

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องล้างทำความสะอาดจึง

THE GINGER CLEANING MACHINE

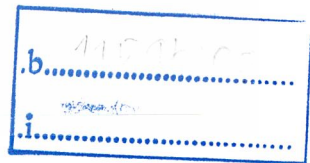


นายวิเชียร จันทสิงห์
นายศักดา บุสทิพย์

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 61413

วัน,เดือน,ปี...17...0...2549



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องล้างทำความสะอาดจิง
THE GINGER CLEANING MACHINE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2547

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องล้างทำความสะอาดขิง

The Ginger Cleaning Machine

ผู้จัดทำ

- | | | |
|----------------|-----------|-----------------------|
| 1. นายวิเชียร | จันทสิงห์ | รหัสประจำตัว 45015668 |
| 2. นายศักดิ์ดา | บุสทิพย์ | รหัสประจำตัว 45015672 |



..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. พิเชต กิตตินนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. สุวณี บุญมั่ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องล้างทำความสะอาดจิง

นาย วิเชียร จันทสิงห์ 45015668

นาย ศักดา บุสทิพย์ 45015672

อ. พิชิต กิตตินนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. สุวณี บุญมั่ง อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษา การออกแบบ สร้างและทดสอบ เครื่องล้างทำความสะอาดจิง ซึ่งประกอบด้วย ชุดครัมทำความสะอาดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 48 เซนติเมตร ยาว 90 เซนติเมตร ชุดแปรงทำความสะอาด 6 ชุด และทำงานในแนวอนการทำงานเริ่มจากจิงถูกปล่อยออกจากถาดป้อนเข้าสู่ขบวนการทำความสะอาดด้วยชุดแปรงหมุนขัดหัวจิงโดยมีการสเปรย์น้ำร่วมด้วยที่แรงดัน 1 kg/cm^2 และเมื่อจิงเคลื่อนที่ผ่านชุดครัมจิงจะถูกทำความสะอาดทั่วทั้งหัวจิงน้ำล้างจะถูกปล่อยออกทางด้านล่างของชุดครัมส่วนจิงที่สะอาดจะเคลื่อนที่ไปยังถาดรับจิงความเร็วรอบของชุดครัมที่ทำการทดสอบคือที่ 10, 13, 16, 19 รอบ/นาที และที่มุมเอียง 3, 5, 7 องศา จากการทดสอบพบว่าความเร็วรอบที่เหมาะสมในการล้างอยู่ที่ 10 รอบ/นาที ที่มุมการล้าง 3 องศา ทำให้ได้จิงที่มีความสะอาดที่ 89.5% โดยสามารถล้างจิงได้ที่ 75 กิโลกรัม / ชั่วโมง อัตราการใช้ น้ำ 65 ลิตร / นาที และอัตราการใช้ไฟฟ้าอยู่ที่ 1 - 1.3 kw

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE GINGER CLEANING MACHINE

Wichian Chanthasing

Sakda Butstip

Pichit Kittinon advisor

Suwanee Boonmung advisor

Abstract

The objective of this study is to design, fabricate, and test the ginger cleaning machine. The machine basically consists of the horizontal sprayed drum washers with 48 cm in diameter and 90 cm in length. Six brushes are mounted horizontally on the drum. When operating, gingers are feed to the drum washer and passed through the cleaning brushes along with the sprayed water at 1 kg/cm^2 . After passing through the drum washer, the gingers are considered as the cleaned ginger. The used water after cleaning is drained out at the end of the tray. The rotational velocities of the drum were tested at 10, 13, 16, and 19 rpm. Three angles (3, 5, and 7 degrees) were also tested. Resulted showed that an optimal rotational velocity of the drum was 10 rpm. The cleaning performance was 89.5% with the cleaning capacity of 75 kg/hr. The electrical power and water requirements were 65 L/min and 1-1.5 kW, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากท่านอาจารย์พิจิต กิตตินนท์ และ อาจารย์สุวณี บุญมั่ง ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่พร้อมให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงาน และให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ตลอดจนการตรวจเอกสารจนกระทั่งงานเสร็จสิ้น

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้โอกาสทางการศึกษา

ขอขอบคุณ ทูสนับสนุนงานวิจัยประจำปีการศึกษา 2547 จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำโรงทดลองฝีมือ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในการเบิกจ่ายเครื่องมือ

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนอย่างดีตลอดที่ทำการศึกษา

วิเชียร จันทสิงห์
ศักดิ์ดา บุสทิพย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 ลักษณะทั่วไปเกี่ยวกับจิง	3
2.2 พันธุ์จิงที่ปลูกกันในประเทศไทย	4
2.3 ประโยชน์จากจิง	7
2.4 จุดประสงค์หลักของขบวนการล้าง	9
2.5 สิ่งที่เป็นความต้องการภายหลังการทำความสะดวก	9
2.6 วิธีการทำความสะอาด	11
2.7 อุปกรณ์เครื่องสูบน้ำ	15
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	
3.1 การทดสอบจิงเบื้องต้น	22
3.2 การออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดจิง	22
3.3 การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องล้าง- ทำความสะอาดจิง	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
บทที่ 4 ผลการทดสอบ	
4.1 ผลการทดสอบเชิงเบื้องต้น	33
4.2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดเชิง	37
4.3 ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องล้าง- ทำความสะอาดเชิง	39
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	42
5.2 ข้อเสนอแนะ	42
เอกสารอ้างอิง	43
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ข้อมูลการทดสอบเครื่องล้างทำความสะอาดเชิงที่มูม- การล้างต่างๆ	46
ภาคผนวก ข. ส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดเชิง	50

สารบัญตาราง

	หน้าที่
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบเชิงเบื้องต้น	32
ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะของขิงที่มุมการล้างและความเร็วรอบต่างๆ	40
ตารางที่ ก1 ข้อมูลการทดสอบเครื่องล้างทำความสะอาดขิง	46
ตารางที่ ก2 ข้อมูลการทดสอบเครื่องล้างทำความสะอาดขิง	47
ตารางที่ ก3 ข้อมูลการทดสอบเครื่องล้างทำความสะอาดขิง	48



สารบัญภาพ

	หน้าที่
ภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะต่างๆของขิง	3
ภาพที่ 2.2 ขิงใหญ่หรือขิงหยวก	4
ภาพที่ 2.3 ขิงเล็กหรือขิงเผ็ด	5
ภาพที่ 2.4 ขิงที่ขูดจากริ่	5
ภาพที่ 2.5 การปลูกลงขิงในพื้นที่ที่มีดินร่วนปนทราย	6
ภาพที่ 2.6 การล้างขิงที่เกษตรกรปฏิบัติกันอยู่ทั่วไป	6
ภาพที่ 2.7 การใช้ประโยชน์จากขิง	8
ภาพที่ 2.8 ROTARY DRUM SCREEN	11
ภาพที่ 2.9 FLAT – BED SCREENS	12
ภาพที่ 2.10 SPRAY DRUM WASHERS	14
ภาพที่ 2.11 SPRAY BELT WASHERS	14
ภาพที่ 2.12 ทิศทางการไหลของของเหลวขณะผ่านออกจากใบพัด(Impeller) ของเครื่องสูบน้ำใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	16
ภาพที่ 2.13 การจำแนกประเภทเครื่องสูบน้ำตามลักษณะการไหลของของเหลวในเครื่องสูบน้ำ	17
ภาพที่ 2.14 เครื่องสูบน้ำใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแบบหอยโข่ง(Volute)ที่เรือนเครื่องสูบน้ำมีช่องทางเดินของของเหลวเพียงช่องเดียว(รูป ก.)และสองช่อง(รูป ข.)	18
ภาพที่ 2.15 เครื่องสูบน้ำใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแบบมีกริบบนน้ำ(Diffuser Type)-ซึ่งมีกริบบนน้ำช่วยเปลี่ยนทิศทางการไหลของของเหลวในห้องสูบน้ำสมมาตรขึ้น	18
ภาพที่ 2.16 เครื่องสูบน้ำใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแบบเทอร์ไบน์	19
ภาพที่ 2.17 ทิศทางการไหลของของเหลวออกจากใบพัด(a) ในแนวรัศมี(Radial flow) (b) ในแนวทวนมูเอียงกับเพลลา(Mixed Flow)และ (c) ในแนวขนานกับเพลลา (Axial Flow)	19
ภาพที่ 2.18 เครื่องล้างทำความสะอาดขิง	20
ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงการทดแรง	23
ภาพที่ 3.2 ชุดต้นกำลัง	24
ภาพที่ 3.3 ลักษณะการติดตั้งชุดครัมกับโครง	24
ภาพที่ 3.4 ลักษณะชุดครัม	25
ภาพที่ 3.5 การติดตั้งแปรงกับครัม	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้าที่
ภาพที่ 3.6 ป้อนน้ำ	26
ภาพที่ 3.7 ชุดสเปร์ย์น้ำภายในครัม	26
ภาพที่ 3.8 ถาดป้อนขิง	27
ภาพที่ 3.9 ถาดรับขิง	27
ภาพที่ 3.10 ขิงที่ผ่านการตัดราก	28
ภาพที่ 3.11 นำขิงมาล้างน้ำหนัก	28
ภาพที่ 3.12 นำขิงมาใส่ถาดป้อน	29
ภาพที่ 3.13 การทำงานของเครื่อง	29
ภาพที่ 3.14 ขิงเคลื่อนที่ออกมาที่ถาดรับขิง	30
ภาพที่ 3.15 ขิงที่ผ่านการล้าง	30
ภาพที่ 3.16 ดินที่เหลือติดกับแฉ่งขิง	31
ภาพที่ 3.17 อินเวอร์เตอร์	31
ภาพที่ 4.1 ความเร็วรอบ 10 rpm	33
ภาพที่ 4.2 ความเร็วรอบ 13 rpm	33
ภาพที่ 4.3 ความเร็วรอบ 16 rpm	34
ภาพที่ 4.4 ความเร็วรอบ 19 rpm	34
ภาพที่ 4.5 ความเร็วรอบ 21 rpm	34
ภาพที่ 4.6 ความเร็วรอบ 24 rpm	35
ภาพที่ 4.7 ความเร็วรอบ 27 rpm	35
ภาพที่ 4.8 ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องล้างทำความสะอาดขิง	36
ภาพที่ 4.9 การทำงานของเครื่องล้างขิง	37
ภาพที่ 4.11 ขิงผ่านการล้างที่มุม 3 องศา และที่ความเร็วรอบ 10 rpm	39
ภาพที่ 4.12 ขิงผ่านการล้างที่มุม 5 องศา และที่ความเร็วรอบ 10 rpm	40
ภาพที่ 4.13 ขิงผ่านการล้างที่มุม 7 องศา และที่ความเร็วรอบ 10 rpm	40
รูปที่ ก1 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของขิงที่มุม 7 องศา	46
รูปที่ ก2 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของขิงที่มุม 5 องศา	47
รูปที่ ก3 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของขิงที่มุม 7 องศา	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ ข1 ชุดโครงสร้าง	50
รูปที่ ข2 แบบโครงสร้างครัม	51
รูปที่ ข3 การติดตั้งชุดสเปรย์น้ำ	52
รูปที่ ข4. เครื่องล้างทำความสะอาด	53



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

จึงจัดอยู่ในพืชตระกูลเดียวกับ ข่า ขมิ้น กระเทียม และกระชาย มีลำต้นใต้ดินสะสมอาหาร ลักษณะคล้ายนิ้วมือเรียกว่าแงงจิง ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้บริโภครวมทั้งใช้ในการขยายพันธุ์ด้วย จึงเป็นพืชไร้อีกชนิดหนึ่งที่เกษตรกรในประเทศไทย รู้จักปลูกเป็นพืชเชิงการค้ามาเป็นเวลานาน ในอดีตคนไทยรู้จักปลูกจิงไว้ใช้ประโยชน์ในแง่ของเครื่องเทศ และต่อมาเมื่อตลาดมีความต้องการจิงในรูปของจิงคอง เกษตรกรจึงได้เปลี่ยนมาปลูกจิงเพื่อส่งจิงอ่อนออกจำหน่ายมากยิ่งขึ้น จิงที่จำหน่ายในท้องตลาดแบ่งเป็น 2 พวก คือจิงอ่อนและจิงแก่ การปลูกจิงเพื่อส่งจำหน่ายเป็นจิงอ่อนจะใช้เวลา 4-6 เดือนส่วนจิงแก่จะใช้เวลามากขึ้นเป็น 10-11 เดือน

จิงเป็นพืชที่นำมาบริโภคได้ทั้งในรูปผลผลิตสดและแปรรูป โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จิงสด จิงแห้ง และจิงคอง ซึ่งกลายเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย สามารถนำรายได้เข้าประเทศปีละประมาณ 700-1,000 ล้านบาท ตลาดจิงคองที่สำคัญที่สุดคือตลาดญี่ปุ่น ส่วนใหญ่จิงคองจากประเทศไทยได้ส่งไปญี่ปุ่นแทบทั้งสิ้น นอกจากตลาดญี่ปุ่นแล้ว ไทยยังคงมีการส่งออกจิงคองไปยังประเทศสิงคโปร์ สหรัฐอเมริกา ฮองกง ซาอุดีอาระเบีย มาเลเซีย ฝรั่งเศส แคนาดา ฯลฯ มูลเหตุประการสำคัญที่ทำให้ญี่ปุ่นนำเข้าจิงจากประเทศไทยเพิ่มมากขึ้นจนประเทศไทยกลายเป็นผู้ส่งออกรายใหญ่ คือราคาจิงจากประเทศไทยต่ำกว่าราคาจิงจากประเทศคู่แข่งประการหนึ่ง และอีกประการหนึ่งคือจิงจากประเทศไทยมีคุณภาพค่อนข้างดี อย่างไรก็ตามหากเกษตรกรผู้ปลูกจิงให้ความสนใจปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตให้ดียิ่งขึ้น เชื่อว่าน่าจะทำให้แนวโน้มการส่งออกจิงไปยังประเทศต่างๆจะมีแนวโน้มสูงขึ้น

จิงที่ขุดจากไร่จะมีความสกปรกจากการปนเปื้อน เช่น ผุ่นผง เศษดิน เป็นต้น ดินเจือปนมาด้วยที่บริเวณแงงจิง ซึ่งมีความจำเป็นต้องทำความสะอาดก่อนเข้ากระบวนการแปรรูป หรือก่อนส่งไปจำหน่ายยังตลาดในรูปของจิงสด ซึ่งการทำความสะอาดจิงที่ปฏิบัติอยู่ทั่วไป จะใช้วิธีเทจิงกองรวมกันแล้วจึงใช้สายยางฉีดน้ำล้างเอาดินและสิ่งเจือปนที่ติดมากับจิงออก การล้างโดยวิธีนี้ จะทำให้จิงแตกหักเสียหาย และใช้แรงงานมาก ค่าใช้จ่ายสูงจากปัญหาดังกล่าว จึงได้คิดระบบการล้างด้วยเครื่องจักร เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการประหยัดค่าใช้จ่ายข้างต้น ลดการใช้แรงงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการล้างเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรม

โครงการเครื่องล้างทำความสะอาดจึงจึงจัดทำขึ้นเพื่อทดลองผลิตเครื่องต้นแบบเครื่องล้างจึงซึ่งสามารถล้างจึงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และความสะอาดของจึงเป็นที่ยอมรับในการนำไปจำหน่ายยังตลาดในรูปของจึงสดหรือเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเป็น จึงคอง จึงแห้ง ได้ทันที และยังสามารถประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่อไป เพื่อประหยัดแรงงานและล้างได้ปริมาณครั้งละมากๆ ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อลดต้นทุนการผลิตด้านแรงงานในการทำทำความสะอาดจึง
- 1.2.2 เพื่อเพิ่มผลผลิตทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ
- 1.2.3 เพื่อศึกษาออกแบบและพัฒนาเครื่องทำความสะอาดจึง

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับจึง
- 1.3.2 ออกแบบเครื่องทำความสะอาดจึงใช้จึงพันธุ์จึงใหญ่

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดการใช้แรงงานคนในการทำการผลิต
2. ไม่ต้องเสียเวลาในการแยกจึงที่หักเสียหาย
3. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อย่างอื่นที่จะนำมาล้างทำความสะอาดได้ เช่น หัวมันสำปะหลัง เป็นต้น

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 ลักษณะทั่วไปเกี่ยวกับขิง

ขิงเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Zingiber officinale Rose. ชื่อสามัญว่า Ginger

เป็นพืชที่มีลำต้นอยู่ใต้ดินเรียกว่า Rhizome ซึ่งลำต้นแท้จริงก็คือส่วนที่เราบริโภคนั่นเอง เรียกทั่วไปว่า “แงงขิง” หรือ “หัวขิง” มีลักษณะคล้ายคลึงกับแงงของข่าคือจะเป็นแท่งสั้น ค่อนข้างแข็ง มีสีเขียวหรือสีเหลืองอ่อนห่อหุ้มไว้ด้วยผิวนอกซึ่งเป็นเกล็ดเล็กๆ บริเวณผิวจะมีรากฝอยจำนวนมากงอกออกมา แแงงขิงแตกแขนงมาจากแงงขิงที่ใช้เป็นแม่พันธุ์ โดยแตกออกในแนวนานานกับพื้นดิน(ไม่ใช่แทงลึกลงไป) แแงงขิงจะแตกเป็นแบบนี้ว่ามีชีวิตอยู่ได้มากกว่า 1 ฤดูจึงจัดเป็นพืชพวก perenial ขิงมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่สรุปได้ดังนี้

