

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

เครื่องหั่นหนังหมู

PIG RAW SLICING MACHINE

โดย

นายพงศ์ยา คุณชล
นางสาวอุไรวรรณ วิเชียรประพันธ์

รพ.
พ 138๓
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 73125
วัน,เดือน,ปี - 3 ก.ค. 2550

b. 11982๖7๕
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2549

ชื่อเรื่อง	เครื่องหั่นหนังหมู	
	Pig raw slicing machine	
ชื่อ-สกุล	นายพงศ์ษา คุณชล	
	นางสาวอุไรวรรณ วิเชียรประพันธ์	
สาขาวิชา	อุตสาหกรรมเกษตร	ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร
คณะ	วิศวกรรมอุตสาหกรรม	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ปานจิต ป้อมอาสา	

บทคัดย่อ

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สำหรับหั่นหนังหมูในการทำแฮม และอาหารประเภทต่างๆ เช่น ยำ ต้มกระเพาะปลา ต้มยำ ท้าแกงคั่ว แคนหมู โดยอาศัยหลักการการทำงานของมอเตอร์ AC ขนาด 1/4 แรงม้า ซึ่งใช้สำหรับการหั่นหนังหมู เครื่องหั่นหนังหมูที่อาศัยหลักการการทำงานของมอเตอร์ AC ขนาด 1/4 แรงม้า ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ส่วนคือ ส่วนโครงสร้างเครื่องหั่นหนังหมูซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการติดตั้งใบมีดที่ใช้หั่นหนังหมู และอีกส่วนเป็น โครงสร้างฐานที่ใช้ติดตั้งมอเตอร์ โดยส่วนนี้จะนำมาประกอบกัน โดยการเชื่อมไฟฟ้า

การเริ่มดำเนินการประดิษฐ์เครื่องหั่นหนังหมูที่อาศัยหลักการการทำงานของมอเตอร์ AC ขนาด 1/4 แรงม้า เริ่มต้นด้วยการวางแผน ศึกษารูปแบบ วัสดุอุปกรณ์ และเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการประดิษฐ์เครื่องหั่นหนังหมู จากนั้นทำการออกแบบ กำหนดขนาด เลือกว่าวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการประดิษฐ์เครื่องให้ได้ตามความต้องการ และทำการขึ้นโครง โดยประกอบกับโครงสร้างหลักและ โครงสร้างฐานเพื่อติดตั้งมอเตอร์และติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง ทำสีตัวเครื่อง เก็บรายละเอียดต่างๆให้เรียบร้อย จากนั้นทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหั่นหนังหมู

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหั่นหนังหมูที่อาศัยหลักการการทำงานของมอเตอร์ AC ขนาด 1/4 แรงม้า โดยการทดสอบหั่นหนังหมูแต่ละครั้งความหนาของหนังหมูที่ออกมามีความหนาเท่ากันเส้นก็ไม่ขาด และการทำงานของเครื่องก็ไม่ติดขัดหรือขัดข้องแต่อย่างใดในขณะที่ทำการหั่นหนังหมู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษ เรื่อง “เครื่องหันหน้าหมู” สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่านด้วยกัน อันดับแรก คือ อาจารย์ปานจิต ป้อมอาสา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำงานปัญหาพิเศษเพื่อให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีในทุกขั้นตอน

ขอขอบพระคุณ พ่อ-แม่ที่ให้กำลังใจ ทุ่มเทและให้ความหวังใจโดยตลอดมา
ขอใจเพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ รวมทั้งกำลังใจที่มอบให้เสมอมาจนทำให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ความคิดของปัญหาพิเศษฉบับนี้ ขอมอบให้แก่คณาจารย์ทุกท่าน รวมทั้งบุคลากรที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และเป็นกำลังใจมาโดยตลอด จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

พงศ์ยา คุณชล

อุไรวรรณ วิเชียรประพันธ์

7 ตุลาคม 2549

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
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหนังสือ.....	3
2.1.1 ความสำคัญของหนังสือ.....	3
2.1.2 ลักษณะของหนังสือ.....	3
2.1.3 คุณค่าทางโภชนาการของหนังสือ.....	4
2.1.4 การใช้ประโยชน์ของหนังสือในรูปแบบต่างๆ.....	4
2.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์เครื่องหันหนังสือ.....	7
2.2.1 คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่องหันหนังสือ.....	7
บทที่ 3 วิธีการสร้างอุปกรณ์.....	18
3.1 วัสดุุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่องหันหนังสือ.....	18
3.2 ขั้นตอนการประดิษฐ์เครื่องหันหนังสือ.....	23
3.3 สถานที่จัดสร้างอุปกรณ์.....	30
3.4 ระยะเวลาในการประดิษฐ์เครื่องหันหนังสือ.....	30
บทที่ 4 ผลการสร้างอุปกรณ์.....	32
4.1 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพ.....	32
4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ.....	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 การปรับปรุงและแก้ไข.....	34
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	35
5.1 สรุปผล.....	35
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	36
บรรณานุกรม.....	37
ภาคผนวก.....	39
ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องค้นห้นงหม.....	40



สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	มอเตอร์ AC ขนาด 1/4 แรงม้า.....	17
2	มูเล่ย์ตัวที่ 1 ขนาด 110 มิลลิเมตร ชักติดอยู่กับมอเตอร์.....	17
3	มูเล่ย์ตัวที่ 2 ขนาด 1800 มิลลิเมตร ชักติดอยู่กับเพลาลูกกลิ้งลูกที่ 1.....	18
4	สายพานเบอร์ B 64	18
5	ลูกกลิ้งขับ.....	18
6	ลูกกลิ้งตาม.....	19
7	ขนาดลูกกลิ้ง.....	19
8	เพลาลูกกลิ้งตัวขับ.....	19
9	เพลาลูกกลิ้งตัวตาม.....	19
10	เฟืองลูกกลิ้งขับและเฟืองลูกกลิ้งตาม.....	20
11	ปะกับลูกกลิ้ง.....	20
12	โรลลิ่งแบร์ริง.....	20
13	น๊อต , สกรู.....	21
14	แขนรอร่องใบมีด.....	21
15	การประกอบส่วนฐาน.....	22
16	การติดตั้งชุดลูกกลิ้ง.....	24
17	การติดตั้งปะกับลูกกลิ้ง.....	24
18	การติดตั้งแขนรอร่องใบมีดและเหล็กยึดปะกับลูกกลิ้ง.....	25
19	การติดตั้งชุดฟันเฟืองลูกกลิ้ง.....	25
20	การติดตั้งมูเล่ย์.....	26
21	การติดตั้งมอเตอร์.....	26
22	การติดตั้งสายพาน.....	27
23	การติดตั้งสวิตซ์ ปิด- เปิด.....	27
24	เครื่องหันหน้าหมู.....	28
25	หนังหมูที่ยังไม่คัม.....	31
26	หนังหมูที่คัมแล้ว.....	31

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
27	เปิดสวิตช์ (ON).....	32
28	เส้นหมึก.....	32



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเครื่องจักรนับว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง สำหรับอุตสาหกรรมอาหารเนื่องจากเครื่องจักรเป็นสิ่งที่ทำให้การผลิตนั้นเกิดความสะดวกรวดเร็วมีความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ที่ได้ การผลิตที่จะดีได้นั้น เครื่องจักรก็เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญและต้องมีคุณภาพที่แสดงได้ถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เช่นกัน ดังที่จะเห็น ได้ว่าจะมีเครื่องจักรมากมายหลายชนิด เช่น เครื่องสไลด์ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เครื่องผสม เครื่องกวน ฯลฯ ที่นำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เครื่องหั่นหนังหมูก็เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่จะนำมาใช้ในด้านอุตสาหกรรมอาหาร ในการทำผลิตภัณฑ์ที่มีหนังหมูเป็นส่วนผสมโดยที่หนังหมูใช้ทำอาหาร ได้หลายชนิด เช่น แหนม แคนหมู หรือ อาจใช้คัมหรือรับประทานคู่กับน้ำจิ้ม แต่หนังหมูที่เราหั่นออกมาทำอาหารนี้จะมีคุณภาพที่ไม่เท่ากันจึงทำให้ระยะเวลาที่ดองไฟไม่เท่ากันจึงอยากให้มีการหั่นหนังหมูที่เท่ากัน โดยเฉพาะการทำแหนมเป็นอาหารพื้นบ้าน แหนม หมายถึง ผลิตภัณฑ์เนื้อที่เตรียมได้ โดยการนำเนื้อ ฆาต หรือ สับให้ละเอียด ใส่หนังหมูไปผสมกับเกลือ กระเทียมบด และ สารประกอบ ในเตรทหรือในโครท์ แล้วบรรจุห่อ ด้วยใบตอง หรือ พลาสติก เก็บไว้ 2-3 วันก็สามารถนำมารับประทานได้ แหนม เป็นอาหารพื้นเมือง ที่นิยมบริโภค กัน โดยทั่วไป ในท้องถิ่น ช่องทาง ในการผลิตอาหารประเภทนี้ เพื่อการจำหน่าย จึงยังเปิดกว้าง สำหรับผู้ที่ตั้งใจ ประกอบธุรกิจ ที่ไม่จำเป็นต้องใช้ เทคโนโลยี และ ทุนสูงนัก แหนมเป็นการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อ โดยวิธีการหมักประชาชน นิยมรับประทานกันมาก เพราะ แหนมมีคุณค่าโภชนาการที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ส่วนประกอบหลัก ที่ใช้ในการทำแหนม ก็คือ เนื้อ เนื้อเป็นแหล่งสำคัญหนังหมูเป็นวัตถุดิบหลักและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ในการทำ แหนมจะอร่อยมีลักษณะ ดีหรือไม่ ขึ้นอยู่กับหนังหมู ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกหนังหมูที่เหมาะสมในการทำแหนมมากที่สุดและดีที่สุดการเลือกหนังหมู ควรเป็นหนังหมูที่ได้จากข้างลำตัว และหนังสะโพก เป็นหนังหมู ใหม่ ไม่มีกลิ่นเหม็น สะอาด มีสีขาวอมชมพูจาง ๆ ไม่มีสีจืดคล้ำ ไม่มี ขนติด และต้องไม่เป็นหนังที่ได้จากหมูที่มีอายุน้อยเกินไปควรจะมีอายุระหว่าง 3-6 เดือนการหั่นหนังหมู (ไพโรจน์ วิริยจารี และคณะ, 2537 : 20)

การหั่นหนังหมูก็มีบทบาทสำคัญในอันที่จะทำให้หนังหมูที่หั่น และเป็นเส้นตรงบางจน
รับประทาน ไม่น้อยไปกว่าขนาดที่ตัด ฉะนั้น ในการหั่นหนังหมูจะต้องคำนึงถึงลักษณะของหนัง
หมู และขนาดที่ตัด ไปพร้อมกันด้วยจึงจะได้ແหมมที่มีลักษณะเป็นเส้นตรงบางนำรับประทาน
(สำนักบริหารงานการศึกษาออกโรงเรียน : 2549)

ดังนั้น ในการทำเครื่องหั่นหนังหมูเพื่อให้สามารถใช้ในการหั่นหนังหมูในการทำผลิตภัณฑ์
ต่างๆ ให้มีความหนาเท่ากัน และง่ายต่อการผลิต ลดค่าใช้จ่ายและต้นทุนที่สูง แล้วยังเป็นการช่วย
ลดพลังงานของคนด้วย แหมมเป็นการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อโดยวิธีการหมัก นิยมรับประทานกัน
มากเพราะแหมมมีคุณค่าโภชนาการที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ส่วนประกอบหลักที่ใช้ในการทำ
แหมมก็คือเนื้อ เนื้อเป็นแหล่งสำคัญ หนังหมูเป็นวัตถุดิบหลักและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการ
ทำแหมมจะอร่อยมีลักษณะดีหรือไม่ขึ้นกับหนังหมู ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือก
หนังหมูที่เหมาะสมในการทำแหมมมากที่สุดและดีที่สุด การเลือกหนังหมูควรเป็นหนังหมูที่ได้
จากข้างลำตัวและหนังสะโพก ใหม่ไม่มีกลิ่นเหม็น สะอาด มีสีขาวอมชมพูจางๆ สีไม่ซีดคล้ำ ไม่มี
ขนติดและเป็นหนังที่ได้จากหมูที่มีอายุระหว่าง 3-6 เดือน (ไพโรจน์ วิริยจารี และคณะ, ก : 35)

การหั่นหนังหมูก็มีบทบาทสำคัญที่จะทำให้หนังหมูที่หั่น และเป็นเส้นตรงบางไม่น้อยไป
กว่าขนาดที่ตัด ฉะนั้นในการหั่นหนังหมูจะต้องคำนึงถึง ลักษณะของหนังหมู และขนาดที่ตัด ไป
พร้อมกันด้วยจึงจะได้ແหมมที่มีลักษณะเป็นเส้นตรงบาง แบ่งการหั่นขั้นตอนได้ดังนี้ หั่นหนังหมู
ตามยาวของลำตัวหมูตลอดชิ้น โดยกำหนดชิ้นส่วนของหนังหมูที่ต้องการหั่นให้ได้ขนาด 1
มิลลิเมตร (ห้องสมุดแห่งประเทศไทย : 2549)

ดังนั้น ในการทำเครื่องหั่นหนังหมูเพื่อให้สามารถใช้ในการหั่นหนังหมูเพื่อใช้ในการทำ
ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ให้หนังหมูที่ออกมามีความหนาที่เท่ากันและง่ายต่อการผลิต ลดค่าใช้จ่ายและ
ต้นทุนที่สูงแล้วยังเป็นการช่วยลดพลังงานของคนด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตเครื่องหั่นหนังหมูที่ใช้สำหรับหั่นหนังหมูในการทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น แหมม

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ผลิตเครื่องหั่นหนังหมู ที่ใช้สำหรับหั่นหนังหมูในการทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น แหมม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้เครื่องหั่นหนังหมูในการผลิตแหมม และอื่นๆ

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

จากการที่ได้ศึกษาเรื่อง เครื่องหนังหนังหมูและ ได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลทั้งหมดจากแหล่งต่างๆ จากนั้นจึงได้ทำการเก็บรวบรวมเอกสาร ข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวกับเครื่องหนังหนังหมูซึ่งจากการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องนั้นมี 2 ส่วนดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหนังหมู

1. ความสำคัญของหนังหมู
2. ลักษณะของหนังหมู
3. คุณค่าทางโภชนาการของหนังหมู
4. การใช้ประโยชน์ของหนังหมูในรูปแบบต่างๆ

2.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์เครื่องหนังหนังหมู

2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหนังหมู

1. ความสำคัญของหนังหมู

หนังสุกร (skin) หมายถึง ส่วนของหนังที่เลาะออกมาจากซากสุกรและผ่านกระบวนการชุบจนแล้ว หนังหมูมีคุณค่าทางอาหารครบถ้วนทุกอย่าง ถ้าหากนำมาประกอบอาหารชนิดต่างๆเช่น นำมาขำ คั้มกระเพาะปลา คั้มขำ ทำแกงคั่ว ตลอดจน นำมาทำแคบหมูเพื่อรับประทานเป็นเครื่องเคียงกับน้ำพริกหนุ่ม น้ำพริกอ่อน น้ำพริกตาแดง หรือรับประทานกับแกงคั่ว แกงแค ตลอดจนขนมจีนน้ำเงี้ยวและส้มตำ การรับประทานหนังหมูที่นำมาแปรรูปแล้ว นอกจากทำให้อาหารที่รับประทานมีรสชาติ และเพิ่มความอร่อยแล้วร่างกายยังได้สารอาหารครบถ้วนไม่ทำให้เกิดโรคอ้วน หากรับประทานอาหารให้ถูกส่วนและออกกำลังกายอย่างพอเหมาะและสามารถนำหนังหมูมาแปรรูปในเชิงธุรกิจได้หลายประเภท (สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2547 : 7)

2. ลักษณะของหนังหมู

ลักษณะของหนังหมู ที่ได้จากข้างลำตัว และหนังสะโพก เป็นหนังหมูที่ไม่มีกลิ่นเหม็น จะมีสีขาวอมชมพูจางๆ ไม่มีสีซีดคล้ำหนังหมูที่ดีต้องเป็นหนังที่ได้จากหมูที่มีอายุน้อยเกินไปควรจะมีอายุระหว่าง 3-6 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำความสะดวกแห้งหมู มีขั้นตอนการทำดังนี้

1. นำหนังหมูที่เลือกอย่างดีแล้วมาทำความสะอาด โดยการใช้ใบมีดโกนชนิดมีด้าม ขูดสิ่งสกปรกที่ติดมากับหนังหมูออก หรือมีขูดขนหมูหรือถอนขนหมูออกให้หมด แล้วจึงล้างน้ำสะอาด เทใส่ตะกร้าไม้ไผ่พักไว้ให้สะเด็ดน้ำ

2. ในกรณีที่หนังหมูมีกลิ่นไม่สะอาดเพราะเก็บไว้นาน มีวิธีทำความสะอาดและขจัดกลิ่น นอกจากทำการขูดสิ่งสกปรกและขนออกแล้ว ให้นำไปล้างน้ำผสมสารส้มอย่างเจือจางแล้วจึงนำไปล้างน้ำให้สะอาดอีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้นหมูเป็นชิ้นแล้ว (สำนักบริหารงานการศึกษาออกโรงเรียน : 2549)

3. คุณค่าทางโภชนาการของหนังหมู

โปรตีนของหนังส่วนใหญ่เป็นพวกคอลลาเจน(Collagenous) และมีคุณค่าทางโภชนาการไม่แน่ชัด พบว่ามีทริปโตเซน (tryptohan) เมทไทโอนีน (methioine) โทโรซีน (tyrosine) และซิสตีน (cystine) อยู่ในปริมาณจำกัด โปรตีนในหนังหมูเมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็นเจลาติน (gelatin) ซึ่งทำให้คุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น เมื่อถูกใช้เป็นส่วนผสมในอัตราส่วนเนื้อร้อยละ 84 และเจลาตินร้อยละ 14 (เขาวลัยชัย สุรพันธ์พิสิษฐ์, 2536 : 120)

4. การใช้ประโยชน์ของหนังหมูในรูปแบบต่างๆ

4.1 นำไปทำอิมัลชัน (emulsion) ใช้ผสมกับเนื้อเพื่อทำไส้กรอกชนิดต่างๆ โดยเติมด้วยน้ำและเนื้อเยื่อไขมันหมูพร้อมกับเลือกใช้ emulsifying agent หรือ stabilizing ที่เหมาะสม เช่น soy bean protein isolate หรือ sodium caseinate อิมัลชันที่เตรียมไว้สามารถใช้ได้ในทันทีหรือเก็บไว้ในที่เย็นในภาชนะกันลึก หนังหมูสุกและอิมัลชันหนังหมูเป็นอาหารที่ดีมาก สำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดนั้น เมื่อเตรียมเสร็จควรเก็บรักษาไว้ในที่เย็นจัดตลอดเวลา การใช้ประโยชน์จากหนังหมูสดและอิมัลชันจะพบมากในการทำผลิตภัณฑ์ โดยใช้ผสมลงในช่วงของการผสมหรือสับนวดหนังในรูปแบบอิมัลชัน ทนความร้อนได้ดีกว่าหนังหมูธรรมดา อิมัลชันหนังหมูควรมีองค์ประกอบดังนี้

หนังหมูดัม	ร้อยละ 50
น้ำ	ร้อยละ 44

องค์ประกอบของหนังหมูดัมจะเปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันที่มีอยู่

4.2 การทำแฮม แฮม เป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ นิยมรับประทานกันมากในภาคเหนือได้จากการหมักเนื้อสัตว์ ข้าว น้ำตาล สารประกอบไนเตรท ไนไตรท์ และส่วนผสมอื่นๆทำการหมักโดยอาศัยเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติสร้างกรดทำให้เกิดรสเปรี้ยว

ขั้นตอนการทำแฮม

การเตรียมวัตถุดิบ

เนื้อที่ใช้ควรเป็นเนื้อแดงสดที่ฆ่าและใหม่ ๆ เนื้อส่วนต้นขาเป็นส่วนที่ดีที่สุด เนื่องจากมีมันแทรกน้อย และเมื่อนำมาวนกับเครื่องปรุงต่างๆจะได้ส่วนผสมที่เหนียว เนื้อที่ใช้ทำแฮมไม่นิยมล้าง เนื่องจากเนื้อจะดูดซึมน้ำทำให้มีความชื้นสูงและอาจเน่าเสียง่าย ระหว่างการหมักหากนำไปล้างน้ำควรซับน้ำให้แห้ง นำเนื้อมาตัดเอาส่วนที่เป็นมันและพังพืดออกให้หมด หั่นเป็นชิ้นเล็กๆนำเข้าเครื่องบดเนื้อ หรือใช้มีดสับจนเนื้อละเอียด หนึ่งหมูหุคให้สะอาดล้างด้วยน้ำ ลอนจนออกให้หมด นำไปต้มสุก นำมาหั่นบางๆ กระทบแกะเปลือกออกให้หมด โขลกให้ละเอียด ข้าวเหนียวหนึ่งหรือข้าวสายนำไปโขลกหรือบดให้ละเอียด

การนวดผสม

นำเนื้อบดแล้วผสมเครื่องปรุง คือ เกลือ ข้าวสุก ริกัลเบส โซเดียมไนเตรท ไนไตรท์ น้ำตาลทราย กระทบตามสูตร นวดจนเหนียวหรือเป็นก้อนไม่ติดมือ เติมหนังหมูหรือหูหมู และ นวดต่อให้เข้ากัน สำหรับแฮมบางชนิดมีการเติมพริกขี้หนูเพื่อให้มีรสเผ็ด

การบรรจุและหมัก

แฮมเมื่อนวดได้ที่แล้วนำไปปั้นเป็นก้อน ห่อด้วยพลาสติกหรือห่อด้วยใบตองกล้วย สดมัดให้แน่นด้วยยาง เชือก หรือดอ (ถ้าใช้ใบตองกล้วยสด) เพื่อไล่อากาศภายในเพราะควรหมักแฮมในสภาพไม่มีอากาศและแขวนหมักไว้ประมาณ 2-3 วัน ก็รับประทานได้ (สำนักงาน การบริหารการศึกษานอกระบบ โรงเรียน : 2549)

4.3 ทำแฮมหมู แบ่งได้ดังนี้

1. การหั่นหนังหมู

การหั่นหนังหมู ก็มีบทบาทสำคัญในอันที่จะทำให้หนังหมู ที่ทอดเป็นแคบหมู แล้ว มีลักษณะพองมากหรือน้อย และเป็นเส้นตรง หรือขงอเป็นก้อนกลม ขวนรับประทานไม่น้อยไปกว่าขนาดที่ตัด ฉะนั้นในการหั่นหนังหมูจะต้องคำนึงถึงลักษณะของหนังหมู และขนาดที่ตัดไปพร้อมกันด้วยจึงจะได้แคบหมูที่มีลักษณะพองและขงอเป็นก้อนกลมนำรับประทาน แบ่งการหั่นได้ 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 หั่นหนังหมูตามความยาวของลำตัวหมูตลอดชิ้น โดยกำหนดชิ้นส่วนของหนังหมูที่ต้องการหั่นให้ได้ขนาด 1-1.5 x 3 นิ้ว โดยหั่นหนังหมูตามยาว 3 นิ้ว

ขั้นตอนที่ 2 จากการหั่นหนังหมูได้ความยาวตามลำตัวหมูกว้าง 3 นิ้วแล้ว จึงนำหนังหมู ที่หั่นได้มาหั่นเป็นชิ้นเล็กให้มีขนาด 1-1.5 นิ้ว ก็จะได้ชิ้นส่วนของ หนังหมูที่หั่นเสร็จขนาด 1 - 1.5 x 3 นิ้ว หากจะหั่น ขนาดใด กว้างนี้ ก็ใช้หลักในการหั่น ทำนองเดียวกัน ต่อจากนั้นนำหนังหมูที่หั่นได้ ไปล้างน้ำสะอาด พักไว้ให้สะเด็ด

2. การต้มหนังหมูด้วยน้ำมัน

สำหรับเชื้อเพลิงที่ใช้ในการต้มนี้ ส่วนมากถ้าทำในเชิงธุรกิจ นิยมใช้ฟืน หรือถ่าน อุณหภูมิ ประมาณ 110 องศาเซลเซียส ต่อจากนั้น ก็นำส่วนผสม ที่เตรียมไว้ ใส่องไปคนคลุกเคล้าให้เข้ากัน ไปเรื่อย ๆ เพื่อมิให้หนังหมู ติดกันกระทะ และไหม้ได้ ให้คนกลับไปกลับมา พลิกข้างล่างขึ้นมา ข้างบน และเกลี่ยขอบกระทะไปในตัวโดยคนด้วยตะหลิวค้ำยาวหรือไม้พาย

เมื่อส่วนผสมซึมซับเข้าไปในหนังหมูจนเป็นเนื้อเดียวกัน ให้สังเกตว่า จะมีน้ำมันออกมา บ้างแล้ว หากหนังหมูมีมันติดมาก ก็ไม่ต้องเติม น้ำมันหมู ที่สะอาด และบริสุทธิ์ลงไป แต่ถ้าหนัง หมูมีมันติดน้อย หรือไร้มันก็ให้เติมหนังหมู ลงไป พอสมควร เพื่อป้องกัน มิให้หนังหมูติดกัน กระทะและจับเป็นก้อน ให้หนังหมู ถูกความร้อนโดยทั่วกัน ในขณะเดียวกัน ก็คอยแยกหนังหมูมิ ให้ติดกัน การต้มครั้งนี้เป็นการต้ม เพื่อลดความชื้นของหนังหมูให้น้อยลง ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง (โดยประมาณ)

เมื่อหนังหมูที่ต้มหกดตัวและมีน้ำมันออกมามากพอสมควรแล้ว จะสังเกต เห็นว่าหนังหมู ลอยตัวและไม่ติดกันกระทะ ให้เพิ่มความร้อน ของเชื้อเพลิงขึ้นเป็น 130 องศาเซลเซียส (น้ำมันจะ เดือดพล่าน) การต้มนี้เป็นขั้นตอน เพื่อให้หนังหมูสุก เหลืองและเกือบจะกรอบ โดยผ่านขั้นตอนสุก เปื่อย และหนังหมูจะเกาะกัน เป็นก้อน แล้ว ในขณะเดียวกันก็ต้องคนไปเรื่อย ๆ แต่อาจจะคน น้อยลง กว่า ตอนแรก เพื่อมิให้หนังหมูไหม้ และให้โดนความร้อน โดยทั่วถึงกัน ต้มต่อไป ประมาณ 1 ชั่วโมง ขั้นตอนนี้จะสังเกตได้ว่า หนังหมูจะแตกเสียงดัง มีน้ำมันกระเด็น ออกมา ในขณะเดียวกัน น้ำมันก็จะออกมามากจนท่วมหนังหมูและเดือดพล่าน

ในที่สุดหนังหมูจะค่อย ๆ ลอยตัวจากน้ำมัน มีสีเหลืองเข้มขึ้น และมีเสียงแตก ดังเปาะเปาะ จะสังเกตเห็นว่ามีจุดพองเป็นตุ่ม ๆ เกิดขึ้นรอบ ๆ หนังหมู ขั้นตอนนี้อาจจะต้องลดความร้อนลง บ้าง เพื่อมิให้ไหม้ คนต่อไปอีกสักครู่ ลองเอามือ จับหนังหมูดู ถ้าเห็นว่ามีลักษณะแข็งตัวพอสมควร และมีจุดพอง เกิดขึ้นโดยรอบ ก็เป็นอันว่าใช้ได้ ให้รับถอนไฟออกทันที (ดับไฟจนหมดเตา) ขั้นตอนนี้ ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง รวมใช้เวลาต้มประมาณ 2 ชั่วโมง

3. การทอดหนังหมู

การทอดแคบหมู

เตรียมเชื้อเพลิงให้ร้อนพอสมควร (100 องศาเซลเซียส) ให้น้ำมันที่ใช้ต้ม หนังหมูทอดเมื่อ น้ำมันร้อนจัดแล้ว สังเกตได้จากมีควันสีขาวเกิดขึ้น ทดลองโดยเอาหนังหมูที่เตรียมไว้หย่อนลง ในกระทะ 1-2 ชิ้นก่อน ถ้าหนังหมูจมและลอยตัวขึ้นมาช้าๆ แสดงว่าน้ำมันยังไม่ร้อนพอให้รอ สักครู่หนึ่งแล้วจึงทดลองใหม่จนเห็นว่าหนังหมูลอยตัวขึ้นมาทันที ก็เป็นอันว่าน้ำมันร้อนได้ที่แล้ว พร้อมทั้งจะทำการทอดแคบหมูต่อไป

