สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ

COFFEE BEAN SORTING MACHINE

นาย ฉัตรชาย ขวัญแก้ว
นาย ชาตรี มะวิยะ
นาย ภานุวัฒน์ ตรีแก้ว

T 095166

ปพ.
ร232ค
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 95166
วัน,เดือน,ปี 21 พ.ค. 2552

b 12071679x
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ

Coffee Bean Sorting Machine

ผู้จัดทำ

1. นาย ฉัตรชาย ขวัญแก้ว 48015522
2. นาย ชาตรี มะวิยะ 48015525
3. นาย ภานุวัฒน์ ตรีแก้ว 48015547

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.วินัย กล้าจริง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. พิชิต กิตตินนท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ

นาย ฉัตรชาย ขวัญแก้ว 48015522
นาย ชาตรี มะวิยะ 48015525
นาย ภานุวัฒน์ ตรีแก้ว 48015547
รศ.ดร.วินัย กล้าจริง อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.พิชิต กิตตินนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาและออกแบบสร้างเครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ ซึ่งเป็นการช่วยเหลือเกษตรกรสามารถคัดแยกเมล็ดกาแฟได้โดยง่าย เนื่องจากเมื่อก่อนเกษตรกรจะต้องใช้เวลาในการคัดแยกเมล็ดกาแฟเป็นเวลานาน ดังนั้นจึงเป็นผลดีต่อเกษตรกรอย่างมาก เพราะฉะนั้นเป็นการลดเวลาในการคัดแยกเมล็ดกาแฟซึ่งถ้าใช้คนคัดแยกนั้นจะต้องใช้เวลานาน หลักการทำงานของเครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟโดยอาศัยหลักการความหนาแน่นของน้ำกับวัสดุชนิดต่างๆ โดยที่วัสดุที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำจะจมลงใต้น้ำส่วนวัสดุที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำก็จะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำจากหลักการดังกล่าวเมื่อนำเมล็ดกาแฟมาเป็นวัสดุ เมล็ดกาแฟที่ถูกศัตรูพืชทำลายก็จะมีรูพรุนเป็นเมล็ดที่เสียและมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำเมล็ดกาแฟจึงลอยขึ้นสู่ผิวน้ำส่วนเมล็ดกาแฟที่ดีนั้นมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำทำให้เมล็ดกาแฟจมอยู่ใต้ผิวน้ำ โดยเมล็ดดีที่จมอยู่ใต้ผิวน้ำนั้นใช้กระพ้อลำเลียงออกจากถัง ส่วนเมล็ดเสียนั้นก็ใช้กระพ้อลำเลียงออกจากถังเช่นกัน โดยมีขนาดของเครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ ขนาดถังกว้าง 500 มม. ยาว 800 มม. สูง 1200 มม เมล็ดกาแฟที่ได้จาการคัดแยกด้วยเครื่องนั้นมีการคัดแยกได้เร็วกว่าการใช้แรงงานคนเพราะว่า ใช้แรงงานคนในการคัดแยกมากๆจะทำให้เกิดอาการเมื่อยล้า และการคัดแยกจะประหยัดเวลากว่าโดยที่ใช้เวลาในการคัดแยก 36.35 นาที ต่อปริมาณเมล็ดกาแฟ 100 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Coffee Bean Sorting Machine

Mr.Chatchay Kwankaew 48015522
Mr.Chatree Mawiya 48015525
Mr. Panuwat Treekeal 48015547
Assoc.Prof.Dr. Vinai Klajrıug Advisor
Assist.Prof. Pıchit Kittinon Advisor

Abstract

The purpose of this thesis is to study, design a coffee bean sorting machine that helps agriculturists to easily separate coffee and save tıme .

This machine design was based on the principle of water's density and various materials. If the material has more density than water, they will sink into water. And if the material has less density than water, they will float on the surface of water. Bad coffee bean has holes and has density less than water. So ıt floats on the surface of water but good coffee sinks ınto water. In the machine, There are a bucket set to transport these good coffee out of a tub and another bucket set to transport all of bad coffee out of the water surtace too. The size of this machine is 500 mm, in width, 800 mm, in length, and 1200 mm, in height. The machine sorting process was faster than using labor. The machine capacity was 36.35 mınute per 100 kılogram of coffee beans.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ปริญญานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ก็คือ รศ. ดร. วินัย กล้าจริง และคณะอาจารย์ร่วมถึงนายช่างทุกท่านที่ให้ความเอาใจใส่ และช่วยแนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอพระคุณเป็นอย่างสูง

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูมาเป็นอย่างดี พร้อมให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจเอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ฉัตรชาย ขวัญแก้ว
ชาตรี มะวิยะ
ภานุวัฒน์ ตรีแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.5 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเมล็ดกาแฟ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เมล็ดกาแฟ	4
2.1.1 เมล็ดกาแฟ	4
2.1.2 ประโยชน์ของเมล็ดกาแฟ	4
2.1.3 ประวัติและถิ่นกำเนิด	5
2.1.4 ลักษณะทั่วไปของกาแฟ	6
2.1.5 ประเภทของกาแฟ	8
2.1.6 พันธุ์กาแฟ	9
2.1.7 สภาพที่เหมาะสมกับการปลูกกาแฟ	10
2.1.8 การเตรียมพื้นที่ปลูก	10
2.1.9 การปลูกกาแฟ	12
2.1.10 การให้น้ำกาแฟ	13
2.1.11 การให้ปุ๋ย	13
2.1.12 การคลุมโคนต้นกาแฟ	14
2.1.13 วัชพืชและการป้องกัน	14
2.1.14 โรคและการป้องกันกำจัด	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.1.15 การเก็บเกี่ยวกาแฟ	18
2.1.16 การแบ่งชั้นคุณภาพของกาแฟ	19
2.1.17 การตลาดและการค้ากาแฟ	20
2.1.18 การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกาแฟ	21
2.1.19 วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว	22
2.1.20 การคั่วกาแฟ	24
2.1.21 การเก็บกาแฟคั่วที่ถูกต้อง	24
2.1.22 การคัดเลือก	24
2.1.23 การบด	25
2.1.24 กาแฟกึ่งสำเร็จรูป	26
2.1.25 วัสดุเหลือใช้ที่ได้จากกระบวนการผลิตกาแฟ	27
2.2 ทฤษฎีและหลักการในการขนถ่ายวัสดุ	28
2.2.1 กระพ้อลำเลียง	28
2.2.2 สายพาน	35
2.2.3 ตัวเรือน	40
2.2.4 อัตราขนถ่ายและกำลังที่ต้องการ	45
2.2.5 กำลังม้าที่ต้องการโดยประมาณ	47
2.2.6 การพิจารณาออกแบบและตัวอย่างของการเลือก	47
2.2.7 การปรับส่วนต่างๆ ของเครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วง	51
2.2.8 ผลิตภัณฑ์ขนาดกลาง	51
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	50
3.1 ชุดโครงสร้างหลัก	50
3.2 ชุดถังป้อนวัสดุ	51
3.3 ชุดกระพ้อตักเมล็ดที่เสีย	51
3.4 ชุดกระพ้อตักเมล็ดที่ดี	52
3.5 ชุดส่งถ่ายกำลัง	53
3.6 ต้นกำลัง	55
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	56
4.1 วัตถุประสงค์การทดลอง	56
4.2 วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 วิธีการทดลอง	56
4.4 ผลการทดลอง	58
4.5 การคำนวณ	59
4.6 สรุปผลการทดลอง	59
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	60
เอกสารอ้างอิง	62
ภาคผนวก	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 คุณลักษณะเฉพาะของสายพานผ้าที่ใช้กับกระพ้อ	38
ตารางที่ 2.2 ความเร็วรอบสายพาน	27
ตารางที่ 4.1 สมรรถนะการทำงานของเครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ	58
ตารางที่ 4.2 ตารางการเปรียบเทียบผลการคัดแยก	59
ภาคผนวก ก.1 การวัดขนาดของเมล็ดกาแฟดี 50 เมล็ด (GMD)	64
ภาคผนวก ก.2 การวัดขนาดของเมล็ดกาแฟเสีย 50 เมล็ด (GMD)	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 ผลกาแฟ	5
ภาพที่ 2.2 ลักษณะทั่วไปของกาแฟ	6
ภาพที่ 2.3 ลักษณะของดอกกาแฟ	7
ภาพที่ 2.4 ลักษณะของผลกาแฟที่เก็บได้	8
ภาพที่ 2.5 พื้นที่ปลูกกาแฟ	11
ภาพที่ 2.6 ภาพต้นกาแฟ ที่พึ่งงอก	12
ภาพที่ 2.7 ขั้นตอนการปลูก	13
ภาพที่ 2.8 การคลุมโคนต้น	14
ภาพที่ 2.9 ผลกาแฟที่เก็บได้แล้ว	19
ภาพที่ 2.10 การแบ่งชั้นคุณภาพของกาแฟ	20
ภาพที่ 2.11 การคัดสารกาแฟด้วยมือ	25
ภาพที่ 2.12 กระพ้อลำเลียงประเภทต่าง ๆ	29
ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างของกระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุออกด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	30
ภาพที่ 2.14 รูปแบบวิถีโค้งของกระพ้อแบบแรงเหวี่ยงสำหรับช่องว่างที่ต่อเนื่องของตัวกระพ้อแบบAC	31
ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างกระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุออกอย่างต่อเนื่อง	32
ภาพที่ 2.16 กระพ้อรูปแบบต่าง ๆ	34
ภาพที่ 2.17 เปรียบเทียบอัตราขนถ่ายระหว่างแบบ AA กับแบบ AC	35
ภาพที่ 2.18 การต่อชนสายพานของกระพ้อลำเลียง	37
ภาพที่ 2.19 ตัวอย่างรูปแบบการปล่อยวัสดุออก	41
ภาพที่ 2.20 การปล่อยอนุภาควัสดุที่กระพ้อความเร็วสูง	44
ภาพที่ 2.21 ขั้นตอนการดำเนินการปล่อยวัสดุออกของกระพ้อลำเลียง	44
ภาพที่ 2.22 กระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุออกด้วยแรงโน้มถ่วง	49
ภาพที่ 3.1 ชุดโครงสร้างหลัก	50
ภาพที่ 3.2 ชุดถังป้อนวัสดุ	51
ภาพที่ 3.3 ชุดกระพ้อตักเมล็ดที่เสีย	51
ภาพที่ 3.4 แกนเพลาหมุนตัวสายพาน	52
ภาพที่ 3.5 ชุดกระพ้อตักเมล็ดที่ดี	52
ภาพที่ 3.6 แสดงชุดระบบส่งถ่ายกำลัง	53
ภาพที่ 3.7 แสดงชุดชุดเกียร์บล็อก	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3.8 แสดงต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า 54
ภาพที่ 3.9 เครื่องอินเวอร์สเตอร์ 54
ภาพที่ 3.10 เครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ(รูป 1) 55
ภาพที่ 3.10 เครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ(รูป 2) 55
ภาพที่ 4.1 แสดงการทดลองการคัดเมล็ดกาแฟ 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ [1]

อุตสาหกรรมทางการเกษตรเป็นอุตสาหกรรมขั้นพื้นฐานที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง จะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมทางด้านการเกษตรได้มีการขยายตัวทำให้มีความต้องการใช้เครื่องมือเครื่องจักรต่างๆที่จะทำให้สะดวกในทุกๆด้านเพื่อที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ เนื่องจากเกษตรกรที่ทำการเพาะปลูกกาแฟจะทำการคัดแยกด้วยมือการใช้กาแฟที่ผ่านการเก็บเกี่ยวมาเทใส่ถังน้ำโดยเมล็ดที่เสียจะมีรูพรุนและความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ จึงลอยขึ้นสู่ผิวน้ำส่วนเมล็ดที่ดีจะมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ จึงจมน้ำ เกษตรกรจึงใช้กระชอนตักเมล็ดที่เสียที่ลอยน้ำออกและคอยตักเมล็ดที่ดีที่จมน้ำออกอีกครั้งจึงทำให้เกิดความล่าช้า

ดังนั้นทางภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังจึงได้มีการสร้างเครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ เพื่อที่จะช่วยทดแทนแรงงานที่ใช้

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบ สร้าง ทดสอบและประเมินผลของเครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการคัดแยกเมล็ดกาแฟของเกษตรกรที่ใช้ในปัจจุบัน การออกแบบ การสร้างเครื่องต้นแบบ การทดสอบ ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง การวิเคราะห์ประเมินผลเชิงวิศวกรรมและเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม การทำรายงานฉบับรูปเล่ม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เครื่องต้นแบบในการคัดแยกเมล็ดกาแฟ

1.4.2 แก้ไขปัญหาในการใช้แรงงาน และลดเวลา

1.4.3 เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเมล็ดกาแฟ

1.5.1 ช่วงเวลาเก็บเกี่ยว

ช่วงเดือนธันวาคม ถึง เดือน เมษายน การเก็บเกี่ยว มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งคุณภาพของกาแฟ ได้แก่ เนื้อสารกาแฟ (Body) รสชาติ (Flavour) ความเป็นกรด (Acidity) และมีกลิ่นหอม (Aroma) หาก เก็บผลที่ยังไม่สุก และช่วงเวลาในการเก็บไม่เหมาะสม นอกจาก จะมีผลต่อคุณภาพและรสชาติแล้ว ยังมีผลทำให้ต้นทุนการผลิต (ค่าแรงงาน) เพิ่มขึ้นอายุการเก็บเกี่ยว ผลกาแฟในแต่ละสภาพพื้นที่ปลูก ไม่พร้อมกันระดับความสูง 700 – 900 เมตรจากระดับน้ำทะเล อายุการเก็บเกี่ยว (ตั้งแต่ติดผล - ผลสุก) ประมาณ 6 เดือน ระดับความสูง 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล อายุการเก็บเกี่ยว (ตั้งแต่ติดผล - ผล สุก) ประมาณ 9 เดือน

1.5.2 วิธีการเก็บเกี่ยว

การเก็บทีละผลหรือทั้งช่อ โดยเก็บเฉพาะผลที่สุกในแต่ละช่อ หรือเก็บทั้งช่อก็ได้ หากผลสุก พร้อมกัน เป็นวิธีการที่จะสามารถควบคุมคุณภาพของกาแฟได้ดีที่สุด

ควรเก็บผลที่สุก 90 - 100 เปอร์เซ็นต์ คือ เมื่อผลมีสีแดงเกือบทั้งผล หรือทั่วทั้งผล หรือผลมีสี เหลืองเกือบทั้งผลหรือทั่วทั้งผล (บางสายพันธุ์ผลสุกจะเป็นสีเหลือง) การทดสอบผลสุกพร้อมที่จะ เก็บเกี่ยว โดยการปลิดผลกาแฟแล้วใช้นิ้วบีบผล ถ้าผลสุกเปลือกจะแตกง่ายและเมล็ดกาแฟจะโผล่ ออกมา การเก็บผลควรจะพิจารณาการสุกของผลบนแต่ละกิ่งที่ให้ผลในแต่ละต้น ว่ามีผลสุกมากกว่า ร้อยละ 50 ในการเก็บผลผลิตครั้งแรก ซึ่งปกติการเก็บผลกาแฟจะต้องใช้เวลาเก็บประมาณ 2 - 4 ครั้ง พื้นที่ส่งเสริม

พันธุ์อาราบิก้า พันธุ์ส่งเสริมปลูกทางภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ตาก แม่ฮ่องสอน แพร่

พันธุ์โรบัสต้า พันธุ์ส่งเสริมปลูกทางภาคใต้ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช กระบี่ พังงา ระนอง

1.5.3 ผลผลิต

1. ผลผลิตรวมทั้งประเทศ จำนวน 61,036 ตัน (ปี 2541)
2. ผลผลิตเฉลี่ย / ไร่ จำนวน 159 กิโลกรัม / ไร่ (ปี 2541)
3. ปริมาณการใช้ในประเทศ จำนวน 24,000 ตัน / ปี (ปี 2540/41)
4. ปริมาณการส่งออก เมล็ดกาแฟดิบ จำนวน 28,236 ตัน มูลค่า 1,286 ล้านบาท (ปี 2542)
5. ราคาที่เกษตรกรขายได้ ราคา 42 บาท / กิโลกรัม (ปี 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.4 การผลิต

ในปี 2544 ผลผลิตกาแฟโลกมีประมาณ 7.01 ล้านตัน จากเนื้อที่เก็บเกี่ยว 67.01 ล้านไร่ และบราซิล เป็นประเทศผู้ผลิตรายใหญ่ของโลก 14. 39 ล้านไร่ ผลผลิต 1.78 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 124 กก./ไร่ รองลงมา เป็นเวียดนาม ผลผลิตของไทย คิดเป็นร้อยละ 1.12 ของผลผลิตโลก

การตลาด

การบริโภค ปี 2544 ความต้องการใช้เมล็ดกาแฟดิบเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกาแฟผงสำเร็จรูปภายในประเทศประมาณ 31,000 ตัน เพิ่มขึ้นจากปี 2543 และคาดว่าในปี 2545 จะเพิ่มขึ้นเป็น 35,000 – 38,000 ตัน การส่งออก ปี 2544 ไทยส่งออกกาแฟดิบปริมาณ 65,634 ตัน มูลค่า 1,148 ล้านบาท ส่งออกมากขึ้นแต่มูลค่าลดลง เนื่องจากราคากาแฟตกต่ำการนำเข้า ปี 2544 ไทยนำเข้ากาแฟผลสำเร็จรูปประมาณ 4,000 ตัน มูลค่า 140 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปี 2543 และนำเข้ากาแฟดิบและกาแฟคั่วประมาณ 75 ตัน มูลค่า 30 ล้านบาท เพิ่มขึ้นเนื่องจากความนิยมในการบริโภคกาแฟผงสำเร็จรูป และกาแฟคั่วบดเพิ่มมากขึ้นราคาที่เกษตรกรขายได้ (ปีเพาะปลูก 2539/40-2543/44) มีแนวโน้มลดลงจาก 30.72 บาท –27. 24 บาท รัฐต้องแทรกแซงราคา

1.5.5 มาตรฐานเมล็ดกาแฟพันธุ์โรบัสต้าของประเทศไทย ดังนี้

1. เมล็ดกาแฟโรบัสต้าจะต้องมีสี กลิ่น ตามธรรมชาติของเมล็ดกาแฟไม่บูดเน่า หรือขึ้นราแลไม่มีผลกาแฟปะปน

2. เมล็ดสารกาแฟจะต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 13

3. ข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟทั้งหมดจะต้องไม่เกินร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 เมล็ดกาแฟซื้อขายโดยทั่วไปไม่ควรจะมีเมล็ดกาแฟที่กะเทาะเปลือกออกไม่หมด

3.2 เมล็ดดำ คือเมล็ดกาแฟที่มีสีดำเกินครึ่งหนึ่งของเมล็ดจะมีได้ไม่เกินร้อยละ 2

3.3 เมล็ดมอด คือเมล็ดกาแฟที่มีรูมอดเจาะเกิน 1 รู จะมีได้ไม่เกินร้อยละ 4

3.4 เมล็ดแตก คือ ชิ้นส่วนเมล็ดกาแฟที่มีขนาดเท่ากับหรือน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเมล็ดกาแฟทั้งหมดจะมีได้ไม่เกินร้อยละ 2

3.5 เมล็ดเสีย คือเมล็ดกาแฟที่มีลักษณะเป็นรูพรุน เมล็ดกาแฟหล่นโคนต้น เมล็ดกาแฟที่ผิดปกติและ อื่น ๆ ซึ่งจะมีได้ไม่เกินร้อยละ 0.5

3.6 สิ่งเจือปน คือ เศษหิน เศษไม้ เปลือกกาแฟ และทุกอย่างที่ไม่ใช่เมล็ดกาแฟ ซึ่งจะมีได้ไม่เกินร้อยละ 0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เมล็ดกาแฟ

2.1.1 เมล็ดกาแฟ

กาแฟเป็นไม้ยืนต้นชนิดหนึ่ง เจริญเติบโตได้ดีเขตร้อนชื้น ดินร่วนปนทราย ความอุดมสมบูรณ์สูง การระบายน้ำดี ความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 5.5-6.5 กาแฟพันธุ์อาราบิก้าเจริญเติบได้ดีที่อุณหภูมิ 17-22 องศาเซลเซียส ส่วนพันธุ์โรบัสต้า เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส กาแฟต้องการความชื้นอากาศสูง ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,500-2,00 มิลลิเมตร

2.1.2 ประโยชน์ของกาแฟ

*2.1.2.1.*การดื่มกาแฟเป็นประจำ ช่วยป้องกันโรคไวรัสตับอักเสบ B มีผู้วิจัยพิสูจน์แล้วว่ากาแฟมีประโยชน์ในการป้องกันโรคดังกล่าว

2.1.2.2 การดื่มกาแฟเป็นประจำ ช่วยป้องกันโรคหอบ โรคนี้ คือ อาการ ภูมิแพ้ชนิดหนึ่งโดยทั่วไปเมื่อมีประสาทสำรองไม่ถูกกระตุ้น จะไม่มีอาการหอบเกิดขึ้นง่ายๆ แต่ถ้าหากประสาทสัมผัสสำรองถูกกระตุ้น จะเกิดอาการหอบทันที และคาเฟอีนในกาแฟจะระงับการตึงเครียดของประสาทสัมผัสสำรองลดการเกิดโรคหอบ

*2.1.2.3.*การดื่มกาแฟเป็นประจำ ช่วยลดการเกิดโรคตับจากสุรา ตามที่นักวิชาการสำรวจแล้วพบว่ากาแฟช่วยลดผลร้ายที่จะมีต่อตับ

*2.1.2.4.*การดื่มกาแฟเป็นประจำ ช่วยป้องกันมะเร็งตับ มะเร็งลำไส้ และมะเร็งในช่องปากจากผลการทดลองจริง พบว่ากาแฟมีประสิทธิภาพป้องกันโรคขั้นต้น โดยเฉพาะในคาเฟอีนมีกรดอะซิติกที่ช่วยป้องกันโรค

*2.1.2.5.*การดื่มกาแฟเป็นประจำ ช่วยขับไล่ความชรา ออกซิเจนเป็นสารที่ร่างกายต้องการมากก็จริง แต่ถ้ามีออกซิเจนมากไป ทำให้มีโอกาสเป็นมะเร็งสูงและแก่เร็ว โดยเฉพาะกาแฟที่เข้มข้นจะทำให้ออกไซด์แตกตัวลดการเกิดมะเร็งได้กระตุ้นการเผาผลาญอาหารในร่างกาย

*2.1.2.6.*การดื่มกาแฟเป็นประจำ ช่วยลดอัตราไขมัน ป้องกันโรคหัวใจ ในกาแฟมีนิโคตินแต่ไม่ใช่ชนิดเดียวกับในบุหรี่ แต่เป็นวิตามิน B รวมชนิดหนึ่ง ที่ร่างกายต้องการ ช่วยลดไขมันในเส้นเลือดจึงป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือดแข็งตัว

*2.1.2.7.*การดื่มกาแฟเป็นประจำ ช่วยละลายไขมัน กาแฟที่ทานหลังอิ่มอาหาร ช่วยให้ไขมันแตกตัวและให้พลังงานทดแทนจึงลดความอ้วนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*2.1.2.8.*กาแฟเพิ่มไขมันชนิดดีให้ร่างกาย ป้องกันหลอดเลือดแข็งตัว ตามผลการวิจัยพบว่าคนที่ดื่มกาแฟบ่อยๆ จะมีไขมันชนิด (HDL) เพิ่มขึ้น ซึ่งไขมันชนิดนี้จะขับไล่ไขมันออกไป ป้องกันหลอดเลือดแข็งตัว

*2.1.2.9.*การดื่มกาแฟเป็นประจำ ช่วยแก้ปวดศีรษะ กาแฟมีส่วนผสมของคาเฟอีนที่ขยายหลอดเลือด ระงับอาการปวดได้เช่นเดียวกับยาแก้ปวด และยังช่วยขับปัสสาวะ ละลายไขมันในเส้นเลือดและช่วยบรรเทาอาการปวดศีรษะเนื่องจากเมาสุราได้

*2.1.2.10.*การดื่มกาแฟเป็นประจำช่วยเพิ่มการไหลเวียนของเลือดในสมองและสมรรถภาพสมอง มีผู้เชี่ยวชาญสรุปผลการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ออกมาว่า ความหอมของกาแฟช่วยกระตุ้นสมองให้ทำงานได้เร็วขึ้น และมีสมาธิ ประสิทธิภาพการทำงานดีขึ้น นั่นเป็นเพราะกลิ่นกาแฟทำให้เลือดไหลเวียนในสมองเพิ่มขึ้น

