การทดสอบเปรียบเทียบเครื่องจักรกลและอุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน

Comparative Test between a Machine and a Device Opening Young Coconut Fruits

บัณฑิต จริโมภาส[1] อัครเดช เพชรสมัย[2]

Bundit Jarimopas[1] Acradech Pechrasmai[2]

ABSTRACT

This study was to do comparative test between a machine and a device opening young coconut fruits. The machine was consisted of 2 triangular stainless steel blades installed on 2 shafts with thread at their outer surfaces. Opening a young coconut fruit was obtained by moving the blades cutting the fruit. Machine operation was automatically achieved by a control man.

The device comprised plastic holder, a steel strap one long side of which was saw - tooth and a plastic knife. The strap was 60 mm. in diameter. Opening a young coconut fruit was obtained by turning the plastic holder with steel strap inside on the head of the fruit.

Methodology comprised tests on opening young coconut fruits of small , medium and big sizes (20 fruits / each size) with the machine and the device ; analysis and evaluation engineeringly and economically.

Results showed that the machine could open a young coconut fruits averagely 8.5 seconds / fruit with juice spilled off 4.7%. Juice and flesh were acceptable to consumers. The device could open a young coconut fruits averagely 41.4 seconds / fruit with juice spilled off 3.8%. Juice was some mixed with sawdust. The device needed no maintenance while the machine did. Cost of the machine and the device was 6,348 and 18 baht.

Keywords : young coconut, opening machine

1 รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม
Associate Professor, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakornpathom

2 นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม
Graduate student, Department of Agricultural Engineering, Graduate School, Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakornpathom

3 นายช่างเทคนิค ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม
Technician, National Agricultural Machinery Center, Kasetsart University Research and Development Institute, Kamphaengsaen, Nakornpathom

บทคัดย่อ

งานการศึกษานี้เพื่อที่จะทดสอบเครื่องจักรกลเปิดผลมะพร้าวอ่อนเปรียบเทียบกับชุดอุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน เครื่องจักรกลเปิดผลมะพร้าวอ่อน ประกอบด้วย ใบมีดตัดสแตนเลส 2 ใบ ทรง 3 เหลี่ยม ติดตั้งบนเพลา 2 อันที่ผิวเป็นเกลียว การเปิดผลมะพร้าวอ่อนทำได้โดย เคลื่อนใบมีดมาตัดผลมะพร้าว การเคลื่อนที่ของใบมีดเป็นอัตโนมัติควบคุมด้วยคน ๆ เดียว

อุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน ประกอบด้วย ที่จับพลาสติก และแผ่นโลหะกลมด้านหนึ่งมีฟันเลื่อย เส้นผ่าศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร และ มีดพลาสติก การเปิดผลมะพร้าวอ่อน ทำได้โดยใช้คนหมุนที่จับพลาสติกที่ติดตั้งแผ่นโลหะไว้ข้างในตามและทวนเข็มนาฬิกาสลับกันบนยอดผลมะพร้าวอ่อน

วิธีการศึกษาประกอบด้วย การทดสอบเปิดผลมะพร้าวอ่อนขนาด ใหญ่ กลาง เล็ก ขนาดละ 20 ผล ด้วยเครื่องและอุปกรณ์ วิเคราะห์และประเมินผลทางวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์

ผลการทดสอบปรากฏว่า เครื่องสามารถเปิดผลมะพร้าวอ่อนออกได้เฉลี่ย 8.5 วินาที/ผล มีน้ำหก 4.7% น้ำและเนื้อสะอาดเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค อุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อนออกด้วยเวลา 41.4 วินาที/ผล น้ำหก 3.8% น้ำมะพร้าวมีขุยเจือปนบ้าง อุปกรณ์ไม่ต้องการบำรุงรักษา (ใช้แล้วทิ้ง) เครื่องต้องการการดูแลรักษา ราคาอุปกรณ์และเครื่องเป็น 18 และ 6,348 บาท ตามลำดับ

