สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องตีไข่

The design and construction of the wire whip

โดย

นางสาวนัยน์นภา สมณะ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

วศ.
ว 4361
เลขหมู่ Q543
เลขทะเบียน 40309
วัน, เดือน, ปี 11 ก.ย. 2544

b11104223
i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2543

ชื่อเรื่อง การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องตีไข่

The design and construction of the wire whip.

ชื่อ – สกุล นางสาวนัยน์นภา สมณะ

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปานจิต ป้อมอาสา

บทคัดย่อ

การประดิษฐ์เครื่องตีไข่ เพื่อให้ได้เครื่องตีไข่สำหรับการตีในปริมาณมาก (10 – 35 ฟอง) และมีต้นทุนการผลิตต่ำ เครื่องมีคุณภาพดี ดูแลรักษาง่าย วิธีดำเนินการเริ่มจากการศึกษาวิธีการทำงานของเครื่องตีไข่ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป ทั้งแบบใช้ตามบ้านเรือน และแบบที่ใช้กันเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และขนาดย่อม แล้วจึงนำมาดัดแปลงเป็นเครื่องตีไข่ที่ใช้งานง่าย มีกลไกไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับกิจการขนาดย่อม จากนั้นทำการเลือกหาวัสดุในการสร้างที่เหมาะสม เมื่อทำการออกแบบได้อย่างที่ต้องการแล้ว ก็สามารถสร้างเครื่องตีไข่ได้ทันที ผลของการจัดสร้าง ได้เครื่องตีไข่ที่ใช้งานได้ดี โดยจากการทดสอบการตีไข่จำนวน 20 ฟอง กับน้ำตาลทราย 1 กิโลกรัม ปรากฏว่าเครื่องสามารถตีไข่ได้ขึ้นตามต้องการภายในเวลาอันรวดเร็ว นอกจากนี้แล้ว ยังใช้งานสะดวก ไม่ยุ่งยาก และดูแลรักษาง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษ เรื่อง "เครื่องตีไข่" สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่านด้วยกัน อันดับแรก คือ ท่านอาจารย์ปานจิต ป้อมอาสา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ และได้ให้คำแนะนำต่างๆ ในการทำงานเพื่อให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีทุกขั้นตอน

ขอขอบคุณเจ้าของร้านเจริญชัย ที่จำหน่ายเครื่องมือ – อุปกรณ์ในการจัดสร้าง และยังช่วยอำนวยความสะดวกในการขนย้าย และให้คำปรึกษาในเรื่องวิธีการประกอบเครื่องตีไข่

ความดีของปัญหาพิเศษฉบับนี้ ขอมอบให้แก่คณะอาจารย์ทุกท่าน รวมทั้งบุคคลที่มีส่วนเกี่ยว-ข้อง และเป็นกำลังใจมาโดยตลอด จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

นัยน์นภา สมณะ

มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญภาพ	จ
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การออกแบบวัสดุ (Design Materials)	3
2.1.1 ลักษณะทั่วไปของเครื่องผสมและเครื่องตีไข่	4
2.1.2 คุณลักษณะของมอเตอร์	4
2.1.3 ปัญหาที่มักเกิดกับเครื่องตีไข่หรือเครื่องผสมอาหาร	8
2.2 เครื่องตีไข่ (Wire whip)	9
2.2.1 สภาพการตีไข่	9
2.2.2 หน้าที่ของไข่ในการทำให้เกิดการขึ้นฟู	10
2.2.3 สิ่งที่ช่วยในการขึ้นฟู	11
3 วิธีการสร้างอุปกรณ์	15
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้	15
3.2 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์	19
3.3 สถานที่จัดสร้างอุปกรณ์	23
3.4 ระยะเวลาในการสร้างอุปกรณ์	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4 ผลการสร้างอุปกรณ์	23
4.1 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องตีไข่	24
4.2 ผลการทดสอบ	24
4.3 การปรับปรุงแก้ไข	24
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	26
5.1 สรุปผล	25
5.2 ข้อเสนอแนะ	25
บรรณานุกรม	27
ภาคผนวก ก ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องตีไข่	28
ภาคผนวก ข วิธีใช้งานเครื่องตีไข่	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	มอเตอร์	15
2	โครงเหล็กฉาก	16
3	ตะกร้อลวดตีไข่	17
4	อ่างผสม	18
5	สายพาน	19
6	การติดตั้งมอเตอร์และสวิทซ์	20
7	เครื่องตีไข่ที่เสร็จสมบูรณ์	22
8	การสวมตะกร้อลวดยึดกับแกนหมุน	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

เครื่องตีไข่ (Wire whip) เป็นเครื่องสำหรับใช้ตีไข่จำนวนมาก เพื่อนำไปผสมรวมกับส่วนผสมอย่างอื่นให้รวมกันได้เป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งจะช่วยในการประหยัดเวลาและทำให้ได้ส่วนผสมที่ดี เครื่องตีไข่จะนิยมผลิตเป็นแนวตั้ง คือ ตัวเครื่องจะประกอบด้วยแกนกลางที่มีเดือยสำหรับใส่ตะกร้อลวด ซึ่งใช้สำหรับตีไข่ให้เกิดฟอง และสามารถปรับอัตราเร็วของเครื่องได้ตามความต้องการของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผสม โดยมีอ่างผสมอยู่กับตัวเครื่องสำหรับใส่ส่วนผสมของไข่ โดยส่วนมาก ผู้ผลิตเครื่องตีไข่ ก็จะผลิตให้มีวิธีใช้ที่ไม่ยุ่งยาก ซึ่งบุคคลทั่วไปที่แม้จะไม่ได้มีความชำนาญเป็นพิเศษหรือเป็นผู้ประกอบกิจ-การ ก็สามารถที่จะใช้ได้โดยง่าย

เครื่องตีไข่แบบมีแกนตั้งจะช่วยทุ่นแรงได้มาก เพราะไม่ต้องใช้มือจับเวลาผสมและสามารถถอดเปลี่ยนหัวตะกร้อลวดได้

เครื่องมือชนิดนี้เป็นแบบใช้ไฟฟ้า จึงช่วยประหยัดเวลาและแรงงาน ทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ผลิตได้ไม่ยากเกินไป และสามารถที่จะดัดแปลงให้ได้รูปทรงลักษณะที่ต้องการตามการใช้งาน ซึ่งนอกจากจะได้เครื่องมือตรงตามจุดประสงค์แล้ว ต้นทุนการผลิตยังต่ำอีกด้วย นับว่าเป็นการลดต้นทุนได้ดี และได้เครื่องมือที่มีคุณภาพ ใช้งานสะดวก ไม่ต้องซื้อสินค้านำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งราคาค่อนข้างสูง จึงเหมาะกับผู้ประกอบกิจการเบเกอรี่ที่เป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กและ ตามสถาบันการสอนต่างๆที่มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับวิชาเบเกอรี่ หรือขนมที่จำเป็นต้องใช้เครื่องทุ่นแรงอย่างเครื่องตีไข่เป็นอย่างมาก

คุณประโยชน์ทั้งหมดที่ได้กล่าวมาข้างต้น รวมถึงผลดีที่จะได้รับนั้น นับว่าคุ้มค่าสำหรับสร้างเครื่องตีไข่ขึ้นมา และเนื่องด้วยสาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้มีหลักสูตรของวิชา เทคโนโลยีเบเกอรี่เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งยังมีความต้องการเครื่องมือทางด้านนี้อยู่ เพราะเมื่อนักศึกษามีจำนวนมากขึ้น ก็จำเป็นต้องมีเครื่องมือในการปฏิบัติที่ครบครัน มีคุณภาพดี และช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้อีกหนทางหนึ่งด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ได้เครื่องตีไข่สำหรับการตีในปริมาณมาก (10-35 ฟอง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต
3. เพื่อให้ได้เครื่องตีไข่ที่มีคุณภาพดี เหมาะกับการใช้งาน
4. เพื่อให้ได้เครื่องมือที่ใช้สะดวก ดูแลรักษาง่ายและเป็นประโยชน์สำหรับผู้เรียนและผู้สอน

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ผลิตเครื่องตีไข่ที่มีคุณภาพดี และมีต้นทุนต่ำ ซึ่งสามารถใช้ตีไข่ได้ในปริมาณ 10-35 ฟองต่อครั้ง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องมือสำหรับใช้ในการตีไข่โดยใช้วัสดุ-อุปกรณ์ที่หาได้ง่าย
2. เป็นเครื่องมือที่มีต้นทุนการผลิตต่ำ แต่คุณภาพดี
3. ผู้เรียนและผู้สอนสามารถใช้ประโยชน์จากเครื่องมือได้อย่างเต็มที่ในการปฏิบัติแต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

จากการที่ได้ศึกษา เรื่อง เครื่องตีไข่ และได้ทำการค้นคว้าหาข้อมูลทั้งหมดจากแหล่งต่างๆ จากนั้นจึงได้ทำการเก็บรวบรวมเอกสาร ข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวกับเครื่องตีไข่ ซึ่งจากการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องนั้น แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้ คือ

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบวัสดุ (Design Materials)

การออกแบบ (Design) คือ การวางแผนที่จะสร้างอุปกรณ์ให้ได้ตามความต้องการของมนุษย์ โดยก่อนเริ่มต้นออกแบบ ต้องเข้าใจความต้องการเป็นอย่างดีและต้องเข้าใจถึงหลักการของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาวิเคราะห์ใช้ในการออกแบบ สร้างอุปกรณ์ให้ได้ตามความต้องการของมนุษย์

