สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาและออกแบบเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน

STUDY AND DESIGN OF BABY CORN ARRANGING MACHINE

T 061994

โดย

นาย ทนงศักดิ์ คงทอง

นาย วัฒนา วิจักษณ์วงศา

นาย วุฒิพันธ์ จันทร์สว่าง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 61994
วัน,เดือน,ปี 25 ก.ค. 2549

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2547

ภาควิชา วิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาและออกแบบเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน

ผู้จัดทำ

นาย ทนงศักดิ์ คงทอง

นาย วัฒนา วิจักษณ์วงศา

นาย วุฒิพันธ์ จันทร์สว่าง

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์เจษฎา ชัยโฉม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาและออกแบบเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน

นาย ทนงศักดิ์ คงทอง
นาย วัฒนา วิจักษณ์วงศา
นาย วุฒิพันธ์ จันทร์สว่าง

อาจารย์เจษฎา ชัยโฉม อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน เพื่อป้อนข้าวโพดที่จัดเรียงแล้วเข้าเครื่องคัดขนาดต่อไป ข้าวโพดฝักอ่อนที่จะจัดเรียงจะต้องวางตัวขวางกับแนวความยาวของสายพานลำเลียง โดยให้ด้านโคนของข้าวโพดอยู่ในทิศทางเดียวกันและอยู่ชิดกับขอบสายพานลำเลียงด้านใดด้านหนึ่ง การทำงานของเครื่องนี้จะอาศัยแรงจากน้ำหนักและแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ของข้าวโพดฝักอ่อนรอบจานหมุน ซึ่งจะทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนถูกเหวี่ยงออกไปอยู่ในแนวเส้นรอบวงของจานหมุน จากนั้นข้าวโพดฝักอ่อนจะเคลื่อนเข้าสู่สายพานลำเลียงเส้นที่ 1 ซึ่งมีการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับพลิกฝักข้าวโพดไว้ ทำให้ข้าวโพดหันไปด้านเดียวกันหลังจากนั้นข้าวโพดจะตกลงสู่สายพานเส้นที่ 2 ซึ่งถูกจัดวางในทิศตั้งฉากกับสายพานเส้นแรก และถูกลำเลียงไปยังเครื่องคัดขนาดต่อไป เครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อนสามารถจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อนขนาดตั้งแต่ 7 ถึง 13 เซนติเมตร ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องที่ศึกษาประกอบด้วย ความเร็วรอบจานหมุน, ความเร็วของสายพาน, และจำนวนข้าวโพดที่เหลือค้างอยู่บนจานหมุน พบว่า ต้องใช้ความเร็วรอบจานหมุน เท่ากับ 10.69 rpm ความเร็วของสายพานที่ 0.56 m/s และใช้ข้าวโพดที่ค้างอยู่บนจานหมุน 17 ฝัก ได้กำลังการผลิตเท่ากับ 21.66 ฝักต่อนาที ประสิทธิภาพความถูกต้องของการจัดเรียงเท่ากับ 81.53%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY AND DESIGN OF THE BABY CORN ARRANGING MACHINE

THANONGSAK KONGTONG
WATTHANA WIJAKWONGSA
WUTIPAN CHANSAWANG

JEDSADA CHAISHOME ADVISOR

2004

Abstract

The objective of this project was to study and design of baby corn arranging machine was connected to the baby corn grading machine. Baby corn had to be arranged in horizontal arrangement and conveyed one by one to the feeder in perpendicular to the belt conveyor movement direction. The head of baby corn was lined on the same side. The concept design of this machine was based on baby corn weight and centrifugal force in order to convey baby corn from circumference of a disc plate to the first conveyor belt. During passing along this conveyor, the baby corn was turned in the proper direction before railing to the second conveyor. The machine was designed for baby corn ranging from 7 to 13 centimeters. Studied influence variables consisted of the disc plate revolution speed, the belt conveyor speed and number of baby corn restraint on disc plate. After fabrication the test was show 10.69 rpm of revolution speed, 0.56 m/s of belt conveyor speed, 17 pieces of restraint on the plate, arranging capacity was 21.66 pieces/min and yielded the machine efficiency of 81.53 %

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	28
บทที่ 4 การคำนวณและออกแบบ	31
บทที่ 5 วิธีการทดลองและผลการทดลอง	43
บทที่ 6 บทวิจารณ์และสรุปผล	48
ภาคผนวก ก	52
ภาคผนวก ข	60
ภาคผนวก ค	63
กิตติกรรมประกาศ	65
หนังสืออ้างอิง	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 กรรมวิธีการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋อง	9
รูปที่ 2.2 สายพานที่ทำจากเส้นใยฝัก Cotton แข็ง	13
รูปที่ 2.3 สายพานถักจาก Cotton มีลักษณะคล้ายกระดูกปลา	13
รูปที่ 2.4 สายพาน โพลีเอสเตอร์	13
รูปที่ 2.5 สายพาน ไฮคาร์	14
รูปที่ 2.6 สายพาน Non – Esbestos Woven Belting	14
รูปที่ 2.7 สายพาน ไนลอน	15
รูปที่ 2.8 สายพานเทฟลอน	15
รูปที่ 2.9 สายพานนิวโอพรีน	15
รูปที่ 2.10 สายพานหนังแบน	16
รูปที่ 2.11 สายพาน Woven Endless	16
รูปที่ 2.12 สายพานสแตนเลส สตีล เอ็นลีส	16
รูปที่ 2.13 (ก) มุมโอบที่ล้อ Pulley (ข) อุปกรณ์ช่วยให้สายพานตึงโดยใช้น้ำหนักถ่วง	17
รูปที่ 2.14 การตึงสายพานภายนอกและภายใน	18
รูปที่ 2.15 ตัวอย่างการใช้ลูกกลิ้งตึงสายพานภายใน โดยถ่วงน้ำหนักถ่วง	18
รูปที่ 2.16 การปรับสายพานให้ตึงด้วยการเอียงแผ่นรองมอเตอร์	19
รูปที่ 2.17 การส่งกำลังของสายพานในลักษณะต่างๆ	20
รูปที่ 2.18 สายพานแบบหลายชั้น	21
รูปที่ 2.19 รูปแบบของล้อ Pulley สายพาน	22
รูปที่ 2.20 โครงสร้างแรงปฏิกิริยา และขนาดของสายพานลิ่ม	22
รูปที่ 2.21 ขนาดของสายพานและล้อสายพานที่ถูกต้อง	23
รูปที่ 2.22 โครงสร้างสายพานฟันขับมาตรฐาน	24
รูปที่2.23 เครื่องจัดเรียงขวด	25
รูปที่2.24 เครื่องคัดขนาดข้าวโพดแบบสายพานคู่	26
รูปที่2.25 การทำงานของเครื่องคัดขนาดข้าวโพดฝักอ่อนด้วยกระบวนการถ่ายภาพ	27
รูปที่ 3.1 หน้าตัดสายพานลิ่มและล้อสายพาน	30
รูปที่ 4.1 แสดงภาพของแรงตึงสายพานบนเพลาหลัก	31
รูปที่ 4.2 แสดงแรงที่กระทำบนล้อสายพาน B	32
รูปที่ 4.3 แสดงแรงที่กระทำบนล้อสายพาน C	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 4.4 แสดงแรงที่กระทำบนล้อสายพาน E	33
รูปที่4.5 แสดงแรงทั้งหมดบนเพลาหลัก	33
รูปที่4.6 ภาพ Isometric ของเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน	37
รูปที่4.7 ภาพ Font view ของเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน	37
รูปที่4.8 ภาพ Top view ของเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน	38
รูปที่ 4.9 ภาพ Side view ของเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน	38
รูปที่ 4.10 ภาพ Isometric ของชุดพลิกข้าวโพดฝักอ่อน	39
รูปที่ 4.11 ภาพ Front view และ Side view ของชุดพลิกข้าวโพดฝักอ่อน	39
รูปที่ 4.12 ภาพ Isometric ของชุดจานหมุน	40
รูปที่ 4.13 ภาพ Top view ของชุดจานหมุน	40
รูปที่ 4.14 ภาพ Top view ของชุดจานหมุน	40
รูปที่ 4.15 ภาพ Isometric ของชุดกวาดข้าวโพดฝักอ่อน	41
รูปที่4.16 ภาพTop view ของชุดกวาดข้าวโพดฝักอ่อน	41
รูปที่ 6.1 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วสายพานกับเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของข้าวโพดที่ระยะจุดหมุน	48
รูปที่ 6.2 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของข้าวโพดด้าน โคนและด้านยอด	49
รูปที่ 6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราไหลกับจำนวนฝักคงที่	50
รูปที่ 6.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องกับจำนวนฝักคงที่	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 สรุปรายละเอียดเกี่ยวกับพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่นิยมปลูก	5
ตารางที่ 2.2 แสดงพื้นที่เพาะปลูกผลผลิตจำแนกตามภาคและจังหวัดที่ปลูกมากที่สุด	6
ตารางที่ 2.3 ปริมาณการส่งออกบรรจุภาชนะอัดลม	10
ตารางที่ 4.1 รายการชิ้นส่วน	41
ตารางที่ 5.1 บันทึกผลการทดลองความยาวแขนของชุดพลิกข้าวโพดฝักอ่อนที่เหมาะสม	45
ตารางที่ 5.2 บันทึกผลการทดลองความเร็วของสายพาน A ที่ข้าวโพดพลิกตัวได้โดยที่หันเฉพาะด้านยอดเข้า	45
ตารางที่ 5.3 บันทึกผลการทดลองความเร็วของสายพาน A ที่ข้าวโพดจะไม่ถูกพลิกโดยที่หันเฉพาะด้านโคนเข้า	46
ตารางที่ 5.4 บันทึกผลการทดลองหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของเครื่องจัดเรียงโดยให้จำนวนฝักข้าวโพดคงที่ในจานหมุน	46
ตารางที่ 5.5 บันทึกผลการทดลองเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการจัดเรียงข้าวโพดและกำลังการผลิต (จำนวนฝักข้าวโพดคงที่ในจานหมุน 17 ฝัก, ความเร็วสายพานA 0.56 m/s, ความเร็วจานหมุน 10.69 rpm)	47

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_ω	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	ความต้านทานแรงเฉือนคราก (yield strength in shear) (N/mm^2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นพืชเศรษฐกิจที่สามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศ และยังปลูกได้อย่างต่อเนื่องตลอดปี ในปัจจุบันได้มีการแปรรูปข้าวโพดฝักอ่อน บรรจุกระป๋อง, การแช่แข็ง รวมไปถึงการส่งเป็นสินค้าสด ซึ่งได้รับความนิยมมากจากภายในและภายนอกประเทศ ทำให้มีผู้ปลูกข้าวโพดฝักอ่อนเป็นจำนวนมากเพื่อให้ได้ผลผลิตที่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค และในการลำเลียงข้าวโพดฝักอ่อนนั้นต้องมีความรวดเร็วและใช้คนงานจำนวนมาก จึงได้มีการคิดค้นสร้างเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อนเพื่อป้อนเข้าเครื่องคัดขนาดแบบสายพาน เป็นการลดต้นทุนในการจ้างคนงานและเพื่อความรวดเร็วในการผลิตต่างๆ โดยรวมทั้งระบบ

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานคน
2. ลดเวลาในการจัดเรียงข้างโพดฝักอ่อน

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1. จัดเรียงข้าวโหดฝักอ่อนแบบหน้ากระดาน โดยมีโคนชี้ไปในทิศเดียวกัน
2. สามารถจัดเลียงข้าวโพดฝักอ่อนที่มีขนาดต่างกัน โดยมีความยาวตั้งแต่ 7 cm.ถึง 13 cm.
3. ข้าวโพดฝักอ่อนที่นำมาจัดเรียงปลอกเปลือกมาแล้ว
4. ข้าวโพดที่นำมาจัดเรียงไม่มีการคดงอ
5. ศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อนที่ต้องการศึกษาประกอบไปด้วย ความเร็วของสายพานลำเลียง ความเร็วรอบจานหมุน จำนวนข้าวโพดที่ค้างอยู่บนจานหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ตรวจเอกสารและแหล่งข้อมูล

2.1 ลักษณะของข้าวโพดฝักอ่อนที่ต้องการ [1]

2.1.1 ผลผลิตฝักทั้งเปลือก ผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนขึ้นอยู่กับจำนวนฝักต่อต้นเป็นส่วนใหญ่ การเก็บฝักแรกออก ในขณะที่ยังเป็นฝักอ่อนจะทำให้ตาฝักล่างพัฒนาขึ้นมาแทนที่ ข้าวโพดที่ปกติให้ฝักเพียงฝักเดียวอาจให้ฝักอ่อนได้ 2-3 ฝัก แต่คุณภาพของฝักหลัง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งฝักที่สามมักจะมีลักษณะผิดปกติ ข้าวโพดฝักอ่อนที่ดีควรจะออกฝักพร้อม ๆ กัน 2-3 ฝัก เป็นอย่างน้อย และมีฝักที่ผิดปกติน้อย ทั้งนี้เพื่อทำให้สะดวกต่อการเก็บเกี่ยวเป็นการประหยัดเวลาในการปลูกและแรงงานในการเก็บเกี่ยว

2.1.2 อัตราการแลกเนื้อ ผลผลิตที่แท้จริงของฝักอ่อนก็ คือแกนฝักที่ใช้ประโยชน์ ข้าวโพดพันธุ์ต่าง ๆ จะมีจำนวนเปลือกหุ้มฝักมากน้อยต่างกัน ทำให้อัตราส่วนของน้ำหนักฝักทั้งเปลือก/น้ำหนักแกนไม่เท่ากัน โดยเฉลี่ยพันธุ์ที่ดีควรมีอัตราการแลกเนื้อประมาณ 7:1 หรือแคบกว่า ผลผลิตฝักทั้งเปลือกอาจเป็นประโยชน์กับเกษตรกรผู้ที่นำมาปอกเปลือกส่งโรงงาน จะเสียประโยชน์ถ้าหากการซื้อขายมีมาตรฐานมากขึ้นพันธุ์ที่มีอัตราการแลกเนื้อต่ำอาจโดนตัดราคาได้

2.1.3 ลักษณะแกนผิดปกติ ข้าวโพดฝักล่าง ๆ มักจะมีแกนฝักผิดปกติและจำเป็นต้องคัดออก ทำให้ผลผลิตแกนฝักต่ำลง นอกจากนี้ยังทำให้เสียค่าแรงงานในการเก็บและการปอกเปลือกไปโดยใช่เหตุ พันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่ดีควรจะมีฝักอย่างน้อย 3 ฝัก ที่มีคุณสมบัติที่ดีอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้

2.1.4 รูปร่างของฝัก รูปร่างของฝักที่ดีควรจะมีลักษณะเรียวแหลมจากโคนไปหาปลายที่สวยงาม ทั้งนี้จะสัมพันธ์กับขนาดความกว้างยาวของฝัก

2.1.5 ขนาดของฝัก ขนาดของฝักจะมีผลต่อผลผลิตต่อไร่และราคาของฝักอ่อน ฝักขนาดเล็กจะให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำแต่ก็จะได้ราคาจำหน่ายสูง การที่เกษตรกรจะเก็บฝักขนาดไหนจึงควรจะต้องดูสมดุลระหว่างผลผลิตกับราคาที่ได้รับ ขนาดความยาวของฝักที่อยู่ในช่วงที่โรงงานบรรจุกระป๋องยอมรับได้อยู่ในช่วง 4-9 cm. แบ่งออกเป็นขนาดเล็ก 4-6 cm. ขนาดกลาง 7-8 cm. ขนาดใหญ่ 9-13 cm. บางโรงงานอาจจะยอมรับขนาดที่โตกว่า 13 cm. เพื่อนำไปเฉือนตกแต่งก่อนบรรจุกระป๋อง แต่ราคาของฝักอ่อนจะลดลงเรื่อย ๆ ตามขนาดความยาวฝัก เส้นผ่านศูนย์กลางของฝักต้องอยู่ในช่วง 1-1.5 cm. และจะต้องสัมพันธ์กับความยาวของฝัก เพื่อให้มีรูปร่างสวยงามน่ารับประทาน

2.1.6 การเจริญเติบโตของฝัก ทั้งนี้หมายถึงทั้งที่อยู่บนต้นและหลังการเก็บเกี่ยว ฝักอ่อนที่ดีควรจะต้องคงสภาพตามที่ต้องการได้นาน เพื่อให้ระยะเวลาในการจัดการต่าง ๆ ไม่เร่งรีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนเกินไป บ่อยครั้งปัญหาเรื่องแรงงานในช่วงระยะเวลาที่ต้องการเป็นปัญหาที่ยุ่งยากมาก พันธุ์ที่คงสภาพได้นาน ในช่วงการเก็บเกี่ยวจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น อัตราการเจริญเติบโตของฝักของข้าวโพดแต่ละพันธุ์ไม่เท่ากัน จึงต้องมีการคัดเลือกพันธุ์ที่ดีที่สุด

2.1.7 สีของแกนฝัก สีของแกนฝักไม่มีความสัมพันธ์กับสีของเมล็ด สีของแกนฝักที่ดีควรจะเป็นสีเหลืองอ่อน ๆ และเมื่อบรรจุกระป๋องแล้วสีจะต้องไม่เปลี่ยนสีที่ซีดหรือคล้ำจะไม่เป็นที่ยอมรับของตลาด

2.1.8 การเรียงแถว แถวของดอกตัวเมีย (ไข่ปลา) จะต้องเรียงเป็นแถวตรงมีระเบียบ เรียงชิดติดกันแน่นมองดูเนียนตา ดอกตัวเมียต้องมีขนาดเล็กและไม่บานแตกปลายหรือที่เรียกว่าลักษณะ ดอกหญ้า ลักษณะของดอกที่ดีจะต้องคงลักษณะอยู่ได้นานทั้งก่อนทำการปอกเปลือกและหลังการปอกเปลือกแล้ว เพื่อทำให้ช่วงเวลาในระหว่างรอบบรรจุกระป๋องไม่ต้องเร่งรีบมากนัก

2.1.9 เนื้อของแกนฝัก เนื้อแกนฝักควรจะละเอียด แกนไม่กลวง มีความกรอบ และมีรสหวาน แต่จะต้องไม่แตกหักง่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งตรงส่วนปลายของฝัก แกนฝักที่มีปลายหักไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในบางกรณีส่วนโคนจะต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์เช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งฝักแช่แข็งหรือฝักสด

2.1.10 ความสม่ำเสมอ ทั้งนี้รวมไปถึง ขนาด รูปร่าง สีสัน การเรียงแถว ฯลฯ ซึ่งจะทำให้การคัดระดับมาตรฐานของสินค้าทำได้สะดวกและรวดเร็ว เพราะแต่ละระดับมาตรฐานจะมีราคาที่แตกต่างกัน ในกรณีพันธุ์ลูกผสมจะมีข้อดีกว่าพันธุ์ผสมเปิด ความสม่ำเสมอของผลผลิตราคาของเมล็ดพันธุ์และราคาของผลผลิตที่ได้รับ จะเป็นตัวกำหนดในการเลือกใช้พันธุ์

2.1.11 ลักษณะอื่น ๆ ที่ควรนำมาพิจารณา ลักษณะ เหล่านี้ดังเช่น การต้านทานต่อการหกล้ม คุณค่าทางอาหารสัตว์ของต้นและใบ การต้านทานต่อโรค เป็นต้น ถึงแม้ว่าข้าวโพดฝักอ่อนจะทำการเก็บเกี่ยวในช่วงที่ลำต้นยังเขียวสด แต่การปลูกเพื่อฝักอ่อนก็ใช้ประชากรที่สูงขึ้นกว่า 30 % ของการปลูกเพื่อเอาเมล็ด โอกาสจะเกิดการหกล้มก็มีสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตที่มีลมแรง การหกล้มจะทำให้การถอดดอกตัวผู้ตลอดจนการเก็บเกี่ยวทำได้ยากลำบากจนอาจถึงขั้นไม่คุ้มทุน เนื่องจากปัจจุบันต้นข้าวโพดสดหลังการเก็บเกี่ยวสามารถนำไปเลี้ยงวัวได้เป็นอย่างดี และเป็นที่นิยมของผู้เลี้ยงโคขุนและโคนม ต้นข้าวโพดสามารถขายเป็นอาหารสัตว์และเป็นรายได้เพิ่มมากพอสมควร พันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่ดีจึงควรจะต้องคำนึงถึงข้อนี้ไว้ด้วย ต้นข้าวโพดที่แข็งและเหนียวเกินไปอาจต้านทานต่อการหกล้มได้ดีแต่จะทำให้คุณค่าทางอาหารลดลง การต้านทานโรคโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคราน้ำค้าง ถ้าหากเกิดขึ้นก็จะทำให้สูญเสียผลผลิตโดยสิ้นเชิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 พันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อน [2]

พันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อการค้า มี 2 กลุ่ม

2.2.1พันธุ์ลูกผสม

เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากกว่าพันธุ์ผสมเปิด มีลักษณะทางการเกษตรสม่ำเสมอ ได้แก่ ขนาดฝัก ความสูงต้น ความสูงฝัก อายุถึงวันออกดอกตัวผู้ วันออกไหม วันเริ่มเก็บเกี่ยว ช่วงเวลาเก็บเกี่ยว ให้ผลผลิตและคุณภาพสูงกว่าพันธุ์ผสมเปิด ทั้งยังต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง จึงเป็นที่ต้องการของตลาดและโรงงาน เมล็ดพันธุ์ราคากิโลกรัมละ 60 – 90 บาท

2.2.2พันธุ์ผสมเปิด

ลักษณะทางการเกษตรไม่สม่ำเสมอ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสม ต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง เมล็ดพันธุ์ราคาถูกกว่าพันธุ์ลูกผสม คือ ราคากิโลกรัมละ 10 – 20 บาท

2.2.3 พันธุ์รังสิต 1

ประวัติ

ได้นำเชื้อพันธุกรรมมาจากแหล่งต่าง ๆ ในปี พ.ศ.2519 ผสมเข้าด้วยกันตามการคาดคะเนว่าจะให้ได้พันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เป็นจำนวน 147 พันธุ์ ในปี พ.ศ. 2520 แล้วนำไปทดสอบเปรียบเทียบและคัดเลือกพันธุ์ในสถานีทดลองและในไร่กสิกรที่เป็นแหล่งปลูกข้าวโพดฝักอ่อนในท้องถิ่นต่าง ๆ 4 ปี พบว่าได้พันธุ์ข้าวโพดไร่ที่ดีกว่าข้าวโพดพันธุ์ต่าง ๆ ที่เกษตรกรใช้ปลูกมาแล้ว โดยให้ผลผลิตสูงกว่ามีคุณภาพดีกว่า ได้มาตรฐานตามที่โรงงานอุตสาหกรรมต้องการ

ลักษณะทางการเกษตร

เป็นพันธุ์ที่เหมาะสำหรับปลูก เพื่อเก็บฝักอ่อน อายุเก็บเกี่ยว 110 - 120 วันให้ผลผลิตสูง น้ำหนักสดของฝักอ่อนที่ปอกเปลือกแล้วประมาณ 150 kg/ไร่ ทรงต้นและการเจริญเติบโตแข็งแรงดี ขนาด สี ตลอดจนรูปร่างของฝักสดที่ปอกเปลือกแล้วได้มาตรฐานสูง ตรงตามความต้องการของตลาด (ขนาด 1.0 - 1.5 x 4.0 - 9.0 cm.)ให้จำนวนฝัก 2 -3 ฝักต่อต้น น้ำหนักฝักสด 1 kg จะมีฝักอ่อนปอกเปลือกแล้ว12-13 ฝัก แนะนำสำหรับเกษตรกรในเขตเกษตรก้าวหน้าที่มีการชลประทานดีปลูกเป็นการค้า และเหมาะสำหรับอุตสาหกรรมบรรจุกระป๋อง

ลักษณะเด่น

ผลผลิตสูง ลำต้นแข็งแรง เจริญเติบโตเร็ว ให้น้ำหนักฝักสดก่อนปอกเปลือกต่อไร่สูง ให้น้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือกแล้วต่อไร่สูง ต้นมีการเจริญเติบโตแข็งแรงดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 สรุปรายละเอียดเกี่ยวกับพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่นิยมปลูก

ลักษณะ	ลูกผสม						ผสมเปิด	
	จี 5414	เอสจี181	แปซิฟิค 116	แปซิฟิค 283	ยูนิซีดส์ บี-65	เกษตรศาสตร์ 21	เชียงใหม่ 90	สุวรรณ 2
ผลผลิตฝักอ่อนทั้งเปลือก(kg./ไร่)	1,800-2,000	1,700-2,500	1,500-1,600	2,200-2,400	1,800-1,900	1,600-1,800	870-1,200	745
ผลผลิตฝักอ่อนปอกเปลือก(kg./ไร่)	270-380	300-430	270-290	350-400	300-350	280-300	150-200	120
อัตราแลกเนื้อ	6.5:1	6:1	5.5:1	6:1	6:1	5.5:	6:1	6:1
จำนวนฝักต่อต้น	2-3	2-3	3	3-4	2-3	2	2-3	2
สีฝัก	เหลืองอ่อน	เหลืองอ่อน	เหลือง	เหลืองอ่อน	เหลือง	เหลืองอ่อน	เหลือง	เหลือง
ความสม่ำเสมอของฝัก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ปานกลาง
วันถอดช่อดอกตัวผู้หลังปลูก(วัน)	44	-	46-48	45-47	52	-	40-42	40-43
ความยาวไหมขณะเก็บเกี่ยว(cm.)	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	1-3	3-4	3-5
อายุเริ่มเก็บเกี่ยวหลังปลูก(วัน)	49	50-52	48-50	47-49	54	51	43-45	45-48
ช่วงเวลาเก็บเกี่ยว(วัน)	5-6	5-6	6-8	5-7	5-6	5	5-10	5-10
ความต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี
ความแข็งแรงของลำต้น	แข็งแรงดี	แข็งแรงดี	แข็งแรงดี	แข็งแรงดี	แข็งแรงดี	แข็งแรงดี	แข็งแรง	ปานกลาง

ที่มา : ฐานความรู้ด้านพืช กรมวิชาการเกษตร

2.2.4 พันธุ์ไทยดีเอ็มอาร์ 6

เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรชอบปลูกมากเพราะมีความแข็งแรงสูง ขนาดของลำต้นไม่สูงมากนัก สะดวกในการถอนหรือดึงยอดตัวผู้ได้ง่าย เมล็ดพันธุ์มีราคาถูก ราคาจำหน่ายในท้องตลาด 6 บาทต่อกิโลกรัมให้ฝักดก และมีขนาดของฝักดีตามความต้องการ มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 40-50 วัน

2.2.5 พันธุ์สุวรรณ-1

เป็นข้าวโพดที่มีการเจริญเติบโตและแก่เร็ว ดังนั้นในการเก็บเกี่ยวจึงต้องเก็บในระยะเวลาที่ถูกต้องและเหมาะสม มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 47วัน เป็นพันธุ์ที่ให้ผลสูงพอสมควร และสามารถต้านทานต้านทานต่อโรคราน้ำค้างต่อราน้ำค้างได้ดีกว่าไทยดีเอ็มอาร์

ตารางที่ 2.2 แสดงพื้นที่เพาะปลูกผลผลิตจำแนกตามภาคและจังหวัดที่ปลูกมากที่สุด

จังหวัด	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)			ผลผลิต (ตัน)			ผลผลิตเฉลี่ย (kg./ไร่)		
	2539	2540	2541	2539	2540	2541	2539	2540	2541
ภาคกลาง									
สระบุรี	1,142	547	30	767	888	275	1,071	1,114	1,148
สิงห์บุรี	71	38	37	131	33	28	878	1,110	936
ลพบุรี	-	190	-	-	71	-	-	1,775	-
ตะวันตก									
กาญจนบุรี	77,786	86,221	10,675	68,987	125,708	18,229	1,232	1,457	1,196
ราชบุรี	21,489	28,799	19,194	19,111	25,794	20,226	1,006	1,026	1,027
นครปฐม	8,322	5,841	4,191	4,673	7,351	5,296	1,191	1,171	1,267
เหนือ									
กำแพงเพชร	9,750	14,075	12,317	11,596	14,398	15,707	1,191	1,128	1,346
เชียงราย	3,939	9,526	8,768	2,534	12,804	11,370	1,314	1,491	1,561
เชียงใหม่	9,622	8,886	1,092	1,244	3,014	91	165	302	190
ตะวันออกเฉียงเหนือ									
นครราชสีมา	4,643	255	659	10,881	1,788	947	1,594	1,568	1,375
สกลนคร	3,531	3,752	3,853	1,639	2,979	4,275	457	843	898
หนองคาย	1,945	144	666	1,903	434	305	1,013	1,024	758

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋อง [3]

ข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋องเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย โดยมีการส่งออกในลักษณะการบรรจุกระป๋อง (กรมการค้าภายใน,2530) ซึ่งมีขนาดบรรจุ 3 ขนาด 15,20,108 ออนซ์ บรรจุในขวดแก้วใสตามขนาดการบรรจุ นอกจากนี้แล้วประเทศไทยยังส่งออกข้าวโพดฝักอ่อนในรูปแบบของฝักสดโดยจะปอกเปลือกแล้วบรรจุลงถุงพลาสติกขนาด 1kg. มีจำนวนฝักประมาณ 120-150 ฝัก ส่งทางเครื่องบินไปยังประเทศใกล้เคียง ตลาดต่างประเทศที่สำคัญในการส่งออกข้าวโพดฝักอ่อนของไทยได้แก่ เยอรมัน สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น ฝรั่งเศส แคนนาดา ฮ่องกง มาเลเซีย และเดนมาร์ก ตามลำดับ โดยเฉพาะประเทศนิวซีแลนด์ สิงคโปร์ ออสเตรเลีย ซาอุดิอาระเบีย และอังกฤษ มีแนวโน้มการสั่งข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋องเพิ่มขึ้นทุกปี

ประเทศส่งออกข้าวโพดฝักอ่อนเช่นเดียวกับประเทศไทย ได้แก่ ไต้หวัน ไต้หวันมีข้อได้เปรียบและเสียเปรียบในการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนแปรรูป คือ ไต้หวันสามารถส่งออกข้าวโพดฝักอ่อนในราคาที่ต่ำกว่าไทย การที่ไต้หวันสามารถจำหน่ายสินค้าดังกล่าวได้ในราคาที่ต่ำกว่าประเทศไทย เนื่องจากต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าประเทศไทย โดยเฉพาะกระป๋องซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่มากที่สุดของการผลิตประมาณร้อยละ 50 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด ทั้งนี้เพราะรัฐบาลของไต้หวันให้การสนับสนุนและให้เงินช่วยเหลือทางด้านเหล็กที่ใช้สำหรับการผลิตกระป๋อง ส่วนข้อเสียเปรียบในการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนของไต้หวัน คือต้นทุนในเรื่องค่าแรง เนื่องจากมีค่าแรงในการผลิตสูง จึงทำให้ราคานำเข้าข้าวโพดฝักอ่อนจากไต้หวันมีแนวโน้วสูงขึ้นเรื่อย ๆ

2.3.1 การคัดเกรด

ในการคัดเกรดข้าวโพดฝักอ่อนที่ปอกเปลือกแล้วนั้น นิยมคัดเป็น 2 เกรด คือ เกรดเอ และเกรดบีโดยแบ่งตามความอวบอิ่มของฝักและความยาวเป็นเกณฑ์ในการวัดจะไม่มีมาตรฐานว่าจะต้องยาวเท่าใด ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้คัด และความพอใจของผู้รับซื้อ แต่โดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 9-10 cm. เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 cm.

2.3.2 มาตรฐาน

ข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋องจัดเป็นสินค้าอุตสาหกรรมชนิดเดียวกันกับสินค้าอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่จะต้องมีการกำหนดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชนิดนั้น ๆ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นจากแต่ละโรงงานจะถูกกำหนดมาตรฐานจากหน่วยงานของรัฐซึ่งจะต้องมีอย่างน้อย 2 หน่วยงานขึ้นไป ในด้านของข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋องซึ่งเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง หน่วยงานที่รับผิดชอบ ได้แก่ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของอาหารกระป๋อง โดยเน้นด้านความปลอดภัยและความเป็นธรรมแก่ผู้บริโภค อาหารกระป๋องที่จะออกจำหน่ายได้นั้นจะต้องได้รับเลขทะเบียนอาหารจากหน่วยงานนี้ก่อน โดยต้องผ่านการตรวจวิเคราะห์ว่าไม่มีพิษต่อผู้บริโภค อันเนื่องจากสิ่งที่อาจก่อให้เกิดพิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างๆได้แก่จุลินทรีย์ สารเจือปน หรือสารปนเปื้อนต่าง ๆ การรองรับคุณภาพและปริมาณอาหารที่บรรจุอยู่เป็นข้อความบนฉลากของอาหารกระป๋องโดยอย่างน้อยต้องมีข้อความดังต่อไปนี้

ชื่อและทะเบียนอาหาร ชื่อและที่ตั้งของที่ผลิต วันเดือนปีที่ผลิตหรือรหัสที่ได้จดทะเบียนไว้ต่อกระทรวงสาธารณสุข น้ำหนักสุทธิหรือปริมาตรสุทธิเป็นระบบเมตริก น้ำหนักเนื้ออาหาร นอกจากนี้อาจจะมีชื่อและปริมาณของวัตถุเจือปนในอาหารที่มิใช่ส่วนประกอบอันได้จากธรรมชาติของอาหารนั้น (ถ้ามี) สำหรับอาหารกระป๋องที่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดีกว่าอาหารกระป๋องชนิดเดียวกันก็อาจจะยื่นขอเครื่องหมายแสดงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมายรับรองมาตรฐาน จะได้รับความเชื่อถือในด้านคุณภาพจากผู้บริโภค มากกว่าผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกัน

มาตรฐานข้าวโพดฝักอ่อนแบ่งตามขนาดออกเป็น 4 ชนิด

1. 9-13 cm. (L)
2. 7-9 cm. (M)
3. 4-7 cm. (S)
4. ฝักคละไม่จำกัดขนาด (ต่ำกว่า 4 cm.)

2.3.3 การบรรจุ

รูปแบบการบรรจุข้าวโพดฝักอ่อนลงกระป๋องเป็นการบรรจุโดยการเติมของเหลว ส่วนประกอบที่ใช้ในการทำข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋อง คือ ข้าวโพดฝักอ่อนและน้ำเกลือ มีสารเจือปนที่ยอมให้ใช้ได้ คือ ผงชูรส และยอมให้มีสารเจือปนพวกดีบุกได้ไม่เกิน 150 mg/kg และมีการกำหนดลักษณะของฝักข้าวโพดที่จะนำไปบรรจุกระป๋อง เป็นปริมาณข้อบกพร่องที่ยอมให้มีได้ต่อข้าวโพดฝักอ่อนหนึ่งกระป๋องดังนี้

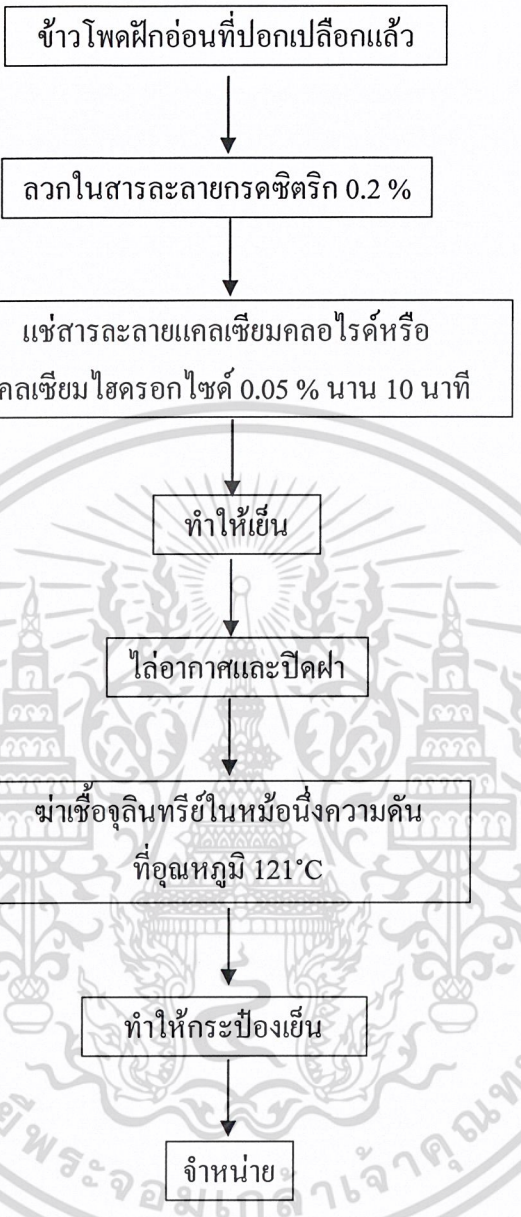
ตำหนิหรือฝักผิดปกติไม่เกิน	1	ฝักต่อกระป๋อง
ก้านหรือเปลือกไม่เกิน	1	ชิ้นต่อกระป๋อง
ส่วนที่หักต่อกันได้	1	ฝักต่อกระป๋อง
ชิ้นที่เป็นพิเศษ	1	ชิ้นต่อกระป๋อง

2.3.4กรรมวิธีในการผลิต

ขั้นตอนการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋อง การดำเนินงานเริ่มจากการนำข้าวโพดฝักอ่อนที่ปอกเปลือกแล้วมาลวกในสารละลายกรดซิตริกที่มีความเข้มข้น 0.2 % แล้วนำไปแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่มีความเข็มข้น 0.05 % นาน 10 นาที จากนั้นทำให้เย็นแล้วบรรจุกระป๋องที่ล้างสะอาดและผ่านการลวกฆ่าเชื้อแล้ว หลักจากนั้นไล่อากาศออก ปิดฝาให้สนิทนำไปนึ่งฆ่าเชื้อในเครื่องฆ่าเชื้อ โดยใช้อุณหภูมิ 121 °C ใช้เวลาประมาณ 20 นาที ทำให้กระป๋องเย็นแล้วปิดฉลากบรรจุกล่องออกจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋อง



รูปที่ 2.1 กรรมวิธีการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋อง

ที่มา: กรมการค้าภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการแปรรูปข้าวโพดฝักอ่อนนอกเหนือจากการบรรจุกระป๋องแล้ว ยังได้มีการนำข้าวโพดฝักอ่อนไปแปรรูปในรูปแบบอื่น ๆ อีก เช่น ข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุภาชนะอัดลมซึ่งสามารถทำรายได้ให้กับประเทศอย่างมาก

ตารางที่ 2.3ปริมาณการส่งออกบรรจุภาชนะอัดลม

ปี(พ.ศ.)	ปริมาณ(ตัน)	มูลค่า(ล้านบาท)
2541	54,643	1,760
2542	51,669	1,432
2543	54,332	1,569
2544	61,467	1,784
2545	61,414	1,643
2546	32,894	1,647
2547	35,642	930

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือกรมศุลกากร

2.4 มอเตอร์ [4]

2.4.1ชนิดของมอเตอร์

การแบ่งชนิดของมอเตอร์อาจแบ่งได้หลายแบบ คือ

2.4.1.1 แบ่งตามชนิดของไฟฟ้าที่ใช้ มี 2 แบบ คือ

2.4.1.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.4.1.1.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

2.4.1.2 แบ่งตามขนาดของแรงดัน มี 2 แบบ คือ

2.4.1.2.1 มอเตอร์แรงดันต่ำ มอเตอร์แรงดันไม่เกิน 750 โวลต์

2.4.1.2.2 มอเตอร์แรงดันสูง มอเตอร์แรงดันเกิน 750 โวลต์

2.4.1.3 การแบ่งตามลักษณะการใช้งาน ซึ่งก็สามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด

2.4.1.3.1 มอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำ

2.4.1.3.2 ชิงโคนัสมอเตอร์

ในการต่อมอเตอร์ที่ใช้งานในวงจรย่อยทั่วไป ซึ่งขนาดไม่เกิน 1 แรงม้า ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องป้องกันโหลดเกิน การป้องกันจะอาศัยเครื่องป้องกันกระแสไฟเกินของวงจรย่อยเป็นตัวป้องกัน แต่ถ้ามอเตอร์มีขนาดเกิน 1 แรงม้า จำเป็นจะต้องมีการติดตั้งเครื่องป้องกันโหลดเกินเอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 เกียร์มอเตอร์

ในการใช้งานของมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดาที่ความเร็วรอบต่ำกว่าปกตินั้น อาจใช้การส่งกำลังโดยสายพานหรือโซ่โดยมี Pulley ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างๆ หรือใช้เกียร์ลดรอบเพื่อให้ความเร็วรอบลดลงตามต้องการ แต่ในลักษณะการลดความเร็วรอบดังกล่าวต้องอาศัยส่วนประกอบเพิ่มเข้าในระบบ และต้องเสียเนื้อที่เพิ่มและยังมีชิ้นส่วนยุ่งยากทั้งในการบำรุงรักษาและการใช้งาน ในการที่จะเปลี่ยนระบบยุ่งยากดังกล่าว และยังคงสภาพการส่งผ่านกำลังที่ความเร็วรอบต่ำอย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีการรวมเกียร์ลดรอบและมอเตอร์เข้าเป็นส่วนเดียวกัน และเรียกมอเตอร์ชนิดนี้ว่า เกียร์มอเตอร์

