บทที่ 4

ผลการพัฒนาเครื่องปอกมะละกอ

การพัฒนาเครื่องปอกมะละกอ มีวิธีการดำเนินงานดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 คือ ซึ่งได้แบ่งวิธีการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ การออกแบบและสร้างเครื่องปอกมะละกอ และการทดสอบและประเมินผลเครื่องปอกมะละกอ ดังนั้นจึงได้แยกผลการพัฒนา ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องปอกมะละกอ

4.1.1 ผลการออกแบบชุดใบมีด

ชุดใบมีดปอกที่ได้รับการออกแบบมีทั้งหมด 3 แบบ โดยในการทดสอบชุดใบมีดแต่ละชุดเครื่องปอกมะละกอต้นแบบนี้สามารถปรับเปลี่ยนชุดใบมีดทั้ง 3 แบบ ซึ่งมีรายละเอียดสำคัญดังนี้

1. ชุดใบมีดปอกแบบที่ 1 ได้นำใบมีดปอกผลไม้แบบดึงขูดมาดัดแปลงและติดตั้งเครื่องปอกมะละกอต้นแบบ ซึ่งใบมีดปอกผลไม้ที่เลือกใช้จะเป็นแบบใบมีดขยับได้มีคมใบมีดที่ช่องตรงกลาง 2 ด้าน ขนาด 1.5X6 ซม.^{2} ดังแสดงในภาพที่ 4.1 และใบมีดชุดนี้มีสปริงยืดมีค่าคงที่ 2.67 กก./ซม. ทำหน้าที่กดให้ชุดใบมีดแนบกับมะละกอตลอดเวลาในขณะทำการปอกผลมะละกอ

ภาพที่ 4.1
ชุดใบมีดปอกแบบที่ 1

2. ชุดใบมีดปอกแบบที่ 2 โดยใช้ใบมีดปอกผลไม้แบบดันข้างมาดัดแปลงและติดตั้งเครื่องปอกมะละกอต้นแบบ ใบมีดชนิดนี้จะมี 2 ส่วนโดยส่วนแรกมีคมใบมีด และส่วนที่สองเป็นแผ่นสำหรับควบคุมความลึกในการปอกเปลือก ขนาด 2.5X10 ซม.^{2}และคมใบมีดยาว 6 ซม. โดยทำการถอดด้ามจับ ดังแสดงในภาพที่ 4.2 และใบมีดชุดนี้มีสปริงยืดมีค่าคงที่ 2.67 กก./ซม. ซึ่งทำหน้าที่ให้กดชุดใบมีดแนบกับมะละกอตลอดเวลาในขณะทำการปอกผลมะละกอ

ภาพที่ 4.2
ชุดใบมีดปอกแบบที่ 2

3. ชุดใบมีดปอกแบบที่ 3 เป็นใบมีดที่พัฒนามาจากแบบที่ 1 และแบบที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยคมใบมีดยาว 15 ซม. และแผ่นรองควบคุมความลึกในการปอกเปลือก ผลไม้ขนาด 5X15 ซม.^{2} ชุดใบมีดสามารถหมุนขึ้นลง และใบมีดสามารถขยับตามแนวผิวมะละกอดังแสดงในภาพที่ 4.3 และใบมีดชุดนี้มีสปริงยืดมีค่าคงที่ 2.67 กก./ซม. ทำหน้าที่กดให้ชุดใบมีดแนบกับมะละกอตลอดเวลาในขณะทำการปอกผลมะละกอ

