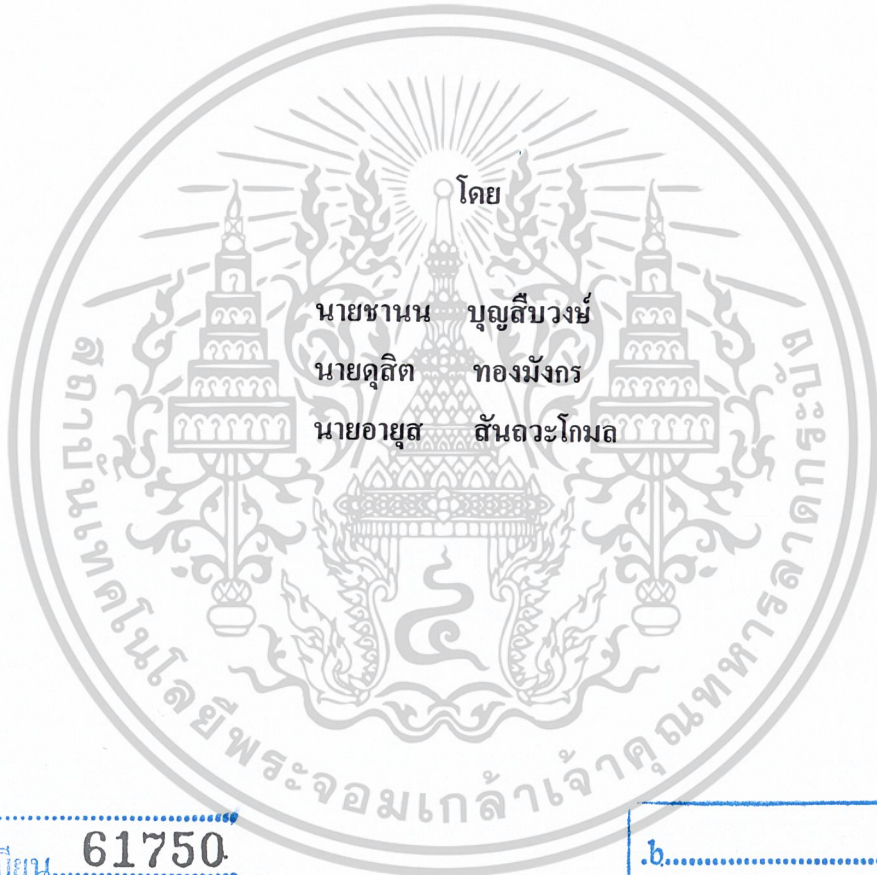
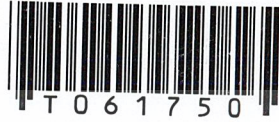


เครื่องทำความสะอาดเปลือกบัควีท

Buckwheat hulls Cleaning Machine



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน **61750**
วัน,เดือน,ปี...**2.1.ก.ค. 2549**

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2547

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องทำความสะอาดเปลือกบักวีท

Buckwheat hulls Cleaning Machine

ผู้จัดทำ

1. นายชานน บุญสืบวงษ์ รหัสประจำตัว 44010680
2. นายคูสิต ทองมังกร รหัสประจำตัว 44010706
3. นายอายุส สันถวะ โกมล รหัสประจำตัว 44010899



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. วสุ อุดมเพทายกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. ชีรพงศ์ ผลโพธิ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องทำความสะอาดเปลือกบักวีท
Buckwheat hulls Cleaning Machine

นายชานน บุญสืบวงษ์	44010680
นายคูสิต ทองมังกร	44010706
นายอายุส ตันณะโกมล	44010899
อาจารย์วสุ อุดมเพทยกุล	อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ธีรพงศ์ ผลโพธิ์	อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ออกแบบ และพัฒนาเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปน ได้แก่ เศษฝุ่น และเมล็ดแป้ง ออกจากเปลือกบักวีท เครื่องคัดแยกที่ออกแบบและพัฒนาใช้หลักการคัดแยกโดยลม เนื่องจากเปลือกบักวีทและเมล็ดแป้งซึ่งเป็นสิ่งเจือปน มี Terminal velocity แตกต่างกัน คือ ประมาณ 1.609 เมตรต่อวินาที และ 3.734 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ เครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้น มีส่วนประกอบคือ 1) ถังบรรจุเปลือกและช่องป้อน 2) ห้องคัดแยกซึ่งมีช่องทางออกจำนวนแปดช่องและติดตั้งอุปกรณ์เพื่อลดความเร็วลมจำนวนหกชั้น 3) พัดลมและเครื่องปรับความเร็วรอบมอเตอร์ การทำงานเริ่มจากนำเปลือกบักวีทเทลงในถังบรรจุเปลือก และปล่อยให้ผ่านช่องป้อนเข้าสู่ตะแกรงทางตอนล่างของตัวเครื่อง เปลือกบักวีทจะถูกลมจากพัดลมเป่าจากด้านล่างจนลอยขึ้น ภายในตัวเครื่องมีการจัดวางอุปกรณ์สำหรับกั้นลมที่ระดับความสูงต่าง ๆ กัน 6 ระดับ เพื่อให้เกิดความแตกต่างของความเร็วลมสำหรับการคัดแยกหลายระดับ และทำให้เมล็ดที่ถูกเป่าขึ้นไปกระทบทำให้ฝุ่นและสิ่งเจือปนที่ติดอยู่กับเปลือกบักวีทกระจายตัวออก เปลือกบักวีทจะลอยออกที่ช่องทางออกระดับต่าง ๆ กัน โดยเปลือกที่มีน้ำหนักมากและเศษแป้งจะออกทางช่องออกที่อยู่ระดับล่าง เศษฝุ่นผงจะลอยออกทางช่องปล่อยเศษฝุ่นที่อยู่ปลายสุดของเครื่อง ส่วนเปลือกที่สะอาดจะลอยออกตามช่องต่าง ๆ กระจายตามคุณสมบัติทางอากาศพลศาสตร์ของแต่ละเปลือก

จากการทดลองพบว่า ที่ความเร็วลม 2.3 เมตรต่อวินาที มีความเหมาะสมสำหรับเครื่องคัดแยก เนื่องจากที่ความเร็วลมนี้ สิ่งเจือปนที่ช่องทางออกตำแหน่งด้านล่างมีปริมาณค่อนข้างมาก และการวางอุปกรณ์ในแนวเดียวกันกับช่องทางออกทำให้มีการกระจายตัวของวัสดุที่ช่องทางออกต่าง ๆ ดีกว่าการวางเอียงกับช่องทางออกแบบสลับฟันปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Buckwheat hull Cleaning Machine

Chanon Boonsuebwong 44010680

Dusit Tongmongkorn 44010706

Aryut Santawagomon 44010899

Vasu Udompetaikul Advisor

Teerapong Polphoe Advisor

Abstract

The objective of this project was to study and develop a buckwheat hull cleaning machine that separated dust, residual buckwheat flour and unhulled buckwheat from buckwheat hulls. The principle of separation was the difference of terminal velocity between hulls and other material. Average terminal velocity of buckwheat hull and residual buckwheat flour are 1.609 and 3.734 m/s respectively. The prototype consisted of main three parts: 1) seed hopper, 2) separation column with eight outlets and six wind obstructions and 3) blower and motor speed controller. Raw material was fed on the bottom of chamber and then lifted by the air flow. The 6 obstruction lay on 6 difference level made more difference of air velocity in the column, and made more separation between hulls and dust. Materials were blown out the column through different height of outlets depend on their aerodynamic property. Dust was release on the top of column. Residual was remained on the bottom and it could be drain by open the bottom outlet. The result shown that 2.3 m/s of the wind speed were the optimum for separation. In addition, the arrangement of obstructions that in line with outlets was better distribution of hulls compare with zigzag arrangement.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือของบุคคลหลายท่าน ซึ่งอันได้แก่ อาจารย์วสุ อุดมเพทายกุล อ.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยให้คำแนะนำ คำปรึกษา และความช่วยเหลือต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในการทำโครงการ คณะผู้จัดทำจึงขอขอบคุณ อาจารย์ทั้ง 2 ท่านนี้เป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณบริษัทคณิศ กรู๊ป ที่ให้การสนับสนุนเงินทุน วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงานและให้ ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินงาน

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคน ที่เป็นกำลังใจและมาช่วยเหลือในการทำงานจนกระทั่งงานสำเร็จ

ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เป็นที่ศึกษาตลอด ระยะเวลา 4 ปี

ขอขอบคุณคณาจารย์ ข้าราชการ และลูกจ้าง ของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่มีส่วนให้การดำเนินการ ทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ท้ายสุดขอกล่าวขอบคุณแต่กำลังใจ ความรักที่ให้มาจาก พ่อ แม่ และสมาชิกในครอบครัว ความ ห่วงใยและการช่วยเหลืออย่างต่อเนื่องตลอดการศึกษาของผู้ทำโครงการ

นายชานน บุญสืบวงษ์

นายคุสิต ทองมังกร

นายอายุส สันถาะโกมล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ลักษณะของเมล็ดบักวีท	3
2.2 ขั้นตอนการผลิตหมอนเพื่อสุขภาพ	3
2.3 เครื่องกีดแยกชนิดต่างๆ	9
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	13
3.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ	13
3.2 ศึกษาคุณสมบัติทางอากาศพลศาสตร์	14
3.3 การหาสิ่งเจือปนและทดสอบการกีดแยกโดยการใส่ตะแกรงร่วมกับชุดพัฒนา	16
3.4 การออกแบบและ สร้างต้นแบบเครื่องกีดแยกสิ่งเจือปนจากเปลือกบักวีท	18
3.5 การพัฒนาและปรับปรุงสำหรับออกแบบเครื่องกีดแยกสิ่งเจือปน	20
บทที่ 4 ผลการทดลอง	21
4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกบักวีท	21
4.2 คุณสมบัติทางอากาศพลศาสตร์ของเปลือกบักวีท	22
4.3 การหาสิ่งเจือปนและทดสอบการกีดแยก โดยการใส่ตะแกรงร่วมกับชุดพัฒนา	23
4.4 การกีดแยกสิ่งเจือปนออกจากเปลือกเมล็ดบักวีท โดยใช้เครื่องต้นแบบ	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์

27

ภาคผนวก

29

เอกสารอ้างอิง

44



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 4.1	พื้นที่ผิว ความกว้างและความยาว ของเปลือยกบักวีท	21
ตารางที่ 4.2	คุณสมบัติต่างๆ ของเปลือยกบักวีท	21
ตารางที่ 4.3	สิ่งเจือปนที่พบแยกตามช่องทางออกของเครื่องคัดแยก	24
ตารางที่ 4.4	เปลือยกบักวีทที่พบแยกตามช่องทางออกของเครื่องคัดแยก	25
ตารางที่ 4.5	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่พบที่ช่องทางออก	26
ตารางที่ ก.1	พื้นที่ผิว ความกว้าง ความยาว Terminal velocity และ Drag coefficient ของ เปลือยกบักวีทแบบ 3 กลีบ 2 กลีบ และ 1 กลีบ	29
ตารางที่ ก.2	น้ำหนักของเปลือยกบักวีท	30
ตารางที่ ก.3	ความหนาแน่นรวม	31
ตารางที่ ก.4	ความหนาแน่นเนื้อของเปลือยกบักวีท	31
ตารางที่ ก.5	เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเปลือยกบักวีท	32
ตารางที่ ก.6	แสดงน้ำหนักของเปลือยกบักวีทก่อนและหลังการคัดแยก	33
ตารางที่ ข.1	ผลการทดลองเครื่องแบบที่1	34
ตารางที่ ข.2	ผลการทดลองเครื่องแบบที่2	38
ตารางที่ ค.1	ค่า Terminal velocity ของเมล็ดแป้ง และเปลือกสมบูรณที่มีแป้งอยู่ใน	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้าที่
รูปที่ 2.1 เมล็ดบักวีท	3
รูปที่ 2.2 ขั้นตอนผลิตหมอนจากเปลือกบักวีท	5
รูปที่ 2.3 เปลือกบักวีทแบบกลีบต่างๆ	6
รูปที่ 2.4 เปลือกบักวีทก่อนทำการคัดแยกมีเศษแข็งเป็นจำนวนมาก	6
รูปที่ 2.5 การคัดแยกโดยใช้ตะแกรงร่อน	7
รูปที่ 2.6 การอบเปลือกบักวีทในถังโลหะเพื่อกำจัดแมลง	7
รูปที่ 2.7 การเปิดฝาดังอบเพื่อลดอุณหภูมิ	8
รูปที่ 2.8 เปลือกบักวีทหลังทำความสะอาด	8
รูปที่ 2.9 หมอนจากเปลือกบักวีทที่พร้อมนำไปจำหน่าย	8
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างโฆษณาหมอนเปลือกบักวีทจากเว็บไซต์ต่างประเทศ	9
รูปที่ 2.11 เครื่องคัดแยกโดยใช้ตะแกรง	10
รูปที่ 2.12 เครื่องคัดแยกโดยใช้ลมเป่า	11
รูปที่ 3.1 แสดงการสแกนเปลือกบักวีทลงคอมพิวเตอร์	13
รูปที่ 3.2 ชุดทดลองหาค่า Terminal velocity	15
รูปที่ 3.3 แสดงชุดคัดแยกแบบตะแกรงทรงกระบอก	16
รูปที่ 3.4 การใส่เปลือกบักวีทลงในตะแกรง	17
รูปที่ 3.5 การแยกเศษฝุ่น โดยใช้ตะแกรงร่วมกับ พัดลม	17
รูปที่ 3.6 เครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนต้นแบบ	18
รูปที่ 3.7 รูปแบบอุปสรรคที่ทำการทดลอง	19
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่าระหว่างพื้นที่ผิวเปลือกบักวีทกับ terminal Velocity	22
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่าระหว่างพื้นที่ผิวเปลือกบักวีทกับ Drag coefficient	23
รูปที่ 5.1 เครื่องคัดแยกที่อยู่ระหว่างการสร้าง	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