ขนาดมาตรฐานของเกียร์มอเตอร์มีตั้งแต่ขนาดกำลัง 65 วัตต์ ถึง 200 วัตต์ สำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดี่ยว และตั้งแต่ขนาด 65 วัตต์ ถึง 137 กิโลวัตต์ สำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส มอเตอร์ดังกล่าวใช้ในสภาพงานต่างๆ ทั่วไปอย่างแพร่หลาย เช่น สายพานส่งของ เครื่องผสม ปั้นจั่น รอกยก เครื่องบด เครื่องนวด เครื่องหล่อโลหะ เครื่องอบแห้ง เครื่องมือช่าง เครื่องกลึงไม้ เครื่องแยกน้ำ เครื่องทอ เครื่องทำกระดาษ กิจการโรงฆ่าสัตว์ กิจการอาหารสัตว์ เป็นต้น นอกจากเกียร์มอเตอร์ธรรมดา ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังมีการผลิตเกียร์มอเตอร์ชนิดมีเบรคใช้ในงานบางชนิดที่ต้องการสมบัติดังกล่าวด้วย

2.4.3 เบรคมอเตอร์

เบรคมอเตอร์ คือ มอเตอร์ที่รวมเบรคแม่เหล็กไฟฟ้าเข้าไว้กับมอเตอร์เป็นตัวเดียวกัน ซึ่งจะมีสมบัติได้เปรียบในการที่จะเคลื่อนย้ายติดตั้งสะดวก มีขนาดและน้ำหนักต่อเครื่องน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์ธรรมดาที่ชุดเบรคแยกต่างหาก โดยทั่ว ๆ ไปจะสามารถแยกชนิดของมอเตอร์ออกได้เป็นสองชนิด คือ ชนิดที่ทำงานขณะไร้กระแสกระตุ้น (ชนิดปลอดภัย) และชนิดที่ทำงานขณะมีกระแสกระตุ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับการทำงานและลักษณะกลไกของเบรคนั้นเอง เบรคชนิดทำงานขณะไร้กระแสกระตุ้น การทำงานของเบรคชนิดนี้อาศัยแรงกดจากสปริงขณะใช้งานและขณะปล่อยคลายตัว โดยอาศัยกดสปริงให้หดเข้าโดยอาศัยแม่เหล็กไฟฟ้า โดยที่เบรคชนิดนี้ทำงานขณะที่ไม่ป้อนไฟเข้าสู่แม่เหล็กไฟฟ้า จึงเรียกชื่อเบรคชนิดนี้ว่า เบรคชนิดปลอดภัย อีกชื่อหนึ่งขนาดผลิตมาตรฐานของมอเตอร์ชนิดนี้มีตั้งแต่ขนาด 0.4 – 15 กิโลวัตต์ ซึ่งใช้งานต่างๆ เช่น รอกก้าน โซ่กว้าน สายพานส่งของทางลาดเอียง เครื่องทออัตโนมัติ เครื่องห่อกล่องอัตโนมัติ เครื่องแยกสาร โดยแรงเหวี่ยง เครื่องพิมพ์อัตโนมัติ เป็นต้น เบรคชนิดทำงานขณะมีกระแสกระตุ้นตัวเบรคชนิดนี้มีการทำงานโดยอาศัยแรงดึงดูดจากแม่เหล็กไฟฟ้าขณะทำการเบรค ซึ่งมีขนาดมาตรฐานของมอเตอร์ชนิดนี้จากโรงงานตั้งแต่ 0.4 กิโลวัตต์ถึง 11 กิโลวัตต์ เบรคมอเตอร์ดังกล่าวใช้ในงานต่างๆ เช่น เครื่องห่อกล่องอัตโนมัติ เครื่องบรรจุขวดอัตโนมัติ เครื่องรีดโลหะ และเครื่องป้อนช่วงอัตโนมัติ มอเตอร์เบรกทั้งสองชนิดดังกล่าวต่างมีข้อได้เปรียบและเสียเปรียบไปคนละด้าน ซึ่งการเลือกชนิดจะต้องคำนึงหลักการของเครื่องจักร โหลดที่จะใช้ และสภาพการณ์เมื่อเกิดไฟฟ้าดับ เป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 สายพาน [4]

2.5.1 สายพานส่งกำลัง

2.5.1.1 การใช้สายพานตัววี

ประเภทของสายพานตัววีแยกตามขนาดสายพานตัววีที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไปมีมาตรฐานตามเบอร์ A, B, C และ D และขนาดสายพานแคบ เช่น 3V, 5V, 8V เป็นต้น

2.5.1.2 การใช้สายพานแบน

ขนาดมาตรฐานของสายพานกำหนดตามขนาดกำลัง และความเร็วรอบมอเตอร์ กำหนดมาตรฐานของสายพานแบนที่ใช้ระยะห่างที่ถูกต้องระหว่างมอเตอร์ และเครื่องจักรโหลดควรมีระยะประมาณ 5 – 6 เท่าของขนาดของมู่เล่ตัวใหญ่

2.5.1.3 ลักษณะของสายพานหนัง

สายพานหนังมีลักษณะยืดหยุ่นได้ และทนทาน และสภาพคลายความร้อนได้ดี เพราะเป็นเนื้อพรุน แต่มีข้อเสียเปรียบในสมบัติที่มีการยืดและหดตัวที่อุณหภูมิต่างๆ มากพอสมควร เพื่อเพิ่มความทนทานในการใช้สายพานหนัง จะต้องทาด้วยไขมันหรือน้ำมันสัตว์ที่มีคุณภาพดี

2.5.1.4 ลักษณะสายพานเส้นใย

สายพานเส้นใยสังเคราะห์มีข้อเสียเปรียบอยู่ตรงที่มักจะเริ่มเกิดความเสียหายตามขอบสายพานได้ง่าย และไม่มีวิธีใดที่จะสามารถต่อสายพานได้อย่างแข็งแรง แต่สายพานเหล่านี้มีข้อได้เปรียบที่มีสภาพทนทานต่ออุณหภูมิ ความชื้นและเคมีกรดหรือด่างมากกว่าสายพานอื่นๆ

2.5.1.5 ลักษณะสายพานยาง

สายพานยางจะไม่ทนต่ออุณหภูมิสูง หรือมีน้ำมันแต่สายพานยางจะมีความแข็งแรงทนทานไม่สึกหรอง่าย ๆ และมีความต้านทานต่อสภาพความชื้นได้ดี และยังสามารถเลือกชนิดของสายพานที่ทนต่อสภาพกรดหรือด่างได้เป็นอย่างดี

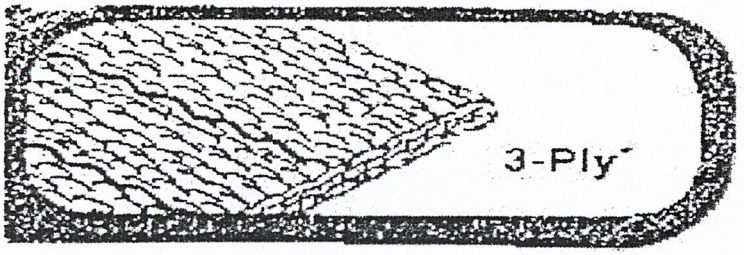
2.5.2 ชนิดของสายพานลำเลียง

การวิเคราะห์คุณสมบัติของสายพานลำเลียงประเภทต่างๆ

2.5.2.1 สายพานที่ทำจากเส้นใยฉัก cotton แข็ง Solid Woven Cotton Belting

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

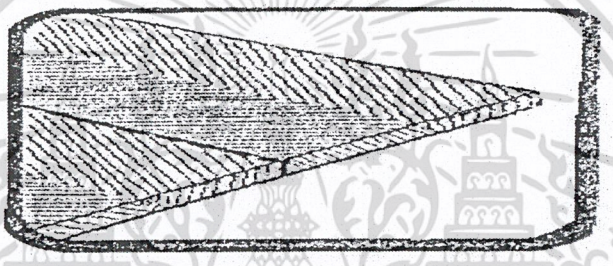
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 สายพานที่ทำจากเส้นใยถัก Cotton แข็ง

2.5.2.2 สายพานถักจาก Cotton

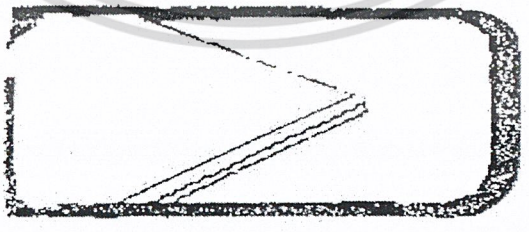
เป็นลักษณะคล้ายกระดูกปลา Herringbone Weave Cotton Belting มีลักษณะสีขาว มีความยืดหยุ่น เป็นสายพานที่แคบ สำหรับการลำเลียงสิ่งของที่เคลื่อนที่ลงมา มีการถักที่ละเอียด คล้ายก้างปลา



รูปที่ 2.3 สายพานถักจาก Cotton มีลักษณะคล้ายกระดูกปลา

2.5.2.3 สายพานโพลีเอสเตอร์ (All – Polyester Belting)

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

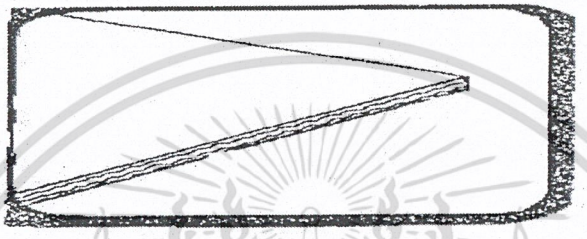


รูปที่ 2.4 สายพานโพลีเอสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.4 สายพานไฮคาร์ (Hycar Beting)

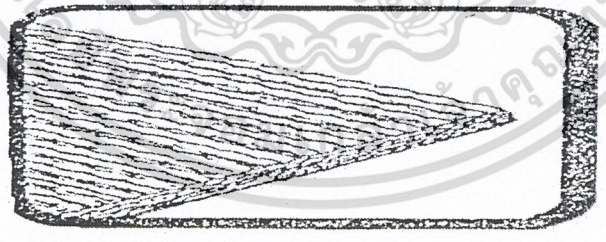
เป็นสายพานที่ขนถ่ายกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ ที่ถูกหลักอนามัยและมีความชื้นอยู่ทั่วไป FDA สมควรที่จะใช้สำหรับการเคลื่อนขนย้ายอาหาร สายพานทำจาก Cotton ถักและผ้าโพลีเอสเตอร์ ซึ่งถูกชุบกับ Hycar ยางสังเคราะห์ไนไตรน์ Hycar เป็นสารที่มีความต้านทานต่อน้ำมันจาระบีและกรด และความชื้น สายพานจะไม่ขีดข่วน, ผุหรือหดตัว วัสดุจำพวกนี้จะไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และง่ายในการทำความสะอาด สายพานลำเลียงจะเรียบ ง่ายในการกวาดด้านบน ซึ่งมีการชุบด้วย Hycar ปกคลุม ความหนาของ Hycar หนังสองชนิดนี้จะมีผิวเสียดทานอยู่ด้านบน สายพานจะทนอุณหภูมิได้ถึง 250 °F



รูปที่ 2.5 สายพานไฮคาร์

2.5.2.5 สายพาน Non – Asbestos Woven belting

สายพานชนิดนี้มุ่งไปที่การใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม วัสดุร้อน การแทนที่สำหรับเอสเบสทอส 4 ชั้น สายพานเป็นสีทอง ทำจาก Kevlar ผสมกับเส้นลวด เส้นลวดจะช่วยให้มีการกระจายความร้อน สายพานมีความต้านทานต่อการเสียดสี ทนต่อความร้อน อุณหภูมิขณะกำลังทำงาน 450 °F

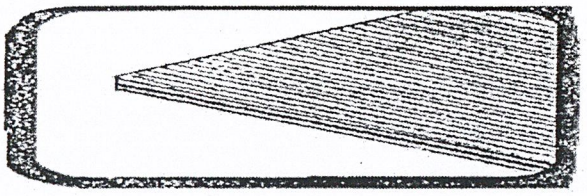


รูปที่ 2.6 สายพาน Non – Esbestos Woven Belting

2.5.2.6 สายพาน Nylon Transmission Belting

สายพานที่มีลักษณะตามแนวยาวมีความยืดหยุ่น มีความแข็งแรงใช้ใน Pulley ขนาดเล็ก มีความเร็วรับถึง 20,000 rpm และอัตราส่วนความสูง 20 ต่อ 1 สายพานสีเหลืองมีความอิสระในการยืด และความยาว น้ำหนัก รวมถึงการถักไนลอนอยางไนไตรด์ ปกคลุมและโพลียูรีเทนป้องกันน้ำมัน และสารเคมี ทนอุณหภูมิได้สูงสุด 212 °F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 สายพานไนลอน

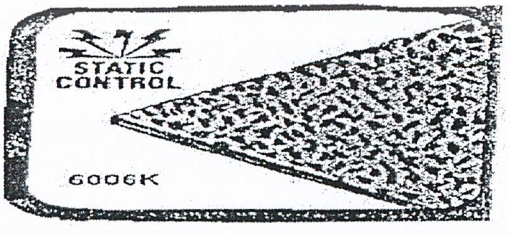
2.5.2.7 สายพาน Teflon Surface Polyester Belting

ผิวสายพานไม่ได้ติดอยู่กับสิ่งที่ขนย้ายในกระบวนการผลิต การขนย้ายจะนุ่ม ติดแน่น ไม่มีการเสียดสีกับผลิตภัณฑ์อาหาร สารเคมี และพลาสติก ไม่ทำลายผลิตภัณฑ์ ไม่เป็นอันตรายจากสารตกค้างในสายพาน ไม่ว่าจะเป็นสัตว์ หรือพืช น้ำมันพืช โครงสร้างเป็นสีขาว มีความยืดหยุ่นดี โดยทั่วไปจะใช้กับ Pulley ขนาดเล็ก จะไม่หดตัวหรือยืด เมื่ออยู่ในสภาวะของเหลว ง่ายต่อการทำความสะอาด ทนอุณหภูมิสูงได้ถึง 225 °F

รูปที่ 2.8 สายพานเทฟลอน

2.5.2.8 สายพาน Neoprene Treted Cotton Duck Belting

เป็นสายพานลำเลียงสีดำ มีลักษณะเป็นผ้าเคลือบด้วย Neoprene มีความต้านทานต่อน้ำมันสูงเช่นจาระบี กรดอ่อนและสารเคมีอื่น ๆ ใช้ติดตั้งในกระบวนการขนถ่ายอาหารได้ดี สายพานจะมีความคงที่และง่ายในการทำความสะอาดกันน้ำร้อนและไอน้ำ สายพานมีการยืดและหดตัวเล็กน้อย มีความต้านทานการยืดหยุ่นและมีหลายชั้นมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 250 °F

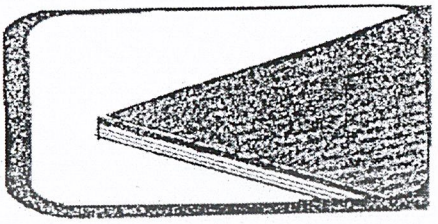


รูปที่ 2.9 สายพานนิวโอพรีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.9 สายพานหนังแบน Heather Belting flat

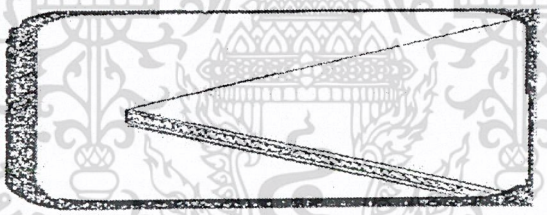
จะใช้ได้ดีกับงานที่มีการขนถ่ายที่เยอะ ผิวในของหนังจะยึดและจับกับ Pulley ได้ดี สำหรับแรงดึงขึ้นกับน้ำหนัก สายพานหนังมีความยืดหยุ่น มีความแข็งแรง และมีสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานที่สูง ทนอุณหภูมิสูงสุดได้ที่ 110 °F



รูปที่ 2.10 สายพานหนังแบน

2.5.2.10 สายพาน Woven Endless Belting

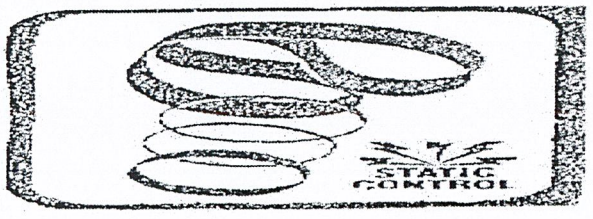
เป็นสายพานที่มีการขนถ่ายที่สูง และลำเลียงสายพานชิ้นเดียวมีความแข็งแรงพอๆ กับ Neoprene ผิวสัมผัสมีหน้าสัมผัสที่เร็วถึง 1500 feet / นาที มีผิวเรียบ อีกด้านหนึ่งมีแรงเสียดปกติ ใช้กับหน้าสัมผัสของ Pulley แต่สามารถติดตั้งผิวเรียบกับหน้าสัมผัสของ Pulley ได้ มีความต้านทานต่อการขัดสี และไม่ทำปฏิกิริยาต่อน้ำมัน สามารถทนอุณหภูมิสูงสุดได้ 225 °F



รูปที่ 2.11 สายพาน Woven Endless

2.5.2.11 สายพาน Stainless Steel Endless Belting

ถูกออกแบบสำหรับต่อกับเครื่องจักรและการขนถ่ายในพื้นที่ที่กว้างและมีหลายชนิดตามสภาพพื้นที่ ถูกใช้ในการเทียบกับการขับเคลื่อนของระบบ stainless สายพาน stainless ใช้ได้กับสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก และขนถ่ายวัสดุที่มี load สูง เป็นสายพานที่มีขนาดใหญ่



รูปที่ 2.12 สายพานสแตนเลส สตีล เอ็นลีส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.5.3 ลักษณะการใช้งานของสายพาน

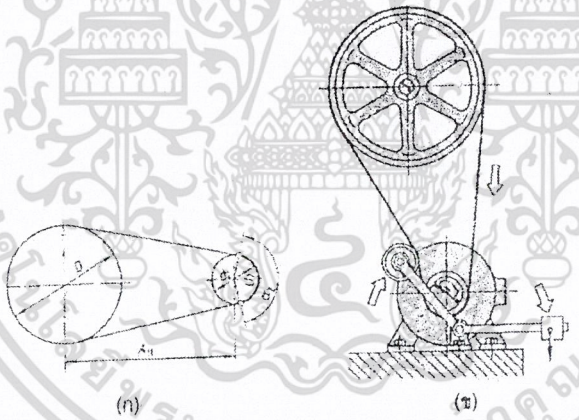
สายพานเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลประเภทฉุดดึงสายพานและโซ่ จะทำหน้าที่ส่งถ่ายโมเมนต์หมุนและการเคลื่อนที่ระหว่างเพลา ตั้งแต่ 2 เพลาขึ้นไป ด้วยความเร็วรอบสูงและให้มีระยะห่างกันมากได้

2.5.3.1 สายพานส่งกำลัง

ข้อดี - ส่งถ่ายแรงได้อย่างยืดหยุ่น
- ดูดซับเสียงดังและการสั่นสะเทือน
- ไม่ต้องมีการหล่อลื่น

ข้อเสีย - เกิดการลื่นในขณะส่งกำลัง
- ร่องเพลารับภาระสูง
- เปลืองเนื้อที่มาก

ในกรณีที่อัตราทดมากกว่า 6:1 หรือในกรณีที่มุมโอบของสายพานด้านล้อสายพานตัวเล็กสุดน้อยกว่า 100° ก็ให้ใช้ลูกกลิ้งกดสายพานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อยที่สุดเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพานตัวเล็กสุด



รูปที่ 2.13 (ก) มุมโอบที่ล้อ Pulley (ข) อุปกรณ์ช่วยให้สายพานตึงอีกแบบหนึ่งใช้น้ำหนักถ่วงให้ตึง

ผลของการใช้ลูกกลิ้งกดสายพาน

- ทำให้เกิดภาระดัดสูงขึ้น
- ทำให้เกิดเสียงดังเพิ่มขึ้น
- ทำให้ประสิทธิภาพลดลง

การใช้ลูกกลิ้งกดภายในสายพาน

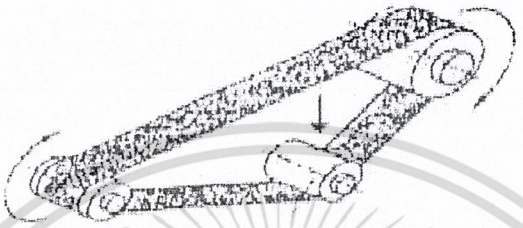
- ทำให้มุมโอบล้อสายพานน้อยลง
- ถ้าเป็นไปได้ควรวางให้ใกล้กับล้อสายพานใหญ่

61994
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้.