ส่วนลำต้นที่อยู่เหนือพื้นดินไม่ใช่ลำต้นที่แท้จริง แต่เป็นส่วนของกาบใบซึ่งซ้อนทับกันเป็นชั้นๆ มีชื่อเรียกใหม่ว่า clump โดยกาบใบหรือคลัมนี้เจริญมาจากตาบริเวณแงงบนของขิง ลำต้นเหนือพื้นดินมีชีวิตรอดอยู่ได้เพียงฤดูเดียวเมื่อถึงฤดูเก็บเกี่ยวหรือมีอายุระหว่าง 8-10 เดือนจะเหี่ยวและตายไปในที่สุด



ภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะต่างๆของขิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

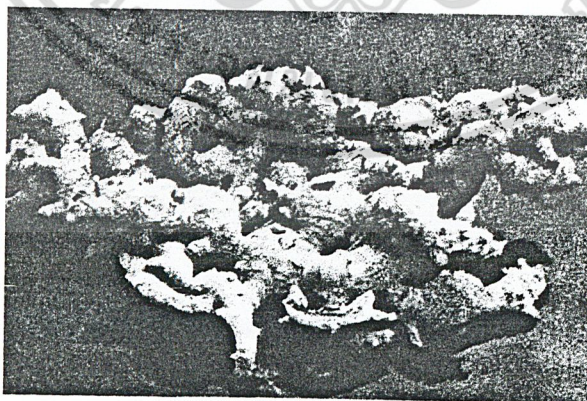
ลำต้นเหนือพื้นดินเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าลำต้นเทียม ลำต้นเทียมมีลักษณะตั้งตรง มีความสูงประมาณ 30-80 เซนติเมตร หรือบางพันธุ์อาจมีความสูงมากกว่านี้ถัดจากลำต้นเทียมแล้ว จึงจะมีใบแตกออกมา ใบจึงแตกเป็นแบบสลับลักษณะเป็นรูปหอก มีปลายแหลม ความยาวประมาณ 15-17 เซนติเมตร กว้าง 1.8-4 เซนติเมตร มีเส้นกลางใบชัดเจน ตัวใบมีสีเขียวเข้มขนานกับพื้นดิน หรือทำมุมเฉียงขึ้นเพียงเล็กน้อย ที่ใบอาจมีขนขึ้นเล็กๆ ขึ้นประปราย ปลายใบจะม้วนขึ้นด้านบน

จึงเป็นพืชที่ไม่ค่อยออกดอกและติดเมล็ด ยกเว้นในบางพื้นที่จะมีดอกออกบ้าง จึงมีช่อดอกยาว 5-7 เซนติเมตร ไม่รวมก้านช่อ ช่อดอกจึงเกิดแยกจากลำต้นหรือยอดส่วนที่ไม่มีใบ มีน้อยครั้งที่มิใบติดอยู่ที่ช่อดอกด้วย ที่ก้านช่อดอกมีริ้วประดับซึ่งมีสีเขียวขนเหลือง มีรูปแบบไข่ เกิดแบบสลับโดยตลอดก้านช่อ ดอกจึงเกิดระหว่างริ้วประดับเหล่านี้ ดอกมีสีเหลืองอ่อน มีความยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร โดยความยาวของดอกใกล้เคียงกับความยาวของริ้วประดับ

2.2 พันธุ์จิงที่ปลูกกันในประเทศไทย

จิงมักมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปตามแหล่งที่ปลูกของแต่ละประเทศเช่น จิงจาไมก้าที่จัดเป็นจิงที่ดีที่สุด จิงอินเดียที่มีกลิ่นของมะนาวและมีผู้นิยมอย่างมาก จิงอาฟริกา จิงจีนซึ่งเป็นจิงสีขาวที่ไม่มีเส้นใย จิงออสเตรเลียที่มีกลิ่นมะนาวมากกว่าจิงอินเดีย จิงญี่ปุ่นซึ่งเป็นจิงเล็กใช้ทำมาคินี้ เป็นต้น จิงที่ปลูกในประเทศไทย จำแนกตามลักษณะได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.2.1 จิงใหญ่ หรือจิงหยวก หรือจิงขาว เป็นจิงที่มีแงงใหญ่ ช่อห่านเนื้อละเอียดไม่มีเส้นใยหรือมีน้อยมาก มีรสเผ็ดน้อย ได้ผิวเมื่อลอกเยื่อหุ้มออกจะใส หรือมีสีเหลืองเรื่อๆ ลักษณะของตาที่ปรากฏบนแงงจะกลมมนลำต้นสูง ปลายใบมน นิยมปลูกเป็นจิงอ่อนเพื่อส่งโรงงานแปรรูปเป็นจิงคอง จิงแช่อิ่ม และบริโภครสด



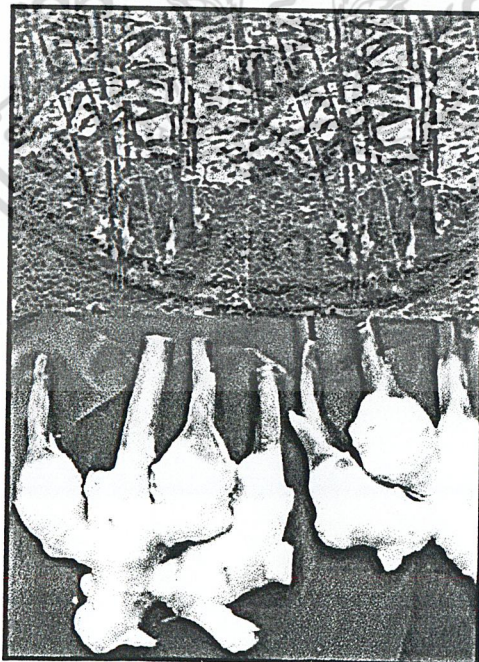
ภาพที่ 2.2 จิงใหญ่ หรือ จิงหยวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ชิงเล็ก หรือชิงเผ็ด ชิงชนิดนี้มีลักษณะที่เห็นชัดคือมีข้อถี่ แง่งชิงมีขนาดเล็กและสั้น แง่งเบียดกันชิดมาก เมื่อลอกผิวเปลือกที่ได้ผิวเปลือกจะเป็นสีน้ำเงินหรือน้ำเงินปนเขียว มีเสี้ยนมากรสชาติค่อนข้างเผ็ด ลักษณะตาที่ปรากฏบนแง่งชิงแหลม เมื่อเจริญเป็นลำต้นและแตกใบแล้วปลายใบจะแหลม แง่งแตกแขนงค่อนข้างดี ไม่นิยมปลูกขายเป็นชิงอ่อน เมื่อทำเป็นชิงแห้งจะได้น้ำหนักดี มักใช้เป็นสมุนไพรประกอบยารักษาโรคและเพื่อวิเคราะห์เอาน้ำมัน



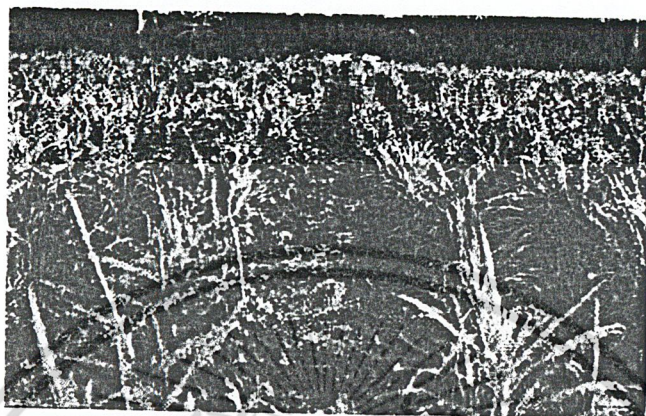
ภาพที่ 2.3 ชิงเล็กหรือชิงเผ็ด



ภาพที่ 2.4 ชิงที่ขุดจากไร่

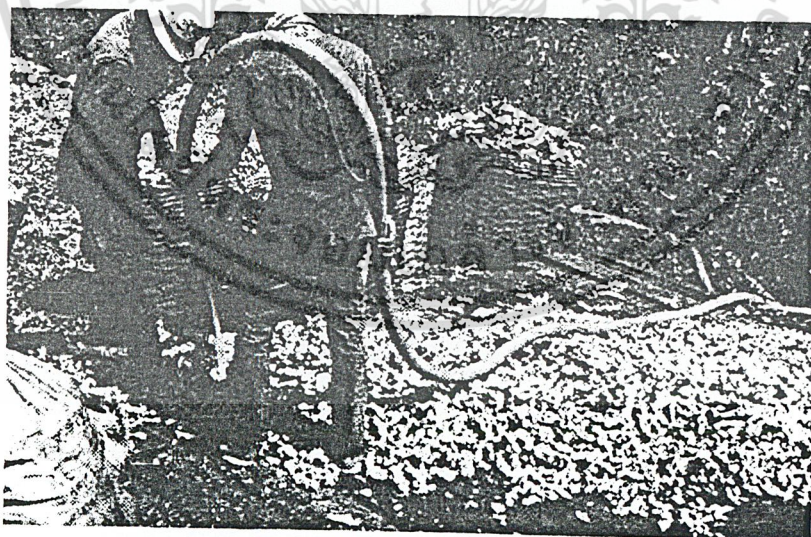
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินที่เหมาะสมในการปลูกจิง ควรเป็นดินร่วนปนทรายหรือสภาพดินที่ไม่เหนียวจนเกินไปจิง จะชอบดินที่มีความร่วนซุยและมีการระบายน้ำดีมีอินทรีย์วัตถุมากพอสมควร โดยเฉพาะดินจากการเปิดป่าใหม่จิงจะเจริญเติบโตได้ดีมาก



ภาพที่ 2.5 การปลูกจิงในพื้นที่ที่มีดินร่วนปนทราย

จิงที่ขุดจากไร่จะมีดินติดปนมาด้วย จำเป็นต้องล้างออกก่อนส่งไปจำหน่ายยังตลาด การล้างจิงที่ปฏิบัติอยู่ทั่วไป จะใช้วิธีเทจิงกองรวมกันแล้วจึงใช้สายยางฉีดน้ำล้างเอาดินและสิ่งเจือปนที่ติดมากับจิงออก การล้างโดยวิธีนี้ จะทำให้จิงแตกหักเสียหาย และใช้แรงงานมาก



ภาพที่ 2.6 การล้างจิงที่เกษตรกรปฏิบัติกันอยู่ทั่วไป

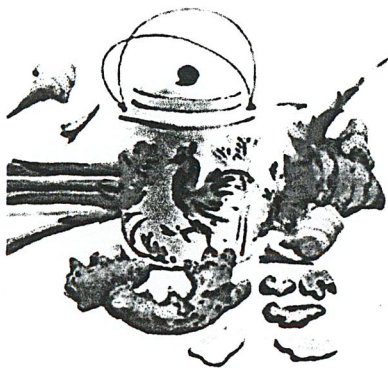
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การใช้ประโยชน์จากจิง

1. ใช้เป็นอาหาร จิงสด ใช้ปรุงอาหาร เป็นผักจิ้ม ทำจิงคอง ทำน้ำจิง
2. คุณค่าทางโภชนาการ จิง มีน้ำมันหอมระเหย 1-3 เปอร์เซ็นต์ ทำให้จิงมีกลิ่นหอม และมีน้ำมันชั้น(oleoresin) ซึ่งจะมีจำนวนเพิ่มขึ้น ถ้าเป็นเหง้าจิงแก่ๆ สารชนิดนี้ทำให้จิงมีกลิ่นฉุน และระส่ำระสาย ยังมีธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัสและอื่นๆ
3. ใช้เป็นยา ดับ ขับผายลม บรรเทาอาการจุกเสียด แน่นเฟ้อ บำรุงธาตุไฟ รักษาเนื้อ ช่วยย่อยอาหาร ฆ่าพยาธิ รักษาโรคตา บิด ลมป่วง ท้องร่วงอย่างแรง อาเจียน ไบ บรรเทาอาการฟกช้ำ ช่วยย่อยอาหาร ขับผายลม รักษาโรคกำเฒ่าและนิ้ว ขับลมในลำไส้ ดอก ช่วยย่อยอาหาร ฆ่าพยาธิ และบำรุงธาตุไฟ ผล รักษาอาการไข้

จิงเป็นสมุนไพรที่คนไทยนำมาปรุงเป็นอาหาร ได้สารพัด ช่วยทำให้อาหารหอมหวานชวนทาน ช่วยดับกลิ่นคาวในอาหาร นอกจากเป็นอาหารเลิศรสแล้วยังเป็นที่รู้จักกันว่าจิงช่วยย่อยอาหาร ช่วยขับเหงื่อ ขับน้ำนม ใช้ขับลม แก้อาการเมารถเมาเรือ แก้กิ่ว แก่ท้องอืดท้องเฟ้อ บำรุงธาตุ แก่คลื่นไส้ อาเจียนคนเอเชียเช่นจีน ใช้ประโยชน์จากจิงมามากกว่า 2000 ปี มีการใช้จิงในยุโรปตอนเหนือมาเกือบ 1000 ปี แต่เชื่อใหม่ว่าเจ้าจิง สมุนไพรที่ดีเลิศประเสริฐศรีนี้ เมื่อครั้งแรกที่ถูกนำไปอเมริกา เมื่อกลางคริสต์ศตวรรษที่ 15 นั้น จิงถูกลิ้มทิ้งไว้ในเรือ และในตอนนั้น คนอเมริกันใช้จิงกันไม่เป็นปัจจุบันจิงเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่ง ที่มีการศึกษาวิจัย และใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เช่นทางด้านของการช่วยย่อยอาหาร ช่วยในด้านการไหลเวียนของโลหิต ช่วยลดความดัน ช่วยลดคอเลสเตอรอล ช่วยลดการอักเสบ ช่วยแก้ปวด ช่วยแก้คลื่นไส้ อาเจียน เป็นต้น

จีนเป็นชนชาติเก่าแก่ที่มีการใช้ประโยชน์ จากจิงมายาวนาน แพทย์จีนโบราณ จัดจิงเป็นพืช รส เผ็ดอุ่น มีฤทธิ์แก้หัดเย็น ขับเหงื่อ บำรุงกระเพาะ แก้อาการคลื่นไส้ อาเจียน ลดคอเลสเตอรอล ที่สะสมในตับและเส้นเลือด ชาวบ้านทั่วไปจะรู้ว่า ถ้าดื่มจิงกับน้ำตาลอ้อย จะช่วยแก้หัด ถ้าใช้จิงสด ปืดที่ขมบับทั้งสองข้าง จะช่วยแก้ปวดหัว และถ้าเอาจิงสอคั่วไว้ได้ลิ้น จะช่วยแก้อาการกระวนกระวาย แก่คลื่นไส้ อาเจียน ได้ดี



ภาพที่ 2.7 การใช้ประโยชน์จากจิง

ในตำรับเภสัชของสาธารณรัฐประชาชนจีน ค.ศ. 1985 จิงบรรจุกึ่งจิงสด จิงแห้งและทิงเจอร์จิงเป็นสมุนไพรแห่งชาติตัวหนึ่ง แพทย์จีนโบราณจะใช้ประโยชน์จากจิงสดและจิงแห้ง ในแง่มุมที่ต่างกัน โดยจะใช้จิงแห้ง ในภาวะที่ขาดหยาง ภาวะขาดหยาง คือ ภาวะที่ร่างกายอาการเย็น หนาวง่าย ทนต่อความเย็นได้น้อย การย่อยอาหารไม่ดี เป็นต้น ทั้งยังมีการใช้จิงแก่ในคนไข้ปวดข้อรูมาติกส์จิงสดจะใช้ในจุดมุ่งหมายที่ต้องการกำจัดพิษ ที่เกิดจากการติดเชื้อภายในร่างกาย โดยการขับพิษออกมาทางเหงื่อ จิงสดช่วยให้ร่างกาย ปรับสภาพในภาวะที่ร่างกาย มีอาการเย็นได้เช่นเดียวกับจิงแห้ง จิงสดช่วยลดการคลื่นไส้อาเจียน โดยใช้จิงสด 30 กรัม (3 ชีด) สับให้ละเอียดต้มทานน้ำในขณะท้องว่าง นอกจากนี้จิงยังช่วยกำจัดพิษ โดยการเพิ่มการไหลเวียน ของโลหิต จิงสดยังช่วยขับเสมหะ โดยใช้จิงสดคั้นเอาแต่น้ำ ประมาณครึ่งถ้วยผสมน้ำผึ้ง 30 กรัม (6 ช้อน) อุ่นให้ร้อนก่อนรับประทาน

