



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและพัฒนาเครื่องผ่ามะพร้าวอัตโนมัติรุ่นที่ 2 Design and Development of 2nd Generation Automatic Coconut Cutting Machine

รศ.สาทิป รัตนภาสกร
ดร.เกียรติศักดิ์ รุ่งพระแสง

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2555
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการ.....การออกแบบและพัฒนาเครื่องผ่ามะพร้าวอัตโนมัติรุ่นที่ 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 รุ่งพระแสง สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.....

บทคัดย่อ

บทคัดย่อ

การออกแบบและพัฒนาเครื่องผ่ามะพร้าวอัตโนมัติรุ่นที่2เป็นการออกแบบและพัฒนาต่อยอดจากเครื่องผ่ามะพร้าวกึ่งอัตโนมัติเครื่องเดิม ในการศึกษาพบว่าเครื่องสามารถทำงานได้เร็วขึ้นเมื่อมีการพัฒนากลไกสำหรับการจับและการป้อนมะพร้าวเข้าสู่ตำแหน่งการตัด โดยวิเคราะห์และพัฒนาจากการทำงานของเครื่องผ่ามะพร้าวกึ่งอัตโนมัติแบบเดิมที่สามารถผ่าผลมะพร้าวอ่อนขนาดเฉลี่ย 23x19x20 เซนติเมตร และมีอัตราการผลิต 6 ผลต่อนาที ซึ่งกลไกการป้อนแบบเดิมใช้เวลาในการนำมะพร้าวอ่อนจากตำแหน่งการป้อนเข้าสู่ตำแหน่งการตัดจึงเป็นปัญหาคอขวดของขั้นตอนการผ่า บางครั้งไม่สามารถผ่าผ่านใจกลางของมะพร้าวอ่อนได้ การเคลื่อนที่กลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้นช้า เนื่องจากต้องรอให้การตัดเสร็จสิ้นก่อนหลังจากวิเคราะห์สาเหตุและวิจัยแนวคิดการออกแบบในการจับผลมะพร้าวอ่อนแล้ว ได้ออกแบบกลไกต้นแบบเพื่อจับผลมะพร้าวอ่อนโดยมีลักษณะเหมือนนิ้วคน 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

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก เงินงบประมาณแผ่นดิน คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปี 2555 ข้าพเจ้าขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่ได้ช่วยงานวิจัยให้เสร็จสมบูรณ์ ไม่ว่าจะเป็นเจ้าหน้าที่ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ บุคลากรประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร

รศ.สาทิป รัตนภาสกร
ดร.เกียรติศักดิ์ รุ่งพระแสง

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 โครงสร้างระบบนิเวติกส์	8
3.1.1 การทำงานของระบบนิเวติกส์	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
	IV

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 การออกแบบขนาดของนิวจับและวัสดุรับน้ำหนัก	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 การหาค่าล้างของปั๊มลมอัด	37
5.7 การเปรียบเทียบปริมาณความสิ้นเปลืองลมอัดของแบบเก่าและแบบใหม่	37
บทที่ 6 สรุปผลการออกแบบและข้อเสนอแนะ	39
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	41
ภาคผนวก ก	41
ภาคผนวก ข	43
ประวัตินักวิจัย	48

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

VI

สารบัญรูป (ต่อ)

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

สารบัญตาราง

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