

เครื่องปอกเปลือกมะพร้าวอ่อน Young Coconut Peeling Machine

ไชยงค์ หาราช¹ และบัณฑิต จริโมภาส²
Chaiyong Harach and Bundit Jarimopas

ABSTRACT

This research was to develop a machine for peeling a young coconut fruit into pentagonal shape. The machine composed of two small peeling units as the first of which peeled fruit body and the second unit peeled its shoulder. Both peeling units were mounted on a common L-beam 25 mm. steel frame with 2.3 mm. thickness. The frame was 69 cm. wide, 158 cm. long, 120 cm. high and weighed 120 kgs. The young coconut peeling machine (YCPM) was driven by a 3 phase, 3 hp, 380 V. 50.Hz variable speed motor. Each peeling unit consisted of 31 mm. × 198 mm. × 1.5 mm. stainless steel knife. The knife was powered by chain and sprocket sequentially driven by the motor through pulley and v-belt.

YCPM testing with 80 young coconut fruits of "Narm Hom" variety of Grade 2 indicated that knife velocity, thickness of fruit skin after each peeling and storage time affected the quality of the fruit surface after peeling. The suitable knife velocity, fruit skin thickness and storage time were 45 rpm., not exceeding 2 mm. and not exceeding 1 week respectively.

Key words: young coconut ; peeling machine

¹ ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม

National Agricultural Machinery Center, Kasetsart University Research and Development Institute , Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakornpathom 73140, Thailand.

² ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม

Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakornpathom 73140, Thailand.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อที่จะพัฒนาเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนให้ได้ผลทรง 5 เหลี่ยม ตัวเครื่องประกอบด้วยเครื่องปอกเปลือกย่อย 2 เครื่อง เครื่องที่ 1 ปอกลำตัวผลมะพร้าวอ่อน เครื่องปอกย่อยที่ 2 ปอกให้ผลมะพร้าวอ่อน เครื่องปอกย่อยทั้ง 2 เครื่องติดตั้งอยู่บนโครงเดียวกันที่ประกอบขึ้นจากเหล็กฉากขนาด 25 มม.หนา 2.3 มม. โครงนี้มีขนาดกว้าง 69 ซม. ยาว 158 ซม. สูง 120 ซม. น้ำหนัก 120 กก. ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส 3 แรงม้า 380 V. 50 Hz ชนิดปรับความเร็วรอบได้ เครื่องปอกย่อยแต่ละเครื่องประกอบด้วย ใบมีดปอกเปลือกมะพร้าว ซึ่งทำด้วยมีดเหล็กกล้าแข็งสแตนเลส ขนาดกว้าง 31 มม. ยาว 198 มม. หนา 1.5 มม. และชุดกลไกขับใบมีดซึ่งทำจากโซ่และเฟืองโซ่ ทำงานได้โดยการถ่ายทอดแรงจากมอเตอร์ต้นกำลังผ่านระบบ ล้อสายพานลิ้ม และสายพานลิ้ม

จากการทดสอบปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อน พันธุ์น้ำหอมอายุเก็บเกี่ยวขึ้นสองจำนวน 80 ลูก พบว่าความเร็วมีดปอก ความหนาของเปลือกผลมะพร้าวอ่อน และอายุการเก็บรักษา มีอิทธิพลต่อคุณภาพการปอกของผลมะพร้าวอ่อน ความเร็วมีดปอก ความหนาของเปลือก และอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสม (ให้ผิวปอกเรียบขาวดี) ควรเป็น 45 รอบ/นาที ไม่เกิน 2.0 มม. และไม่เกิน 1 สัปดาห์ตามลำดับ

คำนำ

มะพร้าวน้ำหอม (ธนาคารกสิกรไทย, 2531) เป็นผลไม้สดที่มีคุณค่าทางอาหารต่อร่างกายของมนุษย์กล่าวคือ น้ำมะพร้าวมีสารจำพวกน้ำตาลและวิตามินบีคอมเพล็กซ์ ก่อให้เกิดความรู้สึกกระปรี้กระเปร่าและสดชื่นแก่ผู้บริโภค ส่วนเนื้อมะพร้าวมีสารจำ

พวก คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม และฟอสฟอรัส สามารถนำไปประกอบอาหาร คาว หวาน หลายประเภท อาทิ ห่อหมกมะพร้าวอ่อน สังขยามะพร้าวอ่อน ข้าวเหนียวเปียกมะพร้าวอ่อน และวุ้นมะพร้าวอ่อน เป็นต้น มะพร้าวอ่อนเป็นผลไม้ที่ง่ายต่อการเพาะปลูก ตลอดจนการดูแลรักษา จึงเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายทั่วทุกภาคของประเทศ พันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อการส่งออกคือ พันธุ์น้ำหอม พันธุ์หมูสี

ความต้องการบริโภคมะพร้าวอ่อนภายในประเทศมีทั้งในรูปผลไม้สดและมะพร้าวอ่อนแปรรูป ความต้องการดังกล่าวมีประมาณปีละ 700-900 ตัน แนวโน้มความต้องการจะยังคงเพิ่มขึ้นต่อไป ด้านการส่งออกมะพร้าวไปจำหน่ายต่างประเทศ ปริมาณการส่งออกในแต่ละปีประมาณ 1.7 ล้านผล คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ย 10 ล้านบาท (2527-2530) การส่งมะพร้าวอ่อนไปจำหน่ายยังประเทศญี่ปุ่นมีปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 775 (ในปริมาณ) และ 223 (ในมูลค่า) ระหว่างปี 2527-2529 ศักยภาพในการส่งออกมะพร้าวอ่อนไปต่างประเทศได้ถูกระบุว่ามีสูงมาก (หนู่ม, 2531) มะพร้าวสดที่ส่งออกจะถูกปอกเปลือกและบรรจุในกล่องกระดาษกล่องละประมาณ 9-10 ผล

สำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปน้ำมะพร้าวอ่อนและการบริโภคน้ำมะพร้าวอ่อนสด งานการปอกเปลือกต้องใช้แรงงานคนมาก ซึ่งในสภาพปัจจุบันที่แรงงานคนทางการเกษตรหายากและมีราคาแพงและงานปอกเปลือกมะพร้าวอ่อนดูเสี่ยงอันตราย (บัณฑิต และ ครนภา, 2537) จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาเครื่องจักรมาช่วยในการปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อน

การออกแบบ ส่วนประกอบ และการทำงาน หลักการออกแบบ

การปอกเปลือกมะพร้าวอ่อนออกให้เป็นรูป 5 เหลี่ยมตามความต้องการของตลาดนั้น ทำได้ 2 วิธี คือ การปาดแบบกดลงไปเพื่อเปลือกมะพร้าวตรง ๆ และ

การปาดเฉือนที่ผิวเปลือกมะพร้าว แต่วิธีการแรกจะทำให้เกิดความชื้นที่ผิวมาก กินแรงมาก และใบมีดจะทื่อเร็วกว่าวิธีหลัง หลักการออกแบบเครื่องปอกเปลือกมะพร้าวอ่อน จึงเป็นดังนี้

1. ปาดให้ได้รูป 5 เหลี่ยม หรือกรวยกลม 2 อัน ประกบนกัน โดยยอดกรวยด้านที่ได้จากข้อจะถูกตัดยอดเพื่อให้มะพร้าวที่ปอกเปลือกแล้วสามารถตั้งได้เองโดยไม่ล้ม (Figure 1)
2. ปอกเปลือกมะพร้าวโดยใช้การเฉือน และให้เกิดรอยชำบนผิวเปลือกน้อยที่สุด

ส่วนประกอบของเครื่อง

Figure 2 แสดงเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อน ซึ่งแบ่งเป็น 2 เครื่องปอกย่อยติดตั้งอยู่ บนโครงสร้างเดียวกันดังนี้ คือ

1. เครื่องปอกย่อยที่ 1 (ปอกลำตัวผลมะพร้าวอ่อน) ประกอบด้วย

1.1 Head เป็นหัวจับลูกมะพร้าวที่ทำด้วยแผ่นเหล็กสามแฉก (H11) ลับขอบจิก ให้คมสามารถเลื่อนขึ้น-ลง ได้ด้วยมือหมุน (H12) โดยมี SP1

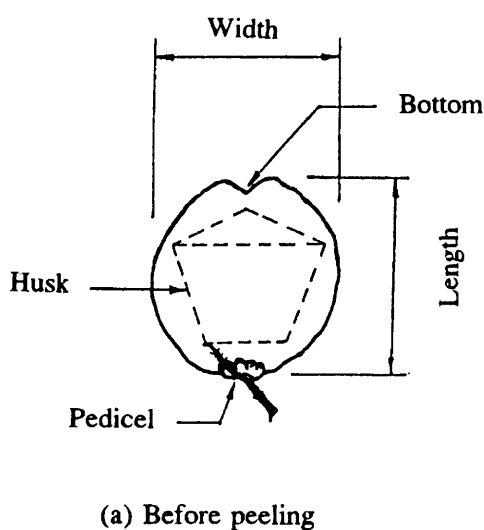
เป็น Stopper หรือเป็นตัวกำหนดระยะต่ำสุดที่ Head จะเลื่อนลงได้

1.2 Base 1 ประกอบด้วย B1 เป็นชุดฐานสำหรับวางลูกมะพร้าว มีลักษณะเป็นฐานกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 ซม. มีเดือยแหลม 3 เดือยวางยาวตามแนวรัศมี ทำมุมกัน 120 องศา เพื่อช่วยยึดลูกมะพร้าวในขณะที่ทำการปาดลำตัว และ Base1 นี้ยังประกอบด้วย Key way (KW1) เพื่อบังคับให้ Base 1 เคลื่อนที่ขึ้นลงสัมพันธ์กับ Head โดยไม่หมุนตามการหมุนของ Knife 1

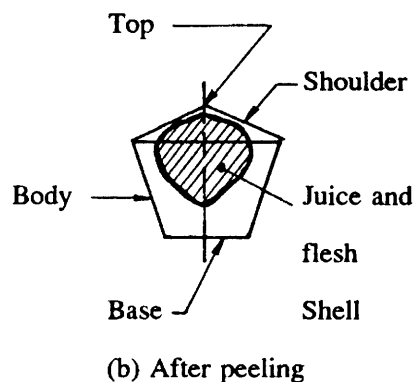
1.3 Knife 1 เป็นชุดมีดที่ทำหน้าที่ในการปอกเปลือกมะพร้าวอ่อนส่วนที่เป็น ลำตัว ในลักษณะการขีดมีดไป-มา ในเฟรมของมีด เพื่อให้ปอกเปลือกออกได้โดยใช้การเฉือน ชุดมีดนี้ประกอบด้วย Pulley ขับชุดมีด (P1) ชุดโซ่และเฟืองขับมีด (G1) สายชักมีด (S1) เฟรมของมีด (F1) และใบมีดปาดลำตัว (K1)

