สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน

BROWN RICE HUSKER MACHINE FOR FAMILY

โดย

นายมณฑวรรธน์ แจ้งเอี่ยม

นายรังสรรค์ จุฑารัตน์ภิรมย์

นายวิทยา อภิชิตพงศ์ชัย

นางสาวสายใจ ชื่นอร่าม

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 36737
วัน, เดือน, ปี 28 ส.ค. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2542

ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน

ผู้จัดทำ

นายมณฑวรรธน์	แจ้งเอี่ยม
นายรังสรรค์	จุฑารัตน์ภิรมย์
นายวิทยา	อภิชิตพงศ์ชัย
นางสาวสายใจ	ชื่นอร่าม

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. พิชิต กิตตินนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. เกรียงศักดิ์ สุวรรณโพธิ์ศรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน

นายมณฑวรรธน์	แจ้งเอี่ยม	
นายรังสรรค์	จุฑารัตน์ภิรมย์	
นายวิทยา	อภิชิตพงศ์ชัย	
นางสาวสายใจ	ชื่นอร่าม	
อาจารย์พิชิต	กิตตินนท์	อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ. เกรียงศักดิ์	สุวรรณโพธิ์ศรี	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2542		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาออกแบบและสร้างเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กสำหรับใช้งานในครัวเรือน ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนกะเทาะเปลือกข้าวและส่วนคัดแยกแกลบออกโดยลม หลักการทำงานคือ ข้าวเปลือกจะถูกนำมาใส่ยังถัง (Hopper) ที่อยู่บนเครื่อง แล้วไหลผ่านลิ้นช่องว่างที่ปรับได้ ตกลงผ่านลูกกลิ้งควบคุมการไหล แล้วจะทำการกะเทาะเปลือกข้าวโดยผ่านลูกกลิ้งยาง 2 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยลูกยาง 2 ลูก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว หมุนด้วยความเร็วรอบที่ไม่เท่ากันหมุนในทิศทางตรงกันข้ามกัน ซึ่งจากการคำนวณความเร็วรอบของลูกยางลูกที่หมุนช้าเท่ากับ 525 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของลูกยางลูกที่หมุนเร็วเท่ากับ 900 รอบต่อนาที ลูกยางชุดแรกจะทำการกะเทาะเปลือกข้าวได้เพียงบางส่วนเท่านั้น โดยยังมีข้าวเปลือกเหลืออยู่หลังจากกะเทาะเปลือกแล้ว แกลบจะถูกดูดออกทางช่องลมดูดทางด้านหลัง ข้าวจากลูกยางชุดบนจะไหลผ่านแผ่นขั้นบันไดชลอการไหลลงสู่ลูกยางชุดที่ 2 เพื่อทำการกะเทาะข้าวเปลือกส่วนที่เหลือจากนั้นก็จะดูดแกลบออกไปอีกครั้งหนึ่ง ส่วนข้าวกล้องที่ได้จะไหลลงสู่ทางด้านล่างของเครื่อง ส่วนชุดคัดแยกแกลบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 คือ ส่วนโบล์วเวอร์ (Blower) โดยจากการคำนวณความเร็วรอบของใบพัดเท่ากับ 2700 รอบต่อนาที ซึ่งในส่วนนี้จะทำการดูดแกลบออกมาพร้อมกับลมและเป่าลมเข้าสู่ส่วนที่ 2 คือ ส่วนของไซโคลน (Cyclone) ซึ่งเป็นส่วนที่ทำการคัดแยกแกลบออกจากลม แกลบจะร่วงลงสู่ทางด้านล่าง ลมจะลอยออกทางด้านบน ซึ่งผลการทดสอบได้อัตราการกะเทาะ 0.127 กิโลกรัมต่อนาที และประสิทธิภาพการกะเทาะเป็นร้อยละ 95.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BROWN RICE HUSKER MACHINE FOR FAMILY

MONTAWAT JANGAHEM
RUNGSAN JUTARATPIROME
WITTHAYA APICHITPONGCHAI
SAIJAI CHUENARAM
PICHIT KITTINON ADVISOR
KRIENGSUKDI SUWANPOSRI ASSOCIATED ADVISOR
1999

ABSTRACT

This project is about designing and building a mini brown rice husker machine for family. It had two components the first component was to husk and the second component was to separate husk by air. Principle of working is the paddy brings take in hopper and the paddy flow in the fine space, pass roller flow control. The mini brown rice husker machine was husked by to groups of rubbers, each group had a pair of 4 inches-rubbers that were rotated which different velocity. The slower rubber was rotated at 525 rpm and the faster one was rotated at 900 rpm. The first rubber group was husked rice partially, then husk and air are sucked to the filter unit, and paddy from the first rubber group passed through the slice to the rubbers group to husk the final part of the rice. After that husk and air was sucked again and the brown rice dropped to below husker. The second component was to separate husk, had two parts. The first part is blower. The blower sucked husk and sent to the second part. The second part is cyclone. Cyclone separate husk and air, with husk suddenly dropped to below husker and air flowed to the top of cyclone. The first component is blower, which was rotated at 2700 rpm by calculation. Husk was sucked with in this component and blew to the cyclone, which is the second component separated husk and air. Husk moved downward and air moved upward to the top of cyclone. From experimentation found that husking rate 0.127 kg/min and husking efficiency 95.3%.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญรูปภาพ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 การกะเทาะข้าวเปลือก	1
1.2 ที่มาของการศึกษาโครงงานนี้	2
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.4 ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสารและแหล่งข้อมูล	3
2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของข้าวกล้อง	3
2.2 การเสื่อมเสียของข้าวกล้อง	5
2.3 ความชื้นของข้าวกล้องและอุณหภูมิในการเก็บรักษา	5
2.4 จุลินทรีย์และไข่แมลงที่มีอยู่ในข้าวกล้อง	6
บทที่ 3 หลักการและทฤษฎีการคำนวณ	8
3.1 กระบวนการในการสีข้าว	8
3.2 หลักการทำงานของเครื่องกะเทาะแบบลูกยาง	10
3.3 หลักการทำงานของเครื่องที่ออกแบบ	13
3.4 หลักการทำงานของเครื่องสีข้าวชนิดต่างๆ	15
3.5 ทฤษฎีการคำนวณ	17
บทที่ 4 การคำนวณและการสร้าง	21
4.1 การออกแบบถังใส่ข้าวเปลือก (Hopper)	21
4.2 การออกแบบแผงหลัง	26
4.3 การออกแบบแผงหน้า	36
4.4 การออกแบบโบล์วเวอร์ (Blower)	37
4.5 การออกแบบไซโคลน (Cyclone)	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 การทดสอบและผลการทดสอบ	52
5.1 การทดสอบกะเทาะเปลือกข้าวด้วยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน	52
5.2 การวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนใช้ในขณะทำงาน	66
5.3 การวัดปริมาณความเข้มเสียงขณะเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนทำงาน	66
5.4 ผลการวัดความเร็วลมที่จุดต่างๆ	67
บทที่ 6 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	68
6.1 วิเคราะห์ผลการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน	68
6.2 สรุปผลการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน	69
6.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางปรับปรุง	70
บทที่ 7 การประเมินราคา	71
ภาคผนวก	73
ภาคผนวก ก. แสดงแบบและภาพจริงของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน	74
ภาคผนวก ข. โรงสีข้าวระบบใหม่และระบบเก่า	82
ภาคผนวก ค. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน ของข้าวขาวดอกมะลิ105 ในระหว่างการเก็บรักษา	88
ภาคผนวก ง. แสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของ เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก (โครงงานฯ ปี 2541)	104
กิตติกรรมประกาศ	105
เอกสารอ้างอิง	106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของเมล็ดข้าว	3
รูปที่ 2.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันอิสระในข้าวกล้องเมื่อความชื้นในเมล็ดข้าวมีมากขึ้น และเมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิต่างกัน	6
รูปที่ 3.1 กรรมวิธีของการสีข้าว	9
รูปที่ 3.2 Dehusking principle of rubble roll huller.	12
รูปที่ 3.3 Unevenly worn and damaged surface of rubber roller as a result of unequal distribution of the paddy.	12
รูปที่ 3.4 Relation between durability of rubber roll and age.	12
รูปที่ 3.5 ลักษณะการไหลของวัสดุเม็ดออกจากถัง	18
รูปที่ 3.6 ความสัมพันธ์ของรูปแบบการไหล กับความเสียดทานของวัสดุกับผนังและมุมเอียงของถังบรรจุ	19
รูปที่ 4.1 แสดงขนาดของถังใส่ข้าวเปลือก	23
รูปที่ 4.2 แสดงแบบถังใส่ข้าวเปลือก	24
รูปที่ 4.3 แสดงภาพจริงของถังใส่ข้าวเปลือก	25
รูปที่ 4.4 แสดงขนาดของแผงหลัง	31
รูปที่ 4.5 แสดงแบบของแผงหลัง	32
รูปที่ 4.6 แสดงแบบด้านข้างของแผงหลัง	33
รูปที่ 4.7 แสดงแบบไอโซเมติกของแผงหลัง	34
รูปที่ 4.8 แสดงแบบของแผ่นแผงหลัง	35
รูปที่ 4.9 แสดงแบบแผงหน้า	36
รูปที่ 4.10 แสดงขนาดด้านหน้าของโบล์วเวอร์	37
รูปที่ 4.11 แสดงขนาดด้านข้างของโบล์วเวอร์	38
รูปที่ 4.12 แสดงแบบด้านหน้าของโบล์วเวอร์	39
รูปที่ 4.13 แสดงแบบด้านข้างของโบล์วเวอร์	40
รูปที่ 4.14 แสดงแบบไอโซเมติกของโบล์วเวอร์	41
รูปที่ 4.15 แสดงขนาดใบพัด 1 ใบ ของโบล์วเวอร์	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 4.16 แสดงขนาดใบพัดของโบล์วเวอร์	43
รูปที่ 4.17 แสดงแบบใบพัดของโบล์วเวอร์	44
รูปที่ 4.18 แสดงภาพจริงของโบล์วเวอร์	45
รูปที่ 4.19 แสดงขนาดด้านบนของไซโคลน	48
รูปที่ 4.20 แสดงขนาดด้านหน้าของไซโคลน	49
รูปที่ 4.21 แสดงแบบของไซโคลน	50
รูปที่ 4.22 แสดงภาพจริงของไซโคลน	51
รูปที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องฯ เมื่อใช้ข้าวเปลือกที่มีความชื้น 13-13.9% กับ 14-15%	57
รูปที่ 5.2 กราฟแสดงค่าร้อยละโดยมวลของผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือก พันธุ์ขาวดอกมะลิ ความชื้น 13-13.9%	59
รูปที่ 5.3 กราฟแสดงค่าร้อยละโดยมวลของผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือก พันธุ์ขาวดอกมะลิ ความชื้น 14-15%	59
รูปที่ 5.4 กราฟแสดงค่าร้อยละโดยมวลของผลที่ได้จากการกะเทาะเปลือกข้าวเหนียว ความชื้น 13-13.9%	59
รูปที่ 5.5 กราฟแสดงค่าร้อยละโดยมวลของผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือก โดยใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลข้าวเปลือกแบบ 3 ร่อง ความกว้างร่อง 6 มม.	63
รูปที่ 5.6 กราฟแสดงค่าร้อยละโดยมวลของผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือก โดยใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลข้าวเปลือกแบบ 6 ร่อง ความกว้างร่อง 6 มม.	63
รูปที่ 5.7 กราฟแสดงค่าร้อยละโดยมวลของผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือก โดยใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลข้าวเปลือกแบบ 6 ร่อง ความกว้างร่อง 10 มม.	63
รูปที่ 5.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการสีข้าวด้วยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลแบบต่างๆ	64
รูปที่ 5.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการสีข้าวด้วยเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก (โครงงานฯ ปี 2541) กับ เครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน (โครงงานฯ ปี 2542)	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ ก.1 แสดงแบบไอโซเมติกด้านหน้าที่ทำการ Render	74
รูปที่ ก.2 แสดงแบบไอโซเมติกด้านหน้า	75
รูปที่ ก.3 แสดงแบบไอโซเมติกด้านหลังที่ทำการ Render	76
รูปที่ ก.4 แสดงแบบไอโซเมติกด้านหลัง	77
รูปที่ ก.5 แสดงภาพจริงของเครื่องสีข้าวกล้อง	78
รูปที่ ก.6 แสดงภาพจริงด้านหน้า และด้านหลังของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน	79
รูปที่ ก.7 แสดงภาพจริงด้านข้างซ้าย ของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน	80
รูปที่ ก.8 แสดงภาพจริงด้านข้างขวา ของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน	81
รูปที่ ก.9 แสดงภาพจริงด้านบน ของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องเปรียบเทียบกับข้าวขัดขาว	4
ตารางที่ 4.1 สรุปผลการคำนวณ และออกแบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูเล่ย์	30
ตารางที่ 5.1 แสดงผลการทดสอบกะเทาะเปลือกข้าวโดยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ ความชื้น 13-13.9%	55
ตารางที่ 5.2 แสดงผลการทดสอบกะเทาะเปลือกข้าวโดยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ ความชื้น 14-15%	55
ตารางที่ 5.3 แสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ ความชื้น 13-13.9%	56
ตารางที่ 5.4 แสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ ความชื้น 14-15%	56
ตารางที่ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ ที่ความชื้น 13-13.9% กับ 14-15%	57
ตารางที่ 5.6 แสดงผลการทดสอบกะเทาะเปลือกข้าวโดยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ข้าวเหนียว ความชื้น 13.5-14%	58
ตารางที่ 5.7 แสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ข้าวเหนียว ความชื้น 13.5-14%	58
ตารางที่ 5.8 แสดงผลการทดสอบกะเทาะเปลือกข้าวโดยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลข้าวเปลือกแบบ 3 ร่อง ความกว้างร่อง 6 มม.	60
ตารางที่ 5.9 แสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลข้าวเปลือกแบบ 3 ร่อง ความกว้างร่อง 6 มม.	60
ตารางที่ 5.10 แสดงผลการทดสอบกะเทาะเปลือกข้าวโดยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลข้าวเปลือกแบบ 6 ร่อง ความกว้างร่อง 6 มม.	61
ตารางที่ 5.11 แสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลข้าวเปลือกแบบ 6 ร่อง ความกว้างร่อง 6 มม.	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

ตารางที่ 5.12 แสดงผลการทดสอบกะเทาะเปลือกข้าวโดยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลข้าวเปลือกแบบ 6 ร่อง ความกว้างร่อง 10 มม. 62

ตารางที่ 5.13 แสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลข้าวเปลือกแบบ 6 ร่อง ความกว้างร่อง 10 มม. 62

ตารางที่ 5.14 ผลการวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนใช้ในขณะทำงาน 66

ตารางที่ 5.15 ผลการวัดปริมาณความเข้มเสียงขณะที่เครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนทำงาน 66

ตารางที่ 6.1 แสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน (โครงงานฯ ปี 2542) 69

ตารางที่ ง.1 แสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก (โครงงานฯ ปี 2541) 104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 การกะเทาะข้าวเปลือก (Hulling)

จุดประสงค์ของเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก คือ การเอาแกลบออกจากข้าวเปลือก โดยมีการเสียหายต่อชั้นของรำให้น้อยที่สุด และถ้าเป็นไปได้ไม่มีการทำให้ข้าวกล้องหัก

เนื่องจากโครงสร้างของข้าวเปลือกจำเป็นต้องใส่แรงเสียดทานให้กับผิวเมล็ดข้าวเพื่อจะเอาแกลบออกจากเมล็ด ดังนั้นเปอร์เซ็นต์การแตกหักจึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ อย่างไรก็ตามต้องมีการหลีกเลี่ยงการแตกหักให้มากที่สุด ดังนั้นการสร้างเครื่องมือ การเที่ยงตรงของเครื่องมือ การบำรุงรักษา การปรับแต่ง และทิศทางการทำงานสามารถปรับการทำงานให้ได้ลักษณะการทำงานสูงสุด มีประสิทธิการกะเทาะ และข้าวเต็มเมล็ดสูงสุด อย่างไรก็ตาม ถ้าเมล็ดถูกทำเสียหายมาจากแปลงเพาะปลูก เช่น การแตกหักเนื่องจากแสงแดด การแตกหักระหว่างขบวนการสีข้าว จึงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้

เนื่องจากการปรับแต่งเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกขึ้นกับพันธุ์ที่นำมาผ่านขบวนการดังนั้นเมล็ดข้าวจะต้องมีความสม่ำเสมอเพื่อจะให้ได้ลักษณะการทำงานสูงสุด อย่างไรก็ตามในสภาพแวดล้อมทั่ว ๆ ไป ข้าวพันธุ์บริสุทธิ์จะหายาก ดังนั้นข้าวพันธุ์ผสมจะมีส่วนทำให้ขบวนการกะเทาะด้อยประสิทธิภาพลง ผลกระทบทางลบในการกะเทาะของข้าวพันธุ์ผสมสามารถหลีกเลี่ยงได้โดยการคัดเกรดข้าวก่อนการกะเทาะ หรือสามารถลดผลกระทบได้โดยการจัดระบบการไหลของเมล็ดข้าวในระบบสีข้าว

เครื่องมือที่ใช้ในการกะเทาะข้าวเปลือกแบบธรรมดาทั่ว ๆ ไป จะเป็นแบบเครื่องกะเทาะแบบจานกลม (disc hula) และเครื่องกะเทาะลูกยาง (rubber roll hula) เครื่องกะเทาะแบบจานกลมเป็นแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุด ส่วนแบบลูกยางกำลังจะเป็นที่นิยมใช้กันในปัจจุบันเพิ่งเผยแพร่หลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2

การเรียกชื่อเครื่องกะเทาะมีอยู่หลายชื่อ เช่น sheller , hula , dehusker , husker และ hulling mill ส่วนใหญ่จะเรียกว่า " hula " เครื่องกะเทาะเครื่องหนึ่งมีประสิทธิภาพการทำงานโดยไม่เกี่ยวข้องกับความสามารถการทำงานแต่เกี่ยวกับลักษณะการทำงานในฐานะเครื่องกะเทาะ ประสิทธิภาพการกะเทาะคือ เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดที่ถูกกะเทาะจริง ๆ โดยมีการแตกหักน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ที่มาของการศึกษาโครงงานนี้

เนื่องจากต้องการเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก ที่มีประสิทธิภาพการทำงานสูงเพื่อไว้ใช้ในครัวเรือนได้สะดวก เพื่อให้ผู้บริโภคมีข้าวกล้องที่ใหม่ไม่มีกลิ่นเหม็นหืน เมื่อหุงแล้วไม่แข็ง นุ่ม เป็นที่นิยมบริโภคไว้ใช้ได้เอง เนื่องจากข้าวกล้องที่ซื้อขายตามท้องตลาดเป็นข้าวกล้องที่เก่าเก็บไว้นานจะมีกลิ่นเหม็นหืน เมื่อหุงแล้วแข็ง รับประทานไม่อร่อย

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.3.1 เพื่อพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กให้มีประสิทธิภาพสูง และเหมาะสำหรับการใช้งานในครัวเรือนได้สะดวก

1.3.2 ปรับปรุงการทำงานของชุดแยกแกลบออกจากข้าวกล้อง ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

1.3.3 สร้างชุดป้อนข้าวเปลือก เพื่อใช้ในการควบคุมปริมาณการไหลของข้าวเปลือกให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง

1.4 ขอบเขตโครงงาน

1.4.1 ออกแบบและทำการสร้างเครื่องกะเทาะข้าวกล้องขนาดเล็ก สำหรับใช้งานในครัวเรือนได้สะดวก

1.4.2 ออกแบบและทำการสร้างชุดคัดแยก ซึ่งประกอบด้วยโบล์วเวอร์ใช้ในการแยกแกลบออกจากข้าวกล้อง และไซโคลนใช้ในการแยกแกลบกับลม

1.4.3 ออกแบบและทำการสร้างชุดป้อนข้าวเปลือก เพื่อใช้ในการกำหนดปริมาณการไหลของข้าวเปลือกให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง

1.4.4 ทำการทดสอบเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนที่ทำการสร้าง และปรับปรุงแก้ไข

1.4.5 สรุปผลการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ตรวจเอกสารและแหล่งข้อมูล

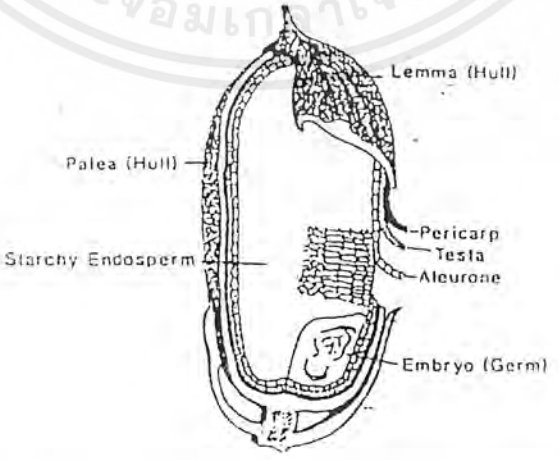
ข้าวกล้อง

ข้าวกล้อง หมายถึง ข้าวที่ได้จากการนำข้าวเปลือกมาขัดสีเพียงเพื่อกะเทาะเปลือกออก

2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของข้าวกล้อง

ข้าวกล้องประกอบด้วย

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



ภาพที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของเมล็ดข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องเปรียบเทียบกับข้าวขัดขาว (ต่อน้ำหนัก 100 กรัม)

สารอาหาร	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร(ข้าวขัดขาว)
โปรตีน	6.7	6.7
ไขมัน	2.8	1.0
คาร์โบไฮเดรต	81.3	79.3
ใยอาหาร	3.8	2.2
วิตามินอี	0.8	0.10
วิตามินบีหนึ่ง	0.59	0.08
วิตามินบีสอง	0.07	0.02
ไนอาซิน	5.3	1.5

ที่มา : Holland, B.,Unwin,I.D. and Buss,D.H.(1988 :145 p.)

จากตารางที่ 2.1 พบว่าข้าวกล้องมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวขัดขาวมากทางด้านของไขมัน ใยอาหาร วิตามินอี วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง และไนอาซิน ซึ่งล้วนแต่มีประโยชน์สำหรับร่างกาย จากข้อมูลจากนักวิจัยและนักโภชนาการได้ทำการศึกษาพอสรุปถึงคุณประโยชน์ได้ดังนี้

ใยอาหาร เป็นส่วนที่ช่วยในด้านระบบขับถ่ายและการย่อยอาหาร พบว่าผู้ที่รับประทานใยอาหารมากจะช่วยลดอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆทางโภชนาการ เช่น โรคอ้วน โรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ โรคไขมันในเลือดสูง โรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด รวมทั้งโรคเบาหวาน

วิตามินอี เป็นสาร antioxidant และ free radical scavenger ให้กับระบบร่างกาย

วิตามินบีหนึ่ง เป็นสารที่ช่วยทำให้ระบบการย่อยและการดูดซึมคาร์โบไฮเดรตเป็นไปอย่างปกติและช่วยป้องกันโรคเหน็บชา

วิตามินบีสอง เป็นสารที่ช่วยทำให้ระบบการย่อยและการดูดซึม โดยอยู่ในรูปของโคเอนไซม์ FAD และFMN

ไนอาซิน เป็นสารที่ช่วยทำให้ระบบการย่อย และการดูดซึมโดยอยู่ในรูปของโคเอนไซม์ NAD และNADP

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 2.1 พบว่าในข้าวกล้องจะมีปริมาณไขมันสูงกว่าข้าวขัดขาวและปริมาณไขมันสูงนี้เองที่มีผลทำให้อายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากเกิดการเสื่อมเสีย มีกลิ่นเหม็นหืนเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การเสื่อมเสียของข้าวกล้อง

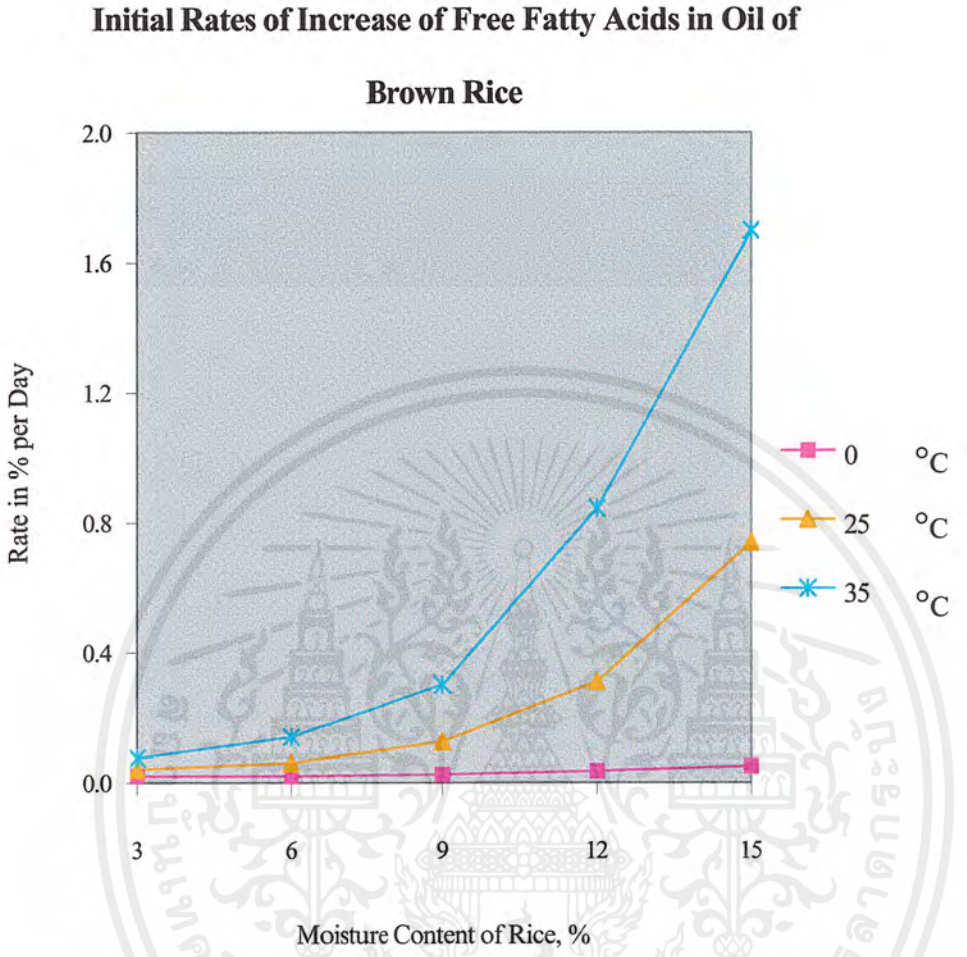
การเสื่อมเสียของข้าวกล้องมักสังเกตุจากการที่ข้าวกล้องมีกลิ่นเหม็นหืนเกิดขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดข้าวกล้องจะมีปริมาณไขมันสูง ซึ่งเมื่อเก็บรักษาไว้ระยะเวลาหนึ่ง ไขมันในข้าวกล้องจะเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายไขมัน (Lipolytic Hydrolysis) และเกิดการออกซิไดส์ด้วยออกซิเจนในอากาศ (Oxidation) ซึ่งทำให้เสื่อมเสียได้เร็ว โดยไขมันในข้าวจะถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์ไลเปสเพื่อเปลี่ยนเป็นกรดไขมันอิสระ จากนั้นกรดไขมันอิสระจะถูกออกซิไดส์โดยมีเอนไซม์ไลปอกซีจีเนสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเกิดเป็นสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ หรือเมื่อได้รับแสงหรือสัมผัสกับออกซิเจน ไขมันจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (AutoOxidation) เกิดสารเปอร์ออกไซด์ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระ (peroxide free radical) ซึ่งจะไม่เสถียรจึงเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องเป็นสารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ และเกิดปฏิกิริยาแบบลูกโซ่ จนสุดท้ายข้าวกล้องจะเกิดการเหม็นหืน

2.3 ความชื้นของข้าวกล้องและอุณหภูมิในการเก็บรักษา

ความชื้นที่มีในข้าวกล้องขึ้นอยู่กับคามชื้นที่มีในเมล็ดข้าวกล้องและความชื้นในอากาศซึ่งปริมาณความชื้นสามารถเปลี่ยนไปได้และมีผลต่ออายุการเก็บของข้าว โดยน้ำเป็นตัวทำให้ลักษณะทางกายภาพเปลี่ยนไป และเป็นตัวกลางในการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีและช่วยให้เอนไซม์ที่มีอยู่ในข้าวทำงานได้ดีขึ้น ทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสของกลีเซอไรด์ซึ่งเป็นไขมันในข้าวกล้องเกิดเป็นกรดไขมันอิสระ ส่งผลให้เกิดการเหม็นหืน โดยพบว่าอัตราการเกิดกรดไขมันอิสระของข้าวจะสูงขึ้น เมื่อความชื้นในเมล็ดข้าวมีมากขึ้นหรือที่ความชื้นสัมพัทธ์สูง (Hunter, Houston and Kester, 1951) นอกจากนี้น้ำยังเป็นปัจจัยที่ช่วยทำให้จุลินทรีย์เจริญด้วย (Loeb and Mayne, 1952)

สำหรับอุณหภูมิยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีของเอนไซม์ที่มีอยู่ในข้าวกล้อง โดยที่สภาวะอุณหภูมิที่เหมาะสมจะเป็นปัจจัยที่ช่วยให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตด้วย พบว่าการเก็บรักษาข้าวในอุณหภูมิที่ต่างกันจะมีผลต่อการเกิดกรดไขมันอิสระที่ต่างกัน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง มีผลทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มมากขึ้น เมื่อเก็บรักษาข้าวกล้องไว้ในระยะเวลาหนึ่ง (Hunter, Houston and Kester, 1951) และพบว่าการเก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่ำ ข้าวกล้องจะมีการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรส ปริมาณของกรดไขมันอิสระและ conjugation diene hydroperoxide น้อยและจะเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิการเก็บรักษาสูงขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันอิสระในข้าวกล้องเมื่อความชื้นในเมล็ดข้าวมีมากขึ้นและเมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิต่างกัน

2.4 จุลินทรีย์และไข่แมลงที่มีอยู่ในข้าวกล้อง

ปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวโดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตเอนไซม์ไลเปส จะเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสในเมล็ดข้าว Delueca and Ory (1987) ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยการเจริญของจุลินทรีย์บนเมล็ดข้าวพบว่า การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการได้แก่ ความชื้นและอุณหภูมิของข้าวที่เก็บรักษาโดยความชื้นที่เหมาะสมคือ 14-20% และอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญคือ 30-34°C สารอาหารที่เหมาะสมแก่การเจริญ ระยะเวลาการเก็บรักษาข้าว ระดับของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในข้าวตั้งแต่เริ่มเก็บเกี่ยว ปริมาณของสิ่งเจือปนที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในข้าวรวมถึงไข่แมลง นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อคุณภาพข้าวในการเก็บรักษา โดยทำการศึกษาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้น ความชื้นสัมพัทธ์ที่สภาวะต่างกันพบว่ามีอิทธิพลต่อคุณภาพการหุงต้ม กลิ่น การเกิดกรดไขมันอิสระและสีของข้าว โดยนำเมล็ดข้าวเริ่มต้นที่ปราศจากจุลินทรีย์ปนเปื้อนมาเก็บรักษาในสภาวะความชื้นและอุณหภูมิที่ปลอดภัยต่อการเจริญของจุลินทรีย์ พบว่าสามารถเก็บรักษาข้าวได้เป็นเวลาหลายเดือน Araullo (1986) กล่าวว่าการทำให้ข้าวแห้งก่อนเก็บรักษา ควบคุมปริมาณความชื้นและอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาให้ต่ำจะสามารถลดการทำลายจุลินทรีย์ได้ รวมทั้งสถานที่เก็บต้องสะอาดโดยเฉพาะแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้หรือแถบบริเวณร้อนชื้น จำเป็นมากที่จะต้องเก็บข้าวไว้ในบริเวณที่แห้งและปลอดภัยภายหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ (Chistiansen and Kanman , 1969) ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่าการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นก่อนเก็บรักษาและทำการควบคุมสภาวะต่างๆที่เหมาะสมแก่การเจริญของจุลินทรีย์ซึ่งได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ก็จะสามารถควบคุมคุณภาพของข้าวกล้องและข้าวที่ขัดสีใหม่เพื่อให้มีอายุการเก็บรักษานานมากขึ้น

จากการศึกษาพบว่าถ้าจำเป็นต้องเก็บข้าวกล้องไว้เป็นเวลานาน วิธีการที่เหมาะสมในการเก็บรักษาข้าวกล้องคือ การรมไอแอลกอฮอล์จากสารละลายเอทธานอล 50% บนข้าวกล้องเป็นระยะเวลา 5, 10 หรือ 15 นาที บรรจุในถุงโพลีโพรพิลีน (PP) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20°C ในสภาวะดังกล่าวนี้จึงจะสามารถเก็บรักษาข้าวกล้องได้อย่างน้อย 6 เดือน โดยที่ผู้บริโภคสามารถยอมรับได้ และไม่มีมอดและแมลงเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

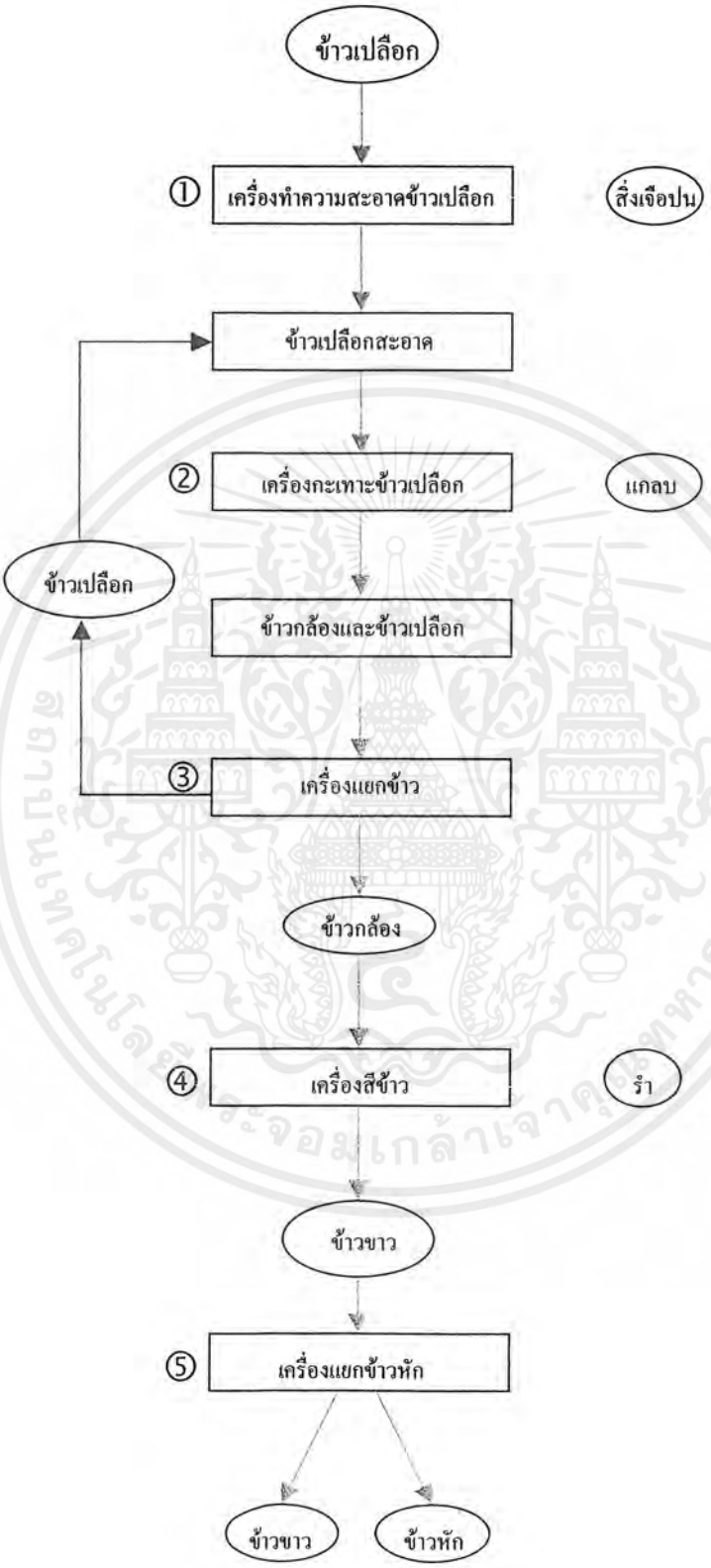
บทที่3
หลักการและทฤษฎีการคำนวณ

3.1 กระบวนการในการสีข้าว

ในการที่จะเปลี่ยนข้าวเปลือกเป็นข้าวสารสำหรับการหุงต้ม กรรมวิธีต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.1 ซึ่งมีกรรมวิธีดังต่อไปนี้

1. การทำความสะอาดข้าวเปลือก เป็นกรรมวิธีทำความสะอาดข้าวเปลือกไม่ให้มีฟาง เศษผง ข้าวลีบ ฝุ่น ฯลฯ
2. การกะเทาะข้าวเปลือก กรรมวิธี แยกเปลือกออกจากเมล็ดข้าวกล้อง
3. การแยกข้าว เป็นวิธีแยกข้าวเปลือกที่หลงปนอยู่กับข้าวกล้อง ข้าวเปลือกจะถูกส่งกลับไปแล้วเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกใหม่ และข้าวกล้องจะถูกแยกไปเข้าเครื่องสีขัดขาว ในเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก กรรมวิธีนี้อาจไม่ต้องใช้ก็ได้
4. การขัดขาว เป็นกรรมวิธีขัดเอารำออกจากเมล็ด เพื่อให้ได้ข้าวขาว
5. การแยกข้าวหัก เป็นการแยกข้าวหักออกจากข้าวเดิม เมล็ด (ข้าวขาว) ข้าวหักอาจแยกเป็นขนาดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 กรรมวิธีของการสีข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดลองครั้งนี้เราได้เริ่มที่ขั้นตอนการนำข้าวเปลือกสะอาดมากระเทาะเปลือกออกจนได้เป็นข้าวกล้อง โดยจะกล่าวหลักการทำงานในหัวข้อถัดไป

3.2 หลักการทำงานของเครื่องกะเทาะแบบลูกยาง

หลักการทำงานเครื่องกะเทาะแบบลูกยางประกอบด้วยลูกยางกลม 2 ลูก ลูกยางตัวหนึ่งจะอยู่กับที่ ส่วนอีกตัวหนึ่งสามารถปรับได้เพื่อหาช่องว่างที่ต้องการระหว่างลูกยาง 2 ลูก ลูกยาง 2 ตัวจะถูกขับโดยระบบกลและหมุนในทิศทางตรงข้ามกัน ลูกยางที่ปรับได้ปกติจะหมุนด้วยรอบต่ำกว่าลูกยางที่อยู่กับที่ประมาณ 25% ลูกยาง 2 ลูกนี้จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากันมีขนาดตั้งแต่ 150 –250 มิลลิเมตร ขึ้นกับความสามารถการทำงานที่ตั้งไว้ และมีความกว้างเท่ากันตั้งแต่ 60-25 มิลลิเมตร เมื่อลูกยางยังใหม่อยู่ความเร็วเชิงเส้นจะมีค่าประมาณ 14 เมตร/วินาที ดังนั้นลูกยางขนาดเล็กจะหมุนด้วยความเร็วรอบเร็วกว่าลูกยางขนาดใหญ่ (ดูค่าในตารางข้างล่าง)

