

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก

DESIGN AND DEVELOPMENT MINI BROWN RICE HUSKER MACHINE



ปริญญานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วันที่.....

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วันที่.....

.....
.....
.....

ปริญญาโทปีการศึกษา 2546

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวกลึงขนาดเล็ก

ผู้จัดทำ

นางสาวกฤตยาภรณ์ พรหมฤทธิ์

นายไกรสิทธิ์ ชีพสมุทร

นายคมฤทธิ์ จอประเสริฐกุล



..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. พิชิต กิตตินนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.สุตาภัทร แคว้นเขาเม็ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวกลึงขนาดเล็ก

นางสาวกฤตยาภรณ์	พรหมฤทธิ์	
นายไกรสิทธิ์	ชีพสมุทร	
นายคมฤทธิ์	จอประเสริฐกุล	
อ. พิชิต	กิตตินนท์	อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.สุตภัทร	แคว้นเขาเม็ง	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2546		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวกลึงขนาดเล็กเพื่อนำไปใช้ในครัวเรือนและเพื่อนำผลิตในเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ ชุดป้อนส่วนกะเทาะเปลือกข้าวและส่วนคัดแยกแกลบออกโดยลม หลักการทำงานคือ ข้าวเปลือกจะถูกนำมาใส่ยังถัง (Hopper) ที่อยู่ส่วนบนเครื่องแล้วไหลผ่านโดยเกลิยวาล์วเสียงควบคุมการไหล แล้วทำการกะเทาะเปลือกข้าวโดยผ่านลูกกลึงยาง 1 ชุด จะประกอบไปด้วยลูกยาง 2 ลูก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว หมุนด้วยความเร็วรอบที่ต่างกันหมุนในทิศตรงข้ามกัน ซึ่งจากการคำนวณความเร็วรอบของลูกยางที่หมุนช้าเท่ากับ 460 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของลูกยางที่หมุนเร็วเท่ากับ 770 รอบต่อนาที ลูกยางจะทำการกะเทาะเปลือกข้าว จากนั้นก็จะคัดแยกแกลบออกทางช่องลมดูดด้านหลัง ข้าวกลึงที่ได้จะไหลลงสู่ทางด้านล่างของเครื่อง ชุดคัดแยกแกลบจะประกอบไปด้วย โบลว์เวอร์(Blower) โดยใช้ความเร็วรอบของใบพัดเท่ากับ 2900 รอบต่อนาที ส่วนนี้จะทำการแยกแกลบออกมา ซึ่งผลการทดสอบได้อัตราการกะเทาะ 7.7 กิโลกรัมต่อวินาที และประสิทธิภาพการกะเทาะเป็นร้อยละ 97-98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN AND DEVELOPMENT MINI BROWN RICE HUSKER MACHINE

KRITTAYAPORN	PHOMRITH	
KRISIT	CHEEPSAMUTR	
KOMRIT	JORPRASERTKUL	
PICHIT	KITTINON	ADVISOR
SUTAPAT	KWANKAOMENG	ADVISOR
2003		

ABSTRACT

This project aimed to design and development a mini brown rice husker machine. It had three component the first component was to feed , the second component was to husk, and the third component was to separate husk by air. Principle of working is the paddy brings take the hopper and the paddy flow in the feed. The mini brown rice husker machine had a pair of 4 inches-rubbers that were rotated which different velocity. The slower rubber was rotated at 460 rpm and the faster one was rotated at 770 rpm. The rubber was husked rice partially, then husk and air are sucked to the filter unit, the brown rice dropped to below husker. The third component was to separate husk had blower. The blower was rotated at 2900 rpm by spec. This component was separate husk by air. The results of husking paddy rice at 13% moisture content. The husking rate was 7.7 kg/hr and the husking efficiency was 97-98 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก
สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
สารบัญ	ค
สารบัญรูปภาพ	ง
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	
การกะเทาะข้าวเปลือก	1
ที่มาของการศึกษาโครงการ	2
วัตถุประสงค์โครงการ	2
ขอบเขตของโครงการ	2
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสารและแหล่งข้อมูล	3
ส่วนประกอบที่สำคัญของข้าวกล้อง	3
การเสื่อมเสียของข้าวกล้อง	5
ความชื้นของข้าวกล้องและอุณหภูมิในการเก็บรักษา	5
จุลินทรีย์และไข่แมลงที่มีอยู่ในข้าวกล้อง	6
บทที่ 3 หลักการและทฤษฎีการคำนวณ	7
กระบวนการในการสีข้าว	8
หลักการทำงานของเครื่องสีข้าวชนิดต่าง ๆ	9
หลักการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องขนาดที่ออกแบบ	13
ขนาดของลูกกลิ้งยาง	14
ทฤษฎีและการคำนวณ	15
ถังใส่ข้าว (Hopper)	15
การคำนวณและการออกแบบเกลียวลำเลียง	18
การออกแบบแผงหลัง	21
ชุดลูกยางกะเทาะเมล็ดข้าวเปลือก	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง
สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
การออกแบบชุดแยกแกลบ	25
โครงสร้างเครื่องสีข้าวกล้องที่ได้ออกแบบ	26
บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบ	30
วิธีการทดสอบเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก	30
สูตรการคำนวณ	31
ผลการทดสอบ	32
บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์	38
คุณลักษณะของเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก	38
สรุปผลการทดสอบ	38
ปัญหาที่พบในการทำโครงการ	38
แนวทางการแก้ไข	39
ภาคผนวก ก.	40
ภาคผนวก ข.	45
ภาคผนวก ค.	46
กิตติกรรมประกาศ	ช
เอกสารอ้างอิง	ณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
3.1 แผนภาพแสดงการตีข้าว	8
3.2 แสดงเครื่องตีข้าวแบบใช้แรงเหวี่ยง	9
3.3 แสดงเครื่องตีข้าวแบบลูกยาง 1 ชุด	10
3.4 แสดงเครื่องตีข้าวแบบลูกยาง 2 ชุด	11
3.5 แสดงเครื่องตีข้าวแบบใช้จานหิน	12
3.6 แสดงเครื่องตีข้าวแบบลูกหินกับยาง	13
3.7 ถังใส่ข้าวที่ออกแบบ	17
3.8 รูปแสดงการวางแผนหลังสายพานและ Pulley	23
3.9 ชุดลูกยางกะเทาะเมล็ดข้าวเปลือก	24
3.10 Blower ของชุดแยกแกลบ	25
3.11 รูปแสดงด้านบนของเครื่องตีข้าวกล้องขนาดเล็ก	26
3.12 รูปแสดงด้านข้างของเครื่องตีข้าวกล้องขนาดเล็ก	27
3.13 รูปแสดงด้านหลังของเครื่องตีข้าวกล้องขนาดเล็ก	28
3.14 รูปแสดงด้านหน้าของเครื่องตีข้าวกล้องขนาดเล็ก	29
4.1 กราฟแสดงประสิทธิภาพการตีข้าวแต่ละความเร็วรอบ ของลูกยางที่แตกต่างกัน	33
4.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวกล้องแต่ละความเร็วรอบ	35
4.3 กราฟแสดงการทดสอบหาความเร็วลมที่ดีที่สุดในการดูดแกลบ	37

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 แสดงปริมาณสารอาหารต่อข้าว 100 กรัม ระหว่าง ข้าวกล้องหอมมะลิกับข้าวสารหอมมะลิขัดขาว(ข้าวขัดขาว)	4
3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณการชนถ่ายกับความเร็วยรอบมอเตอร์ ของเกียร์ลำเลียงที่ได้จากการคำนวณ	19
4.1 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสีข้าวแต่ละความเร็วที่แตกต่างกัน	32
4.2 แสดงการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวกล้อง	33
4.3 แสดงการทดสอบหาความเร็วลมที่ดีที่สุดในการดูดกลีบ	34
4.1.1 แสดงการทดสอบที่ความเร็วลม 6.75 m/s	36
4.1.2 แสดงการทดสอบที่ความเร็วลม 7.49 m/s	36
4.1.3 แสดงการทดสอบที่ความเร็วลม 8.75 m/s	36



บทที่ 1

บทนำ

1.1 การกะเทาะข้าวเปลือก (Hulling)

การกะเทาะข้าวเปลือกเป็นการกะเทาะแกลบออกจากเมล็ดข้าวเปลือก โดยจุดประสงค์หลักของการกะเทาะต้องมีการเสียหายต่อชั้นรำให้น้อยที่สุด หรือไม่มีการหักของข้าวกล้องเกิดขึ้นเลย

โครงสร้างของข้าวเปลือกจำเป็นต้องใส่แรงเสียดทานให้กับผิวเมล็ดข้าว เพื่อที่จะเอาแกลบออกจากเมล็ด ดังนั้นเมื่อทำการกะเทาะจึงมีการแตกหักของเมล็ดข้าวเกิดขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อทำการกะเทาะจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงการแตกหักของเมล็ดข้าวให้มากที่สุด ดังนั้นการบำรุงรักษาเครื่องมือ ความเที่ยงตรงของเครื่องมือ การปรับแต่ง การบำรุงรักษาและทิศทางการทำงานสามารถปรับการทำงานให้มีลักษณะการทำงานสูงสุด มีประสิทธิภาพในการกะเทาะ และได้เมล็ดข้าวกล้องเต็มเมล็ดสูงสุด

การเรียกชื่อเครื่องกะเทาะมีหลายชื่อ เช่น sheller, hula, dehusker, husker และ hulling mill ส่วนใหญ่จะเรียกว่า “hula” เครื่องมือที่ใช้ในการกะเทาะเปลือกทั่ว ๆ ไป จะเป็นแบบเครื่องกะเทาะแบบจานกลม (disc hula) และเครื่องกะเทาะลูกยาง (rubber roll hula) เครื่องกะเทาะแบบจานกลมเป็นแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุด ส่วนแบบลูกยางกำลังเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ซึ่งได้รับการเผยแพร่หลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 เครื่องกะเทาะเครื่องหนึ่งมีประสิทธิภาพการทำงาน โดยไม่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำงาน แต่เกี่ยวกับลักษณะการทำงาน ซึ่งประสิทธิภาพของการกะเทาะ จะต้องมีเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดที่ถูกกะเทาะจริง ๆ แตกหักน้อยที่สุด

การปรับแต่งเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก ขึ้นกับพันธุ์ข้าวที่นำมาผ่านกระบวนการ ดังนั้นเมล็ดข้าวต้องมีความสม่ำเสมอเพื่อให้ได้ลักษณะการทำงานสูงสุด อย่างไรก็ตามในสภาพแวดล้อมทั่ว ๆ ไป ข้าวพันธุ์บริสุทธิ์จะหายาก ดังนั้นข้าวพันธุ์ผสมจะมีส่วนทำให้กระบวนการกะเทาะด้อยประสิทธิภาพลง ผลกระทบในทางลบของข้างพันธุ์ผสมสามารถหลีกเลี่ยงได้โดยการคัดเกรดและขนาดข้าวก่อนการกะเทาะ หรือสามารถลดผลกระทบได้โดยการจัดระบบการไหลของเมล็ดข้าวในระบบสีข้าว

1.2 ที่มาของการศึกษาโครงการ

เนื่องจากข้าวกล้อง เป็นข้าวที่มีคุณค่าทางอาหารสูงมากกว่าข้าวที่สีเป็นข้าวขาวธรรมดา คาดว่าอนาคตจึงมีแนวโน้มว่าในประเทศของเราจะมีประชาชนนิยมบริโภคข้าวกล้องเพิ่มสูง ขึ้นแต่ข้าวกล้องมีข้อเสียอยู่ที่ว่า ข้าวกล้องเก็บได้ไม่นาน ถ้าเก็บไว้นานเมื่อนำไปหุงข้าวที่ได้จะแข็ง รสชาติที่ได้จะเปลี่ยนไป ดังนั้นเราจึงได้คิดทำเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อนำมาใช้ในครัวเรือน ซึ่งข้าวที่สีได้นี้จะใหม่ หอมและมีรสชาติที่ดีน่ารับประทาน

1.3 วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องให้มีขนาดเล็กลงกว่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน
2. เพื่อความเหมาะสมที่จะใช้ประจำบ้านและให้เป็นเครื่องต้นแบบ เพื่อไปผลิตในเชิงอุตสาหกรรมต่อไป

1.4 ขอบเขตของโครงการ

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก
2. ออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก ซึ่งประกอบไปด้วย เครื่องกะเทาะข้าวกล้องขนาดเล็ก 1 ชุด ชุดแยกแกลบซึ่งประกอบไปด้วย โบลว์เวอร์ใช้ในการแยกแกลบออกจากข้าวกล้อง และชุดป้อนข้าวเปลือกเพื่อใช้ในการกำหนดปริมาณการไหลของข้าวเปลือกให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง
3. สร้างเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก
4. ทดสอบเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กและปรับปรุงแก้ไข
5. สรุปผลการทดสอบข้าวกล้องขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ตรวจสอบเอกสารและแหล่งข้อมูล

ข้าวกล้อง

ข้าวกล้อง หมายถึง ข้าวที่กะเทาะเอาเปลือก (แกลบ) ออกข้าวที่ได้จึงเป็นข้าวที่มีสีน้ำตาลอ่อน โดยยังมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (รำ) อยู่ ซึ่งจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวนี้นี้ เป็นส่วนที่อุดมด้วยวิตามินแร่ธาตุและเส้นใยอาหาร จึงเป็นประโยชน์ต่อร่างกายมากกว่าข้าวประเภทอื่น

2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของข้าวกล้อง

ข้าวกล้องประกอบด้วย

1. เยื่อหุ้มผล (pericarp) มีลักษณะเป็นเส้นใยผนังเซลล์ ประกอบด้วยโปรตีน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส
2. เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) หรือ เทสตา (Testa) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ชั้นเป็นที่อยู่ของสารประเภทไขมัน
3. เยื่อออเลอรอน (aleurone layer) เป็นชั้นที่ห่อหุ้ม starchy endosperm และ embryo เป็นส่วนที่มีโปรตีนสูงและยังประกอบด้วย น้ำมัน เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส
4. จมูกข้าว (Germ) เป็นส่วนที่มีไขมันและโปรตีน
5. ส่วนที่เป็นแป้ง (starchy endosperm) หรือส่วนที่เป็นข้าวสาร ประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่และมีโปรตีนอยู่เล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ปริมาณสารอาหารต่อข้าว 100 กรัม ระหว่างข้าวกล้องหอมมะลิ
กับ ข้าวสารหอมมะลิขัดขาว (ข้าวขัดขาว)

สารอาหาร	ข้าวกล้องหอมมะลิ	ข้าวขาวหอมมะลิ
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	366	356
โปรตีน (g)	7	6.2
ไขมัน (g)	2.4	1.1
คาร์โบไฮเดรต (g)	79.1	80.4
ใยอาหาร (g)	2.5	0.6
วิตามินบี 1 (mg)	0.55	0.11
วิตามินบี 2 (mg)	0.06	0.04
ไนอะซิน (mg)	2.8	0.9
วิตามินอี (mg)	0.41	-
แคลเซียม (mg)	27	3
ฟอสฟอรัส (mg)	255	66
เหล็ก (mg)	3.7	เล็กน้อย

* ข้อมูลจากกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2543

จากตารางที่ 2.1 พบว่าข้าวกล้องมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวขัดขาวมาก ทางด้านของไขมัน ใยอาหาร วิตามินอี วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง และไนอะซิน ซึ่งล้วนแต่มีประโยชน์สำหรับร่างกายจากข้อมูลจากนักวิจัยและนักโภชนาการได้ทำการศึกษาพอสรุปถึงคุณประโยชน์ได้ดังนี้

ใยอาหาร เป็นส่วนที่ช่วยในด้านระบบขับถ่ายและการย่อยอาหารพบว่าผู้รับประทานใยอาหารมากจะช่วยลดอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ ทางโภชนาการ เช่น โรคอ้วน โรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ โรคไขมันในเลือดสูง โรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด รวมทั้งโรคเบาหวาน

วิตามินอี เป็นสาร antioxidant และ free radical scavenger ให้กับระบบร่างกาย

วิตามินบีหนึ่ง เป็นสารที่ช่วยทำให้ระบบการย่อยและการดูดซึมคาร์โบไฮเดรตเป็นไปอย่างปกติและช่วยป้องกันโรคเหน็บชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิตามินบีสอง เป็นสารที่ช่วยทำให้ระบบการย่อยและการดูดซึม โดยอยู่ในรูปของโคเอนไซม์ FAD และ FMN

ไนอาซินเป็นสารที่ช่วยทำให้ระบบการย่อยและการดูดซึม โดยอยู่ในรูปของโคเอนไซม์ NAD และ NADP

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 2.1 พบว่าในข้าวกล้องจะมีปริมาณไขมันสูงกว่าข้าวขัดขาว และปริมาณไขมันสูงนี้เองที่มีผลทำให้อายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากเกิดการเสื่อมเสีย มีกลิ่นเหม็นหืนเกิดขึ้น

2.2 การเสื่อมเสียของข้าวกล้อง

การเสื่อมเสียของข้าวกล้องมักสังเกตจากการที่ข้าวกล้องมีกลิ่นเหม็นหืนหืนเกิดขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดข้าวกล้องจะมีปริมาณไขมันสูง ซึ่งเมื่อเก็บรักษาไว้ระยะเวลาหนึ่ง ไขมันในข้าวกล้องจะเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายไขมัน (Lipolytic Hydrolysis) และเกิดการออกซิไดส์ด้วยออกซิเจนในอากาศ (Oxidation) ซึ่งทำให้เสื่อมเสียได้เร็ว โดยไขมันในข้าวจะถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์ไลเปสเพื่อเปลี่ยนกรดไขมันอิสระ จากนั้นกรดไขมันอิสระจะถูกออกซิไดส์โดยมีเอนไซม์ไลเพอออกซิจีเนสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเกิดเป็นสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ หรือเมื่อได้รับแสงหรือสัมผัสกับออกซิเจน ไขมันจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (AutoOxidation) เกิดสารเปอร์ออกไซด์ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระ (peroxide free radical) ซึ่งจะไม่เสถียรจึงเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องเป็นสารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ และเกิดปฏิกิริยาแบบลูกโซ่จนสุดท้ายข้าวกล้องจะเกิดการเหม็นหืน

2.3 ความชื้นของข้าวกล้องและอุณหภูมิในการเก็บรักษา

ความชื้นที่มีในข้าวกล้องขึ้นอยู่กับความชื้นที่มีในเมล็ดข้าวกล้อง และความชื้นในอากาศ ซึ่งปริมาณความชื้นสามารถเปลี่ยนไปได้และมีผลต่ออายุการเก็บของข้าว โดยน้ำเป็นตัวทำให้เกิดลักษณะทางกายภาพเปลี่ยนไป และเป็นตัวกลางในการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีและช่วยให้เอนไซม์ที่มีอยู่ในข้าวทำงานได้ดีขึ้น ทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของกลีเซอไรด์ซึ่งเป็นไขมันในข้าวกล้องเกิดเป็นกรดไขมันอิสระ ส่งผลให้เกิดการเหม็นหืน โดยพบว่าอัตราการเกิดกรดไขมันอิสระของข้าวจะสูงขึ้น เมื่อความชื้นในเมล็ดข้าวมีมากขึ้นหรือที่ความชื้นสัมพัทธ์สูง (Hunter, Houston and Kester, 1951) นอกจากนี้ น้ำยังเป็นปัจจัยที่ช่วยทำให้จุลินทรีย์เจริญด้วย (Loeb and Mayne, 1952)

สำหรับอุณหภูมิยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีของเอนไซม์ ที่มีอยู่ในข้าวกล้อง โดยที่สภาวะอุณหภูมิที่เหมาะสมจะเป็นปัจจัยที่ช่วยทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตด้วย พบว่าการเก็บรักษาข้าวในอุณหภูมิที่ต่างกันจะมีผลต่อการเกิดกรดไขมันอิสระที่ต่างกัน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง มีผลทำให้

ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มมากขึ้น เมื่อเก็บรักษาข้าวกล้องไว้ในระยะเวลาหนึ่ง (Hunter, Houston and Kester, 1951) และพบว่า การเก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่ำ ข้าวกล้องจะมีการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรส ปริมาณของกรดไขมันอิสระและ conjugation diene hydroperoxide น้อยและจะเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิ การเก็บรักษาสูงขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 2.2