บัควีท (ชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Fagopyrum Esculentum* Moench) เป็นพืชตระกูลผลไม้ ซึ่งมีการปลูกมากทั้งในประเทศแถบเอเชีย เช่น จีน ญี่ปุ่น เกาหลี ซึ่งนำเมล็ดบัควีท มาใช้ในการผลิตแป้งที่ใช้ทำเส้นบะหมี่โซบะ และมีการปลูกในแถบทวีปยุโรป, อเมริกา สำหรับทำแป้งขนมปังต่างๆ เช่น แพนเค้ก ลูกเกด และอื่นๆ เป็นต้น ส่วนเปลือกบัควีท (Buckwheat hulls) นั้นสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุในการทำไส้หมอน ซึ่งประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศแรกที่ริเริ่มทำ เนื่องจากเปลือกบัควีทนั้น มีลักษณะทางกายภาพที่ยืดหยุ่น ดังนั้นเมื่อนำมาผลิตเป็นหมอน หมอนที่ได้จึงมีคุณสมบัติที่สามารถปรับรูปร่างให้เข้ากับลักษณะความโค้งของกระดูกคอและไหล่ ช่วยลดหรือเลี่ยงอาการปวดคอ ปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้อ การนอนกรน ฯลฯ ดังนั้นหมอนที่ผลิตจากเปลือกบัควีทจึงเป็นหมอนเพื่อสุขภาพ ซึ่งในปัจจุบันเริ่มเป็นที่แพร่หลายในหลายๆ ประเทศ รวมทั้งในประเทศไทยด้วย แต่เนื่องจากหมอนที่นำเข้าจากต่างประเทศทั่วไปมีราคาค่อนข้างสูง เฉลี่ยราคาใบละ 50-100 \$ (ประมาณ 2,000-4,000 บาท) จึงมีผู้ผลิตบางรายในประเทศไทยพยายามผลิตหมอนจากเปลือกบัควีทให้ได้ราคาถูกกว่า และมีคุณภาพใกล้เคียงกับหมอนที่นำเข้าจากต่างประเทศ แต่จากการผลิตพบปัญหาว่า เปลือกที่ได้หลังจากการกะเทาะเมล็ดในออก จะมีสิ่งเจือปนจำนวนมาก จึงจำเป็นที่จะต้องมีการคัดแยกสิ่งเจือปนออกก่อนที่จะนำไปผลิตเป็นหมอน ซึ่งการคัดแยกในปัจจุบันนี้ยังใช้วิธีการฝัดด้วยกระจาดโดยใช้แรงงานคน แต่การคัดแยกสิ่งเจือปนด้วยวิธีดังกล่าว จะสามารถคัดแยกสิ่งเจือปนออกได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ มีคุณภาพต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากต่างประเทศ ส่งผลกระทบให้การแข่งขันทางการค้าทำได้ยาก จึงควรมีการศึกษา ออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากเปลือกบัควีท ให้ดีกว่าวิธีการคัดแยกที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาระบบการคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากเปลือกบัควีท

1.2.2 เพื่อออกแบบสร้างและทดสอบเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากเปลือกบัควีทให้มี

ประสิทธิภาพมากกว่าการคัดแยกแบบใช้แรงงานคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตการศึกษา

- 1.3.1 เปลือกบักวีทที่ใช้ศึกษานำมาจากบริษัทเอกชนที่ผลิต
- 1.3.2 ความสามารถการคัดแยกของเครื่องอยู่ที่ 100 กิโลกรัม/วัน

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 เพิ่มความสะดวกลดเวลาและแรงงานในการคัดแยกสิ่งเจือปนของผู้ผลิต
- 1.4.2 ลดปริมาณสิ่งเจือปนและเพิ่มคุณภาพของเปลือกบักวีท



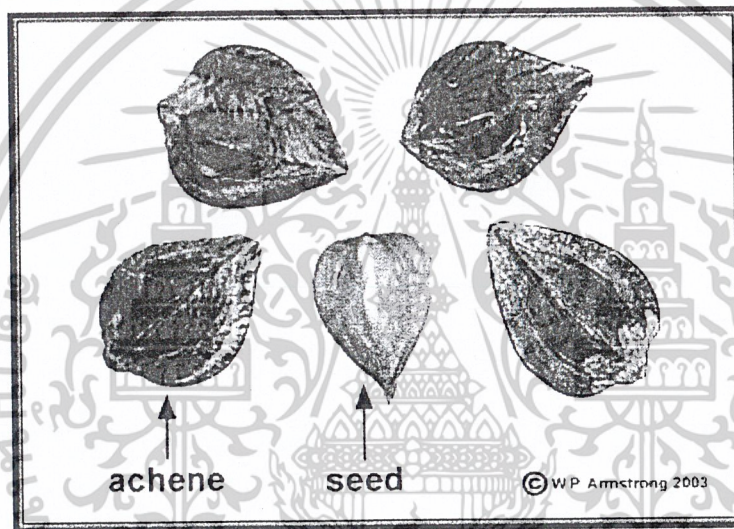
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะของเมล็ดบักวีท

เมล็ดบักวีท (*Fagopyrum Esculentum* Moench) เป็นพืชล้มลุก มีลักษณะคล้ายกับลูกนัทที่ย่อส่วนลง มีเปลือกหุ้มทั้งหมด 3 ด้าน ดังรูปที่ 2.1 ตัวเมล็ดบักวีทที่เอาเปลือกออกแล้ว สามารถนำมาทำแป้งสำหรับทำ บะหมี่ แพนเค้ก ขนมปังปอนด์ และอื่นๆ



รูปที่ 2.1 เมล็ดบักวีท

2.2 ขั้นตอนกระบวนการผลิตหมอนสุขภาพ

เปลือกบักวีทที่ยังไม่ได้ผ่านขั้นตอนการคัดแยกสิ่งเจือปน และกระบวนการอบ จะมีแมลง เศษฝุ่นผง และเศษของเมล็ดบักวีทตกค้างอยู่ภายในเปลือก และถ้านำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตหมอน จะทำให้หมอนที่ผลิตได้นั้นมีคุณภาพค่อนข้างต่ำ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นที่จะต้องมีการนำเปลือกบักวีทไปผ่านกระบวนการต่างๆ ก่อนที่จะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหมอน กระบวนการผลิตหมอนสุขภาพที่ทำจากเปลือกเมล็ดบักวีท ของบริษัทคนคิดรูปสามารถสรุปเป็นแผนภาพดังแสดงในรูปที่ 2.1

โดยเริ่มจากนำเปลือกเมล็ดบักวีทที่นำเข้ามาจากประเทศญี่ปุ่นหรือจีน ซึ่งถูกบรรจุอยู่ในกระสอบ แต่ละกระสอบมีน้ำหนักประมาณ 20 กิโลกรัม มาทำการคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากเปลือกบักวีท โดยใน

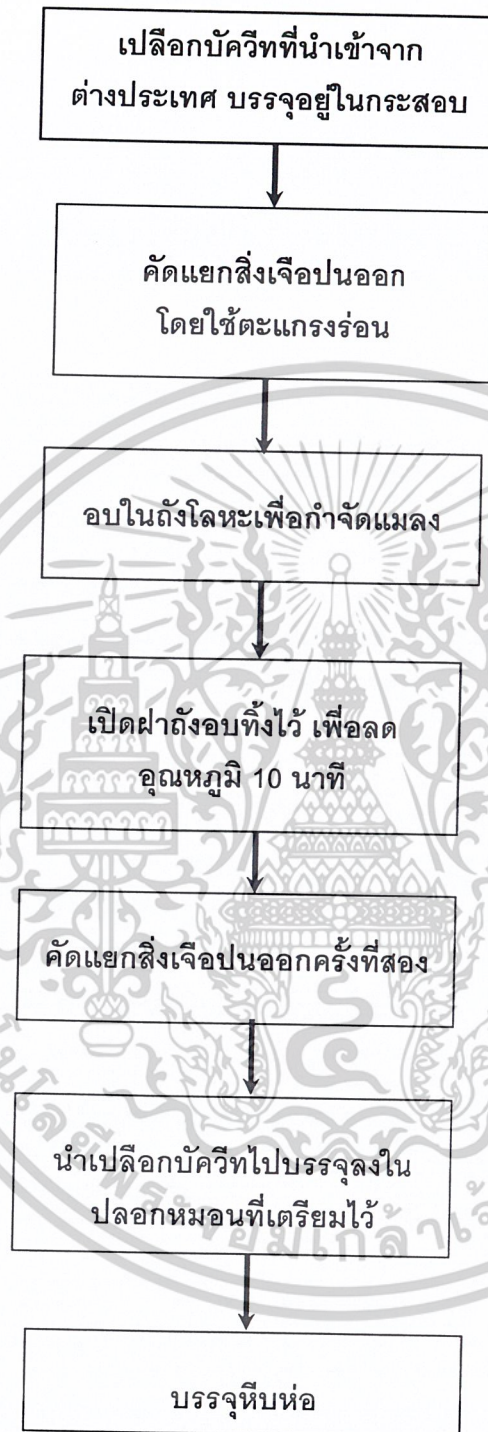
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการคัดแยกครั้งแรกนี้ จะเป็นการคัดเอาเศษของเมล็ดบักวีทซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนแข็งสีขาวออกก่อน โดยจะใช้ตะแกรงที่มีรูขนาดต่างกันสองตะแกรงทำการร่อน ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 30 นาที ต่อเปลือกบักวีท 1 กระสอบ เมื่อทำการคัดแยกสิ่งเจือปนออกในครั้งแรกเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะนำเปลือกบักวีทที่ได้ไปผ่านกระบวนการอบ เพื่อกำจัดแมลงที่อาศัยอยู่ในเปลือกบักวีท โดยจะใช้ก๊าซหุงต้มจำนวนสามหัวเป็นอุปกรณ์ที่ให้ความร้อน เมล็ดบักวีทจะถูกนำไปบรรจุลงในถังโลหะทรงกระบอกที่ติดตั้งตามแนวนอน และตัวถังจะถูกต่อกับมอเตอร์ ซึ่งจะทำให้เกิดการหมุนตลอดเวลาที่ทำการอบ เพื่อให้ความร้อนกระจายสู่เปลือกบักวีทอย่างทั่วถึง และทำให้แมลงที่อาศัยอยู่ในเปลือกบักวีทถูกทำลายหมด ขั้นตอนการอบนี้จะใช้เวลาประมาณ 30 นาที หลังจากนั้นจะปิดแก๊สทั้งสามหัว และเปิดฝาดังทิ้งไว้อีกประมาณ 10 นาทีเพื่อให้อุณหภูมิลดลง เมื่อผ่านขั้นตอนการอบเรียบร้อยแล้ว เปลือกบักวีทที่ได้จะมีเศษฝุ่นผง และเศษของแมลงที่ถูกกำจัด ดังนั้นเมื่อเปลือกบักวีทมีอุณหภูมิลดลงแล้ว ก็จะถูกนำไปทำการคัดแยกเอาสิ่งเจือปนออกอีกครั้งหนึ่ง โดยใช้วิธีเดียวกันกับครั้งแรก ขั้นตอนทั้งหมดในการคัดแยกสิ่งเจือปนและกระบวนการอบจะใช้เวลาประมาณ 1½ - 2 ชั่วโมง ต่อเปลือกบักวีท 1 กระสอบ

หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการอบและคัดแยกสิ่งเจือปนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็จะเป็นการบรรจุ โดยจะนำเปลือกบักวีทที่ได้มาบรรจุใส่ลงในปลอกหมอนขนาดต่างๆที่เตรียมไว้ โดยเปลือกบักวีท 1 กระสอบหรือ 20 กิโลกรัมนี้ สามารถที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหมอนสุภาพขนาดใหญ่ได้ประมาณ 7-8 ใบ และขนาดเล็กประมาณ 17-18 ใบ ซึ่งจะใช้เวลาในการบรรจุประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นจึงนำไปบรรจุหีบห่อ เพื่อรอการจำหน่ายต่อไป