2. เครื่องปอกย่อยที่ 2 (ปอกไหล่ผลมะพร้าวอ่อน) ประกอบด้วย

2.1 Hand ประกอบด้วยมือจิก (H2) ทำ

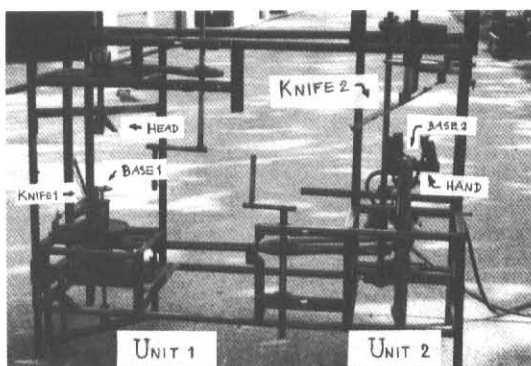


(a) Before peeling

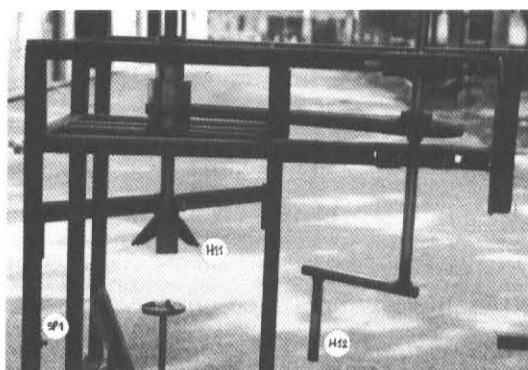


(b) After peeling

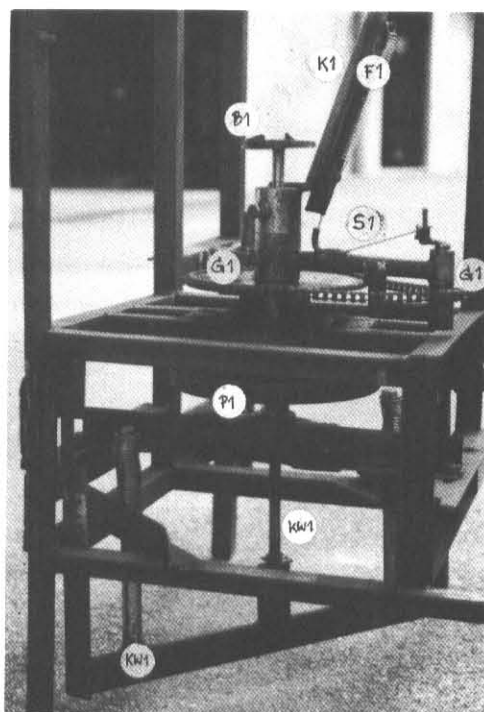
Figure 1 Appearance of young coconut fruit.



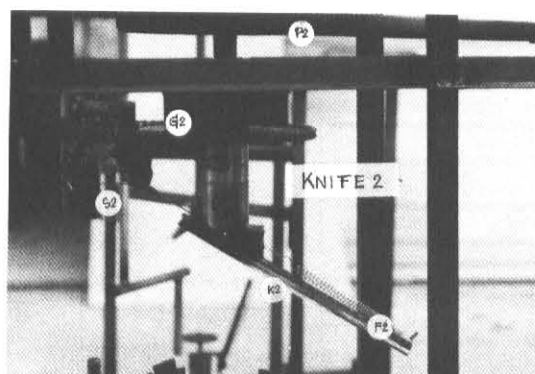
(a) The YCPM consisted of Peeling units 1 and 2 (Peeling unit 1 consisted of Head, Base1 and Knife1; Peeling unit 2 consisted of Knife2, Base2 and Hand).



(b) Components of Head and Peeling Unit 1 (H11- Clipping head, H12 Turner, SP1- Stopper of H11)

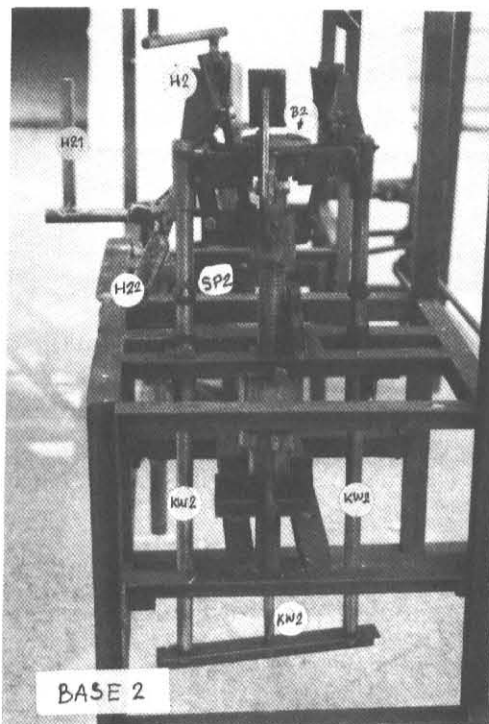


(c) Components of Knife1 and Base1 of peeling unit 1 [Base 1 (B1-Fruit seat, KW1-Key way) Knife1 (P1-Pulley, G1- Sprocket, K1-Knife blade1, S1-string, F1-Frame of K1)]



(d) Components of Knife2 of Peeling Unit 2 (P2- Pulley, G2-Sprocket, K2-Knife blade 2, S2-String, F2-Frame of K2)

Figure 2 Young coconut peeling machine (YCPM).



