สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# การศึกษาและพัฒนาเครื่องทำความสะอาดขิง

# A STUDY AND DEVELOPMENT OF THE GINGER CLEANING MACHINE

T119266

นางสาวเบญจมาศ ทองศรี
นางสาวเบญจรัตน์ ช่วยอรัญ
นางสาวปัทมา ใจฟู

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119266
วัน,เดือน,ปี 6 S.A. 2554

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

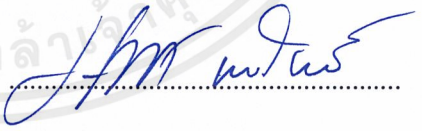
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาและพัฒนาเครื่องทำความสะอาดขิง

A Study and Development of the Ginger Cleaning Machine


ผู้จัดทำ

1. นางสาวเบญจมาศ ทองศรี รหัสประจำตัว 50010869
2. นางสาวเบญจรัตน์ ช่วยอรัญ รหัสประจำตัว 50010870
3. นางสาวปัทมา ใจฟู รหัสประจำตัว 50010952

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

( อ. ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ )

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

( ดร. ประสันต์ ชุ่มใจหาญ )


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การศึกษาและพัฒนาเครื่องทำความสะอาดขิง

นางสาวเบญจมาศ ทองศรี 50010869
นางสาวเบญจรัตน์ ช่วยอรัญ 50010870
นางสาวปัทมา ใจฟู 50010952
อ.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ดร.ประสันต์ ชุ่มใจหาญ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษา และพัฒนาเพื่อทดสอบ เครื่องล้างทำความสะอาดขิง ซึ่งประกอบด้วย ชุดดรัมทำความสะอาดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 47 เซนติเมตร ยาว 146 เซนติเมตร ชุดแปรงทำความสะอาด 3 ชุด ติดภายในดรัมในแนวนอนและแนวเอียง การทำงานเริ่มจากขิงถูกปล่อยออกจากถาดป้อนเข้าสู่ขบวนการทำความสะอาดด้วยชุดแปรงหมุนขัดหัวขิงโดยมีการสเปรย์น้ำร่วมด้วยที่แรงดัน 1 $kg/cm^2$ และเมื่อขิงเคลื่อนที่ผ่านชุดดรัมขิงจะถูกทำความสะอาดทั่วทั้งหัวขิง น้ำล้างจะถูกปล่อยสู่ส่วนกลางของชุดดรัมและไหลลงสู่ถาดรับภายใต้ชุดดรัม และขิงที่สะอาดจะออกจากดรัมสู่ถาดรับ จากการทดสอบพบว่าความเร็วรอบที่ดีที่สุดในการล้างอยู่ที่ 26 รอบต่อนาที ที่มุมการล้าง 3 องศา ทำให้ได้ขิงที่มีความสะอาดที่ 83.04 % โดยสามารถล้างขิงได้ 230 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการใช้น้ำ 13.2 ลิตรต่อนาที และอัตราการใช้ไฟฟ้าอยู่ที่ 1 - 1.3 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# A Study and Development of the Ginger Cleaning Machine

Benjamat Tongsee
Bencharat Chuayaran
Pattama Jaifu
Lecture Teerapong Pholpo Advisor
Dr. Prasan Choomjaihan Advisor

Abstract

The objective of this study was to development and to test the ginger cleaning machine. The machine basically consisted of the horizontal spraying drum washer with 47 cm in diameter and 146 cm in length. Three brushes were mounted horizontally and vertically inside the drum. Gingers fed to the drum and passed through the cleaning brushes along with the sprayed water at the pressure of 1 kg/cm$^2$. After passing through the drum washer, the gingers were considered as the cleaned ginger. The used water after cleaning was drained out at the end of the tray, but cleaned gingers. They were move to cleaned ginger tray with the rotational velocities of the drum that was tested at 26 rpm. The cleaning performance was 83.04% with the cleaning capacity of 230 kg/hr. The electrical power and water requirements were 13.2 Litre/min and 1-1.3 kWatt/hr, respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากท่านอาจารย์ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ และอาจารย์ประสันต์ ชุ่มใจหาญ ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่พร้อมให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงาน และให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ตลอดจนการตรวจเอกสารจนกระทั่งงานเสร็จสิ้น

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้โอกาสทางการศึกษา

ขอขอบคุณ ทุนสนับสนุนงานวิจัยประจำปีการศึกษา 2553 จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบัน-เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำโรงปะลองฝีมือ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในการเบิกจ่ายเครื่องมือ

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนอย่างดีตลอดที่ทำการศึกษา

เบญจมาศ ทองศรี
เบญจรัตน์ ช่วยอรัญ
ปัทมา ใจฟู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้าที่ |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| สารบัญ | ง |
| สารบัญตาราง | ฉ |
| สารบัญภาพ | ช |
| บทที่ 1 บทนำ | |
| 1.1 ที่มาของโครงงาน | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน | 2 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงงาน | 2 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 2 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ | |
| 2.1 ลักษณะทั่วไปเกี่ยวกับขิง | 3 |
| 2.2 พันธุ์ขิงที่ปลูกกันในประเทศไทย | 4 |
| 2.3 ประโยชน์จากขิง | 7 |
| 2.4 จุดประสงค์หลักของขบวนการล้าง | 10 |
| 2.5 สิ่งที่เป็นความต้องการภายหลังการทำความสะอาด | 10 |
| 2.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับสายพาน | 11 |
| 2.7 วิธีการทำความสะอาด | 15 |
| 2.8 อุปกรณ์เครื่องสูบน้ำ | 20 |
| 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 25 |
| บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง | |
| 3.1 การทดสอบขิงเบื้องต้น | 28 |
| 3.2 การออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดขิง | 29 |
| 3.3 การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องล้าง-ทำความสะอาดขิง | 34 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้าที่

บทที่ 4 ผลการทดสอบ
4.1 ผลการทดสอบขิงเบื้องต้น 38
4.2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดขิง 41
4.3 ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องล้าง-ทำความสะอาดขิง 43
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปผลการทดลอง 45
5.2 ข้อเสนอแนะ 45
5.3 น้ำที่ใช้สูญเสียไป 45
5.4 ความเร็วรอบมากกว่าเครื่องแบบเก่า 45
เอกสารอ้างอิง 46
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. ข้อมูลการทดสอบเครื่องล้างทำความสะอาดขิงที่มุม-การล้างต่างๆ 48
ภาคผนวก ข. ส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดขิง 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มา

ขิงเป็นพืชล้มลุกมีลำต้นใต้ดินซึ่งมีลักษณะคล้ายมือหรือที่เรียกว่า “เหง้า” เปลือกเหง้ามีสีเหลืองอ่อน แต่เนื้อภายในมีสีเหลืองอมเขียว ขิงจัดเป็นพืชตระกูลเดียวกันกับข่า ขมิ้น กระวาน กระชาย ขิงอ่อนมีสีขาวออกเหลือง มีรสเผ็ดและกลิ่นหอม ยิ่งแก่ยิ่งมีรสเผ็ดร้อน เป็นทั้งพืชสุมนไพรและเครื่องเทศ มีสรรพคุณด้านเป็นยาอายุวัฒนะ การผลิตขิงแบ่งออกเป็น การปลูกขิงเพื่อบริโภคสด ส่งโรงงานอุตสาหกรรม และการปลูกเพื่อผลิตพันธุ์ ขิงเป็นพืชที่ปลูกได้ดีในเขตร้อน แหล่งที่ปลูกที่สำคัญได้แก่ อินเดีย และสาธารณรัฐประชาชนจีน รองลงมาได้แก่ ออสเตรเลีย ฟิจิ ไต้หวัน และไทย

ขิง เป็นสมุนไพรไทย ที่มีสรรพคุณและให้คุณประโยชน์มากมาย สามารถนำมาทำเป็นอาหาร เครื่องดื่ม ตลอดจนเป็นยาสมุนไพรได้ทั้งลำต้น เช่น ใบ ใช้บำรุงกำเดา แก้ฟกช้ำ แก้นิ่ว แก้ขัดปัสสาวะ แก้โรคตา และฆ่าพยาธิได้ ซึ่งเป็นพืชที่นำมาบริโภคได้ทั้งในรูปผลผลิตสดและแปรรูป จึงทำให้ขิงกลายเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของไทย โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่นที่มีความต้องการขิงไปแปรรูปเป็นขิงดอง ซึ่งขิงจากประเทศไทยมีประสิทธิภาพและคุณภาพดีกว่าคู่แข่งอย่างประเทศจีน จึงทำให้ยอดของการส่งออกขิงเพิ่มมากขึ้นจนประเทศไทยกลายเป็นผู้ส่งออกรายใหญ่ และที่สำคัญราคาขิงของประเทศไทยมีราคาต่ำกว่าประเทศคู่แข่ง และจากสถิติการส่งออกขิงของประเทศไทยนั้นมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนทำให้ประเทศไทยมีรายได้จากการส่งออกขิงประมาณปีละ 200-600 ล้านบาท

เนื่องจากขิงเป็นพืชที่อยู่ใต้ดิน จึงทำให้ขิงที่ขุดขึ้นมาจากไร่จะมีความสกปรกจากการปนเปื้อนของเศษดิน เศษฝุ่น ติดบริเวณแง่งขิงทำให้การทำความสะอาดเป็นไปได้ยาก รวมไปถึงวิธีของการล้างขิงในสมัยก่อนนั้นเป็นวิธีที่ทำให้ขิงเกิดการแตกหัก และทำให้ขิงมีการช้ำเสียหายได้ ทั้งยังต้องใช้แรงงานในการทำความสะอาดมาก จึงทำให้ค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานเพิ่มสูงขึ้น จากปัญหาดังกล่าว จึงได้เกิดการคิดค้นระบบการล้างทำความสะอาดขิงด้วยเครื่องจักรขึ้น เพื่อประโยชน์ในการประหยัดค่าใช้จ่าย และเพื่อประสิทธิภาพที่มากขึ้นของการทำความสะอาดขิง

โครงการเครื่องล้างทำความสะอาดขิงจึงได้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นต้นแบบของเครื่องล้างทำความสะอาดขิงให้มีประสิทธิภาพที่เพิ่มมากขึ้น และความสะอาดของขิงเป็นที่ยอมรับของตลาด ทั้งในด้านของขิงสดและในด้านกระบวนการแปรรูปต่อไป และยังสามารถประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่อไป เพื่อประหยัดแรงงานและประสิทธิภาพที่เพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อทำการศึกษาออกแบบและพัฒนาเครื่องทำความสะอาดขิง

1.2.2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถในการทำความสะอาดขิง

1.2.3 เพื่อลดต้นทุนการผลิตด้านแรงงานในการทำความสะอาดขิง

## 1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาและออกแบบเครื่องทำความสะอาดขิง

1.3.2 ศึกษาเพื่อพัฒนาและปรับปรุงเครื่องทำความสะอาดขิงแบบเก่า

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ลดการใช้แรงงานคนในการล้างทำความสะอาดขิงแก่เกษตรกร

1.4.2 เพิ่มความสามารถในการล้างทำความสะอาดขิงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4.3 สามารถล้างทำความสะอาดขิง โดยเกิดความเสียหายแก่ขิงน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

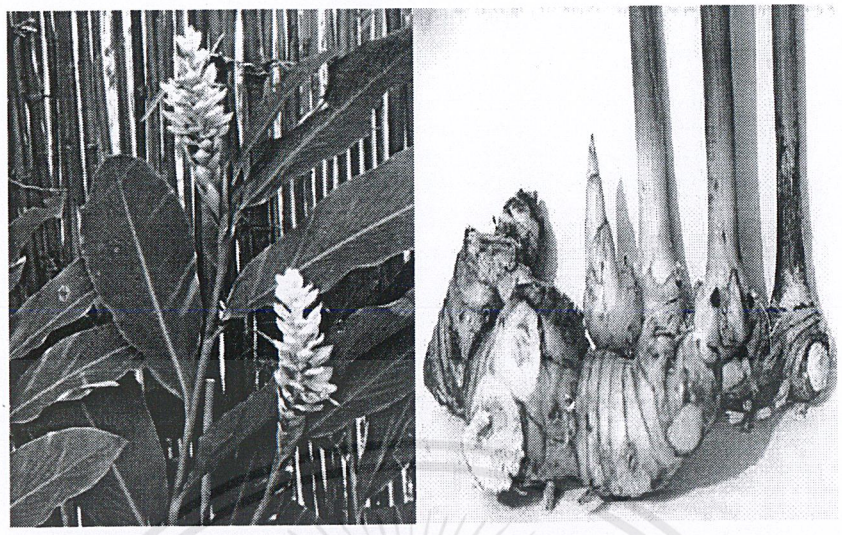
# หลักการและทฤษฎี

## 2.1 ลักษณะทั่วไปของขิง

ขิงเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Zingiber officinale Rose. วงศ์ ZINGIBERACEAE แหล่งปลูกที่สำคัญในประเทศไทยได้แก่ เชียงราย เพชรบูรณ์

ขิงเป็นพืชล้มลุก มีเหง้าใต้ดิน เปลือกนอกสีน้ำตาลแกมเหลือง เนื้อในสีนวลมีกลิ่นหอมเฉพาะ แทงหน่อหรือลำต้นเทียมขึ้นเป็นกอประกอบด้วยกาบหรือโคนใบหุ้มซ้อนกัน ใบเป็นชนิดใบเดี่ยว ออกเรียงสลับกันเป็นสองแถว ใบรูปหอกเกลี้ยงๆ กว้าง 1.5 - 2 ซม. ยาว 12 - 20 ซม. หลังใบห่อจีบเป็นรูปรางนำ ปลายใบสอบเรียวแหลม โคนใบสองแคบและจะเป็นกาบหุ้มลำต้นเทียม ตรงช่วงระหว่างกาบกับตัวใบจะหักโค้งเป็นข้อศอก ดอก สีขาว ออกรวมกันเป็นช่อรูปเห็ดหรือกระบองโบราณ แทงขึ้นมาจากเหง้า ชูก้านสูงขึ้นมา 15 - 25 ซม. ทุกๆ ดอกที่กาบสีเขียวปนแดงรูปโค้งๆ ห่อรองรับ กาบจะปิดแน่นเมื่อดอกยังอ่อน และจะขยายอ้าให้เห็นดอกในภายหลัง กลีบดอกและกลีบรองกลีบดอก มีอย่างละ 3 กลีบ อุ้มน้ำ และหลุดร่วงไว โคนกลีบดอกม้วนห่อ ส่วนปลายกลีบผายกว้างออกเกสรผู้มี 6 อัน ผล กลม แข็ง โต วัดผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 ซม. ขิงชอบสภาพดินปลูกที่ร่วนซุย มีอินทรีย์วัตถุสูงพอสมควร การระบายน้ำดี มีความเป็นกรด - ด่าง ประมาณ 6-6.5 ขยายพันธุ์โดยใช้ท่อนพันธุ์แง่งขิง ตัดขนาดให้มี 1-3 ตาเมื่อเจริญเติบโตครบ 6 เดือน สามารถขุดขายเป็นขิงอ่อนได้ และเมื่อครบ 10 - 12 เดือน สามารถขุดขายเป็นขิงแก่ได้ โดยสังเกตเมื่อขิงแก่จะเริ่มทิ้งใบโทรมลง แต่ลำต้นสะสมอาหารใต้ดินยังอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ ขิงเป็นพืชที่ชอบอากาศชื้น มีอุณหภูมิสูงพอสมควร พื้นที่ในการปลูกควรมีร่มเงากำบังบ้าง แหล่งปลูกขิงที่ดีควรมีระดับฝนตกเฉลี่ย 80-100 นิ้วต่อปี มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 4,000-5,000 ฟุต ขิงจะเริ่มเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 10-12 เดือน หลังจากปลูกหรือจะสังเกตได้จากใบและลำต้นเริ่มเหี่ยวเฉา เมื่อขิงมีอายุย่างเข้าเดือนที่ 8 ในการเก็บเกี่ยวนั้น หากเป็นพื้นที่แห้งและแข็ง ให้รดน้ำที่แปลงเพื่อให้ดินอ่อนตัวก่อนจึงใช้มือดึงขึ้นมาก จากนั้นเขย่าดินออก ทิ้ง ตัดรากและใบเหี่ยวออก แยกแง่งที่จะใช้สำหรับทำพันธุ์ โดยเลือกแง่งที่อวบใหญ่ปราศจากเชื้อโรค แมลง และไม่มีแผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 2.1** แสดงลักษณะต่างๆของขิง

## 2.2 พันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทย

พันธุ์ขิงมีการปลูกกระจายไปทั่วโลกจึงมีคุณภาพแตกต่างกันตามลักษณะ เช่น ความเผ็ด ปริมาณเสี้ยน รสชาติ เช่นพันธุ์ที่มีปลูกต่างประเทศ ตัวอย่างเช่น ขิงจาไมก้า, ขิงอินเดีย, ขิงแอฟริกา, ขิงจีน, ขิงญี่ปุ่น และขิงไทย พันธุ์ขิงจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

**2.2.1 ขิงใหญ่ ขิงหยวก หรือขิงขาว** จะมีแง่งใหญ่ ข้อห่าง เนื้อละเอียดไม่มีเสี้ยนหรือมีแต่น้อยมาก รสเผ็ดน้อย ใต้เซลล์ผิวเมื่อลอกเยื่อหุ้มอกจะไม่มีสีหรือมีสีเหลืองเรื่อ ๆ ลักษณะของตาที่ปรากฏบนแง่ง กลมมน ลำต้นสูง ปลายใบป้าน เหมาะสำหรับปลูกเป็นขิงอ่อน ส่งโรงงานเพื่อแปรรูปเป็นขิงดอง ขิงแช่อิ่มหรือใช้บริโภคสดก็ได้

**ภาพที่ 2.2** ขิงใหญ่ ขิงหยวกหรือขิงขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2.2 ขิงเล็กหรือขิงเผ็ด** จะมีแง่งเล็ก สั้น ข้อถี่ เนื้อมีเสี้ยนมาก รสค่อนข้างเผ็ด ลักษณะของตาที่ปรากฏบนแง่งค่อนข้างแหลม แตกแขนงดี นิยมปลูกเป็นขิงแก่ เพราะได้น้ำหนักดี ใช้ทำเป็นพืชสมุนไพรประกอบทำยารักษาโรค และสกัดทำน้ำมัน โดยเลือกขิงที่มีอายุ 10-12 เดือน

**ภาพที่ 2.3** ขิงเล็กหรือขิงเผ็ด

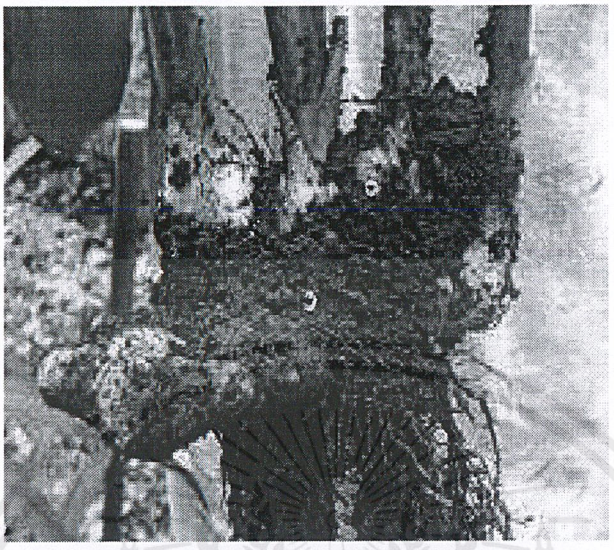
จากวิธีการขยายพันธุ์ของขิงนั้น ขิงจะเจริญเติบโตได้ดินในลักษณะของดินร่วนปนดินทรายหรือดินที่ไม่เหนียวจนเกินไป ขิงชอบขึ้นในที่ชื้นมีการระบายน้ำดี ถ้าน้ำขังอาจโดนโรคเชื้อรา และโดยเฉพาะดินจากการเปิดป่าใหม่ขิงจะเจริญเติบโตได้ดีมาก

