สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องคัดขนาดมังคุดแบบลูกกลิ้งคัดขนาด
ROLLER MANGOSTEEN SIZING MACHINE

T036739

โดย

นางสาว กาญจนา ธัชธำรงชัย
นาย ขวัญชัย เกตุทอง
นางสาว คันธรส ด่านคอนสกุล
นาย วรวิทย์ พงศ์ชัยศรีกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่
เลขทะเบียน 36739
วัน, เดือน, ปี 28 ส.ค. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2542

เครื่องคัดขนาดมังคุดแบบลูกกลิ้งคัดขนาด

โดย

นางสาว กาญจนา ธัชธำรงชัย

นาย ขวัญชัย เกตุทอง

นางสาว คันธรส ด่านคอนสกุล

นาย วรวิทย์ พงศ์ชัยศรีกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ภัทรชัย วิชัยยะ

รศ.เกรียงศักดิ์ สุวรรณโพธิ์ศรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2542

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องคัดขนาดมังคุดแบบลูกกลิ้งคัดขนาด

ผู้จัดทำ

1. นางสาว กาญจนา ธัชธำรงชัย
2. นาย ขวัญชัย เกตุทอง
3. นางสาว คันธรส ด่านคอนสกุล
4. นาย วรวิทย์ พงศ์ชัยศรีกุล

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ภัทรชัย วิชัยยะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ.เกรียงศักดิ์ สุวรรณโพธิ์ศรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคัดขนาดมังคุดแบบลูกกลิ้งคัดขนาด

นางสาว กาญจนา ธัชธำรงชัย
นาย ขวัญชัย เกตุทอง
นางสาว คันธรส ด่านคอนสกุล
นาย วรวิทย์ พงศ์ชัยศรีกุล
อาจารย์ ภัทรชัย วิชัยยะ อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.เกรียงศักดิ์ สุวรรณโพธิ์ศรี อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2542

บทคัดย่อ

เครื่องคัดขนาดมังคุดแบบลูกกลิ้งคัดขนาด ซึ่งมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ชุดสายพานลำเลียง และชุดคัดขนาดมังคุด โดยชุดคัดขนาดจะวางเอียงทำมุม 45 องศากับหน้ากว้างของสายพาน สายพานลำเลียงกับชุดคัดขนาดจะหมุนสวนทางกัน

หลักการทำงาน มังคุดจะถูกปล่อยให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางการไหลของสายพาน หากมังคุดมีขนาดใหญ่กว่าความสูงของอุปกรณ์คัด มังคุดก็จะไหลลงสู่ภาชนะรองรับทางด้านข้าง แต่ถ้ามังคุดที่มีขนาดเล็กกว่าความสูงของอุปกรณ์คัด มังคุดจะไหลไปยังอุปกรณ์คัดตัวถัดไป

ซึ่งจากการทดลองทดสอบหาประสิทธิภาพพบว่าเครื่องคัดขนาดมังคุดแบบลูกกลิ้งคัดขนาดมีประสิทธิภาพเชิงถูกต้องในการคัด 90.75 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเครื่องคัดขนาดมังคุดแบบลูกกลิ้งคัดขนาด เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรในการเลือกใช้เครื่องจักรเพื่อคัดขนาดมังคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Roller Mangosteen Sizing Machine

Miss Kanchana Thachtamrongchai
Mr. Kranchai Keitthong
Miss Kantaros Dankhonsakul
Mr. Woravit Phongchaisrikul
Mr. Pattarachai Vichaiya Advisor
Assoc. Prof. Kraingsak Suwannaposri Advisor

Abstract

The Roller Mangosteen Sizing Machine consists of 2 main components which are belt conveyer component and mangosteen sizing component. The mangosteen sizing components were laid in 45 degree with the width of belt conveyer, So that both of component will be counter - rotated.

In principle, Mangosteens were laid to flow in the direction of conveyer. If they were bigger than height of the first sizing bar, it would rolled into the first tray. But if they were smaller than the bar they would flow through underneath the next sizing bar.

The sizing accuracy of this machine is 90.75 %. It can be concluded that this machine can be an alternative way for mangosteen sizing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญรูปภาพ	ค
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 มาตราฐานของผลมังคุดเพื่อจำหน่ายภายในประเทศ	3
2.2 มาตราฐานของผลมังคุดเพื่อการส่งออก	3
2.3 การคัดขนาดผลโดยใช้เครื่องมือกล	3
บทที่ 3 การออกแบบ	8
3.1 การออกแบบ	8
3.2 การคำนวณหาประสิทธิภาพการคัดถูกต้อง , เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดของเครื่อง , เปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดขึ้นและอัตราการทำงานของเครื่อง	18
บทที่ 4 การสร้าง	20
4.1 ส่วนประกอบของเครื่องคัดขนาดมังคุดแบบลูกกลิ้งคัดขนาด	20
4.2 งบประมาณการสร้างเครื่อง	26
4.3 การทดสอบเชิงเศรษฐศาสตร์	27
บทที่ 5 การทดลอง	30
5.1 จุดประสงค์	30
5.2 วิธีการทดลอง	30
5.3 ผลการทดลอง	31
บทที่ 6 วิจารณ์และสรุป	42
6.1 บทวิจารณ์ผลการทดลอง	42
6.2 สรุปผลการทดลอง	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.3 ข้อบกพร่องอันเนื่องมาจากการประกอบเครื่อง	43
6.4 ข้อเสนอแนะ	43
ภาคผนวก	44
กิตติกรรมประกาศ	55
เอกสารอ้างอิง	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 เครื่องคัดขนาดมังคุดแบบสายพานเปิดช่องว่าง	4
2.2 เครื่องคัดขนาดมังคุดแบบ Greeta Sizer	5
2.3 เครื่องคัดขนาดมังคุดแบบ Semi-Automatic	6
2.4 เครื่องคัดขนาดมังคุดแบบ Load Cell	7
2.5 เครื่องคัดขนาดมังคุดแบบรางขยาย	8
3.1 แสดงทิศทางของแรงที่กระทำกับมังคุดเนื่องจากตัวคัดขนาดและสายพาน	10
3.2 เวคเตอร์แสดงทิศทางของแรงลัพธ์	10
3.3 ตัวคัดทรงกระบอกที่ใช้ในการทดลอง	11
3.4 ตัวปรับความเร็วรอบของมอเตอร์	11
3.5 ลักษณะเครื่องที่ได้ออกแบบ	18
4.1 โครงสร้าง	21
4.2 การต่อสายพานด้วยเข็ยวหนีบสายพาน	22
4.3 ตัวปรับสายพาน	22
4.4 ตัวคัดขนาด	23
4.5 คับปลิง	23
4.6 เหล็กยึดตัวคัดขนาด	24
4.7 ลักษณะการติดตั้งตัวถ่ายทอดกำลัง	24
4.8 มอเตอร์และตัวทดรอบ	25
4.9 เครื่องคัดขนาดมังคุดแบบลูกกลิ้งคัดขนาด	25
5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_R / V_B กับ ประสิทธิภาพเชิงความถูกต้อง	35
5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_R / V_B กับ เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด	36
5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_R / V_B กับ เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย	37
5.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_R / V_B กับ อัตราการคัด	38
5.5 มังคุดเกรด 1 – 4 ที่ใช้ในการทดลอง	39
5.6 มู่เล่ย์ที่ใช้เปลี่ยนความเร็วของตัวคัดขนาด	40
5.7 ลักษณะการคัดขนาดมังคุดของเครื่องในขณะป้อน	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.8 ลักษณะการคัดมังคุดของเครื่องในขณะทำการคัด	41
5.9 ลักษณะการคัดมังคุดของเครื่องในขณะที่ออกจากช่องคัด	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 3.1 การสุ่มตัวอย่างมังคุด 8

ตารางที่ 3.2 ผลการทดลองลักษณะการเคลื่อนที่ของมังคุดขนาดต่างๆ เมื่อชุดอุปกรณ์คัดเป็นแบบทรงกระบอกกลมและแบบแท่งสี่เหลี่ยม 12

ตารางที่ 3.3 ผลการทดลองลักษณะการเคลื่อนที่ของมังคุดขนาดต่างๆ เมื่อชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกมีความเร็วต่างกัน 14

ตารางที่ 3.4 ผลการทดลองลักษณะการเคลื่อนที่และเวลาที่ใช้ในการคัด เมื่อชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกมีความเร็วต่างกัน 15

ตารางที่ 3.5 ผลการทดลองเวลาที่ใช้คัดขนาดเมื่อตัวคัดขนาดวางมุมเอียงต่างๆ 17

ตารางที่ 4.1 แสดงงบประมาณการสร้างเครื่อง 26

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าใช้จ่ายโดยรวมและค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยในการคัดขนาดมังคุด 29

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าที่ได้จากการคำนวณประสิทธิภาพการคัดถูกต้อง (W_JP_{GJ}) ,เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดของเครื่อง (W_JC_J) และ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดขึ้น (W_JF_J)เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.01 31

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าที่ได้จากการคำนวณ ประสิทธิภาพการคัดถูกต้อง (W_JP_{GJ}) ,เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดของเครื่อง (W_JC_J) และ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดขึ้น (W_JF_J) เมื่อ V_R /V_B เท่ากับ 1.07 32

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าที่ได้จากการคำนวณ ประสิทธิภาพการคัดถูกต้อง (W_JP_{GJ}) , เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดของเครื่อง (W_JC_J) และ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดขึ้น (W_JF_J)เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.26 32

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าที่ได้จากการคำนวณ ประสิทธิภาพการคัดถูกต้อง (W_JP_{GJ}), เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดของเครื่อง (W_JC_J) และ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดขึ้น (W_JF_J)เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.41 33

ตารางที่ 5.5 แสดงการสรุปค่าที่ได้จากการคำนวณ ประสิทธิภาพการคัดถูกต้อง (W_JP_{GJ}) , เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดของเครื่อง (W_JC_J) และ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดขึ้น (W_JF_J) เมื่อ V_R / V_B มีค่าต่าง ๆดังนี้ 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงขนาดของมังคุดที่ใหญ่ที่สุดและเล็กที่สุด ที่นำมาทดลอง ในเกรดต่าง ๆ	44
ตารางที่ 2 แสดงความเร็วของสายพาน และความเร็วของตัวคัดขนาดมังคุดที่มู่เล่ย์ขนาดต่าง ๆ กัน	44
ตารางที่ 3 แสดงจำนวนผลมังคุดที่คัดถูกต้องเมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.01	45
ตารางที่ 4 แสดงจำนวนผลมังคุดที่คัดผิดพลาด เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.01	45
ตารางที่ 5 แสดงจำนวนผลมังคุดที่เสียหายจากการคัด เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.01	46
ตารางที่ 6 แสดงจำนวนผลมังคุดที่คัดถูกต้องเมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.07	47
ตารางที่ 7 แสดงจำนวนผลมังคุดที่คัดผิดพลาด เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.07	47
ตารางที่ 8 แสดงจำนวนผลมังคุดที่เสียหายจากการคัด เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.07	48
ตารางที่ 9 แสดงจำนวนผลมังคุดที่คัดถูกต้องเมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.26	49
ตารางที่ 10 แสดงจำนวนผลมังคุดที่คัดผิดพลาด เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.26	49
ตารางที่ 11 แสดงจำนวนผลมังคุดที่เสียหายจากการคัด เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.26	50
ตารางที่ 12 แสดงจำนวนผลมังคุดที่คัดถูกต้องเมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.41	51
ตารางที่ 13 แสดงจำนวนผลมังคุดที่คัดผิดพลาด เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.41	51
ตารางที่ 14 แสดงจำนวนผลมังคุดที่เสียหายจากการคัด เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.41	52
ตารางที่ 15 แสดงอัตราการทำงานของเครื่องโดยใช้จำนวนผลเป็นเกณฑ์ เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.01	53
ตารางที่ 16 แสดงอัตราการทำงานของเครื่องโดยใช้จำนวนผลเป็นเกณฑ์ เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.07	53
ตารางที่ 17 แสดงอัตราการทำงานของเครื่องโดยใช้จำนวนผลเป็นเกณฑ์ เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.26	54
ตารางที่ 18 แสดงอัตราการทำงานของเครื่องโดยใช้จำนวนผลเป็นเกณฑ์ เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.41	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของโครงงาน

มังคุดเป็นผลไม้เมืองร้อนมีรูปทรงและสีผลสวยงาม รสชาติดี ในสายตาชาวต่างประเทศเห็นว่าเป็นผลไม้ที่แปลกตา และมีรสอร่อยชวนรับประทานจนได้รับการยกย่องว่า เป็นราชินีของผลไม้

ประเทศไทยปลูกมังคุดกันมากทางภาคตะวันออก ภาคใต้ รองลงมาได้แก่ภาคกลาง ผลผลิตของมังคุดไทย มีประมาณ 6 หมื่นตันต่อปีจากพื้นที่ปลูกประมาณ 50,000 ไร่ อาจกล่าวได้ว่าเป็นแหล่งผลิตที่มีพื้นที่ปลูกมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก จากปี พ.ศ. 2530 เป็นต้นมา ปริมาณการส่งออกไปยังต่างประเทศสูงถึง 600 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 20 ล้านบาท และยังมีแนวโน้มที่ปริมาณส่งออกจะมากขึ้นทุก ๆ ปี แต่การที่ต้องมีการส่งออกในปริมาณมาก ๆ นั้นย่อมต้องมีการตรวจสอบคุณภาพเพราะการส่งออกไปยังต่างประเทศนั้นคุณภาพเป็นสิ่งสำคัญ โดยมังคุดที่ตลาดต้องการนั้นจากการสำรวจจะให้ความสำคัญกับขนาดมากกว่าน้ำหนัก มังคุดที่ตลาดต้องการนั้นมีขนาดใหญ่กลาง ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันการคัดขนาดมังคุดในการส่งออกนั้นจะทำการคัดโดยใช้แรงงานคนทั้งสิ้น เนื่องจากอดีตการส่งออกมังคุดยังไม่มากเท่าที่ควร แต่ในปัจจุบันนั้น ต้องประสบปัญหาโดยปัญหาที่พบในปัจจุบันคือ การคัดขนาดมังคุดจำนวนมากทำได้ช้า และมีความผิดพลาดในการคัดมังคุดเกรดต่าง ๆ อยู่มาก เนื่องจากกระทำการคัดโดยแรงงานคน อีกทั้งยังต้องใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก ทำให้มีต้นทุนการส่งออกสูงโดยไม่จำเป็นและไม่เหมาะสมกับคุณภาพที่คัดได้ ดังนั้นทางภาควิชาวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้เล็งเห็นถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้ศึกษาเพื่อที่จะนำเครื่องจักรมาใช้แทนแรงงานคนที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยเริ่มจากการศึกษาเครื่องจักรที่มีความสามารถใช้ในการคัดขนาดมังคุดแบบต่าง ๆ พบว่าแต่ละเครื่องนั้นมีจุดบกพร่องต่าง ๆ กันและมีราคาสูงมาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องออกแบบเครื่องคัดขนาดแบบใหม่เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์การตลาดในปัจจุบัน กล่าวคือจะต้องสามารถคัดขนาดมังคุดได้อย่างรวดเร็ว มีความถูกต้องในการคัดขนาด และมีต้นทุนในการผลิตต่ำ และเมื่อมีการศึกษาถึงข้อจำกัดดังกล่าว จึงได้มีการออกแบบเครื่องคัดขนาดมังคุดแบบลูกกลิ้งคัดขนาดขึ้น ซึ่งมีความสามารถในการคัดขนาดได้เร็วกว่าการใช้แรงงานคน มีความแม่นยำค่อนข้างดี มีต้นทุนในการผลิตไม่สูงมาก และที่สำคัญคือเป็นแบบที่ง่ายต่อการสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

