สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและพัฒนาเครื่องผ่ามะพร้าวอ่อนอัตโนมัติรุ่นที่ 2

Design and Development of 2nd Generation Automatic Coconut Cutting Machine

รศ.สาทิป รัตนภาสกร
ดร.เกียรติศักดิ์ รุ่นพระแสง

RdH
ส 634ก
2555

สารหนู
เลขทะเบียน 138156
วัน.เดือน.ปี 18 ก.ย. 2558

b 12708422
i

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2555
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ชื่อโครงการ การออกแบบและพัฒนาเครื่องผ่ามะพร้าวอ่อนอัตโนมัติรุ่นที่ 2
แหล่งเงิน เงินงบประมาณรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2555 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.
ประจำปีงบประมาณ 2555 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 72,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2555 ถึง 30 กันยายน 2556
หัวหน้าโครงการ รศ.สาทิป รัตนภาสกร สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.
ผู้ร่วมโครงการ ดร.เกียรติศักดิ์ รุ่นพระแสง สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.

บทคัดย่อ

บทคัดย่อ

การออกแบบและพัฒนาเครื่องผ่ามะพร้าวอ่อนอัตโนมัติรุ่นที่2เป็นการออกแบบและพัฒนาต่อยอดจากเครื่องผ่ามะพร้าวกึ่งอัตโนมัติเครื่องเดิม ในการศึกษาพบว่าเครื่องสามารถทำงานได้เร็วขึ้นเมื่อมีการพัฒนากลไกสำหรับการจับและการป้อนมะพร้าวเข้าสู่ตำแหน่งการตัด โดยวิเคราะห์และพัฒนาจากการทำงานของเครื่องผ่ามะพร้าวอ่อนกึ่งอัตโนมัติแบบเดิมที่สามารถผ่าผลมะพร้าวอ่อนขนาดเฉลี่ย 23x19x20 เซนติเมตร และมีอัตราการผลิต 6 ผลต่อนาที ซึ่งกลไกการป้อนแบบเดิมใช้เวลาในการนำมะพร้าวอ่อนจากตำแหน่งการป้อนเข้าสู่ตำแหน่งการตัดจึงเป็นปัญหาคอขวดของขั้นตอนการผ่า บางครั้งไม่สามารถผ่าผ่านใจกลางของมะพร้าวอ่อนได้ การเคลื่อนที่กลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้นช้า เนื่องจากต้องรอให้การตัดเสร็จสิ้นก่อน หลังจากวิเคราะห์สาเหตุและวิจัยแนวคิดการออกแบบในการจับผลมะพร้าวอ่อนแล้ว ได้ออกแบบกลไกต้นแบบเพื่อจับผลมะพร้าวอ่อนโดยมีลักษณะเสมือนนิ้วคน ปรับปรุงกลไกนิวเมติกส์สำหรับการบีบจับและลำเลียงใหม่ จากนั้นจึงสร้างและทดสอบกลไกต้นแบบ โดยศึกษากรณีต่าง ๆ คือ 1) การทดสอบประสิทธิภาพในการจับและการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน 2) การทดสอบแรงต่ำสุดและแรงปฏิกิริยาสำหรับการจับผลมะพร้าวอ่อน 3) การทดสอบการทำงานอย่างต่อเนื่องและ 4) การหาปริมาณความสิ้นเปลืองลมอัด ผลที่ได้จากการทดสอบพบว่าความเร็วในการลำเลียง 0.5 เมตรต่อวินาทีเป็นความเร็วมากที่สุดสำหรับการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนได้อย่างสมบูรณ์ 100 % ใช้ความดันต่ำสุด 2.71 บาร์ สร้างแรงจับได้ 109 นิวตัน โดยอัตราการผลิตเฉลี่ย 8 ผลต่อนาที เร็วขึ้นจากเดิม 25 % คิดเป็นกำลังการผลิตคือ 3,840 ผลต่อวัน ปริมาณสิ้นเปลืองลมอัด 0.122 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ซึ่งต้องการเครื่องอัดลมขนาด 5.7 แรงม้า เมื่อเทียบกับแบบเดิมใช้ปริมาณลมอัดมากกว่า 33.3 % จากการทดสอบเครื่องต้นแบบสามารถนำไปใช้ในการสร้างเครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนแบบใหม่ในระดับการค้าต่อไป

คำสำคัญ : มะพร้าวอ่อน กลไกการจับ กลไกการลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก เงินงบประมาณแผ่นดิน คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปี 2555 ข้าพเจ้าขอบคุณผู้ที่เกียวข้องทั้งหมดที่ได้ช่วยงานวิจัยให้เสร็จสมบูรณ์ ไม่ว่าจะเป็นเจ้าหน้าที่ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ บุคลากรประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร

รศ.สาทิป รัตนภาสกร
ดร.เกียรติศักดิ์ รุ่นพระแสง

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
กิตติกรรมประกาศ	II
สารบัญ	III
สารบัญตาราง	IV
สารบัญภาพ	V
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	4
2.1 พันธุ์มะพร้าว	4
2.1.1 พันธุ์มะพร้าวต้นเตี้ย	4
2.1.2 พันธุ์มะพร้าวต้นสูง	4
2.2 ลักษณะทางกายภาพของผลมะพร้าว	5
2.3 เครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับมะพร้าว	5
2.3.1 เครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนต้นแบบ	5
2.3.2 เครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนแบบกึ่งอัตโนมัติ	6
2.4 ความจำเป็นในการจับผลมะพร้าวก่อนป้อนสู่ตำแหน่งการผ่าผล	6
บทที่ 3 ทฤษฎี	8
3.1 โครงสร้างระบบนิวเมติกส์	8
3.1.1 การทำงานของระบบนิวเมติกส์	8
3.1.2 การคำนวณหาขนาดกระบอกสูบลม	18
3.1.3 การคำนวณความเร็วของก้านสูบ	19
3.2 การคำนวณปริมาณการสิ้นเปลืองลมของเครื่องอัดลม	19
3.2.1 หาอัตราเร็วของกระบอกสูบ	20
3.2.2 หาอัตราการไหลเชิงปริมาตร	20
3.3 การคำนวณหาขนาดของปั๊มลม	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 การออกแบบกลไกการจับและการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน	**22**
4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของผลมะพร้าวอ่อน	22
4.2 การวิเคราะห์การจับ และการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนตามความเหมาะสม	22
4.2.1 ศึกษารูปแบบแรงกระทำต่อผลมะพร้าวอ่อน	22
4.2.2 แนวคิดรูปแบบการจับผลมะพร้าวอ่อน	23
4.3 การออกแบบวงจรนิวเมติกส์สำหรับกลไกการจับและการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน	26
4.3.1 อุปกรณ์ระบบนิวเมติกส์	26
4.3.2 หลักการทำงานของวงจรนิวเมติกส์	26
4.4 การออกแบบโครงสร้าง	27
4.5 การออกแบบกลไกการจับ	27
4.6 การออกแบบขนาดของนิ้วจับและวัสดุรับน้ำหนัก	29
บทที่ 5 การสร้างเครื่องต้นแบบและการทดสอบ	32
5.1 การสร้างโครงสร้าง	32
5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของกลไกการจับและการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน	33
5.3 การทดสอบแรงต่ำสุดและแรงปฏิกิริยาสำหรับการจับผลมะพร้าวอ่อน	34
5.4 การทดสอบการทำงานอย่างต่อเนื่อง	35
5.5 การหาปริมาณความสิ้นเปลืองลมอัด	36
5.6 การหากำลังของปั๊มลมอัด	37
5.7 การเปรียบเทียบปริมาณความสิ้นเปลืองลมอัดของแบบเก่าและแบบใหม่	37
บทที่ 6 สรุปผลการออกแบบและข้อเสนอแนะ	39
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	41
ภาคผนวก ก	41
ภาคผนวก ข	43
ประวัตินักวิจัย	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 เครื่องผ่ามะพร้าวอ่อนของ Rattanapaskorn และ Roonprasang	1
2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการจับ	7
2.2 เปรียบเทียบการใช้แรงงานคนกับการใช้เครื่องจักร	7
3.1 เครื่องอัดลมแบบลูกสูบ	8
3.2 เครื่องอัดลมแบบไดอะแฟรม	9
3.3 เครื่องอัดลมแบบใบพัดเลื่อน	9
3.4 เครื่องอัดลมแบบสกรู	10
3.5 เครื่องอัดลมแบบใบพัดหมุน	10
3.6 เครื่องอัดลมแบบกังหัน	11
3.7 เครื่องระบายความร้อนแบบใช้ลมเป่า	11
3.8 เครื่องกรองท่อเมน	12
3.9 ชุดปรับคุณภาพลมอัด	13
3.10 อุปกรณ์เก็บเสียง	13
3.11 วาล์วควบคุมทิศทางการไหล	14
3.12 วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมอัด	17
3.13 กระบอกสูบ	17
4.1 ผลมะพร้าวอ่อน	22
4.2 Free body diagram แรงบนมะพร้าวอ่อนแบบต่าง ๆ	23
4.3 รูปแบบส่วนประกอบของแนวคิด Normal gripper	24
4.4 รูปแบบส่วนประกอบของแนวคิด Doraemon Hand	24
4.5 รูปแบบส่วนประกอบของแนวคิด Vacuum Gripper	25
4.6 รูปแบบส่วนประกอบของแนวคิด Rotary	25
4.7 รูปแบบส่วนประกอบของแนวคิด Gripper Mechanism	26
4.8 แผงผังวงจรนิวเมติกส์ควบคุม	27
4.9 แผงผังเวลาการตอบสนองของวงจร	27
4.10 แบบและส่วนประกอบการจับและการลำเลียง	28
4.11 องค์ประกอบแรงที่ส่งผลต่อโครงสร้างรับน้ำหนักกลไกการจับ	29
4.12 องค์ประกอบแรงที่ส่งผลต่อนิ้วจับ	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.1 โครงสร้างกลไกการจับและการลำเลียง	33
5.2 เครื่องต้นแบบผ่าผลมะพร้าวอ่อน	33
5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและความเร็วในการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนต่าง ๆ	35

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 การกำหนดสัญลักษณ์ของวาล์ว	14
3.2 สัญลักษณ์รูอุปกรณ์	15
3.3 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางแบบต่าง ๆ	15
3.4 การบังคับการเลื่อนของวาล์วควบคุมโดยใช้กล้ามเนื้อ	16
3.5 การบังคับการเลื่อนของวาล์วควบคุมโดยกลไก	16
4.1 เปรียบเทียบแนวคิดรูปแบบต่าง ๆ	26
5.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการจับและการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน	34

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1
บทนำ

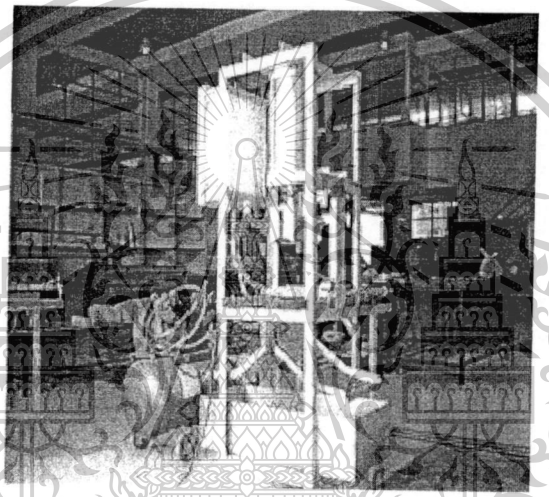
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะพร้าวเป็นพืชยืนต้นชนิดหนึ่งที่อยู่ในตระกูลปาล์มเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได้ดี พบได้ทั่วไปทุกภูมิภาค ขยายพันธุ์โดยใช้ผลแก่เพาะเป็นต้นอ่อนนำไปปลูกในหลุมที่รองก้นด้วยปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก มะพร้าวสามารถใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง น้ำมะพร้าวใช้เป็นเครื่องดื่มเกลือแร่ได้เนื่องจากอุดมไปด้วยโพแทสเซียม จึงเป็นที่นิยมในการบริโภค_นอกจากนี้น้ำมะพร้าวยังมีคุณสมบัติปลอดเชื้อโรคอีกด้วย น้ำมะพร้าวสามารถนำไปทำวุ้นมะพร้าวได้โดยการเจือกรดอ่อนเล็กน้อยลงในน้ำมะพร้าว เนื้อมะพร้าวสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิด หรือนำมาคั้นเอาน้ำกะทิประกอบอาหารคาวหวานได้หลากหลายชนิด การจำหน่ายมะพร้าวอ่อนในปัจจุบันจะมีทั้งการจำหน่ายในรูปบริโภคสด และการแปรรูปผลสดเอาเฉพาะส่วนเนื้อและน้ำมาบรรจุในภาชนะต่างๆ เช่น บรรจุในภาชนะพลาสติกหรือกระป๋อง การทำวุ้นมะพร้าว โดยความต้องการในการบริโภคภายในประเทศสูงถึง 100,000 ตัน และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สำหรับตลาดในต่างประเทศแถบยุโรป มะพร้าวอ่อนเป็นผลไม้ที่ค่อนข้างใหม่ และกำลังเป็นที่นิยมบริโภคในหมู่นักบริโภคทั้งหลาย ทำให้ปริมาณความต้องการในตลาดต่างประเทศมีมาก ประกอบกับมะพร้าวอ่อนของไทยมีรสชาติที่หอมดีกว่าประเทศคู่แข่งที่สำคัญอย่างประเทศฟิลิปปินส์หรือศรีลังกา ในปี 2551 บริษัท AIC Inc. ซึ่งเป็นบริษัทในเครือของกลุ่มบริษัท อิออน ประเทศญี่ปุ่นได้ตั้งเป้าหมายการนำเข้ามะพร้าวอ่อนจากไทย 24 ล้านบาท (กระทรวงพาณิชย์, 2552) ซึ่งทางบริษัทฯ มีความเห็นว่ามะพร้าวอ่อนไทยเป็นสินค้าที่มีคุณภาพดี มีการพัฒนากระบวนการควบคุมมาตรฐานสินค้า จึงทำให้ความต้องการมะพร้าวอ่อนจากไทยมีมากขึ้น แนวโน้มด้านการตลาดและการส่งออกของไทยค่อนข้างสดใส ดังนั้นถ้าในภาคอุตสาหกรรมแปรรูปสามารถพัฒนาการผลิตมะพร้าวอ่อนให้มีคุณภาพดีขึ้น และมีปริมาณมากขึ้น ตามความต้องการของตลาด รวมทั้งมีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการแปรรูปให้มะพร้าวอ่อนสามารถเก็บไว้บริโภคได้นานโดยรสชาติไม่เปลี่ยนแล้วนั้น ประเทศไทยก็จะเป็นประเทศผู้ส่งออกมะพร้าวอ่อนที่สำคัญระดับโลกประเทศหนึ่ง อย่างไรก็ตาม ก่อนจะพัฒนาต่อยอดไปถึงระดับประเทศ และระดับโลก อย่างแรกที่ควรทำคือการพัฒนา และยกระดับการผลิต ของอุตสาหกรรมขนาดย่อม (SME) ภายในท้องถิ่นต่าง ๆ ภายในประเทศ โดยการใช้เทคโนโลยี และความรู้ทางวิศวกรรม เพื่อก่อให้เกิดองค์ความรู้ที่ยั่งยืนและเป็นพื้นฐานในการพัฒนาในระดับต่อ ๆ ไป ในปัจจุบัน ความต้องการบริโภคมะพร้าวอ่อนเพิ่มมากขึ้นแต่กำลังการผลิตมีไม่พอ เพราะต้องพึ่งแรงงานคนเสียเป็นส่วนมาก เครื่องจักรที่ใช้เป็นเครื่องมืออย่างง่าย ทำงานช้า และไม่ได้มาตรฐานในการผลิตอาหาร โดยเฉพาะกระบวนการผ่ามะพร้าวก่อนแปรรูป การพัฒนาเครื่องผ่ามะพร้าวจึงเป็นตัวแปรสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมแปรรูปมะพร้าว เนื่องจากสามารถลดต้นทุน และเวลาในการผลิต ใช้พื้นที่ในการผลิตน้อย อัตราการผลิตคงที่ และใช้งานง่าย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีงานวิจัยที่ศึกษาและทำการสร้างเครื่องจักรสำหรับแปรรูปมะพร้าวอ่อนที่ได้รับการเผยแพร่และตีพิมพ์ในระดับนานาชาติเพียงสองงานคือเครื่องปอกผลมะพร้าวอ่อน (JarimopasและRuttanadat,2004)และเครื่องผ่ามะพร้าวอ่อน(Rattanapaskornและ Roonprasang, 2008) เครื่องจักรที่ได้จากงานวิจัยสามารถทำงานได้มีความเร็วสูงขึ้นกว่าการใช้แรงงานคนแต่สำหรับงานขJarimopas และ Ruttanadat เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกเพื่อให้ได้รูปทรงเฉพาะสำหรับการขายสดทั้งผล จึงไม่เข้าข่ายที่จะนำแนวทางมาใช้ในงานวิจัยนี้ ในส่วนของงานวิจัยโดย Rattanapaskorn และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Roonprasang เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการผ่าผลมะพร้าว ที่ตรงตามลักษณะการใช้งานของผู้ประกอบการมากที่สุดและสามารถนำหลักการและเทคโนโลยีมาต่อยอดและพัฒนา เพื่อให้ได้เครื่องจักรที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิต จากการศึกษาพบว่าเครื่องปอกมะพร้าวอ่อนของ Rattanapaskorn และ Roonprasang ทำงานโดยใช้ระบบนิวเมติกซ์ ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งอาศัยลมเป็นตัวพาให้ลูกสูบเคลื่อนที่ ระบบนิวเมติกซ์นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากการทำงานจะไม่มีสิ่งปนเปื้อนลงไปในอาหาร ตัวเครื่องมีการออกแบบภาชนะสำหรับรองรับน้ำมะพร้าวและมีผ้าสำหรับกรองเศษฝุ่นที่เกิดขึ้นระหว่างการผ่ามะพร้าว มีการออกแบบให้กะลามะพร้าวตกลงไปตามแผ่นที่มีความชันไปยังภาชนะรองรับที่สะอาด เครื่องผ่ามะพร้าวอ่อนที่ได้ทำการพัฒนาสามารถผ่ามะพร้าวได้ 6 ผลต่อนาที ซึ่งสามารถผ่าได้เร็วกว่าเครื่องผ่าแบบเก่าซึ่งใช้แรงงานคน ดังนั้นเพื่อตอบสนองความต้องการของโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพมีการทำงานที่เร็วขึ้นจึงจำเป็นต้องมีการวิจัยออกแบบและพัฒนาเครื่องผ่ามะพร้าวอ่อนอัตโนมัติรุ่นที่ 2



รูปที่ 1.1 เครื่องผ่ามะพร้าวอ่อนของ Rattanapaskorn และ Roonprasang (2008)

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อพัฒนารูปแบบและกลไกการป้อนมะพร้าวให้การทำงานของเครื่องผ่ามะพร้าวอ่อนทำงานได้เร็วขึ้น เพื่อต่อยอดเทคโนโลยีทางด้านการออกแบบเครื่องจักรเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปมะพร้าวอ่อน

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

เครื่องจักรที่ออกแบบสำหรับการผ่ามะพร้าวอ่อนเท่านั้นโดยพิจารณาการเพิ่มประสิทธิภาพที่กลไกการป้อนผลมะพร้าวเข้าสู่การผ่า

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาปัญหาและแนวทางในการดัดแปลงเพื่อออกแบบเครื่องทดสอบ

1.4.2 ออกแบบเครื่องทดสอบเบื้องต้นโดยซ้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้และข้อจำกัดต่างๆ และปรับปรุงแก้ไข

1.4.3 ทำการสร้างเครื่องทดสอบปรับปรุงแก้ไข

1.4.4 ทำการทดสอบความสามารถของเครื่อง

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.4.5 สรุปและวิจารณ์ผล

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

14.1 เครื่องผ่ามะพร้าวอ่อนอัตโนมัติที่ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง และตั้งเป้าไว้ที่ความเร็วการทำงานมากกว่า 6 ผล/นาที

14.2 สามารถเพิ่มปริมาณการผลิตให้กับภาคอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารด้วยการวิจัยและพัฒนา

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พันธุ์มะพร้าว (ศักดิ์สิทธิ์, 2536)

มะพร้าวในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือมะพร้าวต้นเตี้ย และมะพร้าวต้นสูง

2.1.1 พันธุ์มะพร้าวต้นเตี้ย

ก. มะพร้าวนกคุ่ม มีลักษณะและขนาดของผลคล้ายนกคุ่ม ผลมีขนาดเล็กสุดในบรรดามะพร้าวในประเทศไทย คือผลทั้งเปลือกหนักเพียง 750 กรัม มีเนื้อมะพร้าวสด 200 กรัมต่อผลหรือประมาณ 100 กรัมต่อผลเมื่อทำเป็นมะพร้าวแห้ง

ข. มะพร้าวหมูสีเขียว เป็นต้นแบบของพันธุ์หมูสีและมีพบมากที่สุด ลำต้นบอบบางแต่แข็งแรงตกผลเร็วเมื่อมีอายุประมาณ 3 ปีหลังปลูก ต้นสูงเพียง 1.5 เมตรให้ผลดกประมาณ 22-25 ผลต่อทลาย เนื้อค่อนข้างบาง มีเนื้อมะพร้าวสด 250-300 กรัมต่อผล หรือทำมะพร้าวแห้งได้ 200 กรัมต่อผล เนื้อและน้ำของผลอ่อนมีรสหวานจึงนิยมปลูกเพื่อขายผลอ่อนกันทั่วไป

ค. มะพร้าวทุ่งเคล็ด ลักษณะทั่วไปเหมือนพันธุ์หมูเขียวตกผลเร็วประมาณ 2 ปีครึ่งหลังปลูก ต้นเตี้ยมากและผลดก ผลทรงรีเล็กน้อยน้ำหนักผลทั้งเปลือก 900 กรัม ให้เนื้อมะพร้าวแห้ง 160 กรัมต่อผล