2.4 จุลินทรีย์และไขแมลงที่มีอยู่ในข้าวกล้อง

ปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นที่มีอยู่ในเมล็ดข้าว โดยเฉพาะจุลินทรีย์ ที่สามารถผลิต เอนไซม์ไลเปส จะเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสในเมล็ดข้าว Delueca and Ory (1987) ได้ทำ การศึกษาถึงปัจจัยการเจริญของจุลินทรีย์บนเมล็ดข้าวพบว่า การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับปัจจัย หลายประการได้แก่ ความชื้นและอุณหภูมิของข้าวที่เก็บรักษาโดยความชื้นที่เหมาะสมคือ 14-20% และ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญคือ 30-34°C สารอาหารที่เหมาะสมแก่การเจริญ ระยะเวลาการเก็บรักษา ข้าว ระดับของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในข้าวตั้งแต่เริ่มเก็บเกี่ยว ปริมาณของสิ่งเจือปนที่มีอยู่ในข้าวรวมถึงไข แมลง นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพข้าวในการเก็บรักษา โดยทำการศึกษาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้น ความชื้นสัมพัทธ์ที่สภาวะต่างกันพบว่า มีอิทธิพลต่อ คุณภาพการหุงต้ม กลิ่น การเกิดกรดไขมันอิสระและสีของข้าว โดยนำเมล็ดข้าวเริ่มต้นที่ปราศจากจุลินท รีย์ปนเปื้อนมาเก็บรักษาในสภาวะความชื้นและอุณหภูมิที่ปลอดภัยต่อการเจริญของจุลินทรีย์ พบว่า สามารถเก็บรักษาข้าวได้เป็นเวลาหลายเดือน Araullo (1986) กล่าวว่า การทำให้ข้าวแห้งก่อนเก็บรักษา ควบคุมปริมาณความชื้นและอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาให้ต่ำ จะสามารถลดการทำลาย จุลินทรีย์ ได้ รวมทั้งสถานที่เก็บต้องสะอาดโดยเฉพาะแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้หรือแถบบริเวณร้อนชื้น จำเป็น มากที่จะต้องเก็บข้าวไว้ในบริเวณที่แห้งและปลอดภัยภายหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อป้องกันการเจริญของจุลิน ทรีย์ (Christiansen and Kanman , 1969) ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่าการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นก่อน เก็บรักษาและทำการควบคุมสภาวะต่างๆ ที่เหมาะสมแก่การเจริญของจุลินทรีย์ซึ่งได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ ความชื้น สัมพัทธ์ ก็จะสามารถควบคุมคุณภาพของข้าวกล้องและข้าวที่ขัดสีใหม่เพื่อให้มีอายุ การเก็บรักษานานมากขึ้น

จากการศึกษาพบว่าถ้าจำเป็นต้องเก็บข้าวกล้องไว้เป็นเวลานาน วิธีการที่เหมาะสมใน การเก็บรักษาข้าวกล้องคือ การรมไอลแอลกอฮอล์จากสารละลายเอทานอล 50% บนข้าวกล้องเป็นระยะ เวลา 5, 10 หรือ 15 นาที บรรจุในถุงโพลีโพรพิลีน (PP) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20°C ในสภาวะดังกล่าว นี้จึงจะสามารถเก็บรักษาข้าวกล้องได้อย่างน้อย 6 เดือน โดยที่ผู้บริโภคสามารถยอมรับได้ และไม่มีมอด และแมลงเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

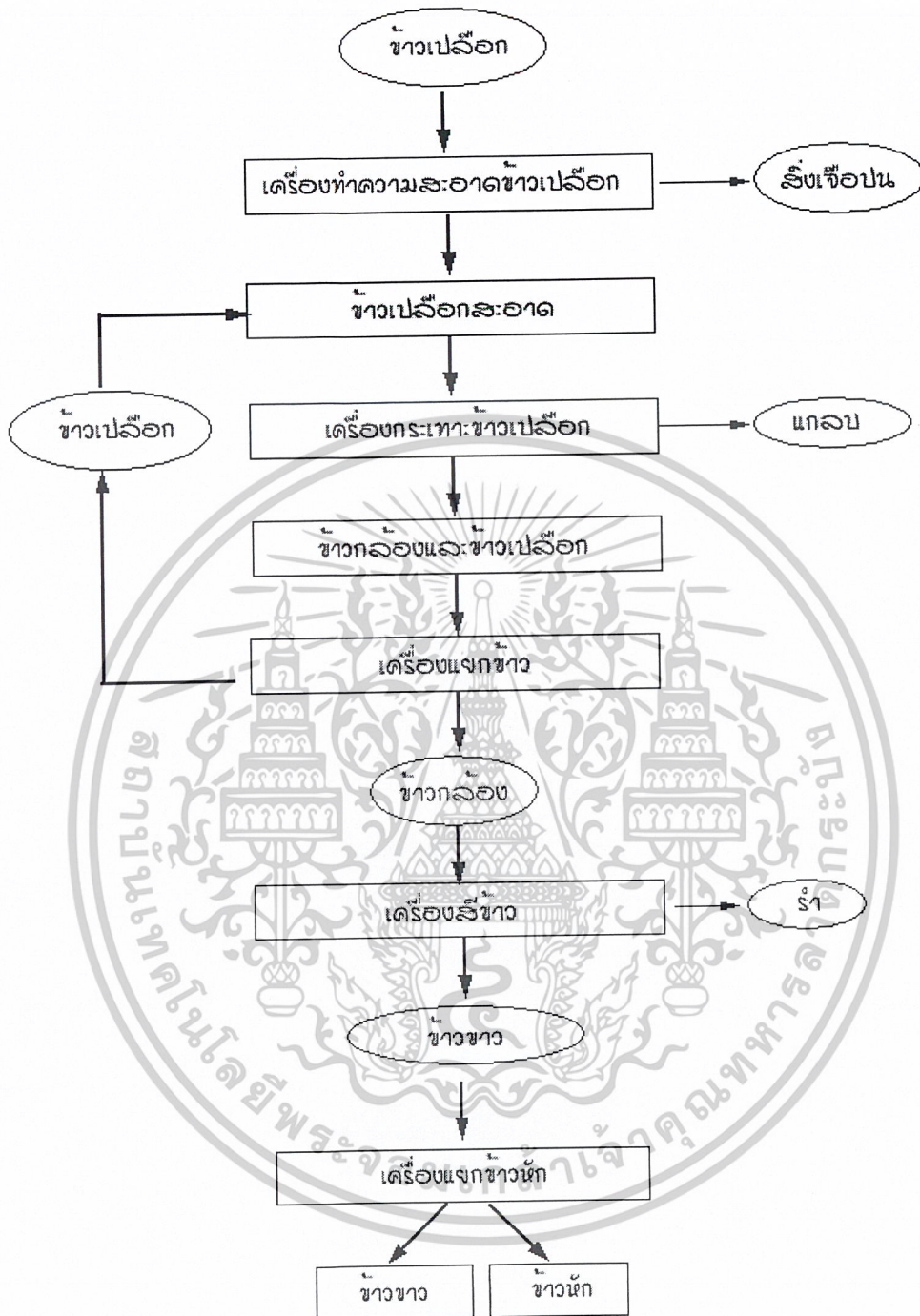
บทที่ 3

หลักการและทฤษฎีการคำนวณ

3.1 กระบวนการในกรณีข้าว

ในการที่จะเปลี่ยนข้าวเปลือกเป็นข้าวสารสำหรับการหุงต้ม มีกรรมวิธีดังต่อไปนี้

1. การทำความสะอาดข้าวเปลือก เป็นกรรมวิธีทำความสะอาดข้าวเปลือกไม่ให้มีฟาง เศษพง ข้าวลีบ ฝุ่น ฯลฯ
2. การกะเทาะข้าวเปลือก กรรมวิธี แยกเปลือกออกจากเมล็ดข้าวกล้อง
3. การแยกข้าวเป็นวิธีแยกข้าวเปลือกที่หลงปนอยู่กับข้าวกล้อง ข้าวเปลือกจะถูกส่งกลับไปแล้วเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกใหม่ และข้าวกล้องจะถูกแยกไปเข้าเครื่องสีขัดขาว ในเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก กรรมวิธีนี้อาจไม่ต้องใช้ก็ได้
4. การขัดขาว เป็นกรรมวิธีขัดเอารำออกจากเมล็ด เพื่อให้ได้ข้าวขาว
5. การแยกข้าวหัก เป็นการแยกข้าวหักออกจากข้าวเต็ม เมล็ด (ข้าวขาว) ข้าวหักอาจแยกเป็นขนาดต่างๆ



รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงการสีข้าว

ในการทดสอบครั้งนี้เราได้เริ่มที่ขั้นตอนการนำข้าวเปลือกสะอาดมากระเทาะเปลือกออกจนได้เป็นข้าวกลอง โดยจะกล่าวหลักการทำงานในหัวข้อถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 หลักการทำงานของเครื่องรีไซเคิลข้าวชนิดต่าง ๆ

1. เครื่องรีไซเคิลข้าวแบบใช้แรงเหวี่ยง



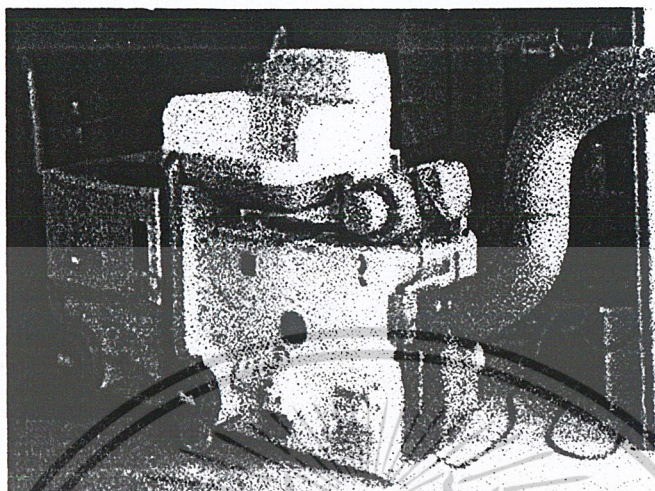
รูปที่ 3.2 เครื่องรีไซเคิลข้าวแบบใช้แรงเหวี่ยง

หลักการทำงานของเครื่องรีไซเคิลข้าวแบบใช้แรงเหวี่ยง คือ การกะเทาะข้าว โดยอาศัยหลักการผลต่างของความเร็วลมซึ่งข้าวเปลือกจะวิ่งมาด้วยความเร็วสูงพร้อมลมและจะถูกหน่วง โดยลดความเร็วลมอย่างรวดเร็วทำให้เกิดผลต่างของความดันซึ่งทำให้เปลือกข้าวถูกกะเทาะออก การสร้างต้องใช้เทคโนโลยีในการออกแบบสูงค่อนข้างยุ่งยาก

ข้อดีของเครื่องรีไซเคิลข้าวแบบใช้แรงเหวี่ยง คือ มีอัตราการกะเทาะสูงใช้เวลาในการกะเทาะน้อย เป็นเครื่องที่มีส่วนการกะเทาะเปลือกมีขนาดเล็ก ข้าวที่ได้จากการกะเทาะโดยเครื่องรีไซเคิลข้าวแบบใช้แรงเหวี่ยงนี้มีร้อยละ โดยมวลของข้าวเปลือกปนออกมาน้อยเนื่องจากมีระบบคัดแยกที่ดี

ข้อเสียของเครื่องรีไซเคิลข้าวแบบนี้ คือ ข้าวที่ได้จากการสีจะมีร้อยละ โดยมวลของข้าวหักสูง เนื่องจากเครื่องรีไซเคิลข้าวแบบใช้แรงเหวี่ยงในการกะเทาะข้าวนี้ เหมาะกับข้าวที่มีลักษณะค่อนข้างกลมเช่นข้าวที่ปลูกในประเทศญี่ปุ่น ในขณะที่ข้าวของประเทศไทยมีลักษณะเรียวยาว ร้อยละ โดยมวลของข้าวหักจึงสูงและการสร้างเครื่องรีไซเคิลข้าวแบบใช้แรงเหวี่ยงต้องใช้เทคโนโลยีในการออกแบบสร้างสูง

2. เครื่องสีข้าวแบบลูกยาง 1 ชุด



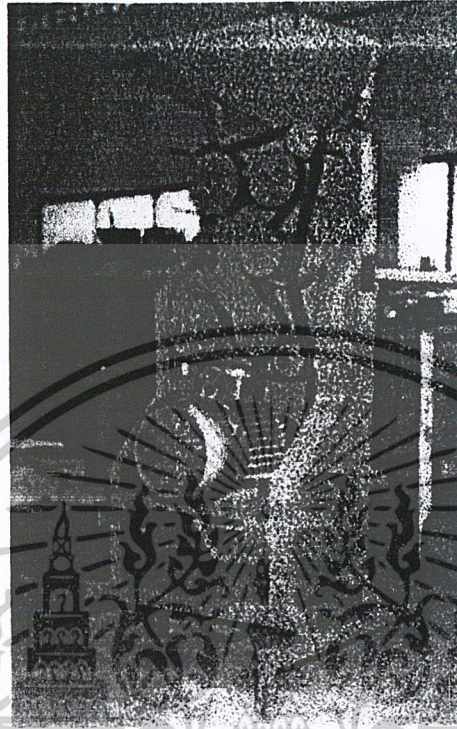
รูปที่ 3.3 เครื่องสีข้าวแบบลูกยาง 1 ชุด

หลักการทำงานคือ เมล็ดข้าวเปลือกจะถูกปล่อยผ่านลูกยาง 2 ลูก ซึ่งมีความเร็วไม่เท่ากัน ทำให้เกิดการกะเทาะเปลือก ข้าวเปลือกที่ยังไม่ได้ทำการกะเทาะอาจลงมาจับกับข้าวกล้องได้เนื่องจาก ระยะห่างระหว่างลูกยางกว้างเกินไป ดังนั้นเมล็ดข้าวทั้งหมดจะถูกตะแกรงเป็นตัวคัดแยกข้าวเปลือกที่ยังไม่ได้กะเทาะจะถูกนำไปกะเทาะใหม่อีกครั้ง โดยมีลมเป็นตัวคัดแยกแกลบออกไประหว่างที่ข้าวเปลือก แกลบ ช้างกล้อง ร่วงลงมาจากตะแกรง

ข้อดี ของเครื่องสีข้าวแบบลูกยาง 1 ชุด คือ ข้าวที่ได้จากการสีมีค่าร้อยละ โดยมวลของ ข้าวเต็มเมล็ดสูง เมื่อเทียบกับเครื่องสีข้าวแบบอื่น ๆ แต่ถ้าเทียบกับเครื่องสีข้าวแบบใช้ลูกยาง 2 ชุด เครื่อง นี้จะให้ร้อยละ โดยมวลของข้าวเต็มเมล็ดต่ำกว่า

ข้อเสีย คือ เนื่องจากมีชุดแยกเมล็ดข้าวที่ไม่ได้ถูกกะเทาะนำกลับมากะเทาะอีกครั้งจึงทำให้เครื่องมีขนาดใหญ่

3. เครื่องสีข้าวแบบลูกยาง 2 ชุด



รูปที่ 3.4 เครื่องสีข้าวแบบลูกยาง 2 ชุด

หลักการทำงานในช่วงข้างต้น ๆ ของการกะเทาะข้าวเปลือกเหมือนกับแบบลูกยาง 2 ลูก 1 ชุดแต่ข้าวเปลือกกับข้าวกล้องยังไม่ถูกแยกออกจากกัน หลังจากผ่านการคัดแยกเอาแกลบออกแล้ว โดยใช้ลมดูดแยกแกลบออกข้าว ที่ผ่านการกะเทาะจากลูกยางชุดแรกแล้วจะตกลงมายังลูกยางชุดที่ 2 ทางด้านล่าง ซึ่งมักมีระยะห่างระหว่างลูกยางน้อยกว่าลูกยางชุดแรก ทำให้ข้าวเปลือกที่ยังไม่ถูกกะเทาะในชุดแรก จะถูกกะเทาะออกมาเป็นเมล็ดข้าวกล้อง และจะมีพัดลมดูดเป็นตัวคัดแยกแกลบออกมาอีกครั้ง

ข้อดี คือ ข้าวที่สีได้มีค่าร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ดสูง และร้อยละโดยมวลของข้าวหักมีน้อย

ข้อเสีย คือ อัตราการกะเทาะข้าวเปลือกไม่สูง เครื่องมีขนาดค่อนข้างใหญ่เนื่องจากมีชุดกะเทาะข้าวเปลือก 2 ชุด

4. เครื่องสีข้าวแบบใช้งานหิน



รูปที่ 3.5 เครื่องสีข้าวแบบใช้งานหิน

หลักการทำงาน คือ ป้อนเมล็ดข้าวเปลือก แล้วให้ไหลลงสู่ช่องว่างระหว่างหินทั้งสอง ซึ่งสามารถปรับระยะตรงนี้ได้ ข้าวเปลือกจะถูกผิวของหินเสียดสีกันเอง ทำให้ข้าวเปลือกถูกกะเทาะเปลือกออกมา ซึ่งต้องนำข้าวที่ได้ไปคัดแยกเกลบออกจากข้าวกล้องต่อที่ชุดคัดแยก

ข้อดี คือ ใช้เวลาในการกะเทาะข้าวน้อย

ข้อเสีย คือ ข้าวที่ได้จากการกะเทาะมีปริมาณของข้าวเปลือกที่ไม่ถูกกะเทาะปนออกมา มาก ดังนั้นจึงควรปรับระยะห่างระหว่างงานหินทั้ง 2 งานให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการกะเทาะสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เครื่องสีข้างแบบลูกหินกับยาง



รูปที่ 3.6 เครื่องสีข้างแบบลูกหินกับยาง

เป็นการกะเทาะข้าวเปลือกโดยใช้ลูกหินกับยาง โดยยางจะอยู่กับที่แต่ลูกหินจะเป็นตัวหมุนด้วยความเร็วรอบที่เหมาะสม ซึ่งเมล็ดข้าวจะถูกปล่อยให้ไหลลงผ่านชุดกะเทาะเปลือกเมื่อถูกกะเทาะแล้วจะมีพัดลมเป็นตัวช่วยคัดแยกแกลบออกไปอีกทีหนึ่ง

การใช้เครื่องกะเทาะแบบนี้ ควรหาค่าปรับระยะห่างระหว่างลูกหินกับแผ่นยางให้เหมาะสม ซึ่งจะทำให้ได้ค่าร้อยละของข้าวเปลือกปนออกมาไม่มากเพื่อที่จะให้ได้ประสิทธิภาพของเครื่องที่ดี

3.3 หลักการทำงานของเครื่องสีข้าวกลิ้งขนาดที่ออกแบบ

การทำงานของเครื่องสีข้าวกลิ้งแบบลูกยางกะเทาะนี้คือ ข้าวเปลือกจะถูกนำมาใส่ยังถัง (Hopper) แล้วทำการส่งข้าว โดยใช้เกลิยวลำเลียงเพื่อให้ข้าวเปลือกไหลลงไปยังช่องว่างระหว่างลูกยางทั้ง 2 ลูก เพื่อทำการกะเทาะตัวลูกยางที่เลือกใช้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว โดยชุดกะเทาะมีการปรับระยะของลูกยางโดยใช้เกลิยว โดยตัวลูกยางจะมียางหุ้มรอบ ๆ แผ่นยางยึดหยุ่นได้จะกดเมล็ดข้าวให้อยู่กับที่ไม่ลื่นไถล ตัวลูกกลิ้งทั้งสองตัวจะหมุนในทิศทางตรงกันข้ามกัน และหมุนด้วยความเร็วต่างกัน ลูกกลิ้งที่

หมุนเร็วกว่า จะทำให้แรงในแนวสัมผัสที่ครึ่งหนึ่งของข้าวเปลือกบีบให้เปลือกหุ้มหลุดออกจากเมล็ดข้าว และแกลบจะกะเทาะออกไปด้วยความเร็วที่ต่างกันของลูกยาง

ข้อได้เปรียบของเครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกกลิ้งยาง เมื่อเทียบกับเครื่องกะเทาะเปลือกแบบจาน (Disk Husker) จะมีข้อดี คือ

1. ลดปริมาณข้าวที่ถูกรีบแตก เพราะเปลือกจะถูกดึงออกเกือบหมด โดยผ่านลูกกลิ้ง และแรงกดมาจากวัสดุซึ่งยืดหยุ่นเหนียว โดยกดตามความกว้างของเมล็ดข้าว ซึ่งเป็นด้านที่มีความคงตัวมากกว่าด้านยาว
2. ไม่ทำให้ Germ และ Epidermis ซึ่งอยู่ใต้เปลือก (Silver skin) หลุดออกมา ดังนั้นข้าวที่กะเทาะเปลือกแล้วจะมีผิวสีน้ำตาลน้อย ฝวนี้ช่วยป้องกันการร้าว และรักษาความยาวของเมล็ดไว้ในขณะเดียวกันจะเป็นส่วนที่อัมปริมาณของรำด้วย
3. ไม่ต้องนำข้าวที่กะเทาะเปลือกแล้วไปแยก Germ และรำออก โดยส่วนที่กะเทาะเปลือกแล้วจะไปผ่านชุดแยกแกลบ (Husk Separator) ซึ่งจะสามารถแยกแกลบและรำออกจากข้าวได้เลย