ในการทอดหนังหมูต้มให้เป็นแคบหมูนี้ให้ใส่พอบประมาณ ควรมีเนื้อที่เหลือพอที่จะให้หนังหมูพองตัวแล้วไม่เบียดกันจนเกินไป

เทคนิคในการทอด

เมื่อใส่หนังหมูต้มลงไปทอดในน้ำมันที่ร้อนจัดแล้ว ให้ใช้ตะหลิวโปร่งคอยกดหนังหมูที่ลอยขึ้นมาจมลงไปใต้น้ำมันให้ร้อนที่สุด ในขณะที่เดียวกันก็พยายามคนพลิกกลับข้างบนลงข้างล่าง และแกว่งตะหลิวโปร่งไปมาสลับกัน เพื่อให้หนังหมูขยายตัวและได้รับความร้อนจากน้ำมันโดยทั่วกัน ทอดต่อไปจนเห็นว่าแคบหมูพองตลอดทั้งก้อนและมีสีเหลืองกรอบได้ที่แล้ว จึงตักแคบหมูขึ้น สะเด็ดน้ำมัน หรือใช้กระดาษซับมัน ทำการซับน้ำมันอีกครั้งหนึ่งก็ได้ พักทิ้งไว้ให้เย็นเตรียมบรรจุต่อไป (สำนักงานบริหารงานการศึกษาอกระบบโรงเรียน : 2549)

2.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์เครื่องหันหนังหมู

1. คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่องหันหนังหมู

(1) สแตนเลส สแตนเลสเป็นโลหะเปลือยประเภท Ferrous metal ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วย เหล็ก โครเมียม นิกเกิล และธาตุอื่นๆ อีกเล็กน้อย สแตนเลสมีหลายชนิดสามารถที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการ ได้ โดยปกติผิวของสแตนเลสจะมีลักษณะคล้ายเงินเป็นมันวาว

สแตนเลสนิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ภาชนะใส่อาหารหรืองานเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอย่างละเอียด ที่ต้องการความสวยงามใช้ได้ทั้งภายนอกและภายในตัวอาคาร โดยไม่ต้องมีการทาสีหรือเคลือบผิว เพื่อป้องกันการกัดกร่อนด้วยวัสดุอื่นใด ๆ ทั้งสิ้น คุณสมบัติทางกายภาพของสแตนเลสก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่นๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่างๆที่ผสมลงไปในขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ซึ่งคือระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศของก๊าซต่างๆ ด้วยธาตุต่างๆ ที่ผสมเข้าเป็นสแตนเลส ได้แก่

- นิกเกิล (Nickel) จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดีและเพิ่มความยืดหยุ่นในขณะดัดโค้งไม่ฉีกขาดหรือแตกร้าวได้ง่าย

- แมงกานีส (Manganese) จะเพิ่มความแข็งแรงความเหนียวและทนต่อแรงดึงได้สูง

- โครเมียม (Chromium) จะเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ความแข็งแรงและสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง

- วานาเดียม (Vanadium) จะเพิ่มความเหนียวให้สแตนเลส

- โมลิบดีนัมและโคโลมเบีย (Molybdenum and columbium) จะต้านทานการกัดกร่อน

- ทิตาเนียม (Titanium) และแมกนีเซียม (magnesium) จะทำให้สแตนเลสมีน้ำหนักเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สแตนเลสมีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมหลักคือ เหล็ก (Fe) นิกเกิล (Ni) โครเมียม (Cr)

- สแตนเลสแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภท ตามชนิดของโครงสร้าง ได้แก่

1) austenitic stainless จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียม 18%, นิกเกิล 8%, ธาตุอื่นๆ ผสมอยู่อีกประมาณ 2-4 % สแตนเลสประเภทนี้จัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า chrome-nickel ซึ่งมีความแข็งแรงสูงมาก แต่มีความเหนียวต่ำ และไม่มีคุณสมบัติของความเป็นแม่เหล็กอยู่

2) martensitic stainless steel จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 11.5-17 % และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 12 % สแตนเลส ประเภทนี้จัดอยู่ในหมู่ 4 มีความแข็งแรงอยู่มาก แต่มีความเปราะอีกเช่นเดียวกัน

3) ferritic stainless steel ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 17-27 % และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2 % สแตนเลส ประเภทนี้จัดอยู่ในหมู่ 4 มีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

สแตนเลส เป็น โลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมาก ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และเสียดำรงถูกอีกด้วย เมื่อเทียบกับ โลหะชนิดอื่นๆ ดังนั้นในการทำงานควรเลือกสแตนเลสให้เหมาะสมกับงานด้วย (ฉัษฐวธรณ ภูภูมิรัตน และฉฉฉฉฉฉฉ ฉฉฉฉ ฉฉฉฉ : 10-11)

(2) เพลา (Shaft) เป็นชิ้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลังแกนเป็นชิ้นส่วนลักษณะเดียวกันกับเพลา แต่ไม่หมุนส่วนมากเป็นตัวยึดรับชิ้นส่วนที่หมุน เช่น ล้อ สายพาน เป็นต้น อย่างไรก็ตามทั้งเพลาและแกนก็นิยมเรียกรวมกันว่าเพลาไม่ว่าชิ้นส่วนนั้นจะหมุนหรืออยู่นิ่งก็ตาม

สพินเดิล (Spind) เป็นเพลาขนาดสั้นที่ไม่หมุนเช่น เพลาที่หัวแท่นกลึง (Head-stock spindle) เป็นต้น

สตัปชาฟต์ (Stub shaft) หรือบางครั้งเรียกว่า เฮดชาฟต์ (head shaft) เป็นเพลาที่ตัดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องกับเครื่องขุดมอร์เตอร์ หรือ เครื่องต้นกำลังอื่นๆ มีขนาดรูปร่างและส่วนยื่นออกมาสำหรับใช้ต่อกับเพลาอื่นๆ

เพลาแนว (Line shaft) หรือเพลาส่งกำลัง หรือเพลาเมน เป็นเพลาซึ่งต่อตรงจากเครื่องต้นกำลัง และใช้ในการขนส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่นๆ โดยเฉพาะ

แจ็กชาฟต์ (Jackshaft) เป็นเพลาขนาดสั้นที่ต่อระหว่าง เครื่องต้นกำลังกับเพลาเมนหรือเครื่องจักรกล (ฉัษฐวธรณ ภูภูมิรัตน และฉฉฉฉฉฉฉ ฉฉฉฉ ฉฉฉฉ : 9)

(3) ไรลิ่งแบร์ริง ไรลิ่งแบร์ริง สามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แอนติฟริกชันแบร์ริง (Anti-Friction Bearing) แรงเสียดทานในแบร์ริงจะไม่ต่างกันมากจากเจอร์นัลแบร์ริง (Journal Bearing) ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกออกแบบอย่างดีภายใต้การทำฟิล์มน้ำมัน ดังนั้นในการตัดสินใจเลือกใช้โรลลิงแบร์ริง สามารถพิจารณาได้จากองค์ประกอบหลายประการดังนี้

1. โรลลิงแบร์ริงจะมีข้อได้เปรียบตรงแรงบิดเริ่มต้นของเพลาส่งสูงกว่า เนื่องจากแรงปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นบนลูกเหล็กหรือโรลเลอร์อิสระ
2. ในการใช้งานที่มีความเร็วรอบของเพลาส่ง เจอร์นัลแบร์ริงจะเสียบกว่าโรลลิงแบร์ริง
3. ในกรณีที่ช่องว่างสำหรับแบร์ริงจำกัด โรลลิงแบร์ริงจะเหมาะสำหรับช่องว่างตามแนวแกนเพลามีจำกัด ส่วนเจอร์นัลแบร์ริงจะเหมาะสำหรับช่องว่างตามแนวรัศมีของเพลามีจำกัด
4. ในการใช้งานที่มีกระแสไฟฟ้ามาเกี่ยวข้องและต้องการฉนวนเพื่อความปลอดภัย เจอร์นัลแบร์ริงจะเหมาะสมกว่าเพราะมีฟิล์มน้ำมันซึ่งป้องกันการนำไฟฟ้าได้
5. โรลลิงแบร์ริงจะมีสัญญาณเหตุเมื่อเริ่มมีความผิดปกติ เช่น เริ่มจะมีเสียงดัง ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ทันก่อนที่จะเสียหายมากขึ้น ส่วนเจอร์นัลแบร์ริงจะไม่มีสัญญาณบ่งบอกความผิดปกติ
6. โรลลิงแบร์ริงสามารถปรับแรงได้ทั้งแนวรัศมีเพลาลูกและแนวแกนเพลาร่วมๆกัน (ยกเว้นแบร์ริงชนิดโรลเลอร์แบร์ริงทรงกระบอกกลม)
7. ก่อนใช้งาน โรลลิงแบร์ริง โรลลิงแบร์ริงจะถูกอัดจากแรงกระทำก่อน (Preload) เพื่อที่จะลดช่องว่างเล็กๆ ในแบร์ริงให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในกรณีที่ใช้อุปกรณ์สำหรับเครื่องจักร (Machine Tool)
8. ระยะห่าง (Clearance) ในโรลลิงแบร์ริงจะน้อยกว่าเจอร์นัลแบร์ริง เพราะว่าจะต้องใช้ อุปกรณ์ที่ต้องการความแม่นยำสูง เช่น เฟือง เป็นต้น
9. ในการหล่อลื่นของโรลลิงแบร์ริงจะไม่ยุ่งยากเท่าเจอร์นัลแบร์ริง ดังนั้นความเสียหายที่เกิดจากเจอร์นัลแบร์ริงรุนแรงกว่าโรลลิงแบร์ริง
10. โรลลิงแบร์ริงสามารถรับแรงที่มากกว่าปกติได้ในเวลาสั้นๆ
11. ค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน

แรงสมมูล หมายถึง แรงในแนวรัศมีซึ่งถ้าให้กระทำต่อโรลลิงโรลลิงแบร์ริง โดยที่วงแหวนในหมุนและวงแหวนนอกอยู่นิ่งแล้วจะทำให้แบร์ริงมีอายุการใช้งานเท่ากับอายุของแบร์ริงที่รับแรงจริง (ซึ่งอาจจะมีทั้งแรงในแนวรัศมีและแนวแกนพร้อมกัน)

(4) นอต นอตหรือเป็นเกลียวหรือเกลียวตัวเมียสำหรับจับยึดชิ้นงานให้แน่นกันสลักเกลียวหรือเกลียวตัวผู้และมึวงแหวนรองรับอยู่ระหว่างนอตกับชิ้นงาน เป็นต้น ชนิดของนอต มี 3 ชนิด ดังนี้

1. นอตธรรมดา (Common nuts)

- นอตหกเหลี่ยม (Hex. Nut)
- นอตหกเหลี่ยมบาง (Jam nut)
- นอตหกเหลี่ยมเป็นร่องผ่าบน (Castle or castellated hex. Nut)
- นอตหกเหลี่ยมคล้ายป้อมปืน (slotted nut)
- นอตหกเหลี่ยมหัวกลม (Cap or acorn nut)

2. นอตล็อกตัวเอง (Self-locking nut)

3. นอตหางปลาหรือนอตมีปีก (Wing nut or thumb screw or butterfly nut)

(5) แหวนรอง แป้นเกลียวหรือแหวน สำหรับทำหน้าที่รองรับอยู่ระหว่างนอตกับชิ้นงาน ช่วยทำให้นอตกับชิ้นงานยึดกันแน่นและนอตจะไม่คลายหรือหลวมได้ง่าย เป็นต้น ซึ่งมีนอตหรือเกลียวตัวเมียหรือสลักเกลียวหรือเกลียวตัวผู้ ทำหน้าที่ขันยึดงานไว้แน่น

ชนิดของแหวนรอง (Washers) มี 6 ชนิด ดังนี้

1. แหวนแบน (standard washers)
2. แหวนผ่าข้าง (split ring washers)
3. แหวนมีพื้นข้างนอก (external type)
4. แหวนมีพื้นข้างใน (internal type)
5. แหวนมีพื้นข้างนอก-ใน (internal-external type)
6. แหวนมีพื้นข้างนอก-เอียงเป็นมุม (countersunk-type) (วิระ รัตนชัย, 2540 : 113-115)

(6) สกรู หัวเข็ดสกรูมีหลายชนิด เช่น หัวกลม (round head) หัวแบน (flat head) หัวกลมด้านข้างรูปทรงกระบอก (fillister head) หัวรูปไข่ (oval point) หัวหกเหลี่ยม (hexagonal head) หัวหกเหลี่ยมข้างใน (internal hex or allen) หัวหกแฉกหน้าข้างใน (fluted) และหัวสี่แฉก (Phillips) สำหรับจับยึดชิ้นงานให้แน่นตามต้องการ แต่ละรูชิ้นงานมีเกลียวในด้วย จึงยึดชิ้นงานได้แน่น เป็นต้น สำหรับปลายเข็ดสกรูมีหลายชนิด เช่น ปลายแบน (flat point) ปลายรูกรวย (cone point) ปลายรูปไข่ (oval point) และปลายรูปถ้วย (cup point) สำหรับกดแน่นชิ้นงานเพื่อให้ชิ้นงานนั้นแน่นด้วย แต่ในรูชิ้นงานมีเกลียวด้วย ปลายเข็ดสกรูจะกดแน่นในรูชิ้นงาน เป็นต้น (บุญธรรม ภัทรราชกุล, 2540 : 114-115)

การเชื่อม (Welding)

การเชื่อม หมายถึงกรรมวิธีที่ทำให้โลหะอย่างน้อย 2 ชิ้น หลอมละลายติดกันแน่น และประสานติดเป็นเนื้อเดียวกันตรงบริเวณรอยเชื่อม โดยปกติมักจะใช้แรงกด ใช้ลวดเชื่อม ซึ่งอาจจะ