**ภาพที่ 2.4** การปลูกขิงในพื้นที่ดินร่วนปนทราย

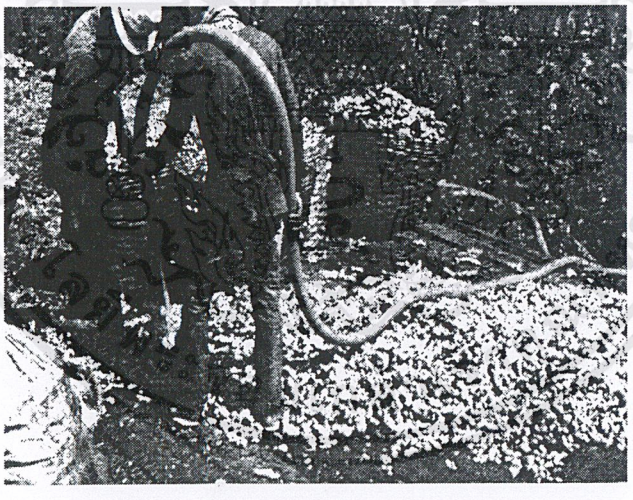
และจากสภาพของขิงที่ขุดขึ้นมาจากไร่นั้น จะมีเศษดินและฝุ่นต่างๆปะปนมาด้วย จึงมีความจำเป็นอย่างมากในการล้างทำความสะอาดก่อนเพื่อส่งไปจำหน่ายยังท้องตลาด โดยวิธีที่เกษตรกรปฏิบัติกันทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นคือ การเทขิงกองรวมกันแล้วจึงใช้สายยางฉีด หรือการเทขิงลงในตะกร้าแล้วสายยางฉีด รวมไปถึงการเขย่าตะกร้า ซึ่งการกระทำเช่นนี้จะทำให้ขิงเกิดการแตกหักและเสียหายมาก ทั้งยังใช้แรงงานมากอีกด้วย



**ภาพที่ 2.5** สภาพขิงที่ขุดจากไร่



**ภาพที่ 2.6** การล้างขิงที่เกษตรกรปฏิบัติอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพที่ 2.7** การใช้แรงงานในการล้างขิง

## 2.3 ประโยชน์ของขิง

ขิงมีสรรพคุณด้านสมุนไพรรักษาโรคได้หลายอย่าง จนแพทย์แผนไทย ยกย่องให้เป็นสมุนไพรหลักชนิดหนึ่ง ใช้ได้ทั้งเหง้าสดและแห้ง มีสรรพคุณดังนี้

1. เหง้า รสหวานเผ็ดร้อน ขับลม แก้ท้องอืด จุกเสียด แน่นเฟ้อ คลื่นไส้อาเจียน แก้หอบไอ ขับเสมหะ แก้บิด เจริญอากาศธาตุ สารสำคัญในน้ำมันหอมระเหย จะออกฤทธิ์กระตุ้นการบีบตัวของกระเพาะอาหารและลำไส้ ใช้เหง้าแก่ทุบหรือบดเป็นผง ชงน้ำดื่ม แก้อาการคลื่นไส้อาเจียน แก้จุกเสียด แน่นเฟ้อ เหง้าสด ตำคั้นเอาน้ำผสมกับน้ำมะนาว เติมเกลือเล็กน้อย จิบแก้ไอ ขับเสมหะ
2. ต้น รสเผ็ดร้อน ขับลมให้ผายเรอ แก้จุกเสียด แก้ท้องร่วง
3. ใบ รสเผ็ดร้อน บำรุงกำเดา แก้ฟกช้ำ แก้นิ่ว แก้ขัดปัสสาวะ แก้โรคตา ฆ่าพยาธิ
4. ดอก รสเผ็ดร้อน แก้โรคประสาทซึ่งทำให้ใจขุ่นมัว ช่วยย่อยอาหาร แก้ขัดปัสสาวะ
5. ราก รสหวานเผ็ดร้อนขม แก้แน่น แก้ศอเสมหะ เจริญอาหาร แก้ลม แก้เสมหะ แก้บิด
6. ผล รสหวานเผ็ด บำรุงน้ำนม แก้ไข้ แก้คอแห้ง เจ็บคอ แก้ตาฟาง เป็นยาอายุวัฒนะ

ขิงนับเป็นพืชสารพัดประโยชน์อย่างแท้จริง เพราะเป็นทั้งอาหาร เครื่องเทศ เครื่องดื่ม และยา ยิ่งกว่านั้นกลิ่นของขิงก็ยังนำไปใช้ประโยชน์อีกมากมายหลายด้าน เช่น แต่งกลิ่น อาหาร ขนม เครื่องดื่ม และยาต่าง ๆ รวมทั้งผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น สบู่ เครื่องสำอาง น้ำยาดับกลิ่น ฯลฯ เพราะกลิ่นของขิงมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ทำให้เกิดความรู้สึกว่าสะอาด สดชื่น กระชุ่มกระชวย ขิงจึงถูกนำไปสกัดน้ำมันหอมระเหย ซึ่งมีอยู่ในเหง้าขิงประมาณร้อยละ 1-3 เพื่อจำหน่ายให้กับอุตสาหกรรมแขนงต่าง ๆ ที่ใช้กลิ่นขิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจึงนับได้ว่าขิงเป็นพืชอุตสาหกรรมอย่างหนึ่งด้วย ขิงที่นำมาประกอบอาหารมีหลายรูปแบบคือ ขิงสด ขิงดอง ขิงแห้ง ขิงผง รวมทั้งน้ำขิงที่เป็นเครื่องดื่ม ขิงเป็นเครื่องเทศที่ใช้แต่งกลิ่นอาหารเพิ่มรสชาติ และดับกลิ่นคาวของเนื้อสัตว์ เช่น ใช้โรยหน้าปลานึ่ง โรยหน้าโจ๊กหรือผสมในน้ำจิ้มข้าวมันไก่ ต้มส้มปลา แกงฮังเล ยำกุ้งแห้ง ขิงยำ เป็นเครื่องเคียงของเมี่ยงคำ หรือทำเป็นขนมหวาน เช่น บัวลอยไข่หวาน มันเทศต้ม นอกจากนี้ขิงดองยังเป็นอาจาดในอาหารอีกหลายชนิด เช่น ข้าวหน้าเป็ด หรืออาหารญี่ปุ่น รวมทั้งยังเป็นส่วนผสมในการแต่งกลิ่นอาหารหลายชนิด เช่น คุ้กกี้ พายน์ เค้ก พุดดิ้ง ผงกะหรี่ ในประเทศแถบตะวันตกนำขิงไปทำเป็นเบียร์ คือ เบียร์ขิง ขิงมีสรรพคุณทางยาเกี่ยวกับท้อง แก้หวัด ทำยาแก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ ยาแก้อักเสบ ยาแก้เมารถเมาเรือ เหง้าขิงที่มีอายุ 11 ถึง 12 เดือน จะมีฤทธิ์แรง ขิงให้คุณประโยชน์ คือ ต้นขิงใช้ต้มกิน ขับถ่ายลมในท้อง ในลำไส้ ทำให้ท้องสบาย แก้ลมวิงเวียน ใบขิง ใช้ต้มกินแก้โรคกำเดา ดอกขิงใช้ต้มกินแก้โรคตาเปียกตาแฉะ แก้เบาไม่ปกติ แก้นิ่ว รากขิงใช้ต้มกิน ทำให้ลำคอโล่งโปร่ง บำรุงเสียง ทำให้เสียงเพราะ แก้ลมแน่นในหน้าอก เป็นยาเจริญอาหาร แก้พรรดึก แก้ไข้ เป็นต้น

จีนเป็นชนชาติเก่าแก่ที่มีการใช้ประโยชน์จากขิงมายาวนาน แพทย์จีนโบราณจัดขิงเป็นพืชรส เผ็ดอุ่น มีฤทธิ์แก้หวัดเย็น ขับเหงื่อ บำรุงกระเพาะ แก้อาการคลื่นไส้อาเจียน ลดคลอเลสเตอรอลที่สะสมในตับและเส้นเลือด ชาวบ้านทั่วไปจะรู้ดีว่าถ้าต้มขิงกับน้ำตาลอ้อยจะช่วยแก้หวัด ถ้าใช้ขิงสดปิดที่ขมับทั้งสองข้างจะช่วยแก้ปวดหัว และถ้าเอาขิงสดอดไว้ใต้ลิ้นจะช่วยแก้อาการกระวนกระวาย แก้คลื่นไส้อาเจียนได้ดี ในตำรับเภสัชของสาธารณรัฐประชาชนจีน ค.ศ. 1985 จึงบรรจุทั้งขิงสด ขิงแห้งและทิงเจอร์ ขิงเป็นสมุนไพรแห่งชาติตัวหนึ่ง แพทย์จีนโบราณจะใช้ประโยชน์จากขิงสดและขิงแห้งในแง่มุมที่ต่างกันโดยจะใช้ขิงแห้งในภาวะที่ขาดหยาง ภาวะขาดหยาง คือ ภาวะที่ร่างกายอาการเย็น หนาวง่ายทนต่อความเย็นได้น้อย การย่อยอาหารไม่ดี เป็นต้น ทั้งยังมีการใช้ขิงแก่ในคนไข้ปวดข้อรูมาติกส์ ขิงสดจะใช้ในจุดมุ่งหมายที่ต้องการกำจัดพิษที่เกิดจากการติดเชื้อภายในร่างกายโดยการขับพิษออกมาทางเหงื่อ ขิงสดช่วยทำให้ร่างกายปรับสภาพในภาวะที่ร่างกายมีอาการเย็นได้เช่นเดียวกับขิงแห้ง ขิงสดช่วยลดการคลื่นไส้อาเจียน โดยใช้ขิงสด 30 กรัม สับให้ระเอียดต้มทานน้ำในขณะท้องว่างนอกจากนี้ขิงยังช่วยกำจัดพิษโดยการเพิ่มการไหลเวียนของโลหิต ขิงสดยังช่วยขับเสมหะ โดยใช้ขิงสดคั้นเอาแต่น้ำประมาณครึ่งถ้วยผสมน้ำผึ้ง 30 กรัมอุ่นให้ร้อนก่อนรับประทาน ปัจจุบันจีนมีการศึกษาวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ของขิงพบว่าขิงแห้งช่วยให้กระเพาะอาหารแข็งแรง ทั้งขิงสดและขิงแห้งมีฤทธิ์ด้านการคลื่นไส้อาเจียน และในการศึกษาในห้องทดลองพบว่าขิงมีฤทธิ์แก้ปวดและต้านการอักเสบ

ในญี่ปุ่นพบว่าขิงมีฤทธิ์บำรุงหัวใจ ลดความดันโลหิต ลดคลอเลสเตอรอล ในด้านความงาม ใช้ขิงสดขูดเป็นฝอย แล้วใช้นวดละเลงลงบนต้นขา ก้น หรือส่วนที่เป็นไขมันผิวส้ม หรือมีเซลล์ลูไลท์ ขิงจะช่วยทำให้ผิวส้มนั้นกระจายตัว ไม่เกิดให้เกิดผิวขรุขระ เมื่อสัมผัสจะรู้สึกเรียบเนียนขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอินเดียใช้ขิงในการทาถูนวด เพื่อเพิ่มการไหลเวียนของโลหิต ใช้ลดการอักเสบของตับ แก้ปวด ลดอาการบวมน้ำ ใช้เป็นยากระตุ้นการอยากอาหาร เป็นยาช่วยย่อย ช่วยขับลมในลำไส้ นอกจากนี้ยังช่วยทำความสะอาดปากและคอ ช่วยระงับการคลื่นไส้อาเจียน ช่วยกระตุ้นกำหนัด ใช้ขิงผงแห้งละลายน้ำอุ่น ทาที่หน้าผากรักษาอาการปวดหัว แพทย์ชาวอาหรับโบราณก็ใช้ประโยชน์จากขิงคล้ายๆ กัน แต่ที่แตกต่างคือจะเน้นการใช้ขิงในการกระตุ้นความกำหนัด

นักสมุนไพรรุ่นใหม่ของตะวันตกใช้ขิงในการช่วยย่อยอาหาร ช่วยในการไหลเวียนของโลหิต และลดการคลื่นไส้อาเจียน จากการเคลื่อนไหวที่ไม่สมดุล (motion sickness) รวมทั้งให้ใช้ลดการคลื่นไส้อาเจียนจากการแพ้ท้อง แต่คนท้องไม่ควรรับประทานเป็นประจำ กรีกจะใช้ขิงช่วยย่อยอาหาร และช่วยแก้พิษ ใช้ขิงในการรักษาอัมพาต โรคปวดปลายประสาท และโรคเก๊าท์ ส่วนคนยุโรปใช้ขิงในการช่วยย่อย ช่วยรักษาอาการท้องอืดจากการดื่มเหล้า ช่วยขับลม ทั้งยังใช้ในการรักษาโรคเก๊าท์ และกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิต

**ภาพที่ 2.8** การใช้ประโยชน์ขิง

ไม่ใช่ว่าขิงจะมีประโยชน์ในทางยาเท่านั้น ขิงยังถูกนำมาใช้เพื่อความงามด้วย อย่างเช่นแชมพูขิงที่โรงพยาบาลอภัยภูเบศร์ทำอยู่ ขิงจะช่วยลดความมันของหนังศีรษะ ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของเลือดไปเลี้ยงหนังศีรษะ เวลาที่เลือดไปเลี้ยงที่อวัยวะใด อวัยวะนั้นก็จะมีการทำงานที่ดีขึ้น อย่างเช่น หนังศีรษะถ้ามีเลือดมาเลี้ยงมากๆ ก็จะกระตุ้นให้เส้นผมงอกมากขึ้นได้ ซึ่งขิงเองเหมาะกับคนที่มีปัญหาผมร่วงที่เกิดจากภาวะหนังศีรษะมัน

ปัจจุบันตลาดสมุนไพรในประเทศตะวันตกมีผลิตภัณฑ์ขิงอยู่เป็นจำนวนมากทั้งในรูปแบบของแคปซูล ขิงแห้งป่น ชาขิง และทิงเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทศไทยนับว่าโชคดีที่เราสามารถปลูกขิงได้เอง มีขิงใช้ทั้งปี เป็นได้ทั้งอาหารเป็นได้ทั้งยา ยิ่งใกล้หนาว ขิงจะเป็นสิ่งจำเป็นต่อร่างกายมากขึ้น โดยเฉพาะผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีร่างกายอ่อนแอมีความต้านทานต่ออากาศเย็นได้น้อย หรือคนที่มีโรคหอบหืดประจำตัวหน้าหนาวก็มักจะมีอาการกำเริบมากขึ้น

## 2.4 จุดประสงค์หลักของกระบวนการล้างทำความสะอาด

2.4.1 การชะล้างสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อน ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภค หรือเป็นส่วนที่ทำให้เกิดความไม่น่ารับประทาน

2.4.2 เพื่อควบคุมแบคทีเรียหรือสารเคมี ซึ่งอาจมีผลภายหลัง ทำให้เกิดความเสียหายด้านคุณภาพแก่ผลิตภัณฑ์

## 2.5 สิ่งที่เป็นความต้องการภายหลังการทำความสะอาด

2.5.1 แยกสิ่งที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด

2.5.2 หลังจากที่ผ่านกระบวนการทำความสะอาดแล้ว ไม่ควรที่จะเกิดการปนเปื้อนอีกครั้งหนึ่ง แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถทำเช่นนั้นได้ ดังนั้นในการออกแบบกระบวนการล้าง และเครื่องมือที่ใช้นั้นจะให้มีการปนเปื้อนในขอบเขตที่จำกัด ซึ่งจะต้องเป็นที่ยอมรับ

2.5.3 ควรหลีกเลี่ยงวิธีที่จะทำให้เกิดความเสียหายแก่ผลิตภัณฑ์

2.5.4 ปริมาณที่ใช้ทำความสะอาดควรใช้ปริมาณที่ประหยัดที่สุด

การทำความสะอาดที่สมบูรณ์แบบนั้น เป็นแนวคิดทางอุดมคติ ซึ่งในทางปฏิบัติแล้ว สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเพื่อให้เกิดความสมดุลย์ระหว่างค่าใช้จ่าย และคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังผ่านกระบวนการนี้ ดังนั้นมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ คือ การยอมรับให้มีการปนเปื้อนในปริมาณที่จำกัดของผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ออกมาจากกระบวนการนี้

นอกจากที่กล่าวมาแล้วนั้น สิ่งที่ควรคำนึงถึงที่จะทำให้เกิดความเสียหายแก่ผลิตภัณฑ์นั้นคือ การขนย้ายวัสดุที่ไม่มีประสิทธิภาพ โดยที่จะเกิดการเน่าเสียเมื่อมีบางส่วนหรือทั้งหมดของการเน่าเสียของปริมาณส่วนใหญ่จากการทำความสะอาดวัสดุอาหาร และการทำความสะอาดวัสดุอาหารก็ยังเป็นสิ่งสำคัญสำหรับกระบวนการผลิต โดยการที่ผิวของวัสดุอาหารที่มีความไม่เรียบขรุขระจะทำให้ดูแล้วไม่สวยงาม และรอยแผล และรอยแผลถลอกหรือผิวก็จะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ก่อให้เกิดความเสียหายได้ทางหนึ่ง การเปิยกชื้นบริเวณรอยถลอกหรือผิวที่มีความเสียหายจะเป็นส่วนช่วยให้เกิดการเน่าเสียที่เร็วยิ่งขึ้น โดยเป็นแหล่งเพราะพันธุ์เชื้อโรคและแมลงต่างๆได้ดี ดังนั้นการทำความสะอาดจะต้องไม่ทำให้เกิดอัตราความเสียหายสูงมาก

ปัจจัยที่มีส่วนทำให้การทำความสะอาดมีผลทำให้เกิดความเสียหายแก่วัสดุอาหาร ได้แก่

- เกิดการทำลายเป็นแผลเนื่องจากความคมของอุปกรณ์บางตัว เช่น chutes , screens เป็นต้น
- การกระแทกอย่างแรงกับเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไม่มีส่วนรองรับตัววัสดุอาหารเมื่อมีการเคลื่อนที่จากที่สูง
- การชะล้างที่มากจนเกินไปที่บริเวณผิวของวัสดุอาหาร

ดังนั้นในการออกแบบรูปแบบกระบวนการล้าง ควรจะต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ต้องมีความพิถีพิถันในการออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการล้าง ให้มีความราบเรียบไม่มีรอยคม ซึ่งอาจจะไปทำให้เกิดความเสียหายแก่วัสดุอาหารได้ และจะต้องไม่ทำให้วัสดุอาหารเกิดการปนเปื้อนสิ่งสกปรกภายหลังกระบวนการล้างแล้ว

