สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลว

TABLE TOP STUFFER

T061861

นาย ฐิติพงษ์ สิงห์แก้ว
นาย นฤชิต ใจฟู
นาย อนุสาร กันธิยะ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....61861
วัน,เดือน,ปี.....24 ก.ค. 2549

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลว

TABLE TOP STUFFER

โดย

นาย ฐิติพงษ์ สิงห์แก้ว

นาย นฤชิต ใจฟู

นาย อนุสาร กันธิยะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2547

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลว

Table Top Stuffer

ผู้จัดทำ

1. นายฐิติพงษ์ สิงห์แก้ว รหัสประจำตัว 45015647
2. นายนฤชิต ใจฟู รหัสประจำตัว 45015653
3. นายอนุสาร กันธิยะ รหัสประจำตัว 45015689

……..: อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลว

ฐิติพงษ์ สิงห์แก้ว
นฤชิต ใจฟู
อนุสาร กันธิยะ
รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาและออกแบบเครื่องเพื่อใช้ในการบรรจุอาหารประเภทไส้กรอกเปรี้ยว กุนเชียง ไส้กรอกเวียนนา เครื่องจะมีส่วนประกอบสำคัญคือ ชุดถังบรรจุ ชุดเกลียวส่งกำลัง มอเตอร์ต้นกำลัง ชุดทดรอบและชุดเฟืองส่งกำลัง ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้คือ เมื่อนำวัสดุที่จะทำการบรรจุ มาใส่ในส่วนของถังบรรจุ แล้วนำไปติดตั้งยังเครื่องบรรจุ เมื่อเดินเครื่องฝาอัดจะดันวัสดุอาหารให้ออกไปทางช่องทางออกที่อยู่ก้นถังเพื่อบรรจุใส่ไส้ที่เตรียมไว้ โดยในการอัดอาศัยกำลังจากมอเตอร์ส่งถ่ายกำลังผ่านชุดเกียร์ทดรอบ เฟืองส่งกำลัง และเกลียวส่งกำลังซึ่งจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ลงของฝาอัด ผลการทดสอบพบว่า ขนาดถังบรรจุสามารถบรรจุ ส่วนผสมของอาหารได้ครั้งละ 4 ลิตร อัตราในการบรรจุของไส้กรอกเปรี้ยว อยู่ที่ 1.224 กิโลกรัม / นาที กุนเชียงอยู่ที่ 1.186 กิโลกรัม / นาที ไส้กรอกเวียนนาอยู่ที่ 1.106 กิโลกรัม / นาที และมีประสิทธิภาพในการบรรจุของไส้กรอกเปรี้ยวที่ 94.43 % กุนเชียงที่ 95.56 % และไส้กรอกเวียนนาที่ 99.95 % และกำลังไฟฟ้าที่เมื่อเมสตาร์ทเท่ากับ 968 watt และเมื่อเดินเครื่องสม่ำเสมอกำลังไฟฟ้าจะเท่ากับ 235.4 watt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE TOP STUFFER

Mr. Titipong Singkaew
Mr. Naruchit Jaifoo
Mr. Anusan Kantiya
Assoc.Prof. Panmanas Sririsomboon Advisor
Assist.Prof Yaowalak Surapunpisid Advisor

ABSTRACT

This project was aimed to study and design the table top stuffer. The major parts of this machine were stuff chamber, plastic piston, transmission system and motor. The operation of machine started from putting the food stuff in the stuff chamber and installs the chamber to machine. When the machine was operated the plastic piston was pushed on the food and the food was release at the exit channel of the chamber. It was found that the maximum capacity of the stuff chamber was 4 liters. The feed rate of the machine was at 1.224 kg/min, 1.186 kg/min and 1.106 kg/min for Thai rice sausage, Chinese sausage (Kunchiang) and Cocktail sausage, respectively. Efficiency of the machine was 94.43 %, 95.38 % and 95.56 %, respectively. The elective power at start was about 968 watts and at continuous operation was 235.4 watts.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จมาได้ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่านที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษาและความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณ

อาจารย์ปานมนัส ศิริสมบูรณ์,อาจารย์เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ให้คำแนะนำ ข้อมูล รับทราบปัญหา ให้คำปรึกษาในการดำเนินงานตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จ ขอบพระคุณอย่างยิ่งที่อาจารย์ให้ความช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดตลอดเวลา

อาจารย์พิชิต กิตินนท์ ที่คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือในด้านวงจรและระบบอิเลคทรอนิคส์ต่างๆ

พี่จุก คณะอุตสาหกรรมเกษตร ที่คอยให้คำแนะนำในเรื่องเกี่ยวกับการผสมส่วนผสมและช่วยจัดการเรื่องการผสมที่ใช้ในการทดลอง

พี่ตุ๋ม จัดสร้างและควบคุมเวลาขอเปิดใช้อาคารปฏิบัติงานนอกเวลา และยังช่วยให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆ

ขอบคุณนายช่างภาควิศวกรรมเกษตรที่ช่วยเหลือในเรื่องสถานที่ และให้คำแนะนำแก้ไขปัญหาต่างๆ

ขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้ทุนทรัพย์และกำลังใจ ในการ ทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้

เพื่อน ๆ และบุคคลอื่น ที่มิได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ ที่ช่วยในการทดลองจนเสร็จสมบูรณ์

ฐิติพงษ์ สิงห์แก้ว

นฤชิต ใจฟู

อนุสาร กันธิยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง-จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 วิธีการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 การแบ่งชนิดไส้กรองโดยทั่วไป	3
2.2 ทฤษฎีเกลียวส่งกำลัง	3
2.2.1 ชนิดของเกลียวสำหรับสกรูส่งกำลัง	5
2.2.2 เกลียวในระบบหน่วยอังกฤษ	5
2.2.3 เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูตามมาตรฐานไอเอส โอ	6
2.2.4 การออกแบบสกรูส่งกำลัง	14
2.2.5 ค่าความปลอดภัย	16
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้างเครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลว	22
3.1 การออกแบบส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง	22
3.1.1 การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง	22
3.1.2 การออกแบบถังบรรจุ	23
3.1.3 การออกแบบสุดเกลียวส่งกำลัง	25
3.1.4 การออกแบบชุดต้นกำลัง	26
3.1.5 การออกแบบวงจรไฟฟ้าที่ที่ใช้ในการป้องกันการเสียหายของเครื่องเมื่อการทำงานของเครื่องสิ้นสุดลงในแต่ละรอบ	28
3.2 งบประมาณในการสร้างเครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลว	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
บทที่ 4 การทดลอง	31
การทดลองที่ 1 ทดสอบขนาดบรรจุของถังบรรจุ	31
การทดลองที่ 2 หาค่าของน้ำหนักของวัสดุอาหารต่อ 1 ลิตร	32
การทดลองที่ 3 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลว	33
การทดลองที่ 4 การวัดกำลังไฟฟ้า	35
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	41
ปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไข	42
ภาคผนวก	43
เอกสารอ้างอิง	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้าที่
ตารางที่ 2.1 สัดส่วนต่างๆของเกลียวสำหรับสกรูส่งกำลัง	6
ตารางที่ 2.2 มิติมูลฐานของเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูตามมาตรฐาน ISO2901-1977(E)	8
ตารางที่ 2.3 มิติมูลฐานของเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูตามมาตรฐาน ISO2904-1977(E)	9
ตารางที่ 2.4 ค่าความปลอดภัย	17
ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติทางกลของเหล็กคาร์บอนธรรมดาและเหล็กกล้าผสม	18
ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1 ปริมาตรของน้ำที่วัดได้จากถังบรรจุสแตนเลส	31
ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2 น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุอาหารต่อ 1 ลิตร	33
ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3 ค่าต่างต่างๆที่ได้จากการทดลองที่ 3	36
ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4 อัตราการบรรจุเฉลี่ยและประสิทธิภาพในการบรรจุเชิงมวลเฉลี่ย	39
ตารางที่ 4.1 ประสิทธิการบรรจุวัสดุอาหารเทียบที่ 4 ลิตร	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้าที่
รูปที่ 2.1 เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู	4
รูปที่ 2.2 มุมหลีด	4
รูปที่ 2.3 ชนิดของเกลียวสำหรับสกรูส่งกำลัง	5
รูปที่ 2.4 ขนาดต่างๆของเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู	7
รูปที่ 2.5 ฟันเกลียวรับแกงคล้ายกับคานยื่น	16
รูปที่ 3.1 โครงสร้างของเครื่องบรรจุอาหาร	22
รูปที่ 3.2 ถังที่สร้างขึ้น	23
รูปที่ 3.3 ฝาอัดอาหารที่มีลักษณะคล้ายลูกสูบ	23
รูปที่ 3.4 กรวยป้อนทั้ง 3 ขนาด	24
รูปที่ 3.5 เกลียวส่งกำลังที่ใช้ในการดันลูกสูบฝาอัดลงในถังบรรจุ	25
รูปที่ 3.6 เกลียวในที่เป็นตัวอัดลูกสูบลงไปในถัง	25
รูปที่ 3.7 ชุดส่งกำลังในส่วนของเพลาที่ต่อกับเฟืองทดขนาด 25 ฟันและยึดไว้ด้วยแบริ่ง	26
รูปที่ 3.8 เฟืองเกียร์ที่ติดตั้งกับเกลียวส่งกำลังขนาด 50 ฟัน	26
รูปที่ 3.9 เกียร์บอกซ์ที่ใช้ในการทดกำลังจากมอเตอร์ส่งถ่ายกำลังไปยังเฟืองเกียร์ต่อไป	27
รูปที่ 3.10 วงจรควบคุมความปลอดภัย	28
รูปที่ 3.11 ไฟสัญญาณเตือนเมื่อลูกสูบขึ้นสุดระยะชัก	29
รูปที่ 3.12 ไฟสัญญาณเตือนเมื่อลูกสูบลงสุดระยะชัก	23
รูปวัสดุอาหารไส้กรอกเปรี้ยวที่บรรจุอยู่ในบีกเกอร์ปริมาณ 1 ลิตร	52
รูป เศษวัสดุอาหารไส้กรอกเปรี้ยวที่เหลืออยู่ที่ก้นถังบรรจุหลังจากการบรรจุแล้ว	52
รูปวัสดุอาหารกุนเชียงที่ติดอยู่ที่ก้นถังบรรจุหลังจากการบรรจุแล้ว	53
รูปวัสดุอาหารไส้กรอกเวียนนาที่ติดอยู่ที่ก้นถังบรรจุหลังจากการทำการบรรจุแล้ว	53
รูป ไส้หมูที่ใช้ในการบรรจุไส้กรอกเปรี้ยว	54
รูปการใส่ถังบรรจุเข้าไปที่เครื่องเพื่อทำการบรรจุ	54
รูปการบรรจุวัสดุอาหารใส่ในไส้เทียมที่เตรียมไว้	55
รูปวัสดุอาหารกุนเชียงที่บรรจุในไส้เทียมแล้ว	55
รูปวัสดุอาหารไส้กรอกเปรี้ยวที่บรรจุในไส้หมูแล้ว	56
รูปวัสดุอาหารไส้กรอกเวียนนาที่บรรจุในไส้เทียมแล้ว	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีในด้านต่างต่างๆ ของโลกเราได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทั้งในด้านอุตสาหกรรมและในด้านการเกษตรโดยที่เทคโนโลยีทั้งหลายเหล่านี้ ช่วยให้เราเกิดความสะดวกสบายขึ้น ประหยัดเวลา และกำลังคนด้วย

ในด้านเทคโนโลยีทางการเกษตรนั้นก็ได้มีการผลิตเครื่องมือเครื่องจักรต่างๆ ขึ้นมามากมาย หลายชนิดด้วยกัน เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายแก่ผู้ที่ประกอบอาชีพเกษตรกรทั้งหลาย โดยยังช่วยประหยัดเวลาและกำลังคนได้อีก ดังกล่าวไว้ข้างต้น แต่เครื่องมือเครื่องจักรต่างๆที่ผลิตขึ้นมาส่วนใหญ่นั้น มักผลิตขึ้นมาจากต่างประเทศ โดยที่ประเทศไทยของเราก็ต้องสั่งซื้อเครื่องมือต่างๆเหล่านี้เข้ามา ซึ่งมีราคาสูง โดยที่เศรษฐกิจของไทยในตอนนี้ยังตกต่ำอยู่ ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศประกอบอาชีพเกษตรกร ซึ่งมีรายได้น้อยและยากจน ไม่สามารถที่จะซื้อเครื่องมือเครื่องจักรเหล่านี้ได้ โดยปัจจุบันนี้ก็มีผู้ที่คิดประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องจักรเหล่านี้อยู่ไม่น้อย เพื่อที่จะให้เกษตรกรและผู้ประกอบการรายย่อยได้ใช้เครื่องมือเครื่องจักรในราคาที่ถูกลง สามารถที่จะใช้งานทดแทนเครื่องจักรที่สั่งมาจากต่างประเทศได้ และในประเทศไทยมีเกษตรกรในหลายพื้นที่ที่การประกอบอาชีพบรรจุอาหารกึ่งเหลว ซึ่งอาหารจำพวกนี้ก็ได้แก่ ไส้กรอกเปรี้ยว กุนเชียงและไส้กรอกเวียนนา เป็นต้น โดยในการบรรจุนั้นต้องมีเครื่องมือเข้ามาช่วยในการบรรจุ ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้ต้องมีการสั่งซื้อมาจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาแพง และส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่ ผลิตมาให้เหมาะกับโรงงาน เกษตรกรและผู้ประกอบการรายย่อยนั้นไม่สามารถที่จะซื้อได้ และขนาดไม่เหมาะสมกับเกษตรกรและผู้ประกอบการรายย่อย ซึ่งทำให้เกษตรและผู้ประกอบการรายย่อยเหล่านี้ ไม่สามารถที่จะทำงานได้รวดเร็ว และต้องใช้แรงงานมากในการให้บรรจุให้ได้ตามที่ต้องการ ดังนั้น เราจึงได้เห็นสมควรที่จะประดิษฐ์เครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลวที่มีขนาดที่เหมาะสมกับเกษตรกรและผู้ประกอบการรายย่อย ในราคาที่ถูกกว่าเครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลวจากต่างประเทศ และยังช่วยเกษตรกรและผู้ประกอบการรายย่อยลดแรงงานความเหนื่อยล้าและประหยัดเวลาในการทำงานได้เป็นอย่างดี

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อสร้างเครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลว จำพวก ไส้กรอกเปรี้ยว กุนเชียงและไส้กรอกเวียนนา เป็นต้น ให้มีต้นทุนต่ำ

1.2.2 สามารถที่จะนำไปใช้ในครัวเรือนของเกษตรกรและผู้ประกอบการรายย่อยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ในการทำโครงงานเครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลวนี้ เราได้มีการกำหนดขอบเขตในการศึกษาไว้ 3 หัวข้อดังต่อไปนี้

1. สร้างเครื่องที่เป็นแบบกึ่งอัตโนมัติโดยสามารถลดแรงงานคนให้ทำงานเพียงคนเดียว
2. เครื่องสามารถบรรจุอาหารในถังบรรจุได้ครั้งละ 4 ลิตร
3. สามารถใช้ในการบรรจุอาหารประเภทกึ่งเหลว เช่น ไส้กรอกเปรี้ยว กุนเชียงและไส้กรอกเวียนนา

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยให้เกษตรกรและผู้ประกอบการรายย่อย บรรจุอาหารประเภทกึ่งเหลว จำพวกกุนเชียง ไส้กรอกเปรี้ยว ไส้กรอกเวียนนา เป็นต้น ได้สะดวกขึ้น โดยมีต้นทุนที่ต่ำลง
2. เป็นเครื่องต้นแบบที่จะให้เกษตรกรนำไปประดิษฐ์ใช้งานเองได้

1.5 วิธีการดำเนินงาน

การดำเนินงานนั้นขั้นแรกเริ่มจากการศึกษาข้อมูลที่ว่ามีความเป็นไปได้หรือไม่ที่จะสามารถที่จะสร้างเครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลวขึ้นมาเพื่อให้เกิดประโยชน์แก่เกษตรกรและผู้ประกอบการที่ประกอบอาชีพเกี่ยวกับการบรรจุอาหารกึ่งเหลว ซึ่งก็ได้พบว่าการสร้างเครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลวนั้นเป็นที่ต้องการของผู้ประกอบการรายย่อยและเกษตรกร จึงได้คิดประดิษฐ์เครื่องขึ้น โดยเริ่มจากหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลวที่มีอยู่แล้ว หาข้อมูลเรื่องของอาหารกึ่งเหลวที่จะนำมาใช้ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่อง หลังจากนั้น จึงได้ทำการออกแบบเครื่องออกมา โดยให้มีความประหยัดและเหมาะสมกับเกษตรกรและผู้ประกอบการรายย่อย โดยมีการแยกส่วนประกอบออกเป็นส่วนต่างๆ โดยจะกล่าวไว้ในบทที่ 3 ซึ่งเป็นส่วนของการออกแบบและการสร้างเครื่อง เมื่อออกแบบแล้วก็ได้ สร้างเครื่องตามแบบและตามลำดับที่ได้กำหนดไว้ หลังจากสร้างเครื่องเสร็จแล้ว ก็มีการทดสอบเพื่อที่จะหาสมรรถนะของเครื่องว่าสามารถที่จะใช้งานได้ดีเพียงใด โดยจะกล่าวไว้ในบทที่ 4 ซึ่งมีการทดสอบในหลายรูปแบบด้วยกัน

เมื่อทำการทดสอบแล้วก็ทำการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆที่เกิดขึ้นในขณะที่ทำการทดลอง เพื่อเพิ่มสมรรถนะของเครื่องให้สามารถทำงานได้ โดยหลังจากทำการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ก็ทำการบันทึกข้อมูลต่างๆที่ได้จากการทดลองและการสร้างเครื่องโดยจะกล่าวเป็นบทๆไป ตามที่ได้ปฏิบัติและทดสอบมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 การแบ่งชนิดของไส้กรอกโดยทั่วไป

ชนิดของไส้กรอกสามารถแบ่งตามลักษณะได้ 5 ชนิดคือ [1]

2.1.1 ไส้กรอกสด (Fresh Sausage) เป็นไส้กรอกที่ทำจากเนื้อสด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เนื้อหมู เนื้อวัวบดและผสมเครื่องปรุงรส อัดไส้ มัดเป็นปล้องๆเก็บไว้ในที่เย็น เมื่อจะรับประทานจึงนำมาทำให้สุก ไส้กรอกประเภทนี้มักจะเสียง่ายถ้าเก็บไว้ในอุณหภูมิไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงต้องรีบรับประทาน ตัวอย่างไส้กรอกสด ได้แก่ ไส้กรอกหมูสด (Fresh Pork Sausage) บราทเวอร์สท(Bratwurst)

2.1.2 ไส้กรอกรมควัน (Smoked Sausage) เป็นไส้กรอกที่ทำจากเนื้อที่ผ่านการหมักแล้ว ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดต้องเก็บไว้ในตู้เย็นแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ไส้กรอกรมควันไม่สุก และ ไส้กรอกรมควันสุก

2.1.3 ไส้กรอกสุก (Cooked Sausage) มีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าไส้กรอกสด เพราะอาจมีการผสมเครื่องในและเลือดลงไปได้ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ได้ทั้งเนื้อสดและเนื้อหมัก นำไปบดผสมเครื่องปรุงรส บรรจุในไส้และทำให้สุกพร้อมที่จะรับประทานได้เลย

