รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบเครื่องล้างเมือกว่านหางจระเข้

Design On Washing Machine for Mucilage Removal of Alovera

รองศาสตราจารย์ สาทิป รัตนภาสกร
ดร.เอกพงษ์ ชีวิตโสภณ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการ การออกแบบเครื่องล้างเมือกว่านหางจระเข้

แหล่งเงิน งบประมาณเงินรายได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์

ประจำปีงบประมาณ 2557 จำนวนเงินงบประมาณที่ ได้รับการสนับสนุน 70,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี

หัวหน้าโครงการวิจัย รศ.สาทิป รัตนภาสกร
สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ร่วมโครงการ ดร.เอกพงษ์ ชีวิตโสภณ
สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ดังนี้ 1) ศึกษาสมบัติทางกายภาพของว่านหางจระเข้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องต้นแบบ 2) ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้ 3) ทดสอบเครื่องต้นแบบ การทดสอบเครื่องต้นแบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ก) ส่วนการปอกเปลือก ตัวแปรคือความเร็วรอบลูกกลิ้งที่ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ส่งใบว่านไปสู่การปอกเปลือก มี 3 ระดับ คือ 15 20 และ 25 รอบต่อนาที ข) ส่วนการล้างเมือก ตัวแปรคืออัตราการไหลของน้ำที่ผ่านหัวฉีดมี 3 ระดับ คือ 1 2 และ 3 ลิตรต่อนาที ผลการทดลองพบว่า 1) สมบัติทางกายภาพของใบว่านหางจระเข้ได้แก่ ความหนา ความกว้าง ความหนาเปลือก ความเอียงใบ แรงกดและแรงเฉือนเฉลี่ยเท่ากับ 28.05 มม. 100.75 มม. 2.25 มม. 5.41 องศา 139.94 นิวตัน และ 8.78 นิวตันตามลำดับ ซึ่งนำผลการทดลองมาออกแบบเครื่องโดยมีส่วนประกอบได้แก่ลูกกลิ้งยาง มีดปอกด้านข้าง มีดปอกด้านหน้าด้านหลัง และหัวฉีดล้างเมือก 2) การปอกเปลือกพบว่าที่ความเร็วรอบ 25 รอบต่อนาทีมีเปลือกติดเนื้อและอัตราปอกเปลือกสูงที่สุดเท่ากับ 2.77 เปอร์เซ็นต์และ 12 ใบต่อนาที 3) การล้างเมือกพบว่าที่อัตราการไหลน้ำล้าง 3 ลิตรต่อนาที มีประสิทธิภาพการล้างสูงที่สุดเป็น 99.36 เปอร์เซ็นต์ โดยที่เครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้เร็วกว่าคนคิดเป็น 5 เท่า และมีระดับความพึงพอใจโดยรวมของเครื่องอยู่ในระดับ 4 จาก 5 ระดับ

คำสำคัญ : ล้างเมือก ปอกเปลือก ว่านหางจระเข้ เครื่องล้างเมือกและปอกเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

The objectives of this study were to : 1) study the physical properties of aloe vera 2) design mechanism for peeling and washing mucilage and 3) test the prototype machine. Testing of the prototype machine divided into 2 parts: a) peeling process (with 3 level of variable roller speeds : 15 20 and 25 rpm), which rollers are mechanical transmission component to control aloe vera leaf to peeling process b) washing mucilage process (with 3 level of variable flow rates : 1 2 and 3 L/min). The results showed that 1) physical properties in thickness width leaf-thickness angle of inclination compression and shear force are 28.05 mm. 100.75 mm. 2.25 mm. 5.41 degree 139.94 N. and 8.78 N. respectively. For these results were used to design parts of machine such as roller side-blade front-blade back-blade and water nozzle. 2) peeling process at 25 rpm was the best percentage of leaf attached solid and capacity 2.77% and 12 leafs/min respectively and 3) washing mucilage process at flow rate 3 L/min was the best percentage of washing efficiency at 99.36%.The prototype machine operate 5 times faster than manual with higher washing efficiency and overall satisfaction of the machine is in 4 level from 5 level.

Keywords : washing mucilage, peeling, washing machine, Aloe Vera

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังจากแหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557 สำหรับการจัดสรรทุนอุดหนุนการวิจัย

สาทิป รัตนภาสกร
เอกพงษ์ ชีวิตโสภณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	3
2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของว่านหางจระเข้	3
2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	3
2.1.2 องค์ประกอบทางเคมี	4
2.1.3 จุลกายวิภาคของว่านหางจระเข้	6
2.1.4 สารสำคัญที่มีฤทธิ์ทางยา	7
2.1.5 ประโยชน์ทางยาของว่านหางจระเข้	7
2.2 การแปรรูปว่านหางจระเข้	8
2.2.1 สถานการณ์ตลาดว่านหางจระเข้	9
2.3 การปอกเปลือก	9
2.3.1 วิธีการปอกเปลือกผักและผลไม้บางชนิด	9
2.3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปอกเปลือก	11
2.4 การล้างเมือก	11
2.4.1 การกำจัดเมือกของเมล็ดกาแฟสุก	11
2.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการล้างเมือก	12
2.5 การทดสอบแรงกด	13
2.6 สมมติฐานการออกแบบเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกวานหาวจรเข้	14
บทที่ 3 การออกแบบเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจรเข้ต้นแบบ	15
3.1 การออกแบบเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การออกแบบกลไกการปอกเปลือก 15
3.1.1 ลูกกลิ้งยาง 15
3.1.2 ชุดใบมีดปอกเปลือกด้านข้าง 17
3.1.3 ชุดใบมีดปอกเปลือกด้านหน้าและด้านหลัง
4.3.2 การออกแบบกลไกการล้างเมือก 18
4.2.3 หลักการทำงาน 19

บทที่ 4 วิธีการทดสอบและผลการทดสอบ 22
4.1 วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง 22

4.1.1 วัตถุดิบ
4.1.2 วัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง 22
4.2 วิธีการทดสอบ 22
4.2.1 การหาสมบัติทางกายภาพของว่านหางจระเข้ 22
4.2.2 การออกแบบเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้ 24
4.2.3 การทดสอบเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้ 24
4.2.4 วิเคราะห์สภาวะที่เหมาะสมในการปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหาง 27
จระเข้
4.3 ผลการทดสอบ 27
4.3.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพว่านหางจระเข้ 28
4.3.2 การทดสอบการปอกเปลือกใบว่านหางจระเข้ 29
4.3.3 การทดสอบการล้างเมือกว่านหางจระเข้ 31
4.3.4 การทดสอบความพึงพอใจ 33
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 34
6.1 สรุปผลการวิจัย 34
6.2 ข้อเสนอแนะ 34
เอกสารอ้างอิง 36
ภาคผนวก แบบเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้ต้นแบบ 38
ประวัติผู้วิจัย 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ว่านหางจระเข้เป็นหนึ่งในพืชสมุนไพรที่นิยมนำมาแปรรูป เนื่องจากว่านหางจระเข้มีประโยชน์ในการรักษาแผลในกระเพาะอาหาร สมานแผล รักษาแผลไหม้เนื่องจากความร้อน ลดการอักเสบเป็นยาระบาย (จุฬาภรณ์, 2548) และยังมีผลต่อการลดน้ำตาลในเลือด (คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2553) ดังนั้นจึงมีการนำว่านหางจระเข้มาผ่านกระบวนการแปรรูปเพื่อบริโภคเป็นอาหารบำรุงสุขภาพและเพิ่มความสดชื่นให้แก่ร่างกาย ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพกำลังได้รับความนิยมอย่างมาก ว่านหางจระเข้เป็นหนึ่งในส่วนประกอบหลักที่ถูกนำมาใช้ประกอบการทำผลิตภัณฑ์ ทำให้ภาคอุตสาหกรรมไปจนถึงวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) อย่างเช่นกลุ่มแม่บ้าน-กลุ่มสตรีได้นำว่านหางจระเข้มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จำหน่าย โดยว่านหางจระเข้ที่นำมาแปรรูปมีการจำแนกตามน้ำหนัก อายุ และลักษณะ โดยมีข้อกำหนดลักษณะเชิงการค้าที่รับซื้อจากเกษตรกรไว้ดังนี้คือใบว่านต้องมีน้ำหนักตั้งแต่ 0.5 กิโลกรัม มีอายุตั้งแต่ 8 เดือน ถึง 1 ปีขึ้นไป มีลำต้นอวบใหญ่ ใบกว้างตั้งแต่ 2 เซนติเมตร ขอบใบมีหนามแหลมสด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2549) เมื่อผ่านข้อกำหนดแล้วว่านหางจระเข้สดถูกนำเข้ากระบวนการแปรรูปเริ่มตั้งแต่กรรมวิธีการปอกเปลือกเขียวออกจนเหลือเพียงเนื้อใสที่เรียกว่าวุ้นหรือเนื้อเจลโดยทั่วไปมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ถึงร้อยละ 99.19 และน้ำยางหรือยาดำที่ติดอยู่กับใบว่านหางจระเข้ โดยน้ำยางไหลออกมาเมื่อกรีดใบออกจากเนื้อเจล ต้องมีกรรมวิธีการล้างน้ำสะอาดให้ยางสีเหลืองที่ติดมาออกให้หมดเพื่อป้องกันอันตรายจากน้ำยางซึ่งมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรคได้ แต่หากรับปริมาณที่มากกว่า 50 ppm ส่งผลให้เป็นอันตรายเกิดการระคายเคืองผิวหนัง (จิตตา, 2551) จากนั้นนำว่านหางจระเข้ไปหั่นหรือปั่นก่อนนำเข้ากระบวนการอื่นเช่นการผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มหรือบรรจุกระป๋อง ซึ่งขั้นตอนต่าง ๆ ของการแปรรูปว่านหางจระเข้ให้ได้วุ้นที่พร้อมรับประทานใช้เวลามาก โดยในส่วนของการปอกเปลือกหากใช้แรงงานคนใน 1 นาที ปอกเปลือกได้ประมาณ 2 ใบ และในส่วนของการล้างเมือกออกต้องเสียเวลาและใช้น้ำล้างจำนวนมาก

การศึกษาขั้นตอนการแปรรูปว่านหางจระเข้ยังพบว่าเนื้อเจลว่านหางจระเข้มีความคงสภาพต่ำมาก เมื่อสูญเสียความคงสภาพทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพคือสีคล้ำขึ้นจนเป็นสีน้ำตาลดำ กลิ่นผิดไปจากเดิม และอาจมีการตกตะกอนหรือเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมี รวมทั้งเกิดการเปลี่ยนแปลงทางจุลชีววิทยาเกิดการเน่าเสียของเจล (ศุภกานต์, 2544) จึงมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาและออกแบบเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้ เพื่อหากลไกที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการการปอกเปลือกและล้างเมือกแบบต่อเนื่องซึ่งคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อความเสื่อมเสียของเจลว่านหางจระเข้ เช่น แรงที่ใช้กระทำกับใบว่านหางจระเข้ขณะปอกเปลือกต้องไม่ทำให้เจลเสียสภาพ และศึกษากลไกการล้างเมือกเพื่อลดความเสี่ยงของการเสื่อมเสียของเจลให้พร้อมนำไปใช้ในกระบวนการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มต่อไป ซึ่งยังมุ่งหวังให้การทำงานของกลไก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปอกเปลือกนี้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้นให้เหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมเพื่อประหยัดเวลาและลดต้นทุนการผลิตได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้

2. เพื่อทดสอบความสามารถและประสิทธิภาพเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ใช้ว่านหางจระเข้พันธุ์ *Barbadensis* Mill แหล่งที่มา ตำบลบางพลีใหญ่ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ
2. ใช้ว่านหางจระเข้น้ำหนัก 0.6-0.8 กิโลกรัม
3. ใช้วิธีการล้างเมือกแบบหัวฉีดแรงดันน้ำ

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลวิธีการปอกเปลือกว่านหางจระเข้
2. ออกแบบกลไกที่เหมาะสมในการปอกเปลือกว่านหางจระเข้
3. ทดลองการล้างเมือกด้วยวิธีการใช้หัวฉีดแรงดันน้ำ
4. ทดสอบกลไกที่เหมาะสมสำหรับการปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้ในกระบวนการเดียวกัน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รู้กลไกที่เหมาะสมสำหรับการปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้
2. ได้เครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้ต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของว่านหางจระเข้

ว่านหางจระเข้เป็นพืชที่ชอบขึ้นในดินปนทรายและมีแดดส่อง มักขยายพันธุ์โดยการแยกหน่อไปปลูกโดยปลูกห่างกัน 30-50 เซนติเมตร เมื่อเริ่มปลูกต้องรดน้ำวันละครั้ง-เมื่อตั้งตัวได้แล้วต้องการน้ำน้อย ระยะเวลาการปลูกจนกว่านำไปใช้ประโยชน์ได้ใช้เวลาประมาณ 1 ปี

ในอดีตการปลูกว่านหางจระเข้ถูกปลูกเป็นไม้ประดับตามบ้านเรือน หรือปลูกไว้ใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรคในครัวเรือนเท่านั้น เนื่องจากเป็นว่านหางจระเข้พันธุ์พื้นเมืองดั้งเดิม ต้นมีขนาดเล็กจึงทำให้วุ้นหรือเมือกในใบมีจำนวนน้อยไปด้วย ไม่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเชิงพาณิชย์ได้ แต่ในปัจจุบันได้มีการขยายพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ได้แก่ พันธุ์บาร์บาเดนซิส (*Barbadensis*) เป็นว่านหางจระเข้ที่มีขนาดของใบหนักประมาณ 0.8-1 กิโลกรัม เมื่อปลูกได้ 1 ปี ซึ่งปริมาณเนื้อวุ้นมากเหมาะที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเชิงพาณิชย์ ซึ่งภายในมีวุ้นใส ๆ เรียกว่าเจล ลักษณะของเจลอาจมีสีเหลืองอ่อน หรือไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรสและมีค่า pH ประมาณ 4-5 นอกจากนี้ยังมีน้ำยางสีเหลืองที่เรียกว่ายาดำ

ว่านหางจระเข้สดโดยทั่วไปมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ถึงร้อยละ 99.19 ส่วนประกอบที่เหลือของว่านหางจระเข้อยู่ในรูปของแข็ง (Solid component) ซึ่งประกอบด้วยสารต่าง ๆ มากมายโดยปริมาณสารต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับฤดูกาล สถานที่ อายุและขนาดของว่าน รวมทั้งปริมาณน้ำ อากาศ แสงแดดที่ให้แก่ว่านหางจระเข้ด้วย ว่านหางจระเข้เป็นพืชสมุนไพรที่ปลูกมากในภาคตะวันตก เป็นพืชเศรษฐกิจระดับท้องถิ่นของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยจังหวัดที่เป็นแหล่งปลูกที่สำคัญ คือ ราชบุรี กาญจนบุรี ฉะเชิงเทราและประจวบคีรีขันธ์ เป็นต้น (ศุภกานต์, 2544)

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ว่านหางจระเข้จัดอยู่ในวงศ์ *Asphodelaceae* มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Aloe vera* (L.) ชื่อท้องถิ่นได้แก่ ว่านไฟไหม้ (ภาคเหนือ) ว่านหางจระเข้ (ภาคกลาง) และนำเต็ก (จีน) มีแหล่งกำเนิดอยู่ในชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียนและบริเวณตอนใต้ของทวีปแอฟริกา พันธุ์ของว่านหางจระเข้มีมากกว่า 300 สายพันธุ์เช่น *Aloe ferus* mill. *Aloe indica* royle. *Aloe barbadensis* mill. *Aloe perryibaker*. และ *Aloe arborescens* เป็นต้น มีทั้งพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่มากไปจนถึงพันธุ์ที่มีขนาดเล็กกว่า 10 เซนติเมตร อาจใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Aloe vera* Linn. ในการเรียนแทนพืชชนิดนี้ทั้งหมด เนื่องจากมีสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบเดียวกัน

ว่านหางจระเข้จัดเป็นพืชล้มลุก ลำต้นสั้น ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเป็นกระจุกที่ปลายลำต้น รูปร่างยาว ปลายแหลม ขอบใบมีหนามแหลม ผิวสีเขียวมีจุดด่างสีขาว ใบหนา อวบน้ำ ภายในใบของว่านหางจระเข้ ประกอบด้วยส่วนของน้ำยางและเจลหรือวุ้นจากใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบว่านหางจระเข้ที่นำไปใช้ประโยชน์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญ คือ

1. น้ำยางหรือยาดำ เมื่อกรีดใบน้ำยาที่ไหลออกมาใหม่ ๆ ไม่มีสี เมื่อทิ้งไว้ให้น้ำยาถูกกับอากาศ น้ำยาเปลี่ยนเป็นสีเหลืองถึงน้ำตาล สารเคมีที่พบในน้ำยางส่วนใหญ่ได้แก่ บาร์บาโลอิน (Barbaloin) หรือ คาปาโลอิน (Capaloin) เป็นสารพวกกลูโคไซด์ นอกจากนี้ยังมีสารประเภทแอนทราควิโนนไกลโคไซด์ (Antharaquinone glycoside) ซึ่งสารนี้มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรคได้ กระตุ้นการบีบตัวของลำไส้ใหญ่ นิยมใช้เป็นยาระบาย โดยสารแอนทราควิโนนที่มากกว่า 50 ppm ทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ นอกจากนี้ยังออกฤทธิ์ทำให้เกิดการระคายเคืองผิวหนัง

2. น้ำเมือกหรือวุ้นจากใบ (*Aloe vera* gel) มีส่วนประกอบหลักเป็นกลูโคแมนแนน ซึ่งเป็นสารพวกโพลีแซกคาไรด์ สารพวกนี้มีคุณสมบัติคล้ายกับกัวกัม สารสำคัญเช่น อโลอีโมดิน (Aloe-emodin) อโลซิน (Aloesin) อโลอิน (Aloin) สารประเภทไกลโคโปรตีน (Glycoprotein) เช่น อล็อคติน-เอ (Aloctin-A) มีฤทธิ์ลดอาการอักเสบ และอื่น ๆ มีสรรพคุณรักษาแผลต่อต้านเชื้อแบคทีเรียและช่วยสมานแผลได้ (จิตตา, 2551)

รูปที่ 2.1 ว่านหางจระเข้ *Aloe barbadensis* Mill

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบองค์ประกอบของว่านหางจระเข้

องค์ประกอบ	วุ้น (เปอร์เซ็นต์)	เปลือก (เปอร์เซ็นต์)
ของแข็งทั้งหมด	0.5	1.5
โพลีแซคคาไรด์	0.12	0.16
น้ำ	99.5	98.5

ส่วนของเปลือก หมายถึง เปลือกและยางของว่านหางจระเข้ (จิตตา, 2551)

2.1.2 องค์ประกอบทางเคมี

ว่านหางจระเข้ประกอบด้วยสารต่าง ๆ หลายชนิดซึ่งได้แก่

1. คาร์โบไฮเดรต (Carbohycrate) เป็นองค์ประกอบหลักในส่วนที่เป็นของแข็งซึ่งมีปริมาณแตกต่างกันตามชนิด ฤดูกาล ขนาดและอายุของว่าน โดยทั่วไปมีประมาณร้อยละ 0.3-0.8 ของเจล และอยู่ในรูปของพอลิแซคคาไรด์ซึ่งได้แก่อะราบิโนกาแลคแทน (Arabinogalactans) กลูโคแมนแนน (Glucomannans) อะเซทิเลทกลูโคแมนแนน (Acetylated glucomannan) และกลูแคน (Glucan)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นต้น น้ำตาลที่พบมากคือกลูโคส (Glucose) และแมนโนส (Mannose) ซึ่งรวมตัวเป็นกลูโคแมนแนนที่มีอัตราส่วนกลูโคสต่อแมนโนสเท่ากับ 1 ต่อ 2.8 ความข้นหนืดของเจลขึ้นกับอัตราส่วนดังกล่าว และการเกิดปฏิกิริยาอะซิติลเลชัน (Acetylation) ของกลูโคแมนแนน ส่วนน้ำตาลชนิดอื่น ๆ ได้แก่ กาแล็กโทส (Galactose) ไซโลส (Xylose) อะราบิโนส (Arabinose) แรมโนส (Rhamnose) เซลลูโลส (Cellulose) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) และแพนโทซาน (Pantosan)

