



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เครื่องรีดกลิ้งแบบลูกกลิ้งคู่คุณภาพสูงระดับ SME

High performance double rolling machine for rolled

นายธนฤต ภัทรเกษวิทย์

นางสาวนาคยา เจริญสุข

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณจากเงินกองทุนส่งเสริมการวิจัย ปี พ.ศ. 2557

หัวข้อวิจัย	เครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่คุณภาพสูงระดับ SME
ชื่อนักวิจัย	นายชนกฤต ภัทรเกษวิทย์ นางสาวนาคยา เจริญสุข
สาขา	วิศวกรรมเครื่องกล
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษารออกแบบและสร้างเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่โดยใช้กล้วยตากหรือกล้วยอบมาเป็นวัตถุดิบในการทดสอบ ลักษณะของเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่ใช้มอเตอร์ต้นกำลังขนาด 2 แรงม้า ต่อเข้าชุดเกียร์ทดอัตรา 1 ต่อ 25 ไปขับเคลื่อนชุดลูกกลิ้งสแตนเลส จำนวน 2 คู่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลิ้ง 144 มิลลิเมตร ยาว 390 มิลลิเมตร โดยจะศึกษาถึงตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่ เช่น ความเร็วของชุดลูกกลิ้ง และระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งแต่ละคู่

จากการทดสอบโดยการควบคุมความเร็วของลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาทีและมีระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งที่คู่แรก 10 มิลลิเมตร คู่ที่สอง 7 มิลลิเมตร สามารถรีดกล้วยได้ 32 ลูกต่อนาที และที่ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งคู่แรก 8 มิลลิเมตร คู่ที่สอง 5 มิลลิเมตร สามารถรีดกล้วยได้ 35 ลูกต่อนาที ส่วนที่ความเร็วของชุดลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที โดยปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งคู่แรก 10 มิลลิเมตร คู่ที่สอง 7 มิลลิเมตร สามารถรีดกล้วยได้ 53 ลูกต่อนาที และที่ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งคู่แรก 8 มิลลิเมตร คู่ที่สอง 5 มิลลิเมตร สามารถรีดกล้วยได้ 53 ลูกต่อนาที

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยการศึกษาเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่คุณภาพสูงระดับ SME สำเร็จลงแล้ว ผู้จัดทำได้รับความอนุเคราะห์และช่วยเหลือจากบุคลากรหลายๆท่าน และสาขาวิศวกรรมเครื่องกลที่ให้ความอนุเคราะห์ครุภัณฑ์ในการนี้ทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณแผนกวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา และคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่ช่วยสนับสนุนงานวิจัยเงินงบประมาณผลประโยชน์ ปี พ.ศ. 2557 สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้ มีคุณค่าและประโยชน์ทางด้านวิจัยแก่ผู้ที่ต้องการศึกษาข้อมูลต่อไป

คณะผู้จัดทำ

สิงหาคม 2557

สวพ.
มทร.สุวรรณภูมิ

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ญ
 บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารอ้างอิง	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.4 ขอบเขตของโครงการ	2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีเบื้องต้น	
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับกล้วย	3
2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	3
2.1.2 ลักษณะทั่วไปของกล้วย	3
2.1.3 พันธุ์กล้วย	4
2.1.4 ปริมาณธาตุอาหารในกล้วย	5
2.1.5 ประโยชน์ด้านสมุนไพรของกล้วย	6
2.1.6 ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากกล้วย	6
2.1.7 กรรมวิธีผลิตกล้วยตาก	8
2.2 พื้นฐานการออกแบบเครื่องกล	10
2.2.1 มีพื้นฐานความรู้ทางด้านความแข็งแรงของวัสดุเป็นอย่างดี	10
2.2.2 มีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุวิศวกรรมเป็นอย่างดี	10
2.2.3 มีความรู้กรรมวิธีการผลิตต่างๆ	10
2.2.4 มีความรู้พิเศษเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมต่างๆ	11
2.2.5 เตรียมพร้อมสำหรับการตัดสินใจอย่างฉลาดได้ว่า	11
2.2.6 มีความเข้าใจถึงความสวยงามบางประการ	11

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.2.7 มีความรู้ทางด้านเศรษฐศาสตร์และการแข่งขันด้านราคา	11
2.2.8 มีสัญชาตญาณในการเป็นนักประดิษฐ์และสร้างสรรค์	11
2.2.9 ความปลอดภัยเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง	11
2.3 ค่าความปลอดภัยในการออกแบบเครื่องจักร	11
2.4 เหล็กหล่อเทา เหล็กหล่อเหนียว เหล็กหล่ออบเหนียวและเหล็กกล้าหล่อ	12
2.4.1 เหล็กหล่อเทา (Grey Cast Iron)	12
2.4.2 เหล็กหล่อเหนียว (Nodular Cast Iron)	13
2.4.3 เหล็กหล่อเวอร์มิคิวลาร์แกรไฟต์ (Vermicular Graphite Cast Iron)	13
2.4.4 เหล็กหล่อมีฮาไนต์ (Mehanite Cast Iron)	13
2.4.5 เหล็กหล่ออบเหนียว (Malleable Cast Iron)	14
2.4.6 เหล็กกล้าหล่อ (Cast Steel)	14
2.5 การส่งผ่านก้านต่อที่ยึดหยุ่น	15
2.5.1 หน้าที่การใช้งานของสายพาน	16
2.5.2 หน้าที่การใช้งานของสายพานลิ่ม	16
2.5.3 ขนาดสายพานและล้อสายพาน	16
2.5.4 การทำให้เกิดแรงขับเคลื่อนในสายพานลิ่ม	17
2.5.5 การคำนวณหาขนาดของสายพานลิ่ม	19
2.5.6 การคำนวณหามุมสัมผัส α และความยาวสายพาน L	20
2.6 ล้อสายพาน	21
2.6.1 ล้อสายพานแบน	21
2.6.2 ล้อสายพานลิ่ม	21
2.7 การออกแบบเพลลา	22
2.8 คำนวณหาโมเมนต์บิดที่เพลลา [8]	27
2.9 คำนวณหาแรงที่ต้องการใช้	27
2.10 การหาขนาดความเร็วรอบ	28
2.11 เฟืองตรง	28
2.11.1 คำจำกัดความ	28
2.11.2 มาตรฐานการบอกขนาดของเฟือง	30
2.11.3 กฎการขับของเฟืองและการทำงานของฟันเฟือง	32

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.11.4 ระยะการขบและอัตราส่วนการขบ	34
2.11.5 การขัดกัน	36
2.12 มอเตอร์	37
2.12.1 การคำนวณหาแรงม้าของมอเตอร์ต้นกำลัง	38
2.12.2 การคำนวณหาอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า	38
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน	
3.1 ลักษณะการทำงานของเครื่องที่ออกแบบ	39
3.2 วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง	39
3.3 วิธีการดำเนินการทดลอง	39
3.4 วิธีการทดลองเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่	40
3.4.1 การหาความเร็วรอบของลูกกลิ้งใช้เปรียบเทียบในการทดลอง	40
3.4.2 ออกแบบการทดลองในการรีดกล้วย	42
3.4.3 ขั้นตอนการทดลอง	43
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 ขั้นตอนการทดลองเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่	44
4.2 ผลการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะการรีดกล้วยที่ต่างกัน	44
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่	52
5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข	52
5.3 แนวทางการพัฒนา	52
เอกสารอ้างอิง	53
ภาคผนวก	
ค. ภาพชิ้นส่วนของเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่ที่ถูกติดตั้งและทำการปรับตั้ง	54
ง. รูปการเตรียมกล้วยก่อนทดลองและกล้วยที่ผ่านการทดลอง	62

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงปริมาณธาตุอาหารในกล้วย	5
2.2 ค่าความปลอดภัยที่ใช้ในการออกแบบ	12
2.3 ตัวประกอบการใช้งาน	17
2.4 ค่าตัวประกอบ k_2	19
2.5 ตารางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ d_p ของล้อสายพานลิ้ม ตามมาตรฐาน ISO/R 52- 1975 (E) และ ISO/R 253-1962 (E)	22
2.6 ขนาดระบุของเพลตามมาตรฐาน ISO/R 775-1969	26
2.7 ค่าตัวประกอบความล้า	26
2.8 ขนาดเพื่องมาตรฐาน	32
2.9 มาตรฐานของฟันเฟือง	34
4.1 สมรรถนะการรีดกล้วยที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 14 rpm โดยการปรับ ลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 10 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 7 mm	45
4.2 สมรรถนะการรีดกล้วยที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 27 rpm โดยการปรับ ลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 10 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 7 mm	45
4.3 สมรรถนะการรีดกล้วยที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 14 rpm โดยการปรับ ลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 8 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 5 mm	46
4.4 สมรรถนะการรีดกล้วยที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 27 rpm โดยการปรับ ลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 8 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 5 mm	46
4.5 ร้อยละของการรีดกล้วยที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 14 rpm	47
4.6 ร้อยละของการรีดกล้วยที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 27 rpm	47
4.7 อัตราการรีดกล้วยที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 14 rpm	48
4.8 อัตราการรีดกล้วยที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 27 rpm	49
4.9 ค่าความหนาของกล้วยที่ผ่านรีดกล้วยจากการสุมวัดตัวอย่าง 10 ลูก ที่ความเร็ว รอบของลูกกลิ้ง 14 rpm กับ 2 rpm โดยปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 10 mm และ ปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 7 mm	50
4.10 ค่าความหนาของกล้วยที่ผ่านรีดกล้วยจากการสุมวัดตัวอย่าง 10 ลูก ที่ความเร็ว รอบของลูกกลิ้ง 14 rpm กับ 27 rpm โดยการปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 8 mm ปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 5 mm	51

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงการตากกล้วยแบบพื้นบ้าน	9
2.2	การตากกล้วยโดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์	9
2.3	การส่งถ่ายกำลังงานด้วยสายพาน	15
2.4	การใช้งานสายพานลิ่มในแนวราบและแนวดิ่ง แบบมีลูกกลิ้งกด	16
2.5	แผนภูมิที่ใช้ในการเลือกขนาดหน้าตัดของสายพานลิ่ม	20
2.6	ลักษณะโครงสร้างของล้อสายพานแบบโค้งและทรงกระบอก	21
2.7	ลักษณะล้อสายพานลิ่มแบบปกติและแบบรวม	21
2.8	เพลายู่ภายใต้แรงต่าง ๆ	22
2.9	การเรียกชื่อต่างๆ ส่วนของเฟือง	28
2.10	ผลของค่าไคอะมีทรัลดัดต่อขนาดของฟันเฟือง สำหรับค่า วงกลมพิทช์เล็กลง ขนาดของฟันเฟืองจะ โตขึ้น	32
2.11	การทำงานของเฟือง	33
2.12	ระยะการขบของเฟืองสองอัน	36
2.13	ส่วนประกอบของมอเตอร์	38
ก. 1	ถาดป้อนที่ติดตั้งและปรับระห่างสัมพันธ์กับลูกกลิ้ง	55
ก. 2	ใบปาดกล้วยกันกล้วยติดลูกกลิ้งที่ติดตั้งและปรับระยะแล้ว	55
ค. 3	ตัวปรับความตึงของสายพาน	56
ก. 4	ตัวปรับความตึงที่ติดตั้งกับชุดตลับลูกปืนแบบมีตัวประกอบรางเลื่อน	56
ก. 5	ตัวปรับความตึงของสายพานลิ่ม	56
ก. 6	ล้อสายพานลิ่มของเพลาลับลูกกลิ้งรีดกล้วย	57
ก. 7	การติดตั้งเฟืองกลับทิศทางการหมุนเพื่อให้ลูกกลิ้งหมุนเข้าหากัน	57
ก. 8	การติดตั้งชุดส่งกำลังแก่ลูกกลิ้งด้านซ้ายของเครื่อง	58
ก. 9	ล้อสายพานลิ่มที่ถูกส่งมาจากเฟืองกลับทิศทางการหมุนด้านซ้ายของเครื่อง	58
ก. 10	การติดตั้งชุดส่งกำลังแก่ลูกกลิ้งด้านขวาของเครื่อง	59
ก. 11	ชุดตลับลูกปืนพร้อมรางประกอบรางเลื่อนสำหรับปรับระยะห่างของลูกกลิ้ง	59
ก. 12	เครื่องมือที่ใช้สำหรับปรับระยะห่างของลูกกลิ้ง	60
ก. 13	ถาดป้อนที่ติดการ์ดป้อนกัน	60
ก. 14	สวิตช์ปิดเปิดเครื่อง	61

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
ข. 1	การทำกล้วยตากด้วยแสงอาทิตย์	63
ข. 2	กล้วยหลังจากการอบ	63
ข. 3	กล้วยอบที่ผ่านการรีดด้วยเครื่อง	64
ข. 4	กล้วยตากที่ผ่านการรีดด้วยเครื่อง	64
ข. 5	กล้วยตากขนาดกลางที่ผ่านการรีดด้วยเครื่อง	64
ข. 6	กล้วยตากที่กล้วยยังไม่สุกพอที่ผ่านการรีดด้วยเครื่อง	65
ข. 7	ลักษณะกล้วยตากที่ผ่านการรีดด้วยเครื่อง	65
ข. 8	ความหนาของกล้วยที่พาการรีดแล้ว	66
ข. 9	วัดความหนาของกล้วย	66

สวพ.
มทร.สุวรรณภูมิ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ผลผลิตทางการเกษตรจึงมีความสำคัญต่อประเทศเป็นอย่างมาก ผลไม้นับว่าเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่มีความสำคัญต่อประเทศเป็นอย่างมาก เพราะผลไม้หลายชนิดเป็นสินค้าส่งออกขายไปยังต่างประเทศ ไม่ว่าจะเป็นรูปผลไม้สดหรือผลไม้ที่แปรรูปแล้ว กล้วยนับว่าเป็นพืชที่มีความสำคัญอีกอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีเพราะกล้วยเป็นพืชที่อยู่ใกล้ตัวเราโดยเฉพาะกล้วยน้ำว้า จะมีการปลูกกันทุกภาคของประเทศไทยเพราะกล้วยน้ำว้าเป็นพืชปลูกได้ง่าย สะดวกต่อการดูแลรักษาสามารถปลูกควบคู่กับพืชอื่นได้ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกษตรกรประสบปัญหาในเรื่องของราคาผลผลิตตกต่ำ สร้างความเดือดร้อนให้กับเกษตรกรทั้งที่กล้วยสามารถที่จะนำมาทำผลิตภัณฑ์อย่างอื่นได้อีกหลายอย่างที่นอกเหนือจากการนำมารับประทานสดตัวอย่างเช่น นำมาทำขนมกล้วยฉาบ กล้วยตาก กล้วยอบ เป็นต้น

การแปรรูปกล้วยจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะสามารถเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรแต่กระบวนการแปรรูปนั้นจำเป็นต้องนำเทคโนโลยี และเครื่องมือทางด้านวิศวกรรมเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงมีความเหมาะสมที่จะสร้างเครื่องรีดกล้วยขึ้นมาเพื่อจะนำเอากล้วยที่รีดได้ทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ เครื่องรีดกล้วยเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยในกระบวนการทำงาน ที่มีความสะดวกและปลอดภัย ช่วยลดเวลาในการทำงาน ลดต้นทุนในการที่จะต้องให้กับแรงงานคนในการรีดกล้วย ซึ่งทำให้ผลผลิตที่ออกมาทันต่อความต้องการของตลาด

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารอ้างอิง

สถาพร[1] กลุ่มเกษตรกรบ้านสบเปา ได้ทำการทดลองสร้างเครื่องทักกล้วยสำหรับการผลิตกล้วยแผ่นแบบอบม้วนโดยทักกล้วยแผ่นได้ปริมาณมากกว่า 40 ถาด หรือ 1,200 แผ่น ต่อ 1 วัน ได้มากกว่าทักกล้วยด้วยแรงงานคน สามารถสร้างกล้วยตากเป็นแผ่นสำหรับกล้วยตากแผ่นแบบอบม้วน ได้ผลผลิตกล้วยตากแผ่นเพิ่มขึ้น และส่งออกขายได้ตามความต้องการของตลาด

นริศ [2] เครื่องทักกล้วยแบบแผ่น ได้ออกแบบเครื่องจักรกลเกษตรที่ใช้ในการแปรรูปกล้วยน้ำว้าให้เป็นกล้วยแบบแผ่นเพื่อนำไปอบน้ำผึ้ง เครื่องมีข้อมูลเบื้องต้นดังนี้ ต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์ ขนาด 1 แรงม้า มีระบบทำงานแบบไฮดรอลิก จำนวนการทักกล้วยต่อครั้ง 4 ผล ความสามารถในการทำงาน 700 ผลต่อชั่วโมงถึง 1,000 ผลต่อชั่วโมง และใช้ผู้ปฏิบัติงาน 3 คน

ไกรศรี ศรีสว่าง และคณะ[3] ได้ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัย การออกแบบและสร้างเครื่องเยือนกล้วย โดยโรงงานวิศวกรรมนี้มุ่งเน้นในการออกแบบ และสร้างเครื่องเยือนกล้วยน้ำว้า เพื่อทำการหาประสิทธิภาพของเครื่องเยือนกล้วยน้ำว้าเป็นต้นแบบในการนำไปประยุกต์ใช้ และ

พัฒนาการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ผลจากการออกแบบทำให้ได้เครื่องเยือนกล้วยน้ำว้าขนาด (50 x 80 x 150) เซนติเมตร มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือชุดส่งกำลังประกอบไปด้วยมอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า เกียร์ทดรอบ 1:20 เฟลาขนาด 25 มิลลิเมตร ล้อสายพานตัวขับ 120 มิลลิเมตร ล้อสายพานตัวตาม 160 มิลลิเมตร และชุดเยือนกล้วย แบบยาวขนาด (36 x 36 x 10) เซนติเมตร และชุดบล็อกเยือนกล้วยแบบแนวตั้งขนาด (19.5 x 24 x 10) เซนติเมตร สามารถเยือนกล้วยได้ 2 ลักษณะ คือ แนวนอนและแนวตั้งใช้กล้วยน้ำว้าที่มีความสุกแก่ 60 เปอร์เซ็นต์ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ การทดสอบเครื่องเยือนกล้วยน้ำว้าครั้งละครั้งก็โลกรัม โดยใช้ความเร็วรอบในการเยือนกล้วยน้ำว้า 500 รอบต่อนาที ถึง 1,400 รอบต่อนาที พบว่าในการเยือนกล้วยในแนวนอนและแนวตั้งใช้เวลา 30 วินาที ถึง 90 วินาที ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของเครื่องเยือนกล้วย คือ ความเร็วเพิ่มขึ้นในเวลาเยือนน้อยลงความหนากกล้วยที่ได้อยู่ในช่วง 0.5 ถึง 2 และประสิทธิภาพระหว่าง 90 เปอร์เซ็นต์ ถึง 96 เปอร์เซ็นต์

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อสามารถออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่
- 2) ทดสอบสมรรถนะของเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่

