

การพัฒนาเครื่องปอกเปลือกสับประคแบบต่อเนื่อง

Development of the Continuous Pineapple Peeling Machine



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

การพัฒนาเครื่องปอกเปลือกสับปรดแบบต่อเนื่อง

Development of the Continuous Pineapple Peeling Machine



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF THE CONTINUOUS PINEAPPLE PEELING MACHINE



THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN FOOD ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2561

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาเครื่องปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่อง

Development of the Continuous Pineapple Peeling Machine

ผู้จัดทำ

1. นายคมกริช แซ่เตี้ย รหัสประจำตัว 58010144
2. นายศกร ลีลาเกษมสันต์ รหัสประจำตัว 58011185
3. นางสาวไอลดา เวียงวะลัย รหัสประจำตัว 58011475

(ผศ. ดร.เอกพงษ์ ชีวีตโสภณ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการ	การพัฒนาเครื่องปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่อง	
นักศึกษา	นายคมกริช	แซ่เตี้ย
	นายศกร	ลีลาเกษมสันต์
	นางสาวไอลดา	เวียงวะลัย
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ดร.เอกพงษ์ ชีวีตโสภณ	
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
ภาควิชา	วิศวกรรมอาหาร	
ปีการศึกษา	2561	

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่องโดยใช้ระบบนิวเมติก เครื่องปอกเปลือกสับประรดประกอบด้วย 1) ชุดป้อนสับประรด 2) ชุดตัดสับประรดด้านจุกและด้านขั้ว 3) ชุดจับ และ 4) ชุดปอกเปลือก กระบวนปอกเปลือกสับประรดเริ่มต้นจากการวางสับประรดแนวอนบนชุดป้อน กระบอกสูบลมลำดับที่หนึ่งดันสับประรดขึ้นแนวตั้งผ่านใบมีดคู่เพื่อตัดสับประรดด้านจุกและด้านขั้วออก หลังจากนั้นกระบอกสูบลมลำดับที่สองและชุดจับทำการลำเลียงสับประรดเข้าสู่ชุดปอกเปลือก กระบอกสูบลมลำดับที่สามดันอุปกรณ์ปอกเปลือกทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 6 เซนติเมตร ผ่านสับประรด หลังจากนั้นสับประรดที่ผ่านการปอกเปลือก ซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกระบอกเคลื่อนที่เข้าสู่ภาชนะรองรับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติกที่เหมาะสมสำหรับการตัดจุกและขั้วและการปอกเปลือกสับประรดเป็น 20 เซนติเมตรต่อวินาที หลังการปอกเปลือกสับประรดพบวาระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางแกนกับจุดศูนย์กลางเส้นรอบวงมีค่าน้อยกว่า 3 มิลลิเมตร สมรรถนะของเครื่องปอกเปลือกมีอัตราการปอกเปลือกสับประรดอย่างต่อเนื่องเฉลี่ย 514 ผลต่อชั่วโมง ซึ่งเห็นได้ว่าเครื่องต้นแบบประสบความสำเร็จในการนำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่อง

Project Title Development of the Continuous Pineapple Peeling Machine

Students Mr.Komgris Seatea
Mr.Sakorn Leelakasemson
Ms.Ailada Wiangwalai

Project Advisor Asst.Prof.Dr.Ekkapong Cheevitsopon

Degree Bachelor of Engineering

Program Food Engineering

Academic Year 2018

Abstract

The goal of this research was to development of the continuous pineapple peeling machine using the pneumatic system. The peeling machine consisted of 1) feeding unit, 2) cutting unit, 3) gripper unit, and 4) peeling unit. The peeling process began by placing a horizontal pineapple on the feeding units. The first air cylinder upward pressed a pineapple through double knives for cutting the crown and the stem off with cutting unit. Then, the second air cylinder with gripper unit took a pineapple to the peeling unit. The third air cylinder pressed a round cutter with a diameter of 6 centimeters through a pineapple. And then, a cylindrical pineapple was unloaded into a container. The results indicated that the optimal speed of air cylinders for cutting and peeling is 20 centimeters per second. After peeling pineapple, the eccentric distances between center point of core and center point of circumference were less than 3 millimeters. The capacity of a continuous pineapple peeling machine is approximately 540 fruits per hour. It could be seen that the prototype machine could be successfully applied to continuous pineapple peeling process.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ. ดร.เอกพงษ์ ชีวีตโสภณ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด

ขอขอบคุณ คุณอำนาจ คุณตะคุ คุณวรารัตน์ มาไพศาลทรัพย์ คุณบุญนำ ผลโพธิ์ เจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมอาหาร และเพื่อน ๆ ชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยให้ความช่วยเหลือจนปริญญาโทนี้สำเร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ บิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่ให้การอุปการะในด้านการศึกษาและให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีเสมอมา



คณะผู้วิจัย

คมกริช

แซ่เตี้ย

ศกร

ลีลาเกษมสันต์

ไอลดา

เวียงวะลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	3
2.1 สืบประวัติ	3
2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	3
2.1.2 สืบประวัติพืชเศรษฐกิจไทย	5
2.1.3 พันธุ์ลักษณะประจำพันธุ์ของสับปะรด	5
2.1.4 มาตรฐานสับปะรด	9
2.1.5 ราคาสับปะรดในประเทศไทย	11
2.1.6 การแปรรูปสับปะรด	12
2.2 ระบบนิเวศ	13
2.2.1 ระบบนิเวศ	13
2.2.2 อุปกรณ์ในระบบนิเวศที่สำคัญ	14
2.2.3 การเลือกขนาดของกระบอกสูบน้ำเมติก	15
2.3 เครื่องจักรที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3 การออกแบบและทดสอบประสิทธิภาพ	21
3.1 การทดลองเบื้องต้น	21
3.1.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของสับปะรด	21

	หน้า
3.1.2 การศึกษาแรงเฉือนเพื่อใช้ตัดจุกและขั้วของสับประรด	24
3.1.3 การศึกษาแรงเฉือนเพื่อใช้ปอกเปลือกสับประรด	25
3.1.4 การคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชั้นต่ำของกระบอก ลมนิวเมติก	27
3.2 การออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่อง	27
3.3 การออกแบบวงจรมอเตอร์	30
3.4 หลักการทำงานของเครื่องปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่อง	31
3.5 การทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องปอกเปลือกสับประรด แบบต่อเนื่อง	34
3.5.1 การทดสอบประสิทธิภาพของการตัดจุกและขั้วของสับประรด	34
3.5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของการปอกเปลือกสับประรด	34
3.5.3 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่อง	34
3.6 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	35
3.6.1 การหาระยะเวลาคืนทุนเมื่อใช้เครื่องปอกเปลือกสับประรด แบบต่อเนื่อง	35
3.6.2 วิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เมื่อใช้เครื่องปอกเปลือกสับประรด แบบต่อเนื่องแทนการใช้แรงงานคน	35
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	36
4.1 ผลการทดลองเบื้องต้น	36
4.1.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของสับประรด	36
4.1.2 ผลการศึกษาแรงเฉือน	40
4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องปอกเปลือก สับประรดแบบต่อเนื่อง	42
4.2.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการตัดจุกและขั้วของสับประรด	42
4.2.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการปอกเปลือกสับประรด	44
4.2.3 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องปอกเปลือกสับประรด แบบต่อเนื่อง	47
4.3 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	48
4.3.1 ต้นทุนของเครื่องปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่อง	49

4.3.2	เงื่อนไขในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	50
4.3.3	การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปอกเปลือกสับปะรด แบบต่อเนื่อง	50
บทที่ 5	สรุปผลการทดลอง	52
5.1	การทดลองเบื้องต้น	52
5.2	การทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถของเครื่องปอกเปลือกสับปะรด แบบต่อเนื่อง	52
5.3	การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	52
บรรณานุกรม		53
ภาคผนวก ก	ค่าการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์	55
ภาคผนวก ข	ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของสับปะรด	57
ภาคผนวก ค	แบบร่างเครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง	67



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ผลผลิตสับปะรดของไทยปี 2557-2559	5
2.2	ข้อกำหนดเรื่องขนาดของผลสับปะรด	10
2.3	ราคาสับปะรดเฉลี่ยในตลาดปัจจุบัน	11
4.1	ผลการทดลองการศึกษาลักษณะทางกายภาพภายนอกของสับปะรด	37
4.2	ผลการทดลองการศึกษาลักษณะทางกายภาพภายในของสับปะรด	39
4.3	ผลการทดลองการศึกษาแรงเหวี่ยง	41
4.4	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการตัดจุกและขั้วของสับปะรด	42
4.5	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการปกเปลือกสับปะรด	45
4.6	ผลการทดลองวัดระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนกับจุดศูนย์กลางของเส้นรอบวงของสับปะรด	46
4.7	ร้อยละของจำนวนสับปะรดที่มีระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนกับจุดศูนย์กลางของเส้นรอบวงของสับปะรด	47
4.8	ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องปกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง	48
4.9	ต้นทุนและราคาของอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องปกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง	49
ก1	อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7	56
ข1	ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพภายนอกของสับปะรด	58

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของสับปะรด	4
2.2	สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย	6
2.3	สับปะรดพันธุ์อินทรีชิต	7
2.4	สับปะรดพันธุ์ขาว	7
2.5	สับปะรดพันธุ์ภูเก็ต	8
2.6	สับปะรดพันธุ์นางแล	9
2.7	การบรรจุไอศกรีม	13
2.8	การบรรจุน้ำ	14
2.9	เครื่องปอกและหั่นแวนสับปะรด	17
2.10	เครื่องปอกเปลือกสับปะรดและเอาแกนออก	18
2.11	เครื่องแปรรูปวัตถุดิบสับปะรด	18
2.12	เครื่องปอกและหั่นสับปะรด	19
2.13	เครื่องปอกสับปะรดกึ่งอัตโนมัติ	20
3.1	ชุดกล้องสำหรับถ่ายภาพสับปะรด	22
3.2	วิธีการวัดขนาดด้วยโปรแกรมรูปภาพ	22
3.3	วิธีการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนสับปะรด และระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนสับปะรดกับจุดศูนย์กลางของเส้นรอบวงของสับปะรด	23
3.4	อุปกรณ์ตัดจุกและขั้วสับปะรด	24
3.5	วิธีการทดลองหาแรงเฉือนในการตัดจุกและขั้วสับปะรด	25
3.6	อุปกรณ์ปอกเปลือกสับปะรด	26
3.7	วิธีการทดลองหาแรงเฉือนในการปอกเปลือกสับปะรด	26
3.8	เครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง	27
3.9	ชุดลำเลียงสับปะรด และชุดตัดจุกและขั้วสับปะรด	28
3.10	ชุดจับสับปะรด	29
3.11	ชุดปอกเปลือกสับปะรด	29
3.12	ระบบวงจรนิวเมติกสำหรับเครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง	31
3.13	ชุดลำเลียงสับปะรด	32

รูปที่	หน้า
3.14 ชุดตัดจุกและขั้วของสับประรด	32
3.15 ชุดจับสับประรด	33
3.16 ชุดปอกเปลือกสับประรด	33
3.17 หลักการทำงานของเครื่องปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่อง	34
4.1 การกระจายตัวของค่าความยาว	37
4.2 การกระจายตัวของค่าความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางแกน x	38
4.3 การกระจายตัวของค่าความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางแกน y	38
4.4 การกระจายตัวของค่าความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของแกน	39
4.5 การกระจายตัวของระยะเยื้องศูนย์กลางของแกนกับเส้นรอบวง	40
4.6 สับประรดที่ผ่านการตัดจุกและขั้วด้วยความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติก 5 เซนติเมตรต่อวินาที	43
4.7 สับประรดที่ผ่านการตัดจุกและขั้วด้วยความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติก 10 เซนติเมตรต่อวินาที	43
4.8 สับประรดที่ผ่านการตัดจุกและขั้วด้วยความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติก 20 เซนติเมตรต่อวินาที	44
4.9 สับประรดที่ผ่านการปอกเปลือกด้วยความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติก 5 เซนติเมตรต่อวินาที	45
4.10 สับประรดที่ผ่านการปอกเปลือกด้วยความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติก 10 เซนติเมตรต่อวินาที	46
4.11 สับประรดที่ผ่านการปอกเปลือกด้วยความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติก 20 เซนติเมตรต่อวินาที	46
4.12 การปอกเปลือกสับประรดด้วยแรงงานคน	47
4.13 แผนภาพการไหลของกระแสเงินสดของการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	51
ค1 ภาพมุมมองไอโซเมตริกเครื่องปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่อง	68
ค2 ภาพมุมมองด้านหน้าเครื่องปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่อง	69
ค3 ภาพมุมมองด้านข้างเครื่องปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่อง	70

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและที่มาของปัญหา

สับปะรดเป็นผลไม้เศรษฐกิจของไทย สร้างรายได้ให้กับประเทศประมาณปีละ 25,000 ล้านบาท อุตสาหกรรมสับปะรดในประเทศมีความสำคัญกับเศรษฐกิจอย่างมาก ตั้งแต่ระดับไร่นาจนถึงระดับอุตสาหกรรมและการส่งออก ในระดับอุตสาหกรรมคือการสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัตถุดิบในประเทศตลอดจนก่อให้เกิดการสร้างแรงงานจำนวนมาก ส่วนในระดับไร่นานั้นมีส่วนสำคัญในการสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร ส่งผลทำให้เกิดการขยายตัวของเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดมากขึ้น (พิชญดิษฐ์, 2561) ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ผลิตสับปะรดมากที่สุด 1 ใน 5 ประเทศผู้ผลิตหลักของโลก ซึ่งเน้นการแปรรูปเพื่อการส่งออก

โดยในปัจจุบันฝ่ายครัวของบริษัท การบินไทย จำกัด เป็นหนึ่งในบริษัทที่มีการแปรรูปสับปะรด โดยมีขั้นตอนที่สำคัญในการแปรรูปคือ การตัดหัวและจุกสับปะรด และการปกปิดเปลือกสับปะรดด้วยการใช้แรงงานคน จากสาเหตุนี้ส่งผลให้เกิดความเหนื่อยล้าในกระบวนการทำงานและส่งผลให้การผลิตขาดความต่อเนื่อง และผลผลิตที่ได้มีระยะเยื่อระหว่างจุดศูนย์กลางแกนกับจุดศูนย์กลางเส้นรอบวง จากปัญหาเหล่านี้จึงได้ทำการออกแบบเครื่องปกปิดเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง โดย Shinde (2017) ได้สร้างเครื่องปกปิดเปลือกสับปะรด ที่ทำงานโดยใช้ PIC ในการควบคุมกระบอบอกสูบนิวเมติก เริ่มแรกเป็นการตัดจุกและหัวสับปะรดโดยกระบอบอกลมตัวแรกดันสับปะรดเข้าหาใบมีด จากนั้นกระบอบอกลมตัวที่ 2 ทำการดันสับปะรดเข้าหาใบมีดวงกลมเพื่อทำการปกปิดเปลือกออกและกระบอบอกลมตัวที่ 3 ดันเข้าหาเนื้อสับปะรดเพื่อเอาแกนออก สับปะรดที่ได้มีลักษณะเป็นทรงกระบอบอกไม่มีแกน กุสุมาลย์ และเกียรติศักดิ์ (2538) ได้สร้างเครื่องปกปิดสับปะรดกึ่งอัตโนมัติ โดยหลักการของเครื่องถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน เริ่มแรก กระบอบอกสูบนิวเมติกเป็นตัวดันผลสับปะรดชนกับใบมีดเพื่อตัดจุกและหัวในแนวตั้ง และเข้าสู่กระบวนการปกปิดเปลือกโดยกระบอบอกสูบนิวเมติกทำการดันสับปะรดชนกับใบมีดทรงกระบอบอก หลังจากนั้นมีการสปริงดันเนื้อสับปะรดออกจากใบมีดทรงกระบอบอก

จากงานวิจัยทั้งหมดนี้ชี้ให้เห็นถึงกระบวนการทำงานที่สำคัญของเครื่องปกปิดเปลือกสับปะรด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องปกปิดเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง ที่ทำงานด้วยระบบนิวเมติกให้มีประสิทธิภาพที่มากขึ้น เพื่อลดการใช้แรงงานคน และเพิ่มคุณภาพผลผลิต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกเปลือกสับประรด
- 1.2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่อง

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 สำหรับปอกเปลือกสับประรดพันธุ์ภูเก็ต
- 1.3.2 ทำงานด้วยระบบนิวเมติก
- 1.3.3 เครื่องปอกเปลือกสับประรดทำงานแบบต่อเนื่อง

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 เครื่องปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่อง
- 1.4.2 ลดการใช้แรงงานในกระบวนการปอกเปลือกสับประรด
- 1.4.3 สับประรดที่ผ่านการปอกเปลือกด้วยเครื่องมีคุณภาพ โดยลดระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางแกนกับจุดศูนย์กลางเส้นรอบวง



บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 สับปะรด

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (ชัยสิทธิ์, ม.ป.ป.)

สับปะรดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่สามารถปลูกได้ที่สภาพภูมิอากาศร้อน มีฝนตกสม่ำเสมอ มีความชื้นในอากาศสูง และในดินทุกชนิดที่ระบายน้ำได้ดี ส่วนประกอบของต้นสับปะรดมีดังนี้

1) ราก รากของสับปะรดเป็นระบบรากฝอย จุดกำเนิดรากอยู่ทั่วไปตามมุมใบของลำต้น ทั้งใต้ผิวดินและเหนือผิวดิน

2) ลำต้น เป็นส่วนที่สะสมอาหารของสับปะรด มีลักษณะคล้ายทรงกระบอก ประกอบด้วยข้อและปล้องสั้น ๆ

3) ใบ มีลักษณะรูปร่างแคบ เรียวยาวและมีร่องโค้ง ใบเรียงตัวเบียดกันแน่นเวียนรอบลำต้น ใบที่อยู่ระดับต่างกัน มีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์และความสมบูรณ์ของต้น

4) ดอก อยู่รวมตัวกันแน่นบนแกนกลางของช่อดอก ดอกแต่ละดอกเจริญเป็นผลย่อย ซึ่งผลย่อยนี้เรียกว่า ตา เมื่อเกิดเบียดกันแน่น ก็รวมเป็นผลใหญ่ ดอกย่อยแต่ละดอกของสับปะรดเป็นดอกสมบูรณ์เพศ คือมีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอก ดอกของสับปะรดเริ่มบานในตอนเช้าและเหี่ยวในตอนเย็น

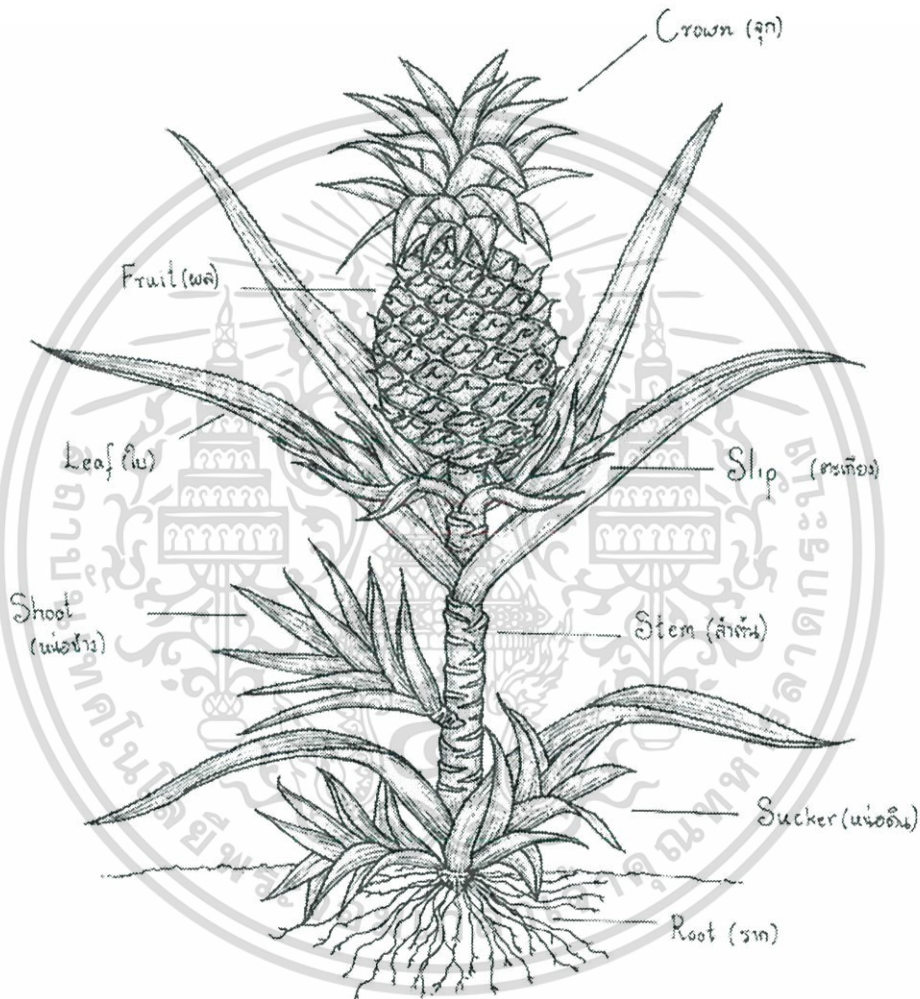
5) ก้านผล เป็นส่วนที่เจริญมาจากปลายลำต้น ทำหน้าที่เป็นที่รองรับผลสับปะรดและเป็นทางลำเลียงน้ำและอาหารจากลำต้นไปสู่ผลและจุก สีของก้านผลปกติมีสีเขียว เมื่อถึงระยะที่ผลแก่ก้านนี้เริ่มเหี่ยวเป็นแนวยาว

6) ผล เป็นผลรวมที่เกิดจากผลย่อยเข้ากับแกนกลางของช่อดอก รูปร่างของสับปะรดมีลักษณะแตกต่างกันไปตามขนาดของผล ถ้าผลมีขนาดใหญ่ ลักษณะผลเป็นรูปทรงกรวย คือส่วนโคนมีความกว้างมากกว่าส่วนปลายของผล ผลมีขนาดปานกลาง ลักษณะผลเป็นรูปทรงกระบอก คือทั้งผลทุกส่วนมีความกว้างใกล้เคียงกัน และผลมีขนาดเล็ก ลักษณะผลเป็นรูปทรงกลม คือส่วนตรงกลางผลมีความกว้างมากกว่าส่วนอื่นของผล โดยทั่วไปสับปะรด 1 ผลมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 2.2 กิโลกรัม ความยาวประมาณ 20.5 เซนติเมตรและกว้างประมาณ 14.5 เซนติเมตร

7) จุก ปกติสับปะรดมีจุกเดียวอยู่บริเวณส่วนบนของผลและเจริญเติบโตพร้อมกับผล เมื่อแยกจุกออกจากผลและนำไปปลูก สามารถเจริญไปเป็นสับปะรดต้นใหม่ บางพันธุ์มีหน่อจากโคนจุก เรียกว่า จุกตะเกียงหรือจุกย่อย