*2.1.2.11.*ดื่มกาแฟเล็กน้อยทำให้น้ำย่อยในกระเพาะหลั่งดีขึ้น ไขมันแตกตัว หากได้ดื่มกาแฟเล็กน้อยหลังทานอาหารเสร็จ คาเฟอีน ในกาแฟจะมีประโยชน์ต่อกระเพาะโดยตรง น้ำย่อยที่กระเพาะและตับอ่อนเพิ่มขึ้น ไขมันถูกเผาผลาญ

ภาพที่ 2.1 ผลกาแฟ

2.1.3 ประวัติและถิ่นกำเนิด

เริ่มการใช้ประโยชน์จากคนเลี้ยงแพะชาวอาราเบียที่สังเกตุเห็นว่าเมื่อแพะกินผลและเมล็ดกาแฟแล้วมีความคึกคะนองผิดปกติ จึงได้เริ่มรับประทานบ้างพบว่าก่อให้เกิดความสดชื่น จึงได้แพร่กระจายการรับประทานเมล็ดกาแฟไปสู่ชาวยุโรปและทั่วโลกในเวลาต่อมาจนถึงปัจจุบันกาแฟเป็นพืชเขตร้อนชื้น ฉะนั้นแหล่งผลิตจะกระจายอยู่ในแถบร้อนชื้นของทวีปอัฟริกา อเมริกาใต้และเอเชีย โดยมีประเทศในแถบอเมริกาใต้ คือบราซิล โคลัมเบีย เป็นแหล่งผลิตที่สำคัญของโลกและมีประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นแหล่งผลิตที่สำคัญรองลงมาตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกกาแฟในประเทศไทยเริ่มในช่วงยุคการล่าอาณานิคมของชาวยุโรป โดยมีรายงานการปลูกในภาคเหนือที่จังหวัดลำปาง ภาคตะวันออกที่จังหวัดจันทบุรี และภาคใต้ในแถบจังหวัดสงขลา แต่มิได้เป็นล่ำเป็นสัน จนต่อมาระยะหลังมีการพัฒนาการปลูกมากขึ้น และแหล่งปลูกที่สำคัญคือภาคใต้ ได้แก่จังหวัดชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช แต่พันธุ์ที่ใช้ปลูกคือพันธุ์โรบัสตา และแหล่งปลูกที่เริ่มมีการพัฒนาใหม่คือทางภาคเหนือ ในแถบ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่เป็นต้น ซึ่งแหล่งปลูกกาแฟทางภาคเหนือจะเป็นกาแฟพันธุ์อาราบิ

2.1.4 ลักษณะทั่วไปของกาแฟ

ภาพที่ 2.2 ลักษณะทั่วไปของกาแฟ

2.1.4.1 ลำต้น เป็นไม้พุ่มยืนต้น มีลำต้นตั้งตรงในระยะแรกของการเจริญเติบโตจะไม่แตกกิ่ง แต่มีใบแตกออกตรงข้อ อยู่ตรงข้ามกันเป็นคู่ๆ ต่อมาเมื่อเจริญเติบโตขึ้นเรื่อยๆ ก็มีการแตกกิ่งออกจากลำต้นในลักษณะที่แยกออกจากกันและอยู่ตรงข้ามกัน กิ่งที่แตกออกมาใหม่จะมีใบแตกออกเป็นคู่ๆ อยู่ตรงข้อเช่นเดียวกับลำต้น กิ่งก็จะขนานไปกับระดับพื้นดินหรือห้อยต่ำลงดิน ซึ่งเป็นที่เกิดของดอกและผลต่อไป ต้นกาแฟบางต้นสามารถเจริญเติบโตได้สูงถึง 30-40 ฟุต อย่างไรก็ดี ส่วนมากแล้วจะรักษาให้ต้นกาแฟไม่สูงเกิน 15 ฟุต เพื่อให้สะดวกต่อการเก็บผลกาแฟ

2.1.4.2.ใบ ออกตรงข้ออยู่ตรงกันข้ามเป็นคู่ๆ รูปร่างของใบกาแฟมีทั้งสีเหลี่ยมผืนผ้าและรูปไข่แตกต่างไปตามชนิดสายพันธุ์ แต่โดยทั่วไปจะเป็นรูปไข่มากกว่า ฐานและส่วนปลายของใบกาแฟมีลักษณะเรียวแหลม เส้นใยใบกาแฟแตกต่างไปตามชนิดสายพันธุ์กาแฟ ขอบใบเรียวหยัก ยาวเฉลี่ย 4-6 นิ้ว ความกว้างใบกาแฟประมาณ 1-3 นิ้ว ใบกาแฟมีสีเขียวแก่ มีผิวมันตลอดปี ใบกาแฟมีโครงสร้างแบบ 2 ขั้ว ที่ใบสองใบโตจากก้านด้านตรงข้าม ระยะห่างระหว่างใบแต่ละคู่กับก้าน 1-3 นิ้ว แต่ละคู่ของใบจะบิด 90 องศา กับคู่อื่นบนก้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.3. ดอก ดอกกาแฟมีสีขาวบริสุทธิ์ มีกลิ่นหอมคล้ายดอกมะลิ รูปร่างคล้ายดาว มีก้านสั้น อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม จะเกิดตามข้อของต้นกาแฟบ้างเป็นส่วนน้อย แต่ส่วนใหญ่ดอกกาแฟจะออกจากข้อของกาแฟ โดยเริ่มจากข้อที่อยู่ใกล้ลำต้นออกไปหาปลายกิ่ง กาแฟมีลักษณะพิเศษ คือ ข้อของกิ่งจะสั้น สามารถที่จะเกิดดอกและติดผลได้มาก ดอกกาแฟเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียรวมอยู่ในดอกเดียวกัน เกสรตัวเมียจะอยู่สองส่วน เกสรตัวผู้มีอยู่เป็นจำนวนเท่ากลีบดอก คือประมาณ 2-4 อัน กาแฟบางพันธุ์อาจจะมีการผสมข้ามพันธุ์กันโดยง่าย หากอยู่ใกล้กัน เวลาการออกดอกของกาแฟขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ ถ้าในท้องถิ่นที่มีฝนตกเป็นฤดู ดอกจะออกหลังจากฝนตกประมาณ 1 เดือน แต่ถ้าอากาศชุ่มชื้นอยู่ตลอดปี หรือมีการชลประทานเพียงพอ กาแฟจะออกดอกสม่ำเสมอตลอดทั้งปี

ภาพที่ 2.3 ลักษณะของดอกกาแฟ

2.1.4.5 ผลกาแฟ ผลกาแฟแบ่งออกเป็น 2 ส่วน แต่ละส่วนมีเมล็ด 1 เมล็ด ลักษณะแบนยาวตามเปลือกพุ่ม ผมกาแฟมีขนาดเล็กๆ กาแฟอ่อนจะมีสีเขียวมีเมล็ดแข็ง ผลกาแฟเติบโตได้ประมาณ 15-35 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับชนิดของกาแฟ ผลกาแฟเติบโตเป็นกลุ่ม เมื่อผลสุกมีสีแดงเหมือนเชอรี่ บางครั้งเรียกว่า คอฟฟี่ เชอรี่ (Coffee Cherry) มีรถหวานเล็กน้อย ผลกาแฟเมื่อแก่จัดสีก็จะแดงมากขึ้น หลังจากสุกแล้วผลกาแฟจะเปลี่ยนเป็นสีส้มน้ำตาลไปจนสีน้ำตาลแดงเรื่อและหล่นจากต้น เกษตรกรมักจะเก็บผลกาแฟในช่วงที่มีผลสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.4. ลักษณะของผลกาแฟที่เก็บได้

2.1.5 ประเภทของกาแฟ

กาแฟที่ปลูกกันอยู่ในปัจจุบันนี้ สามารถที่จำแนกออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ตามรูปร่างลักษณะทางพฤษศาสตร์ ได้ดังนี้

2.1.5.1 กาแฟพันธุ์อาราบิก้า ลักษณะประจำพันธุ์ของกาแฟพันธุ์นี้คือ มีทรงพุ่มเป็นรูปปิรามิด ลำต้นสูงประมาณ 6-16 ฟุต กิ่งก้านยาวปกคลุมด้วยใบสีเขียวเป็นมันตลอดปี ดอกมีสีขาว กลิ่นหอมคล้ายกับดอกมะลิป่า รูปร่างคล้ายดาวมีกลีบดาว 5 กลีบ ดอกรวมอยู่กันเป็นกลุ่ม และก้านดอกสั้น จะออกดอกหลายครั้งในฤดูหนึ่งๆ ดอกบานอยู่ได้ไม่นานคือ ประมาณ 2 วัน ก็เหี่ยว ส่วนจะมีรูปร่างค่อนข้างแบน ภายในมีเมล็ด 2 ซีก ซีกหนึ่งมีหนึ่งเมล็ด ส่วนแบนของเมล็ดจะแนบติดกัน เมล็ดยาวไปตามรูปของเปลือกหุ้ม ถ้าเมล็ดหนึ่งเกิดลีบไปเมล็ดที่เหลือจะมีรูปกลมกว่าเดิม และจะมีส่วนยาวโค้งเป็นรูปทรงกระบอกตัดมีร่องรอยตามยาวของเมล็ด ผลแบบนี้เรียกว่า "เมล็ดเดี่ยว" จะออกดอกติดผมหลังจากปลูกในประมาณปีที่ 2 หรือปีที่ 3 และระยะเริ่มออกดอกจนถึงผมเริ่มแก่เต็มที่ใช้เวลาประมาณ 6-8 เดือน ผลเมื่อแก่เต็มที่แล้วจะเป็นสีแดง

2.1.5.2 พันธุ์โรบัสต้า ลักษณะประจำพันธุ์นี้คือ มีกิ่งก้านสาขามากกว่าพันธุ์อื่นๆ ต้นสูงประมาณ 7-16 ฟุต ใบใหญ่กว่าพันธุ์อาราบิก้า มีสีเขียวแต่ไม่เป็นมัน ดอกเกิดบริเวณข้อเป็นกลุ่มๆ มีสีขาว โดยก้านดอกย่อย ชูดอกออกจากแกนของดอก แบบสลับให้ดอกย่อยอยู่ในระดับเดียวกัน ในข้อหนึ่งๆ จะมี 5-6 ดอก ดอกบานอยู่ได้ไม่นานประมาณ 2-3 วัน ก็เหี่ยว ในฤดูหนึ่งๆจะออกดอกประมาณ 2-3 ครั้ง เมื่อผลสุกรูปทรงของผลมีลักษณะเล็กว่าพันธุ์อาราบิก้าอยู่รวมกันเป็นช่อ ช่อมีลักษณะกลมเกิดอยู่ตรงข้อแต่ละข้อ ผลสุกผิวเปลือกสีแดงเข้ม ผลเล็กกว่าพันธุ์อาราบิก้าเล็กน้อย ใช้เวลาตั้งแต่ออกดอกจนถึงผลแก่เต็มที่เก็บเกี่ยวได้ประมาณ 10-11 เดือน กาแฟพันธุ์นี้มีข้อเสียอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งคือ หลังจากให้ผลผลิตสูงในปีหนึ่งๆ แล้ว กิ่งแขนงมักจะแห้งตายเป็นจำนวนมาก ทำให้ผลผลิตในปีต่อไปต่ำลง

2.1.5.3. พันธุ์ลิเบอริก้า ลักษณะประจำพันธุ์ของกาแฟพันธุ์นี้คือ มีทรงพุ่มเป็นรูปปิระมิด ต้นสูงประมาณ 20-50 ฟุต (ถ้าไม่มีการตัดยอด) ลักษณะใบตั้งตรงกับกิ่ง ดอกใหญ่มีกลีบดอก 6-8 กลีบ ออกดอกติดผลเกือบตลอดปี ผลสุกเต็มที่ขนาดใหญ่คล้ายรูปไข่หรือทรงกลม เปลือกหนา ทำให้การกะเทาะเปลือกค่อนข้างลำบาก และต้องใช้เครื่องมือพิเศษ ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มออกดอกจนถึงผลแก่เต็มที่ประมาณ 12-14 เดือน

2.1.6 พันธุ์กาแฟ

กาแฟที่ปลูกกันอยู่ในประเทศไทยขณะนี้ มีมากมายหลายพันธุ์ด้วยกัน และแต่ละพันธุ์ก็มีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ทั้งการให้ผลผลิต อายุการเก็บเกี่ยว และคุณสมบัติที่เด่นบางประการในแต่ละพันธุ์ดังนี้

2.1.6.1 พันธุ์อาราบิก้า มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Coffea arabica* เป็นกาแฟที่มีผลผลิตประมาณ 90 % ของปริมาณกาแฟของโลก ถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบประเทศเอธิโอเปีย เจริญเติบโตได้ดีในแถบที่มีอากาศค่อนข้างหนาว ขัดเป็นพืชกึ่งเมืองหนาว และต้องการฤดูแล้งที่ค่อนข้างยาวนานประมาณ 2-3 เดือน คุณภาพเมล็ดกาแฟอาราบิกามีคุณภาพทั้งกลิ่นและรสชาติดีที่สุด ลักษณะประจำพันธุ์ที่สำคัญคือมีทรงพุ่มเป็นรูปพีระมิด ลำต้นสูงประมาณ 6-16 ฟุต กิ่งมักจะแตกเป็นมุมกว้างกับลำต้น ทำให้ดูเกือบขนานกับพื้นดิน ใบจะเล็ก ไม่ต้านทานต่อโรคราสนิม จึงปลูกไม่ค่อยได้ในแถบที่มีความชื้น หรือฝนตกชุก

2.1.6.2 พันธุ์โรบัสต้า มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Coffea canéphora* หรือ *Coffea robusta* เป็นกาแฟที่ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมปลูกได้ดีมาก โดยเฉพาะจะเจริญเติบโตได้ดีในแถบที่มีฝนตกสม่ำเสมอ ปลูกได้ทั้งที่มีระดับน้ำใต้ดินเสมอระดับน้ำทะเล จนถึง 4,300ฟุต ผลจะเล็กกว่าพันธุ์อาราบิกา และมีนิสัยชอบร่มเงา เป็นพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคราสนิม ผลผลิตดีกว่าพันธุ์อาราบิกาเมื่อเปรียบเทียบต้นต่อต้น แต่มีข้อเสียที่คุณภาพเมล็ดทั้งกลิ่น และรสชาติด้อยกว่าพันธุ์อาราบิกา

2.1.6.3 พันธุ์ลิเบอริก้า มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Coffea liberica* เป็นกาแฟที่ไม่ค่อยมีความสำคัญมากนักในแง่ของการผลิตเพื่อการค้า เพราะเป็นกาแฟที่มีคุณภาพต่ำ คือทั้งกลิ่นและรสชาติด้อยกว่า 2 พันธุ์ข้างต้น แต่ข้อดีคือปลูกได้ดีในแถบที่มีฝนตกชุก และสม่ำเสมอ อีกทั้งมีลักษณะที่สำคัญคือสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมปลูกได้เป็นอย่างดี จึงมีความสำคัญในแง่ของการปรับปรุงพันธุ์มากกว่าการผลิตเพื่อการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 สภาพที่เหมาะสมกับการปลูกกาแฟ

2.1.7.1.อุณหภูมิ กาแฟพันธุ์อาราบิก้าชอบอากาศหนาวเย็น อุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 15-21 องศาเซลเซียส ส่วนกาแฟโรบัสต้าชอบอากาศร้อนชื้นอุณหภูมิที่เหมาะสม 25-32 องศาเซลเซียส

2.1.7.2.ความสูงของพื้นที่ กาแฟพันธุ์อาราบิก้าปลูกได้บนที่สูง 700-1800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล แต่ที่เหมาะสมที่สุดคือ 1,200-1,300 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ส่วนพันธุ์โรบัสต้าปลูกในพื้นที่ตั้งแต่ระดับน้ำทะเลถึง ประมาณ 1,200 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล

*2.1.7.3.*ดิน สภาพดินที่เหมาะสม ควรเป็นดินร่วน ระบายน้ำดี มีอินทรีย์วัตถุ pH ควรเป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อย 5.3-6.6 มีธาตุโปรตัสเซี่ยมสูง เพราะเป็นธาตุสำคัญในการติดผลกาแฟ

*2.1.7.4.*ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำฝนควรมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1,500- 3,000 มิลลิเมตร มีฝนกระจายสม่ำเสมอ ไม่น้อยกว่า 8 เดือน

*2.1.7.5.*ความชื้น กาแฟอาราบิก้า ต้องการความชื้นในอากาศไม่เกิน 80% ส่วนกาแฟโรบัสต้าเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศประมาณ 90% หรือมากกว่า

*2.1.7.6.*แสงแดด กาแฟแต่ละชนิดทนทานต่อความเข้มของแสงแดดแตกต่างกัน กาแฟโรบัสต้าทนทานต่อความเข้มของแสงแดดมากกว่าอาราบิก้า

*2.1.7.7.*ความลาดชัน พื้นที่ปลูกมีความลาดชัน 30-50 % ควรทำขั้นบันไดก่อนปลูกเพื่อป้องกันการชะล้างและพังทลายของดิน

*2.1.7.8.*ทิศทางของพื้นที่ปลูก พื้นที่ปลูกกาแฟควรหันไปทางทิศเหนือและทิศตะวันออก เพื่อไม่ให้ต้นกาแฟได้รับแสงตลอดวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกาแฟอาราบิก้า

2.1.8 การเตรียมพื้นที่ปลูก

ในสภาพที่พื้นที่ที่ยังเป็นป่าจำเป็นจะต้องมีการตัดโค่นต้นไม้ออก หากให้เหมาะสมยิ่งขึ้นควรขุดเอาโคนหรือตอออกด้วย เมื่อต้นไม้ที่ตัดออกนั้นแห้งแล้วควรจุดไฟเผา ควรแยกเผาทีละน้อย ไม่ควรเผาทีเดียวทั้งหมดหรือเผาทีละมากๆ เนื่องจากความร้อนจะทำให้ความสมบูณร์ของดินเสียไป หลังจากได้ถ่างป่าและทำการเผาพวกเศษไม้เรียบร้อยแล้ว ควรไถดินสัก 2-3 ครั้ง และถ้ายังไม่เริ่มปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กาแฟ ควรปลูกพวกถั่วต่างๆ เช่น ถั่วเขียว ถั่วลิสง หรือถั่วเหลือง เพื่อป้องกันการชะล้างของดิน โดยทั่วไปการเตรียมพื้นที่ปลูกดังกล่าวสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

2.1.8.1 โดยการถางป่าให้มีต้นไม้ใหญ่ไว้เป็นไม้บังแดด การเตรียมพื้นที่แบบนี้ให้ดูระยะของต้นไม้ ว่าต้นใดพอที่จะเป็นไม้บังแดดได้ก็ไม่ต้องโค่นทิ้ง ส่วนต้นอื่นๆก็ให้โค่นทิ้งไป หลังจากโค่นต้นไม้ทั้งใหญ่และเล็กเรียบร้อยแล้วก็ควรเก็บเศษกิ่งไม้ออก สำหรับการเตรียมพื้นที่ด้วยวิธีนี้ไม่ค่อยนิยมทำกัน เพราะไม่มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย ยุ่งยากในการปฏิบัติดูแลรักษา แต่สามารถปลูกกาแฟได้เลย โดยไม่ต้องมีไม้บังแดด

2.1.8.2 โดยการถางป่าให้โล่งเตียนหมดทั้งแปลง วิธีนี้นิยมทำกันเพราะมองดูแล้วมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย และสามารถใช้เครื่องจักรเข้าทำงานได้สะดวก ถ้าพื้นที่มีความลาดเอียงเกินกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ควรจะทำเป็นขั้นบัวไดก่อนปลูก โดยให้มีความกว้างของขั้นบันไดประมาณ 1 เมตร ห่างกันขั้นละ 2-3 เมตร แล้วปลูกไม้บังแดดชั่วคราวก่อนหรือปลูกไปพร้อมกับกาแฟหรือไม้บังแดดถาวรก็ได้ สำหรับพื้นที่ที่สม่ำเสมออาจปลูกกาแฟได้เลย หรือทำการไถพรวนดินสัก 2-3 ครั้ง ก็ได้ และเมื่อปลูกแล้วสามารถที่จะปลูกพืชพวกถั่วเขียว ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ข้าวโพด ฯลฯ ระหว่างต้นกาแฟก็จะดียิ่ง เพราะนอกจากจะเป็นการกำจัดวัชพืชแล้ว พืชเหล่านี้ยังให้ผมผลิตตอบแทนอีกทางหนึ่งด้วย

สำหรับการปลูกกาแฟบนภูเขาทางภาคเหนือ การเปิดป่าสำหรับปลูกกาแฟนั้น ป่าที่เปิดใหม่ไม่จำเป็นต้องโค่นต้นไม้ใหญ่ๆ ลงทั้งหมด เพียงแต่ถางต้นหญ้าสูงๆ หรือต้นไม้ขนาดเล็กก็เพียงพอ เพราะต้นไม้ใหญ่ที่เลือกจะได้ใช้เป็นร่มเงากาแฟ วิธีการเพาะปลูกแบบนี้จะให้ผลผลิตน้อยลงไปบ้างเมื่อเทียบกับวิธีถางป่าออกทั้งหมด ส่วยพื้นที่ที่ใช้ปลูกฝิ่นไปแล้ว ถ้ามีความประสงค์จะนำมาใช้ปลูกกาแฟก็มีความเหมาะสมไม่น้อย แต่พื้นที่เหล่านี้ควรจะอยู่ด้านทิศตะวันออก หรือตะวันตก หรือทิศเหนือ เพื่อจะได้ใช้ภูเขาบังร่มกาแฟในระยะแรกๆก่อน

ภาพที่ 2.5. พื้นที่ปลูกกาแฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9 การปลูกกาแฟ

การปลูกกาแฟ ส่วนมากแล้วต้นกาแฟที่นำไปปลูกจะใช้ต้นกล้าที่ชำในถุงพลาสติก ดังนั้นก่อนที่จะนำลงปลูกในหลุมควรเอาถุงพลาสติกออกเสียก่อน และเวลาปลูกให้ต้นตั้งตรงอยู่กลางหลุม ระวังอย่าให้รากแก้วคดงอ แล้วเอาดินใส่ให้เต็มหลุมกดดินให้แน่น สำหรับในกรณีที่ใช้ต้นกล้าที่ถอนจากแปลงเพาะชำมาปลูก ก่อนปลูกควรมีการรองก้นหลุมและกลบดินให้เต็มหลุม เมื่อเวลาปลูกก็ใช้เสียมขุดหลุมพอที่จะหย่อนต้นกาแฟลงไปได้ถึงโคนต้น แล้วกลบดินอีกทีหนึ่ง ถ้าฝนไม่ตกให้รดน้ำทันที และในระยะแรกๆ ควรหาใบไม้หรือทางมะพร้าวมาบังร่มไว้ 2-3 วัน เพื่อให้ต้นกล้าตั้งตัวได้ดีหลังจากปลูกไปแล้ว 2-3 วัน ถ้าพบว่าต้นกล้าตายให้ปลูกซ่อมใหม่แทน สำหรับฤดูการปลูกที่เหมาะสมนั้น ควรเริ่มปลูกเมื่อย่างเข้าฤดูฝนประมาณเดือนพฤษภาคม เพราะจะทำให้ต้นกล้าที่ปลูกไปแล้ว ไม่ว่าจะเป็นต้นกล้าที่ชำในถุงพลาสติกหรือในแปลงชำมีโอกาสตายน้อยและตั้งตัวได้ดีก่อนที่จะถึงฤดูแล้วในปีถัดไป

ภาพที่ 2.6. ภาพต้นกาแฟ ที่พึ่งงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.7. ขั้นตอนการปลูก

2.1.10 การให้น้ำกาแฟ

การให้น้ำกาแฟนั้นพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่บนพื้นที่สูงระดับตั้งแต่ 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลขึ้นไป ซึ่งจะอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีมากกว่า 1,500 มิลลิเมตร และมีการกระจายฝนตั้งแต่ 5-8 เดือน ในรอบ 1 ปี นอกจากนี้ยังมีสภาพอากาศหนาวเย็นความชื้นสูง จึงไม่จำเป็นต้องอาศัยการให้น้ำกับต้นกาแฟ นอกจากนี้หากปลูกกาแฟร่วมกับไม้ผลยืนต้นหรือปลูกกาแฟภายใต้สภาพร่มเงากับไม้ป่าโตเร็ว รวมถึงการคลุมดินโคนต้น ก็เป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้ปลูกไม่ต้องพึ่งระบบชลประทาน

2.1.11 การให้ปุ๋ย

กาแฟเป็นพืชที่ต้องการปุ๋ยค่อนข้างสูง โดยเฉพาะช่วงระยะเวลาเริ่มออกดอกติดผล หากขาดปุ๋ยในช่วงระยะเวลาดังกล่าว ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งความชื้นในดินและในดอกกาแฟน้อย และอุณหภูมิสูงกาแฟจะแสดงอาการเป็นโรคยอดแห้ง (Die back) ไม่เจริญเติบโตและตายในที่สุด

ธาตุอาหารที่ต้นกาแฟต้องการมีอยู่ 3 กลุ่ม คือ

2.1.11.1 กลุ่มธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส

2.1.11.2 กลุ่มธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน

2.1.11.3 ธาตุอาหารจุลธาตุ ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรรอน คลอรีน โมลิปดินัม

2.1.11.4 ระดับความสูง 700-900 เมตร จากระดับน้ำทะเล ควรใส่ปุ๋ยช่วงเดือนพฤษภาคม กรกฎาคม และกันยายน

2.1.11.5 ระดับความสูง 1,000 เมตรขึ้นไป ควรใส่ปุ๋ยช่วงเดือนพฤษาคม สิงหาคม และตุลาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

1. ในกรณีที่พืชแสดงอาการขาดธาตุอาหารหลักหรือธาตุอาหารรอง ให้ใส่ปุ๋ยที่เป็นธาตุอาหารหลักเพิ่มขึ้นหรือธาตุอาหารรองเสริมซึ่งมีทั้งในรูปแบบปุ๋ยเม็ด หรือปุ๋ยเกล็ด ที่ฉีดพ่นทางใบ โดยคำนึงถึงลักษณะของดินและความชื้นในดินในขณะที่ใส่

2. ระยะเวลาในการใส่ปุ๋ยกาแฟ ขึ้นอยู่กับระดับความสูงของสถานที่ปลูก ซึ่งจะมีผมต่ออายุการเก็บเกี่ยวของกาแฟ

2.1.12 การคลุมโคนต้นกาแฟ

การคลุมโคนต้นกาแฟมีประโยชน์มากโดยเฉพาะในช่วงที่สวนกาแฟประสบภาวะแห้งแล้ง ซึ่งจะช่วยในไม่ให้กาแฟทรุดโทรมหรืออาจถึงตายได้ เนื่องจากขาดความชื้นในอากาศและในดิน นอกจากนี้ยังเป็นการป้องกันวัชพืช ที่จะเกิดในแปลงกาแฟในขณะที่ทรงพุ่มกาแฟยังไม่ชิดกัน และเป็นการป้องกันการพังทลายของดินเมื่อเกิดฝนตกหนัก

ข้อควรระวังการคลุมโคน เป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลงศัตรูกาแฟ การคลุมโคนกาแฟ ควรคลุมโคนให้ห่างจากต้นกาแฟประมาณ 10-20 ซ.ม. เพื่อป้องกันไม่ให้แมลงศัตรูกาแฟกัดแทะเปลือกกาแฟ หรือไม่ให้เกิดอันตรายกับโคนต้นกาแฟในระหว่างที่วัสดุคลุมโคนเกิดการย่อยสลายได้ โดยคลุมโคนให้กว้าง 1 เมตร และหนาไม่ต่ำกว่า 10 ซ.ม.