(c) Components of Base2 of Peeling Unit 2 [Base2 (B2-Fruit seat, KW2-Key way of Base2) Head (H2-Clipping head, H21-Turner H22-Locker, SP2-stopper of H2)]

Figure 2 Young coconut peeling machine (YCPM).

หน้าที่จับยึดลูกมะพร้าวและกดให้นิ่งอยู่กับ Base2 ทำด้วยแผ่นเหล็ก 3 ชุดล๊อคขอบให้คมจับลูกมะพร้าว โดยการจิกเข้าที่ข้างลำตัวของมะพร้าวที่ผ่านการปอก ลำตัวมาแล้วจากเครื่องปอกย่อยที่ 1 โดยทำมุมการจิก 120 องศา ต่อกัน H2 จะถูกควบคุมการทำงานให้จิกหรือคลายโดยแขนล็อก (H22) ซึ่งเป็นก้านยาว ก้านขาวนี้จะล็อกและคลายล็อกได้โดยอาศัยการทำงานของผู้ปฏิบัติงานช่วยจ้งหลังการปลดล็อก H2 นี้จะมีการเคลื่อนที่และทำงานสัมพันธ์กันกับ Base 2

2.2 Base2 ประกอบด้วย B2 เป็นแผ่น

เหล็กกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 ซม. และมีเดือยแหลม ขาววางตามแนวรัศมีเหมือนกับ Base1 มีมือหมุน (H21) ควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้น-ลง ด้วยแรงผู้ปฏิบัติงานเหมือน H12 และมี Stopper (SP2) เป็นขีดจำกัดต่ำสุดที่ Base2 จะเคลื่อนที่ลงได้ และ Base2 จะมี Key way (KW2) คอยควบคุมให้ Base2 เคลื่อนที่ขึ้นลงตรง ๆ โดยไม่ส่ายหรือหมุนตามขณะที่ชุดมีด Knife2 กำลังทำการปอกให้ผลมะพร้าว

2.3 Knife2 เป็นชุดมีดที่ทำหน้าที่ปอก ส่วนก้นของลูกมะพร้าวให้กลายเป็นไหล่และยอด ซึ่งเป็นส่วนที่จะเจาะเปิดกะลาออกเพื่อคั้นน้ำ ชุด Knife2 จะปอกเปลือกมะพร้าวด้วยการเฉือนโดยการชักมีดไป-กลับในขณะที่ชุดมีดหมุนเหมือนกับ Knife1 ชุดมีดนี้ประกอบด้วย Pulley จับ (P2) มีโซ่และเฟืองจับมีด (G2) สายชักมีด (S2) เฟรมของใบมีด (F2) และใบมีดปอกไหล่ (K2)

การทำงานของเครื่อง

จะใช้ผู้ปฏิบัติงานกับเครื่อง 4 คน คนแรกจะทำการปาดขั้วมะพร้าวให้เป็นฐาน อีก 2 คน ต่อมาจะควบคุมการทำงานของเครื่องโดยการหมุน H12 และ H21 ที่เครื่องปอกย่อยที่ 1 และ 2 และคนสุดท้ายจะติดตั้งฐานอีกครั้งก่อนส่งมะพร้าวที่ปอกเสร็จแล้วลงแช่ในถังน้ำยาคลอโรฟออสฟอรัส การทำงานของเครื่องมีขั้นตอนดังนี้

1. เดินเครื่อง ชุดมีด Knife 1 และ Knife 2 จะหมุนอยู่ตลอดเวลาด้วยความเร็วรอบคงที่ โดยจะหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกาเมื่อมองจากด้านบนของเครื่อง

2. ปาดขั้วมะพร้าวอ่อน ให้เป็นฐานคือสามารถตั้งได้เอง โดยให้ด้านก้นของลูกมะพร้าว ชี้ขึ้น

3. ติดตั้งลูกมะพร้าวในเครื่องปอกย่อยที่ 1 โดยวางบน Base1 และหมุน H12 เพื่อเลื่อน H11 ลงมาจับมะพร้าวให้หนึ่งร่วมกับ Base1 แล้วค่อยหมุน H12

ดอลมาจน Knife1 ทำการปอกเปลือกมะพร้าวต่อและเสร็จเมื่อ H11 เลื่อนลงมาถึง Stopper (SP1) หมุน H12 กลับทิศเพื่อเลื่อน H11 กลับขึ้นจนถึงตำแหน่งเดิมจะได้ลูกมะพร้าวที่ผ่านการปอกลำตัวเรียบร้อยแล้ว

4. ติดตั้งลูกมะพร้าวในเครื่องปอกย่อยที่ 2 โดยการหยิบลูกมะพร้าวที่ผ่านการปอกลำตัวจากเครื่องปอกย่อยที่ 1 แล้วมาตั้งบน Base2 หมุน H21 ยก B2 ขึ้นจนชุดกลไกของแขนล็อก (H22) ทำงานได้โดยการกดแขนล็อกคลง H2 หรือมือจิกก็จะจับมะพร้าวโดยการจิกมือเข้าข้างลำตัว พร้อมกับกดลูกมะพร้าวให้หนึ่งอยู่กับ Base 2

จากนั้นหมุน H21 ต่อไปเพื่อป้อนลูกมะพร้าวเข้าหาชุด Knife2 จนปอกให้ผล มะพร้าวอ่อนเสร็จก็จะหมุน H21 ย้อนกลับเพื่อลด Base2 และ Hand ลงปลดแกนล็อก (H22) ก่อนที่ H22 จะลงมาถึงกลไกช่วยจ้ำง และหมุน H21 ดอลมาจน Base 2 มาถึง SP2 ก็จะได้มะพร้าวอ่อนที่ผ่านการปอกเปลือกเสร็จเรียบร้อยแล้วทั้งไหล่และลำตัว