ผู้ออกแบบที่ดีควรมีศิลปะในการออกแบบด้วย ศิลปะการออกแบบก็คือการที่ผู้ออกแบบใช้ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ สร้างแบบที่สามารถผลิตได้โดยวิธีการทางวิศวกรรม ซึ่งไม่เพียงแต่จะทำงานได้เท่านั้น แต่จะต้องผลิตได้โดยวิธีที่ประหยัดที่สุด และทำงานได้ดีมีประสิทธิภาพที่สุด ผู้ออกแบบจะเริ่มต้นด้วยการขีดเขียน และสร้างสรรค์แบบใหม่ๆ ขึ้นมา แม้ว่าในการสร้างเครื่องจักรกลชนิดใหม่ที่ไม่เคยมีใช้มาก่อน จะต้องใช้ความคิดโดยอาศัยพื้นความรู้ต่างๆ อาศัยประสบการณ์ และใช้เวลามากหรือน้อยก็ตาม ผู้ออกแบบจะได้ผลกำไรจากความชำนาญทางด้านวิศวกรรมและด้านอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นหลายประการ การออกแบบส่วนมากจะทำตามแบบอย่างที่มีใช้อยู่ในอุตสาหกรรม อาทิ เครื่องกลึงรุ่นใหม่ก็มีลักษณะคล้ายกับเครื่องกลึงรุ่นเก่า รถยนต์รุ่นใหม่ก็คล้ายกับรถยนต์รุ่นเก่า เพียงแต่มีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงให้ดีขึ้น เพราะความรู้มากขึ้น มีประสบการณ์มากขึ้น ในบางครั้งการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงเมื่อต้องการประภาพสูงขึ้น เพื่อเพิ่มหรือรักษาระดับราคาหรือเพื่อผลการแข่งขันทางด้านการตลาด

วัสดุ (Materials) คือ สิ่งที่มนุษย์คิดค้นขึ้นและผลิตหรือดัดแปลงเพื่อใช้กับงานในด้านต่างๆ ให้เหมาะสมกับงานในด้านต่างๆ เช่น โลหะจำพวกเหล็ก (Ferrous Metals) และโลหะนอกกลุ่มเหล็ก (Non Ferrous Metals) หรือจะเป็นพลาสติกและเซรามิก ซึ่งล้วนแต่จะเป็นวัสดุที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีพในปัจจุบันของมนุษยชาติ รวมทั้งช่วยสนองตอบต่อความต้องการในด้านเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อการให้ได้มาถึงคุณภาพ ปริมาณ อายุ และความทันสมัยนิยมของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในโลกปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุกลุ่มโลหะ ส่วนใหญ่มีลักษณะเด่น คือ มีผิวมันวาว มีค่าการนำความร้อนและการนำไฟฟ้าดีมีความเหนียวสูง และเคาะดังกังวาน วัสดุกลุ่มโลหะยังแบ่งเป็น โลหะกลุ่มเหล็ก (Ferrous metals) และโลหะนอกกลุ่มเหล็ก (Nonferrous metals)

วัสดุกลุ่มอโลหะ ส่วนใหญ่มีลักษณะเด่น คือ เปราะ มีความแข็งแรงน้อยเมื่อเทียบกับโลหะ มีค่าการนำความร้อนและการนำไฟฟ้าต่ำ และเมื่อเคาะจะไม่มีเสียงกังวาน วัสดุกลุ่มอโลหะยังแบ่งเป็นวัสดุประดิษฐ์เช่น อิฐ ซีเมนต์ พลาสติก และวัสดุธรรมชาติ เช่น ไม้ หิน ดิน เป็นต้น (เสนีย์ ศิริไชย, 2531 : 1-3)

2.1.1 ลักษณะทั่วไปของเครื่องผสมและเครื่องตีไข่

เครื่องผสมอาหารหรือเครื่องสำหรับตีไข่นั้น ภายในตัวเครื่องประกอบด้วย มอเตอร์ไฟฟ้ากำลังสูง ซึ่งเมื่อกดสวิทซ์ มอเตอร์ก็จะเริ่มทำงาน เครื่องผสมอาหารหรือเครื่องตีไข่ทุกแบบจะมีตัวตีและใบตีในแบบต่างๆ แล้วแต่การใช้งาน แบบมาตรฐานจะเป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าและทรงหยดน้ำ แบบอื่นๆ เช่น ลวดตะขอ เหมาะสำหรับใช้ผสมไข่กับน้ำตาล และแบบใบไม้เหมาะสำหรับใช้ผสมแป้งหรือเครื่องดื่ม สำหรับตัวเครื่องหรือโครงสร้างโดยทั่วไปของเครื่องผสมหรือเครื่องตีไข่นั้น มักทำด้วยเหล็กเคลือบหรือสแตนเลส ซึ่งมีความแข็งแรง ทนทานมาก และไม่เป็นสนิม หากเป็นเครื่องที่นิยมใช้กันตามบ้านก็อาจทำจากพลาสติกชนิดแข็ง ส่วนแกนหมุนและใบตีมักเป็นสแตนเลส รวมถึงอ่างผสมก็เป็นสแตนเลสถ้าเป็นเครื่องขนาดเล็กมากๆ ตัวแกนและอ่างผสมก็จะทำด้วยพลาสติกเช่นกัน หรือเครื่องผสมที่เป็นแบบมือถือ ซึ่งมีน้ำหนักเบามาก ภายในตัวเครื่องก็ใช้มอเตอร์เหมือนกัน แต่ตัวตีนั้นจะมี 2 ชุด ซึ่งมีขนาดเล็กมาก จึงต้องใช้แกนหมุนและใบตี 2 อัน พร้อมๆ กัน ในการตีส่วนผสม ซึ่งเครื่องผสมแบบมือถือนี้ ตัวเครื่องและแกนหมุนจะทำด้วยพลาสติก แต่จะไม่มีอ่างผสมให้ เพราะเป็นเครื่องแบบมือถือ จึงสามารถพกพาได้สะดวกและใช้กับอ่างผสมได้ทั้งแบบเป็นแก้ว สแตนเลส หรือ พลาสติกก็ได้ (ธีระยุทธ สุวรรณประทีป และพิชัย ลีละพัฒนะ, 2535 : 68)

2.1.2 คุณลักษณะของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นเครื่องจักรกลชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลในรูปของการหมุน ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้ มอเตอร์ไฟฟ้าโดยทั่วไป ประกอบด้วย ขดลวด 2 ชุด ซึ่งลำเลียงกระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิดแรงสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ขดลวดชุดตรึงกับที่ เรียกว่า สเตเตอร์ ส่วนขดลวดชุดในหมุนได้เรียกว่าอาร์มาเจอร์ เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทเครื่องกลที่ใช้งานกันอยู่โดยทั่วไป ภายในอาคาร บ้านเรือน และโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ได้แก่ พัดลม เครื่องบด เครื่องผสมอาหาร เครื่องปั่น เครื่องซักผ้า ปั๊มน้ำ เครื่องกลึง เครื่องไส เครื่องเจาะ เครื่อง-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจียระไน เป็นต้น ต่างก็ทำงานด้วยการหมุนขับของมอเตอร์ ดังนั้น มอเตอร์จึงเป็นเครื่องกลไฟฟ้า ที่ให้กำเนิดพลังงานกลที่จำเป็นมากและสำคัญยิ่งประเภทหนึ่ง (ณรงค์ อาจฤทธิ์, 2539 : 1)

มอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ มอเตอร์แบบยูนิเวอร์ซัลและมอเตอร์แบบอินดักชัน เมื่อกระแสไฟฟ้าถูกป้อนเข้ามอเตอร์แบบยูนิเวอร์ซัล กำลังบิดบนเพลาจะเกิดขึ้นทันที มอเตอร์ไฟฟ้าชนิดนี้มักพบในเครื่องมือและเครื่องใช้ต่างๆที่พบเห็นกันตามบ้าน เช่น สว่านไฟฟ้า เครื่องปั่นนำผลไม้ เครื่องผสมอาหาร เป็นต้น มอเตอร์ชนิดนี้ใช้ได้ทั้งกระแสไฟฟ้าสลับและกระแสตรง สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ที่ใช้แบตเตอรี่ทั้งหมด (เทพนารินทร์ ประพันธ์พัฒน์ และวิหาร ดีปัญญา, 2539 : 13)

ขดลวดสเตเตอร์ ประกอบด้วยชั้นเส้นลวดขนาดเล็กหลายชั้น อาร์มาเจอร์ ประกอบด้วยห่วงเส้นอิสระจำนวนมาก ปลายของห่วงเส้นลวดแต่ละห่วงต่อเข้ากับคอมมิวเตเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยเสี้ยวทองแดงจำนวนมากพร้อมฉนวนกั้นแต่ละเสี้ยว ปลายทั้งสองของห่วงเส้นต่ออยู่ระหว่างเสี้ยวทองแดงคู่ที่อยู่ตรงกันข้ามบนคอมมิวเตเตอร์ แปรงถ่านสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์อย่างราบเรียบ โดยอาศัยแรงกดของสปริงเส้นลวดจากสเตเตอร์และอาร์มาเจอร์ต่อผ่านสวิทซ์ไปยังสายไฟฟ้า ซึ่งเสียบเข้ากับปลั๊กไฟฟ้า เมื่อโยกสวิทซ์ให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้ามอเตอร์ กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขดลวดสเตเตอร์ และขดลวดอาร์มาเจอร์ เกิดสนามแม่เหล็กสวนทิศทางกัน เนื่องจากสเตเตอร์ตรึงอยู่กับที่ ดังนั้น แรงผลักของสนามแม่เหล็กจะทำให้อาร์มาเจอร์หมุนไปในขณะที่อาร์มาเจอร์หมุนไปนั้น แปรงถ่านจะสัมผัสกับเสี้ยวคอมมิวเตเตอร์คู่ใหม่ ซึ่งจะเกิดสนามแม่เหล็กสวนทิศทางกับสนามแม่เหล็กของสเตเตอร์ต่อไปอีก และเกิดแรงผลักติดต่อกัน ทำให้อาร์มาเจอร์หมุนต่อไปได้อย่างต่อเนื่องด้วยอัตรารอบสูง

กระแสไฟฟ้าสลับในประเทศไทย คือ 50 เฮิรตซ์ หรือ วัฏจักร 50 รอบต่อวินาที ซึ่งหมายถึงสนามแม่เหล็กเปลี่ยนกลับไปมา 100 ครั้ง ต่อวินาทีนั้นเอง

แรงผลักกันของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างอาร์มาเจอร์กับสเตเตอร์ คือ ขั้วต่างกันของแท่งแม่เหล็กจะดูดกัน และขั้วเหมือนกันจะผลักกัน มอเตอร์แบบอินดักชันได้รับการออกแบบให้เกิดแรงผลักกันระหว่างอาร์มาเจอร์กับสเตเตอร์อย่างต่อเนื่อง เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าสลับเข้ามอเตอร์ ดังนั้นอาร์มา-เจอร์ของมอเตอร์จึงหมุนได้