ปัจจุบันจีนมีการศึกษาวิจัย ทางด้านวิทยาศาสตร์ของจิง พบว่าจิงแห้งช่วยให้กระเพาะอาหารแข็งแรง ทั้งจิงสดและจิงแห้ง มีฤทธิ์ด้านการคลื่นไส้อาเจียน และในการศึกษาในห้องทดลองพบว่าจิงมีฤทธิ์แก้ปวดและด้านการอักเสบ

ส่วนญี่ปุ่นได้มีการนำจิงมาใช้ประโยชน์ต่างๆ คริสต์ศตวรรษที่ 8 การใช้จะเหมือนๆ กับของจีน ปัจจุบัน มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับจิง ในญี่ปุ่นพบว่าจิงมีฤทธิ์บำรุงหัวใจ ลดความดันโลหิต ลดคอเลสเตอรอล

อินเดียเป็นชาติหนึ่ง ที่มีการใช้สมุนไพรจิงอย่างแพร่หลาย การใช้จิงแห้งและจิงสด ไม่แตกต่างกัน โดยใช้จิงในการทาถูวนวด เพื่อเพิ่มการไหลเวียนของโลหิต ใช้จิงลดการอักเสบ แก้ปวด ลดอาการบวมน้ำ ใช้เป็นยากระตุ้นการอยากอาหาร เป็นยาช่วยย่อย ช่วยขับลมในลำไส้ นอกจากนี้จิงยังช่วย ทำความสะอาดปากและคอ ช่วยระงับการคลื่นไส้อาเจียน ช่วยกระตุ้นกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตำรับยาทางอายุรเวทยังมีการใช้ขิงในการลดการบวม และการอักเสบของตับ คนพื้นเมืองอินเดียทั่วไปยังนิยม ใช้น้ำคั้นจากกระเทียม รักษาอาการหอบหืด ทั้งยังมีการใช้ขิงผงแห้งละลายน้ำอุ่น ทาที่หน้าผากรักษาอาการปวดหัวในประเทศตะวันตกมีการนำขิงไปใช้ประโยชน์ ตั้งแต่มีการติดต่อค้าขายจากทะเลแดง ถึงอเล็กซานเดรีย ในคริสต์ศตวรรษที่ 1 หมอชาวกรีกจะใช้ขิงช่วยย่อยอาหาร และช่วยแก้พิษ และกาเลน แพทย์ที่มีชื่อเสียงของกรีก ได้การใช้ขิงในการรักษาอัมพาต โรคปวดคลายประสาท และโรคเก๊าท์ แพทย์ชาวอาหรับ โบราณก็ใช้ประโยชน์จากขิงคล้ายๆ กัน แต่ที่แตกต่างคือ จะเน้นการใช้ขิง ในการกระตุ้นความกำหนัด ส่วนคนยุโรปโดยทั่วไป จะใช้ขิงในการช่วยย่อย ช่วยรักษาอาการท้องอืด จากการดื่มเหล้า ช่วยขับลม ทั้งยังใช้ในการรักษาโรคเก๊าท์ และกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิต

นักสมุนไพรรุ่นใหม่ของตะวันตกมักแนะนำ ให้ใช้ขิงในการช่วยย่อยอาหาร ช่วยในการไหลเวียนของโลหิต และลดการคลื่นไส้ อาเจียน จากการเคลื่อนไหวที่ไม่สมดุล (motion sickness) รวมทั้งให้ใช้ลดการคลื่นไส้ อาเจียน จากการแพ้ท้องได้บ้างในคนท้อง แต่คนท้องไม่ควรรับประทานเป็นประจำ ปัจจุบันตลาดสมุนไพร ในประเทศตะวันตก มีผลิตภัณฑ์ขิงอยู่เป็นจำนวนมาก ทั้งในรูปแบบของแคปซูล ขิงแห้งป่น ชาขิง และทิงเจอร์

2.4 จุดประสงค์หลักของขบวนการล้าง

2.3.1 การชะล้างสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อน ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภค หรือเป็นส่วนที่ทำให้เกิดความไม่มารับประทาน

2.3.2 เพื่อควบคุมแบคทีเรีย หรือ สารเคมีซึ่งอาจมีผลภายหลังทำให้เกิดความเสียหายด้านคุณภาพแก่ผลิตภัณฑ์

2.5 สิ่งที่เป็นความต้องการภายหลังการทำความสะอาด

2.2.1 แยกสิ่งที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด

2.2.2 หลังจากที่ผ่านมาขบวนการทำความสะอาดแล้ว ไม่ควรที่จะเกิดการปนเปื้อนอีกครั้งหนึ่ง แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถทำเช่นนั้นได้ ดังนั้นในการออกแบบขบวนการล้าง และเครื่องมือที่ใช้ นั้น จะให้มีการปนเปื้อนในขอบเขตที่จำกัดซึ่งจะต้องเป็นที่ยอมรับได้

2.2.3 ควรหลีกเลี่ยงวิธีที่จะทำให้ความเสียหายแก่ผลิตภัณฑ์

2.2.4 ปริมาณที่ใช้ทำความสะอาดควรใช้ปริมาณที่ประหยัดที่สุด

การทำความสะอาดที่สมบูรณ์แบบนั้น ซึ่งเป็นแนวความคิดทางอุดมคติ ซึ่งในทางปฏิบัติแล้ว สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างค่าใช้จ่าย และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผ่านขบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนี้ ดังนั้นมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ คือ การยอมรับให้มีการปนเปื้อนในปริมาณที่จำกัดของผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ออกจากขบวนการนี้

นอกจากที่กล่าวมาแล้วนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงที่จะทำให้เกิดความเสียหายแก่ผลิตภัณฑ์นั้นคือการขนย้ายวัสดุที่ไม่มีประสิทธิภาพ โดยที่จะเกิดการนำเสียเมื่อมีบางส่วนหรือทั้งหมดของการนำเสียของปริมาณส่วนใหญ่จากการทำความสะอาดวัสดุอาหาร และการทำความสะอาดวัสดุอาหารก็ยังเป็นสิ่งสำคัญสำหรับขบวนการผลิต โดยการที่ผิวของวัสดุอาหารที่มีความไม่เรียบขรุขระจะทำให้ดูแลไม่สวยงาม และรอยแผลถลอกก็จะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความเสียหายได้ทางหนึ่ง การเปียกชื้นบริเวณรอยแผลถลอกหรือผิวที่มีความเสียหาย จะเป็นส่วนช่วยให้เกิดการนำเสียที่เร็วยิ่งขึ้น โดยเป็นแหล่งเพราะพันธุ์เชื้อโรคและแมลงต่างๆ ได้ดี ดังนั้นการทำความสะอาดจะต้องไม่ทำให้เกิดอัตราความเสียหายสูงมากเกินไป

ปัจจัยที่มีส่วนทำให้การทำความสะอาดมีผลทำให้เกิดความเสียหายแก่วัสดุอาหารได้แก่

- เกิดการทำลายเป็นแผลเนื่องจากความคมของอุปกรณ์บางตัว เช่น chutes, screens เป็นต้น
- การกระแทกอย่างแรงกับเครื่องมือ
- ไม่มีส่วนรองรับตัววัสดุอาหารเมื่อมีการเคลื่อนที่จากที่สูง
- การชะล้างที่มากจนเกินไปที่บริเวณผิวของวัสดุอาหาร

ดังนั้นในการออกแบบรูปแบบขบวนการล้าง ควรจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ต้องมีความพิถีพิถันในการออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในขบวนการล้าง ให้มีความเรียบไม่มีรอยคมซึ่งอาจจะไปทำความเสียหายแก่วัสดุอาหารได้ และจะต้องไม่ทำให้วัสดุอาหารเกิดการปนเปื้อนสิ่งสกปรกภายนอกภายหลังขบวนการล้างแล้ว
2. ต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพการล้าง โดยจะต้องสามารถทำความสะอาดได้ตามที่เราต้องการ ให้เกิดขึ้นในตัววัสดุอาหารนั้นๆ
3. เครื่องมือที่ใช้มันจะต้องมีความสะดวกในการทำความสะอาดเครื่อง และง่ายต่อการกำจัดสิ่งสกปรกที่ได้จากการชะล้างวัสดุอาหาร

ตำแหน่งที่จะต้องมีการตรวจสอบการปนเปื้อนของวัสดุอาหาร ซึ่งจะต้องมีได้น้อยที่สุด ได้แก่

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

2.6 วิธีการทำความสะอาด

ในโรงงานอุตสาหกรรม จำเป็นจะต้องมีขั้นตอนการทำความสะอาด โดยทั่วไปแล้วมีวิธีการทำความสะอาด 2 วิธี (J.G. Brennan,1990)ดังนี้

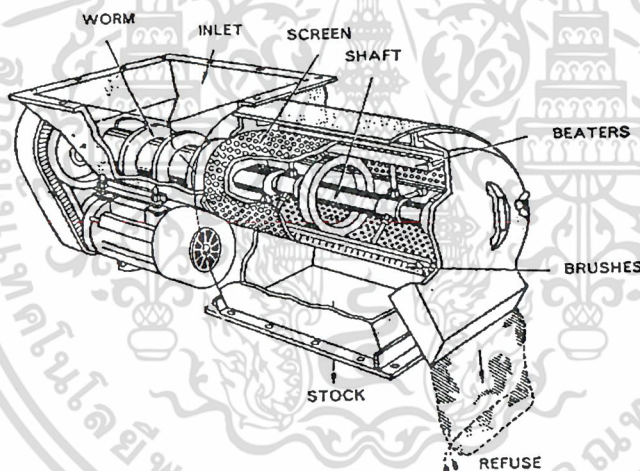
2.6.1 DRY CLEANING METHODS

เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการทำความสะอาดของผิววัสดุอาหารเพียงด้านใดด้านหนึ่ง ซึ่งในขบวนการทำความสะอาดนี้จะต้องคำนึงถึงการกระจายของฝุ่นให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด และควรพิจารณาระยะเวลาที่ทำความสะอาดเพราะจะทำให้เกิดความร้อนซึ่งเป็นเหตุให้เกิดความเสียหายแก่วัสดุอาหารเนื่องจากการขัดสี ซึ่งแบ่งได้

1) SCREENING ลักษณะเป็นตระแกรง แบ่งออกได้เป็น

1.1) ROTARY DRUM SCREEN

หลักการทำงานตระแกรงจะหมุนด้วยความเร็วรอบค่าหนึ่ง ซึ่งจะทำให้วัสดุอาหารที่ต้องการจะลอดผ่านตระแกรงลงบนที่เก็บ เรียกว่า stock ส่วนที่เป็นสิ่งสกปรกที่ต้องการแยกออกจะไปรวมกันที่ถู่ เรียกว่า bag-hairs แสดงดังภาพที่ 2.3

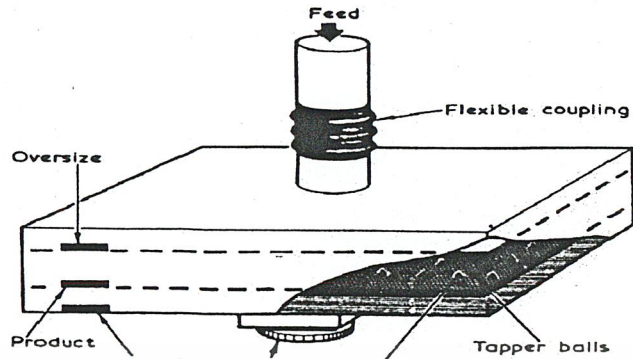


ภาพที่ 2.8 ROTARY DRUM SCREEN

1.2) FLAT-BED SCREEN

เหมาะสมที่จะใช้กับเมล็ดธัญพืช หลักการทำงาน คือจะมีตระแกรง 3 ขนาดวางเป็นชั้น โดยที่ชั้นที่ 1 จะแยกวัสดุอาหารกับสิ่งปนเปื้อน ซึ่งมีขนาดแตกต่างกันมาก โดยสิ่งปนเปื้อนที่ไม่สามารถลอดผ่านตระแกรงได้ เช่น เศษหิน ดินซึ่งจะมีขนาดใหญ่กว่าวัสดุอาหาร จากนั้นตระแกรงชั้นที่ 2 จะแยกสิ่งปนเปื้อนที่มีขนาดเล็กกว่าวัสดุอาหาร เช่น ฝุ่นซึ่งสามารถลอดผ่านรูกระชั้นนี้ได้ไปรวมกันที่ถาดด้านล่าง แสดงไว้ดังภาพที่ 2.9

Cleaning of Raw Materials



ภาพที่ 2.9 FLAT - BED SCREENS

- 2) ABRASION CLEANING เป็นการแยกโดยใช้หลักการสั่น
- 3) ASPIRATION CLEANING หลักการทำงานโดยอาศัยหลักการของ อากาศพลศาสตร์ ที่มีค่าความแตกต่างกันของ terminal velocity ของวัสดุอาหารและสิ่งปนเปื้อน
- 4) MAGNETIC CLEANING รูปแบบของเครื่องอาจจะเป็นแบบ rotating หรือ station magnetic drums, magnetised beits เพื่อทำการแยกสิ่งปนเปื้อนประเภท โลหะให้ออกจาก วัสดุอาหาร
- 5) MISCELLANEOUS DAY-CLEANING PRINCIPLES มีลักษณะแบ่งออกได้เป็น ดังนี้
 - 5.1) ELECTROSTATIC CLEANING หลักการคือ ใช้คุณสมบัติที่แตกต่างกัน ของประจุไฟฟ้าในตัววัสดุอาหารและสิ่งปนเปื้อน ภายใต้การควบคุมความชื้น
 - 5.2) RADIO - ISOTOPE SEPARATION ใช้หลักการสะท้อนของรังสีแกมมา ฉายไปยังวัสดุอาหาร
 - 5.3) X RAY SAORATION เหมาะสมที่จะใช้แยก แก้ว และ โลหะ ออกจาก วัสดุอาหารซึ่งจะนิยมใช้ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ โดยจะฉายรังสีเอ็กซ์ผ่านตัววัสดุอาหารแล้วปรากฏภาพสิ่งเจือปนเปื้อนอยู่ให้ทราบตำแหน่งบนจอภาพ จึงสามารถทำการคัดแยกได้ทันที

2.6.2 WET CLEANING METHODS

เป็นการทำความสะอาดโดยอาศัยน้ำ เป็นตัวชะล้างสิ่งสกปรก ที่เกาะติดบนผิววัสดุอาหาร ซึ่งการทำความสะอาดด้วยวิธีนี้ จะมีผลเสียหายในภายภาคหน้าคือ

1. เกิดมลพิษทางน้ำ หากให้น้ำที่ใช้ในขบวนการทำความสะอาดลงสู่แม่น้ำเลย โดยมีได้มีการบำบัดน้ำเสียก่อน จากการสำรวจได้พบว่าจำนวนน้ำที่ใช้ในขบวนการนี้ประมาณ 15,000 ลิตร ต่อวัสดุอาหาร 100 ตันซึ่งในการบำบัดน้ำเสียนี้นี้จะมีค่าใช้จ่ายสูง

2. การเปียกชื้นของผิววัสดุอาหารนั้น อาจจะทำให้เกิดความเสียหายได้มากกว่าวิธีอื่นซึ่ง ในวิธีการทำความสะอาดนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

SOAK TANK จะทำด้วยโลหะที่เป็นผิวเรียบและสามารถทำความสะอาดได้ง่าย ซึ่งไม่ควรทำด้วยไม้และด้านล่างจะมีตะแกรงไว้สำหรับกรองเศษดินต่างๆ ให้แยกออกจากน้ำก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำลักษณะของ SOAK TANK ที่จะมีประสิทธิภาพควรจะเป็นดังนี้

- การเคลื่อนย้ายวัสดุอาหารโดยอาศัยแรงของน้ำ ด้วยการใส่ propeller-stirrers built
- การเคลื่อนย้ายวัสดุอาหารแบบช้าๆ ด้วย paddle หรือจะป้อนเข้าด้วย horizontal perforated drum ทำให้มีการไหลท่วมวัสดุอาหารที่อยู่ภายใน soak tank ซึ่งวิธีนี้จะมีผลทำให้เกิดความเสียหายแก่วัสดุอาหารที่มีลักษณะบอบบาง เช่น สตอเบอร์รี่ หากใช้น้ำอุ่นทำความสะอาด จะสามารถช่วยในการชะล้างได้ดีขึ้น แต่จะมีผลเสียต่อเนื้อสัมผัสของวัสดุอาหาร

2.2) SPRAY WASHING เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการทำความสะอาดแบบเปียกโดยการสเปรย์น้ำบนผิวหรือเปลือกของวัสดุอาหาร ซึ่งประสิทธิภาพของวิธีนี้ขึ้นอยู่กับ