1.4 ขอบเขตของโครงการ

- 1) พัฒนาเครื่องต้นแบบเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่
- 2) ตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่ด้วยการทดสอบหาอัตราการผลิตสูงสุด และหาค่าร้อยละแสดงคุณภาพของกล้วยที่ผ่านการรีดและมีลักษณะที่ดี
- 3) กล้วยที่นำมาทดสอบด้วยเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่มีลักษณะตรงพื้นผิวมีลักษณะเรียบไม่มีรอยแตก และมีหลายขนาดคล้กัน
- 4) ทดสอบสมรรถนะของเครื่องรีดกล้วย โดยการทดสอบหาอัตราการผลิตสูงสุดและหาค่าร้อยละแสดงคุณภาพของกล้วย
- 5) วิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องรีดกล้วย

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ

- 1) ได้เครื่องรีดกล้วยขนาดที่เหมาะสมกับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรและผู้สนใจ
- 2) สามารถผลิตกล้วยตากได้รวดเร็วกว่าวิธีกดทับด้วยมือ

บทที่ 2

ทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับกล้วย

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กล้วยเป็นพืชล้มลุกมีลำต้นสูงมากสูงถึง 5 เมตร มีลำต้นใต้ดินเรียกว่าเหง้ามีส่วนที่อยู่บนดินคือลำต้นเกิดจากกาบใบหุ้มซ้อนกันแน่นในแต่ละกาบใบนั้นจะมีส่วนต่อเป็นก้านใบมีลักษณะค่อนข้างกลมหนาด้านบนเป็นร่องลึกก้านใบนี้อาจยาวได้ถึง 1 เมตร ตัวใบมักเป็นรูปขอบขนานปลายใบเรียวเล็กน้อยแกนกลางในใหญ่เห็นได้ชัดเจนเส้นใบขนานกันในแนวจากเส้นแกนใบไปหาริมใบตัวใบยาว 1 เมตร ถึง 3 เมตร กว้าง 20 เมตร ถึง 40 เมตร ดอกออกเป็นช่อที่ปลายยอดในลักษณะห้อยหัวลงยาว 30 เซนติเมตร ถึง 60 เซนติเมตร เรียกว่าปลีปลีประกอบด้วยดอกย่อยออกเรียงกันเป็นแผงแต่ละแผงมีกลีบประดับขนาดใหญ่สีม่วงแดงเรียกว่ากาบหุ้มรองรับอยู่แต่ละกลุ่มดังกล่าวมักอยู่เรียงสลับกันโดยรอบแกนช่อดอกดอกที่อยู่ส่วนปลายช่อเป็นดอกตัวผู้ดอกที่โคนช่อเป็นดอกตัวเมีย ผลเป็นช่อเรียกว่าเครือแต่ละช่อย่อยเรียกว่าหวีหนึ่งหวีมีประมาณ 10 กว่าผล ผลกลมยาวขนาดรูปร่างและรสชาติขึ้นอยู่กับพันธุ์เนื้อกล้วยสีเหลืองครีมมักไม่มีเมล็ด

2.1.2 ลักษณะทั่วไปของกล้วย

1) ลำต้นเป็นไม้ล้มลุกขนาดใหญ่ที่สุดในโลกมีอายุหลายปีแต่ที่จริงลำต้นของกล้วยอยู่ใต้ดินคือเหง้าส่วนลำต้นที่มองเห็นเป็นลำต้นเทียมประกอบไปด้วยกาบใบที่อัดแน่นลำต้นเทียมคือส่วนที่ขีดตัวของหน่อประกอบด้วยกาบใบที่ประกบกันแน่นกาบใบเหล่านี้จะค่อยๆ ค่อยๆ ออกทีละกาบกาบแรกได้แก่กาบใบแคบกาบใบที่สองได้แก่กาบใบกว้างและกาบใบที่สามได้แก่กาบใบแก่ใบเล็กๆที่เกิดขึ้นในตอนแรกก็จะตายไปและจะเกิดใบใหม่มาแทนที่เรื่อยๆ ทำให้ใบไปรวมกันอยู่ที่ยอดบริเวณปลายลำต้นเหนือดินจึงเป็นที่รวมของก้าน

2) รากในระยะแรกของการเจริญเติบโต หรือในระยะต้นกล้วยจะพบว่ามีรากแก้วปรากฏอยู่ ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นรากฝอยเช่นเดียวกับรากกล้วยที่เกิดจากหน่อเจริญแผ่ออกไปทุกทิศทุกทางรอบๆ เหง้าระยะแรกจะมีสีขาวอวบน้ำ ต่อมาเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม รากจะเกิดเป็นกลุ่มๆ ประมาณ 4 รากอยู่บริเวณผิวของลำต้นใต้ดิน รากจะแย่งประสานกันเป็นร่างแหอยู่ตามบริเวณหน้าดินต้นและลึกลงไป รากที่เกิดจากเหง้ากล้วยที่อยู่ลึกๆ รากประเภทนี้พบในดินที่มีการระบายน้ำและอากาศได้ดีที่มีดินอุดมสมบูรณ์

3) ใบใบกล้วยที่อยู่พื้นดินลำต้นเหนือดินขึ้นมาจะอยู่ในลักษณะตั้งฉากกับลำต้นแล้วจะค่อยๆ งอโค้งไปมีลักษณะใหญ่ยาวรีขนาดของใบกว้างขึ้นอยู่กับอายุพันธุ์และใบจะมีขนาดใหญ่

ขึ้นเรื่อยๆเมื่อต้นมีขนาดอายุมากขึ้นและจะมีขนาดเล็กลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อกล้วยเริ่มให้ช่อดอก หลังจากนั้นก็จะไม่มีใบใหม่เกิดขึ้นมาอีกเส้นใบกล้วยจะเรียวยาวขนาดกันเกือบเป็นมุมฉากกับก้านใบ จำนวนใบตั้งแต่เป็นหน่อจนกระทั่งถึงช่วงก่อนเกิดช่อดอกจะเกิดเป็นใบทั้งหมดประมาณ 35 ใบถึง 50 ใบในหนึ่งต้น

4) ดอกลักษณะของดอกกล้วยแต่ละดอกจะไม่ได้สัดส่วนกันกลีบเลี้ยงและกลีบดอกไม่แยกออกจากกันทำให้มองเห็นกลีบสีเหลืองหรือสีครีมหรือสีขาวเป็นสองชั้นคือชั้นกลีบรวมประกอบด้วยกลีบใหญ่ 3 กลีบและกลีบเล็ก 2 กลีบเชื่อมติดกันเป็นอันเดียวและชั้นกลีบอิสระดอกตัวเมียจะยาวประมาณ 10 เซนติเมตรดอกตัวผู้จะยาวประมาณ 6 เซนติเมตรมีเกสรตัวผู้ 5 อันจัดอยู่เป็น 2 ชั้น เกสรตัวเมียมี 3 พูและมีอับละอองเกสรตัวผู้มีลักษณะรูปร่างยาวขนาดใหญ่ก้านและยอดเกสรตัวผู้จะเรียวยาวเล็กและดอกก็จะอยู่ร่วมบริเวณฐานของรังไข่เป็นส่วนใหญ่

5) ช่อดอกเมื่อหน่อของกล้วยเมื่ออายุได้ 7 เดือนถึง 8 เดือนหรือหลังจากปลูกกล้วยด้วยหน่อประมาณ 6 เดือนถึง 8 เดือนกล้วยก็จะเกิดมีช่อดอกตามดอกที่อยู่ตรงกลางเหง้าจะเจริญโตทะลุเหง้าผ่านกลางลำต้นเหนือดินและโผล่ดอกออกมาทางยอดประกอบด้วยช่อดอกย่อยอยู่รวมกันบนก้านช่อดอกที่อ้วนและแข็งแรงจะมีดอกเกิดเป็นกลุ่มๆละสองแถวแต่ละกลุ่มจะมีกาบดอกสีแดงรูปไข่รองรับอยู่ส่วนปลายของช่อดอกจะเป็นดอกตัวผู้และส่วนกลางช่อดอกเป็นสมบูรณ์เพศ

6) ผลผลของกล้วยเป็นแบบเบอร์รี่ใช้เวลาหลังจากเกิดช่อดอกจนถึงเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 90 วัน ผลแก่มีเปลือกเมล็ดแข็งสีดำอยู่มากมายกล้วยที่ปลูกนี้จะเป็นผลโดยไม่จำเป็นต้องใช้ต้องได้รับการผสมเกสรผลกล้วยทั้งหมดบนก้านดอกรวมเรียกว่าเครือส่วนผลกล้วยแต่ละกลุ่มแต่ละช่อเรียกว่าหวีส่วนแต่ละผลเรียกว่าผลกล้วยกล้วยเครือหนึ่งอาจจะมีหวีประมาณ 5 หวีถึง 15 หวีและแต่ละหวีจะมีจำนวนผลตั้งแต่ 5 ผลถึง 20 ผลผลเมื่อสุกอาจมีสีเปลือกเป็นสีขาวเหลืองหรือออกแดงแล้วและชนิดหรือพันธุ์ของกล้วยนั้นๆ

7) เมล็ดกล้วยที่ใช้รับประทานเป็นพวกที่มีจำนวนโครโมโซม 3 ชุดจะไม่มีเมล็ดกล้วยป่าที่โครโมโซม 2 ชุดจะได้รับการถ่ายทอดละอองเกสรแล้วจะให้เมล็ดซึ่งจะแตกต่างกับกล้วยที่มีโครโมโซม 3 ชุดเมล็ดของกล้วยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 มิลลิเมตรเปลือกหุ้มเมล็ดแข็งมากมีอาหารเลี้ยงต้นอ่อนอยู่ภายใน [3]

2.1.3 พันธุ์กล้วย

ในปัจจุบันนี้ทั่วโลกมีกล้วยอยู่ประมาณ 200 สายพันธุ์ถึง 300 สายพันธุ์แต่สำหรับพันธุ์กล้วยในประเทศไทยที่ได้เก็บรวบรวมพันธุ์กล้วยและปลูกไว้เมื่อปี 2524 ทำการศึกษาลักษณะและประเมินคุณค่าของกล้วยเพื่อใช้ประโยชน์ได้รายงานเกี่ยวกับพันธุ์ของกล้วยไว้โดยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มคือกล้วยป่าออร์นาตาได้แก่กล้วยบัวหรือกล้วยป่ากล้วยป่าอะคิวมินาตามืออยู่ชนิดได้แก่กล้วยทองกล้วยแขกกล้วยหักมุกกล้วยนมหมึกกล้วยลังกากล้วยป่าบาลบิเชียนานิยมเรียกว่ากล้วย

ตาน้ำกล้วยป่ามีอยู่แพร่หลายทั่วประเทศไทยกล้วยในสายพันธุ์อะควิมินาตามีอยู่หลายพันธุ์ได้แก่กล้วยไข่กล้วยหอมกล้วยนมสาวกล้วยนากกล้วยคอกไม้เป็นต้นกล้วยลูกผสมพันธุ์อะควิมินากับบาลบิเซียนาได้แก่กล้วยนางนวลกล้วยน้ำกล้วยร้อยหวีกล้วยเทพรสกล้วยทิพย์กล้วยส้มและกล้วยน้ำว้าเป็นต้น[4]

2.1.4 ปริมาณธาตุอาหารในกล้วยตารางแสดงปริมาณส่วนประกอบคุณค่าอาหารของกล้วยชนิดต่างๆในส่วนที่รับประทานได้100กรัม

ตารางที่2.1แสดงปริมาณธาตุอาหารในกล้วย[5]

ปริมาณสารอาหาร	ชนิดกล้วย				
	กล้วยน้ำว้า	กล้วยไข่	กล้วยหอมทอง	กล้วยเล็บมือนาง	กล้วยหักมุก
พลังงานเป็นกิโลแคลอรี	122	145	131	81	112
โปรตีนเป็นกรัม	1.2	1.5	1.0	1.8	1.2
คาร์โบไฮเดรตเป็นกรัม	26.1	34.4	31.4	18	26.3
ไขมันเป็นกรัม	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
วิตามินต่างๆ	-				
บีหนึ่งเป็นมิลลิกรัม	0.03	0.02	0.04	0.03	0.04
บีสองเป็นมิลลิกรัม	0.04	0.09	0.03	0.04	0.8
ซีเป็นมิลลิกรัม	14	16	7	8	16
เกลือแร่เป็นมิลลิกรัม	-				
แคลเซียม	12	24	26	10	18
ฟอสฟอรัส	32	22	46	24	22
เหล็ก	0.8	0.5	0.6	1.3	0.47
น้ำเป็นกรัม	71.6	62.8	66.3	79.2	71.2

2.1.5 ประโยชน์ด้านสมุนไพรของกล้วย

- 1) โรคโลหิตจางในกล้วยมีธาตุเหล็กสูงจะเป็นตัวช่วยกระตุ้นการผลิตฮีโมโกลบินในเลือดและจะช่วยให้ในกรณีที่มีสภาวะขาดกำลังหรือภาวะโลหิตจาง
- 2) โรคความดันโลหิตสูงธาตุโพแทสเซียมสูงแต่มีปริมาณเกลือต่ำทำให้กล้วยเป็นอาหารที่สมบูรณ์แบบที่สุดสำหรับลดความดันโลหิต
- 3) โรคท้องผูกปริมาณเส้นใยและกากอาหารที่มีอยู่ในกล้วยช่วยให้การขับถ่ายเป็นปกติและยังช่วยแก้ปัญหาโรคท้องผูกโดยไม่ต้องกินยาถ่ายเลย
- 4) ความรู้สึกไม่สบายในตอนเช้าการกินกล้วยเป็นอาหารว่างระหว่างมื้ออาหารจะรักษาระดับน้ำตาลในเส้นเลือดให้คงที่เพื่อหลีกเลี่ยงความรู้สึกไม่สบายในตอนเช้า
- 5) เมื่อออกกำลังกายใช้ครีมทาแก้มกักใช้ด้านในของเปลือกกล้วยทาบริเวณที่ออกกำลังกาย
- 6) กล้วยมีวิตามินบีสูงมากช่วยให้ระบบประสาทสงบลงได้
- 7) โรคไตได้เป็นผลเพื่อต้านทานการเกิดโรคไตได้เป็นผลเพราะเนื้อของกล้วยมีความอ่อนนุ่มพอดี
- 8) การควบคุมอุณหภูมิของร่างกายจะให้ผู้หญิงที่กำลังตั้งครรภ์รับประทานกล้วยทุกวันเพื่อให้แน่ใจว่าทารกที่เกิดมาจะมีอุณหภูมิเย็น
- 9) กล้วยสามารถช่วยคนที่พยายามจะเลิกสูบบุหรี่เนื่องจากกล้วยมีปริมาณวิตามินซีเอบี6และบี12 ที่สูงมากและยังมีโพแทสเซียมกับแมกนีเซียมที่ช่วยทำให้ร่างกายฟื้นตัวได้เร็ว

2.1.6 ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากกล้วย

เกษตรกรสามารถปลูกกล้วยเพื่อนำผลผลิตไปจำหน่ายหรือนำมาเพิ่มมูลค่าโดยการแปรรูปอีกทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลผลิตสามารถแบ่งการแปรรูปกล้วยได้ 2 ประเภทคือการแปรรูปจากกล้วยดิบและการแปรรูปจากกล้วยสุก

การแปรรูปจากกล้วยดิบ

- 1) การทำกล้วยอบเนยกล้วยฉาบหรือ“กล้วยกรอบแก้ว” ใช้กล้วยดิบเช่นกล้วยน้ำว้ากล้วยหอมกล้วยหักมุกนำมาฝานบางๆตามยาวหรือตามขวางอาจจะฝักลมสักครู่หรือฝานลงกระทะทันทีก็ได้และทอดในกระทะที่ใส่น้ำมันท่วมเมื่อขึ้นกล้วยสุกจะลอยก็ตักขึ้นและซับน้ำมันด้วยกระดาษฟางจากนั้นอาจนำไปคลุกเนยเรียกว่ากล้วยอบเนยหรือฉาบให้หวานด้วยการนำไปคลุกกับน้ำตาลที่เคี่ยวจนเกือบแห้งในกระทะเรียกว่ากล้วยฉาบหรือนำไปคลุกในน้ำเชื่อมแล้วเอาลงทอดอีกครั้งอย่างรวดเร็วเรียกว่ากล้วยกรอบแก้ว

- 2) แป้งกล้วยนำกล้วยดิบมาล้างให้สุกปอกเปลือกหั่นและอบให้แห้งแล้วบดให้ละเอียดเป็นแป้งใช้ทำขนมกล้วยและบัวลอยหรือผสมกับแป้งเค้กใช้ทำคุกกี้ได้ทำให้มีกลิ่นหอมของกล้วย

3) กล้วยเบรกแตกนำกล้วยดิบมาปอกเปลือกหั่นเป็นชิ้นบางๆแช่น้ำเกลือ1 เปอร์เซ็นต์นาน30 นาทีนำมาผึ่งให้หมาดๆทอดในน้ำมันที่ร้อนจัดพอสุกแต่ไม่กรอบแช่ขึ้นกล้วยในน้ำเชื่อมนาน10 นาทีนำขึ้นให้สะเด็ดน้ำเชื่อมทอดซ้ำอีกครั้งใช้ไฟค่อนข้างอ่อนจนได้กล้วยสีน้ำตาลแดงและกรอบนำขึ้นสะเด็ดน้ำมันทิ้งให้เย็นเตรียมน้ำเชื่อมเคี้ยวน้ำตาลทรายใส่น้ำเกลือและนมข้นหวานให้เดือด5 นาทียกลง

4) กล้วยรังนกใช้มีดตัดหัวท้ายและกรีดเปลือกกล้วยตามยาวแล้วปอกเปลือกออกแช่กล้วยในน้ำ (น้ำ 1ลิตรผสมน้ำมะขามหรือน้ำมะนาวหรือน้ำส้ม) เพื่อป้องกันผิวกล้วยดำผานกล้วยเป็นแผ่นบางๆตามยาวหนาประมาณ 1/8 นิ้วแล้วหั่นฝอยเป็นเส้นยาวๆแช่ในน้ำปูนใสเป็นระยะเวลา15 นาทีนำขึ้นผึ่งให้สะเด็ดน้ำตั้งกระทะใส่น้ำมันพอร้อนแบ่งกล้วยลงทอดให้มีสีเหลืองอ่อนๆใส่น้ำตาลจนจนน้ำตาลละลายแล้วกล้วยเหลืองกรอบตักขึ้นวางบนกระดาษซับใช้ส้อมเขี่ยให้เส้นกล้วยกองสุ่มๆกันคล้ายรังนกน้ำตาลที่ใส่น้ำมันที่ร้อนจะไปเกาะจับผิวเส้นกล้วยเอง

การแปรรูปจากกล้วยสุก

1) น้ำผลไม้จากกล้วยที่สุกมาหมักใส่เอนไซม์เพกทินไลติก (ความเข้มข้น0.01%เพื่อย่อยและบ่มไว้ที่อุณหภูมิ45 องศาเซลเซียส 1ชั่วโมงจะได้น้ำกล้วยใส

2) เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ประเทศในทวีแอฟริกาเช่นยูกันดาวันดาบุรุนดีคองโกและแทนซาเนียนิยมนำกล้วยมาทำเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ต่ำในประเทศยูกันดาเรียกเครื่องดื่มชนิดนี้ว่าวารากิ(Waragi)ประเทศฝรั่งเศสนำเอากล้วยสุกบดเหลวผสมกับน้ำและทำให้ร้อน65องศาเซลเซียสถึง70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมงแล้วทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิ40 องศาเซลเซียสต่อมาใส่เอนไซม์เพกทิเนส(Pectinase)ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา24 ชั่วโมงภายใต้บรรยากาศที่เพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์