ข้อเสียเปรียบ

ส่วนที่เสียเปรียบของเครื่องตีข้าวแบบลูกกลิ้งยาง ถ้าเปรียบเทียบกับแบบจานตี คือ มีค่าใช้จ่ายขณะใช้งานสูง ซึ่งมาจากการเปลี่ยนลูกกลิ้งยาง เนื่องจากการสึกหรอของแผ่นยาง แต่ในทำนองเดียวกันการเคลือบ Abrasive บนจานหินก็มีราคาแพง

วัสดุที่เหนียวจะประกอบไปด้วย Valcauiged Rubber Mixes หรืออาจเป็น Synthetic Elastomers ซึ่งผลิตโดยบริษัทที่หุ้มยางของลูกกลิ้งโดยเฉพาะ หรือหุ้มบนแผ่นเหล็กทรงกระบอกซึ่งนำไปยึดบนลูกกลิ้งของเครื่องตี ผู้สร้างเครื่องต้องจัดแผ่นยางใหม่ไว้ใช้เป็นอะไหล่เสมอแต่มีราคาแพงมาก และทำให้เครื่องหนักขึ้นอีก บางครั้งการเก็บเอาไว้มานานอาจทำให้แผ่นยางเสื่อมคุณภาพอายุการใช้งานสั้นลง

ส่วนประกอบของ Plastiuizers ใน Elastomers ที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน จะทำให้เกิดกลิ่นหรือสีพิเศษติดไปกับเมล็ดข้าวที่นำมากะเทาะด้วย

ขนาดของลูกกลิ้งยาง

ที่ความเร็วเชิงมุมเท่ากัน ถ้าลูกกลิ้งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ เวลาที่ข้าวเปลือกถูกกดจะนานขึ้น สำหรับการตีที่มีประสิทธิภาพสูงนั้น เวลาที่ข้าวถูกกดคือน้อยที่สุด ดังนั้นขนาดลูกกลิ้งจึงควรจะต้องเลือกขนาดเล็ก

มุมที่ข้าวจะเข้าระหว่างลูกกลิ้งไม่ควรกว้างเกินไป เพราะจะทำให้ข้าวเข้าในทิศทางและตำแหน่งที่ผิด ในการเพิ่มส่วนห่อหุ้มลูกกลิ้งในแนวเส้นรอบวงต้องมีความยาวที่เพียงพอในการระบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนที่เกิดจากแรงกด และความฝืดที่ลูกกลิ้งหมุน ดังนั้นขนาดของลูกกลิ้งต้องสอดคล้องกับส่วนเหล่านี้ด้วย ถ้าความเร็วเชิงมุมของลูกกลิ้งทั้งสองเท่ากัน เมล็ดข้าวเปลือกก็จะถูกกดหรือบดอยู่นั้นผิวหน้าของลูกกลิ้งที่หมุนเร็วกว่าจะเคลื่อนนำหน้า (เมื่อเปรียบเทียบกับลูกกลิ้งที่หมุนช้า) เป็นระยะทางเท่ากันหรือมากกว่าความยาวของข้าว ยิ่งความเร็วต่างกันมากเท่าไร และที่เกิดขึ้นในการปอกเปลือกจะมากขึ้นเท่านั้น อย่างไรก็ตามถ้าแรงนี้มากเกินไป แรงจะผ่านเปลือกไปถึงเมล็ดข้าวทำให้เมล็ดข้าวแตกหักได้

การหล่อเย็นลูกกลิ้งและการกำจัดฝุ่น

การทำให้แผ่นยางหุ้มลูกกลิ้งและการกำจัดฝุ่นนั้น เราจะดูดอากาศจากในห้องกะเทาะการไหลวนของอากาศมีหลายลักษณะ ทั้งระบบลมเป่า Force system และการไหลวนของอากาศ โดยใช้ลมดูด (Suction air) สำหรับเครื่องกะเทาะเปลือกข้าวนี้ผู้จัดทำเลือกใช้ลมดูด เพราะถ้าใช้ลมเป่าในระบบนี้ ทำให้แกลบและวัตถุเบาออกไปทุกทิศทาง

3.4 ทฤษฎีและการคำนวณ

สำหรับเครื่องสีข้าวกลึงขนาดเล็กนี้เราแบ่งการออกแบบออกเป็น 5 ส่วน คือ แผงหน้า แผงหลัง ถังใส่ข้าว โบลเวอร์ และพู่เลย์ แต่สำหรับหัวข้อนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีการออกแบบถังใส่ข้าวสำหรับส่วนอื่น ๆ จะกล่าวต่อไป

3.4.1 ถังใส่ข้าว (Hopper)

การออกแบบถังใส่ข้าวต้องคำนึงถึงการไหลของวัสดุเม็ดผ่านช่องเปิด (Orifice) เป็นหลักเนื่องจากการไหลของวัสดุเม็ดผ่านช่องเปิดมีความสำคัญอย่างมากต่อขบวนการขนถ่ายวัสดุเช่น การนำเมล็ดพืชออกจากถังไซโล การไหลออกของเมล็ดพืชจากถังอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งการคำนวณการไหลออกของวัสดุเม็ดนี้ไม่สามารถใช้ทฤษฎีการไหลของของเหลวมาใช้ในการคำนวณได้ทั้งนี้ เนื่องจากคุณสมบัติของวัสดุเม็ดมีความแตกต่างจากของเหลว

สำหรับการคำนวณอัตราการไหลของวัสดุผ่านช่องเปิดกระทำได้ดังนี้

- 1) ในกรณีที่กั้นถังบรรจุเป็นทรงกรวยและช่องเปิดเป็นวงกลม Deming and Mehring (1929) ได้ให้สมการสำหรับวัสดุที่มีลักษณะค่อนข้างกลม ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Q = \frac{100B^{2.5}W}{\tan \phi_y \left[36.4 + \left\{ 67.4 + (444 \sin \frac{\theta}{2}) \left(\frac{d}{b} + 0.130 - 0.161 \tan \phi_y \right) \right\} \right]}$$

ที่ซึ่ง Q = อัตราการไหล, กรัม/นาที

ϕ_y = มุมกึ่งของวัสดุ, องศา

B = เส้นผ่าศูนย์กลางของช่องเปิด

W = ความหนาแน่นรวมของวัสดุ กรัม/ลบ.ซม.

d = ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางวัสดุ, มิลลิเมตร

θ = มุมเอียงของผนังทรงกรวยที่ทำกับแนวตั้ง, องศา

สำหรับวัสดุที่ไม่เป็นทรงกลมโดยมีด้านยาวที่สุดเป็น d_2 และด้านที่สั้นที่สุดเป็น d_1 ค่า d ในสมการข้างต้นสามารถคำนวณได้ดังนี้

1. กรณี $\frac{d_1}{d_2} < 2; d = \frac{d_2 + d_1}{2}$

2. กรณี $\frac{d_2}{d_1} > 2; d = \frac{0.8(d_2^5 - d_1^5)}{(d_2^4 - d_1^4)}$

2) ในกรณีที่ไหลผ่านช่องเปิดกลม และกั้นถึงบรรจุแบบ (Horizontal orifice) Franklin and Johanson (1995) ให้ได้สมการดังนี้

$$Q = \frac{W_s B^{2.93}}{(6.29 \tan \phi + 23.16)(d + 1.89) - 44.9}$$

ที่ซึ่ง Q = อัตราการไหล, ปอนด์/นาที

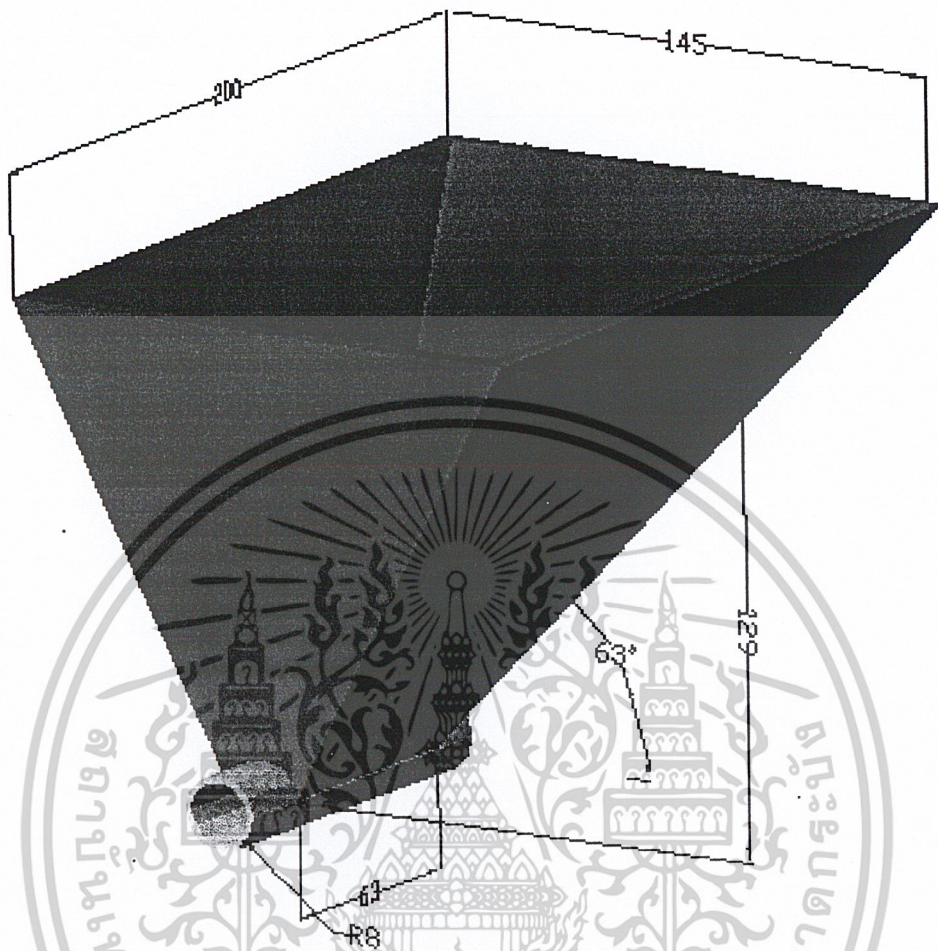
B = เส้นผ่าศูนย์กลางของช่องเปิด, นิ้ว

d = ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางวัสดุ, นิ้ว

W_s = ความหนาแน่นมวล, ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุต

ϕ = มุมเอียงของผนังทรงกรวยที่ทำกับแนวตั้ง, องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ถึงใส่ข้าวที่ออกแบบ

จากการทดลอง ความชื้นข้าวเปลือกที่ 13% มีค่ามุมกองพื้นเท่ากับ 36 องศา (f_p)

ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของข้าวเปลือกกับแผ่นเหล็ก $\gg 0.14$

ดังนั้นถึงใส่ข้าวมีมุมกองพื้นมากกว่า 36 องศาและออกแบบให้ได้สัดส่วนกับตัวเครื่องสีข้าวกลึงขนาดเล็กโดยสามารถจุได้ประมาณ 1 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การคำนวณและการออกแบบเกลียวลำเลียง

การคำนวณ

จากการศึกษาเรื่องเกลียวลำเลียงเลือกกลุ่มเกลียว BC จะได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวลำเลียงเล็กที่สุดที่สามารถลำเลียงเมล็ดข้าวได้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวเล็กสุด 4 นิ้ว ที่ ปริมาณการป้อนวัสดุ 15 %

ซึ่งเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว นี้หาซื้อตามท้องตลาดไม่ได้เลยเพราะขนาดเกลียวนี้เป็นเกลียวที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม และถ้าสั่งก็ทำยากมาก รวมทั้งเกลียวนี้มีขนาดใหญ่มากเมื่อนำมาติดส่วนล่างของถังใส่ข้าว (Hopper) ซึ่งช่องทางออกมีขนาด 10 เซนติเมตร เท่านั้นซึ่งจะใช้เกลียวแค่ระยะพิช เดียวเท่านั้น จึงไม่เหมาะที่จะนำมาประกอบส่วน hopper เมื่อไปหาซื้อเกลียวตามท้องตลาดปรากฏว่าได้เกลียวขนาดเล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเพลภายใน 0.6 เซนติเมตร และระยะพิชเท่ากับ 1.7 เซนติเมตร จึงได้นำคุณลักษณะของเกลียวที่มีนี้มาคำนวณหาความเร็วรอบที่จะต้องใช้ ได้ดังนี้

เกลียวลำเลียงในแนวนอน (Horizontal screw)

(Agricultural Process Engineering, page 213-217)

$$\text{ปริมาณการขนถ่าย}(\text{ft}^3/\text{hr}) = \left[\frac{D^2 - d^2}{36.6} \right] \times p \times \text{rpm} \quad (1)$$

เมื่อ

- D = เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว, in
 d = เส้นผ่านศูนย์กลางเพล, in
 p = ระยะพิช, in
 rpm = ความเร็วรอบของเพล, round per minute

จากข้อมูลของเกลียวลำเลียงที่มี

- เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว = 0.79 in
 เส้นผ่านศูนย์กลางเพล = 0.24 in
 ระยะพิช = 0.67 in
 อัตราการลำเลียงเมล็ดข้าว = 0.5 kg/hr

$$\text{ปริมาณการขนถ่าย} = \frac{0.5 \text{ kg/hr}}{458 \text{ kg/m}^3} = (0.00109 \text{ m}^3/\text{hr}) \times (35.29 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 0.038 \text{ ft}^3/\text{hr}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าต่างๆ ลงในสมการที่ (1)

$$0.038 \text{ ft}^3 / \text{hr} = \left[\frac{0.79^2 - 0.24^2}{36.6} \right] \times 0.67 \times \text{rpm}$$

จะได้ความเร็วรอบของเพลลา 3.66 รอบต่อนาที

ทำการคำนวณใหม่อีกครั้ง โดยเปลี่ยนอัตราการลำเลียงข้าวจาก 0.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เป็น 1.8 , 6, 10.5 กิโลกรัม ตามลำดับ แล้วจะได้ค่าความเร็วรอบของเพลลาดังแสดงในตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณการขนถ่ายกับความเร็วยรอบมอเตอร์ของเกลิยวลำเลียงที่ได้จากการคำนวณ

ปริมาณการขนถ่าย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	ความเร็วรอบของเพลลา(รอบต่อนาที)
0.5	3.66
1.8	18.01
6	44.5
10.5	77.91
15	111.15

จากการคำนวณจะได้ความเร็วรอบต่าง ๆ ดังแสดงในตาราง จึงได้ทำการตรวจสอบค่าที่คำนวณ โดยการทำชุดทดสอบจำลองเกลิยวลำเลียง เพื่อหาความเร็วรอบซึ่งจะแสดงในหัวข้อการทดลองเกลิยวลำเลียง

การคำนวณหาแรงม้าในการขับเคลื่อนเกลิยวลำเลียง

สูตรการคำนวณคือ

$$\text{กำลังม้า (hp)} = \frac{CLWF}{33,000} \text{-----} \quad (2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ

C	=	ปริมาณการขนถ่าย, ft ³ /minute
L	=	ระยะทางการลำเลียง, ft
W	=	ความหนาแน่นของวัสดุ, lb/ft ³
F	=	ค่าแฟกเตอร์ของวัสดุ

ข้อมูลที่มีในการคำนวณ

ในการกำหนดปริมาณการขนถ่ายที่จะใช้ในการคำนวณนั้น ได้กำหนดปริมาณการขนถ่ายไว้ที่ 15 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ปริมาณการขนถ่าย = 15 kg/hr เปลี่ยนหน่วยได้ 0.0191 ft³/min

ระยะทางการลำเลียง = 0.33 ft

ความหนาแน่นของข้าวเปลือก = 442 kg/m³

$$= \frac{(442 \times 2.2)}{(3.3 \times 3.3 \times 3.3)}$$

= 27.05 lb/ft³

ค่าแฟกเตอร์ของวัสดุ = 0.9

แทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการที่ (2)

$$\text{กำลังม้า (hp)} = \frac{0.0191 \times 0.33 \times 27.05 \times 0.9}{33,000}$$

จะได้กำลังม้าที่ต้องใช้ในการขับเคลื่อนเท่ากับ 4.65×10^{-6} แรงม้า

ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณนี้จะพบว่ามอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนลำเลียงนั้น ใช้แรงในการขับเคลื่อนน้อยมาก ดังนั้นเราจึงพิจารณาที่จะเลือกใช้มอเตอร์ กระแสตรง (DC มอเตอร์) เพราะจะมีราคาถูกกว่ามอเตอร์กระแสสลับ และมอเตอร์กระแสตรงนั้นยังสามารถที่จะปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ง่ายกว่ามอเตอร์กระแสสลับอีกด้วย

3.4.3 การออกแบบแผงหลังและขนาด Pulley

1. การออกแบบและคำนวณขนาดพูลเลย์ (Pulley) และความเร็วรอบ

จากการศึกษาหลักการและข้อมูลเบื้องต้น ได้ว่า

ที่ความเร็วเชิงมุมเท่ากัน ถ้าลูกกลิ้งมีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่เวลาที่ขั้วเปลือกถูกกดจะนาน สำหรับการกะเทาะเปลือกข้าวที่มีประสิทธิภาพสูงนั้น เวลาที่ขั้วถูกกดควรน้อยที่สุด ดังนั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลิ้งควรจะเลือกขนาดเล็ก

ถ้าพื้นที่สัมผัสของเมล็ดข้าวเปลือกกับลูกยางมาก เวลาขณะที่แถบจะถูกดึงออกจะมีมาก ผลที่ตามมาคือการสึกหรอของลูกยางจะมีค่าสูงและอายุของลูกยางจะสั้นลง

จากการทดสอบกะเทาะข้าวเปลือก Ratio ของ Pulley ควรมีค่าต่างกันในที่นี้เลือกค่า ratio ประมาณ 0.6

กำหนดให้

การคำนวณ

ความเร็วรอบที่ต้องการคือ 460 rpm. และ 770 rpm.

