



รายงานวิจัย

ออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวขนาดเล็กในชุมชนให้สามารถสีข้าวเฝ้าได้

Design and development of the small rice mill machinery in the country
to make pounded unripe rice.

ฤทธิ์รงค์ แจ้งอิม

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ประจำปีงบประมาณ 2562

พฤษภาคม 2563

รายงานวิจัย

ออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวขนาดเล็กในชุมชนให้สามารถสีข้าวเมาได้
Design and development of the small rice mill machinery in the country
to make pouned unripe rice.

ฤทธิ์รงค์ แจ่มอิม
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ประจำปีงบประมาณ 2562
พฤษภาคม 2563
“ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา”

ชื่อเรื่อง ออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวขนาดเล็กในชุมชนให้สามารถสีข้าวเมาได้
 ชื่อนักวิจัย นายฤทธิรงค์ แจ่มอิม
 หน่วยงาน สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
 ปีที่ทำวิจัยเสร็จ 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวขนาดเล็กในชุมชนให้สามารถสีข้าวเมาได้ จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเครื่องสีข้าวขนาดเล็กในชุมชนให้สามารถนำมาสีข้าวเมาได้ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตให้เพียงพอกับความต้องการ จากกรณีศึกษากลุ่มแปรรูปข้าวเมา บ้านโนนกลุ่ม ตำบลตงใหญ่ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา พบว่าปัจจุบันในการผลิตข้าวเมาของ ทางกลุ่มใช้ข้าวเปลือกพันธุ์หอมมะลิ 105 เป็นวัตถุดิบในการผลิตข้าวเมา โดยการนำมาแช่น้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วถึงทำการแปรรูป ซึ่งจากวัตถุดิบดังกล่าวส่งผลให้การแปรรูปต้องใช้ทักษะและ ประสบการณ์ในการทำงาน โดยเริ่มจากการคั่วข้าวเปลือกที่ผ่านการแช่น้ำแล้วนำมาคั่วด้วยครกกระเดื่อง ซึ่งการตำข้าวเมาจำเป็นต้องใช้ประสบการณ์ในการทำงาน เนื่องจากต้องใช้จังหวะที่ครกกระเดื่อง ยกขึ้นแล้วใช้พายเขี่ยข้าวหรือพลิกข้าว ให้ข้าวที่อยู่ภายในครกถูกตำจนเปลือกหลุดออกจากเมล็ด ข้าว และข้าวแบนได้ขนาดตามที่ต้องการ ระหว่างการตำต้องนำข้าวออกจากครกเพื่อแยกกากออกจากข้าวเมาโดยการร่อน หากยังกะเทาะเปลือกออกไม่หมดก็จะนำลงไปตำต่ออีกครั้งเพื่อกะเทาะ เปลือกออกจนหมด จากนั้นนำข้าวเมาไปร่อนทำความสะอาดต่อไป ดังนั้นจากข้อมูลขั้นตอนการผลิต ดังกล่าวจะเห็นว่าในขั้นตอนการตำข้าวเมายังคงใช้เครื่องมือแบบเดิมที่ต้องใช้ทักษะและประสบการณ์ ในการทำงานและใช้เวลาในการผลิตสูง เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงออกแบบและพัฒนาเครื่องสี ข้าวขนาดเล็กให้สามารถนำมาสีข้าวเมาได้ เพื่อลดขั้นตอนการทำความสะอาดข้าว และเพิ่มขีด ความสามารถในการผลิต และเป็นการลดต้นทุนในการผลิต

จากการทดสอบเครื่องสีข้าวเมา ผลการทดสอบพบว่าประสิทธิภาพในการสีข้าวเมาจากเดิม ผลิตได้ปริมาณ 2.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ผลการทดสอบเครื่องสีข้าวเมาได้ปริมาณ 16.88 กิโลกรัมต่อ ชั่วโมง เพิ่มขึ้น 14.38 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 83.41 โดยใช้จำนวนคนงานเท่าเดิม 3 คน และยังสามารถลดต้นทุนในการผลิตจากแบบเดิมมีต้นทุนการผลิต 37.93 บาทต่อกิโลกรัม แต่เมื่อ ใช้เครื่องสีข้าวเมา มีต้นทุนในการผลิตเพียง 31.757 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งสามารถลดต้นทุนลงได้ 6.173 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 16.27

คำสำคัญ : ข้าวเมา, เครื่องสีข้าวเมา, เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก

Research Report Title	Design and development of the small rice mill machinery in the country to make pounded unripe rice.
Researcher	MR. Rittirong Jangim
Institute	Industrial Management Engineering. Faculty of Industrial Technology. Nakhon Ratchasima Rajabhat University.
Year	2563

Abstract

The research of design and develop of small rice mill machine in country to mill pounded unripe rice. The purpose of this research was to study small rice mill machine in country to pounded unripe rice. It was to increase capability of enough produce.

Case study of process pounded unripe rice's group of Nongum tambon DongYai Pimai, Nakhon Ratchasima. This group used 105 Thai jasmine rice to soak in the water about 12 hours next took to process. But they should to have high skill and high experience to roast the pappy (soaked in the water) but pounding should to have high skill because when the mortar was up they should to bend rice back, take it out and winnow.

The produce's information was old and used old machine. They should to have high skill, experience and time. The researcher solved problems by designed and developed of small rice mill machine to reduce steps of clean the rice mill and increase capability of produce and reduced production cost.

The testing showed that efficiency of old rice mill were 2.5 kilograms/hours. Small rice mill machine were 16.88 kilograms/hours. It was increased 14.38 kilograms/hours. (3 workers). Percentage The percentage were 83.41 and reduced production cost from 37.93 baht/kilogram to 31.757 baht/kilogram reduced 6.173 baht/kilogram. The percentage were 16.27.

Keywords : Keywords : Pounded unripe rice, Pounded unripe rice mill machine, Small rice mill machine

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนการวิจัยตลอดโครงการวิจัย ขอขอบพระคุณกลุ่มแปรรูปข้าวเม่า บ้านโนนกลุ่ม ตำบลคงใหญ่ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและให้เข้าไปเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาที่ช่วยให้คำปรึกษาในระเบียบและขั้นตอนต่าง ๆ และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่สนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์เครื่องมือในการวิจัย ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจมาโดยตลอด จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณความดีอันใดที่เกิดจากการทำวิจัยนี้ ผู้จัดทำขอมอบแต่ บิดา มารดา บุรพาจารย์ ผู้มีพระคุณทุกท่าน สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ฤทธิ์รงค์ แจ่มอัม
พฤษภาคม 2563

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ ภาษาไทย	ก
บทคัดย่อ ภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช

บทที่

1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับและหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์	3
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ข้าวเม่า	4
2.2 ข้าว	6
2.3 เครื่องจักรที่สำคัญในระบบของโรงสีข้าว	7
2.4 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกลย่อยของเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก	14
2.5 การศึกษาการทำงาน (Work Study)	19
2.6 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break –Even Analysis)	24
2.7 การคำนวณหาจำนวนครั้งในการจับเวลาจริง	25
2.8 การศึกษาเวลา	25
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
3 วิธีการดำเนินงาน	31
3.1 ศึกษาขั้นตอนการผลิตข้าวเม่า	32
3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลและศึกษาการผลิตข้าวเม่า	34
3.3 การวิเคราะห์ปัญหาของการกะเทาะเปลือกข้าวเม่า	35
3.4 การออกแบบเครื่องสีข้าวเม่า	36
3.5 หลักการออกแบบเครื่องรีดข้าวเม่า	42
3.6 ดำเนินการสร้างเครื่องสีข้าวเม่า	44
3.7 การเตรียมอุปกรณ์สำหรับทดลอง	45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.8 ประเมินผลและสรุปโครงการ	46
3.9 สรุปผลโครงการและจัดทำเอกสาร	46
4 ผลการดำเนินงาน	47
4.1 ผลดำเนินการสร้างเครื่องสีข้าวเฒ่า	47
4.2 ผลการทดลอง	47
4.3 คำนวณหาค่าไฟฟ้า	54
4.4 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์	56
4.5 ระยะเวลาคืนทุน	57
4.6 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการผลิตแบบเดิม กับการผลิตข้าวเฒ่าโดยใช้เครื่องสีข้าวเฒ่า	58
5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	59
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	59
5.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงการต่อไป	59
บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก	62
ภาคผนวก ก แบบเครื่องสีข้าวเฒ่าและเครื่องรีด	63
ภาคผนวก ข ภาพการสร้างเครื่องสีข้าวเฒ่าและทดสอบ	80
ภาคผนวก ค ราคาการสร้างเครื่องสีข้าวเฒ่า	87
ประวัติผู้วิจัย	89

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ประสิทธิภาพของเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกชนิดต่าง ๆ	8
2.2 แสดงความสามารถในการทำงาน และความต้องการพลังงานของเครื่องกะเทาะ เปลือกแบบลูกยาง	9
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาด และความเร็วรอบของลูกยางกะเทาะเปลือก	10
2.4 ขนาดกำลังม้าที่ต้องการของเครื่องขัดขาวแบบแนวตั้ง และประสิทธิภาพของการขัด ข้าวอย่างต่อเนื่อง	11
2.5 ความเร็วลม	19
2.6 แสดงการใช้เทคนิคการตั้งคำถาม	22
2.7 การเปรียบเทียบวิธีการทำงาน	23
3.1 แสดงเวลาในการตำ และเวลาการร่อนข้าวเม่า โดยใช้วิธีเดิม	34
3.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาด และความเร็วรอบของลูกยาง	37
3.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลิ้งยาง และกำลังที่ต้องการ	38
3.4 แสดงการเก็บข้อมูลการกะเทาะเปลือกข้าวเม่า โดยใช้เครื่องสีข้าวเม่า	45
4.1 แสดงการเก็บข้อมูลการกะเทาะเปลือกข้าวเม่า โดยใช้เครื่องสีข้าวเม่าพร้อมรีด	48
4.2 การทดสอบการสีข้าวเม่าด้วยเครื่องสีข้าวเม่าต้นแบบ	49
4.3 การเปรียบเทียบระหว่างเมล็ดข้าวของชาวบ้านและของทีมนวิจัย	52
4.4 การทดสอบด้วยเครื่องสีข้าวเม่า ในการสีข้าวกลิ้ง จำนวน 400 กรัม	53
4.5 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการผลิตข้าวเม่าแบบเดิม กับการ ผลิตข้าวโดยใช้เครื่องสีข้าวเม่า	58

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ครกกะเดื่อง	2
2.1 ข้าวเม่า	5
2.2 โครงสร้างของเมล็ดข้าว	6
2.3 เครื่องทำความสะอาดเบื้องต้นแบบลูกกลิ้งเดี่ยว	8
2.4 เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกด้วยเครื่องกะเทาะแบบลูกยาง	9
2.5 เครื่องขัดขาวแบบหินขัด	12
2.6 เครื่องขัดมันแบบแวนนอน	13
2.7 ลักษณะที่ใช้ในการคัดแยกข้าว	14
2.8 แสดงรายละเอียดดัดลูกป็น	17
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	31
3.2 การคั่วข้าวเม่า	32
3.3 การตำข้าวเม่า	32
3.4 การผัดข้าวเม่าออกจากเปลือก	33
3.5 แผนภูมิกระบวนการผลิตข้าวเม่า	33
3.6 แผนผังแสดงปัญหาของกระบวนการกะเทาะเปลือกข้าวเม่า	35
3.7 แสดงชิ้นส่วนหลักของเครื่องสีข้าวเม่า	37
3.8 แสดงระบบกะเทาะเปลือกข้าวเปลือกแบบลูกกลิ้งยางที่ได้ออกแบบ	38
3.9 แสดงระบบการถ่ายทอดกำลังของระบบการกะเทาะเปลือกข้าวเปลือก	39
3.10 แสดงชิ้นส่วนหลักของเครื่องรีดข้าวเม่า	42
3.11 (ก) แสดงโครงสร้างเครื่อง (ข) แสดงเฟืองขนาดต่าง ๆ	44
4.1 แสดงลักษณะของเครื่องสีข้าวเม่าและเครื่องรีดข้าวเม่า	47
4.2 แสดงระยะห่างของลูกยางกะเทาะข้าวเปลือก	50
4.3 แสดงการทำงานของเครื่องสีข้าวเม่า	50
4.4 แสดงการทำงานของเครื่องรีดข้าวเม่า	51
4.5 แสดงลักษณะเมล็ดข้าวเม่าที่ผ่านเครื่องสีและรีด	51
4.6 แสดงลักษณะเมล็ดข้าวเม่าโดยครกกระเดื่องของชาวบ้าน	51
4.7 เปรียบเทียบเมล็ดข้าวเม่าของชาวบ้านกับที่มวิจัย	52
4.8 แสดงการทดลองเครื่องสีข้าวเม่า ในการสีข้าวกล้อง	54

บทที่ 1 บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

เกษตรกรรมเป็นอาชีพหลักของคนไทยโดยเฉพาะการปลูกข้าว และข้าวยังเป็นอาหารหลักของคนไทยจนถึงปัจจุบัน โดยมีพื้นที่การเกษตรในประเทศไทยประมาณ ร้อยละ 50 เป็นพื้นที่เพาะปลูกข้าวซึ่งใช้บริโภคภายในประเทศประมาณ ร้อยละ 55 ของผลผลิตทั้งหมด ที่เหลือประมาณ ร้อยละ 45 ส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศทั้งในลักษณะข้าวสารและผลิตภัณฑ์แปรรูป สร้างรายได้เข้าสู่ประเทศมีมูลค่ารวมกว่า 1,421,970 ล้านบาท (ประชาชาติธุรกิจ, 2562) แต่ปัจจุบันมีปัจจัยหลายประการทำให้ผลผลิตข้าวของไทยมีปริมาณลดลงโดยมีปัจจัยเสี่ยงภายใน ได้แก่ พื้นที่เพาะปลูกข้าวถูกนำไปปลูกพืชชนิดอื่น และคุณภาพของดินที่ใช้เพาะปลูกลดลง เกษตรกรต้องใช้สารเคมีในการปรับปรุงคุณภาพของดิน ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีปัจจัยเสี่ยงภายนอกที่สำคัญ ได้แก่ สภาพความแปรปรวนของภูมิอากาศของโลก ความแปรปรวนของอุณหภูมิ ฤดูกาล ความแห้งแล้ง ปริมาณน้ำฝน อีกทั้งยังมีความรุนแรงทางการแข่งขันด้านการตลาด และมีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากประเทศไทยได้เข้าสู่ระบบการค้าเสรีทั้งในภูมิภาคและระหว่างภูมิภาค ซึ่งเป็นไปตามที่ให้กับประชาคมการค้าต่าง ๆ และกับองค์กรการค้าโลก และด้วยสถานการณ์ด้านต้นทุนของผลิตต่อหน่วยในภาคการผลิตข้าวของประเทศไทยสูงกว่าที่เป็นประเทศคู่แข่งทางการค้าในภูมิภาคเอเชีย เช่น อินเดีย เวียดนาม ทำให้ภาคการผลิตข้าวของประเทศไทยเสียเปรียบคู่แข่งทางการตลาด อีกทั้งปัญหาระดับนโยบายในภาครัฐเกี่ยวกับการประกันราคาพืชผลทางการเกษตรที่มีการเปลี่ยนแปลงบ่อย ทำให้เกษตรกรมีรายได้น้อยลง ไม่แน่นอน ทำให้ผลผลิตข้าวลดลง และการมุ่งสร้างผลผลิตให้ได้ปริมาณสูงโดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของเกษตรกร ปัญหาเหล่านี้จะสร้างผลกระทบต่ออาชีพการทำนา หากไม่ปรับปรุงแก้ไขปัจจัยเสี่ยงที่ปรากฏอยู่ในปัจจุบัน

จากการศึกษา พื้นที่การเพาะปลูกข้าวในจังหวัดนครราชสีมามีจำนวน 4.32 ล้านไร่ โดยผลผลิตมวลรวมของจังหวัดปี พ.ศ. 2556 มีมูลค่า 245,284 ล้านบาท ภาคเกษตรกรรมมีมูลค่า 42,200 ล้านบาท (ค่า GPP ร้อยละ 17.207) อยู่อันดับที่ 2 มูลค่าผลผลิตมวลรวมทั้งจังหวัด (สำนักงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา, 2562) สอดคล้องกับการเติบโตของเศรษฐกิจไทยที่รากฐานมาจากการเกษตรกรรมเพื่อเป็นอาหารในการบริโภคภายในประเทศและเพื่อการส่งออกที่สามารถนำไปสู่การสร้างรายได้เข้าสู่ท้องถิ่นและเข้าประเทศ

ดังนั้น การผลิตและแปรรูปอาหารจากข้าวของจังหวัดนครราชสีมามีจำนวนหลายชนิดเพื่อช่วยลดปัญหาราคาข้าวตกต่ำและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าว ซึ่งมีสถานประกอบการอุตสาหกรรมอาหารส่วนใหญ่จะเป็นโรงงานขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) โดยใช้วัตถุดิบหรือทรัพยากรในแต่ละท้องถิ่นมาผ่านกระบวนการแปรรูปให้เป็นอาหารที่ตรงต่อความต้องการของผู้บริโภคโดยอาศัยทักษะภูมิปัญญาชาวบ้านในท้องถิ่นมาประยุกต์ดัดแปลงด้วยกรรมวิธีในการทำอาหารไทยที่หลากหลาย จากการสำรวจโครงการส่งเสริมศักยภาพวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมและวิสาหกิจชุมชน (SMEs) ปี พ.ศ. 2560 - 2561 พบว่าผลิตภัณฑ์ชุมชนประเภทข้าวของจังหวัดนครราชสีมา ขาดการพัฒนาด้านอุปกรณ์และเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้กระบวนการผลิตจากการศึกษา

กลุ่มแปรรูปข้าวเม้า บ้านโนนกลุ่ม ตำบลดงใหญ่ อำเภอฟินมาย จังหวัดนครราชสีมา พบว่าชุมชนสามารถผลิตข้าวเม้าได้ 50 – 60 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งไม่เพียงพอกับความต้องการโดยปัจจุบันปริมาณความต้องการ 200 – 300 กิโลกรัมต่อวัน แต่กลุ่มชุมชนไม่สามารถผลิตได้ตามความต้องการทำให้ทางกลุ่มชุมชนเสียโอกาสในการผลิตข้าวเม้าไป 130 – 140 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นเงิน 7,800 - 8,400 บาทต่อวัน ปัจจุบันการผลิตข้าวเม้ายังใช้ครกกะเดื่องอยู่ ซึ่งการกะเทาะเปลือกข้าวเม้าด้วยครกกะเดื่องนั้นมีขั้นตอนที่ยุ่งยากซับซ้อนโดยเริ่มจากการตำแล้วนำไปผัดเอาแกลบออกด้วยกะตัง ดังภาพที่ 1.1 อุปกรณ์ที่ใช้กะเทาะเปลือกข้าวเม้าปัจจุบัน



ภาพที่ 1.1 ครกกะเดื่อง

ซึ่งต้องทำซ้ำ ๆ จนกว่าเมล็ดข้าวจะหลุดออกจากเปลือกจนหมด จากปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยการสร้างเครื่องสีข้าวเม้าขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพสามารถสีได้ทั้งข้าวเม้าและข้าวกล้อง เพื่อลดระยะเวลา และกระบวนการในการกะเทาะเปลือกข้าวเม้า นอกจากนี้โครงการวิจัยยังสามารถเสริมสร้างความเข้มแข็งภาคการเกษตรให้เกิดความมั่นคงทางอาหารบนรากฐานความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มาใช้ในการสร้างมูลค่าเพิ่มสินค้าผลิตภัณฑ์ชุมชนประเภทข้าวสู่ตลาดอาเซียนด้วยองค์ความรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่น สามารถเสริมสร้างและพัฒนาเศรษฐกิจชุมชน เกิดเศรษฐกิจสร้างสรรค์อย่างยั่งยืนและเพื่อเพิ่มศักยภาพในด้านผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตข้าวเม้า

1.2.2 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกข้าวเม้าจากเครื่องสีข้าว

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตด้านพื้นที่การศึกษา : การศึกษาครั้งนี้ศึกษากลุ่มแปรรูปข้าวเม่า บ้านโนนกลุ่มตำบลดงใหญ่ อำเภอฟินมาย จังหวัดนครราชสีมา

1.3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.3.2.1 สามารถสีข้าวได้ 2 ประเภท คือข้าวเม่าและข้าวกล็อง

1.3.2.2 สามารถสีข้าวได้ครั้งละ 0.4 กิโลกรัมต่อครั้ง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เครื่องสีข้าวเม่า

1.5.2 ได้เครื่องมือที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วิธีเดิม

1.4.3 ผู้เรียนได้นำความรู้มาใช้ในการปฏิบัติงานจริง

1.4.4 ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นได้ อันจะเป็นการสร้างความเชื่อมั่นในการประกอบอาชีพเมื่อสำเร็จการศึกษา

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบและสร้างเครื่องสีข้าวเม่า เพื่อให้เครื่องสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี จำเป็นต้องศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ในการออกแบบและสร้างเครื่อง เพื่อกำหนดขนาดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องโดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ได้เครื่องสีข้าวเม่าที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เนื้อหาบทนี้กล่าวถึง ข้าวเม่า ข้าว เครื่องจักรที่สำคัญในระบบของโรงสี แนวทางในการเลือกชิ้นส่วนของเครื่องจักร การศึกษาการทำงาน การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน การคำนวณหาจำนวนครั้งในการจับเวลามีรายละเอียดดังนี้

2.1 ข้าวเม่า

ข้าวเม่า เป็นผลิตภัณฑ์ข้าวแปรรูปพื้นเมือง โดยทำจากเมล็ดข้าวเหนียว หรือเมล็ดข้าวเจ้า แต่ส่วนใหญ่มักทำจากเมล็ดข้าวเหนียวเพราะเมล็ดข้าวเจ้าแข็ง ต่อยาก เมล็ดข้าวไม่สวย สำหรับการผลิตข้าวเม่า เริ่มจากเลือกรวงข้าวที่แก่จัด นิยมเก็บข้าวที่ได้มาจากรวงข้าวสีเขียวไล่มาจนถึงสีเขียวตกล้ำตาลเรียกกันว่าข้าวเม่าข้าวเม่าเป็นข้าวเหนียวในระยะแป้งอ่อน (Dough Stage) ที่ตั้งท้องออกรวง และผ่านระยะนํ้านมมาประมาณ 5-7 วัน ข้าวเริ่มมีเมล็ดเต็มเมล็ดแต่ยังไม่แก่จัด ข้าวเม่าเป็นที่นิยมของผู้บริโภคโดยเฉพาะในภาคอีสาน แหล่งผลิตข้าวเม่าที่สำคัญได้แก่ จังหวัดอุบลราชธานี ร้อยเอ็ด นครพนม สกลนคร อุดรธานี หนองคาย และมหาสารคาม ข้าวเม่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูงและชีวภาพหลายชนิด (สังเกตจากรวงข้าวเริ่มโค้งเนื่องจากมีน้ำหนักมากหรืออาจแกะเมล็ดข้าวมาตรวจ) นวดเมล็ดออกจากรวงข้าวนำกระดังมาใส่เมล็ดข้าว ฝัดเมล็ดข้าวเพื่อคัดเอาเมล็ดที่ลีบออกให้หมด จากนั้นนำเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์ใส่ภาชนะ แขน้ำ ก่อนนำเมล็ดข้าวไปคั่วด้วยไฟความร้อนสูง พร้อมกับคนเมล็ดข้าวตลอดเวลาให้ได้รับความร้อนทั่วถึง ใช้เวลาคั่วประมาณ 15-20 นาที หรือสังเกตจากการที่เมล็ดข้าวเริ่มแตก จากนั้นนำเมล็ดข้าวคั่วมาใส่ครกและตำเอาเปลือกข้าวออก ประมาณ 15 นาที หรือจนกว่าเปลือกจะหลุดออกจากเมล็ด ซึ่งจะได้เมล็ดข้าวลักษณะแบน สำหรับขั้นตอนการตำข้าวจะใช้กำลังแรงมากและใช้เวลานาน จึงมักใช้แรงงานชาย หลังจากตำข้าวที่ผ่านการคั่ว นำเมล็ดข้าวมาใส่กระดัง ฝัดเพื่อแยกเอาเปลือกออก จะได้ข้าวเม่าพร้อมบริโภค ถ้าทำเสร็จสุกใหม่ ข้าวเม่าจะนุ่มและหอมสามารถบริโภคทันที หรือนำไปคลุกเคล้ากับมะพร้าวและน้ำตาลทราย หรือ ทำข้าวเม่าทอด หรือ ข้าวเม่าหมี (เกษตรทำกิน, 2560)

2.1.1 วิธีการทำข้าวเม่าแบบดั้งเดิม

การเตรียมข้าวเม่า ขั้นตอนการเตรียมข้าวเม่านี้ แต่ละครอบครัว จะเตรียมกันเอง ของใครของมัน โดยชนสัมภาระอุปกรณ์สำหรับเตรียมรวมถึงสำหรับคั่วไปนาคั่ว (แต่บางคนอาจจะนำกลับมาทำที่บ้านก็มี) ซึ่งอุปกรณ์ที่จำเป็นในการเตรียมนี้ ก็คือ ซ้อน และภาชนะสำหรับใส่เมล็ดข้าว เช่น ตะกร้า หรือกระดัง เป็นต้น トラวดูในนาว่าแปลงไหนข้าวพอดีทำข้าวเม่าก็ลงไปดูที่ละรวง และหักที่ละรวง โดยหักตรงข้อต่อของรวงกับปล้องจนได้ปริมาณเพียงพอซึ่งขั้นตอนนี้ดั้งเดิมที่ไม่นิยมใช้เคียว ก็เนื่องจาก ข้าวในกอเดียวกัน อาจจะแก่ไม่เท่ากันหากใช้เคียวรวบเกี่ยวทั้งกอ ก็จะเสียรวงข้าว

ไปเปล่าๆ จึงนิยมเลือกหักที่ละรวงเมื่อได้ปริมาณเพียงพอแล้วนำมาที่กระท่อม หรือไต้ร่มไม้ที่จะคว่ำข้าวเฒ่า จากนั้นก็แยกเมล็ดข้าวออกจากรวง โดยใช้ซอญชูดเอาเฉพาะเมล็ดข้าวออกที่ละรวง ๆ อีกเหมือนกัน



ภาพที่ 2.1 ข้าวเฒ่า
ที่มา : สุจิต เมืองสุข, 2562

การคว่ำข้าวเฒ่า ขั้นตอนนี้ คือการทำให้ข้าวสุก นั่นเอง ข้าวที่กำลังเป็นข้าวเฒ่า เนื่องจากภายในเมล็ดยังมีน้ำอยู่ จึงสามารถทำให้สุกโดยการคว่ำได้ โดยเมล็ดข้าวไม่แตกเหมือนข้าวตอกแตก ซึ่งอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการคว่ำข้าวเฒ่า ก็คือ หม้อดิน (หรืออาจจะใช้กระทะแทนก็ได้) ไม่พวยสำหรับคน และที่ขาดไม่ได้เลยก็คือ เตาไฟ ค้างหม้อดิน บนไฟอ่อนๆ (หากไฟแรงไป จะทำให้ไหม้ก่อนสุก) นำเมล็ดข้าวเฒ่า ซึ่งซุดเตรียมไว้แล้ว ใส่ลงในหม้อดิน พอประมาณหรือสัก 1/4 ของหม้อดิน หากใส่มากเกินไปเดี๋ยวจะสุกไม่ทั่วถึง หรือ สุกบ้าง ไม่สุกบ้าง ไหม้บ้าง ใช้ไม้พายคนไปมา เพื่อให้ข้าวสุกทั่วถึงคว่ำพอสุก และเทพักไว้ในกระด้ง หรือตะกร้าแล้วคว่ำหม้อต่อไปจนเสร็จนำกลับบ้านเพื่อตำข้าวเฒ่า

การตำข้าวเฒ่า ขั้นตอนนี้ คือการนำเปลือกข้าวออกจากเนื้อเมล็ดนั่นเอง เมื่อนำเปลือกออกแล้ว ก็จะเหลือเนื้อในสีเขียว นำรับประทาน ซึ่งอุปกรณ์ที่จำเป็น ก็คือ ครก สาก ไม้คน กระด้ง ครกนิยมใช้ครกมองหรือครกกระเดื่อง ซึ่งในหนึ่งหมู่บ้าน อาจจะมีครกกระเดื่องไม่กี่ตัว ดังนั้น แต่ละครัวเรือนก็จะมารอคิวตำข้าวเฒ่า และช่วย ๆ กันเหยียบครกกระเดื่องหากหมู่บ้านไหนมีครกกระเดื่องน้อย รายสุดท้ายอาจเสร็จสองสามหมู่บ้านแหละ นำข้าวเฒ่าที่คว่ำแล้ว ใส่ลงในครก พอประมาณ ด้านทางครกมีคนเหยียบตำไปเรื่อย ๆ ด้านหัวหรือตัวครก มีคนคอยใช้ไม้หรือมือคนพลิกข้าวอยู่เรื่อย ๆ ตำไปพอประมาณ ก็ตักข้าวออกจากครก ใส่กระด้ง นำไปผัดเอากากหรือเปลือกข้าวออก แล้วใส่ลงในครกอีก ตำอีก และนำออกไปผัดอีก ทำซ้ำ ๆ สองขั้นตอนนี้ จนเปลือกออกหมด เป็นอันเสร็จหนึ่งครก ใส่ข้าวเฒ่าที่คว่ำแล้วลงไปใหม่ และทำเหมือนเดิม จนเสร็จ

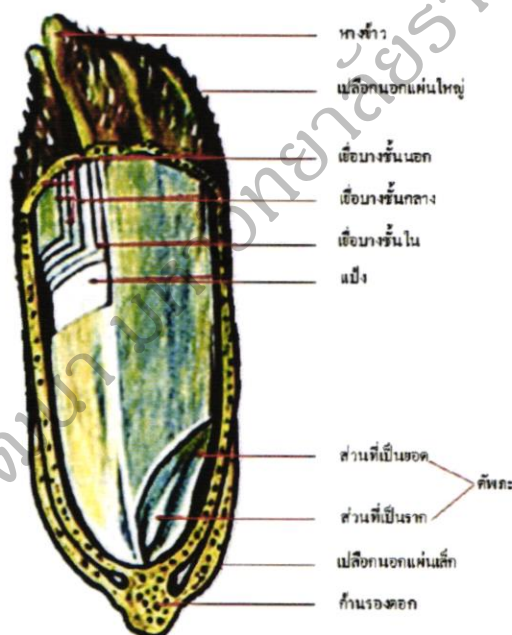
2.1.2 การทำข้าวเฒ่าสมัยใหม่

ขั้นตอนการเตรียมและการคว่ำข้าวเฒ่าก็ไม่ต่างจากแบบดั้งเดิมมาก แต่หากทำในปริมาณมากบางคนก็ใช้เคียวเกี่ยว ในส่วนที่แตกต่างจากเดิมคือ การเปลี่ยนจากการตำมาเป็นการสี

แทนเมื่อไม่นานมานี้ได้มีโรงสีข้าวเริ่มเข้ามาแทน ครกกระเดื่อง ครกกระเดื่องจึงหมดความสำคัญลง จึงกลายเป็นการทำข้าวเม่าแบบสมัยใหม่ที่เสร็จเร็วกว่า

2.2 ข้าว

ข้าว คือพืชอาหารหลักที่สำคัญที่สุดของมนุษย์ส่วนใหญ่ในโลกปัจจุบัน ข้าว เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในตระกูล Oryza ในวงศ์ Gramineae ซึ่งพืชในวงศ์นี้มีหลายตระกูล เช่นตระกูล Triticineae ได้แก่ ข้าวสาลี ข้าวไรย์ ข้าวบาร์เลย์ เป็นต้น ตระกูล Aveneae ได้แก่ ข้าวโอ๊ตตระกูล Tripsaceae ได้แก่ ข้าวโพด พืชประเภทต่าง ๆ ในวงศ์ Gramineae ดังกล่าวนี้นี้ ข้าว ซึ่งอยู่ในตระกูล Oryza นั้น แบ่งเป็น 2 ประเภทตามหลักลักษณะการเกิดขึ้นที่เป็นอยู่ คือ ข้าวปลูก (Cultivated Rice) เกิดขึ้นเพื่อย่อยโดยการเพาะปลูกของมนุษย์ กับข้าวป่า (Wild Rice) เกิดขึ้นอยู่ โดยธรรมชาติ และพบได้ทั่วไป ในภูมิภาคเอเชียอาคเนย์ โครงสร้างของเมล็ดข้าว ดังแสดงใน ภาพที่ 2.2 (กองพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, 2561)



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของเมล็ดข้าว

ที่มา : โรงสีกิจพงษ์ ข้าวหอมมะลิ ทรานกาทาทอง, 2559

โครงสร้างของเมล็ดข้าว (Rice Fruit, Rice Grain, Rice Seed) เป็นผลชนิด Caryopsis เนื่องจากส่วนที่เป็นเมล็ดเดี่ยว (Single Seed) ติดแน่นอยู่กับผนังของรังไข่หรือเยื่อหุ้มผล (Pericarp) เมล็ดข้าวประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

2.2.1 ส่วนที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าว เรียกว่า แกลบ (Hull หรือ Husk) ซึ่งในส่วนนี้ของแกลบมีส่วนประกอบด้วยเปลือกใหญ่ (Lemma) เปลือกเล็ก (Palea) หาง (Rachilla) กลีบรองเมล็ด (Sterile Lemmas)

2.2.2 ส่วนที่ใช้ในการรับประทานได้ เรียกว่า ข้าวกล้อง (Caryopsis หรือ Brown Rice) ข้าวกล้อง คือลักษณะเมล็ดข้าวเปลือกที่ผ่านกรรมวิธีการเอาเปลือกออกแล้ว โดยการตำ หรือการสี ซึ่งในส่วน of ข้าวกล้องนี้จะมีส่วนประกอบดังนี้

2.2.2.1 เยื่อหุ้ม (Pericarp) หรือ (Fruit coat) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น

2.2.2.2 เยื่อหุ้มเมล็ด (Tegmen) หรือ (Seed Coat) เป็นชั้นที่ต่อจากเยื่อหุ้มเข้าไป ด้านในซึ่งมีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อสองชั้นที่เรียงกันเป็นแถว เป็นที่รวมของสารอาหารประเภทไขมัน

2.2.2.3 เยื่ออาลูโรน (Aleurone) เป็นชั้นที่ต่อจากเยื่อหุ้มเมล็ด จะห่อหุ้มข้าวสสาร (Starchy Endosperm) คัพพะ (Embryo) มีโปรตีนสูง

2.2.2.4 ส่วนที่เป็นแป้ง คือส่วนที่เป็น ข้าวสสาร (Starchy Endosperm) อยู่ชั้นในสุดของเมล็ดข้าว

2.2.2.5 คัพพะ (Embryo) อยู่ติดกับ Endosperm ทางด้านเปลือกใหญ่เป็นส่วนที่จะเจริญเป็นต้น Embryo ประกอบด้วยต้นอ่อน (Plumule) รากอ่อน (Radicule) เยื่อหุ้มต้นอ่อน (Coleoptile) เยื่อหุ้มรากอ่อน (Coleorhiza) ท่อน้ำท่ออาหาร (Epiplast) และใบเลี้ยง (Scutellum) คัพพะ เป็นส่วนที่มีโปรตีน และไขมันสูง

2.3 เครื่องจักรที่สำคัญในระบบของโรงสีข้าว

เครื่องสีข้าวในระบบโรงสีข้าวประกอบด้วย เครื่องทำความสะอาด เครื่องกะเทาะ เปลือก เครื่องขัดขาว เครื่องขัดมัน และเครื่องกะพ้อสำเลียง เป็นต้น (รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, 2550)