ง. มะพร้าวปะทิว เป็นสายพันธุ์หนึ่งของพันธุ์หมูสีเขียวเกิดขึ้นที่อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร มีลักษณะคล้ายพันธุ์หมูสีเขียว แต่มีลำต้นใหญ่กว่า และมีสะโพก ผลมีขนาดใหญ่สุดในบรรดาพันธุ์ต้นเตี้ย ผลหนัก 1,065 กรัม เนื้อมะพร้าวสด 203 กรัมต่อผลหรือประมาณ 170 กรัมต่อผล เมื่อทำเป็นมะพร้าวแห้ง

จ. มะพร้าวน้ำหอม เป็นมะพร้าวที่กลายพันธุ์มาจากมะพร้าวหมูสีเขียว เกิดขึ้นที่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ผลขนาดเล็ก กลมรีเล็กน้อย ผลทั้งเปลือกหนักประมาณ 800 กรัม ไม่เหมาะสำหรับมะพร้าวแห้ง เพราะให้มะพร้าวแห้งเพียง 102 กรัมต่อผล ในขณะที่ผลยังอ่อนอยู่น้ำมีกลิ่นหอมเหมือนกลิ่นใบเตย จึงนิยมปลูกกันมากเพื่อการค้าและการส่งออก

ฉ. มะพร้าวหมูสีเหลือง ลักษณะคล้ายพันธุ์หมูสีเขียว นอกจากสีของผลก้านทางและแกนใบซึ่งมีสีเหลืองสดใส และมีสีเขียวนวลเล็กน้อย ผลใหญ่กว่ามะพร้าวนกคุ่มเล็กน้อย มีเนื้อสด 300 กรัมต่อผล ทำมะพร้าวแห้งได้ประมาณ 184 กรัมต่อผล และบางต้นมีน้ำหอม

ช. มะพร้าวไฟ เป็นมะพร้าวพันธุ์หมูสีอีกพันธุ์หนึ่ง เปลืองผลมีสีส้ม สีน้ำตาลแดงเข้ม ลักษณะทั่วไปเหมือนพันธุ์หมูสีเขียว

2.1.2 พันธุ์มะพร้าวต้นสูง

ก. มะพร้าวกะโหลกหรือใหญ่พิเศษ มีผลขนาดใหญ่ที่สุดผลหนักตั้งแต่ 3 กิโลกรัมขึ้นไป ตกผลช้า ผลและกะลากลมใหญ่ น้ำมากเนื้อหนามีเนื้อมะพร้าวสด 750-1,000 กรัมต่อผล หรือประมาณ 354 กรัมต่อผลเมื่อทำเป็นมะพร้าวแห้ง ติดผลไม่ดก

ข. มะพร้าวใหญ่ เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้าทั่วไป เพราะมีผลใหญ่ ตกผลดก เริ่มตกผลเมื่ออายุประมาณ 6 ปี มีเนื้อมะพร้าวสดประมาณ 540 กรัมต่อผล หรือประมาณ 340 กรัมต่อผลเมื่อทำเป็นมะพร้าวแห้ง มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงถึง 60-65 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสำหรับมะพร้าวแห้ง

ค. มะพร้าวกลาง ผลมีขนาดกลาง ผลค่อนข้างกลมยาว ผลทั้งเปลือกหนักประมาณ 1,300-2,200 กรัม ติดผลดอก มีเนื้อมะพร้าวสด 420 กรัมต่อผล หรือประมาณ 200-250 กรัมต่อผล เมื่อทำเป็นมะพร้าวแห้ง นิยมปลูกเป็นการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ง. มะพร้าวปากจก ผลมีลักษณะที่แตกต่างจากพันธุ์อื่น ๆ คือทรงผลยาวรีเป็นเหลี่ยมคล้ายลูกรักบี้ ผลขนาดกลาง กะลาหนา น้ำน้อยเนื้อหนามาก ผลสดหนักประมาณ 1,542 กรัม มีเนื้อมะพร้าว 400-750 กรัมต่อผล เนื้อมะพร้าวมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงจึงเหมาะสำหรับทำมะพร้าวแห้ง

จ. มะพร้าวน้ำตาล เป็นกลุ่มของสายพันธุ์มะพร้าวที่ชาวสวนคัดพันธุ์มาจากสายพันธุ์ปกติ เข้าใจว่าเป็นมะพร้าวกลางหรือมะพร้าวใหญ่ที่นิยมใช้ผลิตน้ำตาลมะพร้าว

ฉ. มะพร้าวกะทิ เป็นสภาพปกติของมะพร้าว ซึ่งเกิดได้ในมะพร้าวกลางหรือมะพร้าวใหญ่ทั่วไป เกิดจากการผิดปกติทางพันธุ์กรรมที่เกี่ยวข้องกับสรีระวิทยา มีลักษณะภายนอกเหมือนมะพร้าวธรรมดา แต่เนื้อจะฟูหนาอ่อนนุ่ม ผิวหน้าจะมีน้ำข้นใสเหมือนวุ้นนำมารับประทานสดหรือทำขนมหวานเป็นที่นิยมมากราคาแพง

ช. มะพร้าวทะลายร้อย ลักษณะเป็นมะพร้าวต้นสูงตกผลเมื่ออายุ 5-6 ปี ผลมีขนาดเล็กหนักเพียง 763 กรัม ทำเป็นมะพร้าวแห้ง 103 กรัมต่อผล ไม่มีคุณค่าทางการค้า

ซ. มะพร้าวเปลือกหวาน เปลือกอ่อนมีรสหวาน ใช้รับประทานได้ผลลักษณะค่อนข้างกลม ขนาดกลาง มีเนื้อมะพร้าวสด 450-500 กรัมต่อผล เป็นพันธุ์ที่หายาก

ฌ. มะแพร้าว เป็นมะพร้าวที่มีลักษณะแตกต่างจากพันธุ์อื่น ๆ ที่ช่อดอกของมะแพร้ว ไม่มีระแง้ หรือแขนงแยกออกไปเป็นเพียงการกลายพันธุ์กลางทำให้ลักษณะดอกเปลี่ยนไปแต่ลักษณะอื่นๆ ยังเหมือนมะพร้าวกลาง

2.2 ลักษณะทางกายภาพของผลมะพร้าว

เมื่อมีการผสมเกสร ดอกตัวเมียจะพัฒนาขึ้นเป็นผล ผลมะพร้าวเป็นแบบ Fibrous drupe (นิยมเรียก Nut) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้นคือ Exsocarp, Mesocarp และ Endocarp

- Exsocarp คือ เปลือก (ผิว) นอกสุดของมะพร้าว เมื่อยังอ่อนอยู่มีสีต่าง ๆ ตั้งแต่สีเขียว เหลือง ส้ม น้ำตาล และน้ำตาลแดง
- Mesocarp คือ เนื้อเยื่อทั้งหมดใต้ Exsocarp จนถึงกะลา เมื่อผลแก่จะมีลักษณะเป็นเส้นใยและหยุ่น มีความหนาประมาณ 2-15 เซนติเมตร ตามชนิดพันธุ์
- Endocarp คือ กะลาซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่แข็งที่สุดของมะพร้าว มีรูปร่างกลม แต่มีเส้นแบ่งให้เห็นเป็น 3 ส่วนชัดเจน ที่ขั้วมี 3 ตา แต่เป็นตาบอด 2 ตา

ผลมะพร้าวอ่อนมีรูปร่างกลมแป้น บางผลมีรูปร่างกลมรี เปลือกหนาชั้นนอกสุดมีสีเขียว ชั้นในเป็นสีขาวเป็นเส้นใยฉ่ำน้ำ ถัดจากชั้นเปลือกเป็นกะลาซึ่งมีความแข็งมากตามความแก่ของผล ภายในกะลาเป็นเนื้อและน้ำมะพร้าว ขนาดของผลมะพร้าวไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับพันธุ์ อายุ ความสมบูรณ์ของดิน การบำรุงรักษาและฤดูการเก็บเกี่ยว เช่นมะพร้าวน้ำหอม โดยทั่วไปที่ตัดขายมีขนาดเส้นรอบวง 45-55 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลไม่รวมเปลือก 10 เซนติเมตร น้ำหนัก 100 กรัม น้ำหนักกะลา 120 กรัมน้ำภายในผล 380 ซีซี น้ำหนักกะลารวมน้ำ และเนื้อขณะเป็นมะพร้าวอ่อน 500 กรัมเปลือกสีเขียวชั้นนอกจะมีความแข็งแรงสูงมากกว่าเปลือกชั้นอื่น และบริเวณก้นของผลจะแข็งกว่าส่วนอื่นมาก ๆ กะลาจะอยู่ใกล้กับด้านก้นของผลมากกว่าด้านขั้วของลูก

2.3 เครื่องจักรกลที่เกี่ยวข้องกับมะพร้าว

2.3.1 เครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกพงษ์ และคณะ(2544) ได้สร้างเครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนต้นแบบให้สามารถผ่าผลมะพร้าวอ่อนโดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อวางผลมะพร้าวบนส่วนรองรับผลมะพร้าวอ่อน ก้านลูกสูบของกระบอกนิวเมติกส์เคลื่อนที่ลงมากดมะพร้าวอ่อนผ่านใบมีดสแตนเลสจนมะพร้าวแยกออกจากกันสมบูรณ์ จากการทดลองที่ความดันลม 8.5 บาร์ และปรับให้ก้านลูกสูบเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 35 ถึง 45 เซนติเมตรต่อวินาที พบว่าเครื่องผ่ามะพร้าวอ่อนสามารถผ่ามะพร้าวอ่อนแยกออกจากกันสมบูรณ์ และใช้เวลาเฉลี่ยในการผ่าผลมะพร้าวอ่อน 1.60 ถึง 1.85 วินาทีต่อผล

2.3.2 เครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนแบบกึ่งอัตโนมัติ

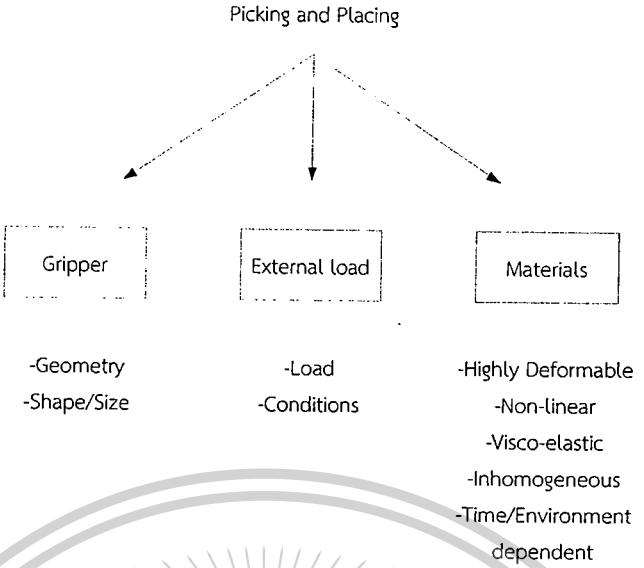
Rattanapaskorn and Rooprasang (2551) ได้สร้างเครื่องผ่ามะพร้าวอ่อนแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยมีส่วนประกอบได้แก่ โครงสร้าง ถาดรองรับผลมะพร้าว ชุดใบมีดตัด ชุดนิวเมติกส์ไฟฟ้า ถาดรองรับน้ำและผลมะพร้าว เริ่มจากวางมะพร้าวลงบนถาด ถาดรองรับมะพร้าวจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าเข้าสู่ชุดตัด เพื่อให้กระบอกตัดลงมาผ่ามะพร้าวอ่อนแยกออกจากกัน จากการทดสอบพบว่าเครื่องผ่ามะพร้าวอ่อนสามารถใช้งานง่าย รวดเร็ว ปลอดภัย โดยสามารถทำงานได้ 480 ผลต่อชั่วโมง

2.4 ความจำเป็นในการจับผลมะพร้าวก่อนป้อนสู่ตำแหน่งการผ่าผล

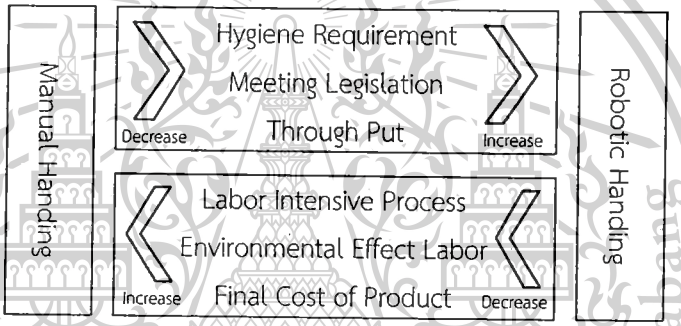
การพัฒนาให้เครื่องผ่ามะพร้าวอ่อนกึ่งอัตโนมัติให้มีความเร็วในการทำงานมีความต่อเนื่องและมีความแม่นยำมากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการป้อนมะพร้าวเข้าสู่ตำแหน่งการผ่าผลที่ดี การใช้วิธีการจับมะพร้าวเข้าสู่ตำแหน่งการผ่าผลจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด เพื่อแก้ปัญหาคอขวดของเครื่องผ่ามะพร้าวอ่อนได้ ในอดีตแขนกลในอุตสาหกรรมอาหารนั้นใช้ในเฉพาะส่วนของการบรรจุ แต่ในตอนนี้แขนกลนั้นได้เข้ามาประยุกต์ใช้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มากขึ้น (Pettersson et al., 2011) ซึ่งต้องการการออกแบบที่ถูกสุขลักษณะด้วย ถ้าแขนกลสามารถใช้ได้ทุกส่วนของการผลิต จะทำให้มีความเป็นไปได้ที่เพิ่มผลผลิต ผลิตได้อย่างต่อเนื่อง มีคุณภาพมากขึ้นและลดลงของความเสี่ยงที่เกิดจากการปนเปื้อนได้ ความเสี่ยงของการทำงานซ้ำ ๆ โดยการแทนที่แรงงานคนด้วยแขนกล ในตอนนี้ระบบมือจับได้พัฒนาขึ้นเพื่อผลิตภัณฑ์ในหลายรูปแบบ อย่างไรก็ตามระบบนี้ยังคงแพงและมีความยืดหยุ่นน้อย อีกทั้งผลิตภัณฑ์นั้นง่ายต่อการซ้ำและมีรูปร่างหลากหลาย ทำให้ยากต่อการถือหรือจับสำหรับแขนกล (Pettersson et al., 2010) ซึ่งมะพร้าวอ่อนที่ใช้ในการออกแบบมีรูปลักษณะไม่แน่นอน และเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลในการออกแบบกลไกการจับ ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการออกแบบอย่างละเอียดถี่ถ้วนในส่วนของการลำเลียงมะพร้าวไปในส่วนตัดให้ได้อย่างต่อเนื่องและสามารถทำงานได้จริง โดยมีปัจจัยในการออกแบบของแขนจับดังแสดงในรูปที่ 2.1

อย่างไรก็ตามแรงงานคนยังคงมีปัญหาในเรื่องของการปนเปื้อนข้ามสำหรับการขนย้ายอาหารหรือผลไม้ที่ต้องนำไปสู่กระบวนการอื่นต่อไป (Pettersson et al., 2010) คนสามารถพาเส้นผม น้ำลาย และสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนในอาหาร ซึ่งผิดหลักของสุขลักษณะอาหาร อีกทั้งยังต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าแรงงาน ในขณะที่แขนกลการจับนั้นไม่มีการปนเปื้อนเมื่อสัมผัสกับอาหาร ช่วยให้ต้นทุนการผลิตลดลง สามารถทำงานซ้ำ ๆ ได้ และทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เช่น ความร้อน ความเย็น เป็นต้น สิ่งสำคัญที่สุดคือ สามารถทำงานได้ 24 ชั่วโมงต่อวันด้วยความเร็วที่คงที่และมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 (Erzincanli, 1997) เปรียบเทียบการใช้เครื่องจักรให้ผลได้ดีกว่าในด้านของสุขลักษณะ ลดต้นทุนในการผลิตลง และทำงานได้ทุกสภาวะแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการจับ (Lin et al., 2007)



รูปที่ 2.2 เปรียบเทียบการใช้แรงงานคนกับการใช้เครื่องจักร (Erzincanli, 1997)

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3
ทฤษฎี

การออกแบบกลไกการจับและการลำเลียงสำหรับเครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนกึ่งอัตโนมัติ เนื่องจากกลไกการจับและการลำเลียงใช้ระบบนิวเมติกส์ จึงจำเป็นต้องใช้ความรู้ความเข้าใจพื้นฐานของระบบนิวเมติกส์ และอาศัยหลักการออกแบบทางวิศวกรรมพื้นฐานเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์โครงสร้าง รูปแบบกลไกการทำงาน และการวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับวัสดุ ตลอดจนการศึกษาเกี่ยวกับส่วนประกอบของเครื่องจักร ซึ่งรายละเอียดของแต่ละส่วนประกอบมีดังนี้

3.1 โครงสร้างระบบนิวเมติกส์

ระบบนิวเมติกส์หมายถึง ระบบที่ใช้อากาศอัดและส่งไปตามท่อทาง อากาศอัดดังกล่าวคือตัวกลางในการส่งถ่ายกำลังของไหลให้เป็นพลังงานกล จากนั้นจึงใช้พลังงานกลดังกล่าวไปใช้งาน เช่น การทำให้กระบอกสูบลมหรือมอเตอร์ลมทำงาน โดยมีหลักการทำงาน และวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

3.1.1 การทำงานของระบบนิวเมติกส์ ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

ก. เครื่องอัดลม (Air Compressor)

เครื่องอัดลม มีหน้าที่อัดอากาศจากความดันปกติ หรือ ความดันบรรยากาศให้มีความดันสูงขึ้นตามความต้องการ การเลือกใช้เครื่องอัดอากาศชนิดต่าง ๆ จะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน โดยพิจารณาจากความดันใช้งานและปริมาณการจ่ายลมอัดสำหรับอุปกรณ์ทั้งระบบ

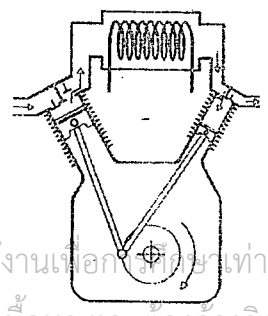
-แบบเคลื่อนย้ายได้ เครื่องอัดลมและถังเก็บลมและอุปกรณ์ช่วยอื่น ๆ ถูกออกแบบรวมเป็นชุดเดียวหรือติดตั้งภายในเครื่องจักรที่มีสามารถเคลื่อนย้ายได้ ปริมาณการผลิตลมอัดมีขีดจำกัด เพื่อให้ขนาดชุดผลิตลมอัดมีขนาดเล็กและสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

-แบบติดตั้งถาวร เมื่อต้องการปริมาณการจ่ายลมอัดปริมาณมากและคงที่ สำหรับใช้งานในจุดต่าง ๆ ของโรงงาน โรงงานผลิตลมอัดจะมีขนาดใหญ่พอและควรมีห้องต่างหากโดยเฉพาะที่มีอากาศแห้ง สะอาด ปราศจากฝุ่นละออง และมีการถ่ายเทอากาศที่ดีซึ่งจะช่วยให้เกิดการระบายความร้อนได้ดี นอกจากนั้นการเลือกถังเก็บลมอัดต้องมีขนาดเพียงพอที่จะสำรองลมอัดสำหรับการจ่ายให้กับอุปกรณ์ในโรงงาน เพื่อให้เครื่องอัดอากาศทำงานไม่บ่อยครั้งเกินไป

ชนิดเครื่องอัดลม

- เครื่องอัดลมแบบลูกสูบ (Piston compressor)

ทำงานโดยการอัดลมที่บรรจุในกระบอกสูบให้มีปริมาตรน้อยลงทำให้ความดันเพิ่มขึ้น ก่อนส่งไปเก็บภายในถังบรรจุความดัน ซึ่งสามารถผลิตความดันใช้ได้ตั้งแต่ความดันต่ำถึงความดันสูง และเป็นที่นิยมใช้กันในงานอุตสาหกรรมทั่วไป ดังรูปที่ 3.1

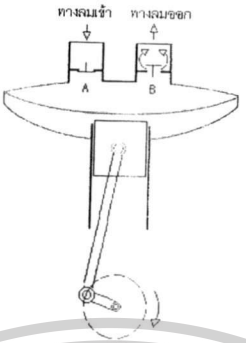


รูปที่ 3.1 เครื่องอัดลมแบบลูกสูบ (http://203.172.182.172/~napat วันที่สืบค้น 11/03/2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- เครื่องอัดลมแบบไดอะแฟรม (diaphragm compressor)

เหมาะสำหรับการผลิตลมอัดที่มีความสะอาดสูงในงานอุตสาหกรรมประเภทการผลิตอาหารเคมีภัณฑ์และยารักษาโรค โดยระหว่างห้องอัดอากาศกับลูกสูบจะถูกกั้นโดยแผ่นไดอะแฟรม ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 เครื่องอัดลมแบบไดอะแฟรม (http://www.web-dodee.com วันที่สืบค้น 11/03/2013)

- เครื่องอัดลมแบบใบพัดเลื่อน (Sliding vane rotary compressor)