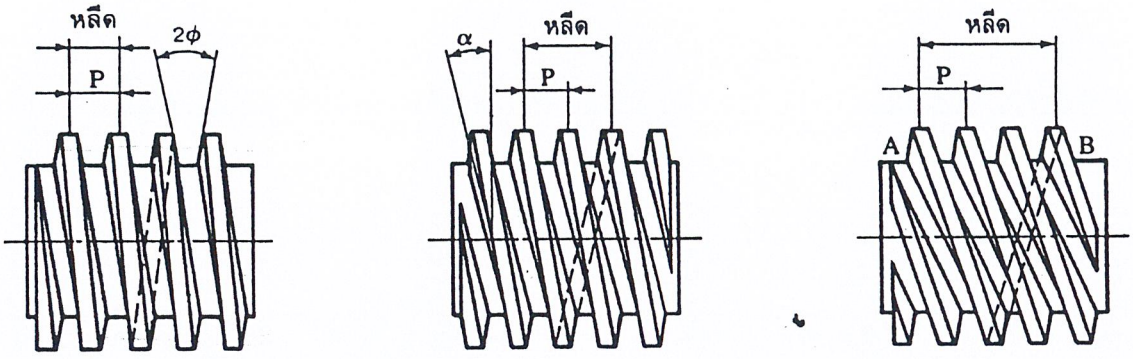
2.1.4 ไส้กรอกแห้งและกึ่งแห้ง (Dry and Semi-dry Sausage) เป็นไส้กรอกที่ใช้เนื้อที่ผ่านการคัดเลือกเป็นอย่างดี ใช้เทคนิคมากในการทำ แบ่งเป็น 3 ประเภทคือ เซอเวลาท์ส (Cervelats) ไส้กรอกหมักแห้ง (Fermented Dry Sausage) กุนเชียง (Chinese Sausage)

2.1.5 ไส้กรอกชนิดใหม่ (New Condition Sausage) เป็นไส้กรอกประเภทกึ่งเปียกกึ่งแห้ง ต่างจากไส้กรอกแห้งตรงวิธีการทำและทำให้สุกในตู้รมควัน ทำจากเนื้อหมูบดผสมเครื่องปรุงและหมักไว้ให้เปรี้ยวประมาณ 24 ชั่วโมง ก่อนทำให้สุก

2.2 ทฤษฎีเกลียวส่งกำลัง [2]

ก่อนที่จะกล่าวถึงชนิดของเกลียวสำหรับสกรูส่งกำลัง จำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจกับคำจำกัดความบางคำซึ่งจะต้องใช้อยู่เสมอ โดยพิจารณาจากรูปที่ 2.1 ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) หนึ่งปาก (ข) สองปาก (ค) สามปาก

รูปที่ 2.1 เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู [2]

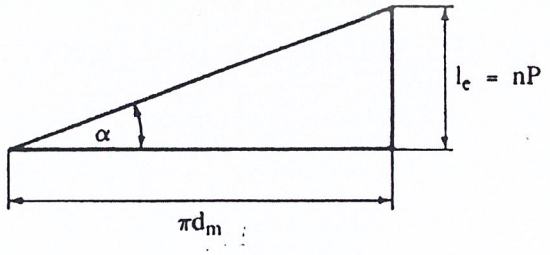
ระยะพิตช์ ; P หมายถึงระยะทางที่วัดตามแนวแกนของสกรูจากจุดหนึ่งบนเกลียวหนึ่ง ไปยังจุดเดียวกันของเกลียวที่อยู่ถัดไป

หลีด (Lead); le คือระยะทางที่สกรูเคลื่อนที่ได้ตามแนวแกนของสกรู ในขณะที่สกรูหมุนไปหนึ่งรอบ ถ้าเป็นสกรูหนึ่งปาก (single thread) ระยะของหลีดมีค่าเท่ากับระยะพิตช์ สำหรับสองปาก (double thread) เกลียวจะมีปากคาบระหว่างเกลียวสองเกลียว ดังรูปที่ 2.1(ข) ดังนั้นสกรูหมุนไปหนึ่งรอบ การเคลื่อนที่ในแนวแกนของสกรูจึงเป็นสองเท่าของระยะพิตช์ ในทำนองเดียวกันสำหรับสกรูสามปาก (triple thread) หลีดจะมีค่าเป็นสามเท่าของระยะพิตช์ ถ้าสกรูเป็น n ปากระยะของหลีดคือ

$$le = nP \tag{2.1}$$

มุมฮีลิกซ์หรือมุมหลีด(helix or lead angle) ; หมายถึงมุมระหว่างระนาบที่สัมผัสกับความเอียงของเกลียวและระนาบที่ตั้งฉากกับแกนของสกรู ถ้าให้ d_m เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของสกรู และนำส่วนที่สกรูเคลื่อนที่ไปในขณะที่หมุนหนึ่งรอบมาคลี่ออก ก็จะได้ลักษณะดังรูปที่ 2.2 และมุมหลีดคือ

$$\text{Tan}\,\alpha = \frac{le}{\pi d_m} \tag{2.2}$$



รูปที่ 2.2 มุมหลีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

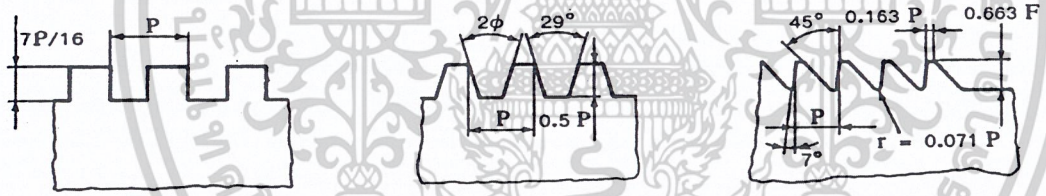
เส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุดของสกรู ซึ่งนับรวมถึงความสูงของเกลียวด้วย ขนาดระบุ(nomimal size) ของสกรูส่งกำลังจะบอกโดยใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่เสมอ เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กของสกรู

2.2.1 ชนิดของเกลียวสำหรับสกรูส่งกำลัง

สกรูส่งกำลังที่ใช้ในปัจจุบันนี้ส่วนมากจะมีขนาดตามหน่วยระบบอังกฤษ ส่วนเครื่องจักรที่จะผลิตออกมาในอนาคตจะค่อยๆเปลี่ยนไปใช้ในระบบหน่วยเอสไอ ซึ่งสำหรับสกรูส่งกำลังแล้วจะผลิตรูปร่าง และขนาดของเกลียวจะเป็นไปตามมาตรฐานระหว่างประเทศ ในที่นี้จะกล่าวถึงเกลียวที่ใช้กันมากในระบบหน่วยอังกฤษและเกลียวที่มีอยู่ตามมาตรฐานระหว่างประเทศเท่านั้น

2.2.2 เกลียวในระบบหน่วยอังกฤษ

เกลียวสี่เหลี่ยม(Square thread) เป็นเกลียวที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในจำพวกเกลียวของสกรูส่งกำลัง ซึ่งเรียกกันอีกชื่อหนึ่งว่าเกลียวเซลเลอร์ (Sellers' thread) โดยมีลักษณะของเกลียวดังรูปที่ 2.3 (ก) แต่เนื่องจากการตัดเกลียวสี่เหลี่ยมนี้ทำได้ยากและค่าใช้จ่ายสูงจึงมีการนำมาใช้งานน้อยลง ดังนั้นเกลียวชนิดนี้จึงมิได้มีการทำเป็นมาตรฐานทั่วไป ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดของสกรูส่งกำลังแบบเกลียวสี่เหลี่ยมซึ่งอาจจะนำมาประกอบกับการเลือกใช้ได้



(ก) เกลียวสี่เหลี่ยม (ข) เกลียวแอคมี (ค) เกลียวบัตเตรส

รูปที่ 2.3 ชนิดของเกลียวสำหรับสกรูส่งกำลัง

เกลียวแอคมี(acme thread) หรือเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู เป็นเกลียวที่มีการใช้งานมาเป็นเวลานานที่สุด รูปร่างของเกลียวเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู โดยมีมุมของเกลียว(thread angle) 2° เท่ากับ 29° ดังในรูปที่ 2.3(ข) เนื่องจากตัดเกลียวได้ง่ายจึงมีการนำมาใช้งานเรื่อยมา มาตรฐานของเกลียวชนิดนี้แสดงอยู่ในตารางที่ 2.1 และตารางที่ 2.2 ประสิทธิภาพของเกลียวชนิดนี้จะน้อยกว่าเกลียวสี่เหลี่ยม ถ้าเกิดความสึกหรอหลังจากใช้งานมาเป็นระยะเวลาหนึ่งก็สามารถที่จะปรับให้เกลียวของสกรูกับเกลียวตัวเมียได้สนิทเหมือนเดิม โดยการขันเกลียวตัวเมียซึ่งเป็นแบบ split nut เข้าไปให้กระชับกับเกลียวของตัวสกรูได้

เกลียวบัตเตรส (Buttress thread) เป็นเกลียวที่มีรูปร่างเป็นฟันเลื่อย จุดมุ่งหมายก็เพื่อที่จะใช้รับแรงในทิศทางเดียว เกลียวนี้มีความแข็งแรงมากกว่าเกลียวสองชนิดที่ได้กล่าวมาแล้ว เนื่องจากเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดนี้มีใช้ไม่มากนัก ดังนั้นจึงไม่ได้มีการกำหนดขนาดเป็นมาตรฐาน ค่าในตารางที่ 2.1 เป็นเพียงค่าที่แนะนำให้ทดลองใช้เท่านั้น

ตารางที่ 2.1 สัดส่วนต่างๆ ของเกลียวสำหรับสกรูส่งกำลัง [2]

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	เกลียวสี่เหลี่ยม		เกลียวแอคมี			เกลียวบัตเตรส
	เกลียว/นิ้ว	Minor Dia.	เกลียว/นิ้ว	Reg Minor Dia.	Stub Minor Dia.	เกลียว/นิ้ว
$\frac{1}{4}$	10	0.163	16	0.188	0.213	
$\frac{5}{16}$			14	0.241	0.270	
$\frac{3}{8}$	8	0.266	12	0.292	0.325	
$\frac{7}{16}$			12	0.354	0.388	
$\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	0.366	10	0.400	0.440	20
$\frac{5}{8}$	$5\frac{1}{2}$	0.466	8	0.500	0.550	20
$\frac{3}{4}$	5	0.575	6	0.583	0.650	16
$\frac{7}{8}$	$4\frac{1}{2}$	0.681	6	0.708	0.755	16
1	4	0.781	5	0.800	0.880	12
$1\frac{1}{2}$			5	0.925	1.005	12
$1\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{2}$	1.000	5	1.050	1.130	10
$1\frac{3}{8}$			4	1.125	1.225	10
$1\frac{1}{2}$	3	1.208	4	1.250	1.350	8
$1\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{2}$	1.400	4	1.500	1.600	7
2	$2\frac{1}{4}$	1.612	4	1.750	1.850	6
$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	1.862	3	1.917	2.050	6
$2\frac{1}{2}$	2	2.063	3	2.167	2.300	5
$2\frac{3}{4}$	2	2.313	3	2.417	2.550	5
3	$1\frac{3}{4}$	2.500	2	2.500	2.700	5
$3\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	2.962	2	3.000	3.200	5
4	$1\frac{1}{2}$	3.418	2	3.500	3.700	4
$4\frac{1}{2}$			2	4.000	4.200	4
5			2	4.500	4.700	4

2.2.3 เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูตามมาตรฐานไอเอสโอ

ขนาดเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูตามมาตรฐานไอเอสโอบอกมิติต่างๆ เป็น mm และมีมุมเกลียวของ 2Φ เท่ากับ 30° ขนาดต่างๆ ของสกรูส่งกำลังชนิดนี้แสดงในรูปที่ 2.4 คำนวณได้จากสมการต่อไปนี้คือ

$H_1 = 0.5P$ $\qquad D_4 = d+2a_c$

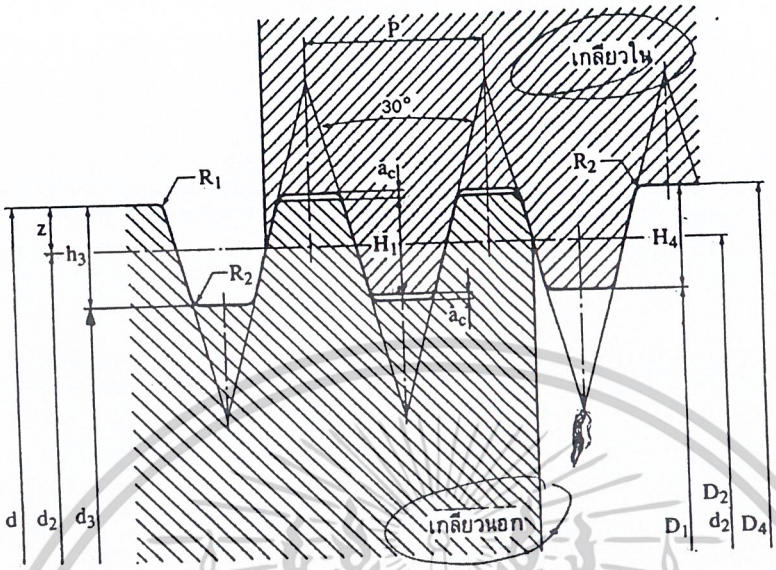
$H_4 = H_1+a_c = 0.5P+a_c$ $\qquad d_3 = d-2h_3$

$h_3 = H_1+a_c$ $\qquad R_{1max} = 0.5\,a_c$

$Z = 0.25P = H_1/2$ $\qquad R_{2max} = a_c$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$D_1 = d - 2H_1 = d - P$ $\quad\quad$ $d_2 = D_2 = d - 2_Z = d - 0.5P$



รูปที่ 2.4 ขนาดต่างๆ ของเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู

โดยที่ a_c = คือช่องว่างบนยอดฟัน

D_4 = คือเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ของเกลียวใน

D_1 = คือเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยของเกลียวใน

D_2 = คือเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของเกลียวใน

d = คือเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ของเกลียวนอก (เป็นขนาดระบุด้วย)

d_3 = คือเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยของเกลียวนอก

d_2 = คือเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของเกลียวนอก

H_1 = คือความสูงเหลื่อม (overlapping) ของเกลียว

H_4 = คือความสูงของฟันเกลียวใน

h_3 = คือความสูงของฟันเกลียวใน

P = คือระยะพิตช์

ตารางที่ 2.2 และตารางที่ 2.3 แสดงมิติมูลฐาน ซึ่งได้มาจากการคำนวณโดยใช้สมการชุดข้างบนนี้

ในการเลือกขนาดสกรูส่งกำลัง ให้เลือกขนาดในช่องแรกของตารางที่ 2.3 ก่อนถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องเลือกขนาดอื่นที่ไม่มีในช่องแรกก็ให้เลือกขนาดต่อไปในช่องที่สอง เมื่อได้ขนาดของสกู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูแล้วก็ให้เลือกพิตช์ในช่องที่สี่ จากตารางที่ 2.3 จะเห็นว่าสำหรับสกรูหนึ่งขนาดอาจเลือกระยะพิตช์ได้หลายค่า แต่ค่าที่แนะนำให้ใช้คือค่าที่มีเครื่องหมาย * อยู่ข้างหน้า

ตารางที่ 2.2 มิติมูลฐานของเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูตามมาตรฐาน ISO2901 -1977(E)

P	a_c	$H_4 = h_3$	H_1	R_1 max.	R_2 max.
1.5	0.15	0.9	0.75	0.08	0.15
2	0.25	1.25	1	0.13	0.25
3	0.25	1.75	1.5	0.13	0.25
4	0.25	2.25	2	0.13	0.25
5	0.25	2.75	2.5	0.13	0.25
6	0.5	3.5	3	0.25	0.5
7	0.5	4	3.5	0.25	0.5
8	0.5	4.5	4	0.25	0.5
9	0.5	5	4.5	0.25	0.5
10	0.5	5.5	5	0.25	0.5
12	0.5	6.5	6	0.25	0.5
14	1	8	7	0.5	1
16	1	9	8	0.5	1
18	1	10	9	0.5	1
20	1	11	10	0.5	1
22	1	12	11	0.5	1
24	1	13	12	0.5	1
28	1	15	14	0.5	1
32	1	17	16	0.5	1
36	1	19	18	0.5	1
40	1	21	20	0.5	1
44	1	23	22	0.5	1

ขนาดเป็น mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 มิติมูลฐานของเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูตามมาตรฐาน ISO2904 -1977(E)

ขนาดระบุ			ระยะ				
ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3	พิตช์ P	$d_2 = D_2$	D_1	d_1	D_4
8			1.5	7.250	8.300	6.200	6.500
	9		1.5	8.250	9.300	7.200	7.500
			*2	8.000	9.500	6.500	7.000
10			1.5	9.250	10.300	8.200	8.500
			*2	9.000	10.500	7.500	8.000
	11		2	10.000	11.500	8.500	9.000
			*3	9.500	11.500	7.500	8.000
12			2	11.000	12.500	9.500	10.000
			*3	10.500	12.500	8.500	9.000
	14		2	13.000	14.500	11.500	12.000
			*3	12.500	14.500	10.500	11.000
16			2	15.000	16.500	13.500	14.000
			*4	14.000	16.500	11.500	12.000
	18		2	17.000	18.500	15.500	16.000
			*4	16.000	18.500	13.500	14.000
20			2	19.000	20.500	17.500	18.000
			*4	18.000	20.500	15.500	16.000
	22		3	20.500	22.500	18.500	19.000
			*5	19.500	22.500	16.500	17.000
			8	18.000	23.000	13.000	14.000
24			3	22.500	24.500	20.500	21.000
			*5	21.500	24.500	18.500	19.000
			8	20.000	25.000	15.000	16.000
	26		3	24.500	26.500	22.500	23.000
			*5	23.500	26.500	20.500	21.000
			8	22.000	27.000	17.000	18.000
28			3	26.500	28.500	24.500	25.000
			*5	25.500	28.500	22.500	23.000
			8	24.000	29.000	19.000	20.000
	30		3	28.000	30.500	26.500	27.000
			*6	27.000	31.000	23.000	24.000
			10	25.000	31.000	19.000	20.000
32			3	30.500	32.500	28.500	29.000
			*6	29.000	33.000	25.000	26.000
			10	27.000	33.000	21.000	22.000

ขนาดเป็น mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) มิติมูลฐานของเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูตามมาตรฐาน ISO2904 -1977(E)

จำนวนเส้น			ระยะพิทช์ P	$d_{3max}=D_{4min}$	D_{2min}	d_{4min}	D_{1min}
	34		3	32.500	34.500	30.500	31.000
			*6	31.000	35.000	27.000	28.000
			10	29.000	35.000	23.000	24.000
36			3	34.500	36.500	32.500	33.000
			*6	33.000	37.000	29.000	30.000
			10	31.000	37.000	25.000	26.000
	38		3	36.500	38.500	34.500	35.000
			*7	34.500	39.000	30.000	31.000
			10	33.000	39.000	27.000	28.000
40			3	38.500	40.500	36.500	37.000
			*7	36.500	41.000	32.000	33.000
			10	35.000	41.000	29.000	30.000
	42		3	40.500	42.500	38.500	39.000
			*7	38.500	43.000	34.000	35.000
			10	37.000	43.000	31.000	32.000
44			3	42.500	44.500	40.500	41.000
			*7	40.500	45.000	36.000	37.000
			12	38.000	45.000	31.000	32.000
	46		3	44.500	46.500	42.500	43.000
			*8	42.000	47.000	37.000	38.000
			12	40.000	47.000	33.000	34.000
48			3	46.500	48.500	44.500	45.000
			*8	44.000	49.000	39.000	40.000
			12	42.000	49.000	35.000	36.000
	50		3	48.500	50.500	46.500	47.000
			*8	46.000	51.000	41.000	42.000
			12	44.000	51.000	37.000	38.000
52			3	50.500	52.500	48.500	49.000
			*8	48.000	53.000	43.000	44.000
			12	46.000	53.000	39.000	40.000
	55		3	53.500	55.500	51.500	52.000
			*9	50.500	55.000	45.000	46.000
			14	48.000	57.000	39.000	41.000
60			3	58.500	60.500	56.500	57.000
			*9	55.500	61.000	50.000	51.000
			14	53.000	62.000	44.000	46.000