คำหลัก : มะพร้าวอ่อน เครื่องกลเปิด

คำนำ

มะพร้าวอ่อน เป็นผลไม้สดที่มีคุณค่าทางอาหารต่อร่างกายของมนุษย์ กล่าวคือ น้ำมะพร้าวมีสารจำพวกน้ำตาล และวิตามินบีคอมเพล็กซ์ ก่อให้เกิดความรู้สึกกระปรี้กระเปร่าและสดชื่นแก่ผู้บริโภค ส่วนเนื้อมะพร้าวมีสารจำพวก คาร์โบไฮเดรต แคลเซี่ยมและฟอสฟอรัส สามารถนำไปประกอบอาหาร เป็นต้น (ฝ่ายวิชาการ ธนาคารกสิกรไทย, 2531)

มะพร้าวอ่อนมีคุณสมบัติเด่นกว่าผลไม้ชนิดอื่นในด้านการเก็บรักษาและขนส่งระยะทางไกล เนื่องจากมีเปลือกแข็ง หนา จึงสามารถป้องกันการกระแทกกระเทือนได้ดี ข้อได้เปรียบประเด็นนี้นับเป็นประโยชน์ต่อการค้าส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งตลาดแถบทวีปเอเชียเป็นอย่างมาก เพราะว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งโดยการบรรทุกทางเรือ ขณะเดียวกันหากพิจารณาถึงแหล่งเพาะปลูกก็ไม่จำเป็นต้องอยู่ใกล้ตลาด เพราะไม่มีอุปสรรคในการขนส่ง

ความต้องการบริโภคมะพร้าวอ่อนภายในประเทศมีทั้งในรูปผลมะพร้าวสด และมะพร้าวอ่อนแปรรูป ความต้องการดังกล่าวมีประมาณปีละ 700-900 ตัน แนวโน้มความต้องการยังคงเพิ่มขึ้นต่อไป ด้านการส่งออกมะพร้าวอ่อนไปจำหน่ายต่างประเทศ ปริมาณการส่งออกในแต่ละปีประมาณ 2 ล้านผล คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ย 30 ล้านบาท (2539-2541) ในระหว่างปี 2539-2541 ศักยภาพในการส่งออกมะพร้าวอ่อนไปต่างประเทศได้ถูกระบุว่ามีสูงมาก มะพร้าวสดที่ส่งออกจะถูกปอกเปลือกและบรรจุในกล่องกระดาษกล่องละประมาณ 9-10 ผล (นิรนาม , 2541)

ผลมะพร้าวอ่อนที่ถูกปอกเปลือกแล้วและส่งไปสู่ตลาดเพื่อการบริโภคจะมีพื้นที่ภาพฉาย (Projected area) เป็นรูปห้าเหลี่ยม การบริโภคน้ำและเนื้อในผลมะพร้าวอ่อนได้ต้องเปิดผลมะพร้าวอ่อน ในอดีตใช้มีดเป็นอุปกรณ์เฉาะเปิดผลมะพร้าวอ่อน ซึ่งดูอันตรายและค่อนข้างยาก ปัจจุบันได้มีการประดิษฐ์เครื่องจักรกลเปิดผลมะพร้าวอ่อน (บัณฑิตและกิตติเดช, 2532) และอุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน (ธานี, 2541) ขึ้น ผลการทำงานทางวิชาการของเครื่องและอุปกรณ์ทั้งสองยังไม่มีการทดสอบเปรียบเทียบเปิดเผยให้ทราบเลย ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะทดสอบเครื่องจักรกลเปิดผลมะพร้าวอ่อนเปรียบเทียบกับอุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน

มะพร้าวอ่อนในปัจจุบันที่ทำการปลูกเพื่อเป็นการค้านั้น มีอยู่ 2 พันธุ์ คือมะพร้าวน้ำหอมและพันธุ์หมูสี แต่ที่

นิยมบริโภคกันมากจะเป็นมะพร้าวน้ำหอม โดยเป็นผู้บริโภคภายในและต่างประเทศรวมทั้งนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในประเทศด้วย ซึ่งแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ทำให้อัตราการบริโภคมะพร้าวอ่อนเพิ่มขึ้นทุกปี มะพร้าวอ่อนที่เก็บเกี่ยวมีอยู่ 3 แบบ (บัณฑิตและเสกสรร, 2539) คือ มะพร้าวชั้นเดียว มะพร้าวชั้นครึ่ง และมะพร้าวสองชั้น