2. ต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพการล้างโดยจะต้องสามารถทำความสะอาดได้ตามที่เราต้องการให้เกิดขึ้นในตัววัสดุอาหารนั้นๆ

3. เครื่องมือที่ใช้นั้นต้องมีความสะดวกในการทำความสะอาดเครื่อง และง่ายต่อการกำจัดสิ่งสกปรกที่ได้จากการชะล้างวัสดุอาหาร ตำแหน่งที่จะต้องมีการตรวจสอบการปนเปื้อนของวัสดุอาหาร ซึ่งจะต้องมีได้น้อยที่สุด ได้แก่

1. วัสดุอาหารที่จะป้อนให้แก่โรงงานอุตสาหกรรม
2. วัสดุอาหารที่เก็บไว้ในคลังรอการผลิต
3. วัสดุอาหารที่อยู่ระหว่างสายการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม
4. ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้แล้วจัดเก็บในคลังวัสดุเพื่อรอการจำหน่าย
5. ผลิตภัณฑ์ที่จะส่งออกจำหน่าย

## 2.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับสายพาน

สายพานลิ่มใช้ส่งกำลังได้ค่อนข้างมาก โดยต้องการแรงดึงขั้นต้นในสายพานค่อนข้างน้อย ทั้งนี้เพราะผลจากการเกาะยึดตัวกันระหว่างด้านข้างของสายพานที่เรียวกับร่องรูปลิ่มของล้อสายพาน ทำให้เกิดแรงเสียดทานสูง ซึ่งเป็นผลให้สายพานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดี แม้ว่าจะมีส่วนโค้งสัมผัสน้อย และมีแรงดึงขั้นต่ำ และเหมาะกับการใช้งานในกรณีที่ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางน้อย ในการส่งกำลังจะส่งได้มากที่สุดเมื่อผิวด้านข้างของสายพานอัดแน่นกับร่องบนล้อสายพาน และในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉินก็อาจใช้ผลจากการอัดแน่นนี้ทำหน้าที่เป็นเบรกได้ด้วย การขับด้วยสายพานลิ่ม มีข้อดี คือ เงียบ สะอาด และสามารถรับแรงกระตุกได้ นอกจากนั้นยังมีขนาดกะทัดรัด มีประสิทธิภาพดี และแบริ่งของเพลาไม่ต้องรับแรงมากเกินไป จึงมักใช้ในการขับทางด้านอุตสาหกรรมทั่วไป ซึ่งมีสายพานขับได้โดยมีอัตราทดสูงประมาณ 7 : 1 หรืออาจใช้ได้สูงถึง 10 : 1อัตราส่วนแรงดึงของสายพาน จากสูตร

$$\frac{T1}{T2} = 2.5 \qquad \text{..... (1)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$T1 = 2.5T2$$

แรงที่สายพานกดเพลา

$$F = T1 + T2 \qquad \text{..... (2)}$$

**2.6.1 ขนาดสายพานและล้อสายพานลิ่ม**

1.) สายพานลิ่มมีหน้าที่ตัดเป็นรูปลิ่ม ดังนั้นในการกำหนดขนาดจึงมักกำหนด โดยใช้ความกว้างพิทช์ (Pitch Width) และความหนาสายพานโดยใช้ตัวอักษรแทน ซึ่งแบ่งออกเป็นสายพานลิ่มแบบแคบ (Narrow V-Belts) มีขนาด SPZ SPA SPB และ SPC และสายพานลิ่มแบบธรรมดา มีขนาด Y Z A B C D และ E ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสายพานลิ่มแบบธรรมดาเท่านั้น รูปร่างหน้าตัดของสายพานลิ่มและล้อสายพาน

2.) การคำนวณหาอัตราส่งกำลังของสายพาน สายพานมีอัตราความเร็วรอบ เรียกว่าอัตราส่งถ่าย (i)

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2} \qquad \text{..... (3)}$$

เมื่อ

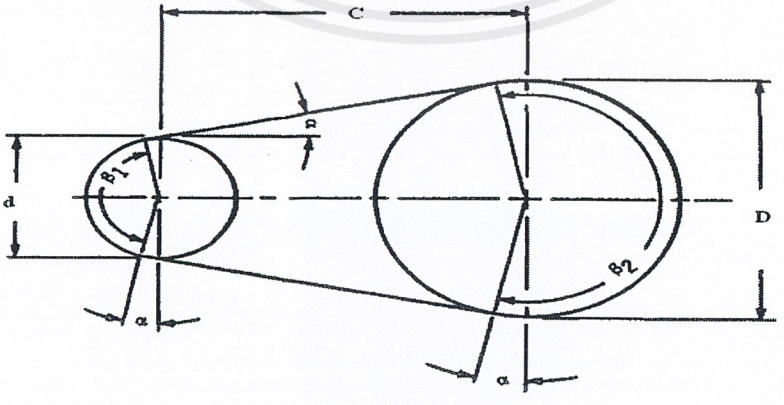
$d_1$ คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมูลเล่ย์ตัวขับ (มิลลิเมตร)

$d_2$ คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมูลเล่ย์ตัวตาม (มิลลิเมตร)

$n_1$ คือ ความเร็วรอบของมูลเล่ย์ตัวขับ (รอบต่อนาที)

$n_2$ คือ ความเร็วรอบของมูลเล่ย์ตัวตาม (รอบต่อนาที)

**2.6.2 การคำนวณความยาวของสายพาน**




**ภาพที่ 2.9** สายพานขับสองล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวของสายพานเปิด (Open Belts) อาจประมาณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$L = 2C+1.57(D_2+D_1) + \frac{(D_2 + D_1)^2}{4C} \quad \text{..... (3)}$$

เมื่อ $L$ = ความยาวพิทช์ของสายพาน

$C$ = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของล้อขับและล้อตาม

$D_1$ = เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อขับ

$D_2$ = เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

การกำหนดระยะ C นับว่ามีความยืดหยุ่นมากพอสมควร ผู้ผลิตรายหนึ่งแนะนำว่า ให้ $C = (D2 + 3D_1) / 2$ หรือ $C = D$ เลือกใช้ค่าที่สูงที่สุด แนะนำดังนี้

$$C = p + \sqrt{p^2 - q} \quad \text{..... (4)}$$

เมื่อ

$$P = 0.25L_p - 0.39(D_2 + D_1) \quad \text{..... (5)}$$

$$q = 0.125(D_2 - D_1) \quad \text{..... (6)}$$

และ

$$C_{max} = 2(D_1 + D_2)$$

$$C_{min} = 0.7(D_1 + D_2) \quad \text{..... (7)}$$

แล้วเลือกใช้ค่าที่อยู่ระหว่าง $C_{max}$ กับ $C_{min}$

การกำหนดค่า C ควรเผื่อระยะปรับ (ควรเป็นด้านมอเตอร์) ความกว้างของเพลาทั้งสองด้วย เพื่อให้มีความดึงสายพานเพียงพอ เนื่องจากว่า C อาจเป็นพิกัดจำกัด (Limiting Factor) ได้เพราะมีที่ว่างจำกัด จึงอาจเป็นไปได้ว่าเราต้องลองคำนวณหาขนาดสายพานหลายครั้งทีเดียว การทำให้เกิดแรงดึงชั้นต้นในสายพานลิ่ม

การทำให้เกิดแรงดึงชั้นต้น จะช่วยทำให้การขับด้วยสายพานมีประสิทธิภาพดี และยืดอายุการใช้งานของสายพาน ถ้าออกแรงดึงชั้นต้นไม่เพียงพอจะทำให้ส่งกำลังได้น้อยลง ประสิทธิภาพต่ำลง ทำให้สายพานมีอายุการใช้งานลดลง เนื่องจากสลิป แต่ถ้าออกแรงดึงชั้นต้นมากเกินไป จะทำให้ขอบสายพานยืดตัวมากเกินไป เกิดความเค้นในสายพานมาก แบริ่งที่รองรับสายพานจะรับแรงมากเกินไป ด้วยเหตุนี้จึงต้องออกแรงดึงชั้นต้นให้เหมาะสมกับแรงภายนอกที่กระทำกับสายพานลิ่มส่วนโค้งสัมผัส จากสูตร

$$\alpha 1 = \frac{D_P - d_p}{C} \quad \text{..... (8)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มุมสัมผัสของล้อสายพาน จากสูตร

$$\alpha 1 = \pi - 2\mathrm{Sin}^{-1}\frac{(D_p - d_p)}{2C} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

หาความเร็วของสายพาน จากสูตร

$$V = \pi D_p n \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

จากสมการแรงดึงในสายพานขณะส่งกำลัง คือ

$$F = F_1 - F_2 = \frac{W_p}{v} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

ให้แรงดึงในแนวแกน

$$F_w = F_1 + F_2 = F\,\frac{e\alpha f' + 1}{e\alpha f' - 1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

แรงหนีศูนย์กลางเนื่องจากน้ำหนักสายพาน

$$F_c = \frac{wAv^2}{g} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

แรงลัพธ์เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลาง คือ

$$F_r = 2.Z.F_c \sin\frac{\alpha}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

โดย Z = จำนวนสายพาน

ดังนั้น แรงดึงขั้นต้นในสายพานจึงหาได้จากแรงดึงในแนวแกนขณะส่งกำลังกับแรงลัพธ์เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลาง นั่นคือ

$$F_1 = Fw + Fr \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15)$$

ในทางปฏิบัติมักจะใช้วิธีหาค่าประมาณของแรงดึงในแนวแกนจากสมการ

$$F_r = K_1.F.Fc \sin\frac{\alpha}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (16)$$

โดยที่ K1 เป็นตัวประกอบใช้งาน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาวะการทำงาน ซึ่งหาค่าได้จากตารางที่ 2.4 แล้วใช้แรงนี้เป็นแรงดึงชั้นต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวประกอบใช้งาน

| K1 | สภาวะการทำงาน |
|---|---|
| 1.3 | งานเบา ทำงานคงที่ |
| 1.5 | งานปานกลาง |
| 2.0 | งานหนักแรงกระตุก เปิด-ปิดบ่อยครั้ง |

ในกรณีที่ขับโดยมีระยะระหว่างศูนย์กลางคงที่ หรือไม่มีอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดแรงดึงในสายพานตลอดเวลาก็จำเป็นต้องนำเอาแรงหนีศูนย์กลางมาติดด้วย จากสมการ 25

$$F_r = 2.Z.F_c \sin\frac{\alpha}{2}$$

$$= 2.Z.\frac{wAv^2}{g}\sin\frac{\alpha}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17)$$

ซึ่งเขียนได้ใหม่เป็น

$$F_r = 2.K_2.V^2\sin\frac{\alpha}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18)$$

ค่า $k_2$ หาได้จากตาราง ดังนั้นแรงดึงชั้นต้นในสายพานจึงเท่ากัน

$$F_r = (k_1F+2k_2.V^2)\sin\frac{\alpha}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (19)$$

## 2.7 วิธีการทำความสะอาด

ในโรงงานอุตสาหกรรม จำเป็นจะต้องมีขั้นตอนการทำความสะอาด โดยทั่วไปแล้วมีวิธีการทำความสะอาด 2 วิธี ดังนี้

### 2.7.1 DRY CLEANNING METHODS

เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการทำสะอาดของผิววัสดุอาหารเพียงด้านใดด้านหนึ่ง ซึ่งในกระบวนการล้างทำความสะอาดนี้ต้องคำนึงถึงการกระจายของฝุ่นต้องให้เกิดน้อยที่สุด และควรพิจารณาระยะเวลาที่ทำความ

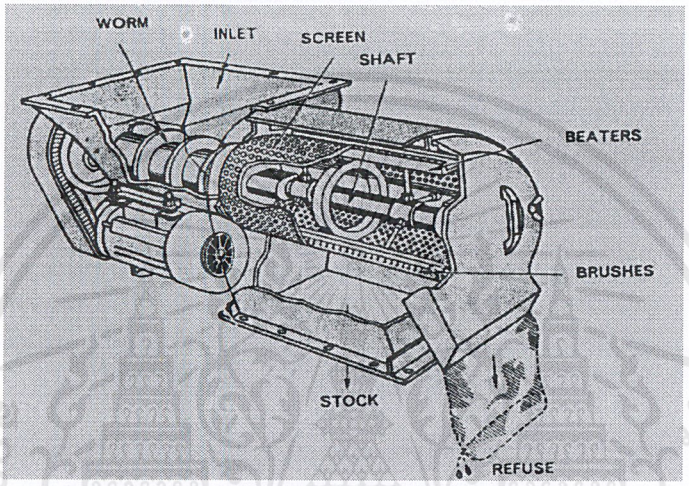
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะอาด เพราะจะทำให้เกิดความร้อนซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดความเสียหายแก่วัสดุอาหาร เนื่องจากการขัดสี ซึ่งแบ่งได้

1) SCREENING ลักษณะเป็นตระแกรง แบ่งออกได้เป็น

1.1 ROTARY DRUM SCREEN

หลักการทำงานตะแกรงจะหมุนด้วยความเร็วรอบค่าหนึ่ง ซึ่งจะทำให้วัสดุอาหารที่ต้องการจะลอดผ่านรูตะแกรงลงบนที่เก็บ เรียกว่า stock ส่วนที่เป็นสิ่งสกปรกที่ต้องการแยกออกจะไปรวมกันที่ถุง เรียกว่า bag-hairs แสดงดังภาพที่ 2.10



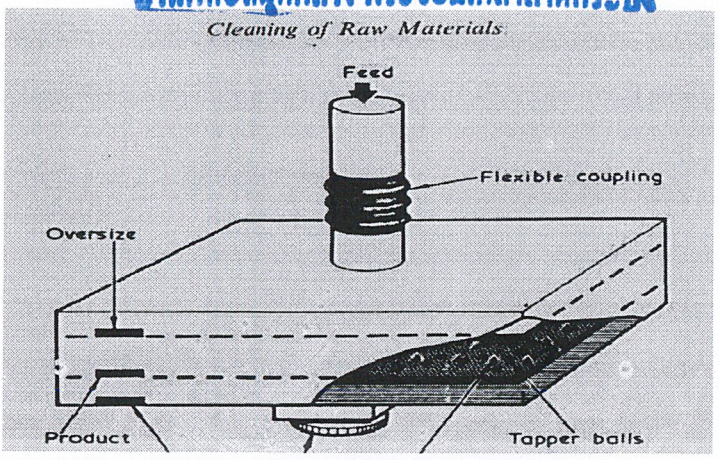

**ภาพที่ 2.10** ROTARY DRUM SCREEN

1.2) FLAT-BED SCREEN

เหมาะสมที่จะใช้กับเมล็ดธัญพืช หลักการทำงาน คือจะมีตะแกรง 3 ขนาดวางเป็นชั้น โดยที่ชั้นที่ 1 จะแยกวัสดุอาหารกับสิ่งปนเปื้อน ซึ่งมีขนาดแตกต่างกันมาก โดยสิ่งปนเปื้อนที่ไม่สามารถรอดผ่านรูตะแกรงได้ เช่น เศษหิน ดินซึ่งจะมีขนาดใหญ่กว่าวัสดุอาหาร จากนั้นตะแกรงชั้นที่ 2 จะแยกสิ่งปนเปื้อนที่มีขนาดเล็กกว่าวัสดุอาหาร เช่น ฝุ่นซึ่งสามารถรอดผ่านรูชั้นนี้ได้ไปรวมกันที่ถาดด้านล่าง แสดงไว้ดังภาพที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง




**ภาพที่ 2.11** FLAT – BED SCREENS

2) ABRASION CLEANING เป็นการแยกโดยใช้หลักการสั่น

3) ASPIRATION CLEANING หลักการทำงานโดยอาศัยหลักการของ อากาศพลศาสตร์ที่มีค่าความแตกต่างกันของ terminal velocity ของวัสดุอาหารและสิ่งปนเปื้อน

4) MAGNETIC CLEANING รูปแบบของเครื่องอาจจะเป็นแบบ rotating หรือ station magnetic drums, magnetic belts เพื่อทำการแยกสิ่งปนเปื้อนประเภทโลหะให้ออกจากวัสดุอาหาร

5) MISCELLANEOUS DAY-CLEANING PRINCIPLES มีลักษณะแบ่งออกได้เป็นดังนี้

5.1) ELECTTROSTATIC CLEANING หลักการคือ ใช้คุณสมบัติที่แตกต่างกันของประจุไฟฟ้าในตัววัสดุอาหารและสิ่งปนเปื้อน ภายใต้การควบคุมความชื้น

5.2) RADIO – ISOTOPE SEPARATION ใช้หลักการสะท้อนของรังสีแกมม่าฉายไปยังวัสดุอาหาร

5.3) X – RAY SAOARATION เหมาะสมที่จะใช้แยก แก้ว และ โลหะ ออกจากวัสดุอาหารซึ่งจะนิยมใช้ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ โดยจะฉายรังสีเอ็กซ์ผ่านตัววัสดุอาหารแล้วปรากฏภาพสิ่งเจือปนเปื้อนอยู่ให้ทราบตำแหน่งบนจอภาพ จึงสามารถทำการคัดแยกได้ทันที

**2.7.2 WET CLEANING METHODS**

เป็นการทำความสะอาดโดยอาศัยน้ำ เป็นตัวชะล้างสิ่งสกปรก ที่เกาะติดบนผิววัสดุอาหารซึ่งการทำความสะอาดด้วยวิธีนี้ จะมีผลเสียหายในภายภาคหน้าคือ

1. เกิดมลพิษทางน้ำ หากให้น้ำที่ใช้ในขบวนการทำความสะอาดลงสู่แม่น้ำเลย โดยมิได้มีการบำบัดน้ำเสียก่อน จากการสำรวจได้พบว่าจำนวนน้ำที่ใช้ในขบวนการนี้ประมาณ 15,000 ลิตรต่อวัสดุอาหาร 100 ตันซึ่งในการบำบัดน้ำเสียนี้จะมีค่าใช้จ่ายสูง

2. การเปียกชื้นของผิววัสดุอาหารนั้น อาจจะทำให้เกิดความเสียหายได้มากกว่าวิธีอื่นซึ่งในวิธีการทำความสะอาดนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น

119266
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1) SOAKING เป็นวิธีเบื้องต้นที่ใช้ทำความสะอาด และเหมาะสมกับวัสดุอาหารที่มีการปนเปื้อนมากๆ เช่น ผัก ผลไม้บางชนิด สิ่งที่ปนเปื้อนมักจะเป็น ดิน ทราย กรวด ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจจะเป็นตัวทำให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องมือได้

SOAK TANK จะทำด้วยโลหะที่เป็นผิวเรียบและสามารถทำความสะอาดได้ง่าย ซึ่งไม่ควรทำด้วยไม้และด้านล่างจะมีตะแกรงไว้สำหรับกรองเศษดินต่างๆ ให้แยกออกจากน้ำก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำ ลักษณะของ SOAK TANK ที่จะมีประสิทธิภาพควรจะเป็นดังนี้

