สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาและออกแบบเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว

STUDY AND DESIGN OF OKRA GRADING MACHINE

โดย

นาย คมศักดิ์ แก้วทองคำ

นาย ธนัญชัย นพพรพิทักษ์

นาย ประสงค์ กุลวุฒิ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 62693
วัน,เดือน,ปี 21 ส.ค. 2549

ข.....
เ.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชา วิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาและออกแบบเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว

ผู้จัดทำ

นายคมศักดิ์ แก้วทองคำ

นายธนัญชัย นพพรพิทักษ์

นายประสงค์ กุลวุฒิ

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์เจษฎา ชัยโฉม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาและออกแบบเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว

นายคมศักดิ์ แก้วทองคำ
นายธนัญชัย นพพรพิทักษ์
นายประสงค์ กุลวุฒิ

อาจารย์เจษฎา ชัยโฉม อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว โดยคัดขนาดตามความยาวของกระเจี๊ยบเขียว หลักการทำงานของเครื่องนี้จะทำงานโดยการใช้สายพานตักกระเจี๊ยบเขียวขึ้นจากถัง บรรจุกระเจี๊ยบเขียว ซึ่งกระเจี๊ยบเขียวที่มีการซ้อนกันจะถูกปัดลงถังโดยพลาสติกปัด ต่อมากระเจี๊ยบเขียวที่ไม่ถูกปัดจะตกลงสู่แผ่นรองรับและกลิ้งตัวลงสู่ชุดสายพานคัดขนาด และทำการคัดขนาดโดยการเพิ่มระยะห่างของสายพาน ทำให้กระเจี๊ยบเขียวที่มีขนาดน้อยกว่าระยะห่างของสายพานตกลงสู่ถาดรองรับ หลังจากนั้นได้ศึกษาถึงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง อันประกอบด้วย ความเร็วเชิงเส้นของสายพานตัก, ความเร็วเชิงเส้นของชุดสายพานคัดขนาด และระยะแผ่นกั้นขนาดของกระเจี๊ยบเขียวที่ถาดรองรับ จากการทดลองพบว่า ต้องใช้ความเร็วเชิงเส้นของสายพานตักเท่ากับ 0.15 m/s ความเร็วเชิงเส้นของชุดสายพานคัดขนาดเท่ากับ 0.06 m/s และจะได้กำลังการผลิตเท่ากับ30 ฝักต่อนาที ประสิทธิภาพความถูกต้องเท่ากับ63% และระยะของแผ่นกั้นของถาดรองรับวัดระยะจากปลายถาดรองรับทางด้านซ้ายมือเมื่อหันหน้าเข้าเครื่อง แบ่งเป็น 3 ขนาด ตามขนาดความยาวของกระเจี๊ยบเขียวคือ

ก.) ความยาวไม่เกิน 10 cm. มีระยะแผ่นกั้นเท่ากับ 49 cm ค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเท่ากับ 98.6%

ข.) ความยาวมากกว่า 10 – 12 cm. มีระยะแผ่นกั้นเท่ากับ 64.7 cm ค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเท่ากับ 93%

ค.) ความยาวมากกว่า 12 - 14 cm. มีระยะแผ่นกั้นเท่ากับ 85.6 cm ค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเท่ากับ 94.3%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY AND DESIGN OF OKRA GRADING MACHINE

KOMSAK KEAWTONGKAM
TANANCHAI NOPPRONPITAK
PRASONG GULLAWUT

JEDSADA CHAISHOME ADVISOR

2005

Abstract

The objective of this project is to study and design the okra grading machine. This machine will sort according to the length of the okra and works on the basis of lapping belt. The okra will be lapped from the hopper and the overlapped one will be swept by sweeping-plastic. The leftover will be fallen into bearing tray and forwarded to size selecting belt. The belt gap will keep increasing for the different size of okra to be sorted. The okra with smaller size than the gap will be fallen into bearing-tray. Moreover, there is the study of factors influencing the machine efficiency including the line-basis speed of lapping belt, line-basis speed of sorting-belt and distance plate of okra at the bearing-tray. The experiment shows that the line-basis speed of lapping belt should be 0.15m/s, the line-basis speed of the sorting belt should be 0.06m/s and the production capacity will be equal to 30 sheath/minute. The rightness ability of sorting efficiency is equal to 63% . The machine is able to grade okra in to 3 size based on the length of the okra and distance plate of the bearing tray from the side left bearing-tray edge when facing to the machine is

A.) Okra ranging from 0 -10 cm. distance plate of the bearing tray equal to 49 cm. and efficiency of 98.6%

B.) Okra ranging from 10 - 12 cm. distance plate of the bearing tray equal to 64.7 cm. and efficiency of 98.6%

C.) Okra ranging from 12 - 14 cm. distance plate of the bearing tray equal to 85.6 cm. and efficiency of 93%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์เจษฎา ชัยโฉม อาจารย์ที่ปรึกษาในการทำวิจัย และกราบขอบพระคุณ รศ.สาทิน รัตนภาสกร, ผศ.ดร.มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์ ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ , อาจารย์สมัคร รักแม่, อาจารย์ มธุรดา จิโนรส ที่กรุณาให้ความคิดและคำแนะนำในการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนแก้ปัญหาต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

ขอขอบคุณพี่แมนเป็นอย่างสูง สำหรับความช่วยเหลือและคำแนะนำในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในการสร้างเครื่องจนการปฏิบัติงานสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณกลุ่มจัดสร้างเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียวสำหรับคำปรึกษา แนวคิด และข้อมูลต่างๆ ในการทำงาน ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมอาหารทุกคนที่ช่วยแนะนำ ติชมต่างๆ และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญรูปภาพ	ข
สารบัญตาราง	ง
รายการสัญลักษณ์	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ตรวจเอกสารและแหล่งข้อมูล	2
บทที่ 3 ทฤษฎีการคำนวณ	17
บทที่ 4 การคำนวณและออกแบบ	29
บทที่ 5 วิธีการทดลอง	44
บทที่ 6 บทวิจารณ์และสรุปผล	54
ภาคผนวก ก	59
กิตติกรรมประกาศ	67
เอกสารอ้างอิง	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 กรรมวิธีการผลิตกระเจี๊ยบเขียวฝักสดส่งออก	12
รูปที่ 2.2 เครื่องคัดขนาดข้าวโพดแบบสายพานเอียง	13
รูปที่ 2.3 แสดงขั้นตอนป้อนข้าวโพดและลำเลียงลงสู่สายพาน	14
รูปที่ 2.4 แสดงการตกของข้าวโพดในช่วงถาดรองรับ	14
รูปที่ 2.5 แสดงถาดรับข้าวโพดในช่วงถาดรองรับ A และ E	14
รูปที่ 2.6 แสดงถึงถังบรรจุ และชุดสายพานลำเลียงของเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน	15
รูปที่ 2.7 เครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน	16
รูปที่ 2.8 ชุดพลิกข้าวโพดฝักอ่อน	16
รูปที่ 3.1 ประเภทของโรลลิ่งแบริ่ง	19
รูปที่ 3.2 ชนิดของโรลลิ่งแบริ่ง	19
รูปที่ 3.3 หน้าตัดสายพานลิ่ม (V - belts)	21
รูปที่ 3.4 ลักษะของสายพานแบน	22
รูปที่ 3.5 การส่งกำลังของสายพานในลักษณะต่างๆ	22
รูปที่ 3.6 ลักษณะของสายพานไทม์มิงเบ็ลท์	23
รูปที่ 3.7 สายพานที่ทำจากเส้นใยฝัก Cotton แข็ง	24
รูปที่ 3.8 สายพานถักจาก Cotton มีลักษณะคล้ายกระดูกปลา	24
รูปที่ 3.9 สายพานโพลีเอสเตอร์	25
รูปที่ 3.10 สายพานไฮคาร์	25
รูปที่ 3.11 หน้าตัดสายพานลิ่มและล้อสายพาน	26
รูปที่ 4.1 Free Body Diagram ของเพลา	30
รูปที่ 4.2 ภาพ Isometric ของเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียวด้านที่ 1	33
รูปที่ 4.3 ภาพ Isometric ของเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียวด้านที่ 2	33
รูปที่ 4.4 ภาพด้านหน้า ของเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว	34
รูปที่ 4.5 ภาพด้านบน ของเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว	34
รูปที่ 4.6 ภาพด้านข้าง ของเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว	35
รูปที่ 4.7 ภาพด้านหน้า ของชุดสายพานคัดขนาด	35
รูปที่ 4.8 ภาพ Isometric ของชุดถาดรองรับ	35
รูปที่ 4.9 ภาพด้านหน้า และ ด้านข้าง ของตัวเลื่อนปรับขนาด	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 4.10 ภาพแผ่นคลี่ของตัวเลื่อนปรับขนาด	36
รูปที่ 4.11 ภาพด้านหน้า และด้านข้าง ของถาดรองรับ	37
รูปที่ 4.12 ภาพแผ่นคลี่ของถาดรองรับ	37
รูปที่ 4.13 ภาพจริงด้านหน้าของเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว	38
รูปที่ 4.14 ภาพจริงด้านหลังของเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว	38
รูปที่ 4.15 ภาพจริงของถาดรองรับกระเจี๊ยบเขียว	38
รูปที่ 4.16 ภาพจริงของแผ่นรองรับกระเจี๊ยบเขียว	39
รูปที่ 4.17 ภาพจริงของสายพานลำเลียงและสายพานคัดขนาด	39
รูปที่ 4.18 ภาพจริงของถังบรรจุกระเจี๊ยบเขียว	39
รูปที่ 4.19 แสดงภาพการตักกระเจี๊ยบเขียวขึ้นจากถังบรรจุกระเจี๊ยบเขียว	41
รูปที่ 4.20 แสดงภาพการลำเลียงกระเจี๊ยบเขียวผ่านพลาสติกปิด	41
รูปที่ 4.21 แสดงภาพกระเจี๊ยบเขียวตกสู่แผ่นรองรับ	42
รูปที่ 4.22 แสดงภาพกระเจี๊ยบเขียวตกสู่แผ่นรองรับ	42
รูปที่ 4.23 แสดงภาพการลำเลียงกระเจี๊ยบเขียวสู่สายพานคัดขนาด	42
รูปที่ 4.24 แสดงภาพการคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว	43
รูปที่ 4.25 แสดงภาพกระเจี๊ยบเขียวตกสู่ถาดรองรับ	43
รูปที่ 6.1 กราฟแสดง เปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ กำลังการผลิต กับจำนวนฝักที่มีลักษณะการตกดีต่อค่าความเร็วเชิงเส้น	54
รูปที่ 6.2 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องกับค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานคัดขนาดที่ค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานตักคงที่ ที่ 0.09 m/s	55
รูปที่ 6.3 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องกับค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานคัดขนาดที่ค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานตักคงที่ ที่ 0.11 m/s	55
รูปที่ 6.4 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องกับค่าความเร็วเชิงเส้น ของสายพานคัดขนาดที่ค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานตักคงที่ ที่ 0.15 m/s	56
รูปที่ 6.5 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องกับค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานคัดขนาดที่ค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานตักคงที่ ที่ 0.17 m/s	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 2.1	คุณค่าทางโภชนาการของกระเจี๊ยบเขียว 100 กรัม	2
ตารางที่ 2.2	แสดงพื้นที่เพาะปลูกผลผลิตจำแนกตามภาคและจังหวัดที่ปลูกมากที่สุด	4
ตารางที่ 2.3	แสดงพื้นที่เพาะปลูกกระเจี๊ยบเขียวทั้งประเทศในแต่ละภาค ปี 25443 – 2545	5
ตารางที่ 2.4	ปริมาณและมูลค่าการส่งออกกระเจี๊ยบเขียว ปี พ.ศ. 2539-2541	6
ตารางที่ 2.4	ปริมาณส่งออกกระเจี๊ยบเขียวรายประเทศ 1 ต.ค.46 - 30 ก.ย.47	7
ตารางที่ 2.4	แสดงระยะเวลานานของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมของกระเจี๊ยบเขียว	10
ตารางที่ 4.1	รายการชิ้นส่วน	40
ตารางที่ 5.1	บันทึกผลการทดลองหาความเร็วสายพานตักที่เหมาะสม	47
ตารางที่ 5.2	บันทึกผลการทดลองหาความเร็วสายพานตักที่เหมาะสม	**47**
ตารางที่ 5.3	บันทึกผลหาความเร็วของสายพานคัดขนาดที่เหมาะสมกับความเร็วของสานพานตักคงที่ ที่ 0.09 (m/s)	48
ตารางที่ 5.4	บันทึกผลหาความเร็วของสายพานคัดขนาดที่เหมาะสมกับความเร็วของสานพานตักคงที่ ที่ 0.11 (m/s)	49
ตารางที่ 5.5	บันทึกผลหาความเร็วของสายพานคัดขนาดที่เหมาะสมกับความเร็วของสานพานตักคงที่ ที่ 0.15 (m/s)	50
ตารางที่ 5.6	บันทึกผลหาความเร็วของสายพานคัดขนาดที่เหมาะสมกับความเร็วของสานพานตักคงที่ ที่ 0.17 (m/s)	51
ตารางที่ 5.7	บันทึกผลการทดลองหาระยะแผ่นกั้นของถาดรองรับ	52
ตารางที่ 5.8	บันทึกผลหาค่าความถูกต้องของระยะแผ่นกั้นที่ได้จากผลการทดลองตอนที่ 3	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการสัญลักษณ์

C	แรงพลวัตประเมิน (basic static load rating)(N)
C_p	ระยะห่างระหว่างศูนย์กลาง(mm)
D_p	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์(mm)
F	แรงดึงสายพานขณะส่งกำลัง(N)
F_a	แรงที่กระทำกับแบริ่งในแนวแกนหรือแรงรุน(N)
F_e	แรงสมมูลหรือแรงเสมือนในแนวรัศมี(N)
F_i	แรงดึงชั้นต้นในสายพาน(N)
F_r	แรงที่กระทำกับแบริ่งในแนวรัศมี(N)
K	ตัวประกอบความเค้นหนาแน่น
K_f	ตัวประกอบความเค้นหนาแน่นจริง
K_{fs}	ตัวประกอบความเค้นหนาแน่นของความเค้นเฉือน
L	อายุการใช้งานของแบริ่ง(hr)
L_{10}	อายุใช้งานจริง(hr)
L_p	ความยาวพิตช์(mm)
M_m	โมเมนต์ดัดเฉลี่ย(N.m)
N	ค่าความปลอดภัย
N_1	ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน
N_a	ตัวประกอบแก้ไขส่วนสัมผัสโค้ง
N_s	ตัวประกอบใช้งาน
T_m	โมเมนต์ดัดเฉลี่ย(N.m)
W_p	กำลังงานที่ต้องการส่ง(W)
Z	จำนวนเส้นของสายพานลิ่ม(เส้น)
d_p	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อสายพานลิ่ม
k	ค่าคงที่ มีค่า – 3 สำหรับบอลแบริ่ง และ มีค่า $-\frac{10}{3}$ สำหรับโรลเลอร์แบริ่ง
k_1	ตัวประกอบใช้งาน
k_2	ค่าตัวประกอบ
k_a	ตัวประกอบของผิว
k_b	ตัวประกอบของขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการสัญลักษณ์(ต่อ)

m_w	อัตราทด
v	ความเร็วของสายพาน(m/s)
σ_a	ความเค้นส่วนเปลี่ยน (stress amplitude)(N/mm^2)
σ_m	ความเค้นเฉลี่ย (mean stress)(N/mm^2)
σ_n	ค่าความต้านแรงทนทานสำหรับการดึง (N/mm^2)
σ_y	ความต้านทางแรงดึง (yield amplitude) (N/mm^2)
τ	ค่าความเค้นเฉือน(N/mm^2)
τ_a	ความเค้นเฉือนส่วนเปลี่ยน (shear stress amplitude) (N/mm^2)
τ_m	ความเค้นเฉือนเฉลี่ย (shear stress mean) (N/mm^2)
τ_n	ค่าความต้านแรงทนทานสำหรับการเฉือน(N/mm^2)
τ_y	ความต้านทานแรงเฉือนตราก (yield strength in shear) (N/mm^2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

กระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สามารถปลูกได้ทุกฤดูในประเทศไทย ในปัจจุบันประเทศไทยส่งออก กระเจี๊ยบเขียวสดและกระเจี๊ยบเขียวสดแช่แข็ง ซึ่งตลาดสำคัญคือประเทศญี่ปุ่น ในปี 2547 ประเทศไทยส่งออกกระเจี๊ยบเขียวไปญี่ปุ่น 8,975 ตัน โดยคิดเป็น 90% ของการส่งออกทั้งหมด (ที่มา : กรมวิชาการเกษตร) ซึ่งมูลค่าการส่งออกจากปีที่ผ่านมาเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นในการส่งออกกระเจี๊ยบเขียวจึงต้องใช้แรงงานคนและเวลาจำนวนมากในการคัดขนาดให้ได้ตามมาตรฐาน มกอช. 1501 – 2547 ซึ่งคัดแยกขนาดตามความยาวของกระเจี๊ยบเขียว

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ทำให้เกิดแนวคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียวขึ้นมา ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาและแรงงานคนในการคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว เพื่อให้ได้ตามมาตรฐาน อีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุน และเพิ่มความรวดเร็วในกระบวนการผลิตโดยรวม

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว โดยคัดขนาดตามความยาวของกระเจี๊ยบเขียว

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานคนที่ทำหน้าที่คัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว
2. ลดเวลาในการคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว
3. เพิ่มประสิทธิภาพและความถูกต้องแม่นยำในการคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียวมากขึ้น

1.4 ขอบเขตของโครงการ

1. ศึกษาและออกแบบเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียวโดยใช้ความยาวของกระเจี๊ยบเขียวเป็นเกณฑ์ในการคัดขนาดตามมาตรฐาน มกอช. 1501 – 2547 ดังนี้

   A: รหัสขนาด 1 ความยาวไม่รวมก้านขั้ว มากกว่า 12 – 14 ซม.

   B: รหัสขนาด 2 ความยาวไม่รวมก้านขั้ว มากกว่า 10 – 12 ซม.

   C: รหัสขนาด 3 ความยาวไม่รวมก้านขั้ว ไม่เกิน 10 ซม.

2. กระเจี๊ยบเขียวที่นำมาคัดขนาดไม่มีการคดงอ
3. กระเจี๊ยบเขียวที่นำมาคัดขนาดเป็นพันธุ์ที่มีฝักลักษณะห้าเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ตรวจเอกสารและแหล่งข้อมูล

2.1 ข้อมูลของกระเจี๊ยบเขียว [1]

ถิ่นกำเนิดของกระเจี๊ยบเขียว (Okra) อยู่ในเขตร้อนของเอเชียตอนใต้และอัฟริกา ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์เดียวกันกับ ชบา ภู่เรือหงษ์ พุดตาน กระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชผักยืนต้นอายุประมาณ 1 ปี แหล่งผลิตกระเจี๊ยบเขียวของโลก ได้แก่ แถบชายฝั่งทะเลแคลิเบียน ทวีปอัฟริกา โดยเฉพาะในประเทศซูดาน อียิปต์ ไนจีเรีย และในประเทศเขตเอเชีย ได้แก่ ไทยและฟิลิปปินส์ สำหรับประเทศไทยแหล่งปลูกกระเจี๊ยบเขียว ได้แก่ จังหวัดนครปฐม ราชบุรี นนทบุรี

2.2 คุณค่าทางโภชนาการของกระเจี๊ยบเขียว

กระเจี๊ยบเขียวเป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหาร โดยเฉพาะวิตามินซี และแคลเซียมสูง เมื่อเทียบกับผักชนิดอื่น นอกจากนี้ยังประกอบด้วยสารจำพวกกัม (gum) และเพคติน (pectin) ในปริมาณสูง ทำให้อาหารที่ประกอบขึ้นจากฝักกระเจี๊ยบมีลักษณะเป็นเมือก ซึ่งช่วยป้องกันอาการหลอดเลือดตีบตัน สามารถรักษาโรคความดันโลหิต บำรุงสมอง ลดอาการโรคกระเพาะอาหารและยังมีสารขับพยาธิตัวจี๊ดได้ ซึ่งปรากฏสรรพคุณในตำราแพทย์แผนโบราณ และการทดลองแพทย์แผนใหม่ทั้งในและต่างประเทศ เมล็ดกระเจี๊ยบเขียวจัดเป็นแหล่งที่ให้น้ำมันไม่น้อยกว่า 14 เปอร์เซนต์ แล้วยังมีศักยภาพสามารถที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งให้โปรตีนโดยมีปริมาณโปรตีนไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซนต์

ตารางที่2.1 คุณค่าทางโภชนาการของกระเจี๊ยบเขียว 100 กรัม

น้ำ	88.9	ร้อยละ	ฟอสฟอรัส	51.0	มิลลิกรัม
พลังงาน	36.0	แคลลอรี่	โปแตสเซี่ยม	249.0	มิลลิกรัม
โปรตีน	2.4	กรัม	เหล็ก	0.6	มิลลิกรัม
ไขมัน	0.3	กรัม	วิตามินเอ	520.0	มิลลิกรัม
คาร์โบไฮเดรท	7.6	กรัม	ไทอามีน	0.17	มิลลิกรัม
เส้นใย	1.0	กรัม	โรโบฟลาวิน	0.21	มิลลิกรัม
แคลเซี่ยม	92.0	มิลลิกรัม	แอสคอมิคแอซิค	31.0	มิลลิกรัม
ไนอาซีน	1.0	มิลลิกรัม			

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ลักษณะทางการเกษตร [1]

กระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชผักที่เจริญเติบโตได้ดีในเขตกึ่งร้อน โดยอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดประมาณ 35 ℃ และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดไม่ต่ำกว่า 18 ℃ จะเป็นสภาพที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต เป็นพืชผักยืนต้นสูงประมาณ 140 เซนติเมตร เจริญเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิด แต่ไม่ชอบดินที่มีน้ำแฉะขัง หรือระบายน้ำยาก และดินกรดจัด พีเอชควรอยู่ระหว่าง 6.6 - 6.8 จะออกดอกครั้งแรกเมื่อ อายุ 35 วัน และสามารถให้ฝักอ่อนครั้งแรกเมื่ออายุ 45 วัน ฝักอ่อนมีสีเขียวสดมี 5 เหลี่ยม ขนาดความยาว 7 - 11 cm ฝักจะแตกเมื่อแก่และมีเมล็ดสามารถนำไปขยายพันธุ์ได้ แต่ในปัจจุบันไม่เป็นที่นิยม

ลำต้น มีขนสั้น ๆ มีหลายสี แตกต่างตามพันธุ์

ใบ มีลักษณะกว้างเป็นแฉกคล้ายใบละหุ่ง แต่ก้านใบจะสั้นกว่า

ดอก มีสีเหลือง โคนดอกด้านในสีม่วง เมื่อบานคล้ายดอกฝ้าย มีเกสรตัวผู้ตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน

ฝัก มีรูปเรียวยาว ปลายฝักแหลม มีทั้งชนิดฝักกลมและฝักเหลี่ยม ซึ่งมีเหลี่ยม 5-10 เหลี่ยม ขึ้นกับพันธุ์ ในแต่ละฝักมีเมล็ด 80-200 เมล็ด

ฝักแก่ สีฝักจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและแตกออกตามแนวรอยสันเหลี่ยมทำให้เห็นเมล็ดที่อยู่ข้างใน

เมล็ด มีลักษณะกลมรีขนาดเดียวกับถั่วเขียว เมล็ดอ่อนมีสีขาว เมื่อแก่มีสีเทา

2.3 พันธุ์กระเจี๊ยบเขียว [1]

กระเจี๊ยบเขียวมีพันธุ์ต่าง ๆ มากมายซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งความสูงของต้น ความยาวของฝักและสีฝัก พันธุ์พื้นเมืองเดิมจะมีเหลี่ยมบนฝักมากประมาณ 7-10 เหลี่ยม พันธุ์กระเจี๊ยบเขียวที่ใช้ปลูกเพื่อการส่งออกฝักสด และแช่แข็ง จะต้องเป็นพันธุ์ที่มีฝัก 5 เหลี่ยม สีฝักเขียวเข้ม มีเส้นใยน้อย ลำต้นเตี้ย ผิวฝักมีขนละเอียด ฝักดกให้ผลผลิตสูง ซึ่งพันธุ์ที่ใช้ปัจจุบันได้แก่

2.3.1. พันธุ์ของประเทศไทย ปรับปรุงโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ลักษณะฝักมีสีเขียวปานกลาง ฝักเมื่อตัดตามขวางเป็นรูปห้าเหลี่ยม ต้นแข็งแรง ผลผลิตสูง ราคาเมล็ดพันธุ์ 50-80 บาทต่อกิโลกรัม พันธุ์เหล่านี้ผู้ส่งออกและแปรรูปสามารถนำไปทดสอบตลาดได้ โดยเฉพาะตลาดยุโรปหรืออื่น ๆ

2.3.2. พันธุ์ลูกผสมที่หนึ่ง จากประเทศญี่ปุ่น เป็นพันธุ์ที่มีคุณสมบัติฝักอ่อนที่ตลาดญี่ปุ่นนิยมมาก ลักษณะฝักสีเขียวเข้มมาก ปลายฝักไม่มีจงอยยาว เมื่อตัดตามขวางของฝักเป็นรูป 5 เหลี่ยม ซึ่งมีเหลี่ยมเห็นได้ชัดเจน ต้นแข็งแรง ผลผลิตสูง ราคาเมล็ดพันธุ์แพงมากประมาณ 2,000-5,000 บาทต่อกิโลกรัม พันธุ์ลูกผสมชั่วที่นิยมในปัจจุบัน ได้แก่

- จูบิลี 047 (JUBILEE 047) ให้ผลผลิตสูง ฝักสีเขียวอ่อน 5 เหลี่ยม ต้นสามารถต้านทานโรคและแมลงได้อย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แมคกรีน 077 (Mac Green 077) ต้นเตี้ย พุ่มแน่น สามารถปรับตัวได้กับสภาพการปลูกและภูมิอากาศได้กว้าง ฝักสีเขียวเข้ม 5 เหลี่ยม ขนาด 1.6 x 8-10 เซนติเมตร ต้านทานโรค และให้ผลผลิตสูง

- ทอปกัน 053 (TOP GUN 053) ต้นเตี้ย พุ่มแน่น ลำต้นแข็งแรงด้วยโครงสร้างแขนงที่ดี ทนทานต่อโรค ฝักใหญ่สีเขียว 5 เหลี่ยม ขนาด 1.7 x 8-10 เซนติเมตร

2.3.3. พันธุ์ผสมเปิดจากต่างประเทศ ได้แก่ เคลมสัน สปายน์เลส ซึ่งฝักกลมป้อมและพันธุ์ดวอร์ฟกรีน สปายน์เลส ซึ่งมีฝักเรียวยาว เป็นพันธุ์ที่มี 8 เหลี่ยม สีเขียวปานกลางใช้ในการแปรรูปบรรจุกระป๋อง

2.3.4. พันธุ์ที่เกษตรกรเก็บพันธุ์เอง ซึ่งต้องทำอย่างถูกวิธีจะมีผลต่อคุณภาพฝักมาก อย่างไรก็ตามพันธุ์ที่จะใช้ขึ้นอยู่กับผู้ซื้อกำหนดเป็นประการสำคัญ ซึ่งผู้ปลูกต้องทำการตกลงกับผู้ซื้อก่อนปลูก

ตารางที่ 2.2 แสดงพื้นที่เพาะปลูกผลผลิตจำแนกตามภาคและจังหวัดที่ปลูกมากที่สุด

จังหวัด	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)			ผลผลิต (ตัน)			ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)		
	2543	2544	2545	2543	2544	2545	2543	2544	2545
ภาคกลาง									
อ่างทอง	66	437	110	199	723	448	1,380	940	762
นนทบุรี	60	95	20	337	1,530	909	911	1,457	1,500
สระบุรี	-	166	173	-	151	29	-	1,032	725
ภาคตะวันตก									
นครปฐม	1,198	1,096	1,133	5.170	1,796	2,987	1160	388	619
ราชบุรี	592	670	1,112	2,573	4,410	7,444	2,065	2,095	1,772
กาญจนบุรี	829	246	593	1,053	1,541	2,258	409	342	623
ภาคเหนือ									
เชียงราย	17	77	50	3	98	47	1,500	1,348	638
อุตรดิตถ์	6	2	30	3	2	37	800	800	1,144
นครสวรรค์	-	18	5	-	21	12	-	427	2,460
ภาคใต้									
นราธิวาส	124	133	117	86	129	106	801	880	862
ภูเก็ต	42	48	49	18	50	56	293	432	963
สตูล	2	8	3	-	12	3	-	1,771	1,067

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่2.3 แสดงพื้นที่เพาะปลูกกระเจี๊ยบเขียวทั้งประเทศในแต่ละภาค ปี 25443 – 2545

จังหวัด	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)			ผลผลิต (ตัน)			ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)		
	2543	2544	2545	2543	2544	2545	2543	2544	2545
ภาคเหนือ	734	273	100	214	216	158	1,210	1,051	639
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	23	104	206	5	46	573	432	775	2,936
ภาคกลาง	143	901	964	549	5,466	2,079	978	1,184	1,144
ภาคตะวันออก	40	42	60	30	67	100	738	1,283	2,000
ภาคตะวันตก	2,769	2,012	3,431	8,924	7,657	12,897	1,063	698	1,011
ภาคใต้	196	202	193	123	197	189	620	695	894
รวม	3,095	5,926	4,748	9,845	13,549	15,996	5,041	5,686	8,651

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร

2.4 ผลผลิตและการตลาด [2]

การปลูกกระเจี๊ยบเขียวฝักสดเพื่อการส่งออก จะได้ผลผลิตโดยเฉลี่ย 6,000 – 8,000 ก.ก./ไร่ โดยผลผลิตรวมทั้งปี เฉลี่ย 14,000 ตัน/ปี โดยส่วนตกเกรดหรือไม่ด้านมาตรฐานส่งออก จะขายตลาดท้องถิ่นประมาณ 6 - 8 บาท/ก.ก. ผลผลิตที่มีคุณภาพส่งออกได้มีประมาณ 60% โดยราคาเฉลี่ยอยู่ประมาณ 15 บาท/ก.ก.

ฝักยาวไม่เกิน 11 เซนติเมตร ราคา 15 บาท/ก.ก.

ฝักยาวไม่เกิน 9 เซนติเมตร ราคา 17 บาท/ก.ก.

เกษตรกรจะได้รับผลตอบแทนประมาณ 50,000 - 55,000 บาท บาท/ไร่/ปี โดยมีต้นทุนการผลิตที่ประกอบด้วยการเตรียมดิน ค่าวัสดุ เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ยเคมี และค่าแรงประมาณ 5,000 - 8,000 บาท/ไร่/ฤดูปลูก

2.4.1 ตลาดในประเทศ

สำหรับคนไทยบริโภคกระเจี๊ยบเขียวมานานแล้ว เพราะเป็นผักพื้นบ้านของเราซึ่งปลูกง่าย ปลูกได้ตลอดปีและมีราคาไม่สูง แต่คนไทยกลับนิยมรับประทานผักชนิดนี้น้อยกว่าผักชนิดอื่น ๆ อาจจะมาจากเป็นผักที่มีเมือกลื่นรสชาติไม่ถูกปากคนไทย ดังนั้นตลาดภายในประเทศจึงมีมูลค่าการซื้อขายน้อย และโดยส่วนใหญ่กระเจี๊ยบเขียวที่ซื้อขายภายในประเทศจะเป็นพวกตกเกรดหรือพวกไม่ได้มาตรฐานส่งออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ตลาดต่างประเทศ [3]

การส่งออกกระเจี๊ยบเขียวของไทยไปจำหน่ายยังต่างประเทศ มีอยู่ 3 รูปแบบ คือ

- กระเจี๊ยบเขียวฝักสด
- กระเจี๊ยบเขียวฝักสดแช่แข็ง
- กระเจี๊ยบเขียวบรรจุกระป๋องในน้ำเกลือ

การส่งออกส่วนใหญ่เป็นการส่งออกฝักสดซึ่งร้อยละ95 ของปริมาณการส่งออกทั้งหมด จะส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น จากสถิติการส่งออกกระเจี๊ยบเขียวพบว่าสถิติการส่งออกกระเจี๊ยบเขียวในปี 2547 ประเทศไทยส่งออกกระเจี๊ยบเขียวไปญี่ปุ่น 8,975 ตัน มีมูลค่า 302 ล้านบาท เพราะประเทศญี่ปุ่นไม่สามารถปลูกกระเจี๊ยบเขียวได้เองในช่วงหน้าหนาวเพราะมีหิมะตกมาก ในขณะที่ความต้องการบริโภคมีมาก จึงต้องนำเข้าจากประเทศแถบเอเชียอาคเนย์ เช่น ประเทศไทย และฟิลิปปินส์ ซึ่งปริมาณและมูลค่าการนำเข้าอยู่ในเกณฑ์ที่สูง และประเทศไทยมีสัดส่วนการตลาดสูงที่สุด

ตลาดรองของกระเจี๊ยบเขียว ได้แก่ ประเทศในยุโรป เช่น เยอรมันตะวันตก อังกฤษ ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ เป็นต้น สำหรับตลาดบรรจุกระป๋องแช่ในน้ำเกลือ ได้แก่ กลุ่มประเทศในตะวันออกกลาง

ตารางที่ 2.4 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกกระเจี๊ยบเขียว ปี พ.ศ. 2539-2541

รายการ	พ.ศ. 2539		พ.ศ 2540		พ.ศ 2541	
	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
กระเจี๊ยบเขียวฝักสด	4,361	217.8	4,445	259.5	3,598	317.3
กระเจี๊ยบเขียวแช่แข็ง	392	21.2	331	22.2	188	13.0

ที่มา : กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ปริมาณส่งออกกระเจี๊ยบเขียวรายประเทศ 1 ต.ค.46 - 30 ก.ย.47

ประเทศ	ปริมาณส่งออก[กก.]
Austria	5
Austria	6,677
Belarus	5
Belgium	479
Denmark	7,441
Finland	809
France	709
Germany	35,602
Hong Kong	6,368
Indonesia	80
Italy	4,189
Japan	8,975,059
Poland	300
Spain	50
Sweden	494
United Kingdom	351,533

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การรับซื้อ [4]

ในการปลูกกระเจี๊ยบเขียวเพื่อการส่งออกส่วนใหญ่นั้นจะใช้ระบบ คอนแทรค ฟาร์มมิ่ง (Contract Farming) กล่าวคือ ระบบการผลิตแบบมีสัญญาซื้อขาย ซึ่งเกษตรกรจะทำการผลิตสินค้าให้กับผู้ส่งออกโดยตรงภายใต้ข้อตกลงระหว่างกันในเรื่อง การผลิต คุณภาพ และ ราคาของผลผลิต ผลผลิตที่ได้จำหน่ายให้ผู้รับซื้อทั้งหมด ในการปลูก นั้นบริษัทฯ จะแจกคู่มือการปลูกและการปฏิบัติดูแลกระเจี๊ยบเขียว ซึ่งสมาชิกทุกรายจะต้องทำตามข้อตกลงกันและสมาชิกทุกคนจะต้องจดบันทึกการปฏิบัติงานและผลการตรวจแปลงตลอดเวลาตามกำหนด เมื่อผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้จะเก็บผลผลิตส่งบริษัทผู้รับซื้อ ตามคุณภาพมาตรฐานที่ระบุในสัญญา

บางบริษัทจะวางแผนการผลิตตามความต้องการของตลาดญี่ปุ่น กล่าวคือ เช่นบริษัทแม่ในญี่ปุ่นจะกำหนดมาว่า ช่วงระยะเวลานั้นๆ ว่าต้องการผลผลิตกระเจี๊ยบเขียวจำนวนเท่าไร ทางบริษัทผู้รับซื้อในเมืองไทยก็จะวางแผนการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตตามปริมาณที่ต้องการของบริษัท ซึ่งแต่ละช่วงระยะเวลา ปริมาณความต้องการจะไม่เท่ากัน

2.4.3.1 ลักษณะคุณภาพของกระเจี๊ยบเขียวที่ตลาดต่างประเทศต้องการ

(1) กระเจี๊ยบเขียวฝักสด

1. ฝักอ่อนสด มีเส้นใยน้อย
2. ปราศจากโรค แมลง หรือตำหนิจากโรคแมลง
3. รูปร่างฝักเป็น 5 เหลี่ยม ตรง ไม่คดงอ
4. ฝักต้องมีสีเขียวเข้มสม่ำเสมอทั้งฝัก
5. ความยาวฝัก 5-12 เซนติเมตร

(2) กระเจี๊ยบเขียวแช่แข็ง

1. ฝักอ่อนสด มีเส้นใยน้อย
2. ปราศจากโรคแมลงหรือตำหนิจากโรคแมลง
3. ฝักเป็น 5 เหลี่ยม ตรง ไม่คดงอ สีเขียว
4. ความยาวฝัก 5-9 เซนติเมตร

(3) กระเจี๊ยบเขียวสำหรับแปรรูป

1. ฝักอ่อนสด อายุ 2-3 วัน หลังจากผสมเกสร
2. ปราศจากโรคแมลง หรือตำหนิจากโรคแมลง
3. สีเขียว
4. ความยาวฝัก 2.5-5 เซนติเมตร
5. รูปร่างฝักมีจำนวน 8 เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ผลิตภัณฑ์กระเจี๊ยบเขียวส่งออก [4]

2.5.1 กระเจี๊ยบเขียวฝักสด

โดยส่วนใหญ่ การผลิตผักสดส่งออกจะมีขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้ คือ

2.5.1.2 การรวบรวมผลผลิต

ผู้ส่งออกอาจทำการรวบรวมกระเจี๊ยบเขียวจากเกษตรกร พ่อค้าคนกลาง โดยเฉพาะจากแหล่งรวมผลผลิตการเกษตรใหญ่ ๆ เช่น ปากคลองตลาด ตลาดสี่มุมเมือง ตลาดไท รวมทั้งจากพ่อค้าท้องถิ่นรายใหญ่ แต่วิธีการเหล่านี้ โดยส่วนมากผู้ส่งออกจะประสบกับปัญหาในเรื่องคุณภาพของสินค้า ดังนั้นผู้ส่งออกส่วนใหญ่จะมีเกษตรกรลูกสวนทำการผลิตสินค้าให้ ทั้งนี้เพื่อง่ายต่อการควบคุมคุณภาพผลผลิตให้ได้ตามมาตรฐานการส่งออกโดยการผลิตจะทำในลักษณะ Contract Farm วิธีนี้จะช่วยป้องกันปัญหาในเรื่อง การที่เกษตรกรนำผลผลิตไปจำหน่ายในท้องตลาดเมื่อราคาผักในท้องตลาดสูงกว่าที่ตกลงกันไว้

2.5.1.3 การคัดเลือก (Sorting)

เป็นการคัดเลือกเอาส่วนที่เสีย ไม่ได้มาตรฐาน หรือส่วนที่ขายไม่ได้ออกอาจคัดเลือกตามรูปร่าง สี และคุณสมบัติทางกายภาพอื่นๆ ส่วนที่ไม่ได้ขนาดจะจำหน่ายไปยังตลาดท้องถิ่น

2.5.1.4 การทำความสะอาด (Cleaning)

เพื่อชะล้างสิ่งสกปรกสารเคมี และลดปริมาณโรคแมลงที่ปนเปื้อนมา การทำความสะอาดจะมีหลายวิธี เช่น

- ล้างในอ่างน้ำขนาดใหญ่ โดยปล่อยน้ำให้ล้นตลอดเวลา และใช้แรงงานช่วย
- ล้างในอ่างน้ำขนาดใหญ่ โดยมีเครื่องมือช่วย เช่น เครื่องกวนน้ำ เครื่องแกว่งน้ำ

2.5.1.5 การขจัดสารเคมีตกค้าง

ส่วนมากโรงงาน จะนิยมใช้สารละลายกรดคลอรีนเจือจางผสมในน้ำล้างเพื่อ ล้างสารเคมีตกค้าง

2.5.1.6 การลดอุณหภูมิ

หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว พืชผักจะมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้เกิดจากปัจจัยภายในเอง เช่น การคายน้ำ การหายใจ การผลิตเอทีลีน และปัจจัยภายนอก เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสง โรคและแมลง เป็นต้น และการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมานี้ล้วนนำไปสู่การสูญเสียของผลิตผลโดยการล้างด้วยน้ำเย็นที่สะอาดจำนวนมาก แช่กระเจี๊ยบเขียวให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 10-15 องศาเซลเซียส

2.5.1.7 การผึ่งให้ผิวแห้ง (Drying)

กระเจี๊ยบเขียว ที่ผ่านการล้างน้ำ ต้องผึ่งให้แห้ง หรืออาจใช้พัดลมช่วยเป่าให้ แห้งเร็วขึ้น แต่การผึ่งต้องไม่นานเกินไป เพราะจะทำให้ผลิตผลเกิดการสูญเสียน้ำ และน้ำหนักลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.8 การตัดแต่ง (Trimming)

จะทำก่อนคัดขนาดและการบรรจุ ผักควรได้รับการตัดแต่งเพื่อให้คุณ ภาพดี เป็นที่ดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค

2.5.1.9 การคัดขนาดหรือคัดชิ้น (Grading)

คือ การคัดขนาดและคุณภาพให้ตรงตามมาตรฐานสินค้าที่ลูกค้าต้องการ หรือตามมาตรฐานการส่งออก โดยน้ำหนัก ปริมาตร ความยาว หรือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เป็นต้น การคัดขนาดจะทำให้ผลิตผลมีความสม่ำเสมอ และขายได้ราคาดียิ่งขึ้น

2.5.1.10 การบรรจุหีบห่อ (Packing)

ภาชนะที่จะนำมาใช้บรรจุในปัจจุบัน ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอย่างมากเนื่องจากการขนส่งมีระยะทางไกล ดังนั้นภาชนะที่ใช้ต้องแข็งแรงและเหมาะสม ผลิตผลบางชนิดจะถูกจัดเตรียมให้เหมาะสมก่อนการบรรจุ เช่น การใส่แผ่นฟิล์มห่อผลิตผล หรือบรรจุใส่ในถาดโฟม หรือในภาชนะขนาดเล็ก และก่อนที่จะนำไปใส่ในภาชนะบรรจุขนาดใหญ่อีกครั้งหนึ่ง สำหรับการส่งออกกระเจี๊ยบเขียวสดจะบรรจุลงในถุงตาข่ายไนล่อนและกล่องกระดาษ การส่งออกสดไปยังประเทศในกลุ่มยุโรป นิยมใส่ถาดโฟม

2.5.1.11 การเก็บรักษา

การเก็บรักษาพืชผักที่ดีที่สุดคือ การเก็บรักษาไว้ในห้องเย็น ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิที่ต่ำจะช่วยทำให้การหายใจของพืชช้าลงและชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การเก็บรักษาผลิตผลในห้องเย็นของพืชผักแต่ละชนิดจะมีระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมแตกต่างกันไป ดังตาราง2.6 แสดงระยะเวลานานของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมของกระเจี๊ยบเขียว เพื่อขนส่ง หรือเก็บรักษาในห้องเย็นเพื่อรอการขนส่งต่อไป

ตารางที่ 2.6 แสดงระยะเวลาของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมของกระเจี๊ยบเขียว

ชนิดพืช	อุณหภูมิ	ความชื้น	ระยะเวลาของการเก็บรักษา
กระเจี๊ยบเขียว	7.2 °C	90 - 95	7 – 10 วัน

ที่มา : สถาบันพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

2.5.1.12 การขนส่ง

การขนส่งผักเพื่อการส่งออกนั้นผลิตผลที่ได้จะต้องผ่านการขนส่งหลายทอดจึงทำให้ผลิตผลกระทบกับความร้อน ทั้งจากการคายความร้อนของสินค้าเอง และความร้อนจากแสงแดด ผักจึงอาจเหี่ยวเฉา สูญเสียน้ำหนักและสูญเสียคุณภาพ ในการขนส่งจึงควรใช้รถบรรทุกห้องเย็น เพราะพืชผักหลังเก็บเกี่ยวแล้ว ถ้าเก็บไว้ในที่มีอากาศเย็นจะช่วยรักษาคุณภาพความสดให้อยู่ได้นาน การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เก็บเกี่ยวควรทำในเวลาเช้ามืด แล้วบรรทุกใส่รถห้องเย็นทันที การบรรทุกที่ดีไม่ควรบรรทุกจนเต็มให้เหลือพื้นที่ว่างบริเวณผนังภายในตู้เพื่อให้ลมเย็นหมุนเวียนและส่งความเย็นไปถึงสินค้าอย่างทั่วถึง ถ้าไม่สามารถใช้รถบรรทุกห้องเย็นได้ ก็ให้ใช้น้ำแข็งช่วยลดอุณหภูมิของผลิตผลลงบ้าง ก็จะทำให้การขนส่งมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สำหรับการขนส่งผักไปยังต่างประเทศ ส่วนใหญ่แล้วจะขนส่งทางเครื่องบิน ทั้งนี้เนื่องจากการส่งออกผักต้องการความรวดเร็วเพื่อให้เกิดการสูญเสียน้อยที่สุด การขนส่งทางเครื่องบินมักประสบปัญหา คือ อัตราค่าระยะทางเครื่องบินมีราคาแพง ระยะการขนส่งมีจำกัด และจำนวนเที่ยวบินมีน้อย โดยเฉพาะในแถบยุโรป และตะวันออกกลาง ส่วนการขนส่งทางเรือจะใช้กับผักที่ใช้เฉพาะส่วนหัวกับราก เช่น มัน, ขิง, เผือก และผักแช่แข็งบางชนิด สำหรับการขนส่งทางรถบรรทุกห้องเย็น มักใช้เพื่อการส่งออกในระยะทางไม่ไกลนักอย่างประเทศเพื่อนบ้าน เช่น มาเลเซีย สิงคโปร์