มอเตอร์ประเภทเชดเดด-โพล มีขดลวดสเตเตอร์เพียงชุดเดียว มักนิยมในพัดลม เครื่องเล่นแผ่นเสียง และอุปกรณ์ที่ภาระไม่สูง อาร์มาเจอร์ผ่านศูนย์ของแกนรูปตัวยู ปลายเปิดของแกนรูปตัวยูส่วนที่รอบล้อมอาร์มาเจอร์ เรียกว่า ขั้ว ขั้วตรงมุมตรงกันข้ามของแกนรูปตัวยู มีเส้นลวดทองแดงขนาดใหญ่พันอยู่แห่งละหนึ่งรอบ เมื่อกระแสไฟฟ้าสลับไหลเข้ามอเตอร์จะเกิดสนามแม่เหล็กตรงกันข้ามขึ้น ทำให้อาร์มาเจอร์ถูกกะทำด้วยสนามแม่เหล็กตรงกันข้ามดังกล่าว อาร์มาเจอร์จะเริ่มหมุนทันทีที่กระแสไฟฟ้าไหลเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ไฟฟ้าหนึ่งเฟส (Single Phase Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้าหนึ่ง เป็นมอเตอร์ที่ใช้กับระบบกระแสไฟฟ้าสลับ 1 เฟส สังเกตง่ายๆ จะมีสายไฟฟ้า 1 เฟส (2 สาย) ต่อใช้กับมอเตอร์ มอเตอร์หนึ่งเฟส จะมีขนาดเล็ก ส่วนมากที่นิยมใช้กันมีขนาด 2 แรงม้าลงมา มีขนาดสูงถึง 10 แรงม้า ใช้กันอยู่บ้างไม่มากนัก ส่วนประกอบที่สำคัญของมอเตอร์ชนิดนี้ จะประกอบด้วยสเตเตอร์ โรเตอร์ และฝาปิดทั้งสองด้าน

มอเตอร์ไฟฟ้าหนึ่งเฟส แบ่งออกเป็นพวกใหญ่ได้ 2 พวก คือ อินดักชันมอเตอร์ (Induction Motor) และ ซิงโครนัส (Synchronouse Motor) สำหรับอินดักชันมอเตอร์ เป็นแบบที่ใช้งานกันแพร่หลายในเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทเครื่องผสมต่างๆ เช่น เครื่องบด เครื่องตีไข่ ฯลฯ

อินดักชันมอเตอร์หนึ่งเฟส จะแบ่งได้เป็น สปลิทเฟสมอเตอร์ (Split Phase Motor) คาร์พาซิเตอร์ มอเตอร์ (Capacitor Motor) ส่วนประกอบของอินดักชันมอเตอร์ จะมีดังนี้

(1) โรเตอร์ (Rotor) คือ ส่วนประกอบของมอเตอร์ที่มีการทำงานด้วยการหมุน ที่แกนของโรเตอร์ต่อเพลาให้ยื่นยาวออกไป เพื่อประกอบกับร่องของสายพานหรือเฟือง เพื่อฉุดหรือขันกับงานอื่นที่ต้องการ โรเตอร์ของมอเตอร์แต่ละแบบไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับชนิด แบบ และขนาดของมอเตอร์ที่ใช้งาน ตามปกติแล้ว โรเตอร์จะส่วนกลางภายในของมอเตอร์

(2) สเตเตอร์ (Stator) เป็นส่วนประกอบที่อยู่กับที่ ของมอเตอร์ บางครั้งก็เรียก โครงมอเตอร์ สเตเตอร์จะประกอบด้วย ขดลวดพันไว้ในร่อง (Slot) ขดลวดหรือลวดทองแดงอาบน้ำยาฉนวนพันไว้เพื่อเกิดสนามแม่เหล็ก เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไป มีทั้งขดรันและขดสตาร์ท ขดรัน คือ ขดที่ทำงานตลอดเวลา ส่วนขดสตาร์ท คือ ขดที่ช่วยทำงานขณะมอเตอร์เริ่มหมุนเมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดสตาร์ท ก็แสดงว่าขดสตาร์ทถูกตัดออกจากวงจร และขดสตาร์ทก็จะทำงานต่อไป

(3) ฝาปิดทั้งสองด้าน (End Plate) ฝาปิดทั้งสองด้านของมอเตอร์ จะยึดอยู่กับโครงมอเตอร์ด้วยน็อตและสกรู เป็นที่สำหรับติดตั้งบูช (Bushing) หรือลูกปืนทั้งสองข้างของมอเตอร์ เพื่อรองรับเพลาของมอเตอร์ บูชหรือลูกปืนจะมีขนาดพอดีและพอเหมาะกับเพลา ซึ่งจะหมุนได้โดยสะดวก จะมีช่องสำหรับใส่น้ำมันหล่อลื่นที่บูชหรือลูกปืน จะมีขนาดพอดีและพอเหมาะกับเพลา ซึ่งจะหมุนได้โดยสะดวก จะมีช่องสำหรับใส่น้ำมันหล่อลื่นที่บูชหรือลูกปืน

การทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์หนึ่งเฟสพวกอินดักชันมอเตอร์ แบบสปลิทเฟสและคาพาซิเตอร์ ซึ่งมีส่วนประกอบเบื้องต้นเหมือนกันนั้น มีการทำงานที่คล้ายคลึงกัน เพราะ ขดลวดภายในมอเตอร์จะมีทั้งขดรันและขดสตาร์ทพันไว้ โดยเส้นลวดของขดสตาร์ทจะเล็กกว่าขดรัน

สปลิทเฟสมอเตอร์ (มักใช้กับเครื่องตีไข่ที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก) มีการทำงาน คือ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้มอเตอร์ คือ จ่ายให้กับขดลวดที่พันไว้ในร่องของสเตเตอร์จะมีเส้นแม่เหล็กเกิดขึ้นรอบๆ ขดลวดสเตเตอร์เส้นแรงแม่เหล็กนี้จะไปตัดกับทองแดงที่ฝังอยู่รอบๆ ผิวของโรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในขี่ทองแดงของตัวโรเตอร์ ทั้งนี้เพราะอำนาจการเหนี่ยวนำของเส้นแรงแม่เหล็ก กระแสที่เกิด จะผลิตสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆ ตัวมอเตอร์ ขณะเดียวกันสนามแม่เหล็กทั้งสอง คือ สนามแม่เหล็กของโรเตอร์ กับสเตเตอร์จะผลักกัน เพราะเกิดแรงบิด (Torque) ขึ้น แต่สเตเตอร์อยู่กับที่ ตัวโรเตอร์จึงจะหมุนได้

คาพาซิเตอร์มอเตอร์ นอกจากจะมีส่วนประกอบเหมือนกับสปลิทมอเตอร์ทุกอย่างแล้ว ยังมีคาพาซิเตอร์เพิ่มเข้ามาและต่ออนุกรมเข้ากับขดสตาร์ท โดยปกติ ตัวคาพาซิเตอร์จะเก็บไว้ในกล่องหรือรัดติดอยู่บนส่วนบนของมอเตอร์ หรือเก็บคาพาซิเตอร์ไว้ตามส่วนอื่นของมอเตอร์ คาพาซิเตอร์จะช่วยให้มอเตอร์มีแรงเริ่มต้นหมุนสูงกว่าสปลิทเฟสมอเตอร์ มักใช้ในงานที่ต้องออกแรงตอนเริ่มหมุนครั้งแรงมากๆ เช่น มอเตอร์ปั๊มน้ำ ปั๊มลม เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น เป็นต้น มีขนาดของมอเตอร์ 1/6-3/4 แรงม้า

เชดเดด-โพลมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่มีปลอกแหวนทองแดง ซึ่งมีความต้านทานต่ำ วางอยู่บนพื้นที่มีส่วนหน้าของขาแม่เหล็กเรียกว่า เชดเดดคอยล์ (Shaded coil) เมื่อจ่ายไฟสลับเข้าไปในขดลวดของมอเตอร์จะมีเส้นแรงแม่เหล็กเกิดขึ้น และเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลในวงแหวนทองแดง และทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นรอบๆ วงแหวนทองแดงและตรงกันข้าม กับเส้นแรงแม่เหล็กของขั้วแม่เหล็ก ทำให้เส้นแรงแม่เหล็กบริเวณวงแหวนทองแดงน้อยลงและเส้นแรงแม่เหล็กบริเวณพื้นที่อีกด้านของขั้วแม่เหล็กเพิ่มขึ้น แสดงขั้วแม่เหล็กอันเดิม เมื่อเส้นแรงเพิ่มขึ้นไปจนมีค่าสูงสุด ส่วนหนึ่งก็จะหักล้างกับเส้นแรงแม่เหล็กของวงแหวนทองแดงหมดไป ดังนั้น เส้นแรงแม่เหล็กขณะนี้จะเกิดแต่ขั้วแม่เหล็กเพียงอย่างเดียว เมื่อเส้นแรงแม่เหล็กของวงแหวนทองแดงเพิ่มขึ้นอีก ไปเสริมเข้ากับเส้นแรงแม่เหล็กที่อยู่ด้านวงแหวนทองแดง ที่เรียกว่า เชดเดด-โพล ทั้งหมดนี้ คือ การเกิดการหมุนของสนามแม่เหล็ก ผลคือ ทำให้เกิดแรงบิดขึ้นและโรเตอร์จะหมุนไปได้ โรเตอร์แบบนี้มีแรงเริ่มต้นหมุนน้อยมาก เช่น มอเตอร์พัดลมขนาดเล็ก เป็นต้น

รีพัลชันรีดักชันมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่ให้แรงบิดสูง ใช้สำหรับงานที่ต้องออกแรงเริ่มต้นในการหมุนมากๆ เช่น เครื่องปั๊มลม ปั๊มน้ำขนาดใหญ่ๆ เครื่องทำความเย็น จะมีโรเตอร์ลักษณะคล้ายกับอาร์มาเจอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แต่กระแสจากไฟภายนอกไม่ได้ผ่านเข้าไปในขดลวดอาร์มาเจอร์