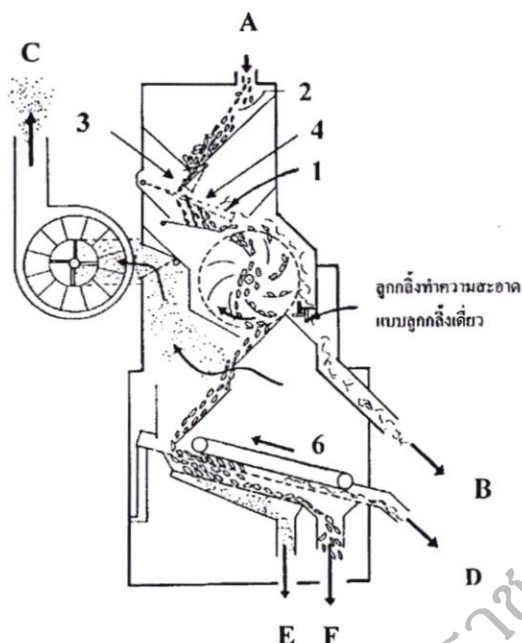
2.3.1 เครื่องทำความสะอาด

ข้าวเปลือกที่รับมาจากเกษตรกรมักจะประกอบไปด้วยสิ่งเจือปนเป็นจำนวนมาก สิ่งเจือปนเหล่านี้ต้องทำการคัดแยกออกก่อนที่จะทำการสีข้าวเปลือกเพื่อ ป้องกันความเสียหายของเครื่องจักร สิ่งสกปรกที่มักพบโดยทั่วไป ได้แก่ เมล็ดพืช พาง หิน และเศษไม้ โดยทั่วไปแล้วสิ่งปนเปื้อนที่มีน้ำหนักเบาที่ข้าวเปลือก มักจะทำการคัดแยกโดยใช้เครื่องแยกลม ส่วนสิ่งปนเปื้อนที่มีขนาดใหญ่ หรือขนาดเล็กแต่มิ่้นน้ำหนักมากกว่าข้าวเปลือก มักจะทำการคัดแยกโดยตะแกรง (Sieves) สิ่งปนเปื้อนขนาดใหญ่ใกล้เคียงกับข้าวเปลือกแต่น้ำหนักกว่าจะถูกแยกโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง เมล็ดพืชหรือวัสดุอื่น ๆ ที่ไม่สามารถคัดแยกกำจัดด้วยเครื่องทำความสะอาดดังกล่าวมาแล้วข้างต้นจะถูกคัดแยกและกำจัดในขั้นตอนของการสีข้าวในขั้นตอนต่อไป

เครื่องทำความสะอาด ดังแสดงในภาพที่ 2.3 เป็นเครื่องทำความสะอาดคัดแยกสิ่งเจือปน ออกจากข้าวเปลือกแบบลูกกลิ้งเดี่ยวซึ่งเป็นแบบเบื้องต้น และเป็นแบบที่นิยมใช้กัน โดยทั่วไป ข้าวเปลือก และสิ่งเจือปนต่าง ๆ จะเคลื่อนที่ผ่านลูกกลิ้งด้วยความเร็วที่ต่างกันเนื่องจากข้าวเปลือก และสิ่งเจือปนมีรูปร่างและน้ำหนักที่ต่างกัน และจะถูกคัดแยกออกจากกันโดยใช้แรงลมดูด ดังแสดงในภาพที่ 2.3

2.3.2 เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก

เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดขนาดกำลังการผลิตของโรงสีข้าว เนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกมีความสัมพันธ์ กับความต้องการใช้วัตถุดิบ เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกมีหลายชนิด และมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.1



ภาพที่ 2.3 เครื่องทำความสะอาดเบื้องต้นแบบลูกกลิ้งเดี่ยว
ที่มา : เสี่ยม คล้ายรัศมี, 2550

หมายเหตุ A คือ ข้าวเปลือก B, D คือสิ่งเจือปนเป็นอนุภาคใหญ่ C คือทางออกของลม E คือสิ่งเจือปนเป็นอนุภาคเล็ก และ F คือข้าวเปลือกที่ผ่านการทำความสะอาดเบื้องต้น 1 คือตะแกรงร่อนสิ่งปนเป็นอนุภาคใหญ่ 2 คือวาล์วปรับปริมาณข้าว 3 คือแผ่นเหล็กเปิด-ปิด 4 คือตะแกรงโยก 5 คือลูกกลิ้งทำความสะอาด และ 6 คือเครื่องชุดสิ่งปนเป็น

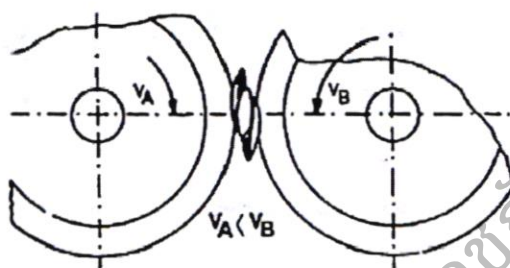
ตารางที่ 2.1 ประสิทธิภาพของเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกชนิดต่าง ๆ

กระบวนการขัดสี	เปลือก (เปอร์เซ็นต์)	รำ (เปอร์เซ็นต์)	เปลือกและรำ (เปอร์เซ็นต์)	ข้าวตัน (เปอร์เซ็นต์)	ข้าวหัก (เปอร์เซ็นต์)	ข้าวตันและข้าวหัก (เปอร์เซ็นต์)
เครื่องตำข้าว	-	-	40	40	20	60
เครื่องกะเทาะเปลือก แบบเหล็ก	-	-	36.6	46.5	16.9	63.4
เครื่องกะเทาะเปลือก แบบจาน	-	-	32.5	55.9	11.6	67.5
เครื่องกะเทาะเปลือก แบบลูกยาง	22	8	30	62	8	70

ที่มา : Esmay et al., (1979)

จากตารางที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกแบบลูกยางเป็นเครื่องกะเทาะที่มีประสิทธิภาพในการกะเทาะข้าวเปลือกสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการกะเทาะแบบอื่น ๆ เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกแบบลูกยางดังแสดงในภาพที่ 2.4 เป็นเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก แบบที่นิยมใช้กัน

โดยทั่วไป เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกแบบลูกยางจะประกอบด้วยลูกกลิ้งเหล็กหุ้มด้วยยาง 2 ลูกหมุนในทิศทางตรงข้ามด้วยความเร็วรอบที่ต่างกัน โดยความเร็วรอบของลูกยางกะเทาะทั้งสองจะมีความเร็วรอบต่างกันประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ เปลือกข้าวจะแตกระหว่างลูกยางทั้งสองด้วยแรงเฉือน (Shearing Action) และฉีกเปลือกให้หลุดออกภายในช่องว่างระหว่างลูกกลิ้ง เป็นการกะเทาะเปลือกข้าวของข้าวเปลือก ดังนั้นควรปรับช่องว่างภายในระหว่างลูกยางทั้ง 2 ลูกให้มีขนาดต่ำกว่าความหนาของเมล็ดข้าวเสมอ



ภาพที่ 2.4 เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกด้วยเครื่องกะเทาะแบบลูกยาง
ที่มา : เสี่ยม คล้ายรัศมี, 2550

Wimberly และคณะ (1983) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการทำงาน และความต้องการ การใช้พลังงานของเครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกยางซึ่งสามารถรวบรวม และจัดแสดงในตารางที่ 2.2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกยางที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ขึ้นจะต้องใช้พลังงาน (กำลังม้า) ที่มากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงความสามารถในการทำงาน และความต้องการพลังงานของเครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกยาง

ขนาดตะบูน (นิ้ว)	ขนาดของลูกกลิ้งยาง (มิลลิเมตร)		ความสามารถในการทำงาน (ตัน/ชั่วโมง)		กำลังม้าที่ต้องการ (แรงม้า)
	ความยาว	เส้นผ่านศูนย์กลาง	เมล็ดข้าวยาว	เมล็ดข้าวสั้น	
4	100	100	0.9	1.25	2.5
6	150	150	1.2	1.9	4
10	254	254	2.2	3.8	6

ที่มา : Wimberly., (1983)

Esmay และคณะ (1979) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วรอบของลูกกลิ้งยาง และขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลิ้งยางที่เหมาะสม ซึ่งสามารถรวบรวม และจัดแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาด และความเร็วรอบของลูกยางกะเทาะเปลือก

เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกยาง กะเทาะเปลือก		ความกว้างของลูกยาง กะเทาะเปลือก		ความเร็วรอบของลูกกลิ้งยาง (รอบต่อนาที)	
มิลลิเมตร	นิ้ว	มิลลิเมตร	นิ้ว	ลูกหมุนเร็ว	ลูกหมุนช้า
101	4	44	1.75	1,450	1,000
150	6	64	2.5	1,320	900
220	8.5	76	3	1,200	900
254	10	254	10	1,000	740

ที่มา : Esmay et al., (1979)

Pustaka และคณะ (1981) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วรอบของลูกยางกับการกะเทาะเปลือกของข้าวเปลือก พบว่าถ้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกยางลดลงจะทำให้การกะเทาะเปลือกลดลง เช่น ถ้าลูกยางมีเส้นผ่านศูนย์กลางเดิม 254 มิลลิเมตร ลดลงเหลือ 216 มิลลิเมตร จะมีผลต่อความเร็วรอบวง (Peripheral Speed) ลดลงไป 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะมีผลทำให้การกะเทาะเปลือกจะลดลงไปประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ ด้วยการกะเทาะข้าวเปลือกแบบลูกยางจะเริ่มต้นการทำงานจากการปล่อยข้าวเปลือกไหลลงสู่ชุดกะเทาะข้าวเปลือก โดยให้เมล็ดข้าวเปลือกนั้นกระจายให้ทั่วความกว้างของลูกยาง ถ้าในกรณีที่มีเมล็ดข้าวเปลือกบางส่วนของจำนวนเมล็ดข้าวเปลือกไหลลงสู่ลูกยางกะเทาะนั้น อยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมในการกะเทาะเปลือกของข้าวเปลือก จะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของลูกยางกะเทาะนั้น ๆ มีประสิทธิภาพในการกะเทาะเปลือกของข้าวเปลือกลดลงตามไปด้วย ปัญหาเกี่ยวกับการใช้ลูกกะเทาะข้าวเปลือกแบบลูกยางใช้ในการกะเทาะเปลือกข้าวพบว่าในประเทศเขตร้อนเรื่องอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่สูงเกินไป และ ลักษณะของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีลักษณะเมล็ดเรียวยาวนั้น มีผลต่ออายุการใช้งานของลูกกะเทาะข้าวเปลือกแบบลูกยางนั้นจะลดลง เนื่องจากข้าวเปลือกพันธุ์ที่มีลักษณะเมล็ดยาวนั้น จะมีผิวสัมผัสกับผิวของลูกยางมากกว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกที่มีลักษณะเมล็ดสั้น ทำให้ลูกกะเทาะแบบลูกยางมีการขัดสีข้าวเปลือกสูงกว่าข้าวเปลือกพันธุ์เมล็ดสั้น แต่อายุการใช้งานของลูกกะเทาะแบบลูกยางนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะพันธุ์ของข้าวเปลือกนั้น ๆ เช่น การใช้ลูกกะเทาะแบบลูกยางในการกะเทาะข้าวเปลือกที่มีลักษณะเมล็ดสั้นในประเทศญี่ปุ่น สามารถใช้งานได้ถึง 200 ตัน แต่ถ้าใช้ลูกกะเทาะข้าวเปลือกแบบลูกยางใช้กับพันธุ์ที่มีลักษณะเมล็ดยาวในประเทศเขตร้อนจะสามารถใช้งานได้เพียง 100 ตันเท่านั้น

2.3.3 การขัดขาว

การขัดขาวเป็นกระบวนการกำจัดรำที่เคลือบอยู่ที่ผิวของเมล็ดข้าวกลิ้งหลังจากการกะเทาะเปลือกออกแล้ว โดยการขัดออกประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ การทำงานของเครื่องขัดขาวเกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างแรงสองแรง คือแรงเสียดทาน (Friction Force) และแรงเฉือน (Shear Force)

Esmay และคณะ (1979) ได้กล่าวว่าเครื่องจักรที่ใช้ในการขัดขาวนั้นมีหลายชนิดที่นิยมใช้งานมากเป็นเครื่องขัดขาวความดันสูง เนื่องจากให้ปริมาณข้าวสารที่ทำการขัดขาวได้ ปริมาณ

ข้าวสารที่สูง เหมาะสมกับการใช้งานในลักษณะพันธุ์ข้าวเปลือกที่มีลักษณะเมล็ดยาว และเครื่องขัดข้าวชนิดนี้ยังแบ่งได้ 3 ชนิดคือ

2.3.3.1 เครื่องขัดข้าวแนวตั้งแบบสั่น จะมีระบบการทำงานโดยเมล็ดข้าวกล้องจะถูกป้อนเข้าที่ช่องเปิดไว้ตรงกลางด้านบนของเครื่องขัดข้าว และข้าวกล้องจะเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ กรวยด้วยแรงเหวี่ยงจนถึงขอบกรวยโลหะ จะมีบริเวณช่องว่างระหว่างกรวย และตะแกรงที่เฟืองกรวย นอกจากนี้ยังมีลูกยางสำหรับกันกระแทก (Rubber Bakers) ซึ่งมีขนาด 30-50 มิลลิเมตร โดยปกติแล้วความเร็วรอบขอบของกรวยที่เหมาะสมมีค่าอยู่ประมาณ 13 เมตรต่อวินาที (Pustaka, 1981) การขัดข้าวเพียงครั้งเดียวจะได้ข้าวหักมีจำนวนมาก และได้ปริมาณ ข้าวสารรวมลดลง ดังนั้นโรงสีสมัยใหม่จึงปรับปรุงการขัดข้าวเป็นแบบการขัดข้าวอย่าง ต่อเนื่องซึ่งมักเป็นแบบการขัดข้าวสามครั้ง โดยเครื่องขัดข้าวเครื่องแรกจะใช้กรวยที่มีขนาด 1,000 มิลลิเมตร และเครื่องขัดข้าวเครื่องที่ 2 จะใช้กรวยที่มีขนาด 800 มิลลิเมตร ส่วนเครื่อง ขัดข้าวเครื่องที่ 3 จะใช้กรวยที่มีขนาด 600 มิลลิเมตร ทั้งหมด (Wimberly 1983) กระบวนการขัดข้าวที่ทำการปรับปรุงการทำงานแล้วนั้น จะสามารถช่วยลดปริมาณข้าวหักได้ และได้ปริมาณข้าวสารที่ได้จากการขัดข้าวเพิ่มขึ้นด้วย

Wimberly (1983) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของกรวย และความต้องการกำลังม้าที่ใช้ในเครื่องขัดข้าว รวมถึงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องขัดข้าว ดังแสดงในตารางที่ 2.4 ซึ่งจะเห็นได้ว่ากรวยขัดข้าวที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ขึ้นจะต้องใช้พลังงาน (กำลังม้า) ที่มากขึ้น และจะได้ประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นด้วย ดังแสดงในตารางที่ 2.4

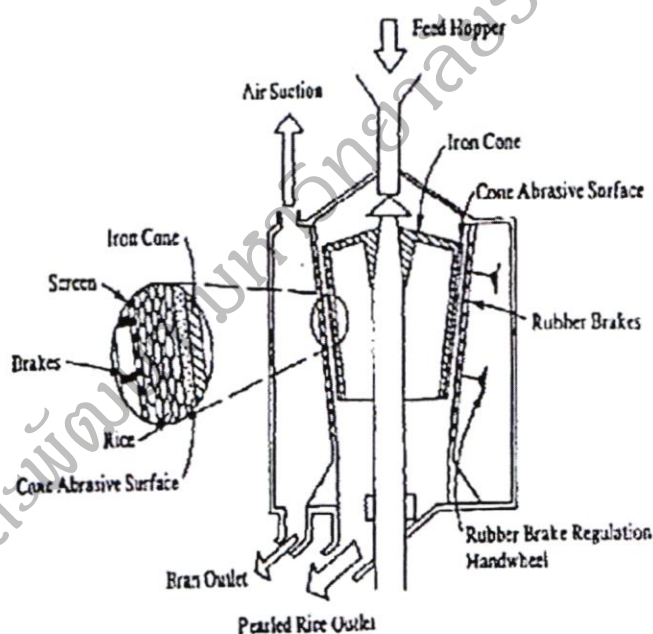
ตารางที่ 2.4 ขนาดกำลังม้าที่ต้องการของเครื่องขัดข้าวแบบแนวตั้ง และประสิทธิภาพของการขัดข้าวอย่างต่อเนื่อง

เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	กำลังม้า (hp)	ประสิทธิภาพ (กิโลกรัมข้าวกล้อง/ชั่วโมง)		
		Single Pass	Double Pass	Triple Pass
500	4	350	570	680
600	7.5	550	890	1,050
800	10	750	1,230	1,460
1,000	15	1,000	1,700	1,900
1,250	20	1,350	2,200	2,600
1,500	25	1,700	2,700	3,200

ที่มา : Wimberly., (1983)

2.3.3.2 เครื่องขัดข้าวแนวตั้งทรงกรวย โดยเป็นเครื่องขัดข้าวชนิดนี้จะประกอบหลักทรงกรวยที่ทำการเคลือบด้วยกากเพชร (Abrasive Coating) ซึ่งเป็นกระบอกทรงกรวยที่ยึดติดกับเพลลาที่สามารถหมุนทวนเข็มนาฬิกาหรือตามเข็มนาฬิกา โดยยึดติดกับตะแกรงที่มีขนาดต่าง ๆ กัน ที่ขึ้นอยู่กับขนาดของข้าวกล้องที่จะทำการขัดข้าว ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างกรวยที่เคลือบกากเพชรกับตะแกรงที่มีตามมาตรฐานทั่วไป โดยมีขนาดที่ใช้ประมาณ 10 มิลลิเมตร (Pustaka, 1981)

2.3.3.3 เครื่องขัดขาวแบบหินขัด เป็นเครื่องขัดขาวแบบที่ใช้หินขัดเป็นตัวขัดขาว โดยทั่วไปแล้วสามารถปรับช่องว่างระหว่างหินขัดที่เคลือบกากเพชร และตะแกรงลวดได้เพื่อทำให้การขัดขาวมีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งนี้การปรับแต่งระยะการใช้งานของช่องว่างดังกล่าวขึ้นอยู่กับขนาดของข้าวกล้อง และการอัตราการสึกหรอของหินขัดที่เคลือบกากเพชร เครื่องขัดขาวแบบหินขัดดังแสดงในภาพที่ 2.5 เป็นเครื่องขัดขาวที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป เครื่องขัดขาวชนิดนี้จะประกอบด้วยกรวยเคลือบกากเพชร และตะแกรงลวดติดตั้งในตำแหน่งที่มีระยะห่างของกรวยที่เคลือบกากเพชรกับตะแกรงลวดที่เหมาะสมเพื่อให้ข้าวกล้องที่จะทำการขัดขาวสามารถลอดออกมาได้ การเคลื่อนที่ของเมล็ดข้าวเกิดจากแรงเหวี่ยงเมล็ดข้าวกล้องที่อยู่ระหว่างกรวย และตะแกรงลวดถ้าไม่มียางขัดแล้วเมล็ดข้าวกล้องจะเคลื่อนที่เร็วมากในบริเวณช่องว่างระหว่างกรวยการขัดขาวที่เกิดขึ้นจะไม่สมบูรณ์ในขั้นตอนการขัดขาวเป็นการกำจัดรำที่เคลือบอยู่ที่เมล็ดข้าว โดยรำที่ถูกกำจัดออกมามจะลอดผ่านรูตะแกรงแล้วตกลงบริเวณหม้อครอบเครื่อง (Cone - Housing) ส่วนข้าวขาวที่ผ่านการขัดขาวแล้วจะตกลงที่รางปล่อยข้าว (Self - Unloading) และจะถูกป้อนเข้าสู่กระบวนการทำงานของเครื่องต่อไปดังแสดงในภาพที่ 2.5



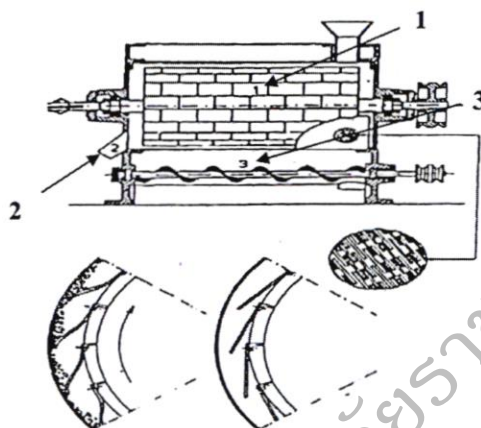
ภาพที่ 2.5 เครื่องขัดขาวแบบหินขัด

ที่มา : Esmays et al., 1979

2.3.4 เครื่องขัดมัน

เครื่องขัดมันเป็นเครื่องจักรกลที่มีความสำคัญแบ่งได้ 2 ประเภท คือเครื่องขัดมัน แบบแนวตั้ง (Vertical Polisher) และเครื่องขัดมันแบบแนวนอน (Horizontal Polisher) เครื่องขัดมันที่นิยมใช้ทั่วไปจะนิยมใช้เป็นแบบแนวนอนการทำงาน คือเมื่อเมล็ดข้าวถูกป้อนเข้ามาในเครื่องเมล็ดข้าวจะถูกบดซึ่งเกิดจากแรงต้านระหว่าง Lather และตะแกรงลวดในสภาวะความดันต่ำรำที่หุ้มเมล็ดข้าวจะถูกกำจัดออกทำให้เมล็ดข้าวสว่าง และมันวาวเพิ่มขึ้นตัวเครื่องขัดมันจะประกอบด้วย

เหล็กทรงกระบอกภายในมี Leather Strips ขนาด 8 x 17 เซนติเมตร จำนวนมากยึดติดกันด้วยสกรู บริเวณเหล็กทรงกระบอกจะมีตะแกรงหุ้ม และถูกยกขึ้นด้วยแกนที่หมุนอยู่ภายในการขัดมันจะเกิดขึ้นตรงบริเวณกรวยขัดมัน เมล็ดข้าวที่ขัดมันแล้วจะเคลื่อนที่มาบริเวณรางด้านนอกเครื่องจักร ส่วนรำจะตกบนตะแกรง และไหลออกมารวมกันที่ V - Shaped Collector และจะถูกดูดออกโดยพัดลม ดังแสดงในภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 เครื่องขัดมันแบบแนวนอน

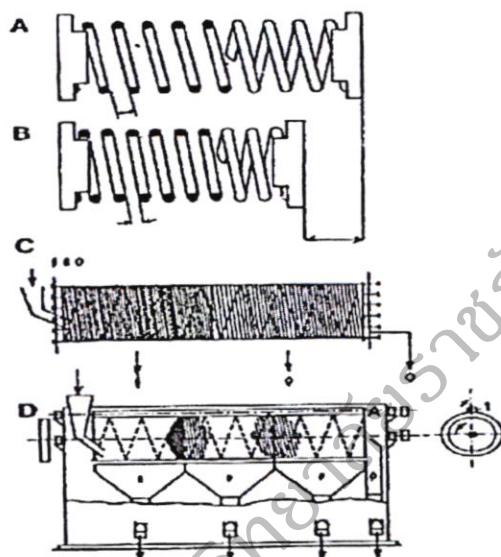
1 คือ กระบอกโลหะ, 2 คือ ทางออกเมล็ดข้าว, 3 สกรูลำเลียง

ที่มา : Pustaka, 1981

2.3.5 เครื่องคัดขนาด

เครื่องคัดขนาดเป็นการทำงานของขั้นตอนการแยกความยาวของเมล็ดข้าวสาร ซึ่งการคัดขนาดเมล็ดข้าวสารเป็นการแยกข้าวหักออกจากต้นข้าว โดยแยกข้าวสารที่ได้จากการสีข้าวออกมาเป็นเกรดต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริโภค ในการค้าข้าวระหว่างประเทศคุณภาพข้าวสารจะกำหนดจากเปอร์เซ็นต์ของข้าวหัก เมล็ดข้าวสารสามารถคัดขนาดโดยใช้ความยาวเป็นเกณฑ์ในการคัดขนาด จำแนกได้ 8 ชนิด คือ 1/1 ต้นข้าว, 7/8 ต้นข้าว, 6/8 ข้าวหักใหญ่, 5/8 ข้าวหักใหญ่, 4/8 ข้าวหักใหญ่, 3/8 ข้าวหักเล็ก, 2/8 ข้าวหักเล็ก และ 1/8 ข้าวหักเล็ก ซึ่งลักษณะต่าง ๆ ที่ใช้ในการแยกข้าว เครื่องคัดขนาดแสดงดังในภาพที่ 2.7 ข้าวหักขนาดเล็กที่เกิดจากพันธุ์ข้าวเมล็ดสั้นจะมีลักษณะกลม และลีบแบนมากกว่าพันธุ์ข้าวหักใหญ่ และถูกแยกโดยใช้ตะแกรง สำหรับข้าวพันธุ์เมล็ดปานกลาง และเมล็ดยาวข้าวหักเล็กที่เกิดขึ้นจะมีความกว้างเท่ากับข้าวหักใหญ่ และต้นข้าวสามารถคัดขนาดได้ด้วยตะแกรงกลม (Trieurs) โดยใช้ความยาวของเมล็ดข้าวเป็นเกณฑ์กำหนด ตะแกรงกลมประกอบด้วยแผ่นเหล็กทรงกระบอกวางมุมเอียงเล็กน้อยสามารถหมุนได้ภายในแผ่นเหล็กทรงกระบอกประกอบด้วยรอยเว้าคล้ายถุง (Pocket) จำนวนมากที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของถุง ซึ่งมีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่ 2 - 8 มิลลิเมตร ขนาดของรอยเว้าจะขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่จะผ่านตะแกรงกลมออกมา สำหรับขนาดของถุงขึ้นอยู่กับขนาดของเมล็ดข้าว ซึ่งข้าวหักเล็กที่ได้นั้นขนาดของถุงจะมีขนาดเล็ก และการใช้ถุงขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อขนาดของข้าวเพิ่มขึ้นลักษณะรูปร่างของเมล็ดข้าวมีความสำคัญต่อการคัดขนาดเมล็ดข้าวของตะแกรงกลม เพราะมีผล

ต่อความสามารถของเครื่อง เนื่องจากตะแกรงกลมถูกออกแบบให้มีความสามารถ และการทำงานที่จำเพาะ เช่น ถ้าตะแกรงกลมถูกออกแบบให้มีความสามารถในการทำงาน 1,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จะสามารถแยกข้าวหักใหญ่ได้ 15 เปอร์เซ็นต์ จากต้นข้าว หากข้าวที่ปล่อยเข้าเครื่องคัดขนาดมีข้าวหักใหญ่ 30 เปอร์เซ็นต์ เครื่องจะแยกข้าวได้ไม่หมดข้าวหักใหญ่ และต้นข้าวจะผสมกันบริเวณทางออก



ภาพที่ 2.7 ลักษณะที่ใช้ในการคัดแยกข้าว

หมายเหตุ A คือ ลักษณะของตะแกรงคัดขนาดข้าวรวม, B คือ การปรับระยะห่างของ ตะแกรง C และ D คือ การคัดขนาดเมล็ดข้าวชนิดต่าง ๆ

ที่มา : Pustaka, 1981

2.4 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกลย่อยของเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก

2.4.1 การออกแบบเพลลา

วิธีการคำนวณหาขนาดของเพลลาส่งกำลังซึ่งกำหนดเป็นโค้ด (Code) ของสมาคมวิศวกรเครื่องกลแห่งสหรัฐอเมริกา (ASME) เป็นวิธีที่สะดวก และง่ายต่อการใช้งานวิธีการดังกล่าวนี้ใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด และไม่พิจารณาถึงความล้าหรือความเค้นหนาแน่นที่เกิดขึ้นบนเพลลา ซึ่งเป็นการออกแบบโดยวิธีสถิตย (Static Design Method) แต่เพลลาส่วนมากจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่เป็นวัฏจักร ทั้งนี้เพราะเพลลาหมุนอยู่ตลอดเวลาจากนั้นแรงที่กระทำยังอาจจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาก็ได้ ดังนั้นเพลลาจึงเกิดความเสียหายเนื่องมาจากความล้า เป็นส่วนใหญ่สำหรับวิธีการคำนวณของ ASME ใช้วิธีการแบบสถิติศาสตร์ ดังนั้นจึงต้องมีตัวประกอบความล้า (Fatigue Factor) มาเกี่ยวข้องด้วย (วรวิทย์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ญันตงาน, 2522)

ในกรณีของเพลาดันจะได้สมการสำหรับหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลาดัน (d) ดังนี้

$$d^3 = \frac{16}{\pi \tau} [(C_t T)^2 + (C_m M)^2]^{1/2} \quad 2.1$$

เมื่อ

C_m	=	ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการตัด
C_t	=	ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด
τ	=	ความเค้นเฉือน (N/m^2)
T	=	โมเมนต์บิด ($N.m$)
M	=	โมเมนต์ดัด ($N.m$)

ค่าตัวประกอบความล้าสามารถเลือกใช้ตามลักษณะของแรงที่กระทำ ซึ่งดูได้จากตารางภาคผนวก ข.1 ถ้ากำหนดวัสดุของเพลาดันบอกถึงหมายเลขของโลหะ หรือส่วนผสมของโลหะให้ใช้ค่าความเค้นเฉือนใช้งานจาก

$$\tau = 0.3\sigma_y \quad \text{หรือ} \quad \tau = 0.18\sigma_u$$

โดยที่เลือกใช้ค่าน้อยมาใช้ในการคำนวณ และถ้าเพลาดันมีร่องลิ่มให้ลดค่าความเค้นเฉือนใช้งานโดยใช้เพียง 75% ของค่าที่นำมาใช้ดังกล่าว

2.4.2 การออกแบบลิ่ม

ลิ่ม คือที่ใช้ประกอบระหว่างเพลาดัน และคูล็อให้หมุนไปพร้อม ๆ กันทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เกิดการหมุนสัมพัทธ์ระหว่างเพลาดัน และชิ้นงานลิ่มที่นิยมใช้กันมากเพื่อการส่งถ่ายภาระทอร์กจากเพลาดันไปยังคูล็อของชิ้นงานที่นิยมใช้กันมากได้แก่ ลิ่มสี่เหลี่ยม จัตุรัส หรือ ลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้า เนื่องจากมีราคาถูก และสามารถหาซื้อได้ง่าย ลิ่มจะทำมาจากวัสดุเหล็กกล้า AISI 1020 การออกแบบลิ่มต้องเลือกขนาดของลิ่มให้สอดคล้องกับการใช้งาน ยังต้องเลือกขนาดลิ่มตามมาตรฐาน ดูได้จากตารางขนาดของลิ่มที่ใช้กับเพลาดันต่าง ๆ ตารางภาคผนวกที่ ข.2

ในกรณีของการออกแบบลิ่มนั้น ควรให้ลิ่มเป็นวัสดุชนิดเดียวกันกับเพลาดัน แล้วนำค่าคุณสมบัติของเหล็กกล้านั้นมาใช้หาค่าตามสมการดังนี้

$$\sigma_{cd} = \sigma_y / N \quad 2.2$$

เมื่อ

σ_{cd}	คือ	ความเค้นออกแบบ
N	คือ	ค่าความปลอดภัย

และ

$$\tau_d = 0.6\sigma_{cd} \quad 2.3$$

เมื่อ

τ_d	คือ	ความเค้นเฉือนออกแบบ
----------	-----	---------------------

จากนั้นต้องทราบขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเพลที่ได้รับ เพื่อไปเทียบกับตารางภาคผนวกที่ ข.3 ว่าควรให้ลิมมีลักษณะเป็นอย่างไร ขนาดเท่าไร และขนาดทอร์คที่เพลได้รับ นั้นมีค่าเท่าไร แล้วนำมาใช้หาความยาวของลิมในสมการดังต่อไปนี้

$$\tau = \frac{2T}{bld} \quad 2.4$$

เมื่อ	T	คือ	ทอร์คที่เพลได้รับ
	b	คือ	ความกว้างของลิม
	l	คือ	ความยาวของลิม
	d	คือ	เส้นผ่านศูนย์กลางของเพล

และสมการ

$$\sigma_c = \frac{4T}{hld} \quad 2.5$$

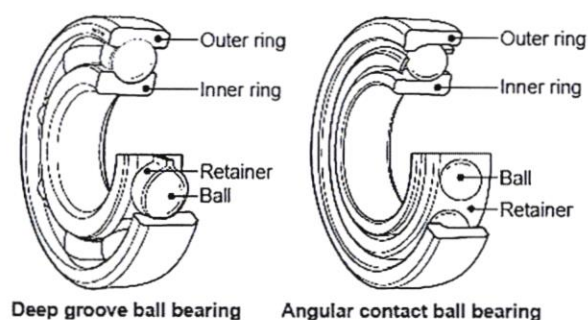
เมื่อ	h	คือ	ความหนาของลิม
-------	---	-----	---------------

เมื่อหาความยาวของลิมจากสมการทั้งสองสมการแล้ว นำมาเปรียบเทียบกับค่าความยาวอันไหนยาวกว่ากัน แล้วนำค่าความยาวนั้นมาใช้เป็นค่าความยาวลิม จากนั้นจะหาขนาดและความยาวของดุมล้อภาคผนวกที่ ข.4 เพื่อมาเปรียบเทียบกับตัวลิม ถ้าความยาวของลิมมีขนาดสั้นกว่าความยาวของดุมล้อจะใช้ความยาวของลิมเท่ากับ ความยาวของดุมล้อ

2.4.3 การเลือกใช้ขนาดของแบบแบร์ริง

การเลือกใช้ขนาดของตลับลูกปืนโดยการใช้สมการอายุการใช้งาน วิธีการคำนวณอายุการใช้งานที่ง่ายที่สุดคือ การใช้สมการสำหรับอายุการใช้งานประเมินของมาตรฐาน ISO

ตลับลูกปืน ที่ใช้เป็นส่วนรองรับเพลของเครื่องจักรกล ตลับลูกปืนมีหลายชนิด โดยจะขึ้นอยู่กับลักษณะรูปร่างแบบต่าง ๆ ของตลับลูกปืนหรือบางทีก็ขึ้นอยู่กับลูกปืนที่อยู่ภายใน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วนั้น ตลับลูกปืนจะประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ แหวนเคลื่อนที่ทำหน้าที่เป็นแหวนหมุน โครงยึดที่มีหน้าที่ยึดตัวเป็นโครงหลัก และลูกกลิ้งที่จะช่วยลดแรงต้านทานต่าง ๆ พิจารณาได้ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 แสดงรายละเอียดตลับลูกปืน

ที่มา : মানপ তন্ত্রবঁনতীত, (2540)

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \text{ หรือ } \frac{C}{P} - L_{10}^{1/p} \quad 2.6$$

- เมื่อ
- L_{10} = อายุการใช้งานประเมิน เป็นจำนวนล้านรอบ
 - C = แรงพลวัตประเมินเป็น N
 - P = แรงพลวัตของตลับลูกปืน
(Equivalent Dynamic Bearing Load) เป็น N
 - p = เลขยกกำลังของสมการอายุการใช้งาน
= 3 สำหรับตลับลูกปืนเม็ดกลม
= 10/3 สำหรับตลับลูกปืนเม็ดยาว (Roller Bearing)

แรงพลวัตสมมูล (Equivalent Dynamic Bearing Load) หมายถึงแรงที่มีขนาด และทิศทางคงที่ซึ่งกระทำต่อตลับลูกปืนรับแรงแนวรัศมี (Radial Bearing) หรือสมมาตรกับแกนกลางของตลับลูกปืนกันชน แล้วจะทำให้อายุการใช้งานของตลับลูกปืนนั้นมีค่าเท่ากับแรงที่กระทำต่อตลับลูกปืนจริง ๆ (ซึ่งจะมีทั้งแรงในแนวรัศมี และในแนวแกนพร้อมกันก็ได้)