มีความเร็วเชิงเส้นดังนี้ $(460 \times 0.314)/60 = 2.41 \text{ m/s}$

$$(770 \times 0.314)/60 = 4.03 \text{ m/s}$$

คำนวณหาขนาด Pulley

Pulley ตัวหมุนเร็วขนาด 74 mm.

$$(74 \times 770) = (x \times 460)$$

$$x = 123.87 \text{ mm.}$$

หา Pulley ทดจากมอเตอร์กับ Pulley ตัวหมุนช้า

มอเตอร์ขนาด 1410 rpm., 0.50 Hp., 3 Phase

กำหนด Pulley ทดตัวหมุนช้าขนาด 74 mm.

$$(74 \times 460) = (x \times 1410)$$

$$x = 24.14 \text{ mm.}$$

เนื่องจากสายพานเกิด Slip ขึ้นประมาณ 16% ดังนั้น Pulley ที่ใช้จึงมีการปรับขนาดคือ Pulley ของ ลูกยาง ตั้งที่หมุนเร็ว (770 rpm.) ปรับให้เล็กลงคือใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจาก 124 mm. มาเป็น 104 mm. ส่วน Pulley ตัวอื่นใช้ขนาดเหมือนดังที่ได้คำนวณไว้

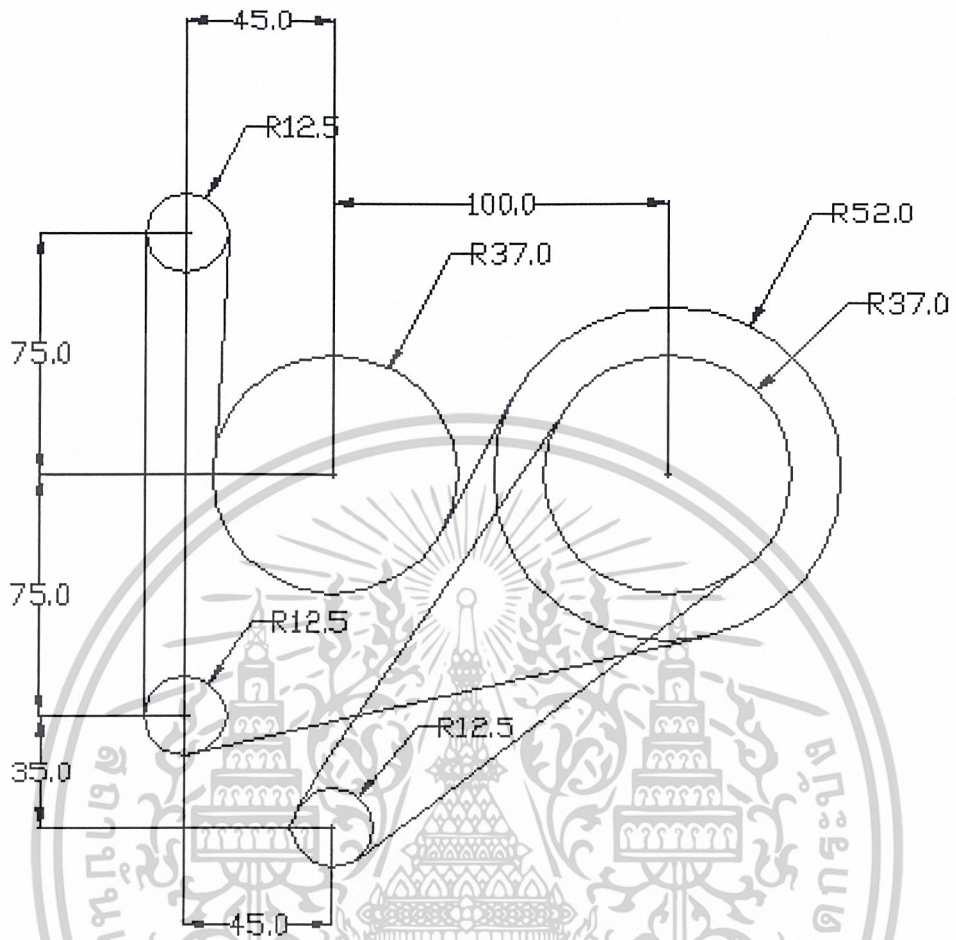
ตาราง Pulley ที่ต้องการ

ตำแหน่งPulley	หน้าที่	เส้นผ่านศูนย์กลางกลางขนาด(mm.)	จำนวน
1	Pulley ของลูกยางตัวที่หมุนเร็ว	74	1
2	Pulley ของลูกยางตัวที่หมุนช้า	104	1
3	Pulley ของตัวรับสายพาน	25	2
4	Pulley ของมอเตอร์	25	1
5	Pulley ทดของลูกยางตัวที่หมุนช้า	74	1

ตารางเลือกขนาดสายพาน

ขนาดสายพาน	ลักษณะการใช้
A-25	ทอดจากPulley ของมอเตอร์ไปยัง Pulley ของลูกยางตัวที่หมุนช้า
C-36	ทอดจากPulley ของลูกยางทั้งสองตัวให้หมุนในทิศทางตรงข้ามกัน

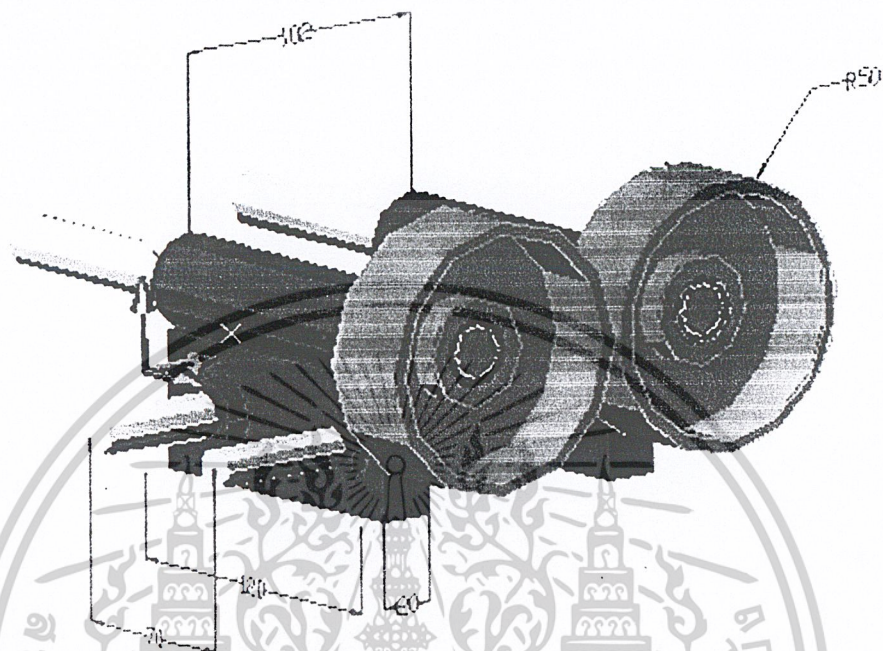
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 รูปแสดงการวางแผงหลังสายพานและ Pulley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดลูกยางกะเทาะเมล็ดข้าวเปลือก



รูปที่ 3.9 ชุดลูกยางกะเทาะเมล็ดข้าวเปลือก

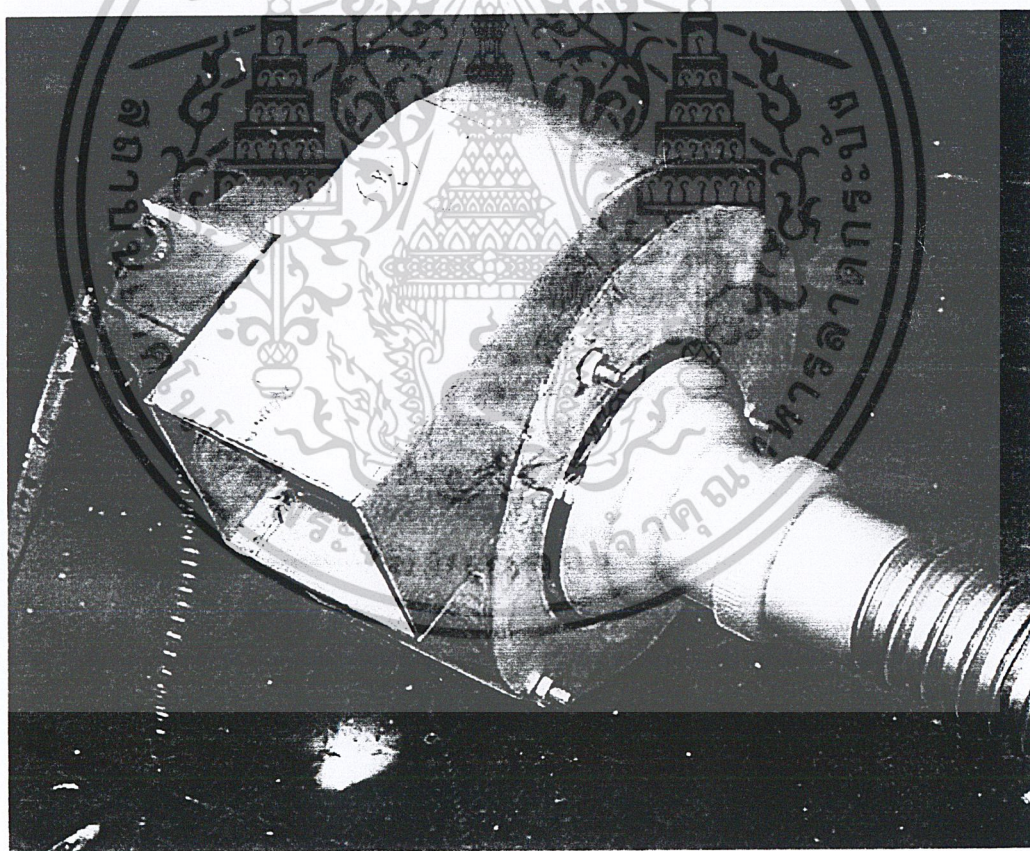
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 การออกแบบและเลือกชุดแยกแกลบ

จากการทดลองจะเห็นว่า ความเร็วที่จะทำให้สามารถดูดแกลบได้โดยไม่ดูดข้าวหักและข้าวเต็มเมล็ดไปด้วยคือ ความเร็วระหว่าง 3.53-8.62 m/s และมีอัตราการไหลของลมเท่ากับ 3.744 m³/min – 9.138 m³/min

จากการทดลองหาความเร็วลมนี้ ทำให้เราสามารถเลือกขนาดโบล์เวอร์ที่เหมาะสมได้ และในปัจจุบันโบล์เวอร์ สำเร็จรูปมีมากมายหลายชนิด หลายขนาดตามท้องตลาด เราจึงสามารถเลือกขนาดและชนิดที่เหมาะสมนำมาประยุกต์ใช้ในการดูดแกลบ โดยใช้ถุงผ้าเป็นตัวแยกแกลบแทนระบบไซโคลน เพราะถุงผ้าสามารถระบายอากาศออกได้

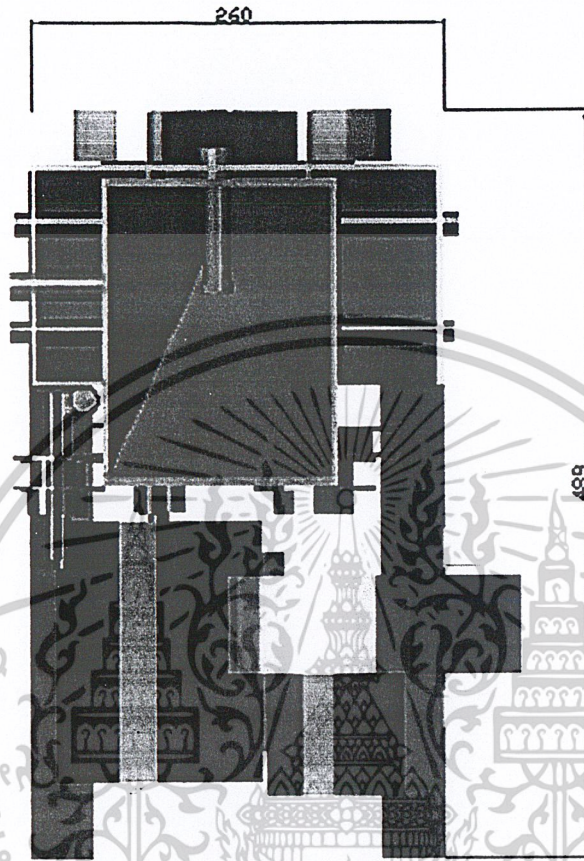
Blower ขนาด 2900 rpm. ใบพัดแบบกรงกระรอก โดยใช้เป็น Blower สำเร็จและนำมาตัดแปลงต่อท่อดูดแกลบเข้าไปดังลักษณะดังรูป



รูปที่ 3.10 Blower ของชุดแยกแกลบ

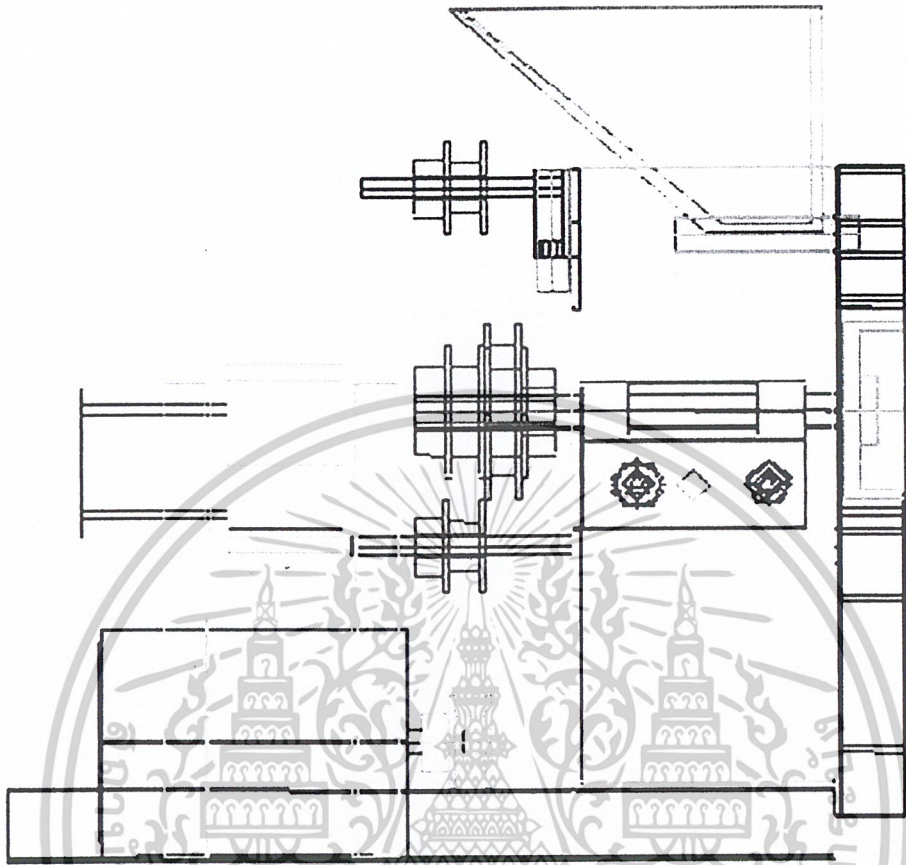
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างเครื่องสีข้าวกลึงที่ได้ออกแบบ



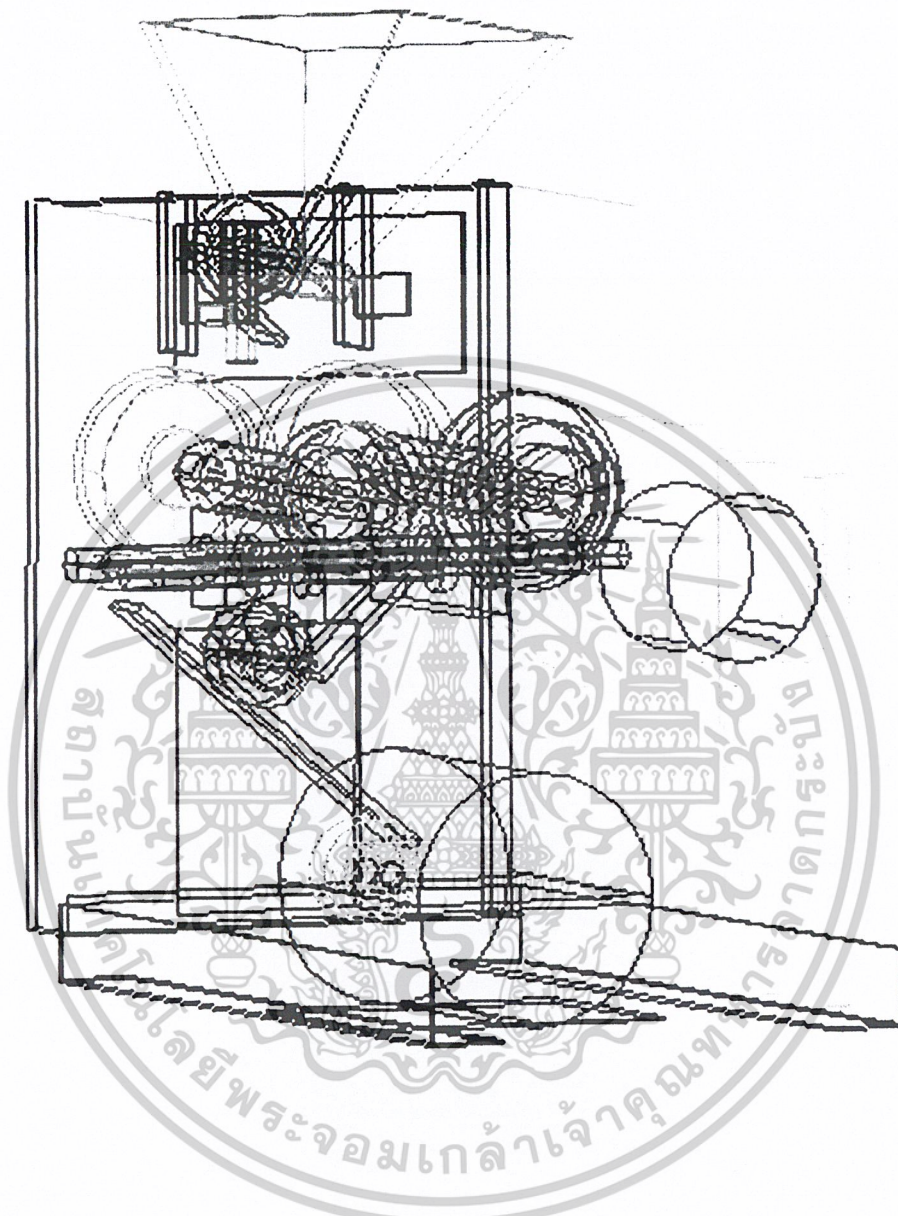
รูปที่3.11 ด้านบนของเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



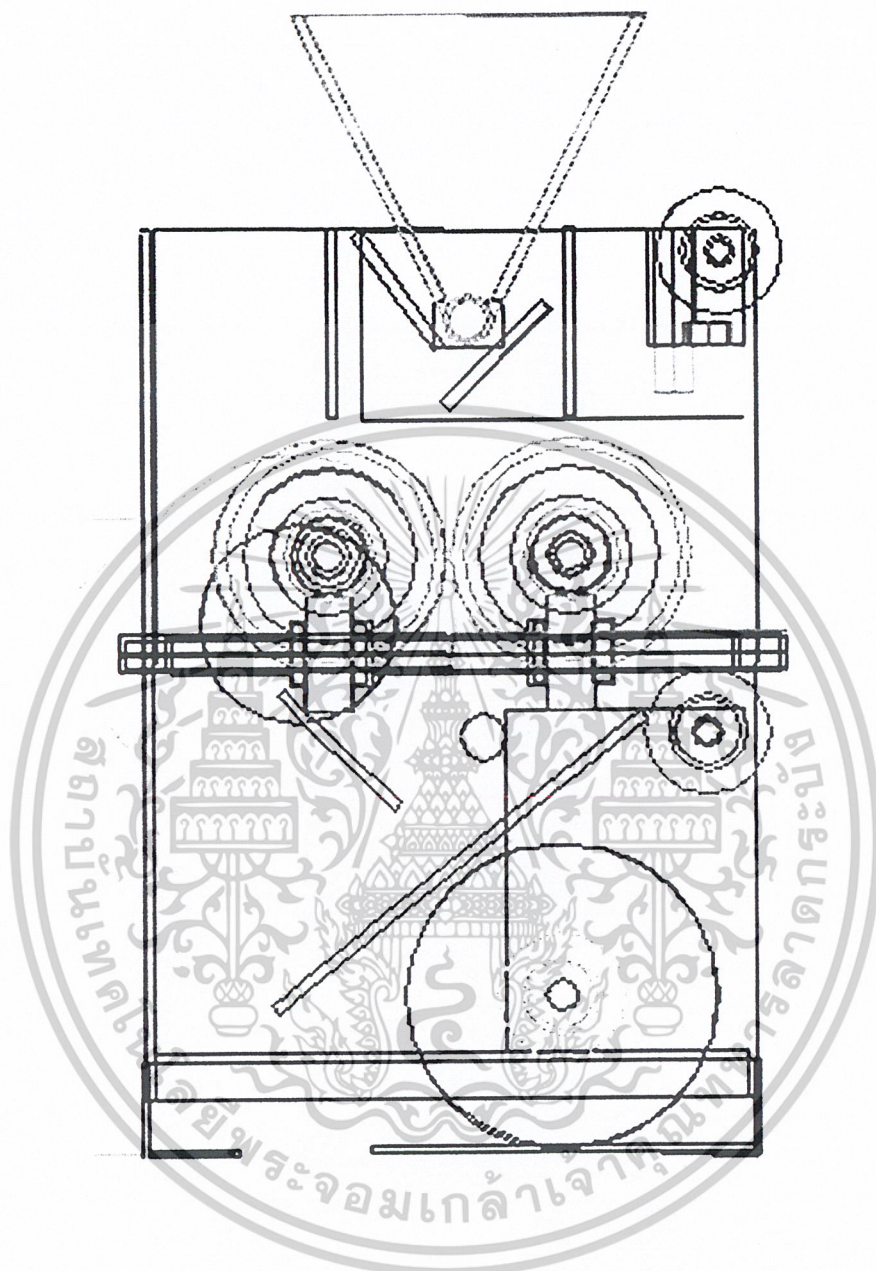
รูปที่ 3.12 ด้านข้างของเครื่องตีข้าวขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ด้านหลังของเครื่องทอผ้าขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 ด้านหน้าของเครื่องตีข้าวขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบ

การทดสอบกะเทาะเปลือกข้าวด้วยเครื่องสีข้าวกลึงขนาดเล็ก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกลึงขนาดเล็กเพื่อนำไปใช้ในครัวเรือน
2. เพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นข้าวเปลือกที่เหมาะสมสำหรับการสี ด้วยเครื่องสีข้าวกลึงขนาดเล็ก

วิธีการทดสอบเครื่องสีข้าวกลึงขนาดเล็ก

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกะเทาะข้าวแต่ละความเร็วรอบของลูกยางที่แตกต่างกัน

1. นำข้าวเปลือกมาวัดความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้น แล้วนำมาชั่งด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล
2. บรรจุข้าวเปลือกหนักประมาณ 50 กรัมแล้วนำมาตีคละทุกแต่ละถุงจำนวน 120 ถุง
3. นำข้าวเปลือกแต่ละถุงที่เตรียมไว้มาทดสอบกะเทาะเปลือกข้าว ด้วยเครื่องสีข้าวกลึงขนาดเล็ก
4. จัดบันทึกผลการทดลอง ในตารางการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวกลึงแต่ละความเร็วรอบและอัตราการป้อนที่ต่างกัน
5. จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผลและสรุปผล

ตอนที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของการป้อน(ความสามารถการกะเทาะ)

1. นำข้าวเปลือกที่วัดความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้นมาชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลให้มีน้ำหนักประมาณ 500 กรัม จำนวน 12 ถุง
2. นำข้าวเปลือกแต่ละถุงที่เตรียมไว้มาทดสอบกะเทาะเปลือกข้าว ด้วยเครื่องสีข้าวกลึงขนาดเล็ก
3. ทำการจับเวลาตั้งแต่เครื่องสีข้าวเริ่มการกะเทาะจนข้าวเปลือกกะเทาะจนหมด
4. จัดบันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผลการทดลอง
5. จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้มาประมวลผลและสรุปผล

ตอนที่ 3 การทดสอบหาค่าคงที่ของข้าวกลึงและเกลบ

1. นับเมล็ดข้าวเปลือก 100 เมล็ด จำนวน 3 ชุด
2. นับเมล็ดข้าวที่แกะเปลือกออกโดยใช้มือขนาดเต็มเมล็ด 100 เมล็ด จำนวน 3 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล
4. จัดบันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผลการทดลอง
5. นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณและวิเคราะห์ผล

ตอนที่ 4 การหาความเร็วลมที่ดีที่สุดในการดูดเกลือ

1. ทดสอบหาความเร็วลมที่เหมาะสมสำหรับการดูดเกลือ โดยชั่งข้าวเปลือกหนักประมาณ 50 กรัม จำนวน 9 ชุด
2. นำข้าวเปลือกที่ชั่งแล้วนำมากะเทาะโดยแบ่งทดสอบเป็น 3 ความเร็วลม ดังนี้คือ ความเร็วลมที่เปิดช่องลมหมด ความเร็วลมที่เปิดช่องลมครึ่งหนึ่ง และความเร็วที่เปิดช่องลมเต็มที่
3. ทดลองกะเทาะและดูดเกลือด้วยความเร็วที่กำหนดครั้งละ 3 ชั่วโมง
4. จัดบันทึกผลการทดลองและสรุปผล

สูตรการคำนวณ

$$\text{ค่าคงที่ของข้าวกล้อง} = \left(\frac{\text{น้ำหนักของข้าวกล้องเต็มเมล็ดจำนวน 100 เมล็ด}}{\text{น้ำหนักของข้าวเปลือกจำนวน 100 เมล็ด}} \right)$$

$$\text{ค่าคงที่ของเกลือ} = \left(\frac{\text{น้ำหนักของเกลือจากข้าวเปลือกจำนวน 100 เมล็ด}}{\text{น้ำหนักของข้าวเปลือกจำนวน 100 เมล็ด}} \right)$$

$$\text{ร้อยละโดยมวลของข้าวหัก} = \left(\frac{\text{น้ำหนักของข้าวหัก}}{\text{น้ำหนักของข้าวกล้องที่กะเทาะได้ทั้งหมด}} \right) \times 100$$

$$\text{ร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ด} = \left(\frac{\text{น้ำหนักของข้าวเต็มเมล็ด}}{\text{น้ำหนักของข้าวกล้องที่กะเทาะได้ทั้งหมด}} \right) \times 100$$

$$\text{อัตราการกะเทาะข้าวเปลือก (kg/min)} = \frac{\text{น้ำหนักของข้าวเปลือกทั้งหมด (kg)}}{\text{เวลาที่ใช้ในการกะเทาะทั้งหมด (min)}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการกะเทาะ(\%)} = \left[\frac{\text{น้ำหนักของข้าวกล้องทั้งหมดหลังการกะเทาะ}}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือกก่อนสี} \times \text{ค่าคงที่ของข้าวกล้อง}} \right] \times 100$$

$$\text{ประสิทธิภาพการทำงานของชุดแยกเกลือ (\%)} = \left[\frac{\text{น้ำหนักของเกลือที่แยกออกมาด้วยBlower}}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือกก่อนสี} \times \text{ค่าคงที่ของเกลือ}} \right] \times 100$$

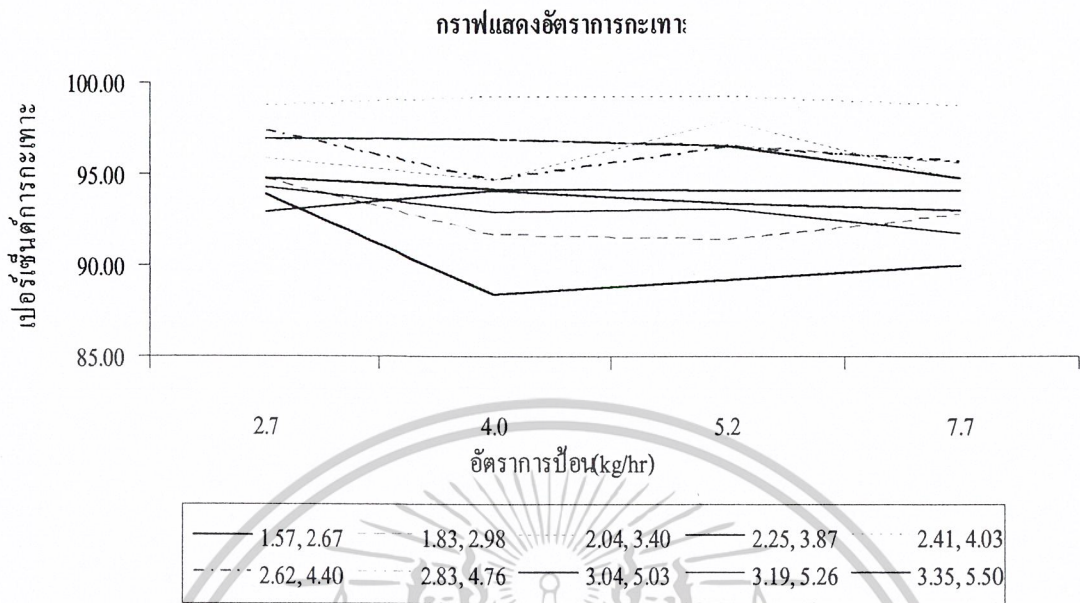
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบ

ตาราง 4.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสีข้าวแต่ละความเร็วรอบของลูกยางที่แตกต่างกัน

ความเร็วลูกยาง (m/s)	ประสิทธิภาพการสีข้าวคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่อัตราการป้อนต่าง ๆ กัน			
	อัตราการป้อน 2.7 kg/hr	อัตราการป้อน 4.0 kg/hr	อัตราการป้อน 5.2 kg/hr	อัตราการป้อน 7.7 kg/hr
1.57 , 2.67	93.94	88.38	89.23	90.00
1.83 , 2.98	94.69	91.65	91.40	92.72
2.04 , 3.40	95.87	94.70	97.97	94.69
2.25 , 3.87	97.01	96.94	96.54	94.78
2.41 , 4.03	98.74	99.17	99.22	98.73
2.62 , 4.40	97.37	94.70	96.46	95.72
2.83 , 4.76	96.85	96.85	96.55	95.64
3.04 , 5.03	94.78	94.19	94.15	94.12
3.19 , 5.26	94.28	92.93	93.11	91.76
3.35 , 5.50	92.97	94.10	93.43	93.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงประสิทธิภาพการสีข้าวแต่ละความเร็วรอบของลูกยางที่แตกต่างกัน

สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบกะเทาะข้าวเปลือกที่ความเร็วเชิงเส้นของลูกยางที่ต่าง ๆ กัน และอัตราการป้อนที่ต่าง ๆ กันนำมาหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ด้วยกราฟจะสามารถหาความเร็วเชิงเส้นของลูกยางที่เหมาะสมได้ดังนี้

จากกราฟความเร็วเชิงเส้นของลูกยางที่เหมาะสมอยู่ที่ ความเร็วเชิงเส้นของลูกยางลูกที่ 1 มีค่าเท่ากับ 2.41 m/s และความเร็วเชิงเส้นของลูกยางลูกที่ 2 เท่ากับ 4.03 m/s หรือที่ความเร็วรอบของลูกยางลูกที่ 1 เท่ากับ 460 rpm และลูกยางลูกที่ 2 เท่ากับ 770 rpm. ของลูกยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm จะได้ประสิทธิภาพการกะเทาะที่ดีที่สุดจากกราฟอยู่ที่ 98.73%

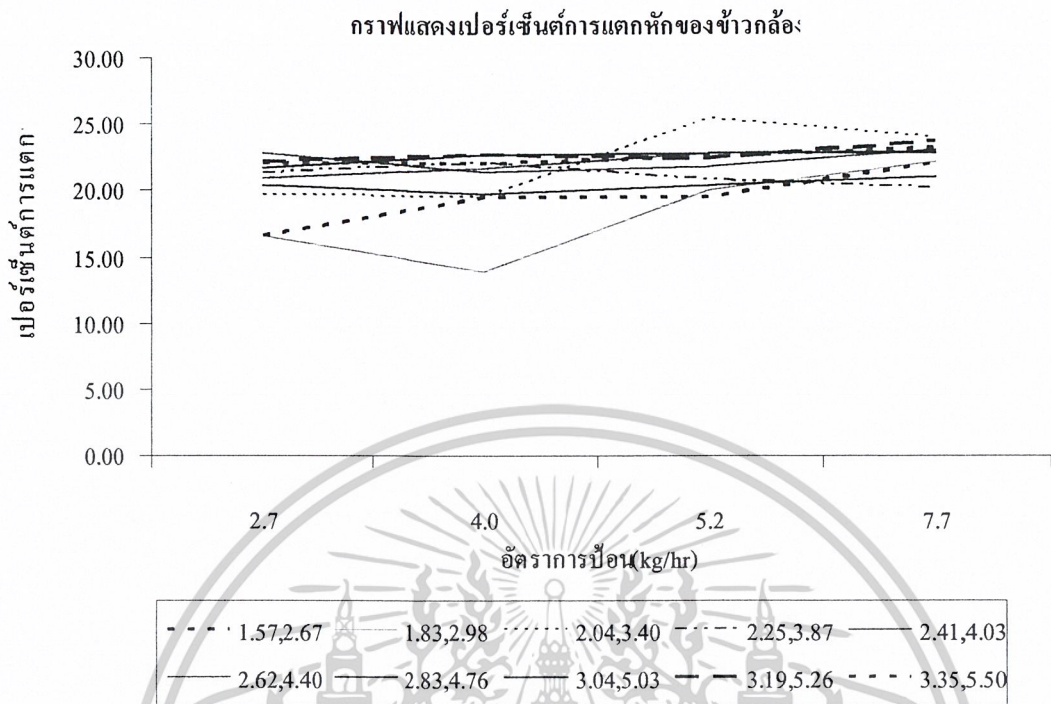
และจากกราฟจะเห็นว่าอัตราการป้อนไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการกะเทาะมากนัก จึงเลือกอัตราการป้อนที่เร็วที่สุดคือ 7.7 kg/hr

ผลการทดลอง

ตาราง4.2 ทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวกล้อง

ความเร็วเชิงเส้นของลูกยาง(m/s)	อัตราการป้อน(kg/hr)			
	2.7	4.0	5.2	7.7
1.57, 2.67	16.59	19.53	19.50	22.12
1.83, 2.98	16.62	13.49	20.09	22.18
2.04, 3.40	19.69	19.47	25.40	24.01
2.25, 3.87	21.32	22.07	20.84	20.15
2.41, 4.03	22.80	21.39	21.78	23.07
2.62, 4.40	20.90	21.76	22.91	23.02
2.83, 4.76	20.40	19.83	20.42	21.05
3.04, 5.03	21.73	22.74	22.85	22.81
3.19, 5.26	22.22	22.74	22.41	23.80
3.35, 5.50	21.10	22.14	22.58	23.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวกล้องแต่ละความเร็วรอบ

สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบกะเพาะข้าวเปลือกที่ความเร็วเชิงเส้นของลูกยางที่ต่าง ๆ กันและอัตราการป้อนที่ต่าง ๆ กันนำมาหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ด้วยกราฟเพื่อหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวกล้องได้ดังนี้

ความเร็วเชิงเส้นของลูกยางและอัตราการป้อนที่ค่าต่าง ๆ กันมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวกล้องไม่แตกต่างกันนัก

เพราะฉะนั้นจึงสามารถเลือกใช้อัตราการป้อนที่ 7.7 kg/hr ได้เลยเพื่อให้ได้อัตราการกะเพาะที่มีประสิทธิภาพที่สุดนั่นเอง

ผลการทดสอบ การหาความเร็วลมที่ดีที่สุดในการดูดกลีบ

ตาราง 4.3 ทดสอบหาความเร็วลมที่ดีที่สุดในการดูดกลีบ

ตารางที่ 4.3.1 ทดสอบที่ความเร็วลม = 6.75 m/s

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
น.น.ข้าวเปลือก (g.)	50.06	50.90	49.87	50.28
น.น.ของกลีบที่ดูดออกมาได้ (g.)	10.01	9.95	9.68	9.88
ประสิทธิภาพการดูดกลีบ	90.14	88.12	87.50	88.59

ตารางที่ 4.3.2 ทดสอบที่ความเร็วลม = 7.49 m/s

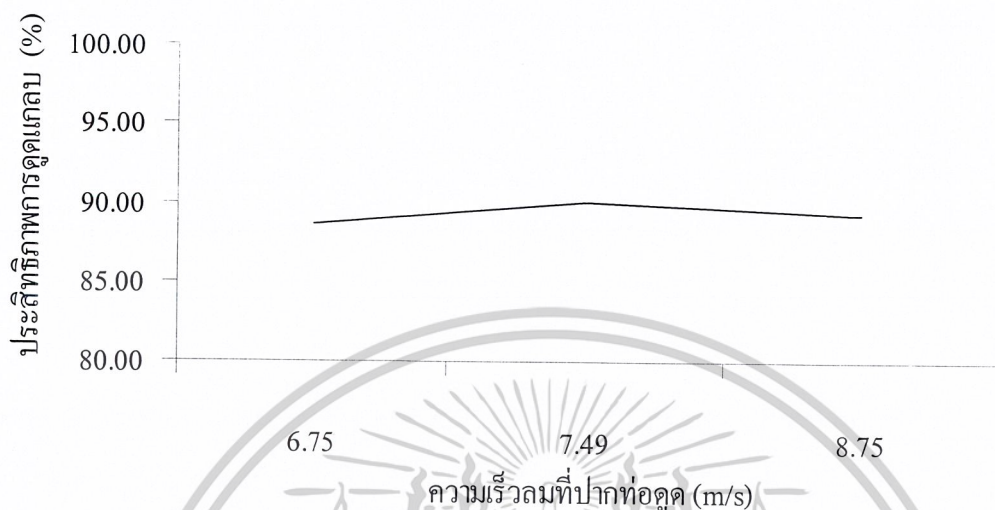
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
น.น.ข้าวเปลือก (g.)	49.98	50.02	49.87	49.96
น.น.ของกลีบที่ดูดออกมาได้ (g.)	9.91	9.89	10.14	9.98
ประสิทธิภาพการดูดกลีบ	89.38	89.13	91.66	90.06

ตารางที่ 4.3.3 ทดสอบที่ความเร็วลม = 8.75 m/s

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
น.น.ข้าวเปลือก (g.)	50.11	50.03	49.97	50.04
น.น.ของกลีบที่ดูดออกมาได้ (g.)	10.05	9.82	9.84	9.90
ประสิทธิภาพการดูดกลีบ	90.41	88.48	88.77	89.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบหาความเร็วลมที่ดีที่สุดในการดูดเกลบ



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความเร็วลมที่ดีที่สุดในการดูดเกลบ

สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบดูดเกลบที่ความเร็วลมที่ค่าต่าง ๆ นำมาหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์กราฟสามารถสรุปผลได้ดังนี้

จากการวิเคราะห์กราฟจะได้ความเร็วลมที่เหมาะสมที่สุดในการดูดเกลบมีค่า 7.49 m/s

บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์

5.1 คุณลักษณะของเครื่องตีข้าวขนาดเล็ก

- | | | |
|---|-----|-------|
| - น้ำหนักเครื่อง | 32 | กก. |
| - ความกว้าง | 25 | ซม. |
| - ความยาว | 50 | ซม. |
| - ความสูง | 45 | ซม. |
| - ความจุ | 1 | ลิตร |
| - อัตราการป้อน | 7.7 | กก/ชม |
| - ความเร็วรอบของลูกยาง 2 ลูกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm. โดยใช้ความเร็วรอบที่ 2.41 m/s และ 4.03 m/s และความเร็วลูกยางที่ 460 rpm และ 770 rpm | | |
| - Blower มีความเร็วรอบเท่ากับ 2900 rpm ได้ความเร็วลมเท่ากับ 7.49 m/s | | |

5.2 สรุปผลการทดลอง

- ประสิทธิภาพการกะเทาะเท่ากับ 98.73 %
- ประสิทธิภาพการแยกแกลบประมาณ 90-95 %
- ความสามารถในการกะเทาะของเครื่องตีข้าวกล้องขนาดเล็ก 7.7 กก/ชม
- เปอร์เซ็นต์ข้าวหักประมาณ 20-25%

5.3 ปัญหาที่พบในการทำโครงการ

- การทดสอบด้วยวัสดุอุปกรณ์ใหม่มีราคาค่อนข้างแพงเช่น สายพาน Timing ,มอเตอร์ 3 เฟส, Pulley ขนาดต่าง ๆ เป็นต้น
- การทำให้ลูกยางสามารถปรับระยะได้นั้น ทำให้การยึดลูกยางลำบากมากขึ้นในการที่จะยึดลูกยางให้ได้แน่นพอดี
- ในการทดสอบเมื่อถึงขั้นตอนการเก็บผลค่อนข้างใช้เวลาในการเก็บผลค่อนข้างนาน
- ใบพัดแบบกรงกระรอกของ Blower ทำให้เกิดแกลบและฝุ่นจับแเกาะตามใบพัดขณะทำการกะเทาะข้าวกล้องไปเรื่อย ๆ จนทำให้ความเร็วใบพัดตกลงและลมที่ใช้ดูดแกลบก็จะตกลงด้วย ทำให้ประสิทธิภาพการดูดแกลบในระยะเวลานานไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 แนวทางปรับปรุงแก้ไข

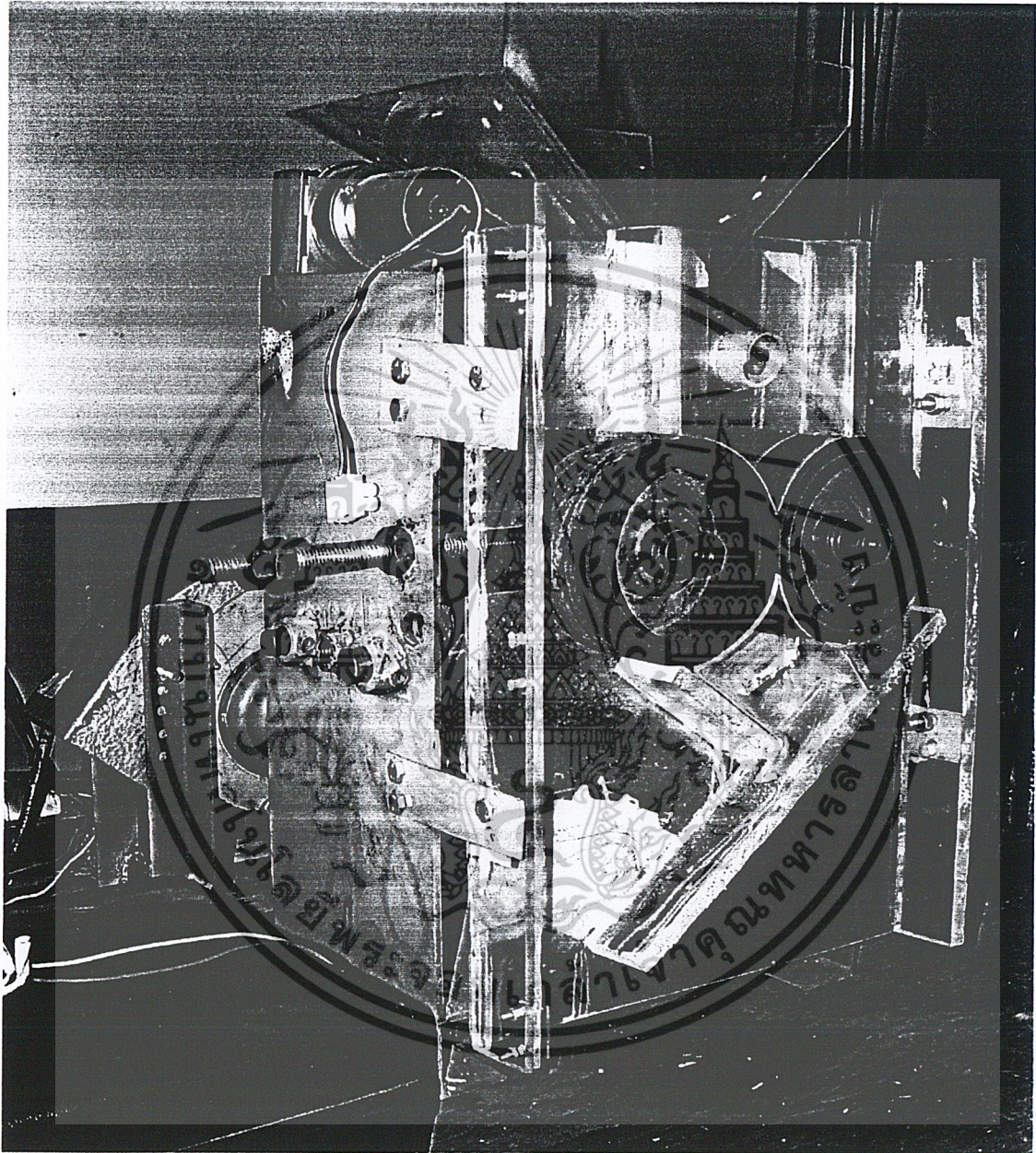
- การ Adjust ลูกยางสามารถใช้เกลียวที่ละเอียดขึ้นเพื่อทำการปรับระยะของลูกยางได้ละเอียดมากยิ่งขึ้น
- ลดน้ำหนักโดยรวมของเครื่องโดยการเปลี่ยนวัสดุอื่นมาใช้แทนวัสดุที่ใช้ เช่น Pulley อาจเปลี่ยนจากเหล็กมาเป็นอลูมิเนียม หรือปรับปรุงโครงเครื่องให้พอดีมากกว่านี้ด้วยการออกแบบให้พอดีขึ้น และตัดส่วนที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ออกซึ่งน่าจะช่วยลดน้ำหนักของตัวเครื่องได้พอสมควร ซึ่งจากการวิเคราะห์คร่าว ๆ น้ำหนักของเครื่องน่าจะตกอยู่ที่ประมาณ 20-25 กก
- เปลี่ยนลักษณะของใบพัดไม่ให้มีเศษเกลบและฝุ่นไปติดเกาะได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