2. โปรตีน (Protein) เจลจากว่านหางจระเข้มีโปรตีนร้อยละ 0.013 – 0.06 กรดอะมิโนที่มีมากได้แก่ กรดแอสพาร์ติก (Aspartic acid) แอสพาราจีน (Asparagin) กรดกลูตามิก (Glutamic acid) อาร์จินีน (Arginine) และซีรีน (Serine) นอกจากนี้มีฟีนิลอะลานีน (Phenylalanine) วาลีน (Valine) ลูซีน (Leucine) ไอโซลิวซีน (Isoleucine) ไกลซีน (Glycine) และกลูตามีน (Glutamine) เป็นต้น มีกรดอะมิโนชนิดจำเป็นอยู่ 8 ชนิดโดยมีอาร์จินีนและฮีสทิดีนปริมาณมากว่าชนิดอื่นคือร้อยละ 18 และ 13 ตามลำดับ

3. เอนไซม์ (Enzyme) ส่วนมากเป็นเอนไซม์ในกลุ่มไฮโดรเลส (Hydrolase) และออกซิโดรีดักเทส (Oxidoreductase) ซึ่งได้แก่เซลลูเลส (Cellulaase) คะตาเลส (Catalase) อะไมเลส (Amylase) ออกซิเดส (Oxidase) คาร์บอกซีเปปทิเดส (Carboxypeptidase) บราดีไคนิเนส (Bradykininase) เปอร์ออกซิเดส (Peroxidase) และไลเพส (Lipase) เอนไซม์ทั้งหมดอยู่ภายในไมโตคอนเดรียของเซลล์พืชเมื่อเนื้อเยื่อถูกทำลายมีการปลดปล่อยเอนไซม์เหล่านี้ออกมาโดยเฉพาะเอนไซม์บราดีไคนิเนสซึ่งช่วยลดอาการอักเสบ

4. สเตอรอล (Sterols) พบว่ามีเคมเปสเตอรอล (Campesterol) บีตาซิโตสเตอรอล (β-sitosterols) และโคเลสเทอรอล (Cholesterol) จำนวนเล็กน้อย

5. กรดอินทรีย์พบจำนวนเล็กน้อย ได้แก่กลูตามิก (Glutamic) กรดซิตริก (Citric acid) กรดไอโซซิตริก (Isocitric acid) กรดมาโลนิก (Malonic acid) กรดฟูมาริก (Fumaric acid) กรดทาร์ทาริก (Tartaric acid) กรดซัคซินิก (Succinic acid) กรดมาเลอิก (Maleic acid) กรดไพรูวิก (Pyruvic acid) และอนุพันธ์ของกรดฟีโนลิก (Phenolic derivatives) เช่น อโลซิน (Aloesin) อโลนิน (Aloenin) ปริมาณของกรดอินทรีย์มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ซึ่งพบว่ามีมากที่สุดในฤดูร้อน

6. วิตามิน (Vitamin) พบได้แก่วิตามินเอ วิตามินอี วิตามินซี วิตามินบี12 วิตามินบี1 วิตามินบี2 วิตามินบี6 โปรวิตามินเอ ไนอะซินและกรดโฟลิก

7. เกลือแร่ (Minerals) ที่พบมากที่สุดคือโพแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส ซิลิคอน เหล็ก แมงกานีส อะลูมิเนียม โบรอน แบเรียม ไททาเนียม นิเกิล โมลิบดินัม ทองแดง โครเมียม ดีบุก สังกะสีและสตรอนเชียม (จุฬาภรณ์, 2548)

ตารางที่ 2.2 คุณค่าอาหารของว่านหางจระเข้ต่อ 100 กรัม

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์)
คาร์โบไฮเดรต	0.3
แคลอรี่	1.73-2.3
ไขมัน	0.05-0.09
โปรตีน	0.01-0.061
วิตามิน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิตามินเอ (i.u.)	2-4.6
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	0.5-4.2
ไทอามีน (มิลลิกรัม)	0.003-0.004
ไรโลฟลาวิน (มิลลิกรัม)	0.001-0.002
ไนอาซิน (มิลลิกรัม)	0.038-0.04
แคลเซียม	9.92-19.92
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.06-0.032

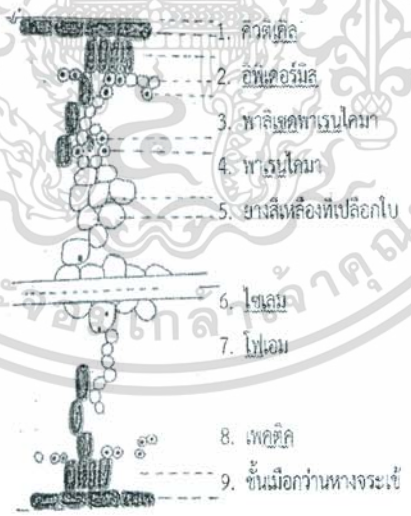
ที่มา : จิตตา, 2551

2.1.3 จุลกายวิภาคของว่านหางจระเข้

ส่วนที่อยู่ด้านนอกของใบคือ ชั้นอิพิเดอร์มิส (Epidermis) ซึ่งมีส่วนประกอบของ คิวติเคิล (Cuticle) ซึ่งมีส่วนของปากใบ (Stomata) ใต้ชั้นอิพิเดอร์มิสมีปากใบจำนวนมากเรียงตัวกันตามความยาวของใบและมีคลอโรพลาส (Chloroplast) จำนวนมากอยู่ใต้เซลล์พาเรนไคมา (Parenchyma cell) ซึ่งวางตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ การจัดของเนื้อเยื่อมีโซไฟล์ (Mesophil tissue) คล้ายฟองน้ำซึ่งอากาศภายในมีความจำเป็นต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ ภายในส่วนของพาเรนไคมามีเจลใสที่เป็นเมือกภายใน

ชั้นอิพิเดอร์มิสที่อยู่ภายนอกเป็นส่วนที่มีคิวติน (Cutin) ทำหน้าที่ปกป้องการสูญเสียน้ำและทนต่อความร้อน ภายใต้ชั้นอิพิเดอร์มิสมีเมือกพาเรนไคมาซึ่งเป็นเจลใสและเหนียวเป็นยาง

ไมโตคอนเดรีย (Mitochondria) ในไซโตพลาสซึม (Cytoplasm) ซึ่งเป็นส่วนที่มีเอมไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการออกซิไดซ์มากที่สุด แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 โครงสร้างทางกายวิภาคภาพตัดขวางของใบว่านหางจระเข้ที่เจริญเต็มที่
ที่มา : อัญญารัตน์, 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 สาระสำคัญที่มีฤทธิ์ทางยา

1. **แอนทราควิโนน** (Antraquinone) ได้แก่อโลอีโมดิน (Aloe emodin) **อโลซิน** (Aloesin) ไอโซอโลซิน (Isoaloesin) อโลอิน (Aloein) แอนโทรนอน (Anthronal) **และบาร์บาโลอิน** (Barbaloin) เป็นต้น พบในยางสีเหลืองที่เปลือกใบของว่านหางจระเข้ สารเหล่า**นี้มีฤทธิ์**กระตุ้นการเคลื่อนไหว**ของ**ลำไส้ใหญ่ นิยม**ใช้**เป็นยาถ่าย

2. ไกลโคโปรตีน (Glycoprotein) พบในเจลได้แก่อล็อคตินเอ (Aloctin-A) และอล็อคตินบี (Aloctin-B) ซึ่งมีกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบ 2 กลุ่ม คือ ชนิดที่มีความเป็นกรด**สูงได้**แก่กรดแอสพาติกและกรดกลูตามิก ส่วนชนิด**ที่มี**ความเป็นกรดต่ำได้แก่เมไทโอนีนและฮีสทีดีน

- อล็อคติน-เอ (Aloctin-A) เป็นสารที่มีความสำคัญในการรักษาแผล**ไฟไหม้**และลดการอักเสบ ประกอบด้วยน้ำตาลและโปรตีนในอัตราส่วน 8 ต่อ 2

- อล็อคติน-บี (Aloctin-B) เป็นสารที่มีความสำคัญในการรักษาแผล**ไฟไหม้**และลดการอักเสบ เช่นเดียวกับอล็อคติน-เอ (จุฬาภรณ์,2548)

2.1.5 ประโยชน์ทางยาของว่านหางจระเข้ (อัญญารัตน์, 2546)

1. ใช้เป็นยาระบายหรือยาถ่าย โดยการคั้นน้ำจากใบว่านหรือกรีดเอาเฉ**พาะส่วน**ยางจากผิวใบของว่านหางจระเข้มาเคี่ยวจนแห้ง ได้ก้อนสีน้ำตาลที่มีอโลอีโมดินและอโลอีนเป็น**ส่วนประ**กอบ

2. ช่วยเจริญอาหาร แก้ร้อนในกระหายน้ำ ทำให้ชุ่มคอ

3. รักษาแผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก แดดเผา หรือแผลไหม้เนื่องจากเอ็กซ์เรย์และรังสีชนิดอื่น โดยใช้น้ำเมือกจากใบว่านหางจระเข้ที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* และมีฤทธิ์ต้าน *Prostaglandins* ซึ่งทั้งสองตัว**นี้เป็นต้น**เหตุของการอักเสบ ติดเชื้อ นอกจาก**นี้ในน้ำเมือก**และสารสกัดจากใบว่านหางจระเข้ยังมีสารที่มีสมบัติคล้ายแลคตินอยู่เป็นจำนวนมาก สารนี้**ช่วยส่งเสริม**การจับตัวกันและการเจริญเติบโตของเซลที่บาดแผลเป็นการเร่งให้แผลหายเร็วขึ้น

4. รักษาแผลถลอก แผลในปากช่วยสมานแผล ลดการอักเสบ โดยสารที่ออกฤทธิ์ในการสมานแผล และลดการอักเสบคืออล็อคติน-เอ ซึ่งจัดเป็นสารพวกไกลโคโปรตีน นอกจาก**นั้นในน้ำ**เมือกจากใบยังสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus Streptococcus pyrogenes Corynebacterium xerosis* และ *Pseudomonas aeruginosa* ได้ด้วยแต่**ต้องใช้ในความ**เข้มข้นสูง นอกจากนี้มีผลต่อบริเวณที่ทาและทำให้รู้สึกชา ในกรณี**ที่มี**เลือดออกแคลเซียม**ที่มี**อยู่ในน้ำเมือกยังช่วยส่งเสริมการแข็งตัวของเลือดทำให้แผลหายเร็วขึ้น

5. ใช้รับประทานช่วยสมานแผลในกระเพาะอาหาร รักษาวัณโรค พบว่าสามารถหยุดยั้งหรือชะลอการเจริญเติบโตของ Tuberculin bacteria **ได้และ**อาการไอน้อยลง อาการโดยทั่วไปของโรคลดความรุนแรงลง บำรุงโลหิตเนื่องจากในใบว่านหางจระเข้มีธาตุเหล็กอยู่ด้วย

ดังนั้นใบว่านหางจระเข้จึงนำ ไปใช้ในทางยา ด้วยการใช้เมือกหรือยางที่เปลือก ในน้ำเมือกมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาต่าง ๆ ได้แก่สมานแผลไหม้ แผลเรื้อรัง แผลในกระเพาะอาหาร**และอื่น** ๆ ส่วนยางที่อยู่ที่เปลือกมีสารแอนทราควิโนน**ซึ่งมี**ฤทธิ์เป็นยาถ่ายอยู่ ซึ่งรู้จักกันทั่วไปว่า**ยาดำ** การนำน้ำเมือกมาใช้จึงต้องระวังไม่ให้ยางพวก**นี้ปน**มาเพราะอาจเกิดการระคายเคืองได้ และในการ**นำเมือก**มาใช้จึงต้องระวังเรื่องความสะอาด เพราะ**แม้มี**ฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรียก็ต้องใช้ความเข้มข้นสูง มิ**ฉะนั้น**อาจนำเชื้อไปติดแผลได้ วุ้นจากว่านหางจระเข้ไม่คงตัว ราขึ้นง่าย ควรเก็บไว้ในที่เย็น และควรเก็บ**ในรูป**ใบมากกว่าขูดเก็บไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การแปรรูปว่านหางจระเข้

McAnalley (1988) ได้จดสิทธิบัตรอเมริกาว่าใบว่านหางจระเข้ (Aloe *barbadensis*) หลังการเก็บเกี่ยว ว่านหางจระเข้ถูกขนส่งในรถตู้ที่มีอุณหภูมิต่ำ 4.44 – 7.22 °C ภายใน 8 ชั่วโมง จากนั้นนำมาล้างน้ำที่มีแคลเซียมไฮโปคลอไรด์ (เตรียมจากแคลเซียมไฮโปคลอไรด์ 98 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 0.125 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร) เพื่อกำจัดความสกปรกและฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ผิวใบหรือใช้น้ำที่มีปริมาณคลอรีนอิสระ 50 ppm. ใช้เวลาประมาณ 5 นาทีในการล้างทำความสะอาด อาจร่วมกับการขัดถูถ้าจำเป็น จากนั้นใช้น้ำที่อุณหภูมิห้องล้างทำความสะอาด นำใบที่ทำ ความสะอาดแล้วมาตัดบริเวณหัวและท้ายใบแล้วนำใบมาตั้งตรงเป็นเวลานาน 30 นาที ในตะแกรงสแตนเลสเพื่อกำจัดยางที่อยู่ระหว่างเปลือกและเนื้อภายใน แล้วจึงใช้ลวดหรือมีดเพื่อปอกเปลือก ส่วนเจลภายในหลังจากการปอกถูกนำมาล้างด้วยมือเพื่อกำจัดเมือกที่ผิว หรือส่วนที่มีสีผิดปกติออกเพื่อกำจัดยางที่เหลือผ่านน้ำไหล เจลที่ได้ถูกทิ้งให้แห้งประมาณ 1 ชั่วโมง โดยระหว่างที่ทิ้งไว้ เกิดเมือกที่ผิวด้านนอกแต่สามารถแยกออกได้โดยการใช้การหมุนเหวี่ยง เจลที่ได้นำมาปั่นหรือหั่นเพื่อตัดไฟเบอร์ภายในแล้วจึงนำมาร่อนผ่านผ้ากรองเพื่อให้ได้เป็นของเหลว นำมาโฮโมจิไนซ์กรองเพื่อแยกไฟเบอร์ภายใน จึงสามารถนำไปผ่านขบวนการอื่น ๆ ต่อเพื่อผลิต โดยทุกกระบวนการดำเนินที่อุณหภูมิห้อง (อัญญารัตน์, 2546)

การแปรรูปว่านหางจระเข้พบว่าเนื้อเจลว่านหางจระเข้มีความคงสภาพต่ำมาก เมื่อสูญเสียความคงสภาพเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพคือสีคล้ำขึ้นจนเป็นสีน้ำตาลดำ กลิ่นผิดไปจากเดิม และอาจมีการตกตะกอนหรือเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมี รวมทั้งเกิดการเปลี่ยนแปลงทางจุลชีววิทยาโดยมีการปนเปื้อนของเชื้อ เกิดการเน่าเสียของเจล (ศุภกานต์, 2544) ขั้นตอนการแปรรูปต้องดำเนินการด้วยความระมัดระวังทั้งทางกลและทางปฏิกิริยาเคมี

สำหรับประเทศไทยเกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกว่านหางจระเข้เชิงการค้า โดยโรงงานมีการกำหนดเกณฑ์การรับซื้อว่านหางจระเข้ ที่น้ำหนัก อายุ และลักษณะ คือ ใบว่านหางจระเข้ต้องมีน้ำหนักตั้งแต่ 0.5 กิโลกรัม มีอายุตั้งแต่ 8 เดือน - 1 ปีขึ้นไป มีลำต้นอวบใหญ่ ใบกว้างตั้งแต่ 2 เซนติเมตร ขอบใบมีหนามแหลมสด

ตารางที่ 2.3 พื้นที่ปลูกของว่านหางจระเข้ ณ จังหวัดต่าง ๆ ของประเทศไทย(อัญญารัตน์, 2546)

จังหวัด	อำเภอ	จำนวนที่ปลูก (ครัวเรือน)	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ผลผลิตรวม (ตัน)
กาญจนบุรี	เมืองกาญจนบุรี	32	237.75	494.00
	ศรีสวัสดิ์	4	62.00	42.00
ชัยนาท	สรรพยา	7	17.00	
เชียงใหม่	ดอยสะเก็ด	1	1.00	0.10
ตรัง	ห้วยยอด	2	0.50	
นครปฐม	กำแพงแสน	2	45.00	48.00
	ดอนตู	1	3.00	4.05
นนทบุรี	ปากเกร็ด	1	1.00	
ประจวบคีรีขันธ์	สามร้อยยอด	141	1,264.00	1,636.40
	กุยบุรี	524	2,752.25	8,130.00
	ปราณบุรี	36	99.25	97.56
	เมืองประจวบคีรีขันธ์	600	2,682.75	5,959.70
	หัวหิน	116	736.00	1,877.00
เพชรบูรณ์	วิเชียรบุรี	1	0.75	0.10
ราชบุรี	คำเนินสะดวก	19	212.00	35.00
	โพธาราม	2	19.00	9.00
สมุทรสาคร	บ้านแพ้ว	2	37.00	94.50
	รวม	1,491	8,170.25	18,329.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่านหางจระเข้ สามารถนำมาแปรรูป ตามประเภทของสินค้า ดังนี้

1. สินค้าอุปโภค ว่านหางจระเข้สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ทั้งทางด้านยาและเครื่องสำอาง โดยวุ้นและน้ำเมือกจากใบ นำมาแปรรูปเป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางบำรุงผิว เป็นต้น

2. สินค้าบริโภค ส่วนใหญ่โรงงานนำว่านหางจระเข้สดมาแปรรูปในลักษณะผลิตภัณฑ์บรรจุกระป๋องส่งขายตลาดทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งทางโรงงานอุตสาหกรรมกำหนดเกณฑ์ในการรับซื้อว่านหางจระเข้สดดังนี้

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์ในการรับซื้อว่านหางจระเข้ในแต่ละประเภทผลิตภัณฑ์

ประเภทผลิตภัณฑ์ บรรจุกระป๋อง	น้ำหนัก	อายุ	ลักษณะ
ลูกเต๋าว่านหางจระเข้	0.5 กิโลกรัมขึ้นไป	1 ปีขึ้นไป	ใบสีเขียวสด เนื้อแน่น ไม่เน่า ไม่ช้ำ ไม่มีบาดแผล
เนื้อว่านหางจระเข้ปั่นเหลว	0.3-0.4 กิโลกรัมขึ้นไป	7-8 เดือนขึ้นไป	ใบสีเขียวสด เนื้อแน่น ไม่เน่า ไม่ช้ำ ไม่มีบาดแผล
น้ำว่านหางจระเข้	0.2-0.3 กิโลกรัมขึ้นไป	6 เดือนขึ้นไป	ใบมีสีเขียวอ่อน เนื้อแน่นปานกลาง

ที่มา : สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2549

ผลิตภัณฑ์บรรจุกระป๋องทั้งหมด ผ่านกระบวนการแปรรูปเดียวกัน คือ นำว่านหางจระเข้สดมาปอกเปลือกสีเขียวออกจนเหลือเนื้อใส ๆ เรียกว่าวุ้น แล้วนำมาล้างน้ำซ้ำอีก 2-3 ครั้ง เพื่อให้น้ำยางสีเหลืองหรือยาดำที่ติดมาออกให้หมด ก่อนนำไปหั่นเป็นชิ้น หรือปั่นเพื่อบรรจุกระป๋อง ทั้งนี้ว่านหางจระเข้กระป๋องมีอายุการเก็บรักษาโดยเฉลี่ยประมาณ 3 ปี