- การเคลื่อนย้ายวัสดุอาหารโดยอาศัยแรงของน้ำ ด้วยการใช้ propeller-stirrers built
- การเคลื่อนย้ายวัสดุอาหารแบบช้าๆด้วย paddle หรือจะป้อนเข้าด้วย horizontal perforated drum ทำให้มีการไหลท่วมวัสดุอาหารที่อยู่ภายใน soak tank ซึ่งวิธีนี้จะมีผลทำให้เกิดความเสียหายแก่วัสดุอาหารที่มีลักษณะบอบบาง เช่น สตอเบอรี่หากใช้น้ำอุ่นทำความสะอาด จะสามารถช่วยในการชะล้างได้ดีขึ้น แต่จะมีผลเสียต่อเนื้อสัมผัสของวัสดุอาหาร

2.2) SPRAY WASHING เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการทำความสะอาดแบบเปียกโดยการสเปรย์น้ำบนผิวหรือเปลือกของวัสดุอาหาร ซึ่งประสิทธิภาพของวิธีนี้ขึ้นอยู่กับ

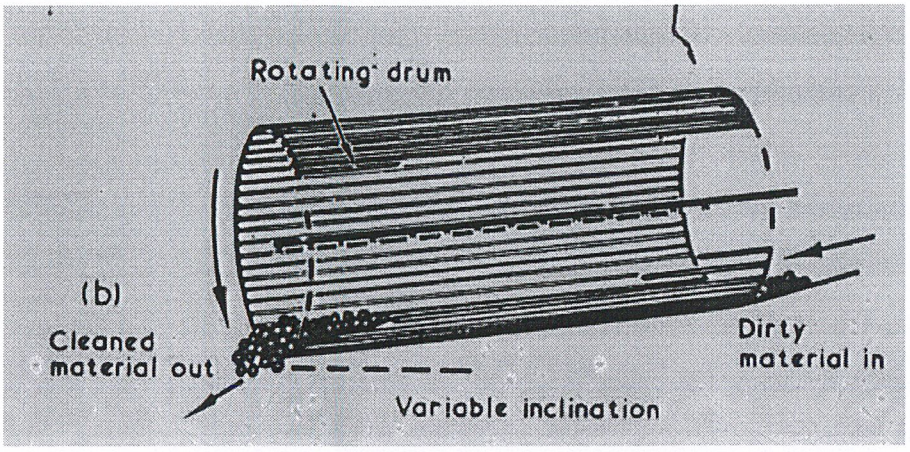
- ความดันของน้ำที่ใช้
- ปริมาณน้ำที่ใช้
- อุณหภูมิของน้ำที่ใช้
- ระยะห่างของจุดสเปรย์น้ำกับวัสดุอาหาร
- ระยะเวลาที่ผ่านการสเปรย์น้ำ
- จำนวนหัวสเปรย์

ถ้าใช้ความดันสูงแต่ปริมาณน้ำน้อย จะทำให้การล้างทำความสะอาดมีประสิทธิภาพมากอย่างไรก็ตามจะทำให้ ผัก และผลไม้ที่มีความบอบบางเสียหายได้ เช่น สตอเบอร์รี่ หน่อไม้ฝรั่ง บางครั้งการใช้ความดันสูง จะช่วยชะส่วนที่เป็นจุดดำของมะเขือเทศ ลูกพีท และพืชตระกูลมะนาว ออกไปพร้อมกับเศษดินได้

วิธีนี้สามารถแบ่งออกได้ เป็นดังนี้

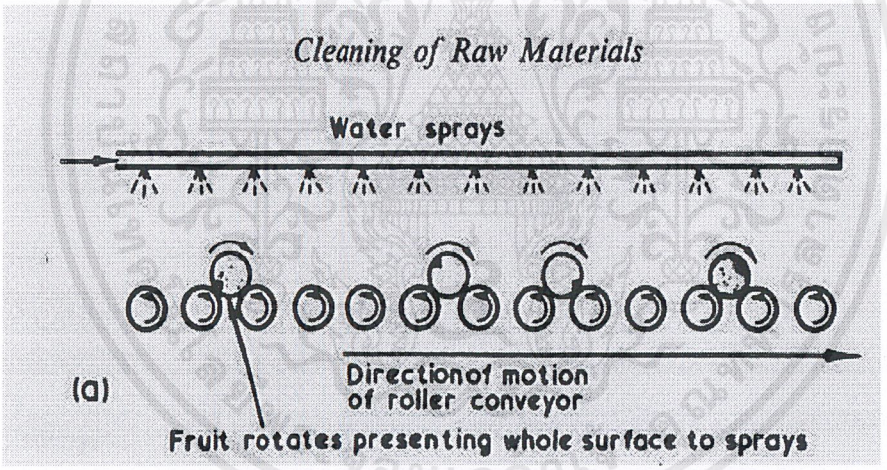
1.) SPRAY DRUM WASHERS โครงสร้างจะทำด้วยโลหะเป็นทรงกระบอกยาว และขนาดของทรงกระบอกต้องมีความเหมาะสมกับวัสดุอาหารที่จะนำมาทำความสะอาด ส่วน drum จะหมุนอย่างช้าๆ และวางทำมุมเอียงกับแนวระดับ ซึ่งความเร็วและมุมเอียงจะต้องกำหนดให้เหมาะสมเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของวัสดุอาหารภายใน drum และแกนสเปรย์น้ำ จะต้องอยู่กึ่งกลางภายในทรงกระบอก หัวฉีดสเปรย์น้ำจะถูกจัดวางให้มีระยะห่างที่พอเหมาะในการชะล้าง ดังแสดงในภาพที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 2.12** SPRAY DRUM WASHERS

2.) SPRAY BELT WASHERS เป็นการขนถ่ายวัสดุอาหารโดยใช้หลักการง่ายๆ เช่น สายพานลำเลียงแบบเปิด ซึ่งวางอยู่ใต้แกนสเปรย์น้ำ จึงเหมาะสมกับวัสดุอาหารค่อนข้างกลม เช่น แอปเปิ้ล ต่อมาจึงได้มีการพัฒนาส่วนการลำเลียงเป็นลูกกลิ้ง เป็นผลให้วัสดุอาหารหมุนไปได้ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2.13




**ภาพที่ 2.13** SPRAY BELT WASHERS

2.3) FLOTATION WASHING เป็นวิธีที่ใช้ทำความสะอาดของวัสดุอาหารกับสิ่งปนเปื้อนโดยอาศัยการลอยหรือจม ซึ่งสิ่งเจือปนจะจมอยู่ในน้ำแต่ละถัง ส่วนวัสดุอาหารลอยอยู่บนผิวน้ำแล้วจะมีก้านกวาดให้ไปรวมกันที่ทางออก

2.4) ULTRASONIC CLEANING เป็นการใช้การสะท้อนของคลื่น ultrasonic ที่มีค่าความถี่ค่าหนึ่งส่งผ่านไปยังวัสดุอาหารที่แช่อยู่ในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

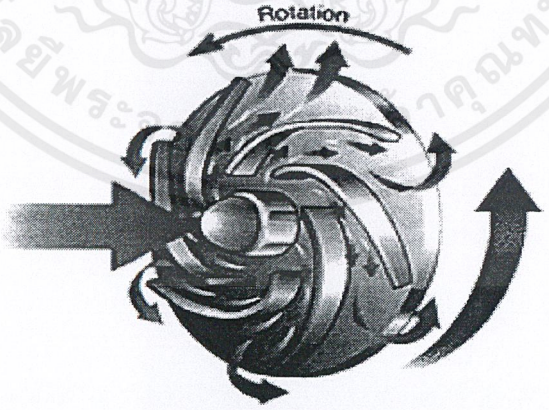
## 2.8 อุปกรณ์เครื่องสูบ

ปั๊มน้ำหรือเครื่องสูบน้ำหมายถึงเครื่องมือกลที่ทำหน้าที่เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลว เพื่อให้ของเหลวเหล่านั้นไหลผ่ านระบบท่อปิดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ตามความต้องการ ส่วนพลังงานที่นำมาเพิ่มให้แก่ของเหลวจะได้มาจากเครื่องยนต์ มอเตอร์ไฟฟ้า แรงคนหรือพลังงานจากแหล่งอื่น ซึ่งในส่วนฝ่ ายเครื่องจักรกลสูบน้ำจะหมายถึงเครื่องสูบน้ำที่ขับด้วยเครื่องยนต์เท่านั้น

เครื่องสูบน้ำที่มีใช้อยู่ทั่ว ๆ ไปมีหลายประเภท หลายชนิด และหลายขนาด ให้เลือกหาเลือกใช้ ทั้งนี้แต่ละประเภทแต่ละชนิดย่อมมีความสามารถในการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งโดยทั่วไปจะแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ ดังนี้

**1.1 ปั๊มแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ (Centrifugal Pump)** เป็นปั๊มที่ทำงานโดยอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ของใบพัดที่ได้รับกำลังจากเครื่องยนต์ โดยความกดดันหรือแรงเหวี่ยงจะมีค่ามากเมื่ออยู่ห่างจากศูนย์กลางใบพัด ซึ่งเมื่อใบพัดซึ่งหมุนอยู่ในภาชนะปิดเร็วมากพอความกดดันที่จุดศูนย์กลางจะต่ำกว่าบรรยากาศดูดเอาน้ำที่เข้ามาตรงจุดศูนย์กลางและเหวี่ยงไปผนังเสื้อปั๊มจนไปออกที่ท่อทางออกปั๊มเพื่อนำไปใช้งานต่อไป มีข้อดีคือให้ปริมาณน้ำมากแต่สามารถสูบยกน้ำ (Head) และแรงดันน้ำ (Pressure) ต่ำ แบ่งย่อย ๆ ได้ 6 ชนิดคือ

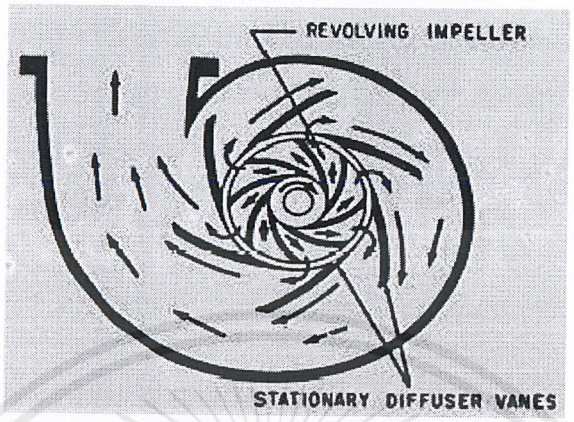
1.1 ชนิดหอยโข่ง (Volute Type) เป็นแบบพื้นฐานของปั๊มประเภทอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ โดยมีทิศทางการไหลแนวเดียว(ขนาน) กับแกนเพลาแล้วไหลออกโดยทำมุม 90 องศากับแกนเพลา เป็นแบบที่ใช้กันอยู่ในฝ่ายเครื่องจักรกลสูบน้ำสำนักเครื่องจักรกล กรมชลประทาน




**ภาพที่ 2.14** ลักษณะการทำงานของปั๊มชนิดหอยโข่ง

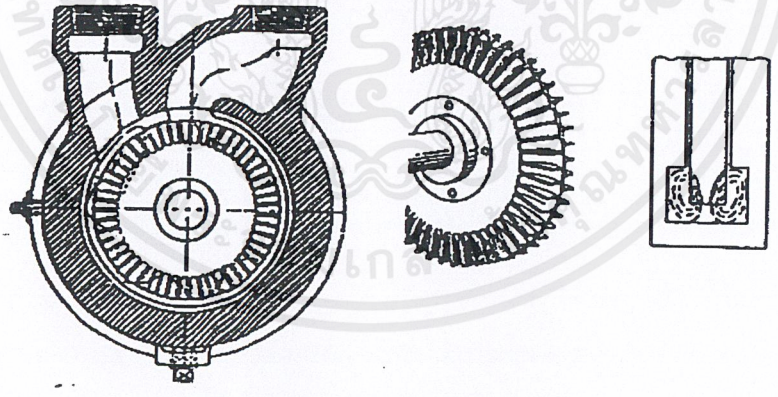
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ชนิดมีครีบผันน้ำ (Diffuser Type) จะเหมือนกับแบบแรกแต่จะมีครีบผันน้ำติดกับเรือนปั๊มเป็นช่อง ๆ เพื่อบังคับให้น้ำไหลเป็นเส้นโค้งสู่ผนังเสื้อปั๊มได้ดีขึ้น ทำให้เสียพลังงานน้อย และมีประสิทธิภาพดี




**ภาพที่ 2.15** ลักษณะการทำงานของปั๊มชนิดมีครีบผันน้ำ

1.3 ชนิดเทอร์ไบน์ (Turbine Type) ใบพัดของปั๊มชนิดนี้จะเป็นแผ่นแบนกลม ครีบของใบพัดจะเป็นเส้นตรงสั้น ๆ ทั้งสองด้าน เมื่อน้ำไหลเข้ามาที่จุดศูนย์กลางจะถูกเหวี่ยงออกไปติดผนังเสื้อปั๊มและจะย้อนกลับเข้าศูนย์กลาง อีกหนึ่งและจะโดนเหวี่ยงออกไปอีก จะซ้ำอยู่อย่างนี้ จนถึงทางจ่าย แรงอัดและปริมาณน้ำจะมากขึ้น หากจำนวนครีบมากขึ้น และจำนวนครั้งของการเหวี่ยงออกเหวี่ยงเข้ามากขึ้น

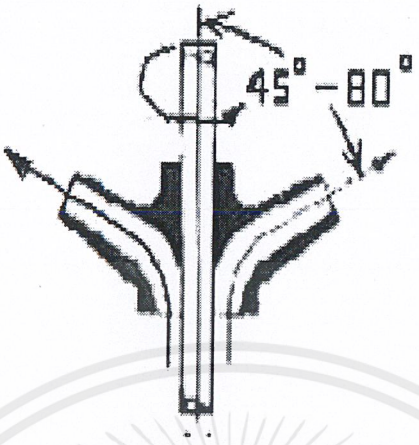


**ภาพที่ 2.16** ลักษณะการทำงานของปั๊มชนิดเทอร์ไบน์

1.4 ชนิดสูบน้ำแนวตั้ง (Vertical Turbine Type) ผลิตขึ้นมาเพื่อสูบน้ำบาดาล บางครั้งจึงเรียก ปั๊มน้ำบาดาล (Deep Well Turbine Pume) มีใบพัดและเรือนปั๊มหลายชุดต่อเข้ากันเป็นชั้นๆ แล้วผลักดันน้ำออกทางจ่ายด้านบนมีทั้งแบบด้านกำลังอยู่ด้านบนและต่อแกนลงไปหมุนปั๊ม และแบบมอเตอร์จุ่มอยู่ในน้ำใต้ดิน (Submersible Pump)

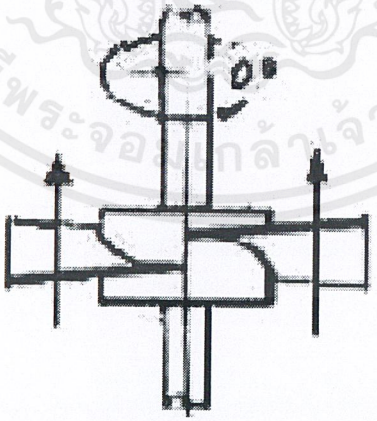
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ชนิดผสม (Mixed Flow Type) เป็นปั๊มที่ผสมผสานแบบหอยโข่ง (Volute) และแบบมีครีบผันน้ำ (Diffuser) แต่ท่อทางจ่ายของน้ำจะไม่ตั้งฉากกับแกนเพลา แต่จะมีมุมท่อทางจ่ายน้ำออก 45 – 80 องศา




**ภาพที่ 2.17** ปั๊มชนิดผสม

1.6 ชนิดสูบน้ำไหลตามแกน (Axial Flow) ของเหลวที่ไหลเข้าและออกจากใบพัดมีทิศทางขนานกับแกนของเพลาใบพั ด จะทำหน้าที่ผลักดันน้ำทิศทางเดียวให้ไหลไปตามแกน ซึ่งอยู่ในท่อปิด จนกระทั่งไปออกที่ท่อทางจ่าย เครื่องสูบน้ำชนิดนี้ จะใช้ค่อนข้างมากในหมู่เกษตรกร เพราะใช้ง่าย ไม่ต้องล่อน้ำ และราคาถูก ตัวปั๊มจะเป็นท่อเหล็กกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 – 8 นิ้ว ด้านหนึ่งมีหัวกะโหลกกับขยะและเศษไม้ต่าง ๆ ที่จะไหลเข้าใบโดนใบพัด ด้านหนึ่งจะต่อแกนและติดตั้งพูเลย์เพื่อร้อยสายพานจากเครื่องยนต์

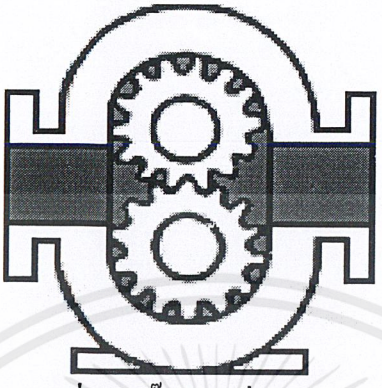


**ภาพที่ 2.18** ปั๊มชนิดสูบน้ำไหลตามแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

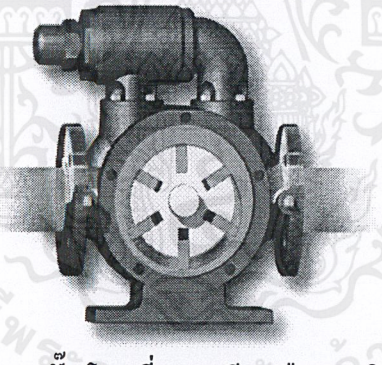
**2. ปั๊มโรตารี่ (Rotary Pump)** เป็นปั๊มที่ผลักดันน้ำให้ไหล โดยชิ้นส่วนที่หมุนในทิศทางตั้งฉากกับแกนเพลา แบ่งเป็น 4 ชนิด

2.1 ปั๊มโรตารี่แบบเฟือง (Gear Pump Type) ทำงานโดยใช้เฟืองเกียร์ 2 ตัวขบกันในห้องสูบขับน้ำไปออกที่ท่อทางจ่าย



**ภาพที่ 2.19** ปั๊มโรตารี่แบบเฟือง

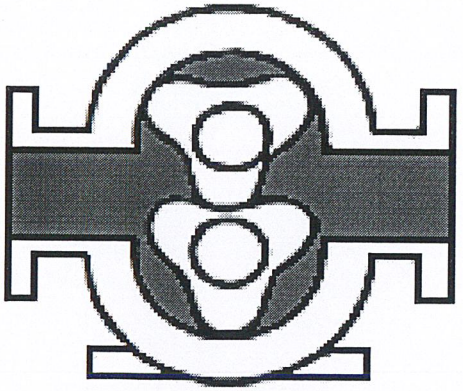
2.2 ปั๊มโรตารี่แบบครีบหรือแบบใบสลัด (Vane Pump Type) ทำโดยเมื่อแกนเพลาหมุนจะสลัดเอาครีบกวาดน้ำไปตามผนังเสื้อปั๊มไปออกทางจ่ายน้ำ



