

แนวทางการออกแบบเครื่องปอกหอมแดง
CONCEPTUAL DESIGN OF SHALLOT PEELING MACHINE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

แนวทางการออกแบบเครื่องปอกหอมแดง
CONCEPTUAL DESIGN OF SHALLOT PEELING MACHINE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ประโยชน์ด้านกรค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง ปีการศึกษา 2556 ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONCEPTUAL DESIGN OF SHALLOT PEELING MACHINE



THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACGELOR OF ENGINEERING IN FOOD ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิใช่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นที่พิมพ์หรือเผยแพร่โดยทางพิเศษของเจ้าของลิขสิทธิ์

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง แนวทางการออกแบบพัฒนาเครื่องปอกหอมแดง

นักศึกษาผู้ทำโครงการงาน

| | | |
|---------------|-----------|-----------------------|
| นายธเนศ | ยานะ | รหัสนักศึกษา 53010697 |
| นางสาวนิภาพร | โนจากุล | รหัสนักศึกษา 53010853 |
| นางสาวผกายมาศ | พูลสมบัติ | รหัสนักศึกษา 53011014 |



..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.เจษฎา ชัยโถม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|------------------|---------------------------------|-----------|-----------------------|
| หัวข้อโครงการ | แนวทางการออกแบบเครื่องปอกหอมแดง | | |
| นักศึกษา | นายธเนศ | ยานะ | รหัสนักศึกษา 53010697 |
| | นางสาวนิภาพร | โนจากุล | รหัสนักศึกษา 53010853 |
| | นางสาวผกายมาศ | พุลสมบัติ | รหัสนักศึกษา 53011014 |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | ดร.เจษฎา | ชัยโฉม | |
| ปริญญา | วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต | | |
| สาขาวิชา | วิศวกรรมอาหาร | | |
| ปีการศึกษา | 2556 | | |

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของโครงการนี้ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบเครื่องปอกหอมแดงทางกล การดำเนินงานเริ่มจากการศึกษาข้อมูลของหอมแดงพันธุ์ศรีสะเกษเพื่อหาค่าตัวแปรต่างๆที่มีผลกระทบกับหอมแดง เช่น ขนาดของหอมแดง สภาพะการปอกหอมแดง และวิธีการปอกหอมแดง เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องให้ทำงานทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ 1) การกรีดหอมแดงตามแนวยาว 2) การตัดรากและก้านใบ 3) การลอกเปลือกด้วยยาง 4) การเป่าลมเพื่อแยกเปลือก คณะผู้วิจัยได้ทดลองหาความเร็วในการลอกเปลือก และทดลองหาลักษณะการติดยางลอกเปลือกที่เหมาะสมกับเครื่องพบว่าเครื่องปอกหอมแดงสามารถทำงานได้ดีที่สุด ที่ความเร็ว 5 รอบต่อนาที และควรติดยางให้ใกล้กับรอยกรีดมากที่สุด ในลักษณะการติดยางแบบที่ 1 ซึ่งเครื่องปอกหอมแดงมีประสิทธิภาพในการปอกที่ 48% (โดยวัดจากสัดส่วนของหอมแดงที่สามารถปอกได้ใน 1 ลูก) ซึ่งจากการทดสอบ แก้ว และวิเคราะห์กลไกการทำงานของเครื่อง พบว่า เครื่องปอกหอมแดงยังมีปัญหาด้านการลอกเปลือก และการป้อนหอมแดงเข้าช่องป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|-----------------|---|
| Project Title | Conceptual design of shallot peeling machine |
| Students | Mr. Tanet Yana Ms. Niparporn Nojarkool Ms. Phakaimat Phunsombat |
| Project Advisor | Mr. Jedsada Chaishom |
| Degree | Bachelor of Engineering |
| Program | Food Engineering |
| Academic Year | 2013 |

Abstract

The project aim to guide the conceptual mechanical design of a shallot peeling machine. This project commences with a study of Sisaket shallot charecterestics i.e., sizes and processing of mechanical peeling.. Consequently, the machine works with four steps: i) Slitting of shallot in the fibre direction; ii) Cutting the root and the tip of shallot;iii) Peeling with frictional rubber; iv) Separating the peel, using blower. The machine was tested for examining trial of the effectively peeling speed and the pattern of frictional rubber installation. The result shows that the speed of 5 rpm leads to the best effectiveness (48%). and the rubber should setting near slit of rubber number one. The effective of shallots peeler machine is 48%. This machine still needs much more peeling effectiveness and feeding process operator.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จขึ้นมาได้ด้วยความอนุเคราะห์จากหลายๆท่านดังนี้
 ดร. เจษฎา ชัยโณม ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่เอื้อเฟื้อข้อมูล ให้คำปรึกษาและเสนอ
 แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆมาโดยตลอด เกี่ยวกับการออกแบบเครื่องปกกหอมแดง ทั้ง
 ในเวลาและนอกเวลาราชการ

อาจารย์ภาควิชาวิศวรรตอาหารทุกท่าน สำหรับความห่วงใยและสอบถามถึงความคืบหน้า
 ของโครงการอยู่เสมอ

คุณอำนาจ คุณตะคุ สำหรับความช่วยเหลือทางด้านการปฏิบัติ เทคนิค วิธีการต่างๆในการใช้
 เครื่องมือ รวมถึงให้คำปรึกษาแนะนำมาโดยตลอด

คุณบุญนำ ผลโพธิ์ สำหรับความช่วยเหลือในการทำหนังสือขออนุญาตใช้อุปกรณ์ต่างๆ
 คุณวรารภรณ์ มาไพศาลทรัพย์ สำหรับความช่วยเหลือในการให้ยืมใช้อุปกรณ์สำหรับทำการ
 ทดลอง

ขอขอบคุณเพื่อนๆที่ช่วยกันสร้างสรรค์งานวิจัยนี้ ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี
 สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ของคณะผู้จัดทำโครงการทุกท่าน สำหรับโอกาส
 ในการศึกษาเล่าเรียน ความห่วงใย กำลังทรัพย์ และกำลังใจในการศึกษาเล่าเรียนด้วยดีเสมอมา
 คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณ
 ทุกท่าน

นักศึกษาผู้จัดทำโครงการ

นายธเนศ

ยานะ

นางสาวนิภาพร

โนจางกุล

นางสาวผกายมาศ

พุลสมบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

| เรื่อง | หน้า |
|---|------|
| ปกใน (ภาษาไทย) | I |
| ปกใน (ภาษาอังกฤษ) | II |
| หน้าอนุมัติ | III |
| บทคัดย่อ | IV |
| Abstract | V |
| กิตติกรรมประกาศ | VI |
| สารบัญ | VII |
| สารบัญรูปภาพ | X |
| สารบัญตาราง | XII |
| สารบัญสัญลักษณ์ | XIII |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ | 1 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงการ | 1 |
| 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ | 1 |
| บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร | 3 |
| 2.1 ลักษณะของหอมแดง | 3 |
| 2.2 พันธุ์และการปลูก | 4 |
| 2.2.1 พันธุ์ | 4 |
| 2.2.2 การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว | 5 |
| 2.2.3 การเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว | 5 |
| 2.2.4 โรคที่เกิดหลังการเก็บเกี่ยว | 6 |
| 2.3 คุณภาพของหอมแดง | 7 |
| 2.3.1 คุณภาพขั้นต่ำ | 7 |
| 2.3.2 การแบ่งชั้นคุณภาพของหอมแดง | 7 |
| 2.4 การเตรียมหอมแดงในกระบวนการแปรรูปอาหาร | 8 |
| 2.4.1 การทำความสะอาด | 8 |
| 2.4.2 การคัดเลือก | 8 |
| 2.4.3 การคัดเกรด | 8 |
| 2.4.4 การปอกเปลือก | 8 |
| 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 9 |
| 2.5.1 เครื่องปอกกระเทียมและหอมแดง | 9 |
| 2.5.2 เครื่องปอกกระเทียม | 10 |
| บทที่ 3 การศึกษาหาข้อมูลเพื่อการออกแบบเครื่องจักร | 12 |
| 3.1 ลักษณะทางกายภาพของหอมแดง | 12 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้ง 2.5.2 เครื่องปอกกระเทียม และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

| เรื่อง | หน้า |
|--|------|
| 3.2 การศึกษาวิธีการปกเปลือก | 14 |
| 3.2.1 การทดลองปกหอมแดงที่สภาวะแตกต่างกัน | 14 |
| 3.2.2 ทดลองปกหอมด้วยอุปกรณ์ทั้งหมด 5 ชนิด | 14 |
| 3.2.3 สรุปผลการทดลอง | 19 |
| 3.3 การศึกษาวิธีการกรีดเปลือกหอมแดงโดยใช้มีด | 19 |
| 3.3.1 ผลการทดลอง | 20 |
| 3.3.2 สรุปผลการทดลอง | 21 |
| 3.4 การศึกษาแรงในการตัดส่วนของรากและก้านใบออก | 21 |
| 3.5 การออกแบบขั้นตอนการทำงานของเครื่องปกเปลือกหอมแดง | 22 |
| 3.5.1 กรีดหอมแดงตามแนวยาว | 23 |
| 3.5.2 การตัดส่วนของรากและก้านใบ | 23 |
| 3.5.3 การลอกชั้นเปลือกออก | 23 |
| บทที่ 4 การคำนวณและการออกแบบ | 24 |
| 4.1 การออกแบบเครื่องปกหอมแดง | 24 |
| 4.1.1 ช่องป้อนหอมแดง | 26 |
| 4.1.2 มีดกรีด | 27 |
| 4.1.3 มีดตัดรากและก้านใบ | 27 |
| 4.1.4 ยางลอกเปลือก | 27 |
| 4.2 หลักการทำงานของเครื่องปกหอมแดง | 28 |
| 4.3 ชั้นส่วนเครื่องจักรกล | 29 |
| 4.3.1 เฟลา | 29 |
| 4.3.2 มอเตอร์ | 30 |
| 4.3.2.1 ชนิดของมอเตอร์ | 30 |
| 4.3.2.1.1 แบ่งตามชนิดของไฟฟ้าที่ใช้ | 30 |
| 4.3.2.1.2 แบ่งตามขนาดของแรงดัน | 30 |
| 4.3.2.1.3 แบ่งตามลักษณะการใช้งาน | 30 |
| 4.3.2.2 เกียร์มอเตอร์ | 31 |
| 4.3.2.3 เบรกมอเตอร์ | 31 |
| 4.3.3 แบริ่ง | 31 |
| 4.3.3.1 บอลแบริ่ง | 32 |
| 4.3.3.2 โรลเลอร์แบริ่ง | 32 |
| 4.3.3.4 สายพาน | 32 |
| 4.3.4.1 ลักษณะการใช้งานของสายพาน | 32 |
| 4.3.4.2 การส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานลิ่ม | 33 |
| 4.4 การหาขนาดมอเตอร์ | 34 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ 4.3.4.1 ลักษณะการใช้งานของสายพาน

เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

| เรื่อง | หน้า |
|---|------|
| 4.5 การหาขนาดเพลลา | 35 |
| บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง | 41 |
| 5.1 การทดลองหาความเร็วรอบและลักษณะการติดยาง | 41 |
| 5.1.1 วัดฤดูประสงค์ | 41 |
| 5.1.2 สมมติฐาน | 41 |
| 5.1.3 วิธีการทดลอง | 41 |
| 5.1.4 ผลการทดลอง | 41 |
| 5.2 การทดสอบเครื่องปอกหอมแดง | 44 |
| บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ | 47 |
| 6.1 สรุปผลการออกแบบและการทดลอง | 47 |
| 6.2 แนวทางการแก้ไข | 47 |
| 6.2.1 การป้อน | 47 |
| 6.2.2 การลอกเปลือก | 47 |
| เอกสารอ้างอิง | 50 |
| ภาคผนวก | 52 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

| รูปภาพ | หน้า |
|--|------|
| รูปที่ 2.1 (ก) ลักษณะกาบใบห่อหุ้มลำต้น (ข) ลักษณะลำต้นใต้ดินแสดงลักษณะของต้น | 3 |
| รูปที่ 2.2 (ก) แสดงลักษณะลำต้นที่มีกาบใบหุ้ม (ข) แสดง Layer bulb | 4 |
| รูปที่ 2.3 (ก) ลักษณะหัว (ข) ลักษณะของใบหอมแดงพันธุ์ศรีสะเกษ | 4 |
| รูปที่ 2.4 ลักษณะหอมแดงพันธุ์เชียงใหม่ | 5 |
| รูปที่ 2.5 (ก) อาการของโรคแอนแทรกโนส (Anthracnose) ที่หัว (ข) อาการของโรคที่ใบ | 6 |
| รูปที่ 2.6 ลักษณะของหัวหอมที่เกิดโรคราดำ (Black mold) | 7 |
| รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะภายในของเครื่องปอกกระเทียมและหอมแดง | 9 |
| รูปที่ 2.8 แสดงการทำงานของเครื่องปอกกระเทียมและหอมแดง | 10 |
| รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะของเครื่องปอกกระเทียม | 10 |
| รูปที่ 2.10 แสดงการทำงานของเครื่องปอกกระเทียม | 11 |
| รูปที่ 3.1 การวัดหอมแดงแนวแกน x | 12 |
| รูปที่ 3.2 การวัดหอมแดงแนวแกน y | 12 |
| รูปที่ 3.3 การวัดหอมแดงแนวแกน z | 12 |
| รูปที่ 3.4 ขนาดด้านแกน x ของหอมแดง | 13 |
| รูปที่ 3.5 ขนาดด้านแกน y ของหอมแดง | 13 |
| รูปที่ 3.6 ขนาดด้านแกน z ของหอมแดง | 14 |
| รูปที่ 3.7 ที่ชุดมะละกอ | 15 |
| รูปที่ 3.8 แปรงขีดเล็บ | 15 |
| รูปที่ 3.9 หารูปทรงกระบอก | 20 |
| รูปที่ 3.10 กริดตามแนวยาว | 20 |
| รูปที่ 3.11 กริดตามขวาง | 20 |
| รูปที่ 3.12 (ก) ลักษณะเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (ข) ลักษณะใบมีดแบบ Warner Bratzler Blade | 22 |
| รูปที่ 3.13 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงตัดกับเวลาของหอมแดงจำนวน 10 ลูก | 22 |
| รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการปอกเปลือกหอมแดง | 23 |
| รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการปอกเปลือกหอมแดง | 25 |
| รูปที่ 4.2 เครื่องปอกเปลือกหอมแดง | 25 |
| รูปที่ 4.3 ขนาดของเครื่องปอกเปลือกหอมแดง (ก) ภาพฉายด้านข้าง (ข) ภาพฉายด้านหน้า | 26 |
| รูปที่ 4.4 ช่องป้อนหอมแดง (ก) ช่องป้อนหอมแดงและจานหมุน (ข) ขนาดของช่องป้อนหอมแดง | 26 |
| รูปที่ 4.5 มีดกรีด (ก) ภาพฉายด้านบน (ข) ภาพฉายด้านข้าง | 27 |
| รูปที่ 4.6 ตำแหน่งมีดกรีด มีดตัดรากและก้านใบ และยางลอกเปลือก | 28 |
| รูปที่ 4.7 ตำแหน่งการวางหอมแดงในช่องป้อน | 28 |
| รูปที่ 4.8 ลักษณะของเบร้ง (ก) ภาพตัดของบอลเบร้ง (ข) ภาพตัดของโรลเลอร์เบร้ง | 32 |
| รูปที่ 4.9 แสดงโครงสร้าง แรงปฏิกิริยา และขนาดของสายพานลิ้ม | 33 |

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

| รูปภาพ | หน้า |
|--|------|
| รูปที่ 4.10 (ก) ลักษณะล้อยายพานลิ้ม (ข) ขนาดสายพานและล้อยายพานที่ถูกต้อง | 34 |
| รูปที่ 4.11 แรงตึงสายพานและแรงบนจานหมุน | 35 |
| รูปที่ 4.12 แรงทั้งหมดบนเพลาหลัก | 35 |
| รูปที่ 4.13 Free Body Diagram ของแกน Y | 36 |
| รูปที่ 4.14 ผังแรงเฉือนและผังโมเมนต์ดัดของแกน y (ก) Free Body Diagram ของแกน Y (ข) ผังแรงเฉือน (ค) ผังโมเมนต์ดัด | 37 |
| รูปที่ 4.15 Free Body Diagram ของแกน x | 38 |
| รูปที่ 4.16 ผังแรงเฉือนและผังโมเมนต์ดัดของแกน x (ก) Free Body Diagram ของแกน x (ข) ผังแรงเฉือน (ค) ผังโมเมนต์ดัด | 39 |
| รูปที่ 5.1 ลักษณะการติดยางสี่เปลือก (ก) ลักษณะยางแบบที่ 1 (ข) ลักษณะยางแบบที่ 2 (ค) ลักษณะยางแบบที่ 3 | 42 |
| รูปที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิผลในการปกหุ้มแดงที่ความเร็วรอบต่างๆ | 44 |
| รูปที่ 6.1 แนวทางแก้ไขของเครื่องปกหุ้มแดง | 48 |
| รูปที่ 6.2 การป้อนหุ้มเข้าช่องป้อน | 48 |
| รูปที่ 6.3 แสดงชุดทรงกระบอกลอกเปลือก | 49 |
| รูปที่ 6.4 ภาพขณะรองรับหุ้ม (ก) แสดงลักษณะของภาพขณะรองรับหุ้มแดง (ข) แสดงชั้นต่างๆ ของภาพขณะรองรับหุ้มแดง | 49 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

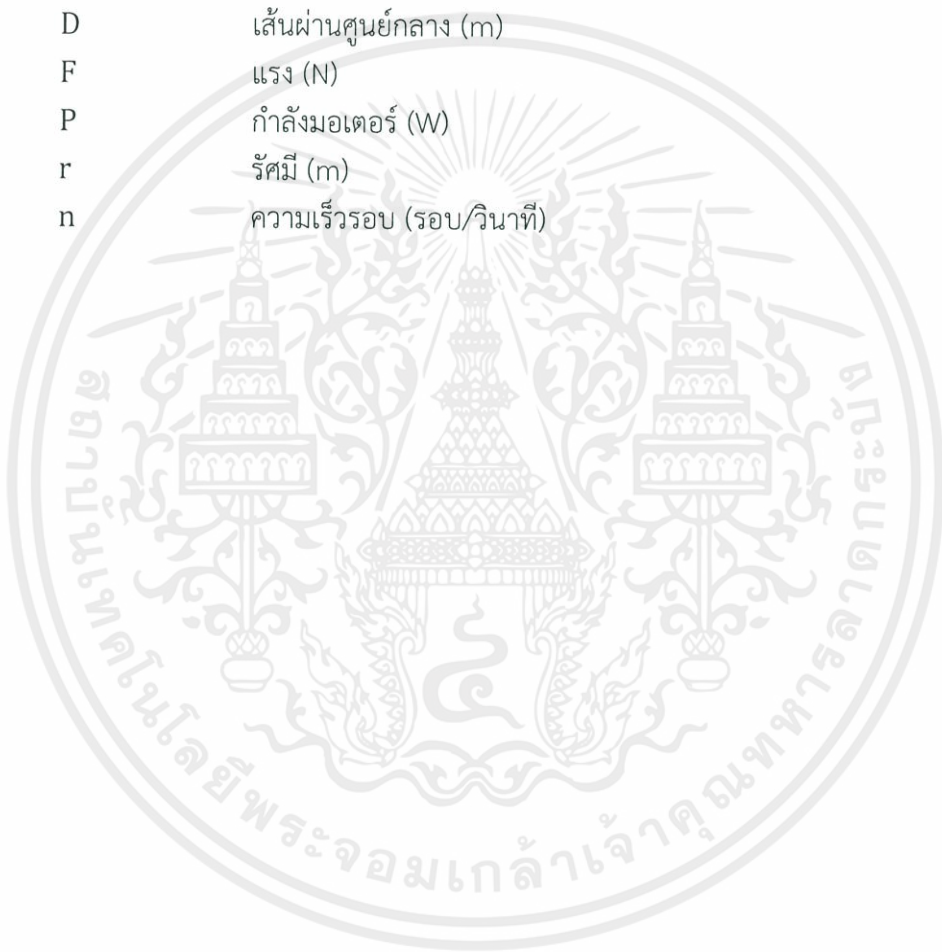
| เรื่อง | หน้า |
|---|------|
| ตารางที่ 3.1 ผลการทดลองปอกหอมแดงที่สภาวะปกติ | 16 |
| ตารางที่ 3.2 ผลการทดลองปอกหอมแดงโดยเป่าลมร้อน ก่อนปอกเปลือกหอมแดงเป็นเวลา 5 นาที15 | 17 |
| ตารางที่ 3.3 ผลการทดลองปอกหอมแดงแช่น้ำก่อนปอกเปลือกหอมแดงเป็นเวลา 5 นาที | 18 |
| ตารางที่ 3.4 ผลการทดลองการกรีดหอมแดง | 20 |
| ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองหาความเร็วรอบ (rpm) และลักษณะการติดยาง | 42 |
| ตารางที่ 5.2 ประสิทธิภาพในการปอกหอมแดงที่ความเร็วรอบต่างๆของการติดยางแบบที่ 1 | 43 |
| ตารางที่ 5.3 ประสิทธิภาพในการปอกหอมแดงที่ความเร็วรอบต่างๆของการติดยางแบบที่ 2 | 43 |
| ตารางที่ 5.4 ประสิทธิภาพในการปอกหอมแดงที่ความเร็วรอบต่างๆของการติดยางแบบที่ 3 | 43 |
| ตารางที่ 5.5 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา | 44 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการสัญลักษณ์

| | |
|----------|--|
| C_m | ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการตัด |
| C_t | ตัวประกอบความล้าเนื่องการบิด |
| M | โมเมนต์ดัด (N/m) |
| T | แรงบิด (N) |
| τ_d | ความเค้นเฉือน (N/m ²) |
| S_y | ความแข็งแรงจำนน (yield strength) (Pa) |
| S_u | ความต้านทานแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) (Pa) |
| D | เส้นผ่านศูนย์กลาง (m) |
| F | แรง (N) |
| P | กำลังมอเตอร์ (W) |
| r | รัศมี (m) |
| n | ความเร็วรอบ (รอบ/วินาที) |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หอมแดงเป็นเครื่องเทศที่ใช้ใส่ในอาหารหลายชนิด เช่น ต้มโคล้ง ต้มยำปลา ลาบ เมี่ยงคำ และยำประเภทต่างๆ ในอุตสาหกรรมอาหาร หอมแดงถูกใช้เป็นวัตถุดิบหลักชนิดหนึ่งในการผลิตน้ำพริก ได้แก่ น้ำพริกเผา น้ำพริกนรก น้ำพริกหนุ่มซึ่งอุตสาหกรรมการผลิตน้ำพริกมีอัตราการผลิตค่อนข้างสูงเช่น โรงงานน้ำพริกแม่ศรีมีกำลังการผลิตถึง 60 ตัน/วัน [1] มีการจำหน่ายน้ำพริกสำเร็จรูปทั้งในและต่างประเทศเพิ่มมากขึ้นแต่ในปัจจุบัน การผลิตน้ำพริกใช้แรงงานคนในการปอกหอมแดงโดยจะเป็นการปอกเอาเปลือกชั้นนอกสุดออก เหลือไว้เพียงชั้นของกาบใบที่สะสมอาหารและน้ำ ผู้ปอกจะมีการตัดส่วนของรากหรือลำต้นทิ้งไป เพื่อลดการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรก และทำให้ปอกง่ายขึ้น แต่ในหอมแดง มีส่วนประกอบของสาร S-alkyl cysteine sulphoxides ซึ่งจะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตา [2] ส่งผลให้คนที่ปอกแสบตา น้ำตาไหล เพราะร่างกายผลิตน้ำตาออกมา เพื่อขจัดสารนี้ออกไป ซึ่งปัญหานี้ปัจจุบันสามารถแก้ไขได้หลายวิธี เช่น การจุ่มในน้ำร้อน และน้ำเย็น การแช่แข็ง [3] แต่ทำให้เสียต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้นนอกจากนี้แรงงานหนึ่งคนปอกได้ประมาณ 3 หัว/นาที่ [3] ซึ่งไม่เพียงพอต่อการผลิต เช่น โรงงานน้ำพริกแม่ศรี มีความต้องการหอมแดงถึง 500 กิโลกรัม/วัน จึงจำเป็นต้องเสียต้นทุนในการจ้างแรงงานจำนวนมาก ดังนั้น เครื่องปอกหอมจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้ประกอบการ เพื่อช่วยลดต้นทุนการจ้างแรงงาน และได้กำลังการผลิตที่มากขึ้น