- ออกแบบเครื่องคัดขนาดที่มีโครงสร้างและหลักการทำงานง่าย ๆ และสามารถใช้ในการคัดขนาดมังคุดได้จริง
- อุปกรณ์ของการสร้างเครื่องต้องหาง่าย ประหยัด และหาสิ่งอื่นทดแทนได้ง่าย

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

- โครงงานวิศวกรรมนี้ได้ทำการศึกษาลักษณะมังคุดและเครื่องจักรกลที่ใช้ในประเทศไทยเท่านั้น
- มีความมุ่งเน้นประโยชน์ในเชิงการส่งออกและเชิงอุตสาหกรรม
- สามารถดัดแปลงนำไปใช้ประโยชน์ในการคัดขนาดผลไม้ที่มีลักษณะกลมใกล้เคียงกับมังคุดได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- เป็นอีกหนึ่งทางเลือกของเกษตรกรที่จะนำไปใช้คัดมังคุด
- ช่วยให้เกษตรกรลดค่าใช้จ่ายแรงงานในการคัดแยกมังคุด และแก้ปัญหาขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตรกรรม
- ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้องแม่นยำในการคัดแยกขนาดมังคุด
- ช่วยลดเวลาในการคัดแยกมังคุดด้วยแรงงานคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 มาตราฐานของผลมังคุดเพื่อจำหน่ายภายในประเทศ

เรายังไม่มีการควบคุมมาตราฐานของผลมังคุดไว้เป็นที่แน่นอนตายตัว แต่การกำหนดผลมังคุดเพื่อจำหน่ายภายในประเทศ แบ่งเป็น 3 ลักษณะคือ

1. มังคุดเกรด 1 มีขนาดผลตั้งแต่ 8 –12 ผล ต่อ 1 กิโลกรัม
2. มังคุดเกรด 2 มีขนาดผลตั้งแต่ 13 – 18 ผลขึ้นไปต่อ 1 กิโลกรัม
3. มังคุดขนาดเล็ก มีขนาดผลตั้งแต่ 19 ผลขึ้นไปต่อ 1 กิโลกรัม

ในบางหน่วยงานได้แบ่งขนาดมังคุดไว้เป็นอีกลักษณะหนึ่ง คือ

1. เกรด เอ มีน้ำหนักมากกว่า 100 กรัม ต่อ ผล
2. เอ็กซ์ตร้า (Extra) มีน้ำหนักมากกว่า 100 กรัม ต่อ ผล
3. เกรด บี จะมีน้ำหนักต่ำกว่า 75 กรัม ต่อ ผล

มังคุดเพื่อการบริโภคภายในประเทศมักจะนิยมบริโภคมังคุด ขนาดเกรด 2 มีขนาดผลตั้งแต่ 13 – 18 ผลขึ้นไปต่อ 1 กิโลกรัม

2.2 มาตราฐานของผลมังคุดเพื่อการส่งออก

มาตราฐานของผลมังคุดเพื่อการส่งออก ก็ยังไม่มีการกำหนดมาตราฐานของผลมังคุดที่แน่นอนไว้และส่วนใหญ่การส่งออกจะเป็นการกำหนดมาตราฐานโดยผู้นำเข้า ปัจจุบันพอจะแบ่งมาตราฐานของการส่งออกได้ดังนี้

1. ขนาด 12 ลูก ต่อ 1 กิโลกรัม
2. ขนาด 10 ลูก ต่อ 1 กิโลกรัม
3. ขนาด 8 ลูก ต่อ 1 กิโลกรัม

ขนาดที่เป็นที่ต้องการของตลาดส่วนใหญ่คือขนาด 8 –10 ลูก ต่อ กิโลกรัม

2.3 การคัดขนาดผลมังคุดโดยใช้เครื่องมือกล

การคัดขนาดผลมังคุดโดยใช้เครื่องมือกลมีหลายแบบดังนี้

2.3.1 การคัดขนาดโดยใช้แผงอยู่กับที่ (Fixed Board) เป็นโต๊ะที่แผนไม้เจาะรูตามขนาดที่ต้องการ ส่วนใหญ่จะแบ่งเป็น 3 ขนาด การคัดแบบนี้จะใช้คนทำงานโดยการวางมังคุดครั้งละผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ

3.1 การออกแบบ

ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของมังคุดจริง ๆ เพื่อตรวจสอบว่ามังคุดนั้นมีค่าความกลมเป็นอย่างไร เพื่อจะนำข้อมูลนี้ไปประกอบการตัดสินใจในการออกแบบ โดยจะนำมังคุดมาวัดขนาดทั้งสามด้านก็คือ ด้านสูง (A) , ด้านกว้าง (B) , ด้านยาว (C) แล้วจะนำค่าทั้งสามนี้มาคำนวณค่า โดยค่าต่าง ๆ จะแสดงในตาราง 3.1

ตารางที่ 3.1 การสุ่มตัวอย่างมังคุด

ลูกที่	สูง(A)	กว้าง(B)	ยาว(C)	C/A	C/B	B/A
1	4.4	4.7	5	1.14	1.06	1.07
2	4.3	4.7	4.7	1.09	1.00	1.09
3	4.2	4.8	4.9	1.16	1.02	1.14
4	4.3	5.1	5.1	1.18	1.00	1.18
5	4.5	4.9	5.2	1.15	1.06	1.09
6	4.3	5.1	5.4	1.25	1.05	1.19
7	4.6	5.6	5.6	1.22	1.00	1.22
8	4.9	4.9	5.0	1.02	1.02	1.00
9	4.4	5.2	5.3	1.20	1.02	1.18
10	4.5	4.8	4.9	1.09	1.02	1.67
11	4.3	4.9	4.9	1.14	1.00	1.14
12	4.6	4.9	4.9	1.06	1.00	1.06
13	3.9	4.6	4.6	1.18	1.00	1.18
14	4.0	4.6	4.7	1.17	1.02	1.15
15	4.0	4.6	4.8	1.2	1.04	1.15
16	4.1	4.6	4.7	1.15	1.02	1.12

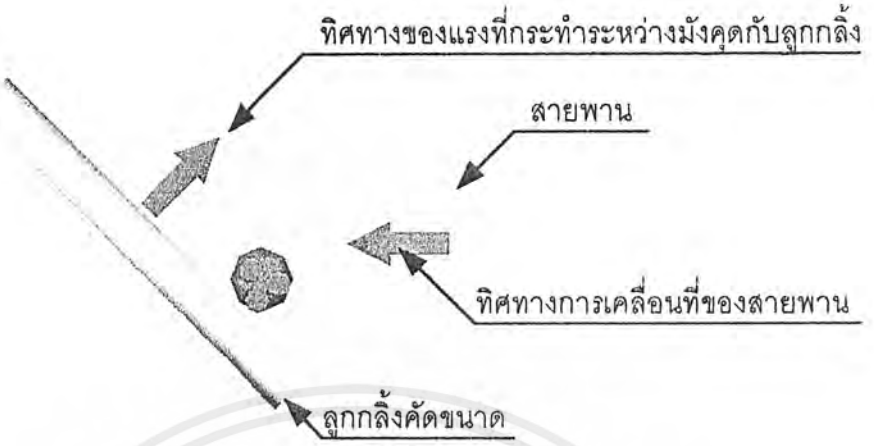
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูกที่	สูง(A)	กว้าง(B)	ยาว(C)	C/A	C/B	B/A
17	3.9	5	5	5.5	1.10	1.00
18	5	5	5	5.5	1.10	1.00
19	5	4.3	4.4	1.13	1.02	1.10
20	5	5	5	1.00	1.00	1.00
21	6	5.5	6	1.00	1.09	0.91
22	5	4.5	4.5	0.90	0.90	0.9
23	6	6	6	1.00	1.00	1.00
24	5.5	5.5	5.5	1.00	1.00	1.00
25	5	5	5	1.00	1.00	1.00
26	5.5	5	5.5	1.00	1.10	0.90
27	5.5	5	5	0.90	1.00	0.90
28	5	4.5	5	1.00	1.11	0.90
29	5.5	5	5	0.90	0.90	0.90
30	5.5	5	5.5	1.00	1.00	0.90
31	6	6	6	1.00	1.00	1.00
32	5	5	5	1.00	1.00	1.00
33	5	5	5	1.00	1.00	1.00
34	5	5	5	1.00	1.00	1.00

ผลสรุป จากการวัดสุ่มตัวอย่างมังคุดสรุปได้ว่ามังคุดเป็นผลไม้ที่มีลักษณะค่อนข้างกลมโดยมีระยะความสูงน้อยกว่าด้านกว้างและยาวเล็กน้อย

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับมังคุดทางทฤษฎีและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับเครื่องคัดมังคุดแบบต่าง ๆ แล้ว จึงได้ทำการออกแบบเครื่องคัดมังคุดแบบลูกกลิ้งคัดขนาดขึ้น โดยได้มีการนำชุดสายพานลำเลียง และตัวคัดขนาดที่วางขวางเอียงทำมุมกับหน้ากว้างของสายพาน ซึ่งมีหลักการทำงานคือ มังคุดจะถูกปล่อยให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางการไหลของสายพาน หากมังคุดมีขนาดใหญ่กว่าความสูงของอุปกรณ์คัด มังคุดจะไหลลงสู่ภาชนะรองรับทางด้านข้าง เนื่องจากมังคุดไม่สามารถไหลตามสายพานไปได้มังคุดจึงไหลลงด้านข้างด้วยแรงของตัวคัดและแรงขับจากสายพาน หากมังคุดที่มีขนาดเล็กกว่าความสูงของอุปกรณ์คัด มังคุดจะไหลตามสายพาน และลอดชุดคัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



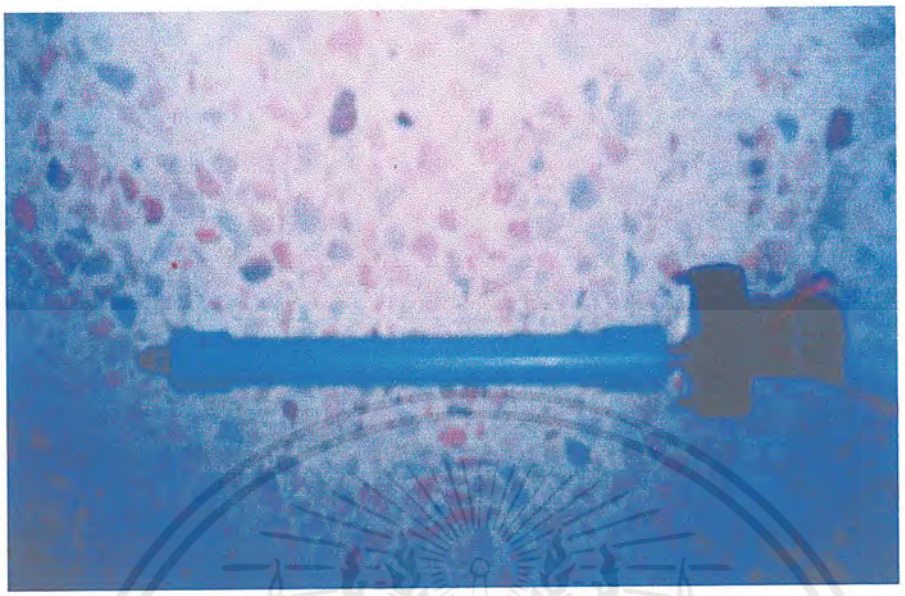
รูปที่ 3.1 แสดงทิศทางของแรงที่กระทำกับมังคุดเนื่องจากตัวคัดขนาดและสายพาน

จากทิศทางของแรงที่กระทำกับมังคุดเนื่องจากตัวคัดและสายพานสามารถหาทิศทางการเคลื่อนที่ของลูกมังคุดได้จากการรวมแรง

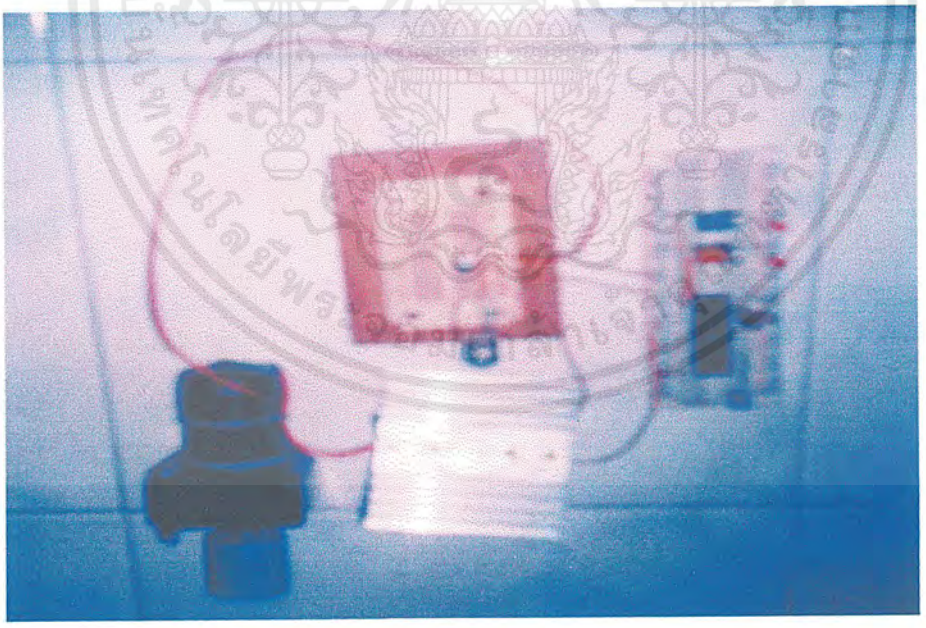
รูปที่ 3.2 เวคเตอร์แสดงทิศทางของแรงลัพธ์

จากหลักการที่ได้ทำการออกแบบนี้ จึงได้ทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าหลักการทำงานนี้เป็นตามตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ โดยใช้อุปกรณ์ดังรูปที่ 3.3 และ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ตัวคัดทรงกระบอกที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 3.4 ตัวปรับความเร็วรอบของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1

จุดประสงค์การทดลองที่ 1

เพื่อหาว่าตัวคัดขนาดที่มีรูปร่างสี่เหลี่ยมและทรงกระบอกกลมซึ่งหยุดนิ่งจะมีผลอย่างไรต่อการเคลื่อนที่ของผลมังคุด

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดสายพานลำเลียง หน้ากว้างสายพาน 150 มิลลิเมตร
2. ชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลม
3. ชุดอุปกรณ์คัดทรงสี่เหลี่ยม
4. ผลมังคุดที่มีขนาดต่างกัน

วิธีการทดลอง

เดินเครื่องสายพานด้วยความเร็ว 13 เมตร/นาที นำชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลมซึ่งหยุดนิ่งมาวางบนสายพานโดยวางทำมุม 45 องศากับหน้ากว้างสายพานห่างกับพื้นสายพานประมาณ 50 มิลลิเมตร ปล่อยมังคุดที่มีขนาดต่างกันลงบนสายพาน สังเกตการเคลื่อนที่ของผลมังคุด บันทึกผลการทดลอง

ทำการทดลองตามข้างต้นอีกครั้งแต่เปลี่ยนชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลมมาเป็นชุดอุปกรณ์คัดทรงสี่เหลี่ยมและบันทึกผล

ผลการทดลอง

ตารางที่ 3.2 ผลการทดลองลักษณะการเคลื่อนที่ของมังคุดขนาดต่าง ๆ เมื่อชุดอุปกรณ์คัดเป็นแบบทรงกระบอกกลมและแบบแท่งสี่เหลี่ยม

เส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุดของมังคุด (มิลลิเมตร)	ลักษณะการเคลื่อนที่	
	ชุดคัดทรงกระบอกกลม	ชุดคัดทรงสี่เหลี่ยม
มากกว่า 50 เล็กน้อย	ผลมังคุดแตก	ผลมังคุดแตก
มากกว่า 50 มากๆ	ผลมังคุดไม่แตก	ผลมังคุดไม่แตก
น้อยกว่า 50	ผลมังคุดลอดผ่านไปได้	ผลมังคุดลอดผ่านไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