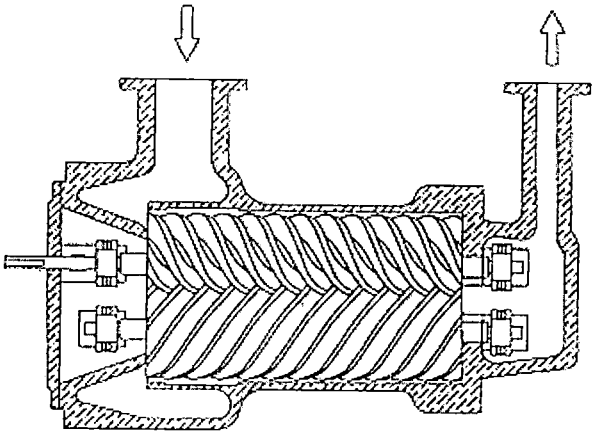
เครื่องอัดอากาศชนิดประกอบด้วยตัวใบพัดเลื่อนที่ติดอยู่กับชุดตัวหมุน (rotor) และวางเยื้องศูนย์กับเรือนสูบ ดังรูปที่ 3.3 เมื่อชุดตัวหมุนเริ่มทำงาน ตัวใบพัดเลื่อนสามารถเลื่อนขึ้นลงอยู่ในร่องของตัวหมุน โดยปลายอีกด้านหนึ่งจะสัมผัสกับตัวเรือน สามารถดูดอากาศจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่งได้ ข้อดี คือ มีขนาดกะทัดรัดและไม่มีเสียงดัง การผลิตลมอัดคงที่ไม่ขาดเป็นห้วง ๆ เหมือนกับแบบลูกสูบชัก

รูปที่ 3.3 เครื่องอัดลมแบบใบพัดเลื่อน (http://mte.kmutt.ac.th วันที่สืบค้น 11/03/2013)

- เครื่องอัดลมแบบสกรู (two-axle screw compressor)

เครื่องอัดลมชนิดนี้มีเพลาอยู่สองแกน เพลาตัวหนึ่งมีสกรูซึ่งมีสันฟันนูน และเพลาอีกตัวจะมีสกรูที่มีฟันเว้า สกรูทั้งสองประกอบอยู่ภายในเรือนเดียวกันและวางขบกันอยู่ โดยมีทิศทางการหมุนเข้าหากัน ทำให้สามารถอัดอากาศจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่งได้ ดังรูปที่ 3.4

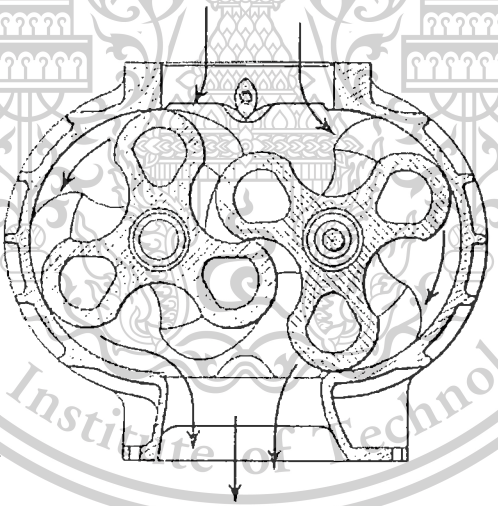
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.4 เครื่องอัดลมแบบสกรู (http://203.172.182.172/~napat วันที่สืบค้น 11/03/2013)

- เครื่องอัดลมแบบใบพัดหมุน

มีลักษณะโครงสร้างคล้ายเกียร์ปั๊มโดยใช้เกียร์ 2 ตัวขบกันแต่เกียร์ของเครื่องอัดลมมีลักษณะพิเศษคือมีฟันแค่ 2 ฟันหมุนขบกันด้วยความเร็วรอบที่เท่ากันโดยที่ปลายอีกข้างของฟันเฟืองจะต้องหมุนเกือบแตะสัมผัสกับผนังเครื่องอัดลม รีดและอัดลมขณะหมุนไปได้ อากาศจะถูกอัดจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งโดยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรนั่นคือ อากาศจะไม่ถูกอัดขณะดูดจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่ง แต่อากาศจะถูกอัดตัวต้านกับความต้านทานที่เกิดขึ้นภายในผนัง ดังรูปที่ 3.5

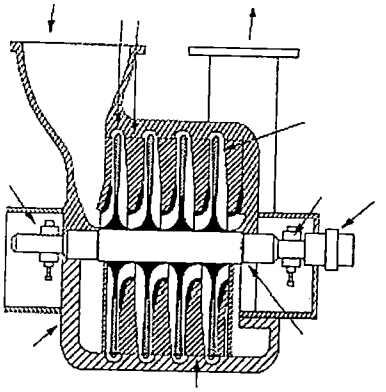


รูปที่ 3.5 เครื่องอัดลมแบบใบพัดหมุน
(http://www.thaimachanic.com วันที่สืบค้น 11/03/2013)

- เครื่องอัดลมแบบถังหัน (Turbine compressor or flow compressor)

ทำงานโดยการดูดอากาศจากด้านหนึ่ง และอัดโดยการเร่งมวลให้ผ่านออกมาอีกด้านหนึ่งด้วยพัดลมอัดอากาศ ดังรูปที่ 3.6 ทำให้เกิดความดันสูงขึ้นเครื่องอัดอากาศแบบกังหันใช้หลักการอัดอากาศด้วยกังหันใบพัด นิยมใช้กับงานที่ต้องการอัดอากาศที่มีปริมาณมาก ๆ ความเร็วของลมที่ถูกดูดไหลผ่านใบพัดเปลี่ยนจากพลังงานจลน์เป็นพลังงานลมอัด

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

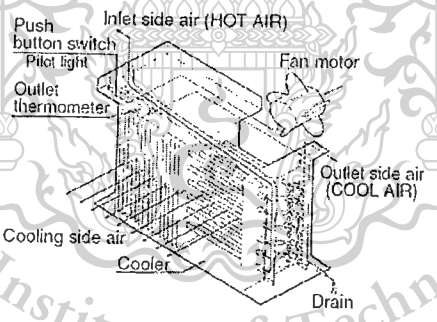


รูปที่ 3.6 เครื่องอัดลมแบบกังหัน (http://mte.kmutt.ac.th วันที่สืบค้น 11/03/2013)

ข. เครื่องระบายความร้อนลมอัด (Heat Exchanger)

ลมที่ออกจากเครื่องอัดลมจะมีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น ถ้านำลมอัดนี้ไปใช้เลยจะทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์สั้นลง และมีปริมาณน้ำในระบบจำนวนมาก ดังนั้น เครื่องระบายความร้อนลมอัดจะดึงเอาน้ำออกจากลมอัดส่วนหนึ่งก่อน น้ำที่ถูกดึงจะไปที่กับดักน้ำและระบายสู่บรรยากาศ ซึ่งเครื่องระบายความร้อนลมอัดที่มีใช้อยู่ในอุตสาหกรรมทั่วไปมีอยู่ 2 แบบ

- เครื่องระบายความร้อนแบบใช้ลมเป่าระบายความร้อน ดังรูปที่ 3.7 วิธีการระบายความร้อนแบบนี้มีการทำงานเหมือนกับน้ำในหม้อน้ำรถยนต์ แต่แทนที่จะให้น้ำไหลในท่อ จะใช้ลมอัดไหลในท่อแทน เมื่อลมที่มีอุณหภูมิสูงไหลไปตามท่อภายในครีบ จะมีการใช้พัดลมในการเป่าความร้อนสู่ภายนอกเพื่อให้อุณหภูมิลมอัดลดลงและทำให้ไอน้ำในอากาศกลั่นตัวเป็นน้ำและไหลไปสู่กับดักน้ำและระบายออกสู่ภายนอก ส่วนมากจะนิยมใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางเพราะจะประหยัดพื้นที่ติดตั้งและประหยัดค่าใช้จ่าย

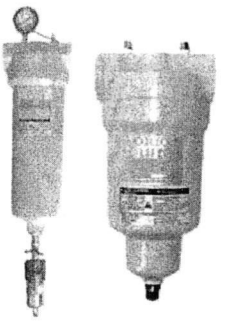


รูปที่ 3.7 เครื่องระบายความร้อนแบบใช้ลมเป่า
(http://xn--12c3bl6a3a1fd7g.com วันที่สืบค้น 11/03/2013)

- เครื่องระบายความร้อนแบบใช้น้ำหล่อเย็น ลักษณะของเครื่องระบายความร้อนแบบนี้จะประกอบด้วยท่อและครีบเป็นลักษณะ ฟินคอยล์ภายในท่อใหญ่ น้ำที่ใช้หล่อเย็นจะไหลในท่อของคอยล์ ลมอัดจะปะทะกับครีบของคอยล์น้ำที่เสื้อของเครื่องระบายความร้อนจะติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงเกินปกติ จะเพิ่มประมาณการไหลเวียนของน้ำให้มากขึ้น ส่วนใหญ่จะใช้ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เพราะต้องติดตั้งเครื่องคูลลิ่งสำหรับหล่อเย็นน้ำที่ใช้ระบายความร้อนลมอัด

ค. เครื่องกรองท่อเมน (Main air filter) จะทำหน้าที่กำจัดฝุ่นละออง น้ำ และคราบน้ำมันที่ปนมากับท่อส่งหลักก่อนโดยให้ลมไหลผ่านไส้กรองและส่งลมอัดนี้ไปใช้งานหรือกรองอีกครั้งหนึ่ง ดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.8 เครื่องกรองท่อเมน (http://www.brandexdirectory.com วันที่สืบค้น 11/03/2013)

ง. เครื่องทำลมให้แห้ง (Air dryer) โดยปกติแล้วเครื่องระบายความร้อนลมอัดนั้นจะไม่สามารถกำจัดความชื้นได้หมดจึงจำเป็นต้องมีเครื่องทำอากาศแห้ง ซึ่งมีด้วยกัน 2 แบบคือ

- เครื่องทำอากาศแห้งด้วยความเย็น จะทำให้อุณหภูมิลดอัดลดลง ความชื้นที่ปนมากับอากาศจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำลงไปที่กับกับดักน้ำ เป็นการกำจัดน้ำภายในท่อเมนเพื่อส่งไปใช้งานหลักการทำงานของเครื่องทำแห้งด้วยความเย็น จะให้ลมอัดไหลผ่านท่อเข้ามายังห้องทำความเย็น ทำให้ไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำไปยังกับดักน้ำ ลมอัดที่ผ่านห้องทำความเย็นนี้จะไหลไปยังห้องระบายความร้อนลมอัดกับลมอัดที่เข้ามาใหม่ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งกันและกัน และส่งไปยังอุปกรณ์นิวเมติกส์เพื่อใช้งาน

- เครื่องทำอากาศแห้งแบบดูดความร้อน เครื่องนี้ใช้สารพวก silica gel, molecular sieve และ activated aluminar เพื่อลดอุณหภูมิกลั่นตัวของลดอัด โดยใช้โซลินอยด์ควบคุมการไหลของลมให้อากาศส่วนหนึ่งไปไล่ความชื้นที่หอดูดความชื้น แล้วไปผ่านอีกหอหนึ่งโดยการควบคุมการทำงานของหอดูดความชื้นจะใช้การตั้งเวลาเป็นตัวกำหนด

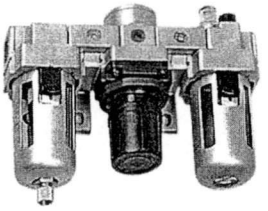
จ. กรองลม (Air filter) ทำหน้าที่กรองเศษผงและน้ำโดยไหลผ่านตัวกรองรูปกรวยโดยลมอัดจะเกิดการหมุนวนและแยกฝุ่นละอองและน้ำออกโดยจะตกมาที่ไส้กรอง และปล่อยลมสะอาดไปใช้งาน

ฉ. วาล์วลดความดัน (Pressure reducing valve) ปกติแล้วลมอัดจากเครื่องอัดลมจะมีความดันที่สูงกว่าความดันที่ใช้งาน ดังนั้นวาล์วลดความดันจึงทำหน้าที่ลดความดันลดอัดให้อยู่ในระดับความดันใช้งานในระบบนิวเมติกส์ เพราะถ้าไม่ลดความดันก่อนนำไปใช้งานอาจทำให้เกิดปัญหาได้การทำงานมี2ลักษณะ คือ ใช้สปริงสมดุลกับแรงดันในระบบ และใช้ความดันสมดุลทั้งสองข้าง

ช. อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น (Oil lubricator) ในการทำงานของอุปกรณ์นิวเมติกส์จะมีการเคลื่อนที่เกิดขึ้น ซึ่งจะมีการเสียดสี ทำให้อุปกรณ์สึกหรอ ซึ่งป้องกันได้โดยผสมน้ำมันหล่อลื่นเข้าไปโดยอาศัยหลักการทำให้เกิดความเร็วแตกต่าง ทำให้เกิดการดูดน้ำมันขึ้นมาผสมกับลมอัดเกิดเป็นฝอยผสมไปกันลมอัด ซึ่งในอุตสาหกรรมบางประเภทห้ามไม่ให้น้ำมันผสมไปกับลมอัดเลย เช่น อุตสาหกรรมอาหาร เครื่องจักรอิเล็กทรอนิกส์ และการผลิตเคมีภัณฑ์ต่าง ๆ

ซึ่งปกติแล้วกรองลม วาล์วลดความดัน และอุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่นรวมอยู่ด้วยกันเรียกว่า ชุดปรับคุณภาพลมอัด (Air service unit) ดังรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.9 ชุดปรับคุณภาพลมอัด (http://www.busytrade.com วันที่สืบค้น 11/03/2013)

ช. อุปกรณ์เก็บเสียง (Air silencer)

เมื่อมีการระบายลมอัดออกจากวาล์วสู่บรรยากาศจะเกิดเสียงดัง เนื่องจากลมอัดขยายตัวทันที ตัวเก็บเสียงจะทำหน้าที่ช่วยลดเสียงดังลงได้ ดังรูปที่ 3.10 ความดังของเสียงเมื่อผ่านอุปกรณ์เก็บเสียงไม่ควรดังเกินกว่า 80 เดซิเบล (dB) ตัวเก็บเสียงแบ่งออกเป็นชนิดใช้แรงเสียดทาน ชนิดเพิ่มพื้นที่การระบาย และชนิดใช้ระบบการสะท้อนของเสียง อุปกรณ์เก็บเสียงโดยทั่วไปนิยมใช้เป็นแบบใช้แรงเสียดทานโครงสร้างของตัวเก็บเสียงชนิดใช้แรงเสียดทานเป็น วัสดุที่ใช้ทำตัวเรือนส่วนมากทำด้วยพลาสติก อะลูมิเนียม ทองเหลือง โลหะซินเตอร์ เป็นวัสดุที่ใช้เก็บเสียง

รูปที่ 3.10 อุปกรณ์เก็บเสียง (http://www.directindustry.com วันที่สืบค้น 11/03/2013)

ฌ. วาล์ว (Valve)

ระบบนิวเมติกส์จะทำงานได้ต้องประกอบด้วย อุปกรณ์ต้นกำลังทำหน้าที่ส่งลมอัดให้อุปกรณ์ทำงานของระบบนิวเมติกส์ ส่วนทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวเมติกส์นั้น จะเคลื่อนที่ตามความต้องการหรือการควบคุมการทำงานโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมลมอัด ได้แก่วาล์วต่าง ๆ ที่มีใช้ในระบบนิวเมติกส์ วาล์วแต่ละชนิดจะมีหน้าที่ต่างกันออกไป เช่น เริ่มและหยุดการทำงานของวงจรในระบบนิวเมติกส์ ควบคุมทิศทางการไหลของลมอัดให้เคลื่อนที่ไปบังคับอุปกรณ์นิวเมติกส์ ควบคุมปริมาณการไหลของลมอัดให้ได้ตามความต้องการ ควบคุมความดันที่ใช้ในระบบนิวเมติกส์

จากหน้าที่ต่าง ๆ ของวาล์วนิวเมติกส์สามารถแบ่งหน้าที่วาล์วนิวเมติกส์ออกด้วยกัน 6 ประเภทคือ

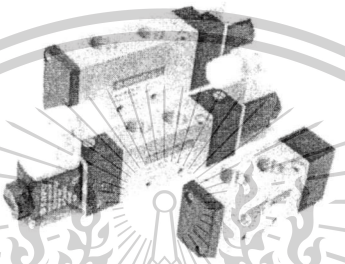
-ควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด (directional control valve)
-วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมอัด (flow control valve)
-วาล์วบังคับลมอัดไหลทางเดียว (non-return valve)
-วาล์วควบคุมความดันลมอัด (pressure control valve)
-วาล์วเปิด-ปิดลมอัด (shut-off valve)
-วาล์วแบบผสม (combination valve)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ซึ่งวาล์วที่ใช้ในการออกแบบวงจรสำหรับการจับและการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนประกอบด้วย วาล์วควบคุมทิศทางการไหล และวาล์วควบคุมอัตราการไหล

- วาล์วควบคุมทิศทางการไหล

มีหน้าที่เลือกทิศทางการไหลของลมอัดให้ไปในทิศทางที่ต้องการ ทั้งนี้เพื่อให้อุปกรณ์ทำงาน เช่น กระบอกลูกสูบ มอเตอร์ลม สามารถทำงานได้และเคลื่อนที่ในทิศทางที่ถูกต้อง โดยใช้หลักการเปิด-ปิดลมจากรูอัดลมหนึ่งไปยังรูลมอัดอีกรูหนึ่ง จำนวนรูลมอัดของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลมีอยู่หลายแบบ ซึ่งประกอบด้วย รูลมอัดสำหรับท่อจ่ายลมอัดเข้า (supply port) สำหรับต่อไปบังคับอุปกรณ์ทำงานหรือนำไปใช้งาน และรูลมอัดสำหรับระบายลมทิ้ง (exhaust port) โดยทั่วไปวาล์วชนิดนี้นิยมเรียกว่า D.C.V. (directional control valve) ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 วาล์วควบคุมทิศทางการไหล (http://www.pneuma.co.th วันที่สืบค้น 11/03/2013)

สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางการไหล ในวงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้สัญลักษณ์ ทั้งนี้เพราะความรวดเร็ว ง่ายต่อการอ่าน หรือสามารถทำความเข้าใจการทำงานของระบบได้รวดเร็ว สัญลักษณ์ที่ใช้กันมีอยู่หลายระบบ เช่น

- ASA (American Standard Association)
- ISO (International Standard Organization)
- JIS (Japanese Industrial Standard)
- JIC (Joint Industry Conference)
- DIN (Deutsche Industrie Norm)

การกำหนดสัญลักษณ์มักจะกำหนดจากหลักการทำงานที่เป็นจริงของอุปกรณ์นั้น ๆ โดยสัญลักษณ์จะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ภายในจะมีเส้นและลูกศรแสดงทิศทางการไหล และกำหนดสัญลักษณ์ของรูที่ตัววาล์วด้วย เพื่อแสดงทิศทางการทำงานหรือแสดงการควบคุมการทำงานในวงจร และสัญลักษณ์สี่เหลี่ยม 1 รูปแสดงตำแหน่งของวาล์ว 1 ตำแหน่ง ถ้าวาล์วควบคุมนี้มีตำแหน่งการทำงานหลายตำแหน่งก็จะมีรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหลายรูปติดต่อกัน โดยบางครั้งยังสามารถแสดงตำแหน่งของวาล์ว ให้รู้ว่าตำแหน่งไหนเป็นตำแหน่งพัก ตำแหน่งทำงานที่ 1 หรือตำแหน่งทำงานที่ 2 ได้ โดยเขียนตัวเลขประกอบเข้าไปด้วย และกำหนดว่า

เลข 0 หมายถึงตำแหน่งปกติ คือตำแหน่งที่วาล์วยังไม่ถูกเลื่อน

เลข 1 หมายถึงตำแหน่งทำงานที่ 1

เลข 2 หมายถึงตำแหน่งทำงานที่ 2

ตารางที่ 3.1 การกำหนดสัญลักษณ์ของวาล์ว

สัญลักษณ์	ความหมาย
	วาล์วควบคุม 1 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสาร ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1 0	วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่งเป็นตำแหน่งปกติ 1 ตำแหน่ง และตำแหน่งทำงาน 1ตำแหน่ง
1 2	วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่งเป็นตำแหน่งทำงานทั้ง2ตำแหน่ง
1 0 2	วาล์วควบคุม 3 ตำแหน่งมีตำแหน่งกลางเป็นตำแหน่งปกติ และมี 2 ตำแหน่งที่ทำงาน

ที่มา : ปานเพชร ชินินทร และขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ (2538 : 128)

การกำหนดสัญลักษณ์รูอุปกรณ์ มีวิธีการกำหนดอยู่ 3 วิธีคือ

1. กำหนดเป็นตัวอักษรย่อ เช่น Sup, Ex, IN, Out
2. กำหนดเป็นตัวอักษร เช่น A, B, P, R, X, Y
3. กำหนดเป็นตัวเลข เช่น 1, 2, 3, 4, 5, 12, 14

การเขียนสัญลักษณ์ของรูอุปกรณ์เพื่อจะได้ทราบถึงรูใดของอุปกรณ์ทำหน้าที่อะไร โดยปกติตัววาล์ว การกำหนดสัญลักษณ์ของรูอุปกรณ์มักกำหนดกับวาล์วที่มี 2 ตำแหน่งขึ้นไป จะเขียนกำกับไว้ที่สัญลักษณ์วาล์วตรงตำแหน่งพักหรือตำแหน่งปกติเท่านั้น ส่วนสัญลักษณ์วาล์วที่ไม่มีตำแหน่งพักหรือตำแหน่งปกติก็จะเขียนไว้ที่ตำแหน่งที่ 2 โดยลากเส้นต่อออกนอกกรอบรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแล้วกำหนดสัญลักษณ์รูกำกับไว้ใกล้ ๆ เส้นนั้น และเพื่อกันความผิดพลาดในการต่อวาล์วควบคุมในวงจร

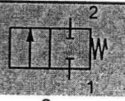
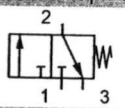
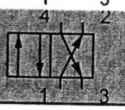
ตารางที่ 3.2 สัญลักษณ์รูอุปกรณ์

หน้าที่	ตัวอักษรย่อ	ตัวอักษร	ตัวเลข
รูต่อลมอัดเข้าวาล์ว	Sup	P	1
รูต่อลดอัดไปใช้งาน	Out	A,B	2,4
รูระบายลมทิ้ง	EX	R	3,5
รูต่อลมเข้าวาล์วควบคุมเพื่อผมบังคับให้วาล์วทำงาน	Signal IN	X,Y,Z	12,14

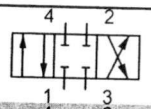
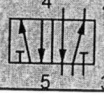
ที่มา : ปานเพชร ชินินทร และขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ (2538 : 129)

การกำหนดโค้ดของวาล์วควบคุมเนื่องจากตำแหน่งของวาล์วจะแทนด้วยกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและจะมีทางเดินของรูลมภายในวาล์วนั้น ๆ อยู่ อาจจะมี 2, 3, 4, 5 รูต่อหนึ่งกรอบแล้วแต่ชนิดของวาล์ว

ตารางที่ 3.3 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางแบบต่าง ๆ

สัญลักษณ์	ความหมาย
	วาล์วควบคุม 2 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ปกติปิด หรือ 2/2 D.C.V. Normally Closed
	วาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ปกติปิดหรือ 3/2 D.C.V. Normally Closed
	วาล์วควบคุม 4 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง โดยตำแหน่งปกติจะมีลมเข้าหนึ่งท่อ

เอกสาร ... ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

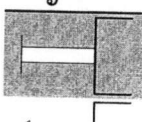
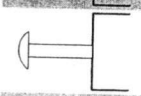
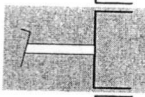
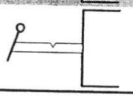
	วาล์วควบคุม 4 ทิศทาง 3 ตำแหน่ง ตำแหน่งกลางเป็นตำแหน่งปิดหมด
	วาล์วควบคุม 5 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง เรียกว่า วาล์ว 5/2 D.C.V.