ตลับลูกปืนรับแรงในแนวรัศมีมักจะถูกกระทำด้วยแรงทั้งในแนวรัศมี และแนวแกนพร้อมกันถ้าผลรวมของแรงมีค่าคงที่ทั้งขนาด และทิศทางแล้วแรงสมมูลจะคำนวณได้จากสมการ

$$P = XF_r + YF_a \quad 2.7$$

- เมื่อ
- P = แรงสมมูลที่กระทำต่อตลับลูกปืน เป็น N
 - F_r = แรงกระทำในแนวรัศมี เป็น N
 - F_a = แรงกระทำในแนวแกน (หรือรูนแรง) เป็น N

X = ตัวประกอบแรงในแนวรัศมีหาค่าได้จากตาราง
ภาคผนวกที่ ข.1

Y = ตัวประกอบแรงรุน หาค่าได้จากตารางภาคผนวกที่ ข.2

2.4.4 เสาโครงสร้าง (Column)

เสาเป็นโครงสร้างที่ทำหน้าที่รับแรงต่าง ๆ ตามการออกแบบและใช้งานทั่วไปมีดังนี้
แรงอัด เช่น แรงเนื่องจากน้ำหนักของโครงสร้าง และน้ำหนักบรรทุกต่าง ๆ เป็นการรับแรงตาม
แนวแกนโมเมนต์ดัดเช่นแรงเนื่องจากการเอียงศูนย์ของแรงที่กระทำตามแนวแกนและเกิดจากแรง
กระทำด้านข้างทำให้เกิดเป็นโมเมนต์ดัด แรงดึง เช่น แรงในแนวแกนที่จากน้ำหนักที่กระทำใน
แนวแกนลักษณะทางแวนฮอยของโครงสร้างการดึงของโครงสร้างและน้ำหนักบรรทุก แรงเฉือน เช่น
การรับแรงเนื่องจากดินไหว การรับแรงลมและการรับแรงด้านข้างอื่น ๆ คือชิ้นส่วนหรือโครงสร้างที่
จัดได้ว่าเป็นเสาของเครื่องสี่ขา

2.4.5 งานเชื่อม

การเชื่อมเป็นขบวนการที่ใช้สำหรับต่อวัสดุส่วนใหญ่เป็นโลหะและพลาสติก โดยให้
รวมตัวเข้าด้วยกัน ปกติใช้วิธีทำให้ชิ้นงานหลอมละลายและการเพิ่มเนื้อโลหะเติมลงในแอ่งหลอม
ละลายของวัสดุที่หลอมเหลว เมื่อเย็นตัวรอยต่อจะมีความแข็งแรง บางครั้งใช้แรงดันร่วมกับความร้อน
หรืออย่างเดียว เพื่อให้เกิดรอยเชื่อม ซึ่งตรงข้ามกับการบัดกรีอ่อนและการบัดกรีแข็งซึ่ง ไม่มีการ
หลอมละลายของชิ้นงานชิ้นงานมีแหล่งพลังงานหลายอย่างสำหรับนำมาใช้ในการเชื่อม

2.4.6 การเลือกใช้มอเตอร์

ในการเลือกมอเตอร์เพื่อนำไปใช้งานจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของการทำงาน
ของเครื่องจักรว่าเป็นชนิดประเภทใดมีรายละเอียดอย่างไรมีความต้องการทางด้านเทคนิคอย่างไร
เป็นต้นเพื่อให้เลือกมอเตอร์ได้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานเพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่จะเกิด
ขึ้นกับมอเตอร์ ดังนั้น จะต้องพิจารณาถึงสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

- 1) ความเร็วรอบของมอเตอร์
- 2) กำลังที่ต้องการใช้ของการทำงานของเครื่องจักร
- 3) คุณสมบัติความเร็ว แรงบิดในการทำงานของเครื่องจักร
- 4) ลักษณะการทำงานของเครื่องจักร
- 5) ตำแหน่งในการติดตั้งมอเตอร์
- 6) สภาพแวดล้อมภายนอกที่ต้องการใช้มอเตอร์ (พิจารณาสภาพการกัดกร่อน

ความชื้นสูง ฝุ่นละอองภายนอกมาก)

ลักษณะที่ดีของมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส มีดังนี้

- 1) โครงสร้างที่ง่าย
- 2) สะดวกในการใช้งาน
- 3) แข็งแรงและทนทาน มีปัญหาน้อย
- 4) การบำรุงรักษาทำได้ง่าย
- 5) การซ่อมแซมทำได้ง่าย

6) มอเตอร์เหนี่ยวนำมีมาตรฐานความเร็วรอบคงที่แต่ก็มีมอเตอร์ชนิดอื่น ๆ อีกที่มีคุณสมบัติสามารถปรับหรือเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบได้

7) มีราคาถูก

ลักษณะของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว มีดังนี้

- 1) ต้องการวงจรสตาร์ทเป็นพิเศษ
- 2) คุณสมบัติต่าง ๆ ต่ำกว่า (เช่น ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ฯลฯ)
- 3) สามารถใช้กับกระแสไฟที่มีแรงดัน 220 โวลต์ ได้

จากการเปรียบเทียบลักษณะของมอเตอร์ จะเห็นได้ว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสดีกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว แต่มอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสมีความยุ่งยากในการติดตั้งใช้ในชุมชน จึงต้องใช้มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวและใช้กระแสไฟฟ้า 220 โวลต์

2.4.7 การเลือกใช้ชุดพัดลม

ลักษณะของพัดลมสามารถจะแบ่งเป็นสองชนิดคือ พัดลมแบบหมุนเหวี่ยง (Centrifugal Flow Fans) และพัดลมแบบไหลตามแนวแกน (Axial flow fans) ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะพัดลมแบบหมุนเหวี่ยงเท่านั้น พัดลมแบบหมุนเหวี่ยง จะแบ่งได้ตามลักษณะของใบพัดสามารถ ที่จะสร้างได้ 3 แบบ

- 1) พัดลมใบพัดโค้งหน้า (Forward-Curved Blade)
- 2) พัดลมใบพัดโค้งหลัง (Backward-Blade)
- 3) แบบแอร์ฟอยล์ (Airfoil – Backward Curved Blade)

ตารางที่ 2.5 ความเร็วลม

ระดับการดูดเศษ	ชนิดตัวอย่าง	ความเร็วลม (m/s)
แก๊ส ควัน หมอก	แก๊สจากปฏิกิริยาเคมี ควันจากการเชื่อม ควันจากการเจียร	มากกว่า 7
ฝุ่น ผงแห้ง	ฝุ่น ไม้ ยาง ผงพลาสติก ไฟเบอร์ อาหาร ฝุ่น กระดาษ สีผง	มากกว่า 12
ฝุ่นอุตสาหกรรม	ฝุ่นเจียรระโน ทร่าย โครน ซีเมนต์ ผงโลหะ ฝุ่นจากการหล่อ ฝุ่นจากเตา หลอม	มากกว่า 17

ที่มา : อนุตร จำลองกุล, (2541)

2.5 การศึกษาการทำงาน (Work Study)

การศึกษาการทำงาน เป็นวิชาการที่พัฒนาต่อเนื่องมาจากวิชาการศึกษาการเคลื่อนที่และศึกษาเวลา (Motion and Time Study) ซึ่งได้ รับการพัฒนาขึ้นเป็นต้นกำเนิดของหลักวิชาการตามแนวคิดและหลักการของ Frederick W. Taylor และ Frank B. Gilbreth ต่อมาขอบข่ายของการศึกษา การเคลื่อนที่และการศึกษาเวลาได้ขยายเพิ่มขึ้นโดยเดิมที่การศึกษาการเคลื่อนที่จะ

พิจารณาเฉพาะ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการทำงานของร่างกายประกอบรวมกับการจัดสภาพแวดล้อมการทำงาน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำงานของคนงานโดยเฉพาะ ต่อเมื่อมีการใช้เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ เข มาเกี่ยวข้องกับการผลิต ขอบข่ายของการศึกษาจึงกว้างขึ้นมา กลายเป็น “การศึกษาวิธี” (Method Study) ซึ่งจะครอบคลุมกิจกรรมของการศึกษาการเคลื่อนที่โดยจะเป็น การศึกษาวิธีการทำงานที่มีอยู่เดิมและใช้ หลักการปรับปรุงพัฒนาวิธีการทำงานใหม่ที่ดีกว่าเดิม ทำให้ ผลผลิตสูงขึ้น ความสูญเสียน้อยลง และต้นทุนการผลิตต่ำลง ในส่วนของการศึกษาเวลา เนื่องจากเป็นกระบวนการวัดเวลาเพื่อกำหนดเวลามาตรฐานและเก็บข้อมูลเวลาทำงาน ใช้เป็นการวัดผลงานส่วนหนึ่ง การวัดผลงานสามารถทำได้ด้วยกระบวนการวิธีอื่น ๆ อีกนอกเหนือจากการศึกษาเวลาโดยการใช้ นาฬิกาจับวัดเวลา จึงพัฒนาเป็นวิชา “การวัดผลงาน” (Work Measurement) ซึ่งจะครอบคลุมกิจกรรมของการศึกษาเวลา การสุ่มงาน การใช้ เวลามาตรฐานฟรีดีเทอร์มิน และการใช้ ข้อมูลมาตรฐานเวลาที่วิจัยเป็นฐานข้อมูลประกอบการใช้ งานการวัดผลงาน (จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน, 2551)

การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) หมายถึง การศึกษาวิธีการทำงานจากการบันทึกและวิเคราะห์ วิธีการทำงานขององค์การที่กำลังทำอยู่ เพื่อเสนอวิธีการทำงานแบบใหม่ อย่างมีระบบและประยุกต์ ใช้เป็นเครื่องมือในการทำงานให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล การศึกษาวิธีการทำงานจะช่วยให้เกิดการปรับปรุงกระบวนการในการทำงานให้มีความเหมาะสมกับการปฏิบัติงานขั้นตอนของการศึกษาวิธีการทำงานพอสรุปได้ ดังนี้

2.5.1 การเลือกงาน

ขั้นตอนการเลือกงานที่จะศึกษาเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ เพราะงานที่ต้องการการปรับปรุงมีอยู่มากมาย การเลือกงานผิดย่อมเป็นการเสียโอกาสงานบางอย่างถ้าเลือกทำก่อนจะใช้ประโยชน์ต่อเนื่องไปถึงงานอื่น ๆ ได้ ถ้าเลือกงานทำที่หลังจะไม่มีผลดีต่อกงานอื่นทำให้เสียเวลาในการศึกษางานอื่น งานหลายอย่างมีเงื่อนไขเวลาถ้าไม่เลือกศึกษาก่อนจะไม่สามารถใช้ประโยชน์ จากการศึกษาวิธีการทำงานได้อย่างเต็มที่งานหลายอย่างเป็นงานที่มีความเสี่ยงถ้าเราเลือกศึกษา และประสบความล้มเหลวจะสร้างความเสียหายมากกว่าจะได้ผลประโยชน์ จึงต้องใช้ความระมัดระวังมากขึ้นในการเลือกศึกษางานที่มีเงื่อนไขความเสี่ยง และงานบางอย่างเป็นงานที่มีความลับเบื้องหลังการเลือกศึกษาวิธีการทำงานอาจส่งผลกระทบในทางลบได้ ในการเลือกงานที่จะศึกษาสิ่งแรกจึงควรพิจารณาความสำคัญของงานตามเงื่อนไขต่าง ๆ อย่างไรก็ดีตามเพื่อให้ง่ายแก่การตัดสินใจเราจะวางเกณฑ์การตัดสินใจเลือกงานเพื่อศึกษาวิธีการทำงานเราจะพิจารณาองค์ประกอบดังต่อไปนี้

2.5.1.1 ด้านเศรษฐกิจ

2.5.1.2 ด้านเทคนิค

2.5.1.3 ด้านปฏิกิริยาแรงงาน

2.5.1.4 ด้านผลกระทบอื่น ๆ

2.5.2 การเก็บข้อมูลวิธีการทำงาน

เพื่อจะสามารถวิเคราะห์ และปรับปรุงวิธีการทำงานเราจำเป็นต้องทำการเก็บข้อมูลวิธีการทำงานของงานที่เราเลือกที่จะศึกษาวิธีการทำงาน แล้วการบันทึกข้อมูลวิธีการทำงานให้ถูกต้องแม่นยำครบถ้วนตามความเป็นจริงเท่านั้น จึงจะเกิดประโยชน์ในการวิเคราะห์ และพัฒนา

วิธีการทำงานที่ดีขึ้นได้ การบันทึกข้อมูลที่ไม่ถูกต้องครบถ้วนจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำ ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทำงานที่เป็นอยู่แนวคิดในการพัฒนาปรับปรุงวิธีการทำงาน ซึ่งจะให้ได้ผล ตามความเข้าใจจากข้อมูลที่ได้ แต่อาจจะไม่ได้ผลในการปรับปรุงวิธีการทำงานที่กำลังศึกษาอยู่มี ผลกระทบทำให้เกิดความเข้าใจว่าการศึกษาวิธีการทำงานใช้งานไม่ได้เป็นการเสียเวลาโดยไม่เกิด ผลงานที่เป็นรูปธรรม การเก็บข้อมูลโดยวิธีการบันทึกวิธีการทำงาน จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญใน กระบวนการของการศึกษาวิธีการทำงานโดยใช้สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกวิธีการทำงานสัญลักษณ์ที่ เป็นสากลซึ่งใช้ในการบันทึกวิธีการทำงานมีอยู่ 5 ลักษณะ เหล่านี้จะใช้ ในการย่อ การบันทึกวิธีการ ทำงานแบบเดียวกับการใช้ วิธีจดตัวเลขซึ่งมีความยุ่งยากกว่า เพราะมีรหัสที่ต้องบันทึกและต้อง ถอดรหัสได้ อย่างถูกต้อง ในการบันทึกการทำงานโดย การใช้สัญลักษณ์ ถ้าเราไม่ มีแบบฟอร์มตาม มาตรฐาน การใช้กระดาษเปล่าก็สามารถทำได้ โดยไม่ยาก เพียงแต่จะต้องใช้สัญลักษณ์ ได้คล่องและ รวดเร็ว ในการแยกประเภทของงานที่บันทึกด้วย สัญลักษณ์ให้ได้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภูมิกระบวนการผลิต

- การปฏิบัติงาน (Operation) หมายถึง กิจกรรมที่ทำให้วัสดุมีการเปลี่ยนแปลง อย่างจงใจ เช่น การแยกหรือประกอบชิ้นส่วนรวมไปถึงการจัดเตรียมวัสดุ และ การวางแผน
- ⇒ การขนย้าย (Transportation) หมายถึง การเคลื่อนย้ายวัสดุจากจุดหนึ่งไปยังอีก จุดหนึ่ง
- การตรวจสอบ (Inspection) หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานหรือ เปรียบเทียบสี คุณสมบัติ และปริมาณ
- D ความล่าช้าของงาน (Delay) คือ หรือการหยุดรอพัก
- ▽ การเก็บรักษา (Storage) วัสดุหรือชิ้นส่วน

2.5.3 การวิเคราะห์วิธีการทำงาน

การพิจารณาตรวจสอบข้อมูลวิธีการทำงานที่บันทึกมาเพื่อทำการวิเคราะห์ วิธีการ ทำงานจะใช้ “เทคนิคการตั้งคำถาม” เพื่อช่วยให้ สามารถกำหนดแนวทางในการปรับปรุงวิธีการ ทำงาน เทคนิคการตั้งคำถามนี้เรียกโดยย่อว่า “6W-1H” จะใช้กระบวนการตั้งคำถามตรวจสอบข้อมูล วิธีการทำงานที่บันทึกมา โดยมีการตรวจสอบความเหมาะสมของงานโดยการใช้ กล่มคำถาม 2 กลุ่ม คือ

2.5.3.1 กลุ่ม What, Who, When, Where, How สำหรับตรวจสอบ

- 1) เป้าหมายและขอบข่ายของงานและกิจกรรม
- 2) บุคลากรที่ทำงานแต่ละกิจกรรม
- 3) สถานที่ทำงาน
- 4) ลำดับขั้นตอนการทำงานแต่ละกิจกรรม
- 5) วิธีการทำงาน

2.5.3.2 กลุ่ม Why, Which เพื่อพัฒนาแนวทางการปรับปรุงวิธีการทำงานโดยจะตรวจสอบ เหตุผล ความเหมาะสมของวิธีการทำงาน และเปิดโอกาสในการเสนอทางเลือกอื่น ๆ ตารางที่ 2.6 แสดงวิธีการใช้คำถามทั้งสองกลุ่มซึ่งจะพบว่า คำถามกลุ่มที่สองเป็นคำถามที่มี ประโยชน์ ในการตรวจสอบอย่างมาก เพราะเป็นการตรวจสอบทุก ๆ คำถามในกลุ่มแรกทำให้เกิด ความสนใจ ในความเหมาะสมของงาน คน สถานที่ลำดับขั้นตอน และวิธีการทำงาน เทคนิคการตั้งคำถาม นอกจากจะใช้ ประโยชน์ ในการพิจารณาตรวจตราวิเคราะห์ วิธีการ ทำงานแล้วยังใช้ ประโยชน์ ประยุกต์ กับกิจกรรมด้านการบริหารจัดการอื่น ๆ มากมาย เทคนิคนี้จึงน่า จดจำและใช้งานอย่าง กว้างขวางต่อไป

ตารางที่ 2.6 แสดงการใช้เทคนิคการตั้งคำถาม

วิเคราะห์ข้อมูล	คำถามกลุ่มที่1	คำถามกลุ่มที่2
	What	Why , Which
เป้าหมายและขอบข่ายของงาน	ทำอะไร ?	เหตุใดจึงทำ ? มีอย่างอื่นที่ทำได้ ไหม ?
	Who	Why , Which
	ใครทำ ?	
บุคลากรที่ทำงาน	Where	ทำไมต้องเป็นคนนั้น ?
	ทำที่ไหน ?	คนอื่นทำได้ ไหม ?
		Why , Which
สถานที่ทำงาน	When	ทำไมต้องทำที่นั่น ?
	ทำเมื่อไร ?	มีที่อื่นที่ทำได้ ไหม ?
		Why , Which
ลำดับขั้นตอนของงาน		ทำไมต้องทำเวลา / ขั้นตอนนั้น?
		ทำเวลา / ขั้นตอนอื่นได้ไหม ?
	How	Why , Which
วิธีการทำงาน	ทำอย่างไร ?	ทำไมต้องทำอย่างนั้น ?
		ทำวิธีอื่นได้ ไหม ?

ที่มา : จันทรศิริ สิงห์เถื่อน (2551)

2.5.4 การปรับปรุงวิธีการทำงาน

การปรับปรุงวิธีการทำงานจะกลายเป็นเรื่องง่ายมากถ้าเรามีการใช้กระบวนการพิจารณา ตรวจตราวิเคราะห์ ข้อมูล วิธีการทำงานที่บันทึกมาโดยการใช้เทคนิค 6W-1H ซึ่งเก็บจะได้ คำตอบ แนวทางการปรับปรุงครบถ้วนแล้ว ขั้นตอนการปรับปรุงวิธีการทำงานจึงเป็นเพียงการเลือกใช้ เทคนิคการปรับปรุงงาน (Reengineering) ซึ่งมีหลักการดังต่อไปนี้

2.5.4.1 ตัด (Eliminate)

2.5.4.2 แยก / รวม (Separate/Combine)

2.5.4.3 เปลี่ยนขั้นตอน (Change)

2.5.4.4 ทำกระบวนการให้เรียบง่ายขึ้น (Simplify)

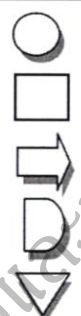
2.5.4.5 ใช้เครื่องมือเข้ามาช่วย (Use)

การพิจารณาว่ากิจกรรมใดในขั้นตอนวิธีการทำงานเป็นกิจกรรมที่ไม่จำเป็น เช่น งานประเภทเวลาไร้ประสิทธิภาพหรือเวลาส่วนเกิน ซึ่งใช้สัญลักษณ์ กลุ่ม  และ  ให้ พยายามตัดงานกลุ่มเหล่านี้ออกไปก่อน มีงานกลุ่ม ที่ตรวจแล้วเป็นงานที่ไม่ จำเป็นก็สามารถตัดไปได้

2.5.5 การเปรียบเทียบการวัดผลงานการทำงาน

คำถามที่เกิดขึ้นหลังจากการวิเคราะห์ และปรับปรุงวิธีการทำงานก็คือ วิธีการทำงานที่ ปรับปรุงใหม่ ดีกว่าเก่าจริงหรือไม่ ดีกว่าแค่ไหน มีอะไรเป็นเกณฑ์วัดผลงานถ้าจะบอกว่ามี ขั้นตอนการทำงานน้อยกว่า เราจะใช้จำนวนของสัญลักษณ์ ที่บันทึกก่อนและ หลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน ตัวอย่างเช่น ก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงานมีจำนวนสัญลักษณ์ เท่ากับ 23 หลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน จำนวนสัญลักษณ์ลดลงเหลือจำนวน 15 สัญลักษณ์ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ดีขึ้น 34.78% ดังแสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 การเปรียบเทียบวิธีการทำงาน

สัญลักษณ์	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
	10	8
	5	3
	5	2
	2	1
	1	1
รวม	23	15

ที่มา : จันทรศิริ สิงห์เลื่อน (2551)

2.5.6 การพัฒนามาตรฐานวิธีการทำงาน

เมื่อมั่นใจได้ จากการเปรียบเทียบวิธีการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุงแล้วงานต่อไปคือ การพัฒนาวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วให้เป็นวิธีการมาตรฐานเพื่อใช้เป็นแนวปฏิบัติมาตรฐานตาม วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว ซึ่งจะใช้ เป็นเอกสารอ้างอิงและเมื่อมีการบันทึกในรูปแบบวิดิทัศน์ ก็จะสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการอบรมพัฒนาบุคลากรในด้านมาตรฐานวิธีการทำงาน เราสามารถพัฒนามาตรฐานของวิธีการทำงานเป็น 2 รูปแบบ คือ

2.5.6.1 ภาพถ่ายวิดิทัศน์

2.5.6.2 แผนภูมิและไดอะแกรมต่าง ๆ

เมื่อมีการจัดวิธีการทำงานใหม่ ตามเงื่อนไขของการศึกษาวิธีการทำงาน โดยมีเป้าหมายและ ขอบข่ายของงาน บุคลากรที่เกี่ยวข้อง สถานที่ทำงาน ลำดับขั้นตอนการทำงาน และวิธีการทำงานใน แต่ละขั้นตอน ซึ่งมีการปรับปรุงและเปรียบเทียบแล้วว่าดีกว่าวิธีการทำงานแบบเดิม เราสามารถถ่ายภาพขั้นตอนวิธีการทำงานใหม่ด้วยกล้องวิดีโอเพื่อเก็บเป็นหลักฐานสำหรับมาตรฐานวิธีการทำงาน โดยจะมีการเก็บภาพวิธีการทำงานแบบเดิมไว้ด้วย จากนั้นจะต้องจัดทำรหัสงานที่ศึกษาเพื่อ เก็บภาพมาตรฐานของวิธีการทำงานไว้อย่างมีระบบ ง่ายต่อการจัดเก็บและเบิกออกใช้งานควบคู่กับภาพถ่ายวิดีโอ คือการบันทึกมาตรฐานวิธีการทำงานในรูปแบบของแผนภูมิ และไดอะแกรม แผนภูมิต่าง ๆ จะแสดงการไหลของงานและวิธีการทำงานโดยไดอะแกรมจะแสดงรายละเอียดของสถานที่ทำงานเพิ่มเติมประกอบแผนภูมิเพื่อความชัดเจนของการแสดงกระบวนการทำงานที่ตราเป็นมาตรฐานวิธีการทำงานไว้ ข้อมูลที่จำเป็นอื่น ๆ ต้องบันทึกไว้ในแผนภูมิและไดอะแกรมประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์งานที่ทำ เงื่อนไขการทำงาน เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ ที่ใช้ สถานที่ทำงาน ฯลฯ

2.5.7 การส่งเสริมการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว

ขั้นตอนการส่งเสริมการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว เป็นขั้นตอนของงานการศึกษาวิธีการทำงานที่ลำบากขั้นตอนหนึ่ง เนื่องจากจะต้องมีความสามารถทางจิตวิทยาและมีมนุษยสัมพันธ์ ในการส่งเสริมผลักดันให้ คนงานซึ่งมักจะมีแนวโน้มที่จะใช้ วิธีการทำงานของตนเอง ให้เปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานตามมาตรฐานวิธีการทำงาน การทำความเข้าใจถึงผลประโยชน์ที่คนงาน จะได้รับทั้งในส่วนบุคคลและในส่วนขององค์กรจากการใช้วิธีการทำงานใหม่ และพยายามชี้ให้เห็นว่าคนงานไม่ได้เสียผลประโยชน์อะไรเลย แต่จะทำงานง่ายขึ้น เบาแรง ผลงานดีขึ้น ผลผลิตสูงขึ้นแล้วแต่กรณีการส่งเสริมการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว

2.5.8 การติดตามการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว

เป็นความจำเป็นอย่างยิ่งในการพยายามรักษาวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วให้ มีการใช้งานอย่างต่อเนื่องและคงอยู่จนกว่าจะพัฒนาวิธีการทำงานที่ดียิ่งๆขึ้นไปอีก จะต้องมีการติดตามการทำงานของคนงานโดยห้ามไม่ให้คนงานใช้ส่วนหนึ่งส่วนใดของวิธีการเก่าหรือใช้วิธีการที่ไม่ใช้วิธีการใหม่นอกเสียจากว่าคนงานจะสามารถหาเหตุผลและพิสูจน์ได้ว่าวิธีการเหล่านี้เหมาะสมกว่า

2.6 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break –Even Analysis)

วันชัย ริจิรวนิช และ ช่อม พลอยมีค่า (2548) ได้กล่าวว่าจุดคุ้มทุนหรือจุดเท่าทุน คือ จุดซึ่งรายได้จากการทุนคุ้มกับค่าลงทุน หรืออีกนัยหนึ่งหมายถึง จุดที่แสดงค่าใช้จ่ายกับรายรับเท่ากัน ซึ่งมีความหมายว่าเป็นจุดซึ่งมีกำไรเป็นศูนย์นั่นเอง

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเป็นการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของต้นทุน (Cost) รายได้ (Revenue) และผลกำไร (Profit) ผันแปรไปตามความเปลี่ยนแปลงของปริมาณการผลิต (Volume) บางทีเราเรียกว่า การวิเคราะห์ต้นทุน – ปริมาณผลิต – ผลกำไร (Cost – Volume – Profit Analysis)

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนจากสมการสามารถหาได้จาก สมการที่ 2.8

$$N^* = \frac{F}{p - v} \quad 2.8$$

เมื่อ

- N^* = ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุน
- F = ต้นทุนคงที่
- P = ราคาขายต่อหน่วย
- V = ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย

2.7 การคำนวณหาจำนวนครั้งในการจับเวลาจริง

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม (2550) กล่าวว่า เหตุที่ต้องหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมเพราะการจับเวลา ย่อมมีความคลาดเคลื่อน และอาจมีงานแปลกปลอมเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้นการจับเวลาเพียงครั้งเดียวย่อมไม่ได้ค่าที่แน่นอน การจับเวลานานพอสมควรนอกจากได้ค่าที่แน่นอนแล้ว ยังทำให้รู้ถึงความคลาดเคลื่อนของการจับจับเวลาด้วย ในการจับเวลาของงานชิ้นหนึ่งผู้ทำการจับเวลาต้องตัดสินใจว่าข้อมูลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนเท่าใดโดยปกติในเรื่องของการศึกษาเวลามีการตั้งค่าความคลาดเคลื่อนไว้ที่ $\pm 0.5\%$ โดยมีระดับความเชื่อมั่น 95% หมายความว่าพื้นที่ใต้โค้งปกติ 95% อยู่ภายในช่วง $\pm 2\sigma_x$ และความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง $\pm 0.05\%$ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.9

$$N = \left[\frac{40 \sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x} \right]^2 \quad 2.9$$

เมื่อ

- N = จำนวนรอบในการจับเวลาจริง
- n = จำนวนวัฏจักรที่จับเวลาได้ในการเก็บข้อมูลเบื้องต้น
- x_i = จำนวนที่ทดลองจับเวลาก่อน

กรณีจำนวนรอบในการจับเวลาจริงน้อยกว่า ข้อมูล 30 สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.10

$$N = \left[\frac{40 \cdot n}{\sum x_i} \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - ((\sum x_i)^2 / n)}{n-1}} \right]^2 \quad 2.10$$

2.8 การศึกษาเวลา

เทคนิคการวัดผลงาน (Work Measurement) ที่ใช้ได้ง่ายกระบวนกรไม่ซับซ้อน และข้อมูลการวัดผลงานมีความน่าเชื่อถือมากคือ เทคนิคการศึกษาเวลา (Time Study) ของ Federic W.Taylor ซึ่งได้ ได้รับความนิยมใช้งานอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน ในระยะแรกการศึกษาเวลา จะมุ่งในการ กำหนดหาเวลามาตรฐานเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดค่าจ้างแรงงานที่ยุติธรรมในแผนการ

จ่ายเงินจูงใจ ต่อมาจึงได้ มีการขยายขอบเขตการใช้งานและเป็นประโยชน์ใช้งานได้อย่างหลากหลาย โดยเฉพาะในทางการผลิต จะใช้ประโยชน์ในการส่งเสริมการเพิ่มผลผลิต เช่น การวางแผนและควบคุมการผลิต การควบคุมต้นทุนแรงงาน การประเมินการอัตราการผลิต การเพิ่มผลผลิต ฯลฯ (วันชัย ธีรวัณิช, 2548)

2.8.1 ประโยชน์ ของการศึกษาเวลาพอสรุปได้ ดังนี้

2.8.1.1 ใช้ในการกำหนดต้นทุนมาตรฐานและจัดเตรียมงบประมาณรวมทั้งการสร้างระบบศูนย์กำไรประมาณการต้นทุนการผลิต เพื่อกำหนดราคาคงที่

2.8.1.2 ใช้ในการจัดสมดุลของสายการผลิต เพื่อเพิ่มผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้งาน คนงานและเครื่องจักร

2.8.1.3 ใช้เป็นข้อมูลในการจัดแผนการผลิตและการกำหนดงานผลิต

2.8.1.4 ใช้เป็นมาตรฐานเวลาในการทำงานเพื่อควบคุมต้นทุนการผลิต และการกำหนดอัตราค่าจ้างแรงงาน รวมทั้งการจัดแผนการจ่ายเงินจูงใจ

2.8.1.5 ใช้ประกอบการศึกษาวิธีการทำงานเพื่อเปรียบเทียบวัดผลงานก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน

2.8.2 การหาเวลามาตรฐาน

เมื่อมีการจับเวลาบันทึกข้อมูลเวลาตามจำนวนวัฏจักรให้ไ้ระดับความเชื่อมั่นและระดับ ความผิดพลาดที่ต้องการแล้ว เราจะสามารถหาเวลาเลือก ซึ่งจะใช้เวลาเฉลี่ยหรือค่าฐานนิยมของ ข้อมูลเวลา จากนั้นจะปรับค่าองค์ประกอบการประเมิน ทำให้ได้ค่าเวลาปกติเมื่อปรับค่าเวลาเผื่อจะได้ เป็นเวลามาตรฐาน

ในการศึกษาเวลาเพื่อกำหนดเวลามาตรฐานจะใช้กระบวนการปรับค่าเวลาของทุก ๆ งาน ย่อยด้วยค่าองค์ประกอบการประเมินและค่าเวลาเผื่อและได้ค่าเวลามาตรฐานเวลาของแต่ละงาน ย่อย รวมเวลามาตรฐานของทุก ๆ งานย่อยเป็นเวลามาตรฐานของงานหรือจะใช้กระบวนการหาค่า องค์ ประกอบการประเมินเฉลี่ยแล้ว เอาผลรวมของเวลาเลือกมาหาเวลาปกติและหาเวลามาตรฐาน ของงานโดยการปรับค่าเวลาเผื่อ

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปริญญ์ บุญแซม (2560) ได้ทำการศึกษาปัญหากระบวนการดำข้าวเม่า โดยการดำข้าวเม่าที่ใช้ครกกระต๋องแบบดั้งเดิม และเกิดปัญหาคือขนาดครกกระต๋องใช้ในปัจจุบันมีขนาดใหญ่ ทำให้เกษตรกรที่มีพื้นที่ครัวเรือนคับแคบไม่สามารถติดตั้งและผลิตข้าวเม่าได้ ทำให้ต้องไปรอใช้ครก กระต๋องจากบ้านอื่นแทนส่งผลให้ไม่สามารถสร้างรายได้อย่างที่ควรจะเป็น เนื่องจากต้องรอคิวเครื่อง ดำข้าวเม่าซึ่งมีจำนวนจำกัด เครื่องดำข้าวเม่าที่ทีมวิจัยสร้างขึ้นจะมีขนาดเล็กลงเมื่อเทียบกับเครื่องดำ ข้าวแบบเดิมที่ชาวบ้านใช้อยู่ในปัจจุบัน ดังนั้นจึงต้องมีการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงาน เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพโดยได้ทำการทดลองกับข้าวเปลือกที่ปริมาณ 400 กรัม/ครั้ง ผลทดสอบ ที่ดีที่สุด คือความเร็วรอบ 960 รอบต่อนาที จำนวนครั้งที่ดำเฉลี่ย 120 ครั้ง ใช้เวลาในการดำข้าว ประมาณ 1.50 นาที ผลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวที่ดำแล้ว 50 ตัวอย่าง เพื่อวัดหา ประสิทธิภาพความแบนของข้าว จากการวัดขนาดเมล็ดข้าวของทีมวิจัยมีจำนวน 45 ตัวอย่าง ข้าวของ

ทีมวิจัยมีความแบนกว่าซึ่งมีขนาดตามความต้องการของชาวบ้าน จากการทดลองประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตำข้าวเม่าที่สร้างขึ้นใช้กระแสไฟฟ้า 3.2 แอมแปร์ต่อปริมาณข้าว 400 กรัมเครื่องตำแบบดั้งเดิมใช้กระแสไฟฟ้า 12.29 แอมแปร์ต่อปริมาณข้าว 400 กรัม เครื่องตำข้าวเม่าที่ทีมวิจัยสร้างขึ้นสามารถประหยัดค่าไฟฟ้ามากกว่าเครื่องตำข้าวแบบดั้งเดิม

สุรินทร์ แหวมงาม และคณะ (2558) ในปัจจุบันการผลิตข้าวที่นำมาบริโภคส่วนใหญ่ผ่านกระบวนการรวมคว้นเพื่อป้องกันมอดและแมลงจึงทำให้เกิดสารพิษตกค้างในเมล็ดข้าวเมื่อผู้บริโภคนำมาบริโภคก็จะได้รับสารพิษทำให้สะสมในร่างกายเป็นสาเหตุก่อเกิดโรคร้ายต่าง ๆ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอเครื่องสีข้าวขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน ที่ควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 ซึ่งเครื่องสีข้าวที่นำมาเสนอนี้สามารถสีได้ทั้งข้าวกล้องและข้าวขาว สามารถตั้งเวลาการสีข้าวได้ ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาศึกษาการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์สีข้าวขนาดเล็กเพื่อให้เหมาะสมกับการสีข้าวแต่ละชนิด โดยทำการทดสอบกับข้าว 7 ชนิด ได้แก่ กข.31. กข.41. กข.47, พิษณุโลก 2, ปทุมธานี 1, ข้าวเหนียวกำ และข้าวเหนียวขาว จากผลการทดสอบพบว่าความเร็วรอบมอเตอร์ที่เหมาะสมกับการสีข้าวขาวและข้าวกล้องอยู่ที่ประมาณ 3,300 rpm และ 3,500 rpm ตามลำดับ และผลการทดสอบการสีข้าวกล้องและข้าวขาว ของข้าวทั้ง 7 ชนิดได้ข้าวกล้องและข้าวขาวเฉลี่ยแล้วไม่ต่ำกว่า 60% และ 40% ตามลำดับ

