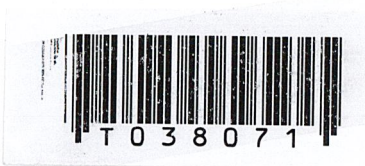
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

วิทยานิพนธ์การออกแบบ

เรื่อง

โครงการออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง 2 ชุดเพื่อส่งเสริมการขายสำหรับร้านเลมอนฟาร์ม

MINI BROWN RICE HUSKER FOR LEMONFARM



โดย

นางสาว ธนารัตน์ หนูประสิทธิ์

38025310

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....38071
วัน, เดือน, ปี 21 พ.ย. 2543

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชศิลปอุตสาหกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อ	ก
คำนำ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
อนุมัติผล	ฉ
สารบัญภาพประกอบ	ฑ
สารบัญตาราง	
บทที่ 1 การเสนอโครงการ	
บทนำ	1
ความเป็นไปได้ของโครงการ	6
ขอบเขตของโครงการ	8
ปัญหาและแนวทางแก้ปัญหา	11
แนวทางการศึกษาวิจัย	22
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	23
บทที่ 2 การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการวิเคราะห์	
2.1 ข้อมูลผลิตภัณฑ์เดิมหรือผลิตภัณฑ์ข้างเคียง	24
2.1.1 ข้อมูลรูปแบบและขนาดสัดส่วนเครื่องสีข้าวที่นิยมใช้ในปัจจุบัน	24
2.1.2 ข้อมูลรูปแบบเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดธัญพืชที่เป็นผลิตภัณฑ์ข้างเคียง	38
2.2 ข้อมูลสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อโครงการ	46
2.2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับข้าว	
2.2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับการสีข้าว	74
2.2.3 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับร้านเลมอนฟาร์ม	83
2.2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ข้าวกล้อง	92
2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้บริโภค	94
2.3.1 พฤติกรรมการบริโภคข้าวสารของคนกรุงเทพมหานคร	94
2.3.2 พฤติกรรมผู้บริโภคในร้านเลมอนฟาร์ม	99
2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับขนาดสัดส่วน	103
2.4.1 มาตรฐานขนาดสัดส่วนของคนไทยและค่าวิกฤติต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบ	103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างส่วนบรรจุข้าวเปลือกกับพนักงาน 112
2.4.3 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างส่วนรองรับข้าวกล้องกับพนักงาน 114
2.4.4 ข้อมูลความสัมพันธ์ระว่างส่วนรองรับแกลบกับพนักงาน 117
2.4.5 การวิเคราะห์การจัดวางโดยรวมของเครื่องสีข้าวกล้อง 122
2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทางกายภาพในการทำงาน 125
2.5.1 เสียง 125
2.5.2 สีและจิตวิทยาการใช้สี 125
2.6 ข้อมูลโครงสร้างและระบบ 141
2.6.1 การวิเคราะห์ระบบการกะเทาะเปลือกข้าว 141
2.6.2 ระบบการกะเทาะเปลือกแบบลูกกลิ้งยาง 148
2.6.3 การวิเคราะห์ระบบส่งกำลัง 157
2.6.4 การวิเคราะห์ส่วนอุปกรณ์ขับดันลม 181
2.6.5 การวิเคราะห์ส่วนอุปกรณ์คัดแยกแกลบ 186
2.6.6 การวิเคราะห์เลือกมอเตอร์ต้นกำลัง 202
2.6.7 การวิเคราะห์โครงสร้างส่วนบรรจุข้าวเปลือก 220
2.6.8 การวิเคราะห์อุปกรณ์ป้อนข้าวเปลือก 230
2.6.9 การวิเคราะห์ส่วนรองรับข้าวกล้อง 238
2.6.10 การวิเคราะห์ส่วนรองรับแกลบ 242
2.6.11 สวิทช์ควบคุม 247
2.5 ข้อมูลด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิเคราะห์ 257
2.5.1 ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุที่นำมาประกอบการวิเคราะห์ 257
2.5.2 การวิเคราะห์การเลือกวัสดุและกรรมวิธีการผลิต ส่วนโครงสร้าง 258
2.5.3 การวิเคราะห์การเลือกวัสดุและกรรมวิธีการผลิตส่วนบรรจุข้าวเปลือก 259
2.5.4 การวิเคราะห์การเลือกวัสดุและกรรมวิธีการผลิต ส่วนรองรับข้าวกล้อง260
2.5.5 การวิเคราะห์การเลือกวัสดุและกรรมวิธีการผลิต ส่วนรองรับแกลบ 261
2.5.6 การวิเคราะห์การเลือกวัสดุและกรรมวิธีการผลิต ส่วนภายนอก261
บทที่ 3 การพัฒนาการออกแบบ
3.1 สรุปผลการวิเคราะห์ (Conclusion) 262
3.2 แบบร่างและวิเคราะห์การออกแบบ (Idea Sketch and Design Analysis) 262
3.3 ข้อเสนอแนะของกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์(แบบร่าง) 267
บทที่ 4 การเสนอผลงานออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 แผ่นเสนองาน 277
4.2 ภาพถ่ายหุ่นจำลอง 294
4.3 แบบ Working Drawing 303
บทที่ 5 บทสรุปการออกแบบและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปการออกแบบและข้อเสนอแนะของนักศึกษา 304
5.2 สรุปการออกแบบและข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา 305
บรรณานุกรม
ประวัติการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ	โครงการออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง 2 ชุดขนาดเล็กเพื่อส่งเสริมการขายสำหรับร้านเลมอนฟาร์ม MINI BROWN RICE HUSKER FOR LEMONFARM
ชื่อ	นางสาว ธนารัตน์ หนูประสิทธิ์
รหัสประจำตัว	38025310
คณะ	สถาปัตยกรรมศาสตร์
ภาควิชา	ศิลปอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2542

บทคัดย่อ

เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กในโครงการออกแบบนี้มีส่วนที่สำคัญของเครื่อง 2 ส่วนคือส่วนที่ทำการกะเทาะเปลือกด้วยการผ่านลูกยาง 2 ชุดและส่วนคัดแยกแกลบกับลม โดยออกแบบให้สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับร้านเลมอนฟาร์มเพื่อช่วยในการส่งเสริมการขายและรณรงค์การบริโภคข้าวกล้องให้เพิ่มมากขึ้นและได้ข้าวกล้องที่ใหม่สดทุกวัน จึงได้มีการออกแบบเพิ่มเติมในส่วนการใช้งานคือส่วนบรรจุข้าวเปลือกก่อนการนำไปสีให้สามารถรองรับได้มากขึ้นเพื่อการตอบสนองต่อผู้ซื้อได้อย่างต่อเนื่อง ออกแบบให้มีส่วนที่สามารถรองรับข้าวกล้องด้วยถุงชิบขนาดบรรจุ 2 กิโลกรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่นิยมและเหมาะสมในการบริโภคต่ออาทิตย์ได้ทันที รวมไปถึงส่วนที่ใช้ในการรองรับแกลบที่สะดวกในการนำไปทิ้งและทำความสะอาด โดยเฉพาะการป้องกันฝุ่นละอองและเสียงให้ออกสู่บรรยากาศน้อยที่สุด

ทั้งหมดนี้รวมอยู่ในรูปลักษณ์ที่สอดคล้องกันสร้างความเป็นมิตร และลดความเป็นเครื่องจักรทางการเกษตรโดยมีเอกลักษณ์ของร้านเลมอนฟาร์ม นับเป็นเสนอรูปแบบการขายข้าวกล้องแบบใหม่ ในลักษณะการให้บริการด้วยเครื่องสีข้าวกล้องที่ผสมผสานเทคโนโลยีที่ทันสมัยยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ใน 100 ปีที่ผ่านมาได้มีพัฒนาการแพทย์ให้รุดหน้าไปอย่างมาก จนถึงขั้นที่เราสามารถเปลี่ยนอวัยวะต่างๆ เช่น หัวใจ และตับได้ การใช้เครื่องมือตรวจด้วยคอมพิวเตอร์และอื่นๆ ซึ่งทำให้สามารถทำนายได้อย่างแม่นยำ เราได้ทุ่มเทเงินมหาศาลเพื่อการวิจัยโรคมะเร็งและโรคอื่นๆ แต่สิ่งที่ปรากฏให้ทุกคนเห็นก็คือว่า วิวัฒนาการดังกล่าวไม่ได้ทำให้สุขภาพของประชากรโลกดีขึ้น ในทางตรงกันข้ามปรากฏว่าประชาชนโดยทั่วไปมีสุขภาพเลวลงเมื่อเทียบกับบรรพบุรุษของเรา จึงได้ข้อสรุปอย่างหนึ่งว่า ที่เราลำบากกันอยู่ทุกวันนี้ จากการเจ็บป่วยนั้น สาเหตุหนึ่งเป็นเพราะเราหลงอยู่กินกันมานานอย่างผิดธรรมชาติจนกระทั่งกลายเป็นนิสัย และแม้จะรู้ว่าการเปลี่ยนแปลงอุปนิสัยหรือพฤติกรรมเป็นวิธีการแก้โดยตรง และจะทำให้เราลำบากน้อยลง แต่ก็ยังมีคนไม่อยากจะแก้ไขอยู่นั่นเอง

ศตวรรษที่ 20 จึงเป็นยุคใหม่ของการดูแลสุขภาพของตนเองอย่างที่บรรพบุรุษของเราเคยปฏิบัติ การนำหลักแห่งธรรมชาติประสมประสานกับการแพทย์และเทคโนโลยีปัจจุบัน จึงเป็นแนวทางใหม่เพื่อสุขภาพที่ดีถ้วนหน้าของประชาชน ตามวัตถุประสงค์ขององค์การอนามัยโลก การรับประทานอาหารแบบธรรมชาติบำบัดเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ชี้ชวนให้มีสัดส่วนของการรับประทานอาหารเสียใหม่ และหันไปกินอาหารธรรมชาติและไม่ผ่านการขัดสี ฟอก แต่งเติม ใส่สีรสกลิ่นเคมีใดๆทั้งสิ้น การค่อยๆเปลี่ยนนี้ร่างกายจะปรับตัวและส่งผลในทางที่ดีให้เราเห็น อันเป็นกำลังใจให้เราเพิ่มการกินในสิ่งที่ดีและหลีกเลี่ยงของที่ไม่ดี ให้มากขึ้นไปอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง 2 ชุดเพื่อส่งเสริมการขายสำหรับร้านเลมอนฟาร์มได้น้อมนำเอาพระราชดำรัสเรื่องเศษฐกิจพอเพียงมาใช้ประกอบในการทำวิทยานิพนธ์ จึงเป็นพระมหากรุณาธิคุณล้นเกล้าล้นกระหม่อมขอเดชะข้าพระพุทธเจ้า

นางสาวธนารัตน์ หนูประสิทธิ์

ขอขอบคุณสถาบันที่ได้มอบโอกาสให้ได้ศึกษาหาความรู้และได้ใช้ชีวิต "เด็กมหาลัย" อย่างครบถ้วน ก่อเกิดความทรงจำที่ดีอันไม่มีวันจะลบเลือนไปจากใจ

ขอขอบคุณคณะสถาปัตย์ที่ทำให้ได้เรียนถึง 5 ปี มีชีวิตในการทำวิทยานิพนธ์อันหมายถึงความสัมพันธ์กับผู้คนรอบข้างที่มีน้ำใจอันดีช่วยเหลือให้ผ่านพ้นอุปสรรคนานามาสำเร็จลงได้ด้วยดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ผู้เป็นทุกสิ่งทุกอย่างของลูก

ขอบพระคุณ อาจารย์บรรเจิด เอี่ยมเมตตา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ขอบพระคุณ อาจารย์พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ผู้มอบหัวข้อวิทยานิพนธ์ "เครื่องสีข้าวกล้อง"

ขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่ศิษย์โดยมิหวังสิ่งใดตอบแทน

ขอบพระคุณ คุณจณิน เอี่ยมสะอาด (พี่ปู) ฝ่ายกิจกรรมร้านเลมอนฟาร์มผู้ให้ข้อมูล

ขอบพระคุณ คุณจรรยา ศรีประทุมวงค์ และครอบครัวศรีประทุมวงค์ ที่ให้ความช่วยเหลือในยามทุกข์ยาก

ขอบพระคุณ บริษัท บุญรอดบรเวอรี่ จำกัด ที่ได้มอบทุนการศึกษา

ขอบคุณ นางสาว สายใจ ชื่นอร่ามและนายราชัน แจ้งเอี่ยมนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบังที่ได้ให้ข้อมูลอย่างมากเกี่ยวกับระบบกลไกของเครื่องสีข้าวกล้อง

ขอบคุณ สายรหัส 10 อันเหนียวแน่นกลมเกลียว อันได้แก่
พี่หนึ่ง พี่ชายคนเดียวที่ไม่เคยทอดทิ้งกัน พี่ปอง มือ present คู่ชีวิต
พี่แป้ง กำลังใจที่ดีที่สุด น้องโด่ง อัศวินขี่ม้าขาว น้องตุ๋น ช่วยทุกงานไม่มีบ่น
น้องเบญและน้องเพียว ที่คอยทำให้พี่อุ่นใจ

ขอบคุณ เพื่อนๆ ศอ. 5 ที่มาคอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้แก่กันจนกระทั่งปีสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายภาสกรณ์ เอี่ยมใจดี (หน่อย) มือปืน model คนสำคัญ
อ็อด ที่ตากแดดที่พ่นสีงานโดยไม่ปริปากบ่น
ชายที่เป็นเพื่อนไปไหนมาไหน และทำให้แม่ลูกได้คุยกันแม้ไม่เห็นหน้า

ขอบคุณ โอ๋ ดิ๊ฟ เมย์ โส แทน ที่ร่วมทุกข์ร่วมสุขกันมา
กิ๊ก (เจ๊)เอ๋ มง ปุ๊ก อุ้ม อ้อย ก้อ ปุ้ย เอก มุกเอ๋ ทอม ฮง โซ จักร ป๋วย หม่อง บิ๊ก
วัฒน์ พี่ไผ่ พี่ลภ กวง ที่แวะมาคอยช่วยเหลือเสมอมา
กรและบอลที่อุทิศรถในการขนส่ง model ไปไหนมาไหน

ขอบคุณ น้องแจ็ค (ศอ.1) ที่ช่วยแปะ plate น้องเมา (ศอ.3) ที่ช่วยถ่ายรูป น้องอ็อบ (ศอ.4)ที่ช่วยเขียน CAD

ขอบคุณ ร้านส้มตำที่มีส้มตำอร่อยๆให้พวกเรากิน

ขอบคุณ เจ้าดำและเจ้าถุงเท้าแมวเหมียวที่สร้างความบันเทิงและผ่อนคลายความเครียดได้เป็นอย่างดีบนบูท

สุดท้ายนี้ขออาราธนาคุณพระศรีรัตนตรัยและส่งศักดิ์ทั้งหลายในสากลโลกจงดลบันดาลให้ทุกท่านจงประสบแต่ความสุขความเจริญด้วยเทอญ

นางสาว ธนารัตน์ หนูประสิทธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต

.....

คณะบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ..... ประธานกรรมการ

..... กรรมการ

..... กรรมการ

..... กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา .....

(อาจารย์ บรรเจิด เอี่ยมเมตตา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ

		หน้าที่
ภาพที่ 2-1	แสดงเครื่องสีข้าวแบบลูกหินกับยาง	25
ภาพที่ 2-2	แสดงเครื่องสีข้าวแบบใช้จานหิน	26
ภาพที่ 2-3	แสดงเครื่องสีข้าวแบบใช้แรงเหวี่ยง	28
ภาพที่ 2-4	แสดงเครื่องกะเทาะเปลือกข้าวแบบลูกยาง 1 ชุดยี่ห้อ KK.	29
ภาพที่ 2-5	แสดงส่วนประกอบของเครื่องกะเทาะเปลือกข้าวแบบลูกยาง 1 ชุด	31
ภาพที่ 2-6	แสดงเครื่องกะเทาะเปลือกข้าวแบบลูกยาง 1 ชุด	32
ภาพที่ 2-7	แสดงเครื่องสีข้าวแบบใช้ลูกยาง 2 ชุด	33
ภาพที่ 2-8	แสดงเครื่องสีข้าวแบบใช้ลูกยาง 2ชุด	34
ภาพที่ 2-9	แสดงเครื่องกะเทาะถั่วเขียวผิวมัน	35
ภาพที่ 2-10	แสดงส่วนประกอบลูกกะเทาะและหลักการทำงานของเครื่อง	35
ภาพที่ 2-12	แสดงเครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบแท่งยางสีข้าว	38
ภาพที่ 2-13	แสดงส่วนประกอบของระบบป้อนและระบบกะเทาะ	39
ภาพที่ 2-14	แสดงส่วนประกอบและลักษณะการทำงานของเครื่อง กะเทาะเปลือกถั่วลิสงแบบแท่งยางสีข้าว (กึ่งแรงเหวี่ยง)	41
ภาพที่ 2-15	แสดงเครื่องกะเทาะเปลือกForsbergmodel 15	43
ภาพที่ 2-16	ห้องกะเทาะเปลือก และไซโคลน	44
ภาพที่ 2-17	เครื่องกะเทาะเปลือกForsbergmodel 2	45
ภาพที่ 2-18	ส่วนต่าง ๆของต้นข้าว	51
ภาพที่ 2-19	การเจริญเติบโตของต้นข้าว	52
ภาพที่ 2-20	ชนิดของข้าวเจ้า	54
ภาพที่ 2-21	รูปแบบข้าวตามลำดับ	54
ภาพที่ 2-22	ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากข้าว	55
ภาพที่ 2-23	แผนภาพแสดงขั้นตอนการสีข้าว	56
ภาพที่ 2-24	แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบข้าวกล้องกับข้าวขัดขาว	57
ภาพที่ 2-25	แผนผังการกะเทาะเปลือกข้าว	79
ภาพที่ 2-26	สัญลักษณ์ของบริษัท เลมอนฟาร์ม จำกัด	85
ภาพที่ 2-27	ภาพบรรยากาศภายในร้านเลมอนฟาร์ม	87
ภาพที่ 2-28	ภาพบรรยากาศภายนอกร้านเลมอนฟาร์ม	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		หน้าที่
ภาพที่ 2-29	แสดงภาพการจำหน่ายข้าวกล้องในร้านเลมอนฟาร์ม	89
ภาพที่ 2-30	แผนผังวิธีการดำเนินงานของร้านเลมอนฟาร์ม	90
ภาพที่ 2-31	เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กที่ใช้ในร้านเลมอนฟาร์ม	91
ภาพที่ 2-32	ตัวอย่างถุงข้าวกล้องของร้านเลมอนฟาร์ม	92
ภาพที่ 2-33	ขนาดถุงซิบ	93
ภาพที่ 2-34	แผนภูมิวงกลมแสดงรูปแบบการซื้อข้าวสาร	94
ภาพที่ 2-35	แผนภูมิแท่งแสดงสถานที่เลือกซื้อข้าว	94
ภาพที่ 2-36	แผนภูมิวงกลมแสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการบริโภคข้าวของครัวเรือน	95
ภาพที่ 2-37	แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบผลของกระแสชีวจิตต่อการเปลี่ยนแปลงประเภทข้าวที่บริโภค	96
ภาพที่ 2-38	แผนภูมิวงกลมแสดงพฤติกรรมการเลือกซื้อประเภทข้าว	97
ภาพที่ 2-39	แผนภูมิแท่งแสดงสถานที่เลือกซื้อข้าว	98
ภาพที่ 2-40	มิติส่วนต่างของร่างกาย	105
ภาพที่ 2-41	ขนาดสัดส่วนของมือชาย-หญิง	107
ภาพที่ 2-42	การใช้มือในลักษณะต่าง ๆ	108
ภาพที่ 2-43	การแสงดมุมมองด้านข้าง	110
ภาพที่ 2-44	ภาพแสดงมุมมองด้านบน	111
ภาพที่ 2-45	ภาพแสดงพื้นที่ทำงานสูงสุดที่เกิดจากการวาดมือในแนวราบ	119
ภาพที่ 2-46	การยืดระยะเวลาออกแรงกระทำระหว่างวัตถุให้ยาวนานขึ้น	130
ภาพที่ 2-47	ฝาครอบปิดแหล่งกำเนิดเสียงที่ปรุรูจะช่วยลดการสั่นสะเทือน	131
ภาพที่ 2-48	การเดินทางในลักษณะเป็นเส้นตรงและราบเรียบของคลื่นเสียง	133
ภาพที่ 2-49	การประกอบลูกกลิ้งยาง	148
ภาพที่ 2-50	ชุดเกลียงสำหรับปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง	149
ภาพที่ 2-51	หลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกกลิ้งยาง	150
ภาพที่ 2-52	แผนผังหลักการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง 2ชุด	151
ภาพที่ 2-53	ส่วนประกอบต่าง ๆของเครื่องสีข้าวกล้อง ระบบลูกยาง 2 ชุด	153
ภาพที่ 2-54	แสดงลักษณะต่าง ๆของสายพาน	158
ภาพที่ 2-55	แสดงการเปรียบเทียบมุมโอบสายพาน	160
ภาพที่ 2-56	แสดงการขับสายพานโบว์	160

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ ทั้งส่วนหรือทั้งเล่ม ก่อนได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่

ภาพที่ 2-57	แสดงการขับสายพานแบบ Quarter Tundrive	161
ภาพที่ 2-58	แสดงการขับสายพานแบบ Mule drive	161
ภาพที่ 2-59	แสดงการขับสายพานแบบ Revers drive	162
ภาพที่ 2- 60	แสดงมู่เล่ประระยะพิต	162
ภาพที่ 2-61	แสดงมู่เล่จานเรียวได้ข้างเดียว	163
ภาพที่ 2-62	แสดงมู่เล่แบบใช้เกลียวปรับ	163
ภาพที่ 2-63	แสดงมู่เล่แบบใช้สปริง	164
ภาพที่ 2-64	แสดง ก ภาพตัดล้อสายพาน	164
ภาพที่ 2-65	ทิศทางการเปรียบเปลี่ยนขนาดความโต	166
ภาพที่ 2-66	แสดงโซ่โรลเลอร์	169
ภาพที่ 2-67	แสดงโซ่โรลเล่อร์ 2 ชั้นและ 3 ชั้น	169
ภาพที่ 2-68	แสดงข้อต่อสำหรับโซ่โรเลอร์	170
ภาพที่ 2-69	แสดงโซ่บูช	170
ภาพที่ 2-70	แสดงโซ่ฟัน	171
ภาพที่ 2-71	แสดงโซ่ชนิดอื่น	172
ภาพที่ 2-72	แสดงลักษณะรูปร่างของเฟืองแบบต่าง ๆ	176
ภาพที่ 2-73	แสดงพัดลมแบบโพรเพลเลอร์	179
ภาพที่ 2-74	แสดงพัดลมทิวน์แอกเซียล	180
ภาพที่ 2-75	แสดงพัดลมแบบเวนแอกเซียล	180
ภาพที่ 2-76	แสดงพัดลมแรงเหวี่ยง	181
ภาพที่ 2-77	แสดงพัดลมใบพัดโค้งหน้า	183
ภาพที่ 2-78	แดงพัดลมใบพัดตรงหรือใบพัดตามแนวรัศมี	183
ภาพที่ 2-79	แสดงพัดลมใบพัดโค้งหลัง	184
ภาพที่ 2-80	แสดงพัดลมใบพัดแอร์ฟอยล์	184
ภาพที่ 2-81	แสดงลักษณะของใบพัดลมแรงเหวี่ยงแบบต่าง ๆ	185
ภาพที่ 2-82	แสดงการตกตะกอน	186
ภาพที่ 2 – 83	แสดงถึงไซโคลนแบบไหลทวน	187
ภาพที่ 2 – 84	แสดงมิติของถังไซโคลน	187
ภาพที่ 2 – 85	แสดง Intermediate diameter cyclone	189
ภาพที่ 2 – 86	แสดง small diameter cyclone	190

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่

ภาพที่ 2 – 87 แสดงทางเข้าท่อโค้งช่วยในการแยกตัว 191
ภาพที่ 2 - 88 แสดงไซโคลน 2 ชิ้น 194
ภาพที่ 2 - 89 แสดงถังกรองแบบ 4 ส่วน 199
ภาพที่ 2 - 90 แสดงถังกรองที่ใช้ลมกระแทกช่วยทำความสะอาด 200
ภาพที่ 2 - 91 แสดงถังกรอง 2 ชั้น 201
ภาพที่ 2 - 92 แสดงแผนผังการแบ่งประเภทและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า 204
ภาพที่ 2 - 93 แสดงมอเตอร์สปริตเฟส 205
ภาพที่ 2 - 94 แสดงมอเตอร์คาปาซิเตอร์ 206
ภาพที่ 2 - 95 แสดงมอเตอร์รีฟัลชั่น 208
ภาพที่ 2 - 96 แสดงมอเตอร์เฉดโพล 209
ภาพที่ 2 - 97 แสดงมอเตอร์ยูนิเวอร์แซล 210
ภาพที่ 2 - 98 แสดงเปลือกมอเตอร์แบบป้องกันน้ำหยด 213
ภาพที่ 2 - 99 แสดงเปลือกมอเตอร์แบบเปิดหมดธรรมดา 214
ภาพที่ 2 - 100แสดงเปลือกมอเตอร์แบบป้องกัน 215
ภาพที่ 2 - 101แสดงเปลือกมอเตอร์แบบใต้น้ำ 215
ภาพที่ 2 - 102แสดงขาธรรมดาแบบหล่อพร้อมเปลือกเป็นชิ้นเดียว 216
ภาพที่ 2 - 103แสดงขาธรรมดาแบบเหล็กขึ้นรูปแบบเปล 216
ภาพที่ 2 - 104แสดงการติดตั้งมอเตอร์ขาธรรมดาแบบต่าง ๆ 217
ภาพที่ 2 - 105 แสดงมอเตอร์หน้าแปลนแบบต่าง ๆ 218
ภาพที่ 2 - 106แสดงตารางภาพมอเตอร์ 221
ภาพที่ 2 - 107แสดงอุปกรณ์สำหรับวัดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทางสถิตย์ 222
ภาพที่ 2 - 108 แสดงอุปกรณ์สำหรับหามุมมองของข้างเปลือก 222
ภาพที่ 2 - 109แสดงลักษณะการไหลของวัสดุเม็ดออกจากถัง 223
ภาพที่ 2 - 110แสดงการไหลแบบปล่อง 223
ภาพที่ 2 - 111แสดงการไหลแบบมวล 223
ภาพที่ 2 - 112แสดงความสัมพันธ์ของรูปแบบการไหลกับความเสียดทานของวัสดุ 224
ภาพที่ 2 - 113แสดงกราฟแสดงความชื้นของข้าวเปลือกกับสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 225
ภาพที่ 2 - 114แสดงล้อดาวแบบปลายเปิด 232
ภาพที่ 2 - 115แสดงล้อดาวแบบปลายปิด 233

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่

ภาพที่ 2 - 116แสดงรูปแบบและรายละเอียดของสวิตช์ไฟฟ้า 249
ภาพที่ 2 - 117แสดงสวิตช์โยก 232
ภาพที่ 2 - 118แสดงสวิตช์เลื่อน 233
ภาพที่ 2 - 119แสดงสวิตช์หมุน 233
ภาพที่ 2 - 120แสดงภาพตัวอย่างของไมโครสวิตช์แบบต่าง ๆ 249
ภาพที่ 2 - 121แสดงปุ่มกด 250
ภาพที่ 2 - 122แสดงปุ่มโยก 251
ภาพที่ 2 - 123แสดง modifies toggle switches 251
ภาพที่ 2 - 124แสดงสวิตช์เลื่อน 252
ภาพที่ 2 - 125แสดงสวิตช์แบบหมุน 253
ภาพที่ 2 - 126แสดงการทำงานของมือ นิ้ว ขนาดของปุ่มสวิตช์ที่สัมพันธ์กับการออกแบบ 253
ภาพที่ 2 - 127แสดงขนาดสัดส่วนของมือที่สัมพันธ์กับการใช้งาน 256
ภาพที่ 3 - 1 แสดงแผ่นภาพแสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับร้านเลมอนฟาร์ม 262
ภาพที่ 3 - 2 แสดงแผ่นภาพข้อมูลส่วนต่าง ๆ ของร้านเลมอนฟาร์ม 262
ภาพที่ 3 - 3 แสดงแผ่นภาพการวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการซื้อข้าวกล้องในร้านเลมอนฟาร์ม 263
ภาพที่ 3 - 4 แสดงแผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเลือกระบบการกะเทาะเปลือกข้าว 263
ภาพที่ 3 - 5 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องสีข้าว 264
ภาพที่ 3 - 6 แสดงแผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่อง 264
ภาพที่ 3 - 7 แสดงแผ่นภาพแสดงข้อมูลระบบลูกยางและสายพาน 265
ภาพที่ 3 - 8 แสดงแผ่นภาพการวิเคราะห์ข้อมูลในการออกแบบส่วนบรรจุข้าวเปลือก 265
ภาพที่ 3 - 9 แสดงแผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลอุปกรณ์ป้อนข้าวเปลือก 266
ภาพที่ 3 - 10 แสดงแผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ส่วนรองรับข้าวกล้อง 266
ภาพที่ 3 - 11 แสดงแผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ส่วนรองรับแกลบ 267
ภาพที่ 3 - 12 แสดงแผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลการป้องกันเสียงดังและฝุ่นละออง 267

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่

ภาพที่ 3 - 13 แสดงแผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดสัดส่วนโดยรวมของเครื่องสีข้าว 268
ภาพที่ 3 - 14 แสดงแผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดสัดส่วนต่าง ๆ ของเครื่องในการจัด 268
ภาพที่ 3 - 15 แสดงแผ่นภาพแสดงหลักการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง 2 ชุด 269
ภาพที่ 3 - 16 แสดงแผ่นภาพแสดงแนวทางในการออกแบบ 269
ภาพที่ 3 - 17 แสดงแผ่นภาพแสดงการออกแบบในขั้นต้น 1 270
ภาพที่ 3 - 18 แสดงแผ่นภาพแสดงการออกแบบในขั้นต้น 2 270
ภาพที่ 3 - 19 แสดงแผ่นภาพแสดงการออกแบบในขั้นต้น 3 271
ภาพที่ 3 - 20 แสดงแผ่นภาพแสดงการพัฒนาการออกแบบ 1 271
ภาพที่ 3 - 21 แสดงแผ่นภาพแสดงการพัฒนาการออกแบบ 2 272
ภาพที่ 3 - 22 แสดงแผ่นภาพแสดงการพัฒนาการออกแบบ 3 272
ภาพที่ 3 - 23 แสดงแผ่นภาพแสดงภาพทัศนียภาพ 273
ภาพที่ 3 - 24 แสดงแผ่นภาพแสดงรูปด้าน 273
ภาพที่ 3 - 25 แสดงแผ่นภาพแสดงชิ้นส่วนประกอบ 274
ภาพที่ 3 - 26 แสดงแผ่นภาพแสดงภาพตัดตามขวางและตามยาว 274
ภาพที่ 3 - 27 แสดงแผ่นภาพแสดงการใช้งาน 275
ภาพที่ 3 - 28 แสดงแผ่นภาพแสดงภาพถ่ายหุ่นจำลอง 275
ภาพที่ 4 - 18 แสดงแผ่นภาพแสดงการออกแบบขั้นต้น 1 286
ภาพที่ 4 - 19 แสดงแผ่นภาพแสดงการออกแบบขั้นต้น 2 286
ภาพที่ 4 - 20 แสดงแผ่นภาพแสดงการพัฒนาการออกแบบ 1 287
ภาพที่ 4 - 21 แสดงแผ่นภาพแสดงการพัฒนาการออกแบบ 2 287
ภาพที่ 4 - 22 แสดงแผ่นภาพแสดงการพัฒนาการออกแบบด้วยหุ่นจำลอง 288
ภาพที่ 4 - 23 แสดงแผ่นภาพแสดงหุ่นจำลอง 288
ภาพที่ 4 - 24 แสดงแผ่นภาพแสดงภาพแสดง 289
ภาพที่ 4 - 25 แสดงแผ่นภาพแสดงรูปด้าน 289
ภาพที่ 4 - 26 แสดงแผ่นภาพแสดงการออกแบบขั้นต้นของlogo 290
ภาพที่ 4 - 27 แสดงแผ่นภาพแสดง graphic on product 290
ภาพที่ 4 - 28 แสดงแผ่นภาพแสดงชิ้นส่วนประกอบ 291

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่

ภาพที่ 4 - 29 แสดงแผ่นภาพแสดงตารางวัสดุ 291
ภาพที่ 4 - 30 แสดงแผ่นภาพแสดงภาพตัด 292
ภาพที่ 4 - 31 แสดงแผ่นภาพแสดงการใช้งาน 292
ภาพที่ 4 - 32 แสดงแผ่นภาพแสดงรายละเอียด 293
ภาพที่ 4 - 33 แสดงภาพถ่ายแสดงด้านหน้าหุ่นจำลอง 294
ภาพที่ 4 - 34 แสดงภาพถ่ายแสดงด้านข้างหุ่นจำลอง 294
ภาพที่ 4 - 35 แสดงภาพถ่ายแสดงหุ่นจำลอง 294
ภาพที่ 4 - 36 แสดงภาพถ่ายแสดงการเปิดฝาส่วนบรรจุข้าวเปลือก 295
ภาพที่ 4 - 37 แสดงภาพถ่ายแสดงการเปิดด้านหน้าเครื่อง 296
ภาพที่ 4 - 38 แสดงภาพถ่ายแสดงการหมุนที่ปล่อยข้าวเปลือก 296
ภาพที่ 4 - 39 แสดงภาพถ่ายแสดงการกดปุ่ม ปิด เปิดเครื่อง 297
ภาพที่ 4 - 40 แสดงภาพถ่ายแสดงการใส่ถุงข้าวกล้องที่ส่วนรองรับข้าวกล้อง 298
ภาพที่ 4 - 41 แสดงภาพถ่ายแสดงการปลดถุงข้าวกล้อมเมื่อข้าวเต็ม 298
ภาพที่ 4 - 42 แสดงภาพถ่ายแสดงการนำเศษข้าวกล้องออกจากที่รองรับ 299
ภาพที่ 4 - 43 แสดงภาพถ่ายแสดงการแสดงผลของเครื่องชั่งระบบดิจิตอล 299
ภาพที่ 4 - 44 แสดงภาพถ่ายแสดงการเปิดส่วนรองรับแกลบ 300
ภาพที่ 4 - 45 แสดงภาพถ่ายแสดงการเปิดปิดส่วนล็อคปากถุงดำ 300
ภาพที่ 4 - 46 แสดงภาพถ่ายแสดงการล็อคและปลดออกของที่ล็อคถุง 301
ภาพที่ 4 - 47 แสดงภาพถ่ายแสดงการนำถุงดำออกทิ้ง 302
ภาพที่ 4 - 48 แสดงภาพถ่ายแสดงการยัดจับขณะเคลื่อนย้าย 302

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางประกอบ

		หน้าที่
ตารางที่ 2-1	แสดงความสามารถและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง	37
	ในสภาพการใช้งานจริง โดยเกษตรกร	42
ตารางที่2-2	แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานระหว่าง	58
	เครื่องใบพัดแบบท้องถิ่นกับแบบที่พัฒนาขึ้นใหม่	
ตารางที่ 2-3	แสดงปริมาณสารอาหารใน 100 กรัม	58
ตารางที่2-4	แสดงแร่ธาตุส่วนน้อย ปริมารสารอาหารใน 100 กรัม	64
ตารางที่2-5	แสดงการแบ่งชนิดข้าวสาร	104
ตารางที่2-6	แสดงมิติต่าง ๆของร่างกายที่นำมาพิจารณา	106
ตารางที่2-7	แสดงมาตรฐานระดับความดังของเสียง กระทรวงมหาดไทย	136
ตารางที่2-8	แสดงสีกับความรู้สึก	138
ตารางที่2-9	แสดงสีกับอัตราการสะท้อนของแสง	140
ตารางที่2-10	แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบเครื่องกะเทาะเปลือกข้าว	145
ตารางที่2-11	แสงดงเฟืองประเภทต่าง ๆ	175
ตารางที่2-12	แสดงมิติของถังไซโคลน	195
ตารางที่2-13	แสดงสมบัติทางกายภาพของผ้ากรองที่ดีและเหตุผล	196
ตารางที่2-14	แสดงสมบัติของการแทรกซึมผ่านของชนิดเส้นด้ายและชนิดการทอ	197
ตารางที่2-15	แสดงสมรรถนะของผ้ากรองชนิดต่าง ๆ	197
ตารางที่2-16	แสดงวัสดุที่ใช้ทำถุงผ้าที่อุณหภูมิและ pH ต่าง ๆ	198
ตารางที่2-17	แสดงสัญลักษณ์ คุณสมบัติละการใช้งานของมอเตอร์ชนิดต่าง ๆ	201

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 การเสนอโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ในยุคแห่งโลกาภิวัฒน์นี้ เรื่องอาหารการกินนับว่าเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง การกินอาหารอย่างถูกวิธีถูกต้องเหมาะสมได้สัดส่วนถือว่าเป็นสิ่งที่ดีมาก สุขภาพอนามัยที่ดีย่อมทำให้คนเรามีชีวิตและร่างกายที่เป็นสุข สามารถปฏิบัติภาระกิจต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกสบาย การเลือกรับประทานอาหารให้สมดุลกับสภาวะของร่างกายคือหลักการพื้นฐานที่สุดเพื่อการมีสุขภาพดี ไม่เคยมีสูตรตำรับใด ๆ ไม่ว่าจะเป็น หูฉลาม โสมตุ๋น หรือน้ำผักปั่น อย่างใดอย่างหนึ่งที่จะทำให้ร่างกายแข็งแรงได้ โดยไม่ต้องรับประทานอาหารชนิดอื่น ทางเดียวที่จะได้รับสารอาหารเพียงพอครบถ้วน คือ การเลือกรับประทานอาหารหลากชนิดที่คัดสรรอย่างฉลาด ไม่ตกเป็นเหยื่อเทคโนโลยีอาหารสมัยใหม่

ความคิดที่ว่า อาหารสมัยใหม่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าสมัยก่อนนั้น นับเป็นมายาคติที่เป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อชีวิตและสุขภาพของผู้คนในปัจจุบัน ดังที่เรามักเห็นกันว่าข้าวขัดขาวนั้นดีกว่าข้าวกล้อง ข้าวข้อมมือทั้งที่ในความเป็นจริงนั้น สาเหตุที่ต้องผลิตข้าวขาวและแป้งขาวออกมาก็เพราะผลประโยชน์ทางการค้าเป็นส่วนใหญ่ ที่มิใช่เพราะมีคุณค่าทางโภชนาการแต่อย่างไร ข้าวขัดขาวดูสวยงามน่ากินกว่าข้าวกล้อง ยังเก็บไว้ได้นานโดยมอดไม่กิน อีกทั้งข้าวกล้องเมื่อเรามาขัดเป็นข้าวขาว พ่อค้ายังขายรำและปลายข้าวได้กำไรเพิ่มขึ้น เพื่อเป็นการลดขั้นตอนเพื่อทำให้ราคา ของข้าวกล้องไม่แพงจนเกินไปที่จะซื้อมารับประทาน เหมือนข้าวขัดสีขาว เพราะปัจจุบันถ้าเปรียบเทียบระหว่างราคาของข้าวขัดขาว และข้าวกล้อง ถือว่าข้าวกล้องยังมีราคาสูงกว่า ทำให้ผู้บริโภคยังไม่น้อยรับประทานข้าวกล้องเท่าที่ควร อีกทั้งข้าวกล้องเป็นข้าวที่เก็บไว้ได้ไม่นาน ข้าวจะเก่ามีคุณภาพด้อยลง และมีมอดแมลงจะมากินอาหารบริเวณจมูกข้าวและอาหารที่ผิวของข้าวกล้อง ซึ่งยังไม่ได้ถูกขัดสีออกไป ชาวบ้านจึงใช้ใบมะกรูดหรือพริกแห้งใส่ในข้าวกล้อง สามารถป้องกันได้ระยะหนึ่ง

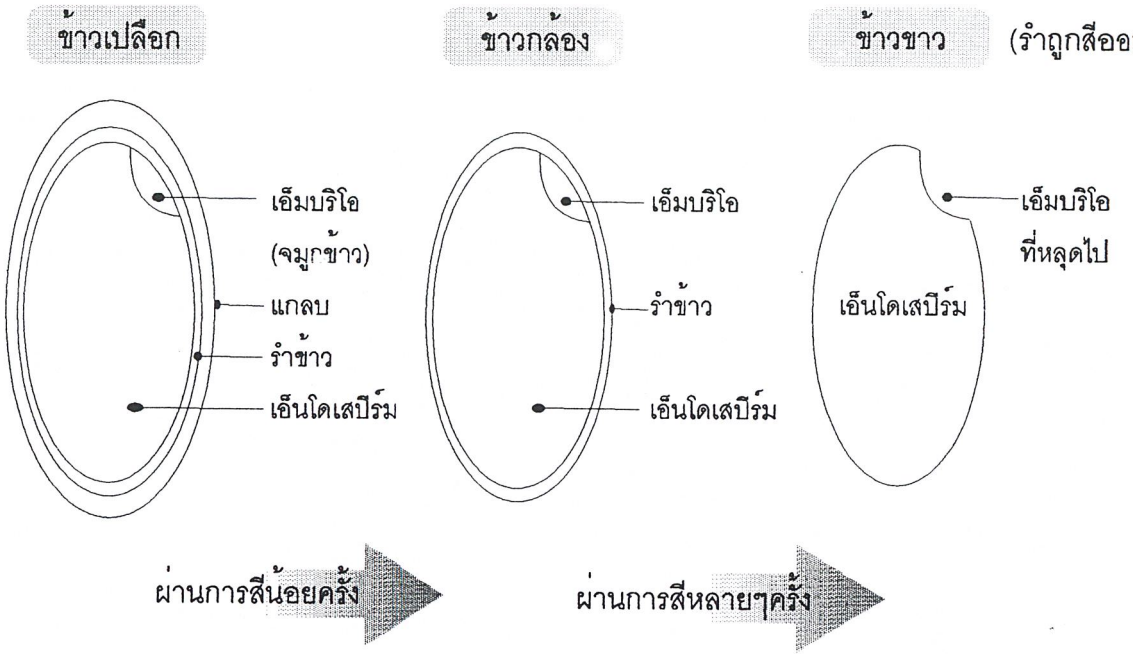
ข้าวกล้อง คือ ข้าวที่ผ่านการขัดสีจากโรงสีข้าวน้อยมาก คือ สีเอาเปลือกหรือแกลบเท่านั้น (ส่วนข้าวขาว คือข้าวที่ขัดสีรำออกจนเหลือแต่เมล็ดข้าวที่ขาว) ทำให้เมล็ดข้าวยังคงมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวชั้นในที่มีสีน้ำตาล แกมแดงเหลืออยู่ ทำให้ข้าวกล้องมีคุณประโยชน์มากกว่าข้าวขาวทั่ว ๆ ไป อุดมด้วยสารอาหารต่าง ๆ คือมี โปรตีน ไขมัน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ทองแดง แมงกานีส วิตามิน บี 1 และวิตามิน บี 2 ในปริมาณที่สูง

ข้าวกล้องมีวิตามิน โปรตีนและเกลือแร่ต่าง ๆ รวมแล้วมากกว่า 20 ชนิด ถ้ารับประทานข้าวขาวก็แสดงว่ากินข้าวที่ด้อยคุณภาพกว่าวันละ 3 ครั้ง ทำให้เรามีร่างกายไม่แข็งแรงเท่าที่ควร

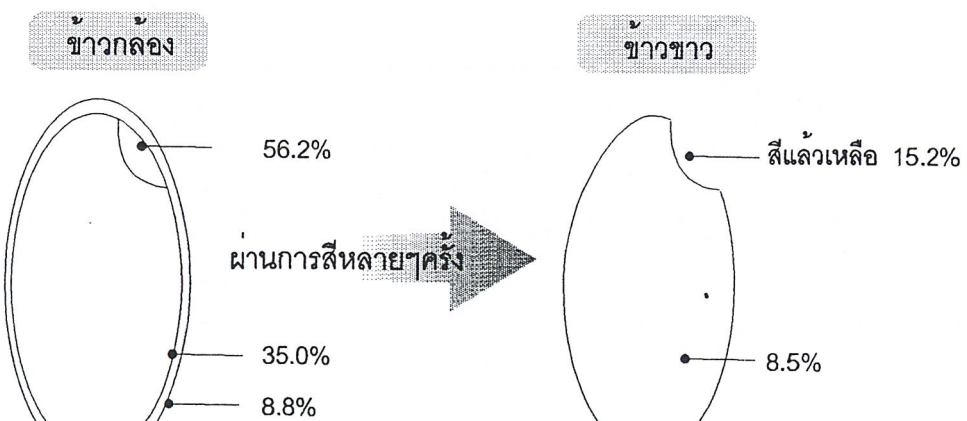
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2

ขั้นตอนการสีข้าว



การรับประทานสารอาหารที่ได้จากจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว สามารถป้องกันโรคเหน็บชา โรคปากนกกระจอก ป้องกันการอ่อนเพลีย ปวดกล้ามเนื้อ ป้องกันโรคผิวหนัง และโรคเกี่ยวกับระบบประสาทบางชนิด ป้องกันการเบื่ออาหาร มีส่วนช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง ช่วยให้กระดูกและฟันแข็งแรง ช่วยป้องกันไม่ให้เป็นตะคริว นอกจากนี้ข้าวกล้องยังมีเส้นใยอาหารมากกว่าข้าวสีขัดขาวอีกด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3

จากประโยชน์อันมากมายของข้าวกล้องนี้เองทำให้เกิดการรณรงค์ให้ประชาชนหันมาบริโภคข้าวกล้องแทนข้าวขัดข้าวและเกิดการสร้างตลาดขึ้นมาใหม่ ในรูปแบบของการบริการสินค้า สุขภาพจากชุมชนผู้ผลิตในชนบท โดยมุ่งหมายจะเสริมสร้างและเชื่อมโยงวิถีสุขภาพของผู้บริโภคในเมืองกับวิถีชุมชนเข้าด้วยกัน อีกทั้งสังคมไทยต้องเผชิญชะตากรรมแห่งความยากลำบากในช่วงสองปีที่ผ่านมา ผู้คนตกงานต่างหันหน้ามุ่งสู่ภูมิลำเนาเดิม แต่เหมือนเคราะห์ซ้ำกรรมซัด สินค้าเกษตรกรรมที่คาดการณ์ว่าพอจะเกื้อกูลชีวิตในยามนี้เกิดตกต่ำถึงขั้นวิกฤต คำถามที่ตามมาก็คือ ทำอย่างไรจึงจะนำสินค้าที่เหลือเหล่านั้น มาแปรรูปโดยสร้างตลาดขึ้นมาใหม่

"เลมอนฟาร์ม" โดยบริษัทมงคลชัยพัฒนา จำกัด จึงได้รับการสนับสนุนอย่างดีจากผู้บริโภค ซึ่งทางร้านมุ่งเน้นกิจกรรมสารประโยชน์เพื่อสุขภาพของครอบครัวหลากหลายรูปแบบตลอดจนสินค้าสุขภาพทุกชนิด ข้าวกล้องก็เป็นหนึ่งในสินค้าเหล่านั้น ที่มีไว้บริการแก่ผู้บริโภคอย่างมากมาย หรืออาจจะมีให้เห็นบ้างตามซุปเปอร์มาเก็ตชั้นนำทั่วไป และเริ่มมีนโนบายในการวางตลาดเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ

แต่เนื่องจากการเก็บรักษาข้าวกล้องไม่ควรเก็บไว้นานเกินไป ข้าวกล้องจะเก่าและมีแมลง คุณภาพจะด้อยลง ข้าวกล้องที่ซื้อขายตามท้องตลาด จึงอาจจะมีปัญหาข้าวเก่าเก็บไว้นาน เมื่อนำมาหุงรับประทาน ข้าวกล้องจะแข็ง เพื่อเป็นการส่งเสริมการขายข้าวกล้อง และให้ผู้บริโภคได้มีข้าวกล้องที่ใหม่ หุงแล้วไม่แข็งนำไปบริโภคได้เลย จึงเป็นที่มาของโครงการออกแบบ เครื่องสีข้าวกล้องอัตโนมัติขนาดเล็ก เพื่อสนับสนุนการขายสำหรับร้านเลมอนฟาร์ม เนื่องจากทางร้านเมอนฟาร์มจะสามารถติดต่อกับเกษตรผู้ผลิตได้โดยตรง และสามารถนำข้าวเปลือกจากเกษตรกรมาสนับสนุนเป็นนโยบายการให้บริการทางการขายข้าวกล้องรูปแบบใหม่นี้ได้ และอาจจะขยายตัวต่อไปยังซุปเปอร์มาเก็ตหรือร้านค้าอื่น ๆ ทั่วไป เพิ่มมากขึ้นในอนาคตข้างหน้า

การสีข้าวกล้อง คือกระบวนการที่กะเทาะเอาแต่เปลือกออกเท่านั้น โดยไม่ผ่านกระบวนการขัดขาว ได้เป็นข้าวกล้อง ซึ่งเป็นเมล็ดข้าวที่ยังคงมีจมูกข้าว และเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวชั้นในที่มีสีน้ำตาลแกมแดงเหลืออยู่ ซึ่งเครื่องจักรสีข้าวก็สามารถสีเอาแกลบออกแต่เพียงอย่างเดียวจะไม่ขัดเอารำออกก็ได้ และข้าวที่สีเอาแกลบออกแต่ไม่ได้ขัดรำออกนี้เองเรียกว่า "ข้าวกล้อง" เครื่องสีข้าวขนาดเล็กที่มีใช้ในปัจจุบันมีหลายแบบ เฉพาะที่ผ่านการเก็บรักษา และแปรสภาพกรมวิชาการเกษตร สำรวจพบว่ามีถึง 11 แบบ แต่ละแบบก็มีวิธีการสร้างวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประสิทธิภาพแตกต่างกันออกไป แต่ที่เป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน 5 ชนิด คือ

1. เครื่องสีข้าวแบบใช้แรงเหวี่ยง
2. เครื่องสีข้าวแบบลูกยาง1 ชุด
3. เครื่องสีข้าวแบบลูกยาง 2 ชุด
4. เครื่องสีข้าวแบบใช้จานหิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เครื่องสีข้าวแบบใช้ลูกหินกับยาง

ระบบการสีข้าวที่เลือกมาใช้ในการออกแบบเป็นเครื่องสีข้าวกล้อง เป็นระบบการสีข้าวแบบใช้ลูกยาง โดยปรับปรุงจากระบบลูกยาง 1 ชุด เปลี่ยนเพิ่มเป็น 2 ชุด เนื่องจากจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้สามารถกระเทาะข้าวเปลือกได้รวดเร็ว และสามารถกะเทาะข้าวเปลือกให้เหลือตกค้างมาปนกับข้าวกล้องน้อยที่สุด ร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ดมีค่าสูง ทั้งยังสามารถพัฒนาให้เล็กลงและเหมาะสมกับการใช้ภายในอาคารร้านค้าได้ ซึ่งมีหลักการทำงาน และประสิทธิภาพในการกะเทาะที่เหมาะสมที่สุด แต่ทั้งนี้ ยังต้องขึ้นอยู่กับการเก็บรักษาเมล็ดข้าวเปลือก ต้องที่อากาศถ่ายเทสะดวก ไม่มีแมลง และเชื้อราทำลายเมล็ดข้าวทำให้เมล็ดข้าวคงสภาพปกติมีคุณภาพดีอยู่ได้นาน ความชื้นในเมล็ดก่อนการสีต้องต่ำคือไม่ควรเกิน 14 %

เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กที่พบเห็นยังมีอีกมาก และมีประสิทธิภาพที่ดีแตกต่างกันไป แต่เครื่องสีข้าวระบบนี้ สามารถปรับให้มีความคล่องตัวในการใช้งาน และสามารถออกแบบให้เพิ่มความสะดวกในการใช้งานสำหรับกลุ่มผู้ใช้งานกลุ่มใหม่ จากเดิมเกษตรกรที่มีเครื่องสีข้าวขนาดเล็กไว้บริโภคเอง หรือการนำไปสีที่โรงสีมาเป็นตัวผู้บริโภคเองโดยตรง เนื่องจากขีดจำกัดของการเก็บรักษาข้าวกล้อง จึงมีการออกแบบให้สามารถใช้งานได้ในร้านค้าในตัวเมือง ทำให้ได้ข้าวกล้องที่ใหม่สดไม่แข็ง รับประทานได้เหมือนข้าวขัดขาวตามปกติ รวมทั้งปัญหาในการใช้งานและความปลอดภัยการเลือกใช้วัสดุและการผลิต การซ่อมแซมการบำรุงรักษา และปัญหาทางด้านความสวยงาม ซึ่งสำคัญอย่างมากเพื่อสร้างความรู้สึกคุ้นเคยและไว้วางใจ ในการใช้เครื่องของผู้บริโภค ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดในหัวข้อปัญหา และแนวทางในการออกแบบต่อไป

วัตถุประสงค์ในการออกเครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง 2 ชุดขนาดเล็ก เพื่อส่งเสริมการขายสำหรับร้านเลมอนฟาร์ม

1. เพื่อเป็นการช่วยรณรงค์การรับประทานข้าวกล้องที่ใหม่สด ไม่เก่าเก็บเหมือนที่วางจำหน่าย และสามารถขยายต่อไปยังร้านค้าอื่น ๆ ในอนาคต
2. เพื่อให้เป็นเครื่องสีข้าวกล้องที่ใช้ได้ในตัวเมือง ภายในอาคารร้านค้า ใช้งานง่าย สะดวกสบาย และเหมาะสมกับกลุ่มผู้ใช้งานกลุ่มใหม่ เป็นการยกระดับเครื่องสีข้าวที่มีอยู่ในปัจจุบัน
3. เป็นการเสนอแนวทางการขายข้าวกล้องรูปแบบใหม่ ในลักษณะการให้บริการด้วยเครื่องสีข้าวกล้องที่ผสมผสานเทคโนโลยีให้ทันสมัยยิ่งขึ้น · เป็นการส่งเสริมการขายสำหรับร้านเลมอนฟาร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 กันยายน 2542

เรื่อง สนับสนุนข้อมูลประกอบวิทยานิพนธ์
เรียน อาจารย์ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม
อ้างถึง หนังสือที่ ทม. 1503(3)/228

ตามที่ นางสาวธนารัตน์ หนูประสิทธิ์ นักศึกษาชั้นปีที่ 5 ภาควิชาอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้เสนอหัวข้อวิทยานิพนธ์ในเรื่อง โครงการออกแบบเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก เพื่อส่งเสริมการขายสำหรับร้านเลมอนฟาร์มนั้น

สหกรณ์ฯ ขอขอบพระคุณในความสนใจดังกล่าว และยินดีสนับสนุนข้อมูลดังต่อไปนี้
1. รายละเอียดเกี่ยวกับแนวคิดและวิธีการดำเนินงานของสหกรณ์ฯ
2. ภาพถ่ายเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก และบรรยากาศภายในร้านเลมอนฟาร์ม

ในการนี้นักศึกษาสามารถติดต่อขอรับข้อมูลด้วยตนเองที่ สหกรณ์เลมอนฟาร์มพัฒนา จำกัด ภายในร้านเลมอนฟาร์ม สาขาใกล้ถนนพระราม 9 ระหว่างวันจันทร์ - ศุกร์ เวลา 8.00-17.00 น. โดยนัดหมายล่วงหน้าได้ที่ โทร. 301-2991

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวจณิน เอี่ยมสอาด)
เจ้าหน้าที่ส่วนส่งเสริมการตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นไปได้ของโครงการ

จากการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง 2 ชุดขนาดเล็ก เพื่อส่งเสริมการขายสำหรับร้านเลมอนฟาร์ม ทำให้ทราบถึงข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการออกแบบรวมถึงปัญหาต่างๆ ที่ประสบกันอยู่ในปัจจุบันนี้ สามารถแก้ไขได้จากการออกแบบ โดยให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน ความปลอดภัย และสภาพสังคมไทยในปัจจุบัน

1. **ด้านนโยบาย**

   โครงการนี้นำเสนอรูปลักษณ์ใหม่ของเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็ก เพื่อใช้ส่งเสริมการขาย โดยร้านค้าเพื่อสุขภาพเลมอนฟาร์ม โดยปรับปรุงเครื่องกะเทาะเปลือกข้าวกล้องขนาดเล็ก ที่ทำงานด้วยระบบลูกยาง ให้ใช้งานได้เหมาะสมและควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ ใช้งานได้สะดวกในรูปแบบของการซื้อขายในอาคารร้านค้า และได้ข้าวกล้องที่ใหม่สด ส่งเสริมให้ผู้บริโภคหันมาสนใจการรับประทานข้าวกล้องมากขึ้น

2. **ด้านเศรษฐกิจ**

   โครงการนี้ เกี่ยวข้องกับสุขภาพของผู้บริโภค ให้หันมารับประทานข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสีทรงคุณค่าด้วยวิตามินนานาชนิด และเส้นใยอาหารในรูปแบบของเครื่องสีข้าวกล้องอัตโนมัติขนาดเล็กมีวัตถุดิบที่เป็นข้าวเปลือก ซึ่งรับมาจากเกษตรกรโดยตรง ให้บริการสินค้าสุขภาพที่ใหม่สด จากชุมชนผู้ผลิตชนบท โดยมุ่งหมายจะเสริมสร้างและเชื่อมโยงวิถีสุขภาพของผู้บริโภคในเมืองกับวิถีชุมชนเข้าด้วยกัน อันเป็นการสนองพระราชดำรัส “เศรษฐกิจพอเพียง” และนโยบายในการประหยัดไฟฟ้าอีกทางหนึ่ง คือ การรณรงค์ให้ประชาชนหันมาบริโภคข้าวกล้องมากขึ้นตามนโยบายการไฟฟ้าฝ่ายผลิต โดยมีการวางกลยุทธ์ทางการตลาดที่จะผลักดันให้ข้าวกล้องไปถึงผู้บริโภคในราคาย่อมเยาว์

3. **ด้านสังคมและสภาพแวดล้อม**

   โครงการนี้เป็นการออกแบบผู้บริโภค จากข้อมูลกรมการไฟฟ้าฝ่ายผลิตพบว่าข้าวกล้องยังไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค ส่วนหนึ่งมาจากลักษณะของข้าวกล้องที่มีขายตามท้องตลาด มีลักษณะแข็งเมื่อนำมาหุงต้ม เพราะเป็นข้าวกล้องเก่าเก็บ ซื้อในจำนวนมากไม่ได้ จะมีมอดแมลงขึ้นเร็ว จะทำให้เสียทิ้งไป โครงการนี้ได้แก้ปัญหาให้สามารถให้บริการการสีข้าวกล้องได้ตามต้องการของผู้บริโภค ข้าวกล้องที่ถึงมือผู้บริโภคจะเป็นข้าวกล้องสดใหม่ มีความสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน และปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะมีการส่งเสริม การรับประทานข้าวกล้องเพิ่มมากขึ้น จึงถือได้ว่าโครงการนี้ช่วยเหลือใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7

การให้บริการผู้บริโภคที่ทันสมัยขึ้น เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อำนวยความสะดวกไปพร้อมกับการดำรงชีวิตตามหลักธรรมชาติ อันเป็นการส่งเสริมสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อมให้มีความเป็นอยู่ที่ดีโดยทางอ้อมอีกทางหนึ่ง

4. **ด้านการออกแบบ**

โครงการออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง 2 ชุด นี้มีระบบกลไกและระบบถ่ายทอดกำลังที่ไม่สลับซับซ้อนจนเกินไป ซึ่งได้รับการออกแบบไว้แล้ว ระบบไฟฟ้าที่เป็นความรู้พื้นฐานไม่ยุ่งยากนัก หากมีการพัฒนาและเลือกใช้กลไกที่เหมาะสมร่วมกับระบบเหล่านี้ก็จะช่วยให้ผู้บริโภคสามารถใช้เครื่องสีข้าวกล้อง โดยสะดวก

5. **ความเป็นไปได้ด้านกฎหมาย และข้อระเบียบต่าง ๆ ของรัฐ**

โครงการนี้ได้มีการศึกษาถึงกฎหมายและไขบัญญัติต่าง ๆ ไว้ได้มุ่งเน้นที่จะเสนอแนะแนวทางการออกแบบ ที่นำหลักจากธรรมชาติมาประสมประสานกับเทคโนโลยีปัจจุบัน จึงเป็นแนวทางส่งเสริมเพื่อให้ประชาชนมีสุขภาพดีถ้วนหน้าตามนโยบายของรัฐบาล และวัตถุประสงค์ขององค์การอนามัยโลก จึงมีความเป็นไปได้ได้ประการทั้งปวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตของโครงการ

1. ออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง 2 ชุดขนาดเล็กเพื่อส่งเสริมการขาย สำหรับร้านเลมอนฟาร์ม ซึ่งเป็นร้านค้าที่มีการให้บริการและขายสินค้าสุขภาพจากชุมชนผู้ผลิตในชนบท จึงสามารถติดต่อซื้อข้าวเปลือกซึ่งเป็นวัตถุดิบจากกลุ่มเกษตรกรได้โดยสะดวก
2. ออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง 2 ชุดขนาดเล็ก ให้สามารถใช้งานได้สะดวก ทางด้าน
   2.1 การบรรจุข้าวเปลือก (HOPPER) โดยมีขนาดของถังบรรจุข้าวเปลือกไม่เกิน10 ลิตร (ตามแนวทางการแก้ปัญหาข้อ 2)
   2.2 การป้อนข้าวเปลือก (FEEDER) โดยใช้ระบบลำเลียงด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก (GRAVITY) ซึ่งมีการทำงานด้วย
      - อุปกรณ์ป้อนข้าวเปลือกแบบล้อดาว (ROTARY FEEDER) พาวัสดุมาปล่อยออกด้วยน้ำหนักของตัวเอง หมุนด้วยมอเตอร์ผ่านสายพานส่งกำลัง
   2.3 การกะเทาะข้าวเปลือกด้วยระบบลูกยาง 2 ชุด (ลูกยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว จำนวน 4 ลูก) มีประสิทธิภาพในการสีได้ข้าวกล้อง 1 กิโลกรัม / 4 นาที
   2.4 การปรับส่วนบังคับควบคุมต่างๆ
      - ส่วนบังคับปริมาณข้าวเปลือก หน้าที่ ควบคุมให้ปริมาณข้าวเปลือกไหลเข้าสู่ลูกยาง
      - ส่วนบังคับลูกยาง หน้าที่ ปรับระยะห่างลูกยางให้ห่าง-ชิด
   2.5 การขับดันลม คือ ระบบลำเลียงวัสดุปริมาณมวลด้วยลม ใช้ในการคัดแยกแกลบออกจากข้าวกล้อง ประกอบด้วยอุปกรณ์ขับดันลม ดังนี้
      - พัดลม (FAN) หมุนในแนวรัศมี
      - โบลเวอร์ (BLOWER)
      - ส่วนควบคุมปริมาณอากาศ หน้าที่ ปรับขนาดช่องลมให้อากาศภายนอกไหลเข้าสู่ระบบขับดันลมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดแยกแกลบออกจากข้าวกล้อง (ตามแนวทางการแก้ปัญหาข้อ 7)
   2.6 การคัดแยกวัสดุออกจากอากาศ ได้แก่ ไซโคลน (CYCLONE) แบบไหลทวนด้วยการส่งอากาศและวัสดุให้สัมผัสผิวด้านข้างของทรงกระบอกด้านบนของถังไซโคลนทำให้เกิดการหมุนและการแยกวัสดุขึ้น
   2.7 การกรองฝุ่น โดยใช้ถังกรองกรองวัสดุที่เป็นผงละเอียดมาก อาศัยหลักการทำงานของผ้ากรองโดยให้อากาศและวัสดุขนาดเล็กผ่านถุงผ้าที่ละเอียดซึ่งวัสดุขนาดเล็กผ่านไปไม่ได้ อากาศเท่านั้นที่ผ่านออกไป (ตามแนวทางการแก้ปัญหาข้อ 10)
   2.8 การถ่ายทอดกำลังด้วยสายพานและมู่เล่(PULLEY)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 การรองรับแกลบ (ตามแนวทางการแก้ปัญหาข้อ 3)

2.10การบรรจุข้าวกล้องด้วยถุงพลาสติกแบบซิบ โดยมีส่วนช่วยในการยึดถุง (ตามแนวทางการแก้ปัญหาข้อ 4)

3. ออกแบบเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน ข้อ 2.10 โดยกำหนดปริมาณการบรรจุข้าวกล้องที่สีได้ครั้งละ 2 กิโลกรัมด้วยขนาดของถุงเป็นตัวกำหนดโดยประมาณ ซึ่งจะมีพนักงานให้บริการในการควบคุมการกำหนดปริมาณการสี จากนั้นจึงนำไปชั่งตวงโดยละเอียดด้วยเครื่องชั่งเพื่อคิดราคาข้าวกล้องที่สีได้ต่อไป(ตามแนวทางการแก้ปัญหาข้อ 5)
4. หน่วยให้พลังงาน ได้แก่ มอเตอร์ ขนาด 0.5 Hp ความต่างศักดิ์ 220 V ความถี่ 50 Hz กระแสไฟฟ้า 3.8 Am จำนวน 1 ตัว โดยให้พลังงานการหมุนผ่านสายพานไปยังส่วนต่างๆดังนี้
   - อุปกรณ์ป้อนข้าวเปลือก
   - ระบบลูกยางทั้ง 2 ชุด
   - ใบพัดในส่วนขับดันลม
5. พื้นที่การใช้งาน คือ บริเวณภายในร้านเลมอนฟาร์มเป็นหลัก ซึ่งมีระบบปรับอากาศ และในอาคารร้านค้าตลอดจนซุปเปอร์มาเก็ตชั้นนำทั่วไปตามแต่นโยบายหรือความต้องการที่จะสนับสนุนการขายข้าวกล้องของทางร้านนั้นๆ
6. ออกแบบส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้อง โดยมีส่วนระบบไฟสัญญาณ สวิตช์ และกราฟฟิก
7. ออกแบบรูปลักษณ์ห่อหุ้มโครงสร้างภายนอกให้ดึงดูดผู้บริโภค เพื่อการส่งเสริมการขาย มุ่งเน้นความสวนงาม ทันสมัย โดยไม่สร้างความรู้สึกของเครื่องจักรทางการเกษตร ด้วยรูปร่าง สี สัน และกราฟฟิกเข้าช่วย (ตามแนวทางแก้ปัญหาข้อ 6)
8. ออกแบบเพิ่มเติมส่วนของข้อ 7.ให้มีโครงสร้างห่อหุ้มด้านในด้วยวัสดุที่สามารถดูดซับเสียง โดยใช้หลักการเดินทางของเสียงในอากาศ สามารถลดเสียงดังขณะเครื่องทำงานให้น้อยที่สุด ไม่เป็นการรบกวนผู้ใช้หรือสิ่งแวดล้อมภายนอก (ตามแนวทางแก้ปัญหาข้อ 14)
9. ออกแบบให้สามารถเปิดส่วนด้านหน้าบริเวณลูกยางกะเทาะข้าวเปลือก (โดยลูกยางอยู่ในโครงสร้างหลักซัชซี)ได้สะดวกเพื่อการทำความสะอาดสิ่งที่ตกค้างอยู่ภายในหลังการใช้หรือเมื่อมีการติดขัด (ตามแนวทางแก้ปัญหาข้อ 11)
10. ออกแบบเพิ่มความน่าสนใจและดึงดูดผู้บริโภคโดยออกแบบให้มีส่วนใสแสดงให้เห็นกระบวนการทำงานของเครื่องขณะสีข้าวเปลือก
11. ออกแบบให้สามารถบำรุงรักษาหรือซ่อมแซมส่วนต่อไปนี้ได้โดยสะดวก
    - ส่วนมู่เล่และสายพาน
    - ส่วนมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้ออกแบบโดยคำนึงถึงการระบายความร้อนและความปลอดภัย (ตามแนวทางแก้ปัญหาข้อ 15)

12. ออกแบบให้มีส่วนเก็บสายไฟเมื่อไม่ใช้งาน (ตามแนวทางแก้ปัญหาข้อ 8)
13. ออกแบบให้มีส่วนเก็บถุงบรรจุข้าวกล้อง (ตามแนวทางแก้ปัญหาข้อ 9)
14. สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

สรุปส่วนที่ออกแบบ

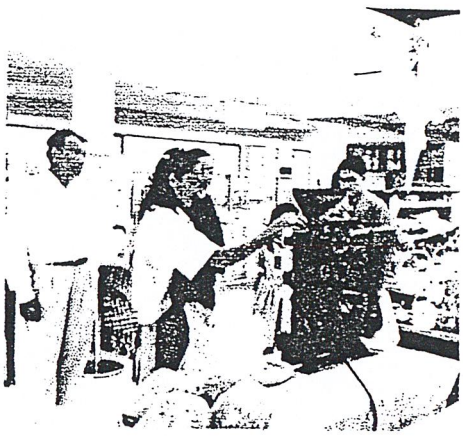
1. ส่วนบรรจุแกลบ
2. ส่วนรองรับข้าวกล้อง
3. ส่วนรองรับแกลบ
4. ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่อง สวิทช์และกราฟฟิก
5. รูปลักษณ์ห่อหุ้มภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

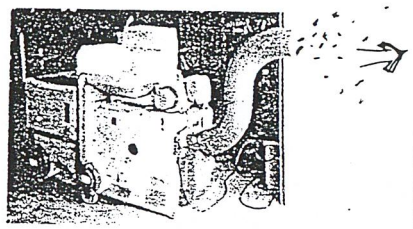
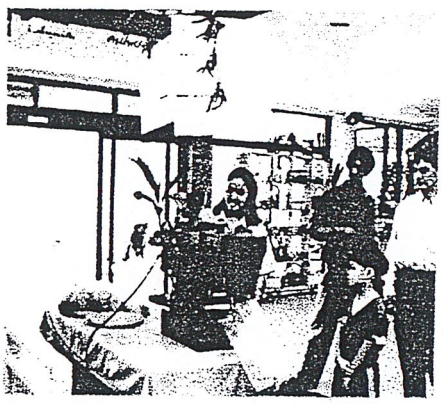
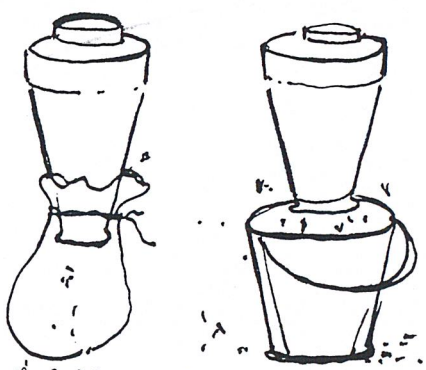
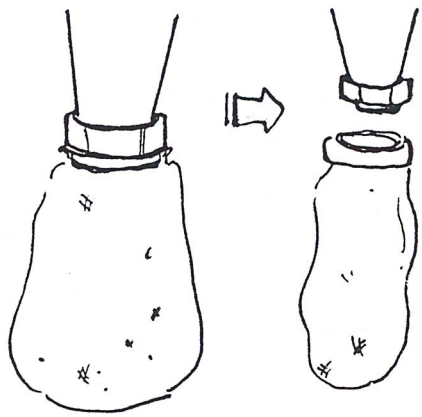
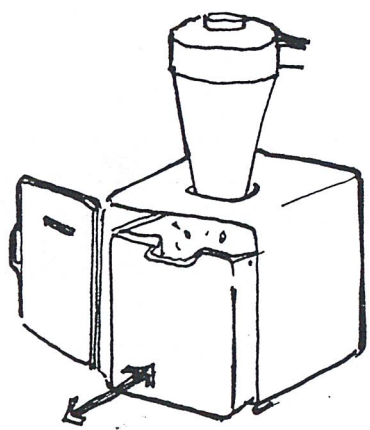
ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา

ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
ปัญหาด้านการใช้งานและขนาดสัดส่วน 1. ปัญหาเรื่องระบบที่ใช้ในการสีข้าวกล้อง ระบบที่ใช้ในการสีข้าวกล้องแบบลูกยางที่พบเห็นในปัจจุบัน จำแนกออกได้เป็น 2 ระบบ คือ 1.1 ระบบลูกยาง 1 ชุด - แบบที่นำข้าวเปลือกที่ยังไม่ได้กะเทาะวนกับมากะเทาะอีกครั้ง มีระบบการทำงานซับซ้อน แต่มีประสิทธิภาพในการสีข้าวกล้องสูง - แบบที่ไม่นำข้าวเปลือกกลับมากะเทาะอีก กะเทาะเพียงครั้งเดียว ข้าวเปลือกจึงปนออกมาพร้อมข้าวกล้องมากกว่าแบบแรก มีการทำงานง่าย ประสิทธิภาพไม่สูงนัก 1.2 ระบบลูกยาง 2 ชุด - ระบบนี้เป็นที่นิยม เพราะมีประสิทธิภาพในการกะเทาะสูง ทำงานโดยผ่านลูกยาง 2 ชั้น จึงมีข้าวเปลือกปนออกมากับข้าวกล้องน้อย ทำให้ร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ดสูง (ทั้งนี้ขึ้นกับความชื้นของข้าวเปลือกด้วย) ผลิตภัณฑ์เดิมที่ร้านเลมอนฟาร์มใช้ในการให้บริการจำหน่ายข้าวกล้องด้วยเครื่องสีนั้นเป็นระบบลูกยาง 1 ชุด (TA- HU 2001) ซึ่งต้องนำมาผัดก่อนนำไปบริโภคอีกครั้ง ทำให้	1. ออกแบบเครื่องสีข้าวกล้อง โดยเลือกใช้ระบบการกะเทาะข้าวเปลือกแบบลูกยาง 2 ชุด เนื่องจากมีความเหมาะสม ประสิทธิภาพในการกะเทาะข้าวเปลือกสูง ระบบการทำงานไม่ซับซ้อน สามารถนำมาประยุกต์และพัฒนาได้หลายลักษณะ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำมาออกแบบให้เป็นเครื่องสีข้าวกล้องเพื่อการให้บริการจำหน่าย ซึ่งต้องการความสะดวกรวดเร็วเป็นหลัก นับว่าเป็นการส่งเสริมการขายสำหรับร้ายเลมอนฟาร์ม

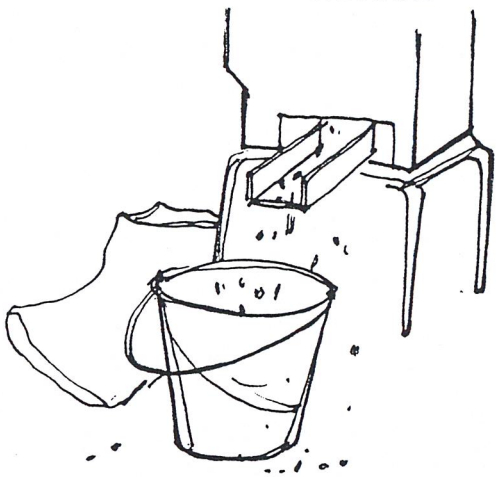
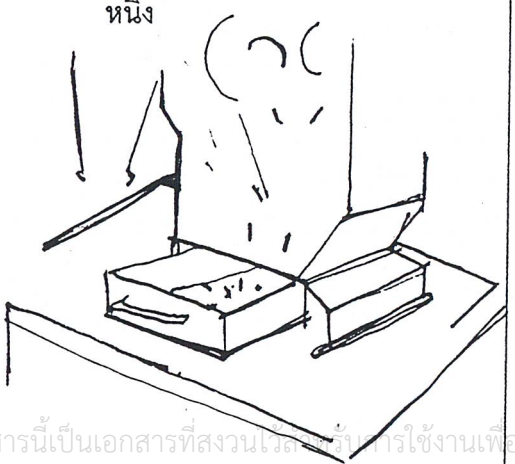
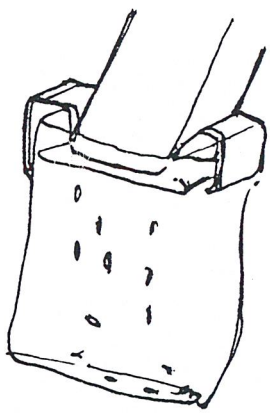
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
ไม่ความสะดวกในการให้บริการ และมีปัญหาด้านฝุ่นละอองตามมา	
2. ปัญหาปริมาณการบรรจุข้าวเปลือกในถังบรรจุ โดยทั่วไปการจำหน่ายข้าวกล้องด้วยเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กนั้น ผู้สีจะต้องคอยดูแลการป้อนข้าวเปลือกลงในถังบรรจุบ่อยครั้งซึ่งทำให้ขาดความต่อเนื่องในการจำหน่าย 	2. ออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องโดยคำนึงถึงความต่อเนื่องในการให้บริการ ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลด้านพฤติกรรมการซื้อข้าวกล้องของผู้บริโภค รวมทั้งคุณสมบัติข้าวกล้อง และประสิทธิภาพเครื่องสีข้าว ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการออกแบบสัดส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะถังบรรจุข้าวเปลือก มีแนวทางดังนี้ - ออกแบบให้ถังบรรจุมีมุมถังใส่ข้าวที่เหมาะสมในการไหลโดยมวลของข้าวและมีความจุแบบปริมาตร ซึ่งใช้ในการหามิติของถังบรรจุ ในปริมาณที่มากพอสามารถสีได้อย่างต่อเนื่อง - ออกแบบโดยศึกษาจากพฤติกรรมผู้บริโภคขนาดครอบครัวที่เล็กที่สุดในการรับประทานข้าว 1 สัปดาห์ และข้อจำกัดในการเก็บรักษาข้าวกล้อง นำมากำหนดปริมาณเบื้องต้นของถังบรรจุ
3. ปัญหาการรองรับแกลบ เครื่องสีข้าวกล้องโดยส่วนใหญ่จะเหมาะสำหรับการใช้งานภายนอกพื้นที่อาคาร ซึ่งไม่คำนึงถึงการรองรับแกลบ จึงไม่มีภาชนะรองรับที่เหมาะสม ในลักษณะต่าง ๆดังนี้	3. ออกแบบให้มีส่วนรองรับแกลบได้โดยสะดวก เหมาะสำหรับการใช้งานภายในอาคาร สามารถป้องกันแกลบฟุ้งกระจาย ดูแลรักษาง่าย โดยมีแนวทางในการออกแบบ ดังนี้

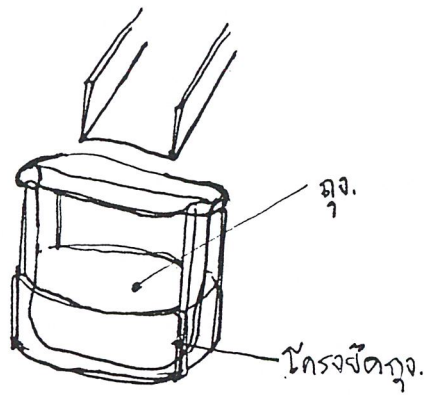
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
- ปล่อยแกลบออกโดยไม่มีภาชนะรอง  - มีภาชนะรองรับที่หาได้ทั่วไป เช่น ถังหรือถุงผูกไว้ที่ทางออกของแกลบ   ซึ่งทำให้แกลบฟุ้งกระจาย และเสียเวลาในการทำความสะอาดภายหลัง	- ออกแบบโดยใช้ถุงผ้าจากการศึกษาพบว่าถุงผ้า สามารถให้อากาศไหลผ่านได้ดีกว่าถุงพลาสติกที่สามารถขาดหรือหลุดเนื่องมีแรงลมอัดได้ โดยมีส่วนของปากถุงที่สามารถถอดเข้าออกได้สะดวกกับทางออกของแกลบเพื่อนำไปทำความสะอาด  - ออกแบบโดยใช้ภาชนะรองรับ ที่สามารถป้องกันการกระเด็นหรือฟุ้งกระจายของแกลบ โดยคำนึงถึงการระบายอากาศร่วมด้วย 

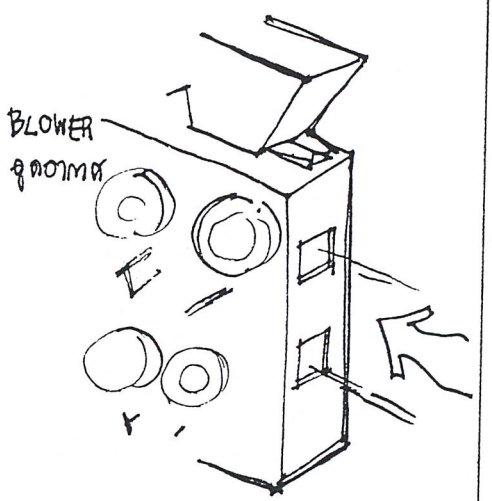
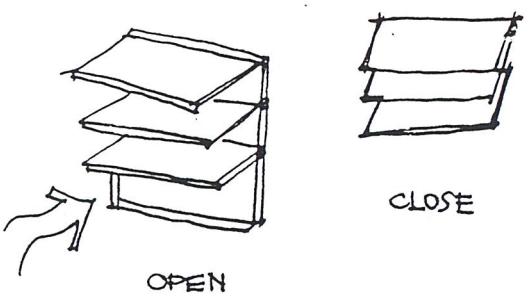
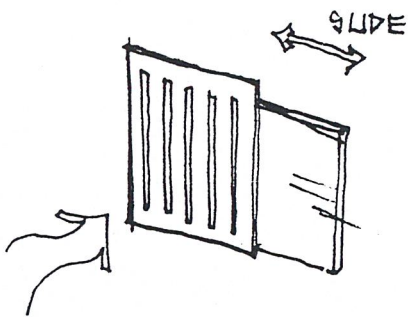
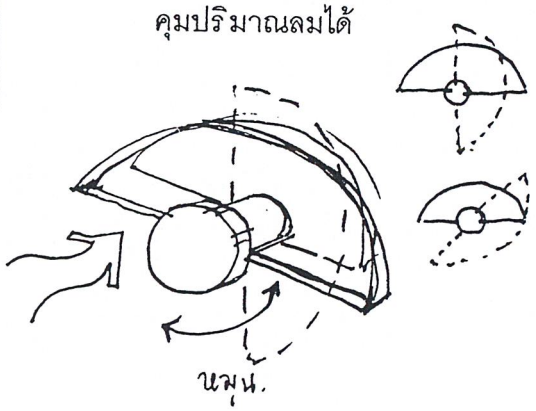
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
4. ปัญหาการรองรับข้าวกล้อง ข้าวกล้องเป็นผลที่ได้จากการสีข้าว ซึ่งนับว่ามีความสำคัญเป็นอันดับแรกผลิตภัณฑ์เครื่องสีข้าวกล้องแบบเดิม จะมีการรองรับข้าวกล้องใน 2 ลักษณะ ดังนี้ - นำภาชนะที่หาได้ทั่วไปมารองรับ เช่น ถังหรือถุงกระสอบ จะพบเห็นการกระเด็น กระจัดกระจายของข้าวกล้องรอบภาชนะรองรับ  - เครื่องสีข้าวกล้องมีภาชนะรองรับแต่มีขนาดเล็ก ต้องคอยดูแลนำมาเทรวมลงในภาชนะขนาดใหญ่อีกทีหนึ่ง 	4. ออกแบบให้มีส่วนที่ใช้ในการบรรจุข้าวกล้องเพื่อการจำหน่ายเป็นรายบุคคล โดยใช้งานร่วมกับถุงพลาสติกแบบซิปในการบรรจุข้าวกล้อง เนื่องจากสามารถปิดผนึกได้ง่าย มีความแข็งแรง รับแรงเฉือนได้ดี จึงมีแนวทางในการออกแบบ ให้สามารถให้ใช้งานสะดวกดังนี้ - มีส่วนช่วยจับยึดถุงพลาสติกบริเวณทางออกข้าวกล้อง โดยคำนึงถึงความสามารถในการรับน้ำหนัก สามารถการลดการกระจัดกระจายของข้าวกล้องได้  - มีส่วนฐานสามารถรองรับข้าวกล้องโดยคำนึงถึง ระยะห่างระหว่างทางออกข้าวกล้องและปากถุงที่รองรับ ทิศทางและขอบเขตการกระจายของข้าวกล้อง รวมทั้งน้ำหนักของข้าวกล้องที่ไหลออกมาสู่ที่รองรับเพื่อช่วยการพยุงตัวของถุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

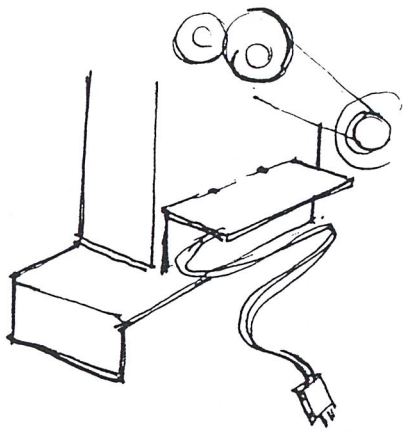
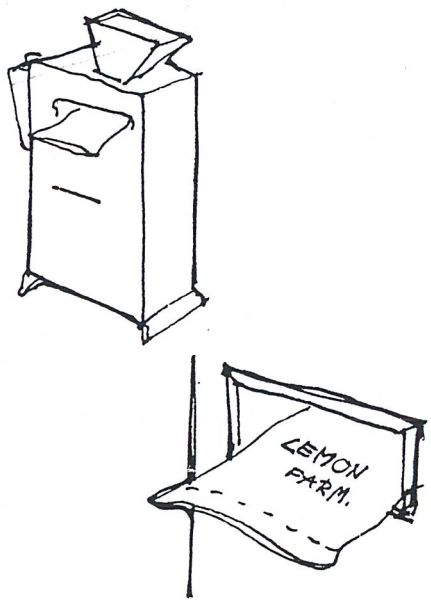
ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
	 ซึ่งการออกแบบนี้จะเป็นการลดขั้นตอนการทำงาน สะดวกในการจำหน่ายข้าวกล้องให้แก่ผู้บริโภค
5. ปัญหาการชั่งปริมาณข้าวกล้อง เนื่องจากการซื้อขายข้าวกล้องโดยทั่วไป ข้าวกล้องที่ถูกสี จะบรรจุรวมกันในภาชนะ เช่น ถังหรือกระสอบ แล้วนำมาตวงชั่งน้ำหนัก ซึ่งเป็นการเสียเวลาและไม่สะดวกในการซื้อขาย	5. ออกแบบให้เครื่องสีข้าวกล้องมีการกำหนดปริมาณข้าวกล้องไว้ในระบบเครื่อง เพื่อเพิ่มความสะดวก โดยกำหนดการทำงานไว้ที่ปริมาณครั้งละ 1 กิโลกรัม ซึ่งเป็นปริมาณน้ำหนักขั้นพื้นฐาน ซึ่งหากผู้บริโภคต้องต้องการในปริมาณที่มากก็สามารถเพิ่มได้
6. ปัญหาสวิตช์ควบคุม โดยทั่วไปเครื่องสีข้าวกล้องจะมีการควบคุมระบบการทำงานด้วยสวิตช์ปิด-เปิดเท่านั้น และอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ชัดเจน ในการออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องในโครงการได้เพิ่มให้มีประโยชน์ใช้สอยคือ การกำหนดปริมาณข้าวเป็นน้ำหนักในการสีได้เป็นข้าวกล้อง แต่ละครั้ง ซึ่งทำให้เครื่องสีข้าวกล้องต้องมีส่วนควบคุมการทำงานเพิ่มขึ้น	6. ออกแบบให้มีส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องดังนี้ - การปิด – เปิดเครื่องพร้อมการแสดงกราฟฟิกที่ชัดเจน - การแสดงสัญญาณไฟต่างๆขณะเครื่องทำงาน - การแสดงน้ำหนัก และการเลือกปริมาณข้าวกล้องที่ต้องการ ทั้งนี้ออกแบบให้สามารถใช้งานง่าย อยู่ในตำแหน่งที่มองเห็นชัดเจน และปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
7. ปัญหาเรื่องช่องลม เนื่องจากในระบบการทำงานของส่วนดูดแกลบนั้น จะมีการดูดอากาศเข้าไปด้วย ซึ่งต้องอาศัยช่องลมที่จะสามารถทำให้อากาศภายนอกไหลเข้าภายในเครื่องด้วย ถ้ามีช่องลมใหญ่จะช่วยให้ดูดแกลบได้ดี แต่มีข้อเสียหากช่องใหญ่เกินไปอาจทำให้ข้าวกระเด็นออกมาด้วย จึงต้องมีส่วนที่ช่วยในการปรับช่องลมนี้ให้มีความเหมาะสม  	7. ออกแบบช่องลมที่สามารถควบคุมปริมาณอากาศได้ โดยมีแนวทางดังนี้ - ออกแบบช่องลมคล้ายลักษณะบานเกล็ดสามารถปรับระดับได้  - ออกแบบเป็นรูช่องลมขนาดเล็กจำนวนมาก  - ออกแบบช่องลมที่มีปุ่มหมุนควบคุมปริมาณลมได้ 

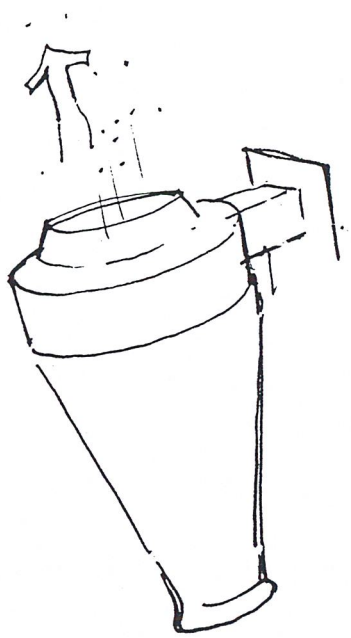
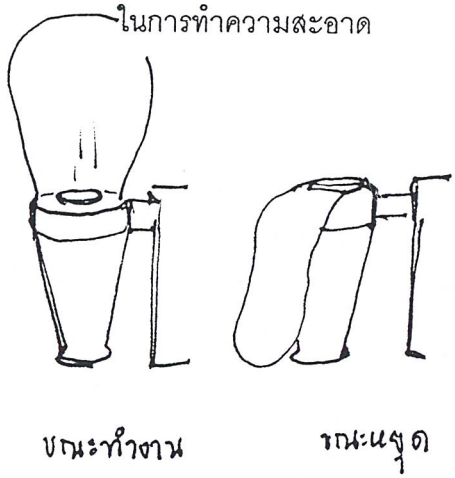
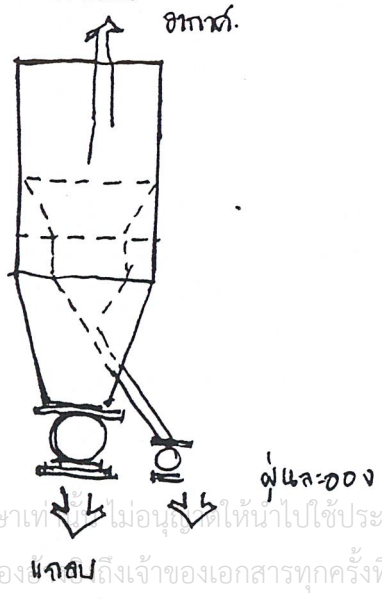
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

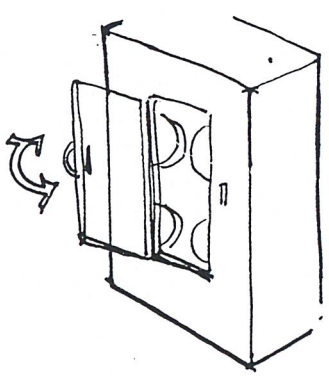
ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
8. ปัญหาสายไฟ เนื่องจากผลิตภัณฑ์เดิมโดยส่วนใหญ่จะไม่มีการเก็บสายไฟที่ดีทั้งในขณะใช้งานและหลังการใช้ ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ 	8. ออกแบบที่เก็บสายไฟเมื่อไม่ใช้งานและสามารถยืดขยายได้ตามระยะที่ต้องการ 
9. ปัญหาความต้องการเพิ่มเติมในการบรรจุข้าวกล้องใส่ถุง จากพฤติกรรมโดยส่วนใหญ่ที่ต้องมีการใช้ถุงมารองรับในการให้บริ การจำหน่ายข้าวกล้องทำให้มีความต้องการการเก็บรักษาถุงบรรจุนี้เพิ่มเติมขึ้น	9. ออกแบบให้มีส่วนที่ใช้ในการเก็บถุงบรรจุข้าวกล้องที่สามารถนำออกมาใช้งานได้สะดวกรวดเร็วและเป็นระเบียบ สังเกตเห็นได้ง่ายเมื่อถุงใกล้หมด 

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

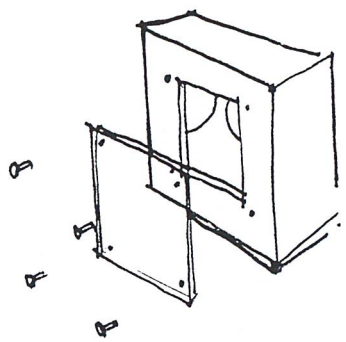
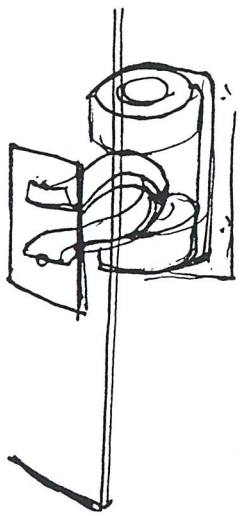
38071

ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
ปัญหาด้านความปลอดภัย 10. ปัญหาฝุ่นละออง ในการทำงานของกระบวนการคัดแยกแกลบจะมีฝุ่นละอองปะปนออกมาในอากาศซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบหายใจรวมทั้งพื้นที่การใช้งานของเครื่องจะอยู่ภายในอาคารที่มีระบบปรับอากาศ ฝุ่นละอองจะจับตัวกันทำให้ความสกปรกบริเวณโดยรอบ ซึ่งมีการระบายอากาศที่น้อยอยู่แล้ว 	10. ออกแบบให้มีส่วนที่ช่วยป้องกันฝุ่นละอองให้ออกสู่อากาศน้อยที่สุด โดยมีแนวทางในการออกแบบดังนี้ - ใช้ถุงผ้าเป็นวัสดุในการช่วยกรองฝุ่น โดยสามารถยึดเข้ากับทางออกของลม บริเวณตอนบนของไซโคลน โดยคำนึงถึงความสะดวกในการทำความสะอาด  - ใช้ไซโคลน 2 ชั้นซึ่งมีถังกรองฝุ่นอยู่ภายใน 

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
11.ปัญหาเรื่องเสียงรบกวน เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กมีการทำงานของส่วนต่างๆที่ก่อให้เกิดเสียงรบกวน สร้างความรำคาญ ซึ่งที่มาของเสียงเกิดจากส่วนต่างๆดังนี้ - ส่วนถ่ายทอดกำลัง ได้แก่ สายพานและมู่เล่ - ส่วนทางออกลมของไซโคลน - ส่วนของแผงหน้าบริเวณลูกยางกะเทาะจากการดีดตัวของข้าวเปลือก	11. ออกแบบให้เครื่องสีข้าวกล้องมีระบบการทำงานที่สามารถลดเสียงรบกวนในระดับที่ไม่สร้างความรำคาญ โดยมีแนวทางในการออกแบบดังนี้ - ออกแบบโดยใช้วัสดุบุหุ้มภายในที่สามารถดูดซับเสียงได้ เช่น การใช้หนังเทียมที่มีพื้นผิวหยาบ - ออกแบบโครงสร้างห่อหุ้มภายนอกให้มีความต่างระดับของพื้นผิวจากหลักการเดินทางของเสียงที่กระทบพื้นผิวแล้วเกิดการสะท้อนอยู่ภายในเครื่อง แล้วออกสู่ภายนอกในระดับที่ลดลงได้
ปัญหาด้านการบำรุงรักษาซ่อมแซม 12. ปัญหาการทำความสะอาดบริเวณแผงลูกยางกะเทาะข้าวเปลือก เนื่องจากลูกยางเป็นส่วนหลักในการทำงาน ที่ต้องใช้ความสม่ำเสมอและต่อเนื่องในการใช้งานกว่าส่วนอื่นๆ จึงมักเกิดการขัดข้องและสึกหรอมากที่สุด ปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถจำแนกได้ดังนี้ - ข้าวเปลือกมารวมกันอยู่บริเวณตอนบนของลูกยาง เนื่องจากการไหลที่เร็วเกินไปทำให้ลูกยางติดขัด - ข้าวเปลือกที่ถูกกะเทาะเปลือกดีดตัวตกอยู่ภายใน - การสึกหรอของลูกยางเนื่องจากการใช้งาน ซึ่งผลิตภัณฑ์เดิมยังไม่	12. ออกแบบให้สามารถเปิดส่วนหน้าบริเวณลูกยางกะเทาะได้โดยสะดวก (โดยลูกยางอยู่บนโครงสร้างชัชชี) เพื่อการทำความสะอาดและการบำรุงรักษา รวมทั้งมีการล็อคที่แข็งแรง เช่น การใช้ล็อคแบบแม่เหล็กยึด 

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
สามารถเข้าแก้ไขได้สะดวก เช่น การยึดติดด้วยน๊อต โครงสร้างยึดติดกันด้วยการเชื่อมหรือใช้Rivetทำให้ยากต่อการปรับแก้ไข 	
13. ปัญหาด้านการซ่อมแซมบำรุงรักษาและป้องกันอันตรายบริเวณต้นเครื่องกำลังด้านหลังเครื่องสีข้าว ผลิตภัณฑ์เดิมโดยส่วนมากจะไม่มีโครงสร้างห่อหุ้ม ซึ่งทำให้เกิดปัญหาดังนี้ - อันตรายจากความร้อนของมอเตอร์ - อันตรายจากการทำงานของสายพานขณะหมุน	13.ออกแบบให้มีโครงสร้างห่อหุ้มในบางส่วนของเครื่องที่อาจเกิดอันตรายแก่ผู้ใช้จากความเผลอเรอ โดยคำนึงถึง - การระบายอากาศภายในเครื่องซึ่งมีการหมุนและการขัดสี - การซ่อมแซมบำรุงรักษา โดยมีแนวทางในการออกแบบดังนี้ - ออกแบบส่วนห่อหุ้มให้สามารถเปิด–ปิดได้สะดวกและมีการล็อคที่แข็งแรง - ออกแบบให้มีช่องระบายความร้อนของเครื่องต้นกำลัง - ออกแบบให้มีการปิดในบางส่วนที่จำเป็นและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางแก้ปัญหา
ปัญหาด้านความงาม 14. ปัญหาความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์เดิมเป็นเครื่องมือทางเกษตรซึ่งผู้ใช้งานส่วนใหญ่เป็นกลุ่มเกษตรในชนบท โดยมุ่งเน้นด้านการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดก่อนการพิจารณาด้านความงาม แต่เมื่อต้องการเปลี่ยนกลุ่มผู้ใช้งานมาสู่ตัวเมือง การนำเครื่องสีข้าวแบบเดิมมาใช้อาจ ทำให้เกิดความไม่น่าเชื่อถือในการให้บริการ	14 ออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องให้มีรูปลักษณ์ที่สามารถดึงดูดผู้บริโภคในกลุ่มเป้าหมาย คือ ในสังคมเมือง โดยมีแนวทางในการออกแบบดังนี้ - ออกแบบรูปลักษณ์ที่ไม่สร้างความรู้สึกของการเป็นเครื่องจักรทางเกษตร เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ที่ตั้งอยู่ในบริเวณอาคาร และสร้างความไว้วางใจในการใช้บริการ - ออกแบบให้ใช้งานได้สะดวก มีขั้นตอนการทำงานที่ง่ายในการใช้ โดยไม่ต้องอาศัยความรู้ความชำนาญด้านการสีข้าวแต่อย่างใด
ปัญหาด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต 15. ปัญหาเกี่ยวกับโครงสร้างของเครื่อง เนื่องจากเครื่องสีข้าวกล้องที่ผลิตในประเทศไทยส่วนใหญ่ใช้โครงสร้างหลักที่เป็นเหล็กพ่นสี เพื่อการลดต้นทุนการผลิตและมีความเหมาะสมกับการใช้งานที่อยู่ภายนอกอาคารหรือกลางแจ้ง ซึ่งอาจทำให้เกิดสนิมเหล็กที่สึกกร่อนมาปะปนอยู่รวมกับข้าวกล้องได้ จึงควรแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น	15. ออกแบบโดยใช้วัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน สามารถรับแรงอัด แรงกระแทกได้ดี และใช้กรรมวิธีการผลิตที่สามารถผลิตได้ในประเทศ นอกจากนี้ยังเลือกวัสดุจากความเหมาะสมและเป็นที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภท Household Productมีแนวทางในการออกแบบดังนี้ - ออกแบบโดยใช้โลหะไร้สนิมเป็นวัสดุหลักของโครงสร้างเนื่องจากมีความแข็งแรง - ออกแบบโดยใช้พลาสติกเป็นโครงสร้างห่อหุ้ม โดยคำนึงถึงความแข็งแรงของโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางในการศึกษาวิจัย

ข้อมูลผู้บริโภค

1. ศึกษาความต้องการของผู้บริโภค ด้านความปลอดภัย สะดวกสบาย และความงาม
2. ศึกษารูปร่าง ขนาดสัดส่วนของมนุษย์เพื่อนำมาประกอบการออกแบบ
3. ศึกษาสภาพแวดล้อม และร้านค้าสุขภาพเลมอนฟาร์ม
4. ศึกษาถึงแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การบริโภคอาหารที่มีประโยชน์
5. ศึกษาลักษณะพฤติกรรมของผู้ใช้ขณะใช้งาน

ข้อมูลด้านตัวผลิตภัณฑ์

1. ศึกษาการใช้งานของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง ข้อดี-ข้อเสีย
2. ศึกษาข้อมูลทางด้านระบบการทำงานและลักษณะเครื่องที่จะนำมาใช้
3. ศึกษาลักษณะข้าวเปลือกที่จะนำมาใช้ในการสีเป็นข้าวกล้อง
4. ศึกษาการทำความสะอาดภายในและส่วนต่างๆ
5. ศึกษาการผลิตและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะกับการใช้งาน
6. ศึกษาเกี่ยวกับรูปทรง และสีสรรเพื่อสอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ประเภทที่ต้องการความปลอดภัย น่าใช้ และดึงดูดผู้บริโภค
7. ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของวัตถุดิบที่ใส่เข้าไป และผลที่ได้ออกมาอัตราการกะเทาะเปลือกและคุณภาพของเครื่องและข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เครื่องกะเทาะเปลือกข้าวขนาดเล็กด้วยระบบลูกยาง 2 ชุดที่มีคุณสมบัติตามความต้องการในปัจจุบัน
2. เครื่องกะเทาะเปลือกข้าวที่สามารถสร้างแนวทางการซื้อขายแบบใหม่สนองความต้องการของผู้บริโภค ที่ต้องการสินค้าใหม่สด และสะดวก
3. เครื่องกะเทาะเปลือกข้าวขนาดเล็กที่ได้รับการออกแบบให้มีรูปร่างขนาดสัดส่วนถูกต้องตามหลักและความสวยงาม
4. เป็นส่วนหนึ่งที่ส่งเสริมและรณรงค์ให้ผู้บริโภคหันมารับประทานข้าวกล้องที่อุดมด้วยคุณค่าครบถ้วน อีกทั้งไม่แข็งและมีรสชาดอร่อย
5. สามารถตอบสนองกับความต้องการของผู้บริโภคทั้งปริมาณและคุณภาพ
6. สร้างสรรผลงานที่มีคุณค่า ดังที่จะเป็นที่นิยมในอนาคตข้างหน้า เพื่อเป็นการเผยแพร่ประสิทธิภาพความสามารถของนักออกแบบผลิตภัณฑ์ของประเทศไทยสู่สาธารณะชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ข้อมูลผลิตภัณฑ์เดิมหรือผลิตภัณฑ์ข้างเคียง

2.1.1ข้อมูลรูปแบบและขนาดสัดส่วนของเครื่องสีข้าวที่นิยมใช้ในปัจจุบันและผลิตภัณฑ์ข้างเคียง

เครื่องสีข้าวแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- **ประเภทแยกส่วน**

ใช้ในโรงสีทั่วไป มีหลายขนาดตั้งแต่ขนาดเล็ก จนถึงขนาดใหญ่ ลักษณะการทำงานประกอบด้วยเครื่องที่ต่างกันหลายเครื่อง ได้แก่

- เครื่องกะเทาะเปลือกข้าว
- เครื่องแยกแกลบ
- เครื่องแยกข้าวเปลือก
- เครื่องขัดขาว
- เครื่องคัดขนาดข้าว

โดยแต่ละเครื่องทำงานอิสระต่อกัน ถ้าต้องการสีข้าวให้ได้ข้าวขาว จะต้องนำเครื่องเหล่านี้มาทำงานต่อเนื่องกันจึงจะสมบูรณ์ เมื่อเครื่องทำงานแยกจากกันจึงสามารถสร้างให้มีขนาดใหญ่ตามปริมาณการผลิตที่ต้องการได้ โรงสีขนาดใหญ่และขนาดกลาง จึงใช้เครื่องสีประเภทนี้

- **ประเภทสมบูรณ์ในตัว**

เป็นเครื่องสีที่ประกอบด้วย

- ชุดกะเทาะเปลือก
- ชุดแยกแกลบ
- ชุดขัดขาว

อยู่ภายในเครื่องเดียวกัน มีการทำงานที่สัมพันธ์กันตลอดเวลา ถ้าส่วนหนึ่งส่วนใดขัดข้องต้องหยุดเครื่องทันที ลักษณะเครื่องเป็นเครื่องขนาดเล็ก ปริมาณการผลิตค่อนข้างต่ำ อุปกรณ์ทุกชุดประกอบไว้ในโครงเครื่องเดียวกัน มีลักษณะตำแหน่งระยะ และขนาดที่แน่นอน ถ้าต้องการเพิ่มปริมาณการผลิต จะต้องขยายทุก ๆ ส่วนให้สัมพันธ์กัน มีใช้ในโรงสีขนาดเล็ก และตามหมู่บ้าน

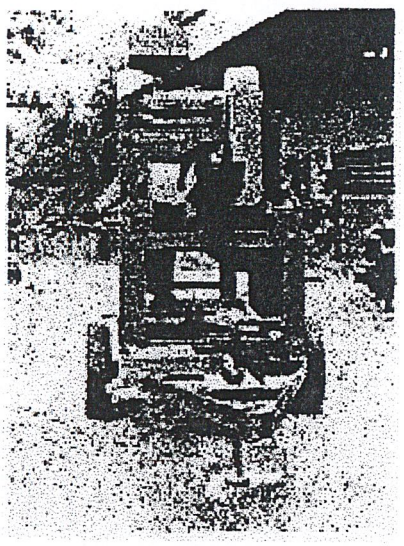
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมการกะเทาะแกลบออกจากเมล็ดข้าวเปลือก

เทคนิคที่นิยมใช้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. ลูกหินขัด (Stone Roller)
2. จานหิน (The Under Run Disc Roller)
3. ลูกยาง (Rubber Roller)

1. เครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกหินกับยาง



ภาพที่ 2-1 แสดงเครื่องสีข้าวแบบลูกหินกับยาง

หลักการทำงาน : เป็นการกะเทาะข้าวเปลือกโดยใช้ลูกหินกับยาง โดยยางจะอยู่กับที่ แต่ลูกหินจะเป็นตัวหมุนด้วยความเร็วรอบที่เหมาะสม ซึ่งเมล็ดข้าวจะถูกปล่อยให้ไหลลงมาผ่านชุดกะเทาะเปลือก เมื่อถูกกะเทาะแล้วจะมีพัดลมเป็นตัวช่วยคัดแยกแกลบออกไปอีกที่หนึ่ง

วัสดุ : โครงเครื่องประกอบด้วยเหล็กเหลี่ยม และเหล็กแผ่นพับ เชื่อมด้วยไฟฟ้า

: ล้อยางใช้ในการเคลื่อนย้าย

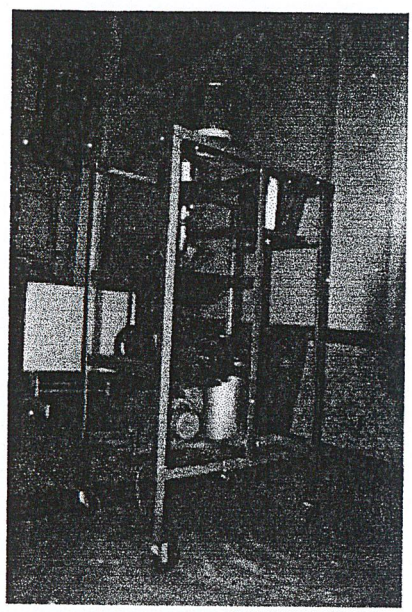
มอเตอร์ : 5 แรงม้า

ขนาด (กว้างXยาวXสูง) : 60 X 110 X 130 เซนติเมตร

ประสิทธิภาพการสี : 240 – 260 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องกะเทาะเปลือกแบบจานหิน



ภาพที่ 2-2 แสดงเครื่องสีข้าวแบบใช้จานหิน

หลักการทำงาน : ใช้หลักการที่ว่าเมื่อข้าวเปลือกถูกกดที่ปลายทั้งสองพร้อมกัน แล้วเปลือกข้าวก็จะปริแยกออก

ลักษณะของเครื่องประกอบด้วยจานแผ่นกลม 2 แผ่นซึ่งอยู่ในแนวระดับขนาน และร่วมศูนย์เดียวกัน ระยะห่างของแผ่นจานทั้งสองน้อยกว่าความยาวของเมล็ดข้าวเปลือกเล็กน้อย ในการกะเทาะเปลือกจานแผ่นบนอยู่นิ่งและยึดแน่น มีรูตรงกลางให้ข้าวเปลือกผ่านเข้าได้ จานแผ่นล่างหมุนและสามารถปรับขึ้นลงได้เมล็ดข้าวเปลือกที่ผ่าน รูกลางแผ่นจานบนลงมาบนจานแผ่นล่าง จะถูกผลักให้หมุนไปตามต้องการหมุนของจานแผ่นล่าง และเคลื่อนออกด้านนอกด้วยแรงหนีศูนย์กลาง ในขณะที่เคลื่อนไปทั้งสองทิศทางนี้เมล็ดข้าวจะเกิดการพลิกตัวตั้งขึ้น ปลายของมันจะปะทะกับผิวหยาบของจานแผ่นบนและแผ่นล่างพร้อมกัน เกิดแรงกดและถูกให้เปลือกแยกออก ถ้าเมล็ดข้าวยาวพอดีกับระยะห่างของแผ่นจากทั้งสอง เมล็ดข้าวจะไม่เสียหายเลย เพราะเปลือกข้าวไม่

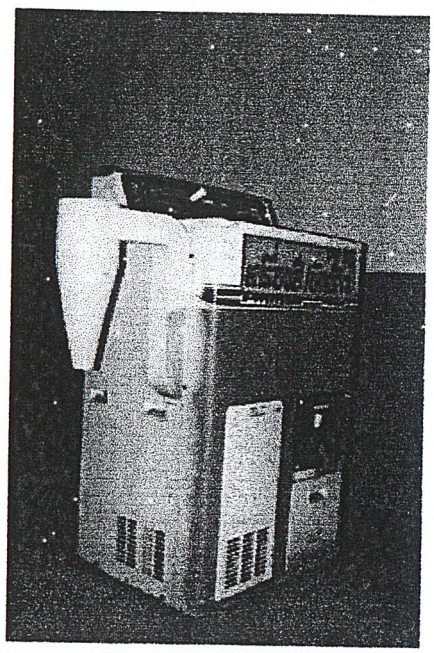
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกาะติดกับเนื้อเมล็ดข้าว มันมีลักษณะเป็นเปลือกสองซีกเกาะกันอยู่และหุ้มเมล็ดข้าวไว้เท่านั้น แต่การกะเทาะเปลือกจะได้ผลดีเมื่อใช้ข้าวเปลือกที่มีขนาดใกล้เคียงกันทั้งหมด ถ้าเมล็ดข้าวยาวกว่าระยะห่างของแผ่นจานแล้วข้าวจะหัก แต่ถ้าสั้นกว่าก็จะไม่ถูกกะเทาะเปลือก ดังนั้นจากแผ่นล่างจึงต้องปรับได้เพื่อตั้งระยะห่างแผ่นจานที่เหมาะสม

วัสดุ	:	โครงเครื่องเป็นเหล็กเหลี่ยม ต่อเชื่อมด้วยไฟฟ้า
	:	ผิวหน้าของจานที่หันเข้าหากันเคลือบด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติในการขัด เจียร เช่นเดียวกับที่ใช้ทำหินเจียร
	:	ส่วนบรรจุข้าวเปลือกเป็นเหล็กพับเชื่อมติดกัน
มอเตอร์	:	2 แรงม้า ความเร็วรอบ 1440 รอบต่อนาที
ขนาด(กว้างXยาวXสูง)	:	45 X 80 X 115 เซนติเมตร
ประสิทธิภาพการสี	:	130 – 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เครื่องกะเทาะเปลือกแบบใช้แรงเหวี่ยง



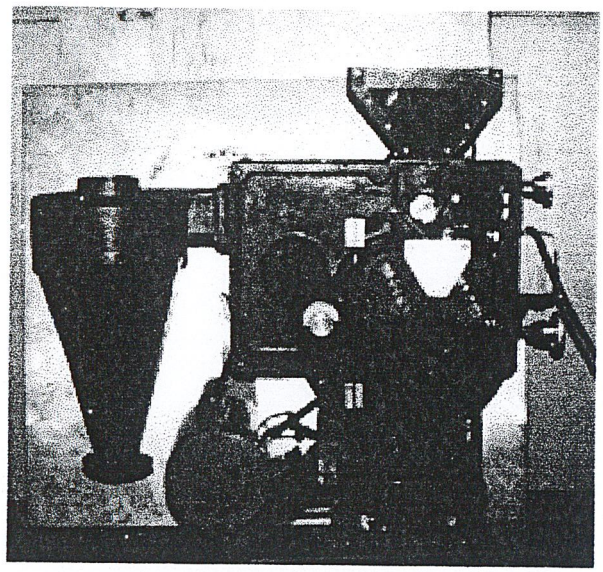
ภาพที่ 2-3 แสดงเครื่องสีข้าวแบบใช้แรงเหวี่ยง

หลักการทำงาน	:	กะเทาะโดยอาศัยหลักการผลต่างของความเร็วลม ซึ่งข้าวเปลือกจะวิ่งมาด้วยความเร็วสูง พร้อมลมและจะถูกหน่วง โดยลดความเร็วลมอย่างรวดเร็วทำให้เกิดผลต่างของความดัน ซึ่งทำให้เปลือกข้าวถูกกะเทาะออก การสร้างต้องใช้เทคโนโลยีในการออกแบบสูงค่อนข้างยุ่งยาก
วัสดุ	:	โครงสร้างภายในการเหล็กหล่อและเหล็กเชื่อมด้วยไฟฟ้า โครงสร้างห่อหุ้มเป็นเหล็กแผ่นพับขึ้นรูป
มอเตอร์	:	0.75 แรงม้า ความเร็วรอบ 1400 รอบต่อนาที
ขนาด(กว้างXยาวXสูง)	:	30 X 60 X 90 เซนติเมตร
ประสิทธิภาพการสี	:	50 – 60 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. **เครื่องกะเทาะเปลือกข้าวแบบลูกยาง**

- เครื่องกะเทาะเปลือกข้าวแบบลูกยาง 1 ชุด



ภาพที่ 2-4 เครื่องกะเทาะเปลือกข้าวแบบลูกยาง 1 ชุดยี่ห้อ KK และยี่ห้อ TK-HU 2001

หลักการทำงาน : ใช้ลูกกลิ้งยางเป็นตัวกะเทาะเปลือก โดยมีลูกกลิ้งยาง 2 ลูกที่มีขนาดเท่ากัน หมุนในทิศทางตรงข้ามด้วยความเร็วที่ต่างกัน โดยใช้สายพานและมู่เล่เป็นตัวส่งกำลัง ในการกะเทาะเปลือกข้าวจะไหลผ่านไปในช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งยาง โดยไหลลงเต็มความกว้างหน้าลูกกลิ้ง และเนื่องจากช่องระหว่างลูกกลิ้งนั้นน้อยกว่าความหนาของเมล็ดข้าวเปลือก จึงเกิดแรงบีบกดเมล็ดข้าวขณะที่ไหลผ่านลูกกลิ้ง และผลจากความแตกต่างความเร็วผิวของลูกกลิ้งยางทั้งสองจะเกิดแรงฉีก หรือปอกขึ้น เมื่อข้าวเปลือกผ่านลูกกลิ้งยางไปก็จะถูกบีบและปอกเปลือกออกเป็นข้าวกล้องและแกลบ ลูกกลิ้งยางทั้งสองนี้ ลูกหนึ่งจะอยู่กับที่ ส่วนอีกลูกหนึ่งจะปรับได้

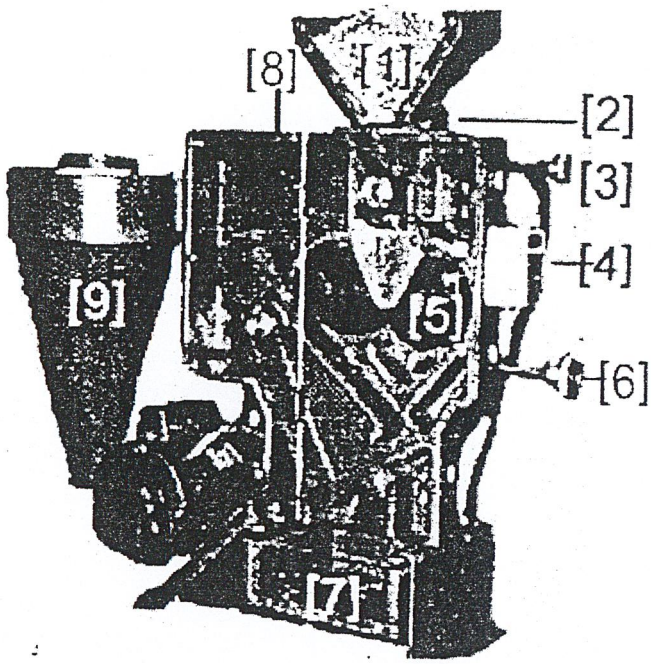
วัสดุ : โครงสร้างหลักทำจากอลูมิเนียมหล่อ เชื่อมต่อกัน

: โครงสร้างบางส่วนทำจากเหล็กพับขึ้นรูปยึดกับส่วนต่าง ๆ ด้วยหมุดยึดตาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์	:	เครื่องใหญ่ 0.5 แรงม้า 220 โวลต์ เครื่องเล็ก 0.25 แรงม้า 220 โวลต์
ขนาด(กว้างXยาวXสูง)	:	เครื่องใหญ่ 71 X 80 X 30 เซนติเมตร ขนาดลูกกลิ้งยาง 2.5 เซนติเมตร เครื่องเล็ก 30 X 30 X 15 เซนติเมตร ขนาดลูกกลิ้งยาง 4 นิ้ว
ประสิทธิภาพการสี	:	เครื่องใหญ่ 30 – 40 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เครื่องเล็ก 20 – 30 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
	:	เครื่องใหญ่ 15,000 บาท เครื่องเล็ก 8,600 บาท

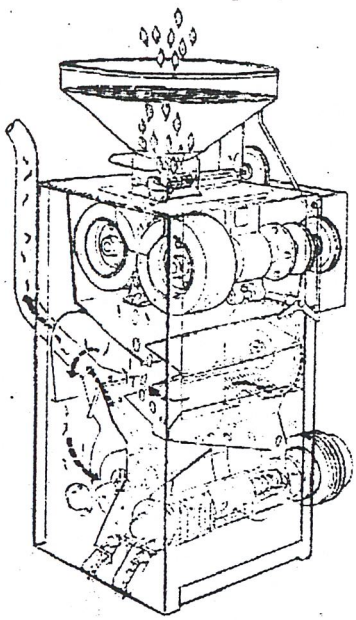
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1 ถาดรับข้าวเปลือก
2 ลิ้นปล่อยข้าวเปลือก
3 คันบังคับปริมาณข้าวเปลือก
4 กล่องสวิทซ์ปิด/เปิดเครื่อง
5 น้อตบังคับลูกยาง(หมุนออกทวนเข็มนาฬิกา)
6 ที่บังคับลูกยางกะเทาะเปลือกข้าว
7 ถาดรับข้าวสาร
8 ลูกบิดควบคุมแรงลม
9 ช่องปล่อยแกลบ

ภาพที่ 2-5 แสดงส่วนประกอบของเครื่องกะเทาะเปลือกข้าวแบบลูกยาง 1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2-6 เครื่องกะเทาะเปลือกข้าวแบบลูกยาง 1 ชุด

หลักการทำงาน : เหมือนกัน แต่ใช้ชุดเฟืองทดเป็นอุปกรณ์ช่วยส่งกำลังการหมุนจากเพลาลูกกลิ้งที่อยู่กับที่ไปยังเพลาลูกกลิ้งที่เลื่อนได้ให้เกิดการหมุนในทิศทางตรงกันข้าม และด้วยความเร็วที่ต่างกัน เฟืองที่ใช้ทดมีทั้งหมด 4 ตัว

วัสดุ : โครงสร้างหลักที่ใช้รับแรง เป็นเหล็กหล่อขึ้นรูป
โครงสร้างห่อหุ้มเป็นเหล็กแผ่นพับ
ส่วนประกอบต่าง ๆ ทำด้วยเหล็ก

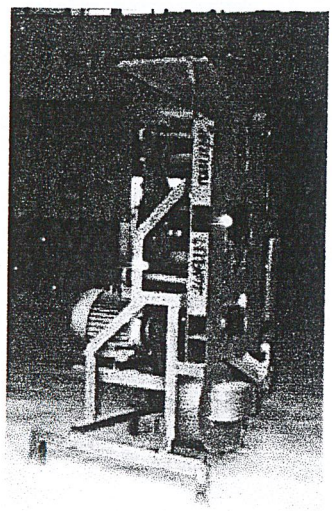
มอเตอร์ : 7 แรงม้า

ขนาด(กว้างXยาวXสูง) : 60 X 75 X 120 เซนติเมตร
ขนาดลูกกลิ้งยาง 9 นิ้ว X 6 นิ้ว

ประสิทธิภาพการสี : ประมาณ 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **เครื่องกะเทาะเปลือกข้าวแบบลูกยาง 2 ชุด**



ภาพที่ 2-7 แสดงเครื่องสีข้าวแบบใช้ลูกยาง 2 ชุด

หลักการทำงาน : หลักการทำงานในช่วงต้น ๆ เหมือนกันแบบลูกยาง 2 ลูก 1 ชุด แต่ข้าวเปลือกกับข้าวกล้องยังไม่ถูกแยกจากกัน หลังจากผ่านการคัดแยกเอาแกลบออกแล้ว โดยจะตกลงมายังลูกยางชุดที่ 2 ทางด้านล่าง ซึ่งมักมีระยะระหว่างลูกยางทั้งสองน้อยกว่าลูกยางชุดแรก ทำให้ข้าวเปลือกที่ยังไม่ถูกกะเทาะในชุดแรกจะถูกกะเทาะออกมาเป็นเมล็ดข้าวกล่อง และจะมีพัดลมเป็นตัวคิดแยกแกลบออกมา

วัสดุ : โครงสร้างเครื่องเป็นเหล็กเหลี่ยม เชื่อมติดด้วยไฟฟ้า

: ส่วนประกอบเป็นเหล็กแผ่นพับ

มอเตอร์ : 2 แรงม้า ความเร็วรอบ 1420 รอบต่อนาที

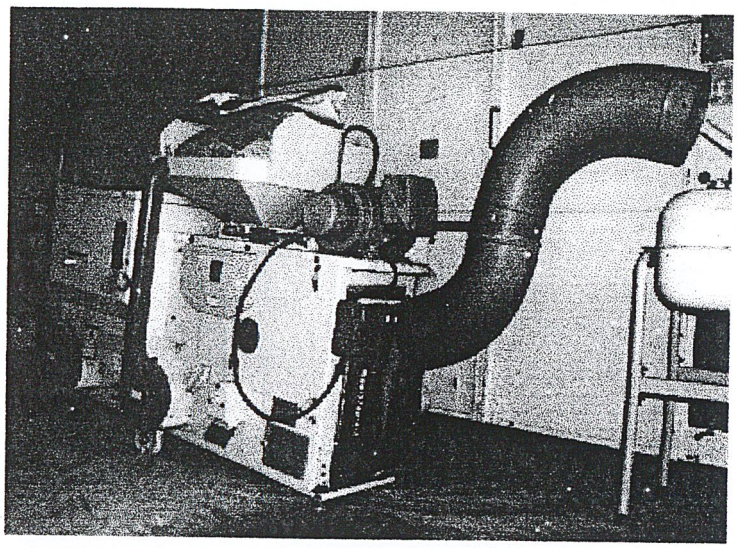
ขนาด(กว้างXยาวXสูง) : 45 X 70 X 140 เซนติเมตร

ขนาดลูกยาง 4 นิ้ว

ประสิทธิภาพการสี : 120 – 140 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **เครื่องกะเทาะเปลือกข้าวแบบลูกยาง 1 ชุด วนกลับมากะเทาะ**



ภาพที่ 2-8 แสดงเครื่องสีข้าวแบบใช้ลูกยาง 1 ชุด

หลักการทำงาน : เมล็ดข้าวจะถูกปล่อยลงผ่านลูกยาง 2 ลูก ซึ่งมีความเร็วไม่เท่ากัน ทำให้เกิดการกะเทาะเปลือก ข้าวเปลือกที่ยังไม่ได้ทำการกะเทาะอาจลงมาเจือปนกับข้าวกล้องได้เนื่องจากระยะห่างระหว่างลูกยางกว้างเกินไป ดังนั้นเมล็ดข้าวทั้งหมดจะถูกตะแกรงเป็นตัวคัดแยกข้าวเปลือกที่ยังไม่ได้กะเทาะจะถูกนำไปกะเทาะใหม่อีกครั้ง โดยจะมีลมเป็นตัวคัดแยกแกลบออกไประหว่างที่ข้าวเปลือก แกลบ ข้าวกล้อง ร่วงลงจากตะแกรง

วัสดุ : โครงสร้างรับแรงภายในเป็นเหล็กหล่อ

: โครงสร้างห่อหุ้มเป็นเหล็กแผ่นปั๊มขึ้นรูป

มอเตอร์ : 2 แรงม้า ความเร็วรอบ 1440 รอบต่อนาที

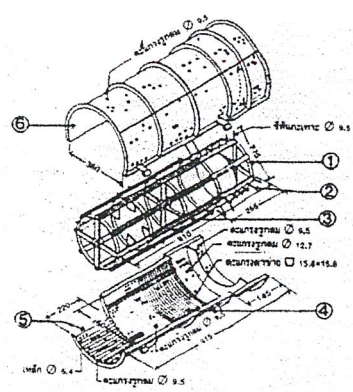
ขนาด(กว้างXยาวXสูง) : 50 X 150 X 140 เซนติเมตร

: ขนาดลูกยาง 6 นิ้ว

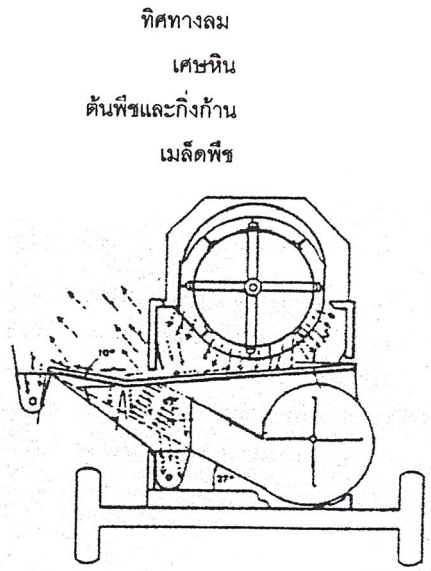
ประสิทธิภาพการสี : 100 – 120 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบคัดแยกทำความสะอาด



1. ลูกกะเทาะ
2. ชี่ฟันกะเทาะ
3. แผงเหล็กหล่อ
4. ตะแกรงล่าง
5. ช่องป้อน
6. ตะแกรงบน



ภาพที่ 2-10 ส่วนประกอบลูกกะเทาะ และหลักการทำงานของเครื่อง

ลักษณะทั่วไปและหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ดังนี้

ลูกกะเทาะ แบบทรงกระบอกเปิด ประกอบด้วยลูกกะเทาะแบบผสมระหว่างชี่แผงเหล็กหล่อ (Raspbar) และชี่เหล็กกลมบริเวณช่องทางป้อนจะมีชี่เหล็กกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9.5 มม. จำนวน 2 แถวเพื่อช่วยพาฝักถั่วเขียวเข้าไปในเครื่อง

ตะแกรงกะเทาะ ตะแกรงกะเทาะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนล่าง และส่วนบน

ตะแกรงล่าง มีลักษณะเป็นครึ่งวงกลม บนตะแกรงล่างจะมีเหล็กเส้นกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. มีแผงเหล็กหล่อติดอยู่ เพื่อทำหน้าที่เพิ่มประสิทธิภาพการกะเทาะ

ตะแกรงบน มีลักษณะเป็นรูปครึ่งวงรี โดยมีส่วนสูงสุด 28 ซม. เป็นตะแกรงรูกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9.5 มม. ตลอด

ตะแกรงโยกคัดทำความสะอาด แบ่งเป็น 2 ส่วน **ส่วนใน ซึ่งอยู่ใต้ตะแกรงกะเทาะล่าง เป็นเหล็กแผ่น**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทึบทำมุมลาดลงกับแนวระดับ 10 องศา เพื่อให้เมล็ดและเศษต่าง ๆ ซึ่งลอดตะแกรงส่วนล่างลงมาจำนวนมาก สามารถเคลื่อนที่ได้สะดวกรวดเร็ว

ส่วนนอก เป็นตะแกรงรูกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. ช่วงปลายด้านหน้ายาว 38.5 ซม. จะทำมุมลาดขึ้นจากแนวระดับ 8 องศา เพื่อชลอการเคลื่อนตัวของเมล็ดให้ช้าลง และทำให้เมล็ดมีโอกาสลอดรูตะแกรงลงไปที่เกลียวลำเลียงเมล็ดสะอาด

ตะแกรงโยกนี้จะโยกด้วยความถี่ระหว่าง 250-300 รอบต่อนาที ด้วยช่วงชักยาว 13 มม.

พัดลม แบบแรงเหวี่ยง ใบพัดตรงขนาด 9x36 ซม. (กว้างxยาว) พัดลมจะหมุนด้วยความเร็ว 1,400-1,700 รอบต่อนาที ให้ความเร็วเชิงเส้นตรงระหว่าง 2-7 เมตรต่อวินาที

เกลียวลำเลียง มี 2 ชุด ชุดหนึ่งอยู่ใต้ตะแกรงคัดสำหรับเมล็ดถั่วเขียวสะอาด อีกชุดหนึ่งอยู่ด้านหน้าตะแกรงคัดสำหรับลำเลียงกากและเมล็ดถั่วเขียวที่คัดไม่หมด

ตลอดความยาวด้านข้างของเกลียวลำเลียงด้านหน้านี้มีแผงกำบังลม ซึ่งปรับระดับสูงต่ำได้ติดอยู่ เพื่อกันเมล็ดกระเด็นออกนอกเครื่อง และป้องกันไม่ให้เปลือกตกลงบนเกลียวลำเลียงหน้ามากเกินไป

ล้อเคลื่อนย้าย 3 ล้อ เพื่อความสะดวกในการลากจูง

ต้นกำลัง : เครื่องยนต์เบนซินขนาดไม่ต่ำกว่า 5 แรงม้า (สามารถใช้เครื่องยนต์ดีเซล หรือมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดแรงม้าใกล้เคียงกันได้) ทำงานที่รอบหมุนระหว่าง 1,500-2,000 รอบต่อนาที

ขนาด(กว้างXยาวXสูง) : 190 X 176 X 150 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

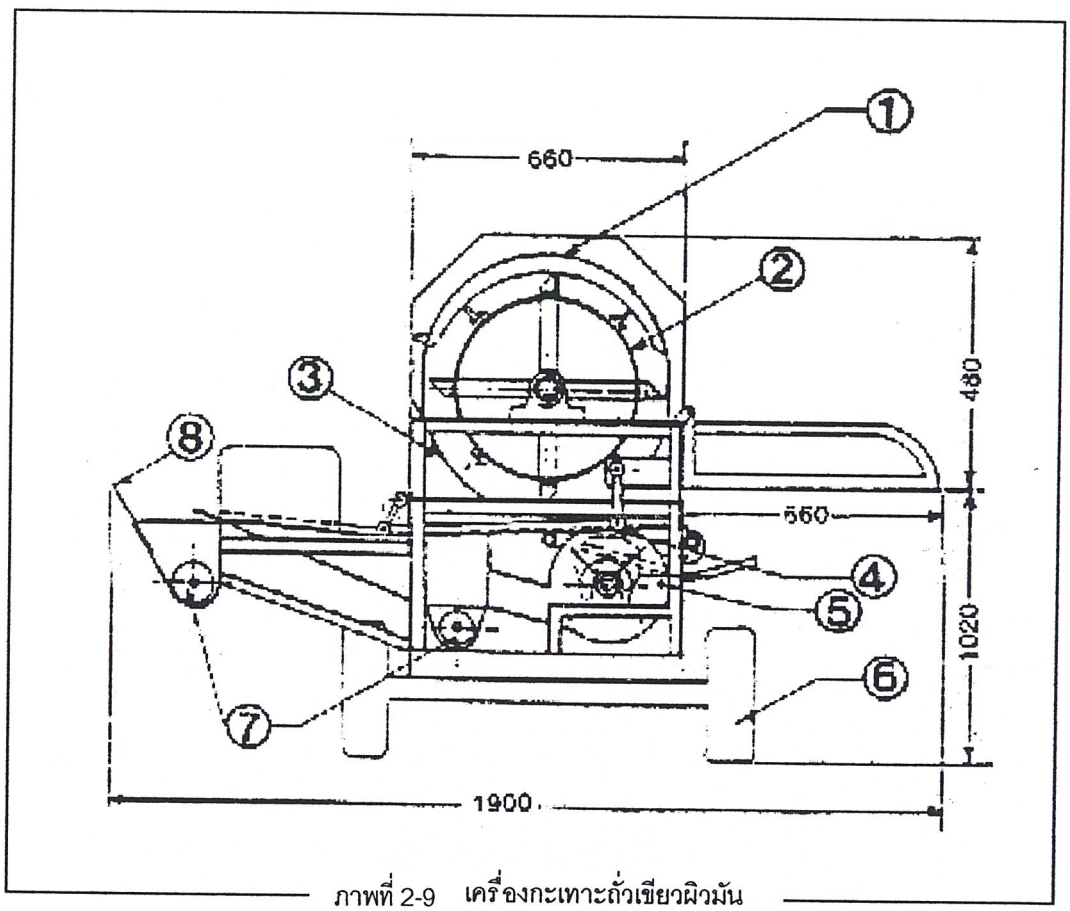
ตารางที่ 2-1 ความสามารถและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องในสภาพการใช้งานจริงโดยเกษตรกรที่ความเร็วรอบลูกกะเทาะ 500 รอบต่อนาที

รายละเอียด	ขีดความสามารถและประสิทธิภาพการทำงาน
1. ความชื้นของเมล็ด (%)	11 – 13.5 (ไม่ตากแดดก่อนกะเทาะ)
2. อัตราการทำงาน (กิโลกรัมเมล็ด/ชั่วโมง)	500 – 6002 –0.6
3. เปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกหัก	สูงกว่า 99
4. เปอร์เซ็นต์ความสะอาด (เฉลี่ย)	น้อยมาก
5. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียรวม (เมล็ดออกปล่อง, เมล็ดกระเด็นออกนอกตะแกรงคัด	สูงกว่า 80 2 – 3
6. เปอร์เซ็นต์ความงอก (เฉลี่ย)	
7. จำนวนคนที่ใช้ปฏิบัติงานประจำเครื่อง (คน)	2 – 2.5
8. การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ชั่วโมง)	5 – 6
9. ค่าจ้างกะเทาะต่อถัง (ประมาณ 15 กิโลกรัม) (บาท)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ข้อมูลรูปแบบและลักษณะการใช้เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดธัญญพืช

1. เครื่องกะเทาะถั่วเขียวผิวมัน



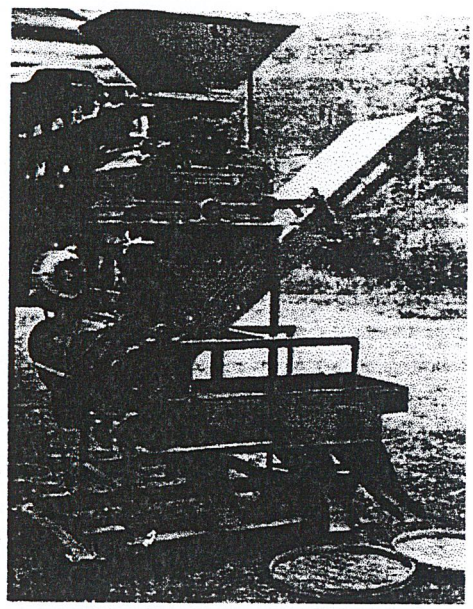
ภาพที่ 2-9 เครื่องกะเทาะถั่วเขียวผิวมัน

1. ตะแกรงกะเทาะบน
2. ลูกกะเทาะ
3. ตะแกรงกะเทาะล่าง
4. ตะแกรงคัด
5. พัดลม
6. ล้อยาง
7. เกลียวลำเลียง
8. แผ่นกันเมล็ด

ลักษณะและหน้าที่ : เครื่องกะเทาะถั่วเขียวผิวมันเป็นแบบกะเทาะตามแนวแกนลูกกะเทาะ มีส่วนประกอบเหมือนกับเครื่องนวดหรือเครื่องกะเทาะเมล็ดพืชทั่วไปแต่มีข้อแตกต่างก็คือไม่มีปล่องทางออกเศษพืชทางด้านท้ายของลูกกะเทาะเพื่อป้องกันการสูญเสียในการกะเทาะ ส่วนประกอบซึ่งนับได้ว่าเป็นส่วนสำคัญมาก คือ **ระบบกะเทาะ** และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบแท่งยาวสีข้าว (กึ่งแรงเหวี่ยง)



ภาพที่ 2-12 แสดงเครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบแท่งยางสีข้าว

ลักษณะและหน้าที่ :

ระบบป้อน ประกอบด้วย ถังป้อน, สิ้นปิดเปิด ช่องป้อน และลูกกลิ้งป้อนฝัก

ถังป้อนเป็นลักษณะผนังถังเอียง 2 ด้านทำจากเหล็กแผ่น ด้านล่างของถังมีแผ่นเหล็กเป็นลิ้นปิดเปิดปรับด้วยเกลียวสกรูเพื่อควบคุมปริมาณการไหลของฝักถั่วต่อจากสิ้นปิดเปิดจะเป็นลูกกลิ้งทำด้วยเหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. โดยมีแถบเหล็กจำนวน 8 ชิ้น เชื่อมติดอยู่กับลูกกลิ้งในระยะห่างเท่า ๆ กัน เพื่อทำหน้าที่ป้อนฝักถั่วลิสงให้ไหลลงอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ

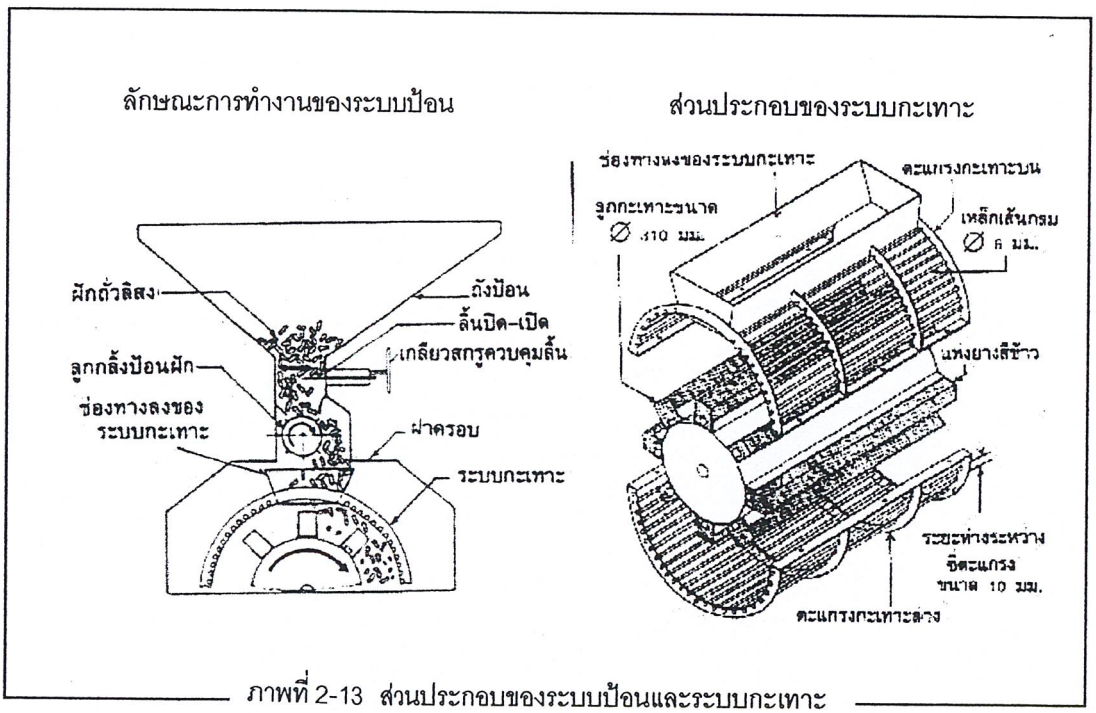
ระบบกะเทาะ ประกอบด้วย ตะแกรงกะเทาะและลูกกะเทาะ

ตะแกรงกะเทาะ เป็นตะแกรงรอบลูกะเทาะเป็นรูปทรงกระบอกผ่าแบ่งครึ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนบนและส่วนล่าง ตะแกรงนี้เป็นแบบใช้ซี่เหล็กกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. วางแนวเป็นครึ่งวงกลม โดยแต่ละซี่จะห่างกัน 1.0 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูกกะเทาะ มีเส้นผ่าศูนย์กลางถึงผิวยางด้านนอก 31 ซม. (เครื่องกะเทาะที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางลูกกะเทาะระหว่าง 30-36 ซม.) ประกอบขึ้นด้วยท่อเหล็กกลมหนา 6 มม. เส้นผ่าศูนย์กลางนอก 21 ซม. บนผิวของท่อเหล็กกลมมีแท่งยางขัดข้าวขนาดหน้ากว้าง 4 ซม. สูง 5 ซม. ยาว 90 ซม. ติดอยู่ 8 อัน โดยแต่ละแท่งมีระยะห่างเท่ากัน

การทำงานของระบบกะเทาะจะคล้าย ๆ กับเครื่องกะเทาะแบบใบพัด แต่ผิวยางที่ดีกะเทาะฝักจะนิ่มนวลกว่าใบพัดเหล็ก และผิวยางทางด้านกว้างยังทำหน้าที่สีถูครูดเพื่อกะเทาะฝักถั่วลิสงที่สะสมอยู่บนผิวตะแกรงล่างอีกด้วย ทำให้ประสิทธิภาพการกะเทาะสูงขึ้น โดยเกิดการแตกหักน้อย



ภาพที่ 2-13 ส่วนประกอบของระบบป้อนและระบบกะเทาะ

ระบบคัดทำความสะอาด มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ พัดลมเป่า และตะแกรงคัด

พัดลม เป็นแบบหนีศูนย์ มีใบพัด 4 ใบ ขนาด 45.5X11 ซม. ช่องทางลมเข้าทั้งสองด้านของเสื้อพัดลมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 17.5 ซม. โดยมีแผ่นเหล็กปิด-เปิดปรับปริมาณลมได้ เพื่อให้เกิดช่องว่างเป็นทางไหลของวัสดุในแนวราบลงสู่ปล่องพัดลม วัสดุที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไหลลงสู่ปล่องพัดลมจะถูกลมเป่าสวนขึ้น วัสดุที่เบา เช่น เปลือก และฝุ่นละอองจะถูกเป่าทิ้งไป เมล็ดและฝักที่ไม่ถูกกะเทาะตลอดจนวัตถุหนัก เช่น เศษกรวด ดินและหิน จะตกลงบนพื้นล่างของปล่องพัดลม แล้วไหลไปรวมลงสู่ตะแกรงคัดที่ช่องทางลง

ตะแกรงคัด ประกอบด้วยโครงถาดเหล็กแผ่นขนาด 48 x 111.5 x 23.5 ซม. สามารถวางตะแกรงคัดได้ 2 ชั้น

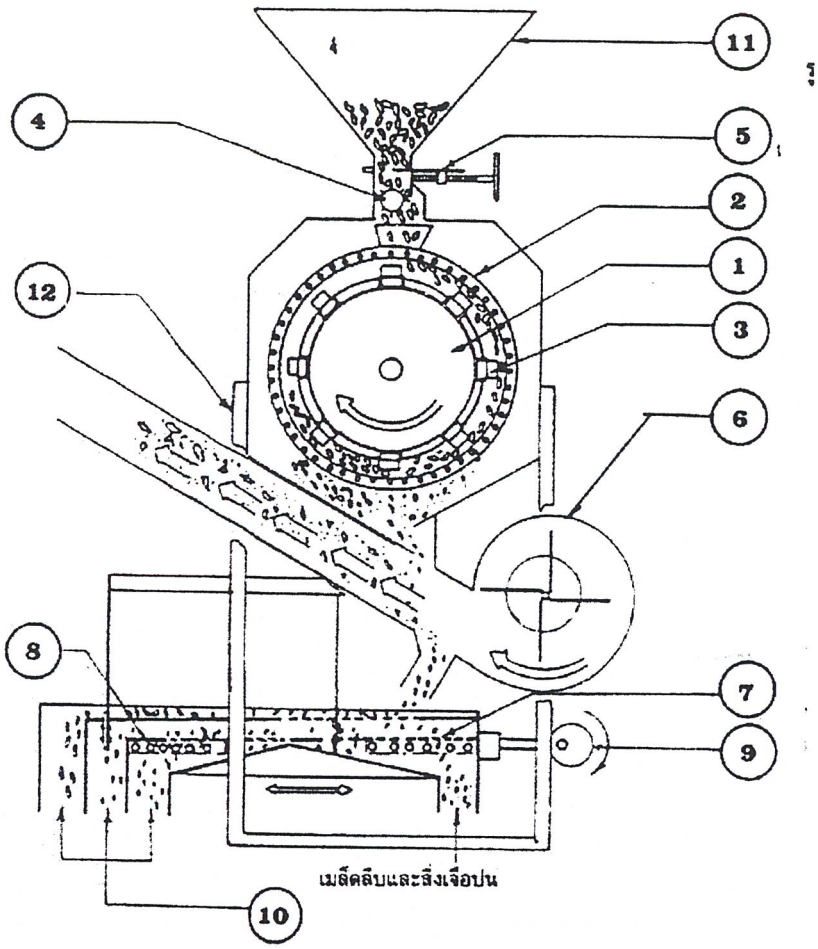
ตะแกรงคัดนี้จะคัดได้ 4 ขนาด คือเมล็ดถั่วที่มีขนาดใหญ่พิเศษ ขนาดเมล็ดชั้นหนึ่ง เมล็ดขนาดกลาง หรือ เมล็ดถั่วผ่าซีกหรือแตกขนาดใหญ่ เมล็ดลีบขนาดเล็กเศษเมล็ดแตกและเศษหินดินต่าง ๆ วัสดุที่ผ่านการคัดจะไหลลงบนรางรองรับ 4 ราง บนพื้นถาดตะแกรง แล้วไหลลงสู่ภาชนะรองรับทางด้านข้างของเครื่อง

ตะแกรงคัดนี้โยกทำงานโดยใช้ลูกเบี้ยว ซึ่งมีช่วงชักประมาณ 19 มม. ถาดตะแกรงแขวนอยู่กับโครงเครื่องด้วยแขนพลาสติกแบบหยุ่นตัว 4 อัน เพื่อให้เกิดการโยนตัวให้วัสดุเคลื่อนที่และป้องกันมิให้รูตะแกรงอุดตัน

ตะแกรงคัดนี้จะป้องกันการอุดตันของตะแกรงโดยใช้ลูกยางกระดอนเคาะ โดยการสร้างถาดขนาดกว้าง 20 ซม. ยาว 50 ซม. โดยมีพื้นเป็นตะแกรงตาข่ายสี่เหลี่ยมขนาด 19.0 X 19.0 มม. จำนวน 2 ถาด ซึ่งในแต่ละถาดจะบรรจุลูกยางทรงกลมน้ำหนักเบา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 38 มม. จำนวนถาดละ 50 ลูก แล้วติดตั้งถาดทั้งสองนี้เหนือรางเมล็ดช่องที่ 2 และ 3 ของถาดตะแกรงโยก

ในขณะทำงานเมื่อถาดตะแกรงโยกตัว ลูกยางบนถานเหล่านี้จะกระดอนตัวขึ้นมาเคาะพื้นตะแกรงที่จุดต่าง ๆ กันตลอดเวลา ช่วยป้องกันการอุดตันของรูตะแกรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2-14 ส่วนประกอบและลักษณะการทำงานของเครื่องกะเทาะเปลือกถั่วลิสง แบบแท่งยางสีข้าว (กึ่งแรงเหวี่ยง)

1. ลูกกะเทาะ
2. ตะแกรงรอบลูกกะเทาะ
3. แท่งยาง
4. ตัวป้อน
5. ชุดปรับอัตราป้อนเมล็ด
6. พัดลม
7. ตะแกรงคัดเมล็ด 3 ขนาด
8. ลูกยางเคาะตะแกรง
9. ลูกเบี้ยวตะแกรงคัด
10. ช่องทางออกของเมล็ด
11. ถังบรรจุเมล็ด
12. โครงเครื่อง

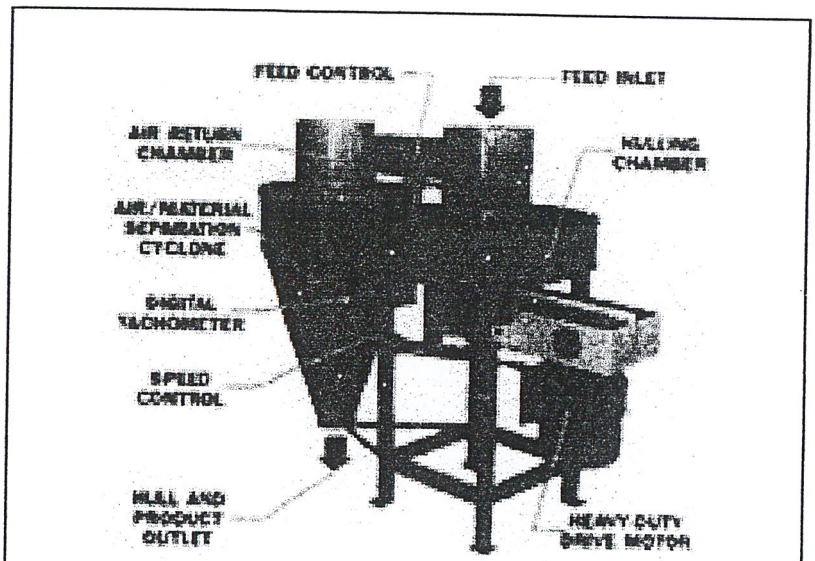
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่2-2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานในสภาพใช้งานจริง ระหว่างเครื่องแบบใบพัดที่โรงงานกะเทาะในท้องถิ่นใช้อยู่ กับแบบที่พัฒนาขึ้นใหม่

รายละเอียด	แบบลูกกะเทาะ	
	ใบพัด	แบบแท่งยางสีข้าว
1. ลักษณะและสภาพการทำงาน	90	45
- ความยาวลูกกะเทาะ (ซม.)	25.5 (ปรับได้)	31
- เส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลมผิวนอกลูกกะเทาะ (ซม.)		
- ระยะห่างระหว่างผิวนอกลูกกะเทาะกับผิวตะแกรงกะเทาะ (ซม.)	4.45 (ปรับได้)	2.55
- ความเร็วลูกกะเทาะ (รอบต่อนาที)	250	180
- ความเร็วพัดลม (รอบต่อนาที)	900	1,450
- ความเร็วตะแกรงโยก (รอบต่อนาที)	250	265
- ต้นกำลัง	เครื่องยนต์ดีเซล 12 แรงม้า	มอเตอร์ไฟฟ้า 1.1 กิโลวัตต์ (1.5 แรงม้า)
2. ประสิทธิภาพการทำงาน		
- อัตราการทำงาน (กิโลกรัมฝัก/ชั่วโมง)	1,200	692
- การกะเทาะ (เปอร์เซ็นต์)	83.0	91.3
- เมล็ดแตกหัก (เปอร์เซ็นต์)	11.10	2.43
- เมล็ดถูกเป่าทิ้ง (เปอร์เซ็นต์)	0.30	0.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เครื่องกะเทาะเปลือกของต่างประเทศ



ภาพที่ 2-15 เครื่องกะเทาะเปลือกFORSBERG MODEL 15-

หลักการทำงาน : เป็นเครื่องกะเทาะเมล็ดธัญพืช เช่น เมล็ดทานตะวัน ข้าวโอ๊ต พร้อมทั้งคักแยกเปลือกออกจากเมล็ดได้ ควบคุมด้วยอุปกรณ์ที่มีความแม่นยำ และมีประสิทธิภาพสูง โดยวัสดุจะถูกป้อนในช่องป้อน และลำเลียงไปตามท่อลำเลียงสู่วงล้อเหวี่ยงที่ใช้เป็นอุปกรณ์กะเทาะ ซึ่งอุปกรณ์ป้อนวัสดุสามารถกำหนดปริมาณวัสดุที่จะป้อนได้ด้วยการหมุนปรับอัตราเร็ว เพื่อให้เหมาะสมกับการกะเทาะวัสดุแต่ละชนิด การหมุนของวงล้อเหวี่ยงจะทำให้เกิดแรงหนีศูนย์ทำให้วัสดุไปกระทบกับแนววงแหวนกะเทาะ นอกจากนี้ยังมีเครื่องวัดความเร็วรอบของพัดลม เพื่อความแม่นยำ และเมื่อกะเทาะเปลือกเรียบร้อยวัสดุจะรวมกับเปลือกเข้าสู่ไซโคลนแล้วตกลงสู่เบื้องล่างพร้อมกัน แล้วนำไปแยกด้วยมือต่อไป ส่วนอากาศจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่

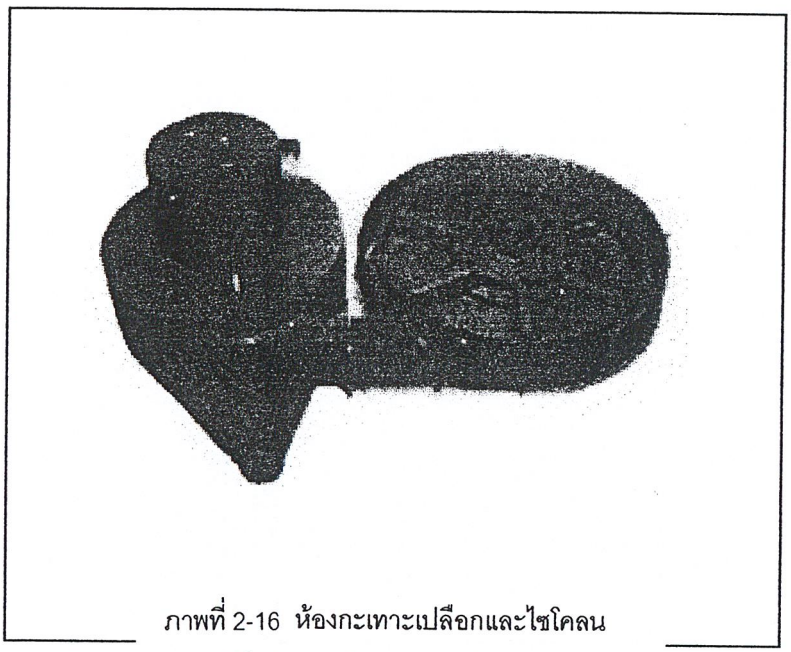
วัสดุ : โครงสร้างหลักทำด้วยเหล็ก ส่วนโครงสร้างพัดลมและแนววงแหวนกะเทาะทำจากโลหะที่มีความแข็งแรงทนทานต่อการขัดสี

มอเตอร์ : 7 – 12 แรงม้า

ขนาด : 97.5 175 142.5 เซนติเมตร

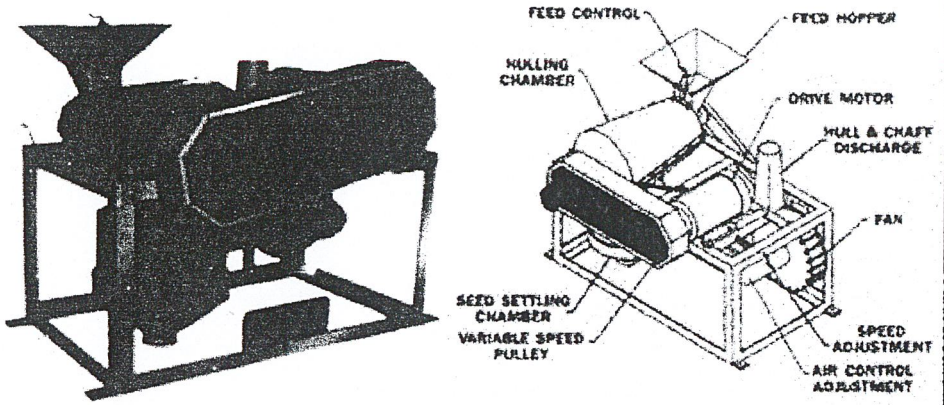
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพ : ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ เช่น เมล็ดทานตะวัน 1500 lbs/h ข้าวโอ๊ต 2600 lbs/h เป็นต้น



ภาพที่ 2-16 ห้องกะเทาะเปลือกและไซโคลน แสดงให้เห็น ช่องป้อน ช้องการไหลของอากาศ วงแวนกะเทาะ และล้อเหวี่ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2-17 เครื่องกะเทาะเปลือกFORSBERG MODEL 2

หลักการทำงาน : เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพืชโดยไม่เกิดความเสียหาย โดยการป้อนเมล็ดพืชเข้าสู่ลูกยางกะเทาะ ที่อยู่ในท่อทรงกระบอกซึ่งมีการส่งกำลังด้วยวงล้อสายพาน สามารถแยกแกลบออกได้ภายในขั้นตอนเดียว

มีส่วนประกอบดังนี้

- โครงสร้างหลัก
- ห้องกะเทาะและพัดลมดูด
- ตัวส่งกำลังที่สามารถปรับความเร็วได้
- ภาชนะบรรจุควบคุมปริมาณการป้อน
- ส่วนควบคุมปริมาณการไหลอากาศ

เมล็ดธัญพืชที่นำมาเป็นวัสดุในการกะเทาะเปลือกได้แก่ เมล็ดพืชที่มีเปลือก Lespedez เมล็ดอัลฟาฟ่า Birdsfoot Trefoil Millet ข้าวบาร์เลย์ Budzu และเมล็ดพืชอื่นๆอีกมากมาย

วัสดุ : เหล็ก ลูกยาง ยูรีเทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ข้อมูลสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อโครงการ

2.1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับข้าว

- **แหล่งที่เกิดและประวัติของข้าว**

ข้าวเป็นพืชเก่าแก่ที่สุดที่มนุษย์เรารู้จักเพาะปลูกเพื่อเอาผลเป็นอาหารมานานแล้วไม่ต่ำกว่า 5,000 ปี ข้าวเป็นอาหารที่สำคัญของโลก โดยจะเห็นได้จากพลเมืองมากกว่าครึ่งหนึ่งของโลกบริโภคข้าวเป็นอารหารสำคัญประจำวัน โดยเฉพาะก็คือ ชาวเอเซีย มีประเทศอินเดีย จีน ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย ไทย พม่า เกาหลี อินโดจีน มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ ลังกา ไต้หวัน ปากีสถาน ประเทศที่กล่าวมานี้มีข้าวอยู่ประมาณ 90 % ของโลก นอกจากนี้ ประเทศที่ปลูกข้าวมี สหรัฐอเมริกา ลาตินอเมริกา สเปญ อิตาลี ออสเตรเลีย อียิปต์ ข้าวชอบขึ้นในอุณหภูมิที่อบอุ่น สำหรับประเทศไทยเรา ข้าวเป็นอาหารหลักที่สำคัญ คนไทยรู้จักข้าวตั้งแต่เริ่มสร้างประเทศที่เดียว นอกจากนั้นที่ทุกคนรู้จักข้าวดีก็คือ ข้าวเป็นสินค้าอกที่ทำรายได้ให้ประเทศเป็นจำนวนมาก ประเทศไทยมีการปลูกข้าวมาตั้งแต่พุทธศตวรรษที่ 16 โดยปลูกข้าวเหนียวแบบนาน้ำขัง ต่อมาเพื่อเขมรเข้ามามีอิทธิพลต่อประเทศไทย คนไทยจึงหันมาบริโภคข้าวเจ้าแทนเพราะความเชื่อที่ว่า เป็นข้าวของคนชั้นสูง และเมื่อคนไทยเริ่มติดต่อค้าขายกับต่างประเทศมากขึ้นจึงหันมาปลูกข้าวเจ้ากันอย่างกว้างขวาง

ข้าวเป็นพืชที่ขึ้นอยู่กับตระกูลหญ้า (GRAMINEAE) ซึ่งรวมเอาธัญญะพืชชนิดอื่น ๆ เข้าไว้ด้วย เช่น ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวฟ่าง อ้อย หญ้าต่าง ๆ ข้าวมีหลายร้อยหลายพันธุ์ชนิดด้วยกัน ในประเทศไทยเราที่สถานีทดลองข้าวรังสิต ปทุมธานี เคยรวบรวมพันธุ์ข้าวนาสวนไว้ได้กว่า 2,000 ชนิด ที่สถานีทดลองข้าวขึ้นน้ำหันตรา อยุธยา เคยรวบรวมข้าวเฉพะข้าวขึ้นน้ำได้ถึง 100 ชนิด ที่อินเดียมีพันธุ์ข้าว 3,000 ชนิด ที่ฟิลิปปินส์มีพันธุ์ข้าว 1,000 ชนิด ที่ญี่ปุ่น 2,000 ชนิด ที่เราเลือกเอาเฉพาะพันธุ์ดี ๆ มาปลูกอยู่ทุกวันนี้ ก็มีเป็นสิบ ๆ ชนิด แล้วอย่างไรก็ตามจากแง่ของพฤกษศาสตร์ นักพฤกษศาสตร์ทุกคนรับรองว่าข้าวทุกชนิดที่เราปลูกกันอยู่ทุกวันนี้ ไม่ว่าจะเป็นพันธุ์อะไร ชนิดไหน ของภาคพื้น หรือประเทศใด ต่างสืบเผ่าพันธุ์มาจากข้าวพันธุ์ป่า (WILD RICE) เรียกตามศัพท์พฤกษศาสตร์ว่า "ORYZA FATUA" ไทยเราเรียกว่า "หญ้าสมาน" ซึ่งขึ้นชุกชุมตามท้องนาทั่วไป ในมาเลเซียเรียกว่า "ข้าวนก" (BIRD'S RICE หรือ ปาดีปรุง)"

ข้าวปัจจุบันนี้ ผิดกับข้าวพันธุ์ป่ามากมาย โดยที่มีคุณสมบัติดีกว่าให้ผลต่อไร่สูงกว่าเมล็ดสวยกว่า แต่ก็แพ้ข้าวพันธุ์ป่าในบางข้อ เช่น ความต้านทานโรคแมลง และลำต้นอ่อนกว่า เก็บเกี่ยวลำบาก สู้ข้าวป่าไม่ได้

ปัญหาที่ถูกถกเถียงและยังตกลงกันไม่ได้ก็คือ แหล่งกำเนิดของข้าวพันธุ์ป่าอยู่ไหน จากเหตุผลและจากการค้นคว้าพอจะอนุมานได้ว่าข้าวมีแหล่งกำเนิดมาจากเอเซียตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำการเผยแพร่ ดัดแปลง ทำซ้ำ หรือนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ต่อในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือรูปแบบอื่นใด

เฉียงใต้ มีจีน อินเดีย เป็นแห่งแรก และดูว่าจีนจะเก่าแก่กว่าเพื่อน โดยมีหลักฐานหลายอย่างบ่งแสดงให้เห็นว่าจีนรู้จักข้าวมาก่อน ในสมัยนั้นเรียกข้าวว่า TAO แล้วเพี้ยนมาเป็น TU, NUAG และ KANG ตามลำดับ ซึ่งคำเหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีความหมายถึงข้าวทั้งสิ้น ในปี ค.ศ.1928 – 1930 นักวิทยาศาสตร์ในทางเกษตรของจีน แบ่งข้าวออกเป็น 3 อย่าง ด้วยกันคือ ข้าวจ้าวกับข้าวเหนียว และข้าวที่มีลักษณะเป็นครึ่งข้าวจ้าว – ข้าวเหนียว มีชื่อเรียงตามภาษาจีนว่า SUO, SHU, TAO และ KENG ตามลำดับ

ต่อมาก็เป็นประเทศอินเดีย ที่รู้จักข้าวมานานหลายพันปี โดยที่ในพิธีทางศาสนาแต่โบราณมีการแกะรูปรวงข้าวถวายเจ้าในพิธีบวงสรวงบูชาต่าง ๆ เรียกพิธีนี้ว่า PURANAS จากอินเดีย ข้าวแพร่เข้าไปสู่ เมโสโปเตเมียและเข้าสู่ยุโรป ค.ศ.300 ตรงกับสมัยของ เอเล็กซานเดอร์ ส่วนสหรัฐอเมริกาเริ่มรู้จักข้าวในปี ค.ศ.1493 โดย โคลัมบัส เป็นผู้นำเข้าไปทดลองปลูกดู แต่ไม่ได้ผลดีจึงไม่มีใครสนใจ ต่อมาในปี ค.ศ.16694 พวกฮอลันดานักเดินเรือลองนำเข้าไปอีกจากมาดากาสกา ปรากฏว่าได้ผลดีจึงมีคนสนใจบ้าง แต่ก็ปลูกกันเพียงจำนวนน้อยและภายในวงจำกัด ตราบจนกระทั่งศตวรรษที่ 18 ข้าวจึงแพร่หลายไปทั่วอเมริกาใต้ และปลูกได้ผลดี ปัจจุบันการทำนาจึงถือเป็นอาชีพสำคัญอย่างหนึ่งในอเมริกาใต้ และอเมริกาเหนือตอนใต้ เช่น รัฐหลุยส์เซียนา รัฐเท็กซัส และทางตะวันตกเช่นที่ คาลิฟอร์เนีย เป็นต้น

สำหรับ สเปญ อิตาลี ซึ่งมีชื่อเสียงในการทำนา โดยสามารถผลิตผลต่อไร่ได้สูงที่สุด ก็เพิ่งรู้จักข้าวในสมัยศตวรรษที่ 7 โดยการนำเข้าไปของชาวอาหรับ ส่วนประเทศไทย พม่า ฟิลิปปินส์ อินโดจีน มาเลเซีย เข้าใจว่าจีน เป็นผู้นำเข้ามา เมื่อปลูกได้ผลดีก็เป็นของธรรมดาที่พลเมืองจะต้องยึดถือเป็นอาหารสำคัญ และปลูกกันแพร่หลาย

- **พันธุ์ข้าวและการแยกประเภท**

เราไม่สามารถจะพูดหรือตัดสินให้เด็ดขาดลงไปได้ว่า ในโลกนี้มีพันธุ์ข้าวเป็นจำนวนมากน้อยเท่าใด เท่าที่ค้นคว้าและรวบรวมกันไว้เป็นหลักบานก็ปรากฏว่าแต่ละประเทศต่างก็มีพันธุ์ข้าวเป็นจนวนมากมายนับเป็นพัน ๆ ดังกล่าวมาแล้ว

การที่ข้าวมีพันธุ์มากมายหลายชนิด บางชนิดอาจจะมีชื่อซ้ำกันหรือพันธุ์เดียวกันแต่พอไปปลูกที่อื่นชื่อเพี้ยนไปกลายเป็นข้าวสองพันธุ์ หรือไม่ก็พิจารณาจากอายุ พอนำไปปลูกที่ใหม่อายุสั้นเข้าหรือยาวออก ก็กลับกลายเป็นพันธุ์ใหม่ ดังนี้ เป็นต้น นอกจากนี้ ธรรมชาติยังเป็นตัวช่วยทำให้เกิดมีพันธุ์ข้าวใหม่ ๆ อยู่เสมอเช่น การผสมพันธุ์ตามธรรมชาติ (NATURAL CROSS POLLINATION) การเปลี่ยนแปลงในตัวของมันเองเรียกว่า MUTATION หรือ SPORT ดังนี้จึงทำให้การแยกประเภทข้าวเป็นไปโดยยากลำบาก และสับสนมาก เราพอที่จะสรุปถึงสาเหตุของการแยกพันธุ์ข้าวไม่ได้ดี ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. จำนวนพันธุ์ข้าวมากด้วยกัน
2. แต่ละพันธุ์ไม่มีลักษณะประจำพันธุ์พิเศษไว้
3. พันธุ์แต่ละท้องถิ่นไม่เหมือกันเสมอไป แม้จะมาจากพันธุ์เดียวกัน
4. ข้าวที่ถือหลักการแบ่งจากอายุ ผล ทั้งสองอย่างนี้ไม่แน่นอน อาจเปลี่ยนแปลงได้
5. การปะปนของพันธุ์ข้าวซึ่งทำให้เกิดความไม่บริสุทธิ์ในพันธุ์ ยากต่อการแบ่งแยก

อย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีอุปสรรคในการแบ่งแยกประเภทดังกล่าว ความจำเป็นที่จะต้องแยกแยะพันธุ์โดยละเอียดก็มีอยู่มากเหมือนเพื่อประโยชน์ ในทางการศึกษาคัดพันธุ์ และผสมพันธุ์ ซึ่งอย่างน้อยที่สุดเราก็ต้องรู้จักลักษณะพิเศษประจำพันธุ์ที่สำคัญ ๆ ของข้าว แต่ละท้องถิ่นหรือประเทศไว้ ซึ่งนักพฤกษศาสตร์ที่สำคัญ ๆ ของโลก ได้จัดแบ่งพันธุ์ข้าวออกตามความคิดเห็นของตนไว้ ดังนี้ คือ

1. ญี่ปุ่น KIKAWA (ค.ศ.1912) จัดแบ่งพันธุ์ข้าวโดยอาศัยหลัก MORPHOLOGICAL และ AGRICOLTURAL CHARACTERS

2. KATO แบ่งพันธุ์ข้าวโลกออกเป็น 2 พวก คือ JAPONICA และ INDICA โดยถือว่า JAPONICA เป็นข้าวที่กำเนิดในญี่ปุ่น เกาหลี ส่วน INDICA เป็นข้าวแถบอินเดีย พม่า ไทย

3. อินเดีย พม่า ไทย ชวา ยุโรป HECTARE (ค.ศ.1934) แบ่งข้าวออกเป็น 2 พวก คือ ข้าวจ้าว กับข้าวเหนียว เท่านั้นและให้ดูรวง พิจารณาประกอบด้วยว่า ลักษณะรวงเป็นอย่างไร รวงแบะ (OPEN) หรือแน่น (COMPACT)

4. GRAHAM แบ่งข้าวโดยอาศัยดูสีของกาบใบ ใบ และเปลือก

5. อินเดีย MITRA, GANGULA (ค.ศ.1912) แบ่งข้าวโดยอาศัยอายุ และดูเมล็ดว่ามีหางหรือไม่

จากข้อคิดเป็นเหล่านี้ เราพอจะรวบรวมจัดแยกประเภทของพันธุ์ข้าวโดยอาศัยสิ่งเหล่านี้ คือ

ลักษณะที่เห็นภายนอก (MORPHOLOGICAL CHARACTERS)

คือลักษณะที่มองเห็นได้ภายนอก ลักษณะเหล่านี้อาจถ่ายทอดไปยังลูก หลานได้ และอาจเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน เมื่อไปถูกสิ่งแวดล้อมที่ต่าง ๆ เข้า ลักษณะดังกล่าวนี้มี

- สี (PIGMENT) ตามส่วนต่าง ๆ ของต้น
- ลักษณะของลำต้น เช่น ลำต้นตั้ง หรือ มอบ เอน
- ขนาด สูงต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รูปร่างของรวง แบะ แน่น
- เมล็ด กลม ยาว
- หนวด มี ไม่มี
- เมล็ดข้าวกล้อง มีสีหรือไม่ สีอะไร
- เนื้อข้าว อ่อน หยาบ
- ข้าวข้าว ข้าวเหนียว
- กลิ่น มีหรือไม่มี

ลักษณะภายในที่ดูยาก (PHYSIOLOGICAL CHARACTERS)

เป็นอาการหรือลักษณะที่ดูยากสักหน่อย เพราะมีส่วนสัมพันธ์กับข้าวในทางที่เราต้องใช้ความสังเกตจดจำอยู่มาก และอาจเปลี่ยนไปได้เสมอ เช่น อายุ หรือความต้องการน้ำมากน้อย เป็นต้น แต่มีลักษณะสำคัญ ๆ ที่ต้องสังเกตคือ

- อายุ ยาว ปานกลาง
- ความต้องการน้ำ มากน้อย ข้าวไร่ ข้าวนาสวน ข้าวขึ้นน้ำ
- ชนิดของข้าว นาดอน นาลุ่ม นาหว่าน หรือนาดำ
- ความสามารถทนทานต่อดิน กรด ด่าง เค็ม
- การแตกกอ มากน้อย
- ฤดูที่เหมาะ สำหรับการทำนา

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เป็นการแบ่งแยกประเภทพันธุ์ข้าว ตามความคิดเห็นของนักพฤกษศาสตร์ สำหรับประเทศไทยเราจัดแบ่งพันธุ์ข้าวออกได้ตามลักษณะของการเพาะปลูกในสภาพของภูมิประเทศต่าง ๆ ไว้คร่าว ๆ ดังนี้

- ข้าวนาดอน ข้าวไร่

  ข้าวพันธุ์นี้ใช้ปลูกในที่ดอนตามบริเวณเชิงเขา หรือ ลาดเขา และบางพันธุ์ใช้ปลูกในที่สูงถึงพันฟุตก็มี
- ข้าวนาลุ่ม เป็นพันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกในที่ลุ่มทั่วไป

  ข้าวทั้ง 2 พันธุ์นี้ยังแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด ตามอายุของพันธุ์นั้น ๆ คือ

ก. ข้าวเบา มีอายุตั้งแต่ 70 – 120 วัน

ข. ข้าวรองเบา มีอายุตั้งแต่ 135 – 145 วัน

ค. ข้าวกลาง มีอายุตั้งแต่ 155 - 165 วัน

ง. ข้าวหนัก มีอายุตั้งแต่ 175 – 185 วัน

จ. ข้าล่า มีอายุตั้งแต่ 195 – 205 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ฤดูปลูกข้าว

ชาวนาจะปลูกข้าวในฤดูฝน เรียกว่า นาปี และยังปลูกข้าวนอกฤดูฝนได้อีก เรียกว่า นาปรัง สวนใหญ่ใช้วิธีตกกล้าก่อนค่อยนำไปปลูก และอีกวิธีหนึ่งก็คือ การหว่านเมล็ดลงในนาเลย

ฤดูปลูกข้าวจะเริ่มต้นตั้งแต่เดือน พฤษภาคม ถึงกรกฎาคม สำหรับนาหว่าน ส่วนนาดำและเริ่มดำในเดือนกรกฎาคม และสิงหาคม บางท้องที่จะดำกันในเดือนกันยายน ถึงตุลาคม ส่วนข้าวนาปรัง ปลูกได้ตลอดปี แล้วแต่ดินฟ้าอากาศจะอำนวย โดยจะปลูกพร้อมกันก่อนหรือหลังปีได้ทุกเมือ เป็นข้าวจำกัดอายุ ข้าวไร่ปลูกต้นฝน ข้าวนาเมือง หรือข้าวขึ้นน้ำ ปลูกให้ทันเวลาน้ำท่วมพื้นนา

แถบภาคกลางในเดือนสิงหาคม กันยายน ตุลาคม เป็นระยะที่มีฝนตกมากที่สุด

เดือนกุมาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน และ กรกฎาคม เป็นระยะเวลาที่เมล็ดข้าวงอกงามดีที่สุด ชาวนาจะเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้เคียว แล้วนำไปแยกเมล็ดข้าวออกด้วยรถรูดข้าว หรือใช้สีฝัด เมล็ดข้าวที่เก็บไว้ตามยุ้งฉางต่าง ๆ จะเริ่มเสื่อมความงอกเมื่ออายุครบรอบปี

วิธีการปลูกข้าว

จะกล่าวถึงวิธีการปลูกข้าวอย่างย่อ ดังนี้

<u>หว่าน</u>

คือการหว่านข้าวเปลือกโดยไม่ต้องเพาะกล้าก่อน โดยทั่วไปใช้อัตราหว่าน 1 ไร่ ต่อข้าว 1 ½ ถัง แต่ไม่เกิน 2 ถัง

<u>ดำ</u>

คือการปลูกโดยเพาะกล้าก่อน

<u>ดำเส้า</u> เอากล้าปักดำตามอำเภอใจ ไม่เป็นแถวเป็นแนว แต่เป็นรูปกะทะ

<u>ดำคลอง</u> เอาข้าวกล้าปักดำอย่างมีระเบียบมองเห็นเป็นแถว ๆ

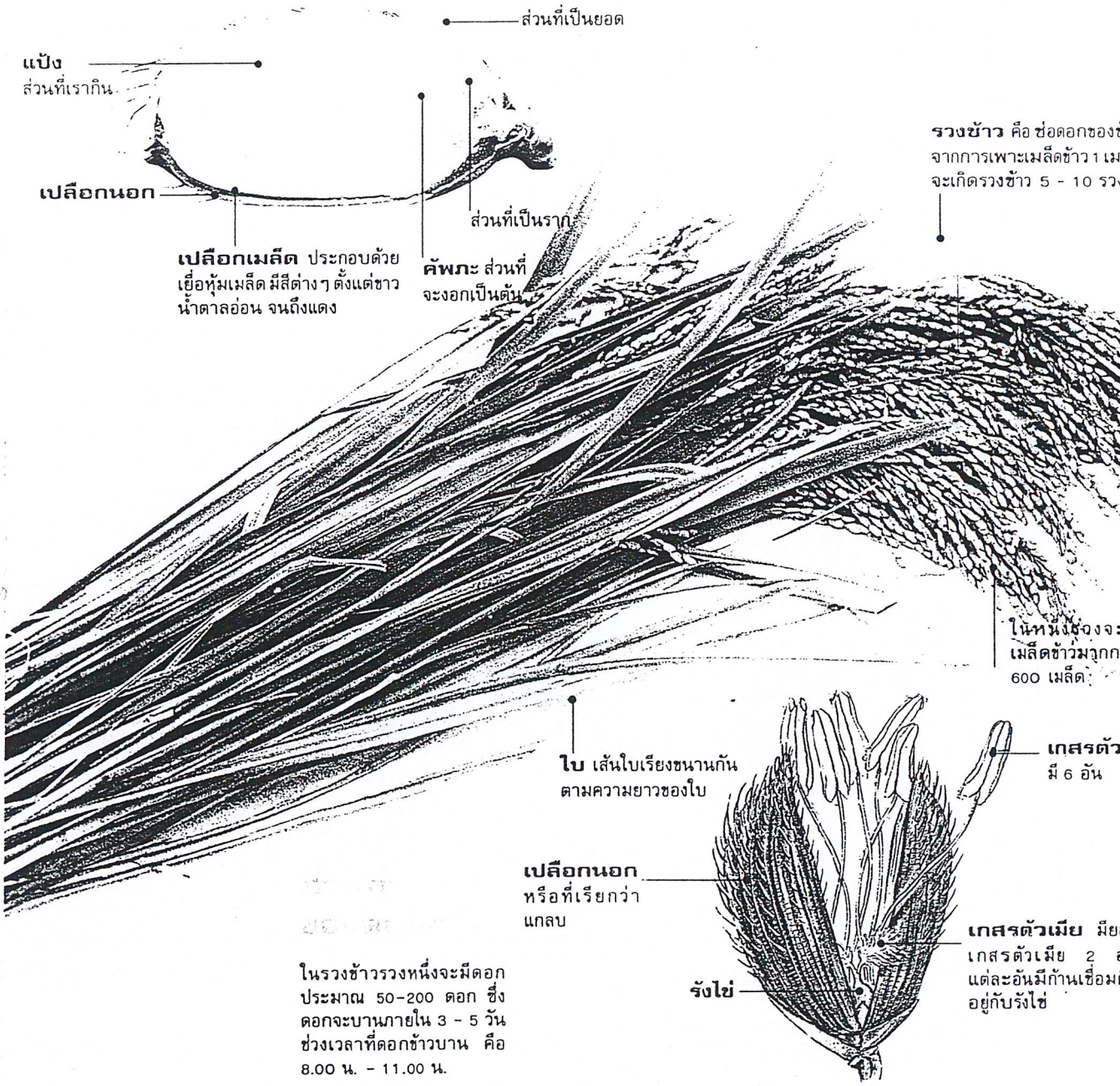
<u>หยอด</u>

ใช้ไม้ทิ่มดินขุดเป็นรูแล้วเอาข้าวเปลือกหยอด หรือให้ข้าวเปลือกไหลลงไปในรูขุดเป็นระยะ ๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของข้าว

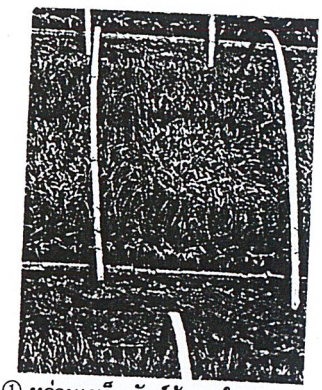
ข้าวเป็นพืชล้มลุก ปลูกได้ในเขตอบอุ่น เช่น จีนตอนเหนือ เกาหลี ญี่ปุ่นและแถบอากาศร้อน ของทวีปเอเชีย ข้าวมีมากมายหลายชนิด แต่ที่ปลูกกันมาในประเทศไทย คือ ข้าวเจ้า และข้าวเหนียว ปลูกมากแถบภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



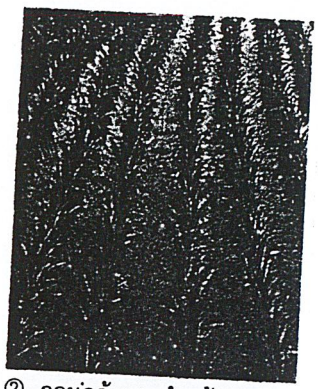
ภาพที่ 2-18 แสดงส่วนต่าง ๆ ของต้นข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเจริญเติบโตของต้นข้าว



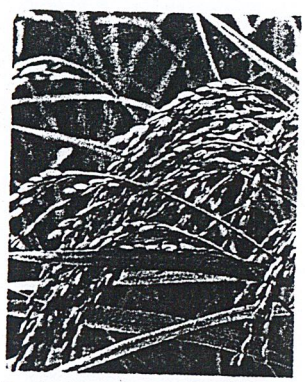
① หว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวลงในนา (เม.ย.)



② ถอนกล้าและนำกล้าลงปลูกในแปลงนา (พ.ค.)

③ ข้าวเริ่มแตกกอใหญ่ขึ้น (มิ.ย.)

④ ออกดอกและเริ่มมีรวงข้าว (ก.ย.-ธ.ค.) ขึ้นอยู่กับชนิดของข้าวที่ปลูก



⑤ ประมาณ 120 วัน เมล็ดข้าวเหลืองพร้อมจะเก็บเกี่ยว (ธ.ค.-ม.ค.)

ภาพที่ 2-19 แสดงการเจริญเติบโตของต้นข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บเกี่ยวข้าว

เมื่อข้าวเริ่มออกยอด และเริ่มเป็นข้าวนม ชาวนาจะต้องระบายน้ำออกทีละน้อย โดยกะว่าเมื่อเมล็ดข้าวเริ่มแข็ง จะต้องระบายน้ำออกให้หมด เมื่อเมล็ดข้าวมีสีเหลือ แสดงว่าพอที่จะเก็บเกี่ยวได้ ก็ให้ลงมือเก็บเกี่ยวและนวดเสียเลยที่เดียว การเก็บเกี่ยวควรทำในวันที่ฝนไม่ตก เมล็ดข้าวที่แก่แล้ว ถ้าไม่รีบทำการเก็บเกี่ยวเสีย เมล็ดจะร่วงหล่นเสียหายมาก นอกจากนั้น ลักษณะของเมล็ดข้าวก็จะเสียไปด้วย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวก็คือ เคียว ข้าวที่เกี่ยวมาแล้วต้องรีบนวดเสีย วิธีนวดข้าว บางทีก็ใช้ถังสำหรับนวด บางทีก็ใช้คน หรือสัตว์ย่ำให้เมล็ดหลุดจากรวง บางทีก็ใช้ วิธีฟาดข้าวที่นวดแล้วจะต้องฝัด หรือโรย เพื่อแยกฟางและเมล็ดที่ลีบออกจากเมล็ดดี เมื่อฝัดหรือโรยแล้วต้องทำให้เมล็ดข้าวแห้ง ถึงจะนำไปเก็บในยุ้งภายในยุ้งอากาศต้องแห้งและไม่ร้อน ระบายอากาศได้ดี

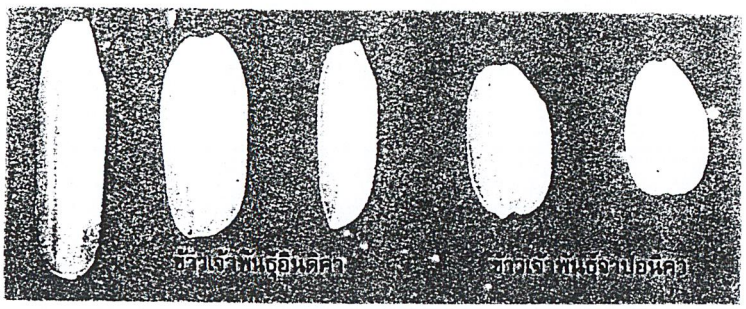
ข้าวจะสุกหลังจากวันออกโพร่ง หรือออกรวงทั่วแล้ว 30 วัน ถ้ามีน้ำขังอยู่ในนามาก ก็อาจจะเลื่อนการสุกไปได้ 35 – 38 วัน จึงจะสุก แต่ถ้าเมื่อออกรวงแล้วน้ำงวดเร็วหรือลดลงเร็วก็อาจสุกได้ 25 – 28 วัน

ประโยชน์ของส่วนต่าง ๆ ของข้าว

- เมล็ดข้าวใช้เป็นอาหารของมนุษย์
- ข้าวปลาย ใช้เป็นอาหารได้เช่น โจ๊ก, ทำแป้ง, เลี้ยงสัตว์
- รำ ใช้ทำขี้ผึ้ง, น้ำมันรำ, อาหารสัตว์
- แกลบ ใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งสามารถให้ค่าความร้อนได้ ประมาณ 5,000 – 6,000 บีทียู ต่อ ปอนด์ ใช้ผสมคอนกรีตทำอิฐก่อสร้าง จะมีน้ำหนักประมาณ 40 ปอนด์ ต่อลูกบาศก์ฟุต
  นอกจากนี้ ยังใช้ทำกระดาษ, อาร์ดบอร์ด ส่วนขี้เถ้า แกลบใช้ทำฉนวนกันความร้อนได้อีกด้วย

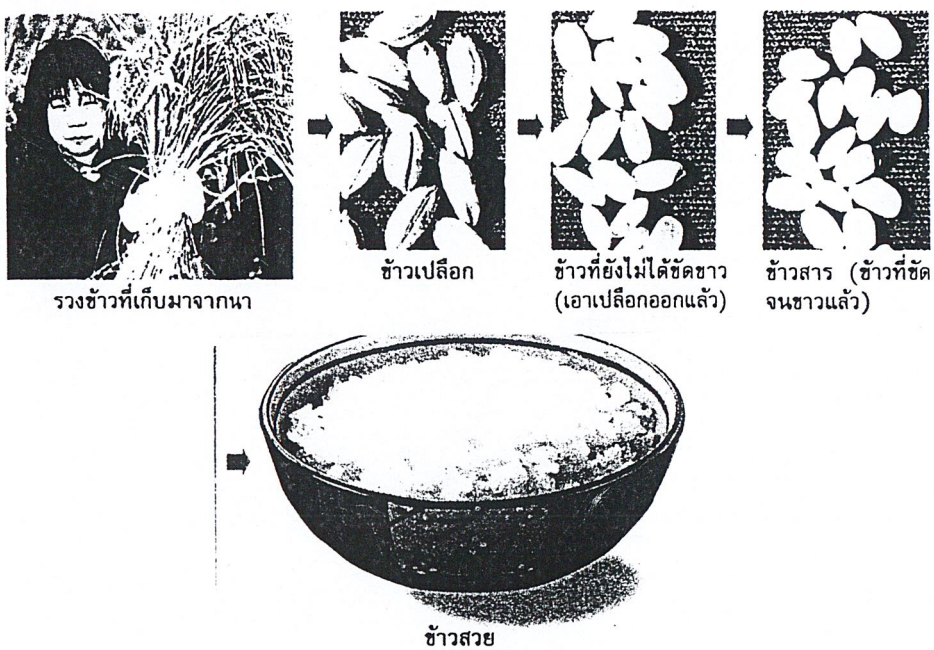
อาหารหลักที่เรากินกันก็คือ ข้าว ข้าวมีหลายชนิด ทั้งข้าวสาลี ข้าวโพด และข้าวเจ้า ฯลฯ ข้าเจ้าก็มีทั้งที่เป็นพันธุ์อินดิคา เมล็ดยาว ปลูกในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และข้าวเจ้าพันธุ์จาปอนิคา เมล็ดสั้นปลูกในญี่ปุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2-20 แสดงชนิดของข้าวเจ้า

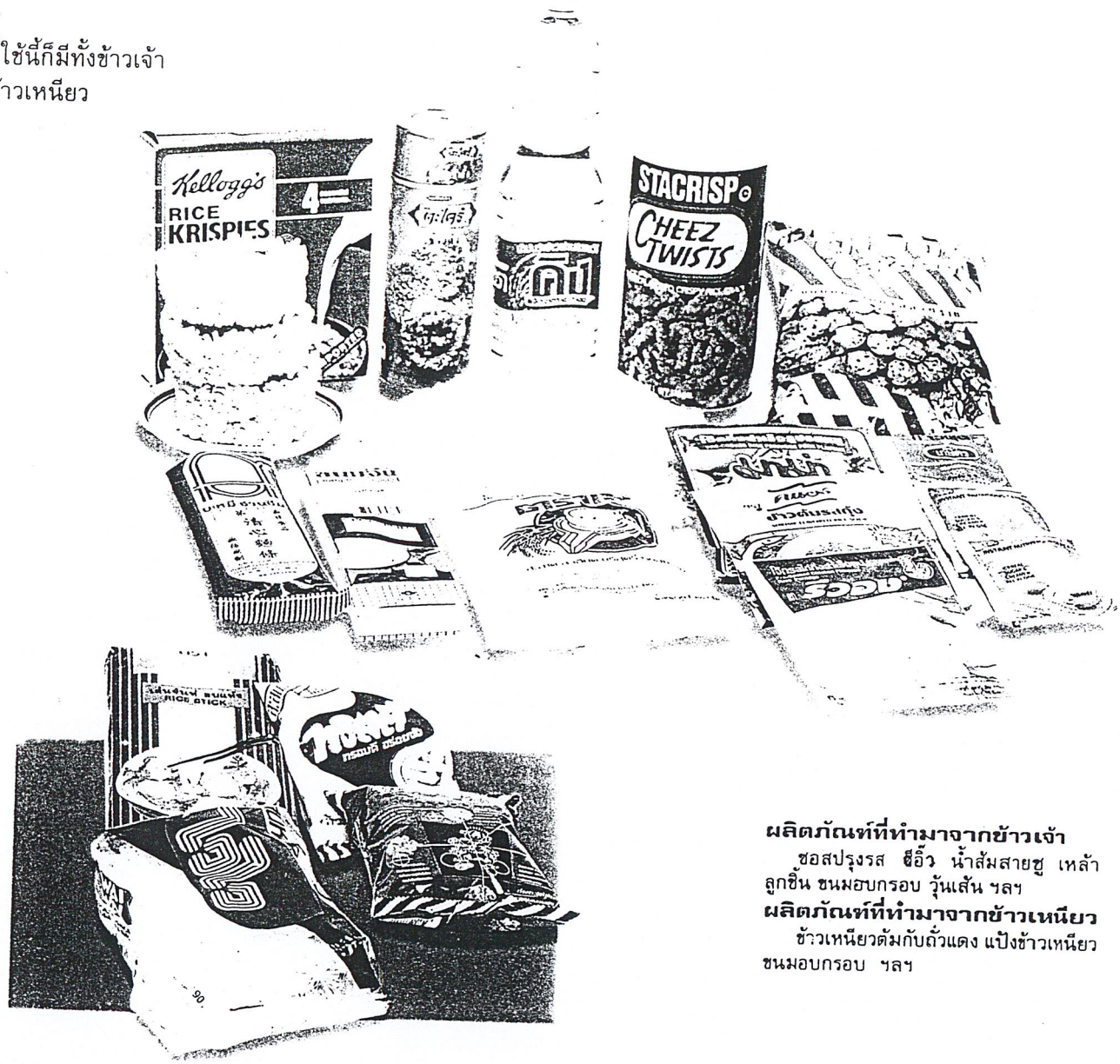
ชนิดของข้าวเจ้า เมล็ดข้าว 3 เมล็ดทางด้านซ้ายเป็นพันธุ์อินดิคา ซึ่งนิยมปลูกมากที่สุด มีเมล็ดยาว หุงแล้วจะได้ข้าวสวยที่ร่วนซุย ส่วนเมล็ดข้าว 2 เมล็ดทางด้านขวา เป็นพันธุ์จาปอนิคา ปลูกในประเทศญี่ปุ่น เกาหลี ไต้หวัน และ บางส่วนของประเทศจีน เมล็ดสั้น หุงแล้วจะได้ข้าวที่เกาะติดกันเล็กน้อย ไม่ร่วนซุย



ภาพที่ 2-21 ภาพแสดงรูปแบบข้าวลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวที่ใช้นี้ก็มีทั้งข้าวเจ้า
และข้าวเหนียว



ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากข้าวเจ้า
ซอสปรุงรส ซีอิ๊ว น้ำส้มสายชู เหล้า ลูกชิ้น ขนมอบกรอบ วุ้นเส้น ฯลฯ
ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากข้าวเหนียว
ข้าวเหนียวต้มกับถั่วแดง แป้งข้าวเหนียว ขนมอบกรอบ ฯลฯ

ภาพที่ 2-22 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากข้าว

ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากข้าวเจ้า

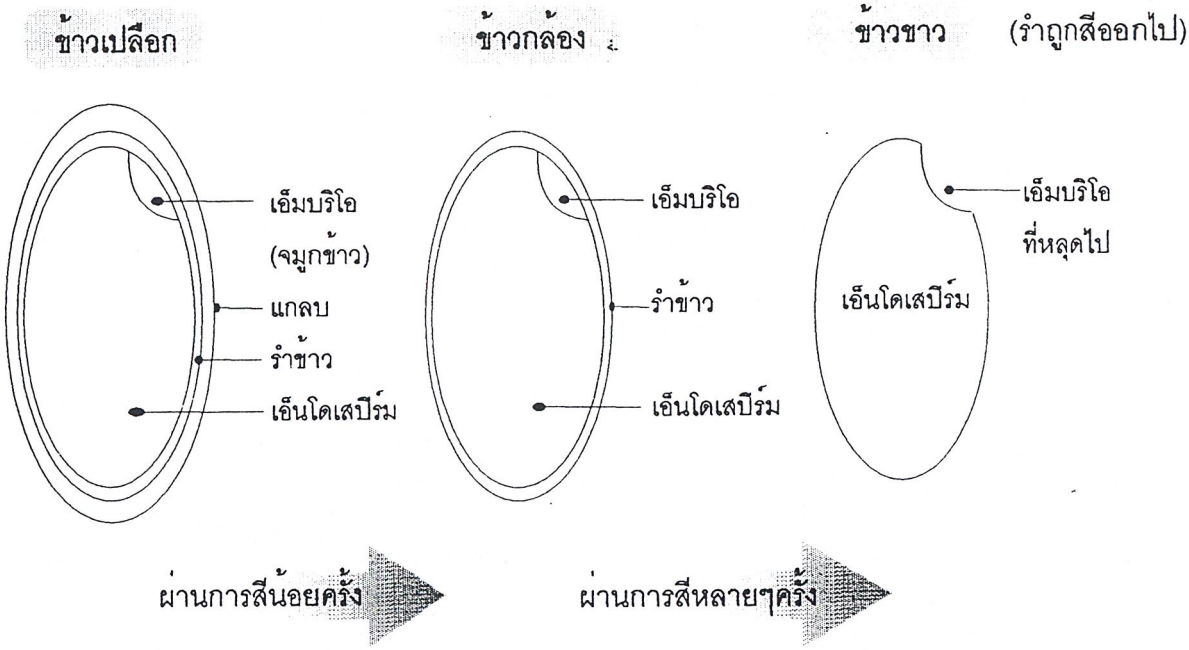
ซอสปรุงรส ซีอิ๊ว น้ำส้มสายชู เหล้า ลูกชิ้น ขนมอบกรอบ วุ้นเส้น ฯลฯ

ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากข้าวเหนียว

ข้าวเหนียวต้นกับถั่วแดง แป้งข้าวเหนียว ขนมอบกรอบ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้าวกล้อง



ภาพที่ 2-23 แผนภาพแสดงขั้นตอนการสีข้าว

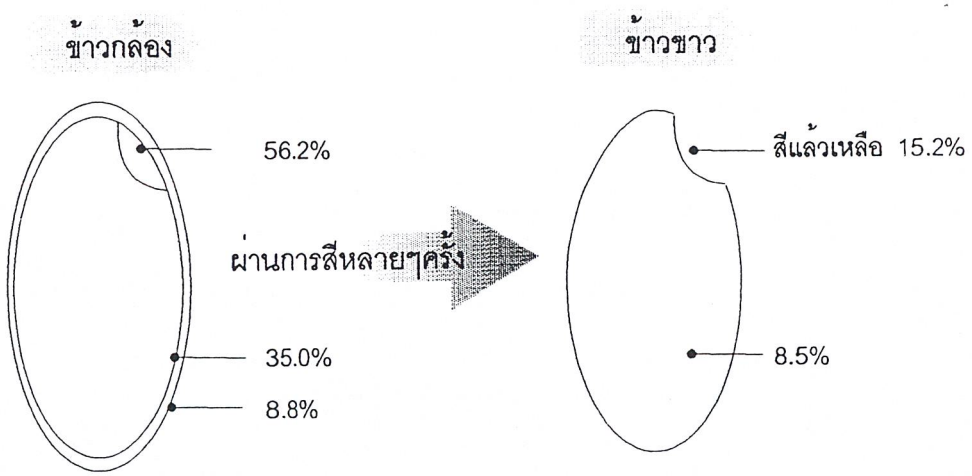
ข้าวกล้อง คือ ข้าวที่สีเอาเปลือกหรือแกลบออกเท่านั้นไม่ได้ขัดสีเอารำออก ส่วนข้าวขาว คือ ข้าวที่ขัดสีเอารำออกจนเหลือแต่เมล็ดข้าวที่ขาว

สมัยก่อนเราไม่มีเครื่องจักสีข้าว เราใช้มือตำเอาแกลบหรือเปลือกออกจึงเป็นที่รู้จักกันทั่วไปว่า "ข้าวซ้อมมือ" แต่ปัจจุบันนี้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก้าวหน้ามาก เราจึงมีเครื่องจักรสีข้าวแทนการใช้แรงงานคน ทำให้เราเสียคุณประโยชน์ของข้าวไปมากมาย เพราะเราใช้เครื่องขัดสีรำข้าวออกจนข้าวเป็นสีขาว ส่วนรำข้าวไว้เลี้ยงหมู เป็ดและไก่

อันที่จริง เครื่องจักรสีข้าว ก็สามารถสีเอาแกลบออกแต่เพียงอย่างเดียว จะไม่ขัดเอารำออกก็ได้ แลข้าวที่สีเอาแกลบออกแต่ไม่ได้ขัดเอารำออกนี้เองเรียกกันว่า "ข้าวกล้อง" หรือบางคนยังเรียกติดปากกันว่า "ข้าวซ้อมมือ"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คนจนหรือคนที่ฐานะไม่ค่อยดี ปกติก็กินอาหารไม่ค่อยเพียงพออยู่แล้วซ้ำยังกินอาหารที่ไม่ค่อยมีคุณภาพ เช่น ข้าวขาว ก็จะทำให้เขาเป็นโรคขาดอาหารและโรคต่าง ๆ มากขึ้น เป็นต้นเหตุให้ตายเร็วขึ้น และทำงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ และลูกหลายก็ไม่ค่อยแข็งแรงหรือเจริญเติบโตไม่ดีนัก อีกอย่างหนึ่งว่งการกินข้าวขาวทำให้เราขาดวิตามินและเกลือแร่บางชนิดที่มีอยู่มากกว่าในข้าวกล้อง แม้ว่าเวลาขาดสารอาหารบางชนิดนี้ อาการอาจไม่แสดงหนึ่งที่ทำให้เราเจ็บป่วยง่ายขึ้น ข้าวกล้องมีโปรตีนประมาณ 7-12 % แล้วแต่พันธุ์ข้าว นักค้นคว้าชื่อ โรสเดล (ROSEDALE) ได้วิเคราะห์ว่าการขัดสีข้าวกล้อง จนมีสีขาว จะทำให้โปรตีนสูญหายประมาณ 30 %



ภาพที่ 2-24 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบข้าวกล้องกับข้าวขัดขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-3 ปริมาณสารอาหารใน 100 กรัม

	บี 1 (มิลลิกรัม	บี 2 (มิลลิกรัม)	ธาตุเหล็ก (มิลลิกรัม)	แคลเซียม (มิลลิกรัม)	โปรตีน (มิลลิกรัม)
ข้าวกล้อง	0.34	0.05	1.6	32	7.6
ข้าวขาว	0.07	0.03	0.8	24	6.4
ข้าวกล้องดีกว่าข้าวขาวร้อยละ	385 %	66 %	100 %	33 %	19 %

ตารางที่ 2-4 แร่ธาตุส่วนน้อย (TRACE ELEMENTS) ปริมาณสารอาหารใน 100 กรัม

	แมกนีเซียม	แมงกานิส	สังกะสี	โคบอลท์	ทองแดง	ซิลิเนียม	ไอโอดีน	บี 6	กรดแพนโธธินิค	กรดโฟนิค
	มิลลิกรัม	มิลลิกรัม	มิลลิกรัม	ไมโครกรัม	ไมโครกรัม	ไมโครกรัม	ไมโครกรัม	มิลลิกรัม	มิลลิกรัม	ไมโครกรัม
ข้าวกล้อง	52	(1.5)	1.9	4.2	(360)	38.8	2.2	62	1.5	20.0
ข้าวขาว	14	0.9	1.5	0.9	230	31.8	2.0	11	0.22	3.6
ข้าวกล้องดีกว่าข้าวขาวร้อยละ	271%	67%	27%	36%	57%	22%	10%	463%	581%	455%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีหุงข้าวเพื่อสงวนคุณค่าอาหาร

1. เก็บกากและสิ่งสกปรกออกก่อนซาวข้าว
2. การซาวข้าว ควรซาวครั้งเดียว
3. การซาวข้าว ควรใช้น้ำน้อย ๆ ซาวเบา ๆ และเร็วเพราะวิตามิน บี ละลายได้ในน้ำ
4. ต้องหุงข้าวไม่เช็ดน้ำ หรือเทน้ำทิ้ง

หมายเหตุ

1. การเก็บข้าวกล้อง ไม่ควรเก็บข้าวสารไว้นานเกินไปข้าวสารจะเก่าและมีแมลง คุณภาพจะด้อยลง (ใส่ใบมะกรูดเอาไว้จะช่วยกันได้)
2. เวลาหุงข้าวกล้อง อาจจะต้องเติมน้ำมากกว่าปกติแล้วแต่ชนิดของข้าว และอาจจะใช้เวลานานกว่าปกติเล็กน้อย
3. โปรดอย่าเข้าใจผิดว่า ข้าวกล้อง ย่อยยากกว่าข้าวขาว (ข้าวกล้อง ไม่ได้ย่อยยากกว่าเนื้อสัตว์ นม ไข่ และถั่วต่าง ๆ)

ข้าวกล้อง มีอะไรดีกว่าข้าวขาว

1. ข้าวกล้องมีวิตามินบีหนึ่ง มากกว่าข้าวขาวประมาณ 4 เท่า ถ้ารับประทานเป็นประจำจะป้องกันโรคเหน็บชา (Beriberi)
2. วิตามินบีสอง มีมากจะป้องกันโรคปากนกกระจอก (Stomatitis)
3. วิตามินบีรวม มีมากจะป้องกันและบรรเทาอาการอ่อนเพลียและขาไม่มีแรง อาการปวดแสบและเสียวในขาปวดนอง ปวดกล้ามเนื้อ สิ้นแตก หรือมีแผล โรคผิวหนังบางชนิด โรคปลายประสาทอักเสบและโรคเกี่ยวกับระบบประสาทบางชนิด
4. วิตามินบีรวม ยังบำรุงสมอง ทำให้เรียนเก่งขึ้น และเจริญอาหาร
5. ธาตุเหล็กมีมากเป็น 2 เท่า ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง
6. ฟอสฟอรัสมีมากกว่า ช่วยในการเจริญเติบโตของกระดูและฟัน
7. แคลเซียมมีมากกว่า จะทำให้กระดูกแข็งแรงช่วยป้องกันไม่ให้เป็นตะครัว
8. ไขมัน มีมากกว่า ให้พลังงานแก่ร่างกาย
9. กากอาหาร มีมากกว่าจะช่วยป้องกันท้องผูกและมะเร็งในลำไส้ใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. เกลือแร่และวิตามินต่าง ๆ (Trace Element) ในข้าวกล้องมีรวมกัน 20 กว่าชนิด มีหน้าที่ทำให้การทำงานของร่างกาย ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างร่างกายให้สมบูรณ์
11. โปรตีนมีมากกว่า 20 – 30 % ช่วยเสริมสร้างร่างกาย
12. แป้ง (คาร์โบไฮเดรต) มีน้อยกว่าข้าวขาว ช่วยลดความอ้วน ส่วนคนที่ผอมที่จะสมบูรณ์ขึ้น เนื่องจากได้รับสารอาหารต่าง ๆ ที่มีประโยชน์เพิ่มขึ้น
13. ประหยัดเงินทอง เพราะเจ็บป่วยน้อยกว่า ข้าวกล้อง น่าจะมีราคาถูกกว่า เพราะต้นทุนในการผลิตต่ำกว่า
14. มีผลทำให้สุขภาพจิตและสติปัญญาดีขึ้นเพราะสุขภาพกายดีขึ้น

ผลเสียของการกินข้าวขาว

โรคและอาการต่าง ๆ ต่อไปนี้ จะลดลงมากหรือป้องกันได้ ถ้ากินข้าวกล้องเป็นประจำ และกินอาหารเพียงพอ และถูกหลัก

1. โรคเหน็บชา เพราะขาดวิตามินบีหนึ่ง ข้าวกล้องมีวิตามินบีหนึ่งมากกว่าข้าวขาว 385 % (พบมากในประเทศที่กินข้าวขาวเป็นอาหารหลัก)
2 โรคปากนกกระจอก เพราะขาดวิตามินบีสอง ข้าวกล้องมีวิตามินบีสองมากกว่าข้าวขาว 65 % (ตามชนบทมีเด็กเป็นโรคปากนกกระจอก 60%)
3 โรคโลหิตจางเพราะขาดธาตุเหล็ก (ประชากรไทยเป็นโรคโลหิตจาง 40 %)
4 โรคนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ (พบมากทางภาคเหนือและอีสาน โดยเฉพาะในเด็กอายุต่ำกว่า 6 ปี) เกี่ยวเนื่องมาจากการขาดธาตุฟอสฟอรัสและอื่น ๆ
5 โรคท้องผูกเพราะมีกากอาหารน้อย ข้าวกล้องมีกากอาหารมากกว่าข้าวขาว 133๔
6 โรคทางระบบประสาทบางชนิด และโรคประสาทอักเสบเพราะขาดวิตามินบีรวม
7 อารมณ์เสียง่ายกว่า หงุดหงิด เพราะขาดวิตามินบีรวม ซึ่งเป็นวิตามินที่เสริมสร้างระบบประสาทของร่างกาย และถ้าระบบประสานของเราไม่ดี ทำให้เราควบคุมอารมณ์ไม่ดีนัก
8 เบื่ออาหารเพราะขาดวิตามินบีรวม ซึ่งข้าวกล้องมีมากกว่าข้าวขาว
9 โรคขาดโปรตีน ข้าวกล้องมีโปรตีน ร้อยละ 7-12 (เด็กไทยประมาณร้อยละ 40-60 เป็นโรคขาดโปรตีนและพลังงาน)
10 เป็นโรคผิวหนังบางชนิด เพราะขาดวิตามินบีบางตัว
11 อ่อนเพลียรู้สึกเหนื่อยกว่าปกติ ปวดเมื่อยตามตัวและขาเพราะขาดวิตามินบีรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ผู้ใดนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ในทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงพาณิชย์

1. การกำหนดมาตรฐานข้าว

ลักษณะ 1 ข้อความทั่วไป

มาตรฐานข้าว (RICF STANDARD) หมายความว่า คุณภาพตามประเภทหรือชนิดของข้าว โดยพิจารณาจากลักษณะของพื้นข้าวและส่วนผสมของเมล็ดข้าว ตลอดจนการสีตามที่ได้กำหนดขึ้นไว้สำหรับข้าวแต่ละประเภทหรือชนิด ทั้งนี้คุณภาพของข้าวย่อมผันแปรไปตามฤดูกาล ตามตัวอย่างที่กำหนดไว้เป็นระยะ ๆ เพื่อประโยชน์แห่งการพิจารณาเปรียบเทียบ

ข้าว (RICE) หมายความว่า เมล็ดข้าวที่สีเอาเปลือกออกแล้ว รวมตลอดถึง ข้าวกล้อง ข้าวเหนียว และข้าวนึ่ง ทั้งที่เป็นข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว ข้าวหักใหญ่ ข้าวหัก และปลายข้าว

- **ข้าวกล้อง** (CARGO RICE, LOONZAIN RICE, BROWN RICE, HUSKED RICE) หมายความว่า ข้าวที่ได้จากการสี ข้าวเปลือกเจ้า ข้าวเปลือกเหนียว เพื่อเอาเปลือกออกเท่านั้น ทั้งที่เป็นข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว ข้าวหักใหญ่ ข้าวหัก และปลายข้าว
- **ข้าวขาว** (WHITE RICE) หมายความว่า ข้าวที่ได้จากการสีข้าวเปลือกเจ้าโดยสีเอาเปลือกออกและขัดเอารำออกจนมีสีขาว ทั้งที่เป็นข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว ข้าวหักใหญ่ ข้าวหัก และปลายข้าว
- **ข้าวเหนียวขาว** (WHITE GUTINOUS RICE) หมายความว่า ข้าวที่ได้จากการสีข้าวเปลือกเหนียวโดยสีเอาเปลือกออก และขัดเอารำออกจนมีสีขาวทั้งที่เป็นข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว ข้าวหักใหญ่ ข้าวหัก และปลายข้าว
- **ข้าวนึ่ง** (BOILED RICE) หมายความว่า ข้าวซึ่งได้จากกการสีข้าวเปลือกเจ้าที่ผ่านการแช่น้ำและอบด้วยความร้อนแล้วทำให้แห้งก่อนทำการสี ถ้าสีโดยขัดเอารำออกหมด เรียกว่า ข้าวนึ่ง หากสีโดยเอาเปลือกออกเท่านั้น ให้เรียกว่าข้าวนึ่งกล้อง (CARGO BOILED RICE)

ส่วนของเมล็ดข้าว (PARTS OF RICE) หมายความว่า ความยาวของข้าวเต็มเมล็ดแบ่งออกเป็น 10 ส่วน

ขนาดของเมล็ดข้าว (SIXED OF RICE) ขนาดของเมล็ดข้าวแบ่งออกเป็น 5 ขนาด ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ข้าวเต็มเมล็ด** (WHOLE GRAIN) หมายความว่า เมล็ดข้าวที่อยู่ในสภาพเต็มเมล็ด โดยมิได้มีส่วนใดหักออกเลย
- **ต้นข้าว** (HEAD RICE) หมายความว่า เมล็ดข้าวที่บางส่วนจะเป็นหัวหรือท้ายหรือทั้งหัวและทั้งท้ายของเมล็ดข้าวได้หักและมีความยาวเหลืออยู่ตั้งแต่ 8 ส่วนขึ้นไป ตามมาตรฐานของชนิดข้าวที่กำหนดไว้
- **ข้าวหักใหญ่** (BIG BROKENS) หมายความว่า เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 5 ส่วนขึ้นไปของข้าวเต็มเมล็ด ตามมาตรฐานของชนิดข้าวที่กำหนดไว้แต่ไม่ถึงความยาวของต้นข้าว
- **ข้าวหัก** (BROKENS) หมายความว่า เมล็ดข้าวที่มีความยาวตั้งแต่ 2.5 ส่วน ขึ้นไปของข้าวเต็มเมล็ด ตามมาตรฐานของชนิดข้าวที่กำหนดไว้ แต่ไม่ถึงความยาวของข้าวหักใหญ่
- **ปลายข้าว** (SMALL BROKENS) หมายความว่า เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวต่ำกว่า 2.5 ส่วนของข้าวเต็มเมล็ด และมีขนาดตามมาตรฐานของชนิดปลายข้าวที่กำหนดไว้

ความชื้น (MOISTURE) หมายความว่า ความชื้นของข้าวที่วัดได้

ข้าวท้องไข่ (CHALKY KERNELS) หมายความว่า เมล็ดข้าวซึ่งมีสีขาวเหมือนชอล์คเป็นเนื้อที่ตั้งแต่ครึ่งหนึ่งของเมล็ดข้าวขึ้นไป

ข้าวเสีย **(DAMAGED KERNELS)** หมายความว่า เมล็ดข้าวที่เสื่อมคุณภาพอย่างเห็นได้โดยชัดแจ้ง เนื่องด้วยความเสียหายอันเกิดจากความร้อน น้ำ แมลง โรค หรืออื่น ๆ

ข้าวเมล็ดเหลือง (YELLOW KERNELS) หมายความว่า บางส่วนของเมล็ดข้าวที่แปรสภาพเป็นสีเหลือง

ข้าวเปลือก (PADDY) หมายความว่า เมล็ดข้าวที่มีเปลือกหุ้มอยู่

ข้าวเมล็ดอ่อน (IMMATURE KERNELS) หมายความว่า เมล็ดข้าวที่ได้จากข้าวเปลือกที่ยังไม่แก่เต็มที่และมีสีเขียวอ่อน

ข้าวแตก (SPLIT KERNELS) หมายความว่า เมล็ดข้าวที่แตกเป็นซีก ตามความยาวของเมล็ดข้าวส่วนที่มีเนื้อที่เหลืออยู่ ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของเมล็ดข้าวให้ถือเป็นข้าวหัก

ชั้นของการสี (GRADES OF MILLED RICE) ชั้นของการสีแบ่งออกเป็น 4 ชั้น ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **สีดีพิเศษ** (EXTRA WELL MILLED) หมายความว่า การสีเอาเปลือกเชื้อพันธุ์ และรำทั้งชั้นนอกและชั้นใน (รำข้าวกล้องและรำข้าวขาว) ออกทั้งหมดจนข้าวมีลักษณะใสงามเป็นพิเศษ
- **สีดี** (WELL MILLED) หมายความว่า การสีเอาเปลือก เชื้อพันธุ์ (GERM) และรำทั้งชั้นนอกและชั้นใน (รำข้าวกล้องและรำข้าวขาว) ออกทั้งหมดจนข้าวมีลักษณะขาวงาม แต่หย่อนกว่าความใสงามของข้าวที่สีดีพิเศษเล็กน้อย
- **สีปานกลาง** (REASONABLY WELL MILLED) หมายความว่า การสีเอาเปลือกเชื้อพันธุ์ (GERM) และรำชั้นนอก (รำข้าวกล้อง) และรำชั้นใน (รำข้าวขาว) ส่วนมากออกจนข้าวมีลักษณะขาวงามพอควร ความขาวงามหย่อนกว่าข้าวที่สีดีเล็กน้อย
- **สีธรรมดา** (ORDINARILY MILLED) หมายความว่า การสีเอาเปลือกเชื้อพันธุ์ (GERM) บางส่วนออก และรำชั้นนอก (รำข้าวกล้อง) ออกหมดส่วนรำชั้นใน (รำข้าวขาว) ออกเป็นบางส่วน การสีไม่ต้องถึงขนาดเต็มที่ สีขาวปานกลางแต่หย่อนกว่าข้าวที่สีปานกลางเล็กน้อย

2. การกำหนดมาตราฐานข้าว

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเรื่องพันธุ์ข้าว

เราอาจจะแบ่งแยกข้าวตามคุณภาพเพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาคัดเลือกข้าวเปลือกไปแปรสภาพตามความต้องการของตลาดได้ ดังนี้คือ

1. ข้าวเปลือกชั้นพิเศษ คือ ข้าวเปลือกที่นำมาแปรสภาพแล้วได้ข้าวสารเจ้าชนิด 100 %
2. " ชั้น 1 " " 5 %
3. " ชั้น 2 " " 10-15 %
4. " ชั้น 3 " " 25 %
4. ข้าวเปลือกคุณภาพต่ำ คือ ข้าวเปลือกเจ้าที่นำมาแปรสภาพแล้วได้คุณภาพต่ำกว่า 25 % หรือและข้าวเปลือกชนิดนี้เรานิยมนำเอาไปเป็นข้าวนึ่ง

เนื่องจากข้าวเปลือกเป็นผลผลิตที่ยังไม่เสร็จสิ้นขบวนการ จึงกำหนดมาตรฐานไม่ได้ แต่ข้าวสารเป็นผลผลิตที่แปรสภาพจนเสร็จสิ้นขบวนการแล้ว มีการตั้งมาตรฐานกำหนดคุณภาพไว้ได้ นั่นคือประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่องกำหนดมาตรฐานข้าว แต่ข้าวสารก็คือผลิตผลที่ได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแปรสภาพข้าวเปลือก ดังนั้นในกรณีที่เราต้องการข้าวสารดี ๆ มีเมล็ดยาวสมบูรณ์ เราก็จำเป็นที่จะต้องคัดเลือกข้าวเปลือกที่ดีมีความแข็งแกร่ง นำเอาไปสีแปรสภาพเพื่อให้ได้ข้าวสารดี ๆ ออกมา เมื่อเป็นเช่นนี้การคัดเลือกข้าวเปลือกเพื่อไปสีแปรสภาพเป็นข้าวสารชนิดใด การตัดสินคัดเลือกจึงอิงมาตรฐานข้าวสารเป็นเกณฑ์ กล่าวคือ การแบ่งแยกคุณภาพข้าวเปลือกจำนวนใดจำนวนหนึ่ง เราต้องตรวจสอบตัวอย่างจากข้าวเปลือกจำนวนนั้นว่า เมื่อเป็นข้าวสารแล้วจะเป็นข้าวสารชนิดใด

ตารางที่ 2-5 **การแบ่งชนิดข้าวสารออกเป็นชนิดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ**

ชนิดข้าวสาร	ข้าวเปลือกที่นำมาสีแปรสภาพ	ตัวอย่างชื่อพันธุ์ข้าว
A. ข้าวขาว 100 % ชั้น 1 ข้าวขาว ชั้น 2 ข้าวขาว ชั้น 3	ข้าวเปลือกชั้นพิเศษ	ขาวตาแห้ง เจ๊กเชย ปิ่นแก้ว กข 11 และข้าวที่มีความยาวมาก ๆ
B. ข้าวขาว 5 %	ข้าวเปลือกชั้น 1	กข 7 เหลืองใหญ่ ฯลฯ
ข้าวขาว 10 % ข้าวขาว 15 %	ข้าวเปลือกชั้น 2	กข 19 ข้าวเจ้าแดง นางฉลอง
ข้าวขาว 20 % ข้าวขาว 25 % เลิศ	ข้าวเปลือกชั้น 3	กข 13 ดอกพยอม ข้าวก้นจุด ข้าวเปลือกเมล็ดสั้นปนเมล็ดยาว
C. ข้าวขาว 25 % ข้าวขาว 35 % ข้าวขาว 45 %	ข้าวเปลือกคุณภาพต่ำ	ขาวพวงล้วน ๆ ก้นจุด นางเขียว ข้าวเปลือกเมล็ดสั้นล้วน ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ไม่ได้ปรับปรุงพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A. ในช่องที่เป็นตัวอย่างชื่อพันธุ์ข้าวจะเห็นว่า ข้าวเปลือกพันธุ์ต่าง ๆ ที่นำไปสีแปรสภาพเป็นข้าวสาร 100 % ได้แก่ พันธุ์ที่มีเมล็ดยาวมาก ๆ ทั้งนี้เพราะ ข้าวเปลือกที่จะนำมาทำข้าวสาร 100 % ได้นั้นจะต้องมีความยาวเมล็ด **ถึงตามกำหนด คือ 7.00 มม.** เมื่อเป็นข้าวสารแล้ว

ชื่อพันธุ์	ความยาวข้าวกล้อง มม.	รูปร่างเมล็ด
ข้าวขาวตาแห้ง	7.5	เรียว
เจ๊กเชย	7.5	เรียว
ปิ่นแก้ว	7.5	เรียว
ขาวปากหม้อ	7.7	เรียว
ขาวดอกมะลิ	7.4	เรียว
ตะเภาแก้ว	7.5	เรียว
เล็บมือนาง	7.6	เรียว

<u>หมายเหตุ</u> ข้าวกล้องหลังจากการสีแปรสภาพเป็นข้าวสาร ความยาวจะลดลงประมาณ 0.1 – 0.2 มม.

B. ส่วนข้าวเปลือกที่นำมาทำข้าวสาร 5 % จะเห็นว่าเป็นพันธุ์ที่มีความยาวลดลงมา เช่น

ชื่อพันธุ์	ความยาวข้าวกล้อง มม.	รูปร่างเมล็ด
กข 7	7.1	เรียว
เหลืองใหญ่	7.2	เรียว
นางฉลอง	7.2	เรียว
ดอกพยอม	7.0	เรียว
กข 19	7.5	เรียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ข้าวบางพันธุ์มีความยาวเมล็ดดี แต่มีลักษณะเป็นท้องไข่ ทำให้เปราะหักป่นง่าย ข้าวสารที่สีออกมาได้สั้นกว่าที่ควรจะเป็น จึงถูกจัดให้เป็นข้าวเปลือกชั้น 1 และชั้น 2 เช่นข้าว กข 19 เป็นต้น

C. ข้าวเปลือกเมล็ดสั้นทั้งหลายนำไปทำข้าว 25 % หรือข้าว 25 % ขึ้นไป เพราะเป็นเมล็ดสั้น

ชื่อพันธุ์	ความยาวข้างกล้อง มม.	รูปร่างเมล็ด
ขาวพวง	6.4	ค่อนข้างป้อม
นางเขียว	6.5	เรียวเล็ก
ก้นจุด	6.3	เรียวเล็ก
ขาวแม่ลูกอ่อน	6.4	ป้อม

ปริมาณข้าวข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวเป็นผลลัพธ์จากการสีข้าวที่มีราคาสูงที่สุด ดังนั้น ข้าวเปลือกที่มีคุณภาพการสีดี สีแล้วได้เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าวสูงก็จะมีราคาสูงด้วย คุณภาพการสีของข้าวเปลือกจะเปลี่ยนแปลงอย่างกว้างขวางตามลักษณะของพันธุ์สภาพแวดล้อม และการดูแลปฏิบัติรักษาทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยว โดยปกติพันธุ์ข้าวที่มีขนาดเมล็ดยาวหรืออ้วน และเป็นท้องไข่มากจะให้ประมาณข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวต่ำ พันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดค่อนข้างยาว เรียว และใสจะให้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ด และต้นข้าวสูงที่สุด เมล็ดข้าวที่มีรูปร่างผิดปกติ ปลายแหลมมาก มี EMBRYO ใหญ่เกินไป จะหักได้ง่าย เมื่อผ่านการขัดสีพันธุ์ข้าวที่มีเปลือกบางหรือมีปริมาณเปลือกน้อย เมื่อสีแล้วจะให้ปริมาณข้าวสารสูง ข้าวต่างชนิดกันซึ่งมีสภาพการปลูกแตกต่างกัน คุณภาพการสีจะแตกต่างกันด้วย พันธุ์ข้าวขึ้นน้ำซึ่งส่วนใหญ่มักเป็นท้องไข่มากกว่าข้าวนาดำ และเมื่อรวงแก่มักจะโน้มรวงลง ทำให้รวงข้าวบางส่วนแช่อยู่ในน้ำ เมื่อนำไปตากแห้งและจะมีเปอร์เซ็นต์ข้าวหักสูง ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวต่ำกว่าข้าวนาดำ การเก็บเกี่ยวข้าวขณะที่เมล็ดยังไม่แก่เต็มที่ความชื้นในเมล็ดสูง หรือการเก็บเกี่ยวเมื่อเมล็ดแห้งเกินไปความชื้นในเมล็ดต่ำจะให้ปริมารข้าวหักสูงคุณภาพการสีต่ำ จากการทดลองพบว่าพันธุ์ข้าวส่วนใหญ่จะให้เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าวและเปอร์เซ็นต์ข้าวสารสูง เมื่อทำการเก็บเกี่ยวหลังข้าวออกดอก 30 –40 วัน หรือขณะเมล็ดมีความชื้น 24 – 18 % นอกจากนี้วิธีการปฏิบัติรักษาอื่น ๆ เช่นการระบายน้ำ การตาก การนวด การเก็บรักษา สภาพยุ้งฉาง ตลอดจนสภาพการสีก็มีผลกระทบกระเทือนต่อคุณภาพการสี เช่นกัน การตากข้าวมีความสำคัญ คือ ต้องตากให้ข้าวแห้งอย่างสม่ำเสมอ ไม่ตากแห้งเกินไปจนข้าวเปราะ ซึ่งสีแล้วข้าวหักมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพการตากข้าวของชาวนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้ง

ด้วย ปกติหลังจากเก็บเกี่ยวแล้วชาวนาไทยมักจะกองรวงข้าวซ้อน ๆ กันไว้บนคันนาหรือบนตอซัง เป็นเหตุให้ข้าวทั้งกองได้รับแสงแดดไม่เท่ากัน หรือไม่ทั่วถึงกัน สภาพเช่นนี้หลาย ๆ วัน เมล็ดข้าวตอนบนแห้งตอนล่างเปียกหรือชื้น เมื่อนวดรวมกันเมล็ดข้าวเหล่านี้จะนกันหมดลำบากต่อการทำให้แห้งอย่างสม่ำเสมอ จะมีเมล็ดบางส่วนแห้งเกินไป และบางส่วนแห้งไม่พอ เมื่อนำไปสีข้าวจะหักมาก คุณภาพการสีต่ำ นอกจากนี้สภาพยุ้งฉางที่เก็บรักษาเมล็ดข้าวเปลือกต้องดี อากาศถ่ายเทสะดวก ไม่มีแมลง และเชื้อราทำลายเมล็ดข้าวทำให้เมล็ดข้าวคงสภาพปกติมีคุณภาพดีอยู่ได้นาน คุณภาพการสีก็ดีด้วย ความชื้นในเมล็ดก่อนเก็บรักษาต้องต่ำ (ไม่เกิน 14 %) เพื่อป้องกันเชื้อราที่จะเกิดขึ้นทำลายเมล็ดขณะเก็บรักษา ในขณะเดียวกันเครื่องสีข้าวก็ต้องปรับให้พอเหมาะกับขนาดของเมล็ดข้าวเปลือกที่จะสีด้วย จึงจะได้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ด และต้นข้าวสูง แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับคุณภาพเมล็ดข้าวเปลือกดังกล่าวแล้วด้วย

- ข้าวสารเป็นผลิตผลจากการที่ เอาข้าวเปลือกมาสีเอาเปลือกออก เปลือกที่สีออกมา เรียก แกลบ
- เมื่อสีเอาเมล็ดข้าวออกจากเปลือกแล้ว ก็เอาไปขัดเอาปลอกที่มี ลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ ออกให้เมล็ดข้าวดูขาว และเป็นมันสะดาดตาอีกทีหนึ่ง ผงหยาบ ๆ ที่หลุด ออกมาจากการขัดสี **เรียก รำ**
- ในการสีข้าวเปลือกให้เปลือกหลุดออกเป็นแกลบ และการขัดเอาปลอกออก มาเป็นรำ นั้น เมล็ดข้าวก็หักบ้าง เศษหัก ๆ ของเมล็ดข้าวเหล่านี้ เรียกว่า ปลายข้าว ส่วนข้าวสารที่ยังสมบูรณ์ดี หรือมีขนาดมาก ๆ เรียกต้นข้าว
- การที่เมล็ดข้าวจะหักมากหักน้อยในกระบวนการสีนั้น ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าว และชนิดของเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือก เมล็ดข้าวที่หักมากหักน้อยหลังจากการสีแล้วได้รับการจัดจำพวกเป็น ข้าวสารชนิด 100 %, 5 %, 10% ฯลฯ ตามปริมาณของการหักมากหักน้อยแต่แปลกอยู่หน่อยหนึ่งที่ข้าว 100 % หมายถึง ข้าวสารที่มีคุณภาพดีร้อยเปอร์เซ็นต์ คือ ไม่มีข้าวหักปนอยู่เลย หรือปนอยู่บ้างก็น้อยที่สุด ส่วนข้าวจ้าว % , 10 % นั้น หมายถึงปริมาณของเมล็ดข้าวหักที่ปนอยู่กับเมล็ดข้าวที่ไม่หัก (ต้นข้าว)

จะเห็นว่าการคัดเลือกข้าวเปลือก เพื่อนำมาสีแปรสภาพให้ได้ข้าวสารที่ต้องการจึงมีความสำคัญเป็นอันดับแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **มาตรฐานข้าวกล้อง**

ให้กำหนดชนิดข้าวกล้อง และข้าวกล้องหัก ดังนี้ :-

1. **ข้าวกล้อง 100 % ชั้น 1**

ต้องมีพื้นข้าวชั้นต่าง ๆ ส่วนผสมของข้าวเมล็ดต่าง ๆ และความชื้น ดังนี้ :-

1.1 **ขนาดความยาวของเมล็ดข้าว**

ต้นข้าว ตั้งแต่ 8.0 ส่วนขึ้นไป

ข้าวหัก ตั้งแต่ 5.0 ส่วนขึ้นไป แต่ไม่ถึง 8.0 ส่วน

1.2 **พื้นข้าว** ประกอบด้วย

ข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 ไม่น้อยกว่าร้อย 70

นอกนั้นเป็นข้าวเมล็ดยาวชั้น 2 และชั้น 3 ในจำนวนนี้จะมีข้าวเมล็ดสั้นปนได้ไม่เกินร้อยละ 5

1.3 **ส่วนผสม** ประกอบด้วย

ข้าวเต็มเมล็ด ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

ข้าวหัก ไม่มากกว่าร้อยละ 4

นอกนั้นเป็นต้นข้าว ทั้งนี้ ยอมให้มีสิ่งต่อไปนี้ปนได้ คือ

ข้าวเมล็ดแดง	ไม่เกินร้อยละ 1
ข้าวท้องไข่	ไม่เกินร้อยละ 2 (ก)
ข้าวเมล็ดเหลือง	ไม่เกินร้อยละ 0.75
ข้าวเมล็ดลีบ	ไม่เกินร้อยละ 2.5
ข้าวเมล็ดอ่อน	ไม่เกินร้อยงะ 2.5

(ก) ทางราชการได้อนุมัติให้มีอัตราสูงกว่านี้ได้

ข้าวแตก	ไม่เกิน	ร้อยละ 1
วัตถุอื่น	"	ร้อยละ 0.5
วัชพืช	"	ร้อยละ 0.25
ข้าวเหนียว	"	ร้อยละ 1
ข้าวเปลือก	"	ร้อยละ 1

1.4 **ความชื้น** ไม่สูงกว่า 14 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **ข้าวกล้อง 100 % ชั้น 2**

ต้องมีพื้นข้าวชั้นต่าง ๆ ส่วนผสมของเมล็ดข้าวต่าง ๆ และความชื้น ดังนี้ :-

2.1 **ขนาดความยาวของเมล็ดข้าว**

ต้นข้าว ตั้งแต่ 8.0 ส่วนขึ้นไป

ข้าวหัก ตั้งแต่ 5.0 ส่วนขึ้นไป แต่ไม่ถึง 8.0 ส่วน

2.2 **พื้นข้าว** ประกอบด้วย

ข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 55 ไม่มากกว่าร้อยละ 65

นอกนั้นเป็นข้าวเมล็ดยาวชั้น 2 และชั้น 3 ในจำนวนนี้จะมีข้าวเมล็ดสั้นปนได้ไม่เกินร้อยละ 6

2.3 **ส่วนผสม** ประกอบด้วย

ข้าวเต็มเมล็ด	ไม่น้อยกว่า	ร้อยละ 80
ข้าวหัก	ไม่มากกว่า	ร้อยละ 4.5

นอกนั้นเป็นต้นข้าว ทั้งนี้ยอมให้มีสิ่งต่อไปนี้ปนได้ คือ

ข้าวเมล็ดแดง	ไม่เกิน	ร้อยละ 1.5
ข้าวท้องไข่	ไม่เกิน	ร้อยละ 2 (ก)
ข้าวเมล็ดเหลือง	ไม่เกิน	ร้อยละ 0.75
ข้าวเมล็ดลีบ	ไม่เกิน	ร้อยละ 2.5

(ก) ทางราชการได้อนุมัติให้มีอัตราสูงกว่านี้ได้

ข้าวเมล็ดอ่อน	ไม่เกิน	ร้อยละ 2.5
ข้าวแตก	"	ร้อยละ 1
วัตถุอื่น	"	ร้อยละ 0.5
วัชพืช	"	ร้อยละ 0.25
ข้าวเหนียว	"	ร้อยละ 1
ข้าวเปลือก	"	ร้อยละ 1

2.4 **ความชื้น** ไม่สูงกว่า 14 %

3. **ข้าวกล้อง 100 % ชั้น 3**

ต้องมีพื้นข้าวชั้นต่าง ๆ ส่วนผสมของเมล็ดข้าวต่าง ๆ และความชื้น ดังนี้ :-

3.1 **ขนาดความยาวของเมล็ดข้าว**

ต้นข้าว ตั้งแต่ 8.0 ส่วนขึ้นไป

ข้าวหัก " 5.0 ส่วนขึ้นไป แต่ไม่ถึง 8.0 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 **พื้นข้าว** ประกอบด้วย

ข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ไม่มากกว่าร้อยละ 50

นอกนั้นเป็นข้าวเมล็ดยาวชั้น 2 และชั้น 3 ในจำนวนนี้จะมีข้าวเมล็ดสั้นปนได้ไม่เกินร้อยละ 7

3.3 **ส่วนผสม** ประกอบด้วย

ข้าวเต็มเมล็ด	ไม่น้อยกว่า	ร้อยละ 80
ข้าวหัก	ไม่มากกว่า	ร้อยละ 5

นอกนั้นเป็นต้นข้าว

ทั้งนี้ยอมให้มีสิ่งต่อไปนี้ปนได้ คือ

ข้าวเมล็ดแดง	ไม่เกิน	ร้อยละ 2

นอกนั้นเป็นต้นข้าว ข้าวหักใหญ่ ทั้งนี้ยอมให้มีสิ่งต่อไปนี้ปนได้ คือ

ข้าวเมล็ดแดง	ไม่เกิน	ร้อยละ 3
ข้าวท้องไข่	"	ร้อยละ 4 (ก)
ข้าวเสีย	"	ร้อยละ 0.5
ข้าวเมล็ดเหลือง	"	ร้อยละ 1
ข้าวเมล็ดลีบ	"	ร้อยละ 3.5
ข้าวเมล็ดอ่อน	ไม่เกิน	ร้อยละ 3.5
ข้าวแตก	"	ร้อยละ 2
วัตถุอื่น	"	ร้อยละ 0.75
วัชพืช	"	ร้อยละ 0.5
ข้าวเหนียว	"	ร้อยละ 1
ข้าวเปลือก	"	ร้อยละ 1

4.4 **ความชื้น** ไม่สูงกว่า 14 %

5. **ข้าวกล้อง** 10 %

ต้องมีพื้นข้าวชั้นต่าง ๆ ส่วนผสมของเมล็ดข้าวต่าง ๆ และความชื้นดังนี้ :-

5.1 **ขนาดความยาวของเมล็ดข้าว**

ข้าวหักใหญ่	ตั้งแต่	6.5	ส่วนขึ้นไป
ข้าวหัก	"	3.5	ส่วนขึ้นไป แต่ไม่ถึง 6.5 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 **พื้นข้าว** ประกอบด้วย

ข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ไม่มากกว่าร้อยละ 25

ข้าวเมล็ดสั้น ไม่มากกว่าร้อยละ 15

นอกนั้นเป็นข้าวเมล็ดยาวชั้น 2 และชั้น 3

(ก) ทางราชการได้อนุมัติให้มีอัตราสูงกว่านี้ได้

5.3 **ส่วนผสม** ประกอบด้วย

ข้าวเต็มเมล็ด	ไม่น้อยกว่า	ร้อยละ 70
ข้าวหัก	ไม่มากกว่า	ร้อยละ 12

นอกนั้นเป็นต้นข้าว ข้าวหักใหญ่

ทั้งนี้ ยอมให้มีสิ่งต่อไปนี้ปนได้ คือ

ข้าวเมล็ดแดง	ไม่เกิน	ร้อยละ 3
ข้าวท้องไข่	"	ร้อยละ 4 (ก)
ข้าวเสีย	"	ร้อยละ 0.5
ข้าวเมล็ดเหลือง	"	ร้อยละ 1
ข้าวเมล็ดลีบ	"	ร้อยละ 3.5
ข้าวเมล็ดอ่อน	"	ร้อยละ 3.5
ข้าวแตก	"	ร้อยละ 2
วัตถุอื่น	"	ร้อยละ 0.75
วัชพืช	"	ร้อยละ 0.5
ข้าวเหนียว	"	ร้อยละ 1
ข้าวเปลือก	"	ร้อยละ 1

5.4 **ความชื้น** ไม่สูงกว่า 14 %

6. **ข้าวกล้อง** 15 %

ต้องมีพื้นข้าวชั้นต่าง ๆ ส่วนผสมของเมล็ดข้าวต่าง ๆ และความชื้น ดังนี้ :-

6.1 **ขนาดความยาวของเมล็ดข้าว**

ข้าวหักใหญ่ ตั้งแต่ 6.0 ส่วนขึ้นไป

ข้าวหัก " 3.0 ส่วนขึ้นไป แต่ไม่ถึง 6.0 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 **พื้นข้าว** ประกอบด้วย

ข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ไม่มากกว่าร้อยละ 20

(ก) ทางราชการได้อนุมัติให้มีอัตราสูงกว่านี้ได้

ข้าวเมล็ดสั้น ไม่มากกว่าร้อยละ 35 ไม่มากกว่าร้อยละ 50 นอกนั้นเป็นข้าวเมล็ดยาวชั้น 2 และชั้น 3

6.3 **ส่วนผสม** ประกอบด้วย

ข้าวเต็มเมล็ด	ไม่น้อยกว่า	ร้อยละ 65
ข้าวหัก	ไม่มากกว่า	ร้อยละ 17

นอกนั้นเป็น ต้นข้าว ข้าวหักใหญ่

ทั้งนี้ ยอมให้มีสิ่งต่อไปนี้ปนได้ คือ

ข้าวเมล็ดแดง	ไม่เกิน	ร้อยละ 8
ข้าวท้องไข่	"	ร้อยละ 6 (ก)
ข้าวเสีย	"	ร้อยละ 1.5
ข้าวเมล็ดเหลือง	"	ร้อยละ 1
ข้าวเมล็ดลีบ	"	ร้อยละ 5
ข้าวเมล็ดอ่อน	"	ร้อยละ 5
ข้าวแตก	"	ร้อยละ 5
วัตถุอื่น	"	ร้อยละ 1
วัชพืช	"	ร้อยละ 0.75
ข้าวเหนียว	"	ร้อยละ 1
ข้าวเปลือก	"	ร้อยละ 2

6.4 **ความชื้น** ไม่สูงกว่า 14 %

7. **ข้าวกล้อง** 25 %

ต้องมีพื้นข้าวชั้นต่าง ๆ ส่วนผสมของเมล็ดข้าวต่าง ๆ และความชื้นดังนี้ :-

7.1 **ขนาดความยาวของเมล็ดข้าว**

ข้าวหักใหญ่ ตั้งแต่ 6.0 ส่วนขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวหัก " 3.0 ส่วนขึ้นไป แต่ไม่ถึง 6.0 ส่วน

(ก) ทางราชการได้อนุมัติให้มีอัตราสูงกว่านี้ได้

7.2 **พื้นข้าว** ประกอบด้วย

ข้าวเมล็ดสั้น ไม่น้อยกว่าร้อยละ 55 ไม่มากกว่าร้อยละ 70 นอกนั้นเป็นข้าวเมล็ดสั้นชั้น 2 และชั้น 3 ในจำนวนนี้จะมีข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 ปนได้ไม่เกินร้อยละ

7.3 **ส่วนผสม** ประกอบด้วย

ข้าวเต็มเมล็ด	ไม่น้อยกว่า	ร้อยละ 55
ข้าวหัก	ไม่มากกว่า	ร้อยละ 28

นอกนั้นเป็น ต้นข้าว ข้าวหักใหญ่

ทั้งนี้ ยอมให้มีสิ่งต่อไปนี้ปนได้ คือ

ข้าวเมล็ดแดง	ไม่เกิน	ร้อยละ 12
ข้าวท้องไข่	"	ร้อยละ 8 (ก)
ข้าวเสีย	"	ร้อยละ 2
ข้าวเมล็ดเหลือง	"	ร้อยละ 1
ข้าวเมล็ดลีบ	"	ร้อยละ 6
ข้าวเมล็ดอ่อน	"	ร้อยละ 6
ข้าวแตก	"	ร้อยละ 7
วัตถุอื่น	"	ร้อยละ 1
วัชพืช	"	ร้อยละ 1
ข้าวเหนียว	"	ร้อยละ 1
ข้าวเปลือก	"	ร้อยละ 2.5

7.4 **ความชื้น ไม่สูงกว่า 14 %**

8. **ข้าวกล้องหัก**

คือข้าวกล้องหักและปลายข้าวกล้อง ที่ได้มาจากการสีข้าวกล้องชนิดต่างๆ โดยมีขนาดความยาวตั้งแต่ 2.5 ส่วนขึ้นไป แต่ไม่ถึง 6.0 ส่วน ทั้งจำนวนในจำนวนนี้ยอมให้มีข้าวเต็มเมล็ดปนได้ไม่เกิน ร้อยละ 3 ข้าวหักขนาดตั้งแต่ 6.0 ส่วนขึ้นไป แต่ไม่ถึง 10 ส่วนปนได้ไม่เกินร้อยละ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับการสีข้าว

- **โรงสีข้าว**

โรงสีข้าวเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรเก่าแก่ที่สุด และครั้งหนึ่งยังเป็นอุตสาหกรรมที่ใหญ่ที่สุดอีกด้วย แต่เป็นอุตสาหกรรมที่ได้รับการวิจัยและการเหลียวแลน้อยที่สุด เพราะเป็นส่วนเดียวในวงจรตลาดที่ข้าวจะต้องผ่าน โครงสร้างของอุตสาหกรรมนี้จึงเป็นเรื่องที่ต้องศึกษา

อุตสาหกรรมสีข้าวแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน เกือบจะเรียกได้ว่าเป็น 3 อุตสาหกรรมเลย เพราะทั้ง 3 ส่วนนี้มีความเป็นอิสระซึ่งกันและกันมากพอสมควร ทั้งนี้จะแบ่งตามขนาดของโรงสี ได้แก่

1. โรงสีขนาดเล็ก กำลังผลิต 1-12 เกวียนต่อวัน (kg/hr)
2. โรงสีขนาดกลาง กำลังผลิต 13-29 เกวียนต่อวัน (kg/hr)
3. โรงสีขนาดใหญ่ กำลังผลิตสูงกว่า 30 เกวียนต่อวัน (kg/hr)

โรงสีขนาดเล็ก

โรงสีขนาดเล็กนั้นหมายถึงโรงสีที่มีกำลังผลิตต่ำกว่า 12 เกวียนต่อวัน โรงสีประเภทนี้มีธุรกิจส่วนใหญ่เป็นเพียงแต่โรงสีรับจ้าง ที่รับจ้างสีข้าวที่ชาวนาบริโภค และมีจำนวนมาก กระจัดกระจายไปทั่วชนบทในท้องถิ่นที่ปลูกข้าวมาก และอาจอยู่ใกล้เคียงโรงสีข้าวขนาดใหญ่ด้วย ซึ่งมีประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงกว่า โรงสีขนาดเล็กเหล่านี้สามารถหากินและอยู่รอดได้ เพราะจุดมุ่งหมายในการดำเนินงาน และตลาดของโรงสีเหล่านี้แตกต่างไปจากโรงสีขนาดใหญ่ ตลาดของโรงสีขนาดเล็ก ก็คือ ทำการสีข้าวส่วนที่ชาวนาบริโภคเอง การสีทำในรูปของการบริการ นั่นก็คือ โรงสีจะไม่ซื้อข้าว โดยซื้อขาดจากชาวนาเลยแต่ชาวนาจะนำข้าวเปลือกของตนมาที่โรงสี เจ้าของโรงสีจะนำข้าวเปลือกเข้าโรงสีและจะดำเนินการสีทันที ผลได้ออกมาเป็นข้าวจำนวนเท่าใดก็จะให้คืนแก่ชาวนา ปลายข้าวและรำได้เท่าไรก็จะเก็บไว้เป็นค่าจ้างของโรงสีข้าว ในบางท้องที่ก็จะมีการเก็บค่าสีเป็นเงินอีกถังละ 2 บาทด้วย ฉะนั้น รายได้ที่โรงสีเหล่านี้ได้มักจะเป็นในรูปปลายข้าวและรำ กิจการโรงสีมักจะดำเนินควบคู่ไปกับการเลี้ยงหมู โดยปลายข้าวและรำที่ได้เป็นค่าจ้างสีจะนำไปเป็นอาหารหมู ในหลายราย การเลี้ยงหมูจะเป็นอาชีพหลักของผู้ประกอบการ และโรงสีจะเป็นอาชีพรองเท่านั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **วิทยาการการสีข้าว**

โรงสีข้าวเล็กจะมีสองแบบ ที่เล็กมาก ๆ เรียกกันว่า โรงสีตู้ ปกติมีกำลังการผลิตประมาณวันละ 1 เกวียน และที่ใหญ่กว่านั้นจะเรียกแบบลูกหิน ในโรงสีตู้นั้น ตัวที่ทำการสีข้าวนั้นจะเป็นลูกกลิ้งเหล็กที่เคลือบด้วยหิน ลูกกลิ้งจะบรรจุอยู่ในกระบอกอันหนึ่ง ตามแนวของกระบอกหุ้มนี้ จะมีแถบยางซึ่งเข้าไปเกือบจะแตะลูกกลิ้งข้างใน วิธีสี ก็คือ ป้อนข้าวเปลือกเข้าไปในกระบอกข้าวเปลือกนี้ก็จะถูกบีบให้เข้าไปอยู่ระหว่างลูกกลิ้งและแถบยาง เปลือกข้าวก็จะกะเทาะออกมาเป็นแกลบ และจะถูกเป่าออกไปนอกตู้ นอกจากนี้ก็จะได้รำหยาบออกมาด้วย การสีนี้ต้องทำสองขั้น ขั้นแรก คือ กะเทาะเอาแกลบออก ผลผลิตที่ได้ออกมา คือ ข้าวกล้อง แกลบและรำหยาบ ข้าวกล้องนี้ต้องใส่กลับเข้าไปในตู้ใหม่ และใช้ลูกกลิ้งเดียวกันนี้ขัดเอารำออกจากข้าวกล้อง ผลผลิตที่ได้นี้ก็จะเป็นข้าวสารและรำละเอียดพลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นเครื่องยนต์ดีเซล หรือไฟฟ้า

อัตราการกะเทาะข้าว คือ ปริมาณข้าวชนิดต่าง ๆ อันได้แก่ ต้นข้าว ข้าวหัก และปลายข้าวที่ได้จากการกะเทาะข้าวเปลือกแต่ละเกวียน และบางทีก็อาจจะคลุมไปถึงปริมาณรำด้วย อัตราการกะเทาะข้าวที่ได้จากโรงสีขนาดเล็กเหล่านี้นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยใหญ่ ๆ ทางเทคโนโลยี 3 ปัจจัย

1. ความสามารถของเข้าของในการปรับช่องระหว่างแถบยางกับหิน หรือระหว่างหินกับหิน ถ้าช่องกว้างเกินไป ข้าวจำนวนมากก็จะไม่ถูกสีและจะต้องใส่กลับเข้าเครื่องอีกรอบหนึ่ง ถ้าช่องนั้นแคบเกินไป ข้าวที่จะถูกสีก็จะหักมาก
2. ขนาดโรงสี ถ้าโรงสีมีขนาดใหญ่พอที่จะมีเครื่องแยกข้าวเปลือกจากข้าวกล้อง (หลักจากสีข้าวครั้งแรก) ก็หมายความว่าสามารถมีตัวสีได้สองตัว ตัวแรกจะปรับช่องให้กว้าง ซึ่งหมายถึงข้าวเมล็ดโตๆ จะถูกสี แต่เมล็ดเล็กจะไม่ถูกสีและจะคงสภาพไว้เป็นข้าวเปลือก ซึ่งจะถูกคัดส่งไปตัวสีตัวที่สอง ที่มีการปรับช่องให้แคบลง ถ้าเช่นนั้นอัตราการสีก็จะดีขึ้น
3. ในทุกกรณี อัตราการสีจะขึ้นอยู่กับคุณภาพข้าวเปลือกที่นำมาสีด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งขนาดของเมล็ดข้าวสม่ำเสมอกัน หรือคละกันมาหลายๆ ขนาด ถ้าเป็นประเภทหลัง ข้าวก็จะหักมากเป็นที่กล่าวกันทั่วไปว่า อัตราการสีของโรงสีขนาดเล็กนี้ต่ำกว่าของโรงสีขนาดกลางและใหญ่มาก และมักจะเชื่อกันว่าเป็นเพราะอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้กับโรงสีเหล่านี้เป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงสีขนาดกลาง

โรงสีขนาดกลางส่วนใหญ่ จะรับสีข้าว(หรือแลกข้าว)จากชาวนา ควบคู่ไปกับการรับซื้อข้าวเปลือกมาสีเป็นข้าวสารเพื่อขายต่อให้พ่อค้าโรงสีขนาดกลาง มักจะใช้หินโม่และกรวยขัดข้าวเช่นเดียวกับโรงสีขนาดเล็กประเภทหลังสุด แต่จะมีกระบวนการบางอย่างเพิ่มขึ้น เช่น การคัดข้าวเปลือกก่อนสี การแยกข้าวเปลือกที่ติดมากับข้าวกล้องในการสีครั้งแรกเพื่อนำไปสีครั้งที่สอง และการคัดเกรดข้าวสารหลังสี เป็นต้น การแยกสิ่งเจือปนออกจากข้าวเปลือก การแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องและการคัดเกรดข้าวสาร อาศัยหลักการและเครื่องมือที่ไม่ต่างกันมากนัก กล่าวคือใช้ลมเป่าเพื่อแยกสิ่งเจือปนหรือข้าวเปลือกเมล็ดลีบหรือปลายข้าวซึ่งมีน้ำหนักเบาออกโดยใช้ตะแกรงขนาดต่าง ๆ เพื่อคัดขนาดข้าวเปลือกและเพื่อแยกเกรดข้าวสารและปลายข้าว โดยใช้เครื่องจักในการเป่าลมและโยกตะแกรง โรงสีที่มีการแยกข้าวเปลือกที่ติดมากับการสีข้าวครั้งแรกนิยมใช้ลูกกลิ้งยางในการสีครั้งที่สอง เครื่องสีลูกกลิ้งยางจะประกอบด้วยลูกกลิ้งยาง 2 อันวางอยู่ใกล้กันโดยเวลาสีข้าว ข้าวเปลือกจะผ่านเข้าไปในร่องระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองและจะถูกบีบให้เปลือกหลุดออกมา นอกจากนี้การขนย้าวข้าวเปลือกและผลิตภัณฑ์ที่สีได้ในแต่ละขั้นตอนจะใช้เครื่องจักรมากขึ้น เครื่องจักที่ใช้ในการขนย้ายมักใช้กระแสไฟฟ้า แต่เครื่องจักรที่ใช้ในการสีและขัดข้าวมักใช้น้ำมันดีเซลหมุนช้าหรือเครื่องจักรไอน้ำซึ่งใช้ แกลบเป็นเชื้อเพลิง

ข้อมูลในเครื่องอัตราการสีข้าวของโรงสีขนาดกลางก็มีอยู่ไม่มากนักเช่นเดียวกับโรงสีขนาดเล็ก แต่โดยทั่วไปแล้ว อัตราการสีข้าวของโรงสีขนาดกลางจะดีกว่าโรงสีขนาดเล็ก และโรงสีขนาดกลางที่มีการแยกข้าวเปลือกมาสีครั้งที่ 2 ก็จะมีอัตราการสีดีกว่าโรงสีที่สีข้าวเปลือกครั้งเดียวและน่าจะมีอัตราการสีที่ไม่แตกต่างจากโรงสีขนาดใหญ่ เนื่องจากเทคโนโลยีที่ใช้แทบจะไม่ต่างกันเลย ในการรับจ้างสีข้าวของชาวนา โรงสีขนาดกลางมักจะใช้วิธีแลกข้าวโดยคืนข้าวสารให้ชาวนา 600 กิโลกรัมต่อข้าวเปลือก 1 เกวียน ซึ่งคงเป็นหลักฐานยืนยันได้ว่า โรงสีขนาดกลางมีอัตราการสีข้าวที่ดีกว่าโรงสีขนาดเล็กมาก

โรงสีข้าวขนาดใหญ่

โรงสีข้าวขนาดใหญ่มักมีบทบาทสำคัญเฉพาะสัดส่วนของข้าวที่ผ่านระบบการตลาดเพราะข้าวเหล่านี้จะผ่านโรงสีขนาดกลาง ซึ่งมีกำลังผลิตทั้งหมดน้อย และโรงสีขนาดใหญ่หมายถึงมีการผลิตข้าวเปลือกทั้งสิ้นประมาณ 4-6 ล้านตัน จากการผลิตทั้งหมด 14-15 ล้านตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยาการการผลิต

โรงสีขนาดใหญ่ก็ใช้หินโม่สำหรับสีและกรวยขัดสำหรับขัดข้าว เช่นเดียวกับโรงสีขนาดกลาง ในโรงสีที่ทันสมัยก็มักนิยมใช้ลูกกลิ้งลูกยางสำหรับการสีรอบที่สองเช่นกันพลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้มาจากเครื่องจักรไอน้ำ โดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง วิวัฒนาการที่สำคัญในระยะ 10-15 ปีที่แล้วมานี้ คือการค่อย ๆ เริ่มทดแทนแรงงานมนุษย์ ด้วยแรงงานเครื่องจักร การทดแทนนี้หาได้เกิดขึ้นในด้านการสีหรือการขัดข้าวโดยตรงไม่ แต่เกิดขึ้นในการขนย้ายข้าวเปลือกและข้าวสารภายในโรงงาน ปรากฏจากการสังเกตสถานการณ์อย่างคร่าว ๆ ของผู้เขียนเองว่า การทดแทนนี้เกิดขึ้นรอบ ๆ กรุงเทพก่อนและค่อย ๆ ขยายวงกว้างออกไปจากกรุงเทพฯ

อัตราการสีข้าวระหว่างโรงสีต่าง ๆ นั้นแตกต่างกันอยู่มาก บางแห่งมีอัตราการสีที่ให้ต้นข้าวมาก บางแห่งก็ให้ต้นข้าวน้อยแตกต่างกันไป ผู้อ่านอาจจะมีข้อสงสัยได้ว่า เพราะเหตุใดโรงสีที่มีอัตราการสีน้อยจึงมีอยู่ได้ เพราะแสดงถึงประสิทธิภาพในการสีข้าวที่ต่ำ จะไม่ถูกการแข่งขันกำจัดออกไปหรือ คำตอบก็มีอยู่สองประเด็นด้วยกัน

1. อัตราการสีที่สูงต่ำนั้น ส่วนหนึ่งจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้าว ว่ามีเมล็ดข้าวหลาย ๆ ขนาดปะปนกันอย่างไร หรือเมล็ดข้าวเปราะมากน้อยแค่ไหน หรือเปลือกข้าวเหนียวมากน้อยเท่าใด ข้าวมีความชื้นเท่าใด ฉะนั้น โรงสีข้าวที่ซื้อข้าวก็จะต้องตีราคาข้าวแตกต่างกันออกไป ถ้าข้าวมีคุณภาพที่จะให้อัตราการสีต่ำ โรงสีก็จะตีราคาข้าวให้ต่ำ และโรงสีทุกแห่งก็จะตีให้ต่ำเหมือนกันหมดในกรณีนี้ อัตราการสีที่ต่ำ เกิดจากคุณภาพข้าวที่ไม่ดี ผลร้ายก็จะย่อมตกอยู่กับราคาของข้าวที่มีคุณภาพต่ำ
2. อัตราการสีที่ต่ำนั้นอาจจะแสดงถึงประสิทธิภาพที่ต่ำในการสีของโรงสีข้าวเอง ถ้าประสิทธิภาพนี้ต่ำเพราะความบกพร่องของโรงสีเอง โรงสีก็อาจถูกคู่แข่งตีตลาดได้ แต่ในกิจการของโรงสีนี้มีปัญหาอยู่ตรงที่ว่า โรงสีส่วนใหญ่นั้นนอกจากดำเนินการสีข้าวแล้ว ยังเก็บกักข้าวได้เพื่อเก็งกำไรอีกด้วย ถ้าโรงสีมีประสิทธิภาพการสีที่ดีมาก กำไรที่จะได้เพิ่มขึ้นนั้นจะเพิ่มขึ้นไม่เท่าไร แต่ถ้าเก็งกำไรถูกหรือผิดนั้น กำไรหรือขาดทุนนั้นจะได้ทีละมหาศาล เพราะฉะนั้น บางครั้งโรงสีบางแห่งจึงยังอยู่รอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสีข้าว

- ความหมายของการสีข้าว

การสีข้าว คือการเอาเปลือกและสารที่หุ้มเมล็ดข้าวบางอย่างออก ซึ่งโดยทั่วไป การสีข้าวและแบ่งขั้นการทำงานออกได้เป็น 2 ขั้น คือ

1. การเอาเปลือกออก
2. การเอารำออก

ซึ่งการทำงานทั้ง 2 ขั้นนี้ อาจทำได้โดยเครื่องจักรเพียงเครื่องเดียว หรือหลายเครื่องรวมกันก็ได้ กระบวนการต่าง ๆ เหล่านี้ มีความจำเป็นมากในการที่จะเปลี่ยนข้าวเปลือกให้มีลักษณะสภาพเหมาะสมกับความต้องการมนุษย์

ศัพท์ที่ใช้เกี่ยวกับการสีข้าว (DEFINITION OF TERM)

- EULLING : HUSKING OR SHELLING

หมายถึง การเอาเปลือกนอกของเมล็ดข้าวออก

- SCOURING OR PEARLING

หมายถึงการเอารำ (BRAN) ออก

- POLISHING หมายถึงการเอา INNER LAYER

ของ SFED COAT (VERY FINE RICE BRAN)

ออกจาก MILLED RICE เพื่อที่จะให้ผิวของเมล็ดข้าวขาวสะอาด

- POTAL MILLING RECOVERY = $\frac{\text{MILLED RICE}}{\text{ROUGH RICE}} = 100$

- ข้าวสาร คือ เมล็ดข้าวที่ผ่านการสีแล้ว มีความยาว

ของเมล็ดเลย $\frac{3}{4}$ ของความยาวของเมล็ดเดิม

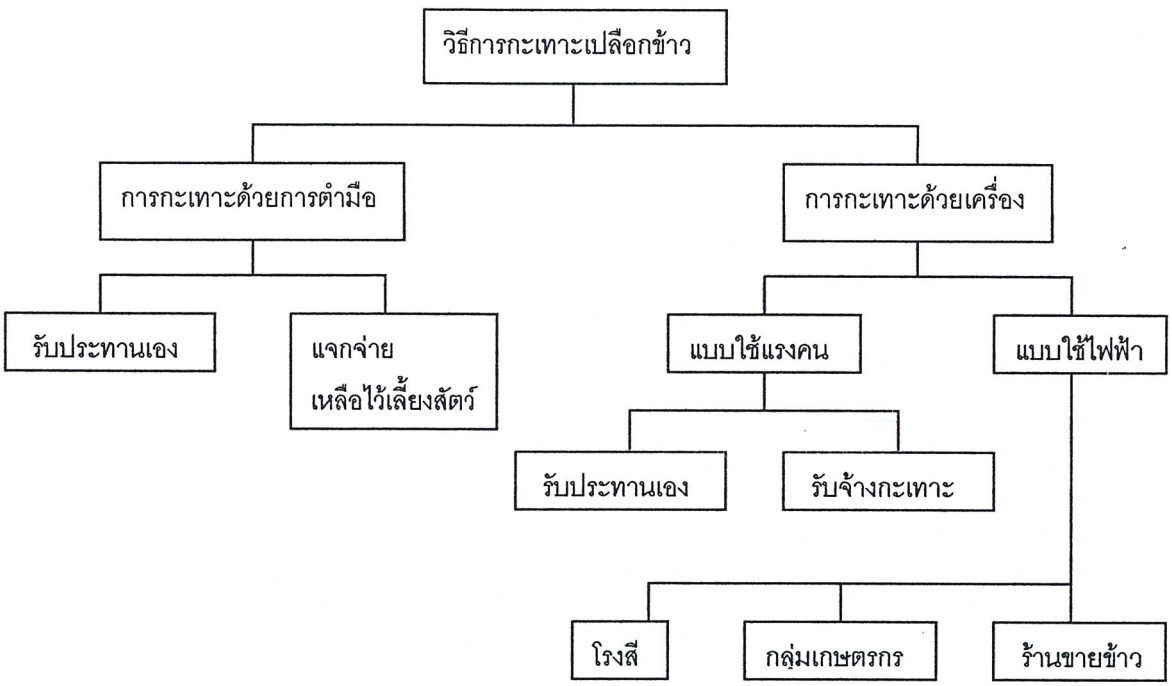
- ข้าวปลาย คือ เมล็ดข้าวที่ผ่านการสี มีความยาวเมล็ด
- น้อยกว่า $\frac{1}{2}$ ของความยาวเมล็ดเดิม
- ข้าวกล้อง คือ เมล็ดข้าวที่สีเอาแต่เปลือกออกเท่านั้น

การสีข้าวกล้อง คือ การกะเทาะเอาเปลือกข้าวออกเท่านั้นไม่ผ่านกระบวนการขัดขาว ได้เป็นข้าวกล้องซึ่งเป็นเมล็ดข้าวที่ยังคงมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว ชั้นในที่มีสีน้ำตาลแกมแดงเหลืออยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกะเทาะเปลือกข้าว แบ่งออกเป็น 2 วิธี

1. การกะเทาะด้วยการตำมือ
2. การกะเทาะด้วยเครื่อง
   - แบบใช้แรงคน
   - แบบใช้ไฟฟ้า



ภาพที่ 2-25 แผนผังการกะเทาะเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. **การกะเทาะเปลือกข้าวด้วยการตำมือ**

เครื่องตำมีใช้ในประเทศกำลังพัฒนาโดยเฉพาะในแอฟริกา ถึงแม้ว่าการใช้งานจะช้าแต่มีความแน่นอน แต่ก็เริ่มมีความสำคัญลดลงอย่างช้าๆไปพร้อมกับการเพิ่มจำนวนของเครื่องขัดข้าวรูปแบบกระทัดรัด ในบางประเทศการตำมือมีการใช้อย่างต่อและแพร่หลายในสังคมชนบทจากมุมมองธรรมชาติ การตำด้วยมือดีกว่าเครื่องแบบมีกลไก นับตั้งแต่เปลือกข้าวถูกขจัดออกไปทิ้งจมูกข้าวกับรำไว้ที่เมล็ดข้าว ซึ่งอุดมไปด้วยน้ำมัน แร่ธาตุ โปรตีน และวิตามิน

2. **การกะเทาะเปลือกข้าวด้วยเครื่อง**

- **แบบใช้แรงคน**

ใช้ในหมู่เกษตรกรเพื่อกะเทาะเปลือกข้าว ลักษณะอุตสาหกรรมในครอบครัวอัตรา

การทำงานของเครื่องมีขนาดเล็กเกินไป สำหรับโรงงานกะเทาะในท้องถิ่นทั่วไป อีกทั้งการใช้ยางล้อรถยนต์เป็นลูกกะเทาะทำให้มีขัดจำกัดในการขยายขนาด เพื่อเพิ่มอัตราการทำงานของเครื่องตามความต้องการของผู้ใช้ได้ การใช้จึงไม่แพร่หลายเท่าที่ควร

- **แบบใช้ไฟฟ้า**

เนื่องจากเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กที่มีอยู่ในปัจจุบันและเป็นที่นิยมใช้สามารแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

- เครื่องสีข้าวที่ผลิตในโรงงานขนาดเล็กหรือโรงกลึงตามชนบทเป็นผู้ผลิตขึ้นไว้จำนวนมาก แต่จะทำก็ต่อเมื่อมีการจ้างทำมากกว่าที่จะวางขาย จัดเป็นเครื่องสีข้าวขนาดเล็กที่ผู้ใช้จะต้องมีความชำนาญและความเข้าใจการใช้งาน อันที่จริงเครื่องจักสีข้าวและขัดขาวก็สามารถสีเอาแกลบออกได้แต่เพียงอย่างเดียว จะไม่ขัดเอารำออกก็ได้ และก็จะได้ข้าวกล้องเช่นกัน
- เครื่องสีข้าวขนาดเล็กที่สร้างขึ้นในโครงการต่าง ๆ เพื่อกลุ่มเกษตรที่ก่อตั้งเป็นสหกรณ์มีลักษณะการใช้งานคล้ายคลึงกับแบบแรก แต่มีขนาดเล็กลงกว่า คำนึงถึงการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด
- เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กที่มีการผลิตขายในท้องตลาด ซึ่งมีขนาดเล็กลงมากสำหรับร้านค้าขายข้าวทั่วไป หรือสำหรับกลุ่มผู้บริโภคอาหารชีวิตและสนใจในสุขภาพ หรือกลุ่มชาวบ้านที่นำไปสีข้าวรับประทานเองหรือเพื่อจำหน่าย

จึงเป็นเครื่องที่ได้รับความนิยม เพราะมีขนาดกะทัดรัด แต่มีประสิทธิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่เพียงพอกับการกะเทาะเปลือกให้เป็นข้าวกล้อง

การกะเทาะเปลือกข้าวด้วยเครื่องแบบใช้ไฟฟ้า

สิ่งที่ต้องคำนึงในการสีข้าวกล้อง

1. ความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกก่อนการสี

การที่จะสีข้าวให้มีประสิทธิภาพสูงนั้น นอกจากจะต้องใช้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูงแล้ว รูปร่าง ลักษณะและสภาพต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวยังมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพในการสีมาก ผลของสภาพของเมล็ดข้าวที่มีต่อการสีมากที่สุด ได้แก่ อุณหภูมิของเมล็ดข้าวและปริมาณความชื้นในเมล็ดข้าว

ข้าวเมื่อเริ่มเก็บใหม่ ๆ จะมีความชื้นในเมล็ดประมาณ 20 % จากนั้นก็จะทำการตากข้าว โดยควรตากให้เมล็ดข้าวรวงแห้งโดยสม่ำเสมอกัน ไม่ควรให้เมล็ดในรวงถูกน้ำหรือความชื้นจากดิน จะทำให้เมล็ดข้าวกลับมีความชื้นมากขึ้นไปอีก เมล็ดข้าวที่แห้งกว่า ถ้ากลับถูกน้ำอีกเมล็ดกลายและหักง่าย เมื่อนำไปสีการตากข้าวเพื่อให้ได้เมล็ดข้าวที่เปลือกแห้งและมีความชื้นของเมล็ดประมาณ 13-15 % ก็เพื่อรักษาคุณภาพของเมล็ดข้าวให้ได้มาตรฐานอยู่เป็นเวลานานๆ เมล็ดข้าวในยุ้งฉาง (Silo) ที่มีความชื้นมากกว่านี้จะทำให้เกิดความร้อนสูงจนคุณภาพข้าวเสื่อม นอกจากนี้จะทำให้เชื้อราต่าง ๆ ที่ติดมากับเมล็ดข้าว ขยายพันธุ์ได้อีกด้วย

สรุปได้ว่า ที่ปริมาณความชื้นสูง อุณหภูมิของเมล็ดข้าวก่อนสีสูง จะทำให้ได้ข้าวสารมากกว่าปริมาณความชื้นน้อย และอุณหภูมิต่ำ

หมายเหตุ ปริมาณความชื้นหมายถึง ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวก่อนที่จะมีการอบ ให้ได้อุณหภูมิตามต้องการก่อนสี

2. **ประสิทธิภาพของระบบการกะเทาะเปลือกของเครื่องสีข้าว**

จะใช้การทดลองโดยนำข้าวที่กะเทาะได้ ซึ่งประกอบด้วย ข้าวกล้องและข้าวเปลือกที่ไม่ถูกกะเทาะ ประมวลผลดังต่อไปนี้

- หานำหนักของข้าวกล้อง ซึ่งประกอบด้วย ข้าวหัก และข้าวเต็มเมล็ด และหานำหนักของข้าวเปลือกที่ไม่ถูกกะเทาะ และหาน้ำหนักของแกลมด้วย
- หาร้อยละโดยมวลของ ข้าวหัก ข้าวเต็มเมล็ด และข้าวเปลือกที่ไม่ถูกกะเทาะ โดยการสุ่มจากข้าวที่กะเทาะได้ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาร้อยละโดยมวล

$$\text{ร้อยละโดยมวลของข้าวหัก} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวหัก}}{\text{น้ำหนักของข้าวที่สุ่ม}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ด} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวเต็มเมล็ด}}{\text{น้ำหนักของข้าวที่สุ่ม}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละโดยมวลของข้าวเปลือกที่ไม่ถูกกะเทาะ} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวเปลือกที่ไม่ถูกกะเทาะ}}{\text{น้ำหนักของข้าวที่สุ่ม}} \times 100$$

การคำนวณหาอัตราการกะเทาะ

$$\text{อัตราการกะเทาะของข้าวเปลือก (Kg/hr)} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวเปลือกทั้งหมด (Kg)}}{\text{เวลาที่ใช้ในการกะเทาะข้าว (hr)}}$$

การคำนวณหาประสิทธิภาพการกะเทาะ

$$\text{ประสิทธิภาพการกะเทาะ (\%)} = \left\{1 - \frac{\text{น้ำหนักของข้าวเปลือกที่ไม่ถูกกะเทาะ}}{\text{น้ำหนักของข้าวเปลือกทั้งหมด}}\right\} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับร้านเลมอนฟาร์ม

ร้าน เลมอนฟาร์ม (LEMON FARM) โดยบริษัทมงคลชัยพัฒนา จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงถือหุ้นร้อยเปอร์เซ็นต์ ในรูปแบบให้บริการสินค้าสุขภาพจากชุมชนผู้ผลิตในชนบท โดยมุ่งหมายจะเสริมสร้างและเชื่อมโยงวิถีสุขภาพของผู้บริโภคในเมืองกับวิถีชุมชนสุขภาพของผู้บริโภคในเมืองกับวิถีชุมชนเข้าด้วยกัน อันเป็นการสนองพระราชดำรัส "เศรษฐกิจพอเพียง"

หนึ่งปีที่ผ่านมา เลมอนฟาร์มได้รับการสนับสนุนอย่างดีจากผู้บริโภค จนสามารถขยายสาขาออกไปในปัจจุบันถึง 6 สาขา แล้วยังมีการขยายสาขาเพิ่มขึ้นทั้งในกรุงเทพฯ และต่างจังหวัดที่มีสมาชิกพอเพียง ทุกสาขามุ่งเน้นกิจกรรมสารประโยชน์เพื่อสุขภาพของครอบครัวหลากหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการปลูกผักสวนครัว ออกกำลังกาย อบรมการปรุงอาหารสุขภาพ อบรมศิลปะสำหรับเด็ก ดนตรีเพื่อครอบครัว ตลอดจนการบรรยายและร่วมสนทนาวิธีใช้ชีวิตให้งดงามในด้านต่าง ๆ

สหกรณ์ เลมอนฟาร์ม จำกัด

สหกรณ์ เลมอนฟาร์มพัฒนา จำกัด เป็นของสมาชิกผู้ถือหุ้นทุกคน สหกรณ์ฯ จะเป็นผู้บริหารร้านเลมอนฟาร์ม โดยได้รับการสนับสนุนจากบริษัทมงคลชัยพัฒนา จำกัด ครอบครัวสมาชิกผู้ถือหุ้นจะได้รับประโยชน์จาก

1. ครอบครัวได้บริโภคอาหารธรรมชาติปลอดภัยจากสารพิษจากร้านของตนเอง
2. ครอบครัวได้ร่วมกันทำกิจกรรม เช่น ศิลปะเด็ก ดนตรี ปลูกผักสวนครัว ทำอาหารและความรู้เรื่องสุขภาพ โยคะ ท่องเที่ยว หนังสือ ศาสนา การศึกษา ฯลฯ เพื่อช่วยตนเองและเป็นอาสาสมัครช่วยผู้อื่น
3. ได้ช่วยเหลือครอบครัวชุมชนชนบทให้มีรายได้ ด้วยการบริโภคผลผลิตธรรมชาติจากครอบครัวชนบท
4. ครอบครัวได้เป็นเจ้าของหุ้น ได้รับเงินปันผลและส่วนเฉลี่ยคืนจากยอดซื้อเมื่อสิ้นปี
5. ร่วมกันทำรูปแบบเศรษฐกิจพอเพียงของชุมชนได้ครบวงจร
6. ร่วนกันเป็นพลังแผ่นดิน ทำประโยชน์เชื่อมโยงกับชุมชนและประชาคมในเมืองและชนบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างสินค้าในร้านเลมอนฟาร์ม

อาหารธรรมชาติ

- ข้าวกล้องและผลิตภัณฑ์สุขภาพจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา
- ผักสด สะอาด ปลอดภัยจากสารพิษ จากสวนผักเลมอนฟาร์ม และเกษตรกรผู้ปลูกผักด้วยวิถีธรรมชาติ จ. ราชบุรี สระบุรี ฯลฯ
- ข้าวกล้องหอมมะลิปลอดภัยจากสารพิษ จากโรงสีของชุมชนท้องถิ่น มูลนิธิพิพิธประชานาถ (หลวงพ่อน่าน) โครงการเทคโนโลยีเพื่อสังคม ฯลฯ
- ขนมปัง เค้กสุขภาพสูตรเลมอนฟาร์ม ไขมันและน้ำตาลต่ำ อุดมด้วยส่วนผสมของพืชธรรมชาติ และใช้น้ำตาลทรายแดง
- เต้าเจี้ยวปลอดภัยจากสารพิษ ปลอดผงชูรส จากการแปรรูปถั่วเหลืองในไร่ของท้องถิ่น กลุ่มสตรีวนเกษตรบ้านนายาว
- ไข่ไก่ ไข่เป็ด จากไก่เป็ดเลี้ยงธรรมชาติ ปลอดภัยจากฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตจากชาวบ้านผู้เลี้ยงสัตว์ด้วยวิธีธรรมชาติ กลุ่มธุรกิจทางเลือกชุมชนสาคลี ฯลฯ
- เส้นหมี่แป้งข้าวกล้อง ผลิตภัณฑ์จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรนครราชสีมา

ผลิตภัณฑ์สมุนไพรไทย

- เครื่องสำอางจากสมุนไพรไทยแท้ ให้คุณค่าจากธรรมชาติ ปลอดภัยสำหรับทุกคนในครอบครัว เช่น แชมพูประคำดีควาย สบู่ว่านหางจระเข้ ฯลฯ

เครื่องดื่มสุขภาพ

- น้ำผักผลไม้ สูตรเฉพาะของเลมอนฟาร์ม คั้นสดจาก ผัก ผลไม้ อร่อย ได้คุณค่าเอนไซม์ และแร่ธาตุจากผักผลไม้สด เช่น แครอท ผักกาดหอม ฯลฯ
- ชาสมุนไพร ให้คุณค่าบำรุงร่างกาย เช่นดอกคำฝอย ขิง มะตูม ฯลฯ

หัตถกรรมไทย/ของเล่นเด็กไทย

- หัตถกรรมฝีมือไทย จากวัสดุในท้องถิ่นของชุมชนต่างๆ เช่น ผ้าย้อมสีธรรมชาติ เครื่องจักสานจากเถาวัลย์ ผักตบชวา จากกลุ่มแม่บ้าน อ. วังชิ้น กลุ่มแพรพรรณ ฯลฯ

มุมหนังสือ/ครอบครัว/เครื่องมือทำสวน

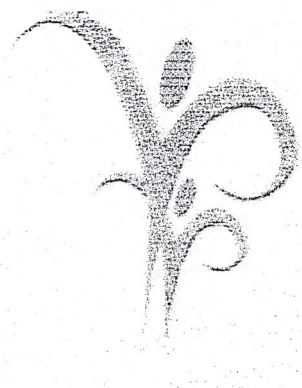
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องมือทำสวน ชวนกันมาออกกำลังกาย เพื่อความแข็งแรงแจ่มใส ที่ใกล้ชิดธรรมชาติ นานา หนังสือน่าอ่าน อาหารสมองสำหรับทุกคนในครอบครัว หลากหลายความรู้เกี่ยวกับสุขภาพ แนวทางการดำเนินชีวิต และการ์ตูนไร้พิษเพื่อพัฒนาสมาชิกตัวน้อย

วัตถุประสงค์สหกรณ์ฯ

วัตถุประสงค์หลักของสหกรณ์เลมอนฟาร์มพัฒนา จำกัด เพื่อส่งเสริมฐานะทางเศรษฐกิจ วัฒนธรรม และสังคมของสมาชิก โดยวิธีร่วมกันดำเนินธุรกิจเพื่อประโยชน์ด้วยกันในข้อต่อไปนี้

1. จัดหาสิ่งของที่สมาชิกต้องการมาจำหน่ายและอำนวยบริการแก่สมาชิกโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การจัดหาสินค้าอาหารที่ดีต่อสุขภาพ และสินค้าปลอดภัยจากสารเคมีที่เป็นพิษ จากชุมชน ชนบทมาจำหน่ายเพื่อส่งเสริมสุขภาพและสิ่งแวดล้อมของสมาชิกผู้บริโภคและผู้ผลิต
2. ช่วยจำหน่ายผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพที่ผู้บริโภคต้องการของสมาชิกช่วยครอบครัว ผู้ผลิตในชุมชนชนบท เพื่อคนตกงานที่กลับสู่ท้องถิ่น แม่และเด็กให้มีกิน และพึ่งตนเองได้
3. ร่วมกันเป็นอาสาสมัครดำเนินการ เพื่อประโยชน์ต่อครอบครัวของสมาชิกต่อเด็ก นำไปสู่สังคม ที่มีความสุขและจริยธรรมร่วมกัน
4. มุ่งเสนอสินค้าเพื่อให้เกิดการท่องเที่ยวไปสู่ชุมชน
5. ร่วมกันส่งเสริมรูปแบบเศรษฐกิจพอเพียงต่อเนื่องกับทฤษฎีใหม่ตามแนวทางพระราชดำรัช เพื่อคนไทยอุ้มชูกันผ่านพ้นวิกฤต



ภาพที่ 2-26 สัญลักษณ์ของบริษัท เลมอนฟาร์ม จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาร้านเลมอนฟาร์ม

1. สาขาใกล้พระราม 9

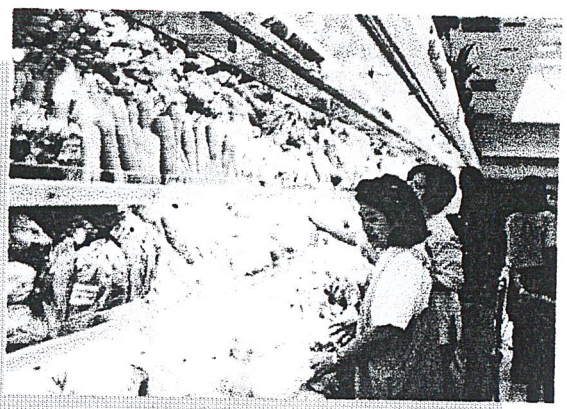
   (ริมถนนคู่ขนานทางด่วน เอกมัย-รามอินทรา ห่างจากถนนพระราม 9 1.6 ก.ม.)
2. สาขาถนนสุขาภิบาล 3
3. ถนนประชาชื่น
4. ถนนพหลโยธิน(ใกล้แยกเกษตร)
5. ปากซอยลาดพร้าว 111
6. ถนนพระราม 4
7. ถนนติวานนท์
8. ซอยสุขุมวิท 39
9. ถนนสุขาภิบาล 1
10. ถนนเพชรเกษม
11. ถนนปิ่นเกล้า-นครชัยศรี
12. ถนนกรุงธนบุรี
13. ถนนจรัลสนิทวงศ์

    (สาขา 3-14อยู่ในบริเวณสถานีบริการบางจาก)

และจะขยายสาขาเพิ่มขึ้น ทั้งในกรุงเทพฯ และต่างจังหวัดที่มีสมาชิกพอเพียง

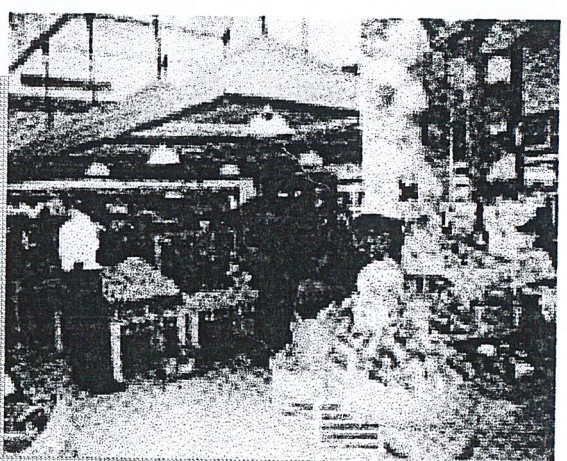
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงบรรยากาศภายในร้านเลมอนฟาร์ม



บริเวณตู้แช่ผักสดปลอดภัยจากสารพิษ

บริเวณกะบะขายผักสดปลอดภัยจากสารพิษ

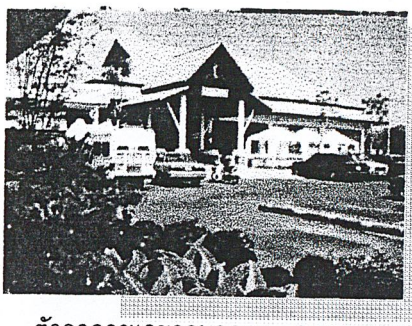


บริเวณด้านหน้าจำหน่ายอาหาแห้งรแปรรูปจากผักไร้สารพิษ

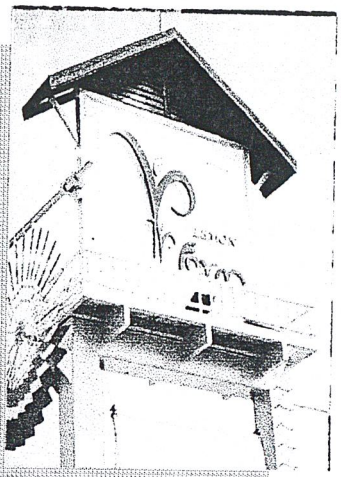
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2-27 ภาพบรรยากาศภายในร้านเลมอนฟาร์ม

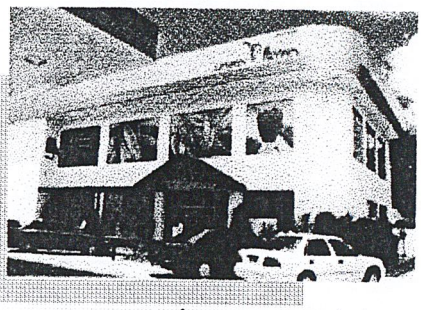
ภาพแสดงบรรยากาศภายนอกอาคารร้านเลมอนฟาร์ม



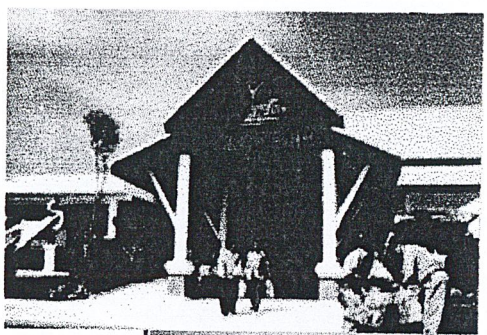
ตัวอาคารและลานจอดรถ สาขาพระราม 9

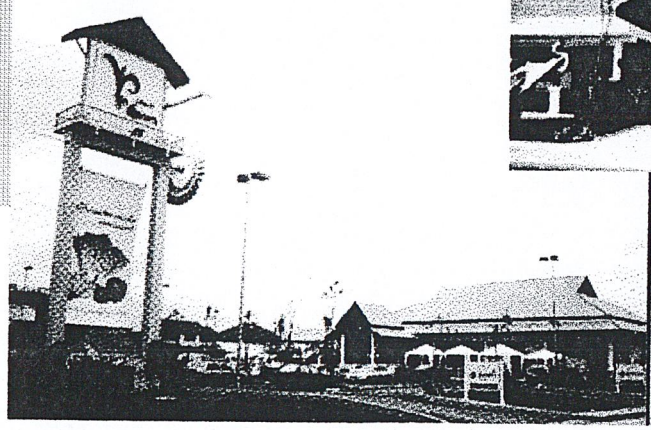


ป้ายร้านเลมอนฟาร์ม สาขาใหญ่
สามารถเห็นได้ชัดเจน



ลักษณะอาคารร้านสาขาต่างๆที่อยู่ในบริเวณ
สถานีบริการน้ำมันบางจาก



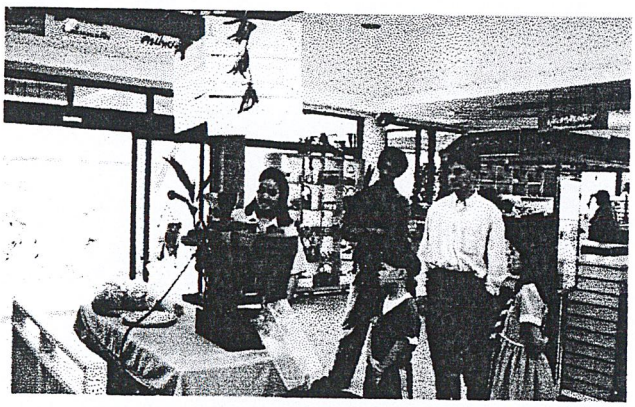


ร้านเลมอนฟาร์ม สาขาพระราม 9 ด้านหน้าเป็นป้าย logo ขนาดใหญ่นำสายตาเข้าสู่ลานจอดรถและ
ทางเข้าร้านที่ตกแต่งแบบเรียบง่าย ใกล้ชิดธรรมชาติ ส่วนด้านหลังเป็นสวนแปลงผักปลอดภัยจากสาร
พิษจำนวนมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2-28 ภาพบรรยากาศภายนอกร้านเลมอนฟาร์ม

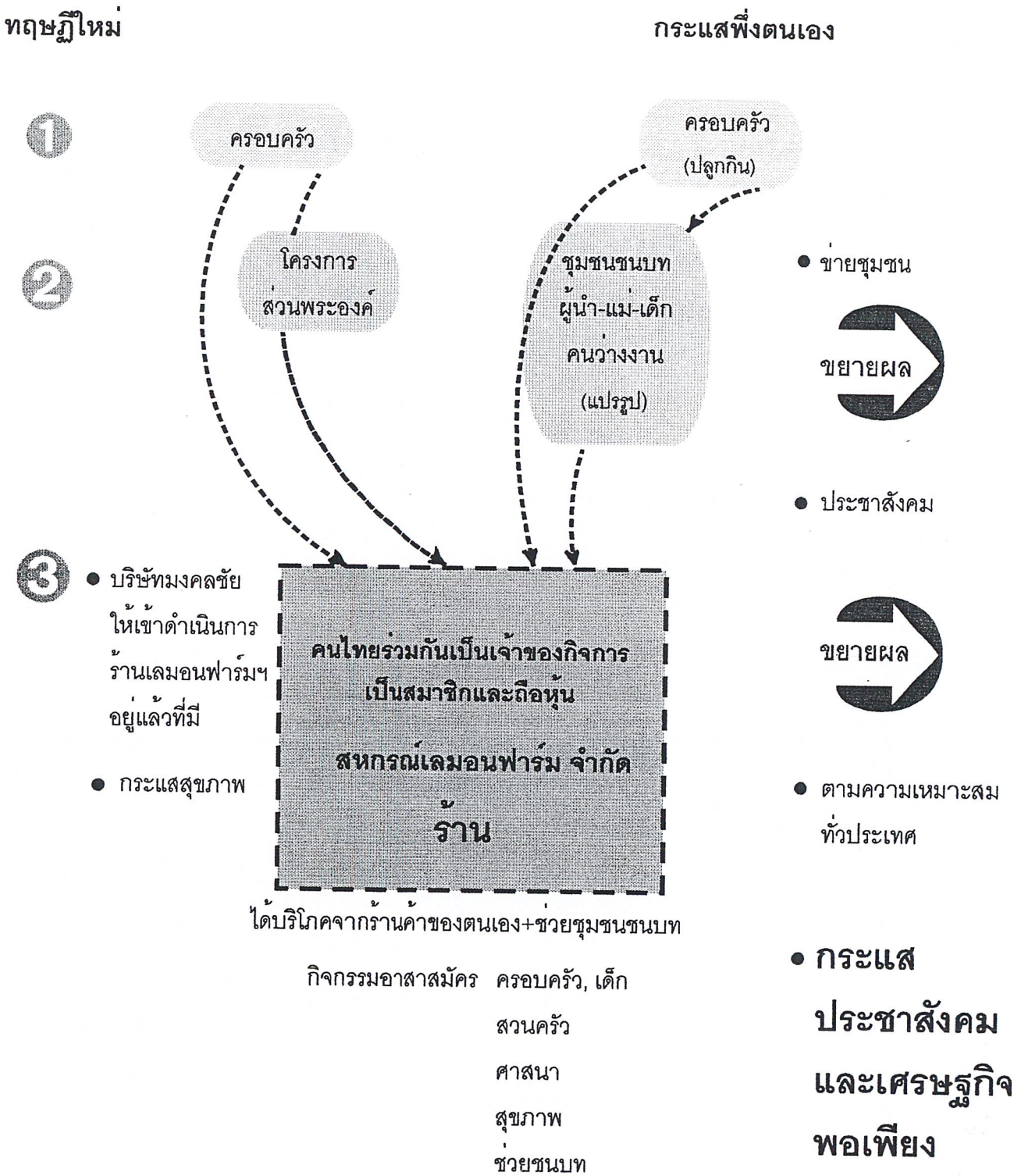
ภาพแสดงการจำหน่ายข้าวกล้องด้วยเครื่องสีข้าวกล้อง ขนาดเล็กTA-HU2001ในร้านเลมอนฟาร์มสาขาพระราม9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2-29 แสดงภาพการจำหน่ายข้าวกล้องในร้านเลมอนฟาร์ม

วิธีการดำเนินงานของสหกรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2-30 แผนผังวิธีการดำเนินงานของร้านเลมอนฟาร์ม

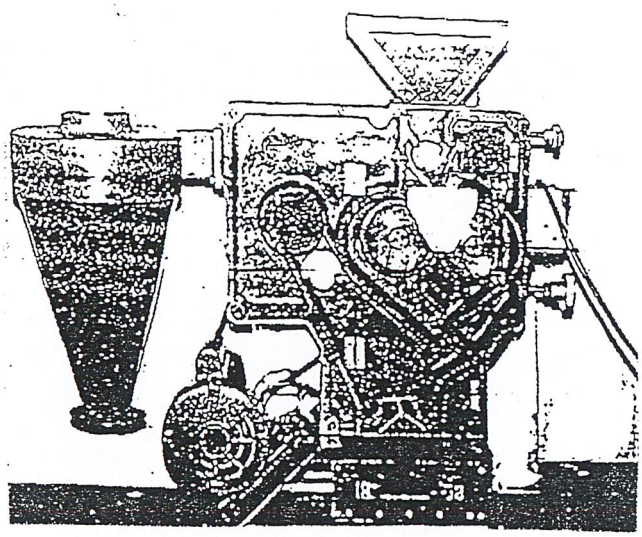
ตัวย่างเครื่องสีข้าวกล้องที่ร้านเลมอนฟาร์มใช้ในการให้บริการ

MODEL TA-HU 2001

MOTER 0.5 HP 220 V 50 Hz 3.8 Am

BODY SIZE H 71 X L 80 X W 30 Cm

WEIGHT 48 Kg

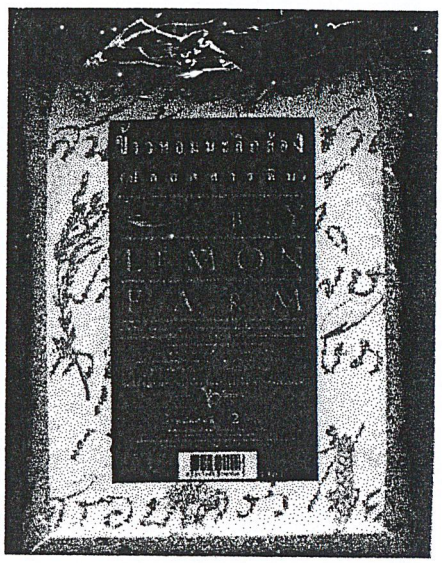


ภาพที่ 2-31 เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กที่ใช้ในร้านเลมอนฟาร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ข้าวกล้อง

- **บรรจุภัณฑ์ข้าวกล้องของทางร้านเลมอนฟาร์มมี 2 ขนาด**
  1. ขนาด 560 x 820 น้ำหนักสุทธิ 5 กิโลกรัม
  2. ขนาด 240 x 360 น้ำหนักสุทธิ 2 กิโลกรัม



ข้าวหอมมะลิกล้อง (ปลอดภัยจากสารพิษ)
น้ำหนักสุทธิ 2 กิโลกรัม
ราคา 65 บาท

ภาพที่ 2-32 ภาพแสดงตัวอย่างถุงข้าวกล้องร้านเลมอนฟาร์ม

- **บรรจุภัณฑ์ถุงซิบที่ผลิตในท้องตลาด**

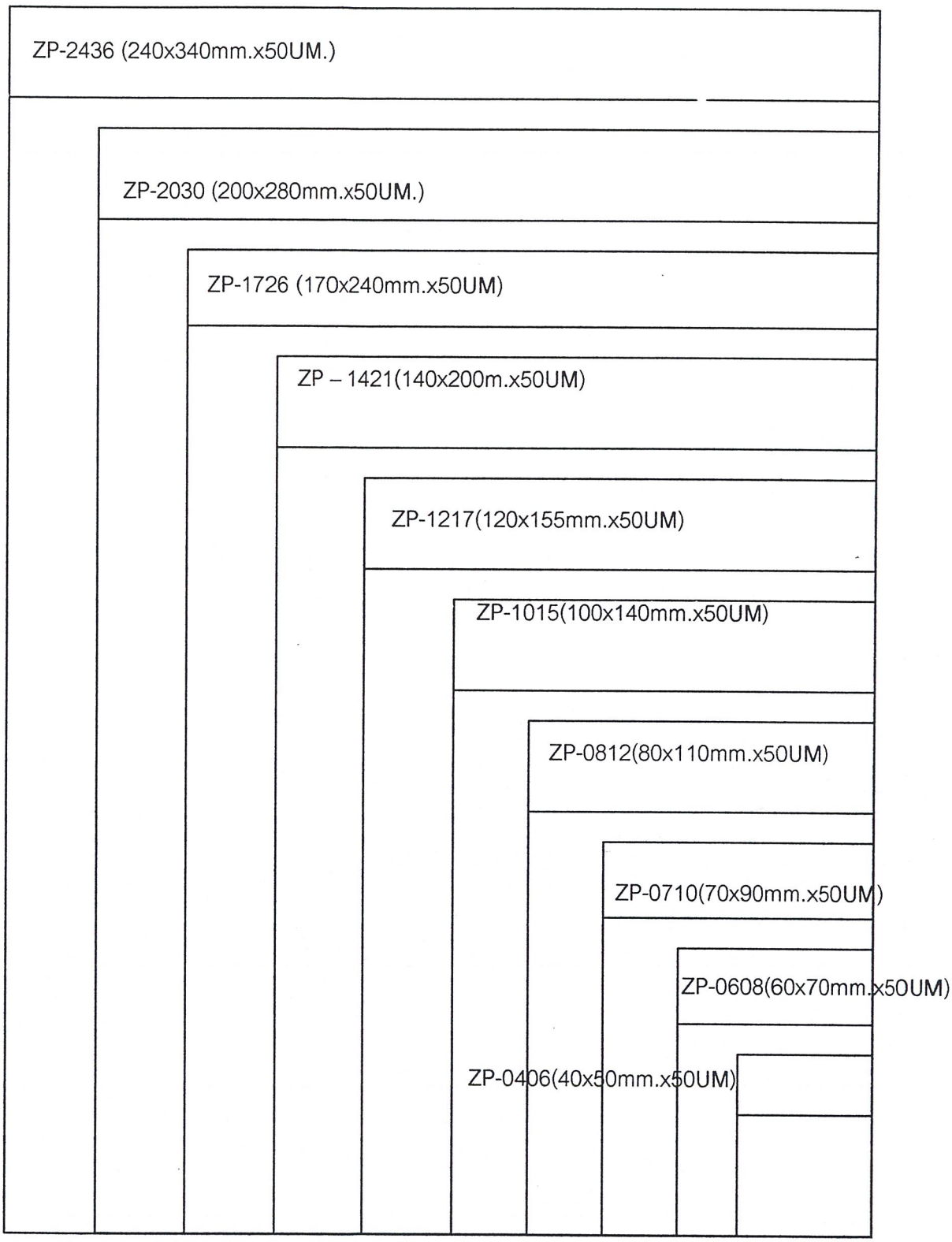
ZIP PAC BAGS

MINIMUM SIZE = ZP-0404 (40x30mm.x50um.)

MIAXIMUM SIZE = ZP-3045(300x425mm.x50um.)

OTHER SIZES = CAN BE MADE AS REQUIRED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2-33

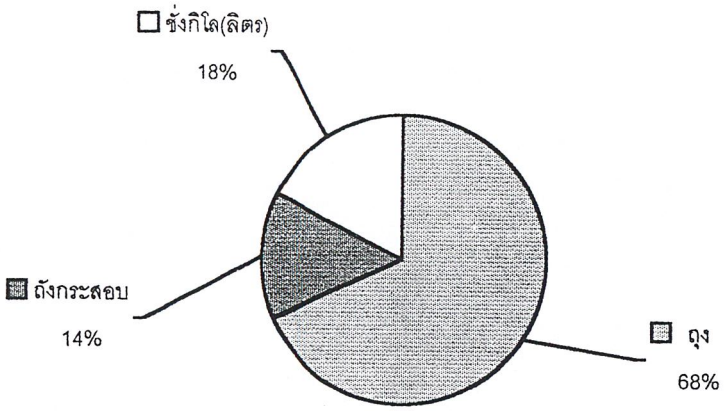
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้บริโภค

2.3.1พฤติกรรมการบริโภคข้าวสารของคนกรุงเทพ

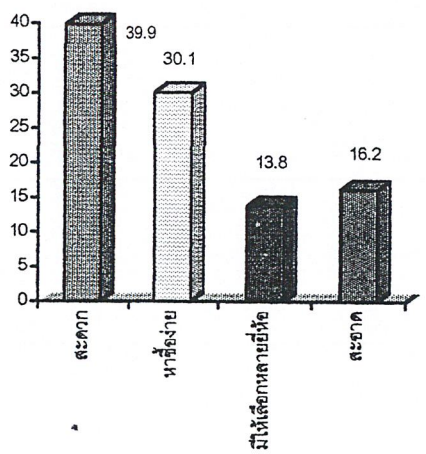
บ. ศูนย์วิจัยธนาคารกสิกรไทย จำกัด สำรวจ " พฤติกรรมการบริโภคข้าวสารของคนกรุงเทพฯ" ในระหว่างวันที่ 24 มีนาคม – 12 พฤษภาคม 2542 โดนเน้นการบริโภคในครัวเรือนไม่รวมการซื้อเผื่อจำหน่าย หรือประกอบกิจการ ร้านอาหาร ผลการสำรวจดังต่อไปนี้

- **ลักษณะรูปแบบพฤติกรรมการเลือกซื้อข้าวสารของคนกรุงเทพฯ**



ภาพที่ 2-34 แผนภูมิวงกลมแสดงรูปแบบการซื้อข้าวสาร

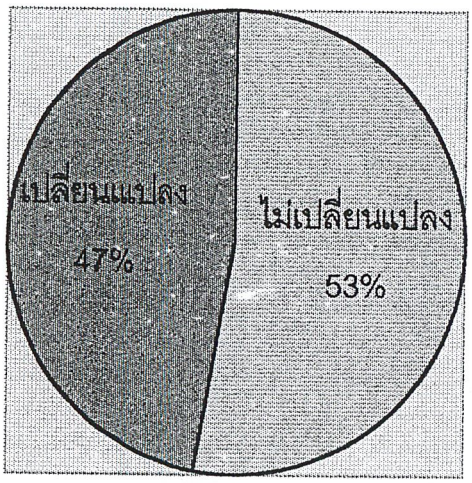
ลักษณะสาเหตุที่เลือกซื้อแบบถุง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2-35 แผนภูมิแท่งแสดงสาเหตุที่เลือกซื้อแบบถุง

- **ข้อมูลจากวิกฤติเศรษฐกิจครัวเรือนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการบริโภคข้าวหรือไม่**



ภาพที่ 2-36 แผนภูมิวงกลมแสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการบริโภคข้าวของครัวเรือน

ในกรณีที่ไม่เปลี่ยนแปลง จะมีพฤติกรรมการแก้ไขปัญหาได้โดย

- ประหยัดด้านอื่นๆ 74.5%
- หาแหล่งข้าวราคาถูก 25.5%

ในกรณีที่เปลี่ยนแปลง จะมีพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงไปเป็น

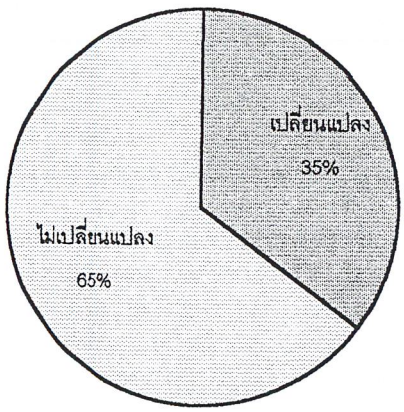
- บริโภคข้าวธรรมดาแทน 17.9%
- หุงข้าวกันเองมากขึ้น 82.1%

นับว่าเป็นโอกาสของผู้ผลิตข้าวถุงในการขยายตลาดเพิ่มเติม

- ครัวเรือนข้าวถุง
- ร้านค้า กระสอบ/ถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **กระแสนิยมชีวจิต มีผลทำให้ครัวเรือนเปลี่ยนแปลงประเภทข้าวที่บริโภคหรือไม่**



ภาพที่ 2-37 แผนภูมิวงกลมแสงการเปรียบเทียบผลของกระแสชีวจิต
ต่อการเปลี่ยนแปลงประเภทข้าวที่บริโภค

ในกรณีที่ส่งผลกระทบทำให้เปลี่ยนแปลง ทำให้มีผลดังนี้

- บริโภคข้าวกล้องมากขึ้น 51.6%
- บริโภคธัญพืชมากขึ้น 48.4%

ในกรณีที่ไม่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมบริโภคจะสามารถแบ่งออกเป็น

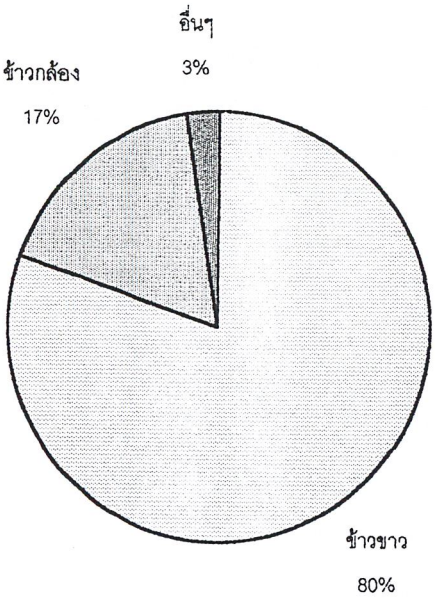
- ไม่บริโภคข้าวกล้องเลย 79.6%
- ปกติบริโภคข้าวกล้องอยู่แล้ว22.5%
- อื่นๆ 2.3%(คือ สมาชิกในครอบครัวไม่รับประทาน , ไม่สนใจที่จะเปลี่ยนแปลงการบริโภคตามกระแสความนิยม , ยุ่งยากในการหุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณการบริโภคข้าวของครัวเรือนในกรุงเทพ**เฉลี่ยเดือนละ 15 กิโลกรัม** โดย**เฉลี่ยซื้อ**ข้าวประมาณ**เดือนละ** 1-2 **ครั้ง**

โดยที่ **กลุ่มเป้าหมาย** ที่ทำการเลือกซื้อข้าว ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (71.37 %) อายุระหว่าง 15-40ปี มีระดับการศึกษาในระดับปริญญาตรีเป็นส่วนมาก

- **พฤติกรรมการเลือกซื้อประเภทข้าวของคนกรุงเทพฯ**

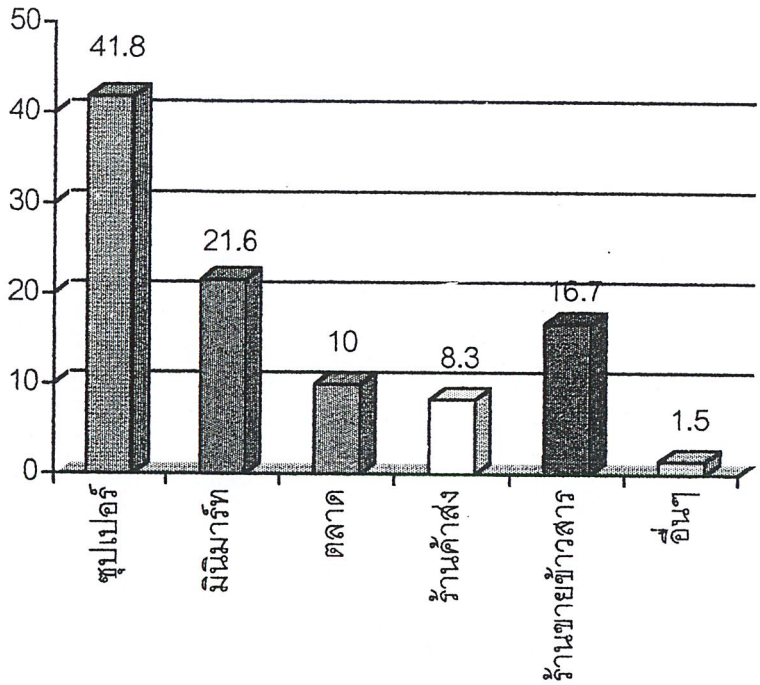


ภาพที่ 2-38 แผนภูมิวงกลมแสดงพฤติกรรมการเลือกซื้อประเภทข้าว

<u>หมายเหตุ</u> **อื่นๆคือ รับประทานข้าวขาวผสมข้าวกล้อง หรือ ข้าวธรรมดากับข้าวหอมมะลิ หรือรับ**ประทานสลับกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **สถานที่เลือกซื้อข้าวสาร**



ภาพที่ 2-39 แผนภูมิวงกลมแสดงพฤติกรรมการเลือกซื้อประเภทข้าว

<u>หมายเหตุ</u> อื่นๆคือ ร้านจำหน่ายอาหารสุขภาพ รถเร่ โกดังข้าว

<u>หมายเหตุ</u> ข้อมูลทางสถิติ อ้างอิงจาก โพลเศรษฐกิจ ฉบับที่ 217 19ส.ค.42
เรื่อง " พฤติกรรมการบริโภคข้าวสารของคนกรุงเทพ "
ธนาคารกสิกรไทยสาขาพหลโยธิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

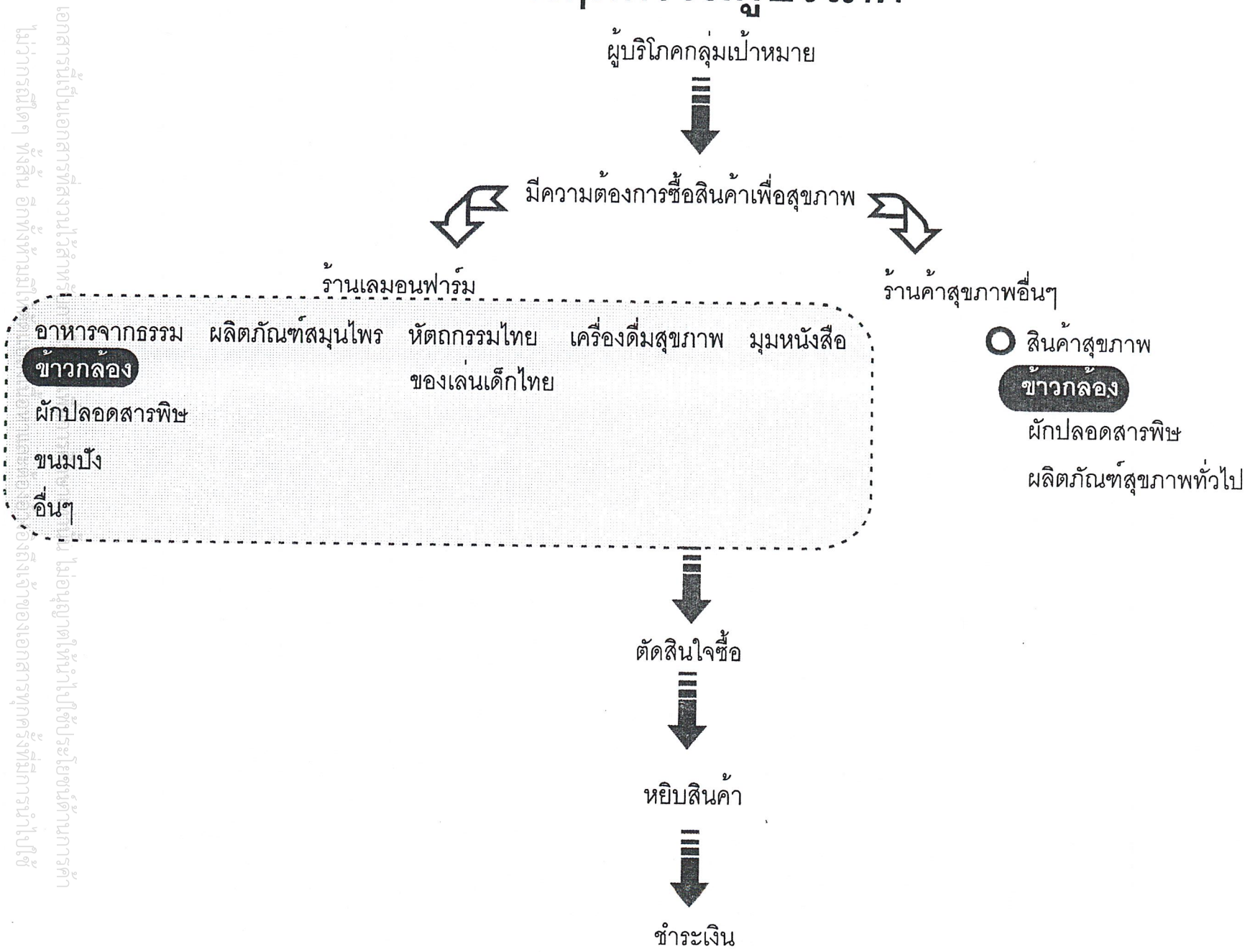
2.3.2 พฤติกรรมผู้บริโภค

เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กเพื่อส่งเสริมการขายสำหรับร้านเลมอนฟาร์มสามารถแบ่งกลุ่มผู้บริโภคออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่

1. ผู้ให้บริการ ทำหน้าที่บริการสีข้าวกล้องด้วยเครื่องขายข้าวกล้อง เป็นผู้ที่ใช้และควบคุมดูแลเครื่องโดยตรง
2. ผู้ซื้อผู้บริโภค จะเป็นผู้ที่มาซื้อข้าวกล้องโดยเลือกซื้อด้วยการสีด้วยเครื่อง เป็นผู้ใช้เครื่องทางอ้อม

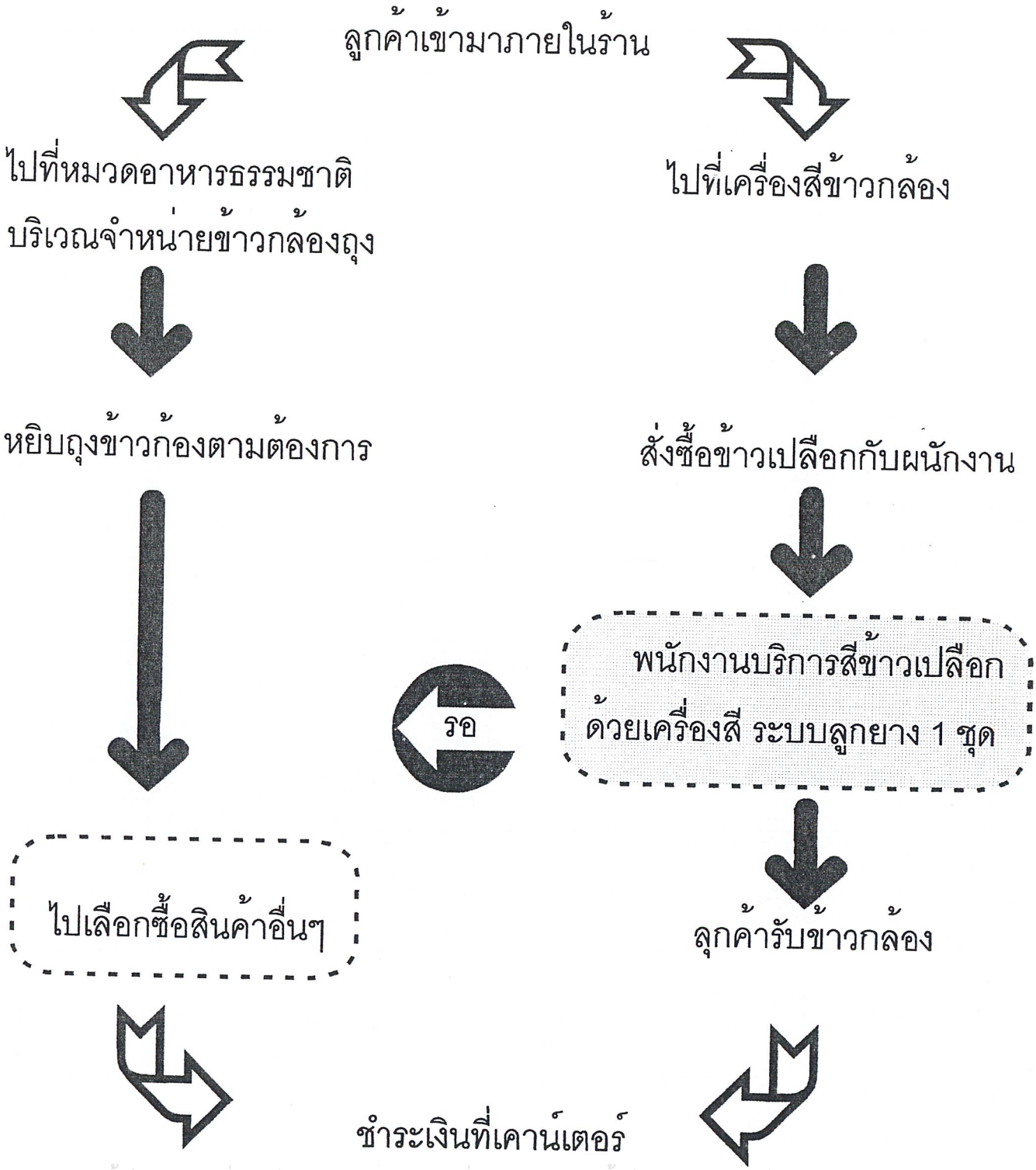
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พฤติกรรมผู้บริโภค



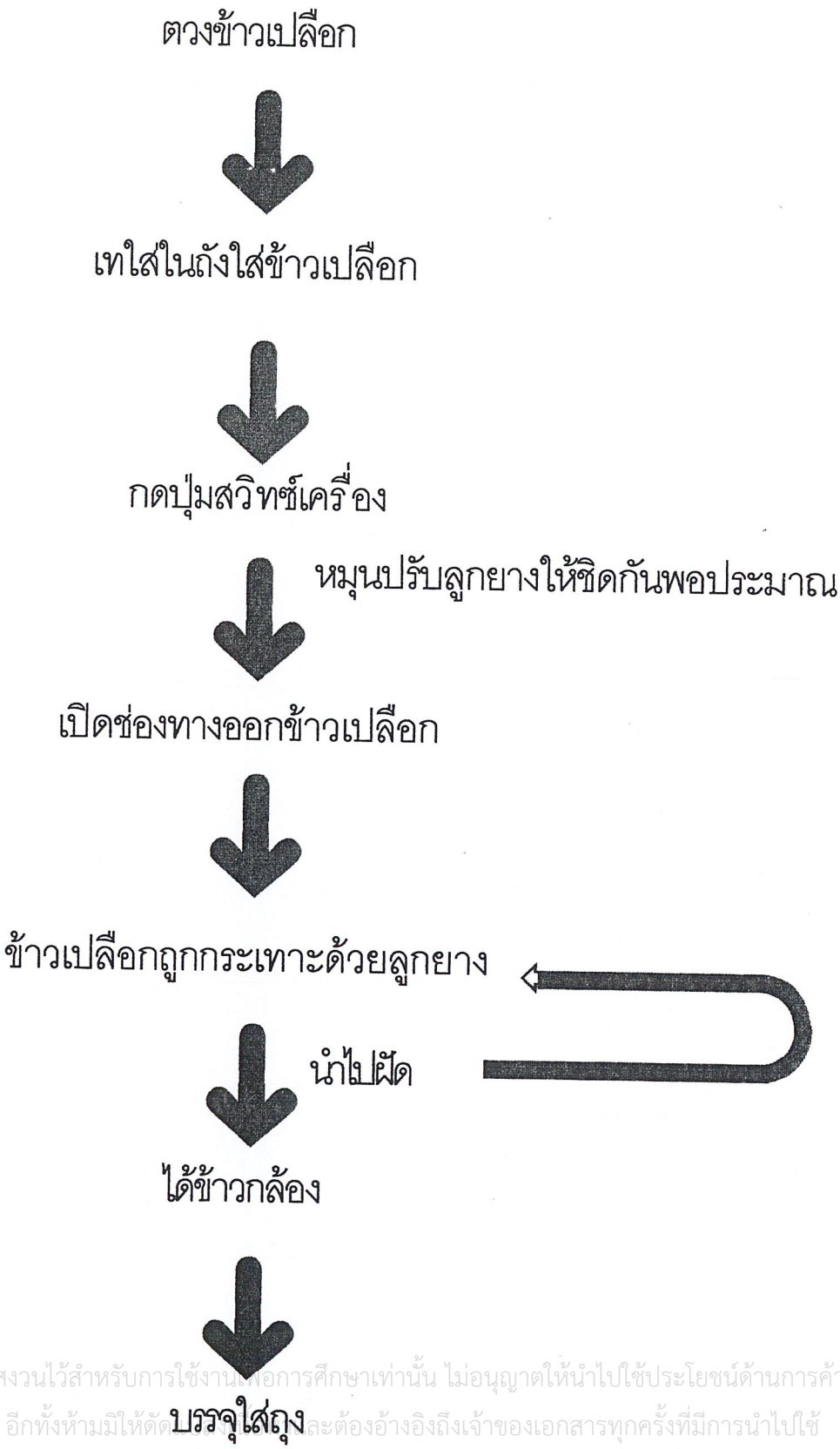
พฤติกรรมการซื้อข้าวกล้อง

ร้าน LEMONFARM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พฤติกรรมการให้บริการสีข้าวกล้องของผนักงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับขนาดสัดส่วน

2.4.1 มาตรฐานขนาดสัดส่วนของคนไทยและค่าวิกฤตต่าง ๆที่ใช้ในการออกแบบ

ข้อมูลสัดส่วนของมนุษย์ คือ ข้อมูลเกี่ยวกับมิติที่ได้จากการวัดขนาดของที่เว้นว่างและมิติเวว้นว่าง ที่พอเหมาะ ซึ่งเกิดจากขนาดร่างกายของมนุษย์ต่อการประกอบกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง

ขนาดและสัดส่วนของมนุษย์ มีความสำคัญและสัมพันธ์โดยตรงต่องานออกแบบบางสถาปัตยกรรมและอุตสาหกรรม โดยที่มนุษย์มีส่วนเข้าไปเกี่ยวข้องกับสิ่งก่อสร้าง และผลิตภัณฑ์นั้นในฐานะของผู้ใช้

ขนาดสัดส่วนที่ต้องคำนึงถึงขณะใช้งาน ได้แก่

1. ขนาดและสัดส่วนของชาย-หญิงไทยในการทำงาน
2. ขนาดสัดส่วนมือชายหญิง
3. ลักษณะการทำงานของมือในท่าต่าง ๆ
4. ความสามารถในการออกแรงของมนุษย์
5. มุมมองที่เหมาะสมในการทำงาน

1. ขนาดและสัดส่วนของชาย-หญิงไทยในการทำงาน

ขนาดพนักงานขายสินค้าในร้านเลมอนฟาร์ม มีทั้งพนักงานชายและหญิง ซึ่งส่วนใหญ่จะอายุระหว่าง 20-40 ปี ดังนั้นการพิจารณาถึงขนาดสัดส่วนและมิติต่าง ๆ จะใช้ขนาดสัดส่วนของชายไทย และหญิงไทยที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี

การพิจารณาถึงขนาดเฉลี่ยของมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เมื่อนำไปใช้งานนั้นมักจะเกิดความผิดพลาดได้เสมอเนื่องจากว่าขนาดโดยเฉลี่ยเป็นเพียงแค่ตัวเลข แทนขนาดของคนกลุ่มหนึ่งเท่านั้น จะมีแต่เพียงส่วนน้อยหรืออาจจะไม่มีเลยก็ได้ที่มีขนาดเท่าขนาดเฉลี่ย ส่วนหนึ่งประมาณ 50 % จะมีขนาดเล็กกว่าขนาดโดยเฉลี่ย ดังนั้นการออกแบบโดยถือแนวความคิดนี้จะสนองใช้ได้ดีเพียงส่วนน้อยหรืออย่างมากที่สุดไม่เกิน 50% ของจำนวนผู้ใช้ทั้งหมด

ดังนั้นค่ามิติที่จะนำไปใช้การออกแบบผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมที่ดีที่สุดนั้น ควรจะใช้ได้ดีและสะดวกเหมาะสมกับผู้ใช้ให้มากที่สุด อาจถึง 80 % หรือ 90% ของผู้ใช้ทั้งหมดซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการพิจารณาถึง "มิติวิกฤต (Critical Body Dimension)" ว่าจะเลือกใช้ค่าใด ซึ่งจะใช้ค่า 97.5 Percentile หรือ Percentile และค่าเฉลี่ย (50 Percentile) ให้เหมาะสมกับการออกแบบนั้น ๆ ด้วย

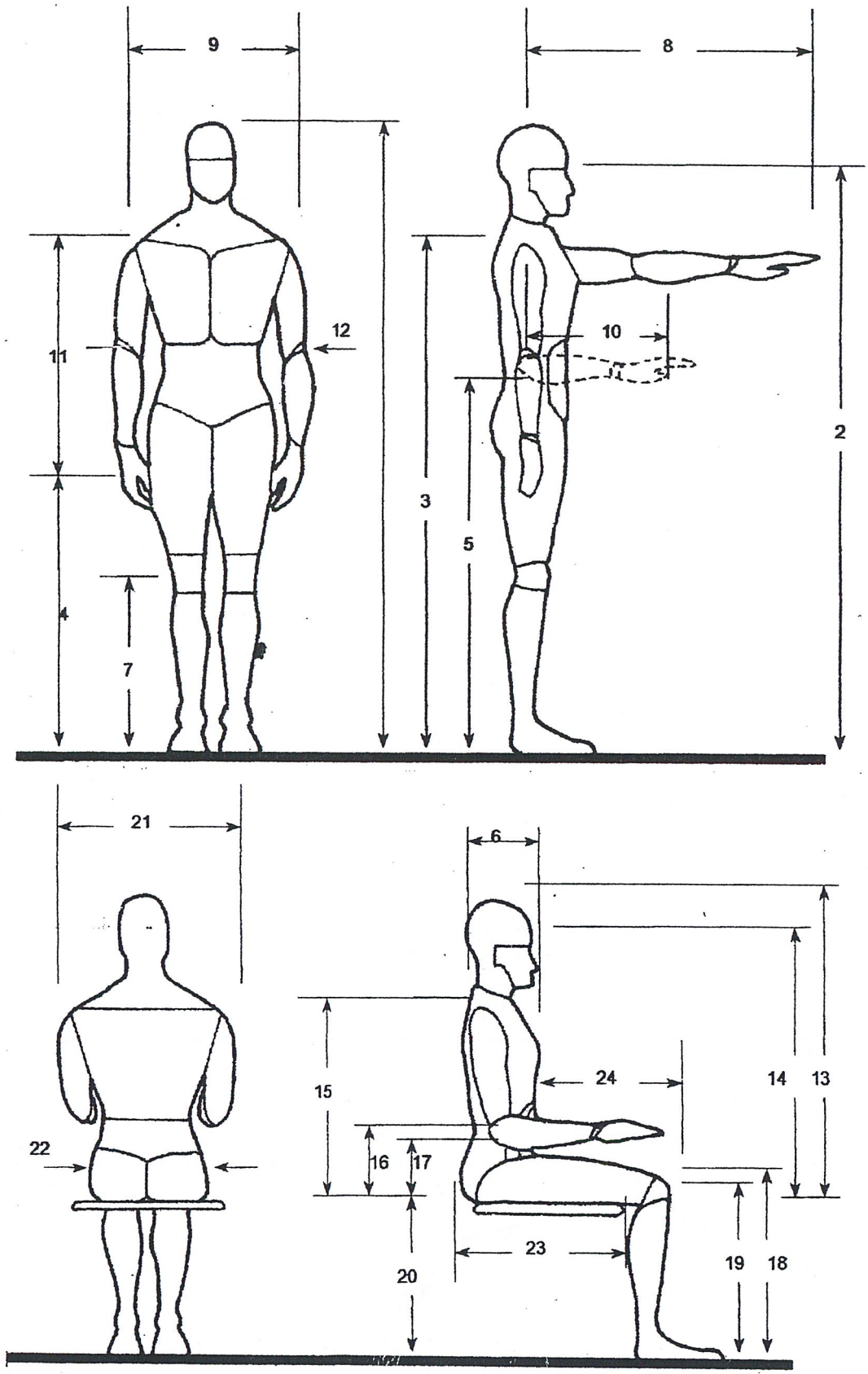
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลทางด้านขนาดสัดส่วนร่างกายของคนไทยชายหญิง อายุ 20-45 ปี มิติส่วนต่าง ๆ ที่นำมาพิจารณา

ตารางที่ 2-6 **แสดงมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่นำมาพิจารณา**

หมายเลข	มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	97.5 Percentile		50 Percentile		2.5 Percentile	
		ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
1	ความสูงยืน	177.7	163.6	167.0	154.4	155.9	144.8
2	ความสูงระดับสายตา	166.2	152.6	156.0	143.8	145.5	134.6
3	ความสูงระดับหัวไหล่	147.7	134.6	138.0	126.2	127.9	117.4
4	ความสูงจากพื้น – ปลายมือ	69.3	63.2	62.7	57.6	55.9	51.7
5	ความสูงจากพื้น – ข้อศอก	110.9	101.4	103.2	94.2	95.2	87.2
6	ความกว้างไหล่	47.7	41.3	44.2	38.5	40.5	35.6
7	ความยาวแขนเหยียด	75.1	68.9	69.3	63.9	63.2	58.6
8	ความสูงยืดแขนสูงสุด	213.7	199.8	201.5	186.2	185.2	172.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2-40 แสดงมิติส่วนต่างๆของร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าวิกฤติต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการออกแบบ

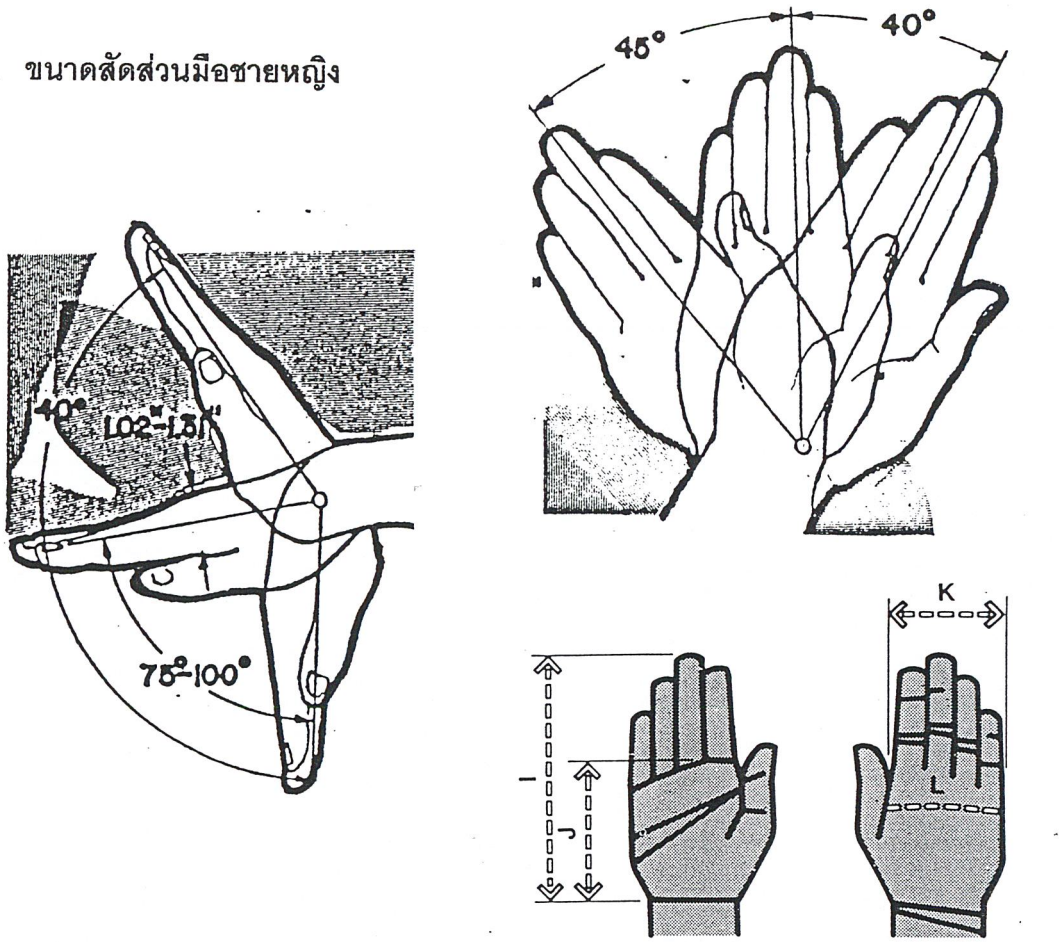
การออกแบบมิติขนาดสัดส่วนต่าง ๆ ของรถเข็น ต้องออกแบบให้เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของผู้ใช้งาน ซึ่งต้องออกแบบให้ครอบคลุมตั้งแต่ 2.5 Percentile 97.5 Percentile เพื่อความเป็นมาตรฐาน และการใช้งานได้อย่างคุ้มค่า และเหมาะสม ซึ่งตัวเลขบางตัวอาจจะมีค่าเดียวคือเลือกใช้ค่าเฉลี่ยเลยก็ได้

ตารางที่ 2-7 **แสดงค่าวิกฤติต่าง ๆที่นำมาใช้ในการออกแบบ**

มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ค่าวิกฤติ (เซนติเมตร)	การนำไปใช้ในการออกแบบและคำนึงถึง
1. ความสูงยืน	144.8-177.7	คำนึงถึงขนาดสัดส่วนของเครื่องสีข้าวกล้องโดยรวม
2. ความสูงระดับสายตา	134.6	ความสูงของภาชนะบรรจุข้าวเปลือก
3. ความสูงระดับหัวไหล่	117.4-147.7	ระดับมือจับในการปิด-เปิด
4. ความสูงจากพื้น-ปลายมือ	51.7-69.3	ความสูงในการหยิบถุงข้าวกล้อง
5. ความสูงจากพื้น-ข้อศอก	87.2-110.9	คำนึงความสูของแผงบังคับและตาชั่ง
6. ความกว้างไหล่	47.7	ความกว้าของเครื่องสีข้าวกล้อง
7. ความยาวแขนเหยียด	58.6	คำนึงถึงพื้นที่ในการปฏิบัติงาน และขนาดของเครื่อง
8. ความสูงยืดแขนสูงสุด	172.0	ความเป็นไปได้ในการเทข้าวเปลือกลงในภาชนะบรรจุ
9. ความสูงไหล่	150	ความสูงของภาชนะบรรจุแกลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขนาดสัดส่วนมือชายหญิง



ภาพที่ 2-41 แสดงขนาดสัดส่วนของมือชายหญิง

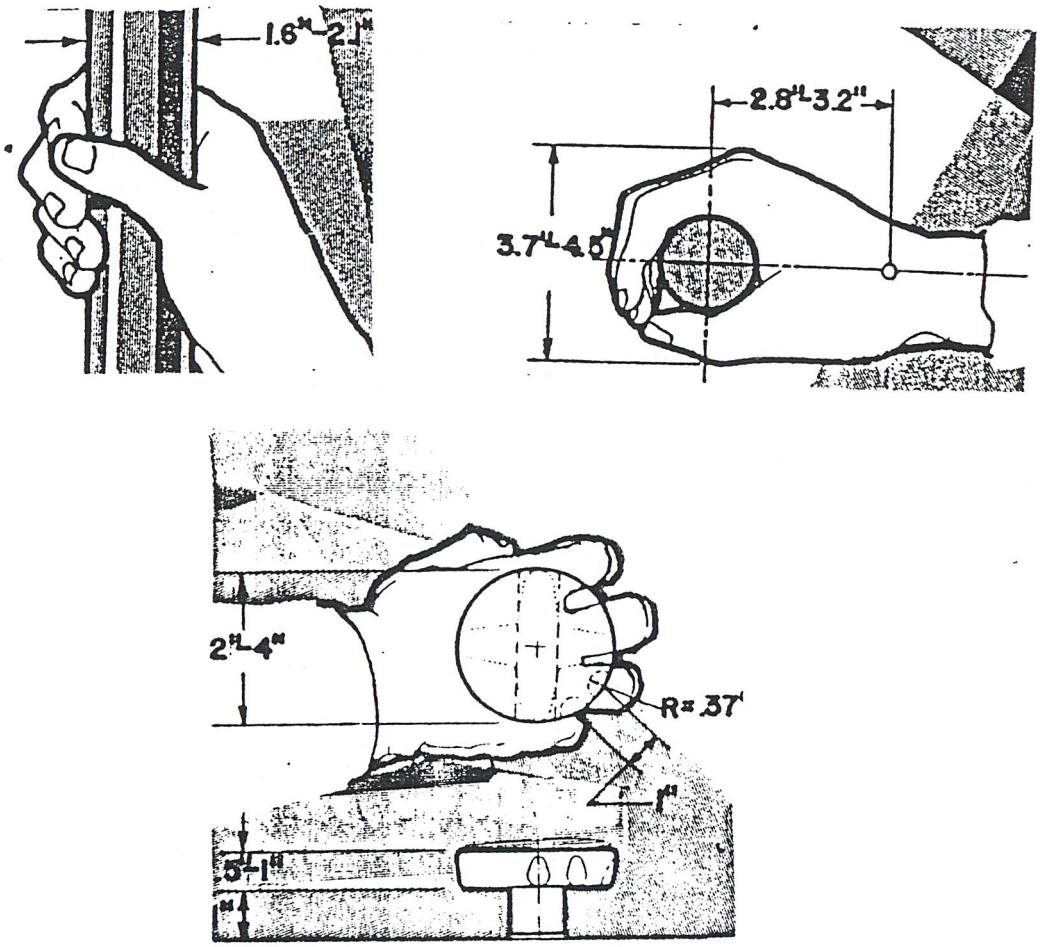
ตารางแสดงขนาดสัดส่วนของมือ ชาย-หญิง ที่นำมาพิจารณา

หมายเลข	มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	97.5 Percentile		50 Percentile		2.5 Percentile	
		ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
1	ความยาวฝ่ามือ	177.7	163.6	167.0	154.4	155.9	144.8
2	ความกว้างฝ่ามือ	166.2	152.6	156.0	143.8	145.5	134.6
3	ความหนาฝ่ามือ	147.7	134.6	138.0	126.2	127.9	117.4
4	ความยาวกำปั้น(กำท่อ 1.5")	69.3	63.2	62.7	57.6	55.9	51.7
5	ความกว้างกำปั้น(กำท่อ 1.5")	110.9	101.4	103.2	94.2	95.2	87.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลักษณะการทำงานของมือในท่าต่างๆ

การใช้มือทำงานในท่าต่างๆจำเป็นต้องคำนึงถึงขีดความสามารถในการเคลื่อนไหวส่วนมือ



ภาพที่ 2-42 แสดงการใช้มือในลักษณะต่างๆ

มือสามารถที่จะทำงานและเคลื่อนไหวได้โดยอาศัยส่วนแขน

- มือจับปุ่ม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.0 – 10.0
- มือที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพหมุนขึ้น 45° หมุนลง 75° – 100°
- มือจับท่อมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.0 – 5.25 เซนติเมตร
  ยาว 3.75 – 9.25 เซนติเมตร
- มือจับทรงกลม มีรัศมี 5.0 - 10.0 เซนติเมตร
- มือจับแบบท่อเหล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.25 – 2.5 เซนติเมตร
  ยาว 3.75 - 8.375 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความสามารถในการออกแรงของมนุษย์ (Force and Power Capacity of Human)

- กำลังแข็งแรงของมนุษย์มีมากน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ หลายประการ เช่น อุณหภูมิภายนอกร่างกาย สภาพจิตใจ และความแข็งแรงของร่างกายเอง เป็นต้น ดังนั้นการที่จะกำหนดให้แน่ชัดถึงค่าเฉลี่ยว่ากำลังแข็งแรงของมนุษย์เรามีมากน้อยเพียงใดนั้นย่อมทำได้ง่าย

การกำหนดโดยอาศัยค่าเฉลี่ยแสดงความแข็งแรงและกำลังของมนุษย์มีประโยชน์มากในการออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้ที่ต้งใช้แรงมนุษย์ จากการทดลองได้ข้อมูลเฉลี่ยคือ มนุษย์สามารถทำงานปกติได้ด้วยแรงประมาณ 75 วัตต์ หรือ 1.10 กำลังม้า ทั้งนี้ต้องประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด

ในการออกแรงทำงานเช่นยกน้ำหนัก หรือฉุดลากของถ้าวัตถุนั้นมีขนาดใหญ่ก็ต้องใช้พลังงานมาก มนุษย์สามารถใช้พลังงานของคนในการบังคับฉุดลาก หรือออกแรงกระทำใด ๆ ก็ตามโดยอาศัยการสังเกตจากประสาททั้ง 5 แล้ว ประมาณว่าจะต้องใช้กำลังแรงเท่าไร จึงจะสามารถทำงานนั้น ๆ ให้เสร็จสิ้นไปได้ มนุษย์สามารถออกกำลังใช้งานในช่วงเวลาสั้น ๆ หรือออกกำลังแต่น้อยในช่วงเวลายาวก็ได้ทั้งนี้สุดแล้วแต่ชนิดของงานและการตัดสินใจของบุคคล แต่ถึงกระนั้นก็ยังมีขอบเขตขีดคั่น งานหนักเกินกำลังมนุษย์ก็ไม่อาจทำได้โดยตรง

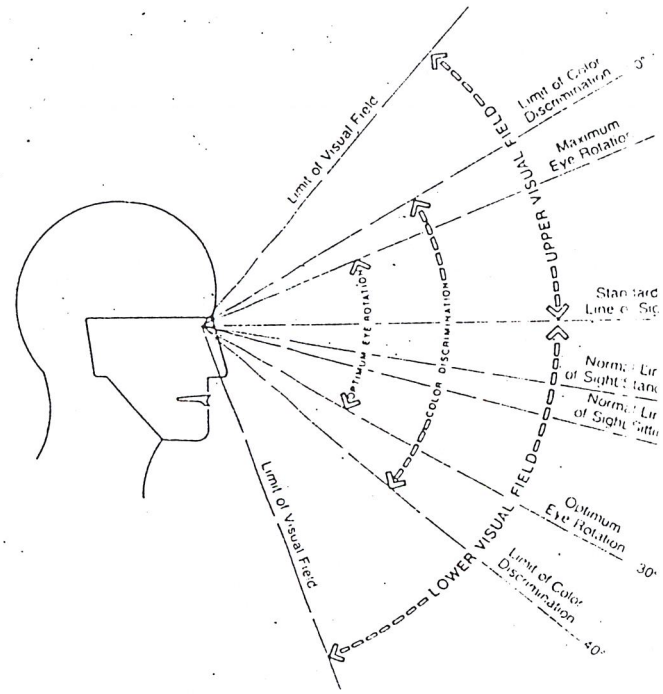
ภายใต้สภาพที่เหมาะสมเช่นอุณหภูมิที่พอเหมาะ บรรยากาศที่มีเพียงพอ มีความดันปกติภายใต้แสงสว่างที่พอเหมาะสม และภายในสภาพจิตใจปกติร่างกายที่ปกติ มนุษย์สามารถรวบรวมกำลังที่ออกแรงทำงานได้สูงสุดถึง 2 กำลังม้า ภายในเวลา 10 วินาที หรือภายใต้สภาพที่เหมาะสมแบบเช่นเดียวกันนี้ มนุษย์สามารถออกแรงทำงานได้ 35 วัตต์ ติดต่อกันไปได้เป็นเวลา 1 นาที

นอกจากความสามารถในการออกแรงทำงาน จะขึ้นกับสิ่งแวดล้อมดังกล่าวแล้วยังขึ้นกับสภาพร่างกายของตนเองอีกด้วย คนอ้วนย่อมเคลื่อนไหวได้ช้ากว่าคนผอมเป็นธรรมดา คนสูงอาจทำงานชนิดใดชนิดนึ่งได้ดีกว่าคนเตี้ย อย่างนี้เป็นต้น นอกจากสภาพร่างกายแล้วยังมีสภาพการออกแรง ที่มีส่วนสำคัญในความสามารถออกแรงมนุษย์อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. มุมมองที่เหมาะสมในการทำงาน

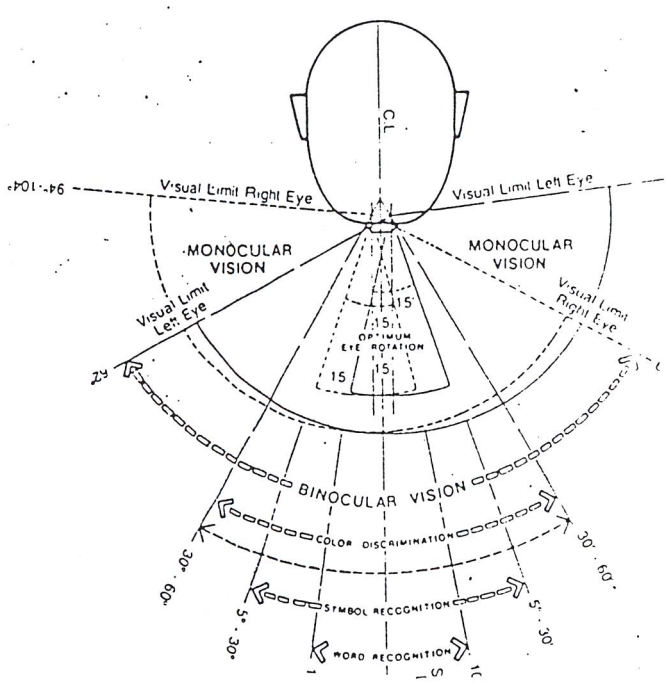
ในการทำงานขั้นตอนต่างๆ ผู้ใช้จำเป็นต้องใช้สายตา ซึ่งระดับการมองมีขีดจำกัด



ภาพที่ 2-43 ภาพแสดงมุมมองด้านข้าง

VISUAL FIELD IN VERTICLE PLANE	องศา
มุมเงยสูงสุด	50
มุมมองที่ดีของสีมากที่สุด ขึ้นบน	30
มุมมองที่ดีของสีมากที่สุด ลงล่าง	40
มุมเหลือบตาขึ้นมากที่สุด	25
มุมเหลือบตาลงมากที่สุด	30
มุมสายตาปกติขณะยืน	10
มุมสายตาปกติขณะนั่ง	15
มุมก้มสูงสุด	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2-44 **ภาพแสดงมุมมองจากด้านบน**

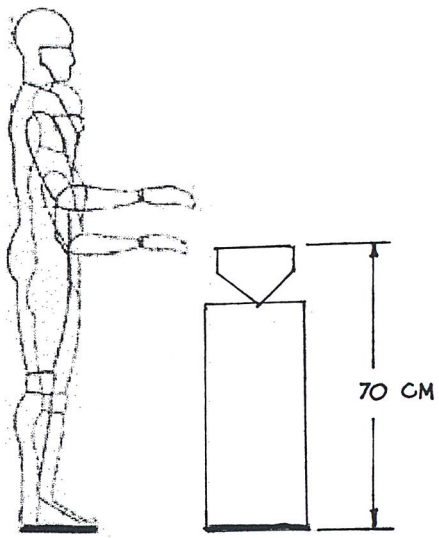
VISUAL FIELD IN HORIZONTAL PLANE	องศา
มุมมองตัวหนังสือ	10-20
มุมมองของสัญลักษณ์	5-30
มุมมองที่ดีที่สุดของสี	30-60
มุมมองกว้างสุด	94-104
มุมกวาดสายตามาอีข้างหนึ่ง	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างส่วนบรรจุข้าวเปลือกกับพนักงาน

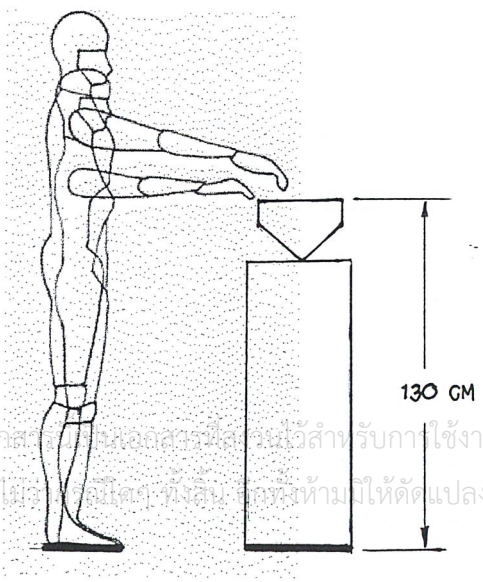
การเทข้าวเปลือกลงในภาชนะบรรจุข้าวเปลือก ซึ่งเป็นหน้าที่ของพนักงานผู้ใช้เครื่องสีข้าวกล้องที่มีทั้งเพศชายและหญิง ความสูงของปากภาชนะบรรจุข้าวเปลือกมีผลสำคัญต่อการออกแบบ โดยสามารถจำแนกพฤติกรรมของผู้ใช้เครื่องสีข้าวในระยะความสูงจากพื้นถึงมือเอื้อมที่ระยะระหว่าง 55-155 เซนติเมตร

แบบที่ 1 ระดับสะโพก



เครื่องสีข้าวอยู่ในลักษณะตั้งพื้น ที่ความสูงระดับเดียวกับสะโพก ประมาณ 70 เซนติเมตร เป็นระยะความสูงที่สามารถมองเห็นปริมาณข้าวเปลือกขณะเท

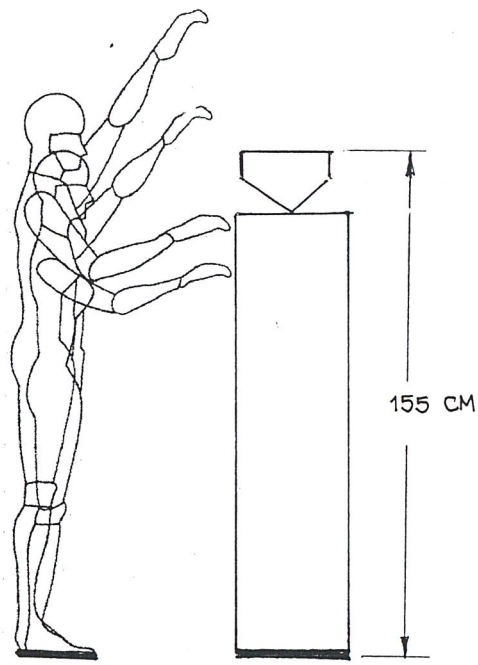
แบบที่ 2 **ระดับปลายไหล่**



เครื่องสีข้าวจะอยู่ในลักษณะตั้งพื้น หรือตั้งบนโต๊ะ ระยะจากพื้นถึงระยะเทข้าวเปลือกประมาณ130 เซนติเมตร ยังสามารถมองเห็นปริมาณข้าวเปลือกในส่วนบรรจุได้อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 3 ระดับศรีษะ



เครื่องสีข้าวจะเป็นแบบตั้งพื้น หรืออยู่บนแสตนสูงระยะจากพื้นถึงปลายมือประมาณ155 เซนติเมตรจะไม่สามารถมองเห็นปริมาณข้าวเปลือกเมื่อเท

ระยะทั้ง 3 สามารถปรับเปลี่ยนเพิ่มลดได้ตามความเหมาะสม หากความสูงของปากภาชนะบรรจุข้าวเปลือกสูงมากเกินไป ย่อมทำให้เป็นการยากและต้องใช้แรงในการยกข้าวเปลือกมากและหากความสูงน้อยเกินไป ก็จะทำให้ผู้ใช้ต้องก้มลงมาเทข้าวเปลือกไม่สะดวกและเกิดการเมื่อยล้า อีกทั้งระยะความสูงในการเทข้าวเปลือกนี้จะเป็นตัวกำหนดความสูงรวมของเครื่องเพราะเป็นหน่วยแรกของกระบวนการสีข้าวกล้อง

สรุป เลือกระยะการเทข้าวเปลือก ระหว่างแบบที่ 2 กับ แบบที่ 3 คือที่ระยะการเทข้าวเปลือกสูงประมาณ 140 เซนติเมตร เพราะ

เป็นระยะความสูงสุดที่ยังสามารถเอมเทข้าวเปลือกได้โดยไม่เมื่อยล้า

เป็นระยะความสูงที่พอเหมาะกับการตั้งพื้น

เป็นระยะสูงสุดที่จะเอื้อระยะอื่น ๆของส่วนประกอบของเครื่องในส่วนต่อๆไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

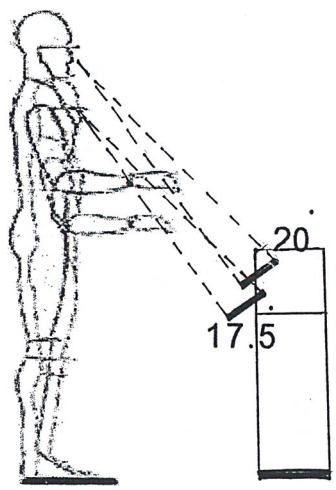
2.4.3 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างส่วนรองรับข้าวกล้องกับพนักงาน

มาตรฐานความสูงคนไทยโดยเฉลี่ยสูงประมาณ 166.7 เซนติเมตร ก็ควรออกแบบให้ส่วนรองรับข้าวกล้องซึ่งเป็นส่วนที่มีการใช้งานบ่อยที่สุดอยู่ในระยะตำแหน่งที่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนและท่าทางการหยิบจับที่สะดวก

ภาชนะรองรับข้าวกล้องรูปแบบเดิมนั้น มักไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร แต่เมื่อเป็นการออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องในรูปแบบของการขายโครงการตรงต่อผู้บริโภค จึงนับเป็นส่วนสำคัญยิ่ง เพื่อการอำนวยความสะดวกรวดเร็วแก่ผู้ใช้บริการ และช่วยผ่อนแรงพนักงานผู้ใช้เครื่อง จึงออกแบบให้สามารถบรรจุลงในถึงข้าวกล้องแบบซิบพร้อมทั้งมีส่วนชั่งน้ำหนัก เป็นการลดขั้นตอนและรวมการบรรจุพร้อมทั้งชั่งน้ำหนักไว้ในขั้นตอนเดียว

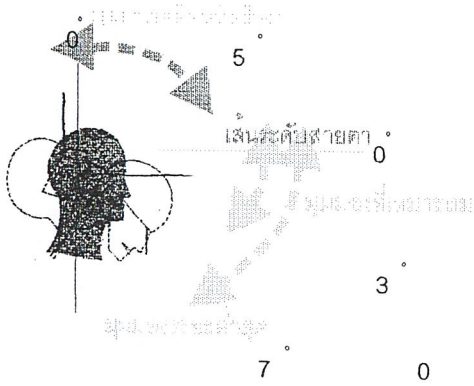
ซึ่งส่วนรองรับข้าวกล้องนี้จะอยู่ติดต่อกับส่วนของการกะเทาะ เพื่อรองรับได้ทันทีพร้อมกับส่วนชั่งน้ำหนักด้านล่าง ซึ่งควรจะสามารถมองเห็นหน้าปัดตาชั่งได้สะดวก

1. การวิเคราะห์ความสูงและความเอียงของหน้าปัดตาชั่งบริเวณส่วนรองรับข้าวกล้อง



แสดงลักษณะการยืนปกติและทัศนวิสัยในการมองหน้าปัดตาชั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

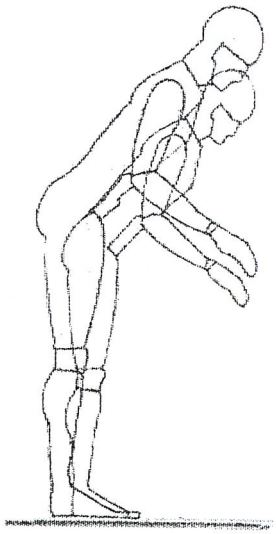


แสดงการเคลื่อนไหวศรีษะและมุมการมองด้านข้าง

สรุป จากข้อมูลความสามารถในการมองของคน มุมมองระดับต่ำสุดที่สามารถมองเห็นโดยไม่ ต้องก้มอยู่ที่ประมาณ 70 องศาจากระดับสายตา ความสูงต่ำสุดของหน้าปัดตาชั่งที่เหมาะสมคือ ประมาณไม่เกิน 70 เซนติเมตรจากระดับพื้นส่วนความเอียงของหน้าปัดจะทำมุม 17.5-20 องศากับแนวระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์ความสูงของส่วนรองรับข้าวกล้องเพื่อความสะดวกในการหยิบถุงข้าวกล้อง



แสดงลักษณะการหยิบถุงข้าวกล้องถึงกลางกำปั้น

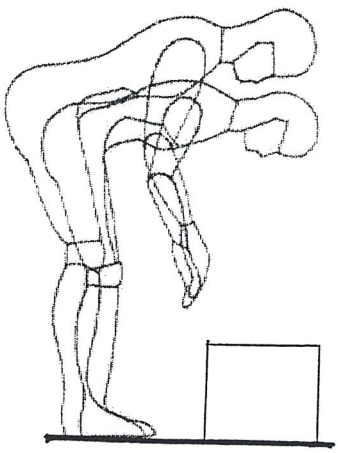
สรุป ความสูงที่ 2.5 เปอร์เซนต์ไทล์ของผู้หญิงมีความสูงประมาณ 50 เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะท่าทางในการหยิบแบบก้มตัวเล็กน้อยจะได้ว่าระยะความสูงในการหยิบข้าวกล้อง ควรจะมีความสูงจากระนาบพื้น โดยประมาณไม่ต่ำกว่า 50 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการหยิบถุงข้าวกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 ความสัมพันธ์ของส่วนรองรับแกลบกับพนักงาน

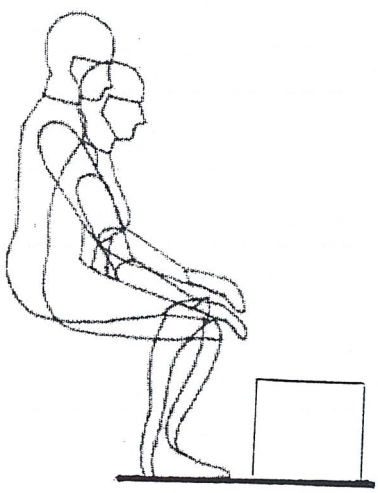
ในการนำแกลบที่อยู่ในภาชนะเพื่อจะนำไปทิ้งนั้น จะต้องอยู่ในท่าจับภาชนะเนื่องจากส่วนรองรับแกลบเป็นส่วนที่อยู่ในระดับล่างสุดและค่อนข้างมีน้ำหนักท่าทางหรือวิธีการจัดยกของจากระดับพื้น มีอยู่ 3 ท่า คือ

ท่าที่ 1 ท่ายืนก้มหลังยก



- ใช้ยกของที่มีขนาดเล็กขึ้นจากพื้น
- ผู้ยกยืนกางขาโดยให้เท้าทั้งสองวางอยู่ด้านข้างแต่ละด้านของภาชนะ ก้มตัวลงแล้วยกวัตถุขึ้นจากพื้นโดยใช้แรงจากกล้ามเนื้อจับ

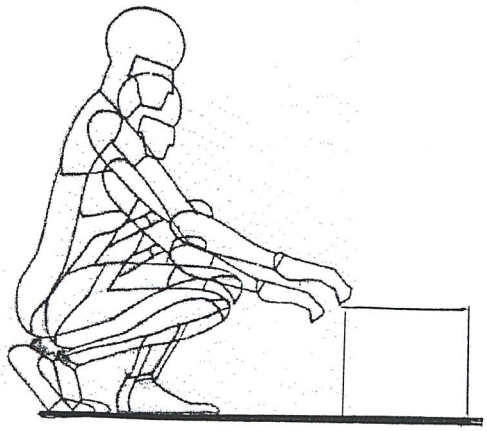
ท่าที่ 2 ท่านั่งย่อขา –หลังเหยียดตรง



- ใช้ยกของที่มีขนาดใหญ่มากจนไม่สามารถยืนกางขาคร่อมวัตถุได้
- ผู้ยกยืนหลังภาชนะแล้วงอขาย่อเข่าลงจับภาชนะแล้วยกขึ้นในลักษณะที่ภาชนะอยู่ด้านหน้าของหัวเข่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท่าที่ 3 ท่านั่งพักที่ส้นเท้า-หลังตรง



- ใช้ในการยกของขนาดพอประมาณ ผู้ยกนั่งย่อเข่าลงแล้วยกวัตถุขึ้นในลักษณะที่วัตถุนั้นอยู่ทางด้านหน้าของหัวเข่าแล้วยกของขึ้นพร้อมกับยกตัว

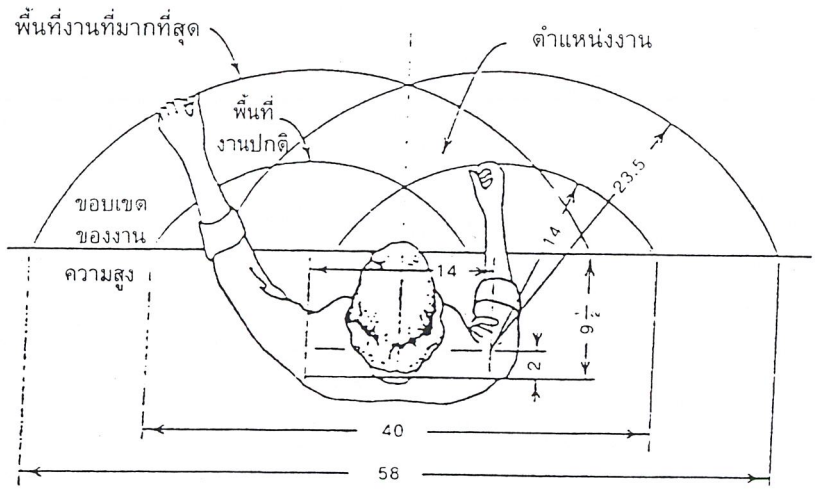
สรุป จากทั้ง 3 ท่า เป็นการยกของจากพื้น ซึ่งในส่วนของภาชนะรองรับแกลบจะต้องมีการนำแกลบไปทิ้ง ซึ่งจะประกอบกับการดึงก่อนแล้วจึงยกจึงไปสอดคล้องกับท่าที่ 3 มากที่สุดเนื่องจากสามารถดึงแล้วจึงยกขึ้นได้ดีสุด ไม่เกิดความเมื่อยล้า ถ้าใช้กับวัตถุที่มีขนาดใหญ่พอสมควร

- **พื้นที่ทำงานในแนวราบ**

พื้นที่ผิวของการทำงานในแนวราบนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

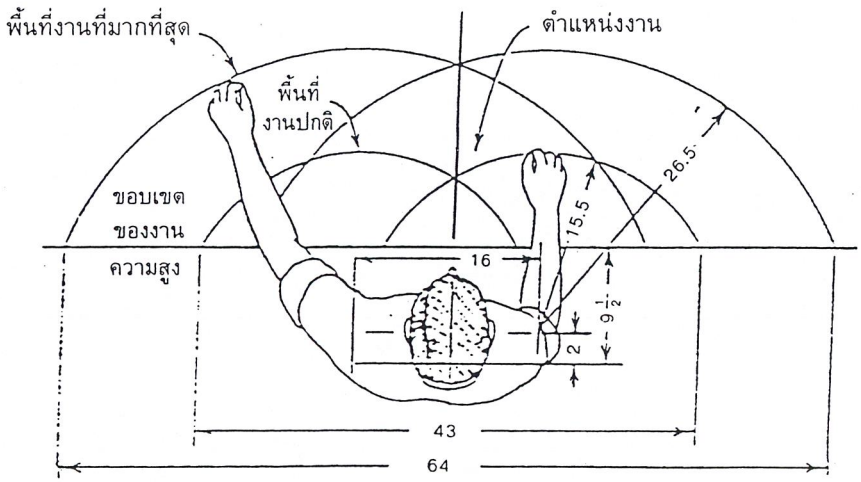
1. พื้นที่ทำงานปกติ (normal working area) เป็นพื้นที่ทำงานที่ผู้ปฏิบัติงานกวาดมือและแขนท่อนล่างทั้งสองข้างเป็นรูปครึ่งวงกลมสอลวงซ้อนทับเกยกันโดยมีจุดหมุนอยู่ที่ข้อศอกและสามารถที่จะหยิบจับวัตถุที่วางอยู่บนพื้นผิวงานได้โดยง่ายและสะดวก พื้นที่ทำงานปกตินี้จะเป็นระยะซึ่งเทียบได้คร่าวๆว่าเท่ากับระยะจากปลายมือถึงข้อศอกของผู้ปฏิบัติงาน
2. พื้นที่ทำงานสูงสุด (maximum working area) หรือระยะเอื้อมมากที่สุดเป็นพื้นที่ทำงานที่ผู้ปฏิบัติงานเหยียดแขนทั้งสองข้างกวาดเป็นรูปครึ่งวงกลมสองวงซ้อนทับกันบางส่วนบนพื้นที่ผิวทำงานโดยมีหัวไหล่เป็นจุดหมุน พื้นที่ทำงานสูงสุดนี้จะเป็นระยะซึ่งเทียบคร่าวๆได้เท่ากับระยะจากปลายนิ้วมือถึงหัวไหล่ของผู้ปฏิบัติงานขณะเหยียดแขนตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผู้หญิง

ผู้หญิง (มีหน่วยเป็นนิ้ว)

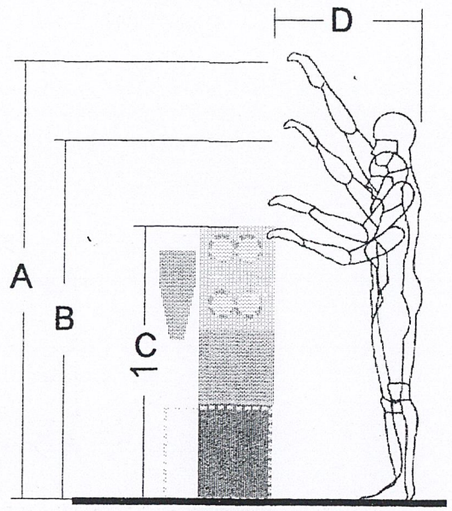


ผู้ชาย

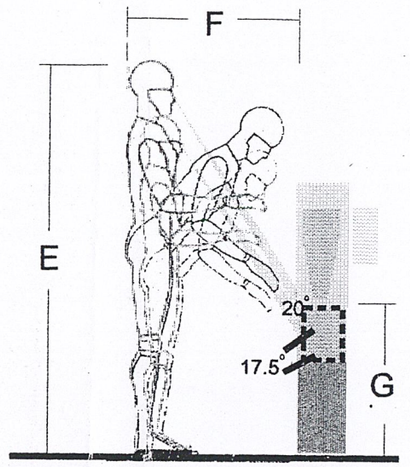
ภาพที่ 2-45 แสดงพื้นที่ทำงานสูงสุดที่เกิดจากการกวาดมือในแนวราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

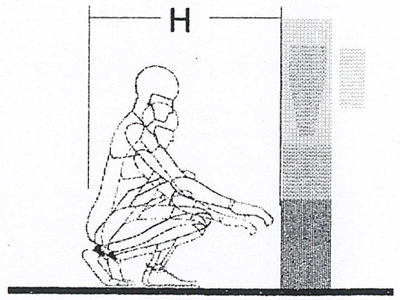
การเทข้าวเปลือก



การหยิบถุงข้าวกล้อง



การยกส่วนบรรจุแกลบ



Part	cm.
A	180.2 max
B	172.3 max
C	120-135.2
D	74.0
E	162.0
F	76.2
G	45.0 min
H	88.0-97.4

สรุป การวิเคราะห์ระยะตามท่าทาง

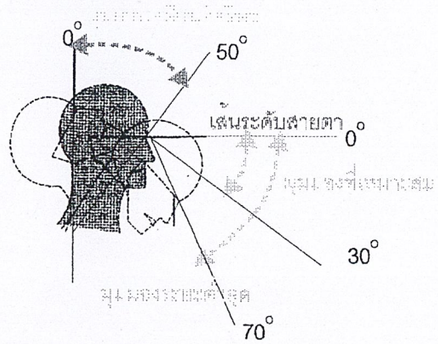
ระยะความสูงของเครื่องสี = 140-450 cm

ระยะการหยิบถุงข้าวกล้องที่ระดับต่ำสุด = 45 cm

หน้าปัดเครื่องชั่งเอียง = 17.5° - 20° กับแนวระดับ

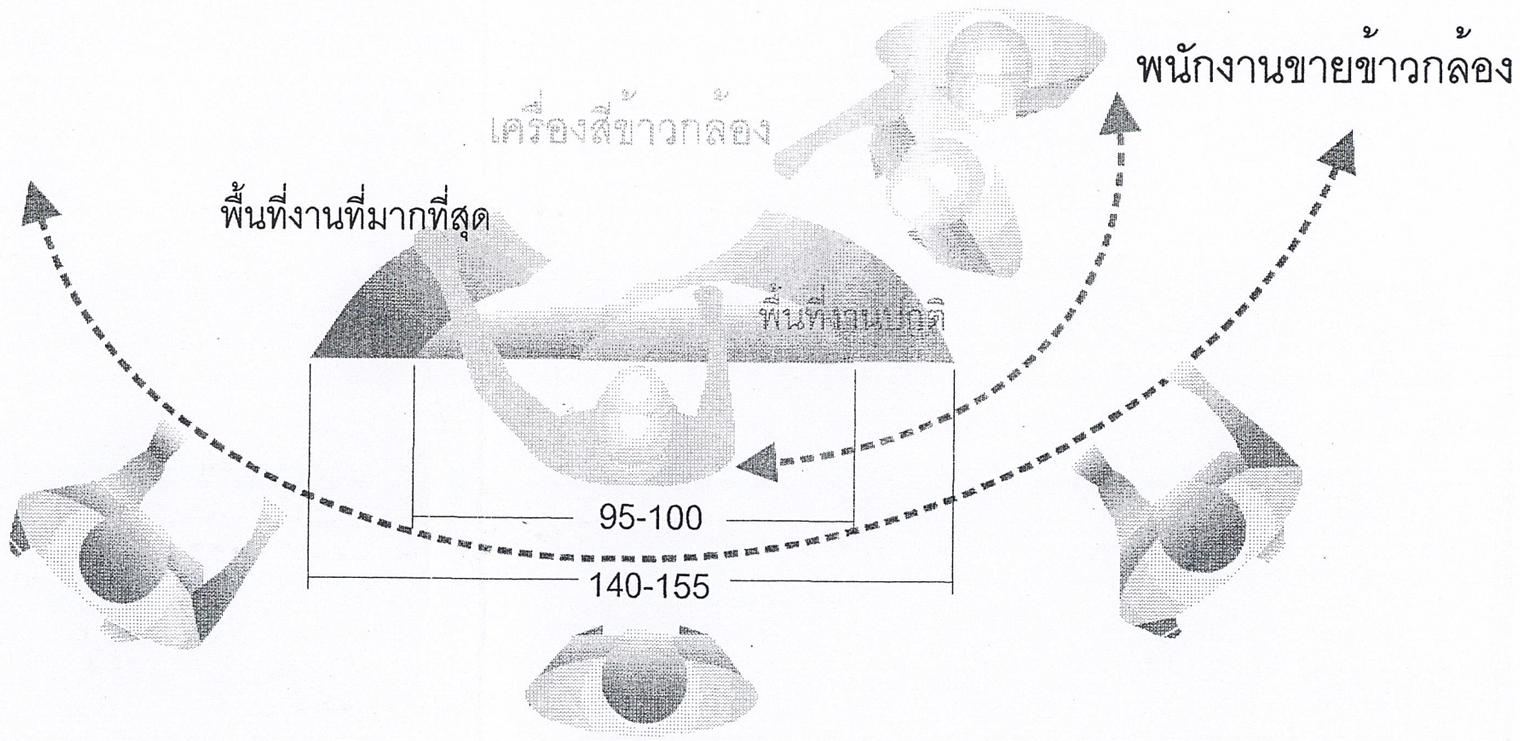
ระยะการเอื้อมหยิบส่วนบรรจุแกลบ = 88 cm min

ช่วงของการหมุนศีรษะและมุมมองในแนวตั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงการซื้อขายข้าวกล้อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 การวิเคราะห์การจัดวางโดยรวมของเครื่องสีข้าวกล้อง (Volume)

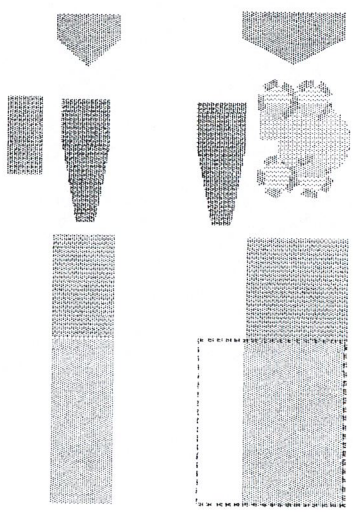
ระบบการกะเทาะข้าวเปลือกด้วยลูกยางนี้จะอาศัยการไหลข้าวตามแรงดึงดูดของโลกลงในแนวดิ่ง และมีการคัดแยกแกลบโดยการใช้ลมดูดทำให้แกลบซึ่งมีน้ำหนักเบากว่าข้าวกล้องถูกดูดออกไป ในอีกทิศทางตามแต่การวางตำแหน่ง โดยอาศัยการขนถ่ายแกลบด้วยท่อนำพาไป

เงื่อนไขการจัดวาง

1. วัสดุ ข้าวเปลือกจะไหลตามมวลในแนวดิ่ง คือ ไหลตามแรงดึงดูดของโลก (g/ 10M/s^2)
2. เครื่องสี มีขนาดเล็ก
   - สามารถวางตั้งพื้นแล้วขนาดสัดส่วนพอเหมาะกับการใช้งานขณะยืน
   - สามารถแสดงให้เห็นการทำงาน
   - ผลิตง่าย

ดังนั้นลักษณะการจัดวางของส่วนประกอบของเครื่องจะเป็นการเรียงลงไปตามลำดับขั้นตอนการทำงานแต่ละส่วน จะแตกต่างก็ที่ส่วนดูดแยกแกลบที่สามารถจัดวางได้อีกหลายรูปแบบ เพื่อให้การจัดส่วนต่าง ๆโดยรวมของเครื่องเป็นไปอย่างเหมาะสม จึงนำมาจัดวางและวิเคราะห์รูปแบบได้ดังนี้

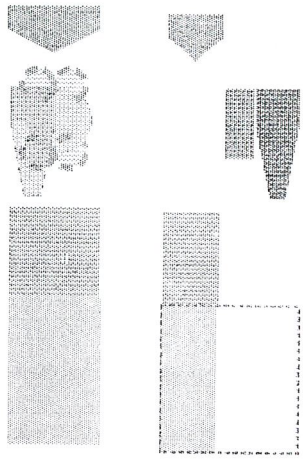
แบบที่ 1



- ส่วนกะเทาะวางเรียงตัวในแนวดิ่ง
- ส่วนดูดแกลบอยู่ทางด้านหลังแล้วส่งต่อไปยังส่วนแยกแกลบด้านข้าง
- ขนาดของเครื่องขยายออกทางด้านข้างเล็กน้อย เพื่อแสดงให้เห็นส่วนไซโคลนคัดแยกแกลบ

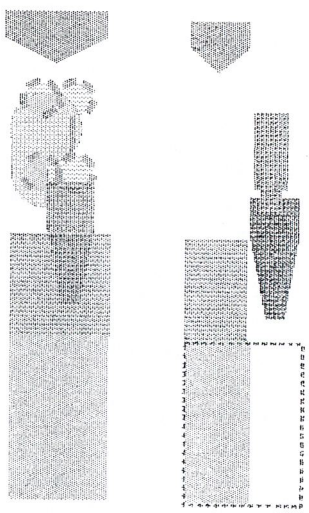
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 2



- ส่วนกะเทาะเปลือกวางตัวเรียงกันในแนวดิ่ง
- **ส่วนดูดแกลบ อยู่ด้านหลังเครื่องและส่งไปคัดแยกทางด้านหลังต่อไปอีกเช่นกัน**
- **ขนาดของเครื่องจะขยายออกทางด้านหลังแสดงให้เห็น แต่ส่วนกะเทาะไม่แสดงไซโคลนส่วนคัดแยกแกลบ**

แบบที่ 3



- ส่วนกะเทาะเปลือกวางตัวเรียงกันในแนวดิ่ง ส่วนดูดแกลบอยู่ทางด้านหลังเครื่อง และส่งไปคัดแยกด้านล่างต่อไป
- ขนาดเครื่องเล็ก แต่กระบวนผลิตค่อนข้างยากและ ไม่แสดงให้เห็นส่วนคัดแยกแกลบ

สรุป เลือกการจัดวางของเครื่องโดยรวมตามแบบที่ 1 เนื่องจากมิติด้านข้างมีขนาดเล็กพอสมควรและแสดงให้เห็นส่นการทำงานทั้งส่วนกะเทาะและส่วนแยกแกลบ อีกทั้งยังผลิตง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทางกายภาพในการทำงาน

2.5.1 เสียง

ในสถานประกอบการไม่ว่าจะเป็นโรงงานหรือสำนักงานบริษัท ผู้ปฏิบัติงานย่อมจะถูกแวดล้อมรอบตัวด้วยสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ เสียง ความสว่าง และสี เป็นต้น มีปัจจัยหลายอย่างทางด้านสภาพสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการผลิตของมนุษย์หรือต่อตัวผู้ปฏิบัติในระบบนั้น ๆ และยังส่งผลกระทบต่อการออกแบบมนุษย์ปัจจัยอื่น ๆ อีกด้วย ขอบเขตของวิศวกรรมมนุษย์ปัจจัยนั้นนอกจากจะพิจารณาที่ตัวงาน ระบบการทำงาน อุปกรณ์เครื่องมือเครื่องจักรต่าง ๆ แล้ว ก็ยังศึกษาครอบคลุมถึงสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่อยู่ในสถานที่ทำงานนั้น ๆ ด้วย

สำหรับคำว่า *สิ่งแวดล้อมในการทำงาน* (Working enviromnent) นี้มีความหมายและขอบเขตที่กว้างขวางมาก โดยทั่วไปแล้วนั้นคำนี้จะหมายถึง *สภาพแวดล้อมทางกายภาพ* (physical environments or surroundings) และในหนังสือเล่มนี้ก็จะหมายความตามนี้เช่นกัน

โดยทั่ว ๆ ไปแล้วสิ่งแวดล้อมในการทำงานนั้นแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ ดังนี้

1. สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (physical environment) ได้แก่
   - เสียง
   - แสงสว่าง
   - อุณหภูมิ ความชื้น
   - ความสั่นสะเทือน
   - ความกดดันบรรยากาศ
2. สิ่งแวดล้อมทางเคมี (chemical environment) ได้แก่
   - ฝุ่นดิน ละอองไอ
   - ไอระเหย ฝุ่นของโลหะ
   - ก๊าซ เขม่าควัน
3. สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ (biological environment) ได้แก่
   - แบคทีเรียและปรสิต
   - ไว้รัส เชื้อโรคต่าง ๆ
   - ราและยีสต์

โดยในที่นี้เราจะมุ่งกล่าวเน้นถึงเฉพาะเนื้อหาในแง่ของเออร์กอนอมิก ส์ ซึ่งมีความสำคัญในด้านการออกแบบและปรับปรุงสิ่งแวดล้อมทางด้านกายภาพที่มีอยู่ในสถานที่ทำงานนั้น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานเป็นส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงดัง (Noise)

เสียงในแง่ของวิศวกรรมมนุษย์ปัจจัยนั้นมีอยู่ 2 ชนิดคือ

1. Sound คือเสียงที่เมื่อได้ยินแล้วผู้ฟังรู้สึกไม่รำคาญ หรือไม่รู้สึกว่าถูกรบกวน เช่น เสียงนกร้อง เสียงดนตรีที่ตนชื่นชอบ เสียงลมพัดเบา ๆ เสียงพูดคุยสนทนาในกลุ่ม มีผู้รู้บางท่านเรียกเสียงเช่นนี้ว่า เสียงสบอารมณ์

2. Noise คือเสียงที่ไม่ต้องการ (unwanted sound) หรือเสียงที่ได้ยินแล้วมีผลกระทบต่อสรีระร่างกาย สภาวะจิตใจ และประสิทธิภาพในการทำงาน เช่น เสียงเจาะถนน เสียงปืน เสียงที่ดัง ๆ หยุด ๆ เป็นพัก ๆ เสียงเครื่องจักรกลทำงาน เสียงเครื่องบิน ฯลฯ มีผู้เชี่ยวชาญบางท่านเรียกเสียงลักษณะเช่นนี้ว่า เสียงอึกทึก เสียงไม่สบอารมณ์หรือเสียงรบกวน

คำจำกัดความของคำว่าเสียงดังว่า เสียงดังเป็นสิ่งเร้าหรือสิ่งกระตุ้นที่สื่อออกมากับตัวเสียงนั้น โดยไม่มีความหมายที่เกี่ยวข้อกับการมีอยู่หรือความสำเร็จของงาน จากนิยามนี้เราพอจะตีความหมายออกได้เป็น 2 ประเด็นคือ

1. เสียงดัง คือเสียงที่เกิดจากการทำงานที่ไม่สื่อสารข้อมูลที่มีประโยชน์ออกมา เช่น เสียงเครื่องจักร เสียงเครื่องยนต์ เสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญ ฯลฯ
2. เสียงดัง คือเสียงที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทำงาน ช่น เสียงรบกวนจากภายนอก หรือเสียงที่ผู้ฟังไม่ต้องการได้ยิน ฯลฯ

เสียงดังที่เกิดขึ้นนั้น เราอาจจะพิจารณาจากลักษณะของเสียงได้ 3 ประการ คือ

1. ความถี่เสียง (pitch) คือ ความถี่ของเสียง (freequency of sound) มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (hertz;Hz) โดยมีเสียงที่มีความถี่มาก ๆ จะถือว่าเป็นเสียงสูง ส่วนเสียงที่มีความถี่น้อย ๆ จะเป็นเสียงต่ำหรือเสียงทุ้ม
2. ความเข้มเสียง (intensity คือ ความดังของเสียง (loudeness) มีหน่วยวัดเป็นเดซิเบล (decibel-dB)
3. คุณภาพ (quality) ของเสียง ความชัดเจน ความใสของเสียง เสียงบางชนิดอาจดังมากเกินไป เราก็จะถือว่าเป็นเสียงที่มีคุณภาพไม่ดี

สภาวะของเสียงเหล่านี้นั้นจะมีผลกระทบทั้งในทางที่เพิ่มและลดประสิทธิภาพในการทำงาน รวมทั้งมีผลต่อความปลอดภัยและสุขภาพอนามัยของผู้ได้ยินเสียงเองด้วย มันจะทำให้เกิดอันตรายต่อระบบการได้ยิน ทำให้อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ทำงานผิดปกติ และเป็นอันตรายต่อความปลอดภัยในการทำงานของมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงและการได้ยิน (Noise and Hearing)

เสียงเป็นพลังงานชนิดหนึ่งที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของแหล่งกำเนิดเสียง และการเปลี่ยนแปลงของความดันที่เกิดขึ้นในตัวกลาง (media) ใดตัวกลางหนึ่ง เช่น อากาศ น้ำ ฯลฯ เสียงนั้นอาจจะเกิดมาจากการพูดของคน การทำงานของเครื่องจักรกล การสั่นสะเทือน การเสียดสี การกระทบกันของวัตถุ และการสะท้อนของเสียงเองก็ได้

หมายเหตุ : คลื่นเสียงจะไม่สามารถผ่านไปได้ในที่ที่ไม่มีอากาศ (หรือที่เรียกกันว่าสูญญากาศ)

ปกติแล้วเสียงจะมีช่วงความถี่ที่กว้างมาก แต่พิสัยการได้ยินเสียงของหูมนุษย์จะอยู่ระหว่างช่วงความถี่เสียง 20 – 20,000 เฮิรตซ์ ปกติหูของคนจะมีความไวต่อเสียงที่มีความถี่ต่าง ๆ แตกต่างกันไปไม่เท่ากัน โดยหูคนเราจะมีความไว้น้อยต่อเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 1,000 เฮิรตซ์ และหูคนจะมีความไวมากต่อเสียงที่มีความถี่สูง ๆ ดังนั้นที่ความเข้มเสียง (intensity) เท่ากัน เสียงที่มีความถี่ต่ำหรือเสียงทุ้มจะมีระดับความดัง (loudness) น้อยกว่าเสียงที่มีความถี่สูงหรือเสียงแหลม หรือกล่าวได้อีกอย่างว่า เสียงที่มีความถี่ต่ำจะต้องมีความเข้มของเสียงมากจึงจะดังเท่ากับเสียงที่มีความถี่สูงกว่า

ระดับความดันเสียงและการวัดเสียง (Sound Pressure Level and Noise Measurement)

ในการประเมินอันตรายของเสียง เราจะต้องทราบถึงระดับความดันของเสียงนั้น (sound pressure level : SPL) หรือความดังเสียง ซึ่งมันมีหน่วยวัดเรียกว่า เดซิเบลสเกลเอ (decibel – A) ซึ่งเป็นหน่วยวัดเสียงที่รู้จักกันดี และเป็นที่ยอมรับและใช้กันทั่วโลก ซึ่งความดังเสียงที่หูมนุษย์สามารถรับฟังได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0 –140 เดซิเบล-สเกลเอ (dBA)

ต่อไปนี้คือที่มาของค่าของหน่วยวัดเสียงแบบเดซิเบล โดยมีสูตรการคิดคำนวณว่า

$$SPL(dB) = 10 \log (P/Po)^2$$

$$= 20 \log (P/Po)$$

โดยที่ SPL = ระดับความดันเสียง มีหน่วยเป็นเดซิเบล

P = ความดันเสียงต่อพื้นที่ มีหน่วยเป็น N-m

ซึ่งความดังเสียงที่ศูนย์เดซิเบลนั้นเป็นความดังเสียงที่น้อยที่สุดที่สามารถจะกระตุ้นให้คนปกติในวัยผู้ใหญ่เริ่มได้ยินเสียง ความดังอันนี้คือเป็นขีดเริ่มเปลี่ยนของการได้ยิน (threshold of hearing) ส่วนเสียงที่มีความดังตั้งแต่ 140 เดซิเบลขึ้นไปจะทำให้คนฟังรู้สึกปวดหูและเป็นอันตรายต่อเซลล์รับรู้การได้ยิน (hair cell) ที่หูส่วนในได้

เสียงดังอาจจะเกินขนาดไปทั้งในแง่ของความเข้มเสีย (noise intensity) หรือความถี่เสียง (noise frequency) หรือทั้งสองอย่างรวมดัน โดยปกติมาตรฐานแล้วระดับความเข้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงสูงสุดที่ยอมรับได้จะอยู่ในระหว่างค่า 90 เดซิเบล-สเกลเอ แต่ระดับความเข้มเสียงน้อยก็อาจเป็นที่น่ารำคาญเช่นกันถ้าหากว่าเป็นเสียงที่มีความถี่สูง ๆ

มาตรฐานเสียง (Standards of Noise)

การกำหนดมาตรฐานเสียงที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยจะช่วยผู้บริหารของสถานประกอบการในด้านของการควบคุมสิ่งแวดล้อมด้านเสียงให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อตัวผู้ปฏิบัติงาน ทั้งนี้จะขอยกตัวอย่างในประเทศดังนี้

- มาตรฐานในประเทศ

1. ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม หมวดที่ 3 ข้อที่ 13 และ 14 กำหนดระดับเสียงดังภายในสถานประกอบการเอาไว้ดังแสดงในตาราง
2. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4 (พ.ศ.2514) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2512 เรื่องหน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานหมวดที่ 12 ข้อที 39 กำหนดว่า ต้องจัดให้ทุกคนที่อยู่ในบริเวณที่มีเสียงดังเกินกว่า 80 เดซิเบล หรืออยู่ในบริเวณที่มีเสียงดังอันอาจเป็นอันตรายต่อแก้วหูนั้น ต้องใช้ที่อุดหู (ear plug) ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันอันตราจากเสียง

ตาราง 2-8 แสดงมาตรฐานระดับความดังของเสียง, กระทรวงมหาดไทย

ระยะเวลาที่ได้ยินเสียงต่อวัน (ชั่วโมง/วัน)	ระดับเสียงที่ได้รับติดต่อกัน (เดซิเบล-เอ)
7	91
7-8	90
8	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลกระทบและอันตรายจากเสียงดัง (Effects of Noise)

ในการพิจารณาถึงระดับความรุนแรงของผลกระทบจากการได้รับเสียงต้องคำนึงถึงปัจจัยดังนี้ ระดับความดันของเสียง (ความดัง) ความถี่ของเสียง และระยะเวลาที่ได้รับเสียง ปัยจัยทั้งสามนี้เป็นตัวแปรที่สำคัญโดยตรงที่ใช้ในการประเมินอันตรายจากเสียง

เสียงรำคาญกับการปฏิบัติงาน (Annoying Noise and Industrial Works)

เสียงรำคาญเป็นเสียงที่ทำให้ผู้ฟังมีประสิทธิภาพในการทำงานลดลง และมีผลต่อจิตใจของผู้ปฏิบัติงาน เช่น ทำให้เสียสมาธิ รู้สึกหงุดหงิด และยังทำให้การติดต่อสื่อสารกันเป็นไปอย่างยากลำบาก ได้ใจความขาดตกบกพร่องไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

ระดับเสียงที่จะทำให้เกิดความรู้สึกรำคาญนั้นจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยด้วยกัน เช่นเสียงยิ่งดังมากเกินกว่าเสียงดังปกติดั้งเดิม (background noise) มากเท่าใด ก็ยิ่งเพิ่มความรำคาญต่อผู้ฟังมากตามไปด้วย เช่น เสียงที่ดังสูงกว่า 30 เดซิเบลจะมีผลต่อความรำคาญของผู้ที่อยู่ในห้องอาหารหรือห้องประชุม เสียงที่สูงกว่า 40 เดซิเบลจะมีผลต่อความรำคาญของผู้ปฏิบัติงานในสำนักงานขนาดเล็กและในอาคารบ้านพัก ส่วนเสียงที่สูงกว่า 52 เดซิเบลจะมีผลต่อความรำคาญของผู้ปฏิบัติงานในสำนักงานขนาดใหญ่ ดังนี้เป็นต้น

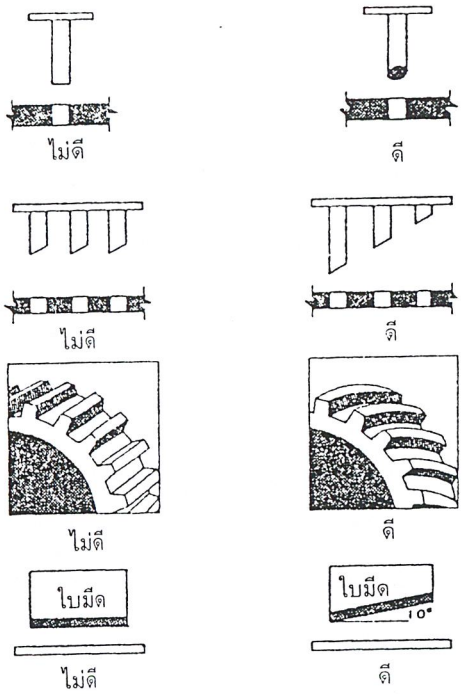
การควบคุมและป้องกันอันตรายจากเสียงดัง (Noise Controls in the Workplacd)

ในการวางแผนที่จะลดหรือควบคุมอันตรายจากเสียงดัง ผู้วางแผนการแก้ไขปัญหาเรื่องเสียงควรที่จะต้องทำการวิเคราะห์ประเมินคุณลักษณะของเสียงเสียก่อน อันจะทำให้ได้ทราบถึงปัญหาที่แท้จริง แล้วนำผลที่วิเคราะห์ได้มาเปรียบเทียบกับระดับเสียงมาตรฐานต่อไป

การแก้ไขโดยใช้หลักทางวิศวกรรม (engineering control)

1. การควบคุมที่แหล่งกำเนิดเสียง (control at noise sources) ปกติเราจะแบ่งการควบคุมแบบนี้ออกเป็น 2 ลักษณะคือ
   ก. การวางแผนป้องกันล่วงหน้า (plan ahead) ตัวอย่างได้แก่
      - การวางแผนเปลี่ยนกระบวนการผลิตโดยการเลือกใช้อุปกรณ์ ที่ไม่ก่อให้เกิดเสียงดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2-46 การยืดระยะเวลาออกแรงกระทำระหว่างวัตถุให้ยาวนานขึ้น จะทำให้ลดเสียงดังลงได้ เช่น การเอียงมุมของใบมีดตัด, หัวพันช์ของเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะ และการเอียงมุมของเฟืองเกียร์ เป็นต้น

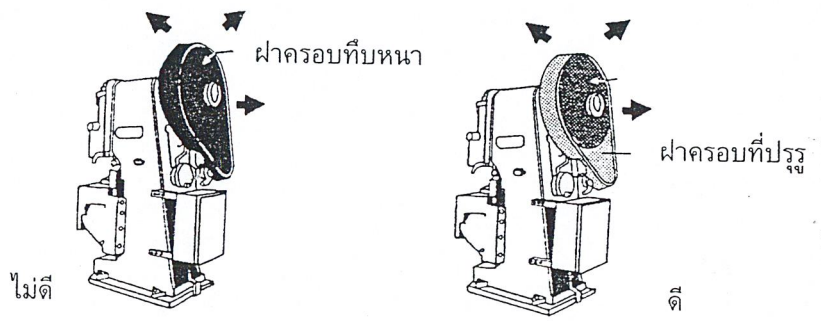
- การพยายามลดการกระทบกันระหว่างโลหะ (metal-to-metal contace) ในตัวเครื่องจักหรือในขณะการทำงาน (เนื่องจากคุณสมบัติประการหนึ่งของโลหะคือ เคาะแล้วมีเสียงดังกังวาน) โดยการพยายามใช้พลาสติก ไฟเบอร์กลาส หรือไม้ เป็นตัวรองรับ (backup) หรือแทรกคั่นกลางระหว่างโลหะสองชิ้น
- การทดแทนด้วยกระบวนการทำงานที่มีเสียงดังน้อยกว่า เช่น
  - ลดการใช้เครื่องมือที่มีการกระทบกระแทกกันมาก (impact tool) เช่น ในการยึดวัสดุชิ้นงานให้ติดกัน ก็ให้เปลี่ยนมาใช้การเชื่อม (welding) แทนการย้ำหมุด (riveting) เป็นต้น
  - ทดแทนการใช้เครื่องยนต์สันดาปเชื้อเพลิงมาเป็นเครื่องยนต์ใช้พลังงานไฟฟ้าแทน
  - เปลี่ยนระบบการส่งถ่ายกำลังจากการใช้เฟืองเกียร์ (gear transmission) ที่มีเสียงดังไปเป็นการใช้สายพานส่งกำลัง (belt transmission) แทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ติดเครื่องเก็บเสียงหรือเครื่องกรองเสียง (muffler) สำหรับเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ที่มีเสียงดังมาก ๆ

ข. การปรับปรุงแก้ไขที่แหล่งกำเนิดเสียง (modify the noise source)

- การใช้ฐานรองเครื่องจักรเพื่อลดเสียงดัง หรือ บุบริเวณระหว่างตัวเครื่องจักรกับผิวพื้นที่มีการสั่นสะเทือนด้วยวัสดุกันการสั่นสะเทือน หรือฉนวนกันเสียง
- การติดตั้งแหล่งกำเนิดเสียงให้มั่นคงยึดติดกับพื้น (floor) และพื้นที่มีผิวเรียบจะช่วยลดเสียงดังอันเกิดจากการสะท้อนเสียงดัง (noise reflection) ได้มากกว่าพื้นที่มีผิวเป็นลอนลูกคลื่น หรือผิวที่หยาบขรุขระ
- การซ่อมแซมบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องจักรกลอยู่เสมอ เช่นการเปลี่ยนชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ชำรุดที่เป็นสาเหตุของการเกิดเสียงดังที่ผิดปกติ การขันน็อตต่าง ๆ ให้ชิ้นส่วนที่เป็นแหล่งกำเนินเสียงยึดติดแน่น การใช้น้ำมันหล่อลื่นเพื่อช่วยลดการเสียดสีระหว่างชิ้นส่วนภายในเครื่องจักรกล
- การใช้ระบบฝาครอบปิดแหล่งกำเนิดเสียง หรืออุปกรณ์ดูดเสียงติดตั้งไว้ที่เครื่องจักร ซึ่งฝาครอบที่ปรุรูจะช่วยลดเสียงดังมากกว่าฝาครอบที่ทึบหนา เพราะจะไปลดการเกิดกำทอนเนื่องมาจากการสั่นสะเทือนได้มากกว่า



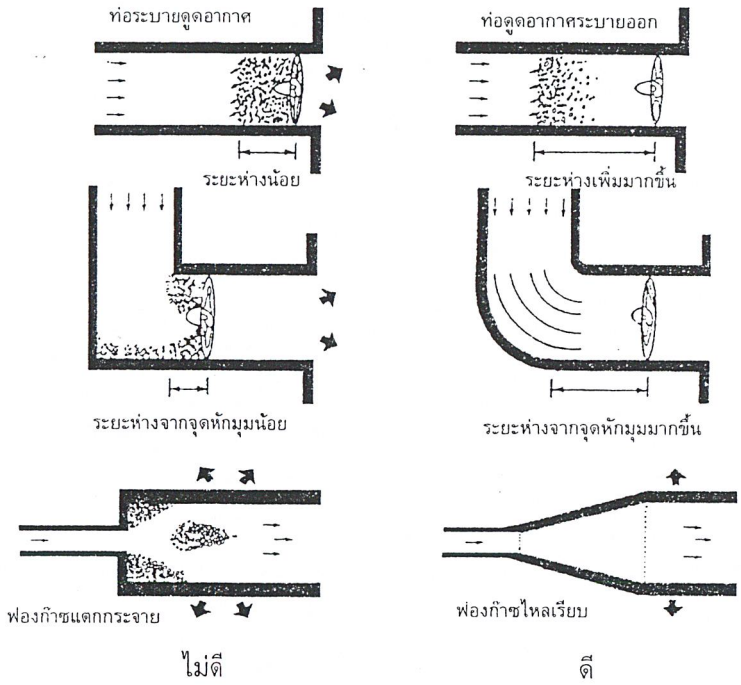
ภาพที่ 2-47 ฝาครอบปิดแหล่งกำเนิดเสียงที่ปรุรูจะช่วยลดการสั่นสะเทือน และเสียงให้ดังน้อยลงกว่าฝาครอบปิดแบบทึบหนาตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมเส้นทางผ่านของเสียงจากแหล่งกำเนินเสียง

- ใช้วัสดุเก็บเสียงเพื่อดูดซับหรือกั้นเสียง (acoustic shield or sound barriers) (เช่น พรม ผ้า ไม้คอร์ก ไม้อัด โฟม ยาง ผ้าขนสัตว์ ตะกั่ว ฯลฯ) บุติดที่ผนัง ที่หลังคา
- สร้างสิ่งกีดขวางเส้นทางผ่านของเสียง เช่น กำแพงกั้นเสียง (sound wall) ที่ทำด้วยคอนกรีตหรืออิฐ
- ลดการส่งถ่ายความดังเสียงและช่วยประหยัดพลังงานโดยการหักเหทิศทางเดินของเสียงในอากาศเพื่อให้เดินทางช้าลง เช่น ทำประตูซ้อนเป็นสองชั้น (double doors/intervening air lock) หรือกระจกหนาสองชั้นโดยให้ตรงกลางกลวงเป็นสุญญากาศระยะห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร (10 cm airspace)
- เสียงนั้นมีคุณสมบัติกระจายคลื่นออกไปในทุกทิศทาง โดยปกติเสียงเดินทางเป็นเส้นตรงและราบเรียบ (smooth flow) จะมีความเงียบมากกว่าเสียงที่แตกพร่ากระจาย ดังนั้นความดังของเสียงในที่โล่ง ๆ จึงมีการกำหนดตัวคูณความดัง เป็น 0 แต่ถ้ามีวัตถุทรงกลมมาขวาง การกระจายของเสียงจะแตกออก จึงมีค่า Q เพิ่มเป็น 2 (เนื่องจากคลื่นเสียงจะผ่านทรงกลมได้เพียงครึ่งหนึ่งของปริมารทั้งหมด) ถ้ามีกำแพงสองกำแพงมาต่อชนหรือมีผนังที่เป็นมุมฉากมากั้นเสียงแล้วค่า Q จะเท่ากับ 4 และยิ่งถ้าเป็นกำแพงที่มีมุมผิวโค้งนั้นจะทำให้เสียงมีค่า Q เพิ่มเป็น 8 ซึ่งจะทำให้การสะท้อนเสียงมีความดังมาก นั่นจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ลำโพงหรือโทรโข่งมีรูปเป็นทรงกระบอกโค้งกลวงดังที่เราเห็นกันก็เพื่อเพิ่มความดังของแหล่งกำเนินเสียงนั่นเอง ดังแสดงในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2-48 การเดินทางในลักษณะเป็นเส้นตรงและราบเรียบของคลื่นเสียงจะให้ระดับความดังที่น้อยกว่าเสียงที่เดินทางแบบแตกพร่า กระจาย หรือหมุนอลวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพแวดล้อมในการสีข้าวด้วยเครื่อง

ทางกายภาพ — เสียง

ทางเคมี — ฝุ่น

เสียงดัง

สาเหตุของเสียงดัง

หลักการทางวิศวกรรม

มอเตอร์ต้นกำลัง — เลือกใช้มอเตอร์ กระแสสลับที่ทำงานเงียบ

อุปกรณ์ส่งกำลัง — เลือกใช้ระบบสายพานส่งกำลัง

หลักการทางการออกแบบ

การสั่นสะเทือน — ใช้ฐานรองที่ยืดหยุ่นและโครงสร้างที่แข็งแรง

การกระทบกันของวัตถุ — ใช้วัสดุที่มีการสะท้อนภายในต่ำ

การสะท้อนของเสียง — ใช้วัสดุที่ดูดซับเสียง

ออกแบบให้มีฝาครอบปิดลดการกำทอน

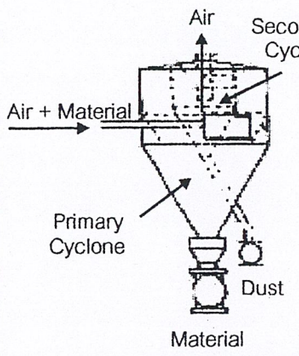
แนวทางการแก้ปัญหา

สรุป เลือกการกรองฝุ่นละอองตามแบบที่ 2 ถังกรอง 2ชั้น

ฝุ่นละออง

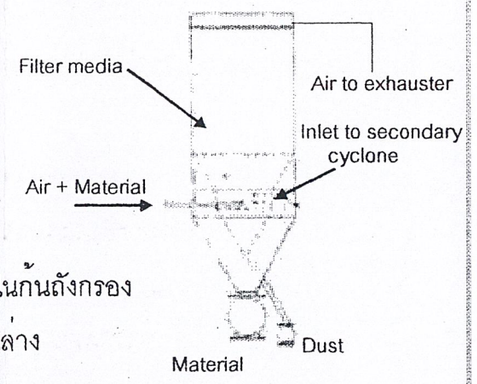
เกิดจากการแยกตัวของแกลบกับลมที่ใช้ดูดแกลบซึ่งจะมีฝุ่นละอองละเอียดปะปนไปในอากาศ

แนวทางการแก้ปัญหา



① ไซโคลน 2 ชั้น

คือถังไซโคลน 2 ชั้นวางขนานกันทำให้การแยกผงละเอียดได้ดีขึ้น



② ถังกรอง 2 ชั้น

ใช้กรองฝุ่นโดยติดไซโคลนภายในก้นถังกรอง

โดยวัสดุที่เป็นเม็ดแยกออกด้านล่าง

ฝุ่นและอากาศจะเข้ามาในไซโคลนแยก

ฝุ่นออกส่วนหนึ่ง ที่เหลือจะผ่านเข้าถุงผ้าเมื่อทำความสะอาดถุงผ้า

ฝุ่นจะหล่นลงในไซโคลนและปล่อยออก ระบบนี้มักใช้กับเมล็ดธัญญพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 สีและจิตวิทยาการใช้สี

ในด้านจิตวิทยา สี ถือว่าเป็นสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดความรู้สึกตอบสนอง และยังมีอิทธิพลต่อความรู้สึกของมนุษย์ สามารถเปลี่ยนอารมณ์ นิสัย ตลอดจนพฤติกรรมของมนุษย์ได้ สีที่เกี่ยวกับจิตวิทยาพอจะสรุปได้เป็นหลักใหญ่ๆได้ดังนี้

ทางทฤษฎีจะแบ่งแม่สีออกเป็น 3 สี คือ

1. สีแดง (Red)
2. สีน้ำเงิน (Blue)
3. สีเหลือง (Yellow)

เมื่อได้ทำการผสมสีทั้ง 3 จะให้สีใหม่เกิดขึ้นเมื่อนำมาวางเรียงเป็นวงจร โดยอาศัยหลักทฤษฎีของ Munsel สามารถแบ่งสีเป็น 2 ประเภท คือสีร้อนและสีเย็น

<u>สีร้อน</u> คือ สีที่ดึงดูดความรู้สึก (Advancing colerer) มีความรู้สึกสะดุดตาเมื่อมองไกล เป็นสีที่ทำให้กระชุ่มกระชวย

<u>สีเย็น</u> คือ เป็นสีที่ไม่ดึงดูดความรู้สึก ไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบายตา สามารถมองได้นานๆ โดยไม่ระคายเคืองตา

การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์ นอกจากความสวยงามแล้ว สียังมีผลในการทำให้เกิดความรู้สึก ทางด้านอื่นซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

1. อิทธิพลสีที่มีต่อความรู้สึก

ต่อไปนี้เป็นลักษณะของสีที่เกี่ยวกับความรู้สึก โดยแบ่งสีออกเป็นสกุลใหญ่ๆคือ

<u>สีแดง</u> จัดอยู่ในพวกสีร้อน ไม่เพียงแต่ให้ความรู้สึกตื่นเต้นเร้าใจ ในทางโรงงานถือว่าเป็นสีที่เกี่ยวข้องกับอันตราย เป็นสีต้องห้าม การระมัดระวัง การใช้สีพวกสกุลสีแดงสำหรับผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อย อาจทำให้ผลิตภัณฑ์เด่นขึ้นมากได้ แต่ถ้าใช้มากเกินไป อีกทั้งใช้สีสดก็จะมีผลทางจิตวิทยาได้เช่นกัน

<u>สีส้ม</u> เป็นสีสดใส มองเห็นได้ไกล แสดงความรู้สึกเตือนอยู่ตลอดเวลา เมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดความรู้สึกสะอาดดูเบาขึ้น

<u>สีเหลือง</u> เป็นสีที่สามารถอยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ คือสามารถเป็นได้ทั้งสีเย็นและสีร้อน แต่ขึ้นอยู่กับความเข้มและความแรง (Chrome) ของสีเหลืองโดยทั่วไปทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่น ร่าเริง สดใส สีเหลืองอ่อนทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด มีความสว่าง แต่ถ้ามีความเข้มของสีมากไปจะทำให้สมองเกิดหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ใกล้ไปทางสีส้มจะคล้ายกับของเล่นทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่และคล้ายกับของเทียม สีเหลืองเนยจะทำให้ผลิตภัณฑ์สว่างมากขึ้น สีเหลืองเขียว จะช่วยในด้านความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีม่วง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะเหมือนกับสีเหลือง โดยทั่วไปให้ความรู้สึกเศร้า ทำให้ง่วงเศร้า บางครั้งอาจแสดงว่าเป็นสีที่มีความลึกลับ แต่สีม่วงก็มีลักษณะของความสง่างาม ทำให้ดูมีค่า เช่น สีม่วงอ่อน

สีน้ำเงิน จัดอยู่ในพวกสีเย็น สีน้ำเงินเข้มทำให้ความรู้สึกสดสงบ ลึกลับทำให้เกิดสมาธิ เป็นสีที่บ่งบอกถึง ความสุภาพ ความหนักแน่น สีน้ำเงินอ่อนเช่นสีน้ำทะเลหรือฟ้าจะมีความสดใส ถ้าอมเขียวเล็กน้อยสามารถทำให้รู้สึกตื่นเต้นได้

สีเขียว ให้ความรู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวย ใช้พักสายตาได้ สีเขียวใบไม้หรือเขียวเข้ม ใช้ได้ก็ในการเน้นส่วนพื้นหรือฐาน แสดงถึงความสงบเยือกเย็นได้

สีน้ำตาล จัดอยู่ในพวกสีอุ่น เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้ง ไม่ให้ความพักผ่อน ถ้าใช้โดดเดี่ยวจะทำให้งานเกิดความรู้สึกสลดหดหู่ใจ

สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เคร่งขรึม สุภาพเรียบร้อย เป็นผู้ดี สามารถใช้เป็นสีกลางได้กับทุกสี เพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่นๆ ดูสบายตา

สีดำ โดยปกติ สีดำเป็นสีที่ให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกลับ แต่ให้ความรู้สึกหนักแต่มั่นคง การใช้สีดำสลับกับขาว ในพื้นที่รวมกับสีอื่นๆ จะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่า มีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำกับผลิตภัณฑ์ ทำให้ดูแล้วมีความแข็งแรง และไม่สกปรกง่าย

สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดดเดี่ยวให้ความรู้สึกเย็น สามารถใช้เป็นสีของฐานหรือส่วนที่อยู่ต่ำกว่าเพื่อเน้นให้เด่น

2. Color and texture

บางครั้งสีกับลักษณะผิวไม่เรียบของวัตถุที่ทา ก็สามารถให้ความรู้สึกต่ออารมณ์ที่ต่างกัน เช่น ลูกบิลเลียดกับลูกมะกรูดที่มีลักษณะของผิวต่างกัน ถ้านำมาทาสีดำก็จะทำให้เกิดความรู้สึกที่แตกต่างกัน ลูกบิลเลียดจะดูน่าจับต้องมากกว่า

3. สีของเนื้อวัสดุเอง

การปรากฏของสีของเนื้อวัสดุเอง ก็ให้ความรู้สึกก่อความคิดของมนุษย์ถึงตัววัสดุนั้นๆ หากเราผสมสีให้เหมือนกับสีของอลูมิเนียมแล้วนำไปทาที่กล่องกระดาษก็สามารถเน้นความรู้สึกทำให้เห็นกล่องกระดาษนั้นเป็นกล่องอลูมิเนียมได้เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สีสามารถทำให้เห็นเป็นว่า เข้ามาใกล้หรือห่างออกไปได้เช่น

สีแดง (RED) ทุกสี ให้ความรู้สึกว่าเป็นสีที่อยู่ใกล้กว่าระยะจริง เพราะเป็นสีที่สะท้อนตัวเองมากและมากกว่าสีอื่นๆ

สีน้ำเงิน (BLUE) ทุกสี จะให้ความรู้สึกของสีว่าอ่อนกว่าสีเดิมของตัวมันเอง หรือจะรู้สึกว่าสีอยู่ไกลกว่าระยะจริง เพราะค่า (VALUE) ของสีน้ำเงินแก่ใกล้กับสีดำ เป็นสีที่เก็บแสง ไม่สะท้อนออกจึงรู้สึกไกลกว่าของจริง

สีเขียว (GREEN) ทุกสีไม่มีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของระยะเพราะไม่เกิดการสะท้อนมากเหมือนสีแดง ประกอบกับสีเขียวเป็นสีธรรมชาติที่มีอยู่ทั่วๆไป การเปลี่ยนแปลงจึงไม่มี

5. สีที่เมื่อเราใช้ในเนื้อที่มากๆ แล้วไม่น่าดูนั้น แต่ถ้าใช้เพียงเล็กน้อย อาจจะทำให้น่าสนใจมากขึ้นและอาจเสริมความน่าดูให้กับสีอื่นได้

6. เมื่อใช้สีเข้มจัดคู่กับสีอ่อนจัด จะทำให้แลเห็นเด่น และมีชีวิตชีวากว่าใช้สีที่มีค่าของความเข้มหรือจากใกล้เคียงกันมาก

7. สีที่มีความสดใสพอๆกัน เมื่อใช้ด้วยกันจะช่วยดึงดูดความสนใจได้เร็ว มักใช้ในการออกแบบป้ายหรือภาพโฆษณา

8. หลักในเรื่องความเด่นของสี มีอยู่ว่าควรจะต้องมีสีชนิดใดชนิดหนึ่งปรากฏเด่นออกมามากกว่าเพื่อน จะเป็นสีอุ่นหรือสีเย็นก็แล้วแต่ การใช้สีที่ไม่น่าดูอย่างหนึ่งก็คือ แต่ละสีที่ใช้ปริมาณเท่ากันไปหมด ถ้าให้ปริมาณหรือเนื้อที่ของสีเปลี่ยนไป สีที่กินมากย่อมที่จะเด่นมากกว่า นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับตัวแปรเปลี่ยนและค่าความสดใสด้วย

การใช้สีนอกจากจะให้ผลทางด้านความงามแล้ว จะต้องคำนึงถึงด้านจิตวิทยาของสีด้วย เช่น

กระดานดำ	สีเขียวเพื่อให้สบายตา
ในห้องคนไข้	สีเหลืองเขียวเพื่อให้สดชื่นเริงร่า
คนโกรธง่าย	สีชมพู ส้ม เพื่อกระตุ้นจิตใจให้ฮึกเหิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-9 ตารางแสดงสีกับความรู้สึก

สี	ทำให้เกิดความรู้สึก
เขียว,ตองอ่อน	ปกติ สบาย
แสด,แดงส้ม	ร้อนแรง
ชมพูอ่อน	นุ่มนวล อ่อนโยน ไร้เดียงสา
แดงชาด	มั่นคง สมบูรณ์
แดงแก่/ส้ม	ตื่นเต้น
ม่วง	เศร้า ลึกลับ
น้ำเงิน,น้ำเงินม่วง	สงบเสงี่ยม ขรึม เย็น
เหลือง,เขียวเหลือง,ทอง	สดชื่น รื่นเริง
ขาว	บริสุทธิ์ สุภาพ เกียรติยศ สันติภาพ
เทา	เงียบขรึม อ่อนโยน เศร้า
ดำ	ลึกลับ มือ ทุกข์โศก บาป หนัก เป็นทางการ
น้ำตาล	อบอุ่น แห้งแล้ง มั่นคง เศร้า

อิทธิพลกับความรู้สึก

สีให้ความรู้สึกจากการมองเห็นแตกต่างกัน โดยที่สมองจะแปลให้เป็นอารมณ์ต่างๆกัน อาจกล่าวย่อๆได้ คือ

- ให้ความรู้สึกในเรื่องขนาด (SIZE) เป็นที่รู้กันว่าการมองวัตถุที่มีสีอ่อนๆจะทำให้เกิดความรู้สึกหลอนขึ้น วัตถุนั้นมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุที่มีสีเข้ม เช่น สีดำ สีเท่าแก่ ซึ่งทั้งๆที่วัตถุทั้งสองก็มีขนาดจริงๆ เท่าๆกัน ความรู้สึกนี้จะเหมือนกันทั้งนั้นไม่ว่าจะเป็นวัตถุรูปร่างใด เพราะฉะนั้นถ้าจะทำให้ผลิตภัณฑ์ดูใหญ่ต้องใช้สีอ่อนๆ ถ้าจะให้ดูเล็กต้องใช้สีเข้ม
- น้ำหนัก สีมีผลต่อความรู้สึกเรื่องน้ำหนัก สีอ่อนจะทำให้ดูเบา ส่วนสีเข้มจะทำให้ดูหนัก
- ความแข็งแรง น้ำหนักและความแข็งแรงจะมีความเกี่ยวข้องกันและให้หลักเดียวกันกับสีเย็น เช่น สีน้ำเงินอ่อน เขียวอมฟ้า ฟ้าอมม่วง จะทำให้เกิดความอ่อนแรงนิ่งสงบ ส่วนที่เป็น CHROMA (ร้องแรง) เช่น แดงสด เหลืองเข้ม มักจะทำให้เกิดความรู้สึกแข็งแรงมากกว่าสีหนัก เช่น สีเทา ดำ น้ำตาลแก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิ ในกรณีความรู้สึกถึงอุณหภูมิจะเห็นได้ชัดเจนมาก เช่น สีแดง แสดเหลืองที่เป็น CHROMA (ไม่ผสมสีขาว) จะทำให้เกิดความร้อนในจิตใจได้ สีน้ำเงินอ่อน เขียวอมฟ้า ฟ้าอ่อน ม่วงปนขาว กลับทำให้เกิดความรู้สึกเย็น สีขาว สีอ่อน (PALTE TINTS) จะไม่ดูดความร้อนมากเท่าสีเข้ม เก้าอี้สนามที่ทำด้วยเหล็กที่ทาสีขาว จะเย็นกว่าที่ทาสีแดง หรือสีน้ำตาลเมื่อตั้งไว้กลางแดด

- ความสะอาด สีที่ให้ความรู้สึกในเรื่องของความสะอาด สีขาวเป็นสีที่เหมาะสมที่สุด สีงาช้าง (เหลืองอ่อนมาก) จัดว่าเป็นสีที่แสดงความสะอาดและสุขลักษณะได่เพราะว่าเป็นสีที่ใกล้เคียงกับสีน้ำนมครีม ดังนี้สีขาวจึงนิยมนำมาใช้กับสิ่งของที่ต้องการให้ดูสะอาด เช่น ส้วม กระโถน โรงพยาบาล แม้แต่ชุดนางพยาบาลก็ใช้สีขาว

- ความภูมิฐาน สง่างาม (DIGNITY) ถ้าต้องการให้สิ่งของออกมาในลักษณะนี้ ต้องหลีกเลี่ยงสีร้อนที่มี CHROMA (สีที่ไม่เจือสีขาว)แรงๆ ยกเว้นที่จะใช้ประกอบเป็นส่วนน้อย เพื่อความสะดุดตา ดึงดูดความสนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-10 ตารางแสดงสีกับอัตราการสะท้อนของแสง

สี	อัตราการสะท้อน (%)
ขาวใส	84
เทาอ่อน	72
เขียวอ่อน	70
สีงาช้าง	65
เหลืองน้ำตาล	56
เทาไข่มุก	53
เทาปานกลาง	43
เขียวเปลือกมะนาว	51
เทาแก่	20
กุหลาบ	21
ครีม	65-75
น้ำตาล	8-12
อลูมินั่ม	41
เขียวเข้ม	4
ขาวธรรมดา	80
สีงาช้าอ่อน	71
ชมพูอ่อน	70
เหลืองอ่อน	65
น้ำเงินปนเขียวอ่อน	54
เขียวตองอ่อน	51
แดงเข้ม	10
ดำ	2
น้ำเงินแก่	10-20
ชมพูอมม่วง	60-65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ข้อมูลโครงสร้างและระบบ

2.6.1 ระบบการกะเทาะเปลือกข้าว

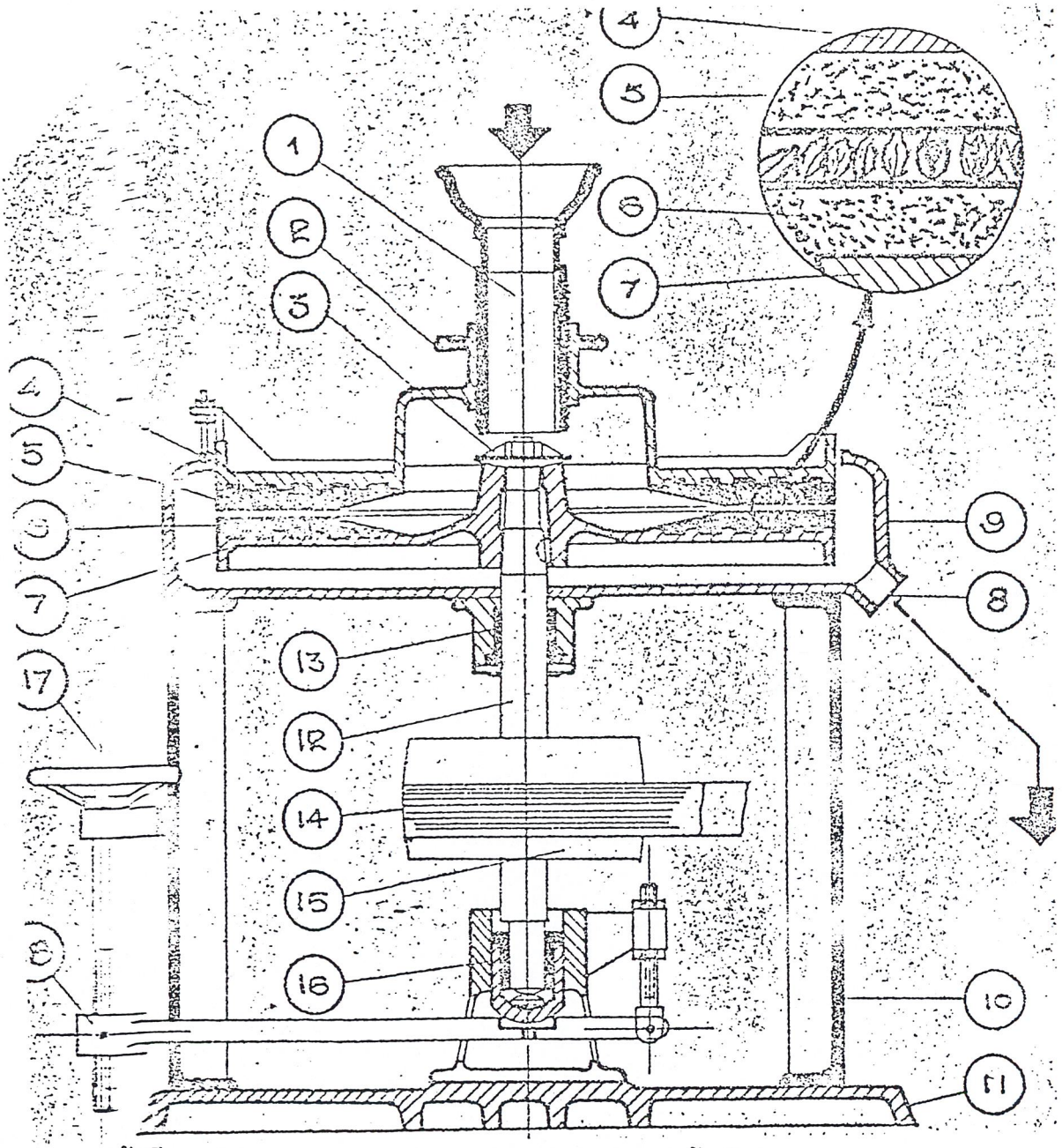
ระบบต่างๆ ของเครื่องกะเทาะเปลือกข้าวแบบใช้ไฟฟ้าเป็นตัวต้นกำลังหรือเครื่องสีข้าวกล้องมีคุณสมบัติ และประสิทธิภาพในการทำงานแตกต่างกันตามลักษณะของการทำงานตามหน้าที่ของแต่ละส่วนซึ่งจะกล่าวต่อไป โดยทั่วไปเครื่องสีข้าวจะเรียกชื่อตามระบบการกะเทาะซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด

ต่อไปนี้คือหลักการทำงานของเครื่องสีข้าวและระบบการกะเทาะเปลือกข้าวที่จะนำมาพิจารณาเพื่อใช้วิเคราะห์เลือกเป็นระบบเครื่องสีข้าวกล้องมี 3 ระบบด้วยกัน คือ

- ระบบจานหิน
- ระบบแรงเหวี่ยง
- ระบบลูกยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 **ระบบจานหิน** (Disc Huller) มีลักษณะการทำงานโดยใช้การหมุนของแผ่นจานหินที่เคลือบด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติ การขัด เจียร เช่นเดียวกับที่ใช้ทำหินเจียร ซึ่งวางตัวในแนวเดียวกัน กดลงบนเมล็ดข้าวซึ่งอยู่ในลักษณะตั้งทำให้เปลือกข้าวปริแยกออก



ข้อดี

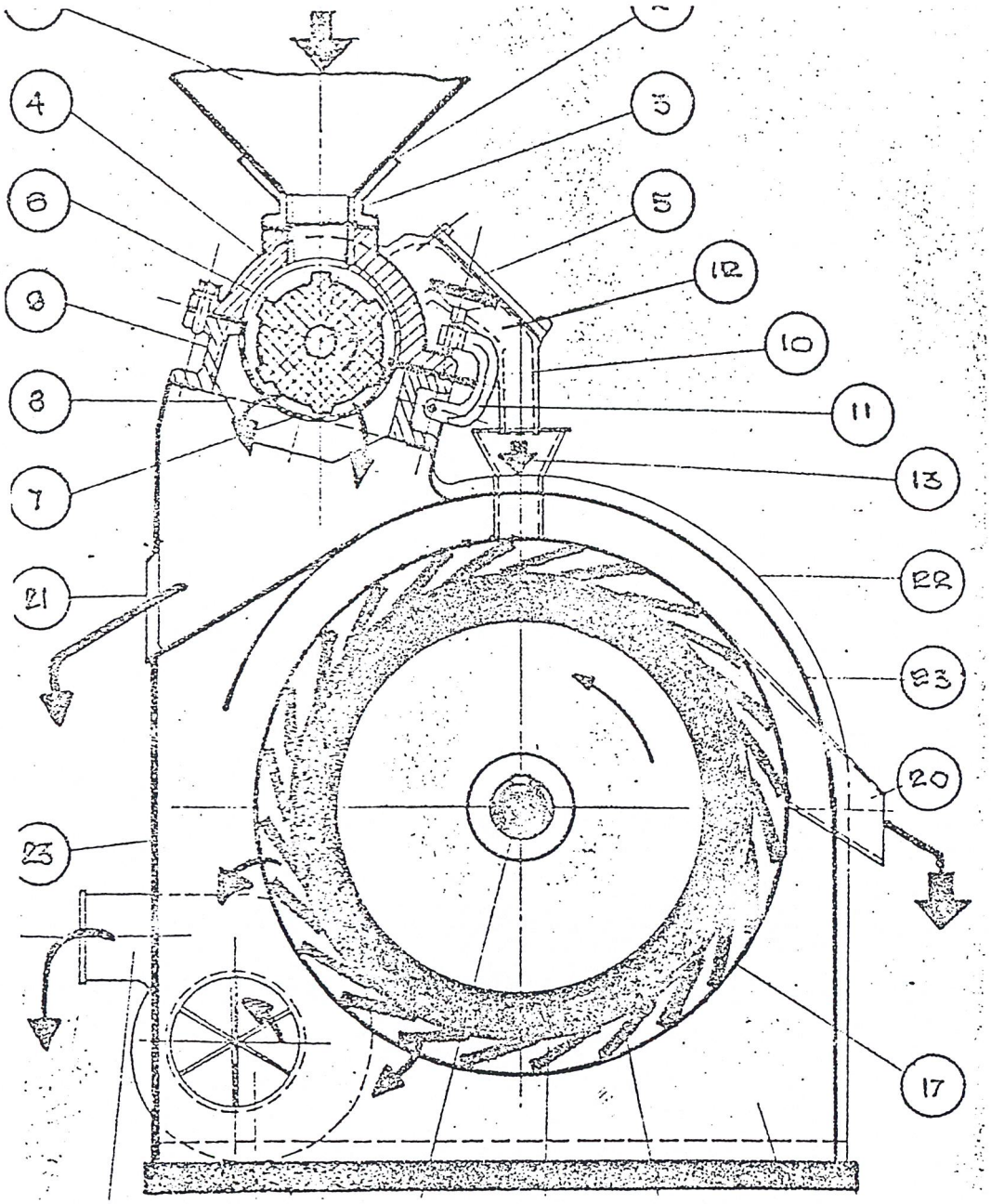
1. ผลิตง่าย อุปกรณ์ไม่ซับซ้อน
2. ใช้เวลาในการกะเทาะข้าวน้อย (อัตราการกะเทาะสูง)
3. ทนงานหนัก

ข้อเสีย

1. (ร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ดต่ำ) ข้าวแตกหักมาก
2. การสั่นสะเทือนมาก
3. มีปริมาณข้าวเปลือกปนสูง (ร้อยละโดยมลของข้าวเปลือกสูง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเอกสารฉบับนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 **ระบบแรงเหวี่ยง** หลักการทำงานเกิดจากการหมุนของจานเหวี่ยงซึ่งทำให้เกิดแรงเหวี่ยงจากศูนย์กลางพาข้าวเปลือกพุ่งไปกระทบกับเป้ากระทบแล้วเกิดการฉีกของเปลือกข้าว



ข้อดี

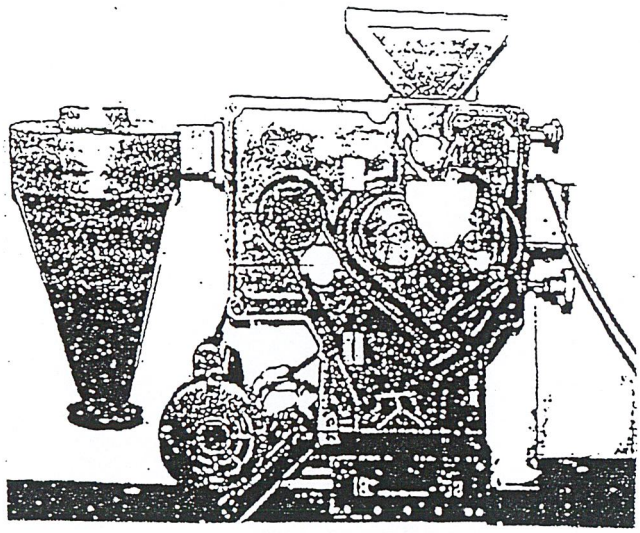
1. ข้าวเปลือกปะปนออกมาน้อย
2. อัตราการกะเทาะสูง ใช้เวลาน้อย
3. ส่วนกะเทาะเปลือกมีขนาดเล็ก

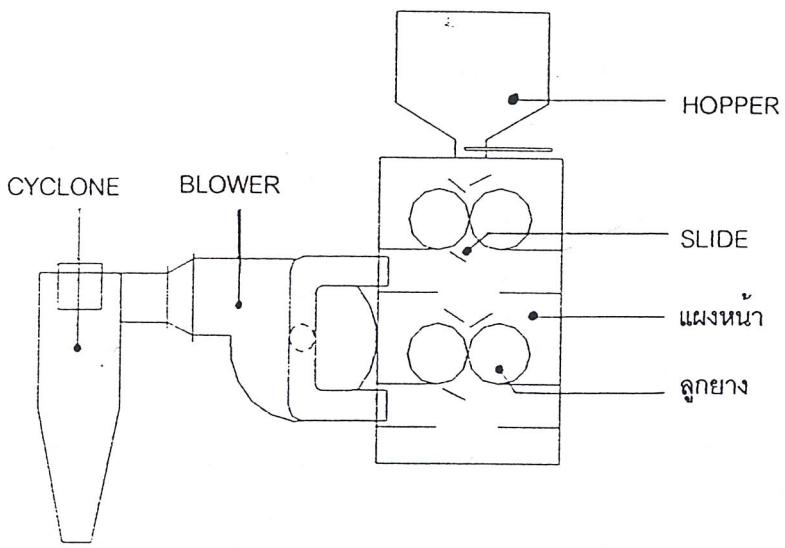
ข้อเสีย

1. มีข้าวหักปะปนมามาก (ร้อยละโดยมวลของข้าวหักสูง)
2. ต้องใช้เทคโนโลยีในการออกแบบสร้างสูง
3. ไม่ค่อยทนทานต่องานหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **ระบบลูกยาง** มีหลักการทำงานโดยการหมุนของลูกกลิ้งยางซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ต่างกันในทิศทางตรงกันข้าม ทำให้เกิดแรงเฉือนเอาเปลือกข้าวให้หลุดออก





ข้อดี	ข้อเสีย
1. ปริมาณข้าวหักน้อย (ร้อยละโดยมวลข้าวเต็มเมล็ดสูง)	1. เกิดการติดขัดถ้าป้อนข้าวเร็วเกินไป
2. การสั่นสะเทือนน้อย	2. อัตราการกะเทาะไม่สูงนัก
3. เครื่องมีขนาดเล็ก	
4. ง่ายต่อการบำรุงรักษา ซ่อมแซม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-11 **วิเคราะห์เปรียบเทียบเครื่องกะเทาะเปลือกข้าว**

เครื่องกะเทาะเปลือกแบบจาน	เครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกกลิ้ง	เครื่องกะเทาะเปลือกแบบแรงเหวี่ยง
1. เป็นเครื่องขนาดปานกลางขึ้นไป	1. เป็นเครื่องขนาดเล็กถึงปานกลาง	1. เป็นเครื่องขนาดปานกลาง
2. ผลิตได้ง่าย อุปกรณ์ไม่ซับซ้อนมากนัก	2. มีส่วนละเอียดมากกว่า อุปกรณ์มากชิ้นจึงสร้างยากกว่า	2. ผลิตได้ง่าย ต้นทุนในการผลิตไม่สูง
3. ทำงานได้นานโดยไม่ต้องหยุดพัก	3. เมื่อร้อนต้องหยุด เพื่อไม่ให้ลูกกลิ้งเสียรูป	3. ทำงานหนักมากไม่ได้ จะทำให้เมล็ดข้าวตกค้างในห้องระบบกะเทาะมาก
4. วัสดุเคลือบผิวที่สึกไปสามารถพอกใหม่ได้ในราคาไม่แพง แต่ผู้ทำต้องมีความชำนาญพอควร	4. แผ่นยางที่สึกหมดไปสามารถเปลี่ยนใหม่ได้ง่าย แต่มีราคาแพงกว่า	4. แท่งยางกะเทาะและเป้ารองรับสามารถเปลี่ยนใหม่
5. การสั่นสะเทือนมาก	5. การสั่นสะเทือนน้อย	5. การสั่นสะเทือนปานกลาง
6. ข้าวเปลือกที่นำมากะเทาะต้องไม่มีหนวดหรือปลีติดอยู่ เพราะจะทำให้เมล็ดข้าวพลิกตัวลำบาก	6. ข้าวเปลือกที่ใช้ไม่ต้องตัดหนวดหรือปลีเลย สามารถกะเทาะได้ทันที	6. ข้าวเปลือกที่นำมากะเทาะไม่ต้องตัดหนวดหรือปลี กะเทาะได้ทันทีแต่เมื่อใช้ไปนานๆหนวดจะสะสมและรวมกันเป็นก้อน ทำให้ตะแกรงเกิดการอุดตัน มีผลให้อัตราการทำงานช้าลง
7. ข้าวเปลือกต้องมีความยาวใกล้เคียงกันจึงกะเทาะได้มาก โดยไม่แตกมาก ส่วนความหนาไม่จำเป็น	7. ความยาวของข้าวเปลือกไม่จำเป็นต้องเท่ากัน แต่ความหนาต้องใกล้เคียงกันจึงจะกะเทาะได้ดี	7. ข้าวเปลือกไม่จำเป็นต้องมีขนาดเท่ากันแต่ควรเป็นเมล็ดสั้นหรือวัสดุที่นำมาทำเป้ากระทบมีความต้านทานมาก ข้าวจะหักน้อย
8. ข้าวกล้องที่ได้มักหักที่ส่วนปลายและแตกมาก เพราะแรงกดกระทำที่ปลายทั้งสองของเมล็ดข้าวซึ่งมีความคงตัวน้อยกว่าด้านอื่น	8. ข้าวกล้องที่ได้ มีความเสียหายน้อยมากเพราะแรงปอกกระทำที่ด้านความหนาหรือกว้างของเมล็ดข้าว ซึ่งมีความคงตัวมากกว่าด้านอื่น	8. ข้าวกล้องที่ได้มักแตกและหักมากถ้าใช้ข้าวเมล็ดยาวแบบไทย
9. เมื่อมีวัสดุแปลกปลอมที่มีขนาดใหญ่ตกลงไปต้องหยุดเครื่องเพื่อเอาออก	9. ลูกกลิ้งมีระบบปรับระยะห่างลูกกลิ้งด้วยสปริง จึงไม่เสียหายเมื่อมีวัสดุชิ้นใหญ่ผ่านลงมา	9. สิ่งเจือปนที่มีความแข็งจะครูดแท่งยางจนลึกเป็นร่อง อาจไปอุดตะแกรง ต้องเปิดเครื่องทำความสะอาดเป็นครั้งคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

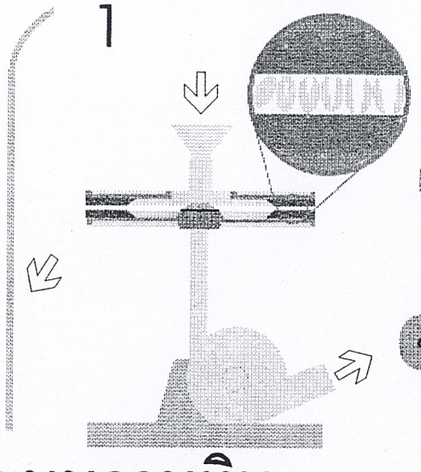
วิเคราะห์ระบบการกะเทาะเปลือกข้าว

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	จานหิน	แรงเหวี่ยง	ลูกกลิ้งยาง
• ร้อยละโดยมวลของข้าวเปลือกต่ำ (ข้าวเปลือกปนน้อย)	3			
• ร้อยละโดยมวลของข้าวเต็มเมล็ดสูง (ข้าวหักน้อย)	3			
• อัตราการกะเทาะสูง	3			
• ขนาดเล็ก	3			
• การสั่นสะเทือนน้อย	3			
• การบำรุงรักษาซ่อมแซม	3			
• เสียงเงียบ	3			
รวม		14	17	19

สรุป ระบบการกะเทาะข้าวเปลือก ใช้ระบบ ลูกยาง โดยเป็นระบบลูกยาง 2 ชุด เพื่อเพิ่มอัตราการกะเทาะให้สูงขึ้น และลดปริมาณข้าวเปลือกที่ปะปนออกมากับข้าวกล้องให้น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 ระบบจานหิน



หลักการทำงาน

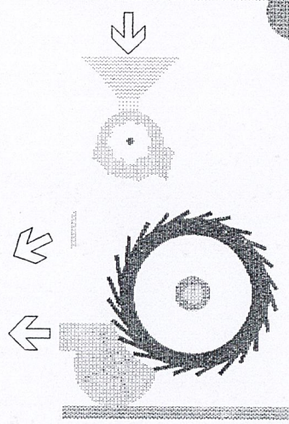
. โดยข้าวเปลือกไหลลงช่องว่างระหว่างผิวแผ่นจานหิน ซึ่งวางตัวขนานกันเกิดการเสียดสี ทำให้เปลือกถูกกะเทาะ

ข้อดี
- ผลิตง่ายอุปกรณ์ไม่ซับซ้อน
- ใช้เวลาในการกะเทาะน้อย
- ทนงานหนัก

ข้อเสีย
- ข้าวแตกหักมาก
- การสั่นสะเทือนมาก
- มีปริมาณข้าวเปลือกปนสูง

ข้าวเปลือกควรมีความยาวใกล้เคียงกัน

2 ระบบแรงเหวี่ยง



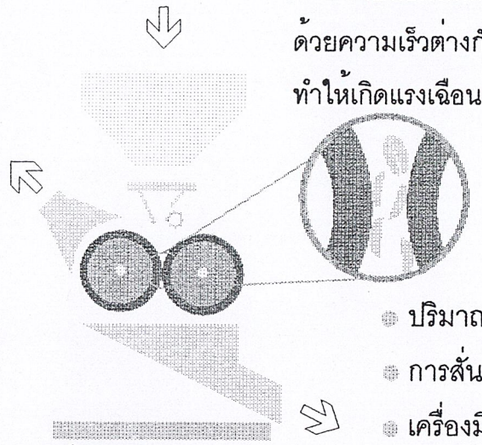
หลักการทำงาน

ข้าวเปลือกถูกเหวี่ยงจากจานหมุนทำให้พุ่งไปกระทบกับเป้าแล้วเปลือกจึงแตกกะเทาะออก

ข้อดี
- ข้าวเปลือกปะปนออกมาน้อย
- ใช้เวลาการกะเทาะน้อย
- ส่วนกะเทาะมีขนาดเล็ก

ข้อเสีย
- มีข้าวหักมาก
- ไม่ค่อยทนงานหนัก
- ต้องใช้เทคโนโลยีในการออกแบบสูง

3 ระบบลูกยาง



หลักการทำงาน

ข้าวเปลือกไหลลงสู่ลูกยางที่หมุนด้วยความเร็วต่างกัน ทิศทางตรงข้าม ทำให้เกิดแรงเฉือนเปลือกข้าวให้หลุดออก

ข้อดี
- ปริมาณข้าวหักน้อย
- การสั่นสะเทือนน้อย
- เครื่องมีขนาดเล็ก

ข้อเสีย
- อัตราการกะเทาะไม่สูงนัก
- เกิดการติดขัดถ้าป้อนข้าวเปลือกเร็ว

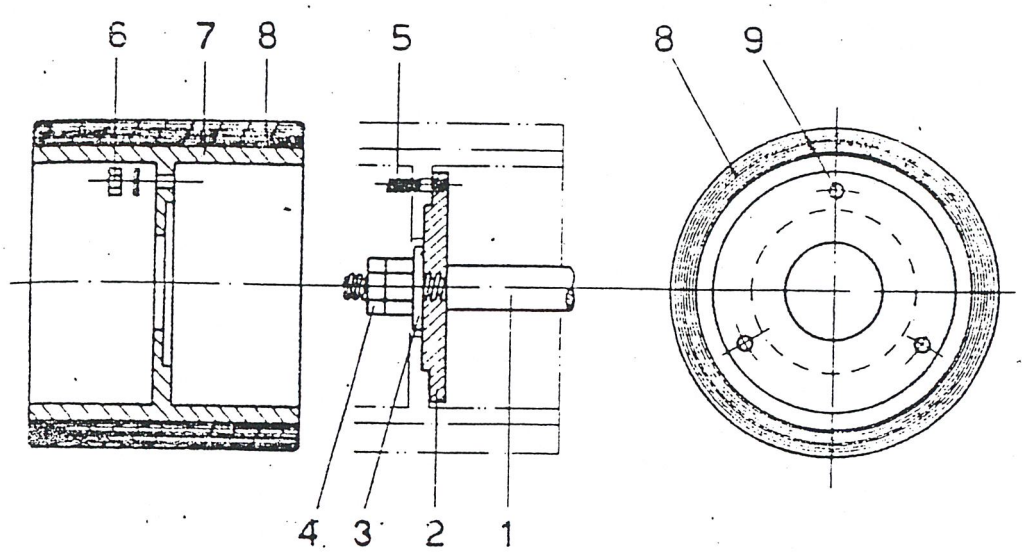
ข้าวเปลือกควรมีความหนาใกล้เคียงกัน

สรุป **เลือก 3 ระบบลูกยาง** และเพิ่มเป็นลูกยาง 2 ชุดเพื่อเพิ่มอัตราการกะเทาะและลดปริมาณข้าวเปลือกที่ปะปนออกมาให้น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ระบบกะเทาะเปลือกแบบลูกกลิ้งยาง

เมื่อเมล็ดข้าวเปลือกถูกกดอยู่ระหว่างผิวของวัสดุที่ยืดหยุ่น 2 ผิว ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ต่างกัน ในทิศทางเดียวกันแล้วเปลือกข้าวจะถูกกะเทาะออก เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะเปลือกข้าวประกอบด้วยชิ้นส่วน 2 ชิ้น ซึ่งมีลักษณะเหนียว ผิวหยาบ เกาะกันอยู่ เมื่อถูกแรงเฉือนมันจะหลุดออกจากกันอย่างง่าย ๆ และเมล็ดข้าวไม่เสีย หลักการทำงานเบื้องต้นนี้ดูได้จากภาพ ลักษณะของเครื่องประกอบด้วยลูกกลิ้งยาง ลักษณะลูกกลิ้งจะเป็นดังรูป

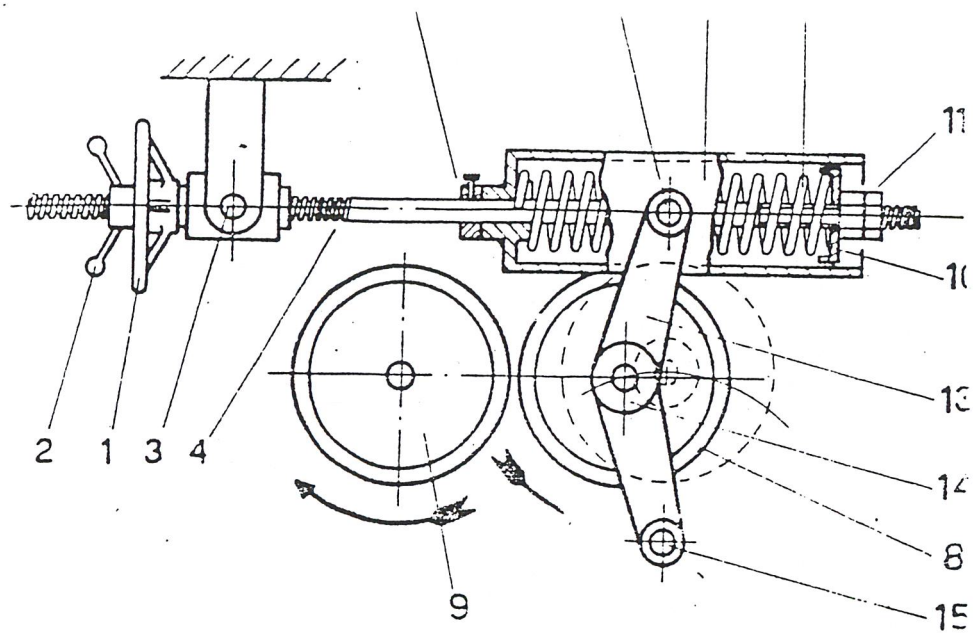


ภาพที่ 2-49 แสดงการประกอบลูกกลิ้งยาง

คือประกอบด้วย เหล็กทรงกระบอกกลวงมีดุมอยู่กึ่งกลางความยาว (7) หุ้มด้วยแผ่นยางผสม (8) ในเครื่องจะใช้ลูกกลิ้งสองลูก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากัน ยึดบนเพลาซึ่งหมุนด้วยความเร็วและทิศทางที่ต่างกัน โดยเพลาที่หมุนเร็วกว่าจะอยู่กับที่ ส่วนเพลาที่หมุนช้ากว่าจะปรับโยกเข้าออกได้ เพื่อปรับระยะห่างระหว่างผิวลูกกลิ้งทั้งสอง ที่อุปกรณ์ปรับระยะห่างนี้จะประกอบเป็นชุดดังรูป เมื่อหมุนมือหนุน (1) ซึ่งสวมในตัวประคอง (3) จะทำให้แกนเกลียว (4) เคลื่อนที่ในแนวระดับได้ทั้งสองทิศทาง

กล่อง (5) บรรจุสปริงรับแรง (6) ซึ่งยึดในตำแหน่งบนแกนเกลียว (4) โดยมีแหวนล็อก (7) เป็นตัวบังคับตำแหน่งโดยมีสกรูเป็นตัวล็อก ทำให้กล่องนี้ไม่สามารถเคลื่อนไปบนแกนในทิศทางที่จะพาให้ลูกกลิ้ง (8) เคลื่อนเข้าหาลูกกลิ้ง (9) ที่อยู่กับที่ได้ เพลาของลูกกลิ้งที่เคลื่อนที่ได้ (8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



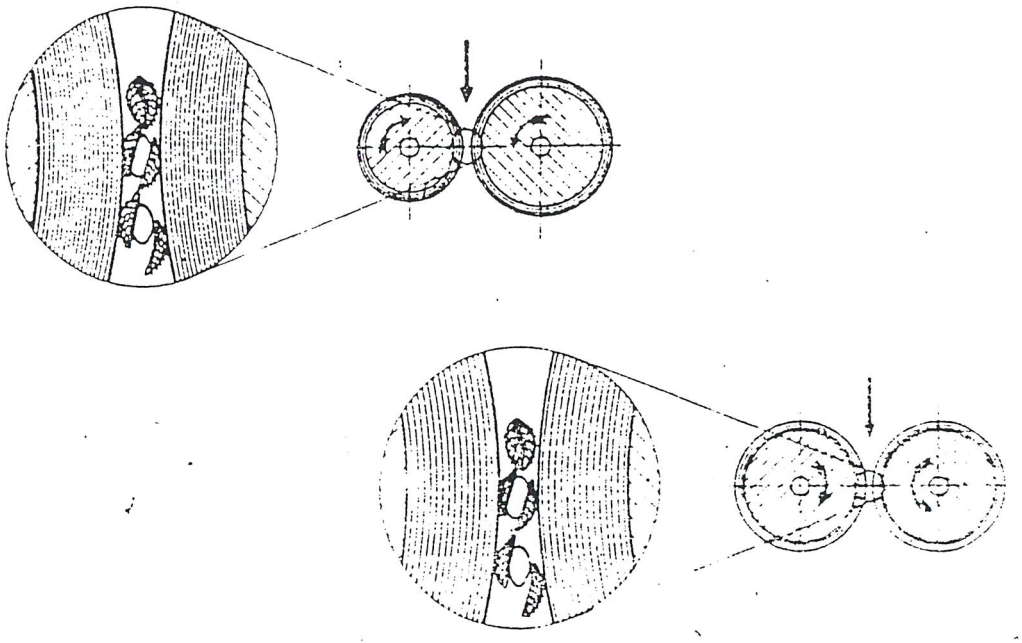
ภาพที่ 2-50 แสดงชุดเกลียวสำหรับปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง

จะหมุนอยู่ในแบริ่งปลอก (BUSH BEARING) ซึ่งยึดอยู่ที่ตำแหน่ง (14) ตรงกึ่งกลางแขนโยก (13) แขนโยกนี้สวมบนสลัก (15) และต่อกับกล่อง (5) ด้วยสลัก (12) แรงดันของสปริง (6) จะปรับได้โดยการเลื่อนฝาปิดกลอง (10) ซึ่งทำได้การปรับเกลียวและเกียวข่ม (11) (LOCK NUT)

สปริงเป็นตัวกดเพื่อให้ลูกกลิ้งสามารถเลื่อนถอยได้เมื่อมีวัสดุใหญ่ตกผ่านลงมา การทำให้ลูกกลิ้งหมุนด้วยความเร็วและทิศทางต่างกันนั้นทำได้โดยใช้ชุดเฟืองทด การกะเทาะเปลือกจะมีประสิทธิภาพดีเมื่อเราจัดการป้อนข้าวเปลือกที่สม่ำเสมอ กระจายเป็นม่านบาง ๆ ตลอดความกว้างของผิวหน้าลูกกลิ้ง

เมื่อเราพิจารณา ณ.เวลาหนึ่งเวลาใด ผิวลูกกลิ้งที่หมุนช้าจะหยุดนิ่งและจับเปลือกข้าวด้านหนึ่งไว้ ในขณะที่ผิวลูกกลิ้งที่หมุนเร็วทำหน้าที่เฉือนเปลือกอีกด้านหนึ่งออกโดยผิวลูกกลิ้งหมุนเร็วบจะเคลื่อนนำหน้า (เมื่อเปรียบเทียบกับลูกกลิ้งหมุนช้า) เป็นระยะทางเท่ากับหรือมากกว่าความยาวของเมล็ดข้าว ยิ่งความเร็วต่างกันมากเท่าไรแรงปอกเปลือกจะมากขึ้นเท่านั้น และถ้าแรงปอกเปลือกมากเกินไปก็จะส่งผ่านไปถึงเนื้อเมล็ดข้าว ทำให้ข้าวแตกหักได้ ความแตกต่างความเร็วที่เหมาะสมอยู่ในอัตราส่วนระหว่างความเร็วลูกกลิ้งช้าและเร็วที่ 0.75 และ 0.8 ซึ่งจะมีความแตกต่างความเร็วเชิงเส้นประมาณ 2 เมตรต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



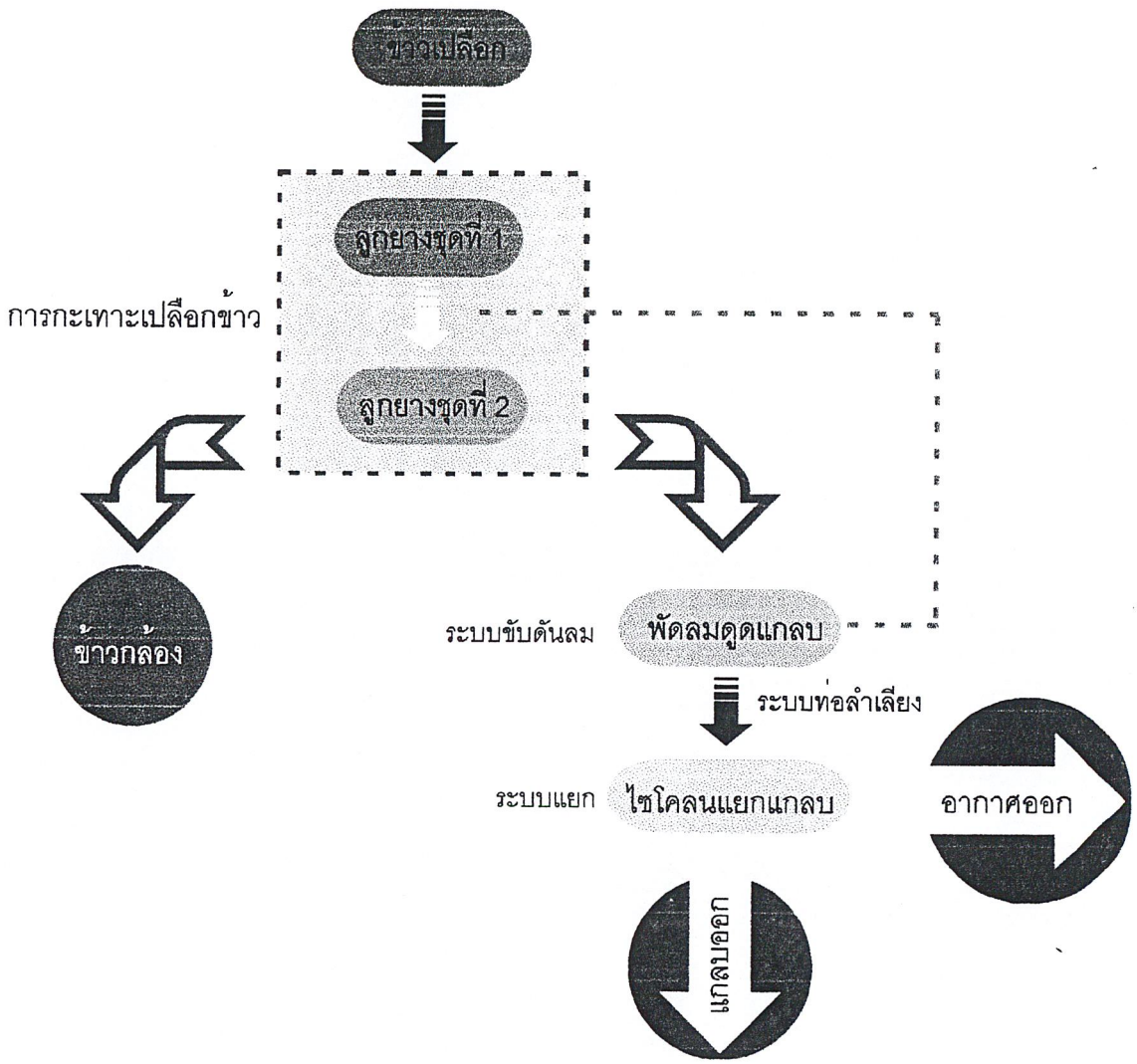
ภาพที่ 2-51 หลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกกลิ้งยาง

เมื่อใช้ลูกกลิ้งกะเทาะเปลือกในโรงสี จะต้องจัดการป้อนที่ต่อเนื่องไม่ขาดตอน เพราะถ้าข้าวเปลือกขาดตอนแล้วผิวลูกกลิ้งจะถูกันเอง ทำให้สึกหรอมากและเร็วเกินไป โดยทั่วไปจึงมักใช้ร่วมกับเครื่องกะเทาะเปลือกแบบจาน โดยใช้เป็นเครื่องกะเทาะครั้งที่สอง คือกะเทาะข้าวเปลือกที่ไม่ถูกกะเทาะจากเครื่องแบบจาน หรือใช้เครื่องแบบลูกกลิ้งหลายเครื่องสลับกัน เมื่อเครื่องหนึ่งร้อนก็หยุดแล้วใช้เครื่องอื่นแทน เพราะเมื่อลูกกลิ้งยางร้อนเกินไปจะเสียรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง 2 ชุด

เครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง 2 ชุดที่นำมาใช้ในโครงการออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง 2 ชุดเพื่อส่งเสริมการขายสำหรับร้านเลมอกนฟาร์ม มีลักการทำงาน คือ ข้าวเปลือกจะถูกปล่อยลงสู่ลูกยางกะเทาะเปลือกชุดแรก และตกลงไปสู่ลูกยางชุดที่ 2 เพื่อกะเทาะข้าวเปลือกที่ยังหลงเหลือจากชุดแรก ออกมาเป็นข้าวกล้องที่มีปริมาณข้าวเปลือกปนน้อย ระหว่างนี้เปลือกที่หลุดออกหรือแกลบ จะถูกพัดลมพาออกไปยังอุปกรณ์คัดแยกแกลบกับลม แยกเป็นลมและฝุ่นออกสู่อากาศและแกลบตกลงสู่เบื้องล่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2-52 แผนผังหลักการทำงาน

ส่วนประกอบของเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กระบบลูกยาง 2 ชุด

เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กระบบลูกยาง 2 ชุดโดยทั่วไป มีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. โครงสร้างหลัก มีลักษณะเป็นโครงเหล็กรูปร่างคล้องกล่องสี่เหลี่ยม

- แผงหน้า จะประกอบด้วยแผ่นเหล็กสั้น (SLIDE) เอียงทำมุมหลายขนาด เพื่อช่วยให้การไหลของข้าวสม่ำเสมอ และไม่กระเด็นออกนอกทาง โครงสร้างนี้อาจทำด้วยเหล็กแผ่นหรือ การหล่อเป็นโครงสร้างเหล็กก็ได้

- แผงหลัง เป็นส่วนยึดตัวส่งกำลัง อันได้แก่ พู่เลย์ ซึ่งมีการคำนวณความเร็วรอบไว้แล้ว เพื่อส่งกำลังในการหมุนมาฝังลูกยางกะเทาะ หรือส่วนอื่น ๆ ด้านหน้า

2. ภาชนะบรรจุ (Hopper) เป็นเหล็กแผ่นพับขึ้นรูปเป็นลักษณะกล่องสี่เหลี่ยมมีทางออกเป็นปิรามิคสี่เหลี่ยมเอียงทำมุม 30 องศา ความจุของถังใส่ข้าวเปลือกประมาณ 600 Cm^3 ขนาดทางออกข้าวมีพื้นที่ 5 x5.5 cm^2

3. ลิ้นปล่อยข้าวเปลือก เป็นแผ่นเหล็กปิดกั้นข้าวเปลือกก่อนเครื่องทำงานและใช้มือดึงเปิดให้ข้าวเปลือกไหลลงสู่ลูกยางกะเทาะ

4. อุปกรณ์ป้อนวัสดุ ใช้ในการลำเลียงและส่งข้าวเปลือกไปยังลูกยางกะเทาะในปริมาณที่พอดีและต่อเนื่อง

5. ลูกยาง (Roller) ทำด้วยเหล็กหล่อขึ้นรูปเป็นทรงกระบอก แล้วล้อมรอบด้วยยางที่มีความเสียดทางที่พอเหมาะในการขัดสีเปลือกข้าว จำนวน 2 ลูก 2 ชุด วางตัวเป็นคู่ ๆ จากชุดบนลงมายังชุดล่าง เพื่อช่วยในการกะเทาะให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

6. ส่วนคัดแยกแกลบ ประกอบด้วย ใบพัดลมและโครงสร้างโบล์วเวอร์

- ใบพัด เป็นแผ่นใบพัดตรงรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ให้ความเร็วของลมสูง โดยการเพิ่มพื้นที่สัมผัสลมด้วยจำนวนใบพัดมากให้ใบพัดเอียงออกจากจุดศูนย์กลาง

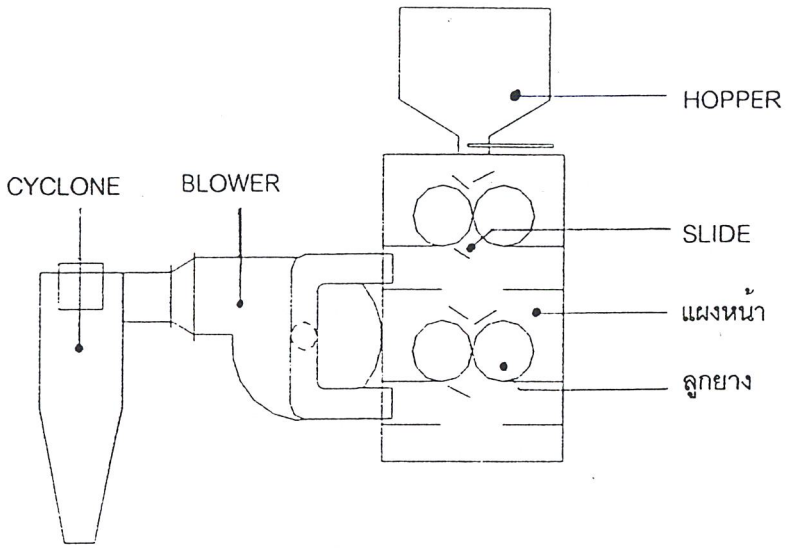
- โครงสร้างโบล์วเวอร์ เป็นตัวดังรูปหอยโข่งเมื่อประกอบกับใบพัดแล้วจะให้ปริมาตรของอากาศที่สามารถดูดแกลบได้ โดยไปดูดข้าวหักและข้าวเต็มเมล็ดออกไปด้วย

7. ไซโคลน (Cyclone) เป็นอุปกรณ์ใช้ในการแยกแกลบออกจากลม โดยเศษวัสดุที่ถูกดูดมาทั้งหมดจะเข้ามาในไซโคลนและเกิดการหมุนวนอากาศหมุนออกด้านบน และแกลบไหลลงสู่ด้านล่างตามแรงดึงดูดของโลก ส่วนภาชนะรองรับข้าวกล้อง และภาชนะรองรับแกลมนั้น ผู้ใช้ต้องหาเอง ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะแกต่างกันออกไป

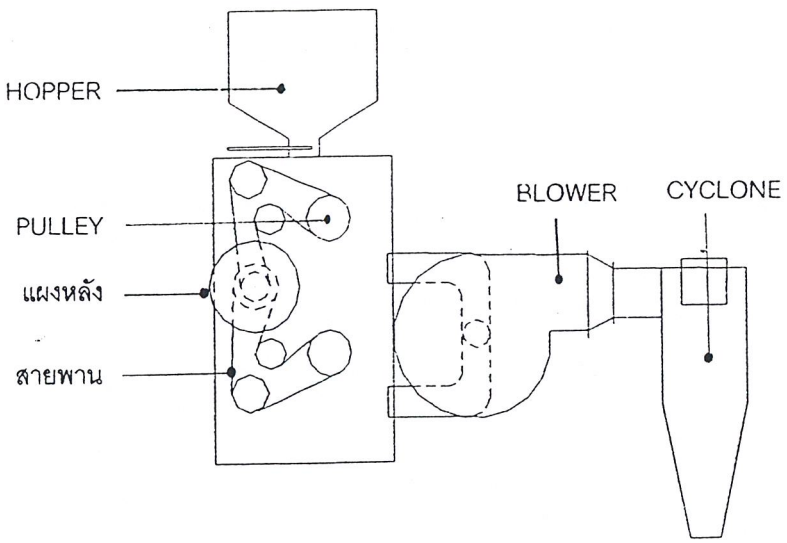
8. สายพาน เป็นแบบชนิดสายพานรี จำนวนสายพานค่อนข้าวเยอะเนื่องจากต้องใช้การส่งกำลังหมุนไปหลายจุด

9. มู่เลย์ (Pulley) จะเป็นจานเกลียว 2 ตัว ในลักษณะเกลียวตัว V อยู่บนแกนเพลาที่มีลักษณะอื่นยาวอกมาค่อนข้าวเกะกะและอันตราย ทำงานร่วมกับโบล์วเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ด้านหน้าของเครื่อง

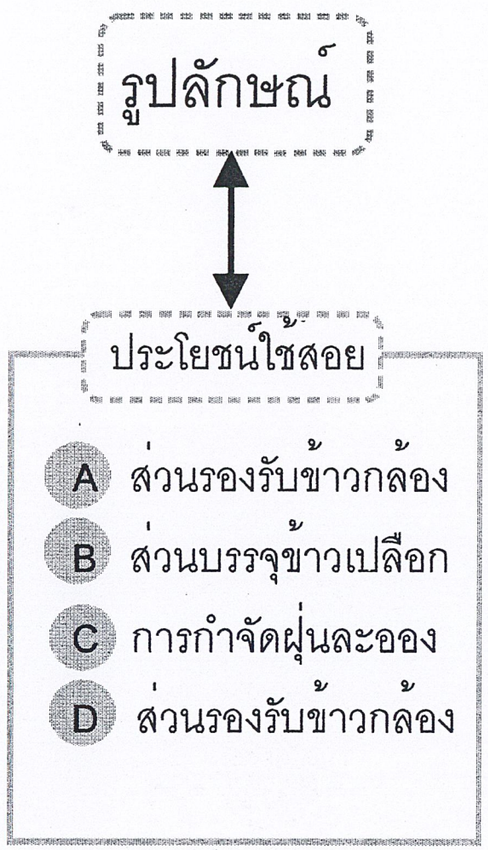


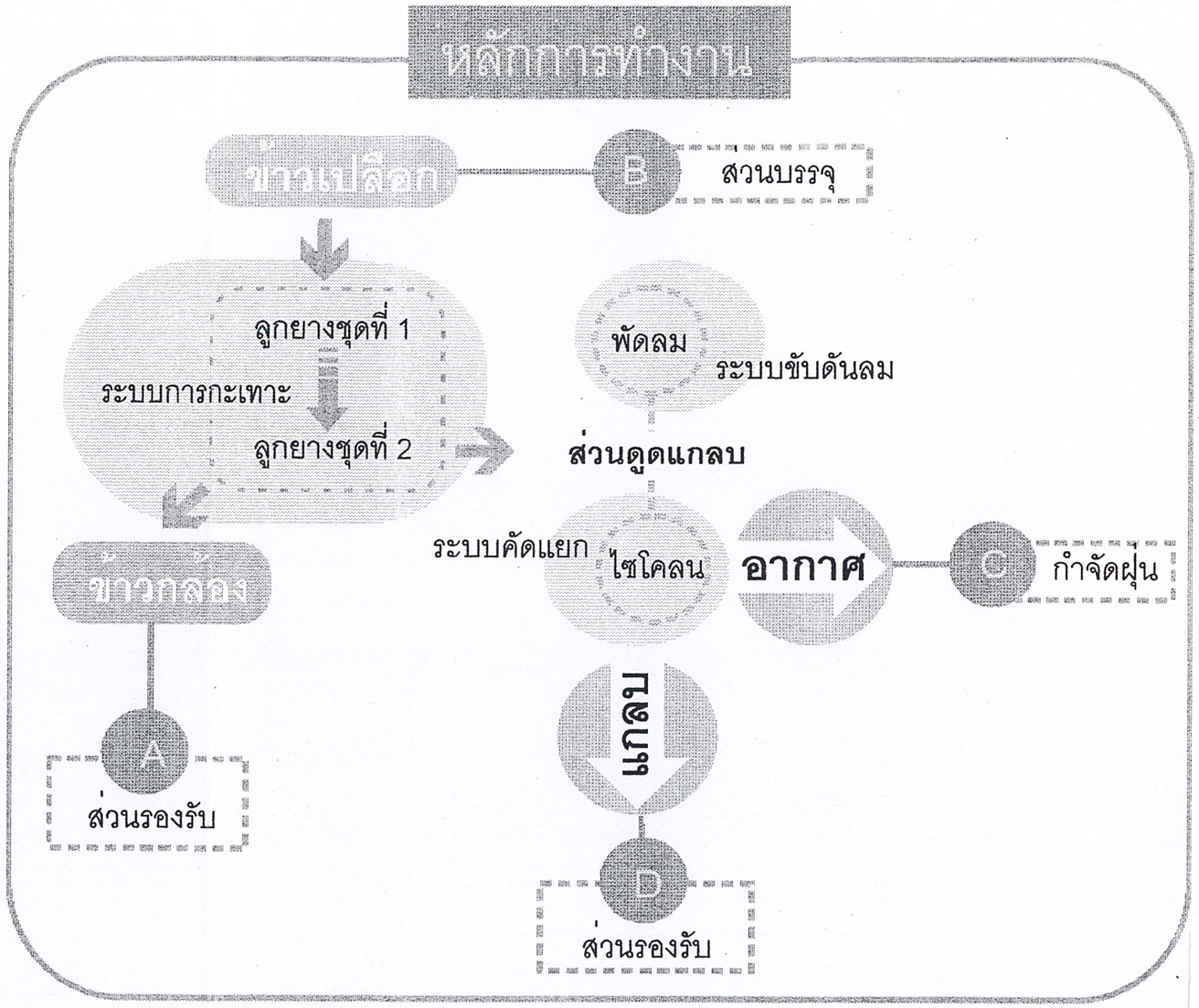
ด้านหลังของเครื่อง

ภาพที่ 2-53 ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง 2 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

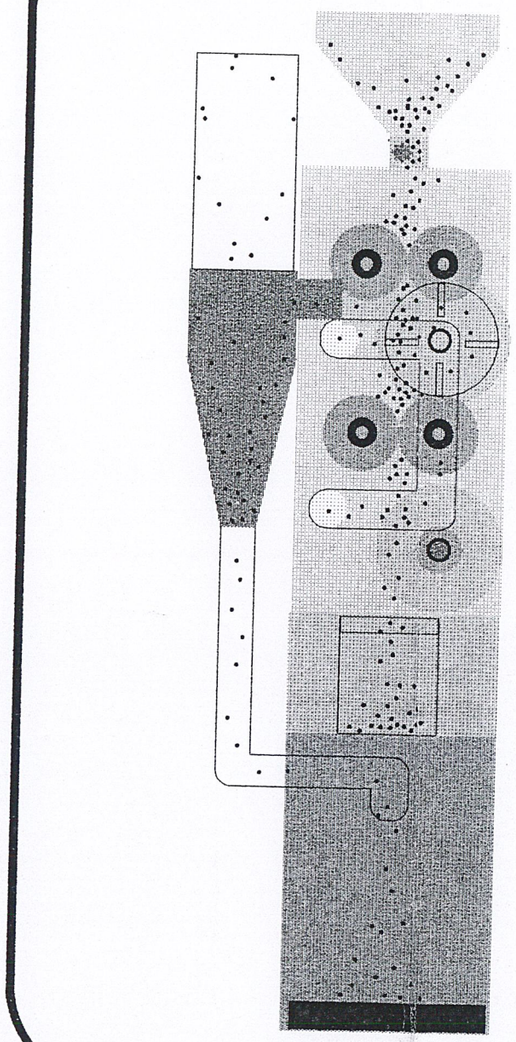
สรุปส่วนที่ออกแบบ





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการสีข้าวกล้องขนาดเล็ก



- ข้าวเปลือก
- แกลบ
- ข้าวกล้อง
- ฝุ่นละออง
- ทิศทางลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 ส่วนอุปกรณ์ขับดันลม

พัดลมดูดและพัดลมเป่า

1. แบบโพรเพลเลอร์ (Propeller) เป็นพัดลมที่เห็นกันทั่วไป เป็นแบบที่สร้างอย่างง่าย ๆ ใช้กับการส่ง ลมฟรี หรือมีความดันต่ำ พัดลมชนิดนี้จะมีอัตราส่วนของแกนกลางเป็นศูนย์ ดังนั้นจะมีใบพัดยาวเมื่อเทียบกับแกนกลาง (แกนกลางมีขนาดเล็กพอเนียงสำหรับยึดติดกับเพลาขับ) ลมได้รับพลังงานส่วนมากในรูปของความเร็วจึงให้ประสิทธิภาพและความดันต่ำ ลักษณะลมจะควงออกมาเป็นลำประสิทธิภาพของลมจะดีถ้าให้ช่องว่างระหว่างปลายใบพัดกับตัวถังน้อยที่สุด

พัดลม ชนิดนี้ใช้ในการหมุนเวียนและระบายอากาศที่ไม่ต้องการความดัน เห็นได้จากพัดลมติดตั้งกับกระจก กำแพง หรือติดตั้งในระบบระบายอากาศ

ภาพที่ 2-73 พัดลมแบบโพรเพลเลอร์

2. แบบทิวบ์แอกเซียล (Tube Axial) ตัวพัดลมติดตั้งในตัวถังรูปทรงกระบอกมีประสิทธิภาพความดันสูงกว่าแบบโพรเทลเล่อร์ อัตราส่วนของแกนกลางจะสูงกว่าแบบโพรเทลเล่อร์ โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางแกนไม่เกิน 50 % ของเส้นผ่าศูนย์กลางใบพัด ลักษณะตัวถังเป็นรูปทรงกระบอกทำให้ลดช่องว่างระหว่างปลายใบพัดกับตัวถัง ช่วยเพิ่มสมรรถภาพของพัดลม การใช้งานส่วนใหญ่ใช้ในงานระบบปรับอากาศที่มีความดันต่ำและปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 ระบบส่งกำลัง

สำหรับงานเครื่องจักรกลที่ต้องใช้มอเตอร์เป็นตัวต้นกำลังนั้น การเลือกชนิดของมอเตอร์ การกำหนดระบบส่งกำลัง การกำหนดความเร็วรอบ ฯลฯ จะมีการเจาะจงโดยเฉพาะกับเครื่องนั้น ๆ ซึ่งเพื่อความเหมาะสมของแต่ละเครื่องแต่ละขั้นตอน เป็นการแน่นอนที่ผู้ออกแบบจะต้องศึกษาถึงระบบต่าง ๆ เพื่อช่วยในการออกแบบให้เครื่องนั้นมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

ระบบส่งกำลังคืออะไร ระบบส่งกำลังคือการชักนำ การถ่ายกำลังจากตัวต้นกำลังจากแกนหนึ่งไปสู่แกนหนึ่ง ซึ่งการส่งกำลังที่กระทำนี้มีทิศทางการทำงานทั้งที่ทิศทางเดียวกัน และทิศทางสวนกัน เป็นการช่วยเพิ่มความเร็วรอบของต้นกำลังให้มากขึ้น หรือลดความเร็วรอบต้น กำลังให้ช้าลง เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นระบบส่งกำลังที่ยกเป็นตัวอย่าง ทั้งนี้เพราะระบบส่งกำลังมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน วิธีต่อไปนี้เป็นระบบส่งกำลังทีใช้กันมากคือ

1. การส่งกำลังด้วยสายพาน
2. การส่งกำลังด้วยโซ่
3. การส่งกำลังด้วยเฟือง

1. การส่งกำลังด้วยสายพาน

การใช้สายพานเป็นการส่งกำลังทางกลจากเพลาอันหนึ่งไปยังเพลาอีกอันหนึ่ง การส่งกำลังแบบสายพานเป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัวได้ (FLEXIBLE)

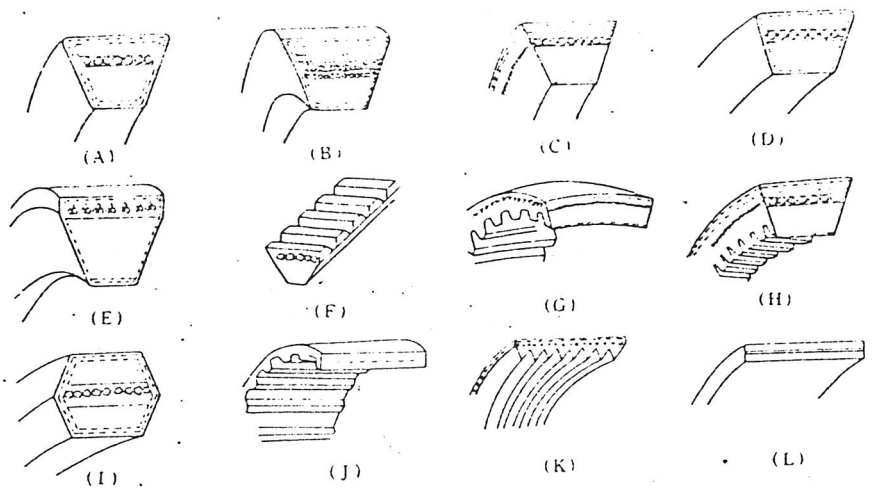
- **ชนิดของสายพาน**

สายพานแบ่งออกเป็นสี่ชนิดตามลักษณะหน้าตัดของสายพานคือ สายพานแบน (FLAT BELTS) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สายพานลิ่ม (V-BELTS) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู สายพานกลม (ROPES) มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม และไทม์มิงเบ็ลท์ (THIMING BETLS)

- สายพานแบน (FLAT BELTS) หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
- สายพานลิ่ม (V-BELTS) หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู
- สายพานกลม (ROPES) หน้าตัดเป็นรูปวงกลม
- ไทม์มิงเบ็ลท์ (TIMING BLETS) หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แต่ทำร่องคล้ายฟันเฟืองตลอดความยาวของสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การขับด้วยสายพานแบน (Flat belt drives)



(A) (1) สายพาน-V มาตรฐาน
(แบบโครงชั้นเดี่ยวและหลายชั้น)
(2) นิยมใช้กันมากในท้องตลาดและราคาถูก
(3) สำหรับใช้กับเครื่องจักรกลโรงงานอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป
สามารถใช้ได้ในที่ ๆ ร้อนถึง 60° เซนติเกรด

(B) (1) สายพาน-V แบบพิเศษ
(แบบโครงชั้นเดี่ยวและหลายชั้น)
(2) มีความต้านทานต่อความร้อน น้ำมัน และไฟฟ้าสถิตย์
มีความแข็งแรงสูง
(3) ใช้สำหรับงานหนัก ๆ และเพื่อต้องการจะลดจำนวนของสายพานลง
(4) สามารถใช้ได้ในที่ ๆ ร้อนถึง 90° เซนติเกรด

(C) (1) สายพาน-V ขอบต่ำ
(2) มีความต้านทานต่อการโค้งและทนทานต่อการขับที่ความเร็วสูง ๆ
(3) ใช้กับรอยนต์และมู่เล่ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก ๆ
สามารถใช้ในที่ ๆ ร้อนถึง 90° เซนติเกรด

(D) (1) สายพาน-V แบบใช้กับงานเบา ๆ (แบบ L)
(2) มีความต้านทานต่อการโค้งและทนทานต่อการขับที่ความเร็วสูง ๆ
(3) ใช้สำหรับพวกเครื่องจักรกลทางการเกษตร
สามารถใช้ได้ในที่ที่ร้อนถึง 60° เซนติเกรด
เสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูงกว่า 60° เซนติเกรด ให้ใช้
สายพาน-V แบบพิเศษ

(E) (1) สายพาน-V แคบ
(2) มีความสามารถในการถ่ายทอดกำลังได้มาก
(3) ใช้กับเครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป
สามารถใช้งานได้ในที่ ๆ ร้อนถึง 90° เซนติเกรด

(F) (1) สายพาน-V มุมกว้าง
(2) สำหรับการถ่ายทอดที่ความเร็วสูง และการถ่ายทอดกำลังมาก ๆ
โดยใช้มู่เล่แคบ ๆ
(3) ใช้กับพวกละยนต์
สามารถใช้งานได้ในที่ ๆ ร้อนถึง 80° เซนติเกรด

(G) (1) สายพาน-V ใช้กับงานที่ความเร็วเปลี่ยนไป ๆ มา ๆ
(2) มีความต้านทานต่อการโค้ง และความคันค้านข้าง
(3) ใช้สำหรับการหยุดความเร็วให้ต่ำลง และการทำหลาย ๆ ความเร็ว
สามารถใช้งานได้ในที่ ๆ ร้อนถึง 90° เซนติเกรด

(H) (1) สายพานท้องฟันขอบต่ำ
(2) มีความต้านทานต่อการโค้ง และทนทานต่อการขับที่ความเร็วสูง ๆ
(3) ใช้สำหรับเครื่องยนต์รถยนต์ขนาดใหญ่
สามารถใช้งานได้ในที่ ๆ ร้อนถึง 90° เซนติเกรด

(I) (1) สายพานหกเหลี่ยม
(2) ใช้สำหรับขับเพลาที่ซับซ้อน
(3) ใช้สำหรับอุตสาหกรรม และเครื่องจักรกลทางเกษตร
สามารถใช้งานได้ในที่ ๆ ร้อนถึง 60° เซนติเกรด

(J) (1) สายพานฟัน
(2) ไม่มีการเลื่อนไถล สามารถให้การขับที่ความเร็วคงที่เสมอ
(3) ใช้สำหรับเครื่องคำนวนอัตโนมัติ เครื่องมือกล รถยนต์ ฯ ล ฯ
สามารถใช้ได้ในที่ ๆ ร้อนถึง 80° เซนติเกรด

(K) (1) สายพานร่องรวม
(2) ให้การหมุนที่พอประมาณได้ว่ามีความเร็วเชิงมุมคงที่
(3) ใช้สำหรับเครื่องมือกล และอื่น ๆ
สามารถใช้งานได้ในที่ ๆ ร้อนถึง 80° เซนติเกรด

(L) (1) สายพานที่ทำจากส่วนผสมของหนังและใยสังเคราะห์
(2) ใช้สำหรับการถ่ายทอดที่ความเร็วสูง ๆ และมีระยะระหว่าง
จุดศูนย์กลางการถ่ายทอดคงที่
(3) ใช้สำหรับเครื่องทำกระดาษ เครื่องทอผ้า และอื่น ๆ
สามารถใช้ได้ในที่ ๆ ร้อนถึง 80° เซนติเกรด

ภาพที่ 2-54 ลักษณะต่าง ๆ ของสายพานที่ใช้สำหรับถ่ายทอดกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบจะขอกล่าวถึงแต่สายพานลิ่ม

- **การทำงานของสายพานลิ่ม**

สายพานลิ่มใช้ส่งกำลังได้ค่อนข้างมาก โดยต้องการแรงดึงขั้นต้นในสายพานค่อนข้างน้อย เพราะผลจากการยึดตัวกันระหว่างด้านข้างของสายพานที่เรียวกับร่องของรูปลิ่มของมู่เล่ย์ ทำให้เกิดแรงเสียดทานสูง ซึ่งเป็นทำให้สายพานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าจะมีส่วนโค้งสัมผัสน้อยและแรงดึงค่อนข้างต่ำ และเหมาะกับการใช้งานในกรณีที่ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางน้อยในการส่งได้มากที่สุดเมื่อผิวด้านข้างของสายพานอัดแน่นกับร่องบนมู่เล่ย์

ข้อดี

- ราคาถูก ใช้งานง่าย
- รับแรงกระตุกและสั่นสะเทือนได้ดี
- ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง
- ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ
- ความเร็วรอบที่ได้คงที
- อัตราทดสูงถึง 1 : 10
- ระยะห่างระหว่างเพลาน้อย
- ส่งกำลังได้สูง
- ไม่มีการลื่นตัว ตกมู่เล่ย์
- ประสิทธิภาพสูงกว่า 95 %
- แรงรัดก่อนทำงานน้อย แบริ่งจึงไม่ต้องรับแรงมากเกินไป

ข้อเสีย

- มีการกระตุกเป็นช่วง ๆ
- อัตราทดไม่แน่นอน จากการคลิป (Slip) และการครีพ (Crecp) ของสายพาน
- ต้องมีการปรับระยะห่างระหว่างเพลาหรือปรับแรงตึงในสายพานระหว่างใช้

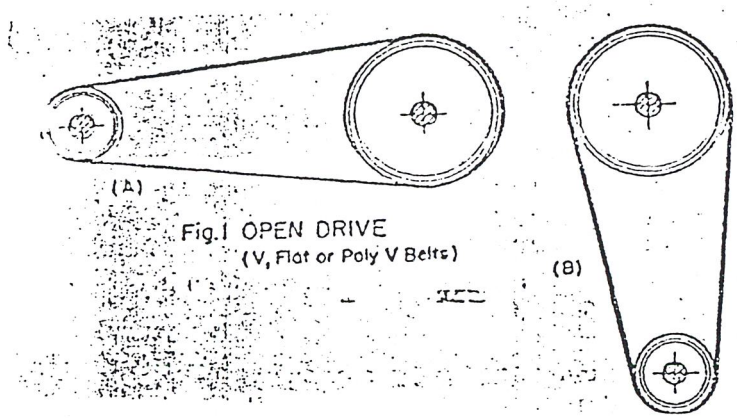
- **ลักษณะการขับด้วยสายพาน**

สายพานเปิด (OPEN DRIVE)

การขับเพลาที่อยู่ขนานกันและต้องการให้เพลาทั้งสองหมุนในทิศทางเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ได้ 2 ลักษณะ

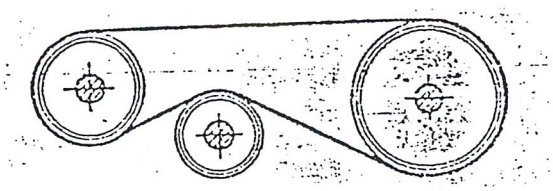
- ระยะห่างระหว่างเพลายาว ขณะถูกขับส่งกำลังความตึง ของสายพานทั้งสองข้างจะไม่เท่ากัน เนื่องจากการยืดหยุ่นตัวและน้ำหนักของสายพาน ทำให้มุมสัมผัสของล้อสายพานกับสายพานเปลี่ยนแปลงไปในทศทางการหมุนของล้อสายพาน ควรจะให้สายพานด้านล่างตัว (TIGHT) และด้านบนหย่อน (SLACK) เพราะมุมโอบสายพานมีมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2-55 แสดงการเปรียบเทียบมุมโอบสายพาน

- ระยะห่างระหว่างเพลาสั้น มุมโอบสายพานก็จะลด น้อยลง เพราะส่วนโค้งสัมผัส (ARC OF CONTACT) บนล้อสายพานเล็กมีค่าน้อยเกินไป (เพราะอัตราคาดสูง และล้อสายพานอยู่ใกล้กันมาก) โอกาสที่สายพานจะลื่นไหลก็มากขึ้น การใช้ล้อกด (JOCKY LOAD) ช่วยกดสายพานไว้จะช่วยให้การลื่นไถลลดลง ช่วยให้สายพานสัมผัสกับล้อมากขึ้น ซึ่งเพิ่มกำลังส่งได้มากขึ้น

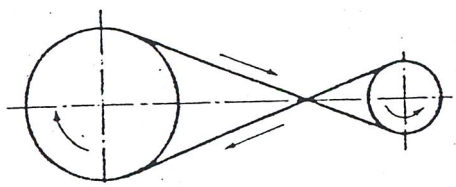


ภาพที่ 2-56 แสดงการขับสายพานโดยใช้ล้อช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายพานไขว้ (CROSSED DRIVE)

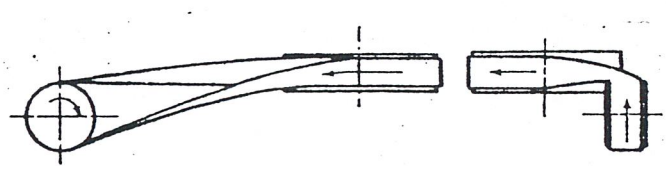
เป็นการขับโดยให้เพลาทั้งสองหมุนสวนทางกัน มุมโอบล้อสายพานทั้งสองข้างดีกว่าแบบ open drive ทิศทางการหมุนของล้อตามจะตรงข้ามกับล้อขับ แต่การขับในลักษณะนี้จุดที่สายพานไขว้กันจะทำให้สายพานถูกัน ทำให้สายเกิดการสึกหรอมาก ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้สายพานสึกหรอเกินไปจึงควรจะให้จุดศูนย์กลางของล้อสายพานอยู่ห่างกันไม่น้อยกว่า 40 เท่าของความกว้างสายพาน และทำงานที่ความเร็วสายพานไม่เกิน 15 เมตร/วินาที



ภาพที่ 2-57 แสดงการขับสายพานไขว้

สายพานแบบเพลาตั้งฉากกัน

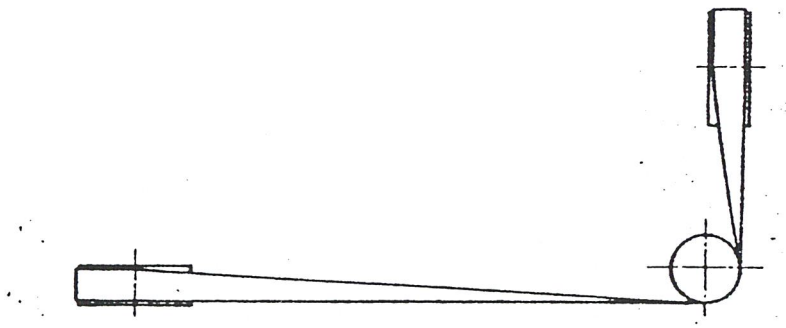
- การขับแบบควอเตอร์เทอนโดรว์ (QUAARTER TURN DRIVE) ใช้เมื่อเพลาทั้งสองตั้งฉากกัน และเพื่อป้องกันไม่ให้สายพานหลุดออกจากล้อสายพาน ขณะใช้งานจึงต้องใช้ล้อสายพานที่กว้างเพียงพอ โดยที่วางมักจะต้องกว้างมากกว่า ความกว้างสายพานไม่น้อยกว่า 1.4 เท่า และก่อนใช้งานต้องทดสอบเสมอ



ภาพที่ 2-58 การขับสายพานแบบ quarter turn drive

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

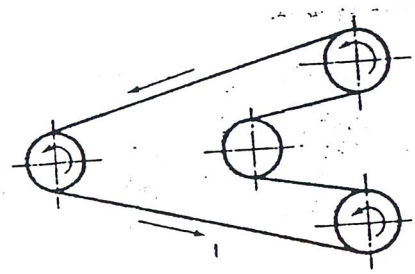
- การขับแบบมิงสไครว์ (MULE DRIVE) ใช้เมื่อเพลาทั้งสองตั้งฉากกัน แต่ไม่อาจจัดในลักษณะควอเตอร์ไดรว์ได้ หรือเมื่อต้องการให้หมุนกลับทิศทางได้



ภาพที่ 2-59 การขับสายพานแบบ mule drive

สายพานแบบย้อนกลับ (REVERSE DRIVE)

ใช้เมื่อต้องการส่งกำลังไปยังเพลาหลาย ๆ อันพร้อมกัน

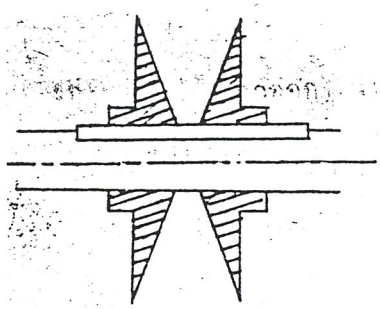


ภาพที่ 2- 60 การขับสายพานแบบ REVERS DRIVE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• การปรับมู่เล่

มู่เล่ปรับระยะพิต (Variable pitch pulley)



ภาพที่ 2-61 มู่เล่ปรับระยะพิต

คือ มู่เล่ที่ประกอบด้วยจานเรียวสองตัวในลักษณะเป็นร่องตัววี ซึ่งอยู่บนเพลาดังรูป จานเรียวทั้งสองตัวนี้อาจเลื่อนเข้าออกได้ทั้งสองตัวหรือตัวเดียวก็ได้ เพื่อปรับระยะพิตของเส้นผ่าศูนย์กลางสนายพานซึ่งมีผลทำให้ความเร็วของสายพานเปลี่ยนไป แบ่งลักษณะของการทำงานได้ 3 แบบ คือ

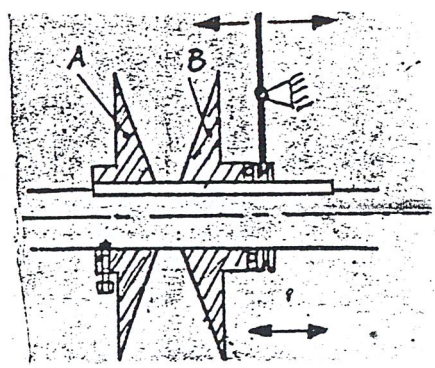
ก. แบบใช้กลไก

ข. แบบใช้เกลียวปรับ

ค. แบบใช้สปริง

ก. แบบใช้กลไก แบ่งการทำงานได้เป็น 2 แบบ คือ

1. จานเรียวเลื่อนได้ข้างเดียว

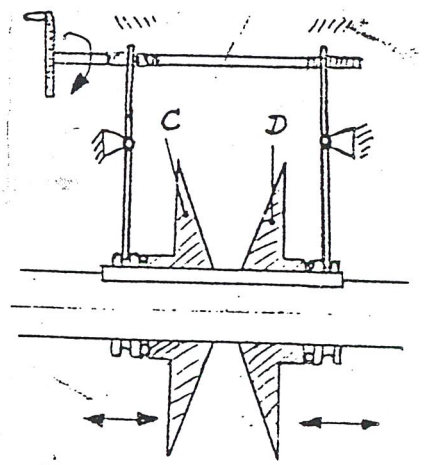


ภาพที่ 2-62 มู่เล่เลื่อนจานเรียวได้ข้างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วยจานเรียว 2 ตัว คือA และ B ดังรูป จานเรียวB จะเลื่อนเข้าออกได้ในแนวแกนเพลา โดยใช้กลไกควบคุมหรืออาจจะใช้ลูกเบี้ยว หรือขาส้อมนาดันส่วนส่วนจานเรียวA จะยึดติดกับเพลาตลอดเวลา

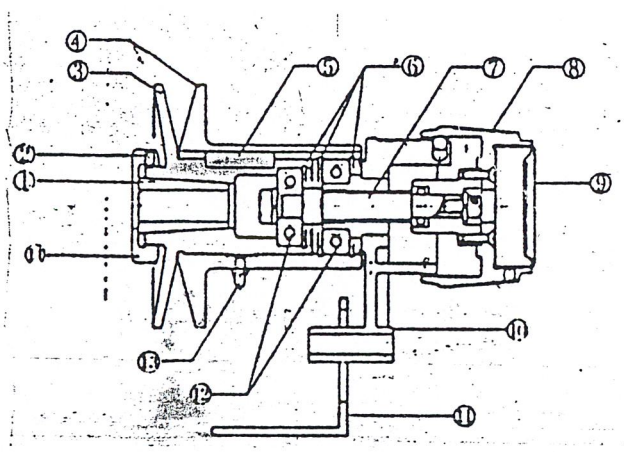
2. จานเรียวเลื่อนได้ทั้งสองข้าง



ภาพที่ 2-63 มู่เล่เลื่อนจานเรียวได้สองข้าง

ประกอบด้วยจานเรียว 2 ตัว คือC และ D ดังรูปที่ 14 จานเรียวC และ D จะเลื่อนเข้าออกได้ทั้งสองตัวในทิศทางตรงกันข้าม โดยใช้กลไกควบคุมลักษณะเช่นเดียวกับข้อ 1. ทั้งสองตัวซึ่งระยะเลื่อนเข้าออกของทั้งสองตัวเท่ากัน

ข. แบบใช้เกลียวปรับ



ภาพที่ 2-64 มู่เล่แบบใช้เกลียวปรับ

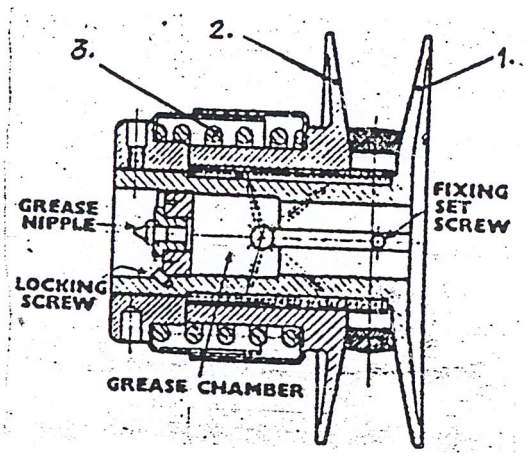
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปภาพ มีส่วนประกอบดังต่อไปนี้คือ

1. เรียวจับเพลามอเตอร์
2. สกรูล๊อค
3. จานเรียวใน
4. จานเรียวนอก
5. ลิ่ม
6. แหวนล๊อค
7. เกลียวปรับ
8. มือหมุน
9. สเกลบอกระยะปรับ
10. แขนกันคลายของเกลียว
11. ตัวล๊อคแขนกันคลาย
12. แบริ่ง
13. หัวอัดจาระบี
14. น๊อตอัดเรียว

การทำงาน จานเรียวใน 3. จะยึดติดอยู่กับเพลามอเตอร์ตลอดเวลา จนเรียวนอก (หมายเลข 4.) จะเลื่อนเข้าออกได้โดยปรับเกลียว (หมายเลข 7)

ค. แบบใช้สปริง



ภาพที่ มู่เล่แบบใช้สปริง

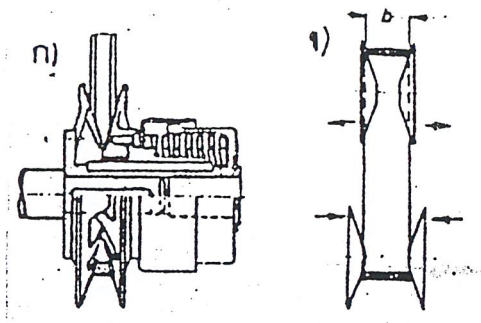
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปภาพ มีส่วนประกอบ คือ

1. จานเรียวใน
2. จานเรียวนอก
3. สปริง

การทำงาน จานเรียวใน 1. จะยึดติดอยู่กับเพลามอเตอร์ หรือ เพลาตามแล้ว แต่ลักษณะงาน จานเรียวนอก 2. มีสปริง 3. คอยดันอยู่ และจานเรียว 2. นี้ จะเลื่อนเข้าออกได้ โดยอาศัยแรงดึงของสายพาน

แบบใช้สายพานลิ่ม แบ่งลักษณะของการทำงานได้หลายแบบ คือ
โดยการปรับระยะห่างระหว่างเพลาทั้งสอง



ภาพที่ 2-65 ก. ภาพตัดล้อสายพานที่ปรับขนาดความโตสัมผัสได้โดย
ใช้สปริงดันด้านข้างเพียงด้านเดียว
ข. ทิศทางการปรับเปลี่ยนขนาดความโตสัมผัสของล้อทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่งกำลังด้วยโซ่

การขับด้วยโซ่มีอยู่มากทางด้านงานเครื่องจักรกล เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกับการขับด้วยสายพาน โซ่จะคล้องอยู่กับล้อโซ่หรือเฟืองโซ่ (SPROCKET) ซึ่งติดอยู่บนเพลาขับและเพลาตาม อัตราทดของการขับจะขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองโซ่ทั้งสอง และการขับด้วยโซ่นี้จะไม่มีการสลิปเกิดขึ้นระหว่างโซ่กับเฟือง

เนื่องจากการขับด้วยโซ่มีความไว้วางใจได้และถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์ จึงนิยมใช้มากเช่น ในการส่งกำลังในเรือ เครื่องยนต์ เครื่องจักรกลการเกษตร เครื่องมือกล เครื่องทอผ้า และเครื่องจักรกลงานไม้ เครื่องพิมพ์ และในการขนส่งและการขนถ่ายวัดสุ

การขับด้วยโซ่มีข้อดีอยู่ระหว่างการขับด้วยสายพานและการขับด้วยเฟือง ทางด้านราคา สมรรถนะในการส่งกำลังและการบำรุงรักษา โซ่สามารถขับได้ในระยะทางไกลกว่าสายพานและขับได้พร้อมกันหลาย ๆ เพลา ซึ่งมีทิศทางหมุนตามกันหรือสวนกันก็ได้

- **หลักการทำงานของโซ่**

จากรูป จะเห็นได้ว่าในการขับด้วยโซ่อาจขับเพียงหนึ่งเฟืองโซ่ หรือหลายเฟืองโซ่ก็ได้ และอาจหมุนในทิศทางเดียวกันกับเฟืองโซ่ขับหรือสวนทางกันก็ได้ แต่อย่างไรก็ตามมีข้อสมมติฐานว่าเฟืองโซ่จะต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน และเพลาจะต้องขนาดกันและอยู่ในแนวระดับด้วย ความเร็วขอบของเฟืองโซ่สามารถใช้ได้ถึง 20 – 25 เมตร/วินาที

สิ่งจำกัดในการส่งกำลังด้วยโซ่เมื่อใช้งานด้วยความเร็วปานกลางจนถึงความเร็วสูงก็คือ การล้กหรอของข้อต่อและความต้านแรงล้า (FATIGUE STRENCTH) ของวัสดุชิ้นส่วนโซ่ นอกจากนี้แล้วถ้าใช้งานด้วยความเร็วสูงจะต้องคำนึงถึงแรงที่จะเกิดขึ้นในโซ่ เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลาง ในการขับโดยใช้โซ่หลายเส้นขนานกันเป็นสองชั้น (DOUBLE – STRAND) หรือสามชั้น (TRIPLE – STRAND) อาจทำให้แรงที่กระทำกันกับโซ่ไม่กระจายไปเท่า ๆ กัน ตลอดความกว้างของโซ่ และถ้าหล่อลื่นไม่ดีพอ ก็จะเป็นสาเหตุประการสำคัญที่ทำให้โซ่ล้กหรอได้มาก

โซ่ที่คล้องอยู่บนเฟืองโซ่จะมีลักษณะคล้ายรูปหลายเหลี่ยมบนเฟืองโซ่ (ซึ่งจะกล่าวถึงในภายหลัง) ทำให้แขนของแรงในแนวสัมผัสกับเฟืองโซ่เปลี่ยนแปลงตอลดเวลาที่ส่งกำลัง นอกจากนี้ในระหว่างที่โซ่เคลื่อนเข้าหากันและเคลื่อนออกจากเฟืองโซ่ ข้อต่อแต่ละข้อจะเกิดการหมุนเทียบกับข้อต่อโซ่ข้างเคียงเป็นมุม 2 การหมุนนี้จะให้เกิดความเสียดทานขึ้นเป็นผลทำให้สูญเสียกำลังและโซ่ล้กหรอ ผลต่อมาก็คือระยะฟิตของโซ่เพิ่มขึ้นจนอาจหลุดออกจากเฟืองโซ่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การทำงานของโซ่**

ข้อดี

1. ในการติดตั้งไม่ต้องการความเที่ยงตรงเท่ากับเฟือง
2. ไม่จำเป็นต้องมีแรงดึงในโซ่ชั้นต้นเพื่อต้านแรงดึงเหมือนกับสายพาน ทำให้อายุการใช้งานของแบริ่งที่รองรับเพลาเพิ่มมากขึ้น
3. ไม่มีการสลิปในขณะส่งกำลังเหมือนสายพาน ทำให้ได้อัตราทดที่แน่นอน
4. มีขนาดกะทัดรัดกว่าสายพาน เมื่อใช้งานด้วยอัตราทดเท่ากัน เฟืองโซ่จะมีขนาดเล็กกว่าล้อสายพานและถ้าต้องการส่งกำลังเท่ากัน ความกว้างของโซ่จะน้อยกว่าสายพาน
5. ติดตั้งง่ายกว่าสายพานเพราะเพียงแต่คล้องเข้าเฟืองโซ่แล้วใส่สลักเข้าไป
6. ใช้งานได้กับอุณหภูมิสูง บริเวณที่มีความชื้นและฝุ่นละออง

ข้อเสีย

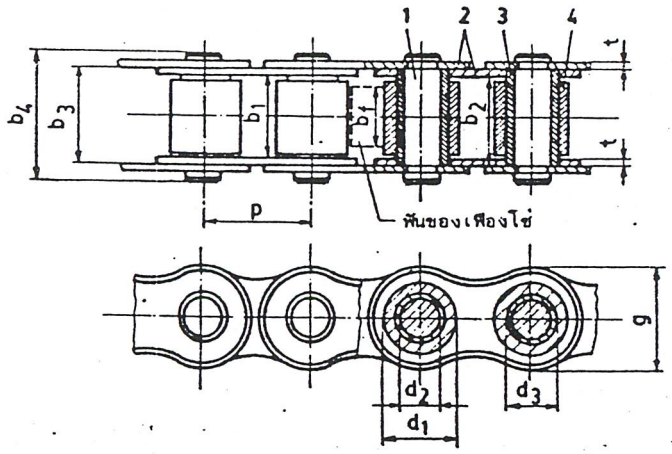
1. มีเสียงดัง และต้องมีการหล่อลื่นมาก
2. เนื่องจากความเร็วขอบสูงจะมีอันตรายเมื่อโซ่ขาด
3. ไม่มีความอ่อนตัวในการส่งกำลัง เพลาจะต้องขนานกัน
4. ส่งกำลังแบบครอสไดรว์ไม่ได้
5. มีราคาแพงกว่าการขับด้วยสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

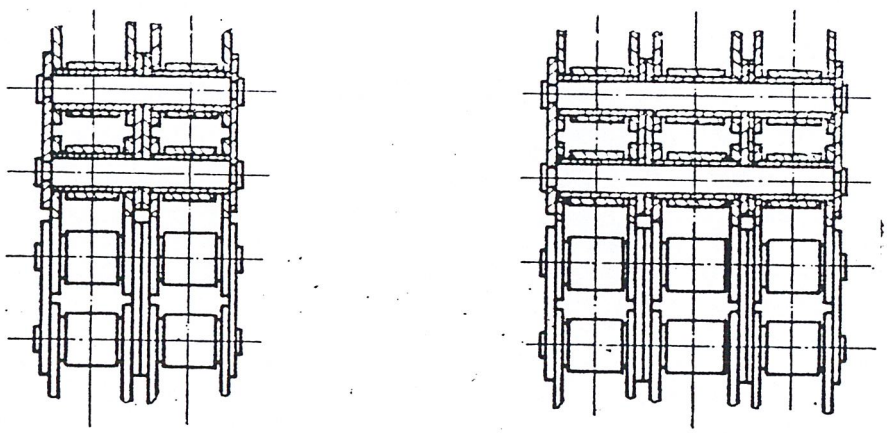
- **ชนิดของโซ่**

โซ่แบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ได้ 3 ชนิดคือ

1. โซ่โรลเล่อร์ (ROLLER CHAINE) โซ่ชนิดนี้ประกอบด้วยแผ่นต่อ (LINK) ด้านในและด้านนอกยึดติดกันด้วยสลักและบูช (BUSHES) โรลเล่อร์กลวงสวมอยู่กับบูช ดังรูป เมื่อใช้รับแรงมากอาจใช้แบบสองชั้นและสามชั้น ดังรูป



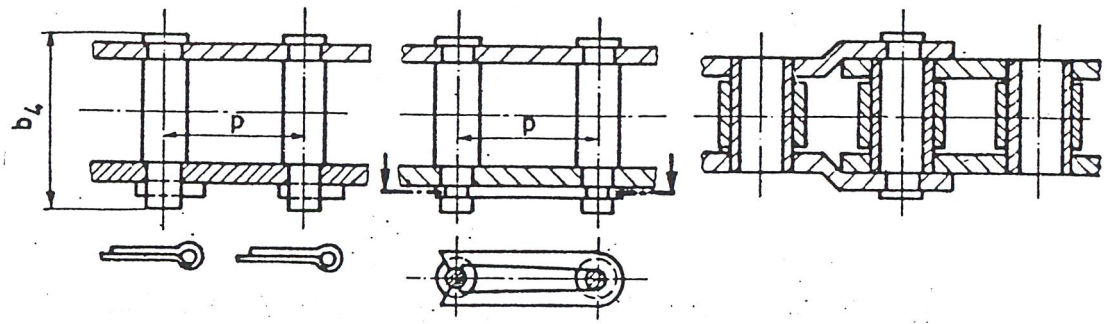
ภาพที่ 2-66 แสดงโซ่โรลเล่อร์ 1. สลัก 2. แผ่นต่อด้านนอกและด้านใน 3. บูชที่อัดแน่นกับแผ่นต่อด้านใน 4. โรลเล่อร์หมุนได้อิสระบนบูช 3



ภาพที่ 2-67โซ่โรลเล่อร์สองชั้นและสามชั้น

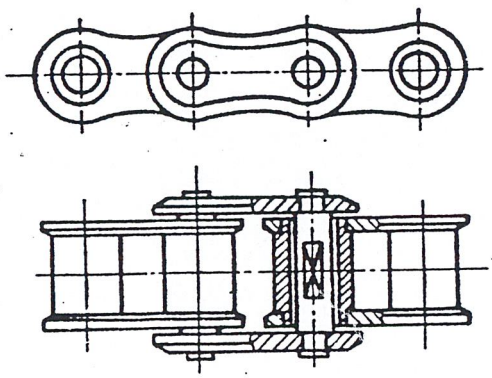
ที่ปลายต่อกันของโซ่ อาจใช้อุปกรณ์การต่อดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2-68 ข้อต่อสำหรับโซ่โรลเล่อร์ จากด้านซ้ายต่อด้วยคอตเตอร์พิน ต่อด้วยสปริงรูปตัวยู และต่อด้วยข้อต่อแบบพิเศษ

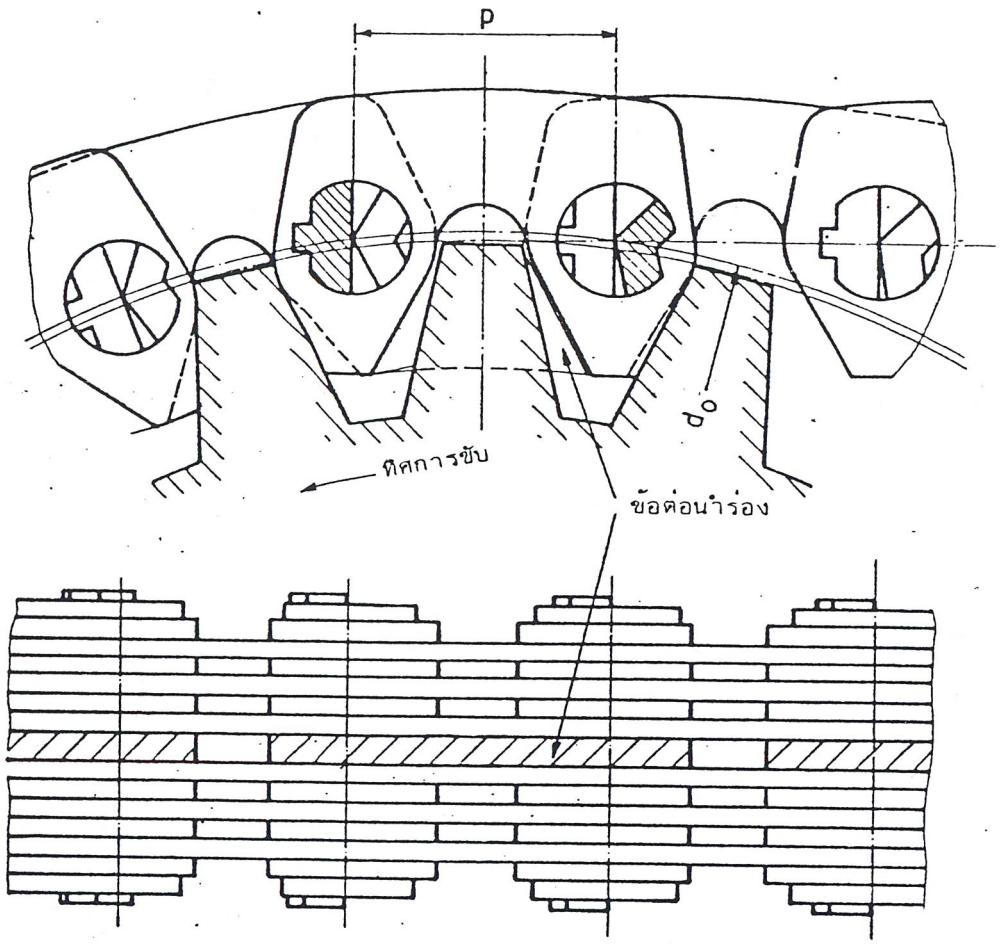
2. โซ่บูช (BUSHES CHAINE) โซ่ชนิดนี้แตกต่างกับโซ่โรลเล่อร์ตรงที่ไม่มีโรลเล่อร์ ดังนั้นจึงสามารถออกแบบให้บูชและสลักมีขนาดใหญ่ได้มากกว่าโซ่โรลเลอร์ โดยที่ระยะพิตเท่ากัน โซ่บูชจึงรับแรงได้มากกว่าและแข็งแรงกว่า แต่เนื่องจากในการใช้งานจะเกิดเสียงดัง และสึกหรอมาก โดยทั่วไปแล้วจึงนิยมใช้โซ่โรลเล่อร์มากกว่าโซ่บูช



ภาพที่ 2-69 โซ่บูช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โซ่ฟัน (TEETHED CHAINE) โซ่ชนิดนี้อาจเรียกว่า SILENT CHAINE ได้ โซ่ฟันประกอบด้วยแผ่นต่อหลายแผ่นเรียงซ้อนกัน และยึดติดกันด้วยสลักดังรูป แผ่นต่อแต่ละแผ่นจะฟันมีนสองฟัน ในขณะส่งกำลัง

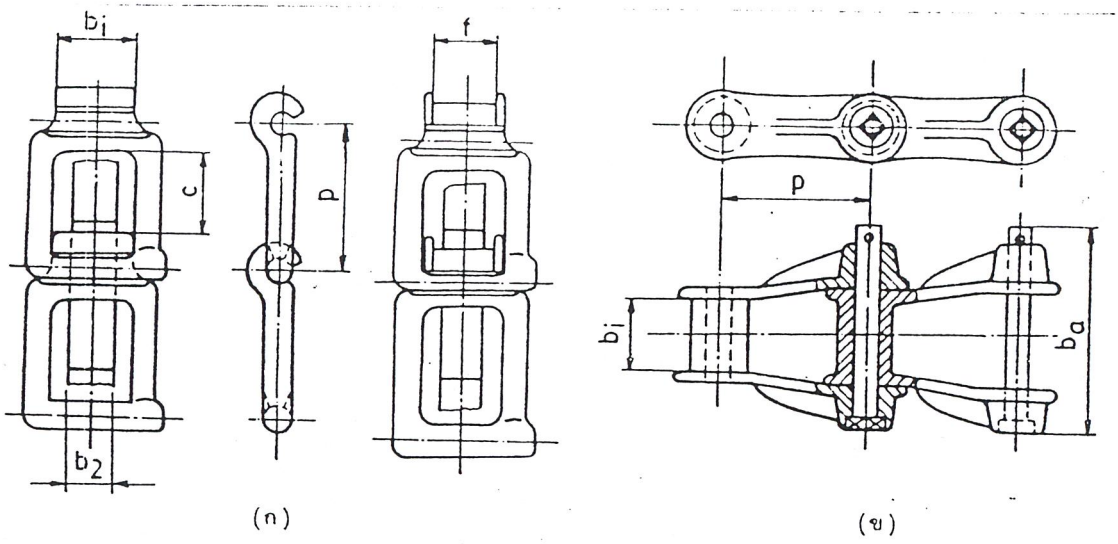


ภาพที่ 2-70 โซ่ฟัน

ข้อต่อโซ่จะทำหน้าที่เป็นจุดหมุนของข้อโซ่ ทำโซ่แนบสนิทกับฟันบนเฟืองโซ่ จึงมีการสึกหรอน้อย ซึ่งเฟืองโซ่ควรจะมีฟันไม่น้อยกว่า 12 ฟัน โซ่ฟันใช้ขับด้วยความเร็วสูงกว่าโซ่โรลเล่อร์ ทำงานได้โดยเกือบจะไม่เสียงดัง แต่จะมีน้ำหนักมากกว่าโซ่โรลเล่อร์ ราคาแพงกว่า และต้องการให้มีการบำรุงรักษาที่ดีกว่าโซ่โรลเล่อร์

4. โซ่ชนิดอื่น เมื่อใช้ส่งกำลังด้วยความเร็วต่ำ (ไม่เกิน 2 เมตร/วินาที) หรืองานที่ไม่ต้องการความแม่นยำนัก เช่น ในการขับเครื่องจักรกลการเกษตร ก็มักใช้โซ่ที่มีลักษณะเป็นพิเศษ ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2-71 โซ่ชนิดอื่น (ก) DETACHABLE JOINT CHAINE (ข) STEEL PIN CHAINE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **การส่งกำลังด้วยเฟือง**

เมื่อมีล้อสองล้อสัมผัสกันและถูกกดให้ติดกัน สมมุติว่าล้อแต่ละอันมีเพลายึดอยู่ ถ้าหมุนเพลาตัวใดตัวหนึ่ง จะพบว่าเพลาของอีกตัวหนึ่งก็จะหมุนตามไปด้วย เนื่องจากความฝืดของการสัมผัสเชิงเส้น (LINE CONTACT) ของล้อทั้งสอง เครื่องมือที่ใช้ถ่ายทอดกำลัง และหรือการหมุนระหว่างเพลาทั้งสองนี้เรียกว่า ล้อความฝืด(FRICTION WHEEL) แต่การถ่ายทอดแบบนี้ใช้ได้แต่การถ่ายทอดกำลังน้อย ๆ หรือการหมุนที่สู้ไม่สม่ำเสมอนัก

เพื่อให้ได้การถ่ายทอดการหมุนที่แม่ยำขึ้น และสามารถถ่ายทอดกำลังสูง ๆ ระหว่างเพลาทั้งสองได้ จึงได้มีการวางฟันไว้นบนเส้นรอบวงของล้อทั้งสอง โดยให้ฟันแต่ละที่ห่างกันด้วยระยะที่เท่า ๆ กัน แล้วเรียกล้อที่มีฟันนี้เสียใหม่ว่า เฟือง

จากลักษณะการทำงานที่ได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าสายพานหรือโซ่ก็อาจทำงานได้เช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามการใช้เฟืองจะช่วยให้ทำงานได้รัดกุมกว่ามาก เมื่อเปรียบเทียบกับสายพานและโซ่ นอกจากนี้ยังสามารถถ่ายทอดได้ที่ความเร็วสูง ๆ โดยมีการกะจังหวะได้แม่นยำแม้เพื่อกำลังถ่ายทอดแรงม้าสูง ๆ ด้วย แต่เมื่อมองอีกด้านหนึ่ง การใช้เฟืองต้องการความเอาใจใส่ดูแลอย่างใกล้ชิดมากกว่าแบบอื่น เช่น การหล่อลื่น ต้องการห้องกันฝุ่น และการประกอบเข้ากับเพลา แต่เนื่องจากความสามารถที่ดีเหนือการถ่ายทอดแบบอื่น ๆ จึงมีการใช้เฟืองกับงานที่สำคัญต่าง ๆ มานานติดต่อกันกว่า 200 ปีแล้ว โดยใช้ตั้งแต่เฟืองตัวเล็กทีมีความละเอียดสูง ๆ ดังเช่นที่ใช้ในเครื่องมือวัดต่าง ๆ ไปจนถึงเฟืองขนาดใหญ่ เช่น เฟืองทดของเครื่องยนต์กังหันที่ใช้ในเรือเป็นต้น

- **การจำแนกประเภทของเฟือง**

ตาราง ได้แสดงการจำแนกประเภทของเฟืองโดยยึดเอาตำแหน่งของเพลาทั้งสอง ทิศทางการหมุน และรูปร่างของฟันเฟืองเป็นหลัก เฟืองแบบต่าง ๆ ดังที่ปรากฏในตารางได้แสดงไว้ในรูป

เฟืองบนเพลาที่ขนานกันคือ เฟืองที่มีฟันวางอยู่บนพื้นผิวทรงกระบอกด้วยระยะที่เท่า ๆ กัน (เรียกว่าผิวพิตช์ เส้นสัมผัสเรียกว่าเส้นกำหนด และพื้นผิวทั้งสองจะสัมผัสแบบพึ่งซึ่งกันและกัน โดยปราศจากลื่นไถล) เฟืองตรง (n) เป็นเฟืองที่ธรรมดาที่สุดโดยฟันของเฟืองจะเอียงเป็นก้นหอย แต่เนื่องจากจำนวนคู่ของฟันที่สัมผัสอยู่ (ซึ่งเรียกว่าอัตราส่วนสัมผัส) ของเฟืองชนิดนี้มีมากกว่าแบบเฟืองตรง ดังนั้นการขบกันจึงทำได้อย่างราบเรียบ และทำให้เหมาะกับการถ่ายทอดที่โหลดและความเร็วสูง ๆ อย่างไรก็ตามเฟืองแบบนี้ต้องการรองรื่นกันรุน และฟ้องเฟืองที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แข็งแรง เนื่องจากแรงดันรุนที่ส่งมาจากเฟืองและผ่านต่อมายังเพลา แต่ถ้าเป็นเฟืองเอียงฟันคู่ (ค) แบบที่มีฟันเอียงไปเป็นมุมกัน แรงดันรุนสามารถทำให้หักล้างกันเองได้ อัตราทดความเร็วในแนวเส้นรอบวงเฟือง และกำลังที่ถ่ายทอดจะกระทำได้มาก แต่มีข้อเสียคือสร้างได้ยาก เฟืองฟันใน (ง) มีประโยชน์ในการลดขนาดของเฟืองลง และอัตราทดสูง เนื่องจากมีเฟืองที่เนียนวางไว้ภายในนั่นเอง เฟืองรางและทีเนียน (จ) เหมาะจะใช้กับงานที่ต้องการเปลี่ยนจาการหมุนไปเป็นการเคลื่อนที่ในแนวเส้น

เฟืองดอกจอก เป็นเฟืองที่มีผิวหน้าเป็นรูปทรงกรวยตรง พื้นผิวของกรวยที่มีจุดยอดรวมกัน เรียกว่าพื้นผิวพิตช์ เฟืองดอกจอกตรง (ฉ) เป็นแบบที่ใช้ก้นมากที่สุด แต่จะมีเสียงดังมากในขณะทำงาน ทั้งนี้เนื่องจากมีอัตราส่วนสัมผัสน้อย ยังมีเฟืองดอกจอกเกลียว (ช) อีกแบบหนึ่งซึ่งจะให้อัตราส่วนสัมผัสเพิ่มมากขึ้น ทำให้สามารถถ่ายทอดโหลดมาก ๆ และที่รอบสูงๆ ได้มุมที่เพลาทั้งสองของเฟืองที่กระทำกันปกติแล้วเท่ากับ 90 องศา

เฟืองที่ใช้กับเพลาข้ามได้แก่ พวกเฟืองเอียงขวาง (ฌ) เฟืองหนอน (ญ) (ฎ) และเฟืองหน้าเอียง (ฏ) ฯลฯ เฟืองหนอนใช้ถ่ายทอดการหมุนของเพลาข้าม ที่ข้ามตั้งฉากกันด้วยอัตราทดที่สูง เฟืองทรงกระบอกเป็นแบบที่ใช้ก้นอย่างแพร่หลาย แต่ถ้าต้องการให้ถ่ายทอดโหลดสูง ๆ ต้องเลือกใช้เฟืองหนอนล้อมคู่ (ฎ) ซึ่งมีอัตราส่วนสัมผัสมากกว่า เฟืองหน้าเอียง (ฏ) เป็นชนิดที่ใช้กับเฟืองท้ายของรถยนต์ การกัดเฟืองจะกัดเป็นเส้นโค้งจากเส้นตรงร่วมทำให้ฟันเฟืองในขณะที่ขบกัน เป็นลักษณะของการกลิ้งไถลไป

เฟืองทั้งหมดที่ได้กล่าวมาแล้วเป็นประเภทที่ให้อัตราส่วนของความเชิงมุมระหว่างเพลาทั้งสองคงที่อยู่เสมอ แต่ยังมีเฟืองอีกบางชนิดที่อัตราส่วนส่งความเร็วเชิงมุมเปลี่ยนแปรไปมา เฟืองพวกนี้ได้แก่เฟืองเยื้องศูนย์ เฟืองที่ไม่กลม ฯลฯ และเฟืองรูปไข่ เช่น ที่ใช้ในเครื่องมือวัดการไหล หรือใช้กับรถยนต์

ยังมีเฟืองบางชนิดที่ใช้ถ่ายทอดการเคลื่อนที่แบบหยุดเป็นระยะๆ เรียกว่าเฟืองจังหวะ (INTERMITTENT GEAR) และเฟืองเจนนีวา (GENEVA GEAR) ที่ใช้กับเครื่องป้อนฟิมล์เข้าเครื่องฉาย

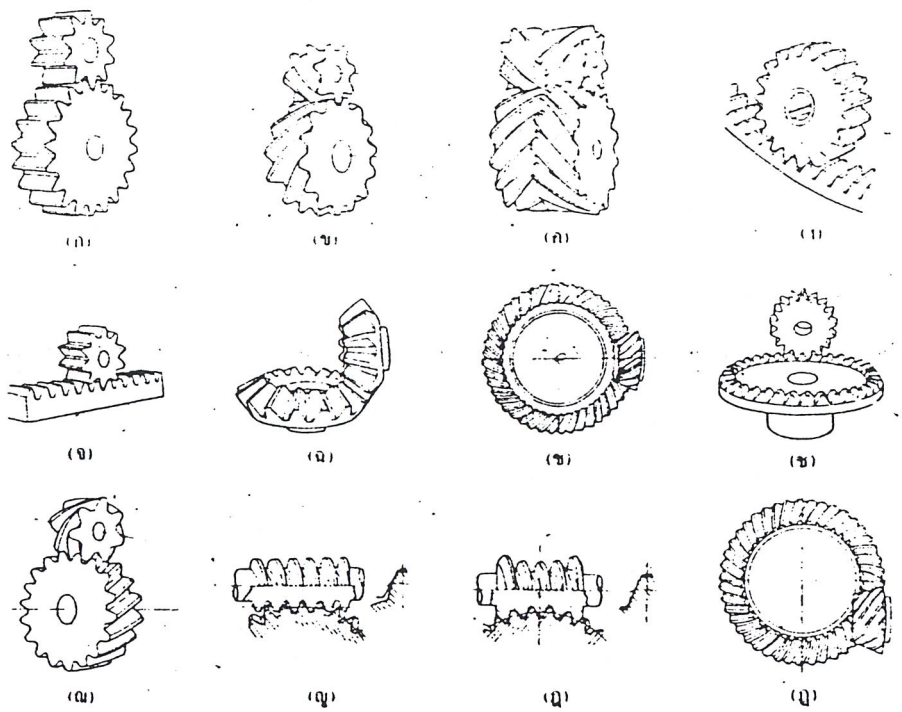
มีการตั้งข้อสมมุติว่าเฟืองเป็นชิ้นส่วนที่แข็งแรงมาก ซึ่งจะไม่มีการเปลี่ยนรูปในช่วงเวลานาน ๆ ถึงแม้ว่าที่จริงแล้วมันจะเปลี่ยนรูปไปบ้างเมื่อได้รับโหลด แต่ในทางทฤษฎีเราถือว่ามันแข็งแกร่งมากจนกระทั่งไม่มีการเปลี่ยนรูปไป แต่ในปัจจุบันได้มีการศึกษาเรื่องการขับแบบฮาโมนิค (HAMONIC DRIVE) ซึ่งรวมเอาผลของการเปลี่ยนรูปของฟันเฟืองเนื่องมาจากการยืดหดโดยไม่ถึงกับเสียรูปร่างเข้ามาพิจารณาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-12 เฟืองประเภทต่างๆ

ตำแหน่งของเพลา	เฟือง	หมายเหตุ
เฟืองอยู่บนเพลาที่ขนานกัน (parallel shaft gear)	เฟืองตรง (ก) เฟืองเอียง (ข) เฟืองเอียงคู่ (ค)	การจำแนกประเภทเฟืองตามรูปร่างของฟัน
	เฟืองฟันนอก เฟืองฟันในและพีเนี่ยน (ง) เฟืองรางและพีเนี่ยน (จ)	หมุนสวนทางกัน หมุนทางเดียวกัน หมุนและเคลื่อนที่ในแนวเส้น
เฟืองที่อยู่บนเพลาที่ตัดกัน (intersection shaft gear)	เฟืองดอกจอกตรง (ฉ) เฟืองดอกจอกเกลียว (ช) เฟืองดอกจอกซีโรล (zerol) เฟืองดอกจอกเอียง เฟืองดอกจอกเอียงคู่	(การจำแนกประเภทแบ่งตามรูปร่างของฟัน)
	เฟืองลาดเพลาตัดกัน เฟืองหน้าเพลาตัดกัน (ซ)	(เฟืองที่ใช้กับเพลาตัดกันแบบพิเศษ)
เฟืองที่เพลาข้ามกัน (crossed axis gear)	เฟืองเอียงขวาง (ญ) เฟืองเอียงและรางฟัน	สัมผัสเป็นจุด หมุนเคลื่อนที่ในแนวเส้น
	เฟืองหนอนทรงกระบอก (ญ) เฟืองหนอนล้อมคู่ (ฎ) เฟืองหนอนข้าง	
	เฟืองหน้าเอียง (ฎ) เฟืองหน้าเพลาข้ามกัน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) เฟืองตรง (spur gear)
(ข) เฟืองเอียง (helical gear)
(ค) เฟืองเอียงคู่ (double helical)
(ง) เฟืองใน (internal gear)
(จ) พีเนียนและราเฟือง (pinion and rack)
(ฉ) เฟืองดอกจอกตรง (straight bevel gear)
(ช) เฟืองดอกจอกเกลียว (spiral bevel gear)
(ซ) เฟืองหน้าตรง (face gear)
(ฌ) เฟืองเอียงขวาง (crossed helical gear)
(ญ) เฟืองหนอนทรงกระบอก (cyrindrical worm gear)
(ฎ) เฟืองหนอนล้อมคู่ (double enveloping worm gear)
(ฏ) เฟืองหน้าเอียง (hypoid gear)

ภาพที่ 2-72 ลักษณะรูปร่างของเฟืองแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ระบบส่งกำลัง

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	สายพาน	โซ่	เฟือง
• ใช้งานง่าย	3			
• เสียงเงียบ	3			
• ส่งกำลังได้สูง	3			
• รับแรงกระตุกแรงสะเทือนดี	3			
• ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ	2			
• ราคาถูก	2			
รวม		45	30	31

สรุป ระบบการส่งกำลัง ใช้ระบบสายพานส่งกำลังเนื่องจากมีเสียงเงียบมีประสิทธิภาพสูงเหมาะกับงานขนาดค่อนข้างเล็กสามารถปรับแรงตึงและง่ายต่อการเปลี่ยนซ่อมแซม ราคาไม่แพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้เครื่องสีข้าวกล้องแบบเดิม

กะเทาะเปลือกด้วย ระบบลูกยาง 1 ชุด

เทข้าวเปลือกส่วนที่เหลือ

เปิดช่องทางออกข้าวเปลือก

กดสวิทช์เดินเครื่อง

ตวงข้าวเปลือกใส่ถังบรรจุ

ปิดช่องทางออกข้าวเปลือก

สั่งซื้อข้าวกล้องเป็นปริมาณ

ข้าวเปลือก

ข้าวกล้องลงสู่ภาชนะรองรับ

นำไปฝัด

กะเทาะเปลือกอีกครั้ง

เทใส่ถุง

ปิดผนึก

ชำระเงิน

การใช้เครื่องสีข้าวกล้องเครื่องใหม่

กะเทาะเปลือกด้วย ระบบลูกยาง 2 ชุด

เปิดช่องทางออกข้าวเปลือก

กดสวิทช์เดินเครื่อง

เทข้าวเปลือกเต็มถังบรรจุ

ปิดช่องทางออกข้าวเปลือก

วางถุงรองรับ

สั่งซื้อข้าวกล้องเป็นปริมาณ

ข้าวเปลือก

ข้าวกล้องลงสู่ถุง

สังเกตุปริมาณที่ตาชั่ง

ปิดปากถุง

ชำระเงิน

		แบบเดิม	แบบใหม่
สรุป	ระยะเวลาการสีข้าวกล้อง 2 kgโดยเฉลี่ย	12-15 นาที	5-8 นาที
	ประสิทธิภาพการกะเทาะ	1 kg / 3 นาที	1 kg / 4 นาที

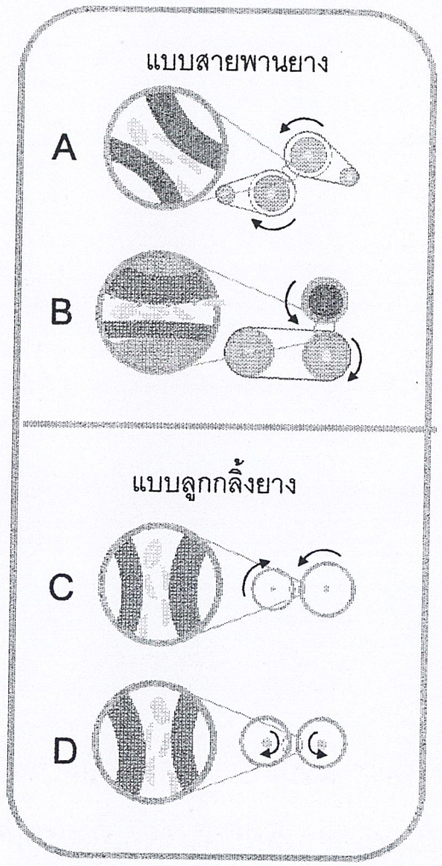
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

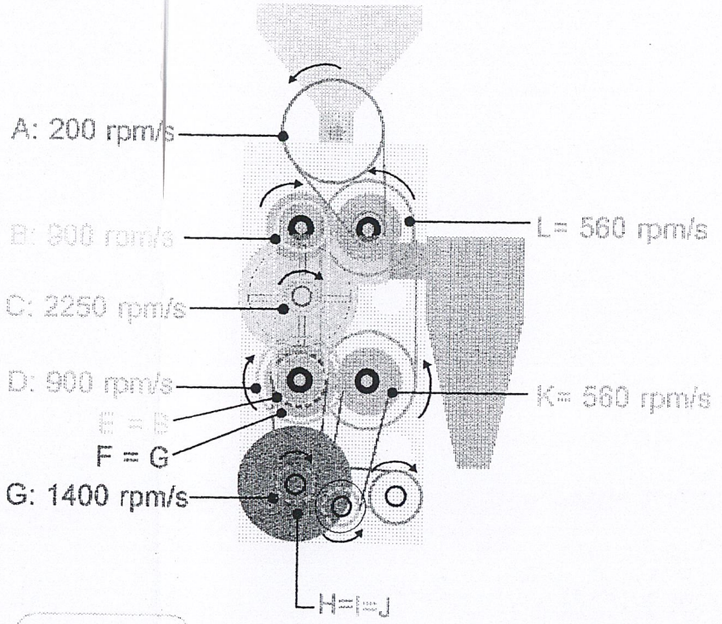
การทำงานของสายพาน

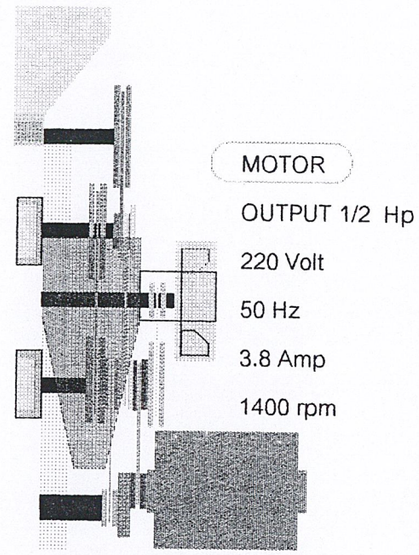
ข้อดี รับแรงกระตุกและแรงสั่นสะเทือนดี เสียงเงียบ ส่งกำลังได้สูง บำรุงรักษาง่าย

ข้อเสีย ต้องปรับสายพานให้ตึงเมื่อใช้งาน มีการกระตุกเป็นช่วงๆ

หลักการทำงานของส่วนกะเทาะเปลือก

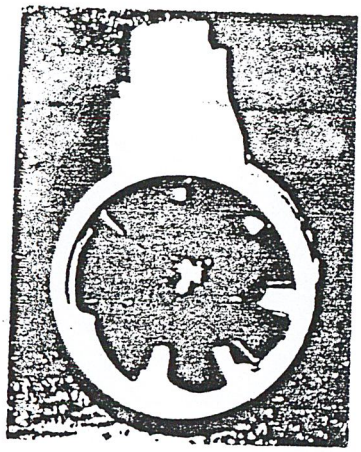






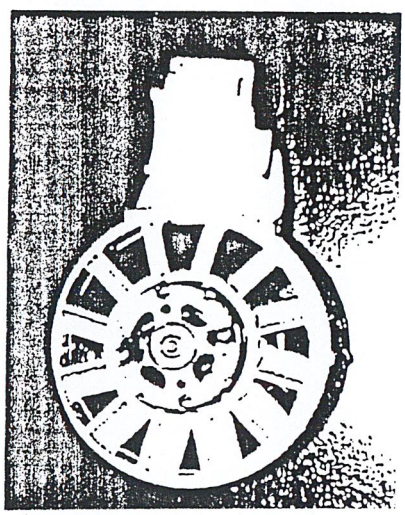
สรุป เลือกแบบ D เป็นส่วนกะเทาะเปลือกแบบลูกกลิ้งยาง 2 ลูกขนาดเท่ากัน 2 ชุด ใช้ระบบการส่งกำลังแบบสายพานลิ่มมีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูและเป็นร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2-74 พัดลมทิวบ์แอกเชียล

3. แบบเวนแอกเชียล (Vain Axial) เหมือนกับแบบทิวแอกเชียล แต่มีไกด์เวนติดตั้งเข้าไป ซึ่งอาจติดตั้งด้านหน้าหรือด้านหลังตัวใบพัด เนื่องจากผลทางด้านอากาศพลศาสตร์จะทำให้พัดลมชนิดนี้มีความดันและประสิทธิภาพสูงสุด

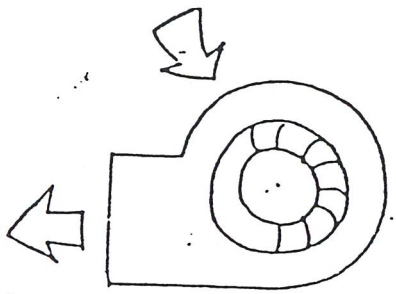


ภาพที่ 2-75 พัดลมแบบเวนแอกเชียล

ในบรรดาพัดลมตามแนวแกนด้วยกัน ตัวใบอาจเป็นแบบโค้งชั้นเดียวหรือแบบเอร์ฟอยด์ มีมุมใบพัด (Pitch) คงที่หรือปรับให้อัตราส่วนแกนกลางสูงที่สุด (สูงกว่า 50 % เทียบกับเส้นผ่าศูนย์กลางใบพัด) การติดตั้งไกด์เวนทำให้ลมเงียบและสมรรถนะของพัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. พัดลมแรงเหวี่ยง (Centifugal Fan) ลักษณะของลมซึ่งไหลผ่านใบพัดจะไหลผ่านในแนวรัศมีของใบความดันของลมจะเป็นลักษณะแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ซึ่งเกิดจากการหมุนเหวี่ยงของก้อนอากาศที่อยู่ระหว่างใบพัดกับตัวถัง



ภาพที่ 2-76 พัดลมแรงเหวี่ยง

ข้อมูลเรื่องใบพัดลม

- ชนิดของใบพัดลม

พัดลมที่ใช้งานโดยทั่วไปแบ่งออกเป็นพวกใหญ่ ๆ ได้ 2 ชนิด โดยแบ่งตามลักษณะของลมที่วิ่งผ่านใบพัดและลักษณะโครงสร้างของพัดลมเอง ดังนี้คือ

1. พัดลมแรงเหวี่ยง (CENTRIFUGAL FAN) ลักษณะของลมที่ว่างผ่านใบพัดจะไหลผ่านในแนวรัศมีของใบ พัดลมแรงเหวี่ยงยังแบ่งออกตามลักษณะของใบพัดได้อีก 4 แบบคือ
    - แบบใบพัดโค้งหน้า (FORWARD CURVED BLADE)
    - แบบใบพัดตรงหรือแบบใบพัดชี้ตามแนวรัศมี (RADIAL OR STRAIGHT BLADE)
    - แบบใบพัดโค้งหลัง (BACKWARD CURVED BLADE)
    - แบบแอร์ฟอยล์ (AIR FOIL)
2. พัดลมพัดตามแนวแกน (AXIAL FLOW FAN) ลักษณะของลมที่วิ่งผ่านใบพัดจะวิ่งขนานไปตามแนวแกนของเพลาพัดลม พัดลมพัดตามแนวแกนยังแบ่งออกได้อีก 3 แบบคือ
    - ทิวบ์แอกเชียล (TUBE AXIAL)
    - เวนแอกเชียล (VANEAXIAL)
    - พลอพเพลเล่อร์ (PROPELLER)

พัดลมแรงเหวี่ยงมีคุณสมบัติคือการให้แรงลมสม่ำเสมอ ความดันสูง เสียงเงียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การติดตั้งกับอุปกรณ์ทั้งทางด้านลมเข้าและทางลมออกสามารถติดตั้งได้ง่าย

พัดลมพัดตามแนวแกนส่วนใหญ่จะใช้กับงานที่ต้องการปริมาณลมมาก ความดันต่ำมีเสียงดัง มักใช้กับงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม และพัดลมชนิดนี้ถ้าต้องการประสิทธิภาพและความดันสูงก็จะติดตั้งไกด์เวนเพิ่มเข้าไป

เมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการนำมาใช้เป็นใบพัดลมของเครื่องสีข้าวกล้องใบพัดลมแบบแรงเหวี่ยงจึงเหมาะสมกว่า *ฉะนั้นจะพิจารณาในแง่ของใบพัดลมแรงเหวี่ยงเพียงเรื่องเดียว*

พัดลมแรงเหวี่ยง

พัดลมแรงเหวี่ยงจะให้ความดันของลมในลักษณะแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ซึ่งเกิดจากการหมุนเหวี่ยงกลุ่มก้อนอากาศที่ขับอยู่ระหว่างใบพัดกับตัวเรือนพัดลม และพิจารณาคุณสมบัติทั้ง 4 แบบได้ดังนี้

1. **แบบใบพัดโค้งหน้า** ลักษณะของลมที่วิ่งออกจากใบพัดจะวิ่งออกด้วยความเร็วสูงกว่าความเร็วของปลายใบพัด ลมจึงได้รับพลังงานส่วนมากในรูปของความเร็ว สำหรับในสภาพงานและสมรรถนะอันเดียวกัน ชุดใบพัดแบบนี้จะเล็กและมีรอบต่ำที่สุด ดังนั้นลมจะเงียบและมีการสั่นสะเทือนน้อย ความพอดีของปากทางเข้าของลมไม่เข้มงวดเหมือนกับใบแอร์ฟอยส์และแบบโค้งหลัง

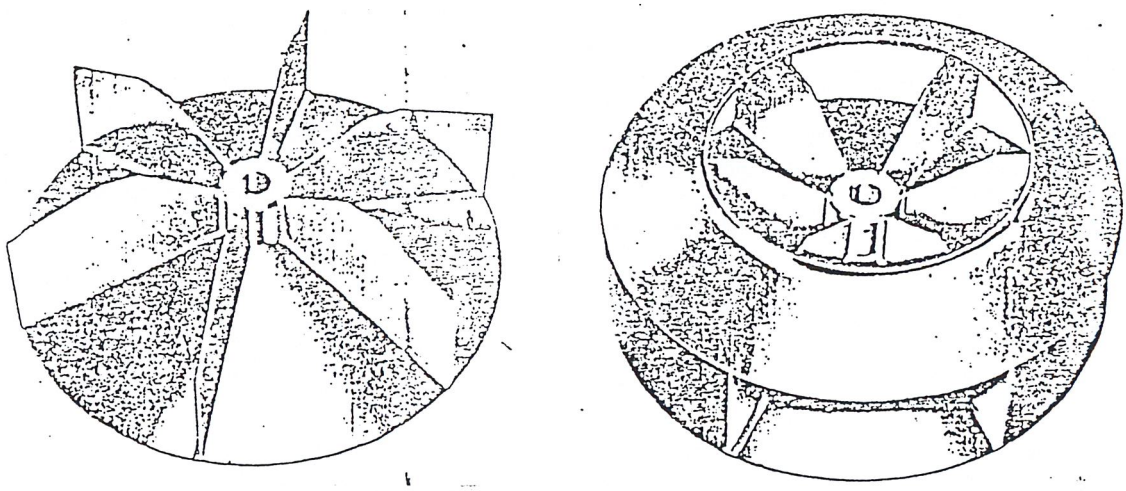
   - เหมาะสำหรับการระบายอากาศ เพราะการปรับอากาศทั่วไปมีประสิทธิภาพสูงราคา ประหยัด เงียบและสามารถได้ความดันสูงถึง 3 นิ้วน้ำได้ และสามารถใช้ได้ทั้งแบบตัวถังรูปหอยโข่งและแบบตัวถังที่ไม่เป็นรูปหอยโข่ง ซึ่งในแบบหลังนี้จะมีประสิทธิภาพในการใช้งานได้ดีกว่าแบบใบแอร์ฟอยล์และแบบโค้งหลังซึ่งต้องใช้ตัวถังเป็นรูปหอยโข่ง จึงจะทำให้มีประสิทธิภาพในการดูดสูงสุด และจะทำให้ตัว BODY ของเครื่องดูดฝุ่นมีขนาดใหญ่เกินไปเพราะจะต้องรวมเอาตัวถังหอยโข่งของใบพัดไว้ในตัว BODY ของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2-77 พัดลมใบพัดโค้งหน้า

2. **แบบใบพัดตรง** ลักษณะของใบพัดเป็นแบบสร้างง่าย ๆ ซ่อมง่าย ตัวใบพัดแข็งแรง แต่มีประสิทธิภาพต่ำที่สุดในพวกพัดลมแรงเหวี่ยง การกำหนดสัดส่วนของทางลมเข้า ไม่เข้มงวดนัก ใบพัดมีทั้งแบบธรรมดาและแบบตัวใบโค้งในข้างหลัง โดยที่ปลายใบ โค้งชี้ไปข้างหน้าเล็กน้อย ตัวถังเป็นรูปโกร่งหอยโข่ง

- เหมาะสำหรับใช้ในงานส่งวัสดุในอุตสาหกรรม ไม่ค่อยพบในระบบทำความร้อน ระบายอากาศหรือปรับอากาศ

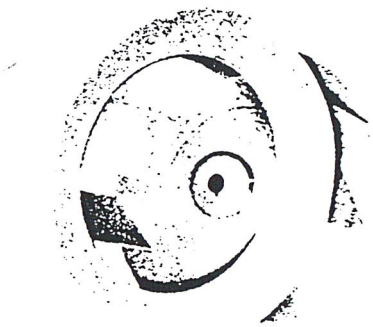


ภาพที่ 2-78 พัดลมใบพัดตรงหรือใบพัดตามแนวรัศมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **แบบใบพัดโค้งหลัง** ลักษณะของลมที่วิ่งออกจากใบพัด จะวิ่งออกด้วยความเร็วต่ำกว่าความเร็วของปลายใบพัด ดังนั้นความเร็วของลมที่ออกจากใบพัดจะเป็นผลต่างของความเร็วปลายใบพัดกับความเร็วสัมพันธ์ของลม จึงมีประสิทธิภาพสูง การกำหนดสัดส่วนของทางลมเข้าเข้มงวดมาก พัดลมจะหมุนที่รอบที่สูงที่สุด ต้องอาศัยตัวถังเป็นรูปโกร่งหอยโข่ง จึงจะทำให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานสูง มีราคาแพงกว่าแบบโค้งหน้า และมีเสียงที่ดังกว่าแบบโค้งหน้า

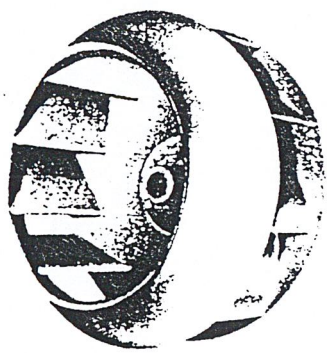
- เหมาะสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรมที่มีการกัดกร่อน เครื่องดูดควันจากห้องครัวที่มีไอไขมันสูง



ภาพที่ 2-79 พัดลมใบพัดโค้งหลัง

4. **แบบใบพัดแอร์ฟอยล์** ลักษณะของลมที่วิ่งออกจากใบพัดเหมือนกันใบพัดโค้งหลัง คุณสมบัติด้านอื่น ๆ เหมือนกับแบบโค้งหลัง จะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อใช้กับตัวถังเป็นรูปโกร่งหอยโข่ง มีเสียงดังและมีราคาแพง

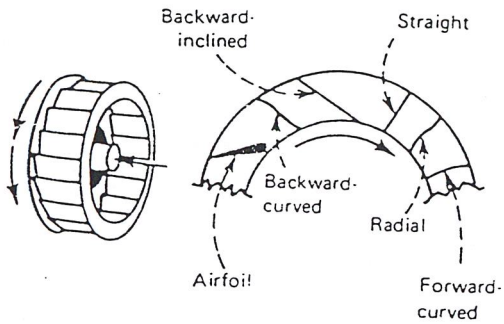
- เหมาะสำหรับใช้งานในระบบทำความร้อน ระบายอากาศ ปรับอากาศขนาดใหญ่ที่ต้องการประหยัดกำลังเป็นเรื่องสำคัญ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2-80 พัดลมใบพัดแอร์ฟอยล์

- **ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำใบพัดลม**
    1. โลหะ เช่น เหล็ก ฯลฯ
    2. พลาสติก เช่น POLYAMIDE (PA) NYLON,ABS เป็นต้น



ภาพที่ 2-81 ลักษณะของใบพัดลมแรงเหวี่ยงแบบต่าง ๆ

สรุป ส่วนอุปกรณ์ขับดันลม เป็นแบบ พัดลมแรงเหวี่ยงใบพัดโค้งหลังอยู่ภายในตัวถังรูปหอยโกร่ง (blower) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการดูดวัสดุที่เสียดสีกัดกร่อนได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

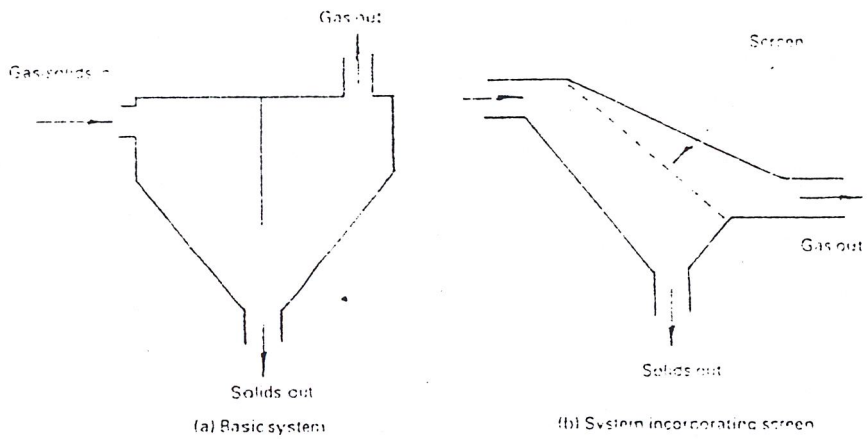
2.6.5 ส่วนอุปกรณ์คัดแยกแกลบ

อุปกรณ์แยกวัสดุออกจากอากาศมีหลายแบบ ดังนี้

1. **ถังตกตะกอน** (Gravity setting chambers)

เป็นอุปกรณ์แยกวัสดุออกจากอากาศที่ง่ายที่สุด ซึ่งอาศัยหลักการที่ความเร็วของกระแสวัสดุและอากาศลดลงและมีเวลาอยู่ในถังนานทำให้วัสดุตกลงสู่ก้นถัง ดังรูปที่ เหมาะสำหรับการแยกวัสดุที่เป็นเม็ดใหญ่และหนักไม่มีฝุ่น

ประสิทธิภาพของถังตกตะกอนที่ใช้กับวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำ หรือมีความเป็นเยื่อใยจะดีขึ้น ถ้าใช้ตะแกรงติดทำมุมขวางทางการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศ ดังรูป



ภาพที่ 2-82 ถังตกตะกอน

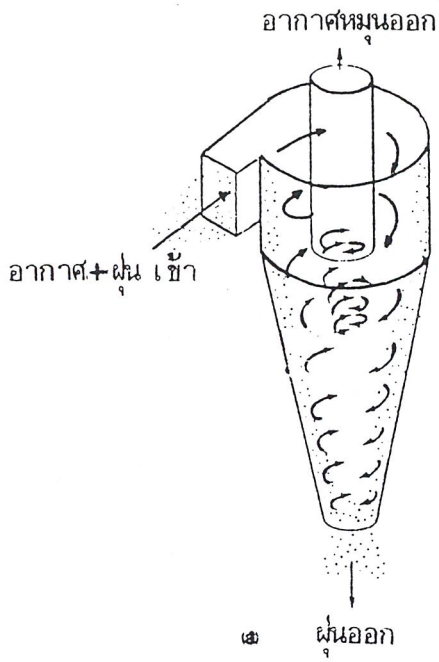
ความเร็วของกระแสอากาศและวัสดุควรลดลงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 m/s ในถังตกตะกอนเพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุผ่านออกไปนอกถังพร้อมกับอากาศ ถึงแม้ว่าจะมีหลักการง่าย ๆ การออกแบบและสร้างต้องระวังเกี่ยวกับความสม่ำเสมอของกระแสอากาศที่เคลื่อนที่เข้าและออก

2. **ถังไซโคลน** (Cyclone separators)

ใช้ในกรณีที่วัสดุมีลักษณะเป็นผงถึงเม็ดขนาดปานกลาง และถ้าหากมีฝุ่นปะปนมากจะใช้ร่วมก้นถังกรอง (Fabric filter) ถังไซโคลนขึ้นกับมวลของวัสดุที่ผ่านเข้ามา แรงที่ใช้แยกวัสดุออกจากอากาศได้จากการหมุนของกระแสอากาศและวัสดุ ซึ่งจะเกิดแรงหนีศูนย์กลางและแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อวัสดุ ทำให้วัสดุแยกออกมาที่ผนังถัง และตกลงสู่ก้นถัง ถังไซโคลนแบบที่พบเห็นกันมาเรียกว่า แบบไหลทวน (Reverse flow type) ดังรูป เมื่อส่งอากาศ

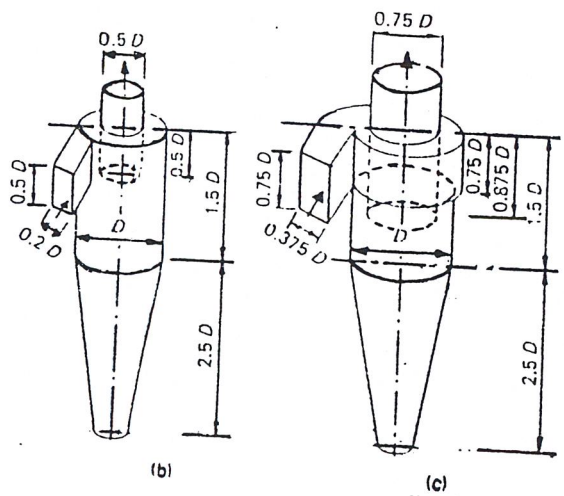
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และวัสดุให้สัมผัสผิวด้านข้างของทรงกระบอกด้านบนของถังไซโคลน ทำให้เกิดการหมุนและการแยกวัสดุขึ้น นอกจากนี้ยังมีการออกแบบลักษณะต่างๆ ดังรูป



ภาพที่ 2-83 ถังไซโคลนแบบไหลทวน

มิติของถังไซโคลนขึ้นอยู่กับการใช้งานจริง เช่น สมบัติของวัสดุและประสิทธิภาพการแยกที่ต้องการ ปกติจะมีสัดส่วนดังรูป ซึ่งแสดงถึงไซโคลนแบบประสิทธิภาพสูง และแบบมีปริมาณการป้อนวัสดุสูง โดยที่ประสิทธิภาพการแยกเหมาะสม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2-84 มิติของถังไซโคลน

- **หลักการไหลแบบหมุนวนภายในไซโคลน**

ไซโคลนแบบธรรมดาทั่วไป อากาศที่มีฝุ่นละอองเข้าไปสู่ภายในไซโคลนโดยผ่านทางเข้าตามแนวเส้นรอบวงและหมุนวงเวียนอยู่ภายในหลายรอบ ฝุ่นละอองซึ่งมีน้ำหนักมากกว่าจะรวมตัวกัน และแยกตัวไหลออกจากไซโคลนผ่านทางออกที่อยู่ด้านล่างภายใต้อิทธิพลของแรงเหวี่ยง อนุภาคของฝ่านที่แพร่กระจายอยู่ทั่วไปในอากศที่เข้ามาภายในโซโคลนจะรวมตัวกันเป็นชั้นบาง ๆ ที่ผนังของโซโคลน การเคลื่อนที่แบบเกลียวหมุนตัวลงมาทางด้านล่างของกระแสลมและปริมาณลบส่วนหนึ่งจะหยุดออกมาที่ทางออกด้านล่าง ฝุ่นละอองที่เป็นของแข็งก็จะถูกแยกตกลงมาในถังฝุ่น

ภายในโซโคลนมีลมหมุนอยู่สองสายด้วยกัน สายหนึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่หมุนวนอยู่โดยรอบ ภายในตัวไซโคลนและกรวย และอีกสายหนึ่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กก่อตัวขึ้นจากด้านล่างตรงทางออกและหมุนวนขึ้นสู่ด้านบนผ่านทรงกระบอกที่อยู่ภายในออกสู่บรรยากาศ ทันทีที่ลมหมุนวนลงมาจนถึงปลายด้านล่างของทรงกระบอกภายใน อากาศที่อยู่ชั้นในสุดจะแยกตัว และพยายามจะเล็ดลอดเข้าไปในพื้นที่ที่มีความดันต่ำตามแนวแกนของโซโคลน การแยกตัวเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ของอากาศจากกระแสลมหมุนรอบนอกเกิดขึ้นขณะที่กระแสส่วนใหญ่เคลื่อนตัวไปถึงส่วนยอดของกรวยจนกระทั่งในที่สุด กระแสลมทั้งหมดที่เคลื่อนต่ำลงมารวมตัวกับกระแสลมหมุนส่วนในที่เคลื่อนตัวขึ้นมาข้างบน

ทางเดินของกระแสลมหมุนจากทางเข้าจนถึงส่วนยอดของกรวยนั้น อนุภาคของฝุ่นละอองถูกกระทำด้วยแรงตามแนวสัมผัส แนวแกนและแนวเส้นรอบวง อันหลังคือแรงต้านภายในของอากาศที่เล็ดลอดเข้าไปในลมหมุนสายในและแรงด้านการเหวี่ยงของการหมุน ถ้าอากาศที่หมุนตัวลงมามีความราบเรียบและไม่แตกตัว ฝุ่นละอองซึ่งแล่นไหลขดเป็นวงลงมาด้านล่าง จะผ่านออกมาที่ทางออกของฝุ่นละอองจะมีการไหลกลับขึ้น ไปบ้างก็เพียงส่วนน้อย

จากการศึกษาการไหลแบบหมุนวนภายในโซโคลนชี้ให้เห็นว่ากระแสลมภายในที่หมุนตัวขึ้นข้างบน หรือเรียกว่า คอร์ (core) จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2/3 ของอากาศที่ออกมาที่ทางออก หรือของทรงกระบอกภายใน ที่จุดเชื่อมต่อระหว่างกระแสลมสายนอกและสายในจะมีความเร็วเชิงเส้นในแนวสัมผัส (Langential Velocity) สูงที่สุดและด้วยเหตุนี้จึงมีแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

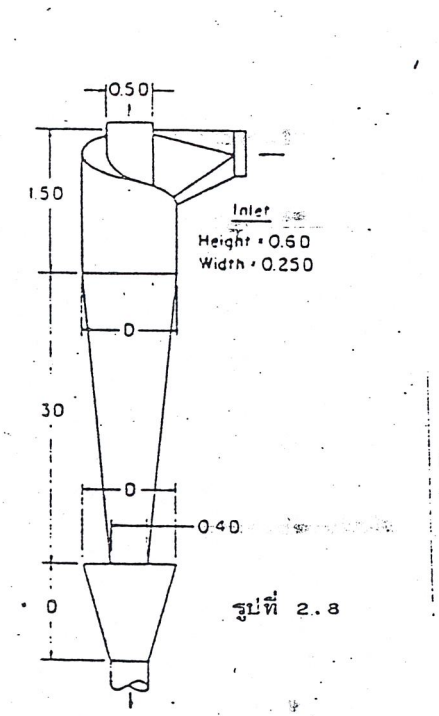
ไซโคลนประสิทธิภาพสูง High Efficiency Cyclone

สมรรถภาพต่าง ๆ ที่สูงกว่า low loss cyclone ที่มีขนาดใหญ่ได้รับการปรับปรุงพัฒนาให้ดีขึ้นโดย

1. Intermediate type มีเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ในช่อง 10° - 48°
2. Small diameter type มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ในช่วง 4° - 8°

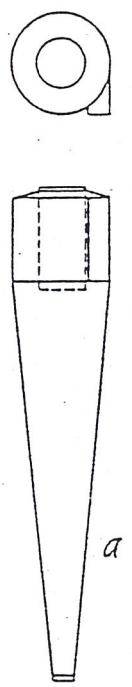
1. Intermediate Diameter cyclones

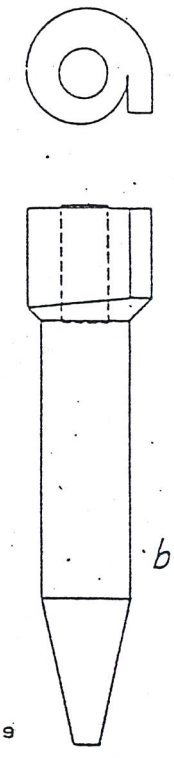
เนื่องจากขนาดที่เล็กกว่า และความยาวที่มากกว่าของ Intermediate group ประสิทธิภาพในการแยกตัวจึงสูงสำหรับอนุภาคที่มีขนาดเล็กประมาณ 20 ไมตรอน บางทีขนาดก็อาจใหญ่ถึง 4 ฟุตและเป็นผลให้ sir – handling capacity ถูกจำกัด ในกรณีที่ต้องการอากาศมากขึ้น อาจใช้ไซโคลน 2 ตัว ดังแสดงในรูป a หรือหลายตัวในรูปที่ b สัดส่วนและลักษณะของไซโคลนนี้แสดงไว้ในรูป และมีค่า pressure drop สำหรับขนาดและความจุต่าง ๆ พล็อตไว้ในรูป ปริมาณฝุ่นย้อนกลับลดลงได้โดยติดตั้ง throw out cone เช่นดังแสดงติดไว้ที่ dust outle ไซโคลนอีกรูปแบบหนึ่ง

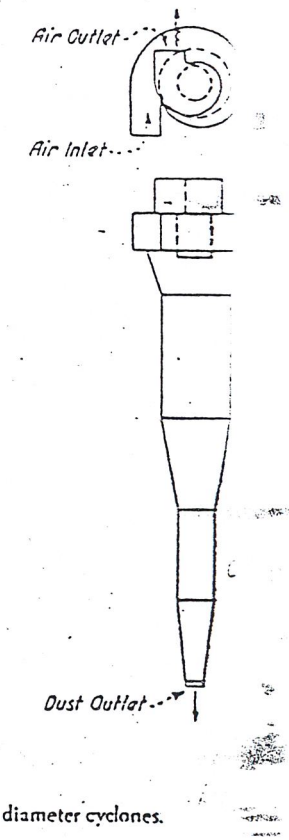


รูปที่ 2.8

Intermediate diameter cyclone with helical roof.







รูปที่ 2.9

High efficiency, intermediate diameter cyclones.

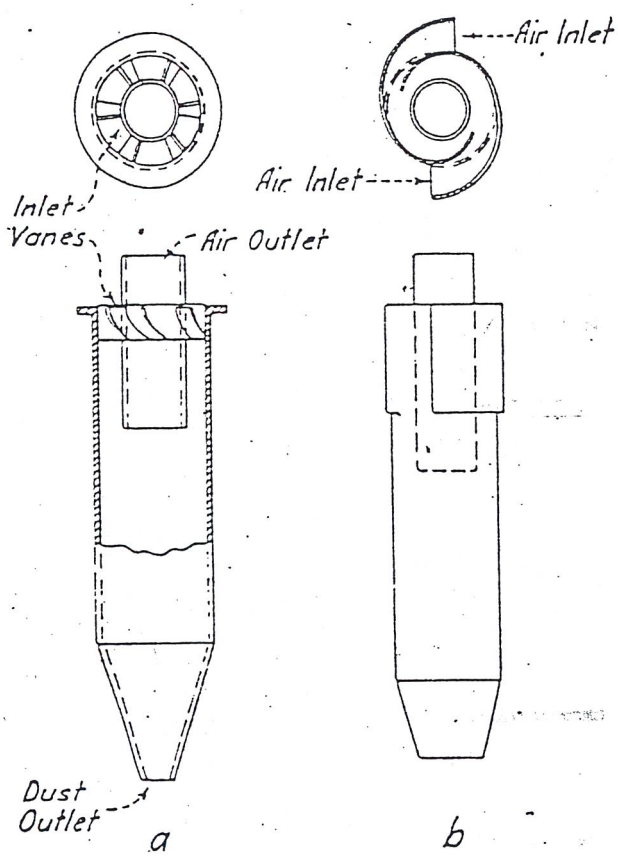
ภาพที่ 2 – 85 intermediate diameter cyclone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Small Diameter cyclones

ไซโคลนชนิดนี้มีอยู่หลายรูปแบบโดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 4 นิ้ว จนถึง 9 นิ้ว แบบทั่วไปแสดงไว้ เนื่องจากความจุต่อท่อมีค่าจำกัดจึงต้องติดตั้งเป็นกลุ่มหลาย ๆ ตัวภายใน cosing เดียว ซึ่งรวบรวมท่อทางเข้า, ทางเข้าตลอดจนถึงฝุ่นเข้าด้วยกัน แสดงถึงกลุ่มของไซโคลนชนิด Bane-type inlet ซึ่งเป็นแบบ tangential inlet

มีวิธีอยู่สองวิธีใช้ในการทำให้ได้ tangential velocity สูงภายในท่อ วิธีหนึ่งคือใช้ Series of inclined vanes ที่ส่วนยอดของไซโคลนขยายจากทรงกระบอกภายในไปยังผนังด้านนอก อากาศผสมฝุ่นละออกเข้ามาจาดด้านบน และหมุนเป็นเกลียวลงมาด้านล่าง อีกวิธีหนึ่งทำได้โดยติดตั้ง tangential inlets หนึ่งตัวหรือมากกว่าซึ่งคล้ายกับไซโคลนแบบธรรมดาทั่วไป ดังแสดงไว้ในรูป

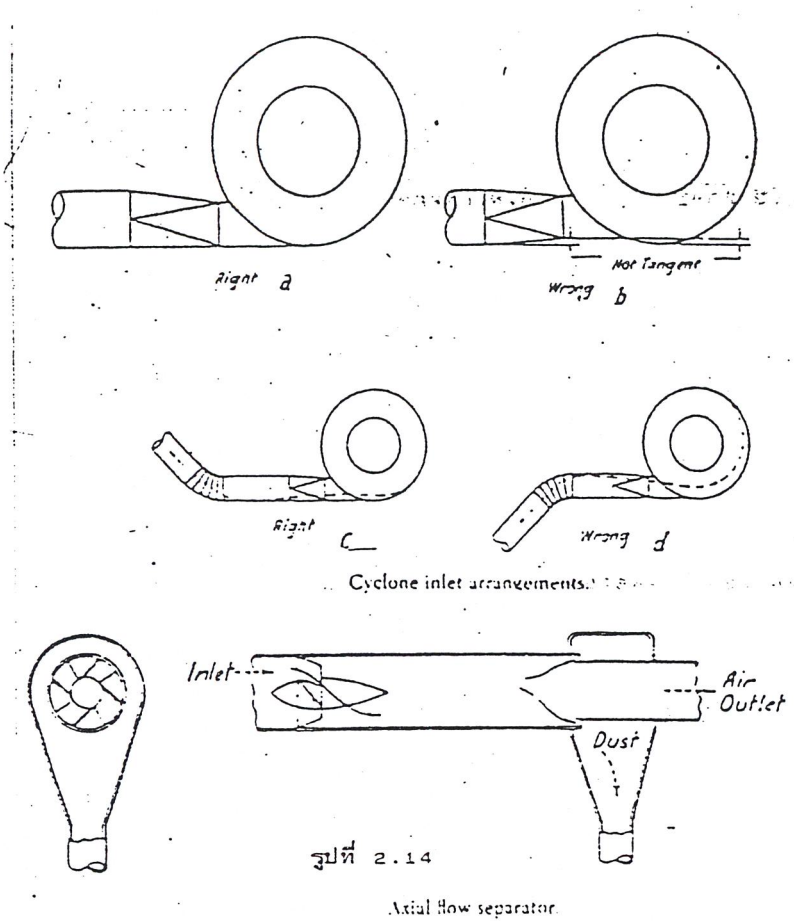


High efficiency, small-diameter cyclones.

ภาพที่ small diameter cyclone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท่อโค้งในท่อทางเข้าจะช่วยให้เกิดการแยกตัวได้ดีขึ้น ท่อโค้งดังแสดงในรูป



ภาพที่ 2 – 87 แสดงทางเข้าท่อโค้งช่วยในการแยกตัว

ช่วยให้เกิดการแยกตัวเนื่องจากแรงเหวี่ยง เพราะว่าท่อโค้งจะรวบรวมฝุ่นไว้ที่ด้านนอกของความโค้งเมื่อทิศทางการหมุนของส่วนโค้งกลับทิศกับของไซโคลน ดังรูป dust load จะเข้าไปในไซโคลนด้วยระยะทางมากที่สุดจากผนังของไซโคลน

ไซโคลนสองตัว เชื่อมต่อกันแบบอนุกรมจะให้ผลดีมากขึ้นเล็กน้อย เมื่อเทียบกับไซโคลนตัวเดียวเนื่องจากประสิทธิภาพในการกักเก็บของไซโคลนตัวที่สองไม่มากไปกว่าตัวแรกดังนั้นมันจึงสามารถกักเก็บได้เดียงเศษส่วนน้อยมากของฝุ่นที่ผ่านมาจากไซโคลนตัวแรกเท่านั้น คำกล่าวนี้สามารถยืนยันได้จากการทดลอง ซึ่งได้ผลว่าไซโคลนตัวเดียวสามารถกับเก็บฝุ่นได้ 94 % และเมื่อทดลองกับไซโคลนสองตัวได้ค่าประสิทธิภาพในการกักเก็บแค่ 96 % เท่านั้นเองถังฝุ่น (Dust Bins)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การออกแบบไซโคลน (Cyclone)**

ในการออกแบบไซโคลนซึ่งเป็นตัวแยกวัสดุเกษตรที่ทำการขนถ่ายจากท่อทางออกของลมนั้นเรามักจะคำนึงถึงขนาดของวัสดุที่เราทำการขนถ่าย ปริมาณลมที่ใช้ในการขนถ่าย และความเร็วลมซึ่งจะเป็นตัวกำหนดขนาดต่าง ๆ ของไซโคลน แต่โดยทั่ว ๆ ไปแล้วเราจะหาขนาดของไซโคลนจากหนังสือคู่มือต่าง ๆ ซึ่งได้ทำการออกแบบมาเรียบร้อยแล้ว อย่างไรโครงการขึ้นนี้ได้ทำการออกแบบตาม Text book of Industrial Fans Applications and Date

เนื่องจากการแยกแกลบออกจากข้าวกล้องได้แล้วโดยใช้โบล์วเวอร์นั้นจะมีแกลบกับลมออกมาด้วยกัน ดังนั้นก่อนที่จะทำการปล่อยลมออกสู่สิ่งแวดล้อมจะต้องทำการแยกแกลบกับลมออกจากกัน โดยใช้ไซโคลนซึ่งหลักการทำงานของไซโคลนมีดังต่อไปนี้

อากาศซึ่งมีเศษวัสดุปะปนอยู่ เช่น ฟาง ฝุ่น แกลบ ที่เคลื่อนที่เข้ามาสัมผัสกับผนังด้านในของส่วนบนของไซโคลนโดยทำให้มีการหมุนวนอยู่ในไซโคลนแล้วอากาศหมุนออกด้านบนของท่อกลมตรงกลางการเคลื่อนที่ของวัสดุที่อยู่ในกระแสอากาศภายในไซโคลนจะได้รับแรงหนีศูนย์กลางแรงดึงดูดของโลก และแรงต้านอากาศพลศาสตร์ แรงหนีศูนย์กลางจะทำให้วัสดุเคลื่อนที่ออกไปตามแนวรัศมีของไซโคลนด้านใน ส่วนแรงดึงดูดของดูดของโลกทำให้วัสดุเคลื่อนที่ต่ำลงด้านล่างลักษณะการเคลื่อนที่ของวัสดุจึงเป็นการเคลื่อนต่ำลงทางด้านล่าง เลยส่งผลให้การเคลื่อนที่ของวัสดุจึงมีลักษณะเป็นเกลียวลงสู่ด้านล่างแรงหนีศูนย์กลาง (F_c) คำนวณได้จากสูตร

$$F_c = WV_c\,2/gr$$

เมื่อ

W = น้ำหนักของวัสดุ

V = ความเร็วในแนวสัมผัสของวัสดุ

r = รัศมีของการหมุนวนของวัสดุ

g = ความเร่งสู่ศูนย์กลาง = 9.81 m/s2

ส่วนแรงต้านทางทางอากาศพลศาสตร์ Fr คำนวณได้จากสูตร

$$Fr = CA_p\ P_r\ V_r^2\ /2$$

V_r = ความเร็วในแนวรัศมี (เนื่องจากอากาศออกแรงกระทำกับวัสดุในแนวรัศมี)

$$F_c = F_r$$

$$WV_c\,2\,/\,gr = CA_p\ P_r\ V_r^2\ /2$$

ซึ่งในขณะนี้ วัสดุหมุนเป็นวงที่มีรัศมีคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

จากสมการข้างต้นจะได้

$$V_c / V_r = (CA_p P_r g r/2W)^{1/2}$$

ถ้าค่า V_c / V_r ของวัสดุ และลม ต่างกันมากพอ จึงจะเป็นไปได้ที่จะใช้ไซโคลนช่วยแยก อย่างไรก็ดีการแยกด้วยไซโคลนนั้น ไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกวัสดุต่างชนิดออกจากกัน แต่ใช้แยกวัสดุออกจากอากาศ ดังนั้นจึงออกแบบให้ F_c มากกว่า F_r มากๆ ค่า V_c / V_r ก็ต่างกันมาก ยิ่งมากการคัดแยกจะยิ่งมีประสิทธิภาพ

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

$$V_c / V_r = (CA_p P_r g r /2W)^{1/2} \qquad \text{--------1}$$

$$C = 2mg/ A_p P_r V_t^2 \qquad \text{--------2}$$

$$W = mg$$

แทนค่าต่าง ๆ ให้

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

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

แทนค่าที่ $V_t = 4$ m/s

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

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

$$V_c/V_r = 0.22$$

แทนค่าที่ $V_t = 8$ m/s

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

$$V_c/V_r = 0.11$$

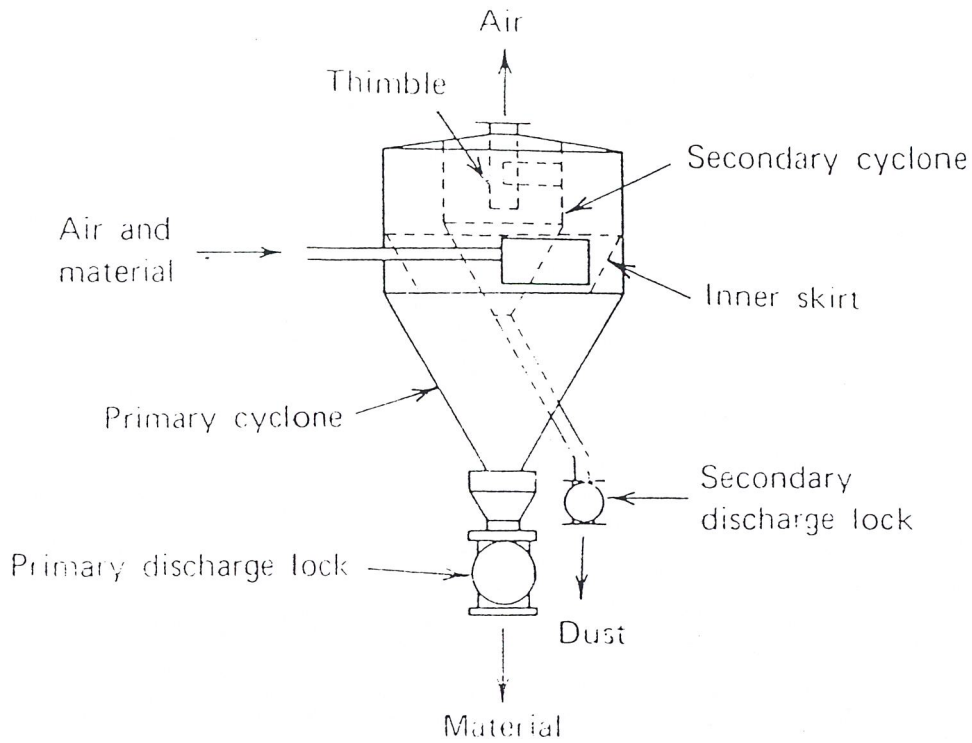
จะได้ $0.11 < V_c/V_r < 0.22$

จากการคำนวณ ถึงแม้ V_c/V_r จะมีค่าน้อยแต่ก็สามารถคัดแยกได้ในระดับหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ช่วยในการคัดแยกวัสดุผงละเอียด

- **ไซโคลน 2 ชั้น**



ภาพที่ 2 - 88 ไซโคลน 2 ชั้น

ถังไซโคลนใช้กับระบบความดันจะไม่มีปัญหาอากาศจากภายนอกรั่วไหลผ่านอุปกรณ์ป้อนแบบล้อดาวเข้ามาทางด้านล่าง เหมือนกับระบบสูญญากาศ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพดีกว่า

การใช้ถังไซโคลน 2 ตัว ขนานกันเรียกว่า ถังไซโคลน 2 ชั้น(Double หรือ Tow - stage) จะทำให้แยกวัสดุที่เป็นผงละเอียดได้ดีขึ้น มิติของถังไซโคลนแสดงในตาราง ซึ่งขึ้นกับเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อลำเลียง มุมที่กรวยของถังไซโคลนถังแรกเท่ากับ 60-75° และ 70-85° สำหรับถังที่ 2 ถังไซโคลนตัวแรกใช้สำหรับระบบสูญญากาศเท่านั้น ส่วนถังที่ 2 ใช้ได้ทั้งสองระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-13 **มิติของถังไซโคลน**

เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ in (mm)	เส้นผ่านศูนย์กลางถังไซโคลน ft(mm)	
	ถังแรก	ถังที่ 2
3 ( )	3 ½ ( )	2 ¾ ( )
4 (100)	4 ( )	3 ( )
5 ( )	4 ½ ( )	3 ½ ( )
6 ( )	5 ( )	3 ¾ ( )
8 ( )	6 ¾ ( )	5 ( )

- **ถังกรอง** (Filter recievers)

ถังกรองใช้ในการกรองวัสดุที่เป็นผงละเอียดมาก เช่น ฝุ่นละอองต่าง ๆ ถังกรองอาศัยหลักการทำงานของผ้ากรองโดยให้อากาศและวัสดุผ่านถุงผ้าซึ่งมีละเอียดที่วัสดุผ่านไปไม่ได้ อากาศเท่านั้นที่ผ่านออกไปทำให้วัสดุเกาะติดอยู่ที่ผิวถุงผ้า ซึ่งทำให้ช่องที่อากาศผ่านออกไปค่อย ๆ เล็กตามเวลาที่ผ่านไป ทำให้สามารถเก็บวัสดุได้ดีขึ้น แต่ทำให้การสูญเสียความดันของระบบเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการแยกวัสดุทีเกาะติดอยู่ออก เพื่อให้ความดันอยู่ในช่วงที่ทำงานได้

นอกจากนี้ยังมีการกรองโดยอาศัยหลักการที่วัสดุแทรกเข้าไปในเนื้อผ้ากรองบางครั้งเรียกว่าการกรองลึก (Depth filtration) โดยตัวกรองติดอยู่กับผ้าซึ่งเป็นแผ่นเยื่อใย เรียกว่า นีดเดิลเฟลท์ (Needle felt) มีลักษณะเป็นผ้าขนสัตว์หรือผ้าสักหลาดมากกกว่าผ้าทอ (Woven fabric) เมื่อกระแสอากาศและฝุ่นละอองผ่านเข้ามาฝุ่นจะถูกจับไว้ในเนื้อผ้า

ขนาดของตัวกรองขึ้นกับอัตราการไหลของอากาศและวัสดุ ค่าความดันสูญเสียสูงสุดที่อนุญาติความเข้มข้นของฝุ่นละอองและวิธีการทำความสะอาด ซึ่งมีผลกับการทำงานของถังกรองและราคาทั้งเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นเมื่อใช้งาน

ผ้าที่ใช้เป็นผ้ากรองต้องมีสมบัติที่อากาศแทรกผ่านได้ง่าย ไม่ทำปฏิกริยากับสารเคมีไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับโครงสร้าง ไม่มีกระทบจากการเปลี่ยนอุณหภูมิ ทำความสะอาดง่าย การติดตั้งสะดวก เก็บฝุ่นละอองได้มาก ดังแสดงในตาราง กรณีที่เป็นผ้าทอ ชนิดของเส้นด้ายและวิธีการถักทอมีผลต่อปัจจัยที่กล่าวมาแล้วส่วนที่เป็นผ้าขนสัตว์ ขึ้นอยู่กับเส้นใยและการยึดติดกันของเส้นใย ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของวัสดุและอุณหภูมิในการใช้งาน ช่วยในการเลือกชนิดวัสดุที่ทำถุงผ้าได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจมีกระบวนการต่าง ๆ ทั้งทางเชิงกล เช่น การแนพพิง (Napping) เพื่อทำให้ผิวของเส้นด้ายแตกออก ทำให้ลดการอุดตันโดยการวัด (Calendering) เป็นการวัดระหว่างลูกกลิ้ง เพื่อ 1) ทำให้ผิวเรียบง่ายต่อการแยกฝุ่นที่ติดอยู่ออก 2) เพื่อทำให้เนื้อผ้าแน่นขึ้นลดความพรุนลง 3) เพื่อยึดเส้นใยของผ้าทอที่ทอเส้นเดียว และกรรมวิธีทางเคมี เช่น การเคลือบด้วย ซิลิโคนและฟลูออโรคาร์บอน เพื่อลดการขัดสี และเพิ่มอายุการใช้งาน การเคลือบสารที่กันความชื้นและกันไฟเป็นต้น

ถุงผ้าที่ใช้กันมีรูปร่าง 2 ลักษณะ คือ เป็นซองและท่อ แบบท่อใช้เก็บฝุ่นได้ทั้งด้านในหรือด้านนอกขึ้นอยู่กับชนิดของการเก็บฝุ่น ส่วนแบบซองจะเก็บได้เพียงด้านเดียว ถังกรองที่ผลิตขายเป็นการค้า มีลักษณะดังรูป แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ภายในแต่ละส่วนมีท่อทำด้วยผ้า เช่น ผ้า ฝ้าย ขนสัตว์ ไนล่อน ออร์ล่อน ดาครอน เป็นต้น ถุงผ้านี้ยอมให้อากาศผ่านออกไปแต่วัสดุที่เป็นผงละเอียดติดอยู่ ปกติจะให้รับผงวัสดุนาน 15-30 นาที แล้วเขย่าราง เพื่อทำความสะอาด 2-3 นาที เมื่อแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ทำให้การทำงานของถังกรองต่อเนื่องขึ้น โดยแบ่งช่วงกันทำงาน อุปกรณ์ที่ใช้เขย่าถุงผ้าประกอบด้วย มอเตอร์ อุปกรณ์ไฮดรอลิค เป็นต้น ซึ่งไม่ได้แสดงไว้ในรูป

ตารางที่ 2-14 แสดงสมบัติทางกายภาพของผ้ากรองที่ดีและเหตุผล

สมบัติทางกายภาพ	เหตุผล
ความทนแรงดึงสูง	รองรับน้ำหนักวัสดุทนต่อการยืดหยุ่นอย่างต่อเนื่องขณะทำความสะอาด
น้ำหนักวัสดุเหมาะสม	มีผลต่อพฤติกรรมการทำความสะอาดการแทรกซึมของอากาศและประสิทธิภาพการแยก
อากาศแทรกซึมดีทั้งก่อนและหลังมีภาระ	ควบคุมความต้านทานของถังกรองและความต้องการกำลังพัดลม
ประสิทธิภาพการเก็บฝุ่นสูง	เพื่อให้เงื่อนไขการดูดซับฝุ่นดี (ต้องพิจารณาคู่กับการแทรกซึมอากาศ)
ยืดหดน้อย	มีผลต่อประสิทธิภาพการทำความสะอาดโดยลดการเปลี่ยนแปลงความทนแรงดึงขณะเขย่า
ผิวการทอเหมาะสม	สะดวกต่อการกำจัดฝุ่นเมื่อทำความสะอาด
ดูดซับความชื้นต่ำ	ลดการเสื่อมสภาพโยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมี SO_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-15 แสดงสมบัติการแทรกซึมผ่านของชนิดเส้นด้านและชนิดการทอ

		การซึม	การซับฝุ่น	การทำความสะอาด	ความต้านทานต่อการอุดตัน
ชนิดด้าย	(Staple)	เลว	ดี	เลว	เลว
	เส้นเดียว (Monofilament)	ดี	เลว	ดี	ดี
	หลายเส้น (Multifilament)	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
ชนิดการทอ	ธรรมดา (Plain)	เลว	ดี	เลว	เลว
	ทวิล (Twill)	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
	ซาติน (Satin)	ดี	เลว	ดี	ดี

ตารางที่ 2-16 แสดงสมรรถนะของผ้ากรองชนิดต่าง ๆ

ผ้ากรอง	อุณหภูมิใช้งาน C	ความต้านทานกรด	ความต้านทานด่าง	การขัดสี
ฝ้าย	82	เลว	ดีมาก	ดีมาก
ขนสัตว์	93	ดี	เลว	ดี
ไนลอน	93	ใช้ได้	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม
โพลีโพรพีลีน	93	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม
ออแลน	127	ดี แร่กรด	ดี แร่ด่าง	ดี
ดาครอน	135	ดี แร่เกือบทุกชนิดกรด	ดี	ดีมาก
เครสแลน	121	ดี	ดี	ดี
เทฟล่อน	260 ปล่อยก๊าซพิษ	เฉื่อย ยกเว้นฟลูออรีน	เฉื่อยต่อด่างส่วนใหญ่	ใช้ได้
โนเม็กซ์	240	ดี/ใช้ได้	ดี	ดี
ไฟเบอร์กลาส	260	ดี/ใช้ได้	ดี/ใช้ได้	ดี/ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-17 วัสดุที่ใช้ทำถุงผ้าที่อุณหภูมิ และ pH ต่าง ๆ

ผ้ากรอง	อุณหภูมิสูงสุด	pH ของวัสดุ		
	C	2.0-6.5	2.0-11.0	5.5-11.0
ฝ้าย	82			X
ไดนิล	82		X	X
ขนสัตว์	99			X
ไนลอน	110			X
ออร์ล่อน	135	X		
ดาครอน	135	X	X	X
เทฟล่อน	260	X	X	X

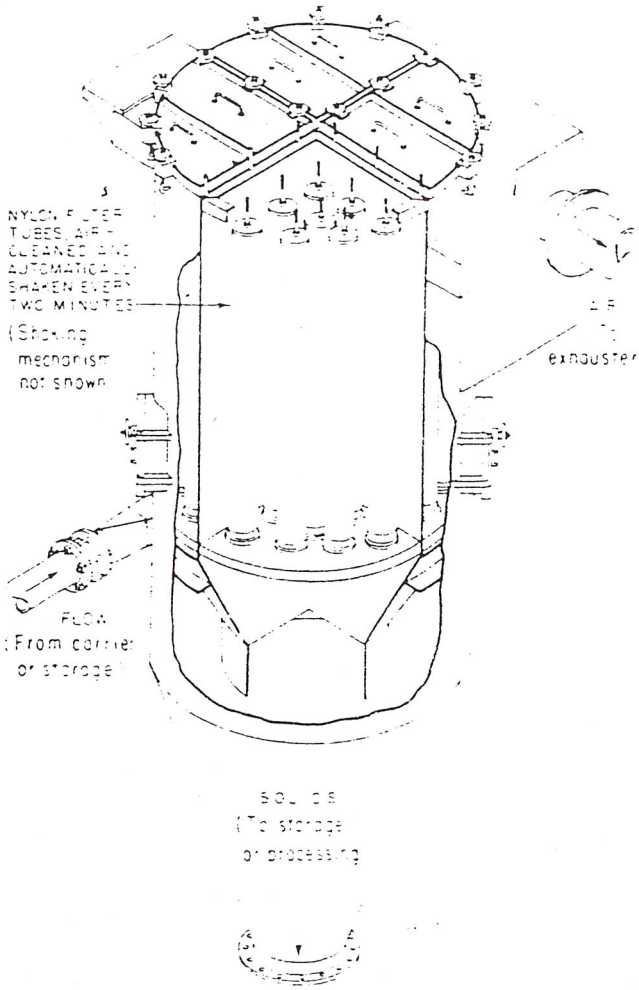
ทางเข้าวัสดุอยู่ทางด้านล่าง ซึ่งถ้าเป็นวัสดุที่มีความคมแข็งน้อย จะแยกวัสดุออกจากอากาศ ส่วนหนึ่งโดยผ่านการไหลวนในกรวยด้านล่างซึ่งพฤติกรรมของอากาศและวัสดุจะเหมือนในถังไซโคลน ถ้าเป็นวัสดุที่มีความคมแข็งมาก จะให้วัสดุป้อนเข้าตามแนวรัศมี ซึ่งช่วยป้องกันไม่ให้ขัดสีกับผนังถังด้านใน วัสดุที่ป้อนเข้ามาจะชนชิ้นส่วนที่ทนทานต่อการสึกกร่อน และหล่นลงมาด้านล่าง

ส่วนของถุงผ้าต้องติดต่อกับกระโปรงด้านในของ เพื่อให้ลมผ่านเข้าไปในถุงผ้า ปกติประโปรงด้านในจะย่นออกมาจนมีระดับต่ำกว่าทางเข้าถุงผ้าประมาณ 102-152 mm (4-6 นิ้ว) ซึ่งจะให้ทำงานได้ดี และระยะทางจากทางเข้าถุงไม่มากจนเกินไป

ส่วนที่ถุงผ้าติดอยู่ด้านล่างนั้นทำด้วยเหล็กหนาพอสมควรเชื่อมติดกับผนังด้านข้างของถังทำให้อากาศไม่รั่วไหล ที่แผ่นเหล็กนี้จะเจาะรู เพื่อสวมถุงผ้า ทำให้มีความแข็งแรงลดลง

เมื่อระบบทำงานภายใต้สูญญากาศ 0.4 bar (12 นิ้วปรอท) ความดันตกคร่อมส่วนหนึ่งๆ ประมาณ 0.4 bar (6 psi)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 - 89 ถังกรองแบบ 4 ส่วน

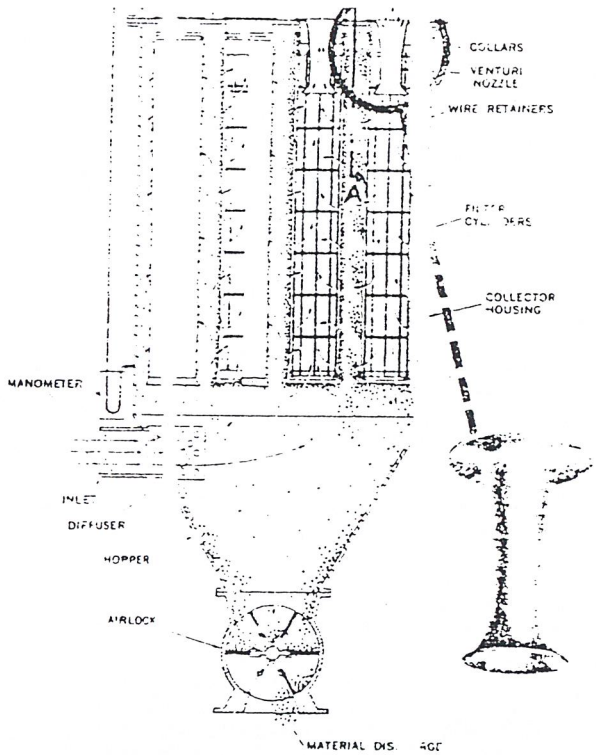
เมื่อมีการเขย่าอย่างแรงเพื่อให้ผงวัสดุตกลงมา ทำให้รอยต่อถุงผ้ากับแผ่นเหล็กไม่แข็งแรงต้องใช้ถุงหลายชิ้นเชื่อมต่อบริเวณนั้น แต่มีข้อเสียคือวัสดุจะไปติดบริเวณรอยต่อของถุงมาก การเขย่านั้นต้องเขย่าที่ละส่วน ส่วนที่เขย่าต้องหยุดเก็บฝุ่น อาจเขย่าได้ทั้งแนวราบและแนวดิ่ง ซึ่งเป็นวิธีที่มักจะใช้กับถุงผ้าแบบซอง

การกำหนดขนาดของถุงผ้านั้นกำหนดเป็นพื้นที่ของถุงผ้าต่อหน่วยปริมาตรอากาศ ซึ่งมีค่าประมาณ 0.3-1.8 m3/m3 (1-6 ft3 air /ft2) ขึ้นกับวัสดุที่แยก ความเร็วที่ผ่านเข้าไปในท่อลมมีค่าน้อยที่สุด เพื่อลดการกระแทกส่วนล่างของถุงผ้า

การทำความสะอาดถุงผ้าอีกวิธีหนึ่งคือ การผ่านอากาศสวน (Reverse air) เข้ามาในถุงผ้า ซึ่งเป็นวิธีการที่สะดวกและประหยัดค่าบำรุงรักษา ตัวอย่างอัตราส่วนอากาศต่อพื้นที่ถุงผ้า สำหรับวัสดุชนิดต่าง ๆ แสดงในตาราง เมื่อใช้ถุงผ้าที่ทำด้วยผ้าทอและผ้าขนสัตว์ เมื่อจะใช้งานจริงควรตรวจสอบรายละเอียดของบริษัทผู้ผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีการพัฒนา ถังกรองให้ทำงานได้ดียิ่งขึ้น โดย ซึ่งทางเข้าของอากาศและวัสดุเหมือนเดิม ส่วนฝุ่นและอากาศจะผ่านเข้าไปในถุงโดยจะติดอยู่รอบ ๆ ถุงผ้าและค้างอยู่บนถุง ซึ่งทำความสะอาดโดยใช้วาล์วลม ซึ่งควบคุมโดยนาฬิกาตั้งเวลา ซึ่งวาล์วจะผ่านลมที่มีความดันถึง 6.8 barg (100 psing) ผ่านเข้าไปในท่อซึ่งมีรูหรือหัวฉีดซึ่งติดตั้งเหนือถุงผ้า อากาศจะผ่านเข้าไปในถุงผ้า ผ่านหัวเวนทูรี ทำให้เกิดแรงกระแทกในเวลาสั้น ๆ ประมาณ 1 วินาที เป็นระยะ ถุงผ้าทำให้ฝุ่นร่วงหล่นลงมาด้านล่าง เรียกว่า การพ่นอากาศเป็นช่วง (Pulse jet)

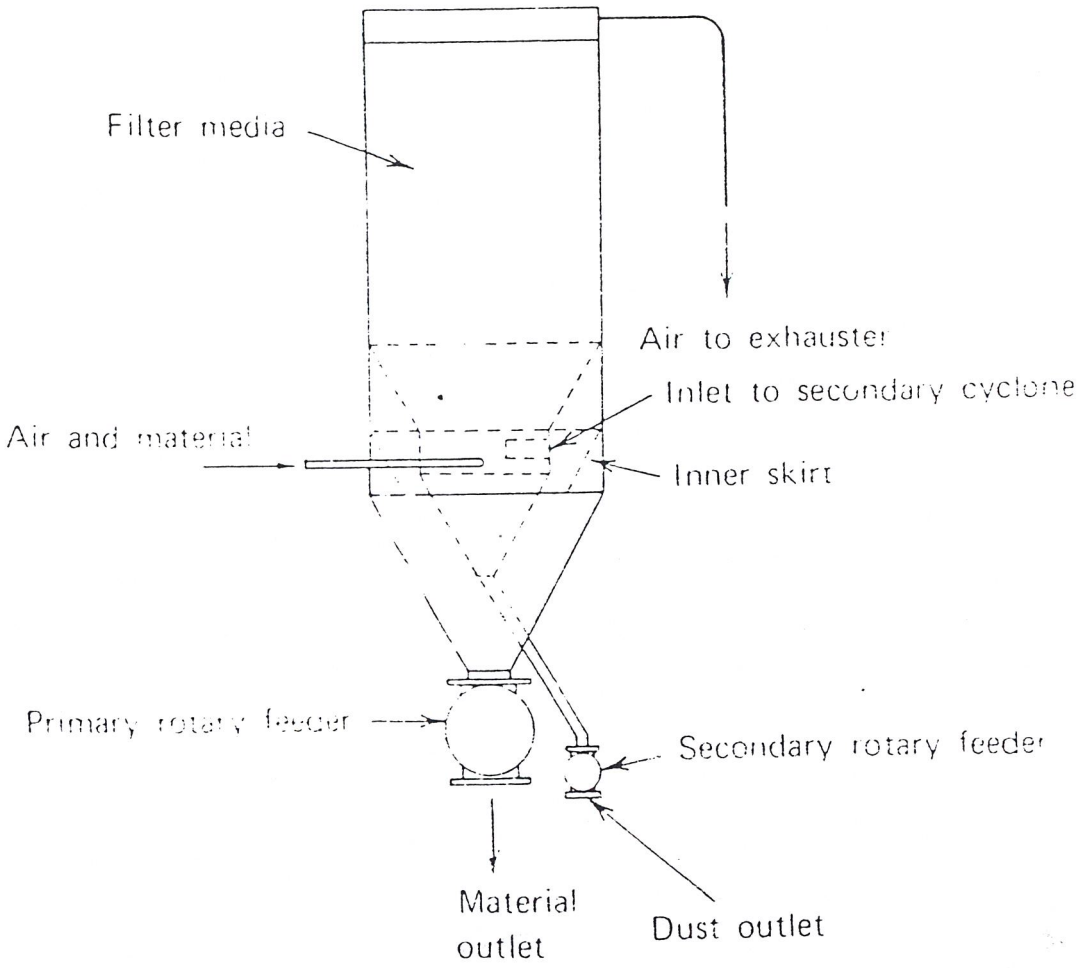


ภาพที่ 2 - 90 ถังกรองที่ใช้ลมกระแทกช่วยทำความสะอาด

หากต้องการให้มีการกรองฝุ่นให้สะอาดจริง ๆ มักจะติดตั้งถังไซโคลนหนึ่งตัวก่อนถังกรอง เพื่อแยกเอาวัสดุที่มีขนาดใหญ่กว่าฝุ่นออกไปก่อน นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งถังไซโคลนภายในถังกรองที่ก้นถังกรอง ซึ่งใช้ในกรณีที่พื้นที่ไม่เพียงพอ เมื่ออากาศและวัสดุผ่านเข้ามาทางด้านล่างถังกรอง วัสดุที่เป็นเม็ดจะแยกออกทางด้านล่าง ส่วนฝุ่นและอากาศจะเข้าไปในถังไซโคลนแยกเอาฝุ่นออกส่วนหนึ่งแล้ว ส่วนที่เหลือผ่านเข้าไปในถุงผ้า เมื่อทำความสะอาดถุงผ้า ฝุ่นจะหล่นลงมาในถังไซโคลนและตกผ่านลงด้านล่างและปล่อยออกไป ระบบนี้มักใช้กับเมล็ดธัญญพืช ทางออกวัสดุด้านล่างถังไซโคลนและถังกรองควรมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะมีพื้นที่ให้อากาศซึ่งรั่วไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้ามากระจายโดยไม่ขัดขวาง ฝุ่นและวัสดุให้เคลื่อนที่ลงมาที่ทางออกทั้งสองนั้นใช้ล้อดาวที่ทำหน้าที่เป็นตัวป้อนและผนึกกันอากาศรั่ว



ภาพที่ 2 - 91 แสดงถังกรอง 2 ชั้น

สรุป ใช้อุปกรณ์คัดแยกวัสดุออกจากอากาศด้วยไซโคลนในการคัดแยกแกลบสำหรับเครื่องสีข้าวกล้อง ซึ่งมีการแยกที่เหมาะสม และใช้ร่วมกับถังกรอง 2 ชั้นเพื่อการคัดแยกวัสดุผงละเอียด ลดปัญหาฝุ่นละออง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 ระบบมอเตอร์ต้นกำลัง

อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์เครื่องมือที่จะสามารถทำงานได้รวดเร็ว มีประสิทธิภาพผ่อนแรงให้ผู้ใช้งานได้มาก จะต้องมีตัวเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล นั่นคือ มอเตอร์ซึ่งจะมีการเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นภายใน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจนครบวงจร โดยจะเกิดต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

ประเภท ชนิด และแบบต่าง ๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้า

- มอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกตามแหล่งจ่ายไฟที่ใช้ได้เป็นสองประเภทคือ
    1. มอเตอร์กระแสสลับ (A.C.MOTOR)
    2. มอเตอร์กระแสตรง (D.C.MOTOR)
- มอเตอร์กระแสสลับยังแบ่งออกตามเฟสของแหล่งจ่ายไฟที่ใช้ได้เป็น 3 ประเภทคือ
    1. มอเตอร์เฟสเดียว
    2. มอเตอร์สองเฟส
    3. มอเตอร์สามเฟส
- มอเตอร์กระแสสลับเฟสเดียวยังแบ่งออกได้ 5 ชนิดคือ
    1. มอเตอร์สปลิต-เฟส
    2. มอเตอร์คาปาซิเตอร์ ซึ่งยังแบ่งแยกออกเป็น 3 แบบคือ
        - มอเตอร์คาปาซิเตอร์-สตาร์ต
        - มอเตอร์คาปาซิเตอร์-สตาร์ตและรัน
        - มอเตอร์คาปาซิเตอร์-แยกถาวร
    3. มอเตอร์รีพัลชัน ซึ่งยังแบ่งแยกออกเป็น 4 แบบคือ
        - มอเตอร์รีพัลชันตรง
        - มอเตอร์รีพัลชัน-คอมเพนเซต
        - มอเตอร์รีพัลชัน-สตาร์ต
        - มอเตอร์รีพัลชัน-เหนี่ยวนำ
    4. มอเตอร์เฉดโพล
    5. มอเตอร์ยูนิเวอร์แซล ซึ่งยังแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ
        - มอเตอร์ยูนิเวอร์แซลคอนเซนเตรตโพล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มอเตอร์ยูนิเวอร์แซลคอนเซนเตรตโพล
- มอเตอร์ยูนิเวอร์แซลคอมเพนเซต

- มอเตอร์กระแสสลับสองเฟสไม่ค่อยมีใช้กัน

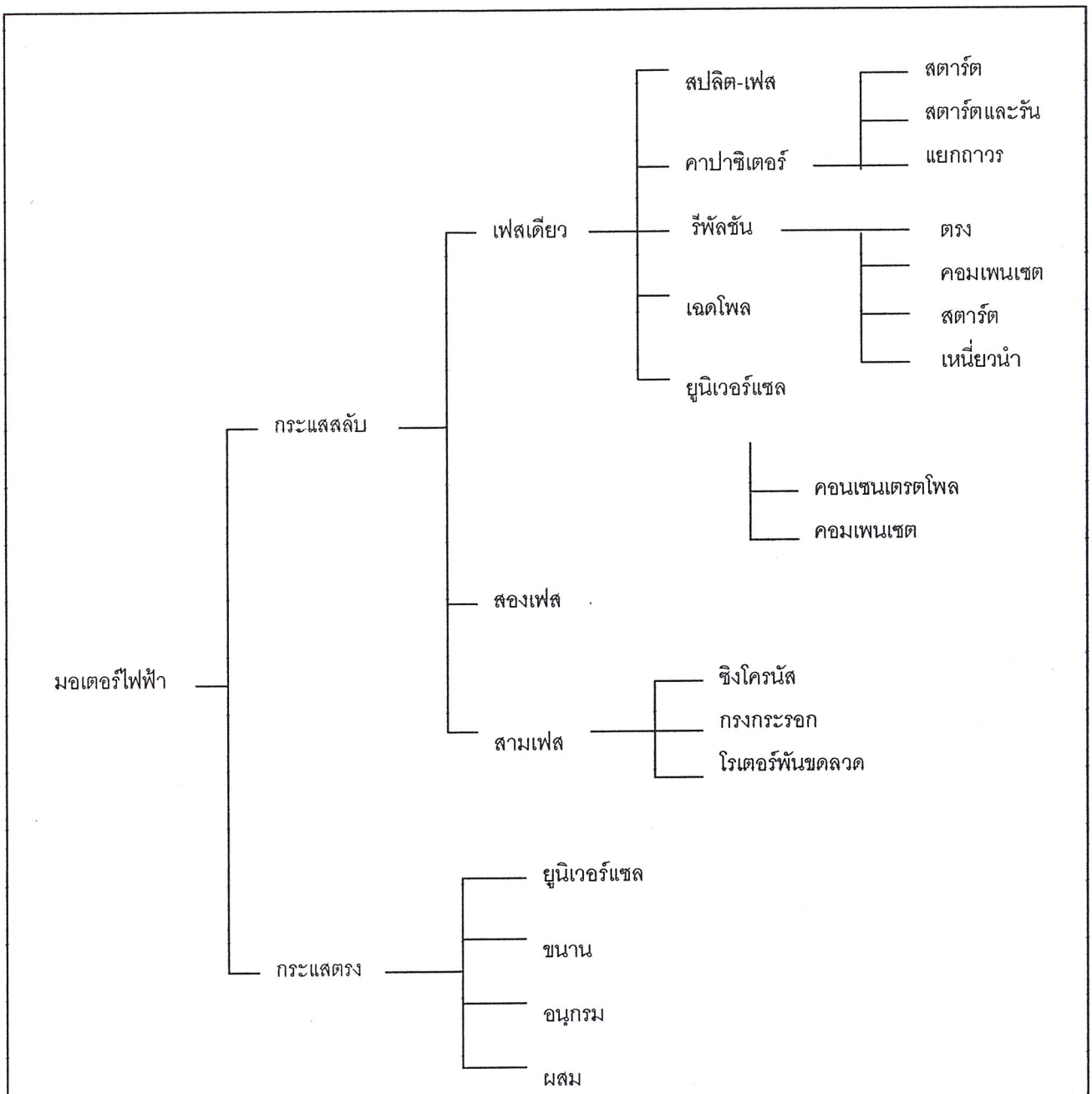
- มอเตอร์กระแสสลับสามเฟสยังแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ
    1. มอเตอร์ซิงโครนัส
    2. มอเตอร์กรงกระรอก
    3. มอเตอร์โรเตอร์พันขดลวด

- มอเตอร์กระแสตรงยังแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิดคือ
    1. มอเตอร์ยูนิเวอร์แซล
    2. มอเตอร์ขนาน
    3. มอเตอร์อนุกรม
    4. มอเตอร์ผสม

สำหรับมอเตอร์กระแสสลับเฟสเดียว สองเฟส และสามเฟส หลักการทำงานพื้นฐานของแต่ละชนิด ปัญหา สาเหตุ และการแก้ไข ได้อธิบายไว้อย่างละเอียดแล้วในบทก่อน ๆ ที่ผ่านมา สำหรับมอเตอร์สามเฟสและมอเตอร์กระแสตรงจะได้กล่าวถึงในต่อ ๆ ไปโดยละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังแสดงการแบ่งประเภทและชนิดของมอเตอร์



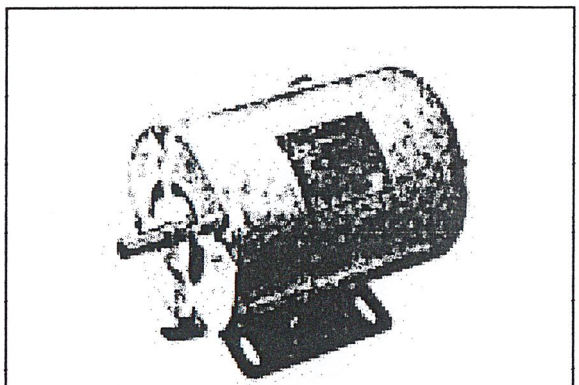
ภาพที่ 2 - 92 แสดงแผนผังการแบ่งประเภทและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติและการใช้งานของมอเตอร์ชนิดต่าง ๆ

1. **มอเตอร์สปลิต-เฟส** (SPLIT-PHASE INDUCTION MOTOR)

มอเตอร์แบบสปริตเฟสเป็นมอเตอร์ที่เก่าแก่ที่สุดแบบหนึ่ง หรือบางครั้งเรียกกันว่ามอเตอร์ชนิดแยกเฟสสตาร์ด เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าประเภทเฟสเดียวที่ยังคงมีความสำคัญอยู่มากเพราะแพร่หลายใช้งานได้กว้างขวาง ขนาดที่ใช้กันมากที่สุดคือ 40 – 250 วัตต์ (1/20 – 1/3 แรงม้า)



ภาพที่ 2 -93 มอเตอร์สปลิตเฟส

คุณสมบัติ : มีความเร็วคงที่ แรงบิดปานกลาง และมักจะมีสวิตซ์แรงเหวี่ยง

การใช้งาน : สปริตเฟสมอเตอร์เหมาะกับงานกว้าง ๆ 2 ลักษณะคือ

- งานมอเตอร์ที่ต้องการสตาร์ทบ่อยครั้ง และเดินเครื่องใช้งานนานพอสมควร เช่น เตาน้ำมัน และตู้เย็นเป็นต้น
- งานมอเตอร์ที่สตาร์ไม่บ่อยและเดินเครื่องใช้งานไม่นาน เช่น เครื่องซักผ้า และเครื่องมือกลประจำบ้านเป็นต้น

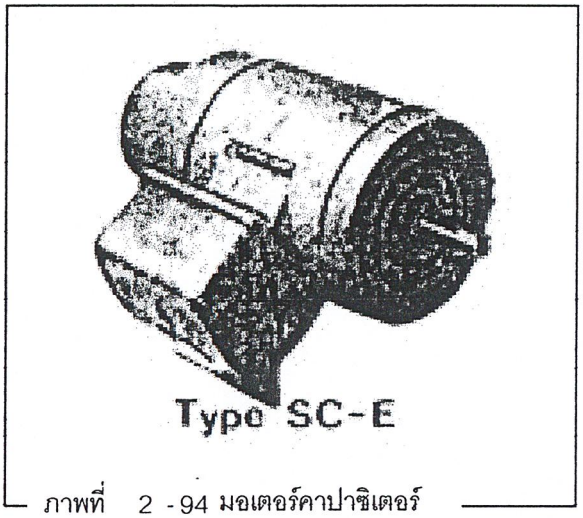
ข้อสังเกตอื่น ๆ ในการใช้งานมอเตอร์ชนิดนี้ได้แก่

- ขณะหยุดนิ่งอาจตั้งให้มอเตอร์หมุนกลับทางหมุนได้ โดยกลับขั้วสายที่ลวดอันใดอันหนึ่ง
- เหมาะใช้กับงานที่โหลดต้องการทอคคงที่ เริ่มหมุนและเร่งด้วยทอคต่างๆ แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องหมุนสตาร์ทบ่อยๆ เพราะแต่ละครั้งมีความเฉื่อยมากและไม่เหมาะใช้งานระยะเวลาสั้น ๆ ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. มอเตอร์คาปาซิเตอร์ (CATACITOR – START MOTOR)

มอเตอร์ชนิดนี้ใช้คอนเดนเซอร์ช่วยสตาร์ท เหมาะกับการใช้งานหนักทั่ว ๆ ไป ที่ต้องการทอคสตาร์ทและทอคหมุนสูง ๆ ปัจจุบันนิยมใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป ขนาดตั้งแต่ 100 วัตต์ หรือ 1/8 แรงม้า ขึ้นไป



ภาพที่ 2 -94 มอเตอร์คาปาซิเตอร์

คุณสมบัติ : โดยทั่วไปจะมีความเร็วคงที่ แต่มีชนิดที่สามารถปรับความเร็วได้โดยใช้ขดลวดพิเศษหรือใช้ออโตทรานส์ฟอร์เมอร์ แรงบิดอยู่ในช่วงปานกลางถึงสูง แบบที่ง่ายที่สุดได้แก่มอเตอร์คาปาซิเตอร์-แยกถาวรที่มีแรงบิดปานกลาง นอกจากนี้ยังมีอีกสองแบบ คือ มอเตอร์คาปาซิเตอร์-สตาร์ต และมอเตอร์คาปาซิเตอร์-สตาร์ตและรัน

มอเตอร์คาปาซิเตอร์จำแนกได้ 3 ชนิด แต่ละชนิดมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน สิ่งที่เหมือน ๆ กันคือ ขอสเตเตอร์มี 2 ชุด ขดหลักชุดหนึ่งและขดประกอบอีกชุดหนึ่ง ขดประกอบจะต้องจัดวางให้ทำมุมไฟฟ้า 90° กับขดหลัก และจะต้องเป็นอนุกรมกับคอนเดนเซอร์หรือคาปาซิเตอร์เสมอ

ประเภทที่หนึ่ง CAPACITOR-START MOTOR ได้แก่มอเตอร์คาปาซิเตอร์ที่ใช้ขดประกอบกับตัวคาปาซิเตอร์ เฉพาะตอนหมุนสตาร์ทเท่านั้น

ประเภทที่สอง PERMANENT-START CAPACITOR-START MOTOR ได้แก่ มอเตอร์คาปาซิเตอร์ที่ใช้ขดประกอบกับตัวคาปาซิเตอร์อยู่ในวงวรตลอดเวลาที่หมุนใช้งาน โดยไม่เปลี่ยนค่าความจุของคาปาซิเตอร์แต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่สาม TWO-VALUE CAPACITOR MOTOR หมายถึงมอเตอร์คาปาซิเตอร์ที่ใช้ค่าคาปาซิเตอร์ขณะหมุนค่าหนึ่ง และขณะหมุนสตาร์ทอีกค่าหนึ่ง รวมใช้คาคาปาซิเตอร์ทำงานสองค่า

ข้อสังเกตสำคัญที่ควรทราบคือ คาปาซิเตอร์ที่ต่อใช้ในวงจรประกอบตลอดเวลาที่มอเตอร์หมุนใช้งานอยู่นั้น ช่วยให้มอเตอร์ลดรอบใช้งานต่ำลงมาจากความเร็วรอบซิงโครนัส ได้ถึง 50 % ซึ่งมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดาทำไม่ได้ หรือหากทำได้จะลดลงมาต่ำกว่า 70 % ของความเร็วรอบซิงโครนัสไม่ได้เป็นอันขาด

การใช้งาน : ในในเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ โดยเฉพาะตัวคอมเพรสเซอร์เอง ปั๊มแกสโซลีน พัดลมต่าง ๆ โบลเวอร์ ปั๊มแรงเหวี่ยงเครื่องทำความร้อนและอื่น ๆ

3. **มอเตอร์รีพัลชัน** (RAPULSION – START INDUCTION MOTORS)

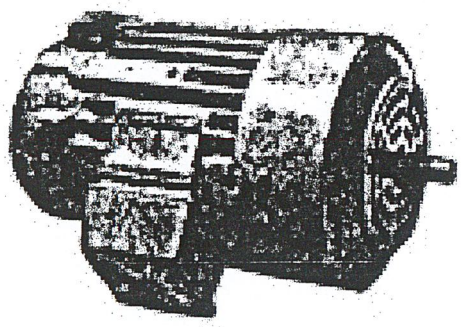
มอเตอร์ชนิดนี้เคยเป็นที่นิยมแร่หลายมามากตั้งแต่สมัยเริ่มมีกำลังไฟฟ้า และแบบมอเตอร์ใหม่ ๆ ไม่ได้ใช้ประเภทนี้มากนัก โดยได้ย้ายไปใช้แบบคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์และแบบมอเตอร์คาปาซิเตอร์สองค่าแทนเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามมอเตอร์เก่า ๆ แบบรีพัลชั่นสตาร์ทยังมีใช้งานแพร่หลายดีอยู่ แม้ว่าจะใช้งานมานานแล้วก็ตาม

วิธีหมุนสตาร์ท สตาร์ทแบบรีพัลชั่น แต่เมื่อความเร็วรอบถึงขั้น ขดลวดในโรเตอร์จะถูกลัดวงจรกลายเป็นประหนึ่งโรเตอร์กรงกระรอก หมุนทำงานเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดา ให้ความเร็วรอบที่คงที่มาก

ลักษณะสร้างของรีพัลชั่นสตาร์ทมอเตอร์นั้นคล้ายกับมอเตอร์อนุกรมไฟตรง ประกอบด้วยลดลวดหลักหรือขดเมนฟีลด์ ขดโรเตอร์ พร้อมคอมพิวเตอร์และแปรง แปรงนั้นมีหน้าที่ลัด วงจรขดลวดในอเมเจอร์ นอกจากนี้ยังมีขดลวดเหนี่ยวนำ (INDUCTION WINDING) อีกชุดหนึ่งวางไว้ ณ มุมไฟฟ้า 90 กับขวดลวดฟีลด์ ดังรูป

ขดเหนี่ยวนำชุดที่สองนี้มีหน้าที่เหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลในโรเตอร์ ในทิศทางไหลเช่นเดียวกับโรเตอร์ของมอเตอร์อนุกรมไฟตรง ทำให้เกิดทอคสตาร์ทสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Type SI-N

ภาพที่ 2 - 95 มอเตอร์รีพัลชั่น

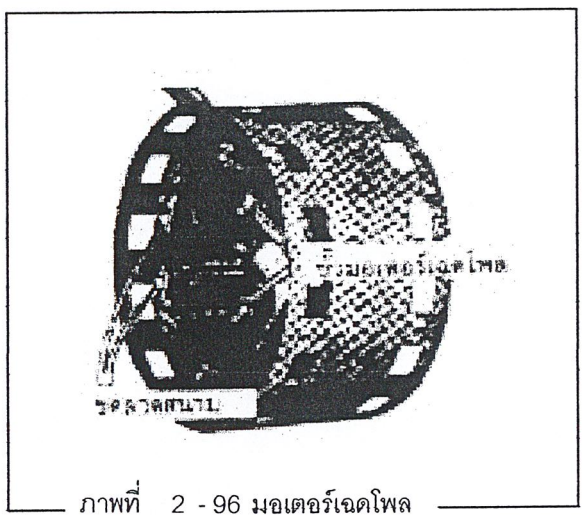
คุณสมบัติ : จะมีความเร็วคงที่ มีแรงบิดอกตัวสูงมาก มีการใช้งานโดยทั่ว ๆ ไปโดยเฉพาะงานที่ต้องการแรงบิดออกตัวสูง

การใช้การ : รีพัลชั่นมอเตอร์เหมาะใช้ขับเครื่องสูบน้ำ เครื่องอัดลม และเครื่องจักรกลอื่น ๆ ที่ต้องใช้ทอคสตาร์ทสูง และกระแสสตาร์ทต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับงานขับที่โรเตอร์ต้องล็อคแน่นโครงเข้ากับเครื่องจักร ในลักษณะงานเช่นเดียวกับคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ ข้อดีกว่าก็คือแม้จะให้ทอคสตาร์ทสูงเท่า ๆ กัน แต่กินกระแสน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. มอเตอร์เฉดโพล (SHEDED-POLE INDUCTIoN MOTORS)

มอเตอร์เฉดโพล มีที่ใช้งานกันแพร่หลายมาก ปกติเป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ๆ ไม่โตกว่า 200 วัตต์ หรือ ¼ แรงม้าเลย ใช้เป็นมอเตอร์เอนกประสงค์ที่มีความเร็วรอบคงที่สร้างได้ง่าย ราคาถูก ทั้งทนทานและใช้งานได้ดีอายุการใช้งานนาน ไม่ต้องมีดอมมิงเตเตอร์สวิทต แหวนเก็บไฟ แปรง กะวานา หรือขั้วสัมผัสใด ๆ เลย ปริมาณทอคสตาร์ทมีค่าเท่า ๆ กับ รีพัลชัน-คาปาซิเตอร์ มอเตอร์ คือมีไม่มากนัก ประสิทธิภาพต่ำมากโดยที่เป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ค่าประสิทธิภาพก็ดีค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ไม่เป็นเรื่องสำคัญเลย พบใช้งานทั่วไป เช่น เครื่องหมุนไก่อบ พัดลมขนาดเล็ก เครื่องฉายสไลด์ และงานใช้มอเตอร์ตัวเล็ก ๆ ทั้งหลาย บางครั้งสร้างติดมากับชุดเกียร์ทดเพื่อใช้ขับสิ่งของตั้งโชว์ด้วยความเร็วรอบต่ำ ๆ ก็มี



ภาพที่ 2 - 96 มอเตอร์เฉดโพล

คุณสมบัติ : แรงบิดออกตัวและแรงบิดขณะทำงานต่ำ ประสิทธิภาพต่ำและความเร็วคงที่

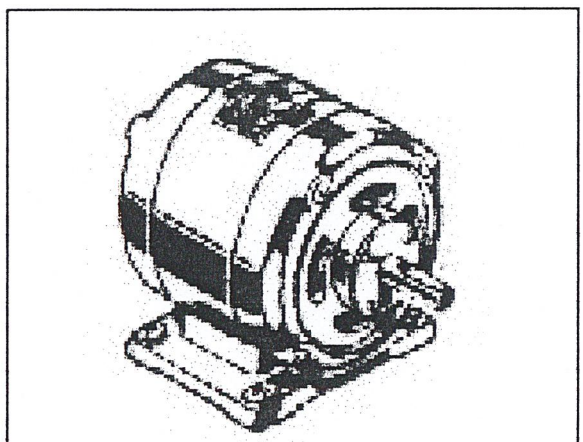
การใช้งาน : ใช้ในเครื่องมือต่าง ๆ ของเด็กเล่น เครื่องเป่าผม พัดลมขนาดเล็ก เครื่องปรับความชื้น นาฬิกา และอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. มอเตอร์ยูนิเวอร์แซล (UNIVERSAL MOTORS)

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์เป็นมอเตอร์อนุกรมไฟเฟสเดียว ใช้ได้กับทั้งไฟสลับและไฟตรง ขนาดที่สร้างมักเป็นขนาดเล็กไม่โตกว่า 350 วัตต์ หรือ ½ แรงม้า สาเหตุที่สร้างไม่ได้โตเพราะมีปัญหาเกี่ยวกับคอมมิวเตเตอร์ขณะให้กับไฟสลับ ไฟสลับที่ใช้ได้ด้วยได้กับทุนความถี่แต่ไม่เกิน 60 เซิตส์ มอเตอร์ชนิดนี้เรียกว่าใหส้อัตราส่วนสมรรถนะกำลังต่อจำนวนมอเตอร์มากบางครั้งถึง 20,000 รอบต่อนาทีก็มี แต่เรามักออกแบบสร้างโรเตอร์มิให้หมุนได้เร็วถึงความเร็วรอบสูง ๆ ปกติพิสัยความเร็วรอบสูง ๆ ของมอเตอร์ชนิดนี้คือระหว่าง 4000 – 16000 รอบต่อนาที

เนื่องจากมอเตอร์ยูนิเวอร์แซลพันแบบอนุกรม ลักษณะการทำงานจึงคล้ายกับมอเตอร์อนุกรมแบบกระแสตรง ขนาดของมอเตอร์ยูนิเวอร์แซลอยู่ระหว่าง 0 ถึง ¾ แรงม้า แรงม้าต่ำมาก ๆ จะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1/150 แรงม้า มีใช้ในงานจักรเย็บผ้า พัดลม เครื่องมือที่ใช้มือถือต่าง ๆ



ภาพที่ 2 - 97 มอเตอร์ยูนิเวอร์แซล

คุณสมบัติ : มีความเร็วสูงและแรงบิดสูง ในมอเตอร์ที่ไม่มีตุ้มน้ำหนักถ่วง (governor) บางตัวจะปรับความเร็วได้โดยใช้ความต้านทานปรับค่าได้ หรือโดยขดลวดสนามที่มีแท็ปหรือใช้เกียร์ทดรอบเพื่อให้ได้ความเร็วที่ต่ำลงเหมาะสมกับการใช้งาน

การใช้งาน : ในเครื่องมือทั่วไปขนาดมือถือ เช่น เครื่องดูดฝุ่น จักรเย็บผ้า เครื่องผสมอาหาร เครื่องเป่าผม อุปกรณ์ที่ต้องการความสามารถในการใช้งานได้ทั้งระบบไฟกระแสสลับและไฟกระแสตรง

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์มิใช่มอเตอร์ที่บริษัทผู้สร้างจะสร้างสำเร็จขึ้นคอยจำหน่าย แต่มักสร้างจำหน่ายเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งของเครื่องกล ที่นิยมมากคือใช้เป็นเครื่องกลไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น สว่านมือไฟฟ้า เลื่อยกลมือ จักรเย็บผ้าเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ สัญลักษณ์ คุณสมบัติ และการใช้งานของมอเตอร์ชนิดต่าง ๆ
2-10

สัญลักษณ์	คุณสมบัติ	การใช้งาน
	ความเร็วคงที่ แรงบิดปานกลาง ใช้กับสวิตซ์แรงเหวี่ยง	หัวเผาน้ำมัน เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องมือต่างๆ เครื่องรีดอุปกรณ์ เตรียมอาหาร ปั๊ม ปั๊มลมพ่นสี เครื่องทำความเย็น ฮีตเตอร์ เครื่องซักผ้า ฯลฯ
	ความเร็วคงที่แต่มีชนิดที่สามรถปรับ ความเร็วได้แรงพัดปานกลาง-สูง	เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ ปั๊มแก๊สโซลีน พัดลม โบลเวอร์ ปั๊มแรงเหวี่ยง ฯลฯ
	ความเร็วคงที่ เป็นมอเตอร์อเนกประสงค์ เหมาะกับงานที่ต้องการแรงบิดออกตัวสูงมาก	ปั๊ม คอมเพรสเซอร์ รอกอุปกรณ์ เตรียมอาหาร อุปกรณ์ในโรงซ่อม บำรุง อุปกรณ์งานไม้ เครื่องขัด มอเตอร์ที่ใช้ตามฟาร์มต่างๆ ฯลฯ
	แรงบิดออกตัวและขณะใช้งานต่ำ ประสิทธิภาพต่ำ ความเร็งคงที่	เครื่องมือต่าง ๆ ของเด็กเล่น เครื่องเป่าผม พัดลมตัวเล็ก ๆ เครื่องทำความชื้น นาฬิกา ฯลฯ
	ความเร็วสูง แรงบิดสูง การปรับความเร็วบางครั้งใช้ความต้านทาน หรือเฟืองทดสอบ	อุปกรณ์มือถือ เครื่องดูดฝุ่น จักรเย็บผ้า เครื่องผสมอาหาร เครื่องเป่าผม ฯลฯ เครื่องมือที่ต้องการใช้ได้กับไฟกระแสสลับและไฟกระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์	คุณสมบัติ	การใช้งาน
	ความเร็วคงที่ แรงบิดปานกลาง การปรับความเร็วโดยปรับที่อามาเจอร์ ไม่ค่อยพบโดยการปรับ ที่สนาม	ใช้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ไฟกระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลือกมอเตอร์และการติดตั้งมอเตอร์แบบต่าง ๆ

ในปัจจุบันนี้ จะพบว่ามอเตอร์มีเปลือกและขาแตกต่างกันอยู่มากมายตามความเหมาะสมกับการใช้งาน ในบทนี้จะกล่าวถึงเปลือกและขามอเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปกับแบบ และชนิดต่าง ๆ ของมอเตอร์ที่ได้กล่าวถึงมาแล้วในบทก่อน ๆ รูปภาพ แสดงเปลือกและขาของมอเตอร์แบบต่าง ๆ

เปลือกมอเตอร์และลักษณะการใช้งาน

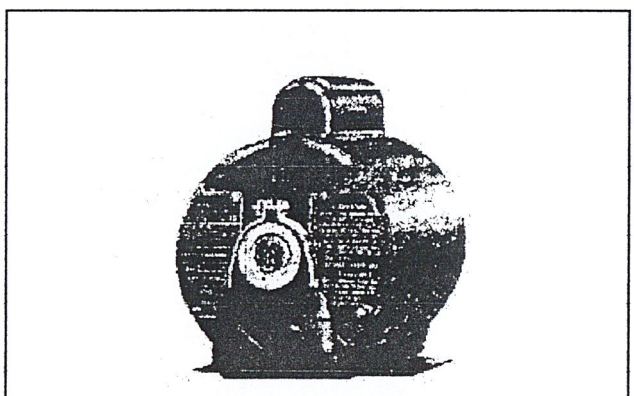
เปลือกมอเตอร์พอจะแบ่งได้เป็น 5 แบบตามสภาพการใช้งานและสถานที่ที่ติดตั้ง

- **เปลือกมอเตอร์แบบเปิด**

  เปลือกมอเตอร์แบบเปิดนี้จะมีช่องเปิดอยู่ที่เปลือกหรือฝา ทำให้โรเตอร์และสเตเตอร์ได้รับการระบายความร้อนด้วยอากาศโดยตรงโดยผ่านทางช่องเปิดเหล่านี้ เปลือกชนิดนี้ใช้กับงานได้ทุกประเภท ซึ่งความร้อนที่มากเกินไปไม่ก่อให้เกิดปัญหาและใช้ในสถานที่ที่มีฝุ่น และความสกปรกต่าง ๆ น้อย เช่น พัดลมในสำนักงาน เครื่องคอมเพรสเซอร์ภายนอกอาคาร จักรเย็บผ้า และเครื่องผสมอาหาร เป็นต้น

- เปลือกมอเตอร์แบบป้องกันน้ำหยด

  เปลือกมอเตอร์แบบป้องกันน้ำหยดนี้จะคล้ายกับเปลือกแบบเปิด แต่เปลือกแบบนี้จะป้องกันต่อสภาพความชื้นได้ดีกว่า ช่องเปิดของเปลือกแบบป้องกันน้ำหยดจะอยู่บริเวณด้านใต้เปลือก โดยยอมให้อากาศไหลผ่านเข้าไปสู่ภายในตัวมอเตอร์ได้สะดวก แต่หยดน้ำที่หยดลงมาจากด้านบนจะไม่สามารถเข้าไปในตัวมอเตอร์ได้ เปลือกชนิดนี้มีใช้ในห้องเย็น โรงงานทำไอศกรีม และเหมืองต่าง ๆ และสถานที่ซึ่งมีหยดน้ำเกาะอยู่บนผ้าเพดานหรือผนังด้านบน มีรูปร่างและลักษณะดังรูป

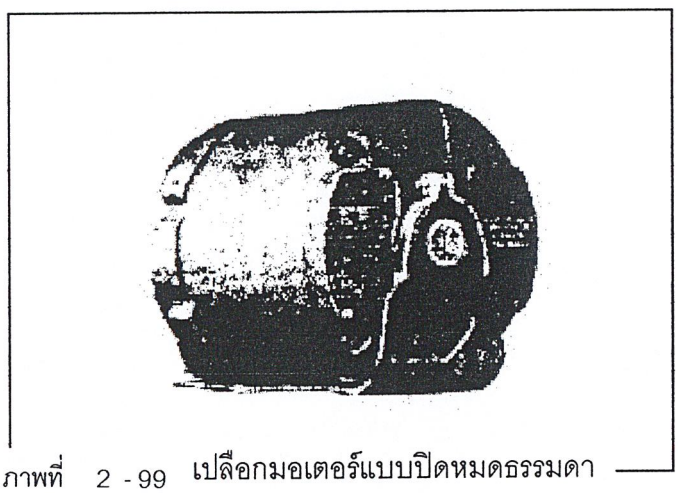


ภาพที่ 2 - 98 เปลือกมอเตอร์แบบป้องกันน้ำหยด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **เปลือกมอเตอร์แบบปิดหมดธรรมดา**

เปลือกมอเตอร์แบบปิดหมดจะไม่มีช่องระบายอากาศเลย แต่ก็ไม่ได้ปิดผนึกกันน้ำหรือกันอากาศ ยังคงมีอากาศหมุนเวียนอยู่ภายในมอเตอร์ ความร้อนถูกระบายผ่านเปลือกออกสู่อากาศเย็นที่อยู่ภายนอก เปลือกชนิดนี้จึงต้องมีขนาดใหญ่กว่าแบบเปิดทั้งสองแบบตามที่ได้กล่าวมาแล้ว เนื่องจากพื้นผิวที่มากจะระบายความร้อนได้มาก เปลือกแบบนี้จะต้องอยู่ในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี แต่มีปัญหาทางด้านสิ่งสกปรกหรือฝุ่นละออง เช่น อุปกรณ์การก่อสร้างต่าง ๆ อุปกรณ์ในโรงซ่อม การทำเหมือง และการทำงานไม้ มีรูปร่างดังรูปภาพ



ภาพที่ 2 - 99 เปลือกมอเตอร์แบบปิดหมดธรรมดา

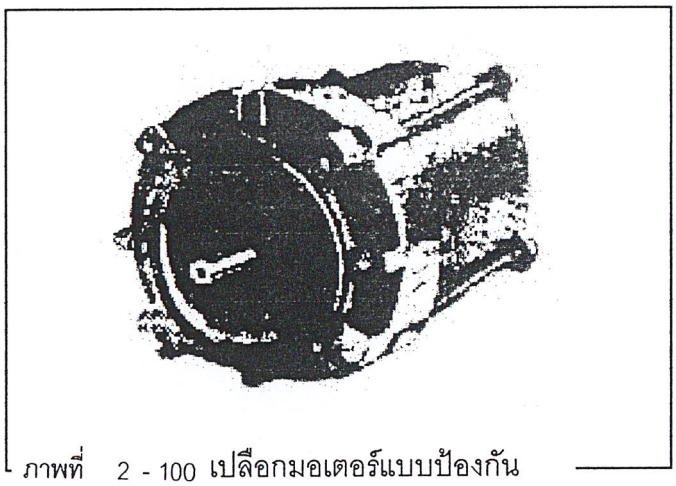
- **เปลือกมอเตอร์แบบปิดหมดมีพัดลมระบายอากาศ**

เปลือกมอเตอร์แบบนี้เหมือนกับเปลือกมอเตอร์แบบปิดหมด ยกเว้นว่ามีพัดลมอยู่ภายในหรือมีโบลเวอร์อยู่ภายในตัวมอเตอร์เพื่อให้อากาศภายในมีการหมุนเวียนดีขึ้น ถึงแม้ว่าจะทำให้มีการระบายอากาศที่ดีกว่า แต่ขนาดของเปลือกก็ยังคงประมาณเท่ากับเปลือกแบบปิดหมดธรรมดา การใช้งานก็เหมือนกับมอเตอร์แบบปิดหมดธรรมดา แต่สามารถใช้งานในสถานที่ที่อากาศถ่ายเทลำบาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **เปลือกมอเตอร์แบบพิเศษ**

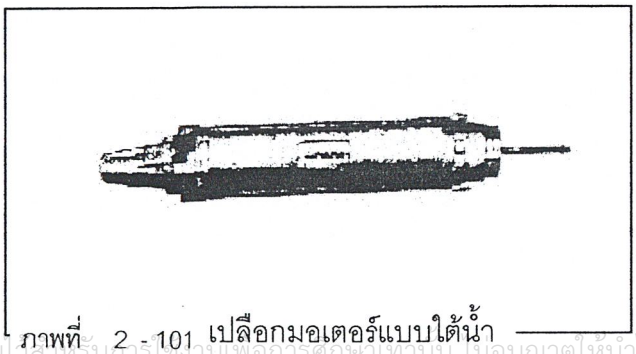
  เปลือกมอเตอร์แบบพิเศษได้แก่แบบป้องกันระเบิด ซึ่งได้ออกแบบเพื่อป้องกันการระเบิดของก๊าซหรือไอระเหยภายในมอเตอร์ และกันการขยายตัวของก๊าซหรือไอระเหยออกสู่ภายนอก นอกจากนั้นการออกแบบยังป้องกันการสปาร์กหรือการอาร์กของคอมมิวเทเตอร์ไม่ให้เกิดการระเบิดของก๊าซหรือไอระเหยที่อยู่ภายนอกรอบ ๆ มอเตอร์ มอเตอร์แบบนี้พบในเครื่องบน เรือบรรทุกสารเคมีที่ไวไฟ ปั๊มน้ำมันเบนซิน อุปกรณ์สตาร์ดเครื่องยนต์ สถานที่เก็บสารเคมีไวไฟ และสถานที่อื่น ๆ กัน ดังรูป เป็นลักษณะของเปลือกมอเตอร์แบบป้องกันระเบิด



ภาพที่ 2 - 100 เปลือกมอเตอร์แบบป้องกัน

เปลือกมอเตอร์แบบพิเศษอื่น ๆ ได้แก่ แบบสุขาภิบาล ซึ่งเป็นเปลือกแบบปิดหมดกันอากาศและกันน้ำได้อย่างสมบูรณ์ สามารถใช้งานได้ในที่ ๆ มีฝุ่นและสิ่งสกปรกอยู่รอบๆ ตัวมอเตอร์

เปลือกมอเตอร์แบบกันสภาพอากาศ จะใช้งานอยู่ภายนอกอาคารได้ในทุก ๆ สภาพอากาศ จึงต้องเป็นแบบปิดหมด และเป็นแบบผนึก (seal) ตลอด



ภาพที่ 2 - 101 เปลือกมอเตอร์แบบใต้น้ำ

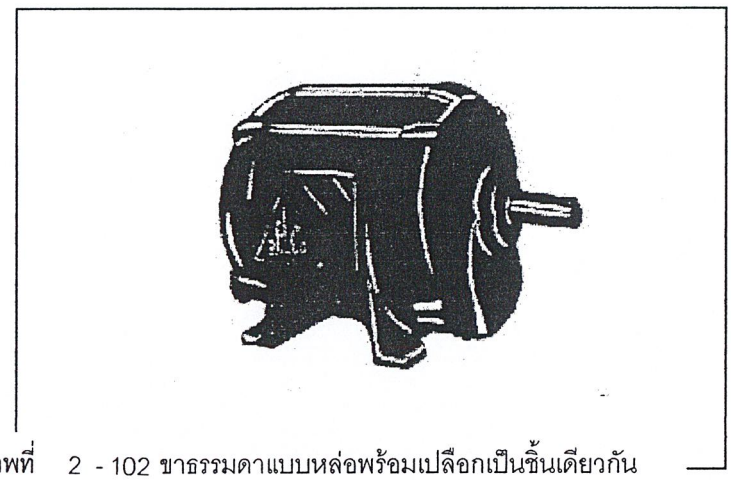
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขามอเตอร์และการติดตั้งแบบต่าง ๆ

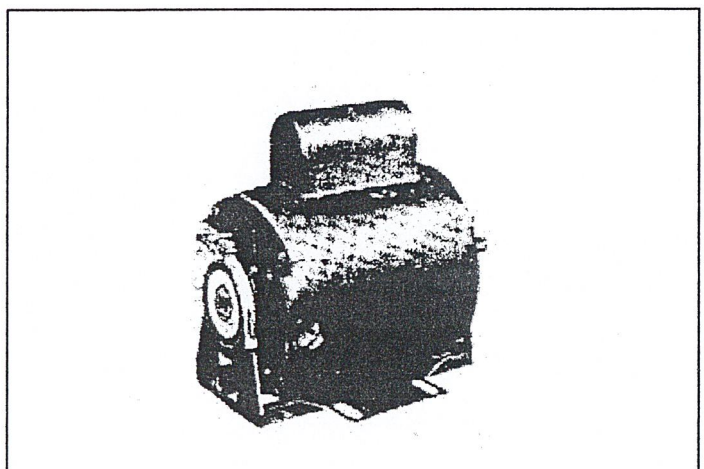
ขามอเตอร์ใช้สำหรับยึดมอเตอร์หรือเปลือกเข้ากับสถานที่ที่จะใช้งานมีแบบต่าง ๆ มากมาย แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงขาและการติดต่างที่ใช้ทั่วๆ ไปเท่านั้น ได้แก่

- **ขาธรรมดา**

  เป็นขาแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ขาจะติดกับเปลือกมอเตอร์โดยขนานกับแกนเพลาของมอเตอร์ บางชนิดทั้งเปลือกและขาจะหล่อมาเป็นชิ้นเดียวกัน บางชนิดเปลือกเป็นหลักม้วน ขาเป็นเหล็กขึ้นรูปแล้วนำมาเชื่อมติดกัน ขาบางชนิดทำแยกออกมาต่างหากคล้องเปลทำให้ถอดตัวมอเตอร์ออกจากขาได้ง่าย

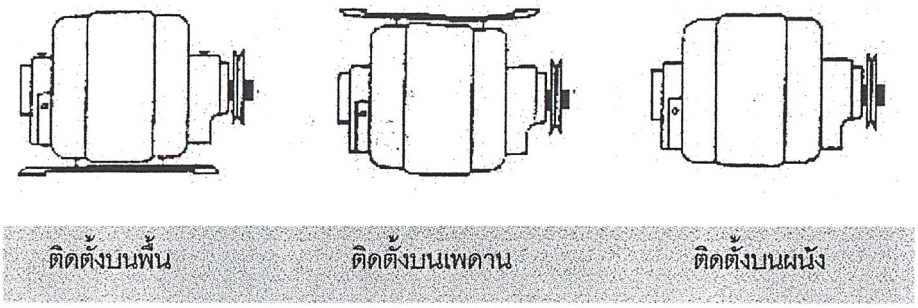


ภาพที่ 2 - 102 ขาธรรมดาแบบหล่อพร้อมเปลือกเป็นชิ้นเดียวกัน



ภาพที่ 2 - 103 ขาธรรมดาแบบเหล็กขึ้นรูปแบบเปล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 - 104 การติดตั้งมอเตอร์ขาธรรมดาแบบต่าง ๆ

ขาธรรมดาสามารถทำการติดตั้งได้หลายแบบแล้วแต่ทิศทางและมุมที่ติดตั้ง เช่น ติดตั้งกับเพดาน ติดตั้งกับพื้น หรือติดตั้งกับผนัง เป็นต้น สถานที่ที่จะติดตั้งมอเตอร์ควรจะเป็นที่แข็งแรง ผิวหน้าเรียบ และทนต่อแรงสั่นสะเทือนของมอเตอร์

- **ขากันสะเทือน**

  ขากันสะเทือนจะมีวัสดุที่ดูดซับความสั่นสะเทือนได้ดี เช่น ยาง เพื่อรองรับแรงสั่นสะเทือนจากมอเตอร์ถ่ายเทลงสู่ขามอเตอร์ บางทีทำได้ง่ายโดยใช้ขาธรรมดาแบบเปลแล้วเพิ่มยางกันสะเทือนระหว่างขาและส่วนที่เปลือกมอเตอร์สัมผัสกับขา

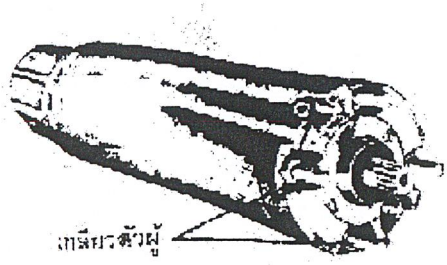
- **แถบรัดมอเตอร์**

  แถบรัดจะใช้วัสดุอะไรก็ได้ที่สามารถรับน้ำหนัก และการสั่นสะเทือนของมอเตอร์ได้แถบรัดจะใช้รัดตัวมอเตอร์และอุปกรณ์ขับเคลื่อน หรือรัดตัวมอเตอร์กับผิวหน้าของสิ่งที่จะใช้งาน

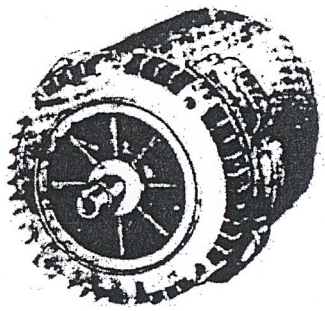
- **มอเตอร์หน้าแปลน**

  มอเตอร์หน้าแปลนยังแบ่งออกได้อีกหลายอย่าง บางชนิดเป็นหน้าแปลนอยู่ที่ปลายเพลาด้านหนึ่ง มีแท่งเกลียวตัวผู้โผล่ออกมาดังรูปที่ 4. หน้าแปลนบางแบบเป็นรูด๊าปเกลียวไว้สำหรับให้ขันนอต ดังรูปที่ 5. ในบางแบบจะใช้นอตยาวตลอดขันยึดฝาเปลือกและหน้าแปลนเข้าด้วยกัน บางชนิดเปลือกมอเตอร์เป็นที่ติดตั้งอุปกรณ์ขับเคลื่อนไปในตัว เช่น สว่านมือไฟฟ้า เป็นต้น ดังรูปที่ 6.

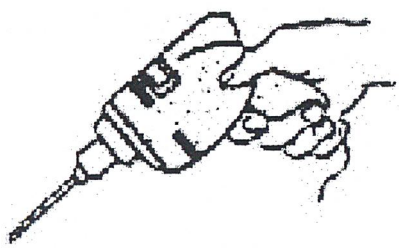
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



มอเตอร์หน้าแปลนแบบมีแท่ง
เกลียวตัวผู้ (stud)โผล่ออกมา



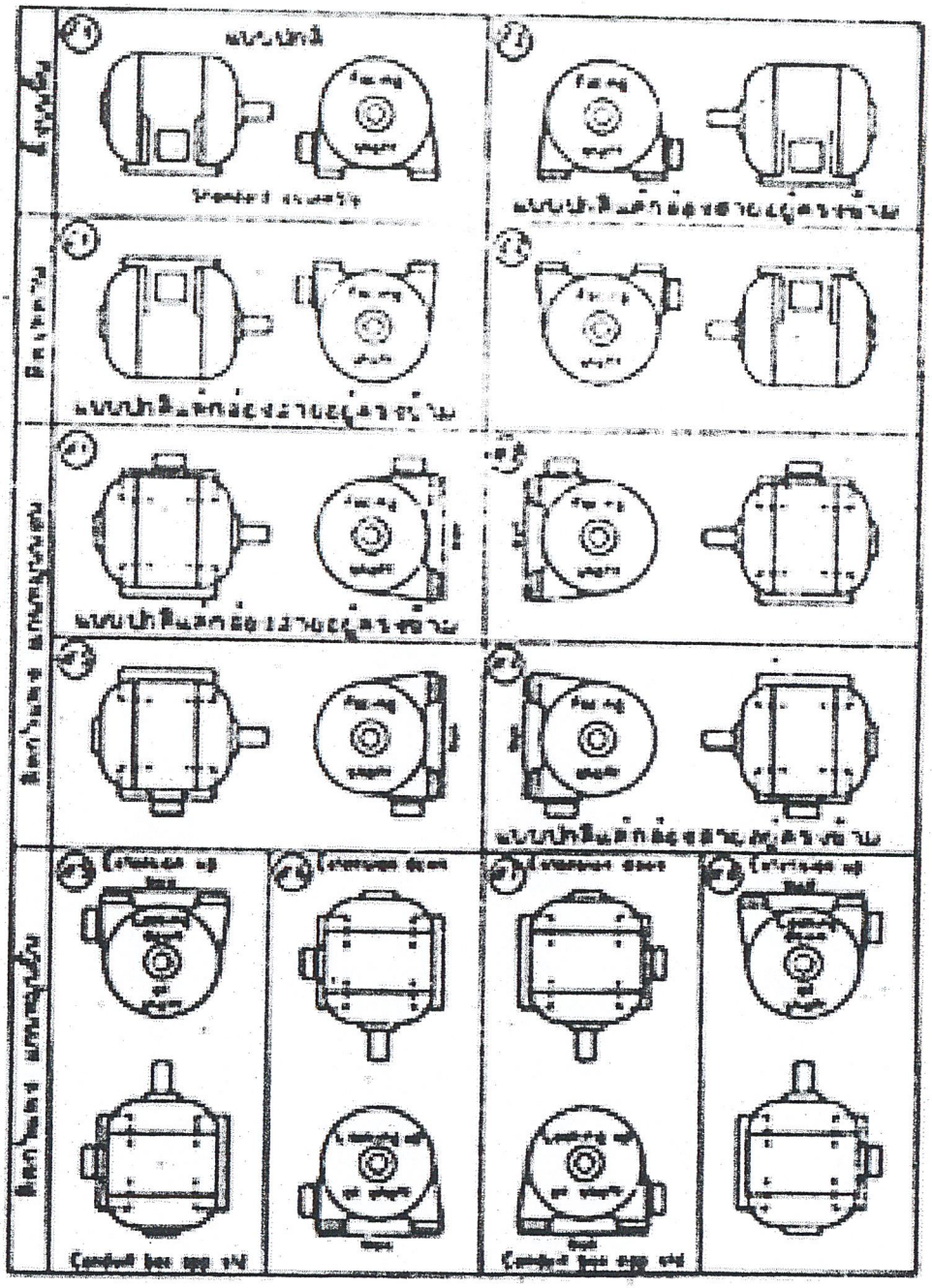
มอเตอร์หน้าแปลนแบบมีรูด๊าปเกลียว



มอเตอร์แบบอุปกรณ์มือจับไฟฟ้า

ภาพที่ 2 - 105 มอเตอร์หน้าแปลนแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 - 106 ตารางมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.7 **ส่วนบรรจุข้าวเปลือก (HOPPER)**

ภาชนะใส่ข้าวเปลือกของเครื่องรูปแบบเดิม ทำจากเหล็กแผ่นพับขึ้นรูป เมื่อพิจารณาในด้านต่าง ๆ จะเกิดปัญหาขึ้นดังนี้

1. ไม่มีส่วนที่ใช้ทำหน้าที่กรองเศษวัสดุอื่นที่มีขนาดใหญ่ ทำให้เกิดการติดขัดหรือการสึกหรอกของลูกยางได้
2. ภาชนะใส่ข้าวเปลือกยึดติดกับส่วนโครงอุปกรณ์ป้อน ด้วยการใช้หมุดย้ำ ไม่สามารถถอดนำไปทำความสะอาดและยากต่อการซ่อมเมื่อเกิดการติดขัด
3. อ๊อกไซด์ของโลหะที่เคลือบบนผิวภาชนะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค
4. ที่ส่วนบนของภาชะนะไม่มีฝาปิดทำให้ฝุ่นละอองหรือสิ่งเจือปนปลิวออกมาสู่สิ่งแวดล้อมได้
5. ข้าวเปลือกไหลออกยาก ต้องใช้ลิ้นปิด-เปิดเป็นตัวช่วยในการไหล
6. รูปร่างภาชนะใส่เป็นลักษณะเครื่องจักร ที่ไม่สวยงามและมีเหลี่ยมคม อาจเกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานได้

แนวทางแก้ปัญหา

1. ออกแบบให้มีตะแกรงทำหน้าที่กรองเศษวัสดุอื่นที่ปะปนไม่ให้ตกลงไป เป็นการป้องกันเพื่อช่วยลดอัตราการสึกหรอดและการเสียหายของผิวลูกกลิ้งยาง
2. ออกแบบให้ภาชนะใส่ข้าวเปลือกสามารถรวมกันเป็นชุดกับอุปกรณ์ป้อนและถอดออกทำความสะอาดได้ง่าย
3. เลือกใช้วัสดุที่ไม่มีสารพิษต่อร่างกายมนุษย์
4. ออกแบบให้มีผาปิด-เปิดที่ส่วนบนของภาชนะ
5. ออกแบบรูปร่างภาชนะใส่ข้าวเปลือกให้ข้าวเปลือกไหลออกได้สะดวก
6. ออกแบบภาชนะใส่ข้าวเปลือกให้

ในการออกแบบภาชนะใส่ข้าวเปลือกจะประกอบด้วยปัจจัยต่าง ๆที่ต้องนำมาวิเคราะห์ ดังนี้

- ลักษณะการไหลของข้าวเปลือก
- อัตราการไหลของข้าวเปลือก
- มิติของถังบรรจุข้าวเปลือกที่มีผลต่อปริมาตร
- วัสดุที่ใช้ทำเป็นภาชนะบรรจุข้าวเปลือก

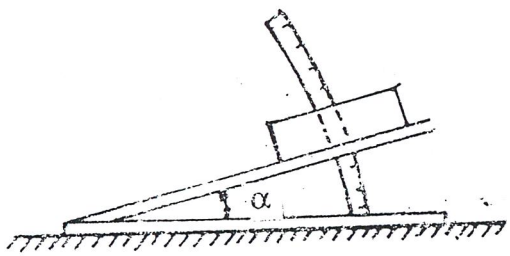
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ลักษณะการไหลของข้าวเปลือก**

ลักษณะการไหลของวัสดุขึ้นอยู่กับ

1. **สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของข้าวเปลือก** สามารถหาได้โดยการทดลอง ดังนี้

นำข้าวเปลือกไปวางลงบนแผ่นเอียง (วัสดุขึ้นอยู่กับความต้องการ) แล้วค่อย ๆ ยกแผ่นเอียงขึ้นจนกระทั่งข้าวเปลือกเริ่มเคลื่อนที่ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตย์จะเป็นค่าแทนเจ็นท์ (Tangent) ของมุมที่แผ่นเอียงทำกับพื้นราบ



ภาพที่ 2 - 107 อุปกรณ์สำหรับวัดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตย์

สัมประสิทธิ์ความเสียดทานมีค่าไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ โดยปัจจัยที่มีส่วนสำคัญได้แก่

- ความชื้นภายในข้าวเปลือก
- แรงกดที่ผิวสัมผัสความเร็วในการลื่นไหล
- สภาพอากาศแวดล้อม

2. **มุมความเสียดทานภายในและมุมกองพื้น**

เป็นสมบัติความเสียดทานที่สำคัญของวัสดุเม็ดที่กองรวมกันอย่างเมล็ดข้าวเปลือก มุมของความเสียดทานภายใน หมายถึง มุมของความเสียดทานที่เกิดจากผลของความเสียดทานระหว่างเมล็ดข้าวเปลือกโดยที่

$$f_1 = \tan$$

โดย f_1 = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานภายใน

= มุมของความเสียดทานภายใน

ปัจจัยที่มีผลต่อมุมเสียดทานภายในข้าวเปลือก ได้แก่

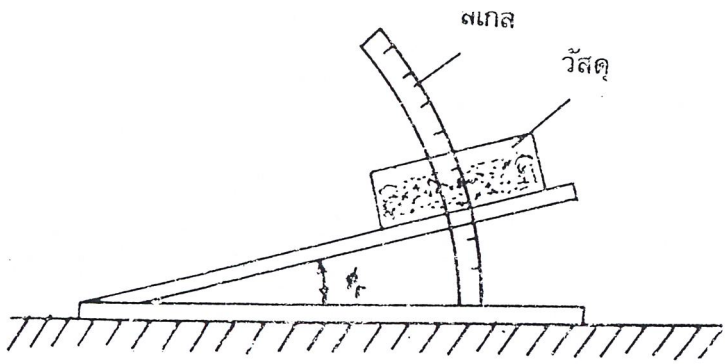
- ขนาด
- รูปร่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความชื้นภายในระดับความอัดแน่นของข้าวเปลือก

มุมกองพื้นของวัสดุ หมายถึง มุมที่กองวัสดุทำกับพื้นราบ

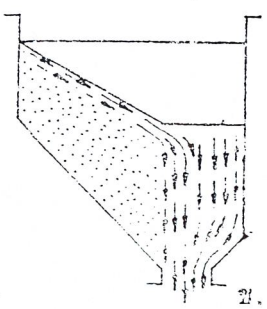
สามารถหามุมกองพื้นขณะเคลื่อนที่โดยการนำข้าวเปลือกมาใส่ในกล่องและปล่อยให้ลื่นไหลผ่านช่องที่เปิดไว้ใต้กล่องลงสู่พื้นข้างล่าง มุมกองของวัสดุจะเป็นมุมที่กองวัสดุในกล่องเอียงทำมุมกับแนวราบ และมุมกองวัสดุที่พื้นทำกับแนวราบ



ภาพที่ 2 - 108 อุปกรณ์สำหรับหามุมกองของข้าวเปลือก

2. มุมหรือความเอียงของถังบรรจุ

การไหลของวัสดุเม็ดผ่านช่องเปิด ความสำคัญอย่างมากต่อขบวนการขนถ่ายวัสดุ ดังเช่น การไหลของข้าวเปลือกจากถังบรรจุ ซึ่งการคำนวณการไหลออกของเมล็ดข้าวเปลือกที่ไม่สามารถใช้ทฤษฎีการไหลของของเหลวมาใช้ในการคำนวณได้ ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของข้าวเปลือกซึ่งเป็นวัสดุเม็ดมีความแตกต่างจากของเหลว

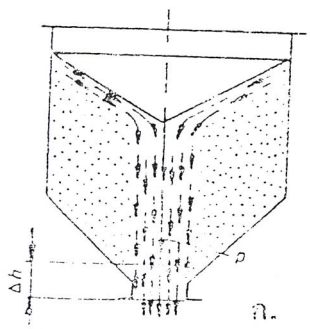


ภาพที่ 2 - 109 ลักษณะการไหลของวัสดุเม็ดออกจากถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

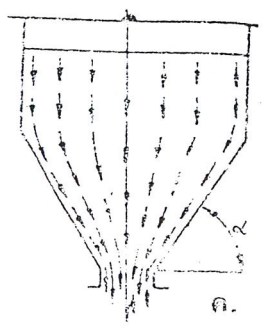
- **ลักษณะการไหลของวัสดุออกจากถัง** สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ

- **การไหลแบบปล่อง** (Funnel Flow) เป็นการไหลของวัสดุเม็ดออกจากถังเมื่อมุมเอียงของถังที่ทำกับแนวราบ มีค่าน้อย โดยวัสดุไหลเป็นแนวเหนือช่องเปิดขึ้นไป และการไหลของวัสดุจะไหลจากชั้นบนก่อน



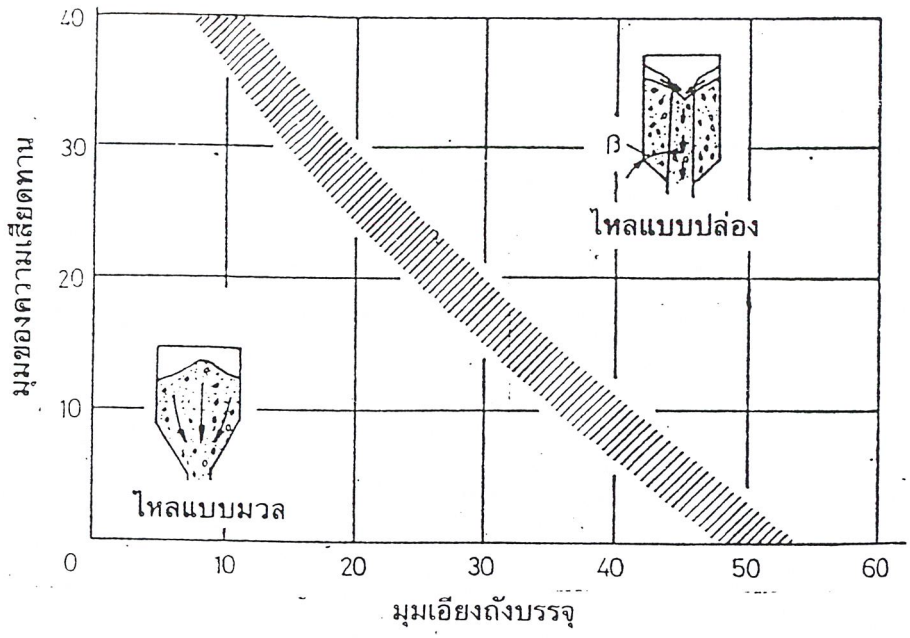
ภาพที่ 2 - 110 การไหลแบบปล่อง

- **การไหลแบบมวล** (Mass Flow) เป็นการไหลของมวลวัสดุทั้งหมด ลงสู่ช่องเปิดมีมุมเอียงสูงกว่าการไหลแบบปล่อง



ภาพที่ 2 - 111 การไหลแบบมวล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 - 112 ความสัมพันธ์ของรูปแบบการไหลกับความเสียดทานของวัสดุกับผนัง และมุมเอียงของถังบรรจุ

สรุป ออกแบบให้ส่วนบรรจุข้าวเปลือกมีการไหลแบบมวล มุมของถังบรรจุข้าวเปลือก = 60 องศา มีรูปทรงผสมระหว่างสี่เหลี่ยมกับทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย Q = อัตราการไหล (กรัม/นาที)

O_r = มุมกองของวัสดุ (องศา)

B = เส้นผ่าศูนย์กลางของช่องเปิด

W = ความหมาแน่นรวมของวัสดุ (กรัม/ลบ.ซม.)

O = มุมเอียงของผนังทรงกรวยที่กำกับแนวดิ่ง (องศา)

D = ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางวัสดุ (มิลลิเมตร)

สำหรับวัสดุไม่เป็นทรงกลม อย่าง ข้าวเปลือก โดยมีค่าด้านยาวที่สุดเป็น d_r และด้านสั้นที่สุดเป็น d1 ค่า d สามารถคำนวณหาได้ดังนี้

กรณี $d_2 / d_1 < 2$ I $d = \frac{d_2 + d_1}{2}$

กรณี $d2 / d1 > 2$ I $d = 0.8 \ (d_2^5 - d_1^5) (d_2^4 - d_1^4)$

- **มิติของถังบรรจุข้าวเปลือก**

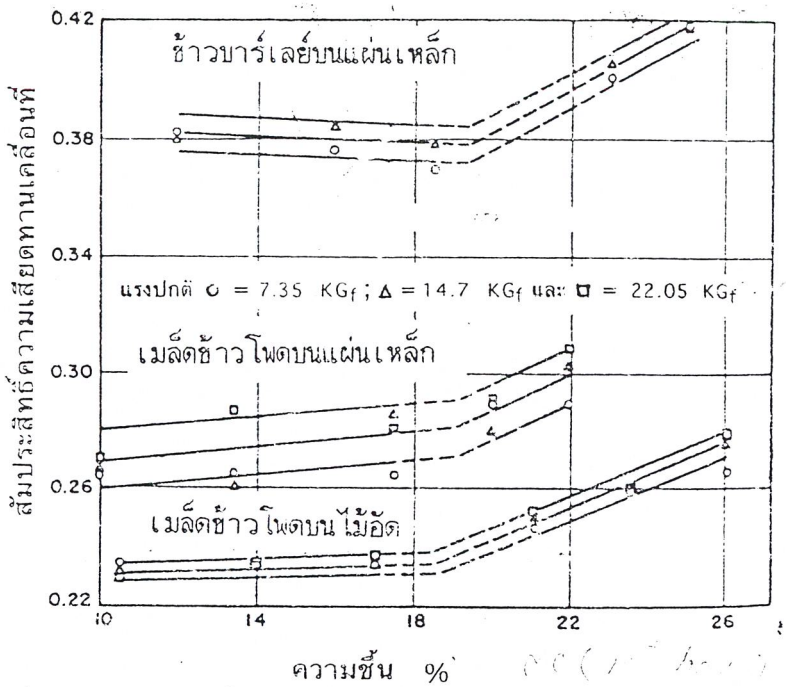
ในปัจจุบัน รูปแบบการจำหน่ายข้าวสารได้เปลี่ยนไป จากอดีตที่นิยมซื้อข้าว ในปริมาณที่ละมาก ๆ คือเป็นกระสอบ หรือถัง เพื่อเก็บไว้รับประทานนาน ๆ แต่ปัจจุบันมีการจำหน่ายข้าวสาร โดยการบรรจุในถุงพลาสติกใส ซึ่งมีมีขนาดบรรจุ 5 กิโลกรัม และข้าวกล้องซึ่งเป็นข้าวที่อุดมด้วยวิตามินก็เริ่มเป็นที่นิยม เนื่องจากมีประโยชน์มากมาย อีกทั้งยังสามารถรักษาโรคต่าง ๆ มากมาย แต่ด้วยข้อจำกัดบางประการของข้าวกล้องทำให้มีอายุการเก็บรักษาได้ไม่นานนัก ดังนั้นข้าวกล้องจึงมีขนาดบรรจุ ถุง เพื่อจำหน่ายในท้องตลาดเพิ่มขึ้นมาอีกขนาด คือ 2 กิโลกรัม ในปัจจุบันสามารถหาซื้อได้สะดวกตามร้านค้าสุขภาพ และซุปเปอร์มาร์เก็ตทั่วไป

สาเหตุที่ ข้าวกล้องที่บรรจุถุงพลาสติกมีขนาดเล็กลงอีก เป็นแบบบรรจุ 2 กิโลกรัม และเหมาะสมเป็นที่นิยม เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองที่ความชื้น 13 % สามารถหาค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของข้าวเปลือกกับวัสดุต่างกันมีค่าต่างกัน ดังนี้



ภาพที่ 2 - 113 ความชื้นของข้าวเปลือกกับสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

<u>หมายเหตุ</u> โดยทั่วไปสัมประสิทธิ์ความเสียดทานมีค่าสูงขึ้นเมื่อความชื้นภายในข้าวเปลือกเพิ่มขึ้น ข้อกำหนดจากการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของข้าวเปลือกกับวัสดุสามารถออกแบบรูปแบบการไหลของข้าวเปลือกออกจากก้นถังได้ดังนี้

สรุปได้ว่า
- เม็ดข้าวเปลือกไหลออกจากถังเป็นการไหลแบบปล่อง ที่มุมเอียงถังบรรจุ 40 – 50 องศา
- เม็ดข้าวเปลือกไหลออกจากถังเป็นการไหลแบบมวล โดยที่มุมเอียงของถังบรรจุเอียงสูงขึ้น โดยมุมเอียงผนังถังบรรจุที่ทำกับแนวดิ่ง ต้องน้อยกว่า 20° $B < 20°$

- **อัตราการไหลของข้าวเปลือก**

สำหรับการคำนวณอัตราการไหลของข้าวเปลือกผ่านช่องเปิด สามารถทำได้ดังนี้

1. กรณีก้นถังบรรจุเป็นกรวยและพื้นที่ทางออกข้าวเป็นช่องเปิดวงกลม (Deming and Mchring) สามารถคิดจากสมการต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้าวกล้องจะมีมอด มด มากินจมูกข้าว ทำให้เก็บรักษาไว้ได้ไม่นาน โดยการสอบถามและสังเกตพบว่า มีอายุการเก็บประมาณ 1 สัปดาห์ ซึ่งเมื่อเทียบกับข้าวขาวแล้วข้าวขาวจะสามารถเก็บไว้ได้นานกว่า
- ข้าวกล้องพึ่งเริ่มเป็นที่นิยม บางครอบครัวไม่ได้หุงข้าวกล้องกันแทนข้าวขัดขาวเสียทีเดียว หากแต่นำมาหุงผสมรับประทานกับข้าวขัดขาวเพื่อเป็นการปรับตัวในการรับประทานข้าวกล้อง ทำให้ซื้อในปริมาณไม่มากเท่าข้าวขัดขาว
- ปัจจุบันผู้บริโภครับประทานข้าวในปริมาณลดลงในแต่ละมื้อ เนื่องจากความนิยมในการควบคุมการรับประทานอาหาร เพื่อการรักษาสุขภาพและพฤติกรรมการรับประทานอาหาร

สมาชิกในครอบครัวของสังคมไทยปัจจุบัน ซึ่ง 70 % ที่ยังรับประทานอาหารร่วมกันในมื้อเย็นเพียงมื้อเดียว ทำให้ปริมาณใน 1 สัปดาห์ที่แต่ละครอบครัวรับประทานมีปริมาณลดงงไปด้วย

แนวทางในการออกแบบ

จากแบบสอบถามสามารถนำมาวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้

1. ในอนาคตตลาดข้าวกล้อง แบบบรรจุถุงมีความเป็นไปได้สูงที่จะเติบโตขึ้นในตลาดกรุงเทพฯ และในจังหวัดใกล้เคียง ทั้งนี้เนื่องจากข้าวกล้องแบบบรรจุถุงมีส่วนแบ่งในตลาดเพียงร้อยละ 38 ของอุปสงค์ข้าวสารทั้งหมด ดังนั้นผู้ผลิตข้าวกล้องแบบถุงจึงน่าจะมีโอกาสที่จะขยายตัวในตลาดมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเติบโตของเศรษฐกิจในตลาด การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ และกลยุทธ์ในการขาย
2. การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องบรรจุถุง ควรจะพิจารณาเรื่องน้ำหนักที่บรรจุให้มีขนาดที่เลือกได้หลายขนาด เพื่อสนองตลาดในระดับรายได้ของผู้บริโภคกลุ่มต่าง ๆ
3. ตราสินค้าไม่ใช้สำหรับดึงดูดผู้บริโภคให้ซื้อข้าวกล้องตรานั้นตลอดไป แต่ขึ้นอยู่กับผู้ขายปลีกจะแนะนำและชักจูงผู้บริโภค ดังนั้นหากผู้ผลิตต้องการให้ตราสินค้าของตนติดตลาดจะต้องมีการแข่งขัน และผู้ผลิตต้องมีการกระจายสินค้าอย่างสม่ำเสมอและครองตลาดอย่างกว้างขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์มิติของส่วนบรรจุข้าวเปลือก

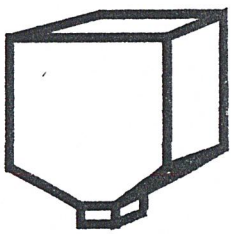
จากการทดลองพบว่าเมื่อบรรจุข้าวเปลือกจำนวนหนึ่งลงในเครื่องสีข้าว เมื่อทำการสีข้าวเสร็จ จะได้เมล็ดข้าวกล้องออกมาประมาณ 2 ส่วน และได้เป็นเปลือกหรือแกลบประมาณ 1 ส่วน สรุปได้ว่า

อัตราส่วนการสีข้าวกล้อง ข้าวเปลือก = ข้าวกล้อง : แกลบ

3 = 2 : 1

สรุป เนื่องจากปริมาณข้าวกล้องที่เป็นที่นิยมในการซื้อไปบริโภค คือ ขนาดถุงละ 2 กิโลกรัม ส่วนบรรจุข้าวเปลือกจะบรรจุข้าว 3 กิโลกรัมเท่ากับปริมาตรประมาณ 4 ลิตร

การคำนวณหาขนาดของถังบรรจุข้าวเปลือกโดยประมาณ



ปริมาตร = (กว้าง X ยาว X สูง) + (1/3 X กว้าง X ยาวX สูง)

= 4000 ลบ. ซม.

	มิติส่วนบน					มิติส่วนล่าง				ปริมาตรรวม
	กว้าง	ยาว	สูง	ปริมาตร		กว้าง	ยาว	สูง	ปริมาตร	
●	9		7.5	1687.5	1/3	10			1250	3937.5
●	10	25	8	2000		10	25	15	2000	4000
●	10		8.5	2125		8			2000	4125

สรุป ขนาดที่เหมาะสมมีปริมาตรโดยประมาณ

(กว้าง X ยาว X สูง) + 1/3 (กว้าง X ยาว X สูง) = 4000 ลบ.ซม.

(10 X 25 X 8) + 1/3 (10 X 25 X 15) = 4000 ลบ.ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

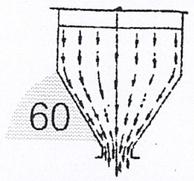
หลักในการออกแบบ HOPPER

รูปแบบการไหลของข้าวเปลือกขึ้นอยู่กับ

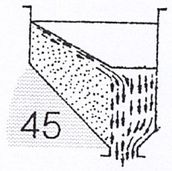
- ความเอียงของภาชนะบรรจุ
- สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของข้าวเปลือกกับภาชนะบรรจุ
- รูปทรงของภาชนะบรรจ

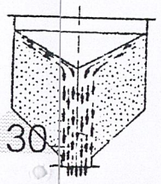
ลักษณะการไหลของข้าวเปลือก

1. การไหลแบบมวล
2. การไหลแบบผสม
3. การไหลแบบปล่อง



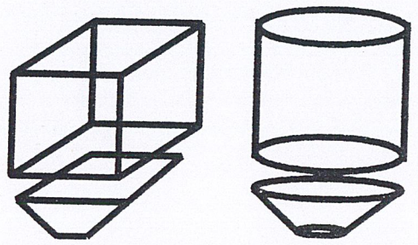
- เป็นการไหลของมวลวัสดุทั้งหมด
- มุมเอียงสูงกว่าการไหลแบบมวล





- ข้าวเปลือกไหลเป็นแนวเหนือช่องเปิด โดยไหลจากชั้นบนก่อน มุมเอียงของถังทำกับแนวราบมีค่าน้อย

A B



รูปทรงของส่วนบรรจุข้าวเปลือก

สรุป ข้าวเปลือกที่ความชื้น 13%
สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของข้าวเปลือก
กับพลาสติก = 0.16 ออกแบบให้ไหลแบบมวล
จึงใช้มุมของถังใส่ข้าวเปลือก = 30 องศา
รูปทรงสี่เหลี่ยมเพราะไม่ไหลเร็วเกินไป

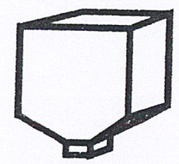
การวิเคราะห์มิติของส่วนบรรจุข้าวเปลือก

กำหนดปริมาตรส่วนบรรจุข้าวเปลือก = 4 ลบ. ซม. (ประมาณ 3 กิโลกรัม)

อัตราส่วน ข้าวเปลือก = ข้าวกล้อง : แกลบ

3 = 2 : 1

เนื่องจากปริมาณข้าวกล้องที่เป็นที่นิยมคือขนาดถุงละ 2 กิโลกรัม
ดังนั้น ส่วนบรรจุข้าวเปลือกจะบรรจุข้าว 3 กิโลกรัม
คิดเป็นปริมาตรได้ประมาณ 4 ลบ. ซม.



ปริมาตร
= (ก x ย x ส) + (1/3 x ก x ย x ส)
= 4000 ลบ. ซม.

มิติของส่วนบน

กว้าง	ยาว	สูง	ปริมาต ร
9		7.5	1687.5
10	25	8	2000
10		8.5	2125

มิติของส่วนล่าง

	กว้าง	ยาว	สูง	ปริมาตร
	10			1250
1/3	10	25	15	2000
	8			1000

ปริมาตรรวม

3937.5
4000
4125

สรุป ขนาดที่เหมาะสมมี มิติโดยประมาณ

(ก x ย x ส) + 1/3 (กx ยx ส) = 4000ลบ.ซม.

(10 x 2 5 x 8) + 1/3 (10 x 25 x 15) =4000 ลบ.ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.8 **อุปกรณ์ป้อนวัสดุ (Feeder)**

อุปกรณ์ป้อนวัสดุมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับการใช้งานและวัสดุที่ใช้ป้อน ในที่นี้จะขอกล่าวถึงแต่อุปกรณ์ป้อนวัสดุที่เป็นเมล็ดธัญพืช ดังนี้

ระบบป้อนต่อเนื่อง

อุปกรณ์ป้อนที่เข้าข่ายระบบนี้ ได้แก่

- **อุปกรณ์ป้อนแบบล้อดาว**

ประกอบด้วยใบพัดเป็นรูปคล้ายดาว ติดตั้งในเรือนใบพัด การสึกหรอซึ่งเกิดขึ้นตามอายุการใช้งาน ยิ่งทำให้ช่องแคบกว้างขึ้นทำให้มีการสูญเสียอากาศมากขึ้น ด้วยเหตุผลนี้จึงใช้ล้อดาวกับวัสดุที่มีความแข็งคม มี 4 แบบ

- เกลียวป้อน
- ท่อเวนทูรี
- ประตูล็อก

- **วิเคราะห์ระบบป้อนข้าวเปลือก**

ระบบการป้อนวัสดุในที่นี้ คือ ข้าวเปลือก ซึ่งจะช่วยให้การไหลของข้าวเปลือกเป็นไปอย่างต่อเนื่อง สามารถจำแนกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ

1. อุปกรณ์ป้อนแบบล้อดาว
2. เกลียวป้อน
3. ท่อเวนทูรี
4. ประตูล็อค

ในการพิจารณาเลือกระบบใช้ในการป้อน ข้าวเปลือกนี้จะพิจารณาที่ตัววัสดุ (ข้าวเปลือก) ว่าระบบป้อนแบบใดมีความสามารถในการป้อนข้าเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์อุปกรณ์ป้อนข้าวเปลือก

เงื่อนไขการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	1	2	3	4
• ป้อนวัสดุที่ไม่แข็งคมหรือแข็งคมน้อย	3				
• ป้อนวัสดุที่มีรูปร่างและขนาดไม่สม่ำเสมอ	3				
• ป้อนวัสดุไหลคล่องตัว (ต่อเนื่อง)	3				
• ป้อนวัสดุที่เป็นเม็ด	2				
รวม		33	23	19	24

สรุป เลือกใช้อุปกรณ์ป้อนข้าวเปลือกแบบ ล้อดาวแบบ Drop through

อุปกรณ์ป้อนแบบล้อดาวมีหลายแบบเพื่อให้เหมาะสมกับชนิดของวัสดุและการใช้งานที่เป็นหลัก ได้แก่

แบบ Drop through เป็นแบบดั้งเดิม หน้าตัดช่องทางออกมีลักษณะเป็นวงกลม สี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจตุรัส ใช้เป็นอุปกรณ์กับอากาศรั่ว (Air lock) ที่ก้นถังกรองและถังไซโคลนของระบบสูญญากาศ และใช้เป็นทั้งอุปกรณ์ป้อนวัสดุและกันอากาศรั่วในการป้อนวัสดุทั้งระบบสูญญากาศและระบบความดัน

แบบ Blow – through ใช้ป้อนวัสดุผงเคลื่อนไหลได้สะดวกและไม่ขัดสี เข้าสู่ระบบความดันต่ำ เมื่อใบพัดหมุนจะนำพาวัสดุจากถังด้านบนลงสู่ด้านล่างของอุปกรณ์ป้อนแล้วกระแสลมจะเป่าพาวัดสุออกไปโดยตัวเรือนใบพัดเป็นส่วนหนึ่งของเส้นทางลำเลียง ปกติจะใช้กับท่อขนาดเล็ก ๆ ถึง 150 mm (6 นิ้ว)

แบบ Air – swept เป็นแบบผสมกันระหว่างแบบ Drop through และแบบ Blow through เป็นแบบที่ใช้ป้อนวัสดุในระบบความดันต่ำ มีข้อดีที่สามารลำเลียงวัดสุที่เป็นเม็ดได้ด้วย

แบบ Dual air inlet ใช้เป็นการดัดแปลงฝาประกบด้านข้างท่ำทด้วยเหล็กหล่อให้มีท่ออากาศเข้าด้วย วัสดุที่ผสมกับอากาศจะผ่านออกมาที่ถาดรองด้านล่าง ซึ่งต่อกับท่อลำเลียง การป้อนแบบนี้มีประสิทธิภาพสูงประมาณ 98.4 % อุปกรณ์ป้อนแบบนี้ไม่จำเป็นต้องใช้อากาศทั้งหมดจากท่อลำเลียง จึงมีท่อแบ่งอากาศท่อลำเลียงผ่านเข้ามาที่ข้อต่อรูปตัว T ผ่านเข้าไปในอุปกรณ์ป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบป้อนด้านข้าง (Side entry feeder) เป็นการป้อนห่างจากแนวป้อนเดิม 45 องศา ออกแบบให้ป้อนวัสดุปริมาณมวลที่มีลักษณะเป็นเต๋า ทอน ชิ้น แผ่นและวัสดุอื่น ๆ ไม่ต้องการให้ถูกเฉือน กด หรือติดขัด ที่ทางเข้า จึงดัดแปลงทางเข้าให้ป้อนด้านข้างและมีแผ่นปรับปริมาณวัสดุให้เข้าสม่ำเสมอและไม่ติดขัด วัสดุไหลลงไปในช่องได้สะดวก เข้าเป็นอุปกรณ์ป้อนแบบป้อนตรงธรรมดา อาจดัดแปลงโดยใช้แผ่นกัน (baffle plate) เพื่อป้องกันการเกิดการติดขัด ซึ่งก็พอแก้ปัญหาไปได้

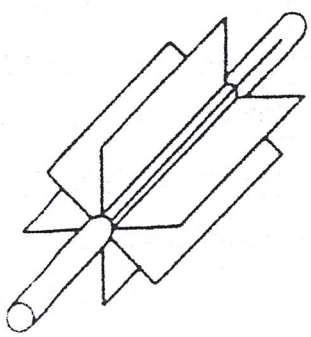
ในการลำเลียงวัสดุที่เป็นเยื่อใย ซึ่งการการป้อนเป็นปริมาณมาก และต้องการเปิดปากทางเข้าให้มากที่สุดควรติดแผ่นเฉือนวัสดุ (Shearing bar) อุปกรณ์ป้อนแบบนี้ใช้กับเศษไม้ ขี้กบ ขี้เลื่อย ตัวเรือใบพัดทำด้วยแผ่นโครมแข็ง เพื่อป้องกันการสึกกร่อน และการกัดกร่อน ใบพัดมีมุมปิดเป็นเกลียวน้อย ๆ เพื่อช่วยให้มีการเฉือนที่เวลาต่อเนื่องกัน ปลายใบพัดมีผิวแข็ง ส่วนแผ่นเฉือนทำด้วยเหล็กกล้าคาร์บอนสูง นอกจากช่วยเฉือนวัสดุแล้วยังช่วยทำความสนะอาดปลายใบพัดที่ทางเข้าและมีแผ่นเฉือนด้านล่างช่วยทำความสะอาดปลายใบพัดที่ทางออก

- **รูปแบบของใบพัดล้อดาว**

ใบพัดของล้อดาวสามารถแบ่งเป็น 2 แบบได้แก่

1. แบบปลายเปิด (Open end)
2. แบบปลายปิด (Close end)

1. ล้อดาวแบบปลายเปิด ใบพัดจะเชื่อมต่อโดยตรงกับเพลาขับ



ภาพที่ 2 - 114 ล้อดาวแบบปลายเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

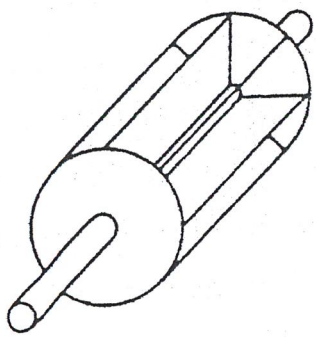
ข้อดี

1. ราคาถูกกว่าปลายปิด
2. สร้างได้ง่าย

ข้อเสีย

1. วัสดุที่มีการขัดสีจะทำให้เรือนใบพักสึกมากกว่า
2. วัสดุอาจติดค้างที่ปลายใบและเรือนใบพัด
3. โครงสร้างไม่แข็งแรง

2. **ล้อดาวแบบปลายปิด** ใบพัดจะมีจานเชื่อมติดกับเพลาและปลายใบพัดเพื่อทำให้เป็นช่องรับวัสดุ



ภาพที่ 2 - 115 ล้อดาวแบบปลายปิด

ข้อดี

1. โครงสร้างแข็งแรง
1. ทนต่อวัสดุที่มีความแข็งคม
2. วัสดุไม่ติดค้างที่ปลายใบพัดและเรือนใบพัด

ข้อเสีย

1. ราคาแพงกว่าปลายเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

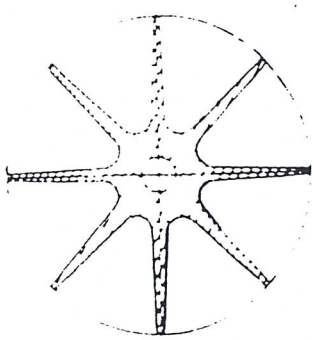
วิเคราะห์เลือกชนิดของใบพัด

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ปลายเปิด	ปลายปิด
• โครงสร้างแข็งแรง	3		
• ทนต่อแรงเสียดสี	3		
• ไม่เกิดการตกค้างของวัสดุภายในใบพัด	3		
• ราคา	2		
รวม		13	29

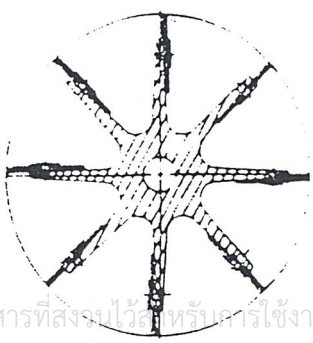
สรุป เลือกใบพัดล้อด้าวแบบปลายปิด

- **ลักษณะของใบพัดล้อดาว**

ใบพัดล้อดาวสามารถมีลักษณะแตกต่างกันซึ่งเหมาะกับวัดสุต่าง ๆ กัน สามารถจำแนกได้ 4 ลักษณะ

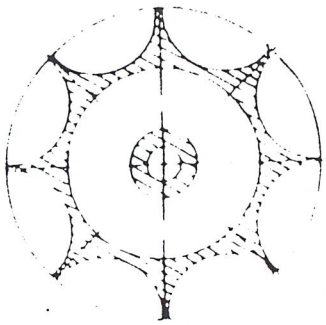


1. มีช่องรับวัสดุลึกบรรจุวัสดุได้มาก

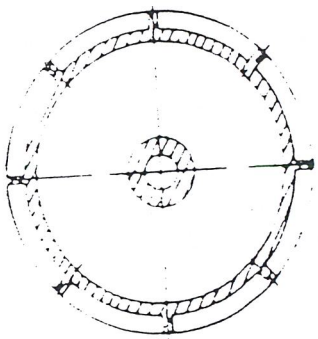


2. คล้ายแบบที่ 1 แต่สามารถปรับปลายใบพัดได้ และเปลี่ยนปลายใบพัดได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3. มีช่องรับวัสดุพื้นและบรรจุได้ประมาณครึ่งหนึ่งของแบบที่ 1 เป็นแบบที่ทำให้ล้อดาวหมุนได้เร็วขึ้นมากและจ่ายวัสดุออกปริมาณน้อย ๆ ใช้ได้ดีกับวัสดุที่มักจะติดค้างอยู่ในช่องรับวัดสุ บางทีมีใบกวาดที่เรือนใบพัดเพื่อช่วยทำความสะอาดใบพัด



4. เป็นล้อดาวที่ใช้กับวัสดุเป็นผงละเอียดซึ่งมีแนวโน้มที่จะเกิดสะพานโค้ง (ไม่ไหลออกจากถังบรรจุ) ได้ง่ายและล้อดาวแบบนี้จะจำกัดปริมาณวัสดุที่ป้อนเข้าสู่ระบบขณะที่มีพื้นที่มากที่ทางเข้าเพื่อจะรับวัสดุทางด้านบน

จำนวนครีบใบพัดของล้อดาวขึ้นกับจำนวนแผ่นผนึกกับรั่วที่ต้องการให้มีในล้อดาวหนึ่ง ๆ แต่อย่างน้อยต้องมี 2 ใบ คร่อมระหว่างทางออกวัสดุ หรือทางเข้าวัสดุ ปกติครีบใบพัดจะมี 6 ใบ ถ้าจำนวนครีบมากขึ้น มุมระหว่างครีบจะน้อยลง ทำให้ช่องทางเข้าออกวัสดุแคบลงทำให้วัดสุเคลื่อนไหลออกมายากขึ้น ก็อาจแก้ไขโดยใช้ล้อใหญ่ขึ้น ซึ่งขนาดแกนล้อก็จะใหญ่ตาม ถ้าจำเป็นต้องใช้จำนวนครีบมาก ควรเลือกใบพัดแบบช่องตื้นจะทำให้ระบายวัสดุออกได้ดีกว่า แต่อัตราการป้อนย่อมลดลง

- **ข้อควรคำนึงในการใช้ระบบการป้อนข้าวเปลือกแบบล้อดาว**

หลักการเลือกขนาดของล้อดาวที่เป็นล้อดาวแบบป้อนด้วยน้ำหนักของวัดสุ ซึ่งไม่มีความแตกต่างของความดันคร่อมสามารถเลือกขนาดได้ง่าย เพียงแต่เลือกโดยเพื่ออัตราการป้อนวัสดุประมาณ 10 – 15 % ของค่าจริงที่ความเร็วรอบมาตรฐาน (Displacement) ซึ่งค่านี้มีหน่วยเป็นปริมาตรต่อการหมุน 1 รอบ หรือต่อหน่วยเวลา ล้อดาวแบบป้อนด้วยน้ำหนักนี้ไม่ต้องระบายอากาศ เพราะอากาศจะออกจากล้อดาวเมื่อวัสดุไหลเข้ามาพอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เรือนล้อดาวต้องมีช่องตรวจดูวัสดุ ซึ่งจะใช้เป็นช่องหยิบเอาวัดสุที่ติดขัดอยู่ออก ปรับปลายใบพัดหรือตรวจดูช่อแกนระหว่างปลายใบพัดกับเรือนและตรวจการสึกหรอ ถ้าวัดสุดมีความเหนี่ยว หรือเป็นก้อนขดตัวซึ่งทำให้ตกออกจากช่องใบพัดยาก

นอกจากนี้อาจใช้ใบพัดที่มีการลบมุมทำให้ขอบใบพัดเป็นมุมเอียงทำให้ช่วยป้อนวัสดุที่เหนียวและสกปรกได้ดี ช่วยลดพลังงานในการหมุน เนื่องจากแรงต้านน้อยลงและยังช่วยทำความสะอาดเรือนใบพัดอีกด้วย

สรุป เลือกใบพัดล้อดาวปลายปิดแบบที่ 3 สามารถจ่ายวัสดุได้ปริมาณพอเหมาะและไม่เกิดการติดค้างในช่องรับวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ป้อนข้าวเปลือก

อุปกรณ์ป้อนแบบล้อดาว ประกอบด้วยใบพัดเป็นรูปคล้ายดาวติดตั้งในเรือนใบพัด

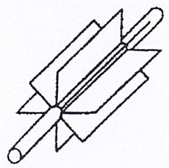
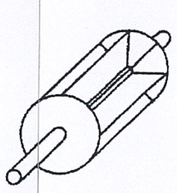
หลักการทำงาน

- กำลังจากมอเตอร์หมุนใบพัดไป
- รับข้าวเปลือกจากด้านบน ลงในช่องว่างพาวัสดุมา ปล่อยออกด้วยน้ำหนักของตัวเองลงสู่ด้านล่าง

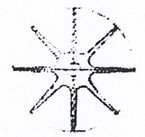
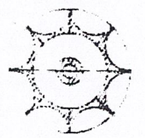
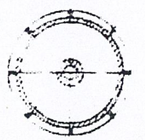
คุณสมบัติวัสดุที่ป้อน

- รูปร่างและขนาดไม่สม่ำเสมอ
- ไม่แข็งคมหรือแข็งคมน้อย
- ลักษณะเป็นเม็ด
- ไหลคล่องตัว (ต่อเนื่อง)

รูปแบบของใบพัดล้อดาว

ล้อดาวแบบปลายเปิด ใบพัดจะเชื่อมต่อโดยตรงกับเพลาขับ	**ล้อดาวแบบปลายปิด** ใบพัดมีจานเชื่อมติดกับเพลา และปลายใบพัดเพื่อทำให้เป็นช่วงรับวัสดุ
	
• วัสดุที่การขัดสีจะทำให้เรือนใบพัดสึก • วัสดุอาจติดค้างที่ปลายใบพัด • โครงสร้างไม่แข็งแรง	• โครงสร้างแข็งแรง • ทนต่อวัสดุที่มีความแข็งคม • วัสดุไม่ติดค้างที่ปลายใบพัดและเรือนใบพัด

ลักษณะของใบพัดล้อดาว

1.  มีช่องวัสดุลึกบรรจุวัสดุได้มาก
2. สามารถปรับใบพัดได้ และเปลี่ยนแปลงใบพัดได้
3.  ช่องรับวัสดุตื้น หมุนได้เร็ว จ่ายวัสดุออกปริมาณน้อยๆ
4.  ใช้กับวัสดุที่ไหลออกจากถังยาก จำกัดปริมาณวัสดุที่ป้อน ที่มีพื้นที่ทางเข้ามาก

สรุป เลือกใช้อุปกรณ์ป้อนข้าวเปลือก แบบล้อดาวปลายปิดแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.9 ส่วนรองรับข้าวกล้อง

ภาชนะรองรับข้าวกล้องควรจะสามารถหยิบจับได้สะดวก ซึ่งมีการพิจารณาออกใน 2 ลักษณะ คือ

1. มีภาชนะรองรับ
2. ไม่มีภาชนะรองรับแต่ผู้ใช้หามาเอง เช่นถังหรือถุง

ทั้ง 2 กรณีจะเป็นในลักษณะการสีเพื่อการบริโภคในครัวเรือนหรือในอีกทาง คือ เพื่อการขายข้าวกล้องแบบใส่ถุงขายส่ง แต่ในการออกแบบสำหรับสีเพื่อการขายสำหรับร้านเลมอนฟาร์มนี้จะขายแบบตัวต่อตัวกับผู้ซื้อ การรองรับข้าวกล้องจะต้องสามารถรองรับความต้องการของผู้ซื้อเป็นรายบุคคลไป ดังนั้น ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้ภาชนะใน 2 ลักษณะมีดังต่อไปนี้

กรณีมีภาชนะรองรับในตัวเครื่อง

ปัญหาที่เกิดขึ้น - มีขนาดไม่เหมาะสมสำหรับการขาย
- วัสดุทำจากอลูมิเนียมชุบทาสี อาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค
- เพิ่มขั้นตอนการทำงาน (ต้องนำข้าวกล้องไปเทใส่ถุงหรือภาชนะอีกทีหนึ่ง)

ข้อดี - มีรูปร่างสอดคล้องกับตัวเครื่อง

กรณีไม่มีภาชนะรองรับในตัวเครื่อง

ปัญหาที่เกิดขึ้น - ไม่มีความกลมกลืนกับตัวเครื่อง
- เกิดการกระจายของข้าวออกนอกเครื่อง
- เพิ่มขั้นตอนการทำงาน (กรณีเป็นภาชนะถัง)
- ไม่มีที่จับปากถุง (กรณีบรรจุลงถุง)

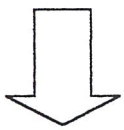
ข้อดี - ผู้ใช้สามารถหาขนาดภาชนะให้เหมาะสมกับปริมาณที่ต้องการ
- ไม่เพิ่มราคาให้ตัวเครื่อง

สรุป ใช้ถุงรองรับโดยตรงและสามารถแก้ปัญหาข้าวกระเด็น รวมทั้งยึดถุงได้

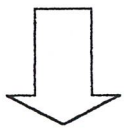
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **พฤติกรรมในการบรรจุข้าวกล้องเพื่อการขาย**

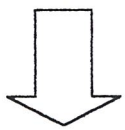
นำภาชนะมารองที่ปากทางออกข้าวกล้อง



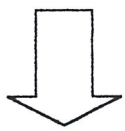
เมื่อเต็มนำไปเทรวมกัน
ในถัง รวมหรือกระสอบ



ตักข้าวกล้องใส่ทีละถุงตามปริมาณ

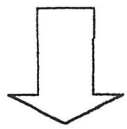


ปิด ผนึกปากถุง

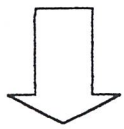


ส่งขาย

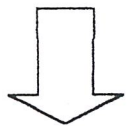
นำถุงมารองที่ปากทางออกข้าว



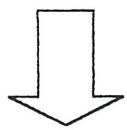
หยุดเครื่องเมื่อใกล้เต็ม



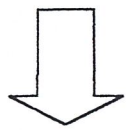
นำไปชั่งตวง



ตักใส่ถ้าน้ำหนักขาด
ตักออกถ้าน้ำหนักเกิน



ปิดผนึก



ส่งขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากพฤติกรรมทั้ง 2กรณี ทำให้นำมาสรุปเป็นแนวทางแก้ปัญหาดังนี้

1. ออกแบบให้เป็นภาชนะที่ใช้รองรับข้าวกล้องที่กลมกลืนกับตัวเครื่อง
2. ออกแบบให้ภาชนะรองรับสามารถถ่ายเทลงถุงได้สะดวก
3. ออกแบบให้ส่วนรองรับนี้มีส่วนส่งน้ำหนักด้วย

- **แนวทางการออกแบบ**

เงื่อนไขข้อกำหนดในการออกแบบ

1. **ขนาดถุงข้าวกล้อง**

ถุงข้าวกล้องที่นำมาใช้ในการขายข้าวกล้อง เป็นถุงซิบขนาด กว้าง 240 ยาว 360 เซนติเมตร ตามการสังเกตุความนิยมในการซื้อข้าวกล้องของทางร้านเลมอนฟาร์มและเป็นปริมาณที่พอเหมาะในการเก็บรักษาข้าวกล้องไว้เพื่อบริโภคภายใน 1สัปดาห์

สาเหตุที่ใช้ถุงซิบ - ลดขั้นตอนและกรรมวิธีการปิดปากถุง

- การปิดปากถุงแน่นหนาสามารถรับน้ำหนักข้าวได้ดี

สรุป มิติของส่วนรองรับข้าวกล้องจึงขึ้นอยู่กับ

1. ขนาดของถุงซิบก่อนบรรจุข้าวกล้อง = 240 X 360
2. ขนาดของถุงซิบที่เพิ่มความหนาขึ้นแต่ลดระดับความสูงลงจากแรงถ่วงของน้ำหนักข้าวหลังการบรรจุข้าวกล้อง = 240 X 250 X 30

2. **การเปิดปากถุงและพยุงถุงข้าว**

ในการรองข้าวเปลือกจำเป็นต้องมีการยึดถุงข้าวกล้องไม่ให้ล้มและเปิดปากถุงให้สามารถรับข้าวกล้องที่ไหลออกจากปากทางออกได้ และมีการกระเด็นของข้าวกล้องน้อยที่สุด

สรุป แนวทางในการออกแบบ

- ออกแบบเป็นที่หนีบที่ปลายปากถุงในลักษณะดันเข้าหากันทำให้ปากถุงอ้าออก
- ออกแบบเป็นที่แขวนปากถุงในลักษณะง้างปากถุงให้เกิดช่องรองรับข้าว
- ออกแบบเป็นที่ล็อคตัวถุงข้าวในลักษณะพยุงทั้งถุง

3. การชั่งน้ำหนักเป็นส่วนเสริมเพื่อยืนยันน้ำหนักแก่ลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนรองรับข้าวกล้อง

หลักสำคัญในการขายข้าวกล้องด้วยเครื่อง คือ
มีประสิทธิภาพดี สะดวกรวดเร็วในการขาย

มีภาชนะรองรับในตัวเครื่อง

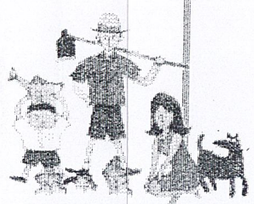
ข้อดี มีรูปร่างสอดคล้องคล้องกับตัวเครื่อง

ข้อเสีย วัสดุที่ใช้อาจปะปนเป็นอันตราย
เพิ่มขั้นตอนการทำงาน

ใช้ถุงรองรับ

ข้อดี ลดขั้นตอนการทำงาน

ข้อเสีย ข้าวกระเด็น
ไม่มีที่จับถุง



สรุป ใช้ถุงรองรับโดยตรง และออกแบบให้สามารถแก้ปัญหาข้าวกระเด็น แลสามารถยึดถุงข้าวได้

แนวทางการออกแบบ

ข้อกำหนดในการออกแบบ ข้าวกล้องบรรจุถุงขนาด 2 กิโลกรัม

- ใช้ถุงซิบขนาด 240 X 360

ข้อดี ลดขั้นตอนการปิดปากถุง
การปิดปากถุงแน่นหนา
ข้อเสีย มีราคาสูงกว่าถุงธรรมดา

- มิติของส่วนรองรับข้าวกล้อง
ขนาดของถุงซิบก่อนใส่ข้าวและหลังการใส่ข้าว
เป็นตัวกำหนดมิติของส่วนรองรับ (กว้าง X ยาว X สูง)

- การทำให้ปากถุงเปิดออก
และสามารถยึดไม่ให้ถุงล้มขณะรองรับข้าว
A ยึดที่ปากถุง B ยึดที่ก้นถุง

- การชั่งน้ำหนัก
แสดงผลด้วยระบบดิจิตอลเพื่อยืนยันน้ำหนัก

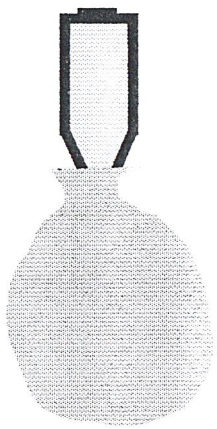
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.10 การวิเคราะห์ส่วนรองรับแกลบ

- **ข้อคำนึงในการวิเคราะห์ส่วนรองรับแกลบ**
  1. นำแกลบออกทิ้งได้สะดวก
  2. นำแกลบออกหมดไม่เหลือตามมุม
  3. ตำแหน่งการเอาแกลบออกที่สะดวก

จากการศึกษาข้อมูลการรองรบแกลบ สามารถสรุปได้เป็น 2 กรณี ดังนี้

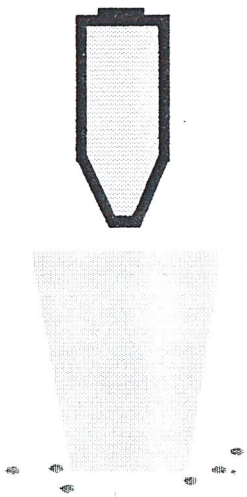
แบบที่ 1 กรณีใช้ถุงเป็นภาชนะรองรับ



ใช้งาน - โดยใช้ถุงเป็นตัวรองรับแกลบ
การติดตั้ง - ต้องผูกถุงเข้ากับปากทางออก
ปัญหา - ผูกถุงไม่แน่นเกิดการหลุดกระจาย
- มองไม่เห็นปริมาณแกลบเมื่อเต็ม
- รูปร่างไม่ทรงตัว

ข้อดี - สามารถนำถุงไปทิ้งได้ทันทีไม่ต้องขนถ่าย
- เมื่อนำถุงเต็มไปทิ้งก็นำถุงใหม่มาสับเปลี่ยน

แบบที่ 2 กรณีใช้ภาชนะรองรับ



ใช้งาน - โดยใช้ตัวภาชนะเป็นส่วนรองรับ
การติดตั้ง - นำภาชนะมารองรับด้านล่าง
ปัญหา - เกิดการกระจัดกระจายของแกลบ
- เวลานำไปเททิ้งต้องนำไปทั้งภาชนะทำให้ที่ ตั้งเดิมไม่มีภาชนะอยู่

ข้อดี - สามารถสังเกตเห็นได้ง่าย เมื่อแกลบเต็มภาชนะ

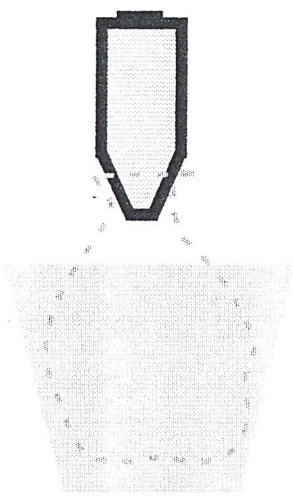
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาทั้ง 2 กรณีมีจุดร่วมกันอีกอย่างหนึ่งคือ ภาชนะรองรับไม่มีความกลมกลืนกับตัวเครื่อง และดูเหมือนจะเป็นสิ่งเกะกะจึงได้มีแนวทางในการออกแบบเพื่อการแก้ปัญหาต่างๆของส่วนรองรับแกลบดังนี้

- **แนวทางการแก้ปัญหา**

1. ออกแบบภาชนะบรรจุแกลบให้กลมกลืนกับตัวเครื่อง
2. ออกแบบให้สามารถสังเกตได้ง่ายเมื่อแกลบเต็มภาชนะ
3. ออกแบบให้สามารถนำไปทิ้งได้ทันทีเมื่อเต็มโดยไม่ต้องยกไปทั้งภาชนะไปเท
4. ออกแบบให้สามารถป้องกันการกระจัดกระจายของแกลบ
5. ออกแบบให้ส่วนรองรับสามารถหยิบจับได้ถนัด

แบบที่ 3 *กรณีใช้ภาชนะรองรับแล้วมีถุงชั้นใน*



- ใช้ถุงรองรับแกลบภายในภาชนะอีกชั้นหนึ่ง
- ต้องเพิ่มถุงอีกชั้นหนึ่ง
- เก็บแกลบได้หมดและสามารถนำไปทิ้งได้ทันที
- ไม่สามารถมองเห็นได้เมื่อแกลบเต็ม

สรุป เลือกรูปแบบการรองรับแกลบตามแนวทางที่ 3 โดยออกแบบเพิ่มเติม ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **แนวทางการออกแบบ**

- ออกแบบให้ถุงยึดอยู่ด้านล่าง แกลบจะตกอยู่ในภาชนะที่มีถุงดำเป็นตัวรองรับแกลบโดยตรง เมื่อต้องการนำไปถ่ายทิ้ง ก็ทำการปลดล็อคถุงดำออกได้ทันที

ซึ่งมีข้อดี ดังนี้

- ตอบสนองการใช้งานได้อย่างเต็มที่
- การทำความสะอาดง่าย
- การขนถ่ายอย่างรวดเร็ว
- แกลบไม่กระจายออกนอกภาชนะ

- **การวิเคราะห์การเปิดส่วนรองรับแกลบ**

การวิเคราะห์การเปิดส่วนรองรับแกลบเพื่อนำแกลบไปทิ้งต้องคำนึงถึงความสะดวกในการใช้งานเป็นหลัก คือสามารถดึงออกไปใช้อย่างสะดวกและโครงสร้างไม่ยุ่งยากซับซ้อน

แบบไม่มีบานปิดด้านหน้า

แบบที่ 1

เปิดบานสวิงด้านข้าง

- ต้องมีจุดสวิงที่แข็งแรงและถอดได้
- การเปิดและยกออกทำได้ง่าย ออกแรงน้อย

แบบที่ 2

เปิดด้วยลิ้นชัก

- การยกออกและใส่เข้าทำได้สะดวก
- ต้องมีส่วนลิ้นชักและรางเลื่อนเป็นการสิ้นเปลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบมีบานปิดด้านหน้า
แบบที่ 3
เปิดโดยยกแผ่นหน้าออก

- ต้องเพิ่มส่วนบานพับประตูเพิ่มอีก 1 ส่วน
- การยกทำได้ง่ายออกแรงน้อย

วิเคราะห์วิธีการเปิดช่องแกลบ

วิธีการเปิดเพื่อนำแกลบออกทิ้งต้องคำนึงถึงความสะดวกในการยกภาชนะภายในออกมาได้สะดวกโดยไม่เกะกะ ช่องทางออกต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะยกออกมาได้อย่างสะดวก และมีความทนทานสูง เพราะต้องสามารถรองรับการเปิดปิดบ่อย

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
● ความทนทาน	3	● ●	● ● ●	● ● ●
● ความสะดวกในการใช้	3	● ●	● ● ●	●
● การปิดที่มิดชิด	3	● ● ●	● ●	● ●
● ขนาดช่องพอเหมาะ	2	● ●	● ●	● ●
รวม		25	28	21

สรุป การเปิดช่องแบบที่ 2 โดยการเปิดด้วยลิ้นชัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

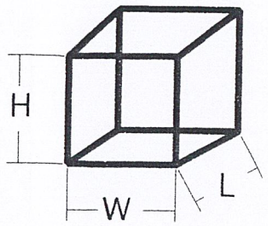
ส่วนรองรับแกลบ

ข้อคำนึงในการวิเคราะห์ส่วนรองรับแกลบ

- นำแกลบออกทิ้งสะดวก
- แกลบออกหมดไม่ตกค้าง
- ตำแหน่งการเอาออกสะดวก

การหามิติของภาชนะ อัตราส่วน ข้าวเปลือก = ข้าวกล้อง : แกลบ
= 2 : 1

ดังนั้นเมื่อสีข้าวกล้องได้ 20 กิโลกรัม จะได้แกลบ 10 กิโลกรัม



จากสูตร D = m/v → **ความหนาแน่นของแกลบ = 0.8 กรัม/ลบ.ซม.**

จะได้ปริมาตรแกลบประมาณ 12500 ลบ.ซม.

	กว้าง	ยาว	สูง
1	25	25	20
2	20	25	25
3	25	20	25

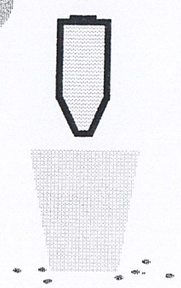
สรุป ปริมาตร กx ยx ส= 1250

A ใช้ถุงรองรับ

ข้อเสีย ยุ่งยากในการผูกถุง
มองไม่เห็นปริมาณแกลบ
รูปร่างไม่ทรงตัว
รูปทรงไม่กลมกลืนกับเครื่อง

ข้อดี สามารถนำไปทิ้งสะดวก

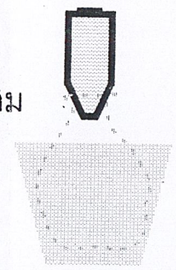
B ใช้ภาชนะรองรับ



ข้อเสีย เกิดการกระจัดกระจาย
ต้องยกภาชนะไปเททำให้
ที่ตั้งเดิมไม่มีภาชนะรองรับอยู่

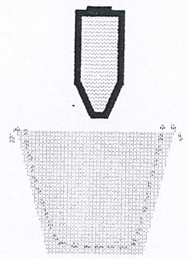
ข้อดี สามารถมองเห็นปริมาณแกลบ

C แบบผสม



ข้อเสีย ยุ่งยากในการผูกปากถุง
มองไม่เห็นปริมาณแกลบ
ปากถุงอาจหลุดได้
ต้องปลดปากถุงออกก่อนนำไปทิ้ง

ข้อดี นำไปทิ้งได้ทันที
มีภาชนะสำรองขณะนำถุงไปทิ้ง
หรือถ้าปากถุงหลุด



D แบบผสม

ข้อเสีย แกลบกระจายถ้าไม่มีส่วนปิดด้านบน

ข้อดี รูปร่างทรงตัว
นำไปทิ้งได้ทันทีและสะดวก
มีภาชนะสำรอง

สรุป เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการบริการ จึงต้องมีการกัดเก็บและนำแกลบไปทิ้งที่ดีรูปแบบที่เหมาะสมจึงเป็นแบบ D ซึ่งจะใช้การเปิดแบบลิ้นชักที่สามารถยกออกและใส่เข้าสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.11 สวิทช์ควบคุม

การออกแบบที่ไม่ดีหรือการวางตำแหน่งของปุ่มควบคุมเครื่องจักรไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ๆ แต่ไหนแต่ไรมาแม้กระทั่งในปัจจุบันนี้เมื่ออุบัติเหตุขึ้นซึ่งเป็นผลให้ผู้ปฏิบัติงานต้องนิ้วด้วน แขนขาด หรือถึงตายก็มักจะโทษว่าเกิดเนื่องจากความสะเพร่าไม่ระมัดระวังของผู้ปฏิบัติงาน ทั้ง ๆ ที่มีอยู่หลายกรณีเลยทีเดียวที่ต้นเหตุเกิดเนื่องมาจากความผิดพลาดของผู้ออกแบบวางตำแหน่งของปุ่มควบคุมไม่ดี ก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ๆ การออกแบบที่ดีจะต้องคำนึงว่าจะทำอย่างไรจึงจะลดโอกาสที่เกิดอุบัติเหตุให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ สิ่งสำคัญก็คือส่วนประกอบของปุ่มควบคุมต้องถูกต้องและวางไว้ในตำแหน่งที่ปลอดภัยที่สุด

- **ปุ่มบังคับแบบต่าง ๆ**

หลักการที่สำคัญที่สุดที่จะต้องระลึกไว้เสมอก็คือต้องจัดวางตำแหน่งของปุ่มควบคุมให้ห่างไกลจากการที่อาจจะแตะต้องได้โดยบังเอิญ เช่น ในกรณีปุ่มบังคับเครื่องอัดสายพาน หมุน ลูกกลิ้ง เครื่องเจาะรู และเครื่องจักรที่ทำงานในทำนองเดียวกัน ปุ่มเหล่านี้ต้องวางให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมไม่ถูกชิ้นส่วนของงานกระทบถูกได้โดยง่ายในระหว่างทำงานถูกเกี่ยวโดยเสื้อผ้า หรือโดยการซนอย่างไม่ตั้งใจของผู้ปฏิบัติงาน

สวิทช์แบบโยกและสวิทช์แบบเลือกปรับชนิดมีหัว อาจเป็นเหตุให้เกิดอันตรายได้ง่าย สวิทช์เหล่านี้ไม่เหมาะสมที่จะใช้ในที่ที่ชั้นล่างที่เคลื่อนที่มีส่วนที่ยื่นออกมาซึ่งอาจจะเกี่ยวถูกได้ หรือ สวิทช์อยู่ในตำแหน่งที่ผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ช่วยอาจเกี่ยวถูกได้โดยบังเอิญ ควรจะเลือกใช้แบบเรียบไม่ส่วนยื่นออกมา ถ้าจะใช้แบบเลือกปรับก็ไม่ควรมีหัวชี้แต่ทำเป็นเครื่องขีดเป็นร่องและทาสีจะดีกว่า จะได้ไม่ถูกเกี่ยวโดยง่าย ส่วนสวิทช์แบบโยกควรเปลี่ยนไปใช้แบบกดปุ่ม

สวิทช์แบบกดปุ่มจะต้องระมัดระวังไม่ให้ถูกกดโดยบังเอิญ เช่น ยืนพิงถูก หรือท้าวถูก ปัญหาเหล่านี้จะป้องกันได้โดยง่าย ๆ โดยการทำขอบกัน ปุ่มจะถูกกดลงเมื่อเราเอานิ้วจิ้มลงตรงกลางเท่านั้น ถ้าบังเอิญไปพิงถูกขอบที่กันก็ไม่ทำให้ปุ่มบุ๋มลงไป ขอบกันนี้จะต้องกันให้เต็มที่ไม่ควรให้มีส่วนที่โผล่ขึ้นมาได้เลย จะให้ดีควรบุ๋มเล็กน้อย

ขนาดและแรงสปริงของปุ่มควบคุมที่เป็นส่วนประกอบอีกอย่างหนึ่งที่ต้องพิจารณาด้วย ปุ่มที่ใหญ่เกินไปหรือเล็กเกินไปหรือแข็งไป ทำให้ต้องออกแรงในการกดมาก สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่เป็นอุปสรรที่จะทำให้ลดความคล่องตัวของผู้ปฏิบัติงาน เป็นการเปิดโอกาสให้เกิดอุบัติเหตุได้โดยง่าย ปุ่มควบคุมขนาดเล็กที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางราว 1 ¼ นิ้ว สามารถจะกดได้ด้วยนิ้วเพียงนิ้วเดียว แตะเพียงเบา ๆ เท่านั้น ปุ่มขนาดนี้สะดวกต่อการปฏิบัติงานมาก ในทางปฏิบัติแล้วผู้ที่อยู่ในวงการแนะนำให้ใช้ปุ่มควบคุมแบบที่ใหญ่ขึ้นไปเล็กน้อย เช่น แบบที่ต้องกดด้วยนิ้ว 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิ้ว หรือ 3 นิ้ว ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางของปุ่มขนาดราว ๆ 2½ นิ้ว แบบนี้จะต้องแข็งสักหน่อย เพื่อว่าผู้ปฏิบัติงานจะต้องใช้ 2 – 3 นิ้ว ในตอนกดแทนที่จะใช้นิ้วเดียว เป็นการป้องกันการกดโดยเผลอไผลไม่ได้ตั้งใจได้ ปุ่มควบคุมที่ต้องใช้สองนิ้วกดควรคำนึงถึงปัญหาเรื่องการเลือกขนาดของปุ่ม ความแข็งแรง ตลอดจนการฝึกผู้ปฏิบัติงานด้วยเพราะนิ้วอาจจะเมื่อยได้ง่ายในทางปฏิบัติแล้วควรใช้นิ้วชี้และนิ้วกลางในการกด

สวิทช์เลือกแบบปรับหรือหมุน เช่น ที่ใช้ปรับความเร็วของเครื่องจักร ถ้ามีเส้นผ่าศูนย์กลางเกินกว่า 4 นิ้ว ก็จะสร้างความลำบากในการหมุนปรับ ทางที่ดีแล้วต้องใช้ขนาดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 นิ้ว เป็นขนาดที่เหมาะมือที่สุด

ปุ่มกดให้เครื่องหยุดฉุกเฉินโดยปกติแล้วมักจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าปุ่มชนิดอื่น ๆ และต้องไม่แข็ง กดได้ทันทีทันควัน นอกจากนี้แล้วยังควรจะทาสีให้เห็นเด่นชัดและมีตัวอักษรกำกับให้เห็นได้ชัดอีกด้วย ไม่ควรจะมีขอบรอบ เพื่อจะกดลงได้รวดเร็วโดยไม่ติดขัดอะไร ถึงแม้จะกดด้วยผ่ามือก็ตาม

- **ตำแหน่งที่จะติดตั้งปุ่มควบคุม**

ปุ่มสำหรับเดินเครื่องและปุ่มสำหรับหยุดเครื่องควรวางอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานไม่ว่าใหม่หรือเก่าต้องไม่หลงลืม สามารถกดปุ่มได้ถูกต้อง แม้ว่าจะอยู่ในสภาพที่รับร้อนก็ตาม ถ้าปุ่มทั้งสองนี้อยู่ในแผงเดียวกันก็ต้องพยายามแยกให้อยู่ห่างกัน โดยมีปุ่มอื่น ๆ แทรกอยู่ตรงกลาง ในกรณีที่แผงควบคุมเป็นแผงคู่ ควรจะจัดตำแหน่งของปุ่มบังคับของแผงทั้งคู่ให้ดูเหมือนกันเพื่อที่จะจำได้ง่าย ส่วนในกรณีที่มีเครื่องเดินหลายเครื่อง ต้องวางแผงให้อยู่ในตำแหน่งที่เห็นเครื่องได้หมด อาจจะมองจากกระจกก็ได้ถ้าต้องการ ที่ต้องทำเช่นนี้ก็เพื่อป้องกันอันตรายซึ่งอาจเกิดขึ้นได้เมื่อมีคนกำลังทำความสะอาด ปรับ หรือซ่อมบำรุงรักษาเครื่องอยู่ ถ้ามองเห็นได้ทั่วก็ไม่มีอันตราย ถ้ามองไม่เห็นเมื่อกดปุ่มไปแล้วก็อาจเกิดอันตรายต่อคนเหล่านี้ได้โดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ เพราะไม่รู้ว่ามีคนอยู่ที่นั่น ปุ่มกดให้เครื่องหยุดฉุกเฉินเป็นปุ่มที่มีความสำคัญมาก ต้องจัดวางในตำแหน่งเหมาะสม ถ้าไม่วางไว้ตรงกลางก็ต้องวางไว้ด้านข้างทั้งสอง เพื่อว่าถ้าผู้ปฏิบัติงานโดยเครื่องหนีบที่มือขวาเข้า เขาก็ยังคงสามารถให้มือซ้ายกดปุ่มฉุกเฉินหยุดเครื่องทันท่วงที ตำแหน่งที่จะติดตั้งปุ่มก็ต้องวางอยู่ในที่ที่จะแตะถึงได้อย่างสะดวก ไม่ต้องก้มหัวหรือแขย่งตัวในขณะกด ข้อแนะนำอีกอย่างคือควรวางอยู่ในตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับที่เกิดอุบัติเหตุได้ง่ายความสูงของปุ่มนี้จากพื้นควรจะให้ได้ 30 นิ้ว เพื่อจะได้ให้ผู้ปฏิบัติงานกดได้อย่างสะดวกไม่ว่าจะอยู่ในอริยาบทอย่างไร เช่น ยืนหรือก้มตัวอยู่ หรือกำลังก้ม ถ้าบริเวณที่จะเกิดอันตรายได้ง่ายมีบริเวณกว้างจะต้องมาใช้ปุ่มหยุดฉุกเฉินหลายปุ่มต่อเนื่องกันไป ผู้ปฏิบัติงานจะได้กดหยุดได้จากจุดใดจุดหนึ่งก็ได้ จะได้รวดเร็วขึ้น

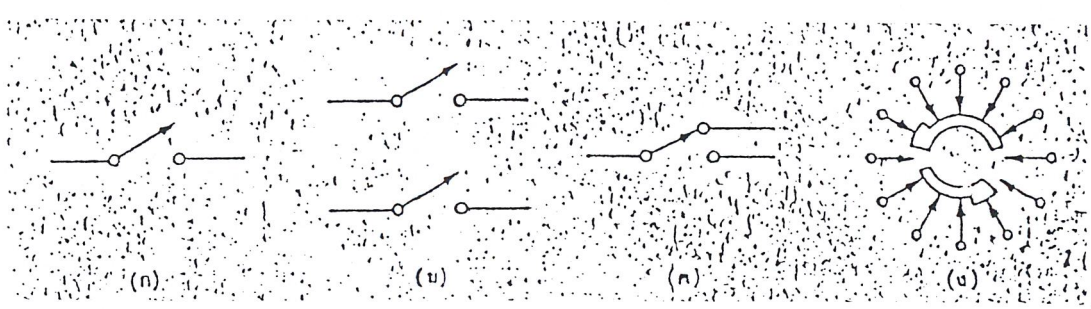
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **หลักการออกแบบแผงควบคุมเครื่องจักที่ปลอดภัย**
  - ต้องพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรด้วย
  - ในการออกแบบช่องว่างระหว่างปุ่มควบคุมและตำแหน่งที่จะติดตั้งจะต้องคำนึงถึงส่วนสูงของผู้ปฏิบัติงานโดยเฉลี่ยด้วย จะได้ปฏิบัติงานได้สะดวกคล่องแคล่ว ไม่ควรยึดถือระยะตามตัวตามของฝรั่ง เพราะของเขาสูงกว่าคนไทย
  - จัดวางปุ่มต่าง ๆ ให้รวบรวมกันอยู่ในที่ที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถควบคุมได้ถนัดมือที่สุด
  - ควรจำไว้ด้วยว่าผู้ปฏิบัติงานมีมือและเท้าอย่างละคู่ ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ในการบังคับปุ่มป้องกันภัยในยามฉุนเฉิกได้เสมอ
  - ไม่ควรใช้สวิทช์แบบโยกและแบบเลือกปรับที่มีเข็มชี้ในงานเกี่ยวกับเครื่องจักที่เคลื่อนที่
  - ปุ่มหยุดฉุกเฉินควรใช้สีแตกต่างจากปุ่มอื่น ๆ และควรใช้สีให้เป็นมาตรฐานเดียวกันกับเครื่องทุกเครื่องในโรงงานจะได้ไม่ปวดหัว

  หน่วยควบคุม ได้แก่ ปุ่มและสวิทช์ต่าง ๆ เป็นส่วนที่จะควบคุมบังคับการทำงานของเครื่องการจัดระเบียบวางตำแหน่งและเครื่อง เลือกใช้ปุ่มสวิทช์ให้เหมาะสมกับเครื่อง จะมีผลต่อการใช้งานที่คล่องตัว สะดวกสบายถูกต้อง

- สวิทช์ (SWITCH)

สวิทช์ไฟฟ้าทำหน้าที่ตัดวงจรหรือต่อเข้าด้วยกัน คือ การสัมผัสของตัวนำไฟฟ้าให้ครบวงจรการทำงานของสวิทช์ควบคุมโดยระบบแมคคานิค สวิทช์จะเป็นตัวกำหนดการปิดเปิดวงจร สวิทช์อาจประกอบด้วยขั้ว ๆ เดียว หรือหลายขั้วก็ได้ เช่น อาจมีขั้วเพียงขั้วเดียว สองขั้วหรือมากกว่านั้น โดยทั่วไปสวิทช์มักใช้เป็นตัวเปิด-ปิดให้วงจรทำงานหรือไม่ให้ทำงาน



ภาพที่ 2 - 116 รูปแบบและรายละเอียดของสวิทช์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแสดงลักษณะการใช้แทนสวิทช์

ก. เป็นสวิทช์ขั้วเดียว ค. เป็นสวิทช์สองทาง

ข. เป็นสวิทช์สองขั้ว แยกวงจร ง. เป็นสวิทช์เลือก

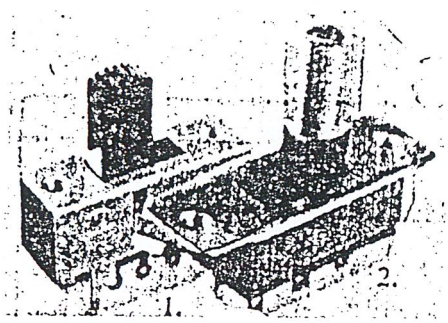
ลักษณะของสวิทช์เลือกมีมากมายหลายชนิด แล้วแต่หน้าที่การทำงานหรือลักษณะการเปิด-ปิดวงจร แบ่งออกเป็น

1. แบบกด (PUSH BUTTON SWITCH) ทำงานโดยการใช้มือกด แบ่งเป็น

   1.1 สวิทช์กดติดปล่อยดับ (MOMENTARY SWITCH) เป็นสวิทช์ที่มีขั้วเดียวและหลายขั้นเมื่อกดจะทำให้วงจรปิด เมื่อปล่อยจะทำให้วงจรเปิด เช่น สวิทช์กดออด เป็นต้น สวิทช์แบบนี้เหมาะแก่งานจำพวกปิดวงจรชั่วขณะ

   1.2 สวิทช์กดติดกดดับ (LOCK SWITCH) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด ถ้าต้องการให้วงจรเปิดก็กดอีกครั้ง วงจรก็จะเปิด บางสวิทช์มีไฟอยู่ในตัว เมื่อกดวงจรปิด ไฟจะติด ทำให้รู้ว่าเครื่องกำลังทำงาน และกดอีกครั้ง วงจรจะเปิด ไฟจะดับเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป

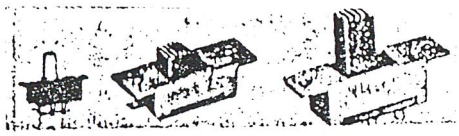
2. สวิทช์โยก (TOGGLE SWITCH) ลักษณะการใช้งานเป็นการโยกก้านสวิทช์ให้ทำงาน จำนวนขาของสวิทช์แล้วแต่การใช้งาน โดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขา ขึ้นไป



ภาพที่ 2 - 117 สวิทช์โยก

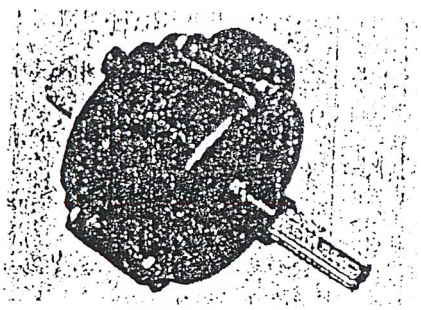
3. สวิทช์เลื่อน (SLIDE SWITCH) คล้ายสวิทช์โยก แต่ใช้งานโดยการเปลี่ยนปุ่มสวิทช์ ซึ่งอาจจะมีจังหวะการเลื่อนหลาย ๆ ช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 - 118 สวิทช์เลื่อน

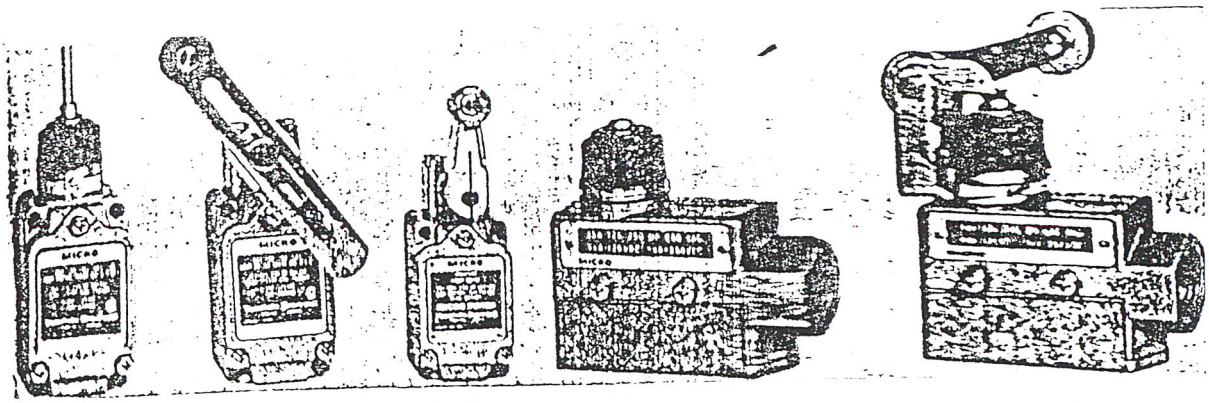
4. สวิทช์หมุน (ROTARY OR SELECTOR SWITCH) มีหลายขา ส่วนมากจะเป็นการใช้ในหน้าที่เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง เช่น การเลือกแบนด์ในวิทยุ เป็นต้น



ภาพที่ 2 - 119 สวิทช์หมุน

5. สวิทช์จิ๋ว (MICRO SWITCH) เป็นสวิทช์ที่มีความเชื่อถือได้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนและกระแสไฟฟ้าได้หลาย ๆ แอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทอง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าที่ดี ลักษณะสวิทช์จะทำงานโดยการกดเบาๆ ที่คานหรือปุ่มเล็ก ๆ โดยปกติแล้วจะต้องมีกลไกเข้ามาประกอบ เพื่อทำหน้าที่กดสวิทช์ เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปกว่าที่จะใช้นิ้วกดได้โดยสะดวก ไมโครสวิทช์นี้มีหลายขนาด จำนวนขาที่ใช้งานจะมี 2 หรือ 3 ขาขึ้นไป สวิทช์นี้ได้รับการออกแบบให้ใช้กับงานเฉพาะอย่างต่าง ๆ รูปร่างของไมโครสวิทช์มีแตกต่างกันไปตามสถานะการใช้ การติดตั้งแจะต้องระมัดระวัง เพราะส่วนของแรงกดอาจทำให้สวิทช์แตกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 - 120 ตัวอย่างของไมโครสวิทช์แบบต่าง ๆ

6. สวิทช์แม่เหล็ก (REED SWITCH) หน้าสัมผัสของสวิทช์จะบรรจุอยู่ภายในหลอดแก้วเล็ก ๆ ที่ข้างในเป็นสูญญากาศ โดยจะวางอยู่ใกล้ชิดกันมาก เมื่อได้รับอำนาจแม่เหล็กจากภายนอกหน้าสัมผัสจะแตะเข้าหากัน เป็นการต่อวงจร การที่หน้าสัมผัสอยู่ในหลอดแกล้วที่ปิดสนิท จึงช่วยลดการสปาร์คของหน้าสัมผัสลงไปอีกมาก

สวิทช์แม่เหล็กอีกชนิดคือ MAGNETIC SWITCH สวิทช์นี้เป็นสวิทช์ที่ติดตั้งง่าย มีความแน่นอนสูง แต่จะต้องใช้เป็นคู่และมีทั้งชนิด

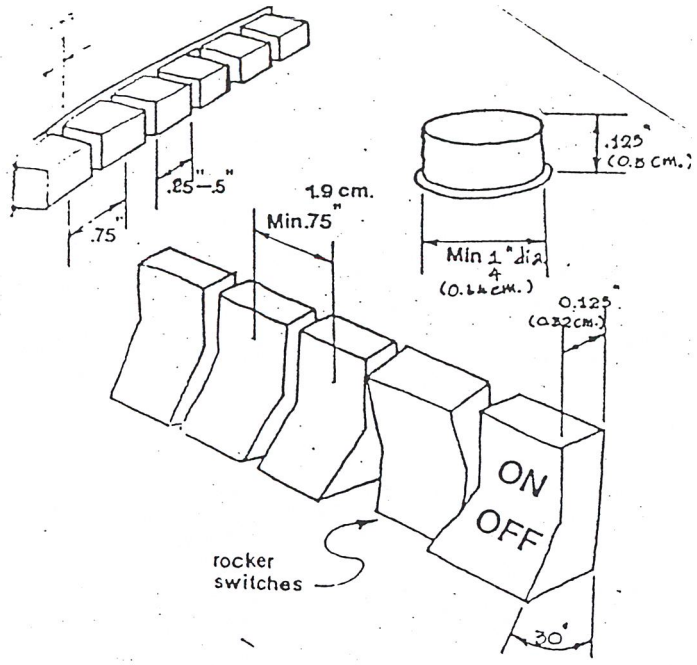
การติดตั้งจะติดส่วนที่จะซ่อนแม่เหล็กไว้ในส่วนที่เคลื่อนไหวได้ ส่วนตัวสวิทช์จะติดอยู่กับส่วนคงที่จะต่อสายเป็นวงจรออกมา หากใช้ในระบบกันขโมยอาจต้องซ่อนสวิทช์เหล่านี้ไว้ ขณะเมื่อทั้งสองส่วนนี้ประกอบอยู่ใกล้กัน สวิทช์จะถูกอำนาจแม่เหล็กกระทำอยู่แต่ถ้าเมื่อไรชิ้นส่วนแม่เหล็กเคลื่อนออก สวิทช์ก็จะเปลี่ยนตำแหน่งสั่งงานไปที่แผงควบคุมทันที ตัวอย่างสวิทช์ชนิดนี้และวิธีการติดตั้งแสดงไว้ดังรูป

- **ลักษณะของปุ่มสวิทช์ การใช้งานและระยะมิติที่เหมาะสม**

ปุ่มกด (PUSH BUTTON)

- การทำงานใช้นิ้วชี้
- ระยะมิติที่เหมาะสม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.50 นิ้ว
- แรงกด 10-20 (สามารถใช้แรงสูงสุดได้ 40 OUNCE ช่วยลดการกดปุ่มโดยไม่ตั้งใจ)
- ช่องห่างระหว่างปุ่มคอนโทรลอื่น ๆ ประมาณ 0.75 นิ้ว

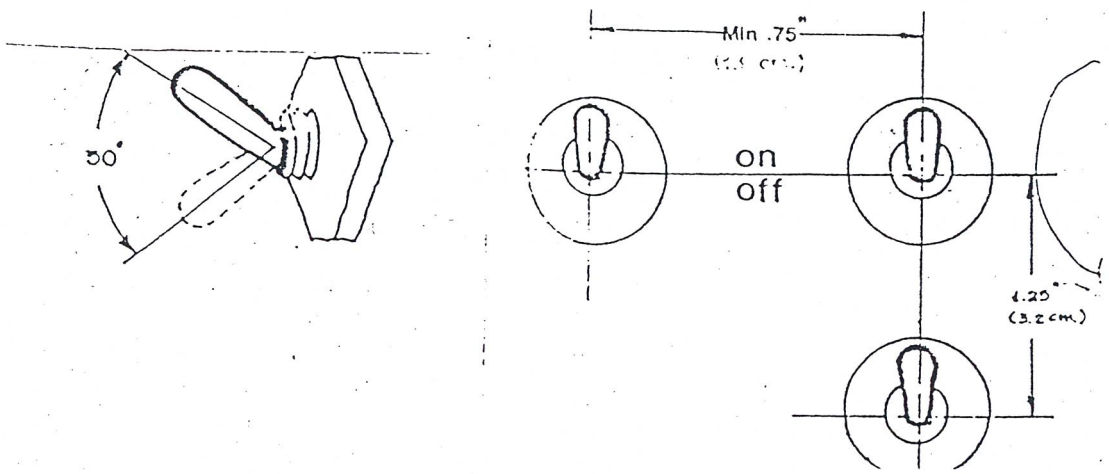
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 - 121 ปุ่มกด

ปุ่มโยก (TOGGLE SWITCHES)

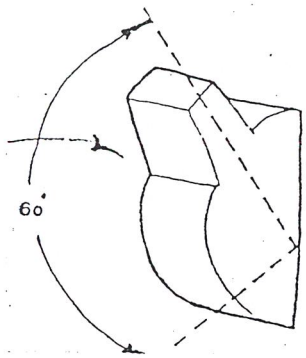
- กรรทำงานใช้นิ้วเกี่ยว
- ระยะมิติที่เหมาะสมสูง 0.2-1.0 นิ้ว
- การโยกได้ 30°
- แรงที่ใช้ 10-40



ภาพที่ 2 - 122 ปุ่มโยก

MODIFIES TOGGLE SWITCHES เป็นชนิดที่ใช้กันมาก นิยมใช้ในบ้าน ใช้ได้ทั้งแบบ SNAP ACTION และแบบ SILENT ACTION

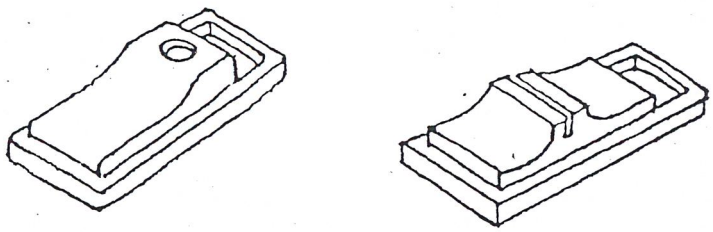
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 - 123 modifies toggle switches

สวิทช์เลื่อน (SLIDE SEICHES)

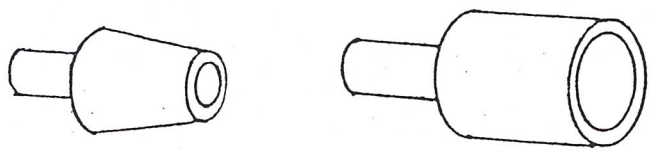
- การทำงานโดยใช้นิ้วหัวแม่มือ
- มีปุ่มทั้งแบบเรียบและแบบฟันปลา ชนิดฟันปลาจะใช้ได้ดีกว่าแบบเรียบ
- แรงที่ใช้ตั้งแต่ 10 OUNCE ขึ้นไป



ภาพที่ 2 - 124 สวิทช์เลื่อน

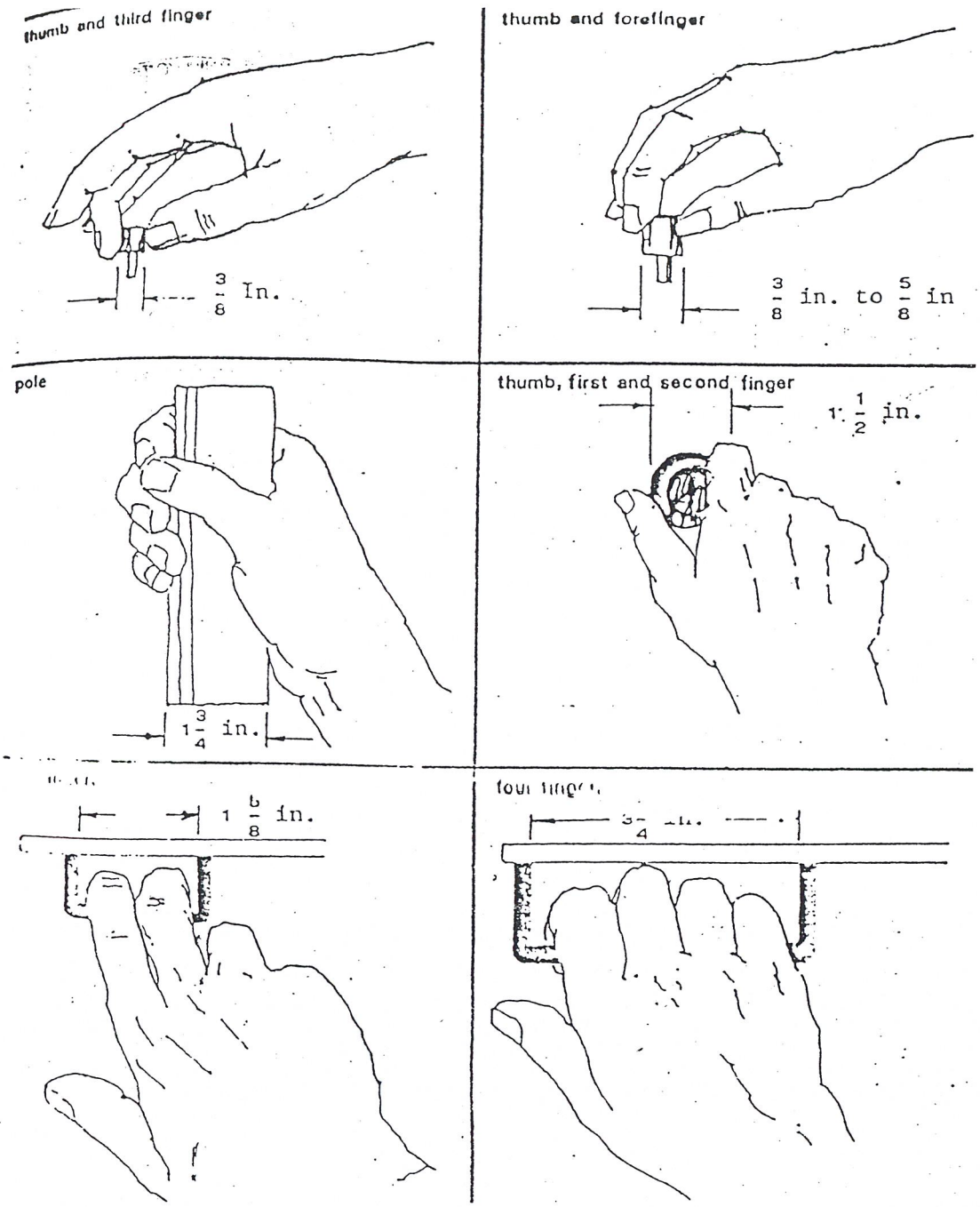
สวิทช์แบบหมุน (ROTARY SWITCHES)

- การทำงานโดยการจัดด้วยปลายนิ้วหัวแม่มือกับนิ้วกลาง ควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางหรือกว้าง 3/8 นิ้ว และการจัดหมุนด้วยปลายนิ้วหัวแม่มือ, นิ้วชี้และนิ้วกลาง ควรมีขนาดต่ำสุด 3/8 นิ้ว มากสุด 5/8 นิ้ว
- ปุ่มแบบหมุนควรจะมีชื่อและเครื่องหมายบอกทิศทางการหมุนอยู่บนตัวปุ่ม



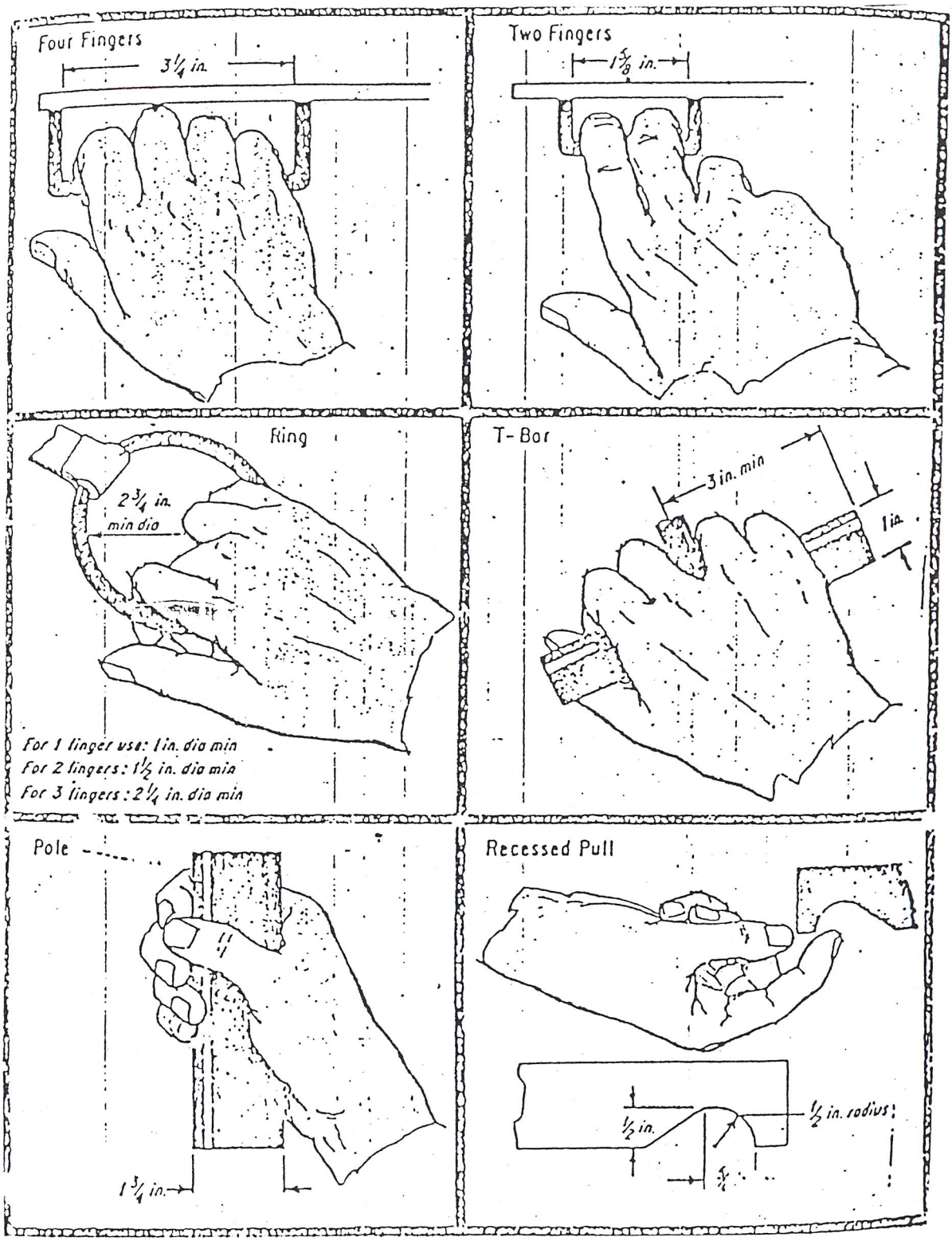
ภาพที่ 2 - 125 สวิทช์แบบหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 - 126 การทำงานของมือ, นิ้ว, ขนาดของปุ่มสวิทซ์ที่สัมพันธ์กับการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 - 127 ขนาดสัดส่วนของมือที่สัมพันธ์กับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ตำแหน่งปุ่มสวิทช์

การเลือกตำแหน่งการวางปุ่มสวิทช์ที่ถูกต้องนั้น ก่อให้เกิดความคล่องตัวในการใช้งาน ทั้งนี้ต้องคำนึงถึง

ความต้องการ

- ความถนัดของผู้บริโภคส่วนมาก (ขวา)
- ความสะดวกในการใช้งาน พบว่าไม่ต้องมีการคอนโทรลตลอดเวลา เมื่อเปิดสวิทช์แล้วสามารถใช้มือด้านที่ถนัด (ขวา) ไปทำอย่างอื่น เช่น หยิบจับและสอดกระดาษได้ (ขวา)
- หลีกเลี่ยงส่วนกลางของเครื่องเพราะในบางกรณีมีการใช้งานกับกระดาษต่อเนื่อง เช่น กระดาษคอมพิวเตอร์ ซึ่งต้องใช้งานบริเวณส่วนกลางของเครื่อง (ซ้าย-ขวา)
- ทัศนวิสัยในการมองเห็น (ด้านบน-ด้านหน้า)

สรุป เลือกปุ่มแบบกดติดกดดับในการเปิดปิดเครื่อง ตำแหน่งสวิทช์ไว้ทางบริเวณด้านหน้า หรือด้านบนทางขวาของเครื่อง ตามแต่ทัศนวิสัยในการมองเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.<u>การวิเคราะห์วัสดุส่วนโครงสร้างเครื่อง</u>

เป็นโครงสร้างหลักของเครื่องในการรับน้ำหนักของทั้งหมด ต้องเน้นความแข็งแรงของโครงสร้างและความทนทานต่อการกระแทก และการรับน้ำหนักเป็นหลัก และทนทานต่อการเสียดสี

วัสดุที่มีความเป็นไปได้มีดังนี้

1.อะลูมิเนียมหล่อ

2.เหล็กชุบสีกันสนิม

3.พลาสติกไนลอนทีฟ

ตารางที่ การวิเคราะห์เลือกวัสดุส่วนโครงสร้างของเครื่อง

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	อะลูมิเนียมหล่อ	เหล็กชุบสีกันสนิม	พลาสติก
ความแข็งแรงของโครงสร้าง	4	1	2	3
การรับแรงกระแทก	4	2	2	4
การรับน้ำหนักได้ดี	4	1	2	4
น้ำหนักเบา	3	3	2	4
ง่ายต่อการผลิต	3	2	3	3
ทนต่อการเสียดสี	4	2	1	3
การซ่อมแซม	3	1	3	3
การบำรุงรักษา	2	2	2	2
รวม		46	56	90

หมายเหตุ 4 = ดีมาก, 3 = ดี, 2 = ปานกลาง, 1 = ไม่ดี

สรุป จากการวิเคราะห์นั้นจะพบว่า พลาสติกเหมาะสมกับวัสดุส่วนโครงสร้างมากที่สุด

<u>การวิเคราะห์ชนิดของพลาสติกที่นำมาใช้กับโครงสร้างเครื่อง</u>

จากการวิเคราะห์วัสดุส่วนโครงสร้างของเครื่องและพลาสติกในการทำส่วนโครงสร้างเครื่อง เนื่องจากพลาสติกนั้นหลากหลายชนิดและรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป จึงควรเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งานด้านต่างๆ เช่น

- ความสามารถในการรับแรง
- น้ำหนักเบา
- ความสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผลิตได้หลากหลายรูปทรง

ชนิดของพลาสติกที่มีออยู่ในท้องตลาดทั่วไปนั้น มีคุณสมบัติเหมาะสมในการทำโครงสร้างที่มีอยู่ด้วยกันหลายชนิดดังนี้

2. การวิเคราะห์วัสดุส่วนรองรับต่างๆ

2.1 การวิเคราะห์ส่วนรองรับข้าวเปลือก เป็นลักษณะภาชนะที่ใช้ในการรองรับแกลบเพื่อส่งไปกระเทาะต่อไป ต้องมีความทนทานต่อการเสียดสีของเมล็ดข้าวเปลือกและมีความแข็งแรงของรูปทรงเป็นหลัก และที่สำคัญคือมีน้ำหนักเบา เพื่อที่จะสะดวกต่อการใช้งาน อีกทั้งยังควรมีส่วนใส เพื่อแสดงให้เห็นปริมาณที่ข้าวเปลือกเหลืออยู่ เป็นการง่ายต่อการใช้งาน

วัสดุที่มีความเป็นไปได้ที่เหมาะสมต่อการใช้งานมีดังนี้

1. เหล็ก
2. อะลูมิเนียม
3. พลาสติก : HDPE
4. ไฟเบอร์กลาส

ตารางที่ การวิเคราะห์เลือกวัสดุส่วนบรรจุข้าวเปลือก

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	เหล็ก	อะลูมิเนียม	HDPE	ไฟเบอร์กลาส
ความแข็งแรงของโครงสร้าง	4	3	2	**3**	3
การขึ้นรูปทรงต่างๆ	4	2	1	**3**	3
น้ำหนักเบา	4	1	2	**3**	2
ง่ายต่อการผลิต	3	2	2	**3**	2
ทนทานต่อการเสียดสี	2	1	2	**2**	2
รวม		9	8	**14**	12

หมายเหตุ 4 = ดีมาก, 3 = ดี, 2 = ปานกลาง, 1 = ไม่ดี

สรุป จากการวิเคราะห์นั้นจะพบว่า พลาสติกชนิด HDPE เหมาะสมในการทำส่วนบรรจุข้าวเปลือก ส่วนใสนั้นจะทำจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์วัสดุส่วนโครงสร้างเครื่อง

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	เหล็ก	สังกะสี	อะลูมิเนียม	สแตนเลส	ไฟเบอร์กลาส	HDPE
ความแข็งแรงของโครงสร้าง	4	3	2	2	3	**3**	3
การรับแรงกระแทก	4	2	2	1	1	**4**	3
การรับน้ำหนักได้ดี	3	2	2	2	1	**3**	2
น้ำหนักเบา	3	1	2	1	1	**3**	2
ง่ายต่อการผลิต	3	2	2	2	3	**3**	3
ความทนทานของผืนผ้า	2	1	2	2	1	**3**	2
รวม		37	32	31	33	**61**	49

สรุปเลือกใช้ เฟอร์เบอร์กลาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์วัสดุในส่วน เปิด-ปิด เครื่อง

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	อะคริลิก	กระจก
ความใส	4	4	4
ทนแรงเสียดสี	4	4	4
การขึ้นรูปทรงต่างๆ	4	4	3
น้ำหนักเบา	4	4	3
รวม		64	56

สรุป เลือกใช้อะคริลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การวิเคราะห์วัสดุรองรับข้าวแกลบ

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	สแตนเลส	HDPE	PE
ความแข็งแรงของโครงสร้าง	3	3	3	3
การรับน้ำหนักได้ดี	3	3	2	3
การซ่อมแซม	3	2	3	3
การบำรุงรักษา	2	2	3	3
น้ำหนักเบา	4	2	3	3
รวม		36	42	45

สรุปเลือก PE เป็นวัสดุรองรับแกลบ

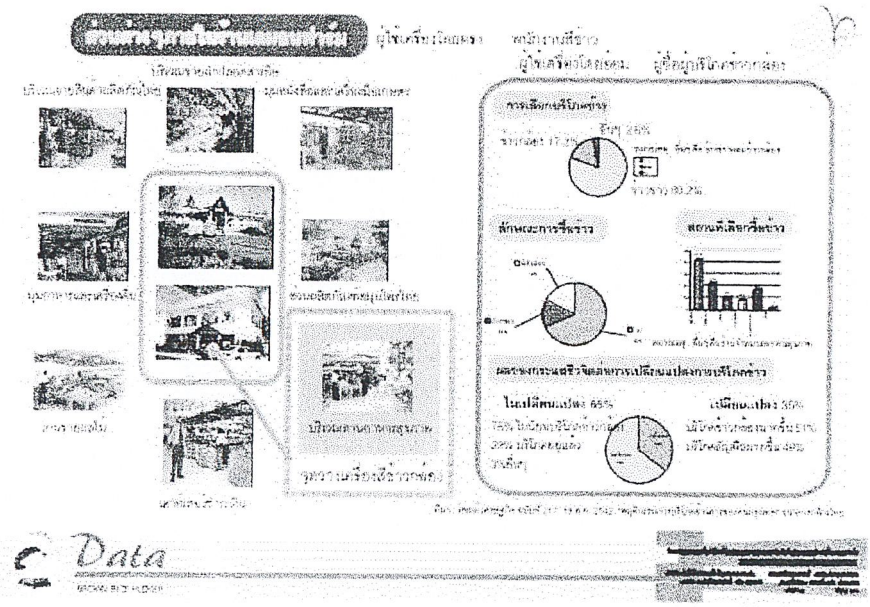
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การพัฒนาการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

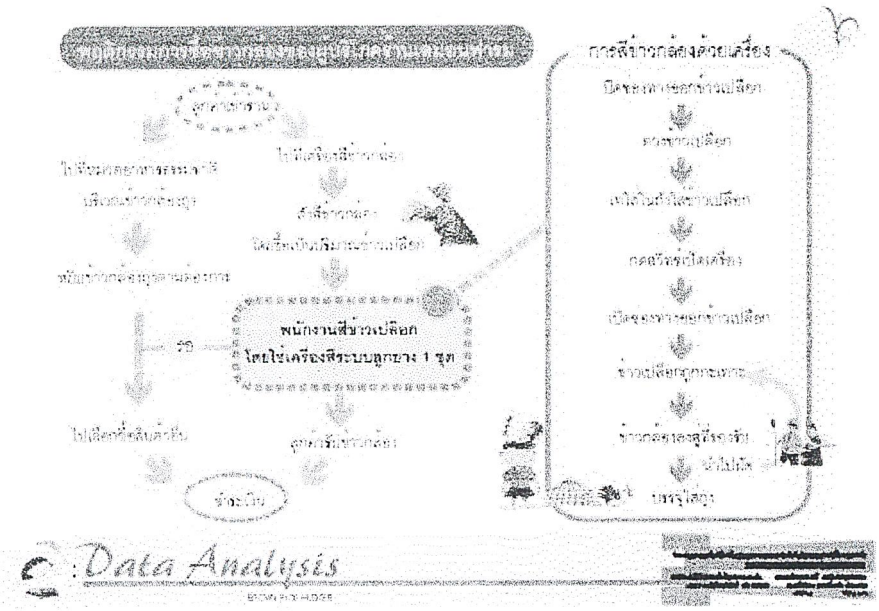
3.2 แบบร่างและวิเคราะห์การออกแบบ

ภาพที่ 3-1 แผ่นภาพแสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับร้านเลมอนฟาร์ม



ภาพที่ 3-2 แผ่นภาพแสดงข้อมูลส่วนต่างๆของร้านเลมอนฟาร์ม

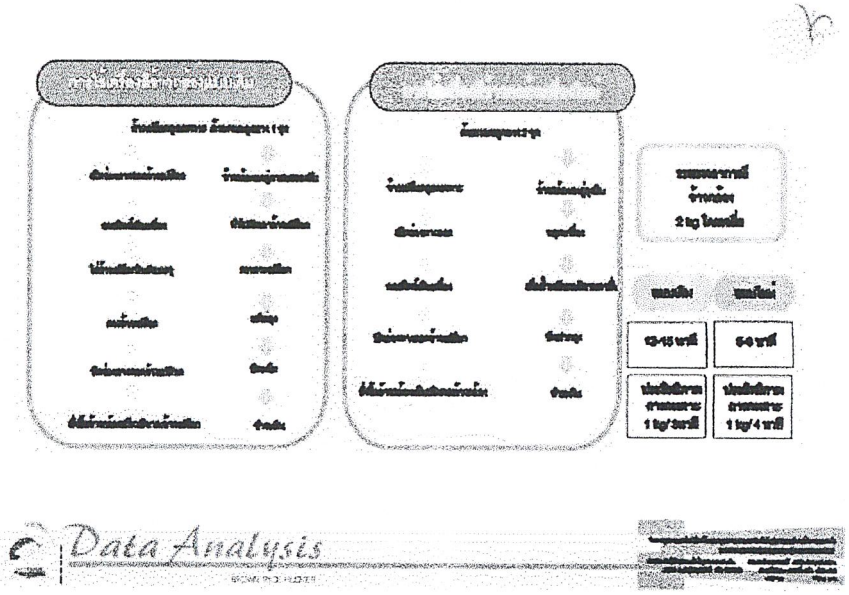
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



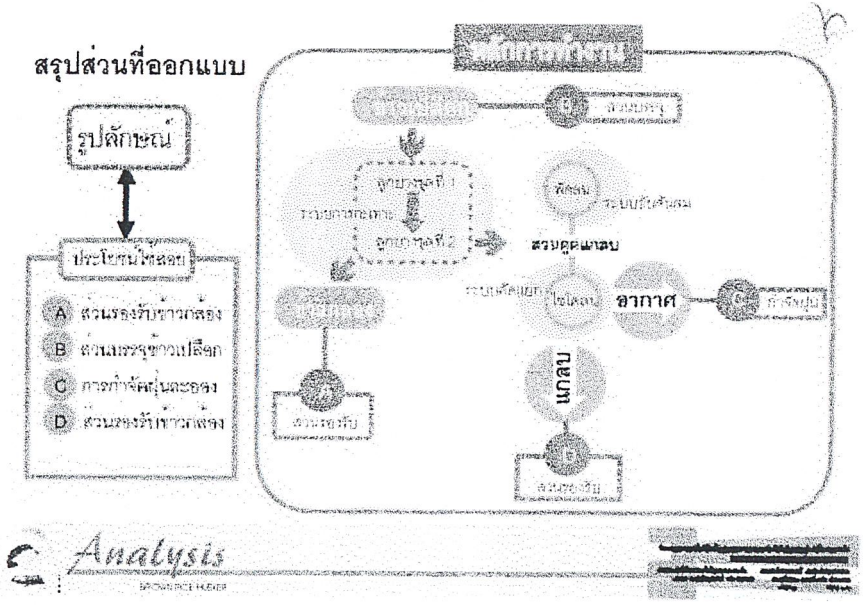
ภาพที่ 3-3 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการซื้อข้าวกล้องในร้านเลมอนฟาร์ม

ภาพที่ 3-4 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเลือกระบบการกะเทาะเปลือกข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

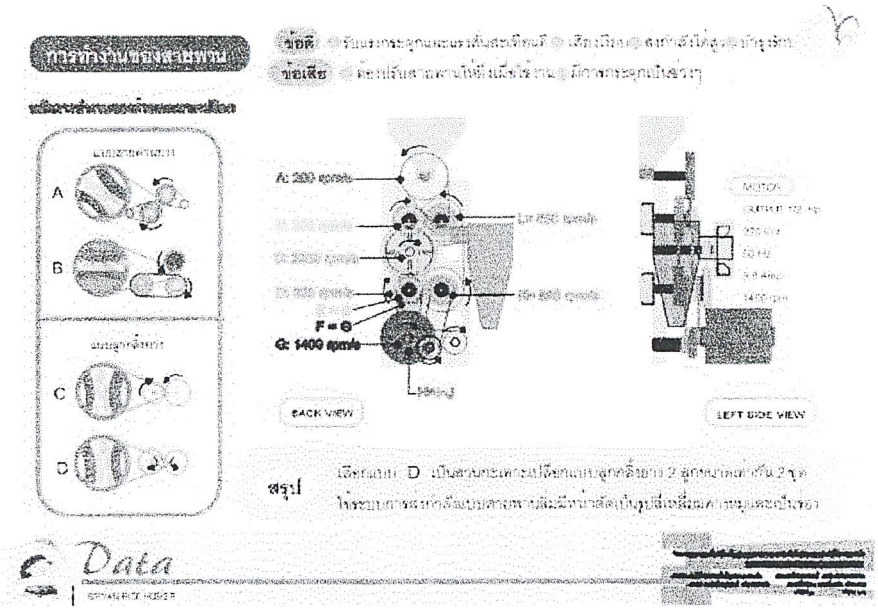


ภาพที่ 3-5 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องสีข้าวแบบเก่ากับแบบใหม่

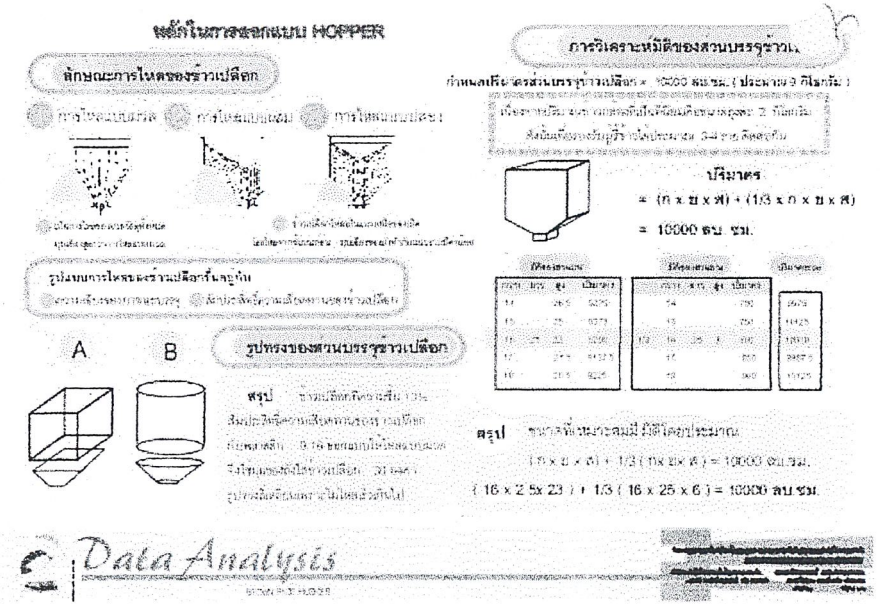


ภาพที่ 3-6 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องเพื่อนำมาออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

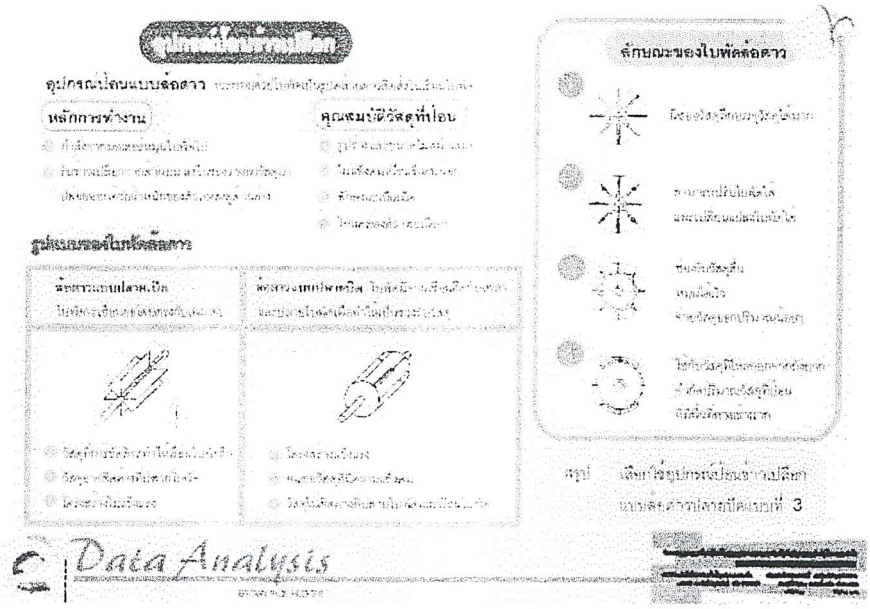


ภาพที่ 3-7 แผ่นภาพแสดงข้อมูลระบบลูกยางและสายพาน

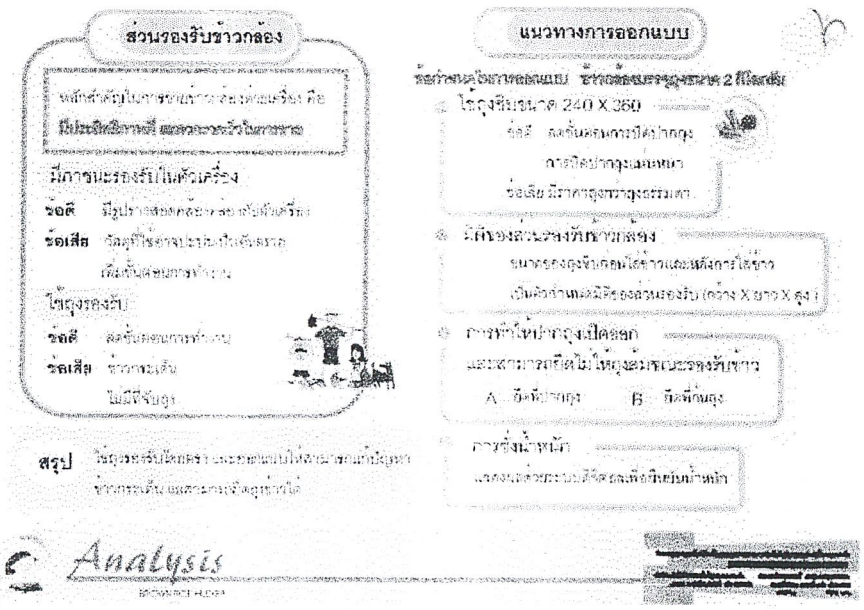


ภาพที่ 3-8 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลในการออกแบบส่วนบรรจุข้าวเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

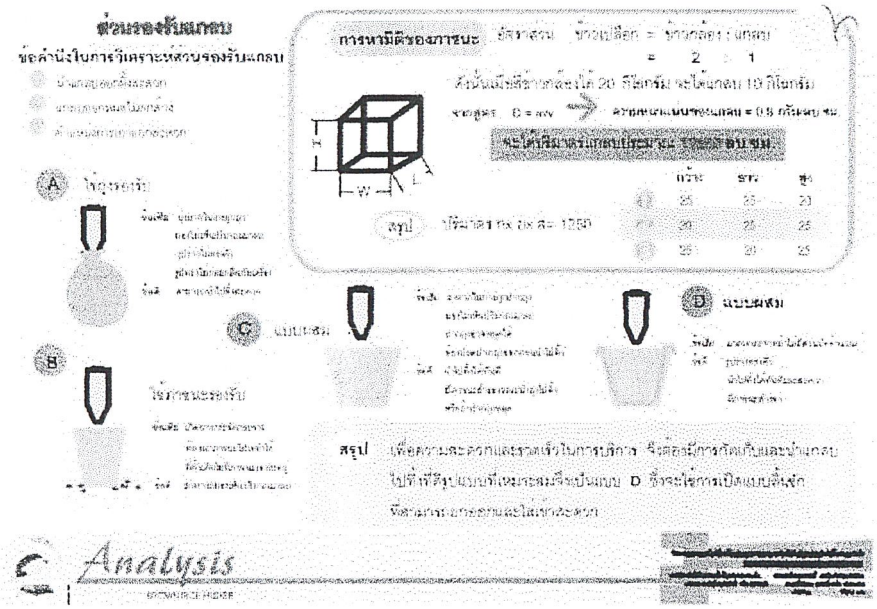


ภาพที่ 3-9 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลในการออกแบบอุปกรณ์ป้อนข้าวเปลือก

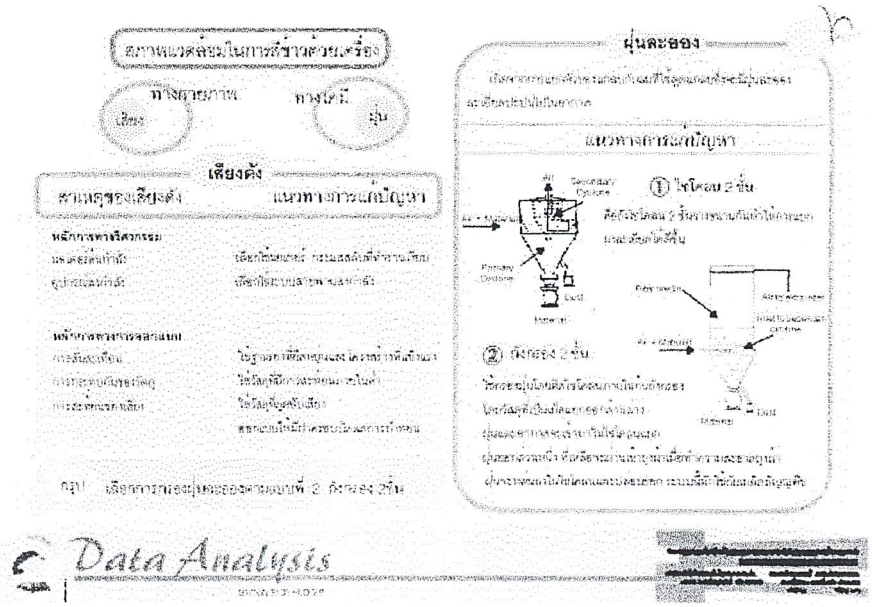


ภาพที่ 3-10 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์เพื่อการออกแบบส่วนรองรับข้าวกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

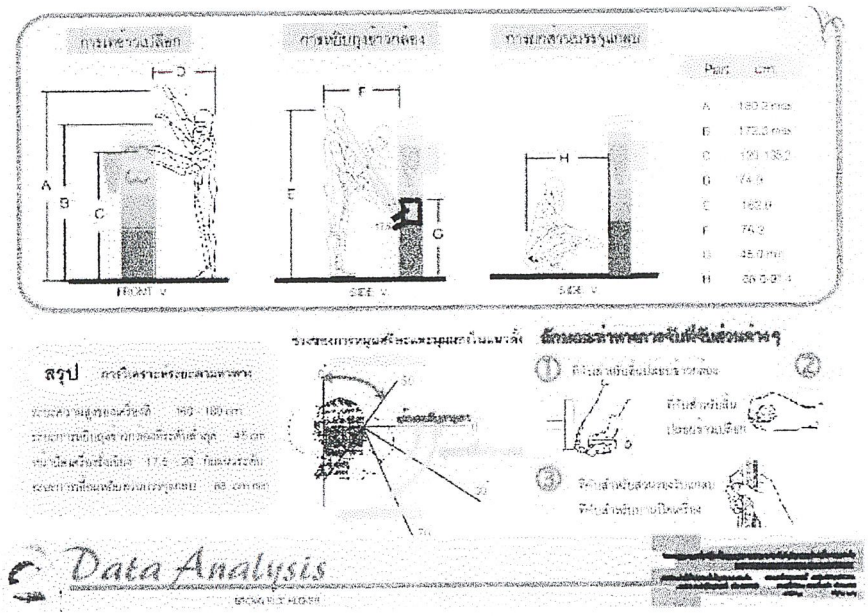


ภาพที่ 3-11 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ส่วนรองรับแกลบ

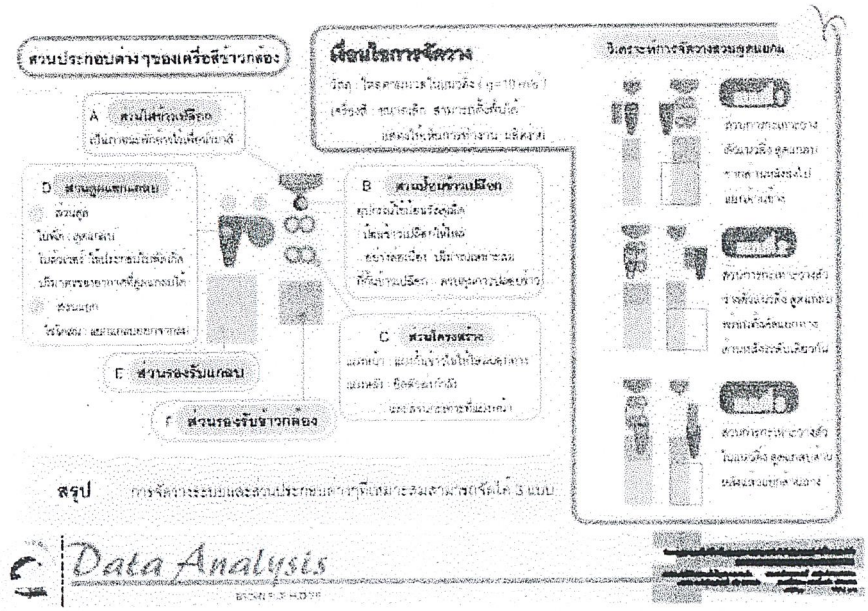


ภาพที่ 3-12 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลการป้องกันเสียงดังและฝุ่นละออง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

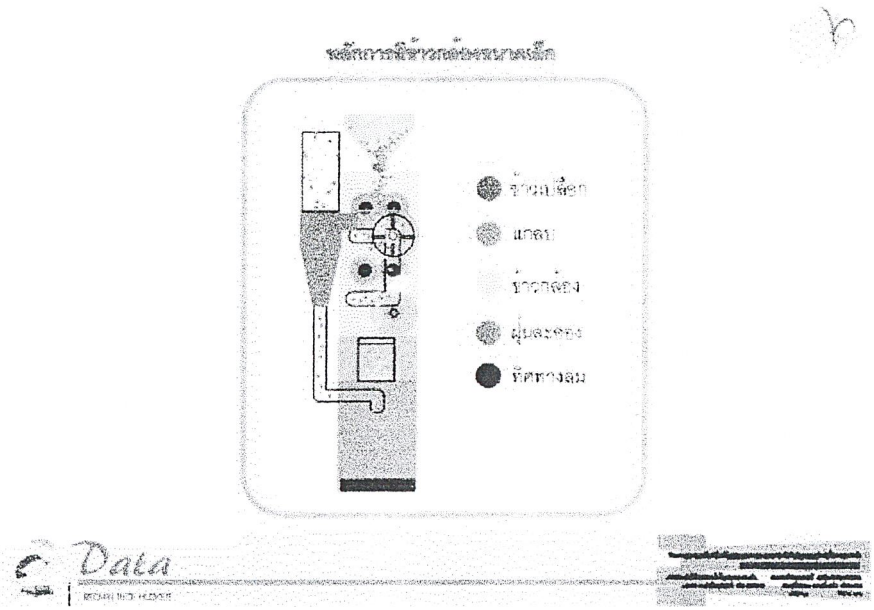


ภาพที่ 3-13 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดสัดส่วนของเครื่องสีข้าวโดยรวม

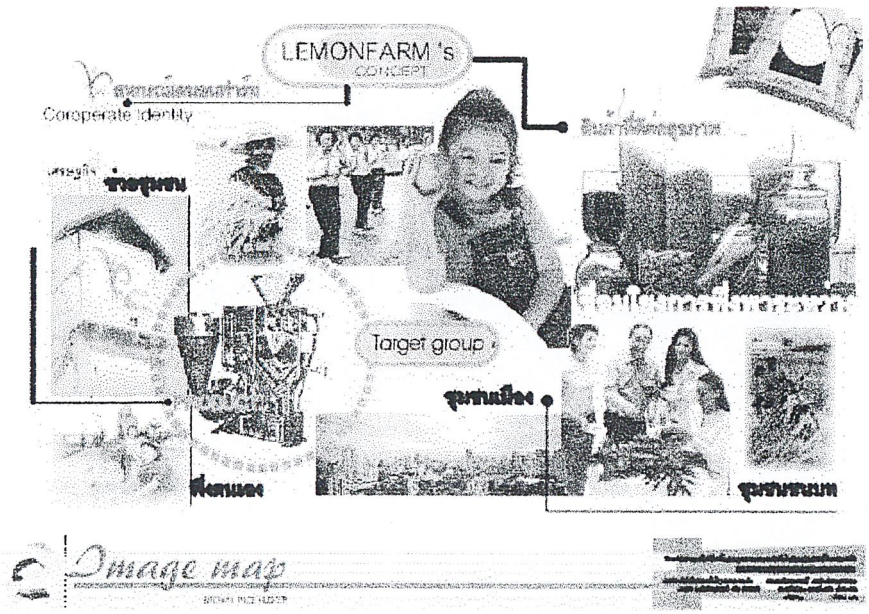


ภาพที่ 3-14 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนต่างๆของเครื่องเพื่อการจัดวางโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

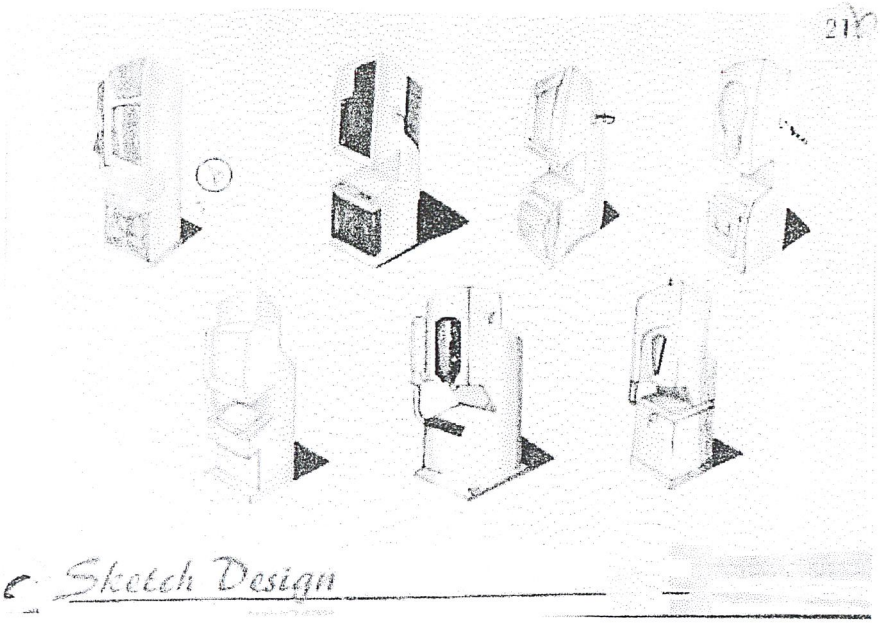


ภาพที่ 3-15 แผ่นภาพแสดงหลักการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง 2 ชุด

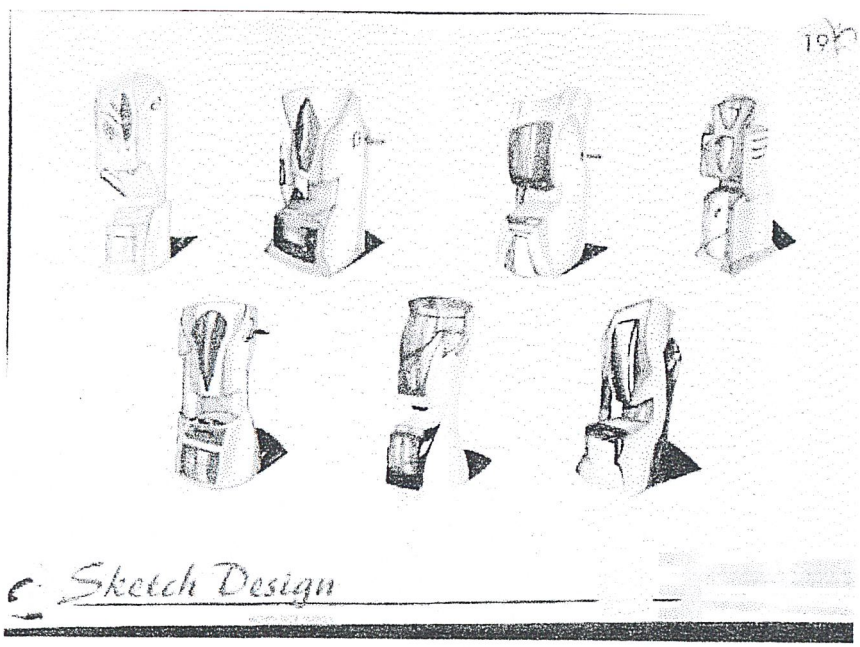


ภาพที่ 3-16 แผ่นภาพแสดงแนวทางในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

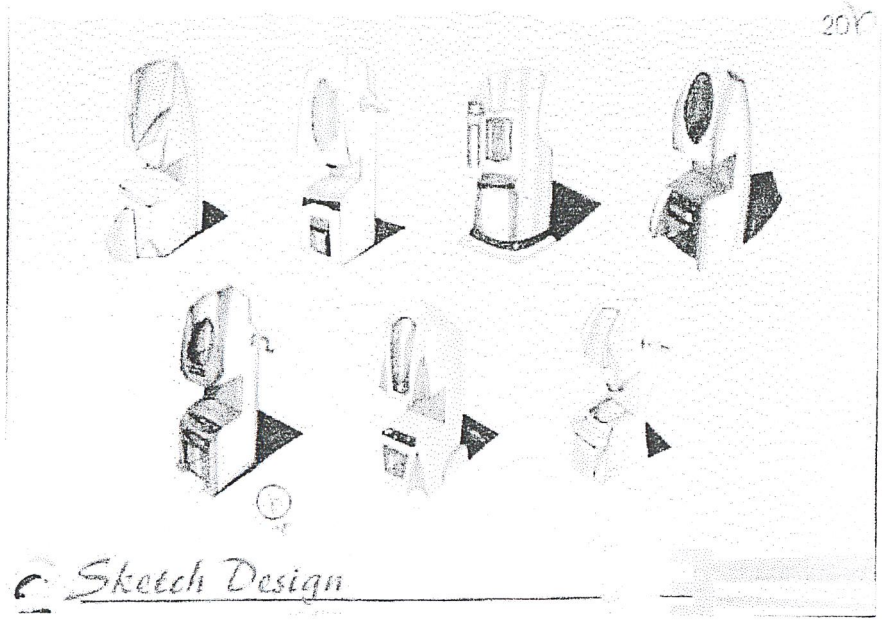


ภาพที่ 3-17 แผ่นภาพแสดงการออกแบบขั้นต้นใช้รูปทรงเลขาคณิตเป็นแนวทางในการออกแบบ

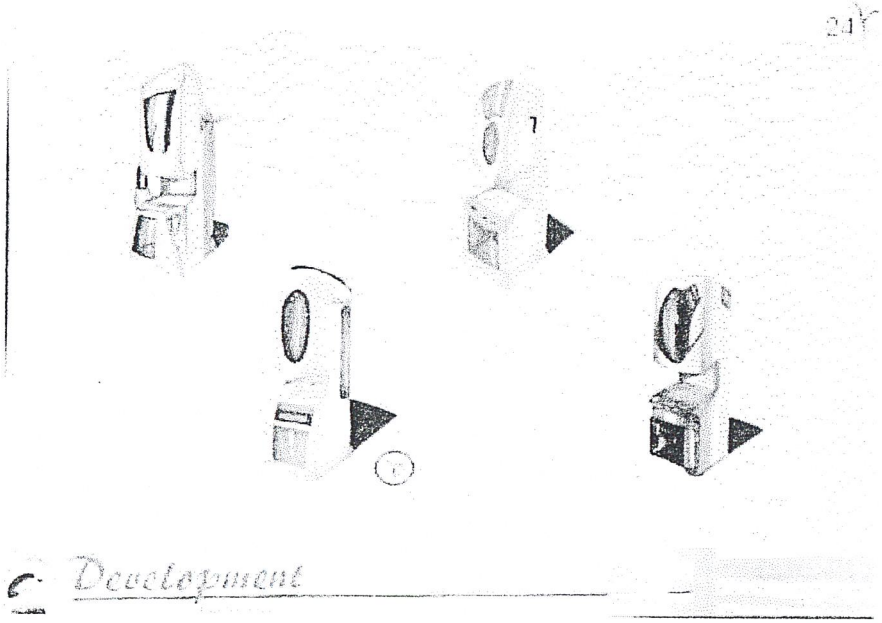


ภาพที่ 3-18 แผ่นภาพแสดงการออกแบบขั้นต้นใช้ลักษณะรูปร่างหุ่นยนต์เป็นแนวทางในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

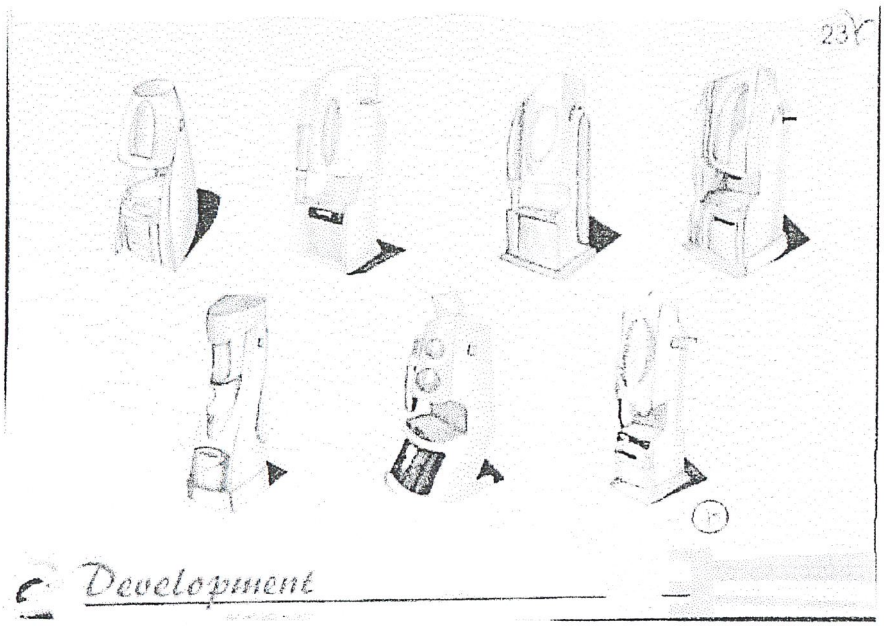


ภาพที่ 3-19 แผ่นภาพแสดงการออกแบบขั้นต้นใช้รูปทรงธรรมชาติเป็นแนวทางในการออกแบบ

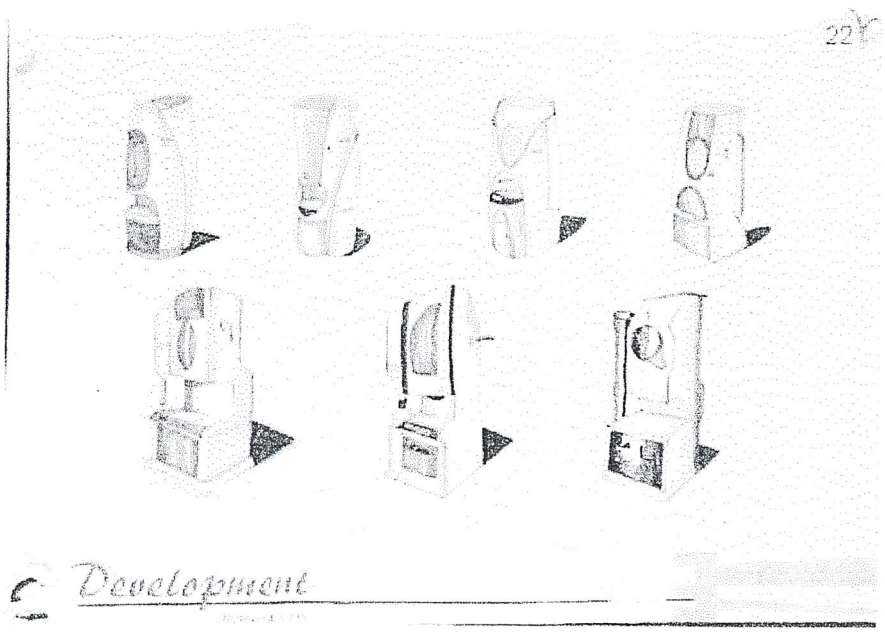


ภาพที่ 3-20 แผนภาพแสดงการพัฒนาการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

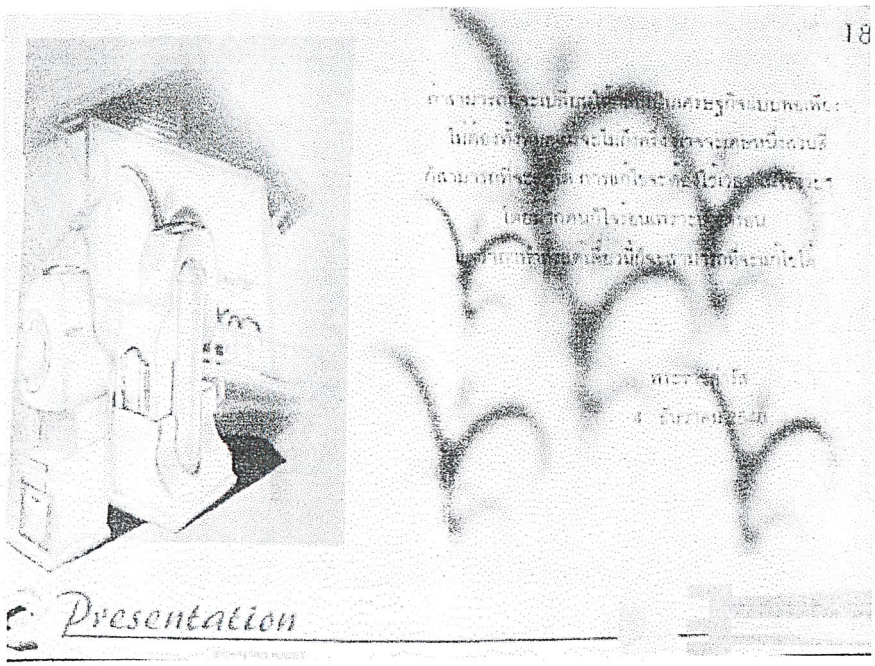


ภาพที่ 3-21 แผนภาพแสดงการพัฒนาการออกแบบ

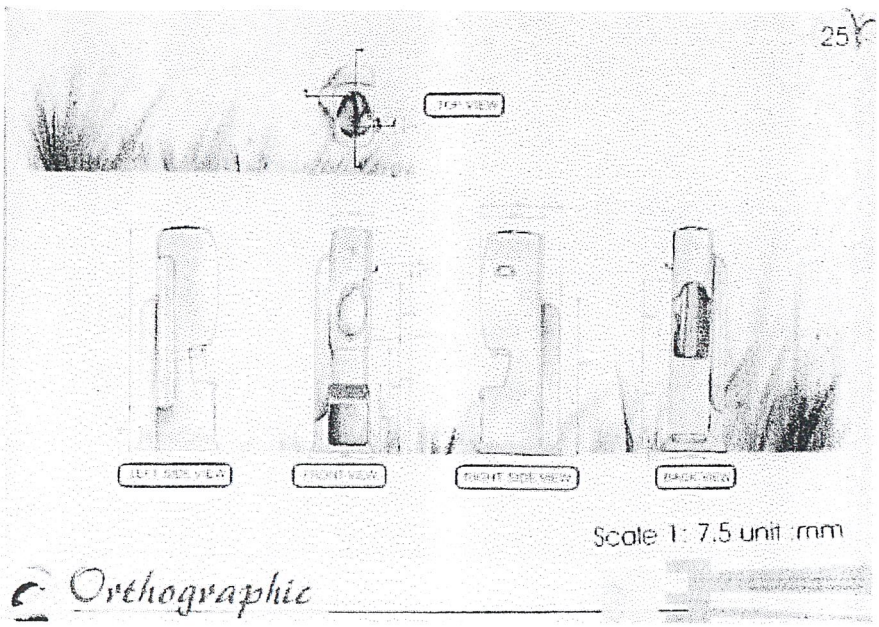


ภาพที่ 3-22 แผนภาพแสดงการพัฒนาการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

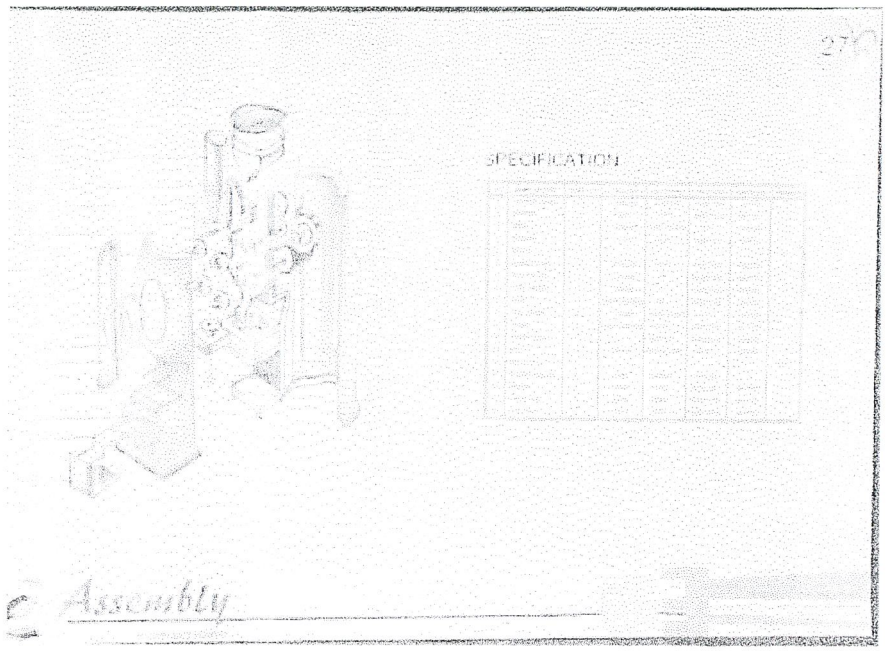


ภาพที่ 3-23 แผ่นภาพแสดงภาพทัศนียภาพ

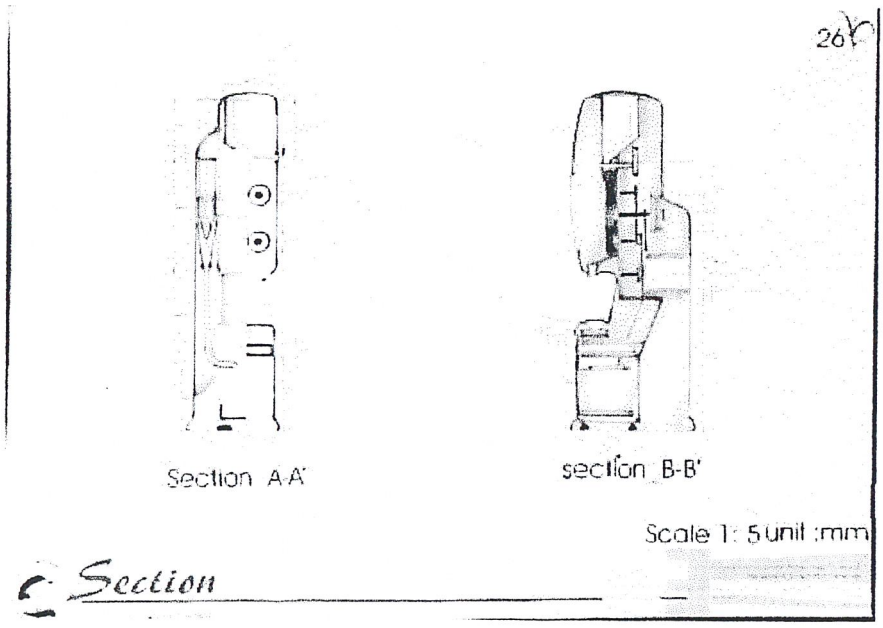


ภาพที่ 3-24 ภาพแสดงรูปด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

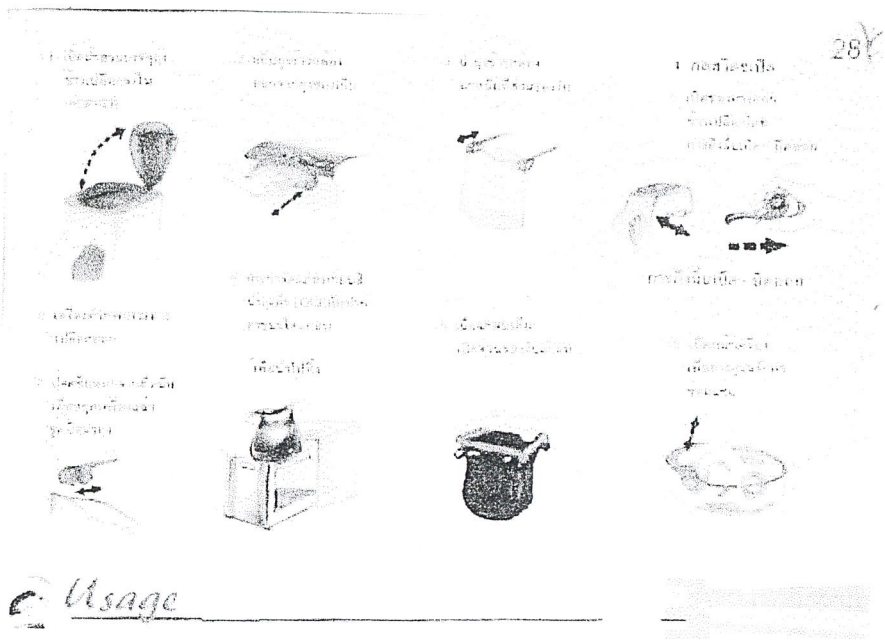


ภาพที่ 3-25 แผ่นภาพแสดงชิ้นส่วนประกอบ

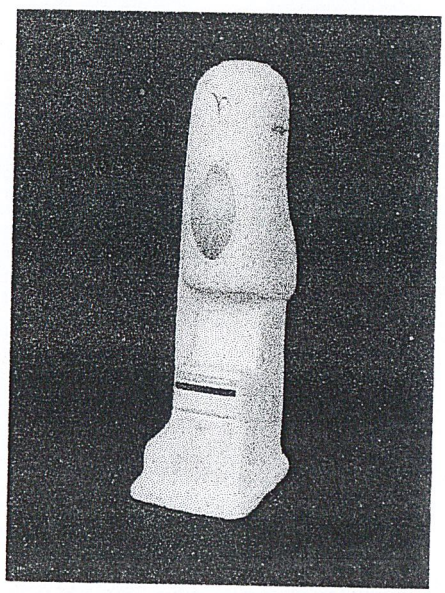


ภาพที่ 3-26 แผ่นภาพแสดงภาพตัดตามขวางและตามยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3-27 แผ่นภาพแสดงการใช้งาน



ภาพที่ 3-28 แสดงภาพถ่ายหุ่นจำลอง scale 1 : 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3	ข้อเสนอแนะของกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

- ส่วนบรรจุข้าวเปลือกซึ่งอยู่ด้านบนสุดของตัวเครื่องขนาดบรรจุ 9 กิโลกรัมมีขนาดใหญ่เกินทำให้เครื่องมีขนาดสูงและอาจล้มได้ และทำให้ลำบากในการเทข้าวลงไป ควรลดขนาดลง
- ให้เพิ่มเติมการวิเคราะห์การใช้งานกับระบบให้สอดคล้องกัน
- เพิ่มเติมการวิเคราะห์ IMAGE ของผลิตภัณฑ์กับกลุ่มเป้าหมายและหน่วยงานต้นสังกัดให้สอดคล้องกัน
- พัฒนารูปแบบใหม่ให้เหมาะสม (design ใหม่ , form , สี , graphic)

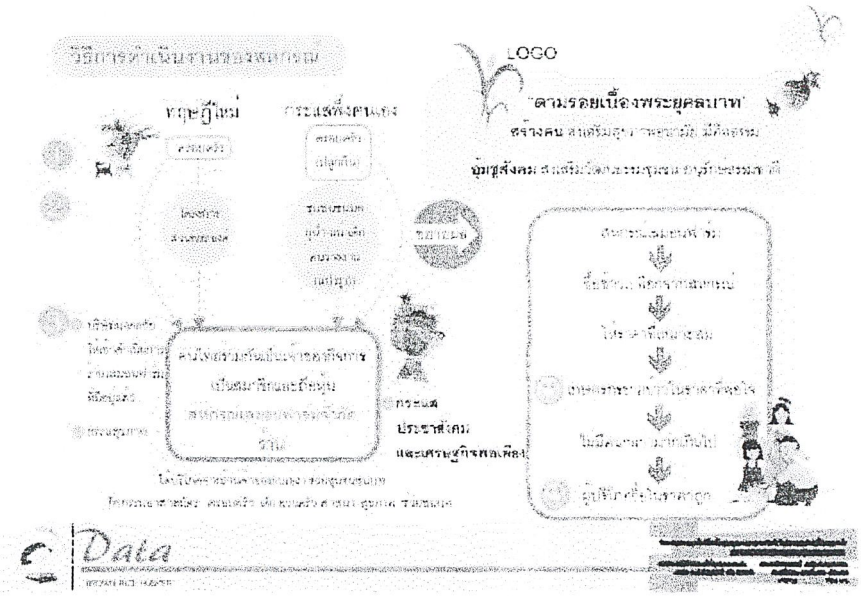
หมายเหตุ Model 1 : 1 (full scale)
ให้สามารถทดสอบการใช้งานทางด้าน Ergonomic กับคนขนาดจริงได้ในส่วนที่สำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

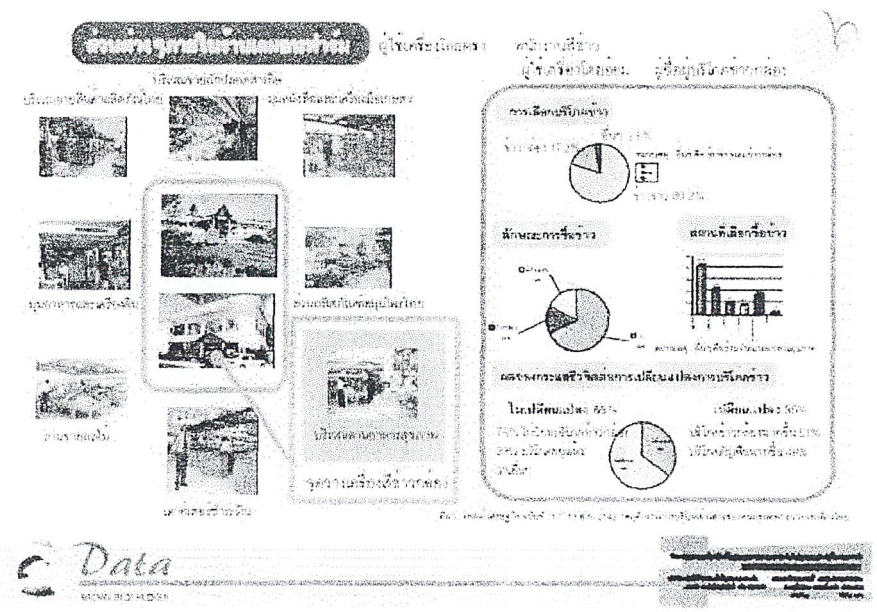
บทที่ 4 การเสนอผลงานออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1	แผ่นภาพเสนองาน

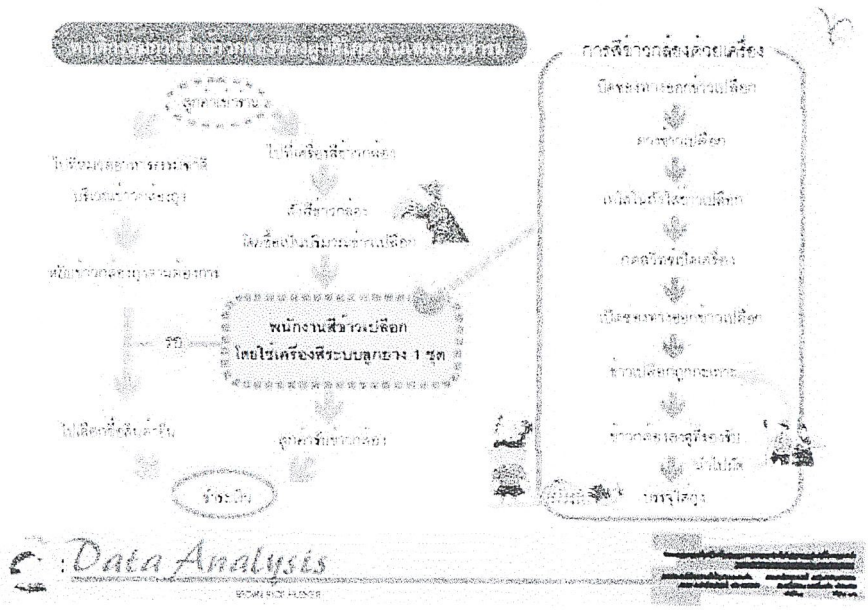


ภาพที่ 4-1 แผ่นภาพแสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับร้านเลมอนฟาร์ม

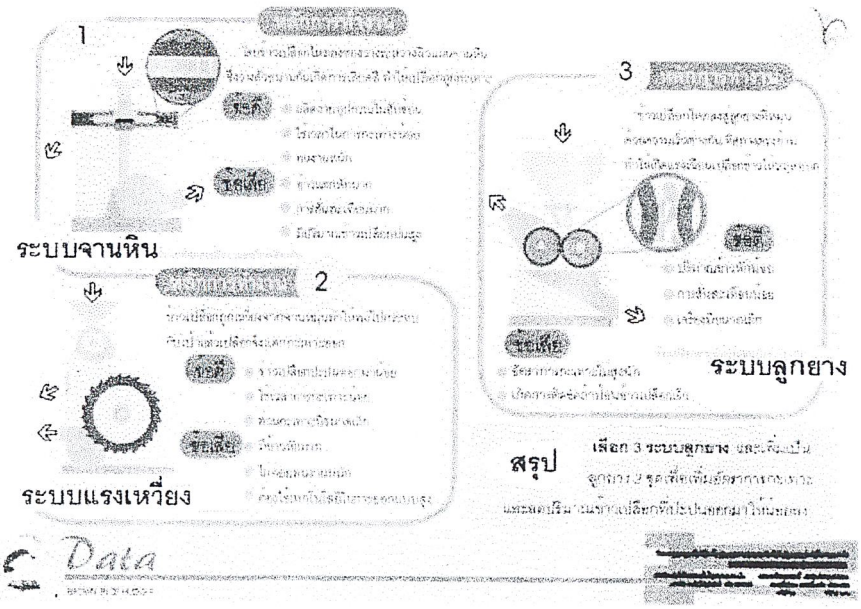


ภาพที่ 4-2 แผ่นภาพแสดงข้อมูลส่วนต่างๆของร้านเลมอนฟาร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

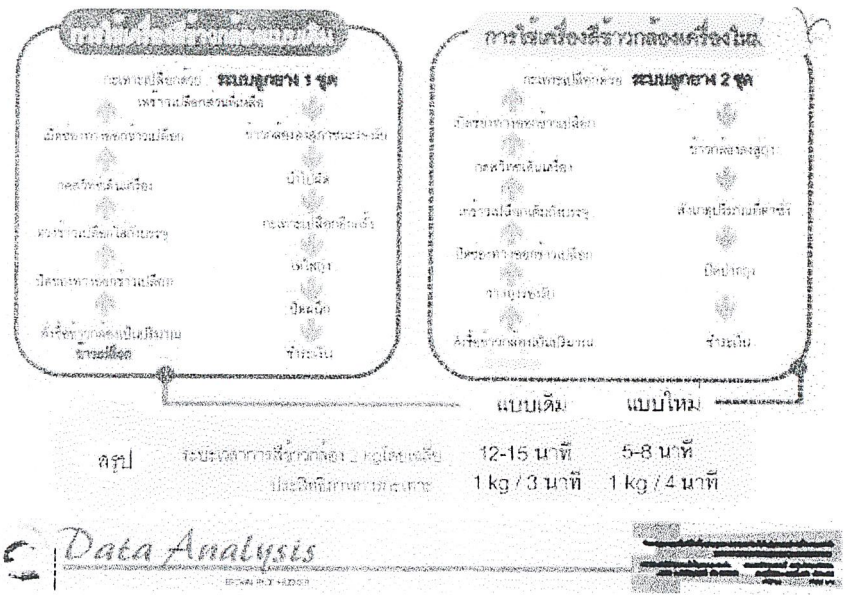


ภาพที่ 4-3 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการซื้อข้าวกล้องในร้านเลมอนฟาร์ม

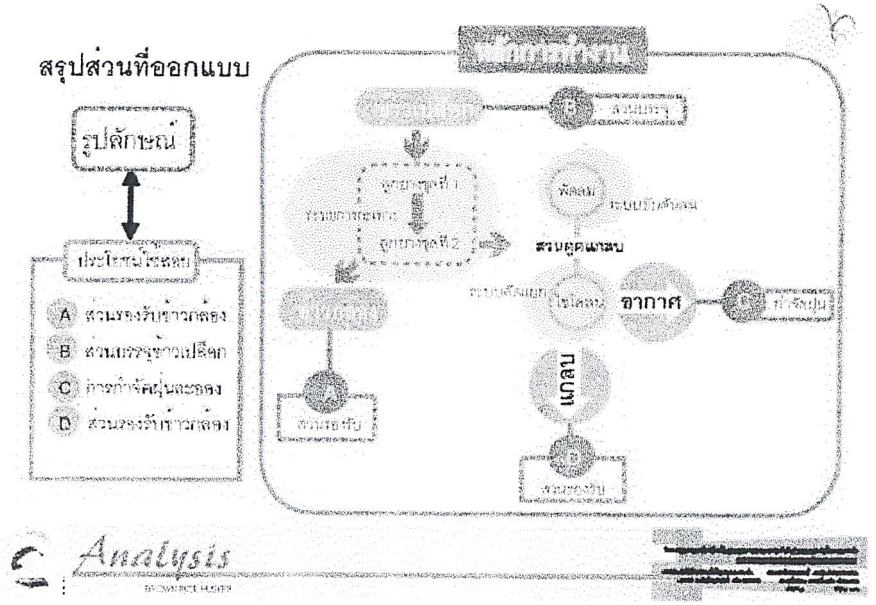


ภาพที่ 4-4 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเลือกระบบการกะเทาะเปลือกข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

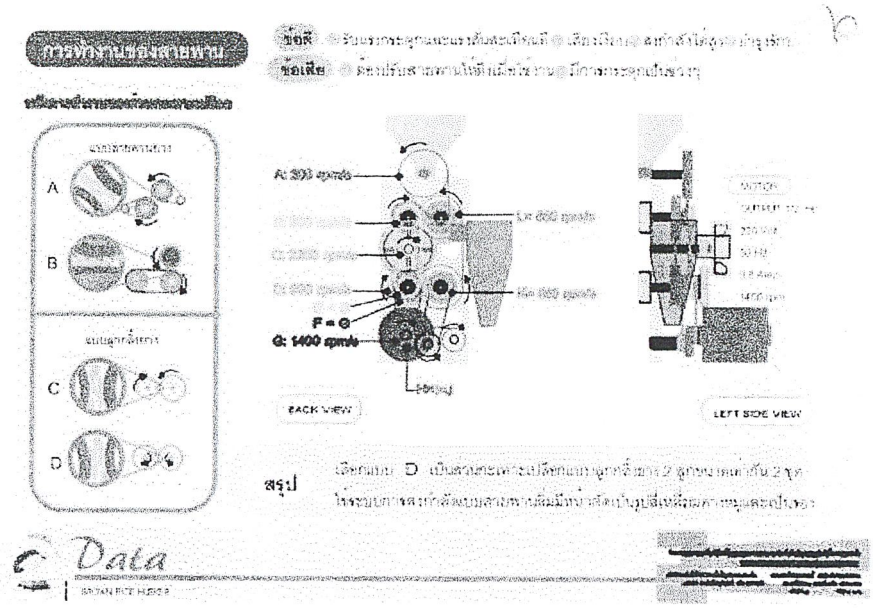


ภาพที่ 4-5 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องสีข้าวแบบเก่ากับแบบใหม่

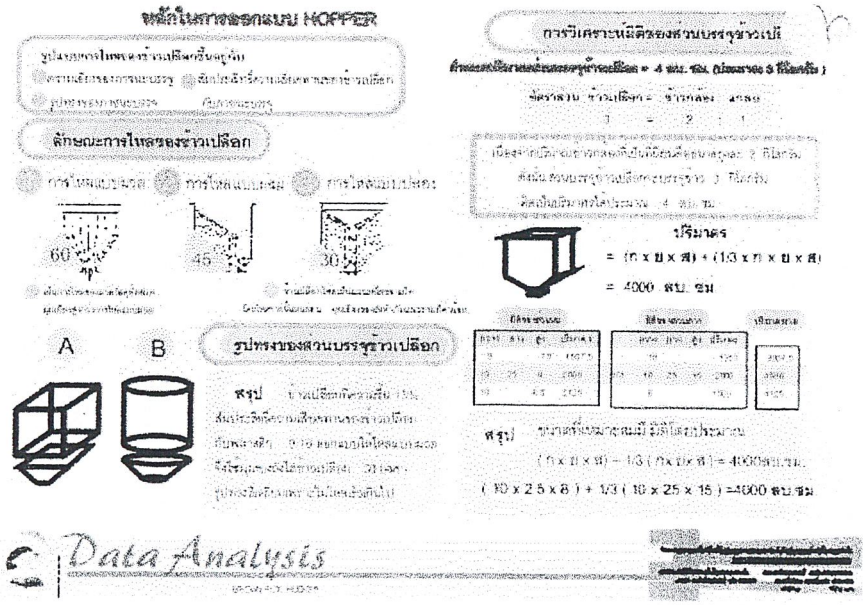


ภาพที่ 4-6 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องเพื่อนำมาออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

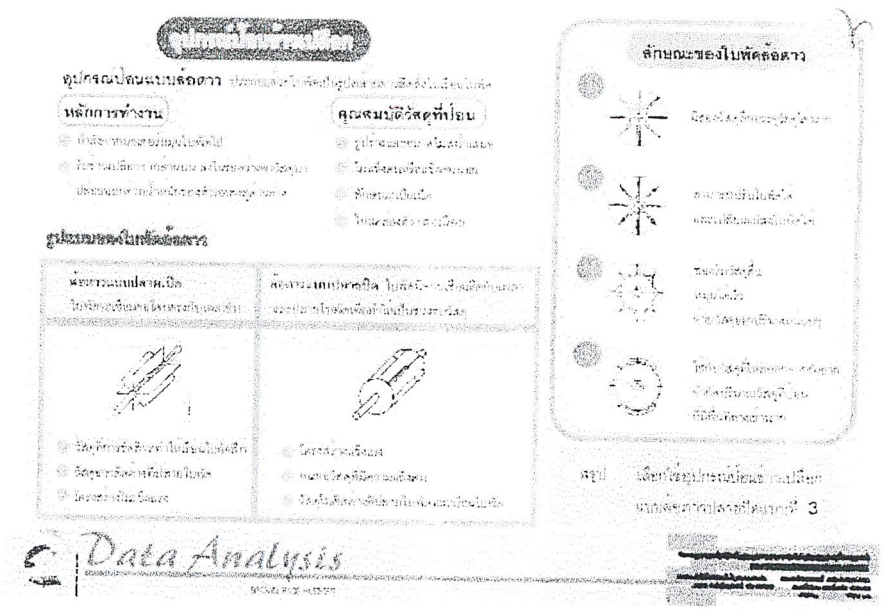


ภาพที่ 4-7 แผ่นภาพแสดงข้อมูลระบบลูกยางและสายพาน

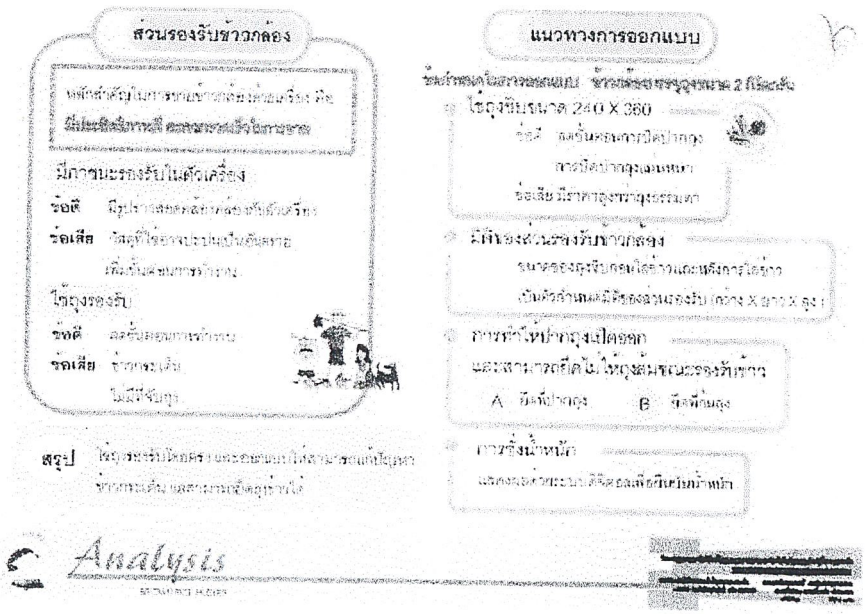


ภาพที่ 4-8 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลในการออกแบบส่วนบรรจุข้าวเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

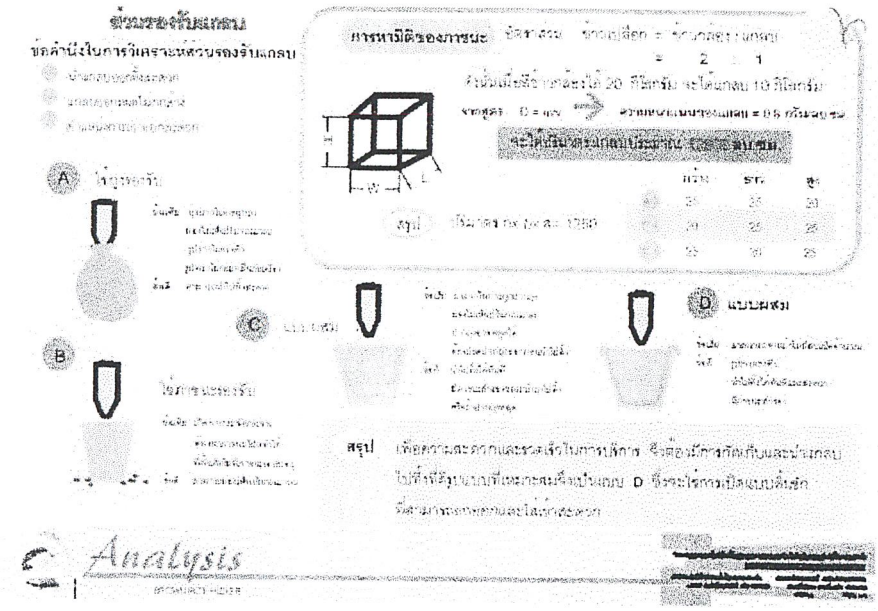


ภาพที่ 4-9 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลในการออกแบบอุปกรณ์ป้อนข้าวเปลือก

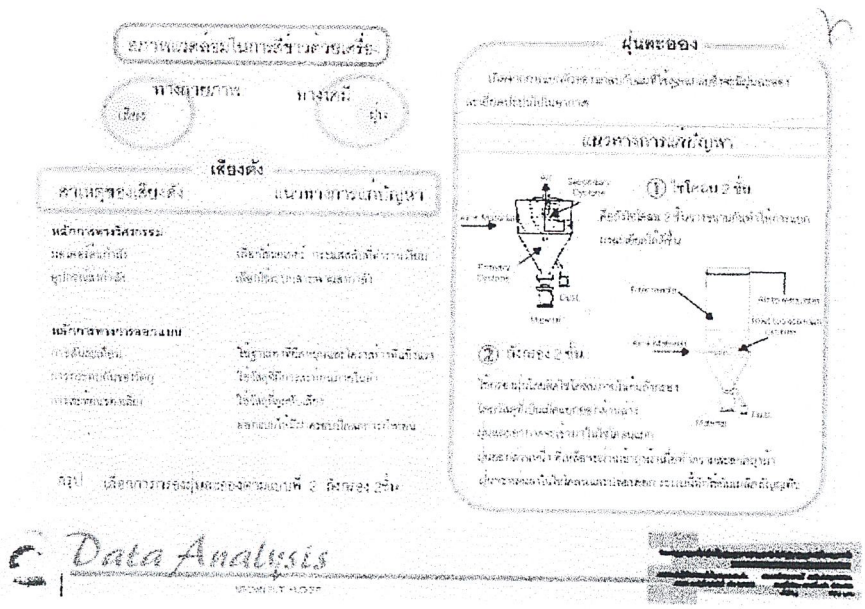


ภาพที่ 4-10 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์เพื่อการออกแบบส่วนรองรับข้าวกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

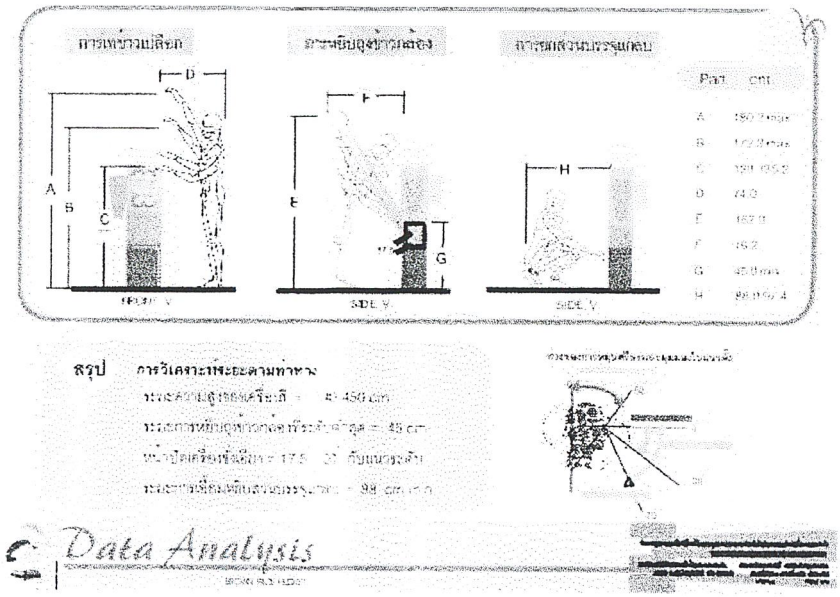


ภาพที่ 4-11 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ส่วนรองรับแกลบ

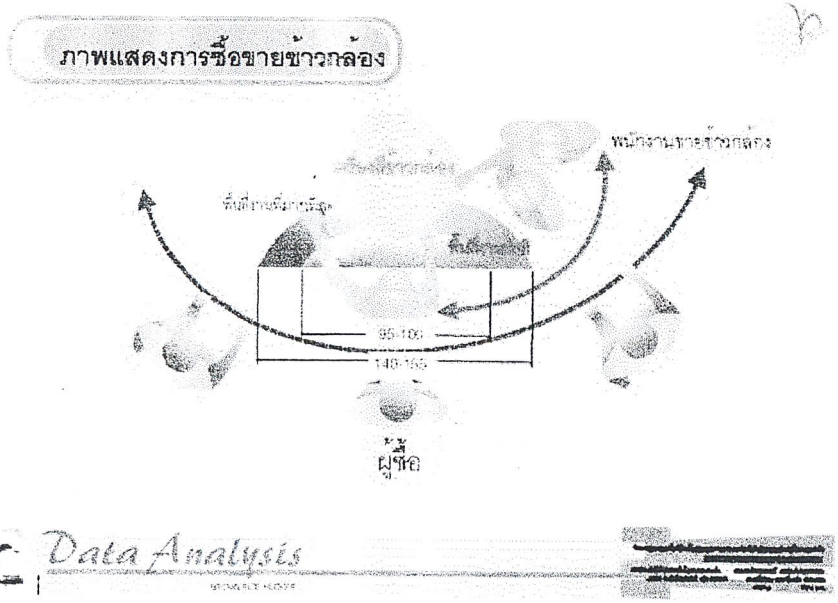


ภาพที่ 4-12 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลการป้องกันเสียงดังและฝุ่นละออง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



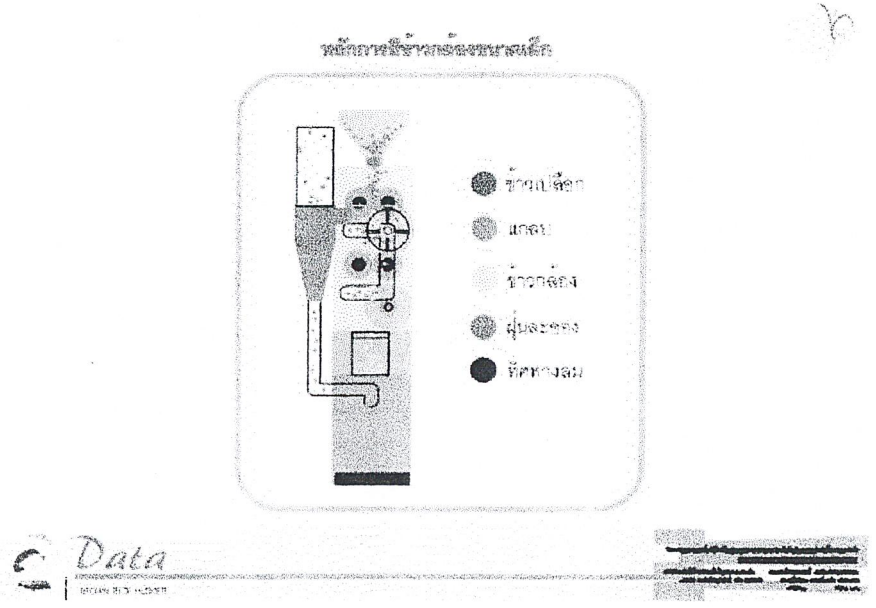
ภาพที่ 4-13 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดสัดส่วนของเครื่องสีข้าวโดยรวม



ภาพที่ 4-14 แผ่นภาพแสดงพื้นที่ในการขายข้าวกล้องด้วยเครื่อง

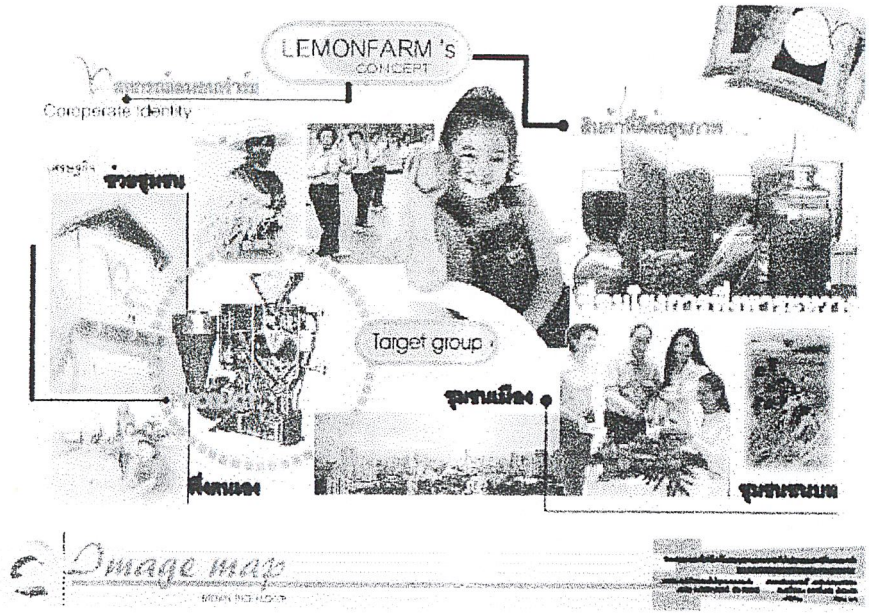
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4-15 แผ่นภาพแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนต่างๆของเครื่องเพื่อการจัดวางโดยรวม

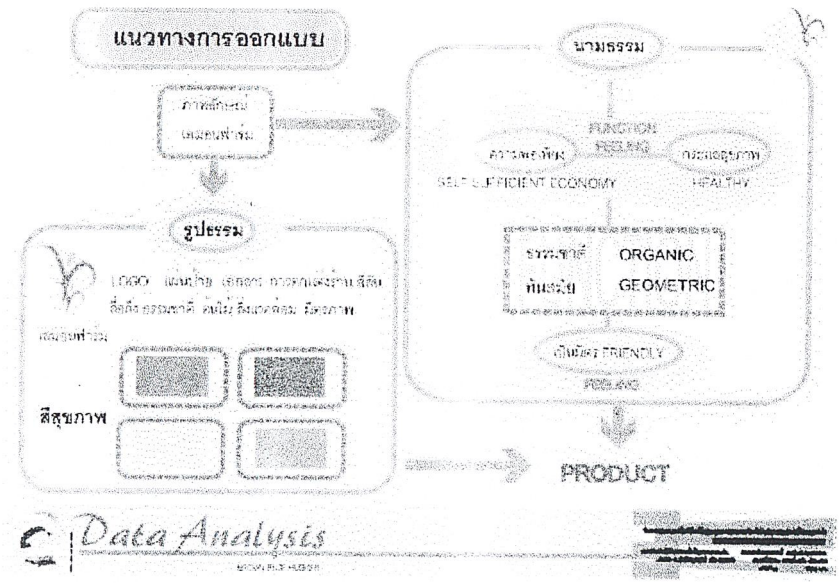


ภาพที่ 4-15 แผ่นภาพแสดงหลักการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง 2 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

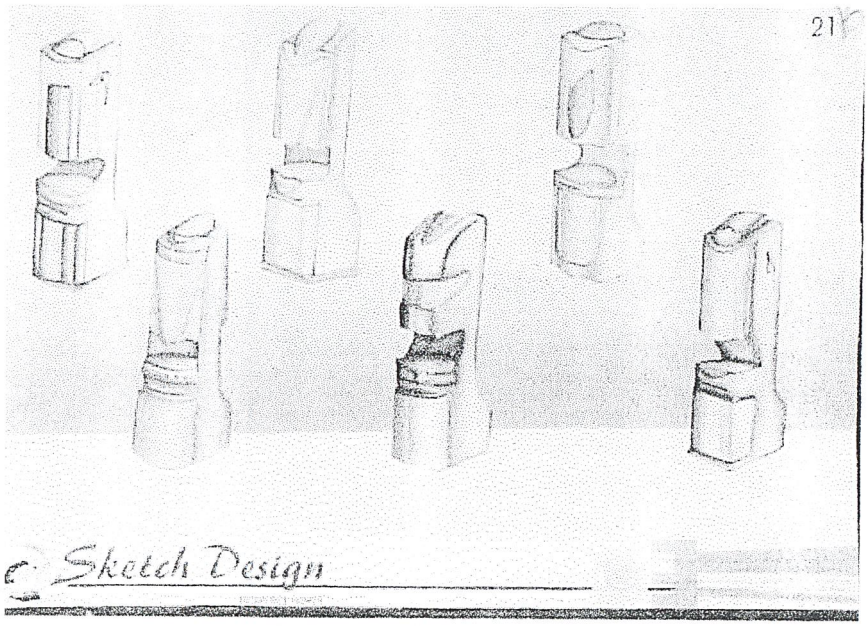


ภาพที่ 4-16 แผ่นภาพแสดงแนวทางในการออกแบบ

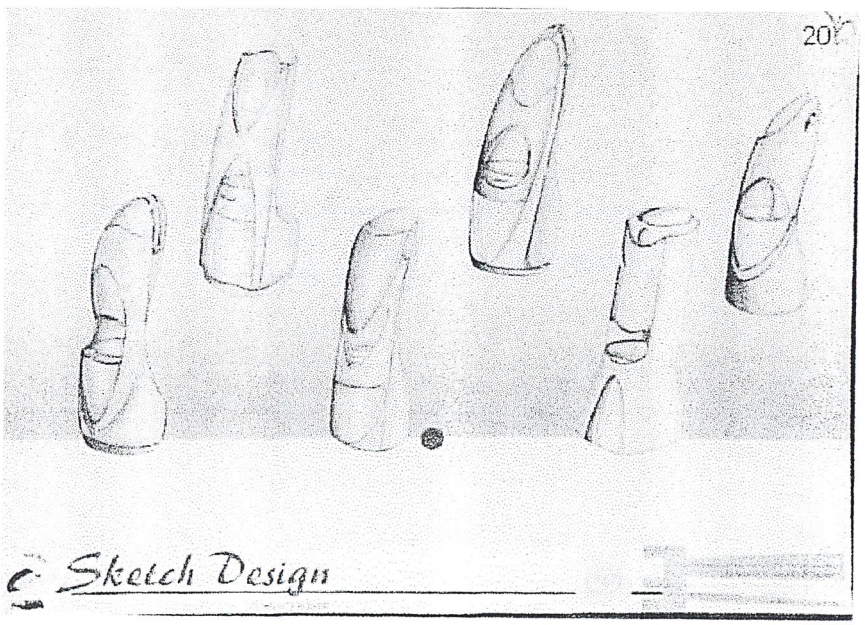


ภาพที่ 4-17 แผ่นภาพแสดงแนวทางในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

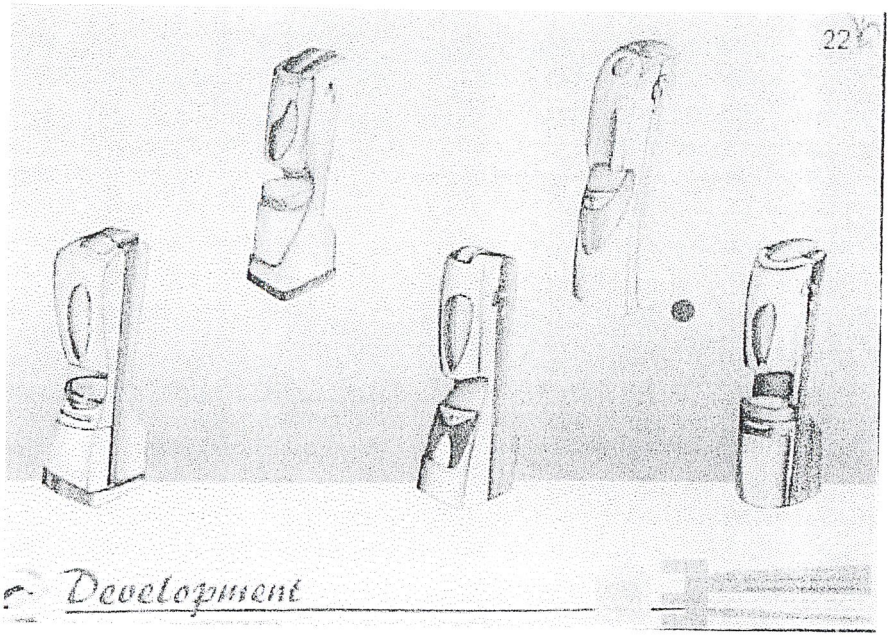


ภาพที่ 4-18 แผ่นภาพแสดงการออกแบบขั้นต้นใช้รูปทรงเลขาคณิตเป็นแนวทางในการออกแบบ

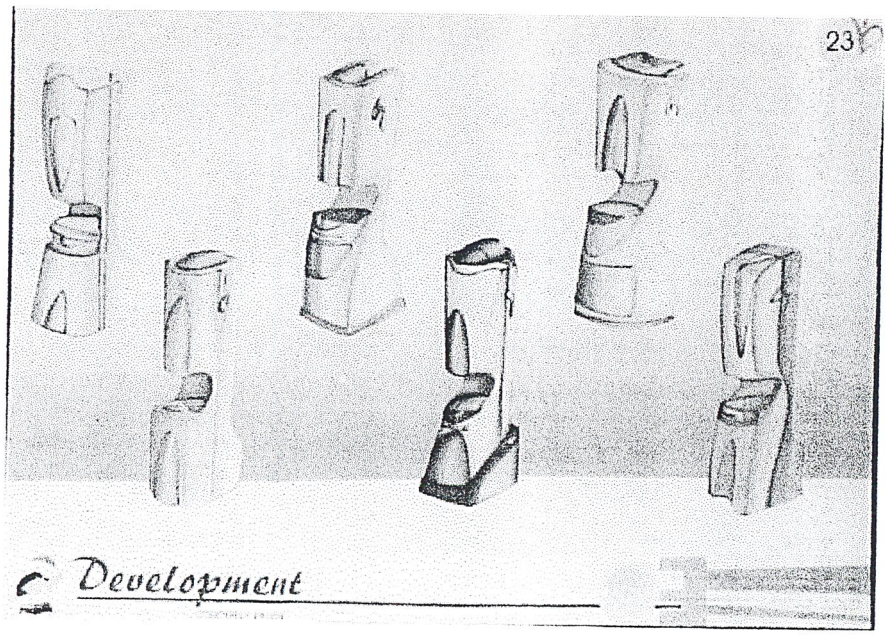


ภาพที่ 4-19 แผ่นภาพแสดงการออกแบบขั้นต้นใช้รูปทรงธรรมชาติเป็นแนวทางในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

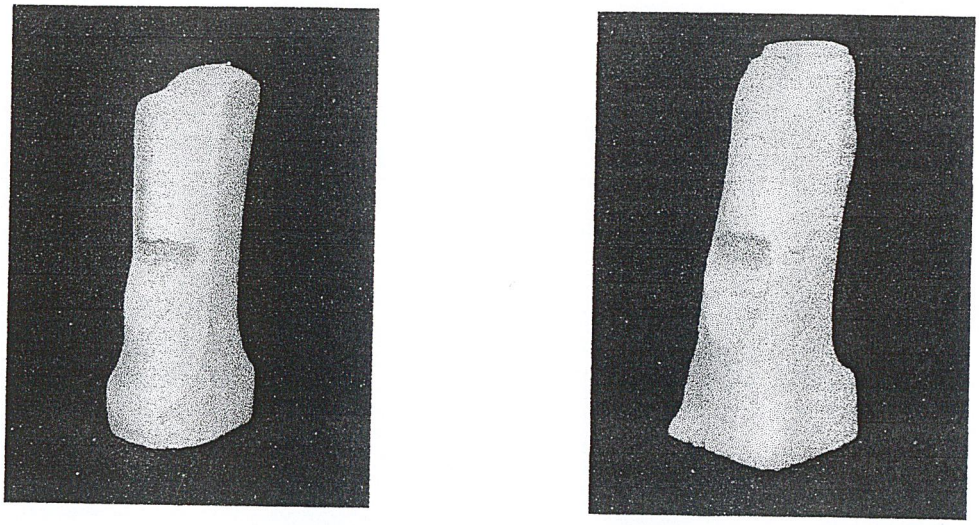


ภาพที่ 4-20 แผนภาพแสดงการพัฒนาการออกแบบ



ภาพที่ 4-21 แผนภาพแสดงการพัฒนาการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

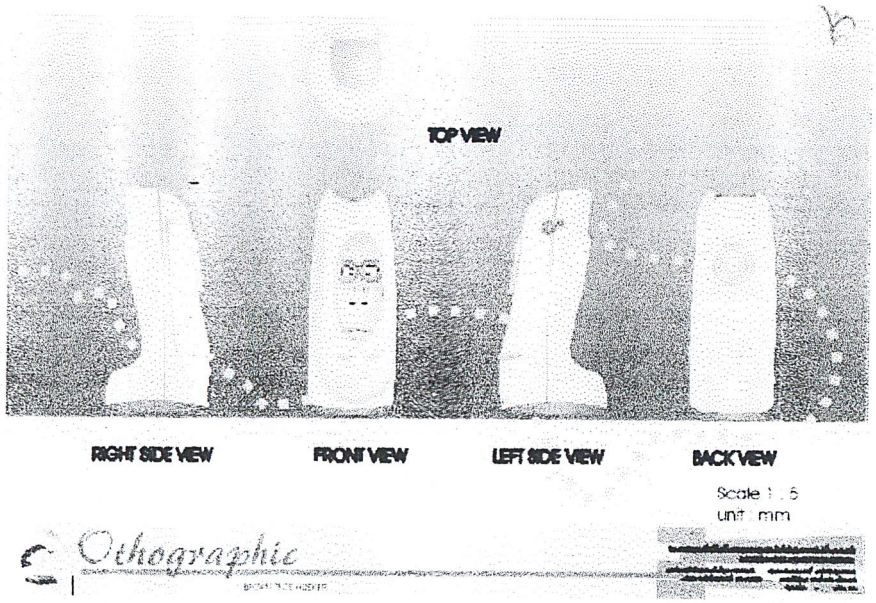


ภาพที่ 4-22 การพัฒนาการออกแบบด้วยหุ่นจำลอง

ภาพที่ 4-23 ภาพแสดงหุ่นจำลอง

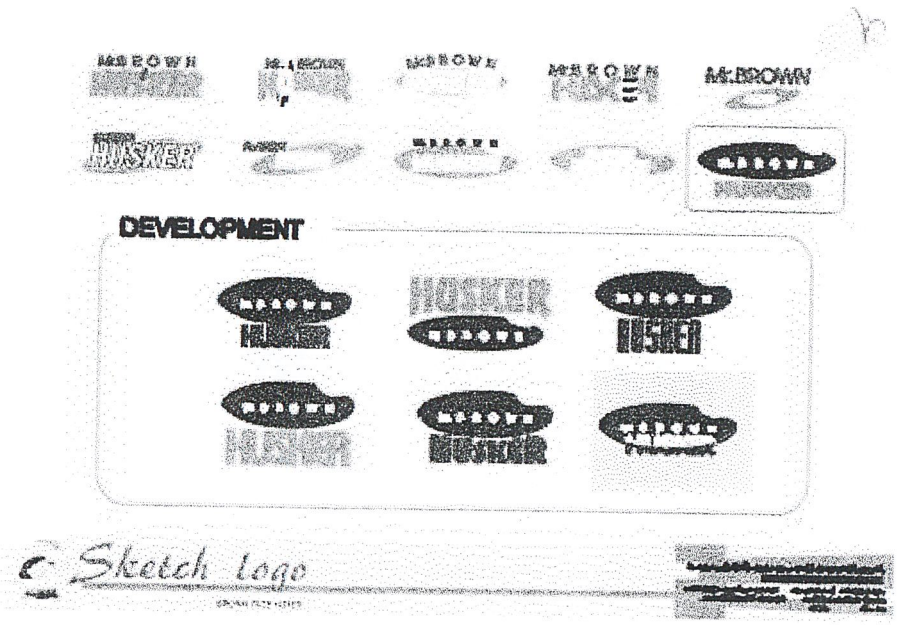
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4-24 แผ่นภาพแสดงภาพแสดง

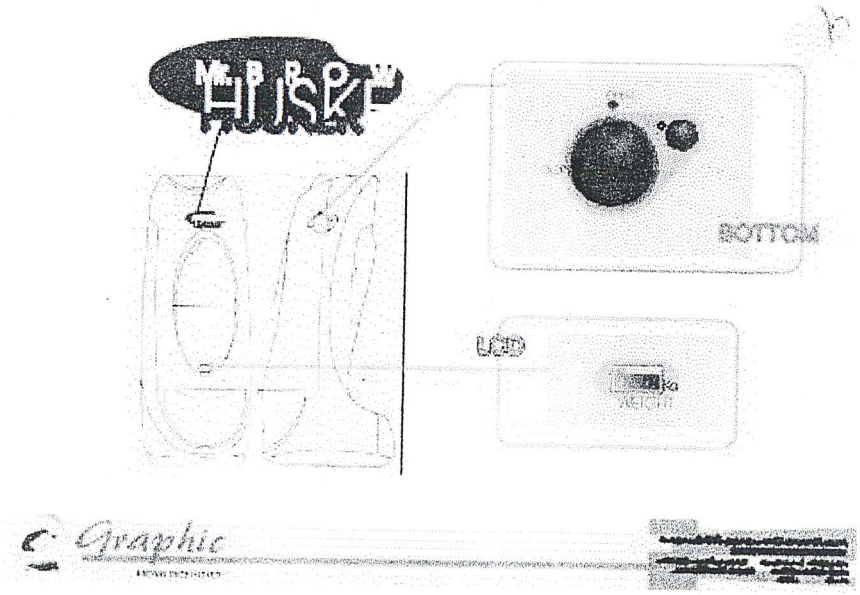


ภาพที่ 4-25 แผ่นภาพแสดงรูปด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

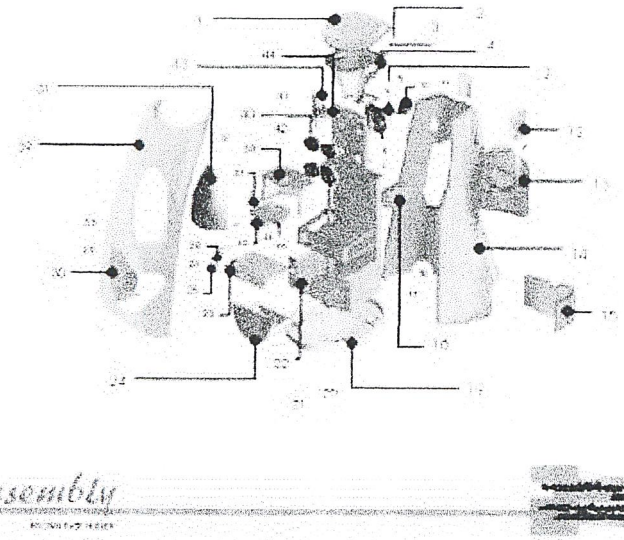


ภาพที่ 4-26 แผ่นภาพแสดงการออกแบบขั้นต้น logo

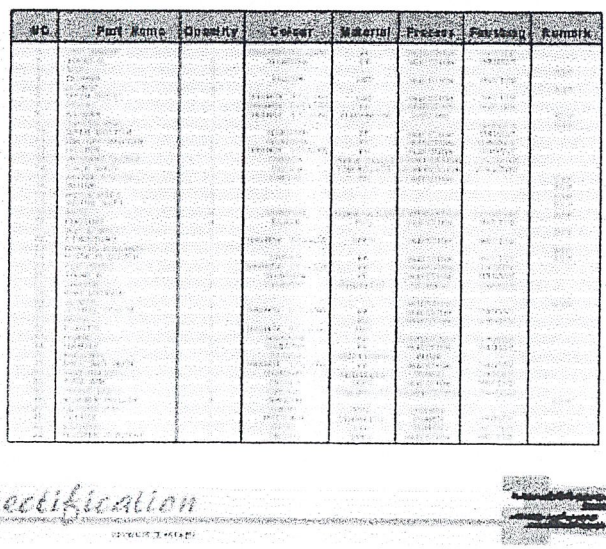


ภาพที่ 4-27 แผ่นภาพแสดง graphic on product

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

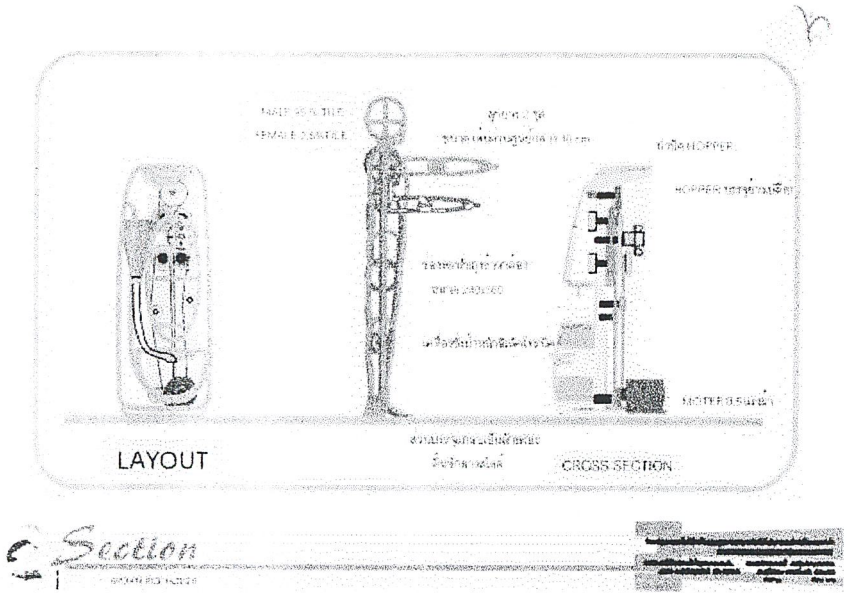


ภาพที่ 4-28 แผ่นภาพแสดงชิ้นส่วนประกอบ

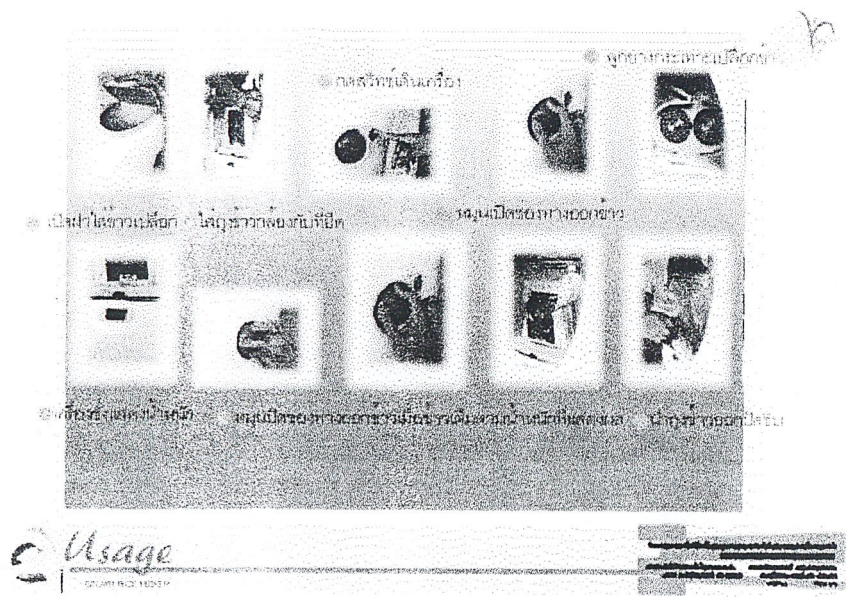


ภาพที่ 4-29 แผ่นภาพแสดงตารางวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4-30 แผ่นภาพแสดงภาพตัด



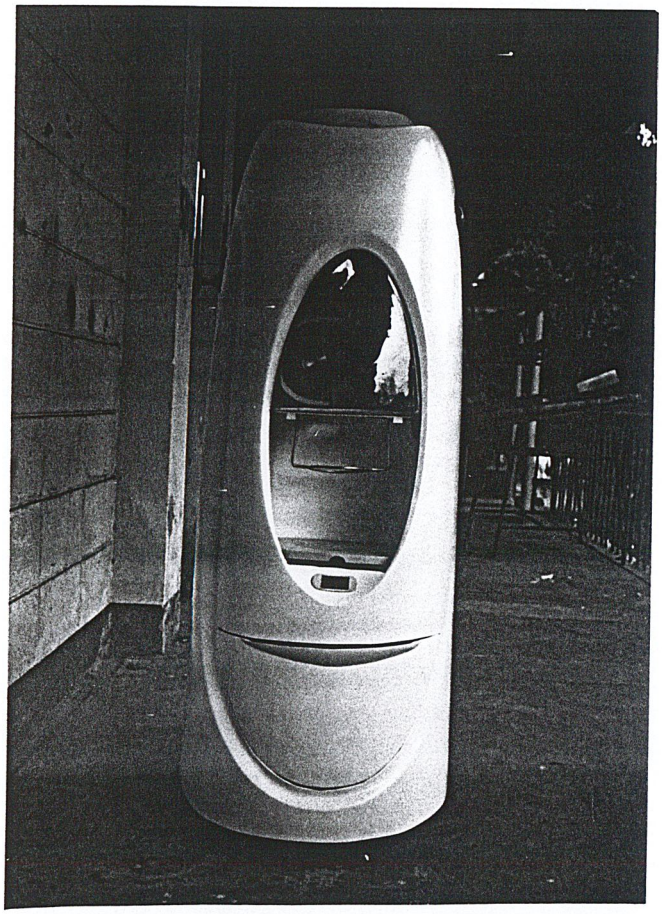
ภาพที่ 4-31 แผ่นภาพแสดงการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

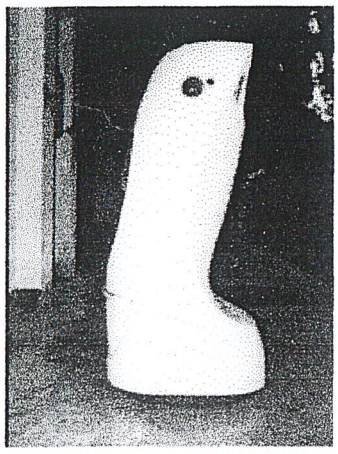
ภาพที่ 4-32 แผ่นภาพแสดงรายละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ภาพถ่ายหุ่นจำลอง

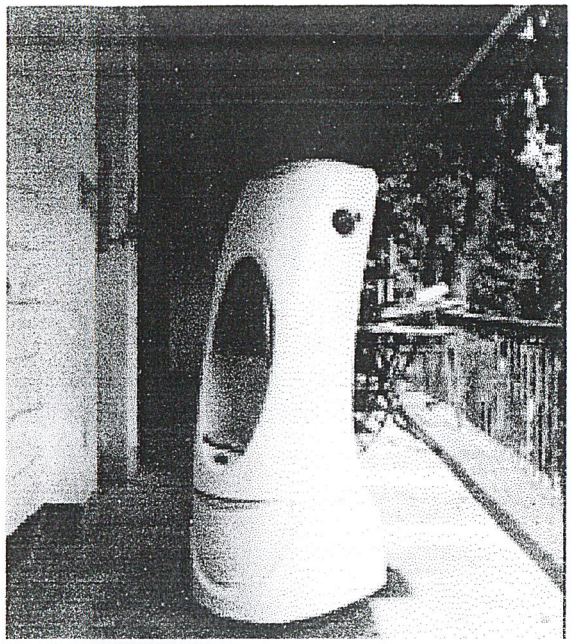


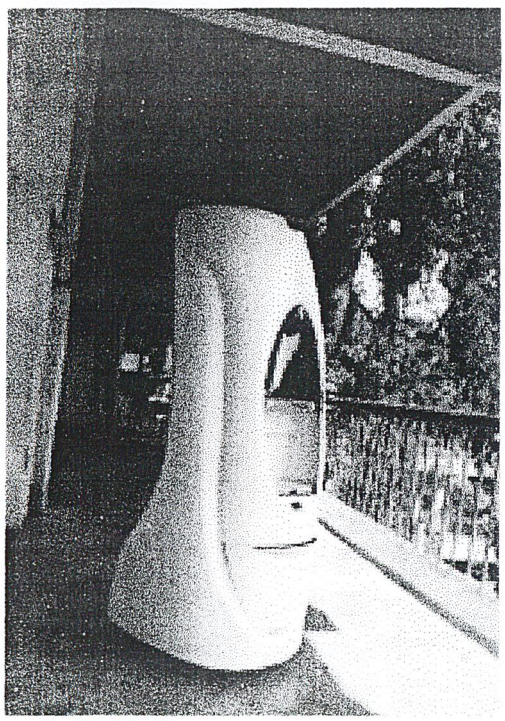
ภาพที่ 4-33 ภาพถ่ายแสดงด้านหน้าหุ่นจำลอง



ภาพที่ 4-34 ภาพถ่ายแสดงด้านข้างหุ่นจำลอง

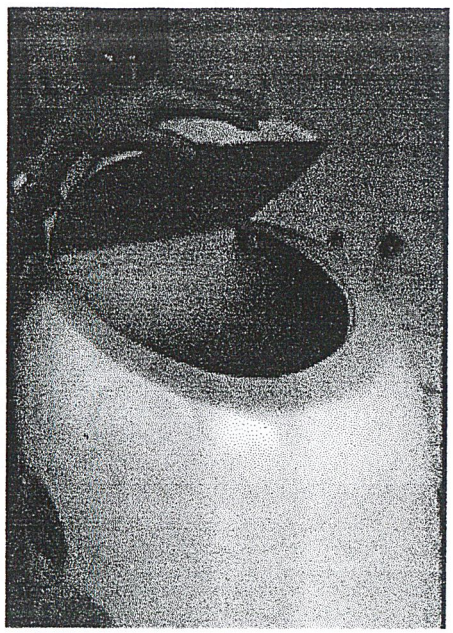
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



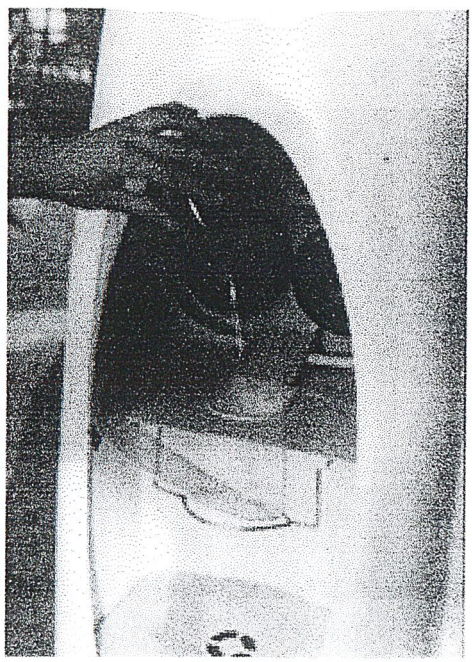


ภาพที่ 4-35 ภาพถ่ายหุ่นจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



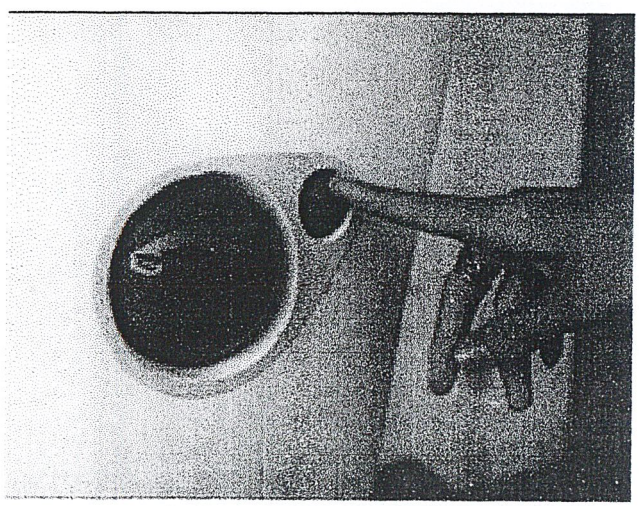
ภาพที่ 4-36 แสดงการเปิดฝาส่วนบรรจุข้าวเปลือก



ภาพที่ 4-37 แสดงการเปิดด้านหน้าเครื่องเพื่อการทำความสะอาด

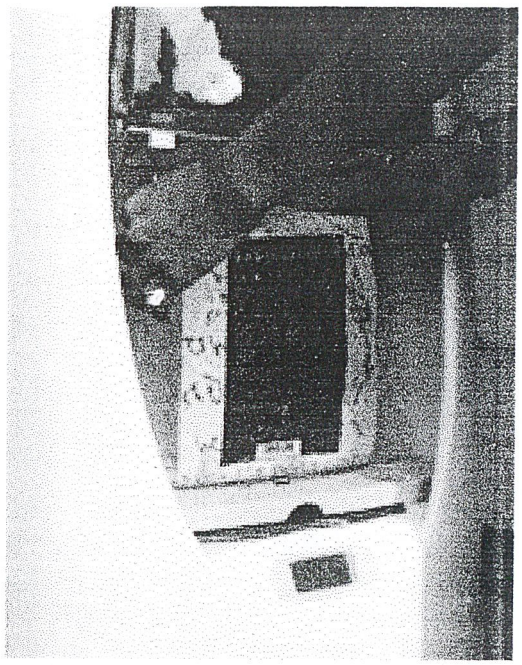
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4-38 แสดงการหมุนที่ปล่อยข้าวเปลือก

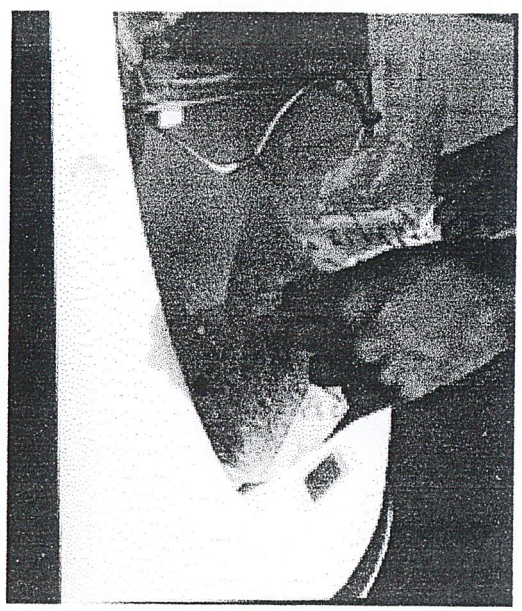


ภาพที่ 4-39 แสดงการกดปุ่มปิดเปิดเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

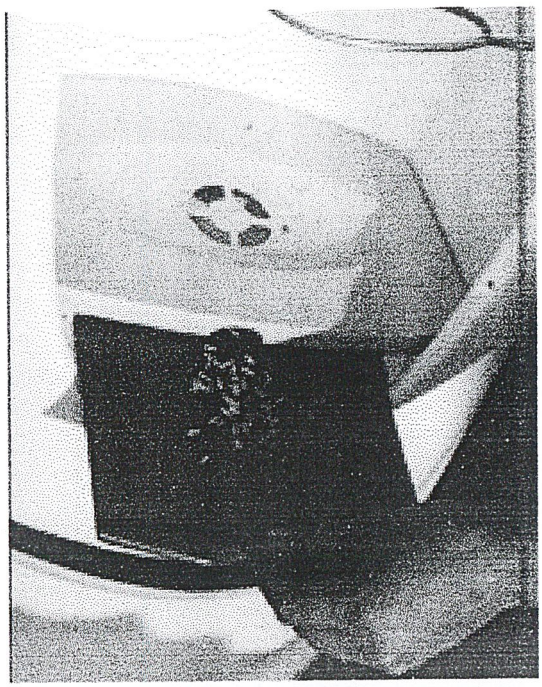


ภาพที่ 4-40 แสดงการใส่ถุงข้าวกล้องที่ส่วนรองรับข้าวกล้อง

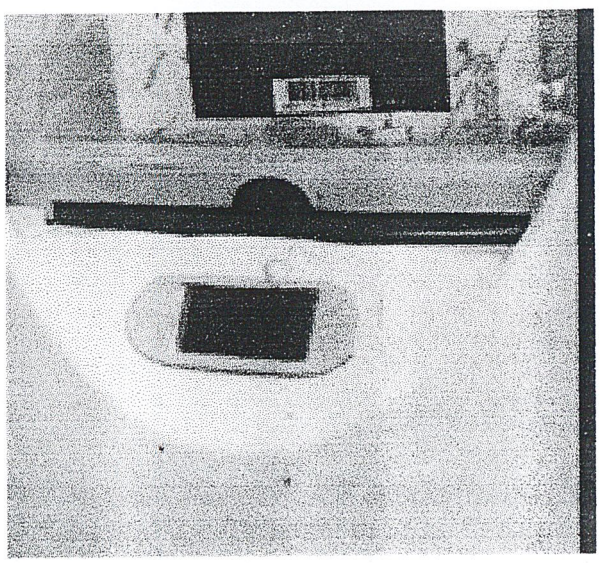


ภาพที่ 4-41 แสดงการปลดถุงข้าวกล้องเมื่อข้าวเต็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

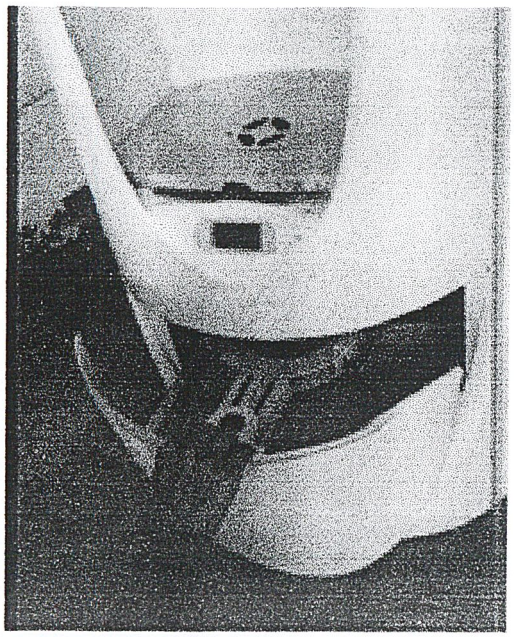


ภาพที่ 4-42 แสดงการนำเศษข้าวกล้องออกจากที่รองรับ

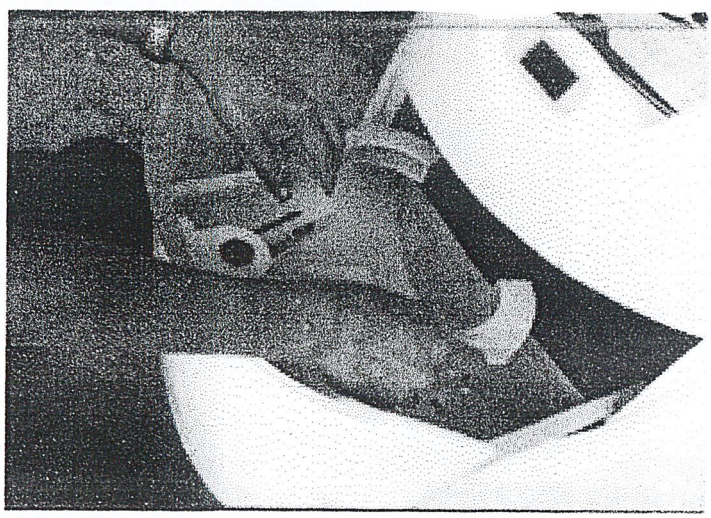


ภาพที่ 4-43 แสดงการแสดงผลของเครื่องชั่งระบบดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

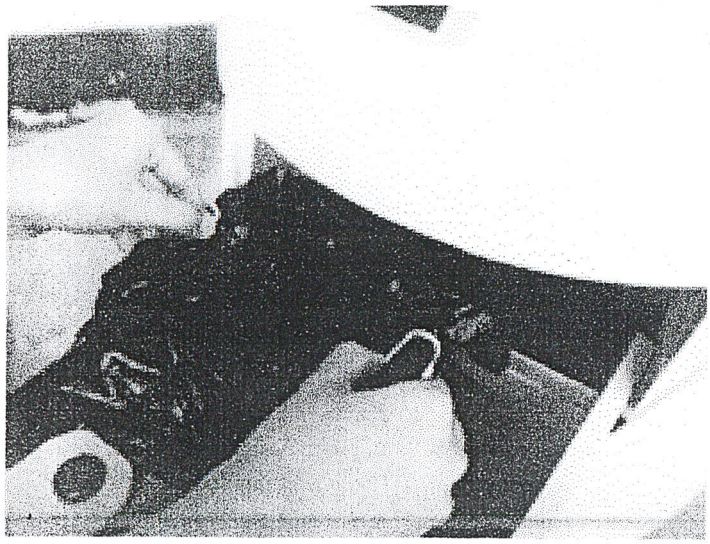


ภาพที่ 4-44 แสดงการเปิดส่วนรองรับแกลบ

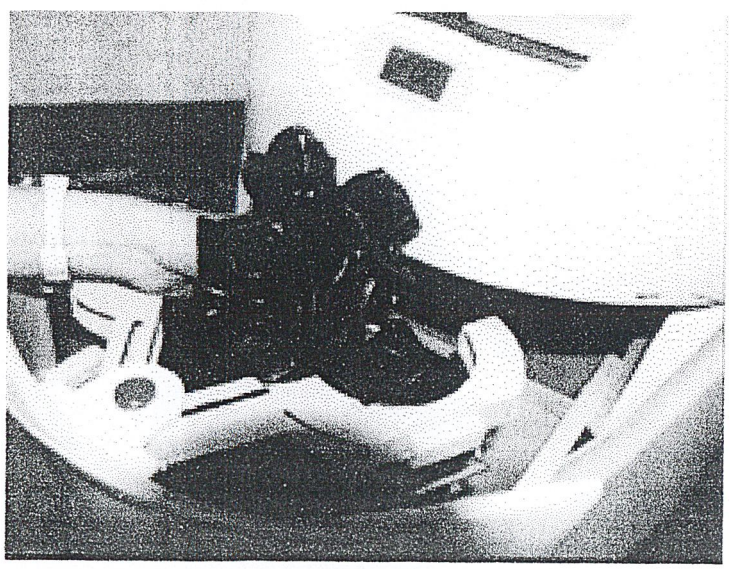


ภาพที่ 4-45 แสดงการเปิดปิดส่วนล็อคปากถุงดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

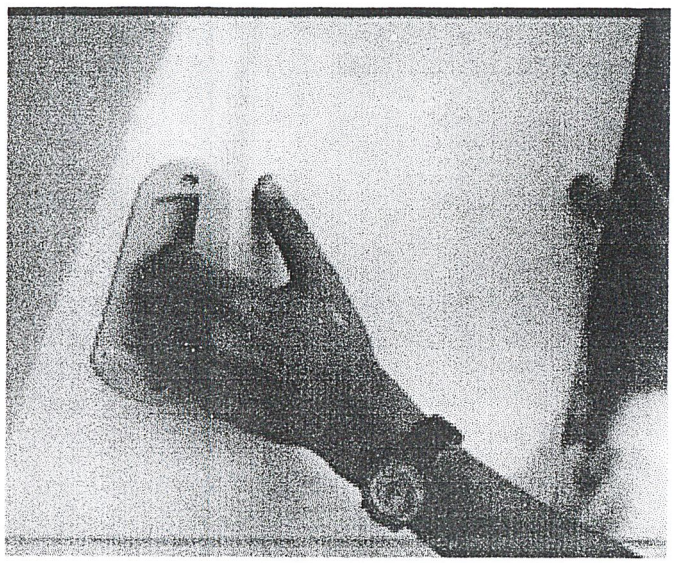


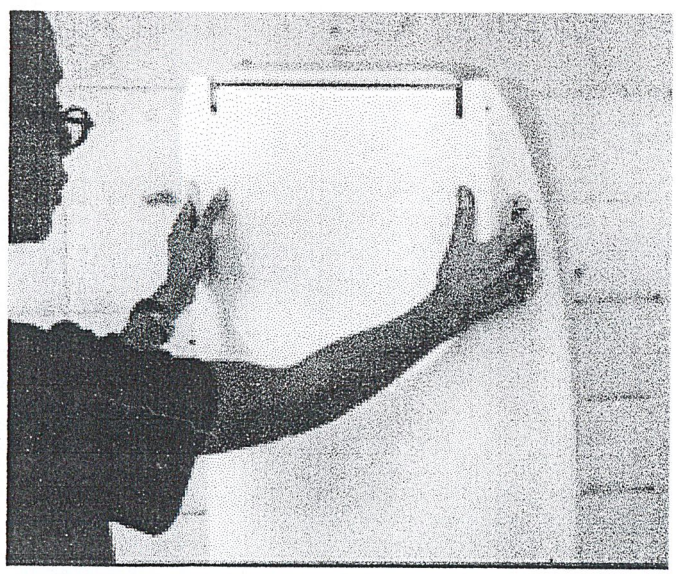
ภาพที่ 4-46 แสดงการล็อคและปลดออกของที่ล็อคปากถุงดำ



ภาพที่ 4-47 แสดงการนำถุงดำออกทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



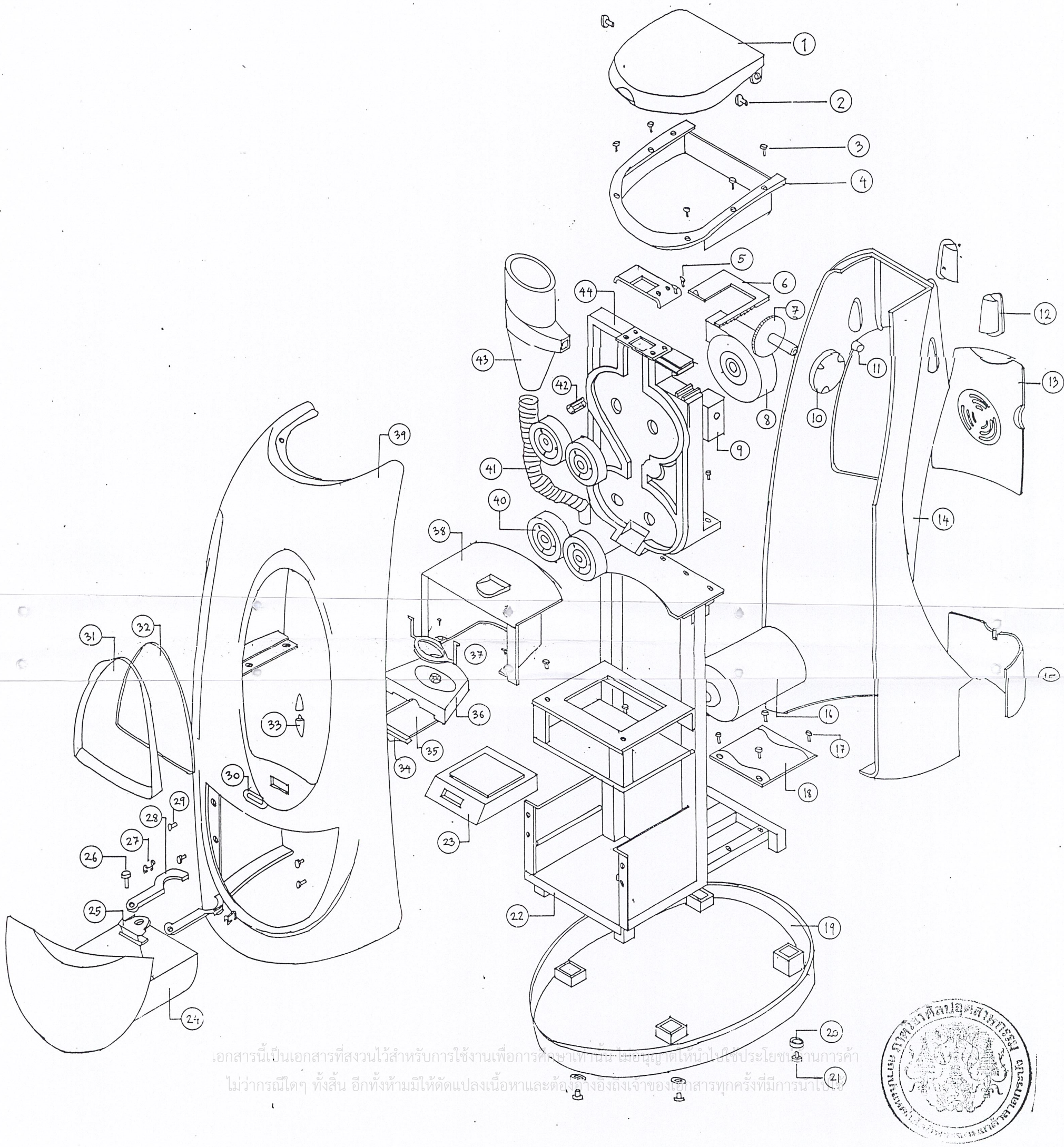


ภาพที่ 4-48 แสดงการยึดจับเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 แบบ WORKING DRAWING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM

KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ARCHUTECHTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :

MISS THANARAT NUPRASIT

ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

PART

NO.	Part Name	Quantity	Colour	Material	Process	Finishing	Remark
1.	TOP COVER	1	ORANGE YELLOW	PP	INJECTION	MATTED	
2.	JOINT A	2	MAROON	PP	INJECTION	GROSSY	
3.	NUT	6	"	"	"	"	"
4.	HOPPER	1	SILVER	ABS	INJECTION	MATTED	STP
5.	SCREW	4	"	"	"	"	"
6.	OPEN SHEET	1	"	"	"	"	STP
7.	GEAR	1	ORANGE YELLOW	ABS	INJECTION	MATTED	"
8.	BLOWER	1	ORANGE YELLOW	PP	INJECTION	MATTED	"
9.	SWITCH BOX	1	ORANGE YELLOW	ALUMINIUM	CASTING	"	STP
10.	OPEN BUTTON	1	"	"	"	GROSSY	STP
11.	ON-OFF BUTTON	1	MAROON	PP	INJECTION	GROSSY	"
12.	HOLDER	2	MAROON	PP	INJECTION	GROSSY	"
13.	MACHINE COVER	1	ORANGE YELLOW	PP	INJECTION	GROSSY	"
14.	BACK DOOR	1	CREAM	FIBER GLASS	COMPRESSION	JELLCOAT	"
15.	MOTOR COVER	1	CREAM	FIBERGLASS	COMPRESSION	JELLCOAT	"
16.	MOTOR	1	CREAM	PP	INJECTION	"	STP
17.	NUT & BOLT	4	"	"	"	"	STP
18.	MOTOR BASE	4	"	"	"	"	STP
19.	BASE	4	"	"	"	"	STP
20.	FOOTING	4	MAROON	FIBER GLASS	COMPRESSION	JELLCOAT	STP
21.	NUT & BOLT	4	BLACK	PVC	INJECTION	MATTED	"
22.	STRUCTURE	1	"	"	"	"	"
23.	DIGITAL BALANCE	1	ORANGE YELLOW	HDPE	INJECTION	MATTED	STP
24.	HUSK RECEIVER	1	"	"	"	"	"
25.	PEG JOINT	1	CREAM	PP	INJECTION	MATTED	STP
26.	JOINT B	1	ORANGE YELLOW	PP	INJECTION	GROSSY	"
27.	SNUFFER	1	MAROON	PP	INJECTION	GROSSY	"
28.	BAG LOCKER	2	CHROME	STAINLESS	EXTRUDE	GROSSY	"
29.	SCREW	4	"	"	"	"	"
30.	DIGITAL COVER	1	"	"	INJECTION	"	STP
31.	COVER	1	ORANGE YELLOW	PP	INJECTION	GROSSY	"
32.	ELASTIC	1	"	PS	INJECTION	GROSSY	"
33.	HINGE	1	ORANGE YELLOW	PVC	"	"	"
34.	HANDLE	1	MAROON	PP	INJECTION	GROSSY	"
35.	RICE RAY	1	MAROON	PP	INJECTION	GROSSY	"
36.	RICE TRAY BACK	1	SILVER	ALUMINIUM	PUMP	"	"
37.	BAG HOLDER	1	ORANGE YELLOW	PP	INJECTION	GROSSY	"
38.	RICE BOX	1	CHROME	STAINLESS	PUNCH	GROSSY	"
39.	FRONT BODY	1	CREAM	HDPE	INJECTION	MATTED	"
40	RUBBER ROLLER	4	CREAM	FIBERGLASS	COMPRESSION	JELLCOAT	"
41.	ELASTIC PIPE	1	BROWN	"	"	"	STP
42.	FEEDER	1	GRAY	PVC	PUNCH	"	"
43.	BLOWER	1	NATURAL	STAINLESS	PUNCH	GROSSY	"
44.	HUSKER MACHINE	1	GRAY	ABS	PUNCH	MATTED	"
			CREAM	HDPE	INJECTION	MATTED	"

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM

KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ARCHUTECHTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

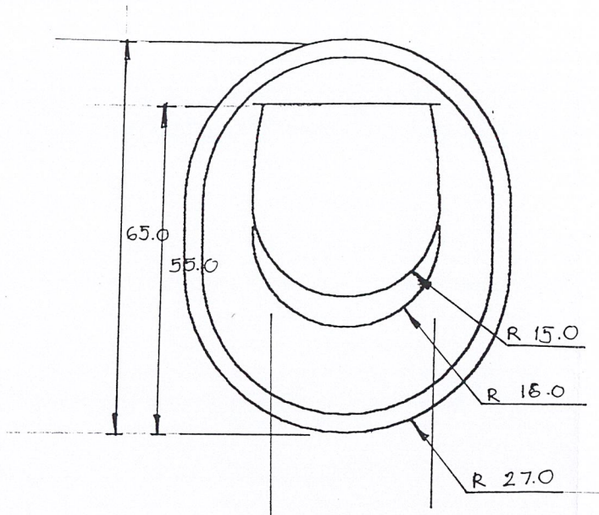
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :

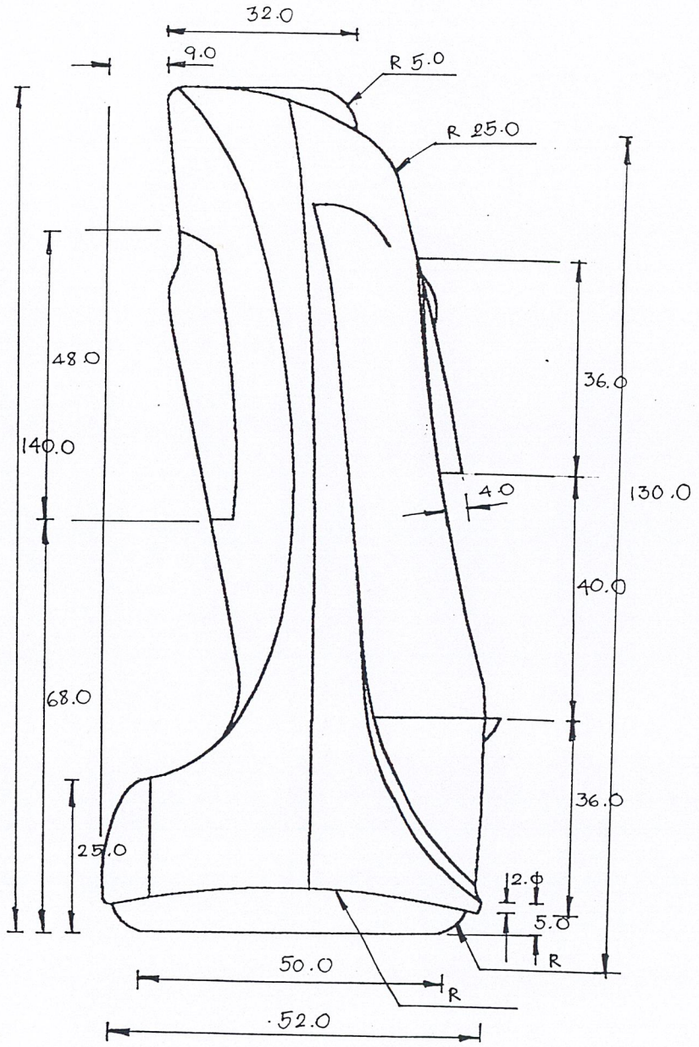
MISS THANARAT NUPRASIT

ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

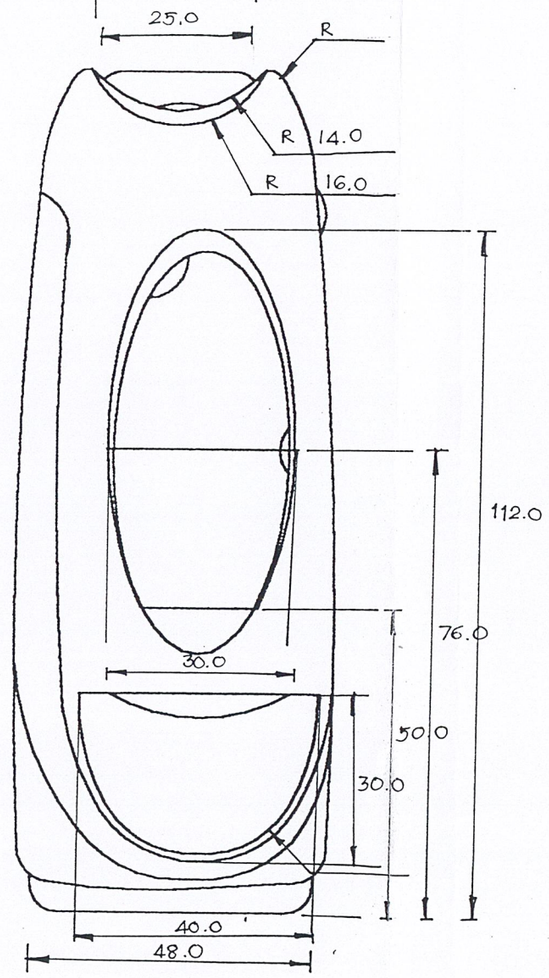
PART

TOP V.

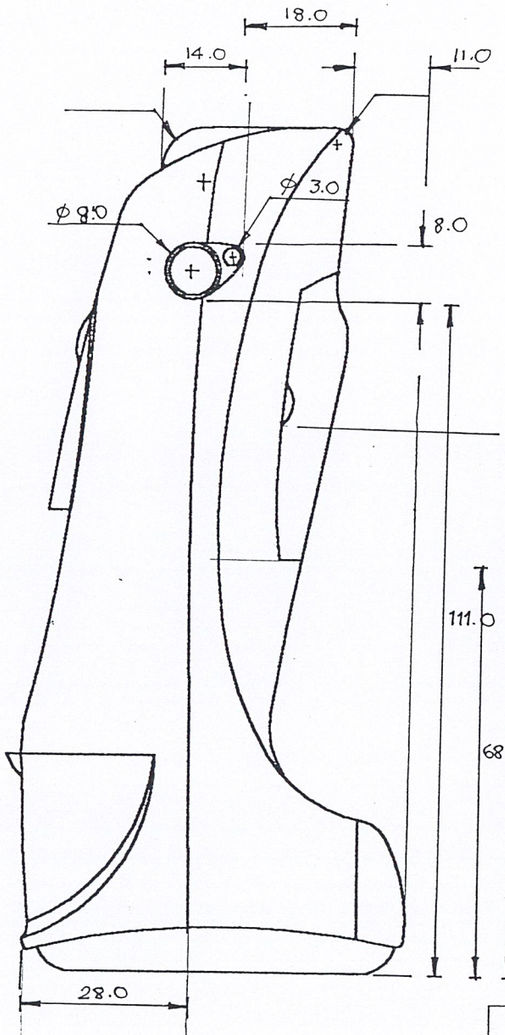




LEFT SIDE V.

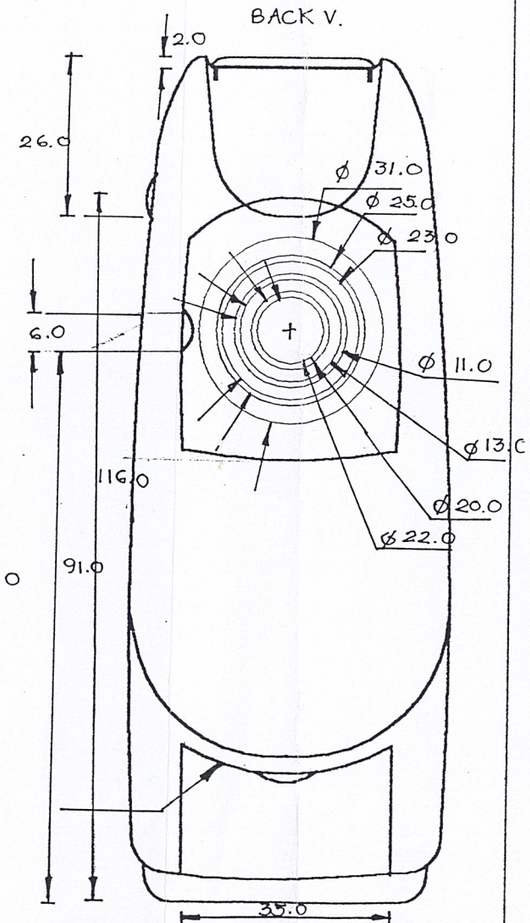


FRONT V.



RIGHT SIDE V.

BACK V.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM

KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ARCHUTECHTURE

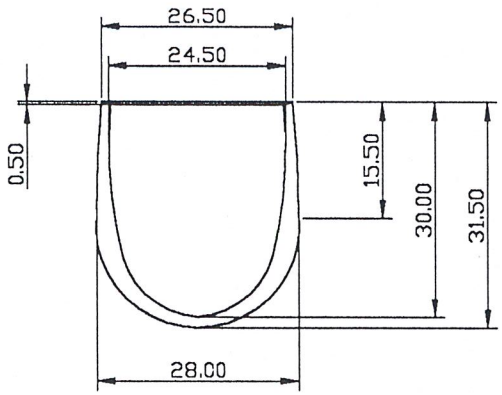
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :

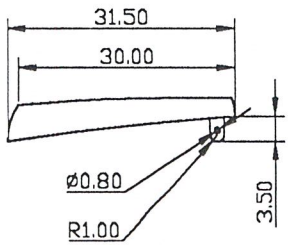
PART

MISS THANARAT NUPRASIT

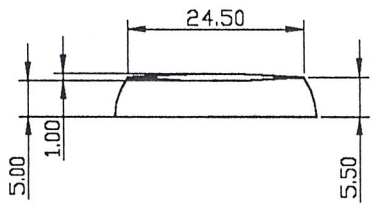
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA



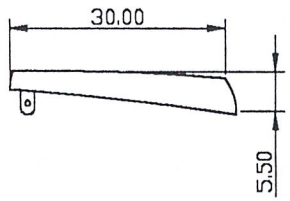
TOP VIEW



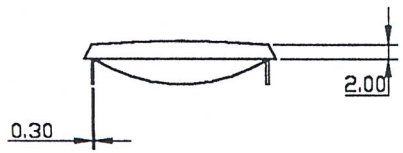
LEFT SIDE VIEW



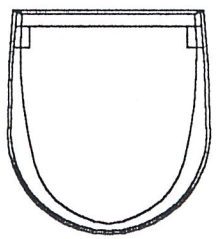
FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



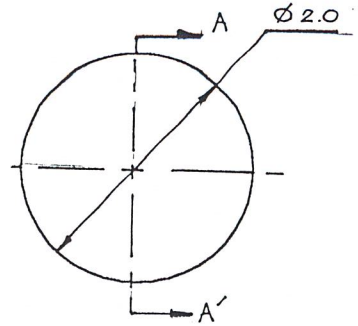
BACK VIEW



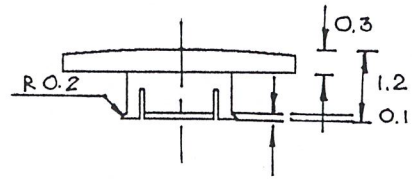
BOTTOM VIEW

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM
KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ARCHUTECHTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :
MISS THANARAT NUPRASIT
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

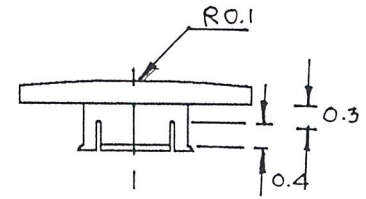
PART



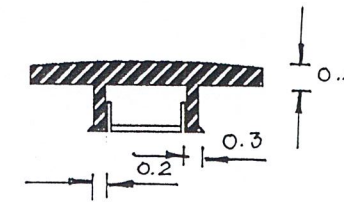
TOP VIEW



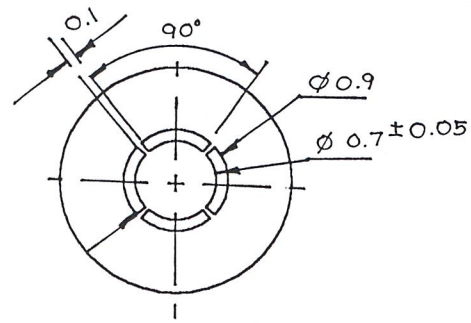
FRONT V.



RIGHT SIDE V.



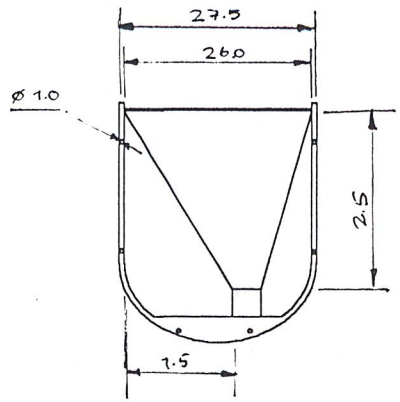
SECTION A-A´



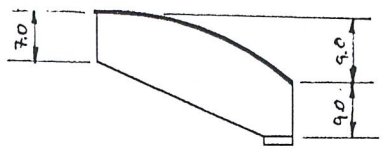
BOTTOM V.

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM
KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ARCHUTECHTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :
MISS THANARAT NUPRASIT
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

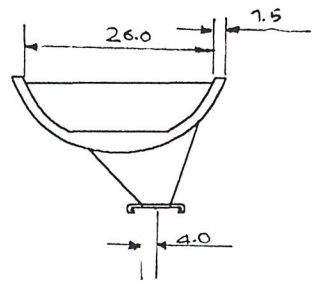
PART



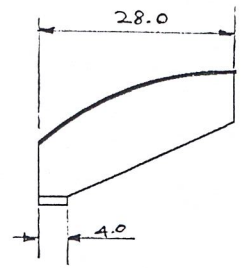
TOP VIEW



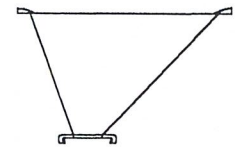
LEFT- SIDE VIEW



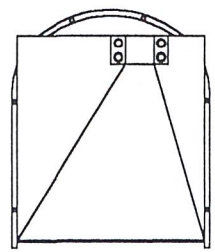
FRONT VIEW



RIGHT-SIDE VIEW



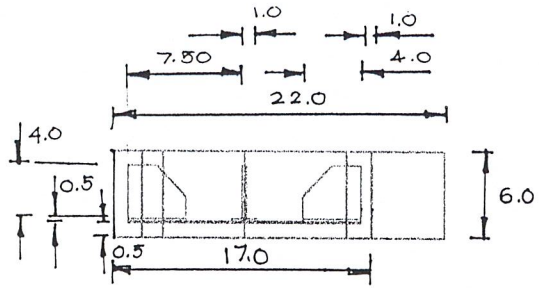
BACK VIEW



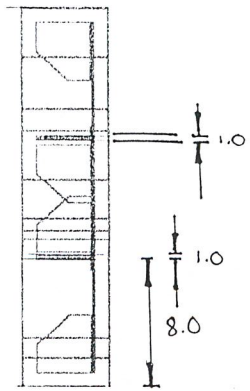
BOTTOM VIEW

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM
KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ARCHUTECHTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :
MISS THANARAT NUPRASIT
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

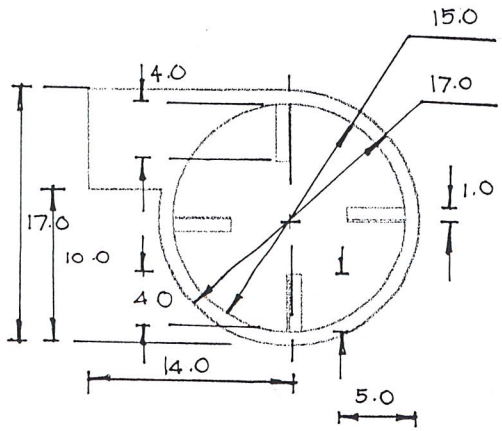
PART



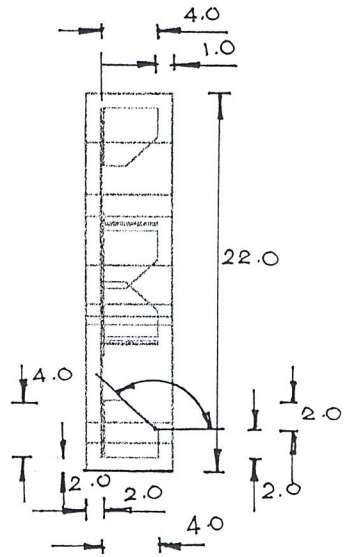
TOP V.



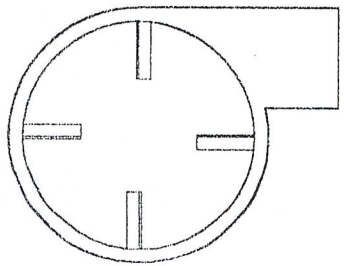
LEFT SIDE V.



FRONT V.



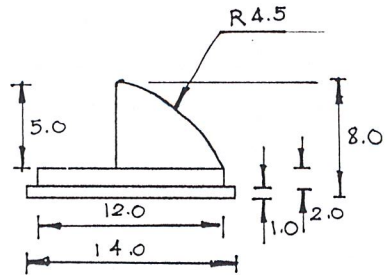
RIGHT SIDE V.



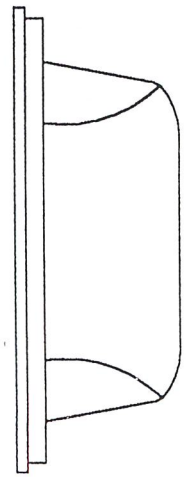
BACK V.

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM
KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ARCHUTECHTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
2542 TERM 2、 UNIT : MM SCALE 1 : 5
MISS THANARAT NUPRASIT
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

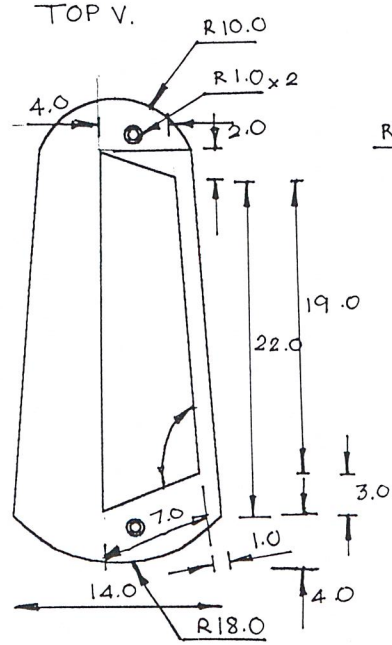
PART



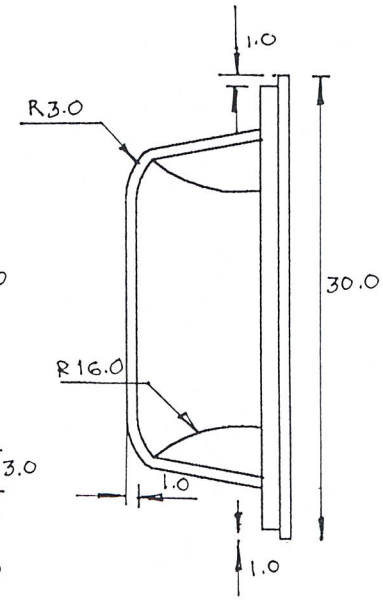
TOP V.



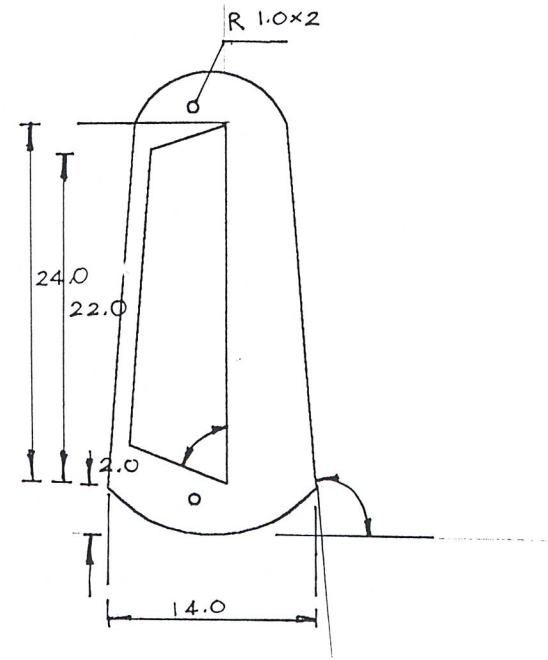
LEFT SIDE V.



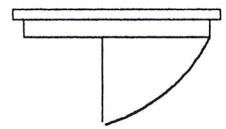
FRONT V.



RIGHT SIDE V.



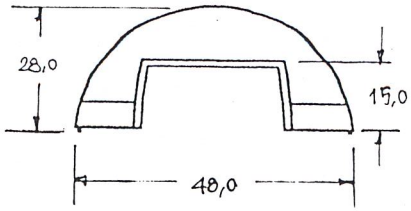
BACK V.



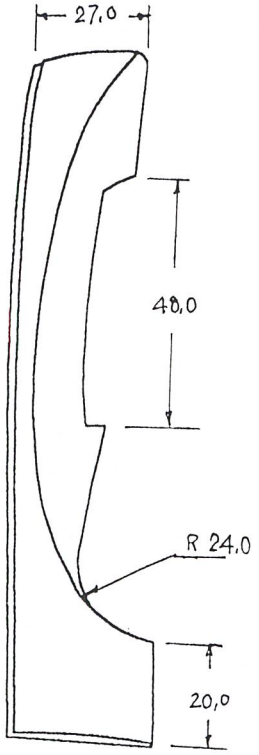
BOTTOM V.

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM
KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ARCHUTECHTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 : 5
MISS THANARAT NUPRASIT
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

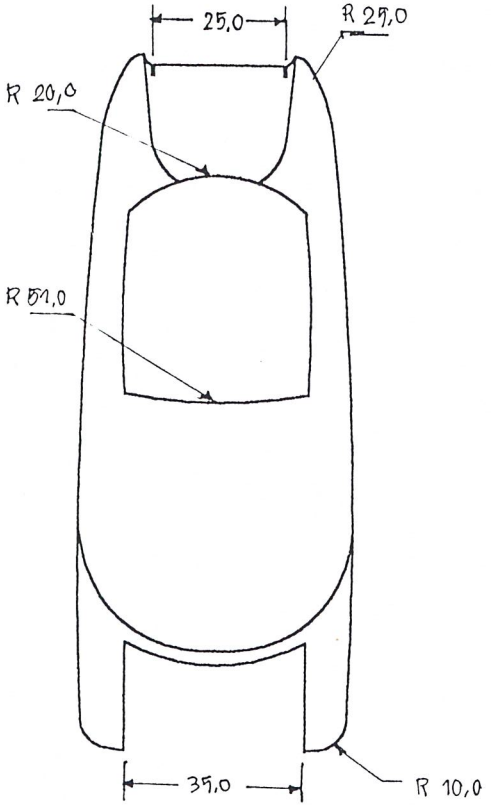
PART



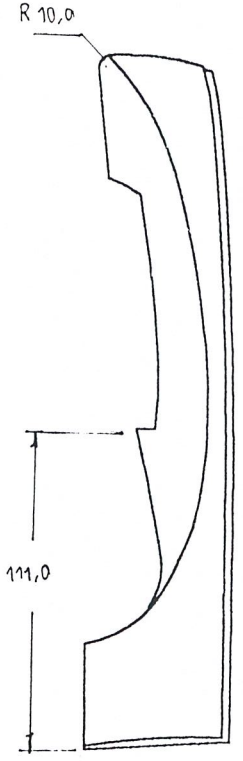
TOP VIEW



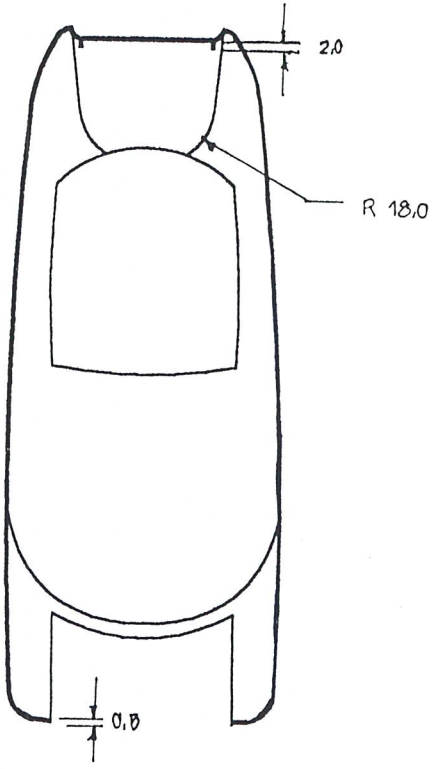
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW



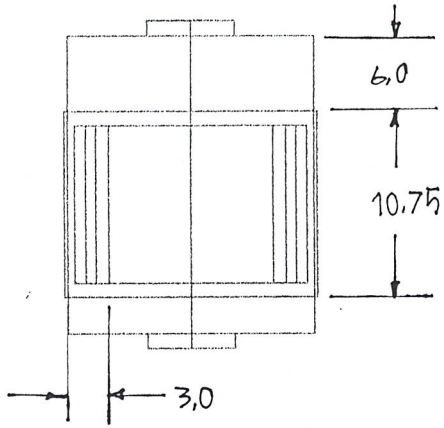
RIGHT SIDE VIEW



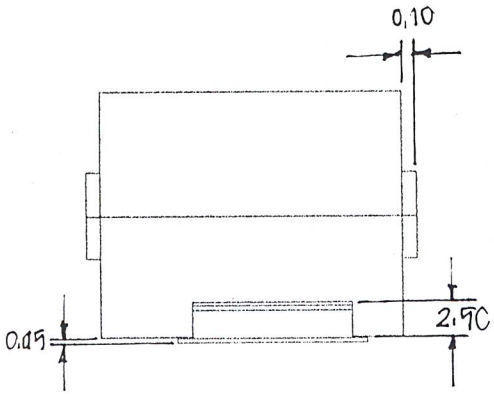
BACK VIEW

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM
KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ARCHUTECHTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :
MISS THANARAT NUPRASIT
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

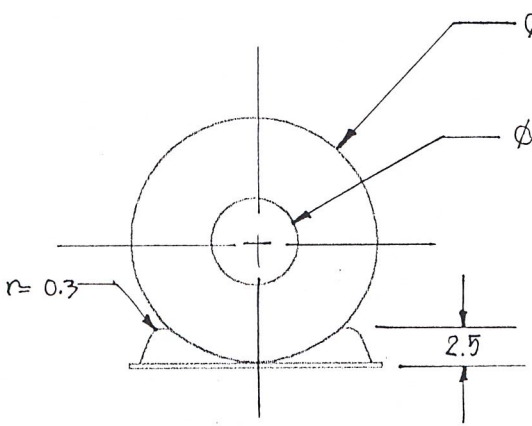
PART



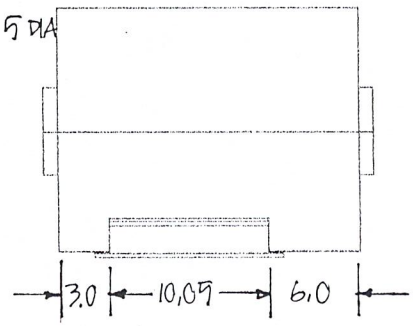
TOP VIEW



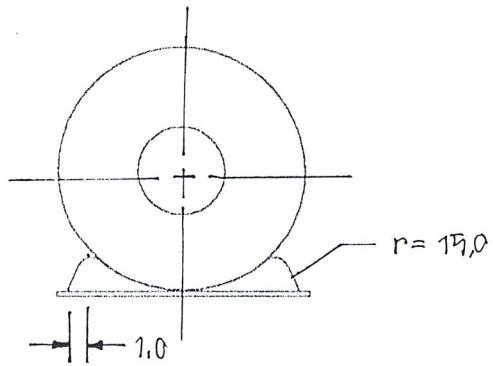
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW



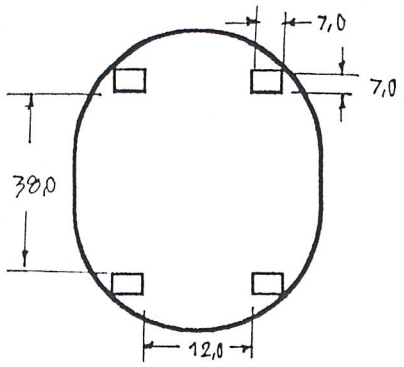
RIGHT SIDE VIEW



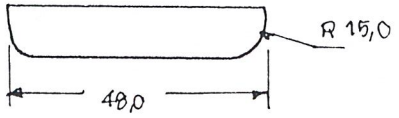
BACK VIEW

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM
KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ARCHUTECHTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
2542 TERM 2 'JNIT : MM SCALE 1 : 5
MISS THANARAT NUPRASIT
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

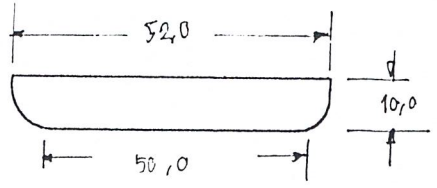
PART



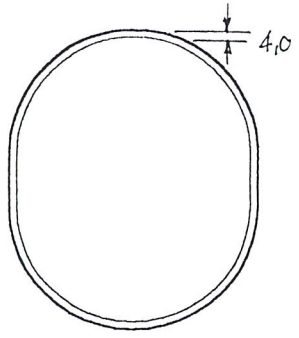
TOP VIEW



FRONT VIEW



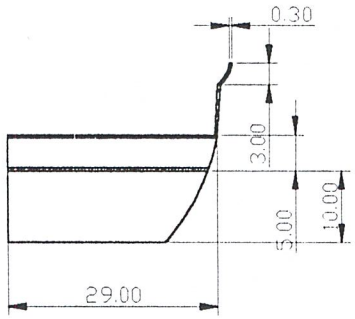
RIGHT SIDE VIEW



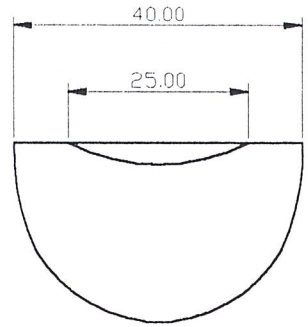
BOTTOM VIEW

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM
KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ARCHUTECHTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :
MISS THANARAT NUPRASIT
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

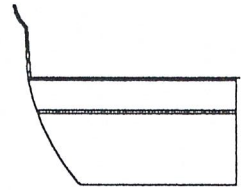
PART



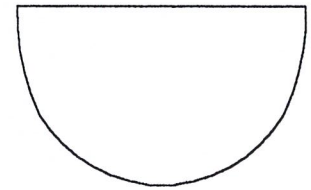
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM

KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ARCHUTECHTURE

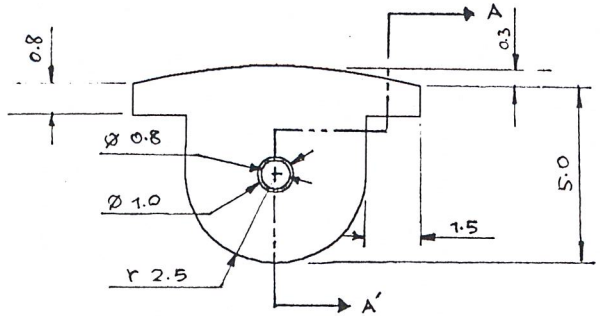
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

PART

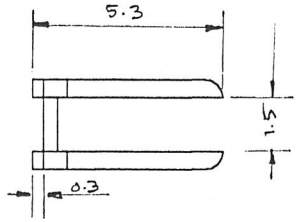
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :

MISS THANARAT NUPRASIT

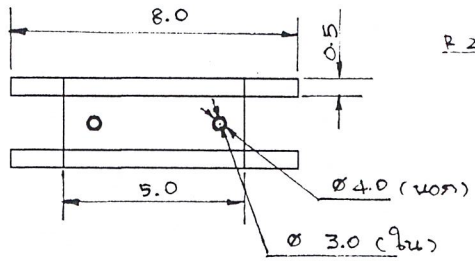
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA



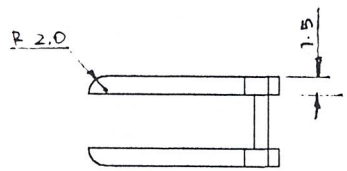
TOP VIEW



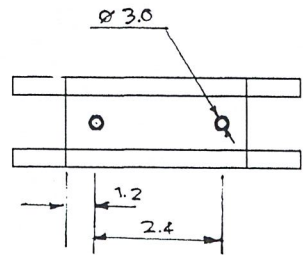
LEFT-SIDE VIEW



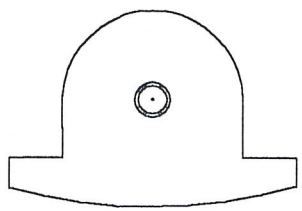
FRONT VIEW



RIGHT-SIDE VIEW



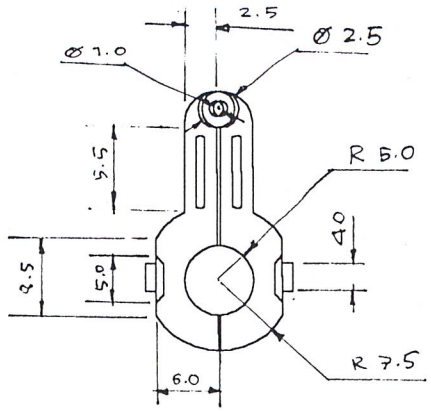
BACK VIEW

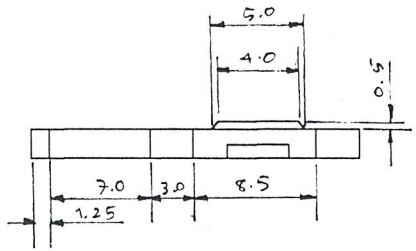


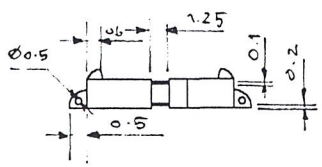
BOTTOM VIEW

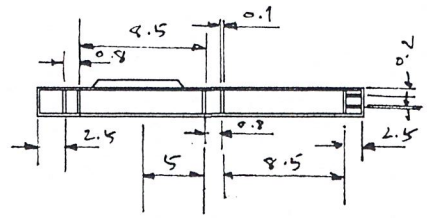
MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM
KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ARCHUTECHTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :
MISS THANARAT NUPRASIT
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

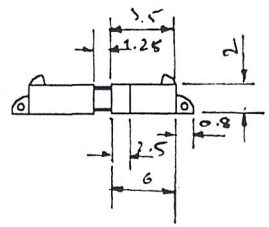
PART

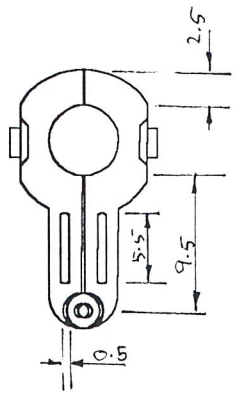












MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM

KINGMOI 'GKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ARCHUTECHTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

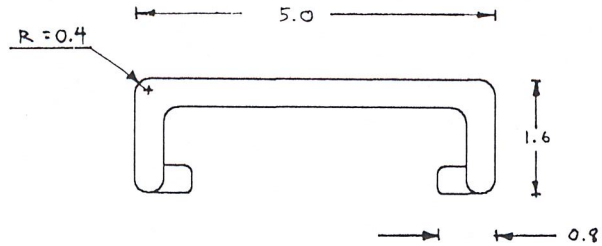
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :

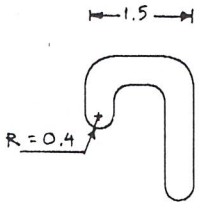
MISS THANARAT NUPRASIT

ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

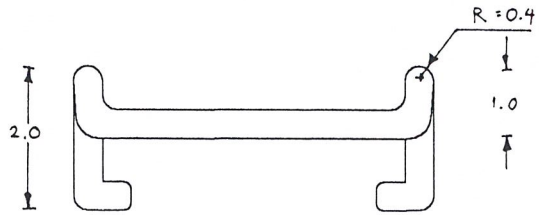
PART

TOP V.

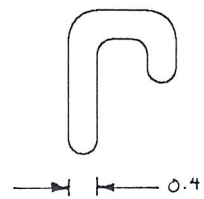




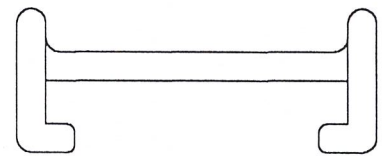
LEFT SIDE V.



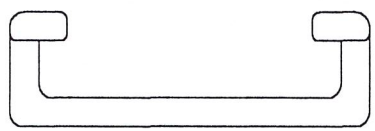
FRONT V.



RIGHT SIDE V.



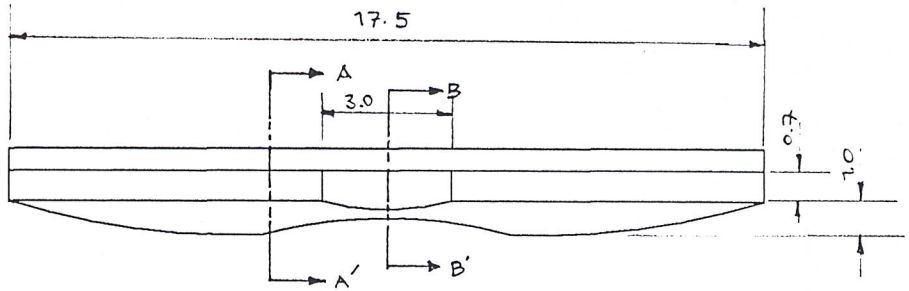
BACK V.



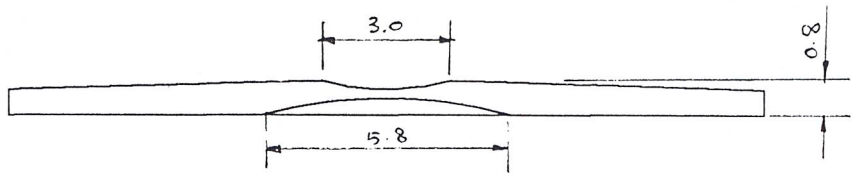
BOTTOM V.

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM
KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ARCHUTECHTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :
MISS THANARAT NUPRASIT
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

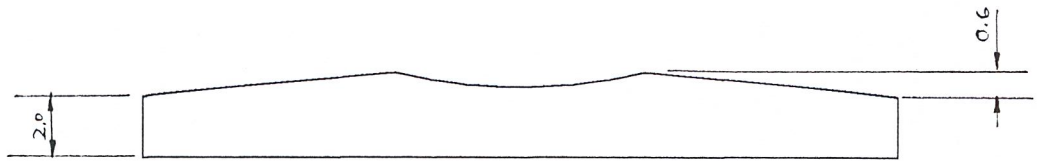
PART



TOP VIEW



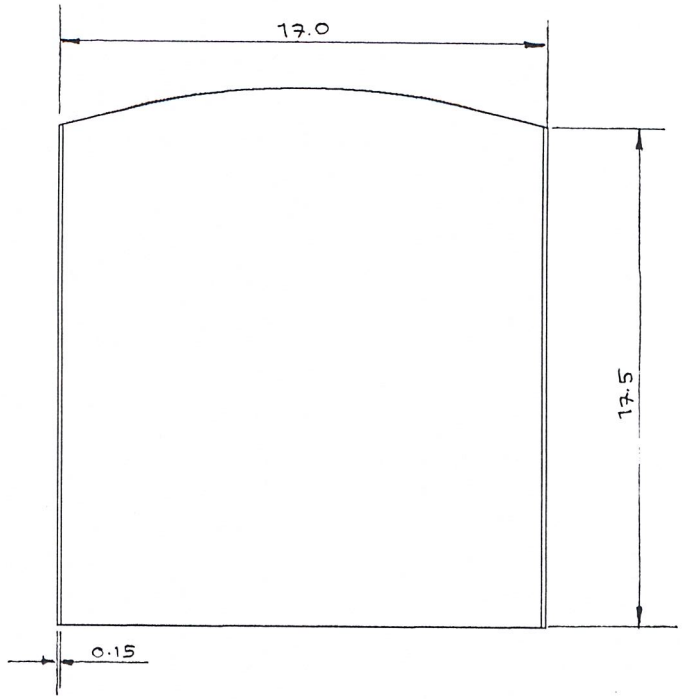
FRONT VIEW



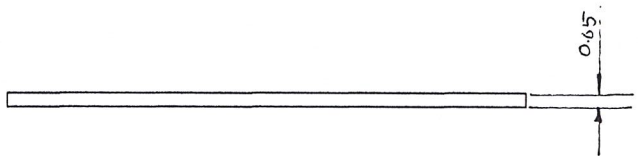
BOTTOM VIEW

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM
KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ARCHUTECHTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :
MISS THANARAT NUPRASIT
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

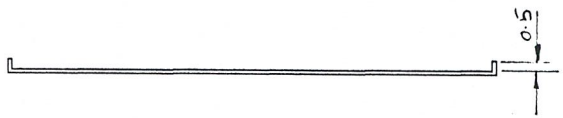
PART



TOP VIEW



LEFT- SIDE VIEW



FRONT

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM

KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ARCHUTECHTURE

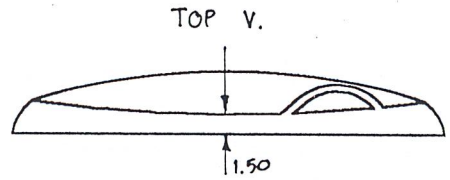
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

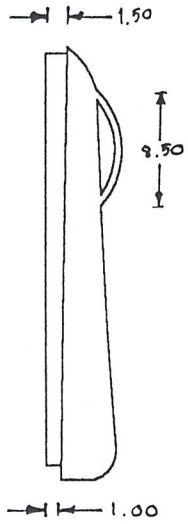
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :

MISS THANARAT NUPRASIT

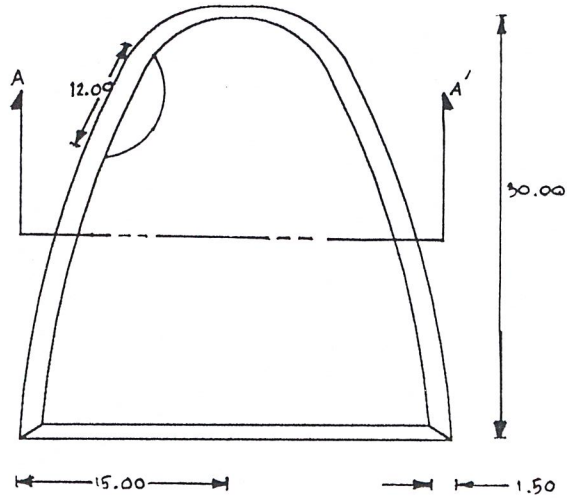
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

PART

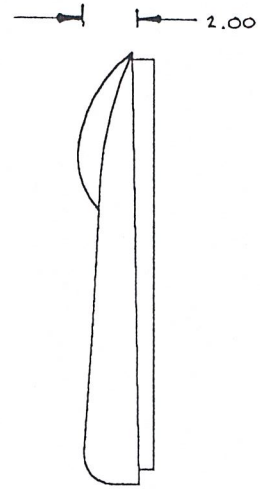




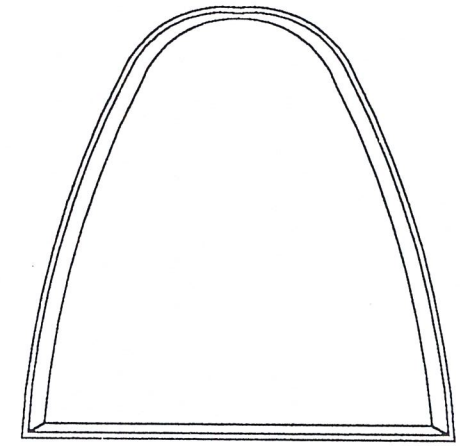
LEFT SIDE V.



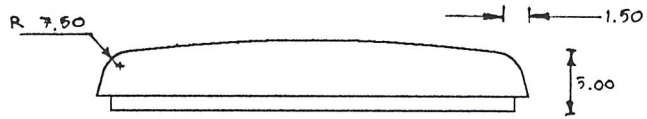
FRONT V.



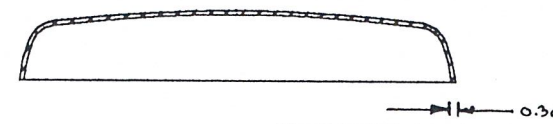
RIGHT SIDE V.



BACK V.



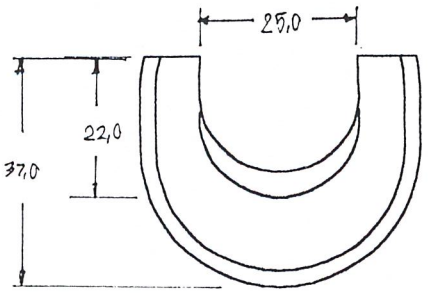
BOTTOM V.



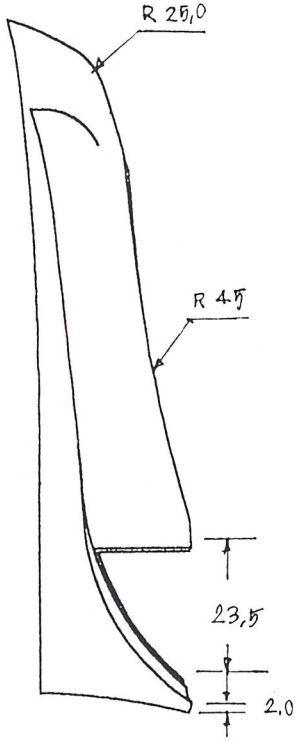
SEC

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM
KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ARCHUTECHTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :
MISS THANARAT NUPRASIT
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

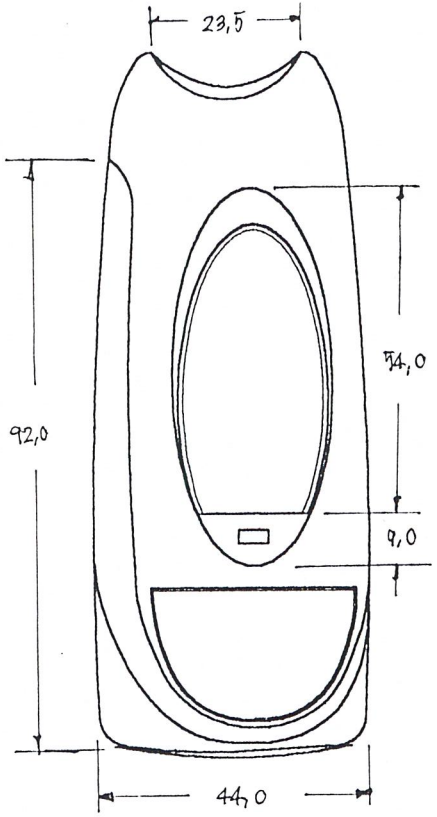
PART



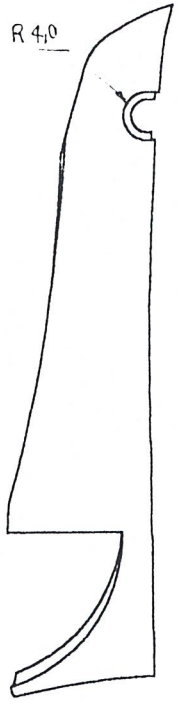
TOP VIEW



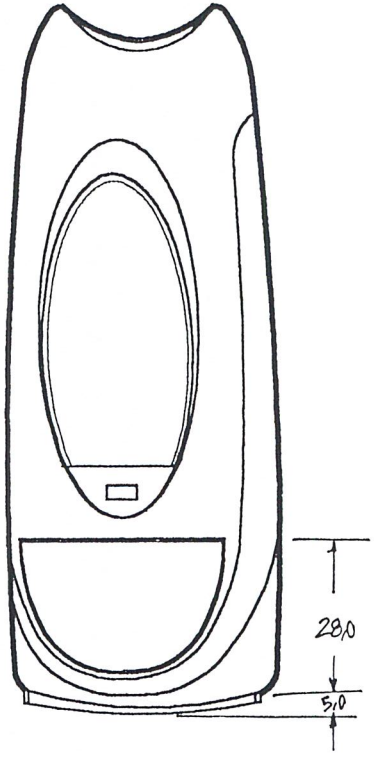
LIGHT SIDE VIEW



FRONT VIEW



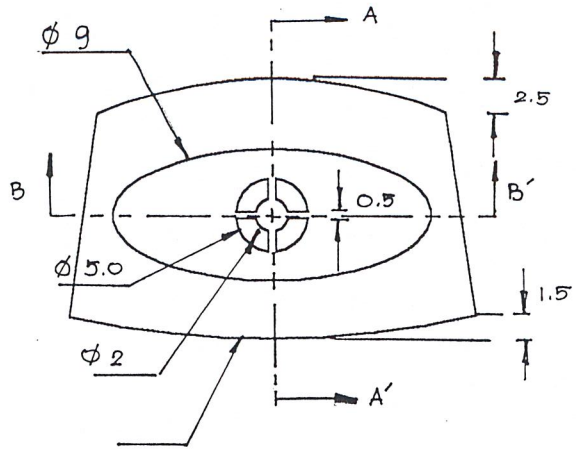
RIGHT SIDE VIEW



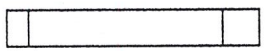
BACK VIEW

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM
KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ARCHUTECHTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :
MISS THANARAT NUPRASIT
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

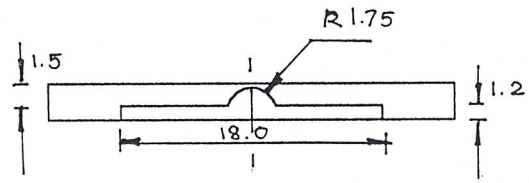
PART



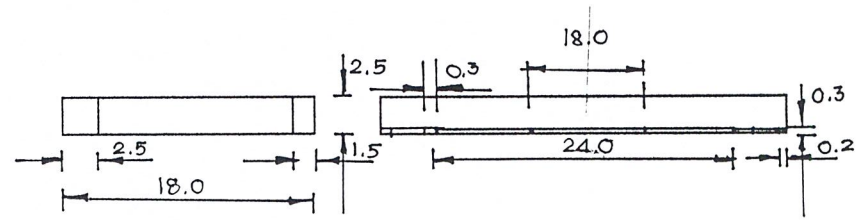
TOPV.



LEFT SIDE V.

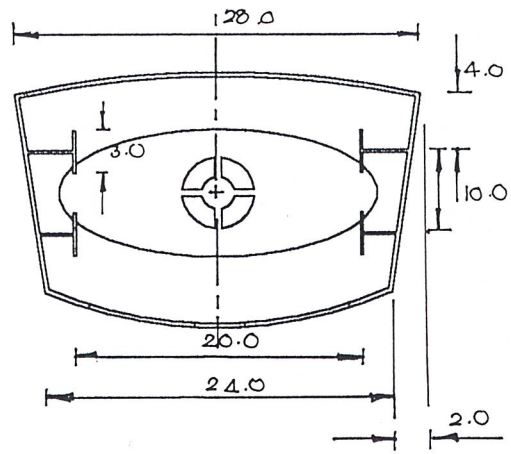


FRONT V.

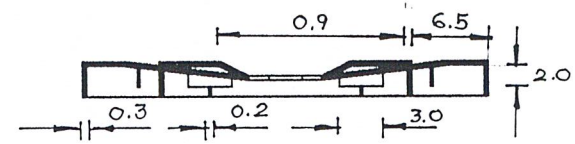


RIGHT SIDE V.

BACK V.



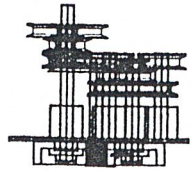
BOTTOM V.



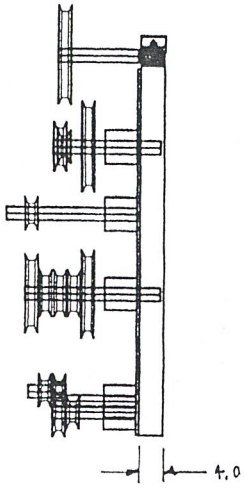
SECTION A-A'

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM
KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ARCHUTECHTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :
MISS THANARAT NUPRASIT
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

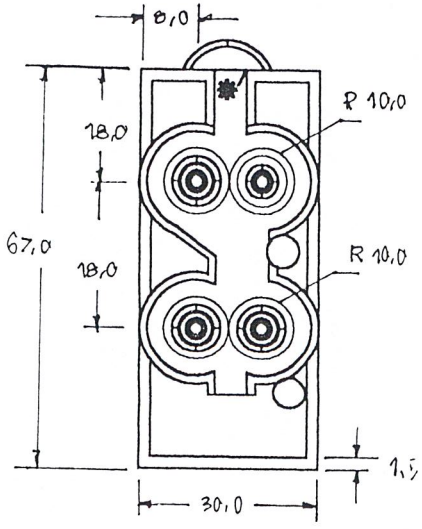
PART



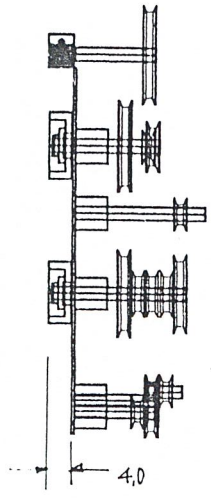
TOP VIEW



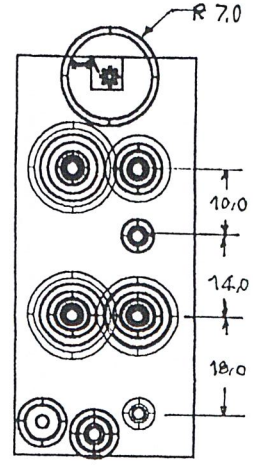
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW

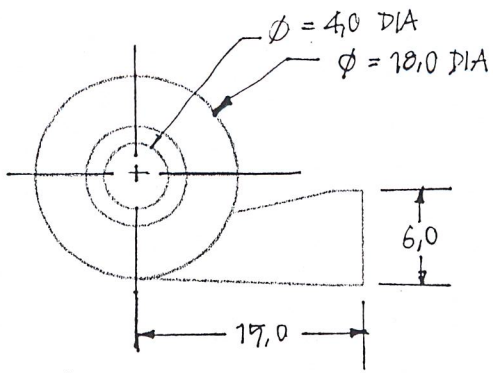


RIGHT SIDE VIEW

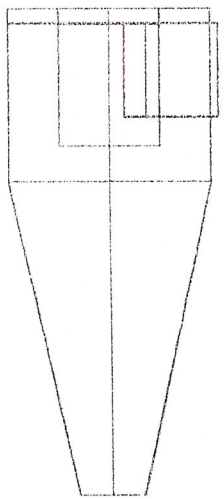


BACK VIEW

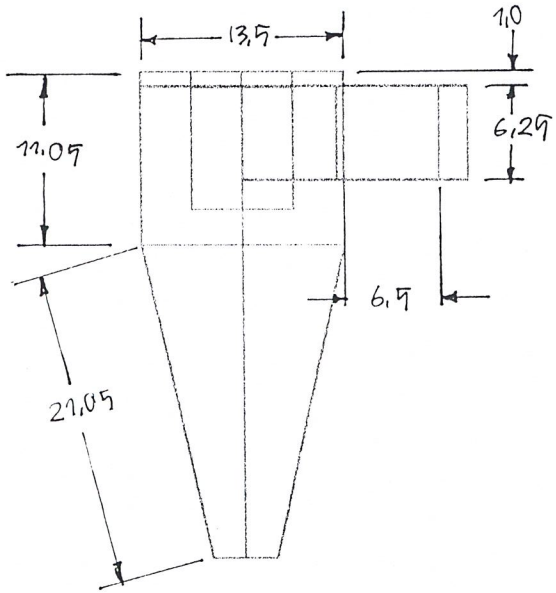
MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM
KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ARCHUTECHTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :
MISS THANARAT NUPRASIT
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA
PART



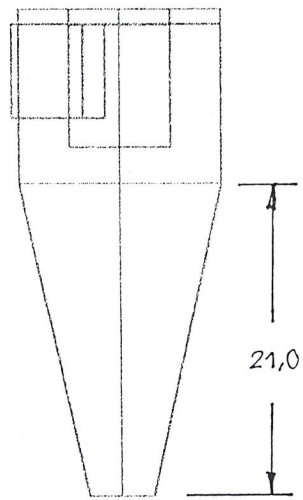
TOP VIEW



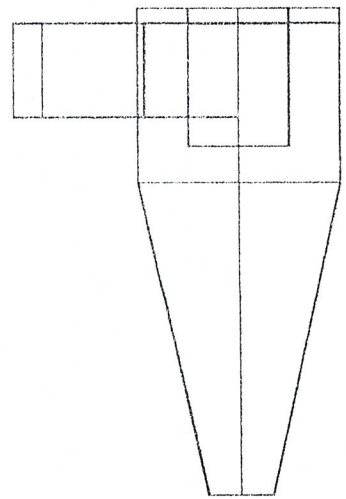
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW

MINI BROWND RICE HUSKER FOR LEMONFARM
KINGMONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ARCHUTECHTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
2542 TERM 2 UNIT : MM SCALE 1 :
MISS THANARAT NUPRASIT
ADVICER MR. BANJERD EMMEDTA

PART

บทที่ 5 บทสรุปการออกแบบและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 สรุปการออกแบบและข้อเสนอแนะของนักศึกษา

ออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง 2 ชุดเพื่อใช้ในการขายข้าวกล้องในร้านเลมอฟาร์มเป็นการเชื่อมโยงผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเข้าสู่สังคมเมืองประกอบกับเป็นการส่งเสริมให้คนหันมาบริโภคข้าวกล้องกันมากขึ้น ในการออกแบบได้นำเอาระบบเครื่องสีข้าวด้วยลูกยางกะเทาะ 2 ชุดมาดัดแปลงให้เหมาะสมกับเครื่องสรุปได้ดังนี้

- ส่วนรองรับข้าวเปลือกทางด้านบนสุดของตัวเครื่อง
- โครงสร้างเครื่องภายใน
- ส่วนรองรับข้าวกล้องโดยการใช้ถุงซิบ
- ส่วนรองรับแกลบ
- ส่วนห่อหุ้มภายนอก

โดยการออกแบบได้คำนึงถึงความสะดวกในด้านต่างๆให้เหมาะสมในการใช้เป็นเครื่องข้าวเพื่อการขายและสร้างภาพลักษณ์ให้เป็นมิตร กลมกลืนกับร้านเลมอนฟาร์มซึ่งเป็นที่รู้จักทางด้านการขายสินค้าที่ดีต่อสุขภาพแต่ในการออกแบบ graphic on product ไม่ได้ใช้ logo ของทางร้านเนื่องจากต้องการให้สามารถนำไปวางยังสถานที่อื่นๆได้ นับเป็นโครงการเสนอแนะที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคตอันใกล้

ข้อเสนอแนะ

หวังให้คนไทยภูมิใจและเล็งเห็นคุณค่าของสิ่งประดิษฐ์และภูมิปัญญาของคนไทย สร้างสรรค์ผลงานให้มีคุณค่าและเป็นที่รู้จักกันแพร่หลายกันมากขึ้น และขอเสนอแนะว่าการออกแบบ ไม่มีสิ่งที่ผิด อยู่ที่การนำมาทำให้เกิดความเหมาะสมกับบุคคล เวลา และสถานที่ การทำงานต้องอาศัยความตั้งใจสูงและการวางแผนที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 สรุปการออกแบบและข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

การออกแบบรูปลักษณ์ภายนอกสื่อถึงความเป็นเครื่องสีข้าวกล้องได้ดีแต่ การออกแบบ graphic ยังไม่สื่อชัดเจนถึงหน่วยงานต้นสังกัด ส่วนที่มองการทำงานของเครื่องที่ทำเป็นส่วนใสยังน้อยไป ส่วนบรรจุข้าวเปลือกที่อยู่บนสุดของตัวเครื่องมีฝาปิดอาจทำให้มองไม่เห็นเมื่อข้าวเปลือกใกล้หมดควรออกแบบให้มีส่วนใสมองเห็นชัดเจน ส่วนรองรับข้าวกล้องที่เป็นที่ล็อคถุงชิบดูไม่แข็งแรงและพื้นที่ในการรองรับแกลบน้อยเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- Bienenido O Juliano, " Rice Chemistry and Technology ", The American Association of Cereal Chemists,Inc. St. Paul, Minnesota, USA, 1989
- E.V.Araullo, D.B. de Padva, and Michal Graham. " Rice Postharvest Technology, International development Research Center , Singapore,1760
- กรศิลป์ เก่งเบตรกิจ ,ลัดาพร สายแสงจันทร์, สุชาติศรีไวพจน์, " เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก " ปริญญานิพนธ์ สาขาวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2541
- สถาพร เขียววิมล, " รายงานผลวิจัย และออกแบบเครื่องสีข้าวขนาดเล็กเคลื่อนที่ ", ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2527
- ปานมนัส ศิริสมบูรณ์, ๑วิศวกรรมการขนถ่ายวัสดุ เล่ม 2 " (IA 315 Material Handing Engineering) ว.ศ. สจล 146 ภาควิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ลาดกระบัง ,2540
- มานพ ตันตระบัณฑิตย์, พรวิจิตร ประทุมทอง "กรรมวิธีการผลิต " สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย –ญี่ปุ่น) บริษัท ประชาชน จำกัด ,กรุงเทพ ,2540
- ร.ศ. บรรเลง ศรนิล " เทคโนโลยีพลาสติก "สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น) บริษัท ประชาชน จำกัด ,กรุงเทพ ,2540
- พิชิต ศรีสัตสุข, สมหมาย วิริยาภูร, สง่า ลู่ชัยชนะ " เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก" ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- ชาญ มงคล, "ข้าว ",หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู กรุงเทพ ฯ,2536
- สุพจน์ แจ้งเร็ว , " ข้าวกับวัฒนธรรมการเปลี่ยนแปลง ", เอี่ยมทองดี –บรรณาธิการ มติชน , 2538
- กรมวิชาการเกษตร ," ข้าวพันธ์ดี ", กองแผนงาน กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพ,2527
- จำเนียร ศุกดิ์สภาพชน, ชัยชนะ แผ้วพิมพา,ประยุทธ ทอสว่างวงศ์" เครื่องดูดและส่งเมล็ดพันธ์พืชทางการเกษตรแบบใช้ลม ", ปพ.พระนครเหนือ ,2531
- กองเกษตรวิศวกรรม " เครื่องจักกลเกษตร 2536 " กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ ,2536
- เบญจมาศ ศิริภัทร " การตรวจสอบและเก็บรักษาคุณภาพข้าว " โครงการข้าว ฝ่ายฝึกอบรม สถานบันอบรมสหกรณ์การเกษตรแห่งชาติ,2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เทพฤทธิ์ เทวกุล " เทคโนโลยีกับเกษตรกรรม "พระนคร โรงพิมพ์ ส่งเสริมอาชีพ,2511
- สวัสดิ์ วีระเดช " ข้าวเมืองไทย "
- ไพศาล พงศ์พจน์เกษม " หลักการทำงานและซ่อมบำรุงมอเตอร์ไฟฟ้า " บ. เอช เอ็น กรุ๊ป จำกัด ,2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัตินักศึกษา

นางสาว ธนารัตน์ หนูประสิทธิ์ เกิดวันที่ 1 เมษายน 2520 ปัจจุบันอยู่บ้านเลขที่ 206 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพ 10400

ประวัติการศึกษา

2526-2531 ประถมศึกษา ร.ร. เบญจมบพิตร

2532-2537 มัธยมศึกษา ร.ร.สตรีวิทยา

2538-2542 ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้