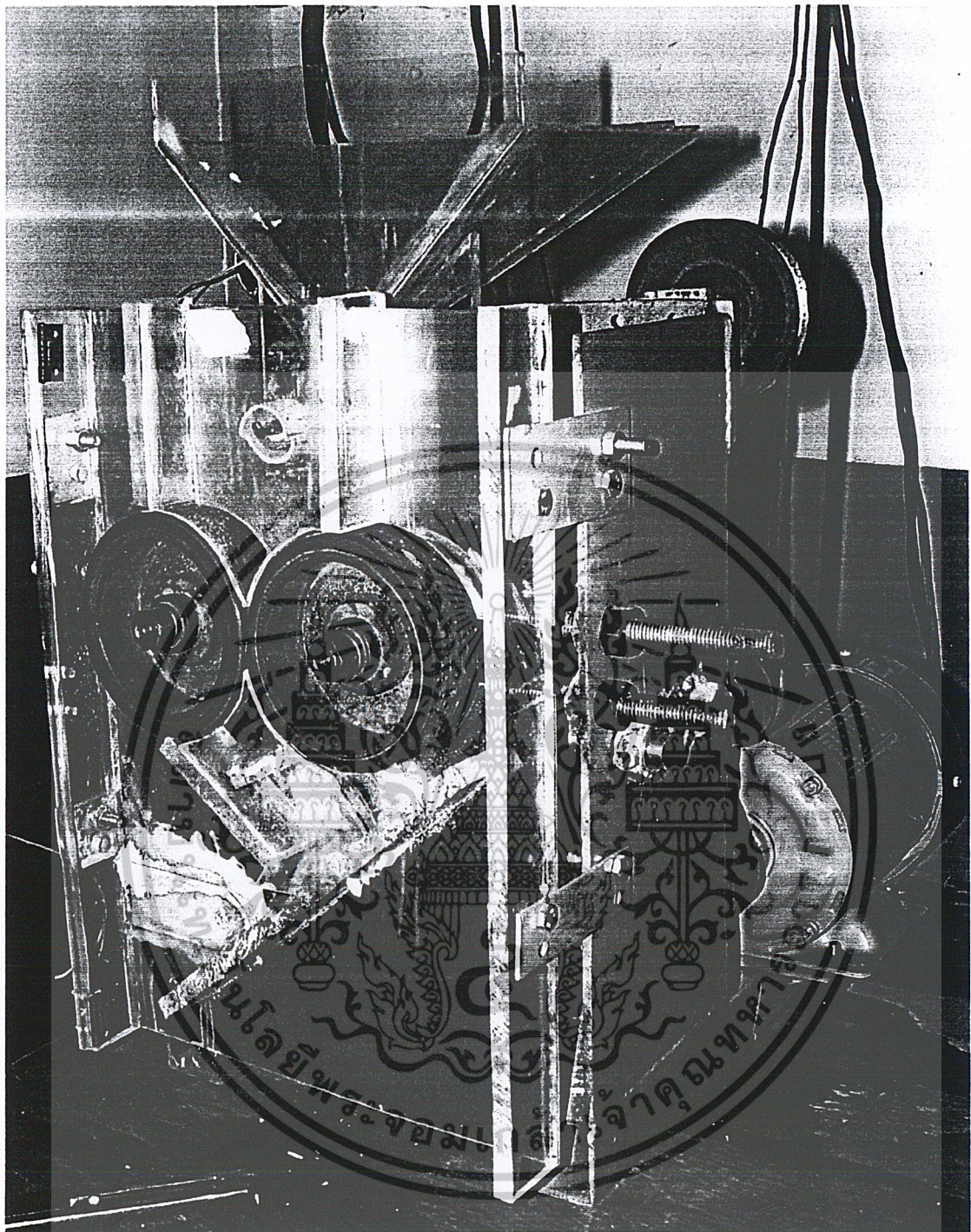
ภาคผนวก ก

รูปเครื่องสี่ขั้วกล้อขนาดเล็ก



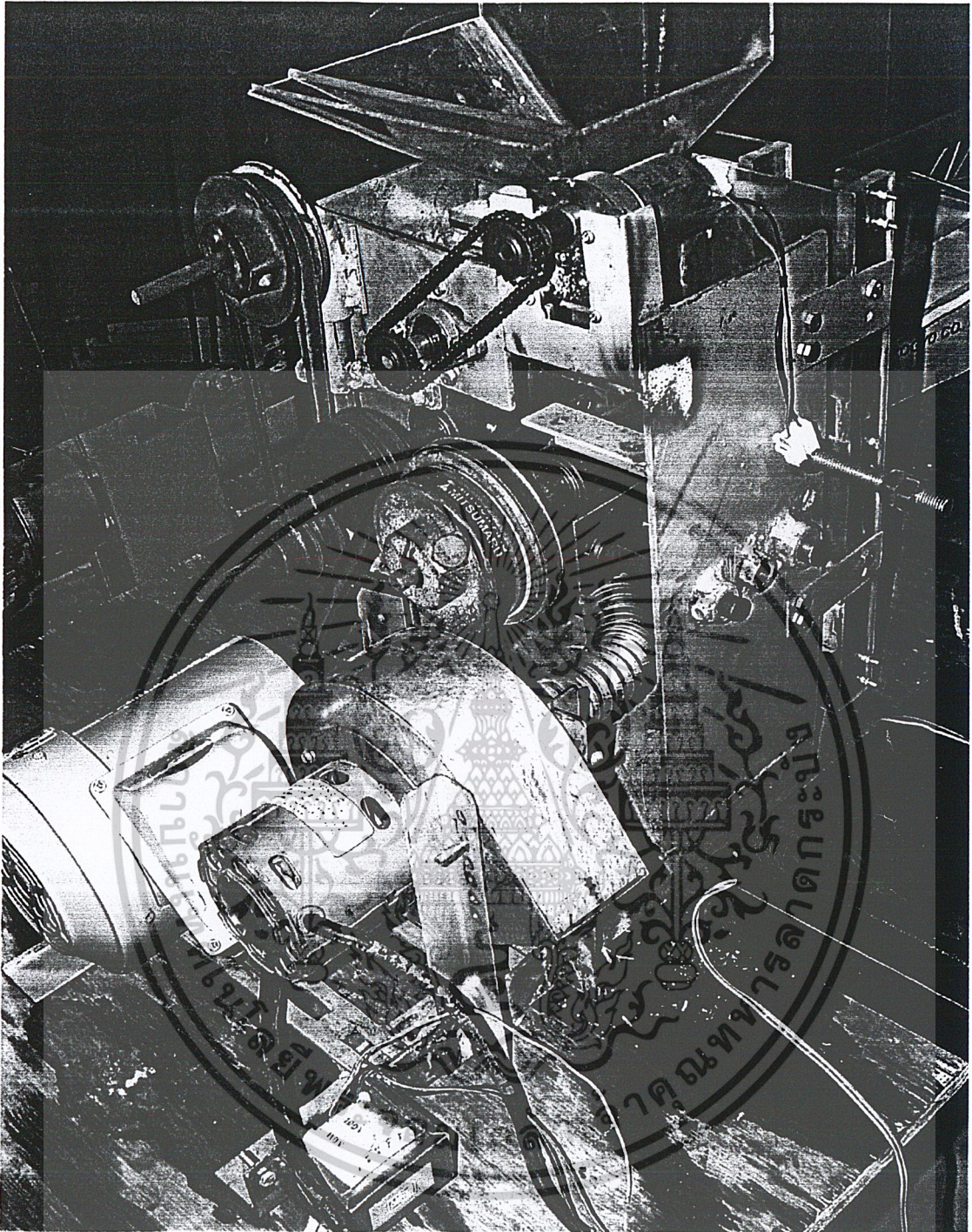
รูปที่ ก.1.1 แสดงรูปเครื่องสี่ขั้วกล้อขนาดเล็กด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



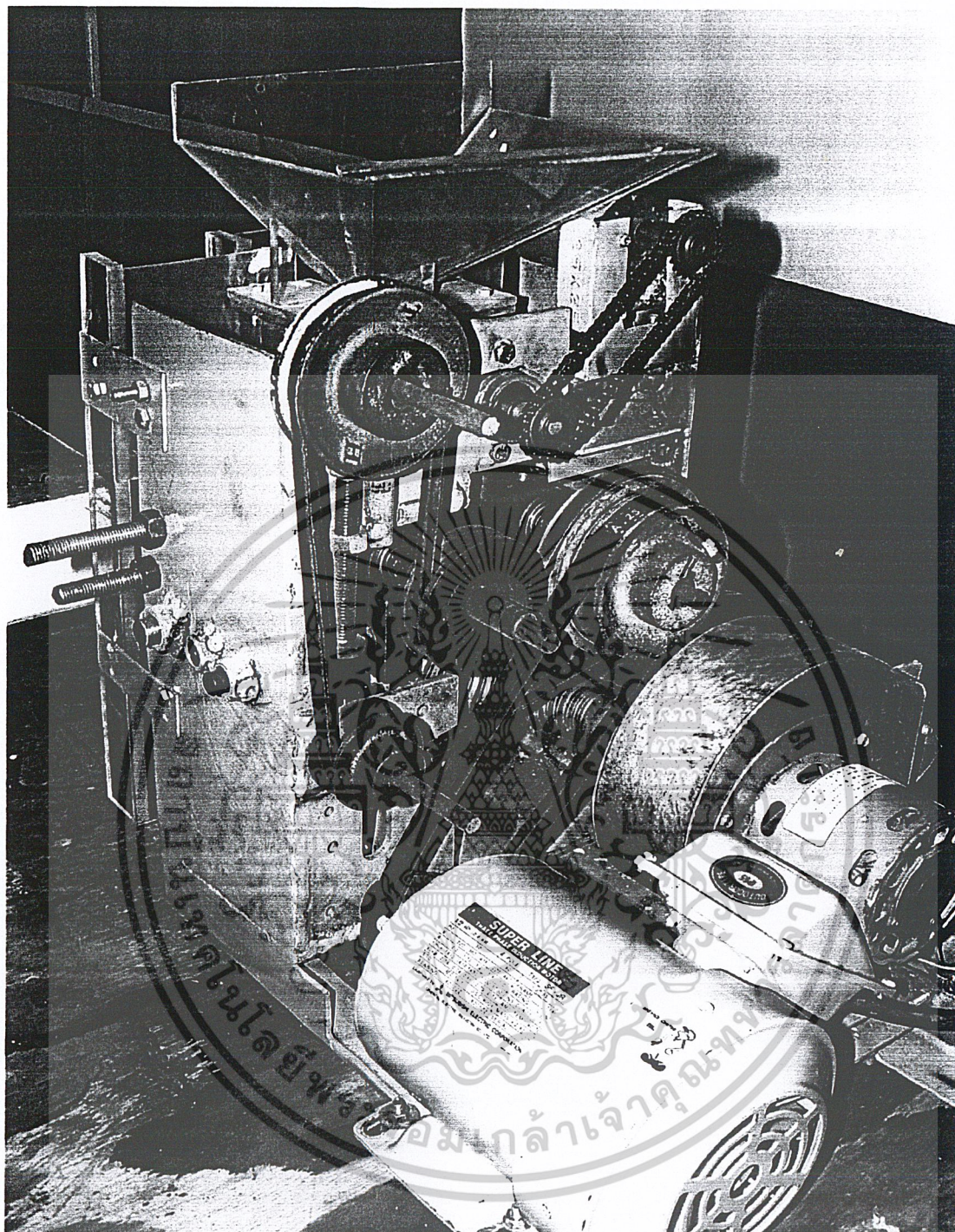
รูปที่ ก.1.2 แสดงรูปเครื่องสี่ขาของนักเรียนด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



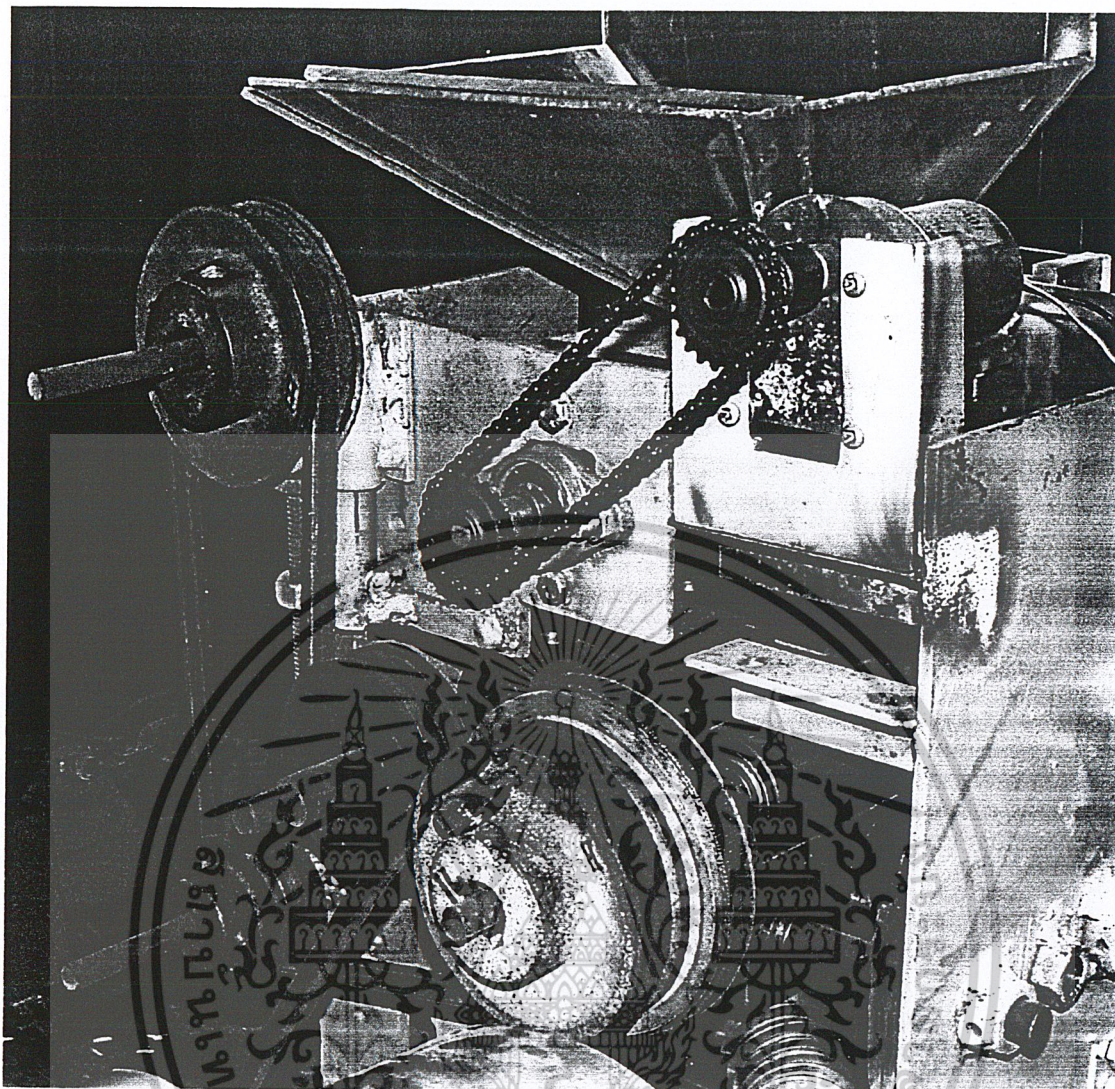
รูปที่ ก.2.1 แสดงรูปเครื่องตีข้าวกล้องขนาดเล็กด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2.2 แสดงรูปเครื่องตีข้าวกลึงขนาดเล็กด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 แสดงรูปเครื่องตีข้าวกลึงขนาดเล็กส่วนชุด Pulley

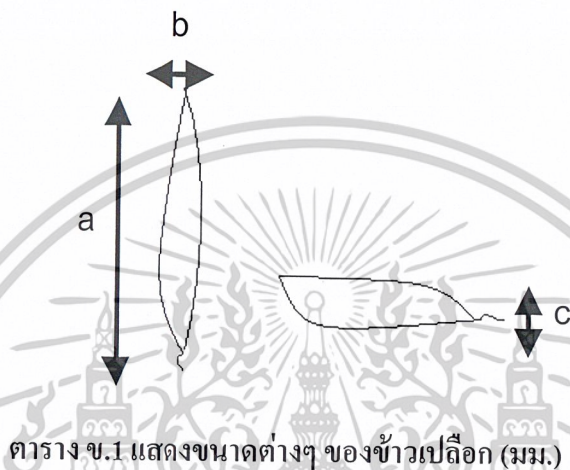
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวเปลือก

คุณสมบัติทางกายภาพของข้าวพันธุ์สุพรรณ 1

ขนาดของเมล็ดข้าวเปลือกจำนวน 30 เมล็ด มาวัดขนาดทั้ง 3 ด้าน ได้ผลดังตาราง



ลำดับ	a	b	c	ลำดับ	a	b	c
1	10.1	2.45	2.2	16	10.45	2.35	2.15
2	10.25	2.35	2.05	17	10.1	2.15	1.9
3	9.8	2.5	2.05	18	9.95	2.3	1.95
4	10.2	2.4	2.1	19	10.15	2.45	2.1
5	9.6	2.25	1.95	20	9.95	2.3	1.95
6	9.8	2.3	2.05	21	9.8	2.3	2
7	10.15	2.4	2.15	22	9.7	2.25	1.9
8	10.25	2.35	2.1	23	10.45	2.5	2.05
9	10.2	2.4	1.95	24	9.9	2.25	1.9
10	9.6	2.35	2.05	25	10.3	2.4	2.05
11	9.5	2.25	1.9	26	10.25	2.4	2.1
12	10.3	2.4	2.1	27	10.1	2.3	2
13	9.8	2.3	2	28	9.9	2.25	1.95
14	9.75	2.25	1.9	29	9.75	2.3	2
15	9.8	2.35	2.05	30	10.25	2.35	2.05
MAX					10.45	2.45	2.2
MIN					9.6	2.15	1.9
AVG					10.00	2.34	2.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

วิธีการและตารางผลการทดลอง

การทดสอบกะเทาะเปลือกข้าวด้วยเครื่องสีข้าวกลิ้งขนาดเล็ก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกลิ้งขนาดเล็กเพื่อนำไปใช้ในครัวเรือน
2. เพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นข้าวเปลือกที่เหมาะสมสำหรับการสีด้วยเครื่องสีข้าวกลิ้งขนาดเล็ก