ขนาดเป็น m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) มิติมูลฐานของเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูตามมาตรฐาน ISO2904 -1977(E)

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง			ระยะพิทช์	d_3	D_1	d_2	D_2
ชนิด 1	ชนิด 2	ชนิด 3	ชนิด P				
	65		4	63.000	65.500	60.500	61.000
			*10	60.000	66.000	54.000	55.000
			16	57.000	67.000	47.000	49.000
70			4	68.000	70.500	65.500	66.000
			*10	65.000	71.000	59.000	60.000
			16	62.000	72.000	52.000	54.000
	75		4	73.000	75.500	70.500	71.000
			*10	70.000	76.000	64.000	65.000
			16	67.000	77.000	57.000	59.000
80			4	78.000	80.500	75.500	76.000
			*10	75.000	81.000	69.000	70.000
			16	72.000	82.000	62.000	64.000
	85		4	83.000	85.500	80.500	81.000
			*12	79.000	86.000	72.000	73.000
			18	76.000	87.000	65.000	67.000
90			4	88.000	90.500	85.500	86.000
			*12	84.000	91.000	77.000	78.000
			18	81.000	92.000	70.000	72.000
	95		4	93.000	95.500	90.500	91.000
			*12	89.000	96.000	82.000	83.000
			18	86.000	97.000	75.000	77.000
100			4	98.000	100.500	95.500	96.000
			*12	94.000	101.000	87.000	88.000
			20	90.000	102.000	78.000	80.000
		105	4	103.000	105.500	100.500	101.000
			*12	99.000	106.000	92.000	93.000
			20	95.000	107.000	83.000	85.000
	110		4	108.000	110.500	105.500	106.000
			*12	104.000	111.000	97.000	98.000
			20	100.000	112.000	88.000	90.000
		115	6	112.000	116.000	108.000	109.000
			*14	108.000	117.000	99.000	101.000
			22	104.000	117.000	91.000	93.000
120			6	117.000	121.000	113.000	114.000
			*14	113.000	122.000	104.000	106.000
			22	109.000	122.000	96.000	98.000

ขนาดเป็น mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) มิติมูลฐานของเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูตามมาตรฐาน ISO2904 -1977(E)

[illegible]							
[illegible]							
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	$d_1 = D_1$	D_4	d_3	D_3
		125	6	122.000	126.000	118.000	119.000
			*14	118.000	127.000	109.000	111.000
			22	114.000	127.000	101.000	103.000
	130		6	127.000	131.000	123.000	124.000
			*14	123.000	132.000	114.000	116.000
			22	119.000	132.000	106.000	108.000
		135	6	132.000	136.000	128.000	129.000
			*14	128.000	137.000	119.000	121.000
			24	123.000	137.000	109.000	111.000
140			6	137.000	141.000	133.000	134.000
			*14	133.000	142.000	124.000	126.000
			24	128.000	142.000	114.000	116.000
		145	6	142.000	146.000	138.000	139.000
			*14	138.000	147.000	129.000	131.000
			24	133.000	147.000	119.000	121.000
	150		6	147.000	151.000	143.000	144.000
			*16	142.000	152.000	132.000	134.000
			24	138.000	152.000	124.000	126.000
		155	6	152.000	156.000	148.000	149.000
			*16	147.000	157.000	137.000	139.000
			24	143.000	157.000	129.000	131.000
160			6	157.000	161.000	153.000	154.000
			*16	152.000	162.000	142.000	144.000
			28	146.000	162.000	130.000	132.000
		165	6	162.000	166.000	158.000	159.000
			*16	157.000	167.000	147.000	149.000
			28	151.000	167.000	135.000	137.000
	170		6	167.000	171.000	163.000	164.000
			*16	162.000	172.000	152.000	154.000
			28	156.000	172.000	140.000	142.000
		175	8	171.000	176.000	166.000	167.000
			*15	167.000	177.000	157.000	159.000
			28	161.000	177.000	145.000	147.000
180			8	176.000	181.000	171.000	172.000
			*18	171.000	182.000	160.000	162.000
			28	166.000	182.000	150.000	152.000

ขนาดเป็น mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) มิติมูลฐานของเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูตามมาตรฐาน ISO2904 -1977(E)

ขนาดระบุ			ระยะพิทช์ P	$d_3 - D_3$	D_4	d_3	D_1
โดย 1	โดย 2	โดย 3					
	185		8	181.000	186.000	176.000	177.000
			*18	176.000	187.000	165.000	167.000
			32	169.000	187.000	151.000	153.000
	190		8	186.000	191.000	181.000	182.000
			*18	181.000	192.000	170.000	172.000
			32	174.000	192.000	156.000	158.000
		195	8	191.000	196.000	186.000	187.000
			*18	186.000	197.000	175.000	177.000
			32	179.000	197.000	161.000	163.000
200			8	196.000	201.000	191.000	192.000
			*18	191.000	202.000	180.000	182.000
			32	184.000	202.000	166.000	168.000
	210		8	206.000	211.000	201.000	202.000
			*20	200.000	212.000	188.000	190.000
			36	192.000	212.000	172.000	174.000
220			8	216.000	221.000	211.000	212.000
			*20	210.000	222.000	198.000	200.000
			36	202.000	222.000	182.000	184.000
	230		8	226.000	231.000	221.000	222.000
			*20	220.000	232.000	208.000	210.000
			36	212.000	232.000	192.000	194.000
240			8	236.000	241.000	231.000	232.000
			*22	229.000	242.000	216.000	218.000
			36	222.000	242.000	202.000	204.000
	250		12	244.000	251.000	237.000	238.000
			*22	239.000	252.000	226.000	228.000
			40	230.000	252.000	208.000	210.000
260			12	254.000	261.000	247.000	248.000
			*22	249.000	262.000	236.000	238.000
			40	240.000	262.000	218.000	220.000
	270		12	264.000	271.000	257.000	258.000
			*24	258.000	272.000	244.000	246.000
			40	250.000	272.000	228.000	230.000
280			12	274.000	281.000	267.000	268.000
			*24	268.000	282.000	254.000	256.000
			40	260.000	282.000	238.000	240.000

ขนาดเป็น mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) มิติมูลฐานของเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูตามมาตรฐาน ISO2904 -1977(E)

ขนาดระบุ			ระยะพิตช์ P	$d_2 = D_2$	D_4	d_3	D_1
ช่วง 1	ช่วง 2	ช่วง 3					
	290		12	284.000	291.000	277.000	278.000
			*24	278.000	292.000	264.000	266.000
			44	268.000	292.000	244.000	246.000
300			12	294.000	301.000	287.000	288.000
			*24	288.000	302.000	274.000	276.000
			44	278.000	302.000	254.000	256.000

ขนาดเป็น mm

2.2.4 การออกแบบสกรูส่งกำลัง

การคำนวณหาความเค้นในส่วนต่าง ๆ ของสกรูส่งกำลังโดยใช้สมการเบื้องต้นดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทก่อนเป็นการประมาณค่าของความเค้นที่เกิดขึ้นเท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการขบกันระหว่างเกลียวของสกรูและแป้นเกลียว ตลอดจนการกระจายของแรงบนเกลียวว่าจะเข้าใกล้กับสภาพที่ได้สมมติเอาไว้เพียงใด เกลียวที่อยู่ใกล้กับน้ำหนักอาจรับแรงมากกว่าเกลียวที่อยู่ห่างออกไป ความหลวมของสกรูและแป้นเกลียวอาจทำให้แรงกระจายไม่สม่ำเสมอ หรือการโกงของเกลียวอาจทำให้เกลียวบางเกลียวรับแรงมากเกินไป เป็นต้น แต่สิ่งเหล่านี้จะทราบได้อย่างแน่นอน ดังนั้นการคำนวณความเค้นในสกรูก็ยังถือหลักการเดิมที่ได้ใช้มาแล้วในบทก่อนในการออกแบบควรจะคิดถึงสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ความเค้นวิกฤต (critical or bucking screw) ในการคำนวณหาขนาดของสกรูที่รับแรงกดแต่เพียงอย่างเดียว ถ้าเป็นสกรูสั้นก็สามารถใช้สมการของความเค้น

$$\sigma_c = \frac{W}{A_r} \qquad (2.3)$$

เนื่องจากฟันเกลียวก็จะช่วยรับแรงนี้ด้วย ดังนั้นพื้นที่รับแรง A_r ก็ควรจะมีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ซึ่งคิดที่เส้นผ่านศูนย์กลางน้อย ซึ่งอาจจะประมาณได้ว่าควรจะเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยและเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ เพื่อความสะดวกในการคำนวณจึงขอแนะนำให้ใช้พื้นที่ของเส้นผ่านศูนย์กลางน้อย

คำว่าสกรูสั้นหมายถึง สกรูซึ่งมีอัตราส่วนความเพรียว $L_e/k < 40$ ถ้าหากสกรูมีอัตราส่วนความเพรียวมากกว่านี้ สกรูอาจเกิดการโก่งงอขึ้นได้ก่อนที่ความเค้นจะถึงค่าที่กำหนดเอาไว้ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับสกรูที่มีความยาวปานกลางให้ใช้สูตรของจอห์นสัน

$$W = \frac{A_r \sigma_y}{N}\left[1 - \frac{\sigma_y (Le/k)^2}{4\pi^2 E}\right] \quad 40 < Le/k < 110 \qquad (2.4)$$

สำหรับสกรูยาวให้ใช้สูตรของออยเลอร์

$$W = \frac{\pi^2 EI}{N\,Le^2} \quad Le/k > 110 \qquad (2.5)$$

ถ้าวัสดุที่ใช้ทำตัวสกรูไม่ใช่เหล็กกล้า ค่าของความเพรียวที่แบ่งระหว่างการใช้สูตรของออยเลอร์และจอห์นสันจะคำนวณได้จากสมการ

$$Le/k = \left[\frac{2\pi^2 E}{\sigma_y}\right]^{1/2} \qquad (2.6)$$

2. ความเค้นผสม ถ้าสกรูยาวไม่มากนักก็จะไม่เกิดการโก่งงอขึ้นเมื่ออยู่ภายใต้แรงกดหรือในบางทีสกรูส่งกำลังอาจจะใช้รับแรงดึงก็ได้ นอกจากนี้แล้วก็ยังมีความเค้นเฉือนอันเนื่องมาจากการบิดของสกรูอีกด้วย การคำนวณในกรณีเช่นนี้ต้องใช้ความเค้นผสมซึ่งมีอยู่หลายทฤษฎี สำหรับทฤษฎีที่ปลอดภัยและใช้ได้ง่ายก็คือ ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุดซึ่งมีสมการเป็น

$$\tau_d = [(\sigma/2)^2 + \tau^2]^{1/2} \qquad (2.7)$$

โดยที่ τ_d เป็นค่าความเค้นเฉือนใช้งาน และ

$$\tau = \frac{Tr}{J} = \frac{16T}{\pi d_r^3}$$

โดยที่ d_r คือเส้นผ่านศูนย์กลางน้อย

ในการใช้ทฤษฎีนี้กับตัวสกรู ให้ใช้ แทนที่จะใช้ ดังเช่นที่กล่าวไว้ในทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด ทั้งนี้เป็นเพราะเกลียวของสกรูก็จะช่วยในการรับแรงด้วย แต่มิได้นำมาคิดในการหาความเค้นในตัวสกรู

3. ความเค้นอัด ความเค้นอัดในที่นี้ หมายถึงความเค้นที่เกิดจากการที่ผิวหน้าของฟันเกลียวของตัวสกรูอัดกับผิวหน้าของฟันเกลียวของแป้นเกลียวหรือส่วนที่เป็นเกลียวตัวเมีย ในการคำนวณหาความเค้นอัดนี้ให้ใช้พื้นที่ภาพฉายของเกลียวส่วนที่อัดกันอยู่ ถ้าจำนวนเกลียวดังกล่าวนี้เท่ากับ n เกลียวพื้นที่นี้คือ

$$A = (\pi/4)[d^2 - d_r^2]\,n$$

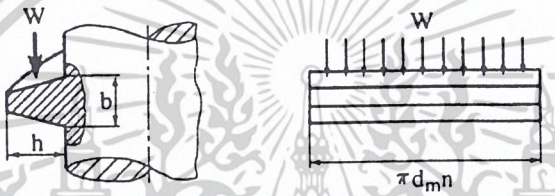
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นความเค้นอัด

$$\sigma_c = \frac{4W}{\pi [d^2 - d_r^2] n} \qquad (2.8)$$

4. ความเค้นเฉือนในฟันเกลียว นอกจากความเค้นต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้ว ในฟันเกลียวยังเกิดความเค้นดัดและความเค้นเฉือนทาโดนฟันเกลียวอีกด้วย ดังรูปที่ 2.5 เนื่องจากความสูงของฟันเกลียวมีค่าน้อย ดังนั้น โมเมนต์ดัดที่โคนฟันเกลียวจึงมีค่าน้อยด้วย ดังนั้นเกลียวส่วนมากจึงทดต่อความเค้นดัดได้ ส่วนความเค้นเฉือนอาจจะมีค่ามาก จากทฤษฎีกลศาสตร์วัสดุ ความเค้นเฉือนสูงสุด สำหรับพื้นที่หน้าตัดที่รับแรงเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเท่ากับ

$$\tau = \frac{3W}{2A}$$



รูปที่ 2.5 ฟันเกลียวรับแรงคล้ายกับคานยื่น

ให้ b เป็นความหนาของโคนฟันเกลียว ดังนั้นพื้นที่รับแรงเฉือน

$$A = \pi d_r b n$$

เพราะฉะนั้น

$$\tau_d = \frac{3W}{2\pi d_r b n} \qquad (2.9)$$

ค่า d_r นี้ต้องเลือกใช้ที่โคนฟันเกลียวของสกรูหรือแป้นเกลียว แล้วแต่จะตรวจสอบที่ไหน

2.2.5 ค่าความปลอดภัย

ค่าความปลอดภัยที่จะเลือกใช้ขึ้นอยู่กับตัวประกอบจำนวนมากดังนี้

1. ชนิดของแรงที่มากระทำต่อชิ้นงานว่าเป็นแรงที่จัดอยู่ในประเภทอยู่นิ่ง หรือเปลี่ยนแปลงขนาดอยู่ตลอดเวลาขณะใช้งาน
2. ลักษณะการใช้งานของชิ้นงานว่าเกี่ยวข้องกับการที่อาจสูญเสียชีวิต หรือทรัพย์สินจำนวนมากหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3. น้ำหนักของชิ้นงานว่ามีความจำเป็นที่จะต้องเบาที่สุดหรือไม่ เช่น ชิ้นส่วนสำหรับเครื่องบิน เป็นต้น ในกรณีนี้การใช้ค่าความปลอดภัยจะต้องพิจารณาอย่างละเอียดเป็นพิเศษ

4. จำนวนชิ้นงานที่จะออกมา ถ้าผลิตครั้งละมากๆ ควรระมัดระวังในการใช้ค่าความปลอดภัยที่ไม่สูงจนเกินไป ทั้งนี้เพื่อจะให้ประหยัดวัสดุได้มากที่สุด

5. เนื้อวัสดุออกมาอาจไม่สม่ำเสมอกัน ทำให้ความสามารถในการรับแรงต่างกัน

สำหรับผู้ที่ชำนาญในการออกแบบน้อย ก็อาจจะใช้ค่าที่แนะนำไว้ในตารางที่ 2.4 เป็นแนวทางในการคำนวณออกแบบได้

ตารางที่ 2.4 ค่าความปลอดภัย

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

61861
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาและเหล็กกล้าผสม (mechanical properties of plain cabon and alloy steels) (ชิ้นทดสอบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 25 มิลลิเมตร)

AISI Type	Condition	Tensile Strength , ksi	Yield strength, ksi	Elongat. in 2 in. , %	Reduction in Area, %	Hardness,BHN	Machinability (Based on 1112 = 100)
1010	HR	64	42	28	67	107	45
	CD	78	68	16	63	129	55
	CDA	64	48	28	65	131	55
1020	HR	65	43	36	59	143	50
	CD	78	66	20	55	156	65
	A	57	52	37	66	111	90
	N	64	50	36	68	131	75
1030	HR&turne	72	44	31	63	140	-
	d	84	76	16	57	177	65
	CD	67	50	31	58	126	-
	A	76	51	32	61	149	-
1040	N	91	58	27	50	201	63
	HR	100	88	17	42	207	65
	CD	75	51	30	57	149	-
	A	85	50	28	55	170	60
1045	N	98	59	24	45	212	56
	HR	103	90	14	40	217	60
	CD	90	55	27	54	174	60
	A	99	61	25	49	207	-
1050	N	105	67	15	-	-	-
	HR	114	104	9	-	-	54
	CD	92	43	24	40	187	-
	A	109	62	20	39	217	-
1095	N	142	83	18	38	295	-
	HR						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 (ต่อ) คุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาและเหล็กกล้าผสม

AISI Type	Condition	Tensile Strength, ksi	Yield strength, ksi	Elongat. in 2 in., %	Reduction in Area, %	Hardn-ess, BHN	Machinability (Based on 1112 = 100)
	A	95	38	13	21	192	-
	N	147	73	10	14	293	-
1118	HR	75	50	35	55	140	-
	CD	85	75	25	55	170	80
	A	65	41	35	67	131	80
	N	69	46	34	66	143	80
2330	CD	105	90	20	50	212	50
	A	86	61	28	58	179	50
	N	100	68	26	56	207	-
3140	CD	107	92	17	50	212	55
	A	100	61	25	51	197	55
	N	129	87	20	58	262	-
4130	HRA	86	56	29	57	183	65
	CDA	98	87	21	52	201	70
	N	97	63	26	60	197	50
4140	HRA	90	63	27	58	187	57
	CDA	102	90	18	50	223	66
	N	148	95	18	47	302	-
4340	HRA	101	69	21	45	207	45
	CDA	110	99	18	42	223	50
	N	185	126	11	41	363	-
4620	HR	85	63	28	64	183	58
	CD	101	85	22	60	207	64
	A	74	54	31	60	149	55
	N	83	53	29	67	174	-
4640	CDA	117	95	15	43	235	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 (ต่อ) คุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาและเหล็กกล้าผสม

AISI Type	Condition	Tensile Strength, ksi	Yield strength, ksi	Elongat. in 2 in., %	Reduction in Area, %	Hardness, BHN	Machinability (Based on 1112 = 100)
	A	98	63	24	51	179	55
	N	123	87	19	51	248	-
5120	CD	92	77	20	55	187	65
	CDA	87	70	23	60	179	65
5140	CDA	105	88	18	52	212	60
52100	HRA	100	81	25	57	192	45
	HRN	185	139	13	20	363	-
6150	CDA	111	95	14	24	223	45
	N	136	89	22	61	269	-
8620	HR	89	65	25	63	192	60
	CD	102	85	22	58	212	63
	A	78	56	31	62	149	-
	N	92	52	26	60	183	-
8640	CD	140	102	11	38	277	-
	CDA	107	90	14	45	217	60
8740	HRA	95	64	25	55	190	56
	CDA	107	96	17	48	223	66
	N	135	88	16	48	269	-
9250	HRA	113	71	22	41	229	45
	N	135	84	20	43	269	-
E9310	HR	115	75	22	58	241	45
	A	119	64	17	42	241	-
	N	132	83	19	58	269	-
9440	HR	123	80	18	47	241	-
	HRA	93	59	26	53	183	-
	N	110	72	23	58	223	-