เส้นผ่าศูนย์กลางลูกยาง		ความกว้างลูกยาง		ความเร็วรอบสูง	ความเร็วรอบต่ำ
(มม.)	(นิ้ว)	(มม.)	(นิ้ว)	(รอบ/นาที)	(รอบ/นาที)
152	6	64	2.5	1,320	980
216	8.5	76	3	1,200	900
254	10	254	10	1,000	740

ช่องว่างระหว่างลูกยางทั้ง 2 จะมีช่องแคบกว่าความหนาของเมล็ดข้าวเปลือก และลูกยางทั้ง 2 หมุนด้วยความเร็วรอบต่างกัน ดังนั้นความเร็วเชิงเส้นของลูกยางทั้ง 2 จึงแตกต่างกันด้วย เมื่อข้าวเปลือกถูกป้อนเข้ามาระหว่างลูกยางทั้ง 2 เมล็ดข้าวเปลือกจะถูกหนีบไว้ภายใต้ความกดดันของลูกยางและแกลบจะถูกดึงออกด้วยความเร็วที่แตกต่างกันของลูกยาง (รูป 3.2) การสึกหรอบนลูกยางจะเป็นปัญหาที่ต้องพิจารณา ซึ่งจะทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางของลูกยางลดลงและลดความสามารถการทำงานลงอีกด้วย เหตุผลในการลดความสามารถการทำงานนี้คือการลดความเร็วรอบสัมพันธ์กันระหว่างลูกยางทั้ง 2 ลง ซึ่งความเร็วสัมพันธ์ตัวนี้เป็นแรงดันแกลบออกจากเมล็ดข้าวเปลือกที่แท้จริง

เมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกยางลดลงจาก 254 มิลลิเมตร เป็น 216 มิลลิเมตร (ลดลง มิลลิเมตร) ความเร็วเชิงเส้นจะลดลง 15 % ด้วย เนื่องจากรอบหมุนของลูกยาง 2 ลูก ไม่เปลี่ยนแปลงความเร็วรอบสัมพันธ์ของลูกยางซึ่งแตกต่างในความเร็วเชิงเส้นจะลดลงด้วย ที่จุดนี้ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถในการกะเทาะของเครื่องมือจะลดลงประมาณ 15 % โดยทั่วๆไปลูกยางที่ไม่สามารถปรับความเร็ว ที่หมุนด้วยความเร็วสูงกว่าจะสึกเร็วกว่าลูกยางที่ปรับได้

คำแนะนำลูกยางทั้งชุดควรจะสับเปลี่ยนกันตลอดเวลา เพื่อให้แน่ใจว่าการสึกหรอของลูกยางจะสม่ำเสมอเท่ากัน เนื่องจากลูกยางดังกล่าวสามารถถอดเปลี่ยนเพื่อให้ได้ระยะการทำงานการกะเทาะสูงสุด เมล็ดข้าวเปลือกควรจะกระจายเมล็ดอย่างสม่ำเสมอตลอดหน้ากว้างของลูกยาง อย่างไรก็ตามปกติเครื่องมักจะกระจายเมล็ดทำงานไม่ค่อยสมบูรณ์นักพื้นผิวของลูกยางจะสึกหรอไม่สม่ำเสมอ ซึ่งจะเป็นตัวการทำให้ประสิทธิภาพและความสามารถการทำงานเลวลง (รูป 3.3) พื้นผิวลูกยางสามารถแก้ไขได้ โดยตัดบางส่วนของยางออก ดังนั้นอายุการใช้งานของชุดลูกยางที่ราคาแพงลดลงอย่างเห็นชัด

ประสิทธิภาพของลูกยางในประเทศเขตร้อนยังคงไม่มีประโยชน์เท่าไรนักและการเผยแพร่ที่เลวลงทุกที มีเหตุผลหลายอย่างที่อธิบายได้ คือ การที่อุณหภูมิค่อนข้างสูงความร้อนชื้นอากาศค่อนข้างสูง โครงสร้างของแกลบที่แตกต่างกัน และโดยเฉพาะความจริงที่พันธุ์ข้าวญี่ปุ่นซึ่งมีขนาดเมล็ดสั้นถูกนำมากะเทาะในขณะที่ในประเทศเขตร้อนจะนำข้าวเปลือกขนาดยาวหรือขนาดกลางนำมากะเทาะ

ลักษณะการทำงานกะเทาะเปลือกข้าวของเครื่องกะเทาะลูกยางจะมีค่าสูงกว่าเครื่องกะเทาะแบบจานกลม เนื่องจากข้าวกล้องไม่แตกหักและประสิทธิภาพการกะเทาะ อย่างไรก็ตามไม่ใช่จะหมายความว่าผลผลิตต้นข้าวของเครื่องสีข้าวจะมีค่าสูง เนื่องจากเครื่องกะเทาะแบบลูกยางจะไม่ทำความเสียหายต่อผิวของข้าวเปลือก แต่จะทำให้เกิดการร้าวซึ่งอยู่ในรูปข้าวกล้องที่ไม่แตกหัก แต่ในระหว่างการผ่านขบวนการขัดขาวครั้งที่ 1 เมล็ดเหล่านี้จะแตกหักให้เห็น

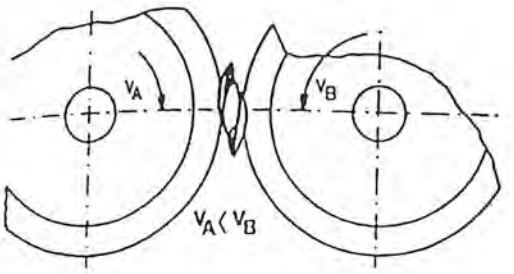
ลูกยางเครื่องกะเทาะสามารถเก็บรักษาในระยะเวลาที่จำกัดเท่านั้น เนื่องจากความทนทานของลูกยางจะค่อยเสื่อมลงอย่างช้าๆ (รูป3.4) ดังนั้นการจัดหาสินค้าบางอย่างต่อเนื่องจะต้องมีประกันเพื่อสามารถใช้ลูกยางให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

ข้อเท็จจริงในเครื่องกะเทาะแบบลูกยางลูกยางตัวแรกจะหมุนในลักษณะอยู่กับที่ ส่วนลูกยางอีกตัวสามารถปรับได้ นั่นคือ ลูกยางตัวหนึ่งจะหมุนในลักษณะตามเข็มนาฬิกา ขณะที่ลูกยางหนึ่งจะหมุนในลักษณะทวนเข็มนาฬิกา และลูกยางทั้งคู่จะถูกขับซึ่งต้องการระบบพิเศษการส่งกำลัง มีระบบส่งกำลังที่ใช้กันอยู่ 3 แบบ ดังนี้

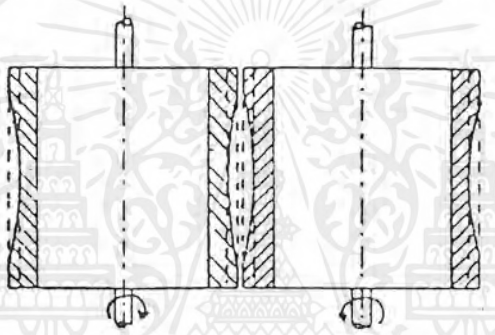
- ระบบส่งกำลังแบบโซ่
- ระบบส่งกำลังแบบสายพานวี
- ระบบส่งกำลังแบบเกียร์

สำหรับการออกแบบเครื่องสีข้าวในครัวเรือนนี้ใช้ระบบส่งกำลังแบบสายพานวี

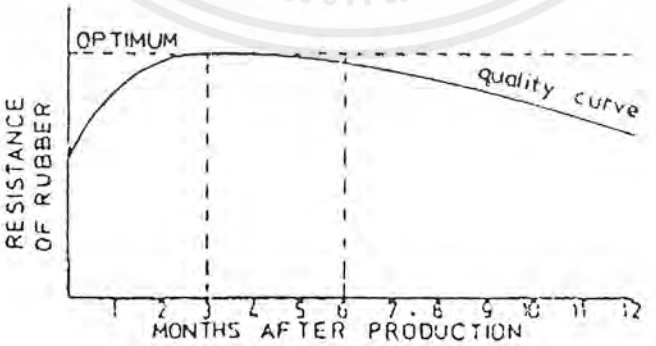
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 Dehusking principle of rubble roll huller.



รูปที่ 3.3 Unevenly worn and damaged surface of rubber roller as a result of unequal distribution of the paddy.



รูปที่ 3.4 Relation between durability of rubber roll and age.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 หลักการทำงานของเครื่องที่ออกแบบ

การทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องแบบลูกยางกะเทาะนี้ คือ ข้าวเปลือกจะถูกนำมาใส่ยังถัง (Hopper) ที่อยู่บนเครื่อง จากนั้นทำการปรับเกลียวป้อนเพื่อให้ข้าวเปลือกไหลผ่านช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งควบคุมการไหลกับลิ้นที่ปรับได้ แล้วถูกป้อนเข้าระหว่างผิวหน้าลูกกลิ้งยางทั้งสองลูก ตัวลูกกลิ้งที่เลือกใช้นี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว โดยตัวลูกกลิ้งมียางหุ้มรอบๆแผ่นยางยืดหยุ่นได้จะกดเมล็ดข้าวให้อยู่กับที่ไม่ลื่นไถล ตัวลูกกลิ้งทั้งสองตัวจะหมุนในทิศทางตรงกันข้ามกัน และหมุนด้วยความเร็วต่างกัน ลูกกลิ้งที่หมุนเร็วกว่าจะทำให้แรงในแนวสัมผัสที่ครึ่งหนึ่งของข้าวเปลือกบีบให้เปลือกหุ้มหลุดออกจากเมล็ดข้าว และแกลบจะถูกดูดออกไปด้วยความเร็วที่ต่างกันของลูกยาง

ในการที่เราจะรักษาความสามารถในการทำงานของลูกกลิ้งยางนั้นไว้ แรงกดและแรงปลอกเปลือกควรจะมีค่าน้อยที่สุดเท่าที่ต้องการ และแผ่นยางที่ผิวลูกกลิ้งควรจะไม่เกิดการสัมผัสกัน เมื่ออยู่ระหว่างช่องขณะที่ไม่มีข้าวเปลือกผ่านมา ดังนั้นจึงต้องมีการปรับระยะห่างระหว่างผิวของลูกกลิ้งทั้งสองให้พอเหมาะ จึงจะทำให้ประสิทธิภาพการกะเทาะสูงสุด

ข้อได้เปรียบของเครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกกลิ้งยางเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องกะเทาะเปลือกแบบจาน(Disk Husker) จะมีข้อดีคือ

1. ลดปริมาณข้าวที่ถูกบีบแตก เพราะเปลือกจะถูกดึงออกเกือบหมด โดยผ่านลูกกลิ้ง และแรงกดมาจากวัสดุซึ่งยืดหยุ่นเหนียว โดยกดตามความกว้างของเมล็ดข้าว ซึ่งเป็นด้านที่มีความคงตัวมากกว่าด้านยาว
2. ไม่ทำให้ Germ และ Epidermis ซึ่งอยู่ใต้เปลือก (Silver skin) หลุดออกมา ดังนั้นข้าวที่กะเทาะเปลือกแล้วจะมีผิวสีน้ำเงินนี้ติดอยู่ ผิวนี้ช่วยป้องกันการร้าว และรักษาความยาวของเมล็ดไว้ ในขณะเดียวกันจะเป็นส่วนที่อิ่มปริมาณของรำด้วย
3. ไม่ต้องนำข้าวที่กะเทาะเปลือกแล้วไปแยก Germ และรำออก โดยส่วนที่กะเทาะเปลือกออกแล้วจะไปผ่านชุดแยกแกลบ (Husk Separator) ซึ่งจะสามารถแยกแกลบและรำออกจากข้าวได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสียเปรียบ

ส่วนที่เสียเปรียบของเครื่องสีข้าวแบบลูกกลิ้งยางถ้าเปรียบเทียบกับแบบจานสี คือ มีค่าใช้จ่ายขณะใช้งานสูง ซึ่งมาจากการเปลี่ยนลูกกลิ้งยาง เนื่องจากการสึกหรอของแผ่นยาง แต่ในทำนองเดียวกันการเคลือบ Abrasive บนจานหินก็มีราคาแพง

วัสดุที่หยุ่นเหนียวจะประกอบไปด้วย Valcauiged Rubber Mixes หรืออาจเป็นSynthetic Elatomers ซึ่งผลิตโดยบริษัทที่หุ้มยางบนลูกกลิ้งโดยเฉพาะ หรือหุ้มบนแผ่นเหล็กทรงกระบอกซึ่งนำไปยึดบนลูกกลิ้งของเครื่องสี ผู้สร้างเครื่องต้องจัดแผ่นยางใหม่ ไว้ใช้เป็นอะไหล่เสมอแต่มีราคาแพงมาก และทำให้เครื่องหนักขึ้นอีก บางครั้งการเก็บเอาไว้นานอาจทำให้แผ่นยางเสื่อมคุณภาพอายุการใช้งานสั้นลง

ส่วนประกอบของ Plastiuizers ใน Elastomers ที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน จะทำให้เกิดกลิ่นหรือสีพิเศษติดไปกับเมล็ดข้าวที่นำมากะเทาะด้วย

ขนาดของลูกกลิ้งยาง

ที่ความเร็วเชิงมุมเท่ากัน ถ้าลูกกลิ้งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ เวลาที่ข้าวเปลือกถูกกดจะนานขึ้น สำหรับการสีที่มีประสิทธิภาพสูงนั้น เวลาที่ข้าวถูกกดควรน้อยที่สุด ดังนั้นขนาดลูกกลิ้งจึงควรจะเลือกขนาดเล็ก

มุมที่ข้าวจะเข้าระหว่างลูกกลิ้งไม่ควรกว้างเกินไป เพราะจะทำให้ข้าวเข้าในทิศทางและตำแหน่งที่ผิด ในการเพิ่มส่วนห่อหุ้มลูกกลิ้งในแนวเส้นรอบวงต้องมีความยาวที่เพียงพอในการระบายความร้อนที่เกิดจากแรงกด และความฝืดที่ลูกกลิ้งหมุน ดังนั้นขนาดของลูกกลิ้งต้องสอดคล้องกับส่วนเหล่านี้ด้วย ถ้าความเร็วเชิงมุมของลูกกลิ้งทั้งสองเท่ากัน เมล็ดข้าวเปลือกก็จะถูกกดหรือบดอยู่นั้นผิวหน้าของลูกกลิ้งที่หมุนเร็วกว่าจะเคลื่อนนำหน้า (เมื่อเปรียบเทียบกับลูกกลิ้งที่หมุนเข้า) เป็นระยะทางเท่ากันหรือมากกว่าความยาวของข้าว ยิ่งความเร็วต่างกันมากเท่าไร และที่เกิดขึ้นในการปอกเปลือกจะมากขึ้นเท่านั้น อย่างไรก็ตามถ้าแรงนี้มากเกินไป แรงจะผ่านเปลือกไปถึงเมล็ดข้าว ทำให้เมล็ดข้าวแตกหักได้

จากการศึกษา พบว่าความแตกต่างความเร็วที่ดีที่สุด จะอยู่ในอัตราส่วนระหว่างลูกกลิ้งที่หมุนเร็วและช้าประมาณ 0.75 ถึง 0.80 ซึ่งหมายความว่า ความแตกต่างของความเร็วในเชิงเส้นจะประมาณ 2 เมตร ต่อ วินาที

ถ้าพิจารณาค่าความเร็วเชิงมุมสมบูรณ์ พบว่าความเร็วยิ่งมากเท่าไรผลผลิตต่อชั่วโมงที่เครื่องทำได้จะสูงขึ้นด้วย อย่างไรก็ดีถ้าความเร็วมากเกินไป จะมีอันตรายที่เกิดจากเมล็ดข้าวที่แตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และแผ่นยางของลูกกลิ้ง เนื่องจากความร้อนและความเค้นที่เกิดจากแรงหนีศูนย์กลาง ถ้าทำงานไปหลายชั่วโมงแล้วลูกกลิ้งจะเสียรูป ซึ่งทำให้เมล็ดข้าวแตกหัก และแผ่นยางหุ้มลูกกลิ้งจะสึกมาก

การหล่อเย็นลูกกลิ้งและการกำจัดฝุ่น

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

3.4 หลักการทำงานของเครื่องสีข้าวชนิดต่างๆ

3.4.1 เครื่องสีข้าวแบบใช้แรงเหวี่ยง

หลักการทำงาน คือ การกะเทาะเปลือกข้าวโดยอาศัยหลักการผลต่างของความเร็วลมซึ่งข้าวเปลือกจะวิ่งมาด้วยความเร็วสูงพร้อมลมและจะถูกหน่วง โดยลดความเร็วลมอย่างรวดเร็วทำให้เกิดผลต่างของความดันซึ่งทำให้เปลือกข้าวถูกกะเทาะออก การสร้างต้องใช้เทคโนโลยีในการออกแบบสูงค่อนข้างยุ่งยาก

ข้อดีของเครื่องสีข้าวแบบใช้แรงเหวี่ยง คือ มีอัตราการกะเทาะสูง ใช้เวลาในการกะเทาะน้อย เป็นเครื่องที่มีส่วนการกะเทาะเปลือกมีขนาดเล็ก ข้าวที่ได้จากการกะเทาะโดยเครื่องสีข้าวแบบใช้แรงเหวี่ยงนี้มีร้อยละโดยมวลของข้าวเปลือกปนออกมาน้อยเนื่องจากมีระบบคัดแยกที่ดี

ข้อเสียของเครื่องสีข้าวแบบนี้ คือ ข้าวที่ได้จากการสีจะมีร้อยละโดยมวลของข้าวหักสูงเนื่องจากเครื่องสีข้าวแบบใช้แรงเหวี่ยงในการกะเทาะข้าวนี้ เหมาะกับข้าวที่มีลักษณะค่อนข้างกลมเช่น ข้าวที่ปลูกในประเทศญี่ปุ่น ในขณะที่ข้าวของประเทศไทยมีลักษณะรียาว ร้อยละโดยมวลของข้าวหักจึงสูง และการสร้างเครื่องสีข้าวแบบใช้แรงเหวี่ยงต้องใช้เทคโนโลยีในการออกแบบสร้างสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 เครื่องสีข้าวแบบลูกยาง 1 ชุด

หลักการทำงานคือ เมล็ดข้าวเปลือกจะถูกปล่อยลงผ่านลูกยาง 2 ลูก ซึ่งมีความเร็วไม่เท่ากัน ทำให้เกิดการกะเทาะเปลือก ข้าวเปลือกที่ยังไม่ได้ทำการกะเทาะอาจลงมาเจือปนกับข้าวกล้องได้ เนื่องจากระยะห่างระหว่างลูกยางกว้างเกินไป ดังนั้นเมล็ดข้าวทั้งหมดจะถูกตะแกรงเป็นตัวคัดแยกข้าวเปลือกที่ยังไม่ได้กะเทาะจะถูกนำไปกะเทาะใหม่อีกครั้ง โดยมีลมเป็นตัวคัดแยกแกลบออกไประหว่างที่ข้าวเปลือก แกลบ ข้างกล้อง ร่วงลงมาจากตะแกรง

ข้อดีของเครื่องสีข้าวแบบลูกยาง 1 ชุด คือ ข้าวที่ได้จากการสีมีค่าร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ดสูง เมื่อเทียบกับเครื่องสีข้าวแบบอื่นๆแต่ถ้าเทียบกับเครื่องสีข้าวแบบใช้ลูกยาง 2 ชุด เครื่องนี้จะให้ร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ดต่ำกว่า

ข้อเสีย คือ เนื่องจากมีชุดแยกเมล็ดข้าวที่ไม่ได้ถูกกะเทาะนำกลับมากะเทาะอีกครั้งจึงทำให้เครื่องมีขนาดใหญ่

3.4.3 เครื่องสีข้าวแบบลูกยาง 2 ชุด

หลักการทำงานในช่วงต้นๆของการกะเทาะข้าวเปลือกเหมือนกับแบบลูกยาง 2 ลูก 1 ชุด แต่ข้าวเปลือกกับข้าวกล้องยังไม่ถูกแยกออกจากกัน หลังจากผ่านการคัดแยกเอาแกลบออกแล้วโดยใช้ลมดูดแยกแกลบออก ข้าวที่ผ่านการกะเทาะจากลูกยางชุดแรกแล้วจะตกลงมายังลูกยางชุดที่ 2 ทางด้านล่าง ซึ่งมักมีระยะห่างระหว่างลูกยางน้อยกว่าลูกยางชุดแรก ทำให้ข้าวเปลือกที่ยังไม่ถูกกะเทาะในชุดแรกจะถูกกะเทาะออกมาเป็นเมล็ดข้าวกล้อง และจะมีพัดลมดูดเป็นตัวคัดแยกแกลบออกมาอีกครั้ง

ข้อดี คือ ข้าวที่สีได้มีค่าร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ดสูง และร้อยละโดยมวลของข้าวหักมีน้อย

ข้อเสีย คือ อัตราการกะเทาะข้าวเปลือกไม่สูง เครื่องมีขนาดค่อนข้างใหญ่เนื่องจากมีชุดกะเทาะข้าวเปลือก 2 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.4.4 เครื่องสีข้าวแบบใช้จานหิน

หลักการทำงาน คือ ป้อนเมล็ดข้าวเปลือกแล้วให้ไหลลงสู่ช่องว่างระหว่างหินทั้งสอง ซึ่งสามารถปรับระยะตรงนี้ได้ ข้าวเปลือกจะถูกผิวของหินเสียดสีกันเอง ทำให้ข้าวเปลือกถูกกะเทาะเปลือกออกมา ซึ่งต้องนำข้าวที่ได้ไปคัดแยกแกลบออกจากข้าวกล้องต่อที่ชุดคัดแยก

ข้อดี คือ ใช้เวลาในการกะเทาะข้าวน้อย

ข้อเสีย คือ ข้าวที่ได้จากการกระเทาะมีปริมาณของข้าวเปลือกที่ไม่ถูกกะเทาะปนออกมามาก ดังนั้นจึงควรปรับระยะห่างระหว่างจานหินทั้ง 2 จานให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการกะเทาะสูงขึ้น

3.4.5 เครื่องสีข้าวแบบลูกหินกับยาง

เป็นการกะเทาะข้าวเปลือกโดยใช้ลูกหินกับยาง โดยยางจะอยู่กับที่ แต่ลูกหินจะเป็นตัวหมุนด้วยความเร็วรอบที่เหมาะสม ซึ่งเมล็ดข้าวจะถูกปล่อยให้ไหลลงมาผ่านชุดกะเทาะเปลือก เมื่อถูกะเทาะแล้วจะมีพัดลมเป็นตัวช่วยคัดแยกแกลบออกไปอีกทีหนึ่ง

การใช้เครื่องกะเทาะแบบนี้ควรหาค่าปรับระยะห่างระหว่างลูกหินกับแผ่นยางให้เหมาะสม ซึ่งจะทำให้ได้ค่าร้อยละของข้าวเปลือกปนออกมาไม่มากเพื่อที่จะให้ได้ประสิทธิภาพของเครื่องที่ดี

3.5 ทฤษฎีการคำนวณ

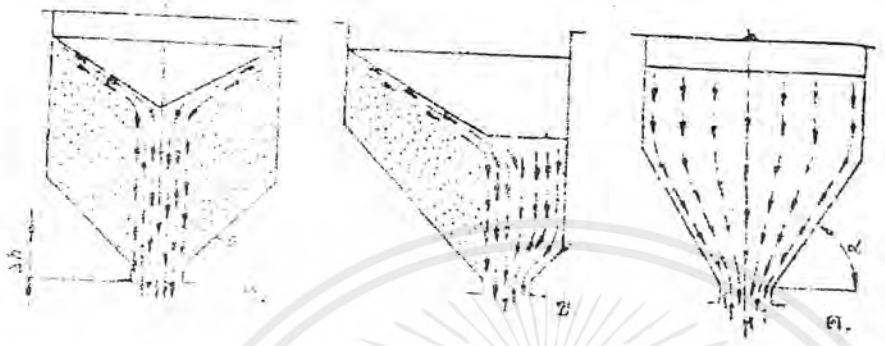
สำหรับเครื่องสีข้าวกล้องนี้เราได้แบ่งการออกแบบออกเป็น 5 ส่วนด้วยกัน คือแผงหน้า แผงหลัง ถังใส่ข้าว โบล์วเวอร์ และ ไซโคลน แต่สำหรับในหัวข้อนี้จะกล่าวเฉพาะทฤษฎีการออกแบบถังใส่ข้าว สำหรับส่วนอื่นๆ จะกล่าวอย่างละเอียดในบทถัดไป

ถังใส่ข้าว (Hopper)

การออกแบบถังใส่ข้าวต้องคำนึงถึงการไหลของวัสดุเม็ดผ่านช่องเปิด (Orifice) เป็นหลัก เนื่องจากการไหลของวัสดุเม็ดผ่านช่องเปิดมีความสำคัญอย่างมากต่อขบวนการขนถ่ายวัสดุ เช่น การนำเมล็ดพืชออกจากถังไซโล การไหลออกของเมล็ดพืชจากถังอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
36737

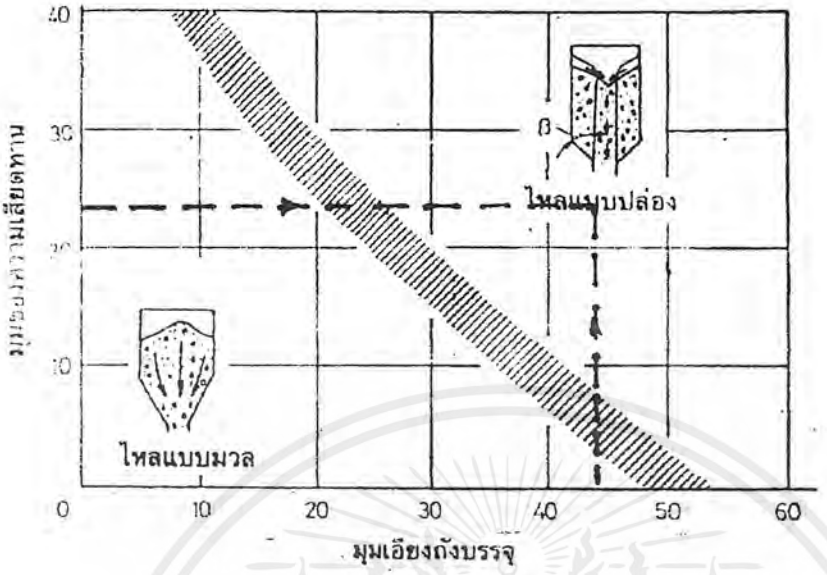
การไหลออกของวัสดุเม็ดนี้ไม่สามารถใช้ทฤษฎีการไหลของของเหลวมาใช้ในการคำนวณได้ทั้งนี้ เนื่องจากคุณสมบัติของวัสดุเม็ดมีความแตกต่างจากของเหลว



รูปที่ 3.5 ลักษณะการไหลของวัสดุเม็ดออกจากถัง

จากรูปที่ 3.5 แสดงลักษณะการไหลของวัสดุเม็ดออกจากถังเมื่อมุมเอียงของถังที่ทำกับแนวราบ (α) มีค่าน้อยลักษณะการไหลเป็นปล่อง (funnel flow) (รูปที่ 3.5ก) โดยวัสดุไหลเป็นแนวเหนือช่องเปิดขึ้นไปและการไหลของวัสดุจะไหลจากชั้นบนก่อน แต่เมื่อมุมเอียงมีค่าสูงขึ้นการไหลของมวลวัสดุทั้งหมด (mass flow) จะไหลลงสู่ช่องเปิด (รูปที่ 3.5ค) ในรูปที่ 3.5ข แสดงการไหลแบบปล่องและการไหลแบบมวลของวัสดุทั้งหมด ซึ่งรูปแบบการไหลของวัสดุขึ้นอยู่กับความเอียงของถังบรรจุและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของวัสดุ โดยรูปที่ 3.6 ได้แสดงลักษณะการไหลของวัสดุซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเสียดทานของวัสดุกับผนังและมุมเอียงของถังบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ความสัมพันธ์ของรูปแบบการไหลกับความเสียดทานของวัสดุกับผนังและมุมเอียงของถังบรรจุ

สำหรับการคำนวณอัตราการไหลของวัสดุผ่านช่องเปิดกระทำได้ดังนี้

1) ในกรณีที่ก้นถังบรรจุเป็นทรงกรวยและช่องเปิดเป็นวงกลม Deming and Mehring (1929) ได้ให้สมการสำหรับวัสดุที่มีลักษณะค่อนข้างกลม ดังนี้

$$Q = \frac{100\ B^{2.5}\ W}{\tan\phi_\gamma[34.6+(67.4+444\ \sin\theta/2\ )\ (d/B+0.130-0.161\ \tan\phi_\gamma\ ]}$$

ที่ซึ่ง Q = อัตราการไหล, กรัม/นาที

ϕ_γ = มุมกองของวัสดุ ,องศา

B = เส้นผ่าศูนย์กลางของช่องเปิด

W = ความหนาแน่นรวมของวัสดุ กรัม/ลบ.ซม.

d = ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางวัสดุ , มิลลิเมตร

θ = มุมเอียงของผนังทรงกรวยที่ทำกับแนวดิ่ง, องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวัสดุที่ไม่เป็นทรงกลมโดยมีด้านยาวที่สุดเป็น d_2 และด้านสั้นที่สุดเป็น d_1 ค่า d ในสมการข้างต้น สามารถคำนวณหาได้ดังนี้

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

2. กรณี $d_2 / d_1 > 2$; $d = 0.8(d_2^5 - d_1^5) / (d_2^4 - d_1^4)$

2) ในกรณีที่ไหลผ่านช่องเปิดกลม และก้นถังบรรจุแบน (horizontal oriface) Franklin and Johanson (1955) ให้ได้สมการดังนี้

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

ที่ซึ่ง Q = อัตราการไหล , ปอนด์/นาที

B = เส้นผ่าศูนย์กลางช่องเปิด , นิ้ว

d = ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางวัสดุ , นิ้ว

W_s = ความหนาแน่นมวล , ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุต

ϕ_i = มุมของความเสียดทานภายในวัสดุ , องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การคำนวณและการสร้าง

4.1 การออกแบบถังใส่ข้าวเปลือก (Hopper)

4.1.1 การคำนวณเพื่อใช้ในการออกแบบเบื้องต้น

จากการทดลอง ความชื้นข้าวเปลือกที่13% มีค่ามุมกองพื้นเท่ากับ 36 องศา ($\varnothing r$) ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของข้าวเปลือกกับแผ่นเหล็ก ≈ 0.14

หมายเหตุ : สาเหตุที่ใช้ข้าวเปลือกที่มีค่าความชื้น 13% มาใช้ในการคำนวณ เนื่องจากการศึกษาผลการทดลองใช้เครื่องสีข้าวกล้องแบบลูกยาง 2 ชุด ของโครงงานฯ นักศึกษาปี 2541 จะได้ค่าร้อยละของข้าวเต็มเมล็ด และมีประสิทธิภาพการกะเทาะสูง

เนื่องจากรูปแบบการไหลของวัสดุผ่านช่องเปิดขึ้นอยู่กับความเอียงของถังบรรจุ และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานวัสดุ

จาก $f = \tan\varnothing$

$0.14 = \tan\varnothing$

$\therefore \quad \varnothing = 7.96 \approx 8$ องศา

โดยที่ f = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของวัตถุกับผนัง

$\varnothing$ = มุมของความเสียดทาน

จากการใช้ความสัมพันธ์ของรูปแบบการไหลกับความเสียดทานของวัสดุกับผนัง และมุมเอียงของถังบรรจุ ได้ว่า

- ถ้าต้องการให้การไหลออกของข้าวเปลือกเป็นแบบการไหลแบบมวล ควรเลือกใช้ขนาดมุม $\alpha < 38.5$ องศา
- ถ้าต้องการให้การไหลออกของข้าวเปลือกเป็นแบบการไหลแบบปล่อง ควรเลือกใช้ขนาดมุม $\alpha > 45$ องศา
- ถ้าต้องการให้การไหลออกของข้าวเปลือกเป็นแบบการไหลแบบมวลและแบบปล่อง ควรเลือกใช้ขนาดมุม $38.5 < \alpha < 45$ องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การออกแบบถังใส่ข้าวเปลือก

เลือกมุมเอียงของถังใส่ข้าวเปลือก ($\propto$) ประมาณ 39.8 องศา

ขนาดทางออกข้าวเปลือกมีพื้นที่เท่ากับ 20 ตารางเซนติเมตร

ขนาดความจุของถังใส่ข้าวเปลือกประมาณ 3 ลิตร

การคำนวณอัตราการไหลของข้าวเปลือกที่ออกจาก Hopper

จาก $$Q = \frac{100\ B^{2.5}\ W}{\tan\phi_\gamma[34.6+(67.4+444\sin\theta/2)(d/B+0.130-0.161\tan\phi_\gamma]}$$

เมื่อ ϕ_γ = 36 องศา

B = 15 mm.

W = 0.575 g/cm^3

d = 2.7 mm.

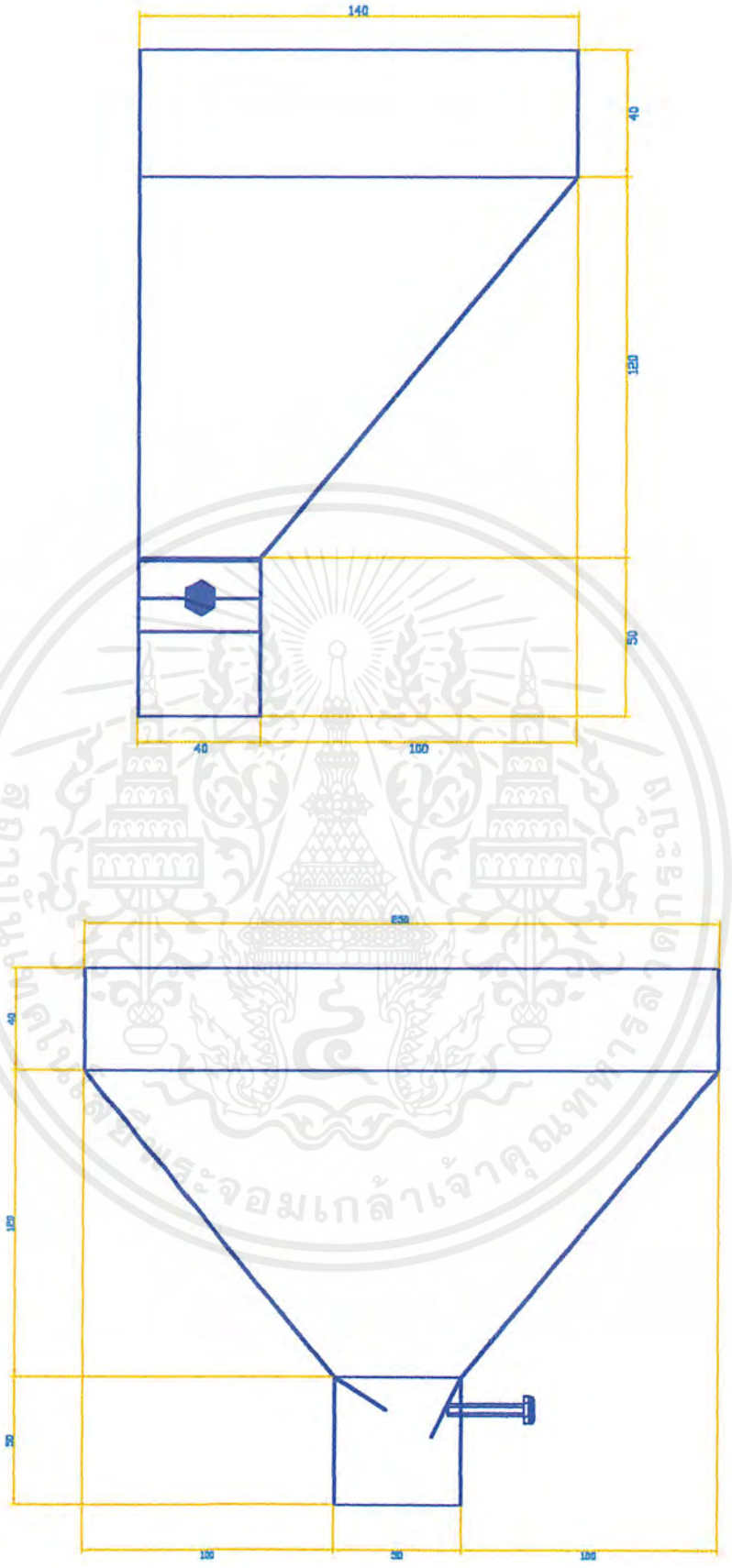
θ = 39.8 องศา

$$\therefore\ Q = \frac{100*(15^{2.5})*0.575}{\tan36[34.6+(67.4+444\sin39.8/2)(2.7/15+0.130-0.161\tan36]}$$

= 898.21 g/min.

$\therefore$ อัตราการไหลของข้าวเปลือกที่ออกจาก Hopper เท่ากับ 898.21 g/min.

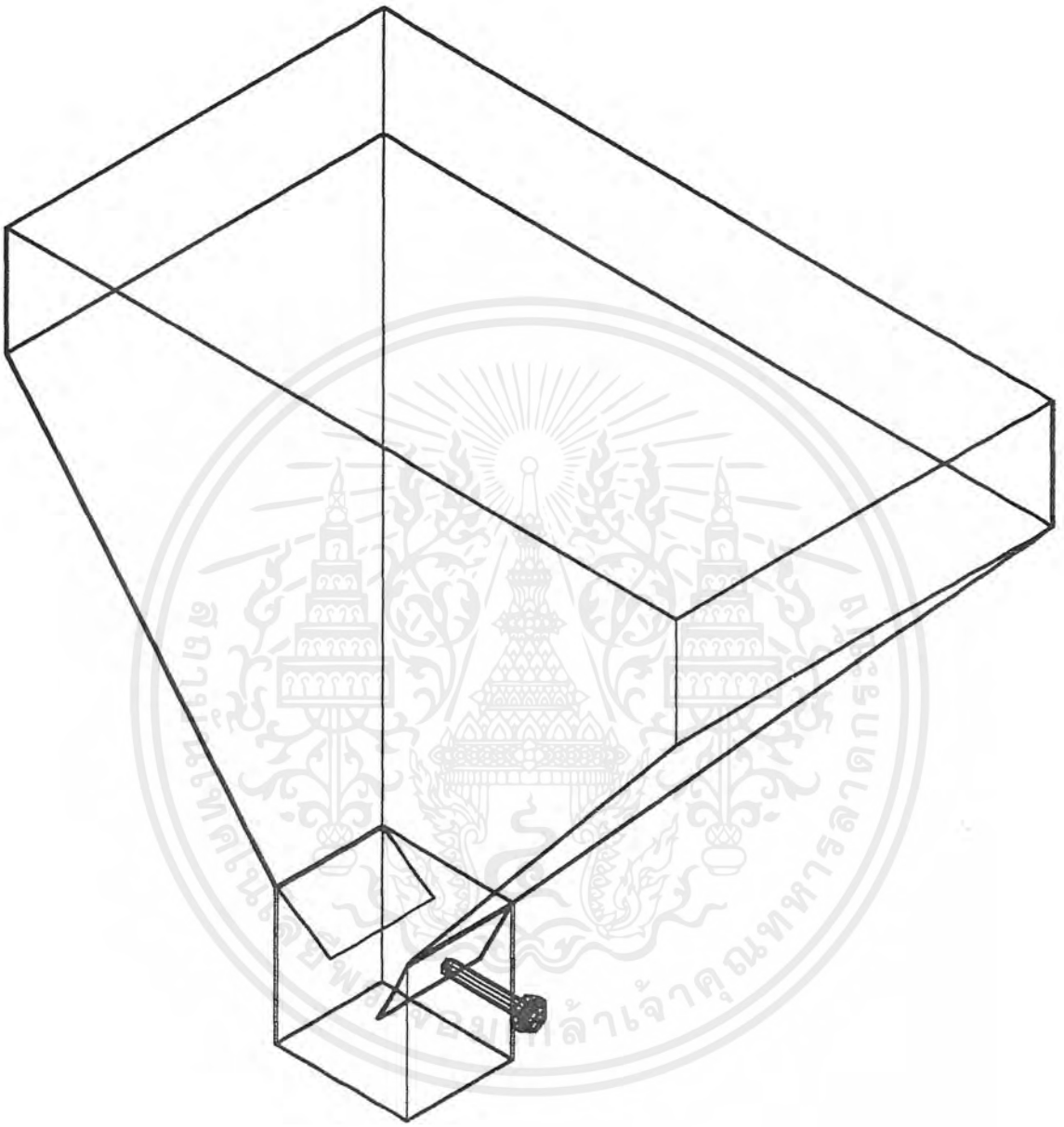
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน่วย : mm.