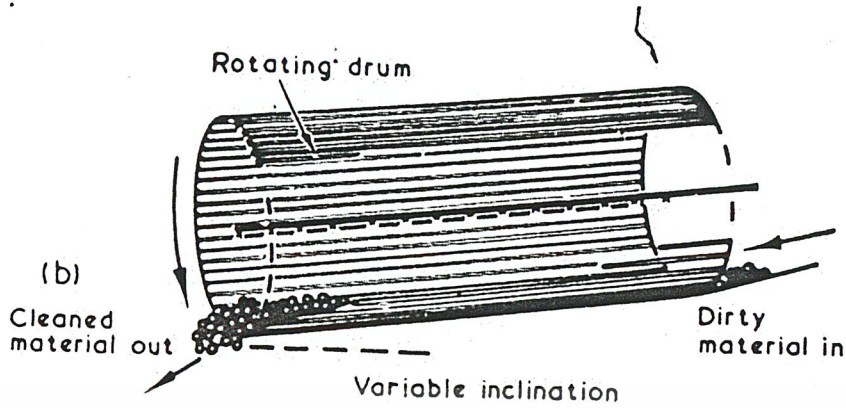
- ความดันของน้ำที่ใช้
- ปริมาณน้ำที่ใช้
- อุณหภูมิของน้ำที่ใช้
- ระยะห่างของจุดสเปรย์น้ำกับวัสดุอาหาร
- ระยะเวลาที่ผ่านการสเปรย์น้ำ
- จำนวนหัวสเปรย์

ถ้าใช้ความดันสูงแต่ปริมาณน้ำน้อย จะทำให้การล้างทำความสะอาดมีประสิทธิภาพมาก อย่างไรก็ตามจะทำให้ ผัก และผลไม้ที่มีความบอบบางเสียหายได้ เช่น สตอเบอร์รี่ หน่อไม้ฝรั่ง บางครั้งการใช้ความดันสูง จะช่วยชะส่วนที่เป็นจุดดำของมะเขือเทศ ลูกพีท และพีชตระกูลมะนาว ออกไปพร้อมกับเศษดินได้

วิธีนี้สามารถแบ่งออกได้ เป็นดังนี้

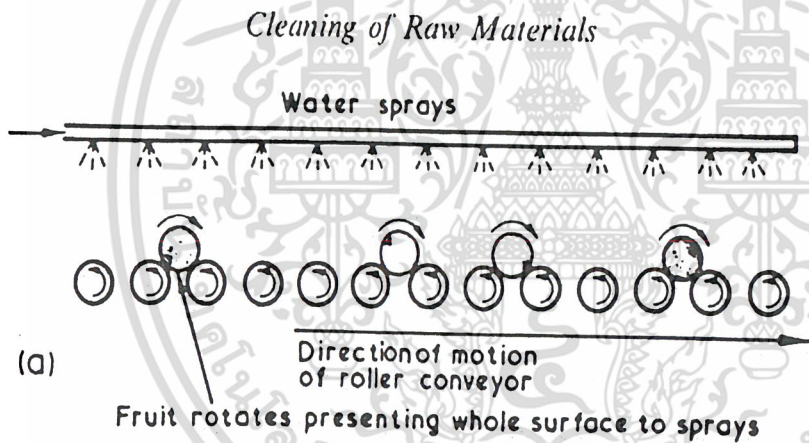
1.) SPRAY DRUM WASHERS โครงสร้างจะทำด้วยโลหะเป็นทรงกระบอกยาว และขนาดของทรงกระบอกต้องมีความเหมาะสมกับวัสดุอาหารที่จะนำมาทำความสะอาด ส่วน drum จะหมุนอย่างช้าๆและวางทำมุมเอียงกับแนวระดับ ซึ่งความเร็วและมุมเอียงจะต้องกำหนดให้เหมาะสมเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของวัสดุอาหารภายใน drum และแกนสเปรย์น้ำ จะต้องอยู่กึ่งกลางภายในทรงกระบอก หัวฉีดสเปรย์น้ำจะถูกจัดวางให้มีระยะห่างที่พอเหมาะในการชะล้าง ดังแสดงในภาพที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.10 SPRAY DRUM WASHERS

2.) SPRAY BELT WASHERS เป็นการขนถ่ายวัสดุอาหารโดยใช้หลักการง่ายๆ เช่น สายพานลำเลียงแบบเปิด ซึ่งวางอยู่ใต้แกนสเปรย์น้ำ จึงเหมาะสมกับวัสดุอาหารค่อนข้างกลม เช่น แอปเปิ้ล ต่อมาจึงได้มีการพัฒนาส่วนการลำเลียงเป็นลูกกลิ้ง เป็นผลให้วัสดุอาหารหมุนไปได้ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 SPRAY BELT WASHERS

2.3) FLOTATION WASHING เป็นวิธีที่ใช้ทำความสะอาดของวัสดุอาหารกับสิ่งปนเปื้อนโดยอาศัยการลอยหรือจม ซึ่งสิ่งเจือปนจะจมอยู่ในน้ำแต่ละถัง ส่วนวัสดุอาหารลอยอยู่บนผิวน้ำแล้วจะมีก้านกวาดให้ไปรวมกันที่ทางออก

2.4) ULTRASONIC CLEANING เป็นการใช้อากาศของคลื่น ultrasonic ที่มีค่าความถี่ค่าหนึ่งส่งผ่านไปยังวัสดุอาหารที่แช่อยู่ในน้ำ

2.7 อุปกรณ์เครื่องสูบน้ำ (วัชระ เพิ่มชาติ,2539)

ปั๊มหรือเครื่องสูบน้ำ คือ เครื่องมือกลที่ทำหน้าที่ถ่ายโอนพลังงานกลจากเครื่องต้นกำลังที่ใช้ขับให้แก่งของเหลว เพื่อให้ของเหลวนั้นไหลผ่านระบบท่อปิดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ตามต้องการ การใช้งานทั่วไปได้แก่ การลำเลียงของเหลวผ่านท่อ

- ก. จากบริเวณที่มีระดับต่ำไปสู่บริเวณที่มีระดับสูงกว่า
- ข. จากบริเวณที่มีความดันต่ำไปยังบริเวณที่มีความดันสูงกว่า
- ค. ที่มีระยะทางไกลๆ

2.7.1 การจำแนกประเภทของเครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำสามารถจำแนกประเภทได้หลายวิธี เช่น ตามลักษณะการใช้งาน (เช่น suction System, Flood suction System, Siphon System) หรือตามชนิดของตัวขับ (ขับด้วยมือ, ขับด้วยเครื่องยนต์ ฯลฯ) หรือตามลักษณะรูปร่าง (เพลาอนอน, เรือนผ่า, เพลาตั้ง) ซึ่งแต่ละวิธีก็มีข้อจำกัด ข้อแตกต่าง และมีการเหลื่อมล้ำกัน การจำแนกประเภทที่วัดคุณสมบัติจากอิทธิพลภายนอก และได้รับความนิยมมากในปัจจุบันคือ การจำแนกประเภท โดยพิจารณาหลักการเพิ่มพลังงานแก่งของเหลว โดยวิธีนี้ เครื่องสูบน้ำจะแยกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1.) เครื่องสูบน้ำแบบของไหลต่อเนื่อง (Dynamic Pump)

เป็นเครื่องสูบน้ำที่เพิ่มพลังงานให้แก่งของเหลว โดยการเพิ่มความเร็วให้แก่งของเหลวก่อน และหลังจากนั้นจะลดความเร็วของแก่งของเหลวเพื่อเปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นพลังงานศักย์ หรือพลังงานที่ปากท่อส่ง

2.) เครื่องสูบน้ำแบบส่งของไหลทีละก้อน(Positive Displacement Pump)

เป็นเครื่องสูบน้ำที่ให้พลังงานของเหลวโดยใช้ชิ้นส่วนเคลื่อนที่ อัดหรือดันของเหลวภายในปริมาตรปิดให้มีความดันสูงขึ้นพอที่จะไหลผ่านลิ้น(Port)ออกไปสู่ท่อส่งได้โดยตรง

จาก 2 ประเภทใหญ่ๆนี้ เครื่องสูบน้ำยังถูกแยกประเภทลงไปได้อีกคือแบ่งตามการไหลของแก่งของเหลวในเครื่องสูบน้ำซึ่งได้แก่

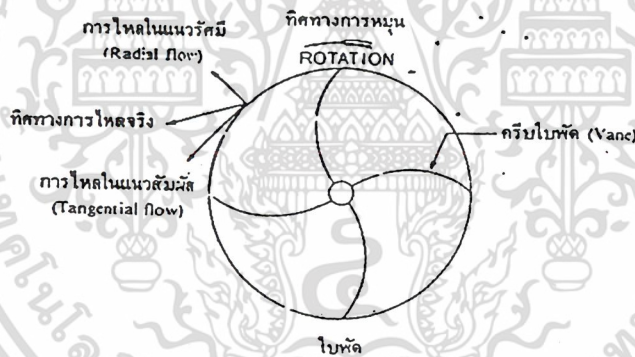
- ก. ประเภทใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง(Centrifugal)เพิ่มพลังงานให้แก่งของเหลวโดยอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง เครื่องสูบน้ำประเภทนี้บางครั้งเรียกว่า เครื่องสูบน้ำประเภท Roto-dynamic
- ข. ประเภทโรตารี(Rotary)เพิ่มพลังงานโดยอาศัยการหมุนของฟันเพื่อรอบแกนกลาง
- ค. ประเภทลูกสูบชัก(Reciprocating)เพิ่มพลังงานโดยอาศัยการอัดโดยตรงในกระบอกสูบ
- ง. นอกแบบ(Special)เป็นเครื่องสูบน้ำที่มีลักษณะพิเศษ ไม่สามารถจัดให้อยู่ในสามประเภทข้างต้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

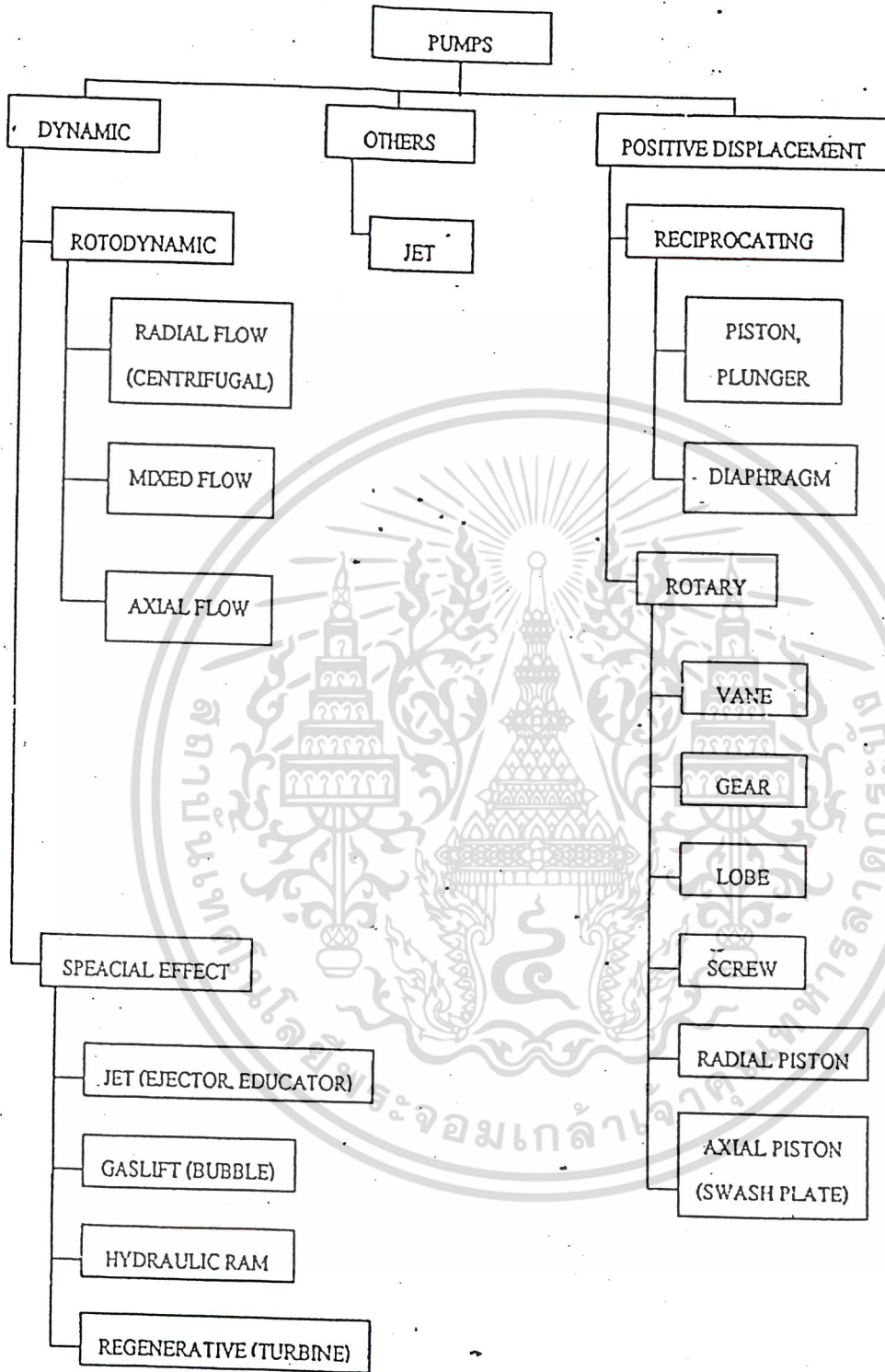
2.7.2 การทำงานของเครื่องสูบน้ำแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

เครื่องสูบน้ำแบบนี้ทำงานโดยอาศัยการหมุนของใบพัดหรืออิมเพลเลอร์ (Impeller) ที่ได้รับการถ่ายเทกำลังงานจากเครื่องยนต์ต้นกำลังหรือมอเตอร์ไฟฟ้า เมื่อใบพัดหมุนพลังงานจากเครื่องยนต์ก็จะถูกถ่ายเทโดยการปลัดคันของครีบบใบพัด (Vane) ต่อของเหลวที่อยู่รอบๆ ทำให้เกิดการไหลในแนวสัมผัสกับเส้นรอบวง (Tangential flow) เมื่อมีการไหลในลักษณะดังกล่าวก็จะเกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal force) และเป็นผลให้มีการไหลจากจุดศูนย์กลางของใบพัดออกไปสู่แนวเส้นรอบวงทุกทิศทาง (Radial flow) ดังนั้นของเหลวที่ถูกใบพัดปลัดคันออกมาก็จะมีทิศทางการไหลที่เป็นผลรวมของแนวทั้งสอง

โดยหลักกลศาสตร์ เมื่อของเหลวถูกหมุนให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ความกดดันของของเหลวจะมีค่ามากขึ้นเมื่ออยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของใบพัดมากขึ้น เมื่อความเร็วของใบพัดซึ่งหมุนอยู่ในสถานะปิดมากพอ ความกดดันที่จุดศูนย์กลางก็จะต่ำกว่าความกดดันบรรยากาศ ดังนั้นเครื่องสูบน้ำแบบอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่แท้จริงจึงมีทางให้ของเหลวไหลเข้าหรือทางดูด (Suction Opening) อยู่ที่ศูนย์กลางใบพัด



ภาพที่ 2.12 ทิศทางการไหลของของเหลวขณะผ่านออกจากใบพัด (Impeller) ของเครื่องสูบน้ำแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง



ภาพที่ 2.13 การจำแนกประเภทเครื่องสูบลมตามลักษณะการไหลของของเหลวในเครื่องสูบลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบต่างๆของเครื่องสูบลประเภทใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

1.) แบบหอยโข่ง(Volute Type)

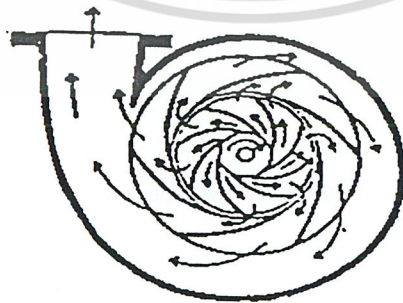
เป็นแบบพื้นฐานของเครื่องสูบลประเภทนี้ กล่าวคือเป็นแบบที่ของเหลวไหลเข้ามาสู่ศูนย์กลางของใบพัดมีทิศทางการไหลของเพลาล้อไหลออกทำมุม 90 องศาทิศทางการไหลเข้าช่องทางเดินของของเหลวจากลิ้นขอลเรือนเครื่องสูบลมีพื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้นตามแนวยาวของเส้นรอบวงในทิศทางการหมุนของ ใบพัด บางแบบมีการเพิ่มช่องทางเดินให้มากขึ้น การดัดแปลงดังกล่าวจะช่วยให้แรงกดบนเพลลาของเครื่องสูบลมีความสมดุลยิ่งขึ้น



ภาพที่ 2.14 เครื่องสูบลน้ำใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแบบหอยโข่ง(Volute)ที่เรือนเครื่องสูบลมีช่องทางเดินของของเหลวเพียงช่องเดียว(รูป ก.)และสองช่อง(รูป ข.)