1. มะพร้าวชั้นเดียว หมายถึง มะพร้าวอ่อนที่เพิ่งมีเนื้อเล็กน้อย การเกิดเนื้อมะพร้าวจะเกิดจาก บริเวณส่วนล่างของผลก่อนแล้วจะหนาไปเรื่อยๆ จนถึงส่วนบนของผล มะพร้าวชั้นเดียว เนื้อมะพร้าวจะบางมากมีลักษณะเป็นวุ้นเล็กน้อย บางท้องถิ่น เรียกว่า มะพร้าวขี้มูก ถือว่าเป็นมะพร้าวอ่อนเกินไปยังไม่ควรเก็บเกี่ยว

2. มะพร้าวชั้นครึ่ง เป็นมะพร้าวอ่อนที่มีเนื้อมากขึ้นกว่ามะพร้าวชั้นหนึ่ง โดยจะมีเนื้อเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากส่วนล่างของผลไปจนถึงส่วนบนของผลแต่เนื้อมะพร้าวไม่สม่ำเสมอ มะพร้าวนี้ถือว่าอ่อน ไม่เหมาะกับการขายทั้งผล

3. มะพร้าวสองชั้น หมายถึง มะพร้าวอ่อนที่มีเนื้อเต็มแล้วแต่ยังไม่แก่จนเกินไป หรือไม่แก่เกินไป ถ้าตัดมะพร้าวขนาดสองชั้น จากรอยตัดส่วนล่างของผลเมื่อมองลงไปตามรอยตัด จะเห็นเนื้อมะพร้าวอ่อนอยู่เต็ม

มะพร้าวที่จำหน่ายภายในประเทศมี 3 รูปแบบคือ จำหน่ายเป็นน้ำมะพร้าว มะพร้าวทั้งผลและมะพร้าวเผา ซึ่งแต่ละประเภทมีวิธีการดังกล่าวดังต่อไปนี้

1. น้ำมะพร้าว เป็นการจำหน่ายทั้งน้ำและเนื้อของมะพร้าวอ่อนพร้อมๆ กัน โดยไม่ต้องให้ผู้บริโภคเสียเวลาในการผ่าผลเพื่อขูดเอาเนื้อออกมารับประทาน ผู้ค้าปลีกจะผ่าผลแล้วขูดเอาเนื้อออกมาบรรจุแก้ว หรือบรรจุในถุงพลาสติก แล้วแช่ในตู้เย็นเพื่อจำหน่ายต่อไป

2. มะพร้าวทั้งผล เป็นรูปแบบของมะพร้าวที่จำหน่ายกันมากที่สุดภายในประเทศ รวมทั้งผลผลิตมะพร้าวที่ส่งออกตลาดต่างประเทศด้วย มะพร้าวทั้งผลจะต้องนำมาปอกให้ได้รูปแบบที่ต้องการ (พื้นที่ภาพฉายผลมะพร้าวอ่อนเป็นรูปทรงห้าเหลี่ยม) เรียกขั้นตอนนี้ว่า การชำแหละ

3. มะพร้าวเผา เป็นมะพร้าวที่นิยมบริโภคกันอีกรูปแบบหนึ่ง เนื่องจากมะพร้าวเผามีรสชาติที่แปลกออกไป น้ำมีความหวานมากกว่ามะพร้าวปกติ ทั้งความหอมของน้ำก็ยังคงอยู่เหมือนเดิม

การทำให้วัสดุเกษตรซึ่งมีความแข็งแยกตัวออกอาจทำได้โดยการตัด (Cutting) หรือการเฉือน (Shearing) หรือการบีบ (Compression)

การตัดคือ การกดหรือใช้แรงเคลื่อนมีดบางคมผ่านวัตถุโดยวัตถุที่แยกออกไม่แตกหรือมีการเสียรูปน้อยที่สุด เช่น การตัด ผัก ผลไม้

การเฉือน เป็นการแยกวัสดุแบบผสมผสานการตัดและการบด การเฉือนปกติจะพบในการแยกหรือลดขนาดวัสดุเส้นใย

การบีบ หมายถึง การใช้แรงกดบนผิวผัก ผลไม้ ปกติจะก่อให้เกิดการเสียรูป (Deformation) การช้ำ หรือการแตก การบีบด้วยแรงไม่มากกับฝักถั่วลิสง ผลลิ้นจี่ และผลลำไย จะทำให้เปลือกปลิแตกออก (Henderson and Perry, 1974)