3) กล้วยตากนำกล้วยที่สุกงอมมาปอกเปลือกและนำไปตากแดดจากนั้นมาคลึงเพื่อให้กล้วยนุ่มแล้วนำไปตากอีก5แดดถึง6 แดดหรือจนกว่ากล้วยจะแห้งตามต้องการ (ในทุกวันที่เก็บให้น้ำกล้วยทั้งหมดมารวมกันนำหวานจากกล้วยจะออกมาทุกวันและกล้วยจะฉ่ำแล้วนำไปตากแดด) ระวังอย่าให้แมลงวันตอมส่วนการตากอาจใช้แสงอาทิตย์หรือเตาอบขนาดใหญ่ที่ใช้แสงอาทิตย์และไฟฟ้า

4) กล้วยกวนนำกล้วยสุกงอมมายีแล้วเคล้ากับน้ำตาลและกะทินำไปกวนในกระทะกวนที่ไฟอ่อนๆจนสุกเหนียวขึ้นเป็นก้อนกลมหรือสี่เหลี่ยมแล้วห่อด้วยกระดาษแก้ว

5) ทอฟฟี่กล้วยคล้ายกล้วยกวนแต่ใส่เบะแข็งทำให้แข็งกว่ากล้วยกวน

6) ข้าวเกรียบกล้วยใช้กล้วยสุกผสมกับแป้งและเกลืออาจเติมน้ำตาลเล็กน้อยแล้วทำเป็นแท่งยาวหนึ่งให้สุกเมื่อสุกปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นผานเป็นชิ้นบางๆตากแดดให้แห้งแล้วนำมาทอดรับประทานเป็นอาหารว่างข้าวเกรียบกล้วยนี้หากใช้กล้วยที่มีกลิ่นจะทำให้ให้หอม

7) กลัวยคีนรูปปอกกลัวยผานตามยาว1 ครั้งถึง 2 ครั้งหรือผ่าสี่หรือผานตามแนวทแยงตามต้องการแช่เนื้อกลัวยลงในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ทันทีที่หั่นเสร็จเป็นระยะเวลาประมาณ30 นาทีเอาชิ้นกลัวยขึ้นจากที่แช่ลวดในน้ำเดือดนานประมาณ1 นาทีตามขนาดของเนื้อกลัวยตากในตู้อบลมร้อนไฟฟ้าที่อุณหภูมิ70 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลาประมาณ6 ชั่วโมงถึง 8 ชั่วโมงบรรจุภาชนะสะอาดแห้งปิดสนิทและให้พื้นแสงสว่างจะเก็บได้ไม่นานเกิน3 เดือนวิธีทำให้คีนรูปนำกลัวยมาต้มในน้ำเดือดประมาณ5 นาทีถึง 10 นาทีก่อนใช้งานกลัวยคีนรูปนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายอย่างเช่นกลัวยอบเนยกลัวยชุบแป้งทอดกลัวยแขก

8) แยมกลัวยน้ำว่าผสมมะละกอนึ่งกลัวย10 นาทีปอกเปลือกควั่นไส้และเมล็ดออกปอกเปลือกมะละกอหั่นเนื้อเป็นชิ้นเล็กๆนำเนื้อกลัวยและเนื้อมะละกอดีปนด้วยกันเติมส่วนผสมอื่นๆตั้งไฟจนแยมได้ที่บรรจุขวดแก้วสะอาดและฆ่าเชื้อแล้วขณะร้อนปิดฝา

9) กลัวยแผ่นหนาล้างกลัวยให้สะอาดปอกเปลือกหั่นเป็นชิ้นเล็กๆตามขวางของผลแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ร้อยละ0.1 เป็นระยะเวลา15 นาทีบดกลัวยให้ละเอียดเทลงถาดที่ทำด้วยกาลีเซอรินตากในตู้อบลมร้อนไฟฟ้าที่อุณหภูมิ70องศาเซลเซียสจนแห้งบรรจุในภาชนะที่สะอาดแห้งและปิดสนิท [6]

2.1.7 กรรมวิธีผลิตกลัวยตาก

กรรมวิธีการตากกลัวยที่เกษตรกรปฏิบัติมีอยู่2วิธีดังนี้

แบบที่1การตากกลัวยแบบพื้นบ้านเป็นการตากกลัวยบนตระแกรงหรือแผงที่ทำจากไม้ไผ่นำมาสานกันตั้งอยู่บนร้านที่สร้างอยู่กลางแจ้งดังรูปที่2.1 เกษตรส่วนใหญ่ประมาณ95เปอร์เซ็นต์จะตากกลัวยด้วยวิธีนี้เพราะลงทุนต่ำกรรมวิธีการตากกลัวยก็คือเมื่อตัดกลัวยมาบ่มทั้งเครือหรือวางซ้อนกันเป็นหวีใช้เวลา5 วันถึง7วันจากนั้นจึงปอกเปลือกและนำมาตากบนแผงไม้ไผ่กลางแจ้งช่วงแรกตากประมาณ4วันและนำมาแบนกลัวยได้ใช้มือแคะน้ำเกลือคดกลัวยลงจากนั้นจึงตากต่ออีก3 วันจึงเก็บกลัวยบรรจุภาชนะได้การตากกลัวยนี้ต้องใช้ฝีมือพอสมควรกล่าวคือการบ่มกลัวยต้องวางเป็นแถวซ้อนกันให้ดีมิฉะนั้นผลกลัวยจะช้ำตากแล้วเป็นรอยจำขาวๆ ถือว่าไม่สวยไม่น่ากินขายได้ราคาต่ำพ่อค้าจะนำกลัวยชนิดนี้ไปอบน้ำผึ้งอีกครั้งหนึ่งเพื่อใช้น้ำผึ้งเคลือบให้ผิวกลัวยสวยสำหรับการทับกลัวยก็เช่นกันถ้าทับไม่ดีกลัวยจะแตกและต้องคัดทั้งการตากกลัวยจะทำตลอดปีตามผลผลิตกลัวยที่ทยอยออกทั้งปีสำหรับการตากกลัวยในฤดูร้อนและฤดูหนาวจะไม่มีปัญหาเรื่องเชื้อราแต่จะมีปัญหาเรื่องเชื้อราในฤดูฝนเท่านั้น



รูปที่ 2.1 แสดงการตากกล้วยแบบพื้นบ้าน

แบบที่2การตากกล้วยโดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์การตากกล้วยโดยวิธีนี้ทำให้สามารถรักษาความสะอาดของกล้วยตากได้สูงตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์มีลักษณะเป็นกล่องไม้สี่เหลี่ยมหลังคาเป็นรูปจั่วบุแผ่นพลาสติกใสเป็นตัวแปรพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อนความร้อนในตู้อบจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก5 องศาเซลเซียสถึง 10 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการตากกล้วยคือ30 องศาเซลเซียสตู้อบตู้หนึ่งจะถูกออกแบบให้อบกล้วยได้จำนวน45 กิโลกรัมการที่สร้างตู้อบขนาดเล็กก็เพื่อสะดวกแก่การทำงานและรักษาความสะอาดกรรมวิธีในการตากกล้วยก็เหมือนกรรมวิธีตากกล้วยแบบพื้นบ้านเพียงแต่ใช้ตู้อบแทนแผงไม้ไผ่เท่านั้น

แม้ว่าการตากกล้วยในตู้อบจะแก้ปัญหาเรื่องไม่สะอาดได้แต่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาเชื้อราปะปนในฤดูฝนเกษตรกรบางรายการที่มีฐานะดีจะสร้างโรงอบที่มีพื้นเป็นเชื้อเพลิงแต่อุณหภูมิภายในโรงอบไม่ค่อยสม่ำเสมอกล้วยตากที่ตากออกมาจึงแข็งๆ โรงอบจึงมักใช้เป็นการช่วยตู้อบในวันที่ฝนตกหรือมีแสงแดดน้อยกล้วยตากจะได้ไม่มีเชื้อราปะปนมาก



รูปที่2.2การตากกล้วยโดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

ข้อแตกต่างระหว่างการตากกล้วยแบบที่1 และแบบที่2

กล้วยตากที่ได้จากกรรมวิธีผลิตทั้งสองทั้งแบบจะมีคุณภาพแตกต่างกัน
อย่างเห็นได้ชัดกล่าวคือ

1) สีกกล้วยตากที่ได้จากกรรมวิธีแบบที่1 จะมีสีเหลืองอ่อนกว่ากล้วยตากที่ผลิตโดยวิธีแบบที่2 แต่เมื่อผ่านไปประมาณ4 อาทิตย์กล้วยตากที่ทำโดยวิธีแรกจะเปลี่ยนเป็นสีคล้ำเร็วกว่ากล้วยตากที่ผลิตโดยวิธีหลังอย่างเห็นได้ชัด

2) ความเงากล้วยตากที่ผลิตโดยกรรมวิธีแบบที่1 ผิวจะมีความเงาหรือเป็นมันอันเนื่องมาจากน้ำหวานของกล้วยตากตามธรรมชาติน้อยกว่ากรรมวิธีแบบที่2 อย่างเห็นได้ชัด

3) ความหวานกล้วยตากที่ผลิตด้วยกรรมวิธีที่1 จะมีเปอร์เซ็นต์ความหวานน้อยกว่ากรรมวิธีที่ 2 เนื่องจากแมลงประเภทผึ้งและมดดูดน้ำหวานจากกล้วยตากบนแผงไปบางส่วนและหวานบางส่วนจะหยดลงบนพื้นดินเนื่องจากการระบายอากาศไม่สม่ำเสมอ

4) เชื้อโรคกล้วยตากที่ผลิตโดยกรรมวิธีที่ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในแบบที่2 จะมีเชื้อโรคเจือปนอยู่น้อยที่สุดส่วนการผลิตแบบที่1 จะมีเชื้อโรคเจือปนอยู่มากที่สุดกล้วยตากที่ผลิตด้วยกรรมวิธีที่2 จึงมีความสะอาดถูกสุขลักษณะมากที่สุดในการผลิตกล้วยตากในปัจจุบัน

5) หนอนแมลงวันทองกล้วยตากที่ทำการผลิตแบบที่1 มีโอกาสที่จะมีหนอนแมลงวันทองปนอยู่มากเนื่องจากหนอนแมลงวันทองอาจจะเกาะกล้วยและวางไข่ในกล้วยน้ำว้าขณะที่บ่มกล้วยเมื่อนำไปตากแดดความร้อนจากแสงแดดไม่สามารถที่จะฆ่าไข่แมลงวันทองได้เมื่อกล้วยตากที่ได้นำมาใส่ถุงเพื่อรอจำหน่ายไข่ดังกล่าวจะฟักตัวเป็นหนอนในกล้วยตากนั้น กรรมวิธีการผลิตแบบที่2 จะมีความร้อนภายในตู้อบมากพอที่จะฆ่าไข่แมลงวันทองได้

2.2 พื้นฐานการออกแบบเครื่องกล

2.2.1 มีพื้นฐานความรู้ทางด้านความแข็งแรงของวัสดุเป็นอย่างดี เพื่อใช้วิเคราะห์ความเค้นชิ้นส่วนของเครื่องจักรจะต้องแข็งแรง และแข็งแรงเพียงพอที่จะรับแรงต่างๆที่เกิดขึ้นได้

2.2.2 มีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุวิศวกรรมเป็นอย่างดี ทั้งทางด้านโลหะ กรรมวิธีทางความร้อนต่างๆ และติดตามการพัฒนาทางด้านวัสดุอยู่ตลอดเวลา เพื่อจะได้นำวัสดุที่เหมาะสมที่สุดมาใช้

2.2.3 มีความรู้กรรมวิธีการผลิตต่างๆ หลักเศรษฐศาสตร์ของวิธีการผลิต เพราะชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ผลิตขึ้นมาจะต้องแข่งขันกันด้านราคา บางครั้งการออกแบบชิ้นส่วนขึ้นหนึ่งอาจเหมาะโรงผลิตแห่งหนึ่ง แต่ไม่เหมาะกับโรงงานแห่งหนึ่งก็ได้ เช่น โรงงานผลิตที่มีแผนกเชื่อมที่ดี

แต่ไม่มีแผนกหล่อ จะพบว่าการผลิตโดยวิธีเชื่อมจะประหยัดที่สุดอยู่ แต่ในขณะเดียวกัน โรงงานอีกแห่งหนึ่งอาจตัดสินใจใช้วิธีหล่อเพราะมีแผนกหล่อที่ติดอยู่ (และอาจมีแผนกเชื่อมหรือ ไม่มีก็ได้)

2.2.4 มีความรู้พิเศษเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมต่างๆที่จะมีผลต่อคุณสมบัติของวัสดุเช่นบรรยากาศที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนอุณหภูมิต่ำมากหรือสูงมากเป็นต้น

2.2.5 เตรียมพร้อมสำหรับการตัดสินใจอย่างฉลาดได้ว่า

- 1) ควรเลือกชิ้นส่วนที่มีจำหน่ายอยู่แล้วหรือต้องการออกแบบใหม่
- 2) ควรใช้สูตรสำเร็จที่ได้จากประสบการณ์ในการออกแบบชิ้นส่วนหรือไม่
- 3) ควรทดสอบชิ้นงานก่อนการผลิตหรือไม่
- 4) ต้องออกแบบเป็นพิเศษเพื่อควบคุมการสั่นสะเทือนระดับเสียงดังและอื่นๆหรือไม่

2.2.6 มีความเข้าใจถึงความสวยงามบางประการ ซึ่งจะทำให้ผลิตผลดูดีและดึงดูดผู้ใช้

2.2.7 มีความรู้ทางด้านเศรษฐศาสตร์และการแข่งขันทางด้านราคาเพราะวิศวกรมีหน้าที่ในการประหยัดเงินของผู้ว่าจ้าง การจะเพิ่มราคาสินค้าได้จะต้องมีการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง เช่น เพิ่มสมรรถนะ เพิ่มสิ่งดึงดูดใจ หรือเพิ่มความทนทานให้มากขึ้น

2.2.8 มีสัญชาตญาณในการเป็นนักประดิษฐ์และสร้างสรรค์ สิ่งที่สำคัญที่สุดต้องทำให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด ความคิดสร้างสรรค์อาจเกิดขึ้นเพราะมีความขยันขันแข็งที่จะแก้ไขสิ่งที่ไม่ถูกต้อง และมีความเต็มใจที่จะทำ

2.3 ค่าความปลอดภัยในการออกแบบเครื่องจักร [7]

ค่าความปลอดภัยหมายถึงตัวเลขที่นำไปหารค่าความต้านทานแรงดึงหรือความต้านทานแรงดึงครากของวัสดุเพื่อให้ได้ความเค้นใช้งาน (Working Stress) ในชิ้นส่วนที่กำลังออกแบบซึ่งเรียกสั้นๆว่าความเค้นออกแบบ (Design Stress) หรือความเค้นใช้งานในกรณีที่ได้มีการกำหนดขนาดของชิ้นงานมาแล้วค่าความปลอดภัยของชิ้นงานนั้นคือ

$$N_u = \frac{\sigma_u}{\sigma_d} \quad (2.1)$$

โดยที่ N_u คือ ค่าความปลอดภัยเมื่อถือความต้านแรงดึงเป็นหลัก

σ_u คือ ความเค้นสูงสุด, N/m^2

σ_d คือ ความเค้นออกแบบ, N/m^2

$$N_y = \frac{\sigma_y}{\sigma_d} \quad (2.2)$$

โดยที่ N_y คือ ค่าความปลอดภัยเมื่อถือความต้านแรงดึงครากเป็นหลัก

σ_y คือ ความเค้นที่จุดคราก, N/m^2

σ_d คือ ความเค้นออกแบบ, N/m^2

ตารางที่ 2.2 ค่าความปลอดภัยที่ใช้ในการออกแบบ [7]

ชนิดของแรง	เหล็กเหนียวและโลหะเหนียว		เหล็กหล่อและโลหะเปราะ
	N_y	N_u	N_u
แรงอยู่นิ่ง	1.5 – 2	3 – 4	5 – 6
แรงซ้ำทิศทางเดียวหรือแรงกระแทกเล็กน้อย	3	6	7 – 8
แรงซ้ำสองทิศทางหรือแรงกระแทกเล็กน้อย	4	8	10 – 12
แรงกระแทกอย่างหนัก	5 – 7	10 – 15	15 – 20

2.4 เหล็กหล่อเท่าเหล็กหล่อเหนียวเหล็กหล่ออบเหนียวและเหล็กกล้าหล่อ [9]

2.4.1 เหล็กหล่อเทา (Grey Cast Iron)

เป็นเหล็กหล่อที่มีเกล็ดแกรไฟต์ (Flake Graphite) ส่วนมากจะมีปริมาณคาร์บอนประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ถึง 4 เปอร์เซ็นต์ $S \leq 2$ เปอร์เซ็นต์ ในงานเครื่องกลจะนิยมหล่อเป็นชิ้นมีราคาถูกหล่อขึ้นรูปได้ (มีการหดตัวต่ำและเกิดโพรงอากาศน้อย) ปาดผิวได้ดีมีข้อเสียคือแข็งเปราะ (มีค่าความยืดต่ำ) จึงไม่เหมาะรับภาระกระแทกเนื่องจากมีเกล็ดแกรไฟต์แทรกอยู่จึงทำให้ค่าความต้านแรง R_m ถึงลดต่ำลงแต่เกล็ดแกรไฟต์จะทำให้ผิวที่ปาดผิวมีคุณสมบัติลื่นและมีความเค้นอัดสูงกว่าความต้านแรงดึง $3 R_m$ ถึง $5 R_m$ จึงรับแรงสั่นสะเทือนได้ดีที่อุณหภูมิเกิน 400 องศาเซลเซียส ค่า

ความต้านแรงดึงลดลงต่ำกว่า 200 องศาเซลเซียสค่าความต้านแรงอัดจะลดลงเช่นกัน ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น E จะลดลงเมื่อรับภาระเพิ่มขึ้นเหล็กหล่อเทาเกิดจากการเย็นตัวของน้ำเหล็กหากน้ำเหล็กเย็นตัวเร็วจะเกิดเป็นเหล็กหล่อแข็งเหล็กหล่อเทาที่หล่อในกระสวนเหล็กถาวรจะมีขนาดที่เที่ยงตรงสูงหลังจากการหล่อเหล็กหล่อเทาส่วนใหญ่จะนำมาอบอ่อน

2.4.2 เหล็กหล่อเหนียว (Nodular Cast Iron)

จะมีเกรไฟต์ก้อนกลมขนาด $\phi \approx 0.01$ มิลลิเมตรถึง 0.1 มิลลิเมตรแทรกอยู่มีความต้านทานการกัดกร่อนและทนต่อการสึกหรอมากกว่าเหล็กหล่อเทา