ใช้อย่างหนึ่งอย่างใดหรือไม่ใช้ทั้ง 2 อย่างก็ได้ การต่อโลหะโดยการเชื่อมนี้ ยังแบ่งกรรมวิธีที่นิยมใช้มาก สำหรับโลหะแผ่นบางได้อีกเป็น 3 วิธีได้แก่

1.1 การเชื่อมก๊าซ (Gas welding) หมายถึง การเชื่อมประสานโลหะ 2 ชั้น ให้ติดกันโดยอาศัยความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของก๊าซ 2 ชนิดผสมกัน ก๊าซที่ได้โดยทั่วไปคือออกซิเจน (Oxygen, O_2) กับอะเซทิลีน (Acetylene, C_2H_2) ความร้อนที่ได้จะมีประมาณ 5800-6,300 องศาฟาเรนไฮต์ ซึ่งมากเพียงพอจะหลอมละลายโลหะทั้ง 2 ชั้น ให้ติดกันได้

1.2 การเชื่อมไฟฟ้า (Arc welding) หมายถึง การเชื่อมประสานโลหะ 2 ชั้น ให้ติดกันโดยอาศัยความร้อนจากอาร์ค (Arc) ของขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ความร้อนที่ได้จะมีประมาณ 10,000 องศาฟาเรนไฮต์

1.3 การเชื่อมแบบความต้านทาน (Resistance) หมายถึง การเชื่อมโดยอาศัยความต้านทานกระแสไฟฟ้าของแผ่นโลหะเป็นตัวทำให้เกิดความร้อนขึ้นในขณะที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ณ บริเวณจุดนั้น การเชื่อมโดยวิธีนี้ยังจะต้องอาศัยแรงกดเข้าช่วย ในขณะที่โลหะกำลังหลอมละลายด้วย และในขณะที่โลหะเย็นตัวลงก็จะทำให้โลหะยึดติดกัน (เกษมชัย บุญเพ็ญ, 2541 : 116-118)

ระบบส่งกำลัง

สำหรับงานเครื่องจักรกลที่ต้องใช้มอเตอร์เป็นตัวต้นกำลังนั้น การเลือกชนิดของมอเตอร์ การกำหนดระบบส่งกำลัง การกำหนดความเร็วรอบ จะมีการเจาะจงโดยเฉพาะเครื่องนั้นๆ ซึ่งเพื่อความเหมาะสมของแต่ละเครื่องแต่ละขั้นตอน เป็นการแน่นอนที่ผู้ออกแบบจะต้องศึกษาถึงระบบต่างๆ เพื่อช่วยในการออกแบบให้เครื่องนั้นมีประสิทธิภาพดีขึ้น

ระบบส่งกำลัง คือ การชักนำ การถ่ายกำลังจากตัวต้นกำลังจากแกนหนึ่ง ไปยังอีกแกนหนึ่ง ซึ่งการส่งกำลังที่มีทิศทางการทำงานทั้งทิศทางเดียวกัน และทิศทางสวนกัน เป็นการช่วยเพิ่มความเร็วยรอบของต้นกำลังให้มากขึ้น หรือลดความเร็วรอบต้นกำลังให้ช้าลง เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานี้ เป็นระบบส่งกำลังที่ยกตัวอย่าง ทั้งนี้เพราะระบบส่งกำลังมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน วิธีต่อไปนี้เป็นระบบส่งกำลังที่ใช้กันมาก

การส่งกำลังสายพาน

การส่งกำลังทางกลจากเพลลาอันหนึ่งไปยังเพลลาอีกอันหนึ่ง อาจทำได้หลายวิธีคือ โดยใช้เฟือง ใช้สายพาน หรือใช้โซ่ การส่งกำลังโดยการสายพาน เป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัวได้ (Flexible) ซึ่งมีข้อดีหรือข้อเสียหลายประการ เมื่อเปรียบเทียบกับ การส่งกำลังโดยใช้เฟือง ข้อดีก็คือมีราคาถูกและใช้งานง่าย รับแรงกระชุกและสั่นสะเทือนได้ดี ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง เหมาะสำหรับการส่งกำลังระหว่างเพลลาที่อยู่ห่างกันมากๆ และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ เป็นต้น แต่มีข้อเสียคือ อัตราทดไม่แน่นอนนัก เนื่องจากการสลิป (Slip) และการครีป (Creep) ของสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และต้องมีการปรับระยะห่างระหว่างเพลลาหรือปรับแรงดึงในสายพานระหว่างใช้งาน นอกจากนี้ ยังไม่อาจใช้งานที่มีอัตราทดสูงมากได้ ซึ่งมักใช้ กับอัตราทดไม่เกิน 5

สายพานแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะหน้าตัดของสายพาน คือ

1. สายพานแบน (Flat Belts) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
2. สายพานลิ้ม (V-Belts) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู
3. สายพานกลม (Ropes) มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม
4. ไทม์มิงเบลท์ (Timing Belts) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แต่จะทำเป็นร่องคล้าย ฟันเพื่อลดความยาวของสายพาน

ลักษณะการขับด้วยสายพาน

เนื่องจากคุณสมบัติในการอ่อนตัวของสายพาน จึงอาจจัดลักษณะการขับของสายพานได้ ต่างๆกัน ลักษณะทั่วไปที่นิยมใช้ในการขับด้วยสายพาน เมื่อต้องการขับเพลลาที่ขนานกัน และ ต้องการให้เพลลาทั้งสองหมุนในทิศทางเดียวกัน ก็จะทำให้ได้ในซึ่งเรียกว่าโอเพ่น ไดรฟ์ (Open Drive) และถ้าเพลลาอยู่ห่างกันมากควรจะใช้สายพานที่ตึง (Tight) และด้านบนหย่อน (Slack) ต้องการให้เพลลาทั้งสองหมุนสวนทางกันก็จะทำได้โดยใช้วิธี ซึ่งเรียกว่าครอส ไดรฟ์ (Crossed Drive) แต่การขับในลักษณะนี้จุดที่สายพานไขว้กันจะทำให้สายพานตึงทำให้สายพานเกิดการสึก หรอมมาก ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันมิให้สายพานสึกหรมมากเกินไปจึงควรจะให้จุดศูนย์กลางของ ล้อสายพานอยู่ห่างกันไม่น้อยกว่า 40 เท่าของความกว้างสายพาน และความเร็วสายพานไม่เกิน 15 เมตร/วินาที การขับแบบควอเตอร์เทอน ไดรฟ์ (Quarter Tune Drive) ใช้เมื่อเพลลาทั้ง 2 ตั้งฉากกัน และเพื่อป้องกันมิให้สายพานหลุดออกจากล้อสายพานขณะใช้งาน จึงต้องใช้สายพานที่กว้าง เพียงพอ โดยทั่วไปมักจะต้องการกว้างมากกว่าความกว้างสายพานไม่น้อยกว่า 1.4 เท่า และก่อนใช้งาน จะต้องทดสอบเสมอ ส่วนการขับแบบมูล ไดรฟ์ (Mule Drive) ใช้เมื่อเพลลาทั้ง 2 ตั้งฉากกัน แต่ไม่ อาจจัดในลักษณะควอเตอร์ไดรฟ์ได้ หรือเมื่อต้องการให้หมุนกลับทิศทางได้ เมื่อไม่สามารถขับใน ลักษณะโอเพ่นไดรฟ์ได้ เพราะส่วนโค้งสัมผัส (Arc of Contact) บนล้อสายพานเล็กมีก้าน้อยเกินไป (เพราะอัตราทดสูงและล้อสายพานอยู่ใกล้กันมาก) หรือไม่อาจทำให้ล้อสายพานตึงได้โดยวิธีอื่น ก็ อาจทำได้โดยการใส่ล้อช่วย เป็นการช่วยให้สายพานสัมผัสกับล้อมากขึ้นซึ่งเพิ่มกำลังที่ส่งได้ด้วย ส่วนการขับแบบรีเวอร์ไดรฟ์ (Reverse Drive) ใช้เมื่อต้องการส่งกำลังไปยังเพลลาหลายๆ อันพร้อม กัน (วิธีที่ อังภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน, 2541 : 120)

ระบบมอเตอร์ต้นกำลัง

อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์เครื่องมือที่จะสามารถทำงานได้รวดเร็วมีประสิทธิภาพ ผ่อนแรง ให้ผู้ใช้ได้มาก จะต้องมีตัวเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล นั่นคือ มอเตอร์ซึ่งจะมีการเกิด

สนามแม่เหล็กภายใน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจนครบวงจร โดยจะเกิดต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

มอเตอร์แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

1. มอเตอร์กระแสไฟสลับ (AC.Motor)
2. มอเตอร์กระแสไฟตรง (DC.Motor)

ในการติดตั้งมอเตอร์ทั่วไปนิยมใช้มอเตอร์กระแสไฟฟ้าสลับ เพราะสะดวกและสามารถใช้งานได้กว้างขวาง

ระบบควบคุมมอเตอร์

โดยทั่วไป ระบบควบคุมและป้องกันอันตรายมอเตอร์ใช้ระบบประสมแม่เหล็กไฟฟ้าให้สตาร์ทมอเตอร์พร้อมคู่สายดินกำลัง วิธีสตาร์ทมอเตอร์และหยุดควรกระทำจากแผงสวิทช์บอร์ดที่อยู่ใกล้ๆ ตำแหน่งใช้งานมอเตอร์เพื่อความปลอดภัย สวิตซ์สตาร์ทควรมีทั้งที่ใกล้ตัวมอเตอร์นั้นๆ เองและที่แผงคอนโทรล

ระบบควบคุมมอเตอร์นอกจากจะใช้ควบคุมสตาร์ทและหยุดเดินมอเตอร์แล้ว ยังต้องสามารถป้องกันอันตรายอื่นๆ ได้อีก เช่น จากการ โอเวอร์ โหลด แรงดันต่ำลงไปเกินควรหรือมอเตอร์เริ่มเดินสะดุด ในภาวะดังกล่าวสวิทช์จะต้องเปิดออกตัดไฟได้โดยอัตโนมัติ เพื่อกันมิให้มอเตอร์ต้องชำรุดเสียหาย หรือในกรณีเกิดลัดวงจรขึ้นในมอเตอร์อีกด้วยเช่นกัน ระบบควบคุมมอเตอร์จะต้องขอมให้กระแสขณะสตาร์ทซึ่งเป็นกระแสจำนวนสูงไหลผ่านไปไม่ได้หรือโอเวอร์มอเตอร์ นานๆ ไม่ได้เด็ดขาด ฉะนั้นการที่จะตั้งปริมาณกระแสที่ขอมให้ผ่านไปได้จะตั้งค่าเกินไปนิดไม่ได้ มอเตอร์ก็จะสตาร์ทหมุนไม่ติด มอเตอร์ตัวใดที่ต้องการสตาร์ทและหยุดเป็นอัตโนมัติ มอเตอร์ตัวนั้นๆ จะต้องไม่กระทำอันตรายไฟฟ้าแก่บุคลากรได้เลย

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายอื่นๆ ที่ควรเพิ่ม ได้แก่ เครื่องตรวจอุณหภูมิเบร็ง และเครื่องตรวจอุณหภูมิขดลวด จำไว้ว่ามอเตอร์ที่โอเวอร์โหลดในระยะสั้นๆ เป็นการชั่วคราวขณะใช้งาน จะทำให้อายุการใช้งานลดลงมา เช่น 12 ปี เหลือ 10 ปี ในกรณีเช่นนี้อาจขอมให้โอเวอร์โหลดได้บ้างและคุ้มกว่าต้องหยุดงาน ซึ่งผู้ควบคุมงานจะต้องตัดสินใจเรื่องนี้ได้ทันการด้วยตัวเอง

งานติดตั้งมอเตอร์ ขั้นตอนในการติดตั้งมอเตอร์ที่สำคัญมี 3 ขั้นตอนคือ

1. งานติดตั้งฐานรองรับเครื่องจักรให้เข้าที่
2. งานติดตั้งแผ่นรองรับ
3. งานปรับศูนย์

การออกแบบที่ไม่ดีหรือการวางตำแหน่งของปุ่มควบคุมเครื่องจักรไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย แต่ไหนแต่ไรมาแม้กระทั่งในปัจจุบันนี้เมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นเป็นผลให้ผู้ปฏิบัติงาน

ต้องนิ้วควั่น แขนขาด หรือถึงตายก็มักจะโทษว่าเกิดเนื่องจากความสะเพร่าไม่ระมัดระวังของผู้ปฏิบัติงาน ทั้งๆ ที่มีอยู่หลายกรณีทีเดียวที่เป็นต้นเหตุเกิดเนื่องมาจากความผิดพลาดของผู้ออกแบบวางตำแหน่งของปุ่มควบคุมไม่ดี ก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย การออกแบบที่ดีจะต้องคำนึงว่าจะทำอย่างไรจะลดโอกาสที่เกิอุบัติเหตุให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ สิ่งสำคัญก็คือส่วนประกอบของปุ่มควบคุมต้องถูกต้องและวางไว้ในตำแหน่งที่ปลอดภัยที่สุด(วรพงษ์ ศรีวงษ์ทอง, 2531 : 123)

สายพานขับเคลื่อน

1. สายพานแบนราบและสายพานรูปตัววี

ได้นำมาถ่ายทอดกำลังจากเพลานึงไปยังอีกเพลานึง โดยไม่จำเป็นต้องรักษาอัตราความเร็วระหว่างเพลาทิ้งสองให้มีค่าที่แท้จริง (กล่าวคือสายพานไม่สลิป) โดยทั่วไปในการใช้งานสายพานขับเคลื่อนจะเกิดกำลังสูญเสียเนื่องจากสลิป และการบิดของสายพาน ซึ่งจะบิดประมาณ 3-5 % ของความยาวทั้งหมด ในการพิจารณาของบตัน จะสมมุติให้เพลาทิ้งสองขนานกันแต่อย่างไรก็ตาม ทั้งสายพานแบบแบนและตัววี อาจใช้งานในลักษณะที่พิเศษ โดยที่เพลานี้ไม่วางขนานกันก็ได้ ซึ่งในกรณีเช่นนี้เพื่อให้สายสามารถลัดบนรอกได้ รอกต้องอยู่ใกล้ระนาบที่ตั้งฉากกับแกนการหมุนของรอก