มอเตอร์แบบนี้เริ่มต้นหมุนเป็นแบบรีพัลชันมอเตอร์ ต่อไปหมุนเป็นแบบรีดักชันมอเตอร์ ขดลวดในอาร์มาเจอร์จะต่อปลายเข้ากับคอมมิวเตเตอร์ การที่จะเปลี่ยนโรเตอร์ให้ทำงานแบบโรเตอร์ของอินดักชันมอเตอร์ จะต้องให้เกิดวงจรลัดที่ซี่คอมมิวเตเตอร์ ซึ่งใช้อุปกรณ์อาศัยการเหวี่ยงโดยจะทำหน้าที่กดวงแหวนตัวนำให้แบนติดกับคอมมิวเตเตอร์ การลัดวงจรที่ซี่คอมมิวเตเตอร์ จะทำในขณะโรเตอร์หมุนความเร็วปกติ อุปกรณ์อาศัยแรงเหวี่ยงทำหน้าที่ลัดวงจรซี่คอมมิวเตเตอร์ทั้งหมดและมอเตอร์ก็จะทำงานต่อไปเป็นแบบอินดักชันมอเตอร์ (สุวรรณ บุญทิพย์, 2539 :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

192-198)

2.1.3 ปัญหาที่มักเกิดกับเครื่องตีไข่หรือเครื่องผสมอาหารที่ใช้มอเตอร์

ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องผสมโดยทั่วไปและพบได้โดยทั่วไปและพบได้บ่อยๆ คือ

- มอเตอร์หมุนช้า และเดินๆ หยุดๆ
- มอเตอร์เกิดประกาย (Spark) มากขณะหมุน
- มอเตอร์หมุนแต่ใบตีและแกนไม่หมุน
- มอเตอร์ร้อนจัด

ปัญหาต่างๆ ที่กล่าวนี้ มักเกิดกับเครื่องตีไข่ หรือเครื่องผสมอาหารได้เสมอๆ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องแบบอยู่กับที่ (แบบตั้ง) หรือแบบเคลื่อนที่ จะเป็นขนาดเล็กหรือใหญ่ก็มีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกันเป็นส่วนมาก

การสังเกตเครื่องเมื่อมอเตอร์ไม่ทำงาน

(1) ให้ตรวจดูว่า ที่เต้าเสียบมีไฟหรือไม่ สายไฟที่เข้าเครื่องชำรุดเสียหายหรือไม่ ถ้าไม่มีไฟเข้าก็ให้ตรวจดูที่คัทเอาท์หรือเซอร์กิตเบรคเกอร์

(2) ตรวจเต้าเสียบ (Line cord) อาจมีการขาดใน มีการชำรุดด้านใน

(3) เครื่องทำงานแบบเดินๆ หยุดๆ อาจเพราะสวิทซ์ต่อบ้างไม่ต่อบ้าง ไฟฟ้าเลยเดินไม่สะดวก แก้ไขโดยการเปลี่ยนสวิทซ์ใหม่

(4) เครื่องไม่สตาร์ท อาจสรุปได้ว่า มอเตอร์เกิดขัดข้อง อาจเป็นขดลวด ฟิวส์ขาด หรือขดลวดอาร์มาเจอร์ขาด หรือเกิดการช๊อต ซึ่งปัญหาแต่ละเครื่องย่อมเกิดไม่เหมือนกัน

เมื่อมอเตอร์ไม่มีแรง หมุนช้า อาจเป็นเพราะต่อวงจรผิด และหากว่ามอเตอร์เกิดการร้อนจัดในระหว่างทำงาน (Overheats) ให้ถอดปลั๊กออกจากเต้าเสียบ แล้วตรวจดูตามช่องระบายอากาศว่ามีฝุ่นละอองอุดตันหรือไม่ ให้ใช้แปรงสีฟันเก่า ที่แห้งๆ ขัดถูตามช่องระบายอากาศของมอเตอร์ให้สะอาด แต่ถ้ามอเตอร์ยังร้อนอยู่ ให้ถอดฝาครอบออกตรวจสอบดูว่า ตัวเซนติฟูลกัลสวิทซ์ติดกันแน่นเกินไปหรือไม่และถ้ายังร้อนอยู่อีก ก็ให้ตรวจกราวน์ ตรวจขดลวดฟิวส์ และตรวจอาร์มา-เจอร์ แต่ถ้าไม่ปกติ จำเป็นต้องเปลี่ยนอุปกรณ์เสียใหม่

หากมอเตอร์หมุนแต่ตะกร้อลวดตีไข่ (เหล็กกวน) ไม่หมุนตาม อาจเป็นเพราะเพลาหลวม ฟันเฟืองหรือสายพานชำรุด ควรตรวจสอบตะกร้อลวดก่อน อาจขาดการหยอดน้ำมันหล่อลื่น (ใช้น้ำมันจักรหยอด) และถ้ามอเตอร์มีการสปาร์ค อาจเพราะแปรงถ่านหลวมหรือสปริงกดแปรงถ่านอ่อนไปให้ทำความสะอาดด้วยกระดาษทราย ละเอียดๆ ห้ามใช้ผ้าทราย บางทีการสปาร์คก็อาจเกิดจากอาร์มาเจอร์ช๊อต หรือวงจรขาด สิ่งที่จะแสดงให้เห็น คือ มีรอยไหม้ บริเวณริมคอมมิวเตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าแก้ไขทุกอย่างแล้วไม่ดีขึ้น ก็จำเป็นต้องเปลี่ยนอุปกรณ์เสียใหม่ ส่วนความเสียหายของตะกร้อลวดที่ตี หรือเหล็กกวนนั้น สาเหตุมาจากไม่ระวังในการใช้งาน เหล็กกวนหรือ Beater ปกติทำจากโลหะชนิดอ่อน หากเผลอวางของหนักทับ ก็ทำให้บิดเบี้ยวหรืองอได้ และจำเป็นต้องเปลี่ยนใหม่เมื่อใช้งานมานานหลายปี เพราะหัวต่ออาจเกิดหลวมและควรหยอดน้ำมันสม่ำเสมอ ปัญหาอื่นๆ ของเครื่องตีไข่หรือเครื่องผสม ควรมีอะไหล่ไว้ซ่อมแซมหรือบริการไว้ เพราะปัญหาแต่ละเครื่องก็มักจะเกิดคล้ายๆ กัน

ในการถอดชิ้นส่วนใดๆ เพื่อซ่อมแซม อย่าเพียงใช้แรงงัด เครื่องจะพังหมด ควรตรวจสอบให้ถี่ถ้วนและค่อยๆ ถอดเครื่อง เครื่องจะออกโดยง่าย ข้อควรระวัง ถอดปลั๊กออกจากเต้าเสียบทุกครั้ง ก่อนการตรวจซ่อมเสมอ (มงคล ชมบุญ, 2528 : 236-239)

2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเครื่องตีไข่

2.2.1 สภาพการตีไข่

สภาพการตีจะมีผลต่ออัตราการตีไข่ อัตราการตีไข่ คือ สัดส่วนระหว่างปริมาตรจำเพาะกับระยะเวลาในการตี บอกเป็นปริมาตรจำเพาะของไข่ตีฟูต่อวินาที ของการตีไข่ (มล./กรัมต่อวินาที) ไข่ขาวที่อุณหภูมิของตู้เย็นจะตีให้ขึ้นได้ช้ากว่าไข่ที่อุณหภูมิห้อง แต่การกันไม่ให้อากาศที่อุณหภูมิสูงกว่าออกไปได้ จะทำให้อุณหภูมิของไข่ตีฟูสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกเสียจากว่าอุณหภูมิโดยรอบจะต่ำเท่านั้น การที่ไข่ขาวที่อุณหภูมิสูงกว่า มีแรงตึงผิว (Surface tension) ต่ำลง อาจมีส่วนในการทำให้ไข่นั้นตีขึ้นฟูได้เร็วขึ้นอีก

ชนิดของเครื่องตีไข่ มีผลต่ออัตราการตีไข่ขาวให้ขึ้นฟู และมีผลต่อปริมาตรจำเพาะสูงที่สูงที่สุด เครื่องตีชนิดต่างๆ จะมีขดลวด และแกนตีแตกต่างกันไปมาก เครื่องตีบางชนิดไม่สามารถตีไข่ได้ทั่วถึงและบางชนิดจะตีได้มากเกินไป การเติมน้ำตาลในระยะแรกตีจะลดอัตราการแข็งตัวของโปรตีน ที่ผิวต่อระหว่างไข่กับอากาศ ถ้าใช้เครื่องตีไข่ไฟฟ้าที่ความเร็วสูง ควรจะเติมน้ำตาลตั้งแต่เริ่มตีและเติมให้คงที่สม่ำเสมอ เพราะการตีด้วยเครื่องไฟฟ้ามีโอกาสตีมากเกินไปและทำให้เสียได้ แต่ถ้าเป็นการตีไข่ด้วยมือ ควรชะลอเวลาการเติมน้ำตาลออกไปอีก

กรดและเกลือกรดจะทำให้ไข่ขาวตีฟูอยู่ตัวได้ดีขึ้นที่ pH 8 ครีมออฟทาทาร์ กรดอาซีติก กรดซิตริก จะช่วยให้ไข่ตีฟูอยู่ตัวได้เท่าๆ กัน แต่ที่ pH 6 ไข่ตีฟูที่เติมครีมออฟทาทาร์จะอยู่ตัวได้ดีที่สุดและที่เติมกรดอาซีติก จะอยู่ตัวได้น้อยที่สุด การเปลี่ยน pH โดยใช้ H2 SO4 และ NaOH ในช่วง 5.47 – 11.06 ให้ผลต่อปริมาตรสูงกว่าไข่ขาวที่ pH 9.5 , 7 , 6 หรือ 5 แต่ไข่ขาวที่ pH 7 หรือ 6 จะอยู่ตัวดีกว่า

น้ำตาลจะชะลอการขึ้นฟูของไข่ขาว โดยไปขัดขวางการแข็งตัวที่ผิวหน้าของไข่ขาว ดังนั้น จึงทำให้ไข่นั้น มีโอกาสที่จะถูกตีมากเกินไปได้น้อยลง ไข่ตีฟูที่เติมน้ำตาล จะมีลักษณะเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่าและอยู่ตัวดีกว่าที่ไม่ได้เติม (จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2539 : 133-134)

