สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาและออกแบบเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยกระป๋อง

Study and Design on Chinese-vegetable Jelly (Cho-goy) Feeder

T 036726

โดย

นายสมัคร รักแม่

นายสุเมธ พลภักดี

นางสาวรุ่งทิพย์ ตปนียศิลป์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 36726
วัน, เดือน, ปี 28 ส.ค. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2542

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาและออกแบบเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยกระป๋อง

Study and Design on Chinese-vegetable Jelly (Cho-goy) Feeder

ผู้จัดทำ

นายสมัคร รักแม่

นายสุเมธ พลภักดี

นางสาวรุ่งทิพย์ ตปนียศิลป์

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาทิป รัตนภาสกร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาและออกแบบเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยกระป๋อง

นายสมัคร รักแม่
นายสุเมธ พลภักดี
นางสาวรุ่งทิพย์ ตปนียศิลป์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาทิป รัตนภาสกร อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยกระป๋องได้รับการออกแบบและสร้างโดยมีจุดประสงค์เพื่อ แก้ปัญหาที่เกิดจากคนป้อน ได้แก่ การป้อนเฉาก๊วยมีจำนวนไม่สม่ำเสมอ การสูญเสียจากการป้อนไม่ลงกระป๋อง ส่วนประกอบที่สำคัญมีดังนี้ 1) เกลียวลำเลียงแบบพิตช์สั้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 11 นิ้ว ทำหน้าที่ลำเลียงเฉาก๊วยจากถังบรรจุไปสู่ส่วนการป้อน 2) แป้นหมุน ทำด้วยแผ่น อะคริลิกเป็นวงกลม หนา 1/2 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลาง 11 นิ้ว ถูกเจาะเป็นหลุมวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 1/2 นิ้ว จำนวน 12 หลุม เรียงเป็นวงกลมโดยรอบ หลุมเหล่านี้จะทำหน้าที่รับเฉาก๊วยจากเกลียวลำเลียงและป้อนลงกระป๋อง 3) ครีบพากระป๋อง ทำหน้าที่ลำเลียงกระป๋องให้ตรงตามจังหวะของการป้อนเฉาก๊วยจากแป้นหมุน 4) สายพานลำเลียง ทำหน้าที่พากระป๋องเข้าสู่ครีบพากระป๋อง 5) มอเตอร์ต้นกำลัง 3 ตัว แต่ละตัวมีขนาด 1/4 แรงม้า สำหรับขับเกลียว แป้นหมุนและสายพานลำเลียง

การทำงานของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย เนื้อเฉาก๊วยในถังป้อนถูกเกลียวลำเลียงทำการลำเลียงมายังปากทางออกและป้อนลงสู่แป้นหมุน ในขณะเดียวกันสายพานจะลำเลียงกระป๋องเปล่าเข้าสู่ครีบพากระป๋องซึ่งบังคับให้กระป๋องมีตำแหน่งตรงกับหลุมของแป้นหมุน เมื่อหลุมแป้นหมุนได้รับการป้อนเนื้อเฉาก๊วยแล้วมีตำแหน่งตรงกับปากกระป๋องที่ลำเลียงเข้ามาโดยครีบพากระป๋อง เนื้อเฉาก๊วยในหลุมแป้นหมุนก็จะตกลงกระป๋องพอดีและกระป๋องที่ได้รับการป้อนเนื้อเฉาก๊วย แล้วจะถูกลำเลียงออกจากครีบพากระป๋องไปยังสายพานพากระป๋องเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป

การทดสอบเครื่องป้อน พบว่าที่อัตราการป้อน 320 กระป๋องต่อนาที ความสม่ำเสมอของปริมาณเนื้อเฉาก๊วยเป็น 18.250$\pm$0.122 กรัม การบรรจุผิดพลาดต่ำกว่ามาตรฐาน(น้อยกว่า 17 กรัม) 2.5-7.5 % ที่ความเชื่อมั่น 95% และจุดคุ้มทุนเป็น 31 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคนป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Study and Design on Chinese-vegetable Jelly (Cho-goy) Feeder

Mr. Samak Rakmae

Mr. Sumate Polpukdee

Miss Rungtip Tapaneyasin

Assist. Prof. Satip Ratanapaskorn Advisor

Abstract

A prototype automatic filling machine was developed for feeding free flowing solid or semi-solid food in canning process. The machine consists of 2 main systems: a food feeder and a can conveyer. Food was conveyed from hopper by screw conveyer and distributed in the feeding holes around a rotating feeding plate. The can was conveyed to a finned can holding plate which rotated synchronously with the feeding plate, allowing food to be discharged by gravity from the feeding hole into a can. The amount of food was controlled by volume of the feeding holes while can size could be changed by changing the hole diameter. The machine was driven by 3 1/4-HP motors. Cho-goy was used for filling tests. It was filled uniformly with a filling speed of 320 can/min. The machine was easy to be operated and cleaned, could be fitted in the processing line substituting manual feed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ช
บทที่ 1. บทนำ	1
1.1 คำนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2. การตรวจสอบเอกสาร	3
2.1 เครื่องดื่มจากน้ำผลไม้	3
2.2 กรรมวิธีการผลิตน้ำผลไม้กระป๋อง	3
2.3 ระบบการบรรจุ	6
2.4 ระบบการบรรจุผลิตภัณฑ์ของเหลว	7
2.5 ระบบการบรรจุของแห้ง	10
2.6 เครื่องจักรบรรจุภัณฑ์แบบเครื่องบรรจุเติม	11
2.7 ลักษณะเกลียวสำเลียงที่ใช้ในการขนถ่ายวัสดุปริมาณมวล	12
2.8 สายพาน	14
2.9 การขับด้วยสายพานแบน	15
บทที่ 3 การทดลองและการออกแบบเบื้องต้น	16
3.1 การศึกษาลักษณะและสมบัติของเนื้อเฉาก๊วยเบื้องต้น	16
3.2 การทดลองเบื้องต้นเพื่อหาชนิดของอุปกรณ์ป้อน	17
3.3 ข้อมูลเบื้องต้นของการผลิตน้ำผลไม้กระป๋อง	17
3.4 การออกแบบเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย	17
3.5 หลักการทำงานของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย	19
3.6 การคำนวณออกแบบเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย	19
3.7 ต้นทุนในการสร้าง	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 สรุปการออกแบบชุดเกลียวลำเลียง 24
3.9 ความสัมพันธ์ระหว่างสายพานลำเลียง
และสายพานขับครีบพากระป๋อง 24
บทที่ 4 วิธีการทดลองและเก็บข้อมูล 26
4.1 การหาสัดส่วนปริมาณเนื้อเฉาก๊วยและน้ำเฉาก๊วย
ที่เหมาะสมในการป้อนเนื้อเฉาก๊วย 26
4.2 การทดลองหาจำนวนกระป๋องที่เกิดความผิดพลาด
ของการบรรจุทำให้มีปริมาณเนื้อเฉาก๊วยน้อยกว่าที่กำหนด
และวิเคราะห์หาความสามารถในการป้อนเนื้อเฉาก๊วย
ตามอัตราการผลิตต่างๆ 27
บทที่ 5 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง 28
5.1 ผลการทดลองหาสัดส่วนปริมาณเนื้อเฉาก๊วยและน้ำเฉาก๊วย
ที่ทำให้เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยมีประสิทธิภาพสูงสุด 28
5.2 ผลการทดลองหาความสม่ำเสมอของปริมาณเนื้อเฉาก๊วย
ที่ได้จากการป้อนที่อัตราการผลิตต่าง ๆ 29
5.3 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ 34
บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะจากการทดลอง 37
6.1 สรุปผลการทดลอง 37
6.2 ข้อเสนอแนะ 38
เอกสารอ้างอิง 39
ภาคผนวก ก.แสดงตารางในการคำนวณเกลียวลำเลียง 40
ภาคผนวก ข.ภาพแสดงส่วนต่างๆ ของเครื่องป้อนเนื้อผลไม้ 51
ภาคผนวก ค.แสดงตารางผลการทดลอง 61
กิตติกรรมประกาศ 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1.	ขนาดกระป๋องที่นิยมใช้ทั่วไป	3
ตารางที่ 2.	แสดงผลการทดลองเบื้องต้นในการป้อนเนื้อเฉาก๊วย โดยใช้อุปกรณ์ป้อนต่าง ๆ	17
ตารางที่ 3.	ต้นทุนในการสร้าง	23
ตารางที่ 4.	แสดงจำนวนกระป๋องหลังการป้อนที่มี ปริมาณเนื้อเฉาก๊วยน้อยกว่า 17 กรัม/กระป๋อง	28
ตารางที่ 5.	แสดงความสม่ำเสมอของปริมาณเนื้อเฉาก๊วย ที่ได้จากการป้อนที่อัตราการผลิตต่าง ๆ	29
ตารางที่ 6.	แสดงผลการวิเคราะห์ความสามารถในการป้อนเนื้อเฉาก๊วย ของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยที่ความเร็วในการป้อนต่าง ๆ ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%	33
ตารางที่ 7.	แสดงค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้พนักงานในการป้อนเนื้อผลไม้	35
ตารางที่ 8.	แสดงค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย ทดแทนการใช้พนักงานป้อน	35
ตารางที่ ก1.	ความหนาแน่นรวมในรูปของน้ำหนัก จำเพาะรวมของวัสดุ	41
ตารางที่ ก2.	ขนาดวัสดุขนาดใหญ่สุดที่เกลียวลำเลียงสามารถลำเลียงได้	42
ตารางที่ ก3.	สมบัติวัสดุที่สามารถใช้เกลียวลำเลียง ระดับปริมาณการป้อนกลุ่มเกลียวและสัมประสิทธิ์กำลังม้า	43
ตารางที่ ก4.	แฟคเตอร์ c	45
ตารางที่ ก5.	ขนาดเกลียวลำเลียงและปริมาณการขนถ่าย ที่ระดับการป้อนวัสดุต่างๆกัน	45
ตารางที่ ก6.	ตัวอย่างรายละเอียดเกลียวลำเลียง	46
ตารางที่ ก7.	แฟคเตอร์เส้นผ่าศูนย์กลาง(F_d)	47
ตารางที่ ก8.	แฟคเตอร์แบริ่งแขวง(F_b)	47
ตารางที่ ก9.	แฟคเตอร์ใบเกลียว(F_f)	47
ตารางที่ ก10.	แฟคเตอร์พายกวน(F_p)	48
ตารางที่ ก11.	ความยาวสมมูลย์ของเกลียวป้อน(L_f)	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก12.	ประสิทธิภาพการส่งกำลัง	49
ตารางที่ ค1.	ข้อมูลแสดงน้ำหนักของเนื้อเฉาก๊วย(กรัม) ที่ความเร็วในการบรรจุ 270 กระป๋อง/นาที	62
ตารางที่ ค2.	ข้อมูลแสดงน้ำหนักของเนื้อเฉาก๊วย(กรัม) ที่ความเร็วในการบรรจุ 350 กระป๋อง/นาที	63
ตารางที่ ค3.	ข้อมูลแสดงน้ำหนักของเนื้อเฉาก๊วย(กรัม) ที่ความเร็วในการบรรจุ 380 กระป๋อง/นาที	64
ตารางที่ ค4.	ข้อมูลแสดงน้ำหนักของเนื้อเฉาก๊วย(กรัม) ที่ความเร็วในการบรรจุ 400 กระป๋อง/นาที	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1. การบรรจุระบบสุญญากาศ	8
รูปที่ 2. การบรรจุระบบแรงโน้มถ่วง	8
รูปที่ 3. การบรรจุระบบความดัน	9
รูปที่ 4. การบรรจุระบบผสมความดันและสุญญากาศ	9
รูปที่ 5. การบรรจุแบบใช้ถ้วยตวงวัด	10
รูปที่ 6. การบรรจุแบบใช้เกลียว	11
รูปที่ 7. เครื่องบรรจุแบบเส้นตรงและแบบโรตารี่	12
รูปที่ 8. รูปใบเกลียวแบบต่างๆ	13
รูปที่ 9. แสดงการใช้ขับสายพานแบบ สายพานเปิด(open belts) สายพานปิด(crossed belts)	15
รูปที่ 10. การออกแบบเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย	18
รูปที่ 11. หลักการทำงานของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย	19
รูปที่ ก. แฟคเตอร์ภาระเกิน	50
รูปที่ ข1. รายละเอียดและขนาดของชุดบรรจุ(hopper)	52
รูปที่ ข2. รายละเอียดและขนาดของชุดแป้นหมุน	53
รูปที่ ข3. รายละเอียดและขนาดของโต๊ะ	54
รูปที่ ข4. รายละเอียดและขนาดของสายพานลำเลียง	55
รูปที่ ข5. ชุดเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย	56
รูปที่ ข6. ชุดเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยและชุดสายพานลำเลียง	57
รูปที่ ข7. รายละเอียดชุดเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย	57
รูปที่ ข8. ชุดเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยจากมุมมองด้านบน	58
รูปที่ ข9. การทำงานขณะที่กระป๋องเริ่มเข้าสู่เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย	59
รูปที่ ข10.การทำงานของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย	59
รูปที่ ข11.การชั่งน้ำหนักเนื้อเฉาก๊วยหลังผ่านการป้อน	60
รูปที่ ข12.แสดงการชั่งน้ำหนักและปริมาณเนื้อเฉาก๊วยของแต่ละกระป๋อง	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมใหม่ รายได้จากการขายสินค้าส่งออกส่วนใหญ่เป็นสินค้าที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร อุตสาหกรรมอาหารเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่นำเงินตราเข้าประเทศในอันดับต้น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ผลิตมาจากในประเทศราว 90% ส่วนอีก 10% เป็นสารปรุงแต่งที่นำเข้าจากต่างประเทศ จนเป็นที่ยอมรับกันว่าไทยเป็นผู้นำในการส่งออกผลิตภัณฑ์อาหารที่มีมูลค่าเพิ่มสูงของโลก โดยเน้นผลิตภัณฑ์อาหาร ผักผลไม้ เนื้อสัตว์ อาหารทะเลและมีศักยภาพในการเพิ่มมูลค่าของสินค้าด้วย ซึ่งผลไม้กระป๋องและน้ำผลไม้แปรรูปก็เป็นอีกหนึ่งในสินค้าอุตสาหกรรมเกษตรที่มีปริมาณการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปีซึ่งจากตัวเลขมูลค่าการส่งออกจากกรมส่งเสริมการส่งออกในปี พ.ศ. 2541 มีมูลค่าการส่งออกน้ำผลไม้ 1,056.5 ล้านบาทและในช่วง 6 เดือนแรกของปี พ.ศ. 2542 มีมูลค่าการส่งออก 616.5 ล้านบาท [นิรนาม, 2541]

ปัจจุบันอุตสาหกรรมน้ำผลไม้กระป๋องของไทยผลิตสู่ตลาดนั้น ผู้ผลิตนิยมที่จะผสมเนื้อผลไม้ลงไปด้วยเนื่องจากเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ซึ่งกระบวนการผลิตในขั้นตอนการป้อนเนื้อผลไม้นี้เป็นกระบวนการผลิตใหม่ที่ยังต้องอาศัยกำลังคนทำให้เนื้อผลไม้ที่ถูกป้อนลงกระป๋องประสบปัญหาหลาย ๆ ด้านเช่น ความสะอาด ความไม่สม่ำเสมอของปริมาณเนื้อผลไม้ซึ่งระบุไว้ที่ฉลากบรรจุกระป๋องและไม่ได้มาตรฐานส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นจึงควรได้มีการศึกษาและออกแบบเครื่องป้อนเนื้อผลไม้ลงกระป๋องสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำผลไม้กระป๋องเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตให้ทันสมัยได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับของตลาด

1.2 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ทั่วไปของการศึกษาและออกแบบเครื่องป้อนเนื้อผลไม้ลงกระป๋อง คือ การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตรวมทั้งลดการสูญเสียเนื้อผลไม้ระหว่างการบรรจุกระป๋องโดยเฉพาะเฉาก๊วย โดยมีวัตถุประสงค์หลักดังนี้

1. ออกแบบและสร้างเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยกระป๋อง ความจุกระป๋องละ 18 กรัม ที่อัตราการผลิต 320 กระป๋อง/นาที
2. หาสัดส่วนปริมาณเนื้อเฉาก๊วยที่เหมาะสมสำหรับเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย
3. ทดสอบหาความสามารถในการป้อนและจำนวนกระป๋องที่เกิดความผิดพลาดของปริมาณการบรรจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แก้ปัญหาความไม่สม่ำเสมอของปริมาณเนื้อเฉาก๊วยในกระป๋อง ให้มีปริมาณตรงตามความต้องการ
2. ลดการสูญเสียของเนื้อเฉาก๊วยที่เกิดจากการหกขณะทำการป้อนในกระบวนการป้อนเนื้อเฉาก๊วยโดยใช้แรงงานคน
3. ป้องกันการติดเชื้อและความไม่สะอาดในกระบวนการป้อนเนื้อโดยใช้แรงงานคน
4. ลดจำนวนแรงงานคนซึ่งนำไปสู่การลดต้นทุนการผลิต
5. สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปฏิบัติงานของโรงงานอุตสาหกรรมน้ำผลไม้กระป๋องได้จริง
6. ความรู้และประสบการณ์ที่จะได้รับในการออกแบบและสร้างเครื่องจักร ในการที่จะนำไปใช้ในการประกอบวิชาชีพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 ชนิดเครื่องดื่มจากน้ำผลไม้

ปัจจุบันเครื่องดื่มจากน้ำผลไม้นี้เป็นที่นิยมบริโภคเพราะมีประโยชน์ต่อร่างกายสูงสำหรับเครื่องดื่มจากน้ำผลไม้ที่ไม่มีแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท [เดียง และคณะ, 2540] คือ

2.1.1. น้ำผลไม้แท้ ผลิตจากผลไม้เป็นหลัก อาจมีลักษณะขุ่นหรือใสขึ้นกับชนิดของผลไม้และความนิยมของผู้บริโภค เช่น น้ำสับปะรด น้ำส้ม น้ำมะเขือเทศ น้ำมะพร้าว เป็นต้น

2.1.2. น้ำผลไม้ผสม ผลิตจากผลไม้และมีการแต่ง สี กลิ่น รส กรด น้ำตาล สารให้กลิ่น สารให้สี ซึ่งจะทำให้ได้ลักษณะผลิตภัณฑ์มีชื่อเรียกต่างกัน ดังนี้

- การใช้สารเคมีหรือวัตถุกันเสียเพื่อการเก็บรักษา ได้แก่ ไซรัปผลไม้ ครัช(Crush) สควอช(squash) คอร์เดียล (cordial)
- การใช้ความร้อนเพื่อการเก็บรักษา ได้แก่ เครื่องดื่มน้ำผลไม้ เครื่องดื่มน้ำผลไม้อัดก๊าซ
- การใช้วัตถุกันเสียหรือความร้อนเพื่อการเก็บรักษา ได้แก่ น้ำผลไม้เข้มข้น

2.2 กรรมวิธีการผลิตน้ำผลไม้กระป๋อง [Jackson and Byron, 1979]

การทำน้ำผลไม้กระป๋อง(Canning) เป็นวิธีการถนอมอาหารแบบสเทอริไลซ์วิธีหนึ่งซึ่งใช้กระป๋องเหล็กฉาบดีบุกโดยมีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กันซึ่งใช้ตัวเลข 3 หลัก ระบุขนาดกระป๋อง คือ เส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง เช่น กระป๋องขนาด 307x409 หมายถึงกระป๋องที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 7/16 นิ้ว และสูง 4 9/16 นิ้ว ขนาดกระป๋องที่ใช้กันทั่วไปดังแสดงในตารางที่ 1.

ตารางที่ 1. ขนาดกระป๋องที่นิยมใช้ทั่วไป

ชื่อกระป๋อง	ขนาด	ความจุของน้ำที่20°C(ออนซ์)
เบอร์ 1	200 x 400	10.94
เบอร์ 2	307 x 409	20.55
เบอร์ 2 1/2	401 x 411	29.79
เบอร์ 3	404 x 414	35.08
เบอร์ 10	603 x 700	109.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการผลิตน้ำผลไม้(ผสมเนื้อ)กระป๋อง [Tressler and Joslyn, 1971] แบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้ คือ

2.2.1 การเลือกและการล้าง ขั้นตอนนี้มีความแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ เริ่มจากการทำความสะอาดวัตถุดิบเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกหรือสิ่งแปลกปลอมออกไป แล้วทำการคัดขนาดและความแก่อ่อนเพื่อความสม่ำเสมอของคุณภาพผลิตภัณฑ์ จากนั้นจึงทำการตกแต่งแยกส่วนที่ไม่ต้องการออกไป

2.2.2 การลวกด้วยน้ำร้อน เป็นขั้นตอนในการเตรียมเนื้อผลไม้ที่จะบรรจุก่อนการบรรจุน้ำผลไม้ มีหลายวิธีทั้งการจุ่มวัตถุดิบลงในน้ำเดือดหรือการนึ่งด้วยไอน้ำ ในโรงงานสามารถควบคุมอุณหภูมิและเวลาได้อย่างเหมาะสม การลวกด้วยน้ำร้อนมีจุดประสงค์เพื่อ

- ทำลายเอนไซม์ในวัตถุดิบ ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีและกลิ่น
- กำจัดอากาศจากผิวหน้าของวัตถุดิบ
- ให้วัตถุดิบหดตัวและนิ่ม สะดวกในการบรรจุ
- ลดปริมาณจุลินทรีย์

2.2.3 การเตรียมและการสกัดน้ำผลไม้ การสกัดน้ำผลไม้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การตีป่นและการคั้นน้ำผลไม้ ผลไม้บางชนิดสามารถนำไปคั้นได้เลยโดยไม่ต้องผ่านการตีป่น เช่น องุ่น ส้ม กรรมวิธีที่ใช้ในการสกัดน้ำผลไม้แต่ละชนิดมีวิธีการต่างกันขึ้นอยู่กับโครงสร้างของเนื้อเยื่อและลักษณะของน้ำผลไม้ที่ต้องการ เช่น ขุ่น หรือ ใส

- การตีป่น เป็นขั้นตอนเพิ่มพื้นที่ผิวของผลไม้ให้มากขึ้นเพื่อง่ายต่อการคั้นน้ำผลไม้ นิยมใช้เครื่องสับทำให้ขนาดผลไม้เล็กลง ผลไม้บางชนิดต้องปอกเปลือกออกก่อน เช่น สับปะรด ในขั้นตอนนี้ต้องระวังไม่ให้อากาศสัมผัสกับผลไม้มากเพราะจะทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงไป เช่น การเปลี่ยนสี เกิดสีคล้ำ เครื่องมือต่าง ๆ จึงต้องทำจากเหล็กปลอดสนิมหรือโลหะเคลือบอะลูมิเนียม ไม่ควรทำจากโลหะเหล็ก ทองแดงและดีบุก เพราะจะทำให้สีและรสชาติของผลไม้เปลี่ยนไป

- การคั้นน้ำผลไม้ เป็นขั้นตอนการสกัดของเหลวออกจากชิ้นส่วนของผลไม้โดยการคั้น ซึ่งทำได้หลายวิธีตั้งแต่ง่ายที่สุด คือ การใช้ผ้าขาวบางห่อแล้วใช้ไม้แบนกดทับไว้หรือใช้มือบีบ วิธีนี้เหมาะที่จะทำในระดับครัวเรือน ส่วนในทางอุตสาหกรรมนิยมใช้เครื่องมือกดแบบตะแกรง(Basket press)หรือเครื่องอัดไฮดรอลิก การสกัดน้ำผลไม้บางชนิด เช่น องุ่น อาจให้ความร้อนประมาณ 60-65.56 °C ก่อนการสกัด จะช่วยสกัดสีจากน้ำองุ่นได้ดีขึ้น ส่วนในน้ำมะเขือเทศ การให้ความร้อนก่อนการสกัดทำให้ความข้นคงตัวดี นอกจากนี้การเติมเอนไซม์พวกที่ย่อยสลายเพกทินก่อนให้ความร้อนที่ 50 °C แล้วทิ้งไว้ 2-3 ชั่วโมงหรือข้ามคืน ลงไปเพื่อเพิ่มปริมาณของเหลวที่สกัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยทำให้ใสและช่วยสกัดสีด้วย แต่สำหรับเฉาก๊วยนั้นจะมีวิธีการเตรียมที่ต่างออกไปโดยเนื้อเฉาก๊วยสกัดได้จากต้นเฉาก๊วย

2.2.4 การบรรจุ เป็นขั้นตอนการนำวัตถุดิบบรรจุลงในภาชนะบรรจุที่ทำจากขวดแก้วหรือกระป๋องโลหะโดยจะบรรจุส่วนที่เป็นของแข็งลงไปก่อนแล้วจึงบรรจุส่วนที่เป็นน้ำผลไม้ลงไป ปัจจุบันนี้ภาชนะบรรจุอาจเป็นถุงหรือกล่องพลาสติกก็ได้