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องปอกกระเทียมและหอมแดงอยู่หนึ่งเครื่อง ปอกได้ทั้งกระเทียมและหอมแดงการทำงานของเครื่องใช้หลักการเสียดสีหอมแดงกับแผ่นตะแกรงปอกเพื่อให้เปลือกหลุดร่อน แล้วใช้น้ำเป็นตัวกลางแยกเปลือกออกมาซึ่งมีกำลังการผลิต 7-8 หัว/นาที่ [4] หรือ ประมาณ 150 กิโลกรัม/วัน ซึ่งไม่สามารถตอบสนองความต้องการในระดับอุตสาหกรรมที่มีมากกว่าได้ จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรนี้ในจำนวนที่มากขึ้น ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น ดังนั้นคณะผู้เขียนโครงการนี้จึงศึกษาและออกแบบเครื่องปอกหอมแดงเพื่อแก้ปัญหาดังที่กล่าวมาข้างต้นและเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องจักรในอุตสาหกรรมอาหารต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาเครื่องปอกหอมแดงให้มีประสิทธิภาพในด้านกำลังการผลิตที่สูงขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 หอมแดงที่ป้อนเข้าเครื่องปอกหอมแดงจะต้องผ่านกระบวนการคัดขนาดหอมแดงมาก่อนให้มีขนาดในช่วง 2 เซนติเมตรถึง 2.5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นหอมแดงขนาด 3 [5]

1.3.2 หอมแดงที่ป้อนเข้าเครื่องจะต้องเป็นหอมแดงแก่ มีอายุ 45-50 วันก่อนการเก็บเกี่ยว และมีอายุประมาณ 2 สัปดาห์ นับจากวันเก็บเกี่ยว

1.3.3 ระบบการทำงานของเครื่องเป็นแบบต่อเนื่อง

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาทางอุตสาหกรรม โดยการใช้ความรู้เชิงวิชาการและเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2 ได้เครื่องปกกหอมที่มีกำลังการผลิตสูง ช่วยให้โรงงานอุตสาหกรรมอาหารสามารถเตรียมวัตถุดิบได้อย่างรวดเร็ว ถูกสุขลักษณะ ลดต้นทุนการผลิต และเป็นการส่งเสริมการเพิ่มมูลค่าการแปรรูปสินค้าทางการเกษตรที่สูงขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ลักษณะของหอมแดง

หอมแดง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Allium ascalonicum* Linn. มีชื่อสามัญว่า Shallot เป็นพืชที่มีรากสั้น เส้นผ่านศูนย์กลางราก 1-2 mm. ลำต้นจะฝังตัวอยู่ใต้ดิน มีลักษณะสั้นและอ้วน ดังรูปที่ 2.1 (ข) โดยมีกาบใบห่อหุ้มลำต้นอยู่ กาบใบมีลักษณะหนา เป็นช่อคล้ายร่ม มี 3-8 ใบ ขนาดความสูงประมาณ 30 cm. เซนติเมตร กาบใบที่ห่อหุ้มลำต้นจะทำหน้าที่สะสมอาหาร ดังรูปที่ 2.1 (ก) เมื่อหอมแดงเจริญเติบโตขึ้น จะมีช่อดอกประกอบด้วยดอกย่อยจำนวนมาก กลีบดอกสีขาวอมม่วง ประมาณ 6 กลีบ แต่ละช่อมีประมาณ 52 ดอก แต่ละดอกมี 4 เมล็ด โดยเมล็ดจะมีสีดำขนาดเล็กมาก เป็นส่วนที่ใช้ขยายพันธุ์ [6]



(ก)

(ข)

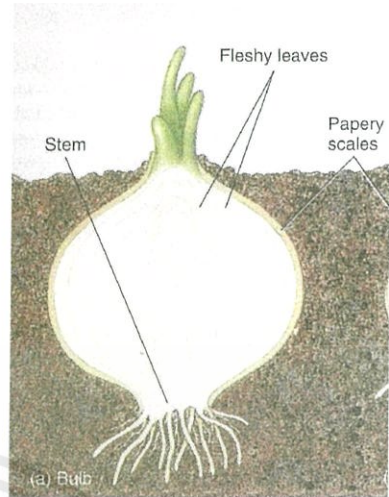
รูปที่ 2.1 (ก) ลักษณะกาบใบห่อหุ้มลำต้น (ข) ลักษณะลำต้นใต้ดินแสดงลักษณะของต้น [7]

ส่วนที่ใช้รับประทานคือ หัว เป็นลักษณะหัวกลีบ (Bulb) คือส่วนของลำต้นใต้ดินที่ตั้งตรงมีข้อปล้องสั้นมาก มีกาบใบห่อหุ้มลำต้นไว้หลายชั้นจนเห็นเป็นหัวลักษณะกลม ดังรูปที่ 2.2 (ก) ด้านนอกจะมีเปลือกลักษณะเป็นเยื่อบางๆ และแห้งห่อหุ้มอยู่ ส่วนกาบใบด้านในจะหนาและอวบน้ำ (fleshy) จากรูปที่ 2.2 (ข) การจัดเรียงของชั้นกาบใบจะเป็นรูปก้นหอย เรียกว่าหัวชั้น (layer bulb) เป็นส่วนที่เก็บสะสมอาหารส่วนกลางของลำต้นมีรากเป็นกระจุก [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.2 (ก) แสดงลักษณะลำต้นที่มีกาบใบหุ้ม (ข) แสดง Layer bulb [9]

2.2 พันธุ์และการปลูก

2.2.1 พันธุ์ [6]

ปัจจุบันมีพันธุ์หอมแดงที่ใช้ปลูกทั่วไป 4 พันธุ์ ได้แก่

2.2.1.1 พันธุ์ศรีสะเกษ เปลือกมีสีม่วงแดงและหนา หัวกลมป้อมในฤดูหนาวใช้เวลาในการเพาะปลูก 100 วันขึ้นไป และใช้เวลา 45 วันในฤดูฝนจึงจะได้หอมแก่เต็มที่ตั้งรูปที่ 2.3 (ก) นอกจากนี้ยังมีกลิ่นฉุนให้รสหวาน ลักษณะของใบมีสีเขียวมรกตดังรูปที่ 2.3 (ข)



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.3 (ก) ลักษณะหัว [10] (ข) ลักษณะของใบหอมแดงพันธุ์ศรีสะเกษ [11]

2.2.1.2 พันธุ์เชียงใหม่ เปลือกมีสีส้มอ่อนลักษณะบาง หัวกลมรี ในฤดูหนาวใช้เวลาในการเพาะปลูก 90 วันขึ้นไป และใช้เวลา 45 วันในฤดูฝน จึงจะได้หอมแก่เต็มที่ตั้งรูปที่ 2.4 กลิ่นไม่ฉุน มีส่วนสูงมากกว่าส่วนกว้าง รสหวาน หัวจะแยกเป็นกลีบชัดเจน ไม่มีเปลือกหุ้ม และมีใบสีเขียว [6]



รูปที่ 2.4 ลักษณะหอมแดงพันธุ์เชียงใหม่ [12]

2.2.1.3 พันธุ์บางช้าง ลักษณะคล้ายพันธุ์ศรีสะเกษ เปลือกนอกมีสีม่วงแดง แต่มีสีจางกว่า หัวกลมโต มีกลิ่นฉุน [6] ระยะเวลาในการเพาะปลูกเหมือนกับหอมแดงพันธุ์ศรีสะเกษ

2.2.1.4 พันธุ์ขาว (พันธุ์พื้นเมือง) เปลือกสีขาวหรือขาวอมเหลือง กลิ่นไม่ฉุน รสหวานในฤดูหนาวใช้เวลาในการเพาะปลูก 90 วันขึ้นไป และใช้เวลา 45 วันในฤดูฝน จึงจะได้หอมแก่เต็มที่

2.2.2 การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว

2.2.2.1 การปลูก หอมแดงมีระบบรากที่ตื้น ดินที่ใช้ปลูกจึงเป็นดินร่วน แปรปลูกควรไถพรวนหรือขุดพลิกดินตากแดดไว้ก่อน 2-3 วัน แล้วย่อยดินให้เป็นก้อนเล็กๆ แต่อย่าละเอียดมาก เพราะจะทำให้ดินแน่น ฤดูการปลูกส่วนใหญ่จะปลูกในช่วง เดือนพฤศจิกายน-มีนาคม นิยมปลูกเป็นแปลงขนาดกว้าง 1-1.5 m. ควรปลูกเป็นแถวระยะปลูก 15-20 cm. หรือ 20-20 cm. [6,2,13]

2.2.2.2 การดูแลรักษา ควรกำจัดวัชพืชบ่อยๆเมื่อวัชพืชยังเล็ก เพราะเมื่อวัชพืชโตแล้วจะทำให้การกำจัดได้ยากและจะกระทบกระเทือนต่อรากหอมแดงหอมแดงต้องการน้ำมากและสม่ำเสมอในระยะเจริญเติบโตและแตกกอระยะแรกควรให้น้ำวันละ 2 ครั้ง เข้า-เย็นเมื่ออายุ 14 วันหลังปลูกควรใส่ปุ๋ยยูเรียหรือแอมโมเนียมซัลเฟตในอัตราส่วน 20-25 กิโลกรัม/ไร่ และเมื่ออายุ 35-40 วัน ควรใส่ปุ๋ย 15-15-15 ในอัตรา 20-50 กิโลกรัม/ไร่ โดยการใส่ปุ๋ยควรใช้วิธีโรยห่างจากต้นราว 7 cm. หรือใช้วิธีโรยให้ทั่วแปลง หลังจากให้ปุ๋ยควรรดน้ำให้ชุ่ม [2]

2.2.2.3 การเก็บเกี่ยว หอมแดงมีอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมในฤดูฝนประมาณ 45-50 วัน โดยต้องมีการพรวนน้ำ 5-7 วันก่อนการเก็บเกี่ยว โดยใบจะเริ่มมีสีเหลือง ให้ถอนหัวออกจากแปลงปลูก เลือกเก็บหอมแดงที่หัวแห้ง สีแดงเป็นมัน ใบแห้ง ซึ่งการรับซื้อหอมแดงจะดูรายละเอียดความสมบูรณ์ของหัวหอม และจะให้ราคาสูง เมื่อหอมมีลักษณะหัวสีแดงเข้ม หัวโตด (ไม่มีแงง) คอเล็ก ใบแห้ง รากไม่เน่าและตัดสั้น เนื่องจากหอมลักษณะนี้จะสามารถเก็บได้นาน [6, 2]

2.2.3 การเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว [6, 14]

หลังจากเก็บเกี่ยวหอมแดงมา จะต้องนำหอมแดงมาแขวนภายในโรงเรือนที่มีการระบายอากาศที่ดี ประมาณ 10-12 วัน แล้วนำมามัดจุกให้เป็นระเบียบ ตัดรากออกให้สวยงาม เพื่อรอการจำหน่าย

การเก็บรักษาหอมแดงที่ดี ควรเก็บในห้องเย็นที่อุณหภูมิประมาณ 32-35°F ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 60-70% โดยบรรจุลงถุงตาข่ายเพื่อให้ลมสามารถผ่านได้ การเก็บหอมวิธีนี้จะสามารถเก็บได้นานประมาณ 8-10 เดือน แต่การเก็บหอมแดงในห้องปกติหรือบรรยากาศปกติ ควรเก็บที่อุณหภูมิระหว่าง 25-30°C ความชื้นสัมพัทธ์ 60-75% การเก็บวิธีนี้จะเก็บได้ประมาณ 2 เดือน ถ้านานกว่านี้ หอมจะมีอัตราการสูญเสียน้ำเกิน 50% ของน้ำหนัก นอกจากนี้ การเก็บหอมที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำเกินไป จะทำให้หอมเกิดการระเหยน้ำ แต่ถ้าเก็บที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินไปจะทำให้รากงอกออกมา

2.2.4 โรคที่เกิดหลังการเก็บเกี่ยว

2.2.4.1 โรคแอนแทรกโนส (Anthracnose) หรือโรคหอมเลื้อย [6]

สาเหตุเกิดจากเชื้อราเข้าไปทำลายทุกส่วนของพืช เช่น ใบ หัว จากรูปที่ 2.5 (ก) และ (ข) จะเห็นว่าโรคแอนแทรกโนส หรือ โรคหอมเลื้อยทำให้เกิดแผล เนื้อเยื่อของแผลจะเป็นหลุมดำกว่าระดับเดิมเล็กน้อย บนแผลจะมีสปอร์ของเชื้อรา เป็นหยดของเหลวสีส้มอมชมพู เมื่อแห้งจะเป็นตุ่มสีดำ โรคนี้ทำให้ใบเน่าเสีย หรือ เน่าเสียในช่วงการเก็บรักษา

สามารถการป้องกันได้โดย เก็บชิ้นส่วนของพืชที่เป็นโรคออกไป และทำลายด้วยการเผา เพื่อลดแหล่งกระจายของโรค



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.5 (ก) อาการของโรคแอนแทรกโนส (Anthracnose) ที่หัว (ข) อาการของโรคที่ใบ [15]

2.2.4.2 โรคราดำ (Black mold) [6]

หอมที่เก็บไว้ในที่ๆอากาศชื้น จะเกิดราดำเป็นก้อนใหญ่ขึ้นระหว่างกาบหัว หรือระหว่างกลีบของหัวหอม เส้นใยราสีน้ำตาลดำดังรูปที่ 2.4 ซึ่งฟุ้งกระจายได้ง่าย เมื่อมีการกระทบกระเทือน เนื้อเยื่อที่ราขึ้นจะเน่าเปื่อยกินลึกเข้าไปทีละน้อย และขยายวงกว้างออกไป ไม่มีขอบเขตจำกัด ส่วนมากเชื้อราจะเจริญเข้าทางแผลที่เกิดจากการตัดใบ ซึ่งเป็นแผลที่ยังไม่แห้งสนิท ซึ่งเป็นช่องทางให้โรคเข้าทำลายได้ง่าย หอมแดงที่เป็นโรคจะเน่าเสีย และระบาดลุกลามในระหว่างการเก็บรักษาและจำหน่ายสามารถป้องกันได้โดย ไม่ให้หอมแดงเกิดการกระทบกระเทือนหรือเกิดแผลระหว่างการเก็บรักษา และควรเก็บหอมแดงไว้ในที่ๆอากาศถ่ายเทได้สะดวก



รูปที่ 2.6 ลักษณะของหัวหอมที่เกิดโรคราดำ (Black mold) [16]

2.3 คุณภาพของหอมแดง [5]

2.3.1 คุณภาพขั้นต่ำ

2.3.1.1 หอมแดงทุกชั้นคุณภาพ ต้องมีคุณภาพดังต่อไปนี้ เว้นแต่จะมีข้อกำหนดเฉพาะของแต่ละชั้น

และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้มีได้ตามที่ระบุไว้

- 1) เป็นหอมแดงทั้งหัว
- 2) มีสภาพสมบูรณ์ เนื้อแน่น
- 3) สะอาด และปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้
- 4) ไม่เน่าเสีย หรือเสียหาย ซึ่งทำให้ไม่เหมาะสมต่อการบริโภค
- 5) ไม่มีศัตรูพืชที่มีผลกระทบต่ลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์
- 6) ไม่มีความเสียหายของผลิตภัณฑ์เนื่องจากศัตรูพืช
- 7) ไม่มีความเสียหายอันเนื่องมาจากอุณหภูมิสูง และ/หรือ อุณหภูมิต่ำ
- 8) ไม่มีความชื้นที่ผิดปกติจากภายนอก ยกเว้นหยดน้ำที่เกิดหลังจากการนำออกจากห้องเย็น
- 9) ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม และ/หรือ รสชาติที่ผิดปกติ
- 10) ไม่แตกยอด และ/หรือ ไม่แตกรากใหม่

2.3.1.2 หอมแดงต้องมีอายุที่พอเหมาะ เหมาะสมกับพันธุ์และพื้นที่ปลูก ต้องได้รับการเก็บเกี่ยว การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การบรรจุและการขนส่งอย่างระมัดระวัง เพื่อให้อยู่ในสภาพที่ยอมรับได้เมื่อถึงปลายทาง

2.3.2 การแบ่งชั้นคุณภาพของหอมแดง

หอมแดงตามมาตรฐานนี้ แบ่งเป็น 3 ชั้นคุณภาพ ดังนี้

2.3.2.1 ชั้นพิเศษ (extra class)

หอมแดงในชั้นนี้ต้องมีคุณภาพดีที่สุด มีลักษณะรูปทรง และสีตรงตามพันธุ์ ไม่มีตำหนิ ในกรณีที่มีตำหนิต้องเป็นตำหนิผิวเล็กน้อยที่ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน โดยไม่มีผลต่อลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์คุณภาพผลิตภัณฑ์ คุณภาพการเก็บรักษา และการจัดเรียงเสนอในภาชนะบรรจุอื่น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.2 ชั้นหนึ่ง (class I)

หอมแดงในชั้นนี้มีคุณภาพดี มีลักษณะรูปทรง และสีตรงตามพันธุ์ มีตำหนิด้านสี และรูปทรงได้เล็กน้อยโดยตำหนิดังกล่าวต้องไม่มีผลต่อลักษณะทั่วไปของผลิตผล คุณภาพผลิตผล คุณภาพการเก็บรักษาและการจัดเรียงเสนอในภาชนะบรรจุ

2.3.2.3 ชั้นที่สอง (class II)

หอมแดงในชั้นนี้รวมหอมแดงที่มีคุณภาพไม่เข้าชั้นคุณภาพที่สูงกว่า แต่มีคุณภาพชั้นต่ำตามที่กำหนดในข้อ 2.3.1.1 โดยอาจมีตำหนิด้านสี รูปทรง รอยแผลเป็น รอยขีดข่วนหรือรอยชำ โดยหอมแดงยังคงลักษณะที่สำคัญในด้านคุณภาพผลิตผล คุณภาพการเก็บรักษา และการจัดเรียงเสนอในภาชนะบรรจุ

2.4 การเตรียมหอมแดงในกระบวนการแปรรูปอาหาร [17]

หอมแดงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทยเนื่องจากการใช้หอมแดงในการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆไม่ว่าจะเป็นน้ำพริก หอมแดงเจียว หรืออื่นๆ ซึ่งในการแปรรูปอาหารในอุตสาหกรรม จะมีขั้นตอนการเตรียมหอมแดงดังต่อไปนี้

2.4.1 การทำความสะอาด

วัตถุประสงค์ของการทำความสะอาด คือ การชะล้างสิ่งสกปรกและทำให้วัตถุดิบมีผิวหน้าที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการแปรรูปขั้นต่อไป ซึ่งการทำความสะอาดเป็นขั้นตอนที่ควรทำในตอนต้นของกระบวนการแปรรูป ทั้งนี้เพื่อป้องกันความเสียหายซึ่งอาจเกิดกับเครื่องจักรหรือเครื่องมือเนื่องจากเศษหิน เศษโลหะ หรือกระดูกที่ติดมากับวัตถุดิบ นอกจากนั้นการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในวัตถุดิบยังเป็นการป้องกันการสูญเสียที่เกิดจากการเติบโตของจุลินทรีย์ การทำความสะอาดจึงเป็นวิธีลดปริมาณของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ

การทำความสะอาดหอมแดงก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูปจะใช้วิธีการทำความสะอาดแบบแห้ง เช่นการแยกเศษดินเศษหินโดยการสั่นสะเทือน เป็นต้น

2.4.2 การคัดเลือก

การคัดเลือกเป็นการคัดแยกหอมแดงออกเป็นกลุ่มๆ ตามลักษณะทางกายภาพ การคัดเลือกขนาดควรทำในตอนต้นๆกระบวนการแปรรูปเช่นเดียวกับการทำความสะอาด เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเดียวกันก่อนกระบวนการแปรรูปขั้นต่อไป คุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญที่ใช้ในการคัดเลือก ได้แก่ ขนาด รูปร่าง น้ำหนัก และสี

2.4.3 การคัดเกรด

การคัดเกรดมีความหมายใกล้เคียงกับการคัดแยก แต่จะเน้นคุณภาพโดยรวมของอาหาร ซึ่งขึ้นกับปัจจัยหลายประการดังหัวข้อ 2.3

2.4.4 การปอกเปลือก

การปอกเปลือกหอมแดงเป็นการปอกเอาส่วนเนื้อเยื่อชั้นบางๆที่หุ้มกาบใบออก อาจจะตัดส่วนของรากทิ้งไป เหลือแต่ส่วนของชั้นกาบใบที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยการปอกเปลือกหอมแดงในปัจจุบันมี 2 วิธี

2.4.4.1 การปอกเปลือกโดยใช้มีด

การปอกเปลือกโดยใช้มีดเป็นวิธีการปอกที่ง่าย สามารถตัดส่วนของรากออกได้ สำหรับขั้นตอนการปอก อาจจะตัดรากและส่วนของก้านใบทิ้ง และลอกเปลือกเพื่อนำส่วนของชั้นเปลือกออก ซึ่งวิธีนี้มีข้อดีคือ สามารถตัดส่วนของรากที่อาจจะปนเปื้อนดินหรือสิ่งสกปรกทิ้งไป แต่

ข้อเสียคือ ในปัจจุบันการปอกด้วยวิธีนี้มีอัตราการปอกต่ำ ได้ผลผลิตที่น้อย เพราะปอกได้ครั้งละหนึ่งลูก

2.4.4.2 การปอกเปลือกโดยใช้การขัดสี

การปอกเปลือกโดยใช้การขัดสี เป็นการปอกที่ใช้แรงเสียดสีระหว่างแผ่นปอกกับเปลือกหอมแดง ทำให้เกิดการหลุดลอกของชั้นเปลือก โดยวิธีนี้มีข้อดีคือ สามารถปอกหอมแดงได้จำนวนครั้งละมากๆ แต่มีข้อเสียคือ เปลือกอาจจะหลุดไม่หมด และไม่สามารถตัดส่วนของรากทิ้งไปได้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

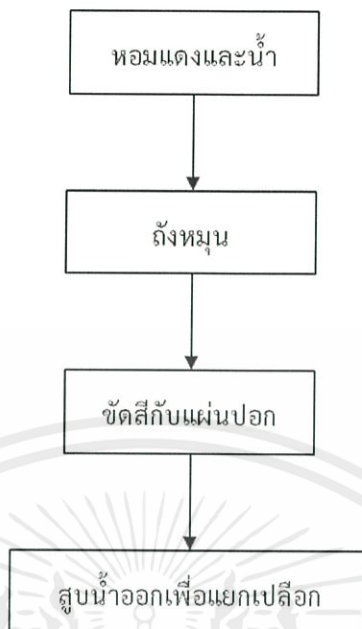
2.5.1 เครื่องปอกกระเทียมและหอมแดง [4]

เครื่องปอกประกอบด้วยถังปอกที่ใช้สำหรับบรรจุกระเทียมและหอมแดง ภายในถังจะมีแผ่นปอก ลักษณะเป็นแผ่นกลม เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 mm. อยู่ใต้ถังปอกซึ่งจะมีใบกั้นติดอยู่ที่ถังปอกใกล้กับแผ่นปอก ใช้กันกระเทียมและหอมแดงให้เกิดการเสียดสีกับแผ่นปอกดังรูปที่ 2.7 การทำงานของเครื่องปอกกระเทียมและหอมแดงมีการทำงานดังรูปที่ 2.8 โดยใช้หลักการเสียดสีของกระเทียม หรือหอมแดง บนแผ่นปอกที่เจาะเป็นรู หมุนด้วยความเร็ว 50 รอบ/นาที เป็นเวลา 30 นาที และอาศัยน้ำเป็นตัวนำเศษผิวที่ปอกออกทางด้านล่างของถัง โดยสามารถปอกหอมแดงได้เฉลี่ยประมาณ 8-9 หัว/นาที



รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะภายในของเครื่องปอกกระเทียมและหอมแดง [4]

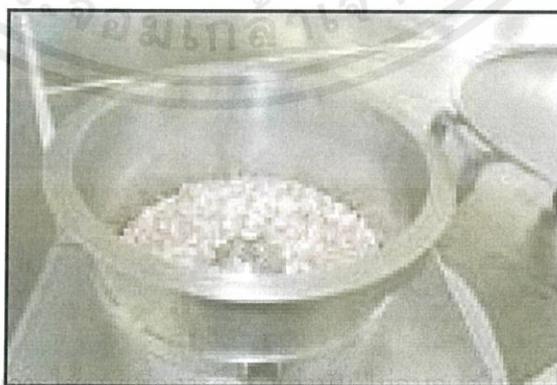
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



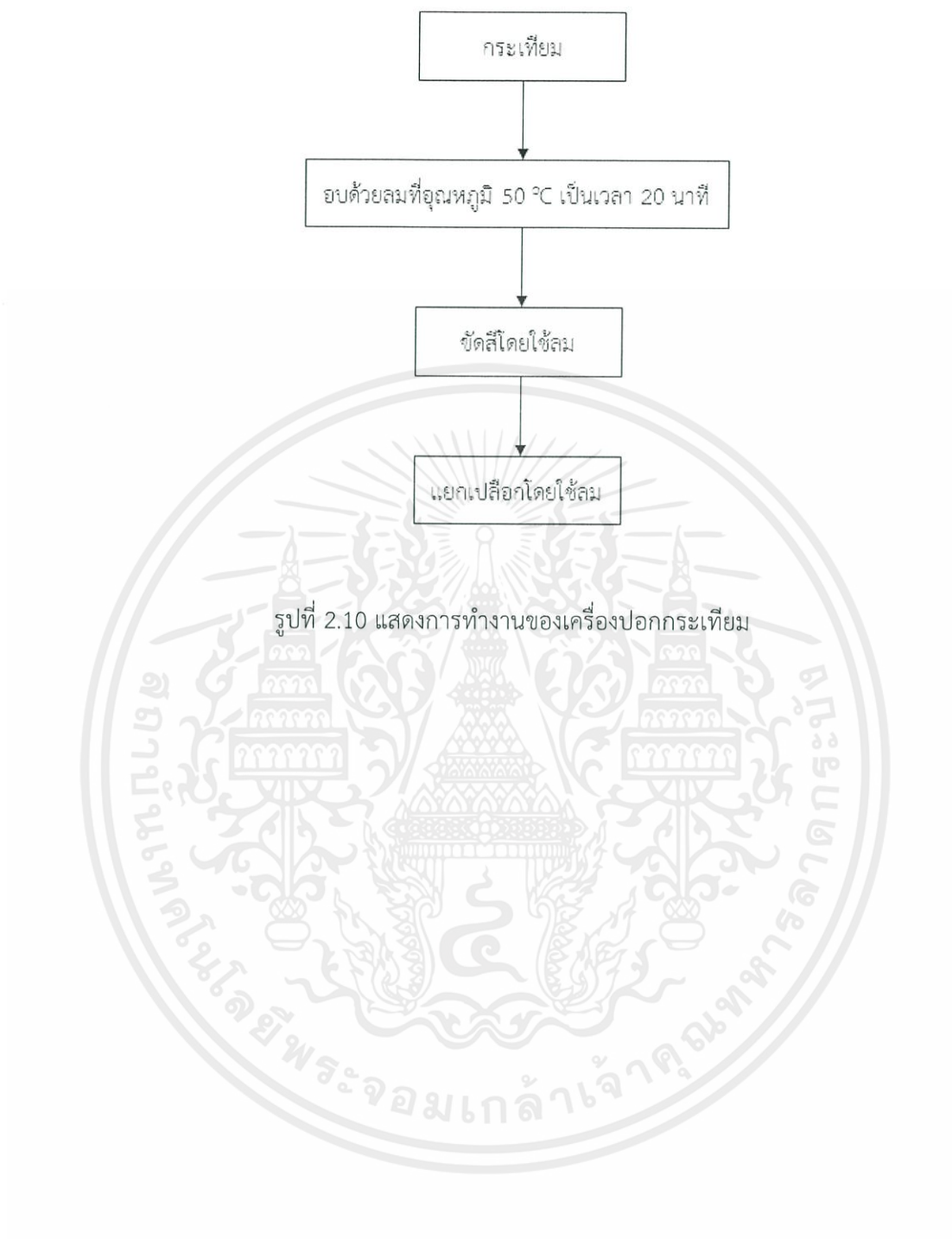
รูปที่ 2.8 แสดงการทำงานของเครื่องปอกกระเทียมและหอมแดง

2.5.2 เครื่องปอกกระเทียม [18]

เครื่องปอกประกอบด้วยชุดอบลมร้อน และชุดชั้ดสี ดังรูปที่ 2.9 บริเวณชุดอบลมร้อนด้านบนของเครื่องปอกกระเทียมสามารถใส่กระเทียมได้ปริมาณ 10 กิโลกรัม ซึ่งการทำงานของเครื่องปอกกระเทียมมีการทำงานดังรูปที่ 2.10 โดยชุดอบลมร้อนจะมีตัวกระจายลมร้อนเพื่อเป่าลมร้อนให้เปลือกกระเทียมแห้ง ซึ่งจะช่วยให้เปลือกกระเทียมหลุดออกจากเนื้อได้ง่าย โดยอบประมาณ 20 นาที ที่อุณหภูมิ 50°C จากนั้นกระเทียมจะเข้าสู่ชุดการชั้ดสีซึ่งอยู่ด้านล่างของตัวเครื่อง อาศัยแรงลมแบบปั่นป่วนทำให้กลีบกระเทียมเกิดการชั้ดสีกันเอง จนเปลือกกระเทียมร้อนหลุดออกจากเนื้อกระเทียม และเปลือกกระเทียมจะถูกเป่าขึ้นไปเก็บในช่องรองรับเปลือกกระเทียม ส่วนกลีบกระเทียมจะถูกส่งไปถาดรองรับด้านล่าง สามารถปอกกระเทียมได้ประมาณ 20 กิโลกรัม/ชั่วโมง



รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะของเครื่องปอกกระเทียม [18]



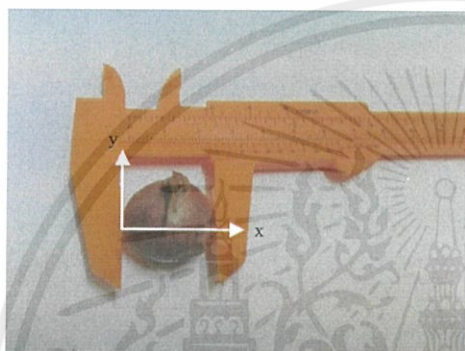
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

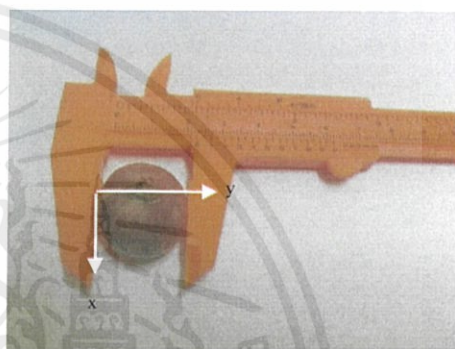
การศึกษาหาข้อมูลเพื่อการออกแบบเครื่องจักร

3.1 ลักษณะทางกายภาพของหอมแดง

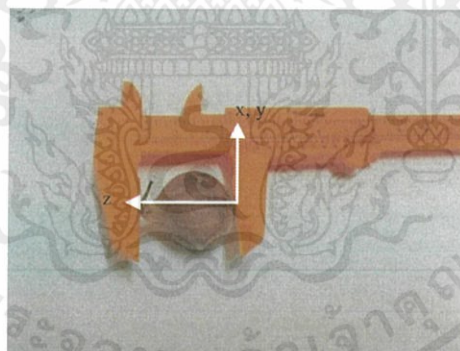
ลักษณะทางกายภาพของหอมแดงถูกศึกษาโดยใช้หอมแดงพันธุ์ศรีสะเกษ มีขนาด รูปร่าง สี ใกล้เคียงกัน และมีคุณภาพชั้นต่ำดังหัวข้อ 2.3.1 เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบเครื่องปลูกเปลือกหอมแดง โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหอมแดงด้านที่กว้างที่สุด (x) ด้านที่ทำมุมขวางกับแกน x (y) และด้านที่เป็นความสูง (z) ของหอมแดงดังรูปที่ 3.1 – 3.3 เป็นจำนวน 100 หัว



รูปที่ 3.1 การวัดหอมแดงแนวแกน x



รูปที่ 3.2 การวัดหอมแดงแนวแกน y

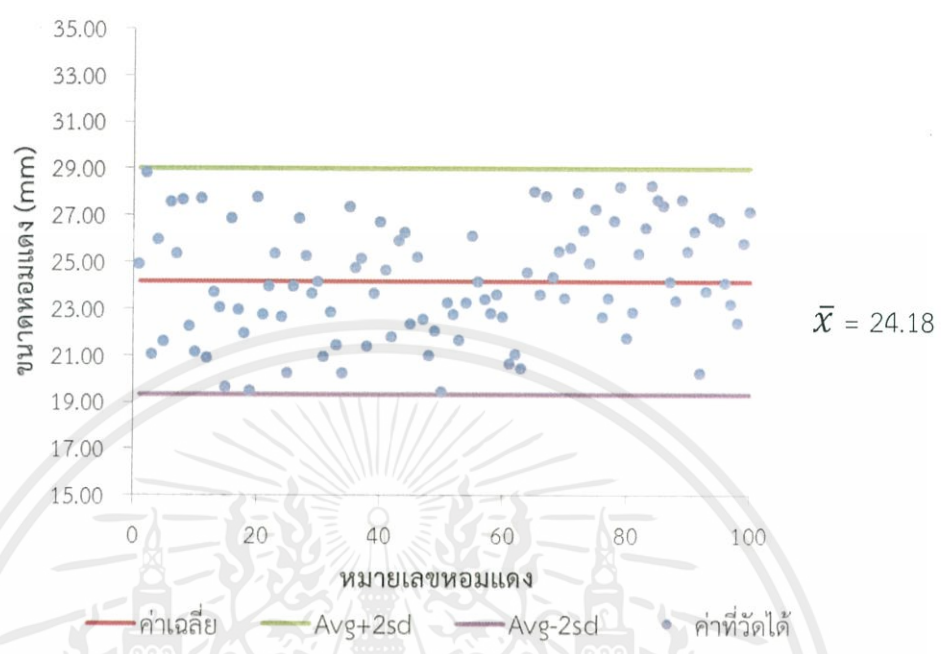


รูปที่ 3.3 การวัดหอมแดงแนวแกน z

ขนาดของหอมแดงแสดงในรูปที่ 3.4- 3.6 โดยรูปที่ 3.4 แสดงขนาดหอมแดงด้านแกน x โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 24.18 mm. มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.42 รูปที่ 3.5 แสดงขนาดหอมแดงด้านแกน y มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 22.00 mm. มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.64 และรูปที่ 3.6 แสดงขนาดหอมแดงด้านแกน z มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 27.43 mm. มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.64

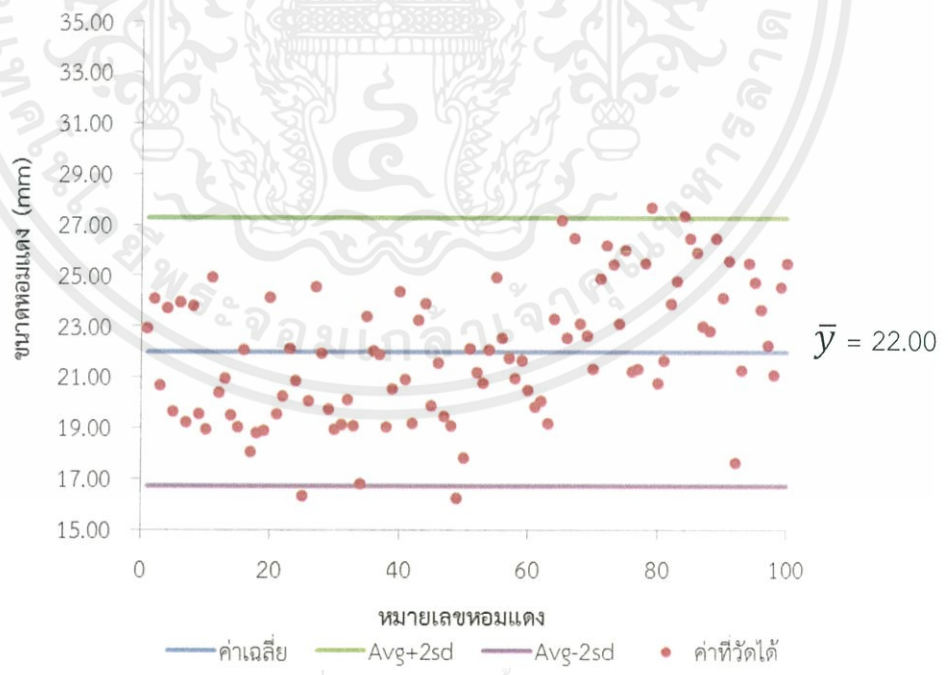
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงขนาดด้านแกน x ของหอมแดง



รูปที่ 3.4 ขนาดด้านแกน x ของหอมแดง

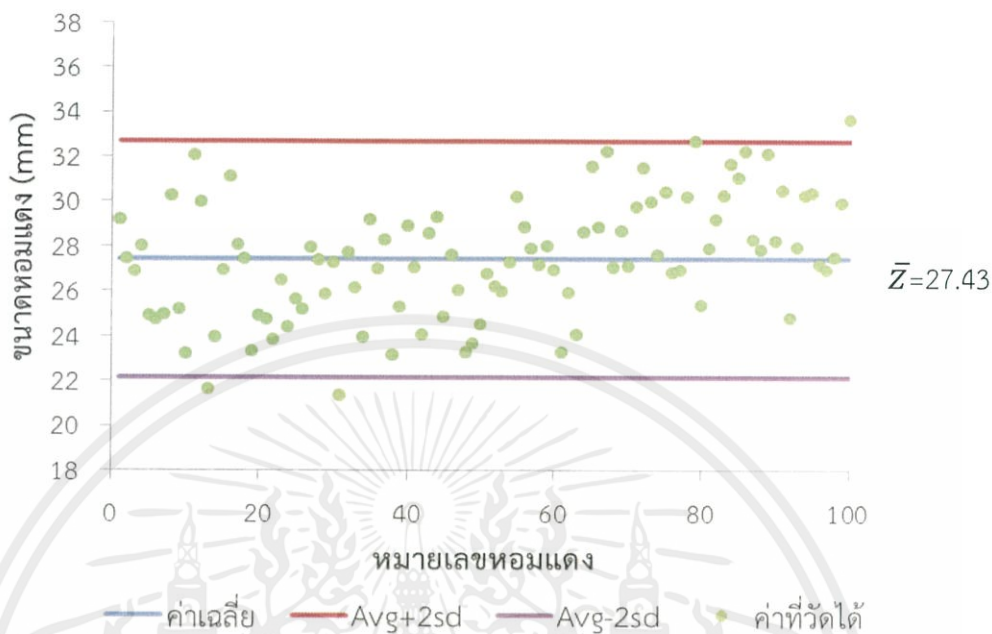
กราฟแสดงขนาดด้านแกน y ของหอมแดง



รูปที่ 3.5 ขนาดด้านแกน y ของหอมแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงขนาดด้านแกน z ของหอมแดง



รูปที่ 3.6 ขนาดด้านแกน z ของหอมแดง

3.2 การศึกษาวิธีการลอกเปลือก

วัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบเครื่องลอกเปลือกหอมแดง

3.2.1 การทดลองลอกหอมแดงที่สภาวะแตกต่างกัน เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำงานของเครื่องลอกเปลือกหอมแดง ได้แก่

3.2.1.1 สภาวะปกติ เพื่อศึกษาการลอกเปลือกหอมแดงที่อุณหภูมิห้องหอมแดงที่นำมาลอกเปลือกจะไม่ผ่านกระบวนการใดๆ ก่อนนำมาลอก

3.2.1.2 สภาวะลดความชื้น โดยเป่าลมร้อนอุณหภูมิประมาณ 68°C ก่อนลอกเปลือกหอมแดงเป็นเวลา 5 นาที เพื่อศึกษาการลอกเปลือกหอมแดง ที่ผ่านการลดความชื้นก่อนนำมาลอกเปลือก

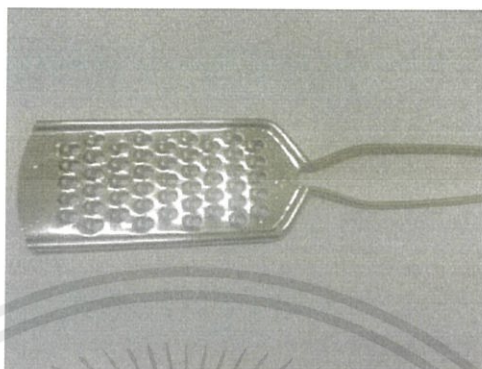
3.2.1.3 สภาวะเพิ่มความชื้น โดยนำหอมแดงแช่น้ำก่อนลอกเปลือกเป็นเวลา 5 นาทีเพื่อศึกษาการลอกเปลือกหอมแดง ที่ผ่านการเพิ่มความชื้นก่อนนำมาลอกเปลือก

3.2.2 สภาวะการลอกเปลือกทั้ง 3 สภาวะ จะทดลองลอกหอมด้วยอุปกรณ์ทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่

3.2.2.1 มีด: ตัดส่วนรากและก้านใบของหอมแดงออกก่อนจากนั้นลอกเปลือกส่วนที่เหลือออก

3.2.2.2 กระจาดขทราย: ใช้หลักการเสียดสีระหว่างกระจาดขทรายกับเปลือกหอมเพื่อสีกเปลือกหลุดออกโดยใช้กระจาดขทรายขัดไม้ เบอร์ 3 ขัดบริเวณผิวของหอมแดง จนเปลือกสามารถหลุดออกไปได้

3.2.2.3 ที่ขูดมะละกอ: ลักษณะของที่ขูดมะละกอจะแสดงดังรูปที่ 3.7 โดยใช้หลักการตัดปาดผิวของหอมแดง



รูปที่ 3.7 ที่ขูดมะละกอ

3.2.2.4 แปรงขีดเล็บ: ลักษณะของแปรงขีดเล็บแสดงดังรูปที่ 3.8 โดยใช้หลักการขีดสี โดยใช้แปรงขีดเล็บ ขีดถูไปมาบริเวณเปลือกหอม




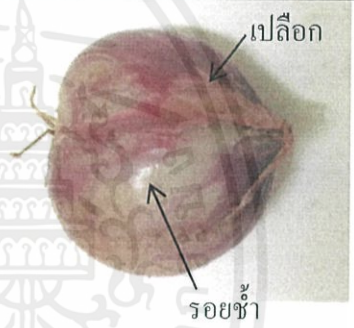
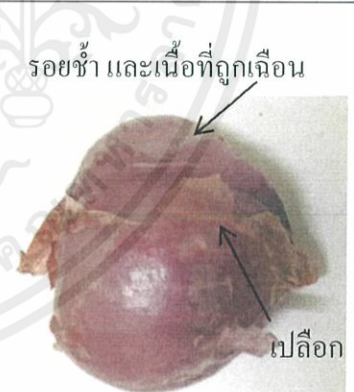

รูปที่ 3.8 แปรงขีดเล็บ

3.2.2.5 กระดาษทรายและแปรง: ใช้กระดาษทรายขัดเปลือกหอมแดง หลังจากนั้นใช้แปรงขัดเปลือกหอมออกอีกครั้ง


จากการทดลองปอกเปลือกหอมแดงที่สภาวะแตกต่างกัน 3 สภาวะพบว่า สภาวะที่ปอกเปลือกหอมแดงได้ง่ายที่สุด คือ สภาวะลดความชื้น สภาวะปกติ และสภาวะเพิ่มความชื้น ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 3.1-3.3 โดยการปอกหอมแดงทั้ง 3 สภาวะด้วยมีด จะเป็นวิธีปอกที่ง่ายที่สุด คือ เปลือกของหอมแดงหลุดออกได้หมด ไม่มีรอยขีด และใช้เวลาในการปอกน้อยกว่าวิธีอื่นๆ ส่วนการปอกเปลือกหอมแดงโดยใช้แปรง จะไม่สามารถนำเปลือกของหอมแดงออกได้ แต่ถ้าใช้ปอกร่วมกับกระดาษทราย โดยการใช้กระดาษทรายขัดเปลือกหอมแดงก่อนจะใช้แปรงขัดอีกครั้ง จะทำให้เปลือกของหอมแดงหลุดออกได้ แต่จะเกิดรอยขีดที่หอมแดง และใช้เวลาในการปอกนานกว่าการใช้มีด ส่วน

การปกด้วยกระดาษทรายและที่ขูดมะละกอ จะทำให้หอมแดงเกิดรอยชำเป็นจำนวนมาก ใช้เวลานานกว่าการปกด้วยมีด และเปลือกของหอมแดงออกไม่หมด ซึ่งผลการทดลองที่ได้จะแสดงในตารางที่ 3.1-3.3



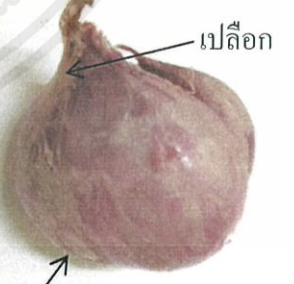
ตารางที่ 3.1 ผลการทดลองปกหอมแดงที่สภาวะปกติ

| อุปกรณ์การปก | ผลการทดลอง | รูปแสดงผลการทดลอง |
|-----------------|--|--|
| 1. มีด | สามารถเอาเปลือกออกได้หมด ปกง่าย ไม่มีรอยชำ และเมื่อตัดส่วนของรากและก้านใบแล้ว เปลือกที่เหลือลอกออกง่ายมากสามารถปกได้ ประมาณ 4 หัว/นาที่ โดยไม่ใช้ทักษะความเชี่ยวชาญในการปก |  |
| 2. กระดาษทราย | หอมแดงที่ได้จะมีรอยชำเนื่องจากการขัดสี เปลือกออกไม่หมด ยังเหลือเปลือกที่หุ้มหอมแดงอยู่เล็กน้อย สามารถปกประมาณได้ 1 หัว/นาที่ |  |
| 3. ที่ขูดมะละกอ | หอมแดงที่ได้จะถูกเฉือนเนื้อออกไปเล็กน้อย มีรอยชำ เปลือกออกไม่หมด สามารถปกประมาณได้ 1 หัว/นาที่ |  |
| 4. แปรง | เปลือกไม่ออก |  |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารเมื่อมีการนำไปใช้

| | | |
|-----------------------|---|--|
| 5. กระดาษทราย และแปรง | เปลือกสามารถปอกออกได้หมด แต่หอมแดงจะมีรอยขีด่มาก เนื่องจากการขีดหอมแดงด้วยกระดาษทรายจะทำให้เปลือกหอมแดงหลุดออกมา และเกิดรอยขีดเล็กน้อย และเมื่อใช้แปรงมาช่วยในการขีด จะทำให้เปลือกที่ยังติดอยู่หลุดออกไปได้หมด แต่จะทำให้รอยแผลที่เกิดจากกระดาษทรายขีดมากขึ้น สามารถปอกประมาณได้ 1 หัว/นาที |  |
|-----------------------|---|--|