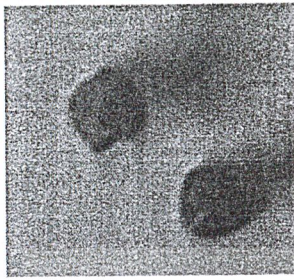
กระบวนการผลิตหมอนสุภาพตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งเสร็จสิ้นกระบวนการผลิต จะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 2 ชั่วโมง ต่อเปลือกบักวีท 1 กระสอบ โดยเมื่อเปลือกบักวีท 1 กระสอบ ซึ่งมีน้ำหนัก 20 กิโลกรัม ผ่านกระบวนการอบและการคัดแยกเอาสิ่งเจือปนออกแล้ว จะทำให้น้ำหนักของเปลือกบักวีทลดลงไปประมาณ 0.5-0.7 กิโลกรัม น้ำหนักส่วนที่ลดลงไปนี้เป็นน้ำหนักของสิ่งเจือปนที่อยู่ภายในเปลือกบักวีท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

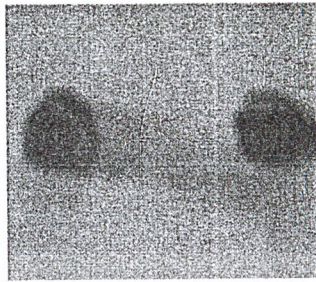


รูปที่ 2.2 ขั้นตอนผลิตหมอนจากเปลือกบักวีท

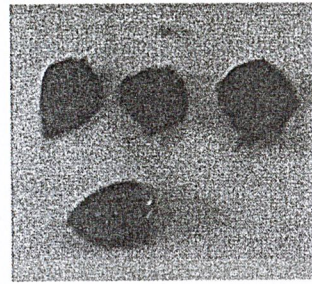
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เปลือกบักวีทแบบ 3 กลีบ

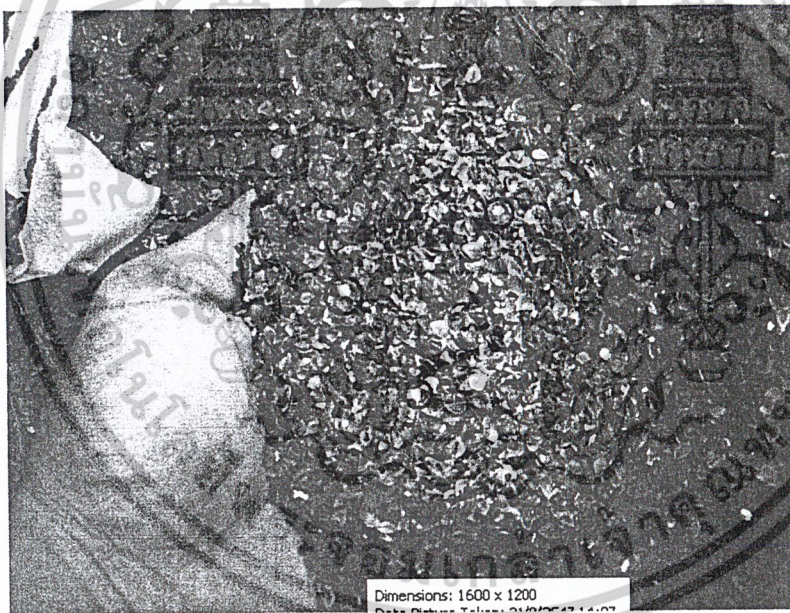


เปลือกบักวีทแบบ 2 กลีบ



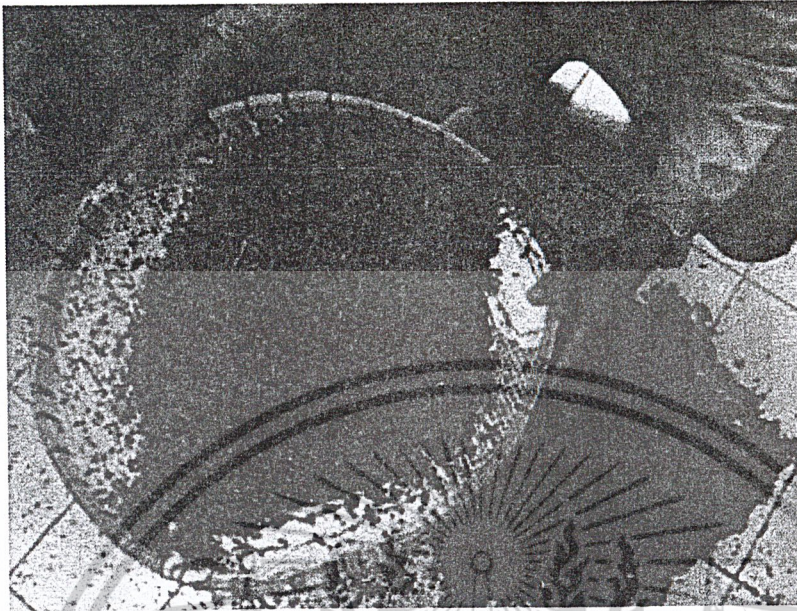
เปลือกบักวีทแบบ 1 กลีบ

รูปที่ 2.3 เปลือกบักวีทแบบกลีบต่างๆ



รูปที่ 2.4 เปลือกบักวีทก่อนทำการคัดแยกมีเศษแป้งเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

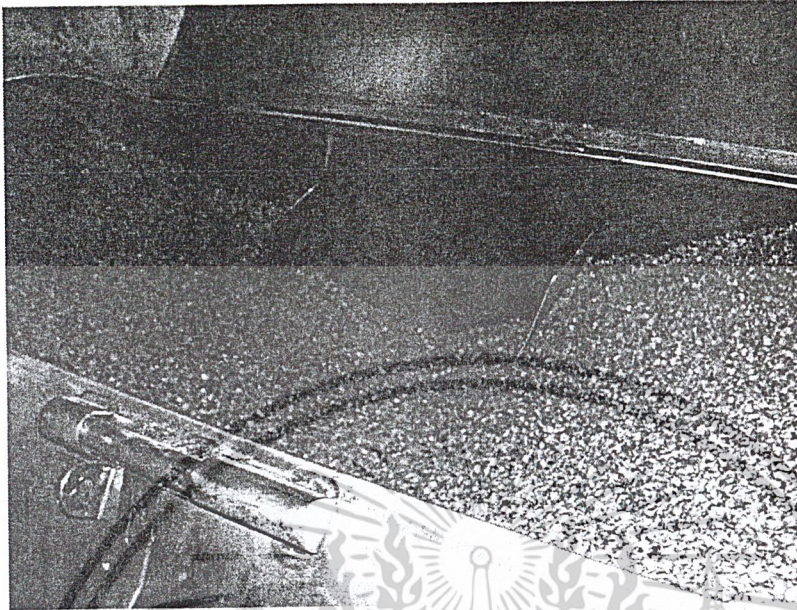


รูปที่ 2.5 การตัดแยกโดยใช้ตะแกรงร้อน



รูปที่ 2.6 การอบเปลือกบักวีทในถังโลหะเพื่อกำจัดแมลง

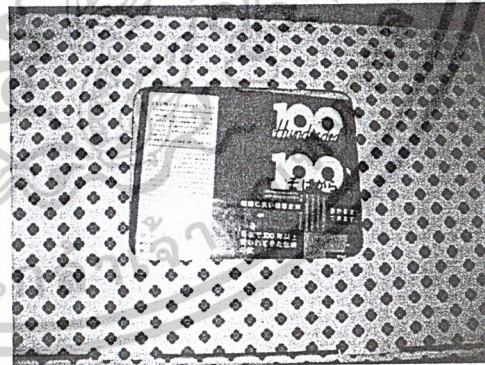
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 การเปิดฝาลังอบเพื่อลดอุณหภูมิ





รูปที่ 2.8 เปลือกบักวีทหลังทำความสะอาด



รูปที่ 2.9 หมอนจากเปลือกบักวีทที่พร้อมนำไปจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Your Shopping Cart				
Item	Options	Unit Price	Qty.	Subtotal
 Makura Professional Buckwheat Husk Pillow [Remove]	Free: Quick Shipping Size: Traditional (small) 21 x 14, \$48 -- out of stock until 6/15	46.00	1	46.00
 Makura Professional Buckwheat Husk Pillow [Remove]	Free: Quick Shipping Size: Standard (twin) 20 x 26, add \$(+11) = \$59	57.00	1	57.00
Subtotal for The Comfort Store:				103.00

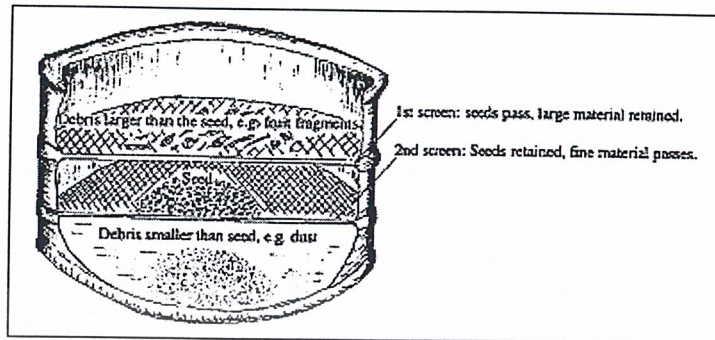
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างโฆษณาหมอนเปลือกบัควีทจากเว็บไซต์ต่างประเทศ

2.3 เครื่องคัดแยกชนิดต่างๆ (Henderson, 1976)

การคัดแยกวัตถุดิบ (sorting operation) ออกจากกัน ส่วนใหญ่มักแยกโดยอาศัยสมบัติทางกายภาพของวัตถุดิบนั้น การคัดแยกเป็นปฏิบัติการเพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีความสม่ำเสมอในแง่คุณภาพ ความแก่อ่อน ขนาด และรูปร่าง ก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการต่อไป ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอตามมาตรฐานที่กำหนด (ในที่นี้เราจะกล่าวถึงเฉพาะเครื่องคัดแยกเมล็ดพืชเท่านั้น)

การคัดแยกนั้นสามารถจำแนกเป็นประเภทต่างๆ ตามคุณลักษณะทางกายภาพของวัตถุดิบที่ใช้เป็นหลักในการคัดแยก ได้แก่ ขนาด, รูปร่าง, น้ำหนักจำเพาะและความหนาแน่น, ลักษณะของผิว

2.3.1 การคัดแยกด้วยขนาด วัตถุดิบที่มีขนาดแตกต่างกันสามารถนำมาคัดแยกออกจากกันได้ ซึ่งจะทำให้ได้วัตถุดิบที่มีขนาดสม่ำเสมอก่อนที่จะนำไปผ่านกระบวนการต่อไป ในการคัดแยกวัตถุดิบโดยอาศัยความแตกต่างของขนาดนั้น ส่วนใหญ่จะใช้ตะแกรงในการคัดแยก ซึ่งอาจจะเป็นตะแกรงชั้นเดียวหรือหลายชั้น



รูปที่ 2.11 เครื่องคัดแยกโดยใช้ตะแกรง

2.3.2 การคัดแยกด้วยรูปร่าง (Henderson, 1976) นอกจากจะคัดแยกวัตถุดิบโดยอาศัยขนาดแล้ว รูปร่างของวัตถุดิบ เช่น ความกลม และความเรียว ก็เป็นคุณลักษณะทางกายภาพอีกอย่างหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการคัดแยกได้ ตัวอย่างของการคัดแยกด้วยวิธีนี้ เช่น Cylinder Separator การคัดแยกด้วยวิธีนี้จะขึ้นอยู่กับความกว้างและความยาวของเมล็ดพืชที่นำมาคัดแยก ถ้ามีเมล็ดพืชที่มีลักษณะยาวหรือวัสดุอื่นๆ ปนมาด้วยก็ไม่สามารถเข้าไปอยู่ในร่องของเครื่องคัดแยกได้ ทำให้การคัดแยกด้วยวิธีนี้มีประสิทธิภาพในการคัดแยกสูง

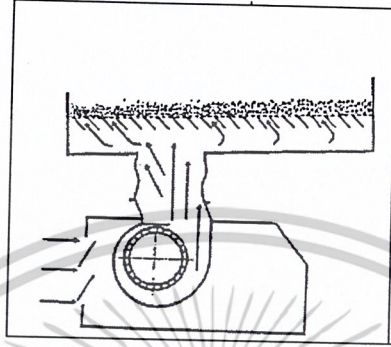
2.3.3 การคัดแยกโดยความถ่วงจำเพาะ (Henderson, 1976) เครื่องคัดแยกโดยความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity Separator) เป็นเครื่องคัดแยกที่สามารถใช้ในการคัดแยกภายใต้ความแตกต่างของวัตถุดิบและวัสดุอื่นที่ปนเข้ามา ซึ่งเงื่อนไขในการคัดแยกนี้ขึ้นอยู่กับ 1.) ความสามารถของวัสดุในการไหลบนพื้นราบ 2.) การลอยตัวของวัสดุเมื่อมีลมเป่าขึ้นมาจากด้านล่าง และผลจากการลอยตัวนี้ใช้ในการแสดงผลการคัดแยกได้เช่นเดียวกันกับการคัดแยกโดยขนาด, รูปร่าง และลักษณะของผิววัตถุดิบ

