สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาการคัดแยกพริกไทยขัดสีเปลือกโดยวิธีการกระดอน

STUDY ON DEHULK PEPPER SORTER BY REBOUND ON INCLINE-BOARD

โดย

นาย กีรติ งามจรรยาภรณ์

นาย จิรพัฒน์ ปัญญาธีระ

นางสาว อรนุช ณ สุย

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 83033
วัน,เดือน,ปี 31 ก.ค. 2551

b 11961120
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สภาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาการคัดแยกพริกไทยขัดสีเปลือกโดยวิธีการกระดอน

ผู้จัดทำ

นาย กีรติ งามจรรยาภรณ์

นาย จิรพัฒน์ ปัญญาธีระ

นางสาว อรนุช ณ สุย

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตรจารย์สาทิป รัตนภาสกร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการคัดแยกพริกไทยขัดสีเปลือกโดยวิธีการกระดอน

นาย กีรติ งามจรรยาภรณ์
นาย จิรพัฒน์ ปัญญาธีระ
นางสาว อรนุช ณ สุย

รองศาสตรจารย์สาทิป รัตนภาสกร อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา2550

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบการคัดแยกพริกไทยที่ขัดสี ออกจากพริกไทยที่ไม่ขัดสีที่ผสมกันอยู่ โดยใช้วิธีการตกกระทบบนแผ่นอะคริลิคและกระดอนแยกออกจากกัน มีส่วนประกอบสำคัญอยู่ 4 ส่วนคือ ถังป้อนเม็ดพริกไทย,แผ่นสะท้อน ,ชุดกระจายเม็ดพริกไทย และกระบะรองรับ ในการทดสอบอุปกรณ์ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการคัดแยก 2 ปัจจัย คือ ส่วนผสม 6ระดับคือ 1:5, 1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 5:1 และมุมเอียงในการตกระทบ 4 ระดับคือ 15, 25, 35, 45 องศา ที่ระดับความสูง 40 ซม.

จากการทดลองพบว่า มุมเอียงของแผ่นกระดอนและอัตราส่วนของเม็ดพริกไทยมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การคัดแยกเม็ดพริกไทย โดยอัตราส่วนที่ให้ผลดีคืออัตราส่วน 1:1, 2:1, 3:1, 5:1 และมุมที่ให้ผลดีคือมุม 25, 35, 45 องศา ซึ่งการใช้อัตราส่วนและมุมดังกล่าว เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยร่วมจะมีเปอร์เซ็นต์การคัดแยกอยู่ที่ 55.65 – 75.7 เปอร์เซ็นต์ มุมและอัตราส่วนที่ให้ผลดีที่สุดอยู่ที่ 35 องศา อัตราส่วน 1:1 ให้ประสิทธิภาพ 75.7 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY ON DEHULK PEPPER SORTER BY REBOUND ON INCLINE-BOARD

Mr.Kirati NGamjunyaporn

Mr.Jirapat Punyathera

Miss Ornuch Nusai

Assoc.Prof.Satip Rattanasapaskorn Advisor

2007

Abstract

Dehulk pepper sorter by rebound on incline-board was design and constructed to study effect of variable. In sorter dehulk pepper from uncomplete dehulk pepper and broken pepper by use rebound method on acrylic board. The machine consisted of 4 main part ; Hopper feeder, Incline-board, Spread plate and block. Six different mixture (1:5, 2:1, 1:1, 2:1, 3:1, 5:1) of dehulk pepper were used in the experiment to evaluate the sorter efficiency. Four levels inclination of incline-board (15,25,35 and 45 degree) in discharge range (y-axis) 40 cm

The results showed that inclination of incline-board and mixture had effect on the sorter efficiency. A good mixture is 1:1, 2:1, 3:1 5:1 and good inclination is 25, 35, 45 degree. In consider two combinations of variable gave the sorter efficiency of 55.65-75.7%. By inclination and mixture gave the optimum the sorter efficiency is 35 degree of inclination of incline-board with mixture 1:1 gave efficiency 75.7%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานที่สำเร็จลงได้ในครั้งนี้ เนื่องจากได้รับความร่วมมือจากทั้งหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกันที่ร่วมกันให้ความช่วยเหลือ จึงขอขอบคุณส่วนที่ให้ความมี ดังนี้

- อาจารย์ทุกท่านที่แนะแนวทางในทางในการทำโครงงานให้สำเร็จได้ด้วยดี
- เจ้าหน้าที่ประจำโรงปฏิบัติงานภาควิชาวิศวกรรมอาหาร (พี่แมน, พี่นุ้ย) ซึ่งช่วยในการแก้ปัญหาในการทำงาน
- ขอขอบคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาภายวิชาวิศวกรรมอาหารทุกคนที่มีส่วนร่วมในการปฏิบัติโครงงาน

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบคุณ รองศาสตราจารย์สาทิป รัตนภาสกร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และให้ความรู้โดยตลอดการทำโครงงานนี้จนเป็นผลสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูปภาพ	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงาน	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของพริกไทย	3
2.2 การแปรรูปพริกไทย	4
2.3 การแปรรูประดับอุตสาหกรรม	8
2.4 เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปรรูป	8
2.5 เครื่องขัดสีเม็ดพริกไทยคำต่อเนื่องแบบแกนโลหะ	9
2.6 เครื่องคัดแยกชนิดต่างๆ	10
บทที่ 3 การออกแบบและสร้างชุดทดลองคัดแยกเม็ดพริกไทย	17
3.1 ปัญหาของเครื่องขัดสีเปลือกเมล็ดพริกไทย	17
3.2 แนวความคิดในการศึกษาและพัฒนาเครื่องคัดแยกเมล็ดพริกไทย	17
3.3 อุปกรณ์การสร้างชุดทดลองคัดแยกเมล็ดพริกไทย	17
3.4 ส่วนประกอบของชุดทดลองคัดแยกเมล็ดพริกไทย	18
3.5 หลักการทำงานและส่วนประกอบต่างๆ ของ ชุดทดลองเครื่องคัดแยกเม็ดพริกไทย	19
บทที่ 4 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการการทดลอง	22
4.1 การกำหนดตัวแปร	22
4.2 การเตรียมตัวอย่างทดลอง	22
4.3 อุปกรณ์การทดลอง	23
4.4 วิธีการทดลอง	23
4.5 การหาประสิทธิภาพ	27
4.6 การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	28
4.7 สมมุติฐานของการทดลอง	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 การทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง	29
5.1 การวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการคัดแยก	29
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	33
6.1 สรุปผลการทดลอง	33
6.2 ข้อเสนอแนะ	33
ภาคผนวก ก	36
ภาคผนวก ข	41
ภาคผนวก ค	43
เอกสารอ้างอิง	46
กิตติกรรมประกาศ	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 5.1 แสดงอัตราส่วนและมุมกระดอนที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การคัดแยกเม็ดพริกไทย 29

ตารางที่ 5.2 แสดงอัตราส่วนและมุมที่มีผลต่อการคัดแยก 31

ตารางที่ ก.1 แสดงค่าต่างๆที่บันทึกได้จากการทดลองและประสิทธิภาพที่มุม 15 องศา 36

ตารางที่ ก.2 แสดงค่าต่างๆที่บันทึกได้จากการทดลองและประสิทธิภาพที่มุม 25 องศา 37

ตารางที่ ก.3 แสดงค่าต่างๆที่บันทึกได้จากการทดลองและประสิทธิภาพที่มุม 35 องศา 38

ตารางที่ ก.4 แสดงค่าต่างๆที่บันทึกได้จากการทดลองและประสิทธิภาพที่มุม 45 องศา 39

ตารางที่ ก.5 แสดงค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยที่มุมและอัตราส่วนต่างๆ 40

ตารางที่ ข.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการทำเมล็ดพริกไทยดำจากพริกไทยสด	5
รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการทำเมล็ดพริกไทยขาวจากพริกไทยสด	7
รูปที่ 2.3 เครื่องขัดสีเมล็ดพริกไทยดำต่อเนื่องแบบแกนโลหะ	9
รูปที่ 2.4 เครื่องคัดแยกขนาดที่มีช่องเปิดคงที่	10
รูปที่ 2.5 เครื่องคัดแยกขนาดแบบตะแกรงลูกกลิ้งเดี่ยว	11
รูปที่ 2.6 เครื่องคัดแยกขนาดแบบตะแกรงลูกกลิ้งซ้อนกัน	11
รูปที่ 2.7 เครื่องคัดแยกขนาดแบบสกรู	11
รูปที่ 2.8 เครื่องคัดแยกขนาดแบบบันไดเวียน	12
รูปที่ 2.9 เครื่องคัดแยกขนาดแบบทรงกระบอกและภาพตัดขวาง	12
รูปที่ 2.10 เครื่องคัดแยกขนาดแบบจานหมุน	13
รูปที่ 2.11 เครื่องคัดแยกขนาดแบบโดยความถ่วงจำเพาะ	14
รูปที่ 2.12 เครื่องคัดแยกขนาดโดยใช้ลมเป่า	14
รูปที่ 2.13 รูปโครงสร้างเครื่องคัดแยกและทำความสะอาดด้วยตะแกรงและแรงลม	15
รูปที่ 2.14 เครื่องคัดแยกขนาดแบบ	19
รูปที่ 3.1 ชุดทดลองเครื่องคัดแยกเม็ดพริกไทย	19
รูปที่ 3.2 ชุดป้อนเม็ดพริกไทย	20
รูปที่ 3.3 ที่ปรับมุมเอียง	20
รูปที่ 3.4 แผ่นบังคับการไหล	21
รูปที่ 3.5 กระบะรองรับเม็ด	21
รูปที่ 4.1 เม็ดพริกไทยขาว	23
รูปที่ 4.2 เม็ดพริกไทยที่ขัดสีไม่หมด	23
รูปที่ 4.3 เม็ดพริกไทยแตก	23
รูปที่ 4.4 เม็ดพริกไทยที่ผสมกันแล้ว	23
รูปที่ 5.1 กราฟแสดงค่า%การคัดแยกที่อัตราส่วนต่างๆและมุมกระดอน	30
รูปที่ 5.2 กราฟแสดงอัตราส่วนที่มีผลต่อการคัดแยก เมื่อคิดแยกปัจจัยที่อัตราส่วน	31
รูปที่ 5.3 กราฟแสดงมุมที่มีผลต่อการคัดแยก เมื่อคิดแยกปัจจัยที่มุม	32
รูปที่ 5.4 เม็ดพริกไทยขาวที่แยกได้(ซ้าย)และเม็ดพริกไทยที่เหลืออยู่(ขวา)	32
รูปที่ 6.1 การแยกพริกไทยจากเครื่องขัดสีโดยวิธีการกระดอนต้นแบบ (ด้านหน้า)	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ ก.1 กราฟแนวโน้มของประสิทธิภาพที่มุมต่างๆ กับอัตราส่วน	40
รูปที่ ค.1 ชุดทดลองเครื่องคัดแยกเม็ดพริกไทย	43
รูปที่ ค.2 ชุดป้อนเม็ดพริกไทย	43
รูปที่ ค.3 ที่ปรับมุมเอียง	44
รูปที่ ค.4 แผ่นบังคับการไหล	44
รูปที่ ค.5 กระบะรองรับเม็ด	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

พริกไทยเป็นพืชสวนที่ให้ผลตอบแทนแก่เกษตรกรได้ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชเศรษฐกิจอย่างอื่นแนวโน้มการส่งออกไม่ค่อยมีปัญหาการแข่งขันเนื่องจากภาวะการตลาดไม่ซับซ้อน ผู้ผลิตมีน้อยราย ราคาอยู่ในอัตราที่น่าพอใจประกอบกับปัจจุบันมีการค้นคว้าหาวิธีต่างๆที่จะเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของพริกไทย หาทางลดต้นทุนการผลิตลง พริกไทยจึงเป็นพืชที่น่าสนใจชนิดหนึ่งในขณะนี้ (นิรนาม, 2543) และพริกไทยจัดเป็นเครื่องเทศที่นิยมแพร่หลายและใช้กันทั่วโลกเพื่อปรุงแต่ง รสชาติ และกลิ่นของอาหาร อีกทั้งพริกไทยยังมีสรรพคุณทางยา พริกไทยในปัจจุบันมีปริมาณการปลูกประมาณ 12,213 ตัน โดยเกษตรกรสามารถส่งออกขายพริกไทยขาวได้เฉลี่ยกิโลกรัมละ 215 บาท และพริกไทยดำเฉลี่ยกิโลกรัมล่ะ 114.25 บาท(นิรนาม, 2550)

พริกไทยเป็นไม้ยืนต้นเจริญได้ดีในเขตร้อนชื้นทำให้พื้นที่ปลูกพริกไทยนั้นจะเป็นบริเวณที่อยู่ในเขตอากาศร้อนชื้น ได้แก่ จันทบุรี ชลบุรี ระยอง ตาก ระนอง ชุมพร สุราษฎ์ธานี นครศรีธรรมราช กระบี่ ภูเก็ต พังงา และตรัง ซึ่งผลผลิตพริกไทยที่ส่งออกในรูปของพริกไทยดำ พริกไทยขาว และพริกไทยป่น ตลาดที่สำคัญได้แก่เยอรมนี เกาหลี ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ซึ่งส่งออกใน2 ลักษณะคือ ในรูปพริกไทยเมล็ดและพริกไทยป่น ซึ่งแบ่งออกได้เป็นอีก 2 ชนิด คือ พริกไทยดำ และ พริกไทยขาว พริกไทยจึงเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทย แต่ในกระบวนการผลิตพริกไทยขาวใช้เวลาในการแช่น้ำนาน และมีขั้นตอนในการใช้สารเคมีฟอกสี ทำให้เมล็ดพริกไทยขาวที่ได้อาจมีการปนเปื้อนเชื้อราและสารฟอกสี ทำให้ตลาดความต้องการพริกไทยขัดสีเปลือก (บัญชา,วงศกร,อาทิตย์, 2549) ได้ออกแบบเครื่องขัดสีเปลือกเมล็ดพริกไทยดำแบบแกนไม้ติดสายพานผ้าใบขึ้นมา แต่มีพริกไทยบางส่วนที่ออกมา สามารถขัดสีได้สมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์ ซึ่งพบว่าส่วนที่ยังไม่ได้ขัดเปลือกยังมีปริมาณมากจึงเห็นควรต้องสร้างเครื่องคัดแยกเมล็ดพริกไทยขึ้นมา ซึ่งหากมีการคัดแยกและนำเมล็ดส่วนนี้มาเข้าเครื่องขัดสีอีกจะทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องขัดสีเปลือกพริกไทยมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น จึงได้จัดทำโครงงาน การออกแบบพัฒนาเครื่องคัดแยกเมล็ดพริกไทยแบบอาศัยการกระดอนของเมล็ด ผู้ทำการวิจัยมุ่งหวังให้เครื่องขัดสีเมล็ดพริกไทยดำมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถนำไปใช้ได้จริงในอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

จุดประสงค์ทั่วไปเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบอุปกรณ์คัดแยกเมล็ดพริกไทยโดยใช้หลักการกระดอนบนแผ่นพื้นแข็ง โดยมีจุดประสงค์หลัก

1.เพื่อศึกษาปัจจัยอัตราส่วนผสมของพริกไทย 6ระดับ คือ 1:5 , 1:2 , 1:1 , 2:1 , 3:1 , 5:1 ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการคัดแยก

2.เพื่อศึกษาศึกษาปัจจัยมุมตกกระทบที่มุม 4ระดับ 15,25,35,45 องศา ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการคัดแยก

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกเมล็ดพริกไทยให้มากกว่าเดิม
2. สามารถนำเครื่องคัดแยกเมล็ดพริกไทยที่ได้จากการปรับปรุงไปใช้งานได้จริงในภาคอุตสาหกรรม
3. สามารถนำหลักการนี้มาประยุกต์ใช้ในการสร้างเครื่องคัดแยกชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของพริกไทย (นฤมล, 2537)

พริกไทยจัดได้ว่าเป็นเครื่องเทศชนิดแรกและเป็นเครื่องเทศที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยที่มีตลาดการค้าที่กว้างขวาง เมื่อทำการเปรียบเทียบเครื่องเทศชนิดอื่นๆ พริกไทยยังสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องปรุงแต่งอาหารได้หลากหลายชนิด เช่น ไก่ย่าง ไส้กรอก ตับบด อาหารหมักดอง ซอสมะเขือเทศ และซอสชนิดต่างๆ นอกจากจะใช้เป็นเครื่องปรุงอาหารแล้ว พริกไทยยังสามารถนำไปใช้ด้านการแพทย์ได้อีกด้วย