2. การออกแบบสายพาน

เกี่ยวข้องกับการเลือกสายพานที่เหมาะสมกับกำลังที่จะส่งผ่านและเกี่ยวกับการคำนวณกำลังที่สามารถส่งผ่านได้ของทั้งสายพานแบบแบนราบหรือสายพานรูปตัววี โดยทั้งสองกรณีเราพิจารณาว่าทราบความหนาของสายพาน แต่ในกรณีแรกความกว้างของสายพานเราจะไม่ทราบ ส่วนกรณีที่สองเราต้องทราบความกว้างของสายพาน กำลังส่งที่ผ่านสายพาน โดยสายพานขับเคลื่อนจะมีค่าเป็นฟังก์ชันของแรงดึงของสายพานและความเร็วของสายพาน

ความยาวพิศซ์โดยประมาณของสายพานลิมหาค่าได้จากสมการ

$$L_p = 2C + 1.57 (D_p + d_p)^2 / 4C]$$

ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ

$$C = p + \sqrt{p^2 - q}$$

$$\text{โดยที่ } p = 0.285L_p - 0.393 (D_p + d_p)$$

$$q = 0.125 (D_p + d_p)^2$$

มุมสัมผัสของล้อสายพานหาได้จากสมการ

$$\alpha = 180^\circ - [2 \sin^{-1} (D_p - d_p) / 2C] \text{ rad}$$

ความเร็วสายพานหาได้จากสมการ

$$V = \pi d_p n$$

แรงดึงในสายพานขณะส่งกำลังหาได้จาก

$$F = W/v$$

แรงดึงชั้นคั่นในสายพานหาได้จาก

$$F_i = (k_1 F + z k_2 v^2) \sin \alpha / 2$$

(วิธีธี อิงภากรณ์ และชาญ อดังงาน, ก : 130)

การลดขนาด

การลดขนาดของวัตถุดิบที่จะนำมาทำการแปรรูปเพื่อการผลิต จุดประสงค์ที่จะทำให้วัตถุดิบเหล่านั้นแตกหรือแตกตัวออกจากลักษณะเดิมของมัน ทำให้เกิดสภาพอิสระ มีขนาดพอเหมาะกับความต้องการที่จะนำมาใช้ในการผลิตต่อไป

หลักการสำคัญของการลดขนาด ก็เพื่อใช้พลังงานในการทำลายแรงยึดเหนี่ยวของสารหรือวัตถุดิบ ที่เกิดการยึดเหนี่ยวในตัวของมันเองตามธรรมชาติ อันประกอบด้วยสารที่มีขนาดเล็กที่สุด อย่างไรก็ตามการลดขนาดก็ยังเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางกายภาพของวัตถุดิบนั้น ๆ ด้วย เช่น ขนาดของแรงที่ยึดเหนี่ยวกันภายในรอยแตกตามธรรมชาติ ขนาดของวัตถุดิบเป็นต้น

การลดขนาดจำเป็นต้องอาศัยพลังงานที่พอเหมาะ และเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ถูกต้องและเหมาะสมกับความต้องการของการลดขนาดที่ต้องการใช้งานจึงจะเกิดผลดีและคุ้มค่าใช้จ่ายในการผลิตทำให้คุ้มค่ากับการลงทุนในการนี้ได้พยายามตั้งทฤษฎีเกี่ยวกับการลดขนาดไว้หลายทฤษฎีด้วยกันเพื่อประโยชน์ในการคำนวณหาพลังงานและขนาดของเครื่องมือที่เหมาะสมแต่ก็ยังไม่มียทฤษฎีใดได้รับการยอมรับนับถือทฤษฎีการลดขนาดที่แท้จริง ทฤษฎีการลดขนาดที่สำคัญมีดังนี้คือ

ทฤษฎีของ Rittinger ซึ่งกล่าวว่า พลังงานที่นำมาใช้เกี่ยวกับการลดขนาดเป็นปฏิภาคโดยตรงกับเนื้อที่ผิวที่เกิดขึ้นใหม่หรือปฏิภาคกับเมตริกซ์วัตถุดิบที่เกิดขึ้น

ทฤษฎีของ Bond กล่าวว่าพลังงานที่ใช้ในการลดขนาด เป็นปฏิภาคโดยตรงกับความยาวรวมของรอยแตกที่เกิดขึ้นใหม่ นั่นคือปฏิภาคกันกับกำลังสองของขนาดของสารได้

วิธีการลดขนาด

ในทางทฤษฎีการลดขนาดของอนุภาคของสารทำได้หลายวิธี

1. ถ้าวัตถุดิบอาจจะทำให้แตกด้วยแรงกด (Compression)ธรรมดา
2. ใช้แรงกดกระทบ (Compression Impact)
3. ใช้แรงกระทบชนิดพลังงานต่ำ (Impact) ทำลายให้แตก โดยเฉพาะให้มีกำลังที่พอจะทำลายนุ่ม
4. การใช้อนุภาครวมเร็วสูงอีกอนุภาคหนึ่งความเร็วต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ใช้การบดสีให้เล็กลง (Abrasion)

6. ใช้แรงเฉือน (Shearing Action) วัสดุที่อ่อน (Soft Material) เมื่อใช้ Cutting Tooth จะเลื้อยออกเป็นชั้นๆ

การลดขนาดสำหรับอุปกรณ์และเครื่องจักรที่นำมาใช้ในการแปรรูปอาหารนั้นได้แก่ เครื่องลดขนาด เครื่องหั่นผักและผลไม้ เป็นต้น

ในอุตสาหกรรมอาหารได้รับประโยชน์อย่างมากมาจากอุปกรณ์ที่ช่วยในการบดเพื่อที่จะย่อยหรือลดขนาดของส่วนประกอบต่างๆ ของวัตถุดิบที่จะนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น โรงงานผลิตแป้ง เป็นต้น

การบดขยี้สามารถจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การบดแบบแห้ง
2. การบดแบบเปียก

โดยปกติการบดหรือขยี้จะต้องมีจุดประสงค์ตามข้อใดข้อหนึ่งดังนี้ คือ

1. เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ย่อยได้ง่ายขึ้น
2. เพื่อให้สะดวกต่อการบริโภค
3. เพื่อให้ผสมผสมกันได้ง่ายขึ้น
4. เพื่อพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์ให้แปลกใหม่ขึ้น
5. เพื่อสะดวกในการควบคุมระบบลม

ซึ่งสามารถทำให้สำเร็จโดยวิธีต่างๆ 3 วิธี อาจจะใช้เพียงวิธีใดวิธีหนึ่งหรือนำมาใช้รวมกันก็ได้

1. การตัด (Cutting) คือการใช้ของมีคม เช่น มีด ตัดผ่านไปในวัตถุนั้นๆ ผลที่ได้ก็คือลักษณะหน้าตัดของการถูกแบ่งออกยังมีลักษณะเหมือนเดิม วิธีนี้ใช้กับการลดขนาดของผักและผลไม้ และเนื้อ เป็นต้น

2. การบด (Crushing) คือการแตกของส่วนเล็กๆ ในลักษณะรูปร่างที่ไม่เหมาะสมมาเสมอ เช่น แป้ง ผลไม้ และผักที่ถูกเคี้ยวจนเปื่อย มีลักษณะเช่นเดียวกับหลักการอันนี้ แรงในการบดนี้ก็ได้มาจากการบดแบบลูกกลิ้ง เช่น เครื่องบดน้ำอ้อย เป็นต้น หรือแรงของปากกา ค้อน แสมเมอร์มิล ก็เป็นตัวอย่างของการใช้ประโยชน์ของแรงจากค้อนในการบด

3. การตัด (Sherring) เป็นองค์ประกอบหลักของปฏิบัติการรวมตัวเป็นส่วนเดียวกันกับของเหลว โดยปกติการตัดแบบนี้เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของใบมีด ถ้าเป็นใบมีดที่คมมากๆ ปฏิกริยานี้ก็คือการตัดธรรมดา (Cutting) แต่ถ้าใบมีดไม่คมเลยก็คือการบด (Crushing) นั่นเอง อย่างไรก็ตามในปฏิบัติการรวมตัวกันเป็นส่วนเดียวกันความจริงแล้ว เป็นการเคลื่อนตัวสวนกัน

ด้วยอัตราความเร็วที่ต่างกันของวัตถุ ซึ่งทำให้เกิดการตัดแบบนี้ การเคลื่อนตัวด้วยอัตราความเร็วสูง
ย่อมทำให้แรงการตัดสูงขึ้นด้วย (ไพศาล พงศ์พจน์เกษม, 2536 : 110-115)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3

วิธีการสร้างอุปกรณ์

ในการดำเนินการออกแบบ และสร้างเครื่องหั่นหนังสือนั้นจำเป็นต้องศึกษารายละเอียดของเครื่องหั่นหนังสือและส่วนประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและรายละเอียดทั้งหมดทั้งหมด สำหรับการนำมาเรียงเป็นขั้นตอนในการออกแบบสร้างเครื่องหั่นหนังสือ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานให้ดีที่สุดและต้นทุนในการผลิตที่ต่ำ ซึ่งการดำเนินการศึกษาทดลองมีอยู่ 2 ขั้นตอนด้วยกันดังนี้

3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่องหั่นหนังสือ

วัสดุ

1. หนังสู
2. น้

อุปกรณ์ที่ใช้

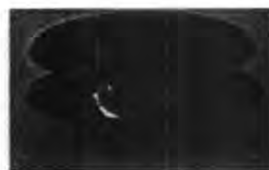
1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่องหั่นหนังสือ

1. มอเตอร์ AC ขนาด 1/4 แรงม้า (0.2 kw) (ดังแสดงภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 มอเตอร์

2. มุ่ล่ขั้วที่ 1 ขนาด 110 มิลลิเมตร ขัดติดอยู่กับมอเตอร์ (ดังแสดงภาพที่ 2)

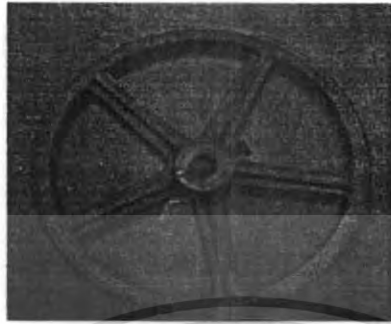


ภาพที่ 2 มุ่ล่ขั้วที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาเอกสารอย่างอึ่งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

73125

3. มุ่ย์ตัวที่ 2 ขนาด 1800 มิลลิเมตร ชี้คติดอยู่กับเพลาลูกกลิ้งลูกที่ 1 (ดังแสดงภาพที่ 2)



ภาพที่ 3 มุ่ย์ตัวที่ 2

4. สายพานเบอร์ B 64 (ดังแสดงภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 สายพาน

5. ชุดลูกกลิ้ง ประกอบด้วย

- ลูกกลิ้งขับเคลื่อนเส้นผ่าศูนย์กลาง 63.6 มิลลิเมตร และความยาว 230 มิลลิเมตร จำนวนใบมีด 64 ใบ ระยะห่างใบมีด 1.6 มิลลิเมตร (ดังแสดงภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ลูกกลิ้งขับ

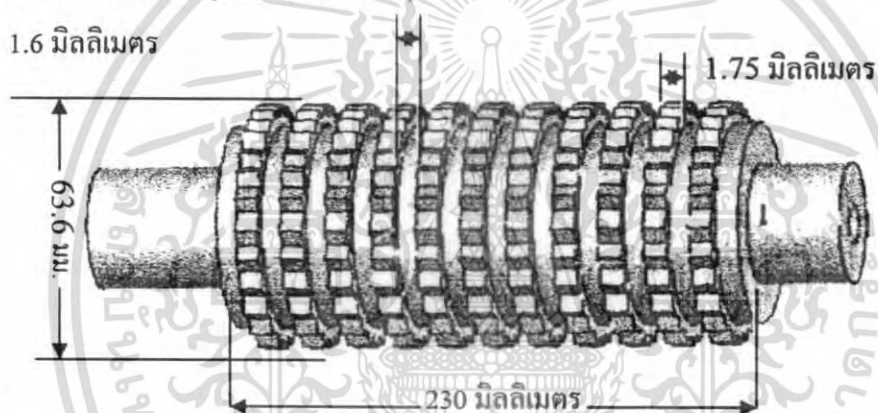
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลูกกลิ้งตาม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 63.6 มิลลิเมตร และความยาว 230 มิลลิเมตรจำนวนใบมีด 65 ใบ ระยะห่างใบมีด 1.6 มิลลิเมตร (ดังแสดงภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 ลูกกลิ้งตาม

- ขนาดลูกกลิ้งจะมีระยะห่างใบมีด 1.6 มิลลิเมตร ใบมีดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 63.6 มิลลิเมตร ความหนา 1.75 มิลลิเมตร (ดังแสดงภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ขนาดลูกกลิ้ง

6. เพลาลูกกลิ้งตัวขับ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22.01 มิลลิเมตร และความยาว 67.3 มิลลิเมตร (ดังแสดงภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 เพลาลูกกลิ้งตัวขับ

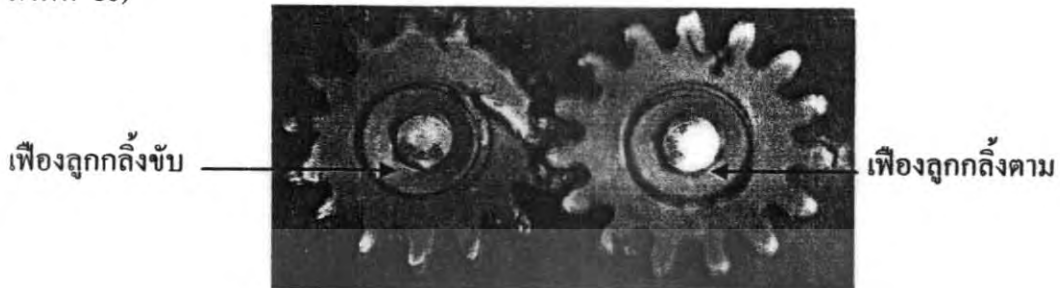
7. เพลาลูกกลิ้งตัวตาม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร และความยาว 20 มิลลิเมตร (ดังแสดงภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 เพลาลูกกลิ้งตัวตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เฟืองลูกกึ่งขับและเฟืองลูกกึ่งตาม จำนวนฟันตัวละ 15 ฟัน ระหว่างอัตราทด 1:1 (ดังแสดงภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 เฟืองลูกกึ่งขับและเฟืองลูกกึ่งตาม