2.) แบบมีครีบริบผันน้ำ(Diffuser Type)

เครื่องสูบลแบบนี้มีลักษณะของใบพัดและรูปร่างภายนอกของเครื่องสูบลเหมือนกับแบบแรกทุกประการ เพียงแต่ภายในจะมีครีบริบผันน้ำ(Guide Vane)เพิ่มขึ้นมา ครีบริบดังกล่าวซึ่งติดอยู่กับเรือนเครื่องสูบลจะช่วยให้ของเหลวที่ถูกผลักดันออกมาค่อยๆเบนทิศทางไปสู่ช่องทางเดินซึ่งเป็นส่วนโค้งได้ดีขึ้น ทำให้มีการสูญเสียพลังงานน้อยลง และเป็นผลให้การเปลี่ยนพลังงานจลน์(Kinetic Energy) มาเป็นพลังงานศักย์ในรูปของความดัน(Presure Head) มีประสิทธิภาพดีขึ้น



ภาพที่ 2.15 เครื่องสูบลน้ำใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแบบมีครีบริบผันน้ำ(Diffuser Type) ซึ่งมีครีบริบช่วยเปลี่ยนทิศทางการไหลของของเหลวในห้องสูบลสม่ำเสมอดีขึ้น

2.) แบบเทอร์ไบน์ (Turbine Type)

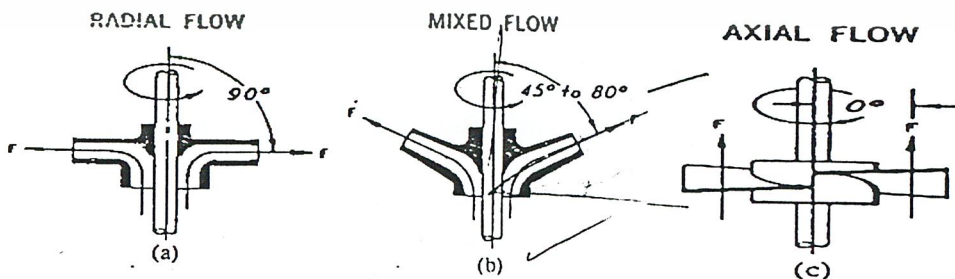
เครื่องสูบบแบบนี้บางครั้งเรียกว่า เวอร์เทค(Vortex) หรือ รีเจนเนอเรทีฟเทอร์ไบน์(Regenerative Turbine) ลักษณะพิเศษคือใบพัดจะเป็นแผ่นแบนกลมมีความหนาครึ่งของใบพัด เกิดจากการเซาะร่องบนขอบของแผ่นใบพัด ขณะของเหลวไหลเข้ามาจากการดูดสู่ว่างระหว่าง ครีบของใบพัดมันจะถูกเหวี่ยงออกด้วยแรงหนีศูนย์กลาง แต่เนื่องจากผนังของเรือนเครื่องสูบถูกปิด กั้นอยู่ของเหลวดังกล่าวก็จะวิ่งย้อนกลับมาสู่ว่างระหว่างใบพัดและถูกเหวี่ยงออกไปอีก ขบวนการดังกล่าวจะซ้ำกันอยู่เช่นนี้จนกว่าจะถึงช่องทางจ่าย (Discharge Opening)



ภาพที่ 2.16 เครื่องสูบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแบบเทอร์ไบน์

3.) แบบเหวี่ยงแนวผสม(Mixed Flow)

สำหรับเครื่องสูบบแบบเหวี่ยงแนวผสม นั้นเป็นชื่อเรียกตามลักษณะของใบพัดหรือทิศทางการไหลของของเหลวออกจากใบพัด เครื่องสูบหรือใบพัดแบบนี้จะเพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลวโดยอาศัยทั้งแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางและแรงผลักดันของแผ่น ใบพัดในแนวขนานกับแกนของเพลาของเหลวที่ไหลออกจะทำมุม 45 ถึง 80 องศา กับแกนของเพลา



ภาพที่ 2.17 ทิศทางการไหลของของเหลวออกจากใบพัด(a) ในแนวรัศมี(Radial flow) (b)ในแนวทำมุมเอียงกับเพลา(Mixed Flow)และ (c) ในแนวขนานกับเพลา(Axial Flow)
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) แบบเหวี่ยงแนวแกน(Axial Flow)

ในเครื่องสูบแบบเหวี่ยงแนวแกนของเหลวที่ไหลเข้าและออกจากใบพัดมีทิศทางขนานกับแกนของเพลลา แรงที่เพิ่มพลังงานให้กับของเหลวเป็นแรงผลักดันในทิศทางการไหลเพียงอย่างเดียว ไม่มีแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (<http://www.Ipst.ac.th/magazine/abs31/educat50.html>.)

ในการล้างทำความสะอาดหรือผลผลิตทางการเกษตรซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.8.1) กองเกษตรวิศวกรรม (2536) ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องล้างขิงขึ้น โดยหลักการทำงาน เช่นเดียวกับเครื่องที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ เครื่องทำความสะอาดที่ออกแบบและพัฒนาขึ้น มีขนาดกว้าง 138 ซม. ยาว 320 ซม. สูง 162 ซม. เป็นแบบสายพานลำเลียงขิงผ่านหัวฉีดน้ำซึ่งส่ายไปมาได้ สายพานลำเลียงใช้ลวดสแตนเลสถักตาถี่เหลี่ยมขนาด 1.9 ซม. หน้ากว้าง 80 ซม. สายพานลำเลียงนี้ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1/2 แรงม้า ปรับความเร็วสายพานได้ในช่วง 1.5 - 6.0 ม. / นาที หัวฉีดน้ำมีทั้งหมด 8 ชุด วางขนานกับสายพานลำเลียง โดยทำมุม 65° กับทิศทางการเคลื่อนที่ของสายพานอยู่เหนือสายพานลำเลียง และอยู่ใต้สายพานลำเลียงอย่างละ 4 ชุด ชุดหัวฉีดแต่ละชุดจะโยกไปมาได้ เพื่อให้ฉีดล้างได้ทุกซอกทุกมุม โดยจะส่ายทำมุมได้ 70° ขับเคลื่อนผ่านระบบโซ่เกียร์ทดและชุดลูกเบี้ยว ใช้มอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า เครื่องล้างขิงใช้ล้างขิงอ่อน ขิงกระเทย และขิงแก่ ได้ในอัตรา 1 ตัน / ชม. โดยต่อเข้ากับปั้มน้ำแรงดันสูงใช้ปริมาณน้ำ 150 - 450 ลิตร / นาที ที่แรงดัน 7 - 21 กก. / ชม.³ (100 - 300 ปอนด์ / นิ้ว²) ขิงที่ล้างแล้วนำไปตากแดดหรือใส่เตาอบไปสลดน้ำ



ภาพที่ 2.18 เครื่องล้างทำความสะอาดขิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2546) ประดิษฐ์เครื่องล้างผักไฮโดรเทรียมค้ำน้ำพริกสำเร็จรูปส่งออกวัตถุดิบที่นำมาประกอบเป็นเครื่องแกง ประสบปัญหาในเรื่องความสะอาด เช่น พบข่า หอม กระเทียม ขมิ้น มะกรูด มีสิ่งปนเปื้อน ทั้งสารเคมี และเศษหิน ดิน ทราบเชื้อโรค และเชื้อราต่างๆ ค่อนข้างมาก ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ต้องใช้แรงคนล้างทำความสะอาด แต่มักจะไม่ว่างถึง เครื่องล้างผักไฮโดรเทรียมนี้ใช้หลักการการทำงานทำงานระบบน้ำฉีดพ่นด้วยหัวสเปรย์มีการล้างต่อเนื่อง ภายในท่อล้างมีขนแปรง ไนลอน ทำความสะอาดสิ่งสกปรกที่ติดตามซอกผักให้หลุดออกไปได้ง่าย ใช้เวลาเพียง 2 นาทีเท่านั้นเครื่องมือดังกล่าวจะช่วยให้กระบวนการทำความสะอาดผักมีมาตรฐาน และรวดเร็วมากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

การทำการออกแบบเครื่องล้างทำความสะอาดจึงให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพสูงสุดจึงได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้คือ การออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาด การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องล้างทำความสะอาด

3.1 การทดสอบเชิงเบื้องต้น

การทดสอบเชิงเบื้องต้นเป็นการศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของจิง เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบเครื่อง โดยมีอุปกรณ์และขั้นตอนการทดสอบดังนี้

วัสดุและอุปกรณ์

1. จิงสดที่ผ่านการตัดราก
2. ตาซัง
3. ชุดครัม
4. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการทดลอง

1. นำจิงมาทำการชั่งน้ำหนักที่ 1.5 กิโลกรัม
2. นำจิงใส่ในชุดครัม
3. ทำการเดินเครื่องโดยปรับความเร็วรอบครัมไปที่ 10 , 13, 16, 19, 21, 24, 28 rpm
4. จับเวลาตั้งแต่จิงเริ่มเคลื่อนที่จนกระทั่งจิงหัวสุดทำยออกจากครัม
5. สังเกตการเคลื่อนที่ของจิง และการเปลี่ยนแปลงของหัวจิง
6. บันทึกผลการทดลอง

3.2 การออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาด

การออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดได้แบ่งชุดอุปกรณ์ทำงานออกเป็น ส่วนใหญ่ๆคือ ชุดส่งกำลัง ชุดครัมทำความสะอาด ชุดสเปรย์น้ำ ชุดถาดป้อนและถาดรับจิง ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

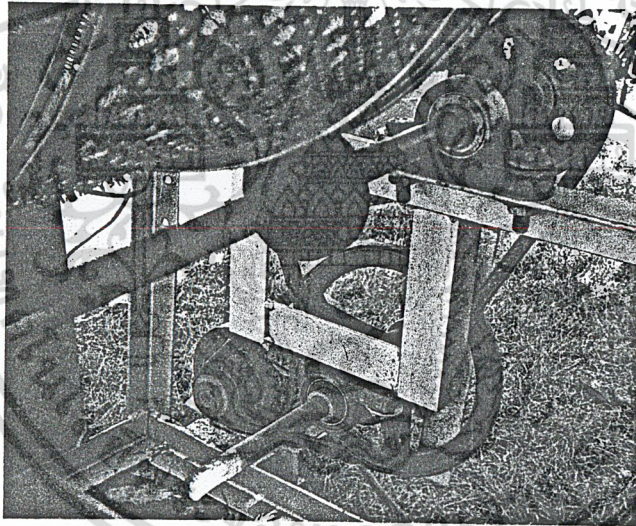
1.) ชุดส่งกำลัง

1.1) มอเตอร์และมุลเลย์

การหาขนาดของมอเตอร์ โดยในตอนต้นเรามีอุปกรณ์กำหนดไว้ดังนี้

ขนาดมอเตอร์	กำลัง	=	1/3 HP = 248.66 w		
	ความเร็วรอบ	=	1440 rpm		
ขนาดมุลเลย์	มุลเลย์ตัว A เส้นผ่านศูนย์กลาง	=	2 นิ้ว	=	50.8 mm.
	มุลเลย์ตัว B เส้นผ่าศูนย์กลาง	=	9 นิ้ว	=	228.6 mm.
	มุลเลย์ตัว C เส้นผ่านศูนย์กลาง	=	2 นิ้ว	=	50.8 mm.
	มุลเลย์ตัว D เส้นผ่านศูนย์กลาง	=	5 นิ้ว	=	120 mm.
	ล้อยางขับเคลื่อนเส้นผ่านศูนย์กลาง	=	2.75 นิ้ว	=	69.85 mm.
	เส้นผ่านศูนย์กลางครัม	=	19.29 นิ้ว	=	489.96 mm.

โดยทำการต่อระหว่างมุลเลย์และมอเตอร์ได้ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงการทดแรง

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นจะได้อัตราทด} &= (2/9) * (2/5) * (2.75/19.29) = 0.0126 \\ \text{ความเร็วของครัม} &= 1440 * 0.0126 = 18.24 \text{ rpm} \end{aligned}$$

* หมายเหตุ จากการทดลองจริงพบว่า ถ้าหากใช้ความเร็วรอบที่ 18.24 rpm ทำให้เกิดปัญหาในการทดรอบ ดังนั้นจึงเลือกใช้ความเร็วรอบที่ 28 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2) ความยาวสายพาน (Joseph Edward Shiley , 1986)

$$\text{จากสูตร } L = 2C + 1.57(D+d) + (D-d)^2 / 4C$$

เมื่อ D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางมุลเลย์ตัวใหญ่

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางมุลเลย์ตัวเล็ก

C คือ ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางมุลเลย์ทั้งสอง

จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \text{สายพาน } L_1 &= 2(245) + 1.57(228.6 + 50.8) + (228.6 - 50.8)^2 / 4(245) \\ &= 960.91 \text{ mm. (37.83 นิ้ว)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{สายพาน } L_2 &= 2(530) + 1.57(120 + 50.8) + (120 - 50.8)^2 / 4(530) \\ &= 1330.41 \text{ mm. (52.37 นิ้ว)} \end{aligned}$$

ดังนั้น จึงเลือกใช้สายพานดังนี้

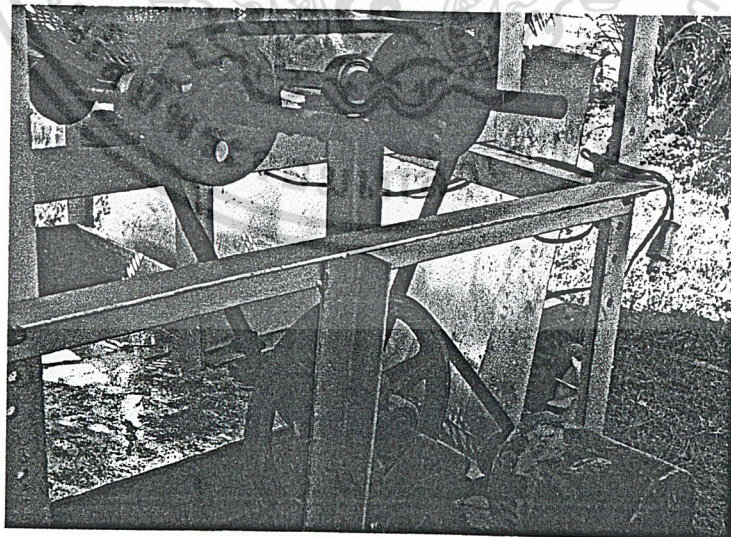
$$\text{สายพาน } L_1 = 38 \text{ นิ้ว}$$

$$\text{สายพาน } L_2 = 53 \text{ นิ้ว}$$

1.3) การติดตั้งชุดต้นกำลัง

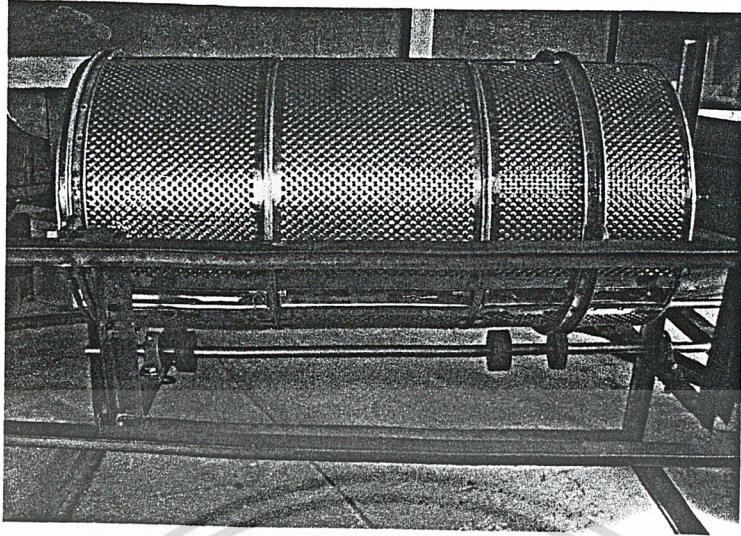
ใช้มอเตอร์ขนาด 1/3 hp ความเร็วรอบ 1440 rpm ทดรอบด้วยมุลเลย์ส่งไปขับชุดครัมที่ความเร็ว

รอบ 18.24 rpm



ภาพที่ 3.2 ชุดต้นกำลัง

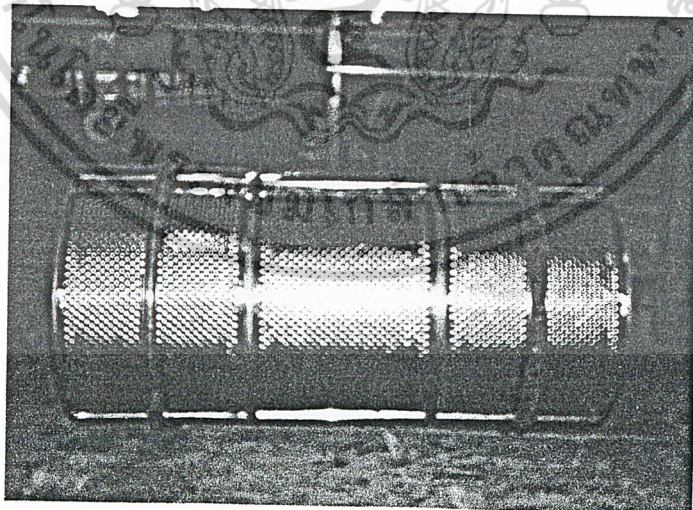
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ลักษณะการติดตั้งชุดครัมกับ โครง