8) ตะเกียง เป็นหน่อที่เกิดจากตาบนก้านผล มีลักษณะเป็นต้นเล็ก ๆ คล้ายหน่อ หากนำตะเกียงไปขยายพันธุ์ ใช้เวลาในการขยายพันธุ์นานเช่นเดียวกับการใช้จุก

9) หน่อ หน่อสับปะรดมีหลากหลายชนิดด้วยกัน การเรียกหน่อแต่ละชนิด เรียกตามการเกิดของหน่อ เช่น หน่ออ้อมลูก เป็นหน่อที่เกิดจากตา หน่อข้าง เป็นหน่อที่เกิดจากตาบนลำต้นส่วนเหนือผิวดิน เป็นส่วนที่นิยมนำมาขยายพันธุ์กันมาก เนื่องจากขยายพันธุ์ได้ดี และหน่อดิน เป็นหน่อที่เกิดจากตาบนลำต้นใต้ผิวดิน



รูปที่ 2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของสับปะรด

ที่มา: (มสารกา, 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 สับปะรดพืชเศรษฐกิจของไทย (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2558)

สับปะรดเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทย เนื่องจากเป็นสินค้าทางการเกษตรที่ส่งออกของไทย สร้างรายได้เข้าประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาท

ปัจจุบันประเทศที่ผลิตสับปะรด 5 อันดับของโลกคือ ไทย, คอสตาริกา, บราซิล, ฟิลิปปินส์ และ อินโดนีเซีย โดยมีผลผลิตรวมกันประมาณครึ่งหนึ่งของผลผลิตทั่วโลก ใน 5 ประเทศดังกล่าวมีเพียง ไทย ฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย เท่านั้นที่เน้นการปลูกสับปะรดเพื่อแปรรูปเป็นสับปะรดกระป๋อง ส่วน คอสตาริกาและบราซิลเน้นการผลิตเพื่อบริโภคสด โดยบราซิลผลิตเพื่อบริโภคในประเทศ และคอสตาริกา ผลิตเพื่อส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศโดยเฉพาะสหรัฐอเมริกาและสหภาพยุโรป

ในปี 2558 ประเทศไทยมีผลผลิตสับปะรดโรงงาน 1.785 ล้านตัน ลดลงร้อยละ 6.9 จากปี 2557 ผลผลิตสับปะรดลดลงสาเหตุมาจากการลดลงของเนื้อที่เก็บเกี่ยวและการลดลงของผลผลิตต่อไร่ การขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมส่งผลให้พื้นที่เพาะปลูกสำคัญในภาคตะวันออกมีแนวโน้มลดลง และปัญหาภัยแล้ง ทำให้ต้นสับปะรดขาดน้ำ ผลผลิตที่ได้จึงไม่สมบูรณ์ ขนาดผลและน้ำหนักที่ลดลงดังกล่าว ส่งผลทำให้ผลผลิตสับปะรดในปี 2558 ลดลงมาอยู่ที่ 3,966 กิโลกรัมต่อไร่ จาก 4,237 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2557 สำหรับสับปะรดที่นิยมปลูกกันมาก ได้แก่ พันธุ์ปัตตาเวีย นิยมปลูกในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ระยอง ชลบุรี และตราด

ตารางที่ 2.1 ผลผลิตสับปะรดของไทยปี 2557-2559

ปัจจัย	ปี 2557	ปี 2558
เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ล้านไร่)	0.452	0.450
ผลผลิต (ล้านตัน)	1.917	1.785
ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)	4,237	3,966
ราคาจำหน่าย (บาทต่อกิโลกรัม)	7.2	10.3

ที่มา: (วารสารพยากรณ์ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558)

2.1.3 พันธุ์และลักษณะประจำพันธุ์ของสับปะรด (ชัยสิทธิ์, ม.ป.ป.)

ปัจจุบันในประเทศไทยนิยมปลูกสับปะรดหลากหลายพันธุ์แตกต่างกันไปตามแต่ละท้องถิ่น และแต่ละพันธุ์ก็มีชื่อเรียกที่แตกต่างกันออกไปด้วย พันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อการค้าในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกได้ 5 พันธุ์ ดังนี้

1) พันธุ์ปัตตาเวีย (Smooth Cayenne) สับปะรดพันธุ์นี้ปลูกกันมากในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี เพชรบุรี ลำปาง และระยอง จึงมีชื่อเรียกที่หลากหลายไปตามท้องถิ่น เช่น สับปะรดศรีราชา

สับปะรดสามร้อยยอด และสับปะรดปราณบุรี สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียเป็นที่นิยมของโรงงานอุตสาหกรรม สับปะรดกระป๋อง เพราะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมหลายประการ นอกจากนี้ยังนิยมบริโภคสด เนื่องจากมีรส หวานฉ่ำ ตรงกับรสนิยมของคนไทยผลของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียมีขนาดปานกลางไปถึงขนาดใหญ่ น้ำหนักประมาณ 1-2.5 กิโลกรัม รูปทรงเป็นทรงกระบอก ตาตื้น ไม่เป็นร่อง ผลเมื่อดิบเปลือกมีสีเขียว ค่ำ และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้มบริเวณส่วนล่างของผลเมื่อแก่จัด เนื้อมีสีเหลืองเข้ม เนื้อแน่นละเอียด ฉ่ำน้ำ รสหวาน กลิ่นหอมและแกนผลค่อนข้างใหญ่ เป็นพันธุ์ที่ทนต่อความร้อน แห้งแล้ง และขาดน้ำได้ดีกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ



รูปที่ 2.2 สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย

ที่มา: (ราตรี, 2558)

2) พันธุ์อินทรีหรืออินทรีแดง (Singapore Spanish) สับปะรดพันธุ์นี้เป็นพันธุ์เก่าแก่ที่สุดในประเทศไทย แหล่งปลูกที่สำคัญคือจังหวัดฉะเชิงเทรา ลักษณะประจำพันธุ์ของสับปะรดพันธุ์อินทรีคือ ผลเล็ก มีน้ำหนักประมาณ 1.1 กิโลกรัม ทรงค่อนข้างกลมไปถึงทรงกระบอก มีตานูนเด่นชัด เปลือกเหนียว เมื่อผลแก่เนื้อมีสีเหลืองทอง รสชาติหวานอ่อน เหมาะสำหรับบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 สับปะรดพันธุ์อินทรีชนิด

ที่มา: (ถัจฉนันท์, 2557)

3) พันธุ์ขาว สับปะรดพันธุ์ขาวเป็นสับปะรดที่คาดว่ากลายพันธุ์มาจากพันธุ์อินทรีชนิด เกษตรกรมักปลูกสับปะรดพันธุ์อินทรีชนิดร่วมกับสับปะรดพันธุ์ขาว ปลูกมากที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ผลของสับปะรดพันธุ์ขาว เป็นผลขนาดปานกลาง มีน้ำหนักประมาณ 1-1.5 กิโลกรัม ตามีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์ปัตตาเวีย เนื้อมีสีเหลืองทอง มีรสหวานอ่อน คุณภาพเนื้อยังไม่ค่อยดี มีปริมาณเยื่อใยสูงและแกนผลเหนียว



รูปที่ 2.4 สับปะรดพันธุ์ขาว

ที่มา: (International tropical fruits network, 2017)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) พันธุ์ภูเก็ต (Malacca Queen) เป็นสับปะรดที่ปลูกกันมากในจังหวัดภูเก็ต ตราราด และ นครศรีธรรมราช เป็นพันธุ์ที่นิยมบริโภคกันมาก สับปะรดพันธุ์นี้มีชื่อเรียกหลากหลายตามพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูก เช่น พันธุ์สวี พันธุ์ตราดสีทอง และพันธุ์ชุมพร เป็นต้น ผลสับปะรดมีขนาดเล็กกว่าทุกพันธุ์ มีน้ำหนักประมาณ 1-2 กิโลกรัม มีรูปทรงเป็นทรงกระบอก มีตาลึก เปลือกหนามีสีเขียวและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้มทั้งผลเมื่อแก่ เนื้อมีสีเหลืองทั้งผล รสชาติหวาน กรอบ มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวและมีเยื่อใยน้อย สามารถทานได้ทั้งแกน แต่ไม่เหมาะแก่การส่งโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจาก ตาลึก เนื้อเป็นโพรงและอยู่ผลมีขนาดเล็ก



รูปที่ 2.5 สับปะรดพันธุ์ภูเก็ต

ที่มา: (ประชาชาติธุรกิจ, 2560)

5) พันธุ์นางแลหรือพันธุ์น้ำผึ้ง เป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศเพื่อมาปลูกและขายที่ ต.นางแล อ.แม่จัน จ.เชียงราย ผลสับปะรดเมื่อแก่เนื้อสับปะรดกลายเป็นสีเหลืองเข้ม รสชาติหวานจัด มีเยื่อใยน้อย และมีกลิ่นหอม เหมาะแก่การบริโภคสด จึงเป็นที่นิยมมากในภาคเหนือ



รูปที่ 2.6 สับปะรดพันธุ์นางแล
ที่มา: (ฉันทน์, 2557)

2.1.4 มาตรฐานสับปะรด (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2552)

2.1.4.1 นิยามของผลิตภัณฑ์ มาตรฐานนี้ใช้กับ สับปะรด (Pineapples) พันธุ์ที่ผลิตเป็นการค้าซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ananas comosus (L.) Merr.* อยู่ในวงศ์ Bromeliaceae สำหรับการบริโภคสด

2.1.4.2 ข้อกำหนดเรื่องคุณภาพ

- 1) คุณภาพขั้นต่ำ ทุกชั้นมาตรฐานต้องมีคุณภาพดังต่อไปนี้
 - 1.1) เป็นสับปะรดทั้งผล มีหรือไม่มีจุก และก้าน
 - 1.2) ผลมีความสด กรณีที่มีจุกต้องไม่มีใบหรือใบแห้ง
 - 1.3) ไม่มีรอยช้ำ ไม่มีตำหนิที่มองเห็นได้เด่นชัด และไม่เน่าเสีย
 - 1.4) สะอาด และปราศจากสิ่งแปลกปลอม
 - 1.5) ไม่มีศัตรูพืชที่มีผลกระทบต่อผลสับปะรด
 - 1.6) ไม่มีตำหนิที่เห็นได้ชัด
 - 1.7) ไม่มีความเสียหายเนื่องจากอุณหภูมิ
 - 1.8) ปลอดภัยจากความชื้นที่ผิดปกติจากภายนอก
 - 1.9) ปลอดภัยจากดิน และรสชาติแปลกปลอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ผลสับปะรดต้องแก่ได้ที่เหมาะสมกับพันธุ์ที่ปลูก เนื้อสับปะรดมีสีเหลืองทุกพันธุ์ ยกเว้นพันธุ์ที่มีเนื้อสีขาว และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ต้องไม่น้อยกว่า 12 องศาบริกซ์

3) การแบ่งชั้นคุณภาพ แบ่งเป็น 3 ชั้นคุณภาพ ดังนี้

3.1) ชั้นพิเศษ (Extra Class) มีลักษณะรูปทรง สี กลิ่น และรสตรงตามพันธุ์ ไม่มีตำหนิที่มองเห็นได้ชัดเจน และไม่มีผลต่อคุณภาพภายในสับปะรด

3.2) ชั้นหนึ่ง (Class I) มีลักษณะตรงตามพันธุ์ ผลมีตำหนิเล็กน้อยด้านรูปทรง สี และผิว เช่น รอยแผล แต่ตำหนิที่ผิวต้องไม่เกินร้อยละ 4 ของพื้นที่ผิวทั้งหมดของ และไม่มีผลต่อคุณภาพภายในสับปะรด

3.3) ชั้นสอง (Class II) เป็นผลที่มีคุณภาพต่ำ มีตำหนิได้เล็กน้อยด้านรูปทรง สี และผิว เช่น รอยข้ำ รอยแผล แต่ตำหนิที่ผิวต้องไม่เกินร้อยละ 8 ของพื้นที่ผิวทั้งหมดของผล และไม่มีผลต่อคุณภาพภายในสับปะรด

4) ข้อกำหนดเรื่องขนาด พิจารณาจากน้ำหนักเฉลี่ยของผล ต้องมีน้ำหนักเฉลี่ยต่ำสุดไม่น้อยกว่า 330 กรัม ยกเว้นสับปะรดพันธุ์ที่มีผลขนาดเล็ก เช่น พันธุ์ตราดสีทอง ภูเก็ต และสวี ซึ่งยอมให้มีน้ำหนักเฉลี่ยต่ำสุดไม่น้อยกว่า 250 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ข้อกำหนดเรื่องขนาดของผลสับปะรด

รหัสขนาด	มีจุก	ไม่มีจุก
	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม)
1	2,750	2,280
2	2,300	1,910
3	1,900	1,580
4	1,600	1,330
5	1,400	1,160
6	1,200	1,000
7	1,000	830
8	800	660
9	600	500
10	400	330

ที่มา: (ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2552)

2.1.5 ราคาสับปรดในประเทศไทย

ราคาสับปรดตลาดในปัจจุบัน เป็นข้อมูลเฉลี่ยของราคาสับปรดจากตลาดทั้งหมด 6 แห่ง คือ ตลาดไท จ.ปทุมธานี, ตลาดศรีเมือง จ.ราชบุรี, ตลาดสี่มุมเมือง จ.ปทุมธานี, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (กลุ่มสหกรณ์ฯ จ.ราชบุรี), สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (เค.เอฟ.ซี.) และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (โรงงานอาหารสยาม) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 2.3 (Kasetprice, 2019)

ตารางที่ 2.3 ราคาสับปรดเฉลี่ยในตลาดปัจจุบัน

วันที่	สับปรดตราดสี	สับปรดตราด	สับปรด	สับปรด	สับปรด
	ทองเบอร์ใหญ่	สีทองเบอร์เล็ก	ปัตตาเวียเบอร์ใหญ่	ปัตตาเวียเบอร์เล็ก	ภูแล
03/06/2562	20.00	14.00	18.00	12.00	-
02/06/2562	-	-	28.00	10.00	100.00
01/06/2562	20.00	14.00	25.33	11.00	100.00
31/05/2562	25.00	15.00	27.67	11.00	100.00
30/05/2562	25.00	15.00	27.67	10.00	100.00
29/05/2562	23.00	11.00	22.00	10.00	-
28/05/2562	25.00	13.00	27.67	10.00	100.00
27/05/2562	25.00	13.00	27.67	8.50	-
26/05/2562	-	-	28.00	5.00	-
25/05/2562	20.00	15.00	26.00	11.00	-
24/05/2562	25.00	15.00	26.00	8.50	-
23/05/2562	25.00	12.00	25.33	7.50	-
22/05/2562	25.00	15.00	26.67	8.50	-
21/05/2562	23.00	11.00	24.00	7.50	100.00
20/05/2562	23.00	12.00	23.33	10.00	100.00
19/05/2562	25.00	12.00	24.00	10.00	100.00
18/05/2562	20.00	15.00	25.00	14.00	-

ที่มา: (Kasetprice, 2019)

2.1.6 การแปรรูปสับปะรด (จารุพันธ์, ม.ป.ป.)

1) สับปะรดเชื่อม เลือกใช้สับปะรดที่แก่พอดี ปอกเปลือกออก แคะตา และตัดแกนออกให้หมด นำไปต้มในน้ำเชื่อม เมื่อเดือดแล้วจึงยกลง บรรจุใส่ในขวดแก้วหรือบีบที่สะอาด เทน้ำเชื่อมลงให้ท่วมเนื้อ สับปะรด แล้วปิดฝาให้สนิทกันอากาศเข้าและนำไปแช่ในน้ำเดือดขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ จึงยกลง ทิ้งไว้ให้เย็น เช็ดให้สะอาด ปิดฉลากและเก็บหรือจำหน่ายได้

2) น้ำสับปะรดคั้น เลือกสับปะรดที่แก่จัด ปอกเปลือก แคะตาและนำไปล้างให้สะอาด ใช้มีดสับให้ละเอียด อาจเติมน้ำลงไปด้วยเล็กน้อยแล้วจึงนำไปคั้นน้ำออก ใช้ถุงผ้ากรองเอากากออก เติม sodium benzoate, citric acid ลงไป และเติมน้ำตาลลงไปตามความต้องการ จากนั้นนำไปต้ม คนให้เข้ากันตลอดเวลา เสร็จแล้วเทใส่ภาชนะบรรจุ และปิดให้สนิทกันอากาศเข้าทันที นำไปแช่น้ำเดือด ทิ้งให้เย็น เช็ดให้แห้ง ปิดฉลากและนำไปเก็บหรือจำหน่าย

3) แยมสับปะรด ปอกเปลือกสับปะรด แคะตา และล้างให้สะอาด สับเนื้อสับปะรดให้ละเอียด ผสมน้ำตาลลงไปจนได้ความหวานที่ต้องการ จากนั้นนำไปตั้งไฟอ่อน ๆ และกวนตลอดเพื่อไม่ให้ติดกัน กระทบจนกว่าเนื้อชิ้นและเหนียวดี ยกลงบรรจุใส่ภาชนะเก็บบรรจุ รับประทานให้สนิท นำไปนึ่งให้ในน้ำเดือด เสร็จแล้วทิ้งไว้ให้เย็น นำไปปิดฉลากและนำไปเก็บหรือจัดจำหน่าย

4) มาร์มาเลดสับปะรด ปอกเปลือกสับปะรด แคะตาและล้างออกให้สะอาด หั่นเนื้อสับปะรด ออกเป็นชิ้นบาง ๆ เติมน้ำตาลและผิวส้มหั่นบางลงไป เติมน้ำมะนาวลงไปตามที่ชอบ ผสมให้เข้ากันและนำไปตั้งไฟอ่อน ๆ กวนให้เข้ากันจนเกิดเป็นวุ้น จากนั้นนำไปบรรจุลงภาชนะ ปิดให้สนิท และนำไปนึ่งในน้ำเดือด เสร็จแล้วทิ้งไว้ให้เย็น นำไปปิดฉลากและนำไปเก็บหรือจัดจำหน่าย

5) สับปะรดแช่อิ่ม ปอกเปลือกสับปะรด แคะตา เอาแกนออกและล้างให้สะอาด ตัดเป็นแท่งหรือหั่นเป็นสี่เหลี่ยมลูกเต๋า นำไปแช่ในน้ำเชื่อมร้อน ๆ เติมกรดซิตริกและโซเดียมเบนโซเอท ลงไปด้วย เพื่อป้องกันบูด นำไปแช่เย็น จากนั้นเปลี่ยนน้ำเชื่อมโดยเพิ่มความเข้มข้น อุณหภูมิร้อน นำเนื้อสับปะรดลงไป แช่ ทำเช่นนี้จนกว่าเนื้อสับปะรดอิมตัว น้ำตาลไม่ละลายอีกต่อไป ผึ่งให้สะเด็ดน้ำและผึ่งแดดให้แห้ง ทิ้งให้เย็น นำไปปิดฉลากและนำไปบรรจุลงในภาชนะบรรจุ เพื่อเก็บหรือจำหน่าย

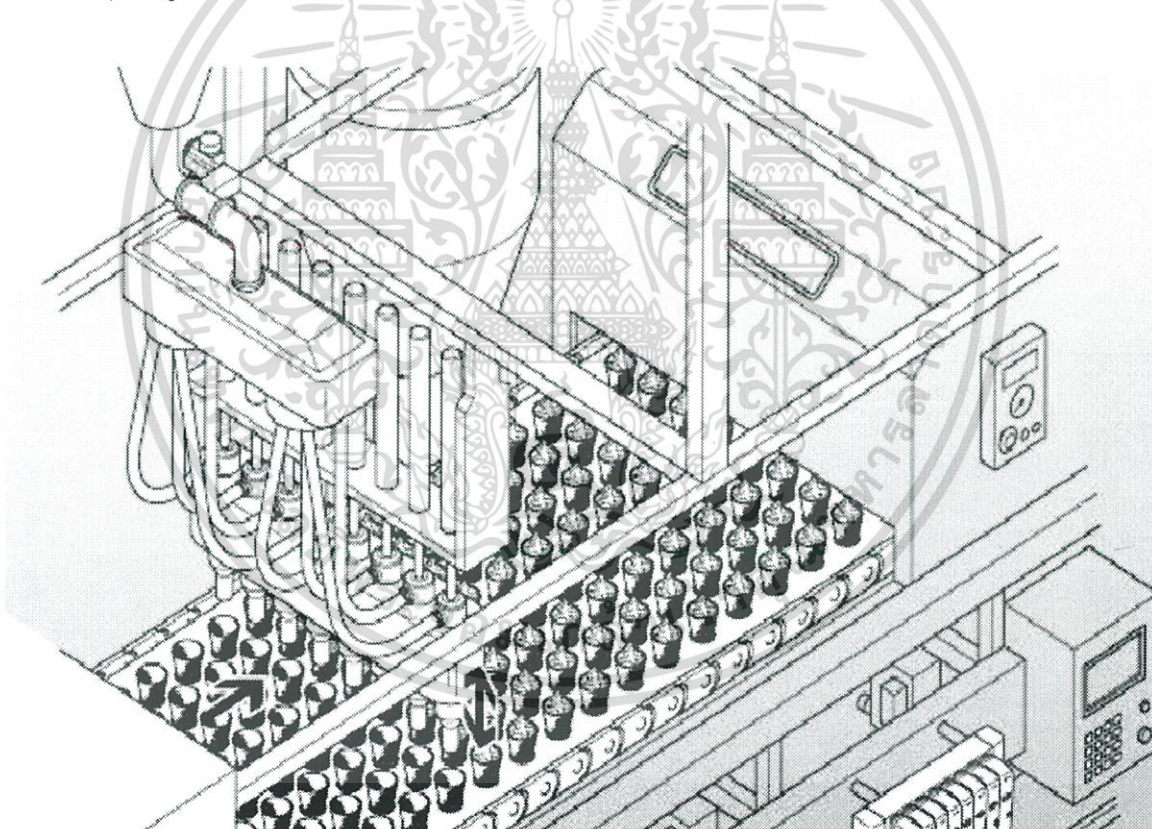
6) สับปะรดแห้ง ปอกเปลือกสับปะรด แคะตา ตัดเอาแกนออกและล้างให้สะอาด ตัดเป็นชิ้นหนา 1 นิ้ว นำไปอบไอน้ำ (Steam-blanch) ผสมน้ำตาลทราย และเติมโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ นำไปอุ่นไฟและกวนให้เข้ากันอยู่เสมอ เทส่วนผสมลง กรองเอาน้ำออกให้หมด แผ่ลงบนถาดเคลือบให้ทั่ว นำไปตากแดดจนแห้ง ผึ่งให้เย็นและบรรจุใส่ภาชนะบรรจุ ปิดให้สนิท นำไปปิดฉลาก และนำไปเก็บหรือจำหน่าย