2.5.2 กระเจี๊ยบเขียวแช่แข็ง

สำหรับกระเจี๊ยบเขียวแช่แข็งจะมีขั้นตอนการผลิตที่แตกต่างจากกระเจี๊ยบเขียวแช่แข็งฝักสดเล็กน้อย ตรงที่มีวิทยาการเกี่ยวกับการใช้ความร้อนเข้าเกี่ยวข้องด้วย การใช้ความร้อนอาจทำได้หลายวิธี เช่น การลวกผักด้วยน้ำร้อน น้ำเดือด หรือไอน้ำ การใช้ความร้อนเข้ามาช่วยมีวัตถุประสงค์ต่างๆ ดังนี้

2.5.2.1. เพื่อความสะอาดของผักและผลไม้

2.5.2.2. เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์

2.5.2.3. เพื่อทำลายเอมไซม์ที่มีในเนื้อผัก ซึ่งเอมไซม์จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ โดยเฉพาะการ เปลี่ยนของสี รส และกลิ่น

2.5.2.4. เพื่อทำให้เนื้อผักและผลไม้อ่อนนุ่ม ง่ายต่อการบรรจุลงภาชนะ

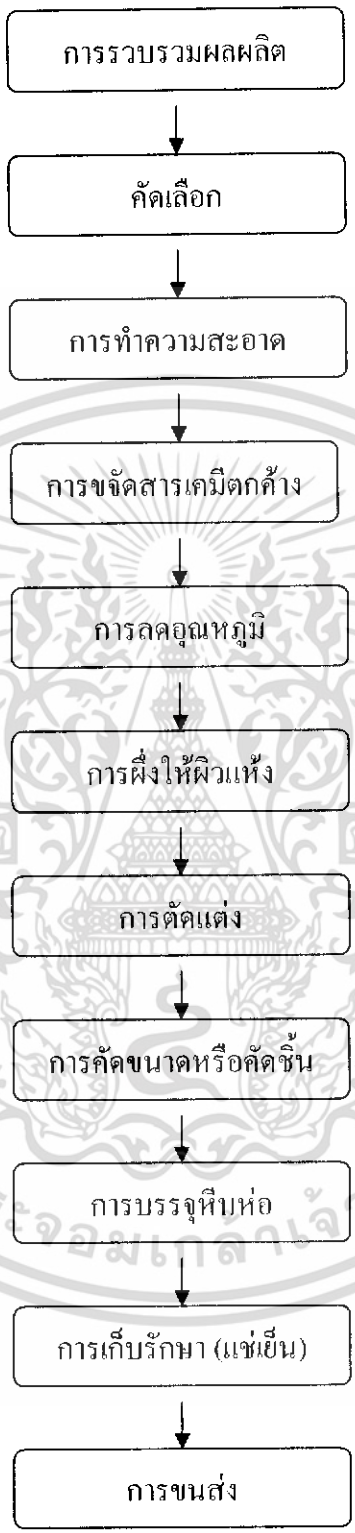
2.5.2.5. เพื่อไล่อากาศออกจากเนื้ออาหาร

2.5.2.6. เพื่อรักษาสีของผักและผลไม้ เช่น ผักใบเขียว เมื่อผ่านการลวกในสารละลายต่าง ๆ จะ สามารถรักษาสีเขียวไว้ได้

สิ่งสำคัญที่สุดประการหนึ่งในการใช้ความร้อนลวกผัก คือ ภายหลังที่ใช้ความร้อนแล้วต้องรีบลดอุณหภูมิของพืชผลลงอย่างรวดเร็ว มิฉะนั้นจะทำให้ผลิตผลเสื่อมสภาพ หรือเกิดการสุกขึ้นได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการผลิตกระเจี๊ยบเขียวฝักสดส่งออก



รูปที่ 2.1 กรรมวิธีการผลิตกระเจี๊ยบเขียวฝักสดส่งออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 หลักการทำงานของเครื่องคัดขนาดแบบต่างๆ

2.6.1เครื่องคัดขนาดข้าวโพดฝักอ่อนโดยใช้สายพานเอียง [8]

การทำการคัดขนาดข้าวโพดฝักอ่อนโดยใช้สายพานเอียง มีส่วนประกอบหลักคือ สายพานเอียง สายพานลำเลียง และถาดรองรับข้าวโพด หลักการทำงาน คือ ป้อนข้าวโพดฝักอ่อนโดยใช้คนงานป้อนข้าวโพดทีละฝักโดยให้โคนข้าวโพดชิดอยู่กับที่กั้นของสายพาน ดังรูปที่ 2.23

เมื่อข้าวโพดถูกลำเลียงมาถึงช่วงสายพานเอียง จะสามารถคัดขนาดข้าวโพดตามความยาวโดยใช้ระยะห่างของสายพานที่ทำมุมกัน โดยข้าวโพดที่มีขนาดสั้นจะตกลงสู่ถาดรับ ก่อนข้าวโพดที่มีขนาดความยาวมากกว่า สามารถคัดขนาดข้าวโพดฝักอ่อนได้ 40 kg/hr

ซึ่งขนาดข้าวโพดฝักอ่อนที่เครื่องคัดขนาดชนิดนี้สามารถคัดได้มี 5 ขนาด คือ

A : ฝักเล็ก มีความยาว 0 – 5.5 ซม.

B : ฝักกลาง มีความยาว 5.5 – 7.0 ซม.

C : ฝักใหญ่ มีความยาว 7.0 – 9.0 ซม.

D : ฝักใหญ่สุด มีความยาว 9.0 – 13.0 ซม.

E : ฝักยาวเกิน มีความยาวมากกว่า 13 ซม.

โดยถาดรองรับข้าวโพดแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

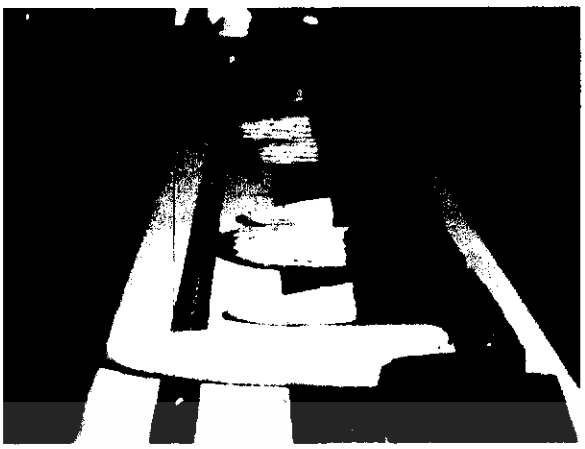
ส่วนที่ 1 รองรับข้าวโพดขนาด B: (5.5 – 7 ซม.) C: (7 – 9 ซม.) และ D: (9 – 13 ซม.)

ส่วนที่ 2 คือส่วนที่อยู่ตอนท้ายของสายพานแต่ละเส้น แบ่งออกเป็น 2 ช่อง เพื่อรองรับข้าวโพดขนาด A: (น้อยกว่า 5.5 ซม.) และ E: (มากกว่า 13 ซม.)

ในส่วนที่ 2 นี้ ข้าวโพดที่มีความยาวน้อยกว่า 5.5 ซม. จะมีจุดศูนย์ถ่วงอยู่บนสายพานเส้นที่เอียงทำมุมในแนวระดับทำให้ข้าวโพดขนาดดังกล่าวลำเลียงไปกับสายพานแล้วตกยังช่องถาดรับ A ส่วนข้าวโพดขนาด E (มากกว่า 13 ซม.) มีจุดศูนย์ถ่วงอยู่บนสายพานในแนวระดับ ดังนั้นโคนของข้าวโพดไม่สามารถจัดเรียงตัวอยู่บนสายพานเอียงได้ ทำให้โคนของข้าวโพดลำเลียงติดไปกับสายพานในแนวระดับ ตกสู่ช่องถาดรับ E

รูปที่ 2.2 เครื่องคัดขนาดข้าวโพดแบบสายพานเอียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงขั้นตอนป้อนข้าวโพดและลำเลียงลงสู่สายพาน

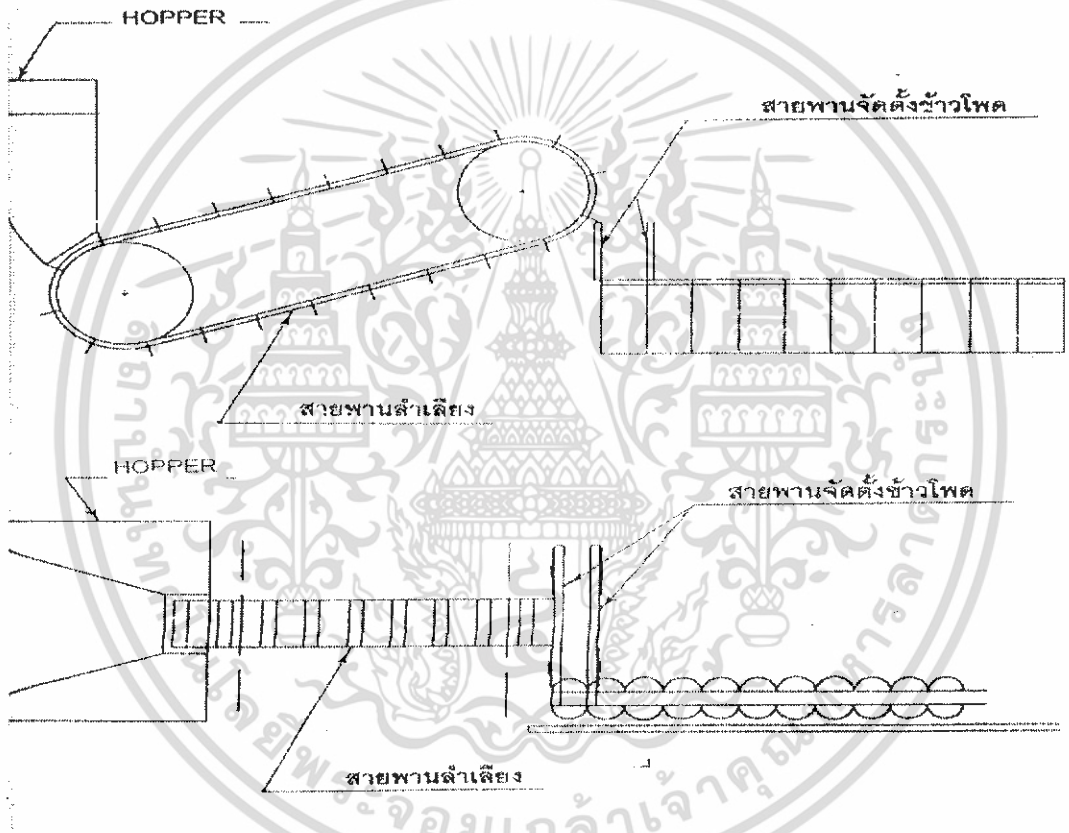
รูปที่ 2.4 แสดงการตกของข้าวโพดในช่วงถาดรองรับ

รูปที่ 2.5 แสดงถาดรับข้าวโพดในช่วงถาดรองรับ A และ E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 เครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อนแบบใช้สายพาน [9]

การทำการจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อนโดยใช้สายพาน มีส่วนประกอบหลักคือ hopper สายพานลำเลียง และสายพานจัดตั้งข้าวโพด หลักการทำงาน คือ เมื่อเทข้าวโพดฝักอ่อนลงไปใน hopper ข้าวโพดฝักอ่อนจะลงไปยังสายพานลำเลียงโดยในแต่ละช่องของสายพานลำเลียงจะมีข้าวโพดฝักอ่อนเรียงตัวในแนวนอนทีละฝัก หลังจากนั้นจะเข้าสู่สายพานตั้งข้าวโพดฝักอ่อนโดยข้าวโพดฝักอ่อนจะเรียงตัวลงสู่สายพานและไปตั้งบนสายพานในแต่ละชุดลำเลียง ดังแสดงในรูปที่ 2.27



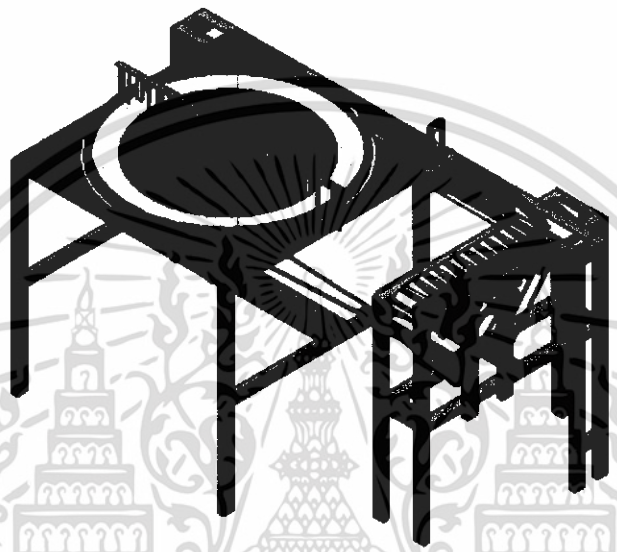
รูปที่ 2.6 แสดงถึงถังบรรจุ และชุดสายพานลำเลียงของเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน

ข้อดีคือส่วนประกอบและวิธีการจัดเรียงของเครื่องไม่ยุ่งยาก ข้อเสียคือ ไม่สามารถกำหนดได้ว่าข้าวโพดฝักอ่อนจะมีโคนอยู่ด้านล่างหรืออยู่ด้านบนอาจทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนเสียหายได้ และข้าวโพดอาจเกิดการอุดตันที่ hopper

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 เครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน [10]

เริ่มต้นทำงานโดยใช้จานหมุนแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ เมื่อนำข้าวโพดเทลงไปในจานหมุน ข้าวโพดจะเกิดการเรียงตัวเนื่องจากแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ มาที่ขอบของบริเวณจานหมุนที่ขอบของจานหมุนจะมีร่องเล็กๆเพื่อให้ข้าวโพดเรียงตัวออกมาได้ทีละฝัก โดยเรียงออกมาตามแนวยาว พุ่งออกไปที่สายพาน จะพาข้าวโพดฝักอ่อนไปยังชุดเกี่ยวข้าวโพดเพื่อพลิกข้าวโพด โดยจะทำการพลิกข้าวโพดเฉพาะข้าวโพดวิ่งหันปลายด้านยอดมาเท่านั้น ถ้าข้าวโพดฝักอ่อนหันด้านโคน ก็จะวิ่งผ่านไปโดยไม่ถูกพลิก เมื่อผ่านจุดนี้ข้าวโพดก็จะเรียงไปในทางเดียวกัน



รูปที่ 2.7 เครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน

รูปที่ 2.8 ชุดพลิกข้าวโพดฝักอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีรายการคำนวณ

สำหรับเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว จะทำการออกแบบชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยใช้พื้นฐานทางด้านการคำนวณ และหลักการในการเลือกใช้วัสดุสำหรับทำชิ้นส่วนตามความเหมาะสมกับการใช้เครื่องจักรกลกับงานลักษณะต่าง ๆ ซึ่งในที่นี้จะทำการคำนวณและออกแบบชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้แก่

- เพลา (Shaft)
- แบริ่ง (Bearing)
- สายพาน (Belts)

3.1 เพลา [6]

เพลาเป็นชิ้นส่วนที่มีใช้อยู่ในเครื่องจักรเกือบทุกชนิด เพลาอาจมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามลักษณะของการใช้งาน เช่น

- เพลา (shaft) เป็นชิ้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลัง

- แกน (axle) เป็นชิ้นส่วนลักษณะเดียวกันกับเพลาแต่ไม่หมุน ส่วนมากเป็นตัวรองรับชิ้นส่วนที่หมุน เช่น ล้อ ล้อสายพาน เป็นต้น อย่างไรก็ตามทั้งเพลาและแกนก็นิยมเรียกรวมกันว่าเพลาไม่ว่าชิ้นส่วนนั้นจะหมุนหรืออยู่นิ่งก็ตาม

- สพินเดิล (spindle) เป็นเพลาขนาดสั้นที่ไม่หมุน เช่น เพลาที่หัวแท่นกลึง เป็นต้น

- สตับชาฟต์ (stub shaft) หรือ บางครั้งเรียกเฮดชาฟต์ (head shaft) เป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องกับเครื่องยนต์ มอเตอร์ หรือเครื่องต้นกำลังอื่น ๆ มีขนาด รูปร่าง และส่วนยื่นออกมาสำหรับใช้ต่อกับเพลาอื่น ๆ

- เพลาแนว (line shaft) หรือเพลาส่งกำลัง หรือเพลาเมน เป็นเพลาที่ต่อตรงจากเครื่องต้นกำลัง และใช้ในการส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่น ๆ

- แจ็คชาฟต์ (jackshaft) หรือเคาน์เตอร์ชาฟต์ (counter shaft) เป็นเพลาขนาดสั้นที่ต่อระหว่างเครื่องต้นกำลังกับเพลาเมนหรือเครื่องจักรกล

- เพลาอ่อน (flexible shaft) เป็นเพลาที่สามารถอ่อนตัวหรืองอโค้งได้ เพลาประเภทนี้ ทำด้วยสายลวดขนาดใหญ่ (cable) ลวดสปริงหรือลวดเหลียว (wire rope) ใช้ในการส่งกำลังในลักษณะที่แกนหมุนทำมุมกันได้ แต่ส่งกำลังได้น้อย

วัสดุที่ใช้สำหรับทำเพลาทั่วไป คือ เหล็กกล้าละมุน (mild steel) แต่เพื่อความประหยัดและมีราคาถูก เราจึงออกแบบโดยเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดา (plain carbon steel) โดยเหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

62693
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (low carbon steel) มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0.005% -0.3% มีใช้งานมากทางด้านผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และในงานโครงสร้าง เช่น ใช้ทำท่อโครงสร้าง ถังรถไฟ ตัวถัง รถยนต์ สลักเกลียว

3.1.2 เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (medium carbon steel) มีคาร์บอนผสมอยู่ 0.3%-0.5% สามารถนำมาชุบหรือเทมเปอร์ได้โดยกรรมวิธีทางความร้อนแบบทั่วไป ดังนั้นจึงมักใช้ในงานที่ต้องการความแข็งแรง และทนต่อการสึกกร่อน ผลิตภัณฑ์แบบเหล็กกล้าผสมคาร์บอนปานกลาง เช่น เพลา แกน เพลาข้อเหวี่ยง ก้านสูบ และชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ต้องการความต้านทานสูงกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

3.1.3 เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (high carbon steel) มีคาร์บอนอยู่มากกว่า 0.5% ขึ้นไป ใช้มากเมื่อผลิตภัณฑ์ต้องมีความแข็งแรงและความต้านทานแรงสูงพร้อมกันนั้นก็ทนต่อการสึกหรอได้ดีด้วย เหล็กกล้าชนิดนี้ต้องการผ่านกรรมวิธีทางความร้อนก่อนจึงจะมีคุณสมบัติตามต้องการของผลิตภัณฑ์แบบเหล็กกล้าผสมคาร์บอนสูง เช่น ดอกสว่าน อุปกรณ์ตัดเกลียวใน ดอกคว้านรู แบบพิมพ์และมักใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความคม เช่น มีด กรรไกรเป็นต้น

สำหรับทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบเพลาจะออกแบบภายใต้แรงเปลี่ยนแปลงซึ่งเราจะออกแบบเพลาโดยคิดถึงแรงเปลี่ยนแปลงขนาดเป็นวัฏจักร สมการที่ใช้ คือ

$$\frac{1}{N}=\left[\left(\frac{\sigma_m}{\sigma_y}+K_f\frac{\sigma_a}{\sigma_n}\right)^2+\left(\frac{\tau_m}{\tau_y}+K_{fs}\frac{\tau_a}{\tau_n}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} \tag{3.1}$$

$$\sigma_m=\frac{32M_m}{\pi d^3\left(1-K^4\right)} \tag{3.2}$$

$$\sigma_a=\frac{16T_m}{\pi d^3\left(1-K^4\right)} \tag{3.3}$$

$$\tau_m=\frac{16T_m}{\pi d^3\left(1-K^4\right)} \tag{3.4}$$

$$\tau_a=\frac{16T_a}{\pi d^3\left(1-K^4\right)} \tag{3.5}$$

โดยอาศัยทฤษฎีความเสียหาย คือ

ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด

$$\tau=\frac{\tau_y}{N}=\frac{\sigma_y}{2N} \tag{3.6}$$

ทฤษฎีความเค้นเฉือน Octahedral

$$\tau=\frac{\tau_y}{N}=0.577\frac{\sigma_y}{N} \tag{3.7}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 แบริ่ง [7]

โดยทั่วไปแบริ่งจะแบ่งออกได้ เป็นสองพวกใหญ่ ๆ คือ

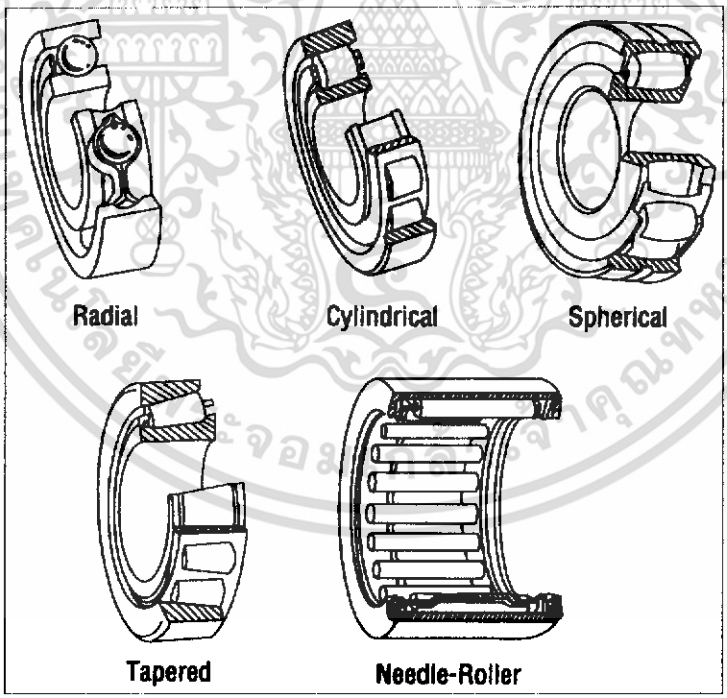
3.2.1บอลแบริ่ง ซึ่งมีลูกกลิ้ง เป็นรูปทรงกลม