ที่มา : ปานเพชร ชินินทร และขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ (2538 : 131)

การบังคับการเลื่อนของวาล์วควบคุมให้ทำงานสามารถจำแนกออกได้ 5 ประเภทใหญ่ ดังนี้

1. เลื่อนโดยใช้กล้ามเนื้อ เช่น ใช้มือ หรือเท้า ในการบังคับวาล์วให้เลื่อน
2. เลื่อนโดยใช้กลไกล เช่น สปริงดัน ลูกกลิ้ง เป็นต้น
3. เลื่อนโดยใช้ลมควบคุม ซึ่งมี 2 ลักษณะคือ ใช้ลมควบคุมโดยตรง และใช้ลมควบคุมโดยอ้อม
4. เลื่อนโดยใช้ไฟฟ้า
5. เลื่อนโดยใช้วิธีแบบผสม เช่น ไฟฟ้ากับลม ลูกกลิ้งกับลม มาบังคับการเลื่อน

ตารางที่ 3.4 การบังคับการเลื่อนของวาล์วควบคุมโดยใช้กล้ามเนื้อ

สัญลักษณ์	ความหมาย
	โดยทั่วไปใช้กล้ามเนื้อในการเลื่อน
	ใช้มือกด
	ใช้เท้าเหยียบ
	ใช้มือดึง ดัน มีร่องล็อค

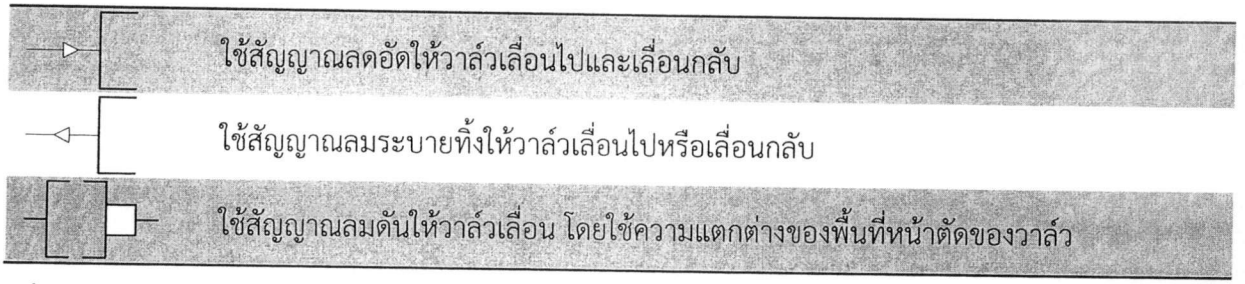
ที่มา : ปานเพชร ชินินทร และขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ (2538 : 132)

ตารางที่ 3.5 การบังคับการเลื่อนของวาล์วควบคุมโดยกลไก

สัญลักษณ์	ความหมาย
	ใช้กลไกภายนอก
	ใช้สปริงให้อยู่ในตำแหน่งปกติ
	ใช้กลไกภายนอก เช่น ก้านลูกสูบกดให้ทำงานได้ 2 ทิศทาง
	ใช้กลไกภายนอก เช่น ก้านลูกสูบกดแต่สามารถทำงานได้ทิศทางเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



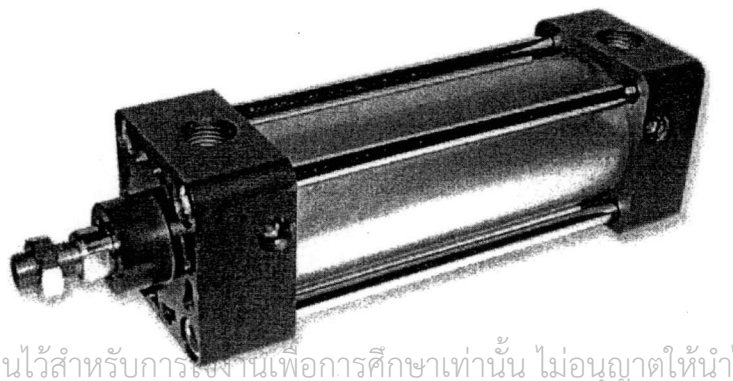
ที่มา : ปานเพชร ชินินทร และขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ (2538 : 133)

- วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมอัด ดังรูปที่ 3.12 วาล์วชนิดนี้จำทำหน้าที่ควบคุมปริมาณการไหลของลมอัดที่จะส่งไปยังอุปกรณ์ทำงานของระบบนิวเมติกส์ ทำให้สามารถควบคุมความเร็วก้านสูบขณะทำงานได้ โดยการติดตั้งในท่อทางลมอัดที่ต่อเข้าระหว่างกระบอกสูบกับวาล์วควบคุมทิศทางการไหล ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ วาล์วควบคุมอัตราการไหลปรับโดยใช้มือหมุน วาล์วควบคุมอัตราการไหลปรับโดยใช้กลไก และวาล์วลดการไหล

รูปที่ 3.12 วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมอัด
(http://broussardenterprises.com วันที่สืบค้น 11/03/2013)

ญ.กระบอกสูบ (Air cylinder)

กระบอกสูบลมจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดเป็นพลังงานกล ดังรูปที่ 3.13 ลักษณะการเคลื่อนที่เป็นการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง ในสมัยก่อนที่ลูกสูบลมจะเข้ามามีบทบาท ในงานอุตสาหกรรมยังใช้กลไกทางกลและทางไฟฟ้า มีความยิ่งยากในการควบคุม และปัญหาของช่วงชักจำกัด ดังนั้นในอุตสาหกรรมสมัยใหม่จึงพัฒนาลูกสูบลมมาใช้งานจนถึงปัจจุบัน



รูปที่ 3.13 กระบอกสูบ (http://news.thomasnet.com วันที่สืบค้น 11/03/2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.
138156

ตัวกระบอกสูบลมมักทำด้วยท่อชนิดไม่มีตะเข็บ เช่น เหล็ก อลูมิเนียม ทองเหลือง สแตนเลส ขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ใช้ ภายในท่อจะเจียรนัยให้เรียบ เพื่อลดการสึกหรอของซีลที่จะเกิดขึ้น และลดแรงเสียดทานภายในกระบอกอีกด้วย ตัวฝาสูบทั้งสองด้านส่วนใหญ่นิยมการหล่อขึ้นรูป บางแบบอาจใช้การอัดขึ้นรูป การยึดตัวกระบอกสูบกับฝาอาจใช้เกลียวขัน เหมาะสำหรับกระบอกสูบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 25 มิลลิเมตรลงมา ถ้าโตกว่านี้นิยมใช้สกรูขันรัดหัวท้ายไว้ สำหรับก้านสูบอาจทำด้วยสแตนเลสหรือเหล็กชุบโครเมียมที่เกลียวปลายลูกสูบจะทำด้วยกรรมวิธีรีดขึ้นรูป

ในปัจจุบันมีการนำกระบอกสูบลมแบบต่าง ๆ เข้ามาใช้ในอุตสาหกรรม ซึ่งแต่ละแบบก็มีลักษณะการทำงาน และการใช้งานแตกต่างกันไปดังต่อไปนี้

- กระบอกสูบลมทำงานทางเดียว จะใช้ลมดันหัวลูกสูบให้ลูกสูบเคลื่อนที่ และเมื่อปล่อยลมออก สปริงภายในลูกสูบจะดันลูกสูบกลับ ภายในกระบอกสูบจะมีสปริงเพื่อคอยดันให้ก้านลูกสูบกลับ ดังนั้นความยาวระยะชักจึงมีขอบเขตจำกัด โดยทั่วไประยะชักของกระบอกสูบประเภทนี้ยาวสุดอยู่ระหว่าง 80-100 มิลลิเมตร ลักษณะการนำไปใช้งาน จะใช้ดัน หรือดึงเพียงทิศทางเดียวเท่านั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะการติดตั้งสปริงภายในกระบอกสูบลม ตัวอย่างงานที่ใช้เช่น งานจับยึด งานป้อนหรือผลักชิ้นงาน

การเลือกใช้กระบอกสูบควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานและการจับยึด กระบอกสูบแบบทางเดียวนี้มีทั้งก้านสูบแบบแท่งกลมและแท่งเหลี่ยม นอกจากนั้นยังมีกระบอกสูบทำงานโดยใช้จังหวะเลื่อนออกดันด้วยสปริง การเลื่อนออกลักษณะดังกล่าวไม่สามารถดันโหลดในการทำงานได้ แต่กระบอกสูบนี้จะใช้ลมดันให้หัวลูกสูบเคลื่อนที่เข้า ซึ่งจะใช้ช่วงการทำงานไปดึงโหลด

- กระบอกสูบทำงานสองทาง จะใช้ลมดันหัวลูกสูบทั้งเคลื่อนที่ออกและเคลื่อนที่กลับ ทำให้ได้แรงทั้งสองทิศทาง เหมาะกับงานที่ต้องการใช้แรงในตอนลูกสูบเคลื่อนที่ออกและเคลื่อนที่เข้ารวมทั้งลักษณะที่ต้องการช่วงชักยาว ปัญหาที่เกิดขึ้นในกรณีช่วงชักยาวเกินไปจะทำให้ก้านลูกสูบเกิดการโก่งงอได้ ดังนั้นช่วงชักของกระบอกสูบนี้จะต้องมีการคำนวณหาระยะช่วงชักที่อนุญาตให้ใช้งานได้ นอกจากปัญหาดังกล่าวถ้ากระบอกสูบมีเส้นผ่านศูนย์กลางโตเกินไปจะทำให้เกิดความสิ้นเปลืองลมมาก

ลักษณะของกระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทางในวงการอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด เช่น กระบอกสูบลมชนิดไม่มีเบาะลมกันกระแทก เป็นกระบอกสูบลมที่มีราคาถูก เหมาะสำหรับงานที่มีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่มากนัก ถ้าใช้กับงานที่มีการเคลื่อนที่เร็วจำทำให้ปลายช่วงชักและตอนกลับสุดของลูกสูบเกิดการกระแทกกับผนังหัวท้ายของกระบอกสูบทำให้เกิดความเสียหายได้ กระบอกสูบชนิดมีเบาะลมกันกระแทก ถูกสร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาของกระบอกสูบลมชนิดไม่มีเบาะลมกันกระแทกเบาะกันกระแทกมีไว้เพื่อช่วยลดความเร็วหรือลดอัตราหน่วงของลูกสูบเมื่อสุดระยะชัก เป็นการป้องกันการกระแทกที่เกิดขึ้นระหว่างลูกสูบและผนังหัวท้ายของกระบอกสูบ เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ถึงเบาะกันกระแทก ลมที่ถูกระบายทิ้งจะผ่านออกไปได้ยากมาก จะต้องผ่านสกรูปรับกันกระแทกได้ทางเดียวเท่านั้น ทำให้เกิดความดันต้านกลับ ในตำแหน่งนี้ลูกสูบจะเคลื่อนที่ช้าลงเนื่องจากความดันต้านกลับ ในทำนองเดียวกัน ถ้าลูกสูบเคลื่อนที่กลับเมื่อใกล้สุดระยะชักก็จะเกิดอาการเช่นเดียวกันขึ้น โดยทั่วไป ระยะกันกระแทกจะอยู่ประมาณ 10-30 มิลลิเมตรขึ้นอยู่กับเส้นผ่านศูนย์กลางระยะชักของกระบอกสูบ

3.1.2 การคำนวณหาขนาดกระบอกสูบลม

แรงที่ได้จากลูกสูบเพื่อไปดันให้ก้านสูบไปกระทำกับโหลดให้เคลื่อนที่ จะขึ้นอยู่กับความดันลมที่ใช้เส้นผ่าศูนย์กลางของลูกสูบ และแรงเสียดทานของซีลที่กระทำต่อกระบอกสูบ ซึ่งสามารถหาได้จากสมการตามกฎของปาสคาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$F_{th} = 10(AxP) \quad (3.1)$$

เมื่อ F_{th} คือ แรงที่ได้จากลูกสูบทางทฤษฎี (นิวตัน)
A คือ พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ (ตารางเซนติเมตร)
P คือ ความดันใช้งาน (บาร์)

จากสมการที่ 3.1 เป็นแรงทางทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติ แรงจะลดลงเนื่องจากค่าความเสียดทานมีค่าประมาณ 3 % ถึง 10 % ของแรงที่คำนวณได้ตามทฤษฎี ดังนั้น ในทางปฏิบัติแรงจะมีค่า

$$F_n = 10(AxP) - F_r \quad (3.2)$$

เมื่อ F_n คือ แรงที่ได้สุทธิในการทำงาน (นิวตัน)
F_r คือ แรงที่เกิดจากการเสียดทาง (นิวตัน)

3.1.3 การคำนวณความเร็วของก้านสูบ

ความเร็วของก้านสูบจะขึ้นอยู่กับเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ ชนิดของลูกสูบ ความดันของอัตราการไหลของลมอัด ขนาดและความยาวของท่อลมอัดระหว่างวาล์วควบคุมกับกระบอกสูบ การคำนวณความเร็วของก้านสูบ สามารถหาได้จากสมการ

$$t = (5.2xVxK)/S \quad (3.3)$$

เมื่อ t คือ เวลาการเคลื่อนที่ของก้านสูบ (วินาที)
V คือ ปริมาตรกระบอกสูบระบายลม (ลิตร)
S คือ พื้นที่หน้าตัดสุทธิของอุปกรณ์ที่รับลม (ตารางมิลลิเมตร)
K คือ ค่าสัมประสิทธิ์แปรผันตามอัตราของโหลด มีค่าอยู่ระหว่าง 2 ถึง 3

ก. การหาปริมาตรกระบอกสูบระบายลม (V)

$$V = V\text{ของท่อทาง} + V\text{กระบอกสูบ} \quad (3.4)$$

ข. การหาพื้นที่หน้าตัดสุทธิของอุปกรณ์ที่รับลม (S)

$$1/S^2_T = 1/S^2_a + 1/S^2_b + 1/S^2_c + 1/S^2_d \quad (3.5)$$

เมื่อ S_T คือ ค่าพื้นที่หน้าตัดสุทธิใช้งานจริง (ตารางมิลลิเมตร)
S_a คือ ค่าพื้นที่หน้าตัดสุทธิใช้งานจริงของวาล์ว (ตารางมิลลิเมตร)
S_b คือ ค่าพื้นที่หน้าตัดสุทธิใช้งานจริงของวาล์วควบคุมความเร็ว (ตารางมิลลิเมตร)
S_c คือ ค่าพื้นที่หน้าตัดสุทธิใช้งานจริงของที่เก็บเสียง (ตารางมิลลิเมตร)
S_d คือ ค่าพื้นที่หน้าตัดสุทธิใช้งานจริงของท่อลมอัด (ตารางมิลลิเมตร)

3.2 การคำนวณปริมาณการสิ้นเปลืองของเครื่องอัดลม

ในการออกแบบเครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนแบบใหม่ ทำให้มีวงจรนิวเมติกส์ที่เพิ่มขึ้น และเกิดการใช้ปริมาณลมจากเครื่องอัดลมมากขึ้น โดยคิดเฉพาะส่วนที่ใช้ในกระบอกลมเท่านั้น จึงต้องมีการคำนวณหาค่าปริมาณการใช้ลมของเครื่องอัดในระบบในขอบเขตระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งสามารถคำนวณปริมาณลมที่ใช้ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.1 หาอัตราเร็วของกระบอกสูบ

ขั้นตอนนี้สามารถหาอัตราเร็วได้จากการจับเวลา และดูระยะทางที่กระบอกสูบเคลื่อนที่ไปจนสุดระยะยืด โดยปกติกระบอกสูบจะมีรายละเอียดของกระบอกสูบ รวมถึงระยะยืด ทำให้สามารถดูค่าระยะยืดเป็นระยะทางได้ จึงปรับเพียงวาล์วปรับความเร็วเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ในการปรับค่าอัตราเร็วของกระบอกสูบสามารถเขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$V = S / T \quad (3.6)$$

เมื่อ V คือ อัตราเร็วของกระบอกสูบ (เมตรต่อวินาที)
S คือ ระยะทางที่กระบอกสูบเคลื่อนที่ (เมตร)
T คือ เวลาที่กระบอกสูบเคลื่อนที่ (วินาที)

3.2.2 หาอัตราการไหลเชิงปริมาตร

สามารถหาอัตราการไหลเชิงปริมาตรได้จากการดูรายละเอียดของกระบอกสูบ ทำให้ทราบค่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบได้ หรือวัดขนาดของตัวชักกระบอกสูบ จากนั้นทำการหาพื้นที่หน้าตัดของตัวชักกระบอกสูบได้ เมื่อทราบค่าพื้นที่หน้าตัดแล้ว และอัตราเร็วของกระบอกสูบแล้ว สามารถเขียนสมการการหาอัตราการไหลเชิงปริมาตรได้ ดังนี้

$$A = \pi d^2 / 4 \quad (3.7)$$

เมื่อ A คือ พื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ (ตารางเมตร)
D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบ (เมตร)

เมื่อทราบพื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบแล้ว สามารถคำนวณหาอัตราการไหลเชิงปริมาตรได้ดังสมการต่อไปนี้

$$Q = AxV \quad (3.8)$$

เมื่อ Q คือ อัตราการไหลเชิงปริมาตร (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)
A คือ พื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ (ตารางเมตร)
V คือ อัตราความเร็วของกระบอกสูบ (เมตรต่อวินาที)

หลังจากทราบค่าปริมาณความสิ้นเปลืองลมของทั้งระบบแล้ว ทำให้สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายของเครื่องอัดลมได้ เพื่อใช้ในการเลือกขนาดเครื่องอัดลมต่อไป

เมื่อทราบปริมาตรของกระบอกลม และเวลาในการทำงานหนึ่งครั้งสามารถเปรียบเทียบอัตราความสิ้นเปลืองลมอัดในการผ่าผลมะพร้าวต่อหนึ่งครั้งทั้งแบบเก่าและแบบใหม่ ได้จากสมการดังนี้

$$Q = V/T \quad (3.9)$$

เมื่อ Q คือ อัตราความสิ้นเปลืองลมอัด (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)
V คือ ปริมาตรของกระบอกลม (ลูกบาศก์เมตร)
T คือ เวลาของกระบวนการผ่าผลมะพร้าวอ่อนในหนึ่งครั้ง (วินาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อทราบปริมาตรของความสิ้นเปลืองลมอัดที่ผ่านกระบวนการในหนึ่งครั้งทั้งเครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนแบบเก่า และแบบใหม่ สามารถหาอัตราของความสิ้นเปลืองลมอัดได้ในแต่ละแบบ ซึ่งเป็นผลในการวิเคราะห์ต่อไป

3.3 การคำนวณหาขนาดของเครื่องอัดลม

เมื่อทราบค่าของอัตราการไหลของลมเชิงปริมาตรในการใช้ผ่าผลมะพร้าวอ่อนแล้ว ทำให้หาขนาดกำลังของเครื่องอัดลมได้ เพื่อที่ใช้ในการออกแบบเลือกเครื่องอัดลมที่มีขายอยู่ตามท้องตลาด และเลือกขนาดเครื่องอัดลมได้เหมาะสมกับการใช้งานการผ่าผลมะพร้าวอ่อนต่อไป สามารถคำนวณหาขนาดกำลังเครื่องอัดลมได้จากสมการ ดังนี้

$$W = 2x\Delta PxQ \qquad (3.10)$$

เมื่อ W คือ กำลังงานเครื่องอัดลม (kW)

ΔP คือ ความดันของเครื่องอัดลมที่ใช้ (kPa)

Q คือ อัตราการไหลของลมเชิงปริมาตร (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

การออกแบบกลไกการจับและการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่มุ่งไปในด้านการพัฒนาการออกแบบกลไกการจับและการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนสำหรับเครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนกึ่งอัตโนมัติ เพื่อการออกแบบที่ดีจึงได้มีการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานการออกแบบทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องและเก็บข้อมูลด้านของคุณสมบัติทางกายภาพของผลมะพร้าวอ่อนเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ในการออกแบบ แล้วนำค่าที่ได้มากำหนดโครงสร้างของกลไกการจับ และการลำเลียง ซึ่งมีรายละเอียดสำหรับการออกแบบดังนี้