พริกไทยเป็นไม้เถาเนื้อแข็ง เลื้อยเกาะ มีรากฝอยกงอกออกที่ข้อ ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปวงรี โคนใบมนหรือรูปหัวใจ ปลายใบแหลม กว้าง 5-14 ซม. ยาว 13-18 ซม. ดอกช่อเชิงลดออกที่ซอกใบไม่มีกลีบเลี้ยงและกลีบดอก ใบประดับรูปขอบขนานแกนรูปดาบ ผลสดรูปทรงกลม เมื่อสุกสีแดง พริกไทยจัดเป็นไม้เลื้อยยืนต้น เจริญได้ดีในอากาศร้อนชื้น ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ย 1,200-2,500 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 25-40 องศาเซลเซียส ทำให้ฤดูปลูกที่เหมาะสมอยู่ในช่วงปลายฤดูฝนถึงต้นฤดูหนาว พริกไทยชอบดินที่ร่วนซุย มีอินทรียวัตถุสูง ระบายน้ำได้ดี ไม่มีน้ำขัง พื้นที่ไม่ควรเป็นที่ลาดเอียงมากจนเกินไป เพราะหน้าดินจะถูกชะล้างเมื่อฝนตกหนัก ซึ่งมีผลต่อระบบรากพริกไทยเป็นอย่างมาก สภาพดินต้องค่อนข้างเป็นกรด มีค่า pH ประมาณ 6-6.5 ทำให้พื้นที่ปลูกพริกไทยนั้นจะเป็นบริเวณที่อยู่ในเขตอากาศร้อนชื้น

ส่วนแหล่งผลิตไทยที่สำคัญของประเทศไทยอยู่ทางภาคตะวันออก เช่น จังหวัดจันทบุรี ระยอง และยังมีการเพาะปลูกทางภาคใต้ เช่น พังงา สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ภูเก็ต กระบี่ ตรัง พัทลุง สตูล สงขลา ปัตตานี ยะลา นราธิวาส และชุมพร เป็นต้น

2.1.1 การเก็บเกี่ยวเกี่ยวพริกไทยขาวหรือ พริกไทยล่อน

ผลพริกไทยที่เหมาะจะต้องเป็นผลที่แก่จัด และผลเริ่มสุกเป็นสีแดงที่โคนช่อประมาณ 3-4 ผล ก็สามารถเก็บได้

2.1.2 การเก็บเกี่ยวพริกไทยดำ

การเก็บเกี่ยวผลที่ยังเขียวอยู่แต่เมล็ดภายในจะต้องแก่จัด ซึ่งสามารถสังเกตได้โดยการใช้เล็บจิกถ้ารู้สึกว่าเมล็ดมีลักษณะแข็งและจิกไม่ลง แสดงว่าเมล็ดแก่จัดสามารถเก็บได้แล้ว แต่การเก็บส่วนใหญ่จะเก็บก็ต่อเมื่อผลเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและแดง เนื่องจากเก็บผลผลิตไม่ทัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การแปรรูปพริกไทย

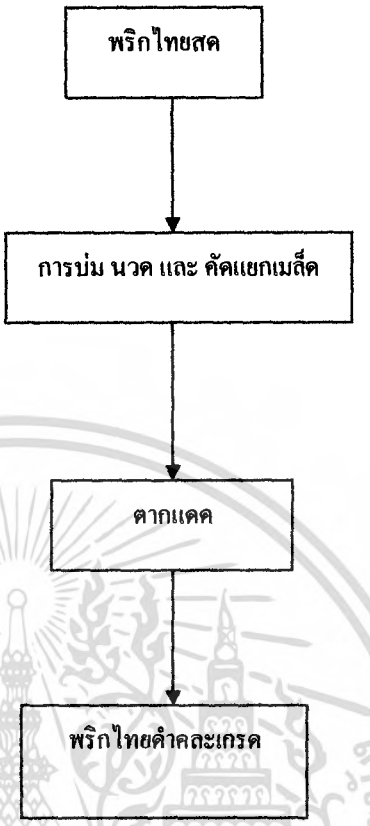
ผลิตภัณฑ์พริกไทยที่เกษตรผู้ปลูกพริกไทยนำออกจำหน่ายมี 2 ชนิดคือพริกไทยดำและพริกไทยขาว (ดำนึง คำอุดม, 2530)

การแปรรูปพริกไทยดำจากพริกไทยสด

พริกไทยที่แก่เต็มที่เมล็ดในจะแข็ง แต่สีของผิวยังเขียวอยู่ มีผลสุก (สีเหลืองหรือส้ม) ประมาณ 2 -3 ผลต่อร่วง นำไปแปรรูปเป็นพริกไทยดำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำพริกไทยที่เก็บเกี่ยวแล้ว กองสุมไว้บนลานซีเมนต์ หรือเสื่อ แล้วใช้กระสอบคลุมทิ้งไว้ 1-2 คืน เพื่อทำให้เกิดความร้อภายใน ทำให้เมล็ดพริกไทยร่วงจากรวงได้ง่าย
2. นวดเมล็ดพริกไทยโดยใช้มือ หรือเท้า หรือเครื่องนวด เพื่อให้เมล็ดหลุดออกจากรวง แล้วเอาก้านรวงทิ้งไป
3. นำเมล็ดพริกไทยที่ได้นำไปตากแดดไว้ประมาณ 5 – 7 วัน คอยเกลี่ยเมล็ดให้ได้รับแสงแดดเสมอ
4. เมื่อได้เมล็ดพริกไทยที่แห้งสนิทดีแล้วจะมีสีดำ ทำการฝัดเอาฝุ่น เศษผงและเมล็ดลีบออกนำมาบรรจุในกระสอบป่าน เก็บไว้ในที่แห้งเพื่อจำหน่ายต่อไปแต่พริกไทยที่ได้มักมีสีไม่สม่ำเสมอ การแก้ไขกระทำได้โดยนำเมล็ดพริกไทยที่ฝัดแล้ว จุ่มในน้ำเดือดนานประมาณ 10 – 20 นาที 2 ครั้ง เพื่อให้สีผิวสม่ำเสมอมากขึ้น ในการทำพริกไทย ดำถ้านำพริกไทยสดมา 100 กิโลกรัม จะได้ประมาณ 33 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการทำเมล็ดพริกไทยดำจากพริกไทยสด

การแปรรูปพริกไทยขาว

เมล็ดพริกไทยขาวทั่วๆ ไป ทำมาจากพริกไทยสดที่แก่และสุกแล้ว และพริกไทยขาวที่ทำมาจากพริกไทยดำ

การทำพริกไทยขาวจากพริกไทยสด

หลังจากทำการเก็บช่อรวงพริกไทยที่แก่แล้วและมีผลสุกประมาณ 1/3 ของช่อรวง ไม่ควรปล่อยให้สุกหมดทั้งรวงจะทำให้เมล็ดร่วงได้ การเก็บทั้งร่วงแล้วนำมาทำพริกไทยขาวดังนี้

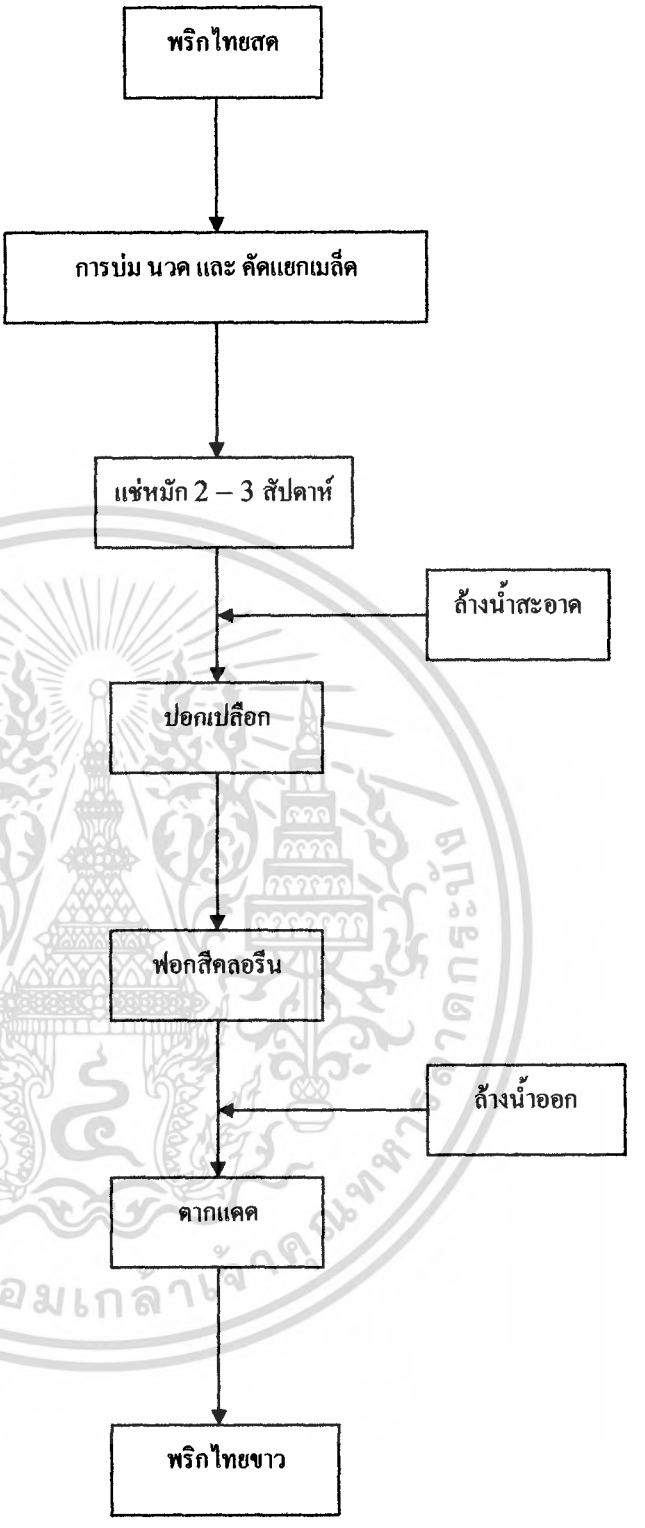
1. นำรวงพริกไทยที่เก็บได้ทั้งหมดไปกองสุมกันไว้ในโรงเรือนใช้กระสอบหรือพลาสติกคลุมทิ้งไว้ 2 – 3 คืน เพื่อให้ผลสุกมากขึ้น หลังจากนั้นจะคัดแยกเมล็ดที่หลุดจากรวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนเมล็ดที่รวงอยู่ไม่ควรนำมาทำเป็นพริกไทยขาวเพราะจะทำให้พริกไทยขาวมีคุณภาพไม่ดีควรนำไปตากแดดเป็นพริกไทยดำ

2. นำผลที่สุกใส่กระสอบแล้วไปแช่ในน้ำที่ไหลหรือแช่ในถังหมัก ผลพริกไทยที่สุกจะแช่ในน้ำทิ้งไว้ประมาณ 2 – 3 คืนหากผลที่มีสีเขียวมากอาจแช่นานถึง 5 - 6 คืน กรณีที่แช่ในน้ำทิ้งไว้ประมาณ 7 – 8 คืน หากต้องการให้เมล็ดพริกไทยขาวขึ้น อาจใช้คลอรีนประมาณ ½ กิโลกรัมต่อพริกไทยสด 200 กิโลกรัม
3. เมื่อเปลือกหุ้มเมล็ดเปื่อยให้นำมาเทใส่ภาชนะ เช่น ตะกร้าหรือที่ภาชนะบรรจุที่มีก้นถังเป็นตะแกรงถี่แล้วทำการขยี้เปลือกหลุดจากเมล็ดนำตะกร้าไปแช่น้ำเพื่อล้างหรือซาวเอาเปลือกหรือเศษผงลอกออก ไปทำการล้างหลาย ๆ ครั้ง จนเห็นว่าสะอาดดีแล้วจึงนำออกไปตากแดด
4. นำเอาเมล็ดที่ล้างแล้วออกตากแดด อาจตากบนเสื่อหรือลานซีเมนต์ โดยตากไว้ขณะที่แดดจัดๆ ประมาณ 4 – 5 วันคอยทำการหมั่นเกลี่ยให้ถูกแดดอย่างสม่ำเสมอกัน
5. เมื่อเมล็ดพริกไทยที่ตากไว้แห้งดีแล้ว จึงนำมาบรรจุใส่ไว้ในกระสอบป่านทำการเย็บปากกระสอนให้แน่นและมิดชิดจากนั้นนำไปเก็บไว้ในร่มที่ไม่มีความชื้นสูง (พริกไทยสด 4 – 5 กิโลกรัมนำมาทำเป็นพริกไทยขาวได้ 1 กิโลกรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการทำเมล็ดพริกไทยขาวจากพริกไทยสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การแปรรูประดับอุตสาหกรรม

การแปรรูปพริกไทยขาวจากพริกไทยดำของพ่อค้าในท้องถิ่นได้พัฒนาและปรับปรุงกระบวนการสืบต่อกันมา โดยได้เครื่องจักรในการแปรรูปมาใช้เครื่องทุ่นแรงมากขึ้น โดยเริ่มจากนำพริกไทยดำมาคัดแยกขนาดด้วยเครื่องฝัด ซึ่งสามารถปรับความเร็วลมและอัตราการป้อน เพื่อกำหนดขนาดของเมล็ดที่แยกได้ตามต้องการ พ่อค้าจะนำเฉพาะหัวพริกคอหนึ่งมาแปรรูปต่อ โดยแช่หมักในบ่อซีเมนต์ขนาดใหญ่ ใส่น้ำจนท่วมแช่ทิ้งไว้ 2 วัน จึงถ่ายน้ำออก ตักใส่ถุง ปุ๋ย มัดปาก แล้ววางกองซ้อนกันเพื่อให้เกิด ความร้อนเร่งให้เปื่อยเร็วขึ้น รดน้ำให้ชุ่มทุก 2 วัน จนประมาณ 2 – 3 สัปดาห์พริกไทยจะเปื่อยเร็วขึ้นและได้ที่ โดยมีคนงานใช้ความชำนาญ ตัดสินนำไปแยกเปลือกออก สมัยก่อนใช้เท้าย่ำ แต่ปัจจุบันใช้เครื่องลอกเปลือก ซึ่งเป็นถังทรงกระบอกขนาดใหญ่ จุได้ครั้งละ 100 กิโลกรัม ภายในมีใบกวนให้พริกไทยขัดสีกับตัวถังใช้เวลา ประมาณ 10 – 20 นาที จนเปลือกหลุดออกหมด ในการล้างพริกไทย 100 กิโลกรัม จะใช้น้ำประมาณ 500 ลิตร จากนั้นถ่ายน้ำออก บางรั้งหลังการล้างอาจจะแช่น้ำทิ้งไว้อีก 1 คืน เพื่อให้พริกไทยสะอาดขึ้นจึงฟอกขาว โดยใช้คลอรีนผงต่อพริกไทย ในอัตราส่วน 1 : 100 ผสมน้ำจนท่วมและกวนให้ทั่ว แช่ทิ้งไว้ให้คลอรีน โดยเวลาที่ใช้ไม่แน่นอนขึ้นกับคุณภาพพริกไทย แล้วจึง ล้างน้ำคลอรีนออก ตากแดดบนลานซีเมนต์ประมาณ 2 วัน จึงบรรจุลงกระสอบป่านรอการจำหน่าย ในกรณีที่นำพริกไทยดำ มา เป็นพริกไทยขาว 100 กิโลกรัม จะได้ประมาณ 60 กิโลกรัม (สาทิป รัตนภาสกร และพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงษ์, 2538)

2.4 เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปรรูป

จากการสำรวจเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปรรูปพริกไทยของเกษตรกรใน อ.ท่าใหม่จ. จันทบุรี ซึ่งได้ออกแบบและพัฒนาโดยเกษตรกรร่วมกันกับโรงกลึงในท้องถิ่น (สาทิป รัตนภาสกร และพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2538) มีดังต่อไปนี้