ชุดอุปกรณ์คัดที่หยุดนิ่งทั้งสองแบบไม่สามารถทำการคัดมังคุดได้ เพราะผลมังคุดจะแตก เนื่องจากเมื่อผิวของมังคุดสัมผัสกับชุดอุปกรณ์คัดจะทำให้เกิด โมเมนต์ (moment) ขึ้นที่มังคุด โดยจะมีจุดหมุนของโมเมนต์ อยู่ที่จุดสัมผัสของตัวคัดกับผิวของมังคุด และมีแนวแรงอยู่ระหว่างจุดสัมผัสของสายพานกับผิวของมังคุด โมเมนต์ที่เกิดขึ้นนี้จะพยายามทำให้ลูกมังคุดหมุน แต่เนื่องจากระยะระหว่างตัวคัดกับสายพาน ถูกกำหนดไว้ให้คงที่ ดังนั้นมังคุดจึงหมุนไม่ได้ เป็นผลทำให้ มังคุดเบียดตัวระหว่างตัวคัดกับสายพาน จนทำให้มังคุดแตก

การทดลองที่ 2

จุดประสงค์การทดลองที่ 2

เพื่อหาผลของความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของสายพานกับความเร็วของชุดอุปกรณ์คัดต่อการคัดอย่างไร

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดสายพานลำเลียง หน้ากว้างสายพาน 150 มิลลิเมตร
2. ชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลม
3. ชุดปรับความเร็วของชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลม
4. ผลมังคุดที่มีขนาดต่างกัน

วิธีการทดลอง

เดินเครื่องสายพานด้วยความเร็ว 13 เมตร/นาที นำชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลมซึ่งสามารถปรับความเร็วได้มาวางบนสายพานโดยห่างกับพื้นสายพานประมาณ 50 มิลลิเมตร ปรับความเร็วของชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลมให้มีความเร็ว 10 เมตร/นาที แล้วปล่อยมังคุดที่มีขนาดต่างกันลงบนสายพาน สังเกตุการเคลื่อนที่ของผลมังคุด บันทึกผลการทดลอง

ทำการทดลองตามข้างต้นอีกครั้งแต่เปลี่ยนความเร็วของชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลมให้มีความเร็ว 13 และ 16 เมตร/นาที ตามลำดับ บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ตารางที่ 3.3 ผลการทดลองลักษณะการเคลื่อนที่ของมังคุดขนาดต่าง ๆ เมื่ออุปกรณ์คัดทรงกระบอกมีความเร็วต่างกัน

เส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุดของมังคุด (มิลลิเมตร)	ลักษณะของมังคุด		
	ความเร็วอุปกรณ์คัดทรงกระบอก 10 เมตร/นาที	ความเร็วอุปกรณ์คัดทรงกระบอก 13 เมตร/นาที	ความเร็วอุปกรณ์คัดทรงกระบอก 16 เมตร/นาที
มากกว่า 50 เล็กน้อย	ผลมังคุดแตก	มีทั้งแตกและไม่แตก	ไม่แตก
มากกว่า 50 มาก ๆ	ผลมังคุดไม่แตก	ผลมังคุดไม่แตก	ผลมังคุดไม่แตก
น้อยกว่า 50	มังคุดลอดผ่านไปได้	มังคุดลอดผ่านไปได้	มังคุดลอดผ่านไปได้

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการคัดมังคุดที่ความเร็วของชุดอุปกรณ์คัดน้อยกว่าความเร็วสายพานจะมีผลทำให้มังคุดแตกเสียหาย แต่ที่ความเร็วของชุดอุปกรณ์คัดมากกว่าความเร็วของสายพานพบว่ามังคุดไม่แตกเลย ไม่ว่ามังคุดจะมีขนาดเท่าใด

การทดลองที่ 3

จุดประสงค์การทดลองที่ 3

เพื่อหาความแตกต่างระหว่างความเร็วของชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลมกับความเร็วของสาย พานที่เหมาะสมกับการคัดขนาด

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดสายพานลำเลียง หน้ากว้างสายพาน 150 มิลลิเมตร
2. ชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลม
3. ชุดปรับความเร็วของชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผลมังคุดที่มีขนาดต่างกัน

วิธีการทดลอง

เดินเครื่องสายพานด้วยความเร็ว 13 เมตร/นาที นำชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลมซึ่งสามารถปรับความเร็วได้มาวางบนสายพานโดยห่างกับพื้นสายพานประมาณ 50 มิลลิเมตร ปรับความเร็วของชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลมให้มีความเร็ว 14 เมตร/นาที แล้วปล่อยมังคุดที่มีขนาดต่างกันลงบนสายพาน สังเกตการเคลื่อนที่ของผลมังคุด และจับเวลาตั้งแต่มังคุดเริ่มแตะตัวจนถึงเมื่อมังคุด ตกลงบนภาชนะ แล้วบันทึกผลการทดลอง

ทำการทดลองตามข้างต้นอีกครั้งแต่เปลี่ยนความเร็วของชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลมให้มีความเร็ว 15 , 16 , 17 และ 18 เมตร/นาที ตามลำดับ บันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง

ตารางที่ 3.4 ผลการทดลองลักษณะการเคลื่อนที่และเวลาที่ใช้ในการคัด เมื่ออุปกรณ์คัดทรงกระบอกมีความเร็วต่างกัน

ขนาดมังคุด (มิลลิเมตร)	ความเร็วของชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลม				
	14 เมตร/นาที	15 เมตร/นาที	16 เมตร/นาที	17 เมตร/นาที	18เมตร/นาที
มากกว่า 50	มังคุดแตกบ้างเล็กน้อย	มังคุดไม่แตกและใช้เวลาคัด0.95วินาที	มังคุดไม่แตกและใช้เวลาคัด1.17วินาที	มังคุดไม่แตกและใช้เวลาคัด1.89วินาที	มังคุดไม่แตกและใช้เวลาคัด 2.3วินาที
น้อยกว่า 50	มังคุดไม่แตก	มังคุดไม่แตก	มังคุดไม่แตก	มังคุดไม่แตก	มังคุดไม่แตก

สรุปผลการทดลอง

- ความเร็วของชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลมควรมีความเร็วมากกว่าความเร็วของสายพานเล็กน้อยเท่านั้น
- ถ้าความแตกต่างระหว่างความเร็วของชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลมกับความเร็วของสายพานต่างกันมาก ๆ จะทำให้ลูกมังคุดวิ่งย้อนกลับ กับทิศทางการเคลื่อนที่ของสายพาน
- จากการทดลองเมื่อความเร็วของสายพานเป็น 13 เมตร/นาที จะได้ว่าความเร็วที่เหมาะสมของชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลมควรจะอยู่ระหว่าง 15-16 เมตร/นาที จึงจะเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 4

จุดประสงค์การทดลองที่ 4

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของมุมเอียงของชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลมว่ามีผลต่อการคัดขนาดหรือไม่

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดสายพานลำเลียง หน้ากว้างสายพาน 150 มิลลิเมตร ความเร็วสายพาน 13 เมตร/นาที
2. ชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลม
3. ชุดปรับความเร็วของชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลม
4. ผลมังคุดที่มีขนาด มากกว่า 5 มิลลิเมตร

วิธีการทดลอง

เดินเครื่องสายพานด้วยความเร็ว 13 เมตร/นาที นำชุดอุปกรณ์คัดทรงกระบอกกลมซึ่งสามารถปรับความเร็วโดยปรับความเร็วเป็น 16 เมตร/นาที มาวางบนสายพานโดยห่างกับพื้นสายพานประมาณ 50 มิลลิเมตร และปรับมุมเอียงของตัวคัด ให้เอียงทำมุม 30 องศา กับหน้ากว้างสายพาน แล้วปล่อยมังคุดที่มีขนาดมากกว่า 50 มิลลิเมตร ลงบนสายพาน จับเวลาตั้งแต่มังคุดเริ่มแตะตัวคัดจนถึงเมื่อมังคุด ตกลงบนภาชนะ บันทึกผลการทดลอง

ทำการทดลองซ้ำแบบเดิม แต่ทำการปรับมุมเอียงของตัวคัดให้เอียงเป็นมุม 45 , 60 และ 75 องศา ตามลำดับ แล้วบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลการทดลอง

ตารางที่ 3.5 เวลาที่ใช้คัดขนาดเมื่อตัวคัดขนาดวางมุมเอียงต่าง ๆ

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ในการคัด			
	มุมเอียง30องศา	มุมเอียง45องศา	มุมเอียง60 องศา	มุมเอียง75 องศา
1	1.45	1.13	0.98	0.73
2	1.53	1.18	0.85	0.76
3	1.68	1.23	1.02	0.81
4	1.41	1.19	0.97	0.73
5	1.42	1.09	0.91	0.72

สรุปผลการทดลอง

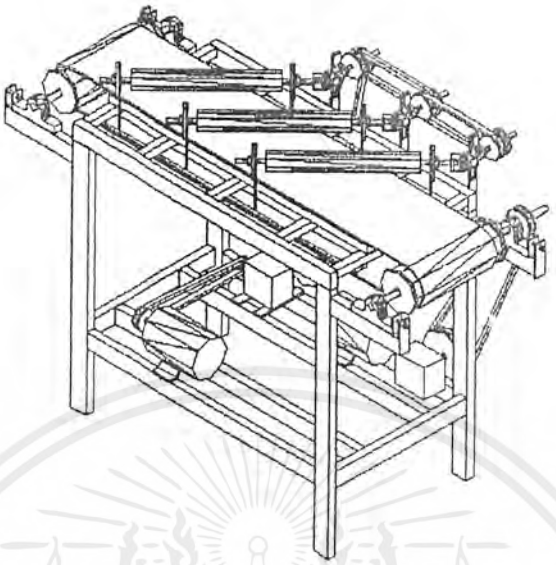
เมื่อมุมเอียงระหว่างตัวคัดกับหน้ากว้างสายพานมากขึ้นจะใช้เวลาในการคัดขนาดน้อยลง

จากการทดลองที่ได้แสดงข้างต้นเป็นการพิสูจน์แนวความคิดทำให้สามารถสรุปเพื่อนำไปออกแบบเครื่องได้ดังนี้

- การที่ตัวคัดขนาดไม่หมุนจะทำให้มังคุดที่มีขนาดใหญ่กว่าความสูงของตัวคัดเล็กน้อย แตกได้
- ความเร็วของตัวคัดขนาดควรจะมากกว่าความเร็วของการเคลื่อนที่ของสายพาน พอสมควร เพื่อให้การคัดขนาดได้เร็วและถูกต้อง ซึ่งจากการทดลองความเร็วที่มากกว่านี้ ควรจะอยู่ระหว่าง 1.15 – 1.23 เท่าของความเร็วของการเคลื่อนที่ของสายพาน
- มุมเอียงระหว่างตัวคัดกับหน้ากว้างของสายพานยิ่งมากยิ่งทำให้การคัดขนาดเร็วขึ้น แต่มุมเอียงยิ่งมากก็จะยิ่งทำให้ความยาวของเครื่องมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นจึงควรหาขนาดมุมเอียงที่เหมาะสมโดยคำนึงถึง เวลาที่ใช้ในการคัด และค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่อง
- เมื่อสังเกตจากการทดลองไม่ว่ามังคุดที่ไหลมาจะวางตัวอย่างไร ตัวคัดที่หมุน จะสามารถเปลี่ยนการวางตัวของมังคุดให้อยู่ในลักษณะที่จะทำให้การคัดถูกต้องได้
- จะใช้แผ่นเหล็กรองรับสายพาน แทนการใช้ roller เนื่องจากสร้างง่ายและประหยัด และสายพานไม่ได้รับโหลดหนักมาก

จากข้อมูล และผลการทดลองข้างต้นจึงได้ออกแบบตัวเครื่อง ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
36739



รูปที่ 3.5 ลักษณะเครื่องที่ได้ออกแบบ

3.2 การคำนวณหาประสิทธิภาพการคัดถูกต้อง , เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดของเครื่อง เปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดขึ้น และอัตราการทำงานของเครื่อง

$$P_W = \Sigma(W_j P_{Gj})$$

เมื่อ P_W คือ ประสิทธิภาพความถูกต้องของเครื่อง

W_j คือ Weight Function เป็นค่าที่ระบุความสำคัญของปริมาณที่เป็นสัดส่วน และราคาของแต่ละเกรด W_j เป็นค่าที่ถูกปรับให้ $\Sigma W_j = 1$

ดังนั้น W ขึ้นอยู่กับ P อย่างเดียว จะได้ $W_j = P_j$

P_j คือ สัดส่วนของผลมังคุด j ต่อผลมังคุดทั้งหมด

P_{Gj} คือ สัดส่วนของผลมังคุดเกรด j ที่คัดถูกต้องโดยเฉลี่ยต่อจำนวนมังคุดเกรด j ทั้งหมด

$$C_W = \Sigma(W_j C_j) * 100$$

เมื่อ C_W คือ เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดด้วยเครื่อง

C_j คือ สัดส่วนของผลมังคุดเกรด j ที่ตกผิดพลาดโดยเฉลี่ยต่อจำนวนมังคุดเกรด j ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$F_w = \Sigma(W_j F_j) * 100$$

เมื่อ F_w คือ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดขึ้นในการคัดด้วยเครื่อง

F_j คือ สัดส่วนของผลมังคุดเกรด j ที่เสียหายโดยเฉลี่ยต่อจำนวนมังคุดเกรด j ทั้งหมด

$$Q = A / T$$

เมื่อ Q คือ อัตราการทำงานของเครื่องโดยใช้จำนวนผลเป็นเกณฑ์

A คือ จำนวนผลมังคุดทั้งหมด

T คือ เวลาที่ใช้ในการคัดมังคุดทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การสร้าง

4.1 ส่วนประกอบของเครื่องคัดขนาดมังคุดแบบลูกกลิ้งคัดขนาด

4.1.1 โครงสร้างเครื่อง เป็นส่วนโครงที่ใช้รับน้ำหนักของส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องทั้งหมด วัสดุที่ใช้ทำคือเหล็กกล่อง การต่อของเหล็กกล่องใช้การเชื่อมด้วยไฟฟ้าเนื่องจากมีความสะดวกและมีความแข็งแรงพอสมควร

4.1.2 ชุดสายพานลำเลียงส่วนนี้ประกอบด้วย

4.1.2.1 สายพานลำเลียง สายพานที่ใช้เป็นสายพานยาง 2 ชั้น เพื่อความสะดวกจึงต่อประสานกันด้วยเขี้ยวหนีบสายพาน

4.1.2.2 ตัวขับสายพาน เป็นส่วนที่รับกำลังขับจากมอเตอร์ขับให้สายพานเคลื่อนที่ วัสดุที่ใช้ประกอบด้วย แผ่นเหล็กหนา 5 มิลลิเมตร ตัดเป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 120 มิลลิเมตร และเจาะรูตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 มิลลิเมตร นำไปประกบที่ปลายของท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 110 มิลลิเมตร ทั้ง 2 ด้าน โดยการเชื่อมติดกันด้วยไฟฟ้า นำเหล็กเพลาเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 มิลลิเมตร ร้อยทะลุผ่านแผ่นเหล็กหนา 5 มิลลิเมตร ที่ประกอบที่ปลายท่อเหล็กนี้ แล้วเชื่อมติดกันด้วยไฟฟ้า

4.1.2.3 ตุ๊กตาลูกปืน ใช้ยึดตัวขับสายพานกับโครงสร้างเครื่อง ยึดติดกันด้วยน็อตขนาด 10 มิลลิเมตร

4.1.2.4 แผ่นเหล็กรองสายพาน เป็นแผ่นเหล็กบางติดอยู่กับโครงของเครื่อง ใช้รองสายพานเพื่อไม่ให้ตกท้องช้าง