2.2.5 การไล่อากาศ เป็นขั้นตอนการไล่อากาศในภาชนะบรรจุออกไปให้มากที่สุดเพื่อวัตถุประสงค์ดังนี้ คือ

- ลดแรงดันภายในภาชนะบรรจุอาหาร ป้องกันการแตกตรงตะเข็บของภาชนะบรรจุในระหว่างการฆ่าเชื้อเพราะถ้ามีอากาศจะทำให้เกิดแรงดันสูงมาก

- รักษาคุณภาพของอาหารเพราะไม่มีออกซิเจนในกระป๋องทำให้คุณภาพอาหารไม่เปลี่ยนแปลงป้องกันการบวมของกระป๋องเมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงหรือในที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลมาก ๆ

- ช่วยให้เก็บอาหารกระป๋องได้นาน

การทำให้เป็นสุญญากาศทำได้โดยการบรรจุส่วนที่เป็นของเหลวในขณะร้อนแล้วปิดผนึกทันทีหรือนำไปผ่านเครื่องไล่อากาศ(Exhauster)โดยพ่นไอน้ำลงเหนืออาหารแล้วปิดผนึกทันทีก่อนทำให้เย็นเมื่อกระป๋องเย็นลงไอน้ำจะรวมตัวเป็นหยดน้ำเกิดความเป็นสุญญากาศขึ้น หรืออาจจะทำการปิดผนึกฝาภาชนะในสภาพที่เป็นสุญญากาศก็ได้

2.2.6 การปิดผนึก สำหรับกระป๋องโลหะจะมีการยึดกันระหว่างฝาและขอบกระป๋องหลังการผนึกเป็นแบบตะเข็บคู่(Double seam) ถ้าเป็นขวดแก้วจะเป็นฝาเหล็กเคลือบดีบุกแบบหมุนเกลียวหรือตะเข็บงอการปิดผนึกนี้ต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันการรั่วของภาชนะบรรจุ

2.2.7 การฆ่าเชื้อ เป็นการใช้ความร้อนทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารซึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะปิดสนิทปริมาณความร้อนมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิกับเวลาที่ใช้ซึ่งจะแตกต่างกันตามชนิดของอาหารดังจะกล่าวในตอนต่อไป นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร รูปร่างและขนาดของภาชนะบรรจุ การฆ่าเชื้อน้ำผลไม้กระป๋องนี้จะต้องใช้ปริมาณความร้อนที่เพียงพอต่อการทำลาย สปอร์ของจุลินทรีย์ Clostridium Botulinum เนื่องจากอาหารกระป๋องสภาพไร้อากาศในกระป๋องเหมาะที่เชื้อ Clostridium Botulinum จะเจริญและสร้างสารพิษ นอกจากนั้นยังสามารถสร้างสปอร์ที่มีความทนทานต่อความร้อนได้ดี จึงต้องใช้ความร้อนสูงถึง 116-121°C เพื่อทำลายแบคทีเรียตัวนี้และสปอร์ของมัน ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญในการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง เนื่องจากสารพิษที่มันสร้างเป็นชนิดเฉียบพลันและมีพิษร้ายแรงมาก ดังนั้นในการฆ่าเชื้อน้ำผลไม้กระป๋องจึงถือเอาเวลาที่ทำลายสปอร์ของ Clostridium Botulinum เป็นหลัก ถ้าอาหารปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสปอร์และสารพิษของเชื้อนี้ก็จะปลอดภัยจากเชื้อชนิดอื่นด้วย พบว่าที่อุณหภูมิ 121°C นาน 15 นาที สามารถทำลายสปอร์ของ Clostridium botulinum ได้ แต่อุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของอาหาร อาหารที่เป็นกรดสูงจะใช้ความร้อนในการทำลายเชื้อน้อยกว่าอาหารที่มีกรดต่ำ ดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมจึงนิยมเติมกรดลงในอาหารบางชนิดเพื่อลดปริมาณความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อลง

2.2.8 การทำให้เย็น มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันการสูญเสียคุณภาพของอาหารเนื่องจากความร้อนส่วนเกิน โดยการลดอุณหภูมิของอาหารหลังจากฆ่าเชื้อแล้วลงอย่างรวดเร็วด้วยน้ำเย็นจนอุณหภูมิลดลงถึงระดับหนึ่งซึ่งยังมีความร้อนเหลืออยู่พอที่จะทำให้ผิวนอกของกระป๋องแห้งสนิท ปราศจากหยดน้ำที่เกาะอยู่บนกระป๋องเพื่อป้องกันการเกิดสนิมบนกระป๋องขณะเก็บรักษา

2.2.9 การปิดฉลากและการบรรจุหีบห่อ เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการผลิต ก่อนที่จะจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ไปสู่ผู้บริโภคต่อไป

2.3 ระบบการบรรจุ

การเลือกระบบการบรรจุจึงต้องคำนึงถึงองค์ประกอบสำคัญต่าง ๆ และขอบเขตของงานที่ใช้บรรจุ โดยแบ่งตามประเภทต่าง ๆ ดังนี้ [ปุ่นและสมพร, 2541]

2.3.1 ประเภทของผลิตภัณฑ์อาหาร เป็นการแบ่งตามกายภาพ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งและอาหารเหลว

2.3.1.1 ผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง จะครอบคุมไปถึงผลิตภัณฑ์ที่เป็นชิ้น เป็นเม็ด เป็นก้อนหรือเป็นแผ่น ซึ่งสามารถทำการนับได้ ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งนี้รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นเกล็ดที่สามารถไหลตกได้ด้วยตัวเอง คุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การมีความหนาแน่นคงที่ซึ่งทำให้สะดวกและแน่นอนในการบรรจุ การชั่งตวง

ส่วนผลิตภัณฑ์อาหารที่ไม่สามารถไหลตกได้ด้วยตัวเองอย่างอิสระและมีลักษณะจับกันเป็นกลุ่มก้อนหรือเป็นผงละเอียดทำให้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีความหนาแน่นไม่คงที่ จึงไม่สามารถบรรจุโดยใช้แรงโน้มถ่วงได้ แต่ต้องอาศัยระบบเกลียวช่วยในการส่งผ่านสู่ท่อบรรจุ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เป็นแผ่นชิ้น เช่น มันฝรั่งทอด ซึ่งมีคุณลักษณะแตกหักง่าย การใช้ระบบบรรจุป้อนแบบสั่นสะเทือนและการบรรจุแบบน้ำหนักสุทธิจะเป็นการบรรจุที่เหมาะสมกว่า

2.3.1.2 ผลิตภัณฑ์อาหารเหลว ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหนียวข้นต่ำซึ่งสามารถไหลตกได้ด้วยตนเองจะบรรจุได้ง่าย ส่วนผลิตภัณฑ์อาหารเหลวที่มีความเข้มข้นสูงจำเป็นจะต้องออกแบบเครื่องจักรบรรจุให้ช่วยอัดหรือดัน ทำให้บรรจุยากกว่า ในการบรรจุขึ้นกับองค์ประกอบอื่น ๆ ของผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นของเหลว เช่น อุณหภูมิในการบรรจุ ความตึงที่ผิวหน้า เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์อาหารบางประเภทจะมีส่วนผสมของอาหารและมวลแขวนลอยต่าง ๆ กัน เช่น ซุปสำเร็จรูปจะมีผักหลายชนิด พร้อมทั้งเนื้ออบแห้งและน้ำซุปผสมอยู่ ซึ่งไม่สามารถจะทำการบรรจุครั้งเดียวด้วยระบบบรรจุเดียวกันที่ทำให้ได้ส่วนผสมมีสัดส่วนเหมาะสมตามต้องการ เนื่องจากว่าอาหารแต่ละอย่างจะแยกกัน ตามความหนาแน่นและขนาด พร้อมทั้งความสามารถในการไหลตกอย่างอิสระ ดังนั้นผลิตภัณฑ์เหล่านี้ จึงต้องทำการแยกบรรจุ สำหรับส่วนผสมของอาหารแต่ละประเภท เช่น การบรรจุถั่วกระป๋อง ต้องทำการบรรจุแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหนึ่งทำการบรรจุเป็นของแข็งและอีกส่วนหนึ่งทำการบรรจุส่วนผสมที่เป็นน้ำ

2.3.2 ชนิดบรรจุภัณฑ์ แบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ตามสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

2.3.2.1 บรรจุภัณฑ์แข็งตัว บรรจุภัณฑ์ประเภทแข็งตัวได้แก่ แก้ว กระป๋องโลหะและพลาสติกแข็งตัว ส่วนมากเป็นพลาสติกฉีด บรรจุภัณฑ์ชนิดนี้มีความแข็งแรงคงรูปได้ดี ลำเลียงบนสายพานได้สะดวก สามารถใช้ได้กับเครื่องบรรจุของเหลวระบบสุญญากาศและระบบที่ใช้ความดันได้และทำการบรรจุได้เร็วกว่า

2.3.2.2 บรรจุภัณฑ์กึ่งแข็งตัว บรรจุภัณฑ์ประเภทกึ่งแข็งตัว เช่น ขวดพลาสติกขึ้นรูปด้วยการเป่า ถาดโฟม ถ้วยไอศกรีม ขึ้นรูปด้วยความร้อนและสุญญากาศ บรรจุภัณฑ์ชนิดนี้มีข้อจำกัด การรับแรงอัดและแรงดันจึงบรรจุแบบสุญญากาศไม่ได้

2.3.2.3 บรรจุภัณฑ์อ่อนนุ่ม บรรจุภัณฑ์ประเภทอ่อนนุ่ม เช่น ซองและถุง ไม่สามารถรักษามิติและรูปทรงได้จึงต้องมีอุปกรณ์ช่วยในระหว่างการบรรจุและมักใช้ระบบการบรรจุแบบกระบอกสูบอัดใส่ในถุงบรรจุภัณฑ์

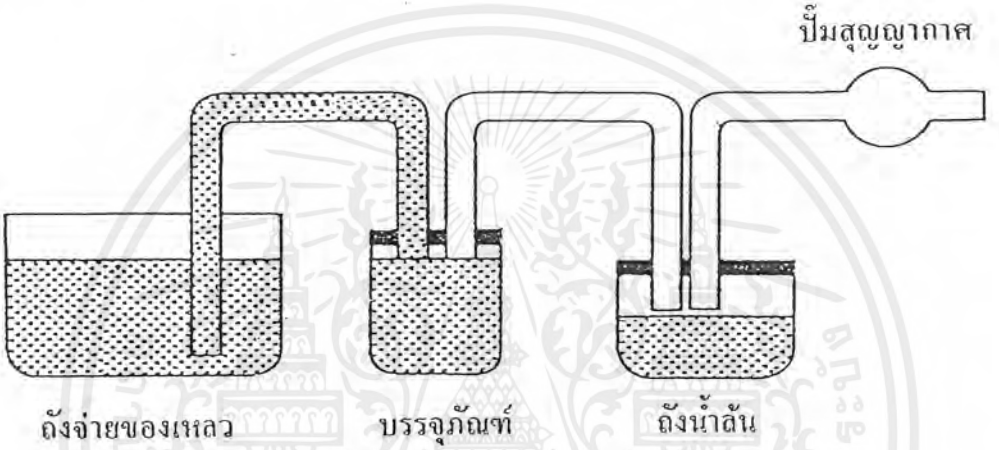
2.4 ระบบการบรรจุผลิตภัณฑ์ของเหลว

การบรรจุเติมของเหลวมีหลายระบบได้แก่ ระบบสุญญากาศ ระบบแรงโน้มถ่วง ระบบความดัน ระบบความดันผสมสุญญากาศและระบบกระบอกสูบ ซึ่งมีการทำงานของระบบต่าง ๆ [ปุ่นและสมพร, 2541] ดังนี้

2.4.1 บรรจุระบบสุญญากาศ(รูปที่1) เมื่อใส่หัวเติมหรือปลายท่อบรรจุและท่อสุญญากาศเข้าแค่ระดับคอของบรรจุภัณฑ์แล้วจะผนึกให้สนิทด้วยวงแหวนแล้วทำการดูดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ซึ่งเป็นผลให้ ความดันในอากาศในถังจ่าย ผลิตภัณฑ์ของเหลวสูงกว่าความดันในบรรจุภัณฑ์ ของเหลวในถังจ่ายจะถูกดันด้วยแรงดันบรรยากาศเข้าไปสู่บรรจุภัณฑ์ เมื่อของเหลวเติมในบรรจุภัณฑ์ถึงระดับปลายท่อ หัวเติมจะดูดของเหลวที่อยู่เหนือระดับปลายท่อไหลออกไปยังถังน้ำล้น ทำให้ของเหลวไม่ขึ้นสูงเกินระดับที่ต้องการบรรจุ ส่วนอากาศในบรรจุภัณฑ์ก็จะถูกดูดผ่านปั๊มสุญญากาศปล่อยทิ้งไป

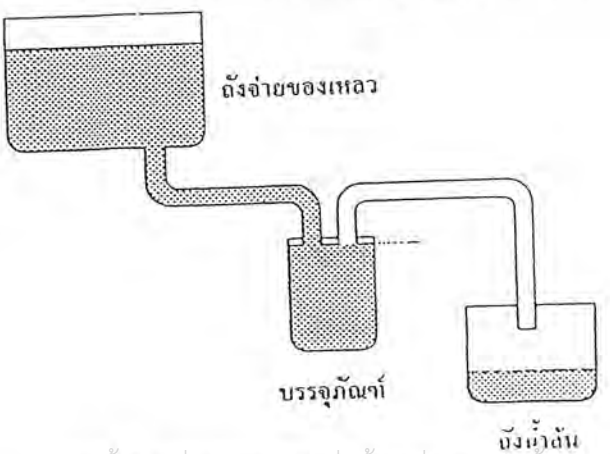
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบรรจุระบบสุญญากาศนี้ใช้สำหรับการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว ที่สามารถไหลได้ด้วยตัวเองลงในบรรจุภัณฑ์ประเภทแข็งตัว ซึ่งจะเป็นวิธีที่รวดเร็ว ยืดหยุ่นและการลงทุนต่ำ อย่างไรก็ตามวิธีนี้จะจำกัดเฉพาะบรรจุภัณฑ์ที่คงรูปแข็งตัวและต้องใช้วิธีการบรรจุแบบระดับคงที่เท่านั้น นอกจากนี้สิ่งที่พึงระวัง คือ บริเวณปากบรรจุภัณฑ์ต้องไม่บิ่นหรือแตก เนื่องจากจะทำให้การดึงสุญญากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ไม่สัมฤทธิ์ผล



รูปที่ 1. การบรรจุระบบสุญญากาศ

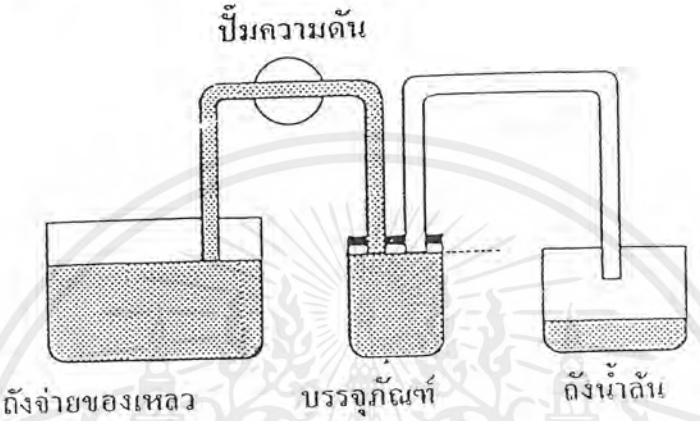
2.4.2 การบรรจุระบบแรงโน้มถ่วง(รูปที่2.) หัวบรรจุเป็นแบบมีสปริงกดและมีห่วงยางด้วย มีขนาดพอเหมาะที่สามารถกดลงบนปากขวดพอดี เมื่อทำการกดหัวยางลงปากท่อด้วยสปริง ก็จะเป็นจังหวะที่ไปเปิดวาล์ว ของเหลวก็จะไหลจากถังจ่ายที่ตั้งอยู่ตอนบนลงในบรรจุภัณฑ์ ระดับที่เติมจะถูกกำหนดด้วยระดับของท่อน้ำล้น การบรรจุเติมของเหลวด้วยระบบแรงโน้มถ่วงนี้จะไม่เกิดปัญหาเรื่องการหยดก่อนและหลังการบรรจุแต่จะทำงานช้ากว่าระบบการบรรจุแบบสุญญากาศ ด้วยเหตุนี้จึงไม่เหมาะกับผลิตภัณฑ์ประเภทของเหลวที่มีความหนืดสูงซึ่งจะไหลช้ามาก



รูปที่ 2. การบรรจุระบบแรงโน้มถ่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

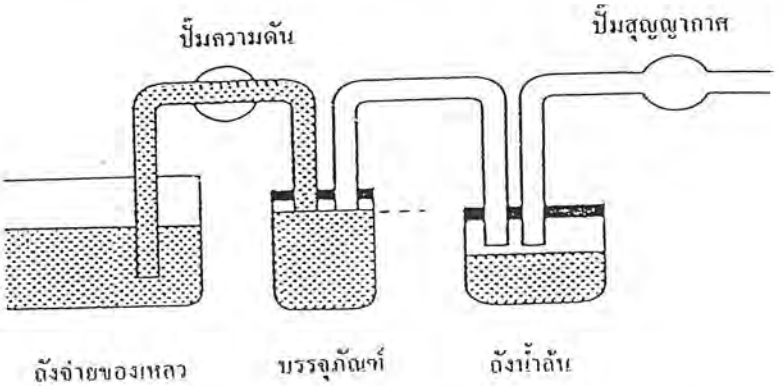
2.4.3 การบรรจุระบบความดัน(รูปที่3.) มีการทำงานคล้ายคลึงกับระบบการบรรจุระบบแรงโน้มถ่วงโดยใช้ปั๊มเป็นตัวส่งแรงให้เคลื่อนผลิตภัณฑ์ วิธีการนี้ทำให้ไม่จำเป็นต้องยกถังเก็บขึ้นสูงและมีผลทำให้การไหลของผลิตภัณฑ์ไปได้เร็วยิ่งขึ้น ระบบการบรรจุใช้ความดันนี้เหมาะที่มีความเหนียวข้น



รูปที่ 3. การบรรจุระบบความดัน

2.4.4 การบรรจุระบบผสมความดันและสุญญากาศ(รูปที่4.) ใช้สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นฟองและมีความเหนียวข้นและส่วนใหญ่ใช้บรรจุในภาชนะบรรจุพลาสติก ความดันจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ไหลไปได้เร็วและสุญญากาศจะช่วยเร่งความเร็วในการบรรจุ ระบบนี้ยังช่วยป้องกันสภาวะการบรรจุเกินโดยการดูดกลับไปยังถังน้ำล้น

ทุกระบบที่กล่าวมาข้างต้นของการบรรจุจำเป็นต้องมีห่วงยางบนปากขวดของภาชนะบรรจุและท่อดูดผลิตภัณฑ์ส่วนเกิน ท่อน้ำล้นนี้สามารถใช้ระบบนิวเมติกควบคุมระดับการเติมระดับของเหลว ระบบนิวเมติกนี้จะทำให้อากาศที่มีความดันต่ำช่วยดันของเหลวไหลผ่านท่อภายในท่อบรรจุ เมื่อถึงระดับความสูงที่ต้องการของเหลวภายในภาชนะบรรจุจะเกิดแรงดันย้อนกลับและทำให้ระบบนิวเมติกหยุดระบบการเติมของเหลว



รูปที่ 4. การบรรจุระบบผสมความดันและสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

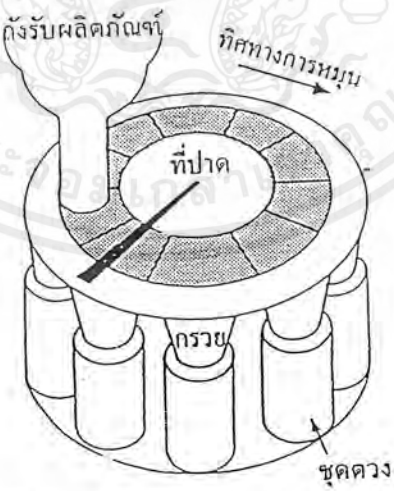
2.4.5 การบรรจุระบบกระบอกลูกสูบ ระบบนี้ประกอบด้วยกระบอกสูบพร้อมด้วยแกนลูกสูบและวาล์ว ผลิตภัณฑ์จะไหลจากถังเก็บเมื่อลูกสูบเลื่อนมาข้างหลังและถูกบังคับให้ไหลลงบรรจุภัณฑ์ เมื่อลูกสูบเลื่อนมาข้างหน้า การบรรจุระบบกระบอกสูบเป็นระบบที่มีการทำงานอย่างง่าย สะดวกต่อการบำรุงรักษา นับเป็นระบบบรรจุที่หน้าสนใจสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่บรรจุผลิตภัณฑ์ที่สามารถไหลได้ง่ายและสะดวกด้วยคุณลักษณะของตัวผลิตภัณฑ์เอง

2.4.6 การบรรจุระบบการตวงวัด โดยใช้ปั๊มวัด(Metering Pumps) ระบบการบรรจุแบบการตวงวัดจะใช้ปั๊มชนิดเคลื่อนที่ได้ไปติดตั้งตรงบริเวณที่ต้องการปั๊มจะทำงานโดยการตั้งจำนวนรอบไว้ล่วงหน้าและหยุดการจ่ายเมื่อครบรอบที่ตั้งไว้แล้ว ระบบการบรรจุแบบปั๊มมักจะใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารเหลวซึ่งไม่มีของแขวนลอยหรือตกตะกอน เช่น น้ำดื่ม ซอส เป็นต้น

2.5 ระบบการบรรจุผลิตภัณฑ์ของแห้ง

ระบบการบรรจุผลิตภัณฑ์ของแห้งโดยทั่วไปมี 4 วิธีหลัก ๆ [ปุ่นและสมพร, 2541] คือ

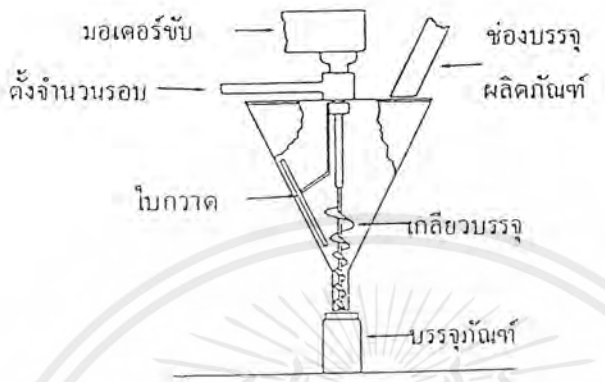
2.5.1 การบรรจุโดยปริมาตรระบบถ้วยตวง(รูปที่5.)และรูปแบบที่ง่ายที่สุดของเครื่องจักรในการบรรจุแบบปริมาตรจะประกอบไปด้วยจานแผ่นเรียบที่มีถ้วยตวงวางตั้ง ซึ่งหมุนไปจนเมื่อบรรจุแต่ละถ้วยเสร็จเรียบร้อยแล้ว เมื่อหมุนมาถึงอีกรอบหนึ่งจะปล่อยผลิตภัณฑ์ออกจากถ้วยตวง วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ลงทุนไม่สูงและมีค่าใช้จ่ายในการดูแลต่ำ



รูปที่ 5. การบรรจุแบบใช้ถ้วยตวงวัด

2.5.2 การบรรจุโดยปริมาตรระบบใช้เกลียว(รูปที่6.) ระบบนี้เป็นรูปแบบหนึ่งของการบรรจุแบบปริมาตรซึ่งเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่ไหลด้วยตัวเองลำบาก ตัวอย่าง เช่นน้ำตาลทรายแดง ซึ่งจำเป็นต้องมีเกลียวในถังเก็บผลิตภัณฑ์ เพื่อช่วยในการจ่ายผลิตภัณฑ์ลงไปในบรรจุภัณฑ์ที่จ่ายจะแปรตามความเร็วในการหมุนของเกลียวและช่องว่างระหว่างแต่ละเกลียวที่นำส่งผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาและวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6. การบรรจุแบบใช้เกลียว

2.5.3 การบรรจุระบบน้ำหนักสุทธิ ระบบนี้มีหน่วยชั่งน้ำหนักเพื่อชั่งน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ก่อนบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ โดยทั่วไปแต่ละสถานีของเครื่องบรรจุระบบชั่งน้ำหนักสุทธิจะมีความเร็วไม่เกิน 20-22 ครั้งต่อนาที

2.5.4 การบรรจุระบบนับจำนวน มีหลายวิธีการ เช่น

- การนับแบบใช้ตาไฟฟ้า เหมาะกับผลิตภัณฑ์ประเภทขนมปัง ขนมขบเคี้ยว หรือสินค้าชิ้นใหญ่

- การนับโดยใช้แผ่นดิสก์ที่เจาะรู(Rotating Perforated Disc) เป็นวิธีการที่ง่ายและไม่แพง จึงเหมาะสมที่จะใช้กับการนับผลิตภัณฑ์จำพวกลูกกวาด