3.2.2 โรลเลอร์แบริ่ง ซึ่งมีลูกกลิ้งเป็นทรงกระบอกตรง หรือเป็นรูปทรงกระบอกเรียว ก็ได้

โดยปกติแล้วแบริ่งเหล่านี้จะรับแรงได้ทั้งแรงในแนวรัศมีและแรงรุนได้ ยกเว้นโรลเลอร์แบริ่งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกตรงเท่านั้น แบริ่งทั้งสองพวกนี้ยังแยกออกเป็นชนิดต่าง ๆ ดังที่ได้แสดงไว้ใน รูป 3.2

(ก) บอลแบริ่ง (ข) โรลเลอร์แบริ่ง

รูปที่ 3.1 ประเภทของโรลลิ่งแบริ่ง



รูปที่ 3.2 ชนิดของโรลลิ่งแบริ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในความเป็นจริงโรลลิ่งแบริ่งอาจจะรับแรงทั้งในแนวรัศมีและแนวแกน และในวงแหวนในหรือนอกจะเป็นอันที่หมุนก็ได้ ซึ่งก็แล้วแต่ผู้ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล อีกประการหนึ่งแค็ตตาล็อกของผู้ผลิตจะกำหนดให้เฉพาะอายุประเมินในเทอมของแรงในแนวรัศมีเท่านั้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนแรงและเงื่อนจากที่ใช้ทำงานจริง ๆ มาให้เป็นแรงในแนวรัศมีโดยมีวงแหวนในเป็นตัวหมุน เรียกว่า แรงสมมูล (equivalent force) เพื่อจะได้ใช้ในการเลือกแบริ่งจากแค็ตตาล็อกได้ โดยสมาคม AFBMA (Anti-Friction Bearing Manufacturers Association) ได้กำหนดนิยามของแรงสมมูลไว้ดังนี้

แรงสมมูลหมายถึง แรงในแนวรัศมีซึ่งถ้าให้กระทำต่อโรลลิ่งแบริ่ง โดยที่วงแหวนในหมุนและวงแหวนนอกอยู่นิ่งแล้ว จะทำให้แบริ่งมีอายุใช้งานเท่ากับอายุใช้งานของแบริ่งที่รับแรงจริง (ซึ่งอาจจะมีทั้งแรงในแนวรัศมีและแนวแกนพร้อมกัน) และให้คำนวณได้จากสมการ

$$F_e = X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a \tag{3.7}$$

$$F_e = V \cdot F_r \tag{3.8}$$

การเลือกบอลแบริ่งจะใช้ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลามาใช้โดยให้มีขนาดพอเหมาะกับรูเจาะ (bore) ซึ่งเสมือนแรงในแนวรัศมีจะต้องมีค่าไม่เกินค่าในแค็ตตาล็อก จากนั้นนำค่าแรงเสมือนในแนวรัศมีนี้ไปใช้ในการคำนวณหาอายุแบริ่งแล้วเทียบกับอายุการใช้งานของแบริ่งที่แนะนำให้โดยอายุการใช้งานของแบริ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$L = \left(C / F_e\right)^k \tag{3.9}$$

$k = 3$ สำหรับบอลแบริ่ง

$k = 10/3$ สำหรับโรลเลอร์แบริ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สายพาน [7]

แบ่งเป็น 2 ประเภท

- สายพานส่งกำลัง
- สายพายลำเลียง

3.3.1 สายพานส่งกำลัง

สายพานแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิดตามลักษณะหน้าตัดของสายพานคือ

3.3.1.1 สายพานลิ่ม (V - belts)มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู สายพานลิ่มส่วนใหญ่จะผลิตแบบไม่มีปลาย เป็นสายพานทำจากยางมีภาคตัดขวางเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูครึ่งหนึ่ง ด้านบนมีเส้นโพลิเอสเตอร์ที่ผ่านการวัดคาไนซิ่งมาแล้วแทรกอยู่ ทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงเพิ่มสูงขึ้น สายพานลิ่มชนิดที่มีชั้นใยสิ่งทอหุ้มอยู่รอบๆ จะช่วยป้องกันสึกหรอได้อีกด้วย

รูปที่ 3.3 หน้าตัดสายพานลิ่ม (V - belts)

สายพานลิ่มจะไม่รับแรงตามแนวรัศมีโดยตรงเหมือนสายพานแบนแต่จะรับแรงตามแนวตั้งฉากกับด้านข้างของสายพานลิ่ม(แรงปกติ F_n)สายพานลิ่มที่มีความตึงและค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน μ เท่ากับสายพานแบน จะสามารถส่งกำลังได้ดีกว่าสายพานแบนได้ถึง 3 เท่า ซึ่งข้อดีและข้อเสียของสายพานลิ่มเมื่อเทียบกับสายแบนมีดังนี้คือ

ข้อดี

- ส่งกำลังได้ดีในขณะที่รองเพลารับภาระน้อยกว่า
- เปลืองที่น้อย, มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาน้อย
- ส่งถ่ายกำลังงานได้สูงที่ขนาดล้อสายพานและเพลาเล็กกว่า
- สามารถใช้หมุนย้อนทิศทางได้
- สามารถจัดเรียงสายพานลิ่มได้หลายเส้นทำให้ส่งถ่ายกำลังงานได้มาก

ข้อเสีย

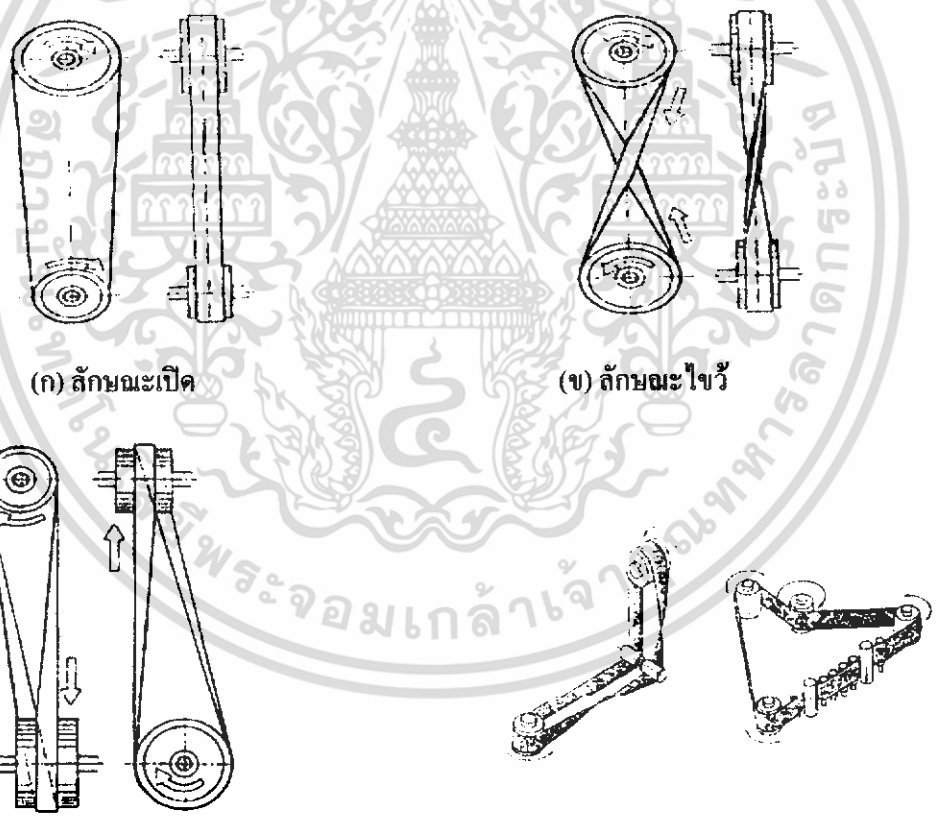
- ต้นทุนการผลิตสูงกว่าสายพานแบน
- มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาจำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไม่สามารถจัดสายพานส่งกำลังให้เป็นลักษณะไขว้สลับได้

3.3.1.2สายพานแบน (Flat belts) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าผลิตจากหนัง สิ่งทอ หรือทำจากชั้นต่าง ๆ ของหนัง พลาสติกและเส้นใยหลาย ๆ ชั้น สายพานแบนสามารถนำมาใช้งานในลักษณะไขว้หรือกึ่งไขว้ได้หรือกึ่งไขว้ได้ แต่การสึกของสายพานดังกล่าวจะเกิดขึ้นมากกว่าการใช้ของสายพานลักษณะเปิด สายพานลักษณะไขว้เป็นลักษณะการวางสายพานที่ทำให้มุมโอบมากกว่าลักษณะเปิด อัตราทดจะไม่เปลี่ยนแปลงแต่ล้อสายพานจะหมุนไปในทิศทางตรงกันข้าม เนื่องจากสายพานไขว้สัมผัสกันจึงทำให้การสึกหรอค่อนข้างเร็ว

รูปที่ 3.4 ลักษะของสายพานแบน



(ก) ลักษณะเปิด (ข) ลักษณะไขว้

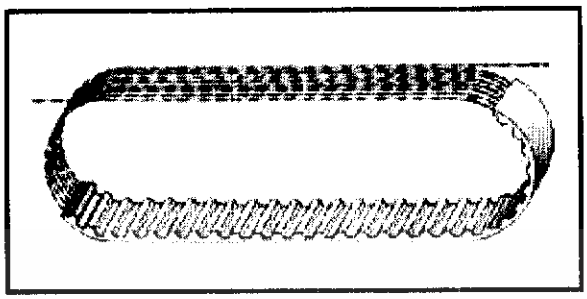
(ค) ลักษณะกึ่งไขว้ (ง) ลักษณะขับหักมุมที่มีลูกเบนทิศทาง

รูปที่ 3.5 การส่งกำลังของสายพานในลักษณะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.3 สายพานกลม (Ropes) เป็นสายพานที่มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม

3.3.1.4 สายพานไทม์มิงเบ็ลท์ (Timing belts) เป็นสายพานที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แต่จะทำเป็นร่องคล้ายฟันเฟืองตลอดความยาวของสายพาน



รูปที่ 3.6 ลักษณะของสายพานไทม์มิงเบ็ลท์

ในการส่งถ่ายโมเมนต์หมุนจะเกิดจากการขบของฟันขับของสายพานเข้าไปในฟันล้อเฟือง ทำให้ไม่มีการลื่นไหลในขณะส่งกำลังเลย อัตราทดจึงคงที่ สายพานขับนี้จะผลิตแบบไม่มีปลายตามแบบ DIN 7721 ใช้พลาสติกยูเรเทนหรือยางคุณภาพสูงหล่อขึ้นรูปโดยเสริมด้วยลักษณะเกลียวเหล็กกล้าที่ทำหน้าที่รับแรงดึงได้ดีเนื่องจากสายพานฟันขับในการดึงสายพานน้อยจึงทำให้เพลาและรองเพลารับภาระน้อยไปด้วยวัสดุที่ใช้ทำสายพานมีคุณสมบัติยืดหยุ่นที่ทำให้สามารถดูดกลืนการกระแทก และสั่นสะเทือนได้ถึงระดับหนึ่ง

3.3.2 สายพานลำเลียง

สายพานลำเลียง เป็นสายพานที่เคลื่อนที่ต่อเนื่องตลอดเวลาใช้งาน โดยปลายทั้งสองข้างของสายพานจะต่อชนเข้าด้วยกัน ใช้สำหรับขนถ่ายวัสดุทั้งในแนวราบและแนวลาดเอียง(ขึ้น, ลง) สายพานลำเลียง ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก 5 ส่วน ได้แก่

- **สายพาน (Belt)** เป็นส่วนรองรับวัสดุขนถ่ายและทำให้วัสดุขนถ่ายที่อยู่บนสายพานนั้นเคลื่อนที่ตามสายพานไปด้วย
- **ลูกกลิ้ง (Idlers)** เป็นตัวรองรับสายพานอีกทีหนึ่ง ลูกกลิ้งนี้จะมี 2 ชนิด คือ
  (1) ลูกกลิ้งด้านลำเลียงวัสดุ (Carrying Idlers)
  (2) ลูกกลิ้งด้านสายพานกลับ (Return Idlers)
- **ล้อสายพาน (Pulleys)** เป็นตัวรองรับ และขับสายพาน และควบคุมแรงดึงในสายพาน
- **ชุดขับ (Drive)** เป็นตัวส่งกำลังขับให้กับล้อสายพาน เพื่อขับสายพานและวัสดุขนถ่ายให้เคลื่อนที่
- **โครงสร้าง(Structure)** เป็นส่วนรองรับและรักษาแนวของลูกกลิ้ง(Idlers)และล้อสายพา (Pulleys) และรองรับเครื่องขับสายพาน

สายพานลำเลียงจะมีประโยชน์ในการขนถ่ายวัสดุประเภทผง เมล็ด และวัสดุก้อน ก็ต่อเมื่อปริมาณวัสดุขนถ่ายมีมากพอถึงจุดคุ้มทุน และเส้นทางในการขนถ่ายอยู่ในแนวระนาบ หรือลาดเอียง (ขึ้น, ลง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าจะให้สายพานลำเลียงทำงานอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว จะต้องให้ตำแหน่งรับน้ำหนักบรรทุกอยู่ที่กลางสายพานและในอัตราที่สม่ำเสมอ ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในภายหลัง เพื่อให้การลำเลียงมีรูปแบบที่ถูกต้องจึงต้องมีเครื่องป้อนวัสดุและการจัดวางเครื่องป้อนวัสดุหลาย ๆ ชนิดโดยส่วนใหญ่แล้ว ระบบสายพานลำเลียงจะมีจุดรับวัสดุตายตัว ซึ่งจะรับวัสดุมาจากอุปกรณ์ขนถ่ายชนิดอื่น เช่น รถบรรทุก (Trucks) หรือรถไฟ (Trains) อุปกรณ์เหล่านี้จะเป็นตัวเชื่อมต่อการขนส่งระหว่างแหล่งวัสดุกับระบบสายพานลำเลียง

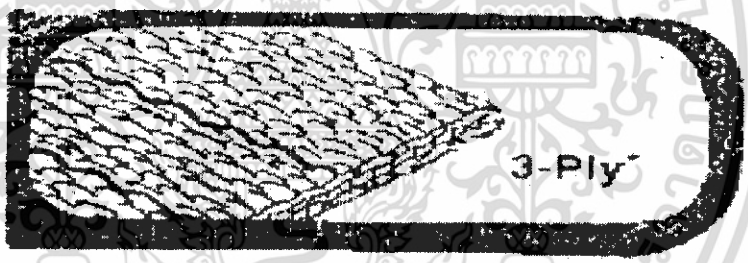
เมื่อการส่งวัสดุไปยังสายพานลำเลียงเป็นแบบไม่ต่อเนื่องจึงจำเป็นที่จะต้องจัดหาถังเก็บ (Surge hopper)และเครื่องป้อนวัสดุบางชนิดไว้เพื่อให้การส่งวัสดุไปยังสายพานลำเลียงเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และมีอัตราความเร็วสม่ำเสมอ

3.3.2.1 ชนิดของสายพานลำเลียง

การวิเคราะห์คุณสมบัติของสายพานลำเลียงประเภทต่างๆ

(1) สายพานที่ทำจากเส้นใยฝ้าย cotton แข็ง Solid Woven Cotton Belting

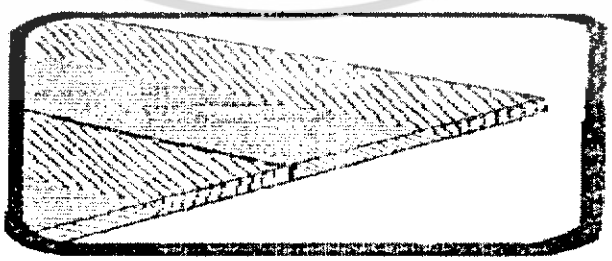
FDA เป็นสายพานที่มีสีขาวมีความยืดหยุ่น จุดประสงค์ที่ให้โดยทั่วๆ ไป ในการประยุกต์ให้เข้ากับการบรรจุผลิตภัณฑ์ในการขนถ่ายลำเลียงกล่องกระดาษ ทนอุณหภูมิได้ 200°F สามารถทำได้ตั้งแต่ 5 ชั้น, 6 ชั้น และ 8 ชั้น



รูปที่ 3.7 สายพานที่ทำจากเส้นใยฝ้าย Cotton แข็ง

(2) สายพานถักจาก Cotton

เป็นลักษณะคล้ายกระดูกปลา Herringbone Weave Cotton Belting มีลักษณะสีขาวมีความยืดหยุ่น เป็นสายพานที่แคบ สำหรับการลำเลียงสิ่งของที่เคลื่อนที่ลงมา มีการถักที่ละเอียดคล้ายก้างปลา



รูปที่ 3.8 สายพานถักจาก Cotton มีลักษณะคล้ายกระดูกปลา

(3) สายพานโพลีเอสเตอร์ (All – Polyester Belting)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

USDA และ FDA สำหรับลำเลียงอาหาร มีสีขาว โครงสร้างของตัวสายพานอาจจะเป็นไนไตรด์ หรือ PVC ผิวนอกปกคลุมด้วยส่วนที่ทำให้เกิดแรงเสียดทาน มีความต้านทานต่อแรงดึง ทนอุณหภูมิสูงสุดถึง 250 °F

รูปที่ 3.9 สายพาน โพลีเอสเตอร์

(4) สายพานไฮคาร์ (Hycar Beting)

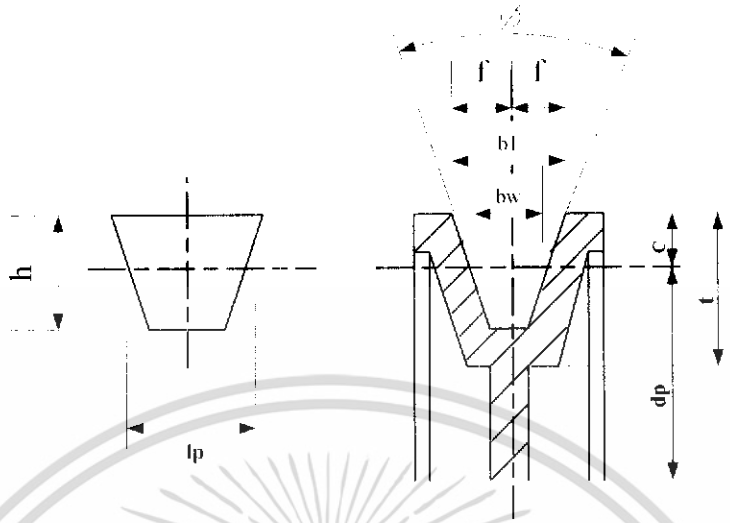
เป็นสายพานที่ขนถ่ายกระแวนการผลิตผลิตภัณฑ์ ที่ถูกหลักอนามัยและมีความชื้นอยู่ทั่วไป FDA สมควรที่จะใช้สำหรับการเคลื่อนขนย้ายอาหาร สายพานทำจาก Cotton ถักและผ้าโพลีเอสเตอร์ ซึ่งถูกชุบกับ Hycar ยางสังเคราะห์ไนไตรน์ Hycar เป็นสารที่มีความต้านทานต่อน้ำมันจาระบีและกรด และความชื้น สายพานจะไม่ขีดข่วน, ผุหรือหดตัว วัสดุจำพวกนี้จะไม่มีกลิ่นไม่มีรส และง่ายในการทำความสะอาด สายพานลำเลียงจะเรียบ ง่ายในการถวาดด้านบน ซึ่งมีการชุบด้วย Hycar ปกคลุม ความหนาของ Hycar หนังสองชนิดนี้จะมีผิวเสียดทานอยู่ด้านบน สายพานจะทนอุณหภูมิได้ถึง 250 °F

รูปที่ 3.10 สายพานไฮคาร์

ในการออกแบบครั้งนี้เลือกใช้สายพานลิ่ม (V-belts) เป็นตัวขับสายพานลิ่มใช้ส่งกำลังได้ค่อนข้างมากโดยต้องการแรงดึงขั้นต้นในสายพานค่อนข้างน้อย ทั้งนี้เพราะผลจากการเกาะยึดตัวระหว่างด้านข้างของสายพานที่เรียว กับร่องรูปลิ่มล้อของสายพาน ทำให้เกิดแรงเสียดทานสูง ซึ่งเป็นผลให้สายพานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดี แม้ว่าจะมีส่วนโค้งสัมผัสน้อย และมีแรงดึงขั้นต้นค่อนข้างต่ำ และเหมาะกับการใช้งานในกรณีที่ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางน้อย ในการส่งกำลังจะส่งได้มากที่สุดเมื่อผิวด้านข้างของสายพานอัดแน่นกับร่องล้อสายพาน และในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉิน ก็อาจใช้ผลจากการอัดแน่นนี้ทำหน้าที่เป็นเบรกได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขับด้วยสายพานลิ่ม มีข้อดี คือ เงียบ สะอาด และสามารถรับแรงกระตุกได้ นอกจากนั้นยังมีขนาดกะทัดรัด มีประสิทธิภาพดี



รูปที่ 3.11 หน้าตัดสายพานลิ่มและล้อสายพาน

สมการที่ใช้หาจำนวนเส้นของสายพาน คือ

$$Z = \frac{W_p \cdot N_s}{P_R \cdot N_\mu \cdot N_t} \tag{3.10}$$

$$C = P + \sqrt{P^2 - q} \tag{3.11}$$

C = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพาน

3.3 มอเตอร์ [5]

ชนิดของมอเตอร์ แบ่งตามชนิดของไฟฟ้าที่ใช้ มี 2 แบบ คือ

- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ
- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

3.3.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ หรือมอเตอร์หลายเฟส

ตามพื้นฐานการสร้างแบ่งเป็น 3 ประเภท

3.3.1.1 มอเตอร์กรงกระรอก มีความเร็วคงที่ เป็นแบบที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางจริง ๆ แล้ว ความเร็วของมอเตอร์แบบนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามภาระเพียงเล็กน้อย แต่น้อยเกินกว่าที่จะเปลี่ยนแปลงจากต้นกำลังอื่น ๆ ของกำลังทางกล เช่นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มอเตอร์ไฟฟ้าธรรมดาส่วนใหญ่สำหรับการขับอุปกรณ์ขนถ่ายจะเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบกรงกระรอก มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล่านี้จะถูกสตาร์ทด้วยแรงเคลื่อนไฟฟ้าโดยตรง หรือที่แรงเคลื่อนที่ลดลง โดยอาศัยหม้อแปลงอัตโนมัติ

แม้ว่ามอเตอร์กรงกระรอกจะถูกพิจารณาในเรื่องอุปกรณ์ความเร็วคงที่ เช่นเดียวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แต่ก็มีหลายวิธีที่จะเปลี่ยนแปลงความเร็วได้ ด้วยการเพิ่มหรือลดความถี่หรือแรงเคลื่อน ความเร็วขาออกของมอเตอร์สามารถที่จะเพิ่มหรือลดลงโดยผ่านช่วงความเร็วต่าง ๆ ได้ อย่างไรก็ตาม เมื่อทั้งมอเตอร์และชุดควบคุมสำหรับวิธีการนี้ในการเปลี่ยนความเร็วจะต้องระมัดระวังเรื่องการเข้ากันได้ (Matching) และ การออกแบบ และทดสอบแบบพิเศษ ระบบเหล่านี้จะมีราคาสูงและเหมาะกับสภาวะบางอย่างโดยเฉพาะ