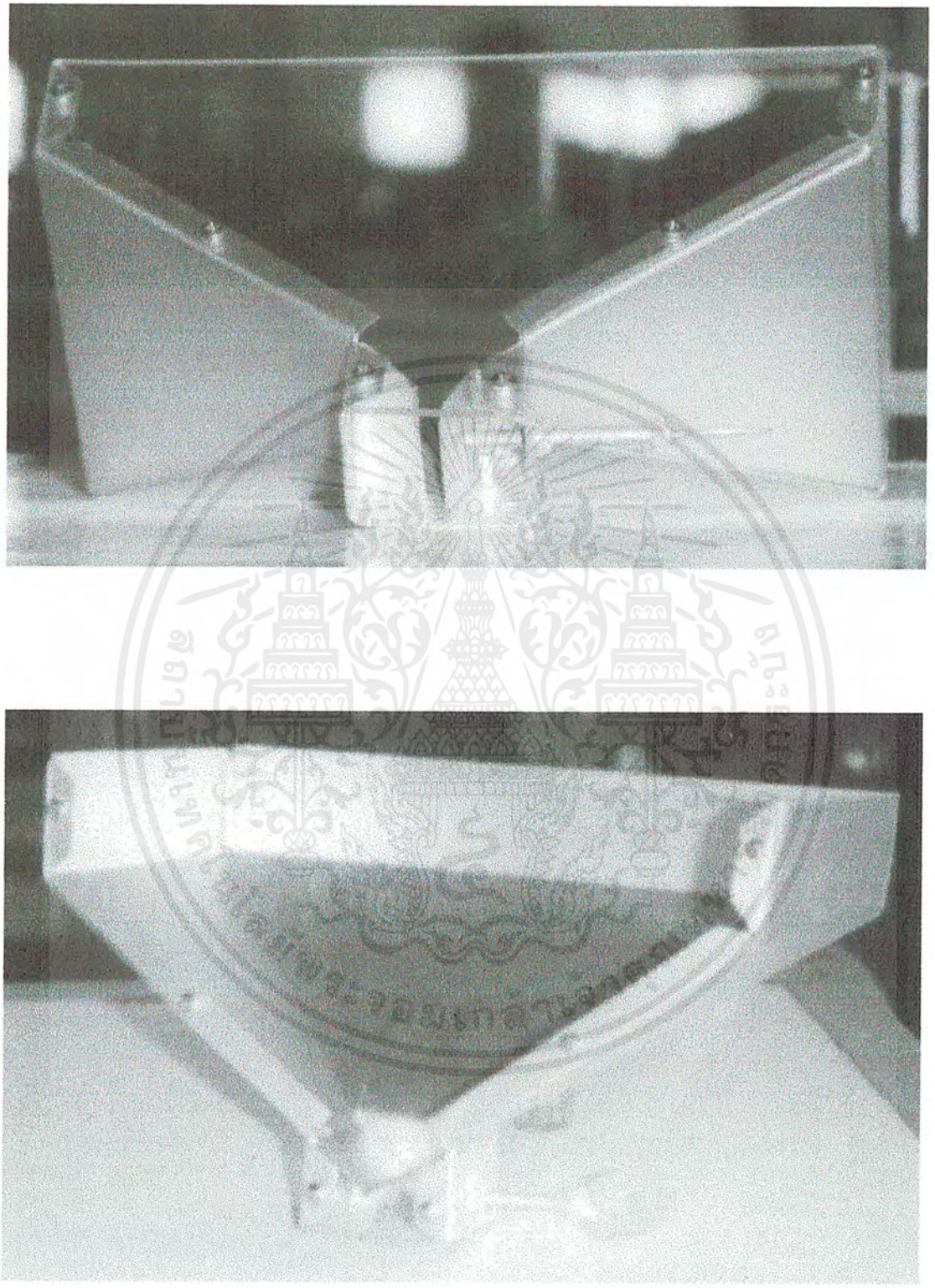
รูปที่ 4.1 แสดงขนาดถังใส่ข้าวเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงแบบถังใส่ข้าวเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงภาพจริงของถังใส่ข้าวเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การออกแบบแผงหลัง

4.2.1 การออกแบบและคำนวณขนาดพูเล่ย์ (Pulley) และความเร็วรอบ

จากการศึกษาหลักการและข้อมูลเบื้องต้น ได้ว่า

ที่ความเร็วเชิงมุมเท่ากัน ถ้าลูกกลิ้งมีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ เวลาที่ข้าวเปลือกถูกกดจะนานขึ้น สำหรับการกะเทาะเปลือกข้าวที่มีประสิทธิภาพสูงนั้น เวลาที่ข้าวถูกกดควรน้อยที่สุด ดังนั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์ กลางของลูกกลิ้งควรจะเลือกขนาดเล็ก

ถ้าพื้นที่สัมผัสของเมล็ดข้าวเปลือกกับลูกยางมาก เวลาขณะที่แกลบจะถูกดึงออกจะมีมาก ผลที่ตามมาคือการสึกหรอของลูกยางจะมีค่าสูงและอายุของลูกยางจะสั้นลง

จากเอกสารของบริษัท ไรซ์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ที่บันทึกไว้ว่าความแตกต่างความเร็วที่ดีที่สุด จะอยู่ในอัตราส่วนระหว่างความเร็วของลูกกลิ้งที่หมุนเร็วและช้าประมาณ 0.75 ถึง 0.8 ซึ่งหมายความว่า ความแตกต่างของความเร็วเชิงเส้นจะประมาณ 2 m/s ที่ความเร็วรอบประมาณ 900 m/s (เนื่องจากความเร็วเชิงเส้นของลูกยางทั้งสองต่างกัน 15 %)

กำหนด เลือกใช้ลูกกลิ้งยางขนาด $\varnothing$ = 4 นิ้ว (ประมาณ 10.16 เซนติเมตร)

เส้นรอบวงลูกกลิ้งยาง $= 2\pi r$

$= 2 * \pi * (10.16 / 2)$

$= 31.92$ เซนติเมตร

พิจารณาที่ลูกยางที่หมุนเร็ว

ที่ความเร็วรอบประมาณ 900 rpm.

จาก $v = \omega r$

และ $\omega = 2\pi n$

เมื่อ $n = 900$ rpm.

ได้ว่า $\omega = 2 * \pi * 900$

$= 5654.87$ rpm.

ดังนั้น $v = \omega r$

$= 5654.87 * 0.0508$

$= 287.27$ m/min.

$= 4.79$ m/s

และที่ความแตกต่างระหว่างความเร็วเชิงเส้นของลูกกลิ้งยางทั้งสอง ประมาณ 2 m/s

เพราะฉะนั้นลูกยางที่ช้ากว่าจะมีความเร็ว $v = 4.79 - 2 = 2.79$ m/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก $v = \omega r$

ดังนั้น $\omega = (2.79*60) / 0.0508$

$= 3295.3$ rpm.

จะได้ $n = \omega / 2\pi$

$= 3295.3 / 2\pi$

$= 525$ rpm.

เพราะฉะนั้น ความเร็วรอบของลูกยางที่หมุนเร็ว เท่ากับ 900 rpm.

และความเร็วเชิงเส้นของลูกยางที่หมุนเร็ว เท่ากับ 4.79 m/s

ความเร็วรอบของลูกยางที่หมุนช้า เท่ากับ 525 rpm.

และความเร็วเชิงเส้นของลูกยางที่หมุนช้า เท่ากับ 2.79 m/s

คำนวณหาขนาดพูเล่ย์

กำหนดให้ ขนาด ∅ พูเล่ย์ ของลูกยางที่หมุนช้ามีขนาดเท่ากับ 3 นิ้ว (7.62 ซม.)

ขนาด ∅ พูเล่ย์ ที่ชุดส่งกำลังและชุดกลับทิศทางลูกยางมีขนาดเท่ากับ 3 นิ้ว

ขนาด ∅ พูเล่ย์ ที่ชุดกลับทิศทางลูกยางส่งกำลังให้ลูกยางที่หมุนช้ามีขนาดเท่ากับ 2 นิ้ว

ขนาด ∅ พูเล่ย์ ของมอเตอร์ที่ใช้มีขนาดเท่ากับ 2 นิ้ว (5.08 ซม.) โดยมอเตอร์ที่ใช้มีขนาด 1 hp , 1400 rpm. , single phase โดยพูเล่ย์นี้จะส่งกำลังให้ลูกยางตัวที่หมุนเร็วและตัวกลับทิศทางลูกยาง

หาขนาดพูเล่ย์ลูกยางตัวที่หมุนช้า

จาก $d_1n_1 = d_2n_2$

โดย $d_1 = 2$ นิ้ว

$n_1 = 1450$ rpm.

$d_2 = 3$ นิ้ว

จะได้

$2*1450 = 3* n_2$

$n_2 = 966.66$ rpm.

∴ ความเร็วรอบของชุดส่งกำลังเท่ากับ 966.66 rpm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ $d_3n_3 = d_4n_4$

โดย $d_3 = 3$ นิ้ว

$n_3 = 966.66$ rpm. $= n_2$

$d_4 = 2$ นิ้ว

จะได้

$3*966.66 = 2* n_4$

$n_4 = 1450$ rpm.

∴ ความเร็วรอบของชุดกลับทิศทางลูกยางตัวที่หมุนช้าเท่ากับ 1450 rpm.

จาก $d_5n_5 = d_4n_4$

โดย $n_4 = 1450$ rpm.

$d_4 = 2$ นิ้ว

$d_5 = 3$ นิ้ว

จะได้

$n_5*3 = 2*1450$

$n_5 = 966.66$ rpm.

∴ ความเร็วรอบของพูเล่ย์ที่ทดจากชุดส่งกำลังและส่งกำลังให้พูเล่ย์ลูกยางตัวที่หมุนช้าเท่ากับ 966.66 rpm.

จาก $d_5n_5 = d_6n_6$

โดย $d_5 = 3$ นิ้ว

$n_5 = 966.66$ rpm.

$n_6 = 525$ rpm.

จะได้

$3*966.66 = 525* d_6$

$d_6 = 5.52$ นิ้ว ≈ 5.5 นิ้ว

∴ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูเล่ย์ลูกยางตัวที่หมุนช้าเท่ากับ 5.5 นิ้ว

หาความเร็วรอบของพูเล่ย์ที่ขับตัวป้อนข้าวเปลือก

โดยกำหนดให้ ขนาด ∅ พูเล่ย์ ที่ทดจากความเร็วรอบของลูกยางที่หมุนช้ามีขนาดเท่ากับ 2 นิ้ว

ขนาด ∅ พูเล่ย์ ของตัวป้อนข้าวเปลือกมีขนาดเท่ากับ 6 นิ้ว

จาก $d_7n_7 = d_6n_6$

โดย $d_6 = 5.5$ นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

n_6 = 525 rpm.

d_7 = 2 นิ้ว

จะได้

$n_7 * 2 = 5.5 * 525$

n_7 = 1450 rpm.

∴ ความเร็วรอบของพูเล่ย์ที่ทดจากลูกยางตัวที่หมุนช้าส่งกำลังไปยังชุดป้อนข้าวเปลือกเท่ากับ 1450 rpm.

จาก $d_7 n_7 = d_8 n_8$

โดย d_7 = 2 นิ้ว

n_7 = 1450 rpm.

d_8 = 6 นิ้ว

จะได้

$2 * 1450 = 6 * n_8$

n_8 = 483 rpm.

∴ ความเร็วรอบของชุดป้อนข้าวเปลือกเท่ากับ 483 rpm.

หาขนาดของพูเล่ย์ลูกยางตัวที่หมุนเร็ว

จาก $d_1 n_1 = d_9 n_9$

โดย d_1 = 2 นิ้ว

n_1 = 1450 rpm.

n_9 = 900 rpm.

จะได้

$2 * 1450 = 900 * d_9$

$d_9 = 3.22$ นิ้ว $\approx$ 3 นิ้ว

∴ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูเล่ย์ลูกยางตัวที่หมุนเร็วเท่ากับ 3 นิ้ว

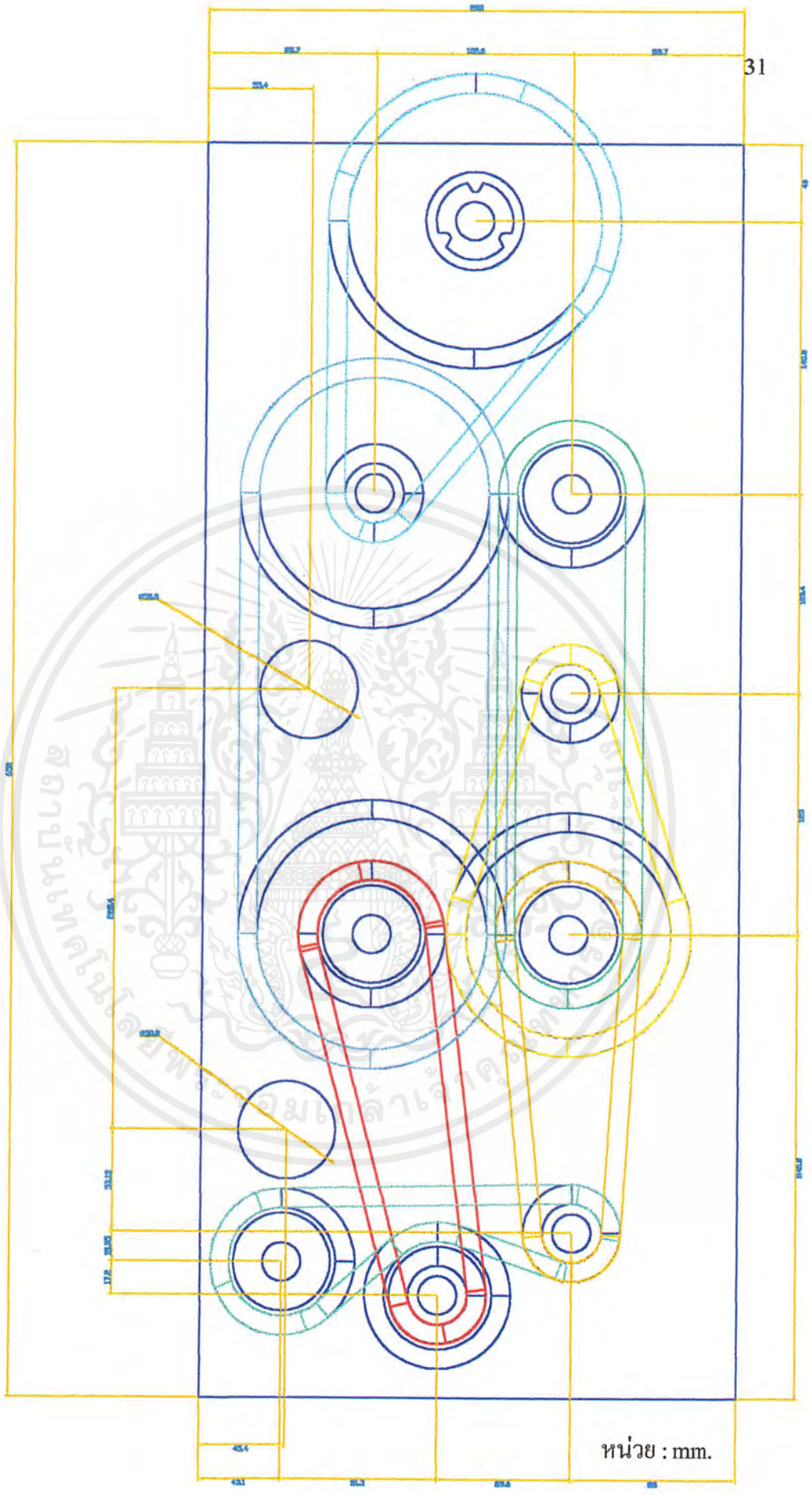
สำหรับการคำนวณและออกแบบพูเล่ย์ที่ส่งกำลังให้กับโบล์วเวอร์ จะกล่าวในเรื่องของการออกแบบโบล์วเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงสรุปผลการคำนวณและออกแบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูเล่ย์

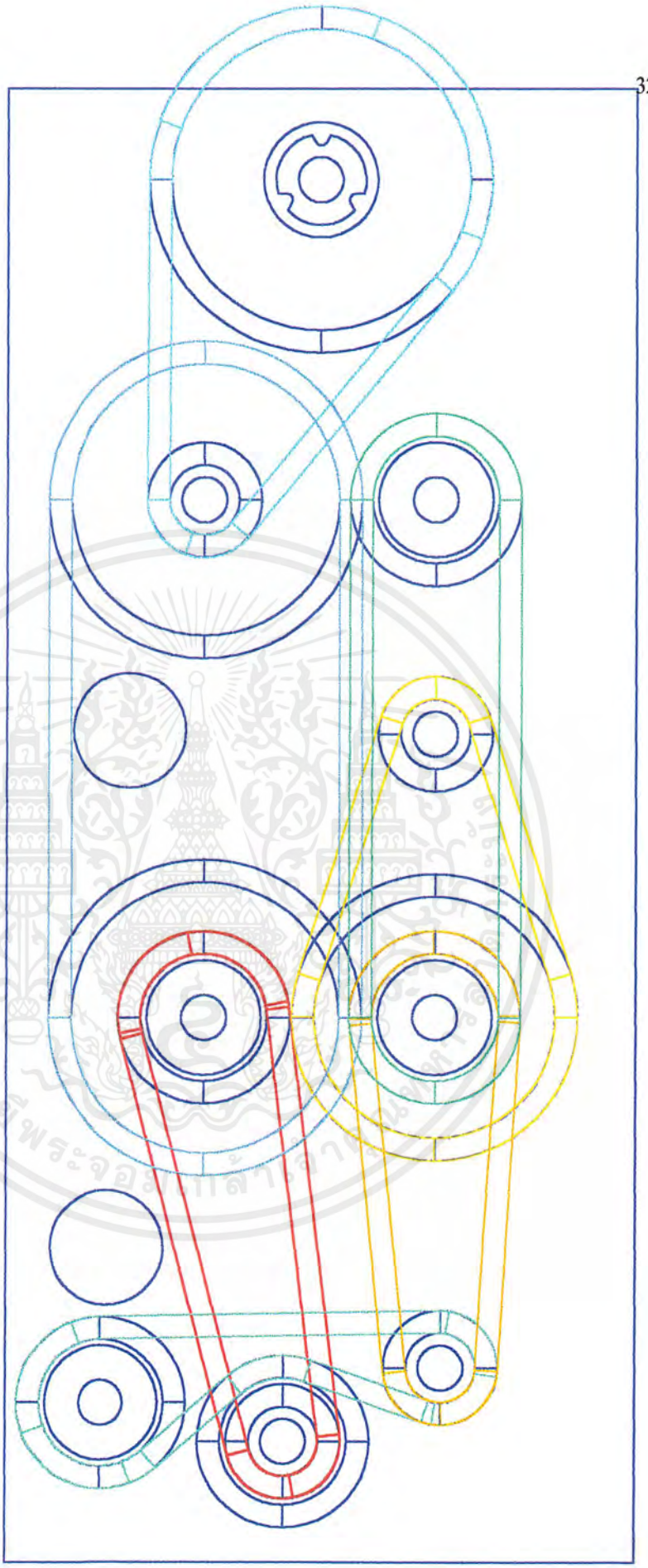
ตำแหน่งของพูเล่ย์	เส้นผ่านศูนย์กลางของพูเล่ย์ (นิ้ว)	ความเร็วรอบ (rpm.)
พูเล่ย์ของลูกยางตัวที่หมุนช้า	5.5	525
พูเล่ย์ของลูกยางตัวที่หมุนเร็ว	3	900
พูเล่ย์ของชุดกลับทิศการหมุนของลูกยาง	2	1450
พูเล่ย์ของมอเตอร์	2	1450
พูเล่ย์ของชุดส่งกำลัง	3	966.66
พูเล่ย์ทดจากชุดกลับทิศลูกยางส่งกำลังให้ลูกยางตัวที่หมุนช้า	3	966.66
พูเล่ย์ที่ทดจากลูกยางตัวที่หมุนช้าส่งกำลังให้ตัวป้อนข้าวเปลือก	2	1450
พูเล่ย์ของตัวป้อนข้าวเปลือก	6	483
พูเล่ย์ที่ทดมอเตอร์ส่งกำลังให้ลูกยางตัวที่หมุนเร็ว	3	966.66
พูเล่ย์ที่ทดจากลูกยางตัวที่หมุนเร็วส่งกำลังให้โบล์วเวอร์	6	900
พูเล่ย์ของโบล์วเวอร์	2	2700

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



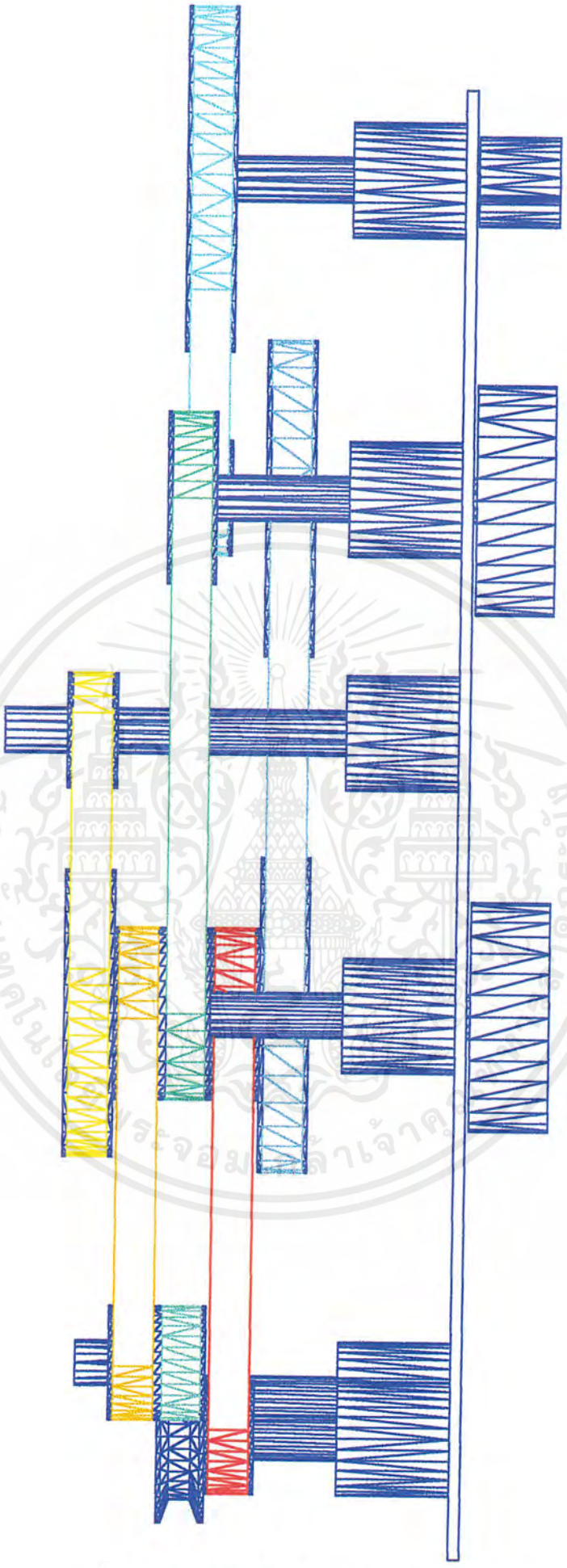
รูปที่ 4.4 แสดงขนาดของแผงหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



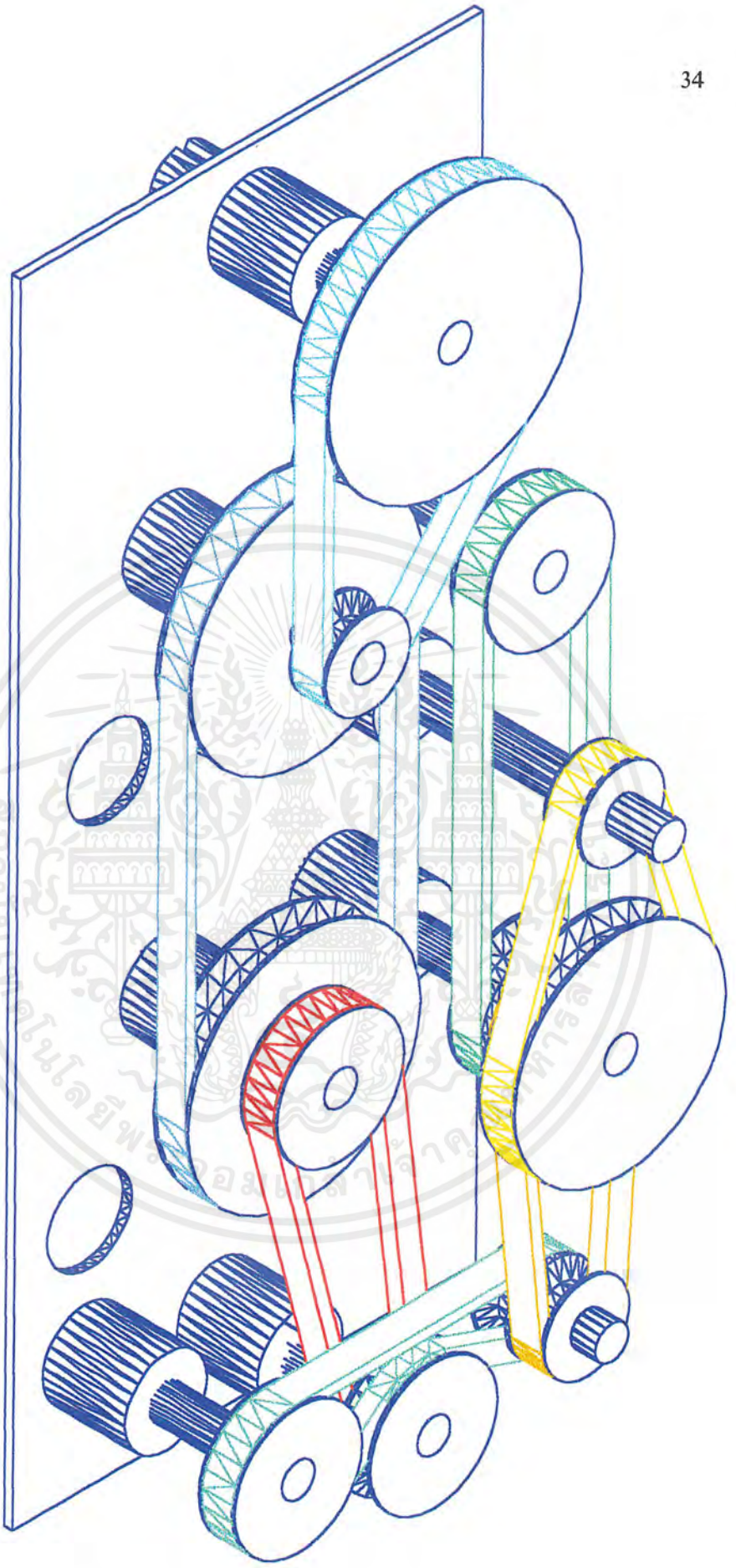
รูปที่ 4.5 แสดงแบบของแผงหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงแบบด้านข้างของแผงหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

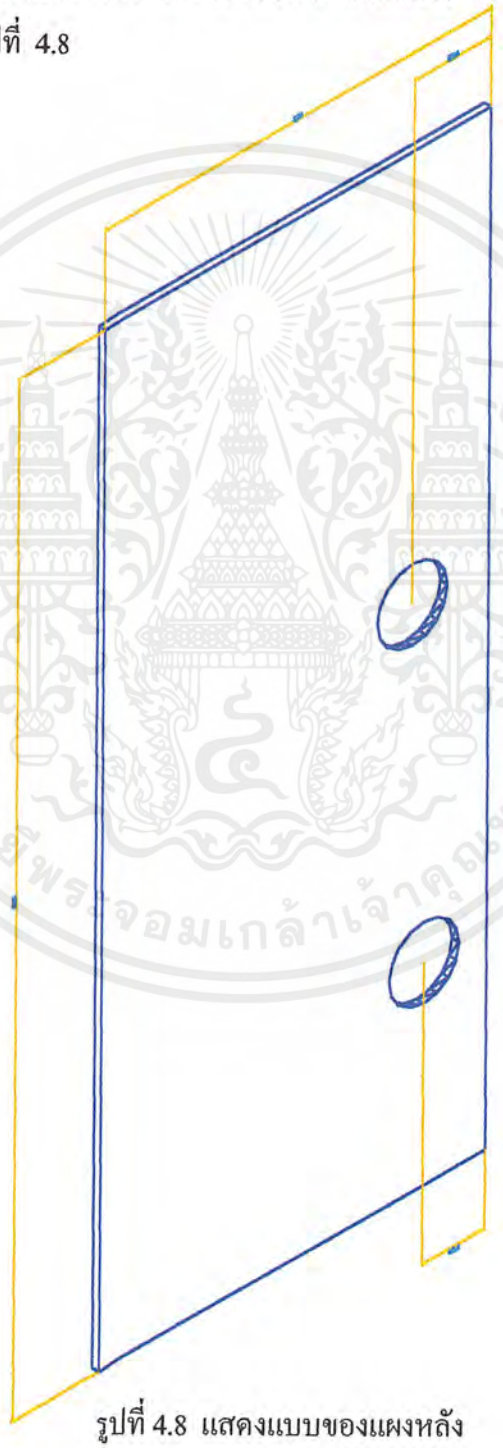


รูปที่ 4.7 แสดงแบบไอโซเมติกของแผงหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การออกแบบแผนเหล็กแผงหลัง

จากการทดลองเครื่องต้นแบบ จะพบว่ามีการต่อท่อลมดูดแกลบทางด้านข้างของแผงหน้า ซึ่งทำให้ดูหน้ากว้างเกินไปแล้ว เราจึงทำการออกแบบแผงหลังใหม่ โดยการเจาะแผงหลังซึ่งแผงหลังมีขนาด 650*280 mm^2 หนา 6 mm. ออกกว้าง 2 นิ้ว จำนวน 2 รู เพื่อใส่ท่อลมดูดแกลบจะเห็นว่าลดความกว้างทางด้านของออกได้พอสมควร ทำดูให้กะทัดรัดยิ่งขึ้น ดังแสดงแบบของแผงหลังในรูปที่ 4.8

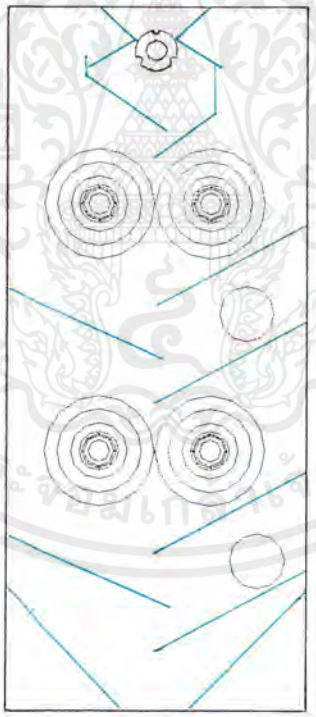


รูปที่ 4.8 แสดงแบบของแผงหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การออกแบบแผงหน้า

แผงหน้าจะประกอบไปด้วยลูกกลิ้งควบคุมปริมาณการไหลของข้าวเปลือกและแผ่นกั้นข้าวกระเด็น ซึ่งลูกกลิ้งควบคุมปริมาณการไหลของข้าวเปลือกจะใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 40 มิลลิเมตร หนา 36 มิลลิเมตร แต่สำหรับแผ่นกั้นข้าวกระเด็นใช้ความหนา 1 มิลลิเมตร กว้าง 36 มิลลิเมตร ส่วนความยาวและมุมเอียงจะกำหนดโดยผู้ออกแบบตามความเหมาะสม เนื่องจากเป็นค่าที่เปลี่ยนแปลงได้ตลอดแล้วแต่ผู้ออกแบบ เพื่อให้ได้ความยาวและมุมเอียงที่เหมาะสมที่สุดที่จะไม่ทำให้เมล็ดข้าวกระเด็นเข้าไปสู่ท่อดูดแกลบ ซึ่งจะเป็นการสูญเสียเมล็ดข้าว ดังแสดงแบบแผงหน้าในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 แสดงแบบของแผงหน้า

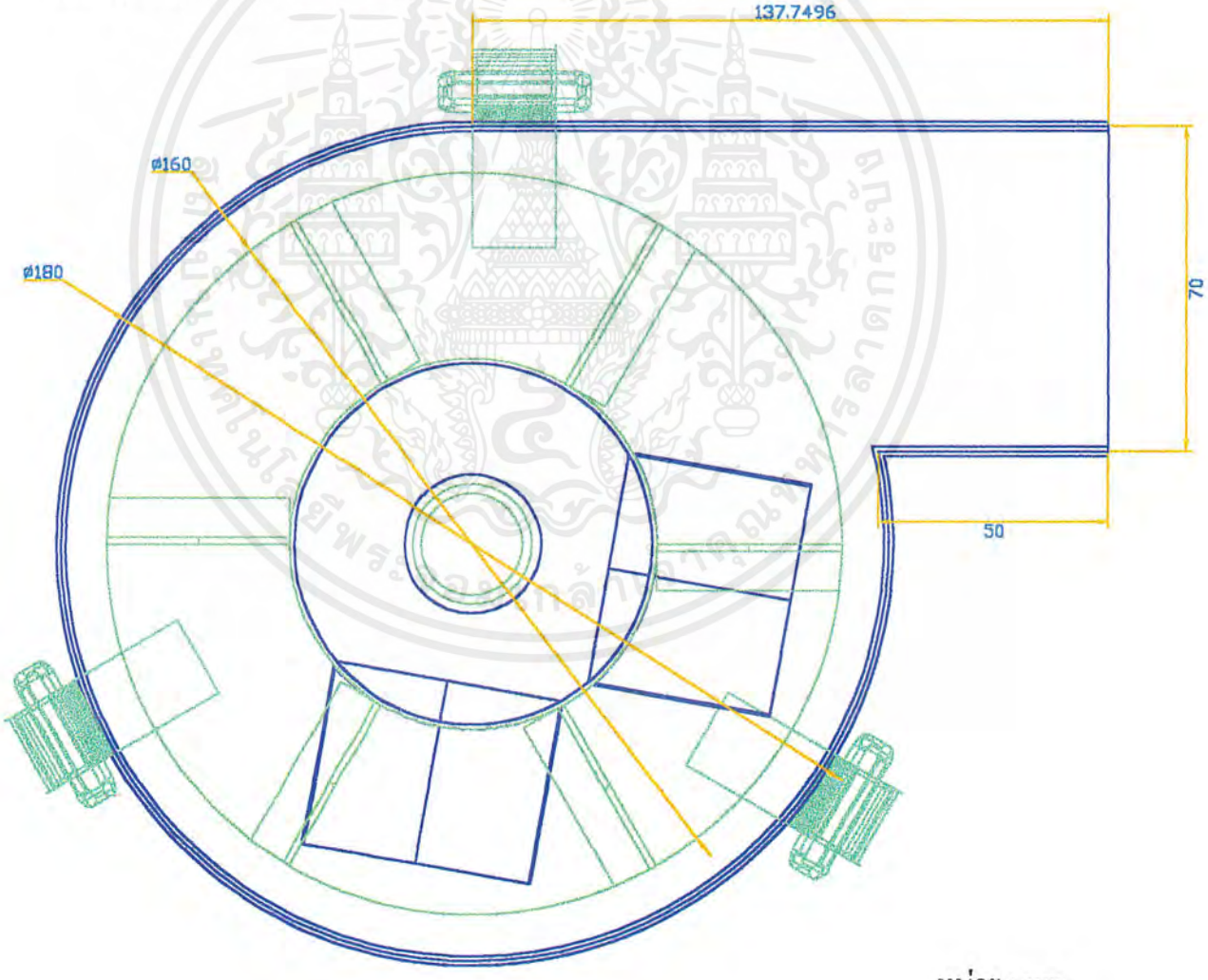
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การออกแบบโบล์วเวอร์ (Blower)

การออกแบบโบล์วเวอร์มีส่วนประกอบที่ต้องทำการออกแบบดังนี้

1. โครงสร้างของโบล์วเวอร์ ซึ่งเมื่อประกอบกับใบพัดแล้ว ต้องมีปริมาตรของอากาศ (Air Volume) อยู่ระหว่าง 9.2 – 3.8 cmm จึงทำให้โบล์วเวอร์สามารถดูดแกลบออกได้โดยไม่ดูดข้าวหักและข้าวเต็มเมล็ดออกไปด้วย

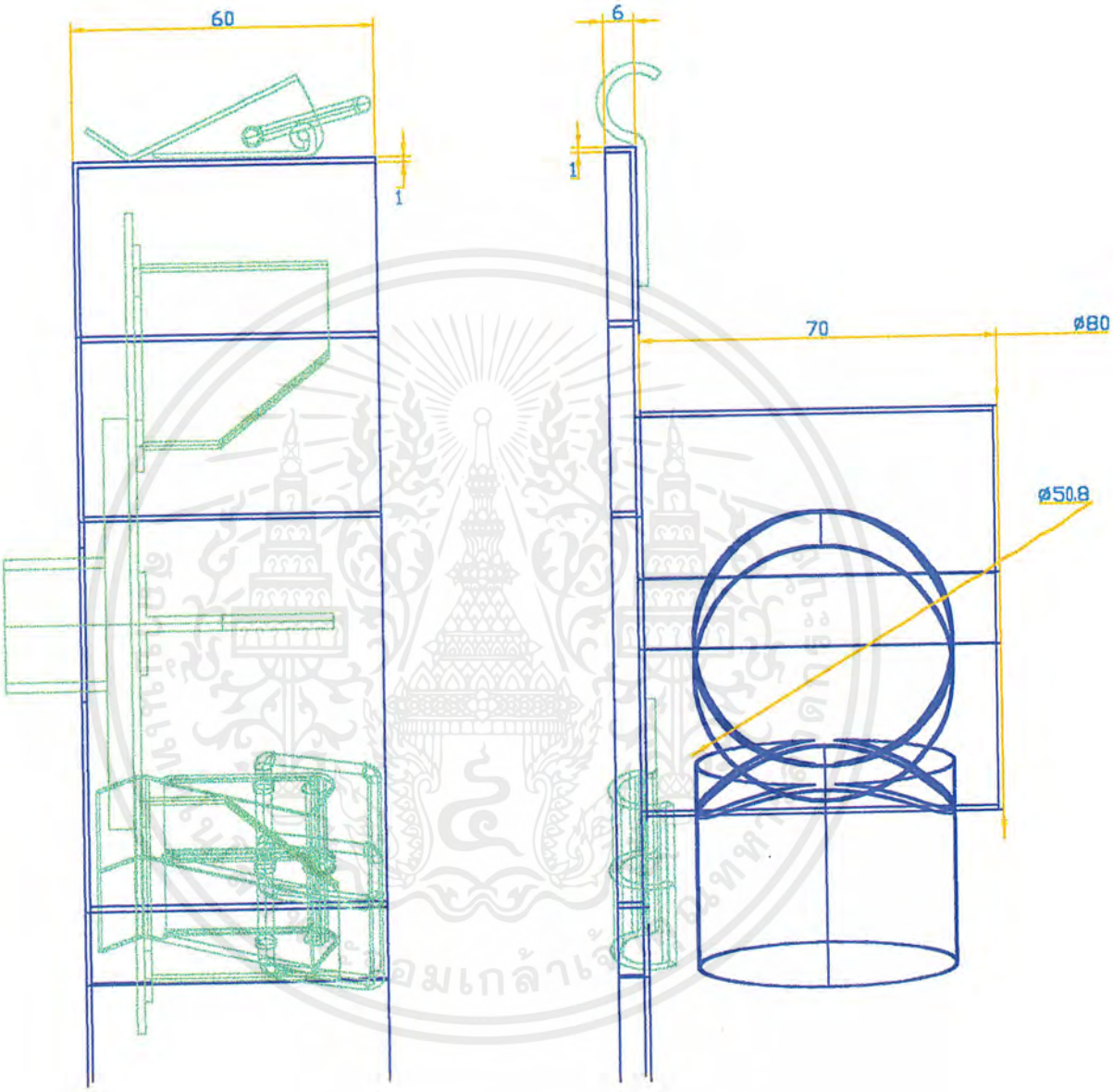
จากแคตตาล็อคของ โบล์วเวอร์ยี่ห้อ Venz รุ่น sc362 ซึ่งถูกออกแบบสำหรับงานดูดฝุ่นละเอียด ปริมาตรของอากาศ เท่ากับ 13 cmm ซึ่งให้ค่าปริมาตรของอากาศได้ใกล้เคียงกับค่าปริมาตรของอากาศจากการทดลอง จึงใช้ขนาดของโครงโบล์วเวอร์ยี่ห้อ Venz รุ่น sc362 นี้ เป็นขนาดของโครงโบล์วเวอร์ที่ใช้สำหรับงานนี้



หน่วย : mm.