**ภาพที่ 2.20** ปั๊มโรตารี่แบบครีบหรือแบบใบสลัด

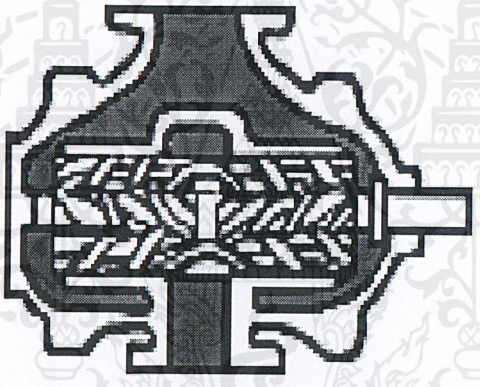
2.3 ปั๊มโรตารี่แบบลอน (Lobe Pump Type) ทำงานเช่นเดียวกับแบบเฟือง แต่ตัวโรเตอร์มีลักษณะเป็นลอนพูสองถึงสี่ลอน ซึ่งแบนและกว้างกว่า ดังนั้นอัตราการสูบจึงสูงกว่าแบบเฟือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 2.21** ปั๊มโรตารี่แบบลอน

2.4 ปั๊มโรตารี่แบบสว่าน (Screw Pump Type) ทำงานโดยโรเตอร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นเกลียวคล้ายกับร่องดอกสว่านหมุนอัดน้ำไปกับผนังเสื้อสูบ ปั๊มแบบโรตารี่จะไม่เป็นที่นิยมนำมาใช้กับงานสูบน้ำมากนัก เพราะลักษณะของปั๊มเหมาะกับการสูบของเหลวที่มีความเหนียวหรือความข้นมากกว่า



**ภาพที่ 2.22** ปั๊มโรตารี่แบบสว่าน

**3. ปั๊มแบบลูกสูบชัก (Recipocating Pump)** เป็นการทำงานโดยการขับเคลื่อนลูกสูบเพื่อขับหรืออัดของเหลวให้ออกไปที่ท่อทางจ่าย แบ่งออกเป็น 3 ชนิด

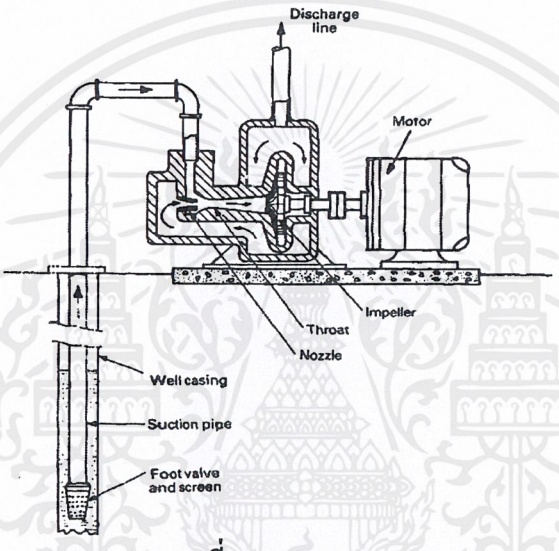
3.1 แบบขับดันโดยตรง (Direct – Acting Type) ทำงานโดยการขับลูกสูบไปขับหรืออัดน้ำโดยตรง ท่อทางดูดและท่อทางส่งจะมีวาล์วเปิดสลับกัน คือ เมื่อลูกสูบเลื่อนออกวาล์วท่อดูดจะเปิดให้น้ำเข้า ขณะที่ท่อทางส่งจะปิดและเมื่อลูกสูบอัดเข้ามาวาล์วท่อทางดูดจะปิด ลูกสูบจะอัดหรือดันเอาน้ำให้ออกไปท่อทางส่ง ซึ่งวาล์วจะเปิดออกพอดี การสูบจะเป็นจังหวะเช่นนี้เรื่อยไป ซึ่งปัจจุบันได้ปรับปรุงการทำงานให้ทำงานได้ ทั้งลูกสูบเลื่อนเข้าและเลื่อนออก เรียกการทำงานเช่นนี้ ว่า แบบอัดสองจังหวะ (Double – Acting) ซึ่งทำให้อัตราการไหลหรือความดันสม่ำเสมอดียิ่งขึ้น นิยมใช้แพร่หลายตามบ้านเรือน ให้ปริมาณน้ำน้อยแต่ มีแรงดันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 แบบไดอะเฟรม (Diaphragm Pump Type) ทำงานโดยการยืดหยุ่นตัวของแผ่นโลหะหรือแผ่นยาง ซึ่งต่อกับกลไกทำให้เกิดการดังและการดึง เหมาะกับงานที่มีอัตราการสูบน้ำ มีใช้งานบ้างเล็กน้อย

3.3 ปั๊มลูกสูบหมุน (Rotary – piston Pump Type) ทำงานโดยการกดหรืออัดลูกสู บจากการหมุนของแกน ซึ่งจะมีแผ่นเอียงติดอยู่ตอนปลาย แผ่นเอียงจะทำให้เกิดการกดและคลาย (คล้ายคอมเพสเซอร์รถยนต์ ) มี ใช้งานน้อยมาก

**4. ปั๊มนอกแบบชนิดพิเศษอื่น ๆ (Special)** เป็นปั๊มที่อยู่นอกเหนือจาก 3 แบบข้างต้น และมีใช้งานบ้างเล็กน้อย เช่ น Jet Pump, Air – lift Pump, Hydraulic Ram เป็นต้น



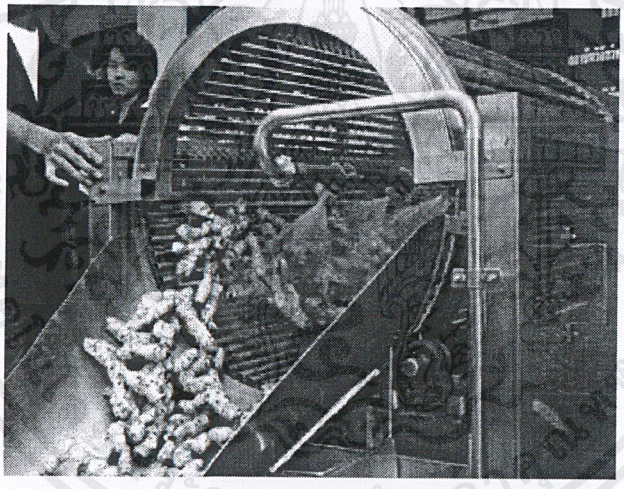

**ภาพที่ 2.23** Jet Pump

## 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ได้รับการสนับสนุนทางวิชาการจากสำนักงานความช่วยเหลือประเทศเยอรมัน (GTZ) ภายใต้โครงการส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ร่วมกับบริษัทนิตยา เดอรี่ไทย โปรดักส์ จำกัด ผู้ประกอบการผลิตน้ำพริกสำเร็จรูปเพื่อจำหน่ายในประเทศและส่งออกไปยังประเทศในแถบสหภาพยุโรปและเอเชีย ได้ดำเนินการพัฒนาและออกแบบ "เครื่องล้างผักไฮเทค" ซึ่งถือเป็นนวัตกรรมใหม่ เพื่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรม SMEs ด้านอาหารสำเร็จรูปของไทย เครื่องล้างผักไฮเทค ที่ วว. คิดค้นขึ้นนี้ มีกำลังการผลิต 500-900 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตัวเครื่องประกอบจากสแตนเลส ซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้จากในประเทศ ใช้มอเตอร์เกียร์ขนาด 2 แรงม้า เป็นตัวขับเคลื่อนให้ท่อหมุน และในระบบฉีดพ่นน้ำใช้ปั๊มน้ำ 2 ตัว คือ ขนาด 1.5 แรงม้า และขนาด 1 แรงม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.9.1 หลักการทำงานของเครื่องล้างผักไฮเทค** อาศัยหลักการของระบบน้ำฉีดพ่นด้วยหัวสเปรย์แบบถอดล้างทำความสะอาดง่าย โดยใช้ระบบล้างต่อเนื่องแบบโรตารี ดรัม (rotary drum) หรือระบบท่อหมุน ภายในท่อล้างจะมีขนแปรงไนล่อนสำหรับใช้ทำความสะอาดให้สิ่งสกปรกที่ติดอยู่กับวัตถุดิบถูกขจัดออก ส่วนน้ำที่ใช้ในการล้างได้ออกแบบให้ใช้ระบบหมุนเวียน สามารถช่วยประหยัดน้ำเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอีกทางหนึ่ง สำหรับระยะเวลาการล้างวัตถุดิบหลังจากป้อนเข้าผ่านระบบท่อหมุนและสเปรย์ฉีดพ่นน้ำจนกระทั่งถึงทางออกใช้เวลาเพียง 2-3 นาทีเท่านั้น วัตถุดิบที่ผ่านการล้างจากเครื่องล้างผักไฮเทคนี้จะมีความสะอาดที่ได้มาตรฐาน และช่วยให้กระบวนการผลิตรวดเร็วยิ่งขึ้น สามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้ต่อไป เครื่องล้างผักไฮเทคนี้ ออกแบบและพัฒนาให้สามารถ ประยุกต์ใช้ได้กับวัตถุดิบหลากหลายชนิดทั้งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเครื่องแกง อาทิ ข่า ขิง หอม กระเทียม และมะกรูด รวมทั้งยังสามารถทำความสะอาดพืชที่มีลักษณะเป็นหัว เช่น มันสำปะหลัง แครอท เผือก มัน ได้อีกด้วย นอกจากนั้นเครื่องดังกล่าวยังมีราคาถูกกว่าเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ 3-5 เท่า นับเป็นเครื่องล้างผักเอนกประสงค์ที่เหมาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ประกอบการอุตสาหกรรม SMEs อย่างแท้จริง



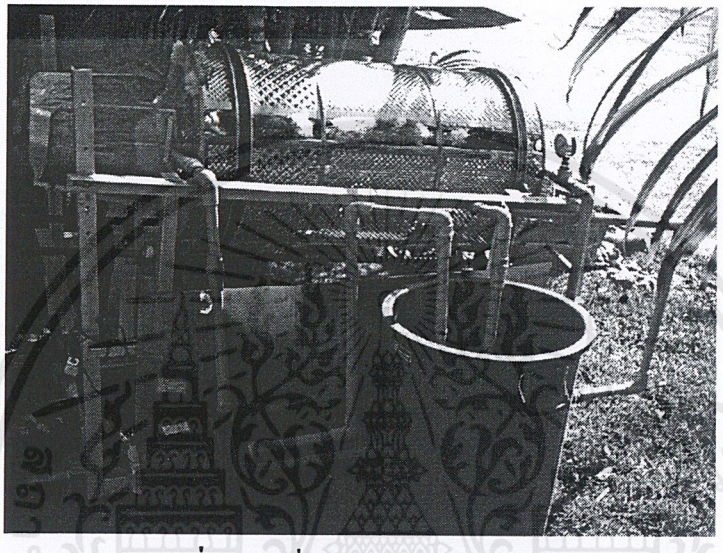
**ภาพที่ 2.24** เครื่องล้างผักไฮเทค

**2.9.2 เครื่องล้างทำความสะอาดขิง** ( นายวิเชียร จันทสิงห์และคณะ, 2547)

เครื่องล้างทำความสะอาดขิง ซึ่งประกอบด้วย ชุดครัมทำความสะอาดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 48 เซนติเมตร ยาว 90 เซนติเมตร ชุดแปรงทำความสะอาด 6 ชุด และทำงานในแนวนอนการทำงานเริ่มจากขิงถูกปล่อยออกจากถาดป้อนเข้าสู่ขบวนการทำความสะอาดด้วยชุดแปรงหมุนขัดหัวขิงโดยมีการสเปรย์น้ำร่วมด้วยที่แรงดัน 1 $kg/cm^2$ และเมื่อขิงเคลื่อนที่ผ่านชุดครัมขิงจะถูกทำความสะอาดทั่วทั้งหัวขิงน้ำล้างจะถูกปล่อยออกทางด้านล่างของชุดครัม ส่วนขิงที่สะอาดจะเคลื่อนที่ไปยังถาดรับขิงความเร็วรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของชุดดรัมที่ทำการทดสอบคือที่ 10, 13, 16, 19 รอบต่อนาที ซึ่งทำการปรับรอบโดยการติดอินเวอร์เตอร์ และที่มุมเอียง 3, 5, 7 องศา จากการทดสอบพบว่าความเร็วรอบที่เหมาะสมในการล้างอยู่ที่ 10 รอบ/นาที ที่มุมการล้าง 3 องศา ทำให้ได้ขิงที่โดยสามารถล้างขิงได้ที่ 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการใช้น้ำ 65 ลิตรต่อนาที และอัตราการใช้ไฟฟ้าอยู่ที่ 1 - 1.5 กิโลวัตต์



**ภาพที่ 2.25** เครื่องล้างทำความสะอาดขิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# การคำนวณและการสร้าง

การทำการออกแบบเครื่องล้างทำความสะอาดขิงเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพสูงสุดจึงได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้คือ การออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดขิง การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องล้างทำความสะอาดขิง

## 3.1 การทดสอบขิงเบื้องต้น

การทดสอบขิงเบื้องต้นเป็นการศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของขิง เพื่อเป็นการนำผลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบเครื่องให้เป็นไปตามความต้องการ โดยมีอุปกรณ์และขั้นตอนการทดสอบดังนี้

**วัสดุและอุปกรณ์**

1. ขิงสด
2. เครื่องชั่ง
3. ท่อ PVC,หัวฉีด ,เหล็ก ,เหล็กฉาก และเหล็กแผ่น
4. เครื่องวัดรอบมอเตอร์
5. อุปกรณ์ส่งถ่ายกำลัง
6. ชุดดรัม

**วิธีการทดลอง**

1. นำขิงมาทำการชั่งน้ำหนักที่ 1.5 กิโลกรัม
2. นำขิงใส่ในชุดดรัม
3. ทำการเดินเครื่องที่ความเร็วรอบดรัมไปที่ 26 rpm
4. จับเวลาตั้งแต่ขิงเริ่มเคลื่อนที่จนกระทั่งขิงหัวสุดท้ายออกจากดรัม
5. สังเกตการเคลื่อนที่ของขิง และการเปลี่ยนแปลงของหัวขิง
6. บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.2 การออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดขิง**

การออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดขิงได้แบ่งชุดอุปกรณ์การทำงานออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ๆคือ ชุดส่งกำลัง ชุด ดรัมทำความสะอาด ชุดสเปรย์น้ำ และชุดถาดป้อนและถาดรับขิง ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

**1) ชุดส่งกำลัง**

1.1) มอเตอร์และมูลเล่ย์

การหาขนาดของมอเตอร์ โดยในตอนต้นมีอุปกรณ์ที่กำหนดไว้ดังนี้

ขนาดมอเตอร์ กำลัง = 1/4 HP = 186.5 w

ความเร็วรอบ = 1450 rpm

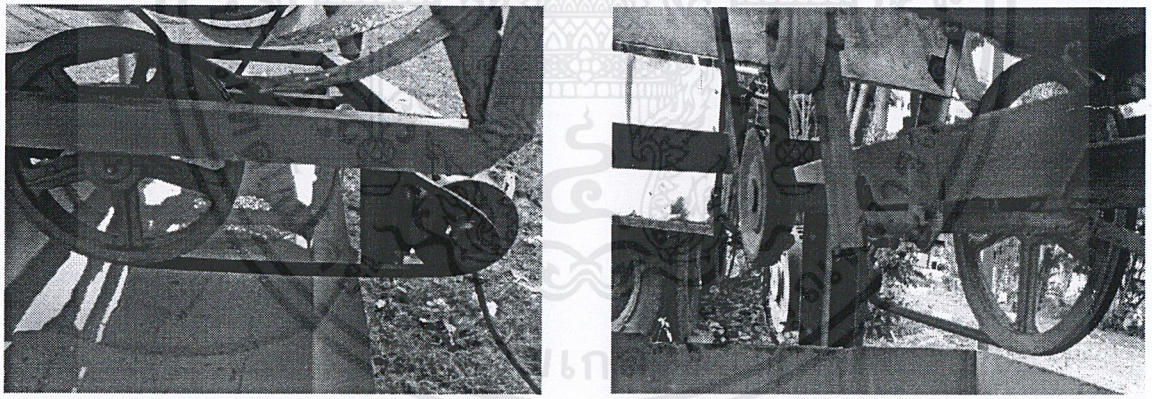
ขนาดมูลเล่ย์ มูลเล่ย์ตัวA เส้นผ่านศูนย์กลาง = 2 นิ้ว = 50.8 mm.

มูลเล่ย์ตัวB เส้นผ่าศูนย์กลาง = 12 นิ้ว = 304.8 mm.

มูลเล่ย์ตัวC เส้นผ่านศูนย์กลาง = 2 นิ้ว = 50.8 mm.

เส้นผ่านศูนย์กลางดรัม = 18.50 นิ้ว = 469.9 mm.