1. เครื่องนวดพริกไทย เครื่องนวดที่เกษตรกร ใช้เพื่อช่วยในการนวดในการทำงานของเครื่องนวดเกษตรกรใช้กระบุงโกยพริกไทยสดครั้งละประมาณ 10 กิโลกรัมใส่ถังป้อน ลูกนวดที่เป็นซีกเหล็กกลมจะตีเมล็ดให้หลุดจากรวง พริกไทยที่ได้จะลอดผ่านตะแกรงและไหลออกตรงทางออก ส่วนก้านจะค้างอยู่ในเครื่องนวดจนกระทั้งการนวดสิ้นสุดจึงเปิดฝาเพื่อให้ลูกนวดตีก้านออกจากเครื่อง

2. เครื่องคัดขนาดพริกไทย ใช้แยกขนาดเมล็ดพริกไทยที่มีขนาดใหญ่เพื่อนำไปทำพริกไทยขาว ส่วนเมล็ดเล็กนำไปตากแดดเพื่อทำพริกไทยดำ

3. เครื่องตีหรือเครื่องลอกเปลือก เครื่องลอกเปลือกพริกไทยจะทำงานเป็นแบบกะ เมื่อป้อนเมล็ดพริกไทยเข้าไปในเครื่อง เมล็ดจะถูกสายพานตีจนเปลือก พริกไทยจะทำงานเป็นแบบกะ เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้อนเมล็ดพริกไทยเข้าไปในเครื่อง เมล็ดจะถูกสายพานตีจนเปลือกหลุดร่อน จากนั้นจึงปลดที่ล็อคตะแคงถังเทเมล็ดใส่ตะแกรงเพื่อนำไปล้าง

4. เครื่องร่อนพริกไทยดำ มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกกากและสิ่งเจือปนมากับพริกไทยดำออก โดยนำพริกไทยดำมาผ่านการร่อนบนตะแกรง โดยเหลือช่องอยู่ตรงกลางไว้เป็นที่วางกระสอบเพื่อบรรจุเมล็ด

2.5 เครื่องขัดสีเม็ดพริกไทยดำต่อเนื่องแบบแกนโลหะ มีหลักการทำงาน ดังนี้ แกนโลหะที่ใช้ในการขัดสีเปลือกเม็ดพริกไทย จะเป็นตัวทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของเม็ดพริกไทยซึ่งอยู่ภายในเครื่องและตะแกรงซึ่งมีรูเจาะไว้สำหรับระบายเศษ ของเปลือกเม็ดพริกไทยที่หลุดออกจากการขัดสี และยังมีหน้าที่ใช้คมของรูเจาะ เฉือนที่ผิวของเปลือกเม็ดพริกไทยให้หลุดออกได้อีกด้วย (สมภพ, สิทธิและอาสา, 2548) เครื่องขัดสีเม็ดพริกไทยแบบต่อเนื่องประกอบด้วยอุปกรณ์ 3 ส่วนคือ ชุดตะแกรงขัดสีเปลือกเม็ดพริกไทย ระบบส่งกำลังและมอเตอร์ เป็นเครื่องที่มีมิติ ความกว้าง X ความยาว X ความสูง เท่ากับ 70 X 100 X 140 เซนติเมตร สภาวะที่เหมาะสมที่สุดที่ความเร็วรอบ 1800 รอบต่อนาที อัตราป้อนที่ 300 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยได้เม็ดสมบูรณ์ 34.12 % เม็ดไม่สมบูรณ์ (แตก) 6.91 % และเม็ดลอกเปลือกไม่สมบูรณ์ (ไม่แตก) 58.97 % โดยใช้มอเตอร์ต้นกำลังขนาด 2 แรงม้า ใช้จำนวนผู้ปฏิบัติงาน 1-2 คน

รูปที่ 2.3 เครื่องขัดสีเม็ดพริกไทยดำต่อเนื่องแบบแกนโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 เครื่องคัดแยกชนิดต่างๆ (Henderson, 1976)

การคัดแยกนั้นสามารถจำแนกเป็นประเภทต่างๆ ตามคุณลักษณะทางกายภาพวัตถุดิบที่ใช้เป็นหลักในการคัดแยก ได้แก่

1. ขนาด
2. รูปร่าง
3. น้ำหนักจำเพาะและความหนาแน่น
4. ลักษณะพื้นผิว

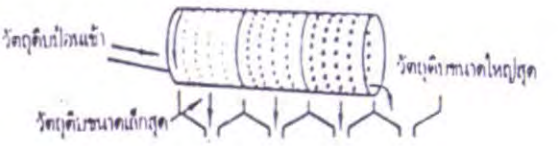
2.6.1 การคัดแยกด้วยขนาด (อรวินท์และคณะ, 2539) วัตถุดิบที่มีขนาดแตกต่างกันสามารถคัดแยกออกจากกันได้ ทำให้ได้วัตถุดิบที่มีขนาดสม่ำเสมอก่อนที่จะนำไปแปรรูปต่อไป ในการคัดแยกวัตถุดิบตามขนาดนั้น สามารถใช้เครื่องได้หลายประเภท ได้แก่

2.6.1.1 *เครื่องคัดแยกขนาดที่มีช่องเปิดคงที่* ลักษณะเครื่องคัดแยกขนาดแบบที่ง่ายที่สุดโดยเป็นตะแกรงที่มีขนาดช่องเปิดคงที่ อยู่ในลักษณะตะแกรง เช่น ตะแกรงแบบฐานเรียบ (flat bed screen)

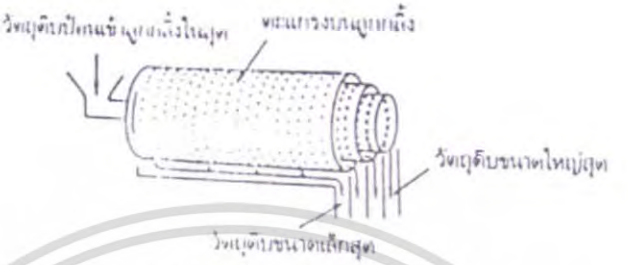
รูปที่ 2.4 เครื่องคัดแยกขนาดที่มีช่องเปิดคงที่

นอกจากตะแกรงแบบฐานเรียบแล้วลูกกลิ้ง (drum screen) ยังเป็นเครื่องคัดแยกขนาดวัตถุดิบที่จะคัดแยกขนาดวัตถุดิบ วัตถุดิบที่นิยมแยกโดยวิธีนี้ได้แก่ พวกถั่วต่างๆ อาจเป็นแบบลูกกลิ้งเดี่ยว ดังแสดงในภาพที่ 2.5 หรือเป็นแบบลูกกลิ้งมากกว่าหนึ่งลูกซ้อนกัน ซึ่งตะแกรงในแต่ละลูกกลิ้งจะมีช่องเปิดคงที่ โดยลูกกลิ้งที่มีช่องเปิดขนาดใหญ่สุด ดังแสดงในภาพที่ 2.6 ในขณะคัดแยกนั้น ส่วนมากจะมีการเขย่าร่วมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 เครื่องคัดแยกขนาดแบบตะแกรงลูกกลิ้งเดี่ยว



รูปที่ 2.6 เครื่องคัดแยกขนาดแบบตะแกรงลูกกลิ้งซ้อนกัน

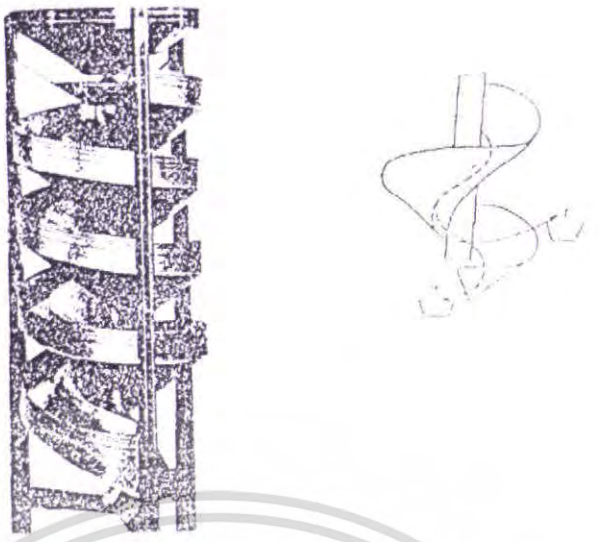
2.6.1.2 *เครื่องคัดแยกขนาดที่มีช่องเปิดไม่คงที่* เครื่องคัดแยกขนาดวัตถุดิบแบบนี้จะมีขนาดของช่องเปิดในการคัดแยกที่ไม่คงที่ ได้แก่ เครื่องคัดแยกขนาดแบบสกรู (screw separator) ดังแสดงในภาพที่ 2.7 ซึ่งมักใช้คัดแยกขนาดของถั่วต่างๆ โดยเครื่องจะมีลักษณะเป็นสกรูสองชุดหมุนไปทางเดียวกัน ในขณะแยกวัตถุดิบจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าจะแยกออกตามขนาดของร่องสกรู

รูปที่ 2.7 เครื่องคัดแยกขนาดแบบสกรู

2.6.2 การคัดแยกด้วยรูปร่าง (Henderson, 1976) นอกจากจะคัดแยกวัตถุดิบโดยอาศัยขนาดแล้ว รูปร่างของวัตถุดิบเป็นคุณลักษณะทางกายภาพที่สามารถใช้ในการคัดแยกได้ เครื่องคัดแยกด้วยรูปร่าง ได้แก่

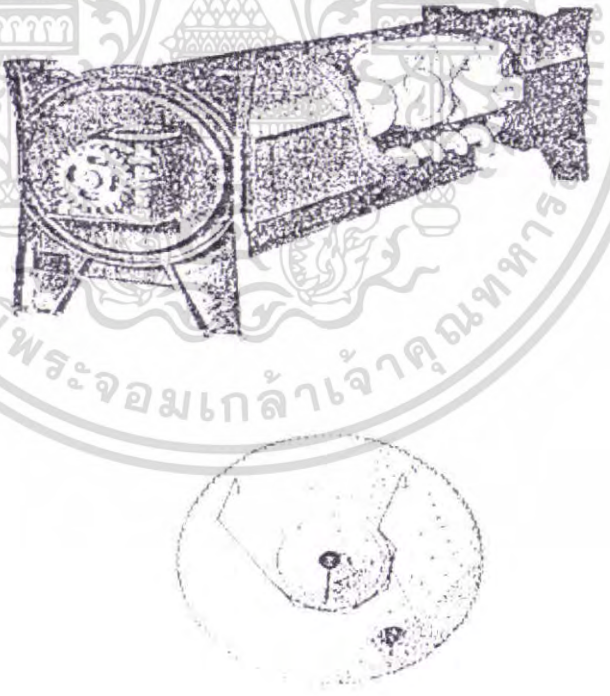
2.6.2.1 *เครื่องคัดแยกแบบบันไดเวียน* (Spiral Separator) เป็นเครื่องคัดแยกรูปร่างวัตถุดิบที่มีลักษณะเป็นเกลียวต่อกันในแนวดิ่งดังแสดงในภาพที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 เครื่องคัดแยกขนาดแบบบันไดเวียน

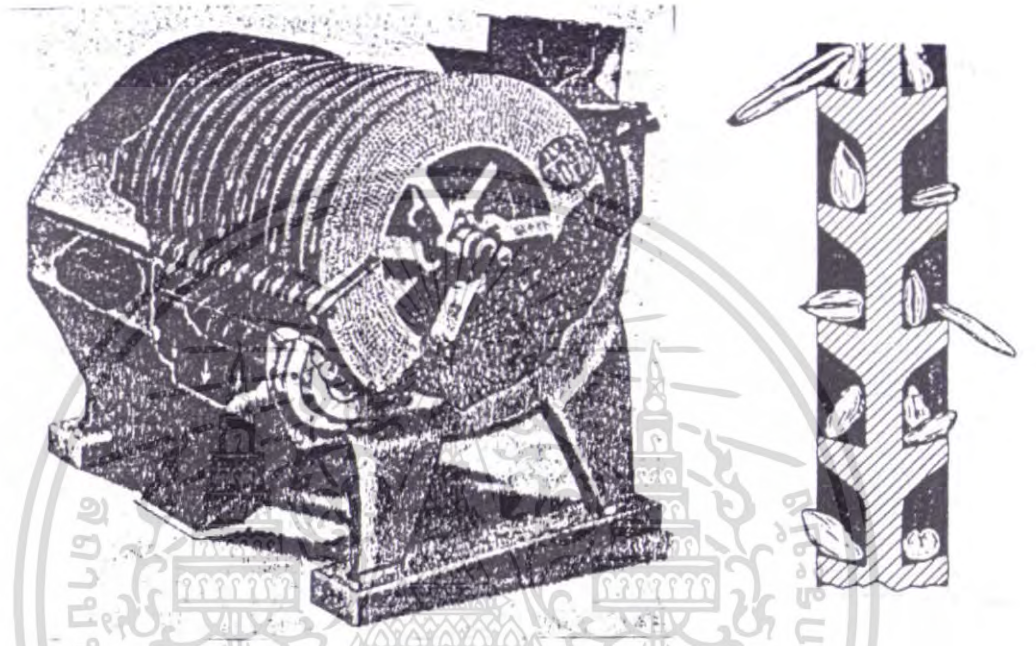
2.6.2.2 *เครื่องคัดแยกแบบทรงกระบอก* (Cylinder Separator) เครื่องคัดแยกแบบนี้มีลักษณะเป็นทรงกระบอกที่ตั้งในแนวนอน พื้นผิวภายในเครื่องคัดแยกทรงกระบอกนั้นมีร่องครึ่งทรงกลมซึ่งสามารถคัดแยกเมล็ดพืชได้ ดังแสดงในภาพที่ 2.9



รูปที่ 2.9 เครื่องคัดแยกขนาดแบบทรงกระบอกและภาพตัดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.3 *เครื่องคัดแยกแบบจานหมุน* (Disc Separator) ดังแสดงในภาพที่ เป็นเครื่องคัดแยกที่สามารถแยกเมล็ดพืชที่มีลักษณะสั้นออกจากเมล็ดพืชที่มีลักษณะยาวได้ โดยจานหมุน (disc) ในเครื่องคัดแยกหมุนทำให้เกิดการคัดแยกเมล็ดพืชที่ต้องการได้และเมล็ดพืชนั้นจะเข้าไปสะสมอยู่ในร่องของจานหมุน

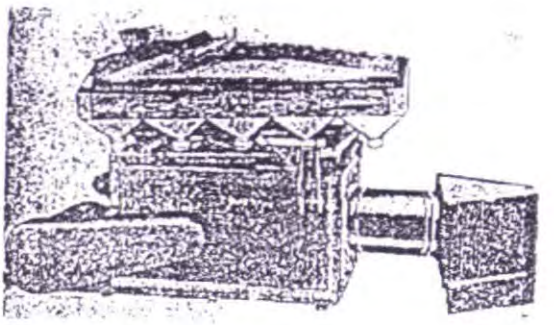


รูปที่ 2.10 เครื่องคัดแยกขนาดแบบจานหมุน

2.6.3 การคัดแยกโดยความถ่วงจำเพาะ (Henderson, 1976)

2.6.3.1 เครื่องคัดแยกโดยความถ่วงจำเพาะ (specific Gravity Separator) ดังแสดงในภาพที่ 2.10 เป็นเครื่องคัดแยกที่สามารถใช้ในการคัดแยกภายใต้ความแตกต่างของวัตถุดิบและวัสดุอื่นที่ปนเข้ามา ซึ่งเงื่อนไขในการคัดแยกนี้ขึ้นอยู่กับ 1) ความสามารถของวัตถุดิบในการไหลบนพื้นราบ 2) การลอยตัวของวัตถุดิบเมื่อมีลมเป่าขึ้นมาจากด้านล่าง และผลจากการลอยตัวนี้ใช้ในการแสดงผลการคัดแยกได้เช่นเดียวกันกับการคัดแยกโดยขนาด, รูปร่าง และลักษณะของผิววัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 เครื่องคัดแยกขนาดแบบโดยความถ่วงจำเพาะ

2.6.3.2 เครื่องคัดแยกโดยใช้ลมเป่า (Pneumatic Separator) คัดแยกเมล็ดพืชโดยใช้ความถ่วงจำเพาะอีกประเภทหนึ่ง เมื่อเทวัตถุดิบที่ต้องการคัดแยกผ่านตะแกรง (1) ที่สั่นไปมา ดังแสดงในภาพที่ 2.12 ภายในตะแกรงนั้นมีจุดที่ยกระดับและเอียงไปอีกด้านของพื้นตะแกรงเพียงเล็กน้อย (2) ในขณะที่เครื่องสั่นไปมาอยู่นั้นลมจากโบลเวอร์ (blower) (6) จะเป่าผ่านตะแกรงขึ้นมาอ วัสดุที่หนักกว่า (เช่น เศษหิน) จะไหลไปรวมกันด้านบนของตะแกรงแล้วออกสู่ที่รองรับ (3) และเมล็ดพืชที่มีน้ำหนักจำเพาะเท่าๆ กันจะออกมาทางที่รองรับ (4)