2.2.2 หน้าที่ของไข่ในการทำให้เกิดการขึ้นฟู

โปรตีนในไข่มีความสำคัญต่อโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นฟูด้วยสารเคมี แต่ประกอบด้วยโครงร่างกลูเต็นที่ไม่แข็งแรง ในส่วนผสม เช่น เค้ก ทั้งโปรตีนจากแป้งสาลีและโปรตีนจากไข่ ต่างจะมีไม่พอให้เกิดความแข็งแรงของโครงสร้าง แต่โปรตีนในไข่อาจช่วยโปรตีนในแป้งในการทำให้เกิดผนังเซลล์ ลิพโพโปรตีน (Lipoproteins) ในไข่แดงนั้น สำคัญในการเกิดคุณสมบัติที่มีผลต่อแรงตึงผิว (Surface-active properties) ผลของไข่แดงโดยรสชาติและสีนั้น เป็นสิ่งที่เห็นได้ชัดเจนในผลิตภัณฑ์บางอย่าง ซึ่งไข่จะช่วยในเรื่องปริมาตรและลักษณะของเนื้อใน โดยการช่วยเก็บกักอากาศเอาไว้ด้วย (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2535 : 139)

การทำขนมหลายชนิด จำเป็นต้องอาศัยการขึ้นฟูของไข่ที่อยู่ตัว และมีปริมาตรดีที่สุด เช่น เค้กไข่ขาว เมอแรงค์ ไข่อบฟู เค้กฟองน้ำ ส่วนตัวอย่างอาหารไทยและขนมไทยๆ ได้แก่ ขนมสาลี่ ขนมปุยฝ้าย ขนมไข่ ขนมดินสอพอง ขนมหน้านวล ทองหยิบ ทองหยอด ขนมโสมนัส และไข่ทอดฟู ฯลฯ

ไข่ตีขึ้นฟู (Foams) เตรียมได้จากการตีไข่ การไล่อากาศ หรือ แก๊สเข้าไปในไข่ หรือ การค่อยๆ ปล่อยแก๊สที่กระจายอยู่ออกมา ไข่บางส่วนที่อยู่ตรงผิวไข่กับอากาศจะแข็งตัว ทำให้เกิดลักษณะแข็งอยู่ตัวของไข่ที่ตีขึ้นฟูนั้น ความแข็งแรงของไข่ตีฟู (Stiffness) ดูได้จากลักษณะที่ปรากฏให้เห็นได้แก่ ลักษณะการโค้งงอของยอดไข่ตีฟู เมื่อยกเครื่องตีออก หรือจากอัตราการไหลของไข่ตีฟู เมื่อเอียงภาชนะที่ใช้ตี ขณะตีไข่ขาว ฟองอากาศที่ถูกห้อมล้อมไว้นั้น จะมีขนาดเล็กลง สีจะเปลี่ยนจากเหลืองออกเขียวซีด (สีของเฟลวิน) และใสมาเป็นสีขาวขุ่นพร้อมกับความแข็งและปริมาตรจะเพิ่มขึ้นด้วย ลักษณะผิวหน้าจะเปลี่ยนจากมองดูชื้นเป็นแห้งและทึบ ไข่แดงและไข่ทั้งฟอง ตีให้ขึ้นฟูยอดแข็งได้น้อยกว่าไข่ขาว ไข่แดงในไข่ทั้งฟองจะให้ไข่ตีฟูนั้นมีลักษณะเฉพาะแบบ ผู้ที่มีความชำนาญ สามารถบอกความแข็งอยู่ตัวของไข่ตีฟูได้จากลักษณะที่ปรากฏ

ความอยู่ตัวของไข่ตีฟู (Stability) จะแตกต่างกันไปตามระยะเวลาในการตี ถ้าตีไข่ขาวเพียงเล็กน้อยจะเกิดเหลวจากการคืนตัวได้มาก ถ้าตียิ่งนาน ความอยู่ตัวจะยิ่งเพิ่มขึ้น และของเหลวจากการคืนตัวจะยิ่งลดลง แต่ถ้าตีนานมากไปอีก ของเหลวจากการคืนตัวจะเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับการที่ไข่ขาวตรงผิวต่อระหว่างไข่กับอากาศแข็งตัวปริมาณมากขึ้นและการที่แผ่นเยื่อบางที่ห่อหุ้มฟองอากาศแตกแยกออกจากการตีมากเกินไป ระยะเวลาที่เหมาะที่สุดในการตีไข่ให้ได้ผล ที่มีการกลับคืนตัวเหลวน้อยที่สุดมักจะสั้นกว่าระยะเวลาตีไข่เพื่อให้ขึ้นฟูมากที่สุด ความอยู่ตัวของไข่ตีฟู วัดได้จากของเหลวจากการคืนตัวของไข่ตีฟูในระยะเวลาที่กำหนดหรืออาจวัดจากปริมาตรของไข่ตีฟูภายหลังจากการทำให้แห้ง แต่การวัดความอยู่นี้มีประ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โยชน์ที่จำกัด เนื่องจากไม่สามารถนำมาใช้คาดคะเนผลที่จะออกมาได้เมื่อนำไข่ขาวนั้นมาใช้ (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2530 : 206-209)

2.2.3 สิ่งที่ช่วยในการขึ้นฟู (Leavening agent)

สิ่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู มีความโปร่งเบา มีลักษณะเนื้อเป็นรู มีอยู่ 3 ชนิดด้วยกัน คือ อากาศ ไอน้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

(1) การขึ้นฟูด้วยอากาศ การตีไข่เป็นการตีเอาฟองอากาศเข้าไป นอกจากโดยการตีไข่แล้ววิธีทำบางอย่างก็มีส่วนในการใส่อากาศเข้าไปในอาหารได้ เช่น

- การร่อนแป้งก่อนผสม
- การตีแป้งกับส่วนผสมอื่นๆ เช่น ผงฟู น้ำ ไขมัน นมและน้ำตาลเข้าด้วยกัน
- การตีเนยกับน้ำตาล เช่น ในการทำบัตเตอร์เค้ก
- การห่อ พับ รีด โดสำหรับทำพัฟเพสตรี และเดนิชเพสตรี

(2) การขึ้นฟูด้วยไอน้ำ เกิดจากการที่น้ำในส่วนผสมขยายตัวขึ้นเมื่อได้รับความร้อน ปริมาตรของขนมที่ขึ้นฟูด้วยไอน้ำนั้น ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของแป้งกับน้ำที่มีอยู่ในส่วนผสมนั้น เช่น การพองตัวของครีมพัฟหรือเอแคลร์ ซึ่งใช้น้ำปริมาณมาก ลักษณะพองตัว ตรงกลางกลวง ซึ่งเป็นผลจากการที่น้ำกลายเป็นไอน้ำเมื่อได้รับความร้อน สำหรับพัฟเพสตรี ที่พองตัวขึ้นเป็นชั้นก็เนื่องมาจาก น้ำในส่วนผสมและน้ำในเนยที่นำมาห่อรีดพับอยู่ระหว่างชั้นของโดนั้นเดือดกลายเป็นไอน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ ทำให้ขนมพัฟพองเป็นชั้น ตามลักษณะของการรีดพับโด

(3) การขึ้นฟูด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดขึ้นได้โดยกระบวนการทางชีวเคมี ซึ่งได้แก่ ยีสต์ และกระบวนการทางเคมี ได้แก่ สารเคมี คือ ผงฟู ผงโซดา แอมโมเนีย เป็นต้น

1. ยีสต์ เป็นรากลุ่มหนึ่งที่ดำรงชีวิตอยู่ในสภาพเซลล์เดียวเป็นส่วนใหญ่ ขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อ ขนาดเล็กมาก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ยีสต์มีอยู่ตามธรรมชาติ เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการหมัก และเป็นอาหารที่มีคุณค่าด้วย เพราะเป็นแหล่งวิตามินเอกับเอนไซม์ ยีสต์เป็นวัตถุดิบสำคัญสำหรับการหมักผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ขนมปัง โดนัท ซาลาเปา เป็นต้น ยีสต์เป็นตัวที่ทำให้แป้งหมักที่หนักเปลี่ยนเป็นเบา มีความยืดหยุ่น และมีรูอากาศ ซึ่งเมื่อนำไปอบแล้วเป็นอาหารที่มีคุณค่า ย่อยง่าย ยีสต์ต้องการอาหารเช่นเดียวกับพืช หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ น้ำตาลเป็นอาหารที่จำเป็นสำหรับยีสต์ ในการทำให้ยีสต์เกิดพลังงาน แร่ธาตุและสารประกอบไนโตรเจนก็เป็นอาหารที่สำคัญเช่นกัน อาหารเหล่านี้จะได้จากแป้ง นม และส่วนผสมอื่นๆ อีกบ้าง ยีสต์จะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 75 – 80 องศาฟาเรนไฮต์ ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่านี้ การหมักจะช้าลง และถ้าสูงกว่านี้ การหมักจะเกิดเร็วเกินไป ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะผิดไปจากที่ควรจะเป็น การเจริญเติบโตของยีสต์ และการหมัก ยังขึ้นอยู่กับความเป็นกรดด่างอีกด้วย ในขณะที่เริ่มทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมักโด ควรมี pH 5.5 ซึ่งเป็นระดับที่ดีที่สุดในการเจริญเติบโตของยีสต์ ความเป็นกรดด่างหรือ pH นี้จะเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการหมัก จนเมื่อถึงขั้นสุดท้ายของการหมักโด จะมี pH ที่ 4.5 – 4.6 ยีสต์ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มี 3 ชนิด คือ ยีสต์สด ยีสต์แห้งชนิดเม็ด และยีสต์แห้งชนิดผง สำหรับการใช้ยีสต์ทั้ง 3 ชนิดนี้จะให้ผลใกล้เคียงกัน แต่เนื่องจากกำลังในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่างกัน คือ ยีสต์สดจะมีกำลังในการหมักต่ำที่สุด ยีสต์เม็ดจะรองลงมา และยีสต์ผงมีกำลังหมักสูงสุด ดังนั้น ปริมาณการใช้ยีสต์ทั้ง 3 ชนิดนี้ เมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว จะมีอัตราการใช้ดังนี้ ยีสต์สด (2.5) : ยีสต์แห้งเม็ด (1) : ยีสต์แห้งผง (0.5) คือ ถ้าในสูตรใช้ยีสต์สด 250 กรัม จะใช้ยีสต์แห้งชนิดเม็ด 100 กรัม และยีสต์แห้งชนิดผล 50 กรัม