พงศ์สรวง ฉายากุล (2557) เพื่อพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับใช้ในครัวเรือน โดยเปรียบเทียบกระบวนการในการสีข้าวสองระบบ คือ ระบบใช้แรงเสียดทานในการกะเทาะเปลือก และ ระบบใช้แรงเหวี่ยงในการกะเทาะเปลือก ซึ่งดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าว ได้แก่ น้ำหนัก ของข้าวกล้องที่ได้ เปอร์เซ็นต์ของข้าวเปลือกที่ได้รับการกะเทาะ และเปอร์เซ็นต์ของข้าวเต็มเมล็ด โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสีข้าวกล้อง ความรวดเร็วในการสีข้าวกล้อง การประหยัดพลังงาน และคงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้อง

โดยในงานวิจัยได้ดำเนินการศึกษาด้านแบบและผลิตเครื่องสีข้าวกล้องเพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพ และแก้ไขข้อบกพร่อง โดยเครื่องสีข้าวกล้องระบบแรงเหวี่ยงที่ได้ สามารถสีข้าวกล้องได้รวดเร็วกว่าระบบแรงเสียดทานที่ใช้ลูกยางกะเทาะ และใช้พลังงานน้อยกว่า รวมถึงง่ายต่อการใช้งานและการบำรุงรักษา ในส่วนของข้าวเต็มเมล็ดที่ได้โดยใช้พันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 เครื่องสีข้าวกล้องระบบแรงเหวี่ยงได้ข้าวเต็มเมล็ดเฉลี่ยที่ 77.62% และเครื่องสีข้าวกล้องระบบแรงเสียดทานได้ข้าวเต็มเมล็ดเฉลี่ยที่ 85.43%

พิศมาส หวังดี จริญญา มงคลวัย และว่าที่ ร.ต.วัชรินทร์ เขียวไกร (2556) การศึกษาและเปรียบเทียบเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกหนึ่งขนาดเล็กมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของเครื่องกะเทาะ และทดสอบประเมินผลเครื่องกะเทาะที่เหมาะสมต่อการกะเทาะข้าวเปลือกหนึ่ง เครื่องกะเทาะที่ทำการศึกษได้แก่ เครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกหินกรวยแกนนอน เครื่องกะเทาะแบบแรงเหวี่ยงที่ออกแบบสร้างขึ้นเอง และเครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกยางขนาดเล็ก จากการศึกษาพบว่าเครื่องกะเทาะแบบลูกหินกรวยแกนนอนประสิทธิภาพการกะเทาะสูงกว่า 99 เปอร์เซ็นต์ แต่จะเกิดการขัดสีมากกว่าเครื่องกะเทาะแบบแรงเหวี่ยง ได้คุณภาพการกะเทาะต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องกะเทาะแบบอื่น เครื่องกะเทาะแบบลูกยางขนาดเล็กพบว่า คุณภาพการกะเทาะที่ได้สูงกว่าเครื่อง

กะเทาะทั้งสองแบบที่กล่าวมา แต่จะต้องแก้ปัญหาการกะเทาะซ้ำจำนวนหลายรอบซึ่งส่งผลให้ความสามารถในการทำงานต่ำ เกษตรกรสูญเสียเวลาในการกะเทาะมากเกินไป

สุรสิทธิ์ ช่อวงศ์ (2553) ได้การสร้างเครื่องสีข้าวกลิ้ง ผู้วิจัยพบปัญหาว่า ในขณะนี้มีผู้สร้างเครื่องสีข้าวกลิ้งมาใช้แต่ยังมีจุดด้อยอยู่คือการออกแบบเครื่องสีข้าวกลิ้งแบบมือหมุน โดยใช้ลูกกลิ้งยางมาตรฐานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว มีการทำงาน ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกการลำเลียงข้าวเปลือกกลงสู่หน้าลูกกลิ้งยาง ควบคุมความเร็วในการปล่อยข้าวให้สัมพันธ์กับความเร็วในการหมุน เครื่องขั้นตอนที่สองการกะเทาะเปลือก โดยใช้ลูกกลิ้งยาง ลูกหมุนเข้าหากันด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน ขั้นตอนที่สาม การแยกแกลบแบบใช้ลมเป่า จุดที่ต้องแก้ไขคือ การใช้มือหมุนจะทำให้ควบคุมความเร็วไม่ได้ ใช้ลูกกลิ้ง ลูกจะทำให้การกะเทาะข้าวเปลือกไม่ดี ผู้วิจัยจึงคิดสร้างเครื่องสีข้าวกลิ้งขึ้นโดย ใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังใช้ลูกกลิ้ง ลูกหมุนในความเร็วที่ต่างกันทำการกะเทาะเปลือกข้าวออก และมีชุดดูดแยกเอาแกลบออกไป ดังนั้นจึงมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อออกแบบ และสร้างเครื่องสีข้าวกลิ้ง และมีสมมติฐานคือ เครื่องสีข้าวกลิ้งที่สร้างขึ้นต้องผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี (3.50 ขึ้นไป) หลังจากสร้างเครื่องสีข้าวกลิ้งแล้ว ได้สาธิตการทำงานของเครื่องให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินคุณภาพใน ด้าน คือ ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน และด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จากการนำผลประเมินนำมาวิเคราะห์ พบว่าเครื่องสีข้าวกลิ้งมีคุณภาพอยู่ในระดับคุณภาพดีมากทั้งในภาพรวมและแต่ละด้านจากการทดลองสีข้าว 1,000 กรัม แล้วนำมา 10 กรัมเพื่อทำการนับเมล็ดโดยทำการทดลอง 3 ครั้ง ได้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี 85.4% การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่อง สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีจากการสีด้วยเครื่องสีข้าวกลิ้ง มีค่ามากกว่าการบดด้วยครกสีข้าวสำหรับการวิเคราะห์หาช่วงความเชื่อมั่นของการสีข้าวกลิ้งด้วยเครื่องที่ความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95% จากการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของผลิตภัณฑ์ข้าวกลิ้งที่สีด้วยเครื่องสีข้าวกลิ้งในแต่ละครั้งมีค่าโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 84.9% ถึง 85.99%

อภิรักษ์ ใจกว้าง และคณะ (2553) ได้มีวัตถุประสงค์ ประการแรกเพื่อออกแบบและสร้างเครื่องสีข้าวกลิ้งชุมชนชนิดลูกยางคู่เพื่อใช้ในการสีข้าวกลิ้งในชุมชน และประการที่สองเพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่องสีข้าวกลิ้งชุมชนชนิดลูกยางคู่ ซึ่งเป็นเครื่องมือในการแปรรูปข้าวที่มีราคาถูกระบวนการผลิตไม่ซับซ้อนมากนัก และการซ่อมบำรุงรักษาง่าย โดยมีการประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง เพื่อต้องการปรับปรุงสมรรถนะในการทำงานให้ดีที่สุด ผลการวิจัยพบว่าเครื่องสีข้าวกลิ้งชุมชนชนิดลูกยางคู่ จะมีอัตราการทำงานปริมาณข้าวกลิ้ง และข้าวเต็มเมล็ดปานกลางและมีปริมาณแกลบต่ำ ผลการทดสอบประสิทธิภาพการกะเทาะของเครื่องสีข้าวกลิ้งชุมชนชนิดลูกยางคู่ ที่ความเร็วของลูกยางเร็วต่อลูกยางช้า 1,840 ต่อ 950, 1,680 ต่อ 860 และ 1,360 ต่อ 700 รอบต่อนาที พบว่าเมื่อลดความเร็วของลูกยางกะเทาะจะทำให้อัตราการทำงานที่ความเร็ว 1,840 ต่อ 950, 1,680 ต่อ 860 รอบต่อนาที ไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 45.80 และ 45.85 แต่ที่ความเร็วลูกยางกะเทาะ 1,360 ต่อ 700 รอบต่อนาที มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีอัตราการทำงานลดลง คือ 43.85 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง ส่วนอัตราการกะเทาะมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีอัตราลดลง คือ 87.62 , 85.05 และ 81.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณต้นข้าวที่ได้รับ มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีปริมาณเพิ่มขึ้น คือ 87.84, 88.43 และ 89.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณแกลบที่ได้มี

ความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีปริมาณลดลง คือ 12.16, 11.57 และ 10.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นั่นคือเมื่อลดความเร็วของลูกยางกะเทาะให้น้อยลงจะทำให้อัตราการทำงาน อัตราการกะเทาะ และปริมาณเกลบที่ได้ลดลง แต่จะทำให้ได้รับปริมาณต้นข้าวเพิ่มขึ้น

อรุณ อุ๋นไธสง (2553) โครงการวิจัยเพื่อสร้างและพัฒนาเครื่องสีข้าวกลึงขนาดเล็ก รวมทั้งเพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์ข้าวดี และข้าวหักที่ได้จากการสีด้วยเครื่องสีข้าวกลึงขนาดเล็ก โดยใช้มอเตอร์ต้นกำลัง 0.5 แรงม้า ใช้กระแสไฟฟ้า 220 โวลต์ ใช้ลูกยางในการกะเทาะข้าวเปลือก และทำการทดสอบการสีข้าวด้วย จำนวน 2 สายพันธุ์ คือพันธุ์หอมมะลิ 105 และพันธุ์ กข 6 เพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์ข้าวดีและข้าวหักที่ได้จากการสีด้วยเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก สำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องสีข้าวกลึงขนาดเล็กที่เหมาะสมสำหรับครอบครัว จากการทดสอบการสีข้าวพบว่า ข้าวพันธุ์หอมมะลิ 105 ทำการทดสอบการสีข้าวจำนวน 0.5 กิโลกรัม โดยการตั้งระยะห่างระหว่างลูกยาง 1.5 มิลลิเมตร ได้น้ำหนักข้าวกลึงเฉลี่ย เท่ากับ 0.388 กิโลกรัม ได้เปอร์เซ็นต์ข้าวดีร้อยละ 70 และเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก 6.6 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการสีเฉลี่ย 8.25 นาที ส่วนข้าวพันธุ์ กข 6 ทำการทดสอบการสีข้าวจำนวน 0.5 กิโลกรัม โดยการตั้งระยะห่างระหว่างลูกยาง 1.5 มิลลิเมตร ได้น้ำหนักข้าวกลึงเฉลี่ย เท่ากับ 0.349 กิโลกรัม ได้เปอร์เซ็นต์ข้าวดีร้อยละ 61.9 และเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก 7.9 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการสีเฉลี่ย 6.55 นาที

ประมินทร์ หะยะมิน (2552) ได้ศึกษาวิจัยสร้างเครื่องตำข้าวซ้อมมือ ที่ใช้แก้ปัญหาของกลุ่มแม่บ้านที่ผลิต ข้าวซ้อมมือออกจำหน่ายเป็นสินค้า OTOP ของจังหวัดนครราชสีมา ที่ปัจจุบันยังใช้แรงงานคนในการผลิตข้าว ซ้อมมือทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตำข้าวซ้อมมือ ซึ่งโดยทั่วไปกระบวนการผลิตข้าวซ้อมมือ ของกลุ่มแม่บ้านโคกอิฐโคกโน ตำบลพร่อน อำเภอดาเกา จังหวัดนครราชสีมา ที่ผลิตข้าวกระดังงาออกจำหน่าย มีขั้นตอน การผลิตที่เกิดความล่าช้า คือ การนำข้าวสารที่ได้จากการสีด้วยครกโบราณมาแยกเปลือกออกนำมาตำด้วยครก เพื่อให้ข้าวสารที่ได้จากการตำนำไปหุงแล้วมีความนุ่มและสามารถรับประทานได้มากขึ้น ซึ่งต้องใช้แรงงานคน 3-5 คนในการตำ 1 ครั้งได้ปริมาณ 5 ลิตร โดยใช้ระยะเวลาในการตำประมาณ 15 นาที เครื่องตำข้าวซ้อมมือที่สร้างขึ้นมาสามารถทำงานได้โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์ ขนาด ¼ แรงม้า ไปขับเคลื่อนรอบครั้งต่อนาทีสามารถตำข้าวได้ 2.3 ลิตร โดยใช้ ระยะเวลาในการตำ 5 นาที ผลผลิตที่ได้จากการตำด้วยเครื่องตำข้าวมีความใกล้เคียงใกล้เคียงกับกลุ่มแม่บ้าน

เสงี่ยม คล้ายรัศมี (2550) พัฒนาเครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบเคลื่อนที่ได้ ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ยานยนต์ที่มีการประกอบขึ้นภายในประเทศที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วไปใช้ชื่อว่ารถสามล้อเครื่อง (รถตุ๊กตุ๊ก) และเครื่องสีข้าวขนาดเล็กเข้าด้วยกัน การดำเนินงานเริ่มจากการออกแบบเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก และติดตั้งเพิ่มเติมอุปกรณ์ชุดลำเลียงข้าวเปลือกซึ่งเป็นการป้อนข้าวเปลือกให้กับเครื่องสีข้าวรวมถึงชุดคัดแยกข้าวสารเมล็ดเต็มออกจากข้าวสารรวม แล้วนำมาประกอบติดตั้งบนรถสามล้อเครื่อง เพื่อให้สามารถเคลื่อนย้ายเครื่องสีข้าวขนาดเล็กไปให้บริการแก่เกษตรกรตามชุมชนต่าง ๆ เพื่อช่วยลดปัญหาการขนย้ายข้าวเปลือก และการใช้แรงงานของผู้ปฏิบัติงานในการสีข้าวเปลือก นอกจากนี้เครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบเคลื่อนที่ได้ ต้นแบบยังสามารถปรับเลือกให้สีข้าวเปลือกออกมาได้เป็นทั้งข้าวขาว และข้าวกลึง

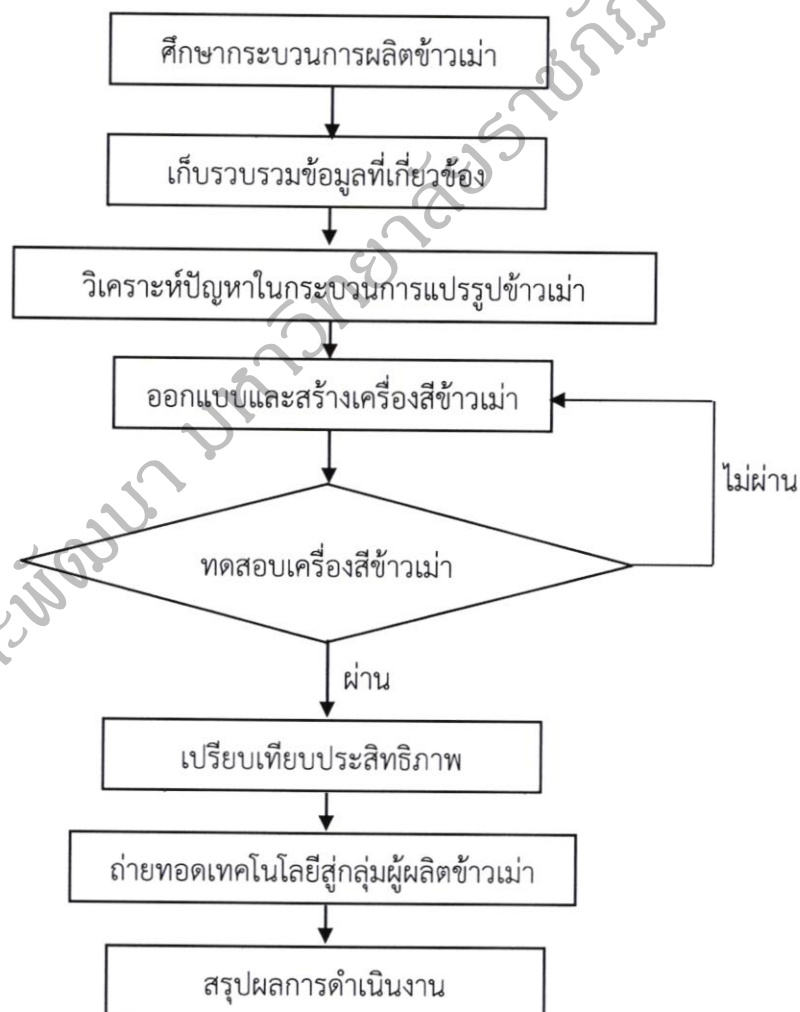
หลังจากได้ทำการออกแบบ และพัฒนาเครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบเคลื่อนที่ได้ต้นแบบนี้แล้วได้ทำการทดสอบ และประเมินผลพบว่าเครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบเคลื่อนที่ได้ต้นแบบมีความสามารถในการสีข้าวได้โดยเฉลี่ย 149.70 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ได้ต้นข้าวโดยเฉลี่ย 61.36% โดยใช้แรงงานประกอบในการปฏิบัติงานเพียงคนเดียว

อภิรักษ์ ไก่ว่าง สมบูรณ์ สารสิทธิ์ และธนาภรณ์ เมืองมุงคน (2553) การวิจัยเพื่อออกแบบและสร้างเครื่องสีข้าวกลึงชุมชนชนนิตลู่ยกาคู่เพื่อใช้ในการสีข้าวกลึงในชุมชน และประการที่สองเพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่องสีข้าวกลึงชุมชนชนนิตลู่ยกาคู่ ซึ่งเป็นเครื่องมือในการแปรรูปข้าวที่มีราคาถูก กระบวนการผลิตไม่ซับซ้อนมากนัก และการซ่อมบำรุงรักษาง่าย โดยมีการประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองเพื่อต้องการปรับปรุงสมรรถนะในการทำงานให้ดีที่สุด ผลการวิจัยพบว่า เครื่องสีข้าวกลึงชุมชนชนนิตลู่ยกาคู่จะมีอัตราการทำงานปริมาณข้าวกลึง และข้าวเต็มเมล็ดปานกลางและมีปริมาณแกลบต่ำ ผลการทดสอบประสิทธิภาพการกะเทาะของเครื่องสีข้าวกลึงชุมชนชนนิตลู่ยกาคู่ที่ความเร็วของลูกยางเร็วต่อลูกยางช้า 1,840 ต่อ 950, 1,680 ต่อ 860 และ 1,360 ต่อ 700 รอบต่อนาที พบว่าเมื่อลดความเร็วของลูกยางกะเทาะจะทำให้อัตราการทำงานที่ความเร็ว 1,840 ต่อ 950, 1,680 ต่อ 860 รอบต่อนาที ไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 45.80 และ 45.85 แต่ที่ความเร็วลูกยางกะเทาะ 1,360 ต่อ 700 รอบต่อนาที มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีอัตราการทำงานลดลง คือ 43.85 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ส่วนอัตราการกะเทาะมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีอัตราลดลง คือ 87.62 , 85.05 และ 81.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณต้นข้าวที่ได้รับมีความแตกต่างกันทางสถิติแต่มีปริมาณเพิ่มขึ้น คือ 87.84, 88.43 และ 89.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณแกลบที่ได้มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีปริมาณลดลง คือ 12.16, 11.57 และ 10.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นั่นคือเมื่อลดความเร็วของลูกยางกะเทาะให้น้อยลงจะทำให้อัตราการทำงาน อัตราการกะเทาะ และปริมาณแกลบที่ได้ลดลง แต่จะทำให้ได้รับปริมาณต้นข้าวเพิ่มขึ้น

ประพันธ์ ศิริพลัพล (2530) ได้วิจัยออกแบบและสร้างเครื่องสีข้าวแบบใช้ไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กกระทัดรัด ต้นทุนการผลิตต่ำ มีประสิทธิภาพสูง ได้ข้าวสารที่มีคุณภาพดีใกล้เคียงหรือเทียบเท่ากับเครื่องสีข้าวขนาดใหญ่ โดยมุ่งใช้ประโยชน์ในครัวเรือนตามชนบทปกติแล้วระบบการกะเทาะเปลือกข้าวมีด้วยกันหลายวิธีแต่โครงการนี้ได้เลือกใช้แบบหินลูกกลิ้งหมุนในเปลือกเหล็กซึ่งเป็นระบบที่ง่ายไม่ซับซ้อน หากแต่ได้เพิ่มกระบวนการขัดขาวเข้ากับระบบกะเทาะเปลือกข้าวพร้อม ๆ กัน คือข้าวที่กะเทาะเปลือกแล้วจะถูกขัดขาวไปด้วย ต้นกำลังที่นำมาขับเคลื่อนลูกกลิ้งและพัดลมที่ใช้เป่าแกลบออก ผู้วิจัยได้เลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า (746วัตต์) ในการทดสอบใช้ข้าวทั้งหมด 8 พันธุ์ เป็นพันธุ์ข้าวเจ้า 4 พันธุ์ คือ พันธุ์เหลืองใหญ่ 148 พันธุ์ กข.7 พันธุ์ กข.15 พันธุ์ ข้าวดอกมะลิ105 และพันธุ์ข้าวเหนียวอีก 4 พันธุ์ คือ พันธุ์กำผาย 15 พันธุ์ข้าวเหนียวสันป่าตอง พันธุ์ กข.8 พันธุ์ กข.10 โดยทดสอบ ที่รอบหินกะเทาะ 510 รอบต่อนาที, 596 รอบต่อนาที และ 715 รอบต่อนาที เครื่องสีข้าวที่สร้างขึ้นมานี้ มีน้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม จากการทดสอบ และประเมินผล ซึ่งได้แก่การหาเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก การหาความขาวของข้าว การหาอัตราการสีข้าว และการประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ สรุปได้ว่าเครื่องสีข้าวที่สร้างขึ้นนี้เหมาะสมที่จะสีข้าวเปลือกที่มีความชื้นน้อย ๆ ที่รอบหินกะเทาะ 715 รอบต่อนาที เพราะให้อัตราการสีข้าวได้สูงถึง 43.61กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยที่ข้าวที่สีได้มีเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเฉลี่ย 22.72% และเสียค่ากระแสไฟฟ้าเพียงชั่วโมงละ 1.50 บาทเท่านั้น

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นเพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องสีข้าวแม่ให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการที่ตั้งไว้ เพื่อเพิ่มปริมาณการผลิตให้กับกลุ่มผู้ผลิตข้าวแม่และลดต้นทุนของการดำเนินการในกระบวนการกะเทาะเปลือกข้าวแม่ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้ ศึกษาวิธีการกะเทาะเปลือกข้าวแม่ ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องสีข้าวแม่ ศึกษาเก็บบันทึกและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องสีข้าวแม่ ออกแบบและสร้างเครื่องสีข้าวแม่ ทดสอบการทำงาน of เครื่องสีข้าวแม่ สรุปผลโครงการและข้อเสนอแนะมีรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาขั้นตอนการผลิตข้าวเม่า

จากการศึกษากระบวนการผลิตข้าวเม่าของจุดเรียนรู้การทำข้าวเม่า บ้านโนนกุ่ม ตำบลดงใหญ่ อำเภอฟินมาย จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากสถานที่จริง พบว่าในกระบวนการผลิตข้าวเม่า ยังคงใช้แรงงานคนในการผลิตและเครื่องมือแบบดั้งเดิม ถึงจะมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีของเครื่องจักรแบบใหม่แล้วก็ตาม แต่ทางกลุ่มผู้ผลิตได้ให้ข้อมูลกับผู้วิจัยว่าเครื่องตำข้าวเม่าที่ได้รับมอบมานั้น มีกำลังผลิตน้อยกว่าการผลิตแบบดั้งเดิมที่ทำอยู่จึงไม่ได้ใช้เครื่องดังกล่าว ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาขั้นตอนการผลิตแบบดั้งเดิม โดยขั้นตอนการกะเทาะเปลือกที่ยังคงใช้ครกกระเดื่องในการตำเพื่อกะเทาะและให้เมล็ดข้าวเม่าแบนได้ขนาดตามที่ต้องการ ซึ่งในการผลิตด้วยวิธีดังกล่าวต้องอาศัยทักษะในการตำและพลิกข้าวในครก จึงทำให้เกิดปัญหาเรื่องกำลังการผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการ ทำให้สูญเสียโอกาสในการจำหน่ายสินค้า

3.1.1 ศึกษาขั้นตอนการกะเทาะเปลือกข้าวเม่า

การผลิตข้าวเม่าเป็นการแปรรูปมาจากข้าวระยะเม่า หรือข้าวที่แก่แล้วนำมานึ่งแล้วตำโดยใช้วัตถุบดที่สามารถหาได้จากภายในท้องถิ่นเป็นข้าวเจ้าหอมมะลิ 105 ซึ่งมีอุปกรณ์ วัตถุบด และกระบวนการในการผลิตดังนี้

1. นำข้าวในระยเม่าหรือข้าวที่แก่มาคั่ว



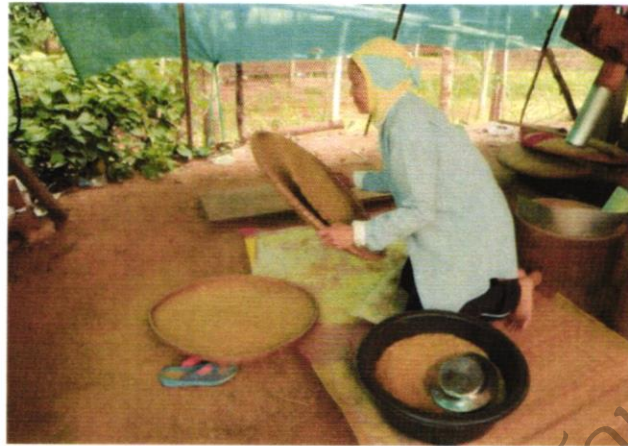
ภาพที่ 3.2 การคั่วข้าวเม่า

2. นำข้าวเม่าที่ผ่านการคั่วมาตำในครกกระเดื่อง

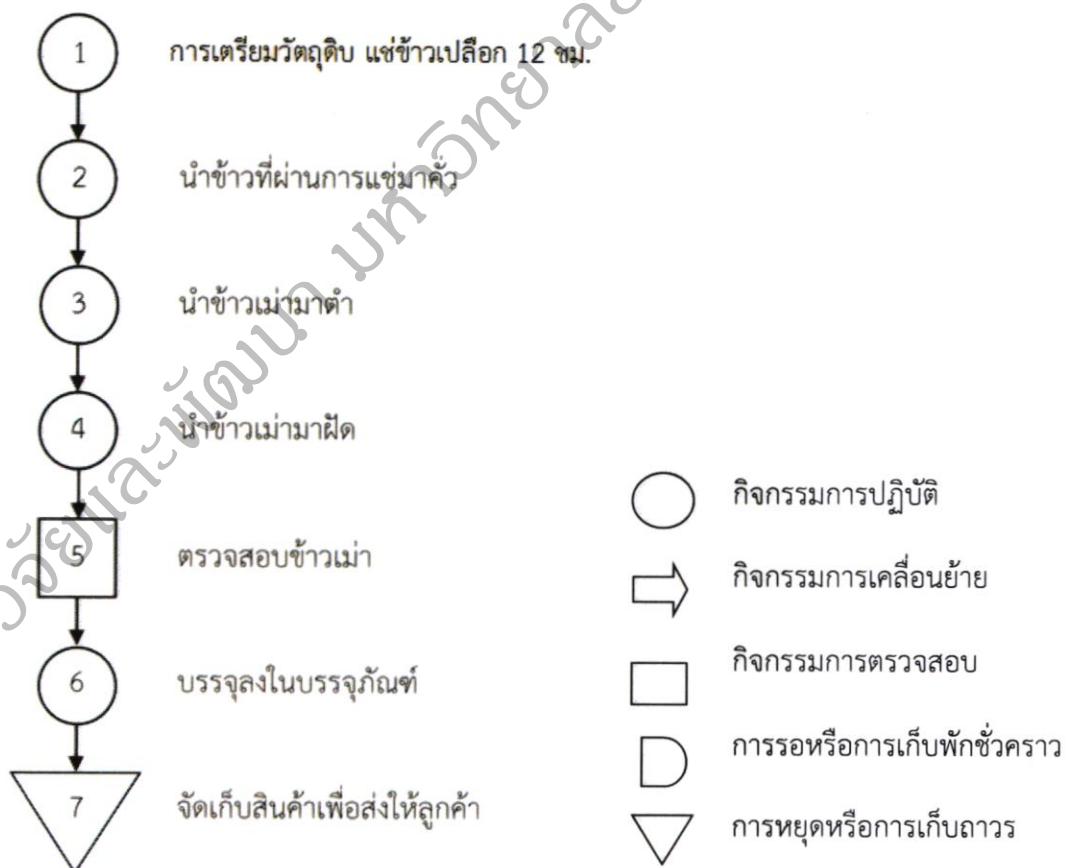


ภาพที่ 3.3 การตำข้าวเม่า

3. นำข้าวเม่าที่ตำเสร็จแล้วมาผัดในกระทงเพื่อเอาเปลือกข้าวเม่าออก



ภาพที่ 3.4 การผัดข้าวเม่าออกจากเปลือก



ภาพที่ 3.5 แผนภูมิกระบวนการผลิตข้าวเม่า

3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลและศึกษาการผลิตข้าวเม่า

การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิเบื้องต้นจากการสอบถาม จากชาวบ้านโนนกลุ่ม อำเภอฟินมาย จังหวัดนครราชสีมา พบว่าข้าวเม่าเป็นที่ต้องการของท้องตลาดมากถึง 12 ตันต่อปี แต่ทางกลุ่มไม่สามารถผลิตได้ทันกับความต้องการ โดยบางวันมีความต้องการข้าวเม่ามากถึง 200-300 กิโลกรัมต่อวันซึ่งปกติชาวบ้านผลิตข้าวเม่าทุก ๆ วัน วันละประมาณ 60 กิโลกรัมต่อวัน จึงทำให้ไม่สามารถผลิตได้ทันตามความต้องการ และชาวบ้านก็มีครกตำไม่เพียงพอ จึงเป็นการเสียโอกาสเพิ่มรายได้

3.2.1 จับเวลาในกระบวนการผลิตข้าวเม่า

เก็บข้อมูลปริมาณการผลิต ทางคณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและจับเวลาเพื่อทำการหาประสิทธิภาพของการผลิต โดยการเก็บข้อมูลทั้งหมด 20 ครั้ง ซึ่งกลุ่มชาวบ้านโนนกลุ่มสามารถตำข้าวเม่าได้ 0.4 กิโลต่อครั้ง หลังจากตำข้าวจนเห็นว่าเปลือกข้าวกะเทาะออก จึงนำข้าวเม่าขึ้นมาผัดเพื่อแยกเปลือกออกจากข้าวเม่า ในแต่ละครั้งใช้เวลาเฉลี่ย 15 นาทีต่อครั้ง รายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงเวลาในการตำ และเวลาการร่อนข้าวเม่า โดยใช้วิธีเดิม (400 กรัมต่อครั้ง)

ครั้งที่	เวลาในการคั่ว (นาที)	เวลาในการตำ (นาที)	เวลาในการร่อน (ใช้เครื่องร่อน : วินาที)
1	2.03	1.16	10.94
2	2.15	1.43	10.94
3	2.23	1.28	10.94
4	2.54	1.41	10.94
5	2.46	1.35	10.94
6	2.10	1.38	10.94
7	2.51	1.43	10.94
8	1.56	1.43	10.94
9	2.25	1.43	10.94
10	2.22	1.36	10.94
11	2.14	1.24	10.94
12	2.47	1.46	10.94
13	2.52	1.28	10.94
14	2.45	1.37	10.94
15	2.16	1.56	10.94
16	2.19	1.46	10.94
17	2.19	1.23	10.94
18	2.19	1.26	10.94
19	2.20	1.28	10.94
20	2.18	1.24	10.94

กรณีศึกษาความเชื่อมั่นของจำนวนครั้งของการจับเวลาตำข้าวเม่า โดยต้องการความเชื่อมั่นของข้อมูล 95 เปอร์เซ็นต์ และข้อมูลมีความคลาดเคลื่อน ± 5 เปอร์เซ็นต์ ผู้ดำเนินโครงการจึงเก็บข้อมูลเวลาการทำงานจำนวน 20 ครั้ง การผลิตและนำข้อมูลจากตารางที่ 3.1 เฉพาะเวลาการตำข้าวเม่ามาหาจำนวนครั้งที่ต้องจับเวลาเพื่อให้ได้ช่วงความเชื่อมั่นที่กำหนด สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$N = \left[\frac{40 \times n}{\sum x_i} \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - ((\sum x_i)^2 / n)}{n - 1}} \right]^2$$

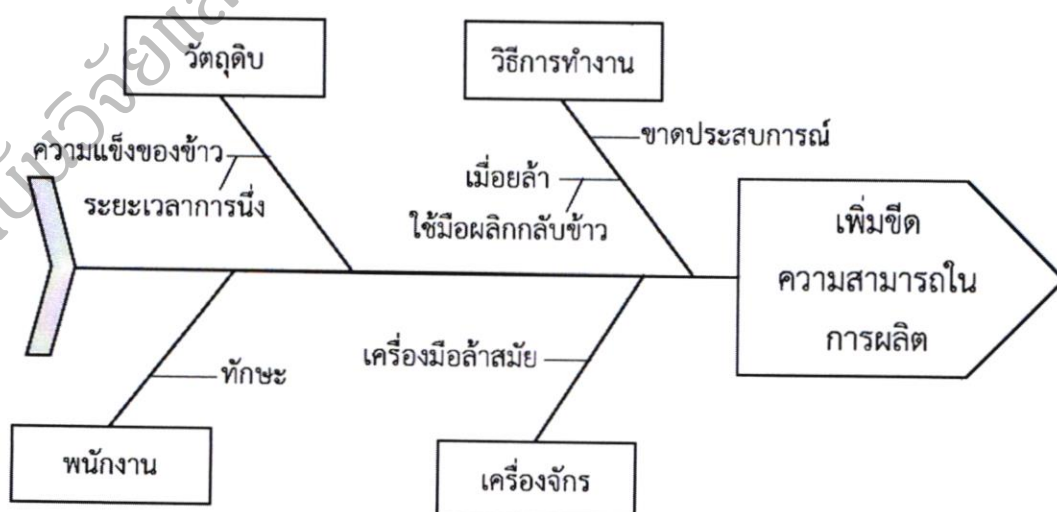
$$N = \left[\frac{40 \times 20}{\sum 27.04} \sqrt{\frac{\sum 36.75 - ((27.04)^2 / 20)}{20 - 1}} \right]^2$$

$$= 5.79 \approx 6 \text{ ครั้ง}$$

ดังนั้น จากการคำนวณจำนวนครั้งของการจับเวลาการตำข้าวเม่าแบบเดิม $N = 6$ ครั้ง ซึ่งมีจำนวนครั้งของการจับเวลา (N) น้อยกว่าจำนวนครั้งของเวลาการจับเวลาตัวอย่างเวลา (a) ดังนั้น จำนวนครั้งของเวลาการจับเวลา ตัวอย่างมีความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และข้อมูลมีความคลาดเคลื่อน ± 5 เปอร์เซ็นต์

3.3 การวิเคราะห์ปัญหาของการกะเทาะเปลือกข้าวเม่า

จากการวิเคราะห์สภาพขั้นตอนการทำงานในปัจจุบัน พบว่าเกิดปัญหาความล่าช้าในขั้นตอนการตำและผัด ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต เกิดการรอคอยของงานทำให้เกิดปัญหาคอขวด ทำให้เสียโอกาสทางการตลาดทางกลุ่มผู้วิจัยจึงได้นำปัญหามาแก้ไขโดยการออกแบบสร้างเครื่องสีข้าวเม่า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการผลิต



ภาพที่ 3.6 แผนผังแสดงปัญหาของกระบวนการกะเทาะเปลือกข้าวเม่า

จากแผนภูมิกำงปลานำมาวิเคราะห์ปัญหาดังนี้

3.3.1 ประสพการณ์

ในการผลิตเกือบทุก ๆ ขั้นตอนจำเป็นต้องใช้ทักษะ และประสพการณ์ในการทำ เช่น การคั่วข้าวเม่าต้องใช้ประสพการณ์เพื่อสังเกตสีของข้าวที่คั่วว่าใช้ได้แล้วหรือยัง การตำที่ต้องใช้ทักษะการพลิกข้าวเพื่อให้ข้าวแบนสม่ำเสมอทั่วทั้งครก