ในหลายๆกรณีสามารถใช้เหล็กเหนียวทดแทนเหล็กกล้าหล่อได้เชื่อมประสานด้วยอิเล็กโทรดนิเกิล-เหล็กได้มีโมดูลัสยืดหยุ่นสูงกว่าแต่รับแรงสั่นสะเทือนได้น้อยกว่าเหล็กหล่อเทาการอบชุบและชุบผิวแข็งด้วยเปลวไฟและการเหนียวนำกระทำได้เหล็กหล่อเหนียวออสเตนติกเป็นเหล็กหล่อแข็งสูงที่มีเกรไฟต์เป็นรูปเกล็ดหรือรูปกลมไม่สามารถเหนียวนำเป็นแม่เหล็กได้เช่นเจนเนอเรเตอร์ที่ทนการกัดกร่อนทนความร้อนมีคุณสมบัติขึ้นและปลดผิวได้ง่ายกว่าเหล็กกล้าออสเตนติกเหล็กหล่อเหนียวออสเตนติกสามารถเชื่อมประสานได้ในการอบคลายความเค้นจะกระทำที่ 640 องศาเซลเซียส

2.4.3 เหล็กหล่อเวอร์มิคิวลาร์เกรไฟต์ (Vermicular Graphite Cast Iron)

สัญลักษณ์ GGV เป็นเหล็กหล่อที่มีสภาพการหล่อขึ้นรูประหว่างเหล็กหล่อเทากับเหล็กหล่อเหนียวจึงทำให้รูปร่างเกรไฟต์มีลักษณะคล้ายตัวหนอนที่มีขนาดเล็กจำนวนมากกว่าเกล็ดเกรไฟต์ในเหล็กหล่อเทาที่ค่าความต้านแรงดึงที่เท่ากับเหล็กหล่อเทาจะมีค่าความเหนียวมากกว่าแต่จะเหนียวน้อยกว่าและเกิดโพรงอากาศน้อยกว่าเหล็กหล่อเหนียวจึงนิยมนำเหล็กหล่อเวอร์มิคิวลาร์เกรไฟต์มาทำกระบอกสูบที่ซับซ้อน (Complex Cylinder) ตัวอย่างเกรดเหล็กหล่อ GGV ที่นำมาใช้บ่อยคือ

GGV-30 มีเมทริกซ์เป็นเฟอร์ไรต์มีค่า

$$R_m \leq 300 \text{ N/mm}^2, P_{0.2} \leq 240 \text{ N/mm}^2, E = 140 \text{ kN/mm}^2 - 50 \text{ kN/mm}^2, A = 2 \% - 7 \%$$

GGV-40 มีเมทริกซ์ส่วนใหญ่เป็นเพิร์ลไลต์มี

ค่า

$$R_m \leq 400 \text{ N/mm}^2, P_{0.2} \leq 280 \text{ N/mm}^2, E = 150 \text{ kN/mm}^2 - 160 \text{ kN/mm}^2, A = 1 \% - 2.5 \%$$

2.4.4 เหล็กหล่อมีฮาไนต์ (Mehanite Cast Iron)

กระทำโดยการใส่ผงแคลเซียมซิลิไซด์ (Calcium Silicide) ลงในเหล็กหล่อชนิดขาวในสภาพหลอมเหลวและเย็นตัวลงเป็นสีเทา (ลักษณะของ Meehan) โดยเกรไฟต์แยกตัวละเอียดเป็นพิเศษทำให้มีคุณสมบัติของเหล็กหล่อเทาและเหล็กหล่อเหนียวซึ่งจะมีคุณสมบัติด้านความเค้น

เท่ากันแม้ว่าจะมีภาคตัดขวางแตกต่างกันมากก็ตามและมีความหนาแน่นวัสดุที่ทนต่อแรงอัดกันได้ดีจึงเหมาะต่อการทำเป็นชิ้นส่วนไฮดรอลิกส์

2.4.5 เหล็กหล่ออบเหนียว (Malleable Cast Iron)

1) เหล็กหล่ออบเหนียวจะได้จากการหล่อเหล็กดิบขาวแล้วทำการอบอ่อนหลังจากหล่อเสร็จแล้วทำให้ค่อนข้างเหนียวพอจะแปรรูปได้มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างเหล็กหล่อและเหล็กกล้าหล่อ

2) เหล็กหล่ออบเหนียวขาว (GTW) มีโซนขอบเป็นเฟอร์ไรต์ส่วนแกนกลางเป็นเพิร์ลไลต์ที่มีความหนาสม่ำเสมอ (3 มิลลิเมตรถึง 20 มิลลิเมตร) สามารถผลิตชิ้นส่วนขนาดเล็กแบบต่อเนื่อง (Mass Production) น้ำหนักถึง 1 กิโลกรัมให้เป็นโซ่ลำเลียงเฟืองชิ้นส่วนประกอบเหล็กหล่อชนิดนี้ชุบแข็งได้

3) เหล็กหล่ออบเหนียวดำ (GTS) มีเมทริกซ์เป็นเฟอร์ไรต์ใช้ทำชิ้นส่วนที่มีส่วนที่มีความหนาไม่สม่ำเสมอ (3 มิลลิเมตรถึง 40 มิลลิเมตร) ได้เช่นเครื่องจักรกลครัวเรือนตัวเรือนกระป๋องเกียร์เบรคครัมชิ้นส่วนขนาดเล็กและอื่นๆ ไม่สามารถเชื่อมบัดกรีและชุบแข็งรูปได้ไม่เหมาะใช้งานที่อุณหภูมิสูงเหล็กหล่อ GTS จะชุบแข็งที่ 800 องศาเซลเซียสและอบคืนตัวรวมทั้งทำการอบชุบได้สามารถชุบแข็งด้วยเปลวไฟและเหนียวนำกระแสไฟฟ้าได้เหล็กหล่ออบเหนียวจะทนการสึกหรอได้น้อยกว่าเหล็กหล่อเทาที่อุณหภูมิสูงกว่า 400 องศาเซลเซียสค่า R_m จะลดต่ำลงทำการชุบผิวแข็งได้

2.4.6 เหล็กกล้าหล่อ (Cast Steel)

เหล็กกล้าหล่อ (GS) เหมาะสำหรับชิ้นส่วนหล่อขึ้นรูปที่ต้องรับภาระสูงมีความเหนียวและยึดตัวได้เชื่อมประสานและชุบผิวแข็งได้แต่หล่อขึ้นรูปยากเพราะเกิดโพรงอากาศความเค้นจากการหล่อเกิดร้าวขณะร้อนได้ (Hot Crack) และหดตัวสูง (2 เปอร์เซ็นต์ถึง 3 เปอร์เซ็นต์) หลังจากหล่อขึ้นรูปจึงมีราคาแพงกว่าเหล็กหล่อเทามีผิวหยาบและไม่ลื่นเท่าเหล็กหล่อเทาชิ้นส่วนแผ่นเหล็กกล้าเช่นไบเทอร์ไบน์ก็หล่อได้แต่จะเกิดผลึกเข็มจะต้องอบปกติให้เม็ดเกรนละเอียดกลมปกติความหนาผนังที่หล่อได้บางสุด

เหล็กกล้าหล่อผนังบางไม่เจือจะมีค่า $R_m \leq 600 \text{ N/mm}^2$ เหล็กกล้าเจือจะมีค่า $R_m \approx 800 \text{ N/mm}^2 - 1200 \text{ N/mm}^2$ ที่อัตรายืด 6 เปอร์เซ็นต์ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ส่วนมากจะใช้งานกรณีพิเศษ

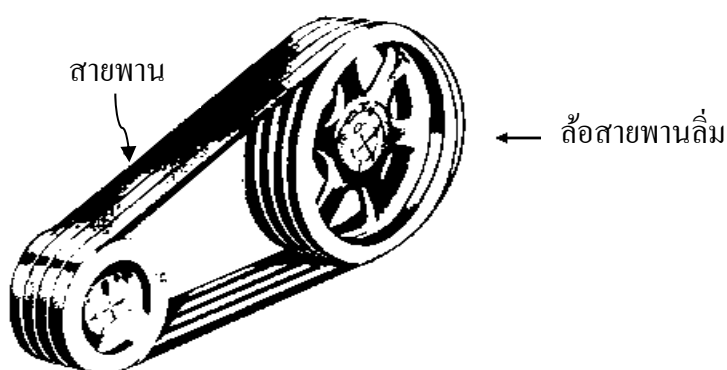
เหล็กกล้าหล่อเนื้อดำที่มี $Mn \geq 2\%$, $Si \geq 1.5\%$, $Cr \geq 2\%$ จึงจะอบชุบได้ตลอด
 แห่งทนการสึกหรอดีทนการกระแทกมีความลื่นหรือเพิ่ม Retention of Hardness (เมื่ออบชุบจะได้
 ค่า $R_m \leq 1200 \text{ N/mm}^2$) จึงใช้ทำเป็นเฟืองลูกสูบเรือตัวเรือนเทอร์โบไนโอไน

เหล็กกล้าหล่อแมงกานีสแข็ง (มี $C \leq 1\%$, $Mn \geq 12\%$) มีความเครียดแข็ง (Strain
 Hardened) ดีไม่เป็นแม่เหล็กนำมาใช้เป็นซี่ฟันรถขุด

เหล็กกล้าหล่อโครเมียม (13เปอร์เซ็นต์ถึง30 เปอร์เซ็นต์Cr) จะทนต่อการกัดและ
 สนิมและถ้าเนื้อ $Si \geq 1\%$ จะทำให้ทนความร้อนได้จึงใช้ทำชิ้นส่วนเตาอบภาชนะสารเคมี

2.5 การส่งผ่านกำลังที่ยืดหยุ่น

การส่งถ่ายกำลังหรือการเคลื่อนที่แบบหมุนจากเพลานึงไปยังอีกเพลานึงที่มีระยะห่าง
 กันดังรูปที่ 2.3 โดยการส่งผ่านกำลังที่ยืดหยุ่นได้อย่างเช่นสายพาน (Belt) หรือ โซ่ (Chain) ซึ่งกำลัง
 ต่อทั้งแบบนี้จะให้ตัวได้ข้อดีของการส่งถ่ายการเคลื่อนที่ด้วยสายพานคือการเคลื่อนที่จะราบเรียบ
 เสียงดังน้อยราคาไม่แพงและการบำรุงรักษาคำ สายพานแบบราบและสายพานรูปตัววีได้นำไปใช้
 ในการถ่ายทอดกำลังจากเพลานึงไปอีกเพลานึงโดยไม่จำเป็นต้องรักษาอัตราความเร็ว
 ระหว่างเพลทั้งสองให้มีค่าตามที่แท้จริง (กล่าวคือสายพานไม่สลิป) โดยทั่วไปในการใช้งาน
 สายพานขับเคลื่อนจะเกิดสูญเสียกำลังอันเนื่องด้วยการสลิปและการยืดของสายพานซึ่งจะยืด
 ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของความยาวทั้งหมดในการพิจารณาจะสมมติให้เพลทั้งสองวางขนานกัน
 แต่อย่างไรก็ตามทั้งสายพานแบบราบและรูปตัววีอาจจะถูกใช้งานในลักษณะพิเศษ โดยที่เพลวาง
 ไม่ขนานกันก็ได้ซึ่งกรณีเช่นนี้เพื่อให้สายสามารถรองรับแรงได้ออกต้องอยู่ในระนาบที่ต่างจากกับ
 แกนการหมุนของรอก



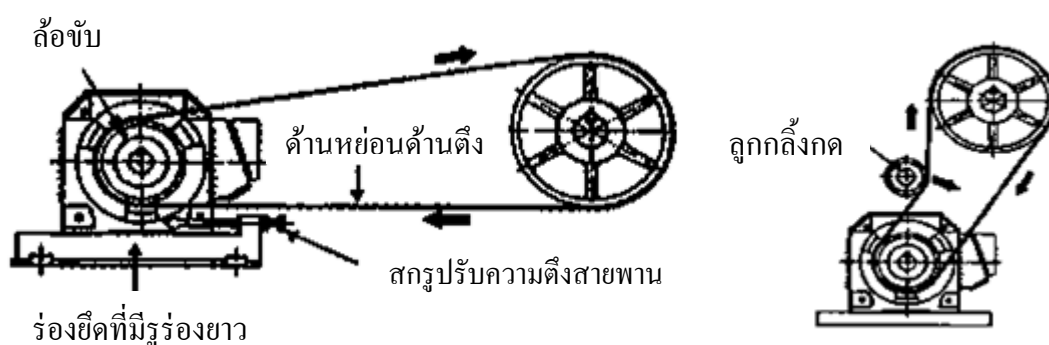
รูปที่ 2.3 การส่งถ่ายกำลังงานด้วยสายพาน [8]

2.5.1 หน้าที่การใช้งานของสายพาน

สายพานแต่ละชนิดจะมีหน้าที่การใช้งานเหมือนกันคือส่งกำลังจากเพลาดำหนึ่งไปยังเพลาดำอีกตัวหนึ่งด้วยความเร็วตามลักษณะการใช้และความสามารถของสายพานนั้นๆ

2.5.2 หน้าที่การใช้งานของสายพานลิ้ม

สายพานส่วนใหญ่ใช้กับเครื่องจักรกลตามโรงงานต่างๆสามารถส่งกำลังได้ในตำแหน่งต่างๆได้แต่ไม่สามารถส่งกำลังแบบไขว้เหมือนกับสายพานแบนได้ลักษณะการใช้งานของสายพานลิ้มเช่นสายพานของเครื่องกลึงสายพานของรถไถนาเดินตามดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การใช้งานสายพานลิ้มในแนวราบและแนวตั้ง แบบมีลูกกลิ้งกด [8]

2.5.3 ขนาดสายพานและล้อสายพาน

โดยที่สัญลักษณ์ต่างๆแต่ในกรณีของสายพานลิ้มจะใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์แทนหรือในกรณีที่เรารู้ความยาวพิตซ์แล้วต้องการหาระยะระหว่างศูนย์กลางก็ทำได้โดยที่

$$\text{จากสูตร} \quad C_{\max} = 2(d_p + D_p) \quad (2.3)$$

$$C_{\max} = 0.7(d_p + D_p) \quad (2.4)$$

โดยที่ $C_{\max}$ คือ ระยะห่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางเพลาลูกกลิ้งของสายพานลิ้มสูงสุด, mm
 $C_{\min}$ คือ ระยะห่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางเพลาลูกกลิ้งของสายพานลิ้มต่ำสุด, mm
 d_p คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ของล้อสายพานลิ้มตัวขับ, mm
 D_p คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ของล้อสายพานลิ้มตัวตาม, mm

การคำนวณหาความยาวของสายพาน

$$\text{จากสูตร} \quad L_p \approx 2C + 1.57(D_p + d_p) + \frac{(D_p + d_p)^2}{4C} \quad (2.5)$$

โดยที่ L_p คือ ความยาวของสายพาน, mm
 C คือ ระยะห่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางเพลากลางของล้อสายพานลิมต์ตัวขับเคลื่อนกับล้อสายพานลิมต์ตัวตาม, mm
 d_p คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อสายพานลิมต์ตัวขับเคลื่อน, mm
 D_p คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อสายพานลิมต์ตัวตาม, mm

2.5.4 การทำให้เกิดแรงขับเคลื่อนในสายพานลิมต์

$$F = \frac{W_p}{V} \quad (2.6)$$

โดยที่ F คือ แรงดึงที่เกิดขึ้นที่สายพาน, N
 W_p คือ กำลังงานต้นกำลัง, kW
 V คือ ความเร็วที่สายพาน, rpm

โดยที่ k_1 เป็นตัวประกอบการใช้งานซึ่งขึ้นอยู่กับสภาวะการทำงานซึ่งหาได้จากตารางที่ 2.3 แล้วใช้แรงนี้เป็นแรงดึงขั้นต้น

ตารางที่ 2.3 ตัวประกอบการใช้งาน [8]

k_1	สภาวะการทำงาน
1.3	งานเบาทำงานคงที่
1.5	งานปานกลาง
2.0	งานหนักแรงกระตุกเปิดปิดบ่อยครั้ง

ในกรณีที่ขับเคลื่อนโดยมีระยะห่างระหว่างศูนย์กลางคงที่หรือไม่มีอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดแรงดึงในสายพานตลอดเวลา ก็จำเป็นจะต้องนำเอาแรงหนีศูนย์กลางมาคิดด้วย

จากสมการ
$$F_R = 2 \times z \times F_c \sin \frac{\alpha}{2} \quad (2.7)$$

โดยที่ F_R คือ แรงลัพธ์จากแรงหนีศูนย์กลางที่สายพานลื่น, N
 z คือ จำนวนของสายพานลื่น
 F_c คือ แรงหนีศูนย์กลางเนื่องจากน้ำหนักของสายพาน, N

เขียนสมการใหม่เป็น
$$F_R = z \times k_2 \times v^2 \sin \frac{\alpha}{2} \quad (2.8)$$

โดยที่ F_R คือ แรงลัพธ์จากแรงหนีศูนย์กลาง, N
 z คือ จำนวนของสายพานลื่น
 v คือ ความเร็วที่สายพาน, N
 k_2 คือ ค่าประกอบที่ใช้ร่วมในการคำนวณ [ตาราง 2.4]
 α คือ องศาส่วนโค้งสัมผัสของสายพานลื่น

ค่า k_2 หาได้จากตารางที่ 2.4 ดังนั้นแรงดึงขึ้นต้นในสายพานจึงเท่ากับ

$$F_i = (k_1 F + z k_2 v^2) \sin \frac{\alpha}{2} \quad (2.9)$$

โดยที่ F_i คือ แรงดึงขึ้นต้นในสายพาน, N
 k_1 คือ ค่าประกอบที่ใช้ร่วมในการคำนวณ
 F คือ แรงดึงในสายพานขณะส่งกำลัง
 z คือ จำนวนของสายพานลื่น
 v คือ ความเร็วที่สายพาน, rpm
 k_2 คือ ค่าประกอบที่ใช้ร่วมในการคำนวณ
 α คือ องศาส่วนโค้งสัมผัสของสายพานลื่น

ตารางที่ 2.4ค่าตัวประกอบ k_2 [8]

หน้าตัดสายพาน	k_2
Y	0.049
Z	0.129
A	0.217
B	0.385
C	0.637
D	1.332

2.5.5 การคำนวณหาขนาดของสายพานลิ้ม

สายคำนวณหาทางด้านการส่งกำลังโดยสายพานลิ้มจะใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ของล้อสายพาน d_p เป็นพื้นฐานและในที่นี้จะแสดงวิธีการเลือกขนาดของสายพานลิ้มตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

ในการเลือกขนาดของล้อสายพานบริษัทผู้ผลิตได้แนะนำให้เลือกขนาดของล้อสายพานให้โตที่สุดเท่าที่จะทำได้ขนาดของล้อสายพานไม่ควรจะเล็กกว่าค่าที่กำหนดไว้ในตารางแต่ข้อควรระวังก็คือขณะใช้งานปกติความเร็วของสายพานไม่ควรสูงกว่า 30 m/s

การหาขนาดหน้าตัดโดยประมาณของสายพานลิ้มสำหรับการส่งกำลังแต่กำลังที่ส่งได้จริงของสายพานจะต้องตรวจจากตารางการกำหนดสมรรถนะในการส่งกำลังของงานพานลิ้มซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