4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของผลมะพร้าวอ่อน

ผลมะพร้าวอ่อนพันธุ์น้ำหอมเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการทดสอบ โดยลักษณะทางกายภาพเป็นดังรูปที่ 4.1 ทำการวัด และชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าทางสถิติของรูปทรงผลมะพร้าวอ่อนซึ่งเป็นคุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญในการออกแบบการจับ และการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน โดยการวัดผลมะพร้าวอ่อนดังแสดงในรูปที่ 4.1ข จากนั้นทำการหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก และรูปทรงทางกายภาพของตัวอย่างผลมะพร้าวอ่อน 10 ผล ดังภาคผนวกตารางที่ ก.1 พบว่าขนาดของมะพร้าวอ่อนเป็นรูปทรงที่ไม่แน่นอน ลักษณะคล้ายสามเหลี่ยมมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักคือ 1,492 กรัม ขนาดเฉลี่ย 23x19x20 เซนติเมตร

(ก) (ข)

รูปที่ 4.1 ผลมะพร้าวอ่อน
(ก) ลักษณะผลมะพร้าวอ่อน (ข) การวัดขนาดผลมะพร้าวอ่อน

4.2 การวิเคราะห์การจับ และการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนตามความเหมาะสม

ศึกษารูปแบบในการจับผลมะพร้าวอ่อนที่เหมาะสม และแรงกระทำต่อผลมะพร้าวอ่อนที่มีทั้งการดัน การประคอง และการดึงผลมะพร้าวอ่อน โดยมีรายละเอียดของแรง และรูปแบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.2.1 ศึกษารูปแบบแรงกระทำต่อผลมะพร้าวอ่อน

ก. การดันมะพร้าวอ่อน

มีแรงมากระทำด้านข้างมะพร้าวอ่อนทั้ง 2 ด้านเพื่อให้เกิดแรงเสียดทานต้านน้ำหนัก ทำให้มะพร้าวอ่อนสามารถอยู่ในกลไกการจับได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.2ก

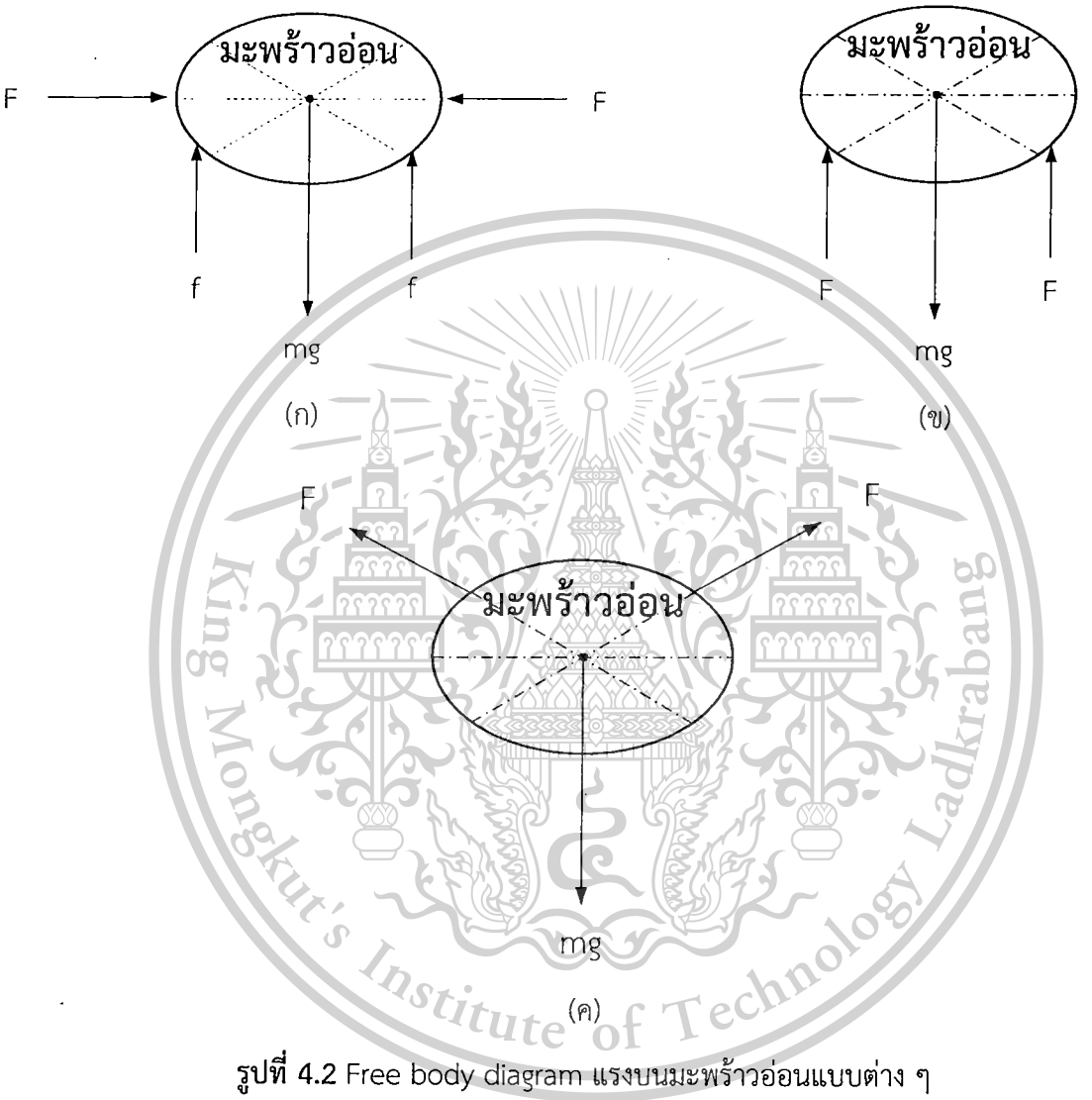
ข. การประคองมะพร้าวอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ใช้หลักการการวางมะพร้าวอ่อนลงบนกลไกการจับ ซึ่งจะมีจุดสัมผัสทั้งหมด 4 จุด เพื่อทำให้เกิดความสมดุลในการลำเลียง แล้วประคองมะพร้าวอ่อนตามไปในแนวเส้นตรง ดังแสดงในรูปที่ 4.2ข

ค. การดึงมะพร้าวอ่อน

การใช้แรงในการดึงเพื่อเอาชนะแรงโน้มถ่วงของมะพร้าวอ่อน และสามารถยกมะพร้าวอ่อนจากในแนวระนาบได้ โดยจะมีแรงดึง 2 แรง หรือมากกว่าขึ้นอยู่กับแบบแนวคิด ดังแสดงในรูปที่ 4.2ค



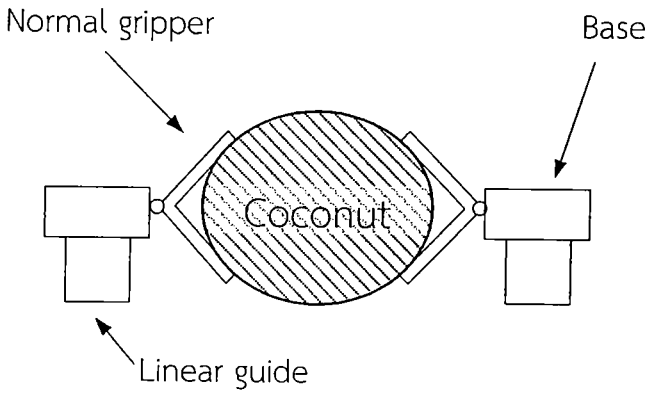
รูปที่ 4.2 Free body diagram แรงบนมะพร้าวอ่อนแบบต่าง ๆ
(ก) การดันมะพร้าวอ่อน (ข) การประคองมะพร้าวอ่อน (ค) การดึงมะพร้าวอ่อน

4.2.2 แนวคิดรูปแบบการจับผลมะพร้าวอ่อน

ก. Normal Gripper Concept

อาศัยหลักของการดันมะพร้าวอ่อน โดยติดตั้งมือจำลองลงบนตัวรางสไลด์ โดยมีสปริงติดตั้งที่มือจับทำให้หลังจากผ่ามะพร้าวอ่อนจะสามารถดีดตัวขึ้นมาเองได้ แต่ไม่สามารถลำเลียงมะพร้าวอ่อนได้ทุกขนาด โดยตัวอย่างแสดงในรูปที่ 4.3

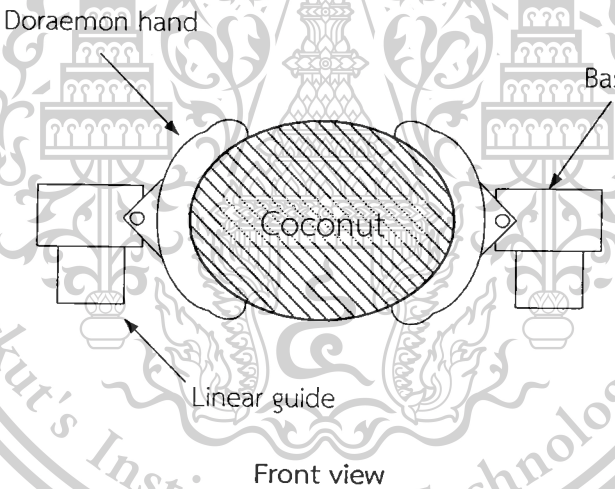
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.3 รูปแบบส่วนประกอบของแนวคิด Normal gripper

ข. Doraemon Hand Concept

อาศัยหลักของการดันมะพร้าวอ่อนโดยใช้หลัก ของการอัดลมเข้าไปให้มือจนพองตัวขึ้น แรงพอที่สามารถดันมะพร้าวอ่อน แล้วลำเลียงมะพร้าวไปสู่ส่วนตัดได้ แต่แนวคิดนี้มีโครงสร้างไม่แข็งแรง ถ้ามะพร้าวอ่อนมีขนาดเล็กเกินไป อาจทำให้ Doraemon hand โดนใบมีดได้ เมื่อถึงการตัดโดยตัวอย่างแสดงในรูปที่ 4.4

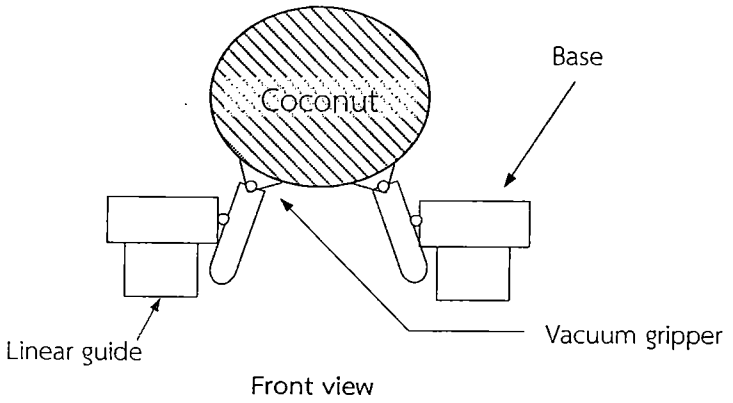


รูปที่ 4.4 รูปแบบส่วนประกอบของแนวคิด Doraemon Hand

ค. Vacuum Gripper Concept

ใช้หลักการของการดึงมะพร้าว โดยมี Vacuum gripper ทำหน้าที่ดูดมะพร้าวอ่อน ซึ่งต้องใช้เครื่องอัดลมในการดูดอากาศออกเพื่อให้เป็นสุญญากาศจนสามารถดูดมะพร้าวอ่อนได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.5

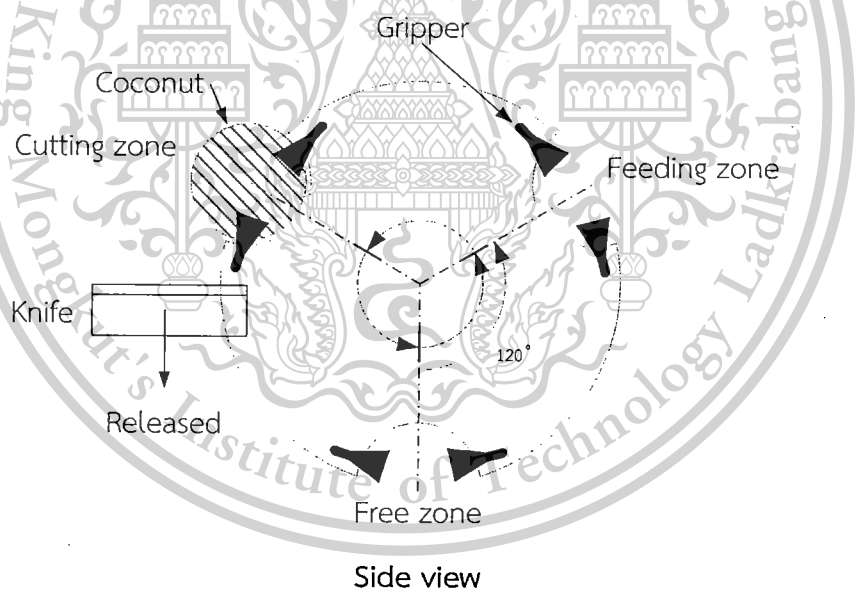
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.5 รูปแบบส่วนประกอบของแนวคิด Vacuum Gripper

Rotary Concept

Rotary เป็นรูปแบบ (Concept) ที่มีความสมบูรณ์แบบมากที่สุด เพราะว่าสามารถดำเนินงานตัดได้อย่างต่อเนื่อง ไม่มีส่วนของการรอรับมะพร้าวอ่อน เครื่องจักรสามารถหมุนต่อไปได้ตลอด แต่ต้องทำการออกแบบโครงสร้าง และกลไกที่ออกแบบใหม่ทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 4.6 ซึ่งถือว่าเป็นการพัฒนาระดับสูง (Total Model Change) โดยต้องการเงินทุนในการวิจัย และเวลาในการสร้างมาก จะเหมาะสมกับความต้องการในอนาคตซึ่งต้องการความเร็วในการผลิตที่สูงมาก ตามมาด้วยต้นทุนการสร้างที่สูงด้วยเช่นกัน

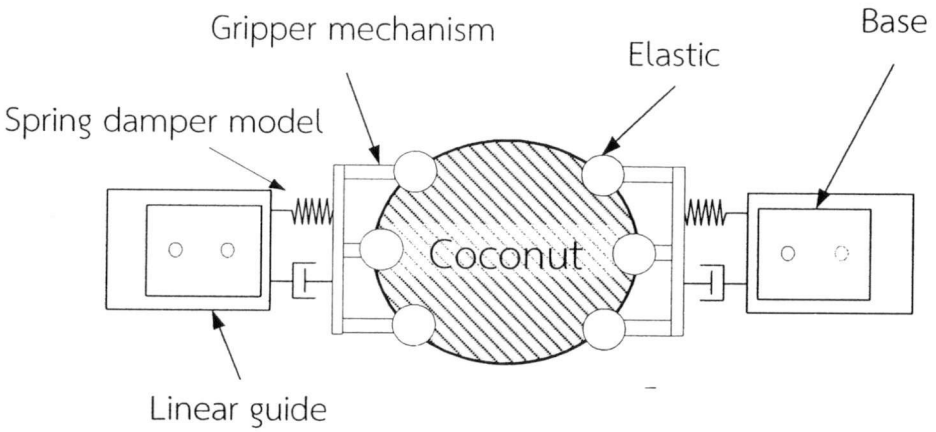


รูปที่ 4.6 รูปแบบส่วนประกอบของแนวคิด Rotary

จ. Gripper Mechanism Concept

Gripper mechanism มีหลักการของการประคอง และดันมะพร้าวอ่อนไปพร้อม ๆ กัน โดยแนวคิดนี้สามารถเป็นไปได้มากที่สุด เนื่องจากสามารถลำเลียงมะพร้าวอ่อนได้ทุกขนาด นำเทคโนโลยีที่มีอยู่มาประยุกต์ในการออกแบบกลไกแขนจับ และง่ายในการติดตั้งเพราะไม่มีระบบอื่นเพิ่มเติมเหมือนกับแนวคิดอื่น ตัวอย่างแสดงในรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.7 รูปแบบส่วนประกอบของแนวคิด Gripper Mechanism

หลังจากได้รูปแบบแนวคิดต่าง ๆ ทำการเปรียบเทียบแนวคิดต่าง ๆ เพื่อหาแนวคิดที่มีความเป็นไปได้ ความง่ายของการใช้งาน และคุ้มค่ามากที่สุด โดยมีการเปรียบเทียบอยู่ทั้งหมด 6 ตัวแปร คือ การออกแบบ ราคา ความง่ายในการติดตั้ง ความง่ายในการใช้งาน ความปลอดภัย การบำรุงรักษา โดยเกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้ 1=พอใช้ 2=ปานกลาง 3=ดี 4=ดีมาก และสรุปแนวคิดออกแบบที่ได้ การให้คะแนนดังตารางที่ 4.1 เป็นผลในการเลือกแบบ Gripper Mechanism ในการสร้างและออกแบบกลไกการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบแนวคิดรูปแบบต่าง ๆ

รูปแบบ	การออกแบบ	ราคา	ความง่ายในการติดตั้ง	ความง่ายในการใช้งาน	ความปลอดภัย	การบำรุงรักษา	คะแนนรวม
Normal gripper	4	4	3	1	4	4	**20**
Doraemon hand	2	1	2	3	4	3	**15**
Vacuum gripper	2	2	2	4	4	3	**17**
Rotary	1	1	1	3	4	4	**14**
Gripper mechanism	3	3	3	4	4	4	**21**

4.3 การออกแบบวงจรนิวเมติกส์สำหรับกลไกการจับ และการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน

หลังจากการเลือกรูปแบบในการจับผลมะพร้าวอ่อนแล้ว ซึ่งเป็นกลไกการจับที่ต้องใช้ระบบนิวเมติกส์ในการยืดออกไปจับผลมะพร้าวอ่อนให้มีความแม่นยำ และการลำเลียงที่เร็วขึ้น ทำให้ต้องมีการออกแบบวงจรนิวเมติกส์แบบใหม่เข้าไปกับระบบ จึงจำเป็นต้องทราบอุปกรณ์ที่ต้องใช้ และหลักการทำงานของวงจรแบบใหม่

4.3.1 อุปกรณ์ระบบนิวเมติกส์แบบใหม่สำหรับการจับ และการลำเลียง

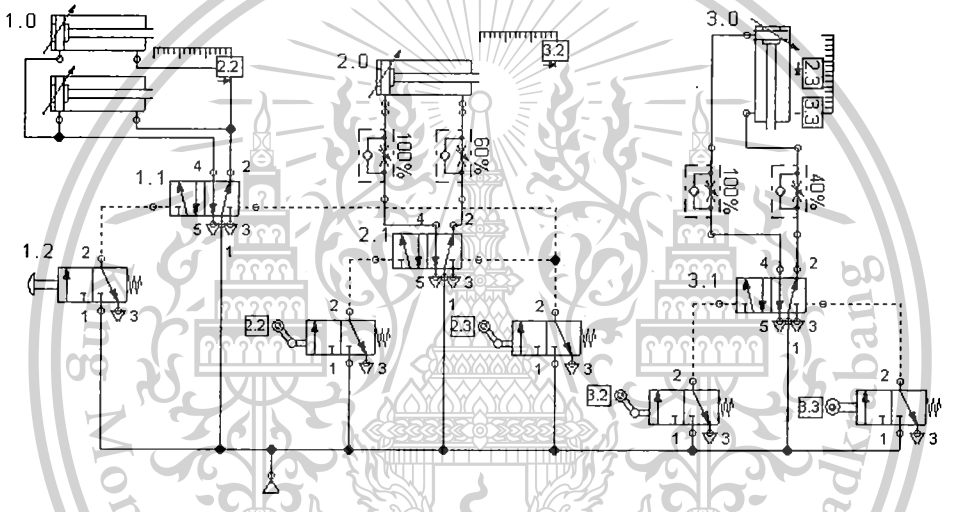
อุปกรณ์ที่มีในระบบใหม่ มีกระบอกลมชนิดทำงานสองทางในการควบคุมสำหรับส่วนของการจับผลมะพร้าวอ่อน เส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร และระยะชัก 30 มิลลิเมตร จำนวน 2 กระบอกประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

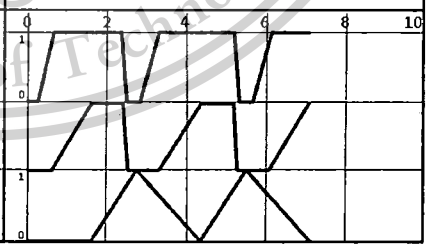
ด้านซ้าย และด้านขวา และกระบอกลมควบคุมการลำเลียงชนิดทำงานสองทางเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ระยะชัก 300 มิลลิเมตร จำนวน 1 กระบอก โดยมีอุปกรณ์สัญญาณควบคุมทั้งสองกระบอกได้แก่ วาล์ว 5/2 D.C.V. เซตและรีเซตด้วยลม วาล์ว 3/2 D.C.V. ปกติปิด ใช้การเซตด้วยมือกดในการเริ่มต้นการทำงาน และลิมิตสวิตซ์ 3/2 รีเซตด้วยสปริง

4.3.2 หลักการทำงานของวงจรนิวเมติกส์สำหรับกลไกการจับ และการลำเลียง

เมื่อกดวาล์ว 1.2 ให้เริ่มการทำงาน กระบอกลม 1.0 ยืดออกไปจับผลมะพร้าวอ่อน เมื่อจับผลมะพร้าวอ่อนแล้ว กระบอกลม 2.0 ทำหน้าที่ในการลำเลียงไปในโซนผ่าผลมะพร้าวอ่อน จากนั้นทำการกลับทันที โดยไม่ต้องรอให้ส่วนกดผลมะพร้าวอ่อนเสร็จ เพื่อรอรับผลมะพร้าวอ่อนต่อไปได้ และกระบอกลม 3.0 ทำหน้าที่ผ่าผลมะพร้าวอ่อน เวลาการตอบสนองในส่วนตัดจะทำงานอยู่ตลอดเวลา ไม่มีช่วงเวลาที่หยุดการทำงาน ซึ่งเป็นข้อแตกต่างในระบบเก่าที่ไม่มีในการจับผลมะพร้าวอ่อน ดังแสดงรูปในที่ 4.8 และ4.9 เป็นวงจรที่ใช้ในการออกแบบวงจรนิวเมติกส์ และเวลาการตอบสนองการทำงานของระบบ