ภาพที่ 2.8. การคลุมโคนต้น

2.1.13 วัชพืชและการป้องกัน

วัชพืชที่พบทั่วไปในสวนกาแฟ มีทั้งใบแคบและใบกว้าง ได้แก่ หญ้าตีนนก หญ้าปากควาย หญ้าตีนกา หญ้าเห็บ หญ้านกสีชมพู กระดุมใบเล็ก สาบแร้งสาบกา ลำพาสี ผักปราบ ลูกใต้ใบ ตีนตุ๊กแก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำจัดวัชพืชในสวนกาแฟสามารถกระทำได้หลายวิธี คือ

*2.1.13.1.*การใช้แรงงานและการใช้เครื่องจักรกลตัดวัชพืชระดับผิวดิน

การใช้แรงงานคนเหมาะสำหรับสภาพพื้น ที่ไม่สามารถใช้เครื่องจักรกล ได้สะดวก โดยเฉพาะการกำจัดวัชพืชโดยวิธีการตัด หรือถากวัชพืชรอบบริเวณโคนต้นในสวนกาแฟที่ปลูกใหม่ เพราะระยะนี้ การใช้สารกำจัดวัชพืชจะเป็นอันตรายกับต้นกาแฟได้ง่าย และในฤดูแล้งการกำจัดวัชพืช ด้วย วิธีการดังกล่าวมีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องกระทำเพื่อลดการแก่งแย่งน้ำในดินระหว่างวัชพืชและต้นกาแฟ และใช้วัชพืชดังกล่าวคลุมโคนต้นกาแฟ เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ

2.1.13.2 การปลูกพืชคลุมดิน

การปลูกพืชคลุมดินนอกจากจะช่วยควบคุมวัชพืชเจริญเติบโตแข่งกับต้นกาแฟแล้วยัง เพิ่มความ อุดมสมบูรณ์ในกับดิน ซึ่งจะมีผลทำให้ต้นกาแฟเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

2.1 13.3. การปลูกพืชแซม

สามารถกระทำได้ในพื้นที่ปลูกกาแฟที่ค่อนข้างราบ หรือมีความลาดเอียงในทิศทางเดียวกัน พืชแซมที่นิยมปลูกในสวนกาแฟปลูกใหม่ เช่น พืชผัก ถั่วต่าง ๆ หรือไม้ตัดดอก แต่หลังจากต้นกาแฟ อายุมากขึ้น และให้ผลผลิตแล้วคงไม่สามารถกระทำได้ เพราะทรงพุ่มจะชิดกันมากขึ้น ไม่มีพื้นที่ว่างพอที่จะปลูกพืชแซมได้

2 1.13 4. การใช้สารกำจัดวัชพืช

ใช้ได้ทั้งในสวนกาแฟขนาดเล็กและขนาดใหญ่โดยใช้ในอัตราที่ปรากฏในตาราง ข้างล่าง ผสมน้ำสะอาด 60-80 ลิตร/ไร่ ใช้หัวพ่นรูปพัด พ่นให้ทั่วต้นวัชพืช แต่ควรหลีกเลี่ยงไม่ให้ละอองสารปลิวไปสัมผัสใบและต้นกาแฟ

2.1.14.โรคและการป้องกันกำจัด

2.1 14 1 **โรคราสนิม (Coffee leaf rust)**

เกิดจากเชื้อรา *Helmileia vastatrix* ทำความเสียหายร้ายแรงแก่กาแฟอาราบิก้ามานานกว่าร้อยปี

ลักษณะอาการของโรค โรคราสนิมสามารถเกิดกับใบกาแฟอาราบิก้า ทั้งใบแก่และใบอ่อน ระยะต้นกล้าในเรือนเพาะชำ และต้นโตในแปลง อาการครั้งแรก จะเห็นเป็นจุดสีเหลืองเล็ก ๆ ขนาด 3 - 4 มิลลิเมตร ด้านในของใบมักจะเกิดกับใบแก่ก่อน จุดสีเหลืองบนใบขยายโตขึ้นเรื่อย ๆ สีของแผลจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีส้ม หรือส้มแก่ เมื่ออายุมากขึ้น บนแผลจะมีผงสีส้ม ซึ่งเป็นยูรีโดสปอร์ของเชื้อรา ด้านบนของใบซึ่งอยู่ตรงข้ามกับจุดที่เป็นโรคจากนั้น ใบกาแฟอาราบิก้าจะร่วง ต้นโกร๋น กิ่งแห้งในเวลาต่อมา ต้นที่เป็นโรครุนแรงใบจะร่วงเกือบหมดต้น

การป้องกันกำจัด มีสารป้องกันกำจัดเชื้อราหลายชนิด ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันและกำจัดโรคราสนิมได้ เช่น บอร์โดซ์มิกซ์เจอร์ (alkaline bordeaux mixture) 0.5 %,คูปราวิท (cupravit) 85 % W.P. อัตรา 50 กรัม น้ำ 20 ลิตร ใช้พันธุ์กาแฟที่ต้านทานต่อโรคราสนิม ได้แก่ กาแฟอาราบิก้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์คาติมอร์ CIFC 7960, พันธุ์คาติมอร์ CIFC 7961, พันธุ์คาร์ติมอร์ CIFC 7962 และ พันธุ์คาติมอร์ CIFC 7963

*2.1 14.2.***โรคเน่าดำ (black rot)**

โรคเน่าดำของกาแฟสาเหตุจากเชื้อรา *Koleroga noxia* เป็นโรคที่สำคัญโรคหนึ่ง ของกาแฟอาราบิก้า ที่ปลูกภายใต้ร่มเงาค่อนข้างหนาทึบ สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับเกิดโรคนี้มักจะเป็นในฤดูฝน ในช่วงที่ฝนตกติดต่อกันหลายวันโดยไม่หยุด ประกอบกับแปลงกาแฟที่มีร่มเงาค่อนข้างทึบ แดดส่องไม่ถึง ส่วนต้นกาแฟที่ปลูกกลางแจ้งไม่พบโรคนี้ระบาด

ลักษณะอาการของโรค อาการของโรคจะแสดงออกที่ใบ กิ่ง และผล ที่กำลังพัฒนาในช่วงฝนตกชุก ในเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม ในระยะเริ่มแรกใบจะเน่ามีสีดำก่อน แล้วลุกลามไปยังกิ่งและผลกำลังเจริญเติบโต เมื่อใบกาแฟแห้งตาย ในปลายฝนจะมีเส้นใยของเชื้อราเส้นใหญ่ ๆ เจริญบนผิวใบกาแฟ เส้นใยเหล่านี้จะดึงให้ใบกาแฟติดอยู่กับกิ่ง โดยไม่ร่วงหล่นจากต้น สำหรับผลกาแฟที่กำลังเจริญเติบโตมีสีเขียวก็จะกลายเป็นสีดำและร่วง และเมื่ออากาศแห้งเห็นเส้นใยสีขาวปกคลุมก้านผลกาแฟคล้ายใยแมงมุมสีขาว การเน่าของใบกาแฟอาจ จะลุกลาม เข้าสู่ตรงกลางของพุ่มกาแฟ

การป้องกันกำจัด ตัดกิ่งที่เป็นโรคออกและเผาไฟ เพื่อทำลายแหล่งแพร่ระบาดของเชื้อ ควรดัดแปลงระบบการตัดแต่งกิ่งต้นกาแฟให้ตรงกลางพุ่มโปร่ง ลมจะได้พัดผ่านสะดวก เพื่อลดความชื้นในทรงพุ่ม เช่น ระบบตัดแต่งกิ่งต้นเดี่ยวของประเทศโคลัมเบียหรืออินเดียควรตัดแต่งไม้บังร่มให้โปร่งมาก ๆ ในต้นฤดูฝนอาจใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืช พวกสารประกอบทองแดงฉีดพ่นเมื่อพบโรคนี้ระบาด 1 - 2 ครั้ง

*2 1.14.3.***โรคเน่าคอดิน (Collar rot หรือ damping off)**

โรคเน่าคอดินสาเหตุจากเชื้อรา ***Rhizoctonia solani*** โรคนี้เกิดในระยะกล้าอายุ 1 - 3 เดือนในแปลง เพาะชำ สาเหตุของการเกิดโรคและความรุนแรงของโรคอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ลักษณะของแปลงเพาะกล้ามีการระบายน้ำไม่สะดวก เพาะเมล็ดซ้ำในแปลงเดิมติดต่อกันหลายครั้ง ติดต่อกันโดยไม่เปลี่ยนวัสดุใหม่ หลังคาเรือนเพาะชำอาจทึบเกินไป ปริมาณของกล้าที่งอกออกมาหนาแน่น เกินไป และประการสำคัญสภาพอากาศในช่วงที่กล้างอก มีความชื้นสูงสลับกับอากาศร้อน

ลักษณะอาการของโรค

อาการของโรคเน่าคอดินมีอยู่ 2 ระยะคือ

ระยะแรก การเน่าของเมล็ดก่อนงอก คัพภะ (embryo) และเอนโดสเปิร์ม (endosperm) จะถูกเชื้อราซึ่งอยู่ในดินเข้าทำลาย เมล็ดเน่าและแตกออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระยะที่สอง การเน่าหลังจากกล้ากาแฟงอกออกจากเมล็ดโผล่ขึ้นมาเหนือดินแล้ว เชื้อราอาจเข้าทำลายตรงโคนที่อยู่เหนือดิน หรือระดับผิวดินจะมีแผลสีน้ำตาลในระยะแรก ต่อมาจะเน่ากลายเป็นสีดำ ในที่สุดกล้าก็เหี่ยวและตาย เชื้อรา R.solani สามารถเข้าทำลายกล้ากาแฟได้ทุก ระยะหลังจากงอกขึ้นมาเหนือดิน ตั้งแต่หัวไม้ขีดซึ่งใบเลี้ยงคู่ยังไม่หลุดออกจากเมล็ดกาแฟ ระยะปักผีเสื้อซึ่งใบเลี้ยงคู่หลุดออกจากเมล็ดเป็นปักผีเสื้อ และระยะที่กล้ากาแฟมีใบจริง 1 - 2 คู่ ในกรณีที่ยังอยู่ในแปลงไม่ได้ย้ายลงถุง

การป้องกันกำจัด

1.หน้าดิน (top soil) หรือวัสดุเพาะอื่น ๆ ควรจะเป็นของใหม่ ไม่ควรนำของเก่ามาเพาะซ้ำ เพราะอาจมีเชื้อราสะสมอยู่ในปริมาณมากเกินไป

2.ไม่ควรให้น้ำแปลงเพาะมากเกินไปในแต่ละครั้ง ซึ่งอาจทำให้น้ำท่วมขังในแปลงได้ ระบบการ ระบายน้ำในแปลงควรจะดี

3.การเพาะเมล็ดในแปลง ควรให้มีระยะห่างพอสมควร มิฉะนั้นเมื่อกล้างอกออกมาหนาแน่น จะต้องถอนทิ้งทีหลัง

4.กล้าที่เป็นโรคเน่าคอดิน ควรถอนทิ้งและเผาไฟ หลังจากนั้นจึงควรพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา เช่นแมนโคเซบ (Mancozeb)

2 1 14.4. **โรครากเน่าแห้ง (Fusarium root disease)**

โรครากเน่าแห้งสาเหตุจากเชื้อรา *Fusarium* spp. ทำความเสียหายร้ายแรงแก่กาแฟอาราบิก้ามากกว่ากาแฟ โรบัสต้า ทำให้ต้นตายภายในเวลาอันสั้น โรคนี้จะรุนแรงในสภาพพื้นที่อุณหภูมิแตกต่างกันมากระหว่าง อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิของดินแตกต่างกันมาก ดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์แปลงกาแฟที่ปลูกกลางแจ้งและรากหรือโคนต้นที่อยู่ใต้ผิวดินเกิดแผล เชื้อราก็เข้าทางแผลนั้น จากการตรวจสอบต้นที่เป็นโรครากเน่าพบว่า มีต้นกาแฟจำนวนมาก ที่มีแผลที่เกิดจากหนอนเจาะโคนหรือควั่นโคนร่วมอยู่ด้วย

ลักษณะอาการของโรค ต้นกาแฟมีใบเหลืองและเหี่ยว ต่อมาใบจะร่วง กิ่งที่อยู่เหนือดินแห้งตาย เมื่อถอนต้นกาแฟจากดิน จะขึ้นมาง่ายมาก เพราะรากเน่าและแห้งตาย เมื่อปาดเปลือกของรากและโคนต้นกาแฟที่อยู่ใต้ดิน จะมีสีน้ำตาล น้ำตาลเทา รากส่วนใหญ่จะแห้ง

การป้องกันและกำจัดโรค ถอนต้นกาแฟที่เป็นโรคเน่าแห้งเผาไฟ เพื่อทำลายแหล่งเพาะเชื้อโรค รากเน่าแห้งจะรุนแรงในสภาพการปลูกกาแฟกลางแจ้งนั้น ดังนั้น ควรปลูกไม้บังร่มให้กาแฟอาราบิก้าในแหล่งที่มีโรครากเน่าแห้งระบาดเอกสารต่างประเทศได้แนะนำให้ใส่ปูนขาวลงไปในดิน ในกรณีพบโรครากเน่าแห้งและทดสอบ pH ของดินพบว่าต่ำกว่า 5.5

95166

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*2.1 14 5.***โรคใบจุดตากบ (Brown eye spot)**

โรคใบจุดตากบ มีสาเหตุจากเชื้อรา *Cercospora coffeicola.* เป็นโรคที่พบระบาดแพร่หลายทั่วไป ทั้งกับกาแฟอาราบิก้าและกาแฟโรบัสต้า ระบาดมากในระยะกล้าที่ปลูกในเรือนเพาะชำ ขาดการดูแลรักษาที่ถูกต้อง เมื่อนำกล้าที่เป็นโรคนี้ไปปลูกในแปลง หากขาดการบังร่มให้แก่ต้นปลูกใหม่ ในระยะแรก โรคใบจุดตากบก็จะทำความเสียหายกับใบรุนแรง จะพบใบที่เป็นโรคร่วงบ่อยครั้งที่พบต้นกาแฟ เป็นโรคใบจุดตากบภายใต้ร่มเงาที่ไม่เหมาะสม โรคนี้อาจพบได้ทุกฤดู แต่จะพบมากในฤดูแล้ง

ลักษณะอาการของโรค ใบกาแฟจะเห็นจุดกลม ๆ ขนาด 3 - 15 มิลลิเมตร จะมีสีน้ำตาล ระยะเริ่มแรก ต่อมาจุดนี้จะกลายเป็นสีเทาหรือเทาอ่อนไปกระทั่งถึงสีขาวตรงจุดกึ่งกลางของแผล ขอบแผลจะมีสีน้ำตาลแดง และจะล้อมรอบ ไว้โดยวงสีเหลือง ส่วนตรงกลางของแผลที่มีสีเทาจะเห็นจุดเล็ก ๆ สีดำกระจายอยู่ทั่วไป จุดเล็ก ๆ เหล่านี้คือ กลุ่มของสปอร์และสปอร์ของเชื้อรา เชื้อราชนิดนี้สามารถทำให้เกิดโรคกับผลกาแฟได้ ทำให้ผลกาแฟเน่ามีสีดำในระยะรุนแรงกาแฟจะมีสีดำ และเหี่ยวย่น ทำให้ผลร่วงก่อนสุกในบางครั้ง

การป้องกันกำจัด แปลงกาแฟควรมีร่มเงาเพียงพอ ต้นกาแฟที่ปลูกใหม่ควรมีร่มเงาชั่วคราวเพียงพอ หลีกเลี่ยงความรุนแรงของโรคการให้ปุ๋ยไนโตรเจนเพียงพอ จะช่วยลดความรุนแรงของโรคในระยะกล้าในแปลงเพาะและแปลงปลูกได้

2.1.15 การเก็บเกี่ยวกาแฟ

กาแฟจะเริ่มออกดอกติดผลหลังจากปลูกไปประมาณปีที่ 3 แล้วเริ่มเก็บผลได้ราวๆ เดือนธันวาเป็นต้นไป ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้นกาแฟและสภาพของพื้นที่ปลูกด้วย ในการเก็บผลกาแฟให้เก็บเฉพาะที่สุกซึ่งมีสีส้ม สำหรับสีผลสีเขียวหรือไม่แก่จัด ไม่ควรเก็บเพราะจะทำให้สารกาแฟคุณภาพต่ำ

หลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้เป็นหลักพิจารณา หรืออาจจะใช้ร่วมกันก็ได้เพื่อจะได้มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

2.1.15 1. อายุการเก็บเกี่ยว ผลกาแฟในแต่ละสภาพพื้นที่ปลูกจะมีอายุการเก็บเกี่ยวไม่พร้อมกัน ระดับความสูง 700-900 เมตรจากระดับน้ำทะเล อายุการเก็บเกี่ยว (ตั้งแต่ติดผล-ผลสุก) ประมาณ 6 เดือน แต่ถ้าระดับความสูง 1000 จากระดับน้ำทะเล อายุการเก็บเกี่ยว (ตั้งแต่ติดผล-ผลสุก) ประมาณ 9 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.15.2.2 การสุ่มตัวอย่าง การทดสอบผลสุกพร้อมที่จะเก็บเกี่ยว โดยการปลิดผลกาแฟแล้วใช้นิ้วบีบผล ถ้าผลสุกเปลือกจะแตกง่ายและเมล็ดกาแฟจะโผล่ออกมา

2.1.15.3. การเก็บเกี่ยวผล ควรเก็บผลที่สุก 90-100 เปอร์เซ็นต์ คือ เมื่อผลมีสีแดงเกือบทั้งผลหรือทั่วทั้งผล หรือผลมีสีเหลืองเกือบทั้งผลหรือทั่วทั้งผล (บางสายพันธุ์ผลสุกจะเป็นสีเหลือง)

2.1.15.4. วิธีเก็บเกี่ยว การเก็บผลกาแฟทำได้ทั้งแบบเก็บทีละผลหรือทั้งช่อ โดยเก็บเฉพาะผลที่สุกในแต่ละช่อ หรือเก็บทั้งช่อก็ได้ หากผลสุกพร้อมกัน เป็นวิธีการที่จะสามารถควบคุมคุณภาพของกาแฟได้ดีที่สุด วิธีการเก็บควรใช้กระเช้าหรือตะกร้าผูกเชือกติดที่สะเอวหรือแขวนคอไว้ เมื่อเก็บเสร็จเต็มตะกร้าแล้ว จึงนำไปถ่ายใส่กระสอบอีกทีหนึ่ง การสุกของเมล็ดกาแฟจะไม่พร้อมกันทั้งต้น ดังนั้นจึงต้องทยอยเก็บเรื่อยๆ ประมาณ 3-4 ครั้ง โดยเว้นระยะห่างหันประมาณ 20 วันต่อครั้ง

ภาพที่ 2.9. ผลกาแฟที่เก็บได้แล้ว

2.1.16.การแบ่งชั้นคุณภาพของกาแฟ

เพื่อเป็นการส่งเสริมและพัฒนาการค้าเมล็ดกาแฟให้มีคุณภาพมาตรฐานเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่ายกรมการค้าภายในโดนความเห็นชอบของกระทรวงพานิชย์ ได้กำหนดมาตรฐานเมล็ดกาแฟของประเทศไทยดังนี้

*2.1.16.1.*มีกลิ่นสี ตามธรรมชาติของเมล็ดกาแฟ ไม่บูดเน่าหรือขึ้นราและไม่มีผลกาแฟปะปน

2.1.16.2 มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 13

*2.1.16.3.*ข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟทั้งหมดจะต้องไม่เกินร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมล็ดกาแฟที่ซื้อขายไม่ควรมีเมล็ดกาแฟกะเทาะเปลือกไม่หมด
- เมล็ดสีดำ (black bean) คือเมล็ดกาแฟที่มีสีดำเกินครึ่งหนึ่งของเมล็ดไม่เกินร้อยละ 2
- เมล็ดมอดคือเมล็ดกาแฟที่มีรูมอดเจาะเกิน 1 รู ไม่เกินร้อยละ 4
- เมล็ดแตกคือชิ้นส่วนเมล็ดกาแฟที่มีขนาดเท่ากับหรือน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเมล็ดกาแฟทั้งหมดไม่เกินร้อยละ 2
- เมล็ดเสียคือเมล็ดกาแฟที่มีลักษณะเป็นรูพรุน เมล็ดกาแฟที่มีเชื้อราหรือมีสีผิดปกติ เมล็ดกาแฟที่ผิดปกติและอื่นๆ ไม่เกินร้อยละ 0.5
- สิ่งเจือปนคือเศษหิน เศษไม้ เปลือกกาแฟ แร่ธาตุ สัตว์ พืช และทุกอย่างที่ไม่ใช่เมล็ดกาแฟ ไม่เกินร้อยละ

ภาพที่ 2.10.การแบ่งชั้นคุณภาพของกาแฟ

2.1.17. การตลาดและการค้ากาแฟ

การตลาดการจำหน่ายกาแฟของเกษตรอาจแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ

*2.1.17.1*เกษตรกรเป็นผู้จำหน่ายกาแฟให้ผู้ส่งออกโดยตรง ซึ่งไปติดต่อรับซื้อถึงแหล่งผลิต และรวบรวมผลผลิตที่ได้ขนส่งโดยรถบรรทุกมาเก็บที่โกดังในกรุงเทพฯ เพื่อรอการส่งออกต่อไป หรือเกษตรกรบางรายอาจจำนำผลผลิตกาแฟของตนไปจำหน่ายให้ถึงบริษัทผู้ส่งออกโดยตรงซึ่งตั้งอยู่บริเวณใกล้ๆ แหล่งผลิต