หน้าที่ของยีสต์ในผลิตภัณฑ์อาหารหมัก

(1) สร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้โดขยายตัว และปริมาตรของโดเพิ่มขึ้น

(2) ทำให้เกิดโครงสร้างและลักษณะเนื้อของโด อันเป็นผลจากการขยายตัวจของก๊าซที่ยีสต์ได้สร้างขึ้น

(3) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่น – รสเฉพาะตัว อันเนื่องจากสารอัลดีไฮด์ แอลกอฮอล์ คีโตน และกรดที่ยีสต์สร้างขึ้นมาในระหว่างการหมัก

(4) ช่วยเสริมคุณค่าทางอาหารให้แก่ผลิตภัณฑ์

ยีสต์ที่ใหม่ ยังไม่เสื่อมคุณภาพ จะเหมาะแก่การนำมาใช้ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ทดสอบได้โดยนำยีสต์ใส่ลงในน้ำเปล่า หากมีฟองเดือดปุดๆ ขึ้นมา แสดงว่ายีสต์ยังใหม่ แต่ถ้าไม่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้น แสดงว่ายีสต์นั้นเสื่อมคุณภาพแล้ว

2. สารเคมีที่ช่วยในการขึ้นฟู ที่นิยมใช้มี 3 ชนิด คือ

2.1 เบคกิ้งโซดา (Baking soda) หรือ ภาษาเคมี เรียกว่า โซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นสารเคมีที่เมื่อได้รับความร้อนจะสลายให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา การใช้สารเคมีชนิดนี้จะช่วยในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงตัวเดียว จะมีผลเสีย คือ มีสารตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งถ้าใช้ปริมาณมาก ก็มีสารตกค้างอยู่มาก ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสเฝื่อน และถ้าสารตกค้างนี้ทำปฏิกิริยากับไขมันที่มีอยู่ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ มีลักษณะเป็นสบู่ นอกจากนั้นอุณหภูมิที่ต้องใช้ในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเบคกิ้งโซดานี้ยังสูงอีกด้วย ดังนั้นก๊าซส่วนใหญ่จะเกิดขึ้น ในขั้นสุดท้ายของการอบ ซึ่งเมื่ออบเสร็จก็จะผลิตก๊าซออกมาได้เพียงครั้งเดียว ทำให้การขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ไม่เต็มที่หรือไม่ดีเท่าที่ควร เพื่อที่จะให้สารตกค้างจากเบคกิ้งโซดาหมดไป ก็ต้องเติมกรดอาหารลงไปด้วย กรดอาหารที่ใช้เติมลงไปได้แก่ นมเปรี้ยว น้ำผึ้ง น้ำมะนาว โมลาส บัตเตอร์มิลค์ น้ำส้ม หรือน้ำเชื่อมข้าวโพด ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณสมบัติเป็นกรด เมื่อทำปฏิกิริยากับโซดา ก็จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับสารตกค้างที่กินได้ดังกล่าว ในการอบจะมีปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$2NaHCO_3 \xleftarrow{heat} Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

Sodium bicarbonate — Sodium carbonate

2.2 แอมโมเนีย แอมโมเนียจะให้ก๊าซ 2 ชนิด คือ ก๊าซแอมโมเนีย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ แล้วจะระเหยออกไปไม่เหลือสารตกค้างที่เป็นของแข็งอยู่ในผลิตภัณฑ์ ข้อเสียของแอมโมเนีย คือ มีการใช้ที่จำกัด เพราะอาจมีกลิ่นของแอมโมเนียตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ที่อบ หรือทอดร้อนๆ ทำให้กลิ่นรสไม่ดี ต้องทอดโดยใช้ความร้อนสูง และนานพอสมควร เพื่อไล่ก๊าซให้หมดไป

2.3 ผงฟู (Baking powder) เป็นสารช่วยให้ขึ้นฟู ผลิตจากการผสมของเบคกิ้งโซดาหรือโซเดียมไบคาร์บอเนต กับสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด ซึ่งในการผสมนี้ จะเติมแป้งข้าวโพดลงไปด้วยส่วนหนึ่ง ป้องกันไม่สารสองชนิดนี้สัมผัสกันโดยตรง ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้ และแป้งข้าวโพดจะดูดซับความชื้นไว้ ทำให้ผงฟูไม่จับกันเป็นก้อน ผงฟูแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยารวดเร็ว หรือผงฟูกำลังหนึ่งซึ่งจะเกิดก๊าซออกมาทันทีในขณะที่ผสมส่วนผสม ดังนั้นต้องทำการผสมอย่างรวดเร็วและนำเข้าอบทันที เพื่อป้องกันการสูญเสียก๊าซ ส่วนผงฟูอีกชนิดหนึ่ง คือ ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยาช้า หรือผงฟูกำลังสอง เป็นผงฟูที่ให้ปฏิกิริยาสองครั้ง ผงฟูชนิดนี้นิยมใช้กันมากในหมู่ผู้ประกอบกิจการ เพราะไม่จำเป็นต้องรีบนำผลิตภัณฑ์เข้าอบทันทีหลังจากผสมแล้ว

หน้าที่ของสิ่งช่วยขึ้นฟูต่อผลิตภัณฑ์

(1) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทานและอร่อย ช่วยเพิ่มปริมาตรของผลิตภัณฑ์

(2) ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความเบา ขึ้นฟู ง่ายต่อการขบเคี้ยว

(3) ผลิตภัณฑ์ที่ใส่สารเหล่านี้ จะมีลักษณะเนื้อในเป็นรูโปร่ง ดังนั้น น้ำย่อยจึงสัมผัสกับอาหารได้หมด ทำให้ย่อยได้ง่ายขึ้น (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2530 : 133-137)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีสร้างอุปกรณ์

ในการดำเนินการศึกษาออกแบบ และสร้างเครื่องตีไข่นั้น จำเป็นต้องทำการศึกษารายละเอียดถึงหลักการทำงานของเครื่องตีไข่ และส่วนประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเก็บรวมรวบข้อมูล และรายละเอียดทั้งหมด สำหรับนำมาเรียบเรียงเป็นขั้นตอนในการออกแบบสร้างเครื่องตีไข่ ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานได้ดี และมีต้นทุนการผลิตต่ำ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้

1. มอเตอร์ชนิด Single Phase Induction AC ขนาด $\frac{1}{2}$ แรงม้า แสดงดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โครงเหล็กแนวตั้งฉาก

โครงเหล็กแนวตั้ง แสดงดังภาพที่ 2 ประกอบด้วย

- เหล็กฉากขนาด 1 นิ้ว ความยาว 66 เซนติเมตร จำนวน 4 เส้น
- แกนเหล็กหมุน สำหรับสวมหัวตะกร้อลวด ความยาว 35 เซนติเมตร
- ฝาครอบโครงเหล็กสแตนเลส ขนาด 30.5 x 30.5 เซนติเมตร

ภาพที่ 2 โครงเหล็กฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตะกร้อลวดตีไข่ แสดงดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 ตะกร้อลวดตีไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

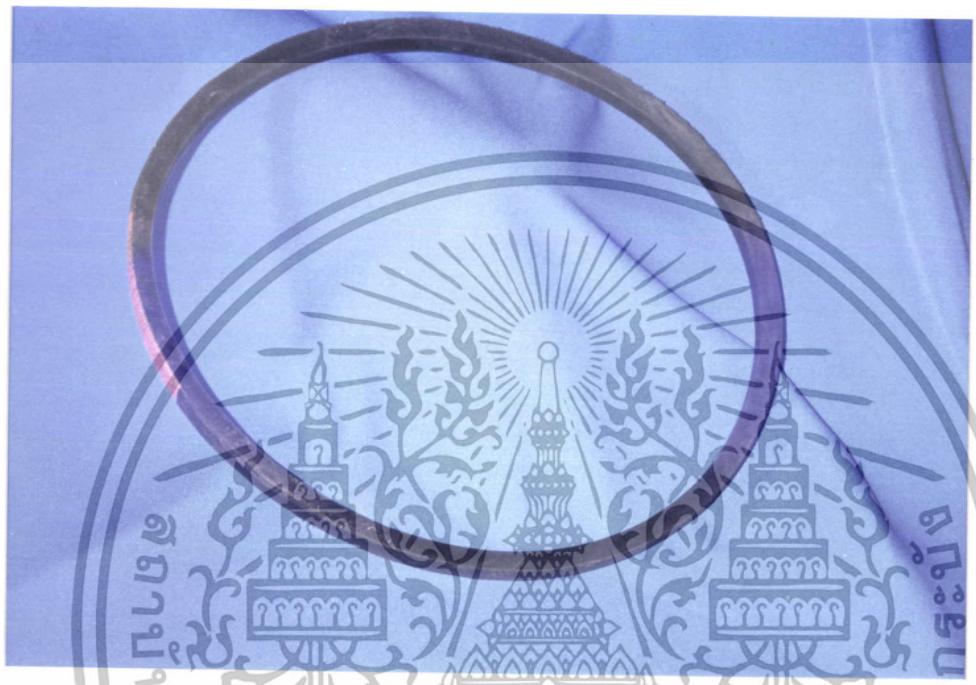
4. อ่างผสม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร ความสูง 28 เซนติเมตร แสดงดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 อ่างผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40309

5. สายพาน เบอร์ 38 ความยาว 104.5 เซนติเมตร แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 สายพาน