ลักษณะของเครื่องคัดแยกประเภทนี้จะมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ กระบะที่เอียงจากด้านบนลงมาทางด้านหลังของเครื่องคัดแยก และด้านล่างของกระบะจะมีช่องให้ลมเป่าขึ้นมาตามมุมที่กำหนด การทำงานของเครื่องคัดแยกโดยความถ่วงจำเพาะ เริ่มด้วยการป้อนวัตถุดิบเข้าไปในเครื่องคัดแยก จากนั้นกระบะจะเคลื่อนที่ไปมาและมีลมเป่าจากด้านล่าง ซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของวัสดุโดยวัสดุเล็กๆ เช่น เศษดินและฝุ่น จะลอยด้วยแรงลมแล้วตกลงมา หลังจากนั้นจะแยกตัวออกมาตามช่องทางออก ส่วนวัตถุดิบและวัสดุอื่นที่มีขนาดใหญ่กว่าและไม่ได้เคลื่อนที่ด้วยแรงลม ก็จะเคลื่อนที่ตามความสั่นสะเทือนของกระบะแล้วจึงแยกออกจากกันเป็นส่วนๆ

เครื่องคัดแยกโดยใช้ลมเป่า (Pneumatic Separator) คัดแยกเมล็ดพืชโดยใช้ความถ่วงจำเพาะอีกประเภทหนึ่ง เมื่อเทวัตถุดิบที่ต้องการแยกผ่านตะแกรงผ่านตะแกรงที่สั้นไปมา ดังรูปที่ 2.10 ภายในตะแกรงมีจุดที่ยกระดับและเอียงไปอีกด้านของพื้นตะแกรงเพียงเล็กน้อย ในขณะที่เครื่องสั่น ลมจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โบลเวอร์ จะเป่าผ่านตะแกรงขึ้นมา วัสดุที่หนักกว่า เช่น เศษหิน จะไหลรวมกันด้านท้ายแล้วเข้าไปยังที่รองรับ ส่วนวัสดุที่เบาจะไหลรวมกันที่ด้านบนของตะแกรง



รูปที่ 2.12 เครื่องคัดแยกโดยใช้ลมเป่า

2.4.4 การคัดแยกด้วยลักษณะของผิว (Henderson, 1976) ผิวสัมผัสของวัสดุจะใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการคัดแยกวัสดุ เมื่อไม่สามารถทำการคัดแยกด้วยวิธีอื่น เนื่องจากวัสดุที่ต้องการคัดแยกนั้นมีขนาด, รูปร่าง และความหนาแน่นใกล้เคียงกันมาก

เครื่องคัดแยกด้วยลักษณะของผิว เป็นเครื่องคัดแยกที่ใช้ในการคัดแยกเมล็ดพืชออกจากกัน โดยเมล็ดพืชที่ป้อนเข้าไปจะเป็นเมล็ดพืชที่ผสมกันระหว่างเมล็ดที่มีผิวขรุขระและผิวเรียบ เครื่องคัดแยกนี้สามารถแยกเมล็ดพืชที่มีผิวขรุขระออกมาได้ ซึ่งการทำงานของเครื่องนั้นมีดังนี้คือ ลูกกลิ้งที่มีผิวขรุขระจะทำให้เกิดการแยกตัวของเมล็ดพืชที่มีผิวขรุขระ เมื่อลูกกลิ้งหมุนเมล็ดพืชก็จะชนกับผิวของลูกกลิ้ง แล้วกระเด็นมากระทบกับฝาครอบ หลังจากนั้นเมล็ดพืชก็จะเคลื่อนที่ออกมาภายนอกเครื่องคัดแยก ส่วนเมล็ดพืชที่มีผิวเรียบก็จะไหลออกตามช่องทางออกท้ายลูกกลิ้ง

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบเครื่องคัดแยกเมล็ด Cheat (ชื่อของวัชพืชชนิดหนึ่ง) ออกจากข้าวสาลี โดยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางอากาศพลศาสตร์ (Houhouot-O'Hara M et.all, 2000) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการวัดลักษณะต่างๆและเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างเมล็ด Cheat กับข้าวสาลีเพื่อพัฒนาระบบการคัดแยกของเครื่องจักร ซึ่งการทดลองนี้ได้ทำการหาคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ขนาดของเมล็ด ความเป็นทรงกลม aspect ratio น้ำหนัก และความหนาแน่นรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางอากาศพลศาสตร์ ได้แก่ ค่าความเร็วสุดท้าย (Terminal Velocity) และ สัมประสิทธิ์แรงต้าน (Drag Coefficient)

ซึ่งจากการทดลอง สามารถหาความแตกต่างระหว่างข้าวสาลี และ Cheat ได้ดังต่อไปนี้

1) เมล็ด Cheat มีความยาวและความหนามากกว่าเมล็ดข้าวสาลี แต่เมล็ดสาลีจะมีความกว้างมากกว่า ซึ่งความแตกต่างเหล่านี้มีส่วนในการเลือกตะแกรงสำหรับการคัดแยก

2) ค่าความเป็นทรงกลมและaspect ratio เนื่องจากเมล็ดทั้ง 2 มีดัชนีความกลมต่ำ ทำให้ไม่สามารถนำไปวิเคราะห์แบบทรงกลมได้

3) น้ำหนัก โดยทั่วไปเมล็ดข้าวสาลีจะหนักกว่าเมล็ดCheat ประมาณ 8-10 เท่าและมีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 3-4 เท่า ฉะนั้นการแยกโดยใช้ความถ่วงจึงสามารถทำได้

4) ความเร็วสุดท้ายของเมล็ดข้าวสาลีมากกว่าเมล็ด Cheat ค่อนข้างมาก การใช้ลมเป่าในการคัดแยกจึงมีสามารถทำได้

จากงานวิจัยนี้สามารถนำหลักการทดลอง มาใช้ในการหาคุณสมบัติต่างๆของเปลือกบักวีทเพื่อออกแบบเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

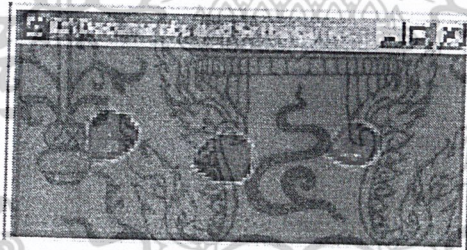
ศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพและอากาศพลศาสตร์ของเปลือกบัวทิพ เพื่อใช้ออกแบบระบบคัดแยก

ในการศึกษาคูณสมบัติการกายภาพและอากาศพลศาสตร์ของเปลือกบัวทิพแบ่งการทดลองย่อยๆ ได้ดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพ

3.1.1 ขนาดของเปลือกบัวทิพ

การหาขนาดของเปลือกบัวทิพทำโดยสุ่มเปลือกบัวทิพที่สมบูรณ์ มีกลีบครบ 3 กลีบทั้งหมด 50 ตัวอย่าง นำมาสแกนลงเป็นไฟล์รูปภาพโดยใช้ Computer ดังตัวอย่างในภาพที่ 3.1 และใช้โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ทางด้าน Image processing คือ โปรแกรม Image Tool ในการวิเคราะห์หาขนาดของเปลือกบัวทิพ



รูปที่ 3.1 แสดงการสแกนเปลือกบัวทิพลงคอมพิวเตอร์

3.1.2 น้ำหนัก

น้ำหนักของเปลือกบัวทิพหาจากการคัดเมล็ดบัวทิพที่มีความสมบูรณ์ ครบ 3 กลีบเช่นเดียวกับการหามิติ มา 100 ตัวอย่างนำมาชั่งจะได้น้ำหนักเปลือกบัวทิพต่อ 100 เปลือก ทำทั้งหมด 5 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ความหนาแน่นรวม

นำเปลือกบักวีทแห้งในภาชนะทรงกระบอกที่ทราบปริมาตรนำไปชั่ง ความหนาแน่นรวมหาได้จากหารค่าน้ำหนักเปลือกบักวีทที่ได้ด้วยปริมาตรทรงกระบอก

3.1.4 ความหนาแน่นเนื้อ

ความหนาแน่นเนื้อของเปลือกบักวีทหาได้จากการเทียบมวลและปริมาตรกับ Pycnometer และโทลูอิน เป็นขั้นตอนตามตารางที่ 4.3

3.1.5 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเปลือกบักวีท

เปอร์เซ็นต์ความชื้นหาได้จากการชั่งน้ำหนักบักวีทก่อนและหลังเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 98 องศาเป็นเวลา 6 ชั่วโมง

3.2 ศึกษาคุณสมบัติทางอากาศพลศาสตร์

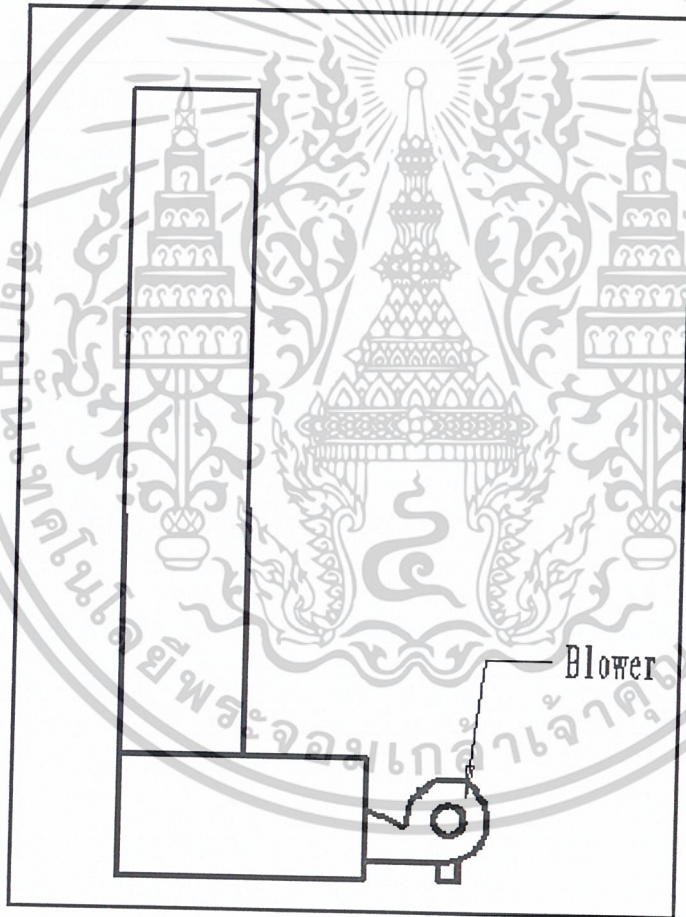
3.2.1 Terminal velocity ค่าความเร็วสุดท้ายหรือความเร็ววิกฤตของเมล็ด หาได้จากการใช้เปลือกบักวีท 50 ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองการหาขนาดของเปลือกมาทำการทดลอง โดยเปลือกบักวีทเป็นแบบสมบรูณ์ ครบทั้ง 3 กลีบ แต่เนื่องจากเปลือกบักวีทที่ใช้โดยทั่วไปมีทั้งแบบ 3 กลีบ 2 กลีบ และ 1 กลีบ อยู่รวมปะปนกัน ซึ่งทั้ง 3 แบบน่าจะมีคุณสมบัติทางอากาศพลศาสตร์ที่แตกต่างกันในการทดลองจึงทำการทดลองเปลือกบักวีททั้ง 3 แบบ โดยหลังจากที่ทดลองหาค่าของเปลือกบักวีทแบบ 3 กลีบแล้ว จะแยกกลีบของเปลือกเพื่อให้ได้เปลือกแบบกลีบเดียวและ 2 กลีบมาทำการทดลองแบบเดียวกันต่อไปในการหาค่า Terminal velocity จะใช้ชุดทดลองซึ่งประกอบด้วยท่อลมที่ตั้งในแนวตั้งและทำจากพลาสติกใส อุปกรณ์แสดงในรูปที่ 3.2 เปลือกที่ทดลองจะถูกนำมาวางบนตะแกรง ที่อยู่ด้านล่างของทรงกระบอก ใต้อุปกรณ์และค่อยๆปรับลมให้มีความเร็วสูงขึ้นจนกระทั่งเปลือกลอยตัวขึ้นโดยไม่ตกลงมา บันทึกค่าความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับ motor และนำไปเทียบกราฟเปรียบเทียบระหว่างความถี่และความเร็วลม

3.2.2 Drag coefficient สัมประสิทธิ์แรงต้าน ของเมล็ดหาจากการคำนวณค่าที่ได้จากการวัดความเร็ววิกฤตมาใช้ในสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$C = [2W(\rho_p - \rho_r)] / V_t^2 A_p \rho_p \rho_r$$

- C** = Drag coefficient
W = น้ำหนักเปลือกบักวีท g
V_t = Terminal velocity m/s
ρ_p = ความหนาแน่นของเปลือกบักวีท g/cm³
ρ_r = ความหนาแน่นของอากาศ g/cm³