ที่มา: ASME Handbook-Material Properties, McGraw-Hill, 1954 ; Ryerson Data Book, Joseph T.Ryerson and Sons, Inc., 1965.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ :	HR	รีดร้อน	HRN	รีดร้อนและนอร์มัลไล
	HRA	รีดร้อนและแอนนีล	A	แอนนีล
	CD	รีดเย็น	N	นอร์มัลไล
	CDA	รีดเย็นและแอนนีล		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

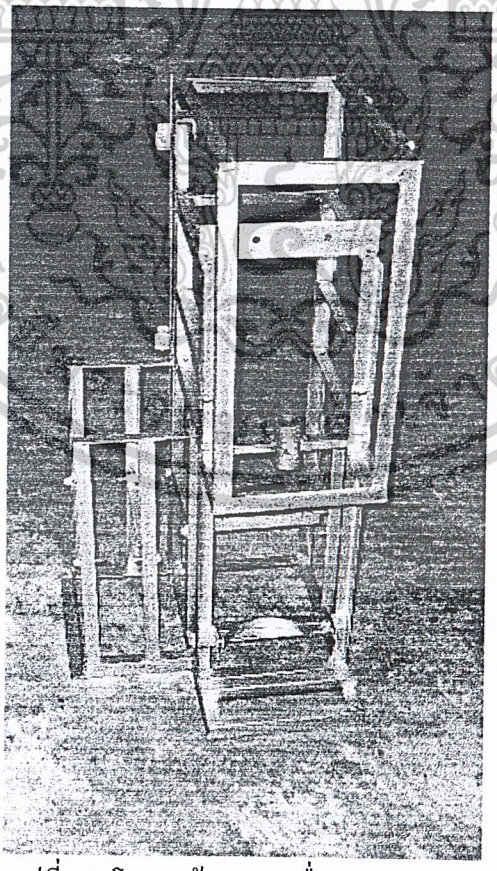
การออกแบบและการสร้าง

3.1 การออกแบบส่วนประกอบต่างๆ

ในการออกแบบเครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลว ได้มีการกำหนดขอบเขตไว้ดังนี้ เป็นเครื่องที่บรรจุอาหารประเภทกึ่งเหลว เช่น ไส้กรอก แหนม กุนเชียง เป็นต้น โดยจะออกแบบโดยใช้หลักการของแรงดันในการดันอาหารออกมาบรรจุในไส้หมูหรือไส้เทียม โดยเครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลวนี้จะใช้แรงงานเพียง 1 คน

3.1.1 การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง

การออกแบบโครงสร้างเครื่องโดยใช้เหล็กฉากขนาด 1 นิ้ว หนา 3.0 มิลลิเมตร เชื่อมติดกันเป็นโครงมีความแข็งแรงเพื่อรองรับน้ำหนักของถังบรรจุ ชุดส่งกำลังและมอเตอร์ต้นกำลัง และแรงกดที่เกิดขึ้นจากการอัดอาหารของเครื่องขณะกำลังทำงาน



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของเครื่องบรรจุอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

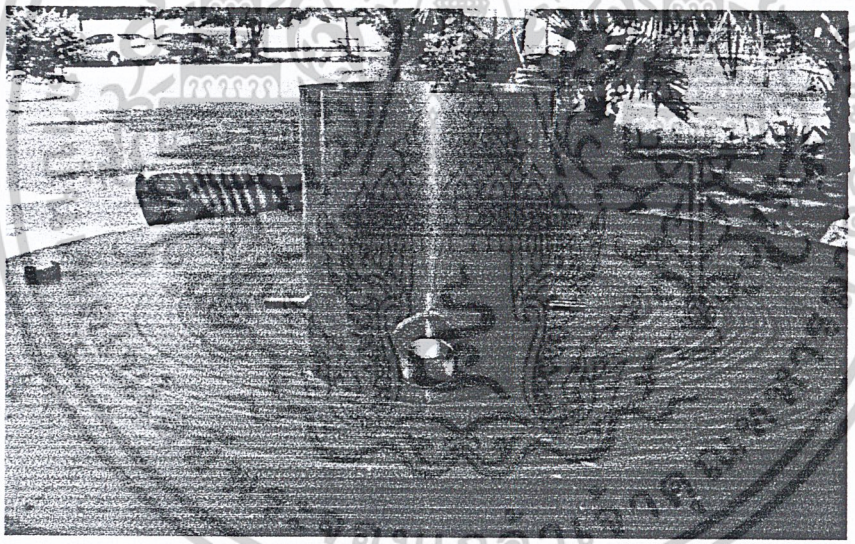
3.1.2 การออกแบบชุดถังบรรจุ

ถังบรรจุ ใช้สแตนเลสหนา 1.2 มิลลิเมตร ท่อสแตนเลสหนา 1.2 มิลลิเมตร ขนาด 1 ½ นิ้ว ทำการม้วนสแตนเลสให้ได้แบบตามที่กำหนดไว้

โดยถังมีความสูง 230 มิลลิเมตร ความสูงจากปากถังถึงก้น 180 มิลลิเมตร โดยถังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 170 มิลลิเมตร มีการต่อท่อ ขนาด 1 ½ นิ้ว ออกมาจากก้นถังยาว 40 มิลลิเมตร ใช้ท่ออลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 มิลลิเมตร ต่อออกมาตรงข้ามกันข้างละ 2.5 มิลลิเมตร

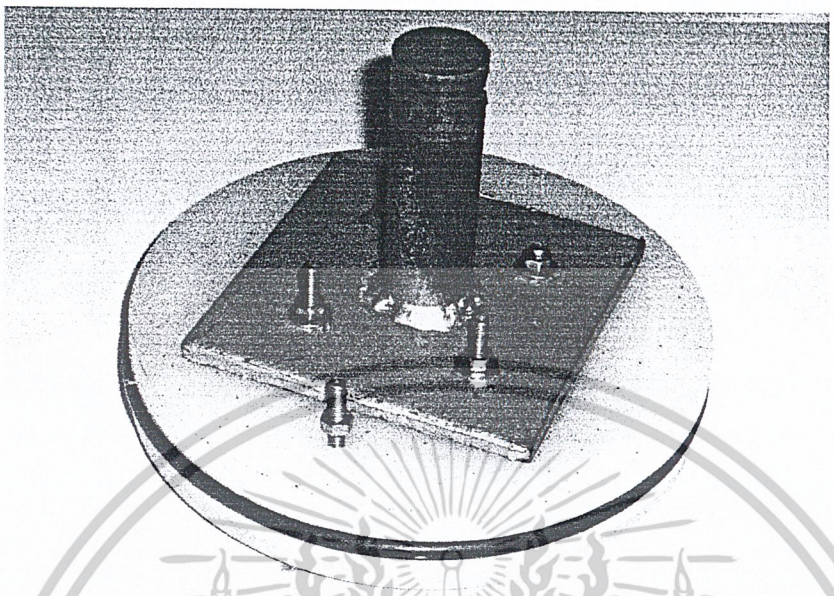
ฝาถังบรรจุอาหารกึ่งเหลว ใช้พลาสติกเกรดอาหารหนา 32 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 167 มิลลิเมตร โดยมีการเซาะร่องเพื่อใส่โอริง ขนาด 165 มิลลิเมตร ยึดติดกับแผ่นยึดลูกสูบซึ่งต่อกับเพลาเพื่อที่จะยึดกับชุดเกลียวส่งกำลัง แผ่นยึดทำจากเหล็กแผ่นหนา 5 มิลลิเมตร ขนาด 10x10 เซนติเมตร เพลามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 7.5 มิลลิเมตร โดยใช้น็อตยึดขนาด M4x 1.25 ยึดติดกันระหว่างถังกับฝาแผ่นเหล็กยึด

กรวยป้อน ทำจากสแตนเลสมีอยู่ด้วยกัน 3 ขนาด คือ ขนาดใหญ่ มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 มิลลิเมตร ขนาดกลางมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร ขนาดเล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร

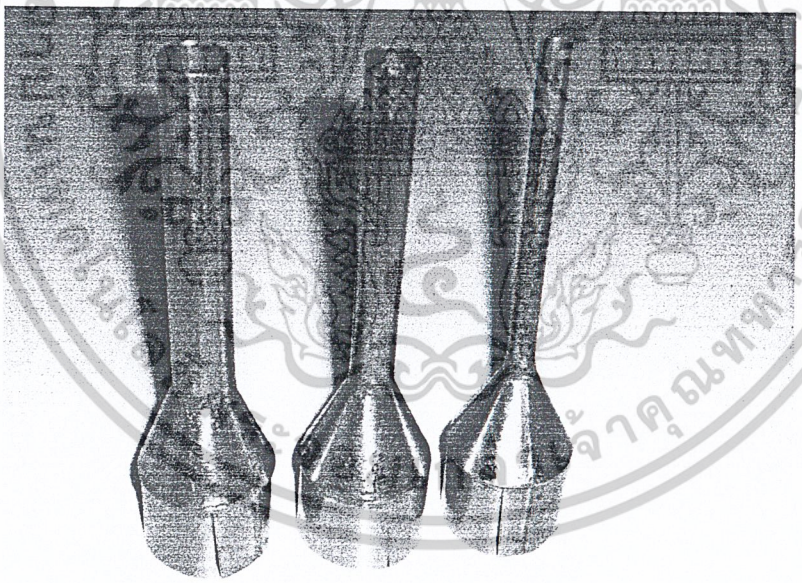


รูปที่ 3.2 ถังบรรจุที่สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ฝาอัดอาหารที่มีลักษณะคล้ายลูกสูบ

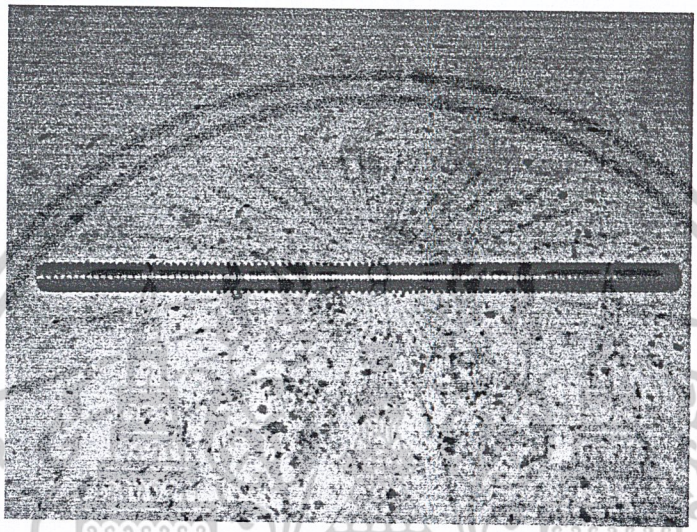


รูปที่ 3.4 กรวยป้อนทั้ง 3 ขนาด

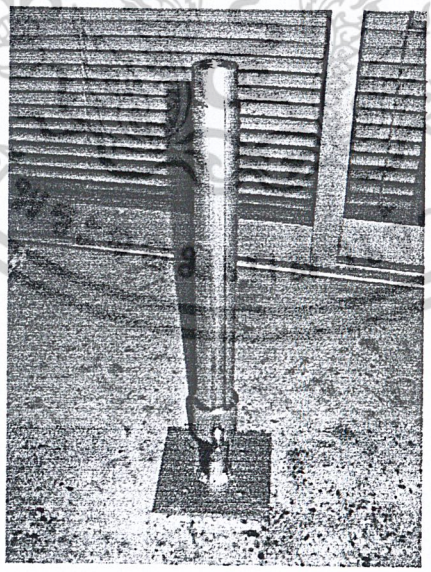
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การออกแบบชุดเกลียวส่งกำลัง

มีการออกแบบโดยใช้เกลียวในการส่งกำลังจากมอเตอร์มายังฝาอัดอาหาร โดยเกลียวที่ใช้เป็นชนิด เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูปากเดียว เนื่องจากเกลียวชนิดนี้สามารถใช้ในการส่งถ่ายกำลังได้ดี โดยเกลียวส่งกำลังจะมีความยาว 22 เซนติเมตร โดยเนื่องจากถังมีความสูง 18 เซนติเมตร และเผื่อระยะให้ลูกสูบลอยอยู่เหนือถัง ประมาณ 4 เซนติเมตร และสามารถเคลื่อนที่ขึ้นและลงในแนวดิ่งเท่านั้น โดยเกลียวนี้จะต่ออยู่กับลูกสูบของถังบรรจุ



รูปที่ 3.5 เกลียวส่งกำลังที่ใช้ในการดันลูกสูบฝาอัดลงในถังบรรจุ

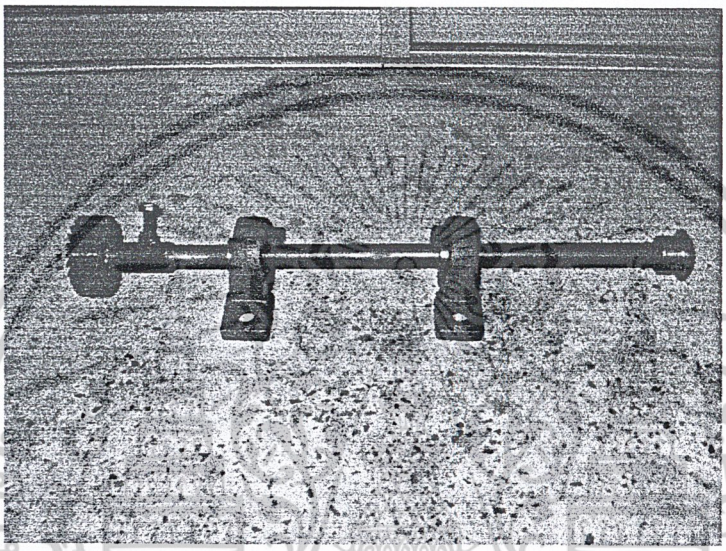


รูปที่ 3.6 เกลียวในที่เป็นตัวอัดลูกสูบลงไปในถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การออกแบบชุดต้นกำลัง

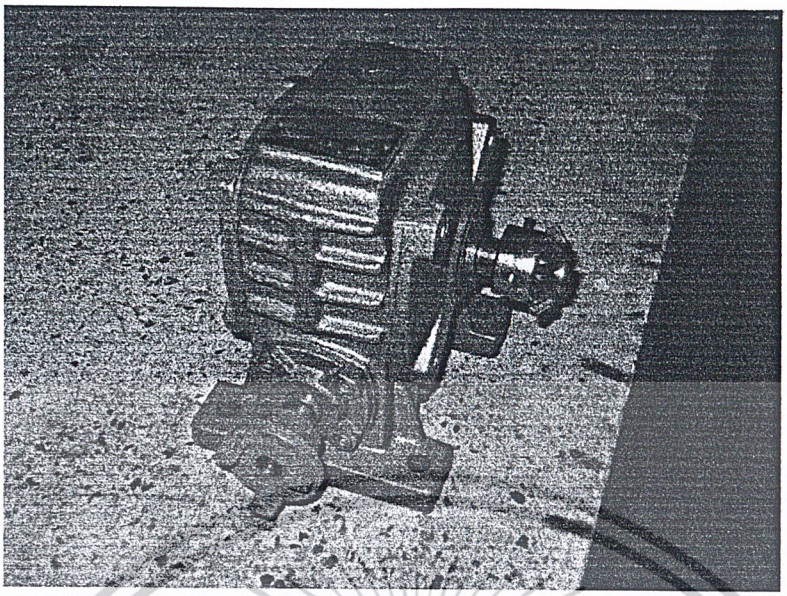
ในการออกแบบชุดต้นกำลังนี้ ใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังโดยส่งกำลังผ่านไปยังชุดทดกำลัง ซึ่งใช้เกียร์บอกซ์ที่มีอัตราทด 60 : 1 และเฟืองเกียร์เป็นตัวทดกำลัง และในส่วนของมอเตอร์ที่นำมาเป็นต้นกำลังนั้นสามารถที่จะกลับทางหมุนได้ โดยใช้ตัวกลับทางหมุนมอเตอร์ในการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ โดยตัวกลับทางหมุนมอเตอร์นี้มีลักษณะเป็นคันโยกที่สามารถโยกขึ้นลงได้ โดยใช้มือโยกคันโยกเพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์



รูปที่ 3.7 ชุดส่งกำลังในส่วนของเพลาที่ต่อกับเฟืองทดขนาด 25 ฟันและยึดไว้ด้วยแบริ่ง

รูปที่ 3.8 เฟืองเกียร์ที่ติดตั้งกับเกลียวส่งกำลังขนาด 50 ฟัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 เกียร์บอกซ์ที่ใช้ในการทดกำลังจากมอเตอร์ส่งถ่ายกำลังไปยังเฟืองเกียร์ต่อไป

ในการหารอบความเร็วที่ต้องใช้ในการบรรจุนั้นได้มีการทดลองเพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสมในการบรรจุ โดยให้ผู้ที่เคยทำงานจริงมาทดลองบรรจุ ซึ่งได้ใช้เครื่องวัดรอบวัดความเร็ว ขณะที่มีการบรรจุก็ได้ความเร็วรอบที่ต้องการคือ 12 รอบ/นาที โดยมีการนำความเร็วรอบที่ได้มาทำการหาอัตราทดที่จะใช้จริง ซึ่งมอเตอร์ที่ใช้เป็นมอเตอร์ที่มีความเร็วรอบ 1440 รอบ/นาที ซึ่งในการออกแบบได้ออกแบบให้ใช้เกียร์บอกซ์ที่มีอัตราทด 60: 1 ซึ่งเมื่อต่อเข้ากับมอเตอร์แล้วรอบลดลงเหลือ 24 รอบ/นาที และออกแบบให้ ต่อกับเฟืองทด ที่มีอัตราทดเท่ากับ 2:1 ซึ่งใช้เฟืองทด 25 ฟันกับ 50 ฟัน โดยได้อัตราทดสุดท้ายเท่ากับ 12 รอบ/นาที มีการคำนวณดังนี้คือ

มอเตอร์ 1440 รอบ/นาที

เกียร์บอกซ์ 60:1

เฟืองทด 2:1

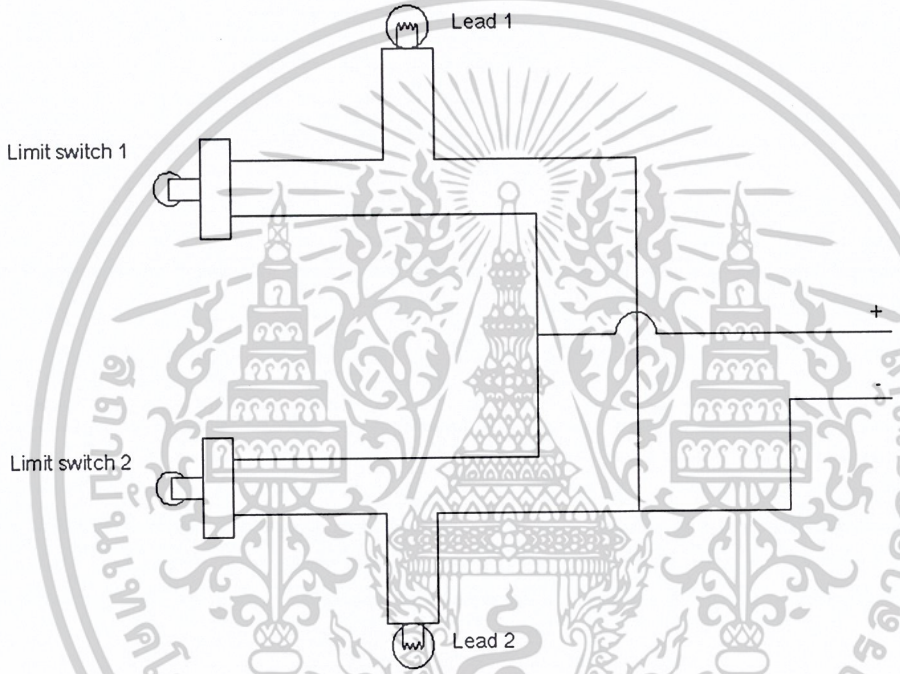
$$\frac{1400 \text{ rpm}}{60} = 24 \text{ rpm}$$

$$\frac{24 \text{ rpm}}{2} = 12 \text{ rpm}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