7) สับปะรดแช่แข็ง ปัจจุบันการผลิตสับปะรดแช่แข็ง (frozen fruit) มีการผลิตไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากตลาดต่างประเทศไม่แน่นอน วิธีการผลิตส่วนใหญ่เป็นรูปสับปะรดลิ้ม สับปะรดหั่นแว่น สับปะรดชิ้นเล็กและสับปะรดชิ้นคละ ชั่งน้ำหนักแล้วใส่ภาชนะในหีบแช่แข็ง (-40 องศาเซลเซียส) 1 คิน ในกรณีนี้

เป็นโรงงานขนาดใหญ่ใช้เครื่องแช่แข็งซึ่งใช้ Calcium chloride นาน 25 นาที ส่วนเครื่องที่ใช้ Ammonium chloride กินเวลานาน 15 นาที จากนั้นใส่ถุงพลาสติก ใส่กล่องกระดาษรัดด้วยเชือกพลาสติก แล้วนำไปเก็บไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เพื่อรอกการจำหน่ายต่อไป

2.2 ระบบนิวเมติก (อนุชา, 2548)

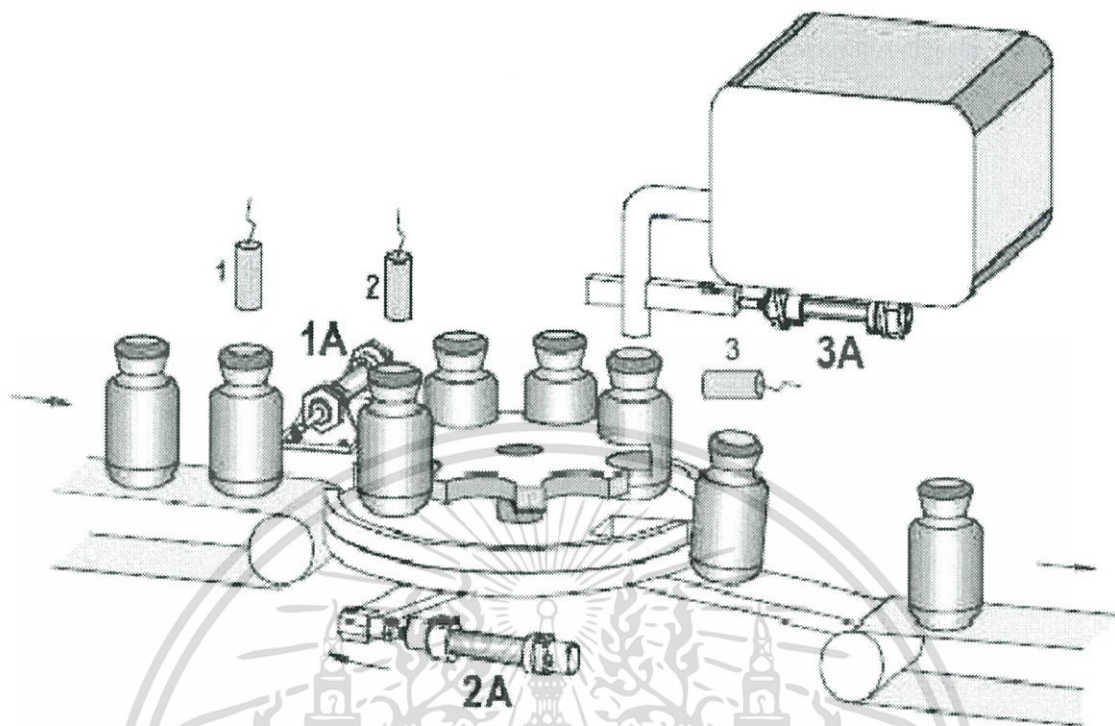
2.2.1 ระบบนิวเมติก หมายถึง ระบบที่ใช้อากาศอัดส่งไปตามท่อลม เพื่อใช้เป็นตัวกลางในการส่งถ่ายกำลังของของไหลให้เป็นพลังงานกล เช่น การทำให้กระบอกสูบลมหรือมอเตอร์ลมทำงาน การนำอากาศอัดมาประยุกต์ใช้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้เกิดการทำงานแบบอัตโนมัติและทำให้เกิดการประหยัดแรงงาน ตัวอย่างของการนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม เช่น งานบรรจุหีบห่อสินค้า การจับยึดเพื่อเจาะชิ้นงาน งานขนถ่ายลำเลียงวัสดุ การประทับตราลงบนตัวชิ้นงาน การบรรจุไอศกรีม (รูปที่ 2.7) และการบรรจุน้ำ (รูปที่ 2.8) เป็นต้น



รูปที่ 2.7 การบรรจุไอศกรีม

ที่มา: (อนุชา, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 การบรรจุน้ำ
ที่มา: (อนุชา, 2548)

2.2.2 อุปกรณ์ในระบบนิวเมติกที่สำคัญ มีดังนี้

- 1) เครื่องอัดลม (Air compressor) ทำหน้าที่เพิ่มความดันให้กับอากาศ ที่เป็นตัวกลางทำให้ อุปกรณ์ในระบบทำงาน
- 2) ถังเก็บลมอัด (Air receivers, Reservoirs) ทำหน้าที่กักเก็บลมอัดที่ได้จากเครื่องอัดลม
- 3) เครื่องกรองท่อหลัก (Main line air filter) ทำหน้าที่กรองฝุ่นละออง ไขมัน และคราบน้ำมันที่ปนมากับลมอัดในท่อลมหลัก
- 4) เครื่องระบายความร้อน (Aftercoolers, Heat exchanger) ทำหน้าที่ลดอุณหภูมิของลมอัด และลดปริมาณไอน้ำในลมอัดด้วยการควบแน่นจากการลดอุณหภูมิ
- 5) เครื่องทำลมแห้ง (Air dryers) ทำหน้าที่กำจัดไอน้ำในลมอัด
- 6) อุปกรณ์กรองลมอัด (Air filter) ทำหน้าที่กรองฝุ่นละออง ไขมัน และคราบน้ำมันที่ปนมากับลมอัดก่อนเข้าสู่อุปกรณ์นิวเมติก
- 7) วาล์วควบคุมความดัน (Air regulator) ทำหน้าที่ลดความดันของลมอัดให้อยู่ในระดับความดันใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น (Air lubricator) ทำหน้าที่ผสมน้ำมันหล่อลื่นเข้ากับลมอัด เพื่อช่วยหล่อลื่นอุปกรณ์นิวเมติก

9) ตัวเก็บเสียง (Air silencer) ทำหน้าที่ลดเสียงดังจากการปล่อยลมอัดทิ้ง

10) วาล์วควบคุมทิศทางทางการไหลของลมอัด (Directional control valve) ทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการไหลของลมอัด เพื่อควบคุมการเคลื่อนเข้า-ออกของก้านกระบอกสูบ

11) วาล์วควบคุมความเร็ว (Speed control valve) ปรบัตราการไหลของลมอัดเพื่อควบคุมความเร็วของก้านกระบอกสูบ

12) กระบอกสูบ (Air cylinder) ทำหน้าที่เปลี่ยนความดันเป็นแรงและเคลื่อนที่แบบเส้นตรงหรือแบบหมุน

2.2.3 การเลือกขนาดของกระบอกสูบนิวเมติก

การเลือกขนาดของกระบอกสูบนิวเมติกที่เหมาะสม เป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงเพื่อการใช้งานที่มีประสิทธิภาพ โดยการเลือกขนาดของกระบอกสูบสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

1) การคำนวณหาขนาดของกระบอกสูบนิวเมติก

$$F_{th} = A \times P \quad (2.1)$$

เมื่อ F_{th} คือ แรงทางทฤษฎี (N)

A คือ พื้นที่หน้าตัดลูกสูบรับความดัน (m^2)

P คือ ความดันใช้งาน (Pa)

โดยทั่วไปแล้วความดันใช้งานประมาณ 4-8 bar และแรงเสียดทานของลูกสูบประมาณ 10% ของแรงทางทฤษฎี

$$F_R = \frac{10}{100} F_{th} \quad (2.2)$$

เมื่อ F_R คือ แรงเสียดทาน (N)

2) แรงสุทธิของก้านลูกสูบคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$F_N = F_{th} - F_R \quad (2.3)$$

เมื่อ F_N คือ แรงสุทธิของก้านลูกสูบ (N)

3) ลูกสูบทำงานสองทาง

$$F_{N, out} = F_{th} - F_R = (A_1 \times P) - \left(\frac{10}{100} \times A_1 \times P \right) \quad (2.4)$$

$$F_{N, in} = F_{th} - F_R = (A_2 \times P) - \left(\frac{10}{100} \times A_2 \times P \right) \quad (2.5)$$

$$A_1 = \frac{\pi D^2}{4} \quad (2.6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$A_2 = \frac{\pi(D-d)^2}{4} \quad (2.7)$$

เมื่อ $F_{N,out}$ คือ แรงดันสุทธิของก้านลูกสูบเคลื่อนที่ออก (N)

$F_{N,in}$ คือ แรงดึงสุทธิของก้านลูกสูบเคลื่อนที่เข้า (N)

A_1 คือ พื้นที่หน้าตัดวงกลมของลูกสูบรับความดัน (m^2)

A_2 คือ พื้นที่หน้าตัดวงแหวนของลูกสูบรับความดัน (m^2)

ข้อดีของการใช้อากาศอัด

1) ไม่มีการระเบิดหรือลุกไหม้เป็นเปลวไฟ จึงประหยัดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัย

2) อุปกรณ์ในระบบมีความเร็วสูง

3) เมื่อใช้งานแล้ว อากาศสามารถปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศได้ โดยไม่ต้องเดินท่อนำกลับมาใช้อีก

4) สามารถกักเก็บลมอัดไว้ในถังและนำไปใช้งานได้ทันที

5) อุปกรณ์มีความปลอดภัยแม้ใช้งานเกินกำลัง

6) สามารถปรับความเร็วและควบคุมความดันได้

7) มีชุดรับคุณภาพลมก่อนนำอากาศอัดไปใช้งาน อากาศที่ได้จึงสะอาด

8) สามารถปรับระยะชักของลูกสูบได้ตามต้องการ

9) สามารถทำงานได้ที่ระดับความแตกต่างของอุณหภูมิ

ข้อเสียของการใช้อากาศอัด

1) การเพิ่มอุปกรณ์ภายในระบบนิวเมติก ต้องคำนึงถึงความสามารถของเครื่องอัดลมเสมอ

2) ลมที่ได้มีความชื้นปะปนอยู่

3) ความดันลมอัดเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ

4) การระบายอากาศออกมีเสียงดัง จึงต้องติดตั้งอุปกรณ์เสริมเพื่อลดความดังของเสียง

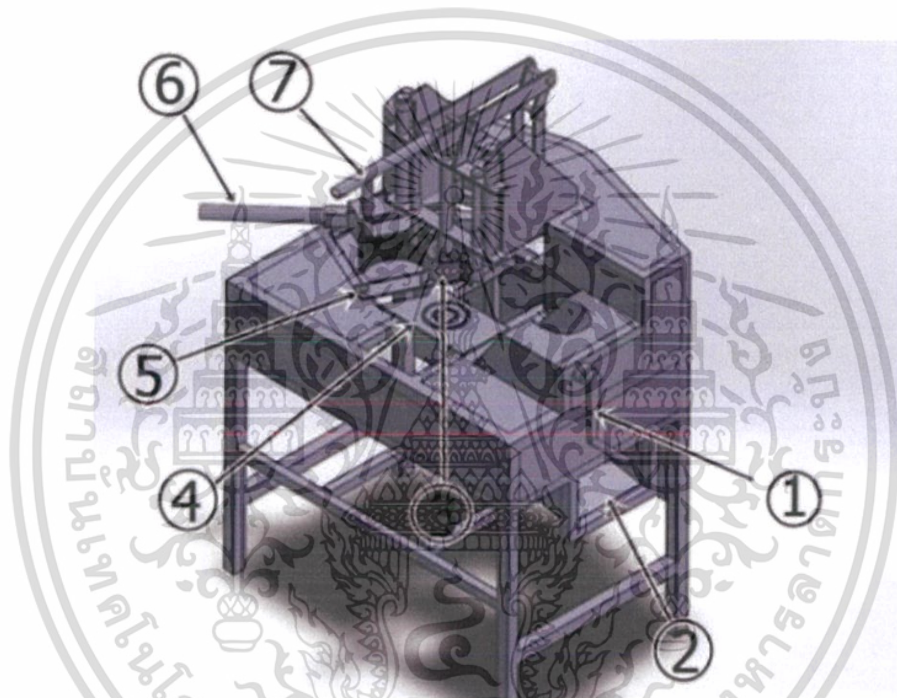
5) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบเปลี่ยนแปลงตามแรงที่ต้องการใช้งาน

2.3 เครื่องจักรที่เกี่ยวข้อง

เครื่องปอกเปลือกสับประรด (Pineapple peeling machine) กระบวนการปอกเปลือกสับประรด เป็นกระบวนการหลักก่อนที่นำสับประรดไปแปรรูปต่าง ๆ โดยในปัจจุบันได้มีการออกแบบเครื่องปอกสับประรดหลากหลายรูปแบบ และมีหลักการการทำงานที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เครื่องปอกและหันแว่นสับปะรด จิรายุทธ และคณะ (2556) ออกแบบเครื่องปอกเปลือกสับปะรด (รูปที่ 2.9) ได้ 2 ขนาด คือ ขนาด 8 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตร โดยเครื่องนี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนของการตัดจุกและขั้ว ส่วนของการปอกเปลือก และส่วนของการหันแว่น โดยเริ่มแรกจากการตัดจุกและขั้วของสับปะรด โดยมีใบมีดอยู่ที่ด้านบนและด้านล่างซึ่งสามารถปรับความสูงให้เหมาะกับสับปะรดได้ ต่อไปเป็นส่วนของการปอกเปลือกโดยนำสับปะรดที่ตัดจุกและขั้วมาวางไว้ที่แท่นวาง แล้วกดใบมีดลงเพื่อปอกสับปะรดและเอาแกนออก ในส่วนสุดท้ายนำเนื้อสับปะรดไร้แกนที่ได้ออกมาไปทำการหัน โดยมีคันโยก บังคับใบมีดตัดผ่านเนื้อสับปะรดไร้แกน สับปะรดที่ได้มีลักษณะคล้ายกับโดนัท



รูปที่ 2.9 เครื่องปอกและหันแว่นสับปะรด

ที่มา: (จิรายุทธ และคณะ, 2556)

2) เครื่องปอกเปลือกสับปะรดและเอาแกนออก Shinde (2017) ได้สร้างเครื่องปอกเปลือกสับปะรด (รูปที่ 2.10) ที่ทำงานโดยใช้ PIC ในการควบคุมกระบอกสูบนิวเมติก โดยเครื่องนี้มีโครงสร้างที่ง่ายไม่ซับซ้อน เริ่มแรกเป็นการตัดจุกและขั้วสับปะรดโดยลูกสูบลัดสับปะรดเข้าหาใบมีด หลังจากนั้นลูกสูบลัดอีกอันทำการดันสับปะรดเข้าหาใบมีดวงกลมเพื่อทำการปอกเปลือกออกและลูกสูบลัดทางขวาสุดดันเข้าหาเนื้อสับปะรดเพื่อเอาแกนออก สับปะรดที่ได้มีลักษณะเป็นทรงกระบอกไม่มีแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 เครื่องปอกเปลือกสับปะรดและเอาแกนออก
ที่มา: (Shinde 2017)

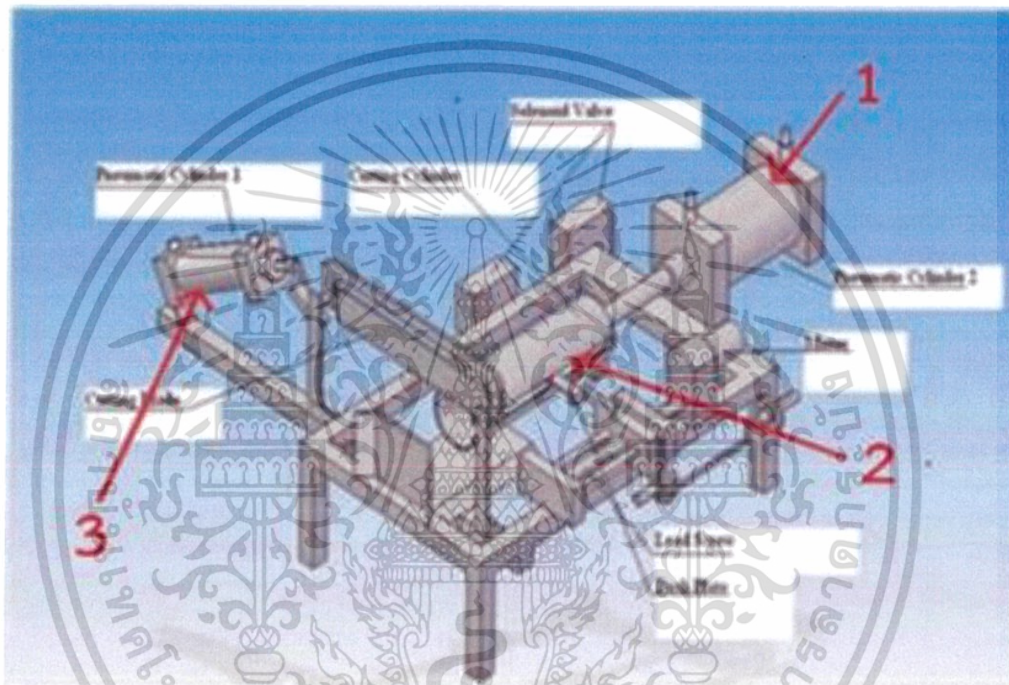
3) เครื่องแปรรูปวัตถุดิบสับปะรด พุทธินันท์ และสมศักดิ์ (2551) ได้สร้างเครื่องเพื่อทำการบดและแยกกากกับน้ำออกจากกัน (รูปที่ 2.11) โดยเริ่มแรกว่าสับปะรดที่ตัดจุกและขั้วเรียบร้อยแล้ว ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 เซนติเมตรขึ้นไป บ้อนเข้าสู่ส่วนของการปอก แกนและเปลือกถูกแยกออกเนื้อสับปะรดที่ได้ถูกแบ่งออกเป็น 4 ชั้น หลังจากนั้นเข้าสู่การบดในส่วนของลูกสูบด้านล่าง เมื่อผ่านการบดน้ำและกากสับปะรดถูกแยกออกจากกัน โดยน้ำไหลออกทางด้านล่างของเครื่อง ส่วนกากถูกดันออกทางปลายของลูกสูบ



รูปที่ 2.11 เครื่องแปรรูปวัตถุดิบสับปะรด
ที่มา: (พุทธินันท์ และสมศักดิ์, 2551)

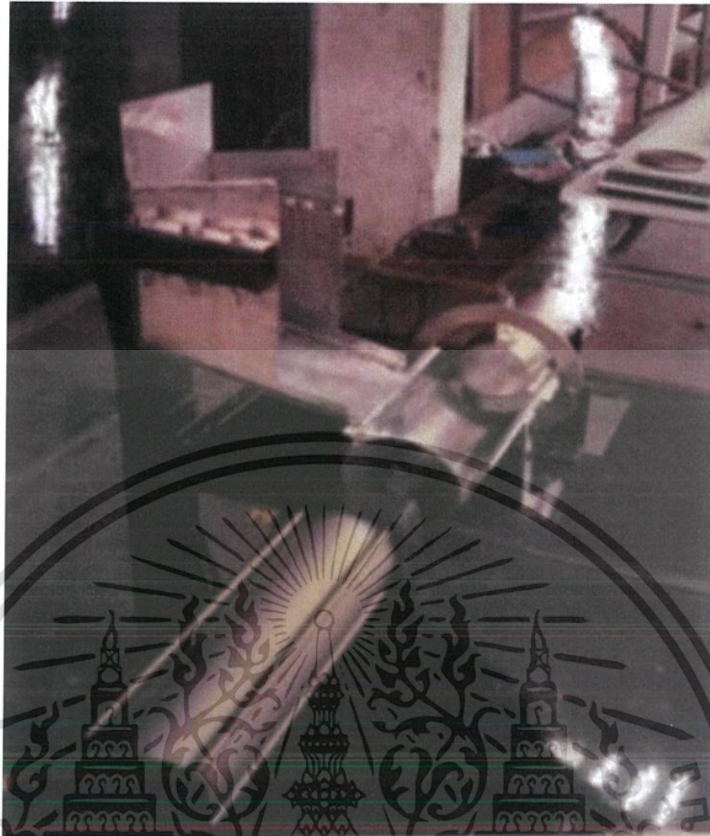
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เครื่องปอกและหันสับประรด Krishna (2017) ได้สร้างเครื่องปอกเปลือกสับประรด (รูปที่ 2.12) โดยเครื่องนี้มีหลักการโดยการใช้กระบอกลูกสูบนิวเมติกที่ควบคุมโดย Microcontroller ผ่าน Solenoid valve เป็นตัวควบคุมการเข้าออกของลูกสูบ เริ่มต้นด้วยการนำสับประรดที่ผ่านการตัดจุกและซั้วแล้วมาวางไว้บนแท่น กระบอกลูกสูบที่ (1) ทำการดันใบมีดทรงกระบอกลง (2) เข้าหาสับประรดเพื่อทำการปอกเปลือกและแกนออก หลังจากนั้นกระบอกลูกสูบ (3) เป็นตัวบังคับใบมีดเพื่อหันสับประรด และใบมีดเคลื่อนที่ด้วยคำสั่งจากพรีอ็อกซิเมตัสเซนเซอร์ที่ทำการตรวจจับวัตถุที่เข้ามา



รูปที่ 2.12 เครื่องปอกและหันสับประรด
ที่มา: (Krishna 2017)

5) เครื่องปอกสับประรดกึ่งอัตโนมัติ กุสุมาลย์ และเกียรติศักดิ์ (2538) ได้สร้างเครื่องปอกเปลือกสับประรดให้ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย (รูปที่ 2.13) ง่ายต่อการซ่อมบำรุง และดูแลรักษา โดยหลักการของเครื่องถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน เริ่มแรก กระบอกลูกสูบนิวเมติกเป็นตัวดันผลสับประรดชนกับใบมีดเพื่อตัดจุกและซั้ว ในแนวตั้ง หลังจากนั้นผลสับประรดตกลงสู่ถังรองรับ และเข้าสู่กระบวนการปอกโดยกระบอกลูกสูบนิวเมติกทำการดันสับประรดชนกับใบมีดทรงกระบอกลง ใบมีดถูกออกแบบให้มีครีบกั้น 3 ครีบกั้น ซึ่งง่ายต่อการแยกเปลือกออก หลังจากนั้นจะมีสปริงดันเนื้อสับประรดออกจากช่องปอก



รูปที่ 2.13 เครื่องปอกสับประดกึ่งอัตโนมัติ
ที่มา: (กุลสมลย์ และเกียรติศักดิ์, 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและทดสอบประสิทธิภาพ

3.1 การทดลองเบื้องต้น

3.1.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของสับประรด

การศึกษาสมบัติทางกายภาพของสับประรดเป็นการศึกษาขนาดภายนอกของสับประรดและลักษณะภายในของสับประรด ได้แก่ ขนาดของสับประรด และระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนสับประรดกับจุดศูนย์กลางของเส้นรอบวงของสับประรด สมบัติทางกายภาพของสับประรดที่ศึกษาทั้งหมดใช้เป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบเครื่องต้นแบบ ศึกษาสมบัติทางกายภาพทั้งภายนอกและภายในของสับประรดพันธุ์ภูเก็ตโดยใช้วิธีวัดขนาดด้วยโปรแกรมวิเคราะห์รูปภาพ จากนั้นเป็นการทดสอบแรงเฉือนที่ใช้ในการตัดลูกและขี้ของสับประรด และแรงเฉือนที่ใช้ในการลอกเปลือกสับประรด

3.1.1.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพภายนอกของสับประรด

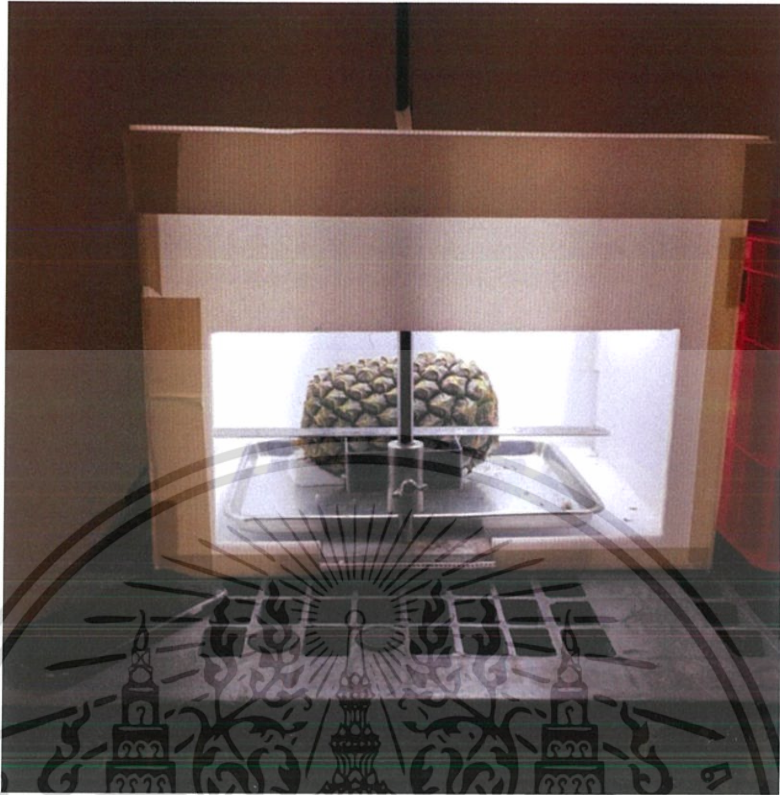
การศึกษาสมบัติทางกายภาพภายนอกของสับประรด ได้แก่ ความยาวของสับประรด ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแกน x และความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางแกน y

วัสดุ และ อุปกรณ์

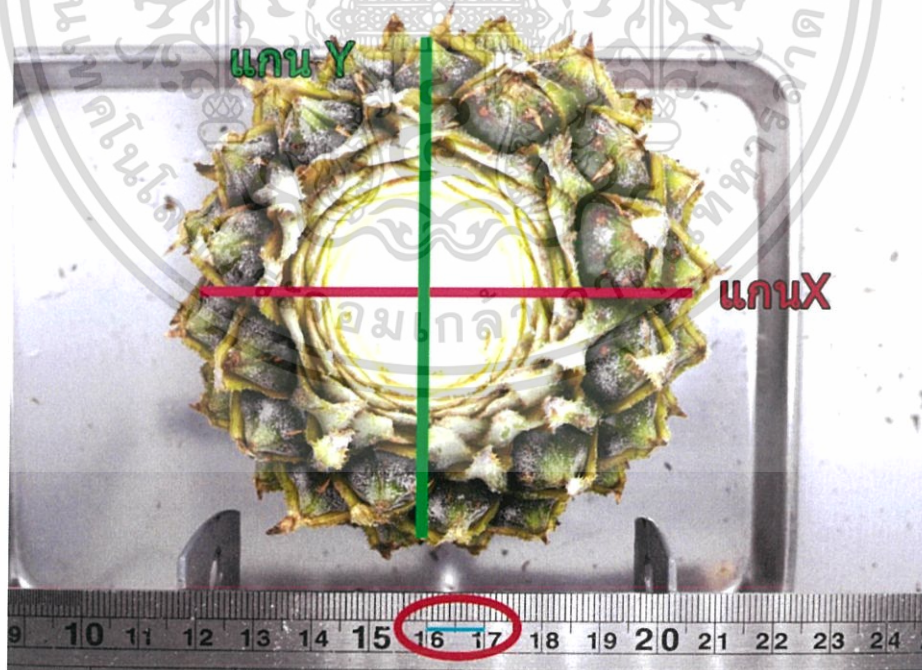
- 1) ไม้บรรทัดและเสาสำหรับปรับระดับ
- 2) ชุดกล้องสำหรับถ่ายภาพสับประรด (รูปที่ 3.1)
- 3) กล้องถ่ายภาพ
- 4) คอมพิวเตอร์
- 5) สับประรดพันธุ์ภูเก็ต

วิธีการทดลอง

นำสับประรดมาถ่ายรูปด้วยชุดกล้องสำหรับถ่ายภาพซึ่งประกอบไปด้วยกล่องขนาด 30x45x35 เซนติเมตร ภายในติดตั้งหลอดไฟ LED และขาตั้งปรับระดับไม้บรรทัด นำสับประรดมาถ่ายทั้งแนวนอนและแนวตั้ง หลังจากนั้นนำภาพถ่ายที่ได้ไปวัดขนาดด้วยโปรแกรมวิเคราะห์รูปภาพ (รูปที่ 3.2)



รูปที่ 3.1 ชุดกล้องสำหรับถ่ายภาพสับปะรด



รูปที่ 3.2 วิธีการวัดขนาดด้วยโปรแกรมวิเคราะห์รูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.2 การศึกษาสมบัติทางกายภาพภายในของสับประรด

การศึกษาสมบัติทางกายภาพภายในของสับประรดอันได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนสับประรด และระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนสับประรดกับจุดศูนย์กลางของเส้นรอบวงของสับประรด

วัสดุ และ อุปกรณ์

- 1) ไม้บรรทัดและเสาสำหรับปรับระดับ
- 2) ชุดกล้องสำหรับถ่ายภาพสับประรด
- 3) กล้องถ่ายภาพ
- 4) คอมพิวเตอร์
- 5) สับประรดพันธุ์ภูเก็ต

วิธีการทดลอง

นำสับประรดที่ผ่านการตัดจุกและขั้ว มาถ่ายรูปด้วยชุดกล้องสำหรับถ่ายภาพซึ่งประกอบไปด้วยกล้องขนาด 30x45x35 เซนติเมตร ภายในติดตั้งหลอดไฟ LED และขาตั้งปรับระดับไม้บรรทัด โดยนำสับประรดมาถ่ายทั้งด้านหัว และด้านท้าย และนำภาพถ่ายที่ได้ไปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนสับประรด และระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนสับประรดกับจุดศูนย์กลางของเส้นรอบวงของสับประรดด้วยโปรแกรมวิเคราะห์รูปภาพ (รูปที่ 3.3)



รูปที่ 3.3 วิธีการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนสับประรด และระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนสับประรดกับจุดศูนย์กลางของเส้นรอบวงของสับประรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การศึกษาแรงเฉือนเพื่อใช้ตัดหัวและท้ายของสับประรด

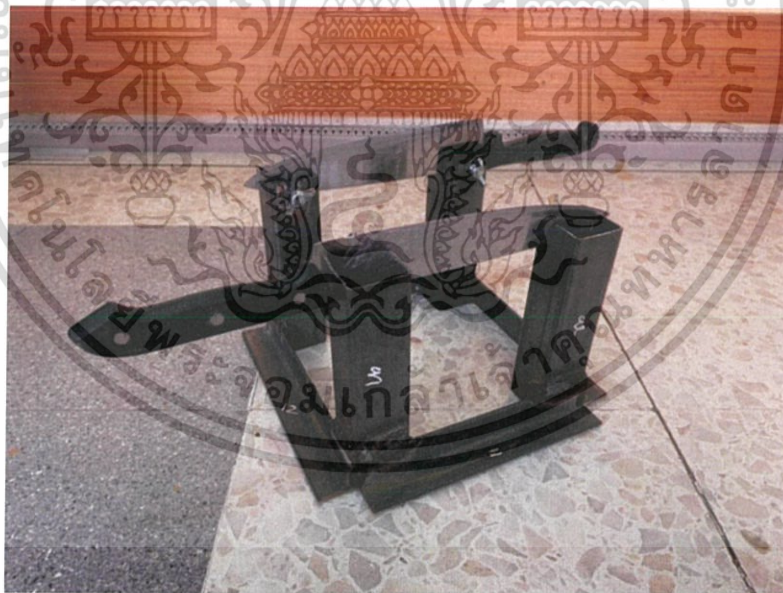
ทดลองหาแรงเฉือนที่ใช้ตัดจุกและหัวของสับประรดด้วยเครื่องทดสอบแรง Universal Testing Machine (HUT SERIES TYPE B, China) โดยให้เครื่องดันสับประรดที่อยู่แนวนอนผ่านชุดใบมีดคู่ เพื่อตัดจุกและหัวของสับประรด บันทึกค่าแรงเฉือนสูงสุด จากนั้นนำค่าแรงเฉือนที่ได้ไปคำนวณหาขนาดของกระบอกสูบนิวเมติกสำหรับชุดตัดจุกและหัวของสับประรด

วัสดุ และ อุปกรณ์

- 1) อุปกรณ์ตัดจุกและหัวของสับประรด (รูปที่ 3.4)
- 2) เครื่องทดสอบแรง Universal Testing Machine
- 3) สับประรดพันธุ์ภูเก็ต

วิธีการทดลอง

ติดตั้งอุปกรณ์ตัดจุกและหัวของสับประรดซึ่งประกอบไปด้วยฐานยึดจับใบมีดและมิต 2 เล่ม โดยนำอุปกรณ์ตัดจุกและหัวของสับประรดประกอบเข้ากับเครื่องทดสอบแรง Universal Testing Machine หลังจากนั้นนำสับประรดไปวางในเครื่องทดสอบแรง ทำการทดสอบแรงเฉือน และจดบันทึกค่าที่ได้ (รูปที่ 3.5)



รูปที่ 3.4 อุปกรณ์ตัดจุกและหัวของสับประรด



รูปที่ 3.5 วิธีการทดลองหาแรงเฉือนในการตัดจุกและขั้วของสับปะรด

3.1.3 การศึกษาแรงเฉือนเพื่อใช้ปอกเปลือกสับปะรด

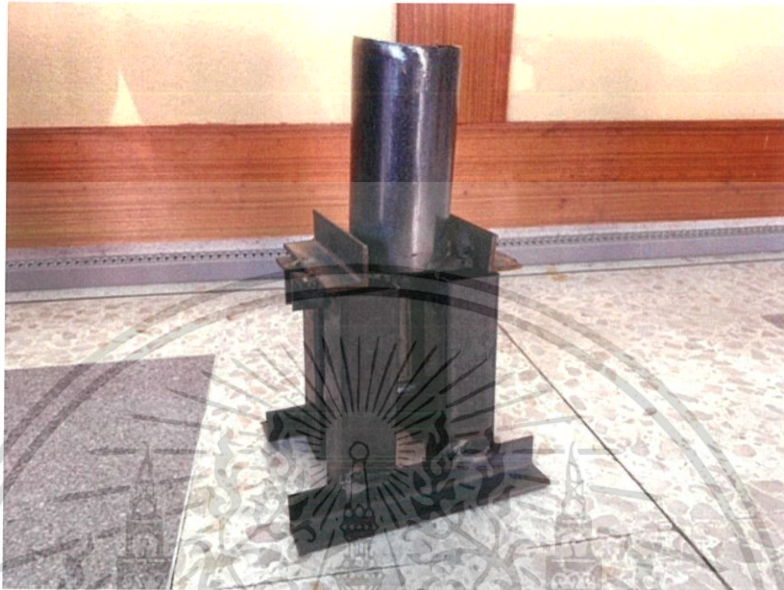
ทดลองหาแรงเฉือนที่ใช้ปอกเปลือกของสับปะรดด้วยเครื่องทดสอบแรง Universal Testing Machine (HUT SERIES TYPE B, China) โดยการดันสับปะรดที่ผ่านการตัดจุกและขั้วแล้ว ในแนวตั้งผ่านอุปกรณ์ปอกเปลือกทรงกระบอก และบันทึกค่าแรงเฉือนสูงสุด หลังจากนั้นนำแรงเฉือนสูงสุดที่วัดได้ไปใช้คำนวณหาขนาดของกระบอกสูบนิวเมติกสำหรับชุดปอกเปลือกสับปะรดวัสดุ และ อุปกรณ์

- 1) อุปกรณ์ปอกเปลือกสับปะรด (รูปที่ 3.6)
- 2) เครื่องทดสอบแรง Universal Testing Machine
- 3) สับปะรดพันธุ์ภูเก็ต

หลักการทดลอง

ติดตั้งอุปกรณ์ปอกเปลือกสับปะรดซึ่งประกอบไปด้วยฐานยึดชุดปอกเปลือกสับปะรดและใบมีดทรงกระบอกโดยนำอุปกรณ์ปอกเปลือกสับปะรดประกอบเข้ากับเครื่องทดสอบแรง Universal Testing

Machine หลังจากนั้นนำสับประรดไปวางในเครื่องทดสอบแรง ทำการทดสอบแรงเฉือน และจดบันทึกค่าที่ได้ (รูปที่ 3.7)



รูปที่ 3.6 อุปกรณ์ปอกเปลือกสับประรด



รูปที่ 3.7 วิธีการทดลองหาแรงเฉือนในการปอกเปลือกสับประรด

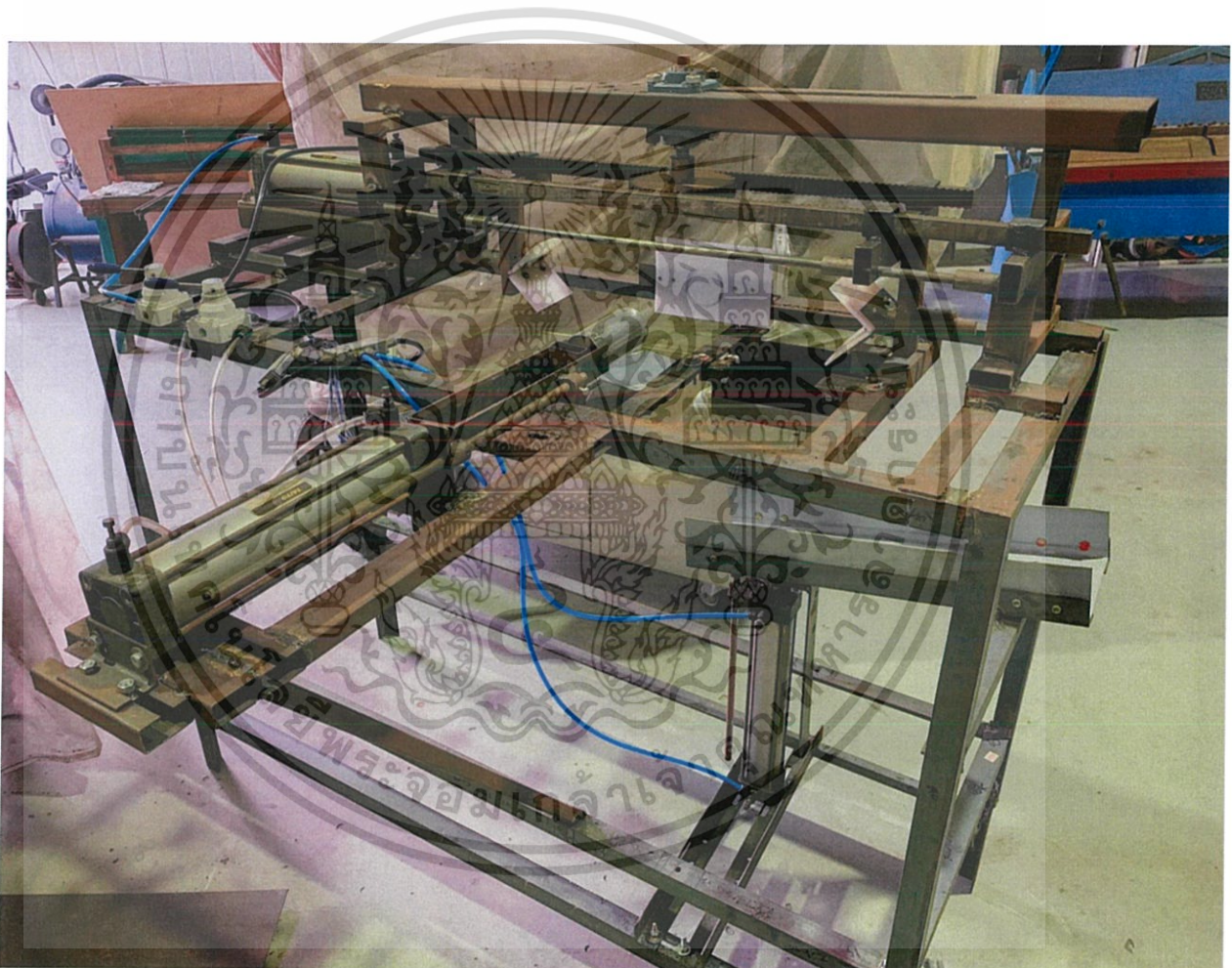
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชั้นต่ำของกระบอกกลมนิวมติก

นำค่าแรงเฉือนที่ได้จากการทดลองมาคำนวณหาขนาดของกระบอกสูบนิวเมติกเพื่อออกแบบเครื่องปอกเปลือกสับปะรด ได้แก่ ชุดตัดจุกและหัวของสับปะรด และ ชุดปอกเปลือกสับปะรด

3.2 การออกแบบและสร้างเครื่อง

นำค่าที่ได้จากการทดลองข้างต้นและการคำนวณมาออกแบบเครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง (รูปที่ 3.8)



รูปที่ 3.8 เครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง

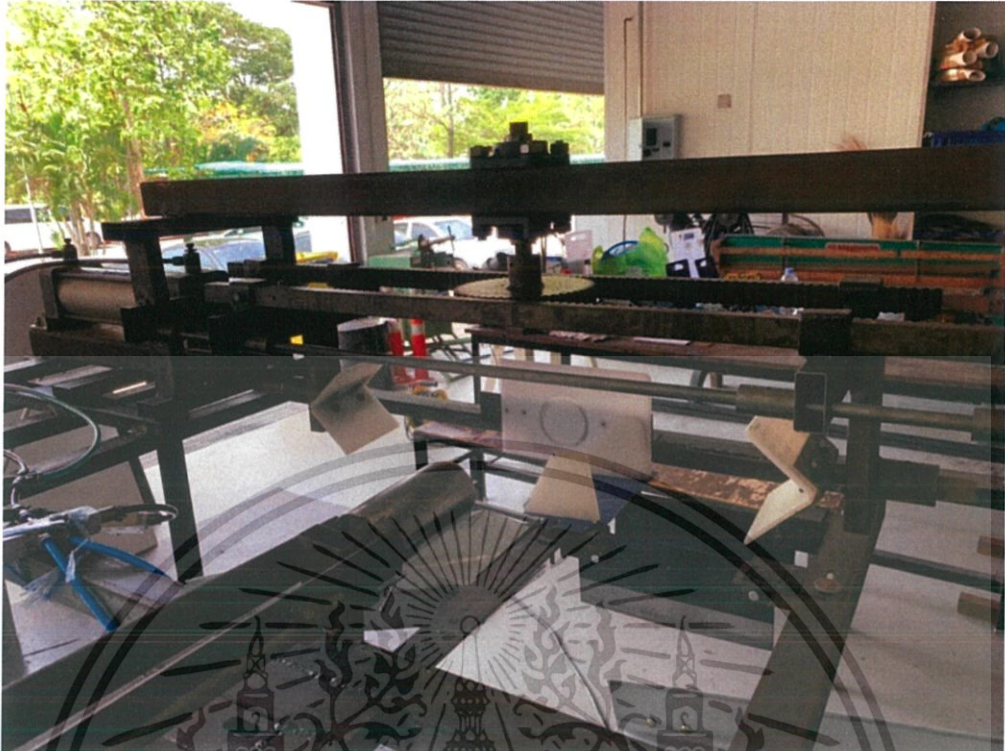
ส่วนประกอบหลักของเครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง ประกอบด้วย 1) ชุดลำเลียงสับปะรด 2) ชุดตัดจุกและหัวของสับปะรด (รูปที่ 3.9) 3) ชุดจับสับปะรด (รูปที่ 3.10) 4) ชุดปอกเปลือกสับปะรด (รูปที่ 3.11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 ชุดลำเลียงสับปะรด และชุดตัดจุกและขั้วของสับปะรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ชุดจับสับประรด



รูปที่ 3.11 ชุดปกอกเปลือกสับประรด

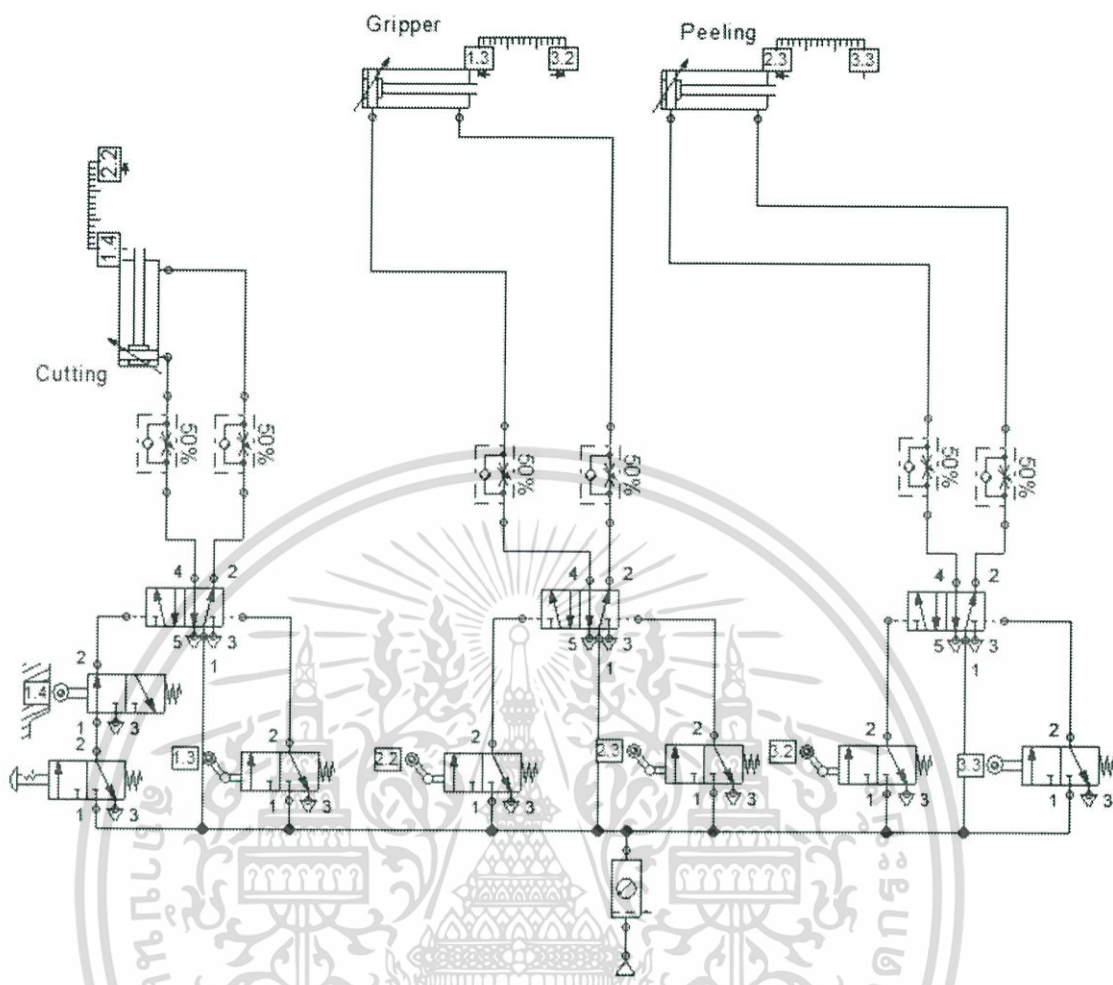
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบวงจรนิวเมติก

หลักการการทำงานของระบบเริ่มจากกดปุ่มควบคุมแบบใช้มือกด ลมจะไหลเข้าสู่ระบบผ่านวาล์วควบคุมทิศทาง 5/2 ปกติปิด เข้าสู่ชุดกระบอกสูบสำหรับตัดจุดและขั้วของสับประต จนกระทั่งกดกับวาล์วควบคุมตำแหน่งด้วยกลไก 3/2 ปกติปิด แบบทำงานทางเดียว (2.2) วาล์วควบคุมให้ชุดกระบอกสู่มือจับทำงาน จนกระทั่งกดวาล์วควบคุมตำแหน่งด้วยกลไก 3/2 ปกติปิด แบบทำงานทางเดียว (3.2) วาล์วจะควบคุมให้ชุดกระบอกสูบปอกเปลือกสับประตทำงาน (รูปที่ 3.12)

ส่วนประกอบของระบบนิวเมติก

1) วาล์วควบคุมแบบใช้มือกด และมีล็อกตำแหน่ง 3/2 ปกติปิด	1 ชั้น
2) วาล์วควบคุมตำแหน่งด้วยกลไก 3/2 ปกติปิด แบบทำงานสองทาง	2 ชั้น
3) วาล์วควบคุมตำแหน่งด้วยกลไก 3/2 ปกติปิด แบบทำงานทางเดียว	4 ชั้น
4) วาล์วควบคุมทิศทาง 5/2 ปกติปิด	3 ชั้น
5) วาล์วควบคุมความเร็ว	6 ชั้น
6) วาล์วปรับลดความดัน	1 ชั้น
7) กระบอกสู่นิวเมติก	3 กระบอก



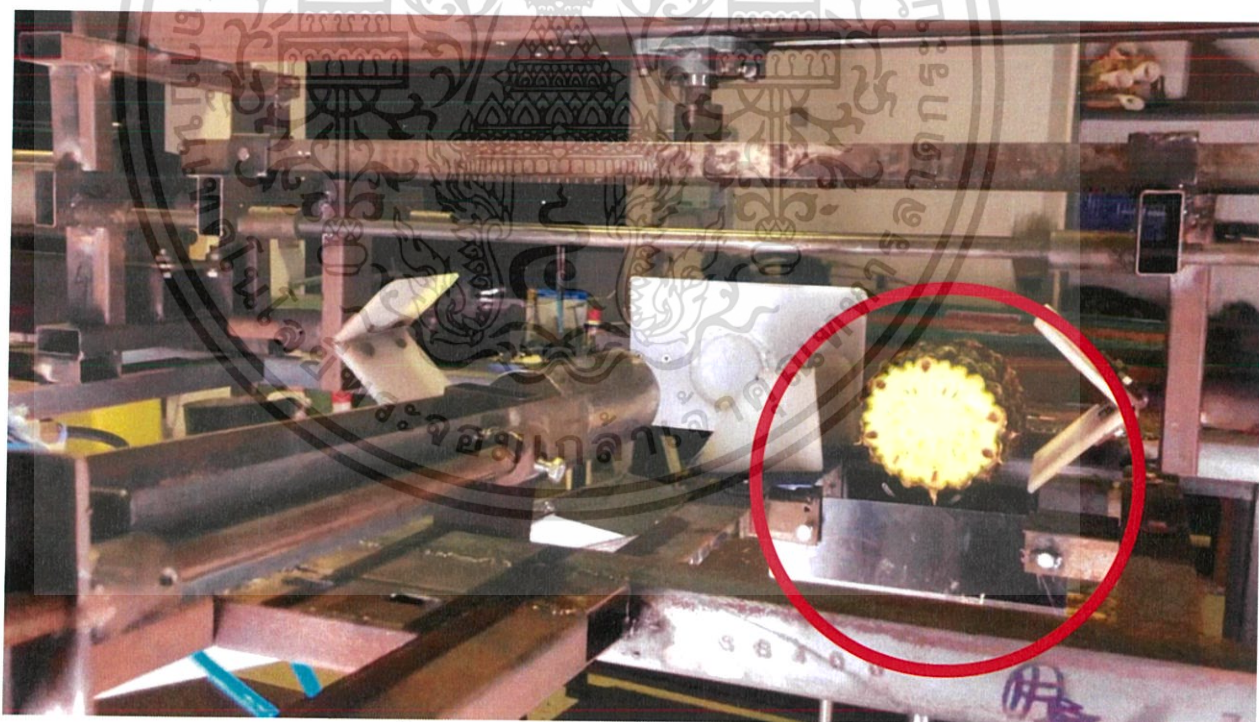
รูปที่ 3.12 ระบบวงจรนิวเมติกสำหรับเครื่องปอกเปลือกสับประดแบบต่อเนื่อง

3.4 หลักการทำงานของเครื่องปอกเปลือกสับประดแบบต่อเนื่อง

นำสับประดมาวางในชุดลำเลียงในลักษณะแนวนอน (รูปที่ 3.13) กระบอกลูกสูบตัวที่ 1 เริ่มทำงาน ดันสับประดผ่านใบมีดคู่เพื่อทำการตัดจุกและขั้วของสับประด (รูปที่ 3.14) หลังจากนั้นกระบอกลูกสูบตัวที่ 2 เริ่มทำงาน มือจับเคลื่อนที่เข้าหาสับประดที่ผ่านการตัดจุกและขั้ว เพื่อเคลื่อนที่สู่กระบวนการต่อไป (รูปที่ 3.15) กระบอกลูกสูบตัวที่ 3 เริ่มทำงาน ดันชุดใบมีดทรงกระบอกลูกสูบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร เข้าหาสับประด เพื่อทำการปอกเปลือกสับประด (รูปที่ 3.16) หลังจากนั้นจะได้สับประด ทรงกระบอกลูกสูบ (รูปที่ 3.17)



รูปที่ 3.13 ชุดลำเลียงสับปรด

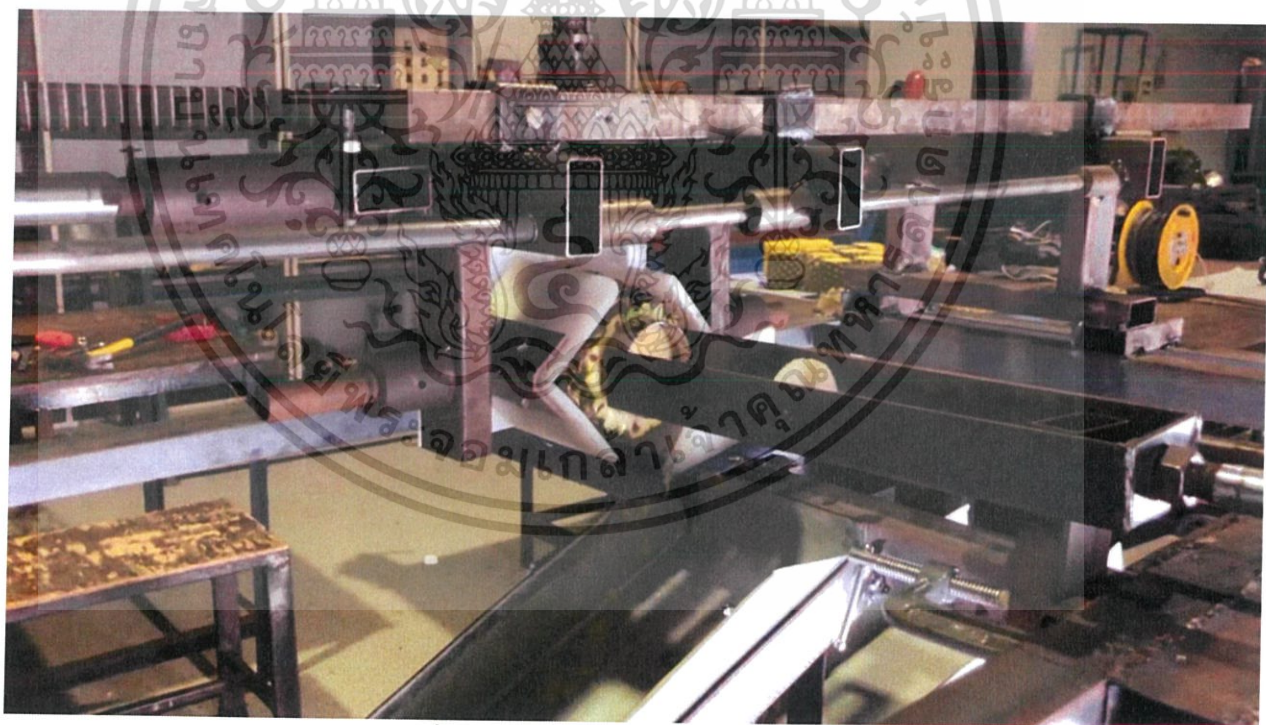


รูปที่ 3.14 ชุดตัดจุกและซ้ของสับปรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

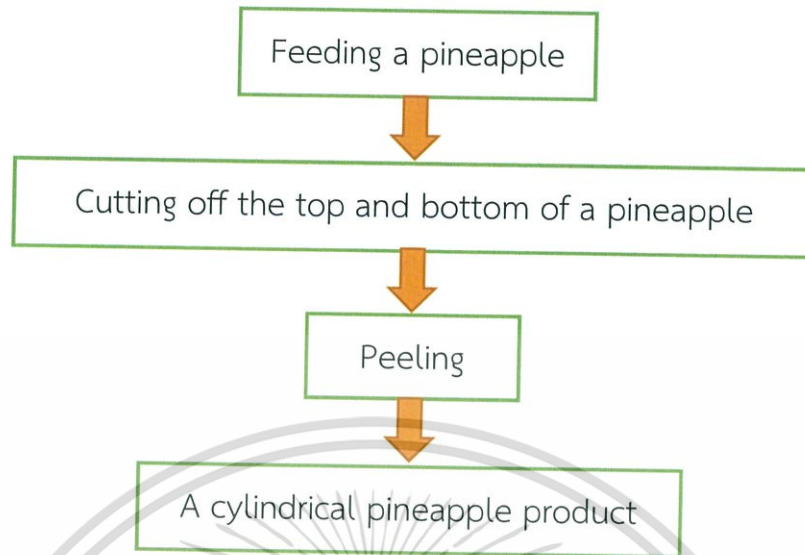


รูปที่ 3.15 ชุดจับสับประด



รูปที่ 3.16 ชุดปกเปิดสับประด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 หลักการทำงานของเครื่องปอกเปลือกสับประดแบบต่อเนื่อง

3.5 การทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่อง

3.5.1 การทดสอบประสิทธิภาพของการตัดจุกและขั้วของสับประด

ทดสอบประสิทธิภาพ โดยทำการเปิดระบบการทำงานของเครื่องปอกเปลือกสับประดแบบต่อเนื่อง และทำการปรับความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระบอกลูกปืนในส่วนของการตัดจุกและขั้ว โดยกำหนดเวลาที่ 5, 10, 20 เซนติเมตรต่อวินาที และนำสับประดมาทดสอบการตัดจุกและขั้วจำนวน 3 ครั้ง เพื่อทำการหาความเร็วที่ดีที่สุดที่ไม่ทำให้สับประดที่ผ่านการตัดจุกและขั้วเกิดความชำ

3.5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของการปอกเปลือกสับประด

ทดสอบประสิทธิภาพโดยการเปิดระบบการทำงานของเครื่องปอกเปลือกสับประดแบบต่อเนื่อง และทำการปรับความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระบอกลูกปืนในส่วนของการปอกเปลือกสับประด โดยกำหนดเวลา 5, 10, 20 เซนติเมตรต่อวินาที และนำสับประดมาทดสอบการปอกเปลือกจำนวน 3 ครั้ง เพื่อทำการหาความเร็วที่ดีที่สุดที่ไม่ทำให้สับประดที่ผ่านการปอกเปลือกเกิดความชำ

3.5.3 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องปอกเปลือกสับประดแบบต่อเนื่อง

ทดสอบสมรรถนะของเครื่องปอกเปลือกสับประดแบบต่อเนื่อง โดยเปิดระบบการทำงานของเครื่องปอกเปลือกสับประดแบบต่อเนื่อง ตั้งแต่การป้อนผลสับประด การตัดจุกและขั้วของสับประด และการปอกเปลือกสับประด จนได้ผลิตภัณฑ์สับประดทรงกระบอกลูกปืนออกมาเป็นอัตราผลต่อชั่วโมง คำนวณได้จากสมการที่ (3.1) แล้วนำอัตราการปอกเปลือกสับประดที่ได้จากเครื่องปอกเปลือกสับประดแบบต่อเนื่องไปเปรียบเทียบกับอัตราการปอกเปลือกสับประดโดยใช้แรงงานคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$X = Y \times 60 \times 60 \quad (3.1)$$

X คือ อัตราการผลิตต่อชั่วโมง

Y คือ อัตราการผลิตต่อวินาที

3.6 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

3.6.1 การหาระยะเวลาคืนทุนเมื่อใช้เครื่องปกเปลือกล้อสับประดแบบต่อเนื่อง

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) คือ ระยะเวลาของการลงทุนที่กระแสเงินสดรับสุทธิเท่ากับ กระแสเงินสดจ่ายสุทธิพอดี หรือกล่าวได้ว่าการลงทุนไม่มีกำไรและไม่ขาดทุน เพื่อให้ทราบว่าโครงการนั้น ๆ จะใช้ระยะเวลาเท่าใดในการคืนทุน โดยคำนวณได้จากสมการที่ (3.2)

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{จำนวนเงินลงทุน}}{\text{ผลประโยชน์สุทธิ - ต้นทุน}} \quad (3.2)$$

3.6.2 วิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เมื่อใช้เครื่องปกเปลือกล้อสับประดแบบต่อเนื่องแทนการใช้แรงงานคน

เครื่องปกเปลือกล้อสับประดแบบต่อเนื่อง จะสามารถลดการใช้คนงานในสวนการผลิตได้ 1 คน ซึ่งคนงานจะได้รับค่าจ้างคนละ 330 บาทต่อวัน และทำงานทั้งหมด 365 วันต่อปี โดยมีอัตราผลตอบแทนอยู่ที่ 7%ต่อปี หาระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปกเปลือกล้อสับประดนี้โดยใช้สมการที่ (3.3)

- 1) ค่ารวมค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องปกเปลือกล้อสับประดแบบต่อเนื่อง
- 2) ค่าบำรุงรักษาประจำปี
- 3) ค่าแรงงานในการจ้างคนงาน
- 4) อัตราผลตอบแทนที่ 7%

$$D = B(P/A, 7\%, n) + C(P/A, 7\%, n) \quad (3.3)$$

P คือ มูลค่าของเงิน ณ ปัจจุบัน

A คือ มูลค่าของเงินในช่วงเวลาหนึ่ง ที่มีจำนวนเท่ากัน

n คือ จำนวนช่วงเวลาที่จะพิจารณา (ปี)

D คือ ราคาเครื่องจักร

B คือ ค่าบำรุงรักษา

C คือ ค่าแรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

งานวิจัยการพัฒนาเครื่องปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่อง มีจุดประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบเครื่องปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่อง และ 2) ทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่อง มีผลการทดลองดังนี้

4.1 ผลการทดลองเบื้องต้น

4.1.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของสับประรด

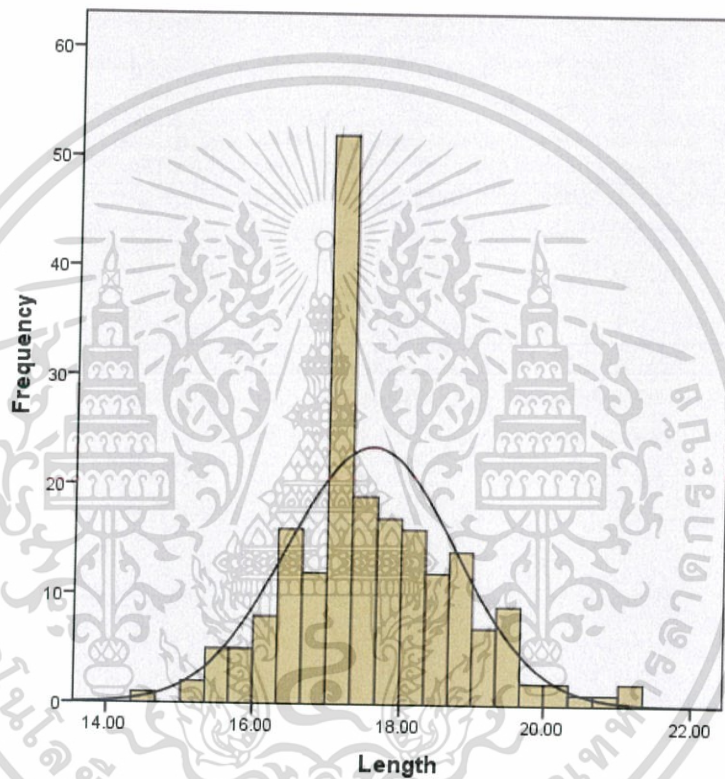
ผลการทดลองการศึกษาศักยภาพทางกายภาพของสับประรดประกอบด้วย 2 ส่วนได้แก่ผลการทดลองการศึกษาศักยภาพทางกายภาพภายนอกของสับประรด และผลการทดลองการศึกษาศักยภาพทางกายภาพภายในของสับประรด โดยทำการวัดขนาดด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ภาพถ่าย วิเคราะห์จากภาพที่ทำการถ่ายด้วยชุดกล้องถ่ายภาพ

4.1.1.1 ผลการทดลองการศึกษาศักยภาพทางกายภาพภายนอกของสับประรด

จากการศึกษาศักยภาพทางกายภาพภายนอกได้แก่ ความยาว ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางแกน x และความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางแกน y ของสับประรดโดยใช้ตัวอย่างคือสับประรดพันธุ์ภูเก็ตจำนวน 200 ผลได้ผลการทดลองการศึกษาศักยภาพทางกายภาพภายนอกของสับประรดดังตารางที่ 4.1 พบว่าสับประรดมีความยาวระหว่าง 14.66 เซนติเมตรถึง 21.33 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยของความยาวอยู่ที่ 17.60 เซนติเมตร ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางแกน x มีความยาวระหว่าง 8.16 เซนติเมตรถึง 12.73 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยของความยาวอยู่ที่ 10.31 เซนติเมตร และความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางแกน y มีความยาวระหว่าง 8.08 เซนติเมตรถึง 12.73 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยของความยาวอยู่ที่ 10.32 เซนติเมตร โดยได้ทำการสร้างแผนภูมิการกระจายตัวของค่าความยาว ค่าความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางแกน x ค่าความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางแกน y ที่ได้จากการวัดด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ภาพถ่าย ดังรูปที่ 4.1 4.2 และ 4.3 ตามลำดับเพื่อศึกษาการกระจายตัวของค่าต่างๆ โดยจากแผนภูมิการกระจายตัวพบว่าการกระจายตัวแบบปกติ และช่วงการกระจายตัวที่มากอยู่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของค่าความยาวทั้ง 3 ค่า

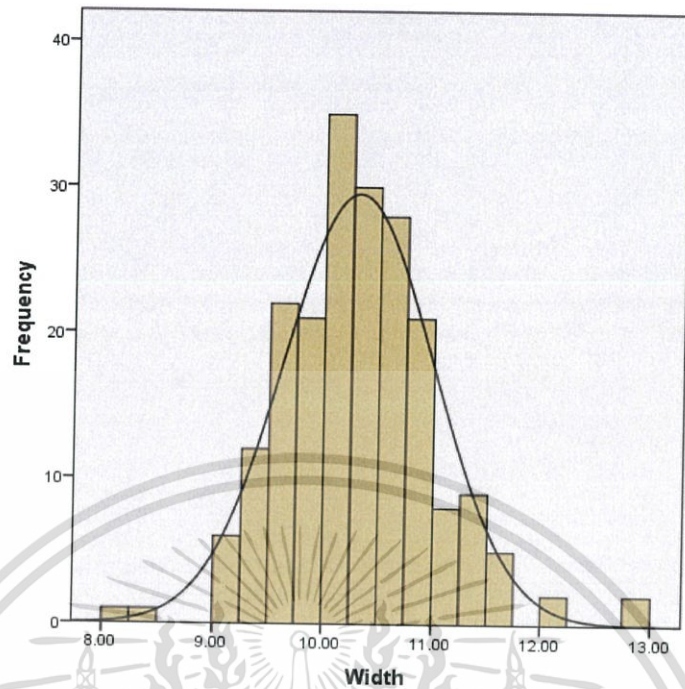
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการศึกษาสมบัติทางกายภาพภายนอกของสับปะรด

สมบัติทางกายภาพ	มากที่สุด	น้อยที่สุด	เฉลี่ย
ความยาว (เซนติเมตร)	21.33	14.66	17.60 ± 1.15
ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางแกน x (เซนติเมตร)	12.79	8.16	10.31 ± 0.69
ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางแกน y (เซนติเมตร)	12.73	8.08	10.32 ± 0.70

