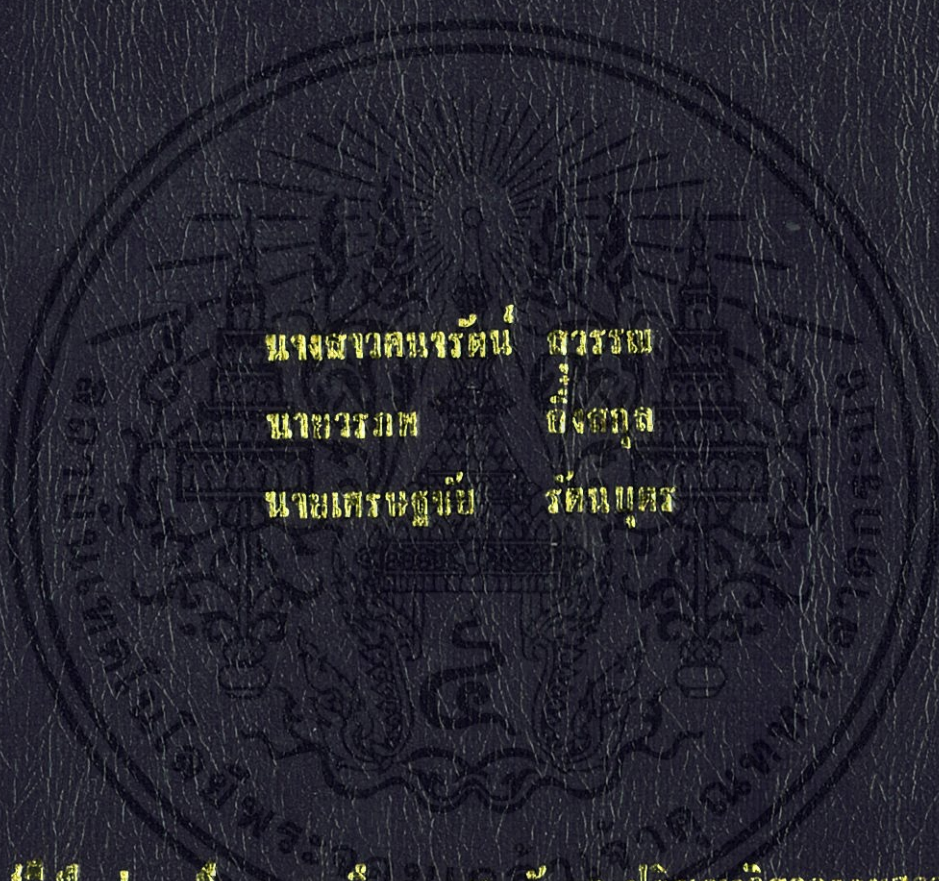


ศึกษารออกแบบและสร้างกลไกการปอกเปลือกมังคุด
Study on Design and Fabrication of Mechanisms for Peeling
of Mangosteen



นางสาวศรวิรัตน์ อารมณ์
นายวรงค์ อึ้งอูต
นายเศรษฐ์ชัย รัตนบุตร

ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

ศึกษาการออกแบบและสร้างกลไกการลอกเปลือกมังคุด
Study on Design and Fabrication of Mechanisms for Peeling
of Mangosteen



นางสาวนารัตน์ สุวรรณ
นายวรภพ อึ้งสกุล
นายเศรษฐชัย รัตนบุตร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Study on Design and Fabrication of Mechanisms for Peeling
of Mangosteen



THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN FOOD ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ศึกษาการออกแบบและสร้างกลไกการลอกเปลือกมังคุด

Study on Design and Fabrication of Mechanisms for Peeling
of Mangosteen

นักศึกษาผู้ทำโครงการงาน

- | | | |
|--------------------------|--------------|----------|
| 1. นางสาวคนารัตน์ สุวรรณ | รหัสนักศึกษา | 53010165 |
| 2. นายวรภพ อึ้งสกุล | รหัสนักศึกษา | 53011403 |
| 3. นายเศรษฐชัย รัตนบุตร | รหัสนักศึกษา | 53011616 |



..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์สาทิป รัตนภาสกร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการ	ศึกษาการออกแบบและสร้างกลไกการปกปกป้องมังคุด	
นักศึกษา	นางสาวคนารัตน์	สุวรรณ
	นายวรภพ	อึ้งสกุล
	นายเศรษฐชัย	รัตนบุตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์สาทิป รัตนภาสกร	
ปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอาหาร	
	ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์	
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
ปีการศึกษา	2556	

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้เพื่อออกแบบและสร้างกลไกเพื่อทดสอบกลไกการปกปกป้องมังคุด โดยมีขั้นตอนการทำงาน 3 ขั้นตอนคือ 1) กดผลมังคุดให้ผ่านใบมีดเพื่อฉีกเนื้อมังคุด 2) แยกเปลือกมังคุดออกจากกันโดยการบีบเปลือกมังคุดที่ด้านข้าง 3) ได้เนื้อมังคุดบนฐานวางมังคุด กลไกการปกปกป้องมังคุดประกอบด้วยชิ้นส่วนหลักดังนี้ 1) โครงสร้างกลไกการปกปกป้อง 2) ด้ามกด 3) ชุดใบมีด 4) ฐานวางผลมังคุด ในการทดลองมีจำนวนตัวแปร 2 ปัจจัยคือ 1) จำนวนใบมีด 2 ระดับคือ 2 และ 4 ใบมีด 2) มุมเอียงใบมีด 3 ระดับคือ 30 45 และ 60 องศา การทดลองพบว่าองศาใบมีดไม่มีผลต่อการปกปกป้องมังคุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่จำนวนใบมีดมีผลต่อการปกปกป้องมังคุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยจำนวนใบมีดที่ดีที่สุดในการปกปกป้องคือ 4 ใบมีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Report Title	Study on Design and Fabrication of Mechanisms for Peeling of Mangosteen	
Student	Miss. Kanarat Suwan	
	Mr. Worapop Oungsakul	
	Mr. Setthachai Rattanabut	
Project Advisor	Assoc. Prof. Satip Rattanapaskorn	
Submitted for	Bachelor Degree in Food Engineering Department of Food Engineering, Faculty of Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang	
Academic Year	2013	

ABSTRACT

The purpose of this research was to design, fabricate, test and evaluate the prototype of mechanisms for peeling of mangosteen. The concept of design was accomplished by 3 steps: 1) pressing the mangosteen pass through the knife for cutting the mangosteen peel of its, 2) pressing the 2-sides of mangosteen for splitting the mangosteen peel, and 3) collecting the fruit of the base of mechanisms. The mechanism consists of 4 mains parts: 1) frame 2) pressing unit 3) knife set 4) base for placing the fruit. The 2 levels of the number of knife (2 and 4) and 3 type of knife angle (30, 45, 60 degrees) were the variables considered in the experiments. The results showed that the knife angles were not affect to peel mangosteen significantly. Only the number of knives were affected of peeling which the best number of knives were 4.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น "ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้"

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.สาทิป รัตนภสกร ที่ให้ความช่วยเหลือ คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประการที่ดีแก่ข้าพเจ้า รวมทั้งคณะอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอาหารทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะเกี่ยวกับงานในทุก ๆ ด้าน

ขอขอบพระคุณ คุณอำนาจ คุตะคุ คุณวรารัตน์ มาไพศาลทรัพย์ และคุณ บุญนำ ผลโพธิ์ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและธุรการภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการทำงานทั้งสถานที่ และเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ระหว่างการดำเนินโครงการ

ขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่และทุกคนในครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนตลอดมา

สุดท้ายขอขอบคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมอาหารทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่าง ๆ

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้มอบวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

นางสาวคนารัตน์

สุวรรณ

นายวรภพ

อึ้งสกุล

นายเศรษฐชัย

รัตนบุตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	3
2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของมังคุด	3
2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมังคุด	3
2.1.2 พันธุ์ของมังคุด	4
2.1.3 ระดับความสุกของมังคุด	4
2.1.4 การแบ่งชั้นคุณภาพ	5
2.1.5 ขนาดของมังคุด	6
2.2 ประโยชน์ของมังคุด	6
2.3 การแปรรูปน้ำคุด	7
2.4 คุณค่าทางโภชนาการของมังคุด	8
2.5 เครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับมังคุด	8
บทที่ 3 การออกแบบกลไกเครื่องมือปอกเปลือกมังคุดและชุดใบมีด	11
3.1 ขั้นตอนการออกแบบ	11
3.1.1 ศึกษาคุณสมบัติทางการภาพของมังคุดที่ใช้ในการทดลอง	11
3.1.2 แนวทางการปอกเปลือกมังคุดของชาวสวน	12
3.2 การออกแบบกลไกเครื่องมือการปอกเปลือกมังคุด	12
3.2.1 วัสดุที่ใช้สร้างกลไกเครื่องมือปอกเปลือกมังคุด	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.2 การออกแบบโครงสร้าง	12
3.2.3 ชุดไขมีด	13
3.2.4 ที่บีบเปลือกมังคุด	16
3.2.5 ต้ามกด	16
3.2.6 หัวกด	17
3.3 หลักการทำงานของกลไกเครื่องมือการปอกเปลือกมังคุด	17
บทที่ 4 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	19
4.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของมังคุด	19
4.2 การคำนวณหาแรงเฉือนที่มีผลต่อการกดมังคุด	19
4.3 การศึกษาหลักการทำงานของเครื่องปอกเปลือกมังคุด	22
4.4 วัสดุและอุปกรณ์	23
4.5 การวางแผนการทดลอง	23
4.6 วิธีการทดลอง	23
บทที่ 5 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	26
5.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลมังคุดที่ใช้ในการทดสอบ	26
5.2 การศึกษามุมของไขมีดและจำนวนไขมีดที่มีผลต่อการปอกเปลือกมังคุด	26
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	30
6.1 สรุปผลการทดลอง	30
6.2 ข้อเสนอแนะ	30
บรรณานุกรม	31
ภาคผนวก	32
ภาคผนวก ก.	33
ภาคผนวก ข.	37
ภาคผนวก ค.	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ขนาดของมังคุด	6
ตารางที่ 4.1 ผลการคำนวณแรงที่ใช้กดที่มุมและจำนวนใบมีด 4 ใบ	22
ตารางที่ 4.2 ผลการคำนวณแรงที่ใช้กดที่มุมและจำนวนใบมีด 2 ใบ	22
ตารางที่ 4.3 คะแนนการปอกเปลือกมังคุด	24
ตารางที่ 5.1 คะแนนเฉลี่ยการปอกเปลือกมังคุดแบบ 2 ใบมีดที่มุมต่าง ๆ	26
ตารางที่ 5.2 คะแนนเฉลี่ยการปอกเปลือกมังคุดแบบ 4 ใบมีดที่มุมต่าง ๆ	28
ตารางที่ 5.3 ผลการเปรียบเทียบจำนวนใบมีด และมุมของใบมีดที่มีผลต่อ คะแนนการปอกเปลือกมังคุด	29
ตาราง ก. 1 ผลการวัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของผลมังคุด	37
ตาราง ข. 1 การทดสอบจำนวนของใบมีด และมุมของใบมีดที่มีผลต่อคะแนนของ การปอกเปลือกมังคุด	38
ตาราง ข. 2 ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติการศึกษาจำนวนใบมีด และมุมของใบมีดที่ มีผลต่อคะแนนการปอกเปลือกมังคุด	39
ตาราง ข. 3 ผลการทดลองหาค่าแรงกดที่ใช้ในการกดเปลือกมังคุดด้วย ความเร็ว 15 เซนติเมตร/นาที ด้วยเครื่อง texture analyzer	40
ตาราง ข. 4 ผลการทดลองหาค่าแรงเฉือนที่ใช้ในการเฉือนเปลือกมังคุดด้วย ความเร็ว 15 เซนติเมตร/นาที ด้วยเครื่อง texture analyzer	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 ใบ ดอก และผลของมังคุด	4
รูปที่ 2.2 สีของมังคุดที่ระดับความสุกต่าง ๆ	5
รูปที่ 2.3 อุปกรณ์ปอกเปลือกมังคุด	9
รูปที่ 2.4 รูปแบบของใบมีดแบบต่าง ๆ	10
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการปอกเปลือกมังคุด	12
รูปที่ 3.2 โครงสร้างเครื่องปอกเปลือกมังคุด	13
รูปที่ 3.3 ชุดใบมีดในการปอกเปลือกมังคุด	13
รูปที่ 3.4 มุมของใบมีดที่ 30 องศา	14
รูปที่ 3.5 มุมของใบมีดที่ 45 องศา	14
รูปที่ 3.6 มุมของใบมีดที่ 60 องศา	15
รูปที่ 3.7 ที่บีบเปลือกมังคุด	15
รูปที่ 3.8 ฐานยึดผลมังคุด	16
รูปที่ 3.9 ด้ามกด	16
รูปที่ 3.10 หัวกด	17
รูปที่ 3.11 หลักการทำงานของกลไกเครื่องมือปอกเปลือกมังคุด	17
รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะยึดหดสปริง	20
รูปที่ 4.2 ทิศทางของแรงที่กระทำ	20
รูปที่ 4.3 แรงที่กระทำกับมังคุด	21
รูปที่ 4.4 การให้คะแนนการปอกเปลือกมังคุด	24
รูปที่ 4.5 แผนภาพการทดลอง	25
รูปที่ 5.1 ผลการเปรียบเทียบมุมใบมีด ในการใช้ใบมีด 2 ใบมีดที่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ย การปอกเปลือกมังคุด	27
รูปที่ 5.2 ผลการเปรียบเทียบมุมใบมีด ในการใช้ใบมีด 4 ใบมีดที่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ย การปอกเปลือกมังคุด	28
รูปที่ 5.3 ผลการเปรียบเทียบมุมใบมีด ในการใช้ใบมีด 4 ใบมีดที่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ย การปอกเปลือกมังคุด	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ ข. 1 การทดลองหาค่าแรงด้วยเครื่อง texture analyzer (ก) แรงกด (ข) แรงเฉือน	40
รูปที่ ข. 2 แรงค่านิจสปริงบริเวณฐานรับรองมังคุด	41
รูปที่ ข. 3 แรงค่านิจสปริงบริเวณคั่นโยก	41
รูปที่ ค. 1 กลไกการปอกเปลือกมังคุด	43
รูปที่ ค. 2 ส่วนประกอบกลไกปอกเปลือกมังคุด	44
รูปที่ ค. 3 ส่วนประกอบกลไกปอกเปลือกมังคุด (หัวกด)	45
รูปที่ ค. 4 ส่วนประกอบกลไกปอกเปลือกมังคุด (โครงสร้าง)	45
รูปที่ ค. 5 ส่วนประกอบกลไกปอกเปลือกมังคุด (ชุดใบมีด)	46
รูปที่ ค. 6 ส่วนประกอบกลไกปอกเปลือกมังคุด (ฐานรองมังคุด)	46
รูปที่ ค. 7 ส่วนประกอบกลไกปอกเปลือกมังคุด (ด้ามกด)	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