รูปที่ 4.8 แผงผังวงจรนิวเมติกส์ควบคุม

Component Description	Designation	Response Time
Cylinder 1.0	1.0	
Cylinder 2.0	2.0	
Cylinder 3.0	3.0	

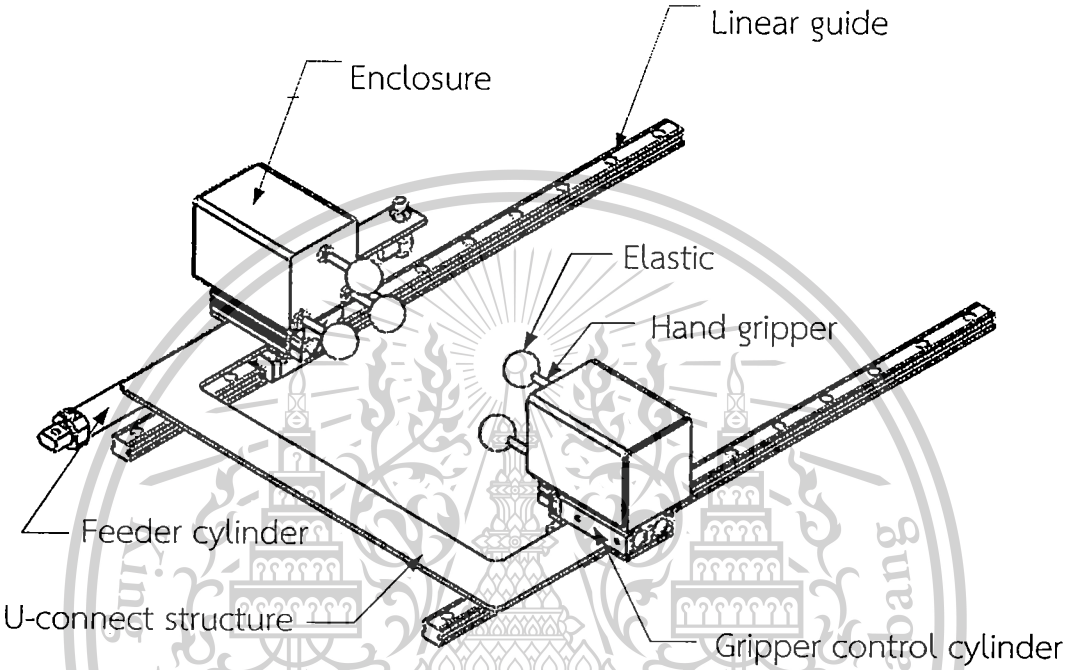
รูปที่ 4.9 แผงผังเวลาการตอบสนองของวงจร

4.4 การออกแบบโครงสร้าง

การออกแบบโครงสร้างพัฒนาจากโครงสร้างเดิม ซึ่งได้มีการปรับเปลี่ยนในส่วนของการป้อน และการลำเลียงในระบบเก่า เนื่องจากโครงเดิมมีขนาดความกว้างไม่พอรองรับในส่วนการจับ และการลำเลียงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

มะพร้าวอ่อน ซึ่งต้องการระยะห่างที่น้อยที่สุดระหว่างชุดจับด้านซ้าย และด้านขวา 33.6 เซนติเมตร โดยมีพารามิเตอร์ในการออกแบบมาจากความกว้างของผลมะพร้าวอ่อน และระยะยืดของกระบอกลมควบคุมกลไกการจับที่เพียงพอต่อการยืด และหดกลับเข้าสู่ตำแหน่งเดิม สามารถวางผลมะพร้าวอ่อนขนาดใหญ่ที่สุดได้ ซึ่งโครงสร้างทั้งหมดที่ใช้มีขนาดความกว้าง 600 มิลลิเมตร ความยาว 700 มิลลิเมตร และความสูง 700 มิลลิเมตร เป็นขนาดที่ใช้ในการออกแบบจริง สำหรับโครงสร้างของการจับ และการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนดังแสดงในรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แบบและส่วนประกอบการจับและการลำเลียง

4.5 การออกแบบกลไกการจับ

การออกแบบกลไกการจับเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการจับผลมะพร้าวอ่อน เนื่องจากรูปทรงของผลมะพร้าวอ่อนที่ไม่แน่นอน และต้องการความเร็วในการทำงานที่เพิ่มขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้การจับในการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนไปข้างหน้า เพื่อให้มีความแน่นอนในการลำเลียงสูงขึ้น โดยโครงสร้างประกอบด้วย โครงสร้างฐาน ส่วนควบคุมกลไกการจับ และกลไกการจับ โครงสร้างฐานเป็นส่วนรองรับน้ำหนักของชิ้นส่วนกลไกการจับ ส่วนควบคุมกลไกการจับเป็นกระบอกลมนิวเมติกส์ที่ควบคุมการยืดออก และหดตัวของกลไกการจับ กลไกการจับเป็นส่วนที่สัมผัสกับผลมะพร้าวอ่อนโดยตรง โดยใช้หลักการเสมือนมือคน และสปริงในการจับผลมะพร้าวอ่อน

การออกแบบ และการสร้างเครื่องจริงใช้สแตนเลส การคำนวณหาความหนาของแผ่นสแตนเลสในส่วนรองรับน้ำหนักส่วนจับผลมะพร้าวอ่อน ใช้หลักทฤษฎีของความเค้นหลักสูงสุดในการออกแบบ และความเสียหายที่เกิดขึ้นในแบบต่าง ๆ โดยหลักการคำนวณขนาดเป็นดังสมการที่ 3.15 และ 3.16 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

โดยกำหนดให้แรงที่เกิดขึ้นบนแผ่นวัสดุคือ mg/2 หรือ 7.36 N เป็นดังแสดงในรูปที่ 4.11 ความเสียหายที่เกิดขึ้นแบ่งเป็น ความเสียหายเนื่องจากแรงเฉือน และความเสียหายเนื่องจากแผ่นอัดไปที่หมุด

<u>ความเสียหายเนื่องจากแรงเฉือน (หมุดขาด)</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$T = \frac{F}{3A}$$

$$d^2 = \frac{4F}{3\pi \times T}$$

$$d^2 = \frac{4 \times 7.36}{3\pi \times 0.5 \times 276 \times 10^6}$$

$$d = 0.15 \quad mm$$

ค่าที่คำนวณได้เป็นขนาดรูของยึดนิ้วจับกับโครงรองรับน้ำหนัก ซึ่งได้ค่าออกมาน้อยเนื่องจากแรงที่เกิดขึ้นบนโครงรองรับน้ำหนักน้อยมาก โดยเลือกใช้ขนาดที่ยึดสำหรับเครื่องต้นแบบ 10 มิลลิเมตร

<u>ความเสียหายเนื่องจากแผ่นอัดไปที่หมุด</u>

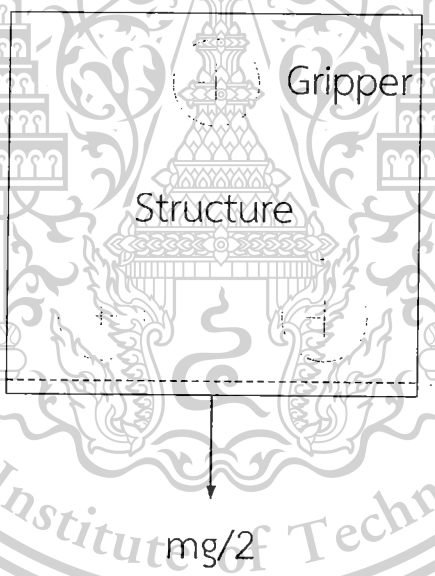
$$\sigma = \frac{F}{3A}$$

$$t = \frac{F}{3 \times \sigma \times d}$$

$$t = \frac{7.36}{3 \times 276 \times 10^6 \times 0.015 \times 10^{-3}}$$

$$t = 0.06 \quad mm$$

ค่าที่คำนวณได้เป็นขนาดของโครงรองรับน้ำหนักกลไกการจับ ซึ่งได้ค่าออกมาน้อยเนื่องจากแรงที่เกิดขึ้นบนโครงรองรับน้ำหนักน้อยมาก โดยเลือกใช้ขนาดเหล็กสำหรับเครื่องต้นแบบ 3 มิลลิเมตร

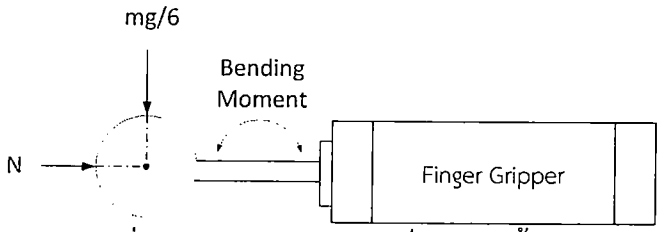


รูปที่ 4.11 องค์ประกอบแรงที่ส่งผลต่อโครงสร้างรับน้ำหนักกลไกการจับ

4.6 การออกแบบขนาดของนิ้วจับและวัสดุรับน้ำหนัก

นิ้วจับเป็นส่วนที่รับน้ำหนักผลมะพร้าวอ่อนโดยตรง ซึ่งต้องมีการคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่สามารถรับน้ำหนักได้ ไม่เสียหาย โดยได้ออกแบบตามมาตรฐานของ ASME โดยเลือกวัสดุเป็นสแตนเลสทั้งนิ้วจับ และโครงรับน้ำหนัก ที่ใช้ในการออกแบบจริง ดังแสดงในรูปที่ 4.12 และ 4.13 ซึ่งนิ้วมีทั้งหมด 6 นิ้ว ข้างละ 3 นิ้ว เพื่อให้เกิดความสมดุลในการจับ ระยะทั้งสองข้างจึงเท่ากัน และทำให้เกิดจุดรับแรงทั้งหมด 6 จุด โดยนิ้วจับที่ใช้เป็นกระบอกลมนิวเมติกส์ทำงานสองทาง ใช้หลักการในการทำหน้าที่เหมือนสปริงยืดและหดได้ในการจับผลมะพร้าวอ่อนที่ขนาดแตกต่างกัน โดยหลักการคำนวณหาขนาดมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.12 องค์ประกอบแรงที่ส่งผลต่อนิ้วจับ

แรงในแนวดิ่ง: แรงเนื่องจากน้ำหนักของผลมะพร้าวอ่อนกดลงบนนิ้วจับ

$$F_y = \frac{mg}{6}$$

$$F_y = \frac{1.5x9.81}{6}$$

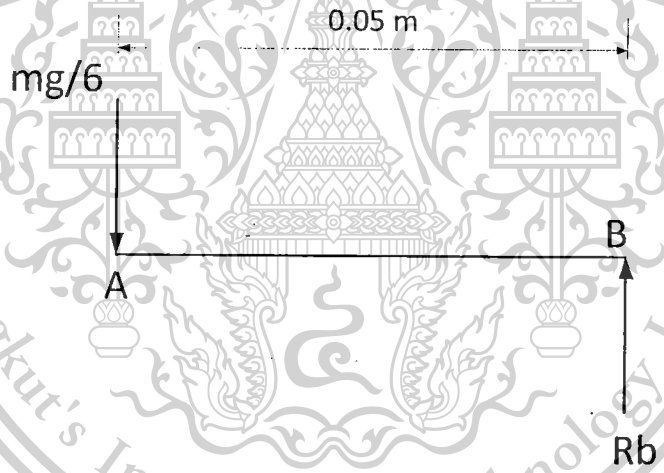
$$F_y = 2.45N$$

สมดุลแรงในแนวดิ่ง:

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_b = F_y$$

$$R_b = 2.45\ N$$



รูปที่ 4.13 สมดุลแรงในแนวดิ่ง

โมเมนต์ดัดที่จุด A:

$$\Sigma M_a = 0$$

$$M_a = 0.05(2.45) = 0.1225\ \ N.m$$

เนื่องจากไม่มีการหมุน ฉะนั้น T = 0 N.m

จากตารางที่ 3.6 ชนิดของแรงที่กระทำเป็นแบบเพลาอยู่นิ่ง C_m = 1.0, C_t = 1.0

กำหนดให้ นิ้วจับเป็นสแตนเลสมีความเค้นเฉือนใช้งาน $\tau_d = 0.3\sigma_y$

$$\tau_d = 0.3(276 \times 10^6) = 82.8 \times 10^6 \quad Pa$$

จากสมการที่ 3.14 สามารถหาขนาดนิ้วจับได้ดังนี้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

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

$$d^3 = \frac{16}{\pi(82.8x10^6)}[(0)^2 + (1.0 \times 0.1225)^2]^{1/2}$$

$$d = 1.96\,\text{mm}$$

จะได้ขนาดของนิ้วจับ 1.96 มิลลิเมตร โดยเลือกขนาดนิ้วจับ 5 มิลลิเมตรในการออกแบบสำหรับนิ้วจับ เนื่องจากนิ้วจับที่ใช้เป็นกระบอกลมนิวเมติกส์ จึงทำให้หาขนาดได้ไม่ตรงตามที่คำนวณ และใช้ขนาดมากกว่าที่คำนวณไว้ เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5
การสร้างเครื่องต้นแบบ และการทดสอบ

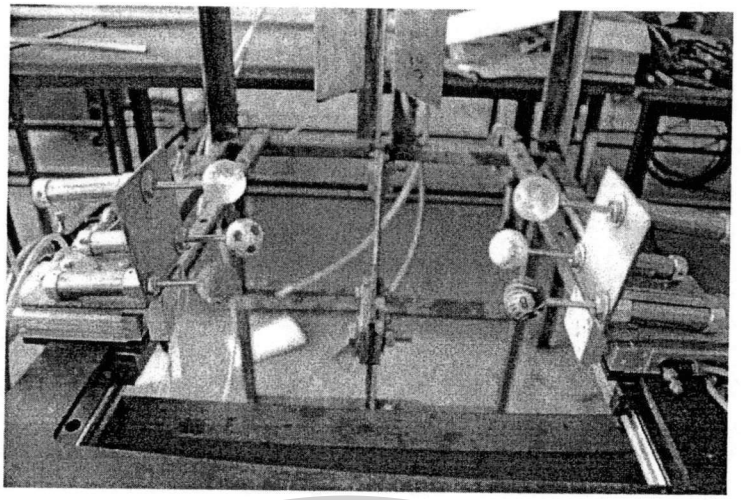
การออกแบบกลไกการจับและลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนสำหรับเครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนกึ่งอัตโนมัติ โดยได้ทำการสร้างเครื่องต้นแบบและทดสอบการทำงาน ประกอบด้วย การสร้างโครงสร้างกลไกการจับและการลำเลียง การทดสอบประสิทธิภาพในการจับและการลำเลียง การทดสอบแรงต่ำสุดและแรงปฏิกิริยาสำหรับการจับผลมะพร้าวอ่อน การทดสอบการทำงานอย่างต่อเนื่องและการหาปริมาณความสิ้นเปลืองลมอัดเพื่อเปรียบเทียบปริมาณความสิ้นเปลืองลมอัดแบบเก่าและแบบใหม่ นอกจากนั้นสามารถหากำลังเครื่องอัดลมได้ในการทำงานในระบบ

5.1 การสร้างกลไกต้นแบบ

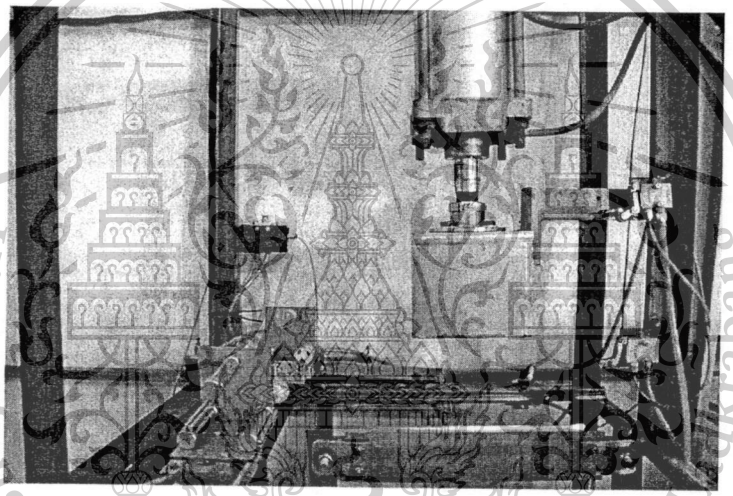
การออกแบบกลไกการจับ และการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนสำหรับเครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนกึ่งอัตโนมัติโดยใช้พื้นฐานทางวิศวกรรมเพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ การออกแบบเบื้องต้นมาจากการศึกษาแนวคิดการออกแบบในการจับผลมะพร้าวอ่อนที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด และศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลมะพร้าวอ่อน จากนั้นจึงออกแบบกลไกการจับ และการลำเลียง ที่ประกอบไปด้วย ส่วนนิ้วที่สัมผัสกับผลมะพร้าวอ่อนโดยตรง ส่วนควบคุมกลไกการจับ และส่วนลำเลียง โดยการออกแบบคำนึงถึงความเสียหายที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนนั้น หลักการทำงานของเครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนกึ่งอัตโนมัติแบบใหม่ที่มีกลไกการจับ และการลำเลียงใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 5.1 เริ่มจากการกดสวิตช์เพื่อให้กระบอกลมเลื่อนกลไกการจับยึดมาจับผลมะพร้าวอ่อนที่อยู่ในตำแหน่งป้อนเริ่มต้น เมื่อจับผลมะพร้าวอ่อน จากนั้นลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนไปในโซนผ่าผลมะพร้าวอ่อน ซึ่งช่วงนี้สามารถปรับเปลี่ยนความเร็วในการลำเลียงได้ โดยการปรับวาล์วควบคุม ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพในการจับผลมะพร้าวอ่อน และความเร็วในการทำงานของเครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อน จากการออกแบบพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ฐานเริ่มต้นในการวางผลมะพร้าวอ่อนยังคงหาตำแหน่งที่แน่นอนไม่ได้ และโครงสร้างของฐานวางยังติดกับโครงสร้างของกลไกการจับ และการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน นอกจากนั้นรูปทรงผลมะพร้าวอ่อนมีความไม่แน่นอน และทำให้ประสิทธิภาพในการจับลดลง ในการลำเลียงไปยังโซนผ่าผลมะพร้าวอ่อน ยังคงมีการปล่อยตำแหน่งมะพร้าวอ่อนไม่แน่นอน ส่วนจับต้องปล่อยมะพร้าวอ่อนก่อนที่หัวกดจะถึงผลมะพร้าวอ่อน เนื่องจากไม่มีตัวบานพับหรือส่วนเพิ่มความยืดหยุ่นในแนวตั้ง ดังนั้นการพัฒนาในอนาคตอาจมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการผ่าผลมะพร้าวอ่อน และการป้อนต่อเนื่องมากขึ้น

การทดสอบเครื่องต้นแบบ ดังแสดงในรูปที่ 5.2 เพื่อวิเคราะห์ในส่วนต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบและสร้างกลไกการจับ และลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนขึ้นมา ได้แก่ การทดสอบประสิทธิภาพในการจับ การทดสอบแรงต่ำสุดสำหรับการจับมะพร้าวอ่อน การทดสอบการทำงานอย่างต่อเนื่อง การหาปริมาณความสิ้นเปลืองลมอัด และการทดสอบแรงปฏิกิริยาของนิ้วจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 5.1 โครงสร้างกลไกการจับและการลำเลียง



รูปที่ 5.2 เครื่องต้นแบบผ่าผลมะพร้าวอ่อน

5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของกลไกการจับ และการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน

การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพในการจับ และลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนที่ความดันลม 9.5 บาร์ โดยปรับวาล์วควบคุมความเร็วลมให้ก้านลูกสูบเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 0.5, 0.65 และ 0.9 เมตรต่อวินาที พร้อมทั้งจับเวลาในการจับ และลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน และสังเกตผลการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน ผลการทดลองที่ได้แสดงเป็นตารางดังภาคผนวกตารางที่ ก.2, ก.3 และ ก.4

จากผลการทดลอง เมื่อนำสมการที่ 5.1 เพื่อหาประสิทธิภาพในการจับ และการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน สามารถเขียนสรุปเป็นตารางของแต่ละอัตราเร็วการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนได้ดังนี้

$$\eta = \frac{\text{จำนวนผลมะพร้าวอ่อนที่จับและลำเลียงไปได้}}{\text{จำนวนผลมะพร้าวอ่อนทั้งหมด}} \times 100 \qquad (5.1)$$

จากตารางที่ 5.1 พบว่าที่ความเร็ว 0.50, 0.65 และ 0.90 มีประสิทธิภาพในการจับและการลำเลียง 100 %, 80 % และ 50 % ตามลำดับ ซึ่งความเร็วในการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน 0.5 เมตรต่อวินาที เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ความเร็วในการลำเลียงต่ำสุดของการปรับวาล์วควบคุมความเร็ว เมื่อเพิ่มความเร็วในการลำเลียงมากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการจับผลมะพร้าวอ่อนลดลง เนื่องจากความเร็วที่มากเกินไป ทำให้เกิดการสั่นสะเทือน และกระแทกระหว่างส่วนการลำเลียง และโครงสร้างของเครื่องจักรเมื่อถึงระยะที่กำหนด ทำให้การผ่าผลมะพร้าวอ่อนไม่โดนกึ่งกลางกะลาของมะพร้าวพอดี ดังนั้นความเร็วในการลำเลียงควรอยู่ในช่วงพอเหมาะที่ไม่กระทบต่อประสิทธิภาพการจับอ่อนลดลง แต่ทำให้ประสิทธิภาพในการจับ และการลำเลียงลดลงด้วย เมื่อเพิ่มความเร็วในการลำเลียงมากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการจับผลมะพร้าวอ่อนลดลง เนื่องจากความเร็วที่มากเกินไป ทำให้เกิดการสั่นสะเทือน และกระแทกระหว่างส่วนการลำเลียง และโครงสร้างของเครื่องจักรเมื่อถึงระยะที่กำหนด ดังนั้นความเร็วในการลำเลียงควรอยู่ในช่วงที่พอเหมาะที่ไม่กระทบต่อประสิทธิภาพของการจับทำให้การผ่าผลมะพร้าวอ่อนไม่โดนกึ่งกลางกะลาของมะพร้าวพอดี