3.2 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์

ขั้นที่ 1 ประกอบโครงสร้าง

นำเหล็กฉากขนาด 1 นิ้ว ขนาดความยาว 66 เซนติเมตร จำนวน 4 เส้น จากนั้นนำเหล็กทั้ง 4 เส้น มาประกอบเป็นโครงเหล็กโดยใช้น็อต – สกรูเป็นตัวยึด จะได้โครงเหล็กที่มีขนาดความกว้าง x ความยาว คือ 30.5 x 30.5 เซนติเมตร มีความสูง 66 เซนติเมตร จากนั้นนำแกนหมุนมายึดติดกับเหล็กเส้นด้านหน้า 2 เส้น ที่มีความหนา 1 นิ้ว เพื่อเป็นส่วนที่สวมสายพาน ซึ่งจะยึดติดอยู่กับแกนหมุน และแกนหมุนจะสวมต่อกับหัวตะกร้อลวดตีไข่ โดยมีน็อต - สกรูเป็นตัวยึดจับไม่ให้หลุดในขณะตีไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 2 การทาสีโครงเหล็กเพื่อป้องกันสนิม

เครื่องตีไข่ จำเป็นต้องมีการทาสีให้ทั่ว เพื่อป้องการเกิดสนิม และเพื่อให้มีความสวยงาม สีที่ใช้ คือ สีน้ำเงิน

ขั้นที่ 3 การติดตั้งมอเตอร์ และสวิทซ์ปิด – เปิดเครื่อง เพื่อเป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่มอเตอร์ ให้เครื่องสามารถทำงานได้

นำมอเตอร์ AC ขนาด ½ แรงม้า ติดตั้งกับโครงเหล็ก ใช้น็อตยึดติดแผ่นเหล็กเส้น จำนวน 2 เส้น ติดตั้งด้านในของโครงเหล็ก ก่อนที่จะครอบด้วยฝาครอบสแตนเลส ให้ส่วนเพลาของมอเตอร์อยู่ด้านบน เพื่อสวมยึดกับสายพาน และต่อสวิทซ์ปิด – เปิด ยึดด้วยตัวน็อต

<u>ภาพที่ 6</u> การติดตั้งมอเตอร์ และสวิทซ์ปิด-เปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 4 ติดตั้งสายพาน

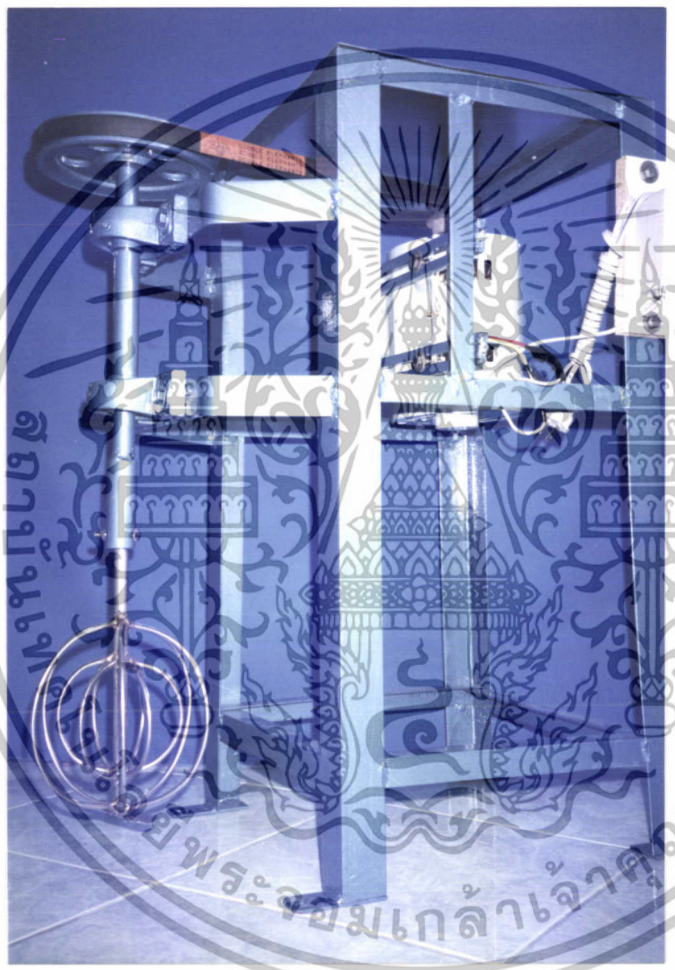
ใช้สายพาน เบอร์ 38 ความยาว 104.5 เซนติเมตร สวมยึดติดกับส่วนบนของแกนหมุนซึ่งเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15.5 เซนติเมตร และมีร่องไว้สำหรับยึดกับสายพานโดยเฉพาะ แล้วจึงสวมเข้ากับเพลาของมอเตอร์ จะมีความแน่นตึงพอดีสำหรับการใช้งานในการตีไข่

ขั้นที่ 5 การสวมตะกร้อลวดตีไข่เข้ากับแกนหมุน

เมื่อจะใช้งาน จำเป็นต้องมีการสวมตะกร้อลวดเข้าไปก่อน โดยที่หัวตะกร้อนั้นจะมีรูกลวงตรงแกนหมุน เพื่อยึดกับตัวน็อตแล้วจึงขันสกรู เมื่อใช้งานเสร็จก็ถอดตัวน็อตกับสกรูออก แล้วจึงนำส่วนของตะกร้อลวดไปล้างทำความสะอาด สำหรับอ่างผสมนั้น เมื่อจะใช้เครื่องตีไข่ จึงนำอ่างผสมมาใช้คู่กัน ซึ่งตัวอ่างผสมก็สามารถเคลื่อนยกทำความสะอาดได้โดยสะดวกเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อประกอบอุปกรณ์ต่างๆ ที่ได้กล่าวมาทั้งหมดเข้าด้วยกันแล้ว จะได้เครื่องตีไข่ที่สามารถทำได้ง่าย ต้นทุนต่ำ และมีความแข็งแรง ทนทาน แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 เครื่องตีไข่ที่เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สถานที่จัดสร้างอุปกรณ์

81 ม.เคหะนคร 1 ซ.เฉลิมพระเกียรติ 22 ถ.สุขุมวิท 103 แขวงหนองบอน เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10260

ภาควิชาครุศาสตร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถ.ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

3.4 ระยะเวลาในการสร้างอุปกรณ์

ตั้งแต่เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2543 ถึง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2544

เริ่มจากการศึกษาระเบียบการทำปัญหาพิเศษ จึงเลือกเรื่องที่เหมาะสมแล้วทำการศึกษาเอกสารต่างๆ และเขียนโครงร่างปัญหาพิเศษนำเสนอต่ออาจารย์ผู้ประสานงาน จากนั้นดำเนินการออกแบบและทำการประดิษฐ์เครื่องตีไข่ แล้วจัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษให้สมบูรณ์ จึงทำการส่งปัญหาพิเศษ

รวมระยะเวลาทั้งหมดในการทำปัญหาพิเศษ เป็นเวลา 24 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการสร้างอุปกรณ์

4.1 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องตีไข่

ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องตีไข่ ได้ทำการทดสอบโดยการทำขนมไข่ สำหรับส่วนผสมที่ใช้ในการทำขนมได้แก่ ไข่ไก่สด น้ำตาลทราย แป้งสาลีเอนกประสงค์ และมีขั้นตอนในการทดสอบ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมส่วนผสมตามสูตร คือ

- ไข่ไก่สด 20 ฟอง
- น้ำตาลทราย 1 กิโลกรัม
- แป้งสาลีเอนกประสงค์ ½ กิโลกรัม

ขั้นที่ 2 ตรวจสอบการทำงานของเครื่องตีไข่

ขณะทำการตีไข่ ให้สังเกตุว่า เครื่องมีความเร็วสม่ำเสมอหรือไม่ และส่วนผสมมีการขึ้นฟูเป็นอย่างไร เข้ากันดีหรือไม่ ก่อนที่จะนำเข้าอบ

ขั้นที่ 3 วิธีการทำ

- เตรียมเครื่องตีไข่ ใส่ตะกร้อลวดสำหรับตีไข่ไว้ให้พร้อม
- นำไข่และน้ำตาลทรายใส่รวมกันในอ่างผสม นำไปตีกับเครื่องตีไข่
- ตีจนไข่และน้ำตาลทรายขึ้นฟูดี แล้วจึงเติมแป้งสาลีที่ร่อนแล้วลงไป
- ปิดเครื่อง นำส่วนผสมมาตะล่อมให้เข้ากันดี จึงเทใส่พิมพ์ เข้าอบที่อุณหภูมิ 180° C. อบนานประมาณ 15 – 20 นาที (ศรีสมร คงพันธุ์, 2537 : 41)

ขั้นที่ 4 ตรวจดูลักษณะของขนมหลังการอบ

สังเกตุดูลักษณะของขนมหลังจากที่อบเสร็จแล้ว ว่าขึ้นฟูดีหรือไม่ ทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส ความโปร่ง นุ่มฟู เบา ของขนมไข่ที่ได้ (ควรทำขณะที่ขนมออกจากเตาใหม่ๆ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดสอบ

จากการทดสอบการใช้เครื่องตีไข่ ปรากฏว่าเครื่องสามารถใช้งานได้ดี และมีอัตราความเร็วในการตีสม่ำเสมอ ดังนั้น ในการตีไข่จำนวน 20 ฟองจึงใช้เวลาในการตีเพียง 20 – 25 นาที ก็นำเข้าเตาอบได้ ซึ่งเครื่องตีไข่นี้ สามารถตีไข่อย่างต่อเนื่องได้นานประมาณ 1 ชั่วโมง เพราะมอเตอร์มีกำลังสูง แต่ถ้าตีไข่มากกว่า 20 ฟอง ก็ควรปิดสวิทซ์พักเครื่องเมื่อตีไปได้ประมาณ ½ - 1 ชั่วโมง เพราะจะได้คลายความร้อนในตัวมอเตอร์ เป็นการพักเครื่องไม่ให้ทำงานหนักเกินไป

สำหรับส่วนผสมเมื่อทำการตีแล้ว ไข่ขึ้นฟูดี และเนียนนุ่ม เมื่อนำไปอบเสร็จแล้วก็ได้ลักษณะขนมที่ฟู เนื้อสัมผัสดี มีความโปร่งเบา และรสชาติดี แต่เครื่องจะมีเสียงของโลหะกระทบกัน