3.3.2 วัตถุดิบ

เนื่องจากทางกลุ่มใช้ข้าวเปลือกเป็นวัตถุดิบทำให้การตำจึงต้องตำขณะที่ข้าวร้อน ๆ อยู่เพื่อลดการแตกหักของข้าวเม่า แต่หากข้าวร้อนเกินไปก็จะทำให้ข้าวติดกันเป็นก้อน ซึ่งข้าวเม่ากลุ่มอื่นใช้วัตถุดิบจากข้าวเหนียวที่อยู่ในระยะเม่าทำให้ง่ายต่อการตำ

3.3.3 เครื่องจักร

เครื่องจักรที่ใช้ในปัจจุบันเป็นแบบครกกระเดื่อง คานทำให้ต้องใช้ต้นกำลังสูงในการยกสาก จากการเก็บข้อมูลพบว่าทางกลุ่มใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรง ซึ่งจากการคำนวณค่าไฟฟ้าเดือนละ 1,500 – 2,000 บาท

จากข้อมูลผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปัญหา พบว่าในขั้นตอนการผลิตข้าวเม่ามีขั้นตอนที่ย่งยาก สลับซับซ้อน โดยเริ่มต้นจากการตำแล้วนำไปผัดเอากากออก ซึ่งต้องทำซ้ำกลับไปกลับมาเป็นลำดับ ขั้นตอนจนกว่าเปลือกข้าวจะหมด ต้องใช้ระยะเวลานาน และครกกระเดื่องในชุมชนในปัจจุบันก็มีอยู่น้อย หรือบางชุมชนอาจไม่มีเลย การทำข้าวเม่าเพื่อรับประทานในครัวเรือน หรือในชุมชนจึงเป็นไปได้ยาก ดังนั้น ผู้วิจัยทำจึงต้องการออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกข้าวเม่า ขนาดเล็กที่สามารถใช้ในบ้านเรือน ชุมชน หรือผลิตเพื่อจำหน่ายเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน เพื่อสร้างรายได้แก่ชุมชน ซึ่งมีกระบวนการในการผลิตไม่ยุ่งยาก ใช้ความรวดเร็วในการกะเทาะเปลือกข้าวเม่าที่เหมาะสม

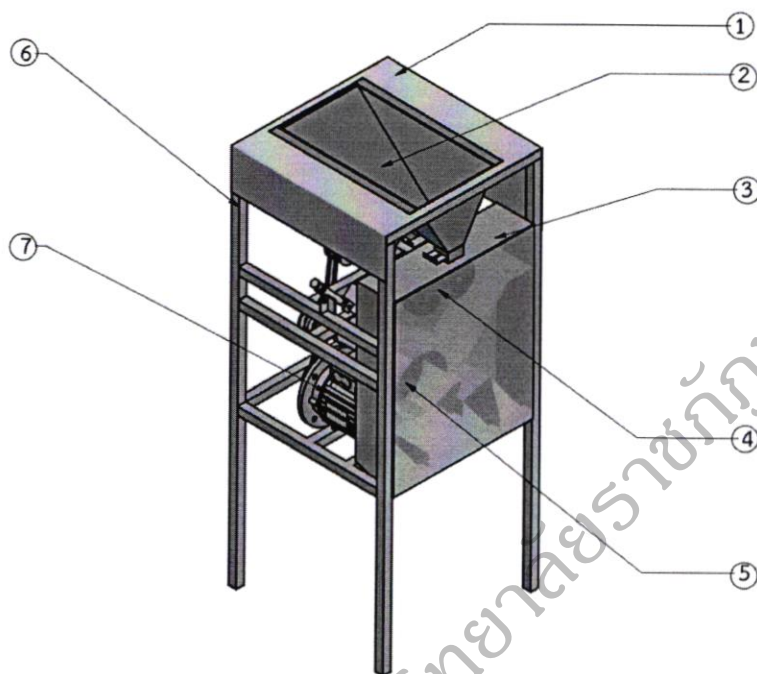
3.4 การออกแบบเครื่องสีข้าวเม่า

ออกแบบเครื่องสีข้าวเม่า จะทำการออกแบบนั้นมีขั้นตอนการทำงานเริ่มต้นจาก ขั้นตอนที่ 1 การนำข้าวเปลือกที่คั่วแล้วเทลง Hopper แล้วเปิดช่องด้านล่างของ Hopper เพื่อให้ข้าวป้อนเข้าสู่เครื่องสีข้าว ขั้นตอนที่ 2 การกะเทาะเปลือกข้าวเปลือกโดยใช้ลูกยางกะเทาะสองลูกหมุนในความเร็วยกต่างกันหมุนเข้าให้กันเพื่อเฉือนให้เมล็ดข้าวหลุดออกจากเปลือกแล้วกลบกับเมล็ดข้าวจะไหลลงทางช่องรวม ขั้นตอนที่ 3 การคัดแยกข้าวสาร หลังจากเมล็ดข้าวไหลลงทางช่องรวมแล้วจะตกลงที่แผ่นรองเอียง 45 องศาหน้าช่องลม ลมจะเป่าเอาเมล็ดที่มีน้ำหนักเบาออก ส่วนเมล็ดข้าวที่มีน้ำหนักมากจะไหลลงทางช่องข้าวดี จะกะเทาะเปลือกออกได้มากขึ้นขึ้นอยู่กับ การปรับตั้งลูกกะเทาะให้ชิดหรือห่าง ขั้นตอนที่ 4 การรีดข้าวที่ผ่านการกะเทาะเปลือกออก โดยใช้ลูกรีดในการบีบเมล็ดข้าวให้แบนตามที่ต้องการโดยข้าวต้องยังคงมีความร้อนอยู่ จากขั้นตอนดังกล่าวนี้ทั้ง 3 ขั้นตอนมารวมเข้าด้วยกัน สามารถแสดงรูปแบบเครื่องสีข้าวเม่า ดังแสดงในภาพที่ 3.7

3.4.1 โครงสร้างหลักของเครื่องสีข้าวเม่า

โครงสร้างหลักของเครื่องสีข้าวเม่า (หมายเลข 6) ส่วนที่เป็นโครงสร้างได้ใช้เหล็กกล่อง และเหล็กฉาก ทำเป็นโครงสร้างขึ้นมาโดยมีขนาดโครงสร้างขนาด 120 x 50 x 50 เซนติเมตร และ

ส่วนแผ่นยึดลูกยางกะเทาะเปลือกข้าวนั้นใช้แผ่นเหล็กหนา 1.2 มิลลิเมตร เป็นแผ่นยึดส่วนฝาครอบ ด้านนอกใช้แผ่นเหล็ก 1.2 มิลลิเมตร เป็นส่วนประกอบมีรูปร่างดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 แสดงชิ้นส่วนหลักของเครื่องสีข้าวเม่า

3.4.2 การหาขนาดของกำลังในการกะเทาะเปลือก

จากการศึกษาข้อมูลดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นเกี่ยวกับการกะเทาะข้าวเปลือกในแบบต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.1 จะเห็นว่าเครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกยางเป็นเครื่องกะเทาะเปลือกที่ให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นสูงสุด ดังนั้นจึงเลือกเครื่องกะเทาะเปลือกเป็นแบบลูกกลิ้งยาง

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาด และความเร็วรอบของลูกยาง และความเร็วรอบของลูกยาง ดังแสดงในตารางที่ 3.2 จะเห็นว่าเครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกกลิ้งยางที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดมีขนาดเท่ากับ 101 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)

ตารางที่ 3.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาด และความเร็วรอบของลูกยาง

เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกยาง กะเทาะเปลือก		ความกว้างของลูกยาง กะเทาะเปลือก		ความเร็วรอบของลูกกลิ้งยาง (รอบต่อนาที)	
มิลลิเมตร	นิ้ว	มิลลิเมตร	นิ้ว	ลูกหมุนเร็ว	ลูกหมุนช้า
101	4	44	1.75	1,450	1,000
150	6	64	2.5	1,320	900
220	8.5	76	3	1,200	900
254	10	254	10	1,000	740

ที่มา : Esmay et al.,(1979)

ดังนั้นจึงเลือกเครื่องกะเทาะเปลือกเป็นแบบลูกกลิ้งยางที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 101 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มีความกว้างของลูกกลิ้งยางเท่ากับ 44 มิลลิเมตร และจะใช้ความเร็วรอบของลูกกลิ้งยางลูกที่หมุนเร็วเท่ากับ 1,450 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของลูกกลิ้งยางลูกที่หมุนช้าเท่ากับ 1,000 รอบต่อนาที จากตารางเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลิ้งยาง และกำลังที่ต้องการ

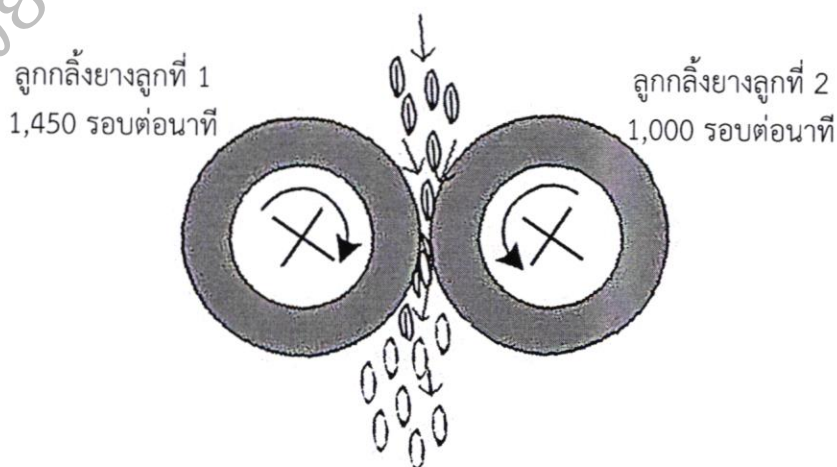
ขนาดระบุ (นิ้ว)	ขนาดของลูกกลิ้งยาง (มิลลิเมตร)		ความสามารถในการทำงาน (ตัน/ชั่วโมง)		กำลังม้าที่ต้องการ (แรงม้า)
	ความยาว	เส้นผ่านศูนย์กลาง	เมล็ดข้าวยาว	เมล็ดข้าวสั้น	
4	100	100	0.9	1.25	2.5
6	150	150	1.2	1.9	4
10	254	254	2.2	3.8	6

ที่มา : Wimberly., (1983)

จากตารางที่ 3.3 จะเห็นได้ว่าเครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกกลิ้งยางที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 101 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) จะต้องใช้กำลังเท่ากับ 2.5 แรงม้า และจะมีประสิทธิภาพในการทำงานเท่ากับ 0.9 ตันต่อชั่วโมง ดังนั้นการหาขนาดของกำลังในขั้นตอนของการกะเทาะเปลือกจึงเลือกเครื่องกะเทาะเปลือกเป็นแบบลูกกลิ้งยางที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 101 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มีความกว้างของลูกกลิ้งยางเท่ากับ 44 มิลลิเมตร โดยจะใช้ความเร็วรอบของลูกกลิ้งยางลูกที่หมุนเร็วเท่ากับ 1,450 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของลูกกลิ้งยางลูกที่หมุนช้าเท่ากับ 1,000 รอบต่อนาที ตลอดจนจะใช้ขนาดของกำลังในการขับเคลื่อนระบบไม่เกิน 2.5 แรงม้า

3.4.3 การออกแบบระบบกะเทาะเปลือกของข้าวเปลือกแบบลูกกลิ้งยาง

ระบบกะเทาะเปลือกของข้าวเปลือกแบบลูกกลิ้งยางที่ได้ทำการออกแบบจะมีรูปแบบของการทำงานโดยประกอบไปด้วย ลูกกลิ้งยาง 2 ลูก ที่หมุนในทิศทางตรงข้ามด้วยประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพที่ 3.8

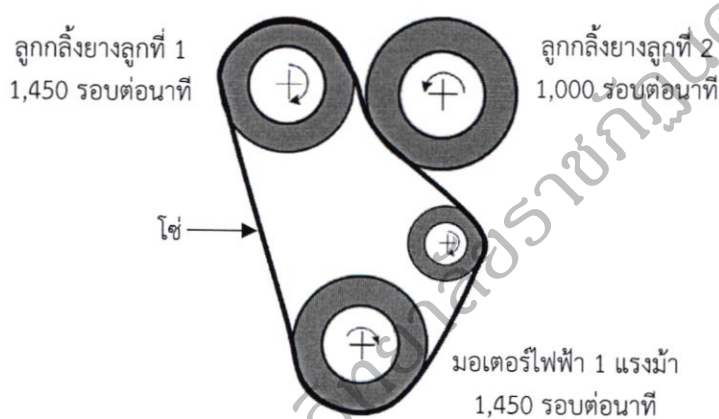


ภาพที่ 3.8 แสดงระบบกะเทาะเปลือกข้าวเปลือกแบบลูกกลิ้งยางที่ได้ออกแบบ

3.4.4 การหาขนาดเพลาลูกกลิ้งยาง

จากการออกแบบเครื่องสีข้าวเฒ่า ที่ได้ออกแบบเป็นการกะเทาะเปลือกแบบลูกกลิ้งยางที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 101 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มีความกว้างของลูกกลิ้งยางเท่ากับ 44 มิลลิเมตร และจะใช้ความเร็วรอบของลูกกลิ้งยางลูกที่หมุนเร็วเท่ากับ 1,450 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของลูกกลิ้งยางลูกที่หมุนช้าเท่ากับ 1,000 รอบต่อนาที

ระบบการถ่ายทอดกำลังของระบบกะเทาะเปลือกข้าวเปลือกแบบลูกกลิ้งยางที่ได้ทำการออกแบบจะใช้ระบบโซ่ และสเตอร์ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของระบบการถ่ายทอดกำลังของระบบกะเทาะเปลือกข้าวเปลือกแบบลูกกลิ้งยางได้ดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 แสดงระบบการถ่ายทอดกำลังของระบบการกะเทาะเปลือกข้าวเปลือก

3.4.4.1 การหาขนาดของเพลาลูกกลิ้งยาง

กำหนดให้ลูกกลิ้งยาง 1 รับภาระการถ่ายทอดเต็มกำลังจากเครื่องต้นกำลังเท่ากับ 1 แรงม้าเพื่อหาขนาดเพลารับภาระสูงสุด

ดังนั้นมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า มีกำลัง $P = 746 \times 1 = 746 \text{ w}$

โดยให้ความเร็วรอบเพลาลูกกลิ้งยาง 1, $n_1 = 1,450 \text{ rpm}$

ฉะนั้นค่าแรงบิด T ที่เกิดขึ้นที่เพลาลูกกลิ้งยาง 1 สามารถหาได้ดังนี้

$$P = \frac{2\pi nT}{60}$$

$$\text{ดังนั้น } T_1 = \frac{P \times 60}{2\pi n}$$

$$\text{แทนค่า } T_1 = \frac{746 \times 60}{2 \times \pi \times 1,450}$$

$$= 4,912 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

กำหนดให้เพลเป็นเพลเหล็กกล้า St37 จากตารางคุณสมบัติของเหล็ก และเหล็กกล้าจะได้ว่า

$$\sigma_y = 340 \text{ MPa} \quad \text{และ} \quad \sigma_u = 470 \text{ MPa}$$

และทำการออกแบบร่องลิ้นเพื่อประกอบกับโช้ และสเตอร์ ดังนี้
ความเค้นเฉือนออกแบบถ้าเพลามีร่องลิ้นให้ลดค่าความเค้นเฉือนใช้งานโดยใช้เพียง

75%

$$\begin{aligned}\tau_d &= 0.3(0.75) \sigma_y \\ &= 0.3(0.75)(340) \\ &= 76.5 \text{ N/mm}^2 \\ \text{หรือ} \quad \tau_d &= 0.18(0.75) \sigma_u \\ &= 0.18(0.75)(470) \\ &= 63.45 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

ดังนั้นจึงเลือกค่าน้อย $\tau_d = 63.45 \text{ N/mm}^2$

กำหนดการใช้งานหนักดังนั้นค่าตัวประกอบความล้า (ตารางที่ ข.2)

$$C_t = 3$$

การหาขนาดของเพลาลูกกลิ้งอย่าง 1 สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.1 เมื่อกำหนดให้ C_m มีค่าเป็นศูนย์ โดยจากสมการที่ 2.1 สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการใหม่ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}d^3 &= \frac{16C_tT_1}{\pi\tau_d} \\ \text{แทนค่า} \quad d^3 &= \frac{16 \times 3 \times (4.912 \times 10^3)}{\pi \times 63.45}\end{aligned}$$

ดังนั้น เพลาลูกกลิ้งอย่าง 1 และลูกกลิ้งอย่าง 3 $d = 10.57 \approx 12.00 \text{ mm}$.

3.4.4.2 การหาขนาดของเพลาลูกกลิ้งอย่าง 2

กำหนดให้ลูกกลิ้งอย่าง 2 รับภาระการถ่ายทอดเต็มกำลังจากเครื่องต้นกำลังเท่ากับ 1 แรงม้าเพื่อหาขนาดเพลารับภาระสูงสุด

ดังนั้นมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า มีกำลัง $P = 746 \times 1 = 746 \text{ w}$

โดยให้ความเร็วรอบเพลาลูกกลิ้งอย่าง 2, $n_2 = 1,000 \text{ rpm}$

ฉะนั้นค่าแรงบิด T ที่เกิดขึ้นที่เพลาลูกกลิ้งอย่าง 2 สามารถหาได้ดังนี้

$$\begin{aligned}P &= \frac{2\pi nT}{60} \\ \text{ดังนั้น} \quad T_2 &= \frac{P \times 60}{2\pi n} \\ \text{แทนค่า} \quad T_2 &= \frac{746 \times 60}{2 \times \pi \times 1.00} \\ &= 7,123 \text{ (N/mm}^2\text{)}\end{aligned}$$

กำหนดให้เพลเป็นเพลเหล็กกล้า St37 จากตารางคุณสมบัติของเหล็ก และเหล็กกล้าจะได้ว่า

$$\sigma_y = 340 \text{ MPa} \quad \text{และ} \quad \sigma_u = 470 \text{ MPa}$$

และทำการออกแบบร่องลิ้นเพื่อประกอบกับโช้ และสเตอร์ ดังนี้
ความเค้นเฉือนออกแบบถ้าเพลามีร่องลิ้นให้ลดค่าความเค้นเฉือนใช้งานโดยใช้เพียง

75%

$$\begin{aligned} \tau_d &= 0.3(0.75) \sigma_y \\ &= 0.3(0.75)(340) \\ &= 76.5 \text{ N/mm}^2 \\ \text{หรือ} \quad \tau_d &= 0.18(0.75) \sigma_u \\ &= 0.18(0.75)(470) \\ &= 63.45 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

ดังนั้นจึงเลือกค่าน้อย $\tau_d = 63.45 \text{ N/mm}^2$

กำหนดการใช้งานหนักดังนั้นค่าตัวประกอบความล้า (ตารางที่ ข.2)

$$C_t = 3$$

การหาขนาดของเพลาลูกกลิ้งยาง 2 สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.1
เมื่อกำหนดให้ C_m มีค่าเป็นศูนย์ โดยจากสมการที่ 2.1 สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการใหม่ได้
ดังนี้

$$\begin{aligned} d^3 &= \frac{16C_t T_1}{\pi \tau_d} \\ \text{แทนค่า} \quad d^3 &= \frac{16 \times 3 \times (7.123 \times 10^3)}{\pi \times 63.45} \end{aligned}$$

ดังนั้น เพลาลูกกลิ้งยาง 1 และลูกกลิ้งยาง 3 $d = 11.97 \approx 12.00 \text{ mm}$.

3.4.5 การออกแบบลิ้นที่เหมาะสมกับการใช้งานของเพลาลูกกลิ้งยาง

3.4.5.1 การออกแบบลิ้นของเพลาลูกกลิ้งยาง 1

เลือกลิ้นที่ทำจากวัสดุ S45c และใช้ค่าความปลอดภัยเท่ากับ 3 จากตาราง
คุณสมบัติของเหล็กและเหล็กกล้าจะได้ว่า

$$\begin{aligned} \sigma_y &= 750 \text{ MPa} \\ \text{ดังนั้นจะได้} \quad \sigma_{cd} &= \frac{\sigma_y}{N} \\ &= \frac{750}{3} \\ &= 250 \text{ N/mm}^2 \\ \text{และ} \quad \tau_d &= 0.6 \sigma_{cd} \\ &= 0.6(250) \\ &= 150 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

จากตารางภาคผนวกที่ ข.4 เหลามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 mm. จึงเลือกใช้ลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้า S45c ขนาดพื้นที่หน้าตัด (b x h) เท่ากับ 5 x 5 mm. พิจารณาว่าลิ่มรับแรงเฉือน จะได้

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{2T}{bld} \text{ หรือ } l = \frac{2T}{b\tau d} \\ l &= \frac{2(4,912)}{(5)(150)(12)} \\ &= 1.092 \text{ mm.}\end{aligned}$$

พิจารณาว่าลิ่มรับแรงอัด จะได้จากสมการที่ 2.5

$$\begin{aligned}\sigma_c &= \frac{4T}{hld} \text{ หรือ } l = \frac{4T}{h\sigma_c d} \\ &= \frac{4(4,912)}{(5)(250)(12)} \\ &= 1.31 \text{ mm.}\end{aligned}$$

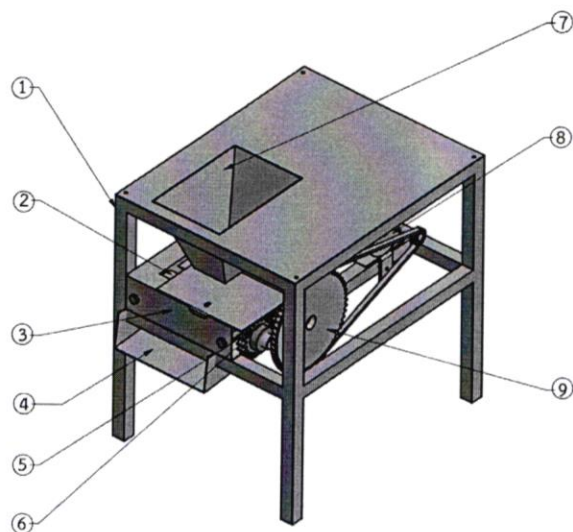
ดังนั้นจึงเลือกความยาวของลิ่มมีค่าความยาวที่ยาวที่สุดคือ $1.31 \approx 30 \text{ mm}$.

3.5 หลักการออกแบบเครื่องรีดข้าวเม่า

หลักการทำงานของเครื่องรีดข้าวเม่า คือการใช้ลูกรีดเหล็กสองลูกในการรีดเมล็ดข้าวที่ผ่านการสีมาแล้ว แต่ยังคงมีความร้อนอยู่เพื่อให้เมล็ดข้าวเม่าแบน และได้ตามขนาดที่ต้องการ

3.5.1 โครงสร้างหลักของเครื่องรีดข้าวเม่า

โครงสร้างหลักของเครื่องรีดข้าวเม่า ส่วนที่เป็นโครงสร้าง ได้ใช้เหล็กกล่องขนาด 1 x 1 นิ้ว ทำเป็นโครงสร้างขึ้นมาโดยมีขนาดโครงสร้างขนาดความสูง 40 เซนติเมตร กว้างยาว 40 x 50 เซนติเมตร และส่วนกรวยใส่ข้าวเม่าใช้แผ่นเหล็กชุบหนา 1.2 มิลลิเมตร เป็นแผ่นยึดส่วนฝาครอบเป็นส่วนประกอบ



ภาพที่ 3.10 แสดงชิ้นส่วนหลักของเครื่องรีดข้าวเม่า

3.5.2 ชุดลูกรีด

การผลิตชิ้นส่วนที่สำคัญของเครื่องรีดข้าวเม่ามีการออกแบบชิ้นส่วนที่ใช้สำหรับสร้างเครื่องดังนี้

3.5.2.1 ใช้เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ St 37 ลักษณะเป็นเหล็กกล่องขนาด 1×1 นิ้ว เพื่อนำมาเชื่อมประกอบกันเป็นโครงเครื่อง

3.5.2.2 แกนลูกรีด ใช้แกนเหล็กชุบที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 7 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร

3.5.2.3 ใช้เหล็กกลางขนาด 3×3 นิ้ว ตัดทำเป็นโครงกล่องแกนลูกรีด โดยมีขนาด 23×23 เมตร

3.5.2.4 ใช้เหล็กแผ่นชุบหนา 1.2 มิลลิเมตร ตัดเป็นกรวยใส่ข้าวและฝาครอบเครื่อง โดยกรวยมีขนาด 15×20 เซนติเมตร ลึก 7 เซนติเมตร

3.5.2.5 ใช้เฟืองลูกรีดเป็นเฟืองขับเพื่อให้ลูกรีดหมุนเข้าหากันแล้วเกิดแรงบีบ โดยเฟืองขับนำ และตามมีขนาดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร

3.5.2.6 ใช้เฟืองโซ่ขับลูกรีดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร เพื่อทดกำลังขับของมอเตอร์ และให้ลูกรีดหมุนช้าลง โดยกำหนดเฟืองขับจากมอเตอร์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ซึ่งเล็กกว่า

3.5.3 การคำนวณหาชุดมอเตอร์

คำนวณหาลำกำลังของมอเตอร์เครื่องรีดข้าวเม่า
จากสมดังนี้

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{2\pi TN}{60} \\
 \text{เมื่อ } T &= \text{โมเมนต์บิดที่เกิดขึ้น} = T_1 + T_2 \\
 &= 4,912 + 7,123 \\
 &= 12,035 \text{ N/m}^2 \\
 N &= \text{ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้กับเครื่องรีดข้าวเม่า} \\
 &= 1,450 \text{ รอบต่อนาที} \\
 \text{แทนค่าในสมการดังนี้} \\
 P &= \frac{2 \times \pi \times 12,035 \times 1,450}{60} \\
 &= 1,827 \text{ วัตต์}
 \end{aligned}$$

เปลี่ยนหน่วยจากวัตต์ให้เป็นแรงม้า โดยที่ 1 แรงม้า เท่ากับ 746 วัตต์ เพราะฉะนั้นจะ
ได้กำลังมอเตอร์

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1,827}{746} \\
 &= 2.44 \text{ แรงม้า}
 \end{aligned}$$

เนื่องจากความเร็วรอบที่ต้องการจริงเท่ากับ 80 รอบต่อนาที ดังนั้นจึงมีการทดรอบให้ช้าลงทำให้สามารถลดภาระโหลดของมอเตอร์ได้ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า

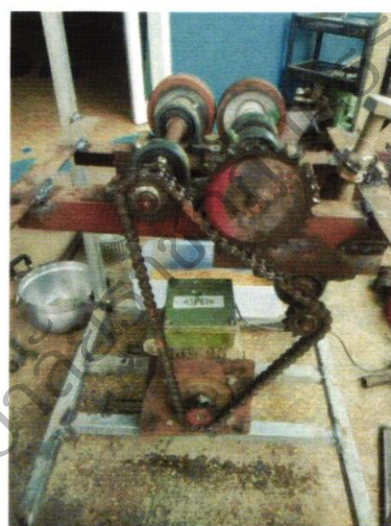
3.6 ดำเนินการสร้างเครื่องสีข้าวเมาเป็น

ดำเนินการสร้างเครื่องสีข้าวเามีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.6.1 เชื่อมประกอบโครงสร้างเครื่องสีข้าวเามา ดังภาพที่ 3.11



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.11 (ก) แสดงโครงสร้างเครื่อง (ข) แสดงเฟืองขนาดต่าง ๆ

3.6.2 ทำการประกอบเพลลา และชุดพุลเลย์ใช้เพลลาขนาด 4×1.75 นิ้ว จำนวน 3 เส้น ติดตั้งกับชุดแท่นแล้วสวนพุลเลย์ที่ปลายเพลลา โดยมีขนาดของเฟืองขนาดต่าง ๆ ดังนี้

3.6.1 เพลลาพัดลม ใช้เฟืองโซ่ขนาด 2 นิ้ว

3.6.2 เพลลากูยกยางกะเทาะนำใช้เฟืองโซ่ขนาด 2 นิ้ว

3.6.3 เพลลากูยกยางกะเทาะตามใช้เฟืองโซ่ขนาด 4 นิ้ว

3.6.4 เฟืองโซ่ขนาด 2 นิ้ว ใช้สำหรับติดตั้งกับมอเตอร์

เนื่องจากการกะเทาะเปลือกข้าวของลูกกะเทาะทั้งสองลูกจะหมุนในความเร็วรอบที่ต่างกัน จำเป็นต้องมีเฟืองขับที่มีขนาดต่างกันและหมุนไปในทิศทางต่างกันการทำให้เปลือกแยกออกจากเมล็ด โดยใช้แรงเฉือน หรือแรงกดก็เพียงพอ โดยทั่วไปนิยมใช้ฟันผิวสัมผัสที่เป็นยางในการกะเทาะ หลักการทำงาน สำหรับเครื่องกะเทาะแบบลูกยางจะประกอบด้วยลูกยางกะเทาะ 2 ลูกซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน หมุนในทิศทางที่ตรงข้ามกัน และออกแบบให้ความเร็วในการหมุนแตกต่างกัน ลูกยางกะเทาะซึ่งมีความเร็วรอบสูงกว่า จะยึดติดกับแบร็งที่อยู่กับที่ ในขณะที่ลูกยางอีกลูกหนึ่งที่หมุนด้วยความเร็วรอบที่ต่ำกว่า จะยึดติดกับแบร็งที่สามารถเลื่อนเข้า-ออกได้ ดังนั้นระยะห่างระหว่างลูกยางทั้งสองจึงสามารถปรับตั้งได้ ในขณะทำการสีข้าว ความเร็วในแนวสัมผัส

(Peripheral Speed) ของลูกยางลูกที่มีความเร็วรอบสูงจะมีค่าอยู่ระหว่าง 15 – 17.5 เมตรต่อวินาที ในขณะที่ลูกยางที่มีความเร็วรอบต่ำกว่า จะมีความเร็วในแนวสัมผัสอยู่ระหว่าง 12.5 – 15 เมตรต่อวินาที ถ้าเพิ่มความเร็วสัมผัสให้มากขึ้น จะทำให้อัตราการเกาะเกาะสูงขึ้น แต่อาจทำให้ผิวสัมผัสหน้ายางสึกหลอเร็วขึ้น นอกจากนี้ ยังอาจก่อให้เกิดความสั่นสะเทือนในระหว่างการทำงาน

3.6.3 ทำการประกอบชุดห้องเกาะเกาะเปลือกข้าวเม่า ใช้เหล็กแผ่นขนาด 1.2 มิลลิเมตร ตัดและตัดตามทรงเพื่อให้เป็นทางลำเลียงข้าว

3.6.4 ประกอบชุดลูกยางเกาะเกาะ และพัฒลมใช้ลูกยางเกาะเกาะขนาด 4 x 1.5 นิ้ว จำนวน 2 ลูกใช้ในพัฒลมขนาด 6 x 2.5 นิ้ว

3.6.5 ประกอบกรวยใส่ข้าวเม่าใช้เหล็กแผ่นขนาด 1.5 มิลลิเมตร จัดตามทรงขนาด 40 x 30 เซนติเมตร

3.6.6 ประกอบชุดฝาครอบเครื่อง ใช้เหล็กขนาด 1.2 มิลลิเมตร

3.7 การเตรียมอุปกรณ์สำหรับทดลอง

3.7.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทดลอง ได้แก่

3.7.1 เครื่องปรับความเร็วรอบมอเตอร์

3.7.2 เครื่องวัดความเร็วรอบ

3.7.3 เครื่องชั่ง

3.7.4 นาฬิกาจับเวลา

3.7.5 เครื่องสีข้าวเม่า

3.7.2 บันทึกผลการทดลอง

บันทึกปริมาณการผลิตเทียบกับเวลา แสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงการเก็บข้อมูลการเกาะเกาะเปลือกข้าวเม่า โดยใช้เครื่องสีข้าวเม่า

ครั้งที่	เวลาในการตำข้าวเม่า (นาที่ต่อ 0.4 กิโลกรัม)	เวลาในการรีด (นาที่ต่อ 0.4 กิโลกรัม)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
รวม		
เฉลี่ย		

3.8 ประเมินผลและสรุปโครงการ

3.8.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกะเทาะเปลือกข้าวเม่า ของจุดเรียนรู้การทำข้าวเม่า บ้านโนนกลุ่ม ตำบลคงใหญ่ อำเภอฟินมาย จังหวัดนครราชสีมา และเครื่องสีข้าวเม่าที่สร้างขึ้นใหม่ เพื่อทราบว่าเครื่องที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ และขอบเขตที่กำหนดไว้หรือไม่

3.8.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพความสม่ำเสมอของกะเทาะเปลือกข้าวเม่า ที่สร้างขึ้นใหม่ เพื่อให้ทราบว่าเครื่องที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ และขอบเขตที่กำหนดไว้หรือไม่

3.9 สรุปผลโครงการและจัดทำเอกสาร

จากการดำเนินโครงการ นำผลมาสรุปโครงการและเสนอแนะ ซึ่งจะเป็นการสรุปถึงปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งเสนอแนวทางในการแก้ไขเพื่อปรับปรุงโครงการให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ไว้ในบทที่ 4

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงาน หลังจากทดลองตามขั้นตอนในบทที่ 3 ได้ผลการทดลองและได้นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ผล โดยการคำนวณหาขนาดตัวอย่างในการทดลอง การคำนวณหาค่าแตกต่างของเวลาในการทดลองเครื่องสีข้าวเฒ่า เพื่อหาประสิทธิภาพการกะเทาะเปลือกข้าวเฒ่า มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลดำเนินการสร้างเครื่องสีข้าวเฒ่า

4.1.1 ลักษณะเครื่องสีข้าวเฒ่าและเครื่องรีดข้าวเฒ่า ดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แสดงลักษณะของเครื่องสีข้าวเฒ่าและเครื่องรีดข้าวเฒ่า

4.2 ผลการทดลอง

4.2.1 ผลการทดลองเครื่องสีข้าวเฒ่า และรีดข้าวเฒ่า

จากการทดสอบเครื่องสีข้าวเฒ่า ซึ่งได้ทำการจดบันทึกข้อมูลการจับเวลา เพื่อหาเวลาในการผลิตข้าวเฒ่า (นาทื) ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงการเก็บข้อมูลการกะเพาะเปลือกข้าวเม่า โดยใช้เครื่องสีข้าวเม่าพร้อมรีด

ครั้งที่	เวลาในการสีข้าวเม่าพร้อมรีด (นาทีต่อ 0.4 กิโลกรัม) (นาที)
1.	1.36
2.	1.35
3.	1.37
4.	1.28
5.	1.42
6.	1.34
7.	1.34
8.	1.46
9.	1.39
10.	1.37
11.	1.47
12.	1.55
13.	1.53
14.	1.50
15.	1.44
16.	1.52
17.	1.55
18.	1.47
19.	1.35
20.	1.45
21.	1.36
22.	1.45
23.	1.55
24.	1.47
25.	1.35
26.	1.42
27.	1.48
28.	1.52
29.	1.42
30.	1.46
เฉลี่ย	1.433
S.D.	0.0744

1. กรณีศึกษาเวลาในการสีข้าวเม่า ซึ่งต้องการความเชื่อมั่นของข้อมูล 95 เปอร์เซนต์ และข้อมูลมีความคลาดเคลื่อน ± 5 เปอร์เซนต์ ผู้ดำเนินโครงการจึงเก็บข้อมูลเวลาการทำงาน จำนวน 30 ครั้ง และนำข้อมูลมาหาจำนวนครั้งที่ต้องจับเวลาเพื่อให้ได้ช่วงความเชื่อมั่นที่กำหนด สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$N = \left[\frac{40 \times n}{\sum x_i} \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - ((\sum x_i)^2 / n)}{n - 1}} \right]^2$$

$$N = \left[\frac{40 \times 30}{\sum 42.99} \sqrt{\frac{\sum 61.76 - ((42.99)^2 / 30)}{30 - 1}} \right]^2$$

$$= 4.17 \approx 5 \text{ ครั้ง}$$

ดังนั้น จากการคำนวณจำนวนครั้งของการจับเวลาการสีข้าวเม่า $N = 5$ ครั้ง ซึ่งมีจำนวนครั้ง การจับเวลา (N) น้อยกว่าจำนวนครั้งของเวลาการจับเวลาตัวอย่างเวลา (a) ดังนั้นจำนวนครั้งของเวลา การจับเวลา ตัวอย่างมีความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ และข้อมูลมีความคลาดเคลื่อน ± 5 เปอร์เซนต์