การแปรรูปผลิตภัณฑ์ สินค้าอุปโภค เช่น ยา เครื่องสำอาง และสินค้าบริโภค เช่น ลูกเต๋าว่านหางจระเข้ เนื้อว่านหางจระเข้ปั่นเหลว น้ำว่านหางจระเข้ แยม และเยลลี่ว่านหางจระเข้ผสมผลไม้

2.2.1 สถานการณ์ตลาดว่านหางจระเข้

ตลาดส่งออกว่านหางจระเข้ที่สำคัญส่วนใหญ่อยู่แถบเอเชีย เช่น ญี่ปุ่น ไต้หวัน จีน ฯลฯ โดยมีประเทศคู่ค้าเป็นเกาหลี ญี่ปุ่น ไต้หวัน จีน สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส สิงคโปร์ และแคนาดา ส่วนประเทศคู่แข่ง เป็นประเทศจีน เวียดนามและพม่า โดยสัดส่วนตลาดผลิตภัณฑ์ว่านหางจระเข้ภายในประเทศต่อตลาดต่างประเทศเป็น 60 ต่อ 40 สำหรับในประเทศราคาว่านหางจระเข้ที่เกษตรกรขายได้คิดเป็น 2.00 – 2.50 บาทต่อกิโลกรัมสำหรับใบว่านหางจระเข้สดและ 5 – 7 บาทต่อกิโลกรัมสำหรับใบว่านหางจระเข้ปอกเปลือก

2.3 การปอกเปลือก

2.3.1 วิธีการปอกเปลือกผักและผลไม้บางชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปอกเปลือกเป็นหน่วยปฏิบัติการที่จำเป็นสำหรับผักและผลไม้บางชนิด เพื่อกำจัดส่วนที่บริโภคไม่ได้ออกไป และทำให้วัตถุดิบมีลักษณะปรากฏที่ดีและมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย ด้วยการปอกเปลือกมี 5 วิธี คือ

1. การปอกเปลือกด้วยไอน้ำ (Flash steam peeling)
2. การปอกเปลือกด้วยใบมีด (Knife peeling)
3. การปอกเปลือกด้วยการขัดผิว (Abrasion peeling)
4. การปอกเปลือกด้วยด่าง (Caustic peeling)
5. การปอกเปลือกด้วยเปลวไฟ (Flame peeling)

การปอกเปลือกด้วยไอน้ำ การปอกเปลือกโดยใช้ไอน้ำกับพืชหัว นิยมทำเป็นชุดใส่ลงในภาชนะที่หมุนประมาณ 4-6 รอบต่อนาที ใช้ความดันไอสูงประมาณ 1,500 กิโลพาสคาล (kPa) อุณหภูมิสูงของไอน้ำทำให้ผิวนอกได้รับความร้อนภายในระยะเวลา 15-30 วินาที แต่เนื่องจากวัตถุดิบมีการนำความร้อน (Thermal conductivity) ต่ำ ทำให้ความร้อนแทรกเข้าไปภายในได้ช้า จึงทำให้ไม่สุก สีและลักษณะเนื้อสัมผัสไม่เปลี่ยนแปลง หลังจากนั้นปล่อยให้ความดันลดลงทำให้เกิดไออยู่ใต้ผิว ผิวนอกลอกออกได้ง่าย เปลือกที่หลุดออกไปกับไอน้ำและใช้สเปรย์เพื่อล้างผิวให้สะอาด

การปอกเปลือกด้วยใบมีด การใช้ใบมีดปอกผิวนอกของผลไม้อาจเป็นแบบชนิดให้ผลไม้หมุน (Rotate fruit) หรือให้ใบมีดหมุน (Rotate blade) ก็ได้ นิยมใช้กับผลไม้ที่ปอกเปลือกออกได้ง่าย และผิวค่อนข้างเรียบ

การปอกเปลือกด้วยการขัดผิว อาหารถูกใส่เข้าไปบนเครื่องขัดผิวชนิดลูกกลิ้ง (Carborundum roller) หรือใส่ลงในถังหมุน (Rotating bowl) ที่เคลือบหรือฉาบด้วยผงขัด ซึ่งเป็นผงขัดที่ทำด้วยทราย (Silicon) และถ่าน (Carbon) เครื่องขัดผิวแยกเอาเปลือกออก แล้วล้างด้วยน้ำให้สะอาด วิธีนี้ใช้พลังงานน้อย แต่ข้อจำกัดของวิธีนี้คือ

1. สูญเสียวัตถุดิบมากกว่าวิธีการใช้ไอน้ำ เช่น สูญเสีย 25% ต่อ 8-18% เมื่อใช้ไอน้ำ
2. ทำให้เกิดวัสดุเหลือทิ้งปริมาณมาก ซึ่งเอาไปทิ้งยากและเสียค่าใช้จ่ายสูง
3. ประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำเพราะทุกชิ้นต้องสัมผัสกับเครื่องขัดถูผิว วิธีนี้ใช้ปอกหัวหอมได้ดี เนื่องจากเปลือกลอกออกได้ง่ายโดยเครื่องขัดผิวชนิดลูกกลิ้ง (ประมาณ 2,500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง)

การปอกเปลือกด้วยด่าง ใช้สารละลายเจือจางของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ทำให้ร้อนถึงอุณหภูมิ 100-120 องศาเซลเซียส ในอดีตทำได้โดยให้วัตถุดิบผ่านลงในสารละลายด่าง 1-2% ซึ่งทำให้เปลือกนิ่ม และลอกออกได้ง่ายเมื่อใช้น้ำที่มีแรงดันสูงฉีดพ่นสูญเสียประมาณ 17% นิยมใช้กับรากพืช วิธีนี้ทำให้วัตถุดิบบางชนิดเปลี่ยนสีและเสียค่าใช้จ่ายสูง ปัจจุบันจึงไม่ค่อยนิยมใช้แต่พัฒนาไปใช้ด่างแห้ง (Dry caustic peeling) โดยจุ่มวัตถุดิบลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 10% เพื่อให้เปลือกนิ่ม แล้วเอาเปลือกออกโดยใช้ลูกกลิ้ง (Rubber disc) นี้ใช้น้ำน้อยและสูญเสียน้อยและเปลือกทิ้งง่ายเพราะเปลือกมีความเข้มข้นมากกว่าการฉีดด้วยน้ำ

การปอกเปลือกด้วยเปลวไฟ ใช้กับหอมหัวใหญ่ โดยเอาวัตถุดิบวางเรียงบนสายพานซึ่งพาหัวหอมใหญ่ผ่านเข้าไปในเตาอบที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 1000 องศาเซลเซียส เปลือกนอกถูกเผาไหม้หมด หลังจากนั้นแยกเปลือกที่ไหม้ออกโดยใช้น้ำที่มีแรงดันสูงฉีดพ่น วิธีนี้สูญเสียประมาณ 9%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปอกเปลือก

รัชนีวรรณ. (2536) ได้ทำการวิจัยเรื่อง เครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อน โดยเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อน ตัวเครื่องประกอบด้วยชุดใบมีดปอกข้างและชุดใบมีดปอกบน ทั้ง 2 ชุดมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วนคือ ชุดยึดลูกมะพร้าวอ่อนที่ความเร็วต่าง ๆ กัน มีปัญหาที่ต้องปรับปรุงแก้ไขต่อไปคือผิวที่ปอกลักษณะเป็นลูกคลื่นและเป็นขุย และมีข้อดีคือตัวเครื่องสามารถจับยึดมะพร้าวได้แน่น

บุญช่วย และคณะ (2533) ได้ออกแบบเครื่องปอกผิวใบว่านหางจระเข้โดยอาศัยหลักการทำงานของเครื่องรีดยางแผ่นและเลื่อยกล ประกอบด้วยชุดลูกกลิ้งด้านบนและด้านล่าง ชุดใบมีดบนและล่างและชุดสายพานลำเลียง ผลการทดสอบปอกผิวใบว่านหางจระเข้ได้วุ้น 69.8 % ของปริมาณวุ้นทั้งหมด และใช้เวลาในการปอกผิวโดยเฉลี่ย 3 วินาทีต่อใบ ค่าใช้จ่ายในการทำงาน 0.03 บาทต่อกิโลกรัม

วิชา และ อเนก. (2544) ได้ออกแบบเครื่องลอกเปลือกสา โดยประกอบด้วยใบมีดลอกเปลือกสาลูกกลิ้งทรงกระบอก ชุดลูกกลิ้งป้อนเปลือกสาเข้าหาใบมีดลอกเปลือก แปรงลูกกลิ้งทรงกระบอกทำความสะอาดหน้ามีดจำนวน 2 ตัว และเครื่องยนต์เบนซินต้นกำลัง 5-6 แรงม้า ใช้คนปฏิบัติงาน 1–2 คน สามารถลอกเปลือกสาได้ 30-40 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีต้นทุนในการทำงาน 1.26 บาทต่อกิโลกรัม

2.4 การล้างเมือก

2.4.1 การกำจัดเมือกของเมล็ดกาแฟสุก

การจำจัดเมือกของเมล็ดกาแฟสุกที่ลอกเปลือกแล้วมี 5 วิธีดังนี้ (Sivwtz and Desrosier, 1979)

1. วิธีการแช่น้ำ (Natural fermentation) โดยนำเมล็ดกาแฟที่ปอกเปลือกออกแล้วมาแช่น้ำในบ่อซีเมนต์ โดยมีรูระบายน้ำด้านล่าง ใส่น้ำให้ท่วมเมล็ดกาแฟแล้วคลุมปิดด้วยผ้าหรือพลาสติกปิดปากบ่อซีเมนต์ทิ้งไว้ 24-48 ชั่วโมงในกรณีที่อุณหภูมิอากาศหนาวเย็น การหมักอาจใช้เวลานานขึ้นเป็น 40-72 ชั่วโมง จากนั้นปล่อยทิ้งไว้แล้วนำเมล็ดมาล้างทำความสะอาด นำเมล็ดทำความสะอาดอีกครั้งก่อนนำไปตาก

2. วิธีการแช่น้ำผสมเอนไซม์ (Fermentation with Added Enzymes) วิธีนี้ใช้เอนไซน์แพกเทสโปรโตแพคติเนส (Pactase protopectinese pectinese) และแพกทิเนสทีเรส (Pectinasterase) มาเป็นส่วนผสมในการหมัก โดยทำการหมักที่อุณหภูมิ 38 °c เป็นเวลา 5 นาที จึงสามารถย่อยสลายเมือกได้ แต่วิธีนี้ค่าใช้จ่ายสูง ถ้าใช้เอนไซม์ในปริมาณที่น้อยและหมักในอุณหภูมิห้องปกติ สามารถสลายเอนไซม์ได้โดยวิธีใช้เวลา 5-8 ชั่วโมง

3. วิธีการแช่น้ำผสมด่าง (Alkaline of Mucilage) การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) สามารถกำจัดเมือกเมล็ดกาแฟได้อย่างรวดเร็ว วิธีนี้เหมาะสำหรับใช้ในเชิงพาณิชย์ วิธีการนี้ใช้เวลาไม่เกิน1ชั่วโมง โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น6-8%นำเมล็ดกาแฟที่ปอกเปลือกเทลงในบ่อซีเมนต์ เกลี่ยให้สม่ำเสมอ จากนั้นใช้พายกวนเมล็ดกาแฟเพื่อให้สายละลายกระจายไปทั่ว ๆ ประมาณ 30-60 ชั่วโมง ทิ้งไว้ 20 นาที แล้วตรวจสอบว่าด่างย่อยเมือกออกหมด หากยังไม่หมดให้กวนอีก 30 นาที แล้วตรวจสอบอีกครั้ง เมื่อเมือกออกหมดต้องล้างด้วยน้ำสะอาดอีก 3-4 ครั้ง ก่อนนำไปตากแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วิธีการใช้น้ำร้อน (Warm Water) การกำจัดเมือกเมล็ดกาแฟโดยการใช้น้ำร้อน วิธีนี้สามารถสลายเม็ดกาแฟได้อย่างรวดเร็ว โดยการแช่เมล็ดกาแฟได้อย่างรวดเร็ว โดยการแช่เมล็ดกาแฟในน้ำอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการสลายเมือก3นาที ค่าใช้จ่ายส่วนมากมาจากน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการให้ความร้อน เมือกกำจัดเมือกออกด้วยการล้างแล้วนำเมล็ดกาแฟไปตากแห้ง

5. วิธีการขัดสี (Attrition Methods of Removing Mucilage) ตัวเครื่องประกอบไปด้วยแกนหมุนทรงกระบอกในแนวนอน ทำหน้าที่เคลื่อนเมล็ดกาแฟไปสู่ทางออก ด้านนอกแกนหมุนมีตะแกรงครอบ มีระยะห่างเท่ากับขนาดเมล็ด ทำหน้าที่ขัดสีเปลือกและเมือกให้หลุดออกในเวลาเดียวกัน ข้อเสียของเครื่องทำให้เมล็ดถลอกบางส่วนเนื่องจากเมล็ดมีขนาดแตกต่างกัน ดังนั้นจึงควรดัดขนาดผลกาแฟให้มีขนาดใกล้เคียงกันที่สุด เพื่อลดความเสียหายของเมล็ดมากที่สุด

Ziolkovska. (2012) ศึกษาขั้นตอนการสกัดเมือกจากเมล็ดแฟลกซ์ ด้วยวิธีการใช้น้ำวนโดยศึกษาตัวแปรต่างดังนี้ อุณหภูมิ (40-100°c) ระยะเวลา (0-60นาที) สัดส่วนเมล็ดเมล็ดต่อน้ำ (1/30) และความเร็วในการหมุน (0-240รอบต่อนาที) จากการทดลองพบว่าการกวนที่รุนแรงมากเกินไปไม่เหมาะกับกระบวนการสกัด ผลการทดลองการสกัดเมือกจากเมล็ดแฟลกซ์ที่ให้ปริมาณเมือกสูงสุดมีอุณหภูมิอยู่ที่ 80 องศาเซลเซียส อัตราส่วนเมล็ดต่อน้ำคือ 1:25 และระยะเวลาของการสกัดที่ใช้ 30 นาที ซึ่งทำให้ได้สารสกัดจากเมือกเมล็ดแฟลกซ์โดยมีปริมาณเนื้อของของแข็ง 0.70-0.72% คือสามารถสกัดเมือกของเมล็ดแฟลกซ์ได้ 98.3-99.1% (Schneider, 2012)

FAO. (2001) รายงานว่าเมือกกาแฟคือส่วนประกอบหนึ่งของผลกาแฟที่มีลักษณะเป็นเจลใสไม่ละลายน้ำ มีความหนาประมาณ 0.5-2 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับชนิดและความสุก ด้วยความหนืดตามธรรมชาติทำให้ต้องประยุกต์ใช้แรงกดเฉือนเพิ่มเข้าไปอย่างเพียงพอเพื่อให้เมือกหลุดออกจากเมล็ด หลังจากทำการลอกเมือกออกแล้วด้วยวิธีใช้การหมักธรรมชาติ ใช้สารเคมี หรือใช้เครื่องจักรกล เมล็ดกาแฟที่ได้ถูกนำมาล้างทำความสะอาดเพื่อทำการลดความชื้น (พุทธธินันทร์, 2556)

2.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการล้างเมือก

Silverzt and Desrosier. (1979) รายงานว่ามีการพัฒนาเครื่องจักรกลนำมาใช้ในการผลิตสารกาแฟเพื่อประหยัดเวลาและแรงงาน รวมทั้งควบคุมคุณภาพในการผลิตสารกาแฟ

เครื่องล้างแบบเฮสส์ (Hess Washer) เป็นเครื่องอีกแบบหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยใช้ความดันและต้นกำลังต่ำ ทำงานด้วยหลักการให้เมล็ดเกิดการขัดสีกัน ลักษณะของเครื่องเป็นรางยาวขนาดพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางฟุต ยาว 10 ฟุต กาแฟเคลื่อนที่ได้โดยการสั่นของรางทำให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า และมีแผ่นครีบกั้นอยู่เพื่อให้เมล็ดเกิดการขัดสี พื้นของรางเป็นตะแกรงสำหรับให้น้ำและเมือกกาแฟไหลออกไป เมล็ดกาแฟที่ลอกเมือกแล้วถูกพาออกที่ปลายเครื่อง อีกลักษณะหนึ่งคือแบบสกรูคู่ลำเลียง (Twin screw conveyors) ซึ่งประยุกต์นำมาแทนแผ่นครีบทำหน้าที่คลุกเคล้าเมล็ดกาแฟ กาแฟเคลื่อนที่โดยสกรูใบหนึ่งและเคลื่อนที่กลับทิศทางโดยสกรูใบที่สอง ทำให้เกิดการขัดสีก่อนออกจากเครื่องที่ปลายทางออก

Haarer. (1962) ได้รายงานว่าเครื่องปอกเปลือกแบบใช้น้ำ (Aquapulper) เป็นเครื่องที่สามารถสีเปลือกและเมือกได้ในเวลาเดียวกันโดยใช้หลักการให้เกิดความเสียดทาน ภายในเครื่องมีแกนทรงกระบอกหมุนอยู่ทำหน้าที่คลุกเคล้าเมล็ดกาแฟที่ป้อนเข้ามาและมีน้ำสำหรับหล่อลื่น โดยเมล็ดที่สีเปลือกและเมือกถูกลำเลียงออกอีกด้านหนึ่งของเครื่อง ที่ผนังของเครื่องเป็นแผ่นตะแกรงเพื่อ

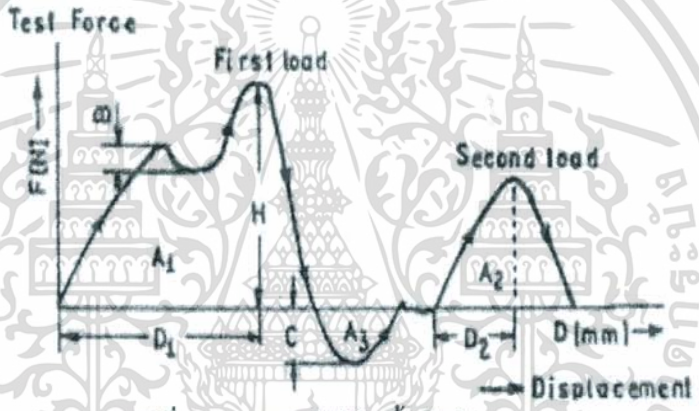
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปล่อยให้เศษเปลือกและเมือกรวมทั้งน้ำไหลออกทางด้านล่าง เครื่องแบบนี้เหมาะใช้สำหรับกาแฟที่ไม่ต้องการคุณภาพสูงมากนัก ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้เครื่องแบบนี้คือ กะลาชั้นในอาจเสียหรือเกิดบาดแผลบนสารกาแฟ ซึ่งแก้ไขได้โดยการปรับระยะห่างระหว่างกาแฟกับผนังและมีการแบ่งขนาดของผลกาแฟก่อนเข้าเครื่อง

2.5 การทดสอบแรงกดด้วย วิธี Texture profile analysis (TPA)

สำหรับการหาลักษณะทางกายภาพของว่านหางจระเข้ การทดสอบแรงกดบนใบว่านเพื่อหาแรงมากสุดที่สามารถกระทำบนใบว่านหางจระเข้เพื่อนำไปออกแบบกลไกของใบมีดปอกเปลือก ใช้การทดสอบด้วยวิธี Texture profile analysis (TPA)