3.3.1.2มอเตอร์แบบ Wound – Rotor มอเตอร์แบบแกนหมุนพันขดลวด (Wound-rotor) หรือแบบ Slip-ring จะมีแกนหมุนพันขดลวดที่มีตัวนำไฟฟ้านำไปสู่ Slip Rings เพื่อสอดแทรกตัวความต้านทางไว้เพิ่มแรงบิดในขณะสตาร์ทและลดกระแสในการสตาร์ทและยังวางใจได้ต่อการลดความเร็วลง 50% ภายใต้แรงบิดขณะรับภาระเต็มที่ มอเตอร์แบบนี้ เหมาะกับอุปกรณ์ขนถ่ายทุกชนิดที่ต้องควบคุมแรงบิดในขณะสตาร์ท

มอเตอร์แบบ Wound-rotor อาจจะใช้เป็นมอเตอร์ความเร็วคงที่ หรือเป็นมอเตอร์ปรับความเร็วได้ทั้ง 2 แบบ มอเตอร์แบบ Wound - rotor สามารถควบคุมแรงบิดในขณะช่วงเวลาการสตาร์ทได้โดยการเพิ่มความต้านทานภายนอกเข้าไปในขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Winding) ของมอเตอร์ ผ่านทาง Slip Rings ทำให้สามารถกำหนดโปรแกรมแรงบิด ระหว่างการสตาร์ทให้เหมาะสมกับมอเตอร์ที่ขับอุปกรณ์ขนถ่ายแต่ละแบบ การขับประเภทนี้ได้มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในสายพานลำเลียงขนาดใหญ่ ๆ

3.3.1.3มอเตอร์แบบ Synchronous มอเตอร์แบบ Synchronous ถูกสร้างให้มีความเร็วเฉลี่ยเป็นสัดส่วน โดยตรงกับความถี่ของแหล่งต้นกำลังและเป็นสัดส่วนกลับกับจำนวนขั้วแม่เหล็กในขดลวดที่อยู่กับที่ (Stator) และตามส่วนกันในแกนหมุน (Rotor) มอเตอร์แบบ Synchronous มี 2 ประเภทหลัก ๆ คือ แบบไม่มีการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้า (Non-excited)และแบบกระตุ้นด้วยไฟฟ้ากระแสตรง

3.3.2มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motors)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ถูกใช้งานอย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรม เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วกับแรงบิด สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามการใช้งานได้เกือบทุกรูปแบบ สำหรับการใช้งานของทั้งมอเตอร์และการสร้างใหม่(Regeneration) ในทิศทางและการหมุน การทำงานอย่างต่อเนื่องของ DC Motors โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วงความเร็ว 8 ต่อ 1 รวมทั้งการลดภาระหรือการลดความเร็วในระยะเวลาสั้น ๆ จะอยู่ในช่วงไร้ขอบเขต (ควบคุมการลดความเร็วลงถึงศูนย์รอบต่อนาทีได้อย่างราบเรียบนุ่มนวล)

มักจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อมันต้องจ่ายแรงบิดที่จะทำให้มอเตอร์หมุนมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงบิดขณะใช้งานปกติ 3เท่าหรือมากกว่า และในสถานการณ์ฉุกเฉิน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถที่จะจ่ายแรงบิดได้มากกว่า5 เท่าของแรงบิดใช้งานปกติ โดยปราศจากการหยุดกลางคัน (Stalling)(ต้นกำลังสามารถจ่ายกำลังให้ได้)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถที่จะควบคุมความเร็วจนถึงศูนย์รอบต่อนาทีได้อย่างไม่มีอุปสรรคโดยการเร่งในทิศทางตรงกันข้ามอย่างทันทีทันใดโดยไม่ต้องสับเปลี่ยนวงจรกำลังและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของสัญญานควบคุมได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากมันมีอัตราแรงบิดต่อความเฉื่อย

3.3.3 เกียร์มอเตอร์

เป็นการนำมอเตอร์รวมกับเกียร์ลดรอบรวมเป็นส่วนเดียวกัน โดยเกียร์ลดรอบใช้ลดความเร็วรอบให้ลดลงตามต้องการ ในลักษณะการลดความเร็วรอบดังกล่าวต้องอาศัยส่วนประกอบเพิ่มเข้าในระบบ และต้องเสียเนื้อที่เพิ่มและยังมีชิ้นส่วนยุ่งยากทั้งในการบำรุงรักษาและการใช้งานในการที่จะเปลี่ยนระบบยุ่งยากดังกล่าว และยังคงสภาพการส่งผ่านกำลังที่ความเร็วรอบต่ำอย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีการรวมเกียร์ลดรอบและมอเตอร์เข้าเป็นส่วนเดียวกัน และเรียกมอเตอร์ชนิดนี้ว่า เกียร์มอเตอร์ ใช้ ทั่วไปอย่างแพร่หลาย เช่น สายพานส่งของ เครื่องผสม ปั้นจั่น รอกยก เครื่องบด เครื่องนวด เครื่องหล่อโลหะ เครื่องอบแห้ง เครื่องมือช่าง เครื่องกลึงไม้ เครื่องแยกน้ำ เครื่องทอ เครื่องทำกระดาษ กิจการโรงฆ่าสัตว์ กิจการอาหารสัตว์ เป็น

3.3.4 เบรคมอเตอร์

เบรคมอเตอร์ คือ มอเตอร์ที่รวมเบรคแม่เหล็กไฟฟ้าเข้าไว้กับมอเตอร์เป็นตัวเดียวกัน ซึ่งจะมีสมบัติได้เปรียบในการที่จะเคลื่อนย้ายติดตั้งสะดวก มีขนาดและน้ำหนักต่อเครื่องน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์ธรรมดาที่ชุดเบรคแยกต่างหาก โดยทั่ว ๆ ไปจะสามารถแยกชนิดของมอเตอร์ออกได้เป็นสองชนิด คือ ชนิดที่ทำงานขณะไร้กระแสกระตุ้น (ชนิดปลอดภัย) และชนิดที่ทำงานขณะมีกระแสกระตุ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับการทำงานและลักษณะกลไกของเบรคนั้นเอง

เบรคชนิดทำงานขณะไร้กระแสกระตุ้น การทำงานของเบรคชนิดนี้อาศัยแรงกดจากสปริงขณะใช้งานและขณะปล่อยคลายตัว โดยอาศัยกดสปริงให้หดเข้าโดยอาศัยแม่เหล็กไฟฟ้า โดยที่เบรคชนิดนี้ทำงานขณะที่ไม่ป้อนไฟเข้าสู่แม่เหล็กไฟฟ้า จึงเรียกชื่อเบรคชนิดนี้ว่า เบรคชนิดปลอดภัย ใช้ในงานต่างๆ เช่น รอกกว้าน โซ่กว้าน สายพานส่งของทางลาดเอียง เครื่องทออัตโนมัติ เครื่องห่อกล่องอัตโนมัติ เครื่องแยกสารโดยแรงเหวี่ยง เครื่องพิมพ์อัตโนมัติ เป็นต้น

เบรคชนิดทำงานขณะมีกระแสกระตุ้นตัวเบรคชนิดนี้มีการทำงานโดยอาศัยแรงดึงดูดจากแม่เหล็กไฟฟ้าขณะทำการเบรค ใช้ในงานต่างๆ เช่น เครื่องห่อกล่องอัตโนมัติ เครื่องบรรจุขวดอัตโนมัติ เครื่องรีดโลหะ และเครื่องป้อนช่วงอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การคำนวณและออกแบบ

4.1 การคำนวณและการออกแบบแบริ่ง

กำหนดให้วงแหวนตัวในหมุน และเพลามีเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 mm.

จากตาราง ก.1 เลือกอนุกรมมิติ 02 Single-Row Deep-Groove Ball Bearing ที่มีขนาดรูสวม 30 mm.

แรงพลวัตประเมิน (C) = 14.95 kN

สมมติให้นำแบริ่งนี้ มาใช้งานที่ 1 kN ดังนั้น P = 1 kN

จากสมการ $$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^{k} \qquad (4.1)$$

สำหรับบอลแบริ่ง $k = 3$

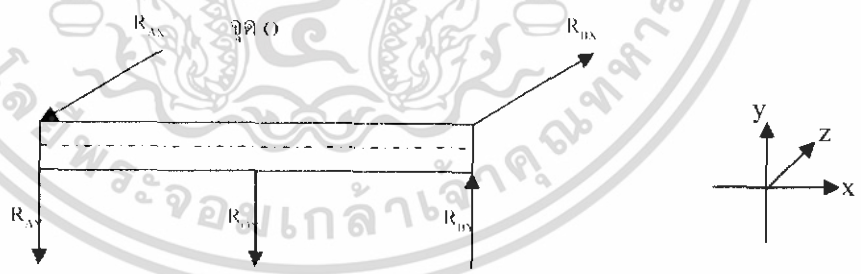
ดังนั้น $$L_{10} = \left(\frac{14.95}{1}\right)^{3} = 3,341.36 \text{ mm.}$$

สมมติให้เพลามีความเร็วรอบ 1400 rpm

$$L_{10} = (3341.36 \times 10^{6})/(1400 \times 60) = 39778.10 \text{ ชั่วโมง}$$

จากตาราง ก.2 ตารางแนวทางในการเลือกอายุใช้งานสำหรับเครื่องจักรกลชนิดต่าง ๆ สมมติให้เครื่องจักรทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ทำงานแบบเต็มที่ มีอายุของแบริ่งเป็นชั่วโมงทำงาน 20,000 – 30,000 ชั่วโมง ดังนั้นแสดงว่า แบริ่งที่เลือกใช้ได้

4.2 การคำนวณและการออกแบบเพลา



รูปที่ 4.1 free body diagram ของเพลา

$$\Sigma F_X = 0$$

$$R_{AX} = R_{BY} \qquad (1)$$

$$\Sigma F_Y = 0$$

$$R_{AY} + R_{BY} = 10 \times 9.81 \qquad (2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\Sigma M_{AY} = 0$

$$R_{BY} \times 2 = 10 \times 9.81 \times 1$$

$$R_{BY} = 49.5$$

ΣM_{AY}

$$R_{BX} \times 2 = 0$$

$$R_{BY} = 0$$

แทนค่า R_{BY} ลงในสมการที่ 2 จะได้

$$R_{AY} + R_{BY} = 98.1$$

$$R_{BY} = 98.1 - 49.05 = 49.05 \text{ N}$$

คำนวณหาโมเมนต์ที่จุด O

$$M_O = 1 \times R_{BY} = 1 \times 49.05 = 49.05$$

กำหนดให้ Safety factor (N) = 20

มอเตอร์มีกำลัง 1 แรงม้า

เพลาทำจากวัสดุ AISI 1040 A

จากตารางที่ ก.3 $\sigma_y = 51 ksi$

กำลังงานที่เพลา

$$W = 2\pi \times N \times T$$

$$T = \frac{746 \times 1}{2 \times \pi \times 1400/60} = 5.05 NM \qquad (4.2)$$

โมเมนต์ดัดสูงสุด ; M = 49.05

$$\sigma_y = 51 ksi$$

ความเค้นดัด;

$$\sigma = \frac{Mc}{I} = \frac{32M}{\pi d^3} = \frac{32 \times 49050}{\pi d^3} = \frac{499619}{d^3}$$

ความเค้นเฉือน;

$$\tau = \frac{Tr}{J} = \frac{16T}{\pi d^3} = \frac{16 \times 5.05 \times 1000}{\pi d^3}$$

จากทฤษฎีความเค้นหลักสูงสุด

$$\frac{1}{N} = \left[\left(\frac{\tau}{\tau_y} \right)^2 + \left(\frac{\sigma}{\sigma_y} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{1}{20} = \left[\left(\frac{25719.43}{175.83 d^3} \right)^2 + \left(\frac{499619}{351.65 d^3} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

d = 30.5 mm จากตารางที่ ก.11 ดังนั้นเลือกใช้เพลาขนาด 35 mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การคำนวณและการออกแบบสายพาน

กำหนดให้

ใช้สายพานลิ่ม

กำลังมอเตอร์ (W_p)ขนาด 1 Hp.

ความเร็วรอบ n_1 และ n_2 เท่ากับ 400 rpm

จากตาราง ก.4 กำหนดให้เป็นงานเบา $N_s = 1$

ดังนั้น $W_p \times N_s = 0.7457 \times 1 = 0.7457$

จากรูป ก.1 เลือกสายพาน "A"

$$m_w = \frac{n_1}{n_2} = \frac{400}{400} = 1$$

จากตาราง ก.9 เลือกขนาด Dp = 80 mm.

ดังนั้น ขนาดล้อสายพานบนมอเตอร์ (d) = $\frac{D}{1} = \frac{80}{1}$

ทดลองใช้ $C = 400$ mm.

$$L_p = 2C + 1.57(D_p + d_p) + 0$$

$$L_p = 2(400) + 1.57(120) = 988.4$$

จากตาราง ก.5 เลือกสายพานหน้าตัด "A"

$$L_p = L_i + 30 = 1030 \quad \text{mm.}$$

จากสมการ $$C = P + \sqrt{P^2 - q} \qquad (4.3)$$

$$P = 0.25L_p - 0.393(D_p + d_p) = 0.25(1030) - 0.393(160) = 194.62$$

$$q = 0$$

ดังนั้น $$C = 194.62 + \sqrt{194.62^2} = 389.24$$

ส่วนโค้งสัมผัส $$\frac{D_p - d_p}{C} = 0$$

จากตาราง ก.6 ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส $N_a = 1$

จากตาราง ก.5 ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน $N_l = 0.889$

สำหรับล้อสายพานขนาด 80 mm. อัตราทด $m_w = 1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

n = 400 rpm จากตาราง ก.5 ประมาณค่าเชิงเส้น P_R = 0.37 KW

จากสมการ $$z = \frac{W_p \times N_s}{P_R \cdot N_a \cdot N_1} = \frac{0.3728 \times 1}{0.37 \times 1 \times 0.889} = 1.13 \approx 2 \text{ เส้น}$$

ความเร็วสายพาน $$V = \pi d_p n = \frac{\pi \times 80 \times 400}{1000 \times 60} = 1.675 \quad \text{m/s}$$

แรงดึงสายพานขณะส่งกำลัง

$$F = \frac{W_p}{V} = \frac{0.3728 \times 1000}{1.675} = 222.567 \quad \text{N}$$

ตาราง ก.7 k_1 = 1.3 ตาราง ก.8 k_2 = 0.217 ตาราง ก.6 α = 180

จากสมการ แรงดึงชั้นต้นในสายพาน

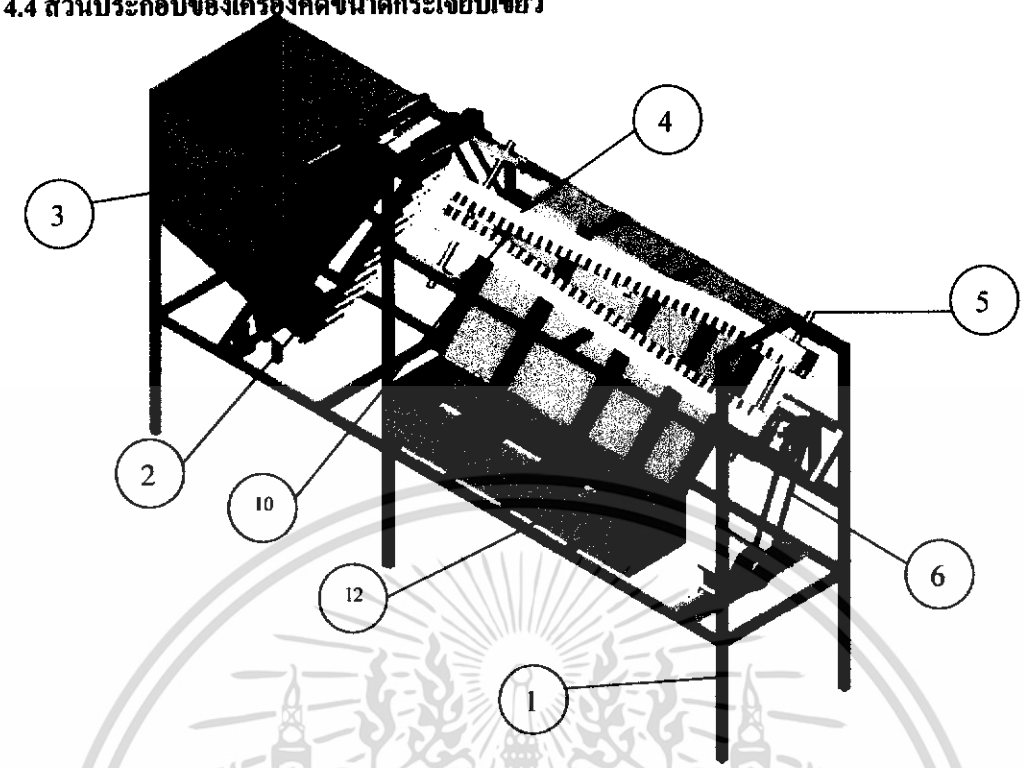
$$F_i = \left(k_1 F + z k_2 v^2\right) \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$F_i = \left((1.3 \times 222.567) + (2 \times 0.217 \times 2.805)\right) \sin 90 = 290.55 \quad \text{N}$$

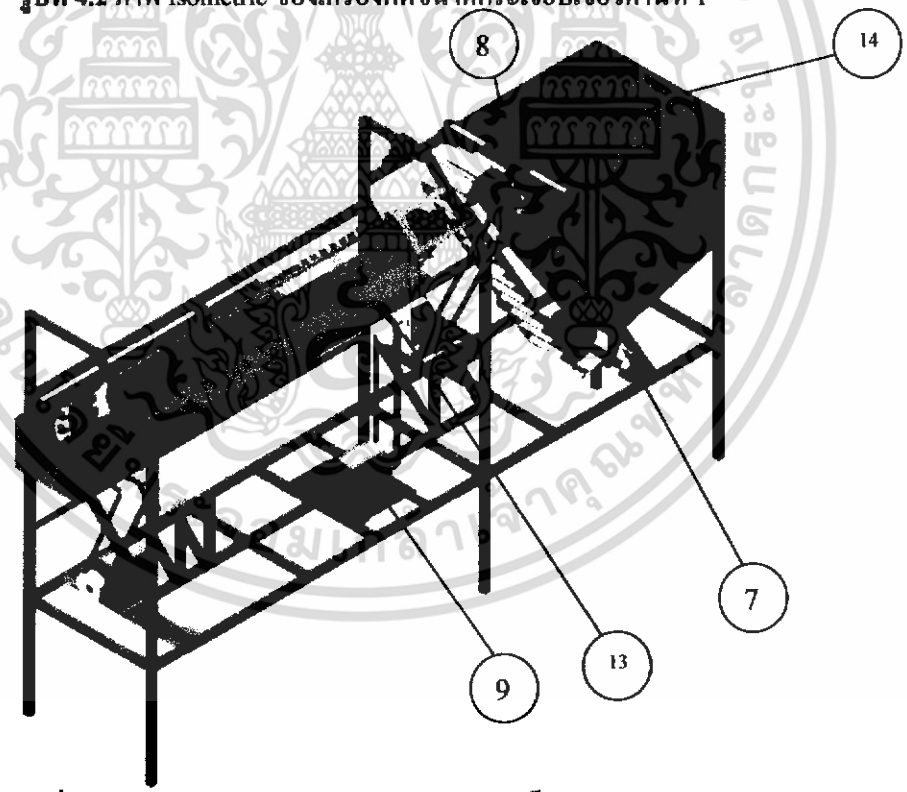
ดังนั้นเลือกใช้ สายพานหน้าตัด A $\times$ 1000L$_p$ จำนวน 2 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ส่วนประกอบของเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว

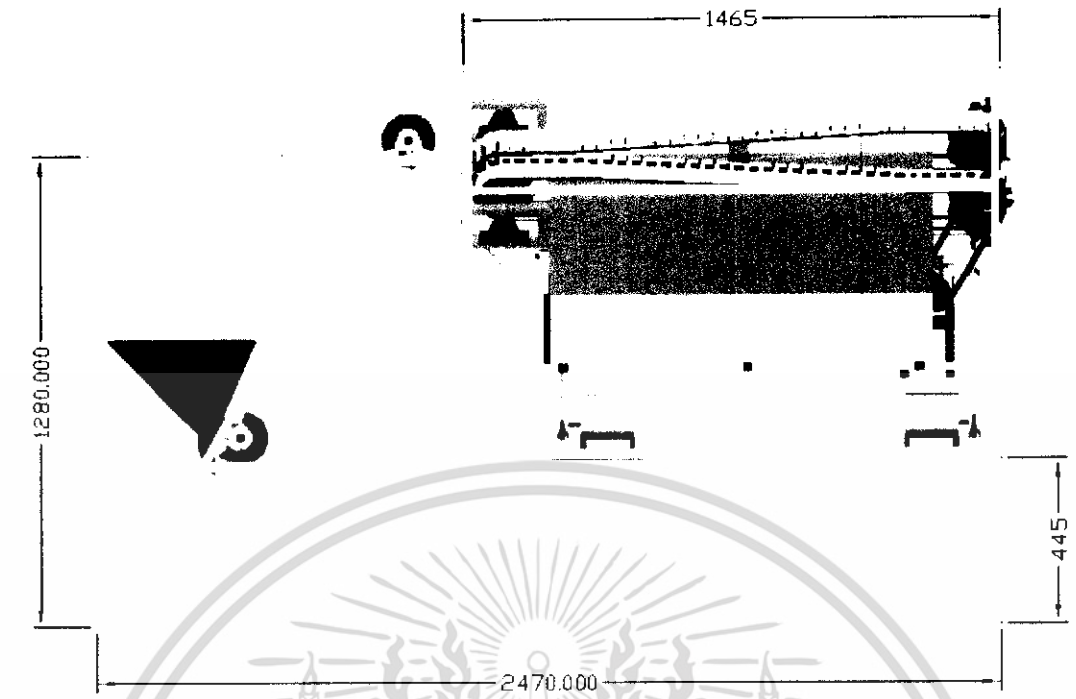


รูปที่ 4.2 ภาพ Isometric ของเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียวด้านที่ 1



รูปที่ 4.3 ภาพ Isometric ของเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียวด้านที่ 2