รูปที่ 4.10 แสดงขนาดด้านหน้าของโบล์วเวอร์

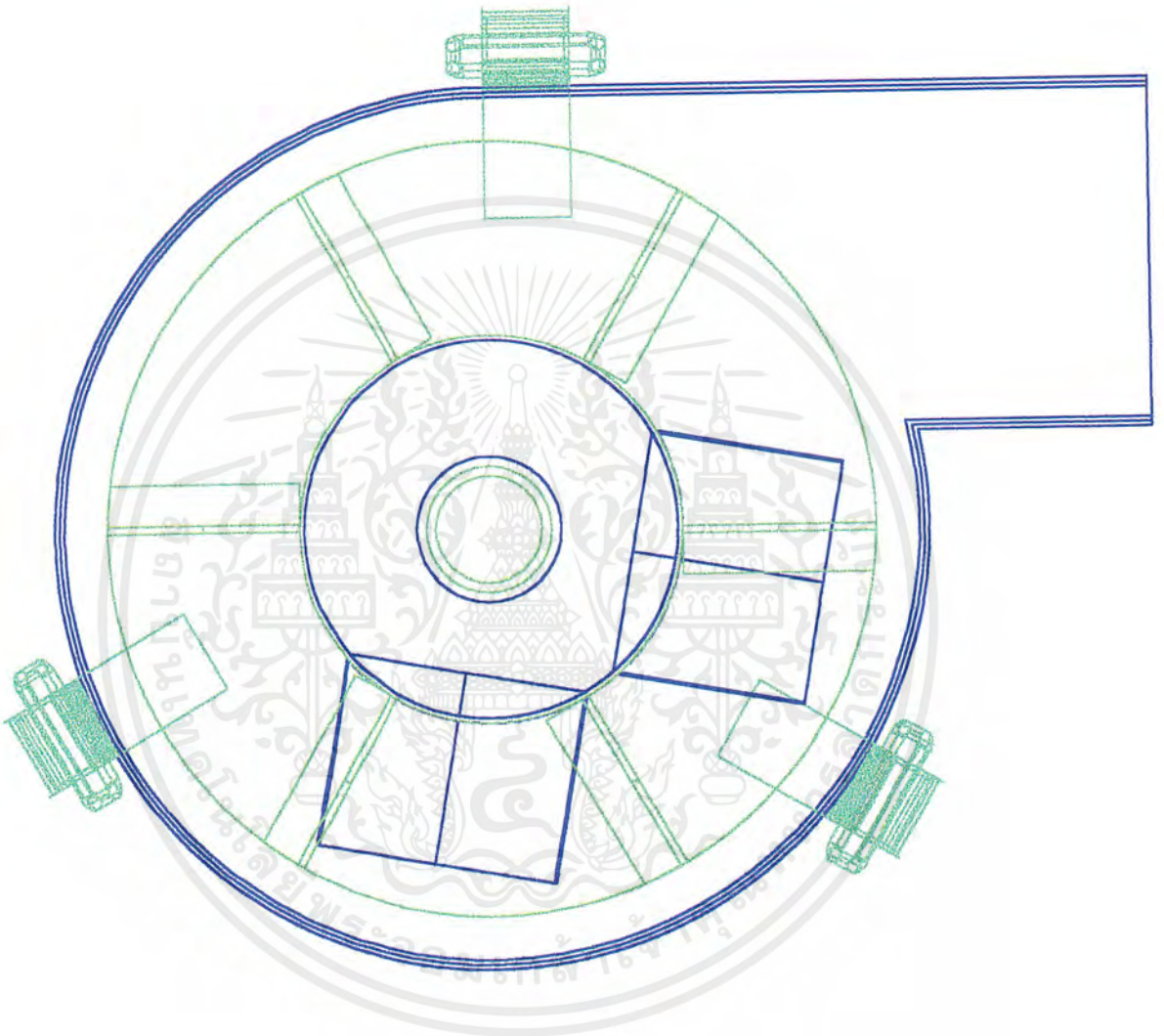
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน่วย : mm.

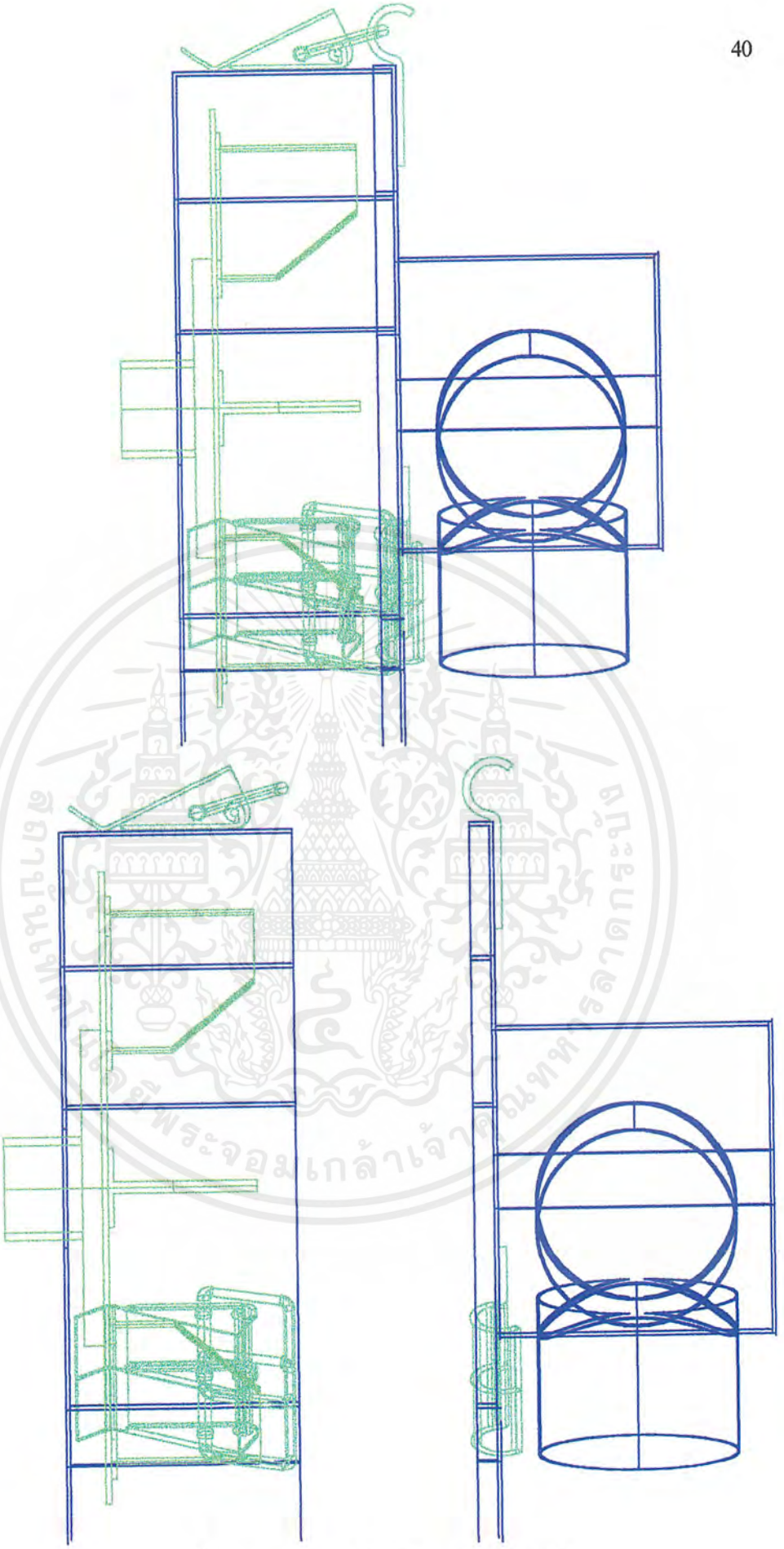
รูปที่ 4.11 แสดงขนาดด้านข้างของโบล์วเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



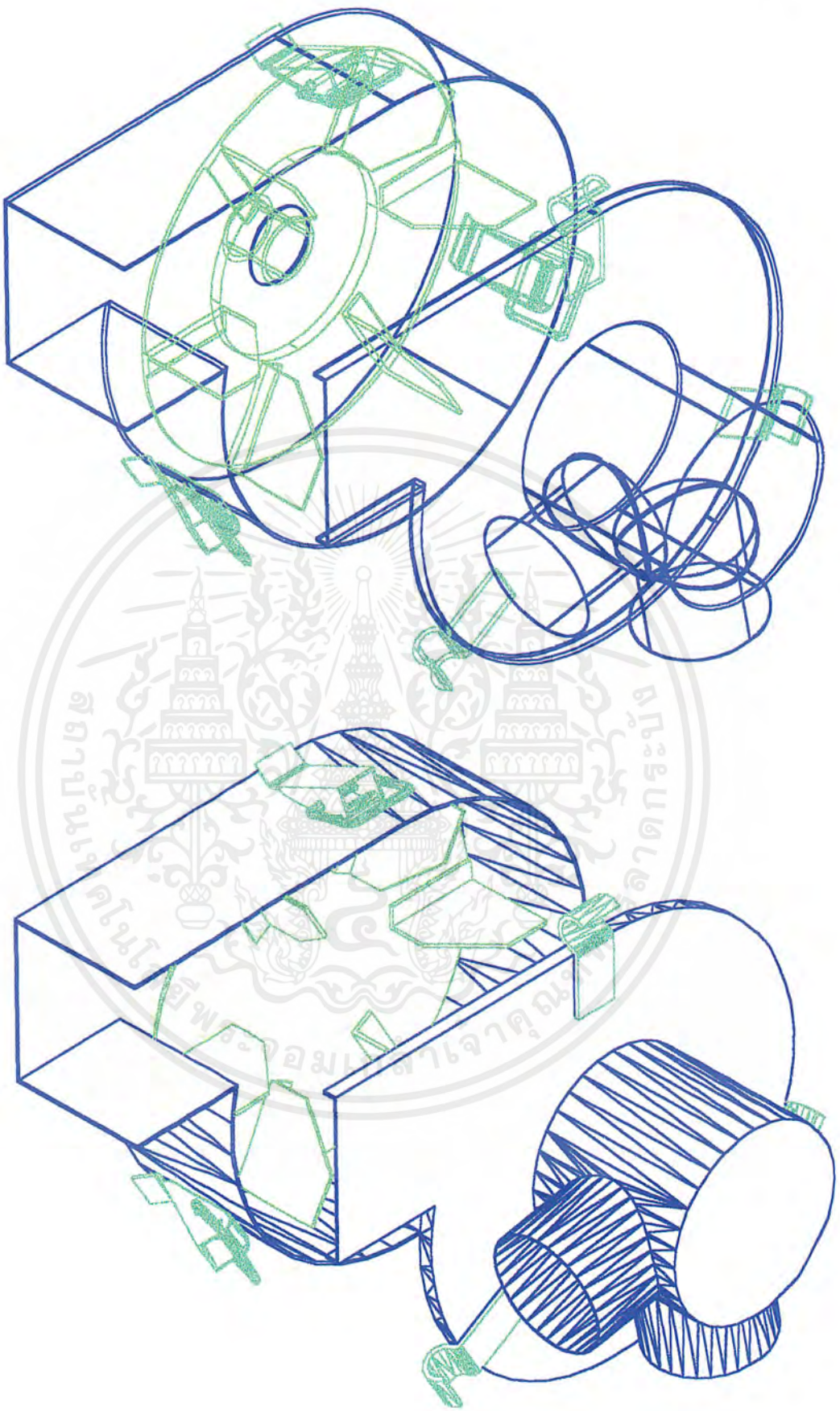
รูปที่ 4.12 แสดงแบบด้านหน้าของโบล์วเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 แสดงแบบด้านข้างของโบล์วเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

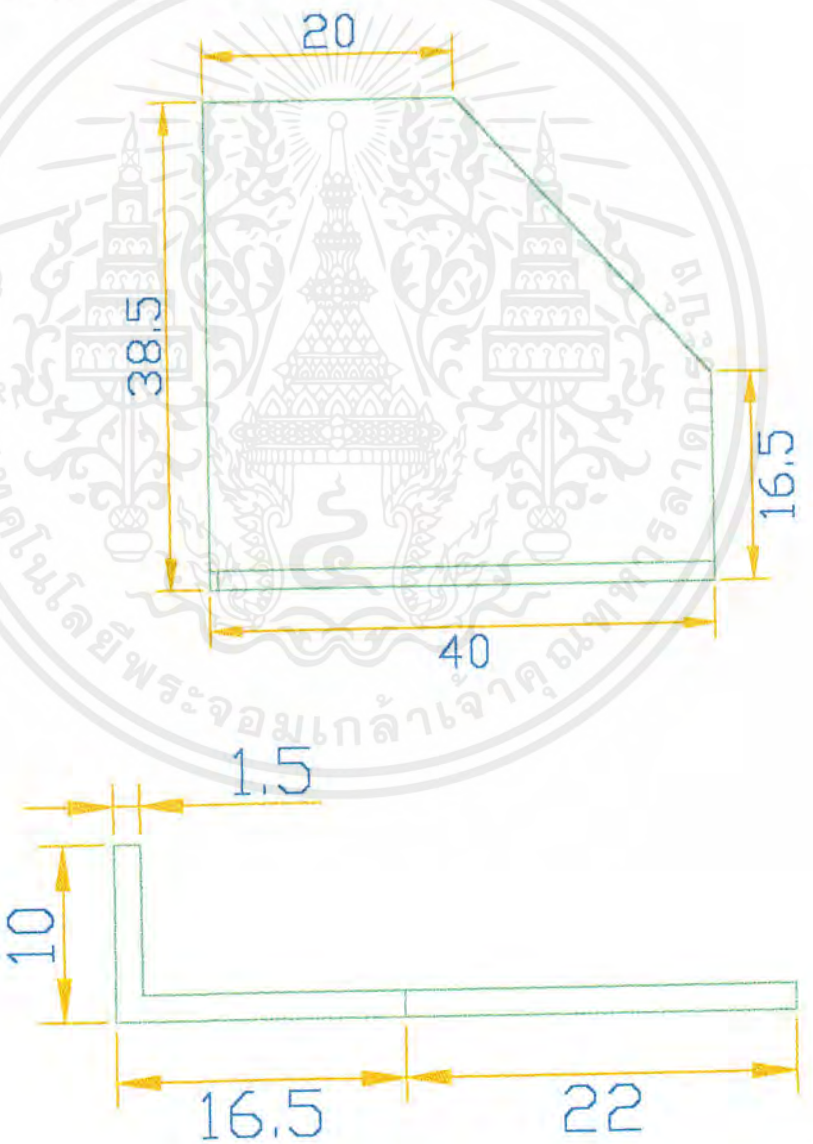


รูปที่ 4.14 แสดงแบบไอโซเมติกของโบล์วเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใบพัด ได้ทำการออกแบบโดยสร้างใบพัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ถึงแม้ว่าใบพัดรูปสี่เหลี่ยมคางหมูจะมีพื้นที่สัมผัสน้อยกว่าใบพัดแบบอื่นๆ ก็ตาม แต่ใบพัดรูปแบบนี้จะให้ความเร็วของลมสูง เนื่องจากใบพัดรูปสี่เหลี่ยมคางหมูจะมีพื้นที่ให้ลมเข้าได้มาก ทำให้สามารถดูดลมเข้ามาในโบล์วเวอร์ได้มากด้วย และใบพัดจะกวาดลมได้มาก ทำให้โบล์วเวอร์ให้ความเร็วของลมสูง

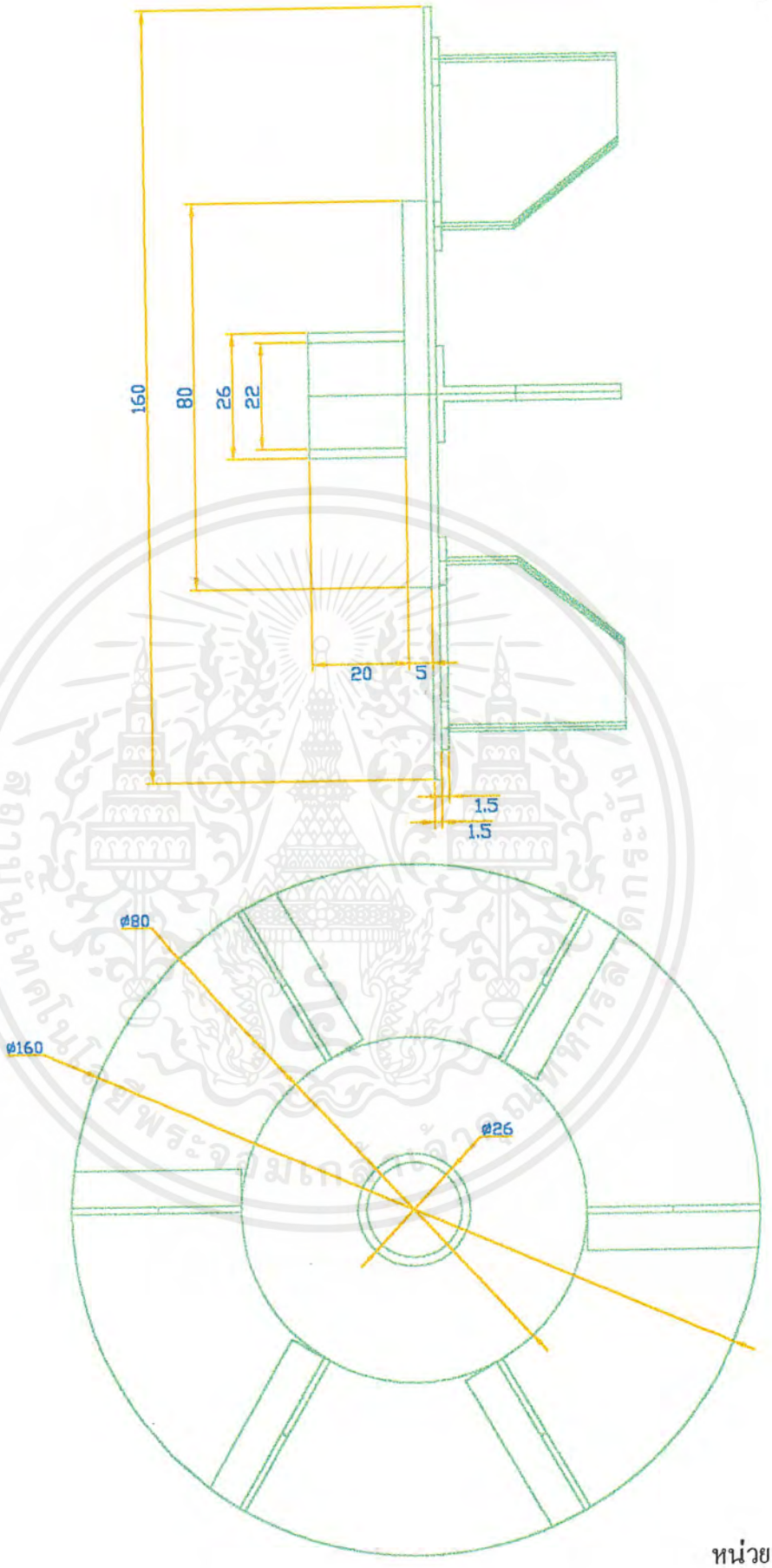
นอกจากนี้ ได้ทำการเพิ่มพื้นที่ในการสัมผัสลม โดยใช้จำนวนใบพัดมากขึ้นและทำให้ใบพัดเอียงออกจากจุดศูนย์กลางของใบพัด ทำให้สามารถเพิ่มความยาวของใบพัดได้มากขึ้น เป็นผลให้พื้นที่สัมผัสลมมากขึ้น จึงสามารถดูดลมได้แรง



หน่วย : mm.

รูปที่ 4.15 แสดงขนาดใบพัด 1 ใบ ของโบล์วเวอร์

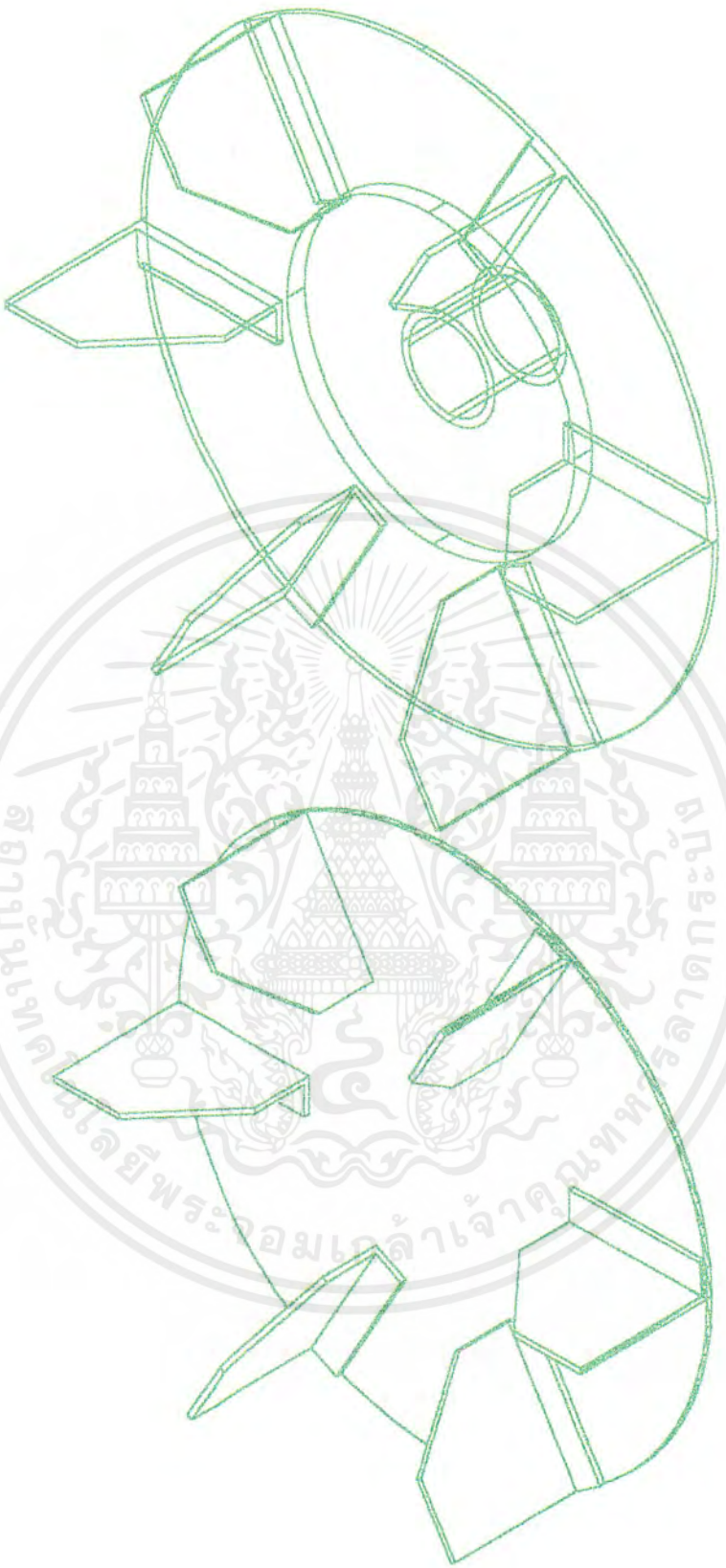
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน่วย : mm.

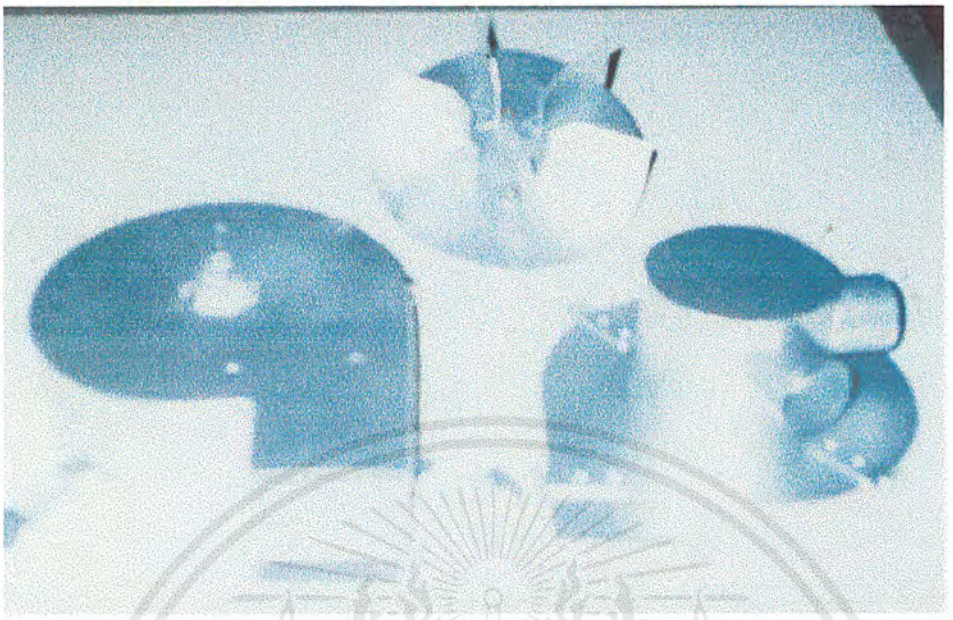
รูปที่ 4.16 แสดงขนาดใบพัดของโบล์วเวอร์

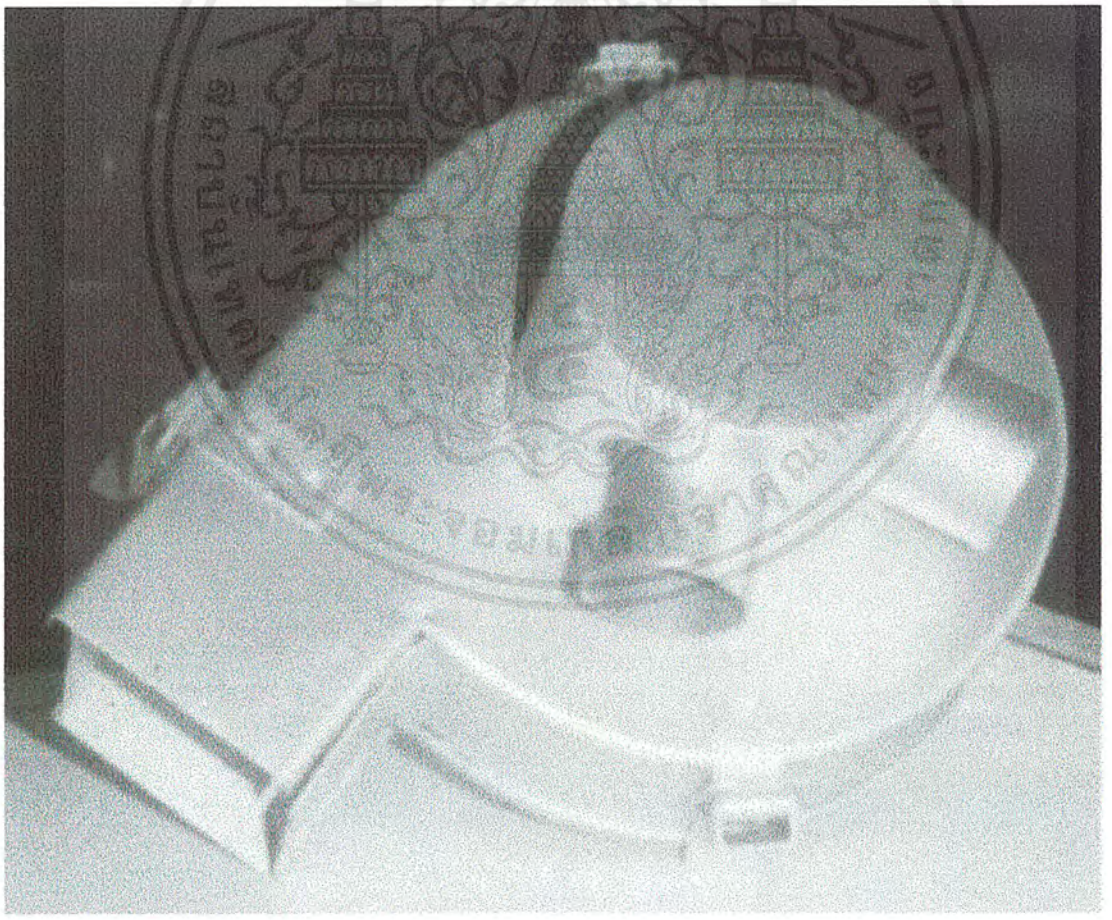
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 แสดงแบบใบพัดของโบล์วเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 4.18 แสดงภาพจริงของโบล์วเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการสร้างโบล์วเวอร์เสร็จเรียบร้อยตามที่ได้ออกแบบก็ทำการทดสอบประสิทธิภาพของโบล์วเวอร์ โดยโบล์วเวอร์ที่ได้จะต้องสามารถดูดแกลบได้ โดยไม่ดูดข้าวหักและข้าวเต็มเมล็ดไปด้วย

จากการทดลองพบว่าโบล์วเวอร์จะให้ความเร็วลมที่ปากทางเข้าอยู่ในช่วงประมาณ 3.53 – 8.62 m/s ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 2700 rpm. ทำให้สามารถคำนาณหาขนาดของพูเล่ย์ได้ดังนี้

โดยที่ เพลาของชุดส่งกำลังให้ลูกยางมีความเร็วรอบ = 900 rpm.

โบล์วเวอร์มีความเร็วรอบ = 2700 rpm.

กำหนดให้ ขนาดพูเล่ย์ (Pulley) ของโบล์วเวอร์มีขนาดเท่ากับ 2 นิ้ว

จากสูตร $d_1n_1 = d_2n_2$

$2*2700 = d_2*900$

$d_2 = 6$ นิ้ว

∴ ขนาดพูเล่ย์ที่เพลาของชุดส่งกำลังให้ลูกยางที่ทดรอบจากโบล์วเวอร์มีขนาดเท่ากับ 6 นิ้ว

4.5 การออกแบบไซโคลน (Cyclone)

เนื่องจากการแยกแกลบออกจากข้าวกล้องได้แล้ว โดยใช้โบล์วเวอร์นั้นจะมีแกลบกับลมออกมาด้วยกัน ดังนั้นก่อนที่จะทำการปล่อยลมออกสู่สิ่งแวดล้อมจะต้องทำการแยกแกลบกับลมออกจากกัน โดยใช้ไซโคลนซึ่งหลักการทำงานของไซโคลนมีดังต่อไปนี้

อากาศซึ่งมีเศษวัสดุปะปนอยู่ เช่น ฟาง ฝุ่น แกลบ ที่เคลื่อนที่เข้ามาสัมผัสกับผนังด้านในของส่วนบนของไซโคลน โดยทำให้มีการหมุนวนอยู่ในไซโคลนแล้วอากาศหมุนออกด้านบนของท่อกลมตรงกลางการเคลื่อนที่ของวัสดุที่อยู่ในกระแสอากาศภายในไซโคลน จะได้รับแรงหนีศูนย์กลาง แรงดึงดูดของโลก และแรงต้านอากาศพลศาสตร์ แรงหนีศูนย์กลางจะทำให้วัสดุเคลื่อนที่ออกไปตามแนวรัศมีของไซโคลนด้านใน ส่วนแรงดึงดูดของโลกทำให้วัสดุเคลื่อนที่ต่ำลงด้านล่างลักษณะการเคลื่อนที่ของวัสดุจึงเป็นการเคลื่อนต่ำลงทางด้านล่าง เลยส่งผลให้การเคลื่อนที่ของวัสดุจึงมีลักษณะเป็นเกลียวลงสู่ด้านล่างแรงหนีศูนย์กลาง (F_c) คำนวณได้จากสูตร

$$F_c = WV_c2/gr$$

เมื่อ

W = น้ำหนักของวัสดุ

V_c = ความเร็วในแนวสัมผัสของวัสดุ

r = รัศมีของการหมุนวนของวัสดุ

g = ความเร่งสู่ศูนย์กลาง = 9.81 m/s^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนแรงต้านทานทางอากาศพลศาสตร์ Fr คำนวณได้จากสูตร

$$Fr = CA_P p_f V_r^2/2$$

V_r = ความเร็วในแนวรัศมี (เนื่องจากอากาศออกแรงกระทำกับวัสดุในแนวรัศมี)

$$F_c = F_r$$

$$WV_c2/gr = CA_P p_f V_r^2/2$$

ซึ่งในขณะนี้ วัสดุหมุนเป็นวงที่มีรัศมีคงที่

แต่ถ้า $F_c > Fr$ วัสดุจะเคลื่อนตัวออกไปตามแนวรัศมี แล้วตกลงด้านล่างด้วยน้ำหนักของวัสดุเอง และถ้า $F_c < Fr$ วัสดุจะเคลื่อนที่เข้าสู่ศูนย์กลางไปยังจุดศูนย์กลางของไซโคลน แล้วเคลื่อนที่ลงในแนวแกนกลางของไซโคลนแล้วปล่อยออกไป

จากสมการข้างต้นจะได้

$$V_c / V_r = (CA_P p_f gr / 2W)^{1/2}$$

ถ้าค่า V_c / V_r ของวัสดุ และลม ต่างกันมากพอ จึงจะเป็นไปได้ที่จะใช้ ไซโคลนช่วยแยก อย่างไรก็ดีการแยกด้วยไซโคลนนั้น ไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกวัสดุต่างชนิดออกจากกัน แต่จะใช้แยกวัสดุออกจากอากาศ ดังนั้นจึงออกแบบให้ F_c มากกว่า F_r มากๆ ค่า V_c / V_r ก็ต่างกันมาก ยิ่งมากการคัดแยกจะยิ่งมีประสิทธิภาพ

จากการทดลองเราได้ช่วงความเร็วลมในการดูดแกลบ ก่อนที่จะเข้า ไซโคลน อยู่ในช่วง 4 เมตรต่อวินาที $< V_t <$ 8 เมตรต่อวินาที

$$V_c / V_r = (CA_P p_f gr / 2W)^{1/2} \quad \text{.....1}$$

$$C = 2mg / A_P p_f V_t^2 \quad \text{.....2}$$

$$W = mg$$

แทนค่าต่าง ๆ ได้

$$V_c / V_r = [(2mg / A_P p_f V_t^2) A_P p_f gr / 2mg]^{1/2}$$

$$= (gr / V_t^2)^{1/2}$$

แทนค่าที่ V_r = 4 m/s

$$V_c / V_r = (9.81 * 0.08 / 4*4)^{1/2}$$

g = 9.81 m/s^2 D = 16 cm

$$V_c / V_r = 0.22$$

แทนค่าที่ V_t = 8 m/s

$$V_c / V_r = (9.81 * 0.08 / 8*8)^{1/2}$$

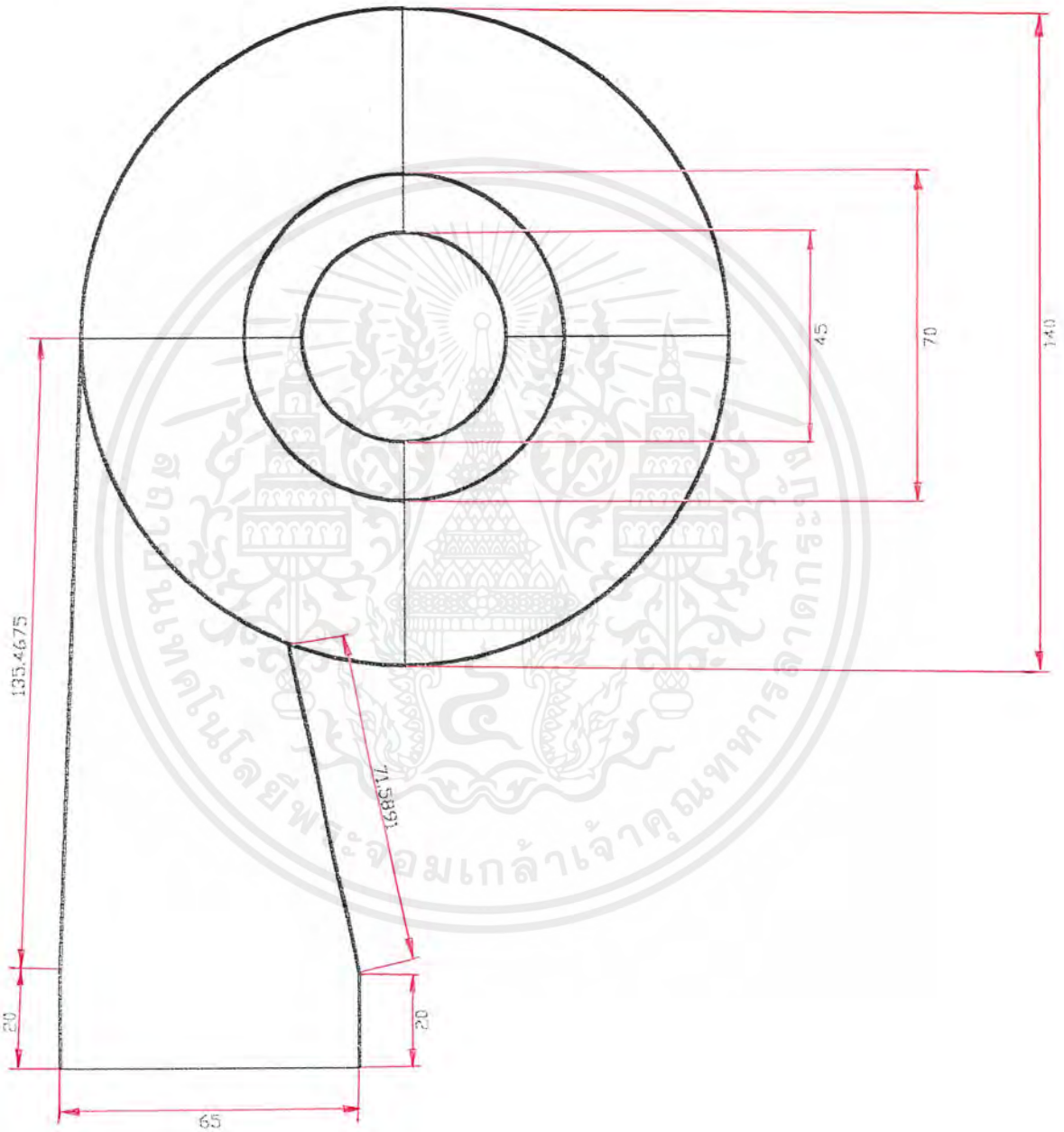
$$V_c / V_r = 0.11$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ $0.11 < V_c / V_r < 0.22$

จากการคำนวณ ถึงแม้ V_c / V_r จะมีค่าน้อยแต่ก็สามารถคัดแยกได้ในระดับหนึ่ง

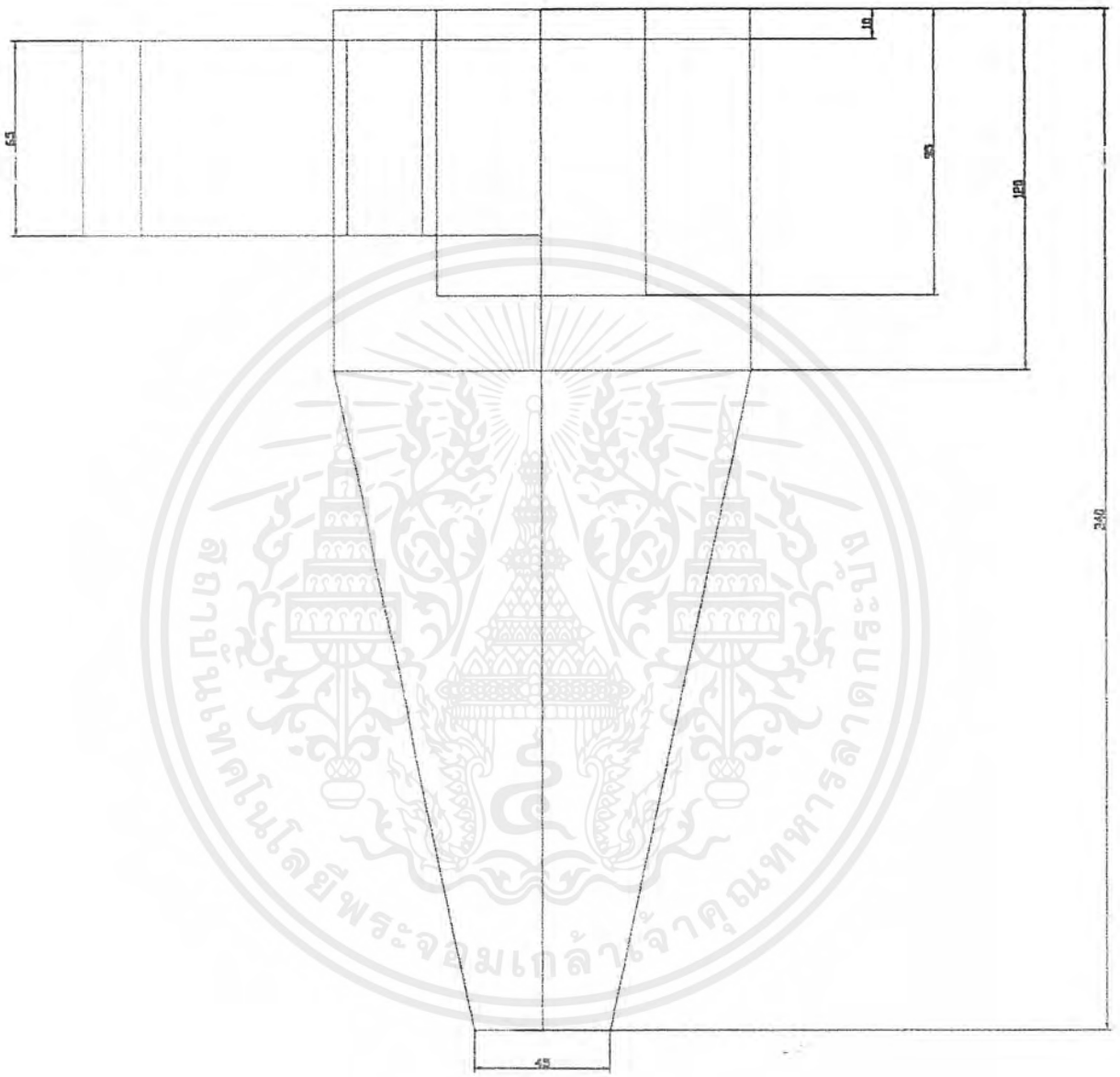
โดย ไซโคลนที่ทำการออกแบบได้แสดงดังรูปที่ 4.19 และรูปที่ 4.20 ตามลำดับ



หน่วย : mm.