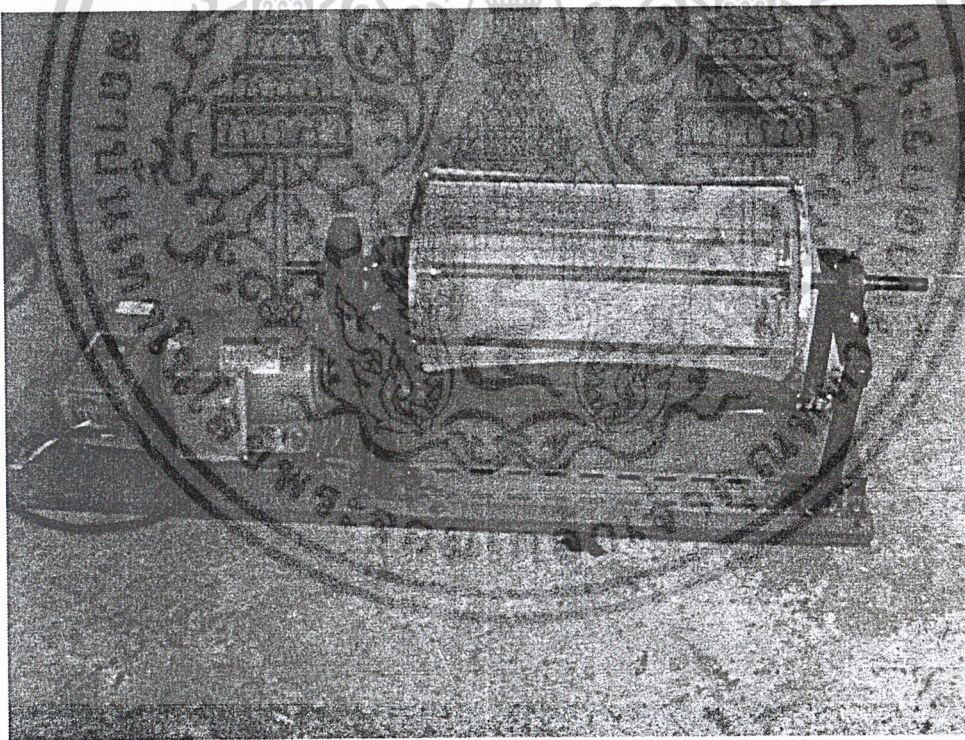


รูปที่ 3.2 ชุดทดลองหาค่า Terminal velocity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

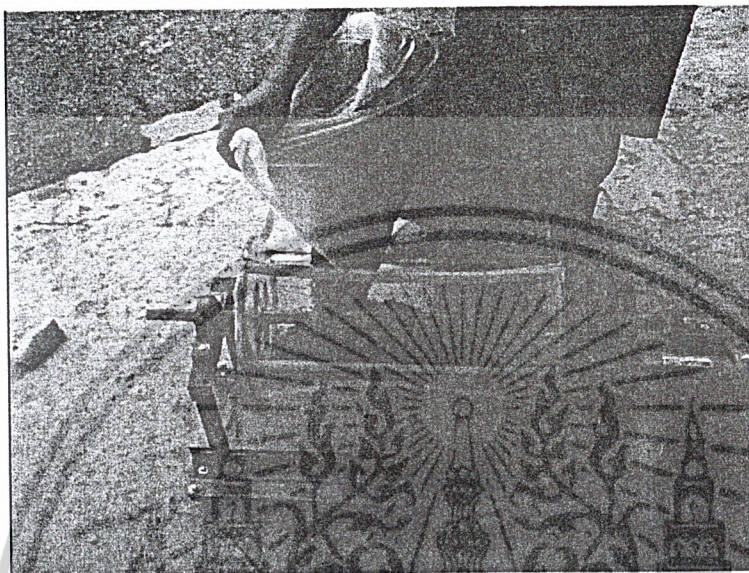
3.3 การหาสิ่งเจือปนและทดสอบการคัดแยกโดยใช้ตะแกรงร่วมกับ ชุดคัดลม

การทดลองทำโดยการสร้างชุดคัดแยก โดยใช้ตะแกรงที่ทำเป็นทรงกระบอกวางตามแนวนอน ใช้มอเตอร์ในการขับเคลื่อนและมี Inverter ควบคุมความเร็วรอบ ชุดทดลองแสดงในภาพ 3.3 เปลือกบักวีทที่ทำการทดลองจะแยกเป็นชุดซึ่งมีทั้งหมด 24 ชุด น้ำหนักโดยเฉลี่ยต่อชุดเท่ากับ 641.2 กรัม การทดลองทำโดยนำชุดของเปลือกบักวีทที่ทำการทดลองมาชั่งน้ำหนักแล้วจึงใส่เปลือกบักวีทลงในตะแกรงทรงกระบอกของชุดคัดแยก เมื่อทำการใส่เสร็จจะหมุนตะแกรงทรงกระบอกเพื่อให้เศษเจือปนต่างๆ ออกตามตะแกรงและจะใช้ชุดคัดลมเป่าลมตามแนวขวางกับตะแกรงเพื่อช่วยในการคัดแยก ซึ่งจะใช้เวลาในการคัดแยกประมาณ 10-15 นาทีนำเปลือกบักวีทที่ออกจากชุดตะแกรงแล้วนำมาบันทึกค่า ทำงานครบทั้ง 24 ชุดแล้วหา น้ำหนักของสิ่งเจือปนที่คัดออกไปได้



รูปที่ 3.3 แสดงชุดคัดแยกแบบตะแกรงทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 การใส่เปลือกกับควีทลงในตะแกรง



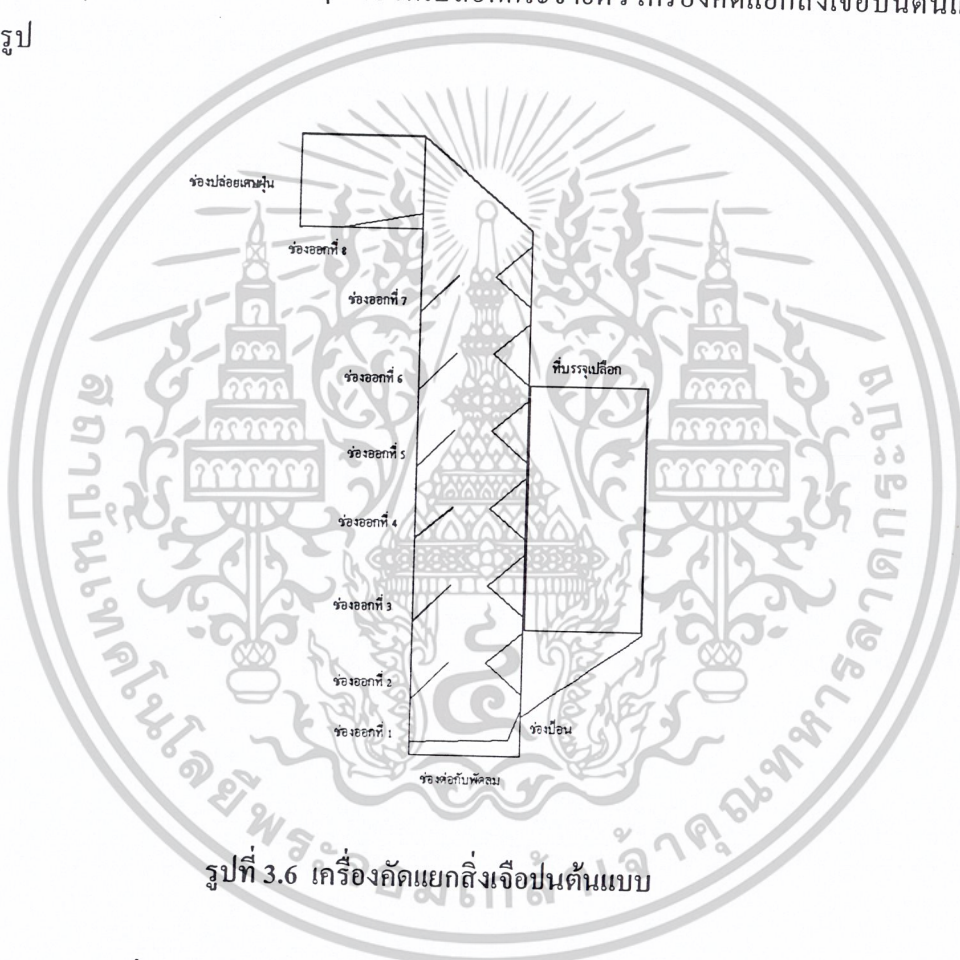
รูปที่ 3.5 การแยกเศษฝุ่นโดยใช้ตะแกรงร่วมกับ พัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่ต่อสาธารณะและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

61750

3.4 การออกแบบและ สร้างต้นแบบเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนจากเปลือกบักวีท

จากการทดลองหาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางอากาศพลศาสตร์ของเปลือกบักวีท พบว่าจากลักษณะทางกายภาพต่างๆ แสดงให้เห็นว่าเปลือกบักวีทมีลักษณะที่บางและน้ำหนักเบา การคัดแยกโดยใช้หลักการทางกลทำได้ยาก จึงเลือกใช้คุณสมบัติทางอากาศ เป็นเกณฑ์ในการคัดแยก และเนื่องจากเปลือกมีน้ำหนักเบาทำให้เครื่องคัดแยกต้องมีความสูงระดับหนึ่ง เพื่อให้เปลือกมีระยะการลอยตัว รวมทั้งมีอุปสรรคที่ระดับต่างๆ เพื่อให้เปลือกกระจายตัว เครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนต้นแบบมีลักษณะ ดังรูป



รูปที่ 3.6 เครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนต้นแบบ

3.4.1 การทดลองคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากเปลือกเมล็ดบักวีทโดยใช้เครื่องต้นแบบ

จุดประสงค์การทดลอง

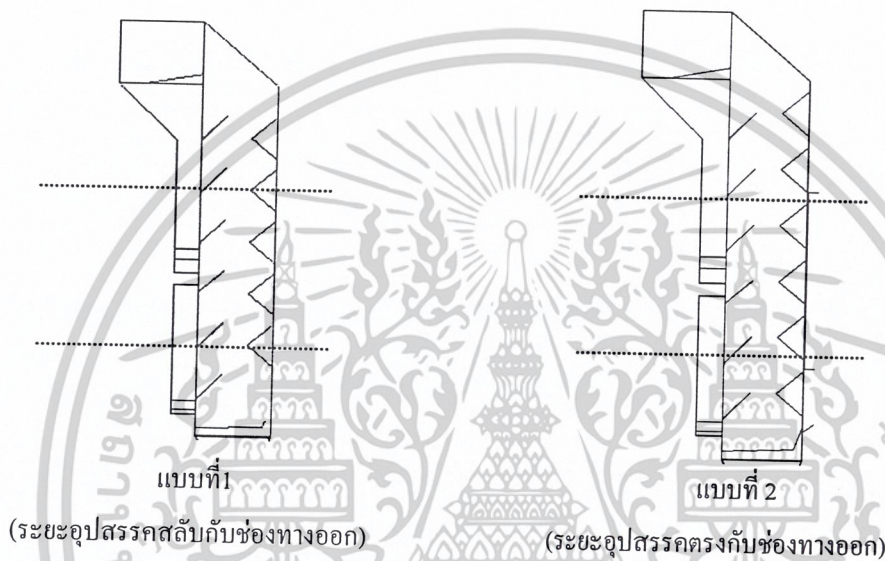
1. เพื่อหาความเร็วลมที่เหมาะสม สำหรับการคัดแยก
2. เพื่อหาปริมาณเปลือกบักวีทที่ตำแหน่งต่างๆของช่องทางออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. สร้างแบบจำลองเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปน เพื่อนำไปใช้ในการทดลอง โดยวัสดุที่ใช้ทำเป็นอะคริลิกใส เพื่อให้เห็นการทำงานภายในของเครื่อง ตัวเครื่องจะถูกแบ่งเป็นช่องทางออกที่ระดับต่าง ๆ กัน ทั้งหมด 8 ช่องทาง

2. แบ่งการจัดวางอุปกรณ์เป็น 2 แบบ ดังรูป



รูปที่ 3.7 รูปแบบอุปกรณ์ที่ทำการทดลอง

3. ทำการทดลองโดยปรับระดับความเร็วลมให้แตกต่างกันทั้งหมด 3 ระดับ ซึ่งถูกควบคุมโดยความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ โดยแต่ละระดับความเร็วจะทำการทดลอง 5 ครั้ง ในแต่ละครั้งจะใช้เวลาเดินเครื่องประมาณ 2 นาทีและควบคุมอัตราการป้อนวัสดุให้เท่าๆกันในแต่ละการทดลอง

4. นำเปลือกบักวีทที่ได้แต่ละช่องทางออก มาทำการชั่งน้ำหนักและบันทึกผลการทดลอง

3.5 การพัฒนาและปรับปรุงสำหรับออกแบบเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปน

จากการทดลองคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากเปลือกเมล็ดบัวทิพ โดยใช้เครื่องต้นแบบ พบว่าระบบการคัดแยกดังกล่าวสามารถคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากเปลือกบัวทิพได้ โดยเศษฝุ่นผงจะถูกลมพัดออกไปที่ช่องปล่อยเศษฝุ่นด้านบนสุดของเครื่อง ส่วนเศษแป้งต่างๆ ส่วนใหญ่จะตกอยู่ช่องออกที่ 1 และ 2 ที่อยู่ด้านล่างของเครื่อง ซึ่งจะอยู่บนกับเปลือกบัวทิพจะต้องนำไปคัดแยกต่อไป ดังนั้นในการออกแบบเครื่องคัดแยกสำหรับการใช้งานจริง ในส่วนของช่องทางออกสามารถรวมทางออกในช่องที่ 8 ถึง 3 ให้รวมออกช่องเดียวกันได้ ขนาดของเครื่องและที่ใส่เปลือกควรมีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อเพิ่มความสามารถในการคัดแยกและความเร็วลมจะต้องพอเหมาะที่เปลือกบัวทิพจะออกไปช่องต่างๆ ได้มากและไม่ทำให้เศษแป้งออกในช่องออกที่ 3 ขึ้นไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกบักวีท

จากการทดลองหาคุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกบักวีทในหัวข้อ 3.1 ได้แก่ ขนาด น้ำหนัก ความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นเนื้อ และเปอร์เซ็นต์ความชื้น ผลการทดลองแสดงดังตาราง ก.1ถึง ก.5 และสามารถสรุปได้ดังตาราง

ตารางที่ 4.1 พื้นที่ผิว ความกว้างและความยาว ของเปลือกบักวีท

พื้นที่ (mm ²)	ความยาวรอบรูป (mm)	ความยาว (mm)	ความกว้าง (mm)
17.93	16.58	5.59	4.27

ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติต่างๆ ของเปลือกบักวีท

คุณสมบัติของเปลือกบักวีท	เฉลี่ย
น้ำหนักต่อ100เปลือก (กรัม)	0.589
น้ำหนักต่อ 1 เปลือก (กรัม)	0.00589
ความหนาแน่นรวม (g/cm ³)	0.112
ความหนาแน่นเนื้อของเมล็ด (g/cm ³)	1.199
เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%WB)	10.44

จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่า เปลือกบักวีทเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 0.00589 กรัม และจากการการศึกษาหาความหนาแน่น เปลือกบักวีทมีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 0.112 g/cm³ และความหนาแน่นเนื้อเท่ากับ 1.199 g/cm³ แสดงว่าเปลือกบักวีทมีความโปร่งและมีอากาศแทรกอยู่ในตัวมาก คือมีความพรุนถึง 90.65 เปอร์เซ็นต์ และเปลือกมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเท่ากับ 10.44 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าเปลือกบักวีทเป็นวัสดุที่ไม่ดูดซับความชื้น ดังนั้นเปลือกบักวีท จึงมีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับนำมาทำไส้หมอน

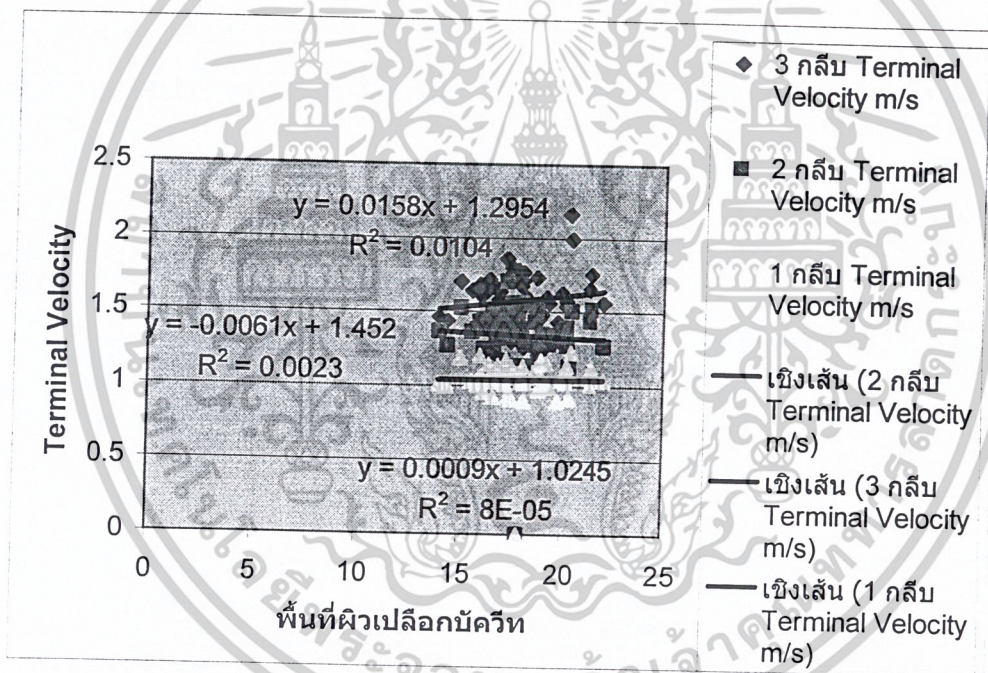
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 คุณสมบัติทางอากาศพลศาสตร์ของเปลือกบักวีท

Terminal velocity และ Drag coefficient

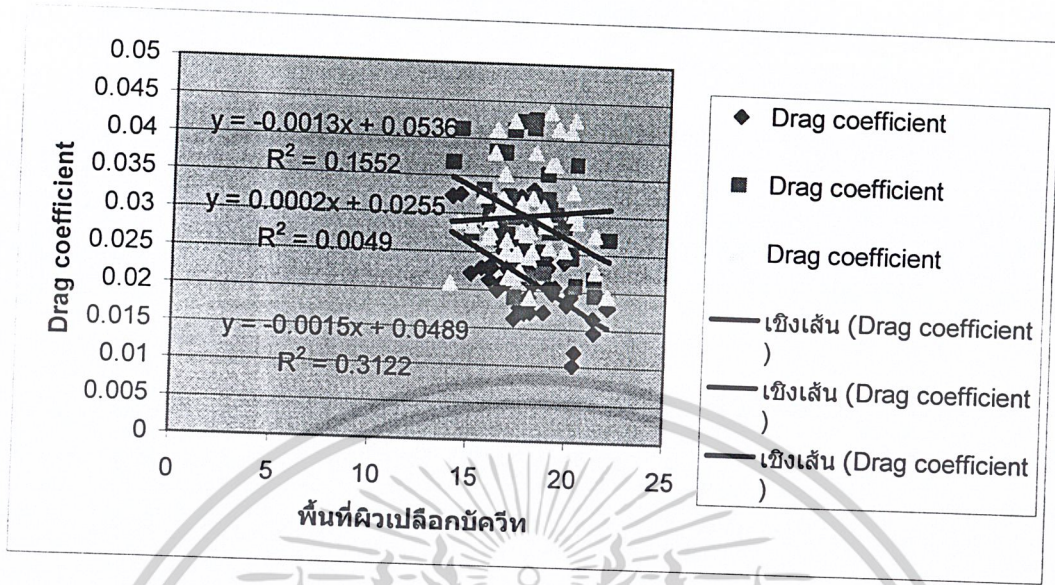
ผลการศึกษา Terminal velocity และ Drag coefficient แสดงไว้ในตาราง ก.1 โดยมีค่าเฉลี่ย Terminal Velocity ของเปลือกบักวีท 3 กลีบ 2 กลีบและ 1 กลีบ เท่ากับ 1.60942m/s, 1.36874m/s และ 1.06086 m/s ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยของ Drag coefficient ของเปลือก 3 กลีบ 2 กลีบและ 1 กลีบ มีค่าเท่ากับ 0.02154 , 0.02958 และ 0.02988 ตามลำดับ

จากตารางสามารถแสดงกราฟระหว่าง พื้นที่ผิวของเปลือกบักวีทกับ Terminal velocity และพื้นที่ผิวของเปลือกบักวีทกับ Drag coefficient ซึ่งจากกราฟสรุปได้ว่า Terminal velocity และ Drag coefficient ไม่มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ผิวเปลือกบักวีท



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่าระหว่างพื้นที่ผิวเปลือกบักวีทกับ terminal Velocity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่าระหว่างพื้นที่ผิวเปลือกบักวีทกับ Drag coefficient

4.3 การหาสิ่งเจือปนและทดสอบการคัดแยก โดยใช้ตะแกรงร่วมกับชุดพัดลม

วิธีการคัดแยกโดยใช้ตะแกรงร่วมกับชุดพัดลม เป็นการใช้คัดแยกได้เฉพาะฝุ่น ไม่สามารถคัดแยกเศษแป้งได้ ทั้งนี้เนื่องจากเปลือกบักวีทที่ได้รับมาช่วงเริ่มศึกษามีเฉพาะเศษฝุ่นเท่านั้น ดังนั้นวิธีการคัดแยกนี้จึงเป็นการหาน้ำหนักที่มีอยู่ของฝุ่นซึ่งปนอยู่กับเปลือกบักวีท ซึ่งจากการศึกษาการพบว่าเปลือกบักวีทมีสิ่งเจือปนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 1.58 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ ก.6

4.4 การคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากเปลือกเมล็ดบักวีทโดยใช้เครื่องต้นแบบ

จากการทดลองที่ 3.4.1 ทดลองคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากเปลือกเมล็ดบักวีทโดยใช้เครื่องต้นแบบสามารถหาสิ่งเจือปน เปลือกบักวีทและน้ำหนักที่พบที่ช่องทางออกต่างๆ ดังแสดงในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 สิ่งเจือปนที่พบแยกตามช่องทางออกของเครื่องคัดแยก

ความเร็ว ลม(m/s)	ช่อง ทางออกที่	สิ่งเจือปนที่พบ					
		การจัดวางอุปกรณ์แบบที่ 1			การจัดวางอุปกรณ์แบบที่ 2		
		เม็ดเต็ม	เศษแป้ง ชั้นใหญ่	เศษเล็ก	เม็ดเต็ม	เศษแป้ง ชั้นใหญ่	เศษเล็ก
2.0	5						
	4			✓			
	3			✓			
	2						✓
	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.3	5						
	4			✓			
	3			✓			
	2		✓	✓		✓	✓
	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.5	5			✓			✓
	4			✓			✓
	3		✓	✓		✓	✓
	2		✓	✓		✓	✓
	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓

รูปแบบสิ่งเจือปนที่พบจากตาราง เมื่อพิจารณาที่ความเร็วลมพบว่า เมื่อความเร็วลมเพิ่มมากขึ้น สิ่งเจือปนจะตกในชั้นที่สูงขึ้น โดยที่แป้งพวกเต็มเม็ดจะตกอยู่ในชั้นที่ 1 ส่วนเศษแป้งจะขึ้นอยู่กับความเร็วลม ซึ่งจากความเร็วที่ 3.5 เมตรต่อวินาทีขึ้นไปเศษแป้งจะขึ้นไปในชั้นบนมากทำให้ประสิทธิภาพในการคัดแยกไม่ดี ดังนั้นจากตารางความเร็วที่เหมาะสมในการคัดแยกจึงอยู่ที่ 2.3 เมตรต่อวินาที

จากตาราง การวางรูปแบบอุปกรณ์ทั้ง 2 แบบที่ความเร็ว 2.3 เมตรต่อวินาที ในแบบที่ 1 จะพบเศษแป้งในชั้นที่สูงกว่าแบบที่ 2 ดังนั้นแบบอุปกรณ์ในการคัดแยกแบบที่ 2 จึงเหมาะสมกว่าแบบที่ 1

ตารางที่ 4.4 เปลือกบักวีทที่พบแยกตามช่องทางออกของเครื่องคัดแยก

ความเร็วลม (m/s)	ช่อง ทางออกที่	รูปแบบอุปสรรคที่จัดวาง					
		ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่จากแบบที่ 1			ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่จากแบบที่ 2		
		1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ
2.0	8	✓			✓		
	7	✓			✓		
	6	✓	✓		✓	✓	
	5	✓	✓		✓	✓	
	4	✓	✓			✓	
	3	✓	✓			✓	
	2		✓	✓	✓	✓	✓
	1		✓		✓		✓
2.3	8	✓			✓		
	7	✓	✓		✓	✓	
	6	✓	✓	✓	✓	✓	
	5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	3		✓	✓		✓	✓
	2		✓	✓		✓	✓
	1		✓	✓		✓	✓
3.5	8	✓	✓		✓	✓	
	7	✓	✓		✓	✓	
	6	✓	✓	✓	✓	✓	
	5		✓	✓	✓	✓	✓
	4		✓	✓		✓	✓
	3		✓	✓		✓	✓
	2		✓	✓		✓	✓
	1			✓	✓	✓	✓