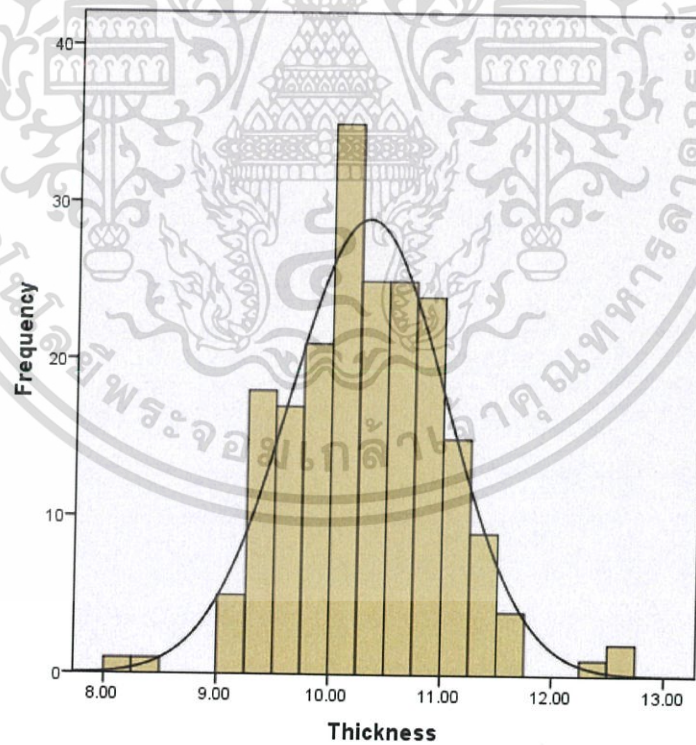


รูปที่ 4.1 การกระจายตัวของค่าความยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การกระจายตัวของค่าความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางแกน x



รูปที่ 4.3 การกระจายตัวของค่าความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางแกน y

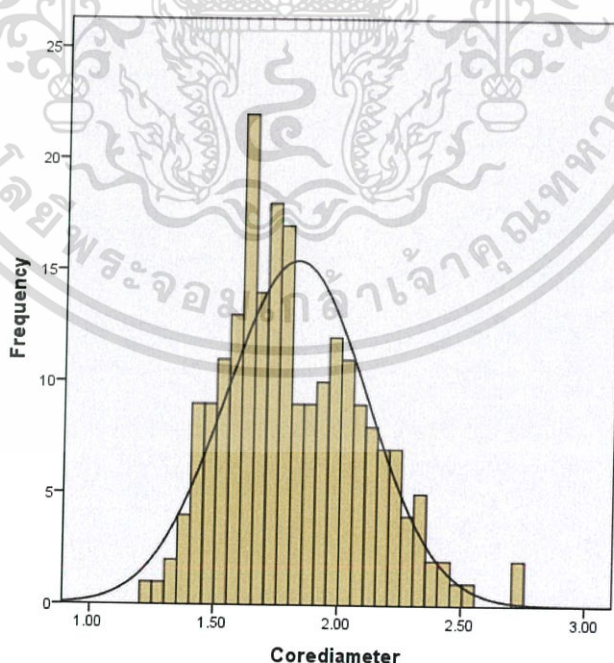
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 ผลการทดลองการศึกษาสมบัติทางกายภาพภายในของสับปะรด

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพภายในได้แก่ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของแกน และระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนกับเส้นรอบวงสับปะรด โดยใช้ตัวอย่างคือสับปะรดพันธุ์ภูเก็ต จำนวน 220 ผล ได้ผลการทดลองการศึกษาสมบัติทางกายภาพภายในของสับปะรดดังตารางที่ 4.2 พบว่า สับปะรดมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนระหว่าง 1.23 เซนติเมตร ถึง 2.73 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเป็น 1.82 เซนติเมตร และระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนกับเส้นรอบวงสับปะรดมีค่าระหว่าง 0 เซนติเมตร ถึง 0.57 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเป็น 0.18 เซนติเมตร โดยได้ทำการสร้างแผนภูมิการกระจายตัวของค่าความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของแกน และระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนกับเส้นรอบวงสับปะรด ที่ได้จากการวัดด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ภาพถ่าย ดังรูปที่ 4.4 และ 4.5 ตามลำดับ เพื่อศึกษาการกระจายตัวของผลการวิเคราะห์ค่า พบว่ามีการกระจายตัวแบบปกติ

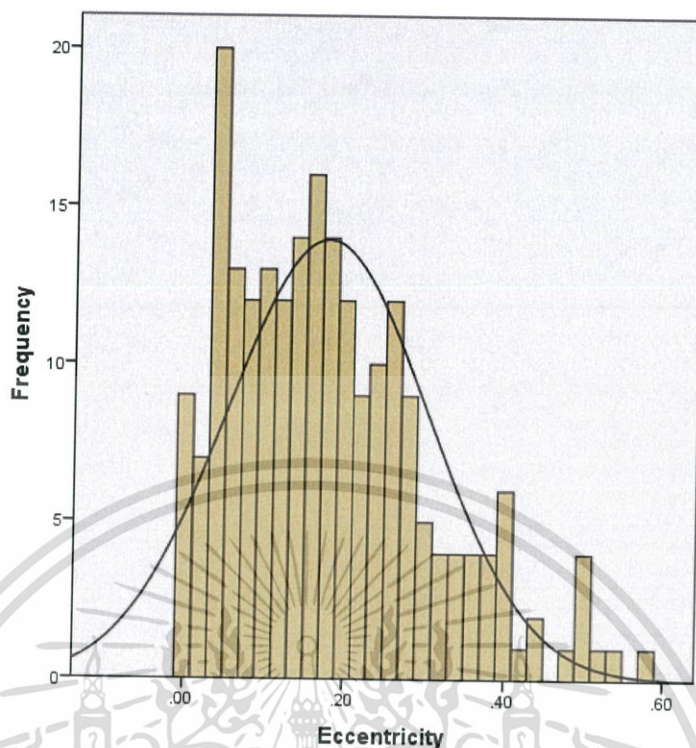
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองศึกษาสมบัติทางกายภาพภายในของสับปะรด

สมบัติทางกายภาพ	มากที่สุด	น้อยที่สุด	เฉลี่ย
ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของแกน (เซนติเมตร)	2.73	1.23	1.82 ± 0.28
ระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนกับเส้นรอบวงสับปะรด (เซนติเมตร)	0.57	0	0.18 ± 0.13



รูปที่ 4.4 การกระจายตัวของค่าความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 การกระจายตัวของระยะเยื้องศูนย์กลางของแกนกับเส้นรอบวง

4.1.2 ผลการศึกษาแรงเหวี่ยง

ผลการทดลองการศึกษาแรงเหวี่ยงประกอบด้วย 3 ส่วนได้แก่ ผลการทดลองการศึกษาแรงเหวี่ยงเพื่อใช้ตัดจุกและขั้วของสับประรด ผลการทดลองการศึกษาแรงเหวี่ยงเพื่อใช้ปอกเปลือกสับประรด และการคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำของกระบอกกลมนิวเมติก

4.1.2.1 ผลการทดลองการศึกษาแรงเหวี่ยงเพื่อใช้ตัดจุกและขั้วของสับประรด

จากการศึกษาขนาดแรงเหวี่ยงในการตัดจุกและขั้วของสับประรดโดยใช้ตัวอย่างคือสับประรดพันธุ์ภูเก็ตจำนวน 20 ผลได้ผลการทดลองการศึกษาแรงเหวี่ยงเพื่อใช้ตัดจุกและขั้วของสับประรดดังตารางที่ 4.3 พบว่าขนาดของแรงเหวี่ยงที่มากที่สุดในการตัดจุกและขั้วของสับประรดคือ 124 นิวตัน

4.1.2.2 ผลการทดลองการศึกษาแรงเหวี่ยงเพื่อใช้ปอกเปลือกสับประรด

จากการศึกษาขนาดแรงเหวี่ยงในการปอกเปลือกสับประรดโดยใช้ตัวอย่างคือสับประรดพันธุ์ภูเก็ตจำนวน 20 ผลได้ผลการทดลองการศึกษาแรงเหวี่ยงเพื่อใช้ปอกเปลือกสับประรดดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการศึกษาแรงเฉือน

แรงเฉือน	มากที่สุด	น้อยที่สุด	เฉลี่ย
แรงเฉือนเพื่อใช้ตัดจุกและขั้วของสับประรด (นิวตัน)	124	70	93.13 ± 14.48
แรงเฉือนเพื่อใช้ปอกเปลือกสับประรด (นิวตัน)	124	72	97.50 ± 11.84

จากผลการทดลองการศึกษาแรงเฉือนทั้งแรงเฉือนเพื่อใช้ตัดจุกและขั้วของสับประรด และแรงเฉือนเพื่อใช้ปอกเปลือกสับประรดพบว่าขนาดของแรงเฉือนที่มากที่สุดในการปอกเปลือกสับประรดคือ 124 นิวตัน จึงใช้ขนาดแรงเฉือนนี้ในการคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำของกระบอกกลมนิวเมติกที่ใช้สำหรับเครื่องปอกเปลือกสับประรดแบบต่อเนื่อง

4.1.2.3 ผลการคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำของกระบอกกลมนิวเมติก

จากการทดลองการศึกษาแรงเฉือนเพื่อใช้ตัดจุกและขั้วของสับประรด และการทดลองการศึกษาแรงเฉือนเพื่อใช้ปอกเปลือกสับประรด พบว่าแรงเฉือนที่มากที่สุดในการใช้ตัดจุกและขั้วของสับประรด และการปอกเปลือกสับประรด มีค่า 124 นิวตัน จึงเลือกนำขนาดแรงเฉือนที่มากที่สุดมาคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำ

เงื่อนไขในการออกแบบ

- 1) ความดันใช้งาน 7 บาร์
- 2) แรงที่ใช้ออกแบบมีขนาดเป็น 2 เท่าของแรงสูงสุด
- 3) ใช้ปริมาณแรงเสียดทานที่ร้อยละ 10 ของแรงที่ใช้ออกแบบ

แทนค่าลงในสมการ

$$F_N = F_{th} - F_R = (A_1 \times P) - \left(\frac{10}{100} \times A_1 \times P \right)$$

$$2(124)N = \left(\frac{\pi D^2}{4} \times 7 \times 10^5 \right) - \left(\frac{10}{100} \times \frac{\pi D^2}{4} \times 7 \times 10^5 \right)$$

$$D = 0.02238 \text{ เมตร}$$

$$D = 2.24 \text{ เซนติเมตร}$$

จากการคำนวณ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำของกระบอกสูบนิวเมติกก็คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.24 เซนติเมตร โดยในการใช้งานจริงควรใช้กระบอกนิวเมติกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำ

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องปอกเปลือกสับประด แบบต่อเนื่อง

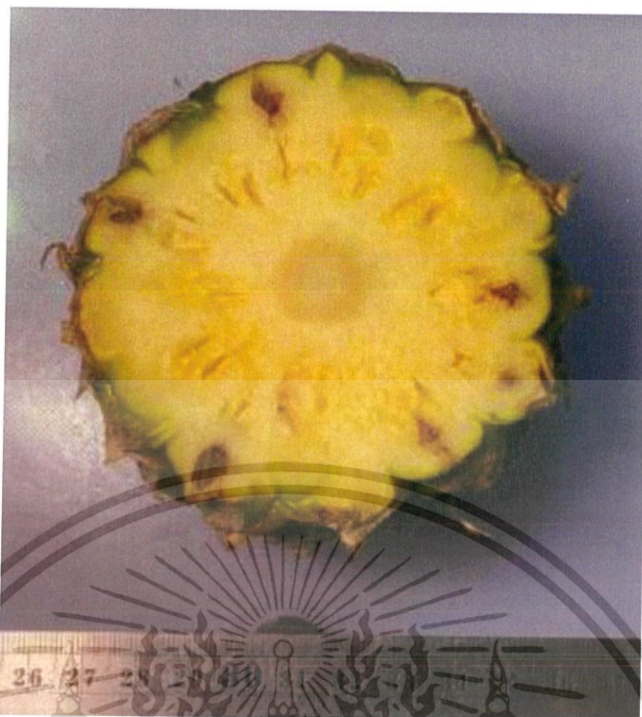
4.2.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการตัดจุกและขั้วของสับประด

การทดสอบประสิทธิภาพของการตัดจุกและขั้วของสับประด ได้ทดลองปรับความเร็วการเคลื่อนที่ของก้านกระบอกลมนิวเมติกเป็น 5, 10 และ 20 เซนติเมตรต่อวินาที ที่ความดัน 7 bar และทำการสังเกตลักษณะที่ผิวของผลผลิตที่ได้หลังจากผ่านขั้นตอนการตัดขั้วและจุกของสับประดใช้ตัวอย่างคือสับประดพันธุ์ภูเก็ตจำนวน 9 ผล เก็บผลการทดลองที่ความเร็วละ 3 ครั้ง ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.4 และมีรูปภาพตัวอย่างของผลผลิตหลังจากผ่านขั้นตอนการตัดขั้วและจุกของสับประด ดังรูปที่ 4.6 4.7 และ 4.8

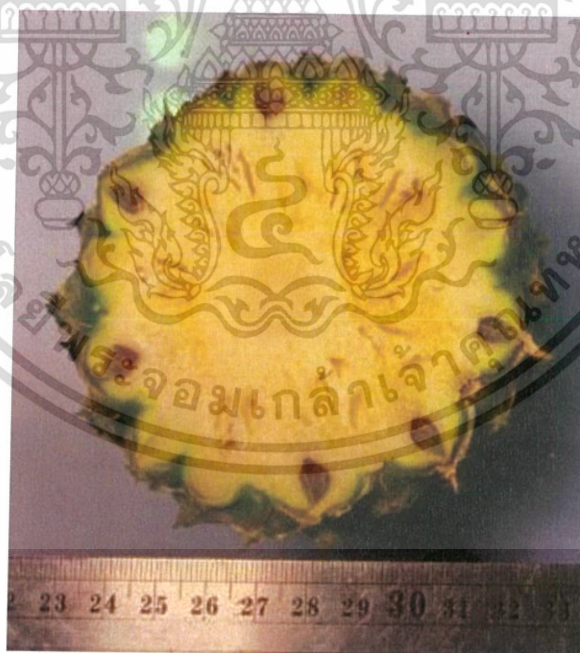
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการตัดจุกและขั้วของสับประด

ผลที่	ความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติก		
	5 เซนติเมตรต่อวินาที	10 เซนติเมตรต่อวินาที	20 เซนติเมตรต่อวินาที
1	ไม่มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณผิว รอยตัด	มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณผิว รอยตัดเล็กน้อย	ไม่มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณ ผิวรอยตัด
2	มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณผิว รอยตัดเล็กน้อย	มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณผิว รอยตัดเล็กน้อย	ไม่มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณ ผิวรอยตัด
3	มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณผิว รอยตัด	มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณผิว รอยตัดเล็กน้อย	ไม่มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณ ผิวรอยตัด

จากการทดสอบประสิทธิภาพของการตัดจุกและขั้วของสับประดพบว่าความเร็วที่เหมาะสมที่สุดของก้านกระบอกลมนิวเมติกคือ 20 เซนติเมตรต่อวินาทีเนื่องจากจากการสังเกตไม่พบรอยชำที่บริเวณรอยตัดของสับประด จึงเลือกใช้ความเร็วนี้เป็นความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติกในขั้นตอนการตัดขั้วและจุกของสับประด

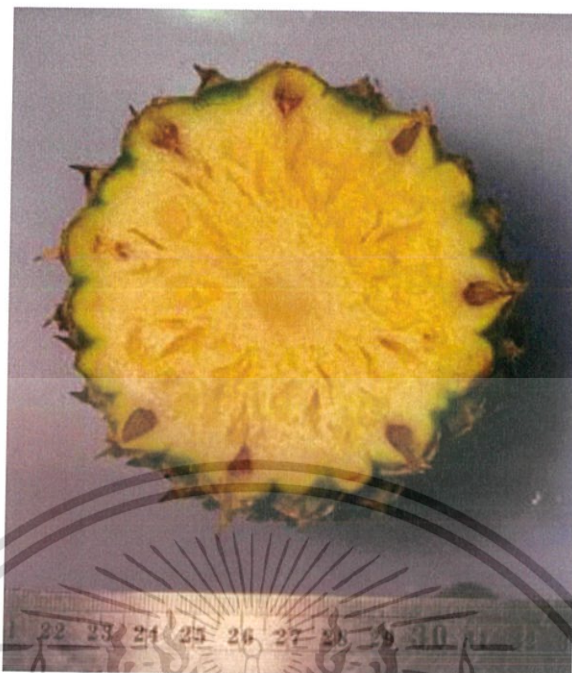


รูปที่ 4.6 สับปะรดที่ผ่านการตัดจุกและชำด้วยความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติก 5 เซนติเมตรต่อวินาที



รูปที่ 4.7 สับปะรดที่ผ่านการตัดจุกและชำด้วยความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติก 10 เซนติเมตรต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 สับปะรดที่ผ่านการตัดจุกและขั้วด้วยความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติก 20 เซนติเมตรต่อวินาที

4.2.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการปกเปลือกสับปะรด

การทดสอบประสิทธิภาพของการปกเปลือกสับปะรด ได้ทดลองปรับความเร็วการเคลื่อนที่ของก้านกระบอกลมนิวเมติกเป็น 5, 10 และ 20 เซนติเมตรต่อวินาที ที่ความดัน 7 bar และทำการสังเกตลักษณะที่ผิวของผลผลิตที่ได้หลังจากผ่านขั้นตอนการปกเปลือกสับปะรดใช้ตัวอย่างคือสับปะรดพันธุ์ภูเก็ตที่ผ่านการตัดจุกและขั้วจำนวน 9 ผล เก็บผลการทดลองที่ความเร็วละ 3 ครั้ง ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.5 และมีรูปภาพตัวอย่างของผลผลิตหลังจากผ่านขั้นตอนการตัดขั้วและจุกของสับปะรด ดังรูปที่ 4.9 4.10 และ 4.11 จากนั้นทำการวัดระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนกับเส้นรอบวงสับปะรด และตรวจสอบร้อยละของจำนวนสับปะรดที่มีระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนกับเส้นรอบวงสับปะรดดังแสดงในตารางที่ 4.6 และ 4.7 ตามลำดับ

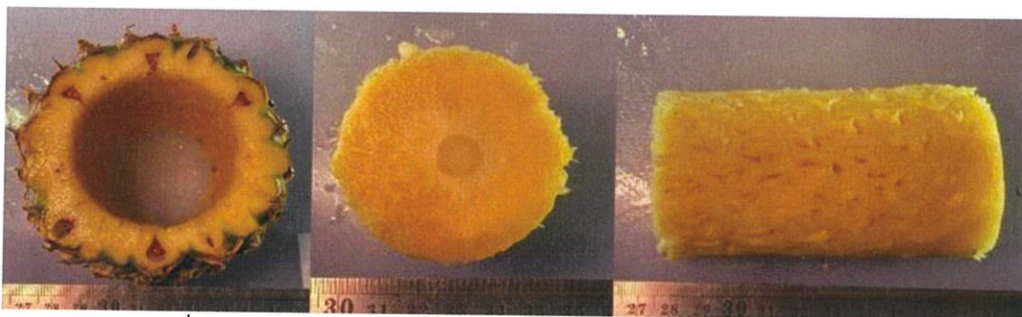
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการปกเปลือกสับประรด

ผลที่	ความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติก		
	5 เซนติเมตรต่อวินาที	10 เซนติเมตรต่อวินาที	20 เซนติเมตรต่อวินาที
1	มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณผิวเล็กน้อย	มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณผิวเล็กน้อย	ไม่มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณผิว
2	มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณผิวเล็กน้อย	มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณผิวเล็กน้อย	ไม่มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณผิว
3	มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณผิวเล็กน้อย	มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณผิวเล็กน้อย	ไม่มีรอยชำเกิดขึ้นบริเวณผิว

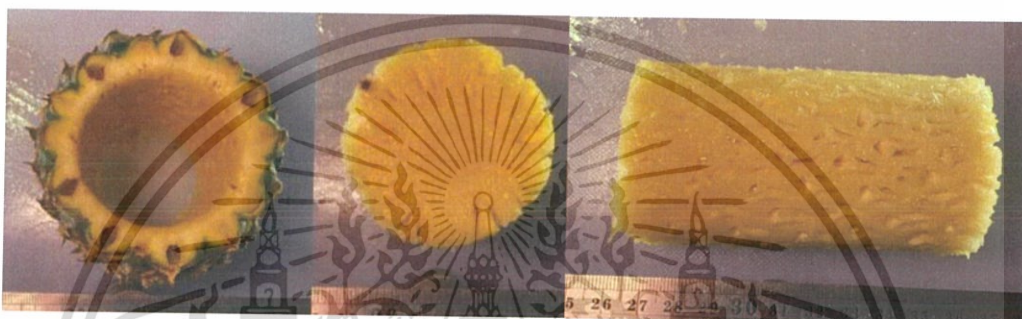
จากการทดสอบประสิทธิภาพของการปกเปลือกสับประรดพบว่าความเร็วที่เหมาะสมที่สุดของก้านกระบอกลมนิวเมติกคือ 20 เซนติเมตรต่อวินาที เนื่องจากจากการสังเกตไม่พบรอยชำที่บริเวณผิวของสับประรด จึงเลือกใช้ความเร็วนี้เป็นความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติกในขั้นตอนการปกเปลือกสับประรด



รูปที่ 4.9 สับประรดที่ผ่านการปกเปลือกด้วยความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติก 5 เซนติเมตรต่อวินาที



รูปที่ 4.10 สับปะรดที่ผ่านการปอกเปลือกด้วยความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติก 10 เซนติเมตรต่อวินาที



รูปที่ 4.11 สับปะรดที่ผ่านการปอกเปลือกด้วยความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติก 20 เซนติเมตรต่อวินาที

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองวัดระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนกับเส้นรอบวงสับปะรด

ผลที่	ระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนกับเส้นรอบวงสับปะรด (เซนติเมตร)
1	0.12
2	0.29
3	0.18
4	0.27
5	0.07
6	0.27
7	0.18
8	0.16
9	0.19
เฉลี่ย	0.19 ± 0.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ร้อยละของจำนวนสับปะรดที่มีระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนกับเส้นรอบวงสับปะรด

ระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนกับเส้นรอบวงสับปะรด (มิลลิเมตร)	ร้อยละ
0-3	100
มากกว่า 3	0

จากผลการทดลองวัดระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนกับเส้นรอบวงสับปะรด และร้อยละของจำนวนสับปะรดที่มีระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนกับเส้นรอบวงสับปะรด พบว่า สับปะรดตัวอย่างทั้งหมดที่ผ่านการปอกเปลือกด้วยเครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่องมีระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนกับเส้นรอบวงสับปะรดต่ำกว่า 3 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่าระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนกับเส้นรอบวงสับปะรดที่ยอมรับได้

4.2.3 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง

จากการทดสอบสมรรถนะของเครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่องโดยจับเวลาในการปอกเปลือกสับปะรดด้วยเครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่องต่อหนึ่งผลและทำการหาค่าเฉลี่ยของเวลาในการปอกเปลือกสับปะรด ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.8