มังคุดเป็นผลไม้ยอดนิยมที่สุดชนิดหนึ่งของคนไทย แต่มีออกมาให้บริโภคเพียงปีละครั้ง คือ ช่วงเข้าฤดูฝน แหล่งปลูกมังคุดมากที่สุดอยู่ในภาคตะวันออกจังหวัดจันทบุรี นอกจากนี้มังคุดยังปลูกมากในจังหวัดใกล้เคียง ได้แก่ ระยอง ตราด โดยมีผลผลิตอยู่ในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน และประกอบด้วยหลายจังหวัดในภาคใต้ เช่น ชุมพร โดยมีผลผลิตออกมาอยู่ในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน ด้วยเอกลักษณ์ของผลกลมขนาดไม่ใหญ่ไปกว่ากำมือนักลิบเลี้ยงของดอกสีเขียวเป็นกระจุกด้านบนกลีบดอกสีแดงแข็งเหลือติดอยู่ด้านล่างของผลสีของเปลือกสีม่วงอมแดงหรือม่วงมน้ำตาลอ่อน เป็นเอกลักษณ์อีกอย่างหนึ่ง จากข้อมูลสถิติของปี 2553 พบว่าประเทศไทยส่งออกมังคุดได้มากเป็นอันดับ 1 ของโลก โดยมีผลผลิตอยู่ที่ 120,000 ตันต่อปีโดยส่งออกไปจำหน่ายทั้งในรูปของผลสดและผลแช่แข็ง ซึ่งมีมูลค่าถึง 1.5 พันล้านบาทต่อปีและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทุกปี เนื่องจากประเทศไทยได้ขยายตลาดการส่งออกมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศจีนซึ่งมีประชากรสูง ก็ให้ความสนใจกับไม้ผลชนิดนี้ด้วย มังคุดเจริญเติบโตได้ในดินเกือบทุกชนิดแต่ดินที่เหมาะสมควรเป็นดินเหนียวปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงสามารถอุ้มน้ำและระบายน้ำได้ดี มีความเป็นกรดอ่อน ๆ คือ มีค่าความเป็นกรดต่างของดิน (ค่า pH) ประมาณ 5 - 6 ส่วนดินที่มีสภาพเป็นด่าง มังคุดจะเจริญเติบโตได้ช้า (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544) สรรพคุณของมังคุดสามารถยับยั้งและลดความเสี่ยงของการเกิดโรคต่าง ๆ เช่น อากาศภูมิแพ้ สามารถยับยั้งการสังเคราะห์สารพอลอสตาแกลนดินอีทู ซึ่งเป็นสาเหตุของการอักเสบต่าง ๆ และมังคุดยังมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งต่าง ๆ อีกทั้งยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรียดังนั้นก็จึงนิยมนำมังคุดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น มังคุดสำเร็จรูปพร้อมดื่มชนิดเกลิต มังคุดไซเดอร์ น้ำส้มสายชูมังคุด น้ำมังคุด เป็นต้น ซึ่งได้รับความนิยมภายในประเทศและต่างประเทศทำให้ผู้บริโภคมองทางเลือกมากขึ้น และยังส่งผลดีต่อสุขภาพ

ในอุตสาหกรรมแปรรูปมังคุดมีการใช้แรงงานคนในการปอกเปลือกมังคุดอีกทั้งยังมีความต้องการบริโภคมังคุดเพิ่มมากขึ้นจึงทำให้โรงงานต้องเพิ่มแรงงานคน จากค่าแรงที่สูงขึ้นส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นมีผลให้มีความจำเป็นจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรมาช่วยในการผลิต ดังนั้นการออกแบบและสร้างกลไกเครื่องปอกเปลือกมังคุดมีวัตถุประสงค์เพื่อปอกเปลือกมังคุดให้เนื้อมังคุดหลุดออกจากเปลือกและเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการลดแรงงานคนในขั้นตอนการแปรรูปการผลิต การพัฒนาเครื่องปอกเปลือกมังคุดจึงเป็นตัวแปรสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมแปรรูปมังคุด เนื่องจากสามารถลดต้นทุนและเวลาในการผลิตใช้พื้นที่ในการผลิตน้อยอัตราการผลิตคงที่และใช้งานง่าย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์ทั่วไป เพื่อเป็นแนวทางการออกแบบและสร้างระบบกลไกในการปอกเปลือกมังคุดให้สามารถนำเนื้อที่ได้ไปแปรรูปโดยมีวัตถุประสงค์หลักดังนี้

1. เพื่อสร้างชุดอุปกรณ์ต้นแบบปอกเปลือกมังคุดโดยใช้หลักการดันมังคุดผ่านใบมีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพื่อทดสอบระบบกลไกเครื่องปอกเปลือกมังคุดและสภาวะการทำงานที่เหมาะสมที่ให้ระบบการทำงานโดยรวมมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัย ดังนี้

- จำนวนใบมีด 2 ระดับ คือ 2 ใบมีดและ 4 ใบมีด
- มุมของใบมีดที่ใช้ในการเฉือนเปลือกมังคุด 3 ระดับ คือ 30 45 และ 60 องศา

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. การออกแบบใช้มังคุดที่คัดขนาดแล้วเป็นวัตถุดิบเท่านั้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร - 5.5 เซนติเมตร
2. การวางมังคุดที่คัดขนาดแล้วเข้าสู่เครื่องจักรโดยใช้แรงงานคน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องจักรแทนการปอกเปลือกมังคุดจากแรงงานคน
2. ได้แนวทางในการออกแบบกลไกการปอกเปลือกมังคุด เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในภาคอุตสาหกรรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของมังคุด (มณีรัตน์, 2550)

มังคุดมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Garcinia mangostana* Linn. มังคุดมีชื่อสามัญว่า mangosteen จัดอยู่ในวงศ์ (family) Guttiferaceae ซึ่งมีด้วยกัน 35 สกุล (genera) ใน 35 สกุลดังกล่าวมีเพียง 8 สกุลเท่านั้นที่สามารถให้ผลผลิตที่รับประทานได้ สกุลที่เก่าแก่ที่สุดและใหญ่ที่สุดคือสกุล *Carcinia* ซึ่งเป็นไม้ยืนต้นที่ไม่ผลัดใบ มังคุดจัดอยู่ในสกุลดังกล่าว มีชื่อชนิด (species) ว่า *mangostana* L. มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ มาเลเซีย ไทย พม่า ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย อินเดีย ต่อมาได้แพร่กระจายไปยัง ศรีลังกา อินเดียตอนใต้ อเมริกากลาง บราซิล ตอนเหนือของออสเตรเลีย ฮาวาย และประเทศอื่น ๆ ในเขตร้อนทั่วโลก แหล่งผลิตที่สำคัญของโลก คือ ประเทศไทย มาเลเซียและอินโดนีเซีย แต่มาเลเซียและอินโดนีเซียไม่ค่อยส่งออกแต่แหล่งผลิตที่มีการส่งออกสู่ตลาดโลกมีเพียงแห่งเดียวในขณะนี้คือ ประเทศไทย จังหวัดที่ผลิตได้แก่ นนทบุรี จันทบุรี ระยอง ตรัง สุราษฎร์ธานี ชุมพร นครศรีธรรมราช นราธิวาส พังงา พัทลุง

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมังคุด

1. ราก เป็นระบบรากแก้ว มีจำนวนรากแขนงไม่มาก และที่บริเวณปลายรากมีขนรากน้อย
2. ลำต้น ลำต้นตรง เปลือกภายนอกเป็นสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ ภายในเปลือกประกอบไปด้วยท่อลำเลียงมีลักษณะสีเหลือง
3. ใบ ใบมีรูปยาว มีความยาวประมาณ 9 – 25 ซม. กว้างประมาณ 4.5 – 10 ซม. ด้านบนมีลักษณะเป็นมันสีเขียวเข้ม ส่วนด้านล่างสีเขียวปนเหลือง แผ่นใบโค้งเล็กน้อย มีตาข้างอยู่บริเวณซอกใบ และมีตายอดอยู่บริเวณซอกใบคู่สุดท้าย
4. ดอก เป็นแบบเดี่ยวและบางสภาพอาจเป็นดอกกลุ่ม ซึ่งดอกปรากฏที่บริเวณปลายยอดของกิ่งแขนงที่มีช่อดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกันดอกจัดเป็นดอกสมบูรณ์เพศแต่เกสรตัวผู้เป็นหมัน ดอกมังคุดประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 4 กลีบ มีกลีบดอกค่อนข้างหนา 4 กลีบดอก เกสรอยู่ที่ฐานรอบ ๆ ของรังไข่
5. ผล เป็นแบบเบอร์รี่ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.4 - 7.5 เซนติเมตร มีเปลือกหนา 6 - 10 เซนติเมตร เนื้อสีขาวชุ่มชื้นของผลอ่อนเปลือกนอกมีสีเขียวปนเหลือง มียางสีเหลืองอยู่ภายใน ผลหนึ่ง ๆ มีเมล็ดอยู่ประมาณ 1 - 6 เมล็ด เมล็ดมีความยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร และกว้างประมาณ 1.6 เซนติเมตรดังแสดงในรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ใบ ดอก และผลของมังคุด (ที่มา: Nakasone and Paull, 1998)

2.1.2 พันธุ์ของมังคุด

มังคุดที่ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบันเชื่อว่าเป็นผลไม้ได้นำมาเพาะปลูกนานแล้วไม่ใช่ไม้ป่า และเป็นผลไม้ที่มีเพียงพันธุ์เดียว อย่างไรก็ตามในประเทศไทยยังมีการรายงานว่ามีการจัดจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ มังคุดเมืองนนท์และมังคุดปักษ์ใต้ โดยแต่ละกลุ่มมีลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้

1. มังคุดเมืองนนท์ ใบค่อนข้างเรียวยาว ผลมีขนาดเล็กกว่ามังคุดปักษ์ใต้ ส่วนของขั้วผลเล็กและยาว เปลือกผลค่อนข้างบาง สีของกลีบที่ปลายขั้วผลมีสีแดง ผลเมื่อสุกมีสีม่วงดำ คุณภาพเนื้อผลดี
2. มังคุดปักษ์ใต้ ใบอ้วนและป้อม ผลมีขนาดใหญ่ ให้น้ำหนักผลดี ขั้วผลสั้น เปลือกหนา กลีบที่ปลายขั้วผลมีสีเขียวเข้ม ผลเมื่อสุกมีสีแดงอมชมพู ผลเปลี่ยนเป็นสีม่วงได้ช้ากว่ามังคุดเมืองนนท์

อย่างไรก็ตามลักษณะความแตกต่างดังกล่าวอาจเกิดจากสภาพแวดล้อมและการดูแลรักษาก็ได้ เพราะยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบที่ชัดเจนพอแยกเป็นสายพันธุ์ใหม่ได้

2.1.3 ระดับความสุกของมังคุด

ดัชนีการเก็บเกี่ยวมังคุดของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ได้แบ่งระดับสีของผลมังคุดเมื่อเข้าระยะสุกแก่ไว้ 7 ระดับ ดังนี้

ระดับสีที่ 0 : ผลมีสีเขียวอมเหลืองสม่ำเสมอ หรือมีสีเขียวอมเหลืองแต่มีสีเขียวอ่อน หรือจุดสีเทา มียางสีเหลืองภายในเปลือกในระดับรุนแรงมาก เนื้อและเปลือกไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ผลที่เก็บเกี่ยวในระยะนี้ถึงแม้ว่าเปลี่ยนสีไปเป็นระดับสีที่ 6 ก็ตาม แต่ผลที่ได้มีรสชาติไม่ดี

ระดับสีที่ 1 : ผลมีสีเหลืองอ่อนอมเขียว มีจุดสีชมพูกระจายอยู่ในบางส่วนของผล ยางภายในเปลือกยังคงมีอยู่ในระดับรุนแรง เนื้อและเปลือกยังไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ผลที่เก็บเกี่ยวในระยะนี้ถึงแม้ว่าเปลี่ยนสีไปเป็นระดับสีที่ 6 ก็ตาม แต่ผลที่ได้มีรสชาติไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

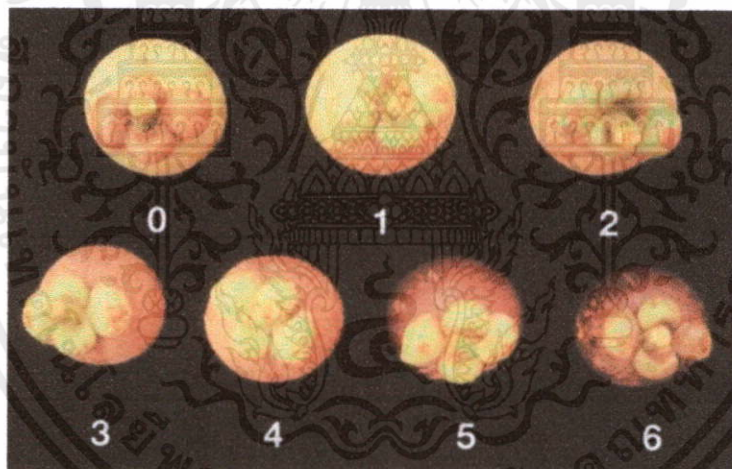
ระดับสีที่ 2 : ผลมีสีเหลืองอ่อนอมชมพู มีประสีชมพูกระจายไปทั่วผล ยางภายในเปลือกอยู่ในระดับปานกลางการแยกตัวระหว่างเนื้อและเปลือกทำได้ยากถึงปานกลาง เป็นระยะอ่อนที่สุดสำหรับการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้ผลที่มีคุณภาพดี

ระดับสีที่ 3 : ผลมีสีชมพูสม่ำเสมอ ประสีชมพูเริ่มขยายมารวมกัน ไม่แยกกันอย่างชัดเจนเช่นในระดับสีที่ 2 ยางภายใน เปลือกยังคงมีอยู่น้อยถึงน้อยมาก การแยกตัวระหว่างเนื้อและเปลือกปานกลาง

ระดับสีที่ 4 : ผลมีสีแดงหรือน้ำตาลอมแดง บางครั้งมีแต้มสีม่วง ยางภายในเปลือกมีน้อยมากจนถึงไม่มีเลยการแยกตัว ระหว่างเนื้อและเปลือกดีมาก เป็นระยะเกือบรับประทานได้

ระดับสีที่ 5 : ผลมีสีม่วงอมแดง ภายในเปลือกไม่มียางเหลืออยู่ เนื้อและเปลือกสามารถแยกออกจากกันได้ง่ายเป็นระยะที่รับประทานได้

ระดับสีที่ 6 : ผลมีสีม่วง หรือม่วงจนถึงสีดำ ซึ่งบางครั้งพบว่ามีส่วนสีม่วงปนอยู่เล็กน้อย ภายในเปลือกไม่มียางเหลืออยู่ เนื้อและเปลือกสามารถแยกออกจากกันได้ง่าย เป็นระยะที่เหมาะสมแก่การรับประทานและนำไปทำขนมมงคลดั่งแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 สีของมงคลที่ระดับความสุกต่าง ๆ (ที่มา: http://203.172.198.146/rice/rice_mix2/tec03-1.html, วันที่สืบค้น 10 สิงหาคม 2556)

2.1.4 การแบ่งชั้นคุณภาพ

มงคลตามมาตรฐานนี้ แบ่งเป็น 3 ชั้นคุณภาพดังนี้

1. ชั้นพิเศษ (Extra Class) มงคลในชั้นนี้มีคุณภาพดีที่สุดมีกลิ่นและข้าวผล

สมบูรณ์ ผลมีตำหนิได้เล็กน้อยที่ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน และไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพในด้านรูปลักษณะทั่วไปของผล รวมทั้งคุณภาพภายในไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คิดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพระหว่างการเก็บรักษา และการจัดเรียงในภาชนะบรรจุ มีเนื้อแก้ว และยางไหลได้ไม่เกินร้อยละ 5 ของจำนวนผลทั้งหมดของรุ่นที่ส่งมอบ

2. ชั้นหนึ่ง (Class I) มังคุดในชั้นนี้มีคุณภาพดี ผลมีตำหนิได้เล็กน้อยแต่ตำหนิโดยรวมต่อผลมีพื้นที่ไม่เกินร้อยละ 30 ของพื้นที่ผิว และตำหนิดังกล่าวไม่มีผลต่อเนื้อมังคุด รูปลักษณ์ทั่วไปของผล รวมทั้งคุณภาพภายใน คุณภาพระหว่างการจัดเก็บ และการจัดเรียงในภาชนะบรรจุ มีเนื้อแก้ว และยางไหลได้ไม่เกินร้อยละ 10 ของจำนวนผลทั้งหมดของรุ่นที่ส่งมอบ
3. ชั้นสอง (Class II) ชั้นนี้รวมผลมังคุดที่ไม่เข้าชั้นชั้นที่สูงกว่าแต่มีคุณภาพต่ำ มีเนื้อแก้ว และยางไหลได้ไม่เกินร้อยละ 20 ของจำนวนผลทั้งหมดของรุ่นที่ส่งมอบ

