



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนาเครื่องกวนกล้วย

โดย นายสิงห์คาน แสนยากุลและคณะ

30 กันยายน 2548

สัญญาเลขที่ RDG4850035/5

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนาเครื่องกวนกล้วย

คณะผู้วิจัย

1. นายสิงห์คาน แสนยากุล
2. นายจักริน จีราพันธุ์
3. นายธีระวัฒน์ ชุ่มทวี

ชุดโครงการสนับสนุนผู้ปฏิบัติการวิจัยในภาคอุตสาหกรรม

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปย่อผู้บริหาร
โครงการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับอุตสาหกรรมท้องถิ่น
Technology Development for Local SMEs (TDLS)

1. ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การพัฒนาเครื่องกวนกล้วย

(ภาษาอังกฤษ) Development of Preserved Banana Mixing Machine

คำสำคัญ (Keywords)กล้วย(Banana),กวนกล้วย(Preserved Banana Mixing),เครื่องกวนกล้วย(Preserved Banana Mixing Machine),เครื่องกวน(Mixing Machine)

2. ปัญหาที่ทำการวิจัยและความสำคัญของปัญหา

รัฐบาลได้จัดให้มีโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์เพื่อให้แต่ละชุมชนได้ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการพัฒนาสินค้าซึ่งกล้วยกวนก็เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีผู้ผลิตถึง 40 แห่งในโครงการนี้

กลุ่มทรายมูลพัฒนา ตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 5 ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ก็เป็นอีกกลุ่มหนึ่งที่อยู่ในโครงการนี้ ซึ่งใช้วิธีการผลิตด้วยเครื่องกวนแต่ก็ประสบปัญหาคือ

1. เกิดการไหม้ขึ้นกับกล้วยกวนทำให้เสียรสชาติและคุณภาพ
2. เกิดการรั่วของน้ำมันหล่อลื่นตกลงไปในหม้อซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
3. ความร้อนควบคุมยากเมื่อลมแรงเกิดความล้าช้าในการผลิต
4. การถอดถังกวนและไม้พายทำได้ลำบากเกิดความล้าช้าในการผลิต

จากปัญหาดังกล่าว ทำให้ผู้ผลิตต้องทำการผลิตขึ้นมาใหม่ ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิต กลุ่มผู้วิจัยจึงคิดที่จะปรับปรุง เครื่องกวนให้แก้ปัญหาดังกล่าวมา เพื่อให้เครื่องมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม พร้อมทั้งมีอุปกรณ์ฝาปิดถังกวน ไม่ให้มีเศษสิ่งต่างๆตกลงไปในถัง ทำให้ผลผลิตที่ได้สะอาดและมีคุณภาพตามที่ต้องการ

3. วัตถุประสงค์

- 3.1 เพื่อสร้างเครื่องกวนกล้วย
- 3.2 เพื่อแก้ปัญหาดังที่กล่าวมา

4. ระเบียบวิธีวิจัย (โดยย่อ)

- 4.1 ศึกษาวิธีการกวนกล้วย
- 4.2 ศึกษาการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 4.3 ออกแบบเครื่องกว่น
- 4.4 สร้างเครื่องกว่น
- 4.5 ทดลองระบบกว่น เพื่อกว่นไม่ให้กล้วยไหม้
- 4.6 ปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องเครื่องให้ดีขึ้น
- 4.7 สรุปผลการดำเนินโครงการ

5. สิ่งที่เราคาดว่าจะได้รับ

- 5.1 ได้เครื่องกว่นกล้วยที่กว่นกล้วยไม่ไหม้
- 5.2 เป็นการ เพิ่มมูลค่าของกล้วยให้มากขึ้น
- 5.3 เพื่อแก้ไขปัญหาของเครื่องที่เกิดในกรณีแบบนี้
- 5.4 เพื่อเพิ่มปริมาณการผลิตกล้วยกว่นให้สูงขึ้น
- 5.5 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาในลำดับต่อไป

6. สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของชุดโครงการพัฒนาเทคโนโลยี สำหรับอุตสาหกรรมท้องถิ่น อย่างไร

เป็นการร่วมมือกันระหว่างสถาบันการศึกษาและชุมชนในท้องถิ่น เพื่อพัฒนาหรือปรับปรุงกระบวนการผลิตหรือแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร ให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น พร้อมกับตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมภายในท้องถิ่น ตามเอกสารขอความร่วมมือจากสำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอสะเมิง จ.เชียงใหม่

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการพัฒนาเครื่องกวนกล้วย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหการไหม้ขณะทำการกวน โดยออกแบบสร้างเครื่องกวนกล้วยแล้วเปรียบเทียบกับกวนที่ออกแบบว่าแบบใดที่เกิดการไหม้น้อยที่สุด

วิธีการสร้างเครื่องกวนกล้วย ได้ดำเนินการสร้างเป็นขั้นตอน โดยศึกษาข้อมูลในการสร้างเครื่องแล้ว ทำการออกแบบ จัดเตรียมซื้อวัสดุแล้วดำเนินการสร้าง ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการทดลองเพื่อทำการแก้ไขข้อบกพร่องและหาประสิทธิภาพของเครื่อง ผลที่ได้รับ เมื่อใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควบกวนกล้วยที่ 15 kg ปรับไฟอ่อน จะทำให้กล้วยกวนมีพื้นที่ไหม้น้อยที่สุดคือ 1.60 % ของกันถึงเท่ากับ 56.549 cm^2 และกวนกล้วยที่ 5 kg ปรับไฟแรง มีพื้นที่ไหม้มากที่สุดคือ 11.11 % ของกันถึงเท่ากับ 392.699 cm^2 และเมื่อใช้ใบกวนแบบคายนกกล้วยที่ 5 kg ปรับไฟอ่อน จะทำให้กวนกล้วยมีพื้นที่ไหม้ที่กันถึงน้อยที่สุด คือ 9.24 % ของกันถึงเท่ากับ 326.726 cm^2 และกวนกล้วยที่ 15 kg ปรับไฟแรง มีพื้นที่ไหม้ที่กันถึงมากที่สุดคือ 21.42 % ของกันถึงเท่ากับ 757.124 cm^2

ประสิทธิภาพของเครื่องที่พัฒนาเทียบกับเครื่องเก่า เครื่องเก่ากวนกล้วย 30 kg ใช้เวลาประมาณ 10 ชั่วโมง 18 นาที เครื่องที่พัฒนากวนกล้วยในปริมาณเดียวกัน ประกอบใบกวนแบบแรงคู่ควบใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง 8 นาที เพิ่มประสิทธิภาพจากเครื่องเดิม 40.45 % และเมื่อประกอบใบกวนแบบคายนกใช้เวลาประมาณ 7 ชั่วโมง 55 นาที เพิ่มประสิทธิภาพจากเครื่องเดิม 23.14 %

ABSTRACT

The aim of this project was to develop preserved banana mixing machine which can reduce burning area.

This machine was design and constructed step by step.Start from study several machines and constructed new preserved banana mixing machine. After that tryout and improve until the machine work properly.

From an experiment the preserved banana mixing machine use couple force blade has smallest area of burning at 1.60 % of area bottom tank mixing equal 56.549 cm².When mixing banana 15 kg with 2 lb/in² of pressure gas.And maximum area of burning at 11.11 % of area bottom tank mixing equal 392.699 cm².When mixing banana 5 kg with 6 lb/in² of pressure gas.And use twist blade has smallest area of burning at 9.24 % of area bottom tank mixing equal 326.726 cm².When mixing banana 5 kg with 2 lb/in² of pressure gas.And maximum area of burning at 21.42 % of area bottom tank mixing equal 757.124 cm².When mixing banana 5 kg with 6 lb/in² of pressure gas.

From experiment efficiency of machine wich use couple force blade mixing banana 30 kg used time 6 h 5 m.Compare with the old one used time 10 h 8 m. 40.45% higher than the old machine.

สารบัญ

หน้า

บทสรุปย่อผู้บริหาร	ก
บทคัดย่อ	ค
แบบสรุปโครงการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม	จ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ณ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฅ
บทที่	
1. บทนำ	
- ความเป็นมาของโครงการ	1
- วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
- ขอบเขตของโครงการ	2
- ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
- ประโยชน์ที่จะได้รับการดำเนินโครงการ	5
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
- ความรู้ทั่วไปของกล้วย	6
- การแปรรูปกล้วย	11
- สาเหตุของการไหม้	12
- การวิเคราะห์จากใบกวนของเครื่องอื่น	14
- หลักการทำงานของเครื่องเดิม	17
- หลักการทำงานของเครื่องที่กำลังพัฒนา	18
- เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel)	20
- สูตรการคำนวณออกแบบเครื่อง	21
- อินдукชั่นมอเตอร์หนึ่งเฟส (Single phase Induction Motor)	22
- ทฤษฎีเกี่ยวกับก๊าซ	25
3. วิธีดำเนินโครงการ	
- ขั้นตอนการดำเนินการสร้างเครื่องกวนกล้วย	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4. ผลการทดลอง	
- การทดลองแบบหยาบ	35
- การทดลองแบบละเอียด	40
- ประสิทธิภาพเครื่องเก่า	64
- การทดลองหาประสิทธิภาพเครื่องที่พัฒนา	64
5. สรุปผล และข้อเสนอแนะ	
- แรงแดันแก๊สที่ใช้ในการกวน	65
- แบบลักษณะของใบกวน	65
- ประสิทธิภาพเครื่อง	66
- ปัญหาที่พบในการดำเนินโครงการ	66
- ข้อเสนอแนะ	66
บรรณานุกรม	68
ภาคผนวก ก. การคำนวณ	70
ภาคผนวก ข. ตาราง	93
ภาคผนวก ค. วิธีการใช้เครื่อง	9 6
ภาคผนวก ง. แบบงาน	100
ภาคผนวก จ. บทความเผยแพร่	124

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน การสร้างเครื่องกวนกล้วย	3
2.1 ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของกล้วย	10
2.2 สมบัติต่าง ๆ ของก๊าซ LPG	26
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับอัตราส่วนปริมาตร	27
4.1 การบันทึกผลการหาความหนาแน่นของกล้วยสุกปั่นให้ละเอียด	36
4.2 การบันทึกผลการหาความหนาแน่นของน้ำตาลทรายแดง	36
4.3 การบันทึกผลการหาความหนาแน่นของเกลือป่น	37
4.4 การบันทึกผลการหาความหนาแน่นของกะทิ	37
4.5 การบันทึกผลการทดลองหาเวลาที่กล้วยไหม้ ที่ระดับไฟอ่อน แรงดัน 2 lb/in ²	38
4.6 การบันทึกผลการทดลองหาเวลาที่กล้วยไหม้ ที่ระดับไฟกลาง แรงดัน 4 lb/in ²	38
4.7 การบันทึกผลการทดลองหาเวลาที่กล้วยไหม้ ที่ระดับไฟแรง แรงดัน 6 lb/in ²	39
4.8 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ ที่กล้วย 5 kgปรับไฟที่ 2 lb/in ²	42
4.9 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ ที่กล้วย 5 kgปรับไฟที่ 4 lb/in ²	42
4.10 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ ที่กล้วย 5 kgปรับไฟที่ 6 lb/in ²	42
4.11 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ ที่กล้วย 10 kgปรับไฟที่ 2 lb/in ²	43
4.12 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ ที่กล้วย 10 kgปรับไฟที่ 4 lb/in ²	43
4.13 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ ที่กล้วย 10 kgปรับไฟที่ 6 lb/in ²	44
4.14 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ ที่กล้วย 15 kgปรับไฟที่ 2 lb/in ²	44

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.15 บัณฑิตผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ ที่กล้วย 15 kgปรับไฟที่ 4 lb/in ²	44
4.16 บัณฑิตผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ ที่กล้วย 15 kgปรับไฟที่ 6 lb/in ²	45
4.17 บัณฑิตผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ ที่กล้วย 30 kgปรับไฟที่ 2 lb/in ²	45
4.18 บัณฑิตผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ ที่กล้วย 30 kgปรับไฟที่ 4 lb/in ²	46
4.19 บัณฑิตผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ ที่กล้วย 30 kgปรับไฟที่ 6 lb/in ²	46
4.20 บัณฑิตผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ ที่กล้วย 5 kg ปรับไฟที่ 2 lb/in ²	46
4.21 บัณฑิตผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ ที่กล้วย 5 kg ปรับไฟที่ 4 lb/in ²	47
4.22 บัณฑิตผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ ที่กล้วย 5 kg ปรับไฟที่ 6 lb/in ²	47
4.23 บัณฑิตผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ ที่กล้วย 10 kg ปรับไฟที่ 2 lb/in ²	48
4.24 บัณฑิตผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ ที่กล้วย 10 kg ปรับไฟที่ 4 lb/in ²	48
4.25 บัณฑิตผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ ที่กล้วย 10 kg ปรับไฟที่ 6 lb/in ²	48
4.26 บัณฑิตผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ ที่กล้วย 15 kg ปรับไฟที่ 2 lb/in ²	49
4.27 บัณฑิตผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ ที่กล้วย 15 kg ปรับไฟที่ 4 lb/in ²	49

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.28 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ ที่กล้วย 15 kg ปรับไฟที่ 6 lb/in ²	50
4.29 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ ที่กล้วย 30 kg ปรับไฟที่ 2 lb/in ²	50
4.30 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ ที่กล้วย 30 kg ปรับไฟที่ 4 lb/in ²	50
4.31 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ ที่กล้วย 30 kg ปรับไฟที่ 6 lb/in ²	51
4.32 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ กล้วย 5 กิโลกรัม	51
4.33 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ กล้วยกวน 10 กิโลกรัม	51
4.34 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ กล้วยกวน 15 กิโลกรัม	52
4.35 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ กล้วย 30 กิโลกรัม	52
4.36 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ กล้วยกวน 5 กิโลกรัม	52
4.37 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ กล้วยกวน 10 กิโลกรัม	52
4.38 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ กล้วยกวน 15 กิโลกรัม	53
4.39 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ กล้วย 30 กิโลกรัม	53
4.40 ลักษณะการไหม้ของใบกวนทั้งสองแบบ	54
4.41 เปรียบเทียบพื้นที่การไหม้ของใบกวนทั้งสองแบบ	62

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.42 เปอร์เซนต์พื้นที่การไหม้ต่อพื้นที่กันดั้จากใบกวนทั้งสองแบบ	62
ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1ข ค่าความปลอดภัย	94
2ข คุณสมบัติเหล็กปลอดภัย	94
3ข แสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อวัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ	95

ภาพที่	สารบัญภาพ	หน้า
1.1	แผนภูมิที่แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน	4
2.1	กล้วยน้ำว้า	7
2.2	กล้วยหอมทอง	8
2.3	กล้วยไข่	9
2.4	กราฟการเปลี่ยนสถานะ	13
2.5	(ก) ถึงกวน (ข) ไบกวน	14
2.6	(ก) กระทะกวน (ข) ไบกวน	15
2.7	(ก) ถึงกวนทรงกระบอกก้นกระทะ (ข) ไบกวน 1 (ค) ไบกวน 2 (ง) ไบกวน 3	16
2.8	หลักการเครื่องเดิม	17
2.9	ไบกวนแบบคู่ควบ	18
2.10	หลักการทำงานของแกนไบกวน	19
2.11	ไบกวนแบบคายเศษ	20
2.12	ลักษณะขดลวดภายในมอเตอร์สปลิทเฟส	23
2.13	ลักษณะขดลวดภายในของมอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์	24
3.1	ถึงกวน	31
3.2	โครงยึดถึงกวน	32
3.3	โครงบน	32
3.4	ระบบส่งกำลัง	33
3.5	ตัวล็อกไบกวน	33
3.6	ไบกวนแบบแรงคู่ควบ	34
3.7	ไบกวนแบบคายแบบคาย	34
4.1	กราฟการไหม้ของกล้วยกวน	40
4.2	กราฟแรงดันต่อเวลาที่ไ้กวน	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.3 การไหม้จากใบกวนแบบแรงคู่ควบกวนกล้วย 10 kg	60
4.4 การไหม้จากใบกวนแบบคายเศษกวนกล้วย 10 kg	60
4.5 การไหม้จากใบกวนแบบคายเศษกวนกล้วย 30 kg	61
4.6 การไหม้จากใบกวนแบบแรงคู่ควบกวนกล้วย 30 kg	61
4.7 กราฟพื้นที่การไหม้	63
ภาพภาคผนวกที่	หน้า
1ค. การประกอบใบกวน	97
2ค. ปลั๊กเสียบและสวิตช์เครื่อง	97

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของโครงการ

จากที่รัฐบาลมีนโยบายเพื่อแก้ปัญหาความยากจน แก่คนในชุมชนโดยสนับสนุนให้แต่ละตำบล ได้สร้างผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นการสร้างรายได้ให้แก่ผู้คนที่อยู่ในชุมชน ก๋วยตีก็นับเป็นผลไม้อีกหนึ่งชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างรายได้ให้แก่คนในชุมชน เช่น ก๋วยตีกวน ก๋วยตาก ก๋วยฉาบ ก๋วยอบเนย และก๋วยอบน้ำผึ้ง เป็นต้น

การกวน เป็นวิธีถนอมอาหารโดยการนำเอา ผัก ผลไม้ หรือธัญพืชมาผสมกับน้ำตาล ใช้ความร้อนเคี่ยวจนปริมาณน้ำตาลลง และผสมกันเป็นเนื้อเดียว ก๋วยตีกวน คือการนำเอาก๋วยมาผสมกับน้ำตาลเคี่ยวด้วยไฟร้อน ให้ก๋วยกับน้ำตาลเป็นเนื้อเดียวกัน ในการผลิตจำนวนมากเพื่อจำหน่าย จำเป็นต้องนำเครื่องกวนก๋วยมาใช้ผลิตแทนคน เพื่อลดการเมื่อยล้าในการทำงาน แต่ก็ประสบปัญหา คือเกิดการไหม้ขึ้นขณะกวน ทำให้ก๋วยกวนที่ได้มีรสชาติขมและมีกลิ่นจากการไหม้

กลุ่มผู้วิจัยจึงคิดที่จะปรับปรุงเครื่องกวน ให้กวนก๋วยแล้วไม่เกิดการไหม้หรือให้ไหม้น้อยที่สุด โดยได้ทำการปรับปรุงที่ใบกวน ให้สามารถกระจายก๋วยไปทั่วกันถึงกวน เพื่อให้ความร้อนแก่ก๋วยได้ทั่วถึงกัน อันจะทำให้ก๋วยไม่ได้รับความร้อนที่จุดใดจุดหนึ่งมากเกินไปจนเกิดการไหม้ พร้อมกับมีฝาปิดถึงกวนไม่ให้มีเศษสิ่งต่างๆตกลงไปในถัง ทำให้ผลผลิตที่ได้สะอาดและมีคุณภาพตามที่ต้องการ

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. สร้างเครื่องกวนก๋วยโดยใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์
2. ออกแบบสร้างใบกวนที่กระจายก๋วยกวนไปทั่วกันถึงที่สุด
3. เพื่อลดการไหม้ให้น้อยลงที่สุด

ขอบเขตของโครงการ

1. เครื่องกวนสามารถกวนกล้วยที่ 30 กิโลกรัมได้
2. แหล่งความร้อนได้จากแก๊สหุงต้ม
3. มอเตอร์ใช้กับไฟฟ้าบ้าน AC 220 v

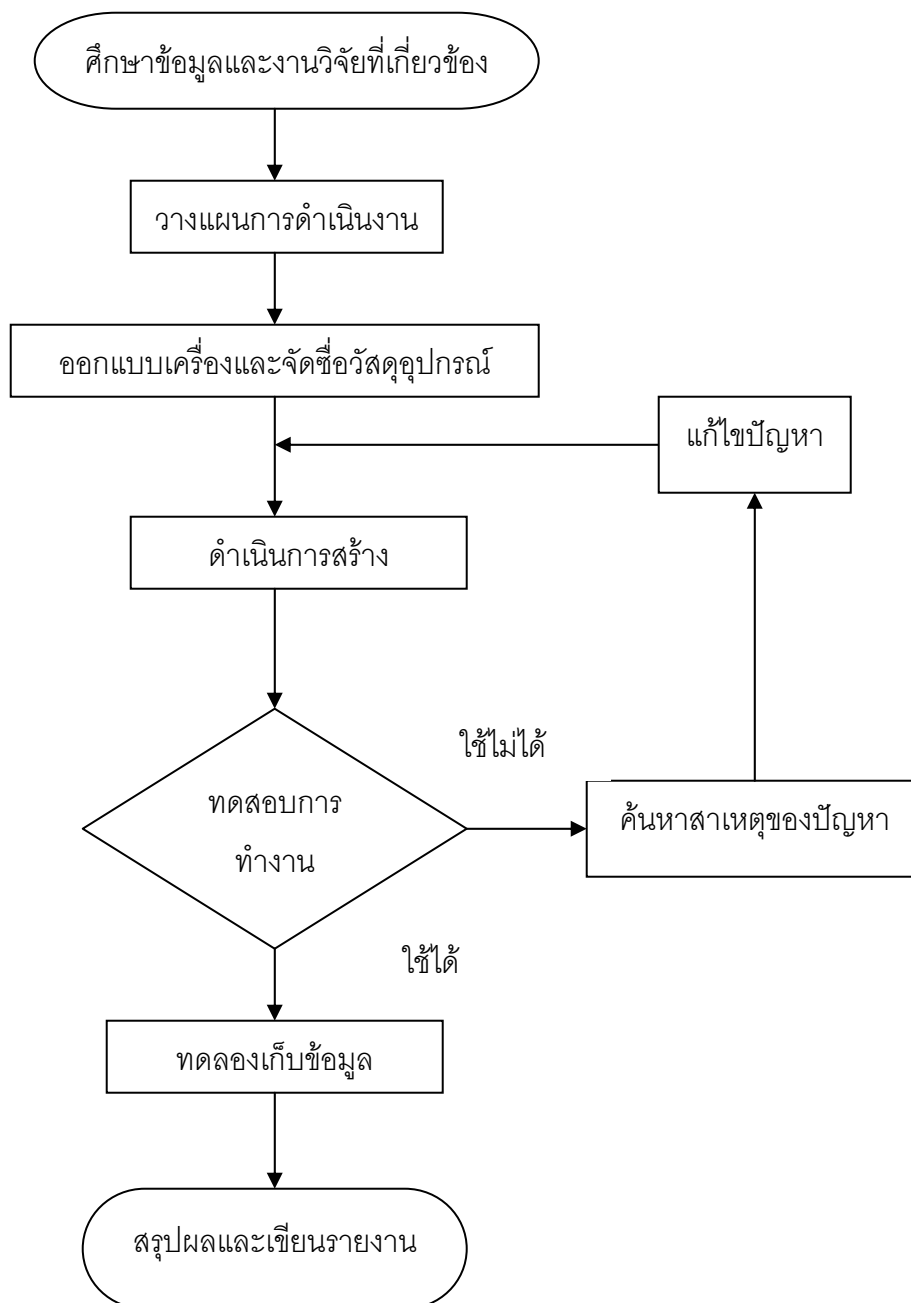
ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. วางแผนการดำเนินงาน
3. ออกแบบเครื่องและจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์
4. ดำเนินการสร้าง
5. ทดสอบการทำงาน
6. ทดลองเก็บข้อมูล
7. สรุปผลและเขียนรายงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน การสร้างเครื่องกวนกล้วย

แผนการดำเนินงาน	พ.ศ.2547																พ.ศ.2548																													
	ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.					
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
1. ศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	↔																																													
2. วางแผนการดำเนินงาน								↔																																						
3. ออกแบบเครื่องและจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์									↔																																					
4. ดำเนินการสร้าง										↔																																				
5. ทดสอบการทำงาน											↔																																			
6. ทดลองเก็บข้อมูล																																														
7. สรุปผลและเขียนรายงาน																																														

แผนภูมิแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน



ภาพที่ 1.1 แผนภูมิที่แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

ประโยชน์ที่จะได้รับการดำเนินโครงการ

1. ได้เครื่องกวนกล้วยที่กวนกล้วยแล้วใหม่น้อยที่สุด
2. เป็นการเพิ่มมูลค่าของกล้วยให้มากขึ้น
3. สามารถเพิ่มปริมาณการผลิตกล้วยกวนให้สูงขึ้น
4. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาในลำดับต่อไป

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ความรู้ทั่วไปของกล้วย

ชื่อทางวิทยาศาสตร์ : Musa

ชื่อภาษาอังกฤษ : Banana

ชื่อภาษาไทย : กล้วย

1. ประวัติของกล้วย

Reynold ได้กล่าวถึงถิ่นกำเนิดของกล้วยว่า กล้วยเป็นพืชที่ชอบอากาศร้อนชื้น ถิ่นแรกของกล้วยจึงอยู่แถบเอเชียตอนใต้ ซึ่งจะพบกล้วยพื้นเมืองที่มีเมล็ดและไม่มีเมล็ด และจากผลของการย้ายถิ่นฐานในการทำมาหากิน มีการอพยพประชากรจากเอเชียตอนใต้ไปยังหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก ตั้งแต่ต้นคริสต์ศักราชเป็นต้นมา ในการอพยพแต่ละครั้งจะต้องมีการนำเอาเสบียงอาหารติดตัวไปด้วย ดังนั้นจึงได้มีการนำเอานอกกล้วยไปปลูกแถบหมู่เกาะฮาวายและหมู่เกาะทางด้านตะวันออก หมู่เกาะตาสิตี หมู่เกาะฟีจี ในระหว่าง ค.ศ. 1662 – 1726 พบว่ามีกล้วยอยู่ทุกภาคของประเทศจีน ซึ่งมีดอกบ้างและไม่มีดอกบ้าง

ประมาณก่อนคริสต์ศักราช 327 ปี ได้มีการนำกล้วยมาจากประเทศอินเดียไปยังอาหรับและเป็นที่ชื่นชอบของชาวอาหรับมากและเรียกชื่อว่า muz ซึ่งมาจากภาษาสันสกฤต และลิเนียสได้ตั้งชื่อว่า Musa เพื่อเป็นเกียรติกับ Antonius Musa ซึ่งเป็นแพทย์ประจำพระองค์ของจักรพรรดิกรุงโรม และเป็นผู้นำกล้วยจากอินเดียไปยังอาหรับและเนื่องจากอาหรับทำการค้ากับประเทศอาฟริกา กล้วยจึงได้แพร่เข้าไปในอาฟริกาตะวันออกและตะวันตกตามลำดับ ชาวอาฟริกากล่าวว่า คำว่า Banana น่าจะมาจากรากศัพท์ของภาษาในอาฟริกาตะวันตก คือคำว่า Banena Banana จึงใช้กันอย่างแพร่หลาย จากนั้นชาวปอร์ตุเกสส่วนใหญ่มีอาชีพพ่อค้าได้เดินทางไปทำการค้ากับอาฟริกา และได้นำกล้วยจากอาฟริกาไปยังหมู่เกาะแคนารี และการนำกล้วยเข้าสู่ทวีปอเมริกาเกิดขึ้นในช่วงหลังจากโคลัมบัสพบทวีปอเมริกา และมีการปลูกกล้วยเพิ่มมากขึ้นจนกลายเป็นพืชเศรษฐกิจในศตวรรษที่ 19

สำหรับประวัติกล้วยในประเทศไทย เป็นแหล่งกำเนิดของกล้วยป่าและต่อมาได้มีการนำเข้ามา กล้วยตานี และกล้วยชนิดอื่นในช่วงที่มีการอพยพของคนไทยในการตั้งถิ่นฐานที่อยู่จังหวัดสุโขทัย มีเอกสารเขียนโดย De La Lovbere กล่าวว่าในสมัยอยุธยาที่เขาได้เดินทางมา เขาพบว่ามีกล้วยร้อยหวี ต่อมาเจ้าคุณศรีสุนทรโวหาร ได้กล่าวถึงกล้วยหลายชนิดเป็นคำกลอน ในช่วงปี พ.ศ. 2484 เป็นต้นมา ได้มีการรวบรวมพันธุ์กล้วยไว้บ้าง ในบางส่วนและสูญหายไป และได้มีการรวบรวมพันธุ์อีกครั้งหนึ่ง ด้วยทุน IBPGR/FAO ในปี 2523 – 2526 และได้มีการรวบรวมเพิ่มขึ้นอีก พันธุ์ดังกล่าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้รวบรวมพันธุ์ไว้ที่สถานีวิจัยปากช่อง อำเภอปากช่อง จังหวัด นครราชสีมา

2. กล้วยที่เป็นที่รู้จักในประเทศไทย

ในประเทศไทยมีกล้วยมากมายกว่า 100 สายพันธุ์ ซึ่งกล้วยที่พบเห็นได้ทั่วไปตามท้องตลาด ได้แก่

2.1 กล้วยน้ำว้า

ปลูกกันมากทั่วทุกภาคของประเทศไทย เนื่องจากทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ได้ดีกว่าพันธุ์อื่นๆ กล้วยน้ำว้ามีประโยชน์มาก ใช้เป็นอาหารเด็กอ่อน นิยมบริโภคสด และทำเป็นขนม เช่น กล้วยตาก กล้วยฉาบ และกล้วยกวน เป็นต้น