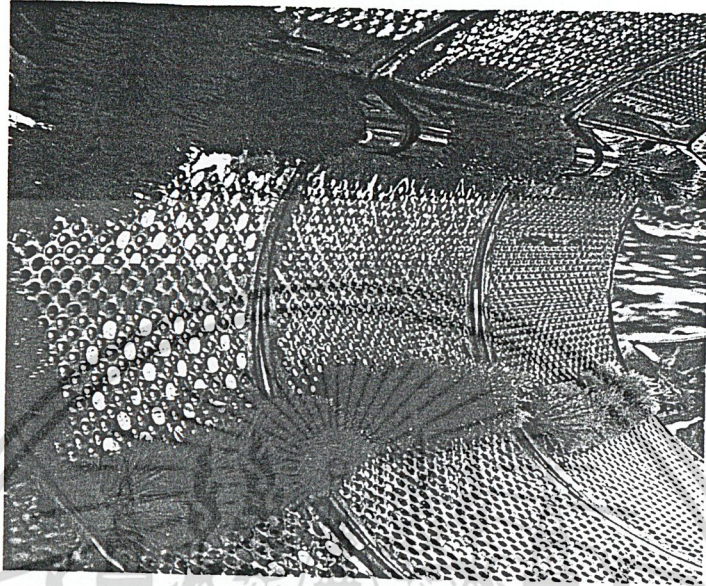
2.) ชุดครัมทำความสะอาด

- ชุดครัมทำจากสแตนเลสเจาะรูตลอดตัวครัมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 48 เซนติเมตรมีความยาวครัม 90 เซนติเมตร
- ขนแปรงทำความสะอาดมีความยาวขนแปรง 2.5 เซนติเมตรติดตั้งตามความยาวครัมจำนวน 6 แถว



ภาพที่ 3.4 ลักษณะชุดครัม

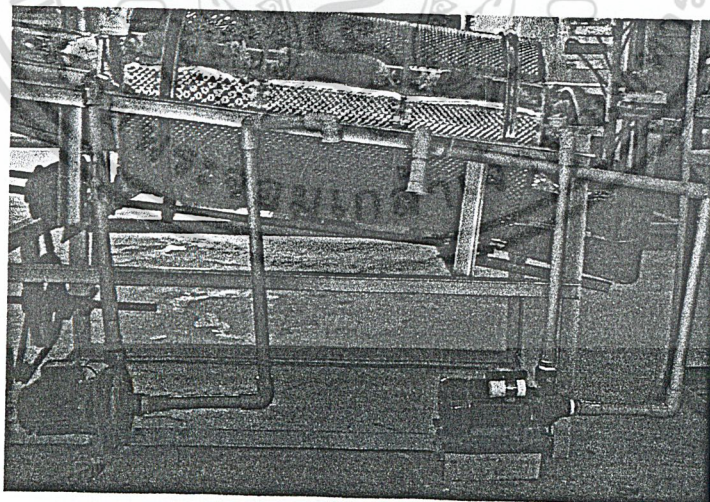
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 การติดตั้งแปรงทำความสะอาดกับครีမ်

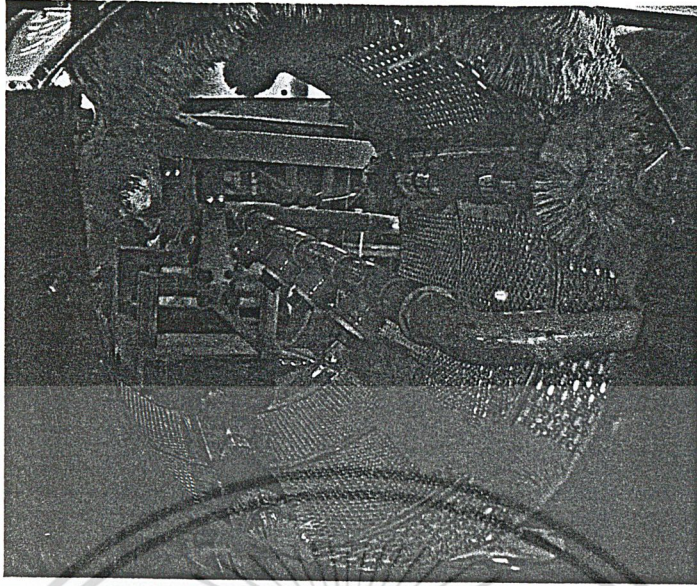
3.) ชุดสเปรย์น้ำ

ใช้ปั้มน้ำขนาด 0.5 hp จำนวน 2 ตัว ต่อเข้ากับท่อ PVC ขนาด 3/4 นิ้ว ผ่านหัวสเปรย์ 4 หัว



ภาพที่ 3.6 ปั้มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.7 ชุดสเปรย์น้ำภายในครัม

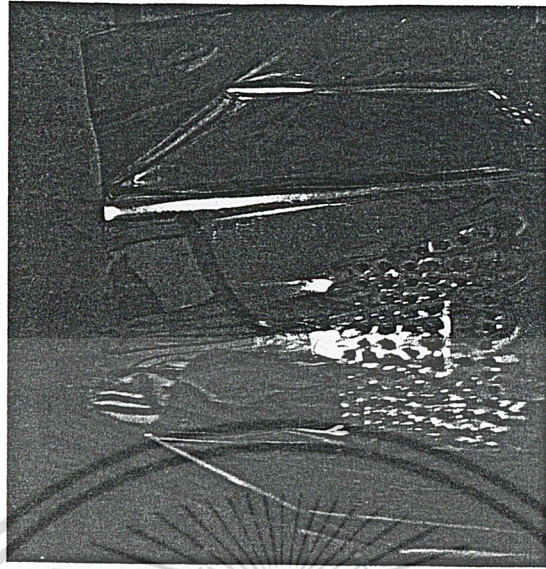
4.) ชุดถาดป้อนและถาดรับขิง

- ถาดป้อนทำจากสแตนเลสมีขนาด 72 x 26.5 เซนติเมตรค้ำขึ้นรูปเป็นครึ่งวงกลม
- ถาดรับทำจากสแตนเลสมีขนาด 65.5 x 31.5 เซนติเมตรค้ำขึ้นรูปเป็นครึ่งวงกลม



ภาพที่ 3.8 ถาดป้อนขิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.9 ถาดรับขิง

3.3 การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องล้างทำความสะอาดขิง

หลังจากทำการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดขิงเรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่อง โดยมีวิธีการทดลองดังนี้

1. นำขิงที่ผ่านการตัดรากแล้วมาทำการชั่งน้ำหนัก



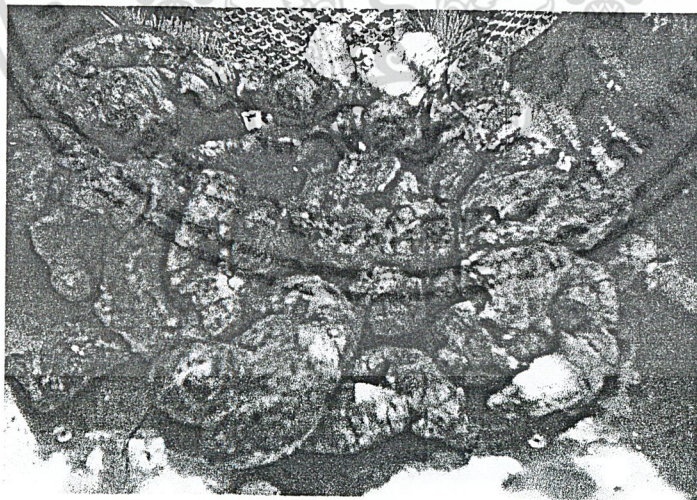
ภาพที่ 3.10 ขิงที่ผ่านการตัดราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.11 นำขี้มาชั่งน้ำหนัก

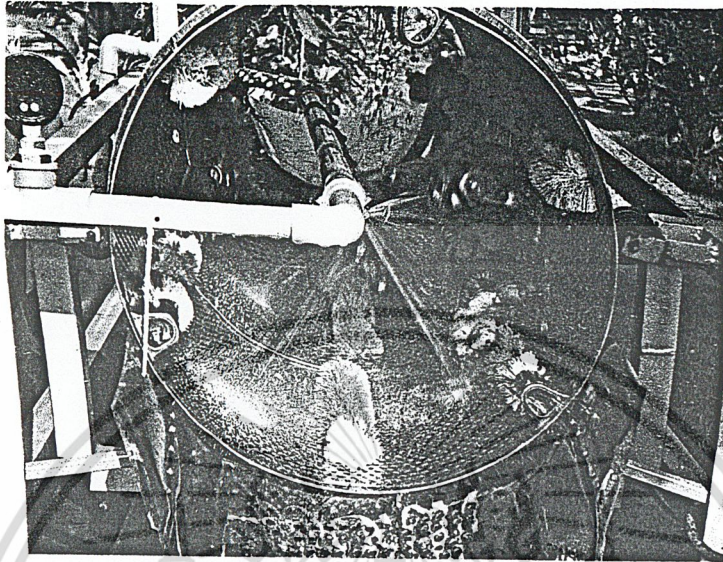
2. นำขี้ที่ผ่านการชั่งมาใส่ยังถาดป้อนขี้



ภาพที่ 3.12 นำขี้มาใส่ถาดป้อน

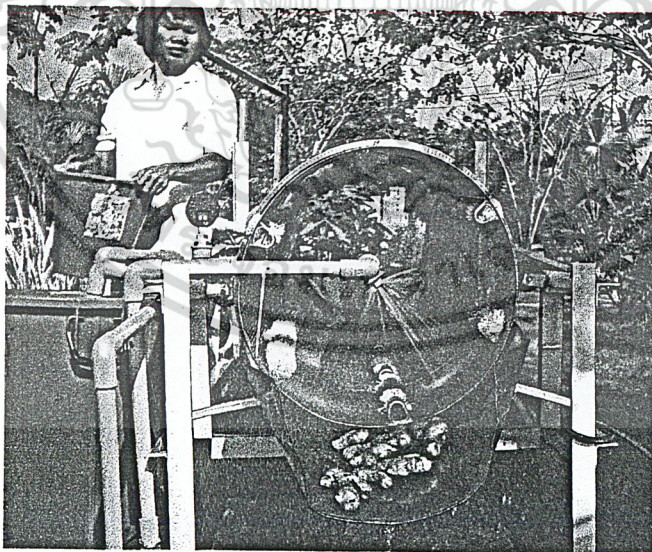
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เคนเครื่องที่ความเร็วรอบที่ 10 , 13 , 16 , 19 rpm โดยใช้อินเวอร์เตอร์ และปรับมุมเอียงของดรัมเป็น 3 , 5 , 7 องศา



ภาพที่ 3.13 การทำงานของเครื่อง

4. จับเวลาตั้งแต่ขึงหัวแรกเข้าเครื่องและหยุดเมื่อขึงหัวสุดท้ายออกจากเครื่อง



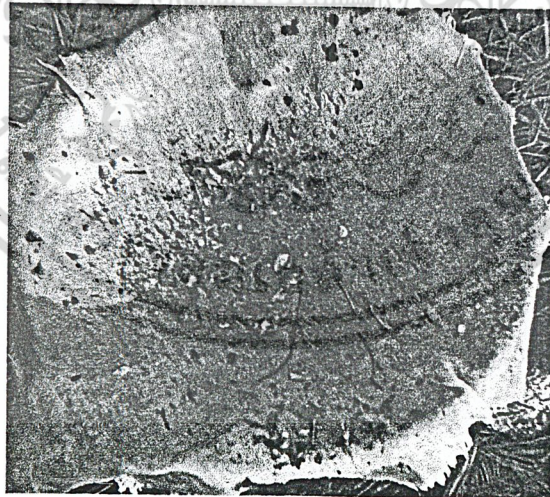
ภาพที่ 3.14 ขึงเคลื่อนที่ออกมาที่ถาดรับขึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำขิงที่ผ่านการล้าง ไปชั่งน้ำหนักและเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปหาปริมาณดินที่เหลือติดกับแง่งขิง

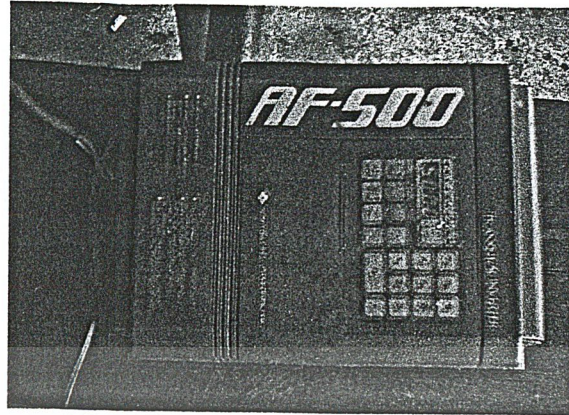


ภาพที่ 3.15 ขิงที่ผ่านการล้าง



ภาพที่ 3.16 ดินที่เหลือติดกับแง่งขิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.17 อินเวอร์เตอร์

6. บันทึกผลการทดสอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดสอบ

จากขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบเครื่อง จากนั้น ได้ทำการทดสอบเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อเครื่องล้างทำความสะอาดจิง โดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดจิงที่ได้ทำการออกแบบและสร้างขึ้น แล้วนำผลที่ได้ไปใช้หาประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดจิง ซึ่งมีหัวข้อดังนี้คือ ผลการทดสอบจิงเบื้องต้น ผลการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดจิง ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องล้างทำความสะอาดจิง

4.1 ผลการทดสอบจิงเบื้องต้น

จากการทดสอบจิงเบื้องต้นดังหัวข้อที่ 3.1 มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของจิงภายในชุดคริม แล้วนำผลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบเครื่องซึ่งทำการทดสอบ โดยการนำจิงที่ผ่านการตัดรากออกแล้วมาใส่ภายในคัมแล้วทำการเดินเครื่องที่ความเร็วรอบ 10, 13, 16, 19, 21, 24, 27 rpm ที่มุมความชัน 3 องศา และสังเกตการเคลื่อนที่ของจิงและการเปลี่ยนแปลงของจิง ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบจิงเบื้องต้น

ความเร็วรอบ	เวลาวินาที	การสังเกต
10	68	จิงพลิกตัวได้ดีไม่เกิดแผลหรือรอยชำ
13	63	จิงพลิกตัวได้ดีไม่เกิดแผลหรือรอยชำ
16	58	จิงพลิกตัวได้ดีไม่เกิดแผลหรือรอยชำ
19	48	จิงพลิกตัวได้ดีไม่เกิดแผลหรือรอยชำ
21	42	จิงมีการพลิกตัวเร็วและเกิดการหักเสียหาย
24	35	จิงมีการพลิกตัวเร็วและเกิดการหักเสียหาย
27	30	จิงมีการพลิกตัวเร็วและเกิดการหักเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบขึงเบี่ยงตื้นดังแสดงในตารางที่ 4.1 ซึ่งใช้ขึงที่ 1.5 กิโลกรัมมุมความชันที่ 3 องศา ซึ่งได้ผลการทดสอบดังนี้

ที่ 10 rpm ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ที่ 68 วินาที ลักษณะของขึงไม่เกิดแผลถลอกดังแสดงในภาพที่ 4.1

ที่ 13 rpm ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ที่ 63 วินาที ลักษณะของขึงไม่เกิดแผลถลอกดังแสดงในภาพที่ 4.2

ที่ 16 rpm ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ที่ 58 วินาที ลักษณะของขึงไม่เกิดแผลถลอกดังแสดงในภาพที่ 4.3

ที่ 19 rpm ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ที่ 48 วินาที ลักษณะของขึงไม่เกิดแผลถลอกดังแสดงในภาพที่ 4.4

ที่ 21 rpm ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ที่ 42 วินาที ลักษณะของขึงเกิดแผลถลอกซ้ำขึ้นที่ผิวขึง ดังแสดงในภาพที่ 4.5

ที่ 24 rpm ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ที่ 35 วินาที ลักษณะของขึงเกิดแผลถลอกซ้ำขึ้นที่ผิวขึง ดังแสดงในภาพที่ 4.6

ที่ 27 rpm ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ที่ 30 วินาที ลักษณะของขึงเกิดแผลถลอกซ้ำขึ้นที่ผิวขึง ดังแสดงในภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.1 ความเร็วรอบ 10 rpm



ภาพที่ 4.2 ความเร็วรอบ 13 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ความเร็วรอบ 16 rpm