วิธีการทดสอบแบบ TPA (Texture Profile Analysis) เป็นวิธีทดสอบเพื่อวิเคราะห์หาข้อมูลลักษณะเฉพาะทางเนื้อสัมผัสของอาหาร คิดค้นในปี ค.ศ. 1963 โดย Brandt และ Szczesniak บริษัท General Foods Corporation ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบที่เลียนแบบการเคี้ยวของมนุษย์ ค่าต่าง ๆ ของการวัดเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความแข็ง ความเปราะ ความยืดหยุ่น และความเหนียว แสดงไว้ในกราฟดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 กราฟเส้นโค้งเนื้อสัมผัส

จากรูปสามารถหาความสัมพันธ์ของเนื้อสัมผัสอาหารตามตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติที่นำมาใช้ในการทดสอบ

ตัวแปรหลักของเนื้อสัมผัส		
สมบัติทางเนื้อสัมผัส	วัตถุประสงค์หลัก	หมายเหตุ (จากรูปที่ 2.3)
ค่าความแข็ง (Hardness)	ความนุ่ม, ความแน่นเนื้อ, ความแข็ง	H
ค่าพลังงานยึดเกาะภายใน (Cohesivity)	ความกรอบ, ความเปราะ	A2/A1
ค่าความหนืด (Viscosity)	ความหนืด-เหลว	C
ค่าความยืดหยุ่น (Elasticity)	ความยืดหยุ่น	D2/D1
ความเหนียว (Adhesiveness)	ความเหนียว	A3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรรองของเนื้อสัมผัส		
ค่าความเปราะแตกในช่วงกดครั้งที่ 1 (Fracturability)	ขึ้นกับค่าความแข็งและพลังงานยึดเกาะภายใน	B
ค่าความเหนียว (Gumminess)	พลังงานที่ทำให้อาหารกึ่งของแข็งที่มีความแข็งต่ำแต่พลังงานยึดเกาะภายในสูงแตกออกจนกลืนได้	H x (A2/A1)
ค่าพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวอาหาร (Chewiness)	ขึ้นกับค่าความแข็ง พลังงานยึดเกาะภายใน และ ความยืดหยุ่น .	H x (A2/A1) x (D2/D1)

ที่มา : Gutt.Gh, 2014

2.6 สมมติฐานการออกแบบเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้

จากการศึกษางานวิจัยหลักการ ทฤษฎีและงานวิจัย จึงได้แนวคิดที่นำหลักการการปอกเปลือกแบบใช้มีดมาใช้ในการออกแบบกลไกการปอกเปลือกว่านหางจระเข้ ซึ่งเป็นการปอกด้วยใบมีดชนิดให้ใบมีดอยู่กับที่และใบว่านมีการเคลื่อนที่ และสำหรับการล้างเมือกว่านหางจระเข้ เลือกใช้วิธีล้างด้วยน้ำฝานหัวฉีดให้เกิดการขัดสีน้ำกับเนื้อว่านให้เมือกหลุดออกด้วยแรงดันน้ำ ออกแบบให้ใบว่านไถลตามรางเป็นกระบวนการทำงานต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มปอกเปลือกจนสิ้นสุดกระบวนการล้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้ต้นแบบ

จากการศึกษาทฤษฎีและหลักการเบื้องต้นนำมาใช้ออกแบบเครื่องต้นแบบการปอกเปลือกและล้างเมือกว่านห่างจระเข้

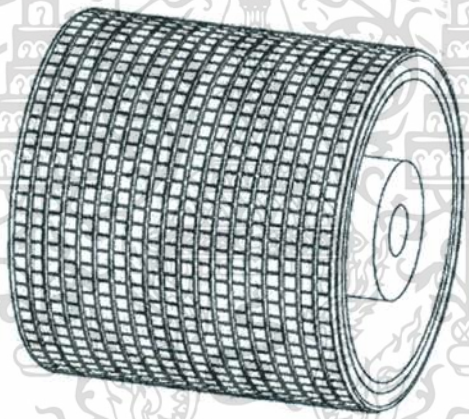
3.1 การออกแบบเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้ต้นแบบ

3.1.1 การออกแบบกลไกการปอกเปลือก

กลไกการปอกเปลือกประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้

1 ลูกกลิ้งยาง

ลูกกลิ้งยางมีหน้าที่ขับเคลื่อนใบว่านให้เข้าสู่ใบมีดเพื่อทำการปอกเปลือก เนื่องจากใบว่านหางจระเข้มีเมือกเป็นส่วนประกอบจำนวนมากจึงทำให้ขณะการทำงานอาจมีเมือกไหลออกมาซึ่งส่งผลต่อแรงที่ป้อนใบว่าน ในการออกแบบจึงปรับผิวลูกกลิ้งให้มีความขรุขระเพื่อเพิ่มแรงเสียดทานดังรูปที่ 3.1 เพราะแรงเสียดทานช่วยเพิ่มแรงในการป้อนและยังช่วยลดปัญหาที่เกิดจากเมือกออก

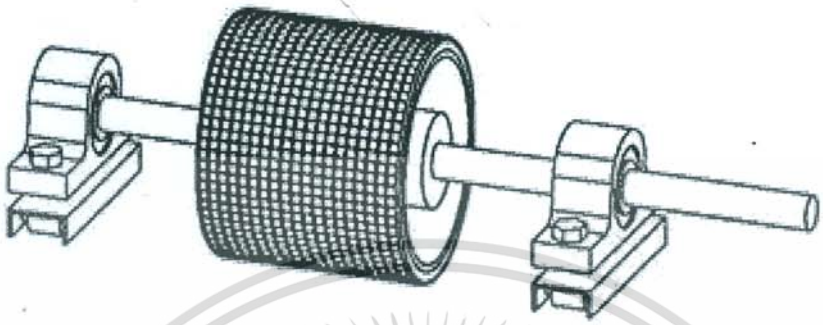


รูปที่ 3.1 ลูกกลิ้งผิวขรุขระ

ว่านหางจระเข้เป็นพืชที่มีรูปร่างใบไม่สมมาตรในการออกแบบถ้าจำกัดระยะห่างของลูกกลิ้งแล้วอาจทำให้ใบว่านส่วนที่มีความหนาน้อยกว่าระยะห่างของลูกกลิ้งไม่ถูกดัน ดังนั้นจึงออกแบบให้ลูกกลิ้งสามารถปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งให้มีระยะเท่ากับความหนาของใบว่าน ลูกกลิ้งฝั่งหนึ่งถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

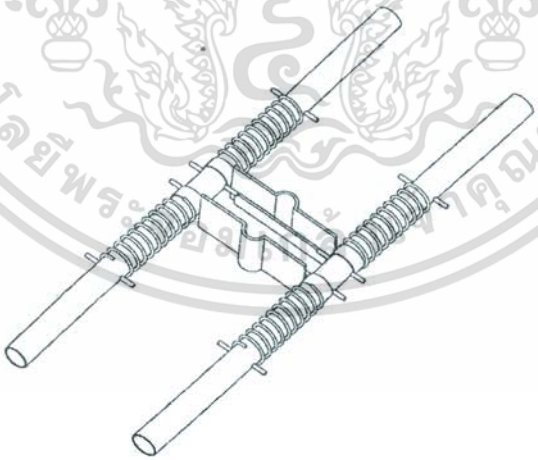
ยึดให้อยู่กับที่ส่วนอีกฝั่งหนึ่งออกแบบให้สามารถเคลื่อนที่ได้โดยติดตั้งล้อเลื่อนที่แบริ่ง ขณะเริ่มต้นการทำงานลูกกลิ้งมีระยะห่างจากกันเท่ากับ 10 มิลลิเมตรซึ่งเป็นค่าความหนาน้อยสุดของใบว่านที่ใช้ในการทดลอง เมื่อเริ่มทำงานใบว่านถูกป้อนเข้าไป เริ่มที่ส่วนที่หนาน้อยสุดลูกกลิ้งเริ่มขยายออกตามความหนาของใบว่านที่เพิ่มขึ้นเมื่อใบว่านผ่านไปหมดลูกกลิ้งกลับสู่ตำแหน่งเดิมโดยมีสปริงเป็นตัวดึง ดังรูปที่ 3.2 กลไกนี้ถูกใช้กับลูกกลิ้งทั้งสองชุด



รูปที่ 3.2 ลูกกลิ้งที่มีกลไกการเลื่อน

2 **ชุดใบมีดปอกเปลือกด้านข้าง**

ใบมีดปอกเปลือกด้านข้าง มีหน้าที่ปอกเปลือกด้านที่มีหนามของใบว่านหางจระเข้ในการออกแบบได้กำหนดให้ปอกด้านละ 7 มิลลิเมตร ซึ่งใบมีดในส่วนนี้ออกแบบคล้ายกับมีดสองคมหรือมีดปอกเปลือกผลไม้ ซึ่งประกอบด้วยใบมีด และแผ่นเหล็กที่มีหน้าที่จำกัดความกว้างที่ปอกออก ใบมีดชุดนี้ยังสามารถเคลื่อนได้ เนื่องจากเริ่มต้นป้อนใบว่านส่วนที่มีความกว้างน้อยสุดเข้าไปก่อนเมื่อใบว่านมีขนาดกว้างขึ้นใบมีดก็ขยายตามไปด้วย เมื่อสิ้นสุดการทำงานใบมีดทั้งสองฝั่งกลับมาชิดกันเหมือนเดิมโดยมีสปริงเป็นตัวที่ทำให้มีดเคลื่อนที่กลับและออกแบบให้มีแกนเลื่อนสองแกนดังรูปที่ 3.3

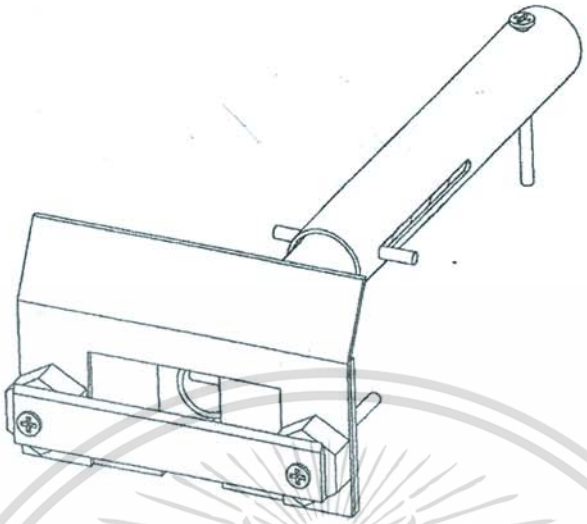


รูปที่ 3.3 ชุดใบมีดปอกเปลือกด้านข้างแบบแกนเลื่อนสองแกน

แต่กลไกนี้ไม่สามารถใช้ได้เนื่องจากเมื่อลูกกลิ้งป้อนใบว่านมาที่ชุดใบมีดนี้ทำให้เกิดแรงกดที่ใบมีดซึ่งส่งให้เกิดแรงกดระหว่างชุดใบมีดกับแกนที่ใช้สำหรับเลื่อนใบมีดเช่นกันและในขณะเดียวกันยังเกิดการโก่งของชุดใบมีดทำให้ชุดใบมีดไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ผลคือชุดใบมีดนี้ไม่สามารถปอกเปลือก

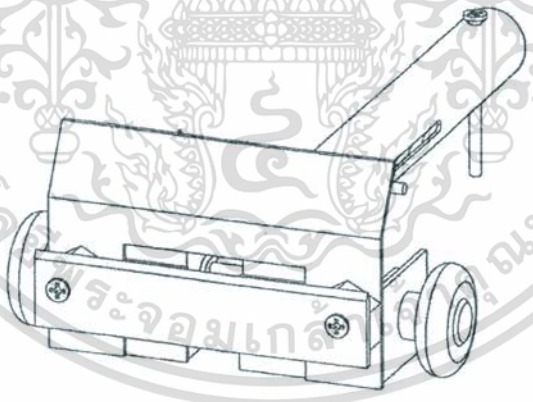
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านข้างได้อย่างต่อเนื่อง จึงทำการออกแบบเป็นแบบแกนเลื่อน 1 แกนดังรูปที่ 3.4 เพื่อป้องกันการโก่งของใบมีดแต่ก็ยังพบปัญหาเนื่องจากแรงกด



รูปที่ 3.4 ชุดใบมีดปอกเปลือกด้านข้างแบบแกนเลื่อนหนึ่งแกน

เพื่อลดปัญหาข้างต้นจึงติดตั้งล้อและรางสำหรับให้ล้อสามารถเคลื่อนที่ได้โดยติดตั้งเพิ่มในชุดใบมีดแบบแกนเลื่อนหนึ่งแกนดังรูปที่ 3.5 จากการแก้ไขทำให้ชุดใบมีดนี้สามารถปอกเปลือกด้านข้างได้อย่างต่อเนื่อง



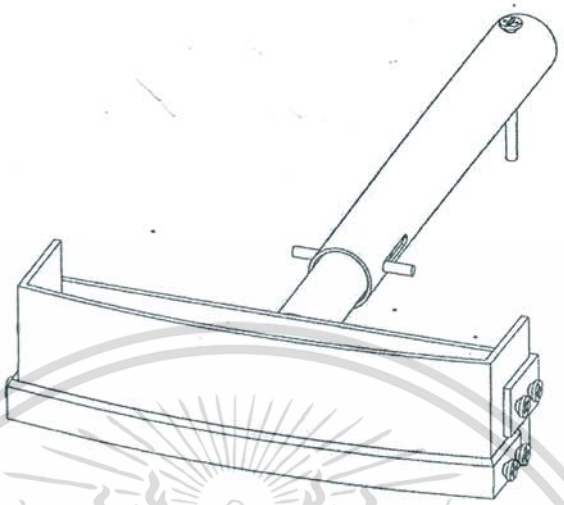
รูปที่ 3.5 ชุดใบมีดปอกเปลือกด้านข้างแบบแกนเลื่อนหนึ่งแกนและล้อเลื่อน

3.1.2 ชุดใบมีดปอกเปลือกด้านหน้าและด้านหลัง

เนื่องจากใบว่านหางจระเข้ด้านหน้าและด้านหลังมีความโค้ง เพื่อง่ายต่อการปอกเปลือกจึงออกแบบชุดใบมีดนี้ให้มีความโค้งเท่ากับความโค้งเฉลี่ยของใบว่านหางจระเข้ที่ได้จากการทดลองและใช้กลไกแบบเดียวกับชุดใบมีดปอกเปลือกด้านข้างเพื่อให้ชุดใบมีดนี้สามารถเคลื่อนที่ได้ตามความหนา

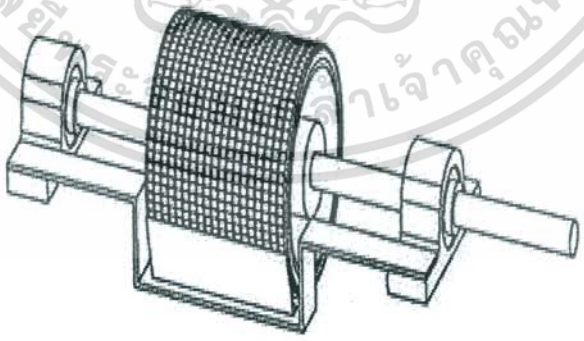
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของใบว่านดังรูปที่ 3.6 แต่กลไกนี้ไม่สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์เนื่องจากสามารถปอกเปลือกได้แค่ด้านหลังเพราะใบว่านด้านหลังมีความโค้งในแต่ละใบค่อนข้างเท่ากัน ส่วนใบว่านด้านหน้ามีความโค้งแต่ละใบค่อนข้างต่างกันจึงทำให้การปอกเปลือกในส่วนนี้ไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร



รูปที่ 3.6 ชุดใบมีดปอกเปลือกด้านหน้าและด้านหลังแบบแกนเลื่อนหนึ่งแกน

เพื่อให้การปอกเปลือกเป็นไปอย่างสมบูรณ์จึงออกแบบให้ใบมีดมีความตรง และใช้ลูกกลิ้งเป็นอุปกรณ์บีบใบว่านให้อยู่ในลักษณะแบนตรงเพื่อให้สามารถปอกเปลือกกับชุดใบมีดนี้ได้ โดยชุดใบมีดนี้มีลักษณะดังรูปที่ 3.7 ซึ่งใบมีดแนบอยู่กับลูกกลิ้งและมีระยะห่างเท่ากับความหนาของเปลือกว่านหางจระเข้ที่ได้จากการทดลองซึ่งมีขนาดเท่ากับ 2.25 มิลลิเมตร



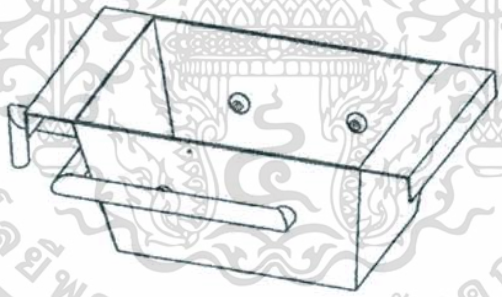
รูปที่ 3.7 ชุดใบมีดปอกเปลือกด้านหน้าและด้านหลังแบบใบมีดตรง

4.3.2 การออกแบบกลไกการล้างเมือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การล้างเมือกว่านหางจระเข้ในการออกแบบเครื่องต้นแบบนี้เลือกใช้การล้างแบบหัวฉีดแรงดันน้ำแบบทรงกรวยดังรูปที่ 3.8 การล้างเมือกเลือกใช้กลไกนี้ใช้น้ำน้อยและสะดวกในการติดตั้งเข้ากับกลไกการปอกเปลือก ในกลไกการล้างนี้ใช้หัวฉีดทั้งหมด 4 หัวฉีดเพื่อให้ใบว่านสัมผัสกับน้ำได้อย่างทั่วถึง โดยหัวฉีดแรงดันน้ำทั้งสี่นี้อยู่ในถังป้อนดังรูปที่ 3.9 เพื่อป้องกันการกระเด็นของน้ำเนื่องจากในขณะการทำงานของหัวฉีดน้ำที่ออกจากหัวฉีดมีความเร็วสูง

รูปที่ 3.8 หัวฉีดแรงดันน้ำแบบรูปกรวย



รูปที่ 3.9 ชุดกลไกการล้างเมือกว่านหางจระเข้

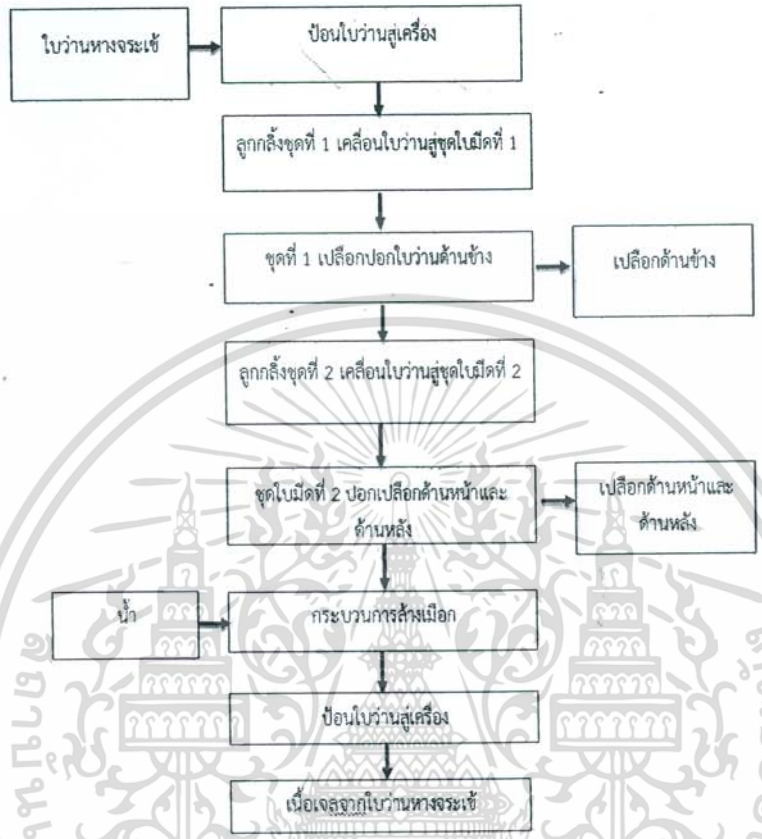
4.3.3 หลักการทำงาน

เครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้ที่ทำการออกแบบ ประกอบด้วย 4 ส่วนหลักดังนี้