ต้น ลำต้นสูงไม่เกิน 3.5 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร กาบลำต้นด้านนอก มีสีเขียวอ่อน มีประดำบ้างเล็กน้อย

ใบ ก้านใบมีร่องค่อนข้างแคบ เส้นกลางใบสีเขียว

ดอก ก้านช่อดอกไม่มีขน ปลีรูปไข่ค่อนข้างป้อม ปลายป้าน ด้านนอกสีแดงอมม่วง มีนวลหนา ด้านในมีสีแดงเข้ม



ภาพที่ 2.1 กล้วยน้ำว้า

ผล เครือหนึ่งมีประมาณ 7 - 10 หวี หวีหนึ่ง มี 10 - 16 ผล ก้านผลยาว เปลือกหนา สุกมีสีเหลืองเนื้อสีขาว รสหวาน ได้กลางมีสีเหลือง ชมพูหรือขาว ทำให้แบ่งออกเป็นกล้วยน้ำว้าเหลือง กล้วยน้ำว้าแดง และกล้วยน้ำว้าขาว ดังแสดงในภาพที่ 2.1

2.2 กล้วยหอมทอง

ปัจจุบันมีการส่งเสริมกันมาก มีการส่งเสริมกันทั่วไป กำลังเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งใน และต่างประเทศ แต่มีข้อเสีย คือ ไม่ทนต่อโรคตายพรายและใบจุด กล้วยหอม มีหลายพันธุ์ด้วยกัน แต่ที่นิยมที่สุด คือ กล้วยหอมทอง เพราะมีกลิ่นหอม และรสหวานหอม

ต้น ลำต้นสูง 2.5 - 3.5 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 20 เซนติเมตร กาบลำต้นด้านนอกมีประดำ ต้นในสีเขียวอ่อน และมีเส้นลายสีชมพู

ใบ ก้านใบมีร่องค่อนข้างกว้าง และมีปีก เส้นกลางใบสีเขียว

ดอก ก้านเครือมีขน ปลีรูปไข่ ค่อนข้างยาว ปลายแหลม ด้านบนสีแดงอมม่วง มีไข ด้านในสีแดงซีด



ภาพที่ 2.2 กล้วยหอมทอง

ผล เครือหนึ่งมี 4 - 6 หวี หวีหนึ่งมี 12 - 16 ผล กว้าง 3 - 4 เซนติเมตร ยาว 21 - 25 เซนติเมตร ปลายผลมีจุด เกิดขีดเปลือกบาง เมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทอง แต่ที่ปลายจุดจะมีสีเขียว แล้วเปลี่ยนสีภายหลัง เนื้อสีเหลืองเข้ม กลิ่นหอม รสหวาน ดังแสดงในภาพที่ 2.2

2.3 กล้วยไข่

ปลูกมากที่สุดในจังหวัดกำแพงเพชร มีลักษณะผลค่อนข้างเล็ก เมื่อสุกมีสีเหลืองทอง นอกจากนิยมนำบริโภคสุกแล้ว ยังนำมาประกอบพิธีเดือนสิบ หรือสารทไทยและ นิยมนำมาคั่วกับกระยาสารอีกด้วย

ต้น ลำต้นสูง 2.5 - 3 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 16 - 20 เซนติเมตร กาบลำต้นด้านนอกสีเขียวปนเหลือง มีประสีน้ำตาลอ่อน ด้านในสีชมพูอมแดง

ใบ ก้านใบสีเขียวอมเหลือง มีร่องกว้าง โคนก้านมีครีบริบสีชมพู

ดอก ก้านช่อดอก มีขนอ่อน ปลีรูปไข่ ม้วนงอขึ้น ปลายแหลม ด้านนอกสีแดงอมม่วง ด้านในที่โคนกลีบสีซีด



ภาพที่ 2.3 กล้วยไข่

ผล เครือหนึ่งมี 6 - 7 หวี หวีหนึ่งมีประมาณ 14 ผล ผลค่อนข้างเล็ก ก้านผลสั้น เปลือกผลบาง เมื่อสุกมีสีเหลืองสดใส บางครั้งมีจุดดำเล็กๆประปราย เนื้อสีครีมอมส้ม รสหวาน ดังแสดงในภาพที่

3. คุณค่าทางโภชนาการของกล้วย ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของกล้วย

ชนิดของอาหาร	สัดส่วนของอาหาร							เกลือแร่			วิตามิน					
	พลังงาน	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	ใยอาหารที่ย่อยง่าย	ใยอาหารที่ย่อยยาก	น้ำ	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส	เหล็ก	วิตามิน เอ	วิตามิน บี 1	วิตามิน บี 2	วิตามิน บี 3	วิตามิน ซี
	Kcal				กรัม							IU				มิลลิกรัม
กล้วยไข่	140	62.8	1.5	0.2	32.9	0.4	1.9	0.7	5	23	1	-	0.03	0.05	1.4	2
กล้วยน้ำว้า	139	62.6	1.1	0.2	33.1	0.3	2.3	0.7	4	43	0.8	-	0.04	0.02	1.4	11
กล้วยหอม	125	66.3	29	0.2	29.8	0.3	1.9	0.9	26	46	0.8	-	0.04	0.07	1	27
กล้วยหักมุก	112	71.2	1.2	0.2	26.3	0.4	-	0.7	7	48	0.8	116	0.08	0.11	0.8	1
พรวกกล้วยน้ำว้า	6	97.6	0.4	0.1	0.9	0.6	-	0.5	22	47	0.3	-	tr.	tr.	0.4	tr.
พรวกกล้วยหอม	13	95.7	0.8	0.1	2	0.6	-	0.7	25	3	0.4	-	0.24	0.3	0.3	2
หับปลี	25	92.3	1.4	0.2	4.4	0.8	-	0.9	28	40	-	260	0.02	0.02	0.6	25

คัดลอกจากเอกสาร ของกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

ปรับปรุงครั้งสุดท้ายเมื่อ 22/9/99 โดย Jirapong Nanta

การแปรรูปกล้วย

การกวน เป็นการลดปริมาณน้ำในเนื้ออาหารอีกวิธีหนึ่ง โดยใช้ความร้อนต่ำ เช่น ก้วยกวน มะม่วงกวน ทุเรียนกวน เป็นต้น ผลไม้ที่จะนำมากวนจะเป็นผลไม้สุกที่เปลือกจากการรับประทานสด นำเฉพาะเนื้อผลไม้มาขยี้ให้เนื้อแตกแล้วใส่กระทะหรือหม้อ ตั้งไฟอ่อน ๆ หรือปานกลาง ใช้ไม้พายคน หรือกวนผลไม้ให้เข้ากันและกวนไปเรื่อย ๆ เพื่อให้ น้ำระเหยออกและไม่ให้เนื้อผลไม้ติดกับกระทะ จนกระทั่งเนื้อผลไม้ข้นเหนียว แล้วจึงยกออกจากเตาไฟและคนต่อไปอีกจนกระทั่งความร้อนลดลง นำเก็บในขวดหรือหม้อ แล้วปิดฝา การกวนผลไม้ที่ไม่ค่อยมีรสหวาน ส่วนมากจะนิยมเติมน้ำตาล เพื่อเพิ่มความหวานให้ผลไม้ เช่น สับปะรด เนื่องจากมีรสเปรี้ยว ดังนั้นการกวนส่วนมากจะเติมน้ำตาล เพื่อเพิ่มความหวานและอาจเติมเกลือเล็กน้อยเพื่อเพิ่มรสชาติหรือบางชนิดอาจเติมกะทิด้วย เช่น การกวนกล้วย เป็นต้น ผลไม้ประเภทพืชทอง มันทศ ผีอก โดยปกติจะสามารถเก็บได้หลายวันเพราะมีเปลือกหนาแต่อาจจะนำมากวนเพื่อเก็บไว้รับประทานเป็นอาหารหวานได้

กล้วยกวน คือ การนำเอาก้วยมาผสมกับน้ำตาล เคี่ยวด้วยไฟอ่อน จนกล้วยและน้ำตาลเป็นเนื้อเดียวกัน กล้วยที่กวนแล้วสามารถเก็บไว้ได้นาน

ส่วนผสมของกล้วยกวน

กล้วยสุกงอมบดให้ละเอียด	5	ถ้วยตวง
น้ำตาลทราย	3	ถ้วยตวง
กะทิ	5	ถ้วยตวง
เกลือ	3	ช้อนชา
แบะแซ (ถ้ามี)	300	กรัม

วิธีการทำ

1. เคี่ยวหัวกะทิ 1 ถ้วยตวง จนเป็นน้ำมันมะพร้าว
2. ผสมกล้วยกับกะทิที่เหลือเข้าด้วยกัน กวนด้วยไฟกลางจนงวด จึงเติมน้ำตาลทราย ลดไฟอ่อน กวนต่อจนเหนียวขึ้น แล้วค่อยๆ เติมน้ำมันมะพร้าวที่เคี่ยวไว้ทีละน้อย กวนจนเข้ากัน
3. สังเกตดูเมื่อกล้วยกวนแห้ง และร้อนไม่ติดกระทะยกลง
4. ทิ้งให้เย็น จากนั้นบรรจุภาชนะแห้งและปิดสนิท

เทคนิคการกวน

1. ควรใช้กระทะสเตนเลสหรือภาชนะเคลือบปากกว้างเพราะไม่ทำให้สีกล้วยกวนเปลี่ยนไป ก้นภาชนะควรมีลักษณะโค้งมนเพื่อความสะดวกในการกวนและควรใช้พายไม้
2. การทดสอบความเหนียวของกล้วยกวนโดยหยดลงในน้ำที่เย็นจัด ถ้ามีลักษณะเป็นก้อน คงสภาพไม่แตกกระจายแสดงว่ากล้วยกวนนั้นได้ที่แล้ว แต่ถ้าลักษณะเหลวละลายไปกับน้ำ ต้องกวนต่อไปอีก แล้วจึงทดสอบอีกครั้ง
3. การกวนควรใช้ไฟค่อนข้างอ่อน
4. การใส่เบะแะจะทำให้กล้วยกวนมีความเหนียว ควรใส่เมื่อกวนกล้วยกวนจนน้ำงวดลงครึ่งหนึ่ง โดยใส่เบะแะ 1 ช้อนโต๊ะ ต่อปริมาณกล้วยกวน 1 กิโลกรัม
5. ในกรณีที่ผลไม้น้ำตาลมาก ควรเคี่ยวให้น้ำงวดก่อน แล้วจึงเติมน้ำตาล กวนต่อไปจนแห้ง ถ้าใส่น้ำตาลกับผลไม้มากเกินไปจะทำให้กระเด็นมาก
6. ส่วนผสมน้ำตาลในแต่ละตำรับ อาจลดหรือเพิ่มตามใจชอบได้
7. การกวนเผือก กล้วย พักทอง มันเทศ ให้แบ่งกะทิส่วนหนึ่งไว้ทำ น้ำมันมะพร้าว โดยนำกะทิมาเคี่ยวจนเป็นน้ำมัน ควรใส่น้ำมันส่วนนี้หลังจากการกวนได้ที่แล้ว กวนต่อไปน้ำมันจะซึมเข้าไปในอาหาร จะทำให้อาหารมีเนื้อเนียนขึ้น

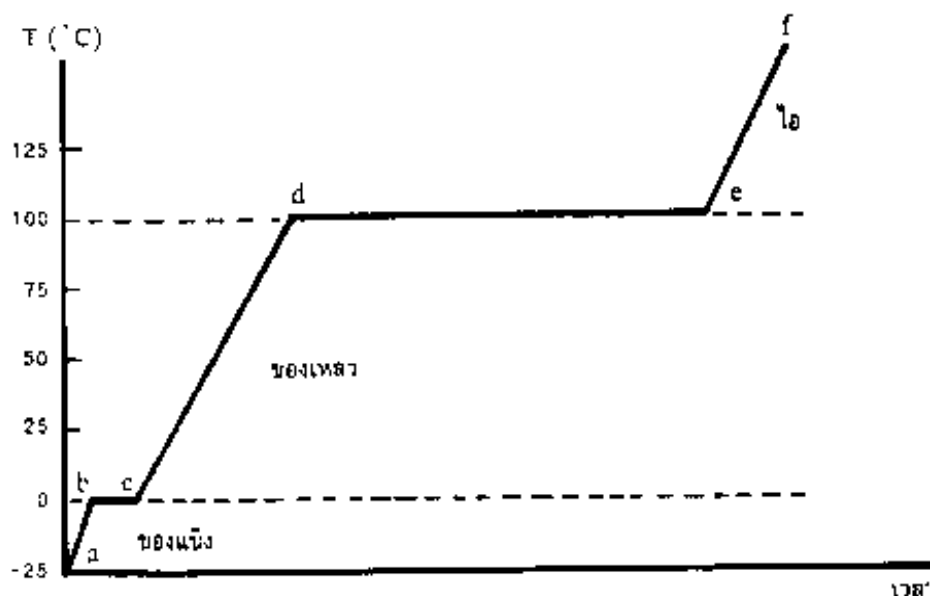
สาเหตุของการไหม้

1. พลังงานความร้อนทำให้สารเปลี่ยนสถานะ

การถ่ายโอนพลังงานความร้อนส่งผลให้วัตถุมีอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป แต่การเปลี่ยนอุณหภูมิของสารแต่ละชนิดมีช่วงที่จำกัดเฉพาะตัว เมื่ออุณหภูมิของสารเปลี่ยนแปลงถึงค่าหนึ่ง ถ้าการถ่ายโอนพลังงานความร้อนยังดำเนินอยู่ต่อไปสารจะเกิดการเปลี่ยนสถานะ สถานะของสารจำแนกได้ 3 ประเภท คือ ก๊าซ ของเหลว และของแข็ง การเปลี่ยนสถานะเกิดจากการที่สารนั้นๆ รับหรือคายพลังงานความร้อน ซึ่งสรุปให้เห็นได้ดังภาพที่ 2.4

การเปลี่ยนสถานะของสารจากของแข็งไปเป็นของเหลว เรียกว่า การหลอมเหลว เช่น จากกราฟช่วง $b \rightarrow c$ และเรียกการเปลี่ยนสถานะของสารจากของเหลวเป็นของแข็งว่า การแข็งตัว ส่วนการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นก๊าซ เรียกว่า การเดือด เช่นกราฟจากช่วง $d \rightarrow e$ และเรียก

การเปลี่ยนแปลงสถานะของก๊าซไปเป็นของเหลวว่า การควบแน่น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าสารนั้นได้รับหรือคายความร้อนออกมา



ภาพที่ 2.4 กราฟการเปลี่ยนแปลงสถานะ

กลัวยกวนเป็นของผสมและจัดได้ว่าอยู่ในสถานะของเหลว เมื่อให้ความร้อนกลัวยกวนไปเรื่อยๆ ถ้าไม่มีการคนกลัวยกวน ส่วนผสมของกลัวยกวนที่เป็นเหลวก็จะเกิดการระเหยกลายเป็นไอ จนท้ายที่สุดก็จะเหลือแต่ถ่านหรือที่เรียกว่า **การไหม้** เกิดขึ้นนั่นเอง

2. แนวคิดที่ป้องกันการไหม้

จากภาพที่ 2.4 ในช่วง $e \rightarrow f$ กลัวยกวนในส่วนที่เป็นของเหลวจะระเหยกลายเป็นไอ ในช่วงระยะเวลานี้ถ้าได้รับพลังงานความร้อนและเวลาที่พอเหมาะ ก็จะทำให้เกิดการไหม้ขึ้นในช่วงนี้ จากตัวแปรดังกล่าว คือ พลังงานที่รับเข้ากับเวลา ส่วนที่รับพลังงานความร้อนอยู่ส่วนล่างของก้นถัง ส่วนก้นถังจึงเป็นส่วนที่ได้รับพลังงานความร้อนมากที่สุด จึงออกแบบให้ใบกวนเคลื่อนที่ทำให้กวนกลัวยกวนสับเปลี่ยนกันสัมผัสกับก้นถัง ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนในกลัวยกวน ส่วนที่ร้อนจะถูกย้ายออกส่วนที่เย็นจะถูกนำมาแทนที่ บางส่วนจึงหยุดรับความร้อนระยะหนึ่ง ทำให้กลัวยกวนไม่เกิดการไหม้จนในช่วงระยะเวลาที่กลัวยกวนได้ทำตามต้องการ

การวิเคราะห์จากใบกวนของเครื่องอื่น

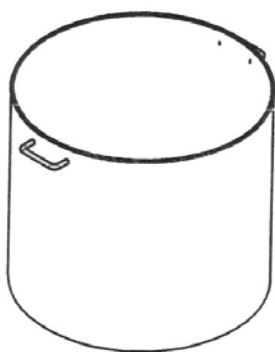
1. การสร้างเครื่องทำขนมกล้วยกวน

จากการสร้างเครื่องทำขนมกล้วยกวนของนายทรงวุฒิ สุตาลังกาและคณะ โดยได้ใช้ถังกวนเป็นแบบทรงกระบอกกลมแบบหม้อต้มกล้วยเดี่ยว ใบกวนทำจากโลหะสแตนเลส ดังภาพที่ 2.5

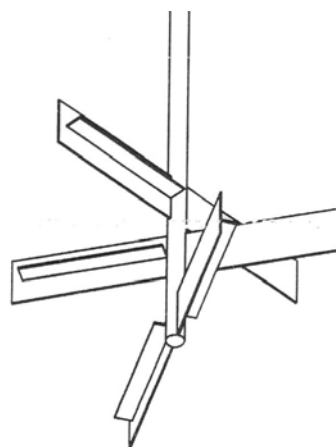
จากผลการทดลองสามารถสรุปผลได้คือ เครื่องมีประสิทธิภาพในการกวน กล้วย 5 กิโลกรัม ที่ 33.39 % กล้วย 10 กิโลกรัม ที่ 32.62 % กล้วย 15 กิโลกรัม ที่ 25.79 % โดยเปรียบเทียบจากการกวนด้วยมือ แสดงว่าใช้เครื่องกวนกวนได้เร็วกว่าการใช้มือกวน

ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ

1. เครื่องมีเสียงดังเวลาทำงาน
2. ชิ้นส่วนบางชิ้นอาจจะลดความหนาลง เช่น ถังกวน
3. ควรออกแบบตัวยึดหน้าแปลนระหว่างใบกวนกับเกียร์ขับเคลื่อน ให้ถอดประกอบง่ายกว่าเดิม



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2.5 (ก) ถังกวน (ข) ใบกวน

2. การสร้างเครื่องทำขนมสับปะรดกวน

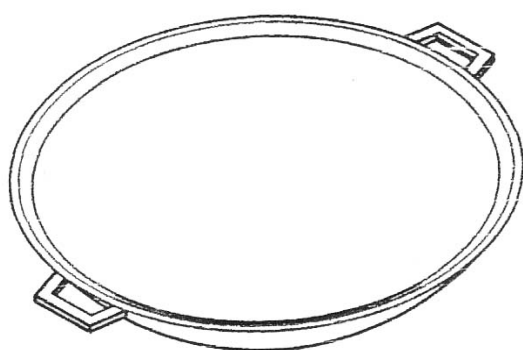
จากการสร้างเครื่องทำขนมสับปะรดกวนของนายผจญ จินะและคณะ โดยได้ใช้ถังกวนเป็นแบบกระทะ ใบกวนทำจากโลหะสแตนเลส ดังภาพที่ 2.6

จากผลการทดลองสามารถสรุปผลได้ดังนี้

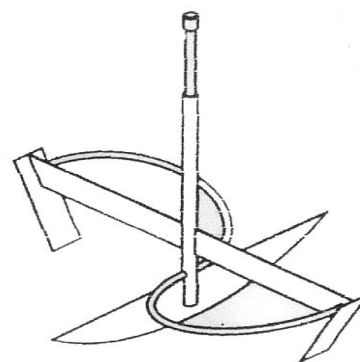
1. สามารถกวนสับปะรดได้ 10 กิโลกรัม ต่อ 4 ชั่วโมง 14 นาที
2. สามารถกวนสับปะรดได้ 15 กิโลกรัม ต่อ 6 ชั่วโมง 20 นาที
3. สามารถกวนสับปะรดได้ 20 กิโลกรัม ต่อ 8 ชั่วโมง 20 นาที

ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ

1. ใบกวนห่างจากกระทะมากเกินไป
2. เวลากวนความร้อนกระจายทั่วเครื่องทำให้มอเตอร์ได้รับความร้อนมากเกินไป
3. ควรเพิ่มความหนาของกระทะให้หนาขึ้นกว่าเดิม
4. ควรออกแบบที่รองกระทะและใบกวนใหม่
5. ควรเปลี่ยนเกียร์บ็อกใหม่
6. ปรับใบกวนให้เข้ากับส่วนโค้งของกระทะ
7. ควรมีฉนวนกันความร้อนด้านในตัวเครื่อง



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2.6 (ก) กระทะกวน (ข) ใบกวน

3. เครื่องผลิตสมุนไพรผงสำเร็จรูป

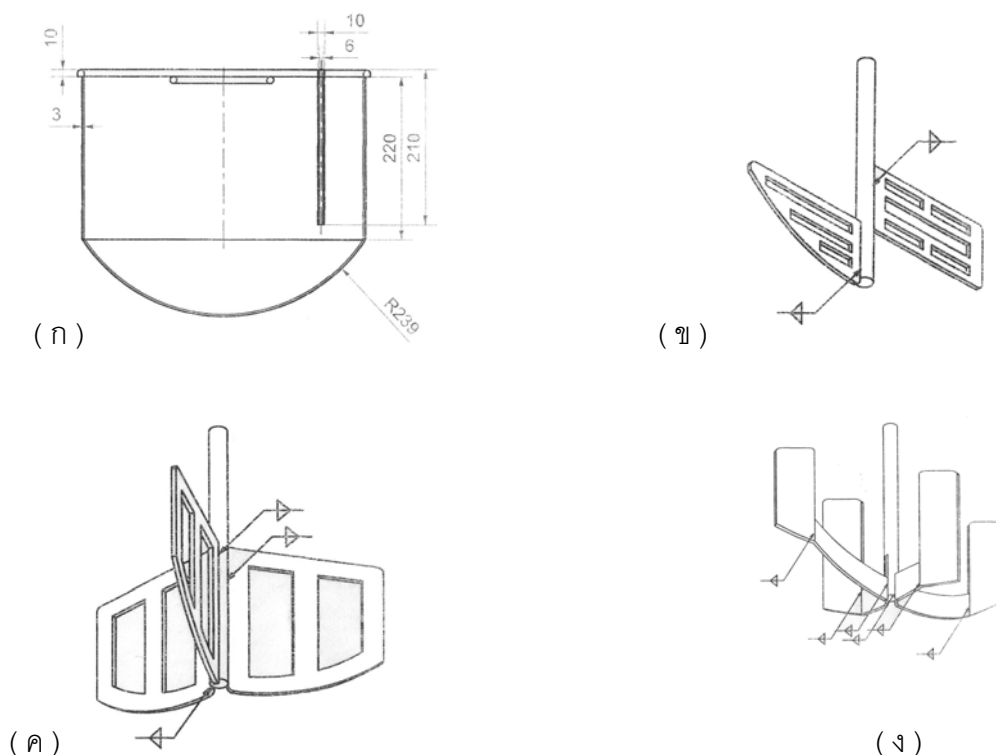
จากการสร้างเครื่องผลิตสมุนไพรผงสำเร็จรูปของนายกนต์ธีร์ สุขตากจันทร์ โดยได้ใช้ถังกวนเป็นแบบถังกวนทรงกระบอกก้นกระทะ ใบกวนทำจากโลหะสแตนเลส ดังภาพที่ 2.7

จากผลการทดลองสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ใบกวน รูป (ข) ขิงผงที่ได้มีขนาดไม่สามารถใช้กับผลิตภัณฑ์นี้ได้
2. ใบกวน รูป (ค) และ (ง) ได้ขิงผงที่เล็กที่สุดซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.8 มม. แต่ (ง) เป็นใบกวนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด
3. ผลิตขิงผงสำเร็จรูปได้ครั้งละ 4.53 กิโลกรัม จากน้ำขิง 9.5 กิโลกรัม ภายในเวลา 50 นาที
4. สามารถควบคุมอุณหภูมิในการผลิตได้ ทำให้เกิดการไหม้ของขิงผบน้อยลง

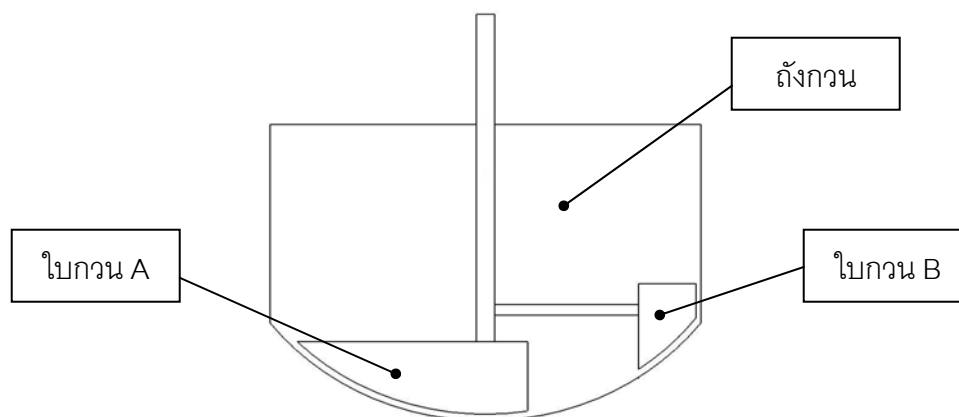
ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ

การสร้างครั้งต่อไปควรออกแบบให้มีช่องว่างระหว่างถังกวนกับใบกวนให้น้อยที่สุด เพื่อลดปริมาณของขิงผงที่ติดในถังกวน และควรออกแบบใบกวนให้มีมุมเอียงประมาณ 8 – 9 องศา



ภาพที่ 2.7 (ก) ถังกวนทรงกระบอกก้นกระทะ (ข) ใบกวน 1 (ค) ใบกวน 2 (ง) ใบกวน 3

หลักการทำงานของเครื่องเดิม



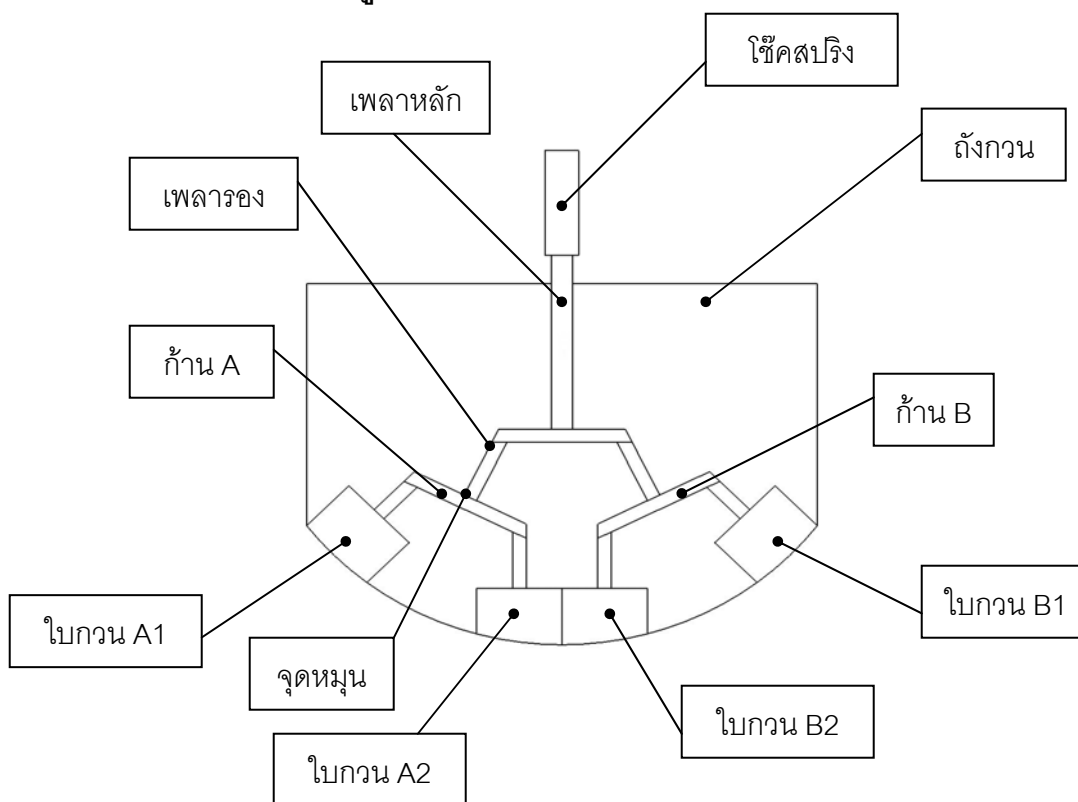
ภาพที่ 2.8 หลักการเครื่องเดิม

จากภาพที่ 2.8 ใช้ถังกวนเป็นรูปทรงกระบอกก้นกระทะ ใบกวนเฉพาะแกนทำจากโลหะแต่ ส่วนใบกวนที่สัมผัสทำจากไม้ เมื่อนำส่วนผสมทั้งหมดใส่ลงไปถังกวนเปิดเครื่องกวนแล้วจุดไฟ ที่ บริเวณก้นถังจะได้รับความร้อนสูงกว่าจุดอื่น เนื่องจากอยู่ในรัศมีของเตาแก๊ส กัลวียที่อยู่ในบริเวณนี้ จึงมีโอกาสที่จะไหม้ก่อน เมื่อเครื่องทำงาน ใบกวน A จะเคลื่อนที่กวาดเอากัลวียเคลื่อนที่ไปรอบๆ ใบ กวน A จะอยู่ในบริเวณที่มีความร้อนสูง ใบกวน B จะอยู่ในบริเวณความร้อนต่ำ ในช่วงแรกที่เป็นน้ำจะ ยังไม่เกิดปัญหา แต่เมื่อกัลวียกวนเริ่มแห้งความเหนียวจะมาก ที่ใบกวน A และ B จะเกิดแรงต้านขึ้น เนื่องจากความหนาแน่นของกัลวียกวนเพิ่มมากขึ้น กัลวียกวนจะถูกทำให้เคลื่อนที่วนไปมาอยู่ใน บริเวณที่ร้อนโดยใบกวน A ส่วนส่วนใบกวน B ก็จะถูกกวาดส่วนที่เย็นอัดลงมา ซึ่งทำให้การกระจาย ความร้อนเป็นไปได้ลำบาก เพราะฉะนั้นจึงต้องปรับความแรงของไฟให้อ่อนขณะทำการกวนจึงใช้เวลา กวนนาน เพื่อไม่ทำให้กัลวียเกิดการไหม้ขึ้น