4.2.2 หาประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวเม่า และเครื่องรีดข้าวเม่า

การทดสอบและหาประสิทธิภาพในการร่อนข้าวเม่า หมายถึง ปริมาณผลผลิตจาก ข้าวเปลือกที่ได้เป็นข้าวเม่าเต็มเมล็ดแสดงว่ามีประสิทธิภาพการสีและรีดดี ซึ่งขึ้นอยู่กับเครื่องสีก่อน และหลังกระบวนการสีและรีด 100% จะได้กลับที่เปอร์เซนต์ ข้าวเม่าเสีย (เมล็ดข้าวจับตัวเป็นก้อน) ที่เปอร์เซนต์ จะได้ข้าวเม่าดีที่เปอร์เซนต์ องค์ประกอบต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวเม่าที่ได้จากกระบวนการสี ข้าวเม่า ในการทดสอบเบื้องต้นนี้ได้ทำการทดลองสีข้าวเปลือกที่ผ่านการแช่น้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมง โดยใช้ข้าวเม่าที่ผ่านการแช่น้ำแล้วจำนวน 0.4 กิโลกรัม แล้วนำมาคั่วจากนั้นจึงนำมาสีแล้วส่งต่อทางราง ลงมายังเครื่องรีด ทำการรีดข้าวให้เมล็ดแบนตามที่ต้องการ เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวเม่า และเครื่องรีดข้าวเม่า โดยการทดสอบและประเมินผลได้จัดแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 ซึ่งจะเห็นได้ว่า เครื่องสีข้าวเม่าสามารถทำงานโดยเฉลี่ยเท่ากับ 10.17 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีเปอร์เซนต์ต้นข้าวโดย เฉลี่ยเท่ากับ 60.75 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 4.2 การทดสอบการสีข้าวเม่าด้วยเครื่องสีข้าวเม่าต้นแบบ

ครั้งที่	น้ำหนักข้าวเปลือก ก่อนแช่น้ำ (กิโลกรัม)	เวลา (นาที)	น้ำหนักข้าวเม่า (กิโลกรัม)	กลับ (กิโลกรัม)	เปอร์เซนต์ของต้นข้าว (เปอร์เซนต์)
1.	0.4	1.36	0.25	0.12	62.50
2.	0.4	1.35	0.24	0.14	60.00
3.	0.4	1.37	0.24	0.11	60.00
4.	0.4	1.28	0.25	0.11	62.50
5.	0.4	1.42	0.25	0.10	62.50

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

6.	0.4	1.34	0.23	0.10	57.50
7.	0.4	1.34	0.26	0.11	65.00
8.	0.4	1.46	0.24	0.11	60.00
9.	0.4	1.39	0.22	0.10	55.00
10	0.4	1.37	0.25	0.11	62.50
เฉลี่ย	0.4	1.368	0.243	0.111	60.75

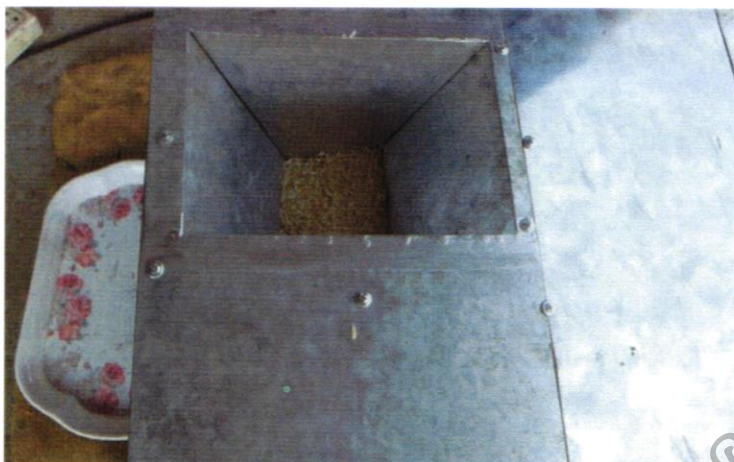
จากการทดสอบดังกล่าว พบว่าการผลิตข้าวเม่าด้วยเครื่องสีและเครื่องรีดข้าวเม่าต้นแบบนี้ ข้าวเปลือกต้องมีความร้อนและความชื้นที่เหมาะสม เนื่องจากวัตถุดิบที่นำมาทำข้าวเม่าเป็นข้าวหอมมะลิ 105 ที่มีความชื้นไม่ถึง 1.1 % ฉะนั้นต้องมีการปรับระยะห่างของลูกยางกะเทาะข้าวเปลือกให้เหมาะสม รวมถึงระยะห่างของเครื่องรีดข้าวเม่า



ภาพที่ 4.2 แสดงระยะห่างของลูกยางกะเทาะข้าวเปลือก



ภาพที่ 4.3 แสดงการทำงานของเครื่องสีข้าวเม่า



ภาพที่ 4.4 แสดงการทำงานของเครื่องรีดข้าวเฒ่า



ภาพที่ 4.5 แสดงลักษณะเมล็ดข้าวเฒ่าที่ผ่านเครื่องสีและรีด



ภาพที่ 4.6 แสดงลักษณะเมล็ดข้าวเฒ่าโดยครกกระเดื่องของชาวบ้าน

จากการเปรียบเทียบ เครื่องตำข้าวเม่าของชาวบ้าน ดังภาพที่ 4.6 ในการตำข้าวเม่า ปริมาณ 400 กรัม ใช้เวลาในการตำข้าวประมาณ 2 นาที ต่อปริมาณข้าว 400 กรัม เมล็ดข้าวเปลือก จะแตกละเอียดออกจากเมล็ดข้าวเป็นจำนวนมากและข้าวแบนตามความต้องการ และใช้เวลาในการร่อน ข้าวเปลือกออกง่ายขึ้น



ภาพที่ 4.7 เปรียบเทียบเมล็ดข้าวเม่าของชาวบ้านกับทีมวิจัย

4.2.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรีดข้าวเม่าเชิงปริมาณ

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบระหว่างเมล็ดข้าวของชาวบ้านและของทีมวิจัย (หน่วย : มม.)

การทดสอบวัดเมล็ดข้าว (เมล็ดข้าวอาจมีแบนเรียบไม่เท่ากัน)						
ครกกระเดื่อง (ชาวบ้าน)				เครื่องรีดข้าวเม่า (ทีมวิจัย)		
จำนวนครั้ง	ยาว	กว้าง	หนา	ยาว	กว้าง	หนา
1	8.62	2.74	0.84	12.81	3.74	0.95
2	10.11	3.93	0.92	10.88	3.66	0.69
3	12.73	4.41	0.84	10.69	3.42	0.68
4	9.31	3.34	0.72	10.64	3.44	0.87
5	10.81	4.35	0.43	11.26	3.30	0.72
6	9.53	3.50	0.82	11.32	3.27	0.99
7	10.25	4.14	0.84	10.23	3.84	0.98
8	9.25	3.17	0.94	10.98	4.33	0.61
9	8.78	2.65	1.23	13.40	3.91	0.55
10	9.53	3.18	1.01	10.76	3.27	0.99
11	9.64	3.72	0.85	11.03	3.37	0.98
12	8.94	2.85	0.81	14.20	4.16	0.56
13	10.23	3.84	1.02	10.61	3.40	0.76
14	11.21	3.58	0.98	11.05	3.58	0.90
15	10.74	4.26	0.73	11.52	3.18	1.09

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

การทดสอบวัดเมล็ดข้าว (เมล็ดข้าวอาจมีแบนเรียบไม่เท่ากัน)						
ครกกระเดื่อง (ชาวบ้าน)				เครื่องรีดข้าวเฒ่า (ผู้วิจัย)		
จำนวนครั้ง	ยาว	กว้าง	หนา	ยาว	กว้าง	หนา
16	10.52	3.76	0.64	11.45	4.76	0.72
17	11.14	4.32	0.53	13.30	3.64	0.90
18	13.21	4.54	0.40	11.04	3.21	0.94
19	9.36	3.82	0.73	11.13	3.67	0.98
20	9.28	3.22	0.92	13.02	3.88	0.63
21	9.45	4.74	1.13	11.17	3.58	0.86
22	10.71	4.52	0.53	11.11	3.26	1.05
23	9.18	3.55	0.83	13.63	3.72	0.73
24	11.90	4.43	0.43	10.91	3.35	0.96
25	9.85	4.52	0.63	9.75	3.99	0.95
26	10.36	3.93	0.62	13.84	3.52	0.76
27	10.57	3.35	0.73	13.56	3.78	0.73
28	11.12	2.25	0.65	10.14	3.46	1.04
29	12.44	4.23	0.62	10.62	4.32	0.74
30	11.81	4.63	0.53	10.58	4.10	0.73
ค่าเฉลี่ย	10.353	3.782	0.763	11.554	3.670	0.835
S.D.	1.196	0.657	0.208	1.250	0.383	0.156

ดังนั้น สรุปได้จากการสุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าว 30 ตัวอย่าง จะเห็นว่าเมล็ดข้าวของชาวบ้าน จะมีความแบนโดยเฉลี่ย 0.763 มิลลิเมตร เมล็ดข้าวของทีมวิจัยโดยเฉลี่ย 0.835 มิลลิเมตร เห็นได้ว่า ทีมผู้วิจัยได้เมล็ดที่แบนน้อยกว่าของชาวบ้านเล็กน้อยจากการสุ่ม 30 ตัวอย่าง จะเห็นว่าเมล็ดข้าวที่แบนของทีมผู้วิจัยมีค่า S.D. อยู่ที่ 0.156 และเมล็ดข้าวเป็นไปตามความต้องการของชาวบ้าน

4.2.4 ผลการทดลองเครื่องสีข้าวเฒ่า ในการสีข้าวกล้อง

ตารางที่ 4.4 การทดสอบด้วยเครื่องสีข้าวเฒ่า ในการสีข้าวกล้อง จำนวน 400 กรัม

จำนวนครั้ง	ข้าวดี	แกลบและข้าวหัก
1	0.33	0.11
2	0.35	0.12
3	0.34	0.12
4	0.33	0.12
5	0.34	0.13

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

จำนวนครั้ง	ข้าวดี	แกลบและข้าวหัก
	0.35	0.12
	0.33	0.11
	0.34	0.13
	0.35	0.11
	0.34	0.12
เฉลี่ย	0.34	0.119

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวเมา ในการนำมาสีข้าวกล้องของข้าวพันธุ์หอมมะลิ 105 พบว่า ค่าของการกะเทาะข้าวกล้องของระยะห่างลูกยางอยู่ที่ 1.5 มิลลิเมตร ได้ผลดังนี้ การสีข้าวเปลือกจำนวน 0.4 กิโลกรัม ได้น้ำหนักข้าวกล้อง 0.34 กิโลกรัม โดยมีเปอร์เซ็นต์ข้าวดี 84 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เวลาในการทดสอบเฉลี่ย 1.433 นาที



ภาพที่ 4.8 แสดงการทดลองเครื่องสีข้าวเมา ในการสีข้าวกล้อง

4.3 คำนวณหาค่าไฟฟ้า

การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าไฟฟ้า เครื่องตำข้าวเมาของชาวบ้านและเครื่องสีข้าวเมาของทีมวิจัย โดยได้ทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้า ผลการทดลองคือเครื่องตำข้าวเมาของชาวบ้าน ใช้กระแสไฟฟ้าขณะเครื่องทำงาน 18.5 แอมแปร์ ส่วนเครื่องสีข้าวเมา และเครื่องรีดข้าวเมาของทีมวิจัยใช้กระแสไฟฟ้าขณะเครื่องทำงาน 5.2 แอมแปร์ และ 3.1 แอมแปร์ ผลรวมของกระแสไฟฟ้าเครื่องสีข้าวเมา

และเครื่องรีดข้าวเม่าของทิมวิชัยสร้างขึ้นใช้กระแสไฟฟ้าน้อยกว่าเครื่องตำข้าวเม่าของชาวบ้านต่อปริมาณข้าว 400 กรัม เท่ากัน

4.3.1 คำนวณหน่วยไฟฟ้าของเครื่องตำข้าวของชาวบ้าน

	E	=	แรงเคลื่อนของไฟฟ้า เช่น 220 โวลต์
	I	=	กระแสไฟฟ้า หน่วย เป็นแอมแปร์ (A)
	P	=	กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ (W)
กำลังไฟฟ้า	P	=	$E \times I$
	P	=	220×18.5
	P	=	4,070 วัตต์

คำนวณหาจำนวนหน่วยได้จากสมการ

$$\text{หน่วยไฟ (U) ต่อวัน} = \left(\frac{\text{จำนวนวัตต์} \times \text{จำนวนชั่วโมง}}{1000} \right) \times \text{จำนวนชั่วโมง}$$

วัตต์	=	4,070 วัตต์ กำลังมอเตอร์ 3 HP
N	=	1 จำนวนเครื่องตำข้าว
H	=	8 ชั่วโมง จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานใน 1 วัน
U	=	หน่วยหรือยูนิตที่ใช้

$$= \left(\frac{4,070 \times 1}{1,000} \right) \times 8$$

$$= 32.56 \text{ หน่วยต่อวัน}$$

หน่วยไฟ (U) ต่อเดือน

$$= 32.56 \times 30$$

$$= 976.8 \text{ หน่วยต่อเดือน}$$

การคิดอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค รายเดือนสำหรับผู้ใช้อิไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน (หน่วยที่ 151 - 400) คิดเป็นเงิน 4.2218 บาทต่อหน่วย
คำนวณหน่วยไฟฟ้าของเครื่องตำข้าวของชาวบ้านต่อเดือน

$$= 976.8 \text{ หน่วยต่อเดือน} \times 4.2218 \text{ บาทต่อหน่วย}$$

$$= 4,123.85 \text{ บาทต่อเดือน}$$

ทางกลุ่มกรณีศึกษาทำการผลิต 30 วันต่อเดือน เครื่องตำข้าวเม่าใช้ไฟฟ้าในการตำข้าวเม่า $4,123.85/30 = 137.46$ บาทต่อวัน สามารถผลิตได้ 20 กิโลกรัมต่อวัน ดังนั้น ค่าไฟในการตำข้าวเม่า 6.873 บาทต่อกิโลกรัม

4.3.2 คำนวณหน่วยไฟฟ้าของเครื่องสีข้าวเม่า และเครื่องรีดข้าวเม่าต้นแบบ

	E	=	แรงเคลื่อนของไฟฟ้า เช่น 220 โวลต์
	I	=	กระแสไฟฟ้า หน่วยเป็นแอมแปร์ (A)
	P	=	กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

$$\begin{aligned}
 \text{กำลังไฟฟ้า } P &= E \times I \\
 P &= 220 \times 9.57 ; 220 \times 3.1 \\
 P &= 2,105 ; 682 \text{ วัตต์}
 \end{aligned}$$

คำนวณหาจำนวนหน่วยได้จากสมการ

$$\begin{aligned}
 \text{หน่วยไฟ (U) ต่อวัน} &= \left(\frac{\text{จำนวนวัตต์} \times \text{จำนวน}}{1,000} \right) \times \text{จำนวนชั่วโมง} \\
 W &= 2,105 ; 682 \text{ วัตต์ กำลังมอเตอร์ 2 และ 0.25 แรงม้า} \\
 N &= 1 \text{ จำนวนต่อเครื่อง} \\
 H &= 8 \text{ ชั่วโมง จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานใน 1 วัน} \\
 U &= \text{หน่วยหรือยูนิตที่ใช้} \\
 &= \left(\frac{2,105 \times 1}{1,000} \right) \times 8 = 16.84 \text{ หน่วยต่อวัน} \\
 &= \left(\frac{682 \times 1}{1,000} \right) \times 8 = 5.456 \text{ หน่วยต่อวัน}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{หน่วยไฟ (U) ต่อเดือน} &= 16.84 \times 30 = 505.20 \text{ หน่วยต่อเดือน} \\
 &= 5.456 \times 30 = 163.68 \text{ หน่วยต่อเดือน}
 \end{aligned}$$

การคิดอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค รายเดือนสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน (หน่วยที่ 151 - 400) เป็นเงิน 4.2218 บาทต่อหน่วย คำนวณหน่วยไฟฟ้าของเครื่องดำข้าวผู้วิจัยสร้างขึ้น ต่อเดือน

$$\begin{aligned}
 &= 505.20 \text{ หน่วยต่อเดือน} \times 4.2218 \text{ บาทต่อหน่วย} \\
 &= 163.68 \text{ หน่วยต่อเดือน} \times 4.2218 \text{ บาทต่อหน่วย} \\
 &= 2,132.85 \text{ บาทต่อเดือน} \\
 &= 691.02 \text{ บาทต่อเดือน}
 \end{aligned}$$

$$\text{รวมค่าไฟฟ้าทั้งสองเครื่อง} = 2,823.87 \text{ บาทต่อเดือน}$$

ทางกลุ่มกรณีศึกษาทำการผลิต 30 วันต่อเดือน เครื่องสีข้าวเม่าใช้ไฟฟ้า 2,823.87/30 = 94.13 บาทต่อวัน สามารถผลิตได้ 135.04 กิโลกรัมต่อวัน ดังนั้น ค่าไฟในการสีข้าวเม่า 0.697 บาทต่อกิโลกรัม

4.4 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์

การคำนวณหาจุดคุ้มทุนโครงการเดี่ยว สมการ

$$N^* = \frac{F}{(P-V)}$$

$$\text{กำหนดให้ } F = \text{ต้นทุนคงที่ (ราคาเครื่องจักร)}$$

N^*	=	จำนวนที่ผลิตที่จุดคุ้มทุน
V	=	ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย
P	=	ราคาขายต่อหน่วย

การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนในการสร้างเครื่องสีข้าวเฒ่า และเครื่องรีดข้าวเฒ่า จากที่ได้ออกแบบและสร้างเครื่องสีข้าวเฒ่า และเครื่องรีด จึงต้องมีการหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวเฒ่า และเครื่องรีด เพื่อคำนวณหาจุดคุ้มทุนของการสร้างเครื่อง โดยการคำนวณจากค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องทั้งสองเครื่อง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนโครงการของเครื่องสีข้าวเฒ่าที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมา จากตารางภาคผนวก ค.1

ราคาคงที่	(F)	=	ราคาเครื่องจักรทั้งสอง 12,020 + 9,115 บาท
		=	21,135 บาท
ต้นทุนผันแปร	(V)	=	ค่าข้าวเปลือก (บาทต่อกิโลกรัม) + ค่าไฟในการสีข้าวเฒ่า (บาทต่อกิโลกรัม) + ค่าแรงงาน (บาทต่อกิโลกรัม)
		=	20 + 0.697 + 11.06
		=	31.757 บาทต่อกิโลกรัม
ราคาขายข้าวเฒ่าที่ตำแล้ว	(P)	=	55 บาทต่อกิโลกรัม
จากสมการ			
	N^*	=	$\frac{F}{(P-V)}$
	N^*	=	$\frac{21,135}{(55-31.757)}$
		=	909.31 กิโลกรัม

4.5 ระยะเวลาคืนทุน

เครื่องสีข้าวเฒ่าทำงาน 1 วัน 8 ชั่วโมง ชาวบ้านสามารถตำข้าวได้ 20 กิโลกรัมต่อวัน แต่เครื่องสีข้าวเฒ่าสามารถผลิตได้ 135.04 กิโลกรัมต่อวัน โดยหาระยะเวลาคืนทุนมีดังนี้

	=	$\frac{\text{จำนวนข้าวที่จุดคุ้มทุน (กิโลกรัม)}}{\text{กำลังผลิตต่อวัน (กิโลกรัมต่อวัน)}}$
	=	$\frac{909.31}{135.04}$
ดังนั้นระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่	=	6.7 $\approx$ 7 วัน

* หมายเหตุ เมื่อค่าแรง 300 บาทต่อวัน ผลิต 8 ชั่วโมงราคาข้าวที่ตำแล้ว 55 บาทต่อกิโลกรัม จาก การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องสีข้าวเฒ่า พบว่าเครื่องสีข้าวเฒ่าที่สร้างขึ้นใช้เวลาคืนทุน 7 วัน

4.6 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการผลิตแบบเดิม กับการผลิตข้าวเม่าโดยการใช้เครื่องสีข้าวเม่า

ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการผลิตข้าวเม่าแบบเดิม กับการผลิตข้าวเม่าโดยใช้เครื่องสีข้าวเม่า

การผลิตแบบเดิม (กรัมต่อชั่วโมง)	เครื่องสีข้าวเม่า (กรัมต่อชั่วโมง)	ต้นทุนแบบเดิม (บาทต่อกิโลกรัม)	ต้นทุนเครื่องสีข้าวเม่า (บาทต่อกิโลกรัม)
20	135.04	37.93	31.757

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวเฒ่า เพื่อใช้ทดลองหาประสิทธิภาพการสีข้าวเฒ่า ในการทดลองเครื่องสีข้าวเฒ่าแต่ละครั้งใช้ข้าวเปลือกหอมมะลิ 105 ปริมาณข้าว 400 กรัม ซึ่งจากการทดลองและปรับตั้งเครื่องสีข้าวเฒ่าจะต้องคำนึงถึงคุณภาพในการผลิตข้าวเฒ่า เพราะในการผลิตข้าวเฒ่าที่ออกมาจะต้องมีขนาดและความหนาที่ใกล้เคียงกัน จากผลการทดลองเครื่องสีข้าวเฒ่า สามารถสรุปผลโครงการและข้อเสนอแนะมีรายละเอียดดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากผลการดำเนินการออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวเฒ่าระยะเฒ่า กลุ่มอาชีพบ้านโนนกลุ่ม ตำบลดงใหญ่ อำเภอยะผา จังหวัดนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตข้าวเฒ่า โดยการออกแบบเครื่องให้สามารถทำงาน ได้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์และวิธีการทำงานการเคลื่อนไหวกต่าง ๆ

5.1.1 ผลการทดสอบพบว่าเครื่องสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวเฒ่า ซึ่งจากเดิมสามารถผลิตได้ 2.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และใช้เครื่องสีข้าวเฒ่าต้นแบบที่สร้างขึ้นสามารถผลิตข้าวเฒ่าได้ 16.88 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เพิ่มขึ้น 14.38 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยใช้จำนวนคนงานเฒ่าเดิม 3 คน คิดเป็นร้อยละ 83.41

5.1.2 จากการทดลองประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวเฒ่าที่ทีมวิจัยสร้างขึ้น เครื่องสีข้าวเฒ่าสามารถลดค่าไฟลงได้ 1,299.98/ บาทต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 31.52

5.1.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบจุดคุ้มทุนและผลตอบแทนการลงทุน ระยะเวลาคืนทุนแบบปรับช่วงเวลาของโครงการนี้ประมาณ 5 วัน โครงการนี้น่าลงทุนเพราะเนื่องจากมีระยะเวลาคืนทุนสั้น

5.1.4 จากการทดลองสุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าว 30 ตัวอย่างจะเห็นได้ว่าเมล็ดข้าวของชาวบ้านจะมีความแบนโดยเฉลี่ย 0.763 มิลลิเมตร ข้าวของทีมงานโดยเฉลี่ย 0.835 มิลลิเมตร เห็นได้ว่าทีมงานได้เมล็ดที่แบนใกล้เคียงกับของชาวบ้าน จากการสุ่มเมล็ดข้าว 30 ตัวอย่าง ของทีมงานมีขนาดตรงตามความต้องการของชาวบ้าน

5.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงการต่อไป

5.2.1 จากผลการศึกษาสามารถความร่อนของข้าวมีผลต่อการสีข้าวเฒ่า ดังนั้นควรมีการเพิ่มลูกกะเทาะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวเฒ่า

5.2.2 จากผลการศึกษาชาวบ้านสามารถนำเครื่องสีข้าวเฒ่าในชุมชนมาสีข้าวเฒ่าได้ แต่ต้องออกแบบเครื่องรีดเพิ่มเติม

5.2.3 เพิ่มเติมขั้นตอนการขัดขาวเนื่องจากสีข้าวเฒ่าที่ได้ สีส่นไม่สวยงามเท่ากับการตำแบบเดิม และเพิ่มจำนวนลูกรีดเพื่อค่อย ๆ ลดขนาดความหนาของลูกรีด และต้องติดตั้งชุด Heater ให้กับลูกรีดด้วยเพื่อลดอัตราการแตกของข้าวเฒ่าลง

บรรณานุกรม

- เกษตรทำกิน. (2560). มาทำ“ข้าวเม่าแห้งคีนรูป”ง่ายนิดเดียว กินเองได้ ขายได้รวย. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://kasettumkin.com/tumkin/article_11144 สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2561.
- กองพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว. (2561). ข้อมูลด้านมาตรฐานข้าว. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://brpd.ricethailand.go.th/index.php/library#library2> สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2561
- กองพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว. (2541). ความสำคัญของข้าว เรื่องของข้าวปลูก. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : <http://brrd.ricethailand.go.th/index.php/2016-07-15-05-29-43/142-2017-05-04-06-46-54> สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2562.
- จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน. (2551). การวิเคราะห์กระบวนการ. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://pirun.ku.ac.th/~fengcsr/courses/2008_01/206341/ch8.pdf สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2559.
- ปรัชญ์ บุญแซม. (2560). การออกแบบและพัฒนาเครื่องตำข้าวเม่า. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม.
- ประพันธ์ ศิริพลัปลา. (2530). เครื่องสีข้าวแบบใช้ไฟฟ้า. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, คณะวิศวกรรมศาสตร์.
- ประมินทร์ หะยะมิน. (2552). การสร้างเครื่องตำข้าวซ้อมมือ. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.
- ประชาชาติธุรกิจ. (2562). แนวโน้มการส่งออก. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <https://www.prachachat.net/economy/news-276573> สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มกราคม 2562.
- พิศมาส หวังดี จรรย์ มงคลวัย และวัชรินทร์ เขียวไกร. (2556). การศึกษาและเปรียบเทียบเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกนึ่งขนาดเล็ก. ประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 14 (เมษายน 2556): 289-295.
- พงศ์สรวง ฉายากุล. (2557). การออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับใช้ในครัวเรือน. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ.
- มานพ ดันตระบัณฑิตย์. (2540). การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 1. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น).
- รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์. (2550). เครื่องกลการเกษตร 2. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://203.158.184.2/elearning/AgriculMachine2/content>. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2562.
- โรงสีกิจพงษ์ ข้าวหอมมะลิ ทรายนกทาทอง. (2559). ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : <https://www.facebook.com/Kitpong.Ricemill/posts/927355450712347> สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2562.
- วรวิทย์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. (2522). การออกแบบเครื่องจักรกล. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น

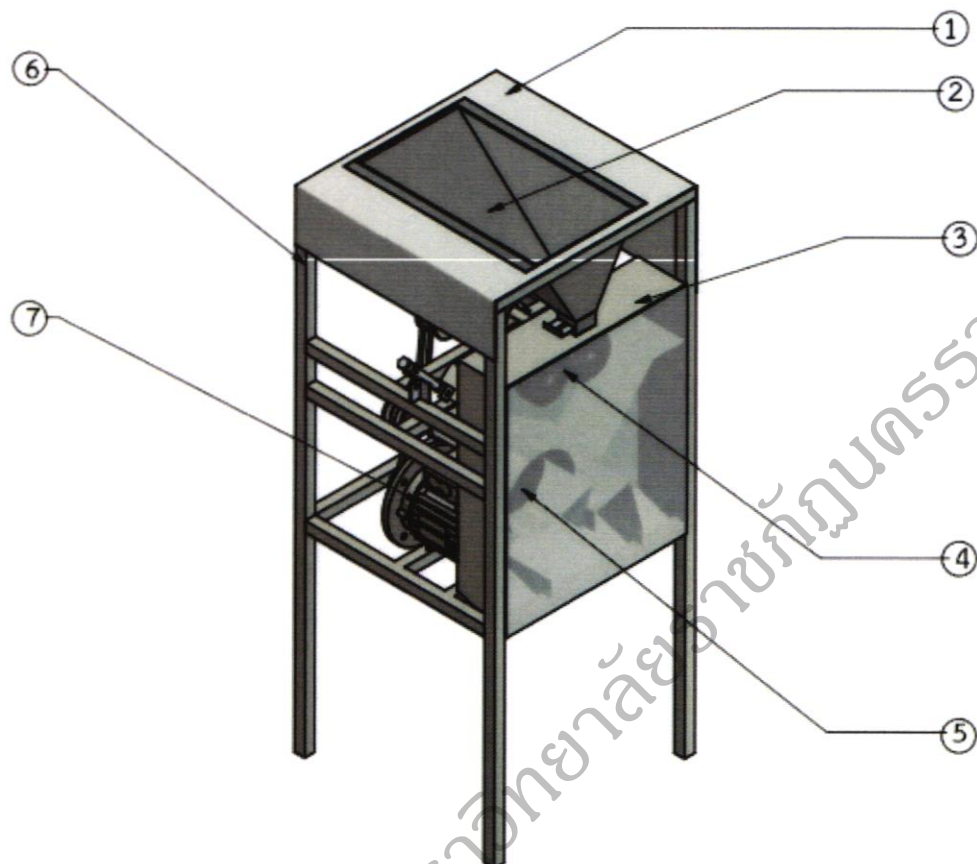
- วันชัย ริจิรวนิช และชอุ่ม พลอยมีค่า. (2548). *เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันชัย ริจิรวนิช. (2548). *การศึกษาการทำงาน : หลักการและกรณีศึกษา*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุจิต เมืองสุข. (2562). *วิธีบ้านนา*. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.technologychaoban.com/folkways/article_23792 สืบค้นเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2561.
- สุรสิทธิ์ ช่อวงค์. (2553). *การสร้างเครื่องสีข้าวเม่า*. มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.
- สุรินทร์ แหวมงาม ศศิวรรณ อินทรวงค์ อธิวัฒน์ แม่นพวง อนาวิน กรรณแก้ว และ ภูมิใจ เหล่าผาง. (2558). *เครื่องสีข้าวขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์.
- เสงี่ยม คล้ายรัศมี. (2550). *การพัฒนาเครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบเคลื่อนที่ได้*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สาขาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต.
- สำนักงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา, (2562). *ชุดข้อมูลกลาง ด้านเศรษฐกิจ เรื่อง ข้าว*. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://nkrat.nso.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=318:r&catid=81:2011-10-11-07-21-04 สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มกราคม 2562.
- อภิรักษ์ ใจกว้าง สมบูรณ์ สารสิทธิ์ และ ธนาภรณ์ เมืองรูปคุณ. (2553). *การทดสอบเครื่องสีข้าวกล้องชุมชน*. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- อนุตร จำลองกุล. (2541). *ปัม พัฒน เครื่องอัด และระบบจ่าย*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร
- อรุณ อุ๋นไธสง. (2553). *การพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กสำหรับครอบครัว*. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม.
- Esmay, M., S. Eriyatno, and A. Phillips. 1979. *Rice Postproduction Technology in The Tropics*. The East-West Center, U.S.A.
- Pustaka IPB. 1981. *Grain Post-Harvest Processing Technology*. Dept of Agric. Engineering Agricultural University, Bogor, Indonesia.
- Wimberty, J.E. 1983. *Technical Handbook for the Paddy Rice Postharvest Industry in Developing Countries*. International Rice Research Institute. Los Banos Laguna, Philippines.

ภาคผนวก

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

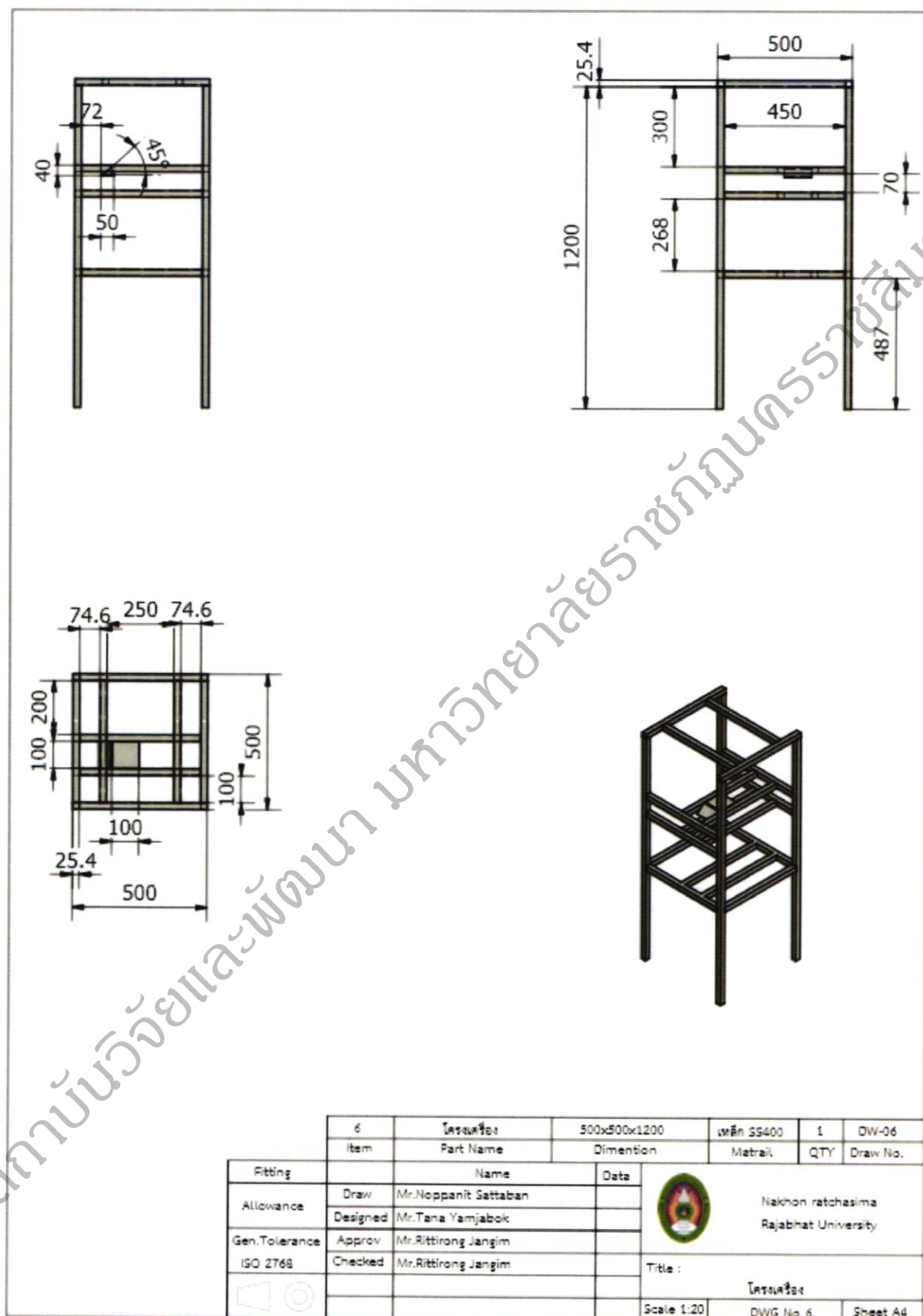
ภาคผนวก ก.
แบบเครื่องสีข้าวเฒ่าและเครื่องรีด

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

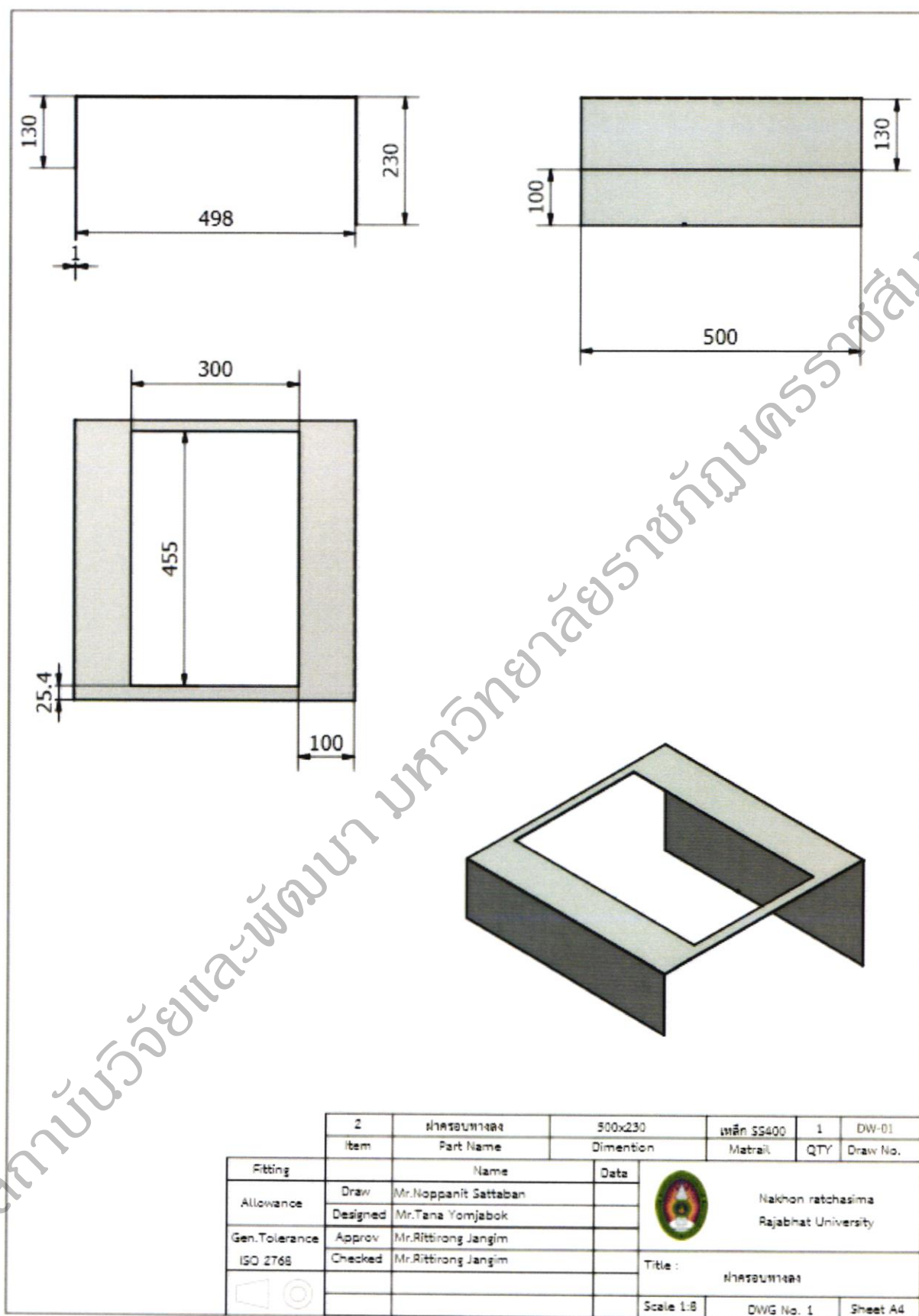


7	Motor	1/2 HP 220V		1	
6	โครงตัวถัง	500x500x1200	เหล็กกล่อง 25.4	1	DW-06
5	ฟัดลม Bover	Ø140x35	เหล็ก SS400	2	DW-05
4	ลูกกรรเพาโรเปลี่ยน	Ø100x29	เหล็ก SS400	1	DW-04
3	ชุดพาสเตอร์ข้าว	450x120x540	เหล็ก SS400	1	DW-03
2	Hopper	250x455x170	เหล็ก SS400	1	DW-02
1	ฝาครอบทางลง	500x230	เหล็ก SS400	1	DW-01
Item	Part Name	Dimension	Material	QTY	Draw No.