รูปที่ 4.19 แสดงขนาดด้านบนของไซโคลน

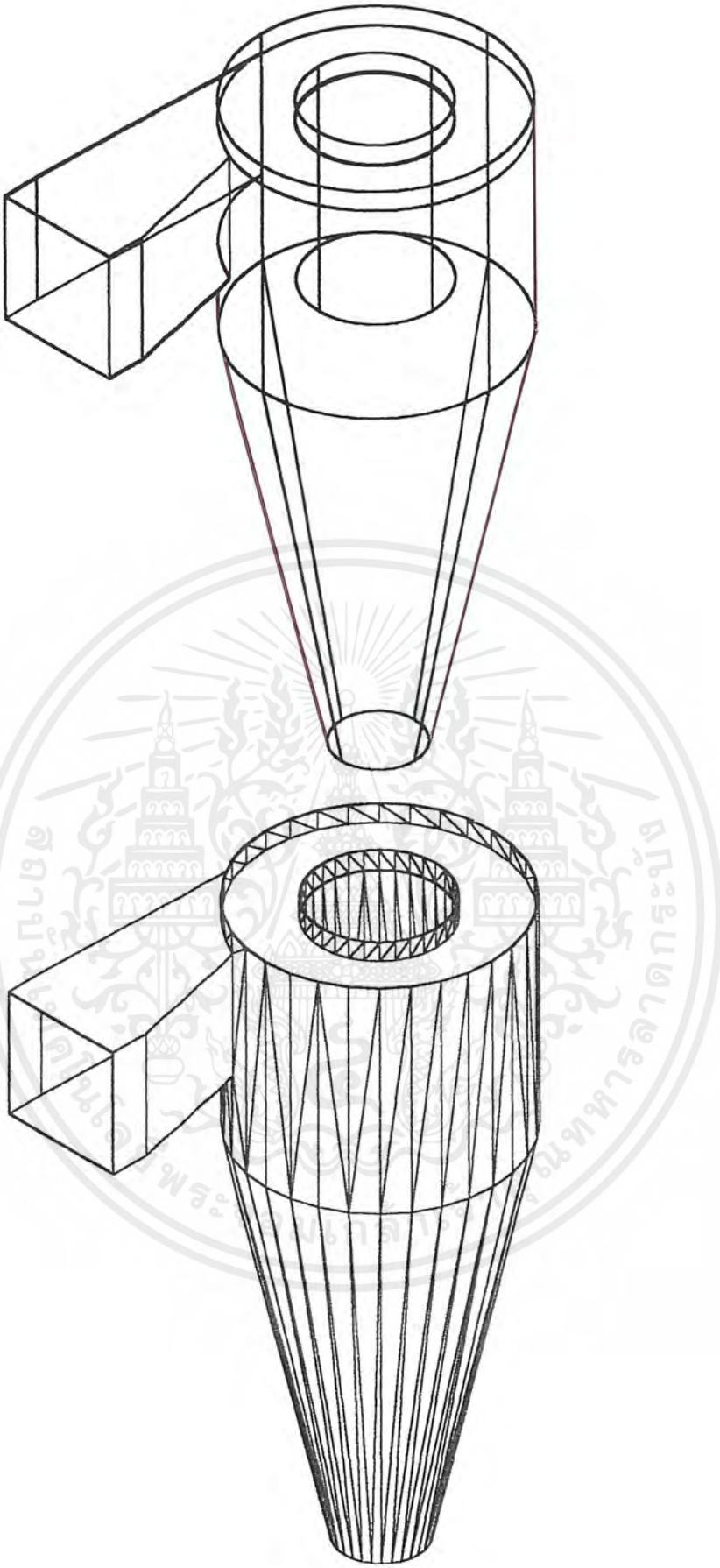
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน่วย : mm.

รูปที่ 4.20 แสดงขนาดด้านหน้าของไซโคลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 แสดงแบบของไซโคลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.22 แสดงภาพจริงของไซโคลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การทดสอบและผลการทดสอบ

5.1 การทดสอบกะเทาะเปลือกข้าวด้วยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน
2. เพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นข้าวเปลือกที่เหมาะสำหรับการสีด้วยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน

อุปกรณ์

1. เครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนที่สร้างขึ้น
2. เครื่องวัดความชื้น
3. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล

วิธีการทดสอบเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน

1. นำข้าวเปลือกมาทำการวัดความชื้น โดยใช้เครื่องวัดความชื้นให้ได้ความชื้นมีค่าต่างๆกันอยู่ในช่วง 13-15% เนื่องจากการศึกษาผลการทดสอบเครื่องสีข้าวกล้องแบบใช้ลูกยาง 2 ชุด พบว่าความชื้นที่ทำให้ได้ร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ดมากที่สุด ได้แก่ ความชื้นที่ 13 % เพราะฉะนั้นในการทดสอบครั้งนี้จึงใช้ความชื้นที่ 13-15 % เพื่อหาค่าความชื้นของข้าวเปลือกที่เหมาะสมที่สุด เมื่อใช้เครื่องสีข้าวในครัวเรือนที่ทำการสร้างขึ้นนี้
2. จากนั้นนำข้าวเปลือกที่วัดความชื้นแล้วมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลให้มีน้ำหนัก 500 กรัม
3. นำข้าวเปลือกลักษณะต่างๆที่เตรียมไว้มาทดสอบกะเทาะเปลือกข้าวด้วยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน
4. ทำการจับเวลาตั้งแต่เครื่องเริ่มกะเทาะข้าวเปลือกจนข้าวเปลือกถูกกะเทาะออกมาหมด
5. จดบันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผลการทดลอง
6. จากนั้นนำข้าวที่ได้จากกะเทาะ ไปประมวลผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

❖ ร้อยละโดยมวลของข้าวหัก $= \frac{\text{น้ำหนักของข้าวหัก}}{\text{น้ำหนักของข้าวที่กะเทาะได้ทั้งหมด}} \times 100$

❖ ร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ด $= \frac{\text{น้ำหนักของข้าวเต็มเมล็ด}}{\text{น้ำหนักของข้าวที่กะเทาะได้ทั้งหมด}} \times 100$

❖ ร้อยละโดยมวลของข้าวเปลือกที่ไม่ถูกกะเทาะ

$$= \frac{\text{น้ำหนักของข้าวเปลือกที่ไม่ถูกกะเทาะ}}{\text{น้ำหนักของข้าวที่กะเทาะได้ทั้งหมด}} \times 100$$

❖ ร้อยละโดยมวลของแกลบที่ปนออกมากับข้าวที่กะเทาะได้

$$= \frac{\text{น้ำหนักของแกลบที่ปนออกมากับข้าวที่กะเทาะได้}}{\text{น้ำหนักของข้าวที่กะเทาะได้ทั้งหมด}} \times 100$$

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

❖ ประสิทธิภาพการกะเทาะ (%)

$$= \left[1 - \frac{\text{น้ำหนักของข้าวเปลือกที่ไม่ถูกกะเทาะ}}{\text{น้ำหนักของข้าวที่กะเทาะได้ทั้งหมด}} \right] \times 100$$

❖ ประสิทธิภาพการทำงานของชุดแยกแกลบ วิเคราะห์ได้จากค่าต่างๆ ดังนี้

- ร้อยละโดยมวลของแกลบที่ปนออกมากับข้าวที่กะเทาะได้
- ร้อยละของข้าวที่ถูกดูดปนออกไปกับแกลบด้วย blower

$$= \frac{\text{น้ำหนักของข้าวที่ถูกดูดปนออกไปกับแกลบ}}{\text{น้ำหนักของข้าวเปลือกทั้งหมดที่นำมากะเทาะ}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ข้าวเปลือกที่มีค่าความชื้นต่างกัน เพื่อหาค่าความชื้นข้าวเปลือกที่เหมาะสมจะนำมากะเทาะเปลือกโดยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน

8. เปลี่ยนลูกกลิ้งควบคุมการไหลของข้าวเปลือก จากลูกกลิ้งแบบ 3 ร่อง ไปใช้ลูกกลิ้งแบบ 6 ร่อง ขนาดความกว้างร่อง 6 มิลลิเมตร และ 10 มิลลิเมตร แล้วทดสอบการทำงานของเครื่อง

9. ทำการสรุปวิเคราะห์ผล

5.1.1 ผลการทดสอบ (ก่อนทำการปรับปรุงเครื่องฯ)

แสดงผลการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลข้าวเปลือกแบบ 3 ร่อง ความกว้างร่อง 6 มม.

แสดงผลการทดสอบตั้งแต่ ตารางที่ 5.1 – 5.7

5.1.2 ผลการทดสอบ (หลังทำการปรับปรุงเครื่องฯ)

เนื่องจากหลังการทดสอบที่ผ่านมาสังเกตุเห็นว่ามีข้าวเปลือกบางส่วนกระเด็นลงมาโดยไม่ผ่านลูกยางกะเทาะ จึงทำให้ข้าวกล้องที่ได้ยังมีข้าวเปลือกปนออกมาด้วย จึงได้ทำการแก้ไขโดยทำแผ่นบันไดชะลอการไหลใหม่ และปิดช่องที่ข้าวเปลือกมีโอกาสกระเด็นลงมาโดยไม่ผ่านลูกยางกะเทาะทั้งหมด แล้วทำการทดสอบการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนใหม่

แสดงผลการทดสอบตั้งแต่ ตารางที่ 5.8 เป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 - 5.7 แสดงผลการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้อง
ในครัวเรือน เมื่อใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลข้าวเปลือกแบบ 3 ร่อง ความกว้างร่อง 6 มม.

ตารางที่ 5.1 แสดงผลการทดสอบกะเทาะเปลือกข้าวโดยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนเมื่อใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ หนัก 500 กรัม ที่ความชื้น 13-13.9%

ผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือก	หน่วย	น้ำหนัก								
		ครั้งที่								เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ข้าวกล้องทั้งหมดที่ได้	กรัม	362.4	361.8	364.5	357.8	365.2	362.2	362.7	363.4	362.5
	% โดยมวล	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
- ข้าวเต็มเมล็ด	กรัม	265.6	258.3	238.0	234.7	232.6	265.1	261.9	253.7	251.2
	% โดยมวล	73.3	71.4	65.3	65.5	63.7	73.2	72.2	69.8	69.3
- ข้าวหัก	กรัม	40.2	60.8	89.6	89.1	95.7	75.3	71.5	75.6	74.7
	% โดยมวล	11.1	16.8	24.6	24.9	26.2	20.8	19.7	20.8	20.6
- ข้าวเปลือก	กรัม	30.3	25.7	22.9	21.1	24.5	15.8	22.5	22.2	23.1
	% โดยมวล	8.4	7.1	6.3	5.9	6.7	4.5	6.2	6.1	6.4
- แกลบ	กรัม	26.1	17.0	18.9	13.2	12.4	5.8	6.9	12.0	14.0
	% โดยมวล	7.2	4.7	3.8	3.7	3.4	1.6	1.9	3.3	3.7

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการทดสอบกะเทาะเปลือกข้าวโดยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนเมื่อใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ หนัก 500 กรัม ที่ความชื้น 14 -15%

ผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือก	หน่วย	น้ำหนัก								
		ครั้งที่								เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ข้าวกล้องทั้งหมดที่ได้	กรัม	343.1	346.8	365.2	355.3	362.5	358.1	350.1	348.2	353.7
	% โดยมวล	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
- ข้าวเต็มเมล็ด	กรัม	202.0	202.4	270.2	295.0	270.4	298.3	255.6	247.9	255.2
	% โดยมวล	58.9	58.4	74.0	83.0	74.6	83.3	73.0	71.2	72.1
- ข้าวหัก	กรัม	101.8	118.0	57.3	39.8	58.7	45.6	69.3	74.2	70.6
	% โดยมวล	29.7	34.0	15.7	11.2	16.2	12.7	19.8	21.3	20.1
- ข้าวเปลือก	กรัม	15.2	16.0	21.2	14.4	19.6	12.2	15.1	14.6	16.0
	% โดยมวล	4.4	4.6	5.8	4.0	5.4	3.4	4.3	4.2	4.5
- แกลบ	กรัม	24.1	10.4	16.4	6.1	13.8	2.0	10.8	11.5	11.9
	% โดยมวล	7.0	3.0	4.5	1.7	3.8	0.0	2.9	3.3	3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 แสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนเมื่อใช้ข้าวเปลือก พันธุ์ขาวดอกมะลิ ที่ความชื้น 13-13.9 %

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ	ครั้งที่								เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	
น้ำหนักข้าวที่ออกมากับแกลบ (กรัม)	17.5	15.5	14.5	13.5	14	16.5	12	13	14.6
เปอร์เซนต์ข้าวที่ออกมากับแกลบ (%)	3.5	3.1	2.9	2.7	2.8	3.3	2.4	2.6	2.9
เวลาที่ใช้กะเทาะข้าวเปลือก(นาที)	5.7	5.9	6.2	6.6	6.3	6.6	6.2	6.2	6.2
อัตราการกะเทาะ (Kg/min)	0.088	0.085	0.081	0.076	0.079	0.076	0.081	0.081	0.081
ประสิทธิภาพการกะเทาะ (%)	91.6	92.9	93.7	94.1	93.3	75.6	93.8	93.9	91.1

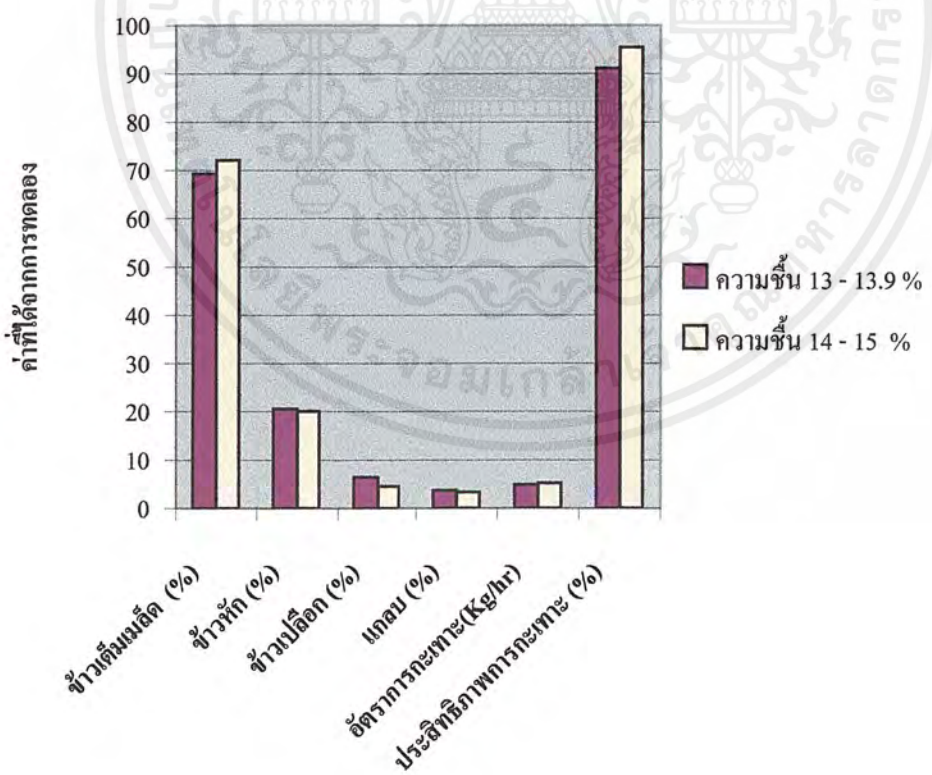
ตารางที่ 5.4 แสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนเมื่อใช้ข้าวเปลือก พันธุ์ขาวดอกมะลิ ที่ความชื้น 14 - 15%

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ	ครั้งที่								เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	
น้ำหนักข้าวที่ออกมากับแกลบ (กรัม)	14.8	10.6	13.5	13.5	12.6	14.5	13	15	13.4
เปอร์เซนต์ข้าวที่ออกมากับแกลบ(%)	2.96	2.1	2.7	2.7	2.5	2.9	2.6	3	2.7
เวลาที่ใช้กะเทาะข้าวเปลือก(นาที)	6.63	5.92	5.5	6.1	5.7	5.6	5.5	5.5	5.8
อัตราการกะเทาะ (Kg/min)	0.075	0.084	0.091	0.080	0.088	0.090	0.090	0.090	0.086
ประสิทธิภาพการกะเทาะ (%)	95.6	95.4	94.2	96	94.6	96.6	95.7	95.8	95.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ ที่ความชื้น 13-13.9% กับ14-15 %

ผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือก 500 กรัม	ความชื้น 13 - 13.9 %	ความชื้น 14 - 15 %
- ข้าวกล้องทั้งหมดที่ได้จากการกะเทาะ (กรัม)	362.5	353.7
- ข้าวเต็มเมล็ด (%)	69.3	72.1
- ข้าวหัก (%)	20.6	20.1
- ข้าวเปลือก (%)	6.4	4.5
- แกลบ (%)	3.7	3.3
- เปอร์เซนต์ข้าวที่ปนออกมากับแกลบ (%)	2.9	2.7
- เวลาที่ใช้ในการกะเทาะข้าวเปลือก (นาที)	6.2	5.8
- อัตราการกะเทาะข้าวเปลือก (Kg/hr)	4.86	5.16
- ประสิทธิภาพการกะเทาะ (%)	91.1	95.5



รูปที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ข้าวเปลือก ที่ความชื้น 13 - 13.9% กับ 14 - 15 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.6 แสดงผลการทดสอบกะเทาะเปลือกข้าวโดยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนเมื่อใช้ข้าวเหนียว หนัก 500 กรัม ที่ความชื้น 13.5 -14%

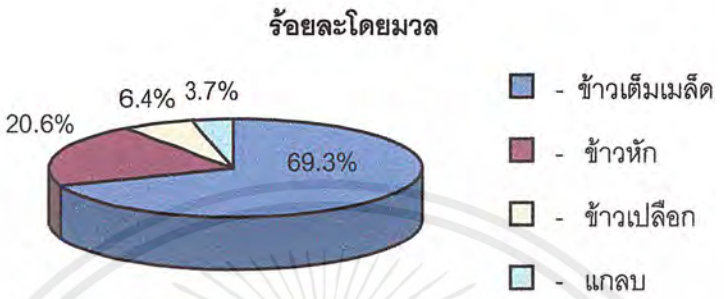
ผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือก	หน่วย	น้ำหนัก					
		ครั้งที่					เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
ข้าวกล้องทั้งหมดที่ได้	กรัม	335.9	354.5	357.8	364.2	361.5	354.8
	% โดยมวล	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
- ข้าวเต็มเมล็ด	กรัม	324.7	315.3	327.5	327.7	312.4	321.5
	% โดยมวล	91.2	89.0	91.5	90.0	86.4	89.6
- ข้าวหัก	กรัม	22.9	32.4	20.4	20.8	33.9	26.1
	% โดยมวล	6.4	1.9	5.7	5.8	9.4	5.8
- ข้าวเปลือก	กรัม	4.0	4.4	5.7	3.9	10.1	5.6
	% โดยมวล	1.1	1.2	1.6	1.1	2.8	1.6
- แกลบ	กรัม	4.3	2.4	4.2	0.3	5.1	3.3
	% โดยมวล	1.2	0.7	1.2	0.1	1.4	0.9

ตารางที่ 5.7 แสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนเมื่อใช้ข้าวเหนียว ที่ความชื้น 13.5 - 14%

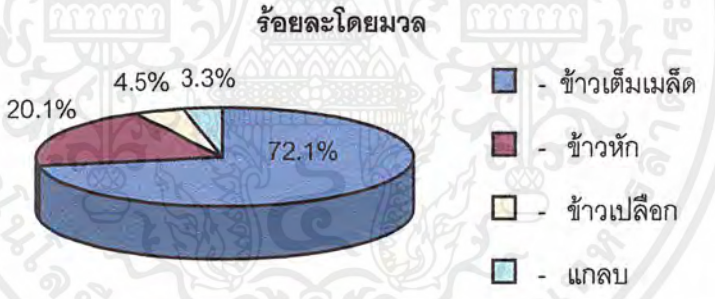
การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ	ครั้งที่					เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
น้ำหนักข้าวที่ออกมากับแกลบ (กรัม)	10.5	12.3	11.2	12.6	10.9	11.5
เปอร์เซนต์ข้าวที่ออกมากับแกลบ (%)	2.1	2.5	2.3	2.5	2.2	2.3
เวลาที่ใช้ในการกะเทาะเปลือก(นาที)	2.9	6.1	5.5	5.7	5.9	5.2
อัตราการกะเทาะ (Kg/min)	0.085	0.082	0.091	0.088	0.085	0.086
ประสิทธิภาพการกะเทาะ (%)	98.5	98.8	98.4	98.9	97.2	98.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

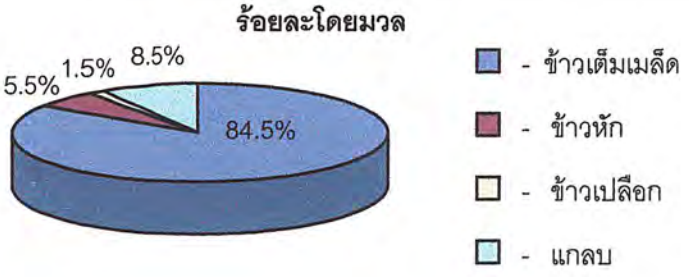
รูปที่ 5.2 - 5.4 แสดงค่าร้อยละโดยมวลของผลที่ได้จากการกะเทาะเปลือกข้าว จากการทดสอบการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องเมื่อใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลแบบ 3 ร่อง



รูปที่ 5.2 กราฟแสดงค่าร้อยละโดยมวลของผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือก พันธุ์ขาวดอกมะลิ ความชื้น13 - 13.9%



รูปที่ 5.3 กราฟแสดงร้อยละโดยมวลของผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือก พันธุ์ขาวดอกมะลิ ความชื้น 14 - 15%



รูปที่ 5.4 กราฟแสดงร้อยละโดยมวลของผลที่ได้จากการกะเทาะเปลือกข้าวเหนียว ความชื้น13.5-14%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.8 - 5.13 แสดงผลการทดสอบการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน โดยทำการปรับปรุงขั้นบันไดชะลอการไหลให้ปิดช่องต่างๆ ที่ข้าวเปลือกจะกระเด็นออก ทำให้ไม่ผ่านไม่ผ่านลูกยางกะเทาะ

ตารางที่ 5.8 แสดงผลการทดสอบกะเทาะเปลือกข้าวโดยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน ใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ หนัก 500 กรัม ที่ความชื้น 14-15% โดยใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลแบบ 3 ร่อง ขนาดความกว้างร่อง 6 มม.

ผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือก	หน่วย	น้ำหนัก					
		ครั้งที่					เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
ข้าวกล้องทั้งหมดที่ได้	กรัม	354.5	362.3	361.3	355.7	358.8	358.5
	% โดยมวล	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
- ข้าวเต็มเมล็ด	กรัม	250.7	272.1	265.9	250.5	258.6	259.6
	% โดยมวล	70.7	75.1	73.6	70.4	72.1	72.4
- ข้าวหัก	กรัม	77.9	63.0	70.1	79.9	74.4	73.0
	% โดยมวล	22.0	17.4	19.4	22.5	20.7	20.4
- ข้าวเปลือก	กรัม	16.0	15.2	14.5	15.7	14.7	15.2
	% โดยมวล	4.5	4.2	4.0	4.4	4.1	4.2
- แกลบ	กรัม	9.9	12.0	10.8	9.6	11.1	10.7
	% โดยมวล	2.8	3.3	3.0	2.7	3.1	3.0

ตารางที่ 5.9 แสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน ใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ หนัก 500 กรัม ที่ความชื้น 14-15% โดยใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลแบบ 3 ร่อง ขนาดความกว้างร่อง 6 มม.

ข้อมูลที่ได้จากการสีข้าว	ครั้งที่					เฉลี่ย
	1	3	4	5	5	
น้ำหนักข้าวที่ออกมากับแกลบ (กรัม)	13.6	13.5	14.5	16	15	14.5
เปอร์เซนต์ข้าวที่ออกมากับแกลบ (%)	2.5	2.7	2.9	3.2	3	2.9
เวลาที่ใช้กะเทาะข้าวเปลือก(นาที)	5.5	5.8	6.2	6.1	6	5.9
อัตราการกะเทาะ (Kg/min)	0.091	0.086	0.081	0.082	0.083	0.085
ประสิทธิภาพการกะเทาะ (%)	95.5	95.8	96.0	95.6	95.9	95.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.10 แสดงผลการทดสอบกะเทาะเปลือกข้าวโดยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน ใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ หนัก 500 กรัม ที่ความชื้น 14-15% โดยใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลแบบ 6 ร่อง ขนาดความกว้างร่อง 6 มม.

ผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือก	หน่วย	น้ำหนัก								
		ครั้งที่								เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ข้าวกล้องทั้งหมดที่ได้	กรัม	358.9	360.1	360.3	359.8	362.4	361.7	364.1	360.5	361.0
	% โดยมวล	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
- ข้าวเต็มเมล็ด	กรัม	252.5	259.7	261.1	254.5	261.4	259.1	264.9	253.1	258.3
	% โดยมวล	70.4	72.1	72.5	70.7	72.1	71.6	72.8	70.2	71.6
- ข้าวหัก	กรัม	74.5	70.1	69.8	74.2	71.3	72.8	69.2	75.1	72.1
	% โดยมวล	20.8	19.5	19.4	20.6	19.7	20.1	19.0	20.8	20.0
- ข้าวเปลือก	กรัม	17.4	17.2	16.8	16.5	17.7	17.1	16.9	17.3	17.1
	% โดยมวล	4.8	4.8	4.7	4.6	4.9	4.7	4.6	4.8	4.7
- แกลบ	กรัม	14.5	13.1	12.6	14.6	12.0	12.7	13.1	15.0	13.5
	% โดยมวล	4.0	3.6	3.5	4.1	3.3	3.5	3.6	4.2	3.7

ตารางที่ 5.11 แสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน ใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ หนัก 500 กรัม ที่ความชื้น 14-15% โดยใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลแบบ 6 ร่อง ขนาดความกว้างร่อง 6 มม.

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ	ครั้งที่								เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	
น้ำหนักข้าวที่ออกมากับแกลบ (กรัม)	10.7	10.2	12.8	11.3	14.5	13.6	14.4	12.1	12.5
เปอร์เซนต์ข้าวที่ออกมากับแกลบ(%)	2.1	2.0	2.6	2.3	2.9	2.7	2.9	2.4	2.5
เวลาที่ใช้ในการกะเทาะข้าวเปลือก(นาที)	4.3	4.2	4.0	4.2	4.1	3.2	3.7	4.1	4.0
อัตราการกะเทาะ (Kg/min)	0.117	0.119	0.127	0.120	0.121	0.155	0.136	0.121	0.127
ประสิทธิภาพการกะเทาะ (%)	95.2	95.3	95.3	95.4	95.1	95.3	95.4	95.2	95.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.12 แสดงผลการทดสอบกะเทาะเปลือกข้าวโดยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน
ใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ หนัก 500 กรัม ที่ความชื้น 14-15%
โดยใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลแบบ 6 ร่อง ขนาดความกว้างร่อง 10 มม.

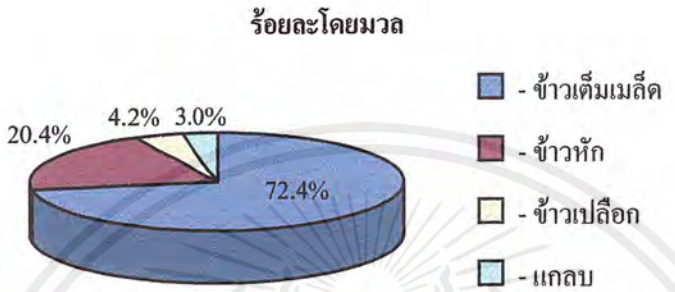
ผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือก	หน่วย	น้ำหนัก								
		ครั้งที่								เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ข้าวกล้องทั้งหมดที่ได้	กรัม	361.2	358.7	360.4	361.1	363.3	359.3	359.8	360.9	360.6
	% โดยมวล	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
- ข้าวเต็มเมล็ด	กรัม	257.2	252.6	255.7	256.4	253.9	256.2	252.7	259.1	255.5
	% โดยมวล	71.2	70.4	70.9	71.0	69.9	71.3	70.2	71.8	70.8
- ข้าวหัก	กรัม	73.7	72.5	70.3	73.3	73.7	70.4	74.5	71.5	72.5
	% โดยมวล	20.4	20.2	19.5	20.3	20.3	19.6	20.7	19.8	20.1
- ข้าวเปลือก	กรัม	18.4	18.7	19.1	18.8	20.0	18.6	18.3	19.1	18.9
	% โดยมวล	5.1	5.2	5.3	5.2	5.5	5.2	5.1	5.3	5.2
- แกลบ	กรัม	11.9	14.9	15.3	12.6	15.7	14.1	14.3	11.2	13.8
	% โดยมวล	3.3	4.2	4.2	3.5	4.3	3.9	4.0	3.1	3.8

ตารางที่ 5.13 แสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน
ใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ หนัก 500 กรัม ที่ความชื้น 14-15%
โดยใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลแบบ 6 ร่อง ขนาดความกว้างร่อง 10 มม.

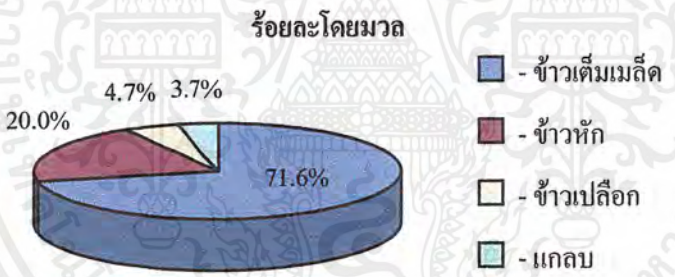
การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ	ครั้งที่								เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	
น้ำหนักข้าวที่ออกมากับแกลบ (กรัม)	13.7	14.4	13.8	14.9	15.8	15.7	14.3	15.1	14.7
เปอร์เซนต์ข้าวที่ออกมากับแกลบ(%)	2.7	2.9	2.8	3.0	3.2	3.1	2.9	3.0	2.9
เวลาที่ใช้ในการกะเทาะข้าวเปลือก(นาที)	3.2	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.8	3.3	3.2
อัตราการกะเทาะ (Kg/min)	0.158	0.163	0.162	0.160	0.156	0.159	0.132	0.154	0.156
ประสิทธิภาพการกะเทาะ (%)	94.9	94.8	94.7	94.8	94.5	94.8	94.9	94.7	94.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.5 - 5.7 แสดงค่าร้อยละโดยมวล
ของผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือกจากการทดสอบ
การทำงานของเครื่องสีข้าวกล้อง เมื่อใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลแบบต่างๆ



รูปที่ 5.5 กราฟแสดงร้อยละโดยมวลของผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือก
พันธุ์ขาวดอกมะลิ ความชื้น 14-15% ใช้ลูกกลิ้งแบบ 3 ร่อง ความกว้างร่อง 6 มม.

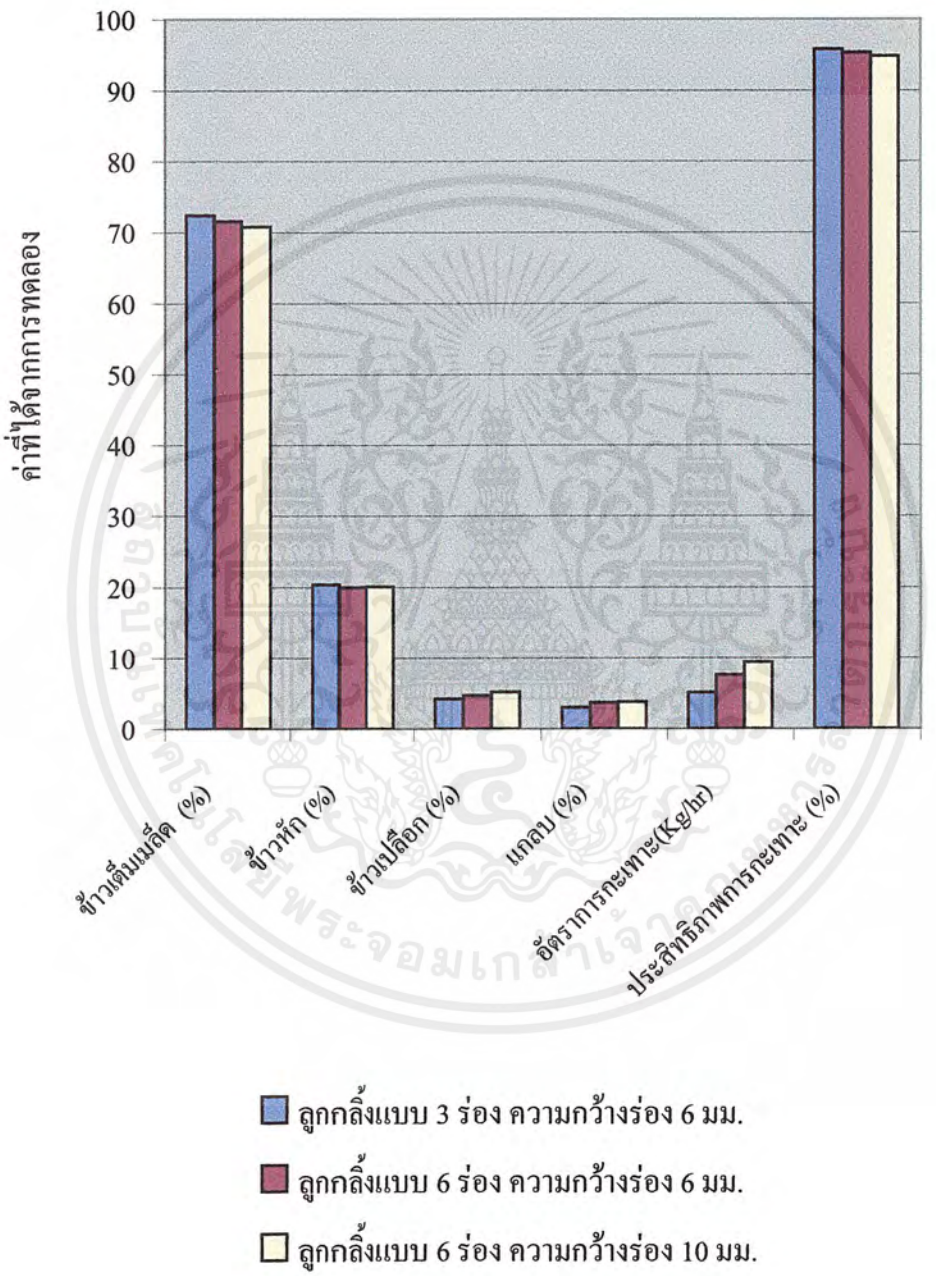


รูปที่ 5.6 กราฟแสดงร้อยละโดยมวลของผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือก
พันธุ์ขาวดอกมะลิ ความชื้น14-15% ใช้ลูกกลิ้งแบบ 6 ร่อง ความกว้างร่อง 6 มม.