1. ลูกกลิ้งยาง ทำหน้าที่ขับเคลื่อนใบว่านสู่กลไกการปอกเปลือก
2. ชุดมีดปอกเปลือกด้านข้าง
3. ชุดมีดปอกเปลือกด้านหน้าและหน้าหลัง
4. ชุดอุปกรณ์ล้างเมือก

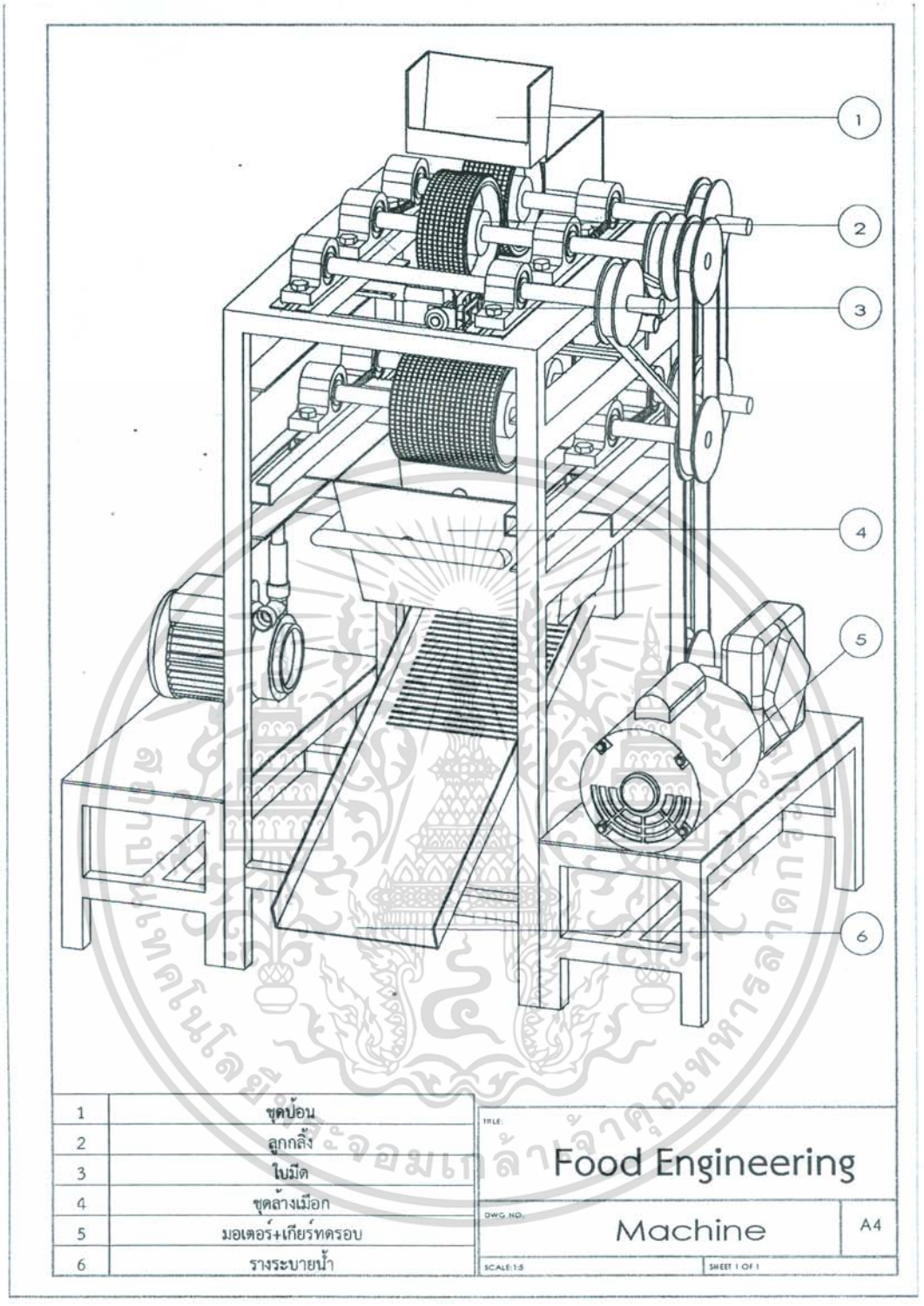
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่า**นหาง**จระเข้มีทั้งหมด 8 ขั้นตอนดังรูปที่ 4.10 และเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้ต้น**แบบ**แสดงในรูปที่4.11



รูปที่ 3.10 แผนภาพหลักการทำงานของเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 เครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้ต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

วิธีการทดสอบและผลการทดสอบ

การทดสอบเครื่องต้นแบบการปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการปอกเปลือกใบว่านหางจระเข้และส่วนของการล้างเมือก

ส่วนที่ 1 การปอกเปลือกใบว่านหางจระเข้ ในการทดลองศึกษาความเร็วรอบลูกกลิ้งที่มีผลต่อการประสิทธิภาพในปอกเปลือกใบว่านหางจระเข้ ซึ่งในการทดลองปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ ประสิทธิภาพของการปอกเปลือก ร้อยละผลได้ของการปอกเปลือก และอัตราการปอกเปลือก

ส่วนที่ 2 การล้างเมือก ในการทดลองศึกษาอัตราการไหลเชิงปริมาตรของน้ำล้างที่มีผลต่อการล้างเมือกและยาดำ ซึ่งในการทดลองปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ ประสิทธิภาพการล้าง

4.1 วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง

4.1.1 วัตถุดิบ

ว่านหางจระเข้พันธุ์ *Barbadensis* Mill แหล่งที่มาตำบลบางพลีใหญ่ จำนวน 45 กิโลกรัม

4.1.2 วัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง

1. เครื่องต้นแบบการปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้
2. เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด
3. ภาชนะสำหรับใส่เนื้อว่าน
4. นาฬิกาจับเวลา
5. เครื่องวัดความเร็วรอบ
6. มีด

การเตรียมตัวอย่างใบว่านหางจระเข้ในการทดลองนี้ใช้ว่านหางจระเข้พันธุ์ *Barbadensis* Mill เลือกว่านหางจระเข้ที่ใบขนาดใหญ่ เนื้อแน่น ไม่เน่า น้ำหนักประมาณ 0.6-0.8 กิโลกรัม จากนั้นนำมาล้างทำความสะอาดดินและตัดส่วนโคนและส่วนปลายออก ให้เหลือความยาวประมาณ 40 เซนติเมตร การดำเนินงานแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ การหาสมบัติทางกายภาพของว่านหางจระเข้ การออกแบบกลไกสำหรับการปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้ การทดสอบกลไกสำหรับการปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้ และวิเคราะห์สภาวะที่เหมาะสมในการปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้

4.2 วิธีการทดสอบ

4.2.1 การหาสมบัติทางกายภาพของว่านหางจระเข้

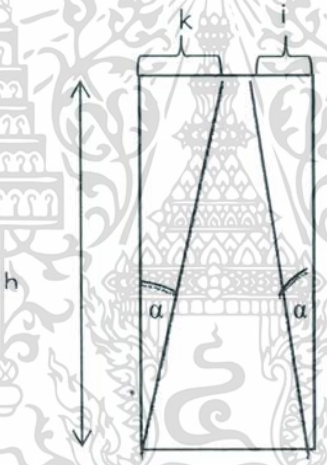
การหาสมบัติทางกายภาพของว่านหางจระเข้เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบใบมีด กลไก และโครงสร้างของเครื่อง โดยใช้ว่านหางจระเข้พันธุ์ *Barbadensis* Mill จำนวน 10 ใบเนื่องจากพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่มีเนื้อวุ้นมากจึงนิยมใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเชิงพาณิชย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

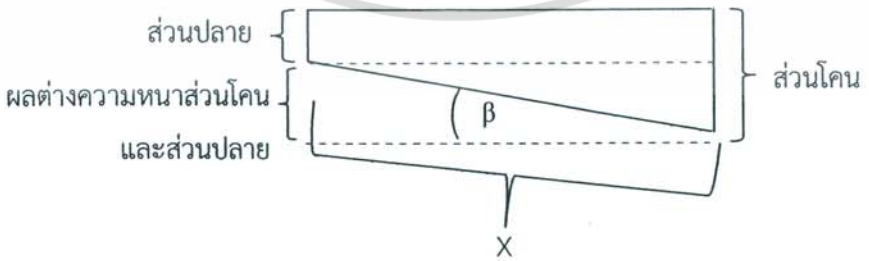
1. การศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาน้ำหนัก ความหนา ความกว้าง ความหนาของเปลือก และร้อยละผลได้ของการปอกเปลือกเฉลี่ยของใบว่านหางจระเข้ ก่อนการศึกษาได้เตรียมว่านหางจระเข้ โดยนำส่วนที่ไม่สามารถใช้ได้ออกซึ่งกำหนดขนาด ดังรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 ขนาดว่านหางจระเข้สำหรับใช้ทดลอง

2. การหาความเอียงของส่วนต่าง ๆ ประกอบด้วยด้านข้างและด้านใต้ของใบว่านจระเข้ดังรูปที่ 4.2 และ 5.3



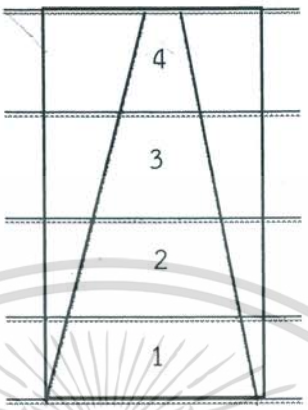
รูปที่ 4.2 มุมใบว่านหางจระเข้ด้านข้าง



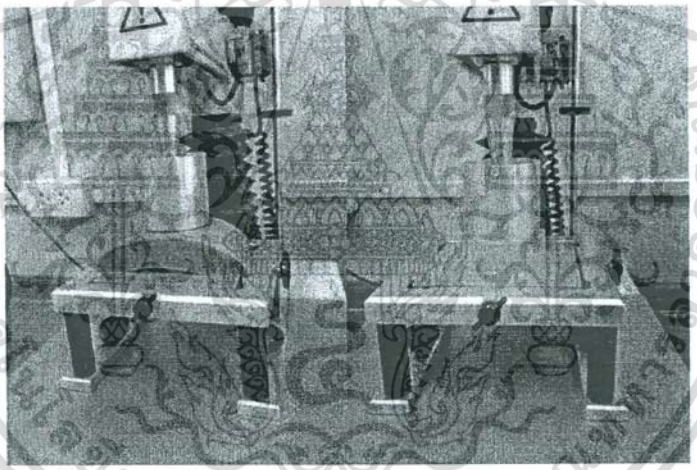
รูปที่ 4.3 มุมใบว่านหางจระเข้ส่วนโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทดสอบแรงกดและแรงเฉือนเพื่อหาแรงที่มากที่สุด โดยแบ่งว่านหางจระเข้ออกเป็น 4 ส่วนดังรูปที่ 4.4 เพื่อให้แรงเฉลี่ยจากทุก ๆ จุด โดยทดสอบหาแรงกดสูงสุดด้วยเครื่อง TA.XT.plus Texture analyser กำหนดค่าอ้างอิงจากการศึกษาสมบัติของเจลผสมระหว่างวุ้นกับเจลาตินปลา (ณิชาภัทร, 2556) แบ่งกลุ่มศึกษาเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มที่ปอกเปลือกและยังไม่ปอกเปลือกดังรูปที่ 545



รูปที่ 4.4 แบ่งว่านหางจระเข้เป็น 4 ส่วน



รูปที่ 4.5 การทดสอบแรงกดโดยเครื่อง Texture analyser

4.2.2 การออกแบบเครื่องต้นแบบการปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้

ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบกลไกการปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้แบบต่อเนื่องได้ดังรูปที่ 3.11

4.2.3 การทดสอบเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้

<u>ตอนที่ 1</u> การทดสอบการปอกเปลือกใบว่านหางจระเข้

เนื่องจากการปอกเปลือกใบว่านหางจระเข้จากเครื่องต้นแบบที่ได้ทำการสร้างขึ้นอาจไม่สามารถปอกเปลือกได้หมด ดังนั้นจึงต้องทำการศึกษาปริมาณเปลือกและเนื้อหลังการทดลอง ทดสอบการปอกเปลือกที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 3 ระดับ (15 20 และ 25 รอบต่อนาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การหาประสิทธิภาพของการปอกเปลือก

หลังการปอกเปลือกอาจมีบางส่วนที่เครื่องไม่สามารถปอกได้ ดังนั้นจึงทำการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณเปลือกที่ถูกปอกออกโดยเครื่องต้นแบบและปริมาณเปลือกที่ติดมากับเนื้อเจล ซึ่งประสิทธิภาพการปอกเปลือกโดยเครื่องต้นแบบแบ่งเป็นร้อยละของเปลือกที่ติดไปกับเนื้อ และร้อยละของเนื้อสูญเสียไปกับการปอกโดยสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\text{ร้อยละของเปลือกที่ติดไปกับเนื้อ} = \frac{\text{น้ำหนักเปลือกที่ติดเนื้อ}}{\text{น้ำหนักเปลือกทั้งหมด}} \times 100 \qquad (4.1)$$

$$\text{ร้อยละของเนื้อสูญเสียไปกับการปอก} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อที่ติดไปกับเปลือก}}{\text{น้ำหนักเนื้อหมด}} \times 100 \qquad (4.2)$$

- น้ำหนักเปลือกที่ติดเนื้อ คือ น้ำหนักเปลือกที่ติดมากับเนื้อว่านหลังการปอกด้วยเครื่อง ได้มาจากการแยกโดยใช้มีด
- น้ำหนักเปลือกทั้งหมด คือ น้ำหนักรวมเปลือกที่ได้จากการปอกและเปลือกที่ติดมากับเนื้อว่านหลังการปอกด้วยเครื่อง
- น้ำหนักเนื้อที่ติดไปกับเปลือก คือ น้ำหนักเนื้อที่ติดเปลือก ได้มาจากการแยกโดยใช้มีด
- น้ำหนักเนื้อทั้งหมด คือ น้ำหนักรวมเนื้อที่ติดไปกับเปลือกและเนื้อว่านหลังการปอกด้วยเครื่อง

2. การหาร้อยละผลได้ของการปอกเปลือก

ร้อยละผลได้ของการปอกเปลือกแสดงถึงเนื้อที่ได้หลังการปอกเทียบกับประมาณเนื้อทั้งหมด

$$\text{ร้อยละผลได้ของการปอกเปลือก} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อที่ปอกได้}}{\text{น้ำหนักเนื้อทั้งหมด}} \times 100 \qquad (4.3)$$

- น้ำหนักเนื้อที่ปอกได้ คือ น้ำหนักเนื้อว่านหลังการปอกด้วยเครื่องและแยกเปลือกที่ติดมาออก
- น้ำหนักเนื้อทั้งหมด คือ น้ำหนักรวมเนื้อที่ติดไปกับเปลือกและเนื้อว่านหลังการปอกด้วยเครื่อง

3. อัตราการปอกเปลือก

อัตราการปอกเปลือก คือ การวัดจำนวนใบว่านที่ป้อนสู่เครื่องต้นแบบในเวลา 1 นาที

ตอนที่ 2 การทดสอบล้างเมือก

ศึกษาประสิทธิภาพการล้างเมือก ที่อัตราการไหลน้ำล้าง 3 ระดับ (1 2 และ 3 ลิตรต่อนาที) โดยปั๊มน้ำแรงดัน 1 แรงม้า ส่งน้ำผ่านหัวฉีดน้ำรูปกรวยจำนวน 4 หัวฉีด ซึ่งอยู่ในขั้นตอนหลังจากการปอกเปลือกของเครื่องต้นแบบ

1. ประสิทธิภาพการล้าง

$$\text{ประสิทธิภาพการล้าง} = 100 - \frac{\text{น้ำหนักก่อนล้าง} - \text{น้ำหนักหลังล้าง}}{\text{น้ำหนักก่อนล้าง}} \times 100 \qquad (4.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบทดสอบความสะอาดโดยวิธีการให้คะแนน (Scoring test)

ทดสอบโดยผู้ทดสอบจำนวน 20 คน โดยทำการการสุ่มรหัสแก่ว่านหางจระเข้ที่ล้างด้วยอัตราการไหลของน้ำที่ต่างกันเทียบกับการล้างด้วยมือ โดยมีระดับคะแนนดังนี้

ตารางที่ 4.1 ระดับคะแนนความสะอาดของการล้างว่านหางจระเข้

ระดับคะแนน	ความสะอาด
1	ไม่สะอาดมากที่สุด
2	ไม่สะอาดมาก
3	ไม่สะอาดปานกลาง
4	ไม่สะอาดเล็กน้อย
5	เฉย ๆ
6	สะอาดเล็กน้อย
7	สะอาดปานกลาง
8	สะอาดมาก
9	สะอาดมากที่สุด

ตอนที่ 3 การทดสอบความพึงพอใจในการทำงานของเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้

ทดสอบความพึงพอใจโดยผู้ทดสอบจำนวน 70 คน โดยการชมวิดีโอภาพเคลื่อนไหวการทำงานของกลไกเครื่องต้นแบบการปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้ และทำแบบประเมินด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านความสะดวกในการใช้งาน ด้านความเหมาะสมของกลไกที่ใช้ในการปอกเปลือก ด้านความสะอาดของใบที่ปอกออก ด้านความรวดเร็วในการปอกเมื่อเทียบกับการใช้มือปอก ด้านความเหมาะสมในการนำไปพัฒนาต่อ และความพึงพอใจโดยรวมโดยมีระดับคะแนนดังนี้

ตารางที่ 4.2 ระดับความพึงพอใจการทำงานเครื่องต้นแบบปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้

ระดับคะแนน	ความพึงพอใจ
1	น้อยที่สุด
2	น้อย
3	ปานกลาง
4	มาก
5	มากที่สุด
0	ไม่สามารถระบุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 วิเคราะห์สภาวะที่เหมาะสมในการปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้

การวิเคราะห์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับกลไกการปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้ ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปอกเปลือกและการล้างเมือกดังต่อไปนี้ แบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วนคือ

1. การทดสอบการปอกเปลือกใบว่านหางจระเข้ที่ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 3 ระดับ คือ 15 20 และ 25 รอบต่อนาที

2. การทดสอบล้างเมือกใบว่านหางจระเข้ที่ อัตราการไหลเชิงปริมาตรของน้ำล้าง 3 ระดับ คือ 1 2 และ 3 ลิตรต่อนาที

ในการทดลองนี้ ได้ออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) 3x3 ซ้ำ (ซ้ำละ 3 ตัวอย่าง) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างแต่ละกรรมวิธีด้วยวิธี The least significant difference (LSD)

4.3 ผลการทดสอบ

4.3.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพว่านหางจระเข้

ผลศึกษาสมบัติทางกายภาพเพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบเครื่องต้นแบบกลไกการปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพว่างหางจระเข้

การทดลอง		ผลการทดลอง	
น้ำหนัก		0.61	กิโลกรัม
ความหนา	ส่วนโคน	28.05	มิลลิเมตร
	ส่วนปลาย	10.80	มิลลิเมตร
ความกว้าง	ส่วนโคน	100.75	มิลลิเมตร
	ส่วนปลาย	29.80	มิลลิเมตร
ความหนาเปลือก		2.25	มิลลิเมตร
ร้อยละผลได้ของการปอกเปลือก		89.28	
ความเอียงใบ	ด้านข้าง	5.41	องศา
	ด้านหน้าใบ	2.34	องศา
แรงกด (ไม่ปอกเปลือก)	สูงสุด (โคน)	139.94	นิวตัน
	ต่ำสุด (ปลาย)	60.15	นิวตัน
แรงกด (ปอกเปลือก)	สูงสุด (โคน)	39.62	นิวตัน
	ต่ำสุด (ปลาย)	27.31	นิวตัน
แรงเฉือน	ขนานความกว้าง	8.78	นิวตัน
	ขนานความยาว	5.26	นิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การทดสอบการปอกเปลือกใบว่านหางจระเข้

