

การออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องคั่วถั่วลิสง
DESIGN FABRICATION AND TESTING
OF A ROASTED PEANUT MACHINE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เลขที่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

55701

24 พ.ค. 2548

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

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2546

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องคว่ำถั่วลิสง

ผู้จัดทำ

นายกมล

ประกอบวงษ์

นางสาวศิริวรรณ ประยูรยวง

นายสมศักดิ์

เชื้อบริบูรณ์



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. พิชิต กิตตินนท์)

ด.ธ. ๒๕๔

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. ประสงค์ ชุ่มใจหาญ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องคั่วถั่วลิสง

กมล ประกอบวงษ์

ศิริวรรณ ประยูรวง

สมศักดิ์ เชื้อบริบูรณ์

อ. พิชิต กิตตินนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. ประสงค์ ชุ่มใจหาญ อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาการออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องคั่วถั่วลิสง ซึ่งประกอบด้วยชุดคั่วถั่วลิสง , ให้ความร้อนโดยใช้แก๊ส , และทำงานในแนวนอน ถั่วลิสงที่คั่วแล้วจะผ่านมายังตะแกรง เพื่อที่จะทำการแยกถั่วลิสงออกจากทราย

อุณหภูมิของทรายที่ทำการทดสอบคือที่ 180 , 205 , 223 , 250 และ 270 องศาเซลเซียส จากการทดสอบพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ที่ 223 องศาเซลเซียส จะทำให้ได้ถั่วลิสงที่มีสีเหลืองปนน้ำตาล 78.74 % โดยสามารถคั่วถั่วลิสงได้ 9.72 กิโลกรัม / ชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองแก๊ส 0.54 กิโลกรัม / ชั่วโมง อัตราการใช้ไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 0.58 – 0.60 kWatt.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN FABRICATION AND TESTING OF A ROASTED PEANUT MACHINE

Kamon prakopwong

Siriwan Prayunyuang

Somsak Cherborribul

Pichit Kittinon

Advisor

Prasan Choomjaihan

Advisor

Abstract

The objectives of this project are to design fabricate and test the roasted peanut machine. The roasted part ,heated from gas heater, works on the principle of the horizontal. The roasted peanut passes through the sieve for separate it from the sand.

The temperature of the sand were tested at 180 , 205 , 223 , 250 and 270 degree Celsius. The results showed the suitable sand temperature is 223 degree Celsius. It has yellow brown kernel of 78.74 % and has capacity of 9.72 kg/hr and has gas requirement of 0.54 kg/hr and has power requirement of 0.58 – 0.60 kwatt.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(ก-ข)
สารบัญตาราง	(ค)
สารบัญภาพ	(ง-จ)
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับถั่วลิสง	3
2.2 การใช้ประโยชน์จากเมล็ดถั่ว	4
2.3 ผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสง	6
2.4 อุปกรณ์คั่วถั่วลิสง	10
2.5 เกลียวลำเลียง	14
2.6 ลักษณะการใช้งานของเกลียวลำเลียง	14
2.7 แหล่งกำเนิดความร้อนและการประยุกต์ใช้กับอาหาร	15
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
2.9 แนวทางการดำเนินการศึกษาเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์	18
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	
3.1 การทดสอบคั่วถั่วลิสงเบื้องต้น	19
3.2 การออกแบบและสร้างเครื่องคั่วถั่วลิสง	20
3.3 การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องคั่วถั่วลิสง	26
บทที่ 4 ผลการทดสอบ	
4.1 ผลการทดสอบคั่วถั่วลิสงเบื้องต้น	30
4.2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องคั่วถั่วลิสง	33
4.3 ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องคั่วถั่วลิสง	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	40
5.2 ข้อเสนอแนะ	40
เอกสารอ้างอิง	41
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.	43
ภาคผนวก ก. ข้อมูลการทดสอบคว่ำถั่วลิสงที่อุณหภูมิต่างๆ	44
ภาคผนวก ข.	49
ภาคผนวก ข. ส่วนประกอบของเครื่องคว่ำถั่วลิสง	50
ภาคผนวก ค.	53
ภาคผนวก ค. ข้อมูลประกอบการคำนวณ	54
กิตติกรรมประกาศ	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงสารประกอบต่าง ๆ ในเมล็ดถั่วลิสง	4
ตารางที่ 2.2 ข้อดีและข้อเสียระหว่างการใช้แรงงานคนและ การใช้ใบกวตติคแกนมอเตอร์ในการคั่วถั่วลิสง	12
ตารางที่ 2.3 ข้อดีและข้อเสียของแหล่งเชื้อเพลิงแต่ละชนิดในการแปรรูปอาหาร	16
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบคั่วถั่วลิสงเบื้องต้น	30
ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะของถั่วลิสงที่อุณหภูมิต่าง ๆ	35
ตารางที่ 4.3 ความสามารถในการคั่วถั่วลิสงและการใช้พลังงานที่อุณหภูมิต่าง ๆ	39
ตารางที่ ค.1 สมบัติวัสดุที่สามารถใช้เกลียวลำเลียง ระดับปริมาณการป้อน กลุ่มเกลียว และสัมประสิทธิ์กำลังม้า	54
ตารางที่ ค.2 ขนาดวัสดุใหญ่สุดที่เกลียวลำเลียงสามารถลำเลียงได้	55
ตารางที่ ค.3 ขนาดเกลียวลำเลียง และปริมาณการขนถ่ายที่ระดับการป้อนวัสดุ 15 %	56
ตารางที่ ค.4 ขนาดใบเกลียว ราง ฝา และคัปปลิง แบ่งตามกลุ่มเกลียว	57
ตารางที่ ค.5 ตัวอย่างรายละเอียดเกลียวลำเลียง	57
ตารางที่ ค.6 ขนาดเกลียวลำเลียง และปริมาณการขนถ่ายของอุปกรณ์ป้อน	58

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1	การบริโภครูปโดยตรงในตลาดระดับบน	5
ภาพที่ 2.2	การบริโภครูปโดยตรงในตลาดระดับกลางและล่าง	5
ภาพที่ 2.3	ถั่วลิสงทอดกรอบ	6
ภาพที่ 2.4	ถั่วลิสงเคลือบ	7
ภาพที่ 2.5	ถั่วลิสงตัดผสมงา	7
ภาพที่ 2.6	กระยาสารท	8
ภาพที่ 2.7	ถั่วลิสงอบกระเทียม	9
ภาพที่ 2.8	ถั่วลิสงคั่วทราย	9
ภาพที่ 2.9	ถั่วลิสงในกะทะใบบัวแบบใช้ไฟ	10
ภาพที่ 2.10	ถั่วลิสงในกะทะใบบัวแบบใช้เตาแก๊ส	10
ภาพที่ 2.11	ถั่วลิสงโดยใช้แรงงานคน	11
ภาพที่ 2.12	ถั่วลิสงโดยใช้เครื่องจักร	11
ภาพที่ 2.13	เกลียวลำเดียว	14
ภาพที่ 2.14	เครื่องคั่วเมล็ดกาแฟสด	17
ภาพที่ 3.1	ใบเกลียวขนาด 9 นิ้ว ระยะพิช 3 นิ้ว	21
ภาพที่ 3.2	ติดใบเกลียวเข้ากับชุดคั่ว	21
ภาพที่ 3.3	ชุดคั่วกำลัง	22
ภาพที่ 3.4	ลักษณะการติดตั้งชุดคั่วกับโครง	22
ภาพที่ 3.5	ชุดให้ความร้อน	23
ภาพที่ 3.6	วาล์วปรับปริมาณแก๊ส	23
ภาพที่ 3.7	ล้อดาวป้อนถั่วลิสง	24
ภาพที่ 3.8	ถังป้อนถั่วลิสงกับทราย	24
ภาพที่ 3.9	ชุดแยกถั่วลิสงกับทราย	25
ภาพที่ 3.10	การติดตั้งชุดแยกกับชุดคั่ว	25
ภาพที่ 3.11	ถังลิสงที่แห้งแล้ว	26
ภาพที่ 3.12	ดวงถั่วลิสงและทราย	26
ภาพที่ 3.13	ชั่งน้ำหนักแก๊สก่อนการทดลอง	27
ภาพที่ 3.14	วัดอุณหภูมิทราย	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 3.15 ถั่วลิสงและทรายที่ผ่านการอุ่นแล้ว	28
ภาพที่ 3.16 ถั่วลิสงเริ่มไหลออก	28
ภาพที่ 3.17 เก็บตัวอย่างถั่วลิสงทุก 1 นาที	29
ภาพที่ 3.18 เครื่องวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้า	29
ภาพที่ 4.1 สัดส่วน 1:1	31
ภาพที่ 4.2 สัดส่วน 1:2	31
ภาพที่ 4.3 สัดส่วน 2:1	32
ภาพที่ 4.4 ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องคั่วถั่วลิสง	33
ภาพที่ 4.5 การทำงานของเครื่องคั่วถั่วลิสง	34
ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงลักษณะของถั่วลิสงที่อุณหภูมิต่างๆ	36
ภาพที่ 4.7 เมล็ดสีขาว	37
ภาพที่ 4.8 เมล็ดสีเหลืองปนน้ำ	37
ภาพที่ 4.9 เมล็ดสีน้ำตาล	38
ภาพที่ 4.10 เมล็ดสีน้ำตาล	38
ภาพที่ ข.1 ชุดคั่วถั่วลิสง	50
ภาพที่ ข.2 ชุดป้อนถั่วลิสงและทราย	51
ภาพที่ ข.3 ชุดแยกถั่วลิสงและทราย	52

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของโครงการ

ถั่วลิสงเป็นพืชที่ปลูกในประเทศไทยมาเป็นเวลานาน ในอดีตถั่วลิสงใช้ในการทำขนมเป็นส่วนมาก เช่น ขนมข้าวกระยาสารท ซึ่งทำปีละ 1 ครั้ง นอกจากนั้นก็มีการนำถั่วลิสงไปต้มหรือคั่วขาย และมีการนำถั่วลิสงไปหีบเพื่อสกัดน้ำมัน เพราะมีผู้บริโภคบางกลุ่มที่ต้องการใช้น้ำมันถั่วลิสงในการประกอบอาหาร ซึ่งในอดีตถั่วลิสงมีบทบาทไม่มากนัก (รัชดาวรรณ พัทธกวีวปี, 2546)

มนุษย์เราสามารถนำส่วนต่างๆ ของต้นถั่วมาใช้ประโยชน์ได้มาก ส่วนของต้นถั่วลิสงที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์มากที่สุดได้แก่ เมล็ด ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดถั่วลิสงมีคุณค่าทางอาหารสูง คือมีทั้งไขมันและโปรตีนในปริมาณสูง จึงสามารถนำไปบริโภคเป็นอาหารและนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมได้หลายอย่าง ซึ่งในตลาดระดับบนนิยมบริโภคถั่วลิสงเคลือบรสต่างๆ เช่น ถั่วลิสงเคลือบน้ำผึ้ง ถั่วลิสงเคลือบกะทิ ถั่วลิสงอบเกลือ เป็นต้น โดยโรงงานจะเน้นคุณภาพถั่วลิสงเป็นเกณฑ์สำคัญที่สุด ส่วนตลาดระดับกลางและระดับล่างจะใช้ถั่วลิสงทำผลิตภัณฑ์พื้นบ้าน เช่น ถั่วต้ม ถั่วทอด ถั่วอบสมุนไพร ถั่วลิสงอบ ถั่วตัด ทอฟฟี่ถั่วลิสง และถั่วคั่วทราย เป็นต้น

ในปัจจุบันรัฐบาลได้มีการจัดตั้งโครงการ “หนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์” เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นจากผลผลิตที่ได้ในท้องถิ่น ซึ่งทำให้มีการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรที่ได้จากท้องถิ่นมีสูง เช่น การแปรรูปผลผลิตจากข้าว ปลา สับปะรด และถั่ว เป็นต้น

ถั่วคั่วทรายก็เป็นการแปรรูปผลผลิตอย่างหนึ่ง ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคสูง กรรมวิธีการทำถั่วคั่วทรายนั้นทำได้โดย นำถั่วที่จะมาคั่วทรายมาทำความสะอาดด้วยน้ำสารส้ม 30 นาที แล้วตากแดดให้แห้ง หลังจากนั้นตั้งกระทะ คั่วทรายให้ร้อนก่อนนำถั่วที่แห้งลงผสมกับทราย โดยใช้อัตราส่วน ถั่วลิสง 2 ส่วน ทราย 1 ส่วน โดยใช้ถั่วประมาณ 1.5 – 2 กิโลกรัม ต่อการคั่ว 1 ครั้ง ใช้เวลาในการคั่ว 30 นาที โดยเกษตรกรต้องใช้ไม้พายคนให้ทั่วตลอดเพื่อป้องกันการไหม้ของฝักถั่ว หลังจากนั้นใช้ตะแกรงร่อนเอาทรายออก แล้วจึงทำความสะอาดฝักถั่วและคัดแยกฝักที่แตกและไหม้ ออก

จากการผลิตดังกล่าวผู้ศึกษาจึงสนใจที่จะทำการออกแบบอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่จะมาช่วยในกระบวนการผลิต ซึ่งหากมีการออกแบบเครื่องคั่วถั่วลิสงด้วยทรายแล้วก็จะช่วยลดแรงงานคนลงได้ ซึ่งส่งผลทำให้ลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุในระหว่างการทำงานได้ ช่วยให้คนงานไม่เหน็ดเหนื่อยในการทำการผลิต และสามารถทำการคั่วถั่วลิสงได้อย่างต่อเนื่อง

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปถั่วลิสง โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ

1. ออกแบบและสร้างเครื่องคั่วถั่วลิสงด้วยทราย
2. ทดสอบหาความสามารถและประสิทธิภาพของเครื่อง

1.3 ขอบเขตของโครงการ

สร้างเครื่องคั่วถั่วลิสงด้วยทราย สำหรับคั่วถั่วลิสง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดการใช้แรงงานคนในการทำการผลิต
2. คนงาน ไม่ต้องเหน็ดเหนื่อยกับการอยู่หน้าเตาหรือกระทะคั่ว
3. ไม่ต้องเสียเวลาในการแยกถั่วออกจากทราย
4. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อย่างอื่นที่จะนำมาคั่วด้วยทรายหรือกรวดได้ เช่น

เกาลัด เป็นต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับถั่วลิสง

ถั่วลิสง เป็นพืชเศรษฐกิจ ซึ่งในปีเพาะปลูก 2545/46 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 0.524 ล้านไร่ ปริมาณผลผลิต 0.132 ล้านตัน และผลผลิตต่อไร่ประมาณ 250 กิโลกรัม โดยถั่วลิสงเป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูล *Leguminosac* มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Arachis hypogaea* มีชื่อสามัญในภาษาอังกฤษอยู่หลายชื่อ เช่น peanut , pindar , groundnut , earthenut , goober , monkeynut. ในประเทศไทยมีชื่อเรียกอยู่ทั่วไปว่า “ถั่วลิสง” ในภาคเหนือเรียก “ถั่วดิน” ชาวภาคใต้เรียก “ปักใต้ดิน หรือ ถั่วใต้ดิน” และที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์เรียก “ถั่วคูก” ถั่วลิสงมีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปอเมริกาใต้ เป็นพืชยืนต้นและขึ้นเองตามธรรมชาติ มีลักษณะที่สำคัญคือ มีใบเป็นใบประกอบแบบ pinnate ใบประกอบด้วยใบอ่อน 4 ใบ และมีผลแก่ (ฝัก) อยู่ใต้ดิน โดยมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่สรุปได้ดังนี้