โดยทำการต่อระหว่างมูลเล่ย์และมอเตอร์ได้ดังภาพที่



**ภาพที่ 3.1** ชุดส่งกำลัง

ดังนั้นจะได้อัตราทด = (2/12)*(2/18.5) = 0.0180

ความเร็วของดรัม = 1450*0.0216 = 26.10 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2) ความยาวสายพาน (Joseph Edward Shigley , 1986)

จากสูตร $L = 2C + 1.57(D+d) + [(D-d)^2 / 4C]$

เมื่อ D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางมูลเล่ย์ตัวใหญ่

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางมูลเล่ย์ตัวเล็ก

C คือ ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางมูลเล่ย์ทั้งสอง

จะได้ว่า

สายพาน $L_1$ = $2(393.7)+1.57(304.8+50.8)+[(304.8-50.8^2) / 4(393.7)]$

= 1386.66 mm. ( 54.60 นิ้ว)

สายพาน $L_2$ = $2(419.1)+1.57(469.9+50.8)+[(469.9-50.8)^2 / 4(419.1)]$

= 1760.50 mm. ( 69.31 นิ้ว)

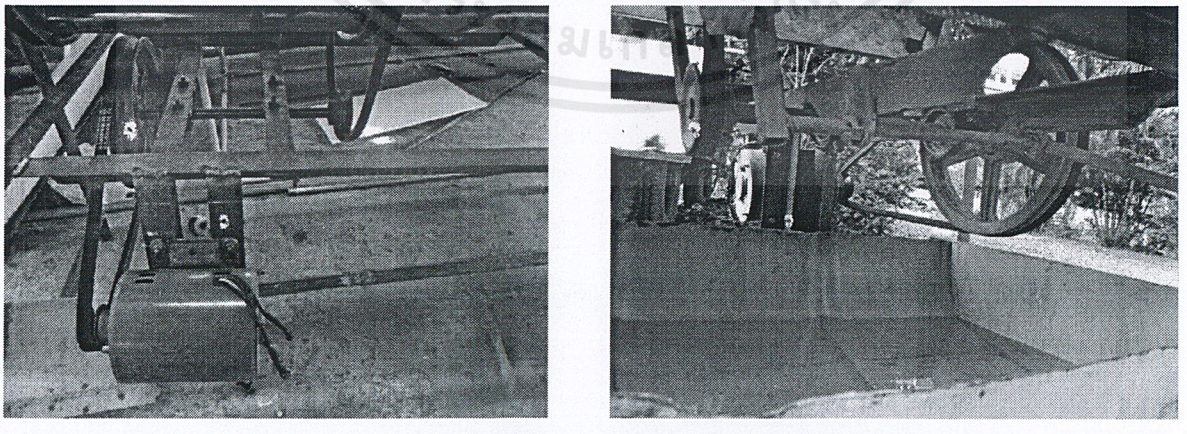
ดังนั้น จึงเลือกใช้สายพานดังนี้

สายพาน $L_1$ = 54 นิ้ว

สายพาน $L_2$ = 70 นิ้ว

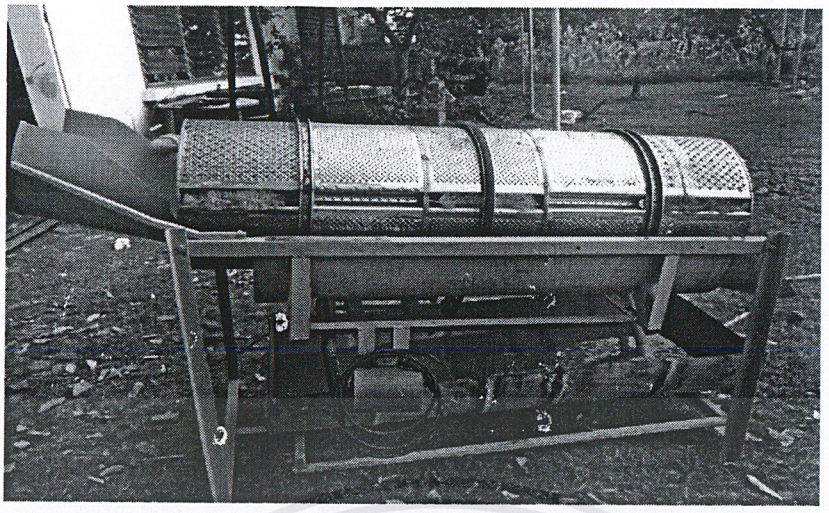
1.3) การติดตั้งชุดต้นกำลัง

ใช้มอเตอร์ขนาด 1/4 hp ความเร็วรอบ 1450 rpm ทดรอบด้วยมูลเล่ย์ส่งไปขับชุดครัมที่ความเร็วรอบ 26.10 rpm



**ภาพที่ 3.2** ชุดต้นกำลัง

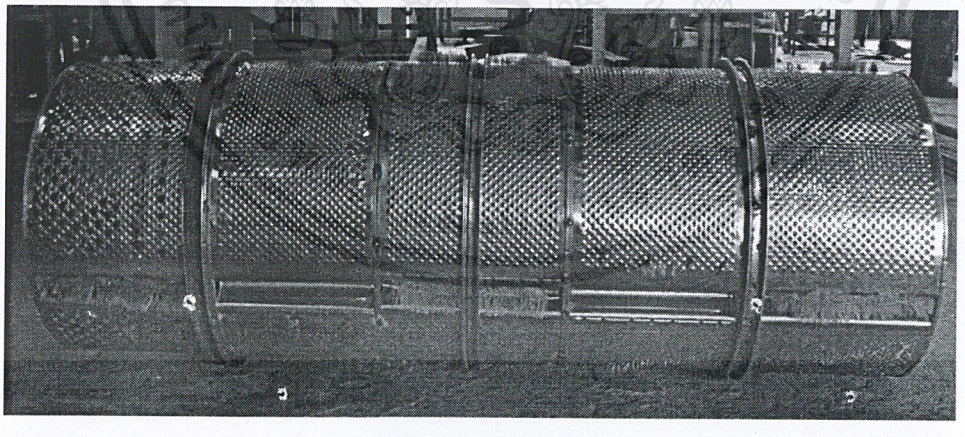
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 3.3** ลักษณะการติดตั้งชุดดรัมกับโครง

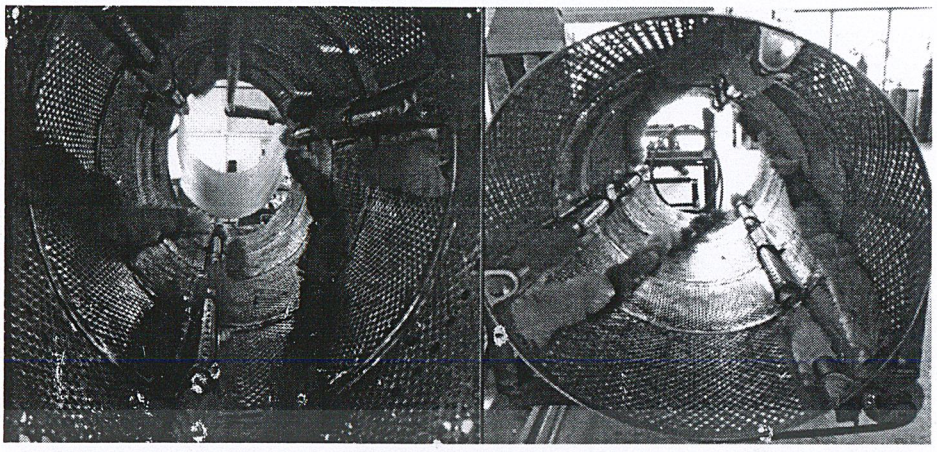
**2.) ชุดดรัมทำความสะอาด**

- ชุดดรัมทำจากสแตนเลสเจาะรูตลอดตัวดรัมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 47 เซนติเมตรมีความยาวดรัม 146 เซนติเมตร
- ขนแปรงทำความสะอาดมีความยาวขนแปรง 2.5 เซนติเมตรติดตั้งแปรงตามความยาวดรัมจำนวน 3แถว และติดตั้งตามแนวทแยงมุมตามความยาวดรัมจำนวน 3 แถว



**ภาพที่ 3.4** ลักษณะชุดดรัม

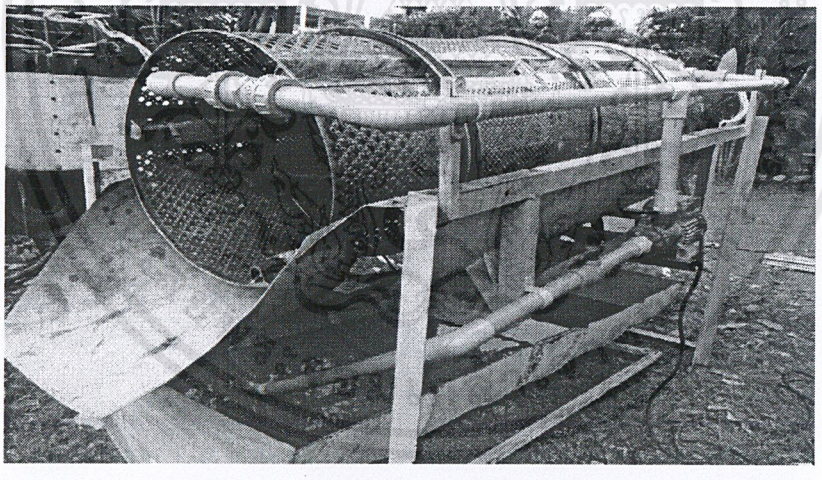
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 3.5** การติดตั้งแปรงทำความสะอาดกับดรัม

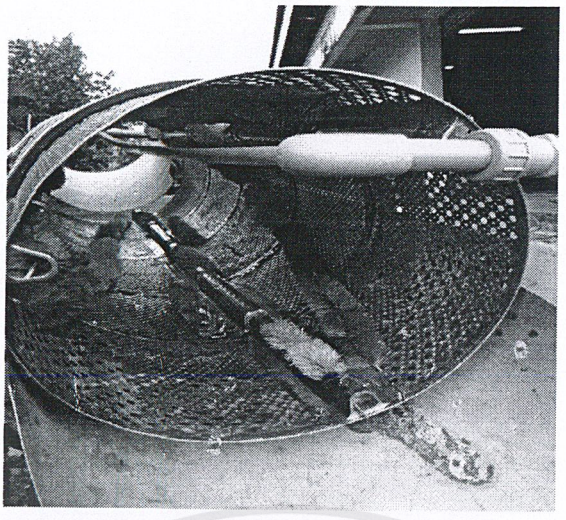
**3.) ชุดสเปรย์น้ำ**

ใช้ปั๊มน้ำขนาด 0.44 hp จำนวน 1 ตัว ต่อเข้ากับท่อ PVC ขนาด 1 นิ้ว น้ำไหลผ่านท่อ PVC ที่เจาะรูสเปรย์น้ำจำนวน 6 ตำแหน่ง



**ภาพที่ 3.6** การติดตั้งปั๊มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

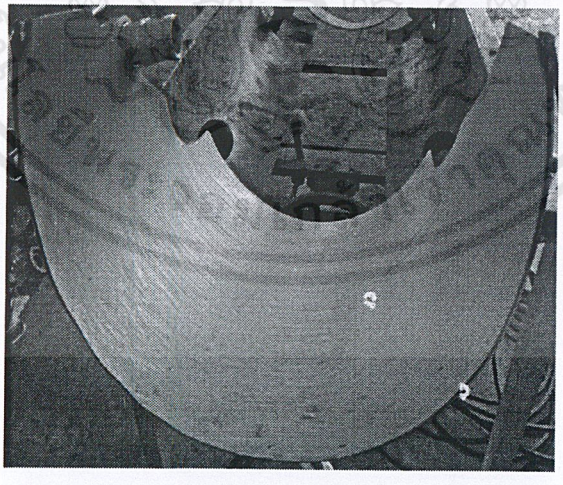


**ภาพที่ 3.7** ชุดสเปรย์น้ำภายในดรัม

**3.) ชุดถาดป้อนและถาดรับขิง**

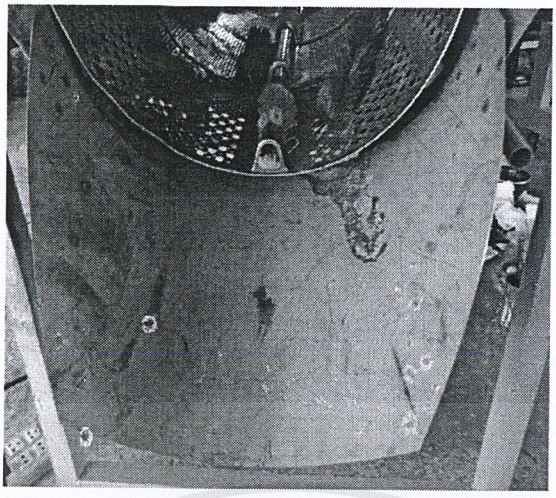
- ถาดป้อนทำจากสแตนเลสมีขนาด 86.36 x 47.50 เซนติเมตร เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ม้วนขึ้นรูปเป็นครึ่งวงกลม

- ถาดรับทำจากสแตนเลสมีขนาด 73 x 36.83 เซนติเมตร เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ม้วนขึ้นรูปเป็นครึ่งวงกลม



**ภาพที่ 3.8** ถาดป้อนขิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 3.9** ถาดรับขิง

### 3.3 การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องล้างทำความสะอาดขิง

หลังจากทำการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดขิงเรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่อง โดยมีวิธีการทดลองดังนี้

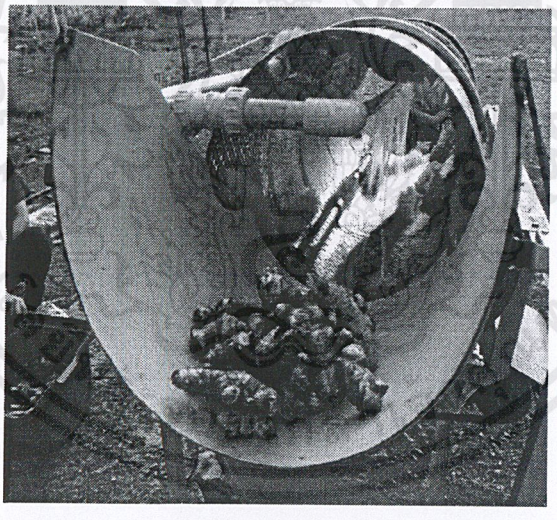
1. นำขิงที่ผ่านการตัดรากแล้วมาทำการชั่งน้ำหนัก

**ภาพที่ 3.10** ขิงที่ผ่านการตัดราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพที่ 3.11** นำขิงมาชั่งน้ำหนัก

2. นำขิงที่ผ่านการชั่งมาใส่ยังถาดป้อนขิง



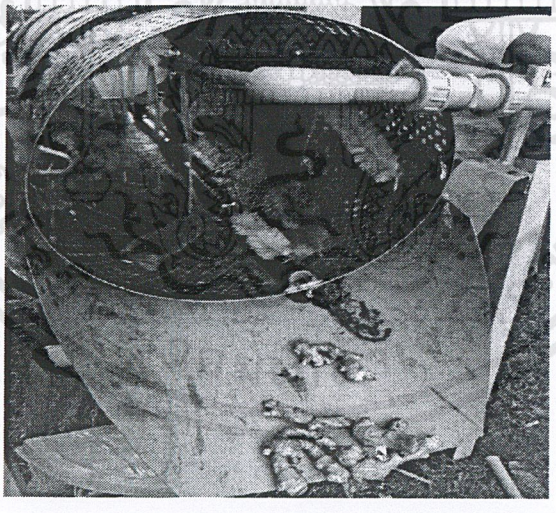
**ภาพที่ 3.12** นำขิงมาใส่ถาดป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.เดินเครื่องที่ความเร็วรอบที่ 26 rpm และปรับมุมเอียงของดรัมเป็น 3 , 5 , 7 องศา

**ภาพที่ 3.13** การทำงานของเครื่อง

3. จับเวลาตั้งแต่ขิงหัวแรกเข้าเครื่องและหยุดเมื่อขิงหัวสุดท้ายออกจากเครื่อง

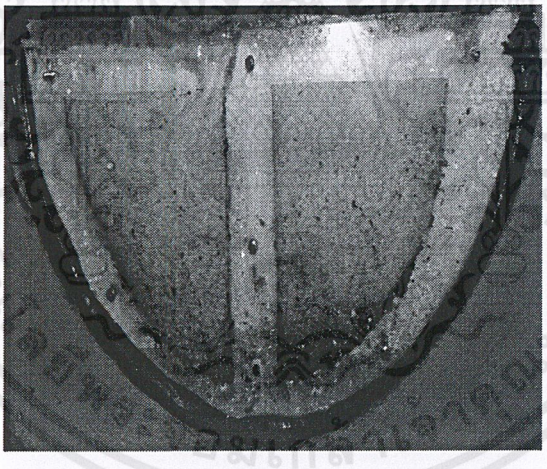


**ภาพที่ 3.14** ขิงเคลื่อนที่ออกมาที่ถาดรับขิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำขิงที่ผ่านการล้างไปชั่งน้ำหนักและเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปหาปริมาณดินที่เหลือติดกับแง่งขิง

**ภาพที่ 3.15** ขิงที่ผ่านการล้าง



**ภาพที่ 3.16** ดินที่เหลือติดกับแง่งขิง

6. บันทึกผลการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการทดสอบ

จากขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบเครื่อง จากนั้นได้ทำการทดสอบเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อเครื่องล้างทำความสะอาดขิง โดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดขิงที่ได้ทำการออกแบบและสร้างขึ้น แล้วนำผลที่ได้ไปใช้หาประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดขิง ซึ่งมีหัวข้อดังนี้คือ ผลการทดสอบขิงเบื้องต้น ผลการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดขิง ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องล้างทำความสะอาดขิง

## 4.1 ผลการทดสอบขิงเบื้องต้น

จากการทดสอบขิงเบื้องต้นดังหัวข้อที่ 3.1 มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของขิงภายในชุดดรัม แล้วนำผลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบเครื่องซึ่งทำการทดสอบ โดยการนำขิงที่ผ่านการตัดรากออกแล้วมาใส่ภายในดรัมแล้วทำการเดินเครื่องที่ความเร็วรอบ 26 rpm ที่มุมของดรัมล้างขิงที่ 3, 5, 7 องศา และสังเกตการเคลื่อนที่ของขิงและการเปลี่ยนแปลงของขิงได้ดังแสดงใน ตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** ผลการทดสอบขิงเบื้องต้น

| ครั้งที่ | มุมของการล้าง(องศา) | น้ำหนักเข้า (kg) | น้ำหนักออก (kg) | เวลา (sec) | การสังเกต |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 1.50 | 1.41 | 24.30 | ขิงพลิกตัวได้ดี |
| 2 | 3 | 1.50 | 1.38 | 22.70 | |
| 3 | 3 | 1.50 | 1.37 | 23.20 | |
| เฉลี่ย | | 1.50 | 1.38 | 23.40 | |
| 1 | 5 | 1.50 | 1.44 | 18.60 | ขิงพลิกตัวเร็ว เกิดรอยแผล |
| 2 | 5 | 1.50 | 1.41 | 20.20 | |
| 3 | 5 | 1.50 | 1.43 | 17.70 | |
| เฉลี่ย | | 1.50 | 1.42 | 18.83 | |
| 1 | 7 | 1.50 | 1.46 | 16.30 | ขิงพลิกตัวเร็ว เกิดการเสียหาย |
| 2 | 7 | 1.50 | 1.43 | 15.80 | |
| 3 | 7 | 1.50 | 1.44 | 13.70 | |
| เฉลี่ย | | 1.50 | 1.44 | 15.27 | |

***หมายเหตุ** การเดินเครื่องทดความเร็วรอบที่ 26 rpm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบขิงเบื้องต้นดังแสดงในตารางที่ 4.1 ซึ่งใช้ขิงที่ 1.5 กิโลกรัมมุมความชันที่ 3 , 5, 7 องศา ความเร็วรอบ 26 rpm ซึ่งได้ผลการทดสอบดังนี้

ที่มุมของดรัมล้างขิงที่ 3 องศา ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ที่ 23.40 วินาที ลักษณะของขิงไม่เกิดแผลถลอกดังแสดงในภาพที่ 4.1

**ภาพที่ 4.1** มุมของดรัมล้างขิงที่ 3 องศา

ที่มุมของดรัมล้างขิงที่ 5 องศา ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ที่ 18.83 วินาที ลักษณะของขิง ขิงพลิกตัวเร็ว เกิดการเสียหาย ดังแสดงในภาพที่ 4.2

**ภาพที่ 4.2** มุมของดรัมล้างขิงที่ 5 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มุมของดรัมล้างขิงที่ 7 องศา ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ที่ 15.27 วินาที ลักษณะของขิง ขิงพลิกตัวเร็ว เกิดการเสียหาย ดังแสดงในภาพที่ 4.3

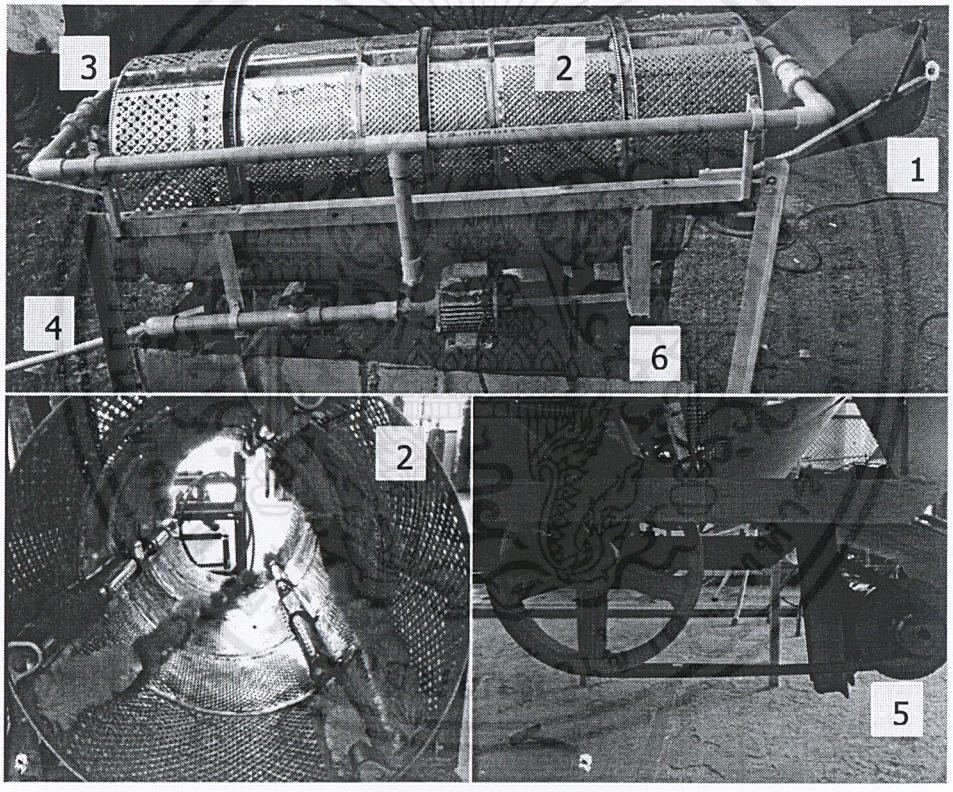
**ภาพที่ 4.3** มุมของดรัมล้างขิงที่ 7 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดขิง**

จากการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดขิงในหัวข้อที่ 3.1 ทำให้ได้เครื่องล้างทำความสะอาดขิงตามภาพที่ 4.4 ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

1. ถาดป้อนขิง
2. ชุดครัมทำความสะอาด
3. ชุดสเปรย์น้ำ
4. ถาดรับขิง
5. ชุดต้นกำลัง
6. ชุดถาดรับน้ำ




**ภาพที่ 4.4** ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องล้างทำความสะอาดขิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การทำงานของชิ้นส่วนต่างๆ มีดังนี้**

1. ถาดป้อนขิง ทำหน้าที่ป้อนขิงเข้าสู่กระบวนการล้าง

2. ชุดดรัมทำความสะอาด มีลักษณะเป็นท่อทรงกระบอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 47 เซนติเมตร ยาว 146 เซนติเมตร ภายในติดขนแปรงทำความสะอาดโดยชุดดรัมนี้ถูกขับให้หมุนที่ความเร็วรอบ 26 รอบต่อนาที และเอียงทำมุมของดรัมล้างขิง 3, 5, 7 องศา กับแนวระดับเมื่อขิงถูกป้อนจากถาดป้อนขิงจะเคลื่อนที่เข้าไปยังชุดดรัมหมุนลำเลียงผ่านชุดสเปรย์น้ำที่ติดตั้งอยู่กึ่งกลางดรัมทำการล้างทำความสะอาดออกไปยังถาดรับขิง

3. ชุดสเปรย์น้ำ ทำหน้าที่ สเปรย์น้ำเพื่อทำความสะอาดขิงโดยต่อเข้ากับปั๊มขนาด 0.44 hp จำนวน 1 ตัว

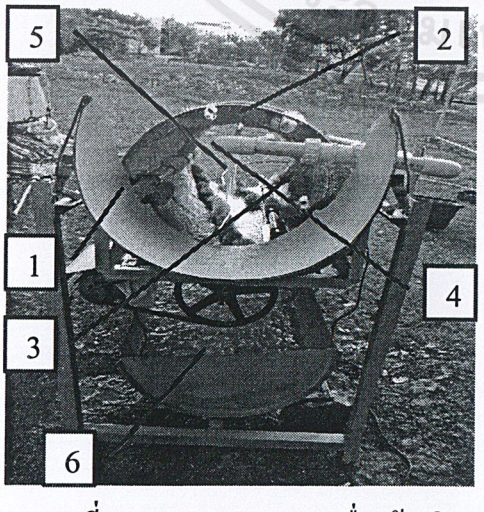
4. ถาดรับขิง ทำหน้าที่รองรับขิงที่ผ่านกระบวนการล้างมาแล้ว

5. ชุดต้นกำลัง ทำหน้าที่ขับชุดดรัมทำความสะอาดให้หมุนโดยที่ชุดดรัมทำความสะอาดหมุนที่ความเร็วรอบ 26 รอบต่อนาที

6. ชุดถาดรับน้ำ ทำหน้าที่รองรับน้ำที่ใช้ในการทำความสะอาดขิง โดยจะมีฟิลเตอร์กรองน้ำเพื่อให้น้ำสะอาด และเหมาะแก่การนำน้ำกลับไปใช้ใหม่

**การทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดขิง**

เมื่อทำการเตรียมขิงที่ใช้สำหรับการล้างแล้วขั้นแรกนำขิงที่เตรียมล้างมาเทใส่ถาดป้อนขิง [1] หลังจากนั้นทำการเดินเครื่องล้างทำความสะอาดขิง ซึ่งชุดดรัมทำความสะอาด [2] จะทำการลำเลียงขิงผ่านแปรงทำความสะอาด [3] และชุดสเปรย์น้ำ [4] จากทางเข้าจนถึงทางออก ชุดดรัมทำความสะอาดจะหมุนที่ความเร็วรอบ 26 รอบต่อนาที เมื่อขิงผ่านการล้างทำความสะอาดออกมาถึงทางออกก็จะไหลลงไปยังถาดรับขิง [5] และตกลงยังภาชนะรองรับส่วนน้ำที่ผ่านขบวนการล้างจะไหลไปยังถาดรองรับน้ำที่อยู่ด้านล่างของชุดดรัมทำความสะอาด (ดังแสดงในภาพที่ 4.5)




[1] ถาดป้อนขิง
[2] ชุดดรัมทำความสะอาด
[3] ชุดแปรงทำความสะอาด
[4] ชุดสเปรย์น้ำ
[5] ถาดรับขิง
[6] ชุดถาดรับน้ำ

**ภาพที่ 4.5** การทำงานของเครื่องล้างขิง

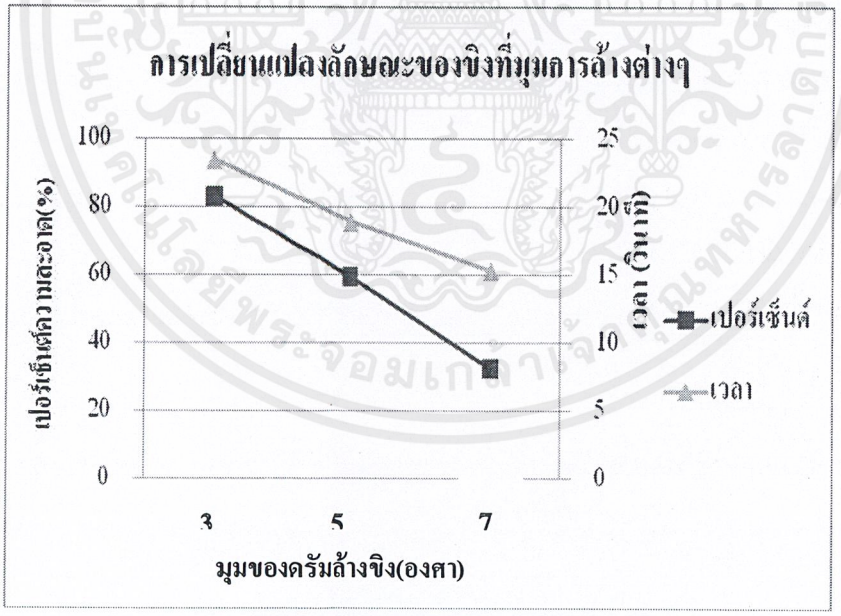
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.3 ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องล้างทำความสะอาดขิง**

การหาประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดขิงซึ่งทำการทดลองโดยนำขิงสดที่มีดินติดอยู่ตามแง่งขิงมาชั่งที่น้ำหนัก 1.5 กิโลกรัม แล้วทำการปรับมุมความชันของชุดดรัมไปที่ 3 , 5 , 7 องศา และความเร็วรอบของชุดดรัมที่ความเร็วรอบ 26 รอบต่อนาที และสังเกตการเคลื่อนที่ของขิงและความสะอาดที่เปลี่ยนแปลงได้ดังแสดงในตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2** การเปลี่ยนแปลงลักษณะของขิงที่มุมการล้างของดรัมและความเร็วรอบต่างๆ

| มุมการล้าง | เวลา (sec.) | รอบการล้าง (rpm) | น้ำหนักขิง ก่อนล้าง (kg) | น้ำหนักขิง หลังล้าง (kg) | น้ำหนักขิง ที่หายไป (ดิน) (kg) | เปอร์เซ็นต์ ความสะอาด |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3° | 23.40 | 26 | 26 | 1.38 | 0.12 | 83.04 |
| 5° | 18.83 | 26 | 26 | 1.42 | 0.80 | 59.32 |
| 7° | 15.27 | 26 | 26 | 1.44 | 0.60 | 32.30 |




**ภาพที่ 4.6** การเปลี่ยนแปลงลักษณะของขิงที่มุมการล้างต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบ ทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงลักษณะขิงที่ผ่านการล้างคือ ขิงที่ผ่านการล้างมีเปอร์เซ็นต์ความสะอาดสูงสุดอยู่ที่ 83.04 เปอร์เซ็นต์ ที่มุมของดรัมล้างขิง 3 องศาใช้เวลาในการล้าง 23.40 วินาที และเมื่อมุมในการล้างสูงขึ้นเปอร์เซ็นต์ความสะอาดก็จะมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากขิงใช้เวลาการทำความสะอาดน้อย เปอร์เซ็นต์ ความสะอาดจะลดลงมาที่ 59.32 เปอร์เซ็นต์ และที่มุมของดรัมล้างขิง 5 องศาใช้เวลาในการทำความสะอาด 18.83 วินาที และหากเพิ่มมุมในการล้างของดรัมมาเป็น 7 องศา จะได้ความสะอาดอยู่ที่ 32.30 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เวลา 15.27 วินาที จะเห็นได้ว่ามุมในการทำความสะอาด และความยาวของดรัมมีผลต่อความสะอาดของขิง ผลการทดสอบแสดงดังภาพที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดขิงที่ได้ทำการออกแบบไว้ดังนี้คือ ชุดล้างทำความสะอาดทำงานโดยอาศัยหลักการล้างแบบท่อทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์ 47 เซนติเมตร ยาว 146 เซนติเมตร ชุดแปรงทำความสะอาด ชุดสเปรย์น้ำทำจากท่อ PVC ขนาด 1 นิ้ว ต่อเข้ากับปั๊มน้ำขนาด 0.44 แรงม้า ชุดป้อนขิงขนาด 86.36x47.50 เซนติเมตร ชุดรับขิงขนาด 73x36.83 เซนติเมตร ชุดส่งกำลังใช้มอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า จากการทดลองที่มุมของดรัมล้างขิงที่ 3 ระดับ และที่ความเร็วรอบของชุดดรัม 26 รอบต่อนาที พบว่ามุมของดรัมล้างขิงที่เหมาะสมในการล้างขิงอยู่ที่ 3 องศา จากแนวระดับและที่ความเร็วรอบ 26 รอบต่อนาที จะทำให้ได้ขิงที่ผ่านการล้างมีความสะอาดที่ 83.04 % ซึ่งเป็นความสะอาดที่เหมาะสำหรับการนำไปบริโภคสด หรือเข้ากระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆต่อไป โดยสามารถล้างขิงได้ที่ 230 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และใช้ไฟฟ้าที่ 1-1.3 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง เมื่อทำการป้อนแบบต่อเนื่อง

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดขิงพบว่ามีขิงบางหัวมีการเคลื่อนตัวออกมาจากชุดดรัมเร็วเกินไปทำให้ขิงไม่สะอาด สาเหตุอาจเกิดจากรูปทรงของขิงที่ไม่แน่นอนและสเปรย์น้ำที่พ่นออกมามีลักษณะที่กระจายไม่ทั่วถึง ดังนั้นแนวทางในการแก้ปัญหาทั้งสอง ประการแรกคือ ใช้มอเตอร์ 3 เฟส เพื่อปรับลดระดับความเร็วรอบของชุดดรัม และประการที่สองคือ ควรปรับให้มีการกระจายของน้ำให้ทั่วถึง โดยอาจจะเพิ่มชุดสเปรย์น้ำ หรือ เพิ่มหัวสเปรย์น้ำ เพื่อให้น้ำกระจายได้ทั่วถึง

## 5.3 น้ำที่ใช้สูญเสียไป

จากการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดขิง จะเห็นว่า เมื่อชุดดรัมทำงานน้ำก็จะสเปรย์โดนกับดรัมและชุดของแปรงทำความสะอาด ทำให้น้ำเลอะเทอะบริเวณรอบๆเครื่อง ฉะนั้นควรปรับปรุงในเรื่องของถาดกั้นน้ำให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

## 5.4 ความเร็วรอบมากกว่าเครื่องแบบเก่า ( นายวิเชียร จันทสิงห์และคณะ, 2547)

จากเครื่องทำความสะอาดขิงแบบเก่ามีความเร็วรอบในการล้าง 10, 13, 16, 19 รอบต่อนาที สามารถล้างได้ 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ขิงมีความสะอาดที่ 89.5 % ส่วนเครื่องล้างขิงที่พัฒนามีความเร็วรอบในการล้าง 26 รอบต่อนาที และสามารถล้างได้ 230 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการล้าง 83.04 % ซึ่งเป็นที่ยอมรับและสามารถนำไปบริโภคสด หรือเข้ากระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง


1. ธงชัย สถาพรวรศักดิ์ . 2544. **เอกสารแนะนำที่ 24 การปลูกขิง** กรมส่งเสริมการเกษตร.
2. ธงชัย เนมขุนทด . 2530. **โครงการหนังสือชุมชน การปลูกขิง** กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
3. วัชระ เพิ่มชาติ. 2539. **Pumps Application Engineering**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ . สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าขุนทหารลาดกระบัง
4. วิบูลย์ เทเพนทร์ , ไมตรี แนวพนิช, สุภัทร หนูสวัสดิ์, อุทิศ แสงวงษา , เวียง อากรชี . 2542. **วิจัยออกแบบเครื่องล้างทำความสะอาดขิง**. http://www. Ipst.ac.th/magazine/abs31/educat50. html.
5. Digtal News . 2003. **เครื่องล้างผักไฮเทคเตรียมตำน้ำพริกสำเร็จรูปส่งออก.** http://www. Digital.lib.kmutt.ac.th/news_conten.php?n_id = 152.
5. J.G. Brennan, J.R. Butters, N.D. Cowell and A.E.V. Lillen, 1990. **Food Engineering OperationThrid edition.**
6. Joseph Edward Shiley . 1986. **Mechanical Engineering Desing, pp.397, 625.**
7. **ทฤษฎีสายพาน.** http://www. phayaotc.ac.th/files/10092910102346_10093013130240.doc
8. วิเชียร จันทสิงห์ , ศักดา บุสทิพย์ . 2547. เครื่องล้างทำความสะอาดขิง. คณะวิศวกรรมศาสตร์ . สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าขุนทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาคผนวก ก.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก. ข้อมูลการทดสอบเครื่องล้างทำความสะอาดขิงที่มุมการล้างต่างๆ

**ที่มุมของดรัมล้างขิง 3, 5, 7 องศา**

ใช้ขิง 1.5 กิโลกรัม

แรงดันน้ำที่ใช้ 1 $kg/cm^2$

ปริมาณน้ำของเครื่อง 13.2 ลิตร/นาที

**ตารางที่ ก1** ข้อมูลการทดสอบเครื่องล้างทำความสะอาดขิง

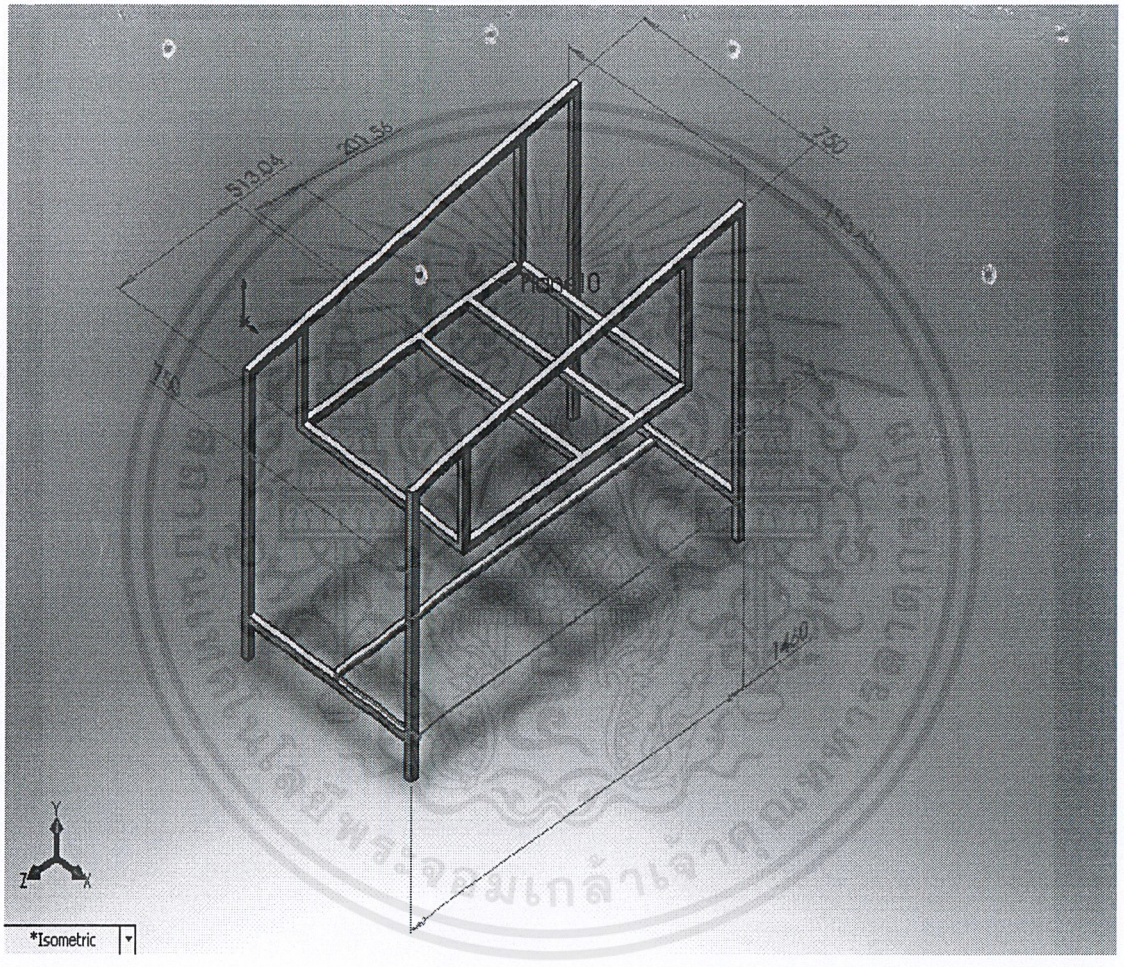
| ครั้งที่ | มุมของการล้าง(องศา) | น้ำหนักเข้า (kg) | น้ำหนักออก (kg) | เวลา (sec) | เปอร์เซ็นต์ความสะอาด |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 1.50 | 1.41 | 24.30 | 82.35 |
| 2 | 3 | 1.50 | 1.38 | 22.70 | 81.26 |
| 3 | 3 | 1.50 | 1.37 | 23.20 | 85.51 |
| เฉลี่ย | | 1.50 | 1.38 | 23.40 | 83.04 |
| 1 | 5 | 1.50 | 1.44 | 18.60 | 56.28 |
| 2 | 5 | 1.50 | 1.41 | 20.20 | 62.75 |
| 3 | 5 | 1.50 | 1.43 | 17.70 | 58.93 |
| เฉลี่ย | | 1.50 | 1.42 | 18.83 | 59.32 |
| 1 | 7 | 1.50 | 1.46 | 16.30 | 28.64 |
| 2 | 7 | 1.50 | 1.43 | 15.80 | 34.83 |
| 3 | 7 | 1.50 | 1.44 | 13.70 | 33.43 |
| เฉลี่ย | | 1.50 | 1.44 | 15.27 | 32.30 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาคผนวก ข .**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