รูปที่ 5.7 กราฟแสดงร้อยละโดยมวลของผลที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือก
พันธุ์ขาวดอกมะลิ ความชื้น 14-15% ใช้ลูกกลิ้งแบบ 6 ร่อง ความกว้างร่อง 10 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

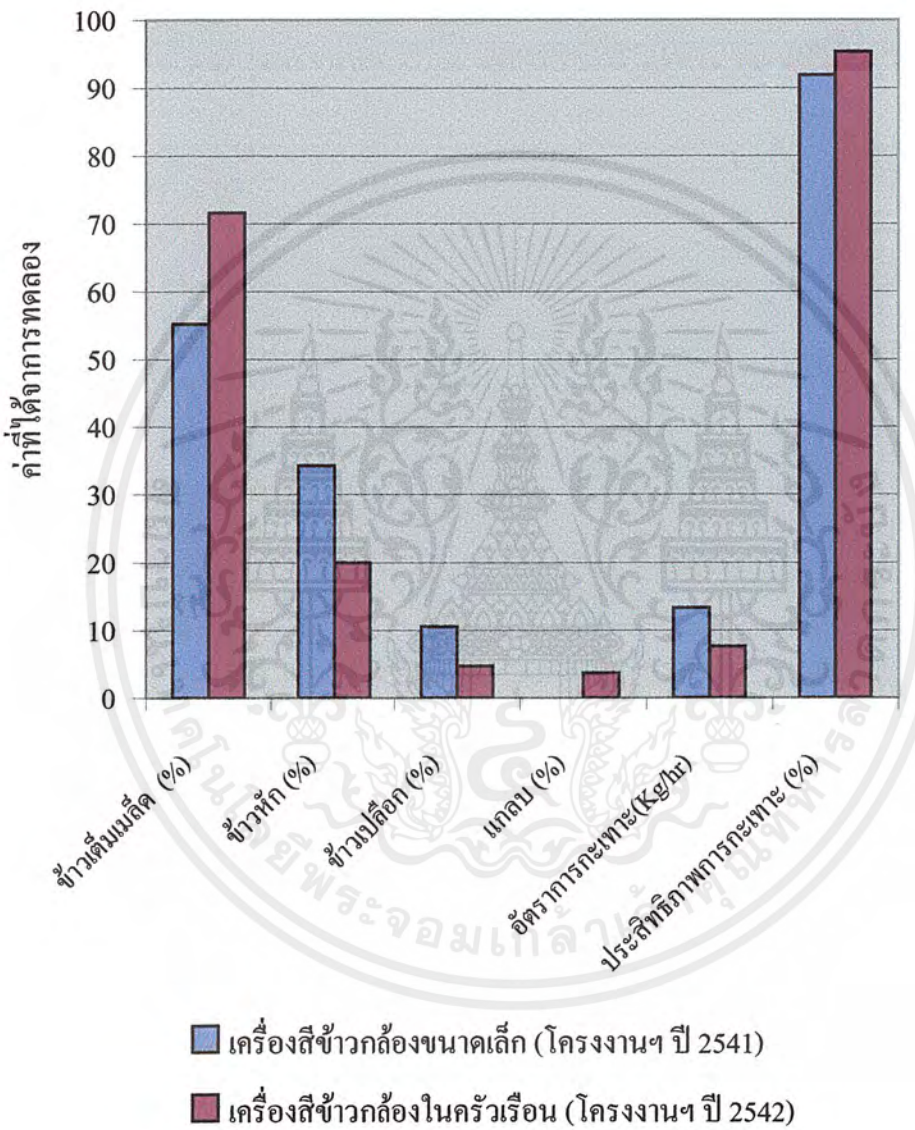
กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการสีข้าวด้วยเครื่องสี ข้าวกล้องในครัวเรือน เมื่อใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลแบบต่างๆ



รูปที่ 5.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการสีข้าวด้วยเครื่องสีข้าวกล้อง ในครัวเรือน เมื่อใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก(โครงงานฯ ปี 2541) กับ เครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน(โครงงานฯ ปี 2542)



รูปที่ 5.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของ เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก(โครงงานฯ ปี 2541) กับ เครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน(โครงงานฯปี 2542)

หมายเหตุ ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก(โครงงานฯ ปี 2541) ดูได้จากภาคผนวก ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนใช้ในขณะทำงาน

ตารางที่ 5.14 ผลการวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนใช้ในขณะทำงาน

สภาพการทำงานของเครื่องขณะที่ทำการวัดกระแสไฟฟ้า	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนใช้ในขณะทำงาน (Amp.)
เมื่อไม่มีการป้อนข้าวเปลือก	3.50
เมื่อมีการป้อนข้าวเปลือก	3.55

5.3 การวัดปริมาณความเข้มเสียงขณะเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนทำงาน

ตารางที่ 5.15 ผลการวัดปริมาณความเข้มเสียงขณะที่เครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนทำงาน

สภาพการทำงานของเครื่องขณะที่ทำการวัดความเข้มเสียง	ปริมาณความเข้มเสียงขณะเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนทำงาน เมื่อวัดที่ระยะต่างๆ (dB.)				
	1 เมตร	1.5 เมตร	2 เมตร	2.5 เมตร	3 เมตร
เมื่อไม่มีการป้อนข้าวเปลือก	41.7	40.2	38.5	35.7	31.8
เมื่อมีการป้อนข้าวเปลือก	41.1	40.5	38.5	36.2	32.8

แสดงค่าความดังเสียงโดยทั่วไป

20 – 30 dB. ทุ่งโล่งที่รกร้าง

40 - 50 dB. ชุมชนที่อยู่อาศัย

60 - 70 dB. จราจรติดขัด

80 dB. โรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ผลการวัดความเร็วลมที่จุดต่างๆ

ผลการตรวจสอบวัดความเร็วลม เมื่อเปลี่ยนขนาดพูเล่ย์ของ BLOWER

เมื่อใช้พูเล่ย์ขนาด Ø 6 นิ้ว

ความเร็วลมที่ปากทางดูด	4	m /s.
ความเร็วลมที่ปากทางเข้าโบลว์เวอร์	6	m /s.
ความเร็วลมที่ทางออกโบลว์เวอร์	6.1	m /s.

เมื่อใช้พูเล่ย์ขนาด Ø 7 นิ้ว

ความเร็วลมที่ปากทางดูด	6.1	m /s.
ความเร็วลมที่ปากทางเข้าโบลว์เวอร์	7.8	m /s.
ความเร็วลมที่ทางออกโบลว์เวอร์	8.0	m /s.

หมายเหตุ

จากการศึกษา ค่าความเร็วลมบริเวณจุดที่แยกแกลบออกจากข้าวกล้อง แกลบจะถูกดูดออกไปโดยที่ข้าวกล้องไม่ถูกดูดออกไป ค่าความเร็วลมอยู่ในช่วง 3.53 – 8.62 เมตรต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

6.1 วิเคราะห์ผลการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน

1. จากการเปรียบเทียบการกะเทาะข้าวเปลือกความชื้น 13.9 – 14% กับความชื้น 14 –15% ด้วยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน พบว่าการกะเทาะข้าวเปลือกที่ความชื้น 14 – 15% นั้นจะได้ข้าวกล้องที่มีค่าร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ด ค่าประสิทธิภาพการกะเทาะและอัตราการกะเทาะข้าวเปลือกสูงกว่าการกระเทาะข้าวเปลือกที่มีความชื้น 13.9 – 14 % ดังนั้นการใช้งานเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนนี้ จึงควรเลือกใช้ข้าวเปลือกที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้น 14 – 15 %

2. จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบกะเทาะข้าวเปลือก พบว่ากรณีที่ใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลข้าวเปลือกแบบ 3 ร่อง ความกว้างร่อง 6 มิลลิเมตร จะได้ค่าร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ด และประสิทธิภาพการกะเทาะสูงสุด แต่อัตราการกะเทาะต่ำสุด กรณีที่ใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลข้าวเปลือกแบบ 6 ร่อง ความกว้างร่อง 10 มิลลิเมตร จะได้ค่าร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ดและประสิทธิภาพการกะเทาะต่ำสุด แต่อัตราการกะเทาะสูงสุด ส่วนกรณีใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลข้าวเปลือกแบบ 6 ร่อง ความกว้างร่อง 6 มิลลิเมตร จะได้ค่าร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ด ประสิทธิภาพการกะเทาะ และอัตราการกะเทาะมีค่าปานกลาง ดังนั้นจึงเลือกใช้ลูกกลิ้งควบคุมการไหลแบบ 6 ร่อง ความกว้างของร่อง 6 มิลลิเมตร ซึ่งจะทำให้ได้อัตราการป้อนข้าวเปลือกที่เหมาะสมที่สุด ที่ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนได้ผลดีที่สุด

3. ข้าวกล้องที่ได้ยังคงมีข้าวเปลือกปนออกมาด้วย เนื่องจากผิวยางลูกกลิ้งกะเทาะเบี้ยวไม่กลมเรียบเสมอกันตลอดผิวหน้าลูกกลิ้ง จึงทำให้มีข้าวเปลือกบางส่วนหลุดผ่านชุดลูกยางกะเทาะลงมาโดยไม่ถูกกะเทาะ จึงทำให้ประสิทธิภาพการกะเทาะข้าวเปลือกยังไม่ได้ผลดีที่สุด

4. ควรต้องคัดแยกเมล็ดข้าวลีบและเศษสิ่งเจือปนอื่นๆ ออกจากข้าวเปลือกที่จะนำมากะเทาะด้วยเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนก่อนทุกครั้ง เพื่อลดปัญหาที่มีข้าวเมล็ดลีบปนออกไปกับข้าวกล้องที่สีได้

5. กรณีที่เมล็ดข้าวจะถูกดูดทิ้งปนออกไปกับแกลบด้วยนั้น เป็นผลเนื่องมาจากความเร็วลมดูดจาก blower แรงเกินไป และ จากการจัดวางตำแหน่งขั้นบันไดชลอการไหล ซึ่งถ้าจัดวางในตำแหน่งที่ทำให้เมล็ดข้าวกระเด็นใกล้ช่องลมดูดมากเกินไป จะทำให้ข้าวกระเด็นเข้าไปในช่องลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วถูกดูดทิ้งออกไปพร้อมกับแกลบด้วย ซึ่งจากการทดสอบการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนได้เปอร์เซ็นต์ข้าวที่ถูกดูดทิ้งปนออกไปกับแกลบ 2.5% เมื่อเทียบกับจำนวนข้าวเปลือกที่นำมากะเทาะ ถือได้ว่ามีค่าไม่มากเกินไป และนอกจากนี้จากผลการทดสอบได้ค่าร้อยละโดยมวลของแกลบที่ปนออกมากับข้าวกล้องเท่ากับ 3.7 ซึ่งเป็นค่าที่ไม่สูงนัก ดังนั้นเมื่อวิเคราะห์จากค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวที่ถูกดูดทิ้งปนออกไปกับแกลบ และค่าร้อยละโดยมวลของแกลบที่ปนออกมากับข้าวกล้อง จึงถือได้ว่าประสิทธิภาพการทำงานของชุดแยกแกลบออกจากข้าวกล้องอยู่ในระดับที่พอรับได้

6. จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนที่สร้างขึ้นนี้ กับเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก (โครงงานฯ ปี 2541) ถือได้ว่าเครื่องสีข้าวกล้องที่สร้างขึ้นนี้มีการพัฒนาขึ้นมาก ซึ่งจะเห็นได้ว่าเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่า มีรูปร่างและขนาดที่เล็กและกะทัดรัด และไม่มีปัญหาเรื่องฝุ่นละออง จึงเหมาะที่จะนำมาใช้งานในครัวเรือน

6.2 สรุปผลการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน

เครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนี้ มีขนาดเล็ก จัดเก็บง่าย อุปกรณ์ไม่ซับซ้อน เสียงไม่ดังจนเกินไป และไม่มีปัญหาเรื่องฝุ่นละออง จึงสามารถนำมาใช้กะเทาะข้าวกล้องไว้บริโภคในครัวเรือนได้สะดวก เพื่อให้ผู้บริโภคมีข้าวกล้องที่ใหม่เหมาะสำหรับการบริโภค

ตารางที่ 6.1 แสดงประสิทธิภาพการทำงานเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน

ประสิทธิภาพการทำงานเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน	
ร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ด	71.6
ร้อยละโดยมวลของข้าวหัก	20.0
ร้อยละโดยมวลของข้าวเปลือกที่ไม่ถูกกะเทาะ	4.7
ร้อยละโดยมวลของแกลบที่ปนออกมากับข้าวกล้อง	3.7
เปอร์เซ็นต์ของข้าวที่ถูกดูดปนออกไปกับแกลบด้วย blower	2.5
อัตราการกะเทาะข้าวเปลือก (kg/min)	0.127
ประสิทธิภาพการกะเทาะ (%)	95.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางปรับปรุง

1. ชุดลูกยางกะเทาะควรสร้างให้มีการปรับได้ง่ายขึ้น โดยเพิ่มชุดปรับระยะห่างลูกยางกะเทาะ
2. การส่งกำลังขับโดยสายพาน ควรมีชุดดึงสายพาน เพื่อลดปัญหาสายพานหย่อน
3. ชุดกลับสายพานควรใช้โซ่แทน จะช่วยลดปัญหาเรื่องสายพานเสียหายให้หมดไป
4. ควรเลือกผิวหน้าลูกยางกะเทาะที่มีลักษณะกลมเรียบเสมอกันตลอดทั้งลูกกลิ้งก่อนนำมาติดตั้งในชุดกะเทาะของเครื่องสีข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
การประเมินราคา

วัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องและการประเมินราคา

วัสดุ	ขนาด	จำนวน	ราคา (บาท)
มอเตอร์	1 แรงม้า , 220 โวลต์	1 ตัว	3100
ลูกยางกะเทาะ	Ø 4 นิ้ว	4 ลูก	900
เหล็กเพลา	Ø 3/4 นิ้ว ยาว 6 เมตร	1 เส้น	280
เหล็กแผ่น	280×650 ตารางมิลลิเมตร , หนา 1/4 นิ้ว	1 แผ่น	450
อลูมิเนียมแผ่น	120×235 ตารางเซนติเมตร , หนา 1 มิลลิเมตร	1 แผ่น	1050
เหล็กฉาก	1 ½ , หนา 1/8 นิ้ว	2 เส้น	450
สังกะสีแผ่น	120×235 ตารางเซนติเมตร , หนา 1 มิลลิเมตร	1 แผ่น	600
พู่เล่ย์	Ø 2 นิ้ว 1 ร่อง Ø 2 นิ้ว 2 ร่อง Ø 3 นิ้ว 1 ร่อง Ø 3 นิ้ว 2 ร่อง Ø 5.5 นิ้ว 2 ร่อง Ø 6 นิ้ว 1 ร่อง Ø 7 นิ้ว 1 ร่อง	3 อัน 1 อัน 4 อัน 1 อัน 2 อัน 1 อัน 1 อัน	120 50 200 60 170 95 110
ตลับลูกปืน	Ø ใน 20 มิลลิเมตร	14 อัน	1400
สายพาน		7 เส้น	385
ท่อลมยาง	Ø 51 มิลลิเมตร , ยาว 1 เมตร	1 เส้น	100
แผ่นพลาสติกใส	280×650 ตารางมิลลิเมตร, หนา 5 มิลลิเมตร	2 แผ่น	600

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	503×800 ตารางมิลลิเมตร, หนา 1 มิลลิเมตร	1 แผ่น	200
บานพับ	ยาว 650 มิลลิเมตร	1 เส้น	50
ล้อยาง	Ø 2.5นิ้ว	4 ล้อ	300
ตัวล็อค		7 ตัว	210
PUSH BUTTON		2 ตัว	180
หลอดแลมป์	220 โวลต์	2 ดวง	130
รีเลย์	220 โวลต์	1 ตัว	145
อื่นๆ			1000
รวม			12335

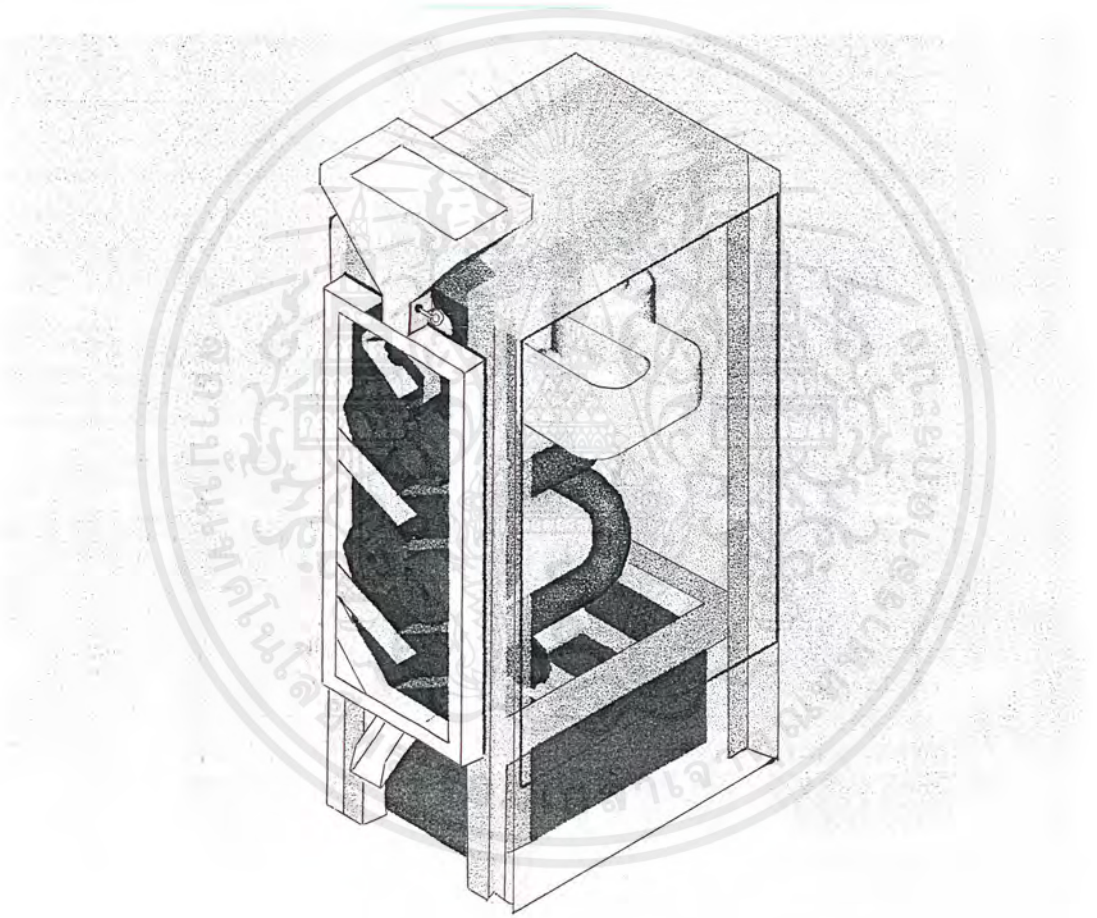
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

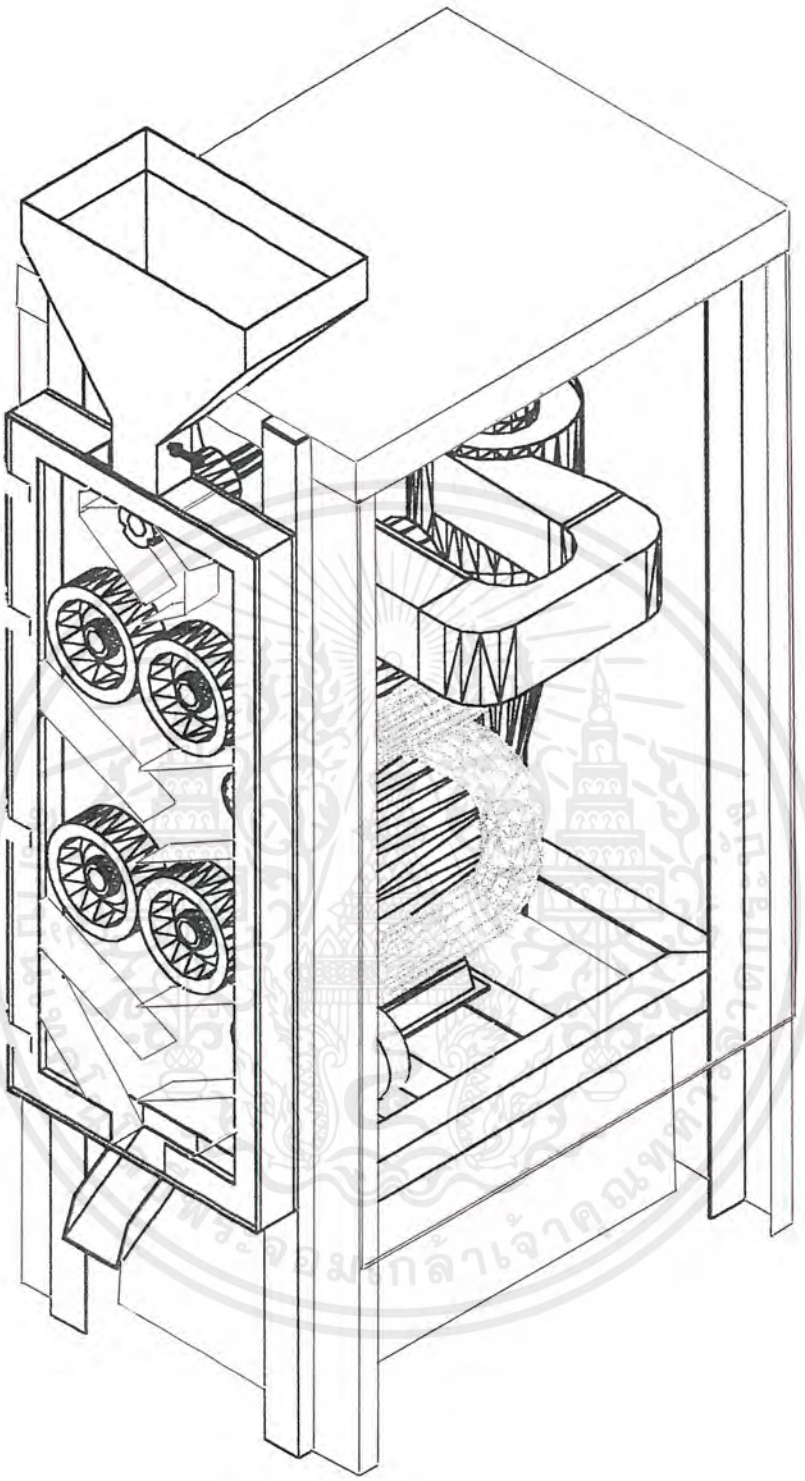
ภาคผนวก ก.

แสดงแบบและภาพจริงของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน



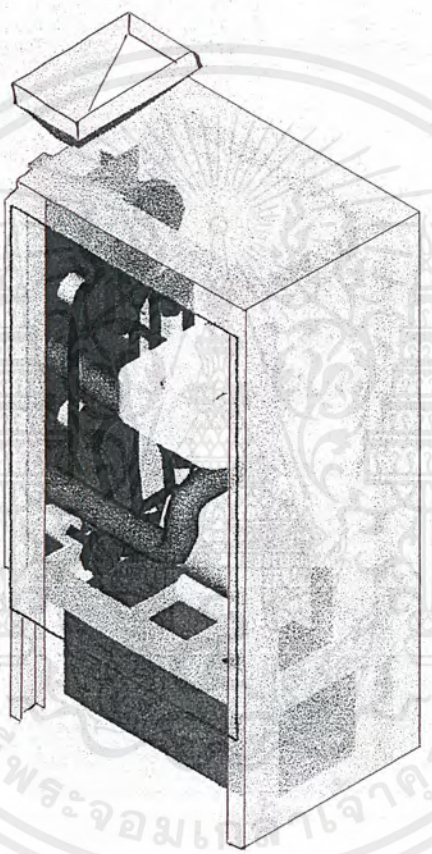
รูปที่ ก.1 แสดงแบบไอโซเมติกด้านหน้าที่ทำการ Render

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



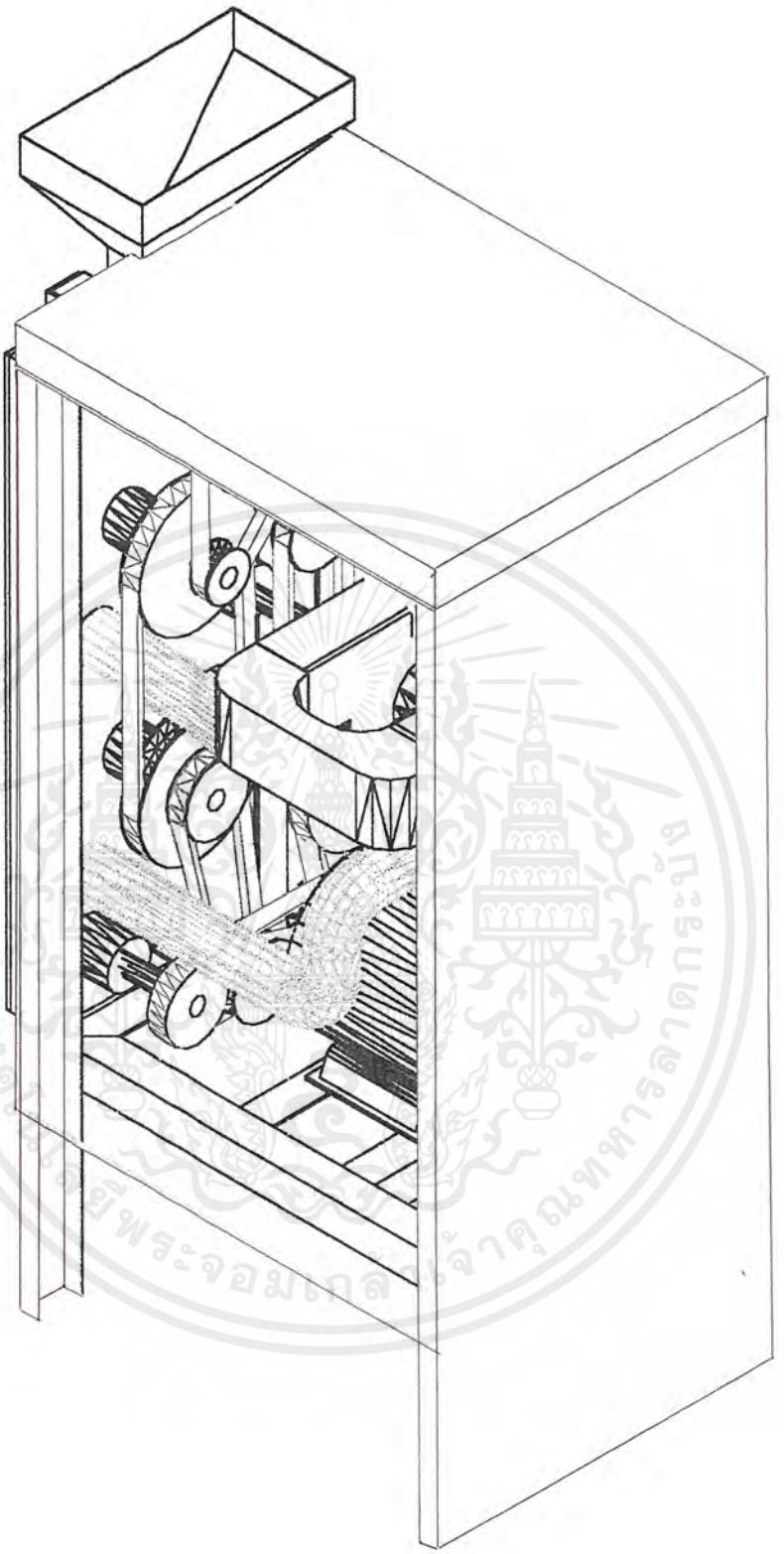
รูปที่ ก.2 แสดงแบบไอโซเมติกด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



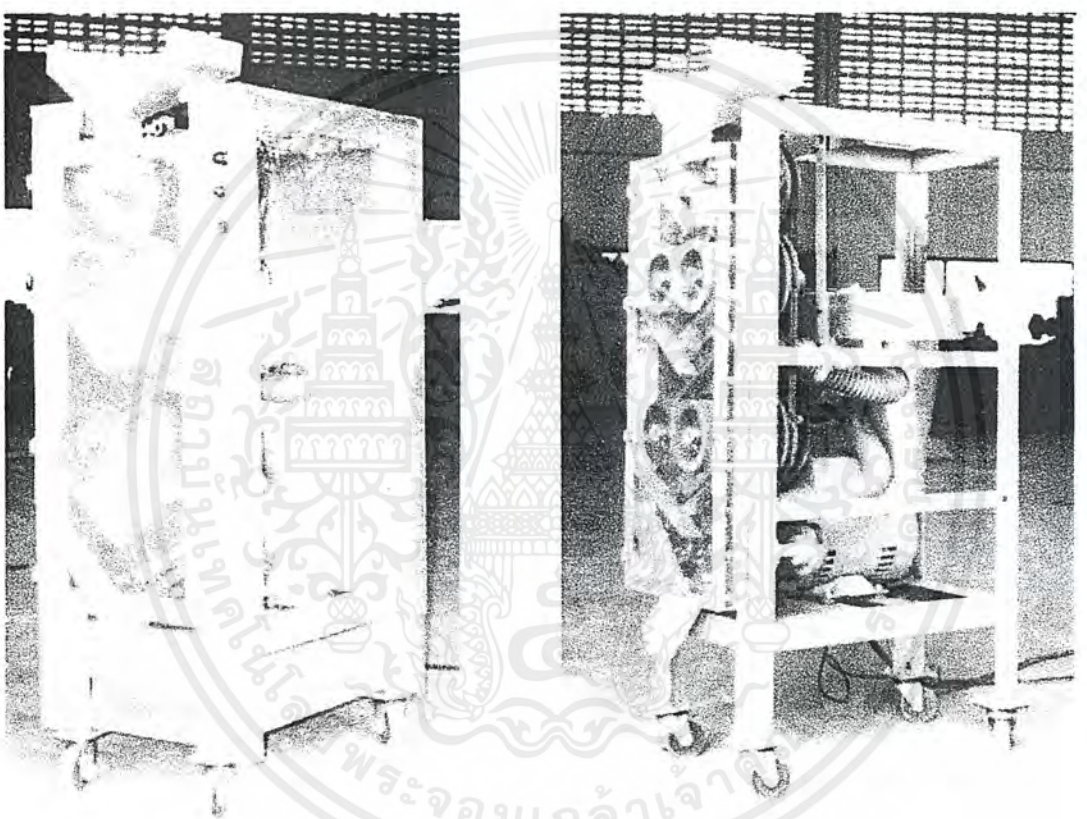
รูปที่ ก.3 แสดงแบบไอโซเมติกด้านหลังที่ทำการ Render

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



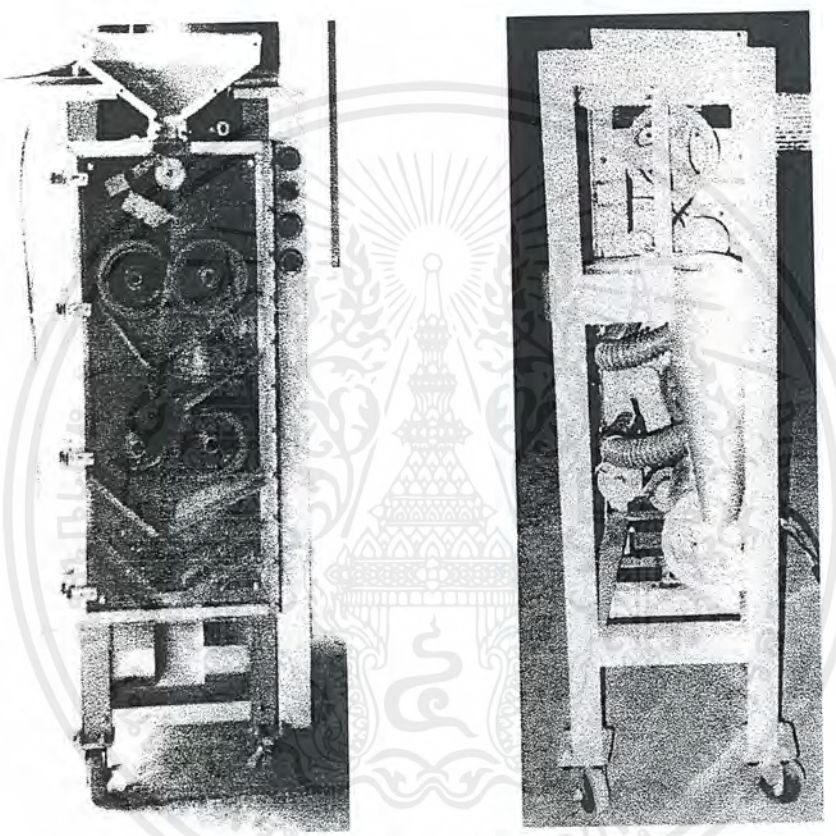
รูปที่ ก.4 แสดงแบบไอโซเมติกด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.5 แสดงภาพจริงของเครื่องสีข้าวกล้อง

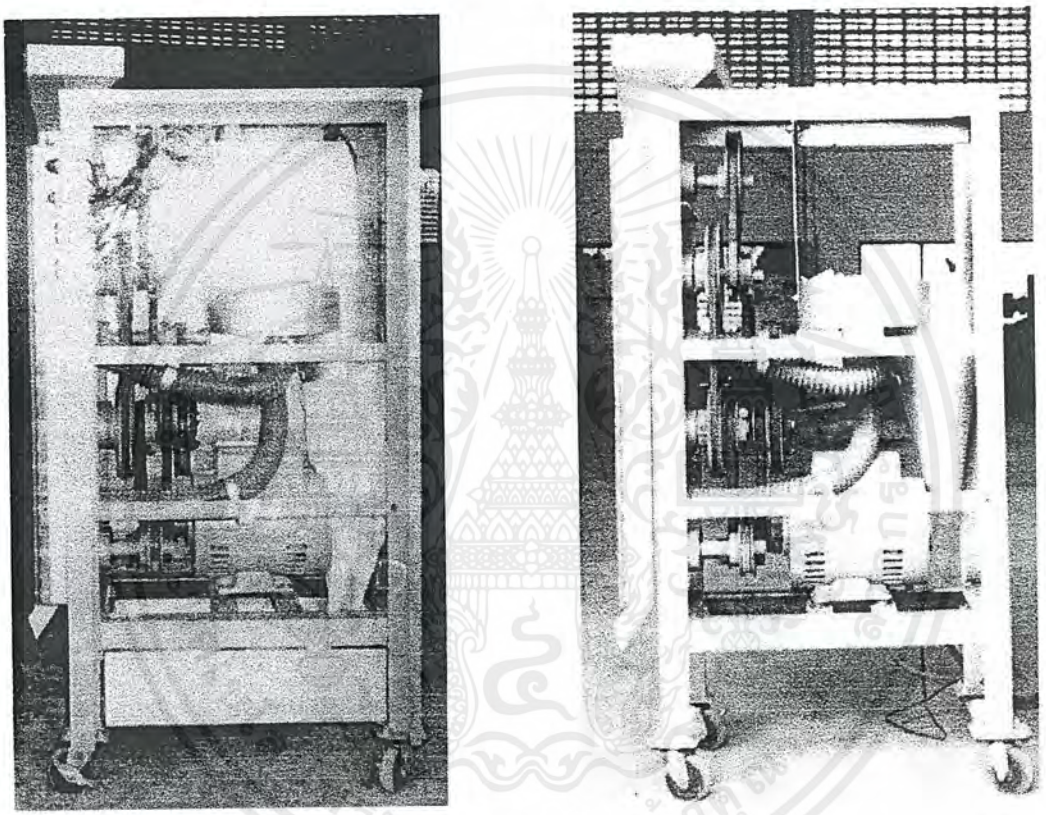
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพด้านหน้า ภาพด้านหลัง

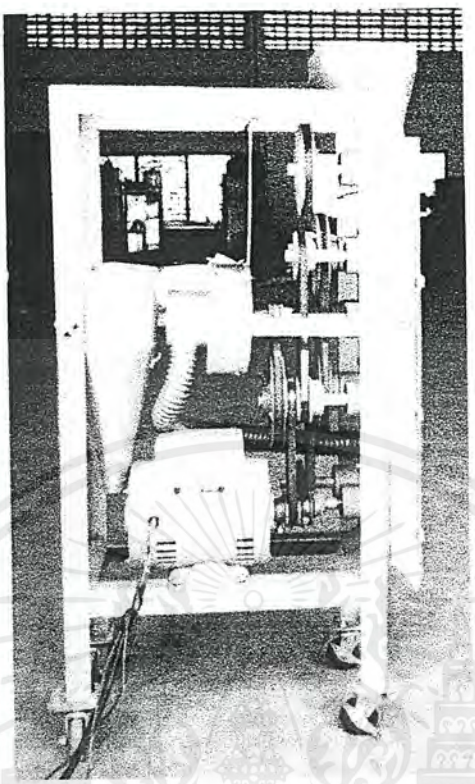
รูปที่ ก.6 แสดงภาพจริงด้านหน้า และด้านหลังของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.7 แสดงภาพจริงด้านข้างซ้ายของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.8 แสดงภาพจริงด้านข้างขวาของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน

รูปที่ ก.9 แสดงภาพจริงด้านบนของเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

โรงสีข้าวระบบใหม่และระบบเก่า

ประเทศไทยเป็นอู่ข้าวอู่น้ำมาแต่ดั้งแต่เดิมตามที่คนโบราณพูดว่า"ในน้ำมีปลาในนามีข้าว" โรงสีข้าวมีบทบาทที่สำคัญในการแปรรูปวัตถุดิบ (ข้าวเปลือก) จากผู้ผลิต (ชาวนา) ไปเป็นสินค้า (ข้าวสาร) เพื่อขายให้แก่ผู้บริโภค(ประชาชน)ทั่วไป โดยอาศัยระบบกลไกทางตลาดทำการขายข้าวไปยังประชาชนในประเทศเกือบทั้งหมดซึ่งบริโภคข้าวสารเป็นหลักและที่เหลือจะส่งออกไปขายยังต่างประเทศ ประเทศไทยนับว่าเป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ที่สุดของโลก โดยส่งอกปีละประมาณ 4-5 ล้านตัน มาตลอดหลายๆปีแล้ว นำรายได้เข้าประเทศปีละหลายหมื่นล้าน