2.1.17.2 กลุ่มเกษตรกรสหกรณ์การเกษตร ตลาดกลางกลุ่มเกษตรกรหรือพ่อค้าท้องถิ่นจะทำหน้าที่รวบรวมผลผลิตกาแฟจากเกษตรกรเพื่อจำหน่ายให้กับผู้ส่งออก หรือโรงงานแปรรูปกาแฟดิบภายในประเทศซึ่งประกอบไปด้วยโรงงานผลิตกาแฟสำเร็จรูปและโรงงานคั่ว โดย 3 กลุ่มแรกข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะรับฝากหรืออาจจะจ่ายเงินทอรองให้แกเกษตรกรไปก่อนจำนวนหนึ่ง ถ้ามีความต้องการใช้เงินก่อนเมื่อราคากาแฟดีและสามารถจำหน่ายกาแฟได้แล้ว ก็จะหักค่าบริการของกลุ่มเกษตรกรและตลาดกลางที่เหลือเป็นราคาที่เกษตรกรจะได้รับ ส่วนพ่อค้าคนท้องถิ่น การซื้อขายส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดจะเป็นการซื้อขายด้วยเงินสดโดยยึดราคารับซื้อของผู้ส่งออกเป็นหลัก หักด้วนค่าใช้จ่ายต่างๆ และกำไรต่อจากนั้นก็นำผลผลิตที่ได้มาขายส่งที่กรุงเทพฯ

2.1.17.3 เกษตรกรเป็นผู้จำหน่ายกาแฟให้กับโรงงานแปรรูปกาแฟดิบโดยตรง ซึ่งไปรับซื้อกาแฟถึงแหล่งผลิต หรือมีข้อผูกพันกับโรงงานแปรรูปกาแฟดิบที่จะต้องจำหน่ายกาแฟให้ โดยโรงงานเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือหรือให้สินค้าเชื่อแก่เกษตรกรด้านเงินทุน เพื่อการดูแลบำรุงรักษา ค่าปุ๋ย ยาปราบศัตรูพืช และอื่นๆ เป็นต้น

2.1.18. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกาแฟ

การผลิตเมล็ดกาแฟเพื่อให้มีคุณภาพที่ดีนั้น นอกจากจะเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตการพัฒนาของผลกาแฟอย่างต่อเนื่องในระยะก่อนการเก็บเกี่ยวแล้ว ยังขึ้นกับขั้นตอนต่างๆ หลังการเก็บเกี่ยว ดังนี้

2.1.18.1. การเก็บเกี่ยวมีความสำคัญมากต่อคุณภาพของสารกาแฟและผลิตภัณฑ์คุณภาพของกาแฟที่ดี ได้จากการเก็บเกี่ยวกาแฟที่สุกพอดีไม่เขียวเกินไป หรือไม่สุกมากเพราะจะทำให้เกิดกระบวนการหมักส่งผลต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเมล็ดกาแฟที่ไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการจะเข้าสู่กระบวนการผลิตจะทำให้ได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต่ำ โดยการเก็บจะเก็บผลที่สุกมีสีส้ม –แดง การสุกของเมล็ดกาแฟจะไม่สุกทั้งต้น ดังนั้นจึงต้องทยอยเก็บเรื่อยๆ ประมาณ 3-4 ครั้ง โดยเว้นระยะห่างกันประมาณ 20 วันต่อครั้ง

2.1.18.2. การเก็บรักษาเมล็ดกาแฟ ภาชนะบรรจุ ควรสะอาดและใหม่ ปราศจากกลิ่น โรงเก็บควรตั้งอยู่ในที่ไม่อับชื้น ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเก็บไม่ควรเกิน 60% ระยะเวลาในการเก็บรักษาคุณภาพเมล็ดกาแฟจะเปลี่ยนแปลงเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์ และระยะเวลาในการเก็บรักษา ความชื้นในเมล็ดกาแฟไม่ควรเกิน 13%

2.1.18.3. สุขลักษณะและความสะอาด ควรเก็บกาแฟให้หมดต้นเพื่อขจัดแหล่งที่อยู่อาศัยของมอด

2.1.18.4. มาตรฐานของเมล็ดกาแฟ เมล็ดกาแฟที่ดีจะให้คุณภาพกาแฟที่ดี ข้อบกพร่องที่พบในเมล็ดกาแฟเป็นเหตุให้รสชาติกาแฟเสียไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.19.วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว

2.1.19.1.การแปรรูป

การแปรรูปผลผลิตกาแฟ มีความสำคัญต่อการผลิตสารกาแฟให้มีคุณภาพ และรสชาติเป็นที่ยอมรับของตลาด ทั้งภายในและต่างประเทศ ที่ให้คุณภาพดีควรมีวิธีการแปรรูปดังต่อไปนี้

วิธีการแปรรูปมี วิธีที่นิยมปฏิบัติกัน คือ

ก). การทำสารกาแฟโดยวิธีเปียก (Wet Method) เป็นวิธีการที่นิยมกันแพร่หลาย เพราะจะได้สารกาแฟที่มีคุณภาพ รสชาติดีกว่า ราคาสูงกว่าวิธีตากแห้ง (Dry method) โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การปอกเปลือก (Pulping) โดยการนำผลกาแฟสุกที่เก็บได้มาทำการปอกเปลือกนอกทันที โดยเครื่องปอกเปลือก โดยใช้น้ำสะอาดขณะที่เครื่องทำงาน ไม่ควรเก็บผลกาแฟไว้นานหลังการเก็บเกี่ยว เพราะผลกาแฟเหล่านี้จะเกิดการหมัก (fermentation) ขึ้นมาจะทำให้คุณภาพของสารกาแฟ มีรสชาติเสียไป ดังนั้นหลังปอกเปลือกแล้ว จึงต้องนำไปขจัดเมือก

2. การกำจัดเมือก (demucilaging) เมล็ดกาแฟที่ปอกเปลือกนอกออกแล้ว จะมีเมือก (mucilage) ห่อหุ้มเมล็ดอยู่ซึ่งจะต้องกำจัดออกไป ซึ่งมีวิธีการอยู่ 3 วิธีคือ

2.1 การกำจัดเมือกโดยวิธีการหมักตามธรรมชาติ (Natural Fermentation) เป็นวิธีการที่ปฏิบัติดั้งเดิม โดยนำเมล็ดกาแฟที่ปอกเปลือกออกแล้วมาแช่ในบ่อซีเมนต์ ขนาด 3x1.5x1.2 เมตร มีรูระบายน้ำออกด้านล่าง ใส่เมล็ดกาแฟประมาณ 3/4 ของบ่อ แล้วใส่น้ำให้ท่วมสูงกว่ากาแฟ แล้วคลุมบ่อด้วยผ้าหรือพลาสติกปิดปากบ่อซีเมนต์ ทิ้งไว้ 24 - 48 ชั่วโมง ในกรณีที่อุณหภูมิต่ำอากาศหนาวเย็นการหมักอาจจะใช้เวลา 48 - 72 ชั่วโมง) จากนั้นปล่อยน้ำทิ้งแล้วนำเมล็ดมาล้างน้ำให้สะอาด นำเมล็ดมาขัดอีกครั้งในตระกล้าที่ตาถี่ ที่มีปากตระกร้ากว้างก้นไม่ลึกมาก เมื่อขัดแล้วเมล็ดกาแฟจะไม่ลื่นแล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งก่อนที่จะนำไปตาก

2.2 การกำจัดเมือกโดยการใช้ด่าง (Treatment with alkali) วิธีนี้จะใช้เวลาประมาณไม่เกิน 1 ชั่วโมง (โรบัสต้า 1 ชั่วโมง 30 นาที) โดยการนำเอาโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Na OH) ความเข้มข้น 10 % โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 1 กิโลกรัม/น้ำ 10 ลิตร เทลงในบ่อซีเมนต์ที่ใช้หมักเมล็ดกาแฟหลังจากเทเมล็ดกาแฟประมาณ 250 - 300 กิโลกรัม และเกลี่ยให้เสมอกัน จากนั้นใช้ไม้พายกวนเมล็ดกาแฟเพื่อให้สารละลายกระจายให้ทั่วทั้งบ่อประมาณ 30 - 60 นาที หลังจากทิ้งไว้ 20 นาที แล้วตรวจสอบว่าด่างย่อยเมือกออกหมด หรือหากยังออกไม่หมดให้กวนอีกจนครบ 30 นาที แล้วตรวจสอบอีกครั้ง เมื่อเมือกออกหมดต้องนำเมล็ดกาแฟไปล้างด้วยน้ำสะอาด 3 - 4 ครั้งก่อนนำไปผึ่งแดดให้แห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การกำจัดเมือกโดยใช้แรงเสียดทาน (Removal of mucilage by friction) โดยใช้เครื่องปอกเปลือกชื่อ "Aguapulper" สามารถจะกะเทาะเปลือกนอกและกำจัดเมือกของเมล็ดกาแฟในเวลาเดียวกัน แต่มีข้อเสียคือทำให้เมล็ดเกิดแผล ดังนั้นจึงควรคัดผลกาแฟให้มีขนาดใกล้เคียงกันมากที่สุดเพื่อลดความเสียหายของเมล็ดให้น้อยลง

3. การตากหรือการทำแห้ง (Drying) หลังจากเมล็ดกาแฟผ่านการล้างทำความสะอาดแล้ว นำเมล็ดกาแฟมาเทลงบนลานตากที่ทำความสะอาดแล้ว หรือเทลงบนตาข่ายพลาสติกบนแคร่ไม้ไผ่ เกลี่ยเมล็ดกาแฟกระจายสม่ำเสมอไม่ควรหนาเกิน 4 นิ้ว ควรที่จะทำการเกลี่ยเมล็ดกาแฟวันละ 2 - 4 ครั้ง จะทำให้เมล็ดแห้งเร็วขึ้น และเวลากลางคืนควรกองเมล็ดเป็นกอง ๆ และใช้พลาสติกคลุมเพื่อป้องกันน้ำฝนหรือน้ำค้าง ใช้เวลาตากประมาณ 7 -10 วัน เมล็ดจะมีความชื้นประมาณ 13 %

4. การบรรจุ (Packing) เมล็ดกาแฟที่ได้ควรเก็บไว้ในรูปของกาแฟกะลา (Parchment Coffee) เพราะจะสามารถรักษาเนื้อกาแฟและป้องกันความชื้นกาแฟได้ดี ควรบรรจุในกระสอบป่านใหม่ และควรกลับด้านในของกระสอบป่านออกมาผึ่งลมก่อนนำไปใช้ เก็บในโรงเก็บที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ไม่อับชื้น หรือมีกลิ่นเหม็น

5. การคั่ว (Roasting) การคั่วกาแฟ การคั่วกาแฟเป็นวิธีและขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการดึงคุณสมบัติต่างของกาแฟออกมาไม่ว่าจะเป็นความหอม ความกลมกล่อมของรสชาติ เข้ม กลมกล่อมต่างๆออกมา ปกติการคั่วกาแฟจะใช้ความร้อนที่ 180 – 240 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาประมาณ 10 -20 นาที อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้จะมีผลต่อความหอมและรสชาติกาแฟ เป็นอย่างยิ่ง ระดับความเข้มอ่อนของการคั่ว สามารถแบ่งออกเป็นระดับได้มากกว่า 12 ระดับ และกลิ่นหอม แต่จะขออธิบายง่ายๆเป็น 3 กลุ่มเพื่อความเข้าใจในเบื้องต้น

- กาแฟคั่วระดับอ่อน (light roast) สีน้ำตาลอ่อน บางกลุ่มประเทศจะเรียกว่า ซิน่าม่อนครับ เพราะมีสีเหลืองน้ำตาลแบบเปลือกต้นอบเชย การคั่วกาแฟแบบนี้ นั้นจะได้รสชาติความเป็นกาแฟที่ดี อาจมีรสชาติความเปรี้ยวของกรดผลไม้ ที่มีอยู่ในกาแฟด้วย

-กาแฟคั่วระดับปานกลาง (medium roast) จะมีระดับสีความเข้มเพิ่มมากขึ้น ปกติคนอเมริกันจะชอบทานกาแฟระดับนี้โดยชงแบบหม้อต้ม และดื่มกันเป็นแบบแก้วใหญ่ ที่เรียกว่า บักส์ซึ่งในความคิดผมกาแฟระดับนี้ จะชงกาแฟร้นได้อร่อยหอมกรุ่นมาก ครับ

-การคั่วระดับเข้ม (dark roast) เมล็ดกาแฟที่คั่วระดับนี้จะมีสีเข้มมาก เมล็ดจะมันวาวเหมือนมีน้ำมันมาเคลือบจนบางคนเข้าใจว่าต้องใส่น้ำมันหรือเนยด้วย การคั่วแบบนี้จะให้รสเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเป็นรสชาติที่ชาวอิตาเลี่ยนดื่มกัน และนำกาแฟชนิดนี้ ไปใช้ชงด้วยเครื่องชงแบบมีแรงดันได้กาแฟเข้มข้นที่เรียกว่า เอสเพรสโซ่ละครับ

2.1.20. การคั่วกาแฟ

สำหรับหลักการในการคั่วนั้น หลังจากที่เลือกเมล็ดกาแฟดิบ หรือสารกาแฟมาแล้วจะทำการตรวจเช็คระดับความชื้นของเมล็ด เพื่อให้ความชื้นที่เหมาะสมครับ หลังจากนั้นจะเข้าเครื่องคั่ว ซึ่งจะมีทั้งระบบที่เมล็ดสัมผัสกับหม้อคั่วโดยตรง หรืออาจจะเป็นระบบที่เมล็ดลอยอยู่สัมผัสกับอากาศร้อน ครับ ก็จะได้เมล็ดกาแฟที่หอมกรุ่นเหมือนกันครับ ซึ่งผู้คั่วแต่ละรายจะมีเทคนิคในการคั่วที่แตกต่างกัน ครับ เมื่อคั่วกาแฟได้สีที่ต้องการแล้วนั้น ก็จะมีการปล่อยกาแฟออกจากเครื่องคั่วและเป่าลมเย็นประทะกับกาแฟ ให้กาแฟเย็นลงเร็วที่สุด เพราะธรรมชาติของเมล็ดกาแฟก็เหมือนกับไม้ที่ถูกเอาไปเผาไฟละครับ ถ้าไม่ทำให้เย็นเร็วสุดก็จะเกิดการไหม้ต่อเนื่องไปเหมือนถ่านครับ หลังจากนั้น บางโรงคั่วเมื่อคั่วเสร็จกาแฟเริ่มเย็นก็จะบรรจุลงถุงทันที ส่วนใหญ่จะทิ้งข้ามคืน ให้เมล็ดกาแฟได้คลายก๊าซสะสมในเมล็ดบ้าง มีบางทฤษฎี บอกว่าเมื่อกาแฟคั่วเสร็จและถูกทิ้งไว้ เมล็ดกาแฟจะสัมผัสกับอากาศ และแลกเปลี่ยนก๊าซ และทำปฏิกิริยากับอากาศ ในวันที่ 5 หลังจากคั่วเสร็จจะเป็นวันที่เมล็ดกาแฟมีความหอมสูงที่สุด และความหอมจะค่อยๆลดลงหากไม่เก็บในลักษณะที่ถูกต้อง

2.1.21. การเก็บกาแฟคั่วที่ถูกต้อง

เนื่องจากหากเก็บกาแฟไว้ถูกอากาศ สารประกอบประเภทน้ำมันที่มีภายในเมล็ดจะทำปฏิกิริยากับ อากาศทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนและไอน้ำในอากาศจะส่งผลให้คุณภาพด้านกลิ่นลดลงอย่างรวดเร็วดังนั้นเราควรที่จะเก็บกาแฟลงในถุงที่มีวาล์วไล่อากาศหรือวัสดุที่เป็นสูญญากาศและไม่ควรถูกแสง ดังนั้นหากท่านเห็นร้านกาแฟที่ดวักกาแฟจากโหลแก้วที่โชว์ออกมาชงขอให้รู้ว่านั้นไม่ใช่วิธีการเก็บกาแฟที่ถูกต้องครับ

2.1.22. การคัดเลือก (Grading)

กาแฟจะถูกคัดเกรดตามขนาด, รูปร่าง, กลิ่น, ความหนาแน่นและสี โดยอุตสาหกรรมขนาดเล็กจะคัดเกรดด้วยคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.11 การคัดสารกาแฟด้วยมือ

2.1.23. การบด (Grinding)

การบดเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ โดยเครื่องบดพื้นฐานที่นิยมใช้คือ manual grinders ใช้คนบด และ motorized grinders ใช้เครื่องบด

2.1.23.1 การบดเป็นผงโดยใช้มือ (Manual grinding mills) การบดด้วยมือต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญ ซึ่งจะบดได้ประมาณ 20 กก. ใน 8 ชั่วโมง ทำงาน เนื่องจากเป็นงานที่ยากและค่อนข้างน่าเบื่อ จึงได้มีการคิดค้นทำให้การบดนี้ง่ายขึ้นคือการใช้เครื่องมือที่มีลักษณะคล้ายล้อถีบจักรยาน ซึ่งสามารถบดได้ประมาณ 30 กก. ใน 8 ชั่วโมงทำงาน

2.1.23.2 การบดเป็นผงโดยใช้เครื่องจักร (Motorised grinding mills) Horizontal plate, vertical plate หรือ hammer mills ล้วนมีความเหมาะสมในการบดกาแฟ โดยการบดเมล็ดกาแฟควรเลือกสถานที่ที่แยกออกมาจากการผลิตทั่วไป และมีอากาศถ่ายเทสะดวก เนื่องจากจะเกิดฝุ่นละอองมากขณะทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.24. กาแฟกึ่งสำเร็จรูป(Instant Coffee)

การผลิตกาแฟผงกึ่งสำเร็จรูปนั้น เป็นการสกัดและทำแห้งของแข็งที่ละลายน้ำได้ใน กาแฟและองค์ประกอบของสารให้กลิ่นให้ผงหรือเป็นเมล็ดเล็กๆ การผลิตกาแฟกึ่งสำเร็จรูปไม่เหมาะสำหรับผู้ประกอบการขนาดเล็ก เนื่องจากต้องใช้เงินลงทุนสูงในด้านเครื่องจักร เช่น เครื่องสกัด เครื่องทำแห้งแบบผง (Prestripping) บางครั้งสารประกอบ ที่ให้กลิ่นรสจะถูกแยกออกก่อนที่จะทำการสกัดของแข็งที่ละลายน้ำได้ ใช้วิธีการผ่านไอน้ำไปบนกาแฟที่ผ่านการคั่วแล้ว ความดันไอน้ำเริ่มต้นจะสูงพอที่จะทำให้ไอน้ำผ่านฐานที่รองรับกาแฟไปได้ สารที่ให้กลิ่นรสจะถูกควบแน่นด้วย Tubular condenser และจะนำไปผสมกับน้ำกาแฟที่สกัดได้ในภาย

การสกัดของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกาแฟ การสกัดของแข็งที่ละลายน้ำได้ในกาแฟ จะใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย การสกัดจะดำเนินไปอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งสารละลายมีความเข้มข้นประมาณ 15-25 % w/w การสกัดนิยมทำที่อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จะทำให้ปริมาณของแข็งที่สกัดได้ แห้งยาก การสกัดของแข็งที่ละลายได้มี 3 วิธีด้วยกัน คือ

- *(Percolation battesrs)* เป็นวิธีการที่ใช้กันทั่วไป โดยนำกาแฟที่คั่วบรรจุในภาชนะ จากนั้นจะผ่านน้ำร้อนเข้าไปสกัด เของแข็ง ที่ละลายน้ำในกาแฟ น้ำกาแฟจะถูกปล่อยออกไป แล้วภาชนะอันใหม่จะเข้ามาแทนที่ภาชนะเดิม อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดอยู่ที่ 175 องศาเซลเซียส . ภายใต้ความดันสารละลายที่ได้จะมี ความเข้มข้นประมาณ 15-25% น.น./น.น. เข้าสู่กระบวนการทำแห้งต่อไป - *ระบบการไหลสวนทาง*

- *(Countercurrent system)* กาแฟจะถูกผ่านเข้าสู่ภาชนะควบคุมอุณหภูมิรูปทรงกลมอย่างต่อเนื่อง และจะถูกขนขึ้นด้านบน ด้วยสกรูเกลียวที่มีรอบการหมุน 10-22 รอบต่อชั่วโมง น้ำร้อนจะเข้ามาทางด้านบนเพื่อสกัดของแข็งที่ละลายน้ำได้ในกาแฟ จากนั้นน้ำกาแฟที่ได้จะปล่อยออกทางด้านล่าง การทำงานของระบบต้องใช้ความดันและอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส

- (Slurry Extraction) กาแฟและน้ำจะถูกกวนเข้าด้วยกันในแทงค์และจะแยกออกจากกันโดยการหมุนเหวี่ยง ซึ่งเครื่องจักรสำหรับกระบวนการนี้มีราคาค่อนข้างแพงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำแห้ง(Drying) น้ำกาแฟที่ได้สามารถทำให้แห้งโดยใช้ เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย, เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง หรือเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray drying)

- *การทำแห้งแบบพ่นฝอย* เป็นการทำให้น้ำกาแฟเกิดเป็นละอองเล็กขนาดหยดน้ำ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 100-200 ไมโครเมตร) ในกระแสลมร้อนที่ไหลในทิศทางเดียวกัน (150-300 องศาเซลเซียส) ในถังทำแห้งขนาดใหญ่ กาแฟแห้งที่ได้จะถูกแยกออกไปโดยการใช้ Centrifugal atomizer ส่วนของเหลวจะถูกส่งไปยังภาชนะหมุน เพื่อสร้างขนาดของหยดสารละลายใหม่ในการสเปร์ย ผลกาแฟที่แห้งแล้วจะนำออกโดยการใช้สายพานลำเลียงแบบสกรูเกลียว หรือ ระบบนิวเมติก

- *การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze drying)* การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งเป็นการทำแห้งโดยการทำให้ของแข็งกลายเป็นไอโดยไม่ละลายหรือเรียกว่า การระเหิด โดยน้ำกาแฟจะถูกทำให้แข็งอย่างช้าๆ ในอุปกรณ์แช่แข็งทั่วไป จากนั้นจึงทำการระเหิดภายใต้ความดัน 610PA และร้อน โดยไอที่เกิดขึ้นจะถูกดูดกลับไปควบแน่นในคอยล์เย็น การทำแห้งขั้นสุดท้ายจะรวมถึงการทำแห้งแบบระเหยด้วย กาแฟจำเป็นที่จะต้องอยู่ในสภาพที่คล้ายโฟมเพื่อป้องกันการเกิดผลึกคล้ายแก้วของวัตถุดิบที่แช่แข็ง

- *การทำแห้งแบบลูกกลิ้ง(Drum drying)* การทำแห้งแบบนี้ไม่เป็นที่นิยมนักในขณะนี้ เนื่องจากการทำแห้งจะทำให้น้ำกาแฟ ต้องสัมผัสกับลูกกลิ้งรูปทรงกระบอกที่ร้อนจัด

- *การเก็บรักษา (Storage)* การออกแบบสถานที่เก็บรักษาเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง สถานที่เก็บรักษาควรจะแห้ง อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเก็บคืออุณหภูมิต่ำ ความชื้นต่ำและห่างไกลจากสัตว์เลี้ยง และหมั่นตรวจเช็คความชื้นของผลิตภัณฑ์อยู่เสมอ หากพบว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บมีความชื้นสูงขึ้นควรนำไปทำแห้งอีกครั้ง การป้องกันสัตว์เลี้ยงเข้าไปในสถานที่เก็บ ควรจะดูแลบริเวณหลังคาว่ามีการรั่วหรือช่องโหว่หรือไม่ ควรติดมุ้งลวดบริเวณช่องลมหรือหน้าต่าง และควรปิดประตูทุกครั้ง

2.1.25. วัสดุเหลือใช้ที่ได้จากกระบวนการผลิตกาแฟ

วัสดุเหลือใช้ที่ได้จากกระบวนการผลิตกาแฟ หากไม่ทำการบำบัดจะก่อให้เกิดกลิ่นรบกวนรวมทั้งเป็นแหล่งของเพาะพันธุ์ของแมลงและเชื้อโรค เราสามารถนำวัสดุเหลือใช้เหล่านี้กลับมาเป็นอาหารสัตว์ ปุ๋ย และใช้สำหรับการสกัดคาเฟอีนและผลิตแก๊สชีวภาพได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.ทฤษฎีและหลักการในการขนถ่ายวัสดุ

อุปกรณ์ลำเลียงขึ้นที่สูง (ElevatingConveyors)