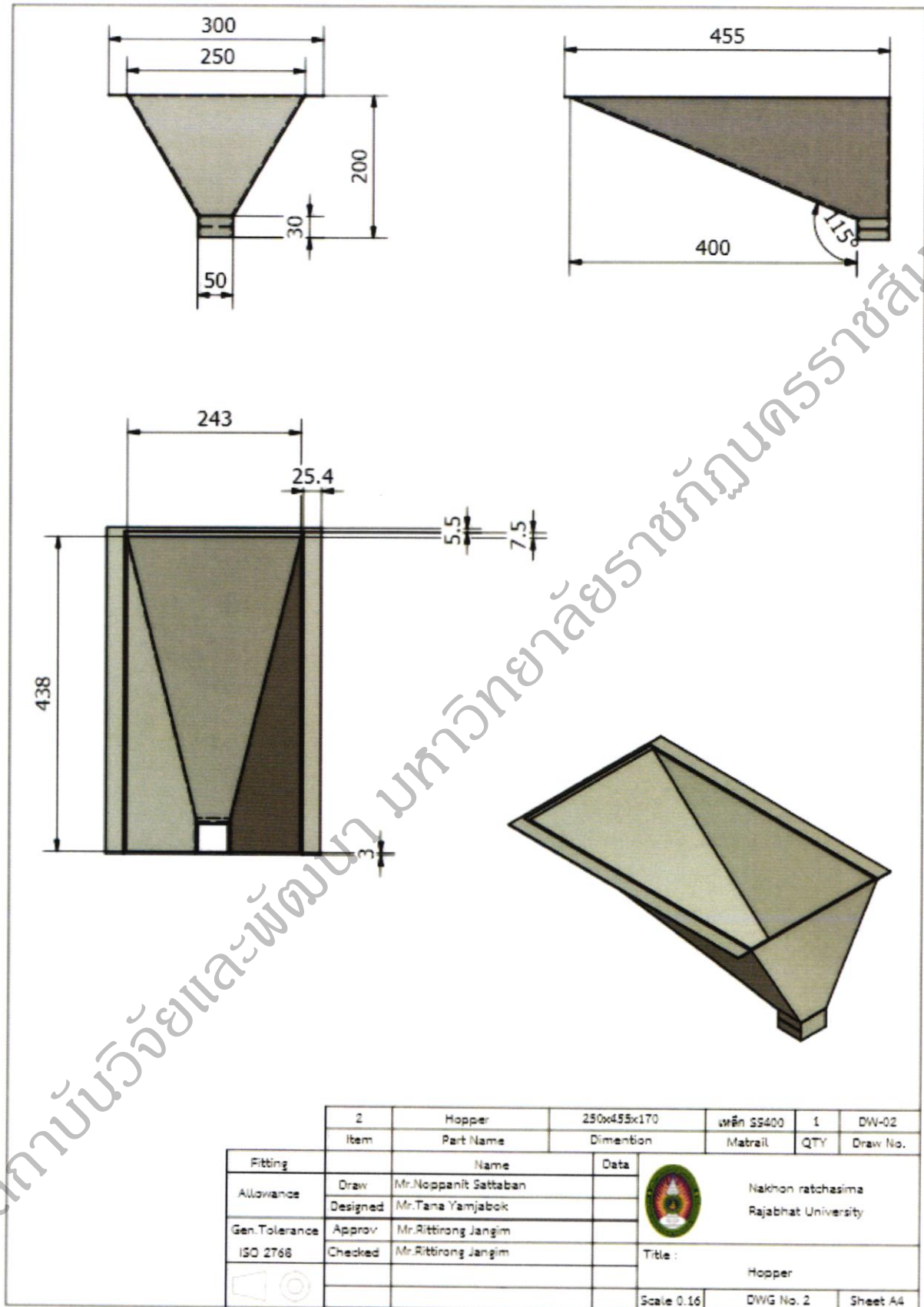
Fitting		Name	Data	 Nakhon ratchasima Rajabhat University Title เครื่องสีข้าวแบบ Scale 1:10 DWG No. 0 Sheet A4		
Allowance	Draw	Mr.Noppanit Sattaban				
	Designed	Mr.Tana Yomjabok				
Gen.Tolerance	Approv	Mr.Rittirong Jangim				
ISO 2768	Checked	Mr.Rittirong Jangim				
				Scale 1:10	DWG No. 0	Sheet A4



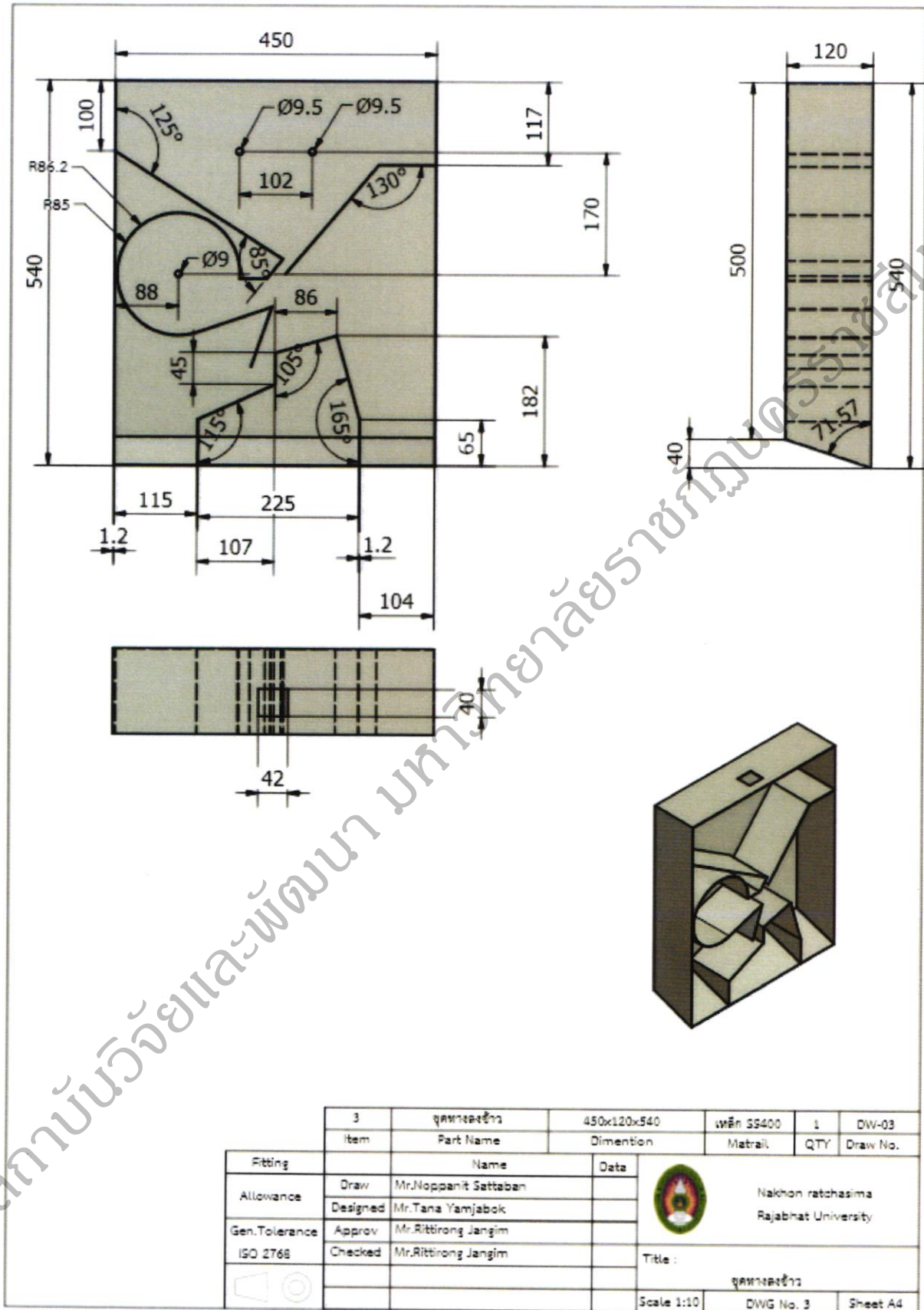
ภาพที่ ก.1 แสดงแบบโครงสร้างเครื่องสี่ขาเมา



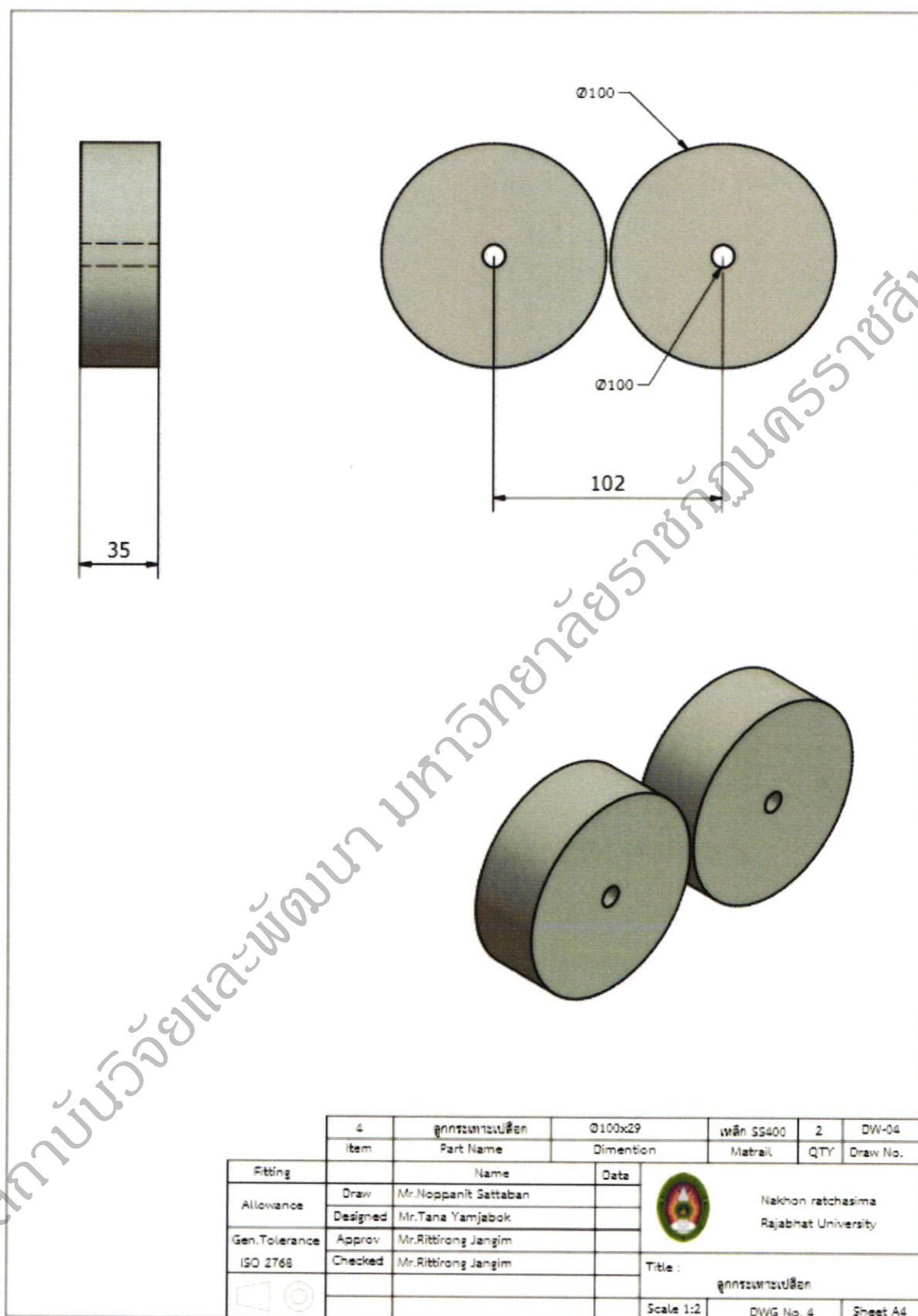
ภาพที่ ก.2 แสดงแบบฝาครอบทางลง



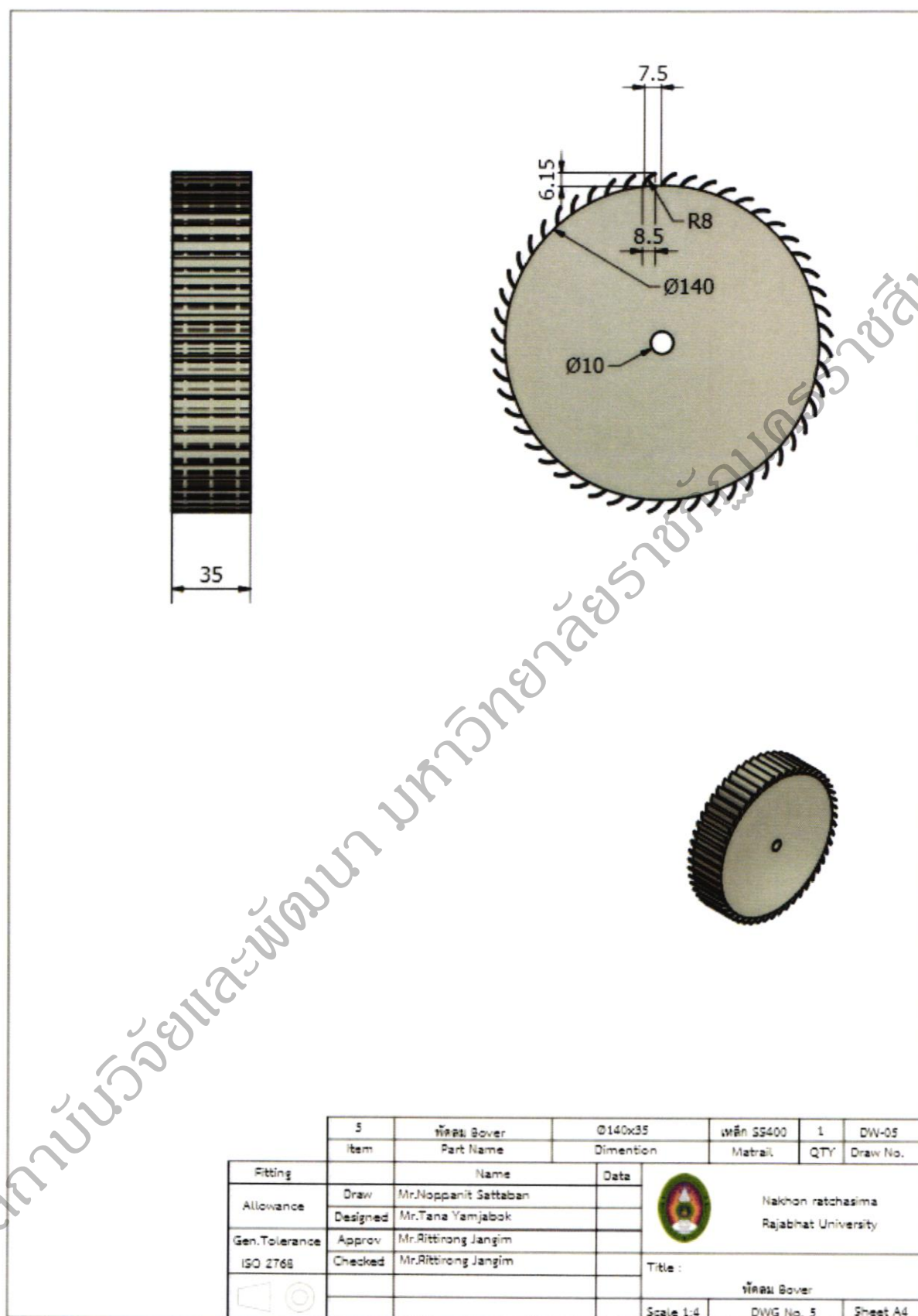
ภาพที่ ก.3 แสดงแบบ Hopper



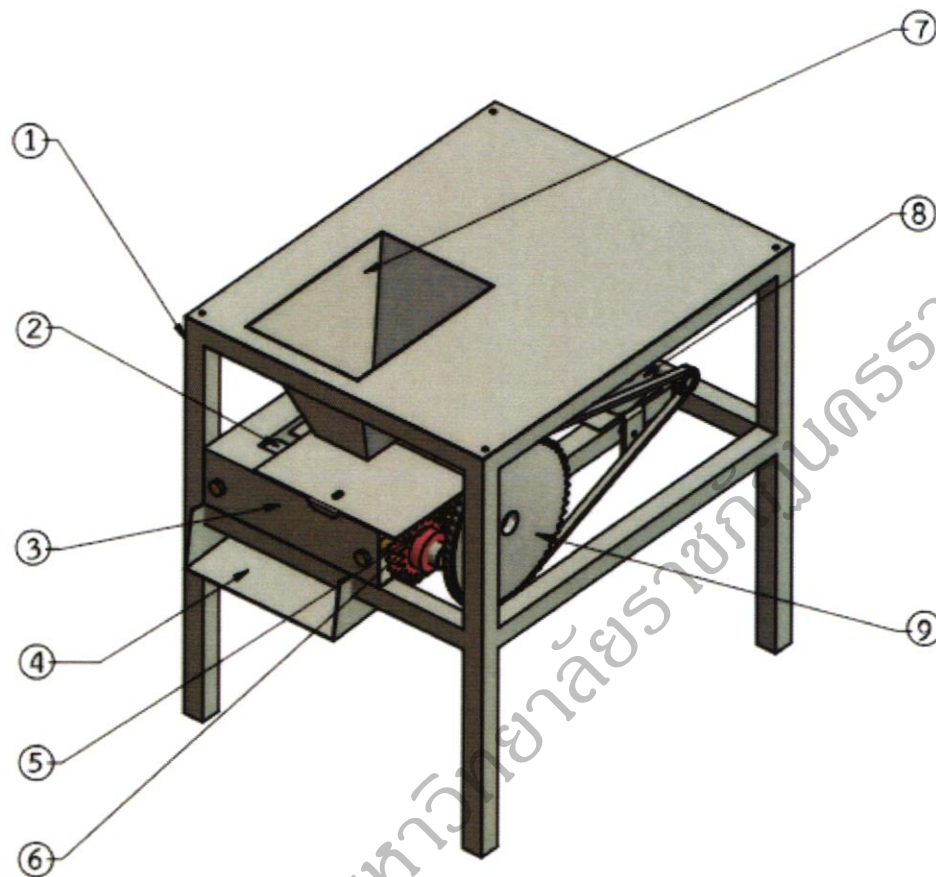
ภาพที่ ก.4 แสดงแบบชุดทางลงข้าว



ภาพที่ ก.5 แสดงแบบลูกกระพားข้อเพลือก

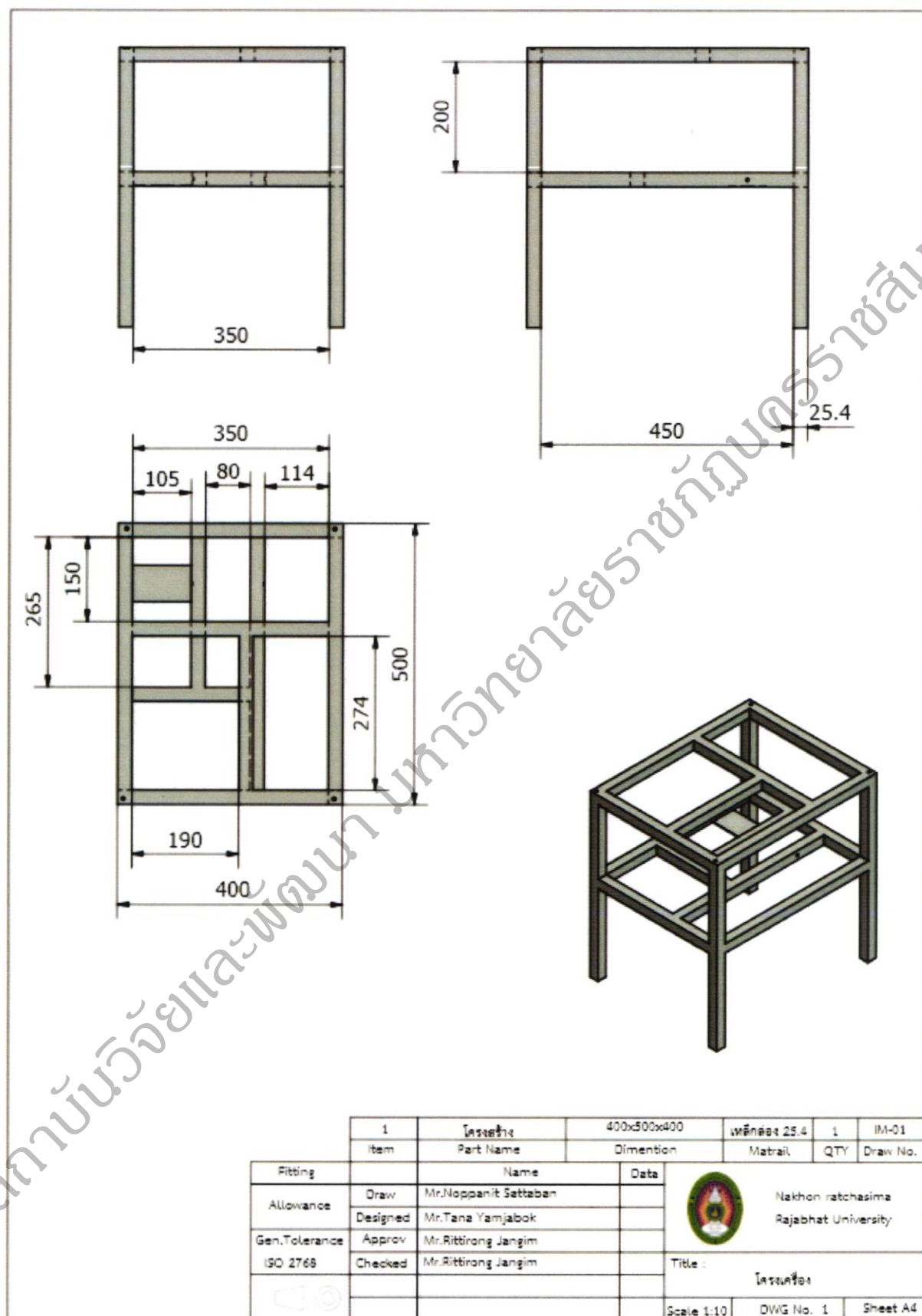


ภาพที่ ก.6 แสดงแบบพัดลม Blower

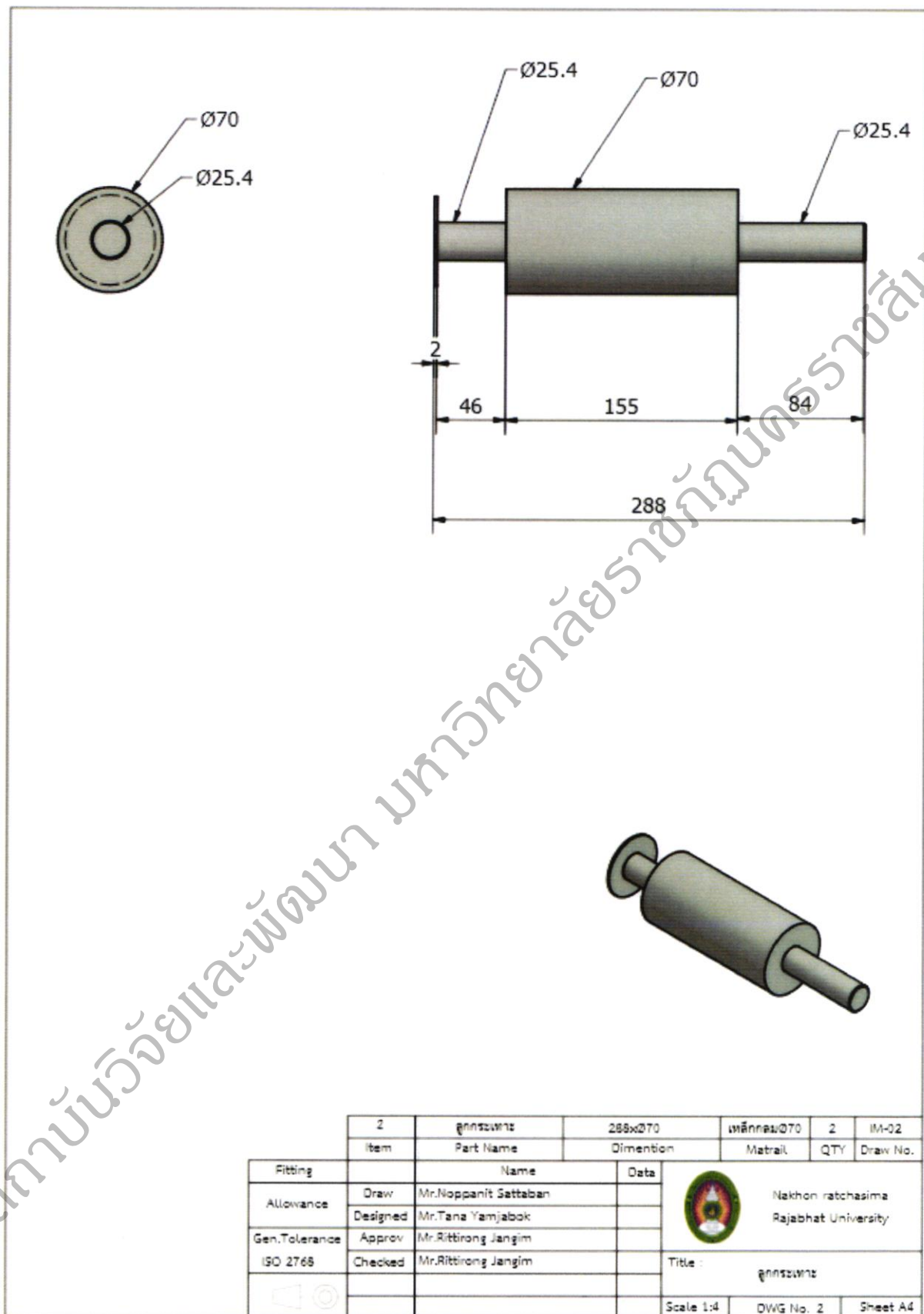


9	เครื่องขับหน้า	Ø180xØ35xØ25x42	เหล็ก SS400	1	IM-08
8	มอเตอร์	1/3 HP 220V		1	
7	Hopper	150x220x155x90x70	เหล็ก SS400	1	IM-07
6	เฟืองขับขึ้น 19ฟัน	Ø60xØ45xØ25x30	เหล็ก SS400	1	IM-06
5	เฟืองขับตาม 19ฟัน	Ø60xØ45xØ25x30	เหล็ก SS400	1	IM-05
4	ขอสับข้าววน	200x200x70	เหล็ก SS400	1	IM-04
3	กล่องแกนลูกบด	240x235x70	เหล็ก SS400	1	IM-03
2	ลูกกระพาะ	288xØ70	เหล็ก Ø70	2	IM-02
1	โครงสร้าง	400x500x400	เหล็กกล่อง 25.4	1	IM-01
Item	Part Name	Dimention	Matrail	QTY	Draw No.