ตารางที่ 5.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการจับ และการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนในการลำเลียงที่อัตราเร็วต่าง ๆ

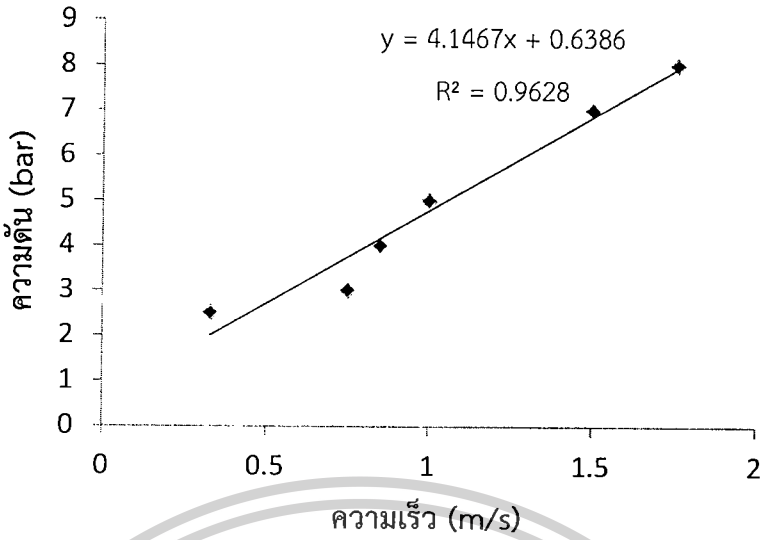
อัตราเร็วในการลำเลียง (เมตรต่อวินาที)	ประสิทธิภาพในการจับและการลำเลียง (%)
0.50	100
0.65	80
0.90	50

5.3 การทดสอบแรงต่ำสุด และแรงปฏิกิริยาสำหรับการจับผลมะพร้าวอ่อน

การทดสอบการจับ และลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนไปข้างหน้าได้ โดยการปรับค่าความดันต่าง ๆ ของอุปกรณ์ควบคุมความดัน (Regulator) ที่ความดันต่ำสุดในการจับ และลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน สำหรับการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนไปได้โดยไม่ตกหล่น หรือกระฉอกออก ณ ความเร็วการลำเลียงต่าง ๆ จะสามารถคำนวณแรงต่ำสุดที่สามารถจับ และลำเลียงไปได้ โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างความดัน (บาร์) และความเร็วในการลำเลียง (เมตรต่อวินาที) ซึ่งหลังจากการทดสอบที่ความดันต่าง ๆ จะได้ความเร็วเป็นไปในทางเดียวกัน เมื่อความดันเพิ่มขึ้น จะสามารถจับผลมะพร้าวอ่อนได้ และลำเลียงไปได้ในความเร็วเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดัน (บาร์) และความเร็ว (เมตรต่อวินาที) ในรูปที่ 5.3

การทดสอบความแข็งแรงของนิ้วจับ เพื่อทราบถึงคุณสมบัติพื้นฐานของนิ้วจับผลมะพร้าวอ่อน ความแข็งแรงเป็นคุณสมบัติสำคัญที่ต้องใช้ในการสั่งซื้อ และเทียบอุปกรณ์แทนกันได้ เช่น อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ยึดหรือยุบตัวได้ เป็นต้น โดยสามารถทดสอบหาความแข็งได้จากเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ซึ่งใช้หัวกดของเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสที่มีหน้าตัดใหญ่สุด และกดลงไป 2 เซนติเมตรที่ความเร็วเท่ากับความเร็วในการจับผลมะพร้าวอ่อน จะได้ผลออกมาเป็นแรงต่อระยะทางที่กด เป็นค่าเฉลี่ยของนิ้วจับผลมะพร้าวอ่อนทั้ง 6 นิ้ว 993.75 นิวตันต่อเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและความเร็วในการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนต่าง ๆ

จากกราฟความสัมพันธ์เมื่อต้องการความเร็วในการลำเลียงสูงขึ้น ทำให้ต้องเพิ่มความดันในการจับและการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน เพื่อสามารถให้แรงเพียงพอต่อการจับ และการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนโดยไม่ตกหล่น และกระฉอกออก ค่าสูงสุดที่ได้จากความสัมพันธ์ที่ความดัน 8 บาร์สามารถลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนได้ 1.76 เมตรต่อวินาที

5.4 การทดสอบการทำงานอย่างต่อเนื่อง

การทดสอบเพื่อหากำลังการทำงานของเครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนพร้อมกลไกการจับ และการลำเลียงนั้น เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยสนใจเฉพาะส่วนของการจับ และการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนเท่านั้น ที่ความดัน 9.5 บาร์ อัตราเร็วที่ใช้ในการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนที่ 0.5 เมตรต่อวินาทีเป็นอัตราเร็วที่ใช้ทางปฏิบัติจริง จากผลการทดสอบสามารถหาเวลาเฉลี่ยในการจับ และการลำเลียงต่อผลมะพร้าวอ่อนได้ 0.74 สำหรับการผ่าผลมะพร้าวอ่อนเมื่อทำงานเครื่องเปล่าใช้เวลาเฉลี่ยที่ 4.04 วินาที ทั้งไปและกลับการทำงาน แต่เมื่อทำงานจริงในส่วนการผ่าผลมะพร้าวอ่อนใช้เวลา 6.5 วินาที นั้นคือเวลาที่ใช้ในหนึ่งกระบวนการทั้งหมดคือ 7.24 หรือประมาณ 7.5 วินาที สามารถคำนวณอัตราการผลิตในหนึ่งวันเวลาทำงาน (8 ชม.) ได้จากสมการที่ 5.2 ดังต่อไปนี้

$R_{ผล}$ = 3600 / $t_{เฉลี่ย}$ (5.2ก)

$R_{ผล}$ = 3600/7.5

= 480 ผลต่อชั่วโมง

= 3,840 ผลต่อวัน

$R_{น้ำหนัก}$ = $R_{ผล}$ x ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของผลมะพร้าวอ่อน (5.2ข)

$R_{น้ำหนัก}$ = 480x1.5

= 720 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

= 720x8

= 5,760 กิโลกรัมต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากการคำนวณข้างต้นได้กำลังการทำงานของเครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนกึ่งอัตโนมัติแบบใหม่ที่มีการผลิต 3.8 ผลต่อหนึ่งวันหรือ 5.7 ตันต่อหนึ่งวันทำงาน

5.5 การหาปริมาณความสิ้นเปลืองลมอัด

การหาปริมาณความสิ้นเปลืองของลมอัด เริ่มแรกมาจากการหาอัตราเร็วของกระบอกลมส่วนต่าง ๆ ซึ่งได้กล่าวไปแล้วในข้างต้นในสมการที่ 3.6 โดยกำหนดให้อัตราเร็วในส่วนลำเลียง ได้แก่ 0.5, 0.65 และ 0.9 เมตรต่อวินาที ในส่วนการจับ และผ่าผลมะพร้าวอ่อนไม่ได้ปรับเปลี่ยนความเร็ว ซึ่งอัตราเร็วของการจับ และการผ่าผลมะพร้าวอ่อนเท่ากับ 0.222 และ 0.143 เมตรต่อวินาที เมื่อทราบความเร็วของแต่ละส่วนแล้ว ทำการหาพื้นที่ของกระบอกลมในส่วนต่าง ๆ ในสมการที่ 3.7 โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นดังนี้ 16, 25 และ 125 มิลลิเมตร จะได้ค่าพื้นที่ดังนี้ 0.0002, 0.00049 และ 0.01227 ตารางเมตร จากสมการที่ 3.8 สามารถหาปริมาณความสิ้นเปลืองลมที่เกิดขึ้นได้ดังนี้ (Q)

<u>ส่วนของการจับผลมะพร้าวอ่อน</u>

$$Q = 0.0002 \times 0.222 \quad (5.3)$$
$$= 0.0000444 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที}$$
$$= 0.00266 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อนาที (cmm)}$$

<u>ส่วนของการผ่าผลมะพร้าวอ่อน</u>

$$Q = 0.01227 \times 0.143 \quad (5.4)$$
$$= 0.00175 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที}$$
$$= 0.105 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อนาที (cmm)}$$

ผลรวมอัตราการสิ้นเปลืองลมอัดของส่วนการจับ และการผ่าผลมะพร้าวอ่อนคือ 0.10766 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

<u>ส่วนของการลำเลียงแบ่งเป็นทั้งหมด 3 อัตราเร็วของกระบอกลม</u>

อัตราเร็ว 0.5 เมตรต่อวินาที

$$Q = 0.00049 \times 0.5 \quad (5.5ก)$$
$$= 0.000245 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที}$$
$$= 0.0147 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อนาที (cmm)}$$

อัตราเร็ว 0.65 เมตรต่อวินาที

$$Q = 0.00049 \times 0.65 \quad (5.5ข)$$
$$= 0.000319 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที}$$
$$= 0.01914 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อนาที (cmm)}$$

อัตราเร็ว 0.9 เมตรต่อวินาที

$$Q = 0.00049 \times 0.9 \quad (5.5ค)$$
$$Q = 0.000441 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที}$$
$$= 0.02646 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อนาที (cmm)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ดังนั้นอัตราความสิ้นเปลืองลมเชิงปริมาตรทั้งหมดของอัตราเร็วกระบอกลมลำเลียง 0.5, 0.65 และ 0.9 มีค่าดังนี้ 0.122, 0.127 และ 0.134 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ตามลำดับ โดยค่าสูงสุดของปริมาณความสิ้นเปลืองลมเชิงปริมาตรจะเป็นตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบ และเลือกขนาดเครื่องอัดลมเป็นส่วนของอุปกรณ์ต้นกำลัง

5.6 การหากำลังของเครื่องอัดลม

เมื่อทราบค่าปริมาณลมสูญเสียของกระบอกลมในระบบแล้ว และค่าความดันของระบบที่ใช้ในการลำเลียง และผ่าผลมะพร้าวอ่อน จะทำให้สามารถหากำลังงานของเครื่องอัดลมได้ จากสมการที่ 3.10 สามารถคำนวณโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

$$W = 2x950x0.00224 \quad (5.6)$$
$$= 4.256 \text{ kW}$$
$$= 5.7 \text{ HP}$$

ค่ากำลังของเครื่องอัดลมที่ได้นี้เป็นค่าที่ทำงานเฉพาะกระบอกลมในระบบเท่านั้น ยังไม่รวมการสูญเสียต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในท่อ ซึ่งมีผลน้อยมากเมื่อเทียบกับกระบอกลมในระบบ ดังนั้นค่ากำลังของเครื่องอัดลมที่ได้จึงมีค่าใกล้เคียงต่อความต้องการจริง

5.7 การเปรียบเทียบปริมาณความสิ้นเปลืองลมอัดของแบบเก่า และแบบใหม่

การที่มีกระบอกลมเพิ่มเข้ามาในส่วนของกลไกการจับ อาจเป็นผลทำให้การใช้ปริมาณลมอัดเพิ่มขึ้นแต่ส่งผลเล็กน้อย เมื่อเทียบกับระบบการทำงานที่มีกลไกการจับและการลำเลียงที่เร็วขึ้น ส่งผลให้กระบอกลมควบคุมการผ่าผลมะพร้าวอ่อนทำงานต่อเนื่องมากขึ้นในเวลาที่เท่ากัน โดยเปรียบเทียบในหน่วยของปริมาณความสิ้นเปลืองลมต่อหนึ่งวันทำงาน (ลูกบาศก์เมตรต่อหนึ่งวัน) เพื่อออกแบบสัดส่วนการใช้จ่ายได้อย่างถูกต้องทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม และเลือกขนาดกำลังของเครื่องอัดลม ได้อย่างถูกต้อง เพราะเครื่องอัดลมต้องใช้ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนเครื่องอัดลมในการอัดลมเข้าสู่ระบบ สามารถคำนวณหาปริมาณลมที่ต้องใช้สำหรับกระบอกลมควบคุมการผ่าผลมะพร้าวอ่อนได้ดังนี้ โดยปริมาตรของกระบอกลมควบคุมการผ่าผลมะพร้าวอ่อน คือ 0.003 ลูกบาศก์เมตร จากสมการที่ 3.9 สามารถหาอัตราความสิ้นเปลืองของลมอัดโดยคิดเฉพาะกระบอกลมส่วนผ่าผลมะพร้าวอ่อนได้ดังนี้

<u>อัตราความสิ้นเปลืองลมอัดของการผ่าผลมะพร้าวอ่อนแบบเก่า</u>

$$Q = 0.003x3600/10 \quad (5.7ก)$$
$$= 1.08 \text{ ลูกบาศก์เมตรในหนึ่งชั่วโมง}$$
$$= 8.64 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อหนึ่งวันทำงาน}$$

<u>อัตราความสิ้นเปลืองลมอัดของการผ่าผลมะพร้าวอ่อนแบบใหม่</u>

$$Q = 0.003x3600/7.5 \quad (5.7ข)$$
$$= 1.44 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อหนึ่งชั่วโมง}$$
$$= 11.52 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อหนึ่งวันทำงาน}$$

จากการหาปริมาณความสิ้นเปลืองลมอัดโดยเปรียบเทียบแบบเก่า และแบบใหม่ ซึ่งปริมาตรของกระบอกผ่าผลมะพร้าวอ่อน 0.003 ลูกบาศก์เมตร ในการผ่าผลมะพร้าวอ่อน 1 ครั้ง ใช้ปริมาณความสิ้นเปลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ลมอัดเท่ากับปริมาตรของกระบอกผ่าผลมะพร้าวอ่อน เมื่อเทียบเวลาการทำงานที่เท่ากันแล้ว เครื่องใหม่มีการทำงานเร็วกว่า ทำให้กระบอกควบคุมการผ่าผลมะพร้าวอ่อนทำงานมากกว่าในเวลาที่เท่ากัน โดยเครื่องเก่าใช้เวลา 10 วินาทีต่อครั้ง และเครื่องใหม่ใช้เวลา 7.5 วินาทีต่อครั้ง ได้ผลในหนึ่งวันการทำงาน (8 ชั่วโมง) ออกมาดังนี้ แบบเก่าทำงานใช้ปริมาณลม 8.64 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และแบบใหม่ทำงานใช้ปริมาณลม 11.52 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ดังนั้นปริมาณความสิ้นเปลืองแบบใหม่มากกว่าแบบเก่าคิดเป็น 33.3 % แต่ได้ผลการทำงานมากกว่า 1.33 เท่าของเครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนแบบเก่า

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การออกแบบกลไกการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนประกอบด้วย กลไกการจับ ส่วนควบคุมกลไกการจับและโครงสร้าง การออกแบบนั้นเป็นผลมาจากความต้องการของอุตสาหกรรมอาหารที่เติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้แรงงานคนไม่สามารถทดแทนความต้องการของผู้บริโภค และอุปโภคได้ จึงทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแปลงระบบเก่าของเครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

การออกแบบและการสร้างชุดต้นแบบกลไกการจับและการลำเลียงได้ติดตั้งเข้ากับโครงสร้างส่วนผ่าผลมะพร้าวอ่อนแบบเก่า ซึ่งไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงและวิธีการทำงานของการผ่าผลมะพร้าวอ่อน นอกจากนั้นทำการทดสอบของกระบวนการทำงานในด้านความเร็ว ความแม่นยำ และความต่อเนื่อง โดยชุดต้นแบบโครงสร้างกลไกการจับและการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนประกอบไปด้วย กลไกการจับ และกลไกการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อน มีอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้ กระบอกลมสองทาง 6 กระบอก ข้างละ 3 กระบอก (Hand gripper) ทำหน้าที่เสมือนนิ้วมือในการจับผลมะพร้าวอ่อน กระบอกลมสองทาง 2 กระบอก (Gripper control cylinder) ทำหน้าที่ในการควบคุมชุดนิ้วจับผลมะพร้าวอ่อน กระบอกลมสองทาง 1 กระบอก (Feeder cylinder) ทำหน้าที่เป็นตัวพาชุดกลไกการจับผลมะพร้าวอ่อนเข้าสู่โซนผ่าผลมะพร้าวอ่อนด้วยความเร็วต่าง ๆ ดังนี้ 0.5, 0.65 และ 0.9 เมตรต่อวินาที โครงตัวยู (U-connect structure) ทำหน้าที่ให้ทั้งสองข้างเคลื่อนที่ไปข้างหน้าพร้อมกัน และชุดรางเลื่อน (Linear guide) ทำหน้าที่เป็นฐานของชุดกลไกการจับในการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

จากผลการทดลองเครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนกึ่งอัตโนมัติพร้อมกลไกการจับและการลำเลียงแบบใหม่ พบว่าความเร็วในการลำเลียง 0.5 เมตรต่อวินาทีเป็นความเร็วมากที่สุดสำหรับการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนได้อย่างสมบูรณ์ 100 % ใช้ความดันต่ำสุด 2.71 บาร์ สร้างแรงสำหรับการจับได้ 109 นิวตัน โดยอัตราการผลิตเฉลี่ย 8 ผลต่อนาที เร็วขึ้นจากเดิม 25 % คิดเป็นกำลังการผลิตคือ 480 ผลต่อชั่วโมง ปริมาณสิ้นเปลืองลมอัด 0.122 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ซึ่งต้องการเครื่องอัดลมขนาด 5.7 แรงม้า เมื่อเทียบกับแบบเก่า ใช้ปริมาณลมอัดมากกว่า 33.3 % กลไกการจับผลมะพร้าวอ่อนนี้เป็นเครื่องต้นแบบสำหรับอุตสาหกรรมมะพร้าวอ่อนที่ได้ทดลองการจับและลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนได้และนำค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้ศึกษาในการออกแบบในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

ปานเพชร ชินินทร และขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์. (2538). นิวเมติกอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย. (2536). การปลูกมะพร้าว. โครงการเกษตรชุมชน, กรุงเทพมหานคร.

สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. (2541). เอกสารวิชาการ พืชสวนพันธุ์ดีและเทคโนโลยีที่เหมาะสม. ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร: หจก. มีเดีย เพรส.

สุรพจน์ ท้าวทรายมูล และเอกพงษ์ ชีวิตโสภณ. (2543). เครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อนกึ่งอัตโนมัติ. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

A. Pettersson, T. Ohlsson, S. Davis, J.O. Gray, and T.J. Dodd. (2011). A hygienically designed force gripper for flexible handling of variable and easily damaged natural food products. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 12, 344–351.

A. Pettersson, S. Davis, J.O. Gray, T.J. Dodd, T. Ohlsson. (2010). Design of a magnetorheological robot gripper for handling of delicate food products with varying shapes. Journal of Food Engineering, 98, 332–338.

F. Erzincanli and J. M. Sharp. (1997). Meeting the need for robotic handling of food products. Food Control, Vol. 8, 185-190.

G. Mantriota. (2007). Theoretical model of the grasp with vacuum gripper. Mechanism and Machine Theory, 42, 2-17.

H. Lin, P. Taylor, and S. Bullb. (2007). Modelling of contact deformation for a pinch gripper in automated material handling. Mathematical and Computer Modelling, 46, 1453–1467.

K. Suzumori. (1996). Elastic materials producing compliant robots. Robotics and Autonomous Systems, 18, 135-140.

Richard G. Budynas and Keith J Nisbett. (2011). Shigley's mechanical engineering design. Singapore: McGraw-Hill Higher Education, c2011.