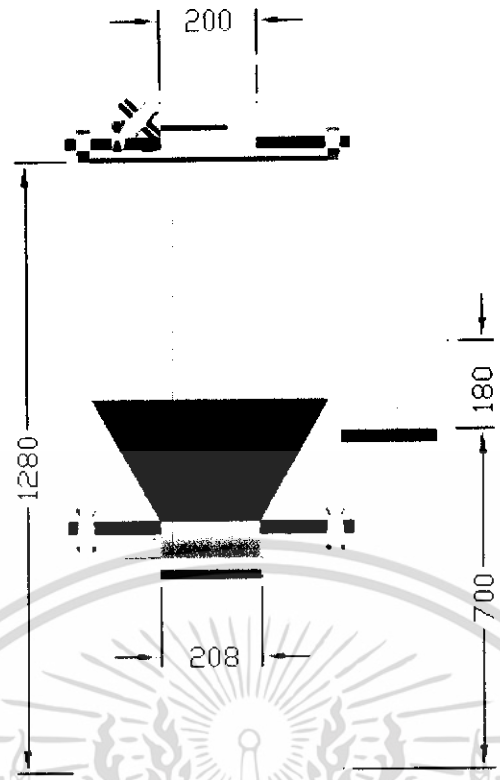
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ภาพด้านหน้าของเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว

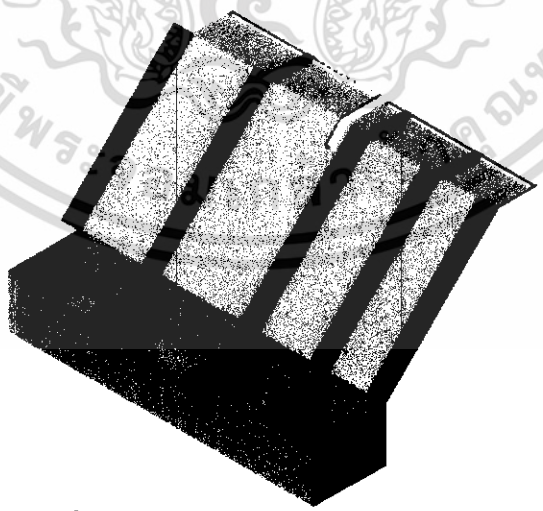
รูปที่ 4.5 ภาพด้านบนของเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



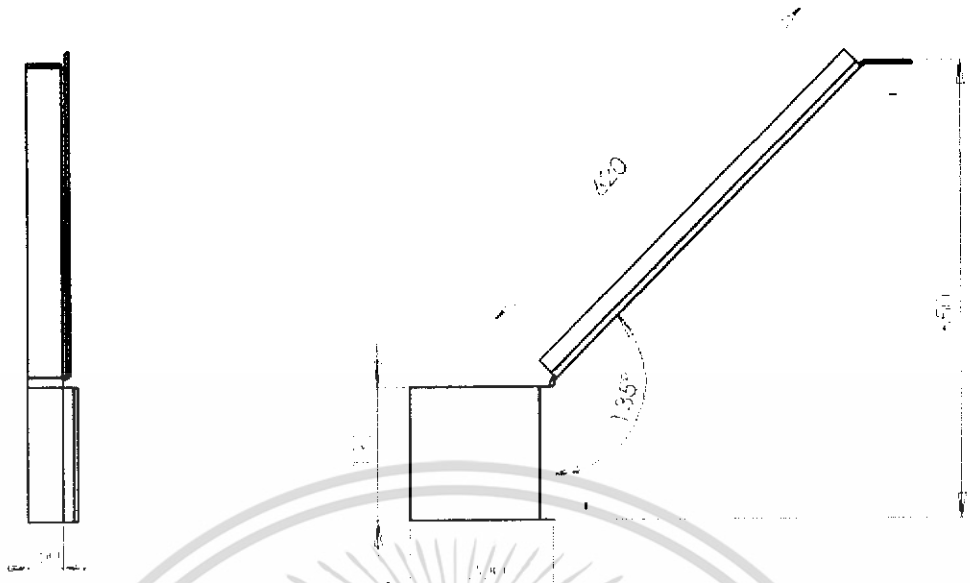
รูปที่ 4.6 ภาพด้านข้างของเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว

รูปที่ 4.7 ภาพด้านหน้าของชุดสายพานคัดขนาด



รูปที่ 4.8 ภาพ Isometric ของชุดถาดรองรับ

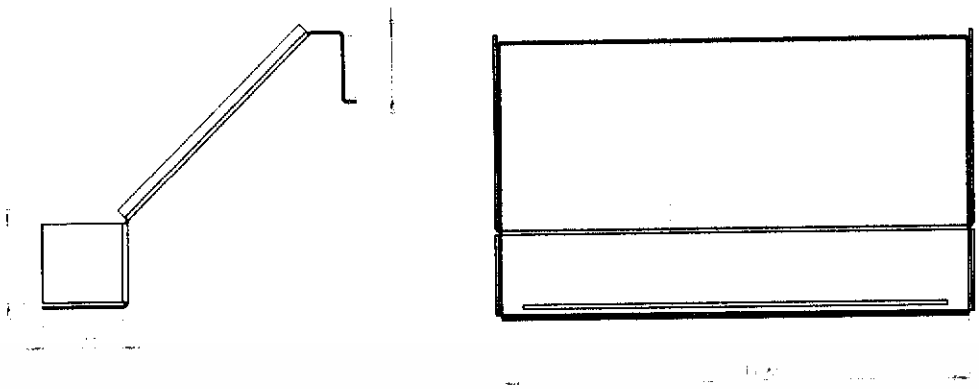
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



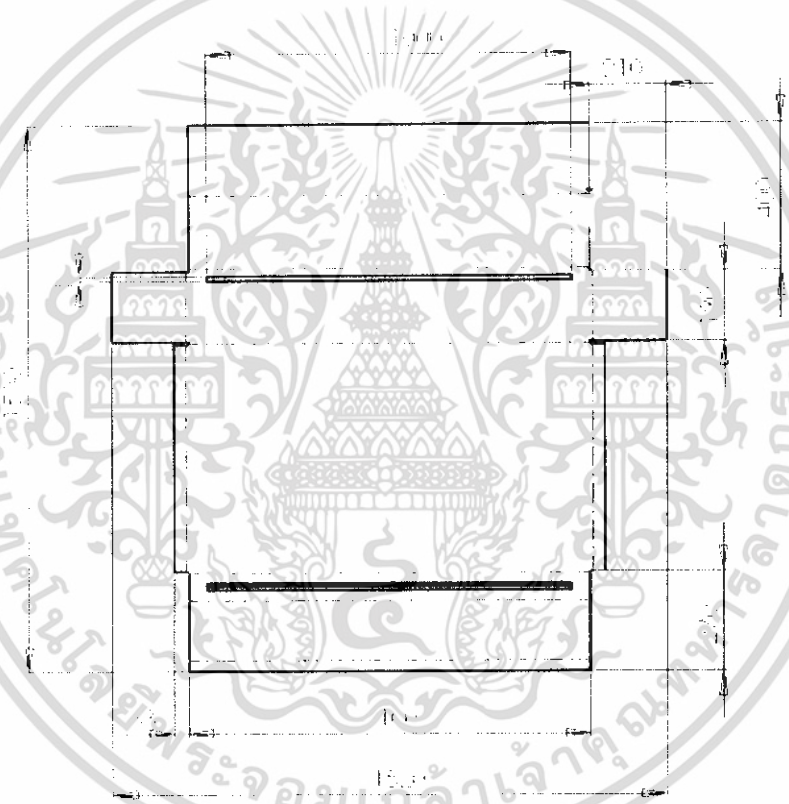
รูปที่ 4.9 ภาพด้านหน้า และด้านข้างของตัวเลื่อนปรับขนาด

รูปที่ 4.10 ภาพแผ่นคลี่ของตัวเลื่อนปรับขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

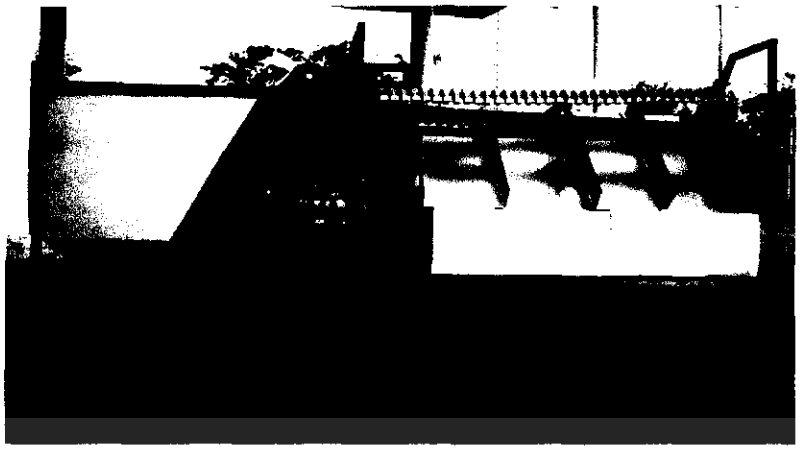


รูปที่ 4.11 ภาพด้านหน้า และด้านข้างของถาดรองรับ

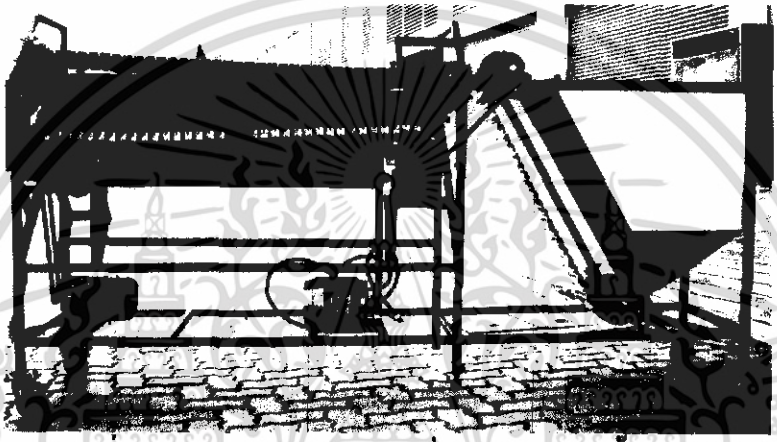


รูปที่ 4.12 ภาพแผ่นคลี่ของถาดรองรับ

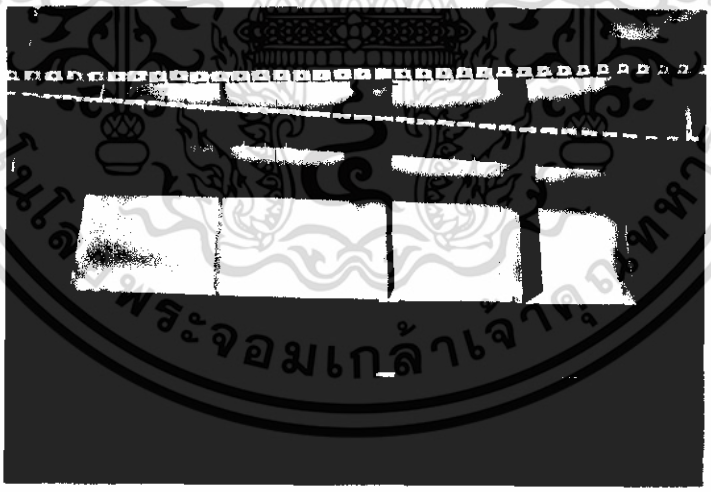
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ภาพจริงด้านหน้าของเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว

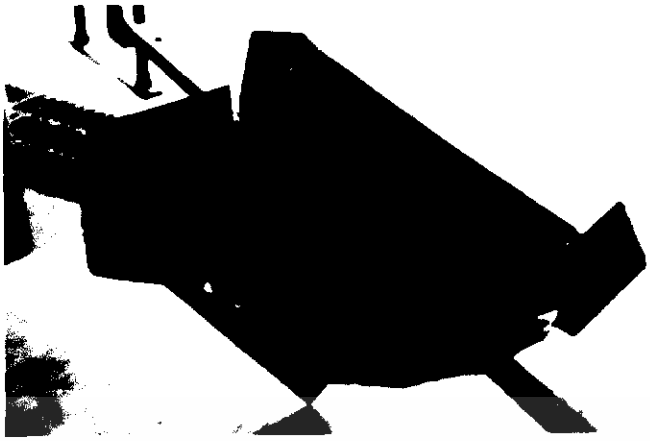


รูปที่ 4.14 ภาพจริงด้านหลังของเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว



รูปที่ 4.15 ภาพจริงของถาดรองรับกระเจี๊ยบเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 ภาพจริงของแผ่นรองรับกระเจี๊ยบเขียว

รูปที่ 4.17 ภาพจริงของสายพานลำเลียงและสายพานคัดขนาด

รูปที่ 4.18 ภาพจริงของถังบรรจุกระเจี๊ยบเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.1 รายการชิ้นส่วน

หมายเลข	ชื่อชิ้นงาน	จำนวน (ชิ้น)	รายละเอียด
1	เหล็กกล่อง 1" x 1"	7	ยาว 6 m 7 เส้น
2	Idler	3	Ø 15 cm กว้าง 8 cm 3 ล้อ
3	Sprocket	3	Ø 15 cm กว้าง 7 cm 3 ล้อ
4	สายพานพลาสติกลำเลียง	3	กว้าง 8 cm x 308 cm 2 เส้น กว้าง 19 cm x 230 cm 1 เส้น
5	เพลาตัน	4	Ø 2.54 cm ยาว 50 cm 2 ชิ้น Ø 2.54 cm ยาว 60 cm 2 ชิ้น
6	สายพานลิ่ม	4	หน้าตัด A ยาว 49 in 1เส้น หน้าตัด B ยาว 47 in 1เส้น หน้าตัด B ยาว 42 in 1 เส้น หน้าตัด B ยาว 32 in 1 เส้น
7	แกร็ง	8	Ø 2.54 cm
8	พู่เล่	8	-
9	มอเตอร์	2	1 Hp
10	โลหะแผ่น	2	170 x122 cm 2 แผ่น
11	แผ่นรองรับกระเจี๊ยบ	1	-
12	ถาดรองรับ	1	-
13	เกียร์บล๊อค	2	-
14	ถังบรรจุกระเจี๊ยบเขียว	1	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 หลักการทำงาน

ในขั้นแรกกระเจี๊ยบเขียวจะถูกเทลงภายในถัง Hopper ซึ่งข้างล่างถัง Hopper จะมีแผ่นพลาสติกกั้นไว้ไม่ให้กระเจี๊ยบเขียวหล่นจากถัง Hopper ต่อมากระเจี๊ยบเขียวจะถูกสายพานที่ติดตัวตัก ตักขึ้นมาตามสายพานที่ละฝัก กระเจี๊ยบเขียวที่เกิดการซ้อนกันจะถูกตัวปัดที่อยู่บนถัง Hopper ปัดลงมาไม่ให้ซ้อนกัน เมื่อลำเลียงกระเจี๊ยบเขียว ขึ้นมาจนถึงบนสุดที่สายพานจะวนกลับ กระเจี๊ยบเขียวจะตกสู่แผ่นรองรับที่มีลักษณะลาดเอียงวางติดอยู่ระหว่างสายพานตักและชุดสายพานคัดขนาด

กระเจี๊ยบเขียวที่ตกลงสู่แผ่นรองรับจะกลิ้งตามมุมลาดเอียง ตกสู่ชุดสายพานคัดขนาดที่มีแผ่นกั้นเป็นช่องติดอยู่บนสายพาน กระเจี๊ยบเขียวจะตกลงในช่อง ช่องละ 1 ฝัก ชุดสายพานคัดขนาดมีลักษณะเป็นสายพานสองเส้น วางคู่กันโดยเพิ่มระยะห่างตามความยาว ซึ่งในช่วงแรกสายพานจะวางห่างกัน 20 mm และจะเพิ่มระยะห่างเป็นมุม 4 องศา จนสุดสายพาน สายพานจะมีระยะห่างจากกัน 150 mm ซึ่งสายพานคัดขนาดจะลำเลียงกระเจี๊ยบเขียวไปตามระยะห่างที่เพิ่มขึ้น ทำให้กระเจี๊ยบที่มีขนาดเล็กจะตกลงก่อนกระเจี๊ยบที่มีขนาดใหญ่จะตกลงทีหลัง กระเจี๊ยบเขียวก็จะตกลงสู่ถาดรองรับ ที่มีแผ่นกั้นกั้นระหว่างกระเจี๊ยบเขียวแต่ละขนาด

รูปที่ 4.19 แสดงภาพการตักกระเจี๊ยบเขียวขึ้นจากถัง Hopper

รูปที่ 4.20 แสดงภาพการลำเลียงกระเจี๊ยบเขียวผ่านพลาสติกปัด

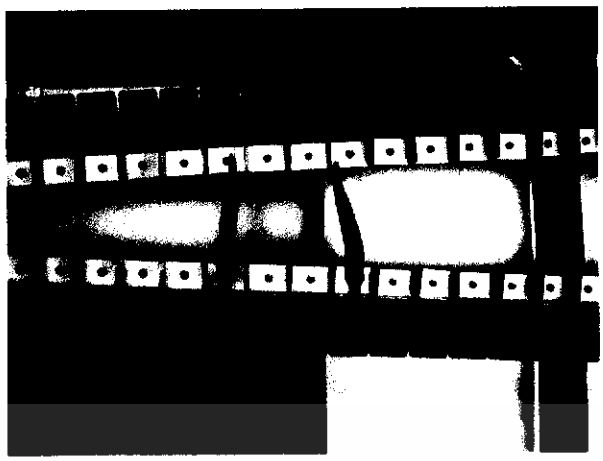
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.21 แสดงภาพกระเจี๊ยบเขียวตกสู่แผ่นรองรับ

รูปที่ 4.22 แสดงภาพกระเจี๊ยบเขียวตกสู่แผ่นรองรับ

รูปที่ 4.23 แสดงภาพการลำเลียงกระเจี๊ยบเขียวสู่สายพานคัดขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 แสดงภาพการคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว

รูปที่ 4.25 แสดงภาพกระเจี๊ยบเขียวตกสู่ถาดรองรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิธีการทดลองและผลการทดลอง

การออกแบบเครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว จำเป็นต้องมีการทดลองผลกระทบจากปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของเครื่องจักรและนำผลการทดลองนั้นมาปรับใช้กับเครื่องจักรเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด

การทดลองเพื่อหากำลังการผลิตสูงสุด โดยมีการปรับปัจจัยที่มีผลกระทบต่อเครื่องจักรซึ่งในที่นี้ คือ การปรับความเร็วรอบของสายพานลำเลียงที่ส่งผ่านกระเจี๊ยบเขียวสู่ชุดสายพานคัดขนาด ค่ามุมของชุดสายพานคัดขนาด ที่ทำให้กระเจี๊ยบเขียวหล่นลงมาสู่ถาดรองให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ความเร็วเชิงเส้นของชุดสายพานคัดขนาดที่จะรับกระเจี๊ยบเขียวจากสายพานลำเลียง และนำค่าที่ได้จากการทดลองมาปรับปรุงแก้ไขให้เครื่องจักรที่สร้างขึ้นเหมาะสมตามการใช้งานจริง

5.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาความเร็วรอบของสายพานลำเลียงที่ส่งผ่านกระเจี๊ยบเขียวสู่ชุดสายพานคัดขนาด
2. เพื่อหาความเร็วรอบของชุดสายพานคัดขนาดที่จะรับกระเจี๊ยบเขียวจากสายพานลำเลียง
3. เพื่อหาระยะห่างของชุดสายพานคัดขนาดที่จะทำให้กระเจี๊ยบเขียวหล่นลงมาสู่ถาดรองให้มีประสิทธิภาพสูงสุด
4. เพื่อหากำลังการผลิตและความถูกต้องของการคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว

5.2 สมมติฐาน

1. กระเจี๊ยบเขียวที่นำคัดขนาดมีรูปร่าง ห้าเหลี่ยม ตรง ไม่คดงอ และคละขนาด
2. จุด CG ของกระเจี๊ยบเขียวมีระยะห่างจากก้านขั้วโดยเฉลี่ยดังนี้

ขนาดใหญ่	=	5.75	เซนติเมตร
ขนาดกลาง	=	4.83	เซนติเมตร
ขนาดเล็ก	=	3.97	เซนติเมตร

3. มุมแรงเสียดทานในการกลิ้งตัวเฉลี่ย = 30°

5.3 วัสดุอุปกรณ์การทดลอง

1. กระเจี๊ยบเขียวคละขนาด 100 ฝัก
2. เครื่องปรับความถี่ (Inverter) 2 เครื่อง
3. เครื่องคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ขั้นตอนการทดลอง

ตอนที่ 1 หาความเร็วสายพานตักที่เหมาะสม

1. เตรียมสายพานตักและอุปกรณ์การทดลองให้พร้อม
2. เทกระเจี๊ยบเขียวลงในถัง Hopper คละขนาดจำนวน 100 ฝัก
3. ทำการทดลองที่ความเร็วสายพานตัก 0.05, 0.07, 0.09, 0.11, 0.15, 0.17, 0.19, และ 0.22 m/s
4. ทำซ้ำ 3 ครั้งทุกค่าความเร็วสายพาน
5. บันทึกผลการทดลอง กำลังการผลิต (ฝัก/นาที) ,จำนวนฝักที่ตกขอบ, จำนวนฝักที่ซ้อนกัน จำนวนฝักที่ลักษณะการตกไม่ดี และจำนวนฝักที่ลักษณะการตกดี

ตอนที่ 2 การทดลองหาความเร็วของชุดสายพานคัดขนาดที่เหมาะสมกับความเร็วเชิงเส้นสายพานตักที่ได้จากการทดลองตอนที่ 1

1. เทกระเจี๊ยบเขียวลงในถัง Hopper คละขนาดจำนวน 100 ฝัก
2. ทำการทดลองที่ความเร็วสายพานตัก 0.09, 0.11, 0.15,และ 0.17 m/s
3. เริ่มทำการทดลองโดยคงค่าความเร็วสายพานตัก
4. ทำการทดลองที่ค่าความเร็วเชิงเส้นของชุดสายพานคัดขนาด 0.04, 0.06 ,0.08 , 0.10 และ 0.12 m/s
5. ทำการทดลอง 3 ซ้ำ บันทึกผลการทดลอง
6. เปลี่ยนค่าความเร็วรอบสายพานตักและเริ่มทดลองจนครบทุกค่าความเร็วสายพานตัก
7. บันทึกผลการทดลอง หาค่าเฉลี่ย