การใช้ลูกกลิ้งกดภายนอกสายพาน

- ทำให้มุมโอบสายพานมากขึ้น
- ถ้าเป็นไปได้ควรวางให้ใกล้กับล้อสายพานตัวเล็ก

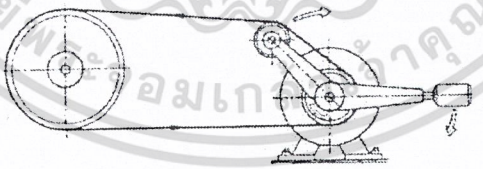
เพื่อมิให้สายพานรับภาระหนักมาก ควรเลือกขนาดลูกกลิ้งให้โตขึ้น การปรับทำให้สายพานเพื่อใช้งานนั้น จะมีผลให้รองเพลาต้องรับภาระสูง



(ก)

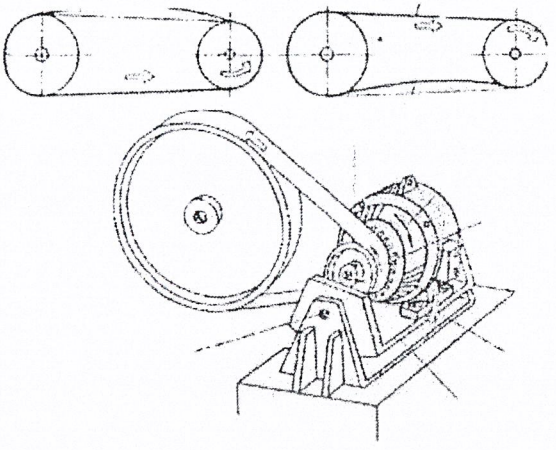
(ข)

รูปที่ 2.14 (ก) การตึงสายพานภายใน (ข) การตึงสายพานภานนอก



รูปที่ 2.15 ตัวอย่างการใช้ลูกกลิ้งตึงสายพานภายใน โดยใช้น้ำหนักถ่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



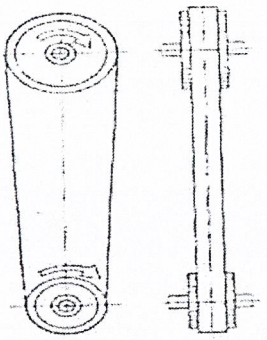
รูปที่ 2.16 การปรับสายพานให้ตึงด้วยการเอียงแผ่นรองมอเตอร์

2.5.3.2 สายพานแบน

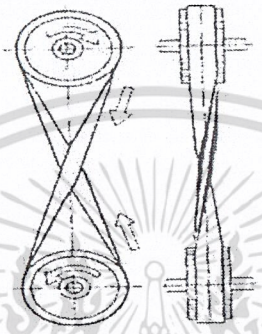
สายพานแบนผลิตจากหนัง, สิ่งทอ หรือทำจากชั้นต่าง ๆ ของหนัง พลาสติกและเส้นใยหลาย ๆ ชั้น สายพานแบนสามารถนำมาใช้งานในลักษณะไขว้หรือกึ่งไขว้ได้หรือกึ่งไขว้ได้ แต่การสึกของสายพานดังกล่าวจะเกิดขึ้นมากกว่าการใช้ของสายพานลักษณะเปิด (ดูภาพที่ 2.17) สายพานลักษณะไขว้เป็นลักษณะการวางสายพานที่ทำให้มุมโอบมากกว่าลักษณะเปิด อัตราทดจะไม่เปลี่ยนแปลงแต่ล้อสายพานจะหมุนไปในทิศทางตรงกันข้าม เนื่องจากสายพานไขว้สัมผัสกันจึงทำให้การสึกหรอค่อนข้างเร็ว

สายพานลักษณะกึ่งไขว้ จะทำให้มุมโอบล้อสายพานมากกว่าแบบลักษณะเปิดล้อสายพาน ซึ่งจะวางไว้ในทิศทางตั้งฉากกันแต่จะมีทิศทางการหมุนเหมือนกัน เพื่อให้การหมุนของสายพานบนล้อสายพานมั่นคง จะกำหนดให้ความกว้างของล้อสายพานโตกว่าประมาณ 1/4 เท่าของล้อแบบลักษณะเปิด และให้ล้อสายพานตามโตกว่าประมาณ 1/3 ของล้อแบบลักษณะเปิด

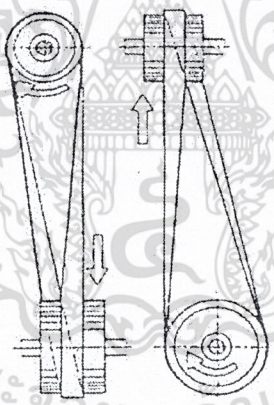
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



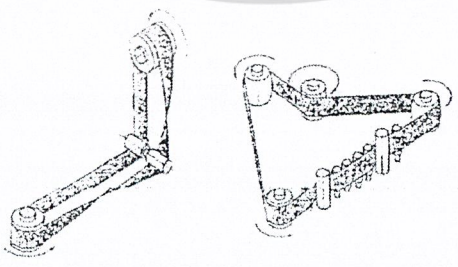
(ก) ลักษณะเปิด



(ข) ลักษณะไขว้



(ค) ลักษณะกึ่งไขว้



(ง) ลักษณะขับหักมุมที่มีลูกเบนทิศทางและลักษณะการขับหลายล้อ

รูปที่ 2.17 การส่งกำลังของสายพานในลักษณะต่างๆ

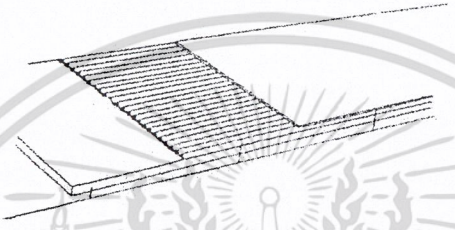
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3.2.1 สายพานสิ่งทอ

สายพานสิ่งทอผลิตแบบไม่มีปลายเส้นใยโพลิเอไมด์ หรือโพลีเอสเตอร์ สายพานแบบนี้เวลาใช้งานจะมีเสียงน้อยมากและไม่มีการสั่นสะเทือน จึงไม่เหมาะใช้ในงานขับเพลาสปินเดิล (ภายใน) ของเครื่องเจียระไนและความเร็วสูงสำหรับล้อสายพานขนาดเล็ก

2.5.3.2.2 สายพานแบบหลายชั้น

สายพานแบบหลายชั้น จะมีชั้นความฝืดที่เป็นพลาสติกยืดหยุ่นหรือหนัง ส่วนที่รับการดึงจะทำจากแถบโพลิเอไมด์ชั้นเดียวหรือหลายชั้น ทำจากโพลิเอสเตอร์



รูปที่ 2.18 สายพานแบบหลายชั้น

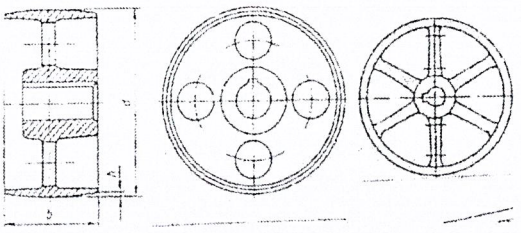
ข้อดีของสายพานแบบหลายชั้น

- มีความสามารถในการฉุดดึงได้ดีเพราะมีความเสียดทานสูง
- สามารถดัดงอได้มากเพราะสายพานมีความหนาน้อย
- สามารถส่งถ่ายกำลังงานได้ถึง 600 kW
- ใช้งานที่มีความเร็วได้ถึง 100 m/s

2.5.3.3 ล้อสายพานแบน

ล้อสายพานแบนขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน จะมีการผลิตล้อสายพานแบนจากเหล็กหล่อ, เหล็กกล้า, โลหะเบา, พลาสติกหรือไม้บนผิวล้อที่รองรับสายพานจะต้องลื่น มิฉะนั้นจะทำให้สายพานสึกหรอเร็วมาก (จากการลื่นเสียดสี) โดยให้มีผิวความหยาบอยู่ระหว่าง 4 ถึง 10 um. ล้อสายพานต่ำแบบ Z (รูปทรงกระบอก) และแบบ G (รูปผิวโค้ง) ดังภาพที่ 2.19 ล้อสายพานแบบ G ที่มีผิวโค้งนี้จะช่วยประคองสายพานให้อยู่ตรงกลางเสมอในขณะส่งกำลัง (ป้องกันมิให้ดิ้นออกไปทางข้าง)ซึ่งก็หมายความว่าแรงตึงหรือแรงดึงของสายพานที่มากที่สุด จะอยู่ตรงกึ่งกลางความกว้างของล้อสายพานจึงสามารถส่งกำลังด้วยความเร็วรอบถึง 20 m/s เหมาะสำหรับนำมาใช้งานเป็นล้อตาม ล้อสายพาน ยังแบ่งลักษณะรูปร่างแบบโครงเป็นแบบกลมทึบหรือเจาะรูปหรือแบบโครงเป็นซี่ถอดออกเป็นสองชิ้นได้ ดังภาพ 2.20 ที่ช่วยให้การถอดประกอบระหว่างรองเพลาได้ง่าย รวมทั้งทำให้สะดวกต่อการขนส่งและการขนถ่ายอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



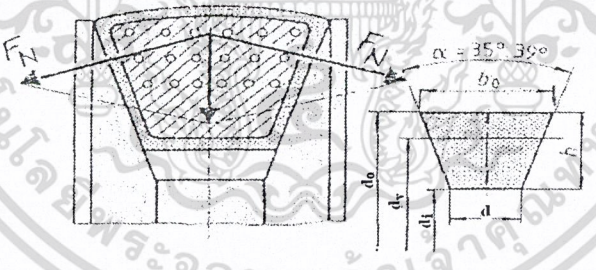
รูปที่ 2.19 รูปแบบของล้อ Pulley สายพาน

ล้อสายพานส่วนใหญ่จะทำจากเหล็กหล่อเทา (GG – 15, GG – 20) สำหรับล้อสายพานที่ใช้งานรับภาระมากๆ ทำจากเหล็กหล่อ (GG – 33, GS – 45) หรือจากเหล็กกล้า (แผ่น), โลหะเบาที่ได้จากการรีดขึ้นรูปหรือเชื่อมประสาน

ล้อสายพานทุกชนิดจะต้องมีการถ่วงดุลน้ำหนักลักษณะสถิตย์ ส่วนในกรณีที่ไวต่อการสั่นสะเทือนหรือใช้งานความเร็วสูง จะต้องถ่วงดุลน้ำหนักลักษณะพลวัต (Dynamic) โดยที่ความเร็วรอบ V > 25 m/s จะต้องถ่วงดุลน้ำหนักทั้งลักษณะสถิตย์และพลวัต

2.5.3.4 การส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานลิ่ม

สายพานลิ่มส่วนใหญ่จะผลิตแบบไม่มีปลาย เป็นสายพานทำจากยางมีภาคตัดขวางเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูครึ่งหนึ่ง ด้านบนมีเส้นโพลิเอสเตอร์ที่ผ่านการวัดคาไนซิ่งมาแล้วแทรกอยู่ ทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงเพิ่มสูงขึ้น สายพานลิ่มชนิดที่มีชั้นใยสิ่งทอหุ้มอยู่รอบๆ จะช่วยป้องกันสึกหรอได้อีกด้วย



รูปที่ 2.20 โครงสร้างแรงปฏิกิริยา และขนาดของสายพานลิ่ม

สายพานลิ่มจะไม่รับแรงตามแนวรัศมีโดยตรงเหมือนสายพานแบน แต่จะรับแรงตามแนวตั้งฉากกับด้านข้างของสายพานลิ่ม ดังภาพ 2.21 (แรงปกติ F_n) สายพานลิ่มที่มีความตึงและค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน μ เท่ากับสายพานแบน จะสามารถส่งกำลังได้ดีกว่าสายพานแบนได้ถึง 3 เท่า ซึ่งข้อดีและข้อเสียของสายพานลิ่มเมื่อเทียบกับสายแบนมีดังนี้คือ

ข้อดี

- ส่งกำลังได้ดีในขณะที่รองเพลารับภาระน้อยกว่า
- มีการลื่นไถลขณะส่งกำลังน้อยมาก (ที่ประสิทธิภาพ n ประมาณ 0.96)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีมุมโอบน้อยแต่ให้อัตราทดได้มากถึง 15:1 โดยที่ไม่ต้องมีลูกกลิ้งกดสายพาน
- เปลืองที่น้อย, มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาน้อย
- ส่งถ่ายกำลังงานได้สูงที่ขนาดล้อสายพานและเพลาเล็กกว่า
- สามารถใช้หมุนย้อนทิศทางได้
- สามารถจัดเรียงสายพานลิ่มได้หลายเส้นทำให้ส่งถ่ายกำลังงานได้มาก

ข้อเสีย

- ต้นทุนการผลิตสูงกว่าสายพานแบน
- มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาจำกัด
- ไม่สามารถจัดสายพานส่งกำลังให้เป็นลักษณะไขว้สลับได้

2.5.3.5 ล้อสายพานลิ่ม

ตาม DIN 2217 ล้อสายพานลิ่มจะมีแบบร่องเดียวหรือหลายร่อง มุมร่องล้อสายพานเท่ากับ 32, 34 และ 38 โดยล้อสายพานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่าจะมีมุมร่องสายพานที่โตกว่าร่องสายพานจะมีการผลิตให้สายพานที่สวมประกอบแล้วไม่เลยพ้นจากขอบร่องล้อ และจะต้องไม่จมอยู่ในร่องล้อ มิฉะนั้นสายพานจะสูญเสียแรงขับสายพาน ดังภาพที่ 2.21

(ก) ไม่ถูกต้อง (ข) ถูกต้อง

รูปที่ 2.21 ขนาดของสายพานและล้อสายพานที่ถูกต้อง

2.5.3.6 สายพานลักษณะส่งกำลังด้วยรูปร่าง

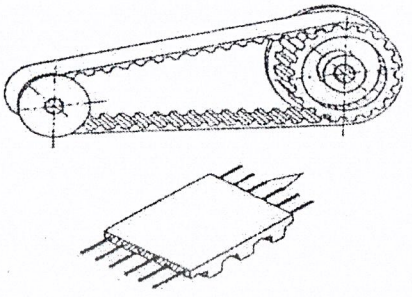
2.5.3.6.1ฟันสายขับมาตรฐาน

ในการส่งถ่ายโมเมนต์หมุนจะเกิดจากการขบของฟันขับของสายพานเข้าไปในฟันล้อเฟือง ทำให้ไม่มีการลื่นไหลในขณะส่งกำลังเลย อัตราทดจึงคงที่ สายพานขับนี้จะผลิตแบบไม่มีปลายตามแบบ DIN 7721 ใช้พลาสติกยูเรเทนหรือยางคุณภาพสูงหล่อขึ้นรูปโดยเสริมด้วยลักษณะเกลียว เหล็กกล้าที่ทำหน้าที่รับแรงดึงได้ดีเนื่องจากสายพานฟันขับในการดึงสายพานน้อยจึงทำให้เพลาและรองเพลารับภาระน้อยไปด้วย

วัสดุที่ใช้ทำสายพานมีคุณสมบัติยืดหยุ่นที่ทำให้สามารถดูดกลืนการกระแทก และสั่นสะเทือนได้ถึงระดับหนึ่ง ฟันขับสามารถรับภาระได้ถึง 400 N/cm^2 จึงเหมาะใช้งานส่งกำลังงานน้อยไปจนถึงปานกลาง ด้วยความเร็วถึง 80 m/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล้อสายพานฟันขับจะผลิตให้มีแผ่นประคองด้านข้าง ดังภาพที่ 2.22 ทั้งหมดจะใช้เหล็กหล่อเทา, โลหะเบาหล่อขึ้นรูปในกระสวนทราย ฟันเฟืองส่วนมากจะผลิตให้มีค่าโมดุลเท่ากับ 6 หรือ 10 และความสูงของฟันเท่ากับ 4 และ 4.5 mm



รูปที่ 2.22โครงสร้างสายพานฟันขับมาตรฐาน

2.5.3.6.2สายพานฟันขับประสิทธิภาพสูง

จะมีฟันขับเป็นรูปมนโค้ง ทำให้การขบของฟันนิ่มนวลและแนบกระชับมากกว่าฟันขับมาตรฐาน ด้วยเหตุนี้จึงสามารถรับภาระได้สูงกว่า รวมทั้งการสึกหรอาจและเสียงดังน้อยกว่าอีกด้วย

2.6 เพลา [5]

วัสดุที่ใช้ทำเพลาคือ เหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) แต่เมื่อคำนึงถึงในแง่ความประหยัดเพื่อทำให้เพลามีราคาถูกที่สุด ดังนั้นเราจะทำการออกแบบวัสดุที่ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดา (Plain Carbon Steel) โดยเหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ

2.6.1 เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel) มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0.05 % ถึง 0.03 % มีการใช้งานมากทางด้านผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและในงานโครงสร้าง เช่น ใช้ทำท่อโครงสร้าง ถัง สลักเกลียว แป้นเกลียว

2.6.2 เหล็กกล้าคาร์บอนปลานกลาง (Medium Carbon Steel) มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0.30 % ถึง 0.50 % สามารถนำมาชุบหรือเทมเปอร์ได้โดยกรรมวิธีทางความร้อนแบบทั่วไป ดังนั้นจึงมักใช้งานที่ต้องการความต้านแรง และทนต่อการสึกหรอ ผลิตภัณฑ์จากเหล็กกล้าผสมคาร์บอนปานกลางคือ เพลา แกน เพลาข้อเหวี่ยง ก้านสูบ และชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ต้องการความต้านแรงสูงกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

2.6.3 เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel) มีคาร์บอนผสมอยู่มากกว่า 0.50 % ขึ้นไป และมีการใช้มากเมื่อผลิตภัณฑ์ต้องมีความแข็งแรงและความต้านแรงสูง พร้อมกันนั้นก็ทนต่อการสึกหรอได้ดี เหล็กกล้าชนิดนี้จะต้องผ่านกรรมวิธีทางความร้อนก่อนจึงจะมีคุณสมบัติตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการ โดยปกติที่หาซื้อจากท้องตลาดจะอยู่ในสภาพที่ผ่านการแอนนีลมาแล้ว ดังนั้นเมื่อขึ้นรูปเรียบร้อยแล้วต้องทำกรรมวิธีทางความร้อนเพื่อให้มีความแข็งแรงตามต้องการ เหล็กกล้าชนิดนี้ใช้ทำเครื่องมือชนิดต่างๆ เช่น ดอกสว่าน อุปกรณ์ตัดเกลียวใน ดอกคว้านรู แบบพิมพ์ และเครื่องมือต่างๆ และมักใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความคม เช่น มีด สกัด กรรไกร เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ทำลวดสปริงอีกด้วย

การใช้เหล็กคาร์บอนสูงมีข้อควรระวังคือความแข็งและความต้านแรงจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งไม่เหมาะกับการนำไปใช้ทำเครื่องมือตัดบางชนิดที่ทำงานด้วยอุหภูมิสูง และถ้านำไปชุบอาจเกิดการบิดเบี้ยวหรือแตกร้าวได้ ดังนั้นจึงหวังผลจาการชุบแข็งเหล็กกล้าคาร์บอนสูงได้ไม่มากนัก

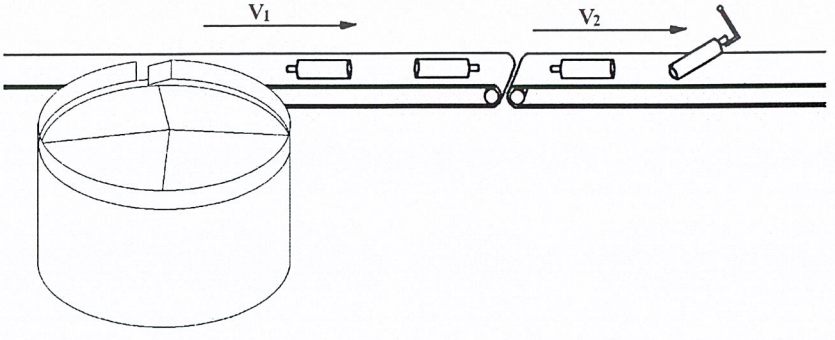
2.7 แบริ่ง [5]

โดยทั่วไปแล้วโรลลิ่งแบริ่งจะแบ่งออกเป็น 2 พวก คือบอลแบริ่ง และโรลเลอร์แบริ่ง (Roller Bearing) ปกติแล้วแบริ่งเหล่านี้จะรับแรงได้ทั้งในแนวรัศมี และแรงรุนยกเว้นโรลเลอร์แบริ่งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกตรงเท่านั้น

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 เครื่องจัดเรียงขวด

หลักการทำงานของเครื่องจัดเรียงขวด คือจะมีจานหมุนเป็นจุดรองรับขวด จากนั้นขวดจะถูกเหวี่ยงให้อยู่ในตำแหน่งนอกสุดของจาน ส่วนนี้จะมีร่องที่ขวดสามารถลงไปอยู่ได้เพียงหนึ่งชิ้นเท่านั้น โดยจะไม่มีการซ้อนกันของขวด และขวดที่อยู่ในช่องเท่านั้นที่จะสามารถออกมาจากจานหมุนได้ โดยจะออกมาเป็นลักษณะแถวตอนเรียงเดียว ตรงจุดที่ขวดออกมานี้จะมีสายพานที่มีความเร็ว V_1 รองรับอยู่ และจะวิ่งสู่สายพานตัวที่ 2 ซึ่งมีความเร็วเป็น V_2 โดยกำหนดให้ $V_2>V_1$ เพื่อเว้นระยะห่างให้กับขวด ก่อนที่ขวดถูกพลิกโดยชุดเกี่ยวให้หันไปทางด้านเดียวกันทุกขวด