ผลการทดสอบตอนที่ 1 การทดสอบการปอกเปลือกใบว่านหางจระเข้ที่ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 3 ระดับที่มีผลกับการปอกเปลือกด้านต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ การทดสอบประสิทธิภาพการปอกเปลือก ร้อยละผลได้ของการปอกเปลือก และอัตราการป้อนใบว่านหางจระเข้ ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการปอกเปลือกด้วยวิธี The least significant difference (LSD)

1. ผลการทดสอบประสิทธิภาพการปอกเปลือก

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการปอกเปลือกใบว่านหางจระเข้ที่ความเร็วรอบ 15 20 และ 25 รอบต่อนาที เทียบกับการใช้คนปอกพบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละของเปลือกที่ติดไปกับเนื้อที่ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 15 20 และ 25 รอบต่อนาทีมีค่าเท่ากับร้อยละ 3.81 3.53 และ 2.77 ตามลำดับ ส่วนคนปอกได้ร้อยละ 0 ดังตารางที่ 4.4 และค่าเฉลี่ยร้อยละของเนื้อที่ติดเปลือกมีค่าเท่ากับร้อยละ 27.26 24 และ 26.36 ตามลำดับ ส่วนคนปอกได้ร้อยละ 10.72 เนื่องจากระยะห่างของลูกกลิ้งกับใบมีดมีค่ามากกว่าใบมีดปอกผลไม้ที่คนใช้ปอกใบว่านจึงส่งผลให้คนปอกมีประสิทธิภาพการปอกที่สูงกว่าเครื่อง ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่4.4 ประสิทธิภาพการปอกเปลือกจากร้อยละของเปลือกที่ติดไปกับเนื้อเทียบกับคน

ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (รอบต่อนาที)	ร้อยละของเปลือกที่ติดไปกับเนื้อ			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
15	5.97	2.53	2.93	3.81
20	4.92	2.67	3.00	3.53
25	0.93	4.74	2.64	2.77
คน	0	0	0	0

ตารางที่ 4.5 ประสิทธิภาพการปอกเปลือกจากร้อยละของเนื้อที่ติดไปกับเปลือกเทียบกับคน

ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (รอบต่อนาที)	ร้อยละของเนื้อติดไปกับเปลือก			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
15	28.12	27.20	26.47	27.26
20	25.33	21.26	25.42	24.00
25	28.91	26.09	24.07	26.36
คน	10.93	9.36	11.86	10.72

พิจารณาประสิทธิภาพการปอกเปลือกที่ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 3 ระดับ พบว่าการใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 25 รอบต่อนาทีให้ผลร้อยละเปลือกที่ติดเนื้อไปน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 2.77 และมากที่สุดที่ 15 รอบต่อนาทีเท่ากับร้อยละ 3.81 ส่วนเนื้อที่ติดเปลือกไปน้อยที่สุดที่ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 20 รอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อนาทีเท่ากับร้อยละ 24.00 และมากที่สุดที่ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 15 รอบต่อนาทีเท่ากับ ร้อยละ 27.26

ตารางที่4.6 ผลการเปรียบเทียบความเร็วรอบลูกกลิ้งต่อประสิทธิภาพการปอกเปลือก

ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (รอบต่อนาที)	ประสิทธิภาพการปอกเปลือก	
	ร้อยละเปลือกติดเนื้อ	ร้อยละเนื้อติดเปลือก
15	3.81 ± 2.13 [a]	27.26 ± 2.19 [A]
20	3.53 ± 1.60 [a]	24.00 ± 4.19 [A]
25	2.77 ± 2.69 [a]	26.36 ± 2.99 [A]
คน	0.00 [b]	10.72 ± 3.59 [B]

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการปอกเปลือกด้านร้อยละเปลือกที่ติดไปกับเนื้อพบว่าผลความเร็วรอบลูกกลิ้ง ไม่มีผลต่อร้อยละเปลือกที่ติดเนื้อและร้อยละเนื้อที่ติดเปลือก และพบว่าที่ทุกความเร็วรอบลูกกลิ้งมีค่าร้อยละเปลือกที่ติดเนื้อและร้อยละเนื้อที่ติดเปลือกมากกว่าการปอกด้วยมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ดังตารางที่ 4.6

2. ผลการทดสอบร้อยละผลได้ของการปอกเปลือก

จากผลการทดสอบร้อยละผลได้ของการปอกเปลือกใบว่านหางจระเข้ที่ความเร็วรอบ 15 20 และ 25 รอบต่อนาที เทียบกับการใช้คนปอกพบว่าค่าเฉลี่ยของร้อยละผลได้ที่ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 15 20 และ 25 รอบต่อนาทีมีค่าเท่ากับร้อยละ 72.74 76.00 และ 73.64 ตามลำดับ ส่วนคนปอกได้ ร้อยละ 89.28 เนื่องจากระยะห่างของลูกกลิ้งกับใบมีดมีค่ามากกว่าใบมีดปอกผลไม้ที่คนใช้ปอกใบว่านจึงส่งผลให้คนปอกมีร้อยละผลได้ที่สูงกว่าเครื่อง ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่4.7 ร้อยละผลได้ของการปอกเปลือกเทียบกับคน

ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (รอบต่อนาที)	ร้อยละผลได้ของการปอกเปลือก			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
15	71.88	72.80	73.53	72.74
20	74.67	78.74	74.58	76.00
25	71.09	73.91	75.93	73.64
คน	89.07	90.64	88.14	89.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาร้อยละผลได้ของการปอกเปลือกที่ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 3 ระดับ พบว่าการใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 20 รอบต่อนาทีให้ผลร้อยละผลได้มากที่สุดเท่ากับ 76.00 และน้อยที่สุดที่ 15 รอบต่อนาทีเท่ากับ 72.74

ตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบความเร็วรอบลูกกลิ้งต่อร้อยละผลได้ของการปอก

ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (รอบต่อนาที)	ร้อยละผลได้ของการปอกเปลือก
15	72.74 ± 2.19 [a]
20	76.00 ± 4.19 [a]
25	73.64 ± 2.99 [a]
คน	89.28 ± 3.59 [b]

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์ร้อยละผลได้ของการปอกเปลือกพบว่าผลของความเร็วรอบลูกกลิ้งให้ผลร้อยละผลได้ที่ไม่แตกต่างกัน โดยทุกความเร็วรอบให้ผลร้อยละผลได้ที่น้อยกว่าการปอกด้วยมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ดังตารางที่ 4.8

3. ผลการทดสอบอัตราปอกเปลือก

จากผลการทดสอบอัตราการปอกเปลือกว่านหางจระเข้ต่อ 1 นาทีที่ความเร็วรอบ 15 20 และ 25 รอบต่อนาที เทียบกับการใช้คนปอกพบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละของร้อยละผลได้ที่ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 15 20 และ 25 รอบต่อนาทีมีค่าเท่ากับร้อยละ 7.49 10.23 และ 12.04 ตามลำดับ ส่วนคนปอกได้ร้อยละ 1.65 เนื่องจากเครื่องสามารถควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ได้จึงทำให้มีอัตราการปอกเปลือกที่สูงกว่าคน ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 อัตราการปอกใบว่านหางจระเข้เทียบกับคน

ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (รอบต่อนาที)	อัตราการปอก (ใบต่อนาที)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
15	7.55	7.38	7.52	7.49
20	10.23	10.01	10.46	10.23
25	12.30	13.12	10.68	12.04
คน	1.51	1.68	1.75	1.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาอัตราการปอกใบว่านหางจระเข้ต่อ 1 นาทีที่ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 3 ระดับ พบว่าการใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 25 รอบต่อนาทีให้ผลร้อยละผลได้มากที่สุดเท่ากับ 12.04 และน้อยที่สุดที่ 15 รอบต่อนาทีเท่ากับ 7.49

ตารางที่4.10 ผลการเปรียบเทียบความเร็วรอบลูกกลิ้งต่ออัตราการปอกใบว่านหางจระเข้

ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (รอบต่อนาที)	อัตราการปอก (ใบต่อนาที)
15	7.51 ± 0.53^{a}
20	10.33 ± 1.12^{b}
25	12.18 ± 1.72^{c}
คน	1.66 ± 0.20^{d}

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์อัตราการปอกใบว่านหางจระเข้พบว่าผลความเร็วรอบลูกกลิ้งที่ 15 20 และ 25 รอบต่อนาที มีอัตราการปอกใบว่านหางจระเข้ที่แตกต่างกัน โดยที่ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 25 รอบต่อนาทีมีอัตราป้อนสูงสุดและที่ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 15 รอบต่อนาทีมีอัตราการปอกต่ำสุด แต่ทุกความเร็วรอบอัตราการปอกที่สูงกว่าการปอกด้วยมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ดังตารางที่ 5.10

4.3.3 การทดสอบการล้างเมือกว่านหางจระเข้

ผลการทดสอบตอนที่ 2 การทดสอบการล้างเมือกว่านหางจระเข้ที่อัตราการไหลน้ำ 3 ระดับที่มีผลกับประสิทธิภาพการล้าง ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการปอกเปลือกด้วยวิธี The least significant difference (LSD)

1. การทดสอบประสิทธิภาพการล้าง

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการล้างที่อัตราการไหลของน้ำ 1 2 และ 3 ลิตรต่อนาที เทียบกับการใช้คนล้างพบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละของประสิทธิภาพการล้างที่อัตราการไหล 1 2 และ 3 ลิตรต่อนาทีมีค่าเท่ากับร้อยละ 7.14 3.22 และ 1.64 ตามลำดับ ส่วนคนปอกได้ร้อยละ 3.08 เนื่องจากแรงดันน้ำที่ใช้ในการล้างทำให้เกิดกรขัดสีทำให้เมือกหลุดออกได้มากกว่าการใช้คนล้าง ดังตารางที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ประสิทธิภาพการล้างใบว่านหางจระเข้เทียบกับคน

อัตราการไหลน้ำ (ลิตรต่อนาที)	ประสิทธิภาพการล้าง			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	89.62	95.05	93.91	92.86
2	96.01	97.33	97.02	96.78
3	97.63	99.10	98.34	98.36
คน	96.52	96.66	97.58	96.92

พิจารณาประสิทธิภาพการล้างใบว่านหางจระเข้ที่อัตราการไหลของน้ำ 3 ระดับ พบว่าการใช้น้ำที่อัตราการไหล 3 ลิตรต่อนาทีประสิทธิภาพมากที่สุดเท่ากับ 1.64 และน้อยที่สุดที่อัตราการไหล 1 ลิตรต่อนาทีเท่ากับ 7.14

ตารางที่ 4.12 ผลการเปรียบเทียบอัตราการไหลของน้ำต่อประสิทธิภาพการล้าง

อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อนาที)	ประสิทธิภาพการล้าง
1	92.86 ± 2.94^{a}
2	96.78 ± 0.96^{b}
3	98.23 ± 0.73^{b}
คน	96.59 ± 0.97^{c}

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการล้างใบว่านหางจระเข้พบว่าผลของอัตราการไหลของน้ำล้างมีผลต่อประสิทธิภาพการล้างที่แตกต่างกัน โดยที่อัตราการไหลของน้ำ 3 ลิตรต่อนาทีมีประสิทธิภาพสูงที่สุดและที่ 1 ลิตรต่อนาทีมีประสิทธิภาพการล้างต่ำที่สุด และอัตราการไหล 3 ลิตรต่อนาทีมีประสิทธิภาพการล้างเมือกออกได้มากกว่าใช้คนล้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ดังตารางที่ 4.12

2. การทดสอบความสะอาดโดยวิธีการให้คะแนน (Scoring test)

จากผลการทดสอบความสะอาดโดยวิธีการให้คะแนน ประสิทธิภาพการล้างที่อัตราการไหลของน้ำ 1 2 และ 3 ลิตรต่อนาที เทียบกับการใช้คนล้าง ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการปอกเปลือกด้วยวิธี The least significant difference (LSD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ผลการเปรียบเทียบอัตราการไหลของน้ำต่อความสะอาดของการล้าง

อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อนาที)	ความสะอาด
1	5.09 ± 1.66 [a]
2	5.91 ± 1.60 [b]
3	7.45 ± 1.33 [c]
คน	6.54 ± 1.46 [d]

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์ความสะอาดโดยการให้คะแนนพบว่าผลของอัตราการไหลของน้ำล้างมีผลต่อความสะอาดของใบว่านหางจระเข้ที่แตกต่างกัน โดยที่อัตราการไหลของน้ำ 3 ลิตรต่อนาทีมีความสะอาดสูงที่สุดและที่ 1 ลิตรต่อนาทีมีความสะอาดต่ำที่สุด และอัตราการไหล 3 ลิตรต่อนาทีมีความสะอาดของการล้างเมือกออกได้มากกว่าใช้คนล้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ดังตารางที่ 4.13

4.3.4 การทดสอบความพึงพอใจในการทำงานของกลไกการปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้

จากผลการทดสอบตอนที่ 3 การทดสอบความพึงพอใจในการทำงานของกลไกการล้างเมือกว่านหางจระเข้โดยแบบประเมินด้านต่าง ๆ เพื่อทดสอบความพึงพอใจ ได้แก่ ด้านความสะดวกในการใช้งาน ด้านความเหมาะสมของกลไกที่ใช้ในการปอกเปลือก ด้านความสะอาดของใบที่ปอกออก ด้านความรวดเร็วในการปอกเมื่อเทียบกับการใช้มือปอก ด้านความเหมาะสมในการนำไปพัฒนาต่อ และความพึงพอใจโดยรวม ทำการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบสอบสอบถาม (Cronbach's alpha) พบว่าแบบสอบถามมีความเชื่อมั่นที่ 81.1 เปอร์เซ็นต์โดยมีผลด้านต่าง ๆ ดังนี้

ด้านความสะดวกในการใช้งาน สะดวกมากที่สุด 35.70 เปอร์เซ็นต์ สะดวกมาก 54.30 เปอร์เซ็นต์และสะดวกปานกลาง 10 เปอร์เซ็นต์

ด้านความเหมาะสมของกลไกที่ใช้ในการปอก เหมาะสมมากที่สุด 21.40 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมมาก 67.10 เปอร์เซ็นต์ และเหมาะสมปานกลาง 11.40 เปอร์เซ็นต์

ด้านความสะอาดของใบที่ปอกออก สะอาดมาก 18.60 เปอร์เซ็นต์ สะอาดมาก 70 เปอร์เซ็นต์ และสะอาดปานกลาง 11.40 เปอร์เซ็นต์

ด้านความรวดเร็วในการปอกเมื่อเทียบกับใช้มือปอก รวดเร็วมากที่สุด 54.30 เปอร์เซ็นต์ รวดเร็วมาก 37.10 เปอร์เซ็นต์ รวดเร็วปานกลาง 7.10 เปอร์เซ็นต์ และรวดเร็วน้อย 1.40 เปอร์เซ็นต์

ด้านความเหมาะสมในการนำไปพัฒนาต่อ เหมาะสมมากที่สุด 52.90 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมมาก 44.30 เปอร์เซ็นต์ และเหมาะสมปานกลาง 2.90 เปอร์เซ็นต์

ความพอใจโดยรวมต่อกลไกเครื่องต้นแบบพอใจมากที่สุด 35.70 เปอร์เซ็นต์ และพอใจมาก 64.30 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลของการศึกษาการออกแบบและพัฒนาปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้เครื่องต้นแบบต่อเนื่องซึ่งเครื่องประกอบไปด้วยส่วนหลักๆ ดังนี้

- โครงสร้าง
- ชุดลูกกลิ้งยาง 2 คู่ สำหรับป้อนใบว่านหางจระเข้
- ชุดใบมีด 2 ชุด สำหรับปอกเปลือกด้านข้างและด้านหน้าด้านหลัง
- หัวฉีด สำหรับล้างเมือก

จากเครื่องต้นแบบที่ทำการออกแบบและสร้างแล้วได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 การทดสอบ คือ การปอกเปลือก การล้างเมือก และการทดสอบความพึงพอใจ ในส่วนของการปอกเปลือกพบว่าความเร็วรอบไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการปอกเปลือกและร้อยละผลได้ แต่มีผลกับอัตราการปอกเปลือก ซึ่งให้ผลด้านอัตราการปอกเปลือกและร้อยละเปลือกติดเนื้อมากที่สุดที่ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 25 รอบต่อนาที เท่ากับ 2.77 และ 12 ใบต่อนาที ในส่วนของการล้างเมือกว่านหางจระเข้พบว่าอัตราการไหลของน้ำล้างมีผลต่อประสิทธิภาพการล้างและความสะอาดและสามารถล้างได้ประสิทธิภาพสูงกว่าคนล้างที่อัตราการไหลของน้ำล้าง 3 ลิตรต่อนาที มีประสิทธิภาพการล้างสูงที่สุดเป็น 99.36 เปอร์เซ็นต์ โดยที่เครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้เร็วกว่าคนคิดเป็น 5 เท่า และในส่วนของความพอพึงพอใจโดยรวมของเครื่องต้นแบบด้านต่าง ๆ พบว่าผลการทดสอบความพึงพอใจด้านต่าง ๆ มีระดับความพอใจที่แตกต่างกัน โดยทุกด้านสามารถแปรผลระดับความพึงใจอยู่ในระดับ 4 (มาก) จาก 5 ระดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

การออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในด้านการความเร็วของการปอกเปลือกและกระบวนการล้างที่สะอาดเป็นที่ยอมรับสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง แต่ประสิทธิภาพด้านการปอกเปลือกและร้อยละผลได้ยังต้องมีการพัฒนาให้ได้ประสิทธิภาพเทียบเท่ากับคนปอก ซึ่งอาจทำได้โดยศึกษาการปรับใบมีดให้เหมาะสมกับความหนาของใบว่านเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยเนื้อว่านที่ติดเปลือกออกมาส่วนมากจากการปอกเปลือกด้านหน้าและด้านหลัง จากการสังเกตพบว่ามีสาเหตุมาจากระยะใบมีดและลูกกลิ้งซึ่งมีสาเหตุเกิดการหลวมของน็อตที่ยึดใบมีดกับฐานรอง เนื่องจากการออกแบบออกแบบให้สามารถถอดออกมาทำความสะอาดได้ การแก้ไขทำได้โดยปรับระยะห่างระหว่างใบมีดและลูกกลิ้ง (ชุดใบมีดปอกเปลือกด้านหน้าและด้านหลัง) ให้มีระยะที่น้อยลงหรือเทียบเท่าความหนาของใบว่าน และยึดใบมีดกับฐานรองให้ดียิ่งขึ้น อีกหนึ่งข้อเสนอแนะคือถ้าต้องการปอกเปลือกใบว่านที่มีขนาดใหญ่ขึ้นอาจต้องทำการแก้ไขชุดใบมีดที่ทำหน้าที่ปอกเปลือกด้านข้างให้มีความสามารถในการเคลื่อนที่ได้กว้างขึ้น แต่ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบมีดที่ทำหน้าที่ปอกเปลือกด้านหน้าและด้านหลังไม่ต้องแก้ไขเนื่องจากสามารถทำงานได้ด้วยใบมีดที่มีขนาดกว้างจึงสามารถปอกเปลือกใบว่านได้หลายขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ก่องกาญจน์ อังสุภานิช และคณะ. 2536. **"การศึกษากรรมวิธีการผลิตว่านหางจระเข้ผง."** ว.สงขลานครินทร์. 15(4) : 370-379.

จิตตา สาตร์เพ็ชร์. 2551. **"การใช้เจลจากว่านหางจระเข้และSucrose fatty acid ester เคลือบผิวชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา."** ปริญญานิพนธ์. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

จุฬาภรณ์ เลิศบวรวงศ์. **"องค์ประกอบและประโยชน์ของว่านหางจระเข้."** วารสารรามคำแหง. 25(2) : 54-57.