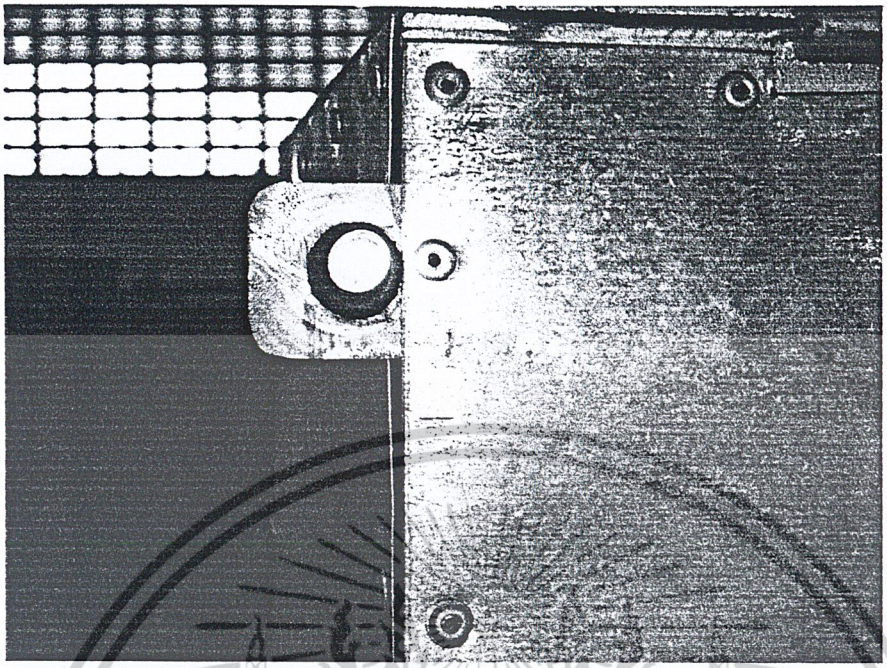
3.1.5 การออกแบบวงจรไฟฟ้าที่ที่ใช้ในการป้องกันการเสียหายของเครื่องเมื่อการทำงานของเครื่องสิ้นสุดลงในแต่ละรอบ

การออกแบบนี้เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น เมื่อเครื่องได้ทำงานมาถึงจุดต่ำสุดของเกลียวที่เคลื่อนที่ โดยใช้วงจรไฟฟ้าแบบง่ายๆ คือใช้ไฟจ่ายหม้อแปลงขนาด 12 V ต่อเข้ากับลิมิตสวิทย์ หลอดไฟสัญญาณเตือนขนาด 12 V เพื่อเป็นการเตือนเมื่อฝาสูบขึ้นสุดลงสุด เพื่อป้องกันความเสียหารที่อาจจะเกิดขึ้นกับเครื่องโดยที่เมื่อมีสัญญาณไฟและเสียงจะต้องโยกคันโยกหยุดการทำงานของเครื่อง switch

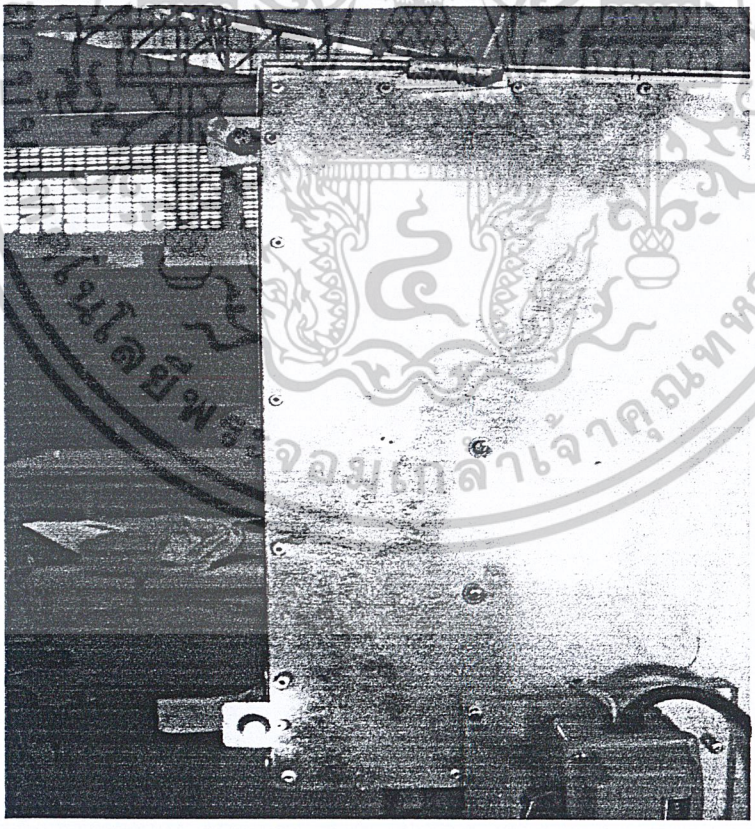


รูปที่ 3.10 วงจรควบคุมความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ไฟสัญญาณเตือนเมื่อลูกสูบขึ้นสุดระยะชัก



รูปที่ 3.12 ไฟสัญญาณเตือนเมื่อลูกสูบลงสุดระยะชัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 งบประมาณในการสร้างเครื่องบรรจุอาหาร

1. เหล็กฉาก 1 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร 4 เส้น	680	บาท
2. ถังสแตนเลส 1 ถัง	600	บาท
3. ลูกสูบพลาสติก	250	บาท
4. เหล็กเพลา ¾ นิ้ว	150	บาท
5. เหล็กเพลา 1 ¼ นิ้ว	200	บาท
6. เกลียวส่งกำลังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ¾ นิ้ว	150	บาท
7. น๊ัตเกลียวส่งกำลัง 1 ตัว	15	บาท
8. แบริ่งรองเพลา 3 ตัว	270	บาท
9. สังกะสี 1 แผ่น	350	บาท
10. เกียร์ทด	1700	บาท
11. มอเตอร์	1700	บาท
12. สวิตช์กลับทางหมุนมอเตอร์	380	บาท
13. อุปกรณ์สัญญาณเตือน	250	บาท
14. โอริง	40	บาท
15. สี	75	บาท
16. อื่นๆ	40	บาท
17. คับปลิง	290	บาท
รวม	7140	บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง

การทดลองที่ 1

ทดสอบขนาดความจุของถังบรรจุ

จุดประสงค์

1. เพื่อหาขนาดความจุเฉลี่ยของถังบรรจุ

วัสดุและอุปกรณ์

1. ถังบรรจุสแตนเลส 1 ใบ
2. น้ำกลั่น
3. กระบอกตวงขนาด 250 cm^3 1 อัน

วิธีการทดลอง

1. ทำความสะอาดถังบรรจุ โดยเมื่อล้างเสร็จแล้วเช็ดภายในถังบรรจุให้แห้ง
2. ทำการปิดรูไหลออกของถังสแตนเลส
3. นำน้ำกลั่นที่เตรียมไว้ เทลงในถังสแตนเลสจนเต็มถังบรรจุ
4. วัดปริมาตรน้ำในถังสแตนเลส โดยใช้กระบอกตวง บันทึกผลการทดลอง ในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1
5. ทำซ้ำการทดลองนี้อีก 2 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย
6. สรุปผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1

ตาราง แสดงปริมาตรของน้ำที่วัดได้จากถังบรรจุสแตนเลส

ครั้งที่	ปริมาตรของน้ำที่วัดได้ (cm^3)
1	4019
2	4035
3	4048
ค่าเฉลี่ย	4034

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2

หาค่าของน้ำหนักของวัสดุอาหารต่อ 1 ลิตร

จุดประสงค์

เพื่อหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของวัสดุอาหารทั้ง 3 ชนิด คือ ไส้กรอกเปรี้ยว กุนเชียงและไส้กรอกเวียนนา ต่อปริมาตร 1 ลิตร

วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้า ขนาดชั่งสูงสุด 3 kg ความละเอียด 0.01 g
2. บีกเกอร์ขนาด 2 ลิตร 1 ใบ
3. วัสดุอาหารประกอบด้วย
   -ไส้กรอกเปรี้ยว ประมาณ 3.5 ลิตร
   -กุนเชียง ประมาณ 3.5 ลิตร
   -ไส้กรอกเวียนนา ประมาณ 3.5 ลิตร

วิธีการทดลอง

1. นำบีกเกอร์เปล่าที่เตรียมไว้มาชั่งน้ำหนัก แล้วบันทึกค่าน้ำหนักไว้
2. นำวัสดุอาหารไส้กรอกเปรี้ยว มาใส่ในบีกเกอร์ในปริมาณ 1 ลิตร
3. แล้วนำวัสดุอาหารพร้อมบีกเกอร์ไปชั่งน้ำหนัก แล้วจดบันทึกค่าของน้ำหนักไว้
4. นำวัสดุอาหารที่ชั่งแล้วออกแล้วนำบีกเกอร์ไปล้างและเช็ดให้แห้ง เพื่อทดลองต่อไป
5. ทำซ้ำข้อ 2-4 อีก 2 ซ้ำ
6. ทำซ้ำข้อ 2-5 โดยเปลี่ยนวัสดุอาหารเป็น กุนเชียงและไส้กรอกเวียนนา ตามลำดับ
7. บันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

ตารางแสดงน้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุอาหารต่อ 1 ลิตร

ชนิดของวัสดุอาหาร	ครั้งที่	น้ำหนักบีกเกอร์เปล่า (g)	น้ำหนักของวัสดุอาหารรวมกับบีกเกอร์ (g)	น้ำหนักของวัสดุอาหารต่อ 1 ลิตร (g/l)	น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุอาหารต่อ 1 ลิตร (g/l)
ไส้กรอกเปรี้ยว	1	552.73	1548.98	996.25	1032.56
	2	552.73	1601.80	1049.07	
	3	552.73	1605.10	1052.37	
กุนเชียง	1	552.73	1504.23	951.50	1008.09
	2	552.73	1558.93	1006.20	
	3	552.73	1619.30	1066.57	
ไส้กรอกเวียนนา	1	552.73	1588.32	1035.59	1048.60
	2	552.73	1602.11	1049.38	
	3	552.73	1613.54	1060.81	

การทดลองที่ 3

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลว

จุดประสงค์

1. เพื่อทดสอบอัตราในการบรรจุวัสดุอาหาร
2. หาประสิทธิภาพในการบรรจุในแต่ละครั้งของการบรรจุ
3. เพื่อตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ทำการบรรจุ ว่ามีความเรียบร้อย สวยงาม อย่างไร

วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลว 1 เครื่อง
2. วัสดุอาหารที่ใช้สำหรับทำไส้กรอกเวียนนาประมาณ 2100 กรัม
3. วัสดุอาหารที่ใช้สำหรับทำไส้กรอกเปรี้ยวประมาณ 3000 กรัม
4. วัสดุอาหารที่ใช้สำหรับทำกุนเชียงประมาณ 2100 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นาฬิกาจับเวลา 1 เรือน
6. ไส้เทียม 1 ม้วน
7. ไส้แท้ 6 เส้น
8. เครื่องชั่งไฟฟ้า ขนาดชั่งสูงสุด 3 kg ความละเอียด 0.01 g

วิธีการทดลอง

1. เตรียมเครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลวให้พร้อมที่จะทำงาน
2. ชั่งน้ำหนักถังบรรจุเปล่า
3. เตรียมวัสดุอาหารที่ใช้สำหรับทำ ไส้กรอกเวียนนา กุนเชียงและไส้กรอกเปรี้ยว ซึ่งในการทดลองนี้ใช้ไส้กรอกเวียนนาชุดละ700 กรัม ใช้กุนเชียงชุดละ 700 กรัม และใช้ไส้กรอกเปรี้ยวชุดละ 1000 กรัม โดยใช้อย่างละ 3 ชุดในการทดลองครั้งนี้
4. นำวัสดุที่ใช้ทำไส้กรอกเปรี้ยว มาบรรจุลงในถังบรรจุ แล้วนำมาชั่งน้ำหนักให้ได้ตามที่กำหนดไว้ แล้วนำถังบรรจุประกอบเข้ากับตัวเครื่อง
5. สวมไส้เทียมที่ช่องทางออกของถังบรรจุ(โดยกรวยของช่องทางออกสำหรับไส้กรอกเปรี้ยวและกุนเชียงใช้ขนาดกลางเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร สำหรับไส้กรอกเวียนนาขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร)
6. เดินเครื่องพร้อมกับจับเวลานับจากที่ส่วนผสมออกมาจากช่องทางออกของถังจนกระทั่งลูกสูบลงสุดระยะชัก พร้อมทั้งสังเกตดูการบรรจุไส้เทียมระหว่างที่ทำการบรรจุ
7. หยุดเดินเครื่องแล้วเอาถังออกมาจากตัวเครื่อง นำวัสดุอาหารที่ใช้ทำไส้กรอกเปรี้ยวที่ติดค้างอยู่ภายในถังบรรจุพร้อมทั้งถังบรรจุ มาชั่งน้ำหนัก
8. บันทึกเวลาที่ได้ และน้ำหนักของวัสดุอาหารที่ค้างอยู่ภายในถังบรรจุ ในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3
9. ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่บรรจุว่ามีความเรียบร้อย สวยงามอย่างไร แล้วบันทึกผลในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3
10. ทำซ้ำข้อ 3 – 9 อีก 2 ซ้ำ เพื่อหาค่าเฉลี่ย
11. เปลี่ยนวัสดุอาหารจากวัสดุอาหารที่ใช้ทำไส้กรอกเปรี้ยว เป็นวัสดุอาหารที่ใช้ทำกุนเชียง และวัสดุอาหารที่ใช้ทำไส้กรอกเวียนนา ตามลำดับ แล้วทำการทดลองตามข้อ 3 – 10
12. คำนวณหาอัตราในการบรรจุอาหารและประสิทธิภาพในการบรรจุอาหารแต่ละชนิด ตามสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{อัตราในการบรรจุ (kg/ min)} = \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุที่บรรจุ (kg)}}{\text{เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการบรรจุ (min)}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพในการบรรจุ(%) =

$$\frac{\text{น้ำหนักวัสดุอาหารก่อนบรรจุ (kg) - น้ำหนักของวัสดุอาหารที่ค้างในถัง (kg)}}{\text{น้ำหนักของวัสดุอาหารก่อนการบรรจุ (kg)}} \times 100$$

และบันทึกผลในตารางการทดลองที่ 4

13. คำนวณหาประสิทธิภาพในการบรรจุเทียบที่ 4 ลิตร โดยใช้ข้อมูลจากการทดลองที่ 2 ประกอบการคำนวณ โดยใช้สูตรดังนี้

ประสิทธิภาพในการบรรจุที่ 4 ลิตร =

$$\frac{\text{(น้ำหนักวัสดุ 1 ลิตร x 4) -น้ำหนักของวัสดุที่ค้างในถัง}}{\text{น้ำหนักของวัสดุ 1 ลิตร x 4}} \times 100$$

บันทึกผลในตารางที่ 4.1

14. สรุปผลการทดลอง

<u>การทดลองที่ 4</u>

การวัดกำลังไฟฟ้า

<u>จุดประสงค์</u>

เพื่อทดสอบหากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงานของเครื่องบรรจุอาหาร

<u>วัสดุอุปกรณ์</u>

1. เครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลว 1 เครื่อง
2. แคลมป์ มิเตอร์ 1 เครื่อง

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ทำการเดินเครื่องตัวเปล่า แล้วนำแคลมป์มิเตอร์ที่เตรียมไว้วัดสายไฟเพียงทีละเส้นก่อนที่สายไฟจะเข้าสู่มอเตอร์
2. อ่านค่าที่ได้ แล้วบันทึกผลที่ได้ในสรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3

ส่วนผสมของวัสดุอาหารที่ใช้ในการทดลองคือ ไส้กรอกเปรี้ยว

ชุดลองที่	น้ำหนักถังเปล่า (g)	น้ำหนักรวมก่อนการบรรจุ (g)	น้ำหนักส่วนผสมที่ติดค้างอยู่ในถังรวมถังบรรจุ (g)	น้ำหนักส่วนผสมที่ติดค้างอยู่ในถัง (g)	เวลาที่ใช้ในการบรรจุ (s)	การตรวจสอบผลิตภัณฑ์
1	1511.1	2511.1	1744.1	233	38.99	ใช้ได้ มีฟองอากาศเล็กน้อย และมีขนาดที่สม่ำเสมอ
2	1511.1	2511.1	1740.3	229	36.76	มีฟองอากาศและมีขนาดสม่ำเสมอ
3	1511.1	2511.1	1739.0	228	37.54	มีฟองอากาศและมีขนาดสม่ำเสมอ

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3 (ต่อ)

ส่วนผสมของวัสดุอาหารที่ใช้ในการทดลองคือ กุนเชียง

ชุดลองที่	น้ำหนักถังเปล่า (g)	น้ำหนักรวมก่อนการบรรจุ (g)	น้ำหนักส่วนผสมที่ติดค้างอยู่ในถังรวมถังบรรจุ (g)	น้ำหนักส่วนผสมที่ติดค้างอยู่ในถัง (g)	เวลาที่ใช้ในการบรรจุ (s)	การตรวจสอบผลิตภัณฑ์
1	1511.1	2211.1	1687.1	176	26.47	ใช้ได้ ไม่มีฟองอากาศ บรรจุได้แน่นดี
2	1511.1	2211.1	1694.4	183	26.01	ใช้ได้ ไม่มีฟองอากาศ บรรจุได้แน่นดี
3	1511.1	2211.1	1710.1	199	25.48	ใช้ได้ ไม่มีฟองอากาศ บรรจุได้แน่นดี

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3 (ต่อ)

ส่วนผสมของวัสดุอาหารที่ใช้ในการทดลองคือ ไส้กรอกเวียนนา

ชุดลองที่	น้ำหนักถังเปล่า (g)	น้ำหนักรวมก่อนการบรรจุ (g)	น้ำหนักส่วนผสมที่ติดค้างอยู่ในถังรวมถังบรรจุ (g)	น้ำหนักส่วนผสมที่ติดค้างอยู่ในถัง (g)	เวลาที่ใช้ในการบรรจุ (s)	การตรวจสอบผลิตภัณฑ์
1	1511.1	2211.1	1683.7	173	27.91	ใช้ได้ มีฟองอากาศเล็กน้อย บรรจุได้แน่นดีพอสมควร
2	1511.1	2211.1	1689.0	178	27.82	ใช้ได้ มีฟองอากาศเล็กน้อย บรรจุได้แน่นดีมาก
3	1511.1	2211.1	1718.3	207	27.83	ใช้ได้ มีฟองอากาศเล็กน้อย บรรจุได้แน่นดี