2.1.5 ขนาดของมังคุด

ขนาดของผลจะพิจารณาจากน้ำหนัก หรือเส้นผ่าศูนย์กลางที่วัดตามแนวขวางของผลมังคุด ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ขนาดของมังคุด

ขนาด	น้ำหนัก (กรัม)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (มม.)
1	> 125	> 62
2	101 - 125	59 - 62
3	76 - 100	53 - 58
4	51 - 75	46 - 52
5	30 - 50	38 - 45

2.2 ประโยชน์ของมังคุด

ปัจจุบันวงการเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดได้ให้ความสนใจนำสารสกัดจากเปลือกมังคุดไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น สบู่เปลือกมังคุดที่ช่วยดับกลิ่นเต่า ช่วยบรรเทาโรคผิวหนัง รักษา สิวฝ้า ซึ่งใช้ได้ผลดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เมื่อได้ลิ้มรสของเนื้อในของมังคุดอย่างอิมเอมแล้วก็จะอย่าได้ทิ้งขว้างเปลือกมังคุดให้เป็นขยะเน่าเหม็นโดยเปล่าประโยชน์เลย เปลือกมังคุดยังมีสรรพคุณในการสมานแผล ช่วยให้แผลหายเร็ว เช่น ใช้รักษาบาดแผลพุพอง แผลเน่าเปื่อย แผลเป็นหนอง โดยการใช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลือกมังคุดผสมกับน้ำปูนใสหาบริเวณแผล น้ำต้มเปลือกมังคุดแห้งต้มน้ำล้างแผลใช้แทนการด้วยน้ำยาล้างแผลหรือด่างทับทิมได้ด้วย เพราะเปลือกมังคุดนี้มีสารแทนนิน (Tanin) และสารแซนโทน (Xanthone) ที่มีชื่อเรียกเฉพาะชื่อเดียวกับมังคุดว่า สารแมงโกสติน (Mangostin) สารแทนนินมีฤทธิ์สมานแผลช่วยให้แผลหายเร็วขึ้น สารแมงโกสตินมีฤทธิ์ช่วยลดอาการอักเสบและต้านเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดหนอง สารแซนโทนในเปลือกมังคุดยังมีฤทธิ์ ในการยับยั้งเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคผิวหนังและกลากได้อีกด้วย แล้วสารแซนโทนยังมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) และในปัจจุบันมีการศึกษาถึงประโยชน์ของสารแซนโทนจากเปลือกมังคุดในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้ ผลจากฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารแซนโทนจึงป้องกันการเกิดออกซิเดชันของ LDL ซึ่งเป็นคลอเลสเตอรอลตัวร้าย จึงช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ ส่วนตัวเนื้อมังคุดและน้ำมังคุดนั้น มีประโยชน์เชิงสุขภาพสามารถใช้ในการปรับระดับภูมิคุ้มกันให้มีความสมดุลภายในร่างกาย ทำให้ลดอาการที่เกี่ยวข้องกับอาการภูมิแพ้ประเภทแพ้ภูมิตัวเองและการอักเสบจากการเสื่อมสภาพของตับ ไต หรือแม้กระทั่งการเป็นโรคเบาหวาน ข้อเข่าเกิดการอักเสบ รวมถึงการอักเสบต่าง ๆ

นอกจากนั้นน้ำมังคุดส่วนมากนำมาผลิตให้เป็นเครื่องดื่มที่ไว้สำหรับดื่มแก้กระหายไม่ได้มุ่งเน้นเรื่องการเป็นยารักษาโรค แต่ต้องเลือกต้มน้ำมังคุดที่ได้รับตรารับรองจากองค์การอาหารและยา (อย.) เพื่อรับประกันได้ว่าสามารถดื่มได้โดยไม่มีโทษกับร่างกายถ้าต้มน้ำมังคุดโดยกรรมวิธีที่ทำอย่างถูกวิธี ส่วนวิธีต้มน้ำมังคุดนั้นต้องพึงระลึกเสมอว่ามังคุดเองนั้นมีสารแทนนินอยู่ที่ผิวเปลือกของมังคุดทำให้เปลือกแข็งและส่งผลให้ท้องผูกซึ่งก็เป็นส่วนผสมของการเอามาทำยาหยุดถ่ายสำหรับคนที่ เป็นโรคท้องเสีย ดังนั้นในการที่จะหมักมังคุดเพื่อเอามาทำน้ำดื่มนั้น ต้องล้างเปลือกให้สะอาดแล้วปอกผิวที่แข็งออก ซึ่งเปลือกนั้นก็ สามารถเอาไปทำยาสามัญประจำบ้านได้ ทั้งเรื่องท้องเสียหรือเป็นยาทาแผล ให้นำเฉพาะเนื้อขาว ๆ ส่วนกลีบเลี้ยงนำมาหมักเพื่อทำน้ำมังคุด และเวลาปอกเปลือกมังคุดนั้นควรใส่ถุงมือเพราะสีม่วงของเปลือกมังคุดนั้นติดแล้วล้างทำความสะอาดได้ยากหรือหากล้างให้ใช้น้ำมะนาวหรือน้ำมะกรูดล้าง เพราะทำให้ล้างสีม่วงที่ติดกับมือได้ออกได้ง่ายกว่าการใช้แค่สบู่ล้างมือ ถ้าใช้สบู่ล้างมือต้องล้างหลาย ๆ ครั้งและอาจยังมีสีม่วงติดอยู่บ้างด้วย มังคุดนอกจากนำมาทำน้ำมังคุดดื่มเพื่อแก้กระหายแล้วนั้นยังสามารถนำมังคุดมาทำเป็นไวน์มังคุดได้อีกด้วย

2.3 การแปรรูปน้ำมังคุด

ในการแปรรูปทำน้ำมังคุดพร้อมดื่มมีขั้นตอนเริ่มต้นจากการนำผลมังคุดสดมาแกะเปลือกออก แยกเอาเฉพาะส่วนเนื้อมังคุดไว้สำหรับคั้นน้ำมังคุด โดยที่เนื้อมังคุดทั้งผลเมื่อนำมาแกะเปลือกออกแล้วได้เนื้อมังคุดสำหรับคั้นน้ำประมาณ 35 - 45 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผลมังคุดทั้งหมด ในการคั้นน้ำมังคุดจำเป็นต้องมีเครื่องคั้นน้ำมังคุด เพื่อแยกกากและน้ำมังคุดออกจากกัน ซึ่งกากของมังคุดที่คั้นน้ำแล้ว

เอากากสารนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทำเป็นปุ๋ยหมักชีวภาพได้ ส่วนน้ำคั้นที่ได้นั้นควรกรองด้วยผ้าขาวบางแล้วนำไป

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรุงรสชาติ ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ปรับความหวานด้วยน้ำตาล และเติมเกลือเล็กน้อย จากนั้นตรวจสอบคุณภาพด้วยเครื่อง pH Meter และเครื่อง Hand Refractometer เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการปรุงรสชาติของน้ำมัจจุพร้อมดื่มแล้วนำน้ำมัจจุไปผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยวิธีการพาสเจอร์ไรเซชัน

ซึ่งนิธิยา (2544) ได้กล่าวไว้ว่า การพาสเจอร์ไรเซชันเป็นการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำ (100 องศาเซลเซียส) เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหารในระยะเวลาสั้น ซึ่งสามารถทำลายเอนไซม์และจุลินทรีย์บางชนิดที่ไวต่อการทำลายได้ด้วยความร้อน เช่น แบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ ยีสต์และรา ความร้อนที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรเซชันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการน้อยมาก การแปรรูปน้ำมัจจุพร้อมดื่มที่ผ่านการพาสเจอร์ไรเซชันแล้วให้บรรจุลงภาชนะ ซึ่งมีหลายชนิดไม่ว่าจะเป็นขวดแก้ว หรือขวดพลาสติกชนิด High Density Polyethylene (HDPE) หรือชนิด Polyethylene terephthalate (PET) ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อและทำความสะอาดที่เตรียมไว้แล้วทำการปิดฝาทันที ซึ่งมีทั้งแบบฝาจับและฝาเกลียวด้วยเครื่องปิดฝา ทิ้งไว้สักครู่ประมาณ 2-3 นาทีรอให้เย็น แล้วนำไปลดอุณหภูมิอีกครั้งในอ่างน้ำเย็นนานประมาณ 30 นาที หลังจากนั้นนำภาชนะบรรจุที่บรรจุน้ำมัจจุพร้อมดื่มแล้วนั้นทำความสะอาดและเช็ดให้แห้งทำการปิดฉลาก เพื่อปกป้องชนิดคุณสมบัติ ที่มาของแหล่งผลิต วันที่ผลิต และราคาของผลิตภัณฑ์ให้ชัดเจนและเรียบร้อย เพื่อให้พร้อมกับการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายต่อไป น้ำมัจจุพร้อมดื่มที่บรรจุในภาชนะบรรจุของแต่ละชนิดมีอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายที่แตกต่างกัน คือ น้ำมัจจุพร้อมดื่มที่บรรจุในขวดพลาสติกชนิด Polyethylene terephthalate (PET) มีอายุการวางจำหน่ายน้อยที่สุดคือ ประมาณ 3 วัน ในขณะที่ขวดพลาสติก High Density Polyethylene (HDPE) มีอายุการวางจำหน่ายนาน 1 เดือน และน้ำมัจจุพร้อมดื่มที่บรรจุในขวดแก้วปิดสนิท สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานที่สุดคือ 6 เดือนที่อุณหภูมิห้อง

2.4 คุณค่าทางโภชนาการของมัจจุ

เนื้อมัจจุ มีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะโพแทสเซียม โปรตีน สารเยื่อใย วิตามินซี ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยมีมัจจุ 100 กรัม ให้พลังงาน 76 แคลอรี โปรตีน 0.5 กรัม คาร์โบไฮเดรต 18.4 กรัม ใยอาหาร 1.7 กรัม แคลเซียม 11 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 17 มิลลิกรัม เหล็ก 0.9 มิลลิกรัม วิตามินบี1 0.09 มิลลิกรัม วิตามินบี2 0.06 มิลลิกรัม โนอะซิน 0.01 มิลลิกรัม

2.5 เครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับมัจจุ

จิโรติ สมรัตน์ และสาธิต (2553) ได้ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ปอกเปลือกมัจจุด้วยใบมีดตั้งแสดงในรูปที่ 2.3 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการปอกเปลือกมัจจุของเกษตรกร ซึ่งมี

เอกสารนี้ ส่วนประกอบดังนี้ ใบมีด สปริง และพลาสติกสำหรับทำด้ามจับ อุปกรณ์ปอกเปลือกมัจจุด้วยใบมีดนั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

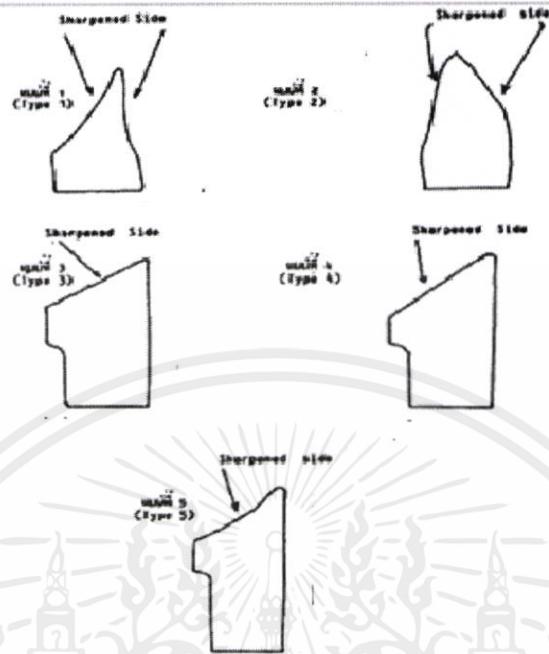
ใช้การควบคุมโดยใช้มือของผู้ใช้งานเป็นผู้ควบคุมการทำงาน ในการปอกเปลือกมังคุดแต่ละครั้งใช้เวลาในการปอกเปลือก 10-15 วินาทีต่อการปอกเปลือกมังคุด 1 ลูก และอุปกรณ์ปอกเปลือกมังคุดยังง่ายต่อการเคลื่อนย้าย สะดวกสบายต่อการใช้งาน โดยมีหลักการและขั้นตอนดังนี้ 1. นำมังคุดมาไว้ตรงใบมีด 2. บีบมีดปอกเปลือก 3. แกะเปลือกออก พร้อมรับประทานได้



รูปที่ 2.3 อุปกรณ์ปอกเปลือกมังคุด (ที่มา: จิรโชติ และคณะ, 2553)

กุลวดี บัณฑิต และวิมล (2536) ออกแบบและสร้างกลไกการผ่ามังคุดด้วยเครื่องมือกล โดยมีวัตถุประสงค์คือ นำมังคุดที่ผ่าได้ส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ ชุดติดตั้งผลมังคุด ซึ่งประกอบด้วย แท่นรองรับผลมังคุด ฐานหมุน สกรูล็อกชุดใบมีดและชุดใบมีดกรีด โดยมีหลักการทำงานคือ 1. คัดขนาดของผลมังคุดโดยแบ่งตามน้ำหนัก 2. นำมังคุดมาวางบนแท่นรองรับผลมังคุด โดยเอาด้านที่มีขั้วคว่ำลง 3. ทำการทดสอบโดยใช้ใบมีดแบบต่าง ๆ และทำการปรับตั้งใบมีดให้เหมาะสมกับขนาดของผลมังคุด (ระดับปลายมีดอยู่ที่กึ่งกลางผลมังคุด) ดังแสดงในรูปที่ 2.4 4. หมุนใบมีดกรีดรอบผลมังคุดด้วยมือ และมีมืออีกข้างหนึ่งกดผลมังคุดเล็กน้อยเพื่อป้องกันการหมุนฟรี จากนั้นหยิบผลมังคุดออกจากเครื่องผ่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 รูปแบบของโบมีดแบบต่าง ๆ (ที่มา: กุลวดี และคณะ, 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบกลไกการปกเปลือกมังคุดและชุดใบมีด

3.1 ขั้นตอนการออกแบบ

ศึกษาขนาดของมังคุดที่ใช้ในการทดลอง เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างกลไกการปกเปลือกมังคุดโดยได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลดังนี้ 1. วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเพื่อนำค่าที่ได้มาใช้ในการออกแบบชุดใบมีด 2. ทำการทดลองวัดค่าแรงกดของใบมีดที่กระทำต่อผิวมังคุดด้วยเครื่อง texture analyzer เพื่อนำมาใช้ในการหาแรงที่ใบมีดกระทำต่อผิวมังคุดสูงที่สุด และนำค่าที่ได้ไปใช้ในการหาแรงกดมังคุดต่อไป 3. ศึกษาแนวทางการปกเปลือกมังคุดของชาวสวนผลไม้เพื่อนำขั้นตอนการปกเปลือกของชาวสวนไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบ และสร้างกลไก

3.1.1 ศึกษาขนาดผลของมังคุดที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของมังคุดเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบและสร้างกลไกการปกเปลือกมังคุดและสร้างชุดใบมีดเพื่อหาจำนวนใบมีดและมุมที่เหมาะสมในการปกเปลือกมังคุด โดยวัดขนาดของมังคุดที่ใช้ในการทดสอบได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความหนา เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต และน้ำหนักของผลมังคุด เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชุดใบมีดที่เหมาะสมสำหรับการทดลอง

3.1.2 แนวทางการปกเปลือกมังคุดของชาวสวน

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปกเปลือกมังคุดเพื่อนำขั้นตอนการปกเปลือกของชาวสวนไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบ และสร้างกลไกการปกเปลือกมังคุด