5. ปลดมะพร้าวออกจาก Base2 ทำการปาดแต่งฐานเพื่อลดรอยชำที่ติดจากเคียวของฐานจิก แล้วแช่ผลมะพร้าวในน้ำยาขางสภาพและทำการบรรจุเพื่อจำหน่ายต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์ประกอบการทดลอง

1. เครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อน (YCPM)
2. มอเตอร์ต้นกำลัง ปรับความเร็วได้ ขนาด 3 แรงม้า 3 เฟส 380 V. 50 Hz.
3. มะพร้าวน้ำหอมชนิดทรงก้นจีบ อายุเก็บเกี่ยวขึ้น 2 จำนวน 80 ลูก
4. เครื่องวัดความเร็วรอบ
5. นาฬิกาจับเวลา
6. มีดเหล็กสแตนเลส และมีดอีโต้

7. เวอร์เนีย
8. กระดาษกราฟ และแผ่นใส
9. เครื่องอบแห้ง
10. ตาชั่งไฟฟ้า
11. Planimeter

วิธีการทดสอบ

(ก) การทดสอบหาอิทธิพลของความเร็วรอบใบมีด และความหนาเปลือกที่ถูกปอกต่อคุณภาพการปอก แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน

ตอนที่ 1 ปอกลำตัวผลมะพร้าวอ่อนกับเครื่องปอกย่อยที่ 1

1. วัดขนาดของมะพร้าว วัดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความกว้างส่วนที่กว้างที่สุดและแคบที่สุด และความยาวของมะพร้าวก่อนการปาดฐาน

2. ปาดขั้วมะพร้าวให้เป็นฐานด้วยมีด Stainless steel พร้อมจับเวลา แล้ววัดขนาดความยาวของมะพร้าวหลังปาดฐาน

3. ติดตั้งมะพร้าวบนฐาน B1 หมุน H12 ส่ง H11 ลงมาล็อกมะพร้าว จับเวลาในการติดตั้ง

4. เดินเครื่อง YCPM ที่ความเร็วรอบชุดมีด 30 รอบ/นาที

5. หมุน H12 ค่อย ๆ ป้อนมะพร้าวลงสู่ใบมีด K1 จนปอกเสร็จ (B1 ลดลงต่ำสุด) หมุน H12 ให้ H11 กลับสู่ตำแหน่งเดิม (ก่อนการติดตั้งมะพร้าว) จับเวลาที่ใช้ในการปอก ลำตัว

6. หยุดเครื่อง เพื่อความปลอดภัย

7. ปลดมะพร้าวออกจากฐาน B1 จับเวลาที่ใช้ในการปลดนับตั้งแต่เอามือแตะลูกจนถึงวางลูกมะพร้าวลงบนโต๊ะ

8. บันทึกลักษณะของผิวมะพร้าวที่ปอกได้ พร้อมกับวัดความหนาของชีเปลือก

9. ทำการทดสอบ 10 ซ้ำ

10. ทำการทดสอบซ้ำตั้งแต่ข้อ 1-9 ที่

ความเร็วรอบชุดมิดเป็น 45 และ 60 รอบ/นาที ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ปอกไหล่ผลมะพร้าวอ่อนกับเครื่องปอกย่อยที่ 2

1. วัดความยาวของมะพร้าวที่ผ่านมาจากเครื่องปอกย่อยที่ 1 ก่อนนำเข้าเครื่องปอกย่อยที่ 2

2. ติดตั้งมะพร้าวบนฐาน B2 หมุนด้าม H21 ยก B2 ขึ้นไปให้พ้น Stopper 2 แล้วกดแขนลีด H22 ให้ H2 จิกเข้าไปในลำตัวมะพร้าวจับเวลาที่ใช้ในการติดตั้งมะพร้าว

3. เดินเครื่องที่ความเร็วรอบชุดมิด 30 รอบ/นาที

4. หมุน H21 ยกมะพร้าวขึ้นหามิด K2 จนปอกเสร็จแล้วหมุนย้อนกลับ ใช้มือช่วยปลด H22 ก่อนที่ H2 จะถึง Stopper 2 เล็กน้อย แล้วหมุนเลขลงมาถึง Stopper 2 และ H2 ลงต่ำสุดซึ่งเป็นตำแหน่งที่ H2 กำลังออกเต็มที่

5. ปลดมะพร้าวออกจาก B2 จับเวลาดังแต่เมื่อแต่ละลูกมะพร้าวจนถึงวางลงบนโต๊ะ

6. บันทึกลักษณะของผิวมะพร้าวที่ปอกได้พร้อมวัดความหนาของเนื้อมะพร้าวบริเวณก้นกะลา

7. ใช้มีดโกนเปิดกะลาที่ส่วนยอดของไหล่แล้ววัดความหนาของเนื้อมะพร้าวบริเวณก้นกะลา

8. ทำการทดสอบ 10 ซ้ำ เปลือกผลมะพร้าวอ่อนที่ได้ของแต่ละผล ถูกนำไปอบให้แห้งในเครื่องอบแห้ง แล้วนำไปคำนวณหาความชื้นต่อไป