การเลือกขนาดของสายพานลิ้มที่จะใช้วิธีการคำนวณหาจำนวนเส้นของสายพานลิ้มที่ต้องการใช้งานจากกำลังงานที่ต้องการขับและตัวประกอบที่ใช้แก้ไขต่างๆจำนวนเส้นของสายพานลิ้มหาได้จากสมการ

$$z = \frac{W_p \times N_s}{P_R \times N_a \times N_1} \quad (2.10)$$

โดยที่ z คือ จำนวนเส้นของสายพานลิ้ม

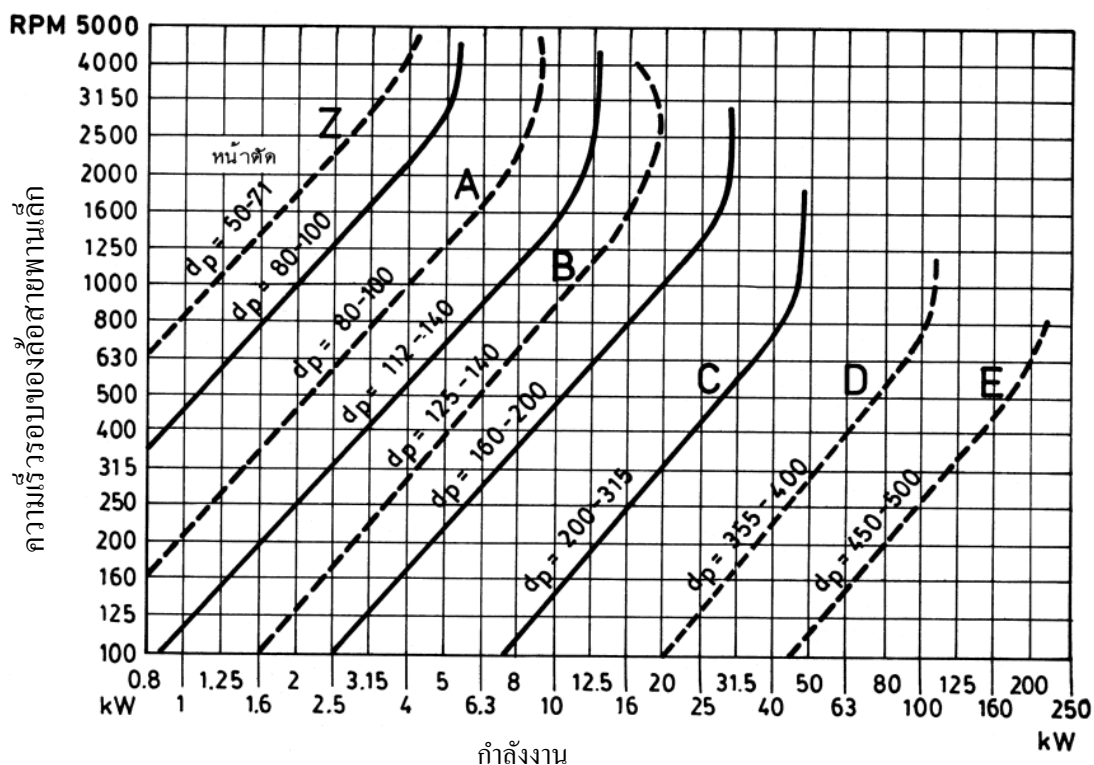
W_p คือ กำลังงานที่ต้องการส่ง, kW

N_s คือ ตัวประกอบใช้งาน

N_a คือ ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส

N_1 คือ ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน (Belt length correction factor)

P_R คือ กำลังที่สายพานลิ้มหนึ่งส่ง, kW



รูปที่ 2.5 แผนภูมิที่ใช้ในการเลือกขนาดหน้าตัดของสายพานลิ้ม [8]

2.5.6 การคำนวณมุมสัมผัส α และความยาวสายพาน L ในแต่ละกรณี

$$\alpha = \pi - 2 \sin^{-1} \left(\frac{D_p - d_p}{2C} \right) \text{ rad} \quad (2.11)$$

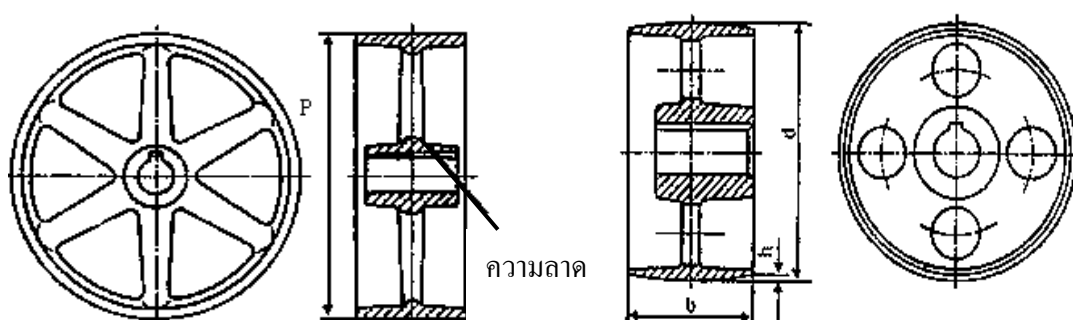
- โดยที่ α คือ องศาส่วนโค้งสัมผัส, rad
- D_p คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อสายพานลิ้มตัวตาม, mm
- d_p คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อสายพานลิ้มตัวขับ, mm
- C คือ ระยะห่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางเพลลาของล้อสายพานลิ้มตัวขับกับล้อสายพานลิ้มตัวตาม, mm

2.6 ล้อสายพาน[8]

ล้อสายพานเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ใช้ทำงานร่วมกับสายพานลักษณะรูปร่างของล้อสายพานที่ใช้จะขึ้นอยู่กับลักษณะของสายพานชนิดนั้นๆดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.6.1 ล้อสายพานแบน

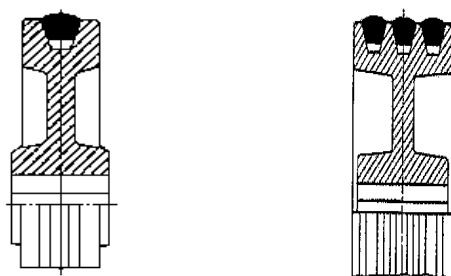
เป็นล้อที่ใช้คู่กับสายพานแบนทำจากเหล็กหล่อเหล็กกล้าโลหะเบาพลาสติกหรือไม้บนผิวล้อที่สัมผัสกับสายพานต้องลื่นมีเช่นนั้นจะทำให้สายพานสึกหรอเร็วมากโดยให้มีความหยาบของผิวอยู่ระหว่าง $4\text{ }\mu\text{m}$ - $10\text{ }\mu\text{m}$ ล้อสายพานแบนแบบรูปโค้งและล้อสายพานแบนแบบถอดแยกได้เป็น 2 ชิ้นดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ลักษณะ โครงสร้างของล้อสายพานแบบ โค้งและทรงกระบอก[8]

2.6.2 ล้อสายพานลิ้ม

ตามมาตรฐานของ DIN 2217 ล้อสายพานลิ้มจะมีแบบร่องเดียวหรือหลายร่องมุมรวมของร่องล้อสายพานลิ้มเท่ากับ 32 องศา เซลเซียส 34 องศา และ 38 องศา เซลเซียส โดยล้อสายพานลิ้มที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่าล้อสายพานลิ้มและจะมีมุมร่องล้อสายพานลิ้มที่โตกว่าร่องล้อสายพานลิ้มจะมีการผลิตให้สายพานที่สวมประกอบแล้วไม่เลยพื้นเกินขอบร่องของล้อสายพานลิ้มและจะต้องไม่จมอยู่ในร่องล้อ ไม่เช่นนั้นสายพานจะสูญเสียประสิทธิภาพแรงลิ้มขึ้นลักษณะของล้อสายพานลิ้มแสดงดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.7 ลักษณะล้อสายพานลิ้มแบบปกติและแบบรวม[8]

ตารางที่ 2.5 ตารางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ d_p ของล้อยาสายพานลิ้มตามมาตรฐาน ISO/R 52-1975 (E) และ ISO/R 253-1962 (E) [8]

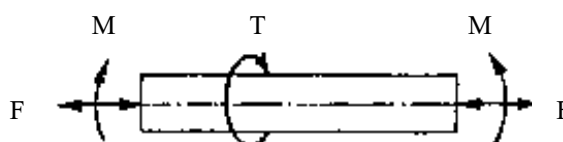
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ d_p ของล้อยาสายพานลิ้ม(mm)							
25	60	100	170	280	500	900	1900
28	63	106	180	300	830	1000	2000
31.5	67	112	190	315	560	1060	2240
35.5	71	118	200	355	600	1120	2500
40	75	125	212	375	630	1250	-
45	80	132	224	400	670	1400	-
50	85	140	236	425	710	1500	-
53	90	150	250	450	750	1600	-
56	95	160	265	475	800	1800	-

2.7 การออกแบบเพลลา [7]

การออกแบบเพลลาตามมาตรฐาน ASME

ก่อนปีพ.ศ.2497 ได้มีการยอมรับวิธีการคำนวณหาขนาดของเพลลาซึ่งกำลังซึ่งกำหนดเป็น โคลด์ (Code) โดยสมาคมวิศวกรเครื่องกลแห่งสหรัฐอเมริกา (ASME) ถึงแม้ว่าเวลาจะล่วงเลยมานานแล้วก็ตามวิธีการออกแบบเพลลาตามโคลด์ของ ASME ก็ยังมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

วิธีการดังกล่าวนี้ใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุดและไม่พิจารณาถึงความล้าหรือความเค้นหนาแน่นที่เกิดขึ้นบนเพลลาซึ่งเป็นการออกแบบโดยวิธีสถิตยศาสตร์ (Static design method) ในการหาสมการสำหรับการออกแบบเพลลาให้พิจารณาเพลลาให้เพลลาเป็นแบบกลมและกลวง โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอกเท่ากับ d_i และ d_o ตามลำดับความเค้นต่างๆที่เกิดขึ้นบนเพลลามีดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.8 เพลลาอยู่ภายใต้แรงต่างๆ [7]

$$\text{ความเค้นดึงหรือกด} \quad \sigma_a = \frac{4F}{\pi (d_o^2 - d_i^2)} \quad (2.12)$$

σ_a	คือ ความเค้นดึงหรือความเค้นอัด, Pa
d_o	คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก, mm
d_i	คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน, mm
F	คือ แรงที่กระทำบนเพลลา, N

ความเค้นดัด
$$\sigma_b = \frac{Mc}{I} = \frac{32Md}{\pi (d_o^4 + d_i^4)} \quad (2.13)$$

σ_b	คือ ความเค้นดัด, Pa
M	คือ โมเมนต์ดัด, N.m
c	คือ ระยะจากแกนสะเทินไปยังผิวนอกสุด, m
d_o	คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก, mm
d_i	คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน, mm

ความเค้นเฉือน
$$\tau_{xy} = \frac{Tr}{J} = \frac{16Td}{\pi (d_o^4 + d_i^4)} \quad (2.14)$$

τ_{xy}	คือ ความเค้นเฉือน, Pa
T	คือ แรงบิดที่เพลลา, N.m
r	คือ รัศมีของเพลลา, mm
J	คือ โมเมนต์เฉื่อยเชิงขั้ว, m^4
d_o	คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก, mm
d_i	คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน, mm

เพลลาส่วนมากจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่เป็นจักรทั้งนี้เพราะเพลลาหมุนอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นแรงที่กระทำยังอาจจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาอีกด้วย ดังนั้นเพลลาจึงเกิดความเสียหายเนื่องมาจากความล้าเป็นส่วนใหญ่สำหรับวิธีการคำนวณของ ASME ใช้วิธีการแบบสถิติศาสตร์ ดังนั้นจึงต้องมีตัวประกอบความล้า (Fatigue factor) มาเกี่ยวข้องด้วย

ถ้าให้ C_m	คือ ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด
C_t	คือ ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด

จึงกลายเป็นสูตร
$$\sigma_b = \frac{32 C_m M d_0}{\pi (d_0^4 - d_i^4)} \quad (2.15)$$

โดยที่ σ_b คือ ความเค้นดัด, Pa
 d_o คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก, mm
 d_i คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน, mm
 C_m คือ ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด
 M คือ โมเมนต์ดัด, N.m

และ
$$\tau_{xy} = \frac{16 C_t T d_0}{\pi (d_o^4 - d_i^4)} \quad (2.16)$$

τ_{xy} คือ ความเค้นเฉือน, Pa
 d_o คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก, mm
 d_i คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน, mm
 C_t คือ ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด
 T คือ แรงบิดที่เพล, N.m

ความเค้นกดหรือความเค้นดึงรวมคือ

$$\tau = \sigma_a + \sigma_b \quad (2.17)$$

τ คือ ความเค้นกดหรือความเค้นดึงรวม, Pa
 σ_a คือ ความเค้นดึงหรือความเค้นอัด, Pa
 σ_b คือ ความเค้นดัด, Pa

จากทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด

$$\tau = \left[\tau_{xy}^2 + \left(\frac{\sigma}{2} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (2.18)$$

τ คือ ความเค้นเฉือนสูงสุด, Pa

τ_{xy} คือ ความเค้นเฉือน, Pa

σ คือ ความเค้นอัด, Pa

แทนค่าสมการข้างบนนี้แล้วจัดรูปแบบใหม่จะได้ว่า

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau(1-K^4)} \left[(C_t T)^2 + \left(\frac{\alpha F d (1+K^2)}{8} \times C_m M \right)^2 \right]^{1/2} \quad (2.19)$$

โดยที่ $K = d_i/d_o$

ในกรณีที่ไม่มีแรง F กระทำอยู่ด้วยลดรูปเหลือเพียง

$$d_o^3 = \frac{16}{\pi\tau(1-K^4)} \left[(C_t T)^2 + (C_m M)^2 \right]^{1/2} \quad (2.20)$$

หรือในกรณีของเพลาดัน $K = \frac{d_i}{d_o} = 0$ เมื่อแทนค่าลงไปก็จะได้สมการที่มีรูปคล้ายกับใน

หนังสือกลศาสตร์วัสดุทั่วไปคือ

$$d_o^3 = \frac{16}{\pi\tau} \left[(C_t T)^2 + (C_m M)^2 \right]^{1/2} \quad (2.21)$$

d คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกลางภายนอก, mm

τ คือ ความเค้นเฉือนสูงสุด, Pa

C_t คือ ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด

C_m คือ ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด

T คือ แรงบิดที่เพลาน, N.m

M คือ โมเมนต์ดัด, N.m

F คือ แรงที่กระทำบนเพลาน, N

ตารางที่ 2.6 ขนาดระบุของเพลตามาตรฐาน ISO/R 775-1969 [7]

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

ค่าตัวประกอบความล้าสามารถเลือกใช้ตามลักษณะของแรงที่มากระทำ

ตารางที่ 2.7 ค่าตัวประกอบความล้า

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลายู่นิ่ง: แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5 – 2.0	1.5 – 2.0
เพลหมุน: แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5 – 2.0	1.0 – 1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0 – 3.0	1.5 – 3.0

นอกจากโค้ดของ ASME ยังได้ระบุเอาไว้ว่าเพลซึ่งมีอยู่ในงานธรรมดาทั่วไปควรจะมีค่าความเค้นเฉือนใช้งานดังนี้

$$T_d = 55 \text{ N/mm}^2 \text{ สำหรับเพลที่ไม่มีร่องลึ้ม}$$

$$T_d = 41 \text{ N/mm}^2 \text{ สำหรับเพลที่มีร่องลึ้ม}$$

แต่ถ้ากำหนดวัสดุของเพลลาที่บอกถึงหมายเลขของโลหะหรือส่วนผสมของโลหะ ให้ใช้ค่าความเค้นเฉือนใช้งานจากสมการที่ 2.2 มาคำนวณคือ

$$\tau_d = 0.3\sigma_y \text{ หรือ } \tau_d = 0.18\sigma_u \quad (2.22)$$

โดยที่ τ_d คือ ความเค้นเฉือนของเพลลาที่ออกแบบ, N/mm^2
 σ_y คือ ความเค้นอัดที่จุดคราก, Pa
 σ_u คือ ความเค้นอัดสูงสุดที่วัสดุรับได้, Pa

ถ้าเพลลามีร่องลิ้นให้ลดค่าความเค้นเฉือนใช้งานโดยใช้เพียง 75 เปอร์เซ็นต์ของค่าในสมการ

2.8 คำนวณหาโมเมนต์บิดที่เพลลา[8]

$$T = F \times r \quad (2.23)$$

โดยที่ T คือ แรงบิด, N.m
 F คือ แรงที่มากระทำต่อวัตถุ, N
 r คือ รัศมี, mm

2.9 คำนวณหาแรงที่ต้องการใช้

$$F = mg \quad (2.24)$$

โดยที่ F คือ แรงที่มากระทำต่อวัตถุ, N
 m คือ มวลวัตถุ, kg
 g คือ แรงโน้มถ่วงของโลก, m/s^2

2.10 การหาขนาดความเร่งรอบ

$$N_2 = N_1 \frac{D_1}{D_2} \quad (2.25)$$

วงกลมพิตช์ (Pitch Circle) เป็นมิติหลักในการเรียกขนาดของเฟืองโดยบอกขนาดของเฟืองด้วยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ (Pitch Diameter) ในทางทฤษฎีแล้วเฟืองคู่ที่ขบกันจะต้องมีเส้นสัมผัสกันณวงกลมพิตช์

เชอคิวลาพิตช์ (Circular Pitch, p) เป็นระยะที่วัดบนวงกลมพิตช์จากจุดหนึ่งบนฟันเฟืองไปยังจุดหนึ่งตำแหน่งเดียวกันบนฟันถัดไปจากรูปที่ 2.9 จะเห็นได้ว่าระยะนี้มีค่าเท่ากับผลรวมของความกว้างฟันและความกว้างช่องว่างระหว่างฟัน

โมดูล (Module, m) เป็นอัตราส่วนระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์กับจำนวนฟันบนเฟืองหน่วยที่ใช้วัดโมดูลคือมิลลิเมตร โมดูลนี้เป็นดัชนีสำหรับบอกขนาดของฟันเฟืองในระบบหน่วยเอสไอ

ไดอะมิทริคพิตช์ (Diametral Pitch) เป็นอัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันบนเฟืองกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์จะนั่นจึงเป็นส่วนกลับของโมดูล ไดอะมิทริคพิตช์นี้เป็นดัชนีสำหรับบอกขนาดของฟันเฟืองในระบบหน่วยอังกฤษซึ่งกำลังได้รับการเปลี่ยนแปลงให้เป็นระบบหน่วยเอสไออยู่ดังนั้นความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์จึงใช้บอกเป็นนิ้ว

แอดเดนดัม (Addendum, a) หรือช่วงสูงบนเป็นระยะที่วัดในแนวรัศมีระหว่างโคนฟัน (Top Land) ถึงวงกลมพิตช์

ดีเดนดัม (Dedendum, d) หรือช่วงสูงล่างเป็นระยะที่วัดในแนวรัศมีระหว่างโคนฟัน (Bottom Land) ถึงวงกลมพิตช์จะนั่นความสูงของฟันเฟืองคือผลรวมระหว่าง a กับ d

เคลียร์นซ์ (Clearance, c) ในการที่เฟืองสองอันขบกันดีเดนดัมของเฟืองหนึ่งต้องมีค่ามากกว่าแอดเดนดัมของอีกเฟืองหนึ่งเพื่อที่จะไม่ให้เกิดการขัดกันขึ้นผลต่างระหว่างค่าดีเดนดัมและแอดเดนดัมนี้เรียกว่าเคลียร์นซ์