การปกเปลือกมังคุดมีวิธีการและขั้นตอนดังนี้

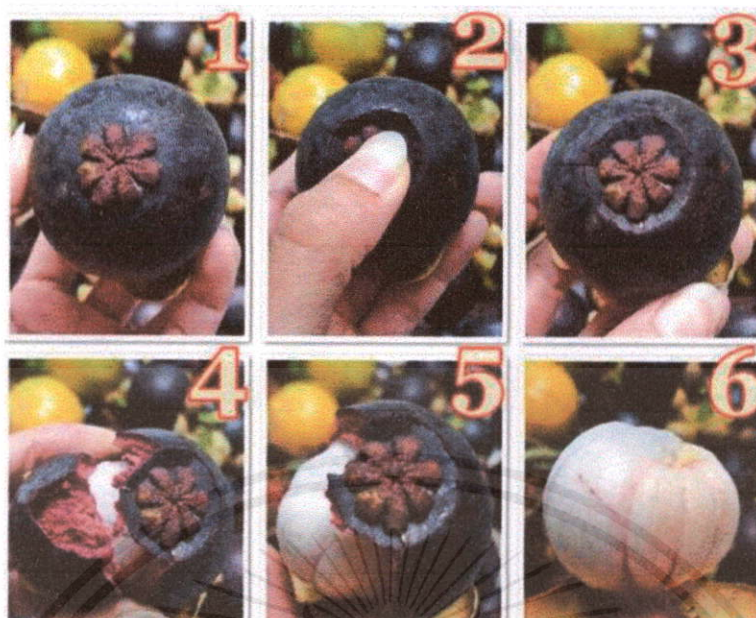
- นำผลมังคุด และใช้นิ้วโป้งกดที่บริเวณฐานมังคุดให้ยุบลงไป
- การบีบผลมังคุดด้านข้างให้แตกออกเป็น 2 ส่วน
- แยกเปลือกมังคุดทั้ง 2 ออก

ขั้นตอนการปกเปลือกแสดงในรูปที่ 3.1

จากแนวทางการออกแบบดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางการออกแบบกลไกการปกเปลือกมังคุดโดยมีขั้นตอนดังนี้

- นำผลมังคุดวางบนฐานรองรับมังคุด
- กดคั่นโยกให้ผลมังคุดผ่านใบมีดซึ่งในชุดใบมีดประกอบไปด้วยใบมีดสำหรับเฉือนเปลือกมังคุดและหัวบีบสำหรับบีบเปลือกมังคุดเพื่อให้เปลือกมังคุดหลุดออกจากกัน
- นำผลมังคุดออกจากฐานเสียบมังคุด จากนั้นนำเนื้อมังคุดไปแปรรูปกระบวนการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการปอกเปลือกมังคุด (ที่มา: <http://www.dld.go.th/feedingstandard/index.php/community-of-practice/51-general/255-2010-05-30-02-08-25>., วันที่สืบค้น 27 มีนาคม 2557)

3.2 การออกแบบกลไกเครื่องมือการปอกเปลือกมังคุด

ส่วนประกอบของเครื่องปอกเปลือกมังคุดจะประกอบไปด้วยส่วนชุดใบมีด ส่วนด้ามกด ส่วนหัวกด ส่วนฐานรองรับ ส่วนตัวบีบมังคุด และส่วนโครงสร้างเครื่องมังคุด โดยในส่วนชุดใบมีด ซึ่งการออกแบบเครื่องปอกเปลือกมังคุดนี้จะรวมไปถึงการเลือกใช้วัสดุในการนำมาประกอบเครื่องด้วย ดังนี้

3.2.1 วัสดุที่ใช้สร้างกลไกเครื่องมือปอกเปลือกมังคุด

1. สแตนเลส หรือเหล็กกล้าไร้สนิม

เลือกใช้สแตนเลสในส่วนของ ด้ามกด หัวกด ตัวบีบมังคุด และส่วนโครงสร้างเครื่องปอกเปลือกมังคุด ซึ่งสาเหตุที่เลือกใช้เนื่องจาก มีความแข็งแรง ทนทานต่อการกัดกร่อน ง่ายต่อการขึ้นรูปหรือประกอบ มีคุณสมบัติด้านสุขลักษณะ จึงมักนิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมเคมี

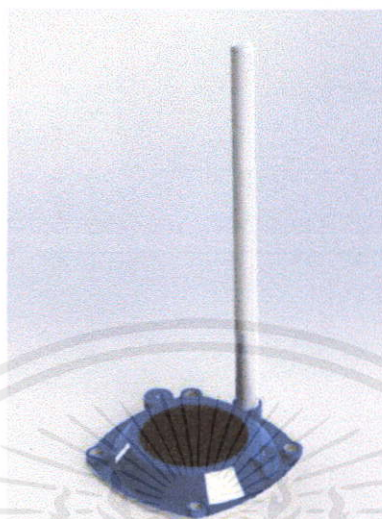
2. อลูมิเนียม

เลือกใช้อลูมิเนียมในส่วนของฐานกลไกปอกเปลือกมังคุด เนื่องจาก มีน้ำหนักเบา เมื่อนำมาหมุนเป็นทรงกระบอกทำให้มีความแข็งแรงอยู่ในเกณฑ์สูงจึงทำให้อลูมิเนียมสามารถเข้าไปแทนที่เหล็กและทองแดงได้ และยังมีราคาถูกกว่าสแตนเลสประมาณ 4 เท่า นอกจากนี้อลูมิเนียมยังมีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อนได้ดีในบรรยากาศทั่วไป

3.2.2 การออกแบบโครงสร้าง

โครงสร้างเป็นส่วนที่ใช้ในการยึดกับส่วนด้ามกด ส่วนชุดใบมีด และส่วนฐานรองรับมังคุด ซึ่งวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างคือ สแตนเลส มีขนาดฐาน 25x25 ตารางเซนติเมตร และมีความสูง 6

เซนติเมตร เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อกับเพลลา และความสูงของเพลลามีความสูงเท่ากับ 60 เซนติเมตร ใช้สำหรับการยึดกับส่วนของชุดใบมีดและส่วนของด้ามกด ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.2 โครงสร้างเครื่องปอกเปลือกมังคุด

3.2.3 ชุดใบมีด

ชุดใบมีดประกอบไปด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ใบมีดที่ใช้ในการปอกเปลือกมังคุด และส่วนที่ใช้ในการบีบเปลือกมังคุด โดยในส่วนของชุดใบมีดสามารถปรับมุมใบมีดได้ เพื่อใช้ในการหาองศาของใบมีดที่เหมาะสมกับการปอกเปลือกมากที่สุด ซึ่งวัสดุที่ใช้ทำชุดใบมีด คือ สแตนเลส การยึดใบมีดติดกับกระบอกลูกชุดใบมีดยึดด้วยน็อตกับใบมีดเพื่อให้สามารถปรับมุมได้ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.3 ชุดใบมีดในการปอกเปลือกมังคุด

1. ใบมีด

ใบมีดคัตเตอร์ที่ได้ออกแบบในเบื้องต้นมีลักษณะเป็นแผ่นหนา 1 มิลลิเมตร และมีความกว้าง

1 เซนติเมตร และ 4 เซนติเมตร ถูกออกแบบโดยให้สามารถปรับมุมเป็น 30 45 และ 60 องศา ดังรูป

3.4 3.5 และ 3.6

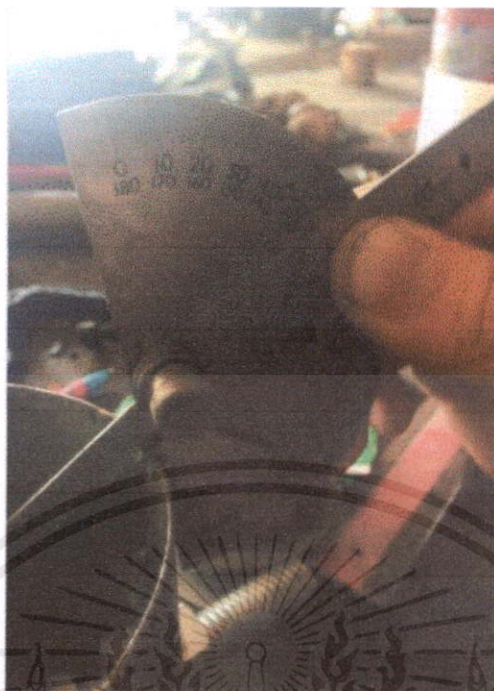
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ ใช้งาน หรือใช้ในด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 มุมของใบมีดที่ 30 องศา



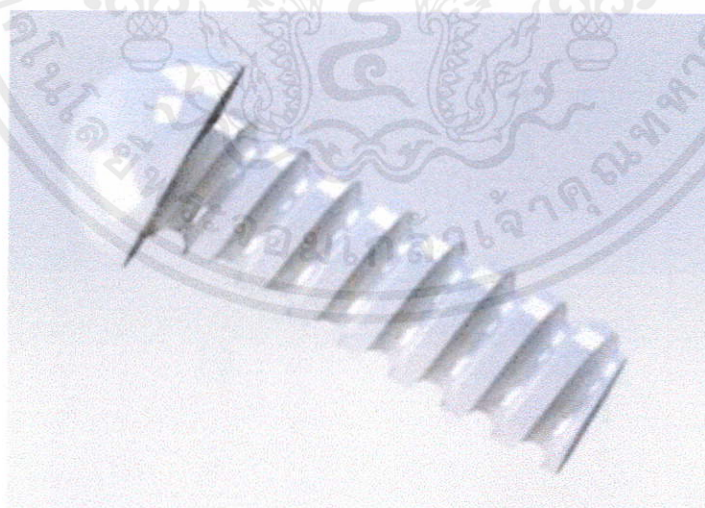
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 3.5 มุมของใบมีดที่ 45 องศา
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 มุมของใบมีดที่ 60 องศา

2. ที่บีบเปลือกมังคุด

ที่บีบเปลือกมังคุดที่ใช้ในชุดใบมีดมีจำนวน 2 ตัว โดยที่บีบเปลือกออกแบบให้มีหัวกลมมน คล้ายนิ้วมือเพื่อช่วยในการบีบให้ผลมังคุดแตกหลังจากโดนผ่าแล้ว ในการบีบเปลือกมังคุด สามารถปรับระยะได้เพื่อสามารถบีบเปลือกของมังคุดได้หลายขนาด

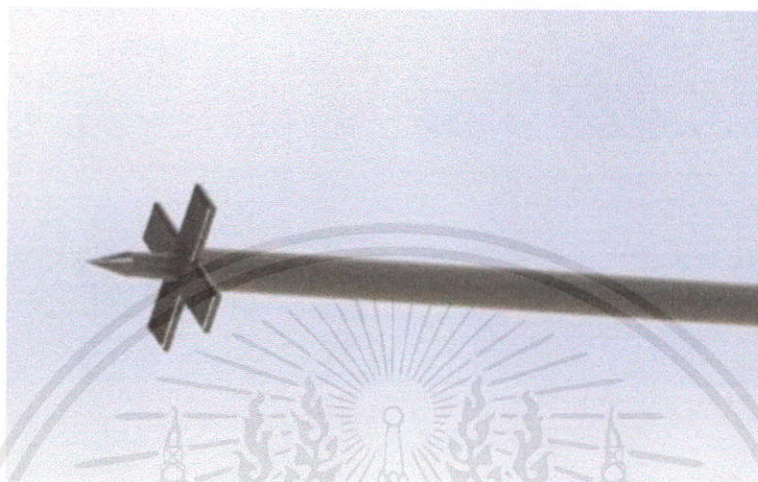


รูปที่ 3.7 ที่บีบเปลือกมังคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ฐานยึดผลม้งคุด

เพลสำหรับยึดฐานมีลักษณะเป็นแท่งปลายแหลม ใช้ในการเสียบหัวม้งคุดเพื่อยึดผลม้งคุดไม่ให้หลุด หรือเคลื่อนที่จากเพล ฐานยื่นออกมาสี่ด้านขนาดความกว้าง 1 เซนติเมตร และมีความยาว 4 เซนติเมตร เพื่อให้มีพื้นที่ในการวางผลม้งคุด



รูปที่ 3.8 ฐานยึดผลม้งคุด

3.2.5 ต้ามกุด

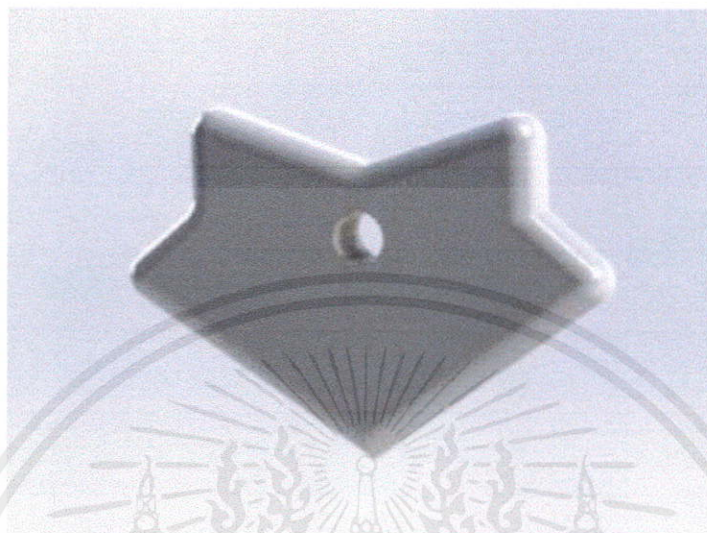
เพลส่วนกุดม้งคุด ทำจากสแตนเลสถูกออกแบบให้มีความยาวที่เพียงพอที่จะกุดม้งคุดให้สามารถผ่านชุดใบมีดได้ มีความยาว 50 เซนติเมตร 2 เซนติเมตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อ **รูปที่ 3.9 ต้ามกุด** ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

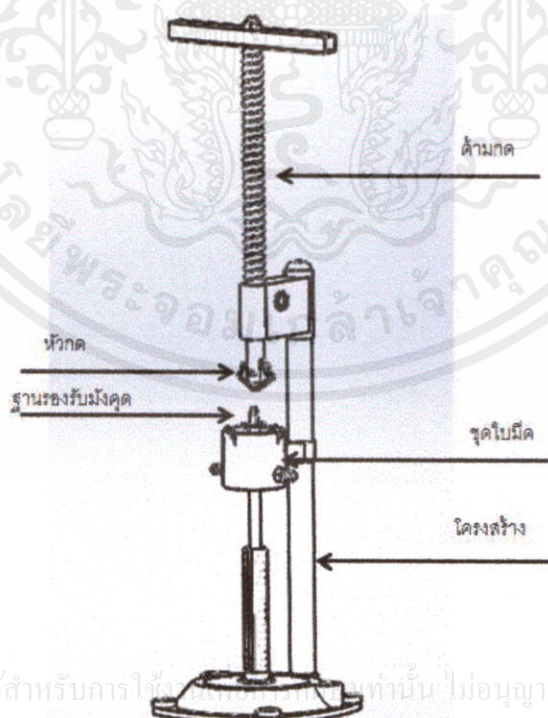
3.2.6 หัวกด

หัวกดทำจากสแตนเลสออกแบบให้มีขนาดที่เหมาะสมในการกดเปลือกมังคุด มีความกว้าง 6 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร และมีความหนา 0.7 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.10 หัวกด

3.3 หลักการทำงานของกลไกเครื่องมือการปอกเปลือกมังคุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 หลักการทำงานของกลไกเครื่องมือการปอกเปลือกมังคุด

กลไกการลอกเปลือกมังคุดมีขั้นตอนการทำงานดังนี้ นำผลมังคุดที่เตรียมไว้วางบนฐานรองมังคุด จากนั้นกดตามกต ให้หัวกดตรงกับบริเวณฐานของผลมังคุด เมื่อมังคุดถูกกดลงผ่านชุดใบมีดซึ่งประกอบด้วยใบมีดและตัวบีบเปลือกมังคุด จากนั้นเมื่อมังคุดถึงด้านล่างของชุดใบมีดก็จะได้น้ำและเปลือกมังคุดแยกออกจากกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

โครงการนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบและสร้างกลไกการปกปกป้องมั่งคุด โดยสร้างชุดปกปกป้องมั่งคุดจากนั้นนำไปศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การปกปกป้องมั่งคุด ปัจจัยที่ศึกษามี 2 ปัจจัย คือ จำนวนใบมีดและมุมของใบมีด โดยจำนวนใบมีด 2 แบบ คือ 2 ใบมีด และ 4 ใบมีด และมุมของใบมีด 3 ระดับ คือ 30 45 และ 60 องศา ทั้งนี้เพื่อหาค่าต่าง ๆ ที่มีผลต่อการปกปกป้องมั่งคุด โดยมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