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4

ชนิดของส่วนผสม		อัตราในการบรรจุ (kg / min)	ประสิทธิภาพในการบรรจุเชิงมวล (%)	อัตราในการบรรจุเฉลี่ย (kg / min)	ประสิทธิภาพในการบรรจุเชิงมวลเฉลี่ย (%)
ไส้กรอกเปรี้ยว (1 kg)	1	1.180	76.7	1.224	76.997
	2	1.258	77.1		
	3	1.234	77.2		
กุนเชียง (0.7 kg)	1	1.188	74.8	1.186	73.414
	2	1.192	73.8		
	3	1.18	71.6		
ไส้กรอกเวียนนา (0.7 kg)	1	1.134	75.3	1.106	73.443
	2	1.122	74.6		
	3	1.062	70.4		

ตารางที่ 4.1 แสดงประสิทธิการบรรจุวัสดุอาหารเทียบที่ 4 ลิตร

วัสดุอาหาร	ประสิทธิภาพการบรรจุ (%)
ไส้กรอกเปรี้ยว	94.43
กุนเชียง	95.38
ไส้กรอกเวียนนา	95.56

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองบรรจุอาหารกึ่งเหลว ด้วยเครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลว (Table top Stuffer) สรุปได้ว่า เครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลวสามารถใช้งานได้จริง และมีประสิทธิภาพในการทำงานดี โดยที่เครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลว (Table top stuffer) จะใช้แรงขับจากมอเตอร์ขนาด ½ HP, ใช้ความเร็วรอบที่ 1440 rpm, ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเพลาฝาอัด 0.12 เซนติเมตร/วินาที, อัตราทดระหว่างมอเตอร์ไฟฟ้ากับเกลียวส่งกำลังเท่ากับ 1: 120 ประสิทธิภาพและอัตราการบรรจุขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาทำการบรรจุ และจากการทดลองได้ค่าของแคลมป์มิเตอร์ที่ตอนเริ่มสตาร์ทเครื่องวัดได้ 4.4 แอมแปร์ และตอนที่เครื่องกำลังทำงานอยู่ที่1.06 แอมแปร์ ซึ่งเมื่อทำเป็นกำลัง จะได้เท่ากับ 968 วัตต์และ 235.4 วัตต์ ตามลำดับ

จากการออกแบบ การสร้างและการทดลองสำหรับโครงงานนี้ ได้ผลออกมาเป็นที่น่าพอใจ โดยสามารถที่จะสร้างเครื่องบรรจุอาหารที่สามารถบรรจุวัสดุอาหารได้ตามที่ได้ออกแบบไว้ และมีประสิทธิในการบรรจุเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งถือว่าประสิทธิภาพที่ได้สามารถที่จะนำไปใช้งานได้จริง ในส่วนของประสิทธิภาพในการบรรจุของเครื่องที่ขาดหายไปนั้น ก็เนื่องมาจากสาเหตุหลายประการด้วยกัน อย่างแรกก็คือจะเห็นได้จากการทดลองว่า เมื่อการบรรจุสิ้นสุดระยะชักแล้ว เมื่อนำถังบรรจุออกมาจากเครื่อง จะมีเศษของวัสดุอาหารติดอยู่ที่ ก้นของถังบรรจุ และอีกประการหนึ่งคือ การที่วัสดุอาหารเล็ดออกมาตามขอบด้านในของถัง ซึ่งนั้นหมายถึง การที่ฝาอัดลูกสูบไม่กลมแนบสนิทกับขอบของถังหรือถังอาจไม่กลม ทำให้เกิดการเล็ดออกมาตามขอบถังด้านใน ซึ่งสาเหตุที่กล่าวมานั้นเป็นต้นเหตุให้ประสิทธิภาพของการบรรจุของเครื่องหายไปบ้างเล็กน้อย แต่ว่าประสิทธิก็ยังดีอยู่ ซึ่งสามารถที่จะนำเครื่องไปใช้งานได้จริง และเมื่อดูจากอัตราการบรรจุแล้ว พบว่า เครื่องสามารถที่ใช้งานได้โดยสามารถที่จะทำการบรรจุได้ถึงวันละอย่างน้อย 200 กิโลกรัม จากการคำนวณหาซึ่งเป็นปริมาณการบรรจุต่อวันที่มากพอสมควรอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรและผู้ประกอบการรายย่อย ถึงแม้ว่าเครื่องว่าเครื่องจะทำงานได้มีประสิทธิภาพมากเพียงใดก็ตาม แต่ก็ยังมีอยู่หลายจุดที่ควรจะต้องมีการปรับปรุงและแก้ไขต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไข

ขอเสียและปัญหาของเครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลว (TABLE TOP STUFFER)

1. ลักษณะและรูปร่างของเครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลว (TABLE TOP STUFFER) มีลักษณะที่ค่อนข้างใหญ่เกินไปเมื่อเทียบกับขนาดถังบรรจุซึ่งถังบรรจุมีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 17 เซนติเมตร สูง 230 เซนติเมตร

2. ลักษณะการขึ้นลงของเพลาและลูกสูบอัด มีลักษณะของการเคลื่อนที่ที่ช้า เมื่อทำการบรรจุผลิตภัณฑ์ในลักษณะที่ผลิตภัณฑ์มีขนาดน้อยมีอยู่ไม่เต็มถัง ซึ่งกว่าลูกสูบจะไปอัดผลิตภัณฑ์จะใช้เวลานานและเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นกว่าจะพ้นบริเวณปากของถังบรรจุ จะใช้เวลานาน ซึ่งทำให้เสียเวลารอลูกสูบเคลื่อนที่นานเกินไป

3. ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้นลงของเพลาและลูกสูบยังไม่เป็นอัตโนมัติพอ คือเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ลงจนจะถึงพื้นของถังบรรจุ ลูกสูบจะไม่สามารถหยุดหรือเคลื่อนที่กลับเองได้ทันที จะต้องรอให้คนที่คุมเครื่องทำการสับสวิตท์เพื่อให้ลูกสูบหยุดการเคลื่อนที่ก่อนแล้วถึงสับสวิตท์อีกครั้งเพื่อให้ลูกสูเคลื่อนที่กลับเคลื่อนขึ้นไปข้างบน และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นข้างบนจนพ้นปากของถังบรรจุลูกสูบก็ยังจะไม่สามารถหยุดการเคลื่อนที่ได้ทันที จะต้องรอให้คนที่คุมเครื่องทำการสับสวิตท์เพื่อให้ลูกสูบหยุดการเคลื่อนที่

4. ระบบสัญญาณเตือนก่อนที่ลูกสูบจะลงไปถึงก้นถังบรรจุและขึ้นมาข้างบนถังบรรจุยังไม่ปลอดภัยพอ โดยที่ระบบสัญญาณเตือนจะทำการเตือนก่อนที่ลูกสูบจะเคลื่อนที่ลงชนก้นถังก่อนประมาณ 7 วินาทีและจะทำการเตือนก่อนที่ลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นไปชนข้างบนประมาณ 7 วินาที เนื่องจากระยะเวลาในการเตือนสั้นเกินไปซึ่งอาจจะทำให้เกิดการเสียหายอันเนื่องมาจากการชนของฝาอัดกับก้นถังและด้านบนได้

แนวทางแก้ไข

1. การลดขนาดของเครื่องควรจะแก้ไขตรงระบบเกลียวส่งกำลัง เนื่องจากเมื่อเพลาส่งกำลังเลื่อนขึ้นมาพ้นปากถังบรรจุระยะห่างระหว่างเพลาส่งกำลังและ แบริ่งรองเพลายังมีอยู่มาก ควรจะลดช่องว่างตรงจุดนี้จะทำให้ขนาดความสูงของเครื่องลดลง3

2. การเคลื่อนที่ช้าของเพลาและลูกสูบอัด แก้ไขได้โดยทำชุดเกียทดความเร็วรอบขึ้นมาอีก 1 ชุด เพื่อที่จะได้เปลี่ยนความเร็วรอบช้า เร็ว ได้

3. ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้นลง ของเพลาและลูกสูบ ควรจะทำระบบควบคุม โดยให้เพลาและลูกสูบหยุดและกลับขึ้นเอง โดยไม่ต้องใช้คนเพื่อสับสวิทต์

4. ระบบสัญญาณเตือน ควรจะให้สัญญาณเตือนก่อนชน ให้นานกว่านี้ เพื่อให้คนทำงานได้มีเวลาระวังตัวมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทำไส้กรอกเปรี้ยว

ส่วนผสมต่างๆ มีดังนี้

เนื้อหมู	1	กิโลกรัม
มันแข็ง(บดหยาบ)	250	กรัม
ข้าวหุงสุก	350	กรัม
กระเทียม	100	กรัม
น้ำตาลทราย	10	กรัม
เกลือ	20	กรัม
ลูกผักชีป่น	2.5	กรัม
พริกไทย	5	กรัม
ผงเพรก	2	กรัม
ผงชูรส	1	กรัม

ไส้หมู ใช้ 300 กรัมทำการล้างและขูดและล้างทำความสะอาดอีกครั้งเพื่อใช้บรรจุส่วนผสม สามารถเตรียมไส้หมูไว้ก่อนใช้ได้เป็นเวลานาน โดยนำไส้หมูที่ล้างสะอาดแล้วมารีดน้ำออกและเติมเกลือป่นลงไปปริมาณ (1:1 ส่วน) แล้ว ขย้ำคลุกเคล้าให้เข้ากัน บรรจุในภาชนะปิดสนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-5^{o}ซ. เป็นเวลานานกว่า 3 เดือนก่อนนำมาใช้ต้องล้างเกลือออกเสมอ

ขั้นตอนและวิธีการทำ

1. เนื้อหมู ⟶ บด ⟶ เกลือ, ผงเพรก, ผงชูรส ⟶ นวดผสมให้เหนียว
2. เติมน้ำตาลทราย, พริกไทย, ลูกผักชี⟶ นวดผสมให้เข้ากัน
3. เติมมันแข็ง,ข้าวหุงสุก, กระเทียม ⟶ นวดผสมให้เข้ากัน
4. นำส่วนผสมที่ได้ไปบรรจุลงในลังบรรจุเพื่อทำการบรรจุลงไปในไส้หมูต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทำกุนเชียง

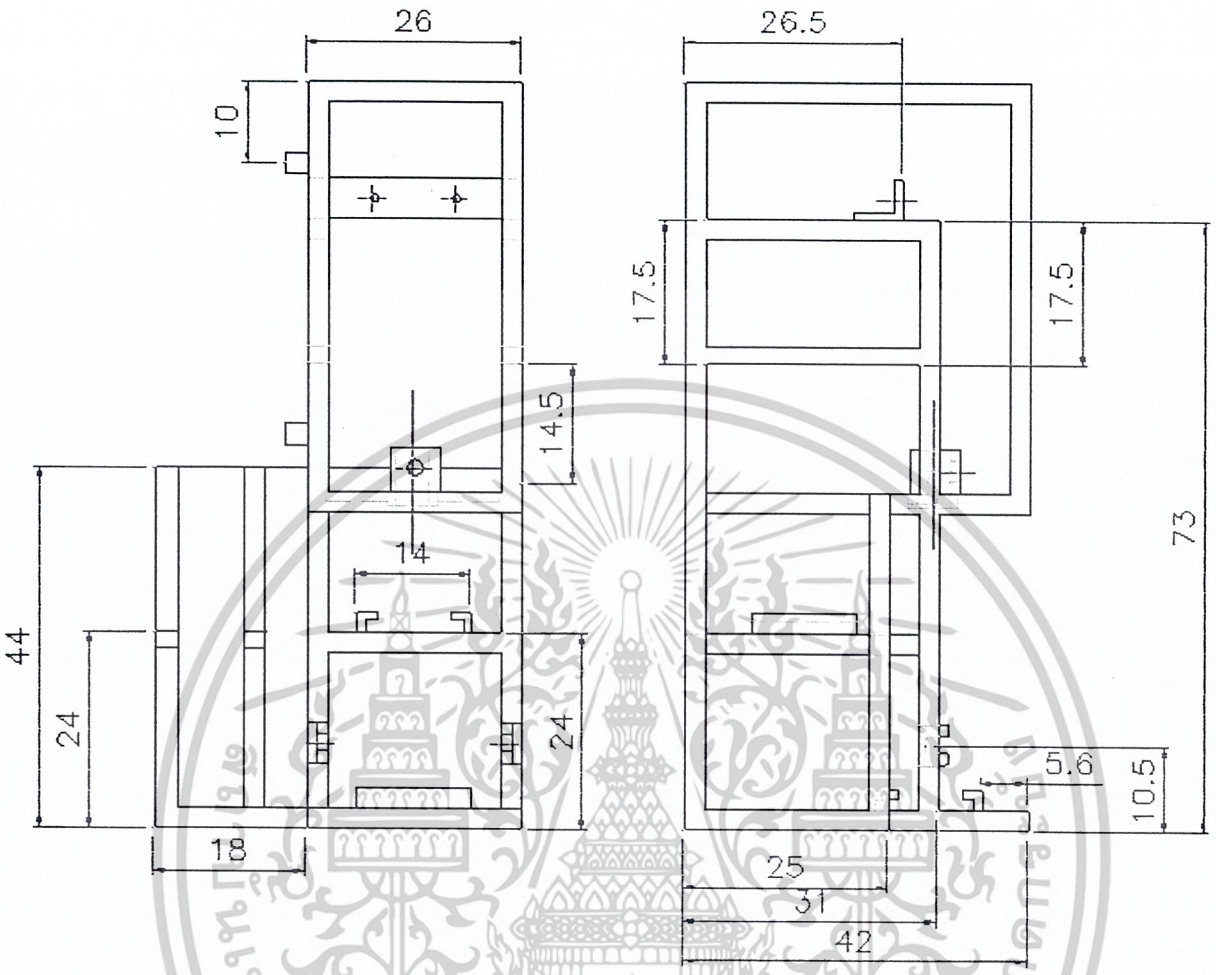
ส่วนผสมต่างๆมีดังนี้

1. เนื้อหมูบดละเอียด	1000	กรัม
2. มันแข็ง	200	กรัม
3. เกลือ	20	กรัม
4. น้ำตาลทราย	150	กรัม
5. เหล้าสี	10	กรัม
6. สารไนเตรทไนเตรทผสม	1.0	กรัม

ขั้นตอนและวิธีการทำ

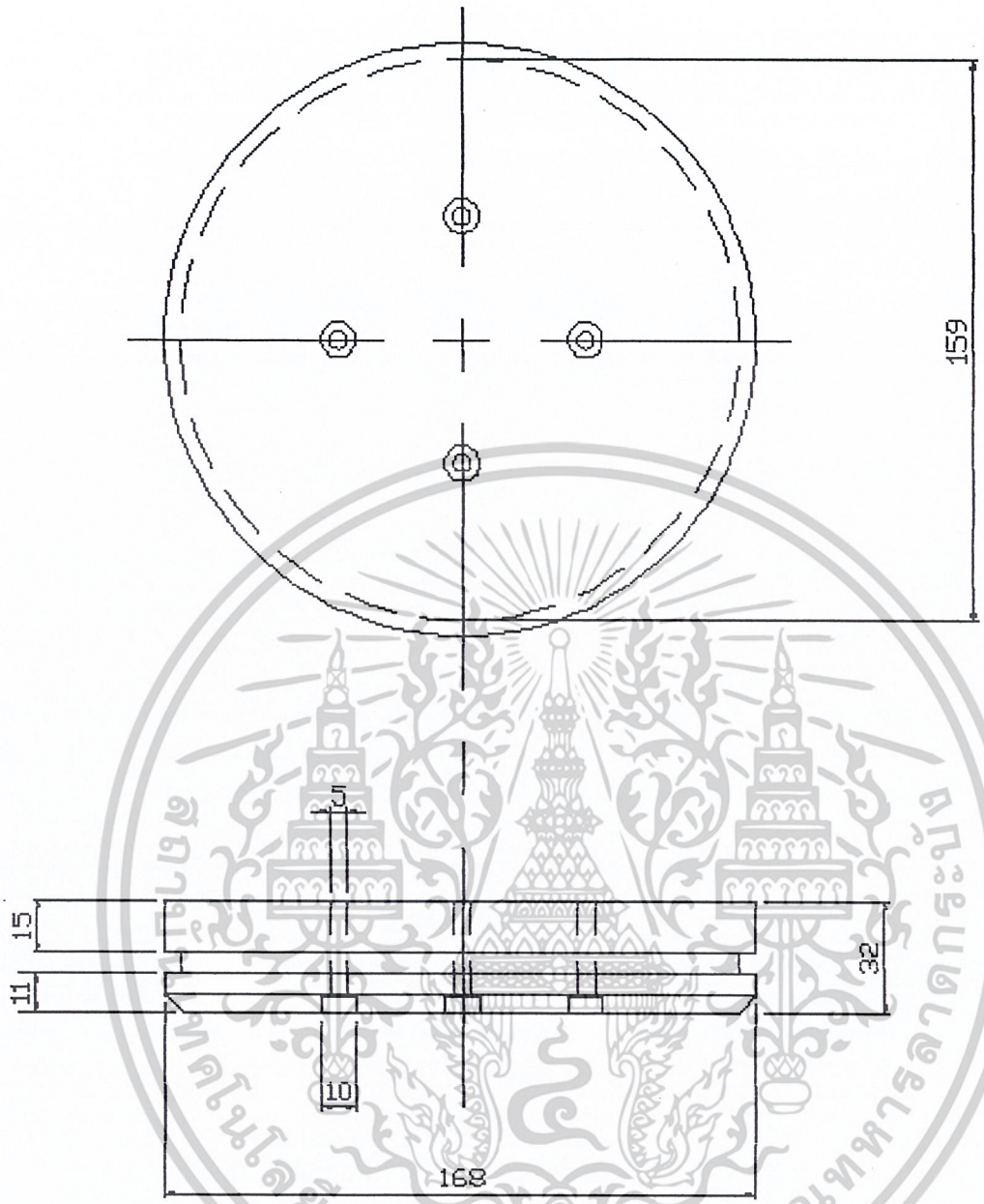
1. นำเนื้อหมูมาหั่นและบดหยาบ
2. หั่นมันแข็งเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็กๆ
3. นำเนื้อหมูบด มันแข็งและส่วนผสมต่างๆ นวดผสมให้เข้ากัน
4. พักเนื้อหมูที่ผสมแล้ว ประมาณ 10-20 นาที
5. นำเนื้อหมูที่ผ่านการพักแล้ว บรรจุใส่ไส้เทียม ด้วยเครื่องบรรจุและมัดเป็นท่อนยาวขนาด 5-8 นิ้ว
6. นำไปอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 30 ชั่วโมง
7. นำไปผ่านความร้อนเพื่อทำให้สุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



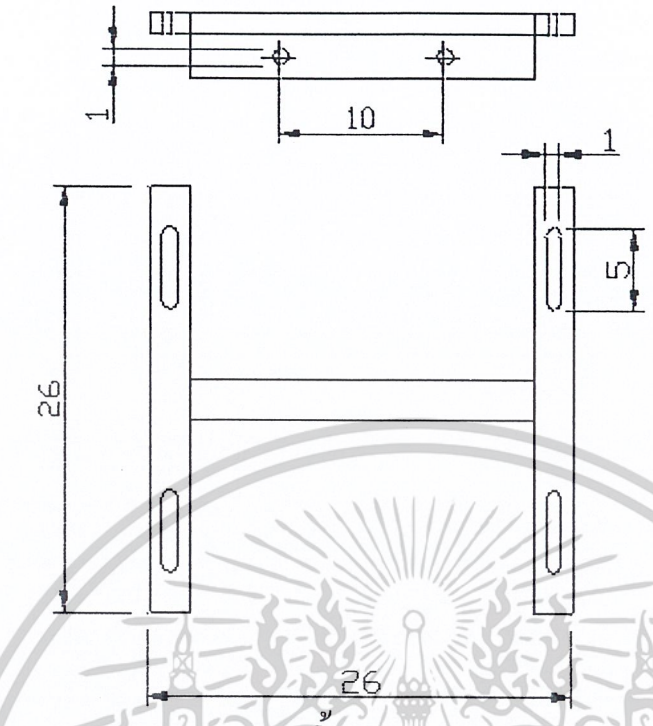
แบบโครงเครื่องบรรจุอาหารกึ่งเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