แบ็คแลช (Backlash) คือผลต่างระหว่างความกว้างช่องว่างระหว่างฟันเฟืองหนึ่งกับความกว้างของฟันเฟืองอีกอันหนึ่งที่ขบกันโดยวัดตามแนวเส้นวงกลมพิตช์จะนั่นในการขับด้วยเฟืองที่มีแบ็คแลชเฟืองขับจะสามารถหมุนไปได้เป็นมุมเล็กน้อยก่อนที่เฟืองตามจะหมุนไปแบ็คแลชนี้จำเป็นจะต้องมีอยู่เสมอทั้งนี้เพื่อให้มีช่องว่างสำหรับน้ำมันหล่อลื่นและเพื่อให้เฟืองสามารถขยายตัวได้เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นตลอดจนมีเผื่อเอาไว้สำหรับความผิดพลาดในการตัดรูปร่างของฟันเฟือง

ความหนาของฟัน (Face Width, b) คือความหนาของฟันเฟืองวัดในทิศทางเดียวกับแนวแกนของเฟืองซึ่งในที่นี้จะเรียกว่าความหนาเฟือง

แฟล็งก์ (Flank) คือผิวทางด้านข้างของฟันเฟืองซึ่งอยู่ระหว่างวงกลมพิตช์กับวงกลมดีเดนดัม

อัตราทด (Velocity Ratio) คืออัตราส่วนระหว่างความเร็วช่วงมุมของเฟืองขับต่อความเร็วเชิงมุมของเฟืองตามถ้าให้ “1” และ “2” แทนเฟืองขับและเฟืองตามตามลำดับจะได้ว่า

จากสูตร
$$m_{\omega} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad (2.26)$$

โดยที่	m_{ω}	คือ อัตราทด
	ω_1	คือ ความเร็วเชิงมุมของตัวขับ, rad / s
	ω_2	คือ ความเร็วเชิงมุมของตัวตาม, rad / s
	n_1	คือ ความเร็วรอบของตัวขับ, rpm
	n_2	คือ ความเร็วรอบของตัวตาม, rpm
	d	คือ เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ mm หรือ in.
	N	คือ จำนวนฟัน

อัตราส่วนเฟือง (Gear Ratio) m_g คืออัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันของเฟืองต่อจำนวนฟันของพีเนียน ถ้าพีเนียนเป็นตัวขับแล้ว

$$m_g = m_{\omega} = \frac{N_2}{N_1} \quad (2.27)$$

โดยที่	m_g	คือ อัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันของเฟืองต่อจำนวนฟันของพีเนียน
	m_{ω}	คือ อัตราทด
	N_1	คือ จำนวนฟันของพีเนียน
	N_2	คือ จำนวนฟันของเฟือง

2.11.2 มาตรฐานการบอกขนาดของเฟือง

ตามที่กล่าวมาแล้ว ดัชนีสำหรับบอกขนาดของฟันเฟือง อาจจะบอกเป็นพิตช์ในระบบอังกฤษ หรือบอกเป็นโมดูลในระบบเอสไอ, SI จากคำจัดความที่ผ่านมาจะได้ว่า

ไดอะมิทรีลพิตช์
$$P = \frac{N}{d} \quad (2.28)$$

โดยที่	P	คือ ไดอะมิทรีลพิตช์, in. ⁻¹
	N	คือ จำนวนฟันเฟือง
	d	คือ วงกลมพิตช์ของเฟือง, in.

$$\text{โมดูล} \quad m = \frac{d}{N} \quad (2.29)$$

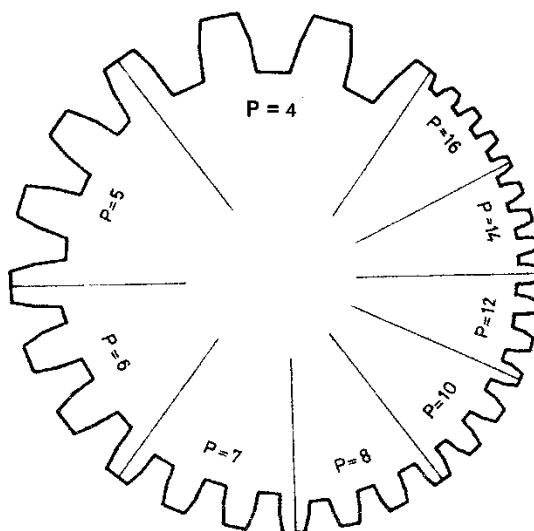
โดยที่ m คือ โมดูลของเฟือง, mm
 d คือ วงกลมพิตช์ของเฟือง, mm
 N คือ จำนวนฟันเฟือง

$$\text{เชอควิลาพิตช์} \quad p = \frac{\pi d}{N} = \pi m \quad (2.30)$$

โดยที่ p คือ เชอควิลาพิตช์, mm
 d คือ วงกลมพิตช์ของเฟือง, mm
 N คือ จำนวนฟันเฟือง
 m คือ โมดูลของเฟือง, mm

$$\text{คังนั้่น} \quad P_p = \pi \quad (2.31)$$

สำหรับเฟืองที่ผลิตโดยวิธีหล่อ ควรใช้ค่าเชอควิลาพิตช์ ทั้งนี้เพราะจะทำให้สามารถ
 ทำแบบหล่อไดสะควก ส่วนเฟืองที่ผลิตโดยวิธีการตัดกลึง (Machined) มักจะเรียกเป็นไดอะ
 มิทรีลพิตช์หรือโมดูล เพราะมีอุปกรณ์ตัดฟันเฟืองเป็นมาตรฐานที่มีอยู่แล้ว ดังตารางที่ 2.8 จะ
 สังเกตได้ว่า เมื่อขนาดโมดูลโตขึ้น ความหนาฟันเฟืองก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนขนาดไดอะมิทรีลพิตช์
 โตขึ้น ความหนาจะลดลงตามรูป 2.10



รูปที่ 2.10 ผลของค่าไดอะมิทรีลพิทช์ต่อขนาดของฟันเฟือง สำหรับค่าวงกลมพิทช์เล็กลง ขนาดของฟันเฟืองจะโตขึ้น

ตารางที่ 2.8 ขนาดเฟืองมาตรฐาน

โมดูล mm	โมดูล mm	โมดูล mm	ไดอะมิ ทรีลพิทช์ $P, \text{in.}^{-1}$	ไดอะมิ ทรีลพิทช์ $P, \text{in.}^{-1}$	ไดอะมิ ทรีลพิทช์ $P, \text{in.}^{-1}$
1	4	16	20	5	1.25
1.25	5	20	16	4	1
1.5	6	25	12	3	0.75
2	8	32	10	2.5	0.625
2.5	10	40	8	2	0.50
3	12	50	6	1.5	-

2.11.3 กฎการขับของเฟืองและการทำงานของฟันเฟือง

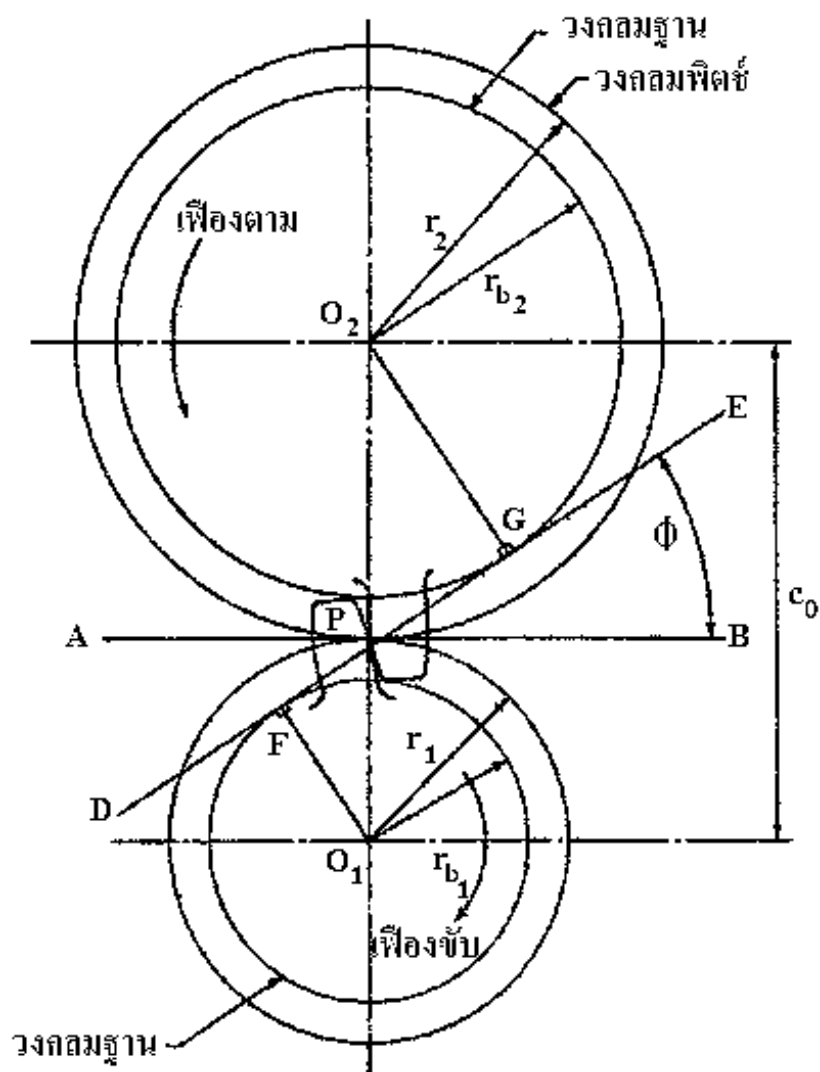
เฟืองสองอันที่ขบกันจะให้อัตราทดคงที่ก็ต่อเมื่อเฟืองคู่ นั้นเป็นไปตามกฎการขับของเฟืองซึ่งกล่าวได้ดังนี้

รูปร่างของฟันเฟืองจะต้องทำให้เส้นตั้งฉากร่วม(Common Normal) ที่ลากณจุดสัมผัสระหว่างฟันทั้งสองผ่านจุดคงที่จุดหนึ่งซึ่งอยู่บนเส้นที่โยงระหว่างจุดศูนย์กลางของเฟืองทั้งสองและจุดนี้เรียกว่าจุดพิทช์(Pitch Point)

ในการทำความเข้าใจกับข้อความนี้ให้พิจารณารูป 2.11 จุดคงที่ดังกล่าวนี้คือจุด P ซึ่งอยู่บนเส้นที่โยงระหว่างจุดศูนย์กลาง O_1 และ O_2 ของเฟืองทั้งสองรูปร่างของฟันเฟืองที่เป็นไปตาม

กฎการขั้วนี้เรียกว่าคอนจูเกตเคอฟ (Conjugate Curves) และที่นิยมใช้กันมากก็คืออินโวลูตเคอฟ (Involute Curves) โดยเริ่มต้นจากวงกลมที่เรียกว่าวงกลมที่เรียกว่าวงกลมฐาน (Base Circle) (รายละเอียดการสร้างจะดูได้จากหนังสือเขียนแบบวิศวกรรมทั่วไป) เส้นตั้งฉากกับอินโวลูตเคอฟ DE ในรูปที่ 2.11 เป็นแนวเส้นที่ปฏิกิริยาที่ฟันเฟืองกระทำเรียกว่าแนวของการกระทำ (Line Of Action) หรือแนวแรงกด (Pressure Line) และมุมในรูปเรียกว่ามุมกด (Pressure Angle)

เฟืองที่ผลิตขึ้นใช้กับเครื่องจักรในปัจจุบันนี้มีมุมกด 20 องศา และ 25 องศา เป็นส่วนมากสำหรับเฟืองที่มีมุมกดเท่ากับองศาที่ยังคงมีผลผลิตออกใช้บ้างทั้งนี้ก็เพื่อใช้สำหรับการเปลี่ยนเฟืองของเครื่องจักรกลที่ยังคงมีใช้อยู่ตารางที่ 2.9 แสดงมาตรฐานของเฟืองที่เป็นอินโวลูตเคอฟสำหรับมุมกดและซึ่งบอกทั้งในเทอมของไดอะมิทรีลพิตซ์และโมดูลในกรณีที่จะป้องกันมิให้เกิดการขัดกัน (จะได้กล่าวถึงต่อไป) ผู้ผลิตก็อาจจะไม่ใช้ความยาวของฟันเฟืองทั้งหมดตามมาตรฐาน Full Depth (FD) แต่จะตัดความสูงของฟันออกเล็กน้อยเล็กน้อยเรียกว่ามาตรฐานนี้ว่า Stub Teeth



รูปที่ 2.11 การทำงานของเฟือง

ตารางที่ 2.9 มาตรฐานของฟันเฟือง

รายละเอียด	$14 \frac{1}{2}^\circ$ FD	20° FD พิตช์หยาบ	20° FD พิตช์ละเอียด	20° Stud	25° FD
แอคเคนดัม m	m	m	m	0.8 m	m
ดีเคนดัม	1.157m	1.25 m	1.2 m + 0.05	m	1.25 m
เกลียวรันช์	0.157m	0.25 m	0.2 + 0.05	0.2 m	0.25 m
ความสูงที่ใช้งาน	2m	2 m	2 m	1.6 m	2 m
ความสูงทั้งหมด	2.157m	2.25 m	2.2 m + 0.05	1.8 m	2.25 m

หมายเหตุ FD คือย่อมาจาก (Full Depth) หมายถึงความยาวเฟืองทั้งหมดตามมาตรฐาน
m คือโมดูล (Module, m) เป็นอัตราส่วนระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง
พิตช์กับจำนวนฟันบนเฟือง

ตารางที่ 2.9 มาตรฐานของฟันเฟือง(ต่อ)

รายละเอียด	$14 \frac{1}{2}^\circ$ FD	20° FD พิตช์หยาบ	20° FD พิตช์ละเอียด	20° Stud	25° FD
แอคเคนดัม	$\frac{1}{P}$	$\frac{1}{P}$	$\frac{1}{P}$	$\frac{0.8}{P}$	$\frac{1}{P}$
ดีเคนดัม	$\frac{1.157}{P}$	$\frac{1.25}{P}$	$\frac{1.2}{P} + 0.002$	$\frac{1}{P}$	$\frac{1.25}{P}$
เกลียวรันช์	$\frac{1.157}{P}$	$\frac{0.25}{P}$	$\frac{0.2}{P} + 0.002$	$\frac{0.2}{P}$	$\frac{0.25}{P}$
ความสูงที่ใช้งาน	$\frac{2}{P}$	$\frac{2}{P}$	$\frac{2}{P}$	$\frac{1.6}{P}$	$\frac{2}{P}$
ความสูงทั้งหมด	$\frac{2.157}{P}$	$\frac{2.25}{P}$	$\frac{2.2}{P} + 0.002$	$\frac{1.8}{P}$	$\frac{2.25}{P}$

หมายเหตุ P คือเชอคิวลาพิตช์ (Circular Pitch, p) เป็นระยะที่วัดบนวงกลมพิตช์

Stub Teeth คือการตัดความสูงของฟันเฟืองออกเล็กน้อย

2.11.4 ระยะเวลาการขบและอัตราส่วนการขบ

เมื่อเฟืองอันหนึ่งขับเฟืองอีกอันหนึ่งจุดสัมผัสระหว่างฟันเฟืองเริ่มขึ้นเมื่อผิวด้านข้างของฟันเฟืองขับสัมผัสกับปลายฟันเฟืองของเฟืองตามและการสัมผัสจะสิ้นสุดลงเมื่อปลายฟันเฟืองของเฟืองขับสัมผัสกับผิวด้านข้างของฟันเฟืองตามเนื่องจากปลายฟันเฟืองอยู่บนวงกลมแอคเคนดัมการสัมผัสระหว่างฟันเฟืองเริ่มขึ้นเมื่อวงกลมอดเคนดัมของเฟืองตามตัดกับแนวแรงกด

และการสัมผัสสิ้นสุดลงเมื่อวงกลมแอคเคนดัมของเฟืองขับเคลื่อนกับแนวแรงอีกครั้งหนึ่งดังจุด A และ B ที่แสดงอยู่ในรูปที่ 2.12 ระยะ AB นี้เรียกว่าระยะการขบซึ่งมีค่าเท่ากับ

$$AB = \sqrt{(r_g + a_g)^2 - (r_g \cos \phi)^2} - r_g \sin \phi + \sqrt{(r_p + a_p)^2 - (r_p \cos \phi)^2} - r_p \sin \phi \quad (2.32)$$

โดยที่ AB คือ หาระยะการขบระหว่างเฟืองกับพีเนียน, mm

r_g คือ รัศมีของวงกลมพิตซ์ที่เฟือง, mm

r_p คือ รัศมีของวงกลมพิตซ์ที่พีเนียน, mm

a_g คือ แอคเคนดัมของเฟือง, mm

a_p คือ แอคเคนดัมของพีเนียน, mm

ϕ คือ มุมกกระหว่างเฟืองกับพีเนียน

ในขณะที่เฟืองขับเคลื่อนกันควรมีฟันอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่ขบกันอยู่ตลอดเวลาโดยปกติแล้วการขบกันมักจะมีมากกว่าหนึ่งคู่วิธีการบอกจำนวนฟันที่ขบกันจะบอกเป็นอัตราส่วนการขบ (Contact Ratio) ซึ่งมีนิยามว่าเป็นอัตราส่วนระหว่างระยะการขบและพิตซ์ฐานนั่นคืออัตราส่วนการขบ

จากสูตร

$$m_c = \frac{AB}{P_b} \quad (2.33)$$

โดยที่ m_c คือ อัตราส่วนการขบ

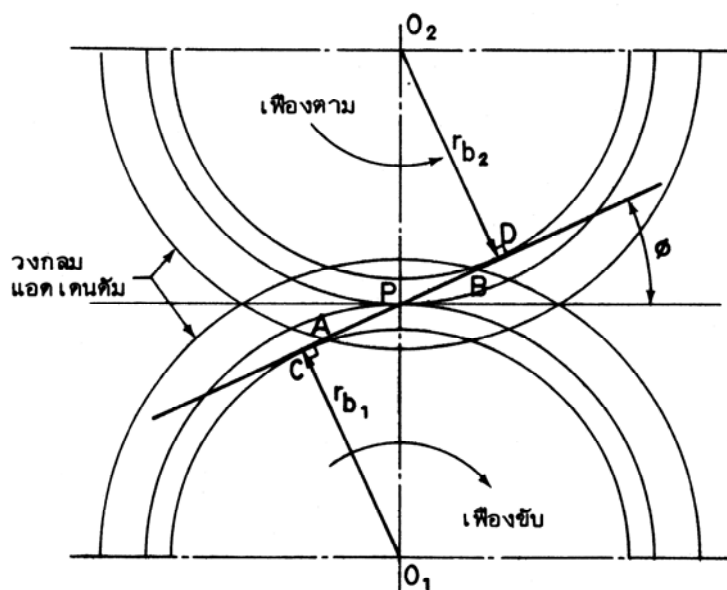
AB คือ หาระยะการขบระหว่างเฟืองกับพีเนียน, mm

P_b คือ เซอร์คิวลาพิตซ์, mm

เพื่อให้เฟืองทำงานได้อย่างราบรื่นคืออัตราส่วนการขบควรมีค่าอยู่ระหว่าง 1.2 ถึง 1.5 การที่เฟืองคู่ใดมีอัตราส่วนการขบน้อยกว่าหนึ่งหมายความว่าฟันของเฟืองคู่หนึ่งจะจากกันก่อนที่ฟันอีกคู่หนึ่งจะเข้ามาขบกันในกรณีเช่นนี้จะทำให้การทำงานของเฟืองไม่ราบรื่นทั้งนี้เพราะจะมีแรงเนื่องจากการกระแทก (Impact) เกิดขึ้นมาก