4.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของมั่งคุด

- การหาขนาด

หาขนาดความกว้าง (a), ยาว (b) และ สูง (c) โดยการวัดด้วย เวอร์เนียคาลิเปอร์ (Kovet Japan) เพื่อนำไปคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (geometric mean diameter, GMD) เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter) เฉลี่ยที่ใช้บอกขนาด (size) ของวัสดุที่มีรูปร่างไม่เป็นทรงกลม แต่คล้ายหรือใกล้เคียงทรงกลม เช่น ผลไม้ เมล็ดธัญพืช และถั่วเมล็ดแห้ง การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย กำหนดขนาดจากเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตได้ ระยะด้านที่ยาวที่สุดหรือความยาว (length, L) ความกว้าง (ซึ่งเป็นระยะสูงสุดของด้านที่ตั้งฉากกับความยาว (width, W) และความหนา (thickness, T) ซึ่งระยะสูงสุดที่ตั้งฉากกับ L และ W ซึ่ง L, W และ T ไม่จำเป็นต้องตัดกันที่จุดเดียวกันแล้วนำมาคำนวณ จากสูตร

$$\text{เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (GMD)} = \sqrt{xyz}^3$$

โดยที่ x คือ ความยาว (เซนติเมตร)

y คือ ความกว้าง (เซนติเมตร)

z คือ ความหนา (เซนติเมตร)

ทั้งนี้หาค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเพื่อนำไปออกแบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชุดใบมีด

4.2 การคำนวณหาแรงที่ใช้ในการกดมั่งคุด

เนื่องจากการปกปกป้องมั่งคุด มั่งคุดแต่ละผลมีขนาดไม่เท่ากันส่งผลให้แรงที่ใช้ในการกดแตกต่างกัน จึงได้ทำการศึกษาปัจจัยขององศาใบมีดและจำนวนใบมีดที่ส่งผลต่อการปกปกป้องมั่งคุดโดยการคำนวณหาแรงที่ใช้ในการกดมั่งคุดที่จำนวนใบมีด 2 และ 4 และองศาใบมีดที่มุม 30 45 และ 60 องศา เพื่อหาแรงที่ใช้ในการกดคั้นโยกผ่านชุดใบมีด แรงในสปริง คือ แรงที่แปรผันตามระยะยืดหรือระยะหดของสปริงมีความสัมพันธ์ดังสมการ 4.1

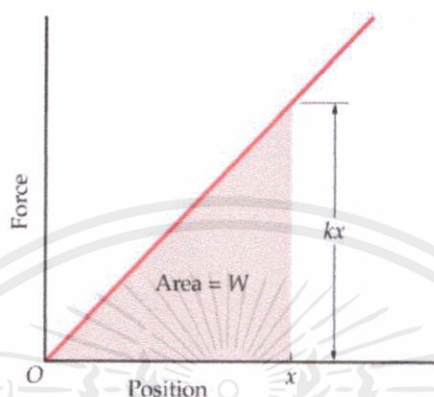
$$F = kx \quad (4.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ F = แรงในสปริง มีหน่วยเป็นนิวตัน

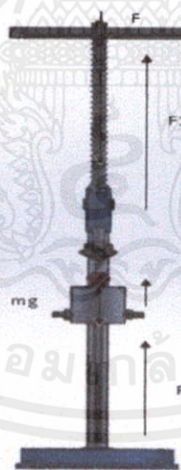
K = ค่าคงตัวของสปริง หรือ คือแรงที่ทำให้สปริงยืดหรือหดหนึ่งหน่วย มีหน่วยเป็นนิวตันต่อเมตร

X = ระยะยืดหรือหดของสปริงจากสภาพปกติ มีหน่วยเป็นเมตร



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะยืดหดสปริง

เมื่อมีแรง F กระทำกับสปริงยืดหรือหดจากตำแหน่งเดิม หรือตำแหน่งสมดุลเป็นระยะทาง x และเมื่อออกแรงให้ระยะเพิ่มขึ้นสปริงก็จะยืดหรือหดตัวส่งผลให้ต้องใช้แรงกระทำกับสปริงเพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 4.2 แสดงทิศทางของแรงที่กระทำ

จากรูปที่ 4.2 เมื่อออกแรงกด F ที่คันท้าย จะเกิดแรงต้านสปริงที่ F_1 แรงต้านที่ผิวมังกุด และ ไบมีดที่ F_2 แรงต้านสปริงบริเวณฐานมังกุดที่ F_3 นำมาสร้างความสัมพันธ์ได้ดังสมการ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$F + mg = F_1 + F_2 + F_3 \quad (4.2)$$

โดยที่ F คือ แรงที่ใช้กดคันโยกมีหน่วยเป็นนิวตัน

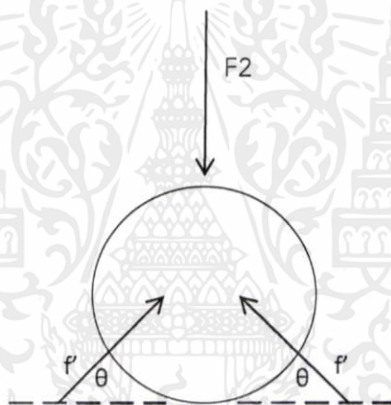
F_1 คือ แรงสปริงที่บริเวณคันโยกที่ด้านแรงกด F มีหน่วยเป็นนิวตัน

Mg คือ น้ำหนักเฉลี่ยของม้งคุดมีหน่วยเป็นนิวตัน แต่เนื่องจากน้ำหนักม้งคุดมีผลน้อยมากจึงไม่ทำการคิด

F_2 คือ แรงต้านที่ม้งคุดกระทำต่อแรงกด F มีหน่วยเป็นนิวตัน

F_3 คือ แรงสปริงที่บริเวณฐานม้งคุดด้านแรงกด F มีหน่วยเป็นนิวตัน

จากสมการที่ 4.2 ทำการหาค่า F_1 mg F_2 และ F_3 เพื่อหาค่า F ซึ่งเป็นแรงที่ใช้กดม้งคุด โดย F_1 หาจากการคำนวณแรงในสปริง $F_1 = k_1 x_1$ และ F_3 หาจากการคำนวณแรงในสปริง $F_3 = k_3 x_3$ และ F_2 จากการเขียนแผนภาพการกระจายแรงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แรงที่กระทำกับม้งคุด

จากรูป 4.3 สามารถหาแรง F_2 ที่กระทำดังสมการที่ 4.3

$$F_2 = n f' \sin \theta \quad (4.3)$$

โดยที่ n คือจำนวนใบมีดในที่นี้ $n = 2$ และ 4

f' คือแรงใบมีดที่กระทำกับม้งคุดจากการทดลอง ในที่นี้เท่ากับ 47.44 นิวตัน

θ คือ มุมใบมีดที่ติดตั้ง ในที่นี้ θ เท่ากับ 30 45 และ 60 องศา

เมื่อทำการหาค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสมการ ได้ค่าแต่ละตัวแปรดังนี้ $k_1 = 318$ นิวตันต่อเมตร $k_3 = 50$ นิวตันต่อเมตร $f' = 47.44$ นิวตัน และที่จำนวนใบมีด 4 ใบระยะที่สปริงหดเฉลี่ยที่มุมเอียงใบมีด 30 องศา $x_1 = 0.066$ เมตร และ $x_3 = 0.045$ เมตร ระยะที่สปริงหดเฉลี่ยที่มุมเอียงใบมีด 45 องศา x_1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สแกนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

=0.062 เมตร และ $x_3 = 0.05$ เมตร ระยะที่สปริงหดเฉลี่ยที่มุมเอียงใบมีด 60 องศา $x_1 = 0.058$ เมตร และ $x_3 = 0.053$ เมตร นำค่าทั้งหมดแทนค่าในสมการที่ 4.2 เพื่อหาแรงกด F แสดงผลในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการคำนวณแรงที่ใช้กดที่มุมและจำนวนใบมีด 4 ใบ

จำนวนใบมีด	F1 (นิวตัน)	F2 (นิวตัน)	F3 (นิวตัน)	F (นิวตัน)
n = 4				
มุม 30 องศา	20.98	94.88	2.25	118.11
มุม 45 องศา	19.72	134.18	2.50	156.40
มุม 60 องศา	18.44	164.34	2.65	185.43

ที่จำนวนใบมีด 2 ใบ ระยะที่สปริงหดเฉลี่ยที่มุมเอียงใบมีด 30 องศา $x_1 = 0.055$ เมตร และ $x_3 = 0.059$ เมตร ระยะที่สปริงหดเฉลี่ยที่มุมเอียงใบมีด 45 องศา $x_1 = 0.049$ เมตร และ $x_3 = 0.048$ เมตร ระยะที่สปริงหดเฉลี่ยที่มุมเอียงใบมีด 60 องศา $x_1 = 0.052$ เมตร และ $x_3 = 0.054$ เมตร นำค่าทั้งหมดแทนค่าในสมการที่ 4.2 เพื่อหาแรงกด F แสดงผลในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการคำนวณแรงที่ใช้กดที่มุมและจำนวนใบมีด 2 ใบ

จำนวนใบมีด	F1 (นิวตัน)	F2 (นิวตัน)	F3 (นิวตัน)	F (นิวตัน)
n = 4				
มุม 30 องศา	17.49	47.44	2.95	67.88
มุม 45 องศา	15.58	67.09	2.40	85.07
มุม 60 องศา	16.54	82.17	2.70	101.41

ที่จำนวนใบมีด 2 ใบ ที่มุมใบมีด 30 45 และ 60 พบว่าใช้แรงกดเท่ากับ 67.88 85.07 และ 101.41 นิวตัน ตามลำดับ และ ที่จำนวนใบมีด 4 ใบ ที่มุมใบมีด 30 45 และ 60 พบว่าใช้แรงกดเท่ากับ 118.11 156.40 และ 185.43 นิวตันตามลำดับ สาเหตุที่จำนวนใบมีด 4 ใบ ใช้แรงกดมากกว่า 2 ใบ เพราะมีแรงดันใบมีดบริเวณฐานมีดมากกว่า

4.3 การศึกษาผลกระทบการปกเปลือกมังคุด

ตัวแปรที่ศึกษาได้กำหนดไว้ดังนี้

- จำนวนใบมีด

ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญคือจำนวนใบมีด เมื่อจำนวนใบมีดเพิ่มขึ้นทำให้ผิวของมังคุดมีการถูกเฉือนเพิ่มขึ้น เป็นผลทำให้การปกเปลือกมังคุดเพิ่มขึ้น แต่สามารถทำให้ผลมังคุดเกิดการแตกและเสียรูปเนื้อมังคุดได้ ดังนั้นต้องมีการศึกษาจำนวนใบมีดที่ใช้ในการปกเปลือกมังคุดที่จำนวน 2 และ 4 ใบมีด เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม ที่ทำให้การปกเปลือกมังคุดดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มุมของใบมีด

มุมของใบมีดอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการปอกเปลือกมังคุด เนื่องจากขณะทำการกดมังคุดผ่านชุดใบมีดนั้นมังคุดจะต้องผ่านการเฉือนโดยชุดใบมีด ซึ่งมีผลต่อการปอกเปลือกของมังคุดหลังผ่านชุดใบมีด ดังนั้นจึงศึกษามุมของใบมีดเพื่อเพิ่มการปอกเปลือกมังคุดให้ปอกได้มากที่สุด โดยมุมของใบมีดที่ศึกษามี 3 ระดับ คือ 30 45 และ 60 องศา

4.4 วัสดุและอุปกรณ์

วัตถุดิบ - ผลมังคุด

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. กลไกเครื่องมือปอกเปลือกมังคุด
2. ชุดใบมีดที่มีการปรับใบมีดจำนวน 2 และ 4 ใบมีด โดยใช้ชุดใบมีดที่มีการปรับมุมเป็น 30 45 และ 60 องศา ตามลำดับ
3. ถุงพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่างและสติ๊กเกอร์ติดฉลาก

4.5 การวางแผนการทดลอง

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปอกเปลือกมังคุดที่สมบูรณ์ มังคุดที่มีเนื้อติดที่ผิวมังคุด และผลมังคุดที่ไม่สามารถปอกเปลือกได้

ปัจจัยที่ 1 จำนวนใบมีดในชุดใบมีดมี 2 แบบ คือ 2 ใบมีดและ 4 ใบมีด

ปัจจัยที่ 2 มุมใบมีด คือ 30 45 และ 60 องศา

แผนการทดลองเป็นแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดย นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ทดลอง 3 ซ้ำ และเปรียบเทียบผลค่าความแตกต่างของกรรมวิธีการปอกเปลือกมังคุด

4.6 วิธีการทดลอง

ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

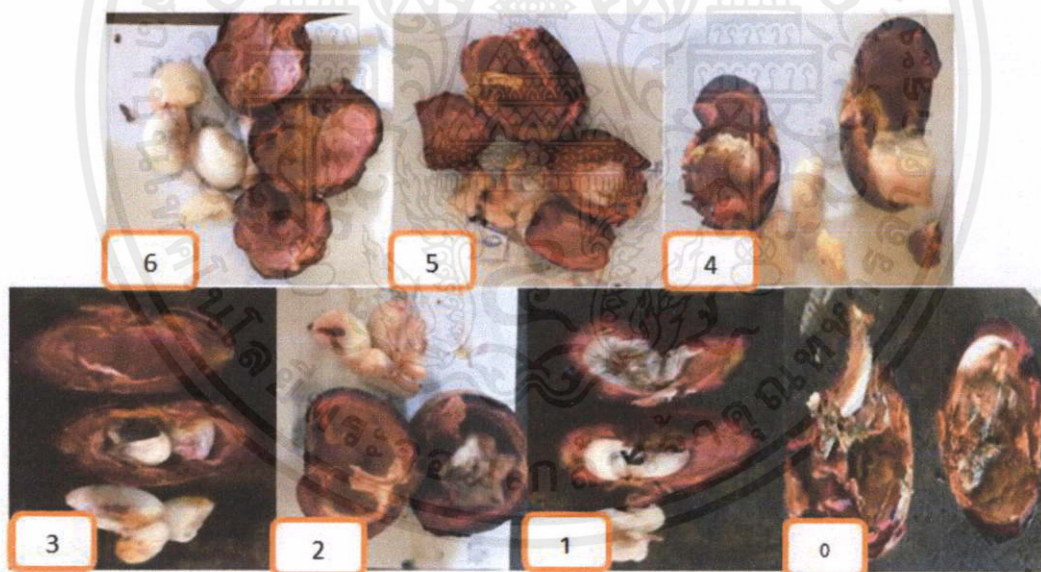
1. เตรียมตัวอย่างผลมังคุดใส่ในถุงพลาสติก โดยแต่ละถุงมีมังคุด 5 ผล จำนวน 18 ผล
2. นำผลมังคุดป้อนเข้าสู่ชุดกลไกการปอกเปลือกมังคุด
3. ใช้ใบมีดจำนวน 2 ใบมีด และใช้มุม 30 องศา เป็นชุดทดสอบ
4. นำตัวอย่างผลมังคุดที่ผ่านการปอกเปลือกมาคัดแยกออกเป็น 3 ส่วน คือ ผลมังคุดที่ปอกเปลือกสมบูรณ์ ผลมังคุดที่มีเนื้อติดอยู่ที่เปลือกมังคุด และผลมังคุดที่ไม่สามารถปอกเปลือกได้
5. นำผลมังคุดที่ได้จากข้อ 4 มานับและลงคะแนนการปอกเปลือกมังคุด จนครบ 5 ผล
6. เปลี่ยนมุมของใบมีดใหม่เป็น 45 และ 60 องศา ตามลำดับ จากนั้นทำการทดลองซ้ำตามข้อ 2 - 4
7. เปลี่ยนจำนวนใบมีดเป็น 4 ใบมีด จากนั้นทำการทดลองซ้ำตามข้อ 2 - 4
8. ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ชุดการทดลองตามข้อ 2 - 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปกอกเปลือกมังคุดแต่ละผลที่นำมาทดสอบกลไกการปกเปลือก จะถูกนำมาให้คะแนนความสามารถในการปกเปลือกที่ได้โดยกำหนดระดับคะแนนไว้ในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.4