หลักการทำงานของเครื่องที่กำลังพัฒนา

มี 2 แนวคิดที่จะทำการทดลองคือ

1. ไบคอนแบบแรงคู่ควบ



ภาพที่ 2.9 ไบคอนแบบคู่ควบ

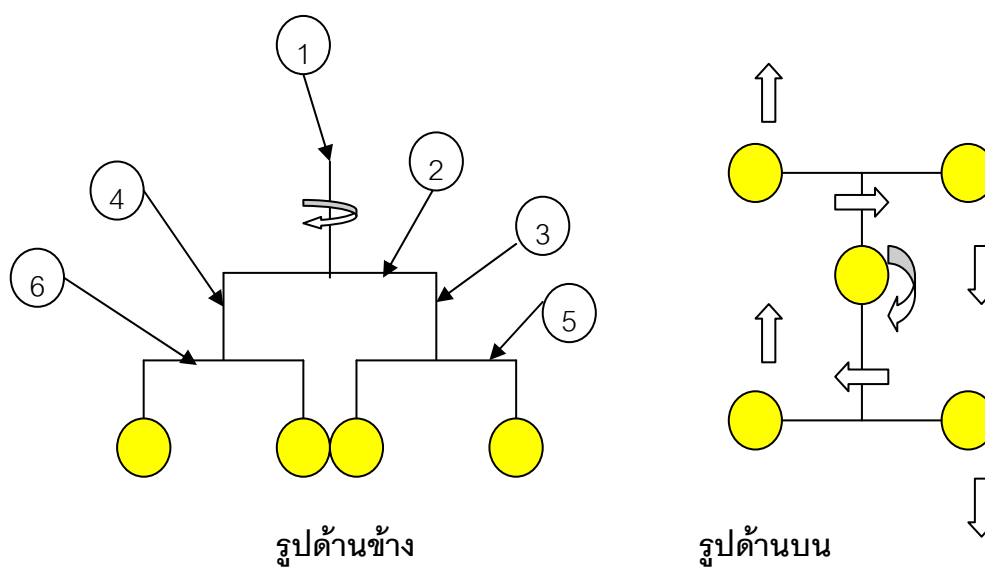
จากภาพที่ 2.9 ใช้ถังกวนเป็นรูปทรงกระบอกก้นกระทะ ไบคอนเฉพาะแกนทำจากโลหะแต่ส่วนที่สัมผัสทำจากไม้ เมื่อใส่ส่วนผสมทั้งหมดแล้ว เปิดเครื่องกวนจุดไฟ บริเวณรอบๆ จุดศูนย์กลาง จะได้รับความร้อนมากที่สุด เพราะได้รับเปลวแก๊สโดยตรง ทำให้จุดนี้เกิดการไหม้ขึ้นถ้าไม่มีการกระจายความร้อนที่ดี จากปัญหานี้จึงได้ออกแบบไบคอนให้หมุนสับเปลี่ยนกล้วยที่มีความร้อนสูงออกมาจากบริเวณศูนย์กลางให้ออกมาด้านข้างแทน

จากเฟลาหลักได้รับแรงบิดจากมอเตอร์ส่งผ่านไปให้เฟลารอง เฟลารองจะบังคับให้ก้าน A และก้าน B หมุนทวนกันส่งผลให้ไบคอนชุด A และชุด B เคลื่อนที่ดันให้กล้วยวนออกมาจากบริเวณศูนย์กลาง ขึ้นสู่ด้านบนซึ่งได้รับความร้อนน้อยกว่า ทำให้กล้วยไม่มีโอกาสได้รับความร้อนตรงบริเวณ

นั้นนานจนไหม้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบริเวณที่ใบกวนเคลื่อนที่ไป การไหม้ขึ้นอยู่กับจำนวนรอบที่ใช้ และมีใช้คสปริงกดให้ใบกวนสัมผัสกับผิวกระทะตลอดเวลา ติดอยู่ที่เพลาลูกเป็นตัวบังคับเพื่อเพิ่มแรงกดให้กับใบกวน

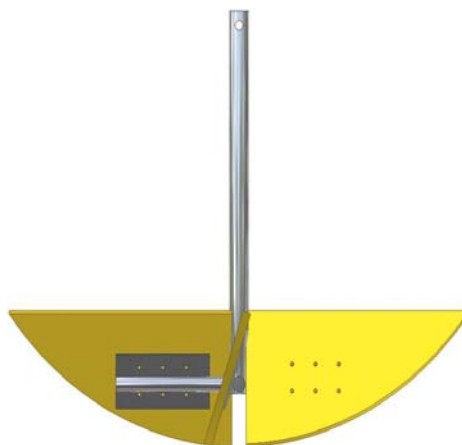
หลักการทำงานของแกนใบกวน

เมื่อแกน 1 ได้รับแรงบิดจากมอเตอร์ จะบังคับให้แกน 2 หมุนตาม แล้วแกน 2 ก็บังคับแกน 3,4 ให้หมุนตามแกน 1 แกน 5,6 จะมีแกน 3,4 เป็นจุดหมุน หมุนให้ใบกวนซึ่งอยู่ด้านล่างทำด้วยไม้คณให้กล้วยกวนออกจากจุดศูนย์กลางด้วยแรงคู่ควบ เป็นการกระจายความร้อนออกจากบริเวณศูนย์กลาง เพื่อให้กล้วยที่กำลังทำการกวนมีโอกาสได้รับความร้อนอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากรูปทรงของก้นถังกวนจะเป็นแบบก้นกระทะ ความร้อนจะกระจุกอยู่ที่บริเวณรอบๆ จุดศูนย์กลางก้นถังมากที่สุด แกนใบกวนจึงถูกออกแบบมาเพื่อให้การเคลื่อนที่เข้ารูปทรงกับก้นถัง โดยการหมุนนำพาส่วนที่ร้อนจากก้นถังขึ้นมาหาส่วนที่เย็นกว่าด้านบน ตรงกันข้ามก็หมุนส่วนที่เย็นลงมาสลับกับไป ทำให้อกล้วยมีโอกาสที่จะไหม้น้อยลง ซึ่งพื้นที่ที่กล้วยจะได้รับความร้อนขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของเครื่องกวน เมื่อได้ความเร็วรอบที่พอดี จะทำให้อกล้วยได้รับความร้อนที่สม่ำเสมอ ทำให้ไม่เกิดการไหม้และยังลดเวลาในการกวนเมื่อความร้อนที่ใช้ไม่สูญเปล่า ดูภาพที่ 2.10 ประกอบ



ภาพที่ 2.10 หลักการทำงานของแกนใบกวน

2. ไบคอนแบบคายเศษ



ภาพที่ 2.11 ไบคอนแบบคายเศษ

ไบคอนแบบนี้ตรงไบคอนจะปรับเป็นมุม เพื่อให้กล้วยกวนไหลขึ้น เป็นการพาความร้อนให้ออกจากบริเวณรอบศูนย์กลาง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความร้อนสูง แต่ดันกล้วยกวนให้ไหลขึ้นไปตามไบคอนที่ปรับเป็นองศา คล้ายกับการทำงานของดอกสว่าน โดยการเจาะลงไปเนื้อวัสดุแล้วคลายเศษออกมา ความร้อนจะระบายออกมากับเศษด้วย จึงนำหลักการดังกล่าวมาออกแบบไบคอนนี้

เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel)

เหล็กทั่วๆ ไปจะเป็นสนิมได้ง่ายในบรรยากาศที่มีความชื้น และเมื่อเริ่มเป็นแล้วก็จะเพิ่มปริมาณขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าอยู่ในน้ำก็จะยิ่งเร่งให้เกิดสนิมผุกร่อนได้เร็วขึ้น โครเมียมจึงถูกนำมาผสมกับเหล็ก ทำให้คุณสมบัติของเหล็กเปลี่ยนไป กลายเป็นเหล็กกล้าไร้สนิม ทนต่อการผุกร่อนหรือต้านทานการเป็นสนิมได้ดี โครเมียมที่เข้าไปผสมในเนื้อเหล็ก จะทำให้เกิดเป็นฟิล์มบางๆ ขึ้นที่ผิวของเหล็ก ฟิล์มนี้จะมีความแข็งแรงสูง โปร่งใส ยึดติดกับผิวเหล็กได้ดี มีความหนาแน่นสูงและไม่มีรูพรุน นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการซ่อมตัว คือเกิดขึ้นใหม่ได้เอง เพื่อทดแทนส่วนฟิล์มเก่าที่ถูกทำลายไปได้อย่างรวดเร็ว การจะเกิดฟิล์มในลักษณะดังกล่าว ต้องมีโครเมียมผสมอยู่ไม่น้อยกว่า 10 % เหล็กกล้าไร้สนิมแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. **กลุ่มออสเทนนิติก (Austenitic)** มีส่วนผสมของคาร์บอน 0.15 % โครเมียม 18 % นิเกิล 8 % โครงสร้างหลักเป็น ออสเทนไนท์ มีนิเกิล และแมงกานีสเป็นส่วนผสมหลัก คุณสมบัติ ไม่เป็นสารแม่เหล็ก ไม่สามารถทำการชุบแข็ง เพื่อปรับปรุงคุณภาพของเหล็กกล้าด้วยความร้อน นิยมใช้ทำเครื่องครัว มีด แท่งค้ำน้ำ เป็นต้น

2. **กลุ่มเฟอร์ริติก (Ferritic)** กลุ่มนี้ไม่มีนิเกิลเป็นส่วนผสมมีแต่เหล็ก และโครเมียม มีราคาถูก ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี ไม่สามารถปรับปรุงคุณสมบัติด้วยความร้อนทางการชุบแข็ง (Hardening) ได้ เนื่องจากมีอัตราส่วนของธาตุคาร์บอนกับโครเมียมต่ำ มีโครงสร้างหลักเป็นเฟอร์ไรท์ สามารถดูดแม่เหล็กได้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทคาร์บอนต่ำมีโครเมียมประมาณ 15 – 18 % และมีคาร์บอนไม่เกิน 0.12 % และประเภททนต่อความร้อน มีโครเมียมประมาณ 25 – 30 % คาร์บอน 03 %

3. **กลุ่มมาร์เทนซิติก (Martensitic)** มีโครงสร้างหลักเป็นมาร์เทนไซต์ มีเหล็ก โครเมียม และคาร์บอนเป็นส่วนผสม แต่คาร์บอนเป็นตัวที่ทำให้ความต้านทานการผุกร่อนลดลง จึงเป็นธาตุที่ไม่พึงประสงค์ แต่เหล็กกลุ่มนี้สามารถเพิ่มความแข็งแรงโดยการชุบแข็งได้ จึงต้องมีคาร์บอนผสมอยู่ แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ 1. ประเภทที่มีคาร์บอนไม่เกิน 0.15 % โครเมียมระหว่าง 12 – 14 % 2. ประเภทที่มีคาร์บอนประมาณ 0.2 – 0.4 % และ 3. ประเภทที่มีคาร์บอนระหว่าง 0.6 – 1 % โครเมียมระหว่าง 14 – 16 %

สูตรการคำนวณออกแบบเครื่อง

1.

การออกแบบเพลากลไก

กรณีรู้แรงที่กระทำต่อเพลากลไก

$$W_b = \frac{M_{b \max}}{\sigma_{b \max}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{W_b \cdot 32}{\pi}}$$

$$W_b = \text{โมเมนต์ต้านดัด} \quad \text{หน่วย mm}^3$$

$$M_{b \max} = \text{โมเมนต์ดัด} \quad \text{หน่วย Nmm}$$

$$\sigma_{b \max} = \text{ความเค้นดัดสูงสุด} \quad \text{หน่วย N/mm}^2$$

$$d = \text{เส้นผ่านศูนย์กลาง} \quad \text{หน่วย mm}$$

กรณีรูโม่เมนต์บิด

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{\tau \cdot \pi}}$$

T = โม่เมนต์บิด หน่วย Nmm

τ = ความเค้นบิด หน่วย N/mm²

d = เส้นผ่านศูนย์กลาง หน่วย mm

2. การออกแบบสลักลิ้น

$$\sigma = \frac{2F}{\pi d^2}$$

σ = ความเค้นแรงเฉือน หน่วย N/mm²

F = แรงที่กระทำ หน่วย N

d = เส้นผ่านศูนย์กลาง หน่วย mm

3. การคำนวณขนาดมอเตอร์

$$P = \frac{2\pi TN}{60}$$

P = กำลัง หน่วย วัตต์

T = แรงบิด หน่วย นิวตัน-เมตร

N = ความเร็วรอบ หน่วย รอบ/นาที

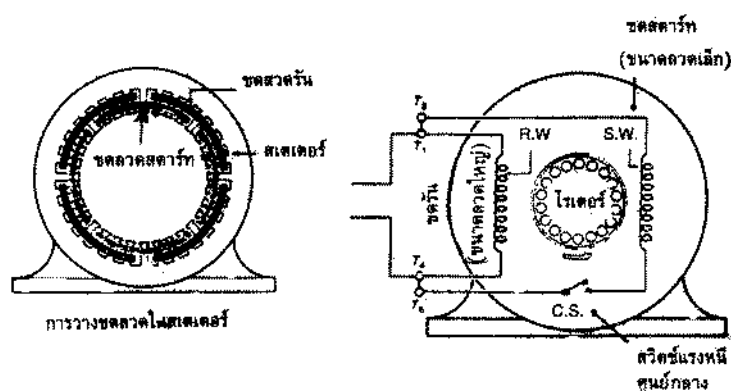
อินดั๊กชั่นมอเตอร์หนึ่งเฟส (Single phase Induction Motor)

หลักการทำงานของมอเตอร์ อาศัยหลักการเหนี่ยวนำไฟฟ้า คือ ตัวโรเตอร์นั้นไม่มีกระแสไฟฟ้าจากภายนอกเหมือนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แต่กระแสในโรเตอร์ได้จากการเหนี่ยวนำไฟฟ้าของขดลวดของสเตเตอร์ ทำให้โรเตอร์เกิดแรงบิด (Torque) เป็นมอเตอร์ได้ ดังนั้นตัวโรเตอร์จึงเป็นแกนเหล็ก ผึงด้วยลวดตัวนำเป็นลักษณะคล้ายกรงกระรอก มีวงแหวนยึดปิดหัวท้าย เรียกว่า โรเตอร์แบบกรงกระรอก (Squirrel Cage Rotor) สำหรับไฟฟ้าเฟสเดียว จะต้องพันขดลวดสเตเตอร์ให้เกิดลักษณะเหมือน 2 เฟส คือ พันขดลวดบนสเตเตอร์ 2 ขด ให้ห่างกันทางกลและคุณสมบัติของกระแสไฟฟ้าห่างกัน โดยการทำให้ค่าความต้านทานของขดลวดในสเตเตอร์ดังกล่าวต่างกัน หรือต่อ

คอนเดนเซอร์อันดับเข้าไป เพื่อทำให้เกิดแยกเฟสกันแล้ว จะทำให้โรเตอร์เกิดแรงบิด (Torque) ขึ้น เรียกว่า ปฏิริยามอเตอร์ (Motor Action) ด้วยหลักการดังกล่าว สามารถทำได้หลายวิธี อีกขั้นหนึ่ง มอเตอร์จึงมีหลายแบบ ขึ้นอยู่กับหลักการของการเริ่มต้นของมอเตอร์ หรือสตาร์ทมอเตอร์ คือ

1. มอเตอร์สปลิตเฟส (Split Phase Motor) คือ มอเตอร์แบบแยกเฟส มีขดลวดภายใน 2 ชุด วางห่างกัน 90 องศาไฟฟ้ามี่ 2 แบบ คือ

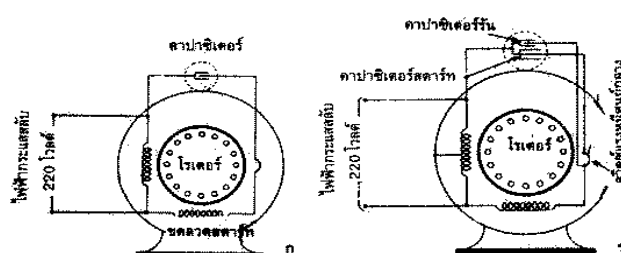
1.1 มอเตอร์สปลิตเฟสแบบธรรมดา มีขดลวด 2 ชุด คือ ขดรีน และขดสตาร์ท แต่ละขดมีความต้านทานต่างกัน ชุดที่มีความต้านทานน้อยกว่า จะมีกระแสไฟฟ้าไหลมากกว่าและจะเกิดแรงต้านทานการเหนี่ยวนำ (XL) มากกว่าการไหลของกระแสไฟฟ้าในขดลวดนี้จะช้ากว่าขดลวดที่มีความต้านทานสูงกว่า จึงเป็นลักษณะแยกเฟสกัน ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำในโรเตอร์เกิดแรงหมุนได้ ดังภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 ลักษณะขดลวดภายในมอเตอร์สปลิตเฟส

1.2 มอเตอร์สปลิตเฟสแบบคาปาซิเตอร์สตาร์ท เหมือนมอเตอร์สปลิตเฟส เพื่อต้องการให้แรงบิดขณะเริ่มต้นของมอเตอร์นี้สูงขึ้น เพื่อสามารถนำไปใช้งานขนาดใหญ่ขึ้น โครงสร้างเหมือนกับมอเตอร์สปลิตเฟส เพื่อต้องการให้แรงบิดของมอเตอร์ขณะเริ่มต้นสูงขึ้นเพื่อนำไปใช้กับงานขนาดใหญ่ขึ้น โดยวิธีการใช้คาปาซิเตอร์ต่ออันดับเข้ากับขดลวดความต้านทานสูงเรียกว่าขดสตาร์ท เมื่อมอเตอร์วิ่งด้วยความเร็วเกือบปกติ (ประมาณ 75 %) จะมีสวิทช์ตัดวงจรของขดลวดสตาร์ทออก สวิตช์นี้เรียกว่า สวิตช์เซนติฟูกัล (สวิตช์แรงหนึ่ศูนย์กลาง) มอเตอร์ชนิดนี้นิยมใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้า

ขนาดกลางทั่วไป เช่น เครื่องซักผ้า เครื่องสูบน้ำไฟฟ้า เครื่องอัดลำเนา เครื่องกลึงเหล็ก เครื่องกลึงไม้
 ดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 ลักษณะขดลวดภายในของมอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์

ในบางโอกาสต้องการใช้มอเตอร์ที่มีคุณสมบัติมีแรงบิด (Torque) สูง จึงออกแบบขดลวดสตาร์ทให้ใกล้เคียงกับขดรัน เพื่อใช้ทั้งสตาร์ทและรัน โดยการต่อคาปาซิเตอร์ 2 ตัว คาปาซิเตอร์สตาร์ทและคาปาซิเตอร์รันขนานกัน และคาปาซิเตอร์สตาร์ทถูกตัดออก เมื่อความเร็ว 75 %

2. มอเตอร์เซดเด็ตโพล (Shaded Pole Motor) โดยการทำขดลวดวงแหวน (Shaded Coil) ที่สเตเตอร์ เพื่อให้เกิดเป็นเซดเด็ตโพล (Shaded Pole) เมื่อมีกระแสไหลในขดลวดสเตเตอร์ตามปกติ จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กในขั้วแม่เหล็กนั้น เส้นแรงแบบหนึ่งจะตัดตัวนำที่เป็นวงแหวน เกิดกระแสไหลสร้างเส้นแรงแม่เหล็กตรงข้ามกับขั้วแม่เหล็กเดิม ทำให้เส้นแรงแม่เหล็กที่เซดเด็ตโพลมีอำนาจน้อยจนเกือบไม่มีเลย ในจังหวะต่อมาเส้นแรงแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงลง จะเกิดกระแสไหลวงแหวนอีก เป็นลักษณะเสริมกันจึงทำให้เส้นแรงแม่เหล็กในเซดเด็ตโพลมีมากที่สุด การเกิดลักษณะเช่นนี้จึงทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กเพิ่มขึ้น แต่เกิดไม่พร้อมกัน ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดโรเตอร์ไม่พร้อมกันด้วย เกิดแรงบิด (Torque) ขึ้นในโรเตอร์ ทำให้โรเตอร์หมุนเรียกมอเตอร์ชนิดนี้ว่า มอเตอร์เซดเด็ตโพล (Shaded Pole) เนื่องจากมอเตอร์ชนิดนี้มีแรงต่ำ จึงนิยมนำไปใช้กับเครื่องไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น พัดลมไฟฟ้าตั้งโต๊ะ เป็นต้น

ทฤษฎีเกี่ยวกับก๊าซ

ปัจจุบันนี้เชื้อเพลิงชนิดก๊าซ ได้เข้ามามีบทบาททดแทนเชื้อเพลิงเหลวมากขึ้น อันเนื่องมาจากการได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับอุปกรณ์และเครื่องควบคุมก๊าซ จึงทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกและปลอดภัยมากขึ้น โดยเฉพาะก๊าซที่ได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมหรือเรียกย่อ ๆ ว่า “ ก๊าซหุงต้ม “ หรือ LPG (Liquefied Petroleum Gas) ซึ่งประกอบไปด้วย ก๊าซโพรเพนและก๊าซบิวเทน ก๊าซปิโตรเลียมเหลวอันประกอบไปด้วยก๊าซโพรเพนและก๊าซบิวเทน ในอัตราส่วน 30 : 70

คำว่า LPG เป็นศัพท์ทางการที่ใช้ในการเรียกก๊าซปิโตรเลียมเหลว แต่ที่เรารู้จักกันทั่วไปคือ ก๊าซหุงต้ม ส่วนในทางกฎหมายได้ให้คำนิยามว่า ก๊าซไฮโดรคาร์บอนเหลวที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศปกติ ก๊าซชนิดนี้จะมีสถานะเป็นไอ (Vapour) แต่ถ้าวางภายใต้ความดันสูง ก๊าซจะมีลักษณะเหลว

1. สมบัติของก๊าซ LPG

1.1 สี ก๊าซ LPG จะไม่มีสี เมื่อก๊าซเกิดรั่วจากถังเราจึงไม่สามารถที่จะมองเห็นก๊าซที่รั่วออกมาได้ นอกจากก๊าซจะรั่วออกมามาก เราจึงเห็นเป็นละอองขาว ซึ่งละอองขาวนี้ก็คือ ไอน้ำ ที่มีอยู่ในอากาศทำการกลั่นตัวเป็นละออง เมื่อได้รับความเย็นจัดจากการระเหยตัวของก๊าซ

1.2 ความเป็นพิษ ก๊าซชนิดนี้จะไม่เป็นพิษ เมื่อนำไปเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ จะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์หรือก๊าซพิษ เนื่องจากก๊าซนี้มีน้ำหนักมากกว่าอากาศ ดังนั้นเมื่อเกิดก๊าซรั่วในห้องแคบแล้ว มันจะเข้าไปแทนที่อากาศ ทำให้ออกซิเจนบริเวณนั้นมีไม่เพียงพอ ผู้ที่สูดดมก๊าซเข้าไปอาจจะมีอาการเวียนศีรษะและเป็นลมได้

1.3 กลิ่น เป็นก๊าซที่ไม่มีกลิ่น เนื่องจากก๊าซที่ผลิตได้ไม่มีกลิ่น จึงมีความจำเป็นต้องใส่สารที่มีกลิ่นฉุนลงไปเพื่อเป็นการเตือนเมื่อเกิดก๊าซรั่ว สารที่เติมในส่วนนี้ส่วนมากจะใช้ เอทิลเมอร์แคปแทน (C_2H_5SH)

1.4 น้ำหนัก เป็นก๊าซที่เบากว่าน้ำและอากาศ เมื่อก๊าซอยู่ในสถานะที่เป็นของเหลว ก๊าซจะมีน้ำหนักครึ่งหนึ่งของน้ำ ดังนั้นก๊าซเหลวจะลอยอยู่บนน้ำ หากก๊าซรั่วลงในน้ำหรือแม่น้ำ มันอาจลอยไปติดไฟ ณ จุดที่ห่างออกไปแล้วลุกลามมายังจุดที่ก๊าซรั่วได้อย่างรวดเร็ว แต่เมื่ออยู่ในสถานะไอ ไอก๊าซจะหนักเกือบประมาณ 2 เท่าของอากาศ ดังนั้นเมื่อก๊าซรั่ว ก๊าซจะเคลื่อนตัวไหลไปรวมในที่ที่ต่ำกว่า

1.5 จุดเดือด จุดเดือดของก๊าซจะต่ำ มีจุดเดือดประมาณ 0 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 20 องศาเซลเซียส ดังนั้นเมื่อก๊าซถูกปล่อยออกจากภาชนะบรรจุก็จะเดือด โดยเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอ จำเป็นต้องดึงดูความร้อนจากบริเวณใกล้เคียง ซึ่งจะทำให้บริเวณนั้นหรือบริเวณปลายท่อที่ปล่อย ไอก๊าซจะมีน้ำแข็งเกาะจนทำให้ท่อเกิดการตัน ซึ่งอาจมีผลทำให้ถังบรรจุเกิดระเบิดได้

1.6 ความชื้น ก๊าซ LPG มีความชื้นต่ำ จึงทำให้ก๊าซรั่วได้ง่าย ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้กับก๊าซจึงต้องออกแบบให้แข็งแรง ทนต่อความดันสูง ดังนั้นการใช้ภาชนะ เช่น ถังบรรจุก๊าซที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดอาจจะเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงได้

1.7 อัตราการขยายตัว ก๊าซ LPG มีอัตราการขยายตัวสูง ดังนั้นการเติมก๊าซใส่ลงในภาชนะจึงไม่ควรเติมให้เต็ม ต้องมีช่องว่างสำหรับการขยายตัวของก๊าซเมื่อได้รับความร้อน อัตราการขยายตัวของก๊าซที่สถานะของเหลวเป็นก๊าซที่สถานะไอ คือ ก๊าซเหลว 1 หน่วยปริมาตร จะเปลี่ยนเป็นไอก๊าซได้ประมาณ 250 หน่วยปริมาตร ดังนั้นเมื่อก๊าซเหลวรั่วจะมีอันตรายมากกว่าไอก๊าซรั่ว

1.8 ส่วนผสมของก๊าซกับอากาศที่ทำให้ติดไฟได้ อัตราส่วนของก๊าซในอากาศที่ทำให้ติดไฟคือ ประมาณ 1.5 – 9 ส่วนในส่วนผสม 100 ส่วน จะเห็นได้ว่าหากมีอากาศน้อยหรือมากกว่าสัดส่วนดังกล่าวก๊าซจะไม่ติดไฟ