4.1.2.5 ตัวปรับสายพาน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เหล็กฉากและเหล็กเส้น โดยมีน็อตร้อยทั้งสองส่วนเข้าด้วยกัน และใช้น็อตเป็นตัวปรับสายพาน เพื่อให้สายพานวิ่งในทิศทางตรง

4.1.3 ชุดคัดขนาด ประกอบด้วย

4.1.3.1 ตัวคัดขนาด ใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร นำแผ่นเหล็กมาประกบที่ปลายทั้ง 2 ข้าง แล้วร้อยด้วยเหล็กเพลา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร วางเอียงทำมุม 45 องศากับตัวเครื่อง หุ้มท่อเหล็กด้วยยางแผ่นบาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.2 คับปลิง (Coupling) ใช้ส่งกำลังขับเพลาที่ทำมุมเอียง ประกอบด้วย ลูกปืนกากบาท และเหล็กทำเป็นรูปตัวยู เชื่อมติดกับลูกปืนกากบาท

4.1.3.3 เหล็กยึดส่วนที่ใช้คัดขนาดให้ติดกับตัวเครื่อง ใช้เหล็กเส้นเจาะเป็นร่องยาว เพื่อให้ตัวคัดขนาดสามารถเลื่อนขึ้นลงได้ โดยนำลูกปืนที่สวมที่ปลายเพลาของตัวคัดขนาดมายึดติดกับเหล็กที่เจาะเป็นร่องยาวนี้ ด้วยน็อต

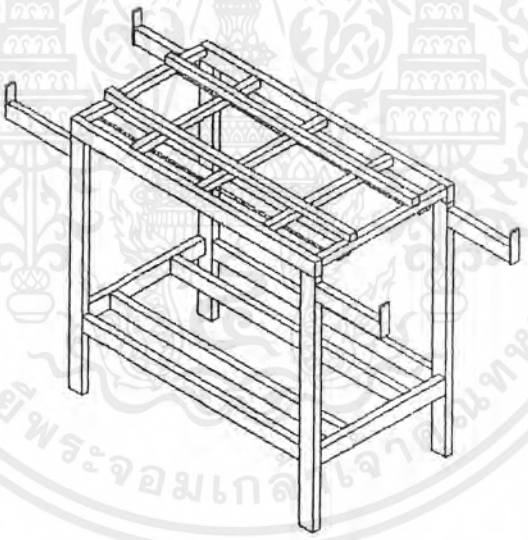
4.1.4 ชุดถ่ายทอดกำลัง

4.1.4.1 มู่เล่ย์ (Pulley) ขนาดต่าง ๆ ใช้รับกำลังขับจากมอเตอร์ถ่ายไปยังสายพานและตัวคัดขนาด