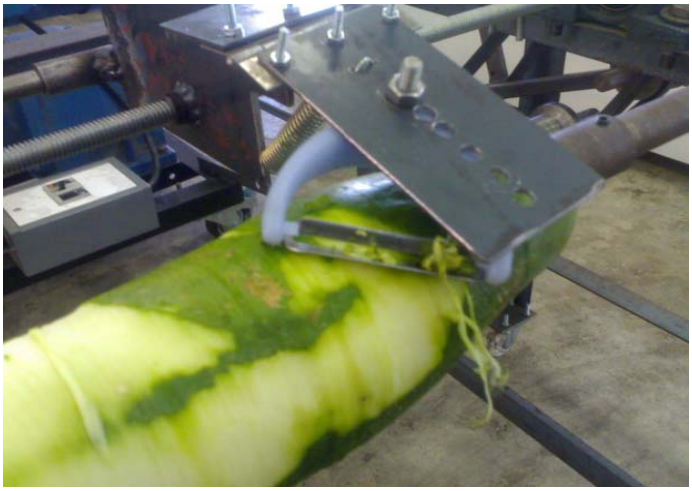
ภาพที่ 4.3
ชุดใบมีดปอกแบบที่ 3

4.1.2 ผลการทดสอบชุดใบมีด

1. ผลการทดสอบชุดใบมีดปอกแบบที่ 1 พบว่า ไม่สามารถปอกผลมะละกอที่มีรูปร่างลักษณะบิดเบี้ยวไม่สม่ำเสมอได้ แต่ผลมะละกอที่มีรูปร่างลักษณะสม่ำเสมอไม่บิดเบี้ยว สามารถปอกได้ทั่วทั้งผล ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

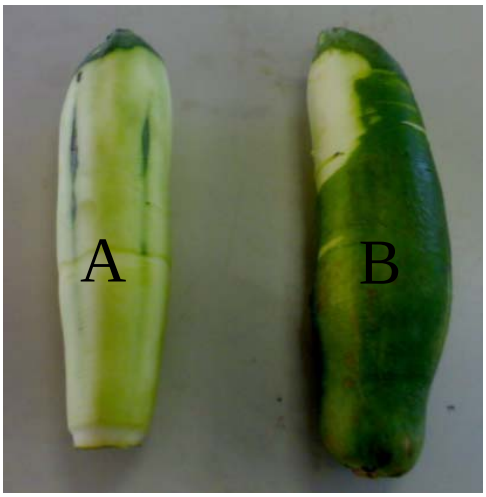
1.1 ใบมีดปอกผลไม้แบบดึงขูด มีความลึกในการปอกเปลือกน้อย ซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถปอกเปลือกของผลมะละกอที่มีรูปร่างลักษณะบิดเบี้ยวและไม่สม่ำเสมอ ส่วนผลมะละกอที่มีรูปร่างลักษณะไม่สม่ำเสมอและบิดเบี้ยว ใบมีดปอกแบบดึงขูดสามารถปอกเปลือกของผลมะละกอได้ทั่วทั้งผล

1.2 ปีกของใบมีดปอกผลไม้แบบดึงขูดจะส่งผลต่อความสามารถในการปอกเปลือก เนื่องจากในการหมุนของผลมะละกอที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอในแต่ละรอบ สำหรับด้านของผลมะละกอที่บิดเบี้ยวมากปีกของใบมีดปอกจะไปสัมผัสผลมะละกอก่อนที่คมใบมีดจะสัมผัสกับผลมะละกอ ทำให้ไม่สามารถปอกมะละกอได้ แต่ผลมะละกอที่มีรูปร่างลักษณะสม่ำเสมอและไม่บิดเบี้ยว ไม่ส่งผลต่อความสามารถปอกเปลือกมะละกอ ดังแสดงในภาพที่ 4.4 4.5 และ 4.6



ภาพที่ 4.4
ปีกของชุดใบมีดปอกมะละกอแบบที่ 1 ที่ไม่สัมผัสกับผลมะละกอ

ภาพที่ 4.5
ปีกของชุดใบมีดปอกมะละกอแบบที่ 1 ที่สัมผัสกับผลมะละกอ



ภาพที่ 4.6
ผลมะละกอที่ถูกปอก โดย A คือ ผลที่สม่ำเสมอ และ B คือ ผลที่ไม่สม่ำเสมอ

จากผลการทดสอบได้สร้างแนวคิดในการพัฒนาชุดใบมีดปอกมะละกอแบบต่อไป จะต้องมีช่วงคมใบมีดที่ยาวกว่าเดิม เพื่อไม่ให้ปีกของใบมีดปอกไปชนกับผลมะละกอที่มีรูปร่างลักษณะบิดเบี้ยว