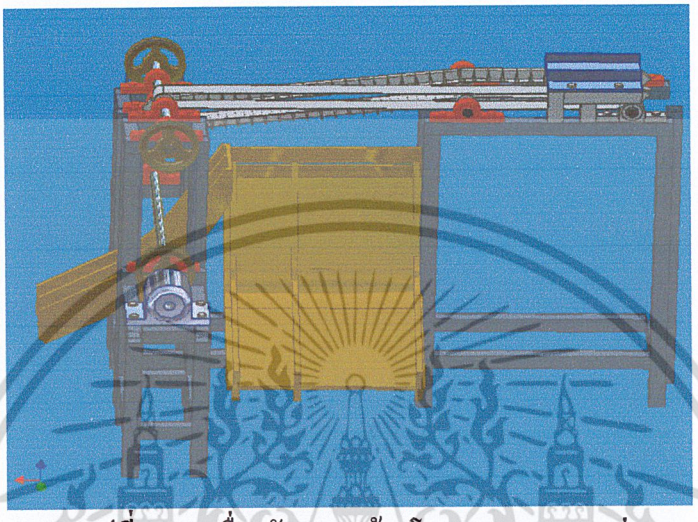


รูปที่ 2.23 เครื่องจัดเรียงขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 เครื่องคัดขนาดข้าวโพดฝักอ่อนแบบสายพานคู่ [6]

หลักการทำงานคือข้าวโพดจะถูกป้อนเข้ามาที่สายพานคู่และเมื่อสายพานพาข้าวโพดไปจะถึงบริเวณที่สายพานคู่เพิ่มระยะห่างของสายพานมากขึ้นโดยสายพานสองเส้นทำมุมกัน ทำให้ข้าวโพดที่มีขนาดเล็กจะตกลงก่อนข้าวโพดที่มีขนาดใหญ่และตกลงทีหลัง เป็นการคัดขนาดข้าวโพดตามความยาว

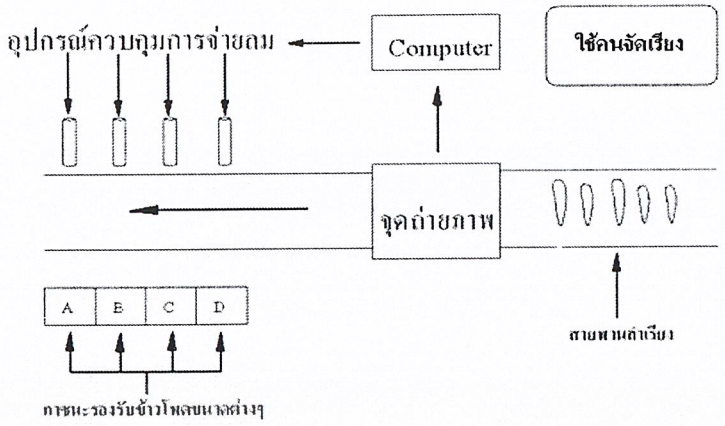


รูปที่ 2.24 เครื่องคัดขนาดข้าวโพดแบบสายพานคู่

2.8.3 เครื่องคัดขนาดข้าวโพดฝักอ่อนโดยขบวนการถ่ายภาพ [7]

ทำการคัดขนาดข้าวโพดฝักอ่อนโดยการใช้ขบวนการถ่ายภาพ มีส่วนประกอบในเครื่องคัดขนาดข้าวโพดอ่อนดังนี้ สายพาน, กล้อง CCD, เครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายลม การทำงานคือ วางข้าวโพดฝักอ่อนลงบนสายพาน เมื่อข้าวโพดฝักอ่อนมายังตำแหน่งที่กำหนด กล้องจะถ่ายภาพฝักข้าวโพด แล้วนำภาพที่ได้ส่งผ่านไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลขนาดของฝักและสี เมื่อได้ขนาดของฝักข้าวโพดแล้ว คอมพิวเตอร์ทำการคัดแยกขนาดที่ได้กับขนาดที่ตั้งไว้ จากนั้นคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายลม เพื่อเป่ากระแสลมดันฝักข้าวโพดไปยังภาชนะรองรับตามขนาดต่างๆ 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลาง 12-17 ม.ม. ยาว 40-60 ม.ม. ขนาดกลางเส้นผ่านศูนย์กลาง 11-14 ม.ม. ยาว 60-90 ม.ม. ขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลาง 12-17 ม.ม. ยาว 90-120 ม.ม. ผลที่ได้คือ ข้าวโพดฝักอ่อนขนาดมาตรฐาน ไม่หักไม่ช้ำ โดยมีความสามารถในการคัด 1000 กิโลกรัม ต่อ ชั่วโมง แสดงหลักการทำงานดังรูปที่ 2.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 แสดงการทำงานของเครื่องคัดขนาดข้าวโพดฝักอ่อนด้วยกระบวนการถ่ายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีการคำนวณ

สำหรับเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อนนี้ เราจะทำการออกแบบชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยใช้พื้นฐานทางด้านการคำนวณ และหลักการในการเลือกใช้วัสดุสำหรับทำชิ้นส่วนตามความเหมาะสมกับการใช้เครื่องจักรกลกับงานลักษณะต่าง ๆ ซึ่งในที่นี้จะทำการคำนวณและออกแบบชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้แก่

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

3.1 เพลา [5]

สำหรับทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบเพลาจะใช้การออกแบบเพลาภายใต้แรงเปลี่ยนแปลงซึ่งเราจะออกแบบเพลาโดยคิดถึงแรงเปลี่ยนแปลงขนาดเป็นวัฏจักร สำหรับสมการที่ใช้คือ

$$\tau = \frac{16}{\pi d^3}\left[\frac{4}{3}\left(\frac{K_f\,\sigma_y\,M_a}{\sigma_n}\right)^2 + T_m^{\,2}\right]^{1/2} \tag{3.1}$$

จากทฤษฎี Tresca

$$\sigma_n = (0.5\sigma_u)k_a k_b \tag{3.2}$$

$k_b = 1.00$ สำหรับ $d < 8\ mm$

$k_b = 0.85$ สำหรับ $8 < d < 50\ mm$

$k_b = 0.75$ สำหรับ $d > 50\ mm$

k_a เปิดได้จากรูป ก.11

$$T = Fr \tag{3.3}$$

$$T = \frac{W_p}{2\pi n} \tag{3.4}$$

โดยอาศัยทฤษฎีความเสียหาย คือ

ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\tau = \frac{\tau_y}{N} = \frac{\sigma_y}{2N} \tag{3.5}$$

ทฤษฎีความเค้นเฉือน Octahedral

$$\tau = \frac{\tau_y}{N} = 0.577\frac{\sigma_y}{N} \tag{3.6}$$

3.2 แบริ่ง [5]

ในความเป็นจริงโรลลิ่งแบริ่งอาจจะรับแรงทั้งในแนวรัศมีและแนวแกน และในวงแหวนในหรือนอกจะเป็นอันที่หมุนก็ได้ ซึ่งก็แล้วแต่ผู้ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล อีกประการหนึ่ง แค็ตตาล็อกของผู้ผลิตจะกำหนดให้เฉพาะอายุประเมินในเทอมของแรงในแนวรัศมีเท่านั้น 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 จากนั้นนำค่าแรงเสมือนในแนวรัศมีนี้ไปใช้ในการคำนวณหาอายุแบริ่งแล้วเทียบกับอายุการใช้งานของแบริ่งที่แนะนำให้ โดยอายุการใช้งานของแบริ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

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

$k = 3$ สำหรับบอลแบริ่ง

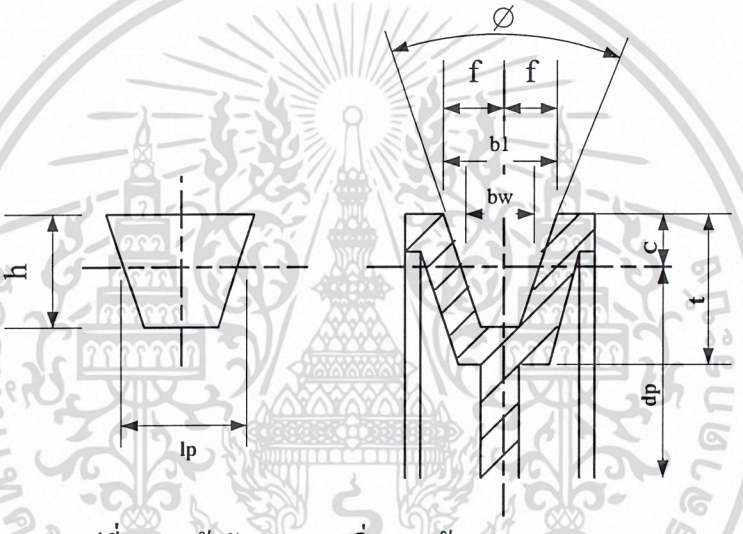
$k = 10/3$ สำหรับโรลเลอร์แบริ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สายพาน [5]

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

การขับด้วยสายพานลิ่ม มีข้อดี คือ เงียบ สะอาด และสามารถรับแรงกระตุกได้ นอกจากนั้นยังมีขนาดกะทัดรัด มีประสิทธิภาพดี



รูปที่ 3.1 หน้าตัดสายพานลิ่มและล้อสายพาน

สมการที่ใช้หาจำนวนเส้นของสายพาน คือ

$$Z = \frac{W_p \cdot N_s}{P_R \cdot N_a \cdot N_l} \tag{3.10}$$

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

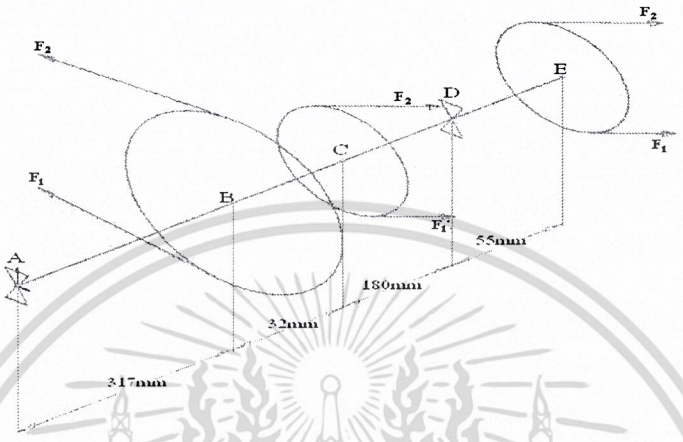
C = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การคำนวณและออกแบบ

4.1 การคำนวณเพลา



รูปที่ 4.1 แรงตึงสายพานบนเพลาหลัก

กำหนดให้

มอเตอร์ 1 HP ทำงานที่ความเร็วรอบ 1440 rpm

เพลาทำจากวัสดุ AISI 1040 HR

Safety factor (N) $=1.8$

ล้อสายB รับกำลังจากมอเตอร์และส่งไปยังล้อสายพานC 50% และ E 50%

F_1/F_2 ที่ล้อสายพาน B, C, E เท่ากับ 3, 1.5, 1.5 ตามลำดับ

จากสมการ 3.4

$$T_B = \frac{Wp}{2\pi \mathrm{mT}} = \frac{1\times 746}{2\pi(500/60)} = 14.25Nm$$

เนื่องจากล้อสายพาน C รับกำลังจากล้อสายพาน B 50%

$$T_C = 0.5\times 14.25 = 7.125Nm$$

$$T_E = 0.5\times 14.25 = 7.125Nm$$

โมเมนต์บิดบนสายพาน B

$$T_B = (F_1 - F_2)\frac{D_B}{2}$$

$$14.25Nm = 2F_2 \times 0.06985m$$

$$F_2 = 102N \qquad \text{และ} \quad F_1 = 306N$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$FB = (102 + 306)\cos 7 = 405N$$

โมเมนต์บิดบนสายพานที่จุด C

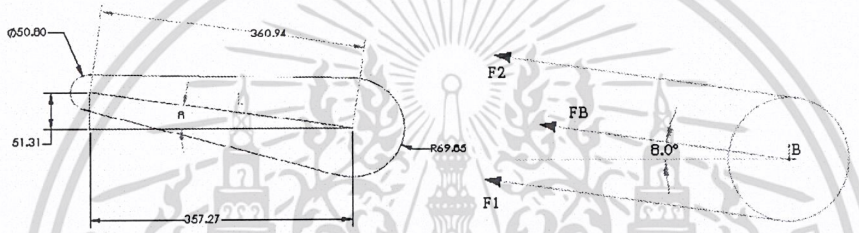
$$T_C = (F_1 - F_2)\frac{D_C}{2}$$

$$7.125Nm = 0.5F_2 \times 0.03m$$

$$F_2 = 375N \quad \text{และ} \quad F_1 = 562.5N$$

$$F_C = 375 + 562.5 = 937.5N$$

แรงในแนวดิ่งและแนวระดับที่ล้อสายพาน B คือ

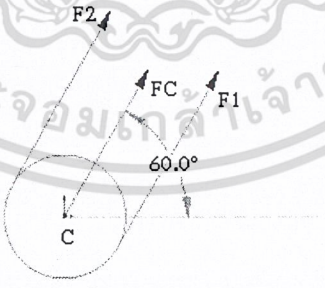


รูปที่ 4.2 แสดงแรงที่กระทำบนล้อสายพาน B

$$F_{BH} = F_B \cos 8 = 401N$$

$$F_{BV} = F_B \sin 8 - mg = 51.46N$$

หาแรงในแนวดิ่งและแนวระดับที่ล้อสายพาน C คือ



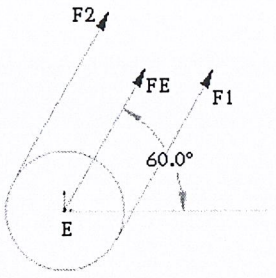
รูปที่ 4.3 แสดงแรงที่กระทำบนล้อสายพาน C

$$F_{CH} = F_C \cos 60 = 468.75N$$

$$F_{CV} = F_C \sin 60 - mg = 808.96N$$

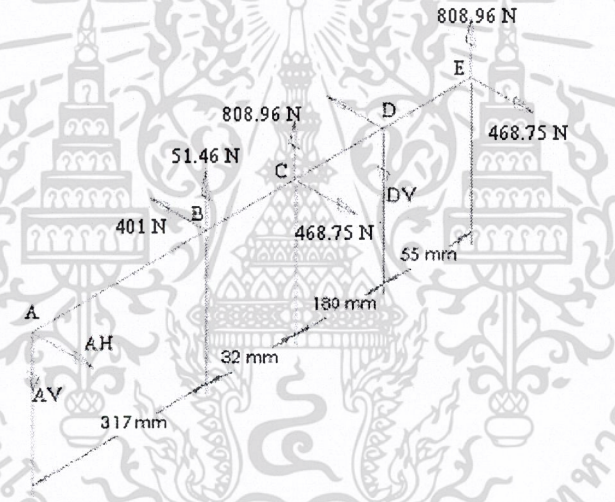
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาแรงในแนวดิ่งและแนวระดับที่ล้อสายพาน E คือ



รูปที่ 4.4 แรงที่กระทำบนล้อสายพาน E

$$F_{EH} = F_E \cos 60 = 468.75N$$
$$F_{EV} = F_E \sin 60 - mg = 808.96N$$



รูปที่ 4.5 แรงทั้งหมดบนเพลาหลัก

A_H = แรง ณ จุด A ในแนวแกน H D_H = แรง ณ จุด D ในแนวแกน H

A_V = แรง ณ จุด A ในแนวแกน V D_V = แรง ณ จุด D ในแนวแกน V

จากการรวมโมเมนต์ที่จุด A หรือ D พบว่าแรงปฏิกิริยา ณ ที่จุดรองรับ A และ D ทั้งในแนวระดับและแนวดิ่ง คือ

$$A_V = 211.77N$$
$$A_H = 50N$$
$$D_V = 1457.6N$$
$$D_H = 586.44N$$

จากการนำแรงทั้งหมดที่หาได้มาคำนวณพบว่าโมเมนต์ดัดที่สูงสุด เกิดที่จุด D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$M_D = \sqrt{25.81^2 + 54.57^2}$$
$$M_D = 60.36Nm$$

ใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนออคตะฮีดรัล และให้ค่า K=0 เนื่องจากเป็นเพลาตัน จะได้

จากสมการ 3.1

$$\tau = \frac{16}{\pi\, d^3}\left[\frac{4}{3}\left(\frac{K_f\ \sigma_y\ M_a}{\sigma_n}\right)^2 + T_m{}^2\right]^{1/2}$$

สมมติให้เพลามีร่องลิ่มจากตาราง ก.10 ได้ $k_f = 1.6$ และเพลาเป็นผิวตัดกลึงจากรูปที่ ก.1 ได้ $k_a = 0.84$ ให้เพลามีขนาด $8 < d < 50\ \ mm$ ดังนั้น $k_b = 0.85$

จากสมการ 3.2

$$\sigma_n = (0.5\sigma_u)k_a\ k_b$$
$$\sigma_n = 0.5 \times 626.99 \times 0.84 \times 0.85 = 223.83N/mm^2$$
$$\tau = \frac{\tau_y}{N} = \frac{0.577 \times 399}{1.8} = 123.46N/mm^2$$

ดังนั้นจะได้

$$123.46 \times 10^6 = \frac{16}{\pi\, d^3}\left[\frac{4}{3}\left(\frac{1.6 \times 399 \times 60.36}{223.83}\right)^2 + 14.25^2\right]^{1/2}$$
$$d = 20.18mm$$

ดังนั้นจึงเลือกใช้เพลาที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 mm

4.2 การคำนวณและการออกแบบแบริ่ง

กำหนดให้วงแหวนตัวในหมุน และเพลามีเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 mm.

จากตาราง ก.1 เลือกอนุกรมมิติ 02 Single-Row Deep-Groove Ball Bearing ที่มีขนาดรูสวม 25 mm.