- การนับโดยใช้ราง(Chute) และท่อ(Channel) ซึ่งเป็นวิธีการนับที่นิยมมากที่สุดสำหรับลูกอมแบบแข็งซึ่งมีขนาดคงที่ ผลิตภัณฑ์จะเดินทางผ่านช่องรางซึ่งมีการตวง วัด จำนวนที่ถูกต้องจากระยะทางที่ลูกอมเรียงตามช่องรางก่อนบรรจุในบรรจุภัณฑ์

การบรรจุทั้งระบบของเหลวและระบบแบบแห้งดังที่กล่าวมาแล้ว สามารถนำมาใช้กับบรรจุภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ กันได้ เช่น กระป๋องขวดแก้ว ขวดพลาสติกและซอง เป็นต้น ความสลับซับซ้อนของเครื่องบรรจุแปรผันตามความเร็วที่ต้องการใช้ในการบรรจุและรูปทรงของภาชนะบรรจุ เช่น รูปทรงกลม ทรงเหลี่ยมหรือเป็นแบบซอง

2.6 เครื่องจักรบรรจุภัณฑ์แบบเครื่องบรรจุเติม [ปุ่นและสมพร, 2541]

เครื่องบรรจุประเภทนี้แบ่งได้เป็น 2 ประเภทตามแนวการเคลื่อนที่ของบรรจุภัณฑ์ คือ เครื่องบรรจุแบบเส้นตรงและแบบโรตารี่ดังแสดงในรูปที่ 7.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป7ก. เครื่องบรรจุแบบเส้นตรง

รูปที่ 7ข. เครื่องบรรจุแบบโรตารี่

รูปที่ 7. เครื่องบรรจุแบบเส้นตรงและแบบโรตารี่

2.6.1 เครื่องบรรจุแบบเส้นตรง(รูปที่7ก.) ตัวบรรจุจะเรียงเข้าสู่หัวบรรจุเป็นแนวเส้นตรง เครื่องบรรจุประเภทนี้สะดวกในการเปลี่ยนขนาดและเพิ่มหัวบรรจุเมื่อมีความต้องการเพิ่มความเร็วในการบรรจุ

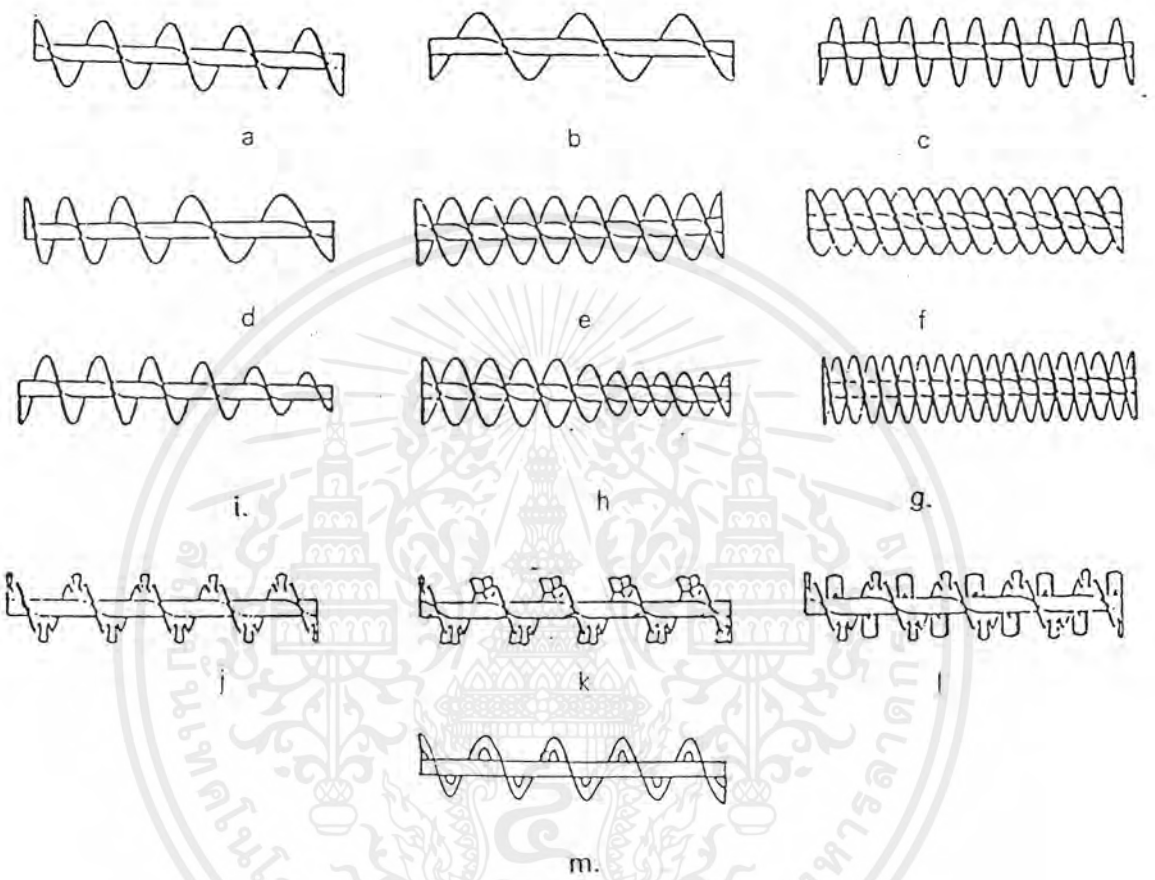
2.6.2 เครื่องบรรจุแบบโรตารี่(รูปที่7ข.) เป็นเครื่องที่ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและใหญ่ที่มีการบรรจุโดยใช้บรรจุภัณฑ์ขนาดเดียวกันตลอด โดยไม่ค่อยเปลี่ยนขนาดเนื่องจากต้องเสียเวลาในการเปลี่ยนจานป้อนเข้าและออกพร้อมทั้งเปลี่ยนหัวบรรจุ

2.7 ลักษณะเกลียวลำเลียงที่ใช้ในการขนถ่ายวัสดุปริมาณมวล [ปานมนัส, 2540]

เกลียวลำเลียงเป็นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุปริมาณมวลที่มีความคล่องตัวในการเคลื่อนไหลดี เช่น เมล็ดธัญญาพืชต่าง ๆ เม็ดอาหารสัตว์ สารเคมีที่เป็นปริมาณมวลต่าง ๆ ขี้เลื่อย ผงถ่านหิน เป็นต้น ในกรณีที่วัสดุมีความคล่องตัวในการเคลื่อนไหลปานกลางหรือมีความหนืด เช่น แป้งโดห์ น้ำตาลดิบเป็นต้น ก็สามารถประยุกต์ใช้ได้ โดยใช้ใบเกลียวแบบต่าง ๆ นอกจากใช้เป็นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแล้วยังใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนวัสดุได้ด้วย โดยออกแบบให้สามารถปรับความเร็วรอบในการหมุนทำให้สามารถป้อนวัสดุไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้ตามความต้องการ

ลักษณะของใบเกลียวมีหลายแบบเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานดังรูปที่ 8.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8. รูปใบเกลียวแบบต่าง ๆ

รูป a. เป็นใบเกลียวระยะพิตช์มาตรฐาน(Standard Pitch) ซึ่งมีระยะพิตช์เท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของใบเกลียวใช้ลำเลียงวัสดุในแนวราบ

รูป b. เป็นใบเกลียวแบบพิตช์ยาว(Long Pitch) ใช้เมื่อต้องการปริมาณการขนถ่ายสูง วัสดุเคลื่อนไหลได้สะดวก

รูป c. เป็นใบเกลียวแบบพิตช์สั้น(Short Pitch) ใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนหรือกรณีที่ต้องการลำเลียงวัสดุช้า ๆ เพื่อให้ความร้อนและความเย็นทำให้แห้ง หรือปรุงเป็นอาหาร

รูป d. เป็นใบเกลียวแบบระยะพิตช์ต่าง ๆ (Variable Pitch) ใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนพิเศษ

รูป e. เป็นใบเกลียวคู่แบบระยะพิตช์มาตรฐาน(Double Flight Standard Pitch) ใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนและปริมาณการขนถ่ายสูงขึ้นและการเคลื่อนไหลของวัสดุและอัตราการป้อนสม่ำเสมอขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป f. เป็นใบเกลียวสามใบแบบระยะพิตช์มาตรฐาน(Triple Flight Standard Pitch) ใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนวัสดุที่เคลื่อนไหลอิสระ

รูป g. เป็นใบเกลียวคู่แบบระยะพิตช์สั้น(Double Flight Short Pitch) ใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนที่มีอัตราการป้อนสม่ำเสมออย่างช้า ๆ และป้องกันวัสดุที่เคลื่อนไหลอิสระเอ่อล้น(flashing)ใต้ถังบรรจุ

รูป h. เป็นใบเกลียวคู่แบบเรียว(Tapered double Flight) ใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนพิเศษ

รูป i. เป็นใบเกลียวมาตรฐาน(Tapered Standard Flight) นิยมใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนพิเศษ

รูป j. เป็นใบเกลียวตัด(Cut Flight) ใช้ผสมหรือทำให้วัสดุเคลื่อนไหลช้า ๆ

รูป k. เป็นใบเกลียวตัดพับ(Cut and Folded Flight) ใช้สำหรับการผสมและทำให้วัสดุมีการเคลื่อนไหลช้าเช่นกัน

รูป l. เป็นใบเกลียวตัดติดใบพาย(Cut fight with paddles) ใช้สำหรับผสมและทำให้วัสดุไหลช้า

รูป m. เป็นใบเกลียวริ้ว(Ribbon flight) ใช้กับวัสดุที่หนืด เคลื่อนไหลได้ไม่สะดวก

2.8 สายพาน [วริทธิ์และชาญ, 2536]

สายพานหรือโซ่ เป็นชิ้นส่วนที่ใช้ในการถ่ายทอดกำลังจากส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่งที่มีระยะห่างจากกันมากได้ ชิ้นส่วนเหล่านี้สามารถปรับแต่งได้ ช่วยดูดซึมการกระแทกและสั่นสะเทือนได้ ขึ้นอยู่กับแบบของสายพานที่ใช้ จึงจะทำให้การใช้งานมีประสิทธิภาพสูงที่สุด สายพานมีลักษณะพิเศษดังนี้

2.8.1 ใช้กับระยะทางระหว่างจุดศูนย์กลางของเพลาที่ห่างกันมากได้ จึงทำให้อัตราส่วนความเร็วเชิงมุมระหว่างเพลาไม่คงที่หรือไม่เท่ากับอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางของมูเล่

2.8.2 สายพานแบน(flat belts) อาจใช้แทนได้เหมือนคลัตช์โดยปรับสายพานจากหลวมเป็นตึง

2.8.3 เมื่อใช้สายพานในการถ่ายทอดกำลัง ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของเพลาควรจะปรับได้บ้าง

2.8.4 การเปลี่ยนอัตราส่วนความเร็วระหว่างเพลาที่ประหยัด ควรจะใช้มู่เล่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางหลายขนาดในตัวเดียว(step pulleys)

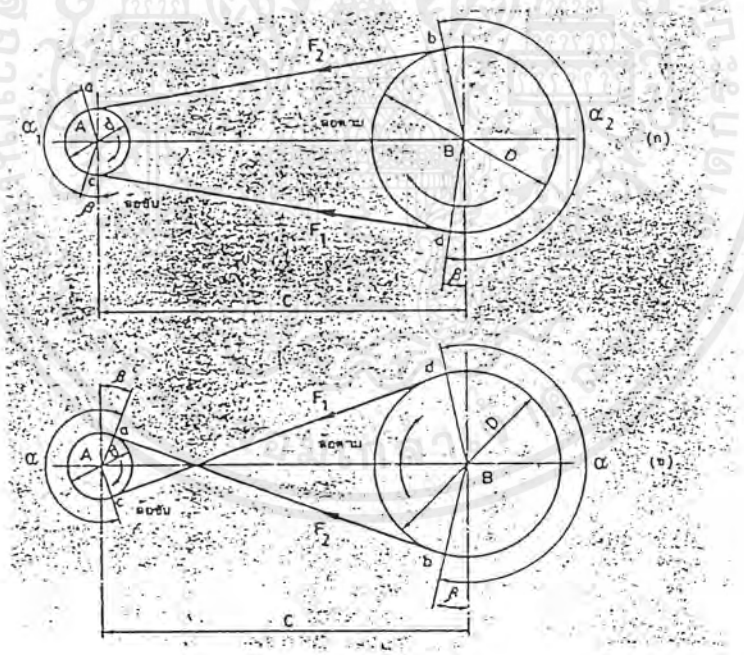
สายพานแบนโดยปกติทำจากหนัง(Oak-tanned leather), ผ้า(fabric)พวกผ้าฝ้าย(cotton) หรือสิ่งทอจากใยสังเคราะห์(rayon)ซึ่งหุ้มด้วยยางอีก ที่นิยมใช้สายพานแบบนี้มากเมื่อระยะระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดศูนย์กลางห่างกันค่อนข้างมาก สายพานแบนมีสมรรถภาพดีที่ความเร็วสูงถ่ายกำลังได้มาก ยืดหยุ่นดีมาก ไม่จำเป็นต้องใช้กับมู่เล่ขนาดใหญ่

2.9 การขับด้วยสายพานแบน

สายพานแบนมักทำด้วยผ้าชุบหรือหุ้มด้วยยาง(rubberized fabric), พลาสติก(plastic) หรือยางสวมด้วยลวดและสายพานหนัง สายพานหนังใช้ถ่ายทอดกำลังได้สูงที่ความเร็วพอประมาณ มีอายุการใช้งานนาน แต่นานเข้าอาจยืดหรือหดและมีราคาแพง ส่วนพวกเสริมด้วยพลาสติก (reinforced plastic) หรือยาง(rubber) ใช้ถ่ายทอดกำลังได้สูงถึง 3 kW แต่ความกว้างของสายพานหนึ่งมิลลิเมตรที่ความเร็วสายพาน 200 m/s ตัวประกอบอื่น ๆ ที่มีผลในการเลือกใช้วัสดุสายพาน คือ อายุการใช้งาน ขนาดของมู่เล่ที่ใช้และราคาของสายพาน



รูปที่ 9. การขับสายพานด้วย ก.) สายพานเปิด(open belts) ข.) สายพานปิด(crossed belts)

รูปที่ 9. แสดงการใช้ขับสายพานแบบ สายพานเปิด(open belts) สายพานปิด(crossed belts) มุมสัมผัส θ และความยาวของเส้นสายพาน L ของแต่ละแบบ เมื่อติดตั้ง open-belt ในแนวนอนเพลาตัวขับควรหมุนในทิศทางที่ทำให้ด้านหย่อนของสายพานอยู่บน ซึ่งทำให้มุมสัมผัสของสายพานกับมู่เล่ทั้งสองใหญ่กว่า ถ้าติดตั้งในแนวตั้งหรือระยะระหว่างจุดศูนย์กลางเพลาสั้น มุมสัมผัสอาจจะทำให้ใหญ่ขึ้นได้ โดยใช้มู่เล่ปรับความตึง(idler tension pulley)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การทดลองเบื้องต้นและการออกแบบ

3.1 การศึกษาลักษณะและสมบัติของเนื้อเฉาก๊วยเบื้องต้น

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาลักษณะและสมบัติของเนื้อเฉาก๊วยที่จะทำการป้อนนั้น พบว่าเนื้อเฉาก๊วยมีขนาดโดยเฉลี่ย คือ 2/8 x 2/8 x 2/8 นิ้ว^3 นิ่มและแฉะ ลื่นไหลได้ดี ฉีกขาดและเสียรูปร่างได้ เมื่อเกิดการขัดสีอย่างรุนแรง

3.2 การทดลองเบื้องต้นเพื่อหาชนิดของอุปกรณ์ป้อน

การทดลองป้อนเนื้อเฉาก๊วยลงกระป๋อง โดยใช้อุปกรณ์ป้อน คือ การป้อนโดยใช้แรงโน้มถ่วง การป้อนโดยใช้ใบพัดและการป้อนโดยใช้เกลียวลำเลียง ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองแสดงในตารางที่ 2.

ตารางที่ 2. แสดงผลการทดลองเบื้องต้นในการป้อนเนื้อเฉาก๊วยโดยใช้อุปกรณ์ป้อนต่าง ๆ

อุปกรณ์ลำเลียง	วิธีการ	ผลการทดลอง	ลักษณะเนื้อหลังการทดลอง
แรงโน้มถ่วง	ใส่เนื้อเฉาก๊วยลงในภาชนะที่มีขนาดเท่ากับความกว้างของปากกระป๋องน้ำผลไม้โดยไม่มีการอัดให้แน่น แล้วคว่ำภาชนะลงบนปากกระป๋อง	เนื้อเฉาก๊วยสามารถตกได้แต่ต้องมีน้ำผสมอยู่ด้วยจึงตกลงในกระป๋องอย่างสม่ำเสมอ	ลักษณะเนื้อสัมผัสและรูปร่างไม่เปลี่ยนแปลง
ใบพัด	บรรจุเฉาก๊วยลงถังบรรจุซึ่งใช้ใบพัดเป็นตัวป้อนโดยมีกระป๋องที่ต้องการป้อนอยู่ด้านล่างถังบรรจุ	สามารถป้อนได้แต่ปริมาณการป้อนไม่สม่ำเสมอในบางช่วง	ลักษณะเนื้อสัมผัสและรูปร่างไม่เปลี่ยนแปลง
เกลียวลำเลียง	บรรจุเฉาก๊วยลงในถังบรรจุซึ่งใช้เกลียวลำเลียงเป็นตัวป้อนโดยมีกระป๋องน้ำผลไม้ที่ต้องการป้อนอยู่บริเวณปากทางออกของเกลียวลำเลียง	สามารถป้อนได้ในปริมาณที่สม่ำเสมอและสามารถควบคุมอัตราการป้อนจากความเร็วรอบการหมุนของเกลียวลำเลียงได้	ลักษณะเนื้อสัมผัสและรูปร่างไม่เปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

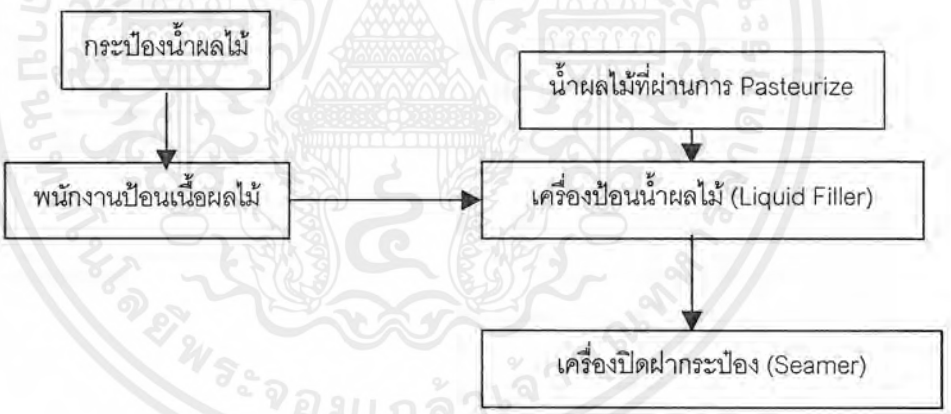
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การทดลองเบื้องต้นทั้ง 3 วิธีพบว่า เกลียวลำเลียงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด สามารถควบคุมอัตราการป้อนจากความเร็วรอบในการหมุนของเกลียวลำเลียงรวมทั้งได้ปริมาณการป้อนที่สม่ำเสมอ ซึ่งเป็นข้อมูลในการเลือกลักษณะใบเกลียว พบว่าใบเกลียวแบบพิตช์สั้นสามารถลำเลียงวัสดุได้ดีในกรณีที่ต้องการลำเลียงอย่างช้า ๆ ดังนั้นจึงเลือกใช้ใบเกลียวแบบพิตช์สั้นในการออกแบบสร้างเครื่องป้อนเนื้อผลไม้

3.3 ข้อมูลเบื้องต้นของการผลิตน้ำผลไม้กระป๋อง

ข้อมูลการผลิตน้ำผลไม้กระป๋องนี้ได้จากโรงงาน นูบูน จำกัด ซึ่งเป็นผู้ผลิตน้ำผลไม้ภายใต้ยี่ห้อ ฟรีซ(FREEZE) โดยมีรายละเอียดดังนี้

วิธีการป้อนเนื้อผลไม้ลงกระป๋องโดยทั่วไป จะป้อนก่อนที่กระป๋องจะเข้าสู่เครื่องป้อนน้ำผลไม้ ดังแผนภาพแสดงกระบวนการบรรจุน้ำผลไม้กระป๋องผสมเนื้อผลไม้ในโรงงานอุตสาหกรรม



- ระบบสายพานการผลิตตามปกติของโรงงานผลิตน้ำผลไม้กระป๋อง ความเร็วสายพานการผลิต 320 กระป๋องต่อนาทีหรือต่ำกว่า
- ปริมาณเนื้อที่ป้อนลงในกระป๋องประมาณ 0.73 ตารางนิ้ว
- เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกปากกระป๋อง 2 1/8 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลางภายในปากกระป๋อง 2 นิ้ว กระป๋องสูง 5 1/4 นิ้ว
- พนักงานที่ใช้ในการป้อนเนื้อเฉาก๊วยแต่ละการผลิต 4 คน

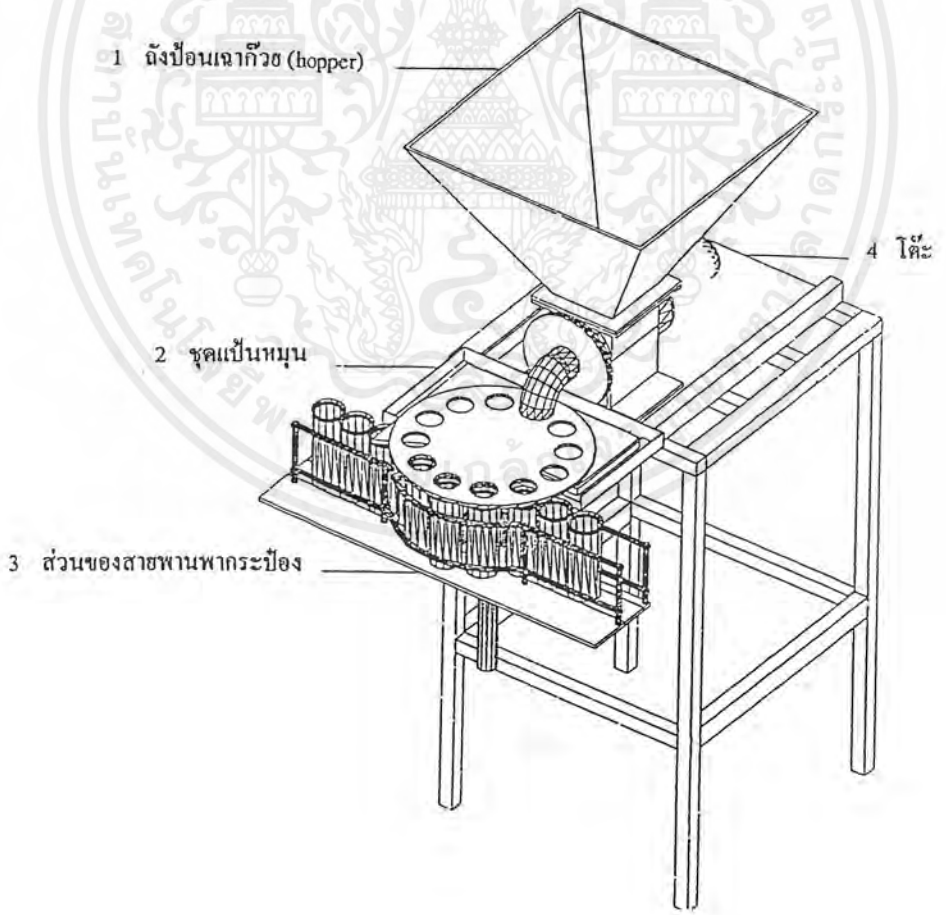
3.4 การออกแบบเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย

ในการออกแบบเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยนี้ได้อาศัยข้อมูลจากที่กล่าวข้างต้น มาใช้ประกอบในการออกแบบ โดยเครื่องที่ออกแบบมีส่วนประกอบดังนี้ (ดูรูปที่ 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36726

1. ถังป้อนเฉาก๊วย(hopper) ภายในถังป้อนมีเกลียวลำเลียงแบบพิตส์สั้น ขับกำลังโดยใช้มอเตอร์ในการลำเลียงเนื้อเฉาก๊วยมายังปากทางออก เพื่อป้อนเข้ายังแป้นหมุนต่อไป
2. ชุดแป้นหมุน มีขนาดหลุมเป็นตัวกำหนดปริมาณเฉาก๊วยที่ต้องการบรรจุลงกระป๋อง โดย 1 รอบของการหมุนสามารถบรรจุเนื้อเฉาก๊วยได้จำนวน 12 กระป๋องและใต้แป้นหมุนจะมีครีบพากระป๋องเป็นตัวบังคับให้กระป๋องมีตำแหน่งตรงกับหลุมจ่าย ซึ่งชุดแป้นหมุนนี้จะใช้มอเตอร์เป็นตัวส่งกำลัง
3. ส่วนของสายพานพากระป๋อง ใช้สายพานความกว้าง 1 1/2 นิ้ว เป็นตัวลำเลียงกระป๋องเข้าสู่แป้นหมุน โดยใช้มอเตอร์เป็นตัวส่งกำลัง
4. โต๊ะ