9. ทำการทดสอบซ้ำตั้งแต่ข้อ 1-8 ที่ความเร็วรอบชุดมิด 45 และ 60 รอบ/นาที ตามลำดับ

(ข) การทดสอบหาอิทธิพลของอายุการเก็บรักษาผลมะพร้าวอ่อน และความชื้นต่อคุณภาพการปอกใช้มะพร้าวน้ำหอมอายุเก็บเกี่ยวขึ้นสอง 80 ผล แบ่งผลมะพร้าวที่จะทดลองรวมเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 20 ผล กลุ่มแรกทดสอบกับเครื่อง YCPM ตามวิธีข้อ (ก) จาก 1-9 เมื่อวันที่ 1 หลังจากเก็บจากสวน กลุ่มที่ 2,3 และ

4 ทดสอบถัดไปอีก 8,14 และ 21 วัน ตามลำดับ ใช้ความเร็วรอบชุดมิด 45 รอบ/นาที

ผลและวิจารณ์

1. ความเร็วรอบชุดมิดและความหนาผิวเปลือกที่ถูกปอกกับคุณภาพผิวผลมะพร้าวที่ถูกปอกแล้ว

Table 1 ชี้ชัดว่าความเร็วรอบมีผลต่อคุณภาพของผิวปอก หรือลักษณะของผิวปอกมาก ที่ความเร็วต่ำผิวปอกจะมีลักษณะดีเรียบและสวยงาม แต่ที่ความเร็วรอบสูงประมาณ 60 รอบ/นาที ผิวปอกจะไม่เรียบ คือมีเส้นใยปรากฏให้เห็น ที่เครื่องปอกย่อยที่ 2 จะใช้เวลามากกว่าที่เครื่องปอกย่อยที่ 1 เพราะมือจิก H2 ยังจับมะพร้าวไม่แน่น การควบคุมการป้อนผลมะพร้าวระหว่างปอกจึงต้องระวัง โดยควบคุมให้การปอกได้ซี่เปลือกที่มีความหนาคงที่จึงใช้เวลามากขึ้น เพราะบางจังหวะที่มะพร้าวหลุดจากมือจิก H2 จะต้องดึงมะพร้าวย้อนกลับออกจากชุดมิดแล้วจึงค่อย ๆ ป้อนเข้าไปใหม่ซึ่งทั้งหมดนี้ต้องใช้เวลามากขึ้นจากปกติ ความเร็วรอบที่เหมาะสมที่สุดคือ 45 รอบ/นาที เพราะใช้เวลาปอกรวมทั้งสองเครื่องปอกย่อยน้อยที่สุดและได้คุณภาพผิวปอกเรียบ

ความหนาซี่เปลือกที่เหมาะสมคือ ซี่เปลือกลำตัวประมาณ 2-2.5 มม. และไหล่ประมาณ 1.5-2.0 มม. ความหนาค่านี้นี้จะได้คุณภาพผิวปอกที่เรียบและสวยงามหากหนาหรือบางเกินกว่านี้ การปอกมักจะประสบปัญหาคือ ผิวปอกปรากฏเส้นใย ใบมีดติดขัด การคายซี่เปลือกไม่คล่อง โดยเฉพาะหนาเกินนี้โอกาสที่การปอกจะเกิดการติดขัด อันเนื่องมาจากมะพร้าวหลุดจากระบบจับจะเกิดขึ้นได้มาก

ที่ความเร็วรอบชุดมิดสูง ๆ โอกาสเกิดการติดขัดจะเกิดได้มากเพราะแรงกดและแรงเหวี่ยงของมิดต่อมะพร้าวมีมากขึ้นในขณะที่แรงจับยึดมะพร้าวมีค่าคงที่ เวลาที่ใช้ในการทำงานของเครื่องนอกจากจะ

Table 1 Testing results of young coconut peeling machine.

Speed (rpm)	Maximum width of coconut fruit (mm.)	Peeling time (seconds)		Quality of peeled surface				Remark			
		Peeling unit 1	Peeling unit 2	Peeling unit 1		Peeling unit 2					
		1	2	total	Peeling surface	T*	Damaged		Peeling surface	T*	Damaged
30	161.2	35.16	90.29	125.45	Very smooth	1.6-2.5	0	Very smooth	1.3-2.3	0	Every fruit could bepeeled off.
45	158.4	40.26	87.62	127.88	Smooth	1.3-3.1	0	Smooth	0.9-1.8	1	There was little green husk remaining at base and shoulder.
60	164.8	37.77	115.42	153.19	Fiber-like	1.3-3.2	1	Smooth	1.4-2.0	4	

T* = Thickness of fruit husk (mm).

ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของชุดมีดแล้วยังขึ้นอยู่กับความชำนาญในการใช้เครื่องมือด้วย เป็นไปได้ที่จะเพิ่มสมรรถนะของเครื่องหรือลดเวลาทำงานได้โดยเพิ่มความชำนาญของผู้ใช้เครื่อง ซึ่งรวมไปถึงความสามารถในการใช้มีดปาดฐานด้วย

มะพร้าวทดสอบ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 150 มม. มีความแก่หรืออายุเก็บเกี่ยว เท่ากัน และเก็บจากสวนเดียวกัน วันและเวลาเดียวกัน แต่ยังมีผลจากความชำนาญจากการเก็บเกี่ยวและการขนส่งให้เห็นบ้าง เป็นไปได้ว่าคุณภาพผิวจะขึ้นอยู่กับความควบคุมและการทำงานของเครื่องเพียงอย่างเดียว

คมมีด K1 จะทื่อหรือลดความคมลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อปอกผลมะพร้าวลูกที่ 23 ผ่านไป การสังเกตความคมได้โดยหยุดเครื่องแล้วใช้ปลายนิ้วมือลูบตรวจที่คมมีดโดยตรง