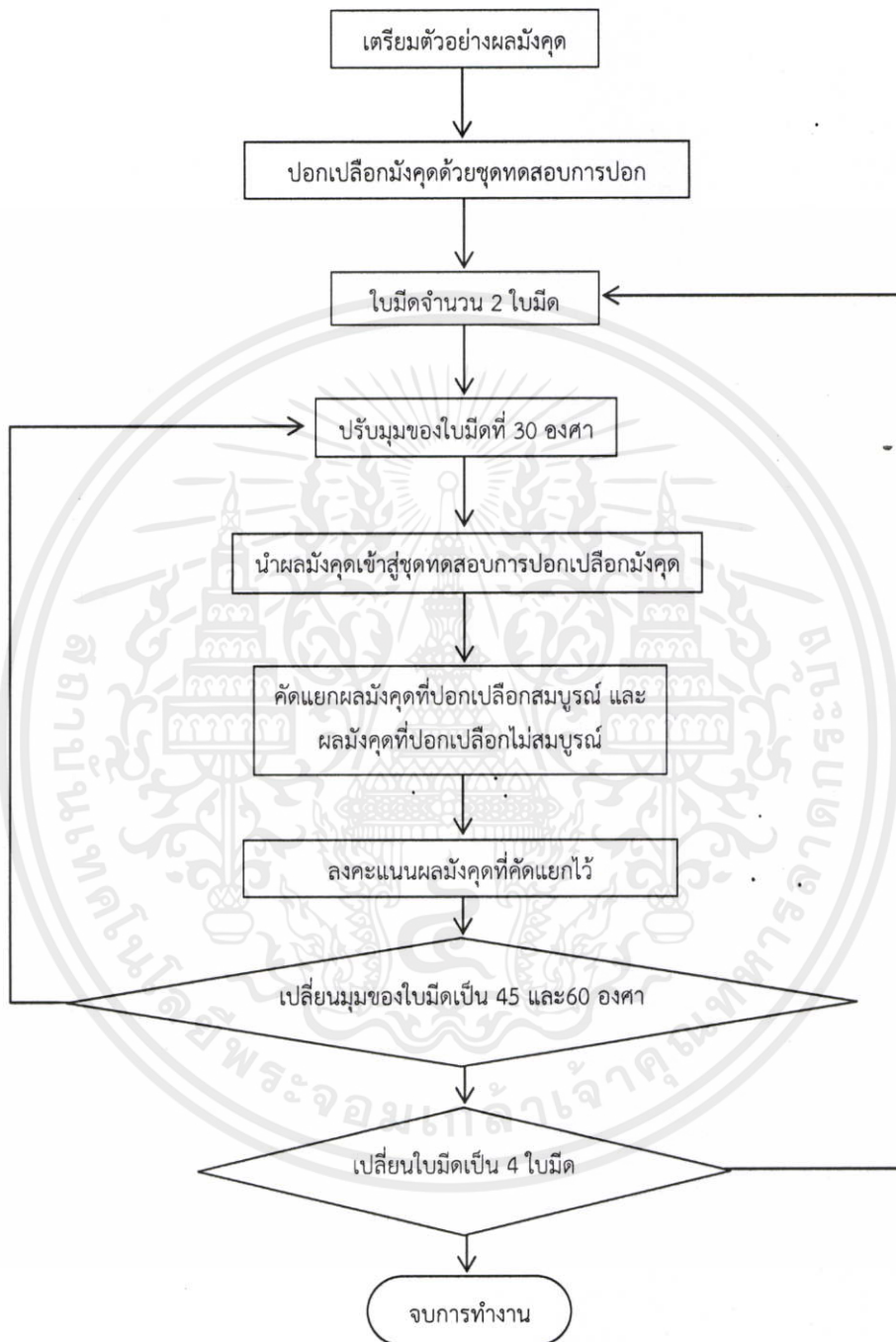
ตารางที่ 4.3 ตารางคะแนนการปกเปลือกมังคุด

ระดับคะแนน	การปกเปลือก
0	เนื้อมังคุดโดนกดจนเนื้อเสียรูป
1	เนื้อมังคุดหลุดออกจากเปลือก 2 กลีบ
2	เนื้อมังคุดที่หลุด และติดกับเปลือกมีจำนวนเท่ากัน
3	เนื้อมังคุดติดอยู่ที่เปลือก 3 กลีบ
4	เนื้อมังคุดติดอยู่ที่เปลือก 2 กลีบ
5	เนื้อมังคุดติดอยู่ที่เปลือก 1 กลีบ
6	เนื้อมังคุดหลุดออกจากเปลือกหมด



รูปที่ 4.4 การให้คะแนนการปกเปลือกมังคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แผนภาพการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลมังคุดที่ใช้ในการทดสอบ

เนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพของผลมังคุดมีความสำคัญในการออกแบบส่วนประกอบหลักของชุดทดสอบการปกปกป้องมังคุด ในการศึกษาครั้งนี้ได้วัดขนาดของความกว้าง ความยาว และความหนาของผลมังคุดทั้งเปลือก โดยมีรายละเอียดผลการศึกษาดังนี้ ผลการศึกษานัดความกว้าง ความยาว และความหนาของมังคุดที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 60 ผล แสดงในภาคผนวก ก. และตารางที่ 1 ก. 1 พบว่าผลมังคุดทั้งเปลือกมีขนาดความกว้างเฉลี่ย 4.77 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ย 4.41 เซนติเมตร ความหนาเฉลี่ย 4.72 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตเท่ากับ 4.63 เซนติเมตร และค่าน้ำหนักเฉลี่ย 48.50 กรัม ซึ่งสามารถนำผลการทดลองมาใช้ในการออกแบบชุดใบมีด โดยได้ออกแบบให้กระบอกใส่ชุดใบมีดมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 8.50 เซนติเมตร เพื่อให้ผลมังคุดสามารถผ่านชุดใบมีดได้ ดังนั้นชุดใบมีดจึงต้องมีขนาดใหญ่กว่าผลมังคุด

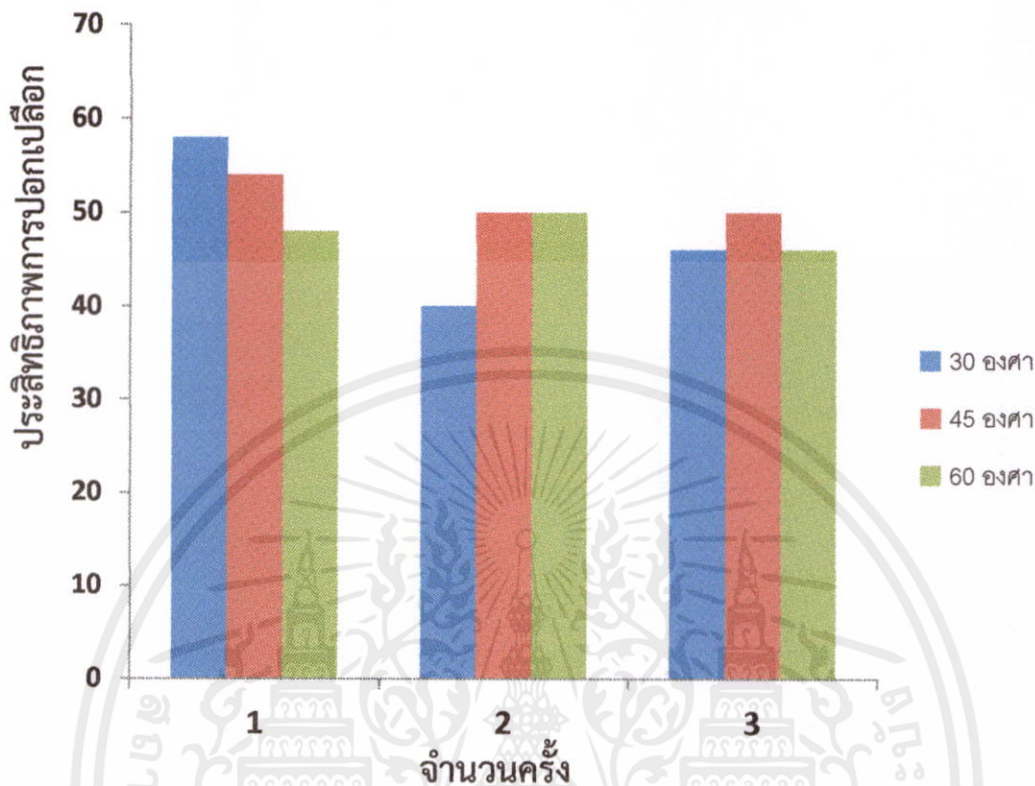
5.2 การศึกษาชนิดของมังคุด จำนวนใบมีดและมุมของใบมีดที่มีผลต่อการปกปกป้องมังคุด

ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 5.1 และการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ตารางภาคผนวก ข.1 มีการวิเคราะห์ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อค่าของคะแนนในการปกปกป้องมังคุด คือ มุมของใบมีดและจำนวนของใบมีด เมื่อพิจารณาจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการปกปกป้องด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) พบว่า มุมของใบมีดที่มีการเปลี่ยนแปลงไม่มีผลต่อคะแนนการปกปกป้องมังคุดแต่จำนวนของใบมีดที่มีการเพิ่มจำนวนมีผลต่อการปกปกป้องของมังคุดดังตารางภาคผนวก ข.1

ตารางที่ 5.1 ประสิทธิภาพการปกปกป้องเฉลี่ย 2 ใบมีดที่มุมต่าง ๆ ในการปกปกป้องมังคุด

จำนวนใบมีด	มุมใบมีด (องศา)	ประสิทธิภาพการปกปกป้องเฉลี่ย			ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
2	30	58	40	46	48
	45	54	50	50	51.33
	60	48	50	46	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



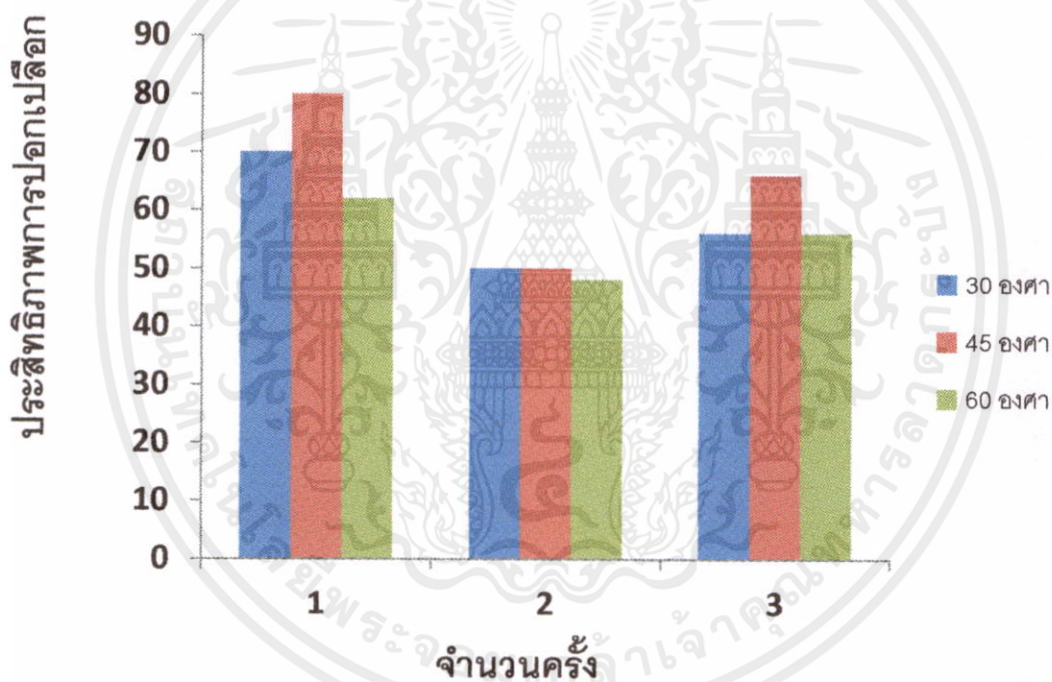
รูปที่ 5.1 ผลการเปรียบเทียบมุมไบมิต ในการใช้ไบมิต 2 ไบมิตที่มีผลต่อ
ประสิทธิภาพการปกเปลือkmังคุด

จากการทดลองผล จากตารางที่ 5.1 และรูปที่ 5.1 พบว่าที่ 2 ไบมิตมีค่าคะแนนเฉลี่ยการปกเปลือkmังคุดที่มุมไบมิต 30 45 และ 60 องศา เท่ากับ 2.20 2.33 และ 2.20 คะแนน ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบมุมไบมิตมีค่าคะแนนเฉลี่ยการปกเปลือkmังคุดอยู่ระหว่าง 2.20 - 2.33 คะแนน โดยที่มุม 45 องศา มีคะแนนการปกเปลือkmังคุดเฉลี่ยมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 ประสิทธิภาพการปกเปลือกเฉลี่ย 4 ใบมีดที่มุมต่าง ๆ ในการปกเปลือกมังคุด

จำนวนใบมีด	มุมใบมีด (องศา)	ประสิทธิภาพการปกเปลือกเฉลี่ย			ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
4	30	70	50	56	58.67
	45	80	50	66	65.33
	60	62	48	56	55.33



รูปที่ 5.2 ผลการเปรียบเทียบมุมใบมีด ในการใช้ใบมีด 4 ใบมีดที่มีผลต่อ ประสิทธิภาพการปกเปลือกมังคุด

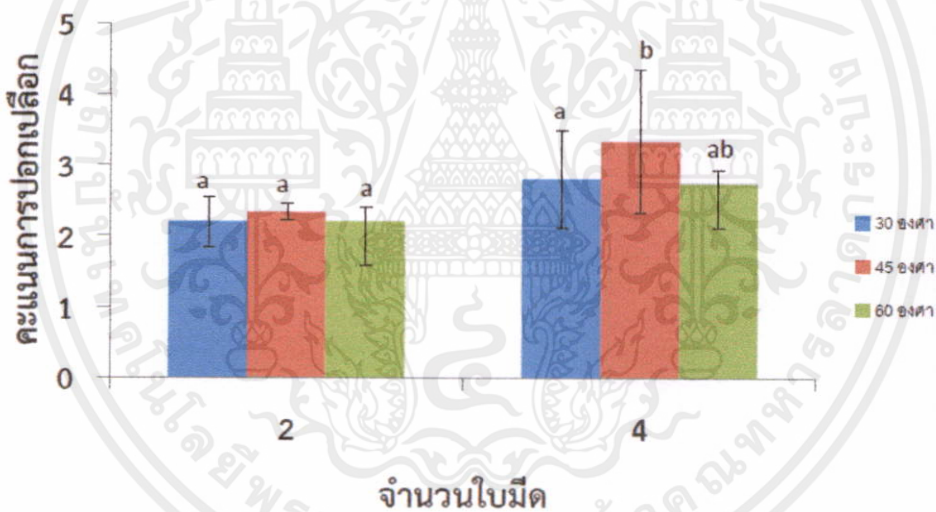
จากการทดลองผล จากตารางที่ 5.2 และรูปที่ 5.2 พบว่าที่ 2 ใบมีดมีค่าคะแนนเฉลี่ยการปกเปลือก มังคุดที่มุมใบมีด 30 องศา และ 60 องศา เท่ากับ 2.80 และ 2.73 คะแนน ตามลำดับ ผลการ เปรียบเทียบมุมใบมีด มีค่าคะแนนเฉลี่ยการปกเปลือกอยู่ระหว่าง 2.80 – 3.33 คะแนน โดยที่มุม 45 องศา มีคะแนนการปกเปลือกเฉลี่ยมากที่สุด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 ผลการเปรียบเทียบจำนวนใบมีด และมุมของใบมีดที่มีผลต่อคะแนนการปอกเปลือกมังคุด