ตารางที่ 3.2 ผลการทดลองปอกหอมแดงโดยเปลาร้อนก่อนปอกเปลือกหอมแดงเป็นเวลา 5 นาที


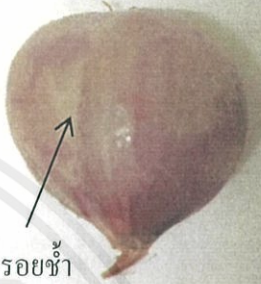
| วิธีการปอก | ผลการทดลอง | รูปแสดงผลการทดลอง |
|-----------------|---|--|
| 1. มีด | หลังจากการตัดส่วนรากและก้านใบออกไป การลอกเปลือกส่วนที่เหลือง่ายกว่าการปอกที่สภาวะปกติ สามารถปอกประมาณได้ 5 หัว/นาที โดยไม่ใช้ทักษะความชำนาญในการปอก |  |
| 2. กระดาษทราย | ปอกง่ายและเปลือกหลุดออกมากกว่าสภาวะปกติ หอมแดงมีรอยขีดเล็กน้อย สามารถปอกได้ประมาณ 2 หัว/นาที |  |
| 3. ที่ขูดมะละกอ | ปอกง่ายกว่าสภาวะปกติและใช้แรงกดน้อยกว่า แต่ถ้าออกแรงมากเกินไปจะทำให้หอมแดงถูกฉีกเนื้อออกไป สามารถปอกได้ประมาณ 3 หัว/นาที |  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|----------------------|---|--|
| 4. แปรง | ปอกไม่ออก |  |
| 5. กระจกทราย และแปรง | ปอกง่ายและเปลือกหลุดออกหมดเนื่องจากมีแปรงช่วยในการขัดเปลือกออก หลังจากขัดกระจกทราย และการเป่าลมร้อนจะทำให้ใช้แรงในการขัดกระจกทรายน้อยลง เกิดรอยข้ำน้อยกว่าสภาวะปกติ สามารถปอกได้ 3 หัว/นาที |  |

ตารางที่ 3.3 ผลการทดลองปอกหอมแดงแช่น้ำก่อนปอกเปลือกหอมแดงเป็นเวลา 5 นาที

| วิธีการปอก | ผลการทดลอง | รูปแสดงผลการทดลอง |
|-----------------|---|--|
| 1. มีด | เปลือกหอมปอกออกยากกว่าสภาวะปกติ และเป่าลมร้อน สามารถปอกได้ประมาณ 2 หัว/นาที โดยไม่ใช้ทักษะความชำนาญในการปอก |  |
| 2. กระจกทราย | เปลือกหลุดยากต้องใช้แรงในการขัดสีมาก ทำให้หอมแดงมีรอยข้ำ 1 หัวใช้เวลาในการปอกมากกว่า 1 นาที |  |
| 3. ที่ขูดมะละกอ | เปลือกหลุดยากต้องใช้แรงในการกดมากทำให้เนื้อหอมแดงถูกฉีกเนื้อออกไปมาก 1 หัวใช้เวลาในการปอกมากกว่า 1 นาที |  |

| | | |
|---------------|--|--|
| 4. แปรง | ปอกไม่ออก |  |
| 5. กระดาษทราย | กระดาษทรายขัดเปลือกออกยากกว่า เกิดรอยขีดและใช้เวลานานกว่าทั้ง 2 สภาวะ และเมื่อใช้แปรงช่วยในการขัดเปลือกสามารถปอกออกได้หมด 1 หัวใช้เวลาในการปอกมากกว่า 1 นาที |  |

3.2.3 สรุปผลการทดลอง

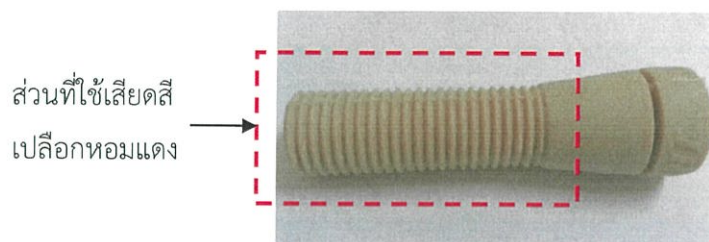
จากการทดลอง สภาวะที่เหมาะสมในการปอกหอมแดง คือ สภาวะลดความชื้น สภาวะปกติตามลำดับ โดยทั้ง 2 สภาวะจะใช้เวลาในการปอกหอมในแต่ละวิธี ไม่แตกต่างกันมากและการใช้มีดปอกจะง่ายที่สุด เนื่องจากมีการตัดส่วนรากและก้านใบออก โดยทั้ง 2 สภาวะ จะใช้เวลาในการปอกหอมแดงใกล้เคียงกันประมาณ 4-5 หัว/นาที ส่วนการใช้กระดาษทรายและแผ่นปอกนั้นจะทำให้เนื้อของหอมแดงถูกฉีกออกไปตามแรงของการขัดสีทำให้หอมแดงมีรอยขีดเล็กน้อย และทั้ง 2 สภาวะจะใช้เวลาในการปอกประมาณ 1-2 หัว/นาที และการใช้แปรงขัดนั้นไม่สามารถปอกเปลือกหอมแดงได้ ดังนั้น วิธีปอกหอมแดงโดยใช้มีด เป็นวิธีที่ดีที่สุดคือ ใช้เวลาในการปอกน้อยที่สุด และหอมแดงที่ปอกได้ไม่มีรอยขีด

3.3 การศึกษาวิธีการกรีดเปลือกหอมแดงโดยใช้มีด

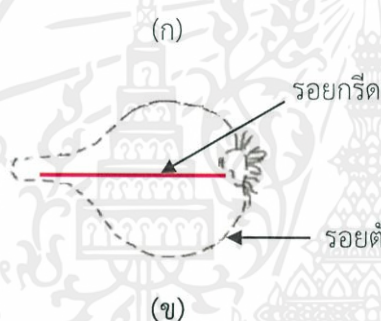
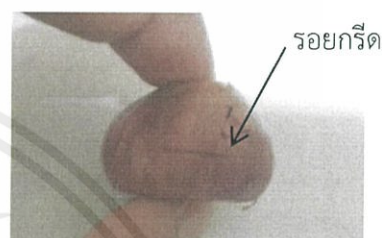
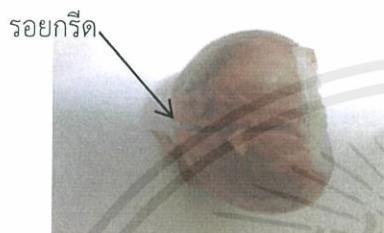
จากการทดลองปอกเปลือกหอมแดง การปอกเปลือกหอมแดงโดยใช้มีดเป็นวิธีที่สามารถนำเปลือกหอมแดงออกได้หมด และออกง่ายที่สุดดังแสดงในตารางที่ 3.2 จึงทำการทดลองกรีดเปลือกหอมแดง โดยใช้มีดตัดส่วนของราก ก้านใบออก และกรีดหอมแดงให้เป็นรอย เพื่อทำให้การลอกเปลือกออกจากหอมแดงง่ายขึ้น หลังจากนั้นใช้ยางรูปทรงกระบอก ซึ่งมีผิวขรุขระดังรูปที่ 3.9 ทำการขัดสีบริเวณรอยกรีด เพื่อสีเปลือกออกโดยทดลองกรีดหอมแดง 2 แบบคือ

- 1.) กรีดตามแนวยาว (จากก้านใบลงไปที่ราก) ดังรูปที่ 3.10
- 2.) กรีดตามขวาง ดังรูปที่ 3.11

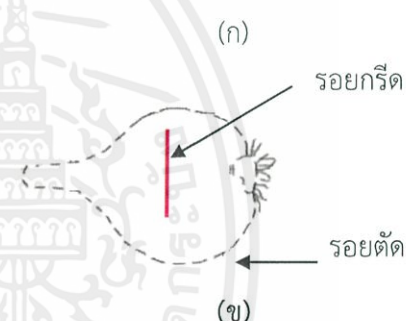
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 ยางรูปทรงกระบอก



รูปที่ 3.10 กรีดตามแนวยาว






รูปที่ 3.11 กรีดตามขวาง

3.3.1 ผลการทดลอง

จากการทดลองกรีดด้วยมีด พบว่า การกรีดตามแนวยาวจะสามารถลอกเปลือกออกได้หมด แต่หอมแดงที่กรีดตามแนวขวาง เปลือกจะหลุดออกไม่หมด ซึ่งแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ผลการทดลองการกรีดหอมแดง

| การกรีด | ผลการทดลอง | รูปแสดงผลการทดลอง |
|------------------|---|--|
| 1. กรีดตามแนวยาว | สามารถลอกเปลือกได้ง่าย และเปลือกหลุดออกหมด แต่ถ้าไม่กรีดหอมแดง จะปอกเปลือกหอมไม่ได้ และเมื่อเทียบกับการใช้การขีดสีดังกล่าวทดลองที่ผ่านมา หอมแดงจะเกิดรอยชำได้ |  |

| | | |
|----------------|--|--|
| | |  |
| 2. กรีดตามขวาง | <p>ลอกเปลือกออกได้ยาก ออกแรงเยอะกว่าแบบกรีดตามแนวยาว และเปลือกหลุดออกไม่หมด เนื่องจากเปลือกหอมแดงที่หุ้มอยู่จะมีเส้นกาบใบอยู่ในแนวยาว การกรีดตามแนวขวางและลอกเปลือกออก จะเป็นการออกแรงที่ต้านกับแนวเส้นกาบใบ ทำให้ต้องใช้แรงมาก เพื่อให้เส้นกาบใบฉีกขาดออกจากกันได้หมด</p> |  |

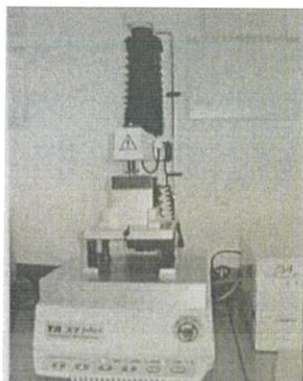
3.3.2 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองกรีดเปลือกหอมแดง และใช้ยางรูปทรงกระบอกขีดสีบริเวณรอยกรีด พบว่าการกรีดตามแนวยาวสามารถลอกเปลือกออกได้ง่ายกว่าการกรีดแบบตามขวาง และเปลือกหลุดออกได้หมด

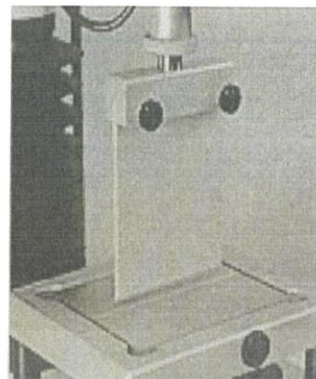
3.4 การศึกษาแรงในการตัดส่วนของรากและก้านใบออก

ทำการทดสอบโดยคัดเลือกหอมแดงจำนวน 10 หัว นำมาวางบนผิวเครื่อง Texture Analyzer รุ่น: TAXT2i Stable Microsystems, England HDP/BSK ใบมีดแบบ Warner Bratzler Blade ดังรูปที่ 3.12 ใช้ความเร็วในการตัด 1mm/s. จะได้ค่าแรงตัดสูงสุดจากกราฟระหว่างแรง (N) กับเวลา (s) ซึ่งมีผลการทดสอบดังรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

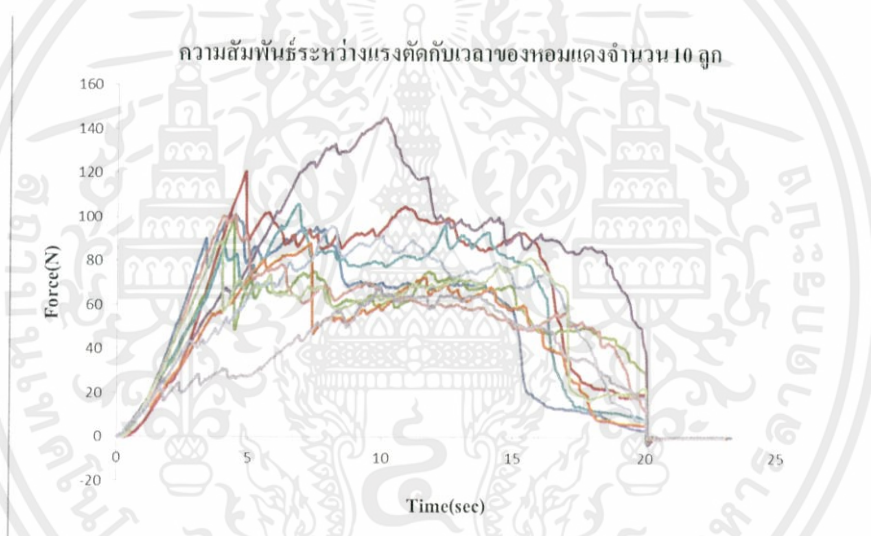


(ก)



(ข)

รูปที่ 3.12 (ก) ลักษณะเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (ข) ลักษณะใบมีดแบบ Warner Bratzler Blade



รูปที่ 3.13 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงตัดกับเวลาของหอมแดงจำนวน 10 ลูก

ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 3.13 แรงที่ใช้ในการตัดรากและก้านใบของหอมแดงสูงสุดเท่ากับ 145.42 N แรงต่ำสุดเท่ากับ 68.40 N และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 101.76 N ค่าแรงที่ได้จากการทดลองนี้จะใช้แรงสูงสุดในการออกแบบเครื่องปอกเปลือกหอมแดงเนื่องจากหากใช้แรงเฉลี่ยหรือแรงต่ำสุดจะทำให้หอมแดงบางหัวไม่สามารถตัดขาดซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการปอกเปลือก

3.5 การออกแบบขั้นตอนการทำงานของเครื่องปอกเปลือกหอมแดง

จากผลการทดลองหาสภาวะและวิธีการปอกที่เหมาะสมสามารถนำมาใช้ในการออกแบบการทำงานของเครื่องปอกหอมแดงได้ โดยออกแบบให้อยู่ในสภาวะปกติเนื่องจากวิธีการปอกที่ได้จากการทดลองคือการใช้มีดตัดส่วนรากและก้านใบออกทำให้การปอกเปลือกง่ายอยู่แล้วจึงไม่จำเป็นต้องใช้สภาวะลดความชื้นด้วยการเป่าลมร้อน ซึ่งต้องมีการออกแบบในส่วนของชุดอบลมร้อนเพิ่มเข้าไป และ

ยังทำให้ต้นทุนการผลิตเครื่องจักรสูงขึ้น โดยเครื่องปกหอมแดงจะมีขั้นตอนการปกเปลือก 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.5.1 กรีดหอมแดงตามแนวยาว

ใช้มีดกรีดชั้นเปลือกหอมแดงตามแนวยาว เพื่อให้ง่ายต่อการลอกชั้นเปลือกออก ขั้นตอนกรีดจะอยู่ในขั้นตอนแรกเนื่องจากหากตัดรากและก้านใบออกก่อนจะทำให้หอมแดงมีขนาดเล็กและสามารถเคลื่อนที่ภายในช่องป้อนได้ ทำให้หอมแดงไม่อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ จึงไม่สามารถกรีดหอมแดงได้ตามที่ต้องการ

3.5.2 การตัดส่วนของรากและก้านใบ

หลังจากทำการกรีดแล้วขั้นตอนนี้จะใช้มีดในการตัดส่วนราก และก้านใบออกจากหอมแดง

3.5.3 การลอกชั้นเปลือกออก

หลังจากกรีดเปลือกหอมแดงตามแนวยาว จะใช้ยางรูปทรงกระบอกลอกเปลือกหอมแดงออก



รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการปกเปลือกหอมแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การคำนวณและการออกแบบ

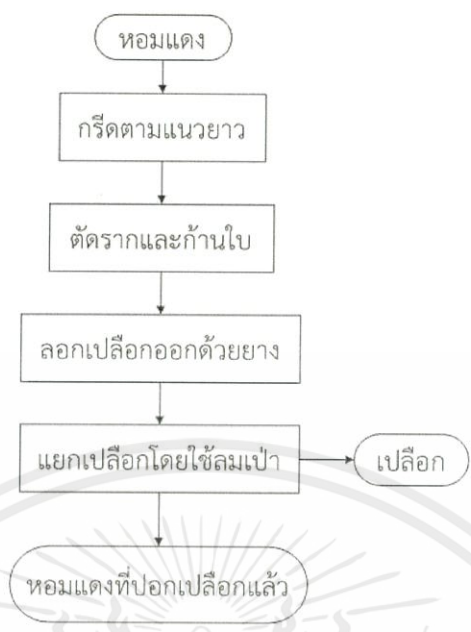
จากการทดลองหาสภาวะในการปกหอมแดงและวิธีการปกในบทที่ 3 เมื่อนำข้อมูลมาใช้ในการออกแบบการทำงานของเครื่องปกหอมแดงได้ โดยออกแบบเครื่องทำงานที่สภาวะปกติ คือ หอมแดงที่นำมาปก ไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการใดๆมาก่อน และใช้มีดช่วยในการปก เนื่องจากผลการทดลองที่ได้ การปกที่สภาวะลดความชื้น และสภาวะปกติ โดยใช้การปกด้วยมีด จะเป็นวิธีที่ดีที่สุด คือ สามารถปกหอมแดงได้ง่าย ประมาณ 4-5 หัวต่อนาที ดังนั้น จึงออกแบบเครื่องให้ทำงานที่สภาวะปกติ เพราะไม่ต้องเสียต้นทุนในการออกแบบชุดเป่าลมร้อน และจากการศึกษาวิธีการกรีดเปลือกหอมแดงโดยใช้มีด พบว่าการกรีดหอมแดงตามแนวยาว จะสามารถปกเปลือกหอมแดงออกได้หมด จึงใช้วิธีการปกด้วยมีด โดยจะกรีดหอมแดงตามแนวยาว ตัดรากและก้านใบออก จากนั้นจะใช้ยางรูปทรงกระบอกในการลอกเปลือก

4.1 การออกแบบเครื่องปกหอมแดง

เครื่องปกเปลือกหอมแดงได้ถูกออกแบบให้มีขนาดกะทัดรัด ใช้การปกที่สภาวะปกติ คือ การปกเปลือกหอมแดงที่อุณหภูมิห้องหอมแดงที่นำมาปกเปลือกจะไม่ผ่านกระบวนการใดๆ ก่อนนำมาปกซึ่งจะมีขั้นตอนการทำงาน 4 ขั้นตอน แสดงดังรูปที่ 4.1 ดังนี้

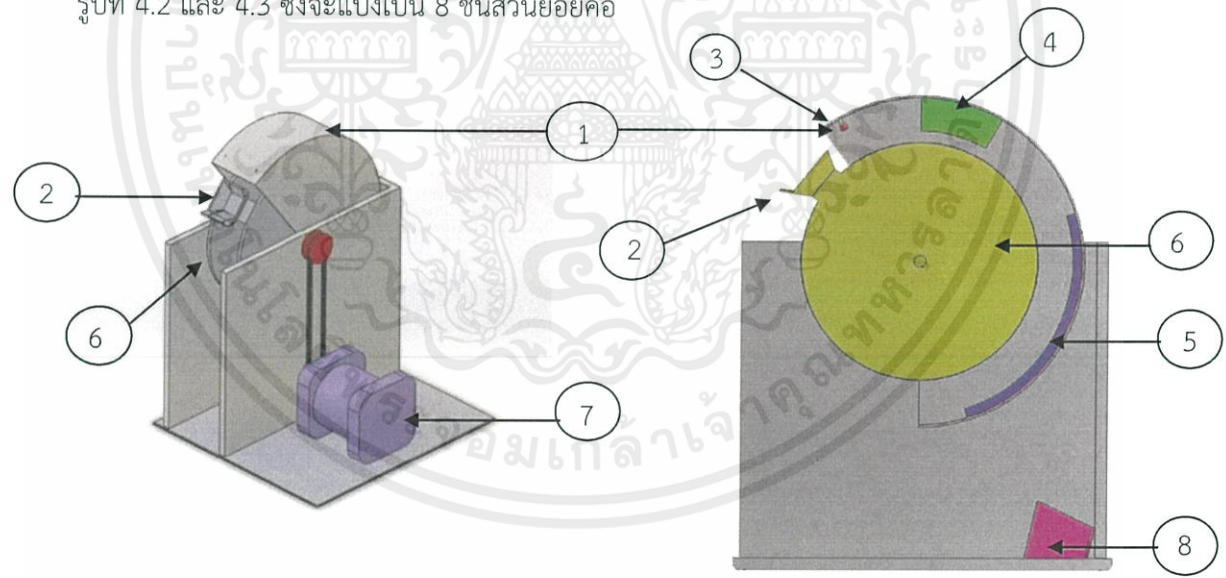
- 1) กรีดหอมแดงตามแนวยาว ขั้นตอนนี้จะใช้มีดกรีดชั้นเปลือกหอมแดงตามแนวยาว เพื่อให้ง่ายต่อการลอกชั้นเปลือกออก ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกของการปกหอมแดง เนื่องจากการตัดส่วนรากและก้านใบออกจะทำให้ขนาดของหอมแดงมีขนาดเล็กลงและเกิดการเคลื่อนที่ภายในช่องป้อน ทำให้การกรีดหอมแดงอาจจะไม่โดนในบริเวณที่ต้องการ
- 2) การตัดส่วนของรากและก้านใบ ขั้นตอนนี้จะใช้มีดในการตัดส่วนราก และก้านใบออกจากหอมแดง
- 3) การลอกชั้นเปลือกด้วยยาง หลังจากกรีดเปลือกหอมแดงตามแนวยาว จะใช้ยางรูปทรงกระบอกลอกเปลือกหอมแดงออก โดยจะให้ยางเสียดสีกับหอมแดงที่บริเวณรอยกรีดเพื่อลอกเอาเปลือกออก
- 4) แยกเปลือกออกโดยใช้ลมเป่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการปอกเปลือกหอมแดง

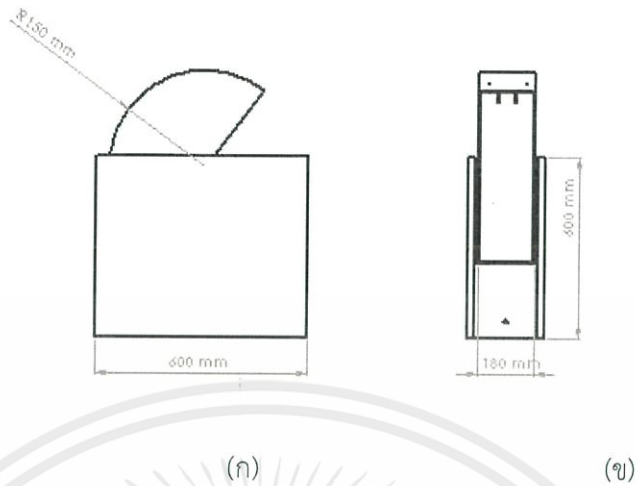
จากขั้นตอนการทำงานของเครื่องปอกหอมแดง สามารถนำมาออกแบบเครื่องปอกหอมแดงดังรูปที่ 4.2 และ 4.3 ซึ่งจะแบ่งเป็น 8 ชิ้นส่วนย่อยคือ



รูปที่ 4.2 เครื่องปอกเปลือกหอมแดง

- | | |
|------------------|--------------|
| ① = โครงครอบ | ② = ช่องป้อน |
| ③ = มีดกรีด | ④ = มีดตัด |
| ⑤ = ยางลอกเปลือก | ⑥ = จานหมุน |
| ⑦ = มอเตอร์ | ⑧ = พัดลม |

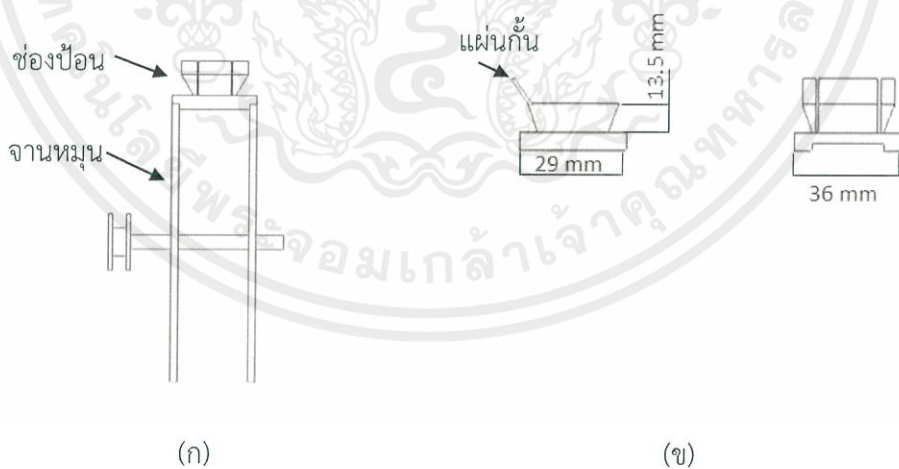
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการศึกษานานาชาติ อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดาวน์โหลดฟรีและต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ขนาดของเครื่องปอกเปลือกหอมแดง (ก) ภาพฉายด้านข้าง (ข) ภาพฉายด้านหน้า