4.1.4.2 ตัวทดรอบ ใช้สำหรับทดรอบจากมอเตอร์ด้วยอัตราทด 1 ต่อ 60

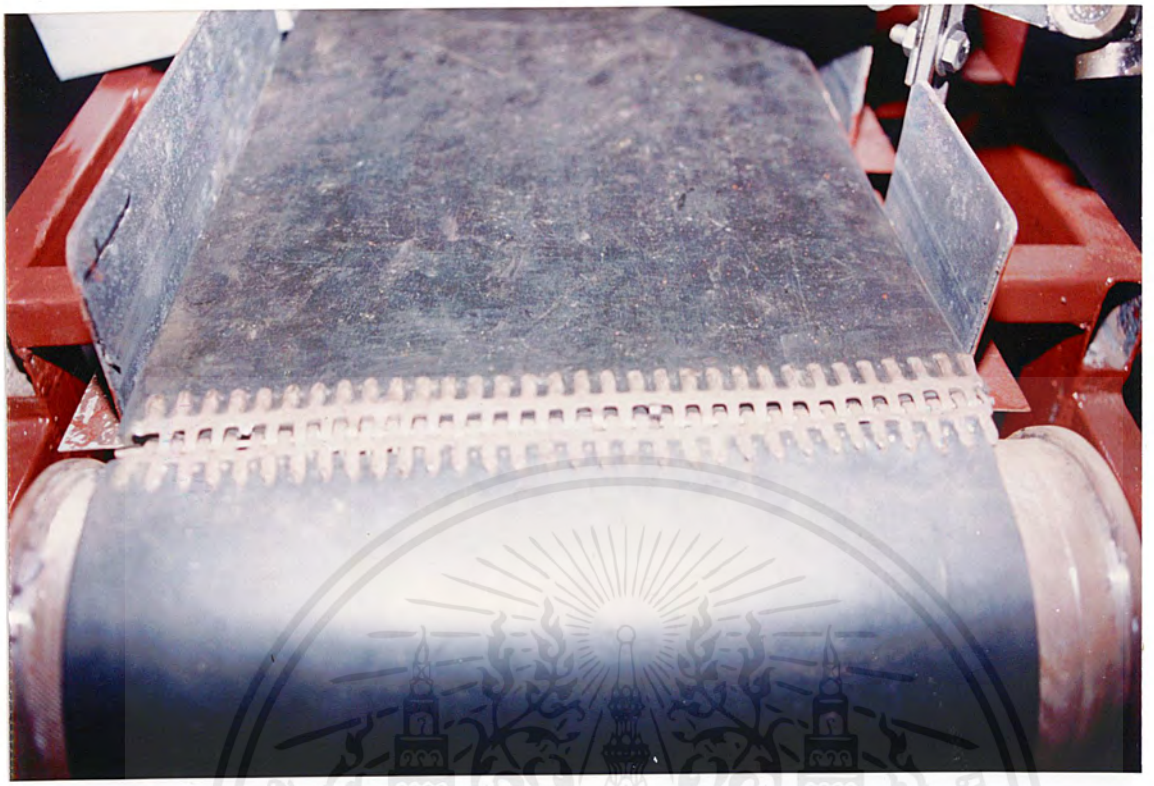
4.1.5 อุปกรณ์ต้นกำลัง

4.1.5.1 มอเตอร์ (Motor) ขนาด 1/3 แรงม้า 2 ตัว ใช้ขับสายพาน และตัวคัดขนาด

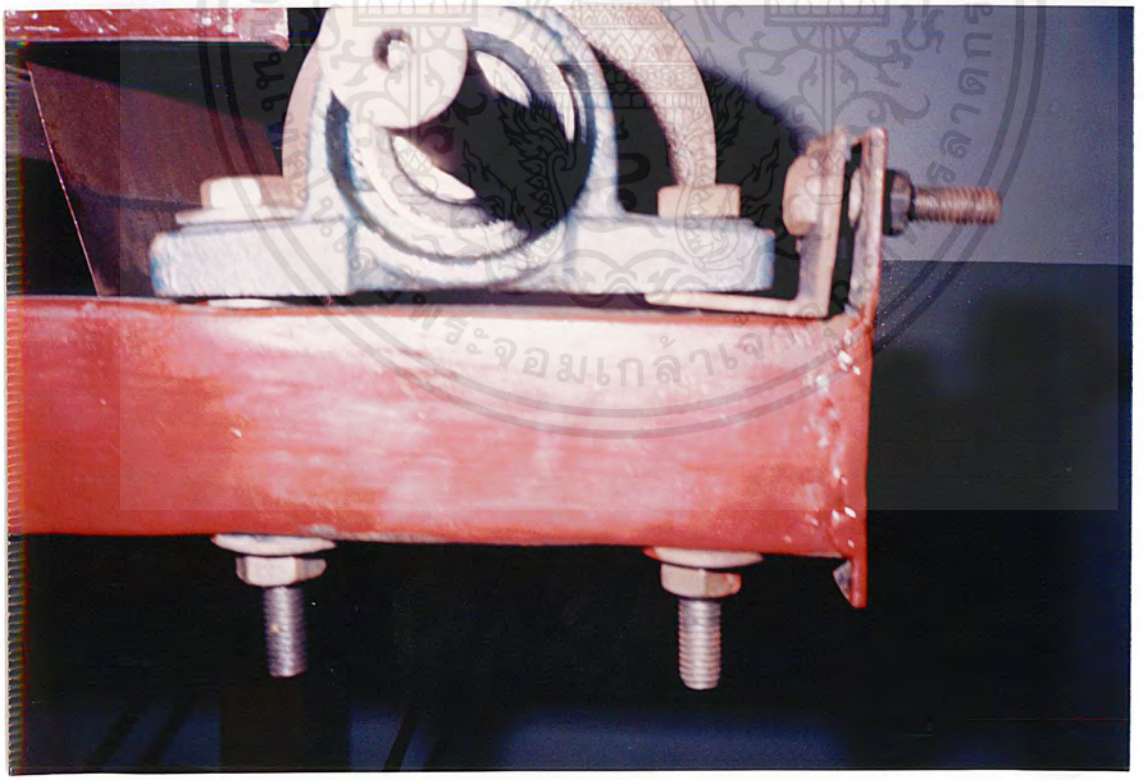


รูปที่ 4.1 โครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

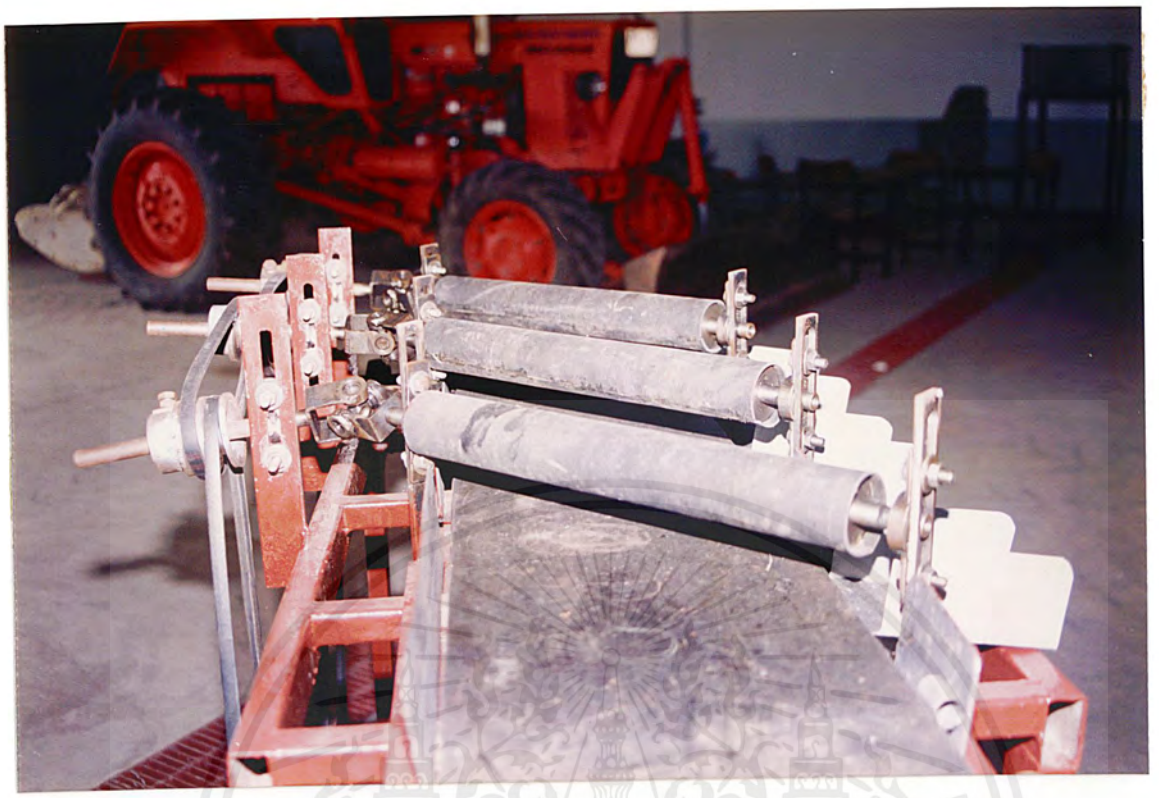


รูปที่ 4.2 การต่อสายพานด้วยเข็ยวหนีบสายพาน

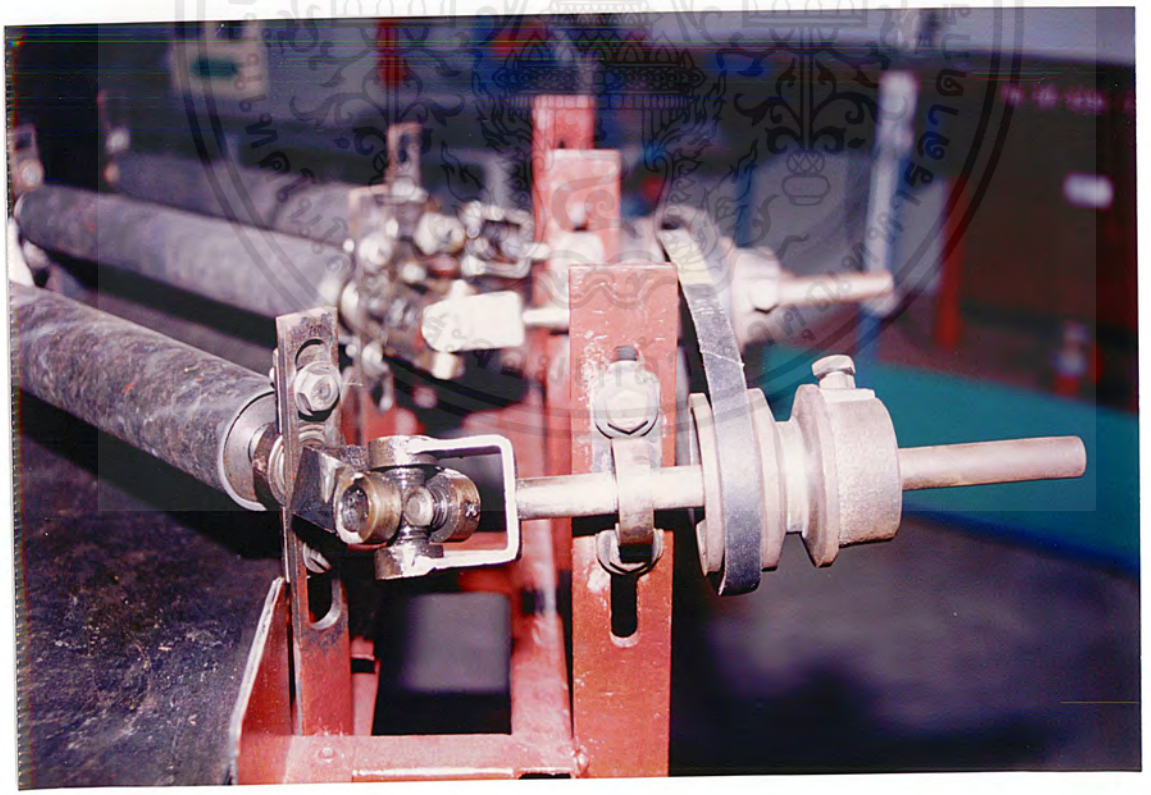


รูปที่ 4.3 ตัวปรับสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

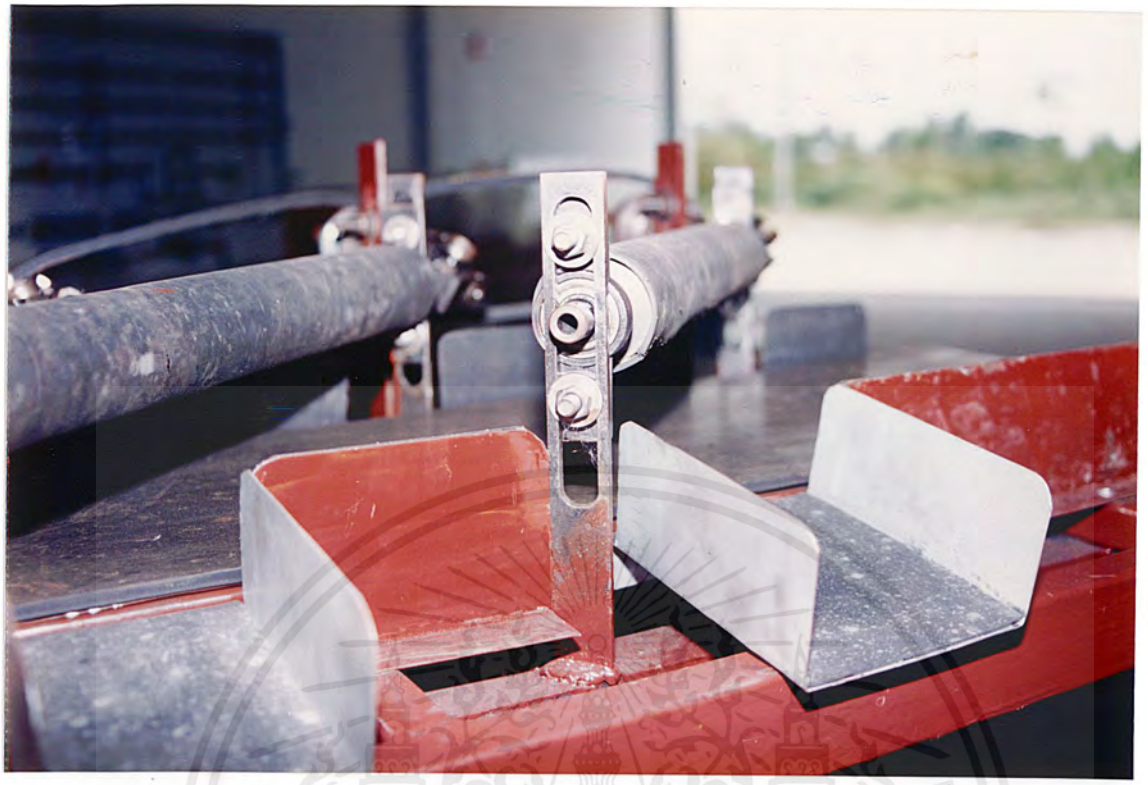


รูปที่ 4.4 ตัวคัดขนาด

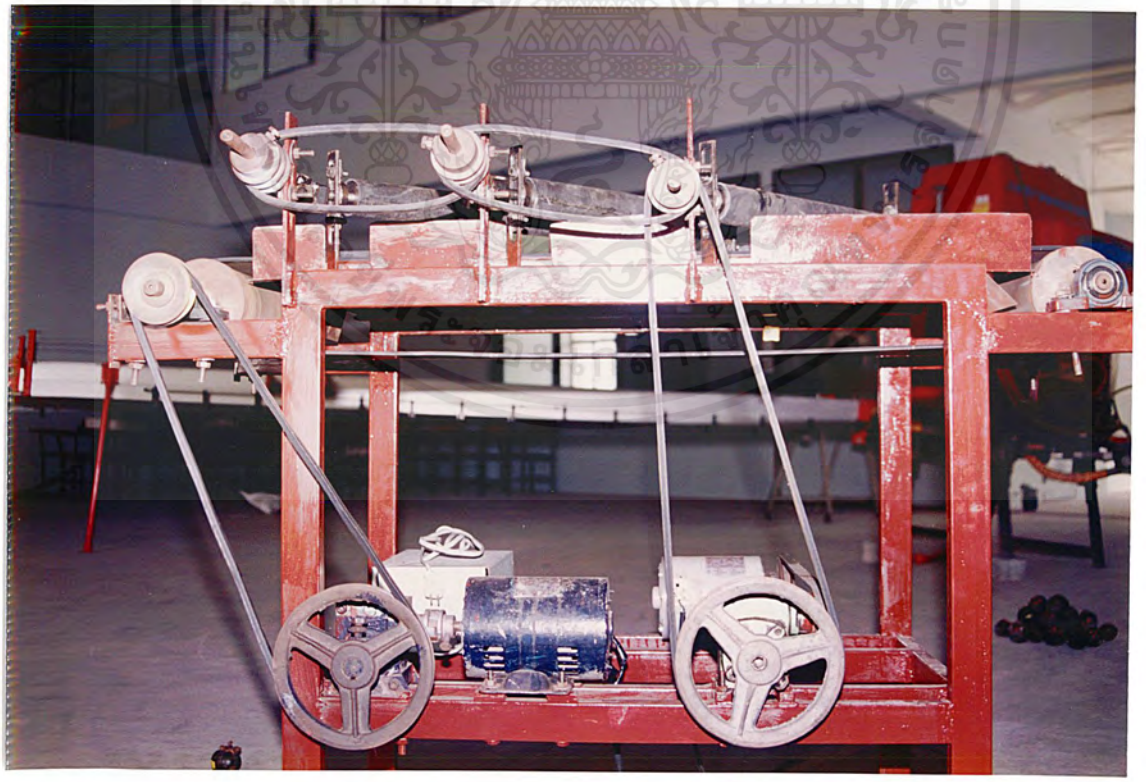


รูปที่ 4.5 คับปลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

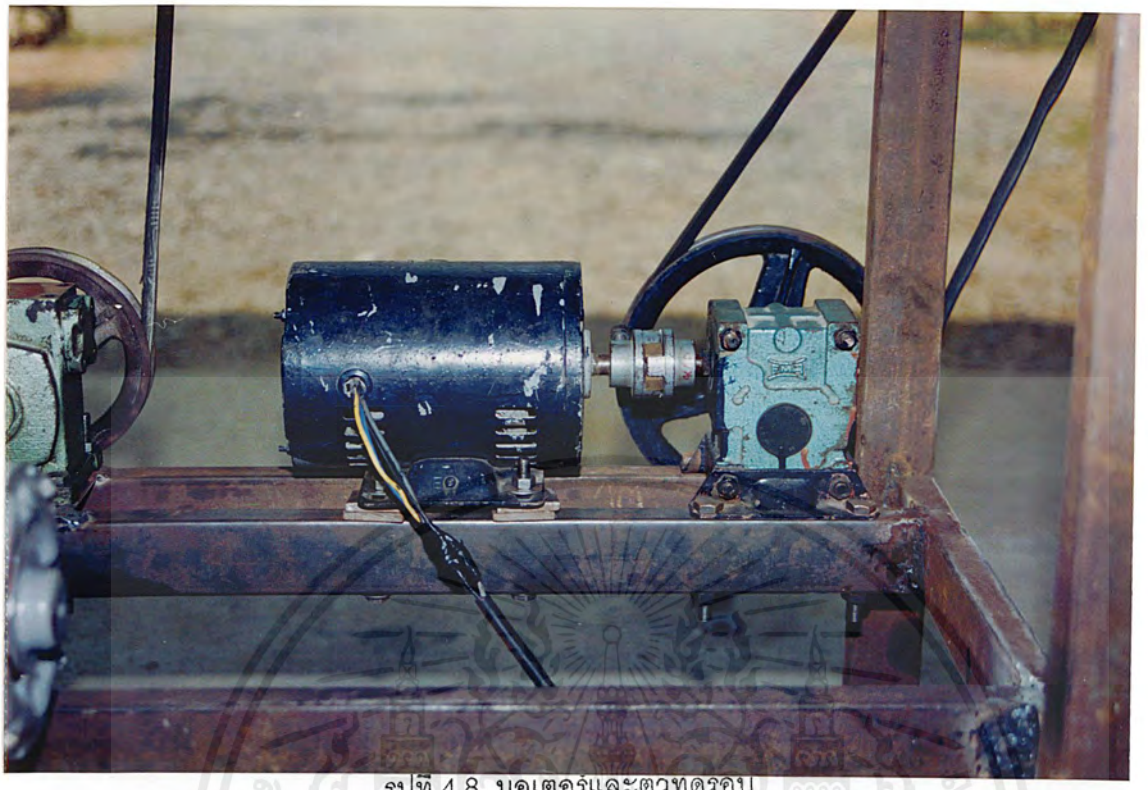


รูปที่ 4.6 เหล็กยึดตัวคัดขนาด



รูปที่ 4.7 ลักษณะการติดตั้งตัวถ่ายทอดกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 มอเตอร์และตัวทดรอบ

รูปที่ 4.9 เครื่องคัดขนาดมังคุดแบบลูกกลิ้งคัดขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 งบประมาณการสร้างเครื่อง

ตารางที่ 4.1 แสดงงบประมาณการสร้างเครื่อง

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วยละ	จำนวนเงิน
1	เหล็กกล่อง 25x50 มิลลิเมตร	2 เส้น	120	240
2	สายพานหน้ากว้าง 250 มิลลิเมตร	3 เมตร	195	585
3	ท่อเหล็ก เส้นผ่านศูนย์กลาง 110 มิลลิเมตร	1 เมตร	120	120
4	เหล็กเพลาเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร	2 กิโลกรัม	50	100
5	เหล็กเพลาเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร	2 กิโลกรัม	50	100
6	เหล็กแผ่นหนา 5 มิลลิเมตร	2 กิโลกรัม	50	100
7	ตุ๊กตาลูกปืน	4 ตัว	150	600
8	เหล็กแผ่นบาง	1 แผ่น	200	200
9	ท่อเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร	1 เส้น	120	120
10	ลูกปืน เบอร์ 6002Z	9 ตัว	90	810
11	ลูกปืนกากบาทเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร	3 ตัว	200	600
12	เหล็กเส้น 1นิ้ว หนา 2 หุน	1 เส้น	120	120
13	มอเตอร์ 1/3 แรงม้า	2 ตัว	1284	2568
14	มู่เล่ย์ทั้งหมด	6 ตัว	-	830
15	อื่นๆ	-	-	2000
รวม				9093

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบเชิงเศรษฐศาสตร์

จากการทดสอบการคัดมังคุดโดยเครื่องคัดขนาดมังคุดแบบลูกกลิ้งคัดขนาด ให้อัตราการคัดสูงสุดคือ 703 ผลต่อชั่วโมง โดยคิดที่อัตราส่วนความเร็วชุดคัดต่อความเร็วสายพาน 1.07 โดยมีอัตราการกินไฟเฉลี่ย 1.12 บาทต่อชั่วโมง ใช้ผู้ปฏิบัติงาน 2 คน

4.3.1 ค่าใช้จ่ายโดยรวม

ในการคัดมังคุด X ผล ค่าใช้จ่ายในการคัดมังคุดจะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในส่วนที่เป็นต้นทุนผันแปร (variable cost) และค่าใช้จ่ายในส่วนที่เป็นต้นทุนคงที่ (fixed cost) ค่าใช้จ่ายแปรผันได้แก่ ค่าจ้าง แรงงาน ค่าไฟ ค่าบำรุงรักษา ค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะแปรเปลี่ยนตามปริมาณที่คัดได้ สำหรับต้นทุนคงที่ได้แก่ ค่าเสื่อมราคาของเครื่องคัดขนาดมังคุด และค่าเสียโอกาสของเงินทุน ซึ่งค่าใช้จ่ายดังกล่าวไม่แปรผันตามปริมาณมังคุดที่คัดได้

ถ้ากำหนดให้ TC คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการคัดมังคุดจำนวน X กิโลกรัม TVC คือ ค่าใช้แปรผันทั้งหมดที่ใช้ในการคัดมังคุด X กิโลกรัม TFC คือ ต้นทุนคงที่ในการคัดมังคุด X กิโลกรัม

ดังนั้น TC = TVC + TFC

โดย TVC = ค่าจ้างแรงงาน (L) บาท + ค่าเฉลี่ยพลังงาน (E) บาท + ค่าบำรุงรักษา (M) บาท

TFC = ค่าเสื่อมราคาของเครื่องคัดขนาดมังคุด (D) บาท + ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R) บาท

L = อัตราค่าจ้าง (W) * จำนวนคนงานที่จ้างสำหรับคัดขนาดมังคุด

D = อัตราค่าเสื่อมราคา (D) * มูลค่าเครื่องจักร

R = อัตราดอกเบี้ย * มูลค่าของเงินลงทุนในเครื่องคัดขนาดผลไม้

โดยอาศัยแนวคิดการประเมินต้นทุนในเชิงวิศวกรรม เกี่ยวกับต้นทุนการผลิตเครื่องคัดขนาดมังคุดแบบรางขยาย ต้นทุนผันแปร และเงื่อนไขทางด้านกำลังผลิตต่อวันและต่อปี ต้นทุนรวมในการคัดขนาดมังคุดโดยเครื่องคัดขนาดแบบลูกกลิ้งคัดขนาดมีค่าประมาณ 40,000 บาท /150 วัน โดยคัดขนาดมังคุดได้ 979,200 ผล แต่เนื่องจากมังคุดมีฤดูในการผลิต เครื่องคัดขนาดมังคุดจะทำงานมากในช่วงฤดูเก็บเกี่ยวมังคุด ซึ่งอาจทำงานน้อยกว่า 150 วัน / ปี

4.3.2 ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย

ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยวัดได้จากค่าใช้จ่ายทั้งหมดเฉลี่ยต่อหน่วยของมังคุดที่คุดได้ โดยมีหน่วยเป็นกิโลกรัม จากการประเมินโดยอาศัยข้อมูลของค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย 0.0422 บาท/ผล ณ วันทำการ 150 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การประเมินต้นทุนและผลตอบแทน

การประเมินต้นทุนและผลตอบแทนเป็นการทดสอบความเป็นไปได้ ในการที่เอกชนจะลงทุนในเครื่องคัดขนาดมังคุดหรือไม่ แนวคิดที่นำมาใช้ในแง่การประเมินต้นทุนและผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุนเครื่อง คือการคัดขนาดมังคุด

เงินลงทุนในเครื่องคัดขนาดมังคุดจะประเมินต้นทุนการผลิตเครื่องคัดขนาดมังคุดในเชิงวิศวกรรม ราคาเครื่องจะมีค่าประมาณ 9,093 บาท / เครื่อง ซึ่งเงินลงทุนดังกล่าว ยังไม่รวมค่าขนส่งและโรงเรือนสำหรับเก็บเครื่อง ในความเป็นจริงแล้วผู้ลงทุนซื้อเครื่องคัดขนาดมังคุดมาใช้ ไม่ได้ลงทุนเฉพาะเครื่องคัดขนาดมังคุดเท่านั้น แต่ต้องลงทุนค่าโรงเรือนสำหรับเก็บเครื่อง และค่าใช้จ่ายในการขนย้ายไปรับจ้างคัดขนาดมังคุดในที่ต่าง ๆ อย่างไรก็ดีในที่นี้จะสมมุติให้มูลค่าของเครื่องคือเงินลงทุนขั้นต่ำที่ผู้ลงทุนต้องใช้ในการลงทุน และเป็นเงินลงทุนที่ผู้ลงทุนได้เป็นผลตอบแทนกลับคืนมา

ผลตอบแทนการลงทุน ในที่นี้จะสมมุติให้ผู้ลงทุนให้บริการคัดมังคุด โดยคิดค่าบริการจากผู้ใช้บริการ รายรับรวม หักค่าใช้จ่ายผันแปรคือ ผลตอบแทนเบื้องต้นของการลงทุน ซึ่งผลตอบแทนดังกล่าวจะนำไปหาอัตราผลตอบแทน และระยะเวลาคืนทุนได้

อัตราผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุน อัตราผลตอบแทนวัดได้จากสัดส่วนระหว่าง ผลตอบแทนเบื้องต้นในแต่ละปีต่อต่อจำนวนเงินลงทุนทั้งหมด ถ้าอัตราผลตอบแทนสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยการลงทุนในเครื่องคัดขนาดมังคุดจะคุ้มค่าการลงทุน สำหรับระยะเวลาคืนทุนคำนวณจากสัดส่วนระหว่างค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ใช้ในการลงทุนต่อผลตอบแทนเบื้องต้น / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าใช้จ่ายโดยรวมและค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยในการคัดขนาดมังคุด

รายการ	ปีที่ใช้เครื่อง				
	1	2	3	4	5
1.ต้นทุนคงที่					
1.1ค่าเสื่อมราคา	909.3	909.3	909.3	909.3	909.3
1.2ค่าเสียโอกาส	1,091.16	960.22	872.93	763.81	654.70
รวม(1)	2,000.46	1,869.52	1,782.23	1,673.11	1,564
2.ต้นทุนผันแปร					
2.1ค่าจ้างแรงงาน	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500
2.2ค่าไฟฟ้า	1,342.8	1,342.8	1,342.8	1,342.8	1,342.8
2.3ค่าบำรุงรักษา	750	750	750	750	750
รวม (2)	39,592.8	39,592.8	39,592.8	39,592.8	39,592.8
3.รวมต้นทุนทั้งหมด	41,593.26	41,462.32	41,375.03	41,265.91	41,156.8
4.ปริมาณที่คัดได้(ผล)	979,200	979,200	979,200	979,200	979,200
ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย (บาท/ผล)	0.0425	0.0423	0.0422	0.0421	0.0420

* หมายเหตุ 1. ค่าเสื่อมราคา = มูลค่าของเครื่อง (9,093 บาท) / อายุการใช้งาน

2. ค่าเสียโอกาสของเงินทุน = อัตราดอกเบี้ย (12%) * มูลค่าที่เหลือของเครื่อง

3. ค่าจ้างแรงงาน = จำนวนแรงงาน * ค่าจ้างแรงงาน * จำนวนวัน

4. ค่าไฟฟ้า = ปริมาณกิโลวัตต์ที่ใช้ต่อ 8 ชม.*จำนวนวันทำงาน * ราคา

5. ค่าบำรุงรักษากำหนดให้เป็น 5 บาท / วัน

6. ปริมาณมังคุดที่ได้ = อัตราการคัด * 8 ชม.* จำนวนวันเปิดทำการ

7. ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อกิโลกรัม = ต้นทุนรวม / ปริมาณมังคุดที่คัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การทดลอง

5.1 จุดประสงค์

1. เพื่อหาประสิทธิภาพต่าง ๆ ของเครื่องคัดขนาดมังคุดแบบลูกกลิ้งคัดขนาด
2. เพื่อหาความเร็วที่ดีที่สุดในการคัดขนาดมังคุด

5.2 วิธีการทดลอง

1. นำมังคุดจำนวน 103 ลูก มาวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแต่ละผลรอบ ๆ ผล 3 ค่า แล้วนำเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุดเป็นค่าของเส้นผ่านศูนย์กลางในการวัดขนาด
2. แบ่งมังคุดออกเป็น 4 เกรด คือ เกรด 1 (มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 65 มิลลิเมตร) เกรด 2 (มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 52.5-65 มิลลิเมตร) เกรด 3 (มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 40-52.5 มิลลิเมตร) เกรด 4 (มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 40 มิลลิเมตร)
3. นับจำนวนลูกมังคุดในแต่ละกลุ่ม
4. ปรับระยะความสูงของตัวคัดขนาด โดยตัวคัดตัวที่ 1 สูง 65 มิลลิเมตร ตัวคัดตัวที่ 2 สูง 52.5 มิลลิเมตร และตัวคัดตัวที่ 3 สูง 40 มิลลิเมตร (ใช้มู่เล่ย์ที่ตัวทดรอบ ขนาด 5 นิ้ว)
5. เปิดเครื่อง แล้วใช้เครื่องวัดความเร็วรอบวัดความเร็วของตัวคัดขนาดแล้วบันทึกค่า
6. ปล่อยลูกมังคุดลงบนสายพานทีละลูก โดยจะปล่อยมังคุดลูกต่อไปก็ต่อเมื่อมังคุดลูกก่อนหน้านี้ได้ทำการคัดขนาดเสร็จเรียบร้อยแล้ว
7. นับจำนวนผลมังคุดที่ตกถูกต้อง , ตกผิดพลาด , และเสียหาย เนื่องจากการคัดขนาดของตัวคัดขนาดแต่ละตัว
8. บันทึกผลการทดลองลงในตาราง (แสดงในภาคผนวก) โดยมังคุดที่ตกเนื่องจากตัวคัดตัวที่ 1 จัดเป็นมังคุดเกรด 1 มังคุดที่ตกเนื่องจากตัวคัดตัวที่ 2 และ 3 จัดเป็นมังคุดเกรด 2 และ 3 ตามลำดับ ส่วนมังคุดที่ลอดผ่านตัวคัดขนาดตัวที่ 3 ไปจัดเป็นมังคุดเกรด 4
9. ทำซ้ำการทดลองที่ 5-7 จนครบ 5 ครั้ง
10. คำนวณเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
11. คำนวณหาประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่อง
12. เปลี่ยนความเร็วของตัวคัดขนาด โดยการเปลี่ยนมู่เล่ย์ที่ตัดทดรอบ จาก 5 นิ้ว เป็น 6 , 7 และ 8 นิ้ว ตามลำดับ แล้วทำการทดลองที่ 5-10 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ผลการทดลอง

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าที่ได้จากการคำนวณ ประสิทธิภาพการคัดถูกต้อง (W_JP_{GJ}) ,เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดของเครื่อง (W_JC_J) และ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดขึ้น (W_JF_J) เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.01

เกรด	P_{GJ} (%)	C_J (%)	F_J (%)	$W_J = P_J$	W_JP_{GJ}(%)	W_JC_J(%)	W_JF_J(%)
1	85.00	15.00	5.56	0.35	29.71	5.24	1.94
2	80.91	19.09	4.55	0.21	17.28	4.08	0.97
3	95.81	4.19	0.47	0.42	40.00	1.75	0.19
4	100.00	0.00	0.00	0.02	1.94	0.00	0.00
รวม				1.00	88.93	11.07	3.11

หมายเหตุ P_{Gj} คือ สัดส่วนของผลมังคุดเกรด j ที่คัดถูกต้องโดยเฉลี่ยต่อจำนวนมังคุดเกรด j ทั้งหมด

C_j คือ สัดส่วนของผลมังคุดเกรด j ที่ตกผิดพลาดโดยเฉลี่ยต่อจำนวนมังคุดเกรด j ทั้งหมด

F_j คือ สัดส่วนของผลมังคุดเกรด j ที่เสียหายโดยเฉลี่ยต่อจำนวนมังคุดเกรด j ทั้งหมด

W_j คือ Weight Function เป็นค่าที่ระบุความสำคัญของปริมาณที่เป็นสัดส่วน และราคาของแต่ละเกรด W_j เป็นค่าที่ถูกปรับให้ $\Sigma W_j = 1$
ดังนั้น W ขึ้นอยู่กับ P อย่างเดียว จะได้ $W_j = P_j$

P_j คือ สัดส่วนของผลมังคุด j ต่อผลมังคุดทั้งหมด

V_R คือ ความเร็วของตัวคัดขนาด (เมตร/นาที)

V_B คือ ความเร็วของสายพาน (เมตร/นาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าที่ได้จากการคำนวณ ประสิทธิภาพการคัดถูกต้อง (W_JP_{GJ}) ,เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดของเครื่อง (W_JC_J) และ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดขึ้น (W_JF_J) เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.07

เกรด	P_{GJ} (%)	C_J (%)	F_J (%)	$W_J = P_J$	W_JP_{GJ}(%)	W_JC_J(%)	W_JF_J(%)
1	89.44	10.56	1.67	0.35	31.26	3.69	0.58
2	81.82	18.18	2.73	0.21	17.48	3.88	0.58
3	95.35	4.65	0.00	0.42	39.81	1.94	0.00
4	90.00	10.00	0.00	0.02	1.75	0.19	0.00
รวม				1.00	90.29	9.71	1.17

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าที่ได้จากการคำนวณ ประสิทธิภาพการคัดถูกต้อง (W_JP_{GJ}) , เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดของเครื่อง (W_JC_J) และ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดขึ้น (W_JF_J) เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.26

เกรด	P_{GJ} (%)	C_J (%)	F_J (%)	$W_J = P_J$	W_JP_{GJ}(%)	W_JC_J(%)	W_JF_J(%)
1	83.89	16.11	1.11	0.35	29.32	5.63	0.39
2	80.91	19.09	0.91	0.21	17.28	4.08	0.19
3	99.07	0.93	0.00	0.42	41.36	0.39	0.00
4	100.00	0.00	0.00	0.02	1.94	0.00	0.00
รวม				1.00	89.90	10.10	0.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าที่ได้จากการคำนวณ ประสิทธิภาพการคัดถูกต้อง (W_JP_{GJ}), เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดของเครื่อง (W_JC_J) และ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดขึ้น (W_JF_J) เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.41

เกรด	P_{GJ} (%)	C_J (%)	F_J (%)	$W_J = P_J$	W_JP_{GJ}(%)	W_JC_J(%)	W_JF_J(%)
1	81.67	18.33	0.56	0.35	28.54	6.41	0.19
2	78.18	21.82	0.00	0.21	16.70	4.66	0.00
3	95.35	4.65	0.00	0.42	39.81	1.94	0.00
4	100.00	0.00	0.00	0.02	1.94	0.00	0.00
รวม				1.00	86.99	13.01	0.19

ตารางที่ 5.5 แสดงการสรุปค่าที่ได้จากการคำนวณ ประสิทธิภาพการคัดถูกต้อง (W_JP_{GJ}) เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดของเครื่อง (W_JC_J) และ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดขึ้น (W_JF_J) เมื่อ V_R / V_B มีค่าต่าง ๆดังนี้

V_R / V_B	W_JP_{GJ}(%)	W_JC_J(%)	W_JF_J(%)
1.01	88.93	11.07	3.11
1.07	90.29	9.71	1.17
1.26	89.90	10.10	0.58
1.41	86.99	13.01	0.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

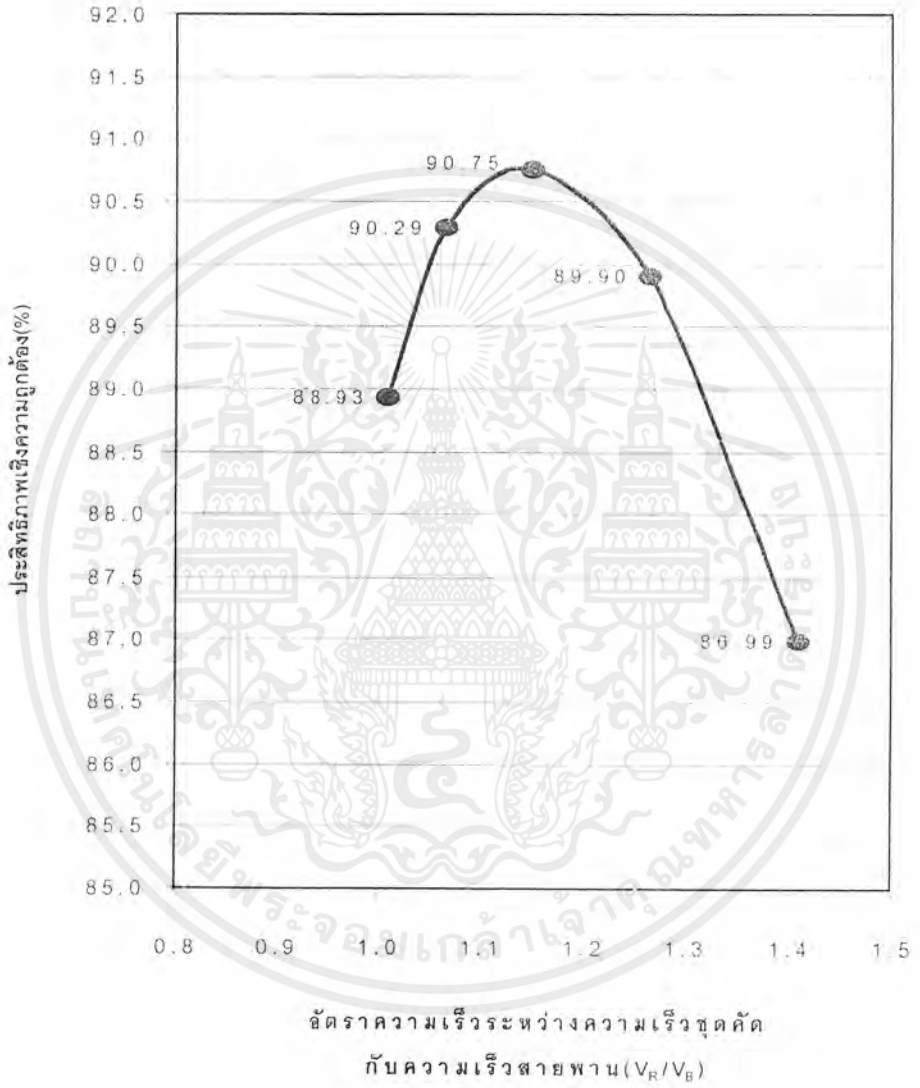
หมายเหตุ - ผลรวมของประสิทธิภาพการคัดถูกต้องกับเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัดของเครื่องต้องเท่ากับ 100 % ($W_J P_{GJ} + W_J C_J$)

- ความเสียหายจากการคัดไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการคัดถูกต้อง ตัวอย่างเช่น ถ้าผลมังคุดที่ได้รับความเสียหายหากคัดขนาดได้ถูกต้อง จะถือว่าสามารถคัดขนาดได้ถูกต้อง

- ความเสียหายจากการคัด คือ ผลมังคุดที่ผ่านการคัดแล้วทำให้ผลช้ำแตก ,เปลือกเป็นรอย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

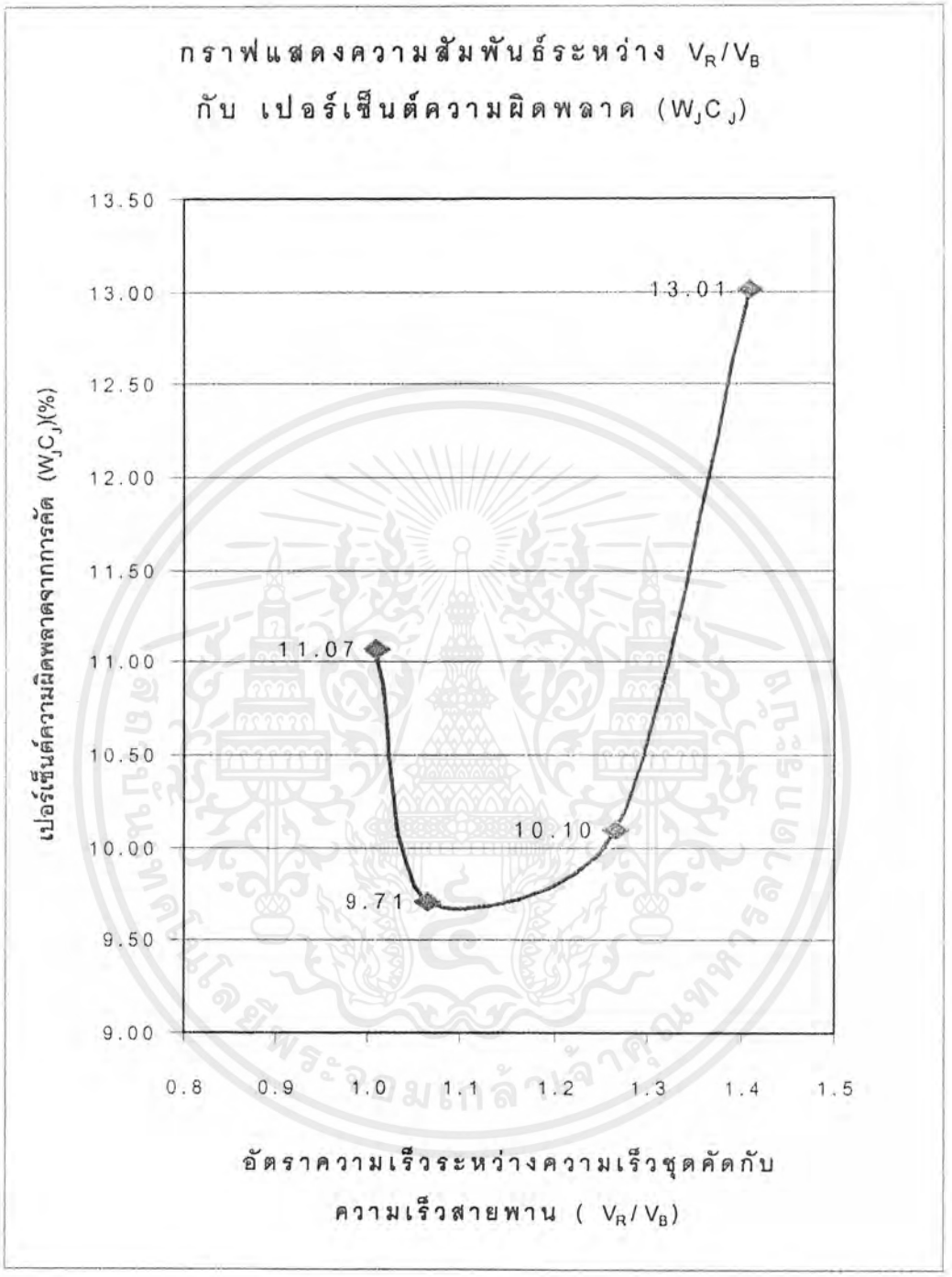
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_R/V_B
กับ ประสิทธิภาพเชิงความถูกต้อง