รูปที่ 4.12 การปอกเปลือกสับปะรดด้วยแรงงานคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องปอกเปลือกสับประดแบบต่อเนื่อง

ผลที่	ระยะเวลาในการปอกเปลือก (วินาที)
1	9.38
2	7.97
3	6.95
4	7.18
5	6.67
6	6.40
7	7.20
8	7.04
9	6.58
10	6.82
11	6.38
12	6.51
13	6.10
ระยะเวลาเฉลี่ย	7 ± 0.82

จากผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องปอกเปลือกสับประดแบบต่อเนื่อง พบว่าระยะเวลาในการปอกเปลือกสับประดด้วยเครื่องปอกเปลือกสับประดแบบต่อเนื่องเฉลี่ยเป็น 7 วินาทีต่อผล หรือมีอัตราการปอกเปลือกเฉลี่ยเป็น 514 ผลต่อชั่วโมง

เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปอกเปลือกสับประดด้วยแรงงานคนที่มีความชำนาญในการปอกเปลือก ซึ่งมีระยะเวลาในการปอกเปลือกสับประดเฉลี่ยเป็น 6.5 วินาทีต่อผล แสดงให้เห็นว่าเครื่องปอกเปลือกสับประดแบบต่อเนื่องมีความเร็วในการปอกเปลือกสับประดใกล้เคียงการปอกด้วยแรงงานคนที่มีความชำนาญ แต่สามารถแก้ไขปัญหาด้านความเหนื่อยล้าของแรงงานคนในการปอกเปลือกสับประดได้

4.3 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการเพื่อหาระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปอกเปลือกสับประดแบบต่อเนื่องที่ใช้เพื่อทดแทนแรงงานคน โดยเครื่องปอกเปลือกสับประดแบบต่อเนื่องสามารถทดแทนคนงานได้ 1 คน

4.3.1 ต้นทุนของเครื่องปอกเปลือกสับปรดแบบต่อเนื่อง

เครื่องปอกเปลือกสับปรดแบบต่อเนื่องมีต้นทุนและราคาของอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องปอกเปลือกสับปรดแบบต่อเนื่องทั้งหมด 148,866 บาท โดยสามารถแจกแจงรายการของต้นทุนและราคาอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ต้นทุนและราคาของอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องปอกเปลือกสับปรดแบบต่อเนื่อง

รายการ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวน	ราคารวม (บาท)
1. ใบมีด	200	2	400
2. เหล็กกล่องแบบ ss316 ขนาด 1x1 นิ้ว หนา 2 มิลลิเมตร ยาว 6 เมตร	1,110	6	6,660
3. เหล็กกลมแบบ ss316 ขนาด 12 มิลลิเมตร ยาว 1 เมตร	580	3	1,740
4. เหล็กกลมแบบ ss316 ขนาด 20 มิลลิเมตร ยาว 1 เมตร	900	1	900
5. เฟืองแบบ ss316	1500	1	1,500
6. เฟืองสะพานแบบ ss316	2000	2	4,000
7. ตั๊กตาแบริ่งแบบ ss	2,100	2	4,200
8. แผ่นแบบ ss316 ขนาด 12x12 นิ้ว หนา 2 มิลลิเมตร	450	1	450
9. กระจับปี่นิวมเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 63 มิลลิเมตร ระยะชัก 250 มิลลิเมตร	8,900	2	17,800
10. กระจับปี่นิวมเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 63 มิลลิเมตร ระยะชัก 320 มิลลิเมตร	10,360	1	10,360
11. วาล์วควบคุมแบบใช้มือกดและมีล็อก ตำแหน่ง 3/2 ปกติปิด	2,240	1	2,240
12. วาล์วควบคุมตำแหน่งด้วยกลไกแบบทำงาน 2 ทาง 3/2 ปกติปิด	3,425	2	6,850
13. วาล์วควบคุมตำแหน่งด้วยกลไกแบบทำงานทางเดียว 3/2 ปกติปิด	4,400	4	17,600
14. วาล์วควบคุมทิศทาง 5/2 ปกติปิด	1,892	3	5,676

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวน	ราคารวม (บาท)
15. วาล์วควบคุมความเร็ว	200	6	1,200
16. วาล์วปรับลดความดัน	1,990	1	1,990
17. ค่าแรง	35,200	1	35,200
18. ปื้ลม 5 แรงม้า	30,100	1	30,100
รวม			148,866

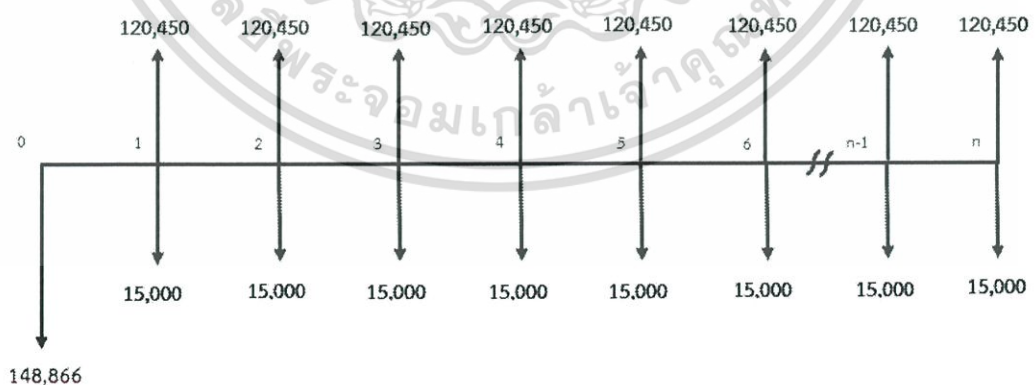
4.3.2 เงื่อนไขในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อหาระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง มีเงื่อนไขในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ดังนี้

- 1) อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7 ต่อปี
- 2) ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาปีละ 15,000 บาท
- 3) ค่าแรงของคณงานในการปอกเปลือกสับปะรด 330 บาทต่อวัน

4.3.3 การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง

เครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 148,866 บาท และมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาปีละ 15,000 บาท โดยเครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่องนี้จะสามารถลดการใช้คณงานในส่วการผลิตได้ 1 คน ซึ่งคณงานจะได้รับค่าจ้างคนละ 330 บาทต่อวัน และทำงานทั้งหมด 365 วันต่อปี โดยมีอัตราผลตอบแทนอยู่ที่ 7%ต่อปี สามารถสร้างแผนภาพการไหลของกระแสเงินสดได้ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 แผนภาพการไหลของกระแสเงินสดของการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสามารถคำนวณเพื่อหาระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปอกเปลือกสับประดแบบต่อเนื่อง ดังสมการด้านล่าง

$$0 = - \text{ต้นทุนของเครื่อง} - \text{ค่าบำรุงรักษาเครื่อง} + \text{ค่าแรงของคณงานจำนวน 365 วัน}$$

$$0 = -148,866 - 15,000(P/A, 7\%, n) + (365 \times 330)(P/A, 7\%, n)$$

$$0 = -148,866 - 15,000(P/A, 7\%, n) + 120,450(P/A, 7\%, n)$$

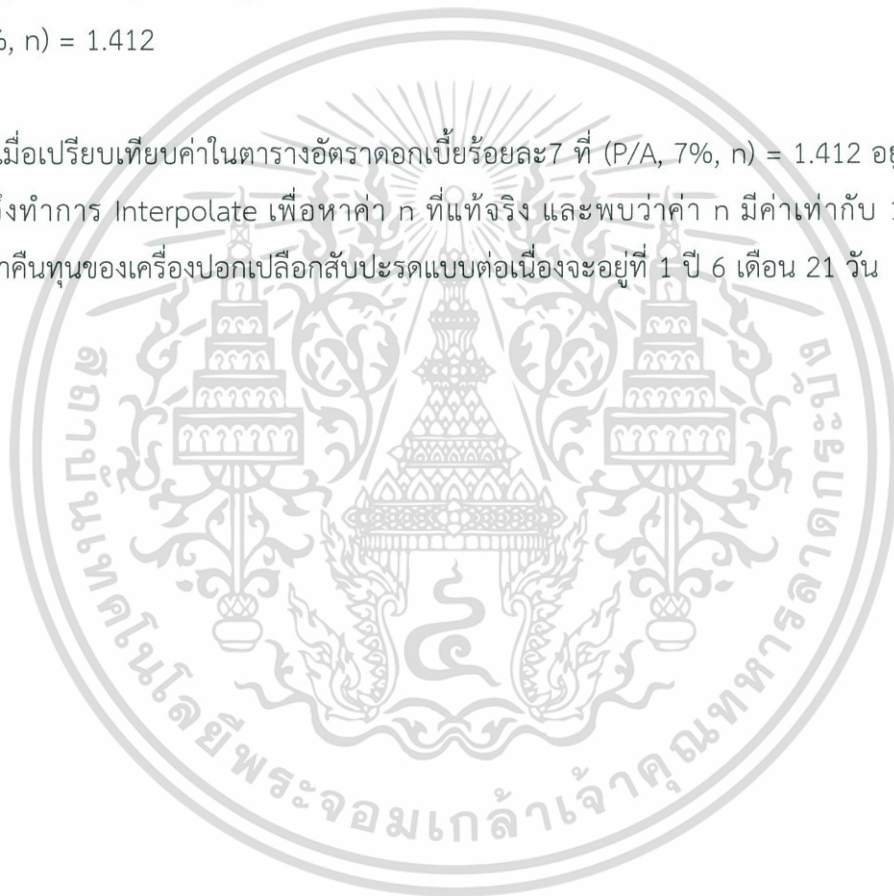
$$148,866 = (-15,000+120,450)(P/A, 7\%, n)$$

$$148,866 = +105,450(P/A, 7\%, n)$$

$$(P/A, 7\%, n) = 148,866/105,450$$

$$(P/A, 7\%, n) = 1.412$$

เมื่อเปรียบเทียบค่าในตารางอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7 ที่ $(P/A, 7\%, n) = 1.412$ อยู่ระหว่างปีที่ 1 และ 2 จึงทำการ Interpolate เพื่อหาค่า n ที่แท้จริง และพบว่าค่า n มีค่าเท่ากับ 1.55 ปี ดังนั้นระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปอกเปลือกสับประดแบบต่อเนื่องจะอยู่ที่ 1 ปี 6 เดือน 21 วัน



บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง และทดสอบสมรรถนะของเครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง โดยสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

5.1 การทดลองเบื้องต้น

ปัจจัยที่ใช้ในการออกแบบเครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่องที่ได้จากการทดลองเบื้องต้นคือ

- 1) ขนาดของสับปะรด ใช้ในการออกแบบชุดป้อนสับปะรดจากความยาวมากที่สุดของสับปะรดคือ 21.33 เซนติเมตร และใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสับปะรดคือ 8.08 เซนติเมตร ถึง 12.79 เซนติเมตร ในการออกแบบชุดจับ
- 2) แรงเหวี่ยงในการตัดจุกและขั้ว และการปอกเปลือกสับปะรด ใช้แรงที่มากที่สุดคือ 124 นิวตันในการออกแบบขนาดของกระบอกลมนิวเมติกสำหรับชุดตัดจุกและขั้ว และชุดปอกเปลือก

5.2 การทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง

เครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่องประกอบด้วย 1) ชุดป้อนสับปะรด 2) ชุดตัดจุกและขั้วของสับปะรด 3) ชุดจับสับปะรด และ 4) ชุดปอกเปลือกสับปะรด มีผลการทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง ดังนี้

- 1) เมื่อความเร็วในการตัดจุกและขั้ว และการปอกเปลือกสับปะรดเพิ่มขึ้น พบว่าการเกิดรอยข้ำบนผิวสับปะรดลดลง ซึ่งความเร็วของก้านกระบอกลมนิวเมติกที่เหมาะสมสำหรับการตัดจุกและขั้ว และการปอกเปลือกสับปะรดเป็น 20 เซนติเมตรต่อวินาที
- 2) การออกแบบชุดจับแบบมูมฉากสำหรับใช้จับสับปะรดในลักษณะแนวนอนเพื่อทำการปอกเปลือก หลังการปอกเปลือกพบว่าระยะเยื้องระหว่างจุดศูนย์กลางของแกนกับจุดศูนย์กลางของเส้นรอบวงสับปะรดไม่เกิน 3 มิลลิเมตร
- 3) สมรรถนะของเครื่องปอกเปลือกมีอัตราการปอกเปลือกสับปะรดอย่างต่อเนื่องเฉลี่ย 514 ผลต่อชั่วโมง

5.3 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อหาระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปอกสับปะรดแบบต่อเนื่องที่สามารถลดการจ้างคนงาน 1 คนพบว่าระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปอกสับปะรดแบบต่อเนื่องอยู่ที่ 1 ปี 7 เดือน 6 วันโดยคำนวณในเงื่อนไขอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7 และมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาปีละ 15,000 บาท

บรรณานุกรม

- กุสุมาลย์ เลิศชาญวุฒิ และ เกียรติศักดิ์ รุ่งพระแสง. 2538. “เครื่องปลูกสับปะรดกิ่งอัตโนมัตติ.”
 ปริญญาานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์,
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- จิรายุทธ ตันทา, พันธุ์คม เกิดแล้ว และ เอกพงษ์ มูลคำ. 2556. “การออกแบบสร้างเครื่องปลูกและหั่น
 แวนส์สับปะรด.” ปริญญาานิพนธ์อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล
 คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง.
- ชัยสิทธิ์ ชินวัตร. (ม.ป.ป.). การปลูกสับปะรดปลอดสารพิษและวิธีเพิ่มผลผลิต. นนทบุรี : บริษัท
 สำนักพิมพ์ ยูทิลิตี้ จำกัด
- ณัจฉนันท์ แก้วศรี. 2557. สายพันธุ์สับปะรด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :
<http://nutchan.blogspot.com/2014/10/blog-post.html>.
- ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2552. มาตรฐานสินค้าและเกษตรแห่งชาติ สับปะรด.
 [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.acfs.go.th/standard/download/peapple.pdf>.
- ประชาชาติธุรกิจ. 2560. สับปะรดจีโอดราดสีทองบุกตลาดพรีเมียม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :
<https://www.prachachat.net/local-economy/news-70033>.
- พุทธินันท์ ปาวงค์ และ สมศักดิ์ เป็นวังปลูก. 2551. “ออกแบบและสร้างเครื่องแปรรูปวัตถุดิบ
 สับปะรดสด.” ปริญญาานิพนธ์อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล
 คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง.
- มสารกา รุ่งกระจ่าง. 2561. สับปะรด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :
<http://www.dnp.go.go.th/Botany/Herbarium/Archives/PlantFile/สับปะรด.html>.
- ราตรี พรหมพัตร. 2558. สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :
<http://www.pcc.kmitl.ac.th/konlineproduct/product/8.html>.
- สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2558. อุตสาหกรรมสับปะรดในปี2558. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :
<http://fic.nfi.or.th/foodsectordatabank-detail.php?id=10>.
- อนุชา หิรัญวัฒน์. 2548. ระบบนิเวศน์กับการควบคุมอัตโนมัตติในอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : บริษัท
 ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน).
- International tropical fruits network. 2017. PINEAPPLE. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :
<http://www.itfnet.org/v1/2016/05/pineapple-common-varieties/>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kasetprice. 2562. ราคา สับ ปรด วัน นี้ . [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :
<http://www.kasetprice.com/ราคา/สับปรด/วันนี้>

Krishna Prakasha, U. M. Mahadev, B.U. Vinay and Shivakumar. 2017. **Automated Pineapple Peeling and Slicing Machine**. India Techincal Research Organisation.

Shinde. 2017. **Designing and Development Pineapple Peeler and Coring Machine**. International Research Journal of Engineering and Technology(IRJET).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก1 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7

7%		Compound Interest Factors								7%
n	Single Payment		Uniform Payment Series				Arithmetic Gradient		n	
	Compound Amount Factor Find F Given P	Present Worth Factor Find P Given F	Sinking Fund Factor Find A Given F	Capital Recovery Factor Find A Given P	Compound Amount Factor Find F Given A	Present Worth Factor Find P Given A	Gradient Uniform Series Find A Given G	Gradient Present Worth Find P Given G		
	F/P	P/F	A/F	A/P	F/A	P/A	A/G	P/G		
1	1.070	.9346	1.0000	1.0700	1.000	0.935	0	0	1	
2	1.145	.8734	.4831	.5531	2.070	1.808	0.483	0.873	2	
3	1.225	.8163	.3111	.3811	3.215	2.624	0.955	2.506	3	
4	1.311	.7629	.2252	.2952	4.440	3.387	1.416	4.795	4	
5	1.403	.7130	.1739	.2439	5.751	4.100	1.865	7.647	5	
6	1.501	.6663	.1398	.2098	7.153	4.767	2.303	10.978	6	
7	1.606	.6227	.1156	.1856	8.654	5.389	2.730	14.715	7	
8	1.718	.5820	.0975	.1675	10.260	5.971	3.147	18.789	8	
9	1.838	.5439	.0835	.1535	11.978	6.515	3.552	23.140	9	
10	1.967	.5083	.0724	.1424	13.816	7.024	3.946	27.716	10	
11	2.105	.4751	.0634	.1334	15.784	7.499	4.330	32.467	11	
12	2.252	.4440	.0559	.1259	17.888	7.943	4.703	37.351	12	
13	2.410	.4150	.0497	.1197	20.141	8.358	5.065	42.330	13	
14	2.579	.3878	.0443	.1143	22.551	8.745	5.417	47.372	14	
15	2.759	.3624	.0398	.1098	25.129	9.108	5.758	52.446	15	
16	2.952	.3387	.0359	.1059	27.888	9.447	6.090	57.527	16	
17	3.159	.3166	.0324	.1024	30.840	9.763	6.411	62.592	17	
18	3.380	.2959	.0294	.0994	33.999	10.059	6.722	67.622	18	
19	3.617	.2765	.0268	.0968	37.379	10.336	7.024	72.599	19	
20	3.870	.2584	.0244	.0944	40.996	10.594	7.316	77.509	20	
21	4.141	.2415	.0223	.0923	44.865	10.836	7.599	82.339	21	
22	4.430	.2257	.0204	.0904	49.006	11.061	7.872	87.079	22	
23	4.741	.2109	.0187	.0887	53.436	11.272	8.137	91.720	23	
24	5.072	.1971	.0172	.0872	58.177	11.469	8.392	96.255	24	
25	5.427	.1842	.0158	.0858	63.249	11.654	8.639	100.677	25	
26	5.807	.1722	.0146	.0846	68.677	11.826	8.877	104.981	26	
27	6.214	.1609	.0134	.0834	74.484	11.987	9.107	109.166	27	
28	6.649	.1504	.0124	.0824	80.698	12.137	9.329	113.227	28	
29	7.114	.1406	.0114	.0814	87.347	12.278	9.543	117.162	29	
30	7.612	.1314	.0106	.0806	94.461	12.409	9.749	120.972	30	
31	8.145	.1228	.00980	.0798	102.073	12.532	9.947	124.655	31	
32	8.715	.1147	.00907	.0791	110.218	12.647	10.138	128.212	32	
33	9.325	.1072	.00841	.0784	118.934	12.754	10.322	131.644	33	
34	9.978	.1002	.00780	.0778	128.259	12.854	10.499	134.951	34	
35	10.677	.0937	.00723	.0772	138.237	12.948	10.669	138.135	35	
40	14.974	.0668	.00501	.0750	199.636	13.332	11.423	152.293	40	
45	21.002	.0476	.00350	.0735	285.750	13.606	12.036	163.756	45	
50	29.457	.0339	.00246	.0725	406.530	13.801	12.529	172.905	50	
55	41.315	.0242	.00174	.0717	575.930	13.940	12.921	180.124	55	
60	57.947	.0173	.00123	.0712	813.523	14.039	13.232	185.768	60	
65	81.273	.0123	.00087	.0709	1146.8	14.110	13.476	190.145	65	
70	113.990	.00877	.00062	.0706	1614.1	14.160	13.666	193.519	70	
75	159.877	.00625	.00044	.0704	2269.7	14.196	13.814	196.104	75	
80	224.235	.00446	.00031	.0703	3189.1	14.222	13.927	198.075	80	
85	314.502	.00318	.00022	.0702	4478.6	14.240	14.015	199.572	85	
90	441.105	.00227	.00016	.0702	6287.2	14.253	14.081	200.704	90	
95	618.673	.00162	.00011	.0701	8823.9	14.263	14.132	201.558	95	
100	867.720	.00115	.00008	.0701	12381.7	14.269	14.170	202.200	100	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพภายนอกของสับปะรด (หน่วยเซนติเมตร)

ผลที่	ความยาว	เส้นผ่านศูนย์กลาง		ขนาดแกน	ระยะเยื้อง
		แกน x	แกน y		
1	16.46	9.13	9.08	1.9	0.09
2	17.07	10.21	10.12	1.92	0.17
3	17.68	12.67	12.75	1.75	0.26
4	17.16	11	11.03	1.9	0.1
5	17.16	11.44	11.1	2.04	0.29
6	17.16	11.28	11.37	2.13	0.24
7	17.16	11.01	11.34	1.59	0.09
8	17.16	10.96	10.65	1.93	0.13
9	17.16	10.1	10.16	2.13	0.18
10	17.16	11.41	11.48	2.08	0.49
11	17.16	11.48	10.76	1.97	0.12
12	17.16	10.75	10.35	1.98	0.08
13	17.16	11.38	10.7	1.6	0.09
14	17.16	10.79	10.59	1.79	0.28
15	17.16	11.38	11.31	1.46	0.24
16	17.16	10.24	10.61	2	0.03
17	17.16	10.36	10.27	2.12	0.39
18	17.16	10.81	10.95	2.41	0.25
19	17.16	10.82	10.4	1.82	0.11
20	17.16	9.59	10.08	1.81	0.16
21	17.16	9.32	9.83	1.98	0.14
22	17.16	11.09	10.91	1.95	0.16
23	17.16	10.96	11.08	2.36	0.13
24	17.16	11.19	10.95	1.96	0.2
25	17.16	10.6	10.37	1.68	0.16
26	17.16	10.92	10.84	2.17	0.29
27	17.16	10.21	10.11	1.64	0.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพภายนอกของสับปะรด (หน่วยเซนติเมตร) (ต่อ)