จำนวนใบมีด	องศาของใบมีด		
	30	45	60
2	2.20 ± 0.35 ^a	2.33 ± 0.12 ^a	2.20 ± 0.20 ^a
4	2.80 ± 0.69 ^{b^{ab}}	3.33 ± 1.01 ^b	2.73 ± 0.61 ^{ab}

หมายเหตุ: a, b : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



รูปที่ 5.3 ผลการเปรียบเทียบมุมใบมีด ในการใช้ใบมีด 4 ใบมีดที่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยการปอกเปลือกมังคุด

พิจารณาคะแนนเฉลี่ยที่ทดลองปอกเปลือกมังคุดโดยใช้ใบมีดจำนวน 2 และ 4 ใบมีด และการเปลี่ยนมุมที่ 30 45 และ 60 องศา พบว่าการใช้ใบมีดจำนวน 2 ใบมีด มุม 30 และ 60 องศา มีคะแนนเฉลี่ยในการปอกเปลือกมังคุดน้อยที่สุดเท่ากับ 2.20 คะแนน และมุม 45 องศา มีคะแนนเฉลี่ยในการปอกเปลือกมากที่สุดเท่ากับ 2.30 คะแนน ส่วนที่จำนวนใบมีด 4 ใบมีด มุม 60 องศา มีคะแนนเฉลี่ยในการปอกเปลือกมังคุดน้อยที่สุดเท่ากับ 2.73 คะแนน มุม 30 องศา มีคะแนนเฉลี่ยในการปอกเปลือกมังคุดมากที่สุดเท่ากับ 2.80 คะแนน

จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงเงื่อนไข และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 2.80 คะแนน และมุม 45 องศา มีคะแนนเฉลี่ยในการปกเปลือกมังคุดมากที่สุดเท่ากับ 3.33 คะแนน

จากการนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ของตัวแปรคือ จำนวนใบมีดและมุมของใบมีดที่ใช้ในการปกเปลือกมังคุด พบว่าคะแนนในการปกเปลือกมังคุดที่ได้นั้นสามารถนำผลการทดลองทั้งจำนวนใบมีดและมุมของใบมีดมาใช้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีโดยวิธีการ DMRT (Duncan's New Multiple Range Test)

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วย (ANOVA) ในตารางภาคผนวก ข. 2 โดยปัจจัยคือ มุมของใบมีดและจำนวนของใบมีด เมื่อนามาวิเคราะห์ผล มุมของใบมีดที่มีผลต่อการปกเปลือกมังคุดพบว่าใบมีดจำนวน 2 ใบมีด ที่มุม 30 45 และ 60 องศา มุมของใบมีดไม่มีผลต่อคะแนนการปกเปลือกมังคุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และที่ใบมีดจำนวน 4 ใบมีด ที่มุม 30 45 และ 60 องศา มุมของใบมีดไม่มีผลต่อคะแนนการปกเปลือกมังคุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์เช่นกัน แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ผล ระหว่างใบมีดจำนวน 2 และ 4 ใบมีด พบว่าจำนวนของใบมีดที่ทำการเพิ่มขึ้นมีผลต่อค่าคะแนนในการปกเปลือกมังคุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ทั้งนี้มุมของใบมีดที่ทำการเปลี่ยนแปลงไม่ส่งผลต่อค่าคะแนนการปกเปลือกเท่าการเพิ่มจำนวนใบมีด เพราะการเปลี่ยนแปลงมุมของใบมีดถึงจะทำการเปลี่ยนแปลงเป็น 30 45 และ 60 องศาแต่เมื่อแรงที่ใช้ในการกดมีขนาดของแรงที่ไม่มากและมีแรงที่เท่า ๆ กันจึงทำให้การเปลี่ยนมุมของใบมีดไม่ส่งผลต่อค่าของคะแนนในการปกเปลือกมังคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

จากการออกแบบและสร้างกลไกการปกป้องกันผลผลิต โดยโครงสร้างมีส่วนประกอบ ดังนี้

- โครงสร้าง
- ชุดใบมีด
- ด้ามกด
- ฐานรองรับผลผลิต

การปกป้องกันผลผลิตมีขั้นตอนการทำงานคือ นำผลผลิตวางบนฐานรองรับผลผลิต จากนั้นใช้มือกดด้ามกดให้ผลผลิตผ่านชุดใบมีด ภายในชุดใบมีดประกอบด้วยใบมีดสำหรับปกป้องกันผลผลิต และตัวบีบผลผลิตซึ่งมีผลทำให้ผลผลิตปริและแตกออกจากกัน จากนั้นทำการทดสอบโดยกำหนดปัจจัย 2 ปัจจัยดังนี้ 1) จำนวนใบมีด 2 และ 4 ใบมีด 2) มุมของใบมีดที่ใช้ในการปกป้องกันผลผลิต 3 มุม คือ 30 45 และ 60 องศา เพื่อหาจำนวนและองศาของใบมีดที่ใช้ในการทดลองที่ส่งผลให้การปกป้องกันผลผลิตให้เนื้อผลผลิตหลุดออกได้ดีที่สุด พบว่าทั้งสองปัจจัยมีผลต่อคะแนนการปกป้องกันผลผลิต ดังนี้

1. มุม 30 45 และ 60 องศา จำนวนใบมีด 2 ใบ

จากการทดลองพบว่า ที่จำนวน 2 ใบมีดมุม 30 60 องศา มีผลคะแนนเฉลี่ยของการปกป้องกันผลผลิตน้อยที่สุดเท่ากับ 2.20 คะแนน และที่มุม 45 องศา มีผลคะแนนเฉลี่ยของการปกป้องกันผลผลิตมากที่สุดคือ 2.30 คะแนน

2. มุม 30 45 และ 60 องศา จำนวนใบมีด 4 ใบ

จากการทดลองพบว่า ที่จำนวน 4 ใบมีดมุม 60 องศา มีผลคะแนนเฉลี่ยของการปกป้องกันผลผลิตน้อยที่สุดเท่ากับ 2.73 คะแนน มุม 30 องศา มีผลคะแนนเฉลี่ยของการปกป้องกันผลผลิตมีค่าเท่ากับ 2.80 คะแนน และที่มุม 45 องศา มีผลคะแนนเฉลี่ยของการปกป้องกันผลผลิตมากที่สุดเท่ากับ 3.33 คะแนน

จากการศึกษาการปกป้องกันผลผลิตสามารถสรุปได้ว่า เมื่อเพิ่มจำนวนใบมีดที่ใช้ในการทดลองจาก 2 เป็น 4 ใบมีด มีผลทำให้ใบมีดสัมผัสกับพื้นที่ผิวผลผลิตมากขึ้น จึงทำให้ปกป้องกันผลผลิตได้ง่าย และพบว่าการเปลี่ยนแปลงมุมของใบมีดช่วง 30 45 60 องศา ไม่มีผลต่อการปกป้องกันผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นปัจจัยที่ดีในการปกป้องกันผลผลิตคือ เลือกใช้จำนวนใบมีด 4 ใบ เพราะทำให้คะแนนการปกป้องกันผลผลิตมากที่สุดที่ 3.33 คะแนน

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยได้มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องดังต่อไปนี้

1. ในขณะที่กดผลผลิตผ่านชุดใบมีด ควรออกแบบให้คนสามารถปิดหัวกดผลผลิตได้ซึ่งส่งผลให้เพิ่มโอกาสที่เลือกหลุดออกจากเนื้อได้ง่ายขึ้น

2. ควรมีการทดสอบระดับความสูงของผลผลิตที่เหมาะสมในการทดลองกับเครื่องปกป้องกันผลผลิต

3. ใช้เครื่องคัดขนาดผลผลิตเพื่อเพิ่มความเร็วในขั้นตอนการทำงาน

4. ควรทำให้กลไกเป็นระบบต่อเนื่องเพื่อเหมาะกับการใช้งานจริง


บรรณานุกรม

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2544. มังคุด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.doae.go.th/plant/manhkud.htm>.
- กุลวดี อาศัย, บัณฑิต จริโมภาส และวิมล รัตนเศรษฐ. 2536. “กลไกการผ่านังคุดด้วยเครื่องมือกล.” ว.เกษตรศาสตร์. 27 : 474-479.
- จิรโชติ ดวงบุตรดี, สมรัตน์ แสงอรุณ และสาธร สงอ่อน. 2553. อุปกรณ์การปอกเปลือกมังคุด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://bectero.com/archived/tv/brainchild/invention-detail.php?pid=342>.
- เดโชดม ภัทรศัย. 2534. 36ผลไม้สมุนไพรไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.adirek.com/stwork/fruitvet/mungkut.htm>.
- นิธิยา รัตนพานนท์. 2544. หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- บวรศักดิ์ คำมูล. 2553. เทคนิคการแปรรูป : น้ามังคุดพร้อมดื่ม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.edoae.doae.go.th>.
- มนิรัตน์ กุเวตย์. 2550. ต้นมังคุด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.bedo.or.th/lcdb/biodiversity/view.aspx?id=8702>.
- Nakason and Paull. 1998. Mangosteen. [Online]. Available : lsm.mju.ac.th/courses/courses/121/locker.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.
ผลการวัดขนาดความยาว ความกว้าง และความหนา ของ
ผลมั่งคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ผลการวัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของผลมั่งคุด

ตัวอย่างที่	ผลมั่งคุด			
	ยาว	กว้าง	หนา	GMD
1	4.82	4.42	4.77	4.66
2	4.75	4.42	4.72	4.63
3	4.87	4.32	4.79	4.65
4	4.81	4.39	4.75	4.65
5	4.72	4.45	4.71	4.62
6	4.82	4.31	4.75	4.62
7	4.72	4.44	4.68	4.61
8	4.69	4.34	4.65	4.56
9	4.85	4.48	4.79	4.70
10	4.77	4.45	4.72	4.64
11	4.83	4.41	4.79	4.67
12	4.91	4.51	4.88	4.76
13	4.66	4.33	4.65	4.54
14	4.78	4.35	4.72	4.61
15	4.73	4.36	4.69	4.59
16	4.84	4.37	4.78	4.66
17	4.86	4.37	4.81	4.67
18	4.72	4.32	4.65	4.56
19	4.69	4.37	4.65	4.57
20	4.73	4.44	4.68	4.61
21	4.68	4.39	4.66	4.57
22	4.77	4.45	4.75	4.65
23	4.93	4.51	4.91	4.78
24	4.86	4.49	4.84	4.73
25	4.81	4.45	4.77	4.67
26	4.75	4.41	4.71	4.62
27	4.74	4.42	4.71	4.62
28	4.76	4.47	4.72	4.65
29	4.88	4.45	4.81	4.71
30	4.71	4.49	4.65	4.62
31	4.91	4.52	4.89	4.77
32	4.68	4.35	4.64	4.55
33	4.73	4.36	4.71	4.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร

ตารางที่ ก.1 ผลการวัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของผลมังกุด(ต่อ)

34	4.91	4.51	4.69	4.70
35	4.83	4.43	4.82	4.68
36	4.85	4.43	4.80	4.68
37	4.67	4.38	4.65	4.56
38	4.81	4.46	4.75	4.67
39	4.91	4.49	4.89	4.76
40	4.85	4.47	4.83	4.71
41	4.63	4.31	4.60	4.51
42	4.65	4.34	4.61	4.53
43	4.71	4.35	4.68	4.57
44	4.79	4.38	4.75	4.63
45	4.83	4.42	4.77	4.67
46	4.67	4.35	4.63	4.54
47	4.58	4.29	4.55	4.47
48	4.65	4.36	4.63	4.54
49	4.91	4.49	4.89	4.76
50	4.84	4.45	4.80	4.69
51	4.68	4.39	4.64	4.56
52	4.87	4.42	4.83	4.70
53	4.69	4.39	4.65	4.57
54	4.71	4.38	4.68	4.58
55	4.84	4.41	4.79	4.67
56	4.61	4.38	4.57	4.52
57	4.58	4.28	4.53	4.46
58	4.83	4.47	4.78	4.69
59	4.59	4.31	4.55	4.48
60	4.65	4.37	4.61	4.54
61	4.75	4.40	4.72	4.62
62	4.81	4.44	4.79	4.67
63	4.80	4.49	4.75	4.67
64	4.69	4.32	4.66	4.55
65	4.72	4.40	4.70	4.60
66	4.79	4.35	4.78	4.63
67	4.65	4.31	4.64	4.53
68	4.82	4.49	4.80	4.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้
 ไม่ว่าจะวิธีใดๆ ทั้งสิ้น หากมีข้อสงสัยหรือข้อผิดพลาด กรุณาแจ้งไปยังที่ปรึกษา

ตารางที่ ก.1 ผลการวัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของผลมั่งคุด(ต่อ)

69	4.65	4.35	4.64	4.54
70	4.75	4.30	4.73	4.58
71	4.78	4.41	4.75	4.64
72	4.79	4.38	4.78	4.65
73	4.68	4.32	4.65	4.55
74	4.84	4.44	4.83	4.69
75	4.71	4.50	4.70	4.64
76	4.64	4.31	4.63	4.52
77	4.77	4.45	4.75	4.65
78	4.60	4.33	4.58	4.50
79	4.61	4.37	4.60	4.53
80	4.65	4.37	4.64	4.55
81	4.69	4.35	4.65	4.56
82	4.73	4.47	4.70	4.63
83	4.78	4.48	4.75	4.66
84	4.84	4.42	4.82	4.68
85	4.86	4.45	4.85	4.71
86	4.79	4.41	4.76	4.65
87	4.76	4.50	4.76	4.67
88	4.73	4.39	4.71	4.60
89	4.79	4.42	4.75	4.65
90	4.74	4.42	4.73	4.63
91	4.69	4.35	4.68	4.57
92	4.65	4.31	4.63	4.52
93	4.76	4.38	4.62	4.58
94	4.68	4.29	4.65	4.53
95	4.75	4.45	4.70	4.63
96	4.75	4.42	4.71	4.62
97	4.79	4.39	4.75	4.63
98	4.66	4.28	4.65	4.53
99	4.77	4.36	4.75	4.62
100	4.56	4.26	4.54	4.45
ค่าเฉลี่ย	4.75	4.39	4.72	4.62
ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.087	0.063	0.084	0.072

เอกสารนี้เป็นเอกสารลับไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งนั้น เพื่อให้คิดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ผลการทดลองและประเมินผลปัจจัยที่มีผลต่อการปก
เปลือกมังคุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.1 การทดสอบจำนวนของใบมีด และมุมของใบมีดที่มีผลต่อคะแนนของการปกเปลือก
มังคุด

จำนวน ใบมีด	มุมของ ใบมีด	ซ้ำ	คะแนนการปกเปลือกมังคุด						เฉลี่ย รวม
			ผลที่ 1	ผลที่ 2	ผลที่ 3	ผลที่ 4	ผลที่ 5	เฉลี่ย	
2	30	1	2	4	4	2	1	2.6	2.20
		2	3	0	3	4	0	2	
		3	3	2	3	1	1	2	
	45	1	3	2	4	1	2	2.4	2.33
		2	3	4	0	3	2	2.4	
		3	3	2	3	2	1	2.2	
	60	1	3	0	2	2	4	2.2	2.20
		2	3	1	0	4	4	2.4	
		3	1	1	3	3	2	2	
4	30	1	6	1	2	5	4	3.6	2.80
		2	0	2	3	3	4	2.4	
		3	2	4	2	3	1	2.4	
	45	1	3	2	6	6	5	4.4	3.33
		2	0	3	4	2	3	2.4	
		3	4	3	2	3	4	3.2	
	60	1	3	6	0	5	3	3.4	2.73
		2	2	0	3	4	2	2.2	
		3	3	2	3	3	2	2.6	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น 3 มอนูญ 2 6 ให้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.2 ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติการศึกษาจำนวนใบมีด และมุมของใบมีดที่มีผลต่อ
คะแนนการปกปอกเปลือกมังคุด

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2.960 ^a	5	.592	1.741	.200
Intercept	121.680	1	121.680	357.882	.000
Blade	2.276	1	2.276	6.693	.024
Degree	.493	2	.247	.725	.504
Blade * Degree	.191	2	.096	.281	.760
Error	4.080	12	.340		
Total	128.720	18			
Corrected Total	7.040	17			