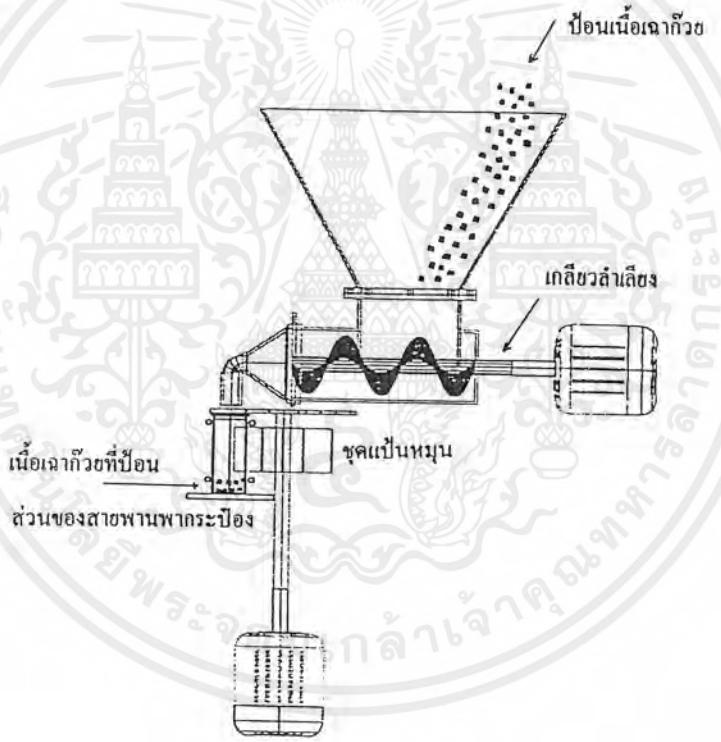


รูปที่ 10. ภาพแสดงการออกแบบเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 หลักการทำงานของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย

เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยมีหลักการทำงานแสดงในรูปที่ 11. คือ เนื้อเฉาก๊วยในถังป้อนถูกเกลียวลำเลียงทำการลำเลียงมายังปากทางออกและป้อนลงสู่แป้นหมุน ในเวลาเดียวกันสายพานจะลำเลียงกระป๋องเข้าสู่ครีบพากระป๋องซึ่งเป็นตัวบังคับให้กระป๋องมีตำแหน่งตรงกับหลุมของแป้นหมุน เมื่อหลุมแป้นหมุนซึ่งได้รับการป้อนเนื้อเฉาก๊วยแล้วมีตำแหน่งตรงกับปากกระป๋องที่ลำเลียงเข้ามาโดยครีบพากระป๋อง เนื้อเฉาก๊วยในหลุมแป้นหมุนก็จะตกลงกระป๋องพอดีและกระป๋องที่ได้รับการป้อนเนื้อเฉาก๊วยแล้วก็ถูกลำเลียงออกจากครีบพากระป๋องไปยังสายพานพากระป๋อง เพื่อเข้าสู่กระบวนการต่อไป



รูปที่ 11. ภาพแสดงหลักการทำงานของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย

3.6 การคำนวณออกแบบเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย

ส่วนสำคัญในการออกแบบ คือ การป้อนเนื้อเฉาก๊วยผ่านเกลียวลำเลียงในปริมาณที่กำหนด แล้วผ่านมายังแป้นหมุน เพื่อป้อนต่อลงกระป๋องในกระบวนการผลิตที่กำหนด ดังนั้นขั้นตอนในการออกแบบจึงเรียงลำดับดังนี้

1. กำหนดอัตราการผลิตที่ 320 กระป๋อง/ชั่วโมง
2. กำหนดแป้นหมุนมีช่องป้อน 12 ช่อง

ดังนั้น แป้นหมุน 1 รอบ สามารถป้อนเนื้อเฉาก๊วยลงกระป๋องได้ 12 กระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คำนวณหาอัตราการป้อนเนื้อของเกลียวลำเลียง ขนาดใบเกลียว ความยาวสมมูลของเกลียวป้อน ความเร็วรอบใช้งานและกำลังขับเกลียวลำเลียงในแนวราบ ตามลำดับ

3.6.1 การคำนวณอัตราการป้อนเนื้อของเกลียวลำเลียงลงกระป๋อง

- คำนวณที่ความเร็วสายพานการผลิตมีอัตราเร็ว 320 กระป๋อง/นาที
แป้นหมุนทำการหมุน 1 รอบจะป้อนเนื้อผลไม้ได้ 12 กระป๋อง

ดังนั้น แป้นหมุน ต้องหมุนด้วยความเร็ว 320/12 = 26.67 รอบ/นาที

- เวลาที่ใช้ต่อ การหมุน 1 รอบ 60/26.67 = 2.25 วินาที

- คิดเวลาที่ป้อนต่อ 1 กระป๋อง 2.25/12 = 0.2 วินาที

- คิดเวลาที่เสียไปจากพื้นที่ส่วนปิดระหว่างกระป๋อง 10%

ดังนั้น เวลาที่ใช้ต่อกระป๋อง 0.2 x (1-0.10) = 0.18 วินาที

โดย 0.18 วินาที เป็นเวลาตั้งแต่หัวจ่ายเริ่มจ่ายเนื้อลงกระป๋องถึงเวลาที่กระป๋องผ่านหัวจ่ายพอดี

- ปริมาณเนื้อที่ต้องจ่ายต่อ 1 กระป๋อง คือ 0.77 นิ้ว^3

นั่นคือ ในเวลา 0.18 วินาที เกลียวลำเลียง ต้องป้อนเนื้อได้ = 0.77 นิ้ว^3

ดังนั้น ในเวลา 1 ชั่วโมง เกลียวลำเลียง ต้องป้อนเนื้อได้ = 60x60x0.77/0.18 นิ้ว^3/ชั่วโมง

= 15,400 นิ้ว^3/ชั่วโมง

∴ อัตราการป้อนเนื้อของเกลียวลำเลียง = 8.91 ฟุต^3/ชั่วโมง

3.6.2 การคำนวณหาขนาดใบเกลียวเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องป้อน

3.6.2.1 คำนวณหาขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางใบเกลียว[ปานมนัส, 2540]

D > (เลือกค่าระหว่าง 10 ถึง 12) a_{av} (วัสดุคัดขนาดแล้ว)

D > (เลือกค่าระหว่าง 4 ถึง 6) a_{max} (วัสดุที่ยังไม่ได้คัดขนาด)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของใบเกลียวที่แนะนำให้ใช้

a_{av} = ขนาดเฉลี่ยของวัสดุคัดขนาดแล้ว

a_{max} = ขนาดสูงสุดของวัสดุที่ยังไม่ได้คัดขนาด

แทนค่าในสมการวัสดุที่ยังไม่ได้คัดขนาด โดยใช้ขนาดสูงสุดของเนื้อเฉาก๊วยที่ยังไม่ได้คัดขนาด (a_{max}) มีค่าเท่ากับ 2/8 นิ้ว ดังนั้นเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใช้ คือ

D > (เลือกค่าระหว่าง 4 ถึง 6) x 3/8 นิ้ว.

> (เลือกค่าระหว่าง 1.5 ถึง 2.25) นิ้ว.

ดังนั้น จาก ภาคผนวก ก2. ได้ขนาดเกลียวเล็กสุดที่ใช้ในการขนถ่าย คือ 4 นิ้ว.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2.2 คำนวณปริมาณขนถ่ายของเกลียวเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ที่สามารถป้อนได้จากสมการ

ปริมาณการขนถ่าย = ประสิทธิภาพการป้อน x อัตราการขนถ่ายที่ความเร็วรอบสูงสุด x factor e

จาก ภาคผนวก ก5. อัตราการขนถ่ายที่ความเร็วรอบสูงสุดได้ 57 ฟุต^3/ชั่วโมง แต่เนื่องจากการออกแบบเป็นเกลียวป้อนแบบพิตช์สั้น ซึ่งปริมาณการขนถ่ายจะลดลงเป็นครึ่งหนึ่ง

ดังนั้น อัตราการขนถ่ายที่ความเร็วรอบสูงสุดของเกลียวพิตช์สั้น = 28.5 ฟุต^3/ชั่วโมง

factor e = 1 จาก ภาคผนวก ก4. (เกลียวลำเลียงแบบเต็มใบ)

ประสิทธิภาพการป้อน = 85 %

$\therefore$ ปริมาณการขนถ่ายสูงสุด = 0.85 x 28.5 x 1 ฟุต^3/ชั่วโมง

= 24.224 ฟุต^3/ชั่วโมง

ดังนั้น แสดงว่าปริมาณการขนถ่ายของเกลียวเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว นั้นสามารถรองรับอัตราการขนถ่าย 8.91 ฟุต^3/ชั่วโมง ได้ตามต้องการ

ดังนั้น เลือกใช้เกลียวลำเลียงเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้วและจากภาคผนวก ก5. เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว 4 นิ้ว จะได้ความหนาคับปลิง 1 นิ้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลาด้านใน 1 1/4 นิ้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 1 5/8 นิ้ว ความหนาใบเกลียวติดท่อ 1/8 นิ้ว ความหนาใบเกลียวขอบนอก 1/16 นิ้ว

3.6.3 คำนวณขนาดความยาวสมมูลของเกลียวป้อนระยะพิตช์สั้น

L_f = B + D

เมื่อ B = ความยาวของช่องวัสดุเข้า

D = เส้นผ่าศูนย์กลางใบเกลียว

ดังนั้น L_f = 7 + 4 นิ้ว

= 11 นิ้ว

$\therefore$ ความยาวของเกลียวลำเลียงที่ใช้ คือ 11 นิ้ว

3.6.4 คำนวณหาความเร็วรอบใช้งาน

จาก ภาคผนวก ก5. อัตราการป้อนของเกลียวลำเลียงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ระยะพิตช์สั้น ที่ความเร็วรอบสูงสุด 130 รอบ/นาที คือ 28.5 ฟุต^3/ชั่วโมง

$\therefore$ ความเร็วรอบใช้งาน = $\frac{8.91 \times 130}{28.5}$ = 40.64 รอบ/นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.5 คำนวณหากำลังขับเกลียวลำเลียงในแนวราบ

$HP_{total} = (HP_f + HP_m)F_o/e_d$

คำนวณกำลังขับเกลียวลำเลียงตัวเปล่า (HP_f)

$HP_f = LNF_dF_b/10^6$

แฟคเตอร์เส้นผ่านศูนกลาง(F_d) = 18 จาก ภาคผนวก ก7. (เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว)

ความยาวเกลียวลำเลียง(L) = 11/12 ฟุต

แฟคเตอร์แรงเสียดทานแบริ่งแขวน(F_b) = 1.0 จาก ภาคผนวก ก8. (ใบเกลียวมาตรฐาน)

ดังนั้น $HP_f = \frac{11 \times 11.27 \times 18 \times 1}{12 \times 10^6} = 1.86 \times 10^6$ แรงม้า

คำนวณค่ากำลังขับพาวัสดุให้เคลื่อนที่ไป(HP_m)

$HP_m = CL\rho F_fF_mF_p/10^6$

ปริมาณการขนถ่ายวัสดุ(C) = 2.47 ฟุต^3/ชั่วโมง

ความหนาแน่นวัสดุ(ρ) = 22.5 ปอนด์/ฟุต^3 จาก ภาคผนวก ก1.

แฟคเตอร์ใบเกลียว(F_f) = 1.0 จาก ภาคผนวก ก9. (ใบเกลียวมาตรฐาน)

สัมประสิทธิกำลังม้าตามวัสดุ(F_m) = 0.4 จาก ภาคผนวก ก3.

แฟคเตอร์พายกวน(F_p) = 1.0 จาก ภาคผนวก ก10. (ไม่มี)

ดังนั้น $HP_m = \frac{2.47 \times 11 \times 22.5 \times 1 \times 0.4 \times 1}{12 \times 10^6} = 0.21 \times 10^{-4}$ แรงม้า

คำนวณค่ากำลังขับเกลียวรวมในแนวราบ(HP_{total})

$(HP_f + HP_m) = (1.86 + 0.21) \times 10^{-4} = 2.07 \times 10^{-4}$ แรงม้า

แฟคเตอร์แก้ไขเมื่อภาระเกิน(F_O) = 7.18 จากภาคผนวก ก. (รูป ก. ที่ 2.07×10^{-4} แรงม้า)

ประสิทธิภาพการส่งกำลัง(e_d) = 0.85 คิดประสิทธิภาพการส่งกำลัง ที่ 85%

$\therefore HP_{total} = (2.07 \times 10^{-4}) \times 7.18 / 0.85 = 0.0018$ แรงม้า

เนื่องจาก กำลังมอเตอร์ขับที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยมาก ดังนั้น จึงเลือกใช้มอเตอร์ 1/4 แรงม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ต้นทุนในการสร้าง

รายละเอียดค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3. ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย

อุปกรณ์	จำนวน	ราคา(บาท)
ข้องอสแตนเลส	1 ตัว	95
สแตนเลสแผ่น	1 แผ่น	500
ท่อสแตนเลส	1 ชุด	1200
เพลาสแตนเลส 1 นิ้ว	2 เมตร	500
เพลาเหล็ก 1 นิ้ว	1/2 เมตร	54
เพลาเส้น 1/4 นิ้ว	4 เส้น	240
สายพานลำเลียงแบน กว้าง 3 นิ้ว	6 เมตร	600
เขี้ยวสายพาน	1 คู่	25
มูเล่สายพานแบน	3 ตัว	450
มูเล่มอเตอร์	3 ตัว	150
ลูกปืน UCP ขนาดเพลา 6 หุน	8 ตลับ	800
พลาสติกใส หนา 15 มิลลิเมตร	1 แผ่น	520
พลาสติกใส หนา 3 มิลลิเมตร	1 แผ่น	50
สายยาง	4 เมตร	24
ปะเก็นยาง	2 แผ่น	40
สายพาน	3 เส้น	75
ปลั๊กเสียบ 3 ขา	3 อัน	165
สายไฟ VCT 3x1.5	7 เมตร	105
ลูกแตะสายพาน	2 ตัว	260
น็อตสแตนเลส	18 ตัว	90
น็อตเหล็ก	23 ตัว	69
เหล็กกล่อง	5 เมตร	500
มอเตอร์ 1/4 แรงม้า	3 ตัว	4200
รวมค่าอุปกรณ์		10,712
ค่าแรงในการสร้าง		10,712
<u>รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด</u>		21,424

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 สรุปการออกแบบชุดเกลียวลำเลียง

- เกลียวลำเลียงมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว
- ความยาวเกลียว 11 นิ้ว
- ความเร็วรอบ 11.27 รอบ/นาที
- ความหนาครับปลิง 1 นิ้ว
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลาด้านใน 1 1/4 นิ้ว
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 1 5/8 นิ้ว
- ความหนาใบเกลียวติดท่อ1/8 นิ้ว
- ความหนาใบเกลียวขอบนอก1/16นิ้ว
- กำลังมอเตอร์ขับที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยมาก ดังนั้น จึงเลือกใช้มอเตอร์ 1/4 แรงม้า

3.9 ความสัมพันธ์ระหว่างสายพานลำเลียงและสายพานขับครีบพากระป๋อง

ต้องการให้ความเร็วของสายพานลำเลียงและสายพานขับครีบพากระป๋องมีความเร็วเท่ากันเพื่อให้ความเร็วของกระป๋องสัมพันธ์กับครีบพากระป๋อง ดังนั้น

จากสมการความเร็วของสายพานขับครีบพากระป๋องเท่ากับความเร็วของสายพานลำเลียง

$$V_{ครีบ} = V_{สายพาน}$$

$$(\omega R)_{ครีบ} = (\omega R)_{สายพาน}$$

$$\pi N_{ครีบ} D_{ครีบ} = \pi N_{สายพาน} D_{สายพาน}$$

แทนค่า เส้นผ่านศูนย์กลางมู่เล่สายพาน($D_{สายพาน}$) = 5 นิ้ว

เส้นผ่านศูนย์กลางครีบ($D_{ครีบ}$) = 8.2 นิ้ว

$$N_{ครีบ} = \frac{N_{สายพาน} D_{สายพาน}}{D_{ครีบ}}$$

$$N_{ครีบ} = \frac{5 N_{สายพาน}}{8.2}$$

จากสมการอัตรากำลังทดของสายพาน(m_w)

$$m_w = \frac{D_{มู่เล่ขับมอเตอร์}}{D_{มู่เล่ขับครีบ}} = \frac{N_{ครีบ}}{N_{สายพาน}}$$

แทนค่า เส้นผ่านศูนย์กลางมู่เล่ขับมอเตอร์($D_{มู่เล่ขับครีบ}$) = 3นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$m_w = \frac{N_{ครีบ}}{N_{สายพาน}} = \frac{5}{8.2} \quad \text{——————} \quad (1)$$

$$m_w = \frac{D_{มู่เล่ขับมอเตอร์}}{D_{มู่เล่ขับครีบ}} = \frac{3}{D_{มู่เล่ขับครีบ}} \quad \text{——————} \quad (2)$$

นำสมการที่ (1) = (2)

$$\frac{5}{8.2} = \frac{3}{D_{มู่เล่ขับครีบ}}$$

$$D_{มู่เล่ขับครีบ} = 4.92 \text{ นิ้ว}$$

ดังนั้น เส้นผ่านศูนย์กลางมู่เล่ของส่วนขับครีบพากระป๋องควรมีขนาดเท่ากับ 4.92 นิ้ว

แต่เนื่องจากมู่เล่ในส่วนที่ใช้ขับสายพานลำเลียงต้องการแรงที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากแรงเสียดทานจากสายพานและแรงเสียดทานที่น้ำกระทำกับสายพานในขณะที่สายพานเปียกน้ำ เราจึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มกำลังของมู่เล่ขับสายพานลำเลียงซึ่งทำให้ความเร็วของมู่เล่ขับสายพานลำเลียงเพิ่มขึ้นด้วย ในขณะที่เราต้องการคงความเร็วของมู่เล่ขับครีบพากระป๋องเท่าเดิม ดังนั้นเราจึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มเส้นผ่านศูนย์กลางมู่เล่ของส่วนขับครีบกระป๋องเพื่อทดความเร็วให้เท่าเดิมในขณะที่ความเร็วของมู่เล่ขับสายพานลำเลียงเปลี่ยนไป ดังนั้นเส้นผ่านศูนย์กลางมู่เล่ของส่วนขับครีบพากระป๋องที่ใช้จึงมีขนาดเท่ากับ 8 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและเก็บข้อมูล

เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยลงกระป๋องที่สร้างขึ้นนี้ ได้มีการทดลองเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องโดยแบ่งวิธีการทดลองเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การหาสัดส่วนปริมาณเนื้อเฉาก๊วยและน้ำเฉาก๊วยที่เหมาะสมในการป้อนเนื้อเฉาก๊วย ซึ่งจะใช้ในการป้อนเนื้อเฉาก๊วยลงในเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยและนำสัดส่วนที่ได้ไปใช้ทดลองหาความสามารถในการป้อนเนื้อเฉาก๊วยที่อัตราการผลิตต่าง ๆ

ตอนที่ 2 การทดลองหาจำนวนกระป๋องที่เกิดความผิดพลาดของการบรรจุทำให้มีปริมาณเนื้อเฉาก๊วยน้อยกว่าที่กำหนดและวิเคราะห์หาความสามารถในการป้อนเนื้อเฉาก๊วยตามอัตราการผลิตต่าง ๆ

4.1 การหาสัดส่วนปริมาณเนื้อเฉาก๊วยและน้ำเฉาก๊วยที่เหมาะสมในการป้อนเนื้อเฉาก๊วย ซึ่งจะใช้ในการป้อนเนื้อเฉาก๊วยลงในเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยและนำสัดส่วนที่ได้ไปใช้ทดลองหาความสามารถในการป้อนเนื้อเฉาก๊วยที่อัตราการผลิตต่าง ๆ

อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย
2. เนื้อเฉาก๊วย
3. น้ำเฉาก๊วย
4. กระป๋องน้ำผลไม้ที่ใช้ในการบรรจุ

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักเนื้อเฉาก๊วย(ไม่ผสมน้ำเฉาก๊วย)จำนวน 5,000 กรัม ทำการบรรจุลงในถังป้อน(hopper) ของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย
2. ทดลองที่อัตราการผลิต 270 กระป๋อง/นาที โดยทำการปรับความเร็วรอบจากเครื่องปรับความเร็วรอบ(inverter)
3. ตรวจนับจำนวนกระป๋องที่ทำการป้อนแล้วได้ปริมาณเนื้อเฉาก๊วยน้อยกว่า 17 กรัมและบันทึกผลการทดลอง
4. เปลี่ยนอัตราการผลิตเป็น 320, 350 และ400 กระป๋อง/นาที ตามลำดับ สังเกตสภาพการทำงานของเครื่องป้อน และบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำการทดลองใหม่ตั้งแต่ต้นอีกครั้ง แต่เปลี่ยนสัดส่วนปริมาณเนื้อเฉาก๊วยและน้ำเฉาก๊วย เป็น 1000:50, 1000:100, 1000:150, 1000:200 และ1000:250 โดยน้ำหนักตามลำดับ

4.2 การทดลองหาจำนวนกระป๋องที่เกิดความผิดพลาดของการบรรจุทำให้มีปริมาณเนื้อเฉาก๊วยน้อยกว่าที่กำหนดและวิเคราะห์หาความสามารถในการป้อนเนื้อเฉาก๊วยตามอัตราการผลิตต่าง ๆ

อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย
2. เนื้อเฉาก๊วย 10 กิโลกรัม
3. กระป๋องน้ำผลไม้ที่ใช้ในการบรรจุ
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก

วิธีการทดลอง

1. ใช้สัดส่วนของเนื้อเฉาก๊วย 1000 กรัมต่อน้ำเฉาก๊วย 150 กรัมเติมลงในถังบรรจุ
2. ทดลองที่อัตราการผลิต 270, 320, 350 และ380 กระป๋อง/นาที โดยทดลองแต่ละความเร็วรอบจำนวน 300 กระป๋อง
3. นำกระป๋องที่ผ่านการป้อนเนื้อเฉาก๊วยมาชั่งหา น้ำหนักหลังการป้อนโดยเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยและบันทึกน้ำหนักเนื้อเฉาก๊วยที่ได้จากการทดลอง
4. นำข้อมูลที่ได้ของแต่ละอัตราการผลิต นำมาหาเปอร์เซ็นต์การบรรจุผิดพลาดของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติและเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ผลการทดลองหาความสม่ำเสมอทางสถิติและจุดคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย

1. จากข้อมูลผลการทดลอง นำมาหาเปอร์เซ็นต์การบรรจุผิดพลาด ที่มีปริมาณเนื้อเฉาก๊วยน้อยกว่าที่กำหนด โดยการวิเคราะห์ผลแบบ Z-Test ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของสัดส่วนกระป๋องที่มีปริมาณเนื้อเฉาก๊วยมากกว่า 17 กรัม
2. จากข้อมูลผลการทดลองนำมาวิเคราะห์หาความสามารถในการป้อนเนื้อเฉาก๊วยตามอัตราการผลิตต่าง ๆ โดยการวิเคราะห์ผลแบบ Z-Test ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%
3. การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน โดยจะวิเคราะห์จากค่าแรงพนักงานที่ 4 คนที่ทำการป้อนเนื้อเฉาก๊วย เปรียบเทียบกับการใช้เครื่องจักรทดแทนพนักงาน ในปริมาณการทำงาน 32,000 กระป๋อง/วัน เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 ผลการทดลองหาสัดส่วนปริมาณเนื้อเฉาก๊วยและน้ำเฉาก๊วยที่ทำให้เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยมีประสิทธิภาพสูงสุด

ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4. พบว่าที่สัดส่วนเนื้อเฉาก๊วย 1000 กรัม ไม่มีน้ำเฉาก๊วยผสมอยู่เลยพบว่ามีจำนวนกระป๋องที่ป้อนเนื้อแล้วมีปริมาณเนื้อเฉาก๊วยน้อยกว่า 17 กรัม/กระป๋อง มีจำนวนมากที่อัตราการผลิตต่ำ แต่เมื่อเพิ่มอัตราการผลิตสูงขึ้นพบว่ามีจำนวนกระป๋องที่ป้อนเนื้อแล้วมีปริมาณน้อยกว่า 17 กรัม/กระป๋องต่ำลง ทั้งนี้เพราะที่อัตราการผลิตสูงขึ้นเกลียวลำเลียงหมุนเร็วขึ้นทำให้เนื้อเฉาก๊วยออกมายังปากทางออกได้มากขึ้นด้วยและเมื่อสัดส่วนเนื้อเฉาก๊วยต่อน้ำเฉาก๊วยสูงขึ้นพบว่ามีจำนวนกระป๋องที่ป้อนเนื้อแล้วมีปริมาณน้อยกว่า 17 กรัม/กระป๋อง มีต่ำลงจนไม่พบเลยที่สัดส่วน 1000:100 ขึ้นไป แต่พบว่าเมื่อสัดส่วนเนื้อเฉาก๊วยต่อน้ำเฉาก๊วยเป็น 1000:250 สภาพการทำงานไม่เหมาะสม เนื่องจากมีน้ำเฉาก๊วยที่ใส่มากเกินไปทำให้หกเลอะเทอะ