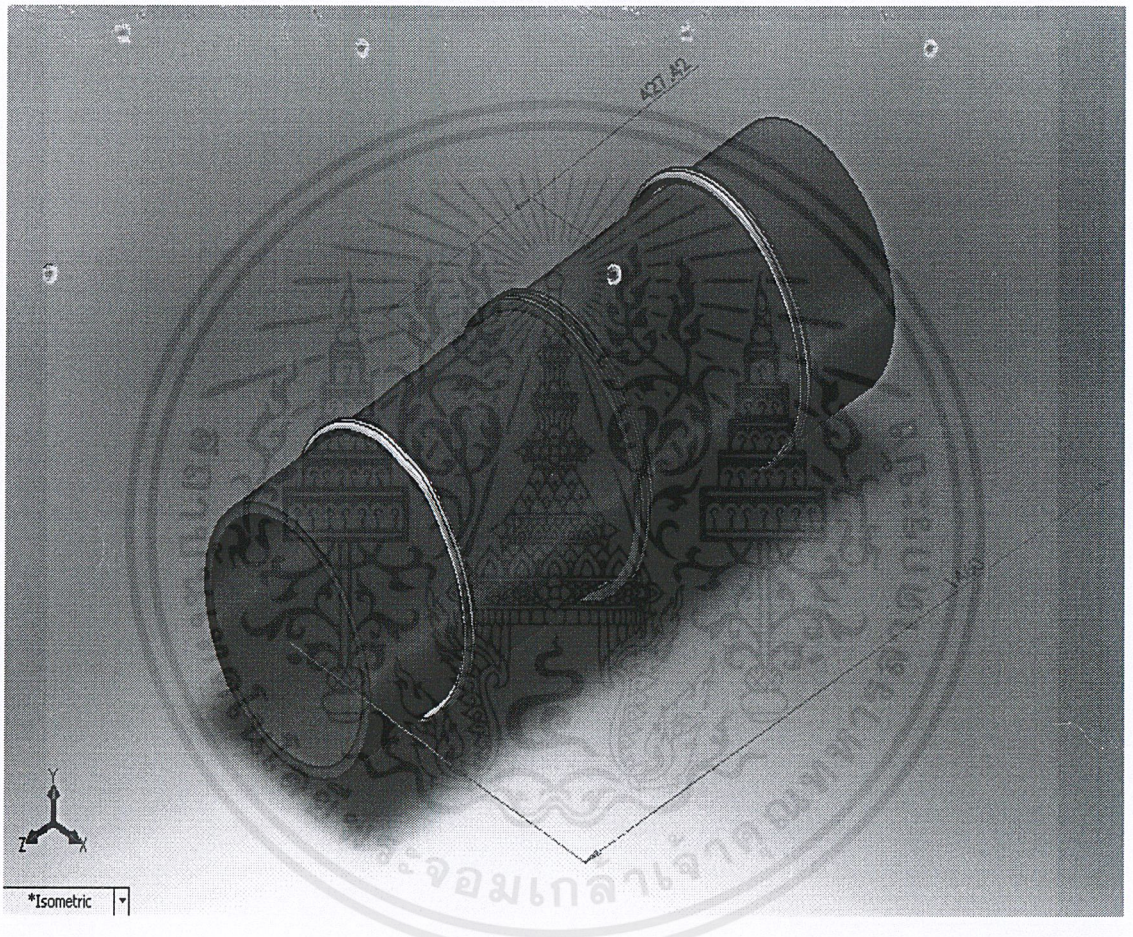
**ภาคผนวก ข.** ส่วนประกอบของเครื่อง




**รูปที่ ข1.** ชุดโครงสร้าง

*** หมายเหตุ ใช้ หน่วยมิลลิเมตร**

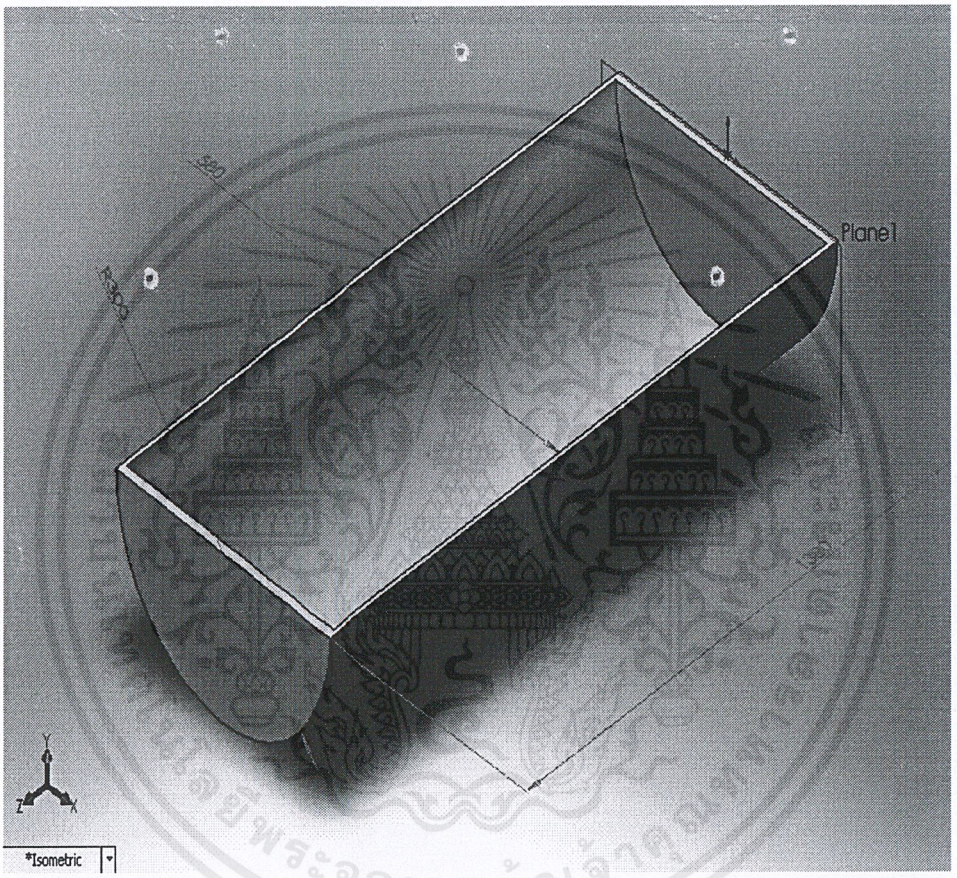
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ ข2.** แบบโครงสร้าง Drum

*** หมายเหตุ ใช้ หน่วยมิลลิเมตร**

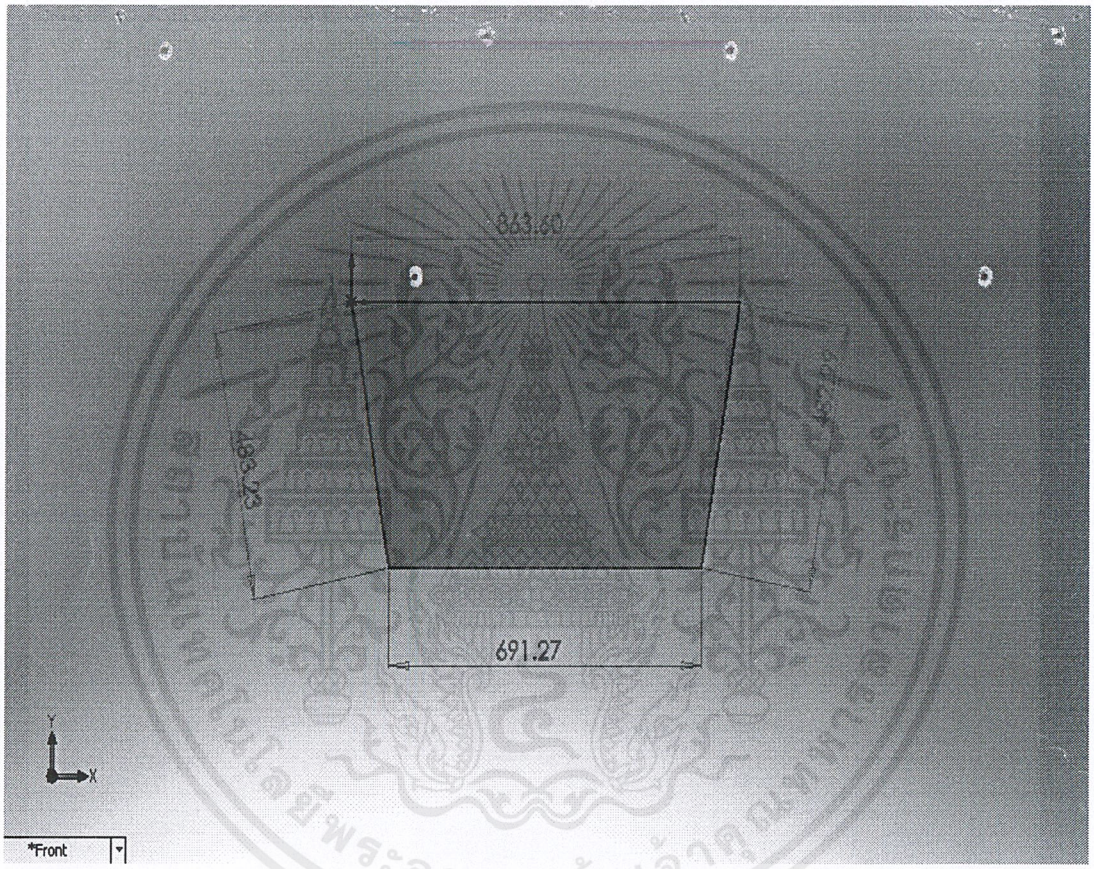
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ ข3.** ถังรับน้ำ

*** หมายเหตุ ใช้ หน่วยมิลลิเมตร**

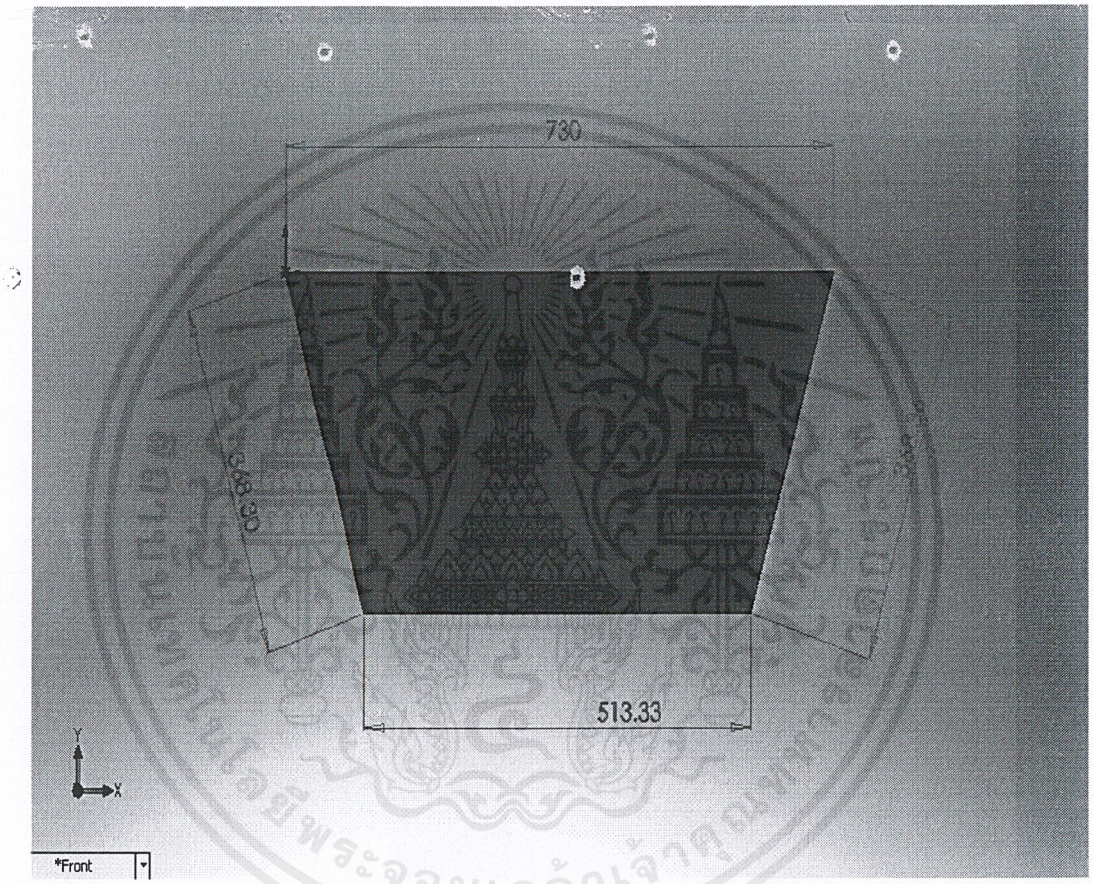
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ ข4.** ถาดป้อนขิง

*** หมายเหตุ ใช้ หน่วยมิลลิเมตร**

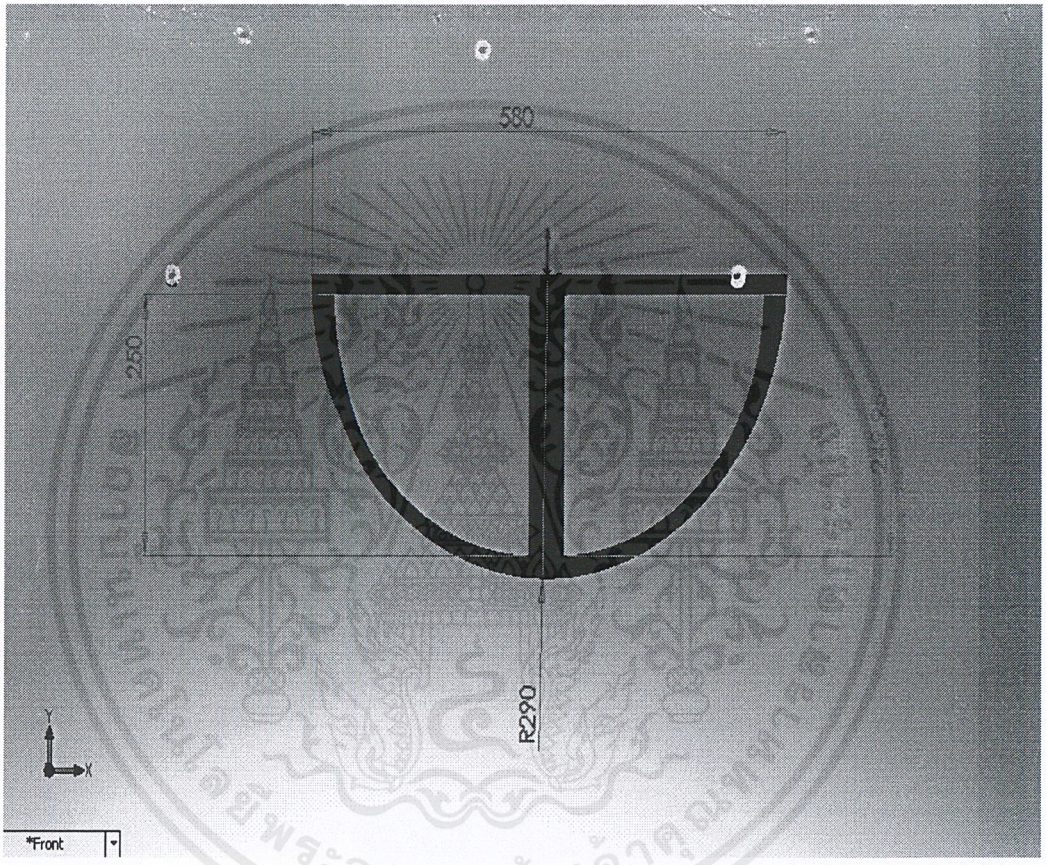
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ ข5.** ถาดรับขิง

*** หมายเหตุ ใช้ หน่วยมิลลิเมตร**

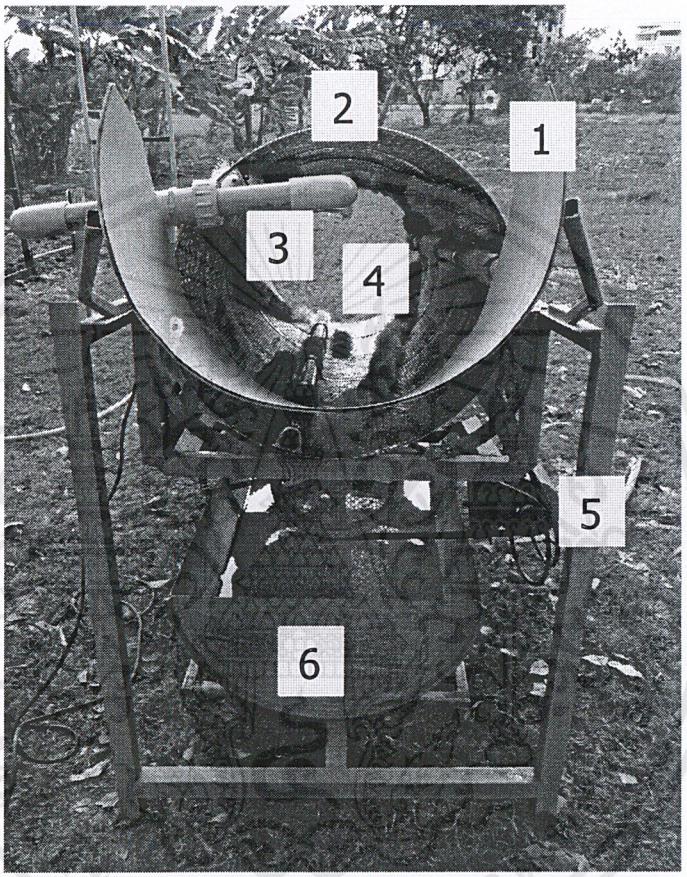
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ ข6.** ฟิลเตอร์กรองน้ำ

*** หมายเหตุ ใช้ หน่วยมิลลิเมตร**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ข. 7** เครื่องทำความสะอาดขิง

1. ถาดป้อนขิง
2. ชุดดรัมทำความสะอาด
3. ชุดปั๊มน้ำและสเปรย์น้ำ
4. ถาดรับขิง
5. ชุดมอเตอร์ต้นกำลัง
6. ชุดถาดรับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้