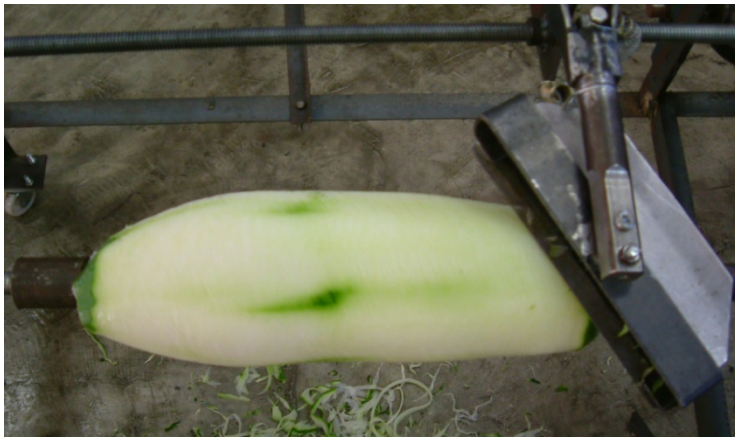
2. ผลการสร้างและทดสอบชุดใบมีดปอกแบบที่ 2 พบว่า ใบมีดชุดนี้ไม่สามารถปอกผลมะละกอในช่วงท้ายของผลมะละกอได้ ทั้งรูปร่างลักษณะของผลมะละกอที่สม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากชุดใบมีดปอกมะละกอแบบที่ 2 ไม่สามารถพลิกและขยับไปมาได้ตามรูปทรงของผลมะละกอ ในช่วงบริเวณเนินขาขึ้นและขาลงตามแนวยาวของผลมะละกอได้ ซึ่งส่งผลให้คมใบมีด ไม่สามารถปอกเปลือกมะละกอในช่วงบริเวณเนินขาลงของผลมะละกอ ชุดใบมีดแบบนี้มีข้อดี คือ ความสามารถปอกเปลือกมะละกอได้ลึกกว่าเดิม ดังแสดงในภาพที่ 4.7 และ 4.8

ภาพที่ 4.7
ชุดใบมีดปอกมะละกอแบบที่ 2 ที่ไม่สามารถปอกผลมะละกอในช่วงท้ายได้ (ด้านหน้า)

ภาพที่ 4.8
ชุดใบมีดปอกมะละกอแบบที่ 2 ที่ไม่สามารถปอกผลมะละกอในช่วงท้ายได้ (ด้านหลัง)

จากผลการทดสอบได้สร้างแนวคิดในการพัฒนาชุดใบมีดปอกมะละกอแบบต่อไป จะต้องสามารถพลิกและขยับไปมาได้ตามรูปทรงของผลมะละกอ ในช่วงบริเวณเนินขาขึ้นและขาลงตามแนวยาวของผลมะละกอได้

3. ผลการสร้างและทดสอบชุดใบมีดปอกแบบที่ 3 ผลการทดสอบชุดใบมีดปอกมะละกอที่ 3 พบว่า ชุดใบมีดชุดปอกมะละกอชุดนี้ สามารถปอกผลมะละกอที่มีรูปร่างสม่ำเสมอได้ทั่วทั้งผล ดังแสดงในภาพที่ 4.9