สัดส่วนที่เหมาะสมในการป้อนที่เลือกใช้คือ สัดส่วนเนื้อเฉาก๊วย 1000 กรัมต่อน้ำเฉาก๊วยที่ 100 ถึง 200 กรัม จะทำให้การป้อนของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยมีความราบเรียบ สามารถป้อนลงสู่กระป๋องได้ทุกอัตราการผลิตและไม่ก่อให้เกิดการปัญหาน้ำเฉาก๊วยหกเลอะเทอะระหว่างการทำงาน ดังนั้นจึงเลือกใช้สัดส่วนเนื้อเฉาก๊วย 1000 กรัมต่อน้ำเฉาก๊วยที่ 150 กรัม ในการทดลองหาความสม่ำเสมอของปริมาณเนื้อเฉาก๊วยที่ป้อนโดยเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย เนื่องจากเป็นค่าสัดส่วนที่อยู่ในช่วงสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อแน่ใจว่าจะได้ปริมาณเนื้อเฉาก๊วยตามต้องการและไม่ทำให้เกิดการหกเลอะเทอะระหว่างการบรรรจุ

ตารางที่ 4. แสดงจำนวนกระป๋องหลังการป้อนที่มีปริมาณเนื้อเฉาก๊วยน้อยกว่า 17 กรัม/กระป๋อง

เนื้อเฉาก๊วย : น้ำเฉาก๊วย (กรัม : กรัม)	อัตราการผลิต(กระป๋อง/นาที)				สภาพการทำงาน
	270	320	350	400	
1000 : 0	126	63	22	14	ปกติ
1000 : 50	13	8	0	0	ปกติ
1000 : 100	0	0	0	0	ปกติ
1000 : 150	0	0	0	0	ปกติ
1000 : 200	0	0	0	0	ปกติ
1000 : 250	0	0	0	0	มีน้ำเฉาก๊วยหกเลอะเทอะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ผลการทดลองหาความสม่ำเสมอของปริมาณเนื้อเฉาก๊วยที่ได้จากการป้อนที่อัตราการผลิตต่าง ๆ

น้ำหนักกระป๋องเปล่าเฉลี่ยที่ใช้ทดลอง คือ 32.34 กรัม ผลการทดลองหาความสม่ำเสมอของปริมาณเนื้อเฉาก๊วยที่ได้จากการป้อนที่อัตราการผลิตต่าง ๆ แสดงในภาคผนวก ค. และตารางที่ 5. ดังนี้

ตารางที่ 5. แสดงความสม่ำเสมอของปริมาณเนื้อเฉาก๊วยที่ได้จากการป้อนที่อัตราการผลิตต่าง ๆ

อัตราการผลิต (กระป๋อง/นาที)	270	320	350	400
น้ำหนักเฉลี่ยเนื้อเฉาก๊วย (กรัม/กระป๋อง)	18.37	18.25	18.15	18.58
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.01	1.08	1.01	1.1
จำนวนกระป๋องที่น้ำหนักน้อยกว่า 17 กรัม	13	15	8	10
ลักษณะเนื้อเฉาก๊วยหลังการทดลอง	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ

จากการทดลองพบว่า

น้ำหนักเฉาก๊วยโดยเฉลี่ยที่แต่ละอัตราการผลิตมีค่าประมาณ 18 กรัม/กระป๋อง ซึ่งได้ปริมาณตามที่ต้องการคือไม่น้อยกว่า 17 กรัม/กระป๋อง และเมื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณเนื้อเฉาก๊วยในแต่ละอัตราการผลิตได้ค่าประมาณ 1 แสดงว่าที่อัตราการผลิตต่าง ๆ ปริมาณเนื้อเฉาก๊วยที่ได้มีความสม่ำเสมอและไม่มีการสูญเสียลักษณะรูปร่างของเนื้อเฉาก๊วยหลังการป้อน

5.2.1 การวิเคราะห์หาความสามารถในการป้อนเนื้อเฉาก๊วยของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย

เราจะวิเคราะห์ความสามารถในการป้อนเนื้อเฉาก๊วยของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยโดยใช้วิธีการประมาณค่า(testing hypothesis) แบบช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ยประชากร โดยอ้างอิงที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

5.2.1.1 การวิเคราะห์หาความสามารถในการป้อนเนื้อเฉาก๊วยของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยที่ความเร็วในการบรรจุ 270 กระป๋อง/นาที

จากข้อมูลในภาคผนวก ค. แสดงน้ำหนักของเนื้อเฉาก๊วย(กรัม) ที่ความเร็วในการบรรจุ 270 กระป๋อง/นาที โดยมีกระป๋องที่ใช้บรรจุในการทดลองทั้งหมด 300 กระป๋อง พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อกระป๋อง 18.37 กรัม มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.01 กรัม

จากสมการ $$\bar{\chi} - Z_{0.025}\frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{\chi} + Z_{0.025}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$18.37 - (1.96)\frac{1.01}{\sqrt{300}} < \mu < 18.37 + (1.96)\frac{1.01}{\sqrt{300}}$$

$$18.256 < \mu < 18.484$$

∴ เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยที่ความเร็วในการบรรจุ 270 กระป๋อง/นาที มีความสามารถในการป้อนเนื้อเฉาก๊วย 18.37± 0.114 กรัม ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

5.2.1.2 การวิเคราะห์หาความสามารถในการป้อนเนื้อเฉาก๊วยของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยที่ความเร็วในการบรรจุ 320 กระป๋อง/นาที

จากข้อมูลในภาคผนวก ค. แสดงน้ำหนักของเนื้อเฉาก๊วย(กรัม) ที่ความเร็วในการบรรจุ 320 กระป๋อง/นาที โดยมีกระป๋องที่ใช้บรรจุในการทดลองทั้งหมด 320 กระป๋อง พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อกระป๋อง 18.25 กรัม มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.08 กรัม

จากสมการ $$\bar{\chi} - Z_{0.025}\frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{\chi} + Z_{0.025}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$18.25 - (1.96)\frac{1.08}{\sqrt{300}} < \mu < 18.25 + (1.96)\frac{1.08}{\sqrt{300}}$$

$$18.128 < \mu < 18.372$$

∴ เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยที่ความเร็วในการบรรจุ 320 กระป๋อง/นาที มีความสามารถในการป้อนเนื้อเฉาก๊วย 18.25± 0.122 กรัม ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

5.2.1.3 การวิเคราะห์หาความสามารถในการป้อนเนื้อเฉาก๊วยของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยที่ความเร็วในการบรรจุ 350 กระป๋อง/นาที

จากข้อมูลในภาคผนวก ค. แสดงน้ำหนักของเนื้อเฉาก๊วย(กรัม) ที่ความเร็วในการบรรจุ 350 กระป๋อง/นาที โดยมีกระป๋องที่ใช้บรรจุในการทดลองทั้งหมด 300 กระป๋อง พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อกระป๋อง 18.15 กรัม มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.01 กรัม

จากสมการ $$\bar{\chi} - Z_{0.025}\frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{\chi} + Z_{0.025}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$18.15 - (1.96)\frac{1.01}{\sqrt{300}} < \mu < 18.15 + (1.96)\frac{1.01}{\sqrt{300}}$$

$$18.036 < \mu < 18.246$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

∴ เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยที่ความเร็วในการบรรจุ 350 กระป๋อง/นาที มีความสามารถในการป้อนเนื้อเฉาก๊วย 18.141 ± 0.105 กรัม ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

5.2.1.4 การวิเคราะห์หาความสม่ำเสมอในการป้อนเนื้อเฉาก๊วยของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยที่ความเร็วในการบรรจุ 400 กระป๋อง/นาที

จากข้อมูลในภาคผนวก ค. แสดงน้ำหนักของเนื้อเฉาก๊วย(กรัม) ที่ความเร็วในการบรรจุ 400 กระป๋อง/นาที โดยมีกระป๋องที่ใช้บรรจุในการทดลองทั้งหมด 300 กระป๋อง พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อกระป๋อง 18.58 กรัม มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.10 กรัม

จากสมการ $$\bar{\chi} - Z_{0.025}\frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{\chi} + Z_{0.025}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$18.58 - (1.96)\frac{1.10}{\sqrt{300}} < \mu < 18.58 + (1.96)\frac{1.10}{\sqrt{300}}$$

$$18.456 < \mu < 18.704$$

∴ เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยที่ความเร็วในการบรรจุ 400 กระป๋อง/นาที มีความสามารถในการป้อนเนื้อเฉาก๊วย 18.58 ± 0.124 กรัม ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

5.2.2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อหาเปอร์เซ็นต์การบรรจุผิดพลาดซึ่งที่มีปริมาณเนื้อเฉาก๊วยในกระป๋องน้อยกว่าที่กำหนด(17 กรัม)ต่อกระป๋องที่ไม่ได้มาตราฐานที่อัตราการผลิตต่าง ๆ

การวิเคราะห์ผลแบบ Z-Test โดยใช้การประมาณค่าแบบช่วงความเชื่อมั่นของสัดส่วนประชากร(interval estimation) ที่ความเชื่อมั่น 95% มีวิธีการคำนวณดังนี้

5.2.2.1 การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การบรรจุผิดพลาดที่มีปริมาณเนื้อเฉาก๊วยในกระป๋องน้อยกว่าที่กำหนด(17 กรัม) ที่ความเร็วในการบรรจุ 270 กระป๋อง/นาที

จากข้อมูลในภาคผนวก ค. แสดงน้ำหนักของเนื้อเฉาก๊วย(กรัม) ที่ความเร็วในการบรรจุ 270 กระป๋อง/นาที โดยมีกระป๋องที่ใช้บรรจุในการทดลองทั้งหมด 300 กระป๋อง พบว่ามีกระป๋องที่มีเนื้อเฉาก๊วยน้อยกว่า 17 กรัม จำนวน 13 กระป๋อง ดังนั้น

สัดส่วนกระป๋องที่มีเนื้อเฉาก๊วยมากกว่า 17 กรัม ($\hat{p}$) = 287/300

= 0.957

สัดส่วนกระป๋องที่มีเนื้อเฉาก๊วยน้อยกว่า 17 กรัม ($\hat{q}$) = 0.043

ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของสัดส่วนกระป๋องที่มีปริมาณเนื้อเฉาก๊วยมากกว่า 17 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ $$\hat{p} - Z_{0.025}\sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}} < p < \hat{p} + Z_{0.025}\sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$$

$$0.957 - 1.96\sqrt{\frac{(0.957)(0.043)}{300}} < p < 0.957 + 1.96\sqrt{\frac{(0.957)(0.043)}{300}}$$

$$0.934 < p < 0.98$$

ดังนั้น ประสิทธิภาพเครื่องป้อนเนื้อผลไม้มีค่าอยู่ระหว่าง 93.4% ถึง 98% ที่ความเชื่อมั่น 95%

5.2.2.2 การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การบรรจุผิดพลาดที่มีปริมาณเนื้อเฉาก๊วยในกระป๋องน้อยกว่าที่กำหนด(17 กรัม) ที่ความเร็วในการบรรจุ 320 กระป๋อง/นาที

จากข้อมูลในภาคผนวก ค. แสดงน้ำหนักของเนื้อเฉาก๊วย(กรัม)ที่ความเร็วในการบรรจุ 320 กระป๋อง/นาที โดยมีกระป๋องที่ใช้บรรจุในการทดลองทั้งหมด 300 กระป๋อง พบว่ามีกระป๋องที่มีเนื้อเฉาก๊วยน้อยกว่า 17 กรัม จำนวน 15 กระป๋อง ดังนั้น

สัดส่วนกระป๋องที่มีเนื้อเฉาก๊วยมากกว่า 17 กรัม ($\hat{p}$) = 285/300

= 0.95

สัดส่วนกระป๋องที่มีเนื้อเฉาก๊วยน้อยกว่า 17 กรัม ($\hat{q}$) = 0.05

ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของสัดส่วนกระป๋องที่มีปริมาณเนื้อเฉาก๊วยมากกว่า 17 กรัม

จากสมการ $$\hat{p} - Z_{0.025}\sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}} < p < \hat{p} + Z_{0.025}\sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$$

$$0.95 - 1.96\sqrt{\frac{(0.95)(0.05)}{300}} < p < 0.95 + 1.96\sqrt{\frac{(0.95)(0.05)}{300}}$$

$$0.925 < p < 0.975$$

ดังนั้น ประสิทธิภาพเครื่องป้อนเนื้อผลไม้มีค่าอยู่ระหว่าง 92.5% ถึง 97.5% ที่ความเชื่อมั่น 95%

5.2.2.3 การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การบรรจุผิดพลาดที่มีปริมาณเนื้อเฉาก๊วยในกระป๋องน้อยกว่าที่กำหนด (17 กรัม) ที่ความเร็วในการบรรจุ 350 กระป๋อง/นาที

จากข้อมูลในภาคผนวก ค. แสดงน้ำหนักของเนื้อเฉาก๊วย(กรัม) ที่ความเร็วในการบรรจุ 350 กระป๋อง/นาที โดยมีกระป๋องที่ใช้บรรจุในการทดลองทั้งหมด 300 กระป๋อง พบว่ามีกระป๋องที่มีเนื้อเฉาก๊วยน้อยกว่า 17 กรัม จำนวน 8 กระป๋อง ดังนั้น

สัดส่วนกระป๋องที่มีเนื้อเฉาก๊วยมากกว่า 17 กรัม ($\hat{p}$) = 292/300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัดส่วนกระป๋องที่มีเนื้อเฉาก๊วยมากกว่า 17 กรัม ($\hat{p}$) = 0.973

สัดส่วนกระป๋องที่มีเนื้อเฉาก๊วยน้อยกว่า 17 กรัม ($\hat{q}$) = 0.027

ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของสัดส่วนกระป๋องที่มีปริมาณเนื้อเฉาก๊วยมากกว่า 17 กรัม

จากสมการ $$\hat{p} - Z_{0.025}\sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}} < p < \hat{p} + Z_{0.025}\sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$$

$$0.973 - 1.96\sqrt{\frac{(0.973)(0.027)}{300}} < p < 0.973 + 1.96\sqrt{\frac{(0.973)(0.027)}{300}}$$

$$0.955 < p < 0.991$$

ดังนั้น ประสิทธิภาพเครื่องป้อนเนื้อผลไม้มีค่าอยู่ระหว่าง 95.5% ถึง 99.1% ที่ความเชื่อมั่น 95%

5.2.2.4 การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การบรรจุผิดพลาดที่มีปริมาณเนื้อเฉาก๊วยในกระป๋องน้อยกว่าที่กำหนด (17 กรัม) ที่ความเร็วในการบรรจุ 400 กระป๋อง/นาที

จากข้อมูลในภาคผนวก ค. แสดงน้ำหนักของเนื้อเฉาก๊วย(กรัม)ที่ความเร็วในการบรรจุ 400 กระป๋อง/นาที โดยมีกระป๋องที่ใช้บรรจุในการทดลองทั้งหมด 300 กระป๋อง พบว่ามีกระป๋องที่มีเนื้อเฉาก๊วยน้อยกว่า 17 กรัม จำนวน 10 กระป๋อง ดังนั้น

สัดส่วนกระป๋องที่มีเนื้อเฉาก๊วยมากกว่า 17 กรัม ($\hat{p}$) = 290/300

= 0.967

สัดส่วนกระป๋องที่มีเนื้อเฉาก๊วยน้อยกว่า 17 กรัม ($\hat{q}$) = 0.033

ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของสัดส่วนกระป๋องที่มีปริมาณเนื้อเฉาก๊วยมากกว่า 17 กรัม

จากสมการ $$\hat{p} - Z_{0.025}\sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}} < p < \hat{p} + Z_{0.025}\sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$$

$$0.967 - 1.96\sqrt{\frac{(0.967)(0.033)}{300}} < p < 0.967 + 1.96\sqrt{\frac{(0.967)(0.033)}{300}}$$

$$0.947 < p < 0.987$$

ดังนั้น ประสิทธิภาพเครื่องป้อนเนื้อผลไม้มีค่าอยู่ระหว่าง 94.7% ถึง 98.7% ที่ความเชื่อมั่น 95%

สรุปว่าจากการวิเคราะห์ความสม่ำเสมอของปริมาณเนื้อเฉาก๊วยที่ได้แต่ละกระป๋องโดยใช้การวิเคราะห์ผลแบบ Z-test ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ความสามารถในการป้อนของเครื่องป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉาก๊วยป้อนได้ปริมาณตามที่ต้องการและเปอร์เซ็นต์การบรรจุผิดพลาดของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยมีค่าน้อยมากเป็นที่ยอมรับได้

ตารางที่ 6. แสดงผลการวิเคราะห์ความสามารถในการป้อนเนื้อเฉาก๊วยของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยที่ความเร็วในการป้อนต่าง ๆ ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

อัตราการผลิต (กระป๋อง/นาที)	270	320	350	400
ความสามารถในการป้อน(กรัม)	18.37±0.114	18.25±0.122	18.14±0.105	18.58±0.124
% การบรรจุผิดพลาดที่มีปริมาณเนื้อเฉาก๊วยน้อยกว่าที่กำหนด	2-6.6	2.5-7.5	0.9-4.5	1.3-5.3

5.3 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์

โดยจะวิเคราะห์จากค่าแรงพนักงานที่ทำการป้อนเนื้อเฉาก๊วยเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องจักรทดแทนพนักงานในปริมาณงานที่เท่ากัน

การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์เพื่อคำนวณจุดคุ้มทุนเป็นการหาระยะเวลาที่ต้นทุนและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ จะเริ่มสมดุลกับรายรับที่ได้จากการขายโดยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ นั้น ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายแปรผันและค่าใช้จ่ายคงที่ โดยที่ค่าใช้จ่ายแปรผัน ได้แก่ ค่าจ้างแรงงาน ค่าไฟฟ้าและค่าบำรุงรักษา ซึ่งค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จะแปรเปลี่ยนไปตามปริมาณการผลิต สำหรับค่าใช้จ่ายคงที่นั้นจะประกอบไปด้วย ค่าเครื่องจักร ค่าเสื่อมราคาและค่าซากที่ทำการขายหลังจากหมดอายุการใช้งาน

จุดคุ้มทุนหรือจุดเท่าทุนคือจุดที่รายได้จากการลงทุนคุ้มกับที่ลงทุน หรืออีกนัยหนึ่งหมายถึง จุดที่แสดงรายจ่ายกับรายรับเท่ากัน ซึ่งมีความหมายว่าเป็นจุดที่มีกำไรเป็นศูนย์นั่นเอง

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนนั้นเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางเศรษฐศาสตร์ของสถานะต่าง ๆ ในระยะสั้น เป็นประโยชน์สำหรับนโยบายการผลิตและการควบคุมรายจ่าย

รายได้ = ปริมาณการผลิต x ราคาขายผลิตภัณฑ์ต่อหน่วย

ผลกำไร = รายได้ - รายจ่าย

5.3.1 การประเมินต้นทุนและผลตอบแทน

ในการวิเคราะห์จะวิเคราะห์จากค่าแรงพนักงานที่ทำการป้อนเนื้อเฉาก๊วยเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยในปริมาณงานที่เท่ากัน

1. ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้พนักงานในการป้อนเนื้อผลไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนดในการหาค่าใช้จ่ายในการบรรจุด้วยพนักงาน

- ทำงานประมาณปีละ 200 วัน และวันละ 5 ชั่วโมง
- ปริมาณการบรรจุเนื้อเฉาก๊วย 32,000 กระป๋อง/วัน
- ปริมาณเนื้อเฉาก๊วยที่ต้องการ 17 กรัม/กระป๋อง คิดเป็นเงิน 0.255 บาท/กระป๋อง
- พนักงานที่ใช้ในการป้อนเนื้อเฉาก๊วย 4 คน
- ค่าแรงพนักงาน 162 บาท/วัน
- ค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียเนื่องจากการป้อนที่ไม่ตรงกระป๋องของพนักงาน คิดเป็น 10 % ของค่าต้นทุนเฉาก๊วย

ตารางที่ 7. แสดงค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้พนักงานในการป้อนเนื้อผลไม้

รายการค่าใช้จ่าย	วิธีการคำนวณ	คิดเป็นเงิน(บาท/ปี)
ค่าจ้างพนักงาน	4 x 162 x200	129,600
ค่าต้นทุนเนื้อเฉาก๊วย	1.1 x 0.255 x 32,000 x 200	1,795,200
∴ รวมค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้พนักงานในการป้อนเนื้อเฉาก๊วยใน 1 ปี		**1,924,800**

2. ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย

ข้อกำหนดในการหาค่าใช้จ่ายในการบรรจุด้วยเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย

- ทำงานประมาณปีละ 200 วัน และวันละ 5 ชั่วโมง
- ปริมาณการบรรจุเนื้อเฉาก๊วย 32,000 กระป๋อง/วัน
- ปริมาณเนื้อเฉาก๊วยที่ต้องการ 17 กรัม/กระป๋อง คิดเป็นเงิน 0.255 บาท/กระป๋อง
- เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยราคาประมาณ 21,424 บาท/เครื่อง
- อายุการใช้งานของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย 5 ปี ไม่คิดมูลค่าซากเมื่อหมดอายุการใช้งาน
- ค่าเสื่อมราคาเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย 1,606.80 บาท/ปี
- ค่าบำรุงรักษาและค่าซ่อมบำรุงคิดเป็น 10% ของค่าต้นทุนเครื่องจักร
- พนักงานที่ใช้คุมเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย 1 คน
- ค่าแรงพนักงาน 162 บาท/วัน
- ค่าใช้ไฟฟ้า 3 บาท/หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8. แสดงค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยทดแทนการใช้พนักงานป้อน

รายการค่าใช้จ่าย	วิธีการคำนวณ	คิดเป็นเงิน(บาท/ปี)
ค่าเครื่องจักร	(21,424 -0)/5	4,284.8
ค่าจ้างพนักงาน	1 x 162 x200	32,400
ค่าต้นทุนเนื้อเฉาก๊วย	0.255 x 32,000 x 200	1,632,000
ค่าบำรุงรักษาและซ่อมบำรุง	0.10 x 21,424	2,142.4
ค่าใช้ไฟฟ้า(มอเตอร์ 3 ตัว)	3 x 1/4 x 0.746 x 5 x 200 x 3	1,678.50
∴ รวมค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย		**1,672,505.7**

5.3.2 การคำนวณจุดคุ้มทุน

จุดคุ้มทุนคือจุดที่ผลกำไรเป็นศูนย์ รายได้ = ค่าใช้จ่าย

∴ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้พนักงานในการป้อนเนื้อผลไม้ = ค่าใช้จ่ายซึ่งเกิดจากเครื่องจักร

แทนค่า 1,924,800 = 1,668,220.9 + 21,424 /n

แก้สมการหาค่า n ได้ = 0.0835 ปี หรือ 31 วัน

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ โดยทำการวิเคราะห์จากค่าแรงพนักงานที่ทำการป้อนเนื้อเฉาก๊วยเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องจักรทดแทนพนักงานในปริมาณงานที่เท่ากัน พบว่าค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้พนักงานในการป้อนเป็นเงิน 1,891,200 บาท/ปี และค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยเป็นเงิน 1,672,505.7 บาท/ปี เมื่อนำค่าใช้จ่ายมาคำนวณจุดคุ้มทุนพบว่าหากใช้เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยทดแทนการทำงานของพนักงานต้องใช้เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยเป็นเวลา 31 วันก็จะคุ้มทุน ทั้งนี้เนื่องจาก การป้อนเนื้อเฉาก๊วยโดยใช้แรงงานคนจะใช้คนถึง 4 คน เมื่อคิดค่าจ้างโดยใช้ค่าแรงขั้นต่ำพบว่า ผลรวมค่าจ้างพนักงานป้อนเนื้อและค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียเนื่องจากการป้อนที่ไม่ตรงกระป๋องของพนักงานเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าราคาเครื่องป้อนมากทำให้ระยะเวลาที่ใช้เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยแล้วคุ้มทุนน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปและข้อเสนอแนะจากการทดลอง

6.1 สรุปผลการทดลอง

1. จากการทดลองป้อนเนื้อเฉาก๊วยลงกระป๋องด้วยวิธีต่าง ๆ ได้แก่ การใช้แรงโน้มถ่วง, การใช้ใบพัดและการใช้เกลียวลำเลียงแบบพิตช์สั้น พบว่าเลือกใช้เกลียวลำเลียงแบบพิตช์สั้นเนื่องจากเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ให้อัตราการป้อนต่ำและปริมาที่ได้สม่ำเสมอ