1. ราก ถั่วลิสงมีระบบรากแก้ว (top root system) ที่มีรากแขนงมากมาย แต่ถั่วลิสงไม่มีขนราก (root hair) รากถั่วลิสงสามารถสร้างปมราก (nodules) ได้เช่นเดียวกับพืชตระกูลถั่วทั่วไป

2. ลำต้น ลำต้นถั่วลิสงมีทั้งลำต้นค่อนข้างเลื้อยไปตามผิวดิน (runner type) และพันธุ์ที่มีทรงพุ่มตั้งหรือค่อนข้างตรง (bunch type) ตาดอกอาจเกิดขึ้นที่ข้อของลำต้นหลักหรือกิ่งแขนงแทนการแตกกิ่งแขนงได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของพันธุ์ถั่วลิสง ลำต้นอ่อนและกิ่งอ่อนมีลักษณะเป็นเหลี่ยม เมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีลักษณะกลม

3. ใบ ใบถั่วลิสงจัดอยู่ในประเภทใบประกอบแบบ pinnate คือ มีใบย่อยอยู่ตรงกันเป็นคู่ๆ จำนวน 2 คู่ ใบย่อยมีลักษณะเป็นรูปไข่ ปลายใบย่อยมน ขอบใบเรียบขนาดของใบย่อยประมาณ $3 - 7 \times 2 - 3$ เซนติเมตร ใบย่อยมีสีเขียว ในถั่วลิสงมีก้านใบยาวประมาณ 3 - 7 เซนติเมตร บางครั้งพบว่ามีหูใบเกิดขึ้นที่ก้านใบที่ติดกับลำต้นหรือกิ่งแขนง ก้านใบมีสีเขียว แต่บางพันธุ์อาจมีสีม่วง

4. ดอก ตาดอกของถั่วลิสงเกิดขึ้นที่ซอกของก้านใบ ถั่วลิสงออกดอกเป็นช่อ แต่ไม่มีก้านช่อดอก ดอกถั่วลิสงแต่ละช่อมีดอก 1 - 3 ดอกหรือมากกว่า ดอกถั่วลิสงไม่มีก้านดอก (sessile) ดอกในช่อดอกเดียวกันจะบานไม่พร้อมกัน และจะบานเพียงวันละ 1 ดอกเท่านั้น ดอกถั่วลิสงมักจะบานในตอนเช้ามืด และเหี่ยวภายในเวลา 4-5 ชั่วโมง กลีบดอกถั่วลิสงมีสีเหลือง เป็นดอกชนิดสมบูรณ์เพศ

5. ฝัก (ผล) เกิดขึ้นจากการผสมพันธุ์ (fertilization) ฐานรังไข่จะยึดตัวออกเป็นก้าน เรียกว่า “เข็ม” (peg หรือ carpophore) เข็มจะแทงลงสู่ใต้ดินได้ลึกประมาณ 2 - 7 เซนติเมตรและจะพองตัวออกไปเป็นฝัก ถ้าเมล็ดในฝักไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ฝักก็จะหยุดพองตัว ฝักแก่มีขนาดประมาณ $1 - 8 \times 0.5 - 2$ เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เมล็ด เมล็ดแก่ของถั่วลิสงมีรูปร่างยาวรี หรือค่อนข้างกลม ขนาดประมาณ $1-2 \times 0.5-1$ เซนติเมตร รูปร่าง , ขนาด , สีของเปลือกหุ้มเมล็ด (testa) แตกต่างไปตามพันธุ์

2.2 การใช้ประโยชน์จากเมล็ดถั่ว

เนื่องจากเมล็ดถั่วลิสงมีคุณค่าทางอาหารสูง คือมีทั้งไขมันและโปรตีนในปริมาณสูง (ตารางที่

2.1) จึงสามารถนำไปบริโภคเป็นอาหารและนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมได้หลายอย่าง ซึ่งการบริโภคถั่วลิสงสามารถแบ่งออกเป็น

1. บริโภคโดยตรง เช่น ถั่วคั่ว ถั่วชุบแป้งทอด ถั่วตัด ถั่วเคลือบ ถั่วป่น และถั่วคั่ว เป็นต้น
2. บริโภคโดยอ้อม เช่น น้ำมันพืช ผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์ที่ทำจากถั่ว และทำปุ๋ย

ในตลาดระดับบนนิยมบริโภคถั่วลิสงเคลือบรสต่าง ๆ ถั่วลิสงเคลือบน้ำผึ้ง ถั่วลิสงอบกะทิ ถั่วอบเกลือ เป็นต้น โดยโรงงานจะเน้นคุณภาพถั่วลิสงเป็นเกณฑ์สำคัญที่สุด (ภาพที่ 2.1)

ตลาดระดับกลางและระดับล่างจะใช้ถั่วลิสงทำผลิตภัณฑ์พื้นบ้าน เช่น ถั่วคั่ว ถั่วชุบแป้งทอด ถั่วทอด ถั่วอบสมุนไพร ถั่วลิสงอบ ถั่วตัด ทอฟฟี่ถั่วลิสง และถั่วคั่วทราย เป็นต้น (ภาพที่ 2.2)

ตารางที่ 2.1 แสดงสารประกอบต่างๆ ในเมล็ดถั่วลิสง

สารประกอบ	ปริมาณของสารประกอบ (%)
ความชื้น	4.1
ไขมัน	45.7
โปรตีน	24.4
คาร์โบไฮเดรต	19.5
กาก	1.7
เถ้า	2.6
แร่ธาตุและวิตามิน	present

ที่มา: กองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (อ้างตามอมรา, 2521)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก.)



(ข.)



(ค.)



(ง.)



(จ.)



(ฉ.)

ภาพที่ 2.1 การบริโภคโดยตรงในตลาดระดับบน (ก.) ถั่วลิสงเคลือบน้ำผึ้ง, (ข.) ถั่วลิสงเคลือบกะทิ, (ค.) ถั่วอบผสมแป้งกรอบ, (ง.) คอกเทลลันต์, (จ.) ถั่วลิสงอบเกลือ, (ฉ.) ถั่วลิสงอบเกลือมีเปลือก



(ก.)



(ข.)



(ค.)



(ง.)



(จ.)



(ฉ.)

ภาพที่ 2.2 การบริโภคโดยตรงในตลาดระดับกลางและล่าง (ก.) ถั่วทอด, (ข.) ถั่วตัด (ค.) ถั่วอบสมุนไพร, (ง.) ถั่วอบ, (จ.) ทอฟฟี่ถั่วลิสง, (ฉ.) ถั่วลิสงคั่วทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสง

จากอดีตจนถึงปัจจุบันมีการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรอย่างมากมาย และหลากหลาย ซึ่งตัวอย่างผลผลิตทางการเกษตรอย่างหนึ่งที่มีการนิยมผลิตก็คือ ถั่วลิสง เนื่องจากเมล็ดถั่วลิสงมีคุณค่าทางอาหารสูง จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมได้หลายอย่าง อย่างไรก็ตามคนเรายังใช้เมล็ดถั่วลิสงไปประกอบเป็นอาหารคาวและหวานได้หลายอย่าง เช่นถั่วลิสงทอด ถั่วลิสงเคลือบ ถั่วลิสงตัดผสมงา กระดาษสาธิต ถั่วลิสงอบกระเทียม รวมไปถึงถั่วลิสงคั่วทราย เป็นต้น

2.3.1 ถั่วลิสงทอด

มีขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) นำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ปริมาณ 1.5 กิโลกรัม มาลอกเชื้อหุ้มเมล็ดออกก่อน โดยวิธีการคั่วเพียงเล็กน้อย

2) นำไปลวกน้ำเดือดเพื่อทำลายเอนไซม์ไลเปสที่จะทำให้เกิดการหืน และลดคุณภาพ

3) เลือกเอาเมล็ดถั่วลิสงที่มีสีคล้ำออกน้ำตาล เมล็ดลีบ และเมล็ดมีตำหนิออก

4) นำไปทอดในน้ำมันพืชอย่างดีกลิ่นรสปกติ ที่อุณหภูมิ 170°C เป็นเวลา 6-8 นาที แล้วทำให้เย็นลงทันที

5) สะเด็ดน้ำมัน ผสมเกลือ 0.5-1 % โดยประมาณ แล้วบรรจุถุง



ภาพที่ 2.3 ถั่วลิสงทอดกรอบ

2.3.2 ถั่วลิสงเคลือบ

มีขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) ล้างเมล็ดถั่วลิสงให้สะอาด และผึ่งไว้

2) ผสมน้ำกับน้ำตาลทรายใส่ในกะทะตั้งไฟ และเคี่ยวจนกระทั่งน้ำงวดลง จากนั้นคนต่อเบา ๆ

3) นำเมล็ดถั่วลิสงที่เตรียมไว้ผสมลงไป แล้วกวนให้น้ำตาลจับเมล็ดจนทั่วทั้งเมล็ด จึงลดไฟให้อ่อนลง

4) เติมน้ำมันให้แรงขึ้นเพื่อให้เมล็ดถั่วเป็นเงา และคนเร็ว ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) เทใส่ถาดพักให้อุ่นและแยกเมล็ด จากนั้นโรยเกลือ งามา และคนให้ทั่ว เมื่อเมล็ดถั่วเย็นสนิท จึงบรรจุถุง



ภาพที่ 2.4 ถั่วลิสงเคลือบ

2.3.3 ถั่วลิสงตัดผสมงา

มีขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) แกะถั่วลิสงและเอากากด้านในออกให้สะอาด แล้วนำถั่วลิสงที่ได้ไปคั่วในไฟอ่อนพอสุกจากนั้นตักใส่ภาชนะพักไว้ให้เย็น
- 2) นำน้ำตาลทรายผสมกับน้ำและเบะแซเล็กน้อย นำไปตั้งไฟอ่อนและคนจนส่วนผสมทั้งหมดเข้ากันดี เสร็จแล้วนำน้ำมันพืชที่เตรียมไว้ประมาณ 1 ถ้วยไฟใส่ลงในส่วนผสมข้างต้นแล้วคนให้เข้ากัน เมื่อเสร็จแล้วนำถั่วลิสงที่เตรียมไว้ลงกวนในหม้อหรือกระทะ และคนให้ทั่วจนให้ทั่ว
- 3) เตรียมภาชนะที่ใช้สำหรับเทส่วนผสม โดยโรยารองพื้นแล้วนำถั่วลิสงที่ได้เทลงไปและใช้ไม้กลมบดอัดให้แน่นเสมอกัน เสร็จแล้วตัดตามรูปทรงที่ต้องการ



ภาพที่ 2.5 ถั่วลิสงตัดผสมงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 กระยาสารท

มีขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) คั่วเครื่องปรุง ข้าวเม้า ถั่วลิสง งา และนำไปอบควันเทียน
- 2) นำกะทิไปเคี่ยวกับน้ำอ้อยโดยใช้ไฟปานกลาง โดยเคี่ยวไปมาจนกระทั่งเหนียวมาก
- 3) เครื่องปรุงที่อบควันเทียนเตรียมไว้แล้ว ลงคลุกกับน้ำอ้อยที่เคี่ยวบนไฟอ่อน และคลุกเคล้าให้ทั่ว
- 4) จากนั้นเอาขึ้นเทลงถาดอัดเป็นแผ่นตัดเป็นชิ้น แล้วเก็บใส่ภาชนะที่ไม่มีอากาศเข้าได้ สามารถเก็บไว้รับประทานได้นานหลายเดือน



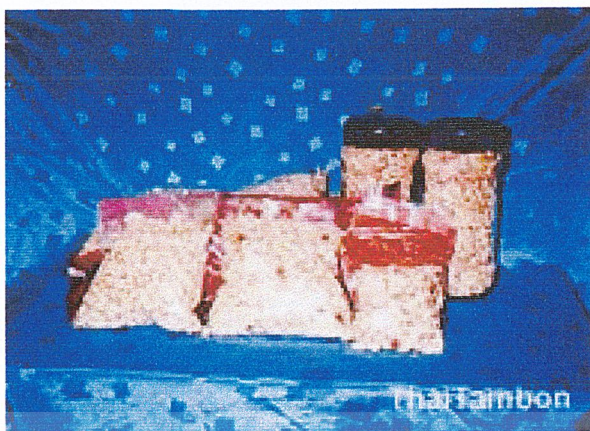
ภาพที่ 2.6 กระยาสารท

2.3.5 ถั่วลิสงอบกระเทียม

มีขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) นำถั่วลิสงมาอบและนำมาปอกเปลือก
- 2) หลังจากนั้นนำมาทอดให้เหลืองพักไว้
- 3) นำกระเทียมมาปอกเปลือกหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ แล้วนำไปทอดในน้ำมันให้ท่วมและนำขึ้นมาพักไว้
- 4) นำส่วนผสมทั้ง 2 อย่างคลุกให้เข้ากันและใช้เกลือไอโอดีนผสมให้รสกลมกล่อม จากนั้นนำไปบรรจุตามขนาดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 ถั่วลิสงอบกระเทียม

2.3.6 ถั่วลิสงคั่วทราย

มีขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) คัดขนาดถั่วลิสงที่จะคั่วทราย (ใช้ถั่วลิสงทั้งเปลือก)
- 2) นำถั่วทั้งเปลือกที่คัดเลือกแล้วมาล้างโดยใช้สารส้มแช่ไว้ในน้ำ โดยสารส้มจะช่วยเคลือบผิวเปลือกถั่ว แล้วนำตากแดดให้แห้ง
- 4) ตั้งกระทะและใช้ไฟจากเตาแก๊สคั่วทรายให้ร้อนก่อน
- 5) นำถั่วลิสงทั้งเปลือกที่แห้งแล้วผสมกับทราย โดยใช้ถั่วลิสง 2 ส่วน ทราย 1 ส่วน ใช้ถั่วประมาณ 1.5–2 กิโลกรัม ต่อการคั่ว 1 ครั้ง ใช้เวลาประมาณ 30 นาที หรือสังเกตลักษณะของถั่วอาจมากกว่า หรือน้อยกว่า 30 นาที
- 6) ใช้ตะแกรงร่อนเอาทรายออก แล้วใช้ทรายที่ร่อนนำมาคั่วถั่วลิสงชุดต่อไปเพื่อประหยัดเชื้อเพลิง
- 7) เช็ดทำความสะอาดฝักถั่ว โดยใช้ผ้าสะอาดเช็ดอย่างรวดเร็ว แล้วคัดฝักที่แตกและไหม้ออกบรรจุถั่วลิสงในถุงพลาสติกที่เตรียมไว้ ในขณะที่ถั่วยังมีความร้อนอยู่เพื่อไล่อากาศ (โดยปกติจะเก็บไว้ได้นาน 1 ปี)



ภาพที่ 2.8 ถั่วลิสงคั่วทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 อุปกรณ์ท้าวถั่วลิสง

วิวัฒนาการของการผลิตถั่วลิสงท้าวทรายนั้นในช่วงแรกจะใช้การคั่วในกะทะใบบัวใช้ฟืน หรือ ก๊าซหุงต้ม เป็นเชื้อเพลิงและใช้แรงงานคนในการกวน ต่อมาได้มีการพัฒนาเปลี่ยนจากการใช้แรงงานคนในการกวนมาเป็นการใช้เครื่องช่วยในการกวนแทน โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ามาต่อเข้ากับครีบกวน แต่ก็ยังคงกวนอยู่ในกะทะใบบัว



ภาพที่ 2.9 ท้าวถั่วลิสงในกะทะใบบัวแบบใช้ฟืน



ภาพที่ 2.10 ท้าวถั่วลิสงในกะทะใบบัวแบบใช้เตาแก๊ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 คั่วถั่วลิสงโดยใช้แรงงานคน



ภาพที่ 2.12 คั่วถั่วลิสงโดยใช้ครีบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ข้อดีและข้อเสีย ระหว่างการใช้แรงงานคนและการใช้ใบกวนติดแกนมอเตอร์ ในการคว่ำถั่วลิสง

ลักษณะการคว่ำ	ข้อดี	ข้อเสีย
คว่ำในกะทะใบบัวโดยใช้แรงงานคน 1) ใช้พื้น	- ประหยัดต้นทุน - ถั่วที่ได้จะมีกลิ่นหอม - เชื้อเพลิงหาได้ง่ายภายในท้องถิ่น	- ปริมาณการควำน้อย - ต้องใช้แรงงานคนผลัดเปลี่ยนกัน - คนงานเกิดความเหนื่อยล้า - ไม่สามารถปรับปริมาณ ไฟได้ - ในขณะที่คว่ำจะเกิดควัน และเถ้าฟุ้งกระจายรอบกวนผู้คว่ำ - ต้องคอยตรวจสอบและชิมถั่วตลอดเวลา - การคว่ำไม่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง - ต้องคว่ำภายนอกอาคาร หรือในพื้นที่โล่ง
2) ใช้เตาแก๊ส	- ใช้งานได้ง่าย และสะดวก - สามารถปรับปริมาณ ไฟได้ - สามารถคว่ำได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร - ในขณะที่คว่ำจะไม่มีควัน และเถ้าฟุ้งกระจาย ทำให้ไม่รบกวนผู้คว่ำ - ผู้คว่ำไม่ต้องเติมเชื้อเพลิงตลอดเวลาที่ทำการคว่ำ	- เชื้อเพลิงมีราคาแพงกว่าเมื่อเทียบกับแบบใช้พื้น - ต้องใช้แรงงานคนผลัดเปลี่ยนกัน - คนงานเกิดความเหนื่อยล้า - การคว่ำไม่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) ข้อดีและข้อเสีย ระหว่างการใช้แรงงานคน และการใช้ใบกวนติดแกน
มอเตอร์ในการคั่วถั่วลิสง

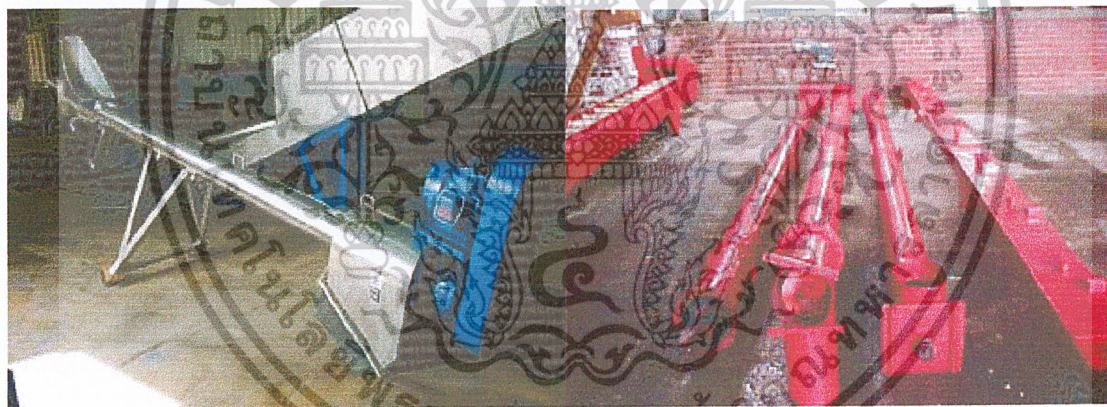
ลักษณะการคั่ว	ข้อดี	ข้อเสีย
คั่วในกะทะใบบัวโดยใช้ใบ กวนติดแกนมอเตอร์		
1) ใบกวน 2 ใบ	- คนงานไม่เหน็ดเหนื่อย - ปริมาณถั่วสุกอย่างทั่วถึงกันมีมากขึ้น - คนงานเพียงคนเดียวก็สามารถทำงานได้ - ต้นทุนในการสร้างเครื่องต่ำกว่าแบบใบกวน 7 ใบ - ดูแลรักษาง่าย	- ต้องคอยชิมถั่วตลอดการคั่ว - การคั่วไม่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง - เสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากการที่ต้องแยกถั่วออกจากคั่วเสร็จแล้ว - กำลังการผลิตน้อย
2) ใบกวน 7 ใบ	- ปริมาณถั่วสุกอย่างทั่วถึงกันมีมากขึ้นเมื่อเทียบกับแบบใบกวน 2 ใบ - สามารถกวนถั่วได้ในปริมาณที่มากกว่าแบบ 2 ใบ - คนงานไม่เหน็ดเหนื่อย - คนงานเพียงคนเดียวก็สามารถทำงานได้ - กำลังการผลิตสูงกว่าแบบ 2 ใบ	- ต้องคอยชิมถั่วตลอดการคั่ว - การคั่วไม่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง - สูญเสียกลิ่นน้อยเนื่องจากเป็นระบบปิด - ควบคุมอุณหภูมิในการคั่วยาก เพราะเป็นระบบปิดไม่สามารถมองเห็นได้ง่าย - ยากแก่การสังเกตลักษณะการสุกของถั่วลิสง - คั่วเสร็จแล้วเอาออกจากเครื่องยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เกลียวลำเลียง

เกลียวลำเลียง (Spiral or screw conveyors and elevators) จัดอยู่ในประเภทสายพานกวาดก็ได้ แต่เนื่องจากมีลักษณะแตกต่างออกไปจึงแยกอธิบาย มีหลายลักษณะซึ่งทำให้ขนถ่ายวัสดุได้หลายชนิด เกลียวตัวหนอนมี 2 ชนิด คือแบบแรกเรียกว่า Helicoid spiral เกลียวทำเป็นเกลียวแยกส่วน แต่ละส่วนเชื่อมกันด้วยหมุดย้ำแล้วติดบนเพลลา หรือท่อ เช่นเกลียวแบบแผ่นริ้ว (Ribbon spiral) ใช้ในการขนถ่ายวัสดุที่หนืดเหนียว เกลียวแบบตัด (Cut flight) จะทำให้เกิดการผสมขึ้นขณะลำเลียง เกลียวแผ่น (Paddle Spiral) ช่วยในการผสมกวนวัสดุในขณะลำเลียง และระยะพิชของแผ่นสามารถปรับตัวได้ด้วย เกลียวเรียว (Tapered spiral) สามารถขนถ่ายวัสดุเป็นก้อนร่วนออกจากถังบรรจุ สำหรับลักษณะของใบเกลียวที่ใช้กันนั้นมีอยู่หลายแบบเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในลักษณะที่ต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น เกลียวพิชสั้น (Short pitch) ซึ่งมักใช้เป็นอุปกรณ์ป้อน หรือในกรณีที่ต้องการการลำเลียงวัสดุช้า ๆ เพื่อให้ความร้อน ความเย็น ทำให้แห้ง หรือปรุงเป็นอาหาร

เกลียวลำเลียงใช้ขนถ่ายได้ในความยาวถึง 30 เมตร ทำมุมเอียงได้ถึง 35 องศา แต่เมื่อความเอียงเพิ่มขึ้น ปริมาณขนถ่ายก็ลดลง อย่างไรก็ตาม ในการขนถ่ายวัสดุที่เป็นเม็ดและละเอียดอ่อนนุ่มอาจทำมุมเอียงได้ 75–90 องศา ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 2.13 เกลียวลำเลียง

2.6 ลักษณะการใช้งานของเกลียวลำเลียง

เกลียวลำเลียงเป็นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุปริมาณมวลที่มีความคล่องตัวในการเคลื่อนไหลดี เช่น เมล็ดธัญพืชต่าง ๆ เม็ดอาหารสัตว์ สารเคมีที่เป็นปริมาณมวลต่าง ๆ ขี้เลื่อย ผงถ่านหิน เป็นต้น ในกรณีที่วัสดุมีความคล่องตัวในการเคลื่อนไหลปานกลาง หรือมีความหนืด เช่น แป้งโดห์ น้ำตาลดิบ เป็นต้น ก็สามารถประยุกต์ใช้ได้โดยใช้ใบเกลียวแบบต่าง ๆ เกลียวริ้ว (Ribbon flight) แทนเกลียวเต็มใบ (Standard flight) นอกจากใช้เป็นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแล้ว ยังใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนวัสดุ (feeder) ได้ด้วย เกลียวลำเลียงสามารถรับวัสดุได้จากหลายทาง และมีช่องวัสดุออกได้หลายทางด้วย เช่น การรับและการส่งวัสดุจากถังเก็บวัสดุไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ในโรงงาน เช่น โรงงานอาหารสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ในสื่อทางวิชาการเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ใดได้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงงานเกี่ยวกับเมสตีรัลฟิช และโรงงานที่เกี่ยวกับสารเคมี เกลียวลำเลียงยังใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุม อัตราการไหลของวัสดุ โดยออกแบบให้สามารถปรับความเร็วรอบในการหมุนทำให้สามารถป้อน วัสดุไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้ตามความต้องการ นอกจากนี้ยังอาจให้ความร้อนหรือความ เย็นต่อวัสดุได้โดยทำเสื้อ (Jacket) สวมรางเกลียว (Screw case) ที่รองรับวัสดุ เพื่อให้มีสารทำ ความร้อน หรือความเย็นไหลเวียนไป เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนได้ หรือ อาจทำท่อผ่านไปตามใบ เกลียวก็ได้ เกลียวลำเลียงยังสามารถลำเลียงวัสดุที่มีฝุ่นหรือไอพิษ หรือวัสดุที่ต้องปลอดจากการปน เปื้อนโดยปิดฝารางเกลียวให้แน่น

2.7 แหล่งกำเนิดความร้อนและการประยุกต์ใช้กับอาหาร

ต้นทุนเรื่องพลังงานที่สูงขึ้นในกระบวนการแปรรูปอาหารเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือก กระบวนการแปรรูปซึ่งต้องพิจารณาร่วมกับต้นทุนของอาหารและผลกำไรที่จะได้รับ เชื้อเพลิงแต่ละ ชนิดมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน เช่น ต้นทุน ความปลอดภัย ความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนในอาหาร ความยืดหยุ่นในการใช้งาน เงินลงทุนหรือค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสำหรับเครื่องถ่ายเทความร้อน แหล่งกำเนิดความร้อนที่มีใช้ในกระบวนการแปรรูปอาหารมีดังนี้

1. ไฟฟ้า
2. ก๊าซ (ก๊าซธรรมชาติ หรือก๊าซปิโตรเลียมเหลว)
3. น้ำมันเชื้อเพลิงเหลว

มีการใช้เชื้อเพลิงแข็ง เช่น แอนทราไซต์ ถ่านหิน ไม้และถ่านในปริมาณไม่มาก ตารางที่ 2.3 แสดงข้อดีและข้อเสียสำหรับแหล่งเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ในการให้ความร้อนอาจใช้วิธีให้ความร้อน โดยตรง หรือโดยอ้อม แต่สำหรับการทำให้เย็นจะใช้วิธีโดยอ้อมเท่านั้น

1) วิธีให้ความร้อนโดยตรง

ในการให้ความร้อนโดยตรงนั้นสามารถใช้ได้เฉพาะก๊าซ หรือเชื้อเพลิงเหลว เนื่อง จากการใช้เชื้อเพลิงอื่นอาจเกิดปัญหาเรื่องการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ มีการประยุกต์ใช้วิธีให้ความร้อน โดยตรงกับเตาอบ สำหรับการใช้ไฟฟ้าจะแตกต่างกับการใช้เชื้อเพลิงอื่น นั่นคือต้องใช้เครื่องปั่นไอน้ำ (steam turbine) ซึ่งได้รับความร้อนจากเชื้อเพลิง (เช่น ถ่านหินหรือน้ำมันเชื้อเพลิง) หรือการใช้ ปฏิกิริยานิวเคลียร์เพื่อผลิตไฟฟ้า อย่างไรก็ตามการใช้ไฟฟ้าโดยตรงทำได้ในกรณีของการให้ความ ร้อนโดยวิธีไดอิเล็กตริกหรือการใช้รังสีไมโครเวฟ

2) วิธีให้ความร้อนโดยทางอ้อม

การให้ความร้อนโดยทางอ้อมต้องใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อไม่ให้อาหาร สัมผัสกับผลิตภัณฑ์จากการเผาไหม้ ระบบแบบง่ายที่สุดจะประกอบด้วยการเผาไหม้เชื้อเพลิงใต้แผ่น โลหะ และให้ความร้อนโดยพลังงานจากการแผ่รังสีของแผ่นโลหะ ระบบให้ความร้อนโดยอ้อมที่ใช้ ทั่วไปมากที่สุดในการแปรรูปอาหารคือ การใช้ไอน้ำที่ผลิตโดยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (หม้อต้ม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอน้ำ) ซึ่งตั้งอยู่ห่างออกไปจากพื้นที่ของการแปรรูป เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชุดที่ 2 จะถ่ายเทความร้อนจากไอน้ำไปยังอาหารภายใต้สภาวะการควบคุม หรือมีการฉีดไอน้ำเข้าไปในอาหาร อาจมีการใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนอีกชุด ซึ่งจะถ่ายเทความร้อนจากไอน้ำไปยังอากาศเพื่อทำอาหารแห้ง หรือให้ความร้อนแก่อาหารภายใต้สภาวะที่แห้ง Farrall (1979) ได้รายงานข้อดีของการใช้ไอน้ำในการให้ความร้อนในกระบวนการแปรรูป และอธิบายเครื่องมือผลิตและการจัดการไอน้ำชนิดต่าง ๆ

การให้ความร้อนโดยอ้อมด้วยการใช้ไฟฟ้าเป็นการใช้เครื่องให้ความร้อนโดยใช้รังสีอินฟราเรด หรือใช้ความต้านทานไฟฟ้าซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้เส้นลวดนิเกิลและโครเมียมที่บรรจุอยู่ในแผ่นของแข็ง ซึ่งติดอยู่กับผนังของแจ็กเก็ตซึ่งหุ้มอยู่รอบภาชนะหรือในเครื่องทำความร้อนซึ่งจุ่มอยู่ในอาหาร เครื่องทำความร้อนแบบนี้ใช้สำหรับการให้ความร้อนเฉพาะที่หรือสลับเป็นช่วง ๆ

ตารางที่ 2.3 ข้อดีและข้อเสียของแหล่งเชื้อเพลิงแต่ละชนิดในการแปรรูปอาหาร

	ไฟฟ้า	ก๊าซ	เชื้อเพลิงเหลว	เชื้อเพลิงแข็ง
พลังงานต่อหน่วยมวลหรือปริมาตร	-	ต่ำ ¹	สูง ²	ปานกลาง-สูง ³
ต้นทุนต่อพลังงาน 1 กิโลจูลล์	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
ต้นทุนของเครื่องถ่ายเทความร้อน	ต่ำ	ต่ำ	สูง	สูง
ประสิทธิภาพการให้ความร้อน ⁴	สูง	ปานกลาง-สูง	ปานกลาง-สูง	ต่ำ
ความยืดหยุ่นของการใช้งาน	สูง	สูง	ต่ำ	ต่ำ
อันตรายจากการระเบิดหรือไฟไหม้	ต่ำ	สูง	ต่ำ	ต่ำ
ความเสี่ยงต่อการปนเปื้อน	ต่ำ	ต่ำ	สูง	สูง
ค่าใช้จ่ายสำหรับแรงงานและการจัดการ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	สูง

¹ ปริมาณการให้ความร้อนของก๊าซเท่ากับ $1.7 \times 10^3 - 4.78 \times 10^3$ kJ/kg

² ปริมาณการให้ความร้อนของน้ำมันเท่ากับ $8.6 \times 10^3 - 9.3 \times 10^3$ kJ/kg

³ ปริมาณการให้ความร้อนของถ่านหินเท่ากับ $5.26 \times 10^3 - 6.7 \times 10^3$ kJ/kg และค่าใช้ของไม้จะเท่ากับ $3.8 \times 10^3 - 5.26 \times 10^3$ kJ/kg

⁴ ประสิทธิภาพหมายถึง ปริมาณพลังงานที่ต้องใช้ในการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์อาหารด้วยปริมาณพลังงานที่ให้

ที่มา: รายงานของ Farrall (1979) และ Whitman และคณะ (1981)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

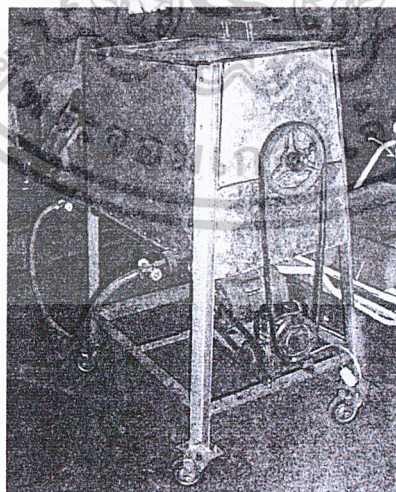
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการต้มเมล็ดหรือผลผลิตทางการเกษตรซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

จารุวัฒน์ มงคลธนทรศ (2539) ได้สร้างเครื่องคั่วกาแฟแบบคั่วไม่ต่อเนื่อง มีลักษณะห้องคั่วเป็นถังทรงกระบอก ภายในมีครีบบนสำหรับกวนให้เมล็ดกาแฟได้รับความร้อนเท่ากัน ใช้เชื้อเพลิงจากก๊าซหุงต้มใช้อุณหภูมิคั่ว 200 องศาเซลเซียส โดยให้ความร้อนผ่านผนังห้องคั่ว ควบคุมระดับคั่วโดยสายตาผู้ชำนาญ ซึ่งใช้สีเป็นเกณฑ์โดยเทียบกับเมล็ดกาแฟอ้างอิง เมื่อคั่วได้ที่จะปล่อยลงสู่ถังดูดความร้อนจนเมล็ดกาแฟเย็นจึงนำเข้าภาชนะบรรจุ ความสามารถในการทำงาน 12 กิโลกรัม ใช้เวลาคั่ว 20 นาทีต่อครั้ง

สมพงษ์ พิเชฐภิญโญ (2532) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องคั่วกาแฟ ลักษณะการทำงานโดยการป้อนเมล็ดกาแฟเข้าห้องคั่วครั้งละ 50 กิโลกรัม ใช้เชื้อเพลิงจากก๊าซหุงต้ม อุณหภูมิที่ใช้ในการคั่ว 400 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 15 - 18 นาทีต่อครั้ง ควบคุมระดับคั่วโดยสายตาผู้ชำนาญ ซึ่งใช้สีเป็นเกณฑ์ โดยเทียบกับเมล็ดกาแฟอ้างอิง หลังจากนั้นปล่อยเข้าสู่ถังดูดความร้อน เพื่อให้เมล็ดกาแฟคั่วเย็น และนำเข้าภาชนะบรรจุ

จุฑาทิพย์ และ ชลธิชา (2543) ได้รายงานถึงเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟสดว่า ลักษณะของเครื่องตัวถังมีลักษณะเป็นรูปตัวยู ทำด้วยสแตนเลส ภายในตัวถังติดด้วยใบกวน 7 ใบ ยึดติดเพลาด้วยสกรู และน็อต ภายนอกตัวถังหุ้มฉนวน ให้ความร้อนโดยก๊าซหุงต้ม LPG ทางด้านใต้ถัง ใช้กำลังงานจากมอเตอร์ขนาด ½ แรงม้า ส่งกำลังขับเคลื่อนโดยใช้สายพาน อุณหภูมิที่ใช้คั่วเฉลี่ย 240 องศาเซลเซียส ที่เวลาประมาณ 30 นาที ทำงานที่ความเร็วรอบ 52 rpm คั่วกาแฟได้ครั้งละประมาณ 5 กิโลกรัม (ภาพที่ 2.14)



ภาพที่ 2.14 เครื่องคั่วเมล็ดกาแฟสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 แนวทางการดำเนินการศึกษาเพื่อให้บริการวัสดุประสงค์

จากวิวัฒนาการของการผลิตถ้วยลิสกั้วทรายดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จึงทำให้ผู้ศึกษาสนใจที่จะหาวิธีในการช่วยให้สามารถทำการค้าถ้วยลิสกั้วได้อย่างต่อเนื่อง โดยจะนำหลักการของการขนถ่ายวัสดุแบบใช้เกลียวลำเลียงมาช่วยในการออกแบบ โดยออกแบบไบเกลียวเป็นแบบเกลียวพิชชั่น (Short pitch)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

การทำการออกแบบเครื่องคว่ำถั่วลิสงเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพสูงสุด จึงได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้คือ การทดสอบคว่ำถั่วลิสงเบื้องต้น การออกแบบและสร้างเครื่องคว่ำถั่วลิสง การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องคว่ำถั่วลิสง

3.1 การทดสอบคว่ำถั่วลิสงเบื้องต้น

การทดสอบคว่ำถั่วลิสงเบื้องต้นเป็นการศึกษาลักษณะของถั่วลิสงที่คว่ำในสัดส่วนของถั่วลิสงต่อทรายที่แตกต่างกัน และเวลาที่แตกต่างกันโดยการคว่ำในกะทะใบบัว เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบเครื่อง โดยมีอุปกรณ์และขั้นตอนการทดสอบดังนี้

วัสดุและอุปกรณ์

1. ถั่วลิสงทั้งเปลือก
2. ทรายส้ม
3. กะทะ
4. เตาแก๊ส
5. นาฬิกาจับเวลา
6. บีกเกอร์

วิธีการทดลอง

1. นำถั่วลิสงทั้งเปลือกที่คัดเลือกแล้วมาล้างทำความสะอาด โดยใช้ทรายส้มแช่ไว้ในน้ำ
2. นำถั่วลิสงทั้งเปลือกที่ล้างแล้วมาตากแดดให้แห้ง
3. ตั้งกะทะโดยใช้ไฟจากก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง และเริ่มคว่ำทรายให้ร้อนก่อนประมาณ 30 นาที
4. นำถั่วลิสงทั้งเปลือกที่แห้งแล้วผสมกับทราย โดยใช้ถั่วลิสง : ทราย ในสัดส่วน 1:1 , 1:2 และ 2:1 โดยปริมาตรและจับเวลาทุก 5 นาที
5. สังเกตลักษณะของถั่วลิสงที่เปลี่ยนแปลง และบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบและสร้างเครื่องคั่วถั่วลิสง

การออกแบบและสร้างเครื่องคั่วถั่วลิสงได้แบ่งชุดอุปกรณ์ทำงานออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ชุดคั่วถั่วลิสง ชุดป้อนถั่วลิสงกับทราย และชุดแยกถั่วลิสงออกจากทรายซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

3.2.1 ชุดคั่วถั่วลิสง แบ่งการออกแบบและอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

1) การออกแบบเกลียวลำเลียง

จากผลการทดสอบคั่วถั่วลิสงเบื้องต้นในหัวข้อที่ 3.1 ต้องการออกแบบเกลียวลำเลียงสำหรับลำเลียงถั่วลิสงและทราย โดยใช้เวลาในการคั่วอยู่ระหว่าง 15 – 16 นาที ในสัดส่วนของถั่วลิสงต่อทรายเป็น 2 : 1 โดยลำเลียงในแนวราบเป็นระยะทาง 1.1 m. ซึ่งขนาดเฉลี่ยของฝักถั่วเท่ากับ 3 cm. โดยอัตราการขนถ่าย 10 kg/hr (หลังจากการคั่วแล้ว)

การคำนวณ

1. จากตารางที่ ค-1 เลือกกลุ่มเกลียว A, B, C และระดับการป้อน 15 %
2. จากตารางที่ ค-2 เมื่อขนาดเฉลี่ยของฝักถั่วเท่ากับ 3 cm. (ไม่คัดขนาด) จะได้เกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 นิ้ว
3. จากตารางที่ ค-3 เมื่อเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 นิ้ว ที่ระดับการป้อน 15 % จะมีความสามารถ 135 ft³/hr ที่ความเร็วรอบสูงสุด 50 rpm
ดังนั้น ที่ 85 % ของ 50 rpm จะลำเลียงได้ $135 \times 0.85 = 114.75 \text{ ft}^3/\text{hr}$
เมื่อปริมาณการขนถ่ายจริงที่ต้องการ = $0.01 \frac{\text{ton}}{\text{hr}} \times \frac{2204 \text{ lb}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{25 \text{ lb}}$
 $= 0.88 \text{ ft}^3/\text{hr}$

ดังนั้นเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 นิ้วใช้ได้

4. คำนวณความเร็วรอบใช้งาน

ปริมาณการขนถ่าย 135 ft³/hr จะใช้ความเร็วรอบ 50 rpm

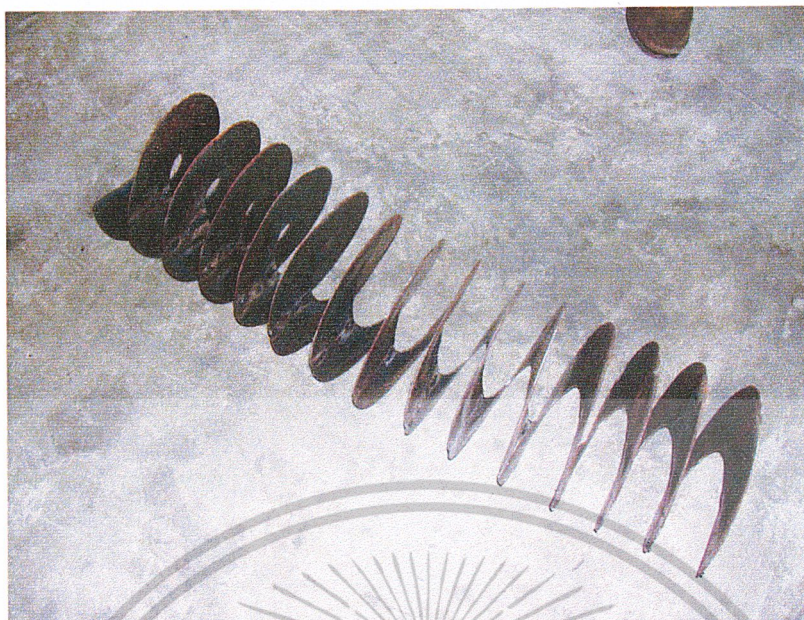
เมื่อต้องการปริมาณการขนถ่ายที่ 0.88 ft³/hr

ดังนั้นความเร็วรอบใช้งานเท่ากับ $\frac{(0.88 \text{ ft}^3/\text{hr})(50 \text{ rpm})}{135 \text{ ft}^3/\text{hr}} = 0.384 \text{ rpm}$

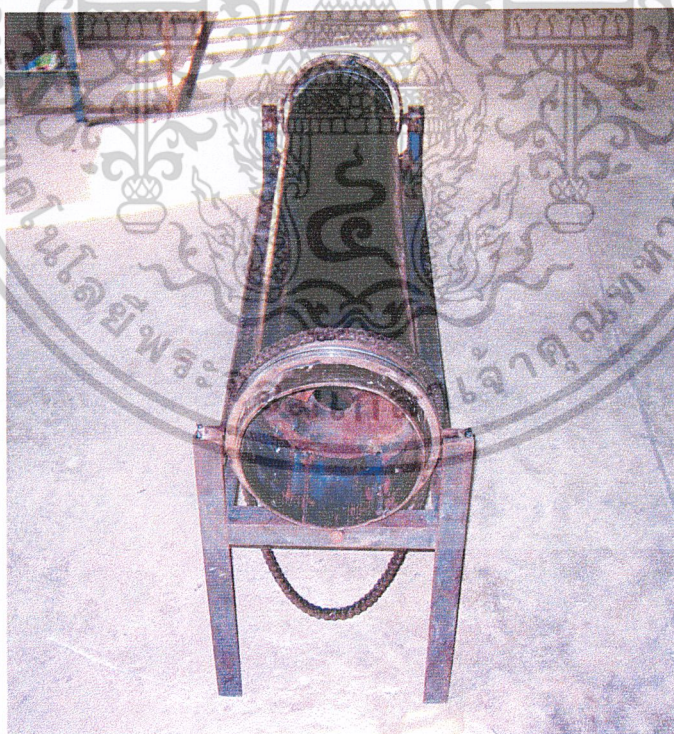
5. เลือกใช้เหล็กแผ่นหนา 1.1 mm. ยาว 110 cm ทำการม้วนครอบเกลียวเป็นลักษณะทรงกระบอก

หมายเหตุ : จากการปฏิบัติงานจริงพบว่า ถ้าหากใช้ความเร็วรอบที่ 0.384 rpm ทำให้เกิดปัญหาในการทศรอบ ดังนั้นจึงจึงเลือกใช้ความเร็วรอบที่ 2 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 ไบเกลียวขนาด 9 นิ้ว ระยะพิช 3 นิ้ว

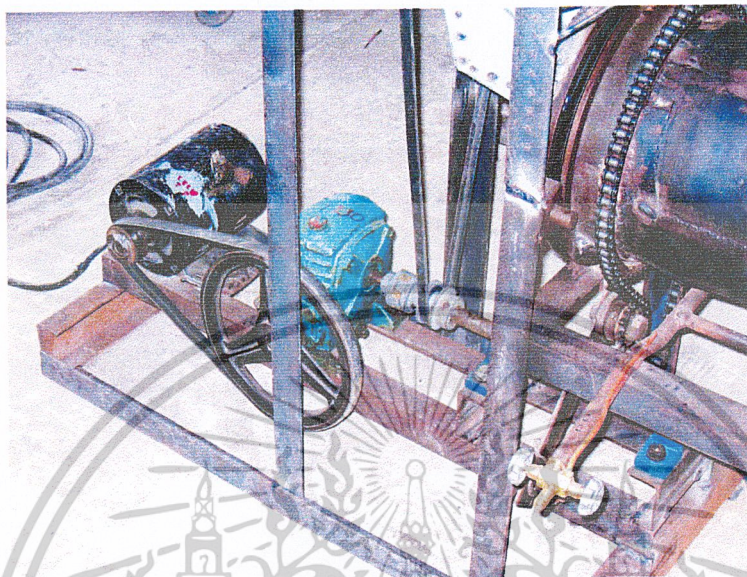


ภาพที่ 3.2 ตีไบเกลียวเข้ากับชุดคั่ว

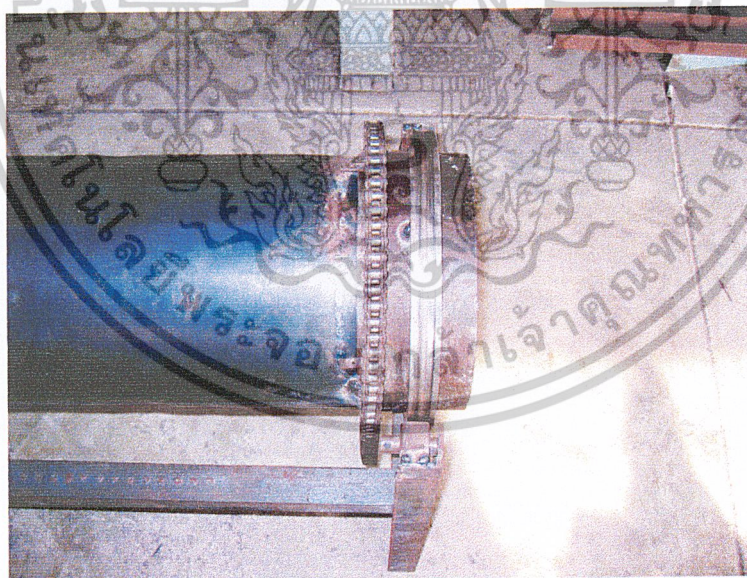
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ชุดส่งกำลัง

ใช้มอเตอร์ขนาด 1/3 hp ความเร็วรอบ 1440 rpm ทดรอบด้วยพูลเลย์และชุดทดรอบที่อัตรา 1:30 ส่งไปขับชุดคั่วที่ความเร็วรอบ 2 rpm และทดรอบไปที่ชุดป้อน 1.5 rpm



ภาพที่ 3.3 ชุดต้นกำลัง

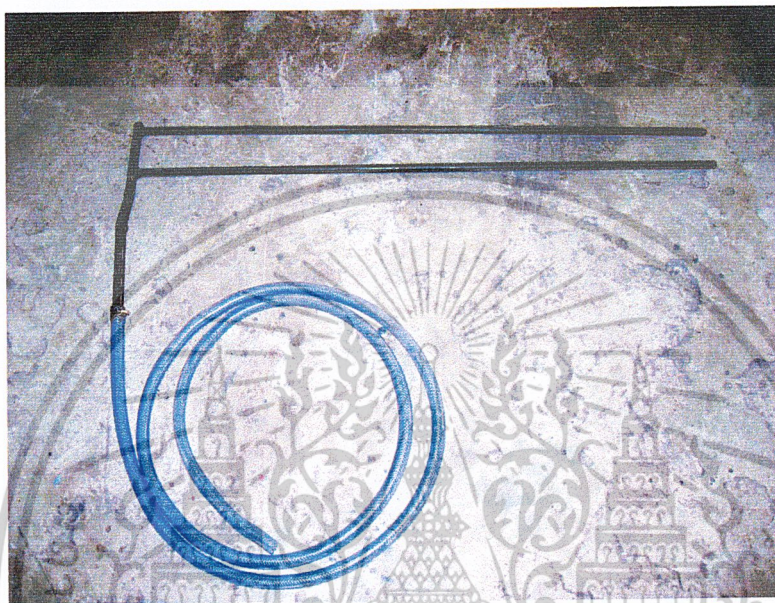


ภาพที่ 3.4 ลักษณะการติดตั้งชุดคั่วกับโครง

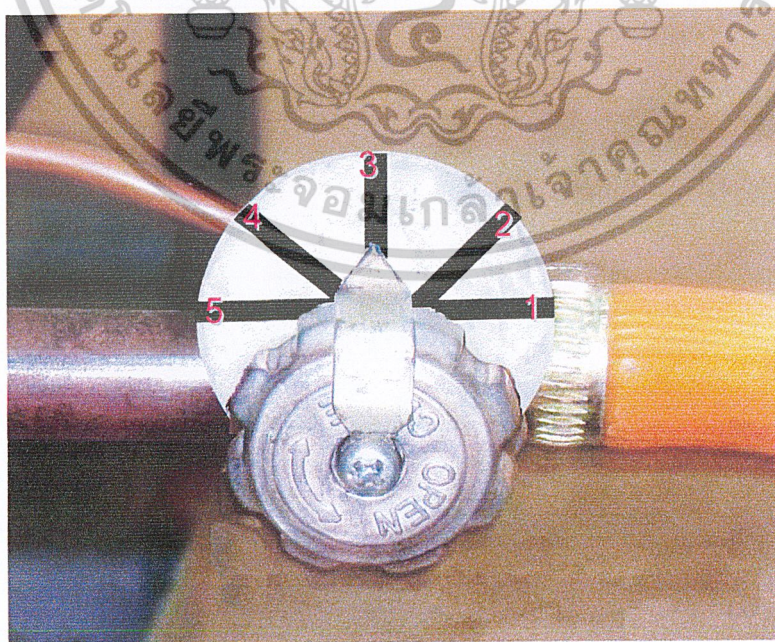
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ชุดให้ความร้อน

- ให้ความร้อนโดยแก๊สผ่านท่อเหล็กกลม
- ใช้ท่อเหล็กกลมขนาด 10 mm. ยาว 1 m. จำนวน 2 ท่อ
- เจาะรูขนาด 1.5 mm. จำนวน 52 รู
- ใช้ท่อจำนวน 2 ท่อ จึงเลือกเจาะท่อละ 26 รู ตามระยะของพีชเกลียว (ห่างกัน 3 นิ้ว)



ภาพที่ 3.5 ชุดให้ความร้อน



ภาพที่ 3.6 วาล์วปรับปริมาณแก๊ส

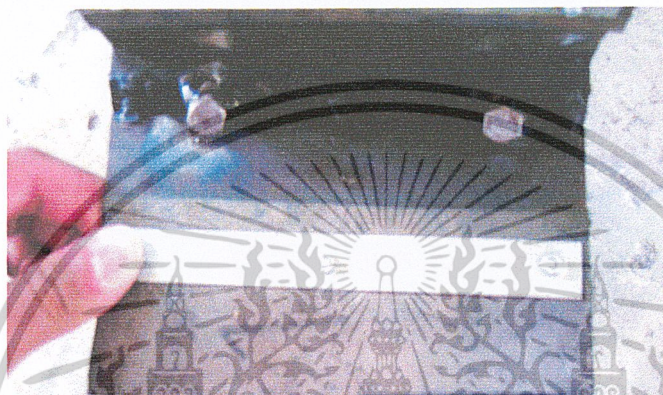
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ชุดป้อนถั่วลิสงกับทราย แบ่งการออกแบบและอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

1) ถังป้อนถั่วลิสง

อุปกรณ์ที่เลือกใช้คือ ล้อดาว เพื่อทำการป้อนถั่วลิสงให้กับชุดคั่วถั่วลิสง โดยเลือกใช้ล้อดาวขนาด $2 \times 8 \times 8$ cm. จำนวน 5 ใบ ซึ่งล้อดาวที่เลือกเป็นล้อดาวแบบป้อนวัสดุแบบตื้น หรือแบบลำเลียงวัสดุทีละน้อย ๆ และได้ติดแผ่นยางไว้ที่ปลายใบของล้อดาว เพื่อป้องกันความเสียหายของวัสดุขณะลำเลียงที่จะเกิดขึ้น ซึ่งสามารถลำเลียงถั่วลิสงได้ 16 kg/hr (ถั่วลิสงดิบ) โดยใช้ความเร็วรอบ 1.5 รอบต่อนาที



ภาพที่ 3.7 ล้อดาวป้อนถั่วลิสง

2) ถังป้อนทราย เลือกใช้ลิ้นชักปิด-เปิด ในการป้อนทรายออกจากถังไปยังชุดคั่ว

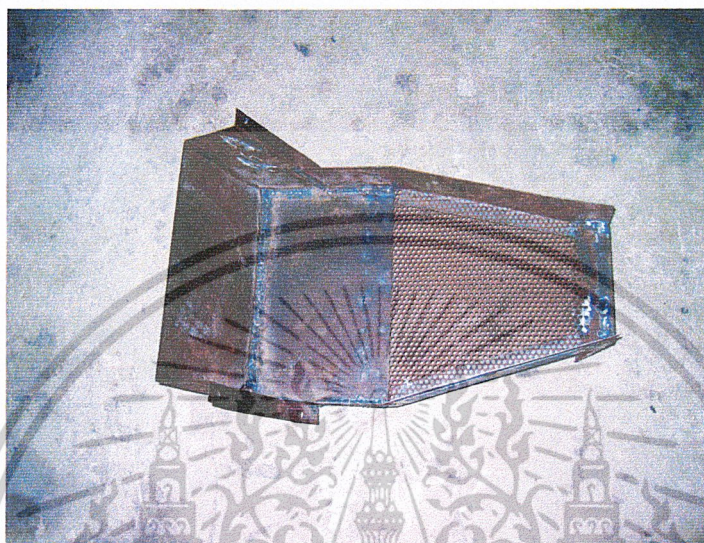


ภาพที่ 3.8 ถังป้อนถั่วลิสงกับทราย

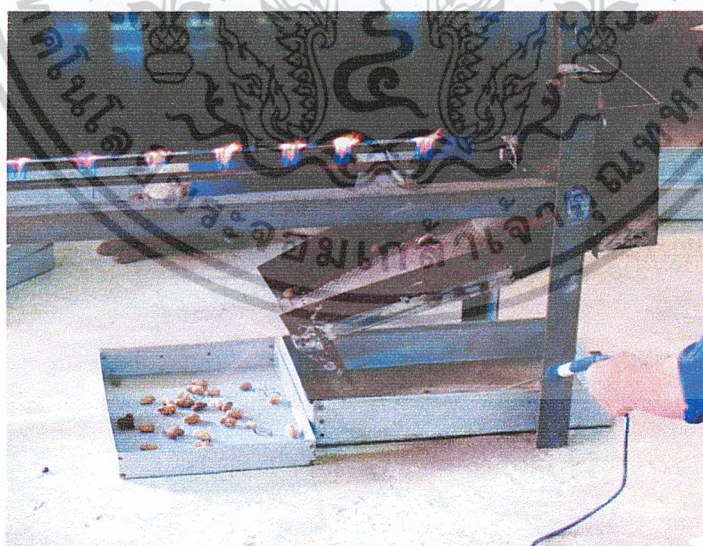
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ชุดแยกถั่วลิสงออกจากทราย

เลือกใช้ตะแกรงมาช่วยในการแยกทรายออกจากถั่วลิสงเมื่อทำการคั่วเสร็จ โดยใช้แผ่นตะแกรงเหล็กขนาดของรูตะแกรงเท่ากับ 5 mesh มาติดที่ทางออกโดยจะทำมุมเท่ากับ 37° ซึ่งเป็นมุมที่ทำให้ถั่วลิสงกับทรายไหลออกอย่างสะดวกไม่เกิดการติดขัด



ภาพที่ 3.9 ชุดแยกถั่วลิสงกับทราย



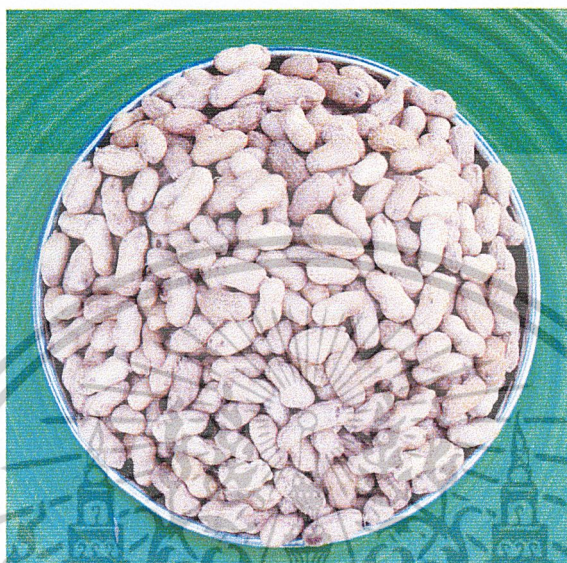
ภาพที่ 3.10 การติดตั้งชุดแยกกับชุดคั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องคั่วถั่วลิสง

หลังจากทำการออกแบบ และสร้างเครื่องคั่วถั่วลิสงเรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องคั่วถั่วลิสง โดยมีวิธีการทดลองดังนี้

1. นำถั่วลิสงทั้งเปลือกที่คัดเลือกแล้วมาล้างโดยใช้สารส้มแช่ไว้ในน้ำ แล้วนำมาตากแดดให้แห้ง



ภาพที่ 3.11 ถั่วลิสงที่แห้งแล้ว

2. ตวงส่วนผสมโดยใช้ถั่วลิสงทั้งเปลือกที่ผ่านการทำความสะอาดและตากแดดให้แห้ง และทรายที่ผ่านการร่อนและตวงให้ได้สัดส่วนถั่วลิสงต่อทราย 2 : 1 โดยปริมาตร



ภาพที่ 3.12 ตวงถั่วลิสงและทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ชั่งน้ำหนักแก๊สก่อนการทดลอง



ภาพที่ 3.13 ชั่งน้ำหนักแก๊สก่อนการทดลอง

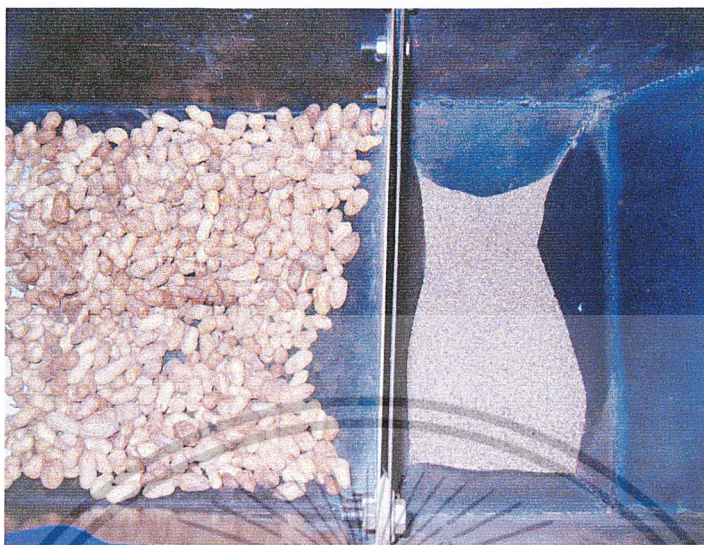
4. ทำการอุ่นทรายและวัดอุณหภูมิของทราย โดยทำการคว่ำวัดที่อุณหภูมิแตกต่างกันคือ 180 , 205 , 223 , 258 , 270 °C



ภาพที่ 3.14 วัดอุณหภูมิทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำทรายที่อุ่นแล้วมาใช้คั่วร่วมกับถั่วลิสงที่ได้เตรียมไว้แล้วในข้อ 2



ภาพที่ 3.15 ถั่วลิสงและทรายที่ผ่านการอุ่นแล้ว

6. เริ่มจับเวลาเมื่อถั่วลิสงไหลออกมา และเก็บตัวอย่างทุกๆ 1 นาที



ภาพที่ 3.16 ถั่วลิสงเริ่มไหลออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.17 เก็บตัวอย่างถั่วลิสงทุก 1 นาที

7. ชั่งน้ำหนักแก๊สหลังการทดลอง พร้อมทั้งทำการวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้า



ภาพที่ 3.18 เครื่องวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้า

8. บันทึกผลการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดสอบ

จากขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบเครื่อง จากนั้นทำการทดสอบหาปัจจัยที่มีผลต่อการคว่ำถั่วลิสง โดยใช้เครื่องคว่ำถั่วลิสงที่ได้ทำการออกแบบและสร้างขึ้น แล้วนำผลที่ได้ไปใช้ในการหาประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานของเครื่องคว่ำถั่วลิสง ซึ่งมีหัวข้อดังนี้คือ ผลการทดสอบคว่ำถั่วลิสงเบื้องต้น ผลการออกแบบและสร้างเครื่องคว่ำถั่วลิสง และผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องคว่ำถั่วลิสง

4.1 ผลการทดสอบคว่ำถั่วลิสงเบื้องต้น

จากการทดสอบคว่ำถั่วลิสงเบื้องต้น ในหัวข้อ 3.1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะของถั่วลิสงที่คว่ำในสัดส่วนที่แตกต่างกัน และเวลาที่แตกต่างกัน แล้วนำผลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบเครื่องซึ่งทำการทดสอบโดยนำถั่วลิสงที่แห้งแล้วมาผสมกับทรายในอัตราส่วนที่แตกต่างกันคือ 1:1, 1:2 และ 2:1 แล้วคว่ำในกะทะโดยใช้ไฟจากก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง และทำการคว่ำถั่วลิสงโดยใช้คน ซึ่งใช้อุณหภูมิในการคว่ำ 140°C และสังเกตลักษณะของถั่วลิสงที่เปลี่ยนแปลง และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบคว่ำถั่วลิสงเบื้องต้น

สัดส่วน	เวลา (นาที)	ลักษณะของถั่วลิสง
1:1	5	เมล็ดเหนียวมาก และนิ่ม
	9	เมล็ดมีสีน้ำตาลเข้ม บางเมล็ดก็ไหม้มีสีน้ำตาลค่อนข้างเข้มและมีรสขม
1:2	5	เมล็ดนิ่ม เหนียว และไม่สุก
	9	เมล็ดเหนียว สุกไม่ทั่วถึงกัน บางฝักก็ไหม้ เมล็ดมีสีน้ำตาลเข้มและมีรสขมเพิ่มมากขึ้น
2:1	5	เมล็ดนิ่ม เหนียว และไม่สุก
	10	ถั่วลิสงเริ่มสุก โดยบางเมล็ดจะเริ่มแข็งขึ้น บางเมล็ดก็ยังนิ่มอยู่
	12	เมล็ดแข็งขึ้น มีสีขาวขุ่นและมีสีเหลืองอ่อน
	13	เมล็ดแข็งขึ้น เริ่มกรอบ และมัน เมล็ดมีสีเหลืองเล็กน้อย
	14	เมล็ดแข็งขึ้น กรอบ มัน เมล็ดมีสีเหลือง
	15	เมล็ดกรอบและมัน เมล็ดมีสีเหลืองปนน้ำตาลเล็กน้อย
	16	เมล็ดมีสีเหลืองปนน้ำตาล บางเมล็ดเริ่มมีรสขมเล็กน้อย
	17	เมล็ดมีสีน้ำตาลเข้มเพิ่มขึ้น มีรสขม และบางเมล็ดเริ่มไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบคั่วถั่วลิสงเบื้องต้นดังแสดงในตารางที่ 4.1 ซึ่งใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง และใช้อุณหภูมิในการคั่ว 140°C โดยคั่วถั่วลิสงที่สัดส่วน 1:1, 1:2 และ 2:1 ซึ่งได้ผลการทดสอบดังนี้

สัดส่วน 1:1 ใช้เวลาในการคั่วค่อนข้างเร็วคือประมาณ 5 – 9 นาที และลักษณะของเมล็ดถั่วลิสงที่ได้จะไม่ดีคือ มีบางเมล็ดยังคงดิบ บางเมล็ดเริ่มสุก ในขณะที่เดียวกันก็มีเมล็ดถั่วลิสงที่ไหม้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยที่เนื้อภายในยังไม่สุก (ภาพที่ 4.1)

สัดส่วน 1:2 ใช้เวลาในการคั่วค่อนข้างเร็วคือประมาณ 5 – 9 นาที และลักษณะของเมล็ดถั่วลิสงที่ได้จะไม่ดีเช่นเดียวกับสัดส่วน 1:1 คือ ยังคงมีเมล็ดที่ไม่สุก ประปนอยู่กับเมล็ดที่สุก รวมไปถึงจนถึงมีเมล็ดที่ไหม้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยที่เนื้อภายในยังไม่สุกเช่นกัน (ภาพที่ 4.2)

สัดส่วน 2:1 ใช้เวลานานขึ้นคือประมาณ 5 – 17 นาที โดยมีเมล็ดถั่วลิสงที่มีสีเหลืองปนน้ำตาลในปริมาณมากที่เวลา 15 นาที หลังจากนั้นจะลดลง ส่วนเมล็ดที่มีสีน้ำตาล และสีน้ำตาลไหม้ก็จะมีปริมาณเพิ่มเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.3)



ภาพที่ 4.1 สัดส่วน 1:1 (ก) 5 นาที, (ข) 9 นาที



ภาพที่ 4.2 สัดส่วน 1:2 (ก) 5 นาที, (ข) 9 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



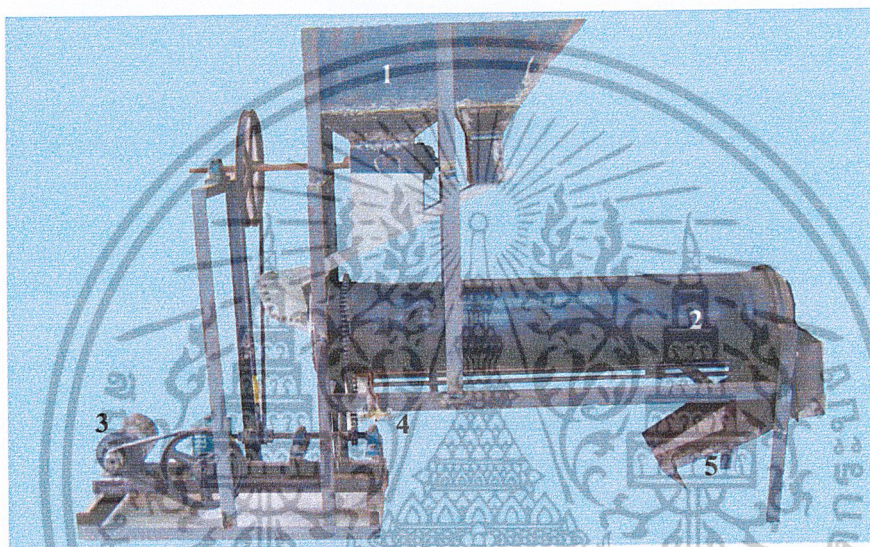
ภาพที่ 4.3 สัดส่วน 2:1 , (ก) 5 นาที, (ข) 10 นาที, (ค) 12 นาที, (ง) 14 นาที, (จ) 15 นาที, (ฉ) 16 นาที, (ช) 17 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องคั่วถั่วลิสง

จากการออกแบบและสร้างเครื่องคั่วถั่วลิสงในหัวข้อ 3.2 ทำให้ได้เครื่องคั่วถั่วลิสงตามภาพที่ 4.4 ซึ่งมีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. ชุดป้อนถั่วลิสงและทราย
2. ชุดคั่วถั่วลิสง
3. ชุดต้นกำลัง
4. ชุดให้ความร้อน
5. ชุดแยกถั่วลิสงออกจากทราย



ภาพที่ 4.4 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องคั่วถั่วลิสง

การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ มีดังนี้

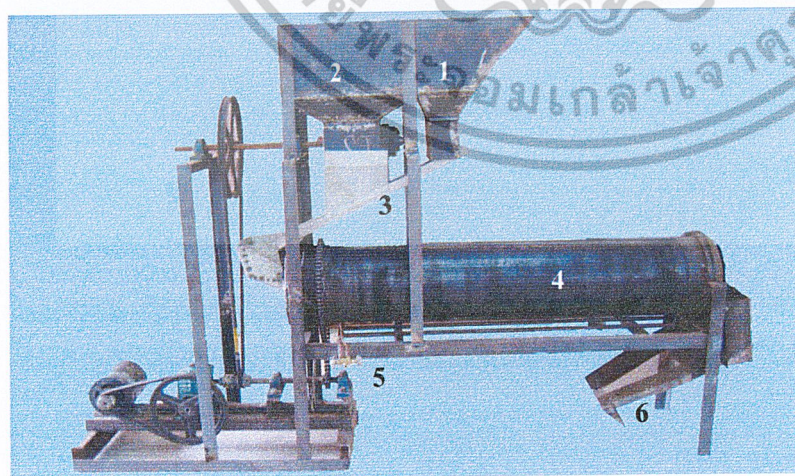
1. ชุดป้อนถั่วลิสงกับทราย ทำหน้าที่ป้อนถั่วลิสงกับทรายให้ได้สัดส่วนโดยถั่วลิสงจะถูกป้อนด้วยล้อดาวส่วนทรายจะถูกควบคุมการป้อนด้วยลิ้นชักเปิดปิด
2. ชุดคั่วถั่วลิสง มีลักษณะเป็นทรงกระบอกภายในเป็นเกลียวลำเลียง โดยชุดคั่วนี้จะถูกขับให้หมุน 2 รอบต่อนาที เมื่อถั่วลิสงกับทรายถูกป้อนจากถังป้อนก็จะไหลลงมายังชุดคั่วหมุนลำเลียงถั่วลิสงกับทรายผ่านชุดให้ความร้อนที่อยู่ด้านล่างออกไปยังชุดแยก
3. ชุดต้นกำลัง ทำหน้าที่ขับเคลื่อนชุดคั่วกับชุดป้อนให้หมุน โดยที่ชุดคั่วถูกขับให้หมุนที่ 2 รอบต่อนาที ส่วนชุดป้อนถูกขับให้หมุนที่ 1.5 รอบต่อนาที
4. ชุดให้ความร้อน เป็นท่อเหล็ก 2 ท่อยาว 90 cm โดยเจาะรูขนาด 1.5 mm ตามระยะพิชเกลียว และติดวาล์วปรับปริมาณแก๊สไว้ที่ทางเข้าของท่อ โดยชุดให้ความร้อนนี้ทำหน้าที่ส่งความร้อนที่เป็นเปลวไฟให้ความร้อนด้านล่างของชุดคั่ว โดยใช้พลังงานจากแก๊สหุงต้มที่ใช้กันทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ชุดแยกถั่วลิสงออกจากทราย เป็นแผ่นเหล็กกับตะแกรงติดอยู่ที่ด้านทางออกของชุดคั่วกรอง รับถั่วกับทรายที่ผ่านการคั่วสุกแล้ว โดยทรายที่มีขนาดเล็กกว่าถั่วลิสงจะลอดรูตะแกรงตกลงสู่ด้านล่างที่มีภาชนะรองรับทรายอยู่ ส่วนถั่วลิสงที่มีขนาดใหญ่กว่ารูตะแกรงก็จะไหลลงไปตามรางแล้วตกลงที่ภาชนะรองรับถั่วลิสง สำหรับทรายที่ตกลงมานั้นยังมีความร้อนเหลืออยู่และสามารถนำกลับมาคั่วถั่วลิสงได้อีกครั้งซึ่งช่วยให้ประหยัดเชื้อเพลิง และไม่เสียเวลาในการอุ่นทราย จึงทำให้สามารถคั่วถั่วลิสงได้อย่างต่อเนื่อง

การทำงานของเครื่องคั่วถั่วลิสง

เมื่อทำการเตรียมถั่วลิสงและทรายที่ใช้สำหรับการคั่วแล้ว ขั้นแรกทำการอุ่นทรายโดยนำทรายใส่ลงไปในถังป้อนทราย¹ หลังจากนั้นจึงนำทรายที่อุ่นแล้ววนกลับมาคั่วกับถั่วลิสงอีกครั้ง โดยจะทำการคั่วกับถั่วลิสงที่สัดส่วนถั่วลิสงต่อทราย 2:1 โดยปริมาตร จากนั้นนำถั่วลิสงและทรายใส่ในถังป้อน โดยถั่วลิสงจะถูกป้อนเข้าถังป้อนถั่วลิสง² ส่วนทรายจะถูกป้อนเข้าถังป้อนทราย ซึ่งถั่วลิสงจะเข้าไปในชุดคั่วโดยล้อดาว ส่วนทรายจะถูกป้อนโดยลิ้นชักเปิด-ปิด ถั่วลิสงและทรายจะไหลลงมาผสมกันที่รางรองรับด้านล่าง³ แล้วไหลเข้าไปยังชุดคั่ว⁴ โดยมีชุดให้ความร้อนอยู่ด้านล่าง⁵ ซึ่งชุดคั่วจะทำการลำเลียงถั่วกับทรายโดยลิ้นชักเคลื่อนผ่านชุดให้ความร้อนจากทางเข้าจนถึงทางออกเป็นเวลทั้งหมด 8 นาที ชุดคั่วจะหมุนลำเลียงถั่วกับทรายที่ความเร็วรอบ 2 รอบต่อนาที เมื่อถั่วลิสงและทรายผ่านการให้ความร้อนมาถึงทางออกจะไหลออกจากชุดคั่วจากนั้นจะตกลงที่ชุดแยกที่เป็นตะแกรง⁶ ซึ่งทรายที่ปนมากับถั่วจะลอดผ่านรูตะแกรงลงไปยังภาชนะรองรับด้านล่าง ส่วนถั่วลิสงจะไหลไปตามรางตะแกรงและตกไปยังภาชนะรองรับถั่วลิสงต่อไป สำหรับทรายที่ผ่านการคั่วแล้วนั้นสามารถนำกลับไปใช้คั่วถั่วลิสงได้อีกครั้งโดยไม่ต้องทำการอุ่นทรายอีกครั้งช่วยให้ประหยัดเชื้อเพลิง (ดังแสดงในภาพที่ 4.5)



- 1 ถังป้อนทราย
- 2 ถังป้อนถั่วลิสง
- 3 รางรองรับ
- 4 ชุดคั่ว
- 5 ชุดให้ความร้อน
- 6 ตะแกรงแยก

ภาพที่ 4.5 การทำงานของเครื่องคั่วถั่วลิสง

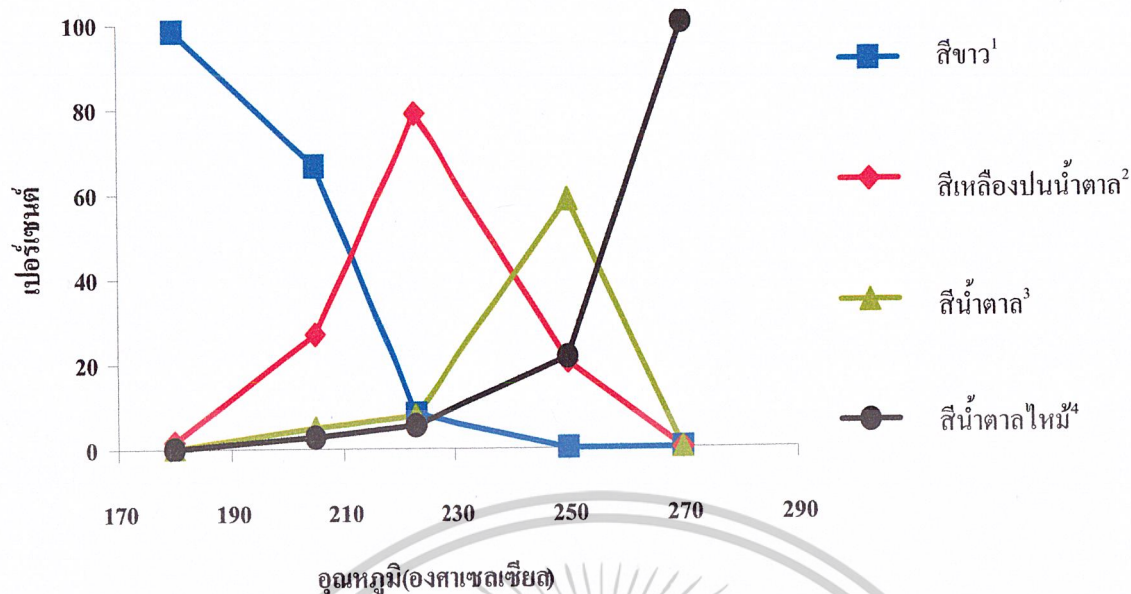
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องคั่วถั่วลิสง

จากการทดสอบคั่วถั่วลิสงเพื่อหาประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องคั่วถั่วลิสง ในหัวข้อ 3.4 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อจะหาปัจจัยที่มีผลต่อการคั่วถั่วลิสง โดยใช้เครื่องคั่วถั่วลิสงที่ได้ทำการออกแบบและสร้างขึ้น แล้วนำผลที่ได้ไปใช้ในการหาประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานของเครื่องคั่วถั่วลิสง ซึ่งจะทำการทดสอบโดยนำถั่วลิสงแห้ง และทรายละเอียดมาตวงให้ได้สัดส่วนของถั่วลิสง : ทราย เป็น 2 : 1 แล้วทำการคั่วถั่วลิสงที่อุณหภูมิ 180 , 205 , 223 , 250 และ 270 °C และสังเกตลักษณะของถั่วลิสงที่เปลี่ยนแปลงดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะของถั่วลิสงที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิทราย (°C)	ลักษณะของถั่วลิสง (เปอร์เซ็นต์)			
	สีขาว	สีเหลืองปน น้ำตาล	สีน้ำตาล	สีน้ำตาลไหม้
180	98.49	1.51	0	0
205	66.53	26.95	4.87	2.65
223	8.11	78.74	7.76	5.39
250	0	20.31	58.25	21.44
270	0	0	0	100



- ¹ ไม่สุก และเนื้อเมล็ดจะเหนียว
- ² สุกเหมาะสำหรับรับประทาน
- ³ เริ่มมีรสขมเล็กน้อยแต่ยังไม่ไหม้
- ⁴ ไม่สามารถรับประทานได้เนื่องจากไหม้หมดและมีรสขมมาก

ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงลักษณะของถั่วลิสงที่อุณหภูมิต่าง ๆ

จากภาพที่ 4.6 ทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงลักษณะของถั่วลิสงคือ ถั่วลิสงเมล็ดสีขาว (ภาพที่ 4.7) พบว่าจะมีเปอร์เซ็นต์สูงสุดที่ 180 °C และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเมล็ดสีขาวก็จะมีแนวโน้มลดลง จนกระทั่งอุณหภูมิสูงถึง 250 °C จะไม่พบเมล็ดสีขาวอยู่เลย ถั่วลิสงเมล็ดสีเหลืองปนน้ำตาล (ภาพที่ 4.8) พบว่าจะมีเปอร์เซ็นต์สูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งที่อุณหภูมิสูงถึง 223 °C จะมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสีเหลืองปนน้ำตาลสูงที่สุด และหลังจากนั้นเปอร์เซ็นต์เมล็ดสีเหลืองปนน้ำตาลก็จะลดลง ถั่วลิสงเมล็ดสีน้ำตาล (ภาพที่ 4.9) พบว่าจะมีเปอร์เซ็นต์สูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเช่นเดียวกับเมล็ดสีเหลืองปนน้ำตาล ซึ่งที่อุณหภูมิสูงถึง 250 °C จะมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสีน้ำตาลสูงที่สุด และหลังจากนั้นเปอร์เซ็นต์เมล็ดสีน้ำตาลก็จะลดลง จนกระทั่งอุณหภูมิสูงถึง 270 °C จะไม่พบเมล็ดสีน้ำตาลอยู่เลย และถั่วลิสงเมล็ดสีน้ำตาลไหม้ (ภาพที่ 4.10) พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเมล็ดสีน้ำตาลไหม้ก็จะมีเปอร์เซ็นต์สูงขึ้น จนกระทั่งอุณหภูมิสูงถึง 270 °C จะพบเฉพาะเมล็ดสีน้ำตาลไหม้เท่านั้น



ภาพที่ 4.7 เมล็ดสีขาว

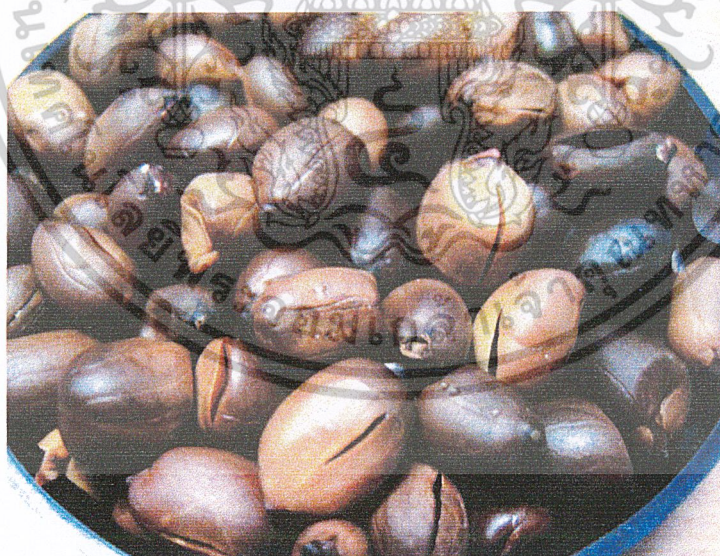


ภาพที่ 4.8 เมล็ดสีเหลืองปนน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 เมล็ดสีน้ำตาล



ภาพที่ 4.10 เมล็ดสีน้ำตาลไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ความสามารถในการคั่วถั่วลิสงและการใช้พลังงานที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ระดับไฟ	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความสามารถในการคั่ว ถั่วลิสง (kg/hr)	อัตราการใช้แก๊ส (kg/hr)	อัตราการใช้ไฟฟ้า (kWatt)
1	180	10.20	0.29	0.59
2	205	8.64	0.48	0.58
3	223	9.72	0.54	0.59
4	250	8.05	0.61	0.60
5	270	8.76	0.75	0.60

จากตารางที่ 4-3 พบว่า อุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบเท่ากับ 180 , 205 , 223 , 250 และ 270 °C มีความสามารถในการคั่วเท่ากับ 10.20 , 8.64 , 9.72 , 8.05 และ 8.76 kg/hr ตามลำดับ มีอัตราการใช้แก๊สเท่ากับ 0.29 , 0.48 , 0.54 , 0.61 และ 0.75 ตามลำดับ ส่วนอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าจะไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิหรือปริมาณการใช้แก๊ส โดยที่มีอัตราการใช้ไฟฟ้าจะอยู่ระหว่าง 0.58 - 0.60 kWatt



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทำงานของเครื่องคว่ำถั่วลิสงที่ได้ทำการออกแบบและสร้างเป็นไปดังนี้คือ เครื่องคว่ำถั่วลิสงทำงานโดยอาศัยหลักการของเกลียวลำเลียงซึ่งมีขนาดเกลียว 9 นิ้ว ระยะพิช 3 นิ้ว จำนวน 14 ใบ ความยาว 110 เซนติเมตร ชุดป้อนถั่วลิสงขนาด $30 \times 35 \times 20$ เซนติเมตร ล้อดาวขนาด 6×8 เซนติเมตร จำนวน 5 ใบ ชุดป้อนทรายขนาด $30 \times 30 \times 20$ เซนติเมตร อุปกรณ์ให้ความร้อนโดยใช้แก๊ส ชุดส่งกำลังใช้มอเตอร์ขนาด 1/3 Hp ชุดครอบ 1:30 และชุดแยกถั่วลิสงออกจากทรายด้วยตะแกรง จากการทดสอบที่อุณหภูมิ 5 ระดับพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ที่ 223 องศาเซลเซียส จะทำให้ได้ถั่วลิสงที่มีสีเหลืองปนน้ำตาล 78.74 % ซึ่งเป็นลักษณะที่เหมาะสมสำหรับการบริโภค โดยสามารถคว่ำถั่วลิสงได้ 9.72 กิโลกรัม/ชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองแก๊สมีค่าเท่ากับ 0.54 กิโลกรัม/ชั่วโมง อัตราการใช้ไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 0.58–0.60 kWatt.

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทำงานดังกล่าวพบว่าถั่วลิสงบางฝักใหม่และบางฝักยังไม่สุกสาเหตุอาจเกิดจากการพลิกตัวของถั่วยังไม่ดีพอ และทรายที่อุ่นเกิดการสูญเสียความร้อนเมื่ออยู่ในถังป้อนทรายสาเหตุเพราะการใส่ทรายครั้งละมากๆ จึงทำให้ความร้อนสูญเสียออกก่อนที่จะถูกป้อนเข้าสู่ชุดคว่ำ ดังนั้นแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวทั้งสองอย่างแรกคือ ขนาดของชุดคว่ำควรมีขนาดใหญ่กว่านี้และระหว่างเกลียวควรติดใบพลิกถั่วไว้ทุกใบเกลียว และอย่างที่สองคือ การป้อนทรายควรเปลี่ยนจากการใช้ลิ้นชักเปิด-ปิด เป็นการใส่เกลียวลำเลียงขนาดเล็กเพื่อให้การป้อนเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และควรเติมทรายที่ทำการอุ่นแล้วครั้งละน้อยๆ เพื่อที่จะไม่ให้เกิดการสูญเสียความร้อนก่อนที่จะป้อนเข้าสู่ชุดคว่ำ

เอกสารอ้างอิง

- ปานมนัส ศิริสมบุรณ์. 2534. วัสดุและอุปกรณ์ขนถ่าย. คณะวิศวกรรมศาสตร์. สถาบัน
เทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ปานมนัส ศิริสมบุรณ์. 2540. วิศวกรรมการขนถ่ายวัสดุ. คณะวิศวกรรมศาสตร์. สถาบัน
เทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- มนตรี เพ็ชรทองคำ. 2536. พืชเศรษฐกิจ (Economic botany). ภาควิชาชีววิทยา. คณะวิทยา
ศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- รายงานการสัมมนา. 2530. เรื่อง งานวิจัยอ่าวตีสง ครั้งที่ 6. คณะทรัพยากรธรรมชาติ.
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- D.Sturges, F.Riley, H.Morris. 1999. **Mechanic of Materials Fifth Edition.** Iowa State
University



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. ข้อมูลการทดสอบคั่วถั่วลิสงที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ระดับไฟ 1

สัดส่วน (ถั่วลิสง : ทราย) = 2:1 น้ำหนัก (ถั่วลิสง : ทราย) = 1.15: 3.85 (kg)

น้ำหนักแก๊สก่อนการทดลอง 25.30 kg เวลาในการอุ่นทราย 15 นาที *

อุณหภูมิทราย 180 °C

ตัวอย่างที่	เวลา (นาที)	น้ำหนัก ถั่วลิสงทั้ง เปลือก (kg)	อุณหภูมิ ทราย (°C)	น้ำหนักถั่วลิสงและเปลือก (g.)				
				สีขาว	สีเหลืองปน น้ำตาล	สีน้ำตาล	สีน้ำตาล ไหม้	เปลือก
1	25	0.17	174	80.50	-	-	-	86.60
2	26	0.15	174	76.60	-	-	-	76.45
3	27	0.16	175	72.30	-	-	-	84.60
4	28	0.13	176	57.40	4.60	-	-	69.20
5	29	0.24	177	117.10	1.80	-	-	119.70
รวม		0.85		403.90	6.40	-	-	436.6
เฉลี่ย			175.20					
เปอร์เซ็นต์				98.49	1.51	-	-	

เวลาในการผลิตทั้งหมด 29 นาที

น้ำหนักแก๊สหลังการทดลอง 25.15 kg

ปริมาณแก๊สที่ใช้ 0.15 kg

* เวลาในการอุ่นทรายจากทางเข้าจนถึงทางออกของชุดคั่ว 8 นาที

ภาคผนวก ก. ข้อมูลการทดสอบตัวถั่วลิสงที่อุณหภูมิต่าง ๆ (ต่อ)

ระดับไฟ 2

สัดส่วน (ถั่วลิสง : ทราย) = 2:1 น้ำหนัก (ถั่วลิสง : ทราย) = 1.20:3.85 (kg)

น้ำหนักแก๊สก่อนการทดลอง 25.10 kg เวลาในการอุ่นทราย 15 นาที *

อุณหภูมิทราย 205.40 °C

ตัวอย่างที่	เวลา (นาที)	น้ำหนัก ถั่วลิสงทั้ง เปลือก (kg)	อุณหภูมิ ทราย (°C)	น้ำหนักถั่วลิสงและเปลือก (g.)				
				สีขา	สีเหลืองปน น้ำตาล	สีน้ำตาล	สีน้ำตาล ไหม้	เปลือก
1	26	0.14	190	34.20	21.0	4.90	5.0	79.0
2	27	0.16	188	53.20	19.30	-	0.90	90.80
3	28	0.14	186	40.50	31.70	-	-	70.50
4	29	0.14	191	53.30	4.90	7.90	-	71.90
5	30	0.14	188	42.60	10.40	3.60	3.0	78.40
รวม		0.72		223.80	87.30	16.40	8.90	390.60
เฉลี่ย			188.6					
เปอร์เซ็นต์				66.53	26.95	4.87	2.65	

เวลาในการผลิตทั้งหมด 30 นาที

น้ำหนักแก๊สหลังการทดลอง 24.85 kg

ปริมาณแก๊สที่ใช้ 0.25 kg

* เวลาในการอุ่นทรายจากทางเข้าจนถึงทางออกของชุดตัว 8 นาที

ภาคผนวก ก. ข้อมูลการทดสอบตัวถั่วลิสงที่อุณหภูมิต่างๆ (ต่อ)

ระดับไฟ 3

สัดส่วน (ถั่วลิสง : ทราย) = 2:1 น้ำหนัก (ถั่วลิสง : ทราย) = 1.30:3.80 (kg)

น้ำหนักแก๊สก่อนการทดลอง 24.80 kg เวลาในการอุ่นทราย 15 นาที *

อุณหภูมิทราย 223 °C

ตัวอย่างที่	เวลา (นาที)	น้ำหนัก ถั่วลิสงทั้ง เปลือก (kg)	อุณหภูมิ ทราย (°C)	น้ำหนักถั่วลิสงและเปลือก (g.)				
				สีขาว	สีเหลืองปน น้ำตาล	สีน้ำตาล	สีน้ำตาล ไหม้	เปลือก
1	26	0.18	215	9.40	49.50	9.20	12.30	99.90
2	27	0.12	208	7.0	36.10	4.60	4.30	68.30
3	28	0.18	208	2.50	63.40	9.40	-	100.50
4	29	0.19	211	5.60	69.40	3.50	-	107.80
5	30	0.14	214	3.40	52.40	-	1.90	83.90
รวม		0.81		27.90	270.80	26.70	18.50	460.40
เฉลี่ย			211.20					
เปอร์เซ็นต์				8.11	78.74	7.76	5.39	

เวลาในการผลิตทั้งหมด 30 นาที

น้ำหนักแก๊สหลังการทดลอง 24.50 kg

ปริมาณแก๊สที่ใช้ 0.30 kg

* เวลาในการอุ่นทรายจากทางเข้าจนถึงทางออกของชุดตัว 8 นาที

ภาคผนวก ก. ข้อมูลการทดสอบคั่วถั่วลิสงที่อุณหภูมิต่าง ๆ (ต่อ)

ระดับไฟ 4

สัดส่วน (ถั่วลิสง : ทราย) = 2:1 น้ำหนัก (ถั่วลิสง : ทราย) = 1.25:3.90 (kg)

น้ำหนักแก๊สก่อนการทดลอง 24.00 kg เวลาในการอุ่นทราย 15 นาที *

อุณหภูมิทราย 250 °C

ตัวอย่างที่	เวลา (นาที)	น้ำหนัก ถั่วลิสงทั้ง เปลือก (kg)	อุณหภูมิ ทราย (°C)	น้ำหนักถั่วลิสงและเปลือก (g.)				
				สีขาว	สีเหลืองปน น้ำตาล	สีน้ำตาล	สีน้ำตาล ไหม้	เปลือก
1	26	0.14	218	-	17.90	36.60	6.40	77.70
2	27	0.10	220	-	4.60	20.60	22.50	55.80
3	28	0.16	228	-	-	47.40	16.40	95.60
4	29	0.15	231	-	15.80	37.80	15.0	85.60
5	30	0.12	235	-	21.40	28.80	2.70	67.70
รวม		0.67		-	59.70	171.20	63.0	382.40
เฉลี่ย			226.40					
เปอร์เซ็นต์				-	20.31	58.25	21.44	

เวลาในการผลิตทั้งหมด 30 นาที

น้ำหนักแก๊สหลังการทดลอง 23.65 kg

ปริมาณแก๊สที่ใช้ 0.35 kg

* เวลาในการอุ่นทรายจากทางเข้าจนถึงทางออกของชุดคั่ว 8 นาที

ภาคผนวก ก. ข้อมูลการทดสอบคั่วถั่วลิสงที่อุณหภูมิต่าง ๆ (ต่อ)

ระดับไฟ 5

สัดส่วน (ถั่วลิสง : ทราย) = 2:1 น้ำหนัก (ถั่วลิสง : ทราย) = 1.35:3.85 (kg)

น้ำหนักแก๊สก่อนการทดลอง 23.60 kg เวลาในการอุ่นทราย 15 นาที *

อุณหภูมิทราย 270°C

ตัวอย่างที่	เวลา (นาที)	น้ำหนัก ถั่วลิสงทั้ง เปลือก (kg)	อุณหภูมิ ทราย (°C)	น้ำหนักถั่วลิสงและเปลือก (g.)				
				สีขา	สีเหลืองปน น้ำตาล	สีน้ำตาล	สีน้ำตาล ไหม้	เปลือก
1	26	0.13	238	-	-	-	48.90	78.50
2	27	0.11	254	-	-	-	29.10	73.50
3	28	0.19	255	-	-	-	99.50	88.30
4	29	0.16	255	-	-	-	79.10	80.70
5	30	0.14	249	-	-	-	62.20	80.90
รวม		0.73		-	-	-	318.80	401.90
เฉลี่ย			250.20					
เปอร์เซ็นต์				-	-	-	100	

เวลาในการผลิตทั้งหมด 30 นาที

น้ำหนักแก๊สหลังการทดลอง 23.20 kg

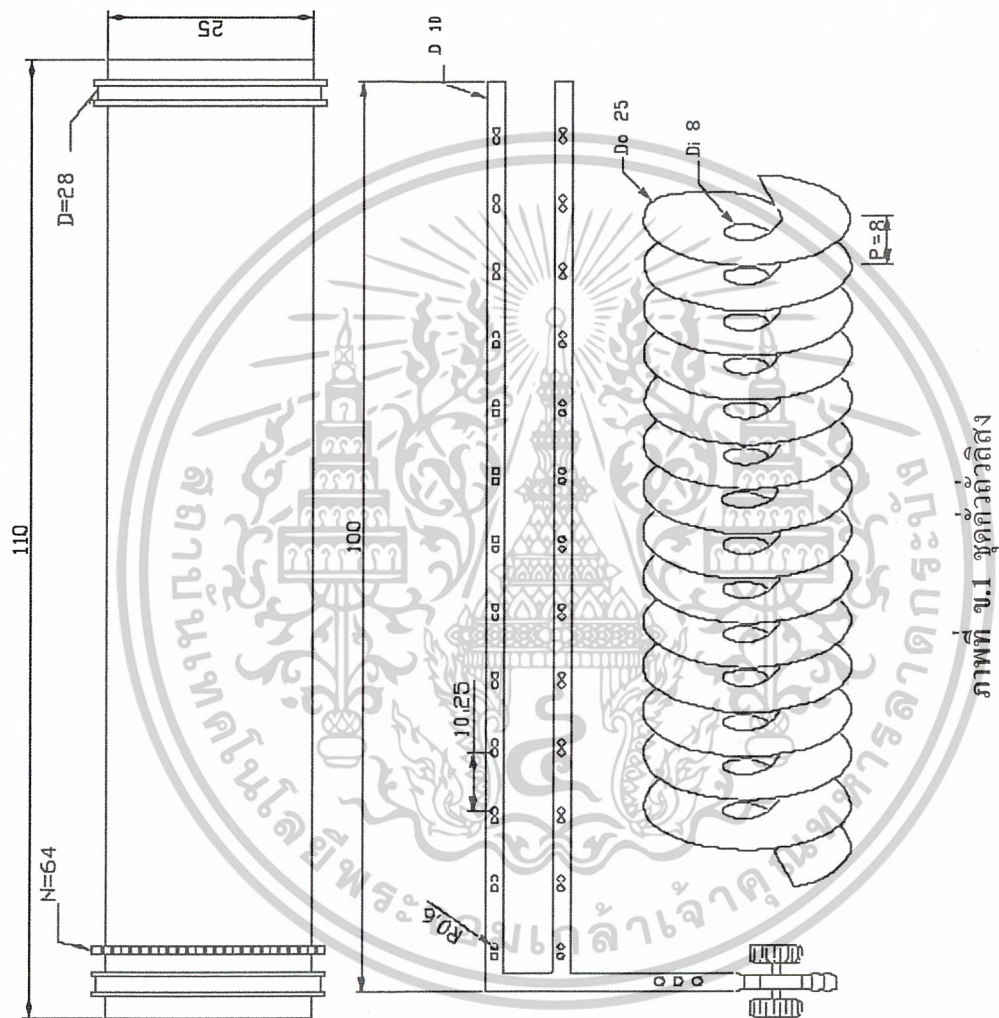
ปริมาณแก๊สที่ใช้ 0.40 kg

* เวลาในการอุ่นทรายจากทางเข้าจนถึงทางออกของชุดคั่ว 8 นาที



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข. ส่วนประกอบของเครื่อง



ภาพที่ ข.1 ชุดตัวถักถัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข. ส่วนประกอบของเครื่อง (ต่อ)



ภาพที่ ข.3 ชุดแยกตัวลิ้นและพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค. ข้อมูลประกอบการคำนวณ

ตารางที่ ค.1 สมบัติวัสดุที่สามารถใช้เกลียวลำเลียง ระดับปริมาณการป้อน กลุ่มเกลียว และสัมประสิทธิ์กำลังม้า

วัสดุ	ความหนาแน่นรวม kg/m ³ (lb/ft ³)	ลักษณะ x	ระดับปริมาณ ป้อนวัสดุ y	กลุ่มเกลียว ลำเลียง z	สัมประสิทธิ์ กำลังม้า (F _m)
หญ้าอัลฟัลฟา (อาหารสัตว์)	286,(17)	f	II	A,B,C	0.5
เม็ดอัลมอนด์ แตกหรือทั้งเม็ด	505,(30)	d	IIA	E	0.9
ข้าวบาร์เลย์	640,(38)	e	I	A,B,C	0.4
เม็ดละหุ่ง	606,(36)	-	I	A,B,C	0.4
รำ	(16)	e,f	II	A,B,C	0.4
บัควีท (Buckwheat)	(42)	e	I	A,B,C	0.4
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
Bone blach (ป่น)	337 – 421 (20 – 25)	v	IIA	E	0.9
กระดูกป่น	926 – 1010 (55 – 60)	v	II	E	1.2
แอคติเวเต็ด คาร์บอน (ถ่าน) แห้ง,ละเอียด	(8 – 20)	d,v	IIA	E	1.2
เม็ดคาร์บอน	(25)	v	II	C	1.6
ผงคาร์บอน	(4 – 6)	v	II	C	0.4
ถ่านหิน	(40)	v	III	E	1.8
ถ่านหินละเอียด	(35)	c	I	A,B,C	0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. ข้อมูลประกอบการคำนวณ (ต่อ)

ตารางที่ ก.2 ขนาดวัสดุใหญ่สุดที่เกลียวลำเลียงสามารถลำเลียงได้

เส้นผ่านศูนย์กลาง กลางเกลียว นิ้ว (mm)	ขนาดวัสดุสูงสุด * * นิ้ว (mm)					
	I*		II*,II A*	Feeder	III*	
	คัดขนาด	ไม่คัดขนาด	คัดขนาด	ไม่คัดขนาด	คัดขนาด	ไม่คัดขนาด
4 (101.6)	¼ (6.35)	½ (12.7)	3/8 (9.53)	¾ (19.05)	-	-
6 (152.4)	½ (12.7)	¾ (19.05)	5/8 (15.88)	1 (25.4)	1 ¼ (6.35)	¾ (19.05)
9 (228.6)	¾ (19.05)	1 ½ (38.1)	¾ (19.05)	1 ½ (38.1)	2 (50.8)	1 ½ (38.1)
10 (254)	¾ (19.05)	1 ½ (38.1)	7/8 (22.23)	1 ¾ (44.45)	2 (50.8)	1 ½ (38.1)
12 (304.8)	1 (25.4)	2 (50.8)	1 ¼ (31.75)	2 (50.8)	2 ½ (63.5)	2 (50.8)
14 (355.6)	1 ¼ (31.75)	2 ½ (63.5)	1 ½ (38.1)	2 ½ (63.5)	3 (76.2)	2 ½ (63.5)
16 (406.4)	1 ½ (38.1)	3 (76.2)	2 (50.8)	3 (76.2)	3 ½ (88.9)	3 (76.2)
18 (457.2)	2 (50.8)	3 (76.2)	2 (50.8)	3 ½ (88.9)	4 (101.6)	3 (76.2)
20 (618)	2 (50.8)	3 ½ (88.9)	2 ½ (63.5)	4 (101.6)	4 ½ (114.3)	3 ½ (88.9)
24 (609.6)	2 ¼ (57.15)	4 (101.6)	2 ½ (63.5)	4 ½ (114.3)	4 ½ (114.3)	4 (101.6)

ที่มา : คัดแปลงจาก Hinterlong, and Sinden, 1985

หมายเหตุ เป็นมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา จึงใช้หน่วยระบบอังกฤษ

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

* * คัดที่ขนาดวัสดุที่ใหญ่ที่สุดที่มีปริมาณไม่น้อยกว่า 25 % โดยน้ำหนักของวัสดุทั้งหมด

ที่มา : Hinterlong,B,J,A,D.Sinden, 1985

ภาคผนวก ก. ข้อมูลประกอบการคำนวณ (ต่อ)

ตารางที่ ก.3 ขนาดเกลียวลำเลียง และปริมาณการขนถ่ายที่ระดับการป้อนวัสดุ 15 %

III (15 %)

วัสดุก้อนที่มีการขัดสีสูง วัสดุเส้นใย

ลำเลียงในระดับต่ำเพื่อป้องกันการสัมผัสกับแรงเหวี่ยง

เส้นผ่านศูนย์กลาง ใบเกลียว ใบเกลียว นิ้ว (mm)	ขนาดวัสดุใหญ่สุด		ความเร็ว รอบสูงสุด	ความสามารถ				
	ขนาดของ วัสดุที่หนัก 25 % ของ ทั้งหมด	ขนาด สม่ำเสมอ		Ton/hr สำหรับ 100 lb/ft ³		ft ³ /hr		
				ที่สูงสุด RPM	ที่ 1 RPM	ที่สูงสุด RPM	ที่ 1 RPM	
4	-	-	-	-	-	-	-	
6	1 ¼	¾	60	2.28	0.038	45	0.75	
9	2	1 ½	50	6.75	0.135	135	2.7	
10	2	1 ½	50	9.5	0.19	190	3.8	
12	2 ½	2	50	16.3	0.325	325	6.5	
14	3	2 ½	45	23.6	0.525	473	10.5	
16	3 ½	3	45	35.3	0.785	708	15.7	
18	4	3	40	45.7	1.14	915	22.8	
20	4 ½	2 ½	40	62	1.55	1240	31	
24	4 ½	2	40	108	2.7	2160	54	

ที่มา : Hinterlong,B.J,A.D.Sinden, 1985

ภาคผนวก ก. ข้อมูลประกอบการคำนวณ (ต่อ)

ตารางที่ ก.4 ขนาดใบเกลียว ราง ฝา และคัปปลิง แบ่งตามกลุ่มเกลียว

กลุ่ม ABC									
เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว (นิ้ว)	4	6	9	10	12	14	16		
ความหนา คัปปลิง (นิ้ว)	1	1 ½	1 ½ 2	1 ½ 2	2 27/16 3	2 7/16 3	3		
รหัสใบเกลียว									
Helicoid	4H204	6H304	9H306 9H406	10H306 10H412	12H408 12H508 12H614	14H508 14H614	16H610		
Sectional		6S307	9S307 9S407		12S409 12S509 12S612	14S509 14S612	16H609		
ความหนา (เกจ)									
ราง	16	16	14 14	14 14	12 12 12	12 12	12		
ฝา	16	16	16 16	16 16	14 14 14	14 14	14		

ที่มา : Hinterlong,B.J,A.D.Sinden, 1985

ตารางที่ ก.5 ตัวอย่างรายละเอียดเกลียวลำเลียง

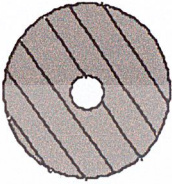
รหัสเกลียว	ความหนา คัปปลิง	ขนาดท่อ		ความหนา ใบเกลียว		ความยาวเพลารวม	ความยาวแบร้ง (นิ้ว)	ความยาวเพลลา	น้ำหนัก
		ภายใน	ภายนอก	ติดท่อ (นิ้ว)	ขอบนอก	ชุดแขวน (ft)			รวม (lb)
4H204	1	1 ¼	1 5/8	1/8	1/16	8	1 ½	7'-10 ½"	25
4H206	1	1 ¼	1 5/8	3/16	3/32	8	1 ½	7'-10 ½"	32
6H304	1 ½	2	2 3/8	1/8	1/16	10	2	9'-10"	52
6H308	1 ½	2	2 3/8	1/4	1/8	10	2	9'-10"	62
9H306	1 ½	2	2 3/8	3/16	3/32	10	2	9'-10"	70
9H406	2	2 ½	2 7/8	3/16	1/32	10	2	9'-10"	91
9H312	1 ½	2	2 3/8	3/8	3/16	10	2	9'-10"	101

ใช้หน่วยอังกฤษเนื่องจากเป็นมาตรฐานที่ใช้ในสหรัฐอเมริกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. ข้อมูลประกอบการคำนวณ (ต่อ)

ตารางที่ ก.6 ขนาดเกลียวลำเลียง และปริมาณการขนถ่ายของอุปกรณ์ป้อน

 อุปกรณ์ป้อน (95 %)		
ขนาดวัสดุ ที่หนัก 25 % ของทั้งหมด	ความสามารถ	
	Ton/hr สำหรับ 100 lb/ft ³	ft ³ /hr
1/2	0.068	1.38
3/4	0.237	4.75
1 1/2	0.84	16.80
1 1/2	1.19	23.80
2	2.04	40.80
2 1/2	3.26	65.20
3	5.00	100.00
3	7.20	144.00
3 1/2	9.80	195.00
4	17.00	340.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากท่านอาจารย์พิชิต กิตตินนท์ และอาจารย์ประสันต์ ชุ่มใจหาญ ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่พร้อมให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน และให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ตลอดจนการตรวจสอบเอกสารจนกระทั่งงานเสร็จสิ้น

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้โอกาสในการศึกษา

ขอขอบคุณ ทนสนับสนุนงานวิจัยประจำปีการศึกษา 2546 จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำโรงปะลองฝีมือ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นายชยันต์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเบิกจ่ายเครื่องมือ และช่วยในการทดสอบตัวถั่วลิสงให้สำเร็จในบางจุดอีกด้วย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ห้อง 3 K๓ และน้อง ๆ ทุกคนที่ช่วยในการแกะถั่วลิสงจนดีก และอีกทั้งยังช่วยในการดำเนินการสร้างเครื่องถั่วลิสงในบางจุดอีกด้วย

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนอย่างดี ยิ่งตลอดที่ทำการศึกษา

กมล ประกอบวงษ์
ศิริวรรณ ประยูรยวง
สมศักดิ์ เชื้อบริบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้