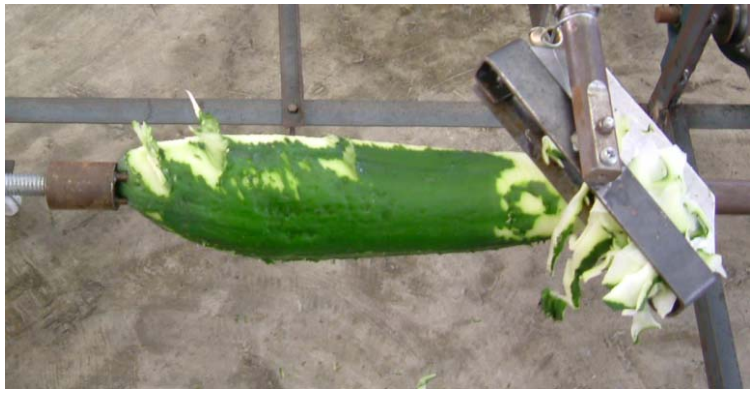


ภาพที่ 4.9
ชุดใบมีดปอกมะละกอแบบที่ 3 ที่สามารถปอกมะละกอได้ทั่วทั้งผล

ชุดใบมีดปอกมะละกอแบบที่ 3 ยังมีข้อจำกัดอยู่บางประการ คือ ไม่สามารถปอกผลมะละกอที่มีลักษณะรูปร่างที่บิดเบี้ยวมาก หรือผลมะละกอที่มีส่วนเว้า ซึ่งผลจากการทดสอบการทำงานชุดใบมีดปอกมะละกอชุดนี้ สามารถปอกผลมะละกอแบบผลโค้ง ได้เพียงครึ่งผล เนื่องจากชุดใบมีดปอกมะละกอชุดนี้ ไม่สามารถปอกผลมะละกอภายในส่วนเว้าด้านใน ดังแสดงในภาพที่ 4.10 4.11 4.12 และ 4.13

ภาพที่ 4.10
ผลมะละกอแบบผลโค้งก่อนปอก

ภาพที่ 4.11
ผลมะละกอแบบผลโค้งหลังปอก (ด้านหน้า)



ภาพที่ 4.12
ผลมะละกอแบบผลโค้งหลังปอก (ด้านหลัง)

ภาพที่ 4.13
ผลมะละกอผลโค้งหลังปอก (ทั้งสองด้าน)

จากการพิจารณาผลการทำงานของชุดใบมีดปอกทั้ง 3 แบบ พบว่าใบมีดแบบที่ 3 สามารถใช้ปอกได้ดีที่สุด ในการปอกเปลือกมะละกอที่มีรูปทรงสม่ำเสมอจึงพิจารณาเลือกชุดใบมีดปอกแบบที่ 3 เพื่อทำการทดสอบและประเมินผลใช้งาน

4.2 ผลการทดสอบและประเมินผลเครื่องปอกมะละกอ

การทดสอบและประเมินผลเครื่องปอกมะละกอได้เลือกชุดใบมีดแบบที่ 3 และในการทดสอบได้เลือกผลมะละกอที่มีขนาดรูปทรงสม่ำเสมอ ในการทดสอบได้ทดลองการทำงานที่ความเร็วใบมีด และความเร็วหมุนมะละกอโดยการสังเกต และพบว่าความเร็วรอบของใบมีดจะต้องเท่ากับหรือมากกว่าความเร็วการหมุนผลมะละกอจึงจะทำการปอกเปลือกได้ดี

4.2.1 ผลการทดสอบเพื่อหาความเร็วรอบชุดใบมีดปอกและชุดหมุนมะละกอที่เหมาะสม จากการทดสอบโดยใช้ความเร็วรอบของชุดใบมีดปอกและความเร็วรอบหมุนผลมะละกอที่เท่ากัน 6 ระดับ คือ 100 120 140 160 180 และ200 รอบ/นาที ซึ่งมีสปริงยืดที่มีค่าคงที่ 2.67 กก./ซม. โดยทดสอบความเร็วรอบแต่ละระดับจำนวน 3 ซ้ำ สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังนี้

1. ความเร็วในการปอกจะเพิ่มตามความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้นโดยความเร็วในการปอกสูงสุดที่ 200 รอบ/นาที เป็นความเร็วที่เริ่มจะไม่สามารถปอกผลมะละกอได้ทั่วทั้งผล

2. ในช่วงความเร็ว 100 - 180 รอบ/นาที ชุดใบมีดปอกมะละกอสามารถปอกเปลือกได้ทั่วทั้งผล ซึ่งสามารถปอกผลมะละกอตั้งแต่ส่วนหัว ไปยังส่วนไปยังส่วนท้ายของผลมะละกอได้

3. ช่วงความเร็วที่ 200 รอบ/นาที ใช้เวลาในการปอกน้อยที่สุด แต่ไม่สามารถปอกผลมะละกอได้ทั่วทั้งผล เนื่องจากชุดใบมีดปอกไม่สามารถพลิกและขยับไปมาได้ทันต่อความเร็วที่สูง ๆ และยังส่งผลทำให้ชุดใบมีดปอกเกิดการสั่น ซึ่งจะทำให้ชุดใบมีดปอกเกิดการชำรุดได้ เมื่อใช้ในระยะยาว