ผลที่	ความยาว	เส้นผ่านศูนย์กลาง		ขนาดแกน	ระยะเยื้อง
		แกน x	แกน y		
28	17.16	10.89	10.56	1.84	0.23
29	18.68	9.91	9.74	1.46	0.27
30	16.13	10.03	9.66	1.52	0.36
31	17.06	11.35	11.38	1.64	0.07
32	19.35	10.51	10.37	2.26	0.13
33	16.98	9.53	9.9	1.55	0.26
34	17.25	11.36	11.03	1.43	0.27
35	21.33	9.33	9.08	1.79	0.01
36	18.31	11.03	10.85	1.97	0.1
37	21.01	10.05	10.31	1.71	0.24
38	19.16	11	11.18	1.46	0.15
39	18.79	9.87	9.6	1.78	0.34
40	17.29	9.43	9.11	2.09	0.19
41	19.51	10.48	10.49	1.59	0.07
42	17.66	9.03	9.18	1.46	0.21
43	18.87	10.05	10.02	1.36	0.29
44	18.15	9.83	9.67	2.07	0.23
45	15.32	9.91	9.75	2.04	0.21
46	18.73	10.55	10.77	1.67	0.16
47	16.77	10.01	10.12	1.87	0.2
48	20.13	10.53	10.83	1.54	0.14
49	20.02	10.32	10.53	1.36	0.3
50	19.02	10.53	10.39	1.65	0.37
51	19.56	10.3	10.41	1.87	0
52	17.4	10.17	10.04	1.95	0.04
53	20.67	10.98	10.8	2.41	0.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพภายนอกของสับปะรด (หน่วยเซนติเมตร) (ต่อ)

ผลที่	ความยาว	เส้นผ่านศูนย์กลาง		ขนาดแกน	ระยะเยื้อง
		แกน x	แกน y		
54	20.61	10.81	10.56	1.77	0.25
55	19.7	10.56	10.57	1.75	0.05
56	18.27	9.78	9.38	1.69	0.02
57	17.17	10.57	10.6	1.5	0.49
58	17.45	10.65	10.37	2.09	0.33
59	17.61	10.54	10.46	1.61	0.02
60	17.97	10.9	10.98	2.3	0.04
61	18.76	10.65	10.46	1.76	0.02
62	16.86	10.35	10.24	1.67	0.16
63	18.44	10.33	10.64	1.44	0.16
64	18.12	10.13	9.76	1.63	0.24
65	18.42	10.45	10.51	2.31	0.04
66	17.36	11.51	11.54	2.02	0.28
67	15.35	10.37	10.29	2.71	0.08
68	18.32	11.14	11.44	1.88	0.21
69	19.87	10.5	10.13	2.22	0.13
70	17.26	9.77	9.99	1.61	0.22
71	18.51	11.11	11.52	2.04	0.32
72	15.69	8.08	8.16	1.64	0.26
73	16.52	8.29	8.37	1.9	0.13
74	16.23	9.48	9.67	1.65	0.04
75	18.79	11.19	11.03	1.61	0.13
76	17.04	9.6	9.88	1.55	0.23
77	15.75	10.57	10.85	1.97	0.16
78	17.3	9.87	9.88	1.66	0.19
79	17.08	10.39	10.64	1.46	0.39
80	16.2	10.06	10.15	1.48	0.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพภายนอกของสับปะรด (หน่วยเซนติเมตร) (ต่อ)

ผลที่	ความยาว	เส้นผ่านศูนย์กลาง		ขนาดแกน	ระยะเยื้อง
		แกน x	แกน y		
81	16.77	10.14	10.37	1.76	0.2
82	15.55	10.56	10.13	1.71	0.03
83	16.86	10.69	10.73	1.83	0.18
84	15.79	9.35	9.21	1.64	0.42
85	17.23	10.29	10.47	1.87	0.08
86	14.66	9.71	10.01	1.73	0.06
87	19.12	11.06	10.82	1.63	0.2
88	16.37	10.25	10.32	1.77	0.13
89	15.3	9.18	9.39	1.7	0.39
90	16.46	10.01	10.35	2.15	0.38
91	18.27	10.12	10.51	1.99	0.02
92	17.41	10.91	10.94	1.88	0.48
93	18.66	10.72	10.4	2.05	0.27
94	16	10.63	10.67	1.75	0.17
95	16.5	12.73	12.79	1.91	0.27
96	16.53	11.62	11.58	2.17	0.11
97	18.24	12.45	12.01	1.6	0.04
98	16.04	11.21	11.34	1.96	0.17
99	18.13	10.72	10.89	1.43	0.18
100	19.08	10.39	10.29	1.6	0
101	18.1	10.14	10.1	1.63	0.03
102	16.28	10.93	10.45	1.65	0.1
103	19.66	11.02	11.4	1.57	0.15
104	18.2	10.23	9.98	2.04	0.07
105	17.95	11.09	10.64	1.95	0.17
106	16.14	9.92	10.04	1.76	0.12
107	17.34	10.79	10.44	1.61	0.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพภายนอกของสับปะรด (หน่วยเซนติเมตร) (ต่อ)

ผลที่	ความยาว	เส้นผ่านศูนย์กลาง		ขนาดแกน	ระยะเยื้อง
		แกน x	แกน y		
108	15.95	10.81	11.23	1.75	0.11
109	16.44	10.04	10.62	1.82	0.22
110	17.01	10.47	10.12	1.79	0
111	17.22	11.22	10.94	1.72	0.15
112	17.97	10.14	9.96	1.42	0.38
113	17.65	10.74	10.82	1.52	0.44
114	18.03	10.37	10.04	1.69	0.54
115	16.36	10.66	10.74	1.7	0.06
116	16.82	10.47	10.6	1.57	0.21
117	17.81	10.98	10.53	1.75	0.15
118	18.06	10.93	10.46	1.58	0.34
119	16.93	9.93	9.61	1.94	0
120	18.39	10.51	10.53	1.55	0.05
121	17.91	10.97	10.95	1.84	0.32
122	17.86	10.43	10.02	1.64	0.29
123	17.6	10	10.73	1.66	0.52
124	18.52	10.24	10.05	1.66	0
125	16.35	10.33	10.55	1.68	0
126	17.09	10.88	10.71	1.59	0
127	18.74	9.64	9.74	1.74	0.26
128	17.09	10.05	10.52	1.27	0.22
129	17.4	10.83	10.96	1.59	0.2
130	17.3	10.75	10.55	1.45	0.5
131	16.48	9.98	10.31	1.31	0.24
132	17.21	10.74	10.91	1.43	0.5
133	17.18	10.64	9.96	1.77	0.4
134	17.29	9.22	9.56	1.57	0.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพภายนอกของสับปะรด (หน่วยเซนติเมตร) (ต่อ)

ผลที่	ความยาว	เส้นผ่านศูนย์กลาง		ขนาดแกน	ระยะเยื้อง
		แกน x	แกน y		
135	17.85	9.71	10.06	1.58	0.17
136	17.24	9.8	9.86	1.63	0
137	19.11	10.42	9.79	1.42	0.37
138	17.75	10.71	11.28	1.53	0.28
139	18.4	11.13	10.93	1.64	0.36
140	17.41	10.91	10.42	1.72	0.19
141	19.38	10.31	10.05	1.52	0.18
142	15.48	10.74	9.85	1.74	0.2
143	17.94	10.36	10	1.23	0
144	18.54	9.29	9.44	1.49	0.36
145	17.83	9.8	10.05	1.54	0.19
146	17.38	9.46	9.35	2.2	0.1
147	18.4	10.32	10.6	2.29	0.05
148	18.57	9.88	10.18	1.79	0.03
149	17.72	10.12	10.11	2.07	0.28
150	16.38	9.72	9.41	2	0.18
151	17.91	9.45	9.56	2.25	0.03
152	17.6	10.37	10.03	2.25	0.16
153	19.4	10.13	10.04	2.03	0.15
154	15.63	10.03	9.91	1.99	0.02
155	17.19	10.19	10.12	2.15	0.13
156	18.31	9.51	9.45	1.37	0.25
157	18.22	9.31	9.17	2.25	0.1
158	18.7	9.28	9.53	2.1	0.24
159	19.25	9.6	9.77	1.69	0.1
160	17.61	9.52	9.34	1.62	0.12
161	16.82	9.58	9.47	1.7	0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพภายนอกของสับปะรด (หน่วยเซนติเมตร) (ต่อ)

ผลที่	ความยาว	เส้นผ่านศูนย์กลาง		ขนาดแกน	ระยะเยื้อง
		แกน x	แกน y		
162	16.73	9.5	9.71	1.61	0.08
163	17.92	9.7	9.86	1.86	0.1
164	18.81	10.27	10.47	2.33	0.22
165	18.64	10.33	10.35	2.2	0.05
166	15.76	10.18	10.17	2.32	0.17
167	18.8	9.93	9.82	2.15	0.05
168	17.65	9.5	9.74	2.26	0.04
169	16.82	10.01	10.06	2.23	0.26
170	16.52	11.71	12.23	1.78	0.06
171	16.38	10.82	10.81	1.63	0.07
172	15.34	10.41	10.39	1.74	0.04
173	17.65	9.38	9.87	2.33	0.03
174	19.54	10	10.25	1.77	0.25
175	17.37	9.97	9.68	1.65	0.39
176	18.75	10.23	10.47	2.19	0.03
177	17.89	10.23	10.34	1.77	0.14
178	18.73	9.65	9.5	1.53	0.26
179	17.86	9.79	9.56	1.37	0.24
180	17.04	9.88	10.24	2.36	0.18
181	16.11	9.75	9.61	2.22	0.07
182	16.61	10.07	10.03	2.51	0.1
183	17.03	9.72	9.79	1.82	0.13
184	17.46	9.92	10.11	2.02	0.12
185	18.8	9.28	9.58	2.06	0.14
186	19.39	11.65	11.5	2.33	0.04
187	18.85	9.4	9.58	2.03	0.26
188	18.2	10.64	11.17	2.21	0.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพภายนอกของสับปะรด (หน่วยเซนติเมตร) (ต่อ)

ผลที่	ความยาว	เส้นผ่านศูนย์กลาง		ขนาดแกน	ระยะเยื้อง
		แกน x	แกน y		
189	17.35	11.46	11.7	1.91	0.06
190	18.01	10.21	10.05	2.01	0.06
191	16.68	9.4	9.4	1.78	0.2
192	16.35	9.43	9.45	1.74	0.12
193	19.12	9.75	9.55	1.46	0.05
194	16.35	9.49	9.61	1.75	0.2
195	17.17	10.14	10.18	1.65	0.31
196	17.83	10.76	10.74	2.07	0.03
197	17.21	9.88	9.83	2.12	0.04
198	17.17	9.59	9.57	2.2	0.07
199	18.53	9.43	9.35	1.33	0.02
200	16.69	10.13	10.06	2.17	0.04
201	19.62	10.15	9.94	1.92	0.08
202	17.06	9.39	9.47	1.79	0.06
203	17.09	9.24	9.54	2.48	0.11
204	-	-	-	1.96	0.34
205	-	-	-	1.75	0.15
206	-	-	-	1.72	0.11
207	-	-	-	1.69	0.12
208	-	-	-	1.92	0.03
209	-	-	-	1.84	0.4
210	-	-	-	1.55	0.06
211	-	-	-	2.06	0.16
212	-	-	-	2.03	0.18
213	-	-	-	1.83	0.12
214	-	-	-	2.73	0.22
215	-	-	-	2.15	0.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

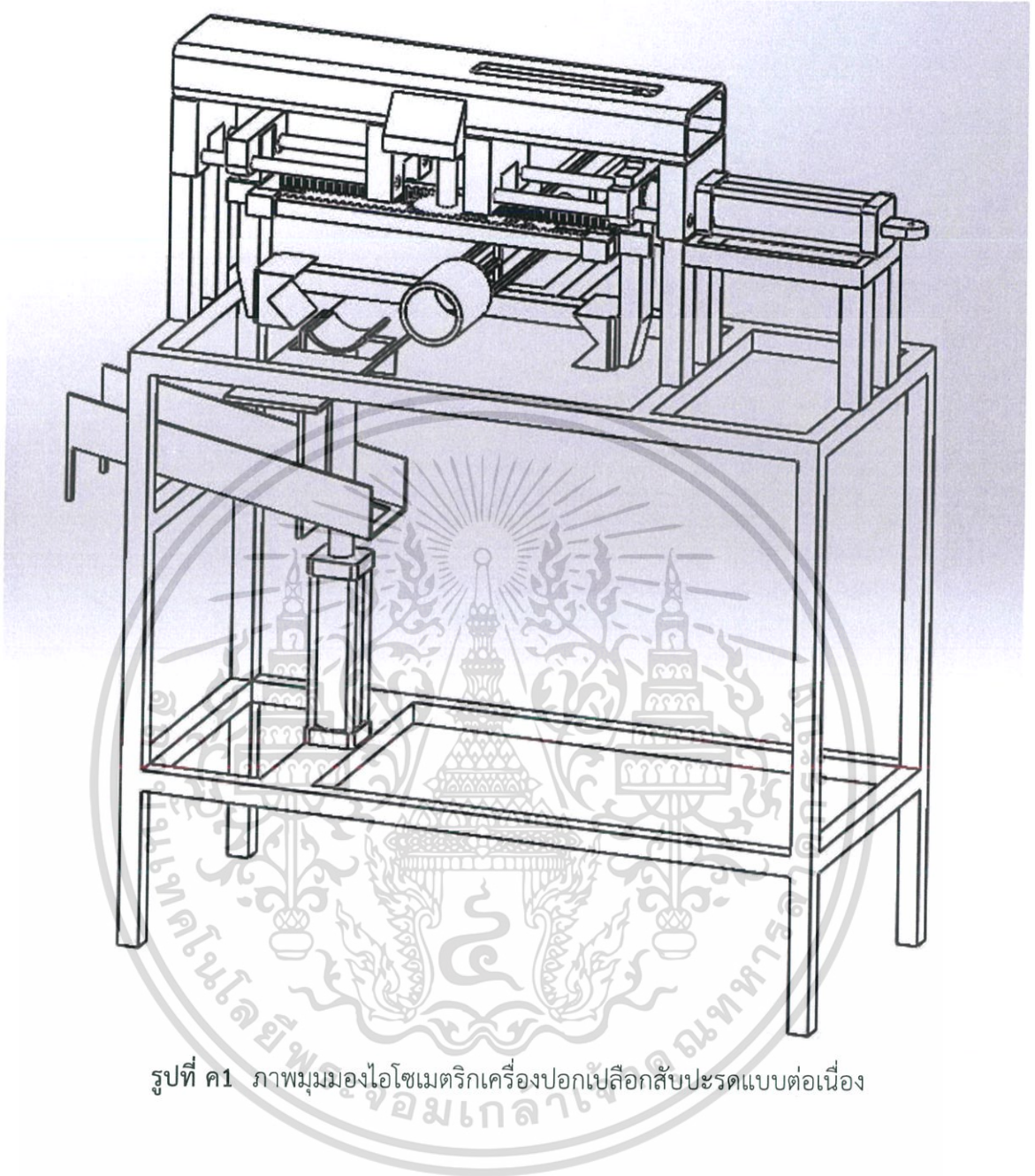
ตาราง ข1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพภายนอกของสับปะรด (หน่วยเซนติเมตร) (ต่อ)

ผลที่	ความยาว	เส้นผ่านศูนย์กลาง		ขนาดแกน	ระยะเยื้อง
		แกน x	แกน y		
216	-	-	-	1.43	0.28
217	-	-	-	1.72	0.31
218	-	-	-	1.58	0.25
219	-	-	-	1.41	0.13
220	-	-	-	1.78	0.43
216	-	-	-	1.43	0.28
217	-	-	-	1.72	0.31
218	-	-	-	1.58	0.25
219	-	-	-	1.41	0.13
220	-	-	-	1.78	0.43
217	-	-	-	1.72	0.31
เฉลี่ย	17.60	10.32	10.31	1.82	0.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

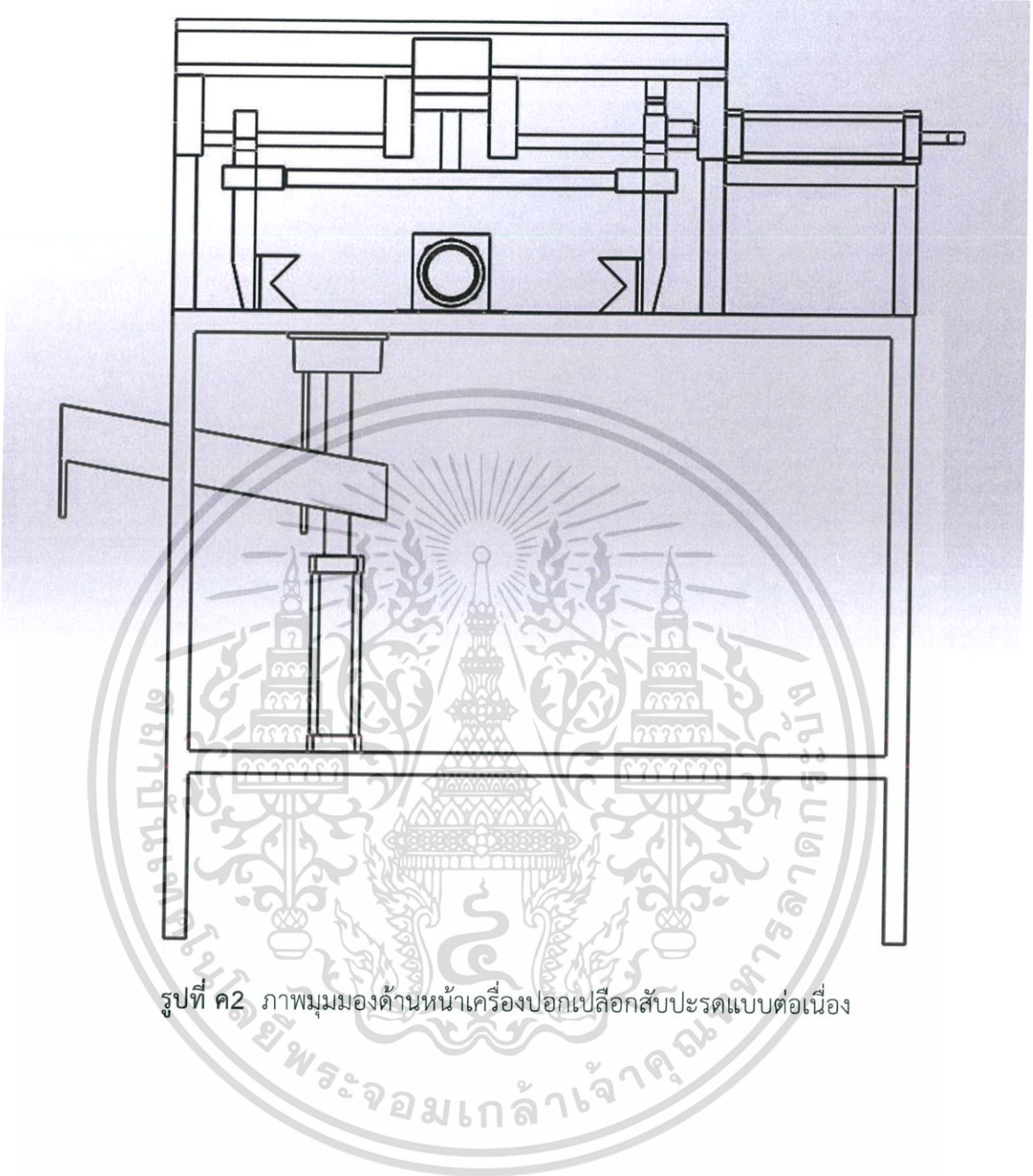


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



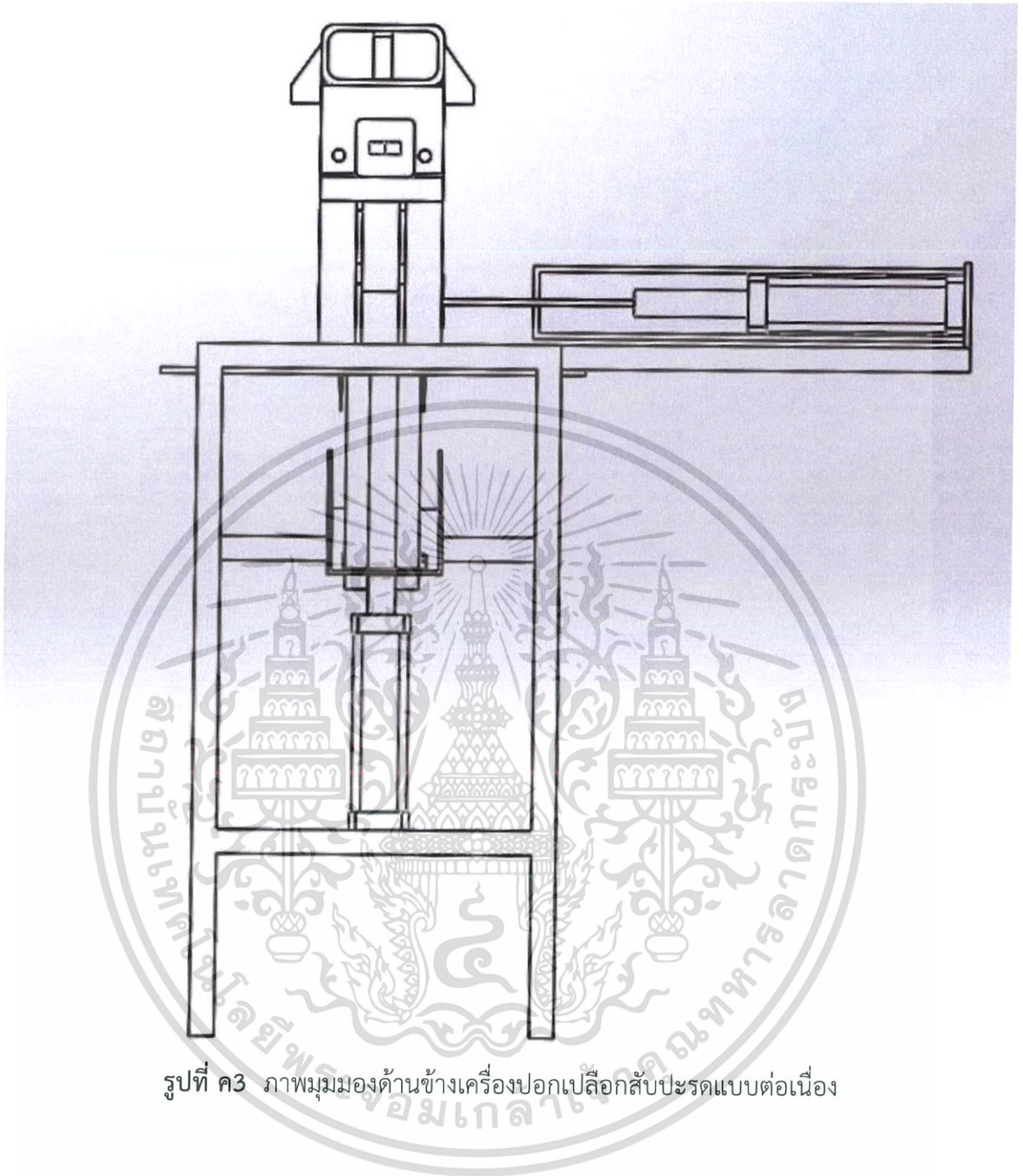
รูปที่ ค1 ภาพมุมมองไอโซเมตริกเครื่องปกเปิดสับกระดาษแบบต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค2 ภาพมุมมองด้านหน้าเครื่องปกเปิดสลับกระดาษแบบต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค3 ภาพมุมมองด้านข้างเครื่องปอกเปลือกสับปะรดแบบต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้