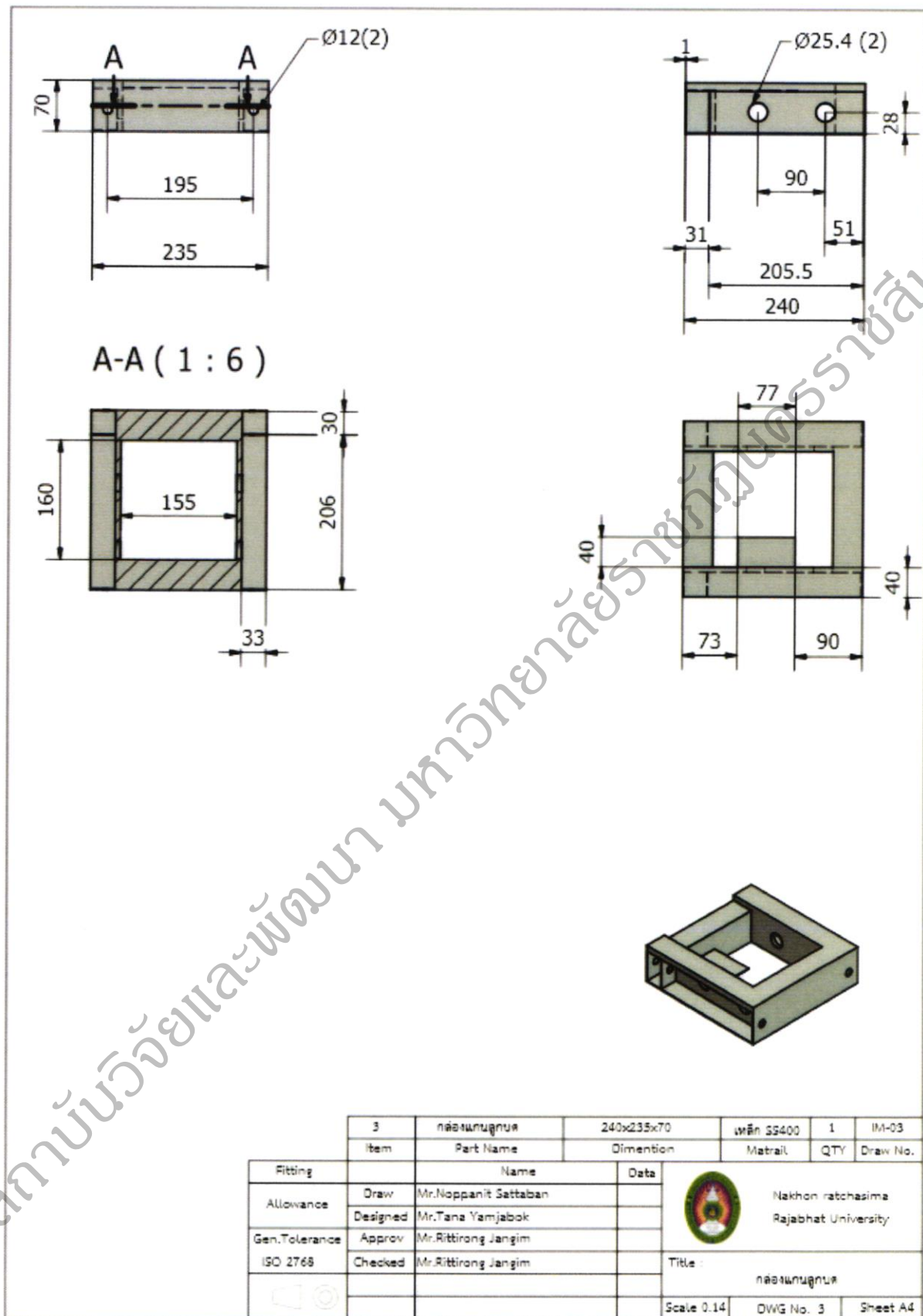
Fitting	Name	Data	 Nakhon ratchasima Rajabhat University Title เครื่องสีข้าววน Scale 1:6 DWG No. 0 Sheet A4		
Allowance	Draw	Mr.Noppanit Settaban			
	Designed	Mr.Tana Yamjabok			
Gen.Tolerance	Approv	Mr.Rittirong Jangim			
ISO 2768	Checked	Mr.Rittirong Jangim			



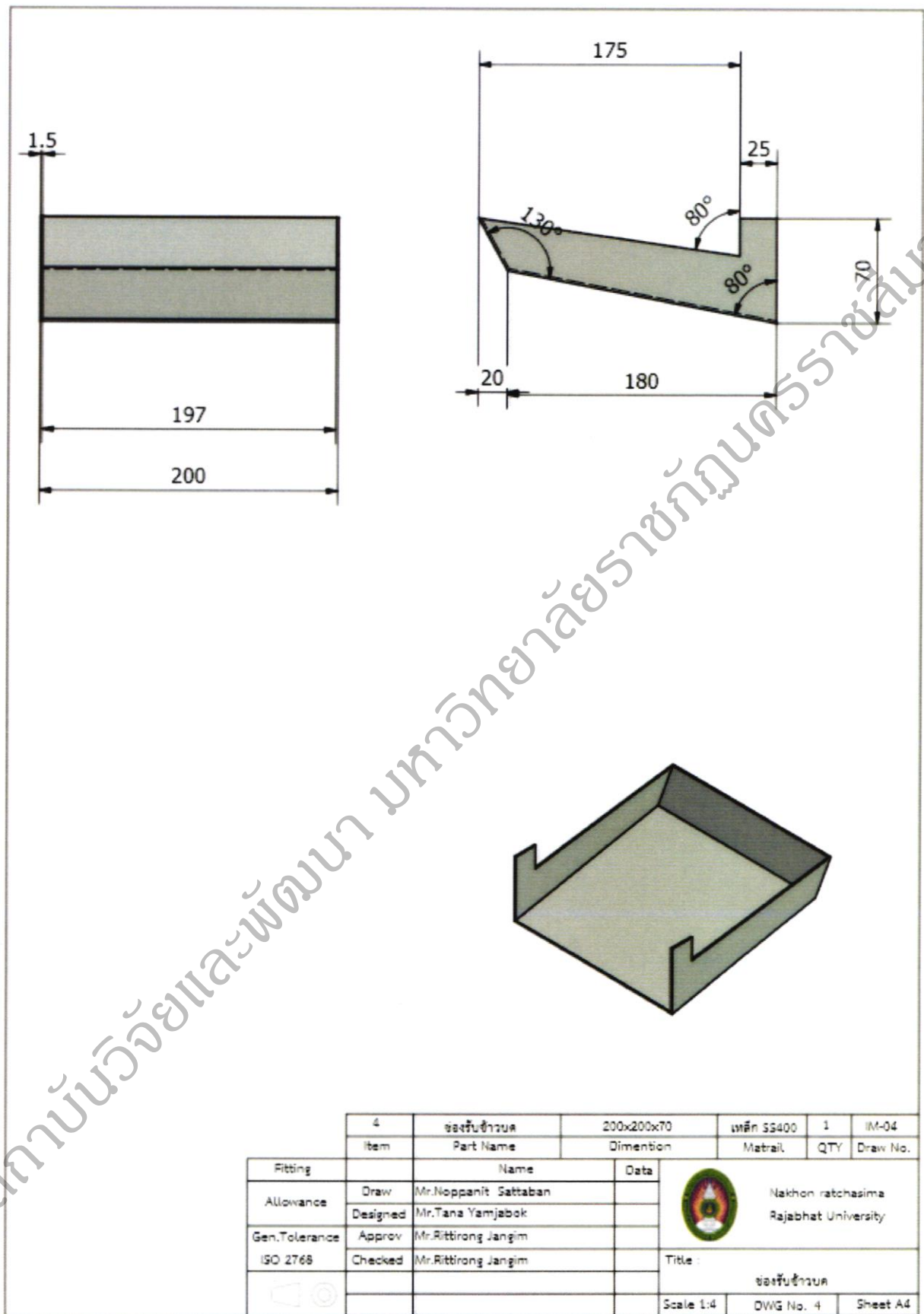
ภาพที่ ก.7 แสดงแบบโครงสร้างรีดข้าวเม่า



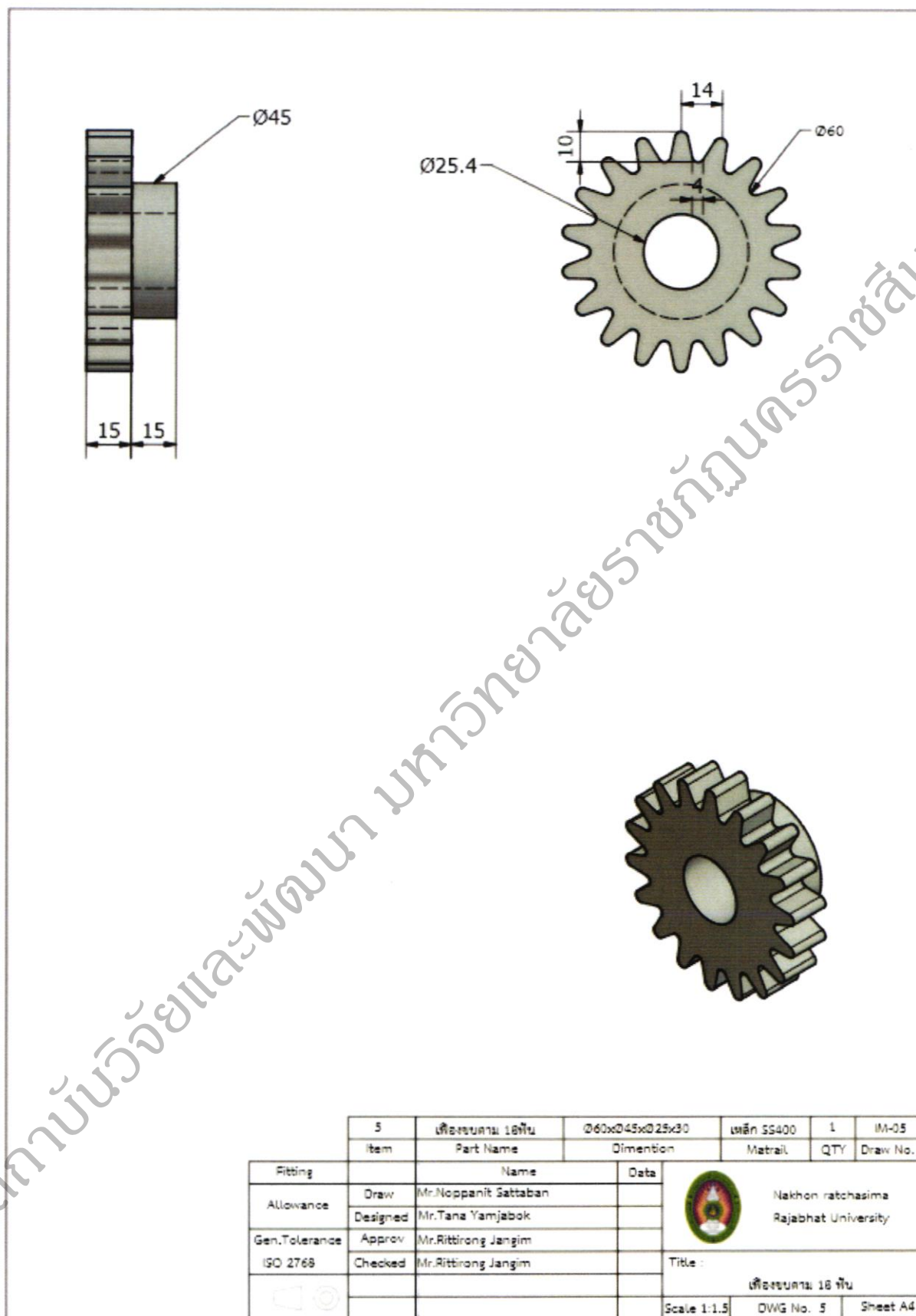
ภาพที่ ก.8 แสดงแบบลูกกรีด



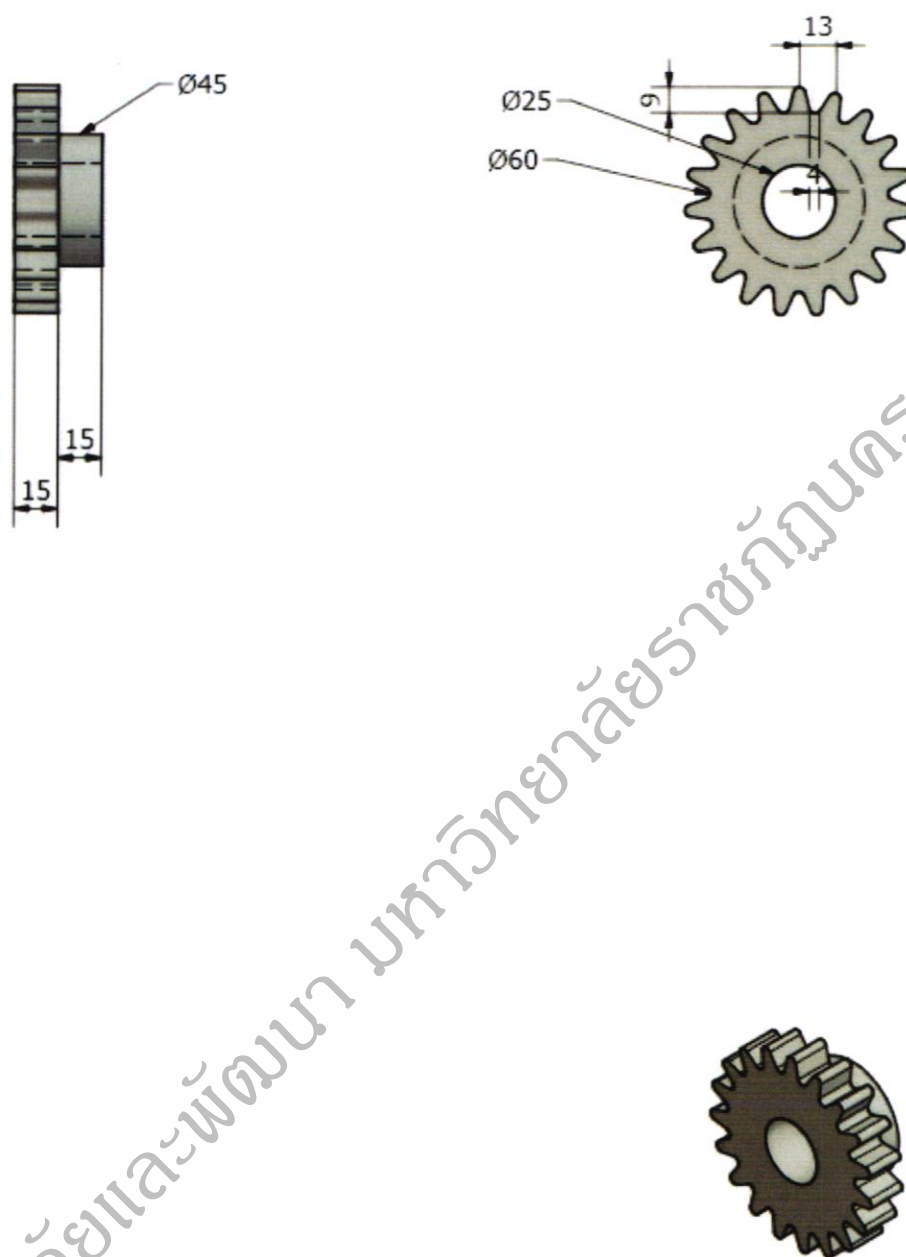
ภาพที่ ก.9 แสดงแบบกล่องแกนลูกกริด



ภาพที่ ก.10 แสดงแบบช่องรับข้าวบด

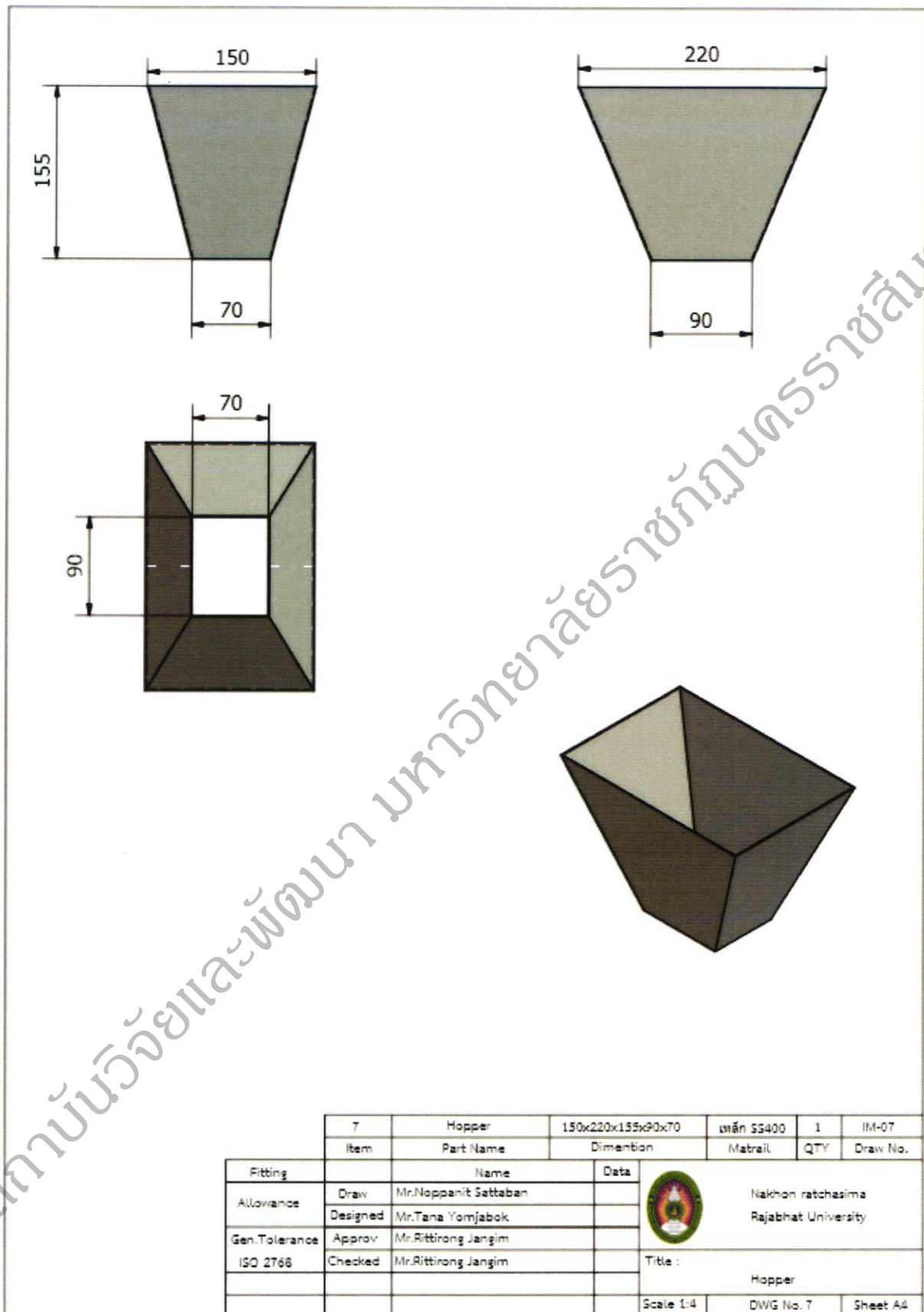


ภาพที่ ก.11 แสดงแบบเฟืองตาม

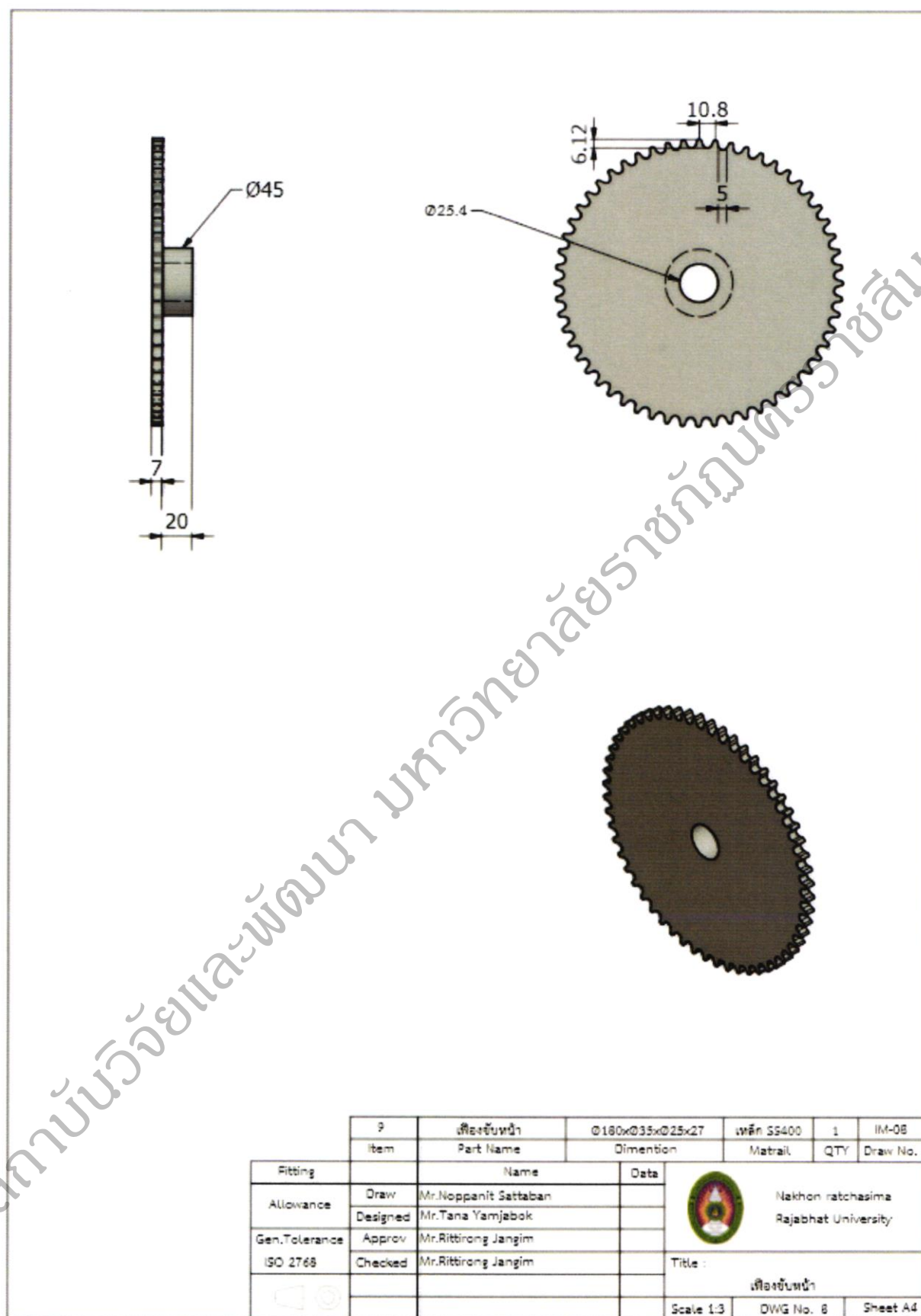


6	เฟืองขับ 19 ฟัน	Ø60xØ45xØ25x30	เหล็ก SS400	1	IM-06
Item	Part Name	Dimension	Material	QTY	Draw No.
Fitting	Name	Data	 Nakhon ratchasima Rajabhat University		
Allowance	Draw	Mr.Noppanit Sattaban			
	Designed	Mr.Tana Yomjabok			
Gen.Tolerance	Approv	Mr.Rittirong Jangim			
ISO 2768	Checked	Mr.Rittirong Jangim	Title : เฟืองขับ 19 ฟัน		
			Scale 1:2	DWG No. 6	Sheet A4

ภาพที่ ก.12 แสดงแบบเฟืองขับ



ภาพที่ ก.13 แสดงแบบ Hopper

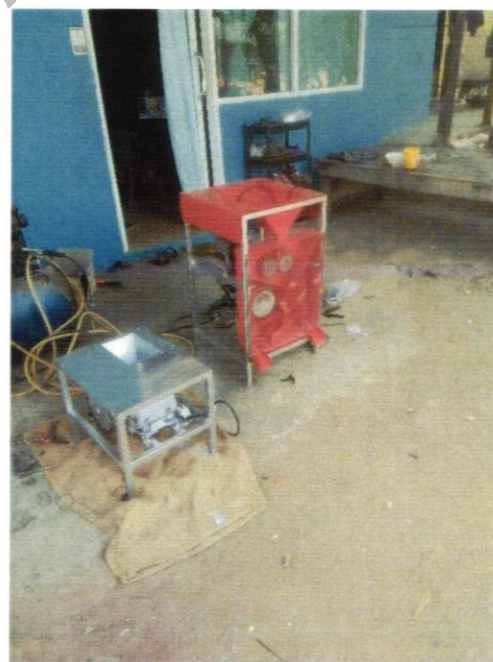
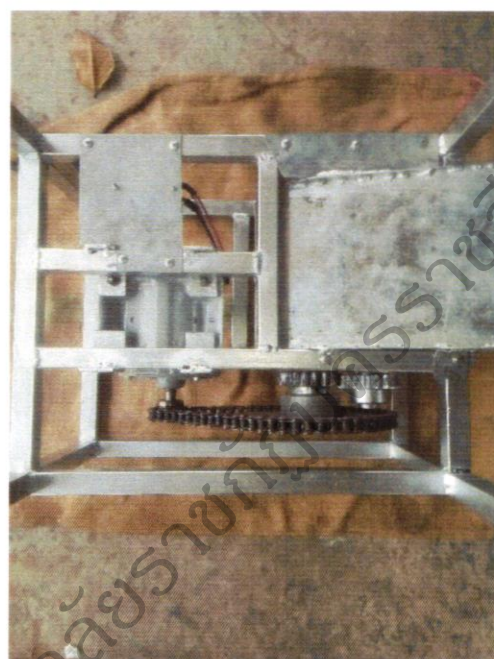


ภาพที่ ก.14 แสดงแบบเฟืองขับหน้า

ภาคผนวก ข.
ภาพการสร้างเครื่องสีข้าวเฒ่าและทดสอบ



ภาพที่ ข.1 แสดงการประกอบเครื่องสี



ภาพที่ ข.2 แสดงเครื่องสีและเครื่องรีดข้าวเม่า



ภาพที่ ข.3 แสดงการทดสอบเครื่องสีข้าวเม่า

ตารางที่ ข.1 ขนาดระบุของเพลตามาตรฐาน ISO/R775 - 1969

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น (mm)													
6	7	8	9	10	12	14	18	20	25	30	35	40	45
50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130
140	150	160	17	180	190	200	220	240	260	280	300	320	340
360	380												

ตารางที่ ข.2 ค่าตัวประกอบความล้า, C_m และ C_t

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลายูนิ่ง		
แรงกระตุกสม่ำเสมอหรือเพิ่มช้า ๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5 - 2.0	1.5 - 2.0
เพลามุม		
แรงกระตุกสม่ำเสมอหรือเพิ่มช้า ๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5 - 2.0	1.0 - 1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0 - 3.0	1.5 - 3.0

ตารางที่ ข.3 แนวทางในการเลือกอายุการใช้งานของแบร้งของเครื่องจักรกลต่าง ๆ

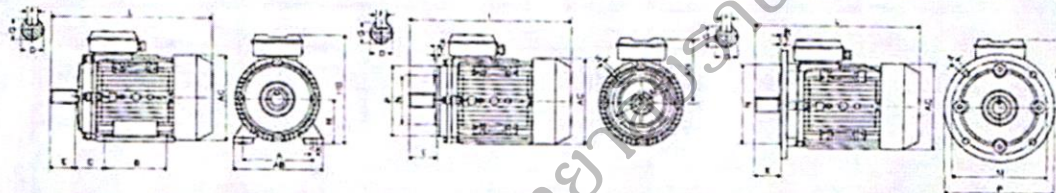
ชนิดของเครื่องจักรกล	อายุเป็นชั่วโมงทำงาน
เครื่องมือวัดและเครื่องมือที่ใช้ไม่บ่อยนัก	500
เครื่องยนต์เครื่องบิน	500 - 2,000
เครื่องจักรสำหรับใช้งานช่วงระยะสั้น ๆ หรือทำงานเป็นพัก ๆ	4,000 - 8,000
เครื่องจักรสำหรับใช้งานต่อเนื่องเป็นพัก ๆ แต่มีความสำคัญต่องานที่ทำมาก	8,000 - 12,000
เครื่องจักรที่ใช้งาน 8 ชั่วโมงแต่ไม่ได้ทำงานเต็มที่	12,000 - 20,000
เครื่องจักรที่ใช้งาน 8 ชั่วโมงแต่ทำงานเต็มที่	20,000 - 30,000
เครื่องจักรที่ใช้งานต่อเนื่อง (ทำงาน 24 ชั่วโมง)	40,000 - 60,000
เครื่องจักรที่ใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง และมีความสำคัญต่องานที่ทำมาก	100,000 - 200,000

ตารางที่ ข.4 ขนาดลิ้มมาตรฐานที่ใช้กับเพลานขนาดต่าง ๆ

ขนาดเพลาน (d) mm	ลิ้มลิ้นลิ้นลิ้น ลิ้น ลิ้นลิ้นลิ้นลิ้น ISO / R 773 ISO / R 774 (b x h)	ลิ้นลิ้น ISO 2491 ISO 2492 (b x h)	ลิ้นลิ้นลิ้น Din 6381 (b x h)	ลิ้นลิ้นลิ้น ISO 3912		
				b x h x R	t ₁	t ₂
3 - 4				1.0 x 1.40 x 4	1.0	0.6
4 - 5				1.5 x 2.60 x 7	2.0	0.8
5 - 6				2.0 x 2.60 x 7	1.8	1.0
6 - 7	2 x 2			2.0 x 3.70 x 10	2.9	1.0
7 - 8	2 x 2			2.5 x 3.70 x 10	2.7	1.2
8 - 10	3 x 3			3.0 x 5.00 x 13	3.8	1.4
10 - 12	4 x 4			3.0 x 6.50 x 16	5.3	1.4
12 - 14	5 x 5	5 x 3		4.0 x 6.50 x 16	5.0	1.8
14 - 16	5 x 5	5 x 3		4.0 x 7.50 x 19	6.0	1.8
16 - 18	5 x 5	6 x 4		5.0 x 6.50 x 16	4.0	2.3
18 - 20	6 x 6	6 x 4		5.0 x 7.50 x 19	5.5	2.3
20 - 22	6 x 6	6 x 4		5.0 x 9.00 x 22	7.0	2.3
22 - 25	8 x 7	8 x 5	8 x 3.5	6.0 x 9.00 x 22	6.5	2.8
25 - 28	8 x 7	8 x 5	8 x 3.5	6.0 x 10.00 x 25	7.5	2.8
28 - 32	8 x 7	8 x 5	8 x 3.5	8.0 x 11.00 x 28	8.0	3.3
32 - 38	10 x 8	10 x 6	10 x 4.0	10.0 x 13.00 x 32	10.0	3.3
38 - 44	12 x 8	12 x 6	12 x 4.0			
44 - 50	14 x 9	14 x 6	14 x 4.5			
50 - 58	16 x 10	16 x 7	16 x 5.0			
58 - 65	18 x 11	18 x 7	18 x 5.0			
65 - 75	20 x 12	20 x 8	20 x 6.0			
75 - 85	22 x 14	25 x 9	22 x 7.0			
85 - 95	25 x 14	25 x 9	25 x 7.0			
95 - 110	28 x 16	28 x 10	28 x 7.5			
110 - 130	32 x 18	32 x 11	32 x 8.5			
130 - 150	36 x 20	36 x 12	36 x 9.0			
150 - 170	40 x 22	40 x 14				
170 - 200	45 x 25	45 x 16				
200 - 230	50 x 28	50 x 18				
230 - 260	56 x 32					
260 - 290	63 x 32					
290 - 330	70 x 36					
330 - 380	80 x 40					
380 - 440	90 x 45					
440 - 500	100 x 50					

ตารางที่ ข.5 การกินกระแสของมอเตอร์ 1 เฟส

Model	Power		Voltage (V)	Current (A)	Speed (r.p.m)	Eff (%)	Power factor	Tst/ TN	Tmax/ TN	Starting Current (A)	Net weight (kg)	Capacitor Start	Capacitor Run
	HP	kW											
ML631-2	0.25	0.18	230	1.43	2800	60	0.92	1.8	1.8	7.5	5.3	50uf/250v	8uf/450v
ML632-2	0.34	0.25	230	1.91	2800	63	0.92	1.8	1.8	10.8	5.6	50uf/250v	12uf/450v
ML711-2	0.5	0.37	230	2.73	2800	67	0.92	2.3	1.8	16	7	75uf/250v	12uf/450v
ML712-2	0.75	0.55	230	3.88	2800	70	0.92	2.5	1.8	21	8	100uf/250v	16uf/450v
ML801-2	1	0.75	230	5.15	2800	72	0.92	2.5	1.8	30	8.5	100uf/250v	20uf/450v
ML802-2	1.5	1.1	230	7.02	2800	75	0.95	2.5	1.8	40	9.5	150uf/250v	25uf/450v
ML90S-2	2	1.5	230	9.44	2800	76	0.95	2.5	1.8	55	12.5	200uf/250v	40uf/450v
ML90L-2	3	2.2	230	13.67	2800	77	0.95	2.5	1.8	80	14	250uf/250v	50uf/450v
ML100L-2	4	3	230	18.2	2800	79	0.95	2.5	1.8	110	20.5	400uf/300v	50uf/450v
ML112M-2	5.5	4	230	22.5	2800	78	0.95	2.5	1.8	145	32	400uf/250v	60uf/450v
ML631-4	0.16	0.12	230	1.24	1400	55	0.90	1.8	1.8	5.7	5.3	50uf/250v	8uf/450v
ML632-4	0.25	0.18	230	1.43	1400	56	0.90	1.8	1.8	8.64	5.5	50uf/250v	8uf/450v
ML711-4	0.34	0.25	230	1.99	1400	62	0.92	2.5	1.8	12	6.9	75uf/250v	12uf/450v
ML712-4	0.5	0.37	230	2.81	1400	65	0.92	2.5	1.8	16	8.1	75uf/250v	16uf/450v
ML801-4	0.75	0.55	230	4.0	1400	68	0.92	2.5	1.8	21	8.9	100uf/250v	20uf/450v
ML802-4	1	0.75	230	5.22	1400	71	0.92	2.5	1.8	30	9.6	100uf/250v	25uf/450v
ML90S-4	1.5	1.1	230	7.2	1400	73	0.95	2.5	1.8	40	13	200uf/250v	30uf/450v
ML90L-4	2	1.5	230	9.57	1400	75	0.95	2.5	1.8	55	16	200uf/250v	40uf/450v
ML100L-4	3	2.2	230	13.9	1400	76	0.95	2.5	1.8	80	23	300uf/250v	40uf/450v
ML100L-4	4	3	230	18.6	1400	77	0.95	2.5	1.8	110	27	400uf/300v	50uf/450v
ML112M-4	5.5	4	230	24.5	1400	79	0.95	2.5	1.8	145	35	400uf/250v	60uf/450v



Frame Size	Mounting Dimensions (mm)																									Frame Dimensions (mm)				
																IMB14					IMB5									
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	M	N	P	R	S	T	M	N	P	R	S	T	AB	AC	AD	HD	L				
63	100	80	40	11	23	4	8.5	63	7	75	60	90	0	M5	2.5	115	95	140	0	10	3.0	130	130	115	190	230				
71	112	90	45	14	30	5	11	71	7	85	70	105	0	M6	2.5	130	110	160	0	10	3.5	145	145	125	210	255				
80	125	100	50	19	40	6	15.5	80	10	100	80	120	0	M6	3.0	165	130	200	0	12	3.5	160	165	135	240	295				
90S	140	100	56	24	50	8	20	90	10	115	95	140	0	M8	3.0	165	130	200	0	12	3.5	180	185	145	270	335				
90L	140	125	56	24	50	8	20	90	10	115	95	140	0	M8	3.0	165	130	200	0	12	3.5	180	185	145	270	360				
100L	160	140	63	28	60	8	24	100	12	-	-	-	-	-	-	215	180	250	0	15	4.0	205	215	170	280	380				
112M	190	140	70	28	60	8	24	112	12	-	-	-	-	-	-	215	180	250	0	15	4.0	245	240	180	310	400				

ที่มา : <http://www.sapaengineer.com/index.php?lite=article&qid=41993232>

ภาคผนวก ค.
ราคาการสร้างเครื่องสีข้าวเฒ่า

ตารางที่ ค1 ประเมินราคาการสร้างเครื่องสีข้าวเมาเป็น

ลำดับที่	รายการวัสดุ	จำนวน	ราคา/บาท
1	เหล็กกล่อง 1 นิ้ว	3 เส้น	600
2	เพลขนาด 1.5 นิ้ว ยาว 13 นิ้ว	3 ตัว	1500
3	มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า	1 ตัว	2700
4	สายพานขนาด B50 ร่อง B	2 เส้น	240
5	พลูเลย์ขนาด 2 นิ้ว	3 ตัว	600
6	พลูเลย์ขนาด 3 นิ้ว	1 ตัว	250
7	พลูเลย์ขนาด 4 นิ้ว	1 ตัว	270
8	เหล็กแผ่น 1.2 มิลลิเมตร	1 แผ่น	950
9	เหล็กฉาก 2x2 นิ้ว ขนาด 2.5 มิลลิเมตร	1 เส้น	650
10	สกรูเบอร์ 17	15 ตัว	150
11	แบตเตอรี่ 15 AMP	1 ตัว	60
12	ลูกปืนตึกตา P 204	9 ตัว	1200
13	ลูกยางกะเทาะ	2 ลูก	1600
14	ใบพัดลม	1 ใบ	120
15	สายไฟขนาด 2.5 ยาว 2.5	1 ม้วน	250
16	แผ่นอะคริลิก	1 แผ่น	700
17	รูดเชื่อม	1 กล่อง	180
รวม			12,020

ประวัติผู้วิจัย

1. หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ - สกุล (ภาษาไทย) : นายฤทธิรงค์ แจ่มอิม
(ภาษาอังกฤษ) : Mr.Rittirong Jangim
เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3160300846022

2. ตำแหน่งปัจจุบัน : อาจารย์

3. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ (ที่ทำงาน) : โปรแกรมวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา โทรศัพท์ 044-255451 ต่อ 2910 โทรสาร 044-255451 โทรศัพท์มือถือ 089-2425106 E-mail Address rittirong.ie@hotmail.com

4. ประวัติการศึกษา : ระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล : ระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรม อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)
: การออกแบบแม่พิมพ์

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

6.1 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

- ผู้ช่วยวิจัย : ผู้ช่วยวิจัยพฤติกรรมการสีกหรือของแม่พิมพ์ตัดที่ได้จากการอบชุบด้วยกรรมวิธี Spray (วช.)
- ผู้ช่วยวิจัย : พฤติกรรมการสีกหรือของผิวเคลือบชุดคมตัดสำหรับงานแม่พิมพ์ตัดขาด (วช.)
- ผู้ช่วยวิจัย : อิทธิพลของกรรมวิธีการอบชุบภายใต้สภาวะปกคลุมด้วยก๊าซอาร์กอนที่มีต่อการสีกหรือของแม่พิมพ์ตัด (วช.)
- ผู้ช่วยวิจัย : วัสดุประสานและส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับทำแผ่นวัสดุป้องกันความร้อน (วช.)
- วิจัยในชั้นเรียน (มรภ.นม. 57)
- โครงการวิจัย : การวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องกดแผ่นข้าวตัง ของกลุ่มอาชีพบ้านห้วยยาง ตำบลหินดาด อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา งบประมาณภายใต้โครงการวิจัยและพัฒนาพื้นที่ปีที่ 2 (มรภ.นม. และสกว.)
- การวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตแผ่นข้าวโป่ง (สกว.)
- หัวหน้าโครงการวิจัย : การวิเคราะห์ระบบบริหารจัดการโลจิสติกส์ เพื่อควบคุมประสิทธิภาพการไหลเวียนสินค้าและบริการของสหกรณ์การเกษตรพิมาย (สกว.)

- หัวหน้าโครงการวิจัย : การวิจัยและพัฒนาเครื่องผ่านกล้วยเบรกแตกเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการผลิต ของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร เทวาสุขสันต์ ตำบลหนองกรด อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา งบประมาณภายใต้โครงการวิจัยและพัฒนาพื้นที่ปีที่ 3 “นวัตกรรมเพื่อการพัฒนาพื้นที่หนุนเสริมขีดความสามารถภาคเกษตรและยกระดับเศรษฐกิจฐานราก ในจังหวัดนครราชสีมา” ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (สกว.)

6.2 งานวิจัยที่กำลังทำ

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา