37

โครงการวิจัย

เรื่อง

เครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์ (Miller Utility Machine)

ลงทะเบียนวันที่ 13 พ.ย. 2549
เลขทะเบียน 059456
เลขหมู่ S
อา
หัวเรื่อง

โดย

หัหน้าโครงการ
นายสญชัย เข็มเจริญ
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

ผู้ร่วมวิจัย
นายประจักษ์ อ่างบุญตา
ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
งบประมาณประจำปี 2548

ชื่อโครงการวิจัย : เครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์ (Miller Utility Machine)
ชื่อนักวิจัย : นายสญชัย เข็มเจริญ ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8
นายประจักษ์ อ่างบุญตา ตำแหน่ง อาจารย์ ระดับ 7
ประจำปีงบประมาณ : 2548

บทคัดย่อ

เครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์ เป็นเครื่องจักรแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรที่ได้รับการพัฒนาจากเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสะเดา อีกทั้งยังต้องการให้เครื่องสีอเนกประสงค์ที่สามารถนำมาใช้งานได้กับเมล็ดพืชหลาย ๆ ชนิด ในอัตราการผลิตที่เหมาะสม

วิธีการดำเนินงานในการจัดทำโครงการได้แบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้ คือ ขั้นตอนการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง สรุปปัญหาของเครื่องกะเทาะเมล็ดสะเดา การออกแบบเครื่องสีอเนกประสงค์ การศึกษาวัสดุที่เหมาะสม การสร้างเครื่องสีอเนกประสงค์ สรุปผลการศึกษาเครื่องสีอเนกประสงค์ ในขั้นตอนสุดท้ายเป็นการวิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงาน ในขั้นตอนการทดลองสรุปผลการศึกษาเครื่องสีอเนกประสงค์ได้ทำการศึกษาหาความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อการสีโดยศึกษาความเร็วรอบในช่วง 200 - 1000 รอบต่อนาที ศึกษาลักษณะหน้าจานสีที่มีความเหมาะสมต่อการสี 3 ลักษณะ คือ หน้าจานแบบเรียบทั้ง 2 ด้าน , หน้าจานแบบเว้าและนูนรับกัน และหน้าจานแบบเว้าและเรียบคู่กัน นอกจากนี้ยังศึกษาการสีเมล็ดถั่ว 3 ชนิดคือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการสี อัตราการผลิตและประสิทธิภาพของเครื่องสีอเนกประสงค์ด้วย

ผลที่ได้รับจากโครงการการพัฒนา ออกแบบและจัดสร้างเครื่องสีอเนกประสงค์ คือ สามารถสร้างเครื่องสีอเนกประสงค์ได้ตามจุดประสงค์และขอบเขตที่วางเอาไว้ โดยเครื่องสีอเนกประสงค์เลือกใช้วัสดุทำหน้าจานคือ หิน เพราะมีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุทำหน้าจานพบว่า หินมีการสึกหรอต่ำมาก อายุการใช้งานสูง อีกทั้งยังสามารถขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรได้ และที่สำคัญที่สุดคือไม่เป็นพิษต่ออาหารนั้นเอง

ความเร็วรอบที่มีความเหมาะสมต่อการสีอยู่ในช่วง 200 – 400 รอบต่อนาที ลักษณะหน้าจานสีแบบเว้าและนูนรับกันมีความเหมาะสมต่อการสีมากที่สุด จากการทดลองสีเปลือกถั่วทั้ง 3 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง ให้อัตราการผลิตที่ 56.07, 57.14 และ 40.27 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ มีประสิทธิภาพในการสีเท่ากับ 98.95, 97.56 และ 98.99 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักระหว่างสีเท่ากับ 2.33, 7.33 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Research Project : A Development Design and Creating an Universal Muller Machine

Name : Miller Utility Machine

Academic Year : 2005

Abstract

The Universal Muller Machine is a machine for apply an agricultural product. This machine is development from Neem Seed Muller Machine . It uses for apply an agricultural product concerning in family of nut to raise marketing value . This machine cans use with other seed crop and to appropriate in production rate .

The operating of this research project is separate on the step of study the theory , to make a précis of the Neem Seed Muller Machine , design , study a material to use in project , create the machine , study experiment of the Universal Muller Machine in working and in the last Analysis and to make a précis of study . In the experiment step is want to study the rotational speed in 200 – 1000 rpm . Study the characteristic of muller plate form in 3 form , a pair of smooth plate form , convex - concave plate from and concave – smooth plate form . Study the mullering 3 type of nut , soybean , mung bean and groungnut , its use for find the percentage weight loss in process , production rate and performance of this machine .

Result of this research project is creating an Universal Muller Machine in purpose and limit of this project . The universal muller machine has an appropriate in material plate form is rock because rock has high wear resistance , has a long life , has an easy to forming with the machine , has none toxicity . An appropriate in rotational speed in 200 – 400 rpm , an appropriate characteristic of muller plate form is convex and concave plate form . Experiment step has a production rate at 56.07, 57.14 and 40.27 Kg. / hr. , performance percentage at 98.95, 97.56 and 98.99% , percentage weight loss in process at 2.33, 7.33 and 1%

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานวิจัย เครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์ ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความร่วมมือร่วมจากภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ขอขอบคุณ บริษัท เทค เอ็นซี จำกัด ซึ่งเป็นผู้ดำเนินการจัดทำชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักร และขอขอบคุณ บุคลากรทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ทำให้โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ผู้ดำเนินงานวิจัยหวังว่างานวิจัยนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติต่อไป และขอ มอบคุณความดีที่เกิดจากโครงการนี้ ต่อมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
คำอธิบายสัญลักษณ์	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	4
1.4 ระเบียบวิธีการวิจัย	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญ	6
2.1 คำสำคัญ (Keywords) ของโครงการวิจัย	6
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.3 แนวคิด	7
2.4 ทฤษฎีที่สำคัญ	7
2.5 สรุป	26
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	27
3.1 แผนการดำเนินงาน	27
3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย	28
3.3 สรุป	35
บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน	36
4.1 ผลการดำเนินงาน	36
4.2 ผลการวิเคราะห์	36
4.3 การเปรียบเทียบผล	51
4.3 สรุป	52

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	53
5.1 สรุปผล	53
5.2 การอภิปรายผล	54
5.3 ข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	55
ภาคผนวก ก.	56
การคำนวณระบบต่าง ๆ ของเครื่อง	57
ภาคผนวก ข.	61
คู่มือการใช้เครื่องสีอเนกประสงค์และการบำรุงรักษา	62

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1-1 มวลรวมปริมาณการผลิตถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 - พ.ศ. 2544 2

ตารางที่ 1-2 สารอาหารของถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสง 2

ตารางที่ 1-3 ผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง 3

ตารางที่ 2-1 คุณสมบัติบางประการของพลาสติกในกลุ่มที่สนใจ 15

ตารางที่ 2-2 ข้อดีข้อเสียของระบบลำเลียงด้วยลม 19

ตารางที่ 2-3 ค่า Saturation , HP/ton , Pressure Factor และค่าความเร็วในการลำเลียง (v) 23

ตารางที่ 2-4 ค่าคงที่ของท่อเหล็กลำเลียง 24

ตารางที่ 3-1 แผนการดำเนินงานและการดำเนินงานจริงของโครงการ 27

ตารางที่ 3-2 แสดงผลเปรียบคุณสมบัติของวัสดุทำหน้าจานสีทั้ง 4 ชนิด 31

ตารางที่ 4-1 ผลการทดลองแกะเปลือกถั่วเหลืองด้วยมือโดยการเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก 36

ตารางที่ 4-2 ผลการทดลองแกะเปลือกถั่วเขียวด้วยมือโดยการเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก 37

ตารางที่ 4-3 ผลการทดลองแกะเปลือกถั่วลิสงด้วยมือโดยการเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก 37

ตารางที่ 4-4 ผลการทดลองสีเปลือกถั่วเหลืองที่ความเร็วรอบต่าง ๆ เพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อการสี 38

ตารางที่ 4-5 ผลการทดลองสีเปลือกถั่วเขียวที่ความเร็วรอบต่าง ๆ เพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อการสี 39

ตารางที่ 4-6 ผลการทดลองสีเปลือกถั่วลิสงที่ความเร็วรอบต่าง ๆ เพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อการสี 40

ตารางที่ 4-7 ผลการทดลองการสีเปลือกถั่วเหลืองที่ความเร็วรอบในช่วง 301-400 รอบต่อนาที พร้อมทั้งจับเวลาที่ใช้ในการสี เพื่อหาอัตราการผลิตของการสี 41

ตารางที่ 4-8 ผลการทดลองการสีเปลือกถั่วเขียวที่ความเร็วรอบในช่วง 201-300 รอบต่อนาที พร้อมทั้งจับเวลาที่ใช้ในการสี เพื่อหาอัตราการผลิตของการสี 42

ตารางที่ 4-9 ผลการทดลองการสีเปลือกถั่วลิสงที่ความเร็วรอบในช่วง 201-300 รอบต่อนาที พร้อมทั้งจับเวลาที่ใช้ในการสี เพื่อหาอัตราการผลิตของการ 43

ตารางที่ 4-10 ผลการทดลองการสีเปลือกถั่วเหลืองเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก เพื่อหาเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักระหว่างการสี 44

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4-11 ผลการทดลองการสีเปลือกถั่วเขียวเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก เพื่อหาเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักระหว่างการสี 45

ดารางที่ 4-12 ผลการทดลองการสีเปลือกถั่วลิสงเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก เพื่อหาเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักระหว่างการสี 46

ดารางที่ 4-13 การเปรียบเทียบผลการทดลองการสีเปลือกถั่วเหลืองด้วยเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์กับผลการแกะเปลือกถั่วเหลืองด้วยมือ เพื่อหาประสิทธิภาพในการสี 47

ดารางที่ 4-14 การเปรียบเทียบผลการทดลองการสีเปลือกถั่วเขียวด้วยเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์กับผลการแกะเปลือกถั่วเขียวด้วยมือ เพื่อหาประสิทธิภาพในการสี 48

ดารางที่ 4-15 การเปรียบเทียบผลการทดลองการสีเปลือกถั่วลิสงด้วยเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์กับผลการแกะเปลือกถั่วลิสงด้วยมือ เพื่อหาประสิทธิภาพในการสี 49

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1-1 แสดงแผนผังกระบวนการแปรรูปถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง 3

ภาพที่ 2-1 เส้นโค้งโหลด 10

ภาพที่ 2-2 แรงบิดความเร่ง 11

ภาพที่ 2-3 สาเหตุที่ทำให้มอเตอร์เสียหาย 12

ภาพที่ 2-4 วงจรหลักของอินเวอร์เตอร์ 13

ภาพที่ 2-5 ลักษณะสมบัติแรงบิดเริ่มเดินเครื่องกับความเร็วเมื่อเลือกใช้อินเวอร์เตอร์ 13

ภาพที่ 2-6 วัฏจักรของหินที่มีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับขั้น (ลูกศรเส้นเต็ม) และการเปลี่ยนแปลงข้ามขั้นตอน (ลูกศรเส้นประ) 16

ภาพที่ 2-7 ขั้นตอนการทำงานของระบบลำเลียงด้วยลม 18

ภาพที่ 2-8 อุปกรณ์ลำเลียงด้วยลมสุญญากาศ 20

ภาพที่ 2-9 ระบบความดันต่ำ 20

ภาพที่ 2-10 ระบบความดันปานกลาง 21

ภาพที่ 2-11 ระบบกึ่งสุญญากาศกึ่งความดัน 22

ภาพที่ 2-12 แนวทางการลำเลียงด้วยระบบลมช่วยลำเลียงด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก 22

ภาพที่ 3-1 ระบบคัดแยกเปลือกของเครื่องสีข้าว 29

ภาพที่ 3-2 ลักษณะของหน้าจานสีที่จะทำการศึกษา 30

ภาพที่ 3-3 ระบบปรับระยะหน้าจานสีที่ได้ทำการออกแบบ 32

ภาพที่ 3-4 ระบบคัดแยกเปลือกชั้นสลับขั้นแบบลมเป่า 32

ภาพที่ 3-5 แสดงระบบต่าง ๆ ของเครื่องสีอเนกประสงค์ 34

ภาพที่ 3-6 แสดงลักษณะของเครื่องเมื่อประกอบเสร็จ 34

ภาพที่ 4-1 แสดงกราฟเปรียบเทียบผลการสีเปลือกถั่วเหลือง 50

ภาพที่ 4-2 แสดงกราฟเปรียบเทียบผลการสีเปลือกถั่วเขียว 50

ภาพที่ 4-3 แสดงกราฟเปรียบเทียบผลการสีเปลือกถั่วลิสง 50

ภาพที่ ก-1 ลักษณะการรับแรงต่าง ๆ ของเพลาส่งกำลัง 60

ภาพที่ ข-1 ชุดควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ 62

ภาพที่ ข-2 แสดงหน้าจอใน Mode การปรับความเร็วรอบ 63

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ACFM	ปริมาณอากาศที่จุดป้อนวัสดุ (cfm)
f	ความถี่ของข้อมูล
FL	ปริมาณของอากาศที่รั่วไหล (cfm)
HP	พิกัดกำลังม้า (HP)
i	จำนวนข้อมูล
M	โมเมนต์แรงบิดของมอเตอร์ (N.m)
n	ความเร็วรอบ (rev/min)
OP	ความดันใช้งาน (psig)
P	พิกัดกำลังไฟฟ้าขาออก (kW)
PC	ค่าคงที่ของท่อ
Q	อัตราการขนถ่ายวัสดุ (Ton/hr.)
v	ความเร็วในการลำเลียง (ft/s)
VD	อัตราป้อนวัสดุต่อรอบ (ft^3/rev)
SCFM	ปริมาณอากาศที่ต้องการของระบบ (cfm)
$\bar{x}$	มัชฌิมเลขคณิต
ω	ความเร็วเชิงมุม (rad/s)
Σ	ผลบวกรวมของตัวเลข

บทที่ 1
บทนำ

การวิจัยสร้างเครื่องสีและโม่อเนกประสงค์ เป็นการวิจัยออกแบบสร้างเครื่อง เพื่อให้ได้เครื่องจักรเพื่อทดแทนการนำเข้า ราคาประหยัดและเป็นเครื่องจักรอเนกประสงค์ที่สามารถดัดแปลงหรือนำไปใช้กับพืชผลทางการเกษตรได้อย่างหลากหลาย อันเป็นการจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายต้นทุนการผลิตของเกษตรกร เมื่อผลผลิตมีคุณภาพและเป็นที่ต้องการของตลาดก็ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้สูงขึ้น ไม่ต้องอพยพทิ้งถิ่นฐานไปหางานทำในเมือง ปัญหาความยากจนก็จะหมดสิ้นไป ท้องถิ่นและชุมชนก็จะมีความเข้มแข็งมากขึ้นเพื่อเป็นการสนับสนุนนโยบายของรัฐบาลในการช่วยเหลือเกษตรกร ด้านการสร้างผลผลิตที่มีคุณภาพ คณะผู้วิจัยจึงได้จัดทำการศึกษาเพื่อสร้างเครื่องจักรที่มีใช้ในการกะเทาะเปลือกเมล็ดธัญพืชที่มีคุณภาพ สามารถใช้กับเมล็ดพืชได้หลายชนิดและมีราคาถูก เกษตรสามารถนำไปผลิตเองได้

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาแสดงความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ของการจัดทำโครงการนี้รวมถึงขอบเขตในการศึกษาและสร้างเครื่องสีและโม่อเนกประสงค์ เพื่อเป็นเป้าหมายของการดำเนินงานและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ซึ่งจะทำให้โครงการดำเนินการลุล่วงไปได้อย่างสมบูรณ์

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งในไม่กี่ประเทศที่มีอาหารเหลือส่งออก และผลผลิตทางการเกษตรก็ยังเป็นรายได้หลักของประเทศ มีพืชหลายกลุ่มหลายชนิดที่ทางรัฐได้แนะนำส่งเสริมให้มีการปลูกจนกระทั่งทำให้มีผลผลิตจำนวนมากจนสามารถส่งออกได้ บางส่วนส่งออกในรูปผลผลิตทางการเกษตรที่ยังไม่ผ่านการแปรรูป และที่ผ่านการแปรรูปแล้ว ซึ่งคิดเป็นมูลค่าหลายพันล้านบาท พืชตระกูลถั่วก็ได้รับความนิยมในการปลูกมากเช่นกัน ถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสง ได้รับความนิยมมากในพืชกลุ่มนี้ มีทั้งที่ปลูกเป็นพืชหลัก และปลูกเป็นพืชเสริม เนื่องจากสามารถเพาะปลูกได้เกือบทุกพื้นที่ในประเทศไทย อีกทั้งยังมีการปรับปรุงพันธ์ให้สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี และให้ผลผลิตต่อไร่สูงขึ้น ตารางที่ 1-1 แสดงข้อมูล 10 ปีย้อนหลังถึงมวลรวมปริมาณการผลิตของพืชตระกูลถั่วทั้ง 3 ชนิดขั้นต้น

ตารางที่ 1-1 มวลรวมปริมาณการผลิตถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 - พ.ศ. 2544

มวลรวมปริมาณการผลิต (ล้านตัน)										
ปี / ชนิดพืช	2535	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544
ถั่วเขียว	0.304	0.261	0.231	0.256	0.234	0.215	0.2	0.226	0.249	0.233
ถั่วเหลือง	0.436	0.48	0.513	0.528	0.386	0.359	0.338	0.321	0.319	0.324
ถั่วลิสง	0.157	0.137	0.136	0.150	0.147	0.147	0.126	0.135	0.138	0.135

*หมายเหตุ ผลผลิตทุกชนิดอยู่ในรูปของผลผลิตทั้งเปลือก ความชื้นไม่เกิน 14 %

ที่มา : WWW. Ordae.or.th., 2545.

เนื่องจากพืชตระกูลถั่วทั้ง 3 ชนิด มีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะโปรตีน นอกจากนั้นยังมีสารอาหารอื่น ๆ ที่ร่างกายต้องการ เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และกากอาหาร เป็นต้น ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์ และสามารถบริโภคทดแทนเนื้อสัตว์ที่มีราคาสูงกว่ามากได้ ตารางที่ 1-2 แสดงให้เห็นสารอาหารที่สำคัญของถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสง

ตารางที่ 1-2 สารอาหารของถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสง

สารอาหาร / ชนิดถั่ว	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	เถ้า	อื่น ๆ
ถั่วเขียว	24	58	1.3	3.9	12.8
ถั่วเหลือง	39	25	18	4.8	13.2
ถั่วลิสง	26	24	43	4.5	2.5

หมายเหตุ : ตัวเลขแสดงถึงเปอร์เซ็นต์ของสารอาหารโดยน้ำหนัก

ที่มา : กฤษฎา สัมพันธารักษ์. **พืชไร่.** 2537. หน้า 114.

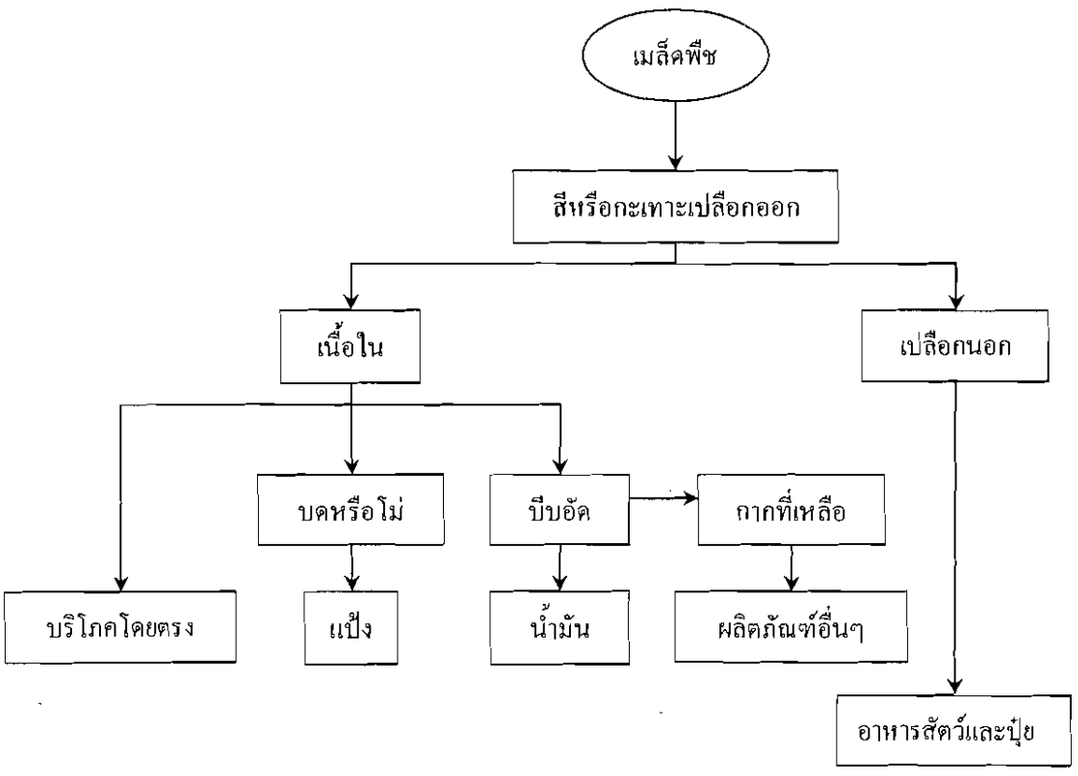
ด้วยความแตกต่างของสารอาหารดังตารางที่ 1-2 พืชตระกูลถั่วทั้ง 3 ชนิดจึงถูกแปรรูปไปเป็นอาหารหลายรูปแบบแตกต่างกันตามความเหมาะสมของสารอาหารที่พืชแต่ละชนิดมี ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาส่วนมากเป็นผลิตภัณฑ์ตั้งต้นของผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น แป้ง น้ำมัน เป็นต้น

ตารางที่ 1-3 ผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง

ชนิดถั่ว	ผลิตภัณฑ์จากการแปรรูป
ถั่วเขียว	แปรรูปเป็นอาหารเสริมธัญพืช แป้ง และอาหารอื่น ๆ เช่น วุ้นเส้น และถั่วงอก เป็นต้น
ถั่วเหลือง	นำไปผลิตน้ำมันพืช เนยเทียม น้ำมันสลัด กากถั่วเหลืองที่เหลือจากการสกัดน้ำมันถูกนำไปทำแป้ง ถั่วเหลืองถูกแปรรูปเป็นอาหารอื่น ๆ อีกเช่น นมถั่วเหลือง เต้าเจี้ยว เป็นต้น
ถั่วลิสง	เนื่องจากมีส่วนประกอบของไขมันเกือบ 50% จึงถูกนำไปผลิตน้ำมันพืช เนยเทียม และบางส่วนถูกนำไปบริโภคโดยตรง

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร. **การแปรรูปภายหลังการเก็บเกี่ยว.** 2544.

พืชตระกูลถั่วทั้ง 3 ชนิดก่อนจะมาเป็นผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 1-3 นั้น จะมีกระบวนการในการแปรรูปหลายขั้นตอน ก่อนที่จะได้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการออกมาซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยแผนผังดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1-1 แสดงแผนผังกระบวนการแปรรูปถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง

จากกระบวนการจะเห็นได้ว่า มีกระบวนการผลิตการกระบวนการหนึ่งที่สำคัญ คือ การสีหรือการกะเทาะเปลือกออกที่กล่าวว่าขั้นตอนนี้มีความสำคัญมากเพราะ การสีหรือการกะเทาะเปลือกออกก่อน จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการมากขึ้น เช่น ในการสกัดน้ำมันจากถั่วลิสงถ้าไม่ทำการสีหรือกะเทาะเปลือกออกก่อนจะทำให้สูญเสียน้ำมันที่ถูกดูดซึมโดยเปลือกของเมล็ดมาก ทำให้ได้น้ำมันน้อยลงและเสียเวลามาก เป็นต้น และทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ด้องการมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นกระบวนการสีหรือกะเทาะเปลือกจึงมีความสำคัญ ถ้ามีเครื่องจักรเข้ามาอำนวยความสะดวกก็จะสามารถลดเวลาในการผลิตและเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้นได้

การศึกษาหากระบวนการสี หรือกะเทาะเปลือกที่มีความเหมาะสม ริเริ่มจากการศึกษาเครื่องจักรที่มีลักษณะของวัตถุดิบใกล้เคียงกันเช่น เครื่องสีข้าว เครื่องสีเปลือกถั่วลิสงด้วยมือ เป็นต้น และจากการศึกษาข้อมูลของปริญญานิพนธ์ต่าง ๆ เช่น ปริญญานิพนธ์: พัฒนาเครื่องสีกาแฟให้มีประสิทธิภาพ ปริญญานิพนธ์: การพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดสะเดา เป็นต้น เมื่อทำการสรุปกระบวนการสี หรือกะเทาะเปลือกที่มีความเหมาะสมเห็นควรว่า ปริญญานิพนธ์: การพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดสะเดา มีความเหมาะสมมากที่สุดเนื่องจากกระบวนการ และขั้นตอนในการทำงานไม่ยุ่งยากซับซ้อน อีกทั้งลักษณะของวัตถุดิบมีความใกล้เคียงกันในเรื่องของกายภาพ เช่น ลักษณะของเปลือก เป็นต้น จากสาเหตุดังกล่าวจึงเป็นแนวความคิดในการศึกษาและพัฒนาโครงการพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดสะเดา ดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องสีและโม่เมล็ดพืช

1.2.2 เพื่อหารูปแบบของหน้าจานสีและโม่

1.2.3 เพื่อหาวัสดุที่นำมาทำหน้าจานสีและโม่ที่เหมาะสม

1.2.4 เพื่อศึกษาความเร็วรอบที่เหมาะสมในการสีและโม่

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ศึกษาหาวัสดุทำหน้าจานสีที่มีความเหมาะสม

1.3.2 ศึกษาการสีเมล็ดพืช 4 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง และข้าวเปลือก

1.3.3 ออกแบบให้สามารถปรับความเร็วรอบได้ตั้งแต่ 200 ถึง 1000 รอบ/นาที

1.3.4 ศึกษาหาอัตราการผลิตของเครื่องสือเนกประสงค์

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

1.4.1 แบบการวิจัย (Research Design)

เป็นการศึกษาออกแบบ สร้างเครื่อง และทำการทดลอง หาประสิทธิภาพของเครื่อง

1.4.2 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

1) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุที่จะนำมาสีและบดโม่

2) ศึกษาวัสดุที่จะนำมาทำหน้าจานสี และบดโม่

3) ศึกษาหาวิธีการแยกเปลือกและเมล็ด

4) ศึกษาออกแบบสร้างเครื่องจักร

5) ดำเนินการสร้างเครื่องจักร

6) ทำการทดลองหาประสิทธิภาพ

7) ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

8) จัดทำรายงานรูปเล่ม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้เครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์สามารถนำไปใช้ในครัวเรือนได้

1.5.2 บุคคลทั่วไปสมารถนำไปใช้ประโยชน์ และสร้างอาชีพพัฒนาเป็นการอุตสาหกรรมในครัวเรือนได้

1.5.3 เกษตรกรสามารถนำไปใช้เพื่อแปรรูปผลผลิตทำให้เพิ่มค่าของผลผลิตได้

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ พัฒนาและสร้างเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์ หัวข้อและแนวคิดทฤษฎีที่จำเป็นต่อการออกแบบและต้องทำการศึกษาคือ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบของการสี ระบบการคัดแยกเมล็ดและการบดโม่ ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์ รวมถึงต้องใช้ความรู้ทางด้านการออกแบบเพื่อช่วยในการออกแบบโครงสร้างของเครื่อง เพื่อให้ได้เครื่องที่มีประสิทธิภาพ และบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

2.1 คำสำคัญ (Keywords) ของโครงการวิจัย

2.1.1 เมล็ดถั่วเขียว หมายถึง ผลผลิตของต้นถั่วเขียวมีลักษณะค่อนข้างกลม อยู่ภายในฝัก มีขนาดประมาณ 3 – 4 มิลลิเมตรเมล็ดหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดและเนื้อใน (กฤษฎา, 2537 : 43)

2.1.2 เมล็ดถั่วเหลือง หมายถึง ผลผลิตของต้นถั่วเหลืองมีลักษณะค่อนข้างกลมรี อยู่ภายในฝัก ใน 1 ฝักมีประมาณ 4 – 5 เมล็ด มีขนาดประมาณ 5 – 6 มิลลิเมตร เมล็ดหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดและเนื้อใน (กฤษฎา, 2537 : 80)

2.1.3 เมล็ดถั่วลิสง หมายถึง ผลผลิตของต้นถั่วลิสงมีลักษณะค่อนข้างกลมรี อยู่ภายในฝัก ใน 1 ฝักทีประมาณ 3 – 4 เมล็ด มีขนาดประมาณ 8 – 10 มิลลิเมตร เมล็ดหนึ่งประกอบไปด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดและเนื้อใน (กฤษฎา, 2537 : 135)

2.1.4 เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเขียว หมายถึง ส่วนที่ห่อหุ้มเนื้อในของเมล็ดถั่วเขียว มีลักษณะแข็งและหนา มีหลายสีคือ เขียว เหลืองทอง และดำ (กฤษฎา, 2537 : 43)

2.1.5 เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง หมายถึง ส่วนที่ห่อหุ้มเนื้อในของเมล็ดถั่วเหลือง มีลักษณะเหนียวและบาง มีสีเหลืองค่อนไปทางน้ำตาล (กฤษฎา, 2537 : 81)

2.1.6 เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วลิสง หมายถึง ส่วนที่ห่อหุ้มเนื้อในของเมล็ดถั่วลิสง มีลักษณะคล้ายฟิล์มบาง ๆ แต่เหนียว มีสีน้ำตาลแก่ (กฤษฎา, 2537 : 135)

2.1.7 การสี หมายถึง การใช้แรงขัดถูจนสิ่งภายนอกหลุดออกเผยให้เห็นภายใน

2.1.8 เครื่องสีอเนกประสงค์ หมายถึง เครื่องจักรที่ใช้แรงในการขัดถูกทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดของพืชแตกออก และใช้แยกเปลือกหุ้มเมล็ดกับเนื้อในออกจากกัน

2.1.9 การโม่ หมายถึง การบดให้ละเอียดเป็นแป้ง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการการพัฒนาออกแบบและสร้างเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์นี้ เป็นโครงการที่ทำต่อเนื่องมาจากโครงการวิจัยการพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดสะเดา โดยมีหนังสือและตำราต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาข้อมูลและเป็นเอกสารอ้างอิงเกี่ยวข้องต่อการออกแบบเครื่องดังนี้ สุวรรณา อัชทวีวรรณ , 2525 . *เทคโนโลยีพื้นบ้านเพื่อคุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจครอบครัว ฉบับปรับปรุง* , องค์การยูนิเซฟ. กฤษฎา สัมพันธารักษ์ , 2537. *พืชไร่* , ไทยวัฒนาพานิช. กรมวิชาการเกษตร , 2544. *การแปรรูปภายหลังการเก็บเกี่ยว* , กรมวิชาการเกษตร. โดยงานวิจัยทั้งหมดนี้ได้ใช้เป็นส่วนหนึ่งของการหาข้อมูล และแนวทางต่าง ๆ เพื่อที่จะสามารถออกแบบเครื่องได้ตรงกับความต้องการ

2.3 แนวคิด

ในการออกแบบและสร้างเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์ เพื่อทำการสีเอาเนื้อในแยกออกจากเปลือกหุ้มเมล็ดของเมล็ดถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสง แล้วทำการบดโม่ โดยได้ทำการพัฒนาจากเครื่องกะเทาะเมล็ดสะเดา ซึ่งใช้จานหมุนกะเทาะเปลือกหุ้มเมล็ดและคัดแยกเปลือกหุ้มเมล็ดกับเนื้อในออกจากกันด้วยระบบลมเป่า ซึ่งจานหมุนผลิตมาจากยางธรรมชาติ โดยในโครงการนี้จะทำการศึกษาชนิดของวัสดุที่จะมาใช้ทำหน้าจานสี และศึกษาหาความเร็วรอบที่เหมาะสมในการสีเมล็ดพืชแต่ละชนิด ออกแบบและปรับปรุงข้อบกพร่องของเครื่องกะเทาะเมล็ดสะเดาคือ จะทำให้การปรับระยะของหน้าจานสีทำได้สะดวกมายิ่งขึ้น ออกแบบให้สามารถปรับความเร็วรอบได้ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและชุดควบคุมทางไฟฟ้า และลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองระหว่างการสี อีกทั้งจะออกแบบให้มีประสิทธิภาพสูงและสามารถบำรุงรักษาได้ง่าย

2.4 ทฤษฎีที่สำคัญ

2.4.1 ลักษณะทั่วไปของเมล็ดพืช

2.4.1.1 ถั่วเขียวจัดอยู่ในพืชตระกูลถั่ว เป็นพืชฤดูเดียวของเขตร้อน มีความสูง 30-60 เซนติเมตร มีพุ่มตั้งตรงแผ่กว้าง มีใบเป็นแบบสามเส้า และมีขนที่ใบ มีดอกสีเหลืองอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม และมีก้านดอกยาวสั้นต่างกัน ฝักเป็นแบบทรงกระบอกยาว 4-10 เซนติเมตร อาจมีขนหรือไม่มีก็ได้ มีเมล็ด 8-12 เมล็ดต่อฝัก เมล็ดอาจมีลักษณะกลมหรือเป็นรูปเหลี่ยมที่ปลายทั้งสองข้างของเมล็ด มีขนาดเล็ก 20,000-25,000 เมล็ด/กิโลกรัม มักมีเมล็ดสีเขียว แต่อาจมีสีน้ำตาล หรือสีเหลืองทองก็ได้ การงอกเป็นแบบอีพิกีล คือใบเลี้ยงจะชูขึ้นเหนือดิน ถั่วเขียวมีระบบรากแก้ว แตกรากแขนงมากมาย สามารถใช้ความชื้นในดินได้ในระดับที่ค่อนข้างลึกทนต่อความแห้งแล้งได้ดีพอสมควร บางพันธุ์อาจมีอายุเก็บเกี่ยวสั้นแค่ 45 วัน ทำให้แก่เต็มที่ได้ในระยะสั้นก่อนที่ความชื้นในดินจะขาดแคลน (กฤษฎา, 2537 : 81-102)

2.4.1.2 ถั่วเหลืองเป็นพืชฤดูเดียว ชอบอากาศค่อนข้างร้อน มีลักษณะเป็นพุ่มตรง มีใบมาก สูงประมาณ 45 – 420 เซติเมตร อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 75-150 วัน เกือบทุกพันธุ์จะมีแกนลำต้นอย่างเห็นได้ชัด และมีกิ่งแตกแขนงออกมาบริเวณข้อล่างๆ เมื่อมีระยะปลูกที่ห่างหลายๆ พันธุ์จะแสดงลักษณะการออกดอกที่สิ้นสุในช่วงเวลาอันสั้น ใบสองใบแรกเป็นใบเดี่ยว และใบหลังๆ เป็นแบบสามเสา ใบย่อยอาจมีรูปร่างและขนาดต่างๆ กันแล้วแต่พันธุ์ เมื่อถึงระยะแก่เต็มที่ใบเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และร่วงก่อนที่ฝักจะแก่เต็มที่ พืชทั้งต้นจะปกคลุมด้วยขนค่อนข้างแข็ง สีเทาดอกมีสีขาวหรือม่วง มีก้านดอกสั้นๆ งอกออกมาจากข้อของลำต้น ฝักเล็กตรงหรือโค้งงอเล็กน้อย มีสีต่างๆ ตั้งแต่สีฟางแห้ง เทา น้ำตาล หรือเกือบดำ ในหนึ่งฝักจะมีเล็ตประมาณ 1-4 เมล็ด มีลักษณะกลมหรือกลมรี พันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้ากันมากมักมีเมล็ดสีเหลือง แต่พันธุ์อื่นๆ อาจมีสีเขียวอมเหลือง เขียว น้ำตาล หรือดำ เปลือกของเมล็ดที่มีสีจางอาจมีจุดสีน้ำตาลหรือดำปนอยู่ ลักษณะขุดบนเมล็ดอาจเกิดจากพันธุกรรมหรือเกิดจากสภาพแวดล้อมก็ได้ แต่ไม่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ด ถั่วเหลืองปกติเป็นพืชผสมตัวเอง การผสมเกสรจะเสร็จสิ้นก่อนดอกบานการผสมข้ามอาจเกิดขึ้นได้ถึงแม้ว่าเป็นส่วนน้อย และทำให้เกิดพืชที่มีลักษณะผิดแปลกไปจากของเดิม (กฤษฎา, 2537 : 44-61)

2.4.1.3 ถั่วลิสงจัดอยู่ในพืชตระกูลถั่ว ไม่ใช่พวกนัท ซึ่งเป็นส่วนเนื้อในของเมล็ดพืชทั่วๆ ไป จัดเป็นถั่วประเภทถั่วพี เป็นพืชฤดูเดียวที่ต้องการอากาศค่อนข้างร้อน เป็นไม้ไม่มีแก่นมีลำต้นตรง มีกิ่งก้านมากน้อยแล้วแต่พันธุ์ กิ่งอาจทำมุมต่างๆ กับลำต้น แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

ก) Spanish-Valencia ซึ่งมีลำต้นตรงอายุเก็บเกี่ยวสั้น มีฝักเป็นกลุ่มอยู่ที่โคนต้น มีการพักตัวของเมล็ดเพียงเล็กน้อย

ข) Virginia Type ต้นพืชจะแผ่กระจายหรือตั้งตรง อายุเก็บเกี่ยวนานมีฝักกระจายอยู่ตามกิ่งแขนง เมล็ดมีระยะพักตัวนาน มีระบบรากแก้ว และมีรากแขนนงมากมาย มีปมที่รากทำให้ใช้ไนโตรเจนจากอากาศได้ จึงเป็นอิสระต่อปุ๋ยไนโตรเจน

ใบมีลักษณะเป็นพินเนทลีคอมปาวด์ มีใบย่อยสองคู่ ดอกจะงอกออกมาจากมุมใบเหนือผิวดินเป็นดอกเดี่ยวหรือกลุ่มประมาณ 2-3 ดอก จัดเป็นพืชผสมตัวเอง หลังจากการผสมเกสรก้านรังไข่ (Peg) จะยืดตัววอย่างรวดเร็วและแทงลงดิน รังไข่ก็จะเจริญขึ้นเป็นฝักใต้ดิน ในหนึ่งฝักอาจมี 2-3 เมล็ดหรือมากกว่า ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพของดินและอากาศที่ปลูก เนื่องจากฝักเจริญใต้ดินเท่านั้น ดินจึงควรมีสภาพที่เหมาะสมจะให้ก้านข่อดอกแทงทะลุลงไปได้โดยสะดวก เมล็ดมีเยื่อหุ้มบางๆ มีหลายสีเมื่อแก่ ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ เยื่อหุ้มเมล็ดจะหลุดออกจากเมล็ดได้ง่ายหลังจากคั่วหรือต้มให้สุก เมล็ดมีการพักตัวนานพอสมควร สำหรับบางพันธุ์อาจนานหลายอาทิตย์หรือหลายเดือนเมื่อปล่อยทิ้งไว้ในดิน แต่ระยะพักตัวจะหมดไปเมื่อถูกอากาศร้อนที่สูงกว่า 77

องศาเซลเซียสสองสามสัปดาห์ ขนาดของเมล็ดมีตั้งแต่ 2,00 - 3,000 เมล็ด/กิโลกรัม ภายใต้สภาพที่เหมาะสม เมล็ดที่อยู่ในฝักอาจมีชีวิตอยู่ได้นานกว่า 3 ปี (กฤษฎา, 2537 : 135-150)

2.4.2 พื้นฐานการออกแบบ และสร้างเครื่องสีเมล็ดพืชอเนกประสงค์

การออกแบบเครื่องจักรกลให้เหมาะสมต่อการใช้งาน รูปร่างของชิ้นส่วนจะต้องมีความสวยงามสามารถใช้งานได้ง่ายตามพื้นฐานหลักการออกแบบประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 3 ประการ (บริษัท เอ็มแอนด์อี, 2543 : 21) คือ

2.4.2.1 ความสามารถในการทำงาน เครื่องจักรที่ออกแบบต้องทำหน้าที่ได้ตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ คือ ความสามารถในการทำงานเช่น เครื่องกลึงต้องมีความสามารถในการกลึงปาดผิวโลหะและกลึงเกลียว เป็นต้น

2.4.2.2 ความคงทนต่อการใช้งาน ความปลอดภัยต่อการทำงาน ความคงทนไม่ใช่การใช้งานได้อายุงานที่นานที่สุด แต่จะต้องมีระยะเวลาการทำงานได้เหมาะสมตามหน้าที่ลักษณะการใช้งานที่ดีที่สุดคือ ควรให้ชิ้นส่วนทุกชิ้นมีอายุการใช้งานเท่ากันหมด ชิ้นส่วนที่สึกหรอง่ายต้องออกแบบให้สามารถถอดเปลี่ยนได้สะดวก ชิ้นส่วนที่อาจทำให้เกิดอันตราย ต้องมีความปลอดภัยในการใช้งานสูง และงานต้องให้เหมาะสมกับหน้าที่การใช้งาน

2.4.2.3 ผลต่อทางเศรษฐศาสตร์ ในการออกแบบผลิตเครื่องจักรจำเป็นจะต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่ใช้การสร้างที่ควรจะมีต้นทุนต่ำ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการออกแบบและการผลิต ในการออกแบบจะต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์ต่างๆ ต่อไปนี้

ก) เลือกใช้วิธีการทำงานง่าย คือ ทำให้ชิ้นงานภายในเครื่องจักรน้อยชิ้นเท่าที่จะทำได้

ข) เลือกใช้วิธีผลิตแบบง่ายๆ เพื่อทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำ

ค) ชิ้นส่วนต่างๆ ควรออกแบบให้มีน้ำหนักน้อย ค่าวัสดุที่ใช้ในการสร้างจะได้ลดลง

ง) ปริมาตรหรือขนาดของเครื่องจักรกลต้องเล็กกะทัดรัด ซึ่งจะทำให้ค่าใช้จ่ายด้านการขนส่ง และค่าวัสดุต่ำ

จ) ควรออกแบบให้มีค่าใช้จ่ายในการใช้งานเช่น ค่าเชื้อเพลิง ค่าบำรุงรักษาต่ำ

2.4.3 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องจักรกล

โครงสร้างของเครื่องสีเมล็ดพืชอเนกประสงค์เลือกใช้เหล็กกล้าไร้สนิมหรือเหล็กกล้าสเตนเลส (Stainless Steels) มาทำเป็นโครงสร้าง เนื่องจากโครงสร้างของเครื่องจักรส่วนใหญ่ต้องสัมผัสกับเมล็ดพืชที่ต้องการสีเปลือกออกโดยตรง จึงจำต้องเลือกวัสดุที่ไม่เกิดออกไซด์ที่ผิววัสดุเมื่อสัมผัสกับความชื้นในเมล็ดพืชเอง อีกทั้งวัสดุที่ใช้ต้องไม่ทำให้เกิดพิษแก่เมล็ดพืชอีกด้วย จึงได้เลือกใช้วัสดุเหล็กกล้าไร้สนิม หรือเหล็กกล้าสเตนเลส ตามมาตรฐาน AISI 304 มาทำเป็นโครงสร้าง ซึ่งมีคุณสมบัติที่เหมาะกับการใช้ทำอุปกรณ์ทางเคมี และวิทยาศาสตร์การอาหาร (บรรเลง และประเสริฐ, 2524 : 119)

2.4.4 ระบบต้นกำลัง

ระบบต้นกำลังของเครื่องสือเนกประสงค์ที่จะจัดเป็นต้นกำลังที่จะให้งานออกมาในรูปของการขับเคลื่อนด้วยการหมุนซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญคือ

2.4.4.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ มอเตอร์ไฟฟ้าถูกนำมาใช้เป็นเครื่องต้นกำลังในการขับเคลื่อนแกนสีของเครื่อง ทั้งนี้เพราะว่ามอเตอร์ชนิดนี้มีความทนทาน ราคาถูก และไม่ต้องการการบำรุงรักษามากนัก การเลือกใช้มอเตอร์ให้เหมาะสมและเพียงพอต่อการใช้งานต้องพิจารณาความต้องการหลายประการ (ศิวะ, 2543 : 2-8) คือ

ก) พิกัดกำลังและแรงบิดของมอเตอร์

พิกัดกำลังและแรงบิตของมอเตอร์มีความสำคัญมากเพราะการเลือกขนาดของพิกัดทั้ง 2 ได้เหมาะสมแล้วจะช่วยลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นในระหว่างการใช้งานได้ เช่น การเกิดโหลดใช้งานเกิน เป็นต้น พิกัดกำลังและแรงบิดของมอเตอร์มีความสัมพันธ์ดังสูตร

$$P = M\omega$$

$$= M(2\pi n / 60)$$

$$= (M \times n) / 9550$$

เมื่อ P คือ พิกัดกำลังไฟฟ้าขาออก (kW)

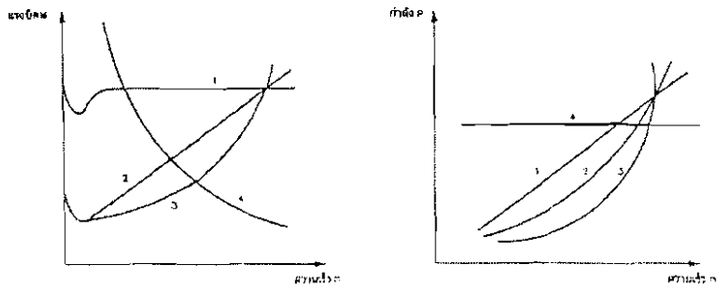
M คือ โมเมนต์แรงบิดของมอเตอร์ (N.m)

N คือ ความเร็วรอบ (rev/min)

ข) คุณสมบัติของโหลด

คุณสมบัติของเครื่องจักรหมุน (Driven Machines) ซึ่งเป็นโหลดของมอเตอร์มีอยู่มากมายหลายชนิด ซึ่งสามารถแทนด้วยเส้นโค้ง 4 แบบดังภาพที่ 2-1

- เส้นโค้งที่ 1 โหลดแบบนี้มีค่าแรงบิดเกือบคงที่ (M = คงที่) ดังนั้นกำลังจะแปรไปตามความเร็ว ($P\alpha n$) แรงบิดเฉลี่ยระหว่างเริ่มเดินเครื่องจะเท่ากับแรงบิดโหลดหลังเวลาเริ่มเดินเครื่อง



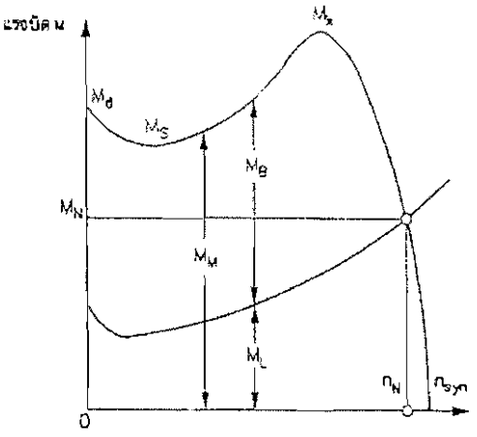
ภาพที่ 2-1 เส้นโค้งโหลด

- เส้นโค้ง 2 โหลดแบบนี้แรงบิดโหลดแปรผันตามความเร็ว ($M\alpha n$) ดังนั้นกำลังจะแปรผันตามความเร็วยกกำลังสอง ($P\alpha n^2$) แรงบิดโหลดระหว่างเริ่มเดินเครื่องเฉลี่ยจะประมาณเท่ากับ 50 – 60 % ของแรงบิดโหลดหลังเวลาเริ่มเดินเครื่อง

- เส้นโค้ง 3 โหลดแบบนี้แรงบิดโหลดผันตามความเร็วกำลังสอง ($M\alpha n^2$) ดังนั้นกำลังจะแปรผันตามความเร็วยกกำลังสาม ($P\alpha n^3$) แรงบิดเฉลี่ยระหว่างเริ่มเดินเครื่องจะประมาณเท่ากับ 35 – 40 % ของแรงบิดโหลดหลังการเริ่มเดินเครื่อง

- เส้นโค้ง 4 โหลดแบบนี้แรงบิดโหลดแปรผกผันกับความเร็ว ($M\alpha 1/n$) ดังนั้นกำลังจะมีค่าคงที่ (P = คงที่)

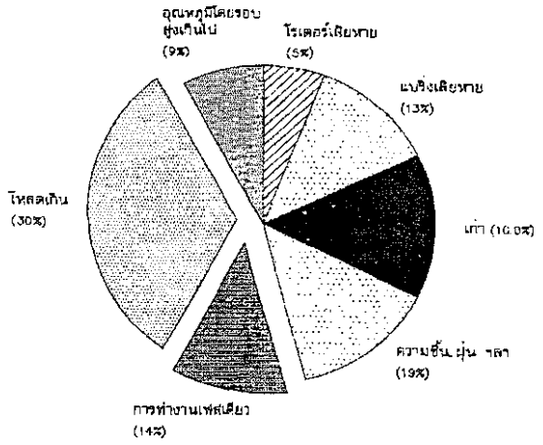
มอเตอร์ที่ต่อเข้าเพื่อฉุดโหลดเครื่องจักรจะสามารถวิ่งถึงความเร็วที่ต้องการได้ ถ้าแรงบิดของมอเตอร์มากกว่าแรงบิดโหลดตลอดเวลาเริ่มเดินเครื่อง ความแตกต่างระหว่างแรงบิดทั้ง 2 นี้เรียกว่า "แรงบิดความเร่ง" ดังแสดงดังภาพที่ 2 -2



ภาพที่ 2-2 แรงบิดความเร่ง

ค) ความจำเป็นของการป้องกันมอเตอร์

มอเตอร์ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม หรือสถานประกอบการอื่น ๆ อาจจะเกิดความเสียหาย หรือไหม้ได้ด้วยสาเหตุหลายประการ จากการสำรวจในประเทศสหราชอาณาจักรพบว่าประมาณ 30 % ของความเสียหายจะเกิดจากการใช้งานเกินโหลด (Overlode) และประมาณ 14 % เกิดจากการเกิดเฟสไม่ครบ (Single Phasing) โดยสาเหตุของความเสียหายทั้งหมดแสดงในภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 สาเหตุที่ทำให้มอเตอร์เสียหาย

ความเสียหายที่เกิดกับมอเตอร์นั้นอาจหลีกเลี่ยงได้ถ้าทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

- การออกแบบที่ถูกต้อง คือ การเลือกใช้มอเตอร์ที่มีขนาด และชนิดที่เหมาะสมกับการใช้งาน

- การทำงานที่ถูกต้อง คือ การติดตั้งมอเตอร์ และบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องทำอย่างถูกต้อง

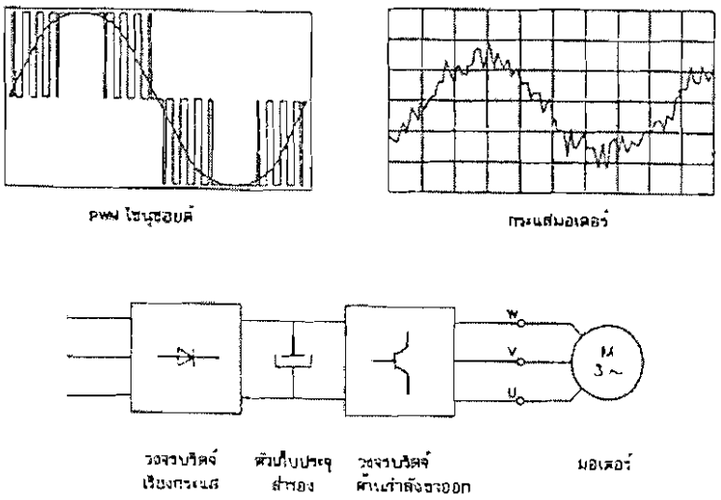
- ใช้อุปกรณ์ป้องกันที่ดี อุปกรณ์ป้องกันที่ดีจะต้องทำงานดังนี้ คือไม่ตัดวงจรเมื่อมอเตอร์ยังไม่อยู่ในอันตราย เมื่อมอเตอร์อยู่ในอันตรายจะต้องตัดวงจรก่อนที่มอเตอร์จะเสียหาย และในกรณีที่เกิดความเสียหายที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ จะต้องตัดวงจรให้เร็วที่สุดเพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

2.4.4.2 อุปกรณ์ควบคุมความเร็ว เนื่องจากโครงการพัฒนา ออกแบบและสร้างเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์นั้น ได้กำหนดชนิดของเมล็ดพืชที่จะนำมาทำการศึกษาหาประสิทธิภาพของเครื่องนั้น มีความแตกต่างของเมล็ดพันธ์พืชซึ่งอาจจะส่งผลต่อความเร็วในการสีที่แตกต่างกัน จึงต้องมีอุปกรณ์ควบคุมความเร็วเพื่อที่จะทำให้การศึกษาประสิทธิภาพเกิดผลดีที่สุด อุปกรณ์ควบคุมความเร็วที่เลือกนำมาใช้คือ อินเวอร์เตอร์

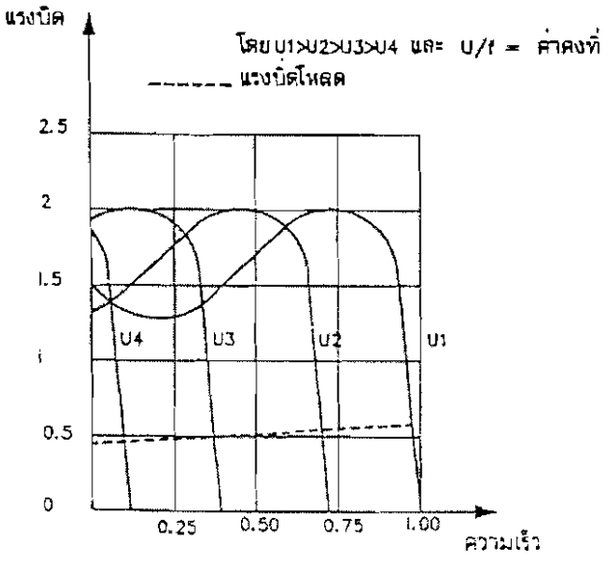
ก) หลักการทำงาน

แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส หรือ 3 เฟส จะถูกเรียงกระแสโดยวงจรไดโอดบรอจ์เต็มคลื่นแล้วอัดประจุตัวเก็บประจุสำรอง ตัวเก็บประจุนี้จะทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงแรงดันสูง ซึ่งจะถูกสวิทช์โดยวงจรบริดจ์ด้านกำลังขาออก ออกไปเป็นขบวนพัลส์ที่ยาวและสั้นดังภาพที่ 2-4 รูปคลื่นนี้จะจ่ายให้มอเตอร์และโดยค่า (แรงดัน / ความถี่) ฟลักซ์ของมอเตอร์นำไปควบคุมความเร็วของมอเตอร์ได้ อินเวอร์เตอร์นี้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานกับมอเตอร์เหนี่ยวนำ

แบบกรงกระรอก ระบบขับเคลื่อนนี้สามารถใช้ได้ทั้ง 4 ควอดแรนซ์ของการทำงานของมอเตอร์ ความถี่ขาออกของอินเวอร์เตอร์ สามารถทำให้สูงกว่าความถี่ของแหล่งจ่ายไฟได้ เช่น ขาออก 400 Hz จากแหล่งจ่ายไฟ 50 Hz เป็นต้น ข้อดีของระบบเคลื่อนที่นี้นั้นมักให้ให้การเริ่มต้นและหยุดเดินเครื่องได้แบบนิ่มนวล อีกทั้งยังสามารถเร่งและหน่วงความเร็วได้ตามต้องการ (ประสิทธิ, 2543 : 22) ดังภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-4 วงจรหลักของอินเวอร์เตอร์



ภาพที่ 2-5 ลักษณะสมบัติแรงบิดเริ่มเดินเครื่องกับความเร็วเมื่อเลือกใช้อินเวอร์เตอร์

2.4.5 คุณสมบัติของวัสดุที่นำมาทำหน้าจานสี

2.4.5.1 พลาสติก (Plastics)

พลาสติกเป็นวัสดุสังเคราะห์กลุ่มใหญ่และอาจมีหมู่ธาตุเป็นองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจทำให้รวมตัวกันหรือแบบให้มีรูปร่างตามที่ต้องการ พลาสติกสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามพันธะเคมีที่กระทำกันได้ออกมาเป็นโครงสร้าง และมีลักษณะเฉพาะเมื่อทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น คือ เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics) เป็นวัสดุพลาสติกที่มีโครงสร้างไม่เป็นตาข่ายยึดติดกันที่อุณหภูมิห้อง จะมีความยืดหยุ่นเมื่อค่อยๆ ให้รับความร้อนขึ้นเรื่อยๆ จะอ่อนตัวจนสามารถขึ้นรูปโดยไม่ปาดผิวได้ เมื่อให้ความร้อนมากจะหลอมละลายจนเชื่อมประสานกันได้ เมื่อปล่อยให้เย็นตัวจนแข็งจะมีความแข็ง และความเค้นเหมือนเดิม จึงสามารถนำพลาสติกชนิดนี้มาหลอมใช้งานได้ใหม่ได้หลายครั้ง พลาสติกนี้ส่วนมากสามารถละลายในสารละลายบางชนิดได้ สามารถทำการปาดผิวได้ ส่วนอีกชนิดหนึ่งนั้น คือ เทอร์โมเซ็ตติ้งพลาสติก (Thermosetting Plastics, Thermosets) พลาสติกแข็งจะเกิดจาก Pre-Product ที่ยังไม่ยึดติดกันเป็นตาข่ายแคบยึดติดกัน ที่อุณหภูมิห้องจะมีสภาพหยุ่นตัวคล้ายเหล็กกล้า เมื่อถูกความร้อนจะสามารถทำให้เหนียวยืดหยุ่นได้ แต่ถ้าได้รับความร้อนมากเกินไปพลาสติกนี้จะลายตัว โดยที่ไม่เกิดเป็นของเหลวก่อน ด้วยเหตุนี้จะนำมาขึ้นรูปโดยไม่ปาดผิว (Non-cutting) ไม่ได้ เชื่อมประสานไม่ได้ ในสภาพแข็งไม่สามารถละลายในสารละลายได้ จึงขึ้นรูปใช้งานได้เพียงครั้งเดียว

จากการศึกษาคุณสมบัติทั่วไปของพลาสติกชนิดต่างๆ จึงพอจะสามารถคัดเลือกพลาสติกในกลุ่มที่สนใจด้วยลักษณะที่สำคัญคือ ทนการเสียดสีได้สูง ซึ่งประกอบด้วย

ก) อะซีทัล (Acetals) มีคุณสมบัติเหนียวทนทาน รับแรงดึงได้ดีมาก แข็งแรง ทนสารเคมี ไม่มีกลิ่นไม่มีรสไม่เป็นพิษ ส่วนมากถูกนำไปใช้ทำชิ้นส่วนทดแทนโลหะหล่อด้วยวิธีดายคาสท์ (Die casting) เช่น เฟือง แบริ่ง บูช ลูกกลิ้ง เป็นต้น

ข) ฟลูออไรคาร์บอน (Fluorocarbons) มีคุณสมบัติที่ดีคือ รับแรงดึงแรงอัดได้ดีพอสมควร แต่รับแรงกระแทกได้ดีมาก คุณสมบัติพิเศษอีกอย่างหนึ่งคือ มีความเสียดทานต่ำ และไม่ติดง่าย จึงถูกนำไปใช้ทำ แบริ่ง บูช เป็นต้น

ค) โพลิเอมีด (Polyamides) มีอีกชื่อหนึ่งว่าไนลอน เป็นพลาสติกที่ทนต่อการเสียดสีสูง รับแรงดึงแรงอัดได้ดี ทนความร้อน ทนการขีดข่วน นิยมใช้ทำเฟือง แบริ่ง บูช ส่วนรับน้ำหนักและมีแรงเสียดทานสูง

ง) โพลิไอมิด (Polyamides) เป็นพลาสติกชนิดไม่หลอมละลาย ทนความร้อนได้ดีเยี่ยมเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ทนทาน ทนแรงสึกกร่อนได้ดี นิยมใช้ทำชิ้นส่วนที่รับน้ำหนักมีแรงเสียดทานมากๆ เช่น ใช้เป็นแบริ่ง แหวนรับน้ำหนัก แหวนลูกสูบ เป็นต้น

ตารางที่ 2-1 คุณสมบัติบางประการของพลาสติกในกลุ่มที่สนใจ

Plastic	Tensile Strength	Specific Gravity	Hardness (Rockwell)	Resistance to heat
Actal	9,000-11,000	1.42	M 80-94	185-220
Fluorocarbons	15,000	2.1-2.3	R 85	930
Polyamides	12,000	1.14	R120	250-300
Polyimides	10,000	1.24	M 70	345

ที่มา : พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ , พลาสติก , 2542 , หน้า 95-158

2.4.5.2 หิน

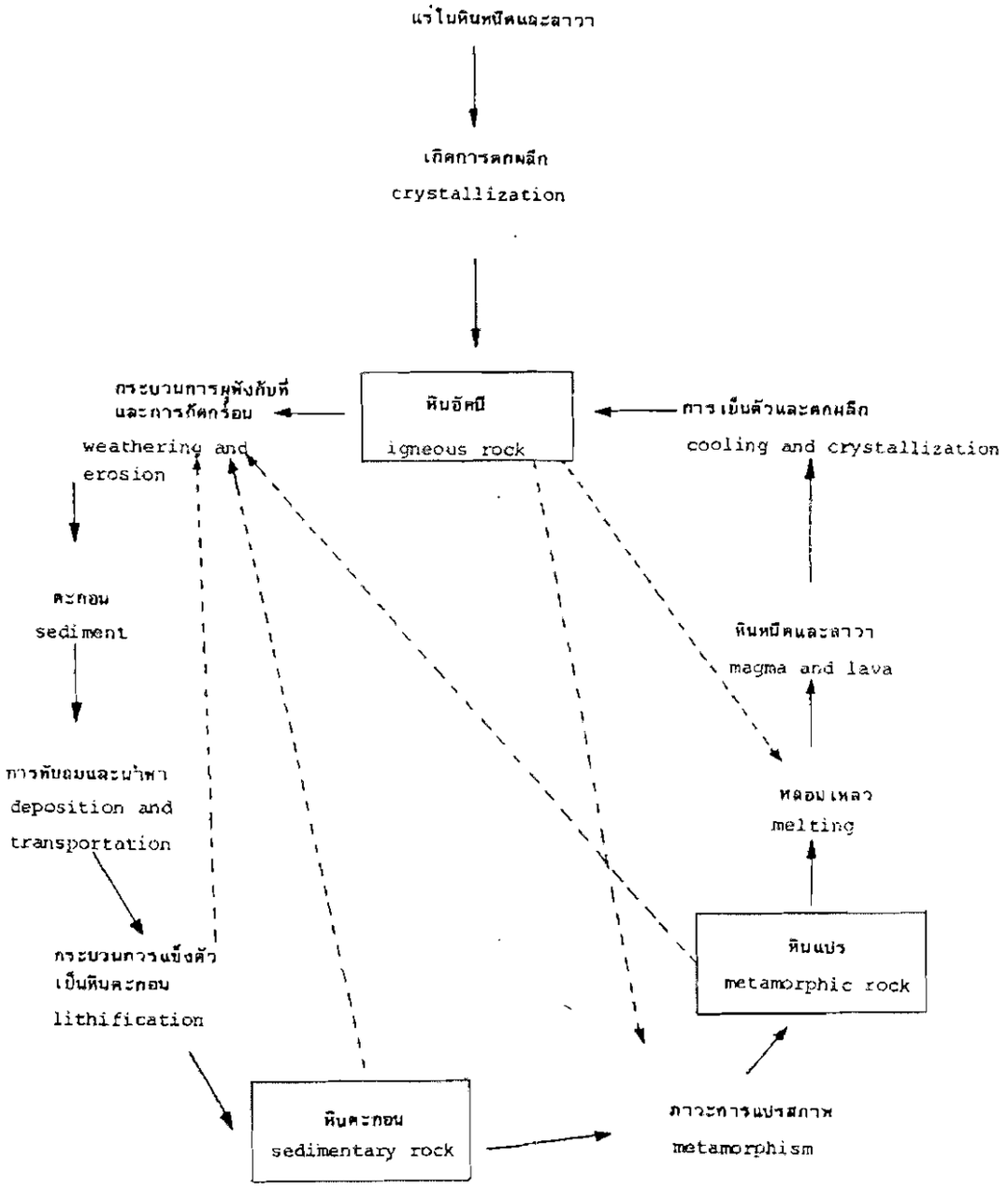
หิน (Rock) คือ อนินทรีย์สารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ประกอบด้วยแร่ตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไป หินบางชนิดอาจมีแร่เด่นเพียง 1 ชนิด แต่ก็อาจมีแร่อื่นผสมอยู่บ้างแต่จะมีปริมาณน้อยมาก วัฏจักรของหิน (Rock Cycled) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของหินกลุ่มใหญ่ๆ ทั้ง 3 ชนิดที่ประกอบเป็นเปลือกโลก คือ หินอัคนี (Igneous Rock) หินตะกอน (Sedimentary Rock) หินแปร (Metamorphic Rock) การเปลี่ยนแปลงนี้ทำให้หินชนิดหนึ่งเปลี่ยนไปเป็นอีกชนิดหนึ่ง และอาจจะเปลี่ยนไปเป็นหินชนิดเดิมได้อีกวนเวียนไปเรื่อยๆ เป็นวัฏจักร (เสรีวัฒน์, 2538 : 109) แสดงดังภาพที่ 2-6

ในที่นี้กล่าวถึง หินอัคนี (Igneous Rock) และ หินแปร (Metamorphic Rock) เนื่องจากมีลักษณะที่เหมาะที่จะศึกษาเนื่องจากถูกนำไปใช้งานเกี่ยวผลิตภัณฑ์อาหารได้อย่างปลอดภัย

ก) หินอัคนี (Igneous Rock)

หินอัคนีเกิดจากการเย็นตัวแล้วแข็งตัวตกผลึก ของหินหนืดหรือลาวา ซึ่งมีคุณสมบัติโดยทั่วไป (เสรีวัฒน์, 2538 : 111)

- เม็ดแร่จับประสานตัวกันแน่ (Interlocking) มีความพรุนต่ำ
- เนื้อหินทั้งก่อนสมานแน่น (Massive) ไม่พบรอยแตกบางครั้งในภาคสนามเห็น
- มีลักษณะการจัดรวมตัวแบบเนื้อหินของหินอัคนี (Igneous Texture) โดยจะไม่ค่อยพบการจัดเรียงตัวของเม็ดแร่ในเนื้อหิน
- มีแร่แฟลด์สปาร์สูง และมีแร่เด่นที่ไม่พบในหินชนิดอื่น คือ แร่เฟลด์สปาทอยด์ โอลิวีน โครไมต์
- บางส่วนของเนื้อหินจะมีแก้วธรรมชาติปนอยู่



ภาพที่ 2-6 วัฏจักรของหินที่มีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับขั้น (ลูกศรเส้นเต็ม) และการเปลี่ยนแปลงข้ามขั้นตอน (ลูกศรเส้นประ)

หินอัคนีที่พบมากมีมากมายหลายชนิดโดยที่จะมีองค์ประกอบทางแร่(Mineral Composition) และองค์ประกอบทางเคมี (Chemical Composition) แตกต่างกันออกไป แต่ที่นำมาใช้จะเป็น หินแอนดีไซต์ (Andesite) และ หินไรโอไลต์ (Rhyolite)

- หินแอนดีไซต์ (Andesite) มีลักษณะโดยทั่วไป เป็นหินอัคนีที่เกิดจากหินชนิดที่เย็นตัวบนพื้นผิวโลก จึงเป็นหินที่มีเนื้อละเอียด เพราะแร่ดกผลึกอย่างรวดเร็ว ทำให้ผลึกแร่มีขนาดเล็ก มีสีม่วง เขียว เทาแก่ หรือดำ โดยมีแร่ที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ คือ แร่แพลจิโอเคลสเฟลด์สปาร์ และแร่สีเข้มพวกฮอร์นเบลนด์ ไพรอกซีน และไบโอไทต์ บางแหล่งจะเป็นแร่ไพรอกซีนใหญ่ฝังลอยในเนื้อหินละเอียดหน้าดัดแร่ เห็นชัดเป็นรูสี่เหลี่ยม หรือมีแร่เฟลด์สปาร์ใหญ่ฝังประในเนื้อหินซึ่งสีเข้ม จะเห็นว่าหินนี้มีเนื้อเป็นดอกเรียกว่า พอไฟริติกแอนดีไซต์ แหล่งที่พบในประเทศไทย พบเป็นเขาใหญ่น้อยโดดๆ ไม่กว้างขวางนักทั่วประเทศ (ยกเว้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) โดยเฉพาะตามขอบที่ราบสูงโคราช เช่น พบที่จังหวัดสระบุรี ริมทางถนนมิตรภาพประมาณ ก.ม. 2-3 ในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ ลพบุรี นคร นายก และกระจายไปทางตะวันออกในเขตจังหวัดปราจีนบุรี เนื่องจากมีความทนทานต่อการบดอัดครูดไถสูงด้วย จึงใช้ในการทำถนน ทางรถไฟ ทำหินประดับ หรือทำครก (เสรีวัฒน์, 2538 : 113)

- หินไรโอไลต์ (Rhyolite) มีลักษณะโดยทั่วไป เป็นหินอัคนีชนิดหินภูเขาไฟ เกิดจากหินลาวาขึ้นมาสู่ผิวโลกและเย็นตัวบนผิวโลก หินจึงมีลักษณะเนื้อละเอียดมากโดยทั่วๆ ไป หินไรโอไลต์มีสีจาง เช่น ขาว ชมพูซีดๆ หรือสีเทา บางทีก็มีเนื้อแก้วมักจะเป็นเม็ดแร่ควอร์ตซ์ใสๆ ฝังในเนื้อหินมีแร่เฟลด์สปาร์และแร่ควอร์ดซ์เป็นองค์ประกอบหลักแหล่งที่พบในประเทศไทย หินโผล่ ปรากฏเป็นบริเวณๆ ทั่วไปตามภาคต่างๆ ยกเว้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีลักษณะเป็นเขาใหญ่น้อยที่ไม่ต่อเนื่องกัน พบที่จังหวัดสระบุรี ลพบุรี เพชรบูรณ์ ใช้เป็นหินก่อสร้าง ทำถนน ทางรถไฟ ทำครก ประดับสวนและอาคาร (เสรีวัฒน์, 2538 : 116-117)

ข) หินแปร (Metamorphic Rock) เป็นหินที่เกิดจากลาวาแปรสภาพมาจากหินใดๆ ก็ได้องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดก็คือ อุณหภูมิ ความดัน และสารประกอบทางเคมีของแร่ ลาวาแปรสภาพนี้ไม่ใช่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ หรือมีสารอื่นมาเชื่อมติดกันให้แน่น แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของแร่ หรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างลักษณะของหินเดิม ซึ่งเป็นการปรับสภาวะของแร่แต่ละชนิด ให้อยู่ในสภาวะสมดุล เมื่อสถานการณ์และสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ และความดันเปลี่ยนไป โดยมีลักษณะทั่วไปดังนี้ (เสรีวัฒน์, 2538 : 118-119)

- แร่ในหินแปรบางชนิด มีการจัดเรียงตัวแบบมีทิศทางเป็นแนวยาวขนานลักษณะเป็นแผ่นโค้งงอ (Foliated) หรือถ้าหากไม่มีการจัดเรียงตัวก็อาจมีการจับประสานแน่นคล้ายกับหินอัคนี

- รูปร่างของเม็ดแร่มักจะเป็นวงรีหรือเป็นแผ่นเกล็ด ไม่ค่อยพบลักษณะของแร่ที่กลม

- เนื้อหินมีการปรับสภาวะให้สมดุลกับความดัน และอุณหภูมิที่มากระทำทำให้ได้แบบเนื้อหินของหินแปร (Metamorphic Texture)

- มีแร่เด่นที่พบเฉพาะในหินแปร คือ การ์เนต เทรโมไลต์ ทัลก์ เซอร์เพนทีน

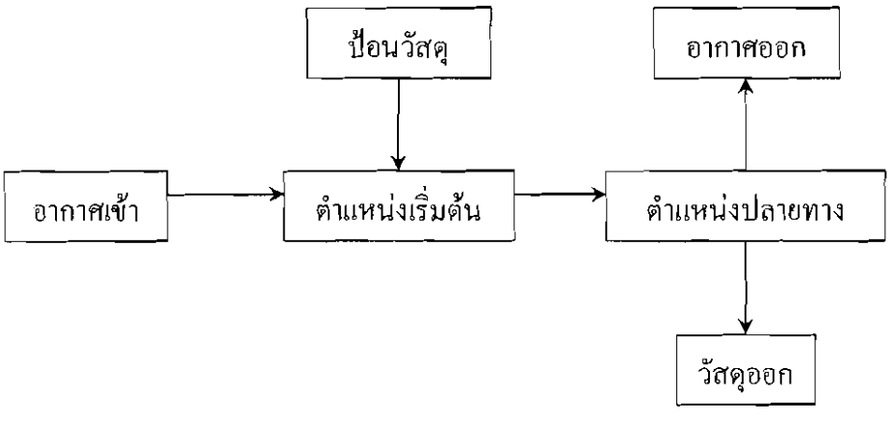
หินแปรที่พบมากมีมากมายหลายชนิดโดยที่จะมีองค์ประกอบทางแร่(Mineral Composition) และองค์ประกอบทางเคมี (Chemical Composition) แตกต่างกันออกไป แต่ที่นำมาใช้จะเป็นหินไนส์ (Gneiss)

- หินไนส์ (Gneiss) หินไนส์เป็นหินแปรที่ประกอบด้วยชั้นไมกาสลับกับผลึกเฟลด์สปาร์เป็นชั้นๆ หรือเป็นแถบๆ ที่ประกอบในหินปรับเรียงตัวขนานกันไปเป็นแนวเป็นริ้ว ภาวะแปรสภาพของหินไนส์นั้นเกิดจากความร้อน และความกดดันสูง และยังผสมด้วยสารละลายเหลวร้อนที่แทรกขึ้นมาด้วย หินไนส์อาจจะมีกำเนิดเดิมเป็นหินอัคนี หรือหินตะกอนก็ได้ หินไนส์ที่เกิดจากหินอัคนีส่วนใหญ่เกิดจากหินอัคนีพวกเนื้อหยาบที่มีแร่เฟลด์สปาร์เป็นส่วนประกอบ เช่น จากหินแกรนิต (ซึ่งนักวิชาการบางคนยังเรียกว่าเป็น แกรนิตไนส์ หินแกบโบร ส่วนหินไนส์พวกที่เกิดจากหินตะกอน เช่น หินกรวดมน หรือหินทรายชนิด อาร์โกส หินไนส์พบมากในบริเวณภาคเหนือ และภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ชลบุรี ประโยชน์ ใช้ทำครก ทำหินประดับ (เสรีวัฒน์, 2538 : 120)

2.4.6 ทฤษฎีระบบคัดแยกด้วยระบบลำเลียงด้วยลม

2.4.6.1 หลักการทำงานและการใช้งาน

เป็นการลำเลียงวัสดุด้วยอากาศหรือก๊าซไปตามท่อ โดยวัสดุลอยตัวและเคลื่อนที่ไปกับก๊าซพาหนะซึ่งในที่นี้จะเรียกว่าลม ระบบลำเลียงด้วยลมใช้ลำเลียงวัสดุปริมาณมวลเป็นหลัก เช่น เมล็ดธัญพืช แป้ง น้ำตาลเป็นต้น อย่างไรก็ดีมีการใช้การลำเลียงวัสดุชิ้นที่มีลักษณะเบา เช่น แผ่นกระดาษซึ่งเป็นจดหมายติดต่อภายในหน่วยงาน เป็นต้น ระบบลำเลียงด้วยลมสามารถขนถ่ายวัสดุได้ถึง 10 t/hr โดยสามารถลำเลียงได้ระยะทางไกลถึง 2 km ขั้นตอนการทำงานของระบบลำเลียงด้วยลมแสดงดังภาพที่ 2-7 โดยวัสดุและลมถูกป้อนเข้าสู่ระบบป้อนซึ่งลมจะนำพาวัสดุเข้าไปในระบบท่อลำเลียง เมื่อถึงที่หมายจะผ่านเข้าระบบแยกเอาวัสดุออกและปล่อยลมออกไป



ภาพที่ 2-7 ขั้นตอนการทำงานของระบบลำเลียงด้วยลม

ตารางที่ 2-2 ข้อดีข้อเสียของระบบลำเลียงด้วยลม

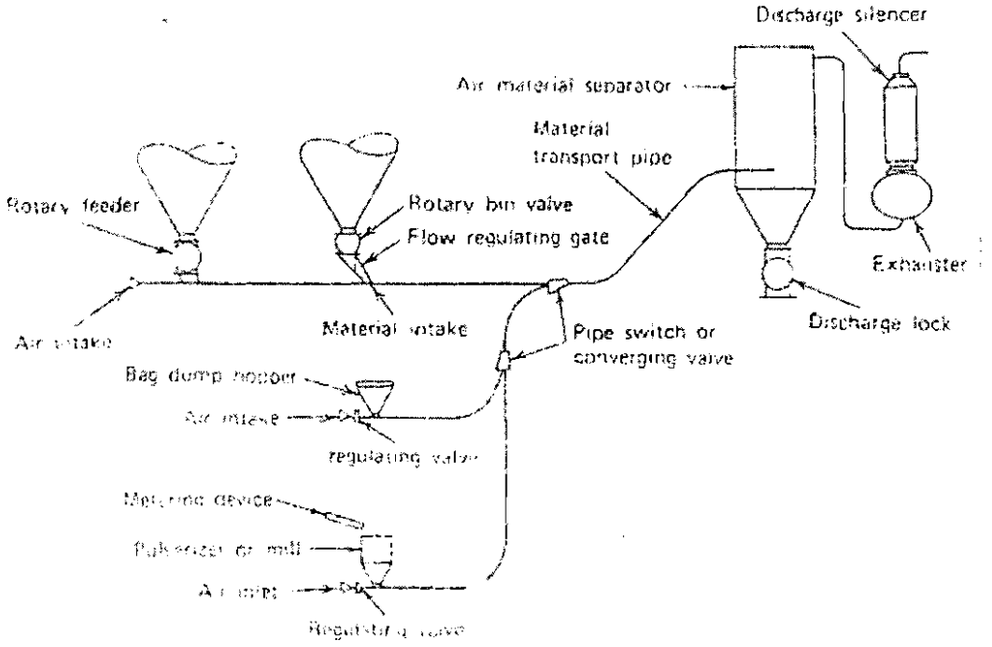
ข้อดี	ข้อเสีย
1. เป็นการลำเลียงในท่อปิด ดังนั้น 1.1 ลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุทางกล 1.2 วัสดุปราศจากการปนเปื้อน 1.3 ลดความเสี่ยงต่อการระเบิดและการติดไฟ 2. เปลี่ยน หรือย้ายเส้นทางการลำเลียงได้สะดวก 3. ประหยัดเนื้อที่โดยใช้พื้นที่ด้านบน 4. ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติได้ง่าย	1. ไม่เหมาะสมกับวัสดุชิ้น 2. ถ้าเป็นวัสดุเปราะบางอาจแตกหักได้ง่าย 3. ถ้าเป็นวัสดุที่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ดี ต้องเปลี่ยนก๊าซพาหนะเป็นก๊าซเฉื่อย 4. หากวัสดุที่จะขนถ่ายมีความคมหรือมีสมบัติกัดกร่อนจะทำให้ท่อหรือชิ้นส่วนอื่น ๆ ถูกกัดกร่อนได้

ที่มา: ปานมนัส ศิริสมบรูณ์ , **วิศวกรรมการขนถ่ายวัสดุ** , 2540 , หน้า 318

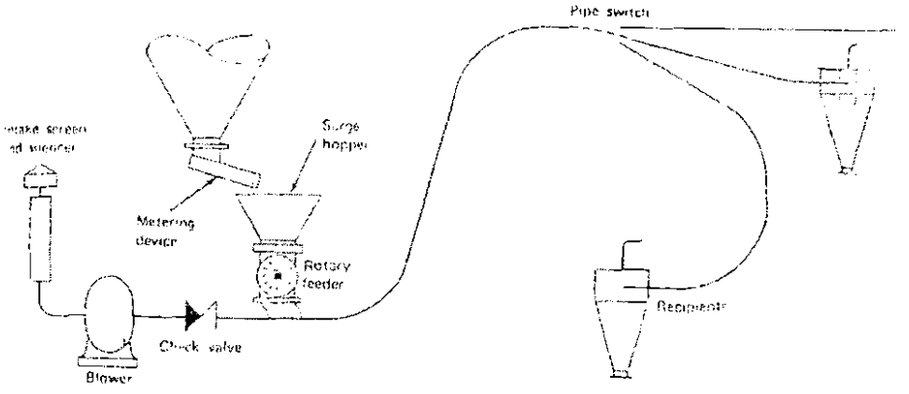
2.4.6.2 ชนิดระบบลำเลียงด้วยลม อาจแบ่งชนิดของระบบลำเลียงด้วยลมตามอัตราการไหลของอากาศเป็น 6 ชนิดได้แก่

ก) ระบบสุญญากาศ ใช้ลำเลียงวัสดุจากตำแหน่งต่าง ๆ เพื่อถ่ายเทออกตำแหน่งเดียว แสดงดังภาพที่ 2-8 ระบบสุญญากาศใช้ขนถ่ายวัสดุที่เป็นปริมาณมวลแห้ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 5 เซนติเมตร ในปัจจุบันสามารถขนถ่ายได้ระยะทาง 500 เมตร แต่จะใช้ลำเลียงในระยะที่ใกล้กว่าระบบความดันที่สมมูลกัน ระบบลำเลียงสุญญากาศมีความเหมาะสมกับการลำเลียงจากเครื่องสีหรือเครื่องบด เพราะจะดูดอากาศบางส่วนหรือทั้งหมดผ่านเครื่องสี หรือเครื่องบดนั้น ซึ่งทำให้ฝุ่นที่ฟุ้งกระจายไปกับลมในการลำเลียงด้วย ซึ่งเป็นการป้องกันฝุ่นที่ฟุ้งกระจายอีกวิธีหนึ่ง (ปานมนัส, 2540 : 318-322)

ข) ระบบความดันต่ำ อุปกรณ์ขับความดันอากาศที่ใช้ในระบบนี้ทำงานไม่เกิน 0.8 barg และอุปกรณ์ป้อนวัสดุต้องมีความคงทนต่อความแตกต่างของความดันระหว่างภายนอกกับระบบประมาณ 0.14 – 1.4 barg ระบบความดันต่ำดังภาพที่ 2-9 ใช้ลำเลียงจากจุดป้อนวัสดุตำแหน่งเดียวไปยังจุดจ่ายวัสดุหลายตำแหน่ง วัสดุที่ใช้ลำเลียงเป็นวัสดุปริมาณมวลแห้งเป็นผง เม็ด หรือเป็นเยื่อใย ข้อควรระวังคือ ปัญหาเรื่องฝุ่นที่ทั้งทางเข้าและทางออก (ปานมนัส, 2540 : 323-325)

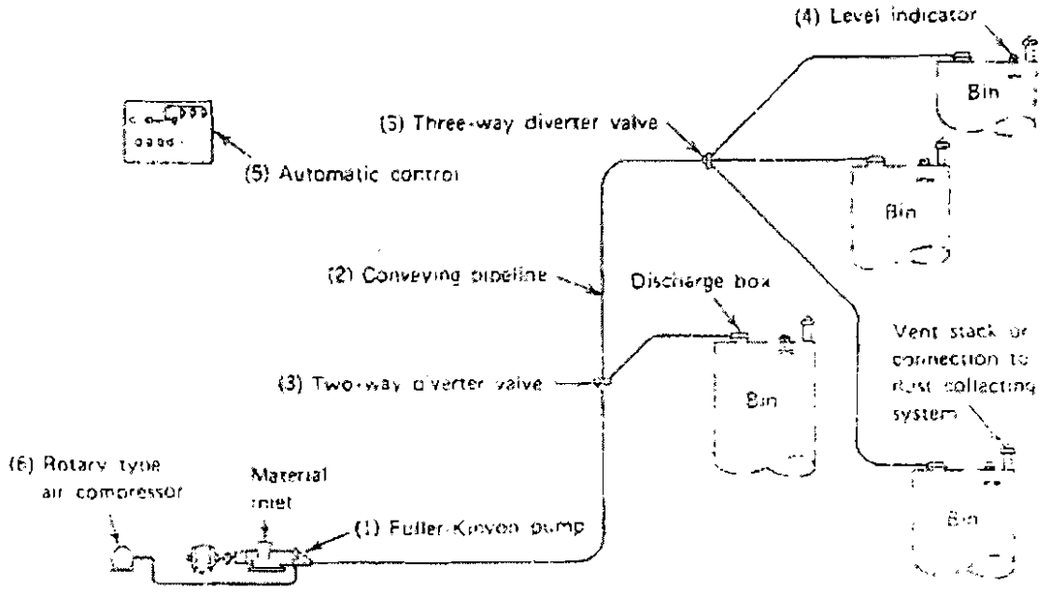


ภาพที่ 2-8 อุปกรณ์ลำเลียงด้วยลมสุญญากาศ



ภาพที่ 2-9 ระบบความดันต่ำ

ค) ระบบความดันปานกลาง ความดันอากาศของระบบอยู่ระหว่าง 1 – 3 barg วัสดุที่ใช้ต้องมีลักษณะเป็นผงละเอียดเพื่อเพิ่มความคล่องตัวในการไหลของวัสดุ วัสดุควรจะแห้งไหลอิสระมีลักษณะและสมบัติเอื้อต่อการเคลื่อนที่ ในลักษณะของการไหลระยะทางลำเลียงสูงสุดคือ 600 เมตร หรือไกลกว่าถ้ามีสภาพการลำเลียงที่เหมาะสม วัสดุที่ลำเลียงมักได้แก่ ผงซีเมนต์ ผงถ่านหิน ผงปูนขาว ผงหินฟอสเฟต เป็นต้น การลำเลียงด้วยลมระบบความดันปานกลาง (ปานมนัส, 2540 : 325-327) แสดงอยู่ในภาพที่ 2-10

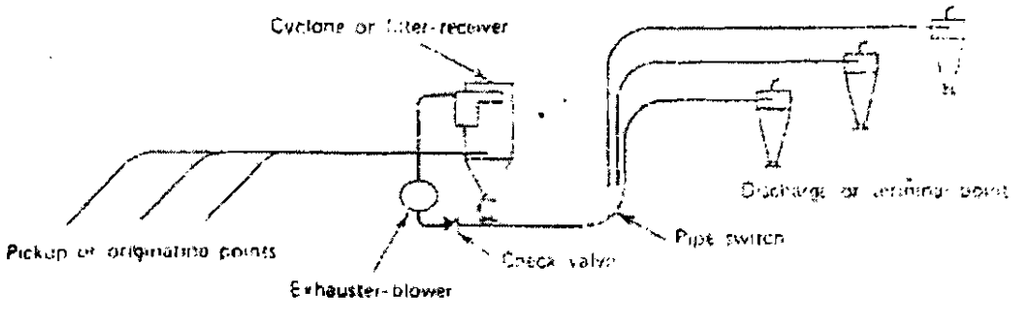


ภาพที่ 2-10 ระบบความดันปานกลาง

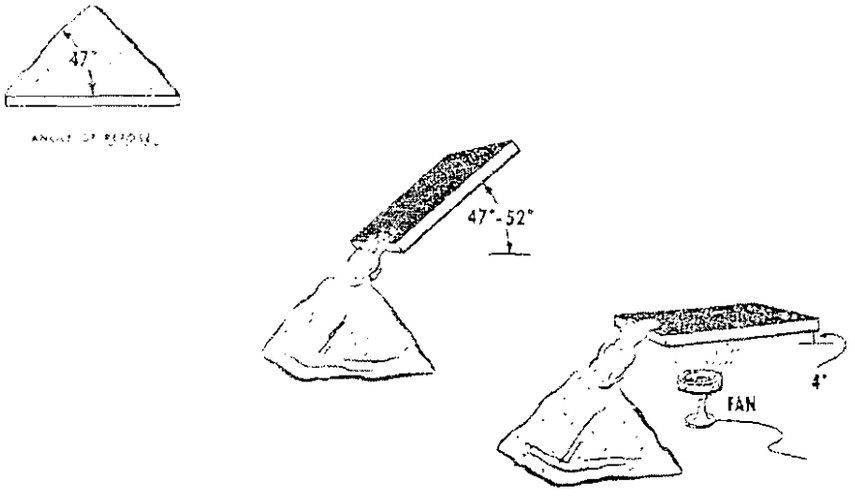
ง) ระบบความดันสูง เป็นระบบที่มีความดันอากาศสูงกว่า 3.06 barg สามารถให้ความดันที่สูงถึง 8.5 barg ซึ่งสามารถลำเลียงได้ระยะทางไกล ระยะทางที่ไกลที่สุดประมาณ 2300 เมตร (ปานมนัส, 2540 : 327)

จ) ระบบกึ่งสุญญากาศกึ่งความดัน ระบบนี้ใช้เมื่อต้องการรับวัสดุจากหลายจุดและปล่อยออกที่หลายจุด ดังภาพที่ 2-11 หรือเมื่อต้องการใช่สุญญากาศเมื่อรับวัสดุ และใช้ความดันที่จุดปล่อยวัสดุ ในระบบเช่นนี้นั้นหลังจากที่ปล่อยวัสดุออกจากระบบสุญญากาศแล้ว ระบบความดันที่มารับช่วงวัสดุไปอาจเป็นชนิดความดันต่ำ กลาง หรือสูงก็ได้ ขึ้นกับชนิดของวัสดุที่ลำเลียงและระยะทางที่ลำเลียง (ปานมนัส, 2540 : 327-330)

ฉ) ระบบลมช่วยลำเลียงโดยแรงโน้มถ่วงของโลก ระบบนี้วัสดุเคลื่อนที่ไปด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกและมีลมช่วยทำให้วัสดุไหลไปคล้ายของเหลว จากภาพที่ 2-12 แสดงหลักการโดยใช้ตัวอย่างของซีเมนต์ ซึ่งมีมุมกองที่พื้น 42 – 52 องศา ถ้าเทผงซีเมนต์บนตะแกรงทำด้วยผ้าซึ่งมีรูละเอียดที่อากาศสามารถไหลผ่านได้ หากไม่มีลมเป่าขึ้นมาจากทางด้านล่างจะต้องเอียงตะแกรงมากกว่า 47 – 52 องศา ซีเมนต์จึงจะเคลื่อนไหล แต่ถ้ามีลมเป่าขึ้นมาพบว่าเอียงตะแกรงเพียง 4 องศา ซีเมนต์ก็จะเคลื่อนไหลไปได้แล้ว (ปานมนัส, 2540 : 330-331)



ภาพที่ 2-11 ระบบกึ่งสุญญากาศกึ่งความดัน



ภาพที่ 2-12 แนวทางการลำเลียงด้วยระบบลมช่วยลำเลียงด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก

2.4.6.3 การคำนวณเพื่อออกแบบระบบคัดแยกวัสดุ

การคำนวณในส่วนนี้เพื่อหาขนาดหรือกำลังของมอเตอร์ที่ใช้ขับโบลเวอร์ แต่จะมีข้อเสียอยู่ที่ว่าจะต้องทราบค่าบางค่าที่สำคัญของโบลเวอร์ที่มีผลิตขายในท้องตลาด ซึ่งมีขั้นตอนในการคำนวณดังต่อไปนี้ (ปานมนัส, 2540 : 393-405)

ก) อ่านค่า Saturation , HP/ton , Pressure Factor และค่าความเร็วในการลำเลียง (v) จากตารางที่ 2-3 ให้เหมาะสมกับวัสดุที่ต้องการขนถ่าย รวมไปถึงระยะที่ต้องการทำการขนถ่าย นอกจากนี้ยังต้องทราบอัตราป้อนวัสดุต่อรอบ (Volumetric Displacement , VD) และความเร็วรอบ (rpm) ของอุปกรณ์ป้อนวัสดุด้วย

ข) คำนวณปริมาณอากาศที่ต้องการของระบบ (SCFM) จากสมการ

$$SCFM = Sat. \times Q \times 33.333$$

ค) คำนวณหาความดันใช้งาน (Operating pressure , OP) จากสมการ

$$OP = (HP/ton) \times (Pressure\ Factor / Sat.)$$

ง) คำนวณหาปริมาณอากาศที่จุดป้อนวัสดุ (ACFM) จากสมการ

$$ACFM = (SCFM \times 14.7) + (14.7 + OP)$$

จ) คำนวณหาค่าคงที่ของท่อ (Pipe Constant, PC) เพื่อนำไปเลือกขนาดท่อที่เหมาะสมจากตารางที่ 2-4 จากสมการ

$$PC = ACFM / v$$

หากค่า PC ที่คำนวณได้มีความแตกต่างจากในตารางให้เลือกท่อขนาดใหญ่ที่สุดที่มีค่า PC ใกล้เคียงกับค่า PC ที่คำนวณได้

ตารางที่ 2-3 ค่า Saturation , HP/ton , Pressure Factor และค่าความเร็วในการลำเลียง (v)

วัสดุ	น้ำหนักเฉลี่ย lb/ft^3	Pressure Factor	ระยะทางลำเลียง						ความเร็วลำเลียง
			100 ft		250 ft		400 ft		
			Sat.	HP/ton	Sat.	HP/ton	Sat.	HP/ton	
เมล็ดกาแฟ	42	5.0	0.6	1.2	0.9	2.1	1.1	2.5	45
ข้าวโพด	45	5.0	0.9	1.5	1.1	2.2	1.3	2.6	55
ข้าวสาลี	48	5.0	0.9	1.5	1.1	2.1	1.3	2.6	55
ข้าวมอลท์	28	5.0	0.8	1.5	1.1	2.0	1.3	2.5	55
ข้าวโอ๊ต	25	5.0	1.0	1.8	1.4	2.6	1.6	3.1	55
เถ้าโซดา	35	5.0	1.4	2.5	1.8	3.3	1.9	3.6	65
อาหารสัตว์	20-40	3.8	1.3	2.5	1.7	3.1	1.9	3.7	70
แป้ง	40	3.0	0.8	1.7	1.1	2.4	1.5	3.0	55
แป้งสาลี	40	2.5	0.7	1.8	0.9	2.2	1.4	2.7	35
น้ำตาล	50	5.0	1.4	2.2	1.6	3.1	1.7	3.6	60

ที่มา : ปานมนัส ศิริสมบรูณ์ , **วิศวกรรมการขนถ่ายวัสดุ** , 2540, หน้า 403

ฉ) ทำการปรับปรุงค่าปริมาณอากาศที่จุดป้อนวัสดุ (ACFM) และค่าความดันใช้งาน (OP) จากสมการ

$$ACFM_{ใหม่} = PC_{ใหม่} \times v$$

$$OP_{ใหม่} = \{[SCFM \times 14.7 \times (14.7 + OP)] / ACFM_{ใหม่}\}^{1/2}$$

ช) คำนวณการรั่วไหลของอากาศที่อุปกรณ์ป้อนวัสดุ (Feeder Leakage , FL) จากสมการ

$$FL_{(ACFM)} = VD \times rpm \times 1.3$$

ซ) คำนวณหาปริมาณการรั่วของอากาศของระบบโดยรวม จากสมการ

$$FL_{(SCFM)} = FL_{(ACFM)} \times [(14.7 + OP) / 14.7]$$

ฌ) คำนวณหาปริมาณอากาศทั้งหมดที่ผ่านเข้าสู่โบลเวอร์ จากสมการ

$$SCFM_{โบลเวอร์} = SCFM_{ระบบ} + FL_{(SCFM)}$$

ญ) คำนวณหาขนาดแรงม้าของโบเวอร์ จากสมการ

$$HP = SCFM_{โบลเวอร์} \times OP \times 0.006$$

ตารางที่ 2-4 ค่าคงที่ของท่อเหล็กลำเลียง

เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ	ค่าคงที่ของท่อ			
	SCH 5	SCH 10	SCH 30	SCH 40
3	3.6	3.5		3.07
3.5	4.8	4.6		4.05
4	6.1	5.9		5.3
5	9.4	9.2		8.4
6	13.5	13.2		12.0
7	23.2	22.7		16.0
8			21.3	
10			34.0	
12			47.8	

ที่มา: ปานมนัส ศิริสมบรูณ์ , **วิศวกรรมการขนถ่ายวัสดุ** , 2540, หน้า 394

2.4.7 สถิติพื้นฐานและการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถิติ หมายถึง ชุดของตัวเลขที่ไดรับการประมวลหรือวิเคราะห์เป็นข้อมูลสรุป หรือหมายถึงสาขาวิชาหนึ่งที่ว่าด้วยระเบียบวิธีในการเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูลการตีความหมายการวิเคราะห์ข้อมูล (สมัย, 2540 : 663)

การเก็บรวบรวม หมายถึง กระบวนการที่จะทำให้ได้ประสงค์ของการศึกษาข้อมูลเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ผู้ศึกษาข้อมูลต้องการ (สมัย, 2540 : 666)

ในการพัฒนาเครื่องสือเนกประสงค์นี้ การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลมีความจำเป็น เนื่องด้วยจะต้องใช้หลักการเก็บข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสะเดา และเครื่องสือเนกประสงค์ว่าให้ประสิทธิภาพดีขึ้นกว่าเดิมเท่าไร โดยมีข้อหลักๆ ของแนวทางสถิติที่ใช้ดังนี้

2.4.7.1 ร้อยละ ร้อยละหรือบางครั้งเราเรียกว่า "เปอร์เซ็นต์" หรือใช้เครื่องหมาย % ร้อยละเป็นการนำเสนอข้อมูลในเชิงเปรียบเทียบตัวเลข 2 จำนวน โดยใช้หลักฐานเป็น 100 เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{ร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์} = \frac{\text{ปริมาณที่ต้องการหาค่า}}{\text{ปริมาณทั้งหมด}} X100$$

2.4.7.2 มัชฌิมเลขคณิต

มัชฌิมเลขคณิต หรือค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ใช้สัญลักษณ์ $\bar{X}$ (อ่านว่า เอ็กซ์บาร์) เป็นการคำนวนค่าโดยการนำเอาผลรวมของข้อมูลทุกตัวหารด้วยจำนวนของข้อมูลทั้งหมด การคำนวณค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มิได้จัดกลุ่มมีอยู่ 2 วิธีดังนี้

ก) ข้อมูลที่ไม่มีการจัดกลุ่มและไม่มีการแจกแจงความถี่สูตรที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^{n} \frac{X_i}{n}$$

เมื่อ $i = 1, 2, 3 \ldots n$

$\sum_{i=1}^{n} \frac{X_i}{n}$ คือ ผลบวกของข้อมูลทั้งหมดซึ่งมีค่า n ค่า

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ข) ข้อมูลที่ไม่มีการจัดกลุ่มแต่มีการแจกแจงความถี่ สูตรที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^{k} \frac{f_i X_i}{n}$$

เมื่อ i = 1, 2, 3...n

$\sum_{i=1}^{k} \frac{f_i X_i}{n}$ คือ ผลรวมของผลคูณของข้อมูลกับความถี่ซึ่งมีค่า k ค่า

f คือ ความถี่ของข้อมูลแต่ละชั้น

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.5 สรุป

จากที่ผ่านมาได้ทำการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการอ้างอิงประกอบการตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เป็นแนวทางการทำงาน และประยุกต์แนวคิดที่ได้จากการแก้ไขปัญหาส่วนต่าง ๆ จะมีการดำเนินการสร้างเครื่องสีอเนกประสงค์ต่อไป ทั้งนี้ก็เพื่อจะทำให้เครื่องมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการวิจัยนี้ เป็นขั้นตอนต่อเนื่องหลังจากได้แหล่งข้อมูลและข้อมูลที่ต้องการแล้วนำเอาข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์แนวทางที่เป็นไปได้ เพื่อนำไปทำการทดลองตามแนวทางที่ได้วางเอาไว้ว่าให้ความเป็นไปได้ในการใช้งานมากน้อยเพียงใด โดยในแผนงานทั้งหมดในแต่ละขั้นตอนได้กำหนดระยะเวลาของการทำงานเพื่อให้การทำโครงการนี้บรรลุผลตามเป้าหมายในระยะเวลาที่กำหนด

3.1 แผนการดำเนินงาน

ในการจัดทำโครงการนี้ ผู้จัดทำได้กำหนดระยะเวลาของการทำงานที่จะทำให้การทำงานแล้วเสร็จสมบูรณ์ภายในเดือนกันยายน 2548 ดังนั้นการวางแผนงานจึงใช้การวางแผนงานแบบ Finish to start โดยรายละเอียดของแผนการดำเนินงานสามารถดูได้จากตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แสดงแผนการดำเนินงานตลอดโครงการเริ่ม ตุลาคม 2547 ถึง กันยายน 2548

รายการดำเนินการ	ระยะเวลาดำเนินการสิ่งประดิษฐ์(เดือนที่)											
	ต.ค. 47	พ.ย. 47	ธ.ค. 47	ม.ค. 48	ก.พ. 48	มี.ค. 48	เม.ย. 48	พ.ค. 48	มิ.ย. 48	ก.ค. 48	ส.ค. 48	ก.ย. 48
1. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุที่จะนำมาสีและบดโม่	←→											
2. ศึกษาวัสดุที่จะนำมาทำหน้าจานสีและบดโม่		←→										
3. ศึกษาหาวิธีการแยกเปลือกและเมล็ด			←→									
4. ศึกษาออกแบบเครื่อง				←→	←→							
5. ดำเนินการสร้าง						←→	←→	←→	←→			
6. ทำการทดลองหาประสิทธิภาพ										←→	←→	
7. ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง											←→	←→
8. จัดทำรายงานรูปเล่ม											←→	←→

3.2 การดำเนินงาน

3.2.1 การเตรียมการ

ในขั้นตอนของการเตรียมการเป็นการศึกษาถึงข้อมูลของเครื่องจักร ที่นำมาเป็นต้นแบบทางแนวคิดเพื่อทำการรวบรวมเป็นข้อมูลสำหรับวิเคราะห์เพื่อการออกแบบเครื่องสีและโม่อเนกประสงค์ที่ต้องการ โดยสามารถแบ่งการทำงานในการเตรียมการได้ดังนี้

3.2.1.1 การศึกษาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสะเดาเพื่อหาจุดบกพร่อง

ในการศึกษาหาจุดบกพร่องของเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสะเดา จัดทำโดยการศึกษาข้อมูลจากโครงการวิจัย : การพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสะเดา รวมไปถึงการสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับตัวเครื่องจักรจากคณะผู้จัดทำโครงการ และอาจารย์ผู้ควบคุมโครงการจนสามารถสรุปผลจุดบกพร่องที่พบได้ดังนี้

ก) การปรับระยะความห่างหน้าจานกะเทาะเปลือกทำได้ไม่สะดวก เนื่องจากต้องหยุดเครื่องจักรก่อนการทำการปรับระยะหน้าจานกะเทาะ

ข) ไม่สามารถปรับความเร็วรอบของการกะเทาะเปลือกได้ จึงไม่สามารถทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อการกะเทาะเปลือกได้

ค) การไหลตัวของเมล็ดสะเดาผ่านไปตามท่อส่งไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากท่อส่งเมล็ดสะเดามีมุมหักงอทำให้เมล็ดสะเดาเคลื่อนตัวได้ไม่ดีเท่าที่ควร

ง) การฟุ้งกระจายของละอองฝุ่นจากเมล็ดสะเดา ในระหว่างทำการกะเทาะมีปริมาณมาก

จ) ขนาดของเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสะเดามีขนาดค่อนข้างใหญ่ เนื่องจากการจัดวางรูปแบบของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำได้ไม่ค่อยเหมาะสม ทำให้เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสะเดามีขนาดใหญ่มากกว่าที่ควร

3.2.1.1 การศึกษาเครื่องจักรสำหรับการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ที่มีหลักการทำงานคล้ายกับเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสะเดา

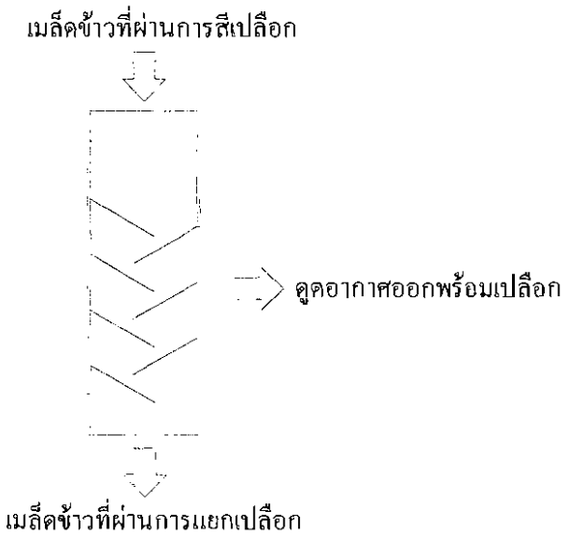
ในขั้นตอนนี้จะทำการศึกษากระบวนการทำงานของเครื่องจักรต่างๆที่มีหลักการทำงานคล้ายคลึงกับเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสะเดา เพื่อนำเอาวิธีการทำงานที่แตกต่างกันมาประยุกต์ใช้กับเครื่องสีอเนกประสงค์ที่จะจัดสร้างขึ้นมาใหม่ โดยสามารถสรุปหลักการที่น่าสนใจเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ได้ดังนี้

ก) ระบบคัดแยกเปลือกของเครื่องสีข้าว

จากการไปศึกษาดูงานที่โรงสีข้าวขนาดเล็กหลาย ๆ แห่ง พบว่าระบบคัดแยกเปลือกแบบชั้นสลับในเครื่องสีข้าวดังภาพที่ 3-1 น่าจะสามารถนำมาใช้ได้กับเครื่องสีอเนกประสงค์ และเนื่องจากระบบคัดแยกเปลือกแบบนี้มีขนาดเล็กกินเนื้อที่ใช้งานน้อย ทำให้สามารถจัดวาง

069456

ระบบปรับเปลี่ยนหน่วงต่าง ๆ ได้ง่ายเพื่อความเหมาะสม รวมไปถึงจะช่วยลดขนาดของเครื่องจักรให้มีขนาดเล็กลงได้ แต่เนื่องจากความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาใช้กับระบบอาจทำให้ได้ผลที่แตกต่างกันได้ ดังนั้นจำต้องทำแบบจำลองของระบบคัดแยกนำเอามาทดสอบผลก่อน เพื่อสามารถที่จะประยุกต์ระบบให้เหมาะสมกับเครื่องสีเนกประสงค์ที่จะจัดสร้างขึ้นมาใหม่



ภาพที่ 3-1 ระบบคัดแยกเปลือกของเครื่องสีข้าว

ข) ระบบปรับระยะหน้าจานสีของเครื่องสีข้าว

ระบบปรับระยะหน้าจานกะเทาะเปลือก ในเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสะเดาสามารถใช้งานได้ดี แต่ไม่สะดวกต่อการใช้งานเนื่องจากต้องหยุดเครื่องจักรก่อนการปรับระยะหน้าจานกะเทาะเปลือก เพราะชุดปรับระยะหน้าจานกะเทาะเปลือกติดตั้งอยู่บนเพลาขับหน้าจานกะเทาะเปลือกซึ่งทำให้เสียเวลาในการปรับตั้งนานพอสมควร แต่ในเครื่องสีข้าวนั้นสามารถปรับระยะหน้าจานสีได้ขณะที่เครื่องจักรทำงานอยู่ อีกทั้งชุดอุปกรณ์ปรับระยะหน้าจานติดตั้งอยู่ภายนอกของโครงสร้างเครื่องจักรทำให้สามารถใช้งานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น ช่วยลดเวลาในการปรับตั้งระยะหน้าจานสีและเพิ่มประสิทธิภาพในการปรับตั้งระยะหน้าจานสีให้สูงขึ้น

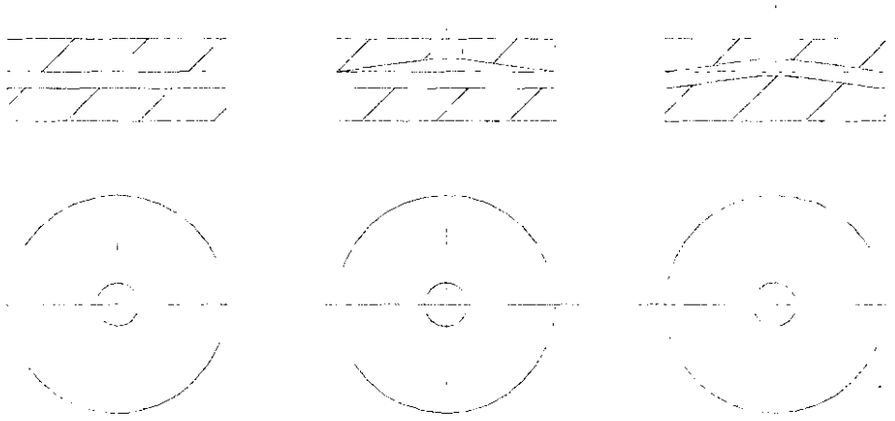
ค) ลักษณะหน้าจานสีและวัสดุหน้าจานสี

จากการศึกษาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสะเดาพบว่า ลักษณะของหน้าจานที่ได้ใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสะเดานั้น น่าจะนำมาประยุกต์ใช้ได้กับเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์ที่จะจัดสร้างขึ้นได้ โดยลักษณะของหน้าจานสีมี 3 ลักษณะดังรูปที่ 3-2 คือ

- แบบที่ 1 มีลักษณะเป็นหน้าจานเรียบทั้ง 2ด้าน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง300 มิลลิเมตร ความหนาของหน้าจานสีด้านละ 38 มิลลิเมตร ด้านหนึ่งเจาะทำรูขนาด 50 มิลลิเมตร

- แบบที่ 2 มีลักษณะเป็นหน้าจานนูนและเว้ารับกัน มุมเอียงของหน้าจานด้านนูน 5 องศากับแนวระดับ ส่วนด้านเว้ามีมุมเอียง 10 องศากับแนวระดับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร ความหนาของหน้าจานสีด้านละ 38 มิลลิเมตร หน้าจานสีด้านเว้าเจาะทำรูขนาด 50 มิลลิเมตร

- แบบที่ 3 มีลักษณะเป็นหน้าจานเรียบและเว้าคู่กัน มุมเอียงของหน้าจานด้านเว้ามีมุมเอียง 10 องศากับแนวระดับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร ความหนาของหน้าจานสีด้านละ 38 มิลลิเมตร หน้าจานสีด้านเว้าเจาะทำรูขนาด 50 มิลลิเมตร



หน้าจานสีแบบที่ 1 หน้าจานสีแบบที่ 2 หน้าจานสีแบบที่ 3

ภาพที่ 3-2 ลักษณะของหน้าจานสีที่จะทำการศึกษา

ส่วนของวัสดุทำหน้าจานที่ได้ทำการศึกษา โดยพิจารณาจากคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของวัสดุที่น่าสนใจซึ่งประกอบไปด้วย การขึ้นรูปวัสดุ ความสึกหรอเมื่อใช้งาน ความเป็นพิษต่ออาหาร และราคาของวัสดุ ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุ 4 ชนิด คือ หิน อะซีทัล ฟลูออไรคาร์บอน และ โพลีเอมีด ได้ตามตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 แสดงผลเปรียบคุณสมบัติของวัสดุทำหน้าจานสีทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของวัสดุ	การขึ้นรูปวัสดุ	การสึกหรอ	พิษต่ออาหาร	ราคาของวัสดุ
หิน	ขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรได้	การสึกหรอต่ำ	ไม่เป็นพิษต่ออาหาร	ราคาถูก หาซื้อได้ง่าย
อะซีทัล	ขึ้นรูปด้วยแม่แบบ	การสึกหรอปานกลาง	ไม่เป็นพิษต่ออาหาร	ราคาค่อนข้างแพง หาซื้อได้ยาก
ฟลูออไรคาร์บอน	ขึ้นรูปด้วยการเคลือบบนกระสวย	การสึกหรอสูง	ไม่เป็นพิษต่ออาหาร	ราคาแพง หาซื้อได้ยาก
โพลีเอมีด	ขึ้นรูปด้วยแม่แบบ	การสึกหรอต่ำ	ไม่เป็นพิษต่ออาหาร	ราคาค่อนข้างแพง หาซื้อได้ยาก

จากตารางที่ 3-2 สามารถสรุปได้ว่า หินมีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุทำหน้าจานพบว่า หินมีการสึกหรอต่ำมาก อายุการใช้งานสูง อีกทั้งยังสามารถขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรได้ และที่สำคัญที่สุดคือไม่เป็นพิษต่ออาหารนั้นเอง

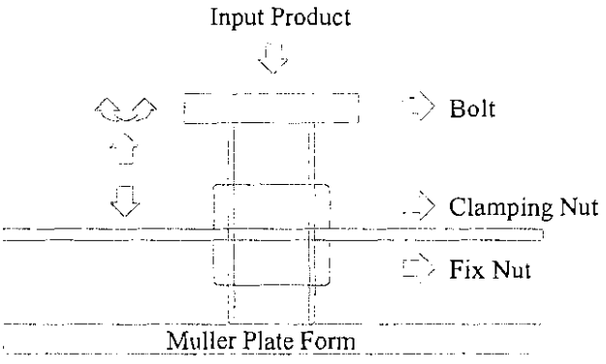
เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่นำมาเป็นแนวคิดเพื่อการออกแบบแล้ว จึงนำเอาข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อประเมินความเป็นไปได้ต่อการออกแบบ ซึ่งจะส่งผลต่อเครื่องจักรโดยตรง

3.2.2 การออกแบบ

ในการออกแบบเครื่องสือเนกประสงค์ ได้ทำการออกแบบภายใต้หลักการทางวิศวกรรมเพื่อจะทำให้เครื่องสือเนกประสงค์มีผลการทำงานที่ดีตามที่ต้องการ ซึ่งในการออกแบบจะต้องออกแบบให้สามารถผลิตได้ง่าย ใช้งานได้ง่าย บำรุงรักษาได้ง่าย ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่ำ มีความปลอดภัยในการทำงานและการใช้งานสูง ซึ่งเป็นหลักพื้นฐานอีกหลายประการที่ต้องคำนึงถึง

3.2.2.1 ระบบปรับระยะหน้าจานสี

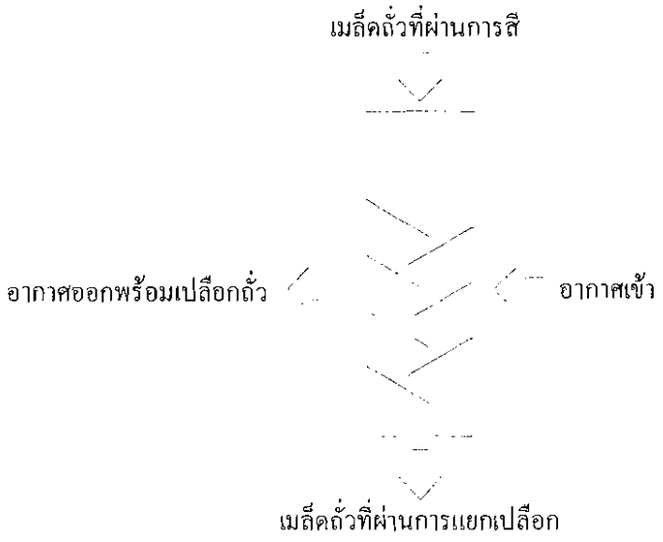
เนื่องจากระบบปรับระยะหน้าจานกะเทาะ ในเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสะเดาทำได้ไม่สะดวก จึงนำเอาแนวคิดและหลักการปรับระยะหน้าจานสีของเครื่องสีข้าวตามหัวข้อที่ 3.2.2.2 มาประยุกต์เพื่อการออกแบบระบบปรับระยะหน้าจานสีของเครื่องสือเนกประสงค์ โดยออกแบบให้หน้าจานด้านอยู่กับที่สามารถปรับเลื่อนระยะหน้าจานสีได้ ซึ่งจะปรับระยะหน้าจานสีด้วยเกลียวนอก และกำหนดตำแหน่งหน้าจานสีให้อยู่กับที่ด้วยเกลียวใน 2 ตัว ดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 ระบบปรับระยะหน้าจานสีที่ได้ทำการออกแบบ

3.2.2.2. ระบบคัดแยกเปลือก

ในการออกแบบระบบคัดแยกเปลือกได้ทำการออกแบบและทดสอบ โดยการทำแบบจำลอง 2 รูปแบบ คือ ระบบลมดูด และระบบลมเป่า โดยทั้ง 2 รูปแบบให้ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งานที่ใกล้เคียงกัน แตกต่างกันที่ระบบลมดูดต้องการระบบต้นกำลังสำหรับผลิตลมสูงกว่าระบบลมเป่า ดังนั้นระบบคัดแยกเปลือกที่เลือกนำมาใช้สำหรับคัดแยกเปลือกถั่วออกจากเมล็ดถั่ว คือ ระบบลมเป่า โดยใช้แหล่งกำเนิดลมด้วยพัดลมใบพัด ซึ่งการออกแบบและทดสอบให้เปลือกถั่ว และเมล็ดถั่วที่ผ่านการสีไหลลงในท่อที่มีชั้นสลับขั้นอยู่ภายใน ซึ่งลมจะเป่าผ่านช่องอากาศที่เจาะไว้ที่ด้านข้างของท่อ โดยอากาศจะไหลผ่านชั้นสลับขั้นแล้วนำพาเอาเปลือกถั่วที่เบากว่าเมล็ดถั่วออกไปกับอากาศทางช่องด้านตรงข้ามกับทางเข้าของอากาศ ดังแสดงในภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 ระบบคัดแยกเปลือกชั้นสลับขั้นแบบลมเป่า

3.2.2.3 ระบบต้นกำลังและระบบส่งกำลัง

ระบบต้นกำลังสำหรับขับหน้าจานสีที่เลือกนำมาใช้คือมอเตอร์ไฟฟ้า 3เฟสขนาด 1 แรงม้า พร้อมด้วยชุดอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบที่ใช้ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ และจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ด้วย โดยกระแสไฟฟ้าที่จ่ายป้อนให้กับอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบจะเป็นไฟฟ้าระบบ 1 เฟส หรือ 3 เฟสก็ได้ ในส่วนของระบบส่งกำลังเนื่องจากสามารถควบคุมความเร็วรอบได้อย่างอิสระ ด้วยอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบจึงไม่จำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์เพื่อทดความเร็วรอบ จึงส่งผ่านกำลังจากมอเตอร์สู่เพลาขับโดยตรง จึงได้เลือกใช้อุปกรณ์ส่งผ่านกำลังระหว่างเพลาที่เรียกว่า คลัปปลิ้ง (Coupling) โดยเลือกใช้คลัปปลิ้งชนิดยืดหยุ่นที่สามารถตัดต่อการทำงานระหว่างเพลาได้ ซึ่งจะยอมให้เกิดการเยื้องศูนย์ระหว่างเพลาทั้งสองได้เล็กน้อยเพื่อป้องกันการขัดตัวกันระหว่างเพลา อีกทั้งยังทำการบำรุงรักษาได้ง่ายอีกด้วย

3.2.3 การจัดหาวัสดุอุปกณ์

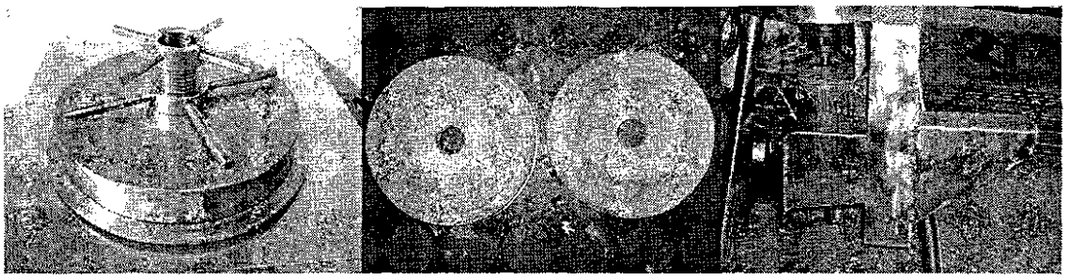
การจัดหาวัสดุและอุปกรณ์เริ่มต้นจากการสืบค้น และสอบถามหาสถานที่จำหน่ายวัสดุ และอุปกรณ์ตามที่ต้องการ หลังจากนั้นจึงไปสำรวจราคาของวัสดุอุปกรณ์ในแต่ละสถานที่เพื่อเปรียบเทียบราคารวมไปถึงคุณภาพของสินค้า เมื่อทำการประเมินความเหมาะสมของวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการได้แล้วจึงทำการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ดังตารางที่ 3-3

3.2.4 การดำเนินการสร้าง

การดำเนินการสร้างเครื่องสีอเนกประสงค์ ทางคณะผู้จัดทำโครงการได้จัดแบ่งการจัดทำออกเป็น 2 ช่วงดังนี้ คือ

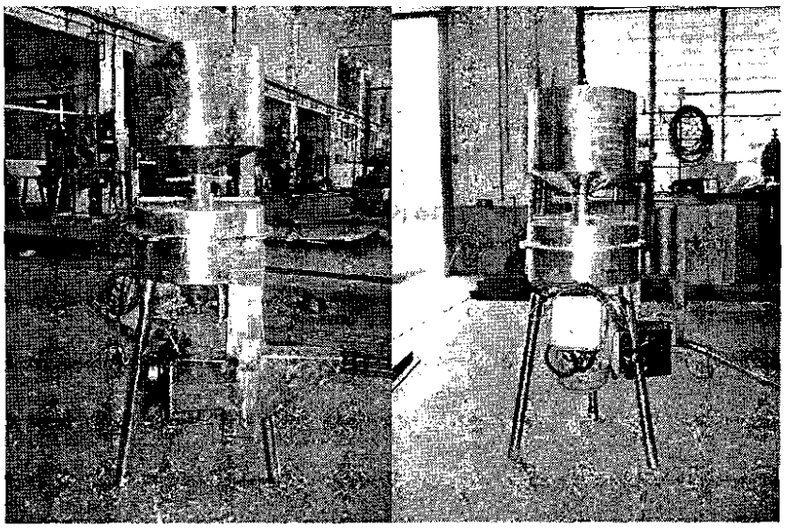
3.2.4.1 การจัดทำในส่วนของงานขึ้นรูปชิ้นส่วน งานในส่วนนี้จะเป็นการแปรรูปวัสดุให้มีรูปร่างลักษณะและขนาดต่าง ๆ ตามที่ต้องการ โดยงานในส่วนนี้จะเป็นเกี่ยวกับงานกลึง งานเจาะ งานม้วน และงานพับเป็นส่วนใหญ่ เวลาที่ใช้ในการจัดทำงานในส่วนนี้ประมาณ 2 เดือน

3.2.4.2 การจัดทำในส่วนของงานประกอบ เมื่อได้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ผลิตตามขั้นตอนการขึ้นรูปเสร็จ งานในช่วงต่อมา คือ การนำเอาชิ้นส่วนทั้งหมด ทั้งชิ้นส่วนที่ทำการผลิตขึ้นรูปเอง และชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่จัดซื้อมาประกอบเข้าด้วยกัน โดยงานในส่วนนี้จะเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับงานเชื่อมโลหะ งานประกอบด้วยเกลียวเป็นส่วนใหญ่ เวลาที่ใช้ในการจัดทำงานในส่วนนี้ประมาณ 1 เดือน



ระบบปรับหน้าจานสี หน้าจานสี ระบบคัดแยกเปลือก

ภาพที่ 3-5 แสดงระบบต่าง ๆ ของเครื่องสีอเนกประสงค์



ภาพที่ 3-6 แสดงลักษณะของเครื่องเมื่อประกอบเสร็จ

3.2.5 การทดลองขั้นต้น

การทดลองขั้นต้นเป็นการทดลองความสามารถของระบบคัดแยก ระบบปรับระยะหน้าจานสี และระบบสีเปลือกเป็นหลัก โดยในการทดลองเป็นการนำเอาระบบแต่ละส่วน มาทดลองปฏิบัติงานจริงกับเมล็ดถั่วชนิดต่าง ๆ โดยการทำงานยังไม่เกี่ยวข้องกับระบบอื่น ๆ ว่าสามารถทำงานได้ดีอย่างที่ต้องการหรือไม่ เมื่อทราบผลการทดลองแล้วทำการแก้ไขระบบให้มีความเหมาะสมกับการทำงานมากยิ่งขึ้น

3.2.6 การทดลองจริง

การทดลองในขั้นนี้ เป็นการทดลองเพื่อหาความสามารถในการปฏิบัติงาน หรือการทดลองประสิทธิภาพของเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์นั้นเอง โดยการใช้หน้าจานสีที่มีลักษณะแตกต่างกัน 3 ลักษณะ และที่ความเร็วรอบของการสีที่แตกต่างกัน ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

3.2.6.1 ปรับตั้งเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์ให้เหมาะสมกับเมล็ดถั่วแต่ละชนิด โดยสิ่งที่ต้องปรับตั้งและบันทึกค่ามีดังนี้

ก) ความเร็วรอบในการสี ความเร็วรอบที่ใช้ในการทดลองจะอยู่ในช่วง 200 – 1000 รอบต่อนาที โดยแบ่งเป็นช่วงการทดลองย่อย ๆ เพิ่มขึ้นครั้งละ 10 รอบต่อนาที เช่น ทดลองครั้งที่ 1 ที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ดังนั้นในครั้งที่ 2 จะทดลองที่ความเร็วรอบ 210 รอบต่อนาทีเป็นต้น สาเหตุที่เริ่มทำการทดลองที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาทีเนื่องจากความเร็วรอบที่ต่ำกว่า 200 รอบต่อนาทีจะเกิดแรงเสียดทานระหว่างหน้าจานสีกับเมล็ดถั่วสูงมาก จนแรงบิดของมอเตอร์ไม่พอเพียงทำให้ไม่สามารถทำการสีเปลือกเมล็ดถั่วแต่ละชนิดได้เลย

ข) ลักษณะของหน้าจานสี

3.2.6.2 เมื่อทำการปรับตั้งเครื่องได้แล้ว ทดลองสีเมล็ดถั่วแต่ละชนิด ครั้งละ 1 กิโลกรัม

3.2.6.3 ตรวจสอบผลจากการทดลองและบันทึกผล

3.3 สรุป

ในการดำเนินการสร้างเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์ให้ได้ความสามารถตามต้องการนั้น จะต้องมีการวางแผนการทำงานที่ดี การจัดหาข้อมูลและทำการวิเคราะห์ การนำเอาข้อมูลที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการออกแบบในมากที่สุด การจัดสร้างเครื่องสีอเนกประสงค์ให้ได้ตามการออกแบบ และรวมไปถึงการทำการทดลองและบันทึกผลที่เหมาะสมด้วย จึงจะทำให้เครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์มีความสามารถและประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด

บทที่ 4
การวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

เมื่อได้ดำเนินงานการสร้างสีและโม่อเนกประสงค์จนเสร็จสมบรูณ์ และมีการทดสอบเครื่องว่ามีความสามารถเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการที่ตั้งเอาไว้หรือไม่อย่างไร จึงได้นำเอาผลการทดสอบเครื่องสีและโม่อเนกประสงค์มาทำการวิเคราะห์ผลการดำเนินงานดังนี้

4.1 ผลการดำเนินงาน

ในการทดลองสิ่งที่ได้กำหนดให้เป็นตัวแปรเพื่อทำการศึกษา คือ ความเร็วรอบในการสีในช่วงต่าง ๆ มีผลอย่างไรบ้างต่อการสีเปลือกของเครื่องสีอเนกประสงค์ ลักษณะหน้าจานแบบไหนให้ผลในการสีแล้วเมล็ดถั่วแยกออกจากเปลือกได้มากที่สุด ด้วยการเปรียบเทียบปริมาณน้ำหนักเมล็ดถั่วแต่ละชนิดที่ได้จากการสีและการคัดแยกด้วยเครื่องสีอเนกประสงค์ กับปริมาณน้ำหนักเมล็ดถั่วแต่ละชนิดที่ได้จากการแกะเปลือกและคัดแยกด้วยมือมีความแตกต่างกันมากน้อยอย่างไร มีสัดส่วนการสูญเสียเท่าไร

4.2 ผลการวิเคราะห์

เนื่องจากการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องเป็นการทดสอบโดยการเปรียบเทียบปริมาณน้ำหนักถั่วแต่ละชนิดที่ได้จากการสีและคัดแยกด้วยเครื่องสีอเนกประสงค์ กับปริมาณน้ำหนักถั่วแต่ละชนิดที่ได้จากการแกะเปลือกและคัดแยกด้วยมือดังนั้นในการทดลองขั้นต้นต้องทำการหาน้ำหนักถั่วแต่ละชนิดที่ได้จากการแกะและคัดแยกด้วยมือ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

ตารางที่ 4-1 ผลการทดลองแกะเปลือกถั่วเหลืองด้วยมือครั้งละ 1 กิโลกรัม โดยการเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก

รายการ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น้ำหนักเนื้อ (%)	95	96	93.5	94.83
น้ำหนักเปลือก (%)	5	4	6.5	5.17
น้ำหนักรวม (%)	100	100	100	100

ตารางที่ 4-2 ผลการทดลองแกะเปลือกถั่วเขียวด้วยมือครั้งละ 1 กิโลกรัม โดยการเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก

รายการ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น้ำหนักเนื้อ (%)	87	90	90	89
น้ำหนักเปลือก (%)	13	10	10	11
น้ำหนักรวม (%)	100	100	100	100

ตารางที่ 4-3 ผลการทดลองแกะเปลือกถั่วลิสงด้วยมือครั้งละ 1 กิโลกรัม โดยการเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก

รายการ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
น้ำหนักเนื้อ (%)	99	98.5	99	98.83
น้ำหนักเปลือก (%)	1	1.5	1	1.17
น้ำหนักรวม (%)	100	100	100	100

หลังจากนั้นทำการทดลองหาความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อการสีกับเมล็ดถั่วแต่ละชนิดได้ผลดังตารางที่ 4-4 ถึง ตารางที่ 4-6 เมื่อได้ความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อการสีเมล็ดถั่วแต่ละชนิดแล้วทำการทดลองสีเมล็ดถั่วแต่ละชนิดที่ความเร็วที่เหมาะสม พร้อมทั้งจับเวลาที่ใช้ในการสีถั่วแต่ละชนิดเพื่อหาอัตราการผลิตของเครื่องสีเนกประสงค์ได้ผลดังตารางที่ 4-7 ถึง ตารางที่ 4-9

นำค่าที่ได้จากตารางที่ 4-7 ถึง ตารางที่ 4-9 มาปรับผลเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของเมล็ดถั่วเพื่อหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของน้ำหนักเมล็ดถั่วระหว่างกระบวนการสีได้ผลดังตารางที่ 4-10 ถึง ตารางที่ 4-12

นำค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อจากการแกะด้วยมือที่ได้จากตารางที่ 4-1 ถึง ตารางที่ 4-3 ไปเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดที่ได้จากการสีจากตารางที่ 4-10 ถึง 4-12 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องสีเนกประสงค์ได้ผลดังตารางที่ 4-13 ถึง ตารางที่ 4-15

ตารางที่ 4-4 ผลการทดลองสีเปลือกถั่วเหลืองที่ความเร็วรอบต่าง ๆ เพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อการสี

ลักษณะหน้าจานสี	ครั้งที่	ช่วงความเร็วรอบที่ทำการศึกษา (รอบต่อนาที)				หมายเหตุ
		200 - 300	300 - 400	400 - 500	500 - 1000	
แบบที่ 1	1	-	-	-	-	ไม่สามารถสีเปลือกออกได้
	2	-	-	-	-	
	3	-	-	-	-	
ค่าเฉลี่ย		-	-	-	-	
แบบที่ 2	1	98%	98%	95%	50%	
	2	98%	98%	94%	55%	
	3	97%	97%	95%	53%	
ค่าเฉลี่ย		97.67%	97.67%	94.67%	52.67%	
แบบที่ 3	1	92%	92%	83%	62%	
	2	94%	94%	87%	60%	
	3	94%	94%	88%	60%	
ค่าเฉลี่ย		93.33%	93.33%	86%	60.67%	

หมายเหตุ : ค่าในตารางแสดงถึงเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดถั่วที่แยกออกจากเปลือก

ตารางที่ 4-5 ผลการทดลองสีเปลือกถั่วเขียวที่ความเร็วรอบต่าง ๆ เพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อการสี

ลักษณะหน้าจานสี	ครั้งที่	ช่วงความเร็วรอบที่ทำการศึกษา (รอบต่อนาที)				หมายเหตุ
		200 – 300	300 - 400	400 - 500	500 - 1000	
แบบที่ I	1	-	-	-	-	ไม่สามารถสีเปลือกออกได้
	2	-	-	-	-	
	3	-	-	-	-	
ค่าเฉลี่ย		-	-	-	-	
แบบที่ 2	1	96%	96%	72%	27%	
	2	96%	94%	80%	24%	
	3	98%	97%	75%	23%	
ค่าเฉลี่ย		96.67%	95.67%	75.67%	24.67%	
แบบที่ 3	1	96%	94%	70%	20%	
	2	95%	95%	73%	23%	
	3	96%	95%	74%	26%	
ค่าเฉลี่ย		95.67%	94.67%	72.33%	23%	

หมายเหตุ : ค่าในตารางแสดงถึงเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดถั่วที่แยกออกจากเปลือก

ตารางที่ 4-6 ผลการทดลองสีเปลือกถั่วลิสงที่ความเร็วรอบต่าง ๆ เพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อการสี

ลักษณะหน้าจานสี	ครั้งที่	ช่วงความเร็วรอบที่ทำการศึกษา (รอบต่อนาที)				หมายเหตุ
		200 - 300	300 - 400	400 - 500	500 - 1000	
แบบที่ 1	1	-	-	-	-	ไม่สามารถสีเปลือกออกได้
	2	-	-	-	-	
	3	-	-	-	-	
ค่าเฉลี่ย		-	-	-	-	
แบบที่ 2	1	99%	98%	89%	40%	
	2	99%	98%	85%	37%	
	3	100%	98%	86%	41%	
ค่าเฉลี่ย		99.33%	98%	86.67%	39.33%	
แบบที่ 3	1	98%	95%	81%	42%	
	2	99%	97%	84%	40%	
	3	98%	96%	82%	42%	
ค่าเฉลี่ย		98.33%	96%	82.33%	41.33%	

หมายเหตุ : ค่าในตารางแสดงถึงเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดถั่วที่แยกออกจากเปลือก

ตารางที่ 4-7 ผลการทดลองการสีเปลือกถั่วเหลืองที่ความเร็วรอบในช่วง 300-400 รอบต่อนาที พร้อมทั้งจับเวลาที่ใช้ในการสี เพื่อหาอัตราการผลิตของการสี

ลักษณะหน้าจานสี	ครั้งที่	การสีเปลือก		การคัดแยกเปลือก			ผลรวมของน้ำหนัก	น้ำหนักสูญเสียระหว่างการสี	อัตราการผลิต (กก. / ชม.)	หมายเหตุ
		เวลา (นาที)	% เมล็ดถั่วแยกออกจากเปลือก	น้ำหนักเมล็ด (กรัม)	น้ำหนักเปลือก (กรัม)	% เปลือกปนเปื้อน				
แบบที่ 1	1	-	-	-	-	100	1000	0	0	ไม่สามารถสีเปลือกได้
	2	-	-	-	-	100	1000	0	0	
	3	-	-	-	-	100	1000	0	0	
ค่าเฉลี่ย		-	-	-	-	100	1000	0	0	
แบบที่ 2	1	1.01	98	935	40	2	975	25	59.41	
	2	1.07	97	940	40	2	980	20	56.07	
	3	1.13	98	940	35	2	975	25	53.10	
ค่าเฉลี่ย		1.07	97.67	938.33	38.33	2	976.67	23.33	56.07	
แบบที่ 3	1	1.47	92	920	40	2	960	40	40.82	
	2	1.46	92	920	45	2	965	35	41.10	
	3	1.70	94	940	40	2	980	20	35.29	
ค่าเฉลี่ย		1.54	92.67	933.33	41.67	2	968.33	31.67	39.07	

ตารางที่ 4-8 ผลการทดลองการสีเปลือกถั่วเขียวที่ความเร็วรอบในช่วง 200-300 รอบต่อนาที พร้อมทั้งจับเวลาที่ใช้ในการสี เพื่อหาอัตราการผลิตของการสี

ลักษณะหน้าจานสี	ครั้งที่	การสีเปลือก		การคัดแยกเปลือก			ผลรวมของน้ำหนัก	น้ำหนักสูญเสียระหว่างการสี	อัตราการผลิต (กก. / ชม.)	หมายเหตุ
		เวลา (นาที)	% เมล็ดถั่วแยกออกจากเปลือก	น้ำหนักเมล็ด (กรัม)	น้ำหนักเปลือก (กรัม)	% เปลือกปนเปื้อน				
แบบที่ 1	1	-	-	-	-	100	1000	0	0	ไม่สามารถสีเปลือกได้
	2	-	-	-	-	100	1000	0	0	
	3	-	-	-	-	100	1000	0	0	
ค่าเฉลี่ย		-	-	-	-	100	1000	0	0	
แบบที่ 2	1	1.03	96	870	55	8	925	75	58.25	
	2	1.02	96	870	60	7	930	70	58.82	
	3	1.10	98	865	60	7	925	75	54.55	
ค่าเฉลี่ย		1.05	96.67	868.33	58.33	7.33	926.67	73.33	57.14	
แบบที่ 3	1	1.17	95	850	60	7	910	90	51.28	
	2	1.20	96	875	55	8	930	70	50	
	3	1.16	96	860	60	8	920	80	51.72	
ค่าเฉลี่ย		1.17	95.67	868	58.33	7.67	920	80	51.28	

ตารางที่ 4-9 ผลการทดลองการสีเปลือกถั่วลิสงที่ความเร็วรอบในช่วง 200-300 รอบต่อนาที พร้อมทั้งจับเวลาที่ใช้ในการสี เพื่อหาอัตราการผลิตของการสี

ลักษณะหน้าจานสี	ครั้งที่	การสีเปลือก		การคัดแยกเปลือก			ผลรวมของน้ำหนัก	น้ำหนักสูญเสียระหว่างการสี	อัตราการผลิต (กก. / ชม.)	หมายเหตุ
		เวลา (นาที)	% เมล็ดถั่วแยกออกจากเปลือก	น้ำหนักเมล็ด (กรัม)	น้ำหนักเปลือก (กรัม)	% เปลือกปนเปื้อน				
แบบที่ 1	1	-	-	-	-	100	1000	0	0	ไม่สามารถสีเปลือกได้
	2	-	-	-	-	100	1000	0	0	
	3	-	-	-	-	100	1000	0	0	
ค่าเฉลี่ย		-	-	-	-	100	1000	0	0	
แบบที่ 2	1	1.47	99	980	12	1	992	8	40.82	
	2	1.51	99	975	12	1	987	13	39.74	
	3	1.50	100	980	11	1	991	9	40	
ค่าเฉลี่ย		1.49	99.33	978.33	11.67	1	990	10	40.27	
แบบที่ 3	1	1.6	98	980	11	1	991	9	37.5	
	2	1.54	99	975	12	1	987	13	38.96	
	3	1.57	98	970	11	1	981	19	38.22	
ค่าเฉลี่ย		1.57	98.33	975	11.33	1	986.33	13.67	38.22	

ตารางที่ 4-10 ผลการทดลองการสีเปลือกถั่วเหลืองเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก เพื่อหาเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักระหว่างการสี

ลักษณะหน้าจาน	ครั้งที่	น้ำหนักเมล็ด (กรัม)	%น้ำหนักเมล็ด	น้ำหนักเปลือก (กรัม)	%น้ำหนักเปลือก	%สูญเสียน้ำหนักระหว่างสี	หมายเหตุ
แบบที่ 1	1	0	0%	0	0%	0%	ไม่สามารถสีเปลือกได้
	2	0	0%	0	0%	0%	
	3	0	0%	0	0%	0%	
ค่าเฉลี่ย		0	0%	0	0%	0%	
แบบที่ 2	1	935	93.5%	40	4%	2.5%	
	2	940	94%	40	4%	2%	
	3	940	94%	35	3.5%	2.5%	
ค่าเฉลี่ย		938.33	93.83%	38.33	3.83%	2.33%	
แบบที่ 3	1	920	92%	40	4%	4%	
	2	940	94%	45	4.5%	1.5%	
	3	940	94%	40	4%	2%	
ค่าเฉลี่ย		933.33	93.33%	41.67	4.17%	2.5%	

ตารางที่ 4-11 ผลการทดลองการสีเปลือกถั่วเขียวเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก เพื่อหาเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักระหว่างการสี

ลักษณะหน้าจาน	ครั้งที่	น้ำหนักเมล็ด (กรัม)	%น้ำหนักเมล็ด	น้ำหนักเปลือก (กรัม)	%น้ำหนักเปลือก	%สูญเสียน้ำหนักระหว่างสี	หมายเหตุ
แบบที่ 1	1	0	0%	0	0%	0%	ไม่สามารถสีเปลือกได้
	2	0	0%	0	0%	0%	
	3	0	0%	0	0%	0%	
ค่าเฉลี่ย		0	0%	0	0%	0%	
แบบที่ 2	1	870	87%	55	5.5%	7.5%	
	2	870	87%	60	6%	7%	
	3	865	86.5%	60	6%	7.5%	
ค่าเฉลี่ย		868.33	86.83%	58.33	5.83%	7.33%	
แบบที่ 3	1	850	85%	60	6%	9%	
	2	875	87.5%	55	5.5%	7%	
	3	860	86%	60	6%	6%	
ค่าเฉลี่ย		861.67	86.17%	58.33	5.83%	7.33%	

ตารางที่ 4-12 ผลการทดลองการสีเปลือกถั่วลิสงเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก เพื่อหาเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักระหว่างการสี

ลักษณะหน้าจาน	ครั้งที่	น้ำหนักเมล็ด (กรัม)	%น้ำหนักเมล็ด	น้ำหนักเปลือก (กรัม)	%น้ำหนักเปลือก	%สูญเสียน้ำหนักระหว่างสี	หมายเหตุ
แบบที่ 1	1	0	0%	0	0%	0%	ไม่สามารถสีเปลือกได้
	2	0	0%	0	0%	0%	
	3	0	0%	0	0%	0%	
ค่าเฉลี่ย		0	0%	0	0%	0%	
แบบที่ 2	1	980	98%	12	1.20%	0.8%	
	2	975	97.5%	12	1.20%	1.3%	
	3	980	98%	11	1.10%	0.9%	
ค่าเฉลี่ย		978.33	97.83%	11.67	1.17%	1%	
แบบที่ 3	1	980	98%	11	1.10%	0.9%	
	2	975	97.5%	12	1.20%	1.3%	
	3	970	97%	11	1.10%	0.9%	
ค่าเฉลี่ย		975	97.5%	11.33	1.13%	1.37%	

ตารางที่ 4-13 การเปรียบเทียบผลการทดลองการสีเปลือกถั่วเหลืองด้วยเครื่องสีอเนกประสงค์กับผลการแกะเปลือกถั่วเหลืองด้วยมือ เพื่อหาประสิทธิภาพในการสี

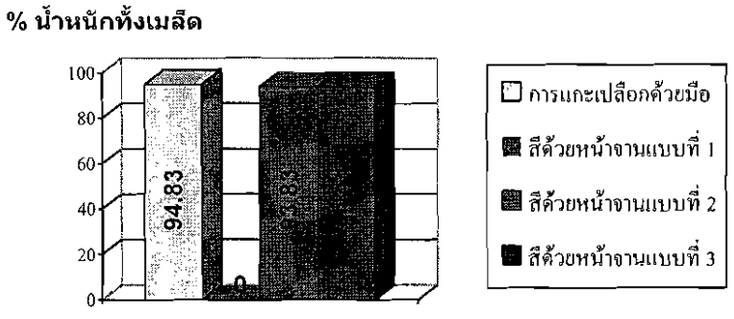
ลักษณะหน้าจานสี	ครั้งที่	%น้ำหนักเมล็ดถั่วสีด้วยเครื่อง	%น้ำหนักเมล็ดถั่วแกะเปลือกด้วยมือ	ประสิทธิภาพของการสี	ผลต่าง	หมายเหตุ
แบบที่ 1	1	0%	94.83%	0%	0%	ไม่สามารถสีเปลือกได้
	2	0%	94.83%	0%	0%	
	3	0%	94.83%	0%	0%	
ค่าเฉลี่ย		0%	94.83%	0%	0%	
แบบที่ 2	1	93.5%	94.83%	98.60%	1.40%	
	2	94%	94.83%	99.13%	0.88%	
	3	94%	94.83%	99.13%	0.88%	
ค่าเฉลี่ย		93.83%	94.83%	98.95%	1.05%	
แบบที่ 3	1	92%	94.83%	97.02%	2.98%	
	2	94%	94.83%	99.13%	0.88%	
	3	94%	94.83%	99.13%	0.88%	
ค่าเฉลี่ย		93.33%	94.83%	98.43%	1.58%	

ตารางที่ 4-14 การเปรียบเทียบผลการทดลองการสีเปลือกถั่วเขียวด้วยเครื่องสีอเนกประสงค์กับผลการแกะเปลือกถั่วเขียวด้วยมือ เพื่อหาประสิทธิภาพในการสี

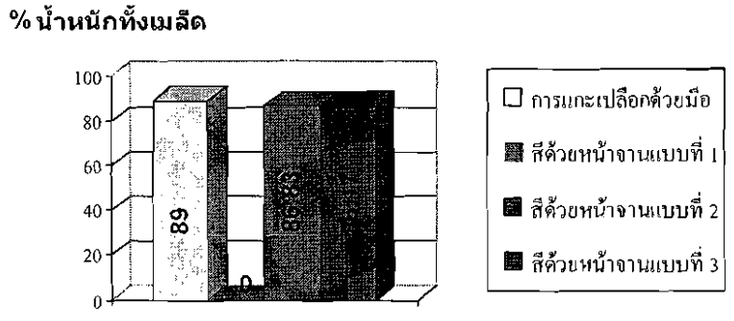
ลักษณะหน้าจานสี	ครั้งที่	%น้ำหนักเมล็ดถั่วสีด้วยเครื่อง	%น้ำหนักเมล็ดถั่วแกะเปลือกด้วยมือ	ประสิทธิภาพของการสี	ผลต่าง	หมายเหตุ
แบบที่ 1	1	0%	89%	0%	0%	ไม่สามารถสีเปลือกได้
	2	0%	89%	0%	0%	
	3	0%	89%	0%	0%	
ค่าเฉลี่ย		0%	89%	0%	0%	
แบบที่ 2	1	87%	89%	97.75%	2.25%	
	2	87%	89%	97.75%	2.25%	
	3	86.5%	89%	97.19%	2.81%	
ค่าเฉลี่ย		86.83%	89%	97.56%	2.44%	
แบบที่ 3	1	85%	89%	95.51%	4.49%	
	2	87.5%	89%	98.32%	1.69%	
	3	86%	89%	96.63%	3.37%	
ค่าเฉลี่ย		86.17%	89%	96.82%	3.18%	

ตารางที่ 4-15 การเปรียบเทียบผลการทดลองการสีเปลือกถั่วลิสงด้วยเครื่องสีอเนกประสงค์กับผลการแกะเปลือกถั่วลิสงด้วยมือ เพื่อหาประสิทธิภาพในการสี

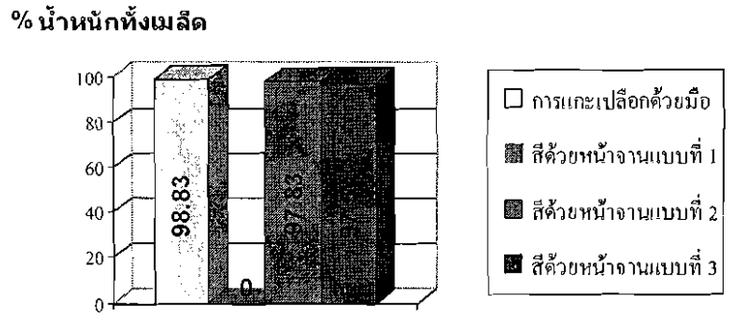
ลักษณะหน้าจานสี	ครั้งที่	%น้ำหนักเมล็ดถั่วสีด้วยเครื่อง	%น้ำหนักเมล็ดถั่วแกะเปลือกด้วยมือ	ประสิทธิภาพของการสี	ผลต่าง	หมายเหตุ
แบบที่ 1	1	0%	98.83%	0%	0%	ไม่สามารถสีเปลือกได้
	2	0%	98.83%	0%	0%	
	3	0%	98.83%	0%	0%	
ค่าเฉลี่ย		0%	98.83%	0%	0%	
แบบที่ 2	1	98%	98.83%	99.16%	0.84%	
	2	97.5%	98.83%	98.65%	1.35%	
	3	98%	98.83%	99.16%	0.84%	
ค่าเฉลี่ย		97.83%	98.83%	98.99%	1.01%	
แบบที่ 3	1	98%	98.83%	99.16%	0.84%	
	2	97.5%	98.83%	98.65%	1.35%	
	3	97%	98.83%	98.15%	1.85%	
ค่าเฉลี่ย		97.5%	98.83%	98.65%	1.35%	



ภาพที่ 4-1 แสดงกราฟเปรียบเทียบผลการสีเปลือกถั่วเหลือง



ภาพที่ 4-2 แสดงกราฟเปรียบเทียบผลการสีเปลือกถั่วเขียว



ภาพที่ 4-3 แสดงกราฟเปรียบเทียบผลการสีเปลือกถั่วลิสง

จากการทดลองสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้ คือ ความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อการสีเมล็ดถั่วทั้ง 3 ชนิดอยู่ในช่วง 200 – 400 รอบต่อนาที เนื่องจากให้เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดถั่วแยกออกจากเปลือกที่สูงกว่าในช่วงความเร็วรอบอื่น ๆ โดยที่ความเร็วรอบที่ต่ำกว่า 200 รอบต่อนาทีจะเกิดแรงเสียดทานระหว่างหน้าจานสีกับเมล็ดถั่วสูงมาก จนแรงบิดของมอเตอร์ไม่พอเพียงทำให้ไม่สามารถทำการสีเปลือกเมล็ดถั่วแต่ละชนิดได้เลย ในส่วนของความเร็วรอบที่สูงกว่า 400 รอบต่อนาทีจะให้แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวหน้าของหน้าจานสีกับเมล็ดถั่วต่ำมากทำให้เมล็ดถั่วเพียงแตกออกแต่เปลือกยังติดกับเมล็ดถั่วอยู่ และบางส่วนของเมล็ดถั่วที่สีที่ความเร็วรอบสูง ๆ จะแตกออกเป็นผงมากทำให้เกิดการสูญเสียระหว่างการสีมากจนเกินไป ในการเลือกใช้ความเร็วรอบที่เหมาะสมในช่วง 200 – 400 รอบต่อนาทีนั้นจะเลือกใช้จากความชื้นของเมล็ดถั่วที่นำมาสี ถ้าเมล็ดถั่วมีความชื้นมากจะเลือกใช้ความเร็วรอบใกล้ ๆ 200 รอบต่อนาที แต่ถ้าหากเมล็ดถั่วมีความต่ำจะเลือกใช้ความเร็วรอบใกล้ ๆ ช่วง 400 รอบต่อนาทีนั้นเอง

ลักษณะหน้าจานสีที่มีความเหมาะสมต่อการสีมากที่สุดคือ หน้าจานสีแบบที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นหน้าจานแบบเว้าและนูนรับกัน มุมเอียงของหน้าจานด้านนูน 5 องศากับแนวระดับ ส่วนด้านเว้ามีมุมเอียง 10 องศากับแนวระดับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร ความหนาของหน้าจานสีด้านละ 38 มิลลิเมตร หน้าจานสีด้านเว้าเจาะทำรูขนาด 50 มิลลิเมตร สำหรับเหตุที่หน้าจานแบบนี้ให้ความสามารถในการสีเปลือกได้สูงสุด เนื่องจากเมล็ดถั่วแต่ละชนิดที่ไหลเข้าสู่หน้าจานบริเวณกลางหน้าจานจะถูกแรงหมุนของหน้าจานพาให้เมล็ดถั่ววิ่งวนออกสู่ด้านขอบของหน้าจาน และระหว่างที่เมล็ดถูกแรงเหวี่ยงออกไปนั้นระยะห่างของหน้าจานทั้งสองด้านจะแคบลงทำให้เกิดแรงกดกระทำต่อเมล็ดถั่ว ส่งผลทำให้เมล็ดถั่วแตกล่อนออกจากเปลือกได้ง่ายกว่าหน้าจานแบบอื่น ๆ

จากการทดลองสีเปลือกถั่วทั้ง 3ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง ด้วยหน้าจานสีแบบที่ 2 ด้วยความเร็วรอบในช่วง 200 – 400 รอบต่อนาทีให้อัตราการผลิตที่ 56.07, 57.14 และ 40.27 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ มีประสิทธิภาพในการสีเท่ากับ 98.95, 97.56 และ 98.99 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักระหว่างสีเท่ากับ 2.33, 7.33 และ 1 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

4.3 การเปรียบเทียบผล

จากผลของการสร้างเครื่องสีอเนกประสงค์นี้ ทำให้ได้เครื่องจักรที่มีขนาดเล็กลงกว่าเดิมเมื่อเทียบกับเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสะเดา คือ เครื่องสีอเนกประสงค์มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 360 มิลลิเมตร และมีความสูง 1300 มิลลิเมตร ซึ่งเล็กกว่าเครื่องเดิมที่มีขนาดกว้าง ยาว และสูงเท่ากับ

1200 x 600 x 1600 มิลลิเมตร ทำให้สามารถใช้งานเครื่องสีอเนกประสงค์ได้ง่ายยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถใช้งานได้กับเมล็ดพืชได้หลากหลายชนิดมากยิ่งขึ้น