อุปกรณ์ลำเลียงมาตรฐานส่วนใหญ่ จะมีขีดจำกัดด้านสมรรถนะสำหรับการลำเลียงวัสดุแข็งปริมาณมวลขึ้นที่สูงความชันมากกว่า 20° ตามที่การวางผังโรงงานและการพิจารณาอื่น ๆ มักจะต้องการให้วัสดุจำนวนมาก ๆ เคลื่อนตัวขึ้นที่สูง ภายในขอบเขตในแนวนอนระยะค่อนข้างสั้น จึงได้มีการพัฒนาอุปกรณ์ประเภทพิเศษขึ้นสำหรับวัตถุประสงค์นี้ อุปกรณ์นี้มักเรียกว่า "Elevators" หรือ "Conveyor/elevator" ส่วนใหญ่จะเป็นกระพ้อลำเลียง (Bucket Elevators) และ Pivoted Bucket Carriers ในเวลาไม่กี่ปีมานี้ได้มี การเริ่มนำสายพานยางชนิดพิเศษมาใช้งานสำหรับการทำงานประเภทนี้

2.2.1.กระพ้อลำเลียง (Bucket Elevators)

สมาคมผู้ผลิตอุปกรณ์ลำเลียงได้นิยามกระพ้อลำเลียงไว้ดังนี้ "อุปกรณ์ลำเลียงสำหรับนำพาวัสดุปริมาณมวลในแนวดิ่งหรือเส้นทางลาดชัน ซึ่งประกอบด้วย สายพาน, โซ่ หรือ ต่อชนปลายทั้ง2 เข้าด้วยกันโดยมีชุดกระพ้อประกอบอยู่ กลไกที่จำเป็นบริเวณปลายด้านบนสุดและฝาครอบ และโครงหรือเรือนรองรับสายพานหรือโซ่จะทำงานในทิศทางเดียว จะมีใช้งานอยู่อย่างจำกัด ตามปกติแล้วการขนถ่ายแนวนอน ยกขึ้นแล้วจึงถ่ายเทก่อนข้างจะประหยัดมากกว่ากระพ้อลำเลียงขึ้นทางลาดชัน กระพ้อลำเลียงนี้กล่าวได้ว่าเป็นรูปแบบของอุปกรณ์ลำเลียงที่เก่าแก่ โดยมีประวัติมาตั้งแต่สมัยบาบิโลนที่มีการใช้ตะกร้าหวายซึ่งบุด้วยยางสนและยึดเข้ากับเชือก ทำงานอยู่บนลูกรอกไม้ที่ใช้ทาสหมุน เพื่อวิดน้ำขึ้นไปยังท่อชลประทาน ไม่แปลกเลยที่กระพ้อลำเลียงจะมีความสำคัญที่สุดในอดีต เพราะในปัจจุบันวิศวกรและนักออกแบบต่างก็ตระหนักดีว่ากระพ้อลำเลียงที่ออกแบบมาดี และนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างเหมาะสมมักจะมีข้อดีเหนือกว่าการขนถ่ายวัสดุปริมาณมวลขึ้นที่สูงวิธีอื่น กระพ้อลำเลียงแนวดิ่งจะประหยัดพื้นที่มากทำให้การวางผังเครื่องจักรยืดหยุ่นได้พร้อมกับมีต้นทุนงบประมาณเริ่มแรกต่ำที่สุด ซึ่ง เป็นข้อดีที่สำคัญที่สุด

วัสดุปริมาณมวลถัวเฉลี่ยสำหรับกระพ้อลำเลียงจะมีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้

1. วัสดุก้อนขนาดเล็ก 4 นิ้ว (วัสดุที่ถูกบดหรือถูกคัดขนาดเล็กกว่า 4 นิ้ว และอาจรวมที่เป็นผงละเอียดด้วย) 2. ไม่มีปัญหาการไหลตัวอย่างผิดปกติ ซึ่งต้องการกระพ้อแบบพิเศษหรือไม่ยินยอมที่จะพิจารณา กระพ้อลำเลียง แบบทั่ว ๆ ไป เช่น วัสดุเหนียวมากที่มีคุณลักษณะพิเศษคล้ายกับสิ่งโสโครก

3. วัสดุที่มีอุณหภูมิเท่าสภาพแวดล้อมหรือสูงกว่าเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.วัสดุที่มีความคมไม่มากหรือไม่มีการผุกร่อนอย่างรุนแรง

5.ไม่เสื่อมสภาพง่ายในการขนถ่ายปกติ

กระพ้อลำเลียงสามารถที่จะใช้โซ่หรือสายพานเป็นตัวนำพาไปได้ ข้อดีหลักของสายพานกระพ้อลำเลียงที่ดีกว่ากระพ้อแบบโซ่ มีดังนี้

1.ความเร็วสูงกว่า และทำให้อัตราขนถ่ายสูงกว่าด้วย

2.การทำงานนิ่มนวลกว่า และเงียบกว่า

3.ทนทานต่อการขัดสีของวัสดุได้สูง เช่น ทราย เศษถ่านโค้ก วัสดุกลุ่มที่เป็นแก้ว

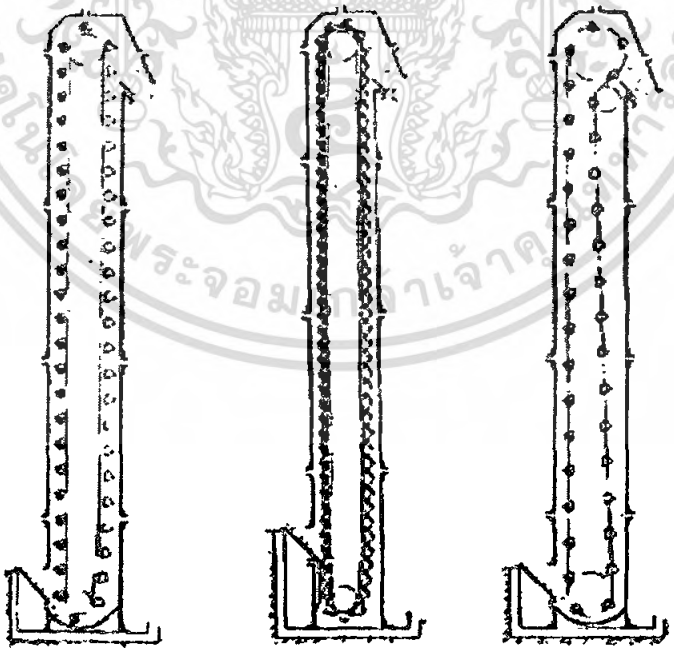
เพื่อเป็นการช่วยให้เข้าใจได้ดีที่สุด ซึ่งทำให้การออกแบบ และการใช้งานของกระพ้อลำเลียงประสบผลสำเร็จ ดังนั้น จึงต้องทำความเข้าใจหลักเบื้องต้นของอุปกรณ์ลำเลียงขึ้นที่สูงโดยทั่วไปกระพ้อลำเลียงจะแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. แบบปล่อยวัสดุออกด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Discharge)

2. แบบปล่อยวัสดุออกอย่างต่อเนื่อง (Continuous Discharge)

3. แบบปล่อยวัสดุออกอย่างเชื่อถือได้ (Positive Discharge)

ชื่อเหล่านี้เรียกตามเส้นทางขนถ่ายและเส้นทางปล่อยวัสดุออก (รูป2.1) ดังจะกล่าวถึงในรายละเอียดต่อไป



ภาพที่ 2.12 กระพ้อลำเลียงประเภทต่าง ๆ

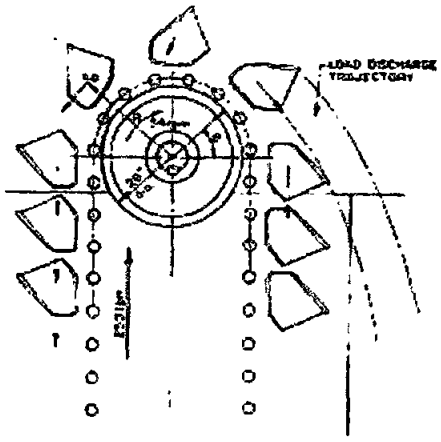
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุออกด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Discharge Elevator)

กระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุออกด้วยแรงเหวี่ยงจะประกอบไปด้วย ตัวกระพ้อที่ติดตั้งอยู่บนโซ่ หรือสายพาน โดยเว้นระยะช่องว่างไว้ดังในรูป 2.2 วัสดุจะถูกป้อนเข้าไปยังส่วนล่างของอุปกรณ์และถูกกระพ้อตักขึ้นในขณะที่วัสดุอยู่บริเวณรอบ ๆ ล้อด้านล่าง และจะถูกปล่อยออกด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์เมื่อวัสดุผ่านข้ามล้อด้านบนกระพ้อลำเลียงแบบนี้จะ ทำงานที่ความเร็วสูงกว่าประเภทที่ปล่อยวัสดุออกอย่างต่อเนื่องเนื่องจากอุปกรณ์นี้จะอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเพื่อให้วัสดุถูกปล่อยออกอย่างถูกต้องดังในรูป 2.3 ความเร็วใช้งานจะเป็นส่วนที่ต้องใช้ความระมัดระวังมาก เนื่องจากรูปแบบการปล่อย วัสดุออกที่ถูกต้องจะเป็นฟังก์ชั่นของเส้นผ่าศูนย์กลางล้อด้านบนกับความเร็วที่พอเหมาะกับการออกแบบของตัวกระพ้อๆ ลำเลียง แบบนี้ส่วนใหญ่จะทำงานที่ช่วงความเร็วตั้งแต่ 225 ฟุตต่อนาที ถึง 400 ฟุตต่อนาที (69 ถึง 122 เมตรต่อนาที)

ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างของกระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุออกด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.14รูปแบบวิถีโค้งของกระพ้อแบบแรงเหวี่ยงสำหรับช่องว่างที่ต่อเนื่องของตัวกระพ้อแบบAC

เนื่องมาจากปฏิกิริยาการตักวัสดุของตัวกระพ้อบริเวณที่ป้อนวัสดุเข้า กระพ้อลำเลียงแบบที่ปล่อยวัสดุออกด้วยแรงเหวี่ยง จำเป็นต้องจำกัดให้วัสดุที่จะขนถ่ายเป็นวัสดุค่อนข้างละเอียดและไหลตัวได้อย่างอิสระ ถ้าป้อนวัสดุก้อนขนาดใหญ่ (มากกว่า 2 นิ้ว หรือ 5.0 มม.) เข้าสู่ส่วนล่างของกระพ้อลำเลียง ในบางครั้งจะเกิดความเสียหายต่อโซ่หรือตัวกระพ้อได้ค่อนข้างมาก ทำให้ไม่สามารถที่จะขนถ่ายวัสดุก้อน ขนาดใหญ่ได้ วิธีการหยาบๆ .ที่ได้ผลในการจำกัดขนาดก้อนวัสดุสำหรับกระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุออกด้วยแรงเหวี่ยงนี้ ก็คือเปรียบเทียบปฏิกิริยาการตักวัสดุของตัวกระพ้อกับการตักวัสดุที่จะขนถ่ายโดยใช้คนและพลั่ว วัสดุที่ตักด้วยมือได้ง่ายจะสามารถขนถ่ายด้วยกระพ้อแบบนี้ได้ผลดี ในขณะที่วัสดุที่ตักด้วยมือได้ยาก ปกติแล้วจะ มีผลให้ชุดกระพ้อลำเลียงเกิดเสียหายขึ้นได้ ขณะที่มีการจำกัดขนาดก้อนวัสดุใหญ่สุดสำหรับกระพ้อลำเลียงแบบนี้ ในบางครั้งอาจจำเป็นต้องจำกัดความละเอียดขนาดเล็กสุดของวัสดุด้วยเช่นกัน ควรระมัดระวังเป็นพิเศษในการขนถ่ายวัสดุที่มีความละเอียดน้อยกว่า 200 Mesh เนื่องจากมันจะมีคุณลักษณะเฉพาะเป็นของไหล

กระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุออกด้วยแรงเหวี่ยงแบบมาตรฐานทั่วไป ยังรู้จักกันในชื่อ "Spaced Bucket" โดยทั่วไปจะประกอบด้วย กระพ้อเหล็กหล่อเหนียว (Cast Malleable Iron Buckets) แบบ "A" หรือ "AA" ขนาดระหว่าง 6" x 4" ถึง 20" x 8" (150 x 100 มม. ถึง 500 x 200 มม.) ขนาดที่บอกตัวแรกจะเป็นความกว้างและตัวที่สองจะเป็นขนาดภาพฉาย โดยทั่วไประยะห่างกระพ้อแต่ละตัวประมาณ 13" ถึง 18" (32 มม. ถึง 46 มม.) ขึ้นอยู่กับขนาดตัวกระพ้อที่ใช้ ตัวกระพ้อเหล่านี้สามารถติดตั้งกับโซ่ได้เกือบทุกชนิด แต่ปัจจุบันจะนิยมใช้โซ่ประเภทข้อเหล็กกล้าผสม และสำหรับข้อต่อโซ่สั้น ๆ ประเภทงานที่เบากว่า ก็จะใช้โซ่เหล็กกล้าเชื่อม (Welded Steel Chains)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุออกอย่างต่อเนื่อง (Continuous Discharge Elevator)

กระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุออกอย่างต่อเนื่องจะประกอบด้วยแถวของตัวกระพ้อที่ติดตั้งอย่างต่อเนื่อง โดยไม่เว้นระยะบนโซ่หรือสายพาน ดังในรูป 2.4 วัสดุจะถูกป้อนเข้าไปยังตัวกระพ้อโดยตรงด้วยช่องป้อน (Loading Leg) เป็นการขจัดปฏิกิริยาการขุดที่เกิดขึ้นในกระพ้อแบบแรงเหวี่ยงทิ้งไป และป้อนวัสดุออกโดยแรงโน้มถ่วงผ่านด้านหลังของกระพ้อตัวก่อนหน้านั้น ในขณะที่มันผ่านข้ามล้อด้านบน กระพ้อลำเลียงแบบนี้จะทำงานที่ความเร็วต่ำในช่วง 100 ฟุตต่อนาที ถึง 160 ฟุตต่อนาที (30.5 ถึง 48.8 เมตรต่อนาที) ซึ่งปกติจะถูกกำหนดโดยระยะพิตของโซ่และเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อกระพ้อแบบต่อเนื่องใช้งานมาตรฐานจะมีกระพ้อต่อเนื่องแบบ "D" หรือ "DH" ทำด้วยเหล็กกล้า Fabricated ติดตั้งกันอย่างต่อเนื่องบนโซ่แนวเดียวหรือแนวคู่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความกว้างของตัวกระพ้อ โดยมีขนาดมาตรฐานตั้งแต่8"x5"ถึง24"x8"หรือมากกว่าถ้าต้องการ (20 x 12.7 มม. ถึง 61 x 20 มม.) ตัวกระพ้อจะติดตั้งอยู่บนโซ่ทะลุด้านหลังของตัวกระพ้อ กระพ้อลำเลียงแบบต่อเนื่องแบบอื่น ๆ ได้แก่ ประเภท "Super Capacity" ซึ่งจะประกอบด้วยกระพ้อที่ถูกออกแบบให้ติดตั้งอยู่ระหว่างโซ่ 2 เส้น ทำให้กระพ้อสามารถยื่นไปทางด้านหลังของเส้นศูนย์กลางโซ่ได้ เป็นการเพิ่มอัตราขนถ่ายให้มากขึ้นและยังสามารถขนถ่ายวัสดุก้อนขนาดใหญ่ขึ้นได้อีกด้วย วัสดจะถูกป้อนเข้าไปยังกระพ้อโดยตรงผ่านช่องป้อนวัสดุและจะปล่อยวัสดุออกเหนือกระพ้อตัวก่อนหน้า กระพ้อแบบนี้จะทำงานที่ความเร็ว 80-120 ฟุตต่อนาที(24-36.5 เมตรต่อนาที)ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะพิตของโซ่

ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างกระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุออกอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระพ้อลำเลียงแบบต่อเนื่องถูกออกแบบเป็นพิเศษ สำหรับการขนถ่ายวัสดุก้อนขนาดใหญ่ ทั้งยังขนถ่ายวัสดุละเอียดได้ดีพอ ๆ กับวัสดุก้อน อย่างไรก็ตาม เพื่อความประหยัดควรจำกัดการเลือกเฉพาะวัสดุก้อน หรือวัสดุที่ไม่สามารถขนถ่ายด้วยแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางได้

กระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุออกได้อย่างเชื่อถือได้ (Positive Discharge Elevator)

กระพ้อลำเลียงแบบนี้ เป็นแบบผสมผสานกันระหว่างประเภทต่าง ๆ ในส่วนลักษณะเพิ่มเติม โดยมันจะมีช่องว่างระหว่างตัวกระพ้อ ตักวัสดุจากส่วนล่างและมันจะติดตั้งอยู่ระหว่างโซ่ 2 แนว ทำงานที่ความเร็วต่ำ 120ฟุตต่อนาที (36.5 เมตรต่อนาที) และมีลักษณะของมันโดยเฉพาะซึ่งเป็นแบบเพลาข้อต่อพิเศษและล้อเฟืองโซ่อยู่หลังล้อด้านบน เพื่อให้กระพ้อคว่ำปล่อยวัสดุได้อย่างสมบูรณ์ กระพ้อแบบนี้ปกติจะใช้กับวัสดุเบาอ่อนนุ่มหรือวัสดุเฉื่อย ซึ่งมีแนวโน้มที่จะยึดติดในกระพ้อประเภทอื่น

ส่วนประกอบของกระพ้อ

ส่วนประกอบของกระพ้อลำเลียงเบื้องต้นจะประกอบด้วย

1.ตัวกระพ้อ(Buckets)

2.สื่อในการลำเลียง(CarryingMedium)

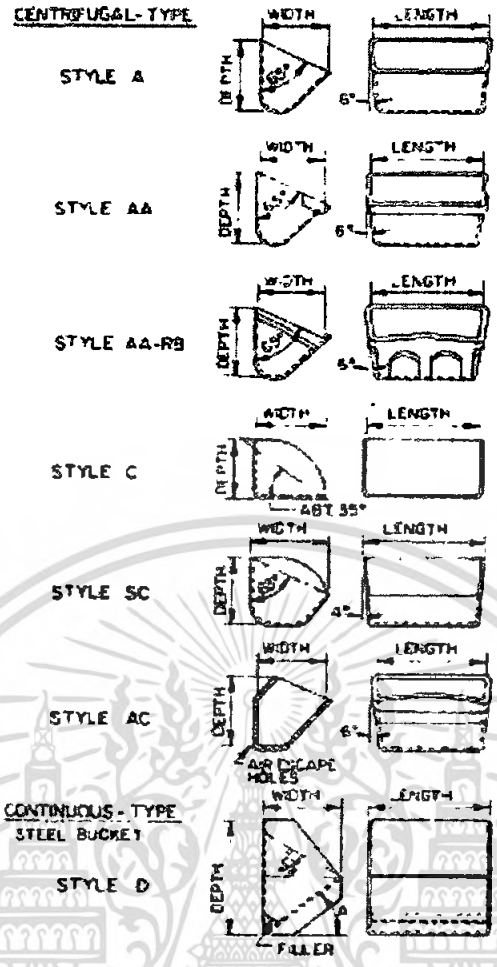
3.ส่วนปลายของกระพ้อลำเลียง(Terminals)

4.ตัวเรือน (Casings)

ตัวกระพ้อ (Elevator Buckets)

จากการทำความเข้าใจกับคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุ หรือความสามารถในการไหลตัวของวัสดุ ทำให้สามารถเลือกตัวกระพ้อได้ การนำกระพ้อไปใช้งานอย่างถูกต้องจะเป็นตัวกำหนดการเลือกตัว กระพ้อเอง จากการเลือกตัวกระพ้อก่อนจึงจะกำหนดประเภทหรือออกแบบชุดลำเลียงได้ กระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุออกด้วยแรงเหวี่ยงหลาย ๆ ลักษณะ โดยทั่วไปจะใช้ตัวกระพ้อตามในรูป 5 โดยทั่วไปกระพ้อแบบ A จะเป็นรากฐานของกระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุออกด้วยแรงเหวี่ยง รูปแบบของตัวกระพ้ออื่น ๆ จะใช้สำหรับการพิจารณาขั้นพิเศษ ตัวอย่างเช่น กระพ้อแบบ AA ใช้กับวัสดุค่อนข้างคม เมื่อต้องการป้องกันการใช้ขอบในการตักเป็นกระพ้อแบบ SC และ C ใช้สำหรับการขนถ่ายวัสดุเหนียว ที่มีแนวโน้มจะอัดตัวแน่นในส่วนล่างของตัวกระพ้อ กระพ้อแบบ AC เดิมนั้นถูกพัฒนาขึ้นใช้ในโรงงานปูนซีเมนต์ส่วนมากจะใช้สำหรับวัสดุแข็งละเอียด(Fine Mesh Fluo-solids)เมื่อต้องการขนถ่ายอัตรามากๆ หรือสำหรับวัสดุความคมสูง การไหลตัวอิสระ ตัวกระพ้ออาจจะทำมาจากเหล็กหล่อ เหล็กกล้าFabricated หรือพลาสติก ได้แก่ ไนล่อนหล่อ หรือ Polypropylene

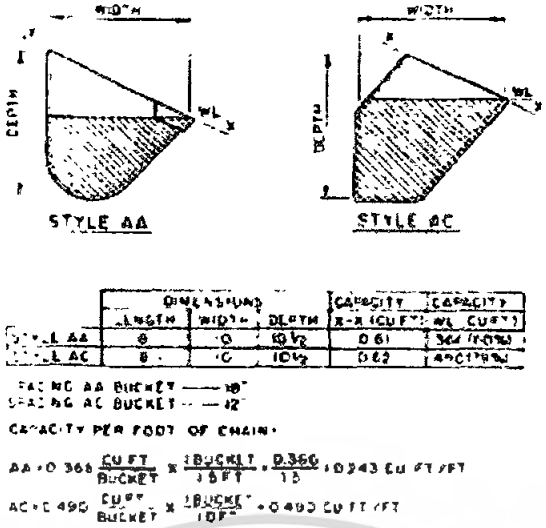
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.16 กระพ้อรูปแบบต่าง ๆ

กระพ้อแบบ AC หรือ ACS ใช้ขอบด้านหน้าสูงสำหรับอัตราขนถ่ายที่มีระดับน้ำสูงสุด จากการเปรียบเทียบซึ่งกันและกัน แบบขอบหน้าสูงจะให้อัตราขนถ่ายสูงกว่ากระพ้อแบบ AA ทั่วไป ประมาณ 25% ดังในรูป 2.6 เพื่อให้ได้อัตราขนถ่ายมากที่สุดจะ ทำตัวกระพ้อให้ใหญ่ขึ้นโดยกว้างถึง 27" (686 มม.) และช่องว่างระหว่างตัวกระพ้อน้อยที่สุด โดยทั่วไประยะช่องว่างของกระพ้อธรรมดาจะถูกกำหนดโดยการปล่อยวัสดุออกอย่างเหมาะสมและถูกจำกัดให้มีช่องว่างอย่างน้อย 18" (457 มม.) สำหรับขนาดภาพฉาย 10" เพื่อให้บรรลุอัตราขนถ่ายเชิงปริมาตรที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.17 เปรียบเทียบอัตราขนถ่ายระหว่างแบบ AA กับแบบ AC

ดังนั้น สำหรับการขนถ่ายวัสดุจำพวกแร่และคล้ายคลึง การเว้นระยะห่างของตัวกระพ้อแบบปล่อยวัสดุออกด้วยแรงเหวี่ยงจะมีอิทธิพลต่อผลที่จะได้รับเป็นอย่างมากซึ่งมีการใช้งานในอุตสาหกรรมเมล็ดพืชมาเป็นเวลานาน ปัญหาประการหนึ่งในการขนถ่ายวัสดุของสารปนดิบ (Raw Meal) หรือปูนซีเมนต์ ก็คือการที่จะให้ประสิทธิภาพของตัวกระพ้อบรรลุถึงขั้นสูงสุดในขณะที่ขนถ่ายวัสดุละเอียดมากๆจากประสบการณ์ที่ผ่านมาในการถ่ายวัสดุละเอียดมากๆโดยกระพ้อแบบธรรมดาๆ ประสิทธิภาพของกระพ้อบริเวณที่ป้อนวัสดุเข้าและบริเวณปล่อยวัสดุออกจะต่ำมากเนื่องมาจากอากาศที่ค้างอยู่ภายในตัวกระพ้อ