รูปที่ 2.12 เครื่องคัดแยกขนาดโดยใช้ลมเป่า

2.6.3.1 *เครื่องคัดแยกด้วยตะแกรงและแรงลม* (air screen cleaner) ในการคัดแยกและทำความสะอาดเมล็ดพืชด้วยเครื่องคัดแยกด้วยตะแกรงและลมเป็นการคัดแยกที่ต้องอาศัยความแตกต่างในด้านขนาดและน้ำหนักของเมล็ด ซึ่งมีโครงสร้างหลักดังแสดงในรูปที่ 2.13

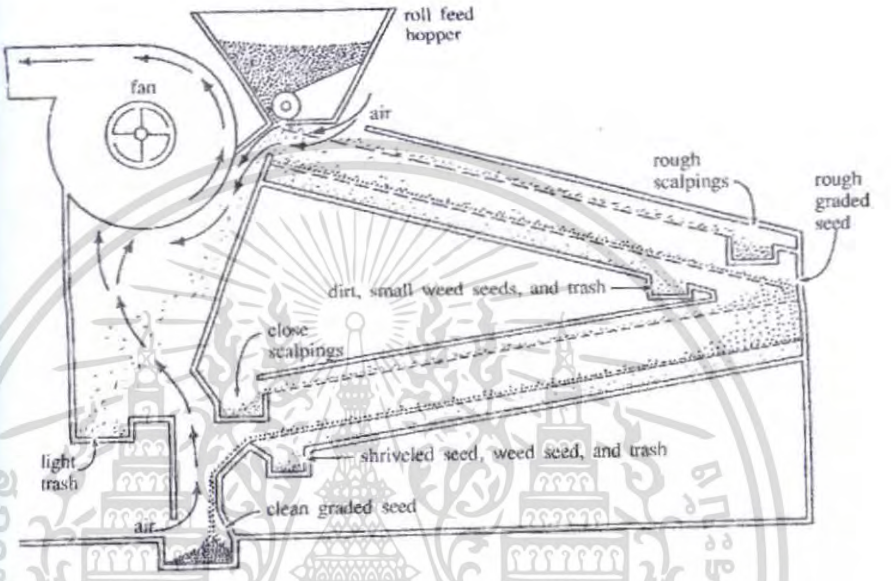
ลักษณะการทำงานของเครื่อง

1. aspiration เป็นการใช้พัดลมเป่าแยกเอาวัตถุ หรือสิ่งเจือปนที่ไม่ใช่เมล็ด และมีน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. acalping เป็นการใช้ตะแกรงที่มีรูขนาดใหญ่กว่าเมล็ด เมื่อเมล็ดผ่านตะแกรง เมล็ดจะลอดรูตะแกรงลงไป ส่วนสิ่งเจือปนที่ไม่ใช่เมล็ดจะเคลื่อนไปบนตะแกรงและถูกแยกทิ้งไป ตะแกรงที่ทำหน้าที่ลักษณะนี้เรียกว่า acalping

3. grading เป็นการใช้ตะแกรงที่มีรูขนาดเล็กกว่าเมล็ดทำให้เมล็ดผ่านไปบนตะแกรง ส่วนสิ่งเจือปนที่ไม่ใช่เมล็ดที่มีขนาดเล็กกว่าเมล็ดจะลอดผ่านรูตะแกรงและถูกแยกทิ้งไป ตะแกรงที่ทำหน้าที่นี้เรียกว่า grading



รูปที่ 2.13 รูปโครงสร้างเครื่องคัดแยกและทำความสะอาดด้วยตะแกรงและแรงลม

2.6.4 การคัดแยกด้วยลักษณะของผิว (Henderson, 1976) ผิวสัมผัสของวัตถุดิบจะใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการคัดแยกวัตถุดิบเมื่อไม่สามารถทำการคัดแยกด้วยวิธีอื่น เนื่องจากวัตถุดิบนั้นมีขนาด รูปร่าง และความหนาแน่นใกล้เคียงกันมาก

เครื่องคัดแยกด้วยลักษณะของผิว ดังแสดงในภาพที่ 2.13 เป็นเครื่องคัดแยกที่ใช้ในการคัดแยกเมล็ดพืชออกจากกัน โดยเมล็ดพืชที่ป้อนเข้าไปจะเป็นเมล็ดพืชที่ผสมกันระหว่างเมล็ดที่มีผิวขรุขระและผิวเรียบ เครื่องคัดแยกนี้สามารถแยกเมล็ดพืชที่มีผิวขรุขระออกมาได้ ซึ่งการทำงานของเครื่องดังแสดงในภาพที่ นั้นมีดังนี้คือ ลูกกลิ้ง (1) ที่มีผิวขรุขระทำให้เกิดการแยกตัวของเมล็ดพืชที่ผิวขรุขระ เมื่อลูกกลิ้งหมุนเมล็ดพืชก็จะชนผิวของลูกกลิ้งแล้วกระเด็นมากระทบกับฝาครอบ (3) เมล็ดพืชจะเคลื่อนที่ออกมาข้างนอกเครื่องคัดแยกตามทิศทางที่มีเส้นประ (6) แสดงไว้ ส่วนเมล็ดพืชที่ผิวเรียบจะไหลออกทางช่องทางออกท้ายลูกกลิ้ง (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 เครื่องคัดแยกขนาดแบบ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดแยกเม็ดพริกไทยขัดสีเปลือกโดยวิธีกระดอน

ยอดชัย รักถนอม, เอ็นดู ตังคโนภาส และอนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล,2548 ได้ออกแบบเครื่องคัดแยกเมล็ดถั่วเขียวเพาะโดยใช้สมบัติกระดอน เครื่องคัดแยกเมล็ดถั่วเขียวเพาะสามารถคัดแยกเมล็ดถั่วเขียวโดยใช้ความแตกต่างระหว่างเมล็ดดีกับเมล็ดเสีย ดังต่อไปนี้

1) เมล็ดดีจะกระดอนพื้นได้สูงกว่าเมล็ดเสีย
2) ความหนาแน่นของเมล็ดดีมากกว่าเมล็ดเสีย
3) ค่าเฉลี่ยระหว่างระยะรัศมีเฉลี่ยของเมล็ดดีและเมล็ดเสีย

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องคัดแยกเมล็ดถั่วเขียวเพาะคือ ถังป้อนเมล็ด ลูกกลิ้งปล่อยเมล็ด แผ่นสะท้อน และ ชุดรองรับ โดยระยะห่างระหว่างศูนย์กลางลูกกลิ้งปล่อยเมล็ดกับแผ่นสะท้อนคือ 20 เซนติเมตร ใช้อัตราการคัดแยกประมาณ 60 เมล็ดต่อนาที เมื่อป้อนเมล็ดดีและเมล็ดเสียที่ปนกันลงในถังป้อนเมล็ด เมล็ดจะถูกปล่อยโดยลูกกลิ้งปล่อยเมล็ด หลังจากถูกปล่อยเมล็ดจะตกลงมากระดอนกับแผ่นสะท้อน หลังจากนั้นเมล็ดจะตกไปบนชุดรองรับเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่3

การออกแบบและสร้างชุดทดลองคัดแยกเม็ดพริกไทย

3.1 ปัญหาของเครื่องขัดสีเปลือกเมล็ดพริกไทย

เครื่องขัดสีเปลือกเมล็ดพริกไทยที่ใช้กันอยู่มีประสิทธิภาพต่ำและไม่สามารถขัดสีเปลือกเมล็ดพริกไทยดำได้ทั้งหมด จึงทำให้ได้เมล็ดพริกไทยที่ขัดสีเปลือกไม่หมดจำนวนมากปนออกมา ดังนั้นจึงต้องมีการใช้อุปกรณ์คัดแยกเมล็ดพริกไทยให้เครื่องทำการคัดแยกเอาส่วนที่เป็นพริกไทยขาวออก และนำส่วนที่เหลือจากการคัดแยกกลับไปขัดสีเปลือกอีก แต่เนื่องจากอุปกรณ์คัดแยกเมล็ดพริกไทยที่ใช้ในกรคัดแยกยังไม่สามารถคัดแยกเมล็ดพริกไทยออกมาได้ร้อยเปอร์เซ็นต์ จึงเห็นควรต้องสร้างอุปกรณ์คัดแยกเม็ดพริกไทยขึ้นมา ซึ่งหากมีการคัดแยกและนำเม็ดส่วนนี้มาเข้าเครื่องขัดสีอีกจะทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องขัดสีเปลือกพริกไทยมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีการคัดแยกมีหลายวิธี ในที่นี้ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาวิธีการคัดแยกโดยใช้วิธีการกระดอน เพราะหลักการกระดอนมีหลักการที่ง่ายต่อการออกแบบ ใช้ต้นทุนในการสร้างต่ำ จากปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้เกิดแนวคิดในการศึกษาและพัฒนาเครื่องคัดแยกเมล็ดพริกไทย

3.2 แนวความคิดในการศึกษาและพัฒนาเครื่องคัดแยกเมล็ดพริกไทย

ชุดทดลองคัดแยกเมล็ดพริกไทยที่ใช้ในการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์คัดแยกเมล็ดพริกไทย มีหลักการพื้นฐานในการแยกวัสดุที่มีขนาดและรูปร่างที่ใกล้เคียงกันมากแต่มีความต่างกันที่ผิววัสดุ กล่าวคือพริกไทยขาวไม่มีเปลือกหุ้มทำให้สามารถกระดอนบนผิวเอียงได้ไกลกว่าเม็ดพริกไทยไม่สมบูรณ์ โดยนำหลักการกระดอนของวัตถุรวมกับความแตกต่างกันของค่าความถ่วงจำเพาะของวัตถุมาใช้ในการคัดแยก อีกทั้งยังสามารถนำมาหลักการนี้มาประยุกต์ใช้ในการแยกเมล็ดชนิดอื่นได้อีกด้วย ดังนั้นชุดทดลองนี้จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับศึกษา ทดลอง และนำการทดลองที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกแบบต่างๆ

3.3 อุปกรณ์การสร้างชุดทดลองคัดแยกเมล็ดพริกไทย

- แผ่นเหล็กขนาด จำนวน 1 แผ่น
- แผ่นเหล็กขนาด จำนวน 2 แผ่น
- แผ่นเหล็กรูปตัวแอลขนาด จำนวน 1 แผ่น
- แผ่นอะครีลิคขนาด จำนวน 1 แผ่น
- แผ่นอะครีลิคขนาด จำนวน 1 แผ่น
- แผ่นอะครีลิคขนาด จำนวน 1 แผ่น
- แผ่นอะครีลิคขนาด จำนวน 2 แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
83033

- ไม้อัดขนาด จำนวน 2 ท่อน
- แผ่นไม้โฟเมก้าขนาด จำนวน 1 แผ่น
- ตะปู น็อตเกลียวปล่อย

3.4 ส่วนประกอบของชุดทดลองคัดแยกเมล็ดพริกไทย

1. แผ่นพื้นหลัง

มีลักษณะเป็นแผ่นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้าง 6 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร สูง 121.5 เซนติเมตร เพื่อใช้สำหรับติดแผ่นกระจายวัสดุ และใช้สำหรับติดแผ่นอะครีลิคที่ไว้ใช้ในการกระดอนซึ่งแผ่นอะครีลิคมีลักษณะเป็นแผ่นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าติดอยู่กับไม้อัดที่ขอบของแผ่นพื้นหลังโดยแผ่นอะครีลิคมีขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร สูง 0.7 เซนติเมตร และด้านหน้าของแผ่นพื้นหลังยังปิดด้วยแผ่นอะครีลิคขนาดกว้าง 0.3 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร สูง 80 เซนติเมตร

2. ชุดป้อนเมล็ดพริกไทย

ใช้สำหรับป้อนเม็ดพริกไทยลงไปยังชุดทดลอง ซึ่งลักษณะของชุดป้อนนั้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูขนาด กว้าง 6 เซนติเมตร สูง 21 เซนติเมตร ด้านคู่ขนาน ยาว 25 เซนติเมตร และปิดด้วยแผ่นอะคริลิคขนาดกว้าง 0.3 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร สูง 80 เซนติเมตร ซึ่งชุดป้อนเมล็ดพริกไทยจะติดอยู่ด้านบนสุดของแผ่นพื้นหลัง

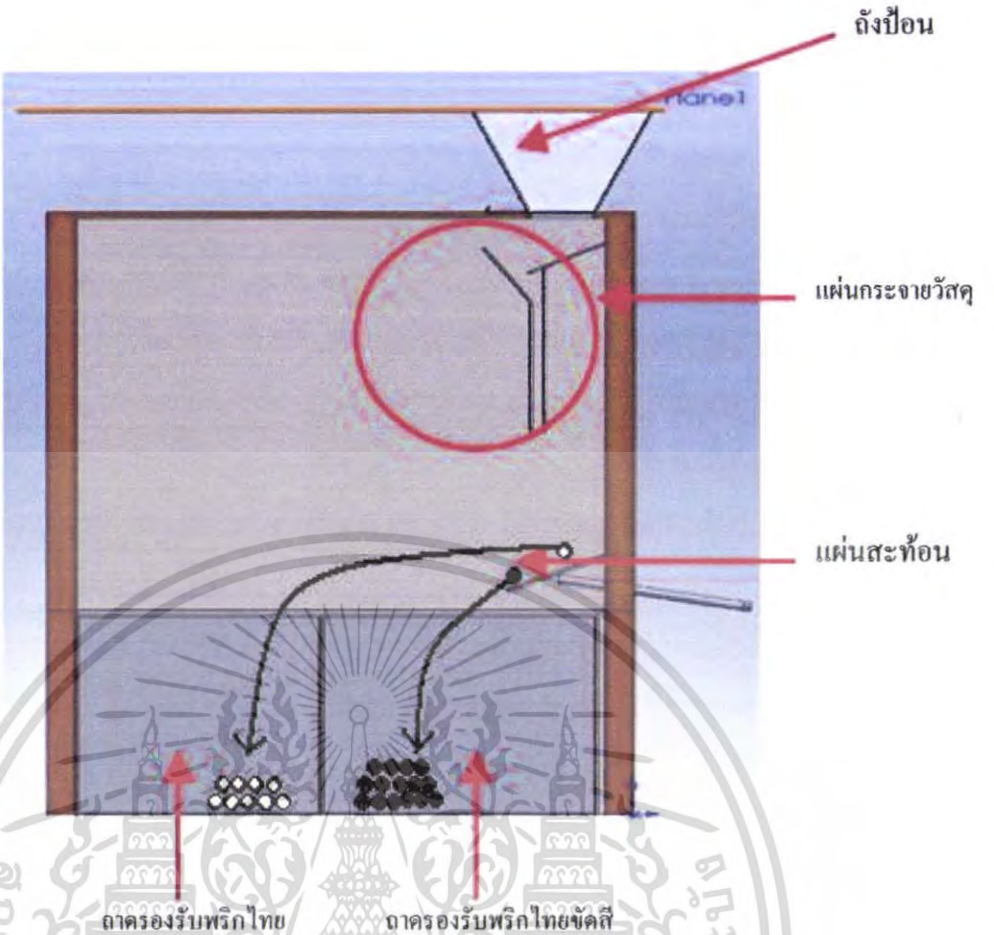
3. ที่ปรับมุมเอียงของชุดทดลองคัดแยกเมล็ดพริกไทย

ที่ปรับมุมเอียงของชุดทดลองคัดแยกเม็ดพริกไทย ใช้แผ่นอะคริลิคขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร สูง 0.7 เซนติเมตร แล้วนำมาเจาะรูยึดกับบานพับและติดกับตัวแผ่นพื้นหลัง