เครื่องปอกเปลือกมะพร้าวอ่อน. 2538. **"เครื่องปอกเปลือกมะพร้าวอ่อน."** วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.). 25 : 309-403.

ณัฐวุฒิ อินทรักษ์. **"การศึกษาใบมีดที่เหมาะสมสำหรับเครื่องปอกเปลือกเหง้าสับปะรด."** รายงานวิจัย. สาขาวิศวกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ณิชาภัทร์. 2556. **"สมบัติของเจลผสมระหว่างวุ้นกับเจลาตินปลา."** ปริญญานิพนธ์. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ทยาวีร์ หนูบุญ. 2548. **"การพัฒนาเครื่องปอกเปลือกมันสำปะหลัง."** ปริญญานิพนธ์. วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเครื่องจักรกลเกษตร, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2544. **หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น.** กรุงเทพ : โอเดียนสโตร์.

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. **"Phytosterols จากวุ้นว่านหางจระเข้กับฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด."** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.medplant.mahidol.ac.th/active/shownews.asp?id=264. 2549

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. **การศึกษาวิจัยเศรษฐกิจสมุนไพรไทย. 106.** กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

บุญช่วย โรจน์ฤทธากร และคณะ. 2533. **"เครื่องต้นแบบปอกเปลือกผิวใบว่านหางจระเข้."** โครงงานวิจัย Independent study : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ประดิษฐ์ กิตติวรกุล. 2545. **"การออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกเปลือกหัวมันสำปะหลัง."** ปริญญานิพนธ์. วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์. 2546. **"การออกแบบและพัฒนาเครื่องลอกเมือกกาอาราบิก้า."** ปริญญานิพนธ์. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภัทร สุพพัตกุล. 2547. **"การพัฒนาเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนแบบใช้ลูกกลิ้ง."** ปริญญานิพนธ์. วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุทธิพร เนียมหอม. 2551. **"การพัฒนาเครื่องปอกเปลือกหมาก."** ปริญญา**นิพนธ์**. บัณฑิตวิทยาลัย สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Lua, M.H. et.al. 2000. "Texture profile and turbidity of gellan/gelatin mixed gels." **Food Reshearch International.** 2000(33) : 665-671.

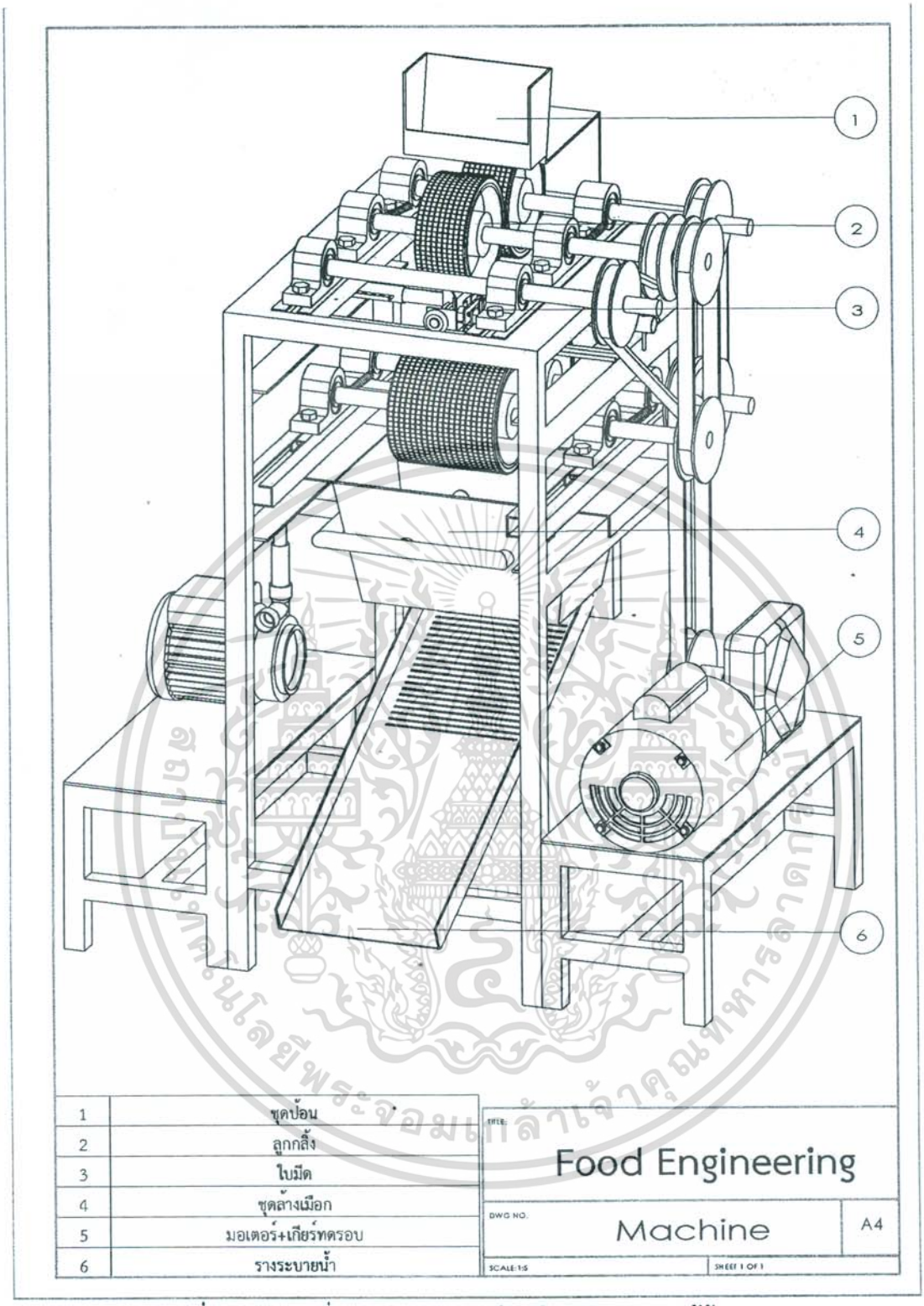
Sivwtz and Desrosier. 1979. **Green coffee technology.** United States of America : The AVI publishing company.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

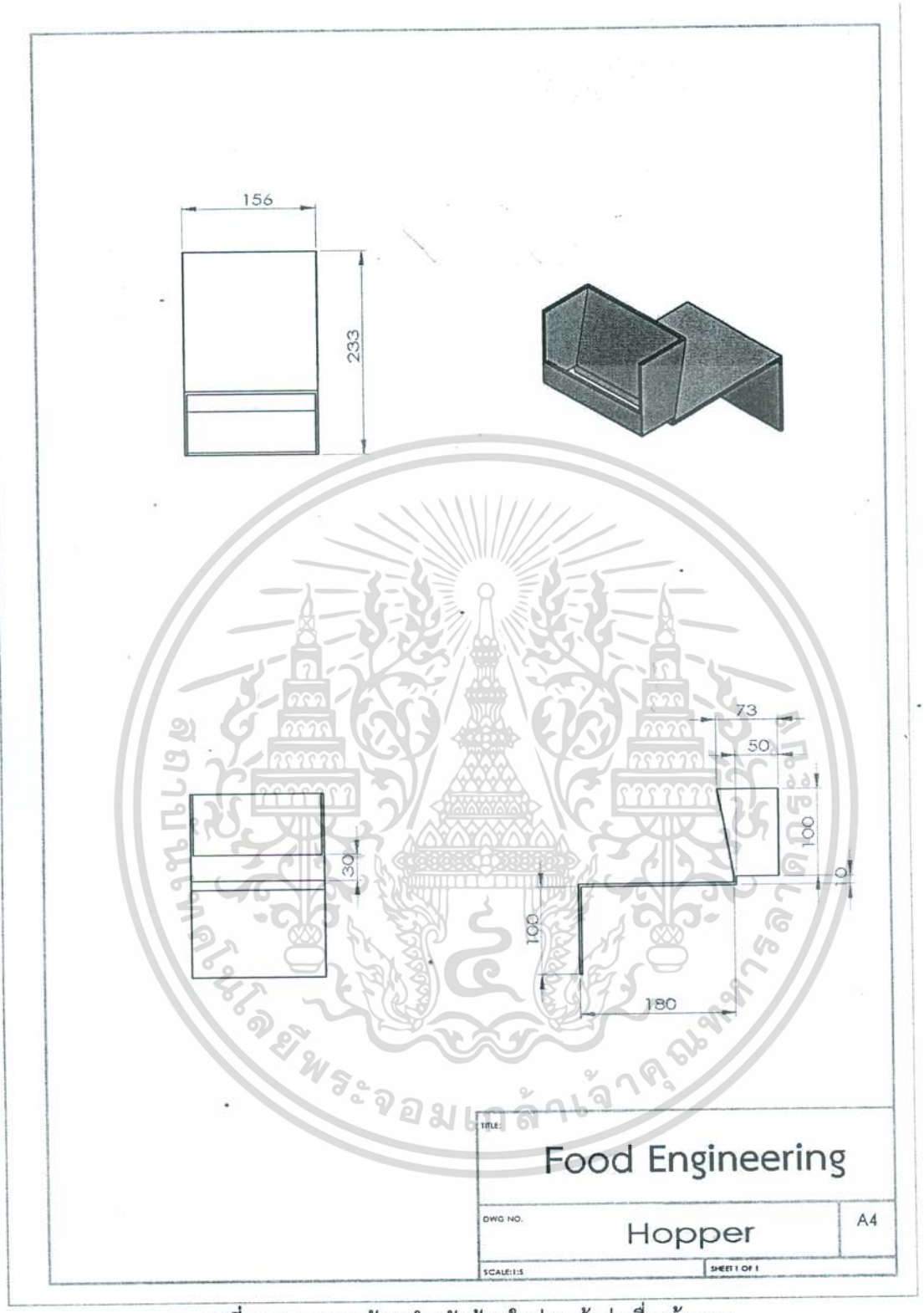
ภาคผนวก
แบบเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือก ว่านหางจระเข้ต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



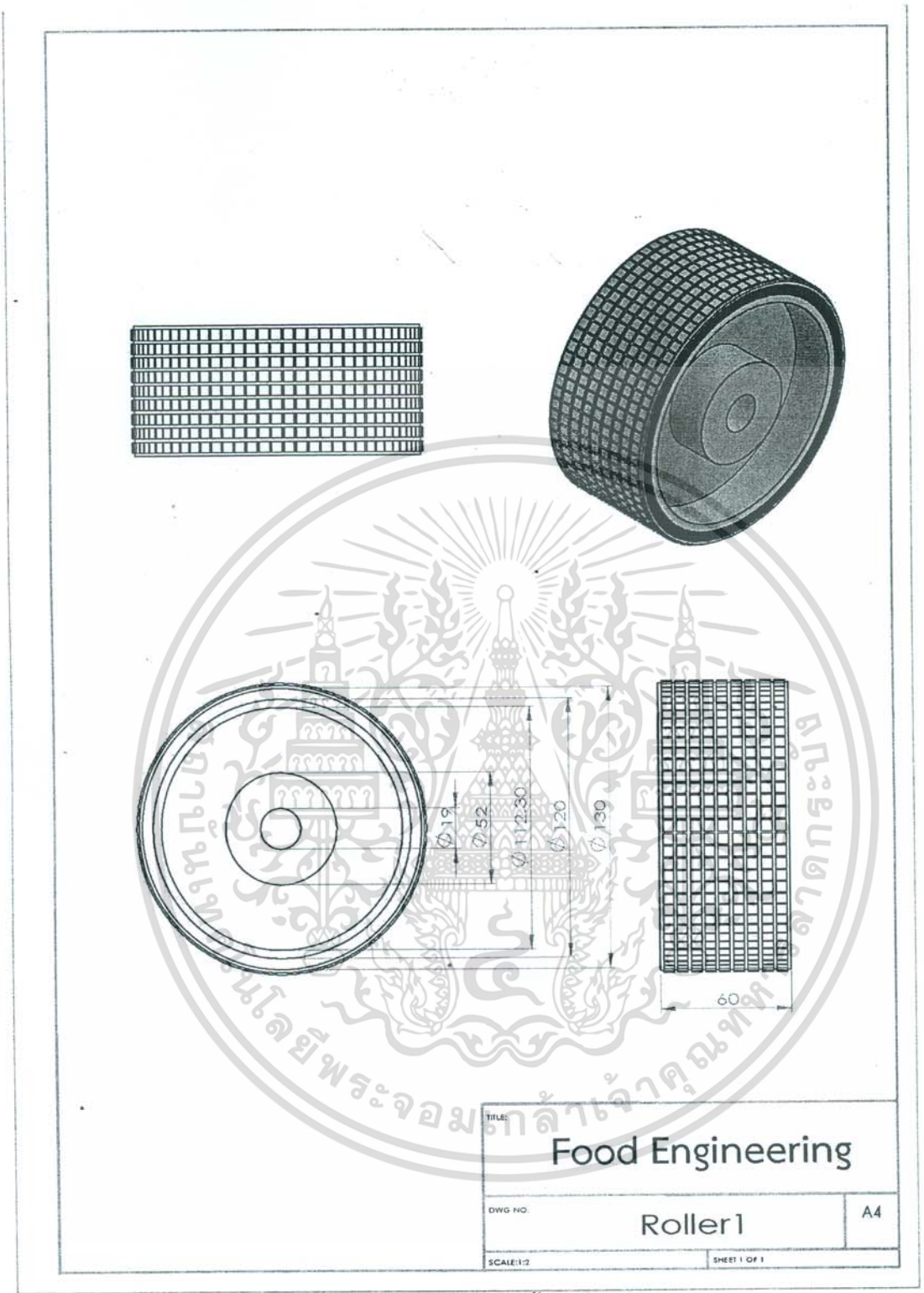
รูปที่ ผ.1 แบบเครื่องปอกเปลือกและล้างเมือกว่านหางจระเข้ต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



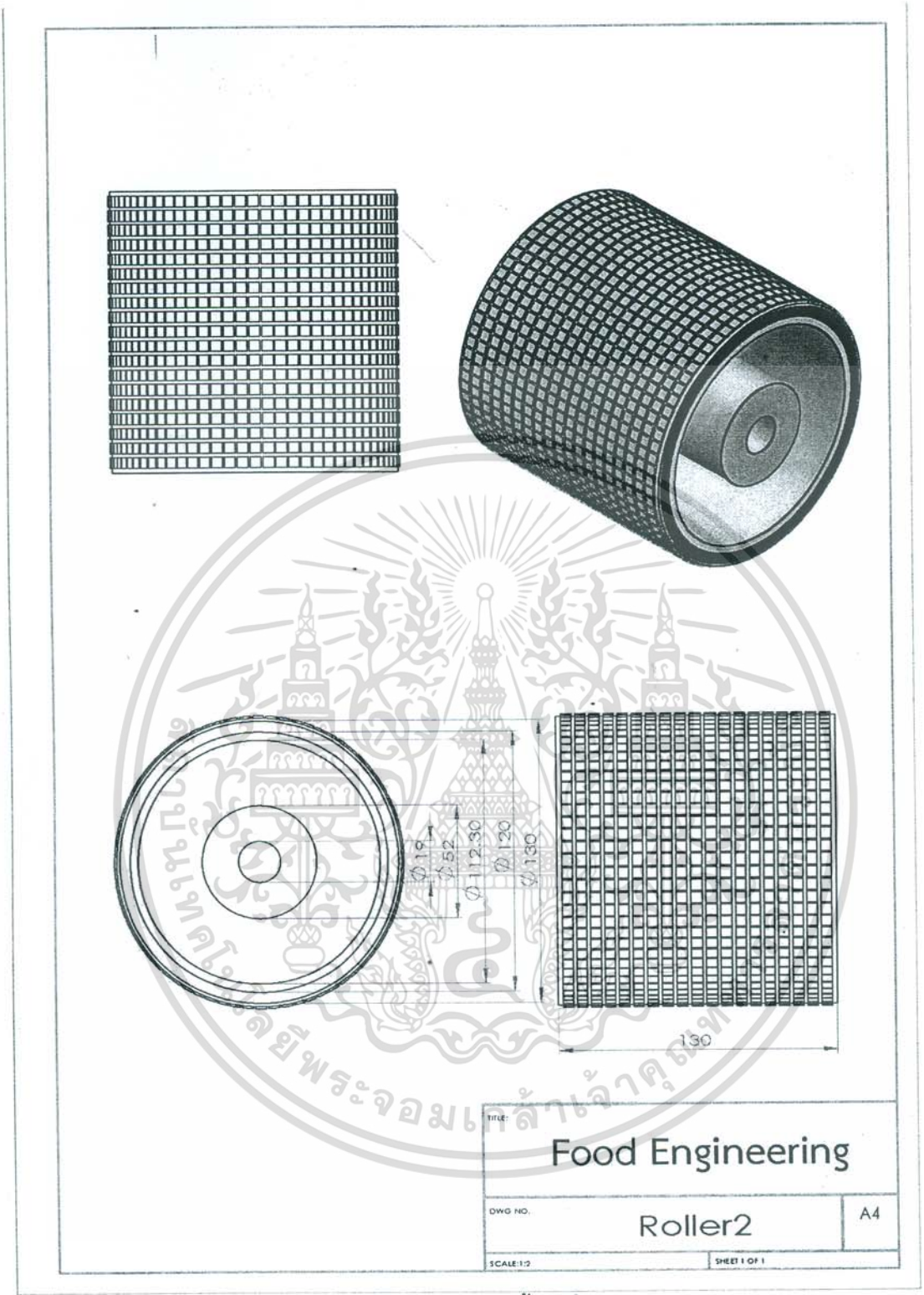
รูปที่ ผ.2 แบบชุดป้อนสำหรับป้อนใบว่านเข้าสู่เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



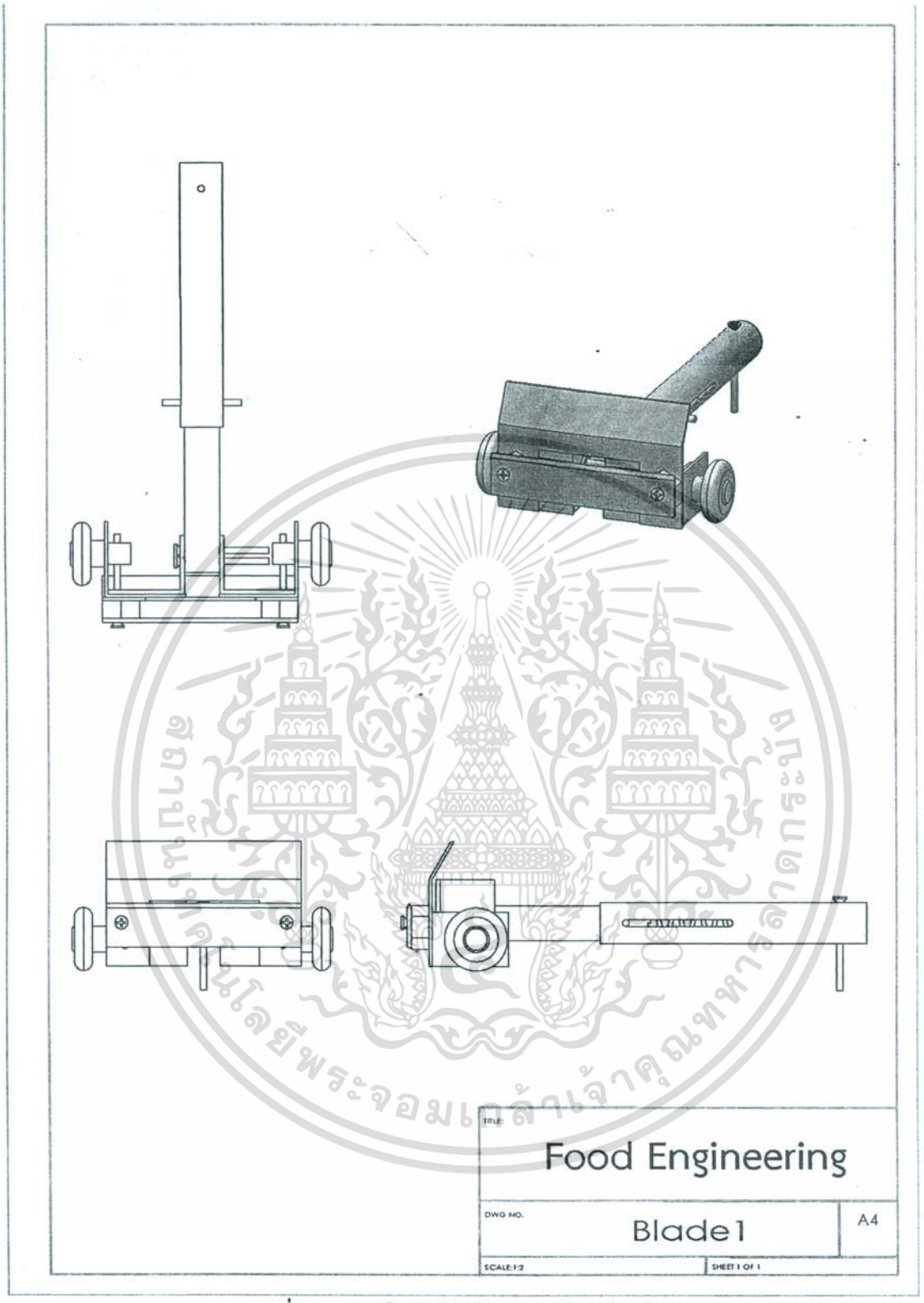
รูปที่ ผ.3 แบบลูกกลิ้งชุดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