2. สมบัติทางเคมีของก๊าซ LPG แสดงในตาราง 2.2

ตารางที่ 2.2 สมบัติต่าง ๆ ของก๊าซ LPG

คุณสมบัติ	ชนิดของก๊าซ LPG				น้ำมันเบนซิน
	โพรเพน	โพรพิน	นอร์มัลบิวเทน	ไอโซบิวเทน	
1. สูตรโมเลกุล	C ₃ H ₈	C ₃ H ₆	C ₄ H ₁₀	C ₄ H ₁₀	C ₈ H ₈
2. จุดเดือด (°C)	- 42.07	- 47.70	- 0.50	- 11.73	128
3. ความดันไอ (Kg / Cm ²) ที่อุณหภูมิ 20 °C	8.0	9.8	2.0	2.95	-
4. ความถ่วงจำเพาะ ที่ 15 °C สถานะ เหลว	0.508	0.527	0.584	0.563	0.66-0.75
5. ความถ่วงจำเพาะ ที่ 15 °C สถานะ ก๊าซ	1.548	1.453	2.071	2.067	-
6. จุดติดไฟ (°C)	481	458	441	544	210 - 300
7. ค่าความร้อนทางเชื้อเพลิง (Kcal / Kg)	12.034	11.692	11.832	11.797	11.200
8. ช่วงการลุกไหม้ในอากาศ (%)	2.37-9.50	2.00 -11.10	1.80 - 8.41	1.80 - 8.44	1.5 - 4.7

9. ความเร็วสูงสุดของเปลวไฟในท่อ (m / s)	0.81	1.01	0.825	1.825	0.83
10. ปริมาณที่ใช้ในการสันดาปอย่างสมบูรณ์ (Kg อากาศ / Kg ก๊าซ	15.71	14.50	15.49	15.49	14.70
11. ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (Kcal / Kg)	101.8	104.6	62.09	87.56	-
12. ค่าออกเทน	125	85	91	99	87

ที่มา : การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ความรู้เรื่องก๊าซผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมเหลว : 2533 : หน้า 59

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมกับอุณหภูมิและความดันไอ ก๊าซ LPG ที่บรรจุอยู่ในถัง จะมีโมเลกุลของโพรเพนและบิวเทนเคลือบตัวอยู่ และจะต้องมีการเคลื่อนไหวไปชนกับผนังของถังด้วยความแรงของการชนคิดเป็น กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร เรียกค่านี้ว่า ความดันไอของก๊าซ ซึ่งสามารถถือได้ว่าเป็นความดันของก๊าซ LPG ในถัง และที่อุณหภูมิเดียวกัน ถ้าปริมาณของก๊าซโพรเพนเพิ่มขึ้น จะทำให้ความดันไอเพิ่มขึ้น เช่น ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ก๊าซผสมที่อัตราส่วนระหว่างโพรเพนกับบิวเทนเป็น 30 : 70 จะมีความดันไอประมาณ 3.8 กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร ถ้าเปลี่ยนอัตราส่วนเป็น 40 : 60 จะมีความดันไอประมาณ 4.3 กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร และถ้าอุณหภูมิของก๊าซเพิ่มขึ้นก็จะมีผลให้ก๊าซผสมนั้นมีความดันไอสูงขึ้นด้วย ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับอัตราส่วนปริมาตรของก๊าซโพรเพนและบิวเทน (นอร์มัลบิวเทน) แสดงได้ในตาราง 2.2 ซึ่งเป็นอัตราส่วนปริมาตร เมื่อให้ปริมาตรของก๊าซ LPG เหลวที่ 15 องศาเซลเซียส เป็น 100

ตารางที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับอัตราส่วนปริมาตร

ชนิดก๊าซ	อุณหภูมิ (°C)								
	-20	0	10	15	20	30	40	50	60
โพรเพน	91.4	96.2	98.7	100	101.7	104.9	109.1	113.8	119.3
นอร์มัลบิวเทน	94.3	97.4	99.0	100	101.1	103.0	105.2	107.5	109.8

ที่มา : การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ความรู้เรื่องก๊าซผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมเหลว : 2533 : หน้า 59

จากตาราง 2.3 สามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับอัตราส่วนปริมาตรได้ดังนี้

1. เมื่ออุณหภูมิสูง ความดันก็สูงด้วย เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น การเคลื่อนที่ของโมเลกุลจะเกิดขึ้น โมเลกุลจะชนกับฝาผนังของภาชนะแรงขึ้น ผลก็คือความดันจะสูงขึ้น อนึ่งในทางกลับกัน ถ้าอุณหภูมิลดต่ำลง การเคลื่อนที่ก็จะช้าลงเรื่อยๆ และเมื่อทำให้อุณหภูมิต่ำมากขึ้น การเคลื่อนที่ก็จะช้าลงไปอีก

2. ถ้ามีส่วนประกอบของโพรเพนมาก ความดันจะสูงขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของโพรเพนเคลื่อนที่ได้ดีกว่าโมเลกุลของบิวเทน ดังนั้นในกรณีที่คุณหมึกเท่ากัน ก๊าซ LPG ที่มีส่วนประกอบของโพรเพนมากกว่าจะมีความดันสูงกว่า

3. ปริมาตรของเหลว ไม่มีความสัมพันธ์กับความดัน ไม่ว่าจะมีส่วนประกอบ LPG อยู่เต็มถังหรือมีอยู่เพียงเล็กน้อยก็ตาม ถ้าอุณหภูมิและองค์ประกอบไม่เปลี่ยนแปลงแล้ว ความดันก็ไม่เปลี่ยน ดังนั้นสิ่งที่จะทำให้ความดันภายในถังเปลี่ยนไป จะมีแต่อุณหภูมิและอัตราส่วนของก๊าซผสมเท่านั้น เนื่องจากโดยทั่วไปอุณหภูมิจะเป็นอุณหภูมิของบรรยากาศ ฉะนั้นสิ่งที่จะเปลี่ยนแปลงได้โดยฝีมือคนก็คือ อัตราส่วนผสมเท่านั้น

3. การใช้ก๊าซ LPG อย่างปลอดภัย

1. ในกรณีที่ใช้น้ำชีดไฟ ควรจุดไม้ขีดไฟไว้ก่อนที่หัวเตาจะเปิดก๊าซ เพราะเปิดก๊าซทิ้งช่วงให้นานเกินไป ก๊าซจะออกมาและลุกฟุ้งขึ้นสูง ไอลาจจะลวกท่านได้
2. เมื่อเสร็จจากการประกอบอาหาร จะต้องปิดก๊าซทั้งที่เตาและหัวถังก๊าซทุกครั้ง
3. หมั่นตรวจสอบสภาพท่อส่งก๊าซว่าชำรุดหรือไม่ และควรเปลี่ยนใหม่ทุกๆ 3 ปี
4. ควรใช้ท่อที่ใช้เฉพาะกับก๊าซเท่านั้น ท่อส่งที่ทำด้วยพลาสติกหรือไนลอนหากใช้มานานอาจกรอบแตกหรือรั่ว ทำให้เกิดอันตรายได้
5. ตรวจหารอยรั่วและที่รอยต่อโดยใช้ฟองสบู่
6. หากได้กลิ่นก๊าซระหว่างปรุงอาหารจะต้องหยุดปรุงอาหาร โดยการดับไฟที่หัวเตา แล้วหารอยรั่วหรืออาจเรียกช่างมาแก้ไขซ่อมแซมให้เรียบร้อย
7. ถังก๊าซต้องตั้งยืน อย่างนอนหรือเอน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินการสร้างเครื่องกวนกล้วย

ในการดำเนินโครงการ การพัฒนาเครื่องกวนกล้วย (Preserved Banana Mixing Machine) ได้ทำการศึกษาจากเครื่องต้นแบบอื่นๆ ที่เคยสร้างมา เช่น เครื่องทำขนมกล้วยกวน เครื่องผลิตสมุนไพรผงสำเร็จรูป เครื่องทำขนมสับปะรดกวน เป็นต้น ได้นำปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องต่างๆ และข้อดีของเครื่องชนิดที่กล่าวมา มาทำการปรับปรุงแก้ไข ให้มีคุณภาพดีขึ้นและสามารถที่จะแก้ปัญหของการผลิตกล้วยกวนจากเครื่องเก่า ที่เมื่อทำการกวนแล้วกล้วยกวนเกิดการไหม้ขึ้น

โดยการศึกษาถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดการไหม้ในด้านต่าง ซึ่งมีวิธีการดำเนินโครงการสร้างเครื่องกวนกล้วย สามารถที่จะจัดเรียงเป็นขั้นตอนที่สำคัญได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวางแผนและการเตรียมการ

ในการดำเนินการสร้างเครื่องกวนกล้วย จำเป็นจะต้องมีการวางแผนและการเตรียมการที่ดี เพื่อการสร้างเครื่องให้เสร็จสมบูรณ์ บรรลุตามวัตถุประสงค์ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญดังต่อไปนี้

1.1 ขั้นการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เป็นขั้นตอนที่ต้องศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการสร้างเครื่อง ได้ศึกษาจากปริญญานิพนธ์ เช่น เครื่องทำขนมกล้วยกวน เครื่องผลิตสมุนไพรผงสำเร็จรูป เครื่องทำขนมสับปะรดกวน เป็นต้น เพื่อให้ทราบถึงข้อเสียของเครื่องต่างๆ นำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ศึกษาจากตำราทางการเกษตรเพื่อให้ทราบพื้นฐานของกล้วย และยังสามารถศึกษาความรู้จากอินเทอร์เน็ต ถึงการผลิตกล้วยในรูปแบบต่างๆ การจำหน่ายในลักษณะต่างๆ เพื่อจะได้เป็นข้อมูลในการสร้างเครื่องกวนกล้วย

1.2 ขั้นการจัดเตรียมการดำเนินงาน จะต้องมีการกำหนดระยะเวลาการดำเนินการของแต่ละชิ้นส่วน และมีการวางแผนก่อนที่จะดำเนินการ

1.3 ขั้นการจัดเตรียมเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินการ เพื่อความรวดเร็วขณะดำเนินการ

1.4 ขั้นการสั่งซื้อวัสดุ จะต้องมีการวางแผนการสั่งซื้อวัสดุ เพื่อจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อวัสดุจะต้องสั่งซื้อครั้งเดียวให้ได้วัสดุครบตามจำนวนที่ต้องการในการดำเนินการ

2. **การออกแบบเครื่อง**

หลังจากที่ได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการสร้างเครื่องกวนกล้วยแล้ว จึงได้นำข้อมูลเหล่านี้มาเป็นเกณฑ์ ในการออกแบบโดยขั้นตอนการออกแบบสร้างเครื่องกวนกล้วยนั้นต้องมีการออกแบบให้สามารถทำงานได้ตรงตามขอบเขตที่ได้กำหนดเอาไว้ คือ เพื่อให้ลดการไหม้ให้น้อยลงที่สุด ในการออกแบบจะต้องคำนึงถึงความสะดวกในการทำงาน ความแข็งแรงของเครื่องกวน อายุการใช้งานที่เหมาะสม และต้องออกแบบให้ตรงตามวัตถุประสงค์และขอบเขตที่ได้วางไว้ เครื่องกวนกล้วยมีส่วนประกอบใหญ่ ๆ ดังนี้

2.1 **ชุดถังกวน**

ชุดถังกวน ต้องทำจากวัสดุที่ไม่เป็นสนิม เพราะต้องใช้กับอุตสาหกรรมอาหาร สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบชุดถังกวน คือ

- 2.1.1 สามารถรองรับน้ำหนักส่วนผสมของกล้วยกวนที่ 30 กิโลกรัม ได้
- 2.2.2 ต้องทนต่อความร้อน เก็บความร้อนได้
- 2.2.3 ต้องยึดแน่นอยู่กับที่ มีความแข็งแรง
- 2.2.4 ต้องไม่มีรูรั่วที่ถังกวน

2.2 **ชุดโครงเครื่องกวน**

ชุดโครงเครื่องกวน ต้องทำงานได้สะดวก มีความแข็งแรงทนทานมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน สามารถเลื่อนขึ้นลงได้ เพื่อสะดวกในการถอดถังกวนเข้าออก สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบชุดโครงเครื่องกวน คือ

- 2.2.1 สามารถรองรับน้ำหนักจากชุดถังกวนได้ดี
- 2.2.2 ทนต่อความร้อนได้สูง
- 2.2.3 ยึดแน่นอยู่กับพื้น ที่ มีความแข็งแรง
- 2.2.4 ต้องสามารถเลื่อนขึ้นลงได้

2.3 **ชุดส่งกำลัง**

ชุดส่งกำลังต้องมีกำลังพอที่จะทำการกวนกล้วยขณะอุณหภูมิสูงได้ สิ่งที่ต้องคำนึงในการออกแบบชุดส่งกำลัง คือ

- 2.3.1 ใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย
- 2.3.2 มีความแข็งแรงคงทนไม่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือน
- 2.3.3 ไม่ทำให้เกิดการรั่วของน้ำมันเครื่อง
- 2.3.4 สามารถประกอบเข้ากับชุดกวนได้

2.4

ชุดกวน

ชุดกวน ต้องสามารถกวนกล้วยให้ทั่วถึงกันถึงกวน วัสดุที่ใช้ทำต้องไม่เป็นสนิม เพราะต้องสัมผัสกับอาหาร และต้องทำให้ได้ตามวัตถุประสงค์ คือ ช่วยลดการไหม้ในขณะกวนกล้วยได้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบชุดกวน คือ

- 2.4.1 ต้องมีความแข็งแรงในการรับแรงซึ่งผ่านกล้วยที่กำลังกวน
- 2.4.2 ขนาดเล็กกว่าถังกวน
- 2.4.3 สามารถถอดประกอบได้เพื่อง่ายต่อการทำความสะอาด
- 2.4.4 ง่ายต่อการถอดประกอบ

2.5

ชุดให้ความร้อน

ชุดให้ความร้อนก็ประกอบด้วยหัวเตาแก๊ส เกจวัดแรงดันแก๊ส และถังก๊าซเชื้อเพลิง

3. **การดำเนินการสร้างเครื่อง**

หลังจากมีการวางแผน เตรียมงาน เตรียมวัสดุ และออกแบบเครื่องแล้ว จะดำเนินการสร้างเครื่อง โดยการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

3.1 **ชุดถังกวน ชุดถังกวนประกอบด้วย 2 ส่วน คือ**

3.1.1 **ถังกวน** ซึ่งทำจากวัสดุสแตนเลสทั้งหมด ตัวถังทำด้วยแผ่นสแตนเลส หนา 2 มม. ดัดทรงกระบอก และก้นถังทำด้วยแผ่นสแตนเลส หนา 3 มม. แล้วทำการดัดโค้งเชื่อมประกอบกับโครงทรงกระบอก ปากถังเชื่อมด้วยท่อสแตนเลสเพื่อเป็นบารับน้ำหนักถัง มีหูจับสองข้างทำด้วยเพลสแตนเลส เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม. ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ถังกวน

3.1.2 โครงยึดถังกวน ทำด้วยแผ่นเหล็กดัดโค้งทรงกระบอก ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 โครงยึดถังกวน

3.2	ชุดโครงเครื่องกวน			
ประกอบด้วย	2	ส่วน	คือ	ฐานล่างและฐานบน
3.2.1	ฐานล่าง	ทำจากเหล็กฉากเชื่อมประกอบดังภาพที่	3.2	
3.2.2	ฐานบน	ทำจากเหล็กฉากเพื่อใช้รองรับระบบส่งกำลัง ดังภาพที่	3.3	



ภาพที่ 3.3 โครงบน

3.3

ชุดส่งกำลัง

ชุดส่งกำลังประกอบด้วย มอเตอร์และเกียร์บ็อก ซึ่งใช้เฟลาเป็นตัวส่งกำลังดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ระบบส่งกำลัง

3.4 ชุดกวน ชุดกวนประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

3.4.1 ตัวลือกใบกวน ทำจากท่อสแตนเลสเชื่อมกับเฟลาสแตนเลส ซึ่งจะมีสปริงอยู่ภายในเพื่อให้ง่ายต่อการถอดประกอบแกนใบกวนและยังช่วยกดบังคับใบกวน ให้ติดกับก้นถังตลอดเวลา ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ตัวลือกใบกวน

3.4.2 ไบกวน มี 2 แบบ คือ

1. ไบกวนแบบแรงคู่ควบ ตัวแกนทำด้วยเพลาสแตนเลสใช้พลาสติกซูเปอร์ลีนเป็นบูช และใช้ไม้ทำไบกวน ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 ไบกวนแบบแรงคู่ควบ

2. ไบกวนแบบคายนพิเศษ เช่นเดียวกับไบกวนแบบแรงคู่ควบ แกนทำจากเพลาสแตนเลส และไบกวนทำจากไม้ ดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 ไบกวนแบบคายนแบบคายน

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองทั้งหมด ตั้งแต่เริ่มดำเนินการสร้างเครื่อง จนกระทั่งสร้างเครื่อง กวนกล้วยเสร็จเรียบร้อยแล้ว คณะผู้จัดทำโครงการได้ทำการทดสอบเครื่องกวนกล้วย เพื่อทดสอบหา ประสิทธิภาพ ข้อบกพร่องในขณะทำการกวน และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงการทำงานของเครื่องกวนกล้วย ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นต่อไป การทดลองจะแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ การทดลองแบบหยาบ เพื่อให้ได้ข้อมูลนำมาคำนวณสร้างเครื่อง และการทดลองเก็บผล เพื่อให้ทราบประสิทธิภาพของเครื่อง

การทดลองแบบหยาบ

1. ผู้ทำการทดลอง

นายธีระวัฒน์ ชุ่มทวี

2. สถานที่ทำการทดลอง

บ้านเลขที่ 7/1 หมู่ 3 ต.ไชยสถาน อ.สารภี จ.เชียงใหม่ 50140

ทดลองเมื่อ วันที่ 20 พฤศจิกายน 2547

3. การทดลองแบบหยาบ มีดังนี้

3.1 การทดลองหาความหนาแน่นส่วนประกอบของกล้วยกวน

เพื่อนำข้อมูลไปคำนวณหาขนาดถังและแรงของมอเตอร์

วัสดุอุปกรณ์

1. กล้วยน้ำว้าสุก
2. กล้วยกวนแบบทอफी
3. น้ำตาล
4. เกลือ
5. เครื่องปั่นน้ำผลไม้
6. แก้วทรงกระบอกขนาดภายใน $\varnothing 6.1 \times 10.6$ cm 1 ใบ

- | | | |
|--------------------|------|------|
| 7. ตราชั่ง | 2000 | กรัม |
| 8. เวอร์เนีย | 1/50 | มม. |
| 9. ไม้เสียบลูกชิ้น | 1 | อัน |
| 10. ช้อนกลาง | 1 | อัน |

วิธีการทดลอง

- นำแก้วมาแล้วคำนวณหาปริมาตรภายใน
- ชั่งน้ำหนักแก้วบันทึกค่า
- นำกล้วยมาปอกเปลือกออก ปั่นให้ละเอียด
- นำกล้วยมาเทใส่ในแก้วจนเต็ม ใช้ไม้เสียบลูกชิ้นปาดปากแก้วแล้วเทที่มีช่องว่างอยู่ทำไปจนไม่มีช่องว่าง นำมาชั่งบันทึกผล
- นำค่าทั้งหมดในการชั่งและปริมาตรแต่ละแก้ว ไปคำนวณหาความหนาแน่นจากสูตร $D = \frac{m}{v}$ ทำตามขั้นตอน 4 – 5 แต่เปลี่ยนจากกล้วย เป็น น้ำตาล เกลือ แต่ไม่ต้องปั่นตามลำดับ
- นำกล้วยสุกปอกเปลือกแล้ววัดขนาดคำนวณปริมาตร
- ชั่งน้ำหนักกล้วยสุกทั้งหี นำผลที่ได้ไปคำนวณตามสูตรข้อ 5 บันทึกผล
- นำกล้วยกวนแบบทอฟฟี่มาคำนวณหาปริมาตรแล้วชั่งน้ำหนัก
- นำผลที่ได้ไปคำนวณตามสูตรข้อ 5 บันทึกผล

ตารางที่ 4.1 การบันทึกผลการหาความหนาแน่นของกล้วยสุกปั่นให้ละเอียด

น้ำหนักแก้ว	ปริมาตร	น้ำหนักชั่ง				ความหนาแน่น g / cm ³
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
205 g	310 cm ³	260 g	259 g	260 g	260 g	0.822

ตารางที่ 4.2 การบันทึกผลการหาความหนาแน่นของน้ำตาลทรายแดง

น้ำหนักแก้ว	ปริมาตร	น้ำหนักชั่ง				ความหนาแน่น g / cm ³
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
205 g	310 cm ³	675 g	675 g	676 g	675 g	1.516

ตารางที่ 4.3 การบันทึกผลการหาความหนาแน่นของเกลือป่น

น้ำหนักแก้ว	ปริมาตร	น้ำหนักชั่ง				ความหนาแน่น g / cm ³
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
205 g	310 cm ³	1405 g	1406 g	1404 g	1405 g	3.871

ตารางที่ 4.4 การบันทึกผลการหาความหนาแน่นของกะทิ

น้ำหนักแก้ว	ปริมาตร	น้ำหนักชั่ง				ความหนาแน่น g / cm ³
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
205 g	310 cm ³	704 g	705 g	705 g	705 g	1.613

สรุปผลการทดลอง

กัลยน้ำว่าสุกเมื่อป่นแล้วมีความหนาแน่น 0.812 g / cm³ หรือ 812 kg / m³

น้ำตาลทรายแดงมีความหนาแน่น 1.516 g / cm³ หรือ 1516 kg / m³

เกลือป่นมีความหนาแน่น 3.871 g / cm³ หรือ 3871 kg / m³

กะทิมีความหนาแน่น 1.613 g / cm³ หรือ 1613 kg / m³

3.2 การทดลองหาเวลาที่กล้วยไหม้

เพื่อหว่ากัลยกวในช่่งที่ใหม่ใช้เวลากี่นาที แล้วนำไปคำนวณหาความเร็วรอบของ

มอเตอร์

วัสดุอุปกรณ์

- | | | |
|------------------------|------|----------|
| 1. กัลยน้ำว่าสุก | 1 | กิโลกรัม |
| 2. น้ำตาล | 1/2 | กิโลกรัม |
| 3. กะทิ | 1 | กิโลกรัม |
| 4. กระทะ Ø 44 x 11 cm | 1 | ใบ |
| 5. เทอร์มอมิเตอร์ | 1 | อัน |
| 6. ตราชั่ง | 2000 | กรัม |
| 7. เครื่องปั่นน้ำผลไม้ | 1 | เครื่อง |
| 8. เต้าแก๊ส | 1 | เตา |

9. นาฬิกาจับเวลา	1	เรือน
10. ไม้คน	1	อัน
11. เกจวัดแรงดันแก๊ส	1	อัน

วิธีการทดลอง

1. นำกล้วย น้ำตาล กะทิ ไปปั่นรวมกัน
2. ตั้งกระทะบนเตาแก๊สเทส่วนผสมลงไป จุ่มเทอร์มอมิเตอร์ลงไปบันทึกผล
3. จุดไฟปรับแก๊สไฟอ่อนที่ 2 lb/in^2 โดยไม่ต้องคนกล้วยจับเวลา
4. สังเกตดูความเปลี่ยนแปลงของกล้วย และอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง บันทึกเวลา และการเปลี่ยนแปลงของกล้วย จนเกิดการไหม้ขึ้น ทำ 3 ครั้ง
5. ทำข้อ 1 – 4 ใหม่แต่ในข้อ 3 ปรับไฟให้ได้ไฟกลางที่ 4 lb/in^2 และไฟแรงที่ 6 lb/in^2

หมายเหตุ ลักษณะการไหม้ของกล้วยกวน จะมีกลิ่นเหม็นไหม้ เชี่ยดูที่ก้นกระทะจะมีกล้วยไหม้สีดำ

ตารางที่ 4.5 การบันทึกผลการทดลองหาเวลาที่กล้วยไหม้ ที่ระดับไฟอ่อน แรงดัน 2 lb/in^2

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิ (°C)	การเปลี่ยนแปลง
0	28	ไม่มี
20	40	ไม่มี
40	50	ไม่มี
60	60	ไม่มี
80	70	ไม่มี
100	75	ไม่มี
120	80	กล้วยตรงกลางกระทะเดือดน้อย
140	85	กล้วยตรงกลางกระทะเดือดมากขึ้น
160	90	กล้วยตรงกลางกระทะเดือดมากขึ้น
180	92	กล้วยกลางกระทะเริ่มไหม้ สีน้ำตาลอ่อน เหม็นไหม้
200	93	ไหม้ลามด้านล่าง สีน้ำตาลเข้ม เหม็นไหม้
220	94	ไหม้ลามด้านล่าง สีน้ำตาลเข้ม เหม็นไหม้
240	95	ไหม้ลามด้านล่าง สีน้ำตาลเข้ม เหม็นไหม้
260	95	ไหม้สีดำ เหม็นไหม้

ตารางที่ 4.6 การบันทึกผลการทดลองหาเวลาที่กล้วยไม้ ที่ระดับไฟกลาง แรงดัน 4 lb/in²

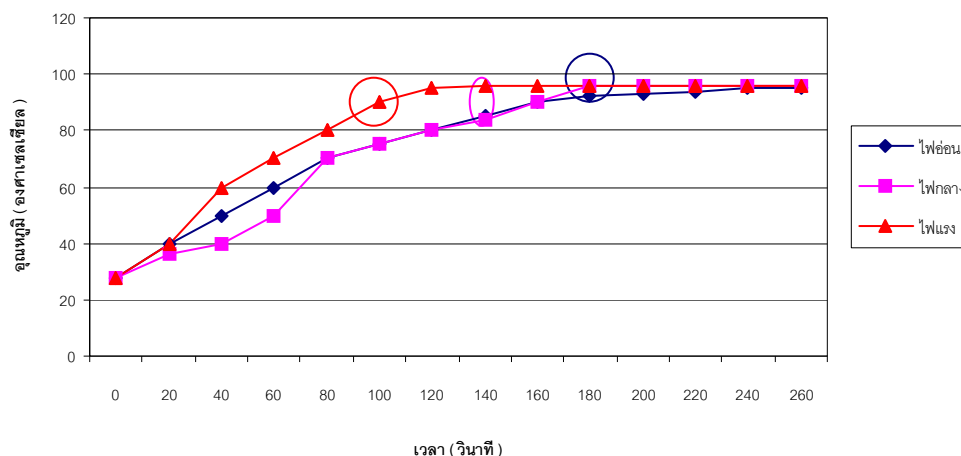
เวลา (วินาที)	อุณหภูมิ (°C)	การเปลี่ยนแปลง
0	28	ไม่มี
20	36	ไม่มี
40	40	ไม่มี
60	50	กล้วยชอบข้างเดียวเล็กน้อย
80	70	กล้วยชอบข้างเดียวมากขึ้น
100	75	กล้วยชอบข้างเดียวมากขึ้น
120	80	กล้วยชอบข้างเดียวมากขึ้น
140	84	กล้วยที่ชอบกระทะไหม้ มีสีน้ำตาลอ่อน กลิ่นเหม็นไหม้
160	90	ไหม้ลามลงเรื่อยๆ มีสีน้ำตาลเข้ม กลิ่นเหม็นไหม้
180	96	ชอบบนเปลี่ยนสีดำ กลิ่นเหม็นไหม้
200	96	สีด้าลามลงด้านล่าง กลิ่นเหม็นไหม้
220	96	ไหม้ด้านล่างกล้วยกวน มีสีดำ กลิ่นเหม็นไหม้
240	96	ไหม้ด้านล่างกล้วยกวน มีสีดำ กลิ่นเหม็นไหม้
260	96	ไหม้ด้านล่างกล้วยกวน มีสีดำ กลิ่นเหม็นไหม้

ตารางที่ 4.7 การบันทึกผลการทดลองหาเวลาที่กล้วยไม้ ที่ระดับไฟแรง แรงดัน 6 lb/in²

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิ (°C)	การเปลี่ยนแปลง
0	28	ไม่มี
20	40	กล้วยชอบข้างเดียวเล็กน้อย
40	60	กล้วยชอบข้างเดียวเล็กน้อย
60	70	กล้วยชอบข้างเดียวมากขึ้น
80	80	กล้วยชอบข้างเดียวมากขึ้น
100	90	กล้วยที่ชอบกระทะไหม้ มีสีน้ำตาลอ่อน กลิ่นเหม็นไหม้
120	95	ไหม้ลามลงเรื่อยๆ มีสีน้ำตาลเข้ม กลิ่นเหม็นไหม้
140	96	ชอบบนเปลี่ยนสีดำ กลิ่นเหม็นไหม้
160	96	ลามลงด้านล่าง กลิ่นเหม็นไหม้
180	96	ไหม้ด้านล่างกล้วยกวน มีสีดำ กลิ่นเหม็นไหม้
200	96	ไหม้ด้านล่างกล้วยกวนหนาขึ้น มีสีดำ กลิ่นเหม็นไหม้
220	96	ไหม้ด้านกล้วยกวนหนาขึ้น มีสีดำ กลิ่นเหม็นไหม้
240	96	ไหม้ด้านล่างกล้วยกวนหนาขึ้น มีสีดำ กลิ่นเหม็นไหม้
260	96	ไหม้ด้านล่างกล้วยกวนหนาขึ้น มีสีดำ กลิ่นเหม็นไหม้