2. เกลียวลำเลียงที่ได้จากการคำนวณมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ความยาวเกลียว 11 นิ้ว ความเร็วรอบ 11.27 รอบ/นาที

3. สัดส่วนปริมาณเนื้อเฉาก๊วยต่อน้ำเฉาก๊วยที่ทำให้เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยมีประสิทธิภาพสูงสุดคือปริมาณเนื้อเฉาก๊วย 1000 กรัม ต่อน้ำเฉาก๊วย 100, 150 และ200 กรัม แต่จากการทดลองหาค่าความสม่ำเสมอของปริมาณเนื้อเฉาก๊วยที่ได้จากการป้อนที่อัตราการผลิตต่าง ๆ พบว่าค่าระหว่างของสัดส่วนปริมาณเนื้อเฉาก๊วยต่อน้ำเฉาก๊วยที่ทำให้ เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยมีประสิทธิภาพสูงสุดคือ ปริมาณเนื้อเฉาก๊วย 1000 กรัม ต่อน้ำเฉาก๊วย 150 กรัม จะทำให้การป้อนของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยมีความราบเรียบ สามารถป้อนลงสู่กระป๋องได้ทุกอัตราการผลิตและไม่ก่อให้เกิดการปัญหาน้ำเฉาก๊วยหกเลอะเทอะระหว่างการทำงาน

4. เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยที่ออกแบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยสามารถป้อนเนื้อเฉาก๊วยลงกระป๋องได้ตามปริมาณและอัตราการผลิตตามที่ต้องการคือ 320 กระป๋อง/นาที ทั้งนี้เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยที่ออกแบบสามารถทำงานที่อัตราการผลิตได้สูงถึง 400 กระป๋อง/นาที และสามารถเพิ่มอัตราการผลิตให้สูงกว่า 400 กระป๋อง/นาที ได้โดยการปรับเปลี่ยนแป้นหมุนโดยเพิ่มจำนวนหลุมบนแป้นหมุนให้มีจำนวนมากขึ้นและสามารถเพิ่มปริมาณเนื้อในแต่ละกระป๋องโดยเพิ่มปริมาตรหลุมบนแป้นหมุนให้มีปริมาตรสูงขึ้น

5. ลักษณะเนื้อเฉาก๊วยหลังผ่านเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยนี้พบว่าลักษณะเนื้อเฉาก๊วย ก่อนทำการป้อนและหลังทำการป้อนผ่านเครื่องป้อนเฉาก๊วย มีความแตกต่างกันน้อยมาก ดังนั้นจึงสรุปว่าเกลียวลำเลียงสามารถป้อนเฉาก๊วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. ประสิทธิภาพของเครื่องโดยรวมประมาณ 97.5 เปอร์เซ็นต์ แต่สามารถเพิ่มให้สูงขึ้นได้โดยเปลี่ยนขนาดหลุมบนแป้นหมุนให้มีขนาดเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยเพื่อเพิ่มปริมาตรให้แก่หลุมป้อนเนื้อ แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงการสูญเสียที่จะเกิดขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ปริมาณเนื้อเฉาก๊วยที่ป้อนลงกระป๋องโดยเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย มีความสม่ำเสมอและสูญเสียไประหว่างกระบวนการป้อนน้อยมาก สามารถป้อนเนื้อเฉาก๊วยได้ในปริมาณที่ต้องการ คือ 18 กรัม/กระป๋อง

8. ระบบการทำงานของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยที่ผ่านการออกแบบนี้ สามารถนำหลักการทำงานและโครงสร้างไปประยุกต์ใช้งานกับน้ำผลไม้ชนิดอื่นในโรงงานอุตสาหกรรมได้จริง

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลอง ควรมีการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องป้อนดังนี้

1.จำนวนมอเตอร์ที่ใช้ควรลดจำนวนลงให้เหลือเพียง 1 ตัว โดยทำการส่งถ่ายกำลังผ่านมู่เล่สายพานหรือเฟือง เพื่อลดต้นทุนการผลิตและกระแสไฟฟ้า

2.ปริมาณเนื้อผลไม้ที่ต้องการป้อนสามารถปรับได้ตามขนาดของหลุมบนแป้นหมุน

3.ในการเริ่มป้อนต้องปล่อยกระป๋องให้วิ่งผ่านเครื่องบรรจุประมาณ 2-3 กระป๋อง เนื่องจากเนื้อเฉาก๊วยยังไม่ลงหลุมของแป้นหมุน ดังนั้น 2-3 กระป๋องแรกจะไม่ได้รับการป้อน

4.อัตราเร็วของสายพานพากระป๋อง แป้นหมุนและเกลียวลำเลียงต้องสัมพันธ์กัน เพื่อป้องกันปัญหากระป๋องติดขัดกับครีบพากระป๋องและเป็นเหตุให้เครื่องป้อนหยุดการทำงานลง

5.เมื่อสายพานเปียกน้ำระหว่างการทำป้อนเนื้อเฉาก๊วยเป็นผลทำให้เกิดแรงเสียดทานเพิ่มสูงขึ้นมาก ดังนั้นควรเลือกใช้มอเตอร์ที่สามารถทำงานได้หากมีแรงเสียดทานเพิ่มสูงขึ้นหรือปรับเปลี่ยนสายพานให้มีความเหมาะสมกับการผลิต

6.วัสดุที่ใช้ในการผลิตเครื่องป้อนที่จะนำไปใช้ในโรงงานจริงควรเป็นวัสดุปลอดสนิมมีความปลอดภัย สามารถใช้กับอาหารได้ โดยไม่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. เดียง เมฆวเศรษฐพันธ์,ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ วิบูลย์เกียรติ โมพีรตานนท์, "คู่มือบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับอุตสาหกรรมอาหารแปรรูปขนาดเล็กและครัวเรือน",กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2540.
2. ชาญ ฉนัดงาน และ ดร. วริทธิ์ อึ้งภาภรณ์, "การออกแบบเครื่องจักรกล", ซีเอ็ด,2536.
3. นิรนาม , "มูลค่าการส่งออก", กรมส่งเสริมการส่งออก, 2541.
4. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์,"วิศวกรรมการขนถ่ายวัสดุ", ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2540.
5. ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริฐเกียรติ, "บรรจุภัณฑ์อาหาร", ซีเอ็ดยูเคชัน, 2541.
6. Cheng L.M., "Food machinery for the product of cereal food, snack foods and confectionery", Ellis Horwood Limite, USA, 1992.
7. Finney K.F., W.I. Yamazaki and V.L.Young, "Quality of hard solf and durm wheat", Wisconsin, USA, 1987.
8. Jackson J.M. and M.S. Byron, "Fundamentals of food canning techonology", AVI Publishing Company Inc, USA, 1979.
9. Tressler D.K. and M.A. Joslyn, "Fruit and vegetable juice processing technology", AVI Publishing,Westport, USA, 1971.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
แสดงตารางในการคำนวณเกลียวลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก1. ความหนาแน่นรวมในรูปของน้ำหนักจำเพาะรวมของวัสดุปริมาณมวล

วัสดุปริมาณมวล	ชนิด	ความหนาแน่นรวม(KN/m^3)
ธัญญพืช		
ข้าวเปลือก	B 26 S	5.66
ข้าวสาร	B 16	7.07-7.54
รำข้าว	B 26 SW	3.14
ถั่วเหลือง	B 17 S	7.07-7.86
ถั่วเหลือง (แตก ๆ)	C 26 S	5.03-5.66
ถั่วเหลือง (เกล็ด)	C 26 W	2.83-4.09
ถั่วลิสง	C 26	3.14-3.93
ถั่วลิสงทั้งเปลือก	D 26 T	2.36-3.14
เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด	C 16 ST	7.07
เมล็ดข้าวโพด	C 16 S	7.07
เมล็ดข้าวโพด (แตก ๆ)	C 16	7.07-7.86
ข้าวโอ๊ท	C 16 S	4.09
ข้าวสาลี	C 16 S	7.07-7.45
ข้าวสาลี (แตก ๆ)	B 26 S	6.29-7.07
ข้าวบาร์เลย์	B 16 S	5.97
พืชอื่น		
ชานอ้อย	H 36 X	1.57-3.14
ละหุ่ง	C 16	5.66
ถั่วโกโก้	C 27 T	4.71-6.29
ผลโกโก้	A 36 Z	4.71-5.50
มะพร้าวขูด	H 36	3.14-3.46
กาแฟ (เมล็ดสด)	C 26 T	5.03
เมล็ดกาแฟ (บด)	B 26	3.93
กาแฟ (เมล็ดคั่ว)	C 16	3.46-4.09
เมล็ดพันธุ์หญ้า	B 26 SW	1.57-1.89
เมล็ดฝ้ายแห้ง (เอาปุยออก)	C 26	3.93
เมล็ดฝ้าย (มีปุย)	C 26	2.83-3.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก2. ขนาดวัสดุขนาดใหญ่สุดที่เกลียวลำเลียงสามารถลำเลียงได้

เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว นิ้ว (mm)	ขนาดวัสดุสูงสุด ** นิ้ว (mm)					
	I*		II* , II A* , Feeder		III*	
	คัดขนาด	ไม่คัดขนาด	คัดขนาด	ไม่คัดขนาด	คัดขนาด	ไม่คัดขนาด
4 (101.6)	1/4	1/2 (12.7)	3/8 (9.53)	3/4 (19.05)	-	-
6 (152.4)	1/2 (6.35)	3/4 (19.05)	5/8 (15.88)	1 (25.4)	1 1/4 (6.35)	3/4 (19.05)
9 (228.6)	3/4 (12.7)	1 1/2 (38.1)	3/4 (19.05)	1 1/2 (38.1)	2 (50.8)	1 1/2 (38.1)
10 (254)	3/4 (19.05)	1 1/2 (38.1)	7/8 (22.23)	1 3/4(44.45)	2 (50.8)	1 1/2 (38.1)
12 (304.8)	1 (25.4)	2 (50.8)	1 1/4(31.75)	2 (50.8)	2 1/2 (63.5)	2 (50.8)
14 (355.6)	1 1/4(31.75)	2 1/2 (63.5)	1 1/2 (38.1)	2 1/2 (63.5)	3 (76.2)	2 1/2 (63.5)
16 (406.4)	1 1/2 (38.1)	3 (76.2)	2 (50.8)	3 (76.2)	3 1/2 (88.9)	3 (76.2)
18 (457.2)	2 (50.8)	3 (76.2)	2 (50.8)	3 1/2 (88.9)	4 (101.6)	3 (76.2)
20 (508)	2 (50.8)	3 1/2 (88.9)	2 1/2 (63.5)	4 (101.6)	4 1/2(114.3)	3 1/2 (88.9)
24 (609.6)	2 1/4(57.15)	4 (101.6)	2 1/2 (63.5)	4 1/2(114.3)	4 /12(114.3)	4 (101.6)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hinterlong, and sinden,1985

หมายเหตุ เป็นมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา จึงใช้หน่วยระบบอังกฤษ

*I,II,IIA,III ปริมาณการป้อนวัสดุ 45%, 30%,30% (วัสดุขัดสี), 15% ของรางเกลียวตามลำดับ

** คิดที่ขนาดที่ใหญ่ที่สุดที่มีปริมาณไม่น้อยกว่า 25% โดยน้ำหนักของวัสดุทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก3. สมบัติวัสดุที่สามารถใช้เกลียวลำเลียงระดับปริมาณการป้อนกลุ่มเกลียวและสัมประสิทธิ์กำลังม้า

วัสดุ	ความหนาแน่นรวม $kg/m^3(lb/ft^3)$	ลักษณะ x	ระดับปริมาณป้อนวัสดุ y	กลุ่มเกลียวลำเลียง z	สัมประสิทธิ์กำลังม้า(F_m)
หญ้าอัลฟัลฟา (อาหารสัตว์)	286,(17)	f	II	A,B,C	0.5
เม็ดอัลมอนด์ (แตกหรือทั้งเม็ด)	505,(30)	d	IIA	E	0.9
อลัม(Alum) (ก้อน)	842-1010, (50-60)	v	II	A,B,C	1.0
อลัม(ผงละเอียด)	758-842,(45-50)	v	I	A,B,C	0.6
อลูมินา (อลูมิเนียมออกไซด์)	1263-1684, (75-100)	v	III	E	1.7
แอมโมเนียมคลอไรด์(ผลึก)	758-842,(45-50)	-	II	A,B,C	0.4
แอสเบสทอส(เกล็ดผลึก)	337-421,(20-25)	f,m,p	IIA	A,B,C	1.0
ขี้เถ้าแห้ง	673(40)	c	IIA	E	2.0
อัสฟัลท์(บด)	758,(45)	-	II	A,B,C	1.0
เบคะไลท์(Bakelite)และผลพลาสติกที่มีลักษณะคล้ายกัน	589-758,(35-45)	v	II	G	1.4
ผงฟู	673-926,(40-55)	v	I	B	0.6
ข้าวบาร์เลย์	640,(38)	e	I	A,B,C	0.4
แบไรส์ (ผง)	2020-2357, (120-140)	v	IIA	E	1.0
บ๊อกไซท์ (บดแห้ง)	1263-1347, (75-80)	v	III	E	1.8
เม็ดละหุ่ง	606,(36)	-	I	A,B,C	0.4
Navy beans	808,(48)	-	I	A,B,C	0.4
เบนโตไนท์ (ขนาดเล็กกว่า 100เมซ)	842-1010, (50-60)	a,v	IIA	E	0.9
โซดาไบคาร์บอเนต	758-926,(45-50)	-	II	A,B,C	0.4
Bone blach(ป่น)	337-421,(20-25)	v	IIA	E	1.2
กระดูกป่น	926-1010,	v	II	E	1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

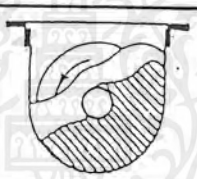
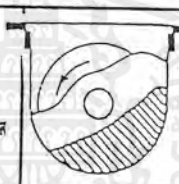
กระดูกบด	589-842,(35-50)	v	II	A,B,C	0.6
โบแรกซ์ (ผงละเอียด)	842-1010, (50-60)	v	II	A,B,C	0.6
โบรอน	1263,(75)	-	II	A,B,C	1.0
รำ	(16)	e,f	II	A,B,C	0.4
Brewer 's grain ,spent,dry	(28)	v	II	A,B,C	0.4
Brewer 's grain wet	(58)	v,c	II	A,B,C	0.6
บัควีท(Buckwheat)	(42)	e	I	A,B,C	0.4
แคลเซียมคาร์ไบด์(บด)	(70-80)	-	IIA	E	1.0
แอคติเวเต็ดคาร์บอน (ถ่านกัมมันต์)แห้ง,ละเอียด	(8-20)	d,v	IIA	E	1.2
เม็ดคาร์บอน (Carbon black pellets)	(25)	v	II	C	1.6
ผงคาร์บอน(Carbon black powder)	(4-6)	v	II	C	0.4
Cement climker	(75-80)	v	III	E	1.8
ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์	(65)	d	IIA	E	0.6
ซอค์กบด	(88-95)	p	IIA	E	1.0
ซอค์กป่น	(70-75)	a,p	IIA	E	0.7
ถ่าน	(15-34)	d	IIA	E	1.2
ถ่านหิน(Cinders)	(40)	v	III	E	1.8
อิฐบดแห้ง	(65-80)	v	IIA	E	1.5
ถ่านหินแอนทราไซต์ (คัดขนาด)	(55-60)	d,h,v,c	II	F,G,H	0.9
ถ่านหิน(Fines or slack)	(50)	c	I	H	0.7
ถ่านหินบดละเอียด	(35)	c	I	A,B,C	0.6
ถ่านหินคัดขนาดแล้ว	(50)	c	II	H	0.6
ผงโกโก้	(30-35)	p	II	B	0.6
เม็ดโกโก้	(35)	d	II	E	0.9
ผงกาแฟ	(25)	d	II	B	0.6
เม็ดกาแฟสด	(25-30)	d	II	A,B,C	0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก4. แฟคเตอร์ e

ชนิดเกลียว	ระดับปริมาณป้อนวัสดุ			
	I	II & IIA	III	Feeder
เกลียวเต็มใบมีพายกวน	0.90	0.88	0.87	0.90
ใบตัด(cut flight)	0.72	0.66	0.62	0.72
ใบพัดมีพายกวน	0.59	0.53	0.48	0.59

ตารางที่ ก5. ขนาดเกลียวลำเลียงและปริมาณการขนถ่ายที่ระดับการป้อนวัสดุต่าง ๆกัน

ขนาดเกลียวลำเลียง				ระดับปริมาณป้อนวัสดุ												
				 I (45%) - วัสดุผง ขนาดเล็ก ไม่รัดสี แตกง่าย เคลื่อนไหลสะดวก - วัสดุเม็ด ความหนาแน่นปานกลาง ไม่รัดสี - วัสดุก้อนเล็กปนกับผงละเอียด				 II (30 %) วัสดุไม่รัดสี เป็นผง เม็ด หรือ ก้อนปานกลาง ผสมกับผงละเอียด					
ขนาด		กำลัง		ขนาดก้อนวัสดุใหญ่ที่สุด			ความสามารถ				ขนาดก้อนวัสดุใหญ่ที่สุด			ความสามารถ			
เส้นผ่านศูนย์กลาง	ขนาดกับปลิง	H.P ที่ความเร็วสูงสุด 100 RPM	แรงบิดสูงสุด lb.in	ขนาดรองวัสดุหนัก 25% ของทั้งหมด	ขนาดสม่ำเสมอ	RPM สูงสุด	ton/hr สำหรับวัสดุ 100lb/ft3 ที่ RPM สูงสุด	ton/hr สำหรับวัสดุ 100lb/ft3 ที่ 1 RPM	ft3/hr ที่ RPM สูงสุด	ft3/hr ที่ 1 RPM	ขนาดรองวัสดุ 25% ของทั้งหมด	ขนาดสม่ำเสมอ	RPM สูงสุด	ton/hr สำหรับวัสดุ 100lb/ft3 ที่ RPM สูงสุด	ton/hr สำหรับวัสดุ 100lb/ft3 ที่ 1 RPM	ft3/hr ที่ RPM สูงสุด	ft3/hr ที่ 1 RPM
4	1	1.50	950	1/2	1/4	175.00	5.60	0.03	112.00	0.64	3/4	3/8	130.00	2.86	0.02	57.00	0.44
5	1 1/2	5.00	3200	3/4	1/2	165.00	18.80	0.11	376.00	2.28	1	5/8	120.00	9.00	0.08	180.00	1.50
9	1 1/2	5.00	3200	1 1/2	3/4	150.00	60.00	0.40	1200.00	8.00	1 1/2	3/4	105.00	28.30	0.27	565.00	5.40
	2	12.00	7560														
10	1 1/2	5.00	3200	1 1/2	3/4	145.00	80.00	0.55	1600.00	11.00	1 3/4	7/8	95.00	36.10	0.38	725.00	7.60
	2	12.00	7560														
	2	12.00	7560														
12	2 7/16	15.00	9500	2	1	140.00	135.00	0.96	2700.00	19.30	2	1 1/4	90.00	58.50	0.65	1175.00	13.00
	3	25.00	16000														
14	2 7/16	15.00	9500	2 1/2	1 1/4	130.00	200.00	1.54	4000.00	30.80	2 1/2	1 1/2	85.00	89.30	1.05	1790.00	21.00
	3	25.00	16000														
15	3	25.00	16000	3	1 1/2	120.00	285.00	2.36	5700.00	47.30	3	2	80.00	125.50	1.57	2510.00	31.40
18	3	25.00	16000	3	2	115.00	390.00	3.40	7800.00	68.00	3 1/2	2	75.00	171.00	2.27	3420.00	45.50
20	3	25.00	16000	3 1/2	2	105.00	490.00	4.60	9800.00	93.00	4	2 1/2	70.00	217.00	3.10	4350.00	62.00
	2 7/16	40.00	25000														
24	2 7/16	40.00	25000	4	2 1/4	100.00	810.00	8.10	16200.00	162.00	4 1/2	2 3/4	65.00	352.00	5.40	7040.00	106.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก6. ตัวอย่างรายละเอียดเกลียวลำเลียง

รหัสเกลียว	ความหนาคับปลิง (นิ้ว)	ขนาดท่อ ภายใน	ขนาดท่อ ภายนอก	ความหนาใบเกลียว ติดท่อ (นิ้ว)	ความหนาใบเกลียว ขอบนอก (นิ้ว)	ความยาวเพลารวมชุดแขวน	ความยาวแบริ่ง (นิ้ว)	ความยาวเพลา	น้ำหนักรวม(ปอ)
4H204	1	1 1/4	1 5/8	1/8	1/16	8'	1 1/2	7'-10 1/2"	25
4H206	1	1 1/4	1 5/8	3/16	3/32	8'	1 1/2	7'-10 1/2"	32
6H304	1 1/2	2	2 3/8	1/8	1/16	10'	2	9'-10"	52
6H308	1 1/2	2	2 3/8	1/4	1/8	10'	2	9'-10"	62
9H306	1 1/2	2	2 3/8	3/16	3/32	10'	2	9'-10"	70
9H406	2	2 1/2	2 7/8	3/16	1/32	10'	2	9'-10"	91
9H312	1 1/2	2	2 3/8	3/8	3/16	10'	2	9'-10"	101
9H412	2	2 1/2	2 7/8	3/8	3/16	10'	2	9'-10"	121
9H414	2	2 1/2	2 7/8	7/16	1/32	10'	2	9'-10"	140
10H306	1 1/2	2	2 3/8	3/16	1/32	10'	2	9'-10"	81
10H412	2	2 1/2	2 7/8	3/8	1/16	10'	2	9'-10"	130
12H408	2	2 1/2	2 7/8	1/4	3/8	12'	2	11'-10"	140
12H508	2 7/16	3	3 1/2	1/4	1/8	12'	3	11'-9"	168
12H412	2	2 1/2	2 7/8	3/8	3/16	12'	2	11'-10"	180
12H512	2 7/16	3	3 1/2	3/8	3/16	12'	3	11'-9"	198
12H614	3	3 1/2	4	7/16	7/32	12'	3	11'-9"	228
14H508	2 7/16	3	3 1/2	1/4	1/8	12'	3	11'-9"	170
14H614	3	3 1/2	4	7/16	7/32	12'	3	11'-9"	254
16H510	3	3 1/2	4	5/16	5/32	12'	3	11'-9"	228
16H614	3	4	4 1/2	7/16	7/32	12'	3	11'-9"	324
18H510	3	3 1/2	4	5/16	5/32	12'	3	11'-9"	251
18H614	3	4	4 1/2	7/16	7/32	12'	3	11'-9"	332
20H610	3	3 1/2	4	5/16	5/32	12'	3	11'-9"	266
20H614	3	4	4 1/2	7/16	7/32	12'	3	11'-9"	354

* ใช้หน่วยอังกฤษเนื่องจากเป็นมาตรฐานที่ใช้ในสหรัฐอเมริกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก7. แฟคเตอร์เส้นผ่าศูนย์กลาง(F_d)

เส้นผ่าศูนย์กลาง(นิ้ว)	F_d
6	18
9	31
12	55
14	78
16	106
18	135
20	165
24	235

ตารางที่ ก8. แฟคเตอร์แบริ่งแขวน(F_b)

ชนิดใบเกลียว	ปริมาณการป้อนวัสดุ			
	15%	30%	45%	95%
มาตรฐาน	1	1	1	1
ใบตัด	1.1	1.15	1.2	1.3
ใบตัดและม้วน	ไม่แนะนำ	1.5	1.7	2.2
ริ้ว	1.05	1.15	1.2	-

ตารางที่ ก9. แฟคเตอร์ใบเกลียว(F_f)

ชนิดของแบริ่ง	F_f
บอล	1.0
แบบบิท	1.7
บรอนซ์	1.7
ไม้	1.7
พลาสติก	2.0
ไนล่อน	2.0
เหล็กเหนียว	4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก10. แฟคเตอร์พายกวน(F_p)

F_p	พายกวนต่อ 1 ระยะพิช				
	ไม่มี	1	2	3	4
	1.0	1.3	1.6	1.9	2.2

ตารางที่ ก11. ความยาวสมมูลย์ของเกลียวป้อน(L_f)

ขนาดวัสดุใหญ่สุด[a]	ชนิดใบเกลียวใต้ช่องป้อนวัสดุเข้า	ค่า L_f (ft)
1/8	เกลียวมาตรฐาน	$L_1 + (B/6) + (D/12)$
	เกลียวสั้น	$B + D$
	เกลียวเรียวมาตรฐาน[b]	$L_1 + (B/12) + (D/12)$
	เกลียวเรียวระยะพิชสั้น[b]	$B + D$

หมายเหตุ a ; สำหรับวัสดุที่ใหญ่กว่านี้ปรึกษาคนงาน

b ; อาจใช้ระยะพิชเปลี่ยนแปลงไปแทนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