Table 2 แสดงความสามารถในการปอกเปลือกสีเขียวออกไปได้ค่าเฉลี่ย 82.3% สาเหตุของการปอกไม่เกลี้ยง (เหลือส่วนเขียวหลังการปอก) มาจากมะพร้าวมีขนาดเล็กและรูปร่างไม่กลมตามพันธุ์

2. อายุการเก็บรักษาและความชื้นกับคุณภาพผิวปอก

Table 3 แสดงอิทธิพลอายุการเก็บรักษาต่อคุณภาพผิวปอกหรือลักษณะของผิวปอก สามารถแยกพิจารณาได้ 2 ส่วนคือ ส่วนของข้างมะพร้าวที่ปอกให้เป็นลำตัว และส่วนก้นของมะพร้าวที่ปอกผิวแล้วกลายเป็นส่วนของไหล่

ลำตัว ในช่วงอายุการเก็บรักษาน้อยประมาณไม่เกิน 9 วัน ผิวปอกจะเรียบขาวสวยงามและปอกง่าย อาจเริ่มมีให้เห็นเส้นใยปรากฏเมื่ออายุเก็บรักษาอย่างเข้าสัปดาห์ที่ 2 (ความชื้นอยู่ในช่วง 90-84%) เมื่อเก็บไว้นานขึ้นไปสัปดาห์ที่ 2 และ 3 (ความชื้นลดลงมาที่ประมาณ 81%) ผิวปอกจะไม่สวยงาม ปรากฏเส้นใยเห็นชัด เส้นใยจะแตกและเกิดขุยมาก ยิ่งเก็บไว้นานโอกาสที่จะเกิดการปอกติดขัดก็จะเป็นไปได้มาก

Table 2 Peeling capacity at knife speed = 45 rpm

Sample No.	Fruit surface ¹ after peeling (cm ²)		Unpeeled green Surface ² (A ₃ - cm ²)	Percentage	
	Body (A ₁)	Shoulder (A ₂)		Unpeeled green surface	Peeled surface
1	404.46	418.26	166	16.79	83.21
2	354.87	376.88	242	24.85	75.15
3	373.81	340.23	141	16.49	83.51
4	331.83	387.15	146	16.88	83.12
5	460.73	454.60	178	16.28	83.72
6	393.92	398.42	139	14.92	85.08
7	368.09	471.91	198	19.08	80.92
8	445.60	443.04	172	16.22	83.78
Average				17.69	82.31

หมายเหตุ

- 1) พื้นที่ผิวปอก คำนวณโดยใช้สูตร โดยที่

D = เส้นผ่านศูนย์กลางส่วนที่กว้างสุดของไหล่

d = เส้นผ่านศูนย์กลางส่วนที่กว้างที่สุดไม่มีเปลือกเขียว

d' = เส้นผ่านศูนย์กลางของฐาน

h₁ = ส่วนสูงของลำตัวที่ไม่มีส่วนเปลือกเขียวh₂ = ความสูงของไหล่ส่วนที่มีเปลือกเขียวh₃ = ส่วนสูงทั้งหมดของมะพร้าวตั้งแต่ฐานถึงยอด

$$h' = \frac{h_1 + h_2}{2}; D = \frac{D + d}{2}$$

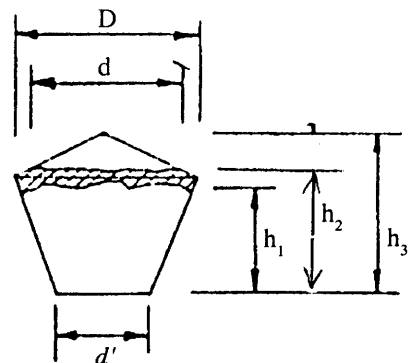
$$\text{พื้นที่ผิวไหล่} = 0.5\pi D \sqrt{(h_3 - h)^2 + (D/2)^2}$$

$$\text{พื้นที่ผิวลำตัว} = 0.5\pi(D + d)\sqrt{(h')^2 + \left(\frac{D}{2} - \frac{d'}{2}\right)^2}$$

$$\% \text{ ส่วนขาวที่ปอกได้} = 100 (A_1 + A_2) / (A_1 + A_2 + A_3)$$

$$\% \text{ ส่วนเขียวที่เหลือ} = 100 A_3 / (A_1 + A_2 + A_3)$$

- 2) พื้นที่ส่วนเขียวที่ปอกไม่หมด หาได้โดยใช้มีด Stainless steel ปาดเอาเฉพาะส่วนเขียวบาง ๆ ออก มาลอกลงแผ่นใสและถ่วงน้ำหนักบนกระดาษ และวัดคำนวณหาพื้นที่โดยใช้ Planimeter



= ส่วนเขียวที่ปอกได้ไม่หมด

All Diameters are in centimeter

ไหล่ อายุการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อคุณภาพผิวปอกช้ากว่า กล่าวคือ 2 สัปดาห์แรกผล มะพร้าวถูกปอกเปลือกออกมาได้คุณภาพผิวปอกเรียบดี สำหรับผลมะพร้าวที่เก็บนานถึง 3 สัปดาห์ เมื่อถูกปอกจะปรากฏเส้นใย และการปอกมีโอกาสดีค้ำคามาก

เมื่อเก็บรักษานาน ผลมะพร้าวจะแก่ขึ้น ทำให้เส้นใยในผลมะพร้าวแก่และเป็นเส้นแข็ง มีผลต่อคุณ