อย่างไรก็ตาม ขบวนการแปรรูปจากข้าวเปลือกเป็นข้าวสารเรียกว่า โรงสีข้าว ของไทยเรายังไม่ค่อยมีการเผยแพร่ทางด้านวิชาการหรือมีการกล่าวถึงโรงงานอุตสาหกรรมมากนักทั้งๆที่โรงสีข้าวนี้ถ้าจะถือเป็นโรงงานแล้วก็นับว่ามีจำนวนมากที่สุดในประเทศไทย

จากสถิติของกรมโรงงานอุตสาหกรรมเมื่อปี 2535 ในประเทศไทยมีโรงสีข้าวทั้งหมดตั้งแต่ขนาดเล็ก คือ 10 เกวียน/วันถึงขนาดใหญ่ 200 เกวียน/วัน รวมกันประมาณ 4000 โรงงาน กระจายอยู่ทั่วประเทศไทย จังหวัดที่มีโรงสีมากที่สุดจะเป็นจังหวัดทางภาคอีสาน รองลงมาก็ทางภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคใต้ซึ่งมีน้อยมาก

ประเทศไทยมีโรงสีข้าวมาตั้งแต่ยุคเก่าแก่ ไม่น้อยกว่า 50-60 ปีแล้ว โดยในสมัยนั้นเจ้าของโรงสีข้าวถือว่าเป็นบุคคลที่มีฐานะร่ำรวยชั้นแนวหน้าของท้องถิ่นนั้นที่เรียกกันว่าคหบดี(เถ้าแก่โรงสีข้าว)เป็นที่นับถือของชาวบ้าน

โรงสีข้าวสมัยก่อนนั้น ส่วนมากจะเป็นโรงสีข้าวขนาดเล็กๆกำลังการผลิตไม่เกิน 50 เกวียน/วัน(1เกวียนข้าวเปลือกประมาณ1000กิโลกรัม) ต่อมาในช่วงระยะประมาณปี 2520-2530 โรงสีข้าวได้มีการพัฒนาปรับปรุงขนาดโรงสีข้าวใหญ่ขึ้นกว่าเดิม โดยจะเป็นขนาด 80-150 เกวียน/วัน และต่อมาหลังจากปี 2530 จนถึงปัจจุบัน ได้มีการพัฒนา ปรับปรุงขนาดโรงสีข้าว ระบบการสีข้าว ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพการสี การแข่งขันต่างๆทำให้โรงสีข้าวมีการเปลี่ยนแปลงก้าวหน้าไปมาก บางแห่งใช้ระบบอิเล็กทรอนิคหรือระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสีมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของโรงสีข้าว

สำหรับโรงสีข้าวของไทย จะแบ่งเป็น 3 ขนาด ตามกำลังการผลิตของโรงสีดังนี้

1. ขนาดเล็ก 10-40 เกวียน/วัน
2. ขนาดกลาง 50-80 เกวียน/วัน
3. ขนาดใหญ่ 100-250 เกวียน/วัน

โรงสีข้าวขนาด 50 เกวียน/วัน หมายถึง กำลังผลิตที่สามารถสีข้าวเปลือกได้ประมาณ 50,000 กิโลกรัม (50ตัน) ต่อ 24 ชั่วโมง

ข้าวเปลือกหนัก 1 ตัน = 1 เกวียน = 1000 กิโลกรัม

แต่ถ้าใช้เรียกข้าวสารจะใช้คำว่าตัน (ไม่ใช่เกวียน) หรือ กระสอบหรือลูก (1 กระสอบ = 1 ลูก = 1 กิโลกรัม)

การสร้างโรงสีข้าวจะไม่นิยมสร้างใหญ่กว่า 250 เกวียน/วัน เพราะจะมีปัญหาเรื่องการลงทุนสูงและการหาซื้อวัตถุดิบ (ข้าวเปลือก) มาป้อนโรงสี ซึ่งหายากเนื่องจากจำนวนโรงสีข้าวในแต่ละจังหวัดมีจำนวนสูงมาก กำลังการผลิตสูงกว่าปริมาณข้าวเปลือกที่ผลิตจากท้องที่นั้น จึงต้องมีการแย่งกันซื้อข้าวเปลือกมาก ทำให้ข้าวเปลือกขึ้นราคา ชาวนาก็จะขายได้ได้ราคาดีซึ่งเป็นหลักธรรมดาของการตลาดในเรื่องดีมานด์และซัพพลาย

ปกติโรงสีทั่วๆไปจะสามารถสีข้าวได้เต็มที่โดยเฉลี่ยปีละประมาณ 6-8 เดือน ที่เหลือก็จะหยุดซ่อมหรือรอข้าวเปลือกฤดูใหม่ออกมา

การแปรรูปข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร

ข้าวเปลือกเมื่อแปรรูป(สี)เป็นข้าวสาร จะได้ผลผลิตและผลพลอยได้ตามอัตราส่วนคือ ข้าวเปลือกคุณภาพดี 100 กิโลกรัม เมื่อนำมาแปรรูปเข้าขบวนการโรงสีข้าว จะได้ผลผลิตต่างๆออกมาคือ

1. รำหยาบ 1% - 2%
2. สิ่งเจือปนต่างๆ(หิน , กรวด , ทราย) 2% - 3%
3. แกลบ 20% - 22%
4. รำอ่อน 8% - 10%
5. ข้าวต้น 55% - 57%
6. ข้าวหัก 12% - 14%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระบบแยกข้าวต้น ข้าวหักออกจากกัน (ระบบคัดเปอร์เซ็นต์)

ข้าวขาวที่ออกมาจากหินขัดข้าวครั้งสุดท้ายจะเป็นข้าวขาวคือ มีทั้งข้าวต้น (เม็ดเต็ม) และข้าวหักขนาดต่างๆ ปนกัน จึงต้องมีระบบการคัดแยกข้าวต้น ข้าวหักใหญ่ (ข้าวท่อน) ข้าวหักเล็กและข้าวหักปลายออกจากกัน ทั้งนี้เพราะราคาขายข้าวแต่ละขนาดไม่เท่ากัน ข้าวเต็มเมล็ดและข้าวหักใหญ่ย่อมมีราคาสูงกว่าข้าวหักเล็กหรือข้าวหักปลาย

ระบบการคัดแยกหรือการคัดเปอร์เซ็นต์นี้จะกระทำโดยผ่านตะแกรงเหลี่ยมในขั้นแรก เพื่อเป็นการคัดข้าวต้นล้วนๆ ออกมาจากข้าวรวมก่อน (ข้าวต้นนี้จะประมาณ 40%-50% ของข้าวรวม) หลังจากนั้นก็จะส่งข้าวรวมไปคัดแยกข้าวต้น ข้าวหักใหญ่ข้าวหักเล็กและข้าวปลาย โดยการผ่านตะแกรงกลมซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นเหล็กม้วนรูปทรงกระบอกยาวประมาณ 2.5 เมตร แผ่นตระแกรงจะเป็นหลุมครึ่งวงกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดต่างๆ ตามขนาดของข้าวต้น , ข้าวหักที่จะนำมาคัด (ขนาดมาตรฐาน 4-7 มม.)

ระบบการคัดเปอร์เซ็นต์ข้าวขาวของไทยค่อนข้างจะละเอียดมาก เมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ ในแถบเอเชียด้วยกัน ทั้งนี้เพราะข้าวสารมีการขายในราคาที่แตกต่างกันทำให้การคัดเปอร์เซ็นต์ต้องแม่นยำ ในโรงสีทั่วไปจะทำการคัดเปอร์เซ็นต์เป็นข้าว 100% ข้าว 5% ข้าว 10% ข้าว 15% ข้าว 25 ข้าว 35% ซึ่งจะเป็นไปตามมาตรฐานของสมาคมโรงสีข้าวไทย

ข้าว 100% และข้าว 5% มีราคาสูงและขายในตลาดทั่วไป สำหรับผู้ที่มีรายได้สูง ส่วนข้าว 10% และ15% จะเหมาะสำหรับผู้มีรายได้ต่ำเพราะมีราคาถูกมากกว่า สำหรับข้าวหักมากๆ เช่น ข้าว 35 % ,45% จะส่งไปขายในโรงงานทำเส้นหมี่ ก๋วยเตี๋ยวแป้ง ซึ่งจะนำไปเข้าขบวนการบด โม่ ต่อไป

4. ระบบการชั่ง บรรจุกระสอบ บรรจุถุง

เมื่อผ่านการคัดเปอร์เซ็นต์แล้ว ข้าวสารทั้งต้นข้าวและปลายข้าวจะถูกชั่งน้ำหนักโดยเครื่องชั่งทั้งแบบธรรมดาและแบบอัตโนมัติ ใช้ระบบอิเล็คทรอนิค โดยชั่งและบรรจุในกระสอบข้าวสารขนาด 100 กิโลกรัม เย็บเป็นขนาดมาตรฐานที่ใช้บรรจุในกระสอบเล็กขนาด 50 กิโลกรัม เป็นแบบถุงปุ๋ย รวมทั้งมีกี่บรรจุพลาสติกใสขนาดเล็ก 2.5 และ 10 กิโลกรัม ตามความต้องการของตลาด

โรงสีระบบทันสมัย

โรงสีระบบทันสมัยนิยมใช้กันมากในประเทศญี่ปุ่น ยุโรปและอเมริกา ที่สีข้าวเปลือกทั้งเมล็ดสั้นและเมล็ดยาว ประเทศไทยเริ่มมีโรงสีแบบทันสมัยมาประมาณ 10-15 ปี แล้ว ในระยะแรกมีจำนวนไม่มาก ต่อมาในระยะหลังๆ นี้เริ่มเป็นที่นิยมมากขึ้นเนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่สูงกว่าแบบเก่ามาก ระบบการทำงานก็คล้ายๆ กัน กับระบบเก่า แตกต่างกันที่ต้นกำลังและรายละเอียดของเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่ทำงานไม่เหมือนกันเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการสีข้าว

ในปัจจุบันจะมีระบบการสีข้าว 2 แบบ คือ แบบเก่า และแบบใหม่

โรงสีข้าวระบบเก่า

โรงสีข้าวระบบเก่าคือระบบที่มีมาแต่เก่าแก่ 50-60 ปีแล้ว และโรงสีข้าวเมืองไทยประมาณ 70% - 80%

1. ระบบต้นกำลัง

ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงต้มหม้อน้ำเพื่อให้เกิดไอน้ำ(สตรีม)ที่มีแรงดันสูง แล้วส่งไอน้ำไปขับเครื่องยนต์ที่ใช้ไอน้ำ เครื่องยนต์ก็จะส่งกำลังไปหมุนเพลาราวของระบบโรงสีขับเคลื่อนได้พร้อมกันทั้งโรง ระบบส่งถ่ายกำลังจะใช้เพลาร่วมเป็นตัวขับโดยส่งโยงไปยังสายพานและมู่เล่ย์ของเครื่องจักรแต่ละตัว ซึ่งทำหน้าที่ต่างๆ กัน

2. ระบบการขัดสีข้าวเปลือก ข้าวกล้อง ข้าวขาว

การสีข้าวจากข้าวเปลือกมีขบวนการดังนี้ ข้าวเปลือกเมื่อทำความสะอาดโดยผ่านตะแกรงทำความสะอาดที่เรียกว่า "ตะแกรงแทะ" (เพื่อแยกสิ่งสกปรก สิ่งเจือปนต่างๆ ออกไป) ก็จะถูกส่งผ่านไปยังเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกแบบจานหมุน ที่รียกว่า "หินข้าวดำ" ทำการกะเทาะข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้อง ในอัตราส่วนข้าวกล้อง/ข้าวเปลือก 80/20 แกลบจะถูกพัดลมดูดออกไป ที่เหลือเป็นส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกและข้าวกล้อง ก็จะส่งออกไปแยกออกจากกันโดยเครื่องตะแกรงโยกก็จะได้ข้าวกล้องล้วนๆ โดยข้าวเปลือกจะถูกส่งกลับไปกะเทาะเปลือกอีกครั้ง ส่วนข้าวกล้องจะก็จะถูกส่งต่อไปยังเครื่องขัดขาวหรือที่เรียกว่า "หินข้าวขาว"

หินขัดขาวจะเป็นหินแนวแกนตั้งรูปกรวยจากด้านบนใหญ่ลงมาด้านล่างเล็ก พร้อมมียางขัดขาวประมาณ 4-6 แห่ง และลูกหินจะถูกล้อมรอบด้วยตะแกรงสายแบบมุ้งลวดและจะมีพัดลมสำหรับดูดรำออกทางด้านล่างของหินขัด ปกติโรงสีทั่วไป จะมีการขัดขาว 2 ครั้ง คือ ข้าวกล้องจะถูกส่งมาขัดด้วยหินขาวครั้งที่ 1 เสร็จแล้วส่งต่อไปขัดด้วยหินข้าวขาวลูกต่อไปครั้งที่ 2 ก็จะจบขบวนการขัดขาว แต่มาระยะหลังๆ การขัดข้าวขาวได้เพิ่มเป็นขัด 3 ครั้งเพื่อลดการสูญเสียการแตกหักของข้าว โดยเฉพาะการสีข้าวหอมมะลิซึ่งต้องการความขาวค่อนข้างมากถ้าขัด 2 ครั้ง ความขาวไม่พอจึงจำเป็นต้องเพิ่มเป็น 3 ครั้ง ซึ่งโรงสีทั่วไปก็ยอมรับว่าการขัด 3 ครั้ง ทำให้ข้าวเสียหาย แตกหักน้อยกว่าการขัด 2 ครั้ง (คือ ได้ข้าวเต็มเม็ดมากกว่าขัด 2 ครั้ง นั่นเอง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ระบบต้นกำลัง

ระบบต้นกำลังของเครื่องสีข้าวรุ่นใหม่ จะใช้มอเตอร์แยกขับแต่ละเครื่อง ทำให้ได้กำลังผลิตสูงและสะดวกในการใช้งาน ถ้ามอเตอร์ตัวใดเสียเครื่องอื่นๆ ยังคงทำงานได้ไม่หยุดทั้งโรง เหมือนโรงสีแบบเพลาราว ซึ่งถ้าต้นกำลังเสียตัวเดียวต้องหยุดหมดทั้งโรง

2. ระบบทำความสะอาดข้าวเปลือก

โรงสีระบบใหม่ จะทำการคัด ทำความสะอาดข้าวเปลือกได้ละเอียดกว่าแบบรุ่นเก่าโดยมีแผ่นตะแกรงขนาดต่างๆ กัน 2-3 ชั้น คัดสิ่งสกปรก ชิ้นใหญ่ๆ ออกและมีระบบลมดูดสิ่งสกปรกชิ้นเบาๆ เล็กๆ ออก

3. ระบบกะเทาะข้าวเปลือก แยกข้าวกล้อง ข้าวขาว

เครื่องแบบทันสมัยจะใช้เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกแบบลูกยางกลม ขนาดมาตรฐาน 10 นิ้ว 2 ลูก หมุนเข้าหากันด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน ทำให้ข้าวเปลือกที่ผ่านลูกยางถูกกะเทาะผิวออกได้โดยไม่แตกหัก หรือแตกหักน้อยมาก อัตราส่วนการกะเทาะข้าวกล้องของลูกยางจะสูงถึง 85-90 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ได้ผลผลิตข้าวสารสูงโดยใช้มอเตอร์ขนาดเล็กกว่าเครื่องแบบเก่า

ข้าวกล้องที่ถูกกะเทาะแล้วรวมทั้งข้าวเปลือก จะถูกไปเข้าเครื่องแยกหิน เพื่อแยกหินที่มีเม็ดเท่าข้าวเปลือกออกอีกครั้ง รวมทั้งแยกแกลบที่ยังปนมากับข้าวกล้องอีกด้วย(เครื่องแยกหินนี้โรงสีระบบเก่าไม่มีใช้)ทำให้ข้าวสารที่จะออกมาสะอาดไม่มีกรวดหินดินปนทรายเจือปน หลังจากนั้นข้าวกล้องและข้าวเปลือกจะถูกส่งไปยังตะแกรงโยกแบบใหม่ แบบถาดเอียง หรือแบบช่องฟันปลา ซึ่งจะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ แยกข้าวกล้องออกจากข้าวเปลือกอย่างสมบูรณ์ เครื่องจะส่งข้าวกล้องไปยังระบบขัดข้าวต่อไป

ระบบขัดขาวของโรงสีแบบใหม่ จะคล้ายๆกับหินขัดขาวของโรงสีแบบเก่า แต่แบบใหม่จะมีทั้งหินขัดแบบแนวตั้งและแนวนอนรวมกัน หินกากเพชรแบบนี้ไม่มีการพอกใหม่ จะคมตลอดเวลาทำให้ขัดข้าวได้ขาว จมูกดี บางโรงที่ก้าวที่ก้าวหน้าและทันสมัยมากก็จะใช้ระบบขัดขาวแบบนอน เป็นตัวขัดขาวได้ขาว จมูกดี บางโรงที่ก้าวหน้าและทันสมัยมากก็จะใช้ระบบขัดขาวแบบแกนนอน เป็นตัวขัดข้าวกล้องตั้งแต่ขัดครั้งที่หนึ่ง จนถึงขัดสอง ขัดสาม ก็จะใช้หินกากเพชรเป็นตัวขัดเพื่อเพิ่มความขาว หลังจากนั้นก็จะปิดท้ายด้วยระบบขัดผิว หรือที่เรียกว่า ขัดมัน เพื่อเป็นการทำให้ผิวข้าวสารที่ออกมาเรียบ สะอาด เป็นมัน โดยการใช้ระบบเครื่องขัดมันที่มีการพ่นละอองไอน้ำเข้าเครื่องระหว่างการขัดสี ทำให้เมล็ดข้าวที่ขัดกันเองลดความร้อนลงและคราบรำที่เกาะผิวเมล็ดข้าวถูกเช็ดออกหมด จึงได้เมล็ดข้าวที่เป็นเงางาม(เครื่องขัดมันนี้โรงสีระบบเก่าไม่มี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ระบบการคัดเปอร์เซนต์

ระบบการคัดเปอร์เซนต์ของโรงสีระบบใหม่ก็คล้ายๆกับการคัดเปอร์เซนต์ของโรงสีระบบเก่า ต่างกันที่ระบบใหม่เครื่องตะแกรงเหลี่ยมที่คัดมีขนาดเล็กกว่ามากใช้แรงม้าน้อย แต่กำลังการผลิตสูงกว่าเท่านั้น

5. ระบบการบรรจุกระสอบ บรรจุถุง

การบรรจุคล้ายกันกับโรงสีแบบเก่า แต่โรงสีแบบใหม่จะใช้ระบบการชั่งข้าวสาร บรรจุด้วยเครื่องชั่งอัตโนมัติ ตั้งแต่ 1,2,3,5,10,20,50,100 กิโลกรัม เป็นส่วนมากไม่ใช้เครื่องชั่งแบบโบราณ ซึ่งเป็นเครื่องชั่งแบบใหม่มีความแม่นยำสูง ทำให้ลดการสูญเสียในการชั่งขาด ชั่งเกินได้มาก

สรุป

เทคโนโลยีของโรงสีไทยจำเป็นต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้เพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของการสีข้าวให้ทันสมัย เพราะในปัจจุบันข้าวเปลือก ข้าวสาร มีราคาสูงกว่าเมื่อ 2-3 ปีก่อน ที่ผ่านมามาก ดั้งนั้น ถ้าโรงสีสามารถเพิ่มผล ลดการสูญเสียเพียง 3%-4% จะสามารถประหยัดเงินได้ปีละหลายล้านบาท หรืออาจกล่าวได้ว่าจะสามารถทำกำไรเพิ่มขึ้นปีละหลายล้านบาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพการหุงต้มและรับประทานของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระหว่างการเก็บรักษา

งามชื่น คงเสรี พูนศรี สว่างจิต สุนันทา วงศ์ปิยชน
อัญชลี คร้ามศรี ประนอม มงคลบรรจง

บทคัดย่อ

ทำการเก็บข้าวขาวดอกมะลิ105ในสภาพห้องปกติและห้องเย็น15°C ในแต่ละสภาพการเก็บวางแผนการทดลองแบบ 3x2 Factorial in RCB โดยมีเมล็ดข้าว 3 ลักษณะ คือ ข้าวเปลือก ข้าวกล้อง และข้าวสาร เป็นปัจจัยที่ 1 ภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือ ถุงผ้าดิบและกระป๋องโลหะปิดฝา เป็นปัจจัยที่ 2 ทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำดำเนินห่างกันประมาณ 10 วัน เพื่อป้องกันการทำลายของแมลงจึงลมข้าวด้วยสารอลูมินัม-ฟอสไฟด์ อัตรา 2 กรัม/ลูกบาศก์เมตร นาน 7 วัน และเก็บข้าวที่บรรจุในถุงผ้าดิบไว้ในตู้ตาข่ายโลหะป้องกันแมลงอีกชั้นหนึ่ง ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆของเมล็ดข้าวเมื่อเก็บรักษาไว้ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เดือน ส่วนข้าวที่เหลือเก็บรักษาไว้ในห้องที่เย็นจัด5°C และทำการทดสอบคุณภาพข้าวสุกพร้อมกันโดยการชิม ผลการทดลองพบว่าการเก็บข้าวในสภาพอุณหภูมิห้องปกติ เกิดการเปลี่ยนแปลงชัดเจนกว่าข้าวในห้องเย็นในห้องปกติเมล็ดข้าวกล้องที่กะเทาะแล้วรมก๊าซฟอสฟีนมีกรดไขมันสูงกว่าข้าวที่กะเทาะใหม่ๆ การเก็บข้าวกล้องทำให้ปริมาณกรดไขมันเพิ่มขึ้นชัดใน 4 เดือนแรก การสีข้าวเป็นข้าวสารช่วยลดปริมาณกรดไขมันในเมล็ดลง อย่างไรก็ตามระยะเวลาการเก็บยิ่งทำให้กลิ่นเหม็นเพิ่มขึ้น การเก็บข้าวเปลือกและข้าวสาร 8 และ 6 เดือน ทำให้ข้าวสุกมีกลิ่นหอมลดลง ผลการเก็บรักษาทำให้ข้าวสุกจากข้าวทั้ง 3 ชนิด มีเนื้อสัมผัสแข็งขึ้น ความเลื่อมมันและความเหนียวน้อยลงเวลาหุงต้มน้ำข้าวใสขึ้น การเก็บข้าวในห้องเย็น15°C ทำให้คุณภาพต่างๆ ของข้าวเปลี่ยนแปลงไม่ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ข้าวหอมเป็นข้าวที่นิยมกันแพร่หลายทั้งในและส่งออก ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อหุงต้มแล้วข้าวสุกมีกลิ่นหอมชวนรับประทาน ในระดับการค้า พันธุ์ข้าวหอมที่นิยมกันมากคือพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และกข15 เนื่องจากข้าวทั้งสองพันธุ์มีข้าวสุกนุ่ม เหนียว ด้วยเหตุนี้พ่อค้าและผู้บริโภคจึงยึดถือคุณภาพดังกล่าวในการแยกข้าวหอมออกจากข้าวทั่วไป Buttery et al. (1982) ได้รายงานว่า 2-acetyl-1-pyrroline เป็นสาระสำคัญที่ทำให้ข้าวมีกลิ่นหอม ในข้าวสารของพันธุ์ข้าวหอมจากประเทศต่างๆ มีสารนี้อยู่ 0.04-0.09 ug/g. ในขณะที่ข้าวทั่วไปมีน้อยกว่า 0.01ug/g. สาร 2-acetyl-1-pyrroline นี้ เป็นสารระเหยได้ง่าย ดังนั้นกลิ่นของข้าวจึงเสื่อมไประหว่างการเก็บรักษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากสภาพการเก็บไม่เหมาะสม นอกจากนี้ในระหว่างการเก็บรักษาจะเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในเมล็ด และมีผลต่อคุณสมบัติในการหุงต้มและรับประทานของข้าวJuliano (1985) ได้รวบรวมจากรายงานต่างๆ และสรุปว่าในระหว่างการเก็บรักษาผลึกแป้ง(starch granule) และกลุ่มโปรตีน(protein body) ภายในเมล็ดข้าวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพ(physicochemical change) ทำให้เอนโดสเปิร์ม (endosperm) หรือส่วนที่เป็นข้าวสารขยายตัวยากขึ้นในระหว่างการหุงต้มสำหรับไขมันจะเกิดปฏิกิริยาเติมออกซิเจน(oxidation) และมีกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น กรดไขมันนี้อาจจะทำปฏิกิริยากับอมิโลสเมื่อแป้งถูกทำให้เป็นเจล(gelatinized) ขบวนการต่างๆ เหล่านี้มีผลทำให้ข้าวสุกแข็งและร่วนมารขึ้น สำหรับข้าวหอมสำหรับการรักษาความนุ่ม และกลิ่นหอมให้คงอยู่นานเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคต้องการ เพราะในปัจจุบันฤดูการผลิตข้าวหอมมะลิยังคงมีเพียงฤดูฝนเป็นหลักเท่านั้น การศึกษาครั้งนี้จึงเน้นถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับข้าวหอม เมื่อเก็บในลักษณะ ข้าวเปลือก ข้าวกล้อง ข้าวสาร ในห้องปกติและห้องเย็น 15°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 จากฤดูนาปี 2533 ถุงผ้าดิบขนาดบรรจุ 405 กิโลกรัม และกระป๋องโลหะปิดฝาเกลียว ขนาด 15x15x27 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตู้ป้องกันแมลง อลูมินัม-ฟอสไฟด์ (Aluminum phospide) และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และสารเคมี

วางแผนการทดลองแบบ 3x2 Factorial ที่จัดในรูป randomized complete block โดยมีปัจจัยที่ 1 คือ ข้าวเปลือก ข้าวกล้อง และข้าสาร ปัจจัยที่ 2 คือ ภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือ ถุงผ้าดิบ และกระป๋องปิดฝาเกลียว ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ให้แต่ละซ้ำเวลาห่างกัน 10 วัน ทำการรมข้าวทั้ง 3 ชนิด ด้วยอลูมินัมฟอสไฟด์อัตรา 2 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร นาน 7 วัน ก่อนเริ่มทำการทดลองเพื่อป้องกันแมลงจากภายนอกจึงเก็บข้าวบรรจุในถุงผ้าดิบไว้ในตู้กันแมลงอีกทีหนึ่งแยกเก็บข้าวไว้ในสภาพห้องปกติและห้องเย็น 15°C ทำการตรวจสอบคุณภาพข้าวเมื่อเก็บรักษาไว้ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เดือน สีข้าวเปลือกและข้าวกล้องให้เป็นนข้าวสารโดยใช้ McGill miller No.1 และวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

1. ปริมาณอมิโลสที่วิเคราะห์ได้ (apparent amylose) ตามวิธีการของ Juliano et al. (1981)
2. ปริมาณอมิโลสละลายในน้ำเดือดตามวิธีการของ Hall และ Johnson (1966) แต่ใช้กรดอาซิติกแทนกรดเกลือตามวิธีการของ Juliano et al. (1981)
3. ความคงตัวของแป้งสุกตามวิธีการของ Cagampang et al. (1973)
4. การสลายเมล็ดในด่างโปรแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 1.7% ตามวิธีการของ Little et al.
5. การยืดตัวของข้าวสุกตามวิธีการของ Juliano and Perez (1984)
6. คุณสมบัติของแป้งในระหว่างการหุงต้มโดยใช้เครื่อง Amylo-Viscograph ตามวิธีการของ Halic and Kelly (1959) โดยใช้น้ำแป้งเข้มข้น10%
7. ปริมาณโปรตีนโดยการ Semi-micro Kjeldahl method (1970) และใช้ factor 5.95 แปลงค่าไนโตรเจนเป็นโปรตีน
8. ปริมาณกรดไขมันอิสระใช้วิธีการของ Baker et al. (1957) และ AACC (1976)
9. คุณภาพการหุงต้มตามวิธีการของ Batch et al. (1956)
10. คุณภาพข้าวสุกทดสอบโดยการชิม โดยรวบรวมข้าวสุกตั้งแต่เดือน 0 ถึง 10 ไว้ในห้องเย็น 5°C. แล้วประเมินคุณภาพข้าวสุกพร้อมกัน เตรียมข้าวสุกโดยใช้อัตราส่วน : น้ำ = 1 :1.7 โดยการหุงต้มข้าวใช้ผู้ชิมประเมินข้าวสุกโดยการให้คะแนน 1-9 ตามลำดับของแต่ละลักษณะ (Del Mundo, 1979) ปรับคะแนนในแต่ละซ้ำโดยใช้แผน Balanced incomplete block (สุรพล, 2526)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

ทำการเก็บข้าวตั้งแต่เดือนมีนาคม-ธันวาคม 2533 ในสภาพห้องปกติมีอุณหภูมิระหว่าง 16-43° C และความชื้นสัมพัทธ์ 31-100% ก่อนเก็บเมล็ดคุณสมบัติต่างๆแสดงในตารางที่ 1-3 เมล็ดข้าวสารมีอมิโลสต่ำ (15-17%) อุณหภูมิแป้งสุกต่ำดังค่าการสลายเมล็ดในด่าง 7.0 ข้าวกล้องที่กะเทาะจากข้าวเปลือกใหม่ๆมีกรดไขมันอิสระ 8 มิลลิกรัม KOH/100 กรัม ในขณะที่ข้าวกล้องที่ผ่านการรมก๊าซฟอสฟีน มีกรดไขมันอิสระสูงถึง 32.4 มิลลิกรัม KOH/100 กรัม เมื่อสีข้าวเปลือกเป็นข้าวสารโดยใช้เครื่องสีในห้องปฏิบัติการ แม้ว่าข้าวสารที่สีได้จะมีระดับการสีต่ำกว่าข้าวสารที่สีจากเครื่องสีของโรงสี ดังค่าความขาวของข้าวสาร (whiteness of milled rice) จะต่ำกว่า ปริมาณกรดไขมันอิสระในเมล็ดข้าวกล้องถูกขัดออกไปเด่นชัด อย่างไรก็ตามข้าวสารที่สีจากข้าวกล้องยังคงมีกรดไขมันสูงกว่าข้าวสารที่สีจากข้าวเปลือกและข้าวสารที่สีจากโรงสีในการหุงต้ม เมล็ดข้าวต้องการเวลาต้มนาน 16.7-17 นาทีจึงสุก และเมล็ดมีอัตราการยืดตัว 1.62-1.70 เท่าของความยาวข้าวสาร เมื่อต้มข้าวในภาชนะสองชั้นโดยใช้น้ำ 1.7 เท่าของน้ำหนักข้าว อัตราการขยายปริมาณของข้าวสุก 2.34-2.46 เท่า หากหุงต้มข้าวในน้ำเกินพอโดยต้มน้ำเดือดโดยตรง อัตราการขยายปริมาณจะเพิ่มขึ้นถึง 4.01-4.14 เท่า ทั้งนี้เนื่องจากการต้มข้าวโดยตรง เมล็ดข้าวมีการเคลื่อนไหวในขณะที่น้ำเดือดทำให้มีช่องอากาศระหว่างเมล็ดข้าวสุกมากกว่า นอกจากนี้ น้ำที่มากเกินพอช่วยให้เมล็ดข้าวดูดน้ำได้เต็มที่ด้วย ในน้ำข้าวมีส่วนของเมล็ดหลุดออกมาประมาณ 9.5-9.7% ของน้ำหนักข้าว การหุงต้มข้าวสารจากโรงสีมีน้ำข้าวที่มีความเป็นกรดต่ำกว่าข้าวสารที่สีโดยใช้เครื่องสีในห้องปฏิบัติการ (ตารางที่ 1) ทั้งนี้เนื่องจากข้าวสารที่สีจากโรงสี มีระดับการสีมากกว่า

จากการศึกษาพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งในระหว่างการหุงต้มโดยใช้เครื่อง Brabender Amylo-viscograph โดยใช้ความเข้มข้นแป้ง 10% (ตารางที่2) ยืนยันว่าแป้งของข้าวหอมที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ (63°C) แป้งข้าวสารมีค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) มากกว่าแป้งข้าวสารจากข้าวเปลือกและข้าวกล้อง แสดงว่าข้าวสารที่สีจากโรงสีเมื่อหุงต้มจะขยายตัวได้ดีกว่าข้าวที่สีโดยใช้เครื่องสีปฏิบัติการ ทั้งนี้อาจเนื่องจากระดับการสีต่ำกว่าดังได้กล่าวมาแล้ว เมื่อต้มแป้งต่อไปแป้งบางส่วนจะถูกทำลายและแตกตัวมาก ทำให้ความหนืดของน้ำแป้งเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งสุกจาก 94°C กับ 50°C แสดงถึงความคงตัวของน้ำแป้งสุก (consistency) ประมาณ273-300 BU แสดงให้เห็นว่า หากหุงต้มแป้งสุกแล้ว แป้งสุกเย็นจะแข็งกว่าแป้งสุกร้อนเล็กน้อย ค่าการคืนตัว (Set back value) เป็นค่าเปรียบเทียบระหว่างความหนืดของแป้งสุกที่ 50°C กับความหนืดสูงสุด ซึ่งปรากฏว่าแป้งของข้าวหอมมีค่าการคืนตัวต่ำมาก คือมีค่า –308 ถึง –238BU ทั้งค่าความคงตัวและการคืนตัวของแป้งสุก เป็นค่าที่ใช้คาดคะเนว่าข้าวจะมีคุณลักษณะเนื้อสัมผัสอย่างไร หากมีค่าทั้งสองสูงมาก ซึ่งคาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะเนได้ว่าข้าวหอมที่ศึกษานี้เป็นข้าวนุ่ม เหนียว นอกจากนี้การที่แป้งมีค่าการแตกตัวมากเป็นการสนับสนุนว่าข้าวนี้เป็นข้าวนุ่มยิ่งขึ้น

ผลจากการทดสอบคุณภาพการรับประทานโดยการชิมยืนยันว่าข้าวทั้ง 3 ชนิดมีเนื้อสัมผัสนุ่มและเหนียว (ตารางที่ 3) ข้าวสุกมีกลิ่นหอมปานกลาง ไม่มีกลิ่นเหม็นสาบและผิวเมล็ดเลื่อมมันเป็นที่น่าสังเกตว่า ข้าวสารที่สีจากโรงสีมีคะแนนเฉลี่ยของความเหนียวและเลื่อมมันมากกว่าข้าวที่สีจากห้องปฏิบัติการเล็กน้อยและยังมีเนื้อสัมผัสนุ่มกว่า นอกจากนี้ข้าวสุกยังมีความขาวมากกว่า

TABLE 1 MILLED RICE AND COOKING PROPERTIES OF KDML 105 PREPARED FROM PADDY, BROWNAND MILLED RICES BEFORE STORAGE.

	Paddy	Brown rice	Milled rice
Milled rice properties			
Amylose %	15.7	15.0	16.8
Soluble amylose %	6.4	6.0	6.4
Gel consistency mm	74	74	78
Alkali spreading value	7.0	7.0	7.0
Whiteness of milled rice	39.8	36.0	46.6
Fat acidity mg KOH/100g			
Brown rice	8.0	32.4	-
Milled rice	3.1	9.2	4.9
Grain weight g/L	529	757	744
Cooking properties			
Cooking time (min)	16.7	16.7	17.0
Cook in excess water *			
Volume expansion	4.01	4.11	4.14
Water absorption (% MC)	73.8	73.2	74.0
Acidity of cooking water (mg KOH/100g)	46.8	70.4	29.2
Total solid (%) in cooking water Cook in fixed Water **	9.5	9.5	9.7
Volume expansion	2.46	2.34	2.35
Elongation ratio	1.62	1.63	1.70

* cooked 17 minutes

** cooking water 17 ml/10g.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 2 BRABENDER AMYLO-VISCOGRAM OF MILLED RICE PASTE OF KDML 105 BEFORE STORAGE.

	Paddy	Brown rice	Milled rice
Gelatinization temp. °C	63	63	63
Peak viscosity BU	973	915	1,017
Final viscosity at 50°C BU	710	677	710
Set back value BU	-263	-238	-308
Consistency BU	300	283	273
Break down BU	563	522	582

TABLE 3 EATING QUALITY OF KDML 105 MILLED RICE BEFORE STORGE.