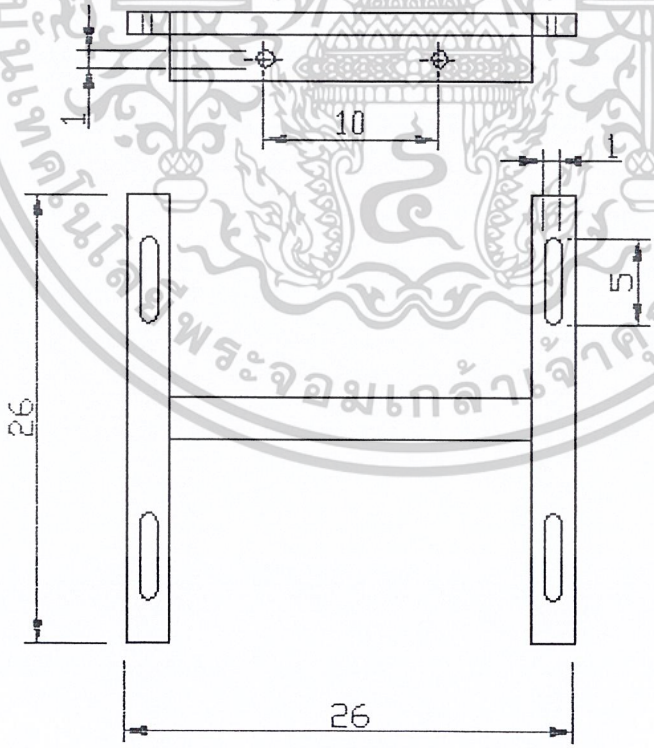
แบบฝาอัดถังบรรจุหรือลูกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



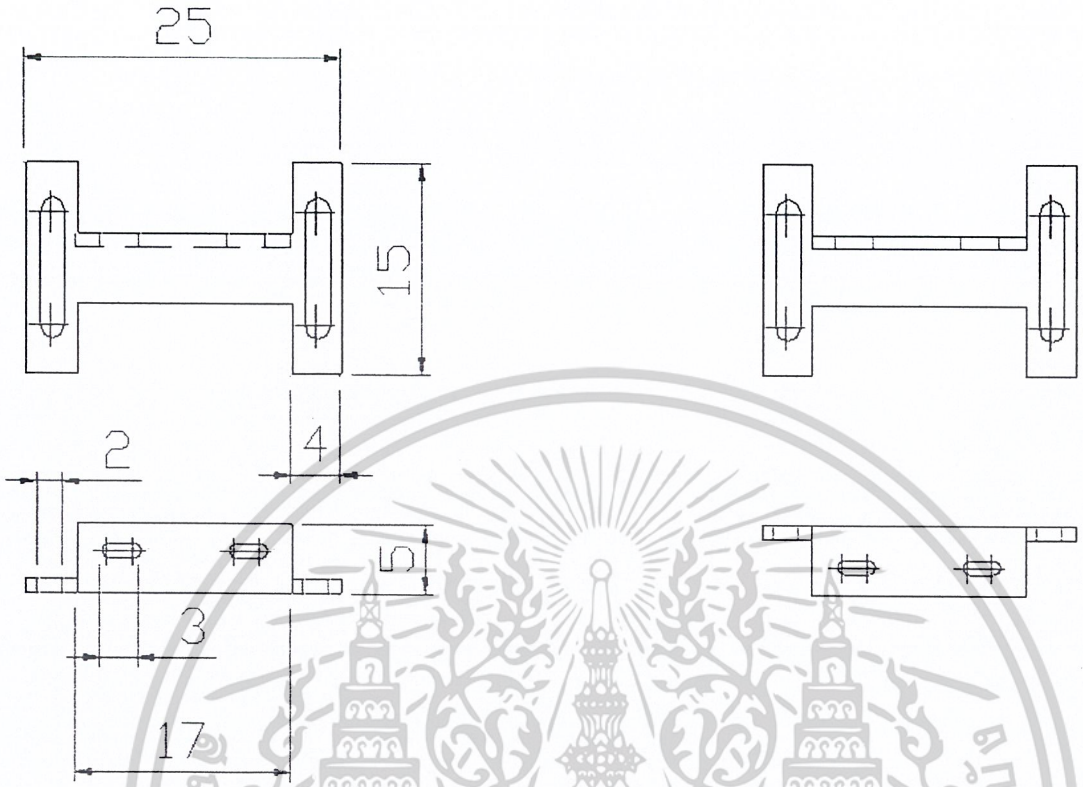
ชิ้นบน

ฐานรองเพลาส่งกำลัง



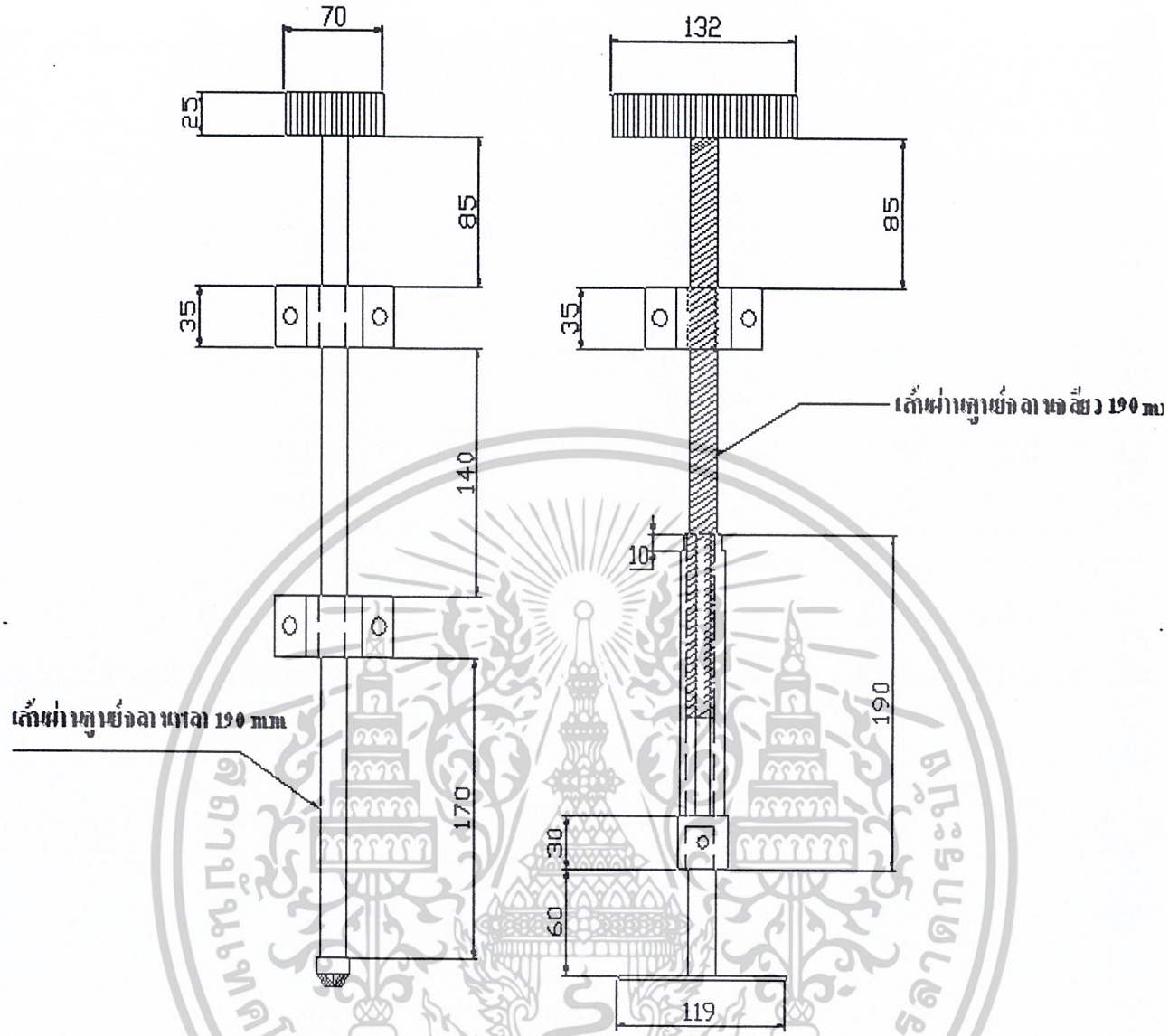
ชิ้นล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



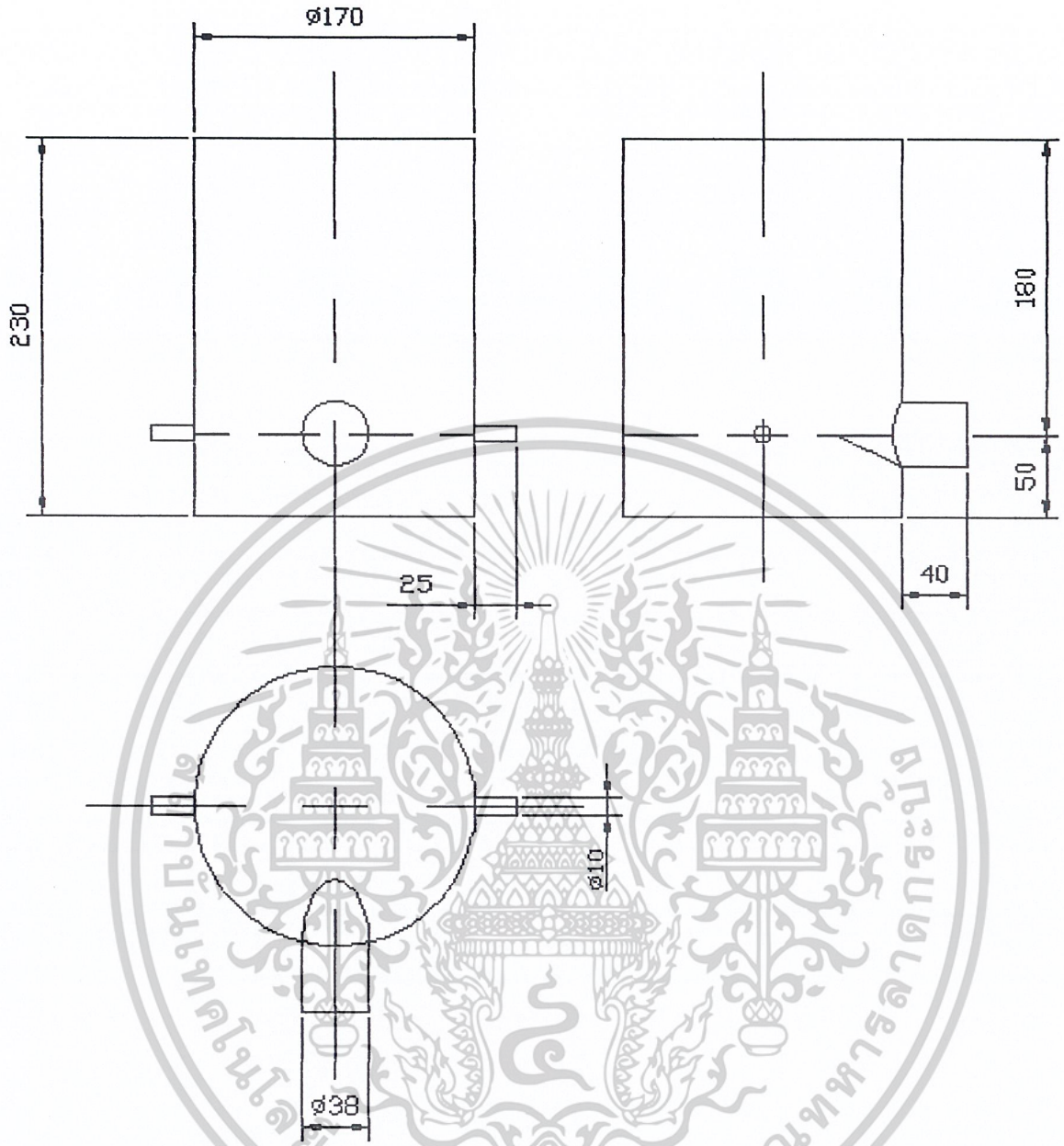
แบบฐานรองมอเตอร์สามารถปรับเลื่อนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



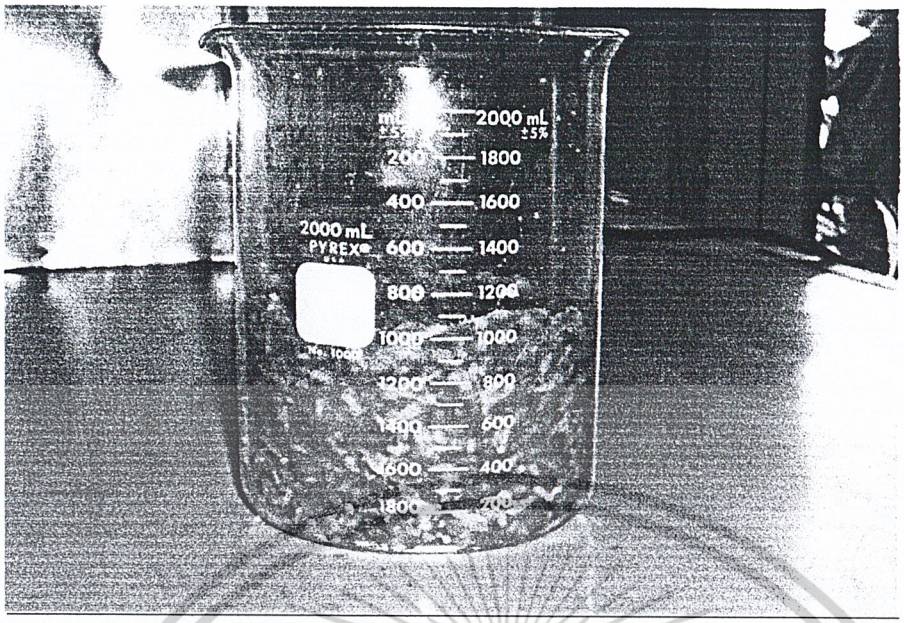
แบบชุดเฟืองทด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

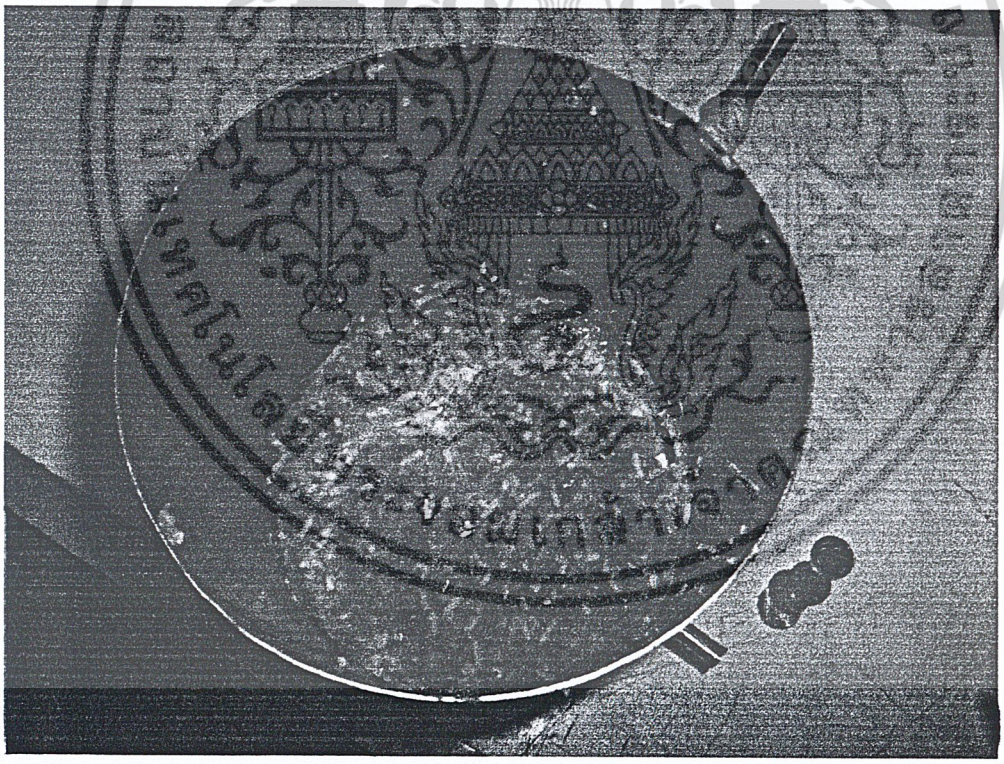


แบบถังบรรจุอาหารกึ่งเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

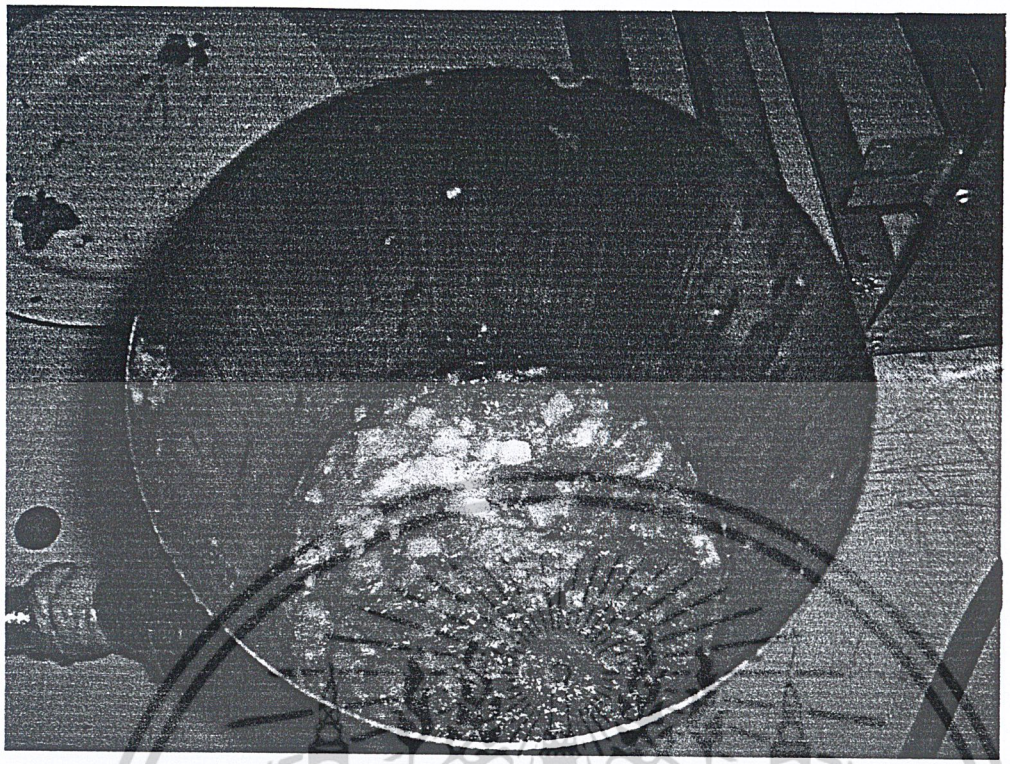


รูปวัสดุอาหารไส้กรอกเปรี้ยวที่บรรจุอยู่ในบีกเกอร์ปริมาณ 1 ลิตร

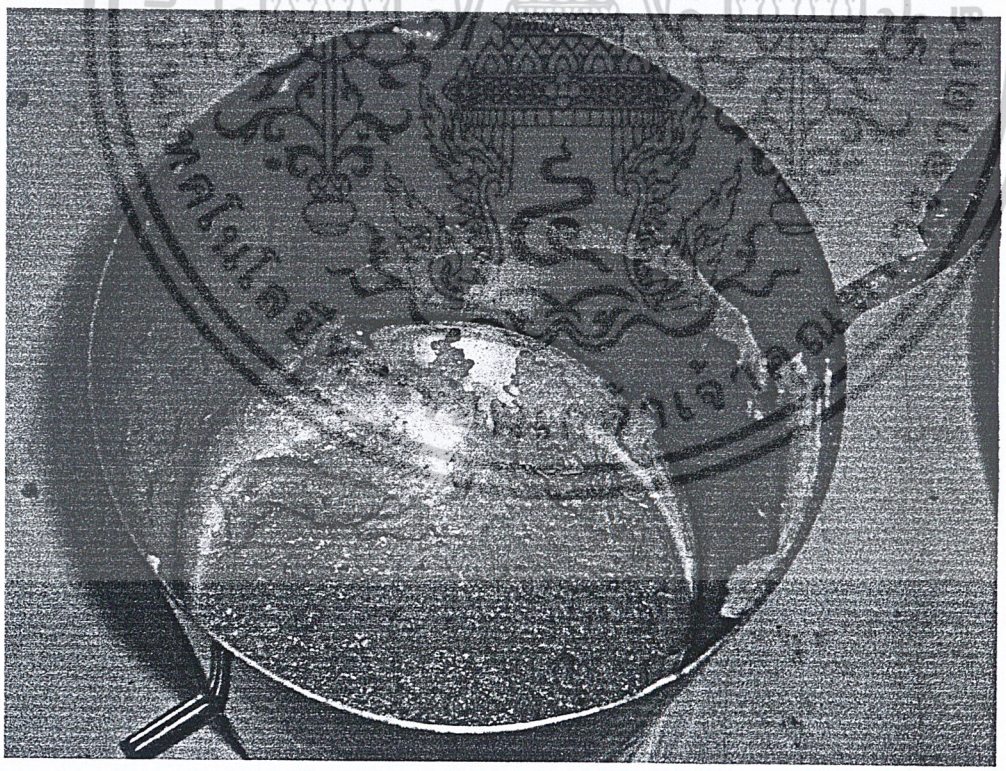


รูปเศษวัสดุอาหารไส้กรอกเปรี้ยวที่เหลืออยู่ที่ก้นถังบรรจุหลังจากการบรรจุแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