4. ความเร็วในการปอกผลมะละกอมีผลกระทบต่อคมใบมีดในการปอกผลมะละกอ โดยที่ความเร็วในการปอกผลมะละกอสูง จะทำให้คมใบมีดมีการคายเปลือกมะละกอได้อย่างรวดเร็ว แต่ถ้าความเร็วในการปอกผลมะละกอต่ำ จะทำให้คมใบมีดปอกเกิดการอุดตันจากเปลือกมะละกอ ซึ่งส่งผลให้คมใบมีดไม่สามารถเฉือนเปลือกของผลมะละกอได้ ในขณะปอกช่วงท้ายของผลมะละกอ

ภาพที่ 4.14
การเปรียบเทียบผลมะละกอหลังปอก ในแต่ละระดับความเร็วรอบ

ตารางที่ 4.1

ผลการทดสอบการปอกมะละกอที่ความเร็วรอบของชุดใบมีดปอกและชุดหมุนมะละกอ 6 ระดับ

ความเร็วรอบชุดใบมีดปอก (รอบ/นาที)	ความเร็วรอบชุดหมุนมะละกอ (รอบ/นาที)	เวลาในการปอก (วินาที)	ลักษณะผลมะละกอ (หลังปอก)	ลักษณะการอุดตันของชุดใบมีดปอก
100	100	65	ปอกได้ 100 %	มีการอุดตัน
120	120	59	ปอกได้ 100 %	มีการอุดตัน
140	140	53	ปอกได้ 100 %	มีการอุดตัน
160	160	47	ปอกได้ 100 %	มีการอุดตัน
180	180	41	ปอกได้ 100 %	ไม่มีการอุดตัน
200	200	35	ปอกได้ 95 %	ไม่มีการอุดตัน

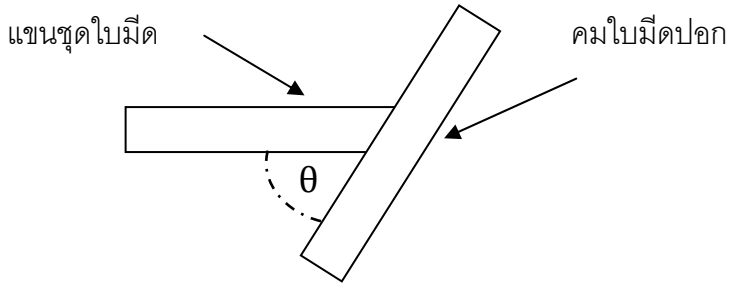
จากข้อมูลดังกล่าว ช่วงความเร็วที่เหมาะสมในการปอกผลมะละกอ คือ 140,160 และ 180 รอบ/นาที

4.2.2 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างมุมใบมีดและแรงดึงสปริง จากการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างมุมในการติดตั้งชุดใบมีด 55 60 และ 65 องศา และสปริงที่ใช้ในการทดสอบ 3 ตัว มีค่าคงที่ที่แตกต่างกัน คือ 2.53 2.67 และ 2.80 กก./ซม. ที่ระยะยืด 1.5 ซม. สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังนี้

1. ถ้าสปริงที่ใช้ในการทดสอบมีค่าคงที่มากเกินไป จะทำให้ชุดส่งกำลังของชุดใบมีดปอกมะละกอเกิดการชำรุดเสียหายได้ เนื่องจากแรงดึงของสปริงจะไปดึงชุดใบมีดปอกและชุดส่งกำลังในการเคลื่อนที่มากเกินในระหว่างการเคลื่อนที่ส่งกำลัง แต่ถ้าสปริงที่ใช้ในการทดสอบมีค่าคงที่น้อยเกินไป จะทำให้ชุดใบมีดปอกมะละกอไม่แนบกับผิวของมะละกอ ซึ่งจะส่งผลให้ชุดใบมีดปอกมะละกอไม่สามารถปอกผลมะละกอได้อย่างทั่วทั้งผล

2. ถ้ามุมในการติดตั้งของชุดใบมีดปอกมะละกอมีค่าที่สูงมาก จะทำให้คมใบมีดปอกมะละกอไม่สามารถเฉือนเปลือกมะละกอได้ดี เนื่องจากคมใบมีดปอกมะละกอจะเสียดสีกับผลมะละกอในระหว่างการปอก แต่ถ้ามุมของชุดใบมีดปอกมะละกอมีค่าที่ต่ำมาก จะทำให้ชุดใบมีดปอกมะละกอเกิดการสั่น เนื่องจากคมใบมีดปอกมะละกอจะต้านกับแรงหมุนผลมะละกอมาก