ภาพผิวปอกมากกว่าความชื้นภายในเปลือกมะพร้าวเสียอีก เพราะเส้นใยและขุยที่เกิดขึ้นจะมีผลต่อแรงฉีกโดยตรง ยิ่งแก่ก็ยิ่งต้องใช้แรงงานมากขึ้น เมื่อใช้แรงมากขึ้น โอกาสที่รอยปาดจะชำรุดเสียหายจะเพิ่มตามไปด้วย ดังจะเห็นได้จากผิวปอกของมะพร้าวจะเสียหรือไม่สวยงามลดลงตามอายุการเก็บรักษา หรือตามความแก่ที่เพิ่มขึ้นของเส้นใย

Table 3 Influence of storage time and moisture upon quality of peeled surface (ambient temperature). OPS = Quality of Peeled Surface

Storage time (days)	Fruit appearance	Change of YCPM	Moisture and Peeled Surface			
			Body (Peeling Unit 1) Moisture (%db)	QPS	Shoulder (Peeling unit 2) Moisture (%db)	QPS
1	Fruits looked very fresh. Husk was not tough. Easily peeled.	no	87.3	very smooth	88.1	very smooth
9	Fruits remained fresh. Husk primarily impacted during handling and transport looked damaged. Still easily peeled but fibers appeared on peeled surface.	no	83.9	smooth but fibers started to appear.	85.5	very smooth
15	Pedicle became bruised. Bundle became wilted. Some coconut fruits disconnected from bundle. Outer husk was easily peeled. Inner husk became tough.	K1 was worn out after peeling 14 fruits.	82.5	Fibers broke and debris resulted.	84.8	smooth
22	Pedicle became much bruised. Most of coconut fruits disconnected out of bundle. Bundle became too dry. Fiber was very tough. Peeled husk was often broken piece.	K1 was worn out after peeling 11 fruits	80.7	Fibers broke and debris resulted.	86.6	Fiber-looked

มิดที่คมไม่พอจะได้ผิวปกที่ไม่สวยหรือไม่ก็จะติดขัดได้ง่าย เพราะกรณีดังกล่าวจะเป็นการเพิ่มพื้นที่รับแรงเฉือนที่เปลือก ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อมะพร้าวและคุณภาพผิวปก กล่าวคือ พื้นที่รับแรงเฉือนที่เพิ่มขึ้นนี้ จะเป็นผลให้เพิ่มแรงเฉือนและแรงกดที่ใบมีดขึ้นอีก ทำให้อายุหรือผิวปกมีรอยชำรุดขึ้น อายุการใช้งานของมิด จะขึ้นอยู่กับอายุการทำงานหรือระยะเวลาที่เฉือนมะพร้าวและความแคงของเส้นใยมะพร้าว (Table 3 แสดงให้เห็นว่า คมมีดสึกหรอเร็วขึ้นสำหรับผลมะพร้าวในอายุ 2 สัปดาห์หรือมากกว่า) คมของมีดปกที่ได้จากการลับคมด้วยหินลับมีดจะได้คมมีดที่เรียบและมีอายุการใช้งานนานกว่าคมมีดที่ได้จากการลับด้วยไฟเบอร์ หรือหินเจียมาก

สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เพื่อที่จะพัฒนาเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนให้ได้ผลทรงห้าเหลี่ยม การทดสอบเครื่องดังกล่าวกับผลมะพร้าวอ่อนพันธุ์น้ำหอมอายุการเก็บเกี่ยวชั้นสอง 80 ผล พบว่า ความเร็วมีดปอก ความหนาขึ้นเปลือกผลมะพร้าวอ่อน และอายุการเก็บรักษา มีอิทธิพลต่อคุณภาพการปอก ความเร็วมีดปอก ความหนาขึ้นเปลือกและอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมคือ 45 รอบ/นาที, ไม่เกิน 20 มม. และไม่เกิน 1 สัปดาห์ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไปคือ การพัฒนาเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนนี้ต่อไปให้ได้ต้นแบบที่ใช้ในเชิงการค้าได้ ซึ่งต้นแบบดังกล่าวควรมีความสามารถในการปอกเปลือกเร็วกว่าคน (การปอกด้วยมีดโดยใช้แรงคนสามารถปอกได้ 60-100 ผล/ชั่วโมง) คุณภาพผิวปกควรเรียบขาวดี และไม่มีเปลือกเขียวเหลืออยู่ รอยจิกของอุปกรณ์จับประคองผลมะพร้าวอ่อนระหว่างการปอกต้องไม่มีและคุณภาพใบมีดต้องปรับปรุงให้คงทนมากกว่าปัจจุบันมาก ๆ ควรมีการทดสอบความสามารถในการปฏิบัติการปอกเปลือกต่อเนื่องของเครื่องด้วย (Repeatability)

เอกสารอ้างอิง

- บัณฑิต จริโมภาส และดรณภา สุกกรี. 2537. ศักยภาพของเครื่องจักรกลเกษตรในอุตสาหกรรมแปรรูปผลมะพร้าวอ่อน. ข่าวสารศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 6 : 7-8.
- ฝ่ายวิชาการ ธนาคารกสิกรไทย. 2531. มะพร้าวอ่อน : ช่องทางการตลาดยังไปไหน. เกษตรอุตสาหกรรม 4 : 45-49.
- หนุ่ม โคมโพธิ์. 2531. มะพร้าวอ่อนเพื่อส่งออก เติบโต (22 พฤศจิกายน 2531) : 13 .