เมื่อพิจารณาเปลือกที่พบที่ช่องทางออกต่างๆ ที่ความเร็วลมที่ 2.0 เมตรต่อวินาที เปลือกบักวีทแบบ 3 กลีบที่พบจะออกไปถึงช่องออกที่ 3 ในขณะที่ความเร็วลม 2.3 และ 3.5 เมตรต่อวินาที เปลือกบักวีท 3 กลีบจะกระจายตัวไปถึงชั้นที่ 5 จะทำให้เปลือกมีสิ่งเจือปนน้อยลง และแบบอุปสรรคทั้ง 2 แบบนั้นไม่มีผลที่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นความเร็วลมที่ใช้จึงต้องมากกว่า 2.3 เมตรต่อวินาที ถึงสามารถคัดแยกอย่างสม่ำเสมอได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่พบที่ช่องทางออก

ความเร็วลม	2.0 m/s		2.3 m/s		3.5 m/s	
	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2
8	0.31	0.34	1.66	0.9	3.02	3.41
7	0	0.47	0.04	1.18	0.05	3.06
6	3.52	0.68	9.31	1.13	13.29	3.06
5	1.99	1.29	5.26	2.55	5.7	5.49
4	9.92	6.43	14.18	9.77	17.16	14.88
3	13.89	12.86	23.57	15.94	15.86	17.04
2	40.27	36.26	25.52	39.25	28.6	35.19
1	30.1	41.67	20.46	29.28	16.32	17.87
รวม (%)	100	100	100	100	100	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและวิจารณ์

5.1 สรุปผลการทดลอง

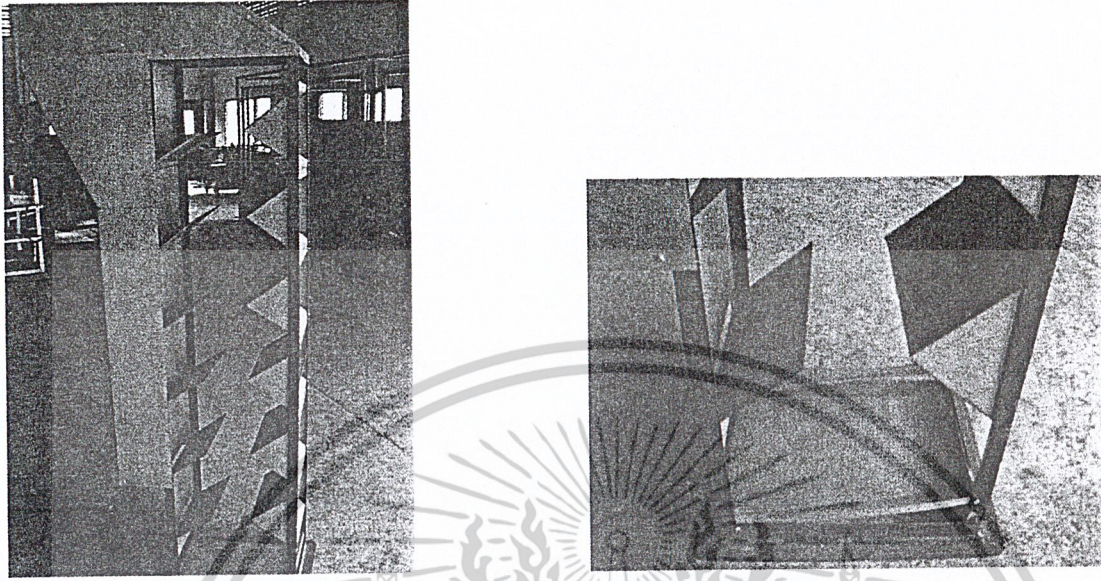
การศึกษาคณสมบัติทางกายภาพของเปลือกบักวีท พบว่าเปลือกบักวีทมีลักษณะที่โปร่งและน้ำหนักเบาทำให้การตัดแยกโดยใช้วิธีทางกล โดยทั่วไปทำได้ยาก จึงพิจารณาถึงคุณสมบัติทางอากาศพลศาสตร์ ซึ่งจะเห็นว่าค่า terminal Velocity ของเปลือกบักวีทแต่ละเปลือก รวมทั้งเศษแป้งที่ต้องการตัดแยกมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน จึงเลือกกระบวนการตัดแยกด้วยลม มาใช้ในการแยกสิ่งเจือปนออกจากเปลือกบักวีท ผลที่ได้จากการทดสอบเครื่องต้นแบบจะพบว่าความเร็วลมที่ 2.3 เมตรต่อวินาที มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการตัดแยก เนื่องจากที่ความเร็วลมนี้ ปริมาณสิ่งเจือปนที่ช่องทางออกตำแหน่งด้านล่างมีปริมาณค่อนข้างมาก และมีปริมาณเปลือกบักวีทที่ช่องทางออกตำแหน่งต่างๆมีปริมาณที่เหมาะสมกว่าเมื่อเทียบกับความเร็วลมระดับอื่นๆ และตำแหน่งของอุปสรรคแบบที่ 2 จะช่วยในการกระจายตัวของวัสดุทำให้การไหลของวัสดุที่ช่องทางออกตำแหน่งต่างๆดีขึ้น

5.2 แนวทางการปรับปรุงและแก้ไขเครื่องต้นแบบ และการพัฒนาเครื่องสำหรับใช้ในโรงงานขนาดเล็ก

จากผลการศึกษาทั้งหมด สามารถนำมาพัฒนาเครื่องคัดแยกสำหรับใช้ในโรงงานขนาดเล็ก โดยได้ขยายสเกลจากเครื่องต้นแบบเพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานมากขึ้น โดยเครื่องที่ออกแบบที่ขยายมีขนาดเครื่องกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 36 เซนติเมตร สูง 2 เมตร ประกอบด้วยช่องทางออกของเปลือก 8 ช่องทาง ช่องป้อนและช่องปล่อยเศษฝุ่นอีก 1 ช่องทาง อุปสรรคจำนวน 6 ชั้นติดตั้งตรงข้ามและตรงกับช่องทางออก ตัวโบลว์เวอร์ขนาดกว้าง 155 เซนติเมตร ยาว 185 เซนติเมตร ต้นกำลัง 1/3 Hp ในการเป่าคัดแยกจะแยกเปลือกที่ออกมา 3 กลุ่ม คือ ช่องออก 6 ช่องจากบน สามารถรวมแล้วนำไปใช้ได้ทันที ส่วนช่องออกที่ 2 ต้องพิจารณาสิ่งเจือปนที่เหลือ ถ้ามีปริมาณสิ่งเจือปนมากก็จะนำไปรวมกับช่องออกที่ 1 คัดแยกต่อไป และมีสิ่งที่ควรปรับปรุง แก้ไขตัวเครื่องคัดแยก คือ

- ระบบการป้อนเปลือกบักวีทเข้าเครื่องควรปรับปรุงให้เปลือกสามารถไหลเข้าได้อย่างสม่ำเสมอ และกระจายบนตะแกรงช่องลมเท่าๆกัน
- ช่องปล่อยเศษฝุ่น ควรมีระบบการกักเก็บฝุ่นเพื่อไม่ให้ฝุ่นกระจายไปในบริเวณรอบข้างได้
- ควรออกแบบอุปสรรคที่อยู่ในตัวเครื่องให้เปลือกกระจายตัวมากกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 เครื่องคัดแยกที่อยู่ระหว่างการสร้าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางที่ ก.1 พื้นที่ผิว ความกว้าง ความยาว Terminal velocity และ Drag coefficient ของเปลือกบักวีท
แบบ 3 กลีบ 2 กลีบ และ 1 กลีบ

Object	Area mm ²	Major Axis Length	Minor Axis Length	3 กลีบ			2 กลีบ			1 กลีบ		
				Electricity Frequency Hz	Terminal Velocity m/s	Drag coefficient	Electricity Frequency Hz	Terminal Velocity m/s	Drag coefficient	Electricity Frequency Hz	Terminal Velocity m/s	Drag coefficient
#1	18.89602	6.05	4.07	4.58	1.494	0.023	3.86	1.259	0.032	3.31	1.08	0.044
#2	16.57344	5.16	4.40	5.11	1.667	0.021	4.53	1.478	0.027	3.32	1.083	0.032
#3	16.83151	5.16	4.62	5.06	1.651	0.021	4.42	1.442	0.027	3.22	1.05	0.027
#4	21.39064	6.49	4.40	5.08	1.657	0.016	4.42	1.442	0.022	3.11	1.014	0.027
#5	17.23294	5.91	3.99	4.65	1.517	0.024	4.21	1.373	0.030	3.12	1.018	0.022
#6	18.75265	5.58	4.56	5.3	1.729	0.017	4.65	1.517	0.022	3.44	1.122	0.030
#7	17.54835	5.41	3.96	5.51	1.798	0.017	4.77	1.556	0.023	3.48	1.135	0.022
#8	21.44799	5.68	4.77	5.38	1.755	0.015	4.66	1.52	0.019	3.46	1.129	0.023
#9	22.07881	6.49	4.62	4.78	1.559	0.018	3.9	1.272	0.027	3.19	1.04	0.019
#10	15.88527	5.31	4.03	4.99	1.628	0.023	4.23	1.38	0.032	3.08	1.005	0.027
#11	16.65946	5.49	4.04	4.55	1.485	0.026	3.77	1.23	0.038	2.84	0.926	0.032
#12	16.14334	5.17	4.04	4.94	1.612	0.023	4.42	1.442	0.029	3.21	1.047	0.038
#13	18.83867	5.96	4.40	4.45	1.452	0.024	3.68	1.2	0.035	2.99	0.975	0.029
#14	16.68814	5.40	4.04	4.64	1.514	0.025	4.23	1.38	0.030	3.17	1.034	0.035
#15	20.32971	6.48	4.12	6.62	2.16	0.010	3.48	1.135	0.037	2.83	0.923	0.030
#16	19.01071	5.78	4.25	4.8	1.566	0.021	4.14	1.35	0.028	3.15	1.027	0.037
#17	18.00713	5.75	4.19	4.7	1.533	0.023	4.17	1.36	0.029	3.17	1.034	0.028
#18	14.42291	5.12	3.76	4.39	1.432	0.033	3.9	1.272	0.041	3.07	1.001	0.029
#19	19.98562	6.03	4.47	4.98	1.625	0.018	4.27	1.393	0.025	3.2	1.044	0.041
#20	17.29029	5.47	4.03	5.68	1.853	0.016	5.23	1.706	0.019	3.62	1.181	0.025
#21	18.06448	5.44	4.08	5.23	1.706	0.018	4.79	1.563	0.022	3.19	1.04	0.019
#22	16.9462	5.79	3.96	5.01	1.635	0.021	4.58	1.494	0.025	3.29	1.073	0.022
#23	19.78491	5.79	4.40	4.38	1.429	0.024	4.01	1.308	0.028	2.77	0.903	0.025
#24	15.05373	5.26	4.03	5.21	1.7	0.022	4.68	1.527	0.027	3.65	1.19	0.028
#25	17.80642	5.29	4.60	5.46	1.781	0.017	4.49	1.465	0.025	3.33	1.086	0.027
#26	18.12183	5.79	4.23	3.87	1.263	0.033	3.42	1.116	0.043	2.77	0.903	0.025
#27	20.18634	6.13	4.43	4.72	1.54	0.020	4.24	1.383	0.025	3.41	1.112	0.043
#28	17.40498	5.83	4.13	4.74	1.546	0.023	4.13	1.347	0.030	2.88	0.939	0.025
#29	16.43007	5.40	4.04	5.25	1.713	0.020	4.34	1.416	0.029	3.51	1.145	0.030
#30	20.41573	5.38	4.77	6.1	1.99	0.012	4.62	1.507	0.021	3.77	1.23	0.029
#31	14.02148	4.85	4.01	4.47	1.458	0.032	4.19	1.367	0.037	3.1	1.011	0.021
#32	19.21143	5.77	4.42	4.89	1.595	0.020	4.11	1.341	0.028	3.55	1.158	0.037
#33	17.57703	5.26	4.27	5.29	1.726	0.018	4.77	1.556	0.023	3.31	1.08	0.028
#34	17.51968	5.94	3.90	3.99	1.301	0.032	3.49	1.138	0.042	2.8	0.913	0.023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#35	17.11825	5.38	4.15	4.2	1.37	0.030	3.58	1.168	0.041	3.35	1.093	0.042
#36	16.20068	5.38	4.15	4.42	1.442	0.029	3.82	1.246	0.038	2.93	0.956	0.041
#37	18.17918	5.35	4.82	4.9	1.598	0.021	3.93	1.282	0.032	3.14	1.024	0.038
#38	18.09315	5.13	4.43	5.41	1.765	0.017	3.47	1.132	0.041	3.47	1.132	0.032
#39	19.32613	5.87	4.19	4.78	1.559	0.020	3.94	1.285	0.030	3.07	1.001	0.041
#40	20.21501	6.28	4.52	4.75	1.549	0.020	3.91	1.276	0.029	3.5	1.142	0.030
#41	15.99997	4.80	4.32	5.15	1.68	0.021	4.26	1.39	0.031	3.69	1.204	0.029
#42	18.66663	5.51	4.32	4.52	1.474	0.024	4.39	1.432	0.025	3.38	1.102	0.031
#43	16.80283	5.58	4.19	5.05	1.647	0.021	4.13	1.347	0.032	3.4	1.109	0.025
#44	17.54835	5.31	4.70	5.39	1.758	0.018	4.47	1.458	0.026	3.37	1.099	0.032
#45	18.98204	5.68	4.39	4.53	1.478	0.023	3.92	1.279	0.031	3.59	1.171	0.026
#46	16.88886	5.31	4.33	4.84	1.579	0.023	4.06	1.325	0.032	3.5	1.142	0.031
#47	15.59854	5.38	4.09	5.03	1.641	0.023	4.18	1.364	0.033	3.17	1.034	0.032
#48	20.18634	5.68	4.61	4.82	1.573	0.019	4.28	1.396	0.024	3.15	1.027	0.033
#49	17.97846	5.42	4.47	5.13	1.673	0.019	4.27	1.393	0.028	3.36	1.096	0.024
#50	15.97129	5.41	3.96	4.95	1.615	0.023	4.38	1.429	0.029	3.25	1.06	0.028
Mean	17.92627	5.59	4.27	4.9334	1.60942 *	0.022**	4.1958	1.36874*	0.030**	3.2526	1.06086*	0.030**
SD					0.158958997			0.126564948			0.080750311	0.006418195

หมายเหตุ *,** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปรียบเทียบค่าทางสถิติ t ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ ก.2 น้ำหนักของเปลือกบักวีท

ซ้ำที่	น้ำหนักต่อ100เปลือก(กรัม)	น้ำหนักต่อ1เปลือก(กรัม)
1	0.587	0.00587
2	0.568	0.00568
3	0.636	0.00636
4	0.57	0.0057
5	0.585	0.00585
เฉลี่ย	0.589	0.00589
SD	0.00275	0.000275

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ความหนาแน่นรวม

	หน่วย	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
ปริมาตรภาชนะ	cm ³	50	50	50	50
น้ำหนักเปลือกบักวีท	g	5.500	5.616	5.692	5.603
ความหนาแน่นรวม	g/cm ³	0.110	0.112	0.114	0.112

ตารางที่ ก.4 ความหนาแน่นเนื้อของเปลือกบักวีท

ข้อมูลที่วัดและคำนวณ	หน่วย	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
มวล Pycnometer	g	7.796	8.505	7.847	8.049333
ปริมาตรPycnometer	cm ³	10	10	10	10
มวลโทลูอินที่สามารถบรรจุใน Pycnometer	g	8.669	8.677	8.923	8.756333
มวลPycnometer+เมล็ด	g	9.117	9.817	9.167	9.367
มวลเมล็ด	g	1.321	1.312	1.32	1.317667
มวลPycnometer+เมล็ด+โทลูอิน	g	16.84	17.496	17.169	17.16833
มวลโทลูอินที่มีปริมาตรเท่ากับ เมล็ด	g	0.988	1.032	1.012	1.01
ความหนาแน่นของโทลูอิน	g/cm ³	0.867	0.868	0.892	0.875667
ปริมาตรของเมล็ด	cm ³	1.092	1.138	1.029	1.086333

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 เปรอ์เซ็นต์ความชื้นของเปลือกบักวีท

ภาชนะที่	น้ำหนัก ภาชนะ	น้ำหนัก ภาชนะ+ เปลือกบักวีท ก่อนอบ (g)	น้ำหนัก ภาชนะ+ เปลือกบักวี ทกหลังอบ (g)	น้ำหนักบักวีท ก่อนอบ (g)	น้ำหนักบักวีทที่ หายไปหลังอบ (g)	เปอร์เซ็นต์ ความชื้น (%wb)
1	46.289	54.663	53.769	8.374	0.894	10.68
2	44.195	52.066	51.247	7.871	0.819	10.40
3	45.393	53.330	52.509	7.937	0.821	10.34
4	46.957	54.616	53.832	7.659	0.784	10.24
5	42.026	53.080	51.914	11.054	1.166	10.55
เฉลี่ย						10.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 แสดงน้ำหนักของเปลือกบักวีทก่อนและหลังการคัดแยก

น้ำหนัก	
ก่อนทำการคัดแยก	หลังทำการคัดแยก
617.45	609.58
653.03	646.13
653.04	634.41
600.82	596.14
647.25	640.72
634.26	616.51
648.76	635.9
622.79	615.63
642.63	629.11
635.51	627.42
646.36	637.38
646.03	640.02
641.39	629.74
644.87	632.53
650.72	638.39
649.31	638.39
637.94	631.79
605.04	603.69
640.34	627.79
643.73	637.56
622.03	612.98
694.34	686.58
821.95	795.37
489.21	481.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองการเครื่องต้นแบบในการคัดแยกสิ่งเจือปน

ตารางที่ ข.1 ผลการทดลองเครื่องแบบที่ 1

ที่ความเร็วลม 2.0 m/s

ครั้งที่ 1

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแป้งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแป้งชั้นใหญ่	เศษเล็ก
8	0.117	✓					
7	-						
6	1.915	✓	✓				
5	1.081	✓	✓				
4	5.191		✓				
3	8.03		✓				✓
2	27.071		✓	✓			
1	25.044		✓	✓	✓	✓	✓

ครั้งที่ 2

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแป้งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแป้งชั้นใหญ่	เศษเล็ก
8	0.226	✓					
7	-						
6	2.533	✓	✓				
5	1.368	✓	✓				
4	7.279	✓	✓				
3	9.653	✓	✓	✓			
2	28.666		✓	✓			
1	20.004		✓	✓		✓	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 3

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแป้งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแป้งชั้นใหญ่	เศษเล็ก
8	0.271	✓					
7	-	✓					
6	2.609	✓	✓				
5	1.538	✓	✓				
4	7.394	✓	✓				✓
3	10.135		✓	✓			
2	25.264		✓	✓			✓
1	15.752		✓	✓	✓	✓	✓

ที่ความเร็วลม 2.3 m/s

ครั้งที่ 1

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแป้งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแป้งชั้นใหญ่	เศษเล็ก
8	2.183	✓					
7	0.052	✓					
6	10.035	✓	✓	✓			
5	5.902	✓	✓	✓			
4	16.381		✓	✓			✓
3	25.018		✓	✓			✓
2	42.815		✓	✓		✓	
1	46.254		✓	✓	✓	✓	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 2

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแข็งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแข็งชิ้นใหญ่	เศษเล็ก
8	2.855	✓					
7	0.076	✓	✓				
6	15.284	✓	✓				
5	8.387	✓	✓	✓			
4	19.273	✓	✓	✓			✓
3	31.812		✓	✓			
2	21.419		✓	✓			✓
1	18.342		✓	✓	✓	✓	✓

ครั้งที่ 3

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแข็งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแข็งชิ้นใหญ่	เศษเล็ก
8	3.159	✓					
7	0.078	✓	✓				
6	16.824	✓	✓	✓			
5	9.101	✓	✓	✓			
4	24.73	✓	✓	✓			✓
3	41.175		✓	✓			✓
2	34.663		✓	✓		✓	✓
1	20.340		✓	✓	✓	✓	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความเร็วลม 3.5 m/s

ครั้งที่ 1

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแป้งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแป้งชิ้นใหญ่	เศษเล็ก
8	2.811	✓	✓				
7	0.050	✓	✓				
6	11.214	✓	✓	✓			
5	4.955		✓				
4	15.135		✓	✓			✓
3	12.234		✓	✓		✓	✓
2	24.045		✓	✓		✓	✓
1	11.376			✓	✓	✓	✓

ครั้งที่ 2

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแป้งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแป้งชิ้นใหญ่	เศษเล็ก
8	2.158	✓	✓				
7	0.045	✓	✓				
6	11.271		✓				
5	5.516		✓	✓			✓
4	19.981		✓	✓			
3	18.840		✓	✓		✓	✓
2	32.994		✓	✓		✓	✓
1	19.981			✓	✓	✓	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 3

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแป้งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแป้งชิ้นใหญ่	เศษเล็ก
8	2.216	✓	✓				
7	0.052	✓	✓				
6	10.733		✓				
5	4.893		✓	✓			✓
4	16.773		✓	✓			✓
3	16.438		✓	✓			✓
2	31.024		✓	✓			✓
1	18.128			✓	✓	✓	✓

ตารางที่ ข.2 ผลการทดลองเครื่องแบบที่ 2

ที่ความเร็วลม 2.0 m/s

ครั้งที่ 1

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแป้งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแป้งชิ้นใหญ่	เศษเล็ก
8	0.146	✓					
7	0.231	✓					
6	0.394	✓	✓				
5	0.667	✓	✓				
4	3.371		✓				
3	7.076	✓	✓	✓			
2	23.953		✓	✓			✓
1	28.659		✓	✓	✓	✓	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 2

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแป้งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแป้งชิ้นใหญ่	เศษเล็ก
8	0.189	✓					
7	0.227	✓	✓				
6	0.348	✓	✓				
5	0.679	✓	✓				
4	3.505		✓				
3	7.209		✓	✓			
2	19.304		✓	✓			
1	22.848		✓	✓		✓	

ครั้งที่ 3

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแป้งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแป้งชิ้นใหญ่	เศษเล็ก
8	0.265	✓					
7	0.379	✓	✓				
6	0.486	✓	✓				
5	0.962	✓	✓				
4	4.603		✓				
3	8.684		✓	✓			
2	29.886		✓	✓			✓
1	18.335		✓	✓	✓	✓	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความเร็วลม 2.3 m/s

ครั้งที่ 1

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแป้งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแป้งชั้นใหญ่	เศษเล็ก
8	0.769	✓					
7	0.941	✓					
6	0.918	✓	✓	✓			
5	2.035	✓	✓	✓			
4	7.165		✓	✓			
3	11.113		✓	✓			
2	26.249	✓	✓	✓		✓	✓
1	17.679		✓	✓	✓	✓	✓

ครั้งที่ 2

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแป้งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแป้งชั้นใหญ่	เศษเล็ก
8	0.626	✓					
7	0.773	✓	✓				
6	0.749	✓	✓				
5	1.793	✓	✓	✓			
4	7.112	✓	✓	✓			
3	11.889		✓	✓			
2	30.205	✓	✓	✓			✓
1	14.575		✓	✓	✓	✓	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 3

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแข็งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแข็งชิ้นใหญ่	เศษเล็ก
8	0.530	✓					
7	0.819	✓	✓				
6	0.775	✓	✓				
5	1.637	✓	✓				
4	6.782	✓	✓	✓			
3	11.436		✓	✓			
2	33.335		✓	✓			✓
1	28.425		✓	✓	✓	✓	✓

ที่ความเร็วลม 3.5 m/s

ครั้งที่ 1

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแข็งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแข็งชิ้นใหญ่	เศษเล็ก
8	4.519	✓	✓				
7	3.776		✓				
6	3.959		✓	✓			
5	6.798	✓	✓	✓			
4	19.592		✓	✓			
3	22.837		✓	✓			✓
2	56.834			✓			✓
1	25.734		✓	✓	✓	✓	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 2

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแฉ่งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแป้งชั้นใหญ่	เศษเล็ก
8	4.388	✓	✓				
7	3.391	✓	✓				
6	3.809	✓	✓				
5	6.899		✓	✓			✓
4	18.392		✓	✓			
3	19.834		✓	✓		✓	✓
2	40.045		✓	✓	✓	✓	✓
1	20.292		✓	✓	✓	✓	✓

ครั้งที่ 3

ชั้นที่	น้ำหนัก	ลักษณะเปลือกที่พบส่วนใหญ่			ลักษณะแฉ่งที่พบในช่องทางออก		
	กรัม	1 กลีบ	2 กลีบ	3 กลีบ	เม็ดเต็ม	เศษแป้งชั้นใหญ่	เศษเล็ก
8	3.169	✓	✓				
7	3.483	✓	✓				
6	3.009		✓				
5	5.553		✓	✓			
4	14.526		✓	✓			✓
3	17.356		✓	✓			✓
2	30.237		✓	✓			
1	17.413			✓	✓	✓	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ค่า Terminal velocity ของเมล็ดแป้ง และเปลือกสมบรูณ์ที่มีแป้งอยู่ภายใน

ครั้งที่	Terminal velocity (m/s)	
	เมล็ดแป้ง	เปลือกสมบรูณ์ที่มีแป้งอยู่ภายใน
1	3.657	2.447
2	3.403	2.871
3	4.101	2.675
4	3.191	3.034
5	3.106	2.251
6	3.654	2.431
7	4.186	3.220
8	4.316	2.665
9	3.797	2.323
10	3.925	2.809
เฉลี่ย	3.734	2.673

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. Guide to Handling of Tropical Forest Seed by Lar Schmidt, Danida Forest Seed Centre. 2000
2. ปานมนัส ศิริสมบุญ, 2538. สมบัติทางกายภาพและวิศวกรรมของชีวะวัสดุ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
3. Henderson S.M. and Perry L.R., 1976 "Agricultural Processing Engineering, The Avi Publishing Company Inc. Westport, Connecticut, USA.
4. Makura Buckwheat Pillow. Makura Corporation, www.sitincomfort.com



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้