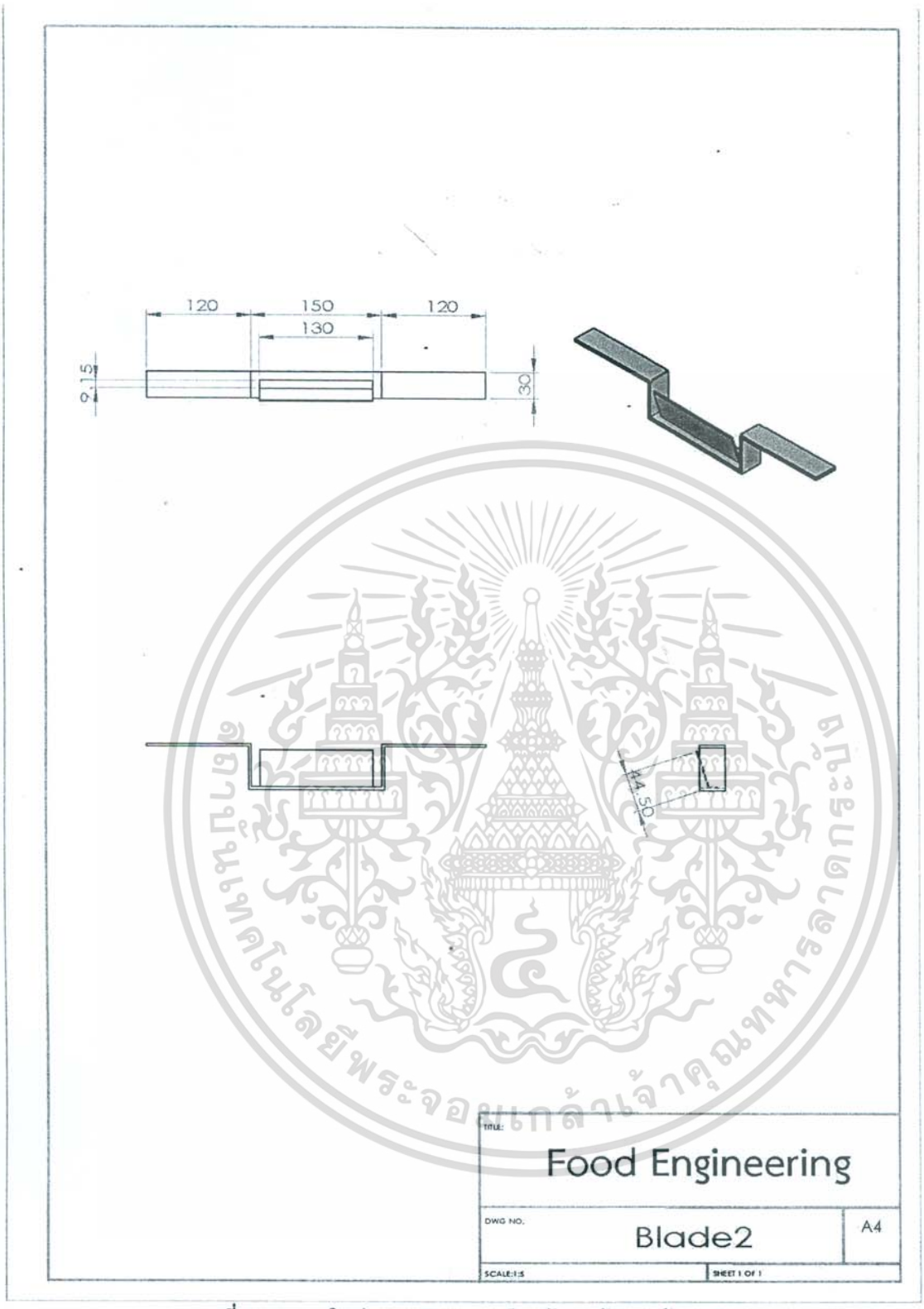
รูปที่ ผ.4 แบบลูกกลิ้งชุดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



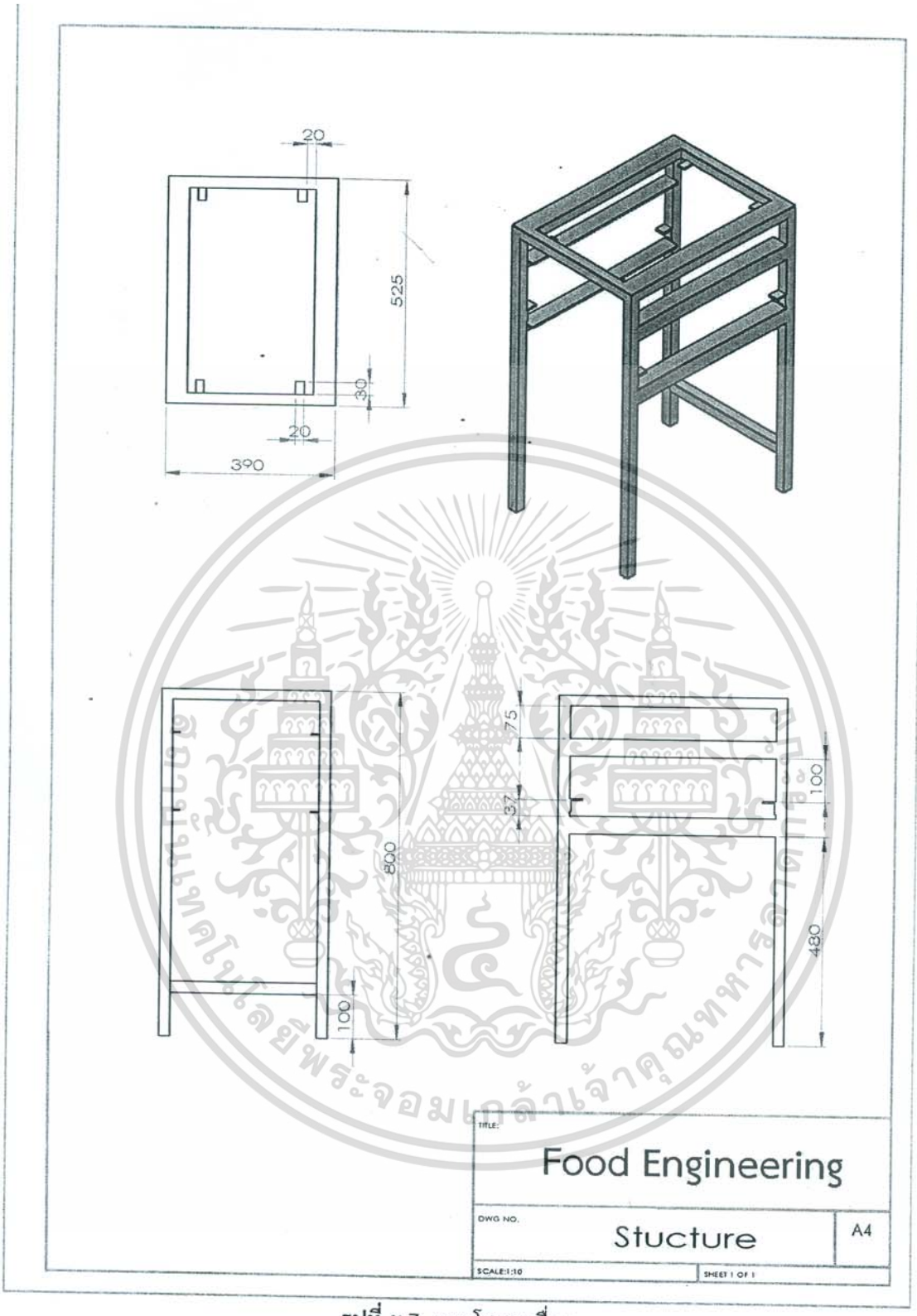
รูปที่ ผ.5 แบบใบมีดสำหรับปอกเปลือกด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผ.6 แบบใบมีดสำหรับปอกเปลือกด้านหน้าและด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผ.7 แบบโครงเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผ.8 แบบชุดแบริ่งเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล รศ. สาทิป รัตนภาสกร

เพศ ☑ชาย ☐หญิง วันเดือนปีเกิด 08 ตุลาคม 2498 อายุ 60 ปี

สถานภาพ ☐ โสด ☑ สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วศ.บ.	วิศวกรรมเกษตร	ม.เกษตรศาสตร์	2521
MS.	Agri.Eng.(in Crop Processing)	UPLB, Philippines	2531

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ - Crop processing
- Food machinery

ประสบการณ์

รางวัลประกวดสิ่งประดิษฐ์

- ปี พ.ศ.2539 ได้รับรางวัลที่ 3 การประกวดสิ่งประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง เครื่องมือแปรรูปพริกไทยขาว จัดโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ปี พ.ศ.2544 ได้รับรางวัลชมเชย การประกวดสิ่งประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องเครื่องปอกทุเรียนกึ่งอัตโนมัติ จัดโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
-- ปี พ.ศ.2557 ได้รับรางวัลที่2 การประกวดสิ่งประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง เครื่องผ่ามะพร้าวกึ่งอัตโนมัติ จัดโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

งานวิจัยภายนอกสถาบัน

- ปี พ.ศ.2546 ได้รับทุนวิจัย เรื่องการออกแบบและพัฒนาเครื่องผ่ามะพร้าวอ่อนกึ่งอัตโนมัติ จากสำนักส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ปี พ.ศ.2548 ได้รับทุนวิจัย เรื่องการออกแบบและพัฒนาเครื่องขัดสีพริกไทยดำแบบขัดสีบนแกนโลหะ จากสำนักส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ปี พ.ศ.2550 ได้รับทุนวิจัย เรื่องการออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกเนื้อสำรองออกจากเมล็ด จากสำนักส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ปี พ.ศ.2554 ได้รับทุนวิจัย เรื่องเครื่องกะเทาะเปลือกมะรุม จากสำนักส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล ดร.เอกพงษ์ ชีวิตโสภณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
D. Eng.	Food Engineering and Bioprocess Technology	AIT	2555
วศ. ม.	วิศวกรรมการอาหาร	สจล.	2548
วศ. บ.	วิศวกรรมอาหาร	สจล.	2541

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

- การออกแบบเครื่องจักรกลในกระบวนการผลิตอาหาร
- เทคโนโลยีการอบแห้ง
- สมบัติของวัสดุอาหาร

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

ปีพ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้
2552	The winner of AIT environmental photo category	AIT
2552	The third place winner of AIT research and academic photo category	AIT
2552	Grand prize in the Golden Jubilee Photo Competition	AIT
2553	The winner in category of "technical expertise"in the second AIT v.research competition	AIT

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปีพ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2547	ทุนอุดหนุนและส่งเสริมวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท-เอก	บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2548	ทุนอุดหนุนการศึกษาโครงการพัฒนาอาจารย์สาขาขาดแคลนเพื่อศึกษาในประเทศ	สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2549	AIT Fellowship	Asian Institute of Technology, Thailand

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Cheevitsopon, E. and Noomhorm, A. 2011. Kinetics of hydration and dimensional changes of brown rice.Journal of Food Processing and Preservation, 35(6), 840—849.

2. Cheevitsopon, E. and Noomhorm, A. 2011. Effects of parboiling and fluidized bed drying on the physicochemical properties of germinated brown rice.International Journal of Food Science and Technology, 46(12), 2498—2504.

3. Cheevitsopon, E. and Noomhorm, A. 2014. Effects of superheated steam fluidized bed drying on the quality of parboiled germinated brown rice. Journal of Food Processing and Preservation, xx(x), xxx—xxx. (In press)

4. เอกพงษ์ ชีวิตโสภณ และเกียรติศักดิ์ รุ่นพระแสง. 2556. อิทธิพลของอุณหภูมิอบแห้งต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูปด้วยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 44(2), 465—468.

การเสนอผลงานวิชาการ

1. **เอกพงษ์ ชีวิตโสภณ** และอมรเดช พุทธิพิพัฒน์ขจร. 2548. การประมาณค่าน้ำหนักผลมังคุดบนระบบชั่งน้ำหนักแบบ ไดนามิกส์โดยใช้ Fuzzy C-Means. ใน การประชุมวิชาการและเสนอผลงานนักเรียนไทยในฝรั่งเศสและภาคพื้นยุโรป ครั้งที่ 3. สำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประจำกรุงบรัสเซลส์กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับสมาคมนักเรียนไทยในประเทศฝรั่งเศสในพระบรมราชูปถัมภ์, ฝรั่งเศส.

2. **เอกพงษ์ ชีวิตโสภณ** และอมรเดช พุทธิพิพัฒน์ขจร. 2549. การประมาณค่าน้ำหนักผลมังคุดบนระบบชั่งน้ำหนักแบบ ไดนามิกส์โดยใช้ Fuzzy C-Means, น. 81. ใน รายงานการประชุมวิชาการและเสนอผลงานสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

3. **เอกพงษ์ ชีวิตโสภณ** และเกียรติศักดิ์ รุ่นพระแสง. 2556. อิทธิพลของอุณหภูมิอบแห้งต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูปด้วยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบด, น. 30. ใน รายงานการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 7. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.

4. **Cheevitsopon, E.** and Noomhorm, A. 2009. Study of hydration kinetics and dimensional changes of brown rice during soaking by image analysis, pp. 25.In 4th International Conference on Innovations in Food Processing Technology and Engineering, Asian Institute of Technology, Thailand.

5. **Cheevitsopon, E.** and Noomhorm, A. 2010. Changes in physicochemical property of germinated brown rice and parboiled germinated brown rice dried in a fluidized bed dryer, pp. 24-25. In 5th International Conference on Innovations in Food and Bioprocess Technology, Asian Institute of Technology, Thailand.

6. **Cheevitsopon, E.**, Noomhorm, A. and Roonprasang, K. 2012. Mathematical modeling of superheated-steam fluidized-bed drying of parboiled germinated brown rice, pp. 102. In International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology 2012, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. **Cheevitsopon, E.,** Noomhorm, A. and **Roonprasang,** K. 2013. Effects of processing parameters on the γ-aminobutyric acid content in germinated brown rice, pp. 54. In 5th AUN/SEED-Net Regional Conference on Biotechnology, InstitutTeknologi Bandung, Indonesia.

8. Roonprasang, K., **Cheevitsopon, E.,** and Supakiat, T. 2013. Determination of design parameters for continuous skewered food product grilling using heat source from wood charcoal, pp. 73. In 5th AUN/SEED-Net Regional Conference on Biotechnology, Institut Teknologi Bandung, Indonesia.

9. **Cheevitsopon, E.,** Roonprasang, K., Egkamol, D., Eamsa-ard, P. Roonprasang, N., and Wiboonrungson, N. 2013. The approach for the building energy design, pp. 39. In Architecture and Environment International Conference 2013, Office of the Higher Education Commission, Ministry of Education and King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand.

10. Roonprasang, K., Egkamol, D., Eamsa-ard, P., **Cheevitsopon, E.,** Roonprasang, N., and Athichoktanaparn, P. 2013. The feasibility of using ORC system in energy conservation in building, pp. 38. In Architecture and Environment International Conference 2013, Office of the Higher Education Commission, Ministry of Education and King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand.

11. Roonprasang, K., Egkamol, D., Eamsa-ard, P., **Cheevitsopon, E.,** Roonprasang, N., and Thongthub, S. 2013. Development of design tools for building energy conservation, pp. 40. In Architecture and Environment International Conference 2013, Office of the Higher Education Commission, Ministry of Education and King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand.

12. **เอกพงษ์ ชีวิตโสภณ** และเทพกร ยอดทอง. 2557. อิทธิพลของอุณหภูมิของการอบแห้งแบบถาดต่อคุณภาพข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูป, น. 82. ใน รายงานการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15. โรงแรมกรุงศรีริเวอร์, อยุธยา.

13. **เอกพงษ์ ชีวิตโสภณ,** เกียรติศักดิ์ รุ่นพระแสง **และภูริวัจน์** อธิโชคธนพันธ์. 2557. อิทธิพลของระยะห่างและเวลาของการย่างต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมู, น. 96. ใน รายงานการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15. โรงแรมกรุงศรีริเวอร์, อยุธยา.

14. Yanwaree, S., Salam, P.A., and **Cheevitsopon, E.** 2015. Assessment of energy potential of agricultural wastes in Nakhon Si Thammarat province, pp. 133-141. In The 16th TSAE National Conference and the 8th TSAE International Conference. Bangkok, Thailand.

ผลงานสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์/งานสร้างสรรค์ (ศิลปะ หรือ อื่นๆ)

1. เครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนกึ่งอัตโนมัติ ลักษณะงานที่รับผิดชอบเป็นการออกแบบ และควบคุมการสร้าง ที่ภาควิชาวิศวกรรมการอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปี 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบชั่งน้ำหนักผลมังคุดแบบต่อเนื่องลักษณะงานที่รับผิดชอบเป็นการออกแบบ และควบคุมการสร้าง ที่ภาควิชาวิศวกรรมการอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี 2548

3. เครื่องอบแห้งข้าวกล้องงอกแบบฟลูอิไดซ์เบดด้วยไอน้ำยวดยิ่ง ลักษณะงานที่รับผิดชอบเป็นการออกแบบ และควบคุมการสร้าง ที่สาขาวิชาวิศวกรรมอาหารและเทคโลยีชีวภาพ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ปี 2555

4. เครื่องอบแห้งข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูปแบบฟลูอิไดซ์เบดด้วยลมร้อน ลักษณะงานที่รับผิดชอบเป็นการออกแบบ และควบคุมการสร้าง ที่สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปี 2556

5. อนุสิทธิบัตรกับกรมทรัพย์สินทางปัญญา เลขที่คำขอ: 1403000090 กรรมวิธีผลิตข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูปและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกรรมวิธีดังกล่าว เลขที่อนุสิทธิบัตร 9020

6. สิทธิบัตรกับกรมทรัพย์สินทางปัญญา เลขที่คำขอ: 1401003748 เครื่องย่างผลิตภัณฑ์อาหารเสียบไม้ต่อเนื่องแบบหมุนวน (อยู่ในระหว่างการประกาศโฆษณาของกรมทรัพย์สินทางปัญญา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้