4.1.1 ช่องป้อนหอมแดง

ช่องป้อนหอมแดง ออกแบบให้ด้านกว้างมีขนาดเท่ากับขนาดสูงสุดของด้าน z ของหอมแดง เพื่อให้เครื่องสามารถปอกหอมได้ทุกขนาด มีด้านยาวเท่ากับขนาดสูงสุดของด้านแกน x และมีความสูงเท่ากับครึ่งหนึ่งของด้าน y ของหอมแดง เพื่อให้มีดสามารถกรีดหอมแดงได้ และมีแผ่นกั้นสูงออกมาดังรูปที่ 4.4 เพื่อกั้นหอมแดงตกจากช่องป้อนในขณะกรีด ตัดรากและก้านใบ โดยช่องป้อนจะเชื่อมติดกับจานหมุนทั้งสองข้าง ทำให้ช่องป้อนเคลื่อนที่ผ่านชุดมีดกรีด ชุดมีดตัด และชุดลอกเปลือกได้ ซึ่งช่องป้อนจะมีช่องสำหรับให้ชุดมีดตัดเคลื่อนที่ตัดผ่านช่องป้อนไปได้

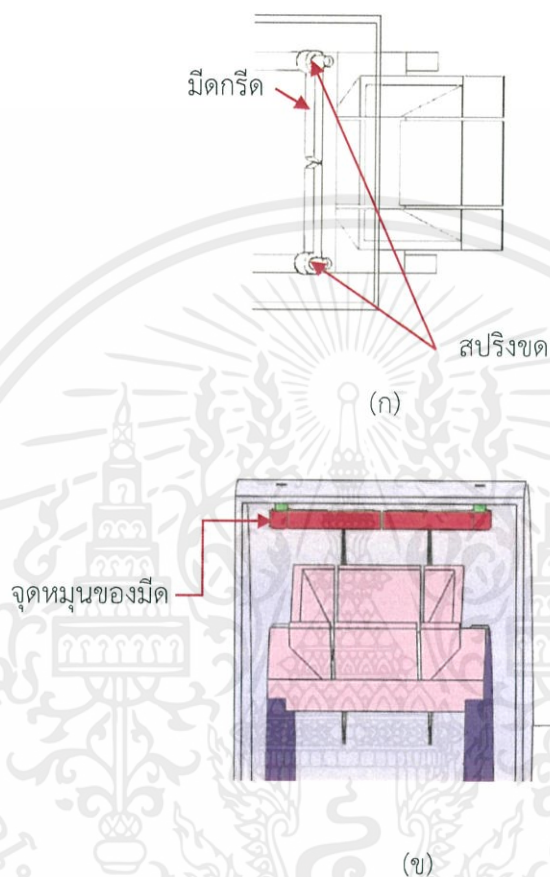


รูปที่ 4.4 ช่องป้อนหอมแดง (ก) ช่องป้อนหอมแดงและจานหมุน (ข) ขนาดของช่องป้อนหอมแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 มีดกรีด

มีดกรีด จะประกอบไปด้วยใบมีด 2 ใบ ดังรูปที่ 4.5 ใช้ในการกรีดหอมแดงให้เป็นรอยในแนวยาว และจะติดสปริงขดทำให้เมื่อหอมแดงเคลื่อนผ่านใบมีด ใบมีดจะเคลื่อนที่ตามรูปทรงของหอมแดง จึงเกิดการกรีดตามแนวยาว และสปริงจะดึงให้มีดกรีดกลับมาที่เดิมเมื่อหอมแดงเคลื่อนที่ผ่านไป



รูปที่ 4.5 มีดกรีด (ก) ภาพฉายด้านบน (ข) ภาพฉายด้านข้าง

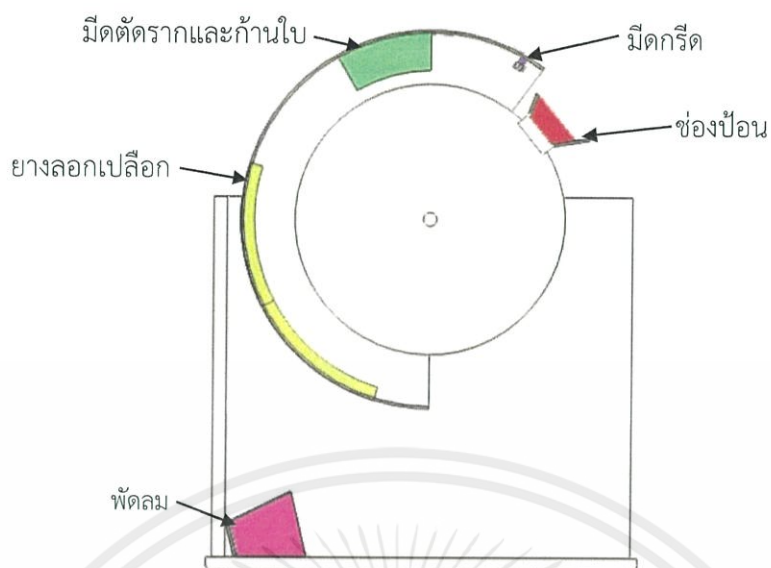
4.1.3 มีดตัดรากและก้านใบ

มีดตัดรากและก้านใบ จะประกอบด้วยใบมีด 2 ใบ ใช้ในการตัดส่วนของรากและก้านใบของหอมแดง ซึ่งใบมีด 2 ใบนี้ จะถูกยึดให้ติดกับโครงของเครื่อง ดังรูปที่ 4.6 เมื่อหอมแดงเคลื่อนที่ผ่าน จะสามารถตัดส่วนของรากและก้านใบออกได้

4.1.4 ยางลอกเปลือก

ยางลอกเปลือกจะประกอบไปด้วยยางรูปทรงกระบอก ที่มีผิวขรุขระ วางตัวตามส่วนโค้งของโครงเครื่องดังรูปที่ 4.6 เมื่อหอมแดงเคลื่อนที่ผ่านยางจะทำให้เกิดการเสียดสีกับรอยกรีด และสามารถลอกเปลือกหอมแดงออกได้พร้อมกัน

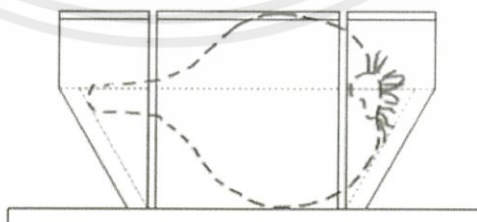
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ตำแหน่งมีดกรีต มีดตัดรากและก้านใบ และยางลอกเปลือก

4.2 หลักการทำงานของเครื่องปอกหอมแดง

หลักการทำงานของเครื่องปอกเปลือกหอมแดง จะมีขั้นตอนการทำงานคือ ป้อนหอมแดงลงในช่องป้อนที่ยึดติดอยู่กับจานหมุน โดยป้อนหอมแดงให้แนวแกน z ตั้งฉากกับมีดตัดรากและก้านใบ แสดงดังรูปที่ 4.7 จานหมุนจะทำให้ช่องป้อนหมุนอยู่ภายในโครงเครื่อง ซึ่งภายในโครงเครื่องจะติดตั้งมีดกรีต มีดตัดรากและก้านใบ และยางลอกเปลือกดังรูปที่ 4.6 ช่องป้อนจะหมุนนำหอมแดงผ่านชุดมีดกรีต ซึ่งมีดกรีตจะเคลื่อนที่ตามรูปทรงหอมแดง ทำให้เกิดการกรีตเป็นแนวยาว จากนั้นช่องป้อนจะหมุนผ่านชุดมีดตัด ทำให้เกิดการตัดรากและก้านใบออก และเมื่อช่องป้อนเคลื่อนที่ผ่านชุดยางลอกเปลือก บริเวณรอยกรีดของหอมแดงจะเกิดการเสียดสีกับยาง ทำให้เปลือกหอมแดงหลุดออกไปได้ และช่องป้อนจะเคลื่อนที่ออกจากโครงเครื่องดังแสดงในรูปที่ 4.2 ทำให้หอมแดงตกลงสู่ถาดรองรับด้านล่างซึ่งจะติดพัดลม เพื่อเป่าแยกเปลือกหอมแดงออก และจานหมุนจะเคลื่อนที่เพื่อกลับมารับหอมแดงหัวใหม่ต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ รูปที่ 4.7 ตำแหน่งการวางหอมแดงในช่องป้อน ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ชั้นส่วนเครื่องจักรกล

จากการศึกษาวิธีการปกป้องกันหอยแมลงได้ทำการออกแบบเครื่องป้องกันหอยแมลงโดยมีหลักการทำงานดังหัวข้อที่ 4.2 โดยจะใช้พื้นฐานทางด้านการคำนวณและเลือกใช้ชั้นส่วนเครื่องจักรกลในการสร้างเครื่องป้องกันหอยแมลง โดยจะทำการคำนวณและออกแบบชั้นส่วนต่างๆได้แก่

- เพลลา
- มอเตอร์
- สายพาน
- แบริ่ง

4.3.1 เพลลา [19]

เพลลาเป็นชั้นส่วนที่มีอยู่ในเครื่องจักรเกือบทุกชนิด ทำหน้าที่ในการส่งถ่ายกำลังหรือ ทำให้เกิดการหมุนระหว่างชั้นส่วนต่างๆ ของเครื่อง ขณะใช้งานเพลลาจะอยู่ภายใต้ภาระการกระทำชนิดต่างๆ เช่น แรงกด แรงดึง โมเมนต์คัต และโมเมนต์บิดซึ่งอาจมีทั้งแรงสถิตและแรงแบบวิญจักร ทำให้เกิดการล้าได้เพลลาอาจมีชื่อเรียกแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งานดังนี้ คือ

- เพลลา (Shaft) เป็นชั้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลัง
- แกน (Axle) เป็นชั้นส่วนลักษณะเดียวกับเพลลาแต่ไม่หมุน ส่วนมากเป็นตัวรองรับชั้นส่วนที่หมุน เช่น ล้อ ล้อสายพาน เป็นต้น อย่างไรก็ตามทั้งเพลลาและแกนก็นิยมเรียกรวมกันว่า เพลลา ไม่ว่าจะชั้นส่วนนั้นจะหมุนหรือไม่ก็ตาม
- สปินเดิล (Spindle) เป็นเพลลาขนาดสั้น เช่น เพลลาที่หัวแท่นกลึง (Head-Stock spindle) เป็นต้น
- สตับชาฟ (Stub Shaft) เป็นเพลลาที่ติดเป็นชั้นส่วนต่อเนื่องจากเครื่องยนต์มอเตอร์ หรือเครื่องต้นกำลังอื่นๆ มีขนาด รูปร่าง และส่วนยื่นออกมา สำหรับใช้ต่อกับเพลลาอื่น ๆ
- เพลลาแนว (Line Shaft) หรือเพลลาส่งกำลัง (Power Transmission Shaft) หรือเพลลาเมน (Mainshaft) เป็นเพลลาซึ่งต่อตรงจากเครื่องต้นกำลัง ใช้ในการส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่นๆ โดยเฉพาะ
- แจ็คชาฟ (Jack Shaft) เป็นเพลลาขนาดสั้นที่ต่อระหว่างเครื่องต้นกำลังกับเพลลาเมนหรือเครื่องจักรกล
- เพลลาอ่อน (Flexible Shaft) เป็นเพลลาที่สามารถอ่อนตัวหรือโค้งได้เพลลาประเภทนี้ทำด้วยสายลวดใหญ่ (Cable) ลวดสปริงหรือลวดเหนียว (Wire Rope) ใช้ในการส่งกำลังในลักษณะที่แกนหมุนทาบมกันได้แต่ส่งกำลังได้น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานร่วมกันได้แต่สงกกำลังได้น้อย ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีก ASME ได้กำหนดสูตรในการหาขนาดเพลลาดังสมการที่ 4.1

$$\tau_d = \frac{16}{\pi D^3} [(C_m \cdot M)^2 + (C_t \cdot T)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (4.1)$$

โดยที่ C_m = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการตัด

C_t = ตัวประกอบความล้าเนื่องการบิด

M = โมเมนต์ตัด

T = แรงบิด (N)

τ_d = ความเค้นเฉือน (N/m²)

(4.2)

$$\tau_d = 0.3S_y$$

(4.3)

$$\tau_d = 0.18S_u$$

โดยที่ S_y = ความแข็งแรงจำนน (yield strength) (Pa)

S_u = ความต้านทานแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) (Pa)

4.3.2 มอเตอร์ [19]

4.3.2.1 ชนิดของมอเตอร์

การแบ่งชนิดของมอเตอร์อาจแบ่งได้หลายแบบคือ

4.3.2.1.1 แบ่งตามชนิดของไฟฟ้าที่ใช้มี 2 แบบคือ

1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นมอเตอร์ที่ต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงผ่านเข้าไปในขดลวดอาเมเจอร์ เพื่อทำให้เกิดการดูดและผลักกันของแม่เหล็กถาวรกับแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากขดลวด มอเตอร์จึงหมุนได้

2) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นมอเตอร์ที่ต้องใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ โดยใช้หลักการดูดและผลักกันของแม่เหล็กถาวรกับแม่เหล็กไฟฟ้าจากขดลวดทำให้เกิดการหมุนของมอเตอร์

4.3.2.1.2 แบ่งตามขนาดของแรงดันมี 2 แบบคือ

1) มอเตอร์แรงดันต่ำ คือมอเตอร์ที่มีแรงดันไม่เกิน 750 โวลต์

2) มอเตอร์แรงดันสูง คือมอเตอร์ที่มีแรงดันเกิน 750 โวลต์

4.3.2.1.3 แบ่งตามลักษณะการใช้งาน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ

1) มอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำ

2) ซิงโครสมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกข้อมูลนี้ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.2 เกียร์มอเตอร์

ในการใช้งานมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดาที่ความเร็วรอบต่ำกว่าปกตินั้น อาจใช้การส่งกำลังโดยสายพานหรือโซ่โดยมี Pulley ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างๆ หรือใช้เกียร์ลดรอบเพื่อให้ความเร็วรอบลดลงตามต้องการ แต่ในลักษณะการลดความเร็วรอบดังกล่าว ต้องอาศัยส่วนประกอบเพิ่มเข้าในระบบ และต้องเสียเนื้อที่เพิ่ม มีชิ้นส่วนยุ่งยากทั้งในการบำรุงรักษาและการใช้งานในการที่จะเปลี่ยนระบบยุ่งยากดังกล่าว และยังคงสภาพการส่งผ่านกำลังที่มีความเร็วรอบต่ำอย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีการรวมเกียร์ลดรอบและมอเตอร์เข้าเป็นส่วนเดียวกัน และเรียกมอเตอร์ชนิดนี้ว่าเกียร์มอเตอร์

ขนาดมาตรฐานของเกียร์มอเตอร์มีตั้งแต่ขนาดกำลัง 65 วัตต์ถึง 200 วัตต์ สำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว และตั้งแต่ขนาด 65 วัตต์ ถึง 137 กิโลวัตต์ สำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส มอเตอร์ดังกล่าวใช้ในสภาพงานต่างๆทั่วไปอย่างแพร่หลาย เช่น สายพานส่งของ เครื่องผสม บันจัน เครื่องบด รอกยก เครื่องนวด เครื่องหล่อโลหะ เครื่องอบแห้ง เครื่องมือช่าง เครื่องกลึงไม้ เครื่องแยกน้ำ เครื่องทอ เครื่องทำกระดาษกิจการโรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น นอกจากนี้เกียร์มอเตอร์ธรรมดาตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังมีการผลิตเกียร์มอเตอร์ชนิดมีเบรก ใช้ในงานบางชนิดที่ต้องการสมบัติดังกล่าวด้วย

4.3.2.3 เบรกมอเตอร์

เบรกมอเตอร์ คือมอเตอร์ที่รวบรวมแม่เหล็กไฟฟ้าเข้าไว้กับมอเตอร์เป็นตัวเดียวกัน ซึ่งจะมีสมบัติได้เปรียบในการที่จะเคลื่อนย้าย ติดตั้งสะดวก มีขนาดและน้ำหนักต่อเครื่องน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์ธรรมดาที่ชุดเบรกแยกต่างหาก โดยทั่วๆ ไปจะสามารถแยกชนิดของมอเตอร์ออกได้เป็น 2 ชนิด คือชนิดที่ทำงานขณะไร้กระแสกระตุ้น (ชนิดปลอดภัย) และชนิดที่ทำงานขณะมีกระแสกระตุ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับการทำงานและลักษณะกลไกของเบรกเบรกนั่นเอง เบรกชนิดที่ทำงานขณะไร้กระแสกระตุ้น การทำงานของเบรกเบรกชนิดนี้จะอาศัยแรงกดจากสปริงขณะใช้งาน และขณะปล่อยคลายตัว โดยกดสปริงให้หดเข้าโดยอาศัยแม่เหล็กไฟฟ้า โดยที่เบรกชนิดนี้ทำงานขณะที่ไม่ป้อนไฟเข้าสู่แม่เหล็กไฟฟ้า จึงเรียกเบรกเบรกชนิดนี้ว่า เบรกเบรกชนิดปลอดภัย ขนาดผลิตมาตรฐานของมอเตอร์ชนิดนี้มีตั้งแต่ขนาด 0.4 - 15 กิโลวัตต์ ซึ่งใช้ในงานต่างๆเช่น รอกยกวัน โซ่ยกวัน สายพานส่งของทางลาดเอียง เครื่องทออัตโนมัติ เครื่องทอกล่องอัตโนมัติ เครื่องแยกสารโดยแรงเหวี่ยง เครื่องพิมพ์อัตโนมัติ เป็นต้น เบรกเบรกชนิดที่ทำงานขณะมีกระแสกระตุ้น เบรกเบรกชนิดนี้มีการทำงานโดยอาศัยแรงดึงดูดจากแม่เหล็กไฟฟ้าขณะทำการเบรกเบรก ขนาดผลิตมาตรฐานของมอเตอร์ชนิดนี้มีตั้งแต่ขนาด 0.4 - 11 กิโลวัตต์ ซึ่งใช้ในงานต่างๆ เช่น เครื่องทอกล่องอัตโนมัติ เครื่องบรรจุขวดอัตโนมัติ เครื่องรีดโลหะ และเครื่องป้อนช่วงอัตโนมัติ มอเตอร์เบรกทั้งสองชนิด ต่างก็มีข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบไปคนละด้าน ซึ่งการเลือกชนิดจะต้องคำนึงถึงหลักการของเครื่องจักรโหลดที่จะใช้ และสภาพการณ์เมื่อเกิดไฟฟ้าดับเป็นสำคัญ

สำหรับสูตรในการคำนวณหาขนาดมอเตอร์และแรงบิด (Torque) คือ

$$T = F \times r \quad (4.4)$$

$$P = 2\pi nT \quad (4.5)$$

4.3.3 แบริ่ง [19]

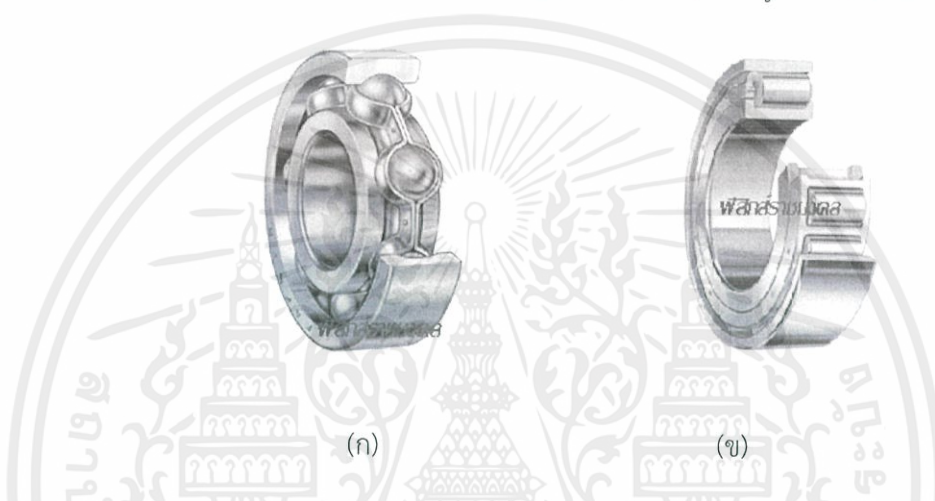
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น แบริ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของเครื่องจักร “แบริ่ง” คือสิ่งที่รองรับหรือช่วยยึดชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องจักรที่มีการหมุนให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ

4.3.3.1 บอลแบริงซึ่งมีลูกกลิ้งเป็นลูกทรงกลมดังรูปที่ 4.8 (ก)

แนวคิดพื้นฐานทางฟิสิกส์ของลูกปืนมีอยู่ว่า การหมุนนั้นง่ายกว่าการเลื่อนเพราะว่าการเคลื่อนที่ต้องสัมผัสกับความเสียดทานที่เพิ่มขึ้นระหว่างพื้นที่ของมวลสองก้อนที่เสียดสีกัน ถ้าพื้นที่มาก ความขรุขระที่ทำให้เกิดแรงเสียดทานก็ยิ่งมาก แต่ถ้าเป็นการเคลื่อนที่แบบกลิ้งพื้นที่สัมผัสน้อย ก็ยิ่งน้อย

4.3.3.2 โรลเลอร์แบริง มีลูกกลิ้งเป็นทรงกระบอกตรงหรือเป็นรูปทรงกระบอกเกลียวก็ได้ดังรูปที่ 4.8 (ข) แบริงทำจากลูกบอลโลหะขนาดเล็กที่ผิวเรียบลื่น ทำให้การหมุนหรือกลิ้งเป็นไปอย่างสะดวกเหมือนกับว่าไม่มีแรงเสียดทาน ลูกบอลสามารถรับน้ำหนักขณะที่หมุน แบริงถูกออกแบบมารับแรงสองประเภทคือแนวรัศมี (radial) และแนวแกน (thrust) ขึ้นอยู่กับการใช้งานในขณะนั้น



รูปที่ 4.8 ลักษณะของแบริง (ก) ภาพตัดของบอลแบริง (ข) ภาพตัดของโรลเลอร์แบริง [20]

โรลเลอร์แบริงในความเป็นจริงอาจจะรับแรงทั้งในแนวรัศมีและแนวแกน และในวงแหวนในหรือนอกจะเป็นอันหมุนก็ได้ ซึ่งแล้วแต่การออกแบบและการนำไปใช้ แต่ในทางการผลิตโรลเลอร์แบริงนั้นจะกำหนดให้เฉพาะอายุประเมินในเทอมของแรงในแนวรัศมีเท่านั้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนแรงและเงื่อนไข จากที่ทำงานจริงๆ มาให้เป็นแรงในแนวรัศมีโดยมีวงแหวนในเป็นตัวหมุน เรียกว่าแรงสมมูล (equivalent force)

4.3.4 สายพาน [19]

4.3.4.1 ลักษณะการใช้งานของสายพาน

สายพานเป็นส่วนเครื่องจักรกลประเภทชุดดึงสายพานและโซ่ จะทำหน้าที่ส่งถ่ายโมเมนต์หมุน และการเคลื่อนที่ระหว่างเพลลา ตั้งแต่ 2 เพลลาขึ้นไป ด้วยความเร็วรอบสูง และให้มีระยะห่างกันมากได้