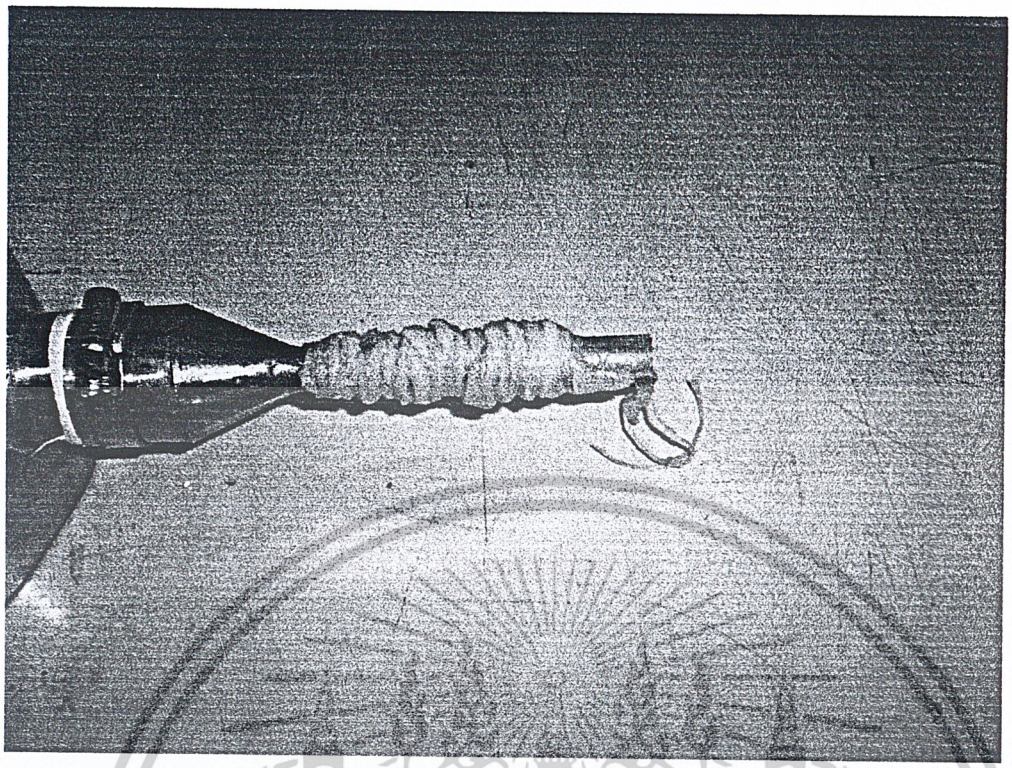


รูปวัสดุอาหารกุนเชียงที่ติดอยู่ที่ก้นถังบรรจุหลังจากการบรรจุแล้ว

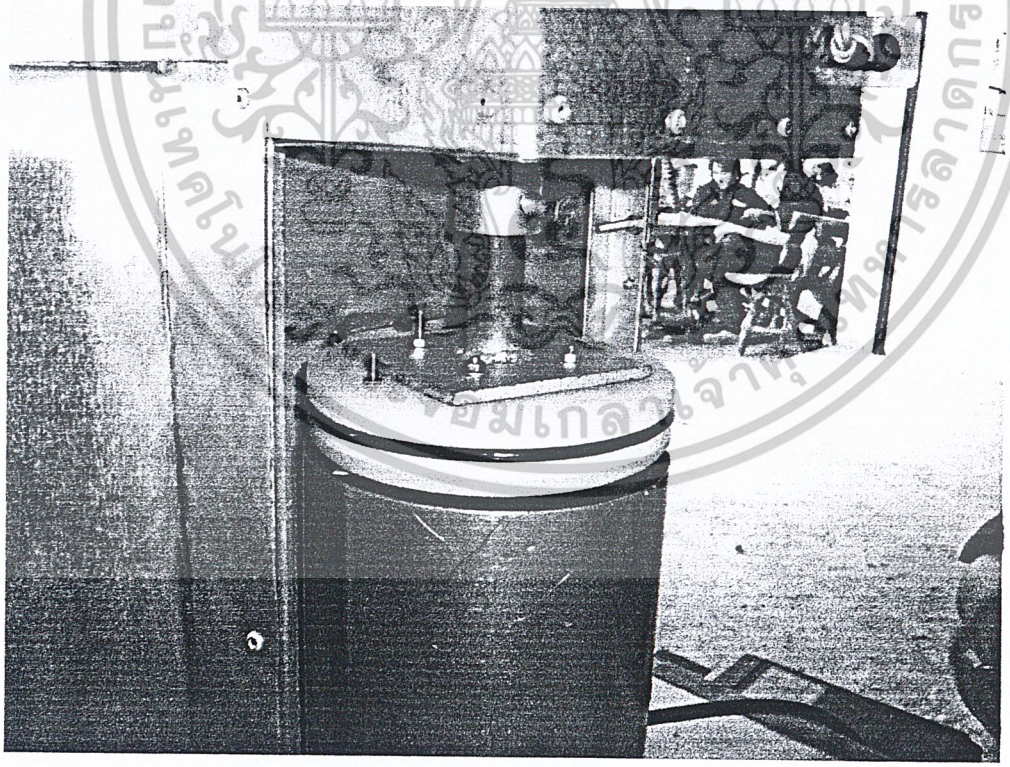


รูปวัสดุอาหารไส้กรอกเวียนนาที่ติดอยู่ที่ก้นถังบรรจุหลังจากการทำการบรรจุแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

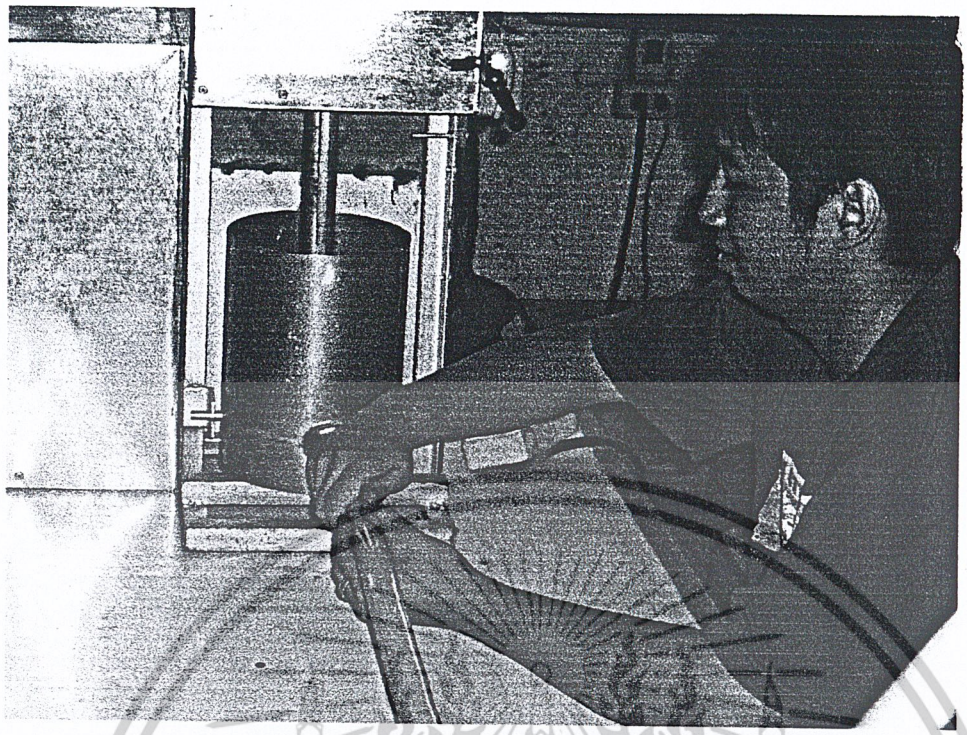


รูปไส้หมูที่ใช้ในการบรรจุไส้กรอกเปรี้ยว

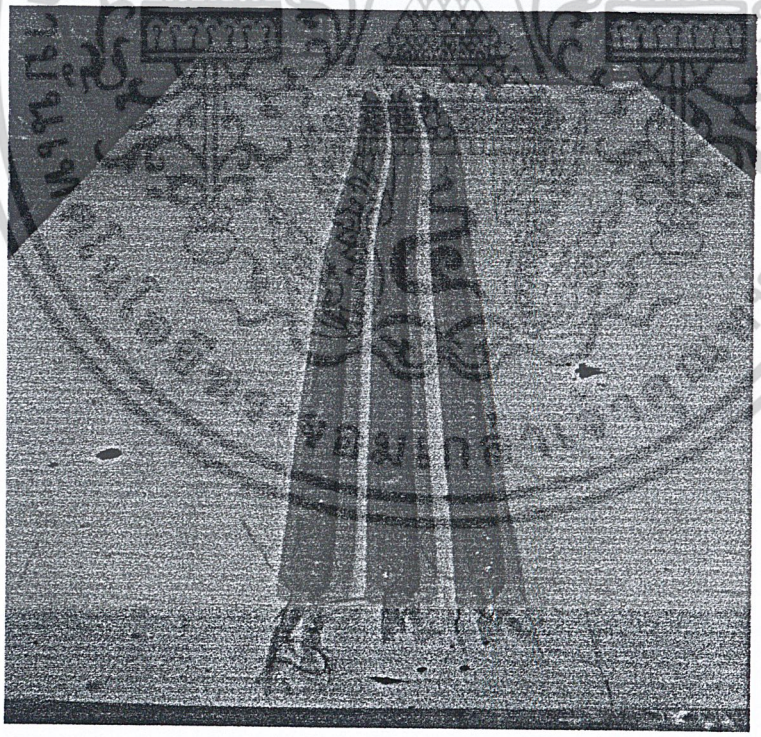


รูปการใส่ถังบรรจุเข้าไปที่เครื่องเพื่อทำการบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

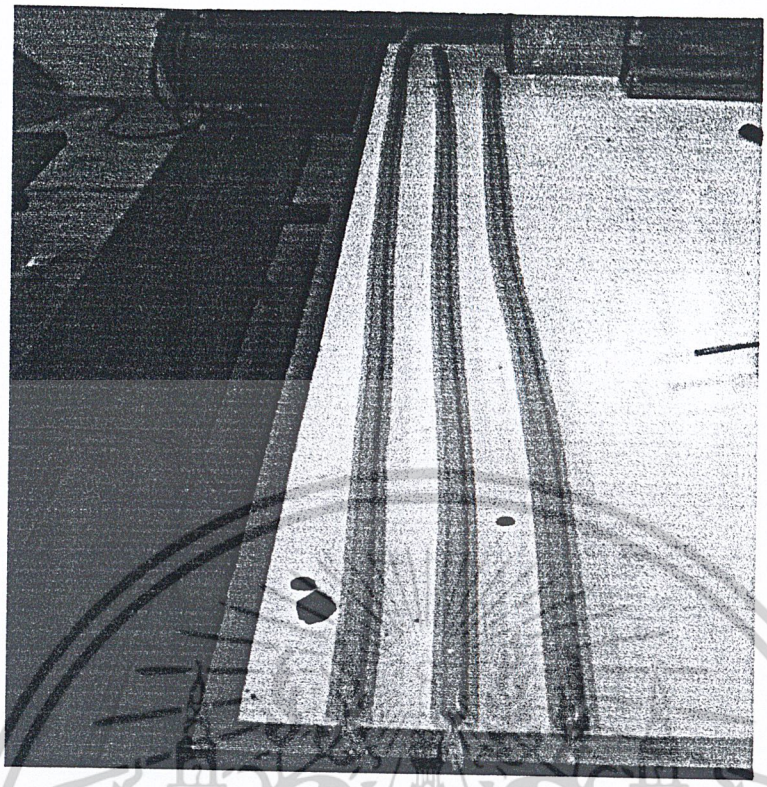


รูปการบรรจุวัสดุอาหารใส่ในไส้เทียมที่เตรียมไว้



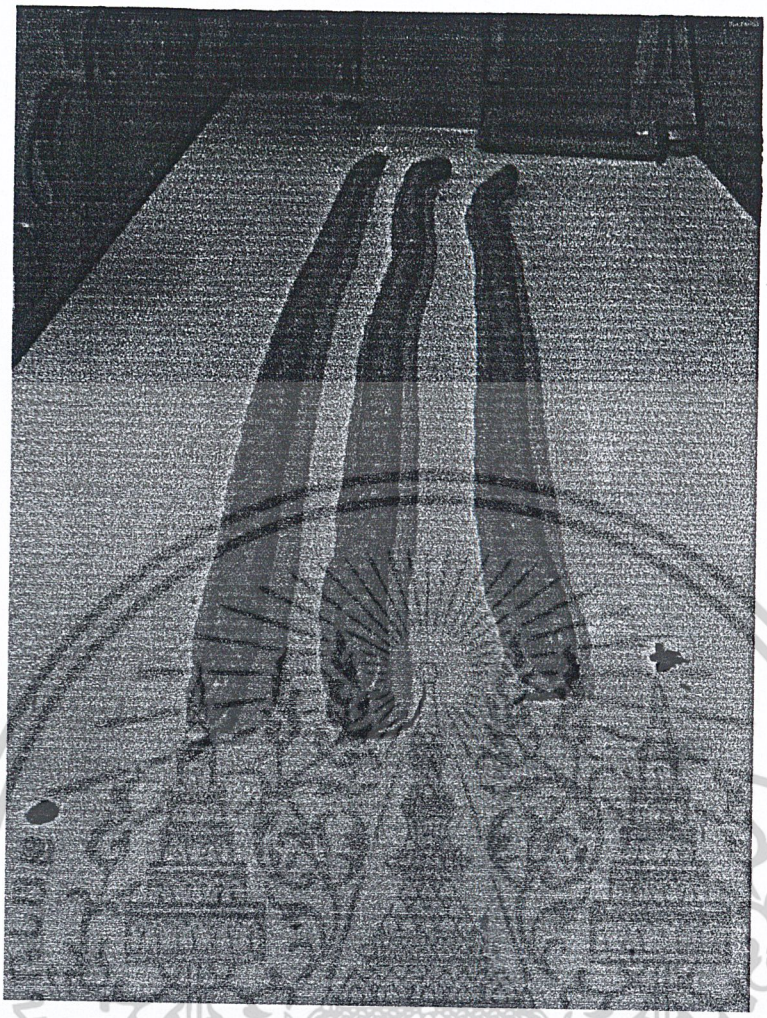
รูปวัสดุอาหารกุนเชียงที่บรรจุในไส้เทียมแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปวัสดุอาหารไส้กรอกเวียนนาที่บรรจุในไส้เทียมแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปวัสดุอาหารไส้กรอกเปรี้ยวที่บรรจุในไส้หมูแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาขนาดเกลียวที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลัง

ใช้เหล็กมาตรฐาน AISI Type 1040 ได้ Tensile strength 91 ksi Yield stength 58 ksi

$\sigma u = 91 \times 6.895 = 627.445 \text{ N/mm}^2$

$\sigma y = 58 \times 6.895 = 399.91 \text{ N/mm}^2$

เนื่องจากเป็นแรงหยุดนิ่ง

จากตารางที่ 2.4 ได้ค่าความปลอดภัย Nu = 3-4 กำหนดให้ Nu = 3.3

$$\sigma cd = \frac{400}{3.3} = 121.2 \text{ N/mm}^2$$

จากน้ำหนักที่ กระทำกับเกลียว = 494.33 kg

จะได้

$W = \sigma cd [(d/4)d_r^2]$

$4849.38 \text{ N} = 121.2 [(5/4) d_r^2]$

$d_r = 7.13 \text{ mm}$

เลือกขนาด 10 mm จากตาราง 2.3

$P = 2 \text{ mm}$

$D_3 = d_r = 7.5 \text{ mm}$

ความยาวของเกลียวที่จะใช้ = 250 mm

$Le = 0.707 \times 250 = 176.75 \text{ mm}$

$k = d_r/4 = 7.5/d = 1.875 \text{ mm}$

$Le/k = 94.27 \; ; \; Le/k < 110$

ใช้สูตร $W = [(Ar \times \sigma y)/N] \times [(1-\sigma y(Le/k)^2)/4\pi^2 E]$ Eq.1

$Ar = (5/4)(7.5)^2 = 44.18 \text{ mm}^2$

$E = 206000 \text{ N/mm}^2$

แทนค่า ได้ W = 308.43 kg เทียบกับค่าแรงกดแล้วน้อยกว่ายังใช้ไม่ได้

เลือกใหม่ ขนาด 14 mm จะได้ดังนี้

$P = 3 \text{ mm}$

$d_r = 10.5 \text{ mm}$

$Le/k = 67.33$

$Ar = 86.59 \text{ mm}^2$

แทนค่าในสูตร Eq.1 ใหม่ จะได้

$W = 832.49$ หรือ 832.5 kg เทียบกับค่าแรงกดแล้ว แล้วมากกว่า ใช้ได้

W เทียบกับแรงที่กระทำกับเกลียวส่งกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. สิริ พงษ์รักษ์. 2534. “การใช้โปรตีนถั่วเหลืองในส่วนผสมเพื่อการผลิตไส้กรอก.” ปัญญาพิเศษ(วท.บ.(อุตสาหกรรมเกษตร)), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

2. วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน. 2537. การออกแบบเครื่องจักรกล (Machine design). เล่ม 1. ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: บริษัท เอช เอ็น กรุ๊ป จำกัด.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้