นำผลที่ได้มาเขียนกราฟจะได้กราฟการไหม้ของกล้วยกวน ดังนี้

กราฟการไหม้ของกล้วยกวน



ภาพที่ 4.1 กราฟการไหม้ของกล้วยกวน

จุดที่วงกลมคือเริ่มไหม้ การปรับไฟตามลักษณะของสีเส้น

สรุปผลการทดลอง

จากตารางที่ 4.5 – 4.7 เมื่อปรับไฟอ่อน ไฟกลาง ไฟแรง กล้วยกวนจะไหม้เมื่อเวลาผ่านไป 180 , 140 , 100 วินาที ตามลำดับและช่วงเวลาที่กล้วยไหม้จนหมดคือจากเริ่มไหม้จนเป็นสีดำหมด ไฟอ่อน 180 – 260 วินาที ไฟกลาง 140 – 220 วินาที ไฟแรง 100 – 180 วินาที ช่วงเวลาที่กล้วยกวนเริ่มไหม้จนไหม้เปลี่ยนเป็นสีดำ จะใช้เวลา 80 วินาที แต่ช่วงเวลาที่เริ่มไหม้ต่างกัน ในการคำนวณหาความเร็วรอบจึงเลือกใช้ค่าที่ใช้เวลาเร็วที่สุดคือ ค่าเวลาของไฟแรง เพราะว่าเมื่อปรับแรงดันไฟแรงจะทำให้ค่าที่ได้จากการคำนวณครอบคลุมถึงการออกแบบโดยใช้ระดับแรงดันไฟที่เหลือ

การทดลองแบบละเอียด

เพื่อหาว่ากล้วยแต่ละแบบ เกิดพื้นที่การไหม้เท่าใดและเปรียบเทียบว่ากล้วยแต่ละแบบลดการไหม้ของกล้วยกวนได้เท่าใด

1. ผู้ทำการทดลอง

นายธีระวัฒน์ ชุ่มทวี

2. สถานที่ทำการทดลอง

บ้านเลขที่ 7/1 หมู่ 3 ต.ไชยสถาน อ.สารภี จ.เชียงใหม่ 50140

ทดลองเมื่อ วันที่ 20 มิถุนายน 2548

วัสดุอุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องกวนกล้วย โดยใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 186.5 วัตต์ (1/4 แรงม้า)
2. วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ
3. กล้วยน้ำว้าสุกบดให้ละเอียด
4. กะทิ
5. น้ำตาล
6. ก๊าซเชื้อเพลิง (L.P.G)
7. หัวพ่นแก๊ส
8. วาล์วปรับความดันก๊าซ
9. เครื่องชั่งน้ำหนัก
10. นาฬิกาจับเวลา
11. เทอร์มอมิเตอร์
12. ถังใส่กล้วย
13. ถาดใส่กล้วย

วิธีการทดลอง

1. ประกอบใบกวนแบบแรงคู่ควบเข้ากับเครื่องกวน
2. ชั่งน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ใช้อัตราส่วนผสม กล้วย : กะทิ : น้ำตาล คือ 7.5 kg : 1 kg : 1 kg โดยใช้กล้วยที่ 5 kg บันทึกผล
3. นำส่วนผสมทั้งหมดมาใส่ในถังกวนวัดอุณหภูมิแล้วเปิดให้ใบกวนเดิน
4. จุดไฟที่หัวพ่นแก๊ส
5. ปรับแรงดันที่วาล์ว ให้ได้แรงดันไฟที่ 2 lb/in² จับเวลา
6. กวนไปเรื่อยๆ จนกล้วยได้ที่ปิดแก๊ส ปิดเครื่อง หยุดจับเวลาบันทึกผล
7. ชั่งกล้วยกวนที่เหลือบันทึกผล
8. ทำข้อ 2 – 7 อีก แต่เปลี่ยนกล้วยเป็นน้ำหนัก 10 ,15 และ 30 kg ตามลำดับ

9. ทำข้อ 1 – 8 อีก แต่ปรับแรงดันวาล์วเป็น 4 และ 6 lb/in² ตามลำดับ

10. ทำข้อ 1 – 9 แต่เปลี่ยนใบกวนเป็นแบบคายเศษ

ตารางที่ 4.8 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบที่กล้วย 5 kg
ปรับไฟที่ 2 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
33	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
43	98	เดือด มีไอ เหนียวขึ้น สีแดง กลิ่นหอม
58	98	เห็นรอยไหม้ใกล้กลางก้นถัง เหม็นไหม้
94	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น
131	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
135	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.9 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบที่กล้วย 5 kg
ปรับไฟที่ 4 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
23	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
31	98	เดือด มีไอ เหนียวขึ้น สีแดง กลิ่นหอม
50	98	เห็นรอยไหม้ใกล้กลางก้นถัง เหม็นไหม้
63	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น
96	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
101	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.10 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบที่กล้วย 5 kg
ปรับไฟที่ 6 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
13	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม

19	98	เดือด มีไอ เหนียวข้น สีแดง กลิ่นหอม
24	98	เห็นรอยไหม้ใกล้กลางกันถัง เหม็นไหม้
52	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น
77	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
82	45	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.11 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบที่กล้วย 10 kg
ปรับไฟที่ 2 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
46	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
78	98	เดือด มีไอ เหนียวข้น สีแดง กลิ่นหอม
93	98	เห็นรอยไหม้ใกล้กลางกันถัง เหม็นไหม้
181	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น
252	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
255	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.12 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบที่กล้วย 10 kg
ปรับไฟที่ 4 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
36	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
54	98	เดือด มีไอ เหนียวข้น สีแดง กลิ่นหอม
84	98	เห็นรอยไหม้ใกล้กลางกันถัง เหม็นไหม้
147	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น
190	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
194	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.13 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบที่กล้วย 10 kg
ปรับไฟที่ 6 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
28	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
47	98	เดือด มีไอ เหนียวขึ้น สีแดง กลิ่นหอม
65	98	เห็นรอยไหม้ใกล้กลางก้นถึง เหม็นไหม้
127	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น
166	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
170	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.14 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบที่กล้วย 15 kg
ปรับไฟที่ 2 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
52	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
108	98	เดือด มีไอ เหนียวขึ้น สีแดง กลิ่นหอม
197	98	เห็นรอยไหม้ใกล้กลางก้นถึง เหม็นไหม้
280	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น
352	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
356	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.15 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบที่กล้วย 15 kg
ปรับไฟที่ 4 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
44	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
91	98	เดือด มีไอ เหนียวขึ้น สีแดง กลิ่นหอม
153	98	เห็นรอยไหม้ใกล้กลางก้นถึง เหม็นไหม้

204	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น
264	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
269	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.16 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบที่กล้วย 15 kg
ปรับไฟที่ 6 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
38	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
73	98	เดือด มีไอ เหนียวข้น สีแดง กลิ่นหอม
119	98	เห็นรอยไหม้ใกล้กลางก้นถัง เหม็นไหม้
181	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น
240	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
243	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.17 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบที่กล้วย 30 kg
ปรับไฟที่ 2 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
94	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
275	98	เดือด มีไอ เหนียวข้น สีแดง กลิ่นหอม
517	98	เห็นรอยไหม้ใกล้กลางก้นถัง เหม็นไหม้
659	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น
714	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
718	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.18 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบที่กล้วย 30 kg
ปรับไฟที่ 4 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
83	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
193	98	เดือด มีไอ เหนียวขึ้น สีแดง กลิ่นหอม
249	98	เห็นรอยไหม้ใกล้กลางก้นถัง เหม็นไหม้
375	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น
468	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
472	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.19 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบที่กล้วย 30 kg
ปรับไฟที่ 6 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
66	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
93	98	เดือด มีไอ เหนียวขึ้น สีแดง กลิ่นหอม
118	98	เห็นรอยไหม้ใกล้กลางก้นถัง เหม็นไหม้
236	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น
363	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
368	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.20 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษที่กล้วย 5 kg
ปรับไฟที่ 2 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
41	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
58	98	เดือด มีไอ เหนียวขึ้น สีแดง กลิ่นหอม
87	98	เห็นรอยไหม้ใกล้กลางก้นถัง เหม็นไหม้

107	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น
136	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
140	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.21 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษที่กล้วย 5 kg

ปรับไฟที่ 4 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
26	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
34	98	เดือด มีไอ เหนียวข้น สีแดง กลิ่นหอม
57	98	เห็นรอยไหม้กลางก้นถัง เหม็นไหม้
78	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น
106	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
110	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.22 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษที่กล้วย 5 kg

ปรับไฟที่ 6 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
18	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
27	98	เดือด มีไอ เหนียวข้น สีแดง กลิ่นหอม
35	98	เห็นรอยไหม้กลางก้นถัง เหม็นไหม้
61	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น
81	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
85	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.23 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษที่กล้วย 10 kg
ปรับไฟที่ 2 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
57	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
86	98	เดือด มีไอ เหนียวขึ้น สีแดง กลิ่นหอม
110	98	เห็นรอยไหม้กลางก้นถัง เหม็นไหม้
192	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น
254	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
260	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.24 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษที่กล้วย 10 kg
ปรับไฟที่ 4 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
44	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
63	98	เดือด มีไอ เหนียวขึ้น สีแดง กลิ่นหอม
95	98	เห็นรอยไหม้กลางก้นถัง เหม็นไหม้
168	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น
206	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
210	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.25 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษที่กล้วย 10 kg
ปรับไฟที่ 6 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
35	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
56	98	เดือด มีไอ เหนียวขึ้น สีแดง กลิ่นหอม
74	98	เห็นรอยไหม้กลางก้นถัง เหม็นไหม้

143	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น
178	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
183	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.26 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษที่กล้วย 15 kg

ปรับไฟที่ 2 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
67	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
188	98	เดือด มีไอ เหนียวข้น สีแดง กลิ่นหอม
268	98	เห็นรอยไหม้กลางก้นถัง เหม็นไหม้
304	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น
368	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
372	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.27 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษที่กล้วย 15 kg

ปรับไฟที่ 4 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
57	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
128	98	เดือด มีไอ เหนียวข้น สีแดง กลิ่นหอม
198	98	เห็นรอยไหม้กลางก้นถัง เหม็นไหม้
247	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น
276	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
280	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.28 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษที่กล้วย 15 kg
ปรับไฟที่ 6 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
47	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
87	98	เดือด มีไอ เหนียวขึ้น สีแดง กลิ่นหอม
176	98	เห็นรอยไหม้กลางก้นถัง เหม็นไหม้
225	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น
251	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
255	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.29 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษที่กล้วย 30 kg
ปรับไฟที่ 2 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
120	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
340	98	เดือด มีไอ เหนียวขึ้น สีแดง กลิ่นหอม
639	98	เห็นรอยไหม้กลางก้นถัง เหม็นไหม้
702	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น
916	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวขึ้น ปั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
920	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.30 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษที่กล้วย 30 kg
ปรับไฟที่ 4 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
131	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
324	98	เดือด มีไอ เหนียวขึ้น สีแดง กลิ่นหอม
415	98	เห็นรอยไหม้กลางก้นถัง เหม็นไหม้

506	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น
630	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น บั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
635	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.31 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษที่กล้วย 30 kg
ปรับไฟที่ 6 lb/in²

ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง(นาที)	อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะของกล้วยกวน
0	28	เหลว สีขาว
142	98	เดือด มีไอ สีขาว กลิ่นหอม
218	98	เดือด มีไอ เหนียวข้น สีแดง กลิ่นหอม
257	98	เหนียวไหม้กลางก้นถัง เหม็นไหม้
381	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น
469	98	สีน้ำตาลแดง เหนียวข้น บั่นไม่ติดมือ ได้ที่ ปิดแก๊ส
475	30	ปิดเครื่อง ตักกล้วยออก

ตารางที่ 4.32 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ
กล้วย 5 กิโลกรัม

แรงดันแก๊ส (lb/in ²)	เวลาที่ใช้ (นาที)	ปริมาณกล้วยหลังการกวน (กิโลกรัม)	ปริมาณแก๊สที่ใช้ (กิโลกรัม)
2	135	2.5	0.56
4	101	2.4	0.46
6	82	2.5	0.34

ตารางที่ 4.33 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ
กล้วยกวน 10 กิโลกรัม

แรงดันแก๊ส (lb/in ²)	เวลาที่ใช้ (นาที)	ปริมาณกล้วยหลังการกวน (กิโลกรัม)	ปริมาณแก๊สที่ใช้ (กิโลกรัม)
2	255	5.1	1.06
4	194	5.6	0.81
6	170	5.8	0.71

ตารางที่ 4.34 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ

กล้วยกวน 15 กิโลกรัม

แรงดันแก๊ส (lb/in ²)	เวลาที่ใช้ (นาที)	ปริมาณกล้วยหลังการกวน (กิโลกรัม)	ปริมาณแก๊สที่ใช้ (กิโลกรัม)
2	356	7.6	1.49
4	269	7.3	1.13
6	243	7.2	1.02

ตารางที่ 4.35 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบแรงคู่ควบ

กล้วย 30 กิโลกรัม

แรงดันแก๊ส (lb/in ²)	เวลาที่ใช้ (นาที)	ปริมาณกล้วยหลังการกวน (กิโลกรัม)	ปริมาณแก๊สที่ใช้ (กิโลกรัม)
2	718	15.8	3.02
4	472	15.7	2.01
6	368	15.5	1.51

ตารางที่ 4.36 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ

กล้วยกวน 5 กิโลกรัม

แรงดันแก๊ส (lb/in ²)	เวลาที่ใช้ (นาที)	ปริมาณกล้วยหลังการกวน (กิโลกรัม)	ปริมาณแก๊สที่ใช้ (กิโลกรัม)
2	140	2.4	0.58
4	100	2.6	0.42
6	85	2.8	0.36

ตารางที่ 4.37 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ

กล้วยกวน 10 กิโลกรัม

แรงดันแก๊ส (lb/in ²)	เวลาที่ใช้ (นาที)	ปริมาณกล้วยหลังการกวน (กิโลกรัม)	ปริมาณแก๊สที่ใช้ (กิโลกรัม)
2	260	5.2	1.09
4	197	5.3	0.82
6	183	5.8	0.77

ตารางที่ 4.38 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ

กล้วยกวน 15 กิโลกรัม

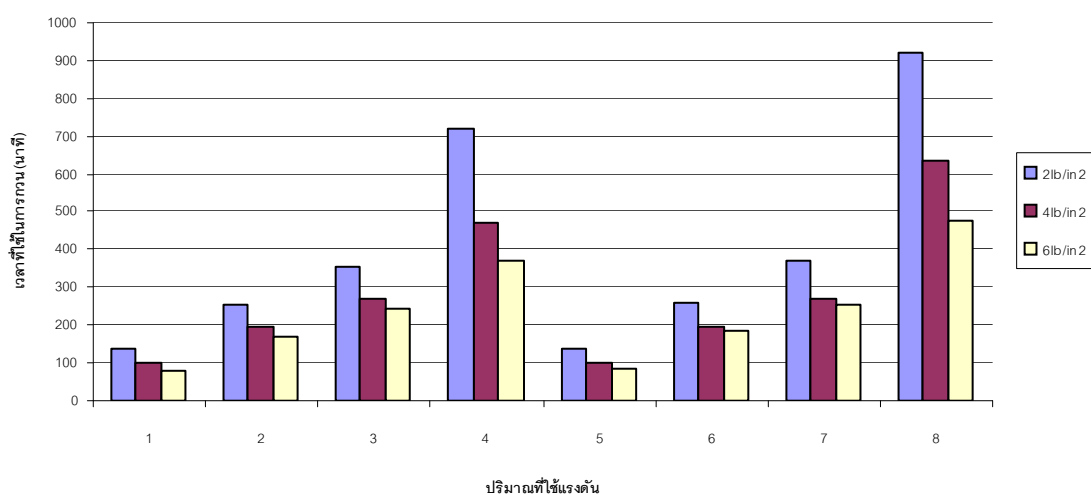
แรงดันแก๊ส (lb/in ²)	เวลาที่ใช้ (นาที)	ปริมาณกล้วยหลังการกวน (กิโลกรัม)	ปริมาณแก๊สที่ใช้ (กิโลกรัม)
2	372	7.8	1.56
4	270	7.4	1.13
6	255	6.8	1.07

ตารางที่ 4.39 บันทึกผลการทดลองการกวนกล้วยด้วยใบกวนแบบคายเศษ

กล้วย 30 กิโลกรัม

แรงดันแก๊ส (lb/in ²)	เวลาที่ใช้ (นาที)	ปริมาณกล้วยหลังการกวน (กิโลกรัม)	ปริมาณแก๊สที่ใช้ (กิโลกรัม)
2	920	15.8	3.77
4	635	15.4	2.51
6	475	15.2	2.01

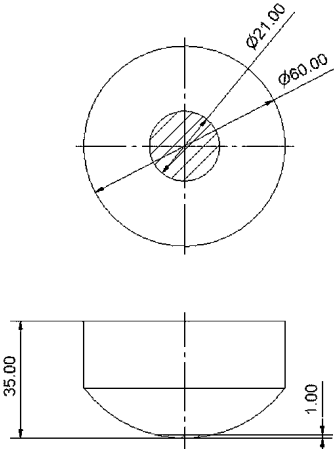
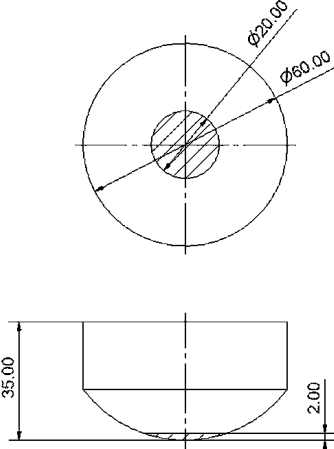
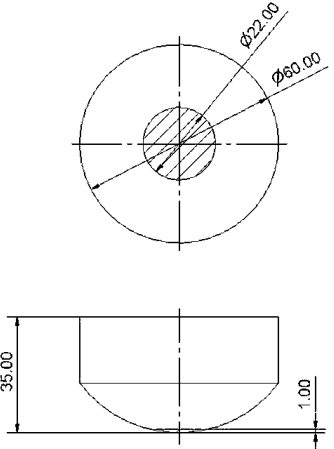
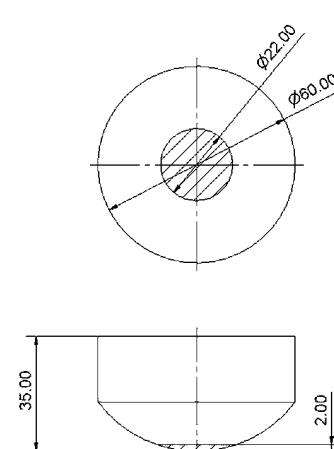
กราฟแรงดันต่อเวลาที่ใช้กวน



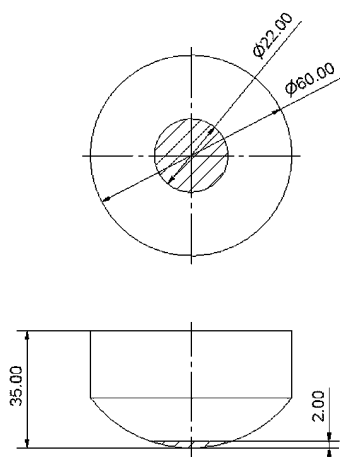
1. ใบกวนแรงคู่ควบกล้วย 5 kg
2. ใบกวนแรงคู่ควบกล้วย 10 kg
3. ใบกวนแรงคู่ควบกล้วย 15 kg
4. ใบกวนแรงคู่ควบกล้วย 30 kg
5. ใบกวนคายเศษกล้วย 5 kg
6. ใบกวนคายเศษกล้วย 10 kg
7. ใบกวนคายเศษกล้วย 15 kg
8. ใบกวนคายเศษกล้วย 30 kg

ภาพที่ 4.2 กราฟแรงดันต่อเวลาที่ใช้กวน

ตารางที่ 4.40 ลักษณะการไหม้ของใบกวนทั้งสองแบบ

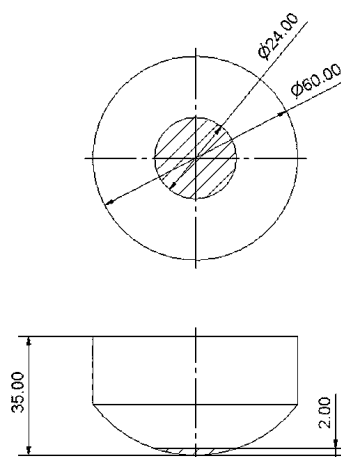
ใบกวนแบบแรงคู่ควบ	ใบกวนแบบคายเศษ
1. กลัวยกวน 5 กิโลกรัม ปรับไฟอ่อน  พื้นที่การไหม้ 349.502 cm²	1. กลัวยกวน 5 กิโลกรัม ปรับไฟอ่อน  พื้นที่การไหม้ 326.726 cm²
2. กลัวยกวน 5 กิโลกรัม ปรับไฟกลาง  พื้นที่การไหม้ 383.274 cm²	2. กลัวยกวน 5 กิโลกรัม ปรับไฟกลาง  พื้นที่การไหม้ 392.699 cm²