แรงพลวัตประเมิน (C) = 10.77 kN ใช้งานที่ความเร็วรอบ 500 rpm

แรงที่ใช้กับแบริ่งนี้เท่ากับ 1.457 kN ดังนั้น P = 1.457 kN

จากสมการ 3.9

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับบอลแบริ่ง $k = 3$

ดังนั้น $$L_{10} = \left(\frac{10.77}{1.457}\right)^3 = 403.89 \ mr$$

สมมติให้เพลามีความเร็วรอบ 1400 rpm

$$L_{10} = \left(\frac{403.89 \times 10^6}{500 \times 60}\right) = 13463 \text{ ชั่วโมง}$$

จากตาราง ก.2 ตารางแนวทางในการเลือกอายุใช้งานสำหรับเครื่องจักรกลชนิดต่าง ๆ สมมติให้เครื่องจักรทำงานวันละ 8 ชั่วโมงมีอายุของแบริ่งเป็นชั่วโมงทำงาน 12000-20000 ชั่วโมง ดังนั้นแสดงว่าแบริ่งที่เลือกใช้ได้

4.3 การคำนวณและการออกแบบสายพาน

ต้องการส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังเพลาหลัก โดยใช้มอเตอร์กระแสสลับ 1 HP ความเร็วรอบ 500 rpm ทำงาน 8 ช.ม./วัน

$$d_1 = 76.2 \qquad d_2 = 139.7$$

จากตาราง ก.4 เป็นงานปานกลางใช้ Ns = 1.1

$$Wp \times Ns = 746 \times 1.1 = 820W$$

จากตาราง ก.5 dp = 80-100 เลือกใช้สายพานหน้าตัด" Z"

$$C\max = 2(dp + Dp) = 2(76.2 + 139.7) = 431.8mm$$

$$C\min = 0.7(76.2 + 139.7) = 151.13mm$$

ลองใช้ C =430 mm

$$Lp = 2C + 1.57(139.7 + 76.2) + \frac{(139.7 + 76.2)^2}{4(430)}$$

$$Lp = 1201.3mm$$

$$Lp = Li + 22$$

$$Li = 1120mm$$

$$Lp = 1144mm$$

จากตาราง ก.5

ใช้ $L_p = 1144mm$, $N_l = 1.08$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ 3.11

$$C = P + \sqrt{P^2 - q}$$
$$P = 0.25Lp - 0.393(Dp + dp)$$
$$P = 0.25(1144) - 0.393(139.7 + 76.2)$$
$$P = 201.15$$
$$Q = 0.125(Dp - dp)$$
$$Q = 504.03mm$$
$$C = 203 + \sqrt{(201.15)^2 + 504.03}$$
$$C = 401mm$$

$$\frac{Dp + dp}{C} = \frac{139.7 - 76.2}{401} = 0.15$$

จากตาราง ก.6 ได้ $N_a = 0.98,\ N_l = 1.08$

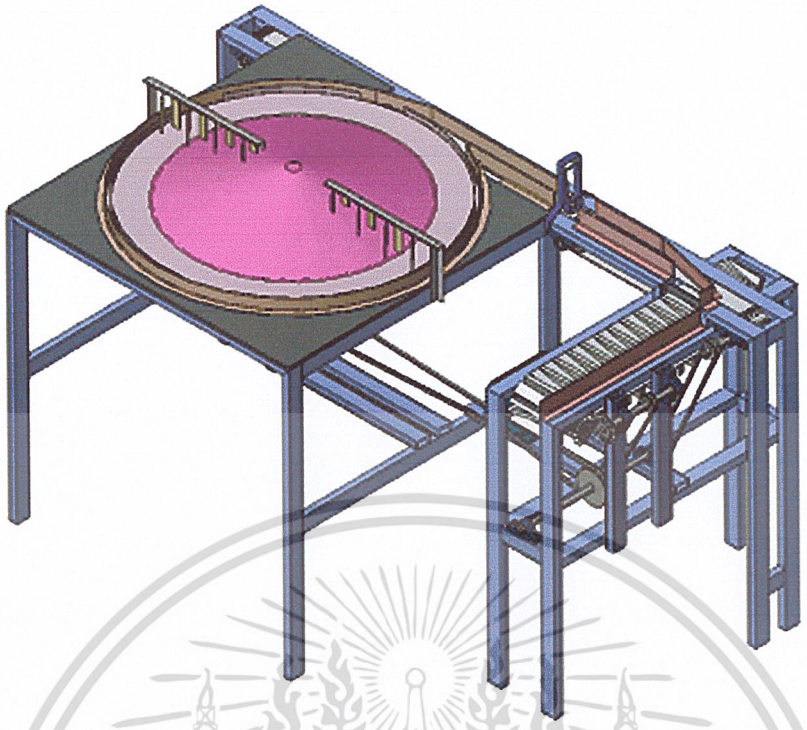
และจากตาราง ก.5ได้ $P_R = 0.39$

จากสมการ 3.10

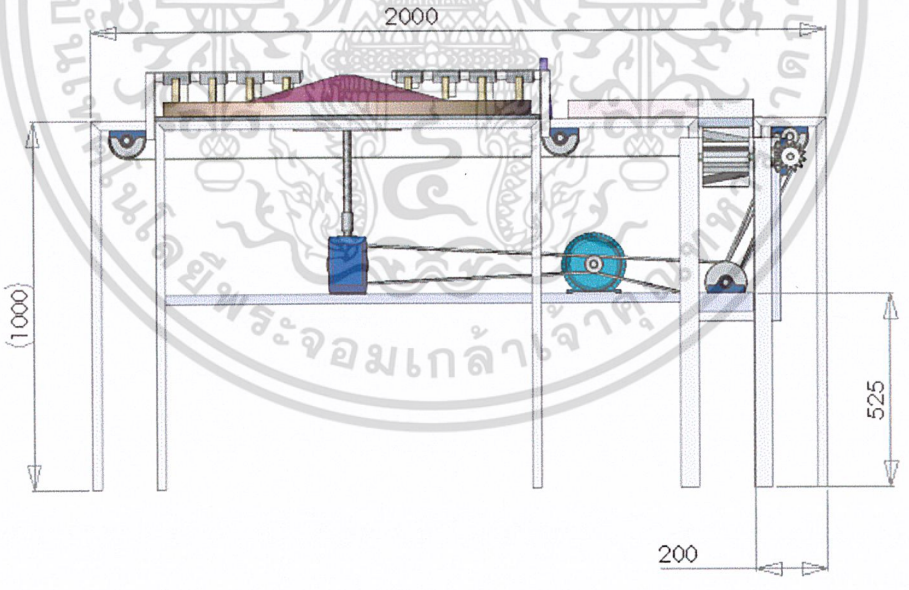
$$Z = \frac{Wp \times Ns}{P_R \times N_a \times N_l}$$
$$Z = \frac{0.746 \times 1.1}{0.39 \times 1.08 \times 0.98} = 1.98$$

ดังนั้นเลือกใช้สายพานหน้าตัด Z 1144Li 2 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

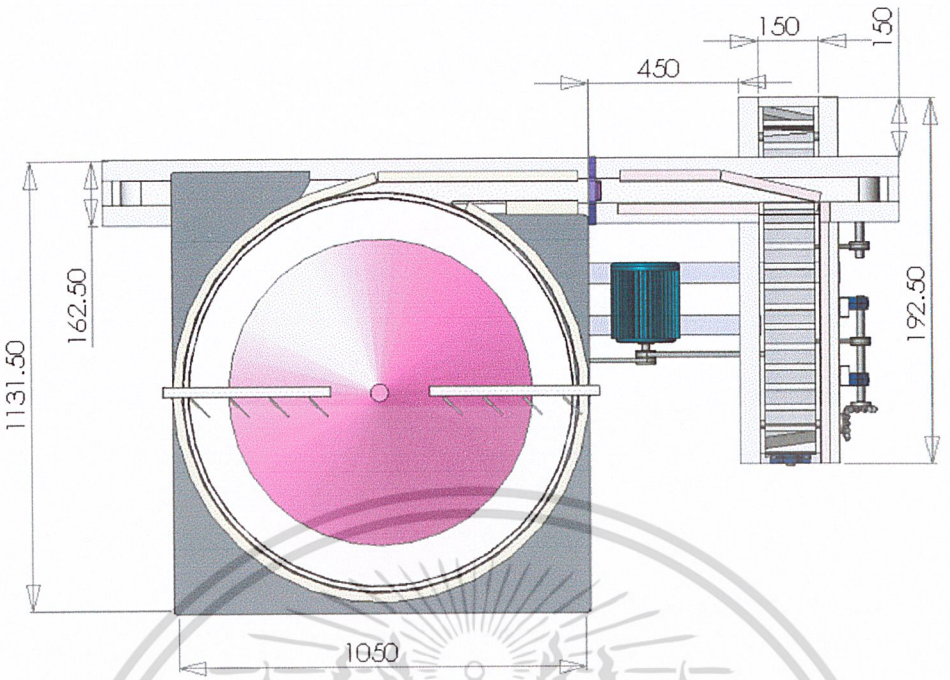


รูปที่ 4.6 ภาพ Isometric ของเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน

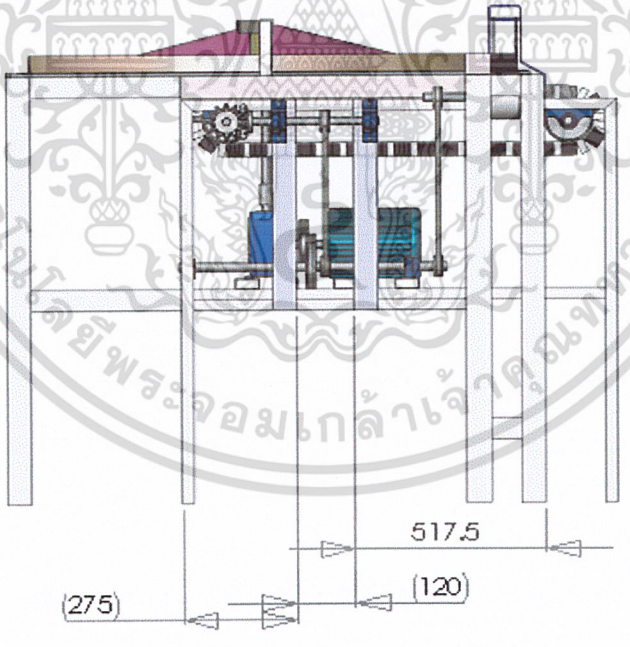


รูปที่ 4.7 ภาพ Font view ของเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

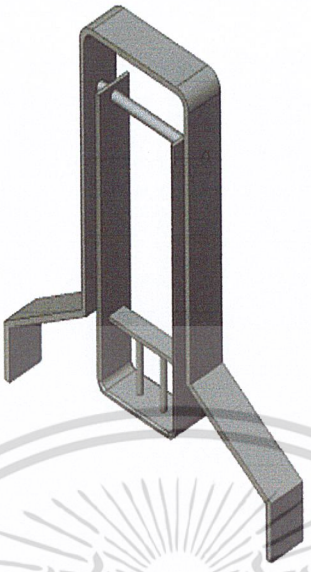


รูปที่ 4.8 ภาพ Top view ของเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน

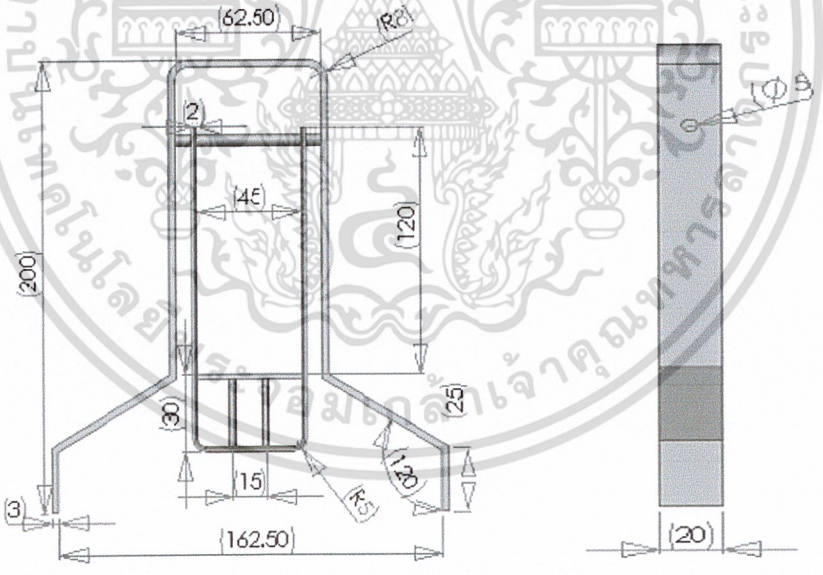


รูปที่ 4.9 ภาพ Side view ของเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

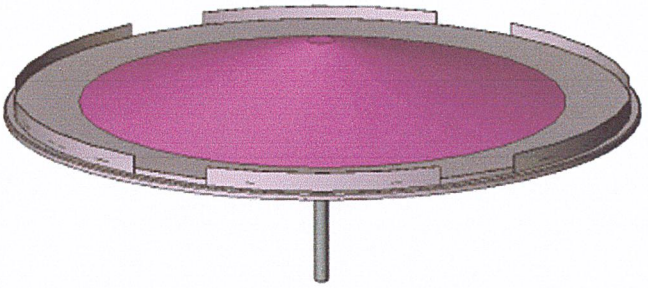


รูปที่ 4.10 ภาพ Isometric ของชุดพลิกข้าวโพดฝักอ่อน

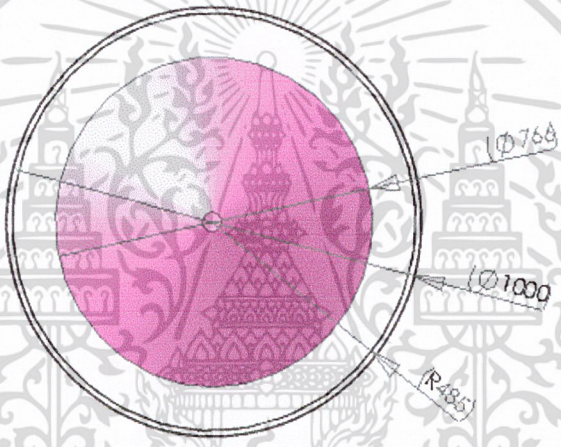


รูปที่ 4.11 ภาพ Front view และ Side view ของชุดพลิกข้าวโพดฝักอ่อน

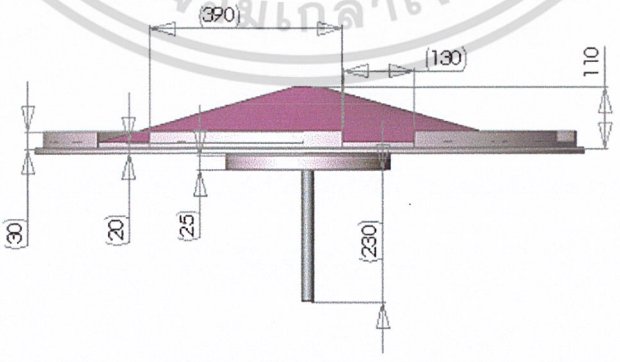
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ภาพ Isometric ของชุดจานหมุน

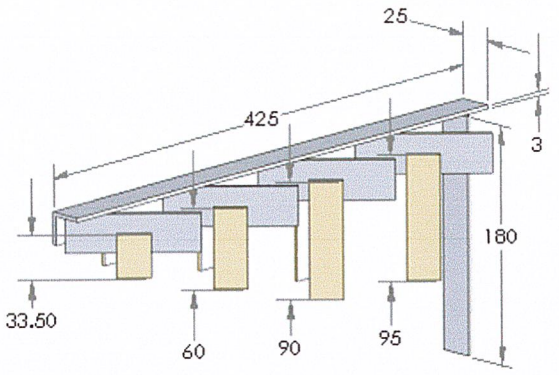


รูปที่ 4.13 ภาพ Top view ของชุดจานหมุน

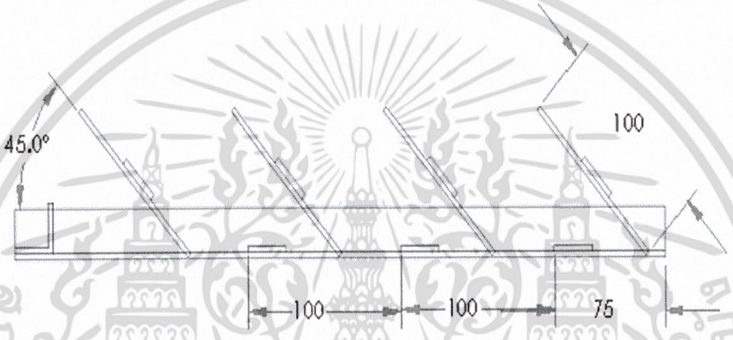


รูปที่ 4.14 ภาพ Side view ของชุดจานหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ภาพ Isometric ของชุดกวาดข้าวโพดฝักอ่อน



รูปที่ 4.16 ภาพTop view ของชุดกวาดข้าวโพดฝักอ่อน

ตารางที่ 4.1 รายการชิ้นส่วน

หมายเลข	ชื่อชิ้นงาน	จำนวน (ชิ้น)	รายละเอียด
1	เหล็กกล่อง 2" x 1"	42	ยาว100 cm 15 ชิ้น ยาว 200 cm 1 ชิ้น ยาว 97cm 4 ชิ้น ยาว 91.25 cm 4 ชิ้น ยาว 65 cm 1 ชิ้น ยาว 45cm 2 ชิ้น ยาว 49.5cm 2 ชิ้น ยาว 3 cm 4 ชิ้น ยาว 20 cm 2ชิ้น ยาว 15 cm 3 ชิ้น ยาว 6.25 cm 4 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

2	ล้อสายพานแบน	5	Ø4" กว้าง5'' 2ล้อ Ø4" กว้าง3'' 3ล้อ
3	สายพานแบน	2	กว้าง 2.5'' x 392cm 1เส้น กว้าง 5'' x 280 cm 1 เส้น
4	เพลาตัน	8	Ø 3/4"ยาว60 cm1ชิ้น Ø 3/4"ยาว40 cm 1 ชิ้น Ø 3/4"ยาว28.5 cm 1 ชิ้น Ø 3/4"ยาว 27cm 1 ชิ้น Ø 3/4"ยาว25 cm1ชิ้น Ø 3/4"ยาว15 cm 1 ชิ้น Ø 3/4"ยาว 16.25 cm 2 ชิ้น
5	สายพานลิ่ม	4	หน้าตัด A ยาว 35'', 36'' 2 เส้น หน้าตัด B ยาว 41'' , 56'' 2 เส้น
6	มอเตอร์	1	3 Hp
7	แบริ่ง	14	Ø3/4" 14 ตัว
8	GearBox	1	เปลี่ยนแกนหมุน90องศา 3 Hp
9	คับปลิ่ง	1	Ø 3/4"
10	จานหมุน	1	Ø1mหนา 2 cm
11	เหล็กแผ่น	3	135 x10 cm 2แผ่น 317 x50 cm 1แผ่น
12	ชุดเกี่ยวข้าวโพด	1	
13	ชุดเฟืองดอกจอก	1	
14	ยางกั้น	1	
15	ชุดกวาด	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิธีทดลองและผลการทดลอง

การออกแบบเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน จำเป็นต้องมีการทดลองผลกระทบจากปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของเครื่องจักรและนำผลการทดลองนั้นมาปรับใช้กับเครื่องจักรเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด

เครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อนจะทำการจัดเรียงให้โคนของข้าวโพดชิดกับขอบด้านใดด้านหนึ่งของสายพานลำเลียงเรียงข้าวโพดฝักอ่อน เป็นเครื่องที่เรียงข้าวโพดฝักอ่อนให้มีด้านยอดและด้านโคนไปในทางเดียวกัน โดยอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง และความเร็วของสายพานที่เหมาะสมในการจัดเรียง จึงต้องมีการทดลองเพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบของประสิทธิภาพเครื่องคัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน

5.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาความยาวแขนของชุดพลิกข้าวโพดฝักอ่อน
2. เพื่อหาความเร็วของสายพาน A ที่เหมาะสม เพื่อพลิกข้าวโพดได้
3. เพื่อหาความเร็วของขอบจานหมุนที่ทำให้เครื่องจัดเรียงมีประสิทธิภาพมากที่สุด
4. เพื่อหากำลังการผลิตและความถูกต้องของการจัดเรียงข้าวโพด

5.2 สมมติฐาน

1. เมื่อความเร็วของขอบจานมากเกินไปอาจทำให้ข้าวโพดออกมากกว่า 1ฝัก
2. เมื่อเร็วของสายพาน มากหรือน้อยเกินไปอาจทำให้มีผลต่อการสั่นสะเทือนของสายพาน และแรงเสียดทานระหว่างสายพานกับฝักข้าวโพด
3. ข้าวโพดฝักอ่อนที่นำมาจัดเรียงมีรูปทรงกรวย และไม่มีการคดงอของยอดข้าวโพดและคละขนาด โดยข้าวโพด 1 ตัน จะมีจำนวนฝักโดยเฉลี่ย 58,823 ฝัก

5.3 วัสดุอุปกรณ์การทดลอง

1. Invertor 2 เครื่อง
2. ข้าวโพดฝักอ่อนคละขนาด 100 ฝัก
3. เครื่องวัดความเร็วรอบ 1 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ขั้นตอนการทดลอง

ตอนที่ 1 ความยาวแขนของชุดพลิกข้าวโพดฝักอ่อนที่เหมาะสม

1. ติดตั้งชุดพลิกข้าวโพดกับสายพานลำเลียง
2. ติดขอบกั้นที่กั้นสายพาน
3. ทำการเดินเครื่อง
4. วัดความเร็วรอบของล้อสายพาน(นำมาคำนวณเป็นความเร็วเชิงเส้นของสายพาน)
5. เริ่มทำการทดลอง โดยปล่อยข้าวโพด10 ฝัก และบันทึกผลการทดลอง
6. เปลี่ยนความเร็วของสายพานลำเลียงเป็น 28.8, 36.12 , 40.84 , 52.36 และ 74.35 m/s

ตอนที่ 2 ความเร็วของสายพาน A ที่เหมาะสม

1. เตรียมสายพาน A และชุดเกี่ยวให้พร้อม
2. ปล่อยข้าวโพดฝักอ่อน โดยหันด้านยอดเข้าเท่านั้นลงสายพาน A จำนวน 100 ฝัก
3. ทำการทดลองที่ความเร็วสายพาน 0.55, 0.66, 0.84, 1.02 และ 1.2 m/s
4. ทำซ้ำ 3 ครั้งและบันทึกการทดลอง
5. ปล่อยข้าวโพดฝักอ่อน โดยหันด้านโคนเข้าเท่านั้นลงสายพาน A จำนวน 100 ฝัก
6. ทำการทดลองที่ความเร็วสายพาน 0.55, 0.66, 0.84, 1.02 และ 1.2 m/s
7. ทำซ้ำ 3 ครั้งและบันทึกการทดลอง

ตอนที่ 3 หากำลังการผลิตและความถูกต้องของการจัดเรียงข้าวโพด

1. เปิดเครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อนให้ทำงาน โดยใช้ค่าที่เลือกจากตอนที่ 1 ที่ความเร็วสายพาน 0.56 m/sและความเร็วรอบของจานหมุนที่ได้จาการคำนวณเท่ากับ 10.6 rpm
2. ป้อนข้าวโพดลงบนจานหมุน โดยให้ข้าวโพดบนจานหมุนมีจำนวนฝักค้างอยู่คงที่ตลอดการทดลอง 5 ฝัก
3. ปล่อยให้เครื่องทำงานไป 1 นาที เพื่อให้การทำงานคงที่ หลังจากนั้น จับเวลา 1 นาที บันทึกอัตราการไหลและความผิดพลาด ทำการทดลอง3 ครั้ง
4. ทำการทดลองในข้อ2 ใหม่โดยเปลี่ยนจำนวนฝักข้าวโพดที่ค้างอยู่บนจานหมุนเป็น 10, 20, 30และ40 ฝัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 ผลการทดลอง