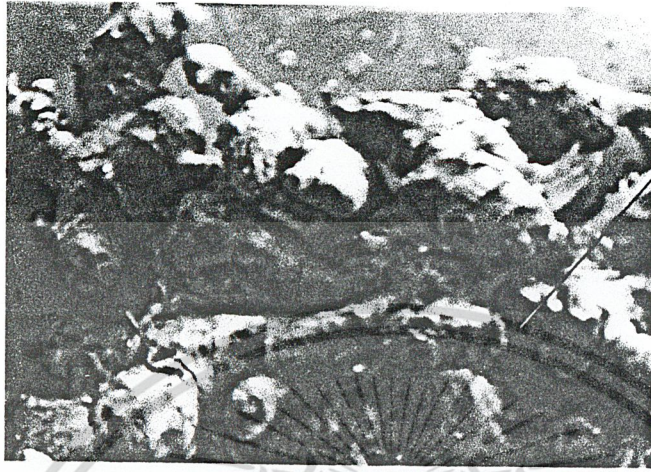
ภาพที่ 4.4 ความเร็วรอบ 19 rpm



ขิงเกิดแผล

ภาพที่ 4.5 ความเร็วรอบ 21 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ขิงเกิดแผล

ภาพที่ 4.6 ความเร็วรอบ 24 rpm



ขิงเกิดแผลและหัก

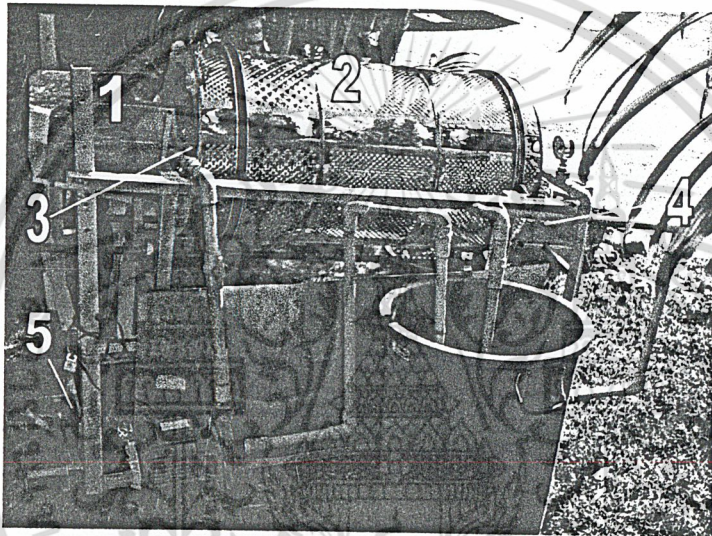
ภาพที่ 4.7 ความเร็วรอบ 27 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดขิง

จากการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดขิงในหัวข้อที่ 3.1 ทำให้ได้เครื่องล้างทำความสะอาดขิงตามภาพที่ 4.1 ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

1. ถาดป้อนขิง
2. ชุดคริมทำความสะอาด
3. ชุดสเปย์น้ำ
4. ถาดรับขิง
5. ชุดดันกำลัง



ภาพที่ 4.8 ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องล้างทำความสะอาดขิง

การทำงานของชิ้นส่วนต่างๆ มีดังนี้

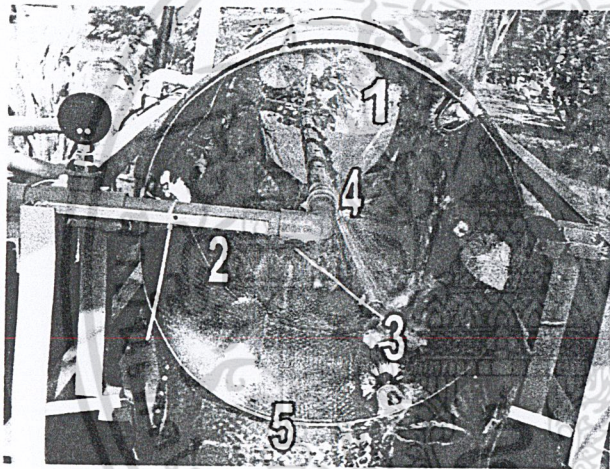
1. ถาดป้อนขิง ทำหน้าที่ป้อนขิงเข้าสู่กระบวนการล้าง
2. ชุดคริมทำความสะอาด มีลักษณะเป็นท่อทรงกระบอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 48 เซนติเมตร ยาว 90 เซนติเมตร ภายในติดขนแปรงทำความสะอาดโดยชุดคริมนี้ถูกขับให้หมุนที่ความเร็วรอบรอบต่อนาทีและเอียงทำมุม 3 องศา กับแนวระดับเมื่อขิงถูกป้อนจากถาดป้อนขิงจะเคลื่อนที่เข้าไปยังชุดคริมหมุนล้าเลียงผ่านชุดสเปย์น้ำที่ติดตั้งอยู่กึ่งกลางคริมทำการล้างทำความสะอาดออกไปยังถาดรับขิง
3. ชุดสเปย์น้ำ ทำหน้าที่สเปย์น้ำเพื่อทำความสะอาดขิงที่แรงดันน้ำเท่ากับ 1 kg/cm^2 โดยต่อเข้ากับปั๊มขนาด 0.5 hp จำนวนสองตัว
4. ถาดรับขิง ทำหน้าที่รองรับขิงที่ผ่านกระบวนการล้างมาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ชุดต้นกำลัง ทำหน้าที่ขับชุดครัมทำความสะอาดให้หมุน โดยที่ชุดครัมทำความสะอาด หมุนที่ความเร็วรอบ 10 รอบต่อนาที

การทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดขิง

เมื่อทำการเตรียมขิงที่ใช้สำหรับการล้างแล้วขั้นแรกนำขิงที่เตรียมล้างมาเทใส่ถาดป้อนขิง¹ หลังจากนั้นทำการเดินเครื่องล้างทำความสะอาดขิง ซึ่งชุดครัมทำความสะอาด² จะทำการลำเลียงขิงผ่านแปรงทำความสะอาด³ และชุดสเปรย์น้ำ⁴ จากทางเข้าจนถึงทางออกเป็นเวลาทั้งหมด 1.12 นาที ชุดครัมทำความสะอาดจะหมุนที่ความเร็วรอบ 10 รอบต่อนาที เมื่อขิงผ่านการล้างทำความสะอาดออกมาถึงทางออกก็จะไหลลงไปยังถาดรับขิง⁵ และตกลงยังภาชนะรองรับส่วนน้ำที่ผ่านขบวนการล้างจะไหลไปยังถาดรองรับน้ำที่อยู่ด้านล่างของชุดครัมทำความสะอาด (ดังแสดงในภาพที่ 4.2)



- ¹ ถาดป้อนขิง
- ² ชุดครัมทำความสะอาด
- ³ ชุดแปรงทำความสะอาด
- ⁴ ชุดสเปรย์น้ำ
- ⁵ ถาดรับขิง

ภาพที่ 4.9 การทำงานของเครื่องล้างขิง

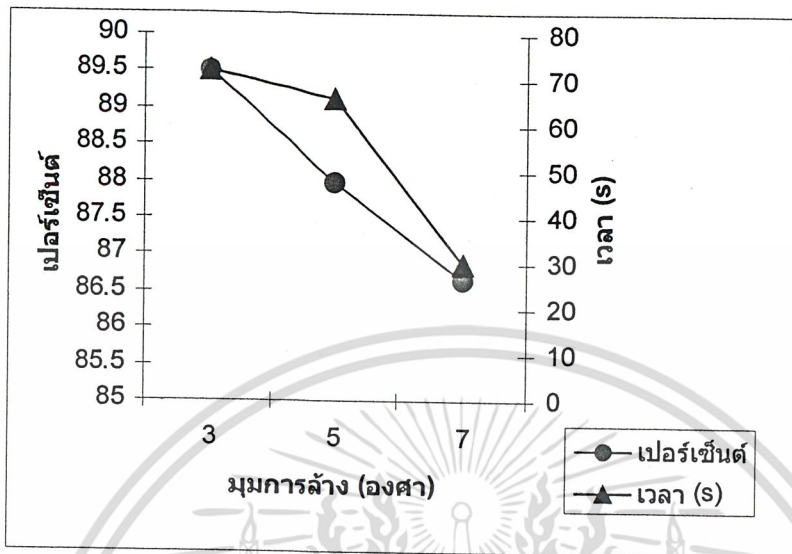
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องล้างทำความสะอาดขิง

การหาประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดขิงซึ่งทำการทดลองโดยนำขิงสดที่มีดินติดอยู่ตามแง่งขิงมาซึ่งที่น้ำหนัก 1.5 กิโลกรัม แล้วทำการปรับมุมความชันของชุดคริมไปที่ 3, 5, 7 องศา และความเร็วรอบของชุดคริมที่ความเร็วรอบ 10, 13, 16, 19 รอบต่อนาที และสังเกตการเคลื่อนที่ของขิงและความสะอาดที่เปลี่ยนแปลงได้ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะของขิงที่มุมการล้างและความเร็วรอบต่างๆ

มุมการล้าง	เวลา (วินาที)	น้ำหนักขิง ก่อนล้าง (kg)	รอบการล้าง (rpm)	น้ำหนักดิน ทั้งหมด (g)	น้ำหนักดิน ที่เหลือ (g)	น้ำหนักขิง หลังล้าง (kg)	เปอร์เซ็นต์
3°	72	1.5	10	30	3.15	1.47	89.5
5°	66	1.5	10	40	4.78	1.46	88
7°	39	1.5	10	20	2.67	1.48	86.68



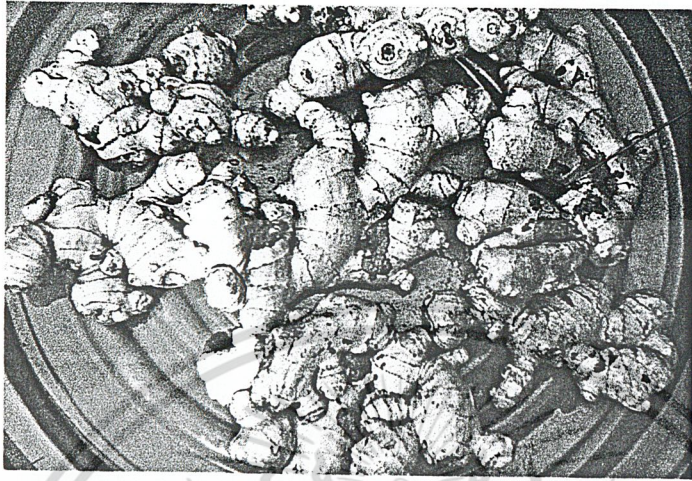
ภาพที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงลักษณะของขิงที่มุมการล้างต่างๆ

จากภาพที่ 4.10 ทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงลักษณะขิงที่ผ่านการล้างคือ ขิงที่ผ่านการล้างมีเปอร์เซ็นต์ความสะอาดสูงสุดอยู่ที่ 89.5 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 4.11 ที่มุมในการล้าง 3 องศาใช้เวลาในการล้าง 72 วินาที และเมื่อมุมในการล้างสูงขึ้นเปอร์เซ็นต์ความสะอาดก็จะมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากขิงใช้เวลาการทำความสะอาดน้อยดังภาพที่ 4.12 เปอร์เซ็นต์ ความสะอาดจะลดลงมาที่ 88 เปอร์เซ็นต์ ที่มุมการล้าง 5 องศาใช้เวลาในการทำความสะอาด 66 วินาที และหากเพิ่มมุมในการล้างมาเป็น 7 องศา จะได้ความสะอาดอยู่ที่ 86.68 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 4.13 โดยใช้เวลา 30 วินาที จะเห็นได้ว่ามุมในการทำความสะอาดมีผลต่อความสะอาดของขิง



ภาพที่ 4.11 ขิงผ่านการล้างที่มุม 3 องศา และที่ความเร็ว 10 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คินติคตามแง่งชิง

ภาพที่ 4.12 ชิงผ่านการล้างที่มุม 5 องศา และที่ความเร็ว 10 rpm



คินติคตามแง่งชิง

ภาพที่ 4.13 ชิงผ่านการล้างที่มุม 7 องศา และที่ความเร็ว 10 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดขิงที่ได้ทำการออกแบบไว้ดังนี้คือ ชุดล้างทำความสะอาดทำงานโดยอาศัยหลักการล้างแบบท่อทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 48 เซนติเมตร ยาว 90 เซนติเมตร ชุดแปรงทำความสะอาดจำนวน 6 แถวชุดสเปรย์น้ำทำจากท่อ PVC ขนาด 3/4 นิ้ว ติดตั้งหัวสเปรย์น้ำ 4 หัว สเปรย์น้ำที่แรงดัน 1 kg/cm^2 ต่อเข้ากับปั้มน้ำขนาด 1/2 Hp จำนวนสองตัว ชุดป้อนขิงขนาด 72×26.5 เซนติเมตร ชุดรับขิงขนาด 65.5×31.5 เซนติเมตร ชุดส่งกำลังใช้มอเตอร์ขนาด 1/3 Hp จากการทดลองที่ความชันในการล้าง 3 ระดับ และที่ความเร็วรอบของชุดครัม 4 ระดับพบว่าความชันที่เหมาะสมในการล้างขิงอยู่ที่ 3 องศา จากแนวระดับและที่ความเร็วรอบ 10 รอบ/นาที จะทำให้ได้ขิงที่ผ่านการล้างมีความสะอาดที่ 89.5% ซึ่งเป็นความสะอาดที่เหมาะสมสำหรับการนำไปบริโภคสด หรือเข้ากระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆต่อไป โดยสามารถล้างขิงได้ที่ 75 กิโลกรัม/ชั่วโมงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำอยู่ที่ 65 ลิตร/นาที อัตราการใช้ไฟฟ้าอยู่ที่ 1- 1.3 kw

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดขิงพบว่าขิงบางหัวมีการเคลื่อนตัวออกมาจากชุดครัมเร็วเกินไปทำให้ขิงไม่สะอาด สาเหตุอาจเกิดจากรูปทรงของขิงที่ไม่แน่นอนและน้ำที่ผ่านกระบวนการล้างมีการถูกปล่อยทิ้งทำให้สิ้นเปลืองน้ำในการล้างมาก ดังนั้นแนวทางในการแก้ปัญหาทั้งสอง ประการแรกคือ เพิ่มความยาวของชุดครัมหรือติดตั้งชุดแปรงทำความสะอาดให้มีลักษณะเป็นแบบเกลียวภายในชุดครัม และประการที่สองคือ น้ำที่ผ่านกระบวนการล้างแล้วควรมีการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่โดยการติดตั้งระบบการกรองน้ำเพื่อไม่ให้เกิดการสิ้นเปลืองน้ำมากเกินไปในระบบการล้าง

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 พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. วิบูลย์ เทพนนท์ , ไมตรี แนวพนิช, สุภัทร หนูสวัสดิ์, อุทิศ แสงวงษา , เวียง อากรชี . 2542. วิจัยออกแบบเครื่องล้างทำความสะอาดขิง. <http://www.Ipst.ac.th/magazine/abs31/educat50.html>.
5. Digital News . 2003. เครื่องล้างผักไฮเทคเตรียมจำหน่ายสำเร็จรูปส่งออก. <http://www.Digital.lib.kmutt.ac.th/news.content.php?n.id = 152>.
5. J.G. Brennan, J.R. Butters, N.D. Cowell and A.E.V. Lillen, 1990. **Food Engineering Operation** Thrid edition.
6. Joseph Edward Shiley . 1986. **Mechanical Engineering Desing**, pp.397, 625.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. ข้อมูลการทดสอบเครื่องล้างทำความสะอาดจิงที่มุมการล้างต่างๆ
ที่มุมการล้าง 3 องศา

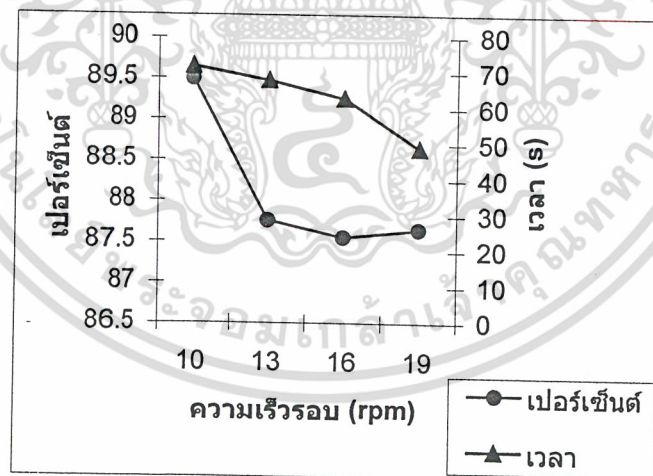
ใช้จิง 1.5 กิโลกรัม

แรงดันน้ำที่ใช้ 1 kg/cm^2

ปริมาณน้ำของเครื่อง 65 ลิตร/นาที

ตารางที่ ก1 ข้อมูลการทดสอบเครื่องล้างทำความสะอาดจิง

ลำดับที่	เวลา (วินาที)	น้ำหนักจิง ก่อนล้าง kg	รอบการ ล้าง (rpm)	น้ำหนัก ดิน ทั้งหมด (g)	น้ำหนัก ดิน ที่เหลือ (g)	น้ำหนักจิง หลังล้าง kg	เปอร์เซ็นต์	การสังเกต
1	72	1.5	10	30	3.15	1.47	89.5	จิงพลิกตัวและเคลื่อนที่ได้ดี
2	68	1.5	13	30	3.67	1.47	87.76	จิงพลิกตัวและเคลื่อนที่ได้ดี
3	63	1.5	16	40	3.65	1.46	87.55	จิงพลิกตัวและเคลื่อนที่ได้ดี
4	49	1.5	19	20	2.47	1.48	87.65	จิงถลอกเป็นแผล