3. กล้วยกวน 5 กิโลกรัม ปรับไฟแรง



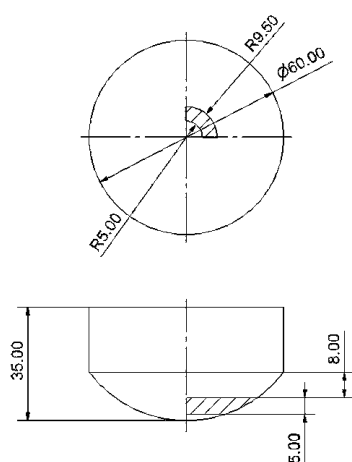
พื้นที่การไหม้ 392.699 cm^2

3. กล้วยกวน 5 กิโลกรัม ปรับไฟแรง



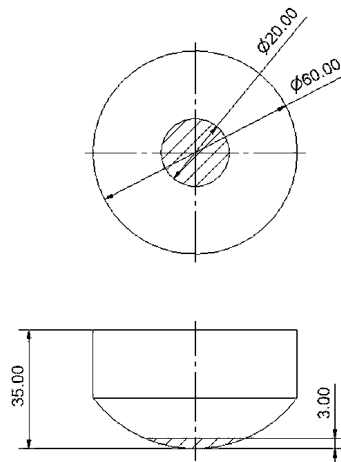
พื้นที่การไหม้ 464.956 cm^2

4. กล้วยกวน 10 กิโลกรัม ปรับไฟอ่อน



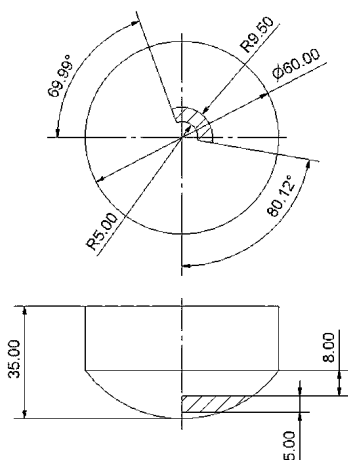
พื้นที่การไหม้ 86.590 cm^2

4. กล้วยกวน 10 กิโลกรัม ปรับไฟอ่อน



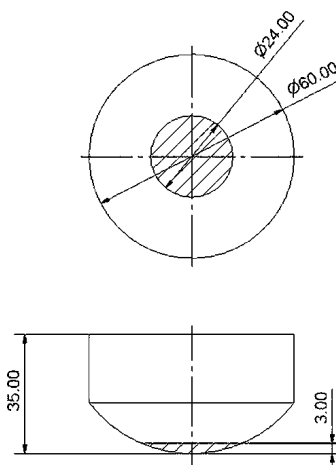
พื้นที่การไหม้ 342.434 cm^2

5. กัล้วยกวน 10 กิโลกรัม ปรับไฟกลาง



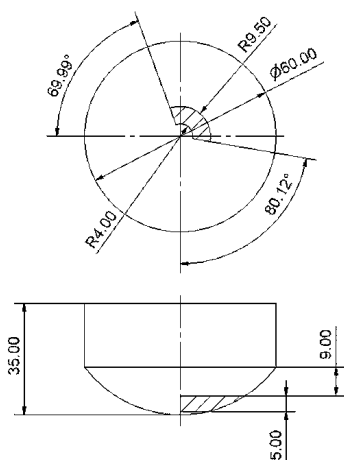
พื้นที่การไหม้ 115.454 cm^2

5. กัล้วยกวน 10 กิโลกรัม ปรับไฟอ่อน



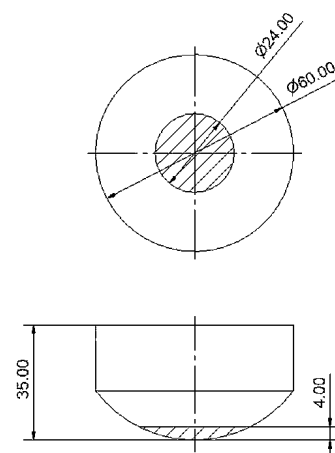
พื้นที่การไหม้ 480.664 cm^2

6. กัล้วยกวน 10 กิโลกรัม ปรับไฟแรง



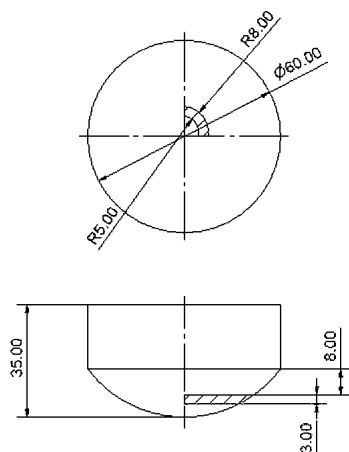
พื้นที่การไหม้ 104.982 cm^2

6. กัล้วยกวน 10 กิโลกรัม ปรับไฟแรง



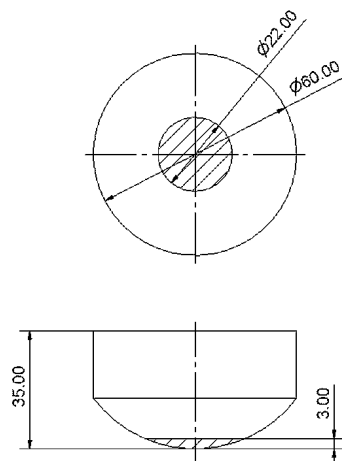
พื้นที่การไหม้ 502.655 cm^2

7. กัล้วยกวน 15 กิโลกรัม ปรับไฟอ่อน



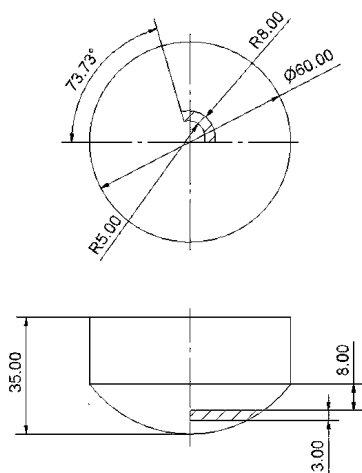
พื้นที่การไหม้ 56.549 cm^2

7. กัล้วยกวน 15 กิโลกรัม ปรับไฟอ่อน



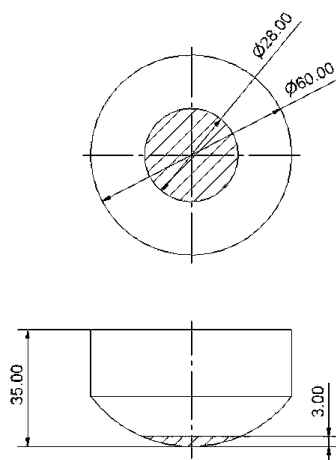
พื้นที่การไหม้ 408.407 cm^2

8. กัล้วยกวน 15 กิโลกรัม ปรับไฟกลาง



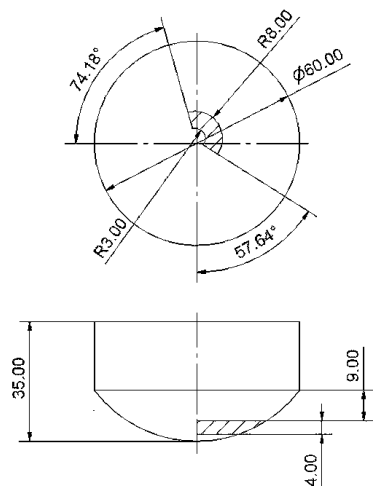
พื้นที่การไหม้ 66.602 cm^2

8. กัล้วยกวน 15 กิโลกรัม ปรับไฟกลาง



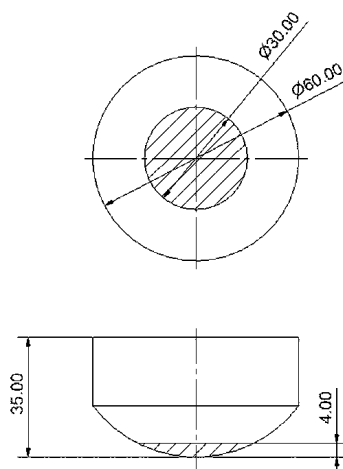
พื้นที่การไหม้ 644.026 cm^2

9. กลัวยกน 15 กิโลกรัม ปรับไฟแรง



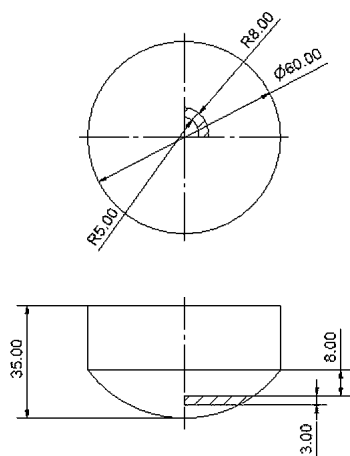
พื้นที่การไหม้ 89.666 cm²

9. กลัวยกน 15 กิโลกรัม ปรับไฟแรง



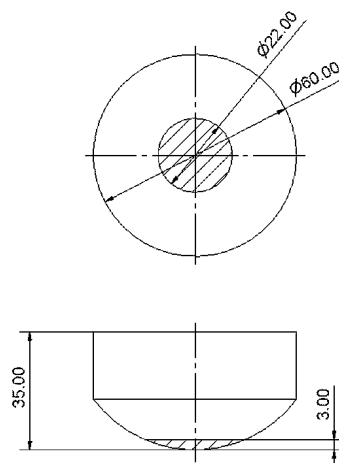
พื้นที่การไหม้ 757.124 cm²

10. กลัวยกน 30 กิโลกรัม ปรับไฟอ่อน



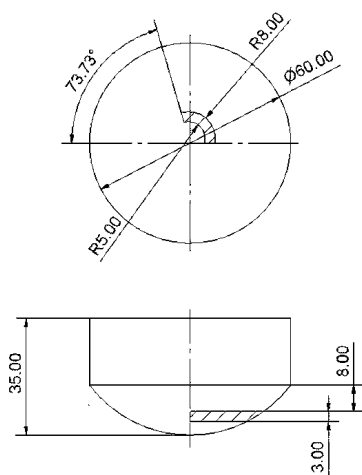
พื้นที่การไหม้ 56.549 cm²

10. กลัวยกน 30 กิโลกรัม ปรับไฟอ่อน



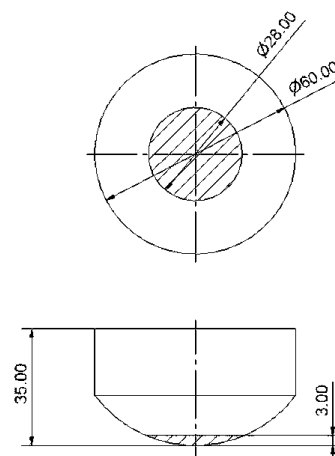
พื้นที่การไหม้ 408.407 cm²

11. กล้วยกวน 30 กิโลกรัม ปรับไฟกลาง



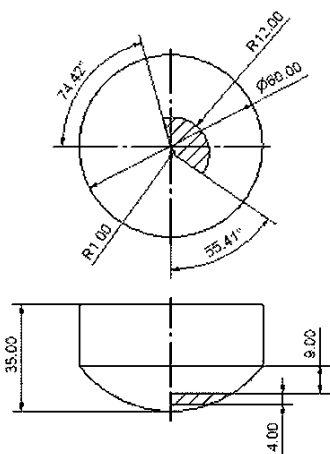
พื้นที่การไหม้ 66.602 cm²

11. กล้วยกวน 30 กิโลกรัม ปรับไฟกลาง



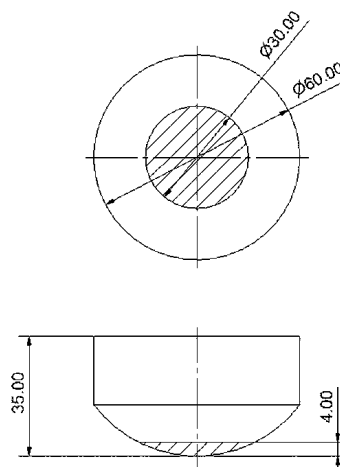
พื้นที่การไหม้ 644.026 cm²

12. กล้วยกวน 30 กิโลกรัม ปรับไฟแรง



พื้นที่การไหม้ 200.364 cm²

12. กล้วยกวน 30 กิโลกรัม ปรับไฟแรง



พื้นที่การไหม้ 757.124 cm²



ภาพที่ 4.3 การไหม้จากใบกวนแบบแรงคู่ควบกวนกล้วย 10 kg



ภาพที่ 4.4 การไหม้จากใบกวนแบบคายนเศษกวนกล้วย 10 kg



ภาพที่ 4.5 การไหม้จากใบกวนแบบคายนกเฉพาะกวนกล้วย 30 kg



ภาพที่ 4.6 การไหม้จากใบกวนแบบแรงคู่ควบกวนกล้วย 30 kg

ตารางที่ 4.41 เปรียบเทียบพื้นที่การไหม้ของใบกวนทั้งสองแบบ

ปริมาณและแรงดัน	ใบกวนแบบแรงคู่ควบ (cm^2)	ใบกวนแบบคายนพิเศษ (cm^2)
1. กลัวยกวน 5 kg ปรับไฟอ่อน	349.502	326.726
2. กลัวยกวน 5 kg ปรับไฟกลาง	383.274	392.699
3. กลัวยกวน 5 kg ปรับไฟแรง	392.699	464.956
4. กลัวยกวน 10 kg ปรับไฟอ่อน	86.590	342.434
5. กลัวยกวน 10 kg ปรับไฟกลาง	115.454	480.664
6. กลัวยกวน 10 kg ปรับไฟแรง	104.982	502.655
7. กลัวยกวน 15 kg ปรับไฟอ่อน	56.549	408.407
8. กลัวยกวน 15 kg ปรับไฟกลาง	66.602	644.026
9. กลัวยกวน 15 kg ปรับไฟแรง	89.666	757.124
10. กลัวยกวน 30 kg ปรับไฟอ่อน	56.549	408.407
11. กลัวยกวน 30 kg ปรับไฟกลาง	66.602	644.026
12. กลัวยกวน 30 kg ปรับไฟแรง	200.364	757.124

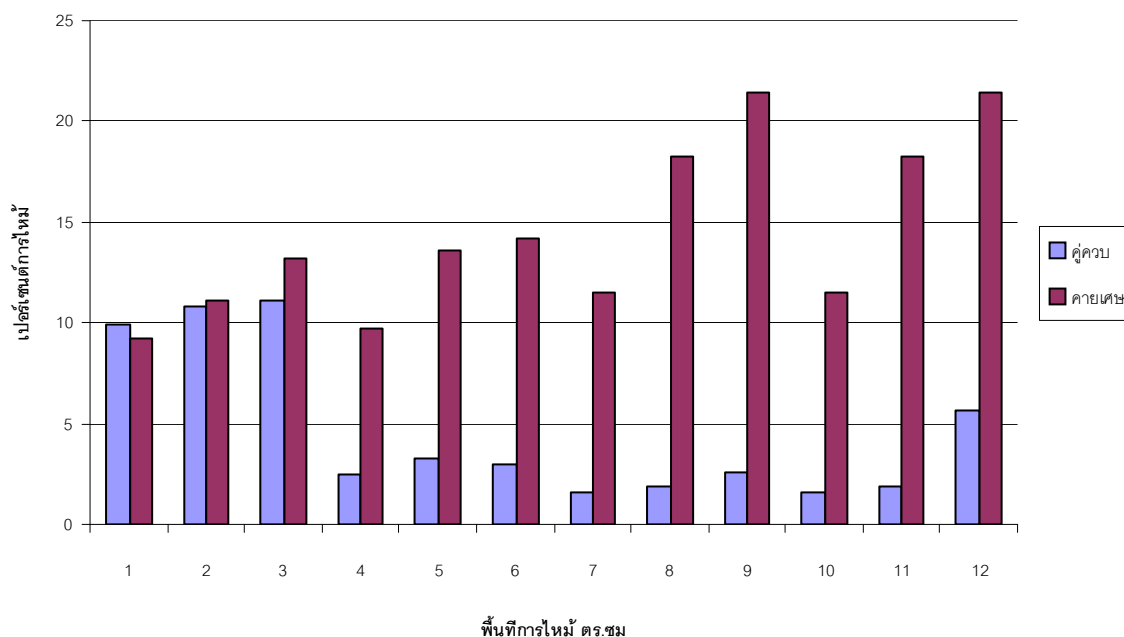
เปอร์เซ็นต์พื้นที่การไหม้ต่อพื้นที่กันถึง

พื้นที่กันถึง = 3534.292 ตร.ซม.

ตารางที่ 4.42 เปอร์เซ็นต์พื้นที่การไหม้ต่อพื้นที่กันถึงจากใบกวนทั้งสองแบบ

ปริมาณและแรงดัน	ใบกวนแบบแรงคู่ควบ	ใบกวนแบบคายนพิเศษ
1. กลัวยกวน 5 kg ปรับไฟอ่อน	9.89	9.24
2. กลัวยกวน 5 kg ปรับไฟกลาง	10.84	11.11
3. กลัวยกวน 5 kg ปรับไฟแรง	11.11	13.15
4. กลัวยกวน 10 kg ปรับไฟอ่อน	2.45	9.69
5. กลัวยกวน 10 kg ปรับไฟกลาง	3.27	13.60
6. กลัวยกวน 10 kg ปรับไฟแรง	2.97	14.22
7. กลัวยกวน 15 kg ปรับไฟอ่อน	1.60	11.55
8. กลัวยกวน 15 kg ปรับไฟกลาง	1.88	18.22
9. กลัวยกวน 15 kg ปรับไฟแรง	2.54	21.42
7. กลัวยกวน 30 kg ปรับไฟอ่อน	1.60	11.55
8. กลัวยกวน 30 kg ปรับไฟกลาง	1.88	18.22
9. กลัวยกวน 30 kg ปรับไฟแรง	5.67	21.42

กราฟเปรียบเทียบพื้นที่การไหม้



1.แรงดันต่ำกล้วย 5 kg	4.แรงดันต่ำกล้วย 10 kg	7.แรงดันต่ำกล้วย 15 kg	10.แรงดันต่ำกล้วย 30 kg
2.แรงดันกลางกล้วย 5 kg	5.แรงดันกลางกล้วย 10 kg	8.แรงดันกลางกล้วย 15 kg	11.แรงดันกลางกล้วย 30 kg
3.แรงดันแรงกล้วย 5 kg	6.แรงดันแรงกล้วย 10 kg	9.แรงดันแรงกล้วย 15 kg	12.แรงดันแรงกล้วย 30 kg

ภาพที่ 4.7 กราฟพื้นที่การไหม้

สรุปผลการทดลอง

จากภาพที่ 4.2 กราฟแรงดันต่อเวลาที่ใช้กววน ใช้แรงดันไฟมากกับใบกววนทั้งสองแบบ กววนกล้วย กล้วยกววนจะสุกเร็วกว่าการใช้แรงดันไฟต่ำ แต่จากภาพที่ 4.7 กราฟพื้นที่การไหม้ กววนกล้วยที่ปริมาณน้อยคือที่ 5 กิโลกรัมพื้นที่การไหม้ของใบกววนทั้งสองแบบเกือบจะเท่าๆกัน แต่เมื่อกล้วยปริมาณเพิ่มมากขึ้นใบกววนแบบแรงคู่ควบจะมีพื้นที่การไหม้ลดลงกว่าใบกววนแบบคายนะ

ประสิทธิภาพเครื่องเก่า

จากการสัมภาษณ์ นางศิริไล พี่องชูชาติ ประธานกลุ่มทรายมูลพัฒนา เมื่อวันที่ 28 มิถุนายน 2548 กัลล้วยกวนที่มีคุณภาพจะต้องมี สีน้ำตาลแดง รสชาติหวานมัน ไม่มีกลิ่นเหม็นคาว ไม่มีสิ่งสกปรกเจือปน โดยใช้อัตราส่วนผสม กัลล้วย : กะทิ : น้ำตาล คือ 7.5 kg : 1 kg : 1 kg จะทำการผลิตกัลล้วยกวนด้วยเครื่องกวน เครื่องกวนมีต้นกำลังเป็นมอเตอร์ 1 แรงม้า ส่งกำลังด้วยสายพาน ใช้เกียร์รถยนต์ในการส่งถ่ายกำลังไปยังแกนหมุนใบกวน เกิดปัญหาที่เกียร์รถยนต์ซึ่งมีน้ำมันรั่วออกมาและเวลากวนมีกัลล้วยไหม้ การผลิตแต่ละครั้งจะทำที่กัลล้วย 30 กิโลกรัม ใช้เวลากวนต่อครั้งประมาณ 10 ชั่วโมง 18 นาที ได้กัลล้วยกวน 15 กิโลกรัม

การทดลองหาประสิทธิภาพเครื่องที่พัฒนา

การหาประสิทธิภาพเครื่องกวนกัลล้วยที่พัฒนาเมื่อประกอบใบกวนแบบแรงคู่ควบ

เครื่องเดิมกวนกัลล้วยที่ 30 kg ใช้เวลา = 618 นาที = 100 %

เครื่องที่พัฒนากวนกัลล้วยที่ 30 kg ใช้เวลาเร็วที่สุด = 368 = $\frac{100 \times 368}{618} = 59.547$

ประสิทธิภาพของเครื่องกวนเมื่อประกอบใบกวนแบบแรงคู่ควบ = $100 - 59.547 = 40.45 \%$

การหาประสิทธิภาพเครื่องกวนกัลล้วยที่พัฒนาเมื่อประกอบใบกวนแบบแรงคายนพิเศษ

เครื่องเดิมกวนกัลล้วยที่ 30 kg ใช้เวลา = 618 นาที = 100 %

เครื่องที่พัฒนากวนกัลล้วยที่ 30 kg ใช้เวลาเร็วที่สุด = 475 นาที = $\frac{100 \times 475}{618} = 76.861$

ประสิทธิภาพของเครื่องกวนเมื่อประกอบใบกวนแบบแรงคายนพิเศษ = $100 - 76.861 = 23.14 \%$

หมายเหตุ กวนกัลล้วยที่ได้จากการทดลองมีคุณภาพ สีน้ำตาลแดง รสชาติหวานมัน ไม่มีกลิ่นเหม็นคาว ไม่มีสิ่งสกปรกเจือปน

สรุปผลการทดลอง

เมื่อกวนกัลล้วยที่ 30 kg ใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควบมีประสิทธิภาพเพิ่มจากเครื่องเก่า 40.45 % กัลล้วยที่ได้หลังการกวนหนัก 15.5 kg และเมื่อใช้ใบกวนแบบคายนพิเศษมีประสิทธิภาพเพิ่มจากเครื่องเก่า 23.14 % กัลล้วยหลังการกวนหนัก 15.2 kg

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

จากการทดลองที่ผ่านมาโดยการกำหนดค่าของตัวแปร แรงดันแก๊สและแบบลักษณะของใบกวน ซึ่งมีผลกระทบต่อการไหม้ของกล้วยกวน สามารถสรุปได้ดังนี้

แรงดันแก๊สที่ใช้ในการกวน

ตารางที่ 4.5 – 4.7 แสดงให้เห็นถึงธรรมชาติของกล้วยกวน เมื่อได้รับไฟแรงกล้วยกวนจะไหม้เร็วกว่าการได้รับไฟอ่อน คือปรับไฟอ่อน ไฟกลาง ไฟแรง กล้วยกวนจะไหม้ 180,140,100 วินาทีตามลำดับ แต่เมื่อมีการกวน ปรับแรงดันไฟแรงจะทำให้กล้วยกวนสุกเร็วขึ้น จากภาพที่ 4.2 กราฟแรงดันต่อเวลาที่ใช้ในการกวน เวลาที่ใช้กวนจะนานที่สุด เมื่อปรับไฟอ่อนใช้ใบกวนแบบคายเศษ คือ 372 นาที และจะใช้เวลากวนเร็วที่สุด เมื่อปรับไฟแรงใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควบ คือ 82 นาที และเมื่อปรับแรงดันเพิ่มขึ้นก็จะทำให้พื้นที่การไหม้เพิ่มมากขึ้น จากตารางที่ 4.41 เปรียบเทียบพื้นที่การไหม้ของใบกวนทั้งสองแบบ ใบกวนแบบคายเศษพื้นที่ไหม้มากที่สุดกวนกล้วยที่ 15 kg ปรับไฟแรง ที่ 757.124 cm^2 และมีพื้นที่ไหม้น้อยที่สุดกวนกล้วยที่ 5 kg ปรับไฟอ่อน ที่ 326.726 cm^2 เมื่อใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควบกวนกล้วย จะมีพื้นที่ไหม้น้อยที่สุดที่ 15 kg ปรับไฟอ่อน คือ 56.549 cm^2 และมีพื้นที่ไหม้มากที่สุดกวนกล้วยที่ 5 kg ปรับไฟแรง ที่ 392.699 cm^2

แบบลักษณะของใบกวน

ใบกวนแบบแรงคู่ควบจะครอบคลุมพื้นที่ก้นถังได้น้อยเมื่อปริมาณกล้วยมีน้อยและจะครอบคลุมพื้นที่ก้นถังมาก เมื่อปริมาณกล้วยมากกว่า 10 kg ทำให้ยิ่งกวนกล้วยมากก็จะมีเปอร์เซ็นต์การไหม้น้อยลง จากภาพที่ 4.7 กราฟพื้นที่การไหม้ต่อกันถึง ใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควบกวนกล้วยที่ 15 kg ปรับไฟอ่อน จะทำให้กล้วยกวนมีพื้นที่ไหม้ที่ก้นถังน้อยที่สุด 1.60 % ซึ่งจากตารางที่ 4.41 จะมีพื้นที่การไหม้ 56.549 cm^2 และกวนกล้วยที่ 5 Kg ปรับไฟแรง จะทำให้กล้วยกวนมีพื้นที่ไหม้ที่ก้นถังมากที่สุด 11.11 % ซึ่งจากตารางที่ 4.41 จะมีพื้นที่การไหม้ 392.699 cm^2

เมื่อกวนกล้วยในปริมาณน้อย ความหนาแน่นของกล้วยไม่มีแรงพอที่จะทำให้ใบกวนแบบแรงคู่ควมหมุนได้ อย่างน้อยต้องมีกล้วยอยู่ในปริมาณที่ท่วมใบกวนแรงจึงพอทำให้ใบกวนหมุน กล้วยที่ 10 kg พอที่จะท่วมใบกวนจึงทำงานได้ดีตั้งแต่ปริมาณนี้ ใบกวนหมุนก็สามารถทำให้กล้วยที่ได้รับความร้อนมากที่สุดจากส่วนกลางกระจายออกมาด้านข้างได้มากที่สุด ทำให้ส่วนที่ร้อนลดความร้อนส่วนที่เย็นได้รับความร้อน จึงเป็นการลดการไหม้ได้เมื่อกวนที่ปริมาณมาก

ใบกวนแบบคายนะจะครอบคลุมพื้นที่ก้นถึงเกือบจะเท่าๆ กันไม่ว่าจะมีกล้วยปริมาณเท่าใดก็ตาม จากภาพที่ 4.7 กราฟพื้นที่การไหม้ต่อพื้นที่ก้นถึง ใช้ใบกวนแบบคายนะกวนกล้วยที่ 5 kg ปรับไฟอ่อน จะทำให้กล้วยกวนมีพื้นที่ไหม้ที่ก้นถึงน้อยที่สุด 9.24 % ซึ่งจากตารางที่ 4.41 จะมีพื้นที่การไหม้ 326.726 cm^2 และกวนกล้วยที่ 15 kg ปรับไฟแรง จะทำให้กล้วยกวนมีพื้นที่ไหม้ที่ก้นถึงมากที่สุด 21.42 % ซึ่งจากตารางที่ 4.41 จะมีพื้นที่การไหม้ 757.124 cm^2

ประสิทธิภาพเครื่อง

เมื่อกวนกล้วยที่ 30 kg ใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควมมีประสิทธิภาพเพิ่มจากเครื่องเก่า 40.45 % กล้วยหลังการกวนหนัก 15.5 kg และเมื่อใช้ใบกวนแบบคายนะมีประสิทธิภาพเพิ่มจากเครื่องเก่า 23.14 % กล้วยหลังการกวนหนัก 15.2 kg

ปัญหาที่พบในการดำเนินโครงการ

1. เครื่องมือเครื่องจักรมีไม่เพียงพอสำหรับงานบางอย่างทำให้เสียเวลาในการปฏิบัติ
2. ค่าวัสดุแพงกว่าตอนจัดงบประมาณทำให้งบประมาณขาดแคลน
3. ต้องมีการแก้แบบให้เหมาะสมกับการปฏิบัติ

ข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบและทำงานอยู่กับเครื่องที่ใช้ทดสอบพบว่าปัญหาที่ต้องทำการแก้ไขและปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องมีดังนี้

1. ใบกวนแบบแรงคู่ควมเพิ่มแกนกวนด้านข้างเพื่อให้ใบกวนอยู่ศูนย์กลาง
2. ใบกวนแบบคายนะทำให้มี 2 ใบก็พอเพราะมีมากทำให้มีพื้นที่สัมผัสก้นถึงน้อย
3. ใบกวนแบบคายนะต้องติดแผ่นปิดกลางเพื่อลดช่องว่างจากการเอียงมุม

4. แกนล็อกต้องใส่บุชพลาสติกเพื่อให้เกิดการหล่อลื่นดีขึ้น
5. ระบบส่งกำลังออกแบบการยึดให้แข็งแรง
6. ระบบล็อกโครงล่างและบนทำให้แข็งแรงขึ้น

บรรณานุกรม

- การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย. ความรู้เรื่องก๊าซผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมเหลว, 2533
- จรัสพงศ์ เจียตระกูล. การศึกษาการอบแห้งกล้วยน้ำว้าโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบถาด.
วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2542
- ชลิตต์ มธุรสมนตรี. และคณะ. กระบวนการผลิต. กรุงเทพฯ ฯ สำนักพิมพ์ ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ
ดวงแก้ว ศรีลักษณ์. หมัศจรรย์พันธุ์กล้วยในไทย: สำนักพิมพ์แสงแดดเพื่อเด็ก, 2544
- ดอกรूप พุทธมงคล. และสมชาย เกตุพันธุ์. วัสดุช่าง: สำนักพิมพ์พิทักษ์อักษร
เต๋อง โรมมา. และคณะ. กลศาสตร์ประยุกต์. พิมพ์ครั้งที่ 9 . กรุงเทพฯ ฯ : บริษัท ประจักษ์ จำกัด, 2529
- ทรงวุฒิ สุตาลังกา. วันพิรุณ ชัยสุริยะ . และสราวุฒิ ไชยมาตร์. การสร้างเครื่องทำขนมกล้วย.
ปริญญาานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ, 2545
- บรรเลง ศรีนิล และ กิตติ นิงสานนท์. การคำนวณและออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล:
โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2538
- บรรเลง ศรีนิล . และ ประเสริฐ ก้วยสมบัติ. ตารางโลหะ: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าพระนครเหนือ, 2538
- เบญจมาศ ศิลาชัย. กล้วย: บริษัท ประชาชน จำกัด, 2534
- ผจญ จินะ. สมพงษ์ วังวน . และหนุ่ม อินัน. การสร้างเครื่องทำขนมสับปะรดกวน.
ปริญญาานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุ
ศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ, 2546
- มานพ ตันตระบัณฑิตย์. เขียนแบบวิศวกรรม, กรุงเทพฯ ฯ : บริษัท ประชาชน จำกัด
วิทธิ อึ้งภากรณ์ . และ ชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 10:
บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2534
- วิทธิ อึ้งภากรณ์ . และ ชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม 2: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น
จำกัด, 2535
- วุฒิชัย จันทรัตน์. อนุวัฒน์ อินทะจักร์. การสร้างและพัฒนาเครื่องผ่านกล้วยแผ่นยาว.

- ปริญญาณิพนธ์ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ,2546
- เสวก ผาสุก.ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น.พิมพ์ครั้งที่ 3 :ห้างหุ้นส่วนจำกัดรุ่งเรืองสาสน์การพิมพ์,2540
- สุทิน ประเสริฐสุนทร.กลศาสตร์ของแข็ง:สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ,2538
- สุนทร พูนพิพัฒน์ . และไสว พักขาว.วิทยาศาสตร์ 2 .จำนวน 2000 เล่ม.กรุงเทพ ฯ :บริษัท สำนักพิมพ์อมพันธ์ จำกัด,2540
- สมบัติ สมพัทธ์. และประภาส จรรยาเสน.เครื่องผ่านกล้วยแผ่นกลม.ปริญญาณิพนธ์
ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ,2543
- อภิสิทธิ์ วิริยานนท์.กล้วย ช่วยกู้ฐานะเร็วไว ผลไม้แห่งนักปราชญ์.พิมพ์ครั้งที่ 2:บริษัท
สำนักพิมพ์น้ำฝน,2543
- กล้วยกวน.<http://www.geocities.com/BourbonStreet/Delta/7219/Desserts/ie-thai-krowkoan.htm>
- กล้วยน้ำว้า.<http://www.doae.go.th/plant/banana.htm>

ภาคผนวก ก.