รูปที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_R / V_B กับ ประสิทธิภาพเชิงความถูกต้อง

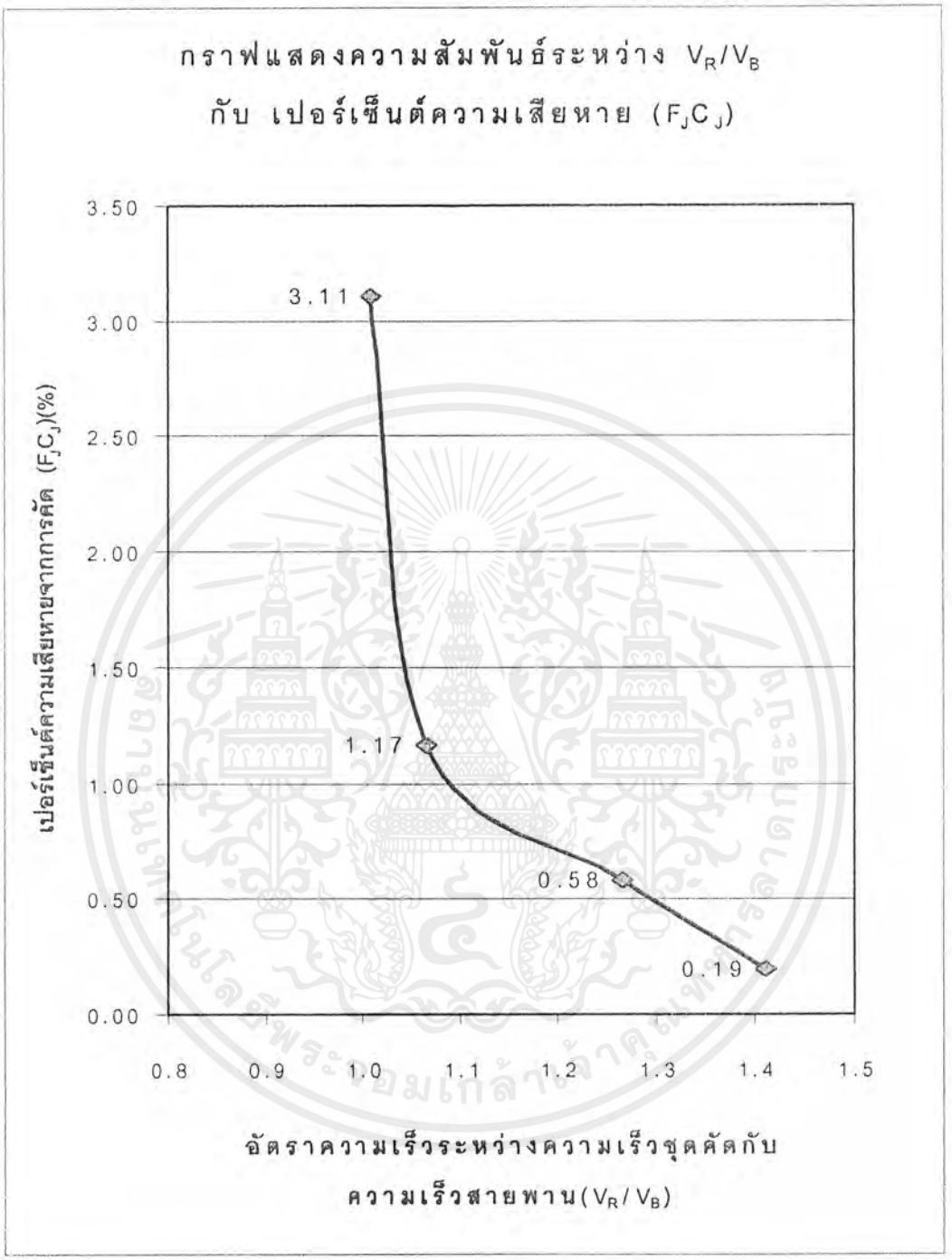
หมายเหตุ กราฟนี้ได้มาจากการลากเส้นต่อที่จุดต่าง ๆ โดยดูแนวโน้มของผลการทดลอง จะเห็นว่ากราฟน่าจะเป็นรูปพาราโบล่า ดังนั้น จากกราฟนี้ ประสิทธิภาพเชิงความถูกต้อง สูงสุดจะอยู่ที่ 90.75% ณ V_R / V_B ที่ 1.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



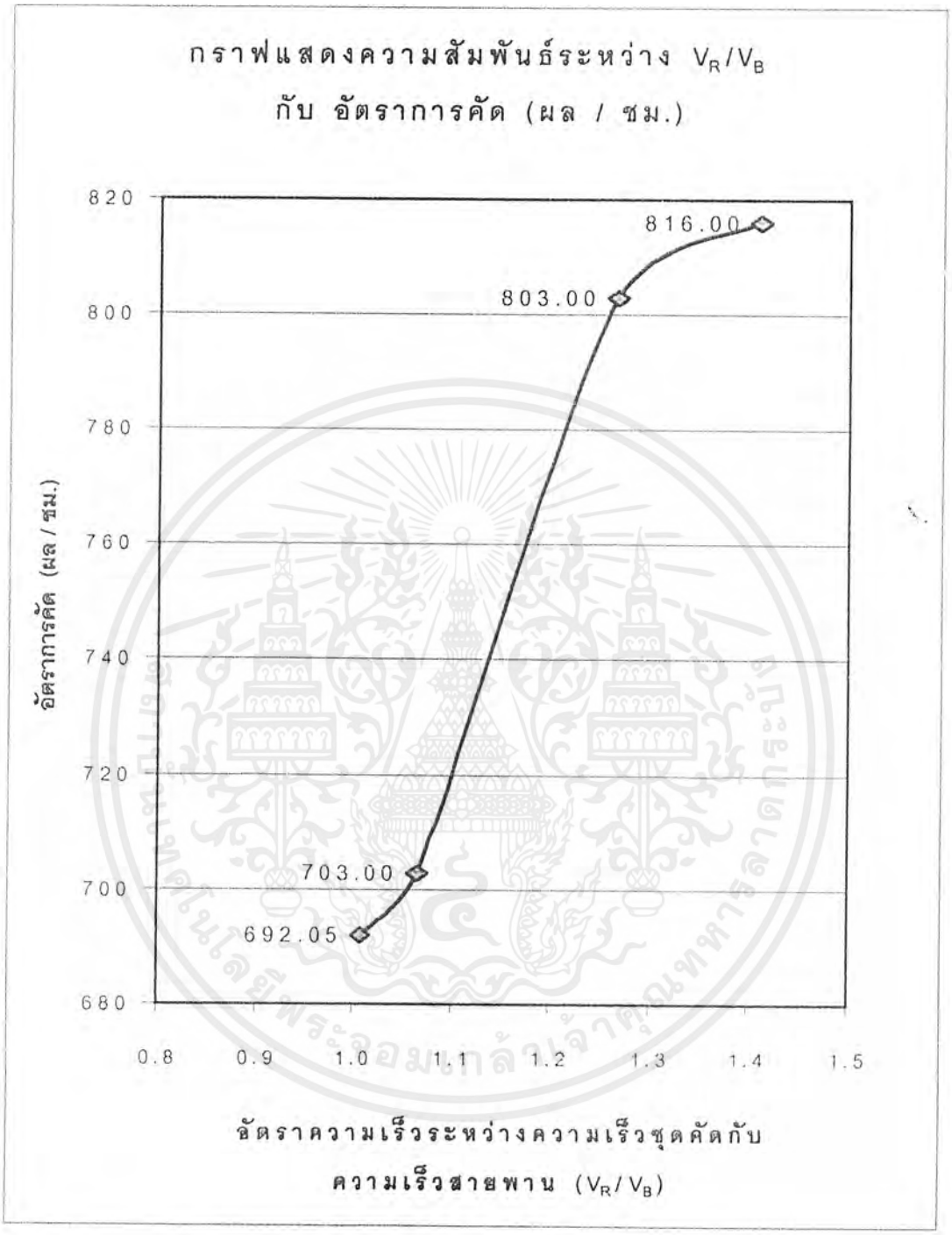
รูปที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_R / V_B กับ เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_R / V_B กับ เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_R / V_B กับ อัตราการคัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

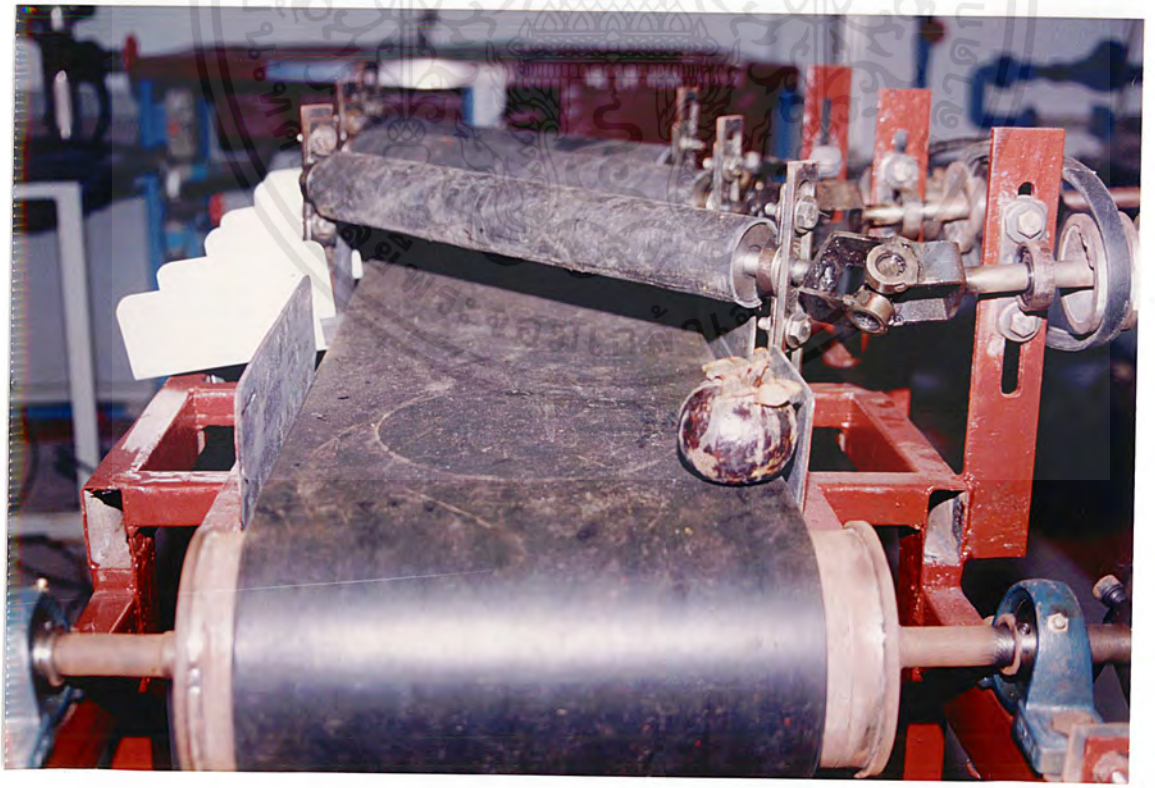
จากผลการทดลองสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_R / V_B กับ ประสิทธิภาพเชิงความถูกต้อง จะเห็นได้ว่า เมื่อ V_R / V_B มากขึ้น ประสิทธิภาพเชิงความถูกต้อง ก็จะมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่ง เมื่อ V_R / V_B มีค่าเท่ากับ 1.16 ประสิทธิภาพเชิงความถูกต้องจะมีค่าสูงที่สุด คือ 90.75% ซึ่งถ้า V_R / V_B มีค่ามากกว่านี้จะทำให้ ประสิทธิภาพเชิงความถูกต้องมีค่าลดลงเรื่อย ๆ
2. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_R / V_B กับ เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย จะเห็นได้ว่า เมื่อความเร็วของตัวคัดมีค่ามากขึ้น เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย จะมีค่าน้อยลงไปเรื่อย ๆ
3. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_R / V_B กับอัตราการคัด จะได้ว่า เมื่อความเร็วของตัวคัดขนาดมีค่ามากขึ้น อัตราการคัดก็จะมีค่ามากขึ้นด้วย

รูปที่ 5.5 มังคุดเกรด 1 – 4 ที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.6 มู่เล่ย์ที่ใช้เปลี่ยนความเร็วของตัวคัดขนาด



รูปที่ 5.7 ลักษณะการคัดขนาดมังคุดของเครื่องในขณะป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.8 ลักษณะการคัดมังคุดของเครื่องในขณะทำการคัด

รูปที่ 5.9 ลักษณะการคัดมังคุดของเครื่องในขณะที่ออกจากช่องคัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
วิจารณ์และสรุป

6.1 บทวิจารณ์ผลการทดลอง

1. มังคุดที่ตกผิดขนาดเมื่อนำมาวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง จะพบว่า ขนาดของผลมังคุดส่วนใหญ่ จะมีขนาดก้ำกึ่งระหว่างเกรด 2 เกรด ดังนั้นการจะกำหนดว่ามังคุดดังกล่าวจะอยู่เกรดใดนั้น ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ที่ทำการคัดเป็นสำคัญ
2. ถ้าหากปรับระดับชุดคัดไม่ขนานกับสายพานลำเลียงแล้ว จะมีผลทำให้ความถูกต้องของการคัดขนาดลดลง
3. ความเร็วของชุดคัดมังคุดไม่คงที่จะมีผลทำให้ มังคุดเมื่อชนกับชุดคัดแล้วจะกลิ้งย้อนกลับทิศทางของสายพานโดยจะกลิ้งในลักษณะที่ย้อนกลับและเอียงไปทางช่องทางออก ซึ่งอาจจะทำให้มังคุดกลิ้งไปลงช่องทางออกผิดพลาดได้ และจะมีผลมากขึ้นเมื่อความเร็วชุดคัดมากขึ้น ความเร็วของชุดคัดไม่คงที่นี้เนื่องมาจาก การติดตั้งชุดขับและการต่อเพลากับคับปลิงไม่ได้ศูนย์
4. การที่มังคุดเกิดการเสียหาย นอกจากจะเป็นเพราะความเร็วของตัวคัดที่ไม่เหมาะสมแล้วยังเกิดจากการที่ตัวคัดขนาดมีความยาวเลยชุดสายพานมาเล็กน้อย ทำให้บางครั้งเมื่อมังคุดไหลมาถึงทางออก มังคุดจะไหลไปเบียดตัวอยู่ระหว่างปลายของตัวคัดกับเหล็กยึดส่วนที่ใช้คัดขนาดให้ติดกับตัวเครื่อง และเมื่อสายพานวิ่งไปข้างหน้าเรื่อย ๆ มังคุดก็จะถูกเบียดจนแตก
5. เมื่อ V_R / V_B มีค่ามากขึ้นมีผลให้เปอร์เซ็นต์ความเสียหายจะมีค่าน้อยลง เนื่องจาก เมื่อมังคุดวิ่งมาชนชุดคัดจะเกิดเวคเตอร์ความเร็วลัพธ์กระทำที่ผลมังคุด (ดังรูปที่ 3.2) ขนาดของเวคเตอร์ความเร็วลัพธ์นี้จะแปรผันตามความเร็วของชุดคัด เมื่อชุดคัดมีความเร็วมากขึ้น จึงมีผลทำให้มังคุดตกลงที่ช่องทางออกเร็วขึ้น (อัตราการคัดจะมากขึ้นด้วย) และทิศทางของเวคเตอร์ความเร็วลัพธ์นี้จะมีทิศทางผลักให้ผลมังคุดห่างออกจากตัวคัดขนาดมากขึ้น ทำให้ผลมังคุดสัมผัสกับชุดคัดน้อยลง ดังนั้นโอกาสที่มังคุดจะเสียหายจึงน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลอง เมื่อคำนึงถึงประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆ พบว่าอัตราส่วนระหว่างความเร็วของชุดคัดกับความเร็วของสายพานที่ดีที่สุด เท่ากับ 1.16 ซึ่งจะทำให้เครื่องมีอัตราการคัด 745 ผล ต่อ ชั่วโมง และมีประสิทธิภาพเชิงความถูกต้อง 90.75 %