9. ปะกับลูกกึ่ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18.45 มิลลิเมตร และความยาว 150 มิลลิเมตร จำนวน 2 ตัว (ดังแสดงภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 ปะกับลูกกึ่ง

10. โรตลิ่งแบร็ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 470 มิลลิเมตร จำนวน 4 ตัว (ดังแสดงภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 โรตลิ่งแบร็ง

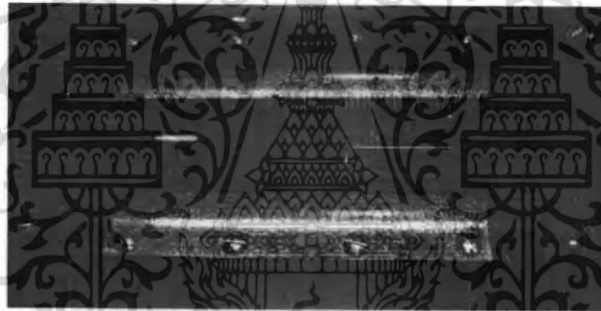
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. น็อต , สกรู (ดังแสดงภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 น็อต , สกรู

12. แขนรอร่องใบมีด ตูกลกึ่งขั้วมีจำนวนฟัน 64 ฟัน และความยาว 230 มิลลิเมตร
 แขนรอร่องใบมีด ตูกลกึ่งตามขั้วมีจำนวนฟัน 65 ฟัน และความยาว 230 มิลลิเมตร (ดังแสดง
 ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 แขนรอร่องใบมีด

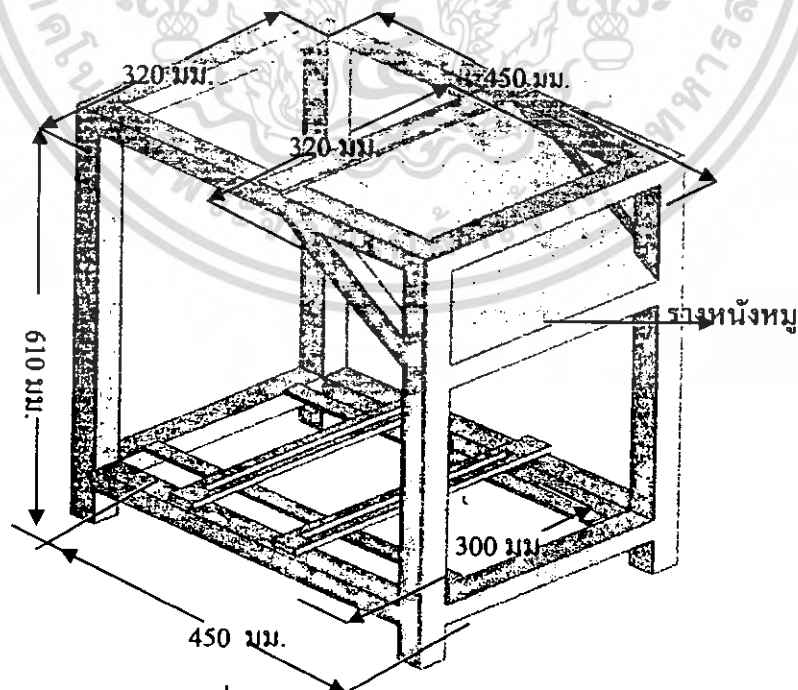
13. สแตนเลส ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร และความยาว 230 มิลลิเมตร ความกว้าง 300 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น
14. อลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร และความยาว 320 มิลลิเมตร
15. สวิตช์ ปิด- เปิด จำนวน 1 ตัว
16. โครงเหล็กประกอบไปด้วย
- เหล็กฉากขนาด 1/2 นิ้ว ความยาว 610 มิลลิเมตร จำนวน 4 เส้น
 - เหล็กฉากขนาด 1/2 นิ้ว ความยาว 320 มิลลิเมตร จำนวน 4 เส้น
 - เหล็กฉากขนาด 1/2 นิ้ว ความยาว 450 มิลลิเมตร จำนวน 4 เส้น
 - เหล็กแผ่นขนาด 1 มิลลิเมตร ความยาว 320 มิลลิเมตร จำนวน 4 เส้น
 - เหล็กแผ่นขนาด 1 มิลลิเมตร ความยาว 450 มิลลิเมตร จำนวน 2 เส้น
 - เหล็กแผ่นขนาด 1 มิลลิเมตร ความหนา 0.5 นิ้ว ความยาว 300 มิลลิเมตร จำนวน 4 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการประดิษฐ์เครื่องทันหนังหมู

ขั้นตอนที่ 1 การประกอบส่วนฐาน

นำเหล็กฉากขนาด 1/2 นิ้ว ความยาว 450 มิลลิเมตร จำนวน 2 เส้น มาเชื่อมต่อกับเหล็กฉากขนาด 1/2 นิ้ว ความยาว 320 มิลลิเมตร จำนวน 2 เส้น จะได้ฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า จากนั้นนำเหล็กเหล็กฉากขนาด 1/2 นิ้ว ความยาว 610 มิลลิเมตร จำนวน 4 เส้น มาเชื่อมติดกับฐานในลักษณะตั้งขึ้น โดยให้ฐานสูงจากพื้น 60 มิลลิเมตร ต่อจากนั้นนำเหล็กฉากขนาด 1/2 นิ้ว ความยาว 450 มิลลิเมตร จำนวน 2 เส้นมาเชื่อมต่อกับเหล็กฉากขนาด 1/2 นิ้ว ความยาว 320 มิลลิเมตร จำนวน 2 เส้น จะได้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแล้วนำไปเชื่อมติดไว้ด้านบนโครงเหล็กโดสูงจากฐาน 1090 มิลลิเมตร ต่อจากนั้นเหล็กแผ่นขนาด 10 มิลลิเมตร ความยาว 450 มิลลิเมตร จำนวน 2 เส้นมาเชื่อมติดกับฐานเพื่อไว้สำหรับติดตั้งมอเตอร์ จากนั้นเหล็กแผ่นขนาด 10 มิลลิเมตร ความหนา 5 มิลลิเมตร ความยาว 300 มิลลิเมตร จำนวน 4 เส้นมาเชื่อมกับเป็นคู่โดยเว้นระยะร่องด้านในไว้ 10 มิลลิเมตรเพื่อไว้สำหรับติดตั้งมอเตอร์ จากนั้นนำเหล็กแผ่นขนาด 1 นิ้ว ความยาว 320 มิลลิเมตร จำนวน 1 เส้นนำไปเชื่อมไว้ด้านบนโครงเหล็กโดยห่างจากขอบด้านกว้าง 140 มิลลิเมตร นำเหล็กแผ่นขนาด 10 มิลลิเมตร ความยาว 320 มิลลิเมตร จำนวน 1 เส้นนำไปเชื่อมไว้ด้านข้างโดยสูงจากฐาน 320 มิลลิเมตรทำมุม 110°C เพื่อไว้สำหรับติดตั้งรางหนังหมูที่ทำมาจากสแตนเลส (ดังแสดงภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 การประกอบส่วนฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบชุดฟันหนังหมู

2.1 การหาอัตราทดระหว่างมอเตอร์กับลูกกลิ้งขับตัวที่ 1

$$\text{สูตร} \quad \frac{D_1}{D_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

D_1 = เส้นผ่าศูนย์กลางพูลเลย์มอเตอร์ (มิลลิเมตร)

D_2 = เส้นผ่าศูนย์กลางพูลเลย์ขับลูกกลิ้ง (มิลลิเมตร)

n_1 = ความเร็วรอบของมอเตอร์ (RPM)

n_2 = ความเร็วรอบของพูลเลย์ขับลูกกลิ้ง (RPM)

จากการวัดขนาด

$$D_1 = 54 \text{ มิลลิเมตร}$$

$$D_2 = 355.6 \text{ มิลลิเมตร}$$

$$n_1 = 1450 \text{ RPM}$$

คำนวณหาค่าความเร็วรอบของความเร็วรอบของพูลเลย์ขับลูกกลิ้ง n_2

$$\text{สูตร} \quad n_2 = \frac{D_1}{D_2} \times n_1$$

$$\text{จากสูตร} \quad \frac{54}{355.2} \times 1450$$

จะได้ความเร็วรอบของ $n_2 = 220 \text{ rpm}$

คำนวณหาอัตราทดระหว่างมอเตอร์กับลูกกลิ้ง

$$\text{สูตร} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\text{จากสูตร} = \frac{1450}{220}$$

จะได้อัตราทดระหว่างมอเตอร์กับลูกกลิ้ง = 7 : 1

2.2 การหาอัตราทดระหว่างฟันเฟือง

ฟันเฟืองขับลูกกลิ้งตัวขับ จำนวน 15 ฟัน

ฟันเฟืองขับลูกกลิ้งตัวตาม จำนวน 15 ฟัน

จะได้อัตราทศของระหว่างพื้นเฟือง = 1 : 1

ขั้นตอนที่ 3 การติดตั้งลูกกลิ้ง

นำลูกกลิ้งขั้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 63.6 มิลลิเมตร และความยาว 230 มิลลิเมตร ระยะห่างของใบมีด 1.6 มิลลิเมตร จำนวนใบมีดทั้งหมด 65 ใบมีด แล้วนำมาประกบเข้าด้วยกัน ลูกกลิ้งตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 63.6 มิลลิเมตร และความยาว 230 มิลลิเมตร ระยะห่างของใบมีด 1.6 มิลลิเมตรจำนวนทั้งหมด 65 ใบมีด (ดังแสดงภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 การติดตั้งชุดลูกกลิ้ง

ขั้นตอนที่ 4 การติดตั้งปะกับลูกกลิ้ง

นำปะกับลูกกลิ้งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18.45 มิลลิเมตรความยาว 150 มิลลิเมตร จำนวน 2 ตัวนำมาวางครอบเพื่อยึดกับโรลลิงเบร็ง เพลาทั้งสองข้าง (ดังแสดงภาพที่ 17)



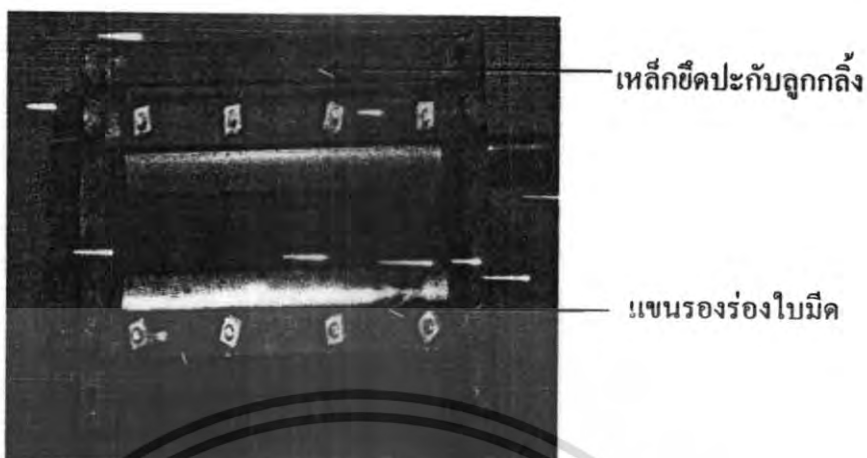
ปะกับลูกกลิ้ง

ภาพที่ 17 การติดตั้งปะกับลูกกลิ้ง

ขั้นตอนที่ 5 การติดตั้งแขนรองรับใบมีดและเหล็กยึดปะกับลูกกลิ้ง

นำเหล็กแผ่นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.1 มิลลิเมตร ความยาว 260 มิลลิเมตร จำนวน 2 เส้นนำมาติดตั้งเพื่อยึดปะกับลูกกลิ้งทั้งข้างและนำแขนรองรับใบมีดจำนวน 2 ชิ้น มาติดตั้งเพื่อช่วยให้หนังหมูหลุดออกจากร่องพื้นของลูกกลิ้งขั้วและลูกกลิ้งตาม (ดังแสดงภาพที่ 18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 18 การติดตั้งแชนรอร่องใบมีดและเหล็กยึดปะกับลูกกลิ้ง

ขั้นตอนที่ 6 การติดตั้งชุดฟันเฟืองลูกกลิ้ง

นำฟันเฟืองลูกกลิ้งขับที่มีจำนวนฟัน 15 ฟัน นำมาติดตั้งในแกนเพลาลูกกลิ้งขับและนำฟันเฟืองลูกกลิ้งตัวตามที่มีจำนวนฟัน 15 ฟัน ในอัตราทด 1:1 นำมาติดตั้งในแกนเพลาลูกกลิ้งตัวตาม (ดังแสดงภาพที่ 19)

ฟันเฟืองลูกกลิ้งขับ



ฟันเฟืองลูกกลิ้งตาม

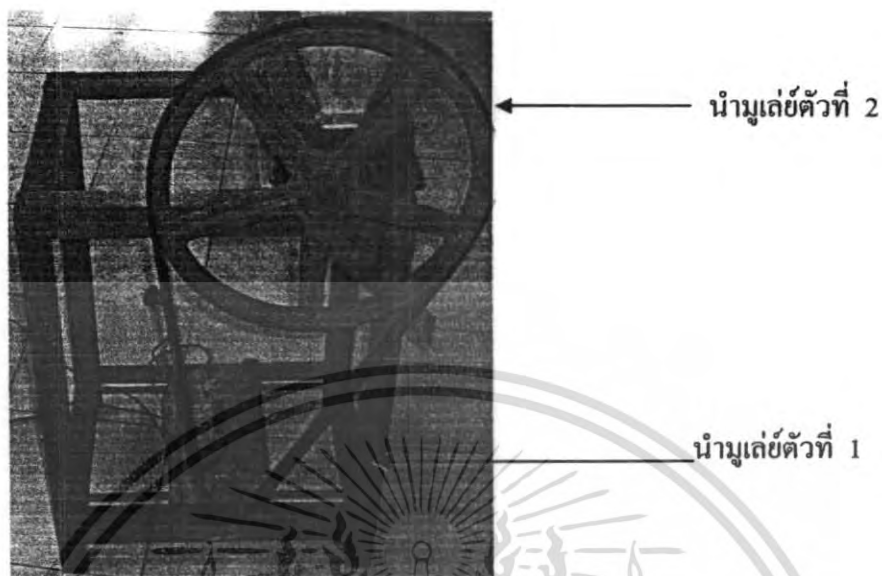
ภาพที่ 19 การติดตั้งชุดฟันเฟืองลูกกลิ้ง

ขั้นตอนที่ 7 การติดตั้งมูเลย์

นำมูเลย์ตัวที่ 2 ขนาด 355.6 มิลลิเมตรนำมาติดตั้งกับเพลาลูกกลิ้งตัวขับ

นำมูเลย์ตัวที่ 1 ขนาด 54 มิลลิเมตรนำมาติดตั้งกับแกนของมอเตอร์ (ดังแสดงภาพที่ 20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 20 การติดตั้งมูเล่ย์