ตอนที่ 3 ทดลองหาระยะแผ่นกั้นของถาดรองรับ

1. ทำการคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียวเป็น 3 ขนาด ขนาดละ 10 ฝัก
   ก.) รหัสขนาด A ความยาวไม่รวมก้านขั้ว 14 เซนติเมตร
   ข.) รหัสขนาด B ความยาวไม่รวมก้านขั้ว 12 เซนติเมตร
   ค.) รหัสขนาด C ความยาวไม่รวมก้านขั้ว 10 เซนติเมตร
2. ทำการทดลองที่ค่าความเร็วเชิงเส้นของชุดสายพานคัดขนาด ที่ 0.02 ,0.04 , 0.06 , 0.08 ,0.10 และ 0.12 m/s
3. วางกระเจี๊ยบเขียวบนสายพานและวัดระยะการตกที่ระยะมากสุดของแต่ละขนาด โดยวัดจากขอบของถาดเมื่อหันหน้าเข้าหาเครื่อง
4. บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 4 ทดลองหาค่าความถูกต้องของระยะแผ่นกั้นที่ได้จากผลการทดลองตอนที่ 3

1. ทำการคัดขนาดกระเจี๊ยบเขียวเป็น 4 ขนาด ขนาดละ 50 ฝัก

   ก.) รหัสขนาด A ความยาวไม่รวมก้านขั้ว มากกว่า 12- 14 เซนติเมตร

   ข.) รหัสขนาด B ความยาวไม่รวมก้านขั้ว มากกว่า 10- 12 เซนติเมตร

   ค.) รหัสขนาด C ความยาวไม่รวมก้านขั้ว ไม่เกิน 10 เซนติเมตร

   ง.) รหัสขนาด D ความยาวไม่รวมก้านขั้วเกิน 14 เซนติเมตร

2. ทำการทดลองที่ค่าความเร็วเชิงเส้นของชุดสายพานคัดขนาด 0.02 ,0.04 , 0.06 , 0.08 ,0.10 และ 0.12 m/s
3. วางกระเจี๊ยบเขียวบนสายพาน
4. บันทึกผลการทดลองฝักที่ตกถูกต้องและตกไม่ถูกต้อง และหาเปอร์เซ็นต์การตกที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 ผลการทดลอง

ตารางที่ 5.1 บันทึกผลการทดลองหาความเร็วสายพานตักที่เหมาะสม

ความเร็วสายพานตัด (m/s)	0.05			0.07			0.09			0.11			0.15			0.17			0.19			0.22		
กำลังการผลิต (ฝัก/นาที)	6	6	11	11	10	9	14	11	14	20	19	19	29	30	31	30	30	31	40	41	40	43	44	43
เฉลี่ย	**7.66**			**10**			13			19.33			30			**30**			**40.33**			**43.33**		
จำนวนฝักที่ตกขอบ	11	12	13	5	5	5	6	7	10	9	7	8	5	6	4	3	2	1	2	2	1	-	1	2
เฉลี่ย	12			5			7.66			8			5			2			**1.66**			**1**		
จำนวนฝักที่ซ้อนกัน	4	-	2	-	1	1	-	1	-	1	-	1	3	-	1	-	2	1	-	1	1	-	2	1
เฉลี่ย	2			**0.66**			0.33			0.66			1.33			1			**0.66**			1		
จำนวนฝักที่ลักษณะการตกไม่ดี	23	23	25	37	28	28	27	25	22	30	21	20	25	26	25	28	30	30	36	35	37	34	38	35
เฉลี่ย	**23.66**			31			24.66			20.33			25.33			29.33			**36**			**35.66**		
จำนวนฝักที่ลักษณะการตกดี	62	65	60	58	60	66	57	57	58	70	72	71	64	68	70	69	66	68	62	62	61	60	60	61
เฉลี่ย	**62.33**			**61.33**			57.33			71			67.33			**67.66**			**61.66**			**60.33**		

ตารางที่ 5.2 บันทึกผลการทดลองหาความเร็วสายพานตักที่เหมาะสม

ความเร็วสายพานตัก (m/s)	0.05	0.07	0.09	0.11	0.15	0.17	0.19	0.22
กำลังการผลิตเฉลี่ย (ฝัก/นาที)	7.66	10	13	19.33	30	30	40.33	43.33
จำนวนฝักที่ตกขอบเฉลี่ย	12	5	7.66	8	5	2	1.66	1
จำนวนฝักที่ซ้อนกันเฉลี่ย	2	0.66	0.33	0.66	1.33	1	0.66	1
จำนวนฝักที่ลักษณะการตกไม่ดีเฉลี่ย	23.66	31	24.66	20.33	25.33	29.33	36	35.66
จำนวนฝักที่ลักษณะการตกดีเฉลี่ย	62.33	61.33	57.33	71	67.33	67.66	61.66	60.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 บันทึกผลหาความเร็วของสายพานคัดขนาดที่เหมาะสมกับความเร็วของสานพานตักคงที่ ที่ 0.09 (m/s)

ความเร็วสายพานตัก (m/s)	ความเร็วสายพานคัดขนาด (m/s)		จำนวนฝักที่ไม่เข้าร่อง	จำนวนฝักที่ค้างบนสายพาน	จำนวนฝักที่เข้าร่องและตกลงสู่ถาดรองรับ	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง (%)
0.09	0.04	1	33	11	56	56
		2	34	12	54	54
		3	32	8	60	60
		เฉลี่ย	33	10.33	56.66	56.66
0.09	0.06	1	36	6	58	58
		2	34	9	57	57
		3	37	8	55	55
		เฉลี่ย	35.66	7.66	56.66	56.66
0.09	0.08	1	30	12	58	58
		2	29	10	61	61
		3	33	15	52	52
		เฉลี่ย	30.66	12.33	57	57
0.09	0.10	1	27	25	48	48
		2	25	20	55	55
		3	28	21	51	51
		เฉลี่ย	26.66	22	51.33	51.33
0.09	0.12	1	40	9	51	51
		2	41	7	52	52
		3	39	10	51	51
		เฉลี่ย	40	8.66	51.33	51.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 บันทึกผลหาความเร็วของสายพานคัดขนาดที่เหมาะสมกับความเร็วของสานพานตัก คงที่ ที่ 0.11 (m/s)

ความเร็วสายพานตัก (m/s)	ความเร็วสายพานคัดขนาด (m/s)		จำนวนฝักที่ไม่เข้าร่อง	จำนวนฝักที่ค้างบนสายพาน	จำนวนฝักที่เข้าร่องและตกลงสู่ถาดรองรับ	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง (%)
0.11	0.04	1	30	13	57	57
		2	31	12	57	57
		3	29	10	61	61
		เฉลี่ย	30	12	58.33	58.33
0.11	0.06	1	30	10	60	60
		2	29	10	59	59
		3	32	9	59	59
		เฉลี่ย	30.33	9.66	59.33	59.33
0.11	0.08	1	30	17	53	53
		2	32	15	53	53
		3	28	16	56	56
		เฉลี่ย	30	16	54	54
0.11	0.10	1	30	18	52	52
		2	28	15	57	57
		3	32	19	49	49
		เฉลี่ย	30	17.33	52.66	52.66
0.11	0.12	1	35	11	54	54
		2	32	15	53	53
		3	36	10	54	54
		เฉลี่ย	34.33	12	53.66	53.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5 บันทึกผลหาความเร็วของสายพานคัดขนาดที่เหมาะสมกับความเร็วของสานพานตักคงที่ ที่ 0.15 (m/s)

ความเร็วสายพานตัก (m/s)	ความเร็วสายพานคัดขนาด (m/s)		จำนวนฝักที่ไม่เข้าร่อง	จำนวนฝักที่ค้างบนสายพาน	จำนวนฝักที่เข้าร่องและตกลงสู่ถาดรองรับ	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง (%)
0.15	0.04	1	32	11	57	57
		2	30	12	58	58
		3	33	14	53	53
		เฉลี่ย	31.66	12.33	56	56
0.15	0.06	1	26	12	62	62
		2	25	14	61	61
		3	22	12	66	66
		เฉลี่ย	24.33	12.66	63	63
0.15	0.08	1	29	12	59	59
		2	30	13	57	57
		3	28	14	58	58
		เฉลี่ย	29	12.66	57.66	57.66
0.15	0.10	1	26	17	57	57
		2	22	16	62	62
		3	25	14	61	61
		เฉลี่ย	24.33	15.66	60	60
0.15	0.12	1	30	12	58	58
		2	31	13	56	56
		3	29	12	59	59
		เฉลี่ย	30	12.33	57.66	57.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.6 บันทึกผลหาความเร็วของสายพานคัดขนาดที่เหมาะสมกับความเร็วของสานพานตัก คงที่ ที่ 0.17(m/s)

ความเร็วสายพานตัก (m/s)	ความเร็วสายพานคัดขนาด (m/s)		จำนวนฝักที่ไม่เข้าร่อง	จำนวนฝักที่ค้างบนสายพาน	จำนวนฝักที่เข้าร่องและตกลงสู่ถาดรองรับ	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง (%)
0.17	0.04	1	35	11	54	54
		2	36	12	52	52
		3	34	15	51	51
		เฉลี่ย	35	12.66	52.33	52.33
0.17	0.06	1	35	15	50	50
		2	35	13	55	55
		3	32	16	52	52
		เฉลี่ย	34	134.66	52.33	52.33
0.17	0.08	1	31	10	59	59
		2	32	12	56	56
		3	30	15	55	55
		เฉลี่ย	31	12.33	56.66	56.66
0.17	0.10	1	24	15	61	61
		2	22	18	60	60
		3	26	15	59	59
		เฉลี่ย	24	16	60	60
0.17	0.12	1	25	17	58	58
		2	25	18	57	57
		3	27	15	58	58
		เฉลี่ย	25.66	16.66	57.66	57.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.7 บันทึกผลการทดลองหาระยะแผ่นกั้นของถาดรองรับ

ความเร็วเชิงเส้นของชุดสานพานคัดขนาด (m/s)	ระยะมากสุดในการตกรหัสขนาดA (cm)	ระยะมากสุดในการตกของรหัสขนาด B (cm)	ระยะมากสุดในการตกของรหัสขนาดC (cm)
0.02	86	65	49
0.04	86	64	49
0.06	85	64.5	49
0.08	86	65	49
0.10	86	65	49
0.12	85	65	49
เฉลี่ย	85.6	64.7	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.8 บันทึกผลหาค่าความถูกต้องของระยะแผ่นกั้นที่ได้จากผลการทดลองตอนที่ 3

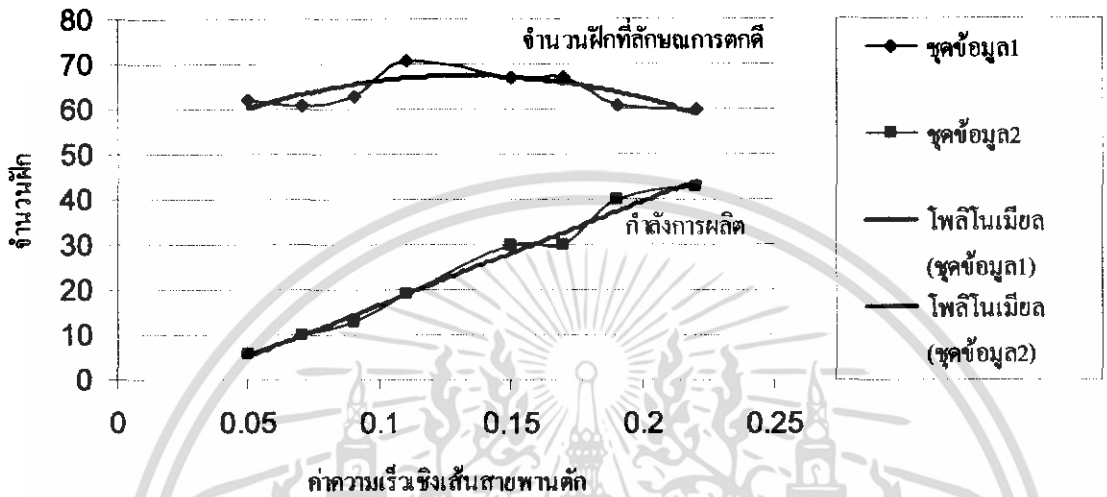
ความเร็วสายพาน(m/s)		การตก รหัสขนาด A (50 ฝัก)		การตก รหัสขนาด B (50 ฝัก)		การตก รหัสขนาด C (50 ฝัก)	
		ได้ระยะ	ไม่ได้ระยะ	ได้ระยะ	ไม่ได้ระยะ	ได้ระยะ	ไม่ได้ระยะ
0.02	1	49	1	47	3	48	2
	2	49	1	48	2	48	2
	3	49	1	48	2	48	2
	เฉลี่ย	49	1	47.66	2.33	48	2
0.04	1	50	-	48	2	47	3
	2	50	-	48	2	47	3
	3	50	-	48	2	47	3
	เฉลี่ย	50	-	48	2	47	3
0.06	1	49	1	47	3	46	4
	2	49	1	47	3	46	4
	3	49	1	47	3	45	5
	เฉลี่ย	49	1	47	3	45.66	4.33
0.08	1	50	-	45	5	47	3
	2	50	-	46	4	48	2
	3	50	-	47	3	45	5
	เฉลี่ย	50	-	46	4	46.66	3.33
0.10	1	50	-	47	3	45	5
	2	50	-	46	4	45	5
	3	50	-	47	3	46	4
	เฉลี่ย	50	-	46.66	3.33	45.33	4.66
0.12	1	48	2	47	3	45	5
	2	48	2	46	4	46	4
	3	47	3	45	5	45	5
	เฉลี่ย	47.66	2.33	46	4	45.33	4.66
เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง		98.6		93		94.3	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
บทวิจารณ์และสรุปผล

6.1 สรุปผลการทดลอง

ตอนที่ 1 หาความเร็วสายพานตักที่เหมาะสม

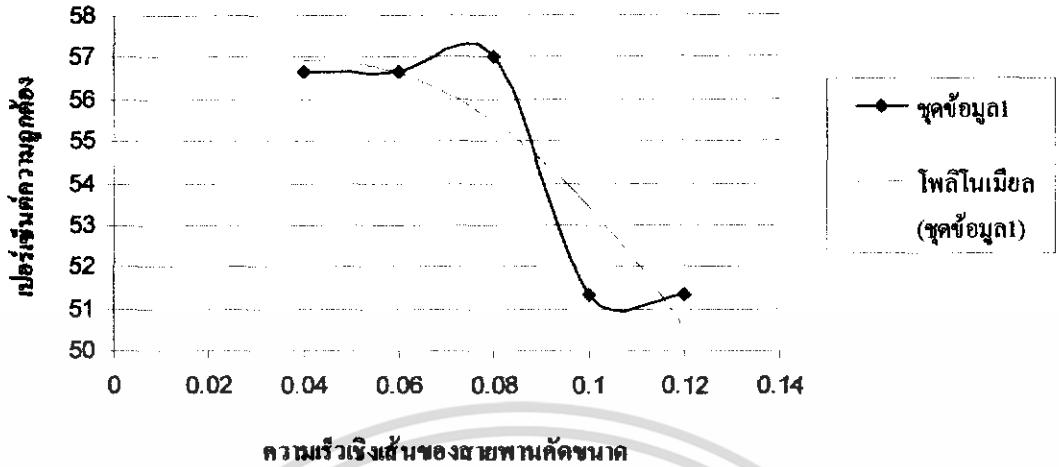


รูปที่ 6.1 กราฟแสดง เปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ กำลังการผลิต กับจำนวนฝักที่มีลักษณะการตกดีต่อค่าความเร็วเชิงเส้น

จากผลการทดลองรูปที่ 6.1 พบว่า ที่ความเร็วเชิงเส้นของสายพานตักจะเป็นผลต่อกำลังการผลิต โดยที่ความเร็วเชิงเส้นของสายพานตักที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตรากำลังการผลิตเพิ่มขึ้นตาม และที่ความเร็วเชิงเส้นของสายพานตักจะสัมพันธ์กับลักษณะการตกของกระเจี๊ยบเขียวระดับความเร็วของสายพานตักที่เหมาะสมอยู่ในช่วงความเร็ว 0.09 m/s ถึง 0.17 m/s จะเป็นผลทำให้ลักษณะการตกของกระเจี๊ยบเขียวเฉลี่ยดี

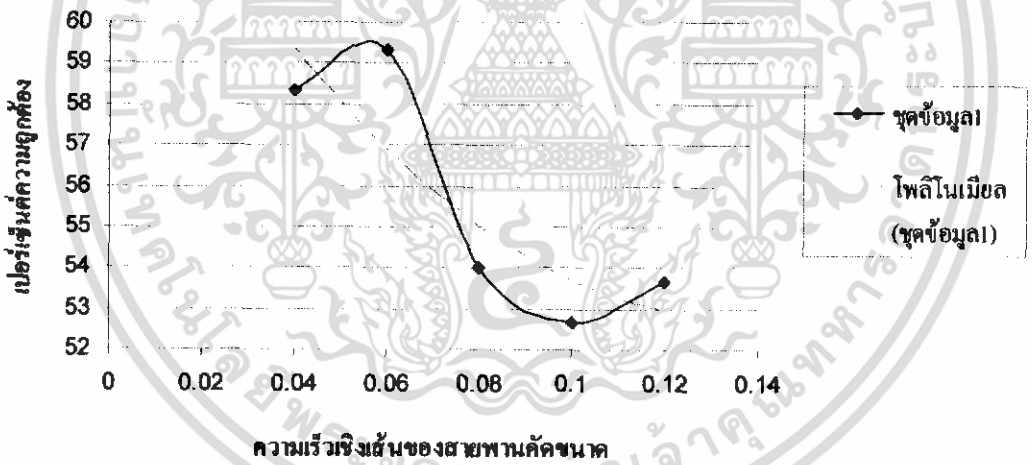
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 การทดลองหาความเร็วของชุดสายพานคัดขนาดที่เหมาะสมกับความเร็วเชิงเส้นสายพานตักที่ได้จากการทดลองตอนที่ 1



รูปที่ 6.2 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องกับค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานคัดขนาดที่ค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานตักคงที่ ที่ 0.09 m/s

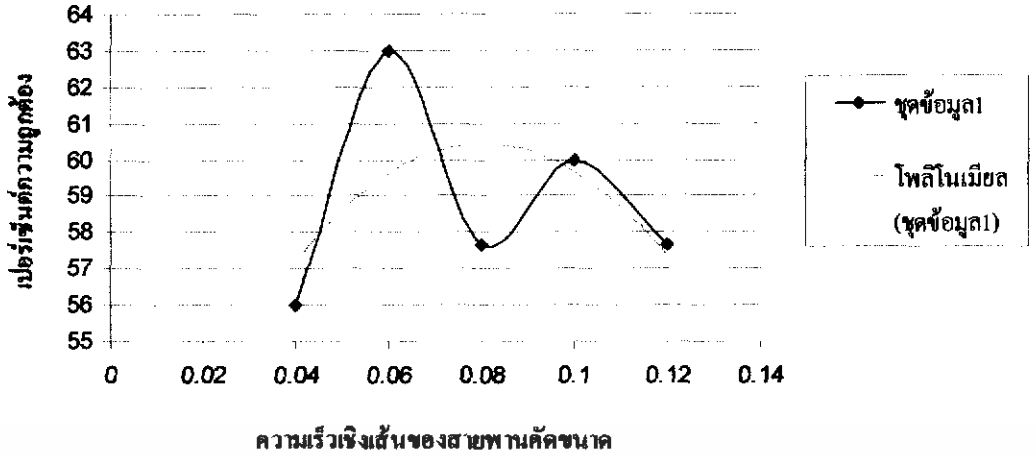
จากผลการทดลองรูปที่ 6.2 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องกับค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานคัดขนาดที่ค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานตักคงที่ ที่ 0.09 m/s ค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่ได้ 57 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 6.3 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องกับค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานคัดขนาดที่ค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานตักคงที่ ที่ 0.11 m/s

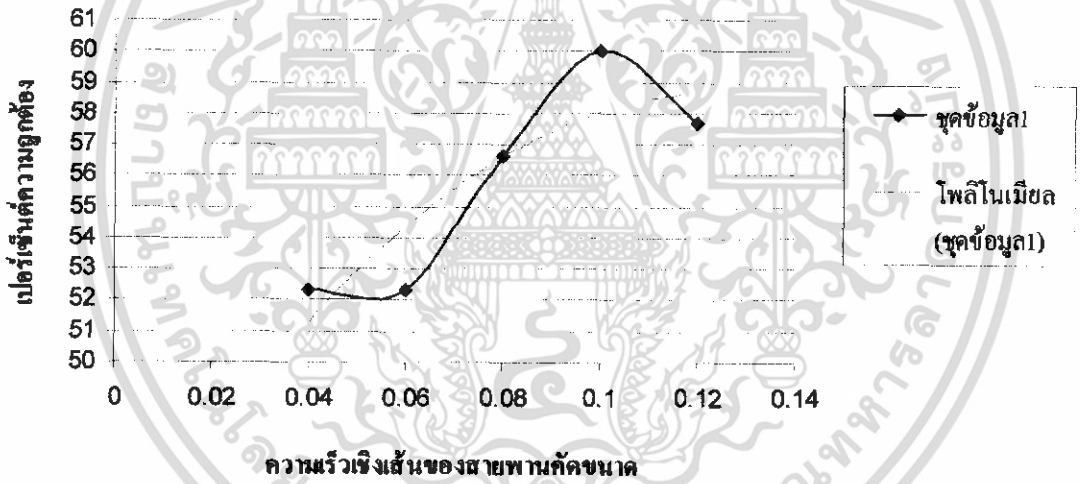
จากผลการทดลองรูปที่ 6.3 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องกับค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานคัดขนาดที่ค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานตักคงที่ ที่ 0.11 m/s ค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่ได้ 60 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.4 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องกับค่าความเร็วเชิงเส้น ของสายพานคัดขนาดที่ค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานตักคงที่ ที่ 0.15 m/s

จากผลการทดลองรูปที่ 6.4 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องกับค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานคัดขนาดที่ค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานตักคงที่ ที่ 0.15 m/s ค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่ได้ 63 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็น เปอร์เซ็นต์ ความถูกต้องสูงสุด



รูปที่ 6.5 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องกับค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานคัดขนาดที่ค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานตักคงที่ ที่ 0.17 m/s

จากผลการทดลองรูปที่ 6.5 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องกับค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานคัดขนาดที่ค่าความเร็วเชิงเส้นของสายพานตักคงที่ ที่ 0.17 m/s ค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่ได้ 60 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3 ทดลองหาระยะแผ่นกั้นของถาดรองรับ

จากผลการทดลองตารางที่ 5.7 ระยะแผ่นกั้นของถาดรองรับที่ได้แบ่งเป็น 3 ระยะ คือระยะในการตกของกระเจี๊ยบเขียวรหัสขนาด A เฉลี่ย 85.6 cm ระยะในการตกของกระเจี๊ยบเขียวรหัสขนาด B เฉลี่ย 64.7 cm และระยะในการตกของกระเจี๊ยบเขียวรหัสขนาด C เฉลี่ย 49 cm ระยะของแผ่นกั้นของถาดรองรับจะวัดจากขอบของถาดรองรับจากด้านซ้ายเมื่อหันหน้าเข้าหาเครื่องคัดขนาด

ตอนที่ 4 ทดลองหาค่าความถูกต้องของระยะแผ่นกั้นที่ได้จากผลการทดลองตอนที่ 3

จากผลการทดลองตารางที่ 5.8 เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการตกของกระเจี๊ยบเขียวตามระยะที่ได้จากผลการทดลอง ที่ระดับความเร็วในช่วงต่างๆ การตกของกระเจี๊ยบเขียวรหัสขนาด A เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง 98.6 % การตกของกระเจี๊ยบเขียวรหัสขนาด B เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง 93 % และการตกของกระเจี๊ยบเขียวรหัสขนาด C เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง 94.3 %

6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการปรับปรุง

1. ขนาดของแผ่นรองรับกระเจี๊ยบเขียวควรมีขนาดที่เหมาะสม คือปรับให้ใหญ่และยาวขึ้นเพื่อที่จะช่วยในการชะลอความเร็วของกระเจี๊ยบเขียวและช่วยในการรองรับกระเจี๊ยบให้เข้าร่องได้ดีขึ้น

2. ชุดถังบรรจุกระเจี๊ยบเขียวและชุดถาดรองรับควรใช้วัสดุเป็นถังสแตนเลส เพราะเหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและไม่ขึ้นสนิม

3. ชุดของตัวตักและชุดของตัวคัดแยกควรเป็นพลาสติก เพราะจะช่วยในการลดการช้ำของกระเจี๊ยบเขียว เพราะว่าพลาสติกมีความคมน้อยกว่าแผ่นเหล็ก ซึ่งจะช่วยลดการช้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] เฉลิมเกียรติ โภคาวัฒนา, ภัสรา ชวประดิษฐ์ ,ปิยรัตน์ เขียนมีสุข . นิยมรัฐ ไตรศรี. 2536 : กระเจี๊ยบเขียว.กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร

[2] Unknown, Available : http://angthong.doae.go.th/knowledge.html

[3] สุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์.2544 . กระเจี๊ยบเขียวส่งออก: www.eto.ku.ac.th/neweto/ e-book/plant/herb_gar/krajeab.pdf

[4] Unknown,2545, ธุรกิจส่งออกผักสดแช่เย็นและแช่แข็ง : http://smc2.ismed.or.th/knowledge/detialnews.php?numupdate=220

[5] มานพ ตันตระบัณฑิตย์ , สำลี แสงห้าว , สุทิน จิตเจริญ, ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล.