หลายปีมาแล้วที่อุตสาหกรรมเมล็ดพืชมีการใช้กระพ้อแบบระบายอากาศ สำหรับขนถ่ายแป้งและวัสดุประเภทเดียวกันเพื่อควบคุมอากาศที่ค้างอยู่ภายใน ซึ่งเป็นการพยายามแก้ปัญหาเมื่อใช้กระพ้อแบบธรรม (แบบ A) ในการขนถ่ายวัสดุละเอียดมาก ๆ ต่อมาได้มีการประยุกต์หลักการนี้กับกระพ้อแบบACก็ได้รับผลสำเร็จ การใช้กระพ้อที่มีฝาปิด ติดตั้งอย่างต่อเนื่องในกระพ้อแบบแรงเหวี่ยงต้องควบคุมความเร็วให้ดีการควบคุมอยู่ในรูปแบบของการเลือกความเร็วในขณะเริ่มต้นอย่างเหมาะสมค่อนข้างจะผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนแปลงความเร็วรูปแบบวิถีโค้งของวัสดุที่ถูกปล่อยออกสามารถที่จะคาดการณ์ได้ล่วงหน้าโดยทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้จากพื้นฐานการวิเคราะห์สำหรับการควบคุมความเร็วที่ดี

กระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุออกอย่างต่อเนื่อง รูป 2.17 มีหลายประเภท กระพ้อที่มีมุมด้านหน้า 40 องศาเป็นแบบที่นิยมใช้กับกระพ้อแนวดิ่ง ช่องว่างระหว่างกระพ้อโดยทั่วไปจะเป็น 2 หรือ 3 เท่าของภาพฉายของกระพ้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 สายพาน

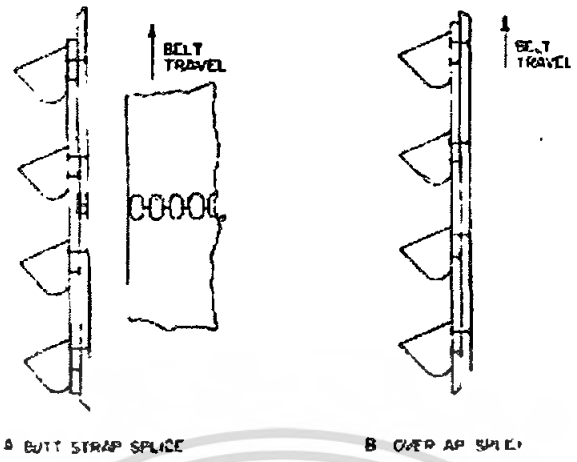
กระพ้อที่ใช้สายพานเป็นสื่อในการลำเลียงจะถูกจำกัดด้วยการถอนตัวออกจากสายพานของสลักเกลียวยึดตัวกระพ้อการต่อประกบที่เหมาะสม อุณหภูมิ การเสื่อมสภาพของโครงสายพาน เนื่องจากความชื้นและความเสียหายของสายพานเนื่องจากการเจาะรู กระพ้อสายพานใช้งานได้ดีในการลำเลียงแร่ในเหมืองที่มี Moh Hardness Number สูงกว่า 7 และในการใช้งานความเร็วสูง ได้แก่ กระพ้อลำเลียงเมล็ดพืชกระพ้อลำเลียงเศษไม้เป็นต้น

อันดับแรกของการเลือกสายพานที่จะใช้กับกระพ้อ คือ ความต้านทานต่อการถอนตัวออกจากสายพานของสลักเกลียว ปฏิกิริยาแรงที่กระทำบนตัวกระพ้อจากการขุดในส่วนล่างและการบิดเนื่องจากการอัดตัวของวัสดุระหว่างตัวกระพ้อกับสายพาน ทำให้สลักเกลียวยึดกระพ้อถอนตัวออกจากสายพาน ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงใช้สลักเกลียวหัวใหญ่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็ก (1/4" หรือ 3/8") จำนวนมากในการกวดอัดกระพ้อเข้ากับสายพาน การเลือกสายพานจะยึดหลักให้มีจำนวนชั้นผ้าใบเพียงพอต่อการต้านทานการถอนตัวของสลักเกลียว เมื่อระยะระหว่างล้อสายพานยาวมาก ๆ จะทำให้แรงดึงสายพานมีส่วนในการเลือกสายพานด้วย

การทดสอบการถอนตัวออกจากสายพานของสลักเกลียวยึดกระพ้อจำนวนมาก ซึ่งทำโดยบริษัทยาง Goodyear ซึ่งพิสูจน์ถึงการเลือกสายพานด้วยหลักการนี้ในสมัยก่อน เนื่องจากการบิดตัวของกระพ้อที่เกิดจากวัสดุอัดตัวอยู่ระหว่างกระพ้อกับสายพาน ทำให้กระพ้อสายพานโดยทั่วไปไม่สามารถใช้กับประเภทที่ปล่อยวัสดุออกด้วยแรงเหวี่ยงได้

รูป 2.18 เป็นตัวอย่างรอยต่อสายพานแบบเกยกัน ที่แนะนำให้ใช้กับกระพ้อสายพานทั่วๆ ไป เนื่องจากขอบเขตด้านระยะห่างและการป้อนแบบกระแทกจากการตักของกระพ้อในส่วนล่างการต่อสายพานแบบทั่วไปจะไม่เหมาะสม สำหรับสายพานที่หนามาก ๆ มีผ้าใบ 8 ชั้น และมากกว่า การต่อสายพานแบบปลายต่อชนแบบพิเศษ (Special Butt Strap type Splice) จะให้ผิวสายพานราบเรียบสม่ำเสมออย่างต่อเนื่องในขณะที่เข้าหรือออกจากล้อสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ 2.18 การต่อชนสายพานของกระพ้อลำเลียง

ผ้าที่ใช้ทำสายพานกระพ้อจะต้องมีขนาดใหญ่ และแข็งแรงพอที่จะทนต่อการกระชากของสลักเกลียวกระพ้อแข็งแรงพอที่จะรับแรงดึงในสายพาน และโค้งตัวเมื่อผ่านไปบนล้อสายพานผ้าฝ้ายลินินขาว (Cotton Duck) และใยผ้าสังเคราะห์ชนิดต่างๆ สามารถที่จะใช้ทำสายพานกระ-พ้อได้ ตารางที่2.1 จะเป็นผ้าสิ่ระดับที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะเฉพาะตัวที่ต้องการสำหรับใช้เป็นสายพานกระพ้อ หากการสร้างมีความสมดุลย์ดีแล้ว ผ้าฝ้ายแพรเทียม (Cotton-rayon) และผ้าแพรไนล่อน (Rayon-nylon) จะมีคุณลักษณะเฉพาะตัวที่ดีที่สุดสำหรับใช้งานกับกระพ้อ

รอยต่อสายพานแบบ Vulcanized จะเป็นแบบที่ควรใช้ แต่ปกติแล้วใช้กันน้อยเนื่องจากไม่ค่อยมีเนื้อที่ไว้สำหรับอุปกรณ์อบยาง สายพานจะถูกยึดแบบชั่วคราวด้วยวิธีอื่น และใช้งานไปจนกว่าจะผ่านการยืดตัวในช่วงแรกไปแล้วจึงจะทำการอบโดยใช้กรรมวิธีธรรมดา ช่วงเวลาสั้น ๆ ในการเข้าที่นี้ มีความจำเป็นสำหรับรอยต่อใหม่หลังการติดตั้ง เนื่องจากการที่สายพานจะยืดตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภท	วัสดุปริมาณมวล	ความต้านทานต่อการกระชาก	ทนทานแรงดึง	ความอ่อนตัว
ฝ้าย-แพร	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม	ดี
ฝ้าย	ดีเยี่ยม	ดี	ดี	ดี
แพร	ดี	ดี	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม
แพร-ฝ้าย	ดี	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม

ตารางที่ 2.1 คุณลักษณะเฉพาะของสายพานผ้าที่ใช้กับกระพ้อ

การต่อชนปลายสายพานส่วนใหญ่ (รูป2.7 A) จะใช้สลักเกลียวของกระพ้อและแผ่นยึดในการเชื่อมต่อสายพาน ก่อนที่จะติดตั้งแถบยึดปลายสายพาน (Butt-strap) ควรยึดสายพานด้วยแผ่นยึดขนาดที่เหมาะสมให้แน่นที่สุดเท่าที่จะทำได้

ตัวกระพ้อจะยึดเข้ากับแถบยึดปลายสายพานก่อน โดยใช้เฉพาะรูแถวล่างของกระพ้อ จากนั้นจึงนำไปยึดเข้ากับสายพานโดยใช้รูแถวบนของตัวกระพ้อ แล้วยึดด้วยสลักเกลียวทะลุผ่านแถบยึดสายพานและสายพานขอแนะนำให้ใช้สลักเกลียวที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ขึ้นเมื่อใช้ยึดในช่วงที่มีแถบยึดปลายสายพานและสายพาน แถบยึดปลายสายพานควรมีโครงสร้างเท่าเทียมกับสายพานที่ใช้กับกระพ้อและมีสารประกอบเหมือนสายพาน ความยาวมากพอสำหรับติดตั้งกระพ้อบนปลายแต่ละด้านของช่วงต่อสายพาน 2-4 ตัว และติดตั้งเข้ากับสายพานให้มีน้ำหนักเบาที่สุด กระพ้อในบริเวณแถบยึดไม่ควรยื่นออกมามิเช่นนั้นมันจะตีโครงสร้างกระพ้อลำเลียงได้

สำหรับการต่อสายพานแบบเกยกัน (Lap-splice) ดังในรูป 7 B จะมีสลักเกลียวของกระพ้อเท่านั้นที่ต่อปลายสายพานนี้ ปลายสายพานจะเกยกันโดยมีกระพ้อยึดอย่างน้อย 4 ตัว และยึดด้วยสลักเกลียวแถบบนของกระพ้อทะลุผ่านสายพานทั้ง 2 ชิ้นสำหรับสายพานที่หนากว่า 5/8" ไม่ควรใช้การเชื่อมต่อสายพานวิธีนี้เนื่องจากการกระแทกและความเค้นในขณะโค้งตัวอยู่เหนือล้อสายพานมากเกินไปสายพานจะถูกยึดจนแน่นมิเช่นนั้นปลายสายพานด้านที่ติดกับล้อสายพานจะเลื่อยตัวในขณะที่แล่นอยู่เหนือล้อสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของสายพานที่ใช้กับกระพ้อจะถูกจำกัดโดยอุณหภูมิ ยางและสารประกอบของยางจะเสื่อม ที่อุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งต้องทำให้มีการเปลี่ยนสายพานเร็วเกินไป เนื่องจากสายพานที่ใช้กับกระพ้อจะมีต้นทุนประมาณ 1 ใน 3 ของราคาอุปกรณ์ลำเลียง เมื่ออุณหภูมิใช้งานสูงเกิน 300 °F (150°C)ควรใช้โซ่มากกว่า

โครงสายพาน (Belt Duck or Carcass) จะถูกปกป้องด้วยการหุ้มยาง ซึ่งความหนาของยางด้านตัวกระพ้อและด้านล้อสายพานจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะขนถ่าย ตัวอย่างเช่น เมื่อขนถ่ายทรายความหนาของยางหุ้มทั้ง 2 ด้าน จะเท่ากับ 1/16" และเมื่อขนถ่ายวัสดุประเภท Glass Cullet ยางด้านกระพ้อจะหนา 1/8" ด้านล้อสายพานจะหนา 3/16" นอกจากนี้ยางที่หุ้มยังป้องกันความชื้นที่จะเข้าสู่สายพานป้องกันโครงสายพานจากการสึกหรอเนื่องจากการขัดสี บ่อยครั้งที่สายพานด้านล้อสายพานจะมียางหุ้มหนากว่า เพื่อป้องกันการฝังตัวของอนุภาคเล็กๆ ระหว่างสายพานกับล้อสายพานยางหุ้มนี้ยังรองรับเพื่อไม่ให้หัวสลักเกลียวยึดสัมผัสกับสายพาน ซึ่งจะทำให้สายพานเสียหายได้

กระพ้อลำเลียงที่มีระยะทางยาว ๆ ต้องมีข้อกำหนดสำหรับการยืดของสายพานในช่วงแรกและระหว่างช่วงเวลาเดินเครื่องให้เข้าที่สำหรับเหตุผลนี้ไม่ควรใช้ชุดปรับความตึงสายพานที่ปลายด้านบนและชุดขับอยู่ปลายด้านล่าง สำหรับการติดตั้งกระพ้อที่มีระยะทางยาวๆ ควรใช้สายพานลวดเหล็กกล้าเพื่อขจัดการยืดตัวในช่วงแรกของสายพาน

ข้อดีของกระพ้อที่ใช้สายพาน คือ มันสามารถใช้งานที่ความเร็วสูง ๆ และมีกระพ้อได้หลายแนว สำหรับอัตราขนถ่ายมาก ๆ (โดยทั่วไปจะจำกัดการใช้งานกับวัสดุที่ไหลตัวอิสระไม่คม) และขนถ่ายแร่ที่คมมาก ๆ มีค่า Moh Hardness Numbers มากกว่า 7

ส่วนปลายของกระพ้อลำเลียง (Terminals)

กระพ้อโซ่ทั้งหมดที่แล่นอยู่บนล้อเฟืองโซ่ด้านบนหรือล้อลาก (Traction Wheels) จะใช้ล้อที่ทำจากเหล็กหล่อ เหล็กรีดเย็น (Chilled Iron) เหล็กกล้าหล่อ เหล็กกล้า หรือเหล็กเหนียวจะแนะนำให้ใช้ล้อลากเมื่ออัตราส่วนด้านรับภาระต่อด้านไม่รับภาระพอเหมาะคือไม่ควรเกิน1.5ต่อ1

ปกติชุดปรับความตึง (Take-ups) จะติดตั้งอยู่ที่เพลาด้านล่าง แต่ก็สามารถที่จะติดตั้งไว้ที่เพลาด้านบนได้ถ้าต้องการ ชุดปรับอาจเป็นแบบสกรูหรือแบบแรงโน้มถ่วงหรือน้ำหนักถ่วงก็ได้ชุดปรับแบบแรงโน้มถ่วงภายในจะดีกว่า เนื่องจากมันจะยอมให้มีฝุ่นอัดแน่นที่ส่วนล่างได้มากกว่าเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปควรจะใช้ชุดปรับความตึงแบบแรงโน้มถ่วงเสมอ

การเลือกใช้ล้อด้านบนแบบพิเศษจะเป็นปัญหาทางด้านเศรษฐศาสตร์ปัญหาหนึ่ง ล้อแบบเปลี่ยนขอบได้ (Segmental Rim) มีราคาแพง แต่ก็เหมาะที่จะใช้เมื่อมีการขนถ่ายวัสดุที่มีความคม

การใช้ล้อลาก (Traction Wheels) เป็นล้อด้านบนของกระพ้อลำเลียง จะเพิ่มอายุการใช้งานของทั้งโซ่และล้อได้อย่างมาก ล้อลากสามารถที่จะใช้ได้กับกระพ้อแบบแรงเหวี่ยงได้ทั้งหมด ยกเว้นเมื่อขนถ่ายวัสดุที่มีการหล่อลื่นตามธรรมชาติ ได้แก่ สารส้ม เพื่อให้ล้อลากทำงานได้ดี ล้อลาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างปลอกโซ่ (Bushings) กับผิวหน้าของล้อสูง ๆ ถ้าใช้ล้อลากอย่างเหมาะสมโดยไม่มีการลื่นไถลจะช่วยขจัดปฏิกิริยาการขัดถูอย่างรุนแรง(ScrubbingAction) หรือ การเคลื่อนที่เชิงมุมสัมพัทธ์ (Relative AngularMovement) ระหว่างโซ่กับผิวหน้าของล้อ ซึ่งเป็นธรรมดาของการใช้ล้อเฟืองโซ่ร่วมกับโซ่ เนื่องจากความเร็วต่ำการใช้ล้อลากกับกระพ้อแบบต่อเนื่องจึงไม่ค่อยมีความสำคัญนัก เมื่อใช้จะต้องเลือกประเภทอย่างรอบคอบ เพื่อขจัดการเกิดการลื่นไถล เมื่อใช้ล้อลากเป็นล้อด้านล่างการขบเกี่ยวกันระหว่างล้อกับเฟืองมีแนวโน้มที่จะหลวม มีผลให้แนวแล่นของโซ่และกระพ้อผ่านช่วงการป้อนวัสดุไม่ดี ล้อเฟืองโซ่ส่วนใหญ่จะนิยมใช้เป็นล้อด้านล่าง

Pulleys ถูกใช้กับสายพาน ล้อสายพานกระพ้ออาจทำจากเหล็กหล่อหรือเหล็กกล้าเชื่อม ที่มีผิวหน้าเป็นแบบ Norminal Crown สำหรับการฉุดสายพานการเลือกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานจะยึดเอาจำนวนชั้นผ้าใบในสายพานเป็นหลัก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพานจะต้องใหญ่พอที่จะหลีกเลี่ยงการเกิดการดัดโค้งและความเค้นที่ชั้นผ้าใบชั้นนอกมากเกินไป เพื่อให้อายุใช้งานของสายพานเหมาะสม

เมื่อต้องการใช้ยาง Vulcanized หรือผ้าแบบกันการลื่นไถล ล้อสายพานจะต้องหุ้มด้วยสายพานยาง สายพานผ้าแบบไม่กันลื่นไถลจะเป็นผ้าบาง ๆ กันน้ำได้ด้วยการเคลือบตะข่ายหินละเอียดที่จะไม่ทำให้แผ่นยางชั้นนอกของสายพานเสียหายได้และช่วยให้การหุ้มกันลื่นไถลมีราคาต่ำ

การหุ้มล้อสายพานจะช่วยให้สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างสายพานกับล้อสายพานสูงขึ้น ทำให้แรงในการขับมากขึ้น โดยเฉพาะกับการใช้งานในที่เปียก การหุ้มด้วยยางจะช่วยลดการกระแทกของกระพ้อต่อล้อสายพานได้ แหวนยางรองระหว่างกระพ้อและสายพานช่วยลดการกระแทกได้เช่นกัน

ชุดขับสำหรับกระพ้อลำเลียงอาจใช้มอเตอร์ประเภทที่มีชุดลดความเร็ว (Reducer) ที่มีโซ่ขับไปยังเพลาหลัก หรืออาจใช้ชุดลดความเร็วประเภทที่ติดตั้งอยู่กับเพลาโดยตรงควรมีชุดBackstopใช้งานร่วมอยู่ในระบบขับในกรณีที่ชุดกำลังขับเกิดบกพร่อง

2.2.3 ตัวเรือน (Casings)

ตัวเรือนกระพ้อลำเลียงจะประกอบไปด้วยส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนล่าง ปกติตัวเรือนจะสร้างขึ้นจากแผ่นเหล็กกล้า และเชื่อมต่อเข้าด้วยกันที่มุมหัวต่อ (Corner Angles) ตัวเรือนส่วนล่างปกติแล้วจะมีความสำคัญมากกว่าส่วนกลางและส่วนบน กระพ้อลำเลียงเป็นแบบตั้งอิสระ แต่จะต้องมีเครื่องค้ำด้านข้างของโครงสร้างกันกระแสลม ซึ่งปกติจะอยู่ในช่วง 20-30 ฟุต (6.1-9.1 เมตร) จากการที่ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามีความผันแปรตลอดเวลา จึงควรเอาใจใส่ในการออกแบบตัวเรือนจากแง่คิดของวิธีการเข้าไปยังเครื่องจักรกลของกระพ้อ โดยทั่วไปทางเข้านี้ต้องใช้เหตุผล 2 ข้อ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

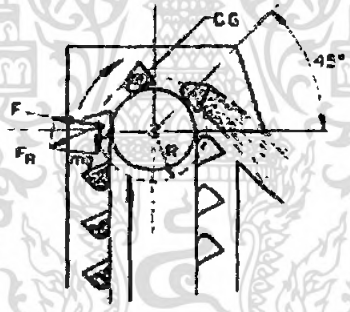
1.ทางเข้าสำหรับการบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นประจำ

2.ทางเข้าสำหรับทำความสะอาดวัสดุออกจากกระพ้อ

วิธีเข้าไปยังเครื่องจักรสามารถทำได้ 2 ทาง ส่วนแยกด้านบนสุดจะมีน้ำหนักเบาช่วยให้สามารถเข้าไปยังเพลาด้านบนได้ดีที่สุดเช่นเดียวกับโซ่และกระพ้อ การบำรุงรักษาเป็นประจำของโซ่และตัวกระพ้อ ทำได้โดยผ่านประตูทางเข้าขนาดใหญ่ที่เปิดได้เร็ว ซึ่งอยู่ในส่วนกลางของกระพ้อลำเลียงใกล้กับระดับที่ทำงานได้สะดวก ในกรณีที่ใช้ชุดปรับความตึงแบบแรงโน้มถ่วงภายในมีความจำเป็นต้องมีทางเข้าสำหรับถอดชุดปรับความตึงนี้ได้ในบางครั้งจะมีความจำเป็นต้องทำความสะอาดส่วนล่างของชุดกระพ้อลำเลียงและควรจัดทางเข้าไว้ให้ง่ายและสะดวกต่อการทำความสะอาดนี้ ทางเข้าอาจทำเป็นแบบประตูที่เปิดได้เร็ว มีขนาดใหญ่พอให้คนงานเข้าไปทำงานได้อย่างสะดวก

ความเร็วกระพ้อลำเลียง

งานในยุคแรก ๆ ของ Hetzel แสดงให้เห็นว่า กระพ้อลำเลียงวัสดุเมล็ดพืชจะทำงานได้ผลดีมาก ก็ต่อเมื่อแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางมีขนาดเท่ากับประมาณ 2 ใน 3 ของแรง Gravitation ซึ่งจะช่วยให้มีเวคเตอร์ความเร็วเริ่มแรกออกจากตัวกระพ้อที่ประมาณ 45° จากแนวนอน ดูรูป 6.9



ภาพที่2.19 ตัวอย่างรูปแบบการปล่อยวัสดุออก

สำหรับกระพ้อลำเลียงแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

$$\frac{Wv^2}{gR}$$

หากแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ $\frac{Wv^2}{gR}$ ถูกทำให้เท่ากับ 2 ใน 3 ของแรง Gravitational W แล้วสูตรความเร็วที่ใช้ สำหรับกระพ้อแบบแรงเหวี่ยงจึงเป็น

$$\frac{Wv^2}{gR} = \frac{2}{3}\,w$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ w = มวลของวัสดุในตัวกระพ้อ

v = ความเร็วในทิศทางของเส้นสัมผัสวงกลม (Tangential Velocity), ฟุตต่อวินาที

R = เส้นรัศมีถึงจุดศูนย์กลางของวัสดุในกระพ้อ, ฟุต

g = อัตราเร่งของความโน้มถ่วง, ฟุตต่อวินาทียกกำลังสอง

เนื่องจาก $v = \frac{2\pi RN}{60}$ เมื่อ N = ความเร็วเพลาต้น, rpm.