จะเห็นได้ว่าเครื่องคัดขนาดมังคุดแบบลูกกลิ้งคัดขนาดสามารถคัดขนาดมังคุดได้ดี

6.3 ข้อบกพร่องอันเนื่องมาจากการประกอบเครื่อง

1. การเบียดตัวออกด้านข้างของสายพานอันเกิดจาก
   - การติดตั้งตัวขับสายพาน ที่ไม่ขนานกัน
   - เกิดจากวิธีการต่อซึ่งใช้ครีบหนีบสายพานมีผลทำให้เกิดการสะดุดตัวของสายพานขณะเดินเครื่อง
   - การยืดตัวของสายพานอันเนื่องมาจากการใช้สายพานใหม่ซึ่งยังคงมีการยืดตัวของสายพานเพิ่มขึ้น
2. การต่อเพลากับคับปลิงติดตั้งไม่ได้ศูนย์กลางทำให้ความเร็วของชุดคัดขนาดไม่คงที่

6.4 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากชุดขับสายพานทำเป็นแบบเรียบ มีผลทำให้การปรับสายพานลำเลียงให้วิ่งตรงๆ ทำได้ยาก จึงควรทำชุดขับสายพานให้มีลักษณะนูน หรือ เว้าเล็กน้อยเพื่อช่วยในการบังคับทิศทางการวิ่งของสายพานลำเลียง
2. อุปกรณ์บางตัวของชุดคัดมังคุดไม่สามารถถอดชิ้นส่วนได้ ดังนั้นจึงควรออกแบบให้มีความยืดหยุ่นสามารถถอดประกอบได้
3. ในเครื่องต้นแบบต้องการที่ปรับความเร็วมอเตอร์ ดังนั้นจึงทำการแยกมอเตอร์ของชุดคัดและสายพานออกจากกัน แต่ในความจริงแล้วเราสามารถใช้มอเตอร์เพียงตัวเดียวได้ โดยใช้วิธีทดรอบจากมู่เล่ย์
4. ควรจะทำชุดปล่อยมังคุด ซึ่งจะทำให้สะดวกต่อการใช้งาน และเป็นการประหยัดแรงงานคนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 แสดงขนาดของมังคุดที่ใหญ่ที่สุดและเล็กที่สุด ที่นำมาทดลอง ในเกรดต่าง ๆ

เกรด	จำนวนผลมังคุด	ขนาดมังคุดใหญ่สุด (มิลลิเมตร)	ขนาดมังคุดเล็กสุด (มิลลิเมตร)
1	36	70.0	62.8
2	22	63.8	52.7
3	43	51.7	38.9
4	2	34.7	33.4
รวม (ผล)	103		

ตารางที่ 2 แสดงความเร็วของสายพาน และความเร็วของตัวคัดขนาดมังคุดที่มู่เล่ย์ขนาดต่าง ๆ กัน

ขนาดของมู่เล่ย์ (นิ้ว)	ความเร็วของตัวคัด V_R (เมตร/นาที)	ความเร็วของสายพาน V_B (เมตร/นาที)	V_R / V_B
5	19.58	19.4	1.01
6	20.67	19.4	1.07
7	24.54	19.4	1.26
8	27.36	19.4	1.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนผลมังคุดที่คัดถูกต้องเมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.01

การทดลองครั้งที่	จำนวนผลมังคุดที่คัดถูกต้อง (ผล)				รวม (ผล)
	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4	
1	31	17	41	2	91
2	31	18	41	2	92
3	32	19	40	2	93
4	30	17	42	2	91
5	29	18	42	2	91
เฉลี่ย	30.60	17.80	41.20	2.00	91.60

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนผลมังคุดที่คัดผิดพลาด เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.01

การทดลองครั้งที่	จำนวนผลมังคุดที่คัดผิดพลาด(ผล)				รวม (ผล)
	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4	
1	5	5	2	0	12
2	5	4	2	0	11
3	4	3	3	0	10
4	6	5	1	0	12
5	7	4	1	0	12
เฉลี่ย	5.40	4.20	1.80	0.00	11.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนผลมังคุดที่เสียหายจากการคัด เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.01

การทดลองครั้งที่	จำนวนผลมังคุดที่เสียหายเนื่องจากการคัด				รวม (ผล)
	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4	
1	2	1	0	0	3
2	2	1	0	0	3
3	1	0	1	0	2
4	2	2	0	0	4
5	3	1	0	0	4
เฉลี่ย	2.00	1.00	0.20	0.00	3.20

หมายเหตุ

เกรด 1 ; P_{GJ1} =(30.6/36) * 100 = 85.00% , C_J =(5.4/36) * 100 = 15.00%

F_J =(2/36) * 100 =5.56%

เกรด 2 ; P_{GJ1} =(17.8/22) * 100 = 80.91% , C_J =(4.2/22) * 100 = 19.09%

F_J =(1/22) * 100 = 4.55 %

เกรด 3 ; P_{GJ1} =(41.2/43) * 100 = 95.81% , C_J =(1.8/43) * 100 = 4.19%

F_J =(0.2/43) * 100 =0.47%

เกรด 4 ; P_{GJ1} =(2/2) * 100 = 100% , C_J =(0/2) * 100 = 0%

F_J =(0/2) * 100 =0%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนผลมังคุดที่คัดถูกต้องเมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.07

การทดลองครั้งที่	จำนวนผลมังคุดที่คัดถูกต้อง (ผล)				รวม (ผล)
	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4	
1	32	19	41	1	93
2	31	20	40	2	93
3	33	17	41	2	93
4	33	20	42	2	97
5	32	14	41	2	89
เฉลี่ย	32.20	18.00	41.00	1.80	93.00

ตารางที่ 7 แสดงจำนวนผลมังคุดที่คัดผิดพลาด เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.07

การทดลองครั้งที่	จำนวนผลมังคุดที่คัดผิดพลาด(ผล)				รวม (ผล)
	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4	
1	4	3	2	1	10
2	5	2	3	0	10
3	3	5	2	0	10
4	3	2	1	0	6
5	4	8	2	0	14
เฉลี่ย	3.80	4.00	2.00	0.20	10.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงจำนวนผลมังคุดที่เสียหายจากการคัด เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.07

การทดลองครั้งที่	จำนวนผลมังคุดที่เสียหายเนื่องจากการคัด				รวม (ผล)
	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4	
1	1	0	0	0	1
2	2	0	0	0	2
3	0	1	0	0	1
4	0	0	0	0	0
5	0	2	0	0	2
เฉลี่ย	0.60	0.60	0.00	0.00	1.20

หมายเหตุ

เกรด 1 ; P_{GJ1} =(32.2/36) * 100 = 89.44% , C_J =(3.8/36) * 100 = 10.56%

F_J =(0.6/36) * 100 =1.67%

เกรด 2 ; P_{GJ1} =(18/22) * 100 = 81.82% , C_J =(4/22) * 100 = 18.18%

F_J =(0.6/22) * 100 = 2.73 %

เกรด 3 ; P_{GJ1} =(41/43) * 100 = 95.31% , C_J =(2/43) * 100 = 4.65%

F_J =(0/43) * 100 =0%

เกรด 4 ; P_{GJ1} =(1.8/2) * 100 = 90.00% , C_J =(0.2/2) * 100 = 10.00%

F_J =(0/2) * 100 =0%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงจำนวนผลมังคุดที่คัดถูกต้องเมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.26

การทดลองครั้งที่	จำนวนผลมังคุดที่คัดถูกต้อง (ผล)				รวม (ผล)
	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4	
1	34	17	43	2	96
2	31	18	42	2	93
3	30	16	43	2	91
4	27	19	43	2	91
5	29	19	42	2	92
เฉลี่ย	30.20	17.80	42.60	2.00	92.60

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนผลมังคุดที่คัดผิดพลาด เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.26

การทดลองครั้งที่	จำนวนผลมังคุดที่คัดผิดพลาด(ผล)				รวม (ผล)
	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4	
1	2	5	0	0	7
2	5	4	1	0	10
3	6	6	0	0	12
4	9	3	0	0	12
5	7	3	1	0	11
เฉลี่ย	5.80	4.20	0.40	0.00	10.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงจำนวนผลมังคุดที่เสียหายจากการคัด เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.26

การทดลองครั้งที่	จำนวนผลมังคุดที่เสียหายเนื่องจากการคัด				รวม (ผล)
	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4	
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	1
4	1	0	0	0	1
5	1	0	0	0	1
เฉลี่ย	0.40	0.20	0.00	0.00	0.40

หมายเหตุ

เกรด 1 ; P_{GJ1} =(30.2/36) * 100 = 83.89% , C_J =(5.8/36) * 100 = 16.11%

F_J =(0.4/36) * 100 =1.11%

เกรด 2 ; P_{GJ1} =(17.8/22) * 100 = 80.91% , C_J =(4.2/22) * 100 = 19.09%

F_J =(0.2/22) * 100 = 0.91 %

เกรด 3 ; P_{GJ1} =(42.6/43) * 100 = 99.07% , C_J =(0.4/43) * 100 = 0.93%

F_J =(0/43) * 100 =0%

เกรด 4 ; P_{GJ1} =(2/2) * 100 = 100% , C_J =(0/2) * 100 = 0%

F_J =(0/2) * 100 =0%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 แสดงจำนวนผลมังคุดที่คัดถูกต้องเมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.41

การทดลองครั้งที่	จำนวนผลมังคุดที่คัดถูกต้อง (ผล)				รวม (ผล)
	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4	
1	31	15	40	2	88
2	30	18	41	2	91
3	30	18	41	2	91
4	27	18	41	2	88
5	29	17	42	2	90
เฉลี่ย	29.40	17.20	41.00	2.00	89.60

ตารางที่ 13 แสดงจำนวนผลมังคุดที่คัดผิดพลาด เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.41

การทดลองครั้งที่	จำนวนผลมังคุดที่คัดผิดพลาด(ผล)				รวม (ผล)
	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4	
1	5	7	3	0	15
2	6	4	2	0	12
3	6	4	2	0	12
4	9	4	2	0	15
5	7	5	1	0	13
เฉลี่ย	6.60	4.80	2.00	0.00	13.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 แสดงจำนวนผลมังคุดที่เสียหายจากการคัด เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.41

การทดลองครั้งที่	จำนวนผลมังคุดที่เสียหายเนื่องจากการคัด				รวม (ผล)
	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4	
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0
เฉลี่ย	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20

หมายเหตุ

เกรด 1 ; P_{GJ1} =(29.4/36) * 100 = 81.67% , C_J =(6.6/36) * 100 = 18.33%

F_J =(0.2/36) * 100 =0.56%

เกรด 2 ; P_{GJ1} =(17.2/22) * 100 = 78.18% , C_J =(4.8/22) * 100 = 21.82%

F_J =(0/22) * 100 = 0 %

เกรด 3 ; P_{GJ1} =(41/43) * 100 = 95.35% , C_J =(2/43) * 100 = 4.65%

F_J =(0/43) * 100 =0%

เกรด 4 ; P_{GJ1} =(2/2) * 100 = 100% , C_J =(0/2) * 100 = 0%

F_J =(0/2) * 100 =0%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงอัตราการทำงานของเครื่องโดยใช้จำนวนผลเป็นเกณฑ์ เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.01

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้คัด(วินาที)
1	553
2	545
3	511
4	538
5	532
เฉลี่ย	535.8
อัตราการคัด(ผล/ชั่วโมง)	692.05

ตารางที่ 16 แสดงอัตราการทำงานของเครื่องโดยใช้จำนวนผลเป็นเกณฑ์ เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.07

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้คัด(วินาที)
1	561
2	533
3	522
4	520
5	503
เฉลี่ย	527.8
อัตราการคัด(ผล/ชั่วโมง)	703

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงอัตราการทำงานของเครื่องโดยใช้จำนวนผลเป็นเกณฑ์ เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.26

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้คัด(วินาที)
1	495
2	464
3	433
4	465
5	453
เฉลี่ย	462
อัตราการคัด(ผล/ชั่วโมง)	803

ตารางที่ 18 แสดงอัตราการทำงานของเครื่องโดยใช้จำนวนผลเป็นเกณฑ์ เมื่อ V_R / V_B เท่ากับ 1.41

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้คัด(วินาที)
1	445
2	430
3	465
4	475
5	455
เฉลี่ย	454
อัตราการคัด(ผล/ชั่วโมง)	817

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ต้องขอขอบคุณ บิดา มารดา และครอบครัวที่ให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือตลอดมา อาจารย์ ภัทรชัย วิชัยยะ ที่ได้ให้คำแนะนำในข้อมูลต่าง ๆ แนวทางในการแก้ปัญหาในการปฏิบัติงาน รวมถึงการตรวจแก้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ รศ. เกรียงศักดิ์ สุวรรณโพธิ์ศรี ที่ได้ให้คำแนะนำในข้อมูลต่าง ๆ ธุรการภาควิชาวิศวกรรมเกษตรที่เอื้อเฟื้อให้ความสะดวกต่าง ๆ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ควบคุมห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมเกษตรที่ให้คำแนะนำในการปฏิบัติงาน ขอขอบคุณ คุณวิภา พฤกษ์ประเสริฐ ที่ให้ข้อมูลและเอื้อเฟื้อมังคุดที่ใช้ในการทดลอง ทางคณะผู้จัดทำจึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

วันที่ 20 เมษายน 2543

คณะผู้จัดทำ

นางสาว กาญจนา ธัชธำรงชัย

นาย ขวัญชัย เกตุทอง

นางสาว คันธรส ด่านคอนสกุล

นาย วรวิทย์ พงศ์ชัยศรีกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. โกสิทธิ์ บุญทอง , ชัชชัย ฉัตรบรรยง ,ธีระพงษ์ กิตติรัตนากร , อมร จิตต์พูลกุศล , "โครงงานวิศวกรรมเกษตร เรื่องเครื่องคัดขนาดมังคุดแบบรางขยาย ",ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2541
2. นิวัฒน์ พรหมแพทย์ , "มังคุดเพื่อการส่งออก" , ชมรมผลไม้แห่งประเทศไทย
3. สัทธพร ภูวรรณตระกูล และ ปรียานุช พลอยมา , " โครงงานวิศวกรรมอาหาร เรื่องเครื่องคัดขนาดมังคุดแบบกึ่งอัตโนมัติ " ,ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ,2540
4. สุมาลี รุ่งเรือง และ อำพล หอมปลื้ม , " โครงงานวิศวกรรมเกษตร เรื่องเครื่องคัดขนาดมังคุดแบบ Greeta Sizer " , ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ,2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้