4.4 สรุป

ในการพัฒนา ออกแบบและสร้างเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์ ผลปรากฏที่ได้จากการทดลองและสรุป พบว่าสามารถใช้เครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์กับเมล็ดพืชได้หลากหลายชนิดมากกว่าเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสะเดา จากการทดลองสีเปลือกถั่วทั้ง 3 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง ด้วยหน้าจานสีแบบที่ 2 ด้วยความเร็วรอบในช่วง 200 – 400 รอบต่อนาที ให้อัตราการผลิตที่ 56.07, 57.14 และ 40.27 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ มีประสิทธิภาพในการสีเท่ากับ 98.95, 97.56 และ 98.99 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักระหว่างสีเท่ากับ 2.33, 7.33 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลของการโม่จะนำเสนอในโอกาสต่อไปในเอกสารฉบับสมบูรณ์

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองประสิทธิภาพของเครื่องสีและโม่อเนกประสงค์ที่ผ่านมา ซึ่งให้ผลเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง แต่ทั้งนี้ยังมีส่วนต่าง ๆ ของเครื่องที่ควรได้รับการแก้ไขปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น ดังจะได้กล่าวต่อไปในบทนี้

5.1 สรุปผล

จากการสร้างเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์ และทดลองหาประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์ ซึ่งให้ผลการดำเนินงานเป็นที่น่าพอใจตามขอบเขตและวัตถุประสงค์ของโครงการ คือ

5.1.1 ได้พัฒนาออกแบบ และสร้างเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์ โดยได้เครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์ที่มีขนาดเล็กกว่าเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสะเดาที่มีอยู่เดิม ทำให้สามารถใช้งานได้ง่ายยิ่งขึ้น

5.1.2 ได้ศึกษาวัสดุทำหน้าจานสี โดยสามารถสรุปได้ว่าวัสดุประเภท หิน มีความเหมาะสมที่จะใช้ทำหน้าจานสีมากที่สุด เนื่องจากการสึกหรอต่ำ อายุการใช้งานสูง อีกทั้งยังสามารถขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรได้ และที่สำคัญที่สุดคือไม่เป็นพิษต่ออาหารนั้นเอง

5.1.3 ได้ศึกษาความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อการสี ด้วยการศึกษาความเร็วรอบตั้งแต่ 200 – 400 รอบต่อนาที เพื่อหาช่วงความเร็วรอบที่เหมาะสมที่สุด สามารถสรุปได้ว่า ความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อการสีเมล็ดถั่วทั้ง 3 ชนิดอยู่ในช่วง 200 – 400 รอบต่อนาที เนื่องจากให้เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดถั่วแยกออกจากเปลือกที่สูงกว่าในช่วงความเร็วรอบอื่น ๆ

5.1.4 ได้ศึกษาลักษณะหน้าจานสีที่มีความเหมาะสมต่อการสีมากที่สุด สามารถสรุปได้ว่าลักษณะเป็นหน้าจานแบบเว้าและนูนรับกัน มุมเอียงของหน้าจานด้านนูน 5 องศากับแนวระดับ ส่วนด้านเว้ามีมุมเอียง 10 องศากับแนวระดับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร ความหนาของหน้าจานสีด้านละ 38 มิลลิเมตร หน้าจานสีด้านเว้าเจาะทำรูขนาด 50 มิลลิเมตรมีความเหมาะสมต่อการสีมากที่สุด

5.1.5 ปรับเปลี่ยนรูปแบบของระบบคัดแยกจากระบบรางเป่าแยกเศษ เปลี่ยนมาใช้ระบบคัดแยกเศษชั้นสลับขั้นที่ประกอบควบคู่กับระบบลมเป่าแทน ทำให้ได้ระบบคัดแยกที่มีขนาดเล็กลงทำให้การจัดวางตำแหน่งทำได้ง่าย กินเนื้อที่ใช้สอยลดลง

5.1.6 เครื่องสีและโม่อเนกประสงค์ที่ได้จัดสร้าง สามารถใช้ได้กับเมล็ดถั่วหลายชนิดที่ตากแห้งแล้ว โดยจากการทดลองเพื่อหาผลกับถั่ว 3 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง ด้วย

หน้าจานสีแบบที่ 2 ด้วยความเร็วรอบในช่วง 201 – 400 รอบต่อนาทีให้อัตราการผลิตที่ 56.07, 57.14 และ 40.27 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ มีประสิทธิภาพในการสีเท่ากับ 98.95, 97.56 และ 98.99 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักระหว่างสีเท่ากับ 2.33, 7.33 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

5.1.7 ได้เครื่องสีที่มีความสามารถในการสีธัญพืชได้หลายชนิด มีอัตราการผลิตสูงและมีความสะดวกต่อการใช้งานและบำรุงรักษาได้ง่าย

5.2 การอภิปรายผล

ในการสร้างเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์ จากลักษณะของเครื่องแบบเดิม จำต้องปรับปรุงออกแบบใหม่ ในด้านของ การปรับระยะหน้าจานสี, ความเร็วรอบ, ชุดคัดแยกเศษ รวมตลอดถึงการออกแบบเครื่องใหม่ ซึ่งจากการปรับปรุงดังกล่าวทำให้การดำเนินการเกิดปัญหา ในการปรับระยะหน้าจานสีจะเป็นการออกแบบเกลียวปรับระยะเป็นท่อลำเลียงวัสดุเนื่องจากจะต้องปรับให้ได้ระยะของวัสดุพืชแต่ละชนิด ในส่วนการปรับความเร็วรอบจะเป็นการเลือกใช้ชุด INVERTOR เป็นชุดควบคุมความเร็วรอบเป็นทางเลือกที่จะทำให้ปรับความเร็วรอบเหมาะสมกับวัสดุพืชแต่ละชนิด และจะทำให้ผู้ใช้ มีความง่ายในการใช้งาน และที่สำคัญคือการคัดแยกที่จะทำให้ได้ผลที่ผลิตสูงสุด ซึ่งได้ทำการทดลองโดยการทำแบบจำลองขึ้นมาซึ่งทำจากกระดาษแข็ง และเมื่อได้ผลดีที่สุดจึงนำมาสร้างเป็นชุดแยกเศษของเครื่องสีและโม่เมล็ดพืชอเนกประสงค์

ผู้จัดทำโครงการได้เปลี่ยนวิธีคัดแยกแบบเดิมเป็นวิธีที่กล่าวข้างต้นและใช้ลมเป่าและกันแรงลม และการปรับหน้าจานได้สะดวกกว่าเดิมโดยไม่ต้องหยุดเครื่อง และสามารถควบคุมความเร็วรอบได้ตามต้องการ ซึ่งทำให้เครื่องมีความง่ายในการใช้งายและให้ประสิทธิภาพสูง ตามความมุ่งหมายของโครงการ

5.3 ข้อเสนอแนะ

ถึงแม้ว่าเครื่องสีและโม่อเนกประสงค์ที่ได้ จะมีความสามารถในการทำงานอยู่ในขอบเขตโครงการ และวัตถุประสงค์ที่ได้จัดขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเครื่องสีอเนกประสงค์ที่ได้ยังมีข้อบกพร่องที่ผู้จัดทำโครงการคิดว่าควรได้รับการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมให้ดียิ่งขึ้น

ข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข คือ

5.3.1 ควรปรับปรุงให้เครื่องสีอเนกประสงค์สามารถถอดประกอบได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

5.3.2 ควรปรับปรุงให้อัตราการสีเปลือกของเครื่องสีอเนกประสงค์สูงมากขึ้น

บรรณานุกรม

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2537. **พืชไร่**. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช.

กรมวิชาการเกษตร. 2544. **การแปรรูปภายหลังการเก็บเกี่ยว**. กรุงเทพมหานคร : กรมวิชาการเกษตร.

บรรเลง ศรนิล และ ประเสริฐ ก๊วยสมบูรณ์. 2524. **ตารางงานโลหะ**. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. 2524. **เครื่องกลขนถ่ายระบบขนถ่ายต่อเนื่อง**. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บริษัท เอ็มแอนด์อี. 2543. **59 เรื่องน่ารู้เทคนิคเครื่องกล**. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ประสิทธิ พิทยพัฒน์. 2543. **การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า**. กรุงเทพมหานคร : สมสิริพริ้นติ้ง.

ปานมนัส ศิริสมบูรณ์. 2540. **วิศวกรรมการขนถ่ายวัสดุ**. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. 2542. **พลาสติก**. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพาณิชย์.

สมัย เหล่าวานิชย์. 2540. **Mathematics Concepts**. กรุงเทพมหานคร : ไฮเอ็ดพับลิชชิ่ง.

สมพร เกียรติดิลกรัฐ และคณะ. 2544. **ปริญญานิพนธ์ : การพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดสะเดา**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

สุวรรณา อัชฑวีวรรณ. 2525. **เทคโนโลยีพื้นบ้านเพื่อคุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจครอบครัว ฉบับปรับปรุง**. กรุงเทพมหานคร : องค์การยูนิเซฟ.

เสรีวัฒน์ สมินทร์ปัญญา. 2538. **โลกและหิน**. กรุงเทพมหานคร : สวีริยาสาส์น.

ศิวะ หงษ์นภา. 2543. **ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ**. กรุงเทพหมานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น.

ภาคผนวก ก.

การคำนวณระบบต่าง ๆ ของเครื่อง

ก.1 การคำนวณหาขนาดต้นกำลังผลิตลมของระบบคัดแยก

ระบบคัดแยกต้องการใช้ลมในการลำเลียงเปลือกถั่ว จากผนังท่อด้านหนึ่งสู่ปลายทางออกของท่อ เปลือกถั่วมีความหนาแน่นเท่ากับ 20 lb / ft^3 มีระยะทางลำเลียงต่ำกว่า 100 ft ปริมาณขนถ่ายที่ต้องการที่ได้จากการประเมินเท่ากับ 0.08 ton / hr

จากความต้องการขั้นต้นดังกล่าวพิจารณาคุณสมบัติในการขนถ่ายด้วยลมของวัสดุจากตารางที่ 2-3 สรุปได้ดังนี้คือ

Sat = 1.4

HP / ton = 2.5

PF = 5.0

v = 65 ft / s

VD = 0.7 ft^3 / rev

ก.1.1 คำนวณหาค่าความดันของระบบ

OP = [(HP / ton) x PF] / Sat

= [(2.5)(5.0)] / (1.4)

= 8.929 psig

ก.1.2 คำนวณหาปริมาณอากาศของระบบ

SCFM = Sat x Q x 33.333

= (1.4)(0.08 ton / hr)(33.333)

= 3.733 cfm

ก.1.3 คำนวณปริมาณอากาศที่จุดป้อนวัสดุ

ACFM = (SCFM x 14.7) / (14.7 + OP)

= [(3.733cfm)(14.7)] / [(14.7) + (8.929 psig)]

= 2.322 cfm

ก.1.4 คำนวณหาขนาดของท่อลำเลียง

PC = ACFM / v

= (2.322 cfm) / (65 ft / s)

= 0.036

เลือกขนาดของท่อลำเลียงจากตารางที่ 2-4 จะได้ท่อลำเลียงขนาด 3 นิ้ว sch 5 ที่ PC = 3.6

ก.1.5 ปรับปรุงค่าปริมาณอากาศที่จุดป้อนวัสดุ

$ACFM_{ใหม่} = PC_{ใหม่} \times v$

$= (3.6)(65\ ft / s)$

$= 234\ cfm$

ก.1.6 ปรับปรุงค่าความดันของระบบ

$OP = \{[SCFM \times 14.7 \times (14.7 + OP)] / (ACFM - 14.7)\}^{1/2}$

$= \{[(3.733)(14.7)(14.7 + 8.929\ psig)]/[(234\ cfm) - 14.7]\}^{1/2}$

$= 2.432\ psig$

ก.1.7 คำนวณความเร็วรอบของอุปกรณ์ป้อนวัสดุ

$rpm = (Q \times 2000) / (\rho \times VD \times 60)$

$= [(0.08\ ton / hr)(2000)] / [(20\ lb / ft^3)(0.7\ ft^3 / rev)(60)]$

$= 0.109\ rpm$

ก.1.8 คำนวณหาปริมาณการรั่วไหลของอากาศที่อุปกรณ์ป้อนวัสดุ

$FL_{ACFM} = VD \times rpm \times 1.3$

$= (0.7\ ft^3 / rev)(0.109\ rpm)(1.3)$

$= 0.099\ cfm$

ก.1.9 คำนวณหาปริมาณการรั่วไหลที่จุดป้อนวัสดุ

$FL_{SCFM} = FL_{ACFM}\ [(14.7 + OP) / 14.7]$

$= (0.099\ cfm)[(14.7 + 2.432\ psig) / 14.7]$

$= 0.115\ cfm$

ก.1.10 คำนวณหาปริมาณอากาศที่ผ่านเข้าสู่โบลเวอร์

$SCFM_{โบลเวอร์} = SCFM_{ระบบ} + FL_{SCFM}$

$= (3.733\ cfm) + (0.115\ cfm)$

$= 3.848\ cfm$

ก.1.11 คำนวณหาขนาดของโบลเวอร์

$HP = SCFM_{โบลเวอร์} \times OP \times 0.006$

$= (3.848\ cfm)(2.432\ psig)(0.006)$

$= 0.059\ HP$

กำหนดให้โบลเวอร์มีประสิทธิภาพในการทำงานเท่ากับ 75%

$$HP = (0.059\ HP) / 0.75$$

$$= 0.079\ HP$$

ดังนั้นจึงเลือกใช้โบลเวอร์ขนาด 0.079 HP มาใช้งานสำหรับระบบคัดแยกเปลือกที่ได้ทำการออกแบบเอาไว้

ก.2 การคำนวณหาขนาดของมอเตอร์สำหรับใช้ขับหน้าจาน

หน้าจานสีที่ได้ทำการออกแบบจะมีลักษณะการทำการด้วยการอาศัยแรงกดกันระหว่างหน้าจานสีทั้งสองด้าน รวมกับการอาศัยการหมุนจากมอเตอร์ทำให้เปลือกถั่วแตกออกแล้วหลุดออกจากตัวถั่วถั่วนั้นเอง โดยแรงกดที่ทำให้เมล็ดถั่วแตกออกสูงสุดมีค่าเท่ากับ 57 N และความเร็วรอบของการหมุนของหน้าจานสีที่ต้องการทำการศึกษาอยู่ในช่วง 200 – 1000 rpm

ก.2.1 คำนวณหาขนาดของมอเตอร์

$$Pm = 9.81 \times W \times v$$

$$= (9.81)(57\ N / 1000)(1000\ rpm)$$

$$= 557.17\ W$$

กำหนดให้มอเตอร์มีประสิทธิภาพในการทำงานเท่ากับ 75%

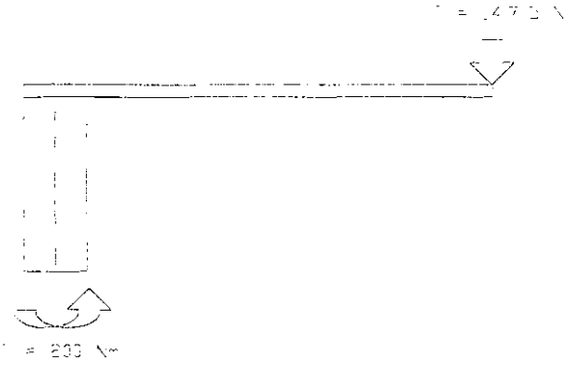
$$Pm = (557.17\ W) / 0.75$$

$$= 0.999\ HP$$

ดังนั้นเลือกมอเตอร์ขนาด 1 HP มาใช้งานสำหรับการขับหน้าจานสีเปลือกตามที่ได้ออกแบบเอาไว้

ก.3 การคำนวณหาขนาดของเพลาส่งกำลัง

เพลาส่งกำลังที่ได้ทำการออกแบบผลิตจากเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 304 ที่มีคุณสมบัติเรื่องความเค้นที่จุดครากเท่ากับ 180 N / mm^2 และกำหนดค่าตัวประกอบเพื่อความปลอดภัย (Safety Factor) มีค่าเท่ากับ 4 จะต้องคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เหมาะสมของเพลาที่จะรับแรงต่างๆ ดังภาพที่ ก-1



ภาพที่ ก-1 ลักษณะการรับแรงต่าง ๆ ของเพลาส่งกำลัง

ก.3.1 คำนวณหาขนาดของเพลาจากแรงเค้นดัดที่เกิดขึ้นกับเพลา

$$\sigma_b = [128FL] / [\pi d^3]$$

$$d = \{[128FL] / [\pi\sigma_b]\}^{1/3}$$

$$= \{[(128)(14.715\ N)(178\ mm)] / [\pi(180\ N / mm^2) / 4]\}^{1/3}$$

$$= 13.336\ mm$$

ก.3.2 คำนวณหาขนาดของเพลาจากแรงเค้นเฉือนเนื่องจากแรงบิดที่เกิดขึ้น

$$\tau_t = [16T] / [\pi d^3]$$

$$d = \{[16T] / [\pi\tau_t]\}^{1/3}$$

$$= \{[16(200\ Nm)] / [\pi(180\ N / mm^2) / 2]\}^{1/3}$$

$$= 22.452\ mm$$

จากการคำนวณข้างต้นทำการเปรียบเทียบผลแล้วสรุปได้ว่า ควรจะผลิตเพลาส่งกำลังจากเหล็กกล้าสแตนเลส AISI 304 ให้มีขนาดเท่ากับ 25 มิลลิเมตร เพื่อให้เพลาส่งกำลังดังกล่าวสามารถทนแรงเค้นดัดและแรงเค้นเฉือนเนื่องจากแรงบิดได้โดยไม่เกิดความเสียหาย

ภาคผนวก ข.

คู่มือการใช้เครื่องสีอเนกประสงค์และการบำรุงรักษา

ข.1 ขั้นตอนการใช้เครื่องสีอเนกประสงค์

ข.1.1 ตรวจสอบเครื่องสีอเนกประสงค์ว่ามีความพร้อมในการใช้งานหรือไม่

ข.1.2 ทำการปรับระยะหน้าจานสีให้เหมาะสมกับเมล็ดถั่วแต่ละชนิด

ข.1.2.1 คลายเกลียวตัวเมียหมายเลข 1

ข.1.2.2 ปรับเลื่อนสลักเกลียวหมายเลข 1 ให้ได้ระยะหน้าจานสีตามต้องการ

ข.1.2.3 ขันล็อคเกลียวตัวเมียหมายเลข 1 ให้แน่น

ข.1.3 ตรวจสอบพัดลมของระบบคัดแยก หมายเลข 1

ข.1.4 ตรวจสอบมอเตอร์ขับหน้าจานสี หมายเลข 1

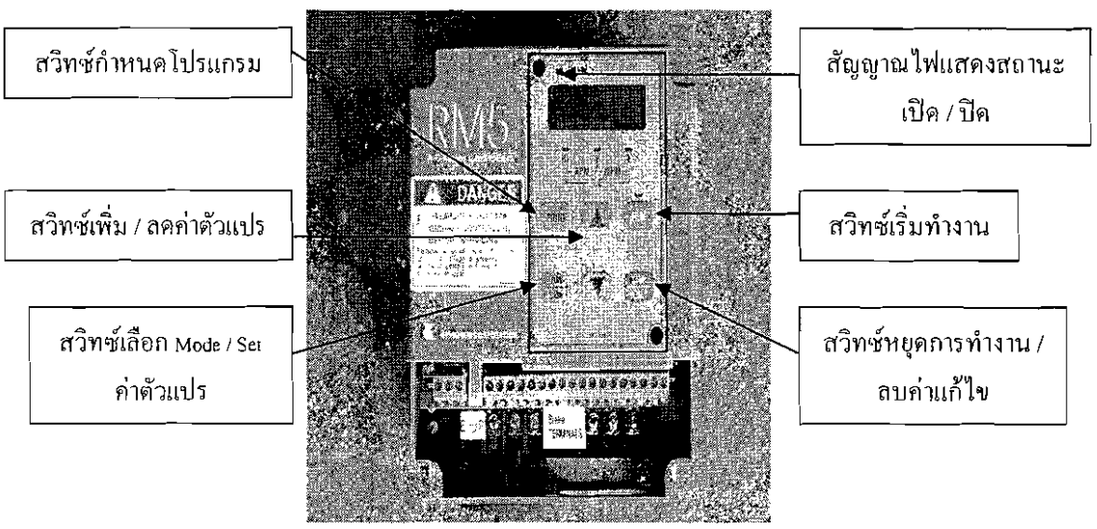
ข.1.5 เสียบปลั๊กไฟเข้าเต้ารับ รอจนสัญญาณไฟแสดงสถานการณ์ทำงานของเครื่องติด

ข.1.6 กดสวิทซ์ RUN เพื่อให้เครื่องเริ่มทำงาน

ข.1.7 บรรจุเมล็ดถั่วที่ต้องการสีเปลือกลงในถัง หมายเลข 1

ข.1.8 เมื่อต้องการหยุดเครื่องทำได้โดยการกดสวิทซ์ STOP / RESET

ข.2 ขั้นตอนของการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์



ภาพที่ ข-1 ชุดควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์

ในการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ทำได้โดยการกดสวิทซ์กำหนดโปรแกรมแล้วกดสวิทซ์เลือก Mode / set ค่าตัวแปร จนหน้าจอแสดงดังภาพที่ ข-2 จากนั้นจึงกดสวิทซ์เพิ่ม / ลดค่าตัวแปรเพื่อเพิ่ม หรือลดค่าความเร็วรอบตามที่ต้องการ

สถาบันวิทยบริการ

ภาพที่ ข-2 แสดงหน้าจอใน Mode การปรับความเร็วรอบ

ข.3 การบำรุงรักษาเครื่องสือเนกประสงค์

ข.3.1 เปิดตัวถังของเครื่องสือเนกประสงค์ออก ใช้ลมเป่าทำความสะอาดเศษวัสดุออกจนหมดทุกครั้งภายหลังการใช้งาน

ข.3.2 ถอดหน้าจานสีออกมาทำความสะอาดด้วยน้ำ ภายหลังจากการทำงานทุกครั้ง

ข.3.3 ตรวจสอบการทำงาน และหล่อลื่นเพลาส่งกำลังและตลับลูกปืนเป็นประจำ