ดังนั้น $2gR = 3\left(\frac{2\pi RN}{60}\right)^2 = 1960/R$ และ $N = 44.3/\sqrt{R}$

สำหรับการใช้งานทั่ว ๆ ไป เส้นรัศมี R อาจประมาณได้จากจุดศูนย์ถ่วงของกระพ้อ เนื่องจากจุดศูนย์กลางของวัสดุในตัวกระพ้อค่อนข้างที่จะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อกระพ้อมแล่นข้ามล้อด้านบน

แนวทางการใช้งานสำหรับความเร็วรอบของกระพ้อในงานอุตสาหกรรม ดังแสดงในตารางที่ 2 ความเร็วเหล่านี้จะให้แรงตักวัสดุต่ำสุดในส่วนล่างและลดการแตกของวัสดุเปราะมีการโน้มน้าวที่จะเพิ่มความเร็วเพื่อให้อัตราขนถ่ายเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มค่าใช้จ่ายเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามเมื่อความเร็วสูงขึ้นนั้น จะทำให้การเริ่มปล่อยวัสดุด้วยแรงเหวี่ยงเกิดขึ้นก่อนที่ตัวกระพ้อจะขึ้นไปถึงจุดบนสุดของล้อขับและอาจทำให้เกิดการหกกระจายค่อนข้างมาก มหา-วิทยาลัย Newcastle (NSW) ในออสเตรเลียและมหาวิทยาลัยTwente ในเนเธอร์แลนด์ได้ทำการวิเคราะห์และวิจัยกรณีนี้ในห้องทดลองอย่างกว้างขวางและต่อเนื่องแรงที่กระทำต่อวัสดุภายในตัวกระพ้อจะเป็นแรงโน้มถ่วง (mg) และแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ ($F = mv^2/R$) ได้เป็นแรงรวม (F_R) แรงรวม (F_R) นี้จะเปลี่ยนขนาดและทิศทางไปเมื่อมันเคลื่อนไปรอบ ๆ เส้นทางโค้ง และถูกต่อต้านโดยแรงขนาดเท่ากันที่กระทำต่อวัสดุโดยตัวกระพ้อเมื่อขนถ่ายวัสดุเบาและฟู ให้ใช้ค่าที่ให้มาใต้คอลัมน์ (1) แต่จะต้องลดค่าลง 15-20% กระพ้อที่ขนถ่ายวัสดุเมล็ดพืช โดยปกติจะมีความเร็วสูงกว่าค่าที่ระบุไว้ในตารางที่2 สำหรับกระพ้อแบบปล่อยวัสดุอย่างต่อเนื่องช่วงความเร็วทั่วไปจะอยู่ระหว่าง100ถึง200fpm(30.5–61m/min)

เมื่อพิจารณาถึง วิถีโค้งเริ่มแรก ของการปล่อยวัสดุของอนุภาคออกจากตัวกระพ้อจำเป็นที่อนุภาคจะต้องปลิวอย่างอิสระไปตามเส้นทางหนึ่ง ซึ่งไม่ไปขัดขวางเส้นทางที่ตามมาโดยขอบด้านนอกของตัวกระพ้อ

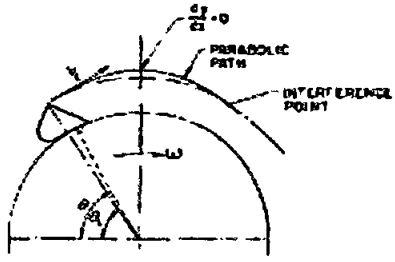
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นผ่าศูนย์กลางล้อสายพาน ด้านบน (นิ้ว)	(1) วัสดุก้อนธรรมดา ความเร็ว FPM.	(2) วัสดุที่ไหลตัวอิสระ ได้แก่ วัสดุเม็ดเล็ก ๆ ความเร็ว FPM.
24	250	330
30	300	360
36	325	390
42	350	425
48	375	460
54	400	490
60	425	520
66	450	540
72	475	570

ตารางที่ 2 .2 ตารางความเร็วรอบสายพาน

วิธีการที่เหมาะสมของการตรวจสอบสภาพการขัดขวาง โดยอาศัยจุดซึ่งวิถีโค้งอยู่ในแนวนอน(dy/dx = 0) จุดนี้จะตรงกับจุดสูงสุดของเส้นทาง และการขัดขวางจะไม่เกิดขึ้นเมื่อจุดนี้อยู่ที่ด้านขวาของเส้นแนวดิ่ง

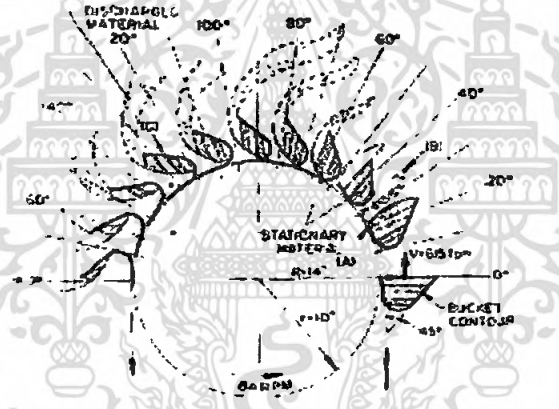
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่2.20 การปล่อยอนุภาควัสดุที่กระพ้อความเร็วสูง

มหาวิทยาลัย Newcastle ได้ดำเนินการทดลองโดยใช้ชุดกระพ้อทดลองแบบชั่วคราว มีล้อสายพานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 500 mm.และระยะห่างจุดศูนย์กลางล้อสายพาน 2,500 mm. เดินเครื่องที่ความเร็ว 84 rpmให้ความเร็วกระพ้อเหล็กกล้า (จุดศูนย์ถ่วง) 615 fpm.

ใช้ลูกปัดพลาสติกเป็นวัสดุขนถ่าย มีมุมเสียดทานลื่นไถลของลูกปัดบนเหล็กเป็น 34° ในขณะที่มุมความเสียดทานภายในเป็น 47° ใช้กล้องภาพยนตร์ความเร็วสูงบันทึกรูปแบบการปล่อยวัสดุได้ดัง .



ภาพที่2.21 ขั้นตอนการดำเนินการปล่อยวัสดุออกของกระพ้อลำเลียง

การเคลื่อนตัวของอนุภาคจะเริ่มขึ้นที่จุด A วัสดุจะเคลื่อนตัวออกจากผิวด้านในของตัวกระพ้อจะเห็นส่วนโค้งนูนเล็กน้อยบนผิวหน้าด้านบนของวัสดุ การเคลื่อนตัวนี้อาจเกิดขึ้นจากการรวมตัวกันของวัสดุ เครื่องแสดงถึงการเคลื่อนตัวของวัสดุส่วนใหญ่จะเริ่มขึ้นที่จุด B ซึ่งเป็นจุดที่วัสดุเริ่มถูกปล่อยออกจากตัวกระพ้อ เมื่อวัสดุถูกปล่อยออกจากตัวกระพ้อ การเปลี่ยนรูปร่างของชั้นวัสดุจะยังเห็นได้ชัดเจนแสดงให้เห็นว่าวัสดุไหลจากด้านในของตัวกระพ้อด้วยการเลื่อนข้ามตัววัสดุเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบการปล่อยวัสดุนี้ไม่สอดคล้องกับข้อสมมติขั้นพื้นฐานของทฤษฎีอนุภาคเดี่ยวแบบง่าย และได้พัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัย Newcastle ที่ว่า วัสดุจะเลื่อนไถลไปตามผิวหน้าด้านนอกของตัวกระพ้อ

การเลื่อนไถลของอนุภาคชั้นบนสุดไปบนวัสดุที่เหลืออยู่จะตรงกับตัวกระพ้อมที่อยู่ในมุม 90° แต่ความเสียดทานจะมีผลให้อนุภาคเลื่อนไถลไปบนอนุภาคซึ่งกันและกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อความเสียดทานบนตัวกระพ้อ (f = 34°) น้อยกว่าความเสียดทานระหว่าง ตัวอนุภาค (f ? = 47°) การเลื่อนไถลจะเกิดขึ้นบนผิวหน้าชั้นบนเนื่องจาก "มุมประสิทธิภาพตัวกระพ้อ" (Effective Bucket Angle) 90° มากกว่ามุมของตัวกระพ้อเอง

ผิวของวัสดุก่อนหน้าที่จะถูกปล่อยออกเป็นรูปโค้งนูน ซึ่งชวนให้นึกถึงวิธีใดวิธีหนึ่งที่ปลายของกระพ้อจะจำกัดการเลื่อนไถลตัวของอนุภาค หลังจากที่วัสดุเริ่มถูกปล่อยออกการไหลของชั้นวัสดุข้ามปลายกระพ้อมจะขัดขวางการเลื่อนไถลตัวไปตามผิวของกระพ้อ การเลื่อนไถลตัวของวัสดุไปตามผิวหน้าด้านนอกของตัวกระพ้อจะยังไม่เริ่มขึ้น จนกว่าตัวกระพ้อจะผ่านตำแหน่งจุดศูนย์ตายบน (Top Dead Center Position) ดังแสดงไว้ที่จุดC ในรูป 2.10

การพิจารณาว่า การเลื่อนไถลเกิดขึ้นที่จุด C ก็เนื่องจากการที่เราสามารถเห็นว่าตำแหน่งของชั้นวัสดุเปลี่ยนแปลง ซึ่งเกี่ยวข้องกับผิวด้านนอกของตัวกระพ้อ ทำให้วัสดุเริ่มที่จะถูกปล่อยออกจากตัวกระพ้อ โดยการเลื่อนไถลไปตามผิวด้านนอกของตัวกระพ้อ การเคลื่อนตัวนี้ยังสอดคล้องกับการเปลี่ยนรูปของชั้นระนาบแรกเริ่มของวัสดุไปเป็นชั้นรูปโค้ง จากจุดนี้จะอยู่ในสภาวะที่มุมของกระพ้อมีผลให้วัสดุถูกปล่อยออก ถ้ามุมของกระพ้อมลดลงจาก 45° เป็น 30° โดยกระพ้อทั้งคู่แล่นด้วยความเร็วที่เท่ากัน จะเห็นได้ชัดเจนว่าชั้นของวัสดุโค้งตัวในทิศทางตรงกันข้ามและเกิดขึ้นที่ตำแหน่งกระพ้อหลังกว่ากันมาก ซึ่งแสดงว่ามีการเลื่อนไถลตัวของวัสดุไปตามผิวนอกของตัวกระพ้อน้อยมาก การลดมุมกระพ้อลงมีผลให้ปริมาตรของวัสดุที่ถูกปล่อยออกจากตัวกระพ้อลดลง การลดความเร็วของกระพ้อมจะมีผลในทำนองเดียวกัน แต่น้อยกว่าเล็กน้อย ถ้ามุมกระพ้อหรือความเร็วน้อยเกินไป การปล่อยวัสดุออกจะไม่สมบูรณ์ ทำให้วัสดุหกหล่นลงไปยังชุดกระพ้อ

2.2.4 อัตราขนถ่ายและกำลังที่ต้องการ

อัตราขนถ่ายของกระพ้อลำเลียงจะขึ้นอยู่กับ :

1. ความจุของกระพ้อ (สมมติเป็น 75% ของปริมาตรวัด, Struck Volume)
2. ระยะห่างตัวกระพ้อ (ระยะพิต)
3. ความเร็วสายพาน และ
4. น้ำหนักของวัสดุขนถ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราขนถ่ายสูงสุดสามารถหาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$C = \frac{0.36 \times W \times S}{S_D}$$

เมื่อ

C = อัตราขนถ่ายสูงสุดของกระพ้อลำเลียง (ตันต่อชั่วโมง)

W = น้ำหนักของวัสดุในตัวกระพ้อ (lbs.)

S = ความเร็วของสายพาน (ฟุต/นาที)

S_D = ระยะห่างตัวกระพ้อ (ระยะพิต, นิ้ว)

ความเร็วสำหรับกระพ้อลำเลียงแบบเหวี่ยง จะขึ้นอยู่กับประเภทของตัวกระพ้อ ระยะห่างตัวกระพ้อ และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อสายพานด้านหัวและด้านท้าย ต้องเลือกความเร็วให้ถูกต้อง เพื่อความแน่ใจว่า การป้อนและการปล่อยวัสดุออกมีประสิทธิภาพพอ และความเร็วที่แนะนำให้ใช้บางส่วนจะระบุรายละเอียดไว้ในตารางที่ 6.2

กำลังม้าที่ต้องการในการขับกระพ้อลำเลียงสามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้ :

$$\text{กำลังม้าของมอเตอร์} = \frac{W \times S \times (H + dk) \times n}{S_D \times 2,750 \times e}$$

เมื่อ

W = น้ำหนักของวัสดุในกระพ้อ 1 ตัว (ปอนด์)

S = ความเร็ว (ฟุตต่อนาที)

n = จำนวนแถวของกระพ้อ

H = ระยะทางในแนวดิ่งระหว่างเส้นศูนย์กลางเพลา

d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อสายพานด้านล่าง (นิ้ว)

S_D = ระยะห่างระหว่างตัวกระพ้อ (ระยะพิต, นิ้ว)

k = 1.00 สำหรับกระพ้อแบบแรงเหวี่ยง, การขนถ่ายธรรมดา ๆ , วัสดุก้อน

= 0.67 สำหรับกระพ้อแบบแรงเหวี่ยง, การขนถ่ายละเอียด, วัสดุไหลตัวอิสระ

= 0.50 สำหรับกระพ้อแบบปล่อยวัสดุต่อเนื่อง

e = ประสิทธิภาพการขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 กำลังม้าที่ต้องการโดยประมาณ :

$$HP = \frac{\text{อัตราขนถ่าย (TPH)} \times \text{ระยะห่างจุดศูนย์กลางล้อสายพาน} \times 1.3}{1,000}$$

อัตราขนถ่ายยึดหลักวัสดุเต็มตัวกระพ้อ 100 %

$$HP = \frac{\text{อัตราขนถ่าย (TPH)} \times \text{ระยะห่างจุดศูนย์กลางล้อสายพาน}}{500}$$

อัตราขนถ่ายยึดหลักวัสดุ 75% ของตัวกระพ้อ

2.2.6 การพิจารณาออกแบบและตัวอย่างของการเลือก

กระพ้อลำเลียงที่ใช้สายพานเป็นสื่อในการนำพาตัวกระพ้อ จะถูกจำกัดโดยการถอนตัวออกจากสายพานของสลักเกลียวยึดตัวกระพ้อ (Bucket Mounting Bolt Pull-out) การต่อปลายสายพานที่เหมาะสม,อุณหภูมิ,การเสื่อมสภาพของโครงสายพานเนื่องจากความชื้นและความเสียหายของสายพานเนื่องจากรูที่เจาะ

การต้านทานการถอนตัวออกจากสายพานของสลักเกลียว จะถูกพิจารณาเป็นอันดับแรกแรงที่กระทำต่อตัวกระพ้อซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาการตักที่บริเวณส่วนล่าง และปฏิกิริยาการบิดตัวจากการอัดของวัสดุระหว่างตัวกระพ้อกับสายพาน ทำให้สลักเกลียวยึดกระพ้อถูกดึงทะลุผ่านสายพาน จากเหตุผลนี้จึง ใช้สลักเกลียวขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/4" หรือ 3/8" แต่หัวใหญ่จำนวนมาก ในการยึดกระพ้อเข้ากับสายพาน การเลือกสายพานต้องยึดหลักให้มีจำนวนชั้นผ้าใบมากพอที่จะต้านการถอนตัวออกจากสายพานของสลักเกลียวเฉพาะเมื่อระยะห่างจุดศูนย์กลางของล้อสายพานมีค่ามาก ๆ จึงต้องพิจารณาถึงแรงดึงสายพาน

การต่อปลายสายพานแบบเกยกัน (Lap – type) ถูกแนะนำให้ใช้กับกระพ้อสายพานส่วนใหญ่ เนื่องจากขีดจำกัดของระยะห่างตัวกระพ้อและการป้อนแบบกระแทก อันเกิดจากการตักในส่วนล่าง การต่อสายพานแบบธรรมดาจะไม่เพียงพอ สำหรับสายพานที่หนามากถึง 8ชั้นและมากกว่าการต่อสายพานแบบปลายต่อชนแบบพิเศษ จะให้ผิวสายพานราบเรียบสม่ำเสมออย่างต่อเนื่องในขณะที่เข้าหรือออกจากล้อสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระพ้อแบบแรงเหวี่ยงจะประหยัดค่าใช้จ่ายเริ่มแรกมากที่สุด เนื่องจาก ความเร็วที่สูงกว่า แต่ก็ต้อง มีการบำรุงรักษามากกว่าเช่นกัน มันยังถูกจำกัดเรื่องขนาดก้อนวัสดุที่จะขนถ่าย เนื่องจากวัสดุต้องถูกตักขึ้นมาจากส่วนล่างนอกจากนี้ถ้าวัสดุมีปัญหาเรื่องเปราะหรือแตกตัว ควรหลีกเลี่ยงการใช้ *กระพ้อแบบแรงเหวี่ยง*

กระพ้อแบบต่อเนื่อง ความเร็วต่ำกว่าและอัตราขนถ่ายมาก ๆ ราคาจะแพง แต่ก็มีข้อดีเรื่องการบำรุงรักษาต่ำกว่าขนถ่ายวัสดุก้อนใหญ่ ๆ และขนถ่ายวัสดุได้นุ่มนวลกว่า

กระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุด้วยแรงโน้มถ่วง

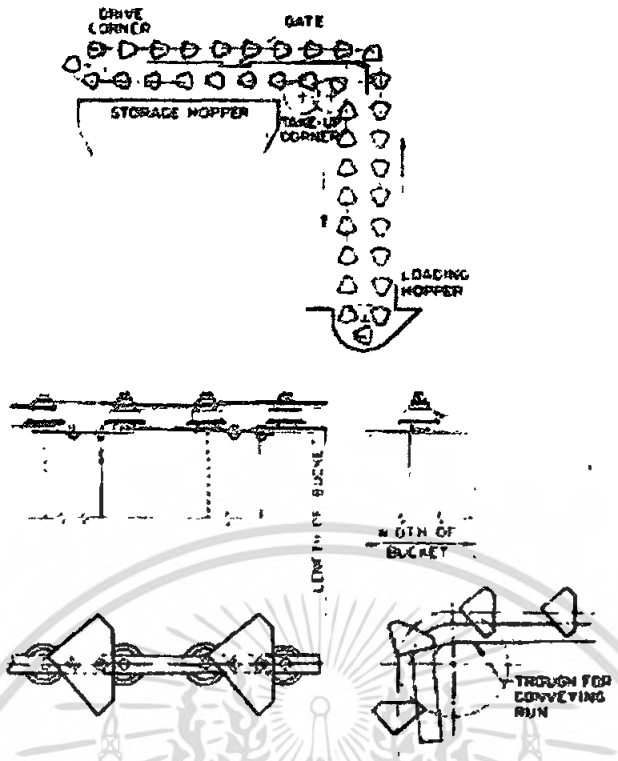
ในบางครั้งกระพ้อประเภทนี้จะถูกพิจารณาเป็น กระพ้อลำเลียงประเภทที่ 4 ใช้ขนถ่ายวัสดุปริมาณมวล ไม่มีความคมขึ้นในแนวดิ่ง หรือผสมกันระหว่างแนวราบและแนวดิ่ง ชื่อของกระพ้อประเภทนี้ได้มาจากการที่วัสดุถูกปล่อยออกจากตัวกระพ้อด้วยแรงโน้มถ่วง ดูรูป 2.11

เนื่องจากการรับและปล่อยวัสดุได้อย่างนุ่มนวล กระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุออกด้วยแรงโน้มถ่วง จึงมีแนวโน้มที่จะถูกนำมาใช้เป็นอันดับแรกเมื่อพิจารณาถึงการขนถ่ายที่จะทำให้วัสดุแตกหรือสึกกร่อนนอกจากนี้ยังเหมาะที่จะใช้กับวัสดุก้อน อัตราขนถ่ายค่อนข้างมาก และการใช้ประโยชน์อีกมากเมื่อเทียบกับอุปกรณ์อื่นที่ต้องการใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด

กระพ้อลำเลียงแบบนี้ประกอบด้วยตัวสื่อลำเลียงของกระพ้อดัดแปลงรูปตัววีติดตั้งอยู่ระหว่างโซ่ลูกกลิ้งเหล็กกล้าระยะพิตยาว2แนวอย่างมั่นคงทำงานอยู่บนล้อเฟืองโซ่ซึ่งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและในรางเปิดหรือตัวเรือนปิดตามที่กำหนดโดยความต้องการของการติดตั้งอุปกรณ์ จุดประสงค์ทั้ง2ของกระพ้อเหล่านี้มักจะใช้ในการขนถ่ายถ่านหินและวัสดุไม่คม

กระพ้อแบบปล่อยวัสดุด้วยแรงโน้มถ่วง วัสดุอาจป้อนมาจากถังรูปกรวย โม่ หรือเครื่องป้อน แต่ต้องมีปริมาตรสม่ำเสมอ เพื่อให้อัตราขนถ่ายแน่นอน และป้องกันการท่วมตัวของวัสดุอัตราขนถ่ายโดยประมาณทั้งในส่วนน้ำหนักของภาระต่อกระพ้อลำเลียงยาว 1 ฟุตและตันต่อชั่วโมงเป็นตัวเลขที่ใช้ตามระดับ 75-80 % ของปริมาตรเต็มตัวกระพ้อขนถ่านหินที่ 50 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต ที่ความเร็ว 100 ฟุตต่อนาที (FPM) ปริมาตรและอัตราขนถ่ายสำหรับวัสดุอื่นและที่ความเร็วอื่น จะเพิ่มหรือลดอย่างเป็นสัดส่วนกันเมื่อน้ำหนักและความเร็วเปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.22 กระพ้อลำเลียงแบบปล่อยวัสดุออกด้วยแรงโน้มถ่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

การออกแบบและการสร้างเครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ ซึ่งชุดจำลองการคัดแยกเมล็ดกาแฟ มีส่วนประกอบหลัก 6 ส่วน คือ

1. ชุดโครงสร้างหลัก
2. ชุดถังป้อนวัสดุ
3. ชุดกระพ้อตักเมล็ดที่เสีย
4. ชุดกระพ้อตักเมล็ดที่ดี
5. ชุดส่งถ่ายกำลัง
6. ต้นกำลัง

3.1 ชุดโครงสร้างหลัก

ทำจากเหล็กกล่องขนาด 1 นิ้ว ด้านล่างของฐานทำแท่นสำหรับติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้า ส่วนด้านบนเจาะรูเพื่อใช้ยึดชุดตะแกรงคัดขาด และชุดส่งถ่ายกำลัง โดยให้สามารถปรับตำแหน่งการยึดจับได้ เพื่อความเหมาะสมในการทดลอง

ภาพที่ 3.1 ชุดโครงสร้างหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ชุดถังป้อนวัสดุ

ทำจากโลหะแผ่นเหล็กหนา 0.5 มิลลิเมตร มีความกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร ใช้เหล็กกล่องขนาด 1 นิ้ว เป็นตัวยึดชุดถังป้อนวัสดุเข้ากับชุดโครงสร้างหลัก ด้านข้างมีช่องสำหรับป้อนวัสดุ และพื้นด้านล่างมีลักษณะลาดเท

ภาพที่ 3.2 ชุดถังป้อนวัสดุ

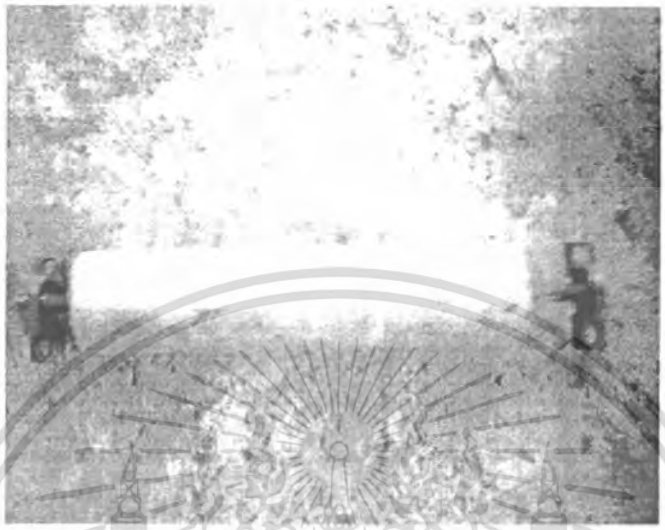
3.3 ชุดกระพ้อตักเมล็ดที่เสีย

ในส่วนของชุดกระพ้อตักเมล็ดที่เสีย สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนสายพานยาง ส่วนของตัวกระพ้อตัก และส่วนแกนเพลาหมุนตัวสายพาน ส่วนตัวกระพ้อทำจากแผ่นอะลูมิเนียมแล้วพับขึ้นรูปตามขนาดที่คำนวณนำมาติดกับสายพานยางโดยใช้น็อต จำนวน 6 ตัวมายึดติดเข้าด้วยกัน

ภาพที่ 3.3 ชุดกระพ้อตักเมล็ดที่เสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

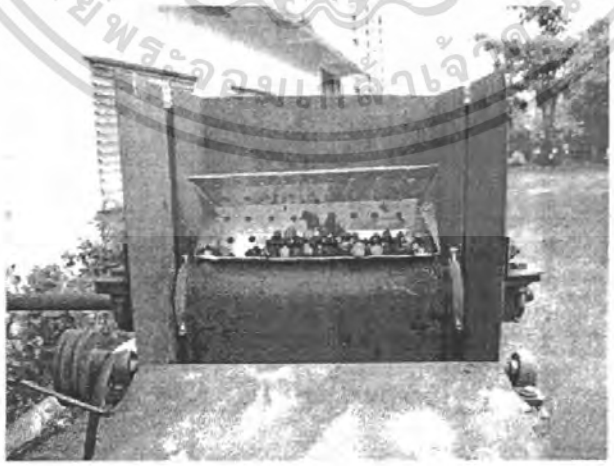
ตัวแกนเพลาทำจากท่อ PVC เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 5 นิ้วและ3 นิ้ว



ภาพที่ 3.4 แกนเพลาหมุนตัวสายพาน

3.4 ชุดกระพ้อตักเมล็ดที่ดี

ในส่วนของชุดกระพ้อตักเมล็ดที่ดี จะมีลักษณะเหมือนกับชุดกระพ้อที่ตักเมล็ดเสียแต่จะมีขนาดที่เล็กกว่า และแกนเพลาทำจากท่อ PVC เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 3นิ้ว 2 ตัว