S. Rattanapaskorn and K. Roonprasang. (2008). Design and development of semi-automatic cutting machine for young coconuts. Mj. Int. J. Sci. Tech., 1(Special Issue), 1-6.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตารางที่ ก.1 ลักษณะทางกายภาพของผลมะพร้าวอ่อน

มะพร้าวอ่อนผลที่	a (ซม.)	b (ซม.)	c (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)
1	23	21	21	1,445
2	24	22	23	1,663
3	22	18.5	19	1,603
4	25.5	19.5	21	1,358
5	22	16	17.5	1,265
6	23	18	18.5	1,456
7	22.5	17	18	1,471
8	23.5	20	22.5	1,704
9	22	18	19	1,380
10	23	19	20	1,576
เฉลี่ย	23.05	18.9	19.95	1,492

ตารางที่ ก.2 ผลการทดลองประสิทธิภาพของกลไกการจับ และการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนที่อัตราเร็ว 0.5 เมตรต่อวินาที

มะพร้าวอ่อนผลที่	a (ซม.)	b (ซม.)	c (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ผลของการจับ และการลำเลียง
1	23	21	21	1,445	ปกติ
2	24	22	23	1,663	ปกติ
3	22	18.5	19	1,603	ปกติ
4	25.5	19.5	21	1,358	ปกติ
5	22	16	17.5	1,265	ปกติ
6	23	18	18.5	1,456	ปกติ
7	22.5	17	18	1,471	ปกติ
8	23.5	20	22.5	1,704	ปกติ
9	22	18	19	1,380	ปกติ
10	23	19	20	1,576	ปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ ก.3 ผลการทดลองประสิทธิภาพของกลไกการจับ และการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนที่อัตราเร็ว 0.65 เมตรต่อวินาที

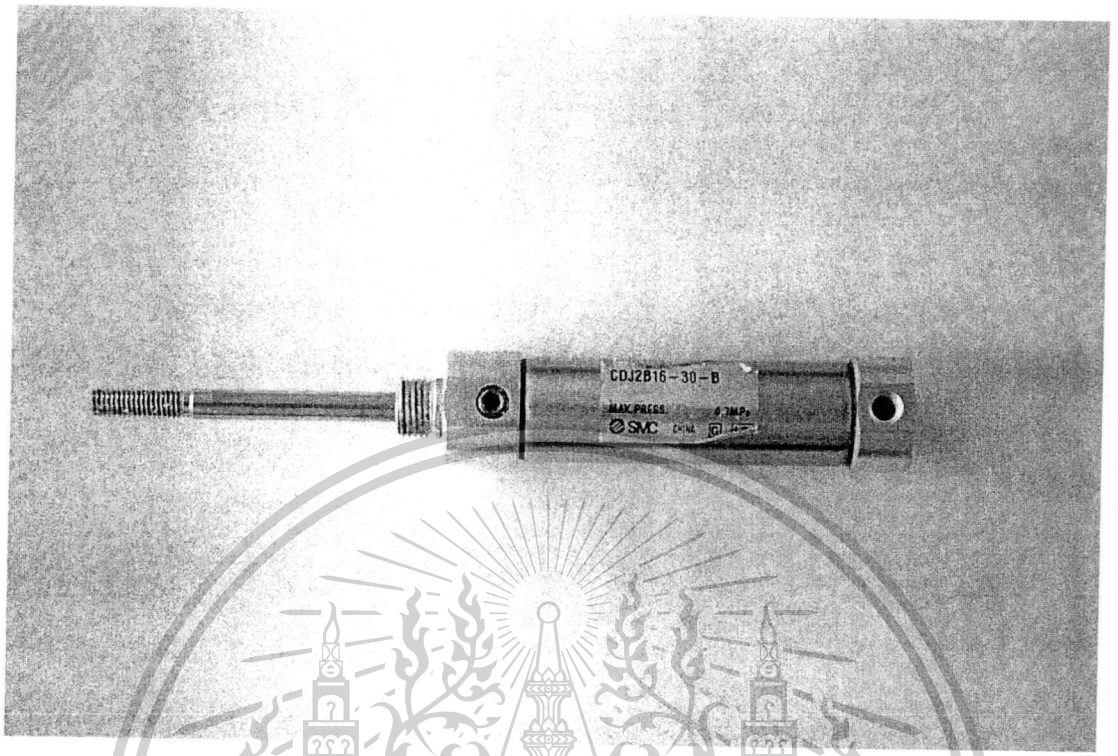
มะพร้าวอ่อนผลที่	a (ซม.)	b (ซม.)	c (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ผลของการจับ และการลำเลียง
1	24.5	18.5	20	1,433	ปกติ
2	23.5	18	20	1,109	ปกติ
3	25	20	21.5	1,117	ตอนลำเลียง มะพร้าวหลุด
4	22.5	17	18	1,184	ปกติ
5	23.5	18.5	20.5	1,562	ปกติ
6	21.5	16	16.5	1,408	ตอนลำเลียง มะพร้าวกลิ้ง
7	24	15.5	18	1,571	ปกติ
8	22.5	17.5	18.5	1,555	ปกติ
9	19.5	17	17.5	1,144	ปกติ
10	22	17	17.5	1,421	ปกติ

ตารางที่ ก.4 ผลการทดลองประสิทธิภาพของกลไกการจับ และการลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนที่อัตราเร็ว 0.9 เมตรต่อวินาที

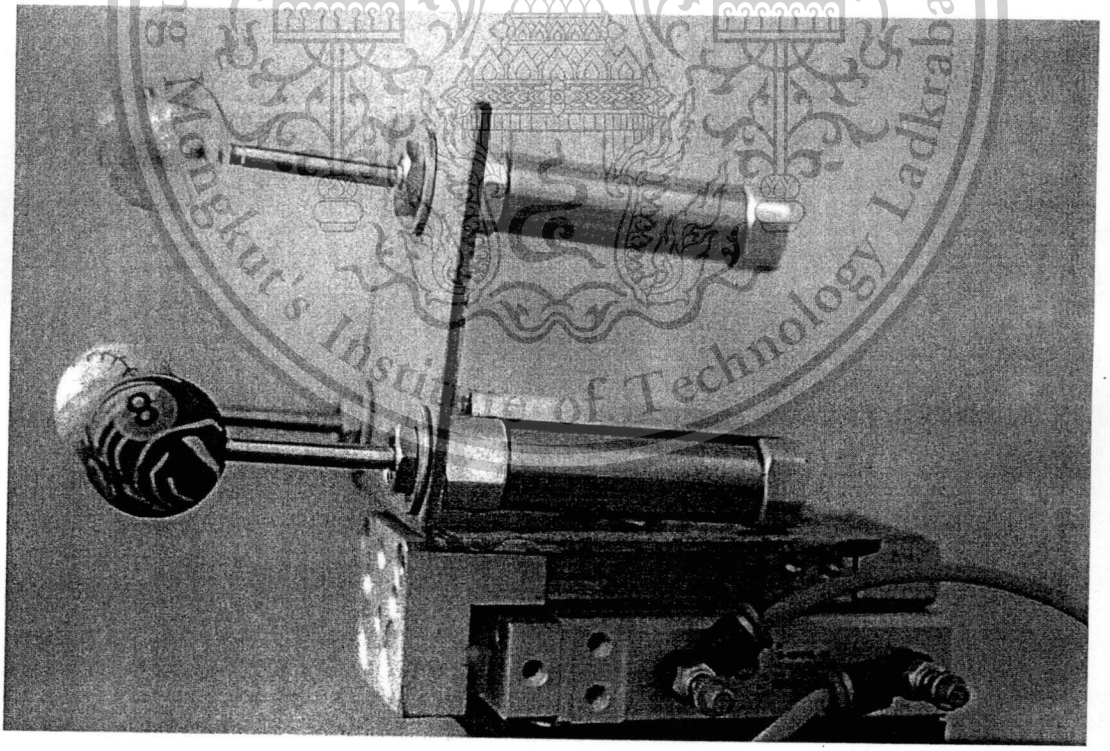
มะพร้าวอ่อนผลที่	a (ซม.)	b (ซม.)	c (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ผลของการจับ และการลำเลียง
1	21	17.5	18.5	1,194	ปกติ
2	23.5	20.5	21	1,564	ปกติ
3	22	17	18	1,168	ตอนลำเลียง มะพร้าวหลุด
4	20.5	17	17.5	1,404	ตอนลำเลียง มะพร้าวกลิ้ง
5	21.5	17.5	18.5	1,462	ปกติ
6	23	18	19	1,310	ตอนลำเลียง มะพร้าวหลุด
7	21	17.5	18	1,215	ปกติ
8	24	18	20	1,391	ตอนลำเลียง มะพร้าวกระฉอก
9	19.5	16.5	17	1,145	ปกติ
10	20	17	18	1,204	ตอนลำเลียง มะพร้าวกลิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ข.

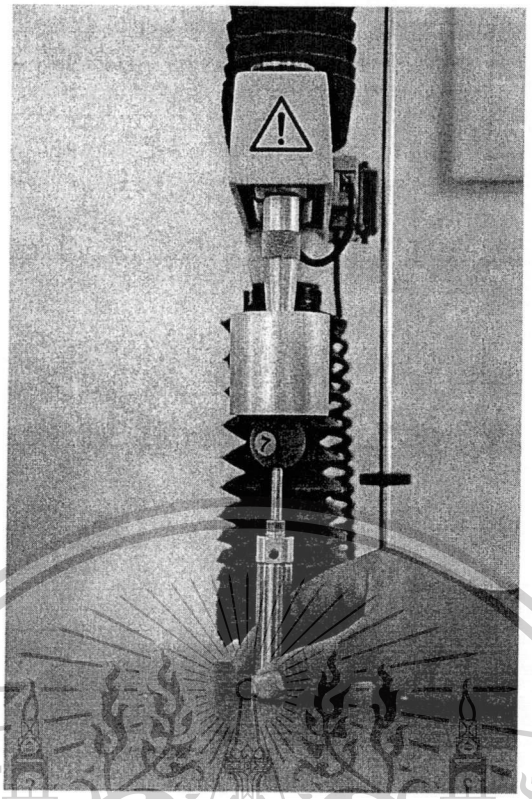


รูปที่ ข.1 อุปกรณ์นิ้วจับ

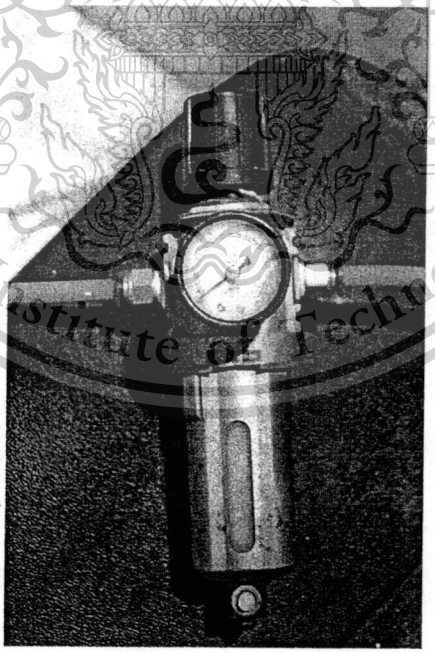


รูปที่ ข.2 อุปกรณ์ควบคุมกลไกการจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

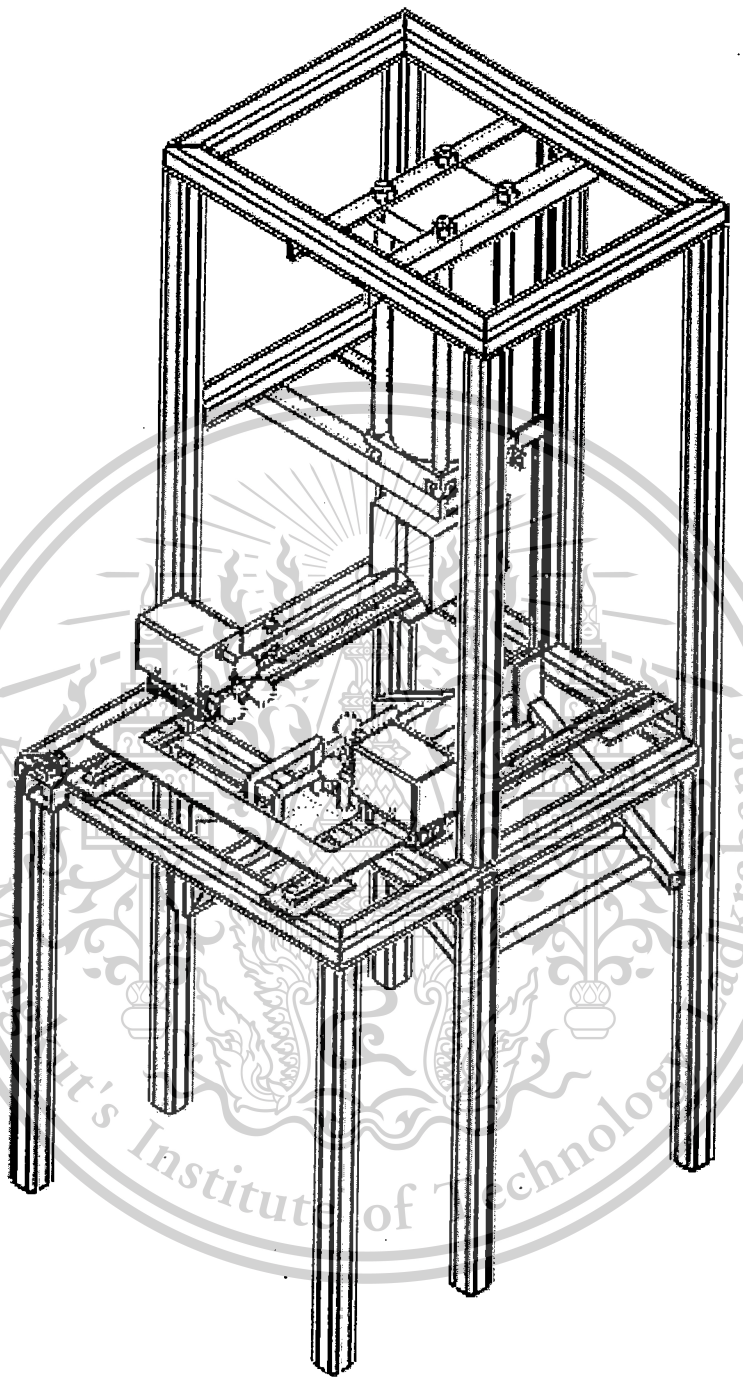


รูปที่ ข.3 การทดสอบแรงของนิ้วจับด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส



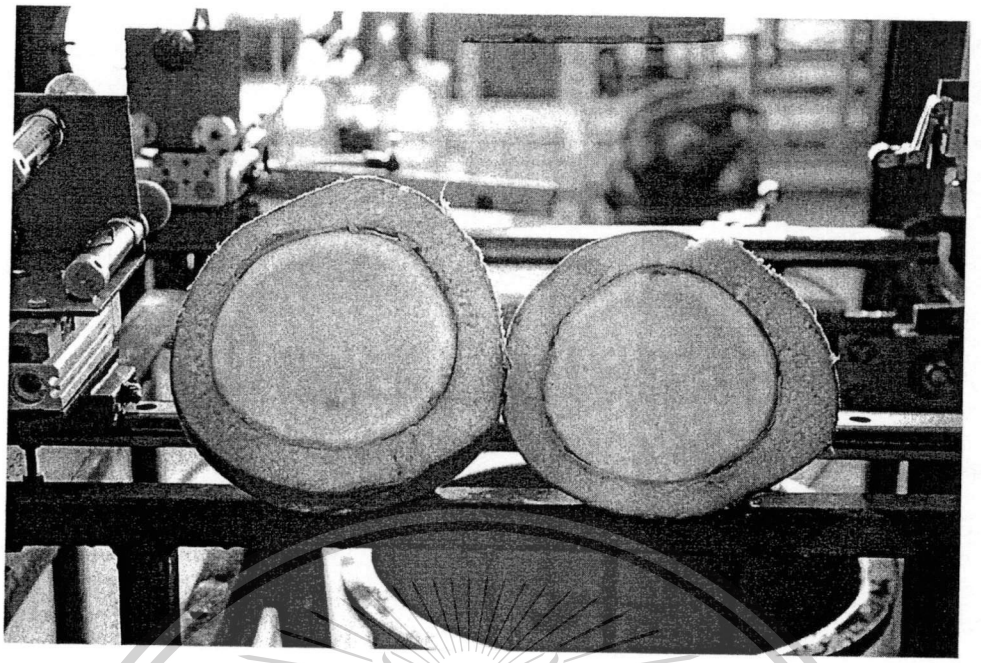
รูปที่ ข.4 วาล์วควบคุมความดัน (Regulator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

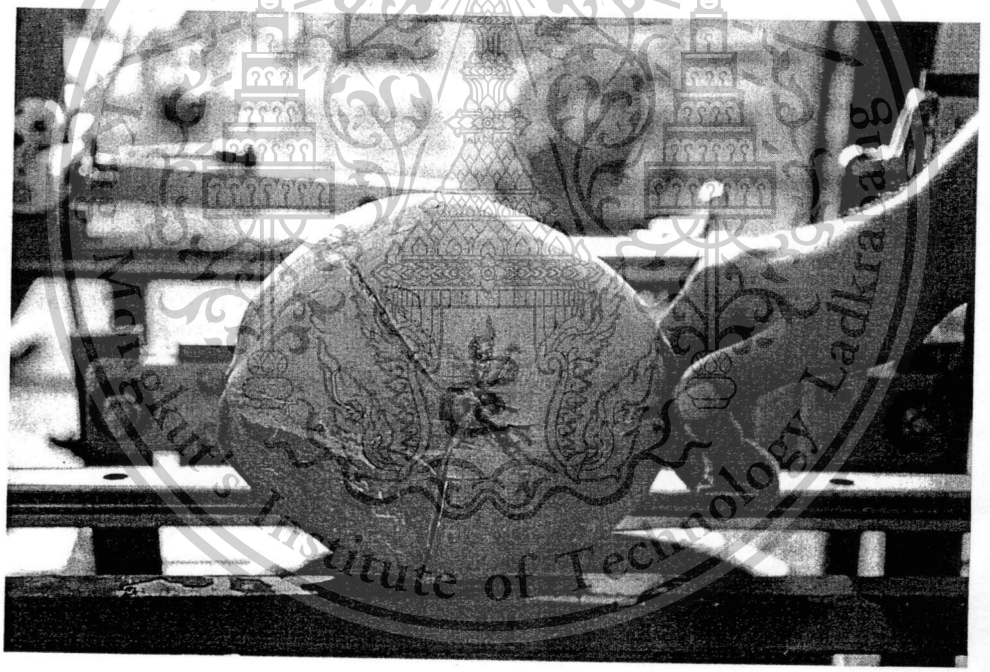


รูปที่ ข.5 แบบและส่วนประกอบทั้งเครื่องผ่าผลมะพร้าวอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

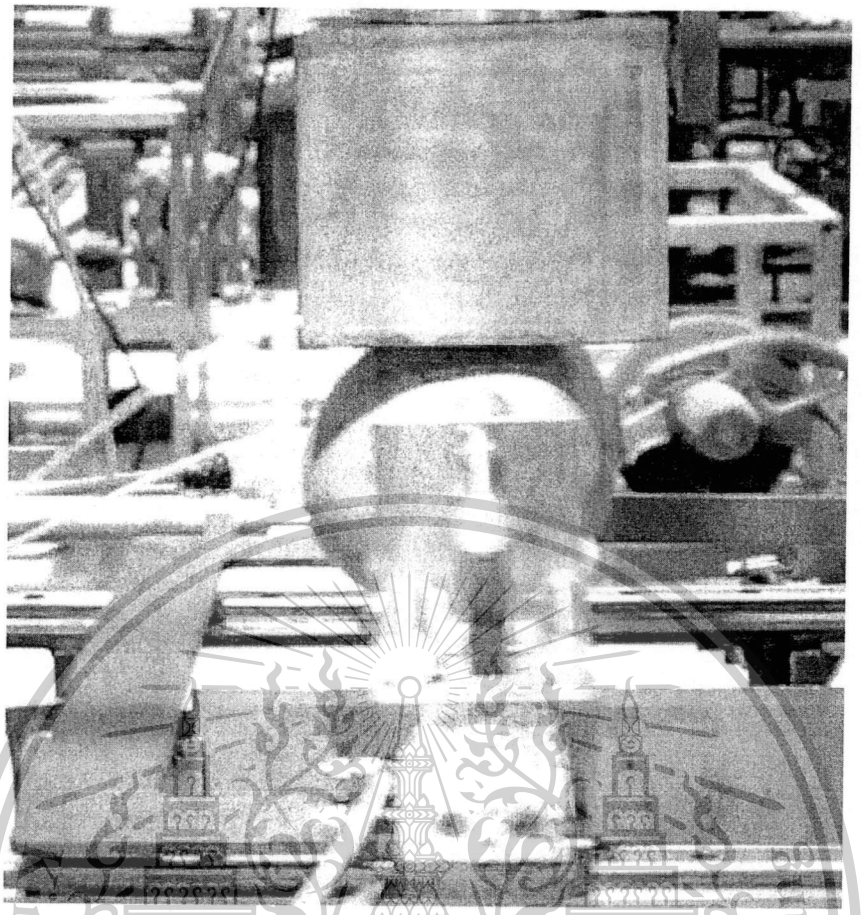


รูปที่ ข.6 การผ่าผลมะพร้าวอ่อนโดยสมบูรณ์



รูปที่ ข.7 การผ่าผลมะพร้าวอ่อนไม่ผ่านใจกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ข.8 ลำเลียงผลมะพร้าวอ่อนเข้าสู่การผ่า

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ประวัติส่วนตัว(ผู้วิจัย)

ชื่อ-สกุล สาทิป รัตนภาสกร

เพศ ☑ ชาย ☐ หญิง วันเดือนปีเกิด 8 ตุลาคม 2498 อายุ 57 ปี

สถานภาพ ☐ โสด ☑ สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วศ.บ	วิศวกรรมเกษตร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2521
Msc.	Ag.Eng.(crop processing)	The University of the Philippines Los Banos Philippines	2531

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) Food machinery

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

ปี พ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้
2539	ได้รับรางวัลที่ 3 การประกวดสิ่งประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร เรื่องชุดเครื่องมือแปรรูปพริกไทยขาว	กระทรวงวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
2544	ได้รับรางวัลชมเชย การประกวดสิ่งประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาเครื่องจักรกลเกษตรเรื่องเครื่องปอกทุเรียนกึ่งอัตโนมัติ	กระทรวงวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2550	ได้รับทุนวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกเนื้อสำรองออกจากเมล็ดจากเมล็ด	สำนักส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2552	การออกแบบและพัฒนาเครื่องขจัดน้ำออกจากหัวไชโป้วหลังการล้าง	สำนักส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2554	เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดมะรุม	สำนักส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ประวัติส่วนตัว(ผู้ร่วมวิจัย)

ชื่อ-สกุล.....ดร.เกียรติศักดิ์ รุ่นพระแสง.....

เพศ ☑ ชาย ☐หญิง วันเดือนปีเกิด 2 มิถุนายน 2515 อายุ 41 ปี

สถานภาพ ☐ โสด ☑ สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วศ.บ	สาขาวิศวกรรมอาหาร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร	2540
วศ.ม	สาขาเทคโนโลยีอุณหภาพ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	2544
Dr. – Ing	Processing Machine and Processing Technology	Technische Universität Dresden ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน	2551

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา).....

-.Processing Machine and Food Processing Machinery

- Thermal Process in Processing Machine and Production Systems

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

ปี พ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้
2544	ได้รับรางวัลชมเชย การประกวดสิ่งประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาเครื่องจักรกลเกษตรเรื่องเครื่องปอกทุเรียนกึ่งอัตโนมัติ	กระทรวงวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2556	การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องผลิตปาท่องโก๋แบบต่อเนื่อง ปีที่ 2/2	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2556	การออกแบบหัวจับผลิตภัณฑ์สำหรับเครื่องย่างแบบต่อเนื่องขนาดเล็ก	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2555	การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องผลิตปาท่องโก๋แบบต่อเนื่อง ปีที่ 1/2	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2555	การออกแบบและพัฒนาเครื่องย่างผลิตภัณฑ์เสียบไม้แบบต่อเนื่องขนาดเล็ก	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.