Significant at 5% level = ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ที่ 0.05
 ns(not significant) = ไม่มีความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีทางสถิติ
 Sum of Squares = ผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย
 df = องศาความเป็นอิสระ
 Mean Square = ผลเฉลี่ยของผลกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข. 3 ผลการทดลองหาค่าแรงกดที่ใช้ในการกดเปลือกมังคุดด้วยความเร็ว 15 เซนติเมตร/นาที ด้วยเครื่อง texture analyzer

มังคุดผลที่	ความกว้าง (cm)	ความยาว (cm)	ความหนา (cm)	แรงกดสูงสุด (N)
1	4.82	4.42	4.77	54.94
2	4.75	4.42	4.72	54.82
3	4.87	4.32	4.79	54.97

ตาราง ข. 4 ผลการทดลองหาค่าแรงเฉือนที่ใช้ในการเฉือนเปลือกมังคุดด้วยความเร็ว 15 เซนติเมตร/นาที ด้วยเครื่อง texture analyzer

มังคุดผลที่	ความกว้าง (cm)	ความยาว (cm)	ความหนา (cm)	แรงกดสูงสุด (N)
1	4.87	4.39	4.75	47.48
2	4.72	4.45	4.71	47.32
3	4.82	4.31	4.75	47.51



(ก)

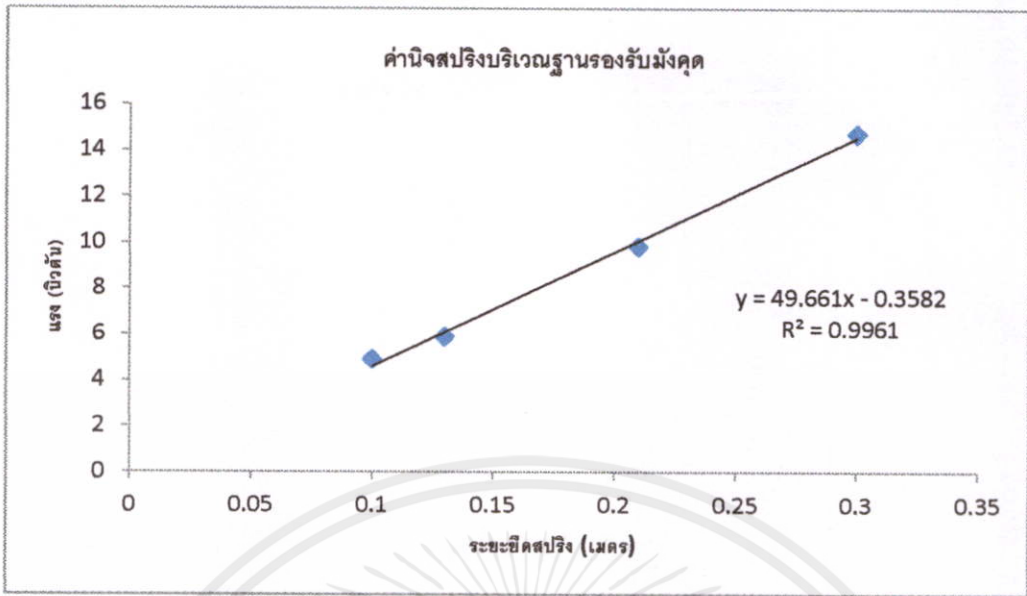


(ข)

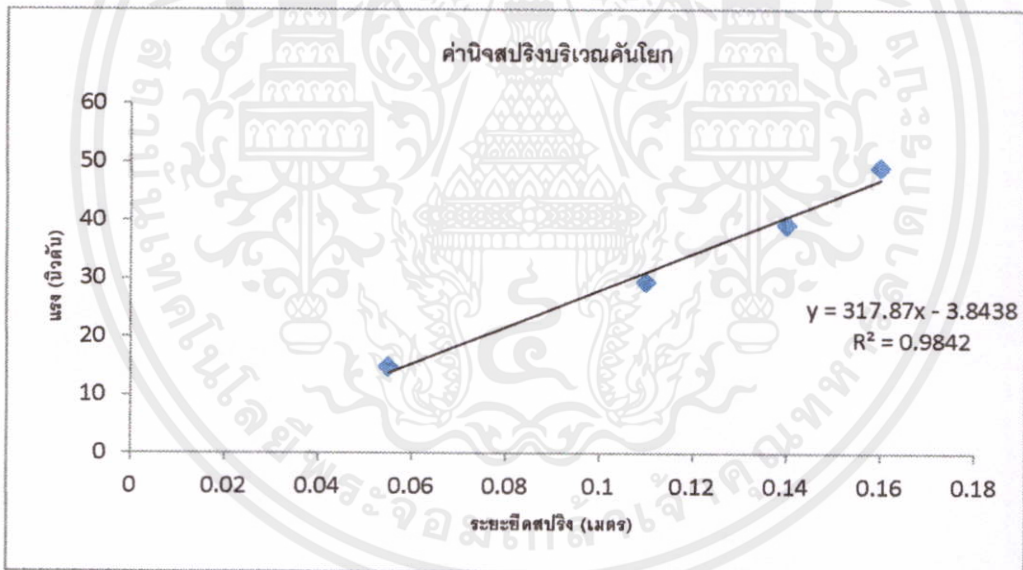
รูปที่ ข.1 การทดลองหาค่าแรงด้วยเครื่อง texture analyzer

(ก) แรงกด (ข) แรงเฉือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ ข.2 แรงค่า-nilจสปริงบริเวณฐานรับรองรับม้งคุด



รูปที่ ข.3 แรงค่า-nilจสปริงบริเวณค้บโยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



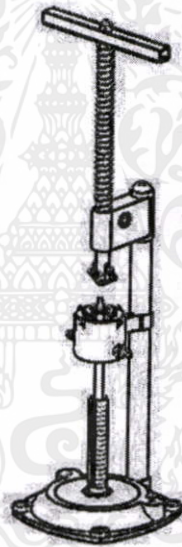
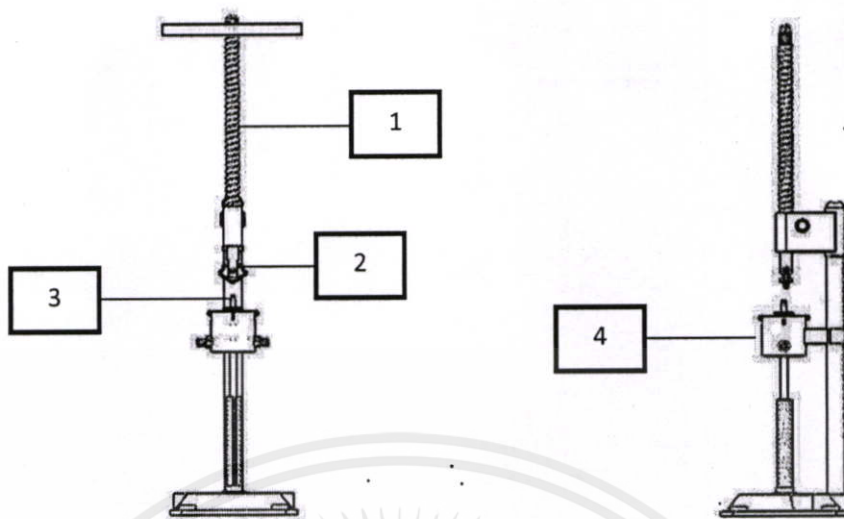
ภาคผนวก ค.
แบบส่วนประกอบหลักของกลไกที่ใช้ในการปกปิดเลือก
มั่งคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค. 1 กลไกการลอกเปลือกมังคุด

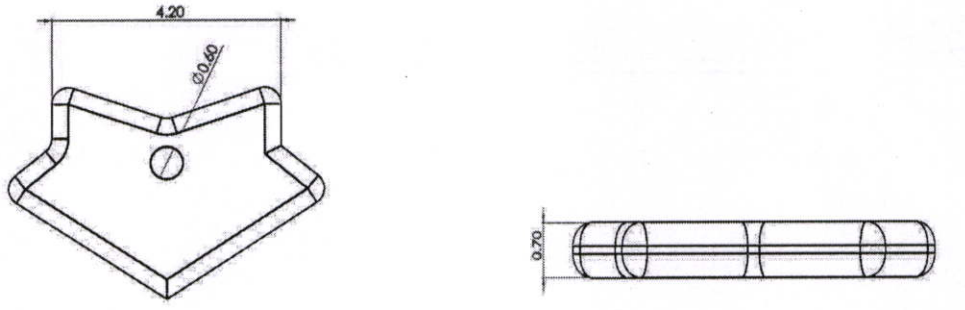
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ (ก) ภาพด้านบน (ข) ภาพด้านข้าง (ค) ภาพด้านหน้า ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



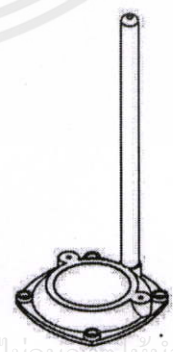
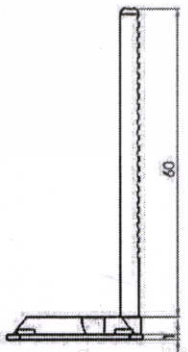
หมายเลข	ชื่อ
1	ด้ามกด
2	หัวกด
3	ฐานรองรับมั่งคุด
4	ชุดใบมีด

รูปที่ ค. 2 ส่วนประกอบกลไกของเครื่องทดสอบแรงดึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

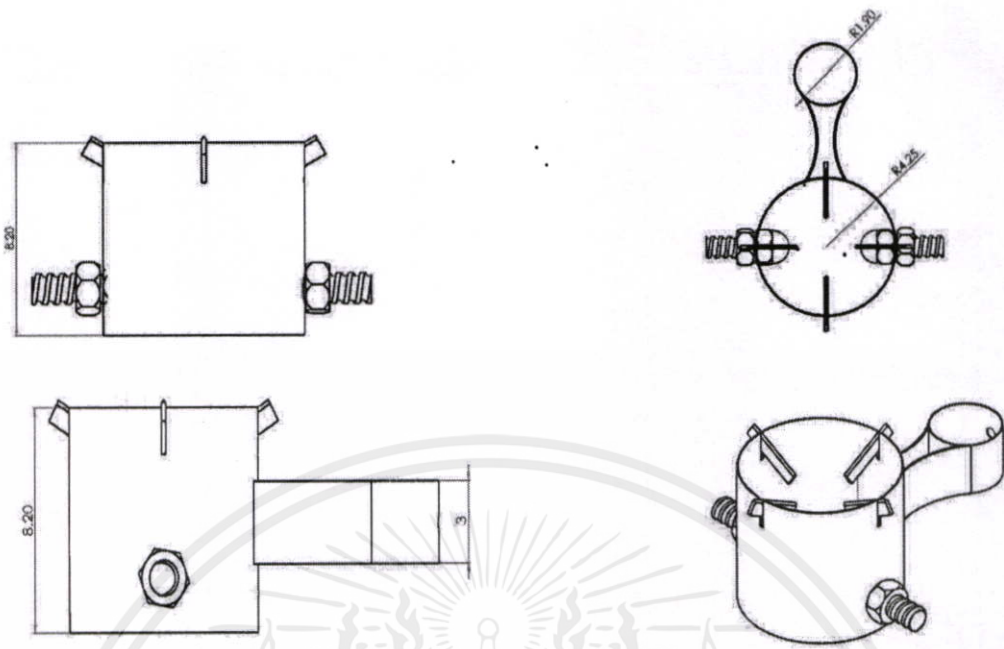


รูปที่ ค. 3 ส่วนประกอบกลไกปกเปิดล็อกมั่งคุด (หัวกด)

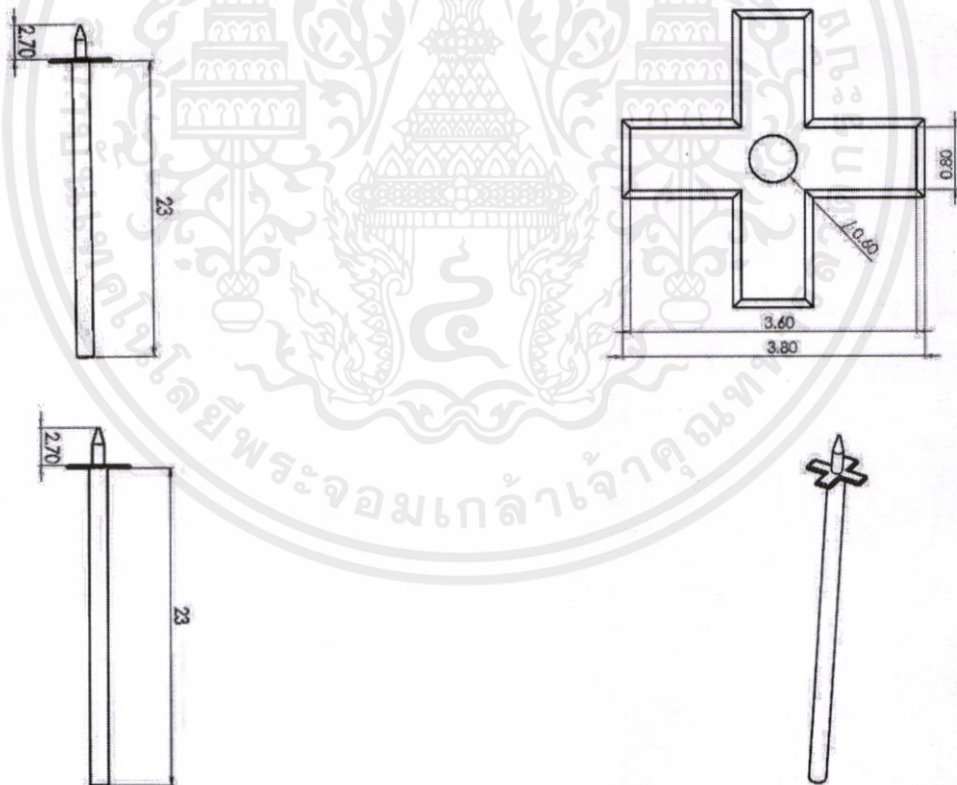


รูปที่ ค. 4 ส่วนประกอบกลไกปกเปิดล็อกมั่งคุด (โครงสร้าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่ข้อมูลนี้และของลิขสิทธิ์ใดๆไปยังผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

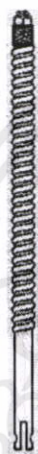
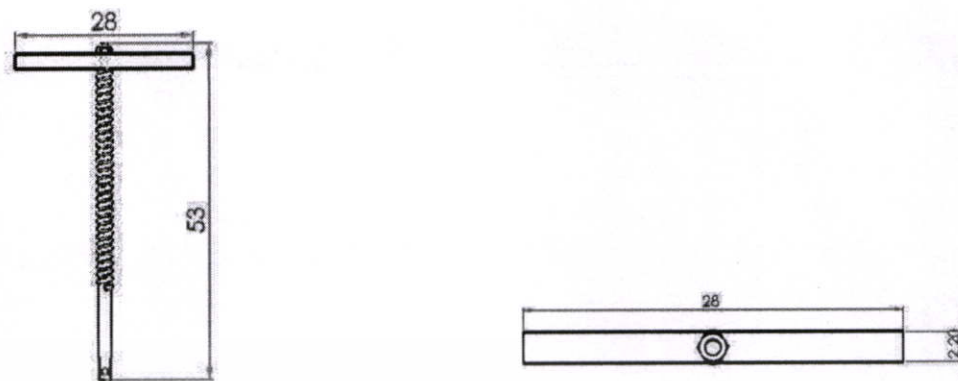


รูปที่ ค. 5 ส่วนประกอบกลไกปกเปิดล็อกมังคุด (ชุดใบมีด)



รูปที่ ค. 6 ส่วนประกอบกลไกปกเปิดล็อกมังคุด (ฐานรองมังคุด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค. 7 ส่วนประกอบกลไกพอกเปลือกมังกุด (ด้ามกด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้