2.11.5 การขัดกัน

ในการสร้างพื้นเฟืองอินโวลูตเคอฟจะเริ่มจากวงกลมฐานที่อาจจะทำให้เกิดการขัดกัน (Interference) ได้เฟืองดังรูปที่ 2.12 เป็นเฟืองที่มีการขัดกันจุด A และจุด B เรียกว่าจุดขัดกัน (Interference Point) ถ้ามีการสัมผัสระหว่างพื้นเฟืองนอกจุดนี้ (ถ้าวงกลมแอดเดนดัมตัดแนวแรงกดนอกจุดนี้) ก็จะเกิดการขัดกันขึ้นเฟืองรูปที่ 2.12 มีการขัดกันเพราะว่าจุด C และ D อยู่นอกจุด A และ B การจะดูว่าเฟืองคู่หนึ่งมีการขัดกันหรือไม่ให้คำนวณหาระยะรัศมีของวงกลมแอดเดนดัมของเฟืองในรูปที่ 2.12 มีการขัดกันเพราะว่าจุด C และ D อยู่นอกจุด A และ B การจะดูว่าเฟืองคู่หนึ่งมีการขัดกันหรือไม่ให้คำนวณหาระยะรัศมีของวงกลมแอดเดนดัมของเฟืองในรูปที่ 2.12 ซึ่งจะได้ว่า



รูปที่ 2.12 ระยะการขบของเฟืองสองอัน

จากสูตร
$$r_{ap} = \sqrt{(r_p \cos \phi)^2 + (c_o \sin \phi)^2} \quad (2.34)$$

โดยที่ r_{ap} คือ รัศมีแอดเดนดัมที่มากที่สุดที่ทำให้เฟืองติดขัดพีเนียน, mm
 r_p คือ รัศมีของพีเนียน, mm
 c_o คือ ระยะห่างจุดศูนย์กลางของเฟือง, mm
 ϕ คือ มุมกระหว่างเฟืองกับพีเนียน

ถ้ารัศมีของวงกลมแอดเดนดัมที่หาได้จากการใช้ตารางที่ 2.9 มีค่ามากกว่าค่าที่คำนวณได้จากสมการ (2.36) แสดงว่ามีการขัดกันเกิดขึ้น ค่าการขัดกันนี้จะลดลง เมื่อขนาดของเฟืองทั้งสองแตกต่างกันเล็กน้อย

วิธีการที่จะป้องกันมิให้เกิดการขัดกันขึ้น ทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้คือ

1) ใช้วิธีตัดเนื้อโลหะส่วนที่อยู่ต่ำกว่าวงกลมฐานออกบ้าง (Undercutting) ทั้งนี้เพื่อมิให้มีการสัมผัสระหว่างฟันเฟืองในบริเวณนี้ข้อเสียในการทำเช่นนี้คือทำให้อัตราส่วนการขับเคลื่อนและทำให้ฟันเฟืองบอบบางลง

2) ใช้วิธีตัดปลายฟันเฟืองให้สั้นลง (Stubbed Teeth) ข้อเสียที่ตามมาก็คือทำให้อัตราส่วนการขับเคลื่อน

3) การเพิ่มมุม ϕ จะลดขนาดของวงกลมฐานวิธีนี้ทำให้ส่วนที่เป็นอินโวลูตเกอฟของฟันเฟืองเพิ่มขึ้นจึงสามารถจัดการขัดกันได้แต่การเพิ่มมุม ϕ จะทำให้แรงปฏิกิริยาฟันเฟืองในแนวรัศมีของเฟือง (Separating Force) เพิ่มขึ้นทำให้การขบกันระหว่างฟันเฟืองมีความราบเรียบน้อยลง

4) การใช้เฟืองไม่เป็นมาตรฐาน (Non Interchangeable) กล่าวคือให้เฟืองอันเล็กมีแอคเคนดัมเพิ่มขึ้น (โดยลดดีเดนดัมตามส่วนที่เพิ่มขึ้น) และให้เฟืองอันใหญ่มีแอคเคนดัมลดลงซึ่งทำให้ราคาเฟืองแพงขึ้นและไม่สามารถใช้ขับเฟืองอื่นๆที่เป็นมาตรฐานได้

กล่าวโดยสรุปแล้วการจัดการขัดกันเป็นสิ่งที่จำเป็นจะต้องทำแต่จะทำโดยวิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับความชำนาญของเฟืองตลอดจนการนำไปใช้งานแต่ละชนิด

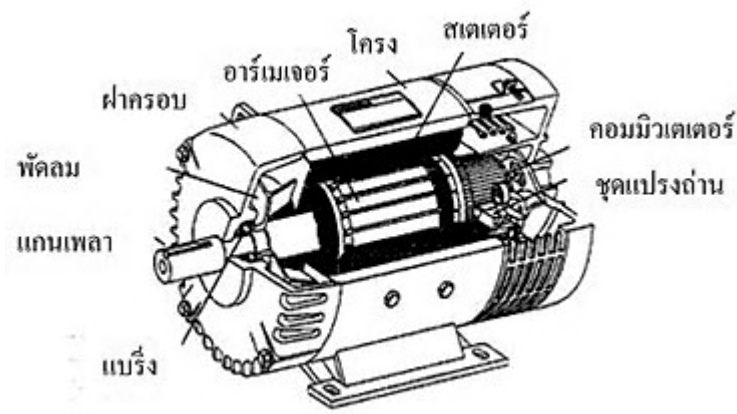
2.12 มอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motors) เป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในโรงงานอุตสาหกรรมเนื่องจากมีข้อดีคือมีความเร็วรอบคงที่และหมุนตัว (Rotor) ส่วนมากเป็นชนิดกรงกระรอก (Squirrel cage) ไม่มีขดลวดพันอยู่จึงไม่มีอันตรายจากประกายไฟฟ้าที่แปร่งถ่านและคอมมิวเตอรืเหมือนกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไม่สามารถนำไปใช้ได้ มอเตอร์กระแสสลับซึ่งจะแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดเช่นกันคือ

1) แบบ 1 เฟส (มอเตอร์ที่ใช้ตามบ้านเรือนมีสายต่อเข้ามอเตอร์ 2 เส้นแต่วงจรภายในก็แล้วแต่ทางบริษัทจะออกแบบ)

2) แบบ 3 เฟสเป็นมอเตอร์ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนมากเพราะจะสามารถให้กำลังออกได้สูงกว่าแบบ 1 เฟสและมีการต่อใช้งาน 2 แบบคือแบบ Y หรือแบบสตาร์ Star และแบบ Delta

ซึ่งการที่จะต่อแบบใดจะต้องดูที่ Name pass หรือป้ายบอกที่มอเตอร์ก่อนเช่น 380/660 D/Y ก็จะต้องต่อแบบ D ซึ่งที่ต่อแบบนี้เพราะในประเทศไทยนั้นไม่มีแหล่งจ่าย 660 โวลต์เลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสคือมอเตอร์ที่ใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์



รูปที่ 2.13 ส่วนประกอบของมอเตอร์

2.12.1 การคำนวณหาแรงม้าของมอเตอร์ต้นกำลัง

$$P = \frac{2 \pi N T}{60} \quad (2.35)$$

โดยที่ P คือ กำลังมอเตอร์ต้นกำลัง, W
 N คือ ความเร็วรอบมอเตอร์ต้นกำลัง, rpm
 T คือ โมเมนต์บิด, N.m

2.12.2 การคำนวณหาอัตราการใช้ไฟฟ้า

คำนวณหาจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้จาก

$$\text{จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้} = \frac{(\text{กระแสไฟฟ้า} \times \text{จำนวนโวลต์}) \times \text{จำนวนชั่วโมงใช้งาน}}{1000 \text{ วัตต์}} \quad (2.36)$$

คำนวณอัตราการใช้ไฟฟ้า

$$\text{อัตราการใช้ไฟฟ้า} = \text{จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้} \times \text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย} \quad (2.37)$$

บทที่ 3

วิธีดำเนินงาน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่ โดยการทำการรีดมีวัตถุประสงค์คือกล้วยตากหรือกล้วยอบ โดยทำการออกแบบสร้างเครื่องและทดลองมีขั้นตอนดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 ลักษณะการทำงานของเครื่องที่ออกแบบ

จากการออกแบบเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลิ้ง 4 นิ้วครึ่ง มีความยาวของลูกกลิ้ง 390 มิลลิเมตร ทำด้วยสแตนเลสขนาดความหนา 4 มิลลิเมตร และกัดลายที่ผิวของลูกกลิ้งให้มีความฝืดด้วย ลูกกลิ้งมีจำนวน 4 ลูก มีมอเตอร์ต้นกำลังขนาด 2 แรงม้า ชุดเกียร์ มีอัตราทด 1 : 25 ความเร็วที่ลูกกลิ้งประมาณ 30 รอบต่อนาที เครื่องมีความกว้าง 620 มิลลิเมตร ยาว 750 มิลลิเมตร สูง 900 มิลลิเมตร เครื่องมีการป้องกันด้วยมือลงถาดในแนวเอียง 45 องศา จากนั้นลูกกลิ้งทั้ง 4 ลูกทำการรีดโดยลูกกลิ้งแต่ละคู่จะหมุนเข้าหากัน กล้วยที่ถูกรีดจะถูกลำเลียงออกด้วยสายพานลำเลียง

3.2 วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง

- 1) กล้วยที่ใช้ในการทดลองเป็นกล้วยตากหรือกล้วยอบแห้ง
- 2) นาฬิกาจับเวลา
- 3) ประแจรวม
- 4) ถาดใส่กล้วย
- 5) เวอร์เนียคาลิเปอร์

3.3 วิธีการดำเนินการทดลอง

- 1) กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตการทดลอง
- 2) ออกแบบวิธีการทดลองและอุปกรณ์ทดลอง
- 3) ทำการปรับแต่งเครื่องให้มีลักษณะตรงกับวัตถุประสงค์ของการทดลอง
- 4) ทำการทดลองและบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของการทดลอง
- 5) นำค่าการทดลองรีดกล้วยมาหาสมรรถนะของเครื่อง
- 6) ทำการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างความเร็วที่ลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที กับความเร็วที่ลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที
- 7) วิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผล

3.4 วิธีการทดลองเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่

3.4.1 กำหนดความเร็วรอบของลูกกลิ้งใช้เปรียบเทียบในการทดลอง

ความเร็วช่วงที่ 1 กำหนดความเร็วรอบของล้อสายพานลึ้มที่ลูกกลิ้ง 14 rpm
คำนวณหาขนาดล้อสายพานลึ้ม

$$\text{จากสมการ} \quad \frac{D_1}{D_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (3.1)$$

กำหนด D_1 คือ ขนาดของล้อสายพานลึ้มของเพลาลูกกลิ้งเท่ากับ 119 mm

D_2 คือ ขนาดของล้อสายพานลึ้มตัวขับเท่ากับ 55 mm

N_1 คือ ความเร็วรอบที่เพลาลูกกลิ้งที่กำหนดเท่ากับ 14 rpm

N_2 คือ ความเร็วรอบของตัวขับที่ออกจากเกียร์ทด, rpm

$$\text{จัดสมการใหม่} \quad N_2 = N_1 \frac{D_1}{D_2} \quad (3.2)$$

$$\text{แทนค่า} \quad N_2 = 14 \text{ rpm} \times \left(\frac{119}{55} \right) \text{ mm}$$

$$N_2 = 30.29 \text{ rpm}$$

คำนวณหาความเร็วที่ผ่านเกียร์ทดที่มีอัตราทด 1:25

$$\text{ความเร็วรอบเข้าเกียร์ทด } N_3 = 25 \times 30.29 \text{ rpm}$$

$$N_3 = 757.25 \text{ rpm}$$

คำนวณหาขนาดล้อสายพานลึ้มที่มอเตอร์ในความเร็วช่วงที่ 1

- กำหนด D_3 คือ ขนาดของล้อสายพานลิ้มที่เพลของเกียร์ทดเท่ากับ 90 mm
 D_4 คือ ขนาดของล้อสายพานลิ้มของมอเตอร์ที่จะขับล้อสายพานลิ้มเกียร์ทด
 N_3 คือ ความเร็วรอบที่ต้องเข้าเกียร์ทดเท่ากับ 757.25 rpm
 N_4 คือ ความเร็วรอบที่มอเตอร์เท่ากับ 1,450 rpm

จัดสมการใหม่
$$D_4 = N_3 \frac{D_3}{N_4} \quad (3.3)$$

แทนค่า
$$D_4 = 757.25 \text{ rpm} \times \left(\frac{90 \text{ mm}}{1,450 \text{ rpm}} \right)$$

$$= 47 \text{ mm}$$

ดังนั้นขนาดของล้อสายพานลิ้มของมอเตอร์ที่จะขับล้อสายพานลิ้มเกียร์ทดเท่ากับ 47 mm

ความเร็วช่วงที่ 2 กำหนดความเร็วรอบของล้อสายพานลิ้มที่ถูกกลิ้ง 27 rpm คำนวณหาขนาดล้อสายพานลิ้ม

จากสมการ
$$N_2 = N_1 \frac{D_1}{D_2} \quad (3.4)$$

- กำหนด D_1 คือ ขนาดของล้อสายพานลิ้มของเพลของเกียร์ทดเท่ากับ 119 mm
 D_2 คือ ขนาดของล้อสายพานลิ้มตัวขับเท่ากับ 55 mm
 N_1 คือ ความเร็วรอบที่เพลถูกกลิ้งที่กำหนดเท่ากับ 27 rpm
 N_2 คือ ความเร็วรอบของตัวขับที่ออกจากเกียร์ทด, rpm

แทนค่า
$$N_2 = 27 \text{ rpm} \times \left(\frac{119}{55} \right) \text{ mm}$$

$$N_2 = 58 \text{ rpm}$$

คำนวณหาความเร็วที่ผ่านเกียร์ทดที่มีอัตราทด 1:25

ความเร็วที่ออกเกียร์ทด $N_3 = 25 \times 58 \text{ rpm}$

$$N_3 = 1,450 \text{ rpm}$$

คำนวณหาความเร็วที่เพลาลับลูกกลิ้งรีดกล้วยในความเร็วช่วงที่ 2

กำหนด D_3 คือ ขนาดของล้อสายพานลิ้มที่เพลาลับของเกียร์ทดเท่ากับ 67 mm

D_4 คือ ขนาดของล้อสายพานลิ้มของมอเตอร์ที่จะขับล้อสายพานลิ้มเกียร์ทด

N_3 คือ ความเร็วรอบที่ต้องเข้าเกียร์ทดเท่ากับ 1,450 rpm

N_4 คือ ความเร็วรอบที่มอเตอร์เท่ากับ 1,450 rpm

จัดสมการใหม่ $D_4 = N_3 \frac{D_3}{N_4}$ (3.5)

แทนค่า $D_4 = 1,450 \text{ rpm} \times \left(\frac{67 \text{ mm}}{1,450 \text{ rpm}} \right)$

$$= 67 \text{ mm}$$

ดังนั้นขนาดของล้อสายพานลิ้มของมอเตอร์ที่จะขับล้อสายพานลิ้มเกียร์ทดเท่ากับ 67 mm

3.4.2 ออกแบบการทดลองในการรีดกล้วยจะมีความเร็วที่รีดกล้วยอยู่ 4 กรณีดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 ปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 10 มิลลิเมตร แล้วปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 7 มิลลิเมตร ความเร็วที่ลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที

กรณีที่ 2 ปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 10 มิลลิเมตร แล้วปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 7 มิลลิเมตร ความเร็วที่ลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที

กรณีที่ 3 ปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 8 มิลลิเมตร แล้วปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 5 มิลลิเมตร ความเร็วที่ลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที

กรณีที่ 4 ปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 8 มิลลิเมตร แล้วปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 5 มิลลิเมตร ความเร็วที่ลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที

จากนั้นทำการทดลองจับเวลารีดกล้วยครั้งละ 10 ลูก

3.4.3 ขั้นตอนการทดลอง

- 1) เตรียมกล้วยตากหรือกล้วยอบ เพื่อใช้ในการทดลอง
- 2) เตรียมนาฬิกาจับเวลาการทดลอง
- 3) ปรับระยะห่างของลูกกลิ้งในระยะที่จะทดสอบ
- 4) ปรับความตึงของสายพานที่ส่งกำลังให้แก่ลูกกลิ้ง
- 5) ปรับความเร็วรอบของสายพานที่ร่อนสายพานมอเตอร์กับชุดเกียร์ทดที่ส่งกำลังให้แก่ลูกกลิ้ง ในระดับที่จะทดสอบ จากนั้นก็ปรับความตึงของสายพานให้เหมาะสม
- 6) ปรับความตึงของสายพานลำเลียงออกให้เหมาะสม
- 7) จากนั้นกดสวิทช์ปุ่ม ON ทำการเดินเครื่องเปล่า และสังเกตดูว่ามีสิ่งผิดปกติหรือไม่ ถ้าผิดปกติต้องรีบดำเนินการแก้ไข ก่อนจะป้อนกล้วยทดสอบ
- 8) เมื่อติดตั้งและปรับแต่งเครื่องเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการทดสอบและจับเวลาการทำงานด้วย
- 9) ทำการบันทึกค่าทดลอง
- 10) เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบก็กดปุ่มสวิทช์ OFF จากนั้นถอดปลั๊กออก แล้วทำความสะอาดลูกกลิ้งและสายพานลำเลียง

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

การทดสอบเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้ง ซึ่งเป็นการทดสอบหาความเป็นไปได้ในการรีดกล้วยที่ตั้งสมมติฐานออกแบบและทำการสร้าง ในการทดสอบได้หาความเร็วเปรียบเทียบการทำงานของเครื่อง 2 ความเร็ว และปรับระยะลูกกลิ้งดูว่าช่วงความเร็วไหนได้ผลผลิตสูงหรือได้ความหนาของกล้วยที่เหมาะสมที่สุด

4.1 ขั้นตอนการทดลองเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่

- 1) เตรียมกล้วยตากหรือกล้วยอบ เพื่อใช้ในการทดลอง
- 2) เตรียมนาฬิกาจับเวลาการทดลอง
- 3) ปรับระยะห่างของลูกกลิ้งในระยะที่จะทดสอบ
- 4) ปรับความตึงของสายพานที่ส่งกำลังให้แก่ลูกกลิ้ง
- 5) ปรับความเร็วรอบของสายพานที่รองสายพานมอเตอร์กับชุดเกียร์ทดที่ส่งกำลังให้แก่ลูกกลิ้ง ในระดับที่จะทดสอบ จากนั้นก็ปรับความตึงของสายพานให้เหมาะสม
- 6) ปรับความตึงของสายพานลำเลียงออกให้เหมาะสม
- 7) จากนั้นกดสวิทช์ปุ่ม ON ทำการเดินเครื่องเปล่า และสังเกตดูว่ามีสิ่งผิดปกติหรือไม่ ถ้าผิดปกติต้องรีบดำเนินการแก้ไข ก่อนจะป้อนกล้วยทดสอบ
- 8) เมื่อติดตั้งและปรับแต่งเครื่องเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการทดสอบและจับเวลาการทำงาน
- 9) ทำการจดค่าทดลอง
- 10) เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบก็กดปุ่มสวิทช์ OFF จากนั้นถอดปลั๊กออก แล้วก็ทำความสะอาดลูกกลิ้งและสายพานลำเลียง