4.3.4.1.1 สายพานส่งกำลัง

- ข้อดี - ส่งถ่ายแรงได้อย่างยืดหยุ่น
- ดูดซับเสียงดังและการสั่นสะเทือน
- ไม่ต้องมีการหล่อลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งข้อเสียที่ก่อให้เกิดการสั่นในขณะส่งกำลัง จึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ร่องเพลลารับภาระสูง

- เปลืองเนื้อที่มาก

ในกรณีที่อัตราทดมากกว่า 6:1 หรือในกรณีที่มุมโอบของสายพานด้านล้อสายพานตัวเล็กสุดน้อยกว่า 100 องศา ก็ให้ใช้ลูกกลิ้งกดสายพาน ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อยที่สุด เท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพานตัวเล็กสุด

4.3.4.2 การส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานลิ้ม

สายพานลิ้มส่วนใหญ่ จะผลิตแบบไม่มีปลาย เป็นสายพานที่ทำจากยาง มีภาคตัดขวางเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูครึ่งหนึ่ง ด้านบนมีเส้นโพลีเอสเตอร์ที่ผ่านการวัดคาโนซึ่งมาแล้วแทรกอยู่ ทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงสูงขึ้น สายพานลิ้มชนิดเส้นใยสิ่งทอหุ้มอยู่รอบๆ จะช่วยป้องกันการสึกหรอได้อีกด้วย

รูปที่ 4.9 แสดงโครงสร้าง แรงปฏิกิริยา และขนาดของสายพานลิ้ม [19]

สายพานลิ้มจะไม่รับแรงตามแนวรัศมีโดยตรงเหมือนสายพานแบน แต่จะรับแรงตามแนวตั้งฉากกับด้านข้างของสายพานลิ้ม ดังรูปที่ 4.9 สายพานลิ้มที่มีความตึงและสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (μ) เท่ากับสายพานแบน จะสามารถส่งกำลังได้ดีกว่าสายพานแบนได้ถึง 3 เท่า ซึ่งข้อดีและข้อเสียของสายพานลิ้มเมื่อเทียบกับสายพานมีดังนี้คือ

ข้อดี

- ส่งกำลังได้ดีในขณะที่ร่องเพลารับการน้อยกว่า
- มีการสิ้นเปลืองขณะส่งกำลังน้อยมาก (ที่ประสิทธิภาพ η ประมาณ 0.96)
- มีมุมโอบน้อยแต่ให้อัตราทดได้มากถึง 15:1 โดยที่ไม่ต้องมีลูกกลิ้งกดสายพาน
- ประหยัดพื้นที่ในการติดตั้ง มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาน้อย
- ส่งถ่ายกำลังงานได้สูง ที่ขนาดของล้อสายพานและเพลาล็อกจาก
- สามารถใช้หมุนย้อนทิศทางได้
- สามารถจัดเรียงสายพานลิ้มได้หลายเส้น ทำให้ส่งถ่ายกำลังงานได้มาก

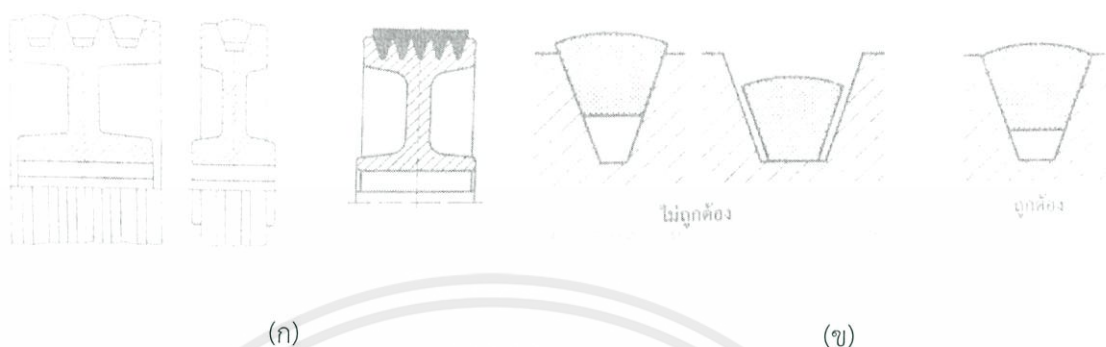
ข้อเสีย

- ต้นทุนการผลิตสูงกว่าสายพานแบน
- มีระยะห่างระหว่างแกนเพลากำกั
- ไม่สามารถจัดสายพานส่งกำลังให้เป็นลักษณะไขว้สลับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 4.3.4.2.1 ล้อสายพานลิ้ม ซึ่งงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ตาม DIN 2217 ล้อสายพานลิ้มจะมีแบบร่องเดียวหรือหลายร่อง มุมร่องสายพานเท่ากับ 32°, 34° และ 38° โดยล้อสายพานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่าจะมีมุมร่องสายพานมากกว่าสายพานที่

มีขนาดเล็ก จะมีการผลิตให้สายพานที่สวมประกอบแล้วไม่เลยพ้นจากขอบร่องล้อ และจะต้องไม่จมอยู่ในร่องล้อ มิฉะนั้นสายพานจะสูญเสียแรงขับเคลื่อน ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 (ก) ลักษณะล้อสายพานลิ้ม (ข) ขนาดสายพานและล้อสายพานที่ถูกต้อง [19]

4.4 การหาขนาดมอเตอร์

เลือกใช้มอเตอร์กระแสสลับเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบในการทดลอง โดยมีการคำนวณเพื่อหาแรงบิดและกำลังของมอเตอร์ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 F &= \text{แรงสูงสุดในการตัดรากและก้านใบของหอมแดงที่ได้จากเครื่อง Texture Analyzer} \\
 &= 2 \times 145.42 \\
 &= 290.8484 \text{ N}
 \end{aligned}$$

- แรงบิด กำหนดให้เส้นผ่านศูนย์กลางของจานหมุนเท่ากับ 30 cm จากสมการที่ 4.4จะได้

$$\begin{aligned}
 (4.4) \quad T &= F \times r \\
 &= 290.85 \times 0.15 \\
 &= 43.63 \text{ N} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

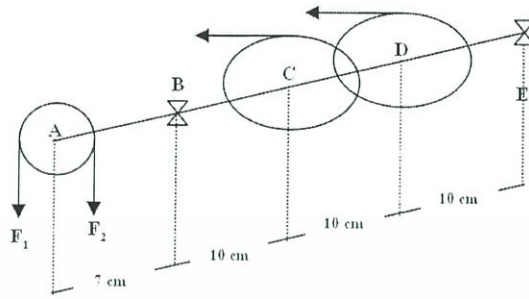
- กำลังของมอเตอร์กำหนดให้ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้มีความเร็วรอบสูงสุดเท่ากับ 50 rpm จากสมการที่ 4.5จะได้

$$(4.5) \quad P = 2\pi nT$$

$$\begin{aligned}
 P &= 43.63 \times 2\pi \times (50/60) \\
 &= 228.43 \text{ Watt} \\
 &= 0.31 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้ผู้อื่นใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงแหล่งที่มาทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การหาขนาดเพลลา



รูปที่ 4.11 แรงตึงสายพานและแรงบนงานหมุน

กำหนดให้

ล้อสายพาน A รับกำลังจากมอเตอร์

$F_1/F_2 = 3$ เส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานและงานหมุนเท่ากับ 10 และ 30 cm

ตามลำดับ

จาก $T_A = T = 43.63 \text{ N} \cdot \text{m}$

โมเมนต์บิดสายพาน A

$$T_A = (F_1 - F_2) \frac{D_A}{2}$$

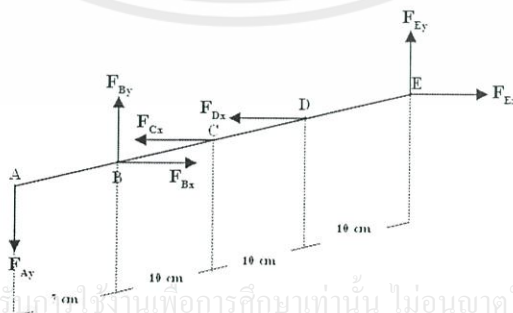
$$43.63 = 2 F_2 \times 0.05$$

$$F_2 = 436.27 \text{ N}$$

$$F_1 = 1308.81 \text{ N}$$

จะได้

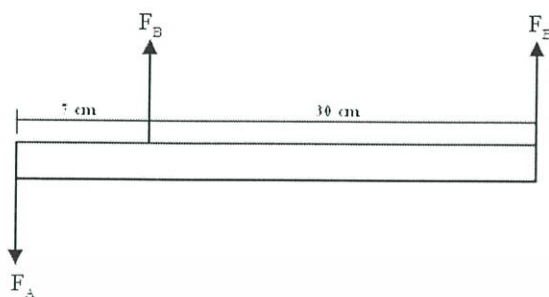
แรงทั้งหมดบนเพลลาหลัก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับนักเรียนใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือหา และซื้อง้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 แรงทั้งหมดบนเพลลาหลัก

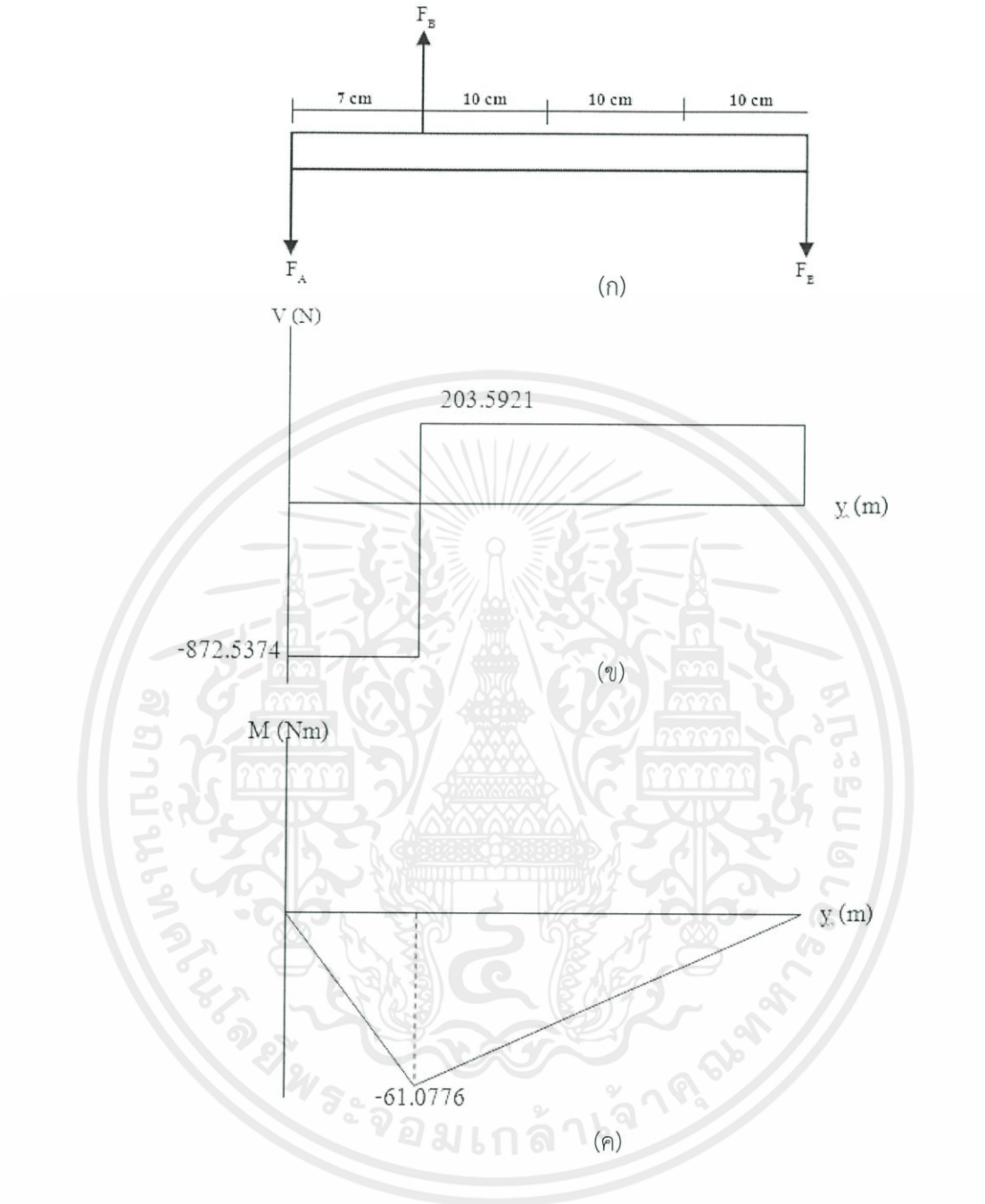
ทำ Free Body Diagram ของแกน Y



รูปที่ 4.13 Free Body Diagram ของแกน Y

$$\begin{aligned}
 F_A &= F_1 - F_2 \\
 &= 1308.81 - 436.27 \\
 &= 872.54 \text{ N} \\
 \text{หาแรง } F_B \text{ จาก} & \quad \sum M_E +) = 0 \\
 \text{จะได้} & \quad 0 = F_A(0.37) - F_B(0.3) \\
 & \quad 0 = 872.54(0.37) - F_B(0.3) \\
 F_B &= 1076.13 \text{ N} \\
 \text{หาแรง } F_E \text{ จาก} & \quad \uparrow + \sum F_y = 0 \\
 \text{จะได้} & \quad 0 = F_B + F_E - F_A \\
 & \quad 0 = 1076.13 + F_E - 872.54 \\
 F_E &= -203.5921 \text{ N}
 \end{aligned}$$

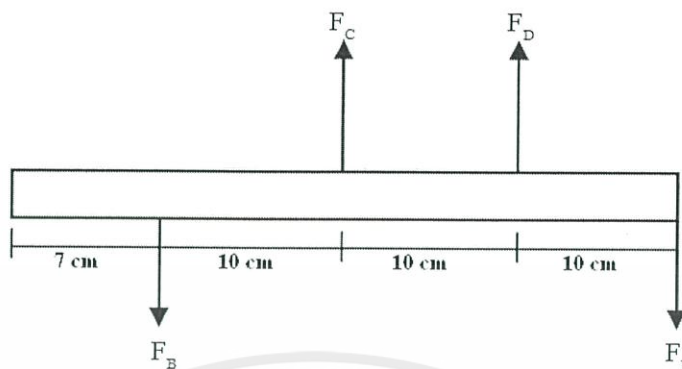
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ผังแรงเฉือนและผังโมเมนต์ดัดของแกน y (ก) Free Body Diagram ของแกน Y (ข) ผังแรงเฉือน (ค) ผังโมเมนต์ดัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำ Free Body Diagram ของแกน x



รูปที่ 4.15 Free Body Diagram ของแกน x

$$F_C = F_D = 145.42 \text{ N}$$

หาแรง F_B จาก $\sum M_E +) = 0$

จะได้ $0 = F_B(0.3) - F_C(0.2) - F_D(0.1)$

$$0 = F_B(0.3) - 145.42(0.2) - 145.42(0.1)$$

$$F_B = 43.63 \text{ N}$$

หาแรง F_E จาก $\uparrow + \sum F_X = 0$

จะได้ $0 = F_C + F_D - F_B - F_E$

$$0 = 145.42 + 145.42 - 43.63 - F_E$$

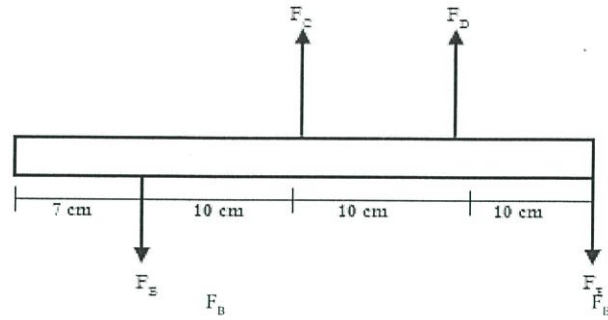
$$F_E = 247.22 \text{ N}$$

หาโมเมนต์สูงสุด $M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$

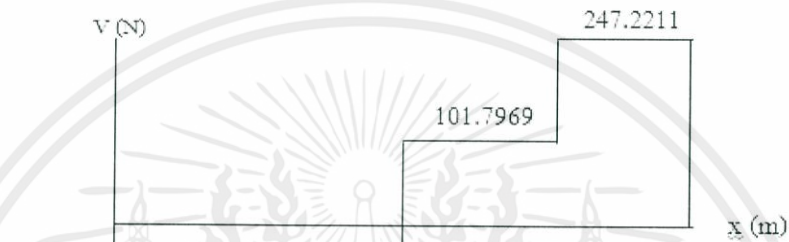
$$= \sqrt{(-30.54)^2 + (-61.08)^2}$$

$$= 68.289 \text{ N} \cdot \text{m}$$

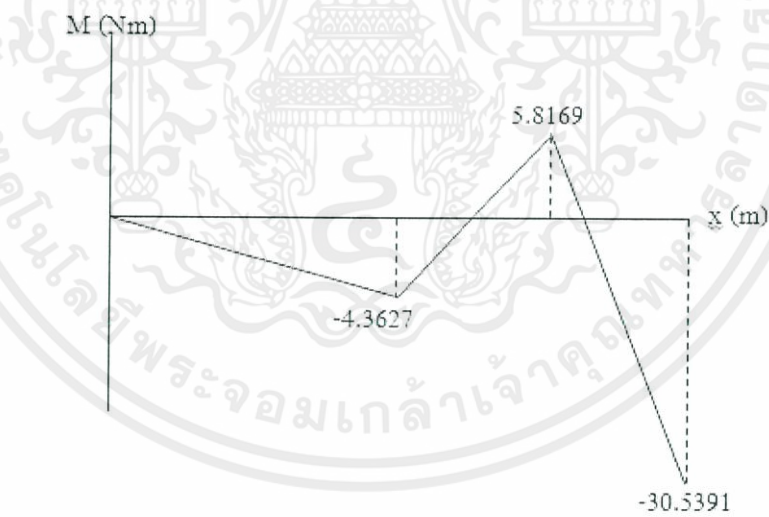
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.16 ผังแรงเฉือนและผังโมเมนต์ตัดของแกน x (ก) Free Body Diagram ของแกน x (ข) ผังแรงเฉือน (ค) ผังโมเมนต์ตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพลาทำจาก Stainless steel 304 มีค่า $S_u = 568$ MPa และ $S_y = 276$ MPa เปลา
หมุนด้วยแรงสมำเสมอจะได้ $C_m = 1.5$ และ $C_t = 1$

ขนาดของเพลหาได้จากสมการที่ (4.1) (4.2) และ (4.3) จะได้

$$\tau_d = \frac{16}{\pi d^3} [(C_m \cdot M)^2 + (C_t \cdot T)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (4.1)$$

จาก $\tau_d = 0.3S_y$ (4.2)

และ $\tau_d = 0.18S_u$ (4.3)

จะได้ $\tau_d = 0.3 \times 276 = 82.8$ MPa

และ $\tau_d = 0.18 \times 568 = 102.24$ MPa

เลือกใช้ค่า τ_d ที่มีค่าน้อย จะได้ $\tau_d = 82.8$ MPa

$$\begin{aligned} \tau_d &= \frac{16}{\pi d^3} [(C_m \cdot M)^2 + (C_t \cdot T)^2]^{\frac{1}{2}} \\ 82.8 \times 10^6 &= \frac{16}{\pi d^3} [(1.5 \cdot 36.7034)^2 + (1 \cdot 43.627)^2]^{\frac{1}{2}} \\ d &= 16.29 \text{ mm} \end{aligned}$$

ดังนั้น ควรใช้เพลที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 16.30 mm จึงจะไม่เกิดความเสียหายแก่เพล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

การออกแบบเครื่องพอกหุ้มแดง มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆหลายปัจจัยที่ทำให้เครื่องพอกหุ้มแดงมีประสิทธิภาพในการทำงานได้ดีที่สุด โดยเครื่องพอกหุ้มแดงจะอาศัยการหมุนของจานหมุนนำหุ้มแดงผ่านมีดกรีด มีดตัดรากและก้านใบ และยางลอกเปลือก ซึ่งที่ความเร็วรอบของจานหมุนต่างกันและลักษณะการติดยางแบบต่างๆ จะทำให้ประสิทธิภาพในการพอกแตกต่างกันไปด้วย จึงได้ทำการศึกษา เพื่อหาค่าความเร็วรอบของจานหมุน และลักษณะการติดยางที่เหมาะสม เพื่อให้เครื่องพอกหุ้มแดงมีประสิทธิภาพในการทำงานได้ดีที่สุด

5.1 การทดลองหาค่าความเร็วรอบและลักษณะการติดยาง

5.1.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาค่าความเร็วรอบของจานหมุนที่ทำให้เครื่องพอกหุ้มแดงมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด
2. เพื่อหาลักษณะการติดยางลอกเปลือกที่ทำให้เครื่องพอกหุ้มแดงมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด

5.1.2 สมมติฐาน

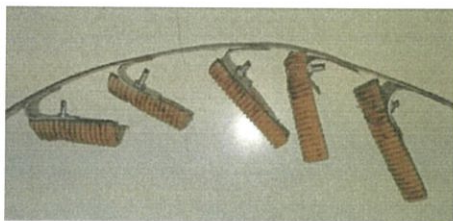
1. เมื่อความเร็วรอบมากเกินไปอาจจะทำให้หุ้มหลุดจากช่องป้อนได้
2. ยางที่ติดอยู่ใกล้บริเวณรอยกรีดมากกว่าจะลอกเปลือกหุ้มแดงได้ดีกว่า

5.1.3 วิธีการทดลอง

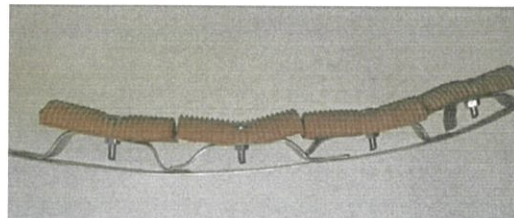
- 1.) ตั้งค่า Inverter ที่ความถี่ 5, 10, 12.5, 15, 25, และ 30Hz ตามลำดับ
- 2.) ติดยางลอกเปลือก ตามลักษณะการติดยางแบบที่ 1 ดังรูปที่ 5.1 (ก)
- 3.) นำหุ้มแดงใส่ในช่องป้อนครั้งละ 1 หัว กดปุ่ม Revers บน Inverter เพื่อให้มอเตอร์หมุนเข้าเครื่องพอกหุ้มแดงผ่านมีดกรีด มีดตัด และยางสีเปลือกตามลำดับ
- 4.) ทำซ้ำตั้งแต่ข้อที่ 1 – 3 แต่ละความถี่ โดยใช้หุ้มแดงในการทดสอบความถี่ละ 20 หัว
- 5.) บันทึกผลการทดลอง เพื่อดูว่าความเร็วรอบที่ความถี่ใดมีประสิทธิภาพสูงสุด
- 6.) ทำการทดลองซ้ำอีกครั้งหนึ่ง แต่เปลี่ยนลักษณะการติดยางเป็นแบบที่ 2 ดังรูปที่ 5.1 (ข) และแบบที่ 3 ดังรูปที่ 5.1 (ค)

5.1.4 ผลการทดลอง

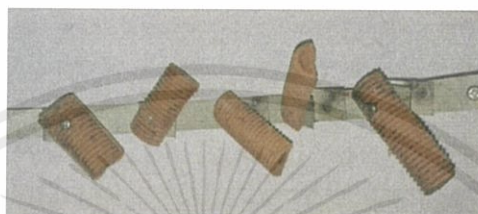
จากการทดลองหาค่าความเร็วรอบและลักษณะของยางที่เหมาะสม พบว่าที่ความเร็วรอบที่ 5 rpm ยางลักษณะแบบที่ 1 สามารถพอกหุ้มแดงได้ดีที่สุด แสดงดังตารางที่ 5.1 ซึ่งที่ความเร็วรอบน้อยกว่า 5 rpm หุ้มแดงส่วนมากจะค้างอยู่ที่มีดกรีดทำให้ไม่สามารถพอกหุ้มแดงได้ ส่วนที่ความเร็วรอบมากกว่า 5 rpm หุ้มแดงส่วนมากจะถูกมีดกรีดผลัดออกจากช่องป้อน ทำให้ไม่สามารถพอกหุ้มแดงได้เช่นกัน และที่ยางแบบที่ 1 จะสามารถพอกหุ้มแดงได้ดีกว่าแบบที่ 2 และ 3 เนื่องจากยางแบบที่ 1 จะเสียดสีกับเปลือกหุ้มแดงใกล้บริเวณรอยกรีดมากกว่า มีความยืดหยุ่นมากกว่า ทำให้เมื่อหุ้มแดงผ่านยางสีเปลือกแล้วหุ้มแดงจะลื่นน้อยกว่าสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 5.1 ลักษณะการติดตั้งสี่เปลือย (ก) ลักษณะยางแบบที่ 1 (ข) ลักษณะยางแบบที่ 2 (ค) ลักษณะยางแบบที่ 3

ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองหาความเร็วรอบและลักษณะการติดตั้ง

| ยาง แบบที่ | ความเร็ว รอบ (rpm) | ผลการทดลอง (%) | | | | | เลข |
|---------------|-----------------------|----------------|-----|-----|-----|----|-----|
| | | 100% | 75% | 50% | 25% | 0% | |
| 1 | 3 | 0 | 1 | 4 | 6 | 9 | 0 |
| | 5 | 3 | 2 | 8 | 4 | 3 | 0 |
| | 7 | 1 | 2 | 4 | 7 | 6 | 0 |
| | 10 | 0 | 2 | 5 | 4 | 9 | 0 |
| | 15 | 0 | 1 | 2 | 3 | 14 | 0 |
| | 20 | 0 | 0 | 2 | 1 | 17 | 0 |
| 2 | 3 | 0 | 0 | 1 | 5 | 11 | 2 |
| | 5 | 1 | 1 | 8 | 4 | 4 | 2 |
| | 7 | 1 | 0 | 1 | 8 | 7 | 3 |
| | 10 | 0 | 0 | 2 | 5 | 10 | 3 |
| | 15 | 0 | 0 | 3 | 2 | 14 | 1 |
| | 20 | 0 | 0 | 0 | 1 | 19 | 0 |
| 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 7 | 10 | 0 |
| | 5 | 2 | 1 | 11 | 4 | 2 | 0 |
| | 7 | 0 | 1 | 2 | 10 | 7 | 0 |
| | 10 | 0 | 1 | 6 | 6 | 7 | 0 |
| | 15 | 1 | 1 | 0 | 3 | 15 | 0 |
| | 20 | 0 | 0 | 1 | 1 | 18 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอกเขตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดาวน์โหลดเนื้อหาและตัวอย่างอื่นอีกถึง 3000 รายการที่เว็บไซต์

ตารางที่ 5.2 ประสิทธิภาพในการปกกหอมแดงที่ความเร็วรอบต่างๆของการติดยางแบบที่ 1

| ความเร็วรอบ (rpm) | ประสิทธิภาพในการปกก (%) |
|-------------------|-------------------------|
| 3 | 20.00 |
| 5 | 47.50 |
| 7 | 31.25 |
| 10 | 25.00 |
| 15 | 12.50 |
| 20 | 6.25 |

ตารางที่ 5.3 ประสิทธิภาพในการปกกหอมแดงที่ความเร็วรอบต่างๆของการติดยางแบบที่ 2

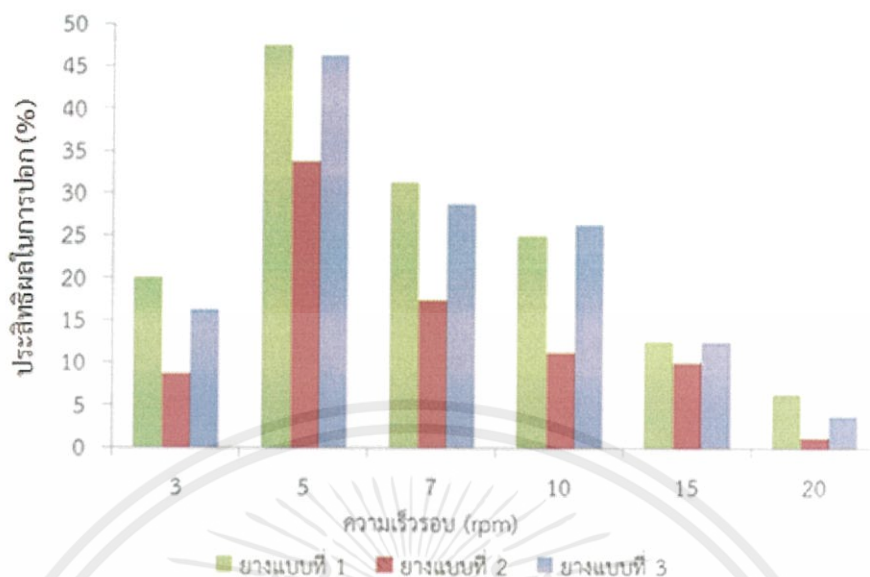
| ความเร็วรอบ (rpm) | ประสิทธิภาพในการปกก (%) |
|-------------------|-------------------------|
| 3 | 8.75 |
| 5 | 33.75 |
| 7 | 17.50 |
| 10 | 11.25 |
| 15 | 10.00 |
| 20 | 1.25 |

ตารางที่ 5.4 ประสิทธิภาพในการปกกหอมแดงที่ความเร็วรอบต่างๆของการติดยางแบบที่ 3

| ความเร็วรอบ (rpm) | ประสิทธิภาพในการปกก (%) |
|-------------------|-------------------------|
| 3 | 16.25 |
| 5 | 46.25 |
| 7 | 28.75 |
| 10 | 26.25 |
| 15 | 12.50 |
| 20 | 3.75 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิผลในการปกกับความเร็วรอบ

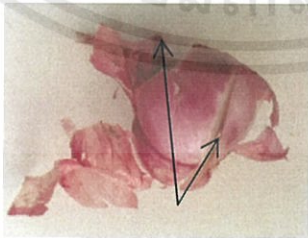
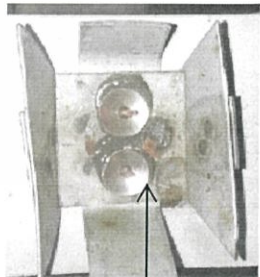


รูปที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิผลในการปกหุ้มแดงที่ความเร็วรอบต่างๆ

5.2 การทดสอบเครื่องปกหุ้มแดง

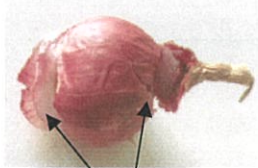

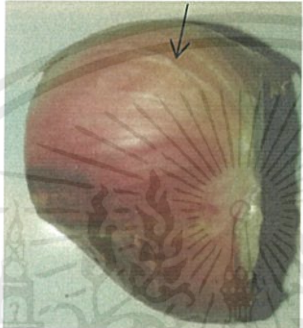
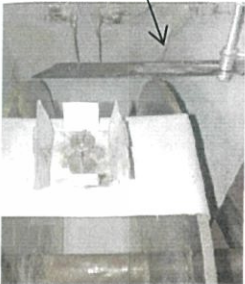

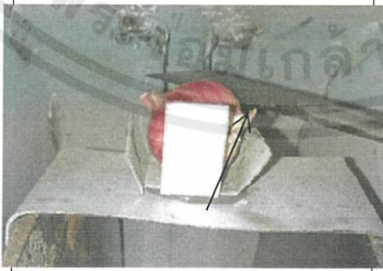

จากการทดสอบการปกหุ้มแดงเพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่อง โดยวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของกลไกขณะการปก ปัญหาที่เกิดขึ้น และทำการแก้ไขปัญหา หลังจากการทดสอบและแก้ไข ดังตารางที่ 5.5 พบว่า เครื่องปกหุ้มแดงไม่สามารถปกหุ้มแดงได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งเปลือกหุ้มแดงยังติดอยู่เป็นบางส่วน

ตารางที่ 5.5 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา

| การทดสอบ | ปัญหาที่เกิดขึ้น | ภาพประกอบปัญหาที่เกิดขึ้น | แนวทางการแก้ปัญหา | ภาพประกอบผลการแก้ปัญหา |
|----------|---|---|--|---|
| 1 | การตัดรากและก้านใบไม่ตรงตำแหน่งที่กำหนดไว้ เนื่องจากหุ้มแดงมีการเลื่อนตำแหน่งในช่องบ่อน เมื่อ หุ้มแดงเคลื่อนที่ผ่านมีดตัด ทำให้ตัดไม่ตรงตำแหน่งรากและก้านใบ |  รอยตัด | ปรับปรุงช่องบ่อนให้สามารถยึดหุ้มแดงไม่ให้เคลื่อนที่ได้ โดยการติดตัวยึดไว้ที่ช่องบ่อน |  ตัวยึด |

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่าจะด้วยวิธีใดก็ตาม หากมีข้อผิดพลาดหรือข้อสงสัยใดๆ กรุณาแจ้งให้เราทราบเพื่อปรับปรุงเอกสารให้ดียิ่งขึ้น

| | | | | |
|---|--|---|--|--|
| 2 | <p>มิดตัดไม่สามารถตัดรากและก้านใบให้ขาดได้ เนื่องจากความยาวของมิดตัดสั้นเกินไป</p> |  <p>รอยตัด</p> | <p>ปรับปรุงมิดตัดให้มีความยาวมากขึ้น</p> |  |
| 3 | <p>หอมแดงมีรอยกริดไม่เป็นเส้นเดียวกันเนื่องจากมิดกริดสั้นเกินไป และตำแหน่งในการติดมิดกริดแต่ละอัน ไม่เท่ากัน ทำให้กริดออกมาไม่เป็นเส้นเดียวกัน</p> |  <p>รอยกริด</p> | <p>ติดมิดกริด 1 อันแต่ให้ยาวกว่าอันเดิม</p> |  <p>มิดกริด</p> |
| 4 | <p>หอมหมูน ทำให้เปลี่ยนตำแหน่งไปจากเดิม เนื่องจากการติดมิดกริด 1 อัน จะทำให้แรงผลักดันด้านหัวท้ายไม่เท่ากัน ทำให้เกิดโมเมนต์ในการหมุน</p> |  <p>ตำแหน่งหอมแดงเริ่มต้น</p>  <p>หอมแดงเกิดการหมุน</p> | <p>เปลี่ยนมิดกริดเป็น 2 อันเหมือนเดิม และเพิ่มความยาวมิดกริดให้มีรอยกริดที่ยาวขึ้นและติดตำแหน่งมิดให้อยู่ในแนวเดียวกัน</p> |  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรอ้างอิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | |
|---|--|---|--|---|
| | |  | | |
| | | หอมแดงหลังจากผ่านมีดกรีด | | |
| 5 | มีดกรีดกรีดได้แค่ส่วนราก และก้านใบ ทำให้เมื่อโดนตัดราก และก้านใบจะไม่มีรอยกรีด |  | เปลี่ยนตำแหน่งมีดกรีด ให้ทำมุมแหลมต่อกัน |  |
| 6 | มีดกรีดสามารถกรีดหอมแดงได้ แต่ยังมีส่วนที่ไม่โดนกรีดอยู่ เล็ก น้อย คือ ตำแหน่งจุดกึ่งกลาง เนื่องจากตรงจุดนี้ แรงสปริงน้อยกว่าจุดอื่น |  | เปลี่ยนสปริงให้มีแรงมากขึ้น โดยเลือกใช้สปริงที่มีขนาดเส้นลวดใหญ่ขึ้น และจำนวนขดมากขึ้น |  |
| 7 | ส่วนใหญ่อย่างสามารถลอกเปลือกออกได้ด้านเดียว เนื่องจากหอมแดงถูกยึดอยู่กับช่องป้อน |  | เมื่อหอมแดงออกจากช่องป้อนให้เข้าสู่กระบวนการลอกเปลือกเพิ่มอีกหนึ่งกระบวนการ | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการออกแบบและการทดลอง

การออกแบบเครื่องปกกหอมแดงประกอบด้วย ช่องป้อน มีดกรีด มีดตัดรากและก้านใบ ยางลอกเปลือก ซึ่งที่ช่องป้อนจะมีตัวยึดสำหรับยึดหอมไม่ให้เคลื่อนที่ หอมแดงจะผ่านกระบวนการกรีด ตัดรากและก้านใบ และการลอกเปลือก

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า เครื่องปกกหอมแดงทำงานได้ดีที่สุดที่ 5 รอบต่อนาที ซึ่งแสดงว่าสามารถปกกหอมแดงได้ 5 หัวต่อนาที และยังสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตได้โดยการเพิ่มช่องป้อนหอมแดง และลักษณะการติดยาง ควรติดให้ใกล้รอยกรีดมากที่สุด จากการทดลองพบว่า เครื่องปกกหอมแดงมีประสิทธิภาพในการปกกสูงสุด 48% โดยวัดจากสัดส่วนของหอมแดงที่สามารถปกกได้ใน 1 ลูก ซึ่งการปกกเปลือกหอมแดงยังปกกได้ไม่สมบูรณ์ หอมแดงส่วนใหญ่ยังมีเปลือกติดอยู่ และยังมีปัญหาด้านการป้อนหอมแดง

6.2 แนวทางการแก้ไข

เครื่องปกกหอมแดงต้นแบบ ยังไม่สามารถปกกหอมแดงได้สมบูรณ์นั้น จึงต้องมีการปรับปรุงเครื่องปกกหอมแดงหรือเพิ่มกระบวนการต่อไป เพื่อให้การปกกหอมแดงมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งจากผลการทำงานของเครื่องปกกหอมแดงยังติดปัญหาในเรื่องของการป้อน และการลอกเปลือก ซึ่งสามารถแก้ไขได้ดังรูปที่ 6.1

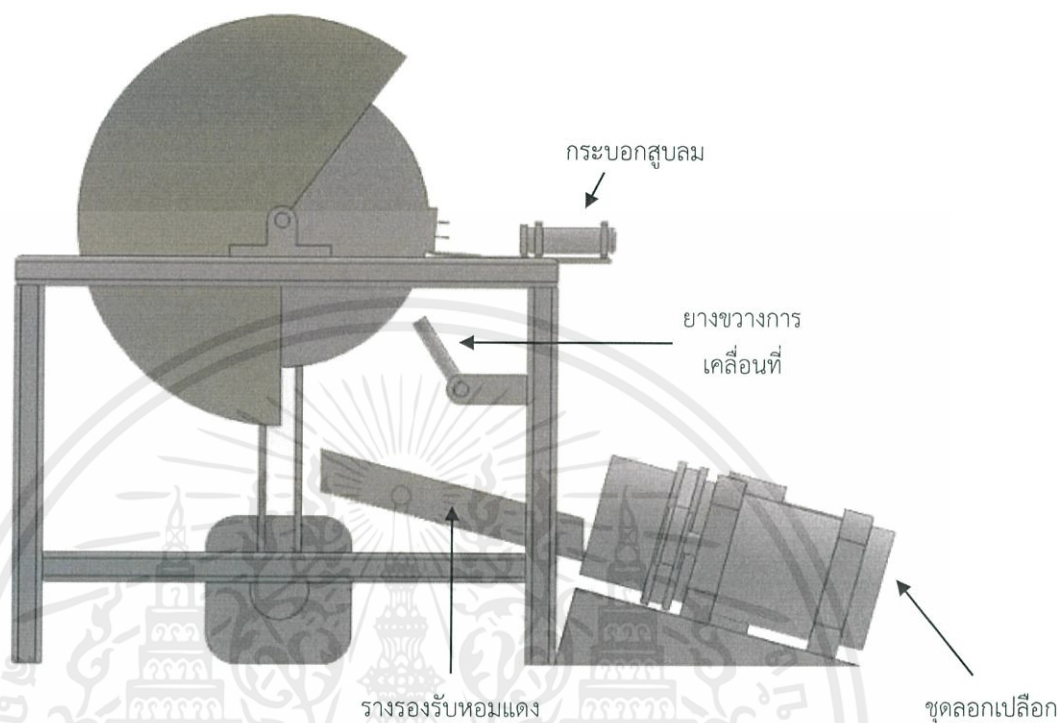
6.2.1 การป้อน

การป้อนหอมแดงเข้าช่องป้อนของเครื่องปกกหอมแดงนี้ ยังใช้คนในการป้อนอยู่ ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการใช้ระบบนิวเมติกเข้ามาช่วยในการป้อนหอมแดงเข้าช่องป้อน ดังรูปที่ 6.2 เมื่อช่องป้อนหมุนมาในตำแหน่งที่ตรงกับระยะป้อน จะชนวาล์วทำให้กระบอกสูบดันหอมแดงเข้าช่องป้อน

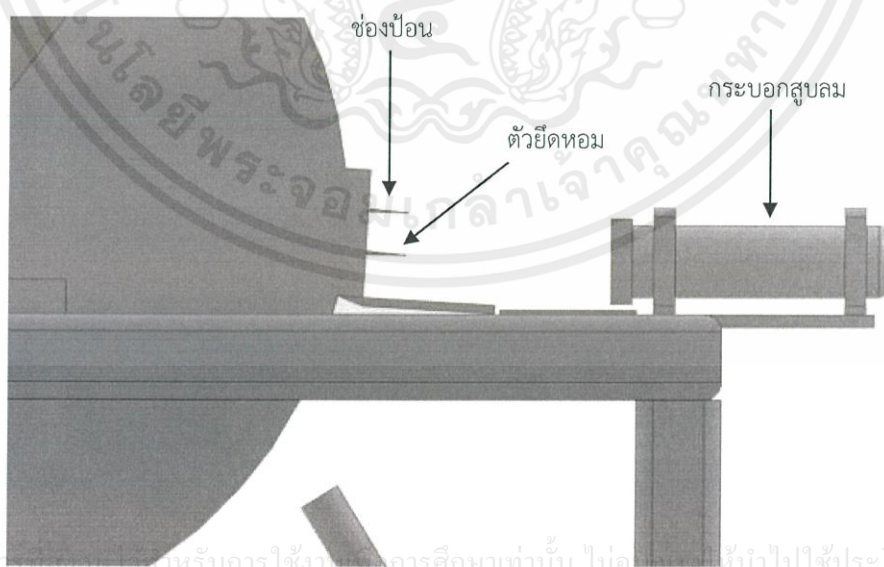
6.2.2 การลอกเปลือก

การลอกเปลือกหอมแดงของเครื่องปกกหอมแดงนี้ ยังไม่สามารถลอกเปลือกหอมแดงออกได้อย่างสมบูรณ์จำเป็นจะต้องมีกระบวนการลอกเปลือกเพิ่มเข้ามาอีกหนึ่งกระบวนการดังรูปที่ 6.3 เมื่อช่องป้อนหมุนมาชนยางที่วางตัวขวางการหมุนของช่องป้อน ดังรูปที่ 6.1 จะทำให้หอมแดงที่อยู่ในช่องป้อนหลุดออกจากตัวยึดและร่วงลงสู่ด้านล่าง เข้าทรงกระบอกซึ่งจะหมุนอยู่ตลอด ซึ่งภายในทรงกระบอกจะมีพื้นผิวที่ขรุขระ ทำให้หอมแดงเกิดการเสียดสีกับผนังด้านใน และเกิดการเสียดสีกันเอง ทำให้เปลือกของหอมแดงหลุดออกมา และที่ภาชนะรองรับ จะแยกเปลือกหอมแดงโดยตีพัดลมเพื่อดูดเปลือกหอมแดงผ่านตะแกรงมาชั้นล่างสุด และหอมแดงซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าเปลือกจะอยู่ชั้นบนสุดดังรูปที่ 6.4 และภาชนะนี้แต่ละชั้นสามารถถอดออกได้ เพื่อนำมาทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

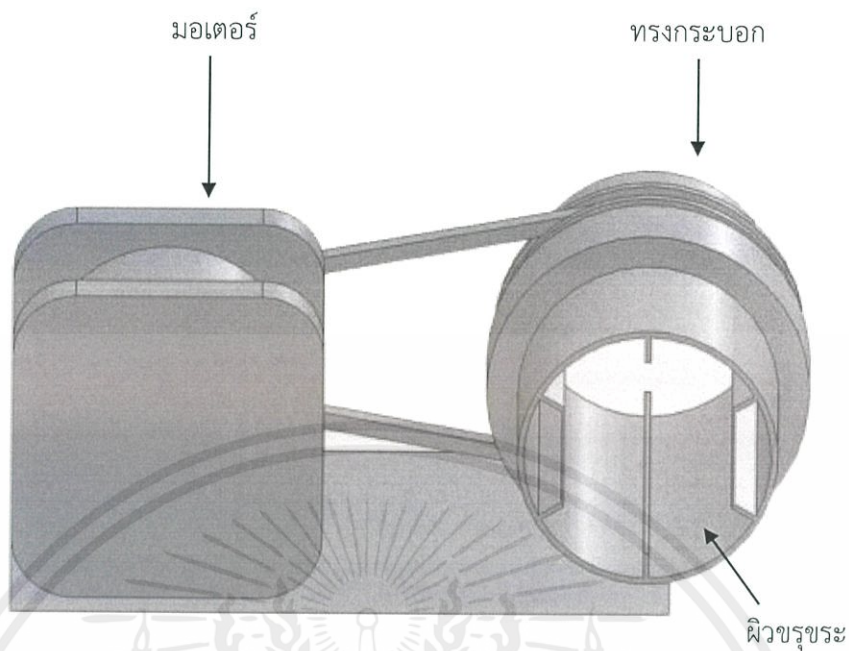


รูปที่ 6.1 แนวทางแก้ไขของเครื่องปอกหมแดง

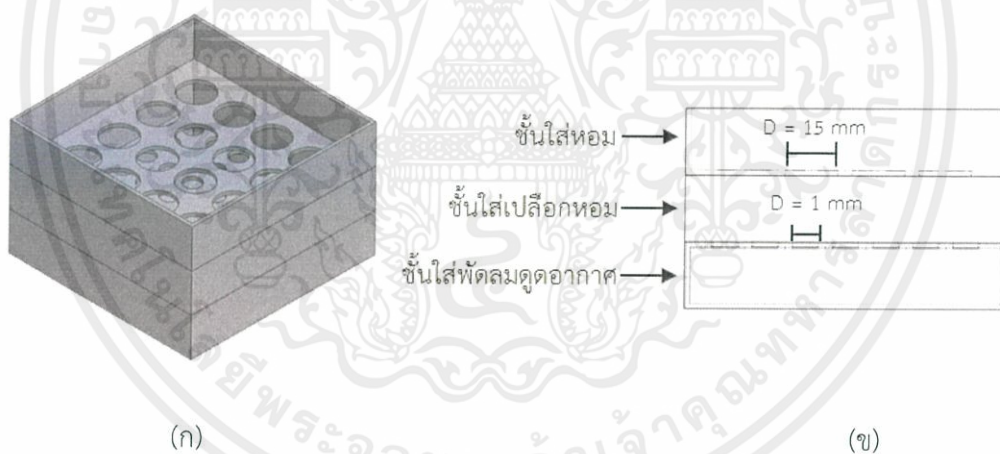


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.2 การป้อนหมแดงเข้าช่องป้อน



รูปที่ 6.3 แสดงชุดทรงกระบอกลอกเปลือก



รูปที่ 6.4 ภาชนะรองรับหอย (ก) แสดงลักษณะของภาชนะรองรับหอยแดง (ข) แสดงชั้นต่างๆ ของภาชนะรองรับหอยแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ไทยเอสเอ็มอีแฟรนไชส์. 2556. “เปิดตำนาน น้ำพริกแม่ศรี ฝีมือไทย เพื่อคนไทยในต่างแดน”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.thaismefranchise.com/?p=9728>. (สืบค้นข้อมูล วันที่ 10 กรกฎาคม 2556)

[2] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2556. “หอมแดง”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://th.wikipedia.org/wiki/หอมแดง>. (สืบค้นข้อมูล วันที่ 10 กรกฎาคม 2556)

[3] Thai Cooking Recipe. “วิธีปอกหัวหอมไม่ให้แสบตา”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.thaicookingrecipe.com/article/8/วิธีการปอกหัวหอมไม่ให้แสบตา.html> (สืบค้นข้อมูล วันที่ 13 กรกฎาคม 2556)

[4] วิสุทธิ์ นวลเจริญ, 2553. เครื่องปอกกระเทียมและหอมแดง. แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการช่างพัทลุง

[5] มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2551. หอมแดง. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

[6] สุกัญญา คู่แก้ว. คู่มือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร หอมแดง. กรมส่งเสริมการเกษตร 2551.