4.3 การปรับปรุงแก้ไข

ในการจัดสร้างเครื่องตีไข่ครั้งนี้ เมื่อได้ทำการทดสอบการใช้งานแล้ว มีผลข้างเคียง คือ ขณะเครื่องกำลังทำงานจะมีเสียงค่อนข้างดัง เป็นเสียงของโลหะกระทบกัน เพราะโครงสร้างทำจากเหล็กเกือบทั้งหมด และบริเวณเหล็กที่เป็นขาตั้งทั้ง 4 ด้านนั้น ไม่มีแผ่นยางสำหรับรองพื้นเพื่อป้องกันเสียง ดังนั้น วิธีแก้ไขก็คือ ควรนำเครื่องวางชิดกับฝาผนัง ทั้งนี้ จะช่วยให้ไม่เกิดเสียงดังเวลาใช้ และยังเป็นการสะดวก และปลอดภัยในการใช้แต่ละครั้งอีกด้วย สำหรับอ่างผสม ซึ่งก็ทำจากโลหะเช่นเดียวกัน เพื่อลดการเกิดเสียงขณะทำการตีไข่ จึงควรนำผ้าหนาๆ รองใต้ภาชนะอ่างผสมด้วย จะช่วยป้องกันการกระเทือน และช่วยไม่ให้เกิดเสียงดังได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จุดมุ่งหมายของปัญหาพิเศษนี้ คือ ต้องการจัดสร้างเครื่องตีไข่ สำหรับใช้งานตีไข่ในปริมาณที่มากและมีประสิทธิภาพการใช้งานได้ดี อีกทั้งยังดูแลรักษาง่ายอีกด้วย โดยผลในการทดลองสร้างครั้งนี้ได้ผลเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ขั้นตอนแรกได้เริ่มจากการศึกษาวิธีการสร้างเครื่องตีไข่ หลักในการออกแบบ หลักการทำงานของเครื่องและหลักการใช้งานของเครื่อง จากนั้นจึงทำการจัดซื้ออุปกรณ์ที่จะนำมาสร้างเครื่องตีไข่ แล้วดำเนินการสร้างเครื่องตีไข่ทีละขั้นตอน

ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องตีไข่ ได้ทำโดยการตีไข่กับน้ำตาลทรายจนขึ้นฟู และได้เติมแป้งสาลีที่ร่อนแล้วลงไปเพื่อนำไปอบเป็นขนมไข่ จากผลการทดสอบนั้น จะเห็นได้ว่าการตีไข่รวมกับน้ำตาลทรายในขั้นตอนแรกได้ผลดีมาก ไข่ที่ใช้ทดสอบจำนวน 20 ฟอง มีการขึ้นฟูดีมากและใช้เวลาไม่นานก็ขึ้นฟูขาว สามารถเติมแป้งสาลี ที่ร่อนแล้วได้ทันที และเมื่อทำการอบเสร็จแล้วนั้น ผลปรากฏว่าลักษณะขนมโปร่งฟู และเบา เนื่องมาจากการตีไข่ที่ขึ้นฟูนั่นเอง ดังนั้น จากผลการทดสอบที่ได้กล่าวมาทั้งหมด แสดงให้เห็นว่า เครื่องตีไข่ที่ได้สร้างขึ้นนี้ สามารถใช้งานได้ดีและมีประสิทธิภาพ

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบ และประดิษฐ์เครื่องตีไข่ และผลทั้งหมดในการทดสอบการทำงานของเครื่องปัญหาที่เกิดขึ้น คือเกิดเสียงของโลหะกระทบกัน ขณะเครื่องกำลังทำงาน ซึ่งวิธีป้องกันการเกิดเสียงดังก็คือ การวางเครื่องให้ชิดผนัง เพื่อกันการกระเทือนและควรใช้ผ้ารองอ่างผสม เพื่อไม่ให้เกิดเสียงของโลหะ ระหว่างตะกร้อลวดตีไข่กระทบกับอ่างผสม ทำให้เกิดเสียง วิธีการทั้งหมดนี้ สามารถช่วยลดการเกิดเสียงได้เป็นอย่างดี

เครื่องตีไข่ เครื่องที่ได้จัดสร้างขึ้นมานี้ นับว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นภูมิปัญญาคนไทยอย่างหนึ่ง ซึ่งทำได้ไม่ยาก และใช้วัสดุ- อุปกรณ์ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นทั้งสิ้น และยังมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำอีกด้วย ประสิทธิภาพโดยรวม ของเครื่องตีไข่ ที่ได้จัดสร้างขึ้น และได้มีการทดลองใช้งานนั้น นับว่ามีประสิทธิภาพการทำงานอยู่ในขั้นดี แต่ทั้งนี้ยังมีปัจจัยอื่นอีกหลายปัจจัย ที่จะทำให้ไข่เกิดการขึ้นฟูมากหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือน้อย ปัจจัยเหล่านั้น ได้แก่ ความสดใหม่ของไข่ที่ใช้ตี อัตราส่วนของส่วนผสมต่างๆ ที่ใช้ทำขนมชนิดนั้นๆ อุณหภูมิและสภาพแวดล้อม ระยะเวลาในการตี เป็นต้น ดังนั้น ในโอกาสต่อไปหากว่าจะมีการปรับปรุง และพัฒนาเครื่องตีไข่ ให้มีความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพการใช้งานที่สูงกว่านี้ได้ ก็สมควรจะกระทำอย่างยิ่ง เพื่อเป็นการประยุกต์จากเครื่องต้นแบบให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นกว่าเดิม เช่น ทำการออกแบบให้รูปทรงมีความสวยงามขึ้นหรือปรับอัตราความเร็วให้มากขึ้นเพื่อลดระยะเวลาในการตีให้น้อยลง เป็นต้น ทั้งนี้ก็เพื่อประโยชน์ของการใช้งานให้สำเร็จลุล่วงได้ตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้ และทำให้เกิดการพัฒนาขึ้นตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2539. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 516 น.

ณรงค์ อาจฤทธิ์. 2539. เครื่องจักรไฟฟ้าและหม้อแปลง. กรุงเทพฯ : ยูไนเต็ด บุ๊ค. 479 น.

เทพนารินทร์ ประพันธ์พัฒน์ และวิหาร ดีปัญญา. 2539. วัสดุอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊ค . 306 น.

ธีระยุทธ สุวรรณประทีป และพิชัย ลีละพัฒนะ. 2535. เทคนิคกลไก. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 239 น.

มงคล ชมบุญ. 2526. ไฟฟ้าประยุกต์. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี. 253 น.

วริทธ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. 2522. การออกแบบเครื่องจักรกล. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 354 น.

ศรีสมร คงพันธุ์. 2537. เค้กอย่างง่าย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : แสงแดด. 56 น.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2535. หลักการทดลองอาหาร. กรุงเทพฯ : โอเดียน สโตร์. 324 น.

สุวรรณ บุญทิพย์. 2539. ไฟฟ้าอุตสาหกรรมเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ดวงกมลสมัย บุ๊ค . 309 น.

เสนีย์ ศิริไชย. 2531. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.510 น.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2530. เทคโนโลยีเบเกอรี่. กรุงเทพฯ : โอเดียน สโตร์. 506 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องตีไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องตีไข่

มอเตอร์ AC	**1,100**	**บาท**
โครงเหล็กฉาก	**400**	**บาท**
อ่างผสม	**250**	**บาท**
ตะกร้อลวดตีไข่	200	บาท
สีทาโครงเหล็ก	150	บาท
สวิทซ์เปิด – ปิด	100	บาท
สายพาน	40	บาท
น็อต – สกรู	30	บาท
รวม	**2,270**	**บาท**

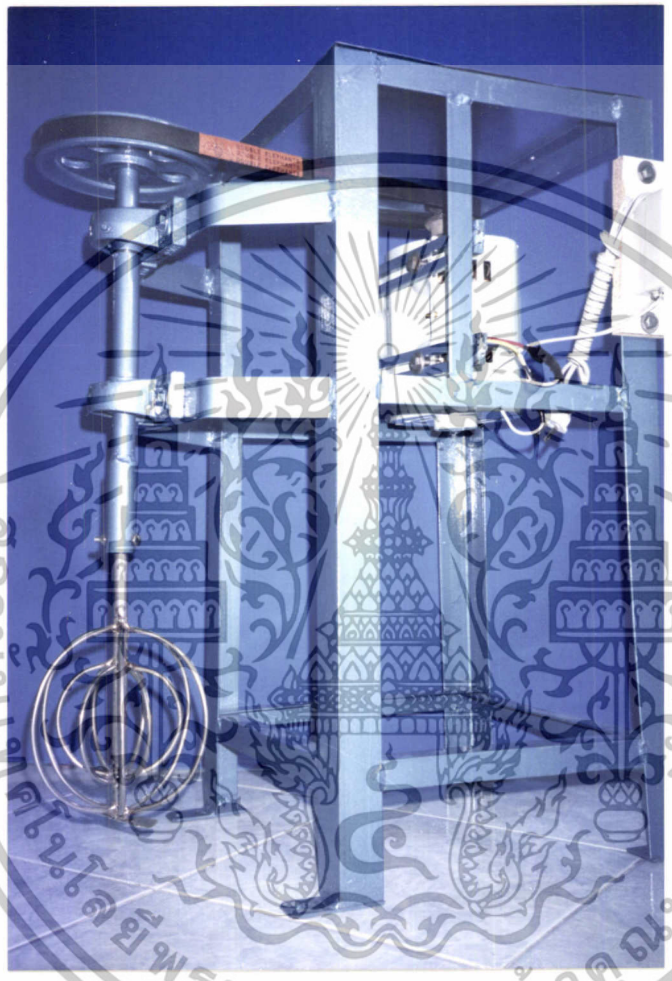
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
วิธีใช้งานเครื่องตีไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการใช้งานเครื่องตีไข่

1. นำหัวตะกร้อลวดสวมยึดกับแกนหมุนด้วยน็อต – สกรู แสดงดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การสวมตะกร้อลวด

2. นำอ่างผสมวางตรงตะกร้อลวด เวลาใช้จึงนำไข่และส่วนผสมอื่นใส่ลงไป เพื่อให้ตะกร้อได้สัมผัสกับส่วนผสมที่อยู่ข้างใน
3. จากนั้นทำการเสียบปลั๊กไฟ แล้วเปิดเครื่องที่สวิทซ์ เครื่องก็จะทำงานตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้