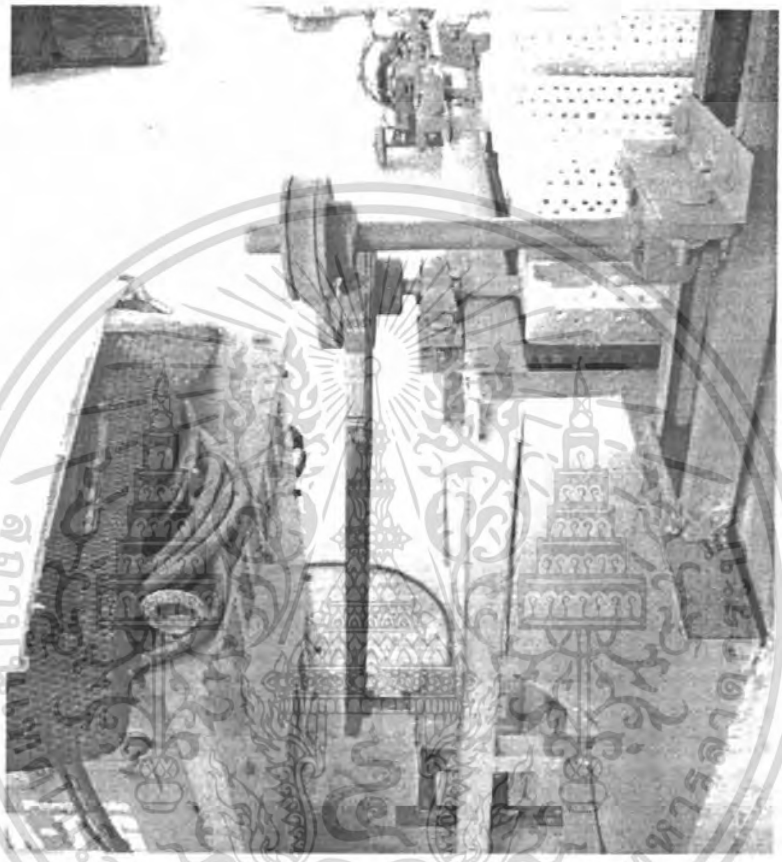


ภาพที่ 3.5 ชุดกระพ้อตักเมล็ดที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ชุดส่งถ่ายกำลัง

ชุดส่งถ่ายกำลังนี้ประกอบด้วย พลู่เลย์ 3 ตัว มีขนาด 3 นิ้ว 1 ตัวขนาด4 นิ้ว1 ตัว และ5 นิ้ว 2 ร่องสายพาน 1ตัว เพลากลมขนาด ¾ นิ้ว และสายพาน 2 เส้นติดกับพลู่เลย์ ปรับระยะชักได้ ซึ่งใช้ตุ๊กตาขนาด ¾ นิ้ว ยึดระหว่างชุดส่งถ่ายกำลังกับชุดโครงสร้างหลัก

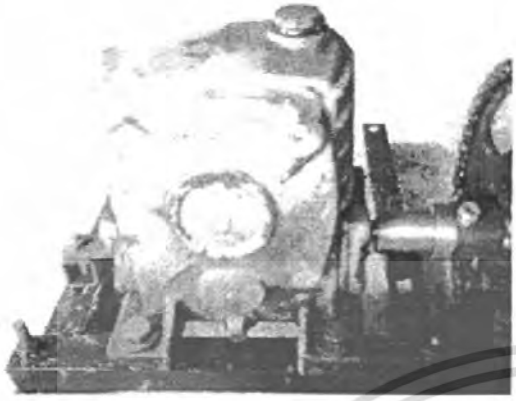


ภาพที่ 3.6 แสดงชุดระบบส่งถ่ายกำลัง

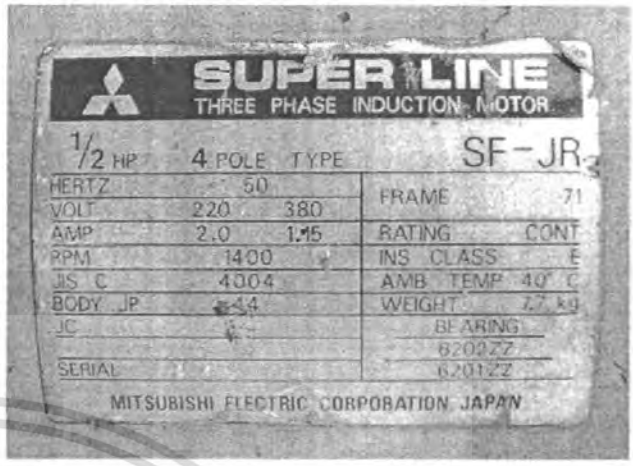
3.5 ต้นกำลัง

ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า แบบ AC 220 V ชนิด 3 เฟส 0.5 แรงม้า ส่งถ่ายกำลังผ่านสายพานวีไปยังพลู่เล่ย์ ขนาด 5 นิ้ว มอเตอร์ไฟฟ้านี้สามารถควบคุมความเร็วรอบได้ โดยต่อเข้ากับเครื่องอินเวอร์สเตอร์ (Inverter)และต่อเข้ากับ ชุดเกียร์บล็อก ทำให้สามารถลดความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ในอัตราทดที่ 60:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



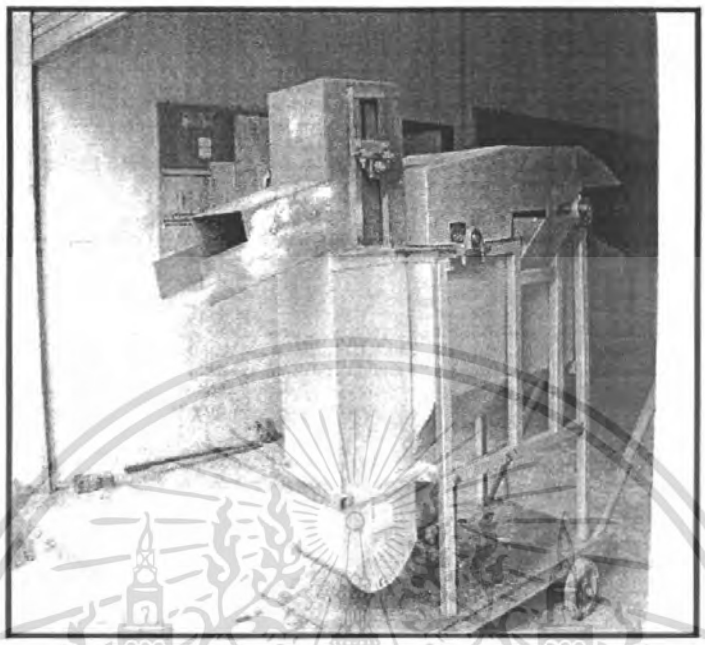
ภาพที่ 3.7 แสดงชุดชุดเกียร์บล็อก



ภาพที่ 3.8 แสดงตันกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า

ภาพที่ 3.9 เครื่องอินเวอร์สเตอร์ (Inverter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.10 เครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ(รูป 1)

ภาพที่ 3.11 เครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ(รูป 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

บทนี้เป็นการทดลองเครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟที่ได้สร้างขึ้น เพื่อหาข้อมูลที่เหมาะสมในการ คัดแยกเมล็ดกาแฟซึ่งปัจจัยหลักที่มีผลต่อการคัดแยกเมล็ดกาแฟ เช่น ความเร็วรอบการทำงาน และประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องคัดแยก

4.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

4.1.1 เพื่อหาความเร็วรอบการทำงานที่เหมาะสมในการคัดแยกเมล็ดกาแฟ

4.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ดกาแฟ

4.2 วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง

4.2.1 เครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ

4.2.2 เครื่องปรับความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้า(Inverter)

4.2.3 เครื่องวัดความเร็วรอบ

4.2.4 เมล็ดกาแฟสุก

4.2.5 เครื่องชั่ง

4.2.6 นาฬิกาจับเวลา

4.2.7 กล้องถ่ายรูป

4.2.8 ถังใส่ตัวอย่างการทดลอง

4.2.9 เครื่องคำนวณ

4.2.10 สมุดจดบันทึก

4.3 วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองเครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ โดยการควบคุม ความเร็วรอบของแกนเพลาสายพาน (มี 3 ระดับ คือ 123.5[19 Hz.], 131.5[20 Hz.], และ136.4 [21Hz.] รอบต่อนาที

4.3.1 จัดเตรียมเมล็ดกาแฟจำนวน 100 กิโลกรัม และเติมน้ำจนเต็มถังป้อนเมล็ดกาแฟ

4.3.2 เดินเครื่องเครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ โดยปรับความถี่มอเตอร์ไฟฟ้าที่ 19 Hz.

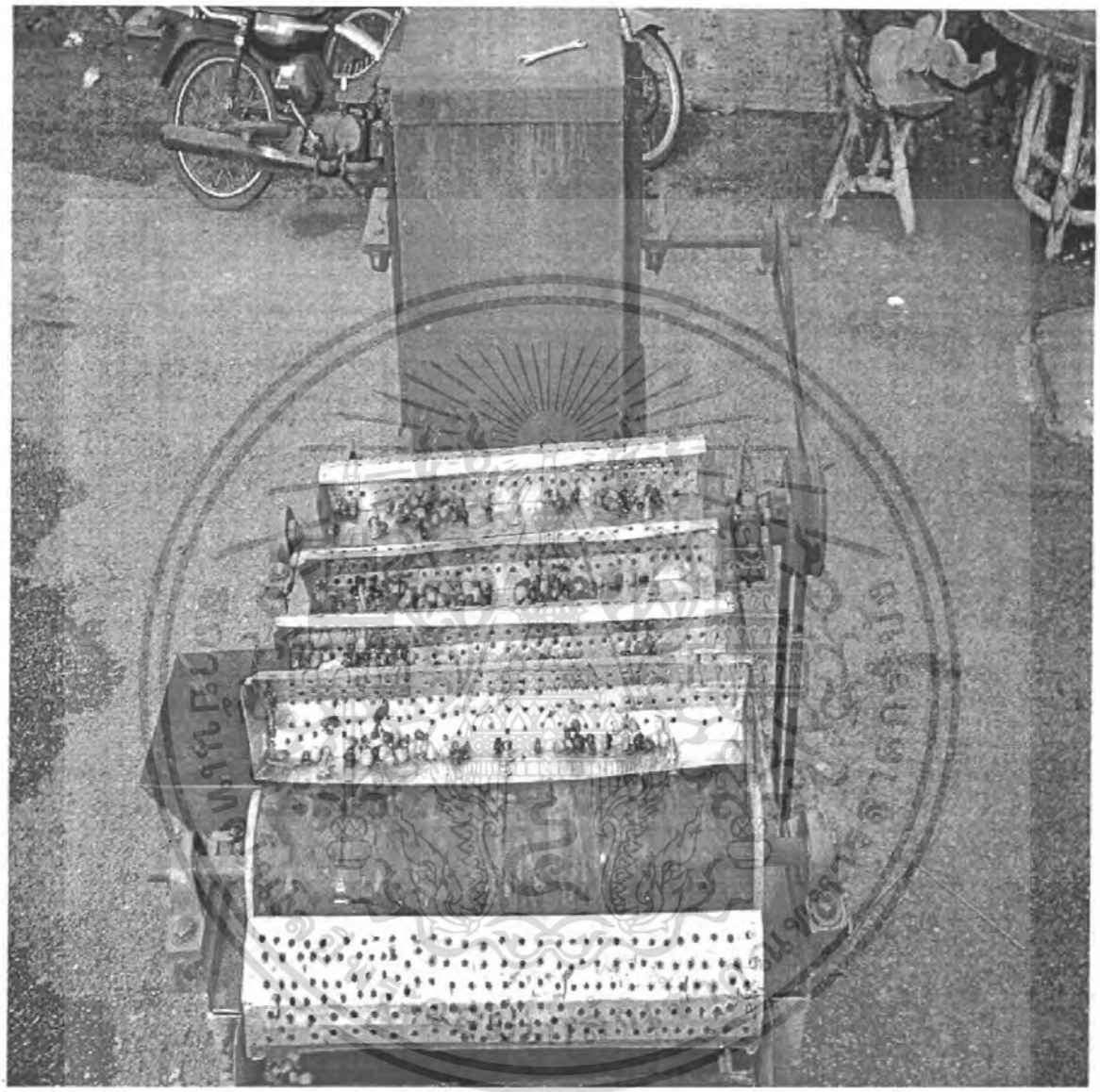
4.3.3 นำเมล็ดกาแฟ ที่เตรียมไว้ใส่ลงไปในชุดถังป้อนวัสดุ แล้วเริ่มจับเวลา

4.3.4 รอจนกระทั่งเมล็ดกาแฟ หมดจากชุดถังป้อนวัสดุ แล้วจึงหยุดเวลา

4.3.5 หยุดเดินเครื่อง แล้วบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.6 ทำตามข้อ 4.3.2 ถึง ข้อ 4.3.5 แต่เปลี่ยนความถี่มอเตอร์ไฟฟ้าเป็น 20 Hz. [131.5 rpm] และ 21 Hz. [136.4 rpm] ตามลำดับ



ภาพที่ 4.1 แสดงการทดลองการคัดเมล็ดกาแฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 สมรรถนะการทำงานของเครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ

ความเร็วรอบ rpm. (Hz.)	ปริมาณเมล็ดกาแฟ (กิโลกรัม)	เวลาในการทดสอบ (นาที)	จำนวนเมล็ดที่ติดค้างในเครื่อง (กิโลกรัม)	% เมล็ดที่ติดค้าง	ประสิทธิภาพในการคัดแยก
123.5 (19)	20	9.11	5.79	28.95	71.05
123.5 (19)	20	9.27	4.21	21.05	78.95
123.5 (19)	20	8.30	5.33	26.65	73.75
131.5 (20)	20	7.25	3.27	15.35	84.65
131.5 (20)	20	8.02	3.17	15.85	84.15
131.5 (20)	20	7.43	3.79	18.95	81.05
136.4 (21)	20	8.13	4.53	23.06	76.94
136.4 (21)	20	8.55	5.29	26.45	73.55
136.4 (21)	20	8.36	4.83	24.15	75.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตารางการเปรียบเทียบผลการคัดแยก

ปริมาณเมล็ดกาแฟ (กิโลกรัม)	ใช้แรงงานคนคัดแยก (นาที/2คน)	ใช้เครื่องคัดแยก (นาที)	ผลต่าง (นาที)
20	10	7.27	2.33
40	20	14.54	5.06
60	30	21.21	8.39
80	40	29.08	10.52
100	50	36.35	13.25

4.5 การคำนวณ

ตัวแปรของการประเมินผลการทดลองเครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ มี เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดกาแฟที่ติดค้างในเครื่อง ซึ่งการวิเคราะห์หาตัวแปรต่างๆจะใช้สูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

- % ของเมล็ดกาแฟที่ติดค้างในเครื่องคัดแยก $= \frac{\text{จำนวนเมล็ดกาแฟที่ติดค้าง}}{\text{จำนวนเมล็ดกาแฟทั้งหมด}} \times 100\ \%$

4.5.1 สมรรถนะการทำงาน

ผลการทดลองสมรรถนะการทำงานของชุดจำลองการคัดขนาดเมล็ดกาแฟที่ความเร็วรอบการทำงานแตกต่างกัน คือ 123.5[19Hz.], 131.5[20Hz.], 136.4[21Hz.] รอบต่อนาที ซึ่งสมรรถนะการทำงานที่เหมาะสม คือ 100 กิโลกรัมจะใช้เวลา 36.35นาที ที่ความเร็วรอบ 131.5[20Hz.] รอบต่อนาที

4.6 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟจะใช้เวลาในการคัดแยกประมาณ 36.35 นาที ต่อปริมาณเมล็ดกาแฟ 100 กิโลกรัม และความเร็วรอบที่เหมาะสมอยู่ที่ 131.5 rpm [20Hz.]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

เมล็ดกาแฟที่ได้จากการคัดแยกด้วยเครื่องนั้นมีการคัดแยกได้เร็วกว่าการใช้แรงงานคนเพราะว่าใช้แรงงานคนในการคัดแยกมากๆจะทำให้เกิดอาการเมื่อยล้า และการคัดแยกจะประหยัดเวลากว่าโดยที่ใช้เวลาในการคัดแยกประมาณ 36.35 นาที ต่อปริมาณเมล็ดกาแฟ 100 กิโลกรัม

ข้อเสนอแนะ

5.1 ด้านการออกแบบ

- เมื่อทำการสร้างโครงเครื่องจะต้องมีการดามชิ้นงานให้ได้ฉากก่อนที่จะทำการเชื่อม เพราะมิฉะนั้นจะทำให้โครงเครื่องที่โกงจากการเชื่อมนั้นอาจจะเกิดการบิดตัวของเหล็กซึ่งถ้าโครงเครื่องไม่ได้ฉากจะส่งผลต่อการทำงานของเครื่อง จะทำให้เครื่องสั่น
- ตัวถังที่ใช้คัดแยกเมล็ดกาแฟต้องออกแบบให้มีความลาดเอียงที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการคัดแยกเมล็ดกาแฟและลดปัญหาการตกค้างของเมล็ดกาแฟ
- อุปกรณ์ที่ออกแบบขึ้นมาเองต้องสามารถนำเอาชิ้นส่วนมาตรฐานที่มีอยู่ตามท้องตลาดมาใส่ได้ เพื่อสะดวกต่อการบำรุงรักษาซ่อมแซมเมื่ออะไหล่ของอุปกรณ์เกิดความเสียหาย เช่น ตลับลูกปืน สายพาน เฟืองเกียร์ต่างๆ ฯลฯ

5.2 ด้านการทำงาน

- เช็คระบบการทำงานของระบบส่งกำลังให้ถูกต้องก่อนที่จะทำการเดินเครื่อง
- ไม่ควรป้อนวัตถุดิบมากเกินไปเพราะจะทำให้เครื่องทำงานหนัก อาจส่งผลเสียต่อระบบลำเลียง ระบบส่งกำลัง และมอเตอร์ได้
- สังเกตการณ์ทำงานของเครื่องเสมอขณะทำงานว่ามีความผิดปกติหรือไม่

5.3 ด้านการบำรุงรักษา

- เมื่อทำการคัดแยกเมล็ดทุกครั้งจะต้องทำการถ่ายน้ำออกทุกครั้ง เพื่อป้องกันสิ่งสกปรกที่ติดมากับเมล็ดกาแฟตกค้าง
- หมั่นตรวจดูใบตัก และอุปกรณ์จับยึดให้อยู่ในสภาพที่ดีอยู่เสมอ
- หมั่นตรวจสอบระบบหล่อลื่นของอุปกรณ์ต่างๆ เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ข้อควรระวัง

- ก่อนที่จะทำการเดินเครื่องจะต้องตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอเพื่อเป็นความปลอดภัยของผู้ใช้เครื่องจักร

- ไม่ควรป้อนวัตถุดิบมากเกินไปเพราะจะทำให้น้ำล้นออกมานอถังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. กรมส่งเสริมการเกษตร. (2535). เมล็ดกาแฟ. *เอกสารวิชาการชุดพืชศาสตร์(crop manual).*
2. จำรูญ หว่างแสง ธวัชชัย ศรีภัทราพันธ์. (2534). *เครื่องแยกขนาดโดยแรงโน้มถ่วง.* ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต, สาขาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
3. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ และคณะ. (2538). *สมบัติทางกายภาพและวิศวกรรมของชีววัสดุ.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
4. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2550). เมล็ดกาแฟ, *ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร.* เข้าถึงได้จาก http://www.oae.go.th.
5. บรรเลง ศรนิล, กิตติ นิงสานนท์, การคำนวณและการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล. โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
6. บรรเลง ศรนิล, ประเสริฐ กว๊ยสมบูรณ์,ตารางงานโลหะ.พิมครั้งที่ 1,โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
7. วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, ชาญ ถนัดงาน,การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1 พิมพ์ครั้งที่ 10, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2534
8. วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, ชาญ ถนัดงาน,การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 2 พิมพ์ครั้งที่ 10, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.1

การวัดขนาดของเมล็ดกาแฟดี 50 เมล็ด (GMD)

เมล็ดที่	A	B	C	GMD
1	18.2	16.3	13.5	15.88
2	13.7	10.8	10.1	11.43
3	15.5	13.4	14.8	14.54
4	17.8	15.4	13.5	14.46
5	14.7	11.7	11.5	12.55
6	15.8	12.7	12.5	13.58
7	17.7	14.2	12.8	14.76
8	16.4	13.2	10.7	13.23
9	14.7	12.2	11.7	12.80
10	18.5	16.7	13.7	16.17
11	13.7	11.2	10.4	11.68
12	15.8	15.5	14.3	15.18
13	17.5	14.5	13.7	15.14
14	16.4	13.2	12.4	13.89
15	17.8	13.7	12.5	14.49
16	15.6	13.5	11.7	13.50
17	16.2	12.5	10.5	12.85
18	14.8	12.4	11.6	12.86
19	13.6	10.8	10.7	11.62
20	15.2	14.5	13.7	14.45
21	16.5	13.2	12.4	13.92
22	17.7	13.5	12.5	14.40
23	15.2	13.5	11.8	13.42
24	16.2	12.5	10.8	12.98
25	14.7	11.7	11.8	12.66
26	18.2	16.4	13.5	15.91
27	13.7	10.8	10.2	11.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28	15.6	15.5	14.8	15.29
29	16.8	14.4	12.5	14.46
30	14.8	11.8	11.8	12.72
31	15.8	12.8	12.6	13.65
32	17.5	14.3	12.5	14.62
33	15.6	13.5	12.2	13.69
34	16.5	13.2	10.7	13.25
35	14.8	12.21	11.8	12.86
36	18.3	16.4	13.4	15.90
37	13.8	11.1	10.5	11.71
38	15.7	15.4	14.2	15.08
39	17.2	15.5	13.8	15.43
40	16.7	14.7	12.5	14.53
41	15.6	15.2	14.8	15.19
42	17.8	14.6	13.8	15.30
43	16.6	13.4	12.5	14.06
44	17.8	13.8	12.5	14.53
45	16.7	12.7	11.6	13.49
46	15.6	12.6	10.8	12.85
47	14.6	11.8	11.6	12.59
48	14.8	11.8	11.9	12.76
49	16.9	14.2	12.5	14.42
50	17.2	15.3	12.4	14.83
เฉลี่ย	16.09	13.62	12.32	13.86

A คือ เส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาวที่สุด

B คือ เส้นผ่าศูนย์กลางยาวที่สุดที่ตั้งฉากกับ A

C คือ เส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาวที่สุดที่ตั้งฉาก A , B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.2

การวัดขนาดของเมล็ดกาแฟที่เสีย 50 เมล็ด (GMD)

เมล็ดที่	A	B	C	GMD
1	15.4	12.2	11.3	12.85
2	16.7	12.8	11.5	13.49
3	14.2	12.5	10.8	12.42
4	15.1	11.4	9.7	11.86
5	13.6	10.8	10.6	11.59
6	17.1	15.3	12.4	14.80
7	12.6	9.8	9.1	10.39
8	14.5	14.3	13.7	14.16
9	16.7	14.4	12.5	14.43
10	13.6	10.7	10.7	11.59
11	14.8	11.8	11.7	12.68
12	16.5	13.1	11.5	13.54
13	14.7	12.5	11.1	12.68
14	15.3	12.1	9.7	12.15
15	13.8	11.0	10.8	11.79
16	17.2	15.3	12.4	14.83
17	12.8	10.1	9.4	10.67
18	14.7	14.3	13.2	14.05
19	16.7	14.7	12.5	14.53
20	13.2	11.7	10.7	11.82
21	13.6	10.8	10.6	11.59
22	15.2	11.5	9.8	11.96
23	14.4	12.7	10.8	12.54
24	16.7	12.8	11.5	13.49
25	15.5	12.4	11.5	13.03
26	16.8	14.6	12.7	14.60
27	14.5	14.2	13.8	14.16
28	17.2	15.3	12.5	14.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29	12.8	9.8	9.1	10.45
30	14.5	12.3	13.7	13.46
31	16.7	14.4	12.5	14.43
32	13.7	10.6	10.5	11.5
33	14.8	11.8	11.6	12.65
34	16.6	13.2	11.7	13.68
35	15.3	12.1	9.7	12.15
36	13.8	11.2	10.8	11.86
37	17.4	15.5	12.6	15.03
38	12.8	10.1	9.4	10.67
39	14.8	14.5	13.2	14.14
40	16.5	14.5	12.7	14.48
41	15.4	12.2	11.3	12.85
42	16.8	12.8	11.5	13.52
43	14.4	12.5	10.8	12.48
44	15.1	11.4	9.7	11.86
45	13.6	11.1	10.6	11.69
46	17.2	15.3	12.4	14.83
47	12.6	9.8	9.8	10.65
48	14.7	14.5	13.7	14.29
49	16.9	14.2	12.5	14.42
50	13.8	10.8	10.8	11.71
เฉลี่ย	15.06	12.59	11.38	12.90

A คือ เส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาวที่สุด

B คือ เส้นผ่าศูนย์กลางยาวที่สุดที่ตั้งฉากกับ A

C คือ เส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาวที่สุดที่ตั้งฉาก A , B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้