[7] เกษตรแสงอาทิตย์. 2556. ต้นหอมแดง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.ecoagrotech.com/index.php?lay=show&ac=photo_view&event_id=7582&pagephoto=2. (สืบค้นข้อมูล วันที่ 20 สิงหาคม 2556)

[8] Food Network Solution. 2556. พืชหัว. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2926/พืชหัว-tuber-corp>. (สืบค้นข้อมูล วันที่ 20 สิงหาคม 2556)

[9]] พืชศาสตร์สำหรับเยาวชน. 2556. หัวแบบหอม (Bulb). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://web3.dnp.go.th/botany/BFC/stem.html> (สืบค้นข้อมูล วันที่ 20 สิงหาคม 2556)

[10] ตลาดเกษตร.com. 2556. มีหอมแดงขายจำนวนมาก อำเภอราศีไศล จังหวัดศรีสะเกษ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://market.taradkaset.com/2797/มีหอมแดงขายจำนวนมาก-อำเภอราศีไศล-จังหวัดศรีสะเกษ.html> (สืบค้นข้อมูล วันที่ 20 สิงหาคม 2556)

[11] ผู้จัดการออนไลน์. 2552. "เครื่องปอกกระเทียม" รวดเร็วโดนใจอุตสาหกรรมอาหาร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.manager.co.th/Science/ViewNews.aspx?NewsID=9520000010000&TabID=2> & (สืบค้นข้อมูล วันที่ 20 สิงหาคม 2556)

[12] กรมส่งเสริมการเกษตร. 2556. หอมแดงพันธุ์เชียงใหม่. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://alangcity.blogspot.com/2012/08/blog-post_511.html (สืบค้นข้อมูล วันที่ 20 สิงหาคม 2556)

[13] สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. 2556. หอมแดง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.arda.or.th.122.155.171.22.no-domain.name/kasetinfo/north/plant/shallot> (สืบค้นข้อมูล วันที่ 20 สิงหาคม 2556)

[14] พรรณนีย์ วิชชาชู. การเก็บรักษาหอมแดง.กรมวิชาการเกษตร.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: <http://ag-ebook.lib.ku.ac.th/ebooks/item.php?id=2011-004-0130>. (สืบค้นข้อมูล วันที่ 20 สิงหาคม 2556)

[15] กรมส่งเสริมการเกษตร. 2556. โรคแอนแทรคโนส. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.agriqua.doae.go.th/plantclinic/Clinic/plant/onion/disg3.html>. (สืบค้นข้อมูล วันที่ 20 สิงหาคม 2556)

[16] กรมส่งเสริมการเกษตร 2556. โรคราดำ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.agriqua.doae.go.th/plantclinic/Clinic/plant/onion/disg1.html>. (สืบค้นข้อมูล วันที่ 20 สิงหาคม 2556)

[17] วิไล รังสาดทอง. 2546. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: บริษัทเท็กซ์ แอนด์เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.

[18] ผู้จัดการออนไลน์. 2552. "เครื่องปอกกระเทียม" รวดเร็วโดนใจอุตสาหกรรมอาหาร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.manager.co.th/Science/ViewNews.aspx?NewsID=9520000010000&TabID=2> &

[19] วรวิทย์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2523.

[20] จรัส บุญยธรรมมา. 2556. ชนิดลูกปืน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.rmutphysics.com/charud/howstuffwork/howstuff1/bearing/bearingthai3.htm>. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. (สืบค้นข้อมูล วันที่ 28 สิงหาคม 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ขนาดหอมแดง

| ลำดับที่ | x (mm) | y (mm) | z (mm) | ลำดับที่ | x (mm) | y (mm) | z (mm) |
|----------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|
| 1 | 24.90 | 22.90 | 29.15 | 28 | 25.25 | 21.95 | 27.35 |
| 2 | 28.80 | 24.10 | 27.45 | 29 | 23.65 | 19.75 | 25.85 |
| 3 | 21.05 | 20.70 | 26.85 | 30 | 24.15 | 18.95 | 27.25 |
| 4 | 25.95 | 23.70 | 28.00 | 31 | 20.95 | 19.15 | 21.35 |
| 5 | 21.60 | 19.65 | 24.90 | 32 | 22.85 | 20.10 | 27.70 |
| 6 | 27.55 | 23.95 | 24.70 | 33 | 21.45 | 19.10 | 26.10 |
| 7 | 25.35 | 19.25 | 24.95 | 34 | 20.25 | 16.80 | 23.95 |
| 8 | 27.65 | 23.80 | 30.25 | 35 | 27.35 | 23.40 | 29.15 |
| 9 | 22.25 | 19.55 | 25.15 | 36 | 24.75 | 22.05 | 26.95 |
| 10 | 21.15 | 18.95 | 23.20 | 37 | 25.15 | 21.90 | 28.25 |
| 11 | 27.70 | 24.95 | 32.05 | 38 | 21.40 | 19.05 | 23.15 |
| 12 | 20.90 | 20.40 | 29.95 | 39 | 23.65 | 20.55 | 25.30 |
| 13 | 23.70 | 20.95 | 21.60 | 40 | 26.70 | 24.35 | 28.90 |
| 14 | 23.05 | 19.50 | 23.90 | 41 | 24.65 | 20.90 | 27.05 |
| 15 | 19.65 | 19.05 | 26.90 | 42 | 21.80 | 19.20 | 24.05 |
| 16 | 26.85 | 22.10 | 31.10 | 43 | 25.90 | 23.25 | 28.55 |
| 17 | 22.95 | 18.05 | 28.05 | 44 | 26.25 | 23.90 | 29.30 |
| 18 | 21.95 | 18.80 | 27.45 | 45 | 22.35 | 19.90 | 24.85 |
| 19 | 19.50 | 18.90 | 23.30 | 46 | 25.20 | 21.55 | 27.60 |
| 20 | 27.75 | 24.15 | 24.90 | 47 | 22.55 | 19.45 | 26.00 |
| 21 | 22.75 | 19.55 | 24.70 | 48 | 21.00 | 19.10 | 23.25 |
| 22 | 23.95 | 20.25 | 23.80 | 49 | 22.05 | 16.25 | 23.65 |
| 23 | 25.35 | 22.15 | 26.45 | 50 | 19.45 | 17.85 | 24.50 |
| 24 | 22.65 | 20.85 | 24.35 | 51 | 23.25 | 22.15 | 26.75 |
| 25 | 20.25 | 16.35 | 25.60 | 52 | 22.75 | 21.20 | 26.20 |
| 26 | 23.95 | 20.05 | 25.15 | 53 | 21.65 | 20.75 | 25.95 |
| 27 | 26.85 | 24.55 | 27.95 | 54 | 23.25 | 22.10 | 27.25 |

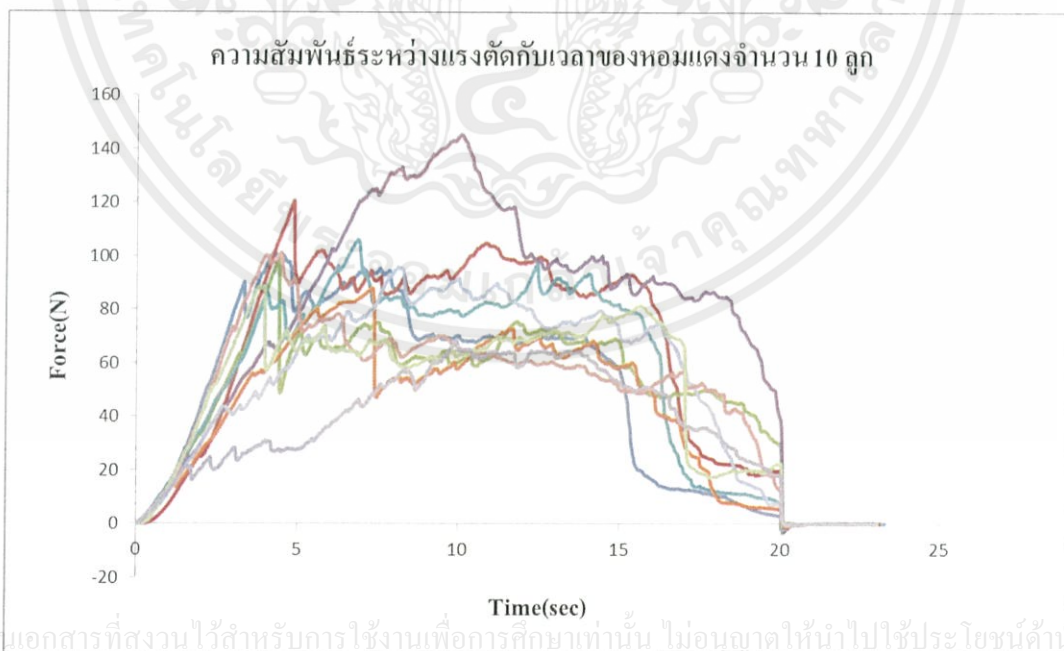
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับครูโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้พิมพ์ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกสิ่งนี้ออกไปและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีนำไปใช้

| ลำดับที่ | x (mm) | y (mm) | z (mm) | ลำดับที่ | x (mm) | y (mm) | z (mm) |
|----------|--------|--------|--------|------------|--------|--------|--------|
| 55 | 26.10 | 24.95 | 30.20 | 80 | 21.75 | 20.75 | 25.35 |
| 56 | 24.15 | 22.55 | 28.85 | 81 | 22.85 | 21.65 | 27.90 |
| 57 | 23.40 | 21.75 | 27.90 | 82 | 25.35 | 23.90 | 29.15 |
| 58 | 22.80 | 20.95 | 27.15 | 83 | 26.45 | 24.80 | 30.25 |
| 59 | 23.60 | 21.65 | 28.00 | 84 | 28.25 | 27.35 | 31.65 |
| 60 | 22.65 | 20.50 | 26.90 | 85 | 27.65 | 26.45 | 31.05 |
| 61 | 20.65 | 19.85 | 23.25 | 86 | 27.40 | 25.90 | 32.25 |
| 62 | 21.05 | 20.05 | 25.90 | 87 | 24.15 | 23.00 | 28.30 |
| 63 | 20.45 | 19.20 | 24.05 | 88 | 23.35 | 22.85 | 27.80 |
| 64 | 24.55 | 23.30 | 28.60 | 89 | 27.65 | 26.45 | 32.10 |
| 65 | 28.00 | 27.15 | 31.55 | 90 | 25.45 | 24.15 | 28.20 |
| 66 | 23.60 | 22.55 | 28.85 | 91 | 26.30 | 25.60 | 30.45 |
| 67 | 27.80 | 26.45 | 32.20 | 92 | 20.25 | 17.65 | 24.80 |
| 68 | 24.35 | 23.10 | 27.05 | 93 | 23.75 | 21.30 | 27.95 |
| 69 | 25.45 | 22.65 | 28.65 | 94 | 26.90 | 25.50 | 30.25 |
| 70 | 23.45 | 21.35 | 27.10 | 95 | 26.75 | 24.75 | 30.35 |
| 71 | 25.60 | 24.90 | 29.75 | 96 | 24.10 | 23.65 | 27.15 |
| 72 | 27.95 | 26.20 | 31.50 | 97 | 23.20 | 22.25 | 26.90 |
| 73 | 26.35 | 25.45 | 29.95 | 98 | 22.40 | 21.10 | 27.50 |
| 74 | 24.95 | 23.10 | 27.60 | 99 | 25.80 | 24.55 | 29.90 |
| 75 | 27.25 | 26.00 | 30.40 | 100 | 27.15 | 25.50 | 33.65 |
| 76 | 22.65 | 21.25 | 26.80 | Avg | 24.18 | 22.00 | 27.43 |
| 77 | 23.45 | 21.35 | 26.90 | Min | 19.45 | 16.25 | 21.35 |
| 78 | 26.75 | 25.50 | 30.20 | Max | 28.80 | 27.70 | 33.65 |
| 79 | 28.20 | 27.70 | 32.70 | SD | 2.4200 | 2.6379 | 2.6381 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำหรือเผยแพร่ข้อมูลใดๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้พิมพ์ลงเนื้อหาและห้องอ้างอิงถึงชื่อเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าแรงสูงสุดในการตัดรากและก้านใบของหอมแดง

| No. | Max Force (N) |
|------|---------------|
| 1 | 101.51 |
| 2 | 120.87 |
| 3 | 100.65 |
| 4 | 145.42 |
| 5 | 106.06 |
| 6 | 88.18 |
| 7 | 96.015 |
| 8 | 101.31 |
| 9 | 88.95 |
| 10 | 68.40 |
| Avg. | 101.76 |
| Min | 68.40 |
| Max | 145.42 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
กราฟที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงตัดกับเวลาของหอมแดงจำนวน 10 ลูก

ตารางที่ 3 ผลของการทดสอบแรงดึงของวัสดุ

Table A-22

Results of Tensile Tests of Some Metals* Source: J. Datsko, "Solid Materials," chap. 32 in Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke, and Dennis F. (eds.-in-chief), *Standard Handbook of Machine Design*, 3rd ed., McGraw-Hill, New York, 2004, pp. 32.49–32.52.

| Number | Material | Condition | Strength (Tensile) | | | | | |
|--------|--------------------|-----------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------|
| | | | Yield S_{yy} MPa (kpsi) | Ultimate S_{uu} MPa (kpsi) | Fracture, σ_f MPa (kpsi) | Coefficient σ_u MPa (kpsi) | Strain Strength, Exponent m | Fracture Strain ϵ_f |
| 1018 | Steel | Annealed | 220 (32.0) | 341 (49.5) | 628 (91.1) [†] | 620 (90.0) | 0.25 | 1.05 |
| 1144 | Steel | Annealed | 358 (52.0) | 646 (93.7) | 898 (130) [†] | 992 (144) | 0.14 | 0.49 |
| 1212 | Steel | HR | 193 (28.0) | 424 (61.5) | 729 (106) [†] | 758 (110) | 0.24 | 0.85 |
| 1045 | Steel | Q&T 600°F | 1520 (220) | 1580 (230) | 2380 (345) | 1880 (273) [†] | 0.041 | 0.81 |
| 4142 | Steel | Q&T 600°F | 1720 (250) | 1930 (210) | 2340 (340) | 1760 (255) [†] | 0.048 | 0.43 |
| 303 | Stainless steel | Annealed | 241 (35.0) | 601 (87.3) | 1520 (221) [†] | 1410 (205) | 0.51 | 1.16 |
| 304 | Stainless steel | Annealed | 276 (40.0) | 568 (82.4) | 1600 (233) [†] | 1270 (185) | 0.45 | 1.67 |
| 2011 | Aluminum alloy | T6 | 469 (67.5) | 324 (47.0) | 325 (47.2) [†] | 620 (90) | 0.28 | 0.10 |
| 2024 | Aluminum alloy | T4 | 296 (43.0) | 446 (64.8) | 533 (77.3) [†] | 689 (100) | 0.15 | 0.18 |
| 7075 | Aluminum alloy | T6 | 542 (78.6) | 593 (86.0) | 706 (102) [†] | 882 (128) | 0.13 | 0.18 |

*Values from one or two heats and believed to be attainable using proper purchase specifications. The fracture strain may vary as much as 100 percent.

[†]Derived value.

ตารางที่ 4 ค่าตัวประกอบความล้า

| ชนิดของแรง | C_m | C_t |
|------------------------------|---------|---------|
| เพลายูนิ่ง : | | |
| แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ | 1.0 | 1.0 |
| แรงกระตุก | 1.5-2.0 | 1.5-2.0 |
| เพลาม้วน : | | |
| แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ | 1.5 | 1.0 |
| แรงกระตุกอย่างเบา | 1.5-2.0 | 1.0-1.5 |
| แรงกระตุกอย่างแรง | 2.0-3.0 | 1.5-3.0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 3 rpm ยางแบบที่ 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามรูปที่ 2 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 5 rpm ยางแบบที่ 1 ครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 7 rpm ยางแบบที่ 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามรูปที่ 4 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 10 rpm ยางแบบที่ 1 ครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 15 rpm ยางแบบที่ 1

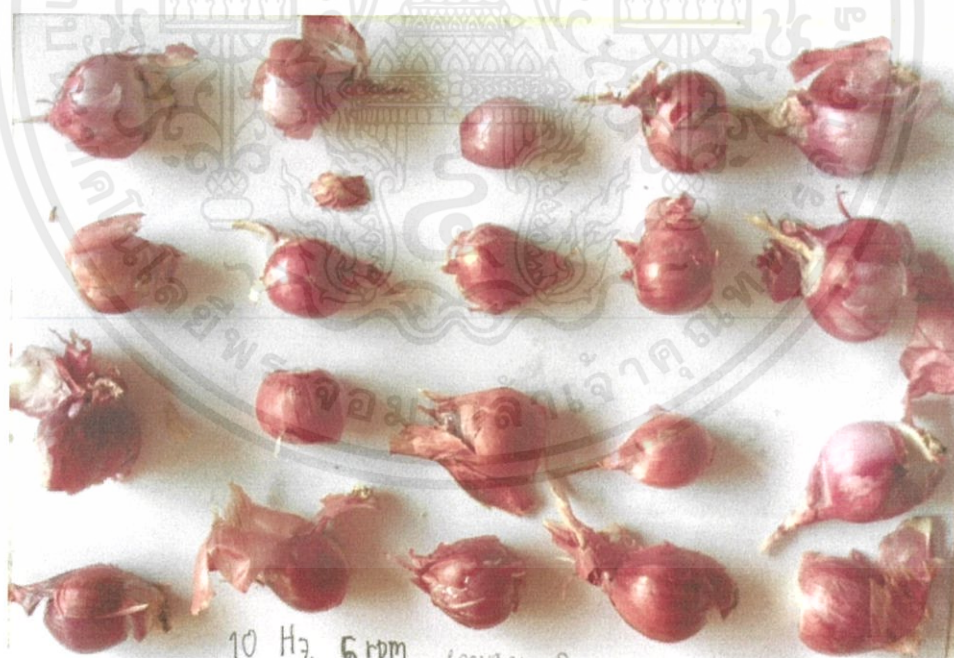


รูปที่ 6 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 20 rpm ยางแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิอนุญาตให้ผู้อื่นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 3 rpm ยางแบบที่ 2

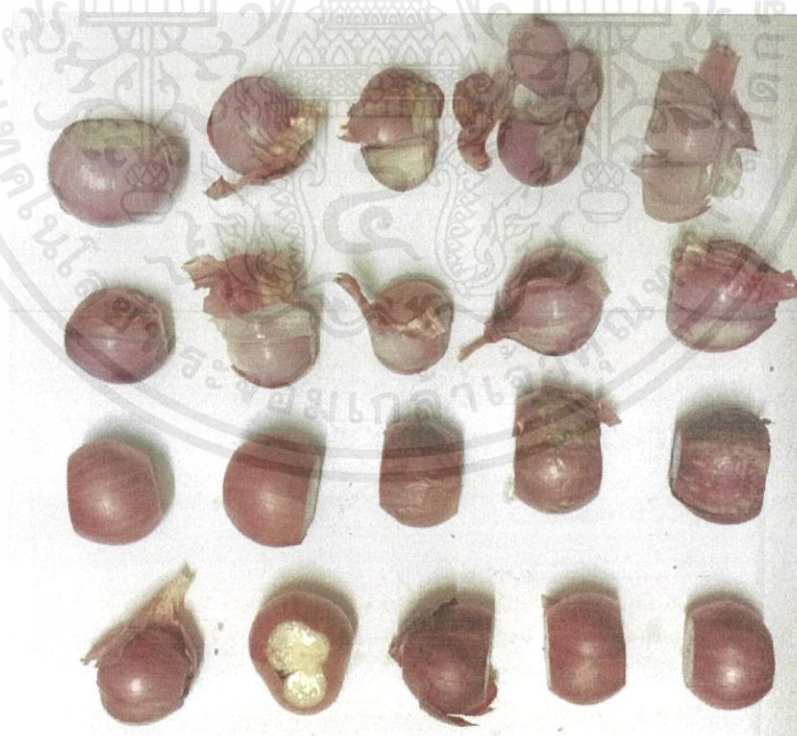


รูปที่ 8 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 5 rpm ยางแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 7 rpm ยางแบบที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 10 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 10 rpm ยางแบบที่ 2

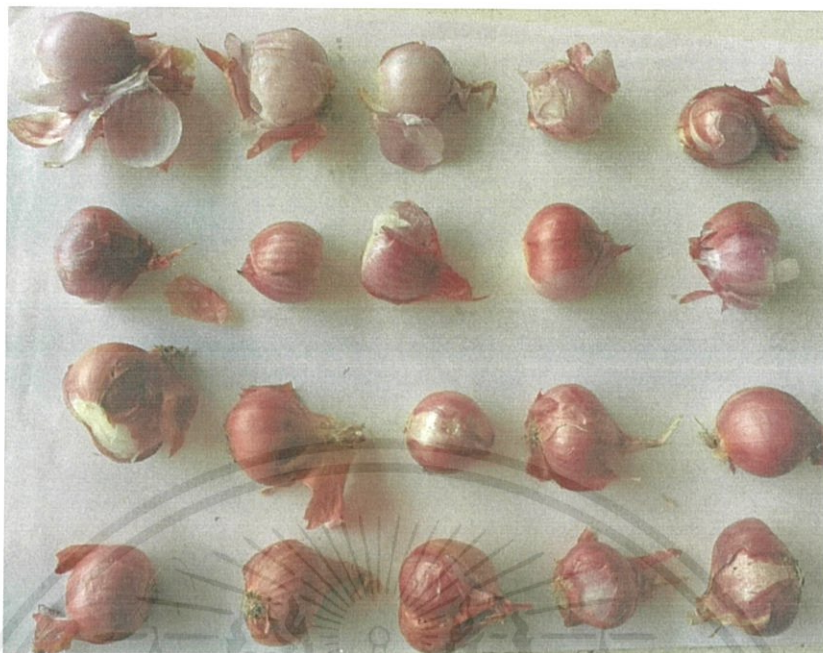


รูปที่ 11 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 15 rpm ยางแบบที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 12 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 20 rpm ยางแบบที่ 2



รูปที่ 13 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 3 rpm ยางแบบที่ 3



รูปที่ 14 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 5 rpm ยางแบบที่ 3

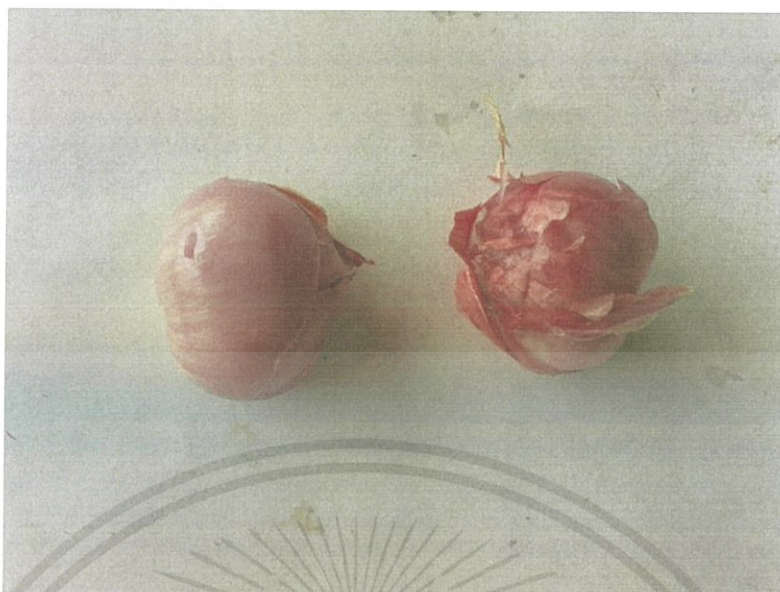
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 16 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 10 rpm ยางแบบที่ 3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้า รูปที่ 17 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 15 rpm ยางแบบที่ 3 ครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 18 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบ 20 rpm ยางแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้