การคำนวณ

การคำนวณและออกแบบเครื่องกวนกล้วย

1. การคำนวณความหนาแน่นในการออกแบบเครื่องกวนกล้วย

จากสูตร $D = \frac{m}{v}$ (1)

D = ความหนาแน่น หน่วย g / cm^3

m = มวล หน่วย g

v = ปริมาตร หน่วย cm^3

หาปริมาตรทรงกระบอกจากสูตร $v_{\text{ทรงกระบอก}} = \pi r^2 h$ (2)

$v_{\text{ทรงกระบอก}}$ = ปริมาตรทรงกระบอก หน่วย cm^3

π = 3.14

r = รัศมีทรงกระบอก หน่วย cm

h = ความสูงทรงกระบอก หน่วย cm

1.1 ความหนาแน่นของกล้วยสุกปั่นให้ละ

ข้อมูลในการคำนวณหาความหนาแน่นได้มาจาก การทดลองหาความหนาแน่นส่วนประกอบ
ของกล้วยกวน ในบทที่ 4

ข้อมูล กล้วยใส่แก้วทรงกระบอกมีขนาดโตใน $\varnothing 6.1 \times 10.6 \text{ cm}$ น้ำหนักแก้วเปล่าหนัก
205 g เมื่อชั่งกล้วยปั่นเต็มหนัก 460 g กล้วยหนัก 255 g

แทนค่าในสูตร (2) $v_{\text{ทรงกระบอก}} = \pi r^2 h = \pi \times 3.05^2 \times 10.6 = 309.781 \text{ cm}^3$

แทนค่าในสูตร (1) $D = \frac{255}{310} = 0.822 \text{ g} / \text{cm}^3$

$\therefore$ กล้วยสุกปั่นให้ละมีความหนาแน่น $0.822 \text{ g} / \text{cm}^3$

1.2 ความหนาแน่นของกล้วยกวนแบบทอफी

ข้อมูล กล้วยกวนมีขนาด $\varnothing 1.4 \times 2.7 \text{ cm}$ และ เมื่อชั่ง 18 ลูก หนัก 100 g

แทนค่าในสูตร (2) $v_{\text{ทรงกระบอก}} = \pi r^2 h = \pi \times 0.7^2 \times 2.7 = 4.156 \text{ cm}^3$

และปริมาตรกล้วย 18 ลูก = $4.156 \times 18 = 74.808 \text{ cm}^3$

$$\text{แทนค่าในสูตร (1) } D = \frac{100}{74.808} = 1.337 \text{ g / cm}^3$$

∴ กล้วยกวนแบบทอफीมีความหนาแน่น 1.337 g / cm³

1.3 ความหนาแน่นของน้ำตาลทรายแดง

ข้อมูล น้ำตาลใส่แก้วทรงกระบอกมีขนาดโตใน $\varnothing 6.1 \times 10.6 \text{ cm}$ น้ำหนักแก้วเปล่า หนัก 205 g และ เมื่อชั่งน้ำตาลเต็มหนัก 675 g น้ำตาลหนัก 470 g

$$\text{แทนค่าในสูตร (2) } v_{\text{ทรงกระบอก}} = \pi r^2 h = \pi \times 3.05^2 \times 10.6 = 309.781 \text{ cm}^3$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (1) } D = \frac{470}{310} = 1.516 \text{ g / cm}^3$$

∴ น้ำตาลทรายแดงมีความหนาแน่น 1.516 g / cm³

1.4 ความหนาแน่นของเกลือบีน

ข้อมูล เกลือใส่แก้วทรงกระบอกมีขนาดโตใน $\varnothing 6.1 \times 10.6 \text{ cm}$ น้ำหนักแก้วเปล่า หนัก 205 g และ เมื่อชั่งเกลือเต็มหนัก 1405 g เกลือหนัก 1200 g

$$\text{แทนค่าในสูตร (2) } v_{\text{ทรงกระบอก}} = \pi r^2 h = \pi \times 3.05^2 \times 10.6 = 309.781 \text{ cm}^3$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (1) } D = \frac{1200}{310} = 3.871 \text{ g / cm}^3$$

∴ เกลือบีนมีความหนาแน่น 3.871 g / cm³

1.5 ความหนาแน่นของกะทิ

ข้อมูล กะทิใส่แก้วทรงกระบอกมีขนาดโตใน $\varnothing 6.1 \times 10.6 \text{ cm}$ น้ำหนักแก้วเปล่า หนัก 205 g และ เมื่อชั่งกะทิเต็มหนัก 705 g กะทิหนัก 500 g

$$\text{แทนค่าในสูตร (2) } v_{\text{ทรงกระบอก}} = \pi r^2 h = \pi \times 3.05^2 \times 10.6 = 309.781 \text{ cm}^3$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (1) } D = \frac{500}{310} = 1.613 \text{ g / cm}^3$$

∴ กะทิมีความหนาแน่น 1.613 g / cm³

2. หาคความกดดันของกล้วยกวนที่มีต่อถังกวน

$$\text{จากสูตร} \quad P = g \times D \times h \quad \dots\dots\dots(3)$$

P = ความกดดัน หน่วย N / m^2

$g = 9.81 \text{ m} / \text{s}^2$

D = ความหนาแน่น หน่วย kg / m^3

h = ความลึกของของเหลว หน่วย m

แทนค่าในสูตร (3) $P = g \times D \times h$

$D = 1337 \text{ kg} / \text{m}^3$ (เลือกใช้ความหนาแน่นของกล้วยกวนเพราะเป็นผลิตภัณฑ์)

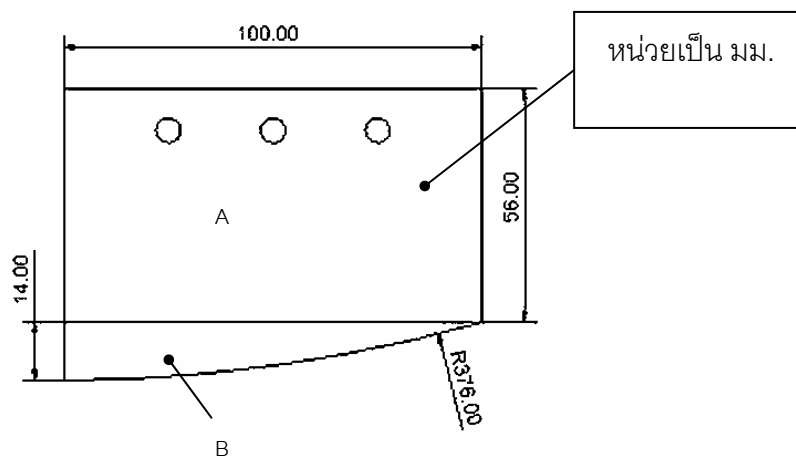
$h = 0.35 \text{ m}$ (ได้จากค่าความสูงของถังกวนเมื่อมีกล้วยกวนเต็ม)

$P = g \times D \times h = 9.81 \times 1337 \times 0.35 = 4590.59 \text{ N} / \text{m}^2$

$\therefore$ ความกดดันของกล้วยกวนมีค่า $4590.59 \text{ N} / \text{m}^2 = 0.459 \text{ N} / \text{cm}^2$

3. การคำนวณขนาดแกนใบกวนแบบแรงคู่ควบ

3.1 แรงที่เกิดขึ้นกับใบกวนแบบแรงคู่ควบ



ภาพที่ 1ก ใบกวนแบบคายนะ

จากสูตร $P = \frac{F}{A}$ (4)

P = ความกดดัน หน่วย N / cm^2

F = แรง หน่วย N

$$A = \text{พื้นที่} \quad \text{หน่วย cm}^2$$

จากสูตร (4) จะได้ $F = PA$ (5)

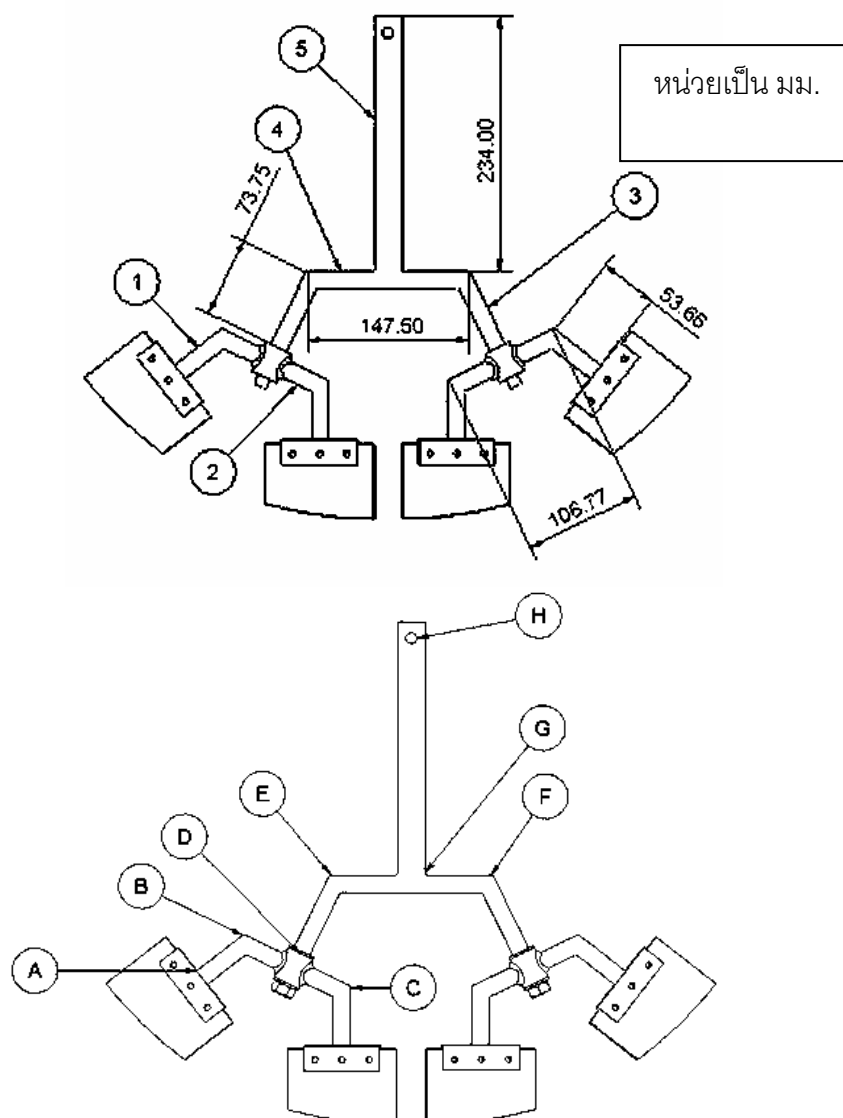
ความกดดันของก๊วยกวน $P = 0.459 \text{ N / cm}^2$

ใบกวนแบบแรงคู่มีพื้นที่ $A = 65.049 \text{ cm}^2$ ใช้โปรแกรม Autocad 2000 ในการหาพื้นที่

แทนค่าในสูตร (5) $F = PA = 0.459 \times 65.049 = 29.857 \text{ N}$

∴ มีแรงกระทำที่ใบกวนแบบแรงคู่ควบ 29.857 N

3.2 พิจารณาแรงที่เกิดขึ้นกับแกนใบกวนแบบแรงคู่ควบ



แกนที่ 1 รับแรงกดจากใบกวนที่จุด A $F = 29.857 \text{ N}$

แกนที่ 2

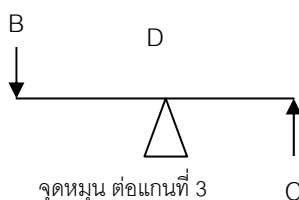


จุด A รับแรงกดจากแกน 1 ที่จุด B จุดเชื่อมต่อ

แกนที่ 1 เป็นคานายื่น ทำให้แรงที่ $A = B = 29.857 \text{ N}$

$\therefore$ แกนที่ 2 รับแรง $F = 29.857 \text{ N}$

แกนที่ 3



จากแกนที่ 2 จะมีแรงขนาน 2 แรงที่มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงข้ามกันกระทำที่แกนที่ 3 ทำให้เกิดแรงคู่ควบ แรงที่กระทำ $F = 29.857 \text{ N}$ และความยาวของแกนที่ 2 $a = 10.677 \text{ cm}$

จากสูตร โมเมนต์ของแรงคู่ควบ $M_c = F \cdot a$ (6)

M_c = โมเมนต์แรงคู่ควบ หน่วย Ncm

F = แรงที่กระทำ หน่วย N

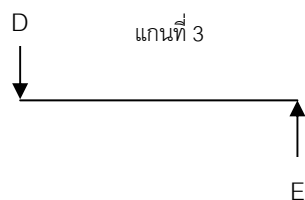
a = ระยะห่างที่แรงกระทำ หน่วย cm

เมื่อ $F = 29.857 \text{ N}$ และ $a = 10.677 \text{ cm}$

แทนค่าในสูตร (6) $M_c = F \cdot a = 10.677 \times 29.857 = 318.783 \text{ Ncm}$

$\therefore$ แกนที่ 3 จะได้รับโมเมนต์แรงคู่ควบจากแกนที่ 2 ที่จุดหมุน $M_c = 318.783 \text{ Ncm}$

แกนที่ 4



จากแกนที่ 3

จุด D รับแรงกดจากแกน 2 และจุด E จุดเชื่อมต่อแกนที่ 4

แกนที่ 3 เป็นคานายื่น ทำให้แรงที่ $D = E$ แต่ที่จุด D รับเป็นโมเมนต์แรงคู่ควบจากแกนที่ 2

$$\text{จากสูตร } R = \frac{M}{L} \dots\dots\dots (7)$$

R = แรงลัพธ์ หน่วย N

M = โมเมนต์ หน่วย Ncm

L = ความยาวระยะห่างจากแนวแรง หน่วย cm

เมื่อโมเมนต์แรงคู่ควบจากแกนที่ 2 ที่จุดหมุน $M_c = 318.783 \text{ Ncm}$

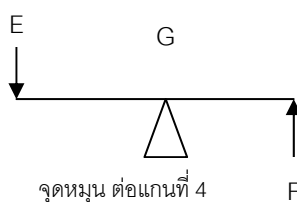
และความยาวของแกนที่ 3 $L = 7.375 \text{ cm}$

$$\text{แทนค่าจากสูตร (7) } R = \frac{M}{L} = \frac{318.783}{7.375} = 43.225 \text{ N}$$

จึงทำให้จุด E รับแรง = 43.225 N

$\therefore$ แกนที่ 4 จึงรับแรง $R = 43.225 \text{ N}$

แกนที่ 5



จากแกนที่ 4 จะมีแรงขนาน 2 แรงที่มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงข้ามกันกระทำที่แกนที่ 5

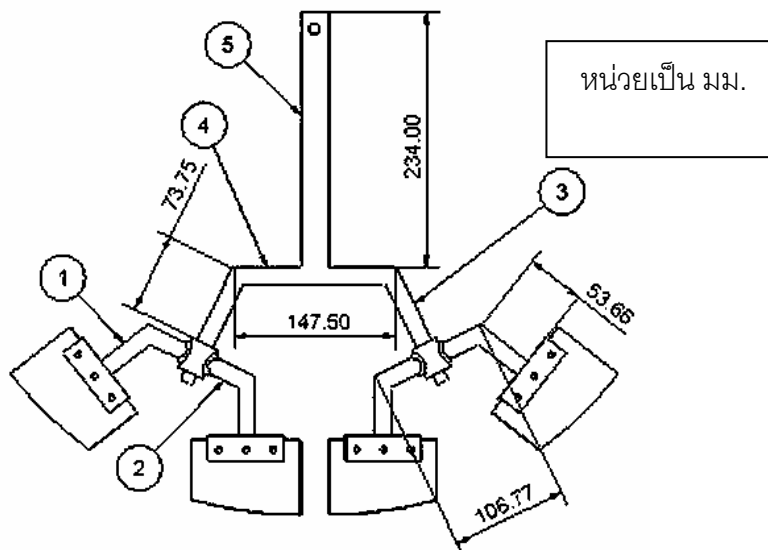
ทำให้เกิดแรงคู่ควบ $F = 43.225$ และความยาวของแกนที่ 4 $a = 14.75 \text{ cm}$

เมื่อ $F = 43.225 \text{ N}$ และ $a = 14.75 \text{ cm}$

แทนค่าในสูตร (6) $M_c = F \cdot a = 14.75 \times 43.225 = 637.569 \text{ Ncm}$

$\therefore$ แกนที่ 5 จะได้รับโมเมนต์แรงคู่ควบจากแกนที่ 4 $M_c = 637.569 \text{ Ncm}$

3.3 การคำนวณหาขนาดแกนใบกวนแบบแรงคู่ควบ



หาค่าความเค้นเฉือนในการคำนวณ

วัสดุที่ใช้ทำแกนคือ สแตนเลส จากตารางเหล็กปลอดสนิม Austenite ในภาคผนวก ข ความเค้นที่จุดยืดหยุ่น 205 N / mm^2 และ ความต้านแรงดึงสูงสุด 490 N / mm^2 และจากตารางค่าความปลอดภัยภาคผนวก ข เลือกใช้ค่าความปลอดภัย $N_y = 2$ และ $N_u = 4$ เพราะ เกิดแรงกระทำสม่ำเสมอ

$$\text{จากสูตร } N_y = \frac{\text{Yield Strength}}{\text{Working Stress}} \dots\dots\dots(8)$$

$$\text{จากสูตร (8) Working Stress} = \frac{\text{Yield Strength}}{N_y} = \frac{205}{2} = 102.5 \text{ N / mm}^2$$

$$\text{จากสูตร } N_u = \frac{\text{Ultimate Strength}}{\text{Working Stress}} \dots\dots\dots(9)$$

$$\text{จากสูตร (9) Working Stress} = \frac{\text{Ultimate Strength}}{N_u} = \frac{490}{4} = 122.5 \text{ N / mm}^2$$

∴ ใช้ค่าความเค้นที่ใช้ในการคำนวณมีค่า 102.5 N / mm² เพราะเป็นค่าความเค้นใช้งานน้อยสุดซึ่งจะทำให้ชิ้นส่วนเสียรูปทรงก่อนที่จะแตกหักเสียหายไปยังชิ้นส่วนอื่น

หาขนาดแกนที่ 1

$$\text{จากสูตร } W_b = \frac{M_{b \max}}{\sigma_{b \max}} \dots\dots\dots(10)$$

W_b = โมเมนต์ต้านดัด หน่วย mm³

$M_{b \max}$ = โมเมนต์ดัด หน่วย Nmm

$\sigma_{b \max}$ = ความเค้นดัดสูงสุด หน่วย N / mm²

$$\text{จากสูตร } M_{b \max} = F \cdot L \dots\dots\dots(11)$$

$M_{b \max}$ = โมเมนต์ดัด หน่วย Nmm

F = แรงที่กระทำ หน่วย N

L = ความยาวระยะห่างจากแนวแรง หน่วย mm

เมื่อแกนที่ 1 ได้แรงกดจากใบกวน $F = 29.857 \text{ N}$, ความยาวแกนที่ 1 $L = 54 \text{ mm}$ และความเค้นดัดของวัสดุที่ใช้คำนวณ $\sigma_{b \max} = 102.5 \text{ N / mm}^2$

$$\text{แทนค่าในสูตร (10) } W_b = \frac{M_{b \max}}{\sigma_{b \max}} = \frac{F \times L}{\sigma_{b \max}} = \frac{29.857 \times 54}{102.5} = 15.729 \text{ mm}^3$$

$$\text{จากสูตร } W_b = \frac{\pi d^3}{32} \dots\dots\dots(12)$$

W_b = โมเมนต์ต้านดัด หน่วย mm³

d = เส้นผ่านศูนย์กลาง หน่วย mm

$\pi = 3.14$

$$\text{จากสูตร (12) } d = \sqrt[3]{\frac{W_b \cdot 32}{\pi}} \dots\dots\dots (13)$$

$$\text{เมื่อ } W_b = 15.729 \text{ mm}^3 \text{ แทนค่าในสูตร (13) } d = \sqrt[3]{\frac{W_b \cdot 32}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{15.729 \times 32}{\pi}} = 5.431 \text{ mm}$$

∴ แกนที่ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้องมากกว่า 6 mm เลือกใช้เพลขนาด $\varnothing 16 \text{ mm}$
 เพราะสามารถรับแรงได้ตามการคำนวณ หาซื้อง่ายในท้องตลาด ง่ายต่อการ machine

หาขนาดแกนที่ 2

เมื่อแกนที่ 2 รับแรงกดจากแกนที่ 1 $F = 29.857 \text{ N}$, ความยาว $L = 106.77 / 2 = 54 \text{ mm}$ และ

$$\text{ความเค้นดัดของวัสดุ } \sigma_{b \max} = 102.5 \text{ N / mm}^2$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (10) } W_b = \frac{M_{b \max}}{\sigma_{b \max}} = \frac{F \cdot l}{\sigma_{b \max}} = \frac{29.857 \times 54}{102.5} = 15.729 \text{ mm}^3$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (13) } d = \sqrt[3]{\frac{W_b \cdot 32}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{15.729 \times 32}{\pi}} = 5.431 \text{ mm}$$

∴ แกนที่ 2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้องมากกว่า 6 mm เลือกใช้เพลขนาด $\varnothing 16 \text{ mm}$
 เพราะสามารถรับแรงได้ตามการคำนวณ หาซื้อง่ายในท้องตลาด ง่ายต่อการ machine ใช้ร่วมได้กับ
 แกนที่ 1

หาขนาดแกนที่ 3

$$\text{จากสูตร } d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{\tau \cdot \pi}} \dots\dots\dots (14)$$

T = โมเมนต์บิด หน่วย Ncm

τ = ความเค้นบิด หน่วย N / mm^2

$$\pi = 3.14$$

เมื่อแกนที่ 3 รับโมเมนต์แรงคู่ควบซึ่งเท่ากับเกิดโมเมนต์บิด $T = 318.783 \text{ Ncm} = 3187.83$
 Nmm และ ความเค้นบิดเท่ากับความเค้นวัสดุที่ใช้ทำ $\tau = 102.5 \text{ N / mm}^2$

$$\text{แทนค่าในสูตร (14) } d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{\tau \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 3187.83}{102.5 \cdot \pi}} = 5.411 \text{ mm}$$

∴ แกนที่ 3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้องมากกว่า 6 mm เลือกใช้เพลขนาด $\varnothing 16$ mm เพราะสามารถรับแรงได้ตามการคำนวณ หาซื้อง่ายในท้องตลาด ง่ายต่อการ machine ใช้ร่วมได้กับ แกนที่ 2

หาขนาดแกนที่ 4

$$\text{จากสูตร (11) } M_{b\max} = F \cdot L$$

เมื่อแกนที่ 4 รับแรงกดจากแกนที่ 3 $F = 43.225$ N , ความยาว $L = 73.75$ mm และความเค้น

$$\text{ดัดของวัสดุ } \sigma_{b\max} = 102.5 \text{ N / mm}^2$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (10) } W_b = \frac{M_{b\max}}{\sigma_{b\max}} = \frac{F \cdot L}{\sigma_{b\max}} = \frac{43.225 \times 73.75}{102.5} = 31.101 \text{ mm}^3$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (13) } d = \sqrt[3]{\frac{W_b \cdot 32}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{31.101 \times 32}{\pi}} = 6.817 \text{ mm}$$

∴ แกนที่ 4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้องมากกว่า 7 mm เลือกใช้เพลขนาด $\varnothing 16$ mm เพราะสามารถรับแรงได้ตามการคำนวณ หาซื้อง่ายในท้องตลาด ง่ายต่อการ machine ใช้ร่วมได้กับ แกนที่ 3

หาขนาดแกนที่ 5

เมื่อแกนที่ 3 รับโมเมนต์แรงคู่ควบซึ่งเท่ากับเกิดโมเมนต์บิด $T = 637.569$ NCm = 6375.69

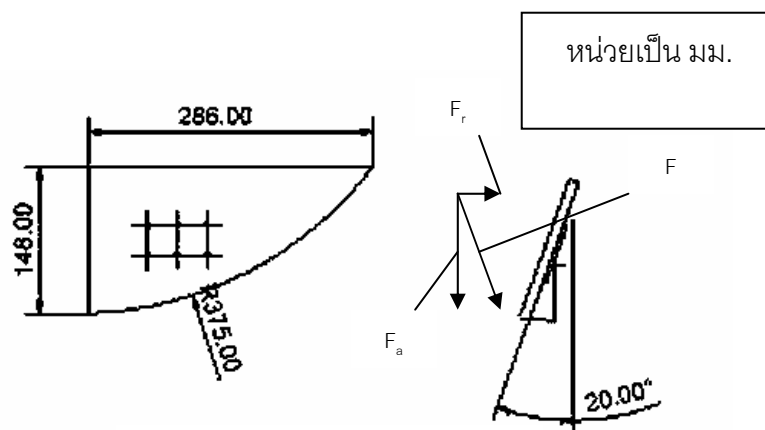
Nmm และ ความเค้นบิดเท่ากับความเค้นวัสดุที่ใช้ทำ $\tau = 102.5 \text{ N / mm}^2$

$$\text{แทนค่าในสูตร (14) } d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{\tau \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 6375.69}{102.5 \cdot \pi}} = 6.817 \text{ mm}$$

∴ แกนที่ 5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้องมากกว่า 7 mm เลือกใช้เพลขนาด $\varnothing 25$ mm เพราะสามารถรับแรงได้ตามการคำนวณ หาซื้อง่ายในท้องตลาด ง่ายต่อการ machine และต้องนำไป ประกอบกับแกนล้อไกวอนซึ่งมี $\varnothing 25$ mm

4. การคำนวณขนาดแกนใบกวนแบบคายนเศ

4.1 พิจารณาแรงที่เกิดขึ้นกับใบกวนแบบคายนเศ



ภาพที่ 2ก ใบกวนแบบคายนเศ

ความกดดันของกล้วยกวน $P = 0.459 \text{ N / cm}^2$

ใบกวนแบบแรงค้อมีพื้นที่ $A = 293.227 \text{ cm}^2$ ใช้โปรแกรม Autocad 2000 ในการหาพื้นที่

$$\text{จากสูตร } F = \sqrt{F_r^2 + F_a^2} \dots\dots\dots (15)$$

F_r = แรงตามแนวนอน หน่วย N

F_a = แรงตามแนวตั้ง หน่วย N

เมื่อ $F_r = F \sin 20^\circ$, $F_a = F \cos 20^\circ$, $P = 0.459 \text{ N / cm}^2$, $A = 293.227 \text{ cm}^2$

แทนค่าในสูตร (5) $F = PA$

$$\begin{aligned} \sqrt{(F \sin 20^\circ)^2 + (F \cos 20^\circ)^2} &= 0.459 \times 293.227 \\ &= 134.591 \end{aligned}$$

$$(F^2 \times \sin^2 20^\circ) + (F^2 \times \cos^2 20^\circ) = 134.591^2 = 18114.737$$

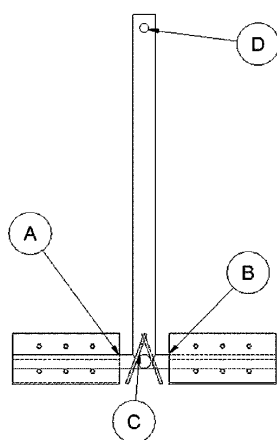
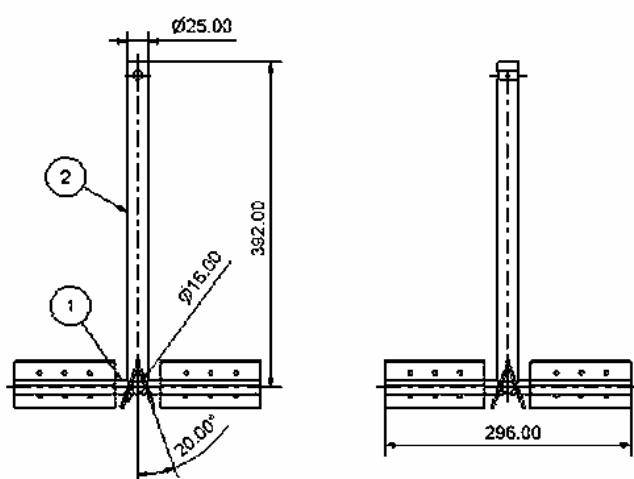
$$2F^2 + (0.117 \times 0.883) = 18114.737$$

$$F^2 = \frac{18114.737 - 0.103}{2} = 9057.317$$

$$F = 95.17 \text{ N}$$

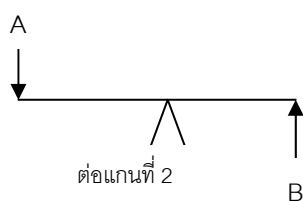
∴ มีแรงมากระทำใบกวนแบบคายนเศ 95.17 N

4.2 พิจารณาแรงที่เกิดขึ้นกับแกนไขกวน



แกนที่ 1 รับแรงจากไขกวนที่จุด A = 95.17 N

แกนที่ 2



จากแกนที่ 1 จะมีแรงขนาน 2 แรงที่มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงข้ามกันกระทำที่แกนที่ 2 ทำให้เกิดแรงคู่ควบ $F = 95.17 \text{ N}$ เนื่องจากแกนมี 2 คู่ แรงที่เกิด $F = 2 \times 95.17 = 190.34 \text{ N}$ และความยาวของแกนที่ 1 $a = 29.6 \text{ cm}$

$$\text{แทนค่าในสูตร (6) } M_c = F \cdot a = 190.34 \times 29.6 = 5634.064 \text{ Ncm}$$

$$\therefore \text{แกนที่ 2 จะได้รับโมเมนต์แรงคู่ควบจากแกนที่ 1 } = 5634.064 \text{ Ncm}$$

4.3 หาขนาดแกนที่ 1

เมื่อแกนที่ 1 ได้แรงกดจากใบกวน $F = 95.17 \text{ N}$,ความยาวแกนที่ 1 $L = 296 / 2 = 148 \text{ mm}$ และความเค้นดัดของวัสดุ $\sigma_{bmax} = 102.5 \text{ N / mm}^2$

$$\text{แทนค่าในสูตร (10) } W_b = \frac{M_{bmax}}{\sigma_{bmax}} = \frac{F \cdot l}{\sigma_{bmax}} = \frac{95.17 \times 148}{102.5} = 137.416 \text{ mm}^3$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (13) } d = \sqrt[3]{\frac{W_b \cdot 32}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{137.416 \times 32}{\pi}} = 11.186 \text{ mm}$$

$\therefore$ แกนที่ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้องมากกว่า 12 mm เลือกใช้เพลขนาด $\varnothing 16 \text{ mm}$ เพราะสามารถรับแรงได้ตามการคำนวณ หาซื้อง่ายในท้องตลาด ง่ายต่อการ machine ใช้ร่วมได้กับวัสดุใบกวนแบบแรงคู่ควบ

หาขนาดแกนที่ 2

เมื่อแกนที่ 2 รับโมเมนต์แรงคู่ควบซึ่งเท่ากับเกิดโมเมนต์บิด

$$T = 5634.064 \text{ Ncm} = 56340.64 \text{ Nmm} \text{ และ}$$

$$\text{ความเค้นบิดเท่ากับความเค้นวัสดุที่ใช้ทำ } \tau = 102.5 \text{ N / mm}^2$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (14) } d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{\tau \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 56340.64}{102.5 \cdot \pi}} = 14.094 \text{ mm}$$

$\therefore$ แกนที่ 2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้องมากกว่า 15 mm เลือกใช้เพลขนาด $\varnothing 25 \text{ mm}$ เพราะสามารถรับแรงได้ตามการคำนวณ หาซื้อง่ายในท้องตลาด ง่ายต่อการ machine ต้องนำไปประกอบกับแกนล็อกใบกวน ซึ่งมีรูสวม $\varnothing 25 \text{ mm}$

5. การคำนวณขนาดมอเตอร์

หาความเร็วรอบ

$$\text{จากสูตรเส้นรอบวงของวงกลม (cm)} = \pi \cdot d \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$\pi = 3.14$$

$$d = \text{เส้นผ่านศูนย์กลาง} \quad \text{หน่วย cm}$$

$$\text{จากสูตร } v = \frac{S}{t} \quad \dots\dots\dots (17)$$

$$v = \text{ความเร็ว} \quad \text{หน่วย m/s}$$

$$S = \text{ระยะทางที่เคลื่อนที่} \quad \text{หน่วย m}$$

$$t = \text{เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่} \quad \text{หน่วย s}$$

จากผลการทดลองหาเวลาที่กลัวยไหม้ ในบทที่ 4 เวลาที่ใช้ไฟแรงกลัวยไหม้จนไหม้หมด
ใช้เวลา $t = 80$ วินาที ระยะทาง $s =$ เส้นรอบวงถัง ซึ่งถังมีเส้นผ่านศูนย์กลาง $d = 0.6$ m