อุปกรณ์

1. เครื่องสีข้าวกลิ้งขนาดเล็กที่สร้างขึ้น
2. เครื่องวัดความชื้น
3. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล
4. Inverter
5. เครื่องวัดความเร็วรอบ
6. นาฬิกาจับเวลา

สูตรการคำนวณ

ค่าคงที่ของข้าวกลิ้ง

$$= (\text{น้ำหนักของข้าวกลิ้งเต็มเมล็ดจำนวน 100 เมล็ด} / \text{น้ำหนักของข้าวเปลือกจำนวน 100 เมล็ด})$$

ค่าคงที่ของเกลบ

$$= (\text{น้ำหนักของเกลบจากข้าวเปลือกจำนวน 100 เมล็ด} / \text{น้ำหนักของข้าวเปลือกจำนวน 100 เมล็ด})$$

ร้อยละโดยมวลของข้าวหัก

$$= (\text{น้ำหนักของข้าวหัก} / \text{น้ำหนักของข้าวกลิ้งที่กะเทาะได้ทั้งหมด}) \times 100$$

ร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ด

$$= (\text{น้ำหนักของข้าวเต็มเมล็ด} / \text{น้ำหนักของข้าวกลิ้งที่กะเทาะได้ทั้งหมด}) \times 100$$

อัตราการกะเทาะข้าวเปลือก (kg./ min.)

$$= \text{น้ำหนักของข้าวเปลือกทั้งหมด (kg)} / \text{เวลาที่ใช้ในการกะเทาะทั้งหมด (min.)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพการกะเทาะ(%)

$$= \left[\frac{\text{น้ำหนักของข้าวกล้องทั้งหมดหลังการกะเทาะ}}{(\text{น้ำหนักข้าวเปลือกก่อนสี} \times \text{ค่าคงที่ของข้าวกล้อง})} \right] \times 100$$

ประสิทธิภาพการทำงานของชุดแยกแกลบ (%)

$$= \left[\frac{\text{น้ำหนักของแกลบที่แยกออกมาด้วยBlower}}{(\text{น้ำหนักข้าวเปลือกก่อนสี} \times \text{ค่าคงที่ของแกลบ})} \right] \times 100$$

วิธีการทดสอบเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสีข้าวแต่ละความเร็วรอบของลูกยางที่แตกต่างกัน

1. นำข้าวเปลือกมาวัดความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้นแล้วนำมาชั่งด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล
2. บรรจุข้าวเปลือกหนักประมาณ 50 กรัม แล้วนำมาตีผสมตากแต่ละถุงจำนวน 120 ถุง
3. นำข้าวเปลือกแต่ละถุงที่เตรียมไว้มาทดสอบกะเทาะเปลือกข้าว ด้วยเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก
4. จัดบันทึกผลการทดลองในตารางการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวกล้องแต่ละความเร็วรอบและอัตราการป้อนที่ต่างกัน
5. จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางทดลอง

ทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวกล้องแต่ละความเร็วรอบและอัตราการป้อนที่ต่างกัน

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 1.57 m/s และ 2.67 m/s และอัตราการป้อนที่ 2.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	50.03	50.02	49.95	50.00
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	36.44	36.71	37.17	36.77
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	30.10	30.87	31.05	30.67
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	6.34	5.84	6.12	6.10
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	4.04	3.86	2.94	3.61
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	8.60	8.68	9.07	8.78
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	0.89	0.68	0.73	0.77
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	9.49	9.36	9.80	9.55
ประสิทธิภาพการสีข้าว	93.60	94.31	95.63	94.51
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	77.49	78.22	81.85	79.19
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	17.40	15.91	16.46	16.59
ผลรวม	49.97	49.93	49.91	49.94

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 1.57 m/s และ 2.67 m/s และอัตราการป้อนที่ 4.0 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	50.06	50.14	50.08	50.09
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	33.89	35.55	33.92	34.45
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	26.58	28.97	27.64	27.73
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	7.31	6.58	6.28	6.72
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	6.28	5.21	6.17	5.89
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	9.18	8.86	8.97	9.00
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	0.63	0.51	0.97	0.70
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	9.81	9.37	9.94	9.71
ประสิทธิภาพการสีข้าว	87.00	91.11	87.04	88.38
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	82.66	79.65	80.74	81.02
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	21.57	18.51	18.51	19.53
ผลรวม	49.98	50.13	50.03	50.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 1.57 m/s และ 2.67 m/s และอัตราการป้อนที่ 5.2 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	50.04	50.08	50.12	50.08
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	34.16	35.35	34.81	34.77
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	27.73	28.48	27.76	27.99
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	6.43	6.87	7.05	6.78
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	6.19	5.31	5.84	5.78
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	7.52	7.93	7.57	7.67
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	2.09	1.36	1.87	1.77
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	9.61	9.29	9.44	9.45
ประสิทธิภาพการสีข้าว	87.73	90.71	89.25	89.23
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	67.74	71.38	68.08	69.07
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	18.82	19.43	20.25	19.50
ผลรวม	49.96	49.95	50.09	50.00

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 1.57 m/s และ 2.67 m/s และอัตราการป้อนที่ 7.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	50.10	50.06	50.04	50.07
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	34.86	34.92	35.41	35.06
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	27.60	27.08	27.24	27.31
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	7.26	7.84	8.17	7.76
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	3.83	3.82	3.83	3.83
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	5.07	7.08	6.47	6.21
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	6.22	4.16	4.32	4.90
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	11.29	11.24	10.79	11.11
ประสิทธิภาพการสีข้าว	89.42	89.64	90.94	90.00
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	45.62	63.75	58.28	55.88
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	20.83	22.45	23.07	22.12
ผลรวม	49.98	49.98	50.03	50.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 1.83 m/s และ 2.98 m/s และอัตราการป้อนที่ 2.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	50.12	49.87	50.03	50.01
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	36.80	36.96	36.78	36.85
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	30.17	30.58	31.42	30.72
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	6.63	6.38	5.36	6.12
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	2.41	1.87	1.34	1.87
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	9.41	10.05	9.82	9.76
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	1.46	0.96	2.04	1.49
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	10.87	11.01	11.86	11.25
ประสิทธิภาพการสีข้าว	94.36	95.24	94.47	94.69
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	84.63	90.84	88.48	87.98
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	18.02	17.26	14.57	16.62
ผลรวม	50.08	49.84	49.98	49.97

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 1.83 m/s และ 2.98 m/s และอัตราการป้อนที่ 4.0 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	49.82	50.24	50.07	50.04
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	35.64	34.52	36.88	35.68
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	30.02	30.54	31.57	30.71
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	5.62	3.98	5.31	4.97
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	4.03	5.21	3.37	4.20
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	9.48	9.97	8.83	9.43
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	0.63	0.51	0.97	0.70
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	10.11	10.48	9.80	10.13
ประสิทธิภาพการสีข้าว	91.93	88.30	94.66	91.63
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	85.78	89.46	79.50	84.91
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	15.77	11.53	14.40	13.90
ผลรวม	49.78	50.21	50.05	50.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 1.83 m/s และ 2.98 m/s และอัตราการป้อนที่ 5.2 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(ก.)	49.79	50.31	50.24	50.11
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(ก.)	34.80	35.70	36.43	35.64
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(ก.)	27.73	28.34	29.38	28.48
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(ก.)	7.07	7.36	7.05	7.16
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(ก.)	5.18	5.27	3.15	4.53
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(ก.)	7.76	7.93	8.79	8.16
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(ก.)	1.04	1.36	1.84	1.41
น.น.ของแกลบทั้งหมด(ก.)	8.80	9.29	10.63	9.57
ประสิทธิภาพการสีข้าว	89.82	91.19	93.18	91.40
ประสิทธิภาพการคัดแกลบ	70.26	71.05	78.87	73.39
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	20.32	20.62	19.35	20.09
ผลรวม	48.78	50.26	50.21	49.75

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 1.83 m/s และ 2.98 m/s และอัตราการป้อนที่ 7.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(ก.)	50.17	50.21	50.04	50.14
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(ก.)	36.59	36.65	35.29	36.18
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(ก.)	29.33	27.98	27.16	28.16
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(ก.)	7.26	8.67	8.13	8.02
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(ก.)	1.76	2.29	3.94	2.66
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(ก.)	8.31	7.08	6.51	7.30
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(ก.)	3.47	4.16	4.28	3.97
น.น.ของแกลบทั้งหมด(ก.)	11.78	11.24	10.79	11.27
ประสิทธิภาพการสีข้าว	93.72	93.80	90.63	92.72
ประสิทธิภาพการคัดแกลบ	74.66	63.56	58.64	65.62
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	19.84	23.66	23.04	22.18
ผลรวม	50.13	50.18	50.02	50.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.04 m/s และ 3.40 m/s และอัตราการป้อนที่ 2.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	47.96	50.15	49.75	49.29
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	36.06	36.84	37.39	36.76
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	28.56	30.98	29.03	29.52
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	7.50	5.86	8.36	7.24
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	0.95	1.97	1.39	1.44
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	10.54	10.36	9.83	10.24
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	0.30	0.96	1.09	0.78
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	10.84	11.32	10.92	11.03
ประสิทธิภาพการสีข้าว	96.62	94.40	96.58	95.87
ประสิทธิภาพการคัดแกลบ	99.07	93.12	89.07	93.75
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	20.80	15.91	22.36	19.69
ผลรวม	47.85	50.13	49.70	49.23

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.04 m/s และ 3.40 m/s และอัตราการป้อนที่ 4.0 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	50.01	50.09	50.17	50.09
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	37.42	36.29	37.90	36.91
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	29.49	30.58	29.76	30.37
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	7.93	5.71	8.14	6.54
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	1.78	3.37	1.48	2.51
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	10.10	9.73	10.12	9.98
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	0.55	0.68	0.62	0.62
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	10.65	10.41	10.74	10.60
ประสิทธิภาพการสีข้าว	96.16	93.10	97.08	94.70
ประสิทธิภาพการคัดแกลบ	91.04	87.56	90.93	89.84
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	21.19	15.73	21.48	19.47
ผลรวม	49.85	50.07	50.12	50.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.04 m/s และ 3.40 m/s และอัตราการป้อนที่ 5.2 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(G.)	49.13	49.80	49.22	49.38
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(G.)	37.40	38.03	37.52	37.65
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(G.)	29.08	28.41	27.17	28.22
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(G.)	8.32	9.62	10.35	9.43
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(G.)	1.08	0.42	0.84	0.78
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(G.)	8.64	8.96	7.58	8.39
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(G.)	1.98	2.36	3.24	2.53
น.น.ของแกลบทั้งหมด(G.)	10.62	11.32	10.82	10.92
ประสิทธิภาพการสีข้าว	97.83	98.14	97.96	97.97
ประสิทธิภาพการคัดแกลบ	79.27	81.10	69.42	76.60
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	22.25	25.30	27.59	25.04
ผลรวม	49.10	49.77	49.18	49.35

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.04 m/s และ 3.40 m/s และอัตราการป้อนที่ 7.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(G.)	50.99	48.96	50.31	50.09
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(G.)	36.86	37.06	36.76	36.89
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(G.)	26.97	28.47	28.66	28.03
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(G.)	9.89	8.59	8.10	8.86
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(G.)	3.15	1.46	2.38	2.33
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(G.)	9.84	6.12	9.07	8.34
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(G.)	1.09	4.25	2.08	2.47
น.น.ของแกลบทั้งหมด(G.)	10.93	10.37	11.15	10.82
ประสิทธิภาพการสีข้าว	92.90	97.27	93.90	94.69
ประสิทธิภาพการคัดแกลบ	86.99	56.35	81.27	74.87
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	26.83	23.18	22.03	24.01
ผลรวม	50.94	48.89	50.29	50.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.25 m/s และ 3.87 m/s และอัตราการป้อนที่ 2.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น. ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	49.08	48.92	50.50	49.50
น.น. ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	36.84	37.06	38.20	37.37
น.น. ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	29.15	28.97	30.08	29.40
น.น. ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	7.69	8.09	8.12	7.97
น.น. ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	0.97	0.46	0.86	0.76
น.น. ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	10.75	10.52	10.65	10.64
น.น. ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	0.48	0.84	0.76	0.69
น.น. ของแกลบทั้งหมด(g.)	11.23	11.36	11.41	11.33
ประสิทธิภาพการสีข้าว	96.46	97.35	97.21	97.01
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	98.73	96.94	95.06	96.91
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	20.87	21.83	21.26	21.32
ผลรวม	49.04	48.88	50.47	49.46

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.25 m/s และ 3.87 m/s และอัตราการป้อนที่ 4.0 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น. ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	51.00	47.40	49.28	50.09
น.น. ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	38.42	36.03	36.94	36.91
น.น. ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	30.08	27.64	29.10	30.37
น.น. ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	8.34	8.39	7.84	6.54
น.น. ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	0.97	1.09	0.86	2.51
น.น. ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	10.08	9.01	10.69	9.98
น.น. ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	1.48	1.24	0.77	0.62
น.น. ของแกลบทั้งหมด(g.)	11.56	10.25	11.46	10.60
ประสิทธิภาพการสีข้าว	96.81	97.68	96.33	96.94
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	89.09	85.69	97.78	90.85
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	21.71	23.29	21.22	22.07
ผลรวม	50.95	47.37	49.26	50.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.25 m/s และ 3.87 m/s และอัตราการป้อนที่ 5.2 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น. ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	50.15	49.60	49.40	49.72
น.น. ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	37.53	37.45	37.07	37.35
น.น. ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	30.05	29.64	28.99	29.56
น.น. ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	7.48	7.81	8.08	7.79
น.น. ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	1.09	0.76	0.88	0.91
น.น. ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	9.67	10.82	10.85	10.45
น.น. ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	1.84	0.54	0.57	0.98
น.น. ของแกลบทั้งหมด(g.)	11.51	11.36	11.42	11.43
ประสิทธิภาพการสีข้าว	96.17	97.03	96.43	96.54
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	86.92	98.33	99.01	94.75
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	19.93	20.85	21.80	20.86
ผลรวม	50.13	49.57	49.37	49.69

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.25 m/s และ 3.87 m/s และอัตราการป้อนที่ 7.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น. ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	49.83	49.94	52.55	50.77
น.น. ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	37.15	36.92	38.25	37.44
น.น. ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	30.02	29.48	30.18	29.89
น.น. ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	7.13	7.44	8.07	7.55
น.น. ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	1.80	2.07	2.76	2.21
น.น. ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	8.21	8.36	8.04	8.20
น.น. ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	2.63	2.57	3.47	2.89
น.น. ของแกลบทั้งหมด(g.)	10.84	10.93	11.51	11.09
ประสิทธิภาพการสีข้าว	95.81	95.00	93.54	94.78
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	74.27	75.46	68.97	72.90
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	19.19	20.15	21.10	20.15
ผลรวม	49.79	49.92	52.52	50.74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.41 m/s และ 4.03 m/s และอัตราการป้อนที่ 2.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	49.28	50.51	48.90	49.56
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	37.80	38.74	37.70	38.08
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	29.71	28.98	29.48	29.39
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	8.09	9.76	8.22	8.69
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	0.88	0.94	0.37	0.73
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	9.85	10.21	10.32	10.13
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	0.72	0.59	0.43	0.58
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	10.57	10.80	10.75	10.71
ประสิทธิภาพการสีข้าว	98.57	98.56	99.07	98.74
ประสิทธิภาพการคัดแกลบ	90.10	91.12	95.13	92.12
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	21.40	25.19	21.80	22.80
ผลรวม	49.25	50.48	48.82	49.52

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.41 m/s และ 4.03 m/s และอัตราการป้อนที่ 4.0 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	49.98	48.51	48.90	50.09
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	38.77	37.46	37.52	36.91
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	29.97	30.04	29.39	30.37
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	8.80	7.42	8.13	6.54
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	0.44	0.34	0.57	2.51
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	10.05	9.61	10.18	9.98
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	0.67	1.07	0.61	0.62
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	10.72	10.68	10.79	10.60
ประสิทธิภาพการสีข้าว	99.69	99.24	98.60	99.17
ประสิทธิภาพการคัดแกลบ	90.64	89.30	93.84	91.26
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	22.70	19.81	21.67	21.39
ผลรวม	49.93	48.48	48.88	50.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.41 m/s และ 4.03 m/s และอัตราการป้อนที่ 5.2 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	49.46	50.56	48.72	49.58
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	38.21	38.79	37.83	38.28
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	30.02	29.71	30.08	29.94
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	8.19	9.08	7.75	8.34
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	0.61	0.72	0.43	0.59
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	10.04	10.29	9.85	10.06
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	0.56	0.73	0.56	0.62
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	10.60	11.02	10.41	10.68
ประสิทธิภาพการสีข้าว	99.28	98.59	99.78	99.22
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	91.50	91.74	91.14	91.46
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	21.43	23.41	20.49	21.78
ผลรวม	49.42	50.53	48.67	49.54

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.41 m/s และ 4.03 m/s และอัตราการป้อนที่ 7.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	50.34	49.65	49.40	49.80
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	38.57	38.17	38.03	38.26
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	29.95	28.99	29.36	29.43
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	8.62	9.18	8.67	8.82
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	0.74	0.54	0.42	0.57
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	10.06	9.14	10.08	9.76
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	0.94	1.76	0.84	1.18
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	11.00	10.90	10.92	10.94
ประสิทธิภาพการสีข้าว	98.46	98.79	98.93	98.73
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	90.08	82.98	91.98	88.35
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	22.35	24.05	22.80	23.07
ผลรวม	50.31	49.61	49.37	49.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.62 m/s และ 4.40 m/s และอัตราการป้อนที่ 2.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	49.95	49.75	50.11	49.94
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	37.67	37.80	38.04	37.84
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	29.77	30.06	29.95	29.93
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	7.90	7.74	8.09	7.91
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	1.33	0.94	1.05	1.11
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	10.24	10.36	10.68	10.43
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	0.69	0.62	0.32	0.54
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	10.93	10.98	11.00	10.97
ประสิทธิภาพการสีข้าว	96.92	97.64	97.55	97.37
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	92.41	93.87	96.07	94.12
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	20.97	20.48	21.27	20.90
ผลรวม	49.93	49.72	50.09	49.91

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.62 m/s และ 4.40 m/s และอัตราการป้อนที่ 4.0 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	49.45	50.40	52.06	50.09
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	37.34	37.97	38.25	36.91
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	28.84	29.91	30.11	30.37
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	8.50	8.06	8.14	6.54
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	0.65	0.95	1.25	2.51
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	10.32	10.22	10.88	9.98
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	1.09	1.21	1.65	0.62
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	11.41	11.43	12.53	10.60
ประสิทธิภาพการสีข้าว	97.04	96.81	94.42	94.70
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	94.07	91.41	94.21	89.84
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	22.76	21.23	21.28	21.76
ผลรวม	49.40	50.35	52.03	50.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.62 m/s และ 4.40 m/s และอัตราการป้อนที่ 5.2 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น. ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	49.87	52.45	48.95	50.42
น.น. ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	37.72	38.51	37.26	37.83
น.น. ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	29.88	28.64	28.94	29.15
น.น. ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	7.84	9.87	8.32	8.68
น.น. ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	1.04	1.65	0.64	1.11
น.น. ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	9.86	10.31	9.88	10.02
น.น. ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	1.22	1.95	1.13	1.43
น.น. ของแกลบทั้งหมด(g.)	11.08	12.26	11.01	11.45
ประสิทธิภาพการสีข้าว	97.20	94.35	97.82	96.46
ประสิทธิภาพการคัดแกลบ	89.12	88.61	90.98	89.57
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	20.78	25.63	22.33	22.91
ผลรวม	49.84	52.42	48.91	50.39

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.62 m/s และ 4.40 m/s และอัตราการป้อนที่ 7.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น. ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	49.15	50.77	52.30	50.74
น.น. ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	36.94	37.79	38.63	37.79
น.น. ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	28.65	29.05	29.55	29.08
น.น. ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	8.29	8.74	9.08	8.70
น.น. ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	1.36	1.52	1.56	1.48
น.น. ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	9.98	10.22	10.53	10.24
น.น. ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	0.82	1.21	1.55	1.19
น.น. ของแกลบทั้งหมด(g.)	10.80	11.43	12.08	11.44
ประสิทธิภาพการสีข้าว	96.58	95.65	94.92	95.72
ประสิทธิภาพการคัดแกลบ	91.53	90.74	90.76	91.01
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	22.44	23.13	23.51	23.02
ผลรวม	49.10	50.74	52.27	50.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.83 m/s และ 4.76 m/s และอัตราการป้อนที่ 2.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	49.42	50.84	49.29	49.85
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	37.47	37.70	37.52	37.56
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	30.05	29.59	30.06	29.90
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	7.42	8.11	7.46	7.66
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	0.88	1.35	0.98	1.07
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	9.72	9.07	9.98	9.59
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	1.32	2.68	0.78	1.59
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	11.04	11.75	10.76	11.18
ประสิทธิภาพการสีข้าว	97.43	95.29	97.82	96.85
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	88.66	80.42	91.27	86.78
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	19.80	21.51	19.88	20.40
ผลรวม	49.39	50.80	49.26	49.82