ซึ่งทำให้ชุดใบมีดปอกเกิดการเสียหายในระหว่างการปอก และไม่สามารถปอกผลมะละกอได้ทั่วทั้งผล การติดตั้งมุมของชุดใบมีดปอก คมใบมีดปอกจะทำมุมกับแขนชุดใบมีด ดังแสดงในภาพที่ 4.15



ภาพที่ 4.15
การติดตั้งมุมของชุดใบมีดปอก

ตารางที่ 4.2
ผลการทดสอบมุมใบมีด และค่าคงที่ของสปริง 3 ตัว ที่ระยะยืด 1.5 ซม.

ค่าคงที่ของสปริง (กก./ซม.)	มุมในการปอก (องศา)	ผลการปอกเปลือก (%)	การอุดตันของชุดใบมีดปอก
2.53	65	70	มีการอุดตัน
	60	90	มีการอุดตัน
	55	90	ไม่มีการอุดตัน
2.67	65	80	มีการอุดตัน
	60	90	ไม่มีการอุดตัน
	55	100	ไม่มีการอุดตัน
2.80	65	90	มีการอุดตัน
	60	100	ไม่มีการอุดตัน
	55	100	ไม่มีการอุดตัน

ภาพที่ 4.16
การเปรียบเทียบผลมะละกอหลังปอกที่ค่าคงที่ของสปริงและมุมในการติดตั้งชุดใบมีดปอก 3 ระดับ

จากข้อมูลดังกล่าว สปริงที่เหมาะสมมีค่าคงที่ 2.67 กก./ซม. ที่ระยะยืด 1.5 ซม. และมุมของชุดใบมีดปอกมะละกอที่เหมาะสมอยู่ที่ 55 องศา ซึ่งใช้ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างชุดใบมีดปอกและชุดหมุนมะละกอ

4.2.3 **ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างชุดใบมีดปอกและชุดหมุนมะละกอ** ที่ความเร็วชุดใบมีด 180 รอบ/นาที และความเร็วชุดหมุนมะละกอ 140 รอบ/นาที จะสามารถปอกเปลือกมะละกอได้หมด และเนื่องจากความเร็วในการปอกจะขึ้นอยู่กับความเร็วของชุดใบมีด ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกความเร็วชุดใบมีดสูงสุด และความเร็วหมุนมะละกอที่สามารถปอกเปลือกมะละกอได้หมด คือ ความเร็วชุดใบมีด 180 รอบ/นาที และความเร็วหมุนมะละกอ 140 รอบ/นาที

ตารางที่ 4.3

ผลการทดสอบการปอกมะละกอที่ความเร็วรอบของชุดใบมีดปอกและชุดหมุนมะละกอ 3 ระดับ

ความเร็วชุดใบมีด (รอบ/นาที)	ความเร็วชุดหมุนมะละกอ (รอบ/นาที)	พื้นที่ผิวมะละกอกลางผลที่ไม่ถูกปอก (ตร.ซม.)
140	140	3.67
	160	3.50
	180	16.58
160	140	29.58
	160	17.33
	180	22.00
180	140	0
	160	15.17
	180	15.00