4.2 ผลการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะการรีดกล้วยที่ต่างกัน

การทดสอบสมรรถนะในการรีดกล้วย ซึ่งมีตัวแปรเกี่ยวข้องประกอบไปด้วยการตกลงของกล้วยจากถาดป้อนสู่ลูกกลิ้งรีดกล้วยในแนวยาวและแนวขวางของกล้วย โดยการทดสอบพบว่า การป้อนกล้วยให้ตกลงลูกกลิ้งในแนวยาว ใช้ระยะเวลาในการรีดนานกว่าการรีดกล้วยโดยการป้อนกล้วยแนวขวางของกล้วย และการรีดกล้วยในแนวยาวมักมีการติดลูกกลิ้งด้วย

ตารางที่ 4.1 สมรรถนะการรีดกล้วยที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 14 rpm โดยการปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 10 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 7 mm

ครั้งที่	จำนวน (ลูก)	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 14 rpm	
		ระยะเวลาที่รีด (วินาที)	จำนวนกล้วยที่ดี (จำนวนลูก)
1	10	15	7
2	10	14.52	9
3	10	15.45	9
4	10	14.21	9
5	10	14.53	8
รวม	50	73.71	42

ตารางที่ 4.2 สมรรถนะการรีดกล้วยที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 27 rpm โดยการปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 10 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 7 mm

ครั้งที่	จำนวน (ลูก)	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 27 rpm	
		ระยะเวลาที่รีด (วินาที)	จำนวนกล้วยที่ดี (จำนวนลูก)
1	10	10.25	10
2	10	9.45	10
3	10	10.31	8
4	10	10.51	8
5	10	10.42	9
รวม	50	50.94	45

จากตารางผลการทดลองที่ 4.1 และตารางผลการทดลองที่ 4.2 เมื่อทำการรีดกล้วยที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที กับความเร็วของลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที โดยการปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 10 มิลลิเมตร และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 7 มิลลิเมตร แล้วทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 10 ลูก โดยความเร็วของลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที ได้ผลผลิตรวมที่ดี 42 ลูก เวลารวม 73.71 วินาที และความเร็วของลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที ได้ผลผลิตรวมที่ดี 45 ลูก เวลารวม 50.94 วินาที สรุปได้ว่าที่ความเร็วที่ลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที ทำการรีดกล้วยได้ผลผลิตรวมที่ดีมากกว่าที่ความเร็วที่ลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที และใช้เวลารวมน้อยกว่าอีกด้วย

ตารางที่ 4.3 สมรรถนะการรีดกล้วยที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 14 rpm โดยการปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 8 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 5 mm

ครั้งที่	จำนวน (ลูก)	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 14 rpm	
		ระยะเวลาที่รีด (วินาที)	จำนวนกล้วยที่ดี (จำนวนลูก)
1	10	15.31	9
2	10	15.28	8
3	10	16.05	9
4	10	15.43	9
5	10	15.54	8
รวม	50	76.61	43

ตารางที่ 4.4 สมรรถนะการรีดกล้วยที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 27 rpm โดยการปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 8 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 5 mm

ครั้งที่	จำนวน (ลูก)	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 27 rpm	
		ระยะเวลาที่รีด (วินาที)	จำนวนกล้วยที่ดี (จำนวนลูก)
1	10	12.46	10
2	10	10.45	9
3	10	10.26	10
4	10	9.51	10
5	10	9.53	8
รวม	50	52.21	47

จากตารางผลการทดลองที่ 4.3 และตารางผลการทดลองที่ 4.4 เมื่อทำการรีดกล้วยที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที กับความเร็วของลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที โดยการปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 8 มิลลิเมตร และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 5 มิลลิเมตร แล้วทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 10 ลูก ที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที ได้ผลผลิตรวมที่ดี 43 ลูก เวลา รวม 76.61 วินาที ส่วนความเร็วของลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที ได้ผลผลิตรวมที่ดี 47 ลูก เวลา รวม 52.21 วินาที สรุปได้ว่าที่ความเร็วที่ลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที ทำการรีดกล้วยได้ผลผลิตรวมที่ดีมากกว่าที่ความเร็วที่ลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที และใช้เวลารวมน้อยกว่าอีกด้วย

จากตารางผลการทดลองที่ 4.1 ถึงตารางผลการทดลองที่ 4.4 สรุปได้ว่าความเร็วที่รีดกล้วย
ได้ผลดีที่สุดและใช้ระยะเวลาในการรีดที่น้อยที่สุดคือ ความเร็วที่ลูกกลิ้ง 27 รอบต่ออนาที

ร้อยละการสูญเสียเป็นค่าที่บ่งบอกถึงค่าการสูญเสียเนื่องจากการทำงานของเครื่องรีดกล้วย

$$1. \quad \text{ร้อยละของกล้วยเสีย} = \frac{\text{จำนวนกล้วยเสียหาย} \times 100}{\text{จำนวนกล้วยป้อนทั้งหมด}}$$

$$2. \quad \text{ร้อยละของกล้วยดี} = \frac{\text{จำนวนกล้วยดี} \times 100}{\text{จำนวนกล้วยป้อนทั้งหมด}}$$

ตารางที่ 4.5 ร้อยละของการรีดกล้วยที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 14 rpm

ลักษณะการปรับระยะห่างลูกกลิ้งรีดกล้วย	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 14 rpm	
	กล้วยดี (เปอร์เซ็นต์)	กล้วยเสีย (เปอร์เซ็นต์)
การปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 10 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 7 mm	84	16
การปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 8 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 5 mm	86	14

ตารางที่ 4.6 ร้อยละของการรีดกล้วยที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 27 rpm

ลักษณะการปรับระยะห่างลูกกลิ้งรีดกล้วย	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 27 rpm	
	กล้วยดี (เปอร์เซ็นต์)	กล้วยเสีย (เปอร์เซ็นต์)
การปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 10 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 7 mm	90	10
การปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 8 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 5 mm	94	6

จากตารางแสดงผลการทดลองที่ 4.5 และตารางแสดงผลการทดลองที่ 4.6 เมื่อทำการรีดกล้วยด้วยความเร็วของลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที กับที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที โดยการปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 10 มิลลิเมตร และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 7 มิลลิเมตร ที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที มีผลผลิตที่ดีร้อยละ 84 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที นาที่ มีผลผลิตที่ดีร้อยละ 90 เปอร์เซ็นต์

เมื่อทำการรีดกล้วยด้วยความเร็วของลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที กับที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที โดยการปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 8 มิลลิเมตร และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 5 มิลลิเมตร ที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที มีผลผลิตที่ดีร้อยละ 86 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที มีผลผลิตที่ดีร้อยละ 94 เปอร์เซ็นต์

สรุปได้ว่าที่ความเร็วที่ลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที มีร้อยละของผลผลิตที่ดี สูงกว่าที่ความเร็วที่ลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที

$$3. \quad \text{อัตราการผลิต} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยของจำนวนกล้วยที่ดี (ผลต่อครั้ง)}}{\text{เฉลี่ยเวลาในการรีดกล้วย (นาที่ต่อครั้ง)}}$$

ตารางที่ 4.7 อัตราการรีดกล้วยที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 14 rpm

ลักษณะการปรับระยะห่างลูกกลิ้งรีดกล้วย	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 14 rpm		
	ค่าเฉลี่ยกล้วยที่ดี (ลูกต่อครั้ง)	ค่าเฉลี่ยเวลาการรีด (นาที่ต่อครั้ง)	อัตราการผลิต (ลูกต่อนาที)
การปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 10 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 7 mm	8	0.25	32
การปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 8 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 5 mm	9	0.26	35

ตารางที่ 4.8 อัตราการรีดกล้วยที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 27 rpm

ลักษณะการปรับระยะห่างลูกกลิ้ง รีดกล้วย	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 27 rpm		
	จำนวนกล้วยที่ดี เฉลี่ย (จำนวนลูก)	ระยะเวลาที่รีดเฉลี่ย (นาทีก)	อัตราการผลิต (ลูกต่อนาที)
การปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 10 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 7 mm	9	0.17	53
การปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 8 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 5 mm	9	0.17	53

จากตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8 สรุปได้ว่าที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที มีอัตราการผลิตเฉลี่ย 53 ลูกต่อนาที ส่วนที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที มีอัตราการผลิตเฉลี่ย 34 ลูกต่อนาที เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนทำการทักกล้วยที่มีอัตราการผลิตเฉลี่ย 9 ลูกต่อนาที ดังนั้นเครื่องรีดกล้วยความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที ได้ผลผลิต 4 เท่าของแรงงานคน ส่วนเครื่องรีดกล้วยที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที ได้ผลผลิต 6 เท่าของแรงงานคน

ตารางที่ 4.9 ค่าความหนาของกล้วยที่ผ่านรีดกล้วยจากการสุมวัดตัวอย่าง 10 ลูก ที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 14 rpm กับ 27 rpm โดยปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 10 mm และปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 7 mm

ลูกที่	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 14 rpm ความหนา (mm)	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 27 rpm ความหนา (mm)
1	7.8	8
2	7.8	8
3	7.6	7
4	7.7	7
5	7	7
6	7.4	8
7	7.8	7.8
8	7.8	8
9	7.4	7.4
10	7.8	8.2
ค่าเฉลี่ย	7.6	7.8

จากตารางที่ 4.9 สรุปได้ว่าที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที โดยปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 10 mm และปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 7 mm มีค่าเฉลี่ยความหนาของกล้วยที่ผ่านการรีดด้วยเครื่องไม่แตกต่างกัน แต่ค่าที่วัดได้จากกล้วยผ่านการรีดโดยเครื่องนั้นมีค่าความหนากว่าระยะที่ตั้งไว้ อาจเป็นเพราะมีการคืนตัวของกล้วยหรือเป็นเพราะการตั้งระยะมีการคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 4.10 ค่าความหนาของกล้วยที่ผ่านรีดกล้วยจากการสุมวัดตัวอย่าง 10 ลูก ที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 14 rpm กับ 27 rpm โดยการปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 8 mm และปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 5 mm

ลูกที่	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 14 rpm	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 27 rpm
	ความหนา (mm)	ความหนา (mm)
1	6	6
2	6	6.4
3	6.2	6.4
4	6.3	6.5
5	5.9	6.2
6	6.2	6.3
7	5.8	6
8	6.2	6.4
9	6.2	6.5
10	5.9	6.5
ค่าเฉลี่ย	6.1	6.3

จากตารางที่ 4.10 สรุปได้ว่าที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 14 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 27 รอบต่อนาที โดยปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 8 mm และปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 5 mm มีค่าเฉลี่ยความหนาของกล้วยที่ผ่านการรีดด้วยเครื่องแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แต่ค่าที่วัดได้จากกล้วยผ่านการรีดโดยเครื่องนั้นมีค่าความหนากว่าระยะที่ตั้งไว้ อาจเป็นเพราะมีการคั้นตัวของกล้วยหรือเป็นเพราะการตั้งระยะมีการคลาดเคลื่อน และเปรียบเทียบจากตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าการปรับตั้งที่ลูกกลิ้งตัวล่าง 7 mm มีการคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดจึงเหมาะสมที่สุดในการปรับตั้ง

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่

- 1) เครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่สามารถรีดกล้วยมีความเร็วสูงสุด โดยใช้วิธีการป้อนกล้วยในแนวขวาง
- 2) การรีดกล้วยที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 14 rpm โดยการปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 10 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 7 mm มีอัตราการรีดกล้วยประมาณ 32 ลูกต่อนาที
- 3) การรีดกล้วยที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 14 rpm โดยการปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 8 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 5 mm มีอัตราการรีดกล้วยประมาณ 35 ลูกต่อนาที
- 4) การรีดกล้วยที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 27 rpm โดยการปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 10 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 7 mm มีอัตราการรีดกล้วยประมาณ 53 ลูกต่อนาที
- 5) การรีดกล้วยที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 27 rpm โดยการปรับลูกกลิ้งคู่บนมีระยะห่าง 8 mm และการปรับลูกกลิ้งคู่ล่างมีระยะห่าง 5 mm มีอัตราการรีดกล้วยประมาณ 53 ลูกต่อนาที
- 6) เครื่องสามารถทำการรีดกล้วยได้ขนาดคละกัน
- 7) เครื่องออกแบบใช้ชิ้นส่วนที่มีตามท้องตลาด จึงทำให้สะดวกต่อการซ่อมบำรุง และทำให้ราคาชิ้นส่วนที่จะมาเปลี่ยนราคาไม่สูง
- 8) สามารถรีดกล้วยไวกว่าแรงงานคนทั้กล้วยถึง 8 เท่า เมื่อตั้งความเร็วรอบของลูกกลิ้งเท่ากับ 27 รอบต่อนาที และความหนาของกล้วย โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 7.05 mm

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

กล้วยมีขนาดไม่เท่ากันในแต่ละลูกและการสุกงอม ซึ่งต้องพยายามคัดแยกขนาดที่แตกต่างกันมาจริง ๆ ออก เพื่อไม่ให้กล้วยติดลูกกลิ้งและใบปาด อีกทั้งแก้ไขโดยต้องปรับใบปาดกล้วยให้มีระยะห่างจากลูกกลิ้งรีดกล้วยให้น้อยลงกว่าเดิม

5.3 แนวการพัฒนาต่อ

- 1) อุปกรณ์ของเครื่องบางชิ้นมีขนาดใหญ่เกินไป ควรลดขนาดจะทำให้มีน้ำหนักน้อยลง และทำให้สวยงาม
- 2) ใช้ชุดอินเวอร์เตอร์เข้ามาควบคุมความเร็วรอบลูกกลิ้งและสายพานลำเลียง เพื่อปรับความเร็วรอบในการรีดกล้วยตามความเหมาะสม
- 3) เพื่อให้กล้วยที่แบนแล้วไม่มีการเสียรูป อาจทำการเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลิ้ง และลดจำนวนลูกกลิ้งลงเหลือแค่ 2 ลูก

ภาคผนวก ก.

ภาพชิ้นส่วนของเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่ที่ถูกติดตั้งและทำการปรับตั้ง

ภาพชิ้นส่วนของเครื่องรีดกล้วยแบบลูกกลิ้งคู่ที่ถูกติดตั้งและทำการปรับตั้ง



รูปที่ ก. 1 ถาดป้อนที่ติดตั้งและปรับระห่างสัมพันธ์กับลูกกลิ้ง



รูปที่ ก. 2 ใบปาดกล้วยกันกล้วยติดลูกกลิ้งที่ติดตั้งและปรับระยะแล้ว



รูปที่ ก. 3 ตัวปรับความตึงของสายพาน



รูปที่ ก. 4 ตัวปรับความตึงที่ติดตั้งกับชุดตลับลูกปืนแบบมีตัวประกอบรางเลื่อน



รูปที่ ก. 5 ตัวปรับความตึงของสายพานลิ้ม



รูปที่ ก. 6 ล้อสายพานลิ้มของเพลาขับเคลื่อนลูกกลิ้งรีดกล้วย



รูปที่ ก. 7 การติดตั้งเฟืองกลับทิศทางการหมุนเพื่อให้ลูกกลิ้งหมุนเข้าหากัน



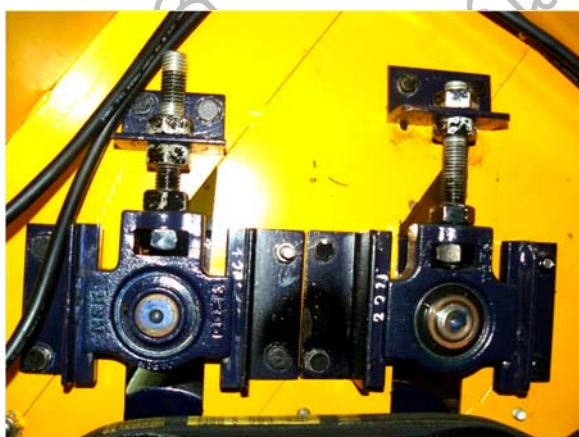
รูปที่ ก. 8 การติดตั้งชุดส่งกำลังแก่ลูกกลิ้งด้านซ้ายของเครื่อง



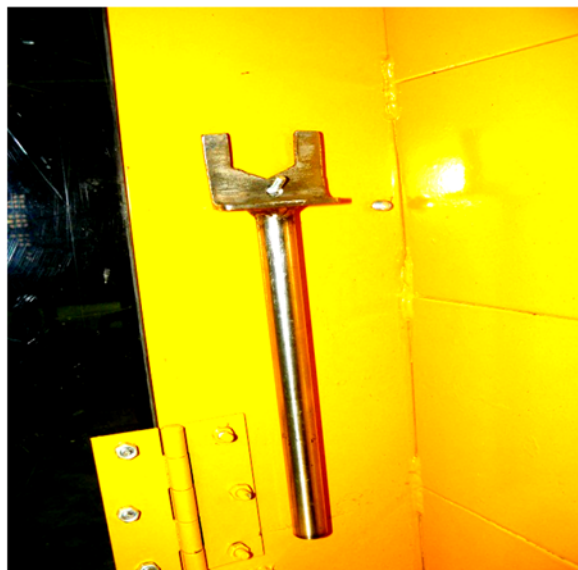
รูปที่ ก. 9 ล้อสายพานลื่นที่ถูกส่งมาจากเฟืองกลับติดทางด้านซ้ายของเครื่อง



รูปที่ ก. 10 การติดตั้งชุดส่งกำลังแก่ลูกกลิ้งด้านขวาของเครื่อง



รูปที่ ก. 11 ชุดตลับลูกปืนพร้อมรางประกอบรางเลื่อนสำหรับปรับระยะห่างของลูกกลิ้ง



รูปที่ ก. 12 เครื่องมือที่ใช้สำหรับปรับระยะห่างของลูกกลิ้ง



รูปที่ ก. 13 มอเตอร์ต้นกำลังและเกียร์ทด



รูปที่ ก. 14 สวิตช์ปิดเปิดเครื่อง

สวพ.
มทร.สุวรรณภูมิ

ภาคผนวก ข.

รูปการเตรียมกล้วยก่อนทดลองและกล้วยที่ผ่านการทดลอง

สวพ.
นทร.สุวรรณภูมิ



รูปที่ ข. 1 การทำกล้วยตากด้วยแสงอาทิตย์



รูปที่ ข. 2 กล้วยหลังจากการอบ



รูปที่ ข.3 กล้วยอบที่ผ่านการรีดด้วยเครื่อง



รูปที่ ข. 4 กล้วยตากที่ผ่านการรีดด้วยเครื่อง



รูปที่ ข. 5 กล้วยตากขนาดกลางที่ผ่านการรีดด้วยเครื่อง



รูปที่ ข. 6 กัล้วยตากที่กัล้วยยังไม่สุกพอที่ผ่านการรีดด้วยเครื่อง



รูปที่ ข. 7 ลักษณะกัล้วยตากที่ผ่านการรีดด้วยเครื่อง



รูปที่ ข. 8 ความหนาของกล้วยที่พากรีดแล้ว



รูปที่ ข.9 วัดความหนาของกล้วย