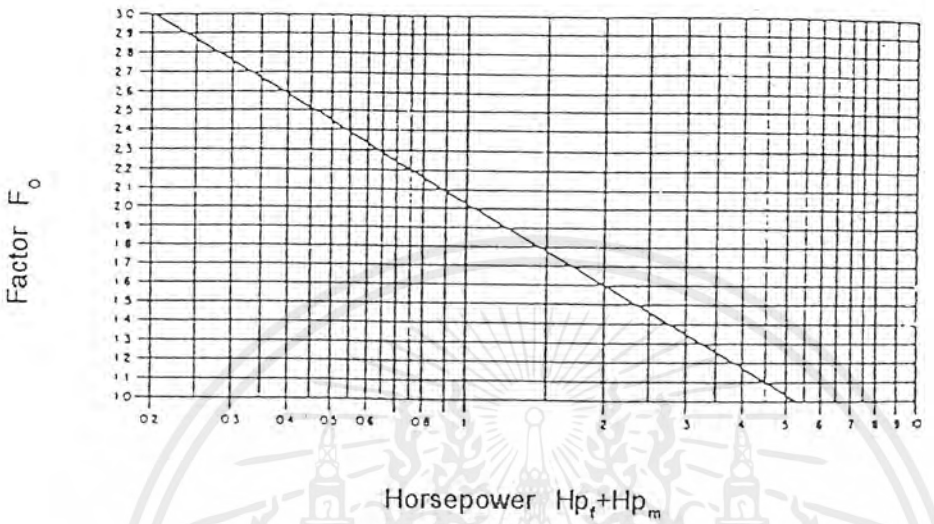
ตารางที่ ก12. ประสิทธิภาพการส่งกำลัง

อุปกรณ์ถ่ายทอดกำลังและทดรอบ	ประสิทธิภาพ (ประมาณ)
สายพานส่งกำลังรูปตัววี (V)	0.94
โซ่ลูกกลิ้ง เรือนโซ่เปิด (Open guard)	0.93
โซ่ลูกกลิ้ง เรือนโซ่ปิดหล่อน้ำมัน (Oil-tight casing)	0.94
ชุดเฟืองเฉียงทดรอบขั้นเดียว หรือชุดลดรอบเฟืองก้างปลา หรือมอเตอร์เกียร์	0.95
ชุดเฟืองเฉียงทดรอบ 2 ขั้น หรือชุดลดรอบเฟืองก้างปลาหรือมอเตอร์เกียร์	0.94
ชุดเฟืองเฉียงทดรอบ 3 ขั้น หรือชุดลดรอบเฟืองก้างปลาหรือมอเตอร์เกียร์	0.93
ชุดเฟืองเฉียงทดรอบขั้นเดียวต่อกับชุดลดรอบที่ปิดเพลามิดชิด และต่อกับมอเตอร์ขับเกลียว	0.95
ชุดเฟืองเฉียงทดรอบ 2 ขั้น ต่อกับชุดลดรอบที่ปิดเพลามิดชิด และต่อกับมอเตอร์ขับเกลียว	0.94
ชุดลดรอบระดับต่ำแบบเฟืองหนอนมีเรือนปิด (ถึง 20:1)	0.90
ชุดลดรอบระดับปานกลางแบบเฟืองหนอนมีเรือนปิด (20:1 ถึง 60:1)	0.70
ชุดลดรอบระดับสูงแบบเฟืองหนอนมีเรือนปิด (60:1 ถึง 100:1)	0.50
ชุดเฟืองดอกจอก มีเรือนปิด	0.93
ชุดเฟืองตรง มีเรือนปิด	0.93
ชุดเฟืองดอกจอก เรือนเปิด	0.90
ชุดเฟืองตรง มีเรือนเปิด	0.90
ชุดเฟืองตรง (เหล็กหล่อ) มีเรือนเปิด	0.85

ที่มา : Hinterlong and Sinden, 1985

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก. แฟคเตอร์ภาระเกิน $F_o = -1.4 \text{ LOG}((HP_f + HP_m)/0.2) + 3$

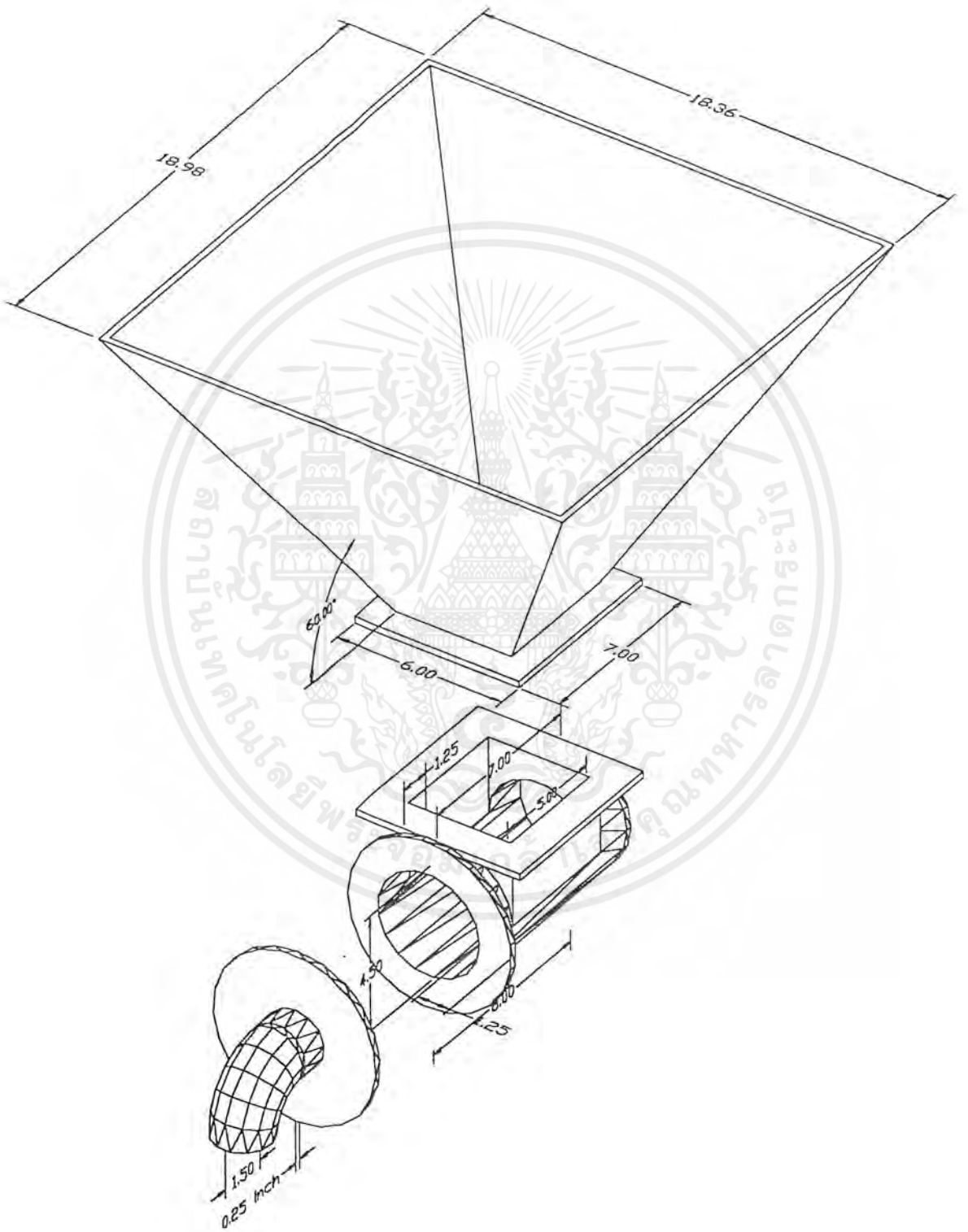


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

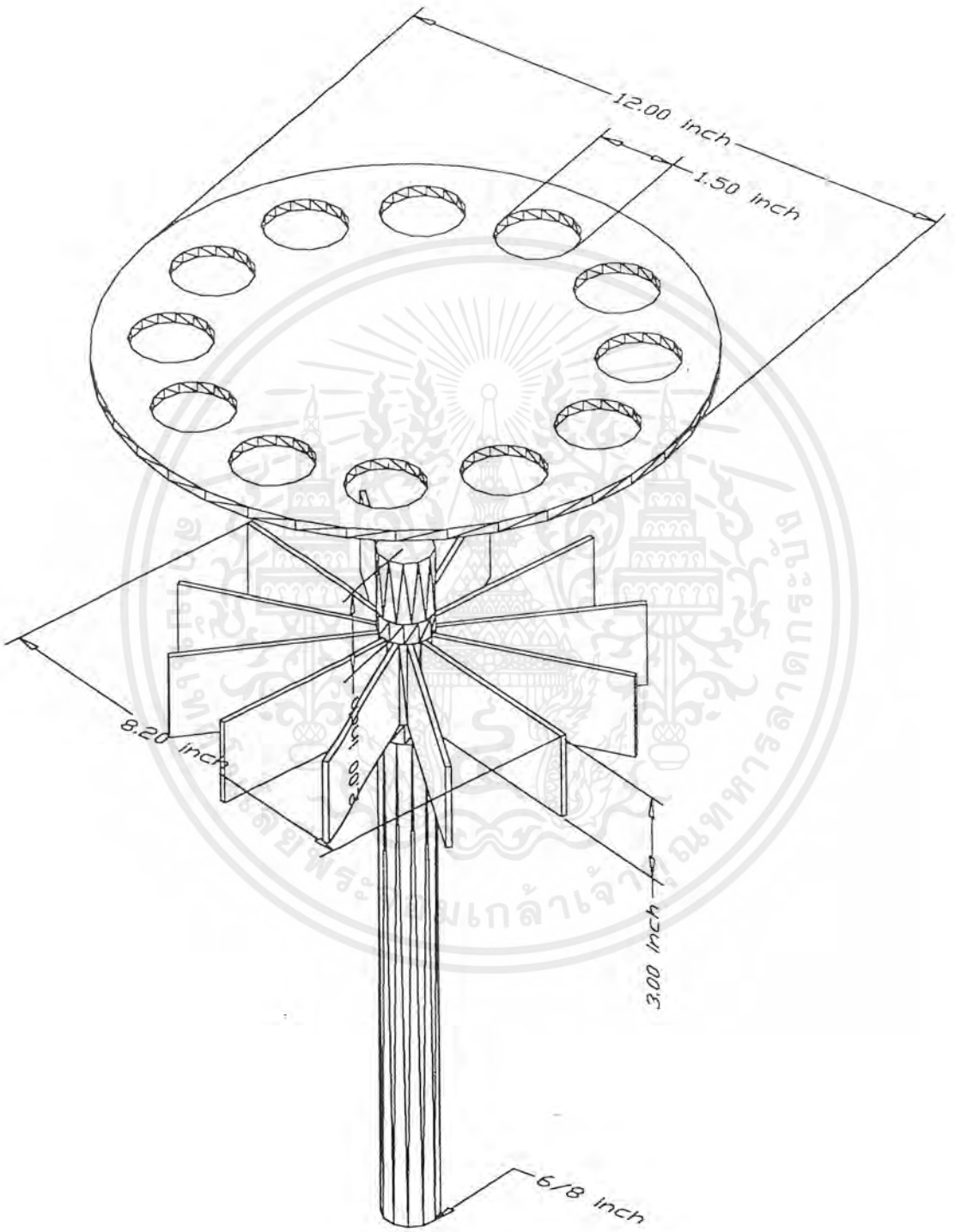
ภาพแสดงส่วนต่างๆ ของเครื่องป้อนเนื้อผลไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



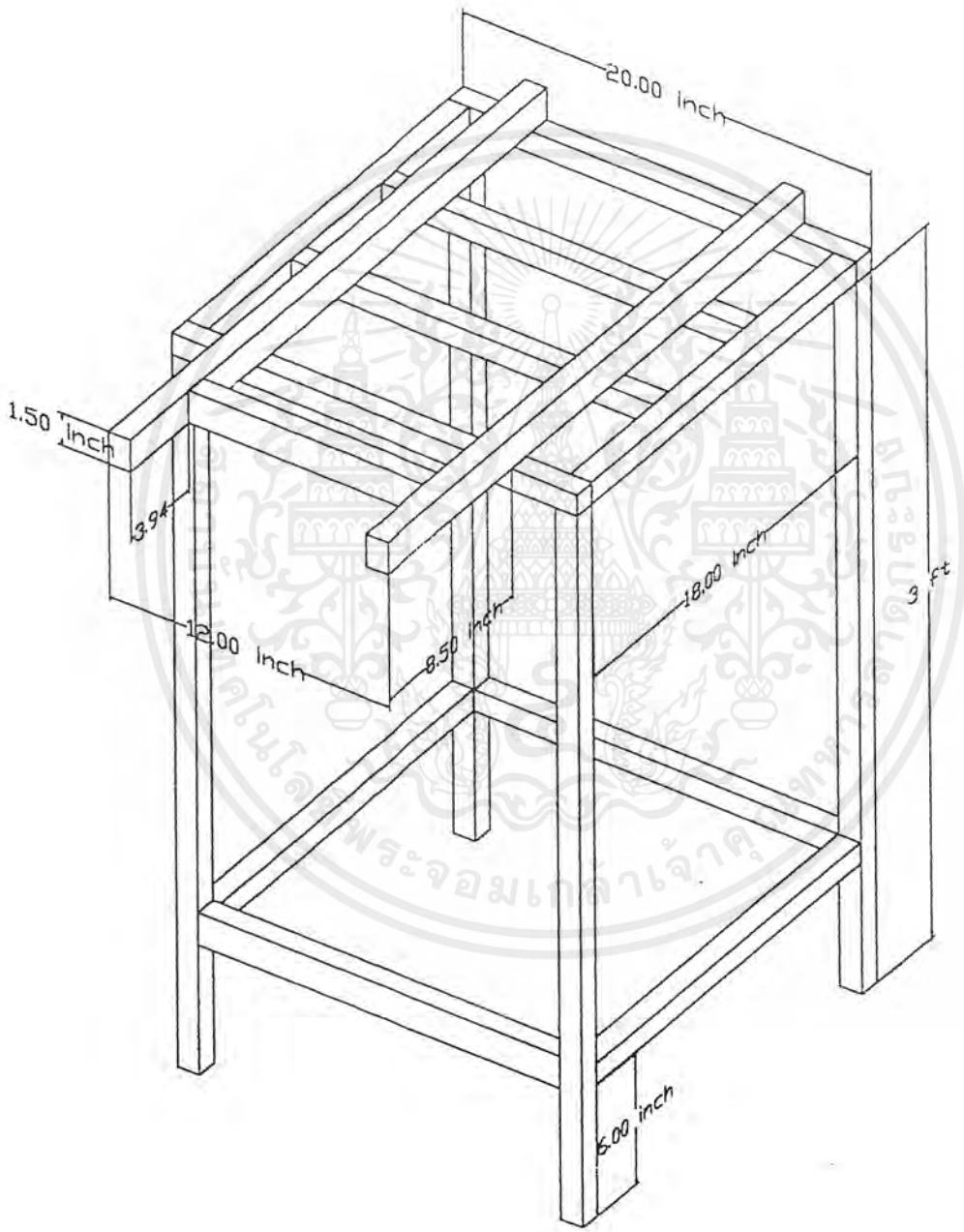
รูปที่ ข1. รายละเอียดและขนาดของชุดบรรจุ(hopper)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



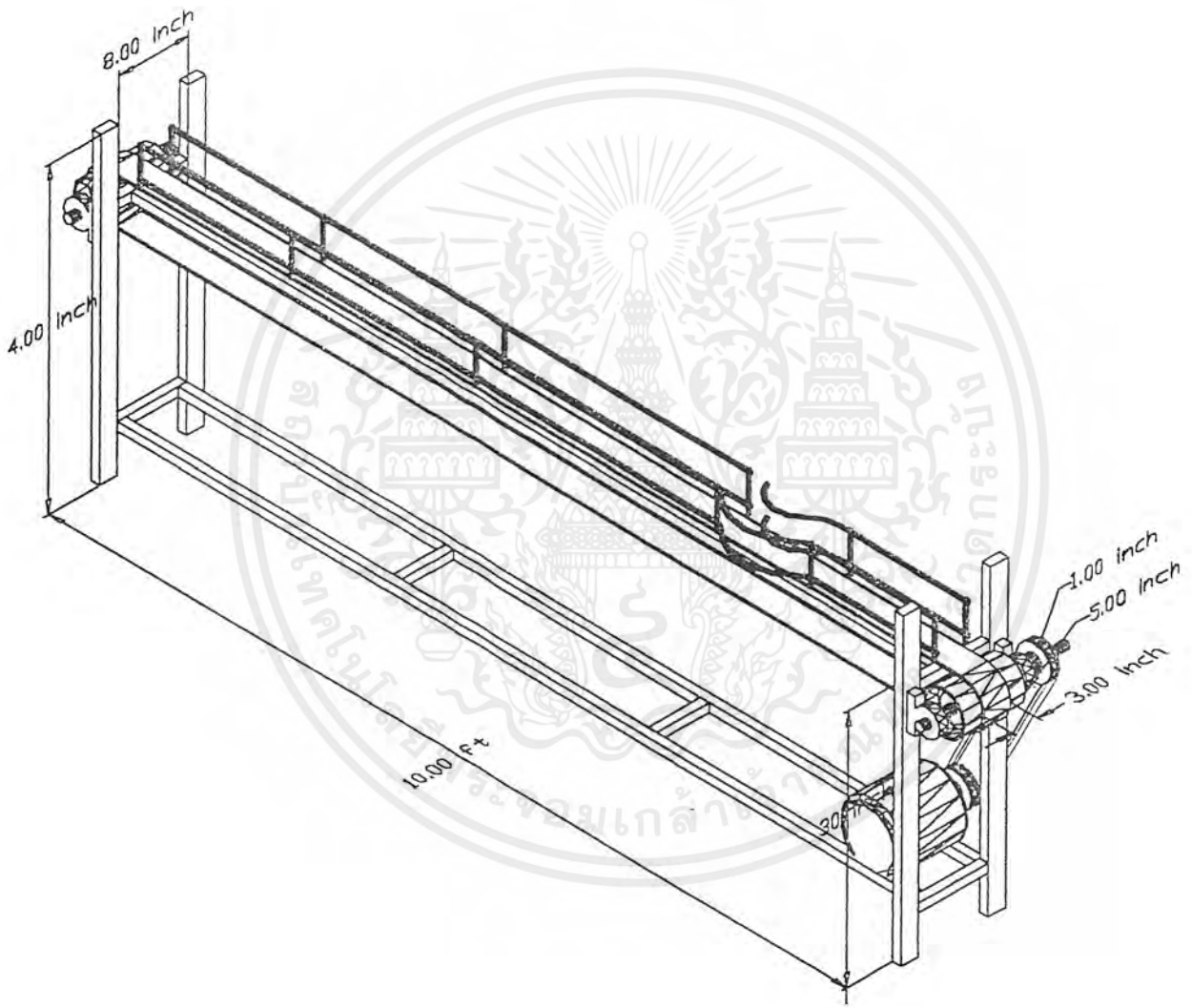
รูปที่ ข2. รายละเอียดและขนาดของชุดแป้นหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



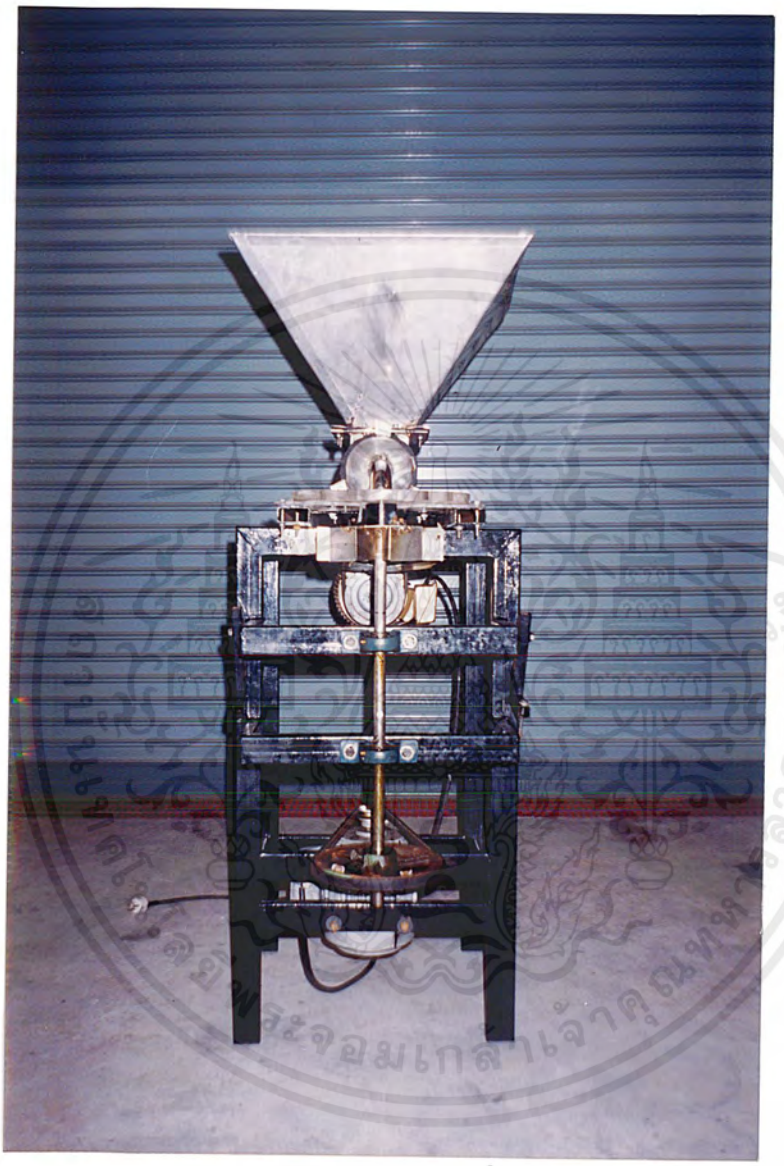
รูปที่ ข3. รายละเอียดและขนาดของโต๊ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



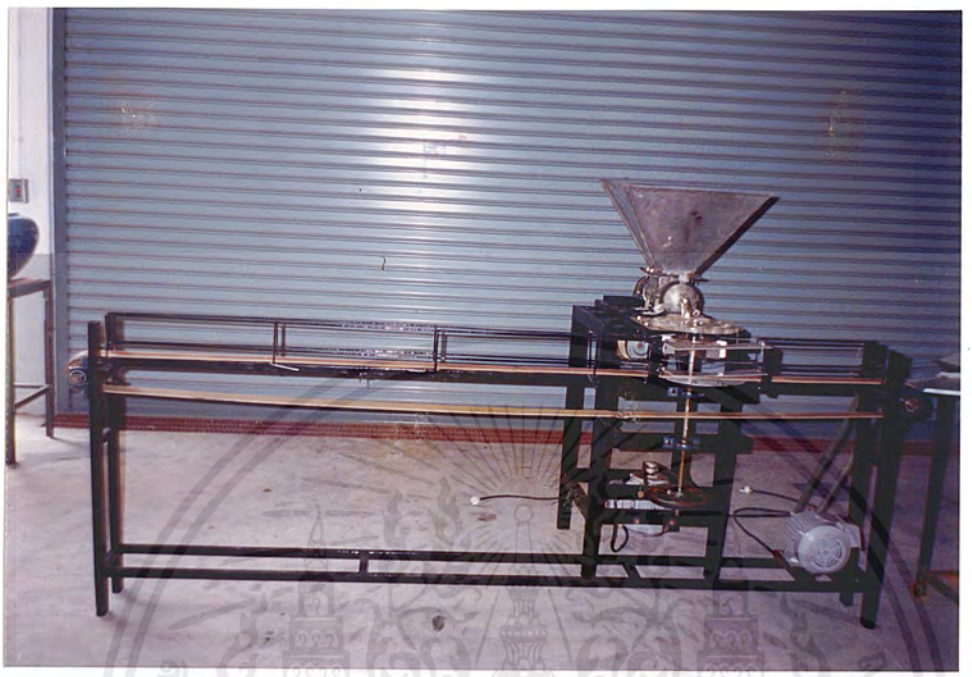
รูปที่ ข4. รายละเอียดและขนาดของสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

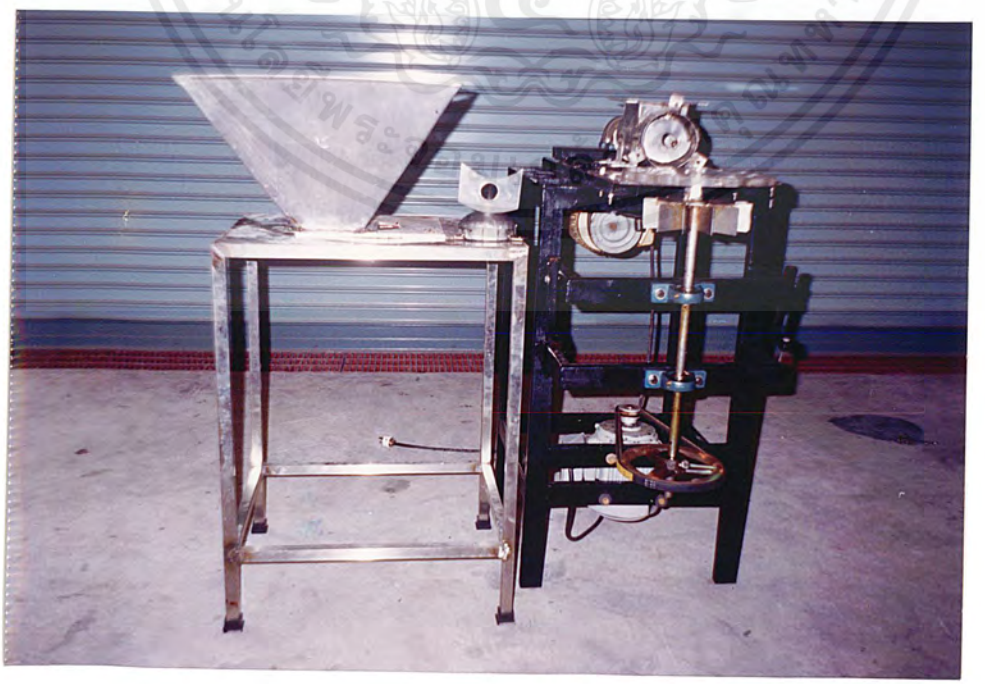


รูปที่ ข5. ชุดเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

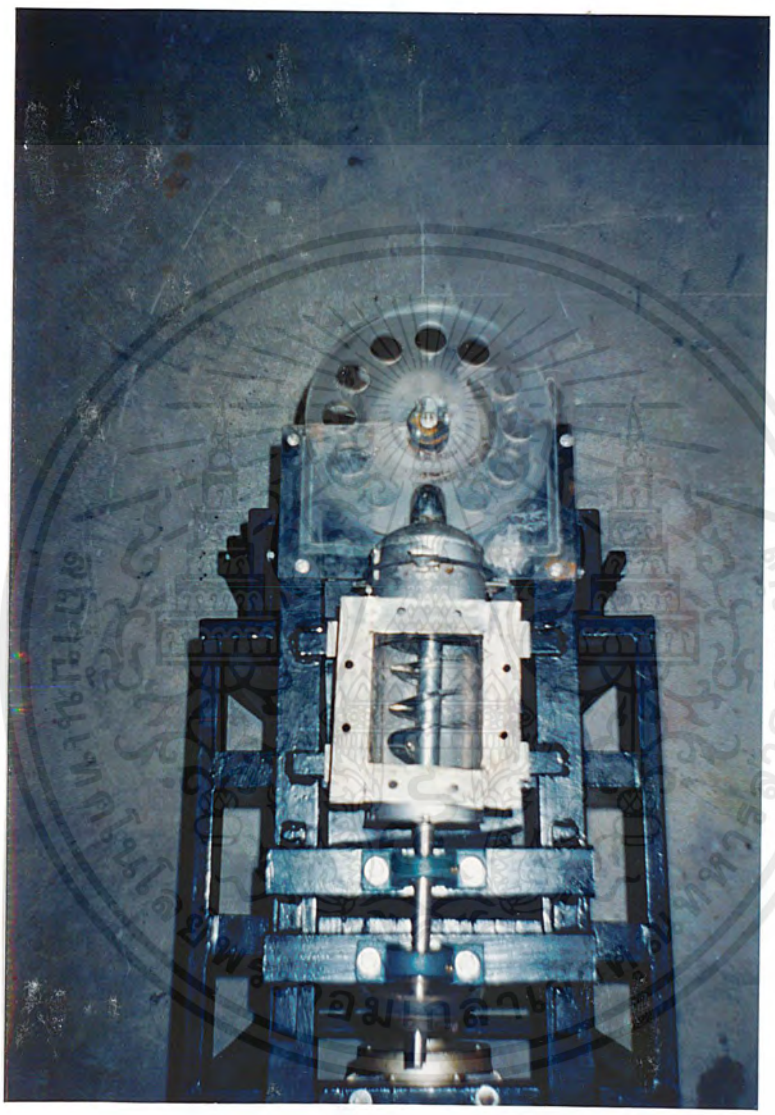


รูปที่ ข6. ชุดเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยและชุดสายพานลำเลียง



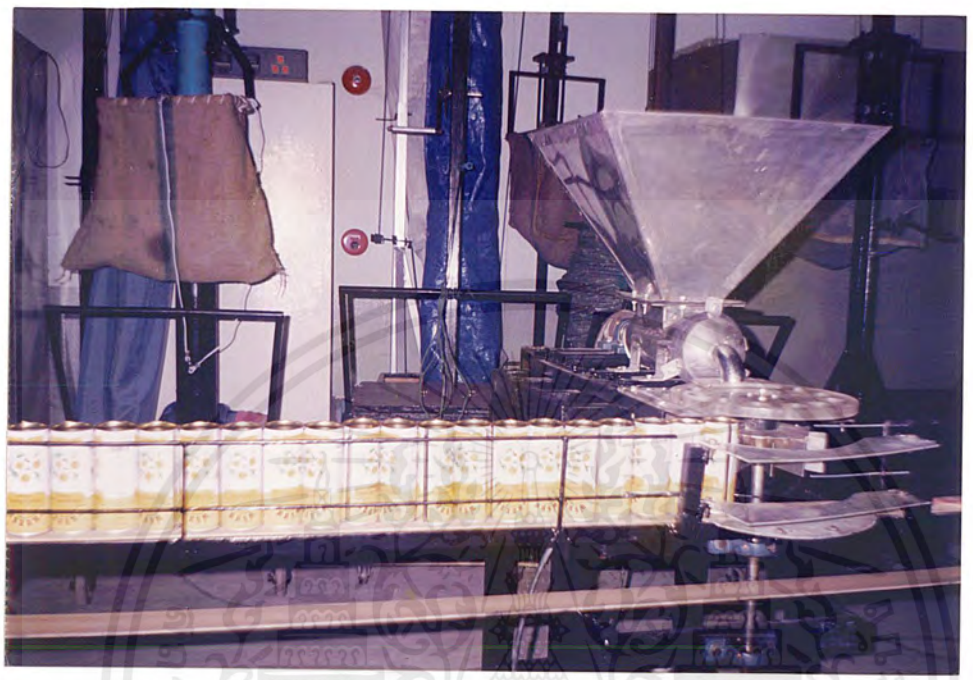
รูปที่ ข7. รายละเอียดชุดเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

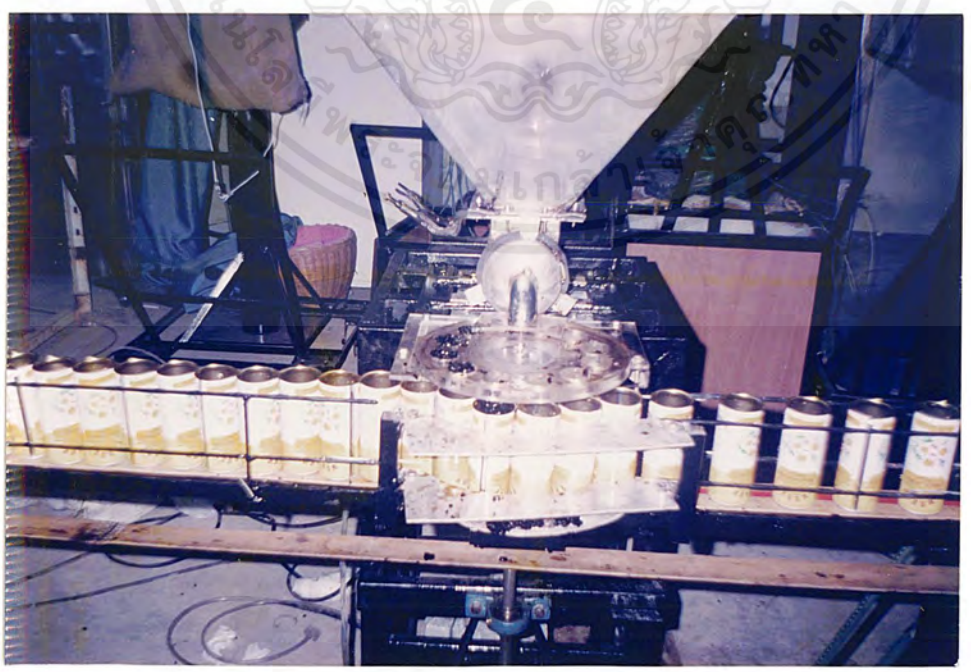


รูปที่ ข8. ชุดเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วยจากมุมมองด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

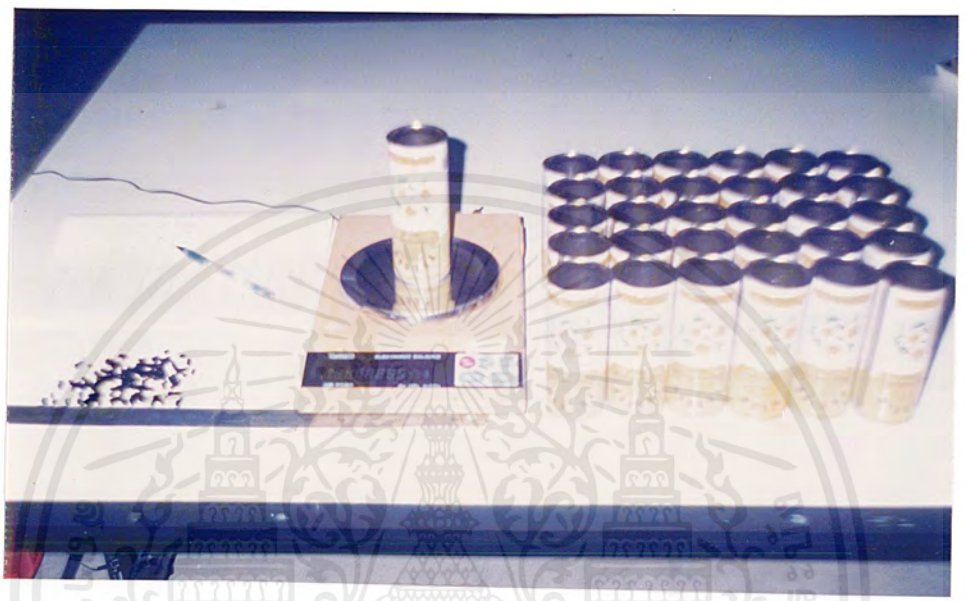


รูปที่ ข9. การทำงานขณะที่กระป๋องเริ่มเข้าสู่เครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย



รูปที่ ข10. การทำงานของเครื่องป้อนเนื้อเฉาก๊วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข11. การชั่งน้ำหนักเนื้อเฉาก๊วยหลังผ่านการป้อน

รูปที่ ข12. การชั่งน้ำหนักและปริมาณเนื้อเฉาก๊วยของแต่ละกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.
แสดงตารางผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค1. ข้อมูลแสดงน้ำหนักของเนื้อเฉาก๊วย(กรัม)ที่ความเร็วในการบรรจุ270 กระป๋อง/นาที จำนวนกระป๋องที่ใช้บรรจุในการทดลองทั้งหมด 300 กระป๋อง

17.52	17.07	19.23	17.24	18.93	19.46	19.00	19.06	18.51	19.80
16.58	19.00	18.87	17.32	19.02	19.97	17.16	19.03	18.90	17.42
16.32	17.89	19.80	19.37	16.37	18.46	16.94	20.14	18.40	19.28
17.04	18.96	19.29	20.30	17.78	17.54	18.49	19.49	19.48	16.44
18.76	19.19	18.91	19.49	17.49	19.49	17.24	18.37	18.47	17.80
17.31	17.06	18.74	16.31	19.01	17.59	17.46	16.31	17.45	18.44
17.65	19.87	19.93	18.77	19.41	17.04	17.80	18.02	16.88	18.20
17.21	19.60	19.04	19.52	17.78	17.05	16.80	19.19	17.17	19.75
18.24	21.08	17.40	18.39	18.58	17.45	18.31	19.33	17.32	19.24
18.64	19.05	19.74	17.12	19.85	18.66	18.91	20.05	18.41	19.04
17.52	17.06	19.05	17.24	18.89	18.48	19.10	19.96	19.08	18.45
19.75	18.59	19.01	17.15	20.00	19.21	19.00	18.02	18.44	18.00
19.78	16.30	18.77	18.33	17.21	18.45	18.94	18.54	19.02	19.17
19.45	18.23	19.57	17.21	20.23	18.55	17.28	19.45	19.87	18.21
17.54	18.42	18.10	17.13	18.74	17.09	18.54	17.21	18.79	18.55
18.97	17.15	17.85	18.15	19.94	17.11	20.54	18.55	19.44	18.09
19.51	19.49	19.25	19.66	18.86	17.59	19.25	17.54	18.46	18.05
19.94	16.87	17.58	20.34	17.58	18.16	19.46	18.50	19.34	18.01
18.75	18.45	17.98	20.54	17.64	19.40	18.12	18.88	17.55	18.74
18.04	17.11	18.22	18.07	17.92	18.78	16.48	19.46	18.40	17.32
17.58	17.56	19.07	20.34	19.87	19.54	18.47	17.40	17.58	17.45
19.25	18.40	17.46	17.23	18.12	18.54	17.12	17.50	18.54	17.59
17.50	19.01	19.84	19.40	17.18	19.24	17.53	17.44	18.05	18.50
18.41	19.58	19.41	17.16	20.47	19.17	18.08	18.54	18.24	19.24
17.45	17.04	18.20	17.56	19.56	17.86	20.45	19.05	20.31	17.57
17.56	17.88	17.33	17.56	17.05	18.13	19.45	17.04	17.14	18.53
17.56	18.52	18.56	18.45	17.22	17.65	18.55	17.24	17.83	19.45
17.06	18.45	17.54	19.57	19.10	17.09	19.43	17.27	18.25	17.54
17.51	17.01	19.58	17.84	17.84	19.54	17.58	17.54	18.52	18.57
17.56	17.32	17.03	16.07	19.54	18.45	18.57	19.54	17.06	17.77

น้ำหนักเฉลี่ยต่อกระป๋อง 18.37 กรัม

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค2. ข้อมูลแสดงน้ำหนักของเนื้อเฉาก๊วย(กรัม)ที่ความเร็วในการบรรจุ320 กระป๋อง/นาที จำนวนกระป๋องที่ใช้บรรจุในการทดลองทั้งหมด 300 กระป๋อง

17.65	17.45	15.36	18.98	18.69	18.64	19.35	17.84	19.34	17.86
17.52	16.71	17.68	20.56	17.65	19.64	18.64	18.24	18.57	18.24
18.21	17.98	17.35	20.35	17.69	20.31	18.34	19.74	17.63	17.55
16.84	17.69	17.64	15.04	18.64	18.64	19.64	16.57	18.24	18.29
18.24	17.58	18.25	19.87	19.12	17.85	17.58	17.33	17.46	19.27
18.31	17.69	17.54	18.98	18.65	19.64	19.64	17.86	19.48	18.01
17.21	20.67	17.95	17.95	13.28	18.68	19.64	18.23	17.03	17.23
17.51	20.89	17.64	18.54	17.98	18.36	17.64	18.56	18.52	19.84
17.24	17.69	17.69	17.98	17.98	19.87	18.95	18.74	17.44	19.87
17.68	17.28	17.64	17.65	18.97	18.64	17.64	19.50	18.91	18.57
17.64	17.64	17.62	17.85	18.95	16.54	20.62	18.64	18.85	19.57
17.32	19.58	17.32	17.58	17.98	17.98	19.65	17.52	18.29	17.58
18.41	17.68	17.33	18.68	16.17	18.64	19.54	18.24	17.84	17.09
17.06	17.05	17.31	17.64	18.64	19.64	19.98	18.52	18.54	17.84
17.32	17.70	17.32	18.64	19.54	17.95	17.56	17.56	18.08	17.73
17.04	17.82	17.35	19.58	17.65	21.65	18.64	19.45	17.74	18.91
17.07	17.98	17.36	17.95	17.69	20.36	18.98	17.53	19.27	17.07
18.14	17.68	17.39	17.68	18.65	19.64	19.55	18.05	17.57	17.59
19.32	20.57	17.87	17.64	19.58	17.95	18.15	18.71	17.84	18.48
18.01	19.65	18.54	19.56	17.49	18.64	21.20	19.54	16.57	19.91
18.54	18.68	20.14	20.45	16.14	18.95	19.64	20.50	17.81	18.72
17.21	17.95	20.22	20.22	17.98	18.41	21.26	19.31	18.27	19.57
15.81	17.64	18.64	16.08	17.82	19.65	17.65	18.00	19.67	18.51
17.21	17.85	19.75	18.25	17.96	18.65	17.64	18.58	18.73	17.83
17.65	18.64	17.65	19.64	17.68	18.59	17.08	17.51	17.82	18.70
17.65	17.69	19.25	17.68	17.95	18.98	18.12	17.52	19.27	18.83
15.42	16.08	18.64	18.54	18.65	17.98	17.54	18.59	17.22	19.54
18.54	17.58	19.64	17.64	18.49	17.98	18.20	18.72	17.80	17.82
17.32	17.24	17.65	16.58	17.41	16.28	19.54	17.37	19.20	17.54
17.64	17.25	17.65	18.24	17.52	19.25	17.54	18.36	17.58	16.76

น้ำหนักเฉลี่ยต่อกระป๋อง 18.25 กรัม

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค3. ข้อมูลแสดงน้ำหนักของเนื้อเฉาก๊วย(กรัม)ที่ความเร็วในการบรรจุ350 กระป๋อง/นาที จำนวนกระป๋องที่ใช้บรรจุในการทดลองทั้งหมด 300 กระป๋อง

17.84	19.24	19.25	20.00	18.52	17.11	16.47	17.24	18.24	18.21
17.56	20.00	17.50	17.57	20.13	17.29	20.54	17.02	17.27	17.24
18.18	18.20	17.00	17.98	19.24	18.27	19.51	18.24	18.26	15.57
19.45	17.22	17.28	18.85	17.11	17.27	17.54	17.26	13.56	17.04
20.50	17.21	17.54	19.54	18.24	17.06	18.27	17.34	17.50	17.27
18.54	18.64	18.08	18.02	18.27	17.47	18.22	17.54	18.57	18.54
17.66	19.21	17.24	19.11	18.34	19.57	18.24	15.58	18.69	18.07
17.23	21.05	17.33	17.83	19.10	18.25	18.69	18.57	18.57	17.00
18.88	19.51	18.86	17.23	17.13	17.49	17.61	18.88	16.57	17.25
19.12	18.45	19.54	18.02	17.27	18.21	17.61	17.48	17.00	18.52
21.02	18.56	20.45	19.55	18.24	17.28	18.73	18.19	18.57	19.51
17.08	18.23	19.12	17.24	17.57	17.13	18.10	18.21	18.00	18.20
18.59	17.22	17.51	18.73	18.26	18.06	18.27	18.47	18.57	18.21
17.53	17.48	18.12	18.21	17.27	19.11	17.20	18.15	18.99	17.07
17.03	19.21	19.45	19.21	19.08	20.00	17.55	20.10	17.20	17.03
17.04	17.77	18.45	20.21	17.56	21.07	17.13	19.20	18.29	17.56
19.54	18.81	17.72	17.46	17.28	18.27	18.20	18.00	19.23	19.04
17.55	19.52	18.34	17.51	16.48	19.23	17.25	17.05	18.28	20.44
18.68	18.45	18.14	18.46	17.52	19.58	18.54	18.27	18.20	20.51
17.20	19.24	17.48	17.54	18.13	18.76	17.33	17.24	18.56	18.52
18.45	17.05	17.49	18.52	18.00	17.21	19.07	18.21	17.08	17.21
17.54	18.59	16.48	19.07	17.30	17.53	20.21	17.20	18.12	18.21
17.24	19.22	17.08	17.19	19.51	18.57	19.05	17.04	17.05	19.21
18.54	19.22	17.48	18.24	17.04	17.56	17.56	17.08	17.20	17.24
20.56	18.78	17.29	18.21	16.79	17.08	17.50	17.24	17.23	18.05
18.66	19.87	19.46	17.20	18.37	19.58	17.40	17.24	18.52	17.21
18.69	18.00	18.57	16.48	17.02	18.47	17.56	17.70	20.40	18.21
18.67	18.09	18.94	17.18	17.17	18.58	18.06	18.57	18.27	18.12
18.21	17.20	19.87	17.57	17.46	19.44	17.22	20.00	18.54	17.21
19.20	17.45	17.59	18.27	18.57	19.57	17.57	18.57	17.29	18.45

น้ำหนักเฉลี่ยต่อกระป๋อง 18.15 กรัม

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค4. ข้อมูลแสดงน้ำหนักของเนื้อเฉาก๊วย(กรัม)ที่ความเร็วในการบรรจุ400 กระป๋อง/นาที จำนวนกระป๋องที่ใช้บรรจุในการทดลองทั้งหมด 300 กระป๋อง

18.34	17.05	19.85	18.98	17.82	18.39	18.18	18.21	19.27	18.97
19.88	16.24	17.78	22.33	16.31	19.22	22.49	18.58	19.26	19.62
17.79	17.95	18.89	18.18	19.27	20.13	18.86	17.25	19.75	19.60
18.73	18.12	18.20	18.65	18.87	13.61	20.41	19.02	19.78	18.35
18.34	18.06	17.59	19.21	17.73	19.29	18.60	19.04	19.60	19.01
19.68	17.86	18.23	17.88	18.67	19.25	18.85	19.30	19.18	20.11
20.47	17.10	17.95	17.80	18.65	18.46	18.31	19.89	18.81	18.19
18.28	20.66	18.21	17.99	17.99	18.36	18.41	19.30	18.35	19.12
21.60	18.30	18.01	19.18	19.08	20.23	18.38	19.83	18.13	18.75
16.38	17.87	17.11	19.00	19.55	20.25	18.36	20.17	17.92	21.93
17.59	17.44	18.98	17.83	18.90	19.09	18.29	19.06	17.89	20.77
19.79	17.96	17.71	14.98	18.69	18.11	19.28	17.78	17.44	18.99
18.87	18.26	18.55	18.27	17.52	18.84	18.27	18.81	17.06	18.41
17.92	17.71	21.40	17.54	18.62	19.50	18.40	19.46	15.29	18.62
19.26	18.10	21.11	17.46	18.76	18.58	18.17	19.06	17.67	19.08
19.29	17.10	17.65	18.61	18.41	18.76	19.01	18.06	19.22	20.45
17.80	17.72	19.81	20.18	17.95	22.24	18.94	19.36	17.93	19.46
19.44	17.97	17.98	18.37	17.40	20.45	18.72	19.18	19.21	18.33
18.14	18.35	18.46	18.00	19.32	17.45	16.46	17.05	17.11	19.35
19.26	16.22	17.86	18.45	18.91	17.85	18.45	20.86	18.18	21.00
19.87	19.56	19.26	20.12	17.64	19.45	18.23	18.46	17.56	18.56
18.87	17.58	17.88	17.86	17.69	18.77	19.15	17.78	19.56	17.62
17.44	15.78	18.47	17.56	18.64	19.98	19.26	19.11	18.59	18.55
18.25	18.56	18.22	19.45	17.48	18.29	19.55	19.23	18.24	18.79
19.12	18.45	17.89	17.89	19.55	18.45	18.44	19.26	18.77	18.56
17.45	19.84	18.52	17.98	19.08	19.75	18.52	16.87	19.54	17.14
18.46	18.46	18.32	18.99	17.97	18.56	17.54	17.40	17.02	17.06
17.24	19.48	18.09	19.08	18.49	18.41	17.54	18.24	18.21	20.45
18.43	17.55	19.05	19.22	20.52	19.58	18.54	18.57	18.08	17.24
19.22	16.89	18.45	18.95	18.79	17.26	17.44	18.59	17.26	18.50

น้ำหนักเฉลี่ยต่อกระป๋อง 18.58 กรัม

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณผู้มีส่วนช่วยเหลือในโครงงาน ดังนี้

- ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาทิป รัตนภาสกร ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่าง ๆ ตลอดการทำงานนี้

- ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่าง ๆ ในการทำงานนี้

- คุณสมชาย เดโชธรรมสถิต ผู้จัดการบริษัท นูบูน จำกัด สำหรับข้อมูลการผลิตและวัสดุที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งคำแนะนำในการออกแบบ

- อาจารย์สรรวริศ อุ่ยวัฒนา ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำในการออกแบบ

- อาจารย์เอกสิทธิ์ ศรีธรรม ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำในการออกแบบและความช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหา

- คุณเกียรติศักดิ์ รุ่นพระแสง ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในทำงาน

- คุณอำนาจ คูตะคุ ที่ได้ให้คำปรึกษา ความช่วยเหลือและอยู่เคียงข้างตลอดเวลาในการสร้างชิ้นงาน

รวมทั้งบุคคลอื่นที่ไม่ได้กล่าวมา ณ ที่นี้ ซึ่งได้ให้คำแนะนำ ปรึกษาและช่วยเหลือในการทำชิ้นงานนี้ให้เสร็จลงได้ ทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณไว้ ณ โอกาส นี้ด้วย

วันที่ 5 เมษายน 2543

คณะผู้จัดทำ

นายสมัคร รักแม่

นายสุเมธ พลภักดี

นางสาวรุ่งทิพย์ ตปนียศิลป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้