Grain	Aroma	Bad smell	Whiteness	Cohesive	Glossy	Texture
AMBIENT ROOM						
Paddy	4.48	1.22	6.72	6.59	6.57	6.59
Brown rice	4.08	1.44	5.99	6.91	6.50	6.61
Milled rice	4.38	1.04	7.13	7.13	6.70	7.24
COLD ROOM 15°C						
Paddy	3.94	1.21	6.55	6.97	6.27	6.62
Brown rice	4.02	1.37	5.98	6.71	5.67	6.39
Milled rice	4.01	1.00	7.08	7.04	6.90	9.96

คะแนน

กลิ่นหอมและกลิ่นเหม็น : 1 = ไม่มีกลิ่น 5 = ปานกลาง 9 = มาก

ความขาว : 1 = คล้ำมาก 5 = คล้ำขางๆ 9 = ขาวมาก

ความเหนียว : 1 = ไม่ติดกันเลย 5 = ไม่ร่วน-ไม่เหนียว 9 = เหนียวติดกันหมด

ความเลื่อมมัน : 1 = ด้านมาก 5 = มันเล็กน้อย 9 = มันมาก

เนื้อสัมผัส : 1 = แข็งมาก 5 = ไม่แข็ง-ไม่นุ่ม 9 = แฉะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

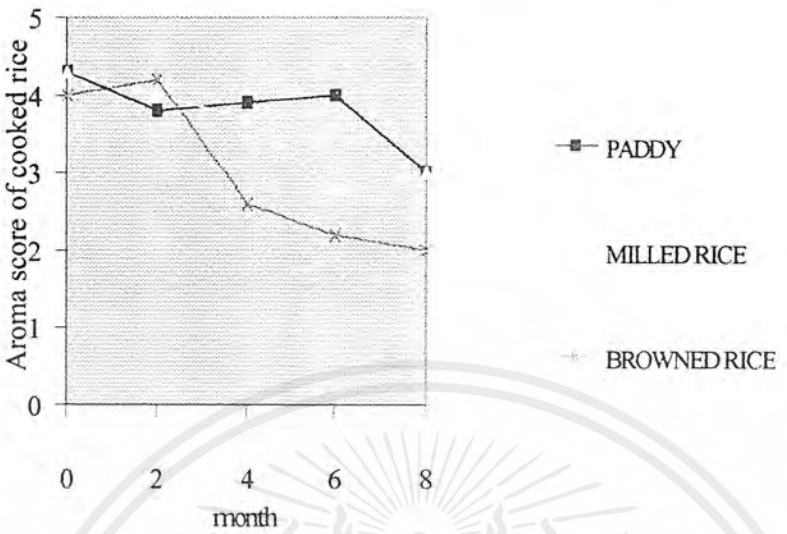
การเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวสุกในระหว่างการเก็บรักษา

ข้าวสารที่รวบรวมได้จากการเก็บ 0, 2, 4, 6 และ 8 เดือน นำมาเก็บในห้องเย็น 5°C และทำการประเมินคุณภาพข้าวสุกพร้อมกันจากผู้ชิม 31 คน โดยการหุงต้มข้างด้วยอัตราส่วนข้าว : น้ำ = 1:7 โดยน้ำหนัก จากการเปรียบเทียบข้าวที่เก็บในสภาพห้องอุณหภูมิปกติ ปรากฏว่าการเก็บข้าวกล้องมีคะแนนกลิ่นหอมลดลงเด่นชัดเมื่อเก็บไว้ 4 เดือน พร้อมกับการเพิ่มของกลิ่นเหม็นสาบ (ภาพที่ 1 และ 2) การเก็บข้าวเปลือกและข้าวสารมีการลดลงของกลิ่นหอมเล็กน้อยและเกิดขึ้นช้ากว่า กล่าวคือกลิ่นหอมลดลงเมื่อเก็บข้าวไว้นาน 8 และ 6 เดือน ตามลำดับ นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของคะแนนกลิ่นเหม็นสาบไม่ชัดเจน การที่ข้าวสุกจากการเก็บข้าวกล้องมีกลิ่นสาบเกิดขึ้นอาจเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันในเมล็ดข้าวกล้อง (ภาพที่ 3) การขัดสีเป็นข้าวสารแม้จะช่วยลดปริมาณกรดไขมันลงได้ แต่ไม่สามารถขจัดกลิ่นเหม็นสาบได้สมบูรณ์ สำหรับข้าวที่เก็บในห้องเย็น 15°C ยังคงมีกลิ่นหอมไม่เปลี่ยนแปลงและไม่มีการพัฒนากลิ่นสาบ แม้ว่าการเก็บข้าวกล้องจะมีปริมาณกรดไขมันเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และกรดไขมันในข้าวสารที่สีได้จะสูงกว่าข้าวสารที่เก็บในสภาพข้าวเปลือกและข้าวสารก็ตาม ผลดังกล่าวยืนยันว่าผลการศึกษาที่ผ่านมาโดยใช้ข้าวพันธุ์ กข23 เพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิการเก็บต่อกลิ่นของข้าวสุก จึงได้นำข้าวที่เก็บในห้องปกติและห้องเย็น 15°C มาชิมพร้อมกัน โดยแยกตามประเภทข้าว ผลปรากฏว่าคะแนนกลิ่นหอมและกลิ่นเหม็นสาบมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด เมื่อเก็บในสภาพข้าวเปลือกในห้องปกติ อย่างไรก็ตามกลิ่นหอมของข้าวสุก ลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บนานเกิน 8 เดือน ขณะที่ข้าวในห้องเย็นไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งคะแนนกลิ่นหอมและกลิ่นเหม็น ข้าวที่เก็บเป็นข้าวกล้องยังคงยืนยันผลลดลงของกลิ่นหอม และเพิ่มขึ้นของกลิ่นเหม็นเมื่อเก็บในห้องปกตินาน 4 เดือน การเก็บข้าวสารแม้ระยะเวลาการเก็บจะแสดงผลกระทบไม่ชัดเจน แต่ข้าวที่เก็บในห้องปกติมีแนวโน้มของกลิ่นหอมน้อยกว่า และกลิ่นสาบมากกว่าข้าวในห้องเย็นเล็กน้อยโดยเฉพาะข้าวที่เก็บในถุงผ้าดิบ (ภาพที่ 1 และ 2)

นอกจากกลิ่นข้าวสุก การเก็บรักษาข้าวในห้องปกติยังทำให้เนื้อสัมผัสของข้าวสุกน้อยลงไม่ว่าจะเก็บเมล็ดในลักษณะใด ดังภาพที่ 4 โดยเฉพาะข้าวกล้องเมื่อเก็บไว้นาน 6 เดือน ข้าวสุกจะไม่นุ่มและรู้สึกแข็งเล็กน้อยในขณะที่การเก็บข้าวเปลือกและข้าวสารอยู่ในระดับไม่นุ่มไม่แข็ง สำหรับข้าวที่เก็บในห้องเย็นมีการเปลี่ยนแปลงไม่ชัดเจน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวที่เก็บในห้องทั้งสอง ข้าวที่เก็บในห้องปกติมีเนื้อสัมผัสของข้าวสุกแข็งขึ้นชัดเจนกว่าข้าวในห้องเย็น ผลดังกล่าวยืนยันจากผลของ Amyloviscogram ที่มีการสูงขึ้นของค่าการคืนตัว (set back value) และความคงตัวแป้งสุก (consistency) ดังภาพที่ 5 ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของข้าวในห้องปกติที่บรรจุในถุงผ้าดิบจะมีมากกว่าข้าวในกระป๋องโลหะปิดฝาเล็กน้อย ทั้งในด้านคะแนนเนื้อสัมผัสและผลของ Amyloviscogram ดังกล่าว

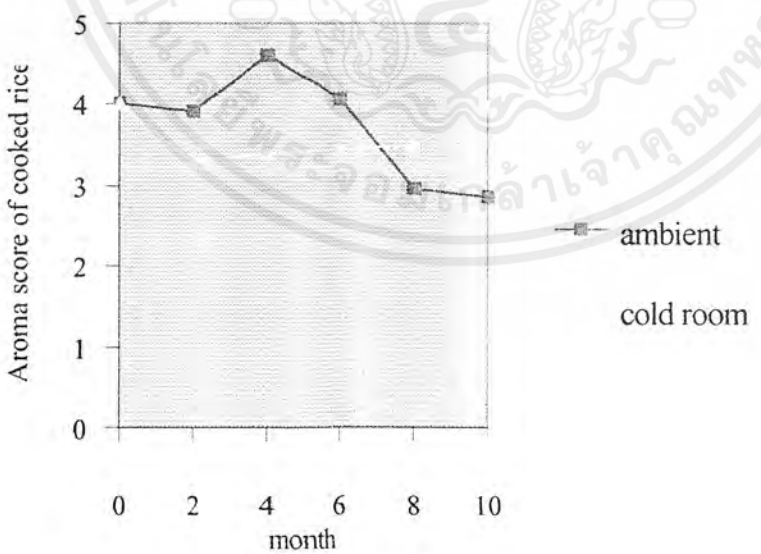
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAIN COMPARISION IN AMBIENT ROOM

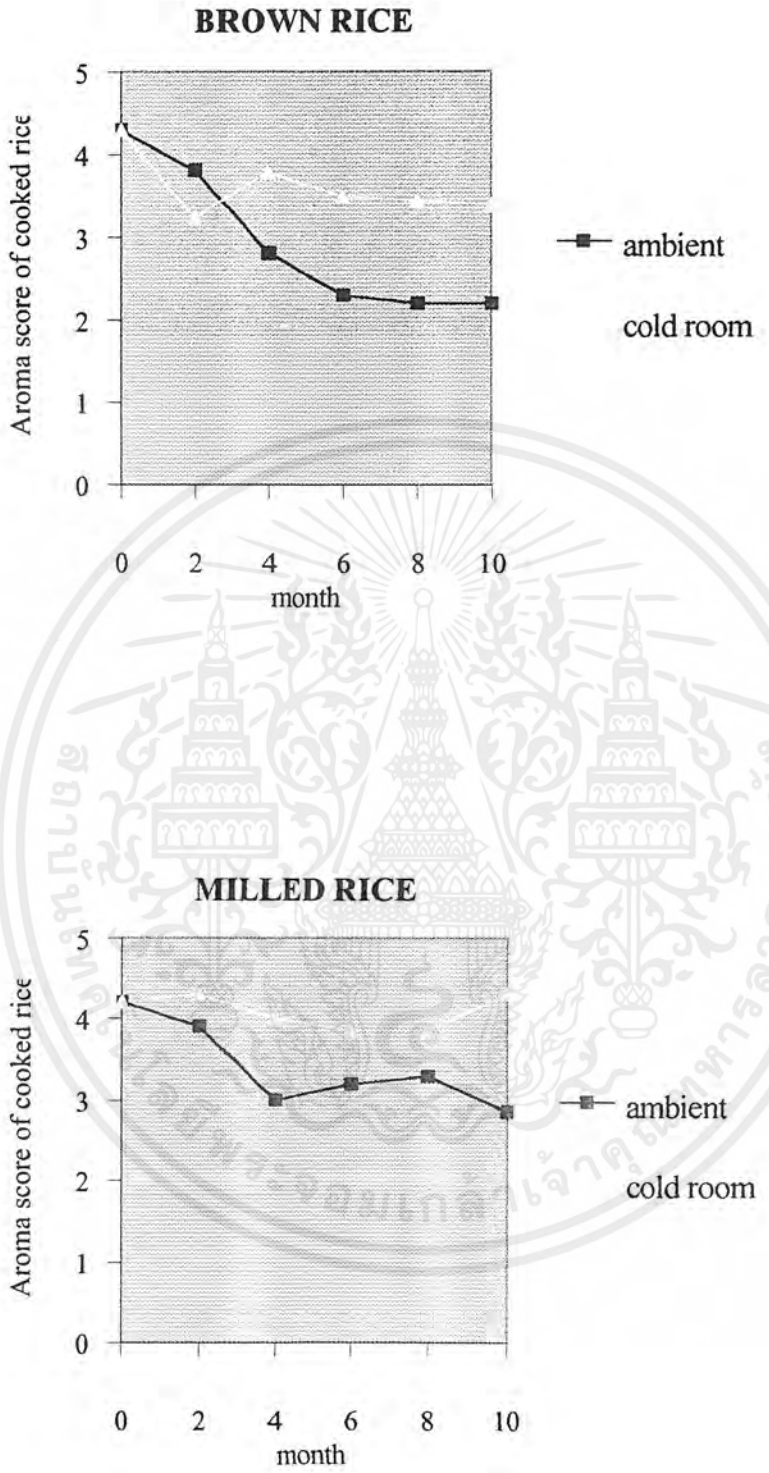


ROOM COMPARISON

PADDY



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



FINGER 1 Changes in aroma score of cooked KCML105 milled rice during storage as paddy, brown and milled rices in ambient and cold rooms.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

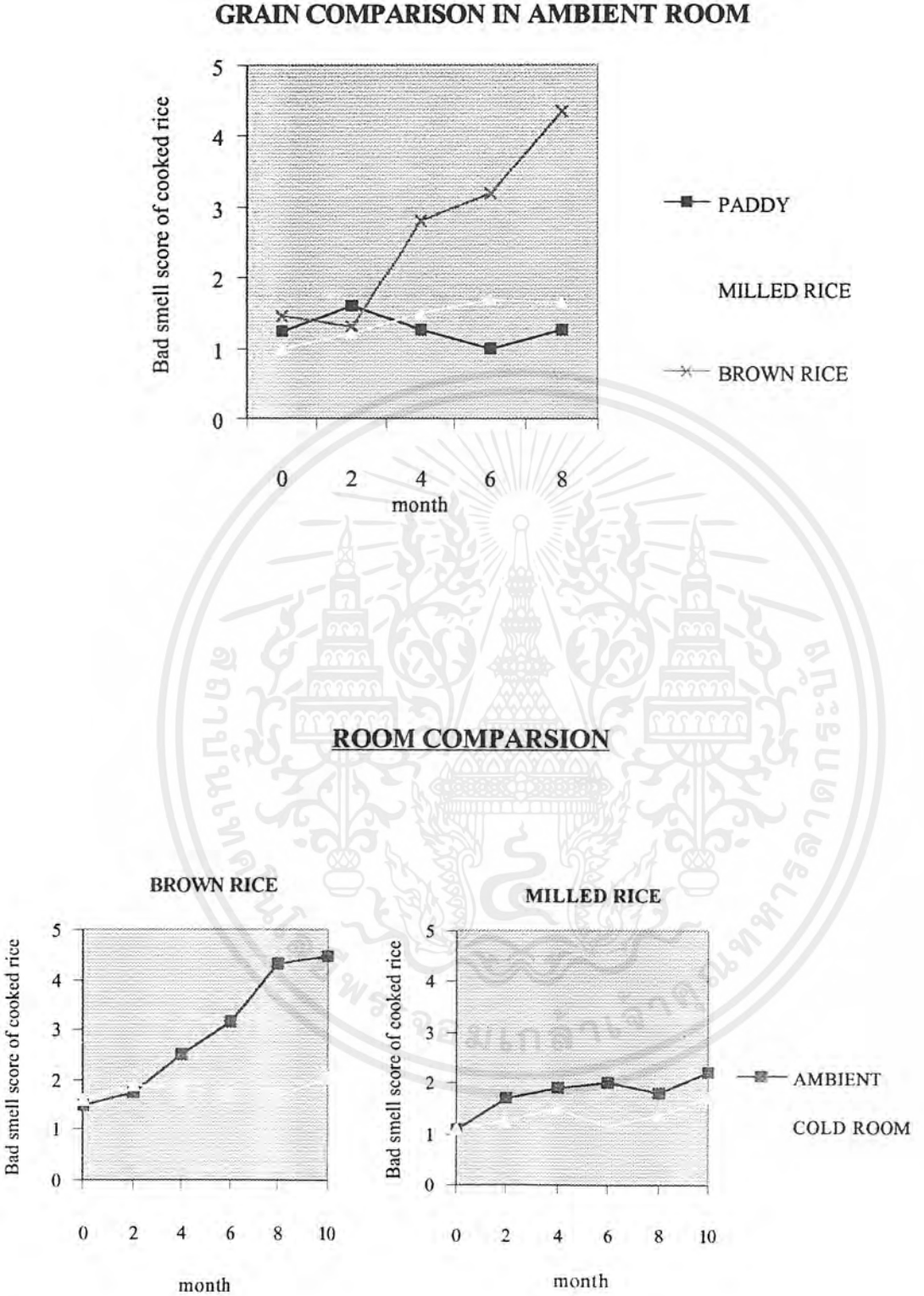


FIGURE 2 Changes in bad smell score of cooked KDML105 milled rice during storage as paddy, brown and milled rices in ambient and cold rooms.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

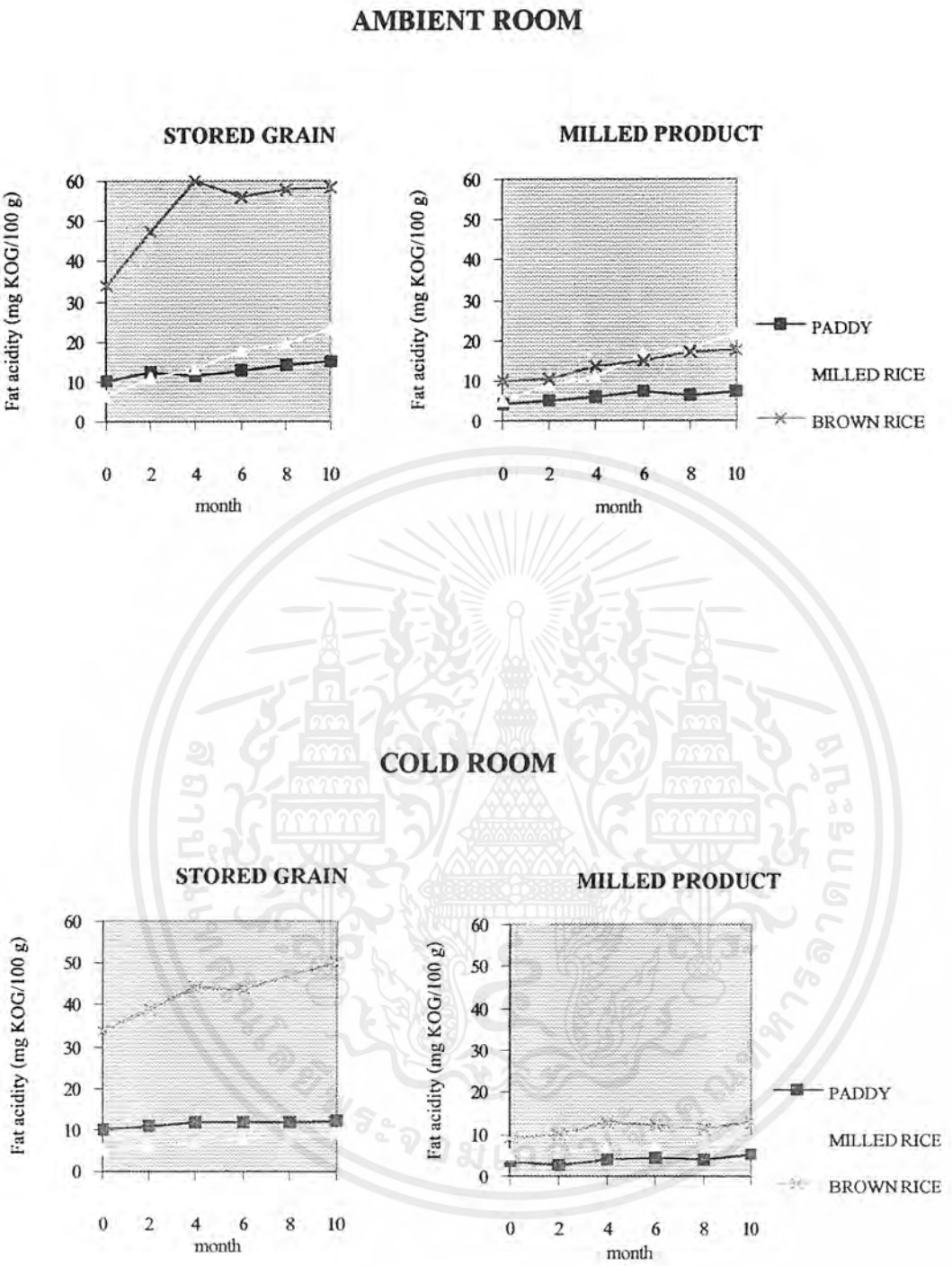


FIGURE 3 Changes in fat acidity of brown and milled rices of KDML105 during storage as paddy, brown and milled rices in ambient and cold room.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

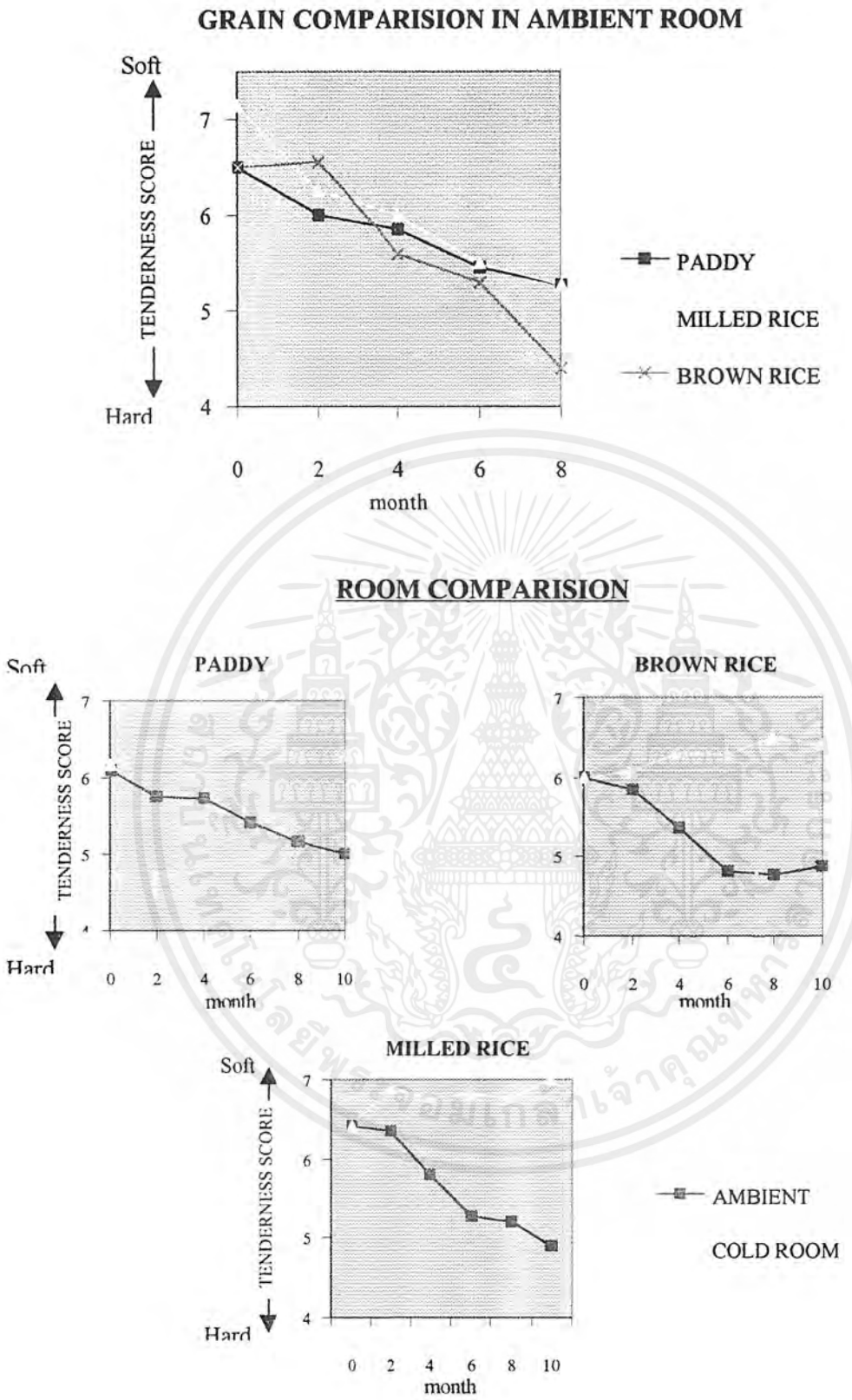


FIGURE 4 Changes in texture score of cooked KDML105milled rice during storage paddy, brown and milled rices in ambient and cold rooms.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

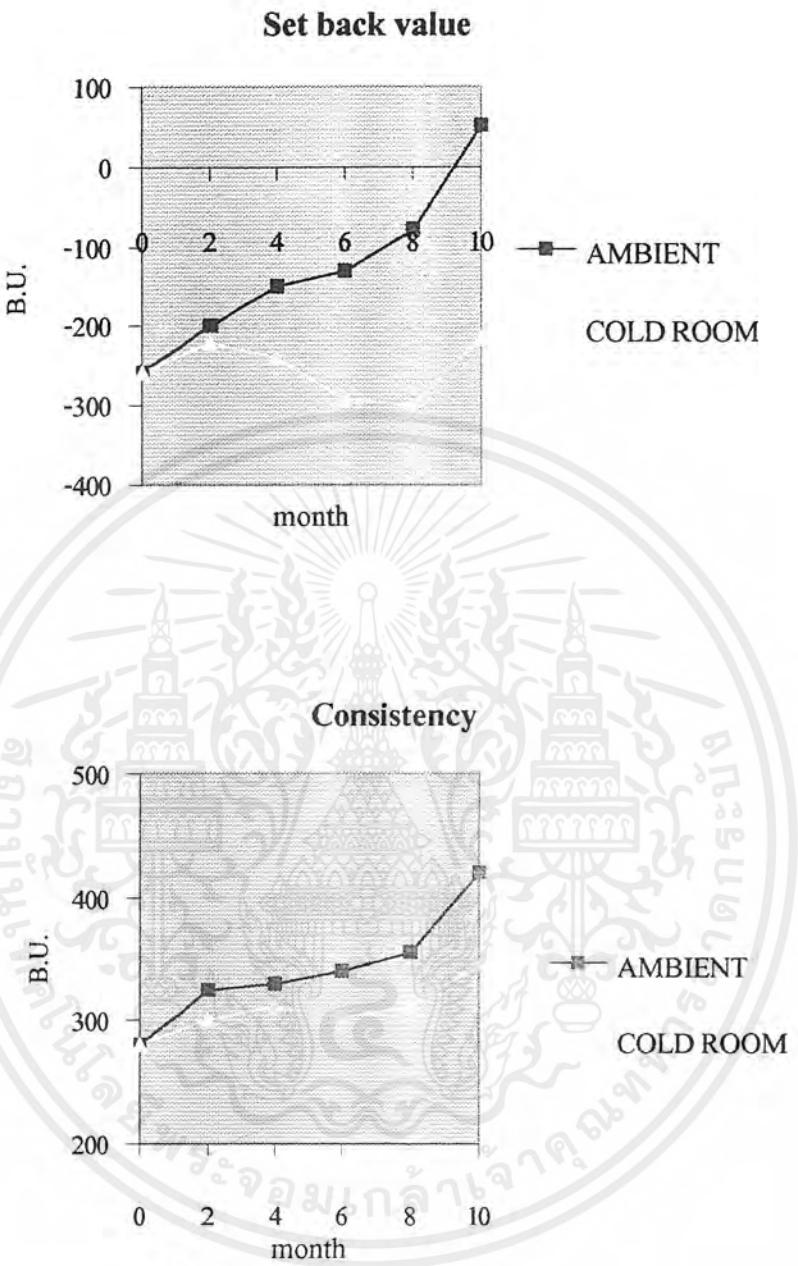


FIGURE 5 Averaged changes in set back value and consistency of Brabender Amyloviscogram of KDML105 milled rice flour during storage as paddy, brown and milled rices in ambient and cold room.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

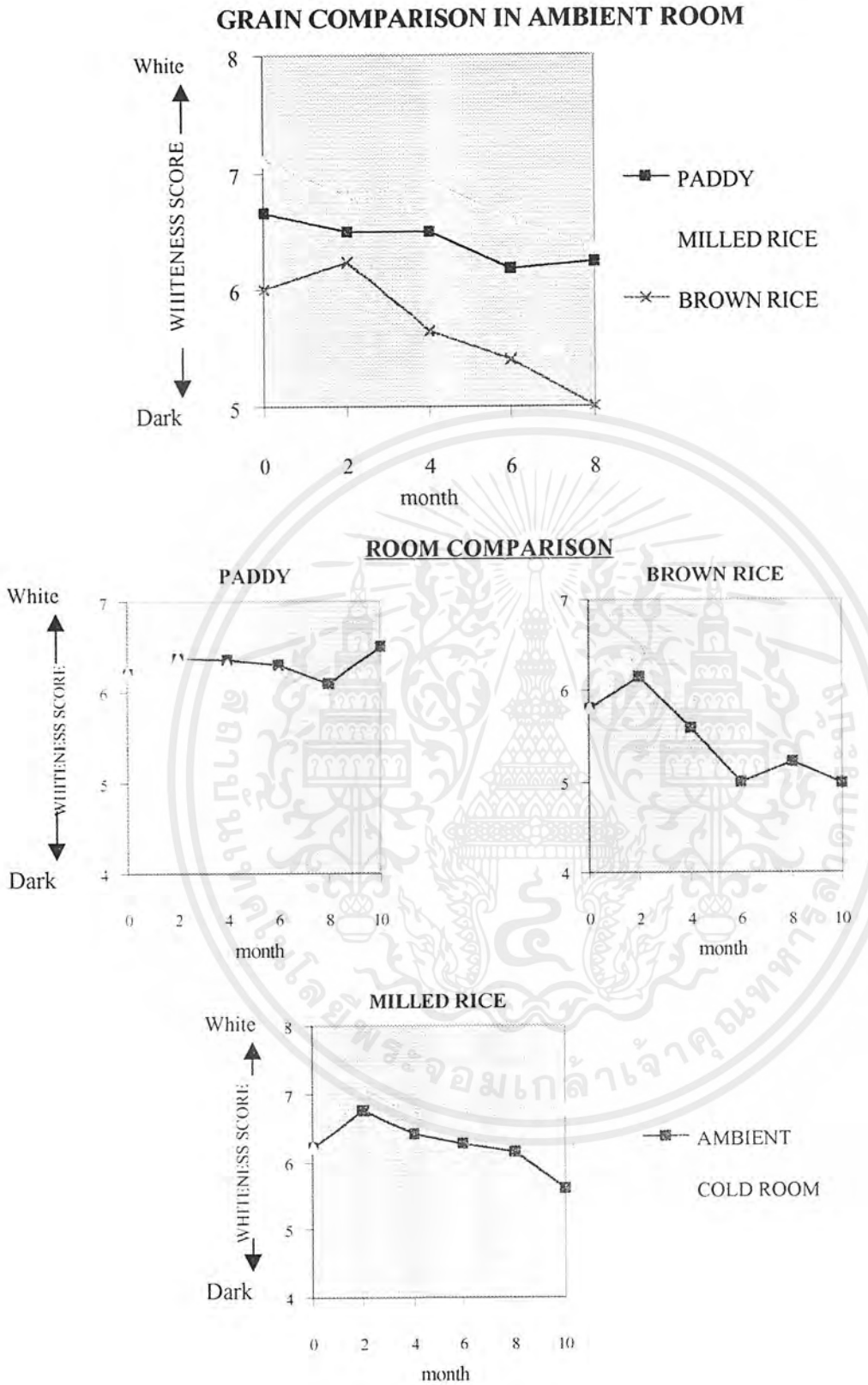


FIGURE 6 Changes in whiteness score of cooked KDML105 milled rice during storage as paddy, brown and milled rices in ambient and cold room.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บข้าวในห้องปกติยังมีผลให้ความขาว ความเหนียวและความเลื่อมมันของข้าวสุกลดลงเช่นกัน การเก็บข้าวเปลือกและข้าวสาร ข้าวสุกจะมีสีคล้ำลงเล็กน้อยเมื่อเก็บไว้นานเกิน 6 เดือน ในขณะที่การเก็บข้าวกล้องเกิดขึ้นในเดือน 4 และสีจะเข้มขึ้นเมื่อเก็บนานกว่านั้น (ภาพที่ 6) เมื่อเปรียบเทียบข้าวชนิดเดียวกับที่เก็บในห้องอุณหภูมิต่างกัน ข้าวสุกที่ได้จากการเก็บข้าวเปลือกไม่มีการเปลี่ยนแปลงคะแนนความขาวไม่ว่าจะเก็บในห้องใด แต่หากเก็บเป็นข้าวกล้องหรือข้าวสาร สีข้าวสุกจะคล้ำลงเล็กน้อยเมื่อเก็บนาน 6 และ 10 เดือน ตามลำดับในห้องปกติ แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงหากเก็บข้าวในห้องเย็น ในทำนองเดียวกัน การเก็บข้าวกล้องและข้าวสารในอุณหภูมิปกติทำให้ความเลื่อมมันลดลงเช่นกัน สำหรับความเหนียวของข้าวสุกนั้นแม้ว่าที่ห้องปกติทำให้ความเหนียวของข้าวลดลงไม่ว่าจะเก็บเมล็ดชนิดใด แต่ข้าวที่เก็บในกระป๋องปิดฝา การลดลงของคะแนนความเหนียวจะมากที่สุดในข้าวกล้องและน้อยที่สุดในข้าวสาร ซึ่งทำให้สังเกตพบความแตกต่างเมื่อเก็บข้าวไว้เกิน 4-6 เดือน

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพในการหุงต้ม

สำหรับคุณภาพการหุงต้ม แม้จะมีความแตกต่างในด้านอัตราการขยายปริมาตรและการดูดซึมน้ำของข้าวสุก ความเป็นกรดของน้ำข้าว แต่การเปลี่ยนแปลงในด้านคุณภาพดังกล่าวไม่เด่นชัดมีเพียงปริมาณของแข็งในน้ำข้าวมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บข้าวไว้ภายใน 6-8 เดือน หรืออีกนัยหนึ่งน้ำข้าวจากการหุงต้มจะใสขึ้นเมื่อเก็บในห้องปกติ แต่หากเก็บในห้องเย็นน้ำข้าวจะใสขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเก็บไว้เกิน 6 เดือน ทั้งนี้อัตราการลดลงปริมาณของแข็งในน้ำข้าวจะน้อยกว่าข้าวที่เก็บในห้องอุณหภูมิปกติ

การเก็บรักษาข้าว ไม่ควรจะเก็บในรูปของข้าวกล้อง เนื่องจากผิวข้าวกล้องมีไขมันสูง เมื่อสัมผัสกับอากาศเป็นเวลานานหรือรมด้วยก๊าซฟอสฟีนทำให้มีกรดไขมันสูงขึ้น แม้การขัดสีจะช่วยลดกรดไขมันลงจนเหลืออยู่ในระดับใกล้เคียงกับข้าวสาร แต่ก็ยังคงมีผลให้ข้าวสุกที่หุงต้มจากข้าวสารมีกลิ่นหอมลดลงเด่นชัด พร้อมกับการเพิ่มขึ้นของกลิ่นเหม็นสาบเมื่อเก็บข้าวไว้นาน 4 เดือนในอุณหภูมิห้อง การเก็บข้าวในห้องเย็น 15°C แม้ข้าวกล้องมีปริมาณกรดไขมันค่อนข้างสูงแต่กลิ่นหอมของข้าวสุกยังคงไม่เปลี่ยนแปลงทั้งนี้เนื่องจากไม่มีกลิ่นเหม็นสาบปรากฏขึ้น การเก็บข้าวในรูปของข้าวเปลือกจะช่วยถนอมกลิ่นหอมและป้องกันการเกิดกลิ่นเหม็นสาบได้ดีกว่าข้าวชนิดอื่น แม้จะเก็บในอุณหภูมิปกติก็ตาม สำหรับการเก็บข้าวสารในห้องปกติอาจมีกลิ่นสาบเกิดขึ้นสูงกว่าข้าวชนิดอื่นที่เก็บในห้องเย็นเล็กน้อย

การเก็บข้าวในห้องปกติทำให้ความนุ่ม ความเหนียว ความเหลื่อมมันของข้าวสุกลดลงพร้อมทั้งสีของข้าวสุกคล้ำลงด้วย ไม่ว่าจะเก็บในลักษณะข้าวเปลือก ข้าวกล้องหรือข้าวสาร แต่การเก็บข้าวในกระป๋องปิดฝาซึ่งช่วยป้องกันแสงและจำกัดอากาศเข้าออกได้บางส่วน ช่วยให้การลดลงของความเหนียวของข้าวสุกชะลอลง เมื่อเก็บในลักษณะข้าวสารและข้าวเปลือกเกิน 4 เดือนในห้องปกติ การรักษาคุณภาพการรับประทานของข้าวสุกให้ใกล้เคียงข้าวใหม่ควรเก็บข้าวในอุณหภูมิต่ำ 15°C แต่เนื่องจากการเก็บในลักษณะข้างเปลือกสิ้นเปลืองเนื้อที่จึงควรเก็บในลักษณะข้าวสาร อย่างไรก็ตามภาชนะที่ป้องกันแสงและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การซึมผ่านของอากาศอาจจะเป็นผลดีด้วยสำหรับในกรณีที่ต้องการข้าวให้ร่วนมากขึ้น โดยยังคงรักษาความหอมของข้าวให้สูญเสียน้อยลง ควรเก็บข้าวไว้ในสภาพข้าวเปลือกที่อุณหภูมิปกติ

ข้อแนะนำ

1. ถ้าต้องการรักษาข้าวให้อยู่ในสภาพใกล้เคียงข้าวใหม่ควรเก็บข้าวในที่อุณหภูมิต่ำ 15°C เพื่อประหยัดเนื้อที่ควรเก็บในสภาพข้าวสาร
2. ถ้าต้องการให้ข้าวสุกมีคุณภาพร่วนขึ้น โดยชะลอการสูญเสียกลิ่นหอม ควรเก็บข้าวในสภาพข้าวเปลือก
3. การเก็บข้าวในภาชนะที่สามารถป้องกันแสงและอากาศ อาจช่วยถนอมคุณภาพได้บางส่วน
4. การเก็บต้องคำนึงถึงสุขลักษณะในการป้องกันแมลงในโรงเก็บ โดยรมด้วยสารฟอสฟีน อัตรา 2 กรัม/ลูกบาศก์เมตร

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการเก็บรักษาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในรูปของข้าวเปลือก ข้าวกล้อง และข้าวสารที่บรรจุในถุงผ้าดิบ และกระป๋องโลหะปิดฝา เป็นระยะเวลา 10 เดือน ผลปรากฏว่าการเก็บข้าวในห้องปกติที่มีอุณหภูมิ 16-43°C ความชื้นสัมพัทธ์ 31-100% ข้าวกล้องซึ่งมีปริมาณกรดไขมันสูงกว่าข้าวที่เก็บในรูปอื่น มีปริมาณกรดไขมันสูงขึ้นใน 4 เดือนแรก การสีเป็นข้าวสารช้วยลดปริมาณกรดไขมีนจนอยู่ในระดับใกล้เคียงกับข้าวสาร แต่เมื่อหุงต้มเป็นข้าวสุก ข้าวที่เก็บไว้ 4 เดือนหรือนานกว่านั้นมีกลิ่นหอมลดลงและกลิ่นเหม็นสาบมากขึ้น การเก็บข้าวในรูปของข้าวเปลือกและข้าวสาร นานถึง 8 และ 6 เดือน ทำให้ข้าวสุกมีกลิ่นหอมลดลงเล็กน้อย แต่กลิ่นสาบยังไม่ปรากฏชัดเจนไม่ว่าจะเก็บเมล็ดในรูปใด ระยะเวลาเก็บมีผลให้คุณภาพข้าวสุกมีเนื้อสัมผัสแข็งกระด้างขึ้น ความเลื่อมมันของผิวเมล็ดและความเหนียวลดลง เมื่อทดสอบความหนืดของน้ำแป้งด้วยเครื่องBrabender Amyloviscograph ค่าการคืนตัวเพิ่มขึ้น เมื่อหุงต้มน้ำข้าวของแข็งลดลง การเก็บข้าวเปลือกและสีเป็นข้าวกล้องหรือข้าวสาร การเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่เก็บเป็นข้าวกล้องหรือข้าวสาร การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของข้าวที่เก็บในถุงผ้าดิบและกระป๋องโลหะเป็นไปในทำนองเดียวกัน การเก็บข้าวในห้องเย็น 15°C จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไม่เด่นชัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

แสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน ของเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก

โครงงานวิศวกรรมเกษตร เรื่อง เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก
(MINI BROWN RICE HUSKER)

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

ตารางที่ ง.1 แสดงประสิทธิภาพการทำงานเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก

ประสิทธิภาพการทำงานเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือน	
ร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ด	55.17
ร้อยละโดยมวลของข้าวหัก	34.27
ร้อยละโดยมวลของข้าวเปลือกที่ไม่ถูกกะเทาะ	10.56
ร้อยละโดยมวลของแกลบที่ปนออกมากับข้าวกล้อง	-
เปอร์เซ็นต์ของข้าวที่ถูกดูดปนออกไปกับแกลบด้วย blower	-
อัตราการกะเทาะข้าวเปลือก (kg/min)	0.206
ประสิทธิภาพการกะเทาะ (%)	91.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีตามวัตถุประสงค์ ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่านดังนี้

อาจารย์พิชิต กิตตินนท์ , รศ.เกรียงศักดิ์ สุวรรณโพธิ์ศรี , อาจารย์ทรงวุฒิ แสงจันทร์ , อาจารย์จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์ , อาจารย์ภัทรชัย วิชัยยะ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและช่วยเหลือจนทำให้การทำโครงงานเครื่องสีข้าวกล้องในครัวเรือนประสบความสำเร็จ

พี่ตุ่ม พี่อ๊อด พี่ติ๊ก และพี่แฝดที่ให้ความสะดวก และช่วยเหลือให้คำแนะนำในการทำโครงงานเป็นอย่างดี

หน่อย เดือน อ้อ โอเล่ และเพื่อนๆทุกคนที่ช่วยเหลือและคอยให้กำลังใจ

ทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านไม่มากก็น้อย

16 เมษายน 2543

คณะผู้จัดทำ

นายมณฑวรรธน์ แจ้งเอี่ยม

นายรังสรรค์ จุฑารัตน์ภิรมย์

นายวิทยา อภิชิตพงศ์ชัย

นางสาวสายใจ ชื่นอร่าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ปีการศึกษา2530 เรื่องเครื่องกะเทาะเมล็ดข้าวขนาดเล็ก (MINI RICE HUSKER)". ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. น้ำฝน คีตะจิตต์ , "วิทยานิพนธ์ ปีการศึกษา 2541 เรื่องการยืดอายุการเก็บรักษาข้าวกล้องเพื่อวางจำหน่ายด้วยเทคนิคไอแอลกอฮอล์ร่วมกับการบรรจุ".สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ , "วิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ (1A 315 Material Handing Engineering) เล่ม 2 (บทที่ 9-12)". ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2540
5. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ , พิมเพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ สาทิบ รัตนภาสกร , "สมบัติทางกายภาพและวิศวกรรมของชีววัสดุ".ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้