[6] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ฉนัดงาน, 2536, **การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1**, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), หน้า 228-238.

[7] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ฉนัดงาน, 2536, **การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 2**, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), หน้า 154-156.

[8] กนกพร ประทุมสุวรรณ, ขัตติยา ชาเวียง และฐิติพร สุขศรีนวล, 2546, เครื่องคัดขนาดข้าวโพดฝักอ่อน, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, หน้า 22 - 30.

[9] บุษวรรณ หิรัญวรชาติ, พลัช กนกพัฒนพงศ์ และ วริสร พละหาญ, 2547, เครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อนโดยใช้น้ำ, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, หน้า 29 - 32.

[10] ทนงศักดิ์ คงทอง,วัฒนา วิจักษณ์วงตา และ วุฒิพันธ์ จันทร์สว่าง, 2547, เครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, หน้า 10 27.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตาราง ก.1 มิติมาตรฐานและแรงประเมินของโรลลิ่งแบริ่ง (C_0, C เป็น KN)

รูสวม d mm	O.D. dia. D mm	อนุกรม 02									
		ความหนา B mm	Self-aligning Ball Bearing		Single-Row Deep- Groove Ball Bearing		Angular Contact Small Angle Ball Bearing		Angular Contact Steep Angle Ball Bearing		Cylindrical Roller Bearing	
			C_0	C	C_0	C	C_0	C	C_0	C	C_0	C
4	13	5	-	-	0.57	1.19						
5	16	5	-	-	0.96	1.85						
6	19	6	0.53	1.94	0.94	1.85						
7	22	7	0.66	2.05	1.35	2.51						
8	-	-	0.66	2.05	1.35	2.51						
9	26	8	0.93	2.07	1.96	3.49						
10	30	9	1.34	4.23	1.96	3.58	-	-	-	-	-	-
12	32	10	1.48	4.30	3.05	5.25	3.27	5.52	-	-	-	-
15	35	11	2.01	5.74	3.51	5.87	4.09	6.54	-	-	-	-
17	40	12	2.43	6.10	4.45	7.34	5.25	8.19	-	-	-	-
20	47	14	3.18	7.61	6.18	9.83	7.25	11.00	-	-	-	-
25	52	15	4.03	9.34	6.94	10.77	8.72	12.55	7.70	11.39	7.21	13.26
30	62	16	5.83	12.06	10.00	14.95	12.55	17.34	11.08	15.80	9.88	17.67
35	72	17	6.68	12.19	13.66	19.76	17.09	22.96	15.08	20.87	15.35	26.25
40	80	18	8.59	14.82	15.66	22.43	21.27	27.41	18.64	24.74	20.74	34.13
45	85	19	9.61	16.82	17.84	25.19	24.21	30.79	21.23	27.72	22.29	35.91
50	90	20	10.55	17.49	19.80	27.01	26.03	32.31	22.74	28.79	23.90	37.56
55	100	21	13.40	20.60	25.05	33.38	32.97	39.96	28.79	35.64	29.86	45.84
60	110	22	15.53	23.14	30.96	40.36	40.72	48.50	35.55	43.16	37.65	56.07
65	120	23	17.22	23.85	34.13	44.05	44.95	52.51	41.83	48.95	45.39	66.30
70	125	24	18.78	26.65	37.42	48.06	49.40	57.40	45.84	53.40	45.39	74.76
75	130	25	21.40	29.86	41.16	50.73	56.51	62.30	48.95	54.73	56.96	81.00
80	140	26	23.54	30.35	44.50	56.07	62.74	69.86	54.73	61.85	60.96	87.22
85	150	28	28.43	37.82	53.40	64.08	72.53	78.76	62.74	68.97	70.75	99.68
90	160	30	31.77	43.79	60.52	73.87	85.44	92.56	784.31	82.32	91.67	127.27
95	170	32	36.85	48.95	69.42	83.66	91.67	100.00	77.87	87.66	101.46	139.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.2 แนวทางในการเลือกอายุใช้งานสำหรับเครื่องจักรกลชนิดต่างๆ

ชนิดของเครื่องจักรกล	อายุเป็นชั่วโมงทำงาน
เครื่องมือวัดและเครื่องมือที่ใช้ไม่บ่อยนัก ตัวอย่างเช่น เครื่องมือสำหรับห้องทดลอง อุปกรณ์สำหรับประตุเลื่อน	500
เครื่องยนต์เครื่องบิน	500-2000
เครื่องจักรสำหรับใช้งานช่วงเวลาสั้นๆ หรือทำงานเป็นพัก ๆตัวอย่างเช่น เครื่องมือต่าง ๆ รอกยกของในโรงงาน เครื่องจักรที่ทำงานโดยใช้มือขับ เครื่องจักรกลการเกษตร ปั้นจั่นที่ใช้ในงานประกอบ เครื่องขนถ่าย ปั้นจั่นที่ใช้ในงานหล่อ เครื่องจักรกลที่ใช้ในบ้าน	4000-8000
เครื่องจักรสำหรับใช้งานเป็นพัก ๆ แต่มีความสำคัญต่องานที่ทำมาก ตัวอย่าง เช่น เครื่องจักรสำรองของโรงต้นกำลัง อุปกรณ์ลำเลียงในสายงานผลิต ลิฟท์ ปั้นจั่นยกสินค้าทั่วไป เครื่องมือกลที่ใช้งานไม่บ่อยนัก	8000-12 000
เครื่องจักรที่ใช้งาน 8 ชั่วโมง แต่ไม่ได้ทำงานเต็มที่ ตัวอย่างเช่น มอเตอร์ไฟฟ้า ชุดเฟืองทดสำหรับงานทั่วไป	12 000-20 000
เครื่องจักรที่ใช้งาน 8 ชั่วโมง แต่ทำงานเต็มที่ ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรกลในงานอุตสาหกรรมทั่วไป ปั้นจั่นที่ใช้ยกของตลอดเวลา เครื่องเป่าลม เพลาส่งกำลัง	20 000-30 000
เครื่องจักรที่ใช้งานต่อเนื่อง (ทำงาน 24 ชั่วโมง)ตัวอย่างเช่น เครื่องแยกของ เครื่องอัดอากาศ ปั๊ม เพลาส่งกำลัง ลูกกลิ้งของสายพานลำเลียง รอกในเหมืองแร่ มอเตอร์ไฟฟ้า	40 000-60 000
เครื่องจักรที่ใช้งานตลอดชั่วโมง การทำงานมีความสำคัญมาก ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตกระดาษและเยื่อกระดาษ โรงไฟฟ้า ปั๊มในเหมืองแร่ สถานีส่งน้ำประปา เครื่องจักรในเรือเดินสมุทร	100 000-200 000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.3 คุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนและเหล็กกล้าผสมคาร์บอน

(mechanical properties of plain carbon and alloy steels)

(ชิ้นทดสอบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 25 mm)

AISI Type	Condition	Tensile Strength, ksi	Yield Strength, ksi	Elongat. in 2 in., %	Reduction In Area, %	Hardness, BHN	Machin-Ability (Based on 1112 100)
1010	HR	64	42	28	67	107	45
	CD	78	68	16	63	129	55
	CDA	64	48	28	65	131	55
1020	HR	65	43	36	59	143	50
	CD	78	66	20	55	156	65
	A	57	52	37	66	111	90
	N	64	50	36	68	131	75
1030	HR& tumed	72	44	31	63	140	-
	CD	84	76	16	57	177	65
	A	67	50	31	58	126	-
	N	76	51	32	61	149	-
1040	HR	91	58	27	50	201	63
	CD	100	88	17	42	207	65
	A	75	51	30	57	149	-
	N	85	50	28	55	170	60
1045	HR	98	59	21	45	212	56
	CD	103	90	14	40	217	60
	A	90	55	27	54	174	60
	N	99	61	25	49	207	-
1050	HR	105	67	15	-	-	-
	CD	114	104	9	-	-	54
	A	92	43	24	40	187	-
	N	109	62	20	39	217	-
1095	HR	142	83	18	38	295	-
	CD	95	38	33	21	192	-
	A	147	73	10	14	293	-
	N	75	50	35	55	140	-
1118	HR	85	75	25	55	170	80
	CD	65	41	35	67	131	80
	A	69	45	34	66	143	80
	N	105	98	20	50	212	50
2330	CD	86	64	28	58	179	50
	A	100	68	26	56	207	-
	N	107	92	17	50	2123	55
3140	CD	100	61	25	51	197	55
	A	129	87	20	58	262	-
	N	86	56	29	57	183	65
4130	HR A	98	87	21	52	201	70
	CD A	97	63	26	60	197	50
	N	90	63	27	58	187	57
4140	HR A	102	96	18	50	223	66
	CDA	148	95	18	47	302	-
	N	101	69	21	456	207	45
4340	HRA	110	99	16	42	223	50
	CDA	185	126	11	41	363	-
	N						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.4 ตัวประกอบใช้งานสำหรับสายพานลิ่ม

ชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการขับ	ชนิดของอุปกรณ์ขับ					
ตัวประกอบใช้งานนี้พิจารณาเฉพาะช่วงเวลาใช้งานและชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการขับ แต่ไม่เกี่ยวข้องกันสภาวะการทำงาน ตัวอย่าง เช่น ทำงานในสภาวะแวดล้อมเป็นพิเศษ ดังนั้นจึงอาจเพิ่มค่าขึ้นอีกได้ในกรณีพิเศษ	มอเตอร์กระแสสลับ: normal Torque, squirrel cage Synchronous and split phase. มอเตอร์กระแสตรง : shunt wound เครื่องยนต์สันดาปภายใน : ที่มี หลายลูกสูบ ความเร็วรอบสูง กว่า 600 rpm			มอเตอร์กระแสสลับ : high torque, high slip, repulsion-induction ,single phase, series wound and slip ring. มอเตอร์กระแสตรง : series wound และ compound wound. เครื่องยนต์สันดาปภายใน : ที่มีหนึ่งลูกสูบ ความเร็วรอบต่ำกว่า 600 rpm เพลา เมน คลัตช์		
	ชั่วโมงการทำงานต่อวัน			ชั่วโมงการทำงานต่อวัน		
	≤ 10	10-16	> 16	≤ 10	10-16	> 16
งานเบา : เครื่องกวนของเหลว เครื่องเป่าลม , เครื่องอัดลม และเครื่องสูบแบบหอยโข่ง พัดลมที่มีกำลังสูงถึง 7.5 kW, สายพานลำเลียงงานเบา	1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.5 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิ่มหน้าตัด "Z" ต่อเส้น P_R (เป็น kW)

สำหรับสายพานยาว L_p = 1732 mm. และส่วนโค้งสัมผัส α = 180 °C

d_p (mm)	m	ความเร็วรอบของพูลเล่ย์ขับ (rpm)										
		400	720	800	950	1200	1450	1800	2400	2850	3200	3600
		กำลังแรงม้าที่ส่งได้ต่อเส้น P_R (kW)										
71	1.00	0.29	0.45	0.50	0.56	0.67	0.76	0.88	1.05	1.16	1.22	1.28
	1.05	0.30	0.46	0.51	0.59	0.69	0.80	0.92	1.11	1.22	1.30	1.36
	1.20	0.32	0.50	0.55	0.63	0.75	0.86	1.00	1.22	1.35	1.44	1.52
	1.50	0.33	0.52	0.58	0.66	0.79	0.91	1.07	1.30	1.45	1.55	1.65
	≥ 3.00	0.34	0.54	0.60	0.69	0.82	0.95	1.11	1.37	1.53	1.64	1.74
80	1.00	0.37	0.59	0.65	0.74	0.89	1.03	1.20	1.45	1.61	1.71	1.81
	1.05	0.38	0.60	0.67	0.77	0.92	1.06	1.24	1.51	1.68	1.79	1.89
	1.20	0.40	0.63	0.71	0.81	0.97	1.12	1.32	1.62	1.81	1.93	2.05
	1.50	0.42	0.66	0.73	0.84	1.01	1.17	1.38	1.70	1.91	2.05	2.10
	≥ 3.00	0.43	0.68	0.75	0.87	1.03	1.21	1.43	1.76	1.98	2.13	2.22
90	1.00	0.47	0.74	0.82	0.94	1.13	1.31	1.54	1.88	2.10	2.24	2.36
	1.05	0.47	0.75	0.84	0.96	1.16	1.34	1.58	1.94	2.16	2.31	2.45
	1.20	0.49	0.78	0.87	1.01	1.21	1.41	1.66	2.05	2.29	2.48	2.61
	1.50	0.51	0.81	0.90	1.04	1.26	1.46	1.73	2.13	2.39	2.57	2.74
	≥ 3.00	0.52	0.83	0.92	1.06	1.29	1.50	1.77	2.19	2.47	2.68	2.83
100	1.00	0.56	0.88	0.98	1.14	1.37	1.59	1.88	2.30	2.56	2.73	2.88
	1.05	0.56	0.90	1.01	1.16	1.40	1.62	1.92	2.36	2.63	2.80	2.97
	1.20	0.58	0.93	1.03	1.20	1.45	1.69	2.00	2.46	2.76	2.95	3.13
	1.50	0.60	0.96	1.07	1.24	1.50	1.74	2.06	2.53	2.86	3.06	3.26
	≥ 3.00	0.61	0.98	1.09	1.26	1.53	1.78	2.11	2.61	2.93	3.14	3.35
112	1.00	0.66	1.06	1.19	1.37	1.65	1.92	2.27	2.78	3.09	3.29	3.46
	1.05	0.67	1.08	1.20	1.39	1.68	1.96	2.31	2.84	3.16	3.36	3.54
	1.20	0.69	1.11	1.24	1.43	1.73	2.01	2.39	2.95	3.29	3.51	3.70
	1.50	0.70	1.13	1.27	1.47	1.78	2.07	2.46	3.03	3.39	3.63	3.83
	≥ 3.00	0.71	1.15	1.29	1.49	1.81	2.11	2.50	3.09	3.46	3.70	3.92
125	1.00	0.78	1.26	1.40	1.61	1.93	2.27	2.68	3.28	3.63	3.84	4.01
	1.05	0.79	1.27	1.41	1.64	1.98	2.31	2.73	3.34	3.70	3.92	4.09
	1.20	0.80	1.30	1.45	1.68	2.04	2.37	2.81	3.44	3.83	4.06	4.26
	1.50	0.82	1.33	1.48	1.731	2.08	2.43	2.87	3.53	3.93	4.18	4.39
	≥ 3.00	0.83	1.34	1.50	1.74	2.11	2.46	2.92	3.59	4.00	4.26	4.48
140	1.00	0.91	1.47	1.64	1.89	2.26	2.65	3.15	3.83	4.21	4.42	4.56
	1.05	0.92	1.48	1.66	1.92	2.30	2.70	3.19	3.88	4.27	4.49	4.64
	1.20	0.93	1.51	1.69	1.96	2.38	2.77	3.27	3.99	4.40	4.64	4.80
	1.50	0.95	1.54	1.72	1.99	2.42	2.82	3.33	4.06	4.50	4.75	4.93
	≥ 3.00	0.96	1.56	1.74	2.02	2.45	2.86	3.38	4.14	4.58	4.83	5.02

ตัวประกอบแก้ไขความยาว N_1

L_1	662	742	832	932	1032	1152	1282	1432	1632	1732	1832	2032
N_1	0.81	0.82	0.85	0.82	0.89	0.91	0.93	0.96	0.99	1.00	1.01	1.03
L_1	2272	2532	2832	3132	4032	5032						
N_1	1.06	1.09	1.11	1.13	1.20	1.25						

ความยาวพิทช์ที่มีใช้ $L_p = L_1 + 30$ (mm)

L_p	483	535	560	580	600	630	655	670	690	710	730	750
	780	787	800	813	825	838	850	855	875	889	900	914
	925	950	965	975	1000	1016	1041	1060	1090	1105	1120	1143
	1168	1180	1200	1220	1250	1270	1300	1320	1346	1372	1400	1422
	1448	1475	1500	1525	1550	1575	1600	1625	1651	1676	1700	1725
	1750	1780	1800	1854	1900	1980	2000	2030	2057	2083	2100	2120
	2150	2200	2240	2285	2360	2435	2475	2500	2650	2730	2800	2840
	3000	*3050*	*3150*	*3250*	*3550*	*3650*	*4000*					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.6 ตัวประกอบส่วนโค้งสัมผัส N_a สำหรับสายพานลิ่ม

$\frac{D_p - d_p}{C}$	ส่วนโค้งสัมผัส $\alpha \approx$	N_a
0	180	1
0.15	170	0.98
0.35	160	0.95
0.5	150	0.92
0.7	140	0.89
0.85	130	0.86
1.0	120	0.82
1.15	110	0.78
1.3	100	0.73
1.45	90	0.68

ตาราง ก.7 ตัวประกอบใช้งาน

K_1	สภาวะการทำงาน
1.3	งานเบา ทำงานคงที่
1.5	งานปานกลาง
2.0	งานหนัก แรงกระตุก เปิดปิดบ่อยครั้ง

ตาราง ก.8 ตัวประกอบ k_2

หน้าตัดสายพาน	k_2
Y	0.049
Z	0.126
A	0.217
B	0.385
C	0.637
D	1.332

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.9 ขนาดสายพานลิ่มและล้อสายพานลิ่ม ตาม 256-1962 มาตรฐาน ISO/R 52-1957 (E) และ ISO/R(E)ขนาดเป็น mm

25	60	100	170	280	500	900	1900
28	63	160	180	300	530	1000	200
31.5	67	112	190	315	560	1060	2240
35.5	71	118	200	355	600	1120	2500
40	75	125	212	375	630	1250	
45	80	132	224	400	670	1400	
50	85	140	236	425	710	1500	
53	90	150	250	450	750	1600	
56	95	160	265	475	800	1800	

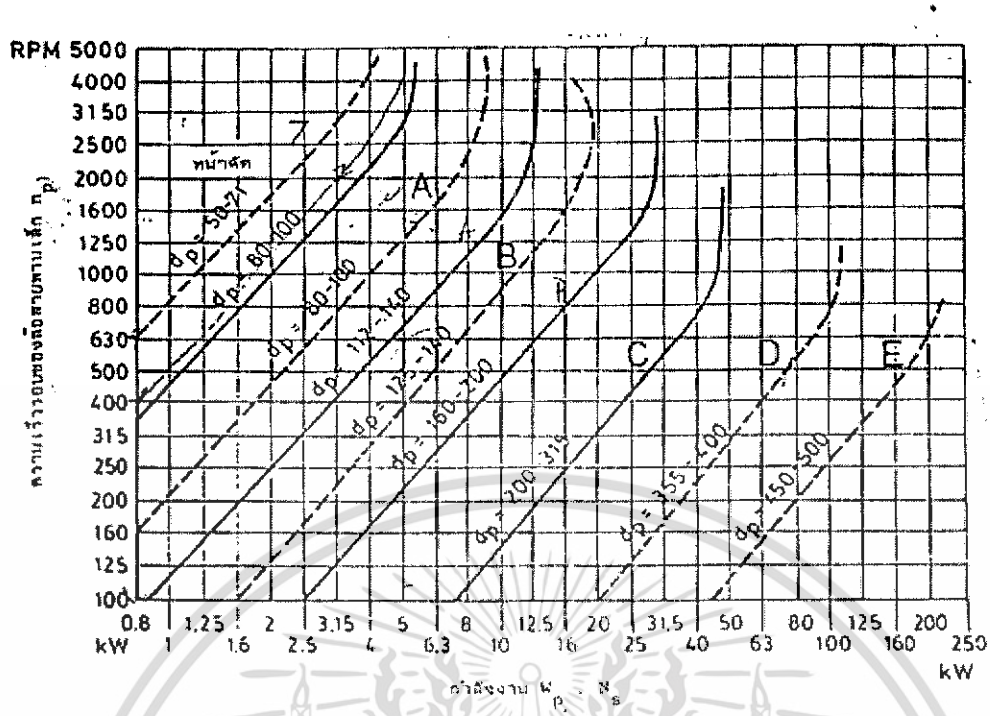
ตาราง ก.10 ตัวประกอบความเค้นหนาแน่นสำหรับเรียงลิ่ม

		PROFILE		SIED-RUNNER	
		คัด	บิด	คัด	บิด
K_f	แอนนีล	1.6	1.3	1.3	1.3
	ชุบและรีด	2.0	1.6	1.6	1.6

ตารางที่ ก.11 ขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R775-1969

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น mm				
6	25	70	130	240
7	30	75	140	260
8	35	80	150	280
9	40	85	160	300
10	45	90	170	320
12	50	95	180	340
14	55	100	190	360
18	60	110	200	380
20	65	120	220	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ก.1 แผนภูมิที่ใช้ในการเลือกขนาดหน้าตัดของสายพานลิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้