ขั้นตอนที่ 8 การติดตั้งมอเตอร์

นำมอเตอร์ AC ขนาด 1/4 แรงม้า มาติดตั้ง กับ โครงเหล็กค้ำด้านล่างยึดติดกับ โครงค้ำขี้นวด (ดังแสดงภาพที่ 21)



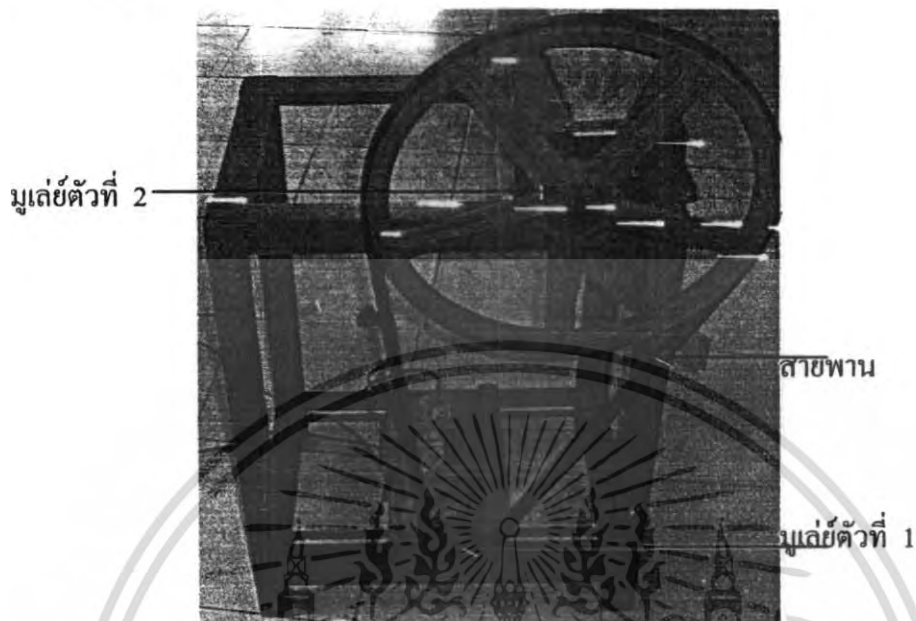
ภาพที่ 21 การติดตั้งมอเตอร์

ขั้นตอนที่ 9 การติดตั้งสายพาน

สายพานสวมอยู่ในร่องของมูเล่ย์ระหว่างนำมูเล่ย์ตัวที่ 1 ที่ติดตั้งกับแกนของมอเตอร์ ตัวที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 ที่ติดตั้งกับเพลาลูกกลิ้งตัวขับ (ดังแสดงภาพที่ 22)



ภาพที่ 22 การติดตั้งสายพาน

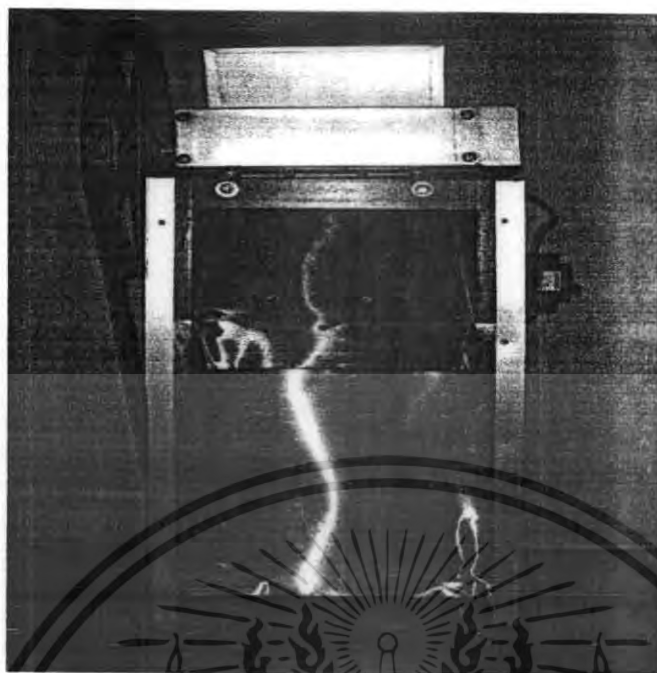
ขั้นตอนที่ 10 การติดตั้งสวิทช์ ปิด- เปิด (ดังแสดงภาพที่ 23)



ภาพที่ 23 การติดตั้งสวิทช์ ปิด- เปิด

ขั้นตอนที่ 11 เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ที่กล่าวข้างต้นก็จะได้เครื่องหันหนังสือ สำหรับใช้งานต่อไป (ดังแสดงภาพที่ 24)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 24 เครื่องหันหนังหมู

ขั้นตอนที่ 12 การใช้เครื่องหันหนังหมู

1. ตรวจสอบอุปกรณ์ – ชิ้นส่วนของเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่เตรียมพร้อมที่จะใช้งาน
2. ตรวจสอบเช็ควัดที่เป็นโลหะหรือสิ่งของอย่างอื่นปะปนอยู่ในลูกกลิ้ง
3. เช็คน้ำมัน ไฟ สวิตช์ เปิด-ปิด ทดสอบระบบ ไฟฟ้าและทิศทางการหมุนของชุดลูกกลิ้งให้พร้อมที่จะใช้งาน
4. เปิดสวิตช์การทำงาน
5. ป้อนหนังหมูที่ผ่านการคัมแล้วลงไปในห้องหนังหมู
6. นำภาชนะมารองรับหนังหมู
7. เมื่อนำหนังหมูออกหมดแล้วให้ปิดสวิตช์หยุดการทำงานของเครื่อง
8. ทำการเปิดสวิตช์การทำงานด้านล่างชุดลูกกลิ้งโดยใช้น้ำสะอาดล้างปิดสวิตช์หยุดการทำงานของเครื่องรอให้แห้งสนิท
9. นำน้ำมันพืชมาขโลมที่ชุดลูกกลิ้งเพื่อป้องกันสนิม
10. ตรวจสอบเช็คส่วนต่างๆของเครื่องให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งานตามเดิม

การบำรุงรักษาเครื่องหันหนังหมู

1. หลังจากใช้งานทุกครั้งจะต้องทำการเปิดสวิตช์การทำงานด้านล่างชุดลูกกลิ้งโดยใช้น้ำสะอาดล้างปิดสวิตช์หยุดการทำงานของเครื่องรอให้แห้งสนิท นำน้ำมันพืชมาขโลมที่ชุดลูกกลิ้งเพื่อป้องกันสนิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตรวจสอบเช็คสายพานให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะไม่ตึงหรือหย่อนจนเกินไป
3. ตรวจสอบเช็คโรลลิงแบร์ริงและฟันเฟืองว่าขาดจาระบีหรือไม่ถ้าขาดจาระบีให้อัดจาระบีลงไปในร่องโรลลิงแบร์ริงและร่องฟันเฟืองให้พอเหมาะ
4. ตรวจสอบเช็คส่วนต่างๆของเครื่องให้แห้งสนิทแล้วเก็บเข้าที่

ข้อควรระวัง

1. ห้ามนำสิ่งของที่ไม่ใช้วัตถุคืบ โดยเฉพาของแข็งหรือโลหะใส่เข้าไปในชุดลูกกลิ้งโดยเด็ดขาด
2. ในกรณีที่เครื่องทำงานอยู่แล้วเกิดติดขัดของเครื่อง ให้ทำการปิดสวิทซ์แล้วถอดปลั๊กทันทีที่ตรวจสอบเช็คเครื่อง
3. ในขณะที่เครื่องกำลังทำงานอยู่แล้วมีเสียงดังผิดปกติรีบปิดสวิทซ์แล้วถอดปลั๊กทันทีที่ตรวจสอบเช็คเครื่อง
4. ในกรณีที่เครื่องมีปัญหาแล้วไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยตนเองให้ติดต่อผู้ผลิตทันที

3.3 สถานที่จัดสร้างอุปกรณ์

82/3 ซอยอ่อนนุช 1 ถนนลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

3.4 ระยะเวลาในการประดิษฐ์เครื่องหั่นหนังหมู

ในการประดิษฐ์เครื่องหั่นหนังหมูอาศัยหลักการทำงานของมอเตอร์ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการจากเดือน เมษายน - กันยายน พ.ศ. 2549 เวลา รวม 24 สัปดาห์

สัปดาห์ที่ 1-3 ศึกษารูปแบบและโครงสร้างของเครื่องหั่นหนังหมูที่ได้ประดิษฐ์

สัปดาห์ที่ 4-5 ร่างแบบและออกแบบเครื่องตามวัตถุประสงค์ เขียนแบบแล้วกำหนดขนาดของเครื่องหั่นหนังหมู

สัปดาห์ที่ 6-8 ศึกษาและเลือกวัสดุที่จะนำมาประดิษฐ์เครื่องหั่นหนังหมูสำรวจราคาและเปรียบเทียบราคาของวัสดุและอุปกรณ์ตามท้องตลาดจัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆที่ต้องการ

สัปดาห์ที่ 9-11 ทำโครงสร้างของเครื่องหั่นหนังหมูและชุดลูกกลิ้ง

สัปดาห์ที่ 12-15 ติดตั้งอุปกรณ์และระบบขับเคลื่อน

สัปดาห์ที่ 16-19 ทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเครื่องหั่นหนังหมู

สัปดาห์ที่ 20 ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องหั่นหนังหมู ครั้งที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 21-23 ทำการปรับปรุงแก้ไข

สัปดาห์ที่ 24 ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องหันหนังสือ ครั้งที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการสร้างอุปกรณ์

4.1 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหั่นหนังหมูที่ประดิษฐ์ ได้ทำการศึกษาถึงลักษณะต่างๆดังต่อไปนี้

- ขนาดความหนาของเส้นหนังหมู
- ระยะเวลาในการหั่นหนังหมู

โดยการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหั่นหนังหมูซึ่งมีขั้นตอนในการทดสอบดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมวัตถุดิบเพื่อใช้ในการทดสอบ คือ

- หนังหมู จำนวน 5 กิโลกรัม
- น้ำเปล่า 3 ลิตร

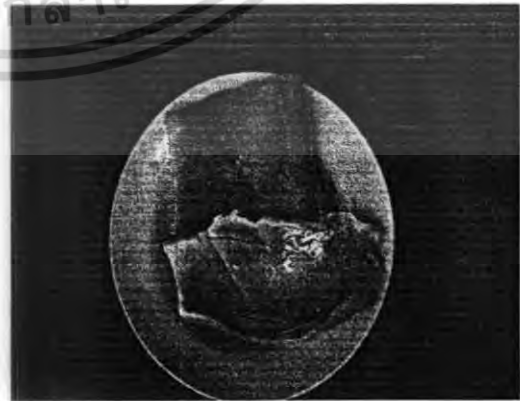
ขั้นตอนที่ 2 วิธีการทดสอบ

1. เตรียมเครื่องหั่นหนังหมูโดยตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ

2. นำหนังหมูที่มีขนาดความหนา 5 มิลลิเมตร ความยาว 150 มิลลิเมตร จำนวน 5 กิโลกรัม นำมาล้างทำความสะอาด แล้วนำไปต้ม ใช้เวลา 20 นาที (ดังแสดงภาพที่ 25-26)



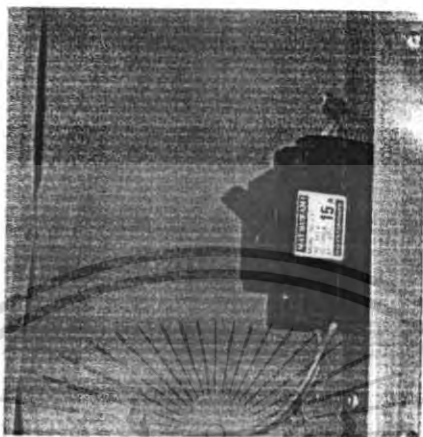
ภาพที่ 25 หนังหมูที่ยังไม่ต้ม



ภาพที่ 26 หนังหมูที่ต้มแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการเปิดสวิตช์ (ON) ที่ตัวของเบรกเกอร์เพื่อให้มอเตอร์ทำงานหมุนชุดลูกกลิ้ง (ดังแสดงภาพที่ 27)



ภาพที่ 27 เปิดสวิตช์ (ON)

4. นำหนังหมูที่มีขนาดความหนา 5 มิลลิเมตร ความยาว 150 มิลลิเมตร จำนวน 5 กิโลกรัมที่คัมได้ นำมาใส่ในเครื่องหั่นหนังหมูจะได้เส้นหนังหมู (ดังแสดงภาพที่ 28)



ภาพที่ 28 เส้นหนังหมู

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบลักษณะของเส้นหนังหมูและระยะเวลาที่ใช้ในการหั่นได้

โดยนำหนังหมูที่หั่นเป็นเส้นมาตรวจสอบขนาดความหนาโดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์เป็นเครื่องมือตรวจสอบความหนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ

ครั้งที่ 1 จากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องหั่นหนังหมู ครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 26 สิงหาคม 2549 ณ บ้านเลขที่ 82/3 ซอยอ่อนนุช 1 ถนนลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 ผลปรากฏว่าเมื่อทำการเดินเครื่อง โดยนำหนังหมูที่มีขนาดความหนา 5 มิลลิเมตร ความยาว 150 มิลลิเมตร จำนวน 5 กิโลกรัม นำหนังหมูที่ต้มแล้วใส่ลงในช่องใส่หนังหมูเครื่องจะหั่นหนังหมูออกมาเป็นเส้นขนาดความหนา 1.4 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร ใช้ระยะเวลาในการหั่น 40 นาที ลักษณะของเส้นหนังหมูจะมีขนาดความหนา 1.4 มิลลิเมตรเท่ากันทุกเส้น แต่ความยาวของเส้นหนังหมูจะมีความยาวที่ไม่เท่ากันทุกเส้น เนื่องจากขึ้นอยู่กับลักษณะของการใส่หนังหมูลงในช่องใส่หนังหมู ส่วนลักษณะสีของเส้นหนังหมูเป็นสีน้ำตาล เพราะซูดกลูกทิ้งทำมาจากเหล็กหล่อทำให้เกิดสนิมทำให้เส้นหนังหมูออกมาเป็นสีน้ำตาลเข้ม จึงต้องนำเครื่องหั่นหนังหมูไปแก้ไข เพื่อให้เส้นหนังหมูที่ออกมาขาวขึ้น

ครั้งที่ 2 จากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องหั่นหนังหมู ครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 2 กันยายน 2549 ณ บ้านเลขที่ 82/3 ซอยอ่อนนุช 1 ถนนลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 ผลปรากฏว่าเมื่อทำการเดินเครื่อง โดยนำหนังหมูที่มีขนาดความหนา 5 มิลลิเมตร ความยาว 150 มิลลิเมตร จำนวน 5 กิโลกรัม นำหนังหมูที่ต้มแล้วใส่ลงในช่องใส่หนังหมูเครื่องจะหั่นหนังหมูออกมาเป็นเส้นขนาดความหนา 1.4 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร ใช้ระยะเวลาในการหั่น 40 นาที ลักษณะของเส้นหนังหมูจะมีขนาดความหนา 1.4 มิลลิเมตรเท่ากันทุกเส้น แต่ความยาวของเส้นหนังหมูจะมีความยาวที่ไม่เท่ากันทุกเส้น เนื่องจากขึ้นอยู่กับลักษณะของการใส่หนังหมูลงในช่องใส่หนังหมู ส่วนลักษณะสีของเส้นหนังหมูเป็นสีขาว เนื่องจากได้ทำการแก้ไขโดยทำความสะอาดซูดกลูกทิ้ง จนทำให้เส้นหนังหมูที่ออกมาขาวขึ้น และไม่มีสนิมติดที่เส้นหนังหมู จุดบกพร่องหลายจุดที่พบในการทดสอบประสิทธิภาพ

4.3 การปรับปรุงและแก้ไข

จากการทดลองประสิทธิภาพเครื่องหั่นหนังหมู ในครั้งนี้ พบจุดบกพร่องที่ต้องแก้ไขเพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้ที่สนใจ และคิดพัฒนาเครื่องหั่นหนังหมูให้ดียิ่งขึ้น ดังต่อไปนี้

1. ซูดขับเคลื่อนควรมีฝาครอบให้มีฉนวนเพื่อป้องกันอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน
2. เนื่องจากซูดลูกทิ้งที่ประดิษฐ์ทำจากเหล็กกล้าที่มีราคาสูง จึงไม่เหมาะสมกับทางด้านอุตสาหกรรมอาหาร เพราะทำให้เกิดสนิมได้ง่าย และควรเปลี่ยนซูดลูกทิ้งที่ประดิษฐ์ด้วยเหล็กกล้าให้เป็นเหล็กที่ทำมาจากเป็นสแตนเลส เพื่อไม่ให้เกิดสนิมและสามารถใช้งานได้ดีในอุตสาหกรรมอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เนื่องจากชุดลูกกลิ้งที่ประดิษฐ์ทำมาจากเหล็กกล้าที่มีราคาถูกลง และภายในชุดลูกกลิ้งจะมีชุดใบมีดอยู่ เมื่อใช้ไปนานๆจะทำให้เกิดการสึกหรอและเกิดสนิมของชุดใบมีดได้ง่าย และควรเปลี่ยนชุดลูกกลิ้ง และชุดใบมีดที่ประดิษฐ์ที่ทำมาจากเป็นสแตนเลส เพื่อไม่ให้เกิดสนิมและสามารถใช้งานในอุตสาหกรรมอาหารได้อย่างดียิ่งขึ้น

4. หนักรวมควรจะต้องทำให้สูงเพื่อป้องกันการบิดคดของเครื่องหันหนักรวม

5. ความยาวของเส้นหนักรวมจะมีความยาวที่ไม่เท่ากันทุกเส้น เนื่องจากขึ้นอยู่กับลักษณะของการใส่หนักรวมลงในช่องใส่หนักรวม ควรใส่หนักรวมให้ขนานกับแนวร่องของลูกกลิ้ง



บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่อง “เครื่องหั่นหนังหมู” มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สำหรับหั่นหนังหมูในการทำแฮม และประกอบอาหารชนิดต่างๆเช่น ยำ ต้มกระเพาะปลา ต้มยำ ทำแกงคั่ว แลบหมู จำนวน 1 เครื่อง ที่มีประสิทธิภาพต่อการใช้งานเพื่อใช้ในโรงงานแปรรูปอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

ในการดำเนินการศึกษาออกแบบเครื่องหั่นหนังหมูนั้น ได้ศึกษา ถึงหลักการทำงานของเครื่องหั่นหนังหมูและส่วนประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและรายละเอียดทั้งหมดสำหรับนำมาเรียบเรียงเป็นขั้นตอนในการออกแบบและประดิษฐ์เครื่องหั่นหนังหมูที่อาศัยหลักการทำงานของมอเตอร์ AC ขนาด 1/4 แรงม้า ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานได้ดี รวมทั้งใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำ ซึ่งในการดำเนินการศึกษาทดลอง ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาหลักการทำงานของเครื่องหั่นหนังหมู โดยอาศัยหลักการทำงานของมอเตอร์ AC ขนาด 1/4 แรงม้า ตามวัตถุประสงค์ และได้ทำการเลือกวัสดุที่นำมาใช้ในการประดิษฐ์เครื่องหั่นหนังหมู พร้อมทั้งสำรวจราคาและเปรียบเทียบวัสดุและอุปกรณ์ในท้องตลาด และได้ทำการจัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆตามที่ต้องการและนำมาทำการวัดขนาดเพื่อตัดคดกแต่งให้ได้ตามแบบที่วางไว้ ทำการเชื่อมต่อ ขึ้นรูปโครงสร้างหลักและโครงสร้างฐานเพื่อจะใช้ติดตั้งมอเตอร์ คดแต่งวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน

ผลการประดิษฐ์เครื่องหั่นหนังหมูที่อาศัยหลักการทำงานของมอเตอร์ AC ขนาด 1/4 แรงม้า และชุดลูกกลิ้ง ประกอบด้วย ลูกกลิ้งขับเคลื่อนผ่านศูนย์กลาง 63.6 มิลลิเมตร และความยาว 230 มิลลิเมตร จำนวนใบมีด 64 ใบ ระยะห่างใบมีด 1.6 มิลลิเมตร พบว่าความหนาของหนังหมูที่หั่นออกมามีความสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ในการหั่นก็น้อยมากทำให้ลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการหั่นหนังหมูไปได้มาก จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก และประดิษฐ์ใช้ในอุตสาหกรรมครัวเรือนหรือชุมชน เพราะเครื่องหั่นหนังหมูที่ประดิษฐ์ออกมามีการทำงานได้ดีและวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการประดิษฐ์เครื่องหั่นหนังหมูก็หาได้ตามท้องตลาดทั่วไปราคาก็ไม่แพง การประดิษฐ์เครื่องหั่นหนังหมูในครั้งนี้ใช้หนังหมูเพื่อใช้แทนแรงงานคน เพราะแรงงานคนจะหั่นช้ากว่าเครื่องหั่นหนังหมู และหนังหมูที่นำมาทำการหั่นควรทำความสะอาดให้เรียบร้อยโดยการ

เอาขนหม้อออกและล้างทำความสะอาด หนัสน้ำมันที่ใช้น้ำมันควรเป็นน้ำมันที่ต้มสุก และไม่มีไขมันติดที่หนัสน้ำมันจนเกินไป เพราะจะทำให้ชิ้นหนัสน้ำมันเข้าไปในเครื่องไม่ได้ทำให้ใบมีดทำการหั่นไม่ได้ หนัสน้ำมันที่ใช้น้ำมันควรมีความหนา 5 มิลลิเมตร จึงจะมีความเหมาะสมที่จะใช้น้ำมัน ในการทดลองหั่นหนัสน้ำมันแต่ละครั้งความหนาของหนัสน้ำมันที่ออกมาที่มีความหนาที่เท่าและสม่ำเสมอจะทำให้ผลของการประดิษฐ์เครื่องหั่นหนัสน้ำมันออกมาในครั้งนี้ประสบความสำเร็จตามที่ได้วางไว้

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการประดิษฐ์เครื่องหั่นหนัสน้ำมันที่อาศัยหลักการทำงานของมอเตอร์ AC ขนาด 1/4 แรงม้า ผู้จัดทำมีข้อเสนอแนะในการสร้างเครื่องหั่นหนัสน้ำมันในลักษณะนี้ และเพื่อปรับปรุงชิ้นงานในเครื่องต่อไปคือ

1. ต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในเรื่องเครื่องมือกลและเครื่องมือไฟฟ้าซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่จะใช้สร้างเครื่องมือเป็นอย่างดี
2. จากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหั่นหนัสน้ำมันที่อาศัยหลักการทำงานของมอเตอร์ AC ขนาด 1/4 แรงม้า พบใบมีดเกิดการขึ้นสนิมเร็วมากเพราะใบมีดทำจากเหล็กกล้า จึงต้องมีการทำความสะอาดบ่อยครั้งก่อนที่จะนำมาใช้งาน จึงควรเปลี่ยนจากเหล็กกล้าเป็นสแตนเลสเพราะไม่เกิดสนิมและดูแลรักษาได้ง่าย

บรรณานุกรม

- ณัฐวรรณ ภูภูมิรัตน์ และ ถวิลจิตร์ เข็นใจ. 2545. การประดิษฐ์เครื่องปอกเปลือกและกระทุ้งแกน สับประรด. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 33 น.
- บุญธรรม ภัทราจารุกุล. 2540. วัสดุช่าง. กรุงเทพฯ : ที เอส ยู เคชั่น. 309 น.
- ประทีป คุ่มทอง. 2547. เครื่องหั่นกล้วยดิบ. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 62 น.
- ไพโรจน์ วิริยจารี ลักษณะ รุจนะ ไกรกานต์ วิวรรณ วรชนัจฉริยา และอำพน กันธิยะ. 2537. รายงานการวิจัยการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนม. สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ : โรงพิมพ์นำอักษร. 542 น.
- ไพศาล พงศ์พจน์เกษม. 2536. การออกแบบพัฒนาโมไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว. กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาศิลปะอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 59 น.
- เขวาลักษณ์ สุรพันธ์พิสิษฐ์. 2531. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ 1. กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 109 น.
- วรพงษ์ ศรีวงษ์คง. 2531. การออกแบบเครื่องจักรกล. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 76 น.
- วรวิทย์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญณัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล 1. กรุงเทพฯ : ซี เอส ยู เคชั่น. 178 น.
- สาคร ตันชโชติ. 2531. การเขียนแบบเทคนิค 1 และ 2. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรินติ้ง เฮ้าส์. 329 น.
- สมบูรณ์ เต็งหงส์เจริญ. มปป. บันทึก ใจ ชื่อ เรื่องงานเชื่อมโลหะ(WELDING) 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ. 253 น.
- เสนีย์ สิริชัย. 2531. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ซีเอ็นยูเคชั่น. 510 น.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547. “ชุดวิชาการศึกษาอาชีพ หมวดคหกรรม”. การทำแคบหมู. แหล่งที่มา : <http://dnfe5.nfe.go.th/ilp/occupation/45303/45303.html>, 25 กันยายน 2549.

สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547. เนื้อสุกร. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตร
และสหกรณ์. 180 น.

ห้องสมุดแห่งประเทศไทย. 2549. "การทำแฮม". แหล่งที่มา : [http://dnfe5.nfe.go.th/ilp/
occupation](http://dnfe5.nfe.go.th/ilp/occupation)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องทันตกรรม

1. มอเตอร์ AC ขนาด 1/4 แรงม้า (0.2 kw) 1 เครื่อง	1,200	บาท
2. มุเลย์ต์ัวที่ 1 ขนาด 110 มิลลิเมตร 1 ตัว	60	บาท
3. มุเลย์ต์ัวที่ 2 ขนาด 1800 มิลลิเมตร 1 ตัว	250	บาท
4. สายพานเบอร์ B 64 1 เส้น	75	บาท
5. ชุดลูกกลิ้ง 1 ชุด	2,200	บาท
6. เฟือง จำนวนฟันตัวละ 15 ฟัน ระหว่างอัตราทด 1:1 2 ตัว	200	บาท
7. ปะกับลูกกลิ้ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18.45 มิลลิเมตร และความยาว 150 มิลลิเมตร จำนวน 2 ตัว	300	บาท
8. โรลลิงเบร้ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 470 มิลลิเมตร จำนวน 4 ตัว	200	บาท
9. นอต , สกรู	100	บาท
10. แขนรอร่องไบมีด ลูกกลิ้งขั้วมีจำนวนฟัน 64 ฟัน และความยาว 230 มิลลิเมตร	50	บาท
11. แขนรอร่องไบมีด ลูกกลิ้งตามขั้วมีจำนวนฟัน 65 ฟัน และความยาว 230 มิลลิเมตร	50	บาท
12. สแตนเลต ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร และความยาว 230 มิลลิเมตร ความกว้าง 300 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น	150	บาท
13. อลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร และความยาว 320 มิลลิเมตร	100	บาท
14. สวิตช์ ปิด-เปิด 15 แอมป์ จำนวน 1 ตัว	70	บาท
15. เหล็กฉากขนาด 1/2 นิ้ว 2 เส้น	230	บาท
16. เหล็กแผ่นขนาด 1 มิลลิเมตร 1 เส้น	150	บาท
17. ลูกล้อย จำนวน 4 ตัว	100	บาท
18. สีสเปรย์โอบ (ฟ้า , บรอน)	90	บาท
รวม	5,575	บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้