ตารางที่ 5.1 บันทึกผลการทดลองความยาวแขนของชุดพลิกข้าวโพดฝักอ่อนที่เหมาะสม

ขนาดล้อ (cm)	ความยาวก้านพลิกข้าวโพด (cm)	ความเร็ว (rpm)	ความเร็วเชิงเส้น (m/s)	ผลการทดลอง เปอร์เซ็นต์ที่พลิกได้ (%)
10	10	55	28.8	80
		69	36.12	80
		74	40.84	70
		100	52.36	60
		142	74.35	50
	15	55	28.8	80
		69	36.12	90
		74	40.84	80
		100	52.36	80
		142	74.35	60

ตารางที่ 5.2 บันทึกผลการทดลองความเร็วของสายพาน A ที่ข้าวโพดพลิกตัวได้โดยที่หันเฉพาะด้านยอดเข้า

ความเร็วสายพาน (m/s)	จำนวนฝักข้าวโพดที่ถูกพลิก (100 ฝัก)				เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง (%)
	1	2	3	เฉลี่ย	
0.55	95	92	92	93	93
0.66	92	88	90	90	90
0.84	86	92	82	86.66	86.66
1.02	82	77	83	80.66	80.66
1.2	81	87	76	81.33	81.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 บันทึกผลการทดลองความเร็วของสายพาน A ที่ข้าวโพดจะไม่ถูกพลิกโดยที่หันเฉพาะด้านโคนเข้า

ความเร็วสายพาน (m/s)	จำนวนฝักข้าวโพดที่ถูกพลิก (100 ฝัก)				เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง (%)
	1	2	3	เฉลี่ย	
0.55	93	90	89	90.66	90.66
0.66	95	95	93	94.33	94.33
0.84	99	100	97	98.66	98.66
1.02	99	98	99	98.66	98.66
1.2	100	100	100	100	100

ตารางที่ 5.4 บันทึกผลการทดลองหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของเครื่องจัดเรียงโดยให้จำนวนฝักข้าวโพดคงที่ในจานหมุน

จำนวนข้าวโพด (ฝัก)	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		เฉลี่ย		เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง (%)
	กำลังการผลิต (ฝัก/min)	ความผิดพลาด (ฝัก)	กำลังการผลิต (ฝัก/min)	ความผิดพลาด (ฝัก)	กำลังการผลิต (ฝัก/min)	ความผิดพลาด (ฝัก)	กำลังการผลิต (ฝัก/min)	ความผิดพลาด (ฝัก)	
10	21	3	15	1	18	3	18	2.33	87.05
20	23	3	35	3	29	5	29.33	3.66	87.37
30	25	5	38	6	34	3	32.33	4.33	86.6
40	39	19	31	11	38	7	36	12	66.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่5.5 บันทึกผลการทดลองเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการจัดเรียงข้าวโพดและกำลังการผลิต (จำนวนฝักข้าวโพดคงที่ในจานหมุน 17 ฝัก, ความเร็วสายพานA 0.56 m/s, ความเร็วจานหมุน 10.69 rpm)

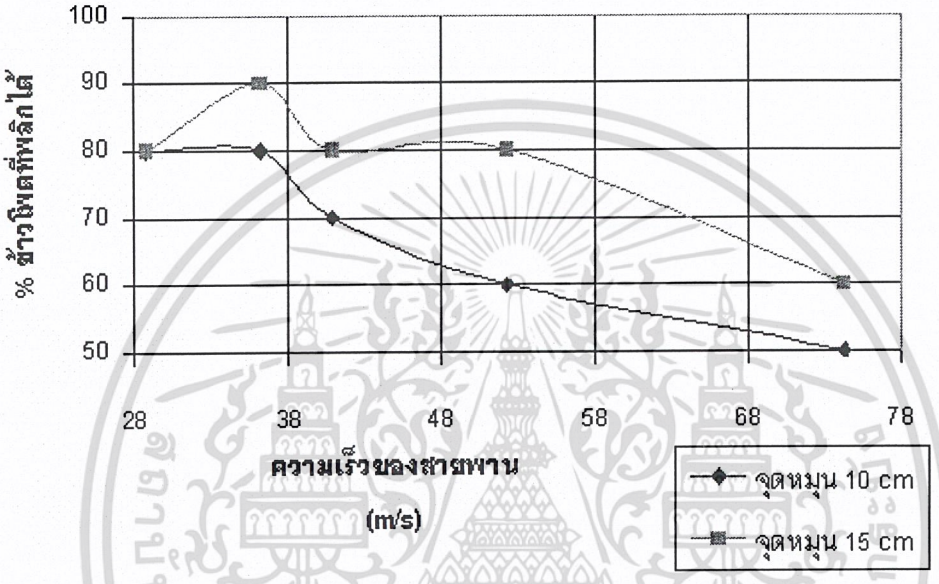
จำนวนข้าวโพด (ฝัก)	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		เฉลี่ย		เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง (%)
	กำลังการผลิต (ฝัก/min)	ความผิดพลาด (ฝัก)	กำลังการผลิต (ฝัก/min)	ความผิดพลาด (ฝัก)	กำลังการผลิต (ฝัก/min)	ความผิดพลาด (ฝัก)	กำลังการผลิต (ฝัก/min)	ความผิดพลาด (ฝัก)	
17	17	4	24	4	26	4	21.66	4	81.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
บทวิจารณ์และสรุปผล

6.1 สรุปผลการทดลอง

ตอนที่ 1 ความยาวแขนของชุดพลิกข้าวโพดฝักอ่อนที่เหมาะสม



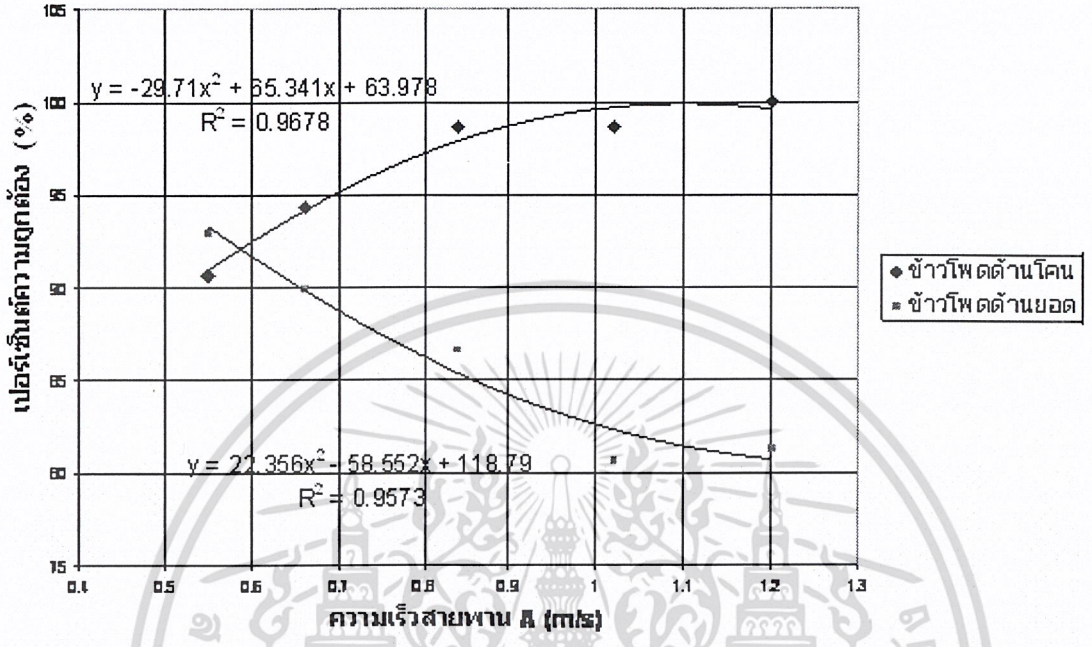
รูปที่ 6.1 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วสายพานกับเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของชุดพลิกข้าวโพดที่ระยะจุดหมุน10 และ15 cm

จากผลการทดลองรูปที่ 6.1 พบว่า ที่ความเร็วเดียวกัน ระหว่างความยาวก้านพลิกข้าวโพด 15cm และ 10 cm นั้น ที่ระยะ 15 cm สามารถพลิกข้าวโพดได้ดีกว่า เนื่องจากเมื่อข้าวโพดฝักที่ยาวมากกว่า 10cm ผ่านชุดพลิกข้าวโพดที่มีความยาว 10 cm ปลายชุดพลิกข้าวโพดจะอยู่เลยจุดหมุนไป ทำให้จังหวะที่กลับลงมาช้า และเนื่องจากปลายชุดพลิกขึ้นไปสูง จึงทำให้ชุดพลิกข้าวโพด มีแรงในการสปริงตัวบนสายพานมาก ทำให้ชุดพลิกข้าวโพดเกิดการกระโดดบนสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตอนที่ 2</u> ความเร็วของสายพาน A ที่เหมาะสม

จากการทดลองเมื่อนำกราฟรูปที่ 5.1 กับ 5.2 มาเปรียบเทียบกัน จะได้กราฟดังแสดงในรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.2 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของข้าวโพดด้านโคนและด้านยอด

จากผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 6.2 กราฟระหว่างความเร็วสายพาน A กับเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ความเร็วของสายพาน A ที่เลือกคือจุดที่เส้นกราฟของการปล่อยข้าวโพดด้านโคนเข้าชุดเกี่ยวกับด้านยอดเข้าชุดเกี่ยว ตัดกัน ทำการแก้สมการได้ความเร็วที่ใช้งานของสายพาน A เท่ากับ 0.56 m/s หลังจากนั้นต้องการใช้ ความเร็วเชิงเส้นของขอบจานหมุนเท่ากับความเร็วของสายพาน A จึงนำค่า 0.56 m/s มา แปลงความเร็วรอบ

โดย $v = \omega R$

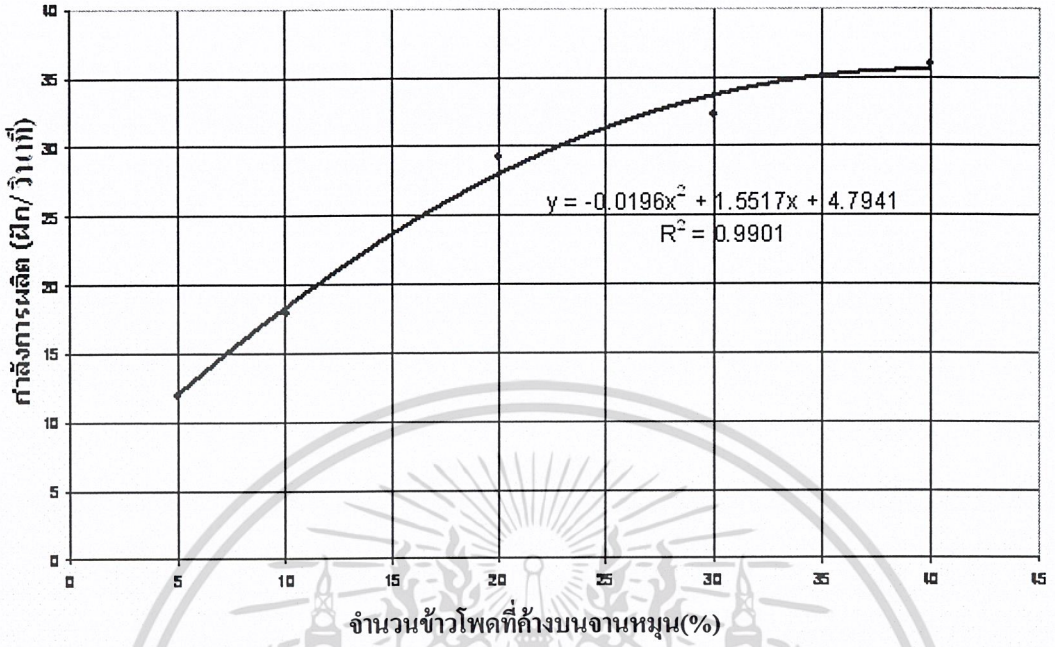
$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{0.56}{0.5} = 1.12 rad/s$$

$$1.12 rad/s \times \frac{60}{2\pi} = 10.69 rpm$$

นำค่าความเร็วสายพาน A เท่ากับ 0.56 m/s และความเร็วรอบ 10.69 rpm ไปใช้ทดลองในตอนที่ 3

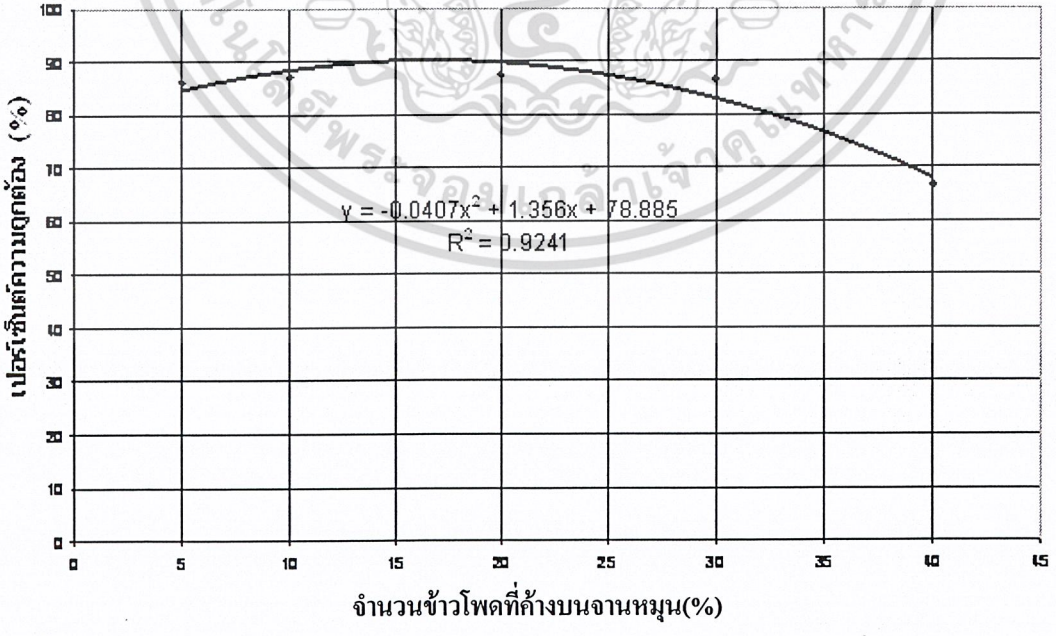
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3 หากำลังการผลิตและความถูกต้องของการจัดเรียงข้าวโพด



รูปที่ 6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราไหลกับจำนวนฝักข้าวโพดที่ค้างอยู่บนจานหมุน

จากผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 6.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราไหลกับจำนวนฝักคงที่ จากกราฟจะเห็นได้ว่า เมื่อจำนวนฝักข้าวโพดคงที่มีจำนวนมากขึ้นจะทำให้มีอัตราไหลเพิ่มมากขึ้นเครื่องจะมีกำลังการผลิตที่สูงขึ้นด้วย



รูปที่ 6.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องกับจำนวนฝักข้าวโพดที่ค้างบนจานหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 6.4 เลือกใช้จำนวนข้าวโพดคงที่อยู่บนจานหมุนเท่ากับ 17 ฝัก เพราะจากเส้นกราฟแนวโน้ม จุดนี้จะมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องมากที่สุด และนำค่านี้ไปใช้ทดลองหาประสิทธิภาพเครื่อง ได้เท่ากับ 81%

6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการปรับปรุง

1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจานหมุนควรมีขนาดที่ใหญ่ขึ้น เพื่อที่จะเพิ่มช่องทางออกของข้าวโพดให้มีจำนวนช่องมากขึ้น จะทำให้กำลังการผลิตเพิ่มมากขึ้นด้วย(จานหมุนเดิมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตรและ มีช่องทางออก 6 ช่อง)

2. ชุดจานหมุนและขอบกั้นควรใช้วัสดุเป็นสแตนเลส เพราะเหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและไม่ขึ้นสนิม

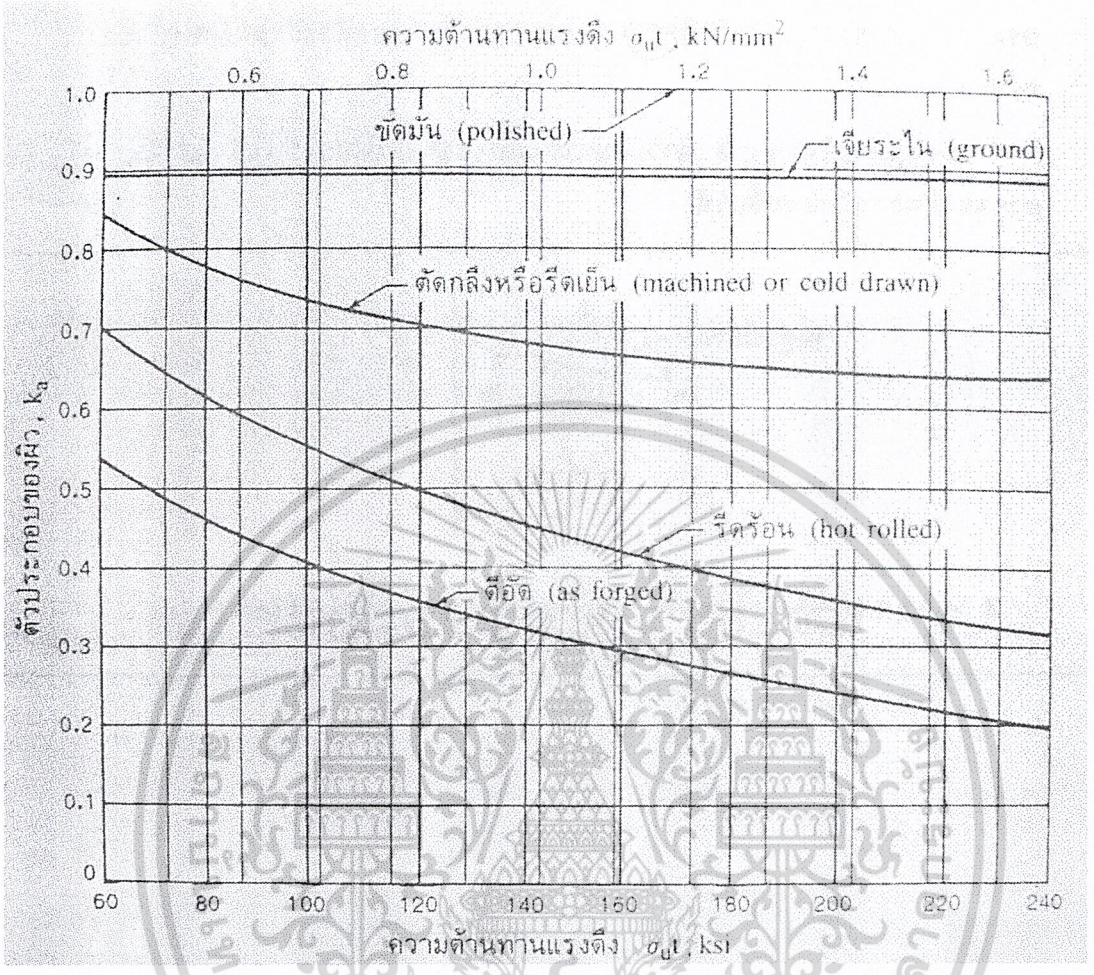
3. ควรใช้สายพานที่ไม่มีรอยต่อ เพื่อช่วยลดการสั่นสะเทือนของสายพาน ซึ่งจะทำให้ชุดเกี่ยวมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.