4. กระบะคัดแยกเมล็ดพริกไทย

ใช้สำหรับแยกพริกไทยขาวกับพริกไทยดำมีลักษณะคล้ายกล่องที่ไม่มีฝาปิดมีขนาดกว้าง 5.5เซนติเมตร ยาว 38 เซนติเมตร สูง 40.5 เซนติเมตร จำนวน 1 อัน และกระบะขนาดกว้าง 5.5 เซนติเมตร ยาว 33.5 เซนติเมตร สูง 40.5 เซนติเมตร จำนวน 1 อัน โดยกระบะคัดแยกนี้จะเป็นตัวรองรับเม็ดพริกไทยหลังจากที่เม็ดพริกไทยผ่านการกระดอนบนแผ่นอะคริลิคแล้ว การออกแบบถังระยะที่ได้ ได้มาจากการเก็บค่าสถิติจากการปล่อยเม็ดพริกไทยทีละเม็ดและวัดระยะที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

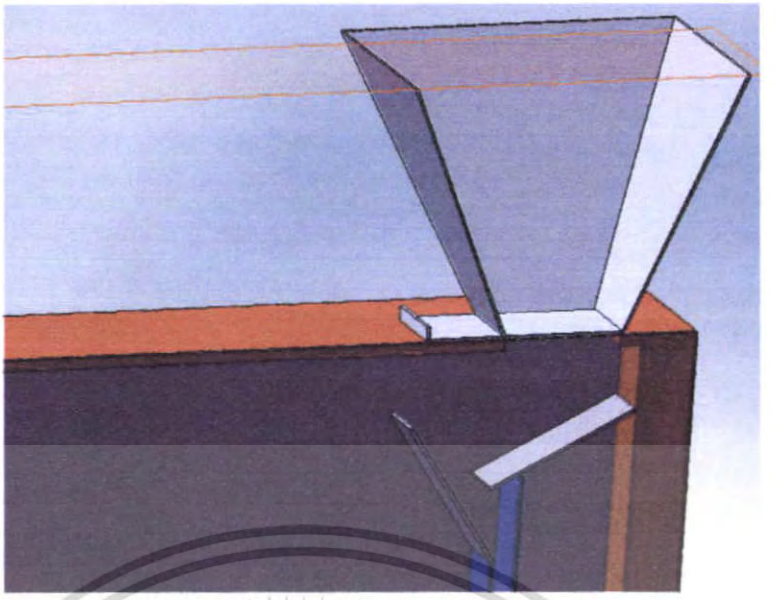


รูปที่ 3.1 ชุดทดลองเครื่องคัดแยกเม็ดพริกไทย

3.5 หลักการทำงานและส่วนประกอบต่างๆ ของชุดทดลองเครื่องคัดแยกเม็ดพริกไทย

เริ่มจากการเตรียมเม็ดพริกไทยสำหรับการทดลองนี้ทำได้โดยการนำเม็ดพริกไทยที่ได้จากเครื่องขัดสี มาแบ่งตามอัตราส่วนต่างๆ หลังจากนั้นนำเม็ดพริกไทยใส่ลงในถังป้อนที่มีแผ่นกั้นปิดอยู่ ทำการปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบ จากนั้นค่อยๆ เลื่อนแผ่นกั้นออกให้เม็ดพริกไทยไหลลงมาผ่านแผ่นกระจายวัสดุ 2 แผ่น ที่มีความเอียงต่างกัน เพื่อให้พริกไทยกระจายไม่ลงมามากเกินไป เม็ดพริกไทยจะไหลลงมาตามแผ่นบังคับเพื่อให้พริกไทยลงไปกระทบแผ่นสะท้อนในแนวตั้งฉากมากที่สุด และสุดท้ายเม็ดพริกไทยจะกระดอนลงถังรองรับ

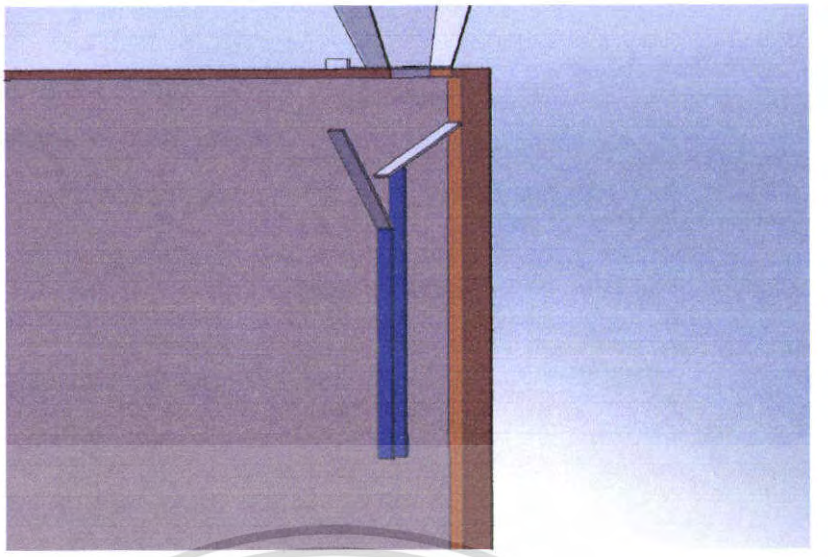
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



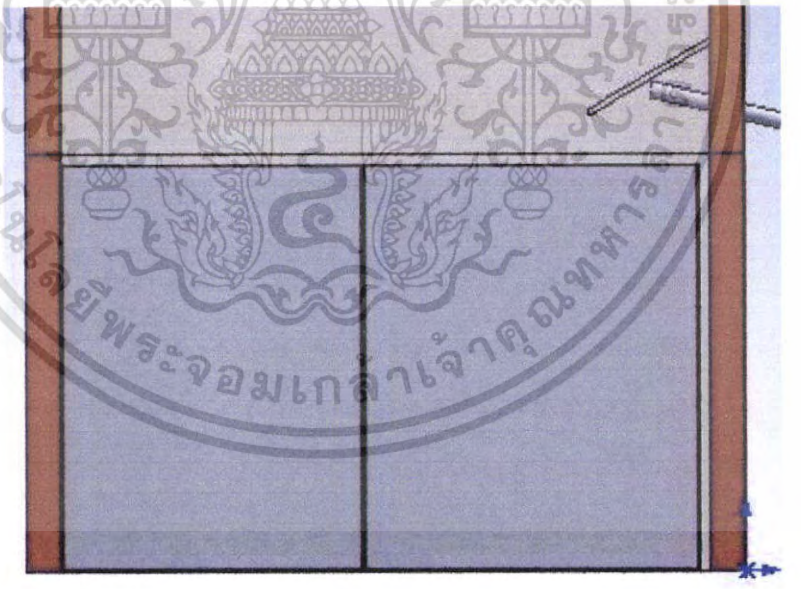
รูปที่ 3.2 ชุดป้อนเม็ดพริกไทย

รูปที่ 3.3 ที่ปรับมุมเอียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แผ่นบังคับการไหล



รูปที่ 3.5 กระบะรองรับเม็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

หลังจากที่ได้ทำการออกแบบและดำเนินการสร้างอุปกรณ์คัดแยกเม็ดพริกไทยขัดสีแล้ว จึงทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพการคัดแยกของเครื่องคัดแยกเม็ดพริกไทยขัดสี ดังนี้

4.1 การกำหนดตัวแปร

จากการศึกษาเบื้องต้นได้กำหนดค่าตัวแปรที่จะทำการศึกษา ดังนี้

1. มุมเอียงของแผ่นกระทบที่มีผลต่อการคัดแยก

   มี 4 ระดับ คือ $b1 = 15^{\circ}$, $b2 = 25^{\circ}$, $b3 = 35^{\circ}$, $b4 = 45^{\circ}$

2. อัตราส่วนของพริกไทยขาวกับพริกไทยที่ขัดสีไม่สมบูรณ์(พริกไทยที่ขัดสีไม่สมบูรณ์คือพริกไทยที่ขัดสีไม่หมดมีเปลือกติดอยู่,แตกหัก)ในการทดลองกำหนดให้พริกไทยจำนวน 600 เม็ด โดยมีอัตราส่วนผสมของเม็ดพริกไทยขาวและพริกไทยขัดสีไม่สมบูรณ์ต่างๆกัน 6 แบบ อย่างละ 2 กลุ่มตัวอย่าง คือ

   พริกไทยขาว : พริกไทยขัดสีไม่สมบูรณ์

   a1 = 100 : 500

   a2 = 200 : 400

   a3 = 300 : 300

   a4 = 400 : 200

   a5 = 500 : 100

   a6 = 450 : 150

การกำหนดอัตราส่วนพริกไทยดังกล่าว มาจาก การเรียงลำดับอัตราส่วน จากน้อยไปหามาก และ อัตราส่วนสุดท้ายคือ 450 : 150 อ้างอิงมาจาก เครื่องขัดสีพริกไทยมีประสิทธิภาพประมาณ 75% ดังนั้นจึงกำหนดให้ในเม็ดพริกไทยที่ใช้ในการทดลองมีประมาณ 75% จาก 600 เม็ด หรือ 450เม็ด และเม็ดพริกไทยดำ 25% จาก 600 เม็ด หรือประมาณ 150 เม็ด เพื่อดูประสิทธิภาพการคัดแยกเมื่อนำกลุ่มพริกไทยขัดสีออกมาจากเครื่องขัดสีพริกไทย

4.2 การเตรียมตัวอย่างทดลอง

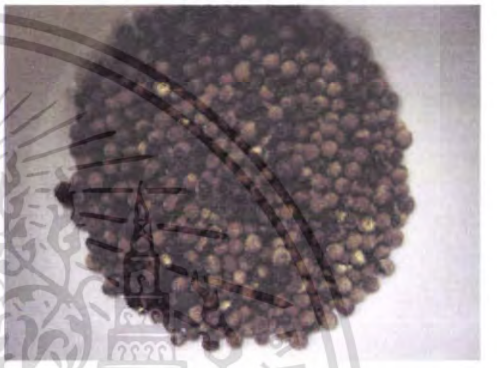
พริกไทยที่ใช้ในการทดลองได้มาจากเครื่องขัดสีพริกไทยแบบแกนไม้ติดสายพานผ้าใบ โดยพริกไทยขาวคือเม็ดพริกไทยที่ขัดสีหมด และที่ขัดสีไม่สมบูรณ์คือเม็ดพริกไทยที่ยังมีเปลือกติดอยู่หรือเม็ดพริกไทยแตก นำมาผสมกันตามข้อ4.1ให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 เม็ดพริกไทยขาว

รูปที่ 4.2 เม็ดพริกไทยที่ขัดสีไม่หมด

รูปที่ 4.3 เม็ดพริกไทยแตก



รูปที่ 4.4 เม็ดพริกไทยที่ผสมกันแล้ว

4.3 อุปกรณ์การทดลอง

วัตถุดิบ

- เม็ดพริกไทยที่ผ่านออกมาจากเครื่องขัดสี ตามรูปที่ 4.1- 4.4

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องคัดแยกเม็ดพริกไทยแบบแผ่นสะท้อนต้นแบบ
2. แผ่นสะท้อน
3. เม็ดพริกไทยดำที่ขัดสีไม่สมบูรณ์และพริกไทยขาว
4. กระบะเก็บตัวอย่างที่คัดแยก

4.4 วิธีการทดลอง

นำเม็ดพริกไทยขัดสีไปแบ่งตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ หลังจากนั้นจึงนำมาทดลองกับอุปกรณ์คัดแยก โดยการทดลองมีการปรับมุมเอียง 4 ระดับ ทดลอง 2 ซ้ำ ตัวอย่างล่ะ 600 เม็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. **ทดลอง พริกไทยขาว :พริกไทยดำที่ขัดสีไม่สมบูรณ์**

   a1 = 100 : 500 เม็ด

   1.) ปรับมุมเอียง ของแผ่นกระทบไปที่ 15°

   2.) ค่อยๆเลื่อนแผ่นกั้นเม็ดพริกไทยให้ไหลลงมา

   3.) นำเม็ดพริกไทยในภาชนะรองรับเม็ดพริกไทยขาวที่อยู่ด้านล่างของกระบะคัดแยกมานับจำนวนเม็ดพริกไทยที่ขัดสีไม่สมบูรณ์ พริกไทยขาว นำค่าที่ได้ไปบันทึกในตารางบันทึกผล

   4.) ทำการทดลองซ้ำจนครบ 2 ครั้ง

   5.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 25° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 - 4

   6.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 35° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 - 4

   7.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 45° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 - 4

2. **ทดลอง พริกไทยขาว :พริกไทยดำที่ขัดสีไม่สมบูรณ์**

   a2 = 200 : 400 เม็ด

   1.) ปรับมุมเอียง ของแผ่นกระทบไปที่ 15°

   2.) ค่อยๆเลื่อนแผ่นกั้นเม็ดพริกไทยให้ไหลลงมา

   3.) นำเม็ดพริกไทยในภาชนะรองรับเม็ดพริกไทยขาวที่อยู่ด้านล่างของกระบะคัดแยกมานับจำนวนเม็ดพริกไทยที่ขัดสีไม่สมบูรณ์ พริกไทยขาว นำค่าที่ได้ไปบันทึกในตารางบันทึกผล

   4.) ทำการทดลองซ้ำจนครบ 2 ครั้ง

   5.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 25° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 - 4

   6.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 35° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 - 4

   7.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 45° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 - 4

3. **ทดลอง พริกไทยขาว :พริกไทยดำที่ขัดสีไม่สมบูรณ์**

   a3 = 300 : 300 เม็ด

   1.) ปรับมุมเอียง ของแผ่นกระทบไปที่ 15°

   2.) ค่อยๆเลื่อนแผ่นกั้นเม็ดพริกไทยให้ไหลลงมา

   3.) นำเม็ดพริกไทยในภาชนะรองรับเม็ดพริกไทยขาวที่อยู่ด้านล่างของกระบะคัดแยกมานับจำนวนเม็ดพริกไทยที่ขัดสีไม่สมบูรณ์ พริกไทยขาว นำค่าที่ได้ไปบันทึกในตารางบันทึกผล

   4.) ทำการทดลองซ้ำจนครบ 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 25° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 - 4

6.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 35° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 - 4

7.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 45° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 - 4

4. ทดลอง พริกไทยขาว :พริกไทยดำที่ขัดสีไม่สมบูรณ์

a4 = 400 : 200 เม็ด

1.) ปรับมุมเอียง ของแผ่นกระทบไปที่ 15°

2.) ค่อยๆเลื่อนแผ่นกั้นเม็ดพริกไทยให้ไหลลงมา

3.) นำเม็ดพริกไทยในภาชนะรองรับเม็ดพริกไทยขาวที่อยู่ด้านล่างของกระบะคัดแยกมานับจำนวนเม็ดพริกไทยที่ขัดสีไม่สมบูรณ์ พริกไทยขาว นำค่าที่ได้ไปบันทึกในตารางบันทึกผล

4.) ทำการทดลองซ้ำจนครบ 2 ครั้ง

5.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 25° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 - 4

6.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 35° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 - 4

7.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 45° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 - 4

5. ทดลอง พริกไทยขาว :พริกไทยดำที่ขัดสีไม่สมบูรณ์

a5 = 450 : 150 เม็ด

1.) ปรับมุมเอียง ของแผ่นกระทบไปที่ 15°

2.) ค่อยๆเลื่อนแผ่นกั้นเม็ดพริกไทยให้ไหลลงมา

3.) นำเม็ดพริกไทยในภาชนะรองรับเม็ดพริกไทยขาวที่อยู่ด้านล่างของกระบะคัดแยกมานับจำนวนเม็ดพริกไทยที่ขัดสีไม่สมบูรณ์ พริกไทยขาว นำค่าที่ได้ไปบันทึกในตารางบันทึกผล

4.) ทำการทดลองซ้ำจนครบ 2 ครั้ง

5.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 25° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 - 4

6.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 35° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 - 4

7.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 45° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 - 4

6. ทดลอง พริกไทยขาว :พริกไทยดำที่ขัดสีไม่สมบูรณ์

a6 = 500 : 100 เม็ด

1.) ปรับมุมเอียง ของแผ่นกระทบไปที่ 15°

2.) ค่อยๆเลื่อนแผ่นกั้นเม็ดพริกไทยให้ไหลลงมา

3.) นำเม็ดพริกไทยในภาชนะรองรับเม็ดพริกไทยขาวที่อยู่ด้านล่างของกระบะคัดแยกมานับจำนวนเม็ดพริกไทยที่ขัดสีไม่สมบูรณ์ พริกไทยขาว นำค่าที่ได้ไปบันทึกในตารางบันทึกผล

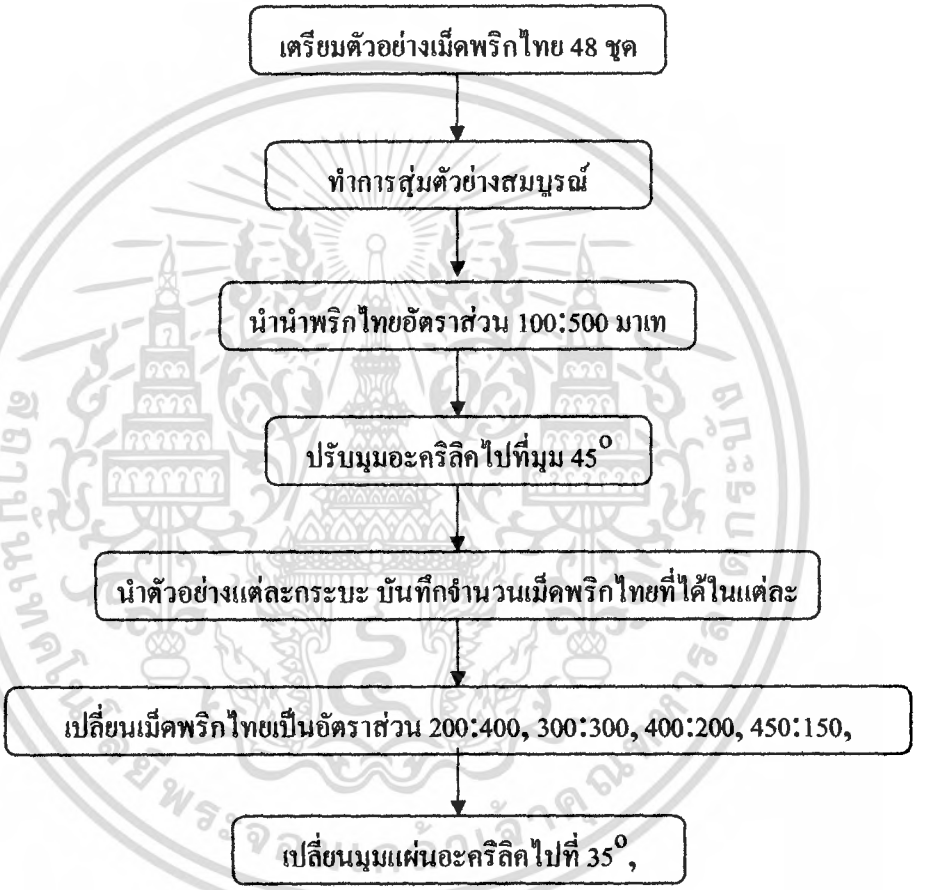
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) ทำการทดลองซ้ำจนครบ 2 ครั้ง

5.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 25° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 - 4

6.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 35° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 - 4

7.) ปรับมุมเอียงของแผ่นกระทบไปที่ 45° แล้วทำการทดลองตามข้อ 1 – 4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การหาประสิทธิภาพ

แบ่งส่วนรองรับเม็ดที่เป็นช่องดีและช่องเสียที่มาจากหัวข้อ"**ขั้นตอนการทดลอง**" มาคำนวณหาประสิทธิภาพโดยมีตัวแปรดังนี้

กำหนดให้

W_T = น้ำหนักรวมของส่วนผสมทั้งหมด

W_1 = น้ำหนักของวัสดุแยกส่วนที่ 1

W_2 = น้ำหนักของวัสดุแยกส่วนที่ 2

q_1 = น้ำหนักของวัสดุ Q_1 ที่เหลืออยู่ในวัสดุที่แยกส่วนที่ 2

q_2 = น้ำหนักของวัสดุ Q_2 ที่เหลืออยู่ในวัสดุที่แยกส่วนที่ 1

ในกรณีความบริสุทธิ์ ประสิทธิภาพการแยก และคุณภาพการคัดแยกในแต่ละส่วนสามารถหาได้จากสมการดังนี้

$$P_{11} = \frac{w_1 - q_2}{w_1} = \frac{1 - q_2}{w_1} \quad (4.1)$$

$$P_{22} = \frac{w_2 - q_1}{W_2} = \frac{1 - q_1}{w_2} \quad (4.2)$$

เมื่อ P_{11} = ความบริสุทธิ์ของวัสดุแยกส่วนที่ 1

P_{22} = ความบริสุทธิ์ของวัสดุแยกส่วนที่ 2

$$Fr_1 = W_1/W_T \quad (4.3)$$

$$Fr_2 = W_2/W_T \quad (4.4)$$

$$\alpha_1 = Q_1/W_T \quad (4.5)$$

$$\alpha_2 = Q_2/W_T \quad (4.6)$$

สมการการหาประสิทธิภาพ

$$\eta\,(\%) = \left(Fr1\frac{P11 - a1}{1 - a1} + Fr2\frac{P22 - a2}{1 - a2} \right) \times 100 \quad (4.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในการทดลองปัจจัยที่ทำการศึกษามี 2 ตัวแปรคืออัตราส่วนผสมพริกไทย 6 ระดับ กับ มุมเอียงที่พริกไทยปล่อยให้ลงมากระทบ 4 ระดับ ทดลอง 2 ซ้ำ เพื่อหาผลกระทบของตัวแปรที่มีต่อประสิทธิภาพการคัดแยก โดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และนำค่าที่ได้จากการคำนวณประสิทธิภาพ ไปวิเคราะห์ ANOVA และเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างแต่ละกรรมวิธีโดยวิธี DMRT

4.7 สมมุติฐานของการทดลอง

ในการทดลองได้ตั้งสมมุติฐานว่า การเปลี่ยนแปลงของส่วนผสมต่างๆและมุมเอียงของแผ่นกระทบที่พริกไทยตกลงมา มีผลต่อประสิทธิภาพในการคัดแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองได้ผลการทดลองที่คิดเป็นจำนวนเม็ด นำไปแยกชนิดของเม็ดพริกไทยด้วยมือเพื่อทำการแยกเม็ดพริกไทยออก และบันทึกค่าลงในตารางตามตัวแปรที่กำหนด จากนั้นนำไปหาประสิทธิภาพ จากสมการที่ 4.1 ,4.2 ,4.3 ,4.4 ,4.5 ,4.6 ,4.7 เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการคัดแยก ได้เป็นผลของการทดลองออกมา ดังแสดงในภาคผนวก ก.1 และนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ(ANOVA) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในภาคผนวก ข.1 นำไปเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test(DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในภาคผนวก ข.2

5.1 การวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการคัดแยก

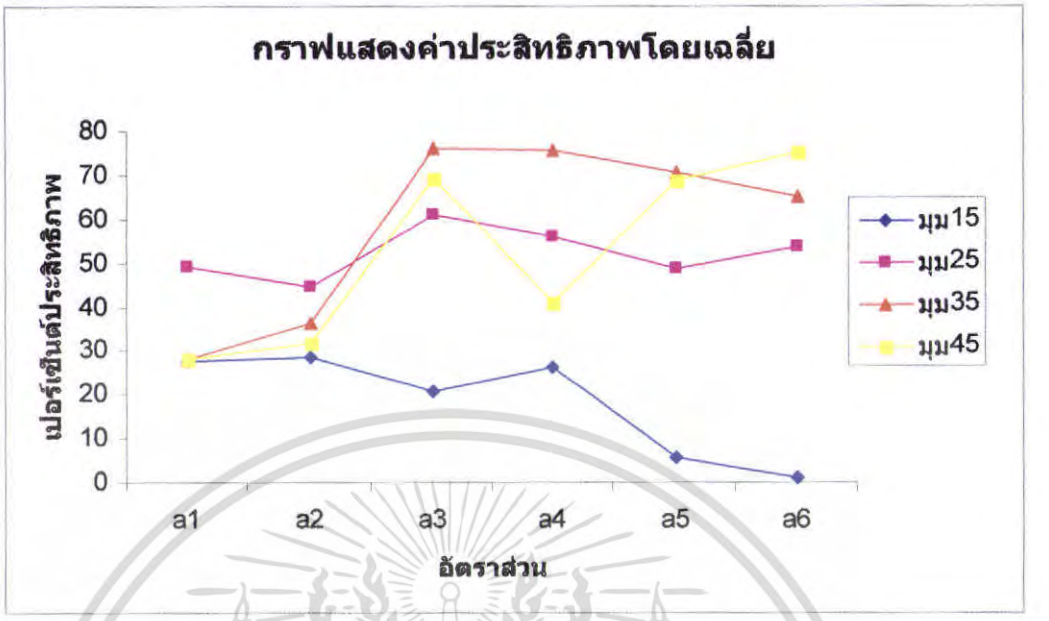
การวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการคัดแยก จากผลการทดลองที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ(ANOVA) โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในภาคผนวก ข.1 พบว่าอัตราส่วนและมุมกระดอนมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การคัดแยกเม็ดพริกไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย อาศัยการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงในตารางที่ 5.1และรูปที่ 5.1

ตารางที่5.1 อัตราส่วนและมุมกระดอนที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การคัดแยกเม็ดพริกไทย

อัตราส่วน	มุม (องศา)			
เม็ด:เม็ด	b1 = 15	b2 = 25	b3 = 35	b4 = 45
a1 = 100:500	27.5GHI	48.85CDEFG	27.9GHI	27.85GHI
a2 = 200:400	28.5GHI	44.225DEFGH	36.05FGHI	31.6GHI
a3 = 300:300	20.65IJ	60.81ABCDE	75.7A	69.2ABC
a4 = 400:200	25.975HI	55.65ABCDEF	75.35A	40.8EFGHI
a5 = 450:150	5.53JK	48.55CDEFG	70.6AB	68.5ABC
a6 = 500:100	1.04K	53.385BCDEF	65.05ABCD	75A
เฉลี่ย	18.19	51.9	58.44	52.15

*** หมายเหตุ ตัวอักษรในคอลัมน์ที่เหมือนกันให้ผลที่ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 กราฟแสดงค่า%การคัดแยกที่อัตราส่วนต่างๆและมุมกระดอน

- จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) เปอร์เซ็นต์การคัดแยกจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วน และมุม จึงนำมุมที่ 15°, 25°,35°, 45° และอัตราส่วน a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6 มาวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพ จะพบว่าที่มุม 35° ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ในการคัดแยกสูงที่สุดจึงพิจารณาที่มุม 35° จะพบว่าที่อัตราส่วน a_3, a_4 ให้ผลที่ไม่ต่างกัน (จากตารางคืออักษรห้อยตัว a) ให้ค่าเปอร์เซ็นต์คัดแยก 75.35 – 75.7 % ที่อัตราส่วน a_1, a_2, a_5, a_6 ให้ผลที่แตกต่างกัน(จากตารางคือ อักษรห้อย ghi, fghi, ab, abcd ตามลำดับ) ให้เปอร์เซ็นต์คัดแยก 27.9, 36.05, 70.6, 65.05% ตามลำดับ

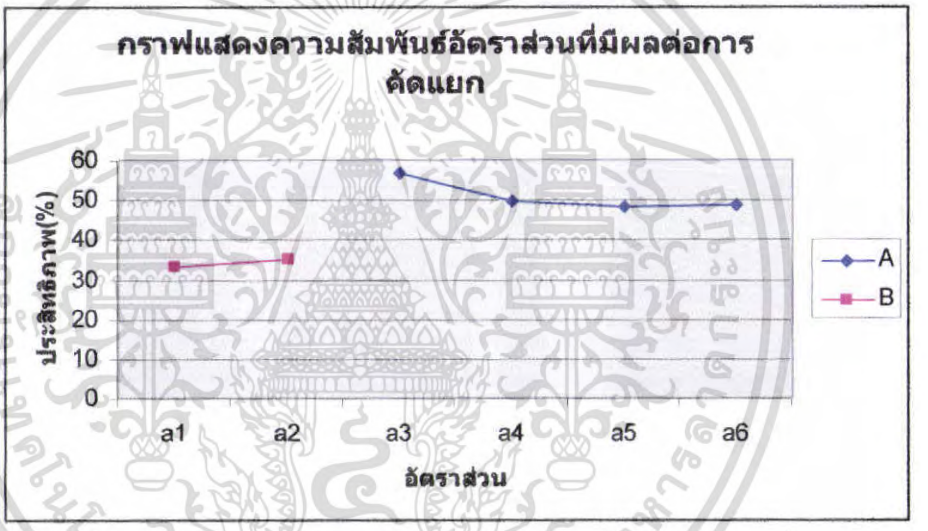
- ดังนั้นจากการวิเคราะห์ พบว่า เปอร์เซ็นต์การคัดแยก ที่มุม 35° เฉลี่ย 58.44% โดยมีเปอร์เซ็นต์คัดแยกสูงสุดอยู่ที่ 75.7 – 75.35% ที่อัตราส่วน a , a_4 แต่ในความเป็นจริงแล้ว อัตราส่วนเม็ดพริกไทยขาวกับพริกไทยที่ต้องนำไปขัดสีใหม่ของเครื่องขัดสีพริกไทยอยู่ที่ 75% : 25% ในที่นี้คืออัตราส่วน a5, มุมที่เหมาะสมที่สุดก็ยังอยู่ที่ 35° แต่หากมีเครื่องแบบอื่นที่ได้เปอร์เซ็นต์ การขัดสีต่ำ(ประมาณ 16.66% - 33.33%) ควรใช้ที่มุม 25° และหากเครื่องที่ขัดสีประสิทธิภาพสูง (ประมาณ 80% ขึ้นไป) ควรใช้มุมกระทบที่มุม 45°

- มุมที่ 35° จะช่วยคัดแยกเม็ดพริกไทยออกจากเครื่องและเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องขัดสีเปลือกเม็ดพริกไทยดำแบบแกนไม้ติดสายพานผ้าใบ(บัญชา ,วงศกร,อาทิตย์ 2549)ซึ่งมีประสิทธิภาพของเครื่องขัดสีประมาณ 73%ได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาแบบแยกตัวแปร			
พิจารณาที่อัตราส่วน		พิจารณาที่มุม	
a1	33.025b	b1	18.199b
a2	35.094b	b2	51.912a
a3	56.59a	b3	58.442a
a4	49.44a	b4	52.158a
a5	48.295a		
a6	48.619a		

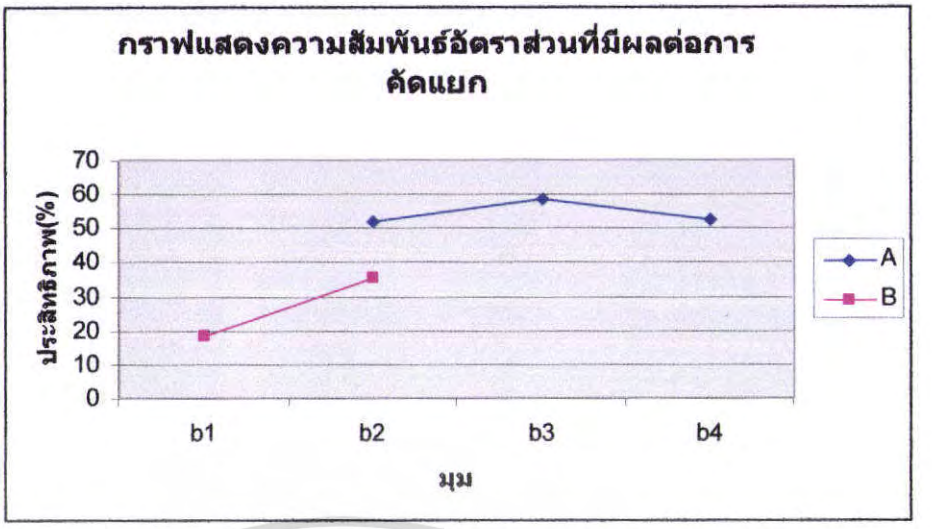
ตารางที่ 5.2 อัตราส่วนและมุมที่มีผลต่อการคัดแยก