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.83 m/s และ 4.76 m/s และอัตราการป้อนที่ 4.0 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	49.30	49.72	47.56	48.86
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	37.19	37.30	35.97	36.82
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	29.76	29.80	28.99	29.52
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	7.43	7.50	6.98	7.30
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	0.99	1.12	0.96	1.02
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	9.54	9.51	9.15	9.40
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	1.55	1.76	1.44	1.58
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	11.09	11.27	10.59	10.98
ประสิทธิภาพการสีข้าว	96.94	96.41	97.19	96.85
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	87.23	86.22	86.72	86.72
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	19.98	20.11	19.41	19.83
ผลรวม	49.27	49.69	47.52	48.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.83 m/s และ 4.76 m/s และอัตราการป้อนที่ 5.2 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น. ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	49.92	50.00	49.45	49.79
น.น. ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	37.52	37.59	37.11	37.41
น.น. ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	29.98	29.87	29.46	29.77
น.น. ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	7.54	7.72	7.65	7.64
น.น. ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	1.08	0.95	0.98	1.00
น.น. ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	9.64	9.38	9.47	9.50
น.น. ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	1.66	2.05	1.86	1.86
น.น. ของแกลบทั้งหมด(g.)	11.30	11.43	11.33	11.35
ประสิทธิภาพการสีข้าว	96.59	96.61	96.44	96.55
ประสิทธิภาพการคัดแกลบ	87.05	84.57	86.33	85.98
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	20.10	20.54	20.61	20.42
ผลรวม	49.90	49.97	49.42	49.76

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 2.83 m/s และ 4.76 m/s และอัตราการป้อนที่ 7.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น. ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	50.90	50.44	50.02	50.45
น.น. ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	37.69	37.56	37.39	37.55
น.น. ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	30.07	29.31	29.55	29.64
น.น. ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	7.62	8.25	7.84	7.90
น.น. ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	1.12	1.33	1.24	1.23
น.น. ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	8.56	8.71	8.22	8.50
น.น. ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	3.49	2.81	3.13	3.14
น.น. ของแกลบทั้งหมด(g.)	12.05	11.52	11.35	11.64
ประสิทธิภาพการสีข้าว	95.16	95.69	96.06	95.64
ประสิทธิภาพการคัดแกลบ	75.81	77.84	74.08	75.91
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	20.22	21.96	20.97	21.05
ผลรวม	50.86	50.41	49.98	50.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 3.04 m/s และ 5.03 m/s และอัตราการป้อนที่ 2.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	50.30	49.46	49.70	49.82
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	37.08	36.41	36.74	36.74
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	28.97	28.55	28.76	28.76
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	8.11	7.86	7.98	7.98
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	2.25	2.45	2.53	2.41
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	8.06	7.98	7.85	7.96
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	2.87	2.58	2.55	2.67
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	10.93	10.56	10.40	10.63
ประสิทธิภาพการสีข้าว	94.73	94.60	95.00	94.78
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	72.23	72.73	71.20	72.05
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	21.87	21.59	21.72	21.73
ผลรวม	50.26	49.42	49.67	49.78

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 3.04 m/s และ 5.03 m/s และอัตราการป้อนที่ 4.0 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	50.50	52.96	51.32	51.59
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	37.75	38.04	37.62	37.80
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	29.42	29.34	28.86	29.21
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	8.33	8.70	8.76	8.60
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	2.26	3.26	2.89	2.80
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	8.06	8.56	8.11	8.24
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	2.41	3.08	2.67	2.72
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	10.47	11.64	10.78	10.96
ประสิทธิภาพการสีข้าว	96.06	92.30	94.20	94.19
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	71.95	72.86	71.24	72.01
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	22.07	22.87	23.29	22.74
ผลรวม	50.48	52.94	51.29	51.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 3.04 m/s และ 5.03 m/s และอัตราการป้อนที่ 5.2 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	51.72	50.80	48.62	50.38
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	37.56	36.87	36.27	36.90
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	28.60	28.51	28.28	28.46
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	8.96	8.36	7.99	8.44
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	3.21	2.78	2.04	2.68
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	7.65	8.05	7.85	7.85
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	3.28	3.08	2.44	2.93
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	10.93	11.13	10.29	10.78
ประสิทธิภาพการสีข้าว	93.33	93.27	95.87	94.15
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	66.68	71.43	72.78	70.30
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	23.86	22.67	22.03	22.85
ผลรวม	51.70	50.78	48.60	50.36

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 3.04 m/s และ 5.03 m/s และอัตราการป้อนที่ 7.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	49.92	51.18	50.06	50.39
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	36.75	37.16	36.79	36.90
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	28.46	28.65	28.34	28.48
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	8.29	8.51	8.45	8.42
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	3.05	3.43	3.11	3.20
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	7.54	7.89	7.25	7.56
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	2.55	2.67	2.88	2.70
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	10.09	10.56	10.13	10.26
ประสิทธิภาพการสีข้าว	94.60	93.31	94.44	94.12
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	68.09	69.49	65.28	67.62
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	22.56	22.90	22.97	22.81
ผลรวม	49.89	51.15	50.03	50.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 3.19 m/s และ 5.26 m/s และอัตราการป้อนที่ 2.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	50.80	48.40	50.07	49.76
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	36.88	36.11	36.50	36.50
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	28.66	28.14	28.36	28.39
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	8.22	7.97	8.14	8.11
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	2.32	1.33	2.25	1.97
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	9.57	8.87	9.85	9.43
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	2.01	2.04	1.44	1.83
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	11.58	10.91	11.29	11.26
ประสิทธิภาพการสีข้าว	93.29	95.88	93.68	94.28
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	84.92	82.61	88.68	85.40
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	22.29	22.07	22.30	22.22
ผลรวม	50.78	48.35	50.04	49.72

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 3.19 m/s และ 5.26 m/s และอัตราการป้อนที่ 4.0 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	49.68	51.24	51.16	50.69
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	36.37	36.71	36.88	36.65
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	28.21	28.38	28.36	28.32
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	8.16	8.33	8.52	8.34
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	2.15	2.78	2.57	2.50
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	9.78	9.65	9.45	9.63
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	1.34	2.06	2.23	1.88
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	11.12	11.71	11.68	11.50
ประสิทธิภาพการสีข้าว	94.08	92.07	92.64	92.93
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	88.74	84.89	83.26	85.63
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	22.44	22.69	23.10	22.74
ผลรวม	49.64	51.20	51.13	50.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 3.19 m/s และ 5.26 m/s และอัตราการป้อนที่ 5.2 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	50.84	49.80	51.05	50.56
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	36.84	36.54	36.52	36.63
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	28.50	28.31	28.46	28.42
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	8.34	8.23	8.06	8.21
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	2.26	1.98	3.15	2.46
น.น.ของเกลบที่แยกออกมาได้(g.)	9.82	9.66	9.12	9.53
น.น.ของเกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	1.88	1.58	2.24	1.90
น.น.ของเกลบทั้งหมด(g.)	11.70	11.24	11.36	11.43
ประสิทธิภาพการสีข้าว	93.12	94.29	91.93	93.11
ประสิทธิภาพการดูดเกลบ	87.07	87.44	80.53	85.01
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	22.64	22.52	22.07	22.41
ผลรวม	50.80	49.76	51.03	50.53

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 3.19 m/s และ 5.26 m/s และอัตราการป้อนที่ 7.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	52.86	52.40	50.60	51.95
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	37.46	37.14	36.67	37.09
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	28.44	28.02	28.32	28.26
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	9.02	9.12	8.35	8.83
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	3.02	3.00	2.30	2.77
น.น.ของเกลบที่แยกออกมาได้(g.)	9.24	8.98	9.05	9.09
น.น.ของเกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	3.11	3.25	2.54	2.97
น.น.ของเกลบทั้งหมด(g.)	12.35	12.23	11.59	12.06
ประสิทธิภาพการสีข้าว	91.07	91.08	93.13	91.76
ประสิทธิภาพการดูดเกลบ	78.80	77.25	80.62	78.89
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	24.08	24.56	22.77	23.80
ผลรวม	52.83	52.37	50.56	51.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 3.35 m/s และ 5.50 m/s และอัตราการป้อนที่ 2.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	50.30	50.10	49.30	49.90
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	36.14	36.12	36.03	36.10
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	27.88	28.13	28.35	28.12
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	8.26	7.99	7.68	7.98
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	2.15	1.86	1.74	1.92
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	10.05	9.06	9.11	9.41
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	1.89	3.02	2.36	2.42
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	11.94	12.08	11.47	11.83
ประสิทธิภาพการสีข้าว	92.33	92.65	93.92	92.97
ประสิทธิภาพการคัดแกลบ	90.07	81.52	83.30	84.96
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	22.86	22.12	21.32	22.10
ผลรวม	50.23	50.06	49.24	49.84

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 3.35 m/s และ 5.50 m/s และอัตราการป้อนที่ 4.0 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	48.83	49.25	50.60	49.56
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	36.35	36.18	36.32	36.28
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	28.49	28.20	28.06	28.25
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	7.86	7.98	8.26	8.03
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	1.23	1.36	2.54	1.71
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	10.12	10.54	9.57	10.08
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	1.08	1.13	2.14	1.45
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	11.20	11.67	11.71	11.53
ประสิทธิภาพการสีข้าว	95.66	94.40	92.24	94.10
ประสิทธิภาพการคัดแกลบ	93.42	96.47	85.26	91.72
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	21.62	22.06	22.74	22.14
ผลรวม	48.78	49.21	50.57	49.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 3.35 m/s และ 5.50 m/s และอัตราการป้อนที่ 5.2 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	50.30	49.92	49.41	49.88
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	36.33	36.21	36.24	36.26
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	28.09	27.85	28.28	28.07
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	8.24	8.36	7.96	8.19
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	2.13	2.30	1.79	2.07
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	8.57	8.05	9.87	8.83
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	3.21	3.31	1.46	2.66
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	11.78	11.36	11.33	11.49
ประสิทธิภาพการสีข้าว	92.82	93.21	94.26	93.43
ประสิทธิภาพการคัดแกลบ	76.80	72.69	90.05	79.85
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	22.68	23.09	21.96	22.58
ผลรวม	50.24	49.87	49.36	49.82

ทดสอบที่ความเร็วเชิงเส้นที่ 3.35 m/s และ 5.50 m/s และอัตราการป้อนที่ 7.7 kg/hr

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น.น.ของข้าวเปลือกก่อนทดสอบ(g.)	48.74	51.13	50.24	50.04
น.น.ของข้าวกล้องหลังทดสอบ(g.)	35.64	36.64	36.37	36.22
น.น.ของข้าวกล้องเต็มเมล็ด(g.)	27.28	28.02	28.13	27.81
น.น.ของข้าวกล้องที่หัก(g.)	8.36	8.62	8.24	8.41
น.น.ของข้าวเปลือกหลังทดสอบ(g.)	1.54	2.32	2.38	2.08
น.น.ของแกลบที่แยกออกมาได้(g.)	8.25	8.06	8.56	8.29
น.น.ของแกลบที่ปนมากับข้าวกล้อง(g.)	3.26	4.05	2.87	3.39
น.น.ของแกลบทั้งหมด(g.)	11.51	12.11	11.43	11.68
ประสิทธิภาพการสีข้าว	93.97	92.09	93.03	93.03
ประสิทธิภาพการคัดแกลบ	76.30	71.06	76.80	74.72
เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	23.46	23.53	22.66	23.21
ผลรวม	48.69	51.07	50.18	49.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดสอบเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก

ตอนที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของการป้อน(ประสิทธิภาพการกะเทาะ)

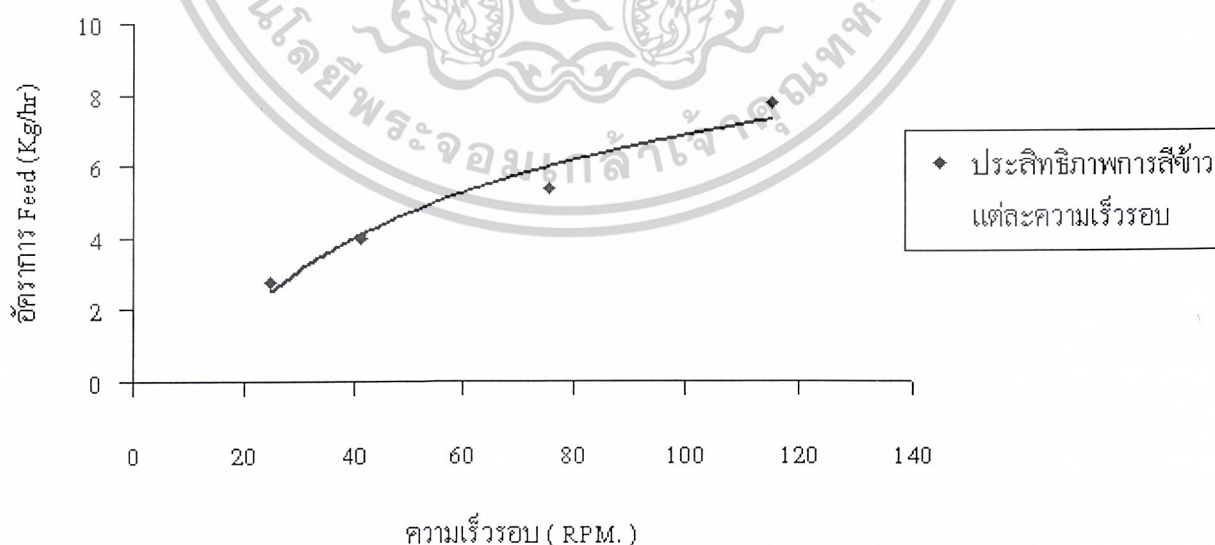
1. นำข้าวเปลือกที่วัดความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้นมาชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลให้มีน้ำหนักประมาณ 500 กรัม จำนวน 12 ถุง
2. นำข้าวเปลือกแต่ละถุงที่เตรียมไว้มาทดสอบกะเทาะเปลือกข้าว ด้วยเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก
3. ทำการจับเวลาตั้งแต่เครื่องสีข้าวเริ่มการกะเทาะจนข้าวเปลือกกะเทาะจนหมด
4. จดบันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผลการทดลอง
5. จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้มาประมวลผลและสรุปผล

ผลการทดลอง

ตารางแสดงประสิทธิภาพของการป้อน(ประสิทธิภาพการกะเทาะ)

น้ำหนักของข้าวเปลือก (kg.)	0.545	0.521	0.519	0.425
ความเร็วรอบของการป้อน (rpm.)	24.85	41.09	75.32	115.16
เวลาการกะเทาะ (min.)	711	472	348	197
อัตราการป้อน (kg./hr.)	2.759	3.974	5.369	7.766

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับความเร็วยรอบของชุด Feed (ประสิทธิภาพการสีข้าว)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดสอบเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก

ตอนที่ 3 การทดสอบหาค่าคงที่ของข้าวกล้องและแกลบ

1. นับเมล็ดข้าวเปลือก 100 เมล็ด จำนวน 3 ชุด
2. นับเมล็ดข้าวที่แกะเปลือกออกโดยใช้มือขนาดเต็มเมล็ด 100 เมล็ด จำนวน 3 ชุด
3. ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล
4. จัดบันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผลการทดลอง
5. นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณและวิเคราะห์ผล

ผลการทดลอง

ตารางหาค่าคงที่ของข้าวกล้องและแกลบ

น้ำหนักของข้าวเปลือก 100 เมล็ด	น้ำหนักของข้าวกล้อง 100 เมล็ด	
2.836	2.200	
2.831	2.204	
2.824	2.202	
2.830	2.202	ค่าเฉลี่ย

การคำนวณ

$$\begin{aligned} \text{หาค่าคงที่ของข้าวเปลือก} &= 2.202/2.830 \\ &= 0.778 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หาค่าคงที่ของแกลบ} &= (2.830-2.202)/2.830 \\ &= 0.222 \end{aligned}$$

การทดสอบหาความเร็วลมที่เหมาะสมการแยกแกลบ

ตอนที่ 4 การหาความเร็วลมที่ดีที่สุดในการดูแกลบ

1. ทดสอบหาความเร็วลมที่เหมาะสมสำหรับการดูแกลบ โดยชั่งข้าวเปลือกหนักประมาณ 50 กรัม จำนวน 9 ชุด
2. นำข้าวเปลือกที่ชั่งแล้วนำมากะเทาะโดยแบ่งทดสอบเป็น 3 ความเร็วลม ดังนี้คือ ความเร็วลมที่ปิดช่องลมหมด ความเร็วลมที่เปิดช่องลมครึ่งหนึ่ง และความเร็วที่เปิดช่องลมเต็มที่
3. ทดลองกะเทาะและดูแกลบด้วยความเร็วที่กำหนดครั้งละ 3 ซ้ำ
4. จัดบันทึกผลการทดลองและสรุปผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบหาความเร็วลมที่ดีที่สุดในการดูดแกลบ

ทดสอบที่ความเร็วลม = 6.75 m/s

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
น.น.ข้าวเปลือก (g.)	50.06	50.90	49.87	50.28
น.น.ของแกลบที่ดูดออกมาได้ (g)	10.01	9.95	9.68	9.88
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	90.14	88.12	87.50	88.58

ทดสอบที่ความเร็วลม = 7.49 m/s

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
น.น.ข้าวเปลือก (g.)	49.98	50.02	49.87	49.96
น.น.ของแกลบที่ดูดออกมาได้ (g)	9.91	9.89	10.14	9.98
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	89.38	89.13	91.66	90.05

ทดสอบที่ความเร็วลม = 8.75 m/s

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
น.น.ข้าวเปลือก (g.)	50.11	50.03	49.97	50.04
น.น.ของแกลบที่ดูดออกมาได้ (g)	10.05	9.82	9.84	9.90
ประสิทธิภาพการดูดแกลบ	90.41	88.48	88.77	89.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องสี่ขาขนาดเล็กนี้จะไม่ประสบความสำเร็จไปได้เลยหากไม่ได้ความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายๆ ท่านที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณ

อ.พิชิต กิตตินนท์, อ.สุตาภัทร แคว้นเขามิ่ง, ผศ. จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์, อาจารย์วสุ อุดมเพทายกุล, อาจารย์สัญญาลักษณ์ กิ่งทอง ที่ให้ความรู้ ข้อมูลคำแนะนำแนวทางในการทำโครงการ และคำปรึกษาในการดำเนินงานตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ

อาจารย์ปรีชานันท์ ศรีแก้ว ที่คอยให้กำลังใจในการทำงาน เพื่อน โตะ, เต็ง, หมู, งา ที่ช่วยทำเครื่องมาโดยตลอด เพื่อนๆ และน้องๆ ที่เป็นกำลังใจให้กันตลอดมา ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเกษตร ที่ผู้ทำโครงการศึกษามาตลอด 4 ปีการศึกษา ทำได้ดีสุดขอกล่าวขอบคุณแต่กำลังใจ และความรักที่ให้มาจากสมาชิกในครอบครัว ความห่วงใยและการช่วยเหลืออย่างต่อเนื่องตลอดการศึกษาของผู้ทำโครงการ

ผู้จัดทำ

เอกสารอ้างอิง

1. กรศิลป์ เก่งเขตร , สิตาพร สายแสงจันทร์ และสุชาติ ศรีไวพจน์ , “ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2541 เรื่องเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก (MINI BROWN RICE HUSKER)” , ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. กิตติ พิทักษ์วีรกุล , บัญชร นามธรรม และ ไพฑูรย์ ดอกไม้ศรีจันทร์ , “ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2530 เรื่องเครื่องกะเทาะเมล็ดข้าวขนาดเล็ก (MINI RICE HUSKER)” , ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. น้ำฝน คีตะจิตต์ , “วิทยานิพนธ์ ปีการศึกษา 2541 เรื่องการยืดอายุการเก็บรักษาข้าวกล้องเพื่อวางจำหน่ายด้วยเทคนิคไอแอลกอฮอล์ร่วมกับการบรรจุ” , สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. ปานมนัส ศิริสมบุญ , “วิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ (1A 315 Material Handling Engineering) เล่ม 2 (บทที่ 9-12)” , ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2540
5. ปานมนัส ศิริสมบุญ , พิมเพ็ญ พรเฉลิมวงศ์ และสาทิป รัตนภาสกร , “สมบัติทางกายภาพและวิศวกรรมของซีวีวัสดุ” , ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2538
6. มณฑารพรรณี แจ็งเอี่ยม , รังสรรค์ จุฑารัตน์ภิรมย์ , วิทยา อภิชาติ พงศ์ชัย , สายใจ ชื่นอร่าม , “ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2542 เรื่องเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน (BROWN RICE HUSKER MACHINE FOR FAMILY)” ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้