ภาพที่ 4.17

การเปรียบเทียบผลมะละกอหลังปอกที่ความเร็วรอบชุดใบมีดปอกและชุดหมุนมะละกอ 3 ระดับ

4.3.4 ผลการทดสอบการเปรียบเทียบการทำงานเครื่องและแรงงานคน โดยเลือกความเร็วชุดใบมีดปอกที่ติดอยู่กับเพลา 180 รอบ/นาที และชุดหมุนมะละกอ 140 รอบ/นาที โดยมีมุมในการติดตั้งชุดใบมีดปอก 55 องศา และค่าคงที่ของสปริงยืด 2.67 กก./ซม. ที่ระยะยืด 1.5 ซม.กับการใช้แรงงานคนโดยใช้อุปกรณ์ปอกผลการทดสอบแสดงในภาพที่ 2.8 ซึ่งได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 โดยใช้ผลมะละกอ 3 ผล ในการทดสอบอย่างต่อเนื่อง พบว่า แรงงานคนสามารถทำงานได้เร็วกว่าเครื่องปอกทำงานประมาณ 1.4 เท่า เครื่องปอกเปลือกสามารถปอกมะละกอได้หมด ในขณะที่การใช้แรงงานคนมีพื้นที่เปลือกเหลือ 1.4% โดยสัดส่วนน้ำหนักเปลือก/พื้นที่ผิวรวมจากการใช้เครื่องปอกมากกว่าแรงงานคน 2 เท่า ซึ่งหมายความว่าเครื่องปอกมีการกินลึกของเปลือกมากกว่าแรงงานคน และปอกเปลือกได้หมดจดกว่า ซึ่งในการปอกเปลือกโดยใช้แรงงานคนนั้น จะต้องมีการปอกซ้ำก่อนการสับหรือขูดมะละกอ ซึ่งน่าจะมีผลให้แรงงานคนใช้เวลาในการปอกเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.4

ผลเปรียบเทียบเวลาในการทำงานเครื่องปอกและแรงงานคน

วิธีการ	เวลารวมในการปอก (นาที)	เวลาปอก (นาที)	เวลาพัก/ติดตั้ง (นาที)	เวลาเลื่อนใบมีด (นาที)	เวลาปอกหัวท้าย (นาที)
แรงงานคน	4.20	3.42	0.38	-	-
เครื่องปอก	5.54	1.56	0.49	1.56	1.13

ตารางที่ 4.5

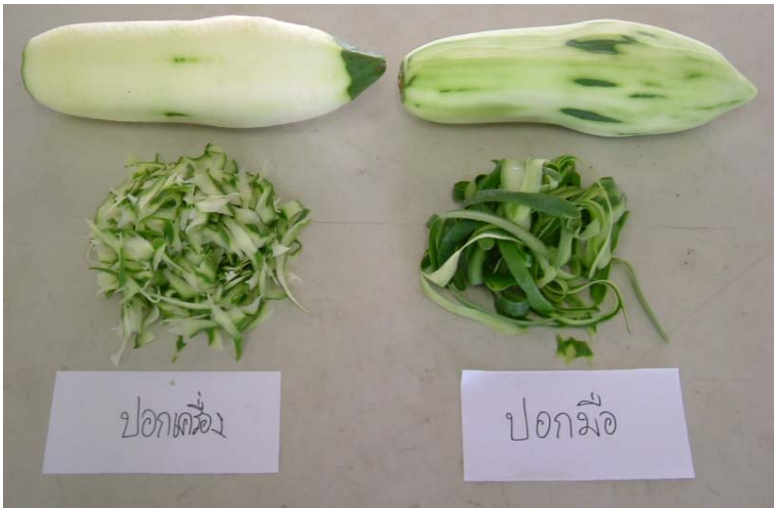
ผลเปรียบเทียบพื้นที่เหลือในการปอกและน้ำหนักเปลือกของเครื่องปอกและแรงงานคน

วิธีการ	พื้นที่ผิวรวม 3 ผล (ตร.ซม.)	พื้นที่ผิวที่เหลือตรงกลาง ผล 3ผล/3คน (ตร.ซม.)	น้ำหนักก่อนปอก (กรัม)	น้ำหนักเปลือก (กรัม)
แรงงานคน	1,897	25.7	2,801.9	246.6
เครื่องปอก	1,834	0	2,771.6	469.4

ตารางที่ 4.6

ผลเปรียบเทียบการทำงานเครื่องและแรงงานคน

วิธีการ	อัตราการทำงาน (ตร.ซม./ชม.)	น้ำหนักเปลือก/ พื้นที่ผิวรวม (กรัม/ตร.ซม.)	พื้นที่ผิวที่เหลือตรงกลางผล/พื้นที่ผิวรวม (%)
แรงงานคน	26,266	0.13	1.4
เครื่องปอก	-	0.26	0
รวมเวลาเลื่อนใบมีดกลับ	18,654	-	-
ไม่รวมเวลาเลื่อนใบมีดกลับ	27,746	-	-



ภาพที่ 4.18

การเปรียบเทียบการปอกผลมะละกอด้วยเครื่องและแรงงานคน