รูปที่ 1ก. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของจิงที่มุมการล้าง 3 องศา

จากรูปที่ 1ก. พบว่าที่ความเร็วรอบ 10 rpm จะได้จิงที่ผ่านการล้างมีความสะอาดอยู่ที่ 89.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นความสะอาดที่ดีที่สุดที่มุมการล้าง 3 องศา

* ใช้จิงในการทดสอบที่มุม 3 องศา ทั้งหมด 18 กิโลกรัม
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. ข้อมูลการทดสอบเครื่องล้างทำความสะอาดซิงที่มุมการล้างต่างๆ (ต่อ)

ที่มุมการล้าง 5 องศา

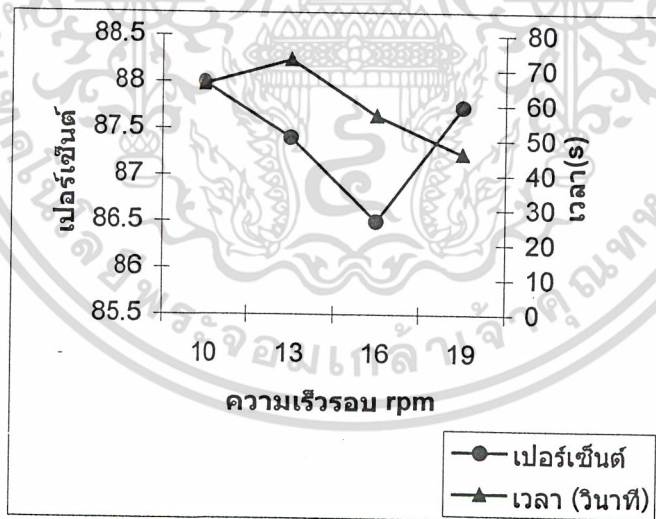
ใช้ซิง 1.5 กิโลกรัม

แรงคั้นน้ำที่ใช้ 1 kg/cm^2

ปริมาณน้ำของเครื่อง 65 ลิตร/นาที

ตารางที่ ก2 ข้อมูลการทดสอบเครื่องล้างทำความสะอาดซิง

ลำดับที่	เวลา (วินาที)	น้ำหนักซิง ก่อนล้าง kg	รอบการ ล้าง (rpm)	น้ำหนัก ดิน ทั้งหมด (g)	น้ำหนัก ดิน ที่เหลือ (g)	น้ำหนัก ซิง หลังล้าง kg	เปอร์เซ็นต์	การสังเกต
1	66	1.5	10	40	4.78	1.46	88	มีซิงบางหัวเคลื่อนตัวออกเร็ว
2	73	1.5	13	30	3.78	1.47	87.4	มีซิงบางหัวเคลื่อนตัวออกเร็ว
3	57	1.5	16	20	2.7	1.48	86.5	มีซิงบางหัวเคลื่อนตัวออกเร็ว
4	46	1.5	19	30	3.68	1.47	87.73	ซิงถลอกเป็นแผล



รูปที่ 2ก. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของซิงที่มุมการล้าง 5 องศา

จากรูปที่ 2ก. พบว่าที่ความเร็วรอบ 10 rpm จะได้ซิงที่ผ่านการล้างมีความสะอาดอยู่ที่ 88 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นความสะอาดที่ดีที่สุดที่มุมการล้าง 5 องศา

* ใช้ซิงในการทดสอบที่มุม 5 องศาทั้งหมด 18 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. ข้อมูลการทดสอบเครื่องล้างทำความสะอาดขิงที่มุมการล้างต่างๆ (ต่อ)

ที่มุมการล้าง 7 องศา

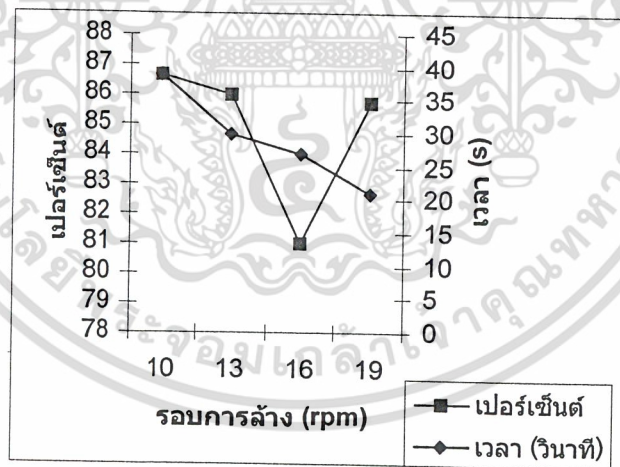
ใช้ขิง 1.5 กิโลกรัม

แรงดันน้ำที่ใช้ 1 kg/cm^2

ปริมาณน้ำของเครื่อง 65 ลิตร/นาที

ตารางที่ ก3 ข้อมูลการทดสอบเครื่องล้างทำความสะอาดขิง

ลำดับที่	เวลา (วินาที)	น้ำหนักขิง ก่อนล้าง kg	รอบการ ล้าง (rpm)	น้ำหนัก ดิน ที่ออก (g)	น้ำหนัก ดิน ที่เหลือ (g)	น้ำหนัก ขิง หลังล้าง kg	เปอร์เซ็นต์	การสังเกต
1	39	1.5	10	20	2.67	1.48	86.65	ขิงพลิกตัวและเคลื่อนที่เร็ว
2	30	1.5	13	40	5.58	1.46	86	ขิงพลิกตัวและเคลื่อนที่เร็ว
3	27	1.5	16	40	8.45	1.46	81	ขิงพลิกตัวและเคลื่อนที่เร็ว
4	21	1.5	19	20	2.86	1.48	85.7	ขิงถลอกเป็นแผล



รูปที่ 3ก. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของขิงที่มุมการล้าง 7 องศา

จากรูปที่ 3ก. พบว่าที่ความเร็วรอบ 10 rpm จะได้ขิงที่ผ่านการล้างมีความสะอาดอยู่ที่ 86.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นความสะอาดที่ดีที่สุดที่มุมการล้าง 7 องศา

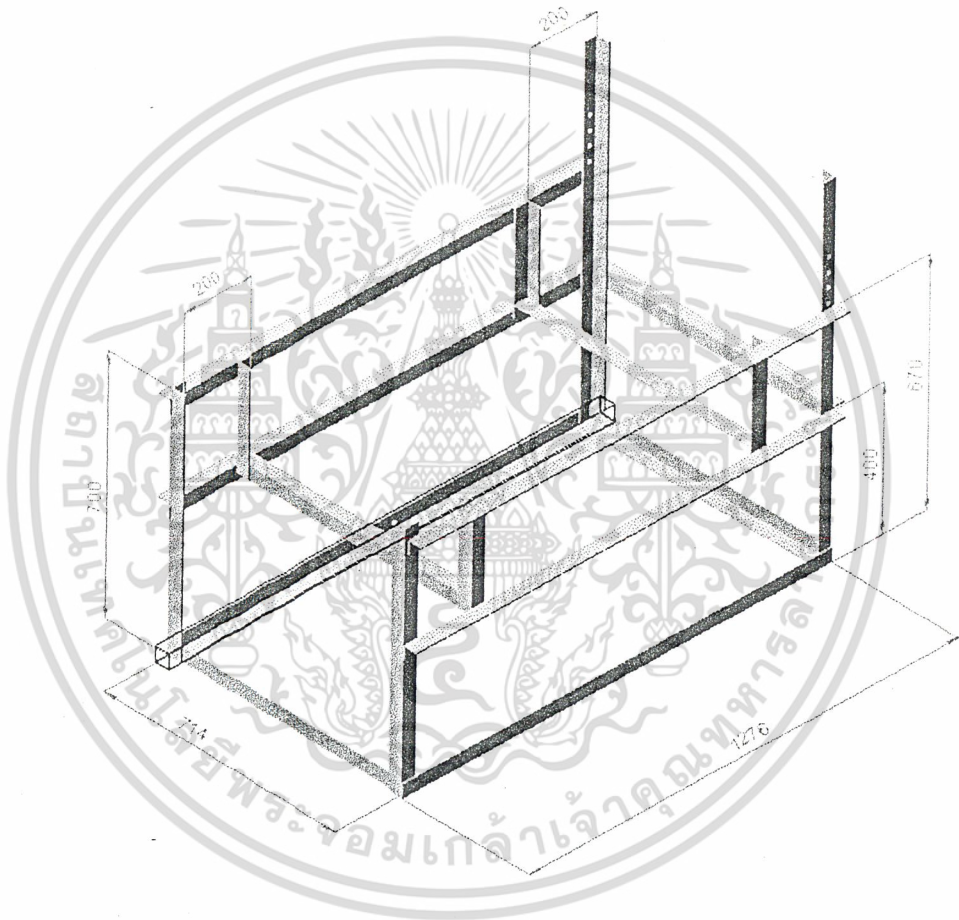
* ใช้ขิงในการทดสอบที่มุม 7 องศาทั้งหมด 18 กิโลกรัม

* รวมปริมาณการใช้ขิงทั้งหมดตลอดการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องที่ 54 กิโลกรัม
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

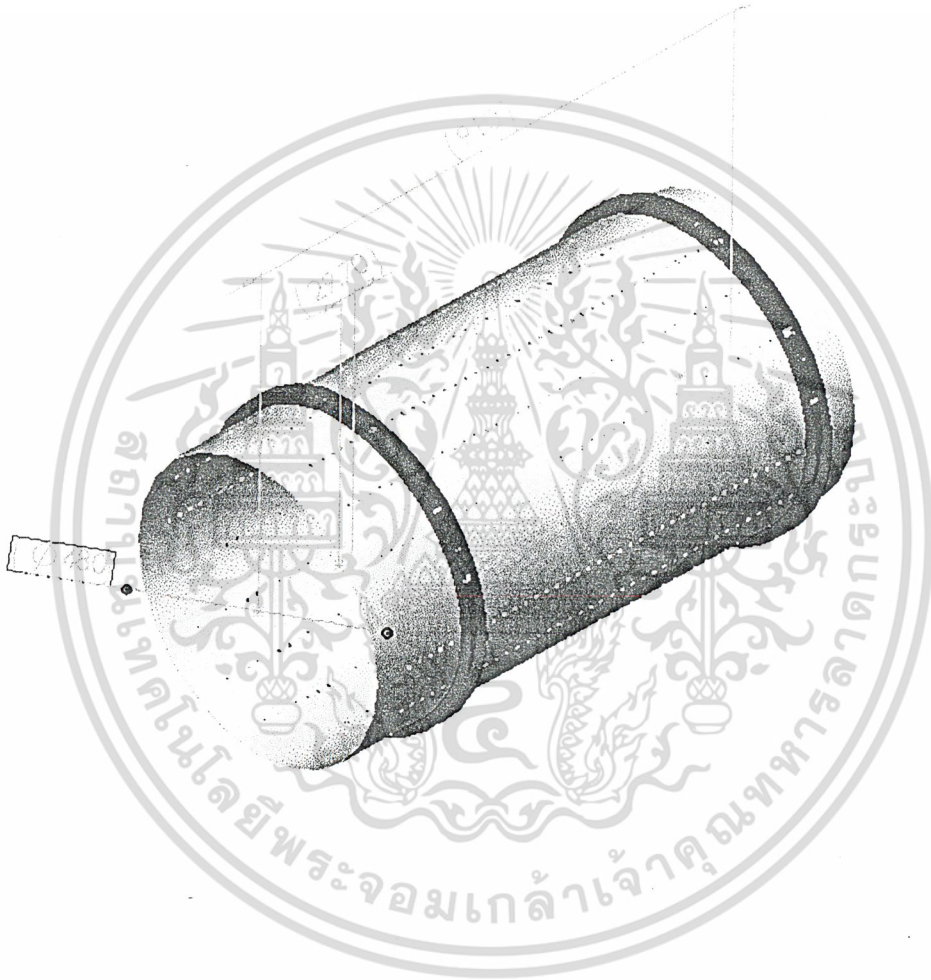
ภาคผนวก ข. ส่วนประกอบของเครื่อง



รูปที่ ข1. ชุดโครงสร้าง

* หมายเหตุ ใช้ หน่วยมิลลิเมตร

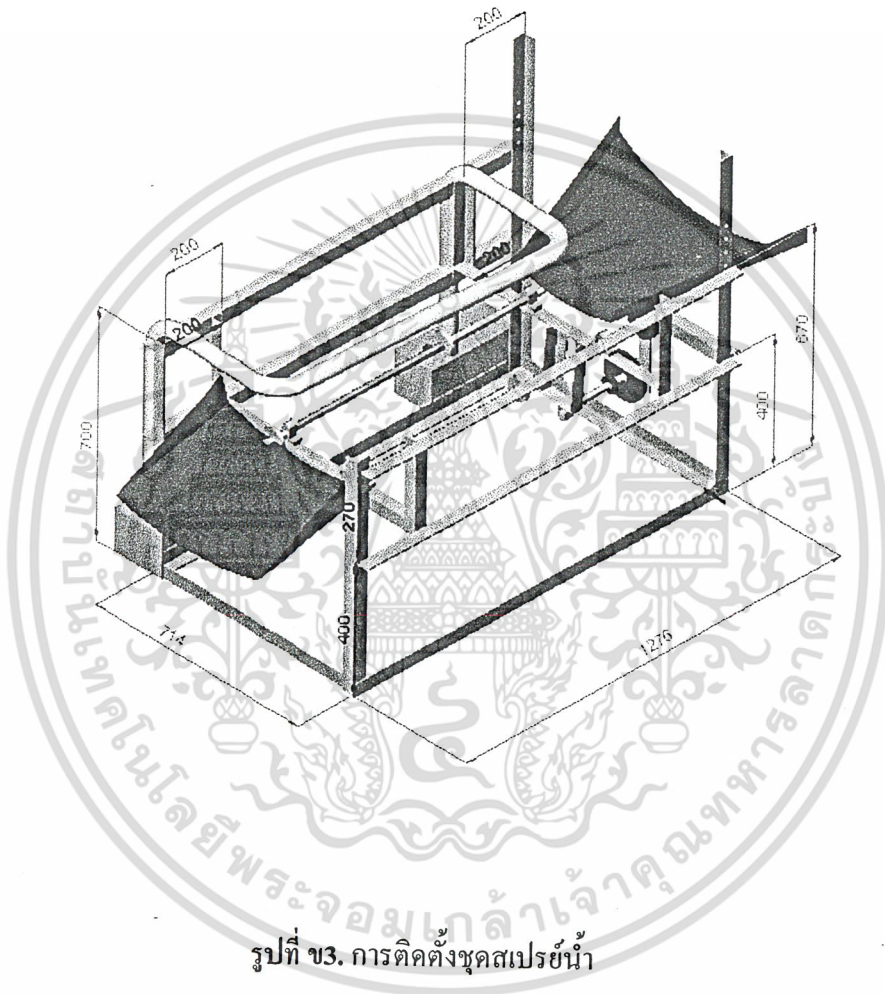
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข2. แบบโครงสร้าง Drum

*หมายเหตุ ใช้ หน่วยมิลลิเมตร

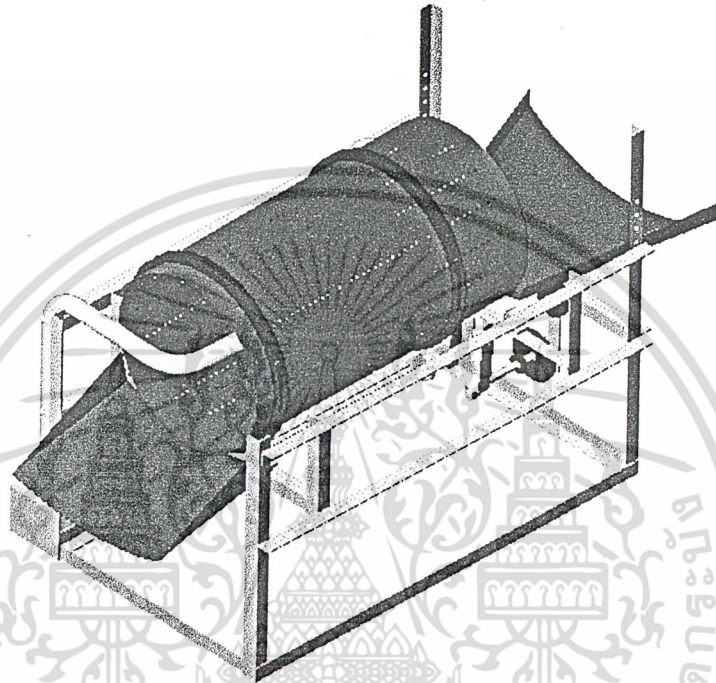
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข3. การติดตั้งชุดสเปรย์น้ำ

*หมายเหตุ ใช้หน่วยมิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข4. เครื่องล้างทำความสะอาดเชิง

*หมายเหตุ ใช้หน่วยมิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้