รูป ก.1 ตัวประกอบของผิวสำเร็จ k_a สำหรับเหล็กกล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

รูเพลา d มม	O.D. dia. D มม	ความหนา B มม	ชนิดแบริ่ง 02									
			Self-aligning Ball Bearing		Single-Row Deep-Groove Ball Bearings		Angular Contact Small Angle Ball Bearing		Angular Contact Steep Angle Ball Bearing		Cylindrical Roller Bearing	
			C_o	C	C_o	C	C_o	C	C_o	C	C_o	C
4	13	5	-	-	0.57	1.19						
5	16	5	-	-	0.94	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	30.94	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	44.30	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	74.31	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 แนวทางในการเลือกอายุใช้งานสำหรับเครื่องจักรกลชนิดต่าง ๆ

ชนิดของเครื่องจักรกล	อายุเป็นชั่วโมงทำงาน
เครื่องมือวัดและเครื่องมือที่ใช้ไม่บ่อยนัก ตัวอย่างเช่น เครื่องมือสำหรับห้องทดลอง อุปกรณ์สำหรับประดู่เลื่อน	500
เครื่องยนต์เครื่องบิน	500–2,000
เครื่องจักรสำหรับใช้งานช่วงเวลาสั้น ๆ หรือทำงานเป็นพัก ๆ ตัวอย่างเช่น เครื่องมือต่าง ๆ รอกยกของในโรงงาน เครื่องจักรที่ทำงานโดยใช้มือขับ เครื่องจักรกลการเกษตร ปั้นจั่นที่ใช้ในงานประกอบ เครื่องขนถ่าย ปั้นจั่นที่ใช้ในงานหล่อ เครื่องจักรกลที่ใช้ในบ้าน	4000–8000
เครื่องจักรสำหรับใช้งานเป็นพัก ๆ แต่มีความสำคัญต่องานที่ทำมาก ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรสำรองของโรงต้นกำลัง อุปกรณ์ลำเลียงในสายงานผลิต ลิฟท์ ปั้นจั่นยกสินค้าทั่วไป เครื่องมือกลที่ใช้ไม่บ่อยนัก	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
เครื่องจักรที่ใช้งานตลอดชั่วโมงและการทำงานมีความสำคัญมาก 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	66	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&turned	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	24	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	-
	A	95	38	13	21	192	-
	N	147	73	10	14	293	-
1118	HR	75	50	35	55	140	-
	CD	85	75	25	55	170	80
	A	65	41	35	67	131	80
	N	69	46	34	66	143	80
2330	CD	105	90	20	50	212	50
	A	86	61	28	58	179	50
	N	100	68	26	56	207	-
3140	CD	107	92	17	50	212	55
	A	100	61	25	51	197	55
	N	129	87	20	58	262	-
4130	HRA	86	56	29	57	183	65
	CDA	98	87	21	52	201	70
	N	97	63	26	60	197	50
4140	HRA	90	63	27	58	187	57
	CDA	102	90	18	50	223	66
	N	148	95	18	47	302	-
4340	HRA	101	69	21	45	207	45
	CDA	110	99	16	42	223	50
	N	185	126	11	41	363	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.4 ตัวประกอบใช้งานสำหรับสายพานลิ่ม

ชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการขับ	ชนิดของอุปกรณ์ขับ					
ตัวประกอบใช้งานนี้คิดจากงานเฉพาะช่วงเวลาใช้งานและชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการขับ แต่ไม่เกี่ยวข้องกับสภาวะการทำงาน ตัวอย่างเช่น ทำงานในสภาวะแวดล้อมเป็นพิเศษ ดังนั้นจึงอาจเพิ่มค่าขึ้นอีกได้ในกรณีพิเศษ	มอเตอร์กระแสสลับ: normal torque, squirrel cage synchronous and split phase. มอเตอร์กระแสตรง: shunt wound เครื่องยนต์สันดาปภายใน: ที่มีหลายลูกสูบ ความเร็วรอบสูงกว่า 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 เพลาเบน คลัตช์		
	ชั่วโมงทำงานต่อวัน			ชั่วโมงทำงานต่อวัน		
	≤ 10	10-16	> 16	≤ 10	10-16	> 16
งานเบา : เครื่องกวนของเหลว, เครื่องเป่าลม, เครื่องอัดและเครื่องสูบแบบหอยโข่ง, คัดลมที่มีกำลังสูงถึง 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 $\alpha = 180^0 C$

d_p (mm)	$\frac{n_1}{n_2}$	ความเร็วรอบของสายพานเล็ก n_1 (rpm)										
		400	700	800	950	1200	1450	1800	2400	2850	3200	3600
		สมรรถนะในการส่งกำลังต่อเส้น 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	1.02	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	1.04	1.21	1.43	1.76	1.98	2.13	2.27
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	2.45	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	2.65	2.83
100	1.00	0.56	0.88	0.99	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	1.04	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	2.55	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	1.74	2.02	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	3.62	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	1.25	1.40	1.61	1.95	2.27	2.68	3.28	3.63	3.84	4.01
	1.05	0.79	1.27	1.42	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	1.32	1.48	1.71	2.08	2.42	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	2.30	2.67	3.15	3.83	4.21	4.42	4.56
	1.05	0.92	1.48	1.66	1.92	2.32	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	4.08	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

ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน N_1

L_p	662	742	832	932	1032	1152	1282	1432	1632	1732	1832	2032
N_1	0.81	0.82	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	0.96	0.99	1.00	1.01	1.03
L_p	2272	2532	2832	3182	4032	5032						
N_1	1.06	1.09	1.11	1.13	1.20	1.25						

ความยาวคงช์ที่ใช้ $L_p = L_i + 30$(mm)

L_i												
	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 α =	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 ตัวประกอบความเค้นหนาแน่นสำหรับร่องลิ่ม

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ตาราง ข.1 ตารางคำนวณอัตราดอกเบี้ย

อัตราดอกเบี้ย 15 %

	ระบบจ่ายที่เดียว		ระบบจ่ายเป็นอนุกรม				
n	Compound Amount Factor CAF	Present Worth Factor PWF	Sinking Fund Factor SFF	Capital Recovery Factor CRF	Compound Amount Factor SCAF	Present Worth Factor SPWF	n
1	1.1500	0.8696	1.000 00	1.150 00	1.000	0.870	1
2	1.3225	0.7561	0.465 12	0.615 12	2.150	1.626	2
3	1.5209	0.6575	0.287 98	0.437 98	3.472	2.283	3
4	1.7490	0.5718	0.200 26	0.350 27	4.993	2.855	4
5	2.0114	0.4972	0.148 32	0.298 32	6.742	3.352	5
6	2.3131	0.4323	0.114 24	0.264 24	8.754	3.784	6
7	2.6600	0.3759	0.090 36	0.240 36	11.067	4.160	7
8	3.0590	0.3269	0.072 85	0.222 85	13.727	4.487	8
9	3.5179	0.2843	0.059 57	0.209 57	16.786	4.772	9
10	4.0456	0.2472	0.049 25	0.199 25	20.304	5.019	10
11	4.6524	0.2149	0.041 07	0.191 07	24.349	5.234	11
12	5.3503	0.1869	0.034 48	0.184 48	29.002	5.421	12
13	6.1528	0.1625	0.029 11	0.179 11	34.352	5.583	13
14	7.0757	0.1413	0.024 69	0.174 69	40.505	5.724	14
15	8.1371	0.1229	0.021 02	0.171 02	47.580	5.847	15
16	9.3576	0.1069	0.017 95	0.167 95	55.717	5.954	16
17	10.7613	0.0929	0.015 37	0.165 37	65.075	6.047	17
18	12.3755	0.0808	0.013 19	0.163 19	75.836	6.128	18
19	14.2318	0.0703	0.011 34	0.161 34	88.212	6.198	19
20	16.3665	0.0611	0.009 76	0.159 76	102.444	6.259	20
21	18.8215	0.0531	0.008 42	0.158 42	118.810	6.312	21
22	21.6447	0.0462	0.007 27	0.157 27	137.632	6.359	22
23	24.8915	0.0402	0.006 28	0.156 28	159.276	6.399	23
24	28.6252	0.0349	0.005 43	0.155 43	184.168	6.434	24
25	32.9190	0.0304	0.004 70	0.154 70	212.793	6.464	25
26	37.8568	0.0264	0.004 07	0.154 07	245.712	6.491	26
27	43.5353	0.0230	0.003 53	0.153 53	283.569	6.514	27
28	50.0656	0.0200	0.003 06	0.153 06	327.104	6.534	28
29	57.5755	0.0174	0.002 65	0.152 65	377.170	6.551	29
30	66.2118	0.0151	0.002 30	0.152 30	434.745	6.566	30
31	76.1435	0.0131	0.002 00	0.152 00	500.957	6.579	31
32	87.5651	0.0114	0.001 73	0.151 73	577.100	6.591	32
33	100.6998	0.0099	0.001 50	0.151 50	664.666	6.600	33
34	115.8048	0.0086	0.001 31	0.151 31	765.365	6.609	34
35	133.1755	0.0075	0.001 13	0.151 13	881.170	6.617	35
40	267.8635	0.0037	0.000 56	0.150 56	1 779.090	6.642	40
45	538.7693	0.0019	0.000 28	0.150 28	3 585.128	6.654	45
50	1 083.6574	0.0009	0.000 14	0.150 14	7 217.716	6.661	50
∞				0.150 00		6.667	∞

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.2 Gradient to Uniform Series Conversion Factor (GUSF)

Gradient to Uniform Series Conversion Factor (GUSF)

n	12%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	n
2	0.47	0.47	0.45	0.44	0.43	0.43	0.42	0.41	0.40	2
3	0.92	0.91	0.88	0.85	0.83	0.80	0.78	0.76	0.74	3
4	1.36	1.33	1.27	1.22	1.18	1.13	1.09	1.05	1.02	4
5	1.77	1.72	1.64	1.56	1.49	1.42	1.36	1.30	1.24	5
6	2.17	2.10	1.98	1.87	1.77	1.67	1.58	1.50	1.42	6
7	2.55	2.45	2.29	2.14	2.01	1.88	1.77	1.66	1.56	7
8	2.91	2.78	2.58	2.39	2.22	2.06	1.92	1.79	1.68	8
9	3.26	3.09	2.84	2.60	2.40	2.21	2.04	1.89	1.76	9
10	3.58	3.38	3.07	2.80	2.55	2.33	2.14	1.97	1.82	10
11	3.90	3.65	3.29	2.97	2.68	2.44	2.22	2.03	1.87	11
12	4.19	3.91	3.48	3.11	2.80	2.52	2.28	2.08	1.91	12
13	4.47	4.14	3.66	3.24	2.89	2.59	2.33	2.12	1.93	13
14	4.73	4.36	3.82	3.36	2.97	2.64	2.37	2.14	1.95	14
15	4.98	4.56	3.96	3.45	3.03	2.69	2.40	2.17	1.97	15
16	5.21	4.75	4.09	3.54	3.09	2.72	2.43	2.18	1.98	16
17	5.44	4.93	4.20	3.61	3.13	2.75	2.44	2.19	1.98	17
18	5.64	5.08	4.30	3.67	3.17	2.78	2.46	2.20	1.99	18
19	5.84	5.23	4.39	3.72	3.20	2.79	2.47	2.21	1.99	19
20	6.02	5.37	4.46	3.77	3.23	2.81	2.48	2.21	1.99	20
21	6.19	5.49	4.53	3.80	3.25	2.82	2.48	2.21	2.00	21
22	6.35	5.60	4.59	3.84	3.26	2.83	2.49	2.22	2.00	22
23	6.50	5.70	4.65	3.86	3.28	2.83	2.49	2.22	2.00	23
24	6.64	5.80	4.69	3.89	3.29	2.84	2.49	2.22	2.00	24
25	6.77	5.88	4.74	3.91	3.30	2.84	2.49	2.22	2.00	25
26	6.89	5.96	4.77	3.92	3.30	2.85	2.50	2.22	2.00	26
27	7.00	6.03	4.80	3.94	3.31	2.85	2.50	2.22	2.00	27
28	7.11	6.10	4.83	3.95	3.32	2.85	2.50	2.22	2.00	28
29	7.21	6.15	4.85	3.96	3.32	2.85	2.50	2.22	2.00	29
30	7.30	6.21	4.87	3.96	3.32	2.85	2.50	2.22	2.00	30
31	7.38	6.25	4.89	3.97	3.32	2.85	2.50	2.22	2.00	31
32	7.46	6.30	4.91	3.97	3.33	2.85	2.50	2.22	2.00	32
33	7.53	6.34	4.92	3.98	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	33
34	7.60	6.37	4.93	3.98	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	34
35	7.66	6.40	4.94	3.99	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	35
40	7.90	6.52	4.97	4.00	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	40
45	8.06	6.58	4.99	4.00	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	45
50	8.16	6.62	4.99	4.00	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	50
60	8.27	6.65	5.00	4.00	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	60
70	8.31	6.66	5.00	4.00	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	70
80	8.32	6.67	5.00	4.00	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	80
90	8.33	6.67	5.00	4.00	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	90
100	8.33	6.67	5.00	4.00	3.33	2.86	2.50	2.22	2.00	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.3 งบประมาณการสร้างเครื่อง

รายการ	จำนวน	ราคา/หน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
1. เหล็กกล่อง 2 x 1 นิ้ว	4 เส้น	300	1260
2. ล้อสายพานแบน			
ϕ 4 นิ้ว กว้าง 5 นิ้ว	2 อัน	180	360
ϕ 4 นิ้ว กว้าง 3 นิ้ว	3 อัน	120	360
3. สายพานแบน			
กว้าง 2.5 นิ้ว x 392 cm	1 เส้น	360	360
กว้าง 5 นิ้ว x 280 cm	1 เส้น	350	350
4. เพลาตัน			
ϕ 3/4 นิ้ว ยาว 211.75 cm	1 เส้น	225	225
5. สายพานลิ่ม			
หน้าตัด A ยาว 35 นิ้ว	1 เส้น	100	100
หน้าตัด A ยาว 36 นิ้ว	1 เส้น	100	100
หน้าตัด B ยาว 41 นิ้ว	1 เส้น	130	130
หน้าตัด B ยาว 56 นิ้ว	1 เส้น	150	150
6. มอเตอร์ 3 Hp	1 ตัว	6000	6000
7. แบริ่ง			
ϕ 3/4 นิ้ว	14 ตัว	80	1120
8. GearBox		4500	4500
เปลี่ยนแกนหมุน 90 องศา 3 Hp	1 ตัว		
9. คับปลิ่ง		150	150
ϕ 3/4 นิ้ว	1 อัน		
10. จานหมุน		350	350
ϕ 1 m หนา 2 cm	1 จาน	800	800
11. เหล็กแผ่น	1 แผ่น	130	130
12. ชุดเกี่ยวข้าวโพด	1 ชุด	350	350
13. ชุดเฟืองดอกจอก	1 ชุด	250	250
14. แผ่นยาง	1 แผ่น	180	180
15. ชุดกวาด	1 ชุด		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

วิเคราะห์อัตราผลตอบแทนต่อปีของเครื่องและจุดคุ้มทุน

มีรายละเอียดของเงินทุนและค่าใช้จ่ายดังต่อไปนี้

1.	ราคาเครื่อง	17,225	บาท
2.	มูลค่าซาก	4,000	บาท
3.	อายุการใช้งาน	5	ปี
4.	ค่าซ่อมบำรุงเมื่อสิ้นปี		
	ปีที่ 1	300	บาท
	เพิ่มปีละ	200	บาท
5.	เครื่องใช้งาน	8	ชั่วโมง / วัน
6.	ใช้แรงงานในการผลิต	2	คน
7.	มอเตอร์ ขนาด	3	แรงม้า
	ประสิทธิภาพ	80 %	
8.	จำนวนวันผลิต	311	วัน / ปี
9.	ค่าไฟ	3	บาท / Unit
	เครื่องจัดเรียงข้าวโพดมีกำลังการผลิต	21	กิโลกรัม / ชั่วโมง

ต้นทุนคงที่ (คิดค่าเสื่อมแบบทุนจม)

ค่าเสื่อมราคา + ดอกเบี้ย = P(CRF , i% ,n) – L (SFF , i% ,n)

เปิดตาราง ข.1 ที่ i = 15% ที่ n = 5

จะได้ค่า CRF = 0.29832 และ SFF = 0.14832 แทนค่า

P(CRF , 15% , 5) – L(SFF , 15% , 5) = 17,225 (0.29832) – 4,000 (0.14832)

= 4545.29 บาท / ปี

ต้นทุนแปรผัน

ค่าซ่อมบำรุง/ปี = 300 + 200 (GUSF , 15% , 5)

เปิดตาราง ข.2 จะได้ (GUSF , 15% , 5) = 1.72

300 + 200 (GUSF , 15% , 5) = 300 + 200 (1.72)

= 644 บาท / ปี

ค่าแรงในการจัดเรียง = 175 บาท / วัน $\times 1 \times 311$ วัน / ปี

= 54,425 บาท / ปี

ค่าไฟฟ้า = $2 \times 0.8 \times 1hp \times 0.746kW / 1hp \times 8hr / day$

$\times 3bath / kW / hp - hr \times 311days / year$

= 13,363.55 บาท/ ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นทุนแปรผันรวม = 644 + 54425 + 13363.55= 68432.55 บาท / ปี

ต้นทุนทั้งหมด = 4545.29 + 68432.55 = 72977.84 บาท / ปี

เปรียบเทียบจุดคุ้มทุน (BEP : Break Event Point) กับคนจัดเรียง

ให้ N = จำนวนวันที่ใช้ในการผลิต (วัน/ปี)

กรณีใช้เครื่องผลิต

ต้นทุนคงที่ = 4545.29 บาท/ปี

ต้นทุนแปรผัน

ค่าซ่อม = 644 บาท/ปี

ค่าไฟฟ้า = $2 \times 0.8 \times 1hp \times 0.746kW / 1hp \times 8hr / day$

$\times 3bath / kW / hp - hr \times 311days / year$

= 42.97 N

ต้นทุนแปรผันรวม = 644 + 42.97 N บาท/ปี

กรณีใช้คน

ใช้แรงงานคน 1 คนในการจัดเรียง = 1 คน x 175 N

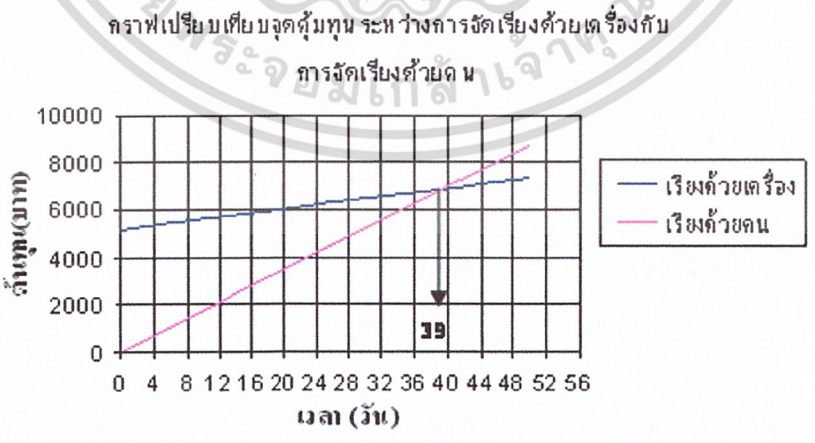
= 175 N บาท/ปี

BEP เครื่อง = BEP คน

5189.29 + 42.97N = 175 N

N = 39 วัน

ถ้าทำการผลิตมากกว่า 39 วัน ควรเลือกใช้เครื่องจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อน



รูป ค.1 แสดงการเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนระหว่างการจัดเรียงด้วยเครื่องและการจัดเรียงด้วยคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยนี้สำเร็จด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์เจษฎา ชัยโฉม อาจารย์ที่ปรึกษาในการทำการวิจัย และกราบขอบพระคุณ รศ.สาทิป รัตนภาสกร, ผศ.ดร.มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์, ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, อาจารย์เอกสิทธิ์ ศรีธรรม, อาจารย์สมัคร รักแม่ ที่กรุณาให้แนวคิดและคำแนะนำในการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

ขอขอบคุณพี่แมนเป็นอย่างสูง สำหรับความช่วยเหลือและคำแนะนำในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในการสร้างเครื่องจนการปฏิบัติงานสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณกลุ่มการจัดเรียงข้าวโพดโดยใช้น้ำ สำหรับคำปรึกษา แนวคิด และข้อมูลต่าง ๆ ในการทำงาน ขอบคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมอาหารทุกคน ที่ช่วยแนะนำ ติชมต่างๆ และเป็นกำลังใจให้กันเสมอมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] อ. กฤษฎา สัมพันธารักษ์, การปรับปรุงพันธ์ข้าวโพดหวานและฝักอ่อน.

[2] ทิพย์ เลขะกุล, 2544, การปลูกข้าวโพดฝักอ่อนเพื่ออุตสาหกรรม, สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, หน้า 1-27

[3] วิไล รังสาดทอง, 2546, เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร, พิมพ์ ครั้งที่ 3, บริษัทเท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.

[4] มานพ ตันตระบัณฑิตย์ , สำลี แสงห้าว , สุทิน จิตเจริญ" ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล"

[5] วริทธิ์ อึ้งภาภรณ์ และชาญ ถนัดงาน, 2536, การออกแบบ เครื่องจักรกล เล่ม 1 และ 2.

[6] กนกพร ประทุมสุวรรณ, ขัตติยา ชาเวียง และฐิติพร สุขศรีนวล, การออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดข้าวโพดฝักอ่อน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[7] นิธิ บูรณจันทร์, 2544, มองไทย[online], Available : http://update.seed.com/170/lookthai.htm [2004,August 20].

[8] Unknown, Available : http://www.doa.go.th/data-agri/BA_CORN/3var/var03.html [2001,June 10].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้