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าในสูตร (17) } v &= \frac{S}{t} \\ &= \frac{\pi \times 0.60}{80} = 0.0236 \text{ m/s} = 1.416 \text{ เมตร / นาที} \end{aligned}$$

$$\text{จากสูตร } v = \pi d n \quad \dots\dots\dots (18)$$

$$v = \text{ความเร็ว} \quad \text{หน่วย m/s}$$

$$\pi = 3.14$$

$$n = \text{ความเร็วรอบ หน่วย rpm}$$

$$d = \text{เส้นผ่านศูนย์กลาง} \quad \text{หน่วย cm}$$

$$\text{จากสูตร (18) } n = \frac{v}{\pi d} \quad \dots\dots\dots (19)$$

เมื่อ ความเร็ว $v = 1.416$ เมตร / นาที และถังมีเส้นผ่านศูนย์กลาง $d = 0.6$ m

$$\text{แทนค่าในสูตร (19) } n = \frac{v}{\pi d} = \frac{1.416}{\pi \times 0.60} = 0.751 \text{ rpm} \approx 1 \text{ rpm}$$

∴ ต้องทำให้กลัวยกวนเคลื่อนที่อย่างน้อย 1 rpm จากจุดเดิมจึงทำให้ไม่เกิดการไหม้

$$\text{จากสูตร } P = \frac{2\pi TN}{60} \quad \dots\dots\dots (20)$$

P = กำลัง หน่วย วัตต์

$\pi = 3.14$

T = โมเมนต์บิด หน่วย นิวตัน-เมตร

N = ความเร็วรอบ หน่วย รอบ/นาที

เมื่อโมเมนต์บิดเกิดขึ้นกับแกนที่ 5 ของใบกวนแบบแรงคู่ควบ = 637.569 Ncm และโมเมนต์บิดเกิดขึ้นกับแกนที่ 2 ของใบกวนแบบคายนาคะ = 5634.064 Ncm

เลือกใช้โมเมนต์บิดของใบกวนแบบคายนาคะ $T = 5634.064 \text{ Ncm} = 56.341 \text{ Nm}$ เพราะเป็นค่าแรงที่มากที่สุด ซึ่งจะทำให้ใบกวนทั้งสองแบบหมุนได้ และความเร็วรอบที่ต้องใช้เพื่อทำให้ไม่ให้เกิดความเสียหาย $N = 1 \text{ rpm}$

$$\text{แทนค่าในสูตร (20)} \quad P = \frac{2\pi TN}{60} = \frac{2 \times \pi \times 56.341 \times 1}{60} = 5.9 \text{ w} = 5.9 \text{ Nm/s}$$

$\therefore$ จึงเลือกใช้มอเตอร์ 1 / 4 แรง เพราะมีแรง 186.5 w มอเตอร์จะให้ความเร็วรอบ 1450 rpm และใช้เกียร์บ็อก 1 : 60 ซึ่งเมื่อทดรอบจะได้ความเร็วรอบ 24 รอบ/นาที

6. คำนวณเพลลาต่อแกนมอเตอร์

$$\text{จากสูตรที่ (20)} \quad T = \frac{60 \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot n} \dots\dots\dots (21)$$

เมื่อแรงของมอเตอร์ $P = 186.5 \text{ w}$ และความเร็วรอบ $n = 1450 \text{ rpm}$

$$\text{แทนค่าในสูตร (21)} \quad T = \frac{60 \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{60 \cdot 186.5}{2 \cdot \pi \cdot 1450} = 1.228 \text{ Nm} = 1228 \text{ Nmm}$$

ดังนั้น โมเมนต์บิดที่เกิดขึ้นที่มอเตอร์ $T = 1228 \text{ Nmm}$ วัสดุที่ใช้ทำแกนคือ สแตนเลส จากตารางเหล็กปลอดสนิม Austenite ในภาคผนวก ข ความเค้นที่จุดยืดหยุ่น 205 N/mm^2 และ ความต้านแรงดึงสูงสุด 490 N/mm^2 และจากตารางค่าความปลอดภัยภาคผนวก ข เลือกใช้ค่าความปลอดภัย $N_y = 2$ และ $N_u = 4$ เพราะ เกิดแรงกระทำสม่ำเสมอ

$$\text{จากสูตร (8)} \quad \text{Working Stress} = \frac{\text{Yield Strength}}{N_y} = \frac{205}{2} = 102.5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{จากสูตร (9)} \quad \text{Working Stress} = \frac{\text{Ultimate Strength}}{N_u} = \frac{490}{4} = 122.5 \text{ N/mm}^2$$

∴ ใช้ค่าความเค้นที่ใช้ในการคำนวณมีค่า 102.5 N/mm^2 เพราะเป็นค่าความเค้นใช้งานน้อยสุด ที่จะทำให้อินทรีย์ส่วนเสียรูปทรงก่อนจะแตกหักเสียหาย

ความเค้นบิดเท่ากับความเค้นวัสดุที่ใช้ทำ $\tau = 102.5 \text{ N/mm}^2$

$$\text{แทนค่าในสูตร (17) } d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{\tau \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 1228}{102.5 \cdot \pi}} = 3.94 \text{ mm}$$

∴ เฟลาต่อแกนมอเตอร์ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 4 mm เลือกใช้เฟลาขนาด $\varnothing 16 \text{ mm}$ เพราะสามารถรับแรงได้ตามการคำนวณ

7. คำนวณหาสลักล็อก

$$\text{จากสูตร } \sigma = \frac{2F}{\pi d^2} \dots\dots\dots (22)$$

$$\text{จะได้สูตร } d = \sqrt{\frac{2F}{\pi \cdot \sigma}} \dots\dots\dots (23)$$

เนื่องจากแกนที่ 5 เกิดโมเมนต์บิดขึ้น แรงที่เกิดขึ้นที่แกนที่ 5 ของใบกวนแบบแรงคู่ควบต้องใช้

$$\begin{aligned} \text{สูตรที่ (10) } R &= \frac{M}{L} = 6375.69 \text{ Nmm} / 234 \text{ mm} \\ &= 27.246 \text{ N} \end{aligned}$$

และแกนที่ 2 เกิดโมเมนต์บิด แรงที่เกิดขึ้นที่แกนที่ 2 ของใบกวนแบบแรงคานยเคศต้องใช้

$$\begin{aligned} \text{สูตรที่ (10) } R &= \frac{M}{L} = 56340.64 \text{ Nmm} / 392 \text{ mm} \\ &= 143.726 \text{ N} \end{aligned}$$

∴ เลือกใช้ค่าแรงของใบกวนแบบคานยเคศ = 143.726 N เพราะเป็นแรงที่มีค่ามากที่สุดซึ่งเมื่อนำไปคำนวณ ทำให้สลักล็อกไม่แตกหักเสียหายขนาดใช้งาน

วัสดุที่ใช้ทำแกนคือ สแตนเลส จากตารางเหล็กปลอดภัย Austenite ในภาคผนวก ข ความเค้นที่จุดยืดหยุ่น 205 N/mm^2 และ ความต้านแรงดึงสูงสุด 490 N/mm^2 และจากตารางค่าความปลอดภัยภาคผนวก ข เลือกใช้ค่าความปลอดภัย $N_y = 2$ และ $N_u = 4$ เพราะ เกิดแรงกระทำสม่ำเสมอ

$$\text{จากสูตร (8) Working Stress} = \frac{\text{Yield Strength}}{N_y} = \frac{205}{2} = 102.5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{จากสูตร (9) Working Stress} = \frac{\text{Ultimate Strength}}{N_u} = \frac{490}{4} = 122.5 \text{ N / mm}^2$$

∴ ใช้ค่าความเค้นที่ใช้ในการคำนวณมีค่า 102.5 N / mm^2 เพราะเป็นค่าความเค้นใช้งาน

น้อยสุด ความเค้นเท่ากับค่าความเค้นวัสดุที่ใช้ทำ $\sigma = 102.5 \text{ N / mm}^2$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าในสูตร (26) } d &= \sqrt{\frac{2F}{\pi \cdot \sigma}} = \sqrt{\frac{2 \times 143.726}{\pi \cdot 102.5}} \\ &= 0.893 \text{ mm} \end{aligned}$$

∴ สลักล็อกต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 mm แต่เลือกใช้สลักขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 mm เพราะสามารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด

8. การคำนวณพื้นที่การไหม้

ข้อมูลจากตารางที่ 4.40 ลักษณะการไหม้ของใบกวนทั้งสองแบบ ในบทที่ 4

$$\text{จากสูตร } A_M = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) \quad \dots\dots\dots (24)$$

A_M = พื้นที่ผิวน้ำ (cm^2)

s = เส้นผ่านศูนย์กลางส่วนตัด (cm)

h = ความสูงส่วนตัด (cm)

8.1 พื้นที่กันถึงกวน $S = 60 \text{ cm}$, $h = 15 \text{ cm}$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_M = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (60^2 + 4 \cdot 15^2) = 3534.292 \text{ cm}^2$$

8.2 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 5 kg ปรับไฟอ่อน ใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควบ

$$S = 21 \text{ cm} , h = 1 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_M = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (21^2 + 4 \cdot 1^2) = 349.502 \text{ cm}^2$$

8.3 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 5 kg ปรับไฟกลาง ใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควบ

$$S = 22 \text{ cm} , h = 1 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_M = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (22^2 + 4 \cdot 1^2) = 383.274 \text{ cm}^2$$

8.4 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 5 kg ปรับไฟแรง ใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควบ

$$S = 22 \text{ cm} , h = 2 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_M = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (22^2 + 4 \cdot 2^2) = 392.699 \text{ cm}^2$$

8.5 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 10 kg ปรับไฟอ่อน ใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควบ

$$S_{\text{ใหญ่}} = 19 \text{ cm} , h_{\text{ใหญ่}} = 7 \text{ cm} , S_{\text{เล็ก}} = 10 \text{ cm} , h_{\text{เล็ก}} = 2 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{M_{\text{ใหญ่}}} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (19^2 + 4 \cdot 7^2) = 437.467 \text{ cm}^2$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{M_{\text{เล็ก}}} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (10^2 + 4 \cdot 2^2) = 91.106 \text{ cm}^2$$

$$A_{M_{\text{ใหญ่}}} - A_{M_{\text{เล็ก}}} = 437.467 - 91.106 = 346.361 \text{ cm}^2$$

แต่พื้นที่การไหม้มีมุม 90° เทียบกับมุมในวงกลม $90^\circ / 360^\circ$

$$\text{จะได้พื้นที่การไหม้ } 346.361 \times 90 / 360 = 86.590 \text{ cm}^2$$

8.6 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 10 kg ปรับไฟกลาง ใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควบ

$$S_{\text{ใหญ่}} = 19 \text{ cm} , h_{\text{ใหญ่}} = 7 \text{ cm} , S_{\text{เล็ก}} = 10 \text{ cm} , h_{\text{เล็ก}} = 2 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{M_{\text{ใหญ่}}} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (19^2 + 4 \cdot 10^2) = 437.467 \text{ cm}^2$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{M_{\text{เล็ก}}} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (10^2 + 4 \cdot 2^2) = 91.106 \text{ cm}^2$$

$$A_{M_{\text{ใหญ่}}} - A_{M_{\text{เล็ก}}} = 597.688 - 91.106 = 346.361 \text{ cm}^2$$

แต่พื้นที่การไหม้มีมุม 120° เทียบกับมุมในวงกลม $120^\circ / 360^\circ$

$$\text{จะได้พื้นที่การไหม้ } 346.361 \times 120 / 360 = 115.454 \text{ cm}^2$$

8.7 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 10 kg ปรับไฟแรง ใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควบ

$$S_{\text{ใหญ่}} = 19 \text{ cm} , h_{\text{ใหญ่}} = 6 \text{ cm} , S_{\text{เล็ก}} = 8 \text{ cm} , h_{\text{เล็ก}} = 1 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{M_{\text{ใหญ่}}} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (19^2 + 4 \cdot 6^2) = 396.626 \text{ cm}^2$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{M_{\text{เล็ก}}} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (10^2 + 4 \cdot 1^2) = 81.681 \text{ cm}^2$$

$$A_{M_{\text{ใหญ่}}} - A_{M_{\text{เล็ก}}} = 396.626 - 81.681 = 314.945 \text{ cm}^2$$

แต่พื้นที่การไหม้มีมุม 120° เทียบกับมุมในวงกลม $120^\circ / 360^\circ$

$$\text{จะได้พื้นที่การไหม้ } 314.945 \times 120 / 360 = 104.982 \text{ cm}^2$$

8.8 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 15 kg ปรับไฟอ่อน ใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควบ

$$S_{ใหญ่} = 16 \text{ cm} , h_{ใหญ่} = 7 \text{ cm} , S_{เล็ก} = 10 \text{ cm} , h_{เล็ก} = 4 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{Mใหญ่} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (16^2 + 4 \cdot 7^2) = 355.000 \text{ cm}^2$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{Mเล็ก} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (10^2 + 4 \cdot 4^2) = 128.805 \text{ cm}^2$$

$$A_{Mใหญ่} - A_{Mเล็ก} = 355 - 128.805 = 226.195 \text{ cm}^2$$

แต่พื้นที่การไหม้มีมุม 90° เทียบกับมุมในวงกลม $90^\circ / 360^\circ$

$$\text{จะได้พื้นที่การไหม้ } 226.195 \times 90 / 360 = 56.549 \text{ cm}^2$$

8.9 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 15 kg ปรับไฟกลาง ใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควบ

$$S_{ใหญ่} = 16 \text{ cm} , h_{ใหญ่} = 7 \text{ cm} , S_{เล็ก} = 10 \text{ cm} , h_{เล็ก} = 4 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{Mใหญ่} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (16^2 + 4 \cdot 7^2) = 355.000 \text{ cm}^2$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{Mเล็ก} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (10^2 + 4 \cdot 4^2) = 128.805 \text{ cm}^2$$

$$A_{Mใหญ่} - A_{Mเล็ก} = 355 - 128.805 = 226.195 \text{ cm}^2$$

แต่พื้นที่การไหม้มีมุม 106° เทียบกับมุมในวงกลม $106^\circ / 360^\circ$

$$\text{จะได้พื้นที่การไหม้ } 226.195 \times 106 / 360 = 66.602 \text{ cm}^2$$

8.10 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 15 kg ปรับไฟแรง ใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควบ

$$S_{ใหญ่} = 16 \text{ cm} , h_{ใหญ่} = 6 \text{ cm} , S_{เล็ก} = 6 \text{ cm} , h_{เล็ก} = 2 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{Mใหญ่} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (16^2 + 4 \cdot 6^2) = 314.159 \text{ cm}^2$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{Mเล็ก} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (6^2 + 4 \cdot 2^2) = 78.540 \text{ cm}^2$$

$$A_{Mใหญ่} - A_{Mเล็ก} = 314.159 - 78.540 = 235.619 \text{ cm}^2$$

แต่พื้นที่การไหม้มีมุม 137° เทียบกับมุมในวงกลม $137^\circ / 360^\circ$

$$\text{จะได้พื้นที่การไหม้ } 235.619 \times 137 / 360 = 89.666 \text{ cm}^2$$

8.11 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 30 kg ปรับไฟอ่อน ใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควบ

$$S_{ใหญ่} = 16 \text{ cm} , h_{ใหญ่} = 7 \text{ cm} , S_{เล็ก} = 10 \text{ cm} , h_{เล็ก} = 4 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{Mใหญ่} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (16^2 + 4 \cdot 7^2) = 355.000 \text{ cm}^2$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{\text{Mเล็ก}} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (10^2 + 4 \cdot 4^2) = 128.805 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{Mใหญ่}} - A_{\text{Mเล็ก}} = 355 - 128.805 = 226.195 \text{ cm}^2$$

แต่พื้นที่การไหม้มีมุม 90° เทียบกับมุมในวงกลม $90^\circ / 360^\circ$

$$\text{จะได้พื้นที่การไหม้ } 226.195 \times 90 / 360 = 56.549 \text{ cm}^2$$

8.12 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 30 kg ปรับไฟกลาง ใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควบ

$$S_{\text{ใหญ่}} = 16 \text{ cm} , h_{\text{ใหญ่}} = 7 \text{ cm} , S_{\text{เล็ก}} = 10 \text{ cm} , h_{\text{เล็ก}} = 4 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{\text{Mใหญ่}} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (16^2 + 4 \cdot 7^2) = 355.000 \text{ cm}^2$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{\text{Mเล็ก}} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (10^2 + 4 \cdot 4^2) = 128.805 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{Mใหญ่}} - A_{\text{Mเล็ก}} = 355 - 128.805 = 226.195 \text{ cm}^2$$

แต่พื้นที่การไหม้มีมุม 106° เทียบกับมุมในวงกลม $106^\circ / 360^\circ$

$$\text{จะได้พื้นที่การไหม้ } 226.195 \times 106 / 360 = 66.602 \text{ cm}^2$$

8.13 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 30 kg ปรับไฟแรง ใช้ใบกวนแบบแรงคู่ควบ

$$S_{\text{ใหญ่}} = 24 \text{ cm} , h_{\text{ใหญ่}} = 6 \text{ cm} , S_{\text{เล็ก}} = 2 \text{ cm} , h_{\text{เล็ก}} = 2 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{\text{Mใหญ่}} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (24^2 + 4 \cdot 6^2) = 565.487 \text{ cm}^2$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{\text{Mเล็ก}} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (2^2 + 4 \cdot 2^2) = 50.265 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{Mใหญ่}} - A_{\text{Mเล็ก}} = 565.487 - 50.265 = 515.222 \text{ cm}^2$$

แต่พื้นที่การไหม้มีมุม 140° เทียบกับมุมในวงกลม $140^\circ / 360^\circ$

$$\text{จะได้พื้นที่การไหม้ } 515.222 \times 140 / 360 = 200.364 \text{ cm}^2$$

8.14 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 5 kg ปรับไฟอ่อน ใช้ใบกวนแบบคายนะ

$$S = 20 \text{ cm} , h = 2 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{\text{M}} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (20^2 + 4 \cdot 2^2) = 326.726 \text{ cm}^2$$

8.15 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 5 kg ปรับไฟกลาง ใช้ใบกวนแบบคายนะ

$$S = 22 \text{ cm} , h = 2 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_{\text{M}} = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (22^2 + 4 \cdot 2^2) = 392.699 \text{ cm}^2$$

8.16 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 5 kg ปรับไฟแรง ใช้ใบกวนแบบคายเศษ

$$S = 24 \text{ cm} , h = 2 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_M = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (24^2 + 4 \cdot 2^2) = 464.956 \text{ cm}^2$$

8.17 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 10 kg ปรับไฟอ่อน ใช้ใบกวนแบบคายเศษ

$$S = 20 \text{ cm} , h = 3 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_M = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (20^2 + 4 \cdot 3^2) = 342.434 \text{ cm}^2$$

8.18 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 10 kg ปรับไฟกลาง ใช้ใบกวนแบบคายเศษ

$$S = 24 \text{ cm} , h = 3 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_M = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (24^2 + 4 \cdot 3^2) = 480.664 \text{ cm}^2$$

8.19 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 10 kg ปรับไฟแรง ใช้ใบกวนแบบคายเศษ

$$S = 24 \text{ cm} , h = 4 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_M = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (24^2 + 4 \cdot 4^2) = 502.655 \text{ cm}^2$$

8.20 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 15 kg ปรับไฟอ่อน ใช้ใบกวนแบบคายเศษ

$$S = 22 \text{ cm} , h = 3 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_M = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (22^2 + 4 \cdot 3^2) = 408.407 \text{ cm}^2$$

8.21 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 15 kg ปรับไฟกลาง ใช้ใบกวนแบบคายเศษ

$$S = 28 \text{ cm} , h = 3 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_M = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (28^2 + 4 \cdot 3^2) = 644.026 \text{ cm}^2$$

8.22 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 15 kg ปรับไฟแรง ใช้ใบกวนแบบคายเศษ

$$S = 30 \text{ cm} , h = 4 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_M = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (30^2 + 4 \cdot 4^2) = 757.124 \text{ cm}^2$$

8.23 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 30 kg ปรับไฟอ่อน ใช้ใบกวนแบบคายเศษ

$$S = 22 \text{ cm} , h = 3 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_M = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (22^2 + 4 \cdot 3^2) = 408.407 \text{ cm}^2$$

8.24 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 30 kg ปรับไฟกลาง ใช้ใบกวนแบบคายเศษ

$$S = 28 \text{ cm} , h = 3 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_M = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (28^2 + 4 \cdot 3^2) = 644.026 \text{ cm}^2$$

8.25 พื้นที่การไหม้ของกล้วยกวน 30 kg ปรับไฟแรง ใช้ใบกวนแบบคายเศษ

$$S = 30 \text{ cm} , h = 4 \text{ cm}$$

$$\text{แทนค่าในสูตร (24) } A_M = \frac{\pi}{4} \cdot (s^2 + 4 \cdot h^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (30^2 + 4 \cdot 4^2) = 757.124 \text{ cm}^2$$

ภาคผนวก ข.

ตาราง

ตารางที่ 1x ค่าความปลอดภัย

ชนิดของแรง	เหล็กเหนียวและโลหะเหนียว		เหล็กหล่อและโลหะเปราะ
	N_y	N_u	N_u
แรงอยู่หนึ่ง	1.5-2	3-4	5-6
แรงเข้าทิศทางเดียวหรือ แรงกระแทกเล็กน้อย	3	6	7-8
แรงเข้าสองทิศทางหรือ แรงกระแทกเล็กน้อย	4	8	10-12
แรงกระแทกอย่างหนัก	5-7	10-15	15-20

ที่มา : การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1, วรริทธิ อิงภากรณ์และชาญ ถนัดงาน, หน้า 24

ตารางที่ 2x คุณสมบัติเหล็กปลอดภัย

เหล็กปลอดภัยนิม (เหล็ก Ferrite) DIN 17440 (12. 72)						
X 7Cr13 X 20Cr13	1.4000 1.4021	0,07 C; 13 Cr; 1Si; 1Mn 0,20 C; 13 Cr; 1Si; 1Mn	440...630 ≤ 730	245 —	20 16	ชิ้นส่วนวาล์ว; turbine น้ำ ใบพัดกังหันไอน้ำ; เพลา
X 40Cr13	1.4034	0,40 C; 13 Cr; 1Si; 1Mn	≤ 780	—	—	
X 6Cr17 X 12CrMoS17	1.4016 1.4104	0,08 C; 17 Cr; 1Si; 1Mn 0,12 C; 17 Cr; 0,25 Mo; 1Si; 1Mo	440...590 540...680	265 295	20 20	ข้อต่อ ; เครื่องใช้ในครัว เครื่องมือแพทย์
เหล็กปลอดภัยนิม (เหล็ก Austenite) DIN 17440 (12. 72)						
X 12CrNiS18 8 X 10CrNiTi18 9 X 5CrNiMo18 10 X 10CrNiMoNb18 10	1.4305 1.4541 1.4401 1.4580	0,12 C; 18 Cr; 8 Ni; 1Si; 2Mn 0,10 C; 18 Cr; 8 Ni; 0,5 Ti; 2Mn 0,05 C; 18 Cr; 10 Ni; 2Mo; 2Mn 0,10 C; 18 Cr; 10 Ni; 2Mo; 2Mn	490...680 490...730 490...680 490...680	215 205 205 225	50 40 45 40	เครื่องใช้ในบ้าน ข้อต่ออาหาร โรงงานเคมี โรงงานอาหาร เครื่องมือแพทย์
ค่าความแข็งแรง R_m , R_e และ A_5 ของเหล็ก Ferrite ที่ผ่านการ Annealing						
ความหนาแน่นของเหล็กโครงสร้าง $\rho = 7,7 \text{ kg/dm}^3$, เหล็ก Austenite $\rho = 7,9 \text{ kg/dm}^3$						
* เหล็กที่มีโครงสร้างเป็น Ferrite หรือ Martensite						

ที่มา : ตารางงานโลหะ, บรรเลง ศรีนิล และประเสริฐ ก้วยสมบุญ, หน้า 119

ตารางที่ 3ข แสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนิน
โครงการ

ลำดับ	รายการ	ขนาดวัสดุ (มม.)	จำนวน	ราคา (บาท)
1.	ถังกวนสแตนเลส	Ø600 x 350	1 ถัง	8,500
2.	ยี่ดถังกวน	Ø620 x 550	1 ใบ	2,500
3.	เหล็กฉาก St 37	50x50x5	3 เส้น	1,200
4.	เหล็กเพลลา St 37	Ø52 x 300	1 ชุด	1,500
5.	ใบกวนแบบคายนแรงคู่ควบ	-	1 ชุด	2,500
6.	ใบกวนแบบคายนเดี่ยว	-	1 ชุด	2,500
7.	ชุดล็อกใบกวน	-	1 ชุด	2,000
8.	เพลลาสแตนเลส	Ø16 x 300	1 ชุด	1,500
9.	หัวฟันแก๊ส	Ø250	1 ตัว	1,000
10.	สายแก๊ส	Ø18 x 2500	1 เส้น	200
11.	มอเตอร์ 1/4 HP	-	1 ตัว	1,000
12.	เกียร์บล็อก	1 : 60	1 ตัว	1,400
13.	สังกะสี	33 x 3 x 8	2 แผ่น	560
14.	คัปปลิงแฉก	-	1 ชุด	380
15.	สปริง	Ø25 x 300	2 ตัว	300
16.	ชุดเพอร์ลิน	Ø25 x 300	1 แท่ง	300
17.	แม่แรง	2 Ton	1 ตัว	280
18.	ชุดทาสี	-	1 ชุด	500
19.	ชุดบังคับไฟฟ้า	-	1 ชุด	300
20.	Bolt,Nut	M8,M6,M9	-	500
21.	ล้อ	Ø76.2	4 ตัว	500
22.	วัสดุในการทดลอง	-	-	3,000
23.	อื่น ๆ	-	-	3,000
รวม				35,420

ภาคผนวก ค.

วิธีการใช้เครื่อง

วิธีการใช้เครื่องกวนกล้วย

ข้อมูลทั่วไป

เครื่องสามารถกวนกล้วยได้มากที่สุด 50 กิโลกรัม และใช้กำลังไฟ AC 220 v ใช้ความร้อนจากแก๊สหุงต้ม

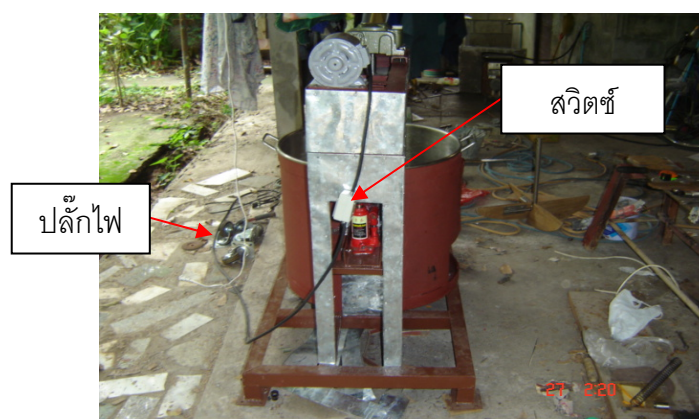
1. การใช้เครื่องในการกวน

1. ประกอบแกนใบกวนเข้ากับแกนล็อก แล้วใส่สลักล็อก



ภาพที่ 1ค. การประกอบใบกวน

2. เสียบปลั๊กเปิดสวิตช์ให้เครื่องเดิน



ภาพที่ 2ค. ปลั๊กเสียบและสวิตช์เครื่อง

3. จุดไฟที่เตาแก๊สปรับแรงดันตามต้องการ

4. ปล่อยเครื่องเดินไปเรื่อยๆ จนกล้วยได้ที่
5. ปิดแก๊สแล้วปิดเครื่อง

2. การถอดประกอบถังกวน

1. ถอดใบกวนออกจากแกนล็อก
2. ในภาพที่ 2ค เลื่อนเกลียวล็อกที่แกนฐานล่างลงจนสุด
3. ประกอบคานโยกแม่แรงโยกแม่แรงขึ้น
4. บิดฐานบนไปด้านข้าง
5. ยกถังกวนออก

3. ข้อควรระวังในการใช้เครื่อง

1. ตรวจสอบดูว่าปลั๊กไฟถูกเสียบแน่น
2. ตรวจสอบเช็คสกรูทุกตัวขันแน่น
3. ในขณะกวนไม่สัมผัสถังกวนเพราะมีความร้อนสูง
4. ล็อกโครงบนกับโครงล่างให้แน่นล็อกใบกวนกับแกนล็อกให้แน่น

4. การบำรุงรักษา

1. ทำความสะอาดทุกครั้งหลังการใช้เครื่อง
2. ตรวจสอบเช็คสวิทช์และจุดเชื่อมต่อไฟฟ้าต่างถ้าหลวมให้ขันแน่น
3. ซิลิโคนน้ำมันพืชที่สปริงเสมอ
4. ตรวจสอบเช็คน้ำมันเกียร์บ็อกถ้าแห้งให้เติมโดยใช้ น้ำมันเครื่องมอเตอร์ไซด์