รูปที่ 5.2 กราฟแสดงอัตราส่วนที่มีผลต่อการคัดแยก เมื่อคิดแยกปัจจัยที่อัตราส่วน

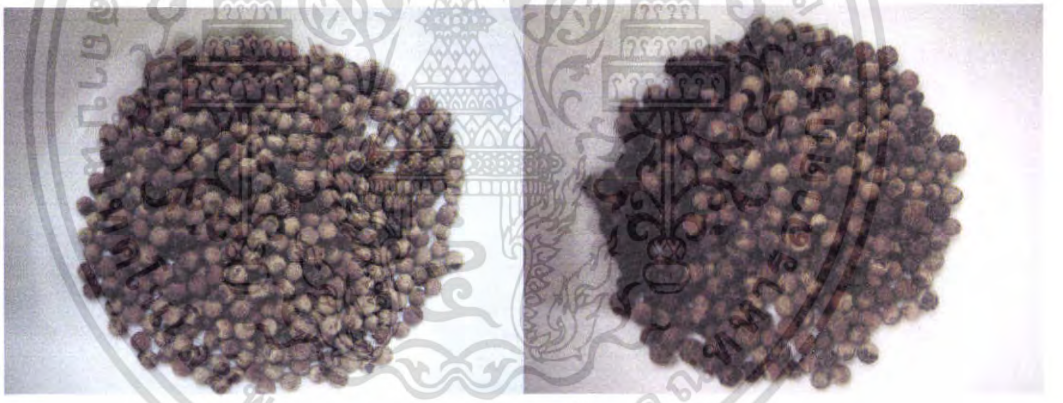
- จากตารางที่ 5.2 และรูปที่ 5.2 เมื่อวิเคราะห์อัตราส่วนต่างๆ พบว่า ที่อัตราส่วน a_3, a_4, a_5, a_6 ให้ผลที่ไม่ต่างกัน(จากตารางคืออักษรห้อยตัว a)และที่อัตราส่วนa_1, a_2 ให้ผลที่ไม่ต่างกัน (จากตารางคืออักษรห้อย b)นั่นหมายความว่าถ้าอัตราส่วนของพริกไทยดำมากกว่า 50%ขึ้นไป หรือยิ่งพริกไทยขาวเยอะขึ้นการคัดแยกจะดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 กราฟแสดงมุมที่มีผลต่อการคัดแยก เมื่อคิดแยกปัจจัยที่มุม

- จากตารางที่ 5.2 และรูปที่ 5.3 เมื่อวิเคราะห์ที่มุมต่างๆ พบว่า ที่มุมb_2,b_3,b_4 ให้ผลที่ไม่ต่างกัน(จากตารางคืออักษรห้อย$_a$) และ ที่มุม b_1ให้ผลที่แตกต่างกัน(จากตารางคืออักษรห้อย b) นั่นหมายความว่าที่มุม 25-45 องศาให้ผลการคัดแยกที่ใกล้เคียงกัน



รูปที่ 5.4 เม็ดพริกไทยขาวที่แยกได้(ซ้าย)และเม็ดพริกไทยที่เหลืออยู่(ขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

ในการออกแบบและสร้างชุดทดลองก่อนนำไปสร้างเครื่องต้นแบบสามารถทำได้ง่าย ค่าใช้จ่ายในการสร้างถูก ใช้งานได้ง่าย และได้ชุดทดลองมาศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมของการคัดแยกเม็ดพริกไทยโดยวิธีการกระดอน โดยใช้เม็ดพริกไทยในการทดลองที่อัตราส่วนต่างๆ ตั้งแต่ 1:5, 1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 5:1 หรือ16.6%, 33.33%, 50%, 66.66%, 75%, 83.33% ตามลำดับ และมุมของแผ่นสะท้อน 15, 25, 35, 45 องศาตามลำดับ พบว่า

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT และวิเคราะห์ตัวแปรแยกพบว่า อัตราส่วนที่ให้ประสิทธิภาพการคัดแยกสูงสุดคืออัตราส่วน 1:1, 2:1, 3:1, 5:1 หรือ a3, a4, a5, a6 และมุมที่ให้ประสิทธิภาพการคัดแยกสูงสุดคือมุม 25, 35, 45 องศา หรือ b2, b3, b4 ซึ่งการใช้อัตราส่วนและมุมดังกล่าวเมื่อวิเคราะห์ปัจจัยร่วม จะมีเปอร์เซ็นต์การคัดแยกอยู่ที่ 55.65-75.7%

นอกจากอัตราส่วนและมุมแล้ว ประสิทธิภาพการคัดแยกยังขึ้นกับปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ เช่น เม็ดพริกไทยขัดสีไม่สมบูรณ์ ปริมาณเปลือกที่ติดอยู่ มากน้อยต่างกัน ทำให้เม็ดพริกไทยบางเม็ดที่โดนขัดไปมากแล้ว ถ้าด้านที่ตกอยู่ในด้านไม่มีเปลือก เม็ดดังกล่าวจะกระดอนไกล ทำให้ประสิทธิภาพที่ได้จากการคำนวณ ลดลง

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยและผลการทดลองได้มีข้อเสนอแนะ เพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพและเป็นแนวทางในการพัฒนาชุดทดลองเป็นเครื่องต้นแบบต่อไป ดังนี้

1. แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่อง

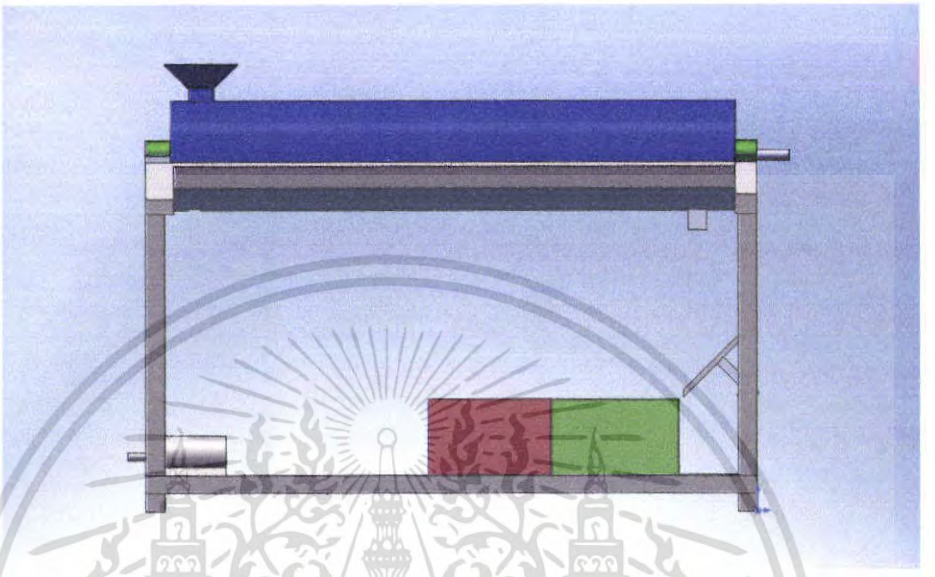
- จากการทดลองพบว่า ถ้าเม็ดพริกไทยถูกปล่อยอย่างเสถียร เป็นแนวเดียวกันตลอดการปล่อย เม็ดพริกไทยจะกระดอนอย่างราบเรียบไม่ชนกัน จะช่วยเพิ่มให้ประสิทธิภาพของเครื่องเพิ่มมากขึ้น
- จากการทดลอง แผ่นกระดอนที่ทำจากอะคริลิค มีหลายขนาด ซึ่งทางผู้ทดลอง ทดลองเพียงความหนาเดียว หากความหนาของแผ่นอะคริลิคหนาขึ้น อาจจะมีความเป็นไปได้ที่ประสิทธิภาพจะเพิ่มขึ้น

2. ควรคัดแยกเม็ดพริกไทยให้ได้ขนาดที่ใกล้เคียงกันก่อนนำเข้าคัดแยก เพื่อไม่ให้ปัจจัยเรื่องขนาดมีผลต่อการทดลอง

3.เทคนิคการคัดแยกโดยการกระดอน สามารถปรับแก้ไปใช้กับเม็ดพืชชนิดอื่นได้ โดยมีมุมที่แตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ควรแยกประมาณ 2 ชั้น ที่มุมต่างกัน 2 มุมโดยให้ชั้นแรกตั้งมุมที่อัตราส่วนที่มีพริกไทยขาวสูง และ ชั้นที่สองตั้งมุมที่แยกอัตราส่วนที่มีพริกไทยขาวต่ำ



รูปที่ 6.1 การแยกพริกไทยจากเครื่องขัดสีโดยวิธีการกระดอนต้นแบบ (ด้านหน้า)

จากรูปที่6.1 คือรูปเครื่องขัดสีต้นแบบที่ติดตั้งแผ่นสะท้อนมีถังแยก2ถัง โดยถังสีแดงคือถังของพริกไทยขาวและถังสีเขียวคือถังของพริกไทยที่ขัดสีไม่สมบูรณ์ที่ออกมาจากเครื่อง และมีแผ่นสะท้อน อยู่ใต้ทางออกของเครื่องขัดสีเม็ดพริกไทย เพื่อกระดอนเม็ดพริกไทยแล้วสามารถนำกลับไปเข้าprocessใหม่ได้ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้เครื่องขัดสีพริกไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. กลุ่มเทคโนโลยีการป้องกันมลพิษ, 2548 "หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด" กระทรวงอุตสาหกรรม
2. ชัยวัฒน์ วัฒนาโภคยกิจ, มานพ พุฒพวง, อภิญญา เกิดพุ่ม, 2543, การศึกษาเครื่องคัดแยกเม็ดพริกไทยขัดเปลือก,วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
3. ชานนท์ อัธยาตมวิทยา, ณหทัย ปันธิโก, พุทธมาศ โรจน์หทัยกานต์, 2546, การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการขัดเปลือกเม็ดพริกไทยด้วยวิธี RSM, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
4. นิรนาม, 2550, "ราคาพริกไทย"สำนักงานการค้าภายในจังหวัดจันทบุรี Online: http://www.dit.go.th/chantaburi/contentdet.asp?deptid=51&id=1918 [2550, 7,23]
5. นิรนาม, 2548, "ฐานความรู้ด้านพืช", กรมวิชาการเกษตร Online : http://doa.go.th [2550, 8, 10]
6. นฤมล มานิพพาน "การเพาะปลูกและการขยายพันธุ์ พริกไทย " สำนักพิมพ์เพชรกะรัตน, กรุงเทพ
7. บัญชา ขันแดง, วงศกร วงศ์คำหาร, อาทิตย์ ชาญอักษร, 2549, การออกแบบและพัฒนาเครื่องขัดสีเปลือกเม็ดพริกไทยดำแบบแกนไม้ติดสายพานผ้าใบ, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
8. พิศมัย หาญมงคลพิพัฒน์ , 2545, " สถิติและการวางแผน การทดลองทางเกษตร " สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ
9. ยอดชัย รักถนอม, เอ็นคู ตังคโนภาส, อนุพันธ์ เทิดวงศ์วรกุล, 2548, เครื่องคัดแยกเม็ดถั่วเขียวเพาะวิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
10. วินิต ชินสุวรรณ และคณะ, 2533, คู่มือการสร้างเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับถั่วลิสง, กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร
11. สมภพ สุขกี้, สิทธิ เพ็งวิริวานนท์, อาสา ศรีสูงเนิน, 2548, การศึกษาของเครื่องขัดสีเมล็ดพริกไทยดำแบบต่อเนื่อง วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก.1 แสดงค่าต่างๆที่บันทึกได้จากการทดลองและประสิทธิภาพ ที่มุม 15 องศา

ตารางค่าประสิทธิภาพ ของ การคัดแยกพริกไทย อัตราส่วน (พริกไทยขาว : พริกไทยดำ) ที่มุม 15 องศา

อัตราส่วน	Q1	Q2	W1	W2	Wt	q1	q2	P11	P22	Fr1	Fr2	α_1	α_2	η
100:500(1)	100	500	124	476	600	54	78	0.37	0.88	0.206	0.793	0.166	0.833	27%
100:500(2)	100	500	229	371	600	124	5	0.97	0.66	0.381	0.618	0.166	0.833	28%
200:400(1)	200	400	196	404	600	84	88	0.55	0.79	0.326	0.673	0.333	0.666	34.90%
200:400(2)	200	400	202	398	600	107	95	0.52	0.73	0.336	0.663	0.333	0.666	22.10%
300:300(1)	300	300	252	348	600	157	109	0.567	0.54	0.42	0.58	0.5	0.5	10.26%
300:300(2)	300	300	204	396	600	160	64	0.68	0.59	0.34	0.66	0.5	0.5	31.04%
400:200(1)	400	200	274	326	600	88	62	0.77	0.73	0.45	0.54	0.66	0.33	46.50%
400:200(2)	400	200	256	344	600	222	78	0.69	0.35	0.426	0.57	0.66	0.33	5.45%
500:100(1)	500	100	260	340	600	283	43	0.83	0.167	0.43	0.56	0.833	0.166	0.07%
500:100(2)	500	100	249	351	600	290	39	0.84	0.17	0.415	0.585	0.833	0.166	2.01%
450:150(1)	450	150	263	337	600	206	69	0.737	0.38	0.438	0.561	0.75	0.25	6.81%
450:150(2)	450	150	266	334	600	244	60	0.77	0.26	0.44	0.55	0.75	0.25	4.25%

***** หมายเหตุ ตัวเลขหลังอัตราส่วนคือครั้งที่การทดลอง

ตารางที่ ก.2 แสดงค่าต่างๆที่บันทึกได้จากการทดลองและประสิทธิภาพ ที่มุม 25 องศา

ตารางค่าประสิทธิภาพ ของ การคัดแยกพริกไทย อัตราส่วน (พริกไทยขาว : พริกไทยดำ) ที่มุม 25 องศา

อัตราส่วน	Q1	Q2	W1	W2	Wt	q1	q2	P11	P22	Fr1	Fr2	α_1	α_2	η
500:100(1)	100	500	233	367	600	12	153	0.34	0.96	0.38	0.61	0.166	0.833	53%
100:500(2)	100	500	219	381	600	25	144	0.34	0.93	0.38	0.635	0.166	0.833	44.70%
200:400(1)	200	400	285	315	600	47	132	0.53	0.85	0.475	0.525	0.333	0.66	43.30%
200:400(2)	200	400	309	291	600	35	144	0.53	0.87	0.515	0.485	0.333	0.66	45.15%
300:300(1)	300	300	292	308	600	48	56	0.8	0.84	0.48	0.51	0.5	0.5	62.80%
300:300(2)	300	300	288	312	600	67	55	0.81	0.78	0.48	0.52	0.5	0.5	58.82%
400:200(1)	400	200	375	225	600	79	54	0.856	0.648	0.625	0.375	0.66	0.33	53.70%
400:200(2)	400	200	359	241	600	84	43	0.88	0.651	0.598	0.4	0.66	0.33	57.60%
500:100(1)	500	100	446	154	600	84	30	0.93	0.45	0.743	0.256	0.833	0.166	51.80%
500:100(2)	500	100	466	134	600	62	28	0.93	0.537	0.776	0.223	0.833	0.166	54.97%
450:150(1)	450	150	363	237	600	113	26	0.92	0.52	0.605	0.395	0.75	0.25	55.36%
450:150(2)	450	150	357	243	600	133	40	0.88	0.45	0.595	0.405	0.75	0.25	41.74%

*** หมายเหตุ ตัวเลขหลังอัตราส่วนคือครั้งที่การทดลอง**

ตารางที่ ก.3 แสดงค่าต่างๆที่บันทึกได้จากการทดลองและประสิทธิภาพ ที่มุม 35 องศา

ตารางค่าประสิทธิภาพ ของ การคัดแยกพริกไทย อัตราส่วน (พริกไทยขาว : พริกไทยดำ) ที่มุม 35 องศา

อัตราส่วน	Q1	Q2	W1	W2	Wt	q1	q2	P11	P22	Fr1	Fr2	α_1	α_2	η
500:100(1)	100	500	455	145	600	0	355	0.21	1	0.758	0.241	0.166	0.833	28%
100:500(2)	100	500	457	143	600	0	357	0.21	1	0.761	0.238	0.166	0.833	27.80%
200:400(1)	200	400	450	150	600	0	250	0.44	1	0.75	0.25	0.33	0.66	37.30%
200:400(2)	200	400	445	155	600	4	249	0.44	0.97	0.74	0.25	0.33	0.66	34.80%
300:300(1)	300	300	360	240	600	10	70	0.805	0.95	0.6	0.4	0.5	0.5	72.60%
300:300(2)	300	300	346	254	600	7	53	0.84	0.97	0.576	0.423	0.5	0.5	78.80%
400:200(1)	400	200	437	163	600	13	50	0.88	0.92	0.728	0.27	0.66	0.33	70.70%
400:200(2)	400	200	419	181	600	9	28	0.93	0.95	0.69	0.3	0.66	0.33	80%
500:100(1)	500	100	508	92	600	12	20	0.96	0.86	0.846	0.15	0.833	0.16	76.80%
500:100(2)	500	100	520	80	600	20	40	0.92	0.75	0.86	0.133	0.833	0.16	53.30%
450:150(1)	450	150	480	120	600	9	39	0.91	0.925	0.8	0.2	0.75	0.25	69.20%
450:150(2)	450	150	463	137	600	20	33	0.928	0.854	0.772	0.228	0.75	0.25	72%

*** หมายเหตุ ตัวเลขหลังอัตราส่วนคือครั้งที่การทดลอง**

ตารางที่ ก.4 แสดงค่าต่างๆที่บันทึกได้จากการทดลองและประสิทธิภาพ ที่มุม 45 องศา

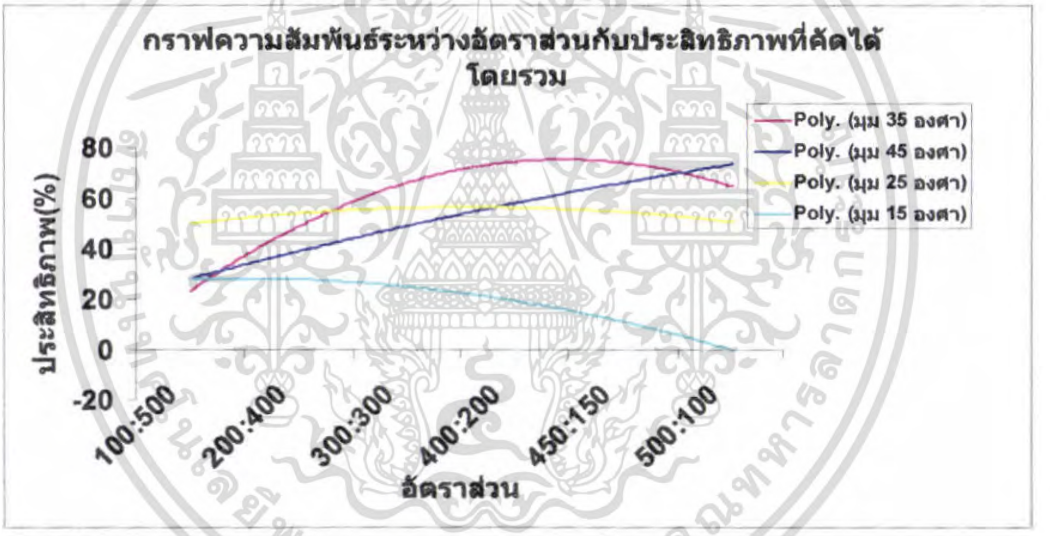
ตารางค่าประสิทธิภาพ ของ การคัดแยกพริกไทย อัตราส่วน (พริกไทยขาว : พริกไทยดำ) ที่มุม 45 องศา

อัตราส่วน	Q1	Q2	W1	W2	Wt	q1	q2	P11	P22	Fr1	Fr2	α_1	α_2	η
500:100(1)	100	500	458	142	600	2	360	0.21	0.98	0.76	0.24	0.166	0.833	25%
100:500(2)	100	500	442	158	600	0	342	0.22	1	0.736	0.26	0.166	0.833	30.70%
200:400(1)	200	400	472	128	600	5	277	0.42	0.99	0.786	0.21	0.333	0.666	30.50%
200:400(2)	200	400	465	135	600	1	266	0.427	0.99	0.775	0.225	0.333	0.666	32.70%
300:300(1)	300	300	384	216	600	10	94	0.75	0.95	0.64	0.36	0.5	0.5	64.40%
300:300(2)	300	300	364	246	600	7	71	0.804	0.97	0.606	0.41	0.5	0.5	74%
400:200(1)	400	200	484	116	600	10	94	0.805	0.913	0.806	0.193	0.666	0.333	50%
400:200(2)	400	200	523	77	600	8	131	0.749	0.89	0.871	0.128	0.666	0.333	31.60%
500:100(1)	500	100	512	88	600	10	22	0.95	0.913	0.85	0.146	0.83	0.16	73%
500:100(2)	500	100	507	93	600	12	19	0.96	0.87	0.845	0.155	0.83	0.16	77%
450:150(1)	450	150	464	136	600	18	32	0.93	0.86	0.773	0.226	0.75	0.258	73%
450:150(2)	450	150	482	118	600	16	48	0.9	0.86	0.803	0.196	0.75	0.25	64%

*** หมายเหตุ ตัวเลขหลังอัตราส่วนคือครั้งที่การทดลอง**

ตาราง ก.5 แสดงค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยที่มุมและอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน	มุม (องศา)			
เม็ด:เม็ด	15	25	35	45
100:500	27.5	48.85	27.9	27.85
200:400	28.5	44.225	36.05	31.6
300:300	20.65	60.81	75.7	69.2
400:200	25.975	55.65	75.35	40.8
450:150	5.53	48.55	70.6	68.5
500:100	1.04	53.385	65.05	75



รูปที่ ก.1 กราฟแนวโน้มของประสิทธิภาพที่มุมต่างๆ กับอัตราส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การคัดแยก เมื่อแผนการทดลองเป็นแบบสุ่มตัวอย่างสมบูรณ์

Source of variation	DF	SS	MS	F	Pr>F
Treatment	23	22614.7803	983.2513	12.27	0.0001**
Ratio(R)	5	3354.9786	670.9957	8.37	0.0001**
Angle(A)	3	11974.1955	3991.3985	49.80	0.0001**
R x A	15	7285.6063	485.7071	6.06	0.0001**
Error	24	1923.6721	80.1530		
Total	47	24538.4524			

CV (coefficient of variant) = ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในการทดลอง = 19.81%

** (significant at 1% level) = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

* (significant at 5% level) = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

Ns (non significant) = ไม่มีความแตกต่างระหว่างกรมวิธีทางสถิติ

DF (degree of freedom) = องศาความเป็นอิสระ

SS (sum of squares) = ผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย

MS (mean squares) = ผลเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย

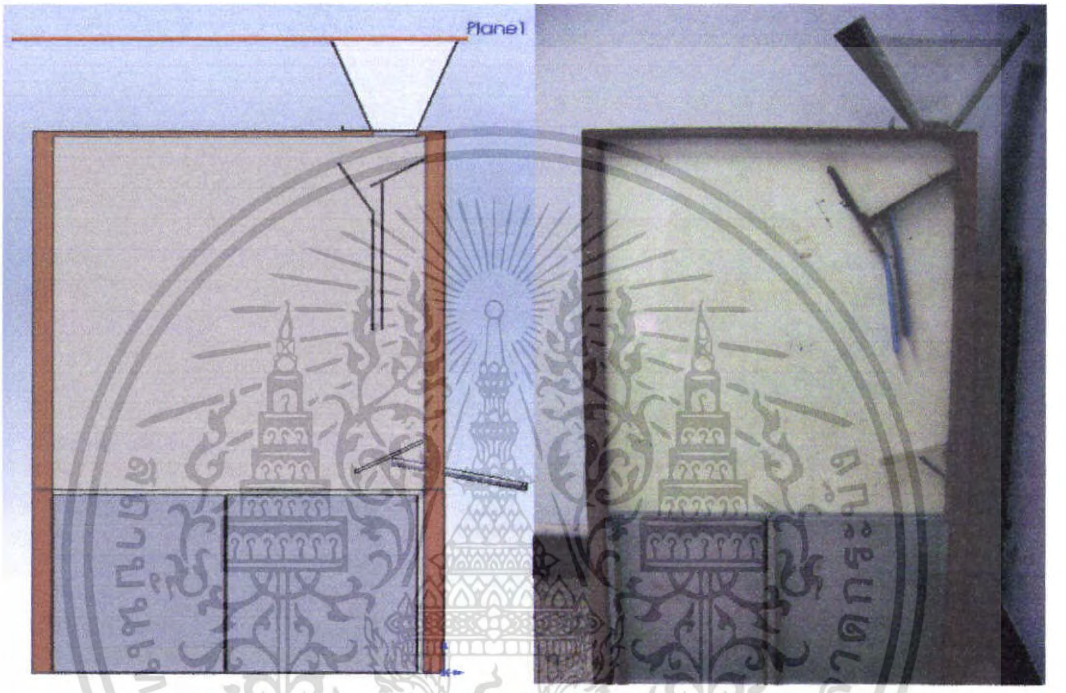
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan Grouping						Mean	N	TRT
			A			75.700	2	a3b3
			A					
			A			75.350	2	a4b3
			A					
			A			75.000	2	a6b4
			A					
	B		A			70.600	2	a5b3
	B		A					
	B		A	C		69.200	2	a3b4
	B		A	C				
	B		A	C		68.500	2	a5b4
	B		A	C				
	B	D	A	C		65.050	2	a6b3
	B	D	A	C				
E	B	D	A	C		60.810	2	a3b2
E	B	D	A	C				
E	B	D	A	C	F	55.650	2	a4b2
E	B	D		C	F			
E	B	D		C	F	53.385	2	a6b2
E		D		C	F			
E		D	G	C	F	48.850	2	a1b2
E		D	G	C	F			
E		D	G	C	F	48.550	2	a5b2
E		D	G		F			
E	H	D	G		F	44.225	2	a2b2
E	H		G		F			
E	H		G	I	F	40.800	2	a4b4
	H		G	I	F			
	H		G	I	F	36.050	2	a2b3
	H		G	I				
	H		G	I		31.600	2	a2b4
	H		G	I				
	H		G	I		28.500	2	a2b1
	H		G	I				
	H		G	I		27.900	2	a1b3
	H		G	I				
	H		G	I		27.850	2	a1b4
	H		G	I				
	H		G	I		27.500	2	a1b1
	H			I				
	H			I		25.975	2	a4b1
				I				
			J	I		20.650	2	a3b1
			J					
	K		J			5.530	2	a5b1
	K							
	K					1.040	2	a6b1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

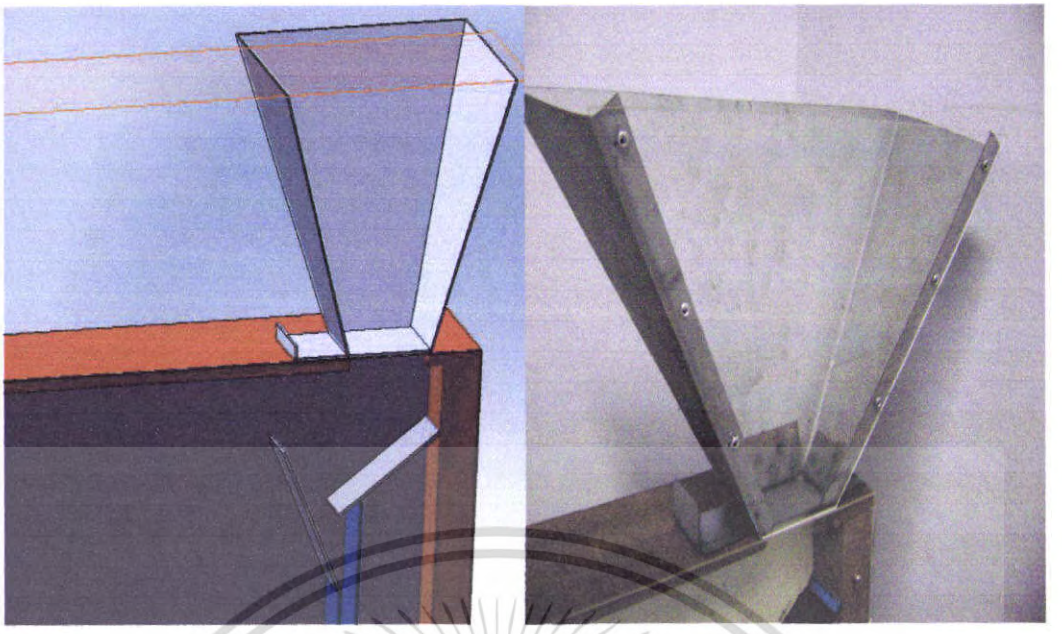
ตารางที่ ข.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT)

ภาคผนวก ค

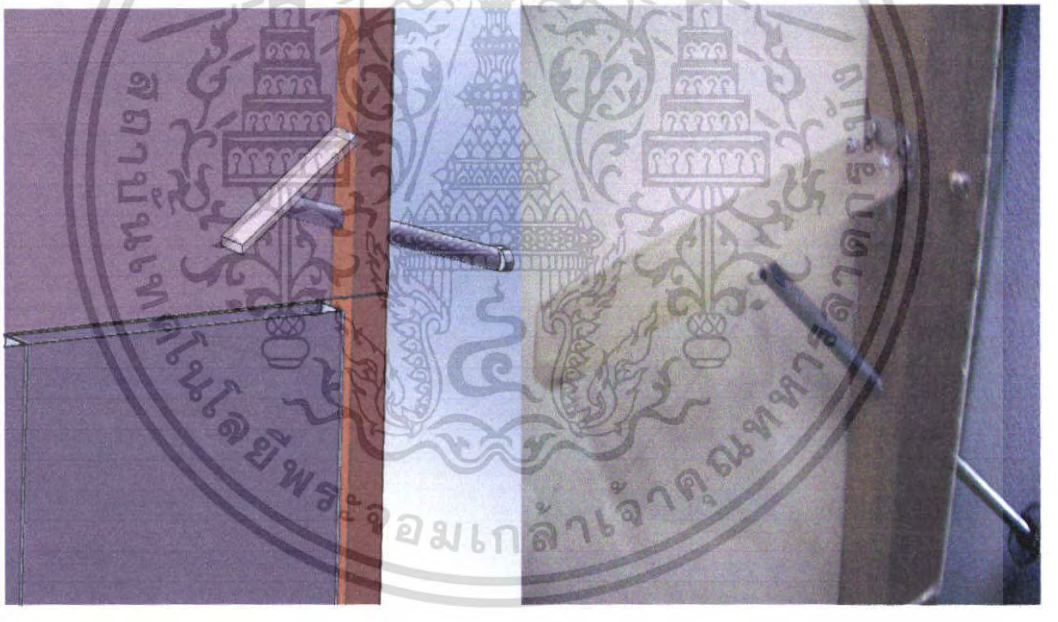


รูปที่ ค.1 ชุดทดลองเครื่องคัดแยกเม็ดพริกไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

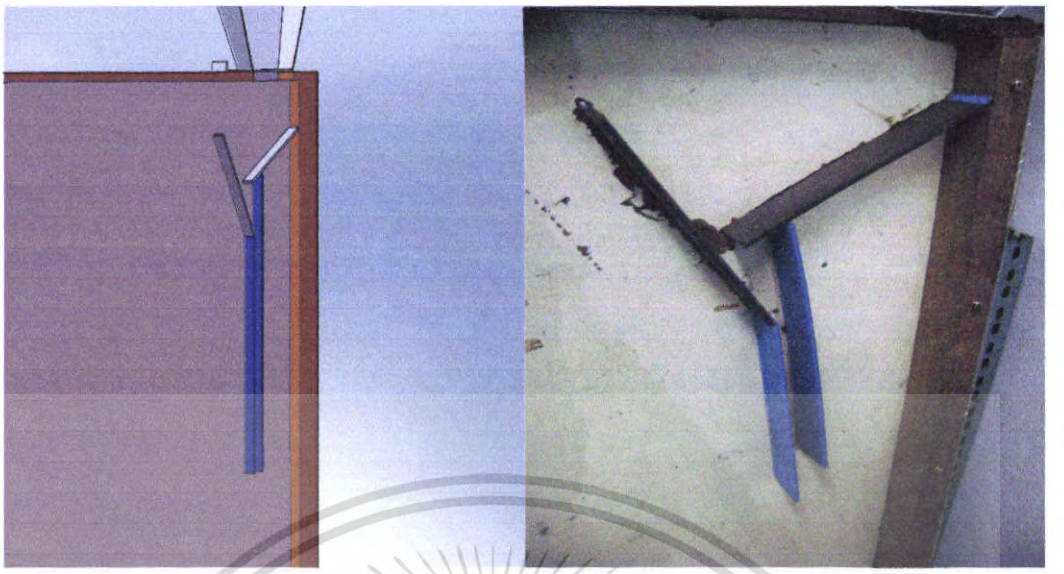


รูปที่ ค.2 ชุดป้อนเม็ดพริกไทย



รูปที่ ค.3 ที่ปรับมุมเอียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.4 แผ่นบังคับการไหล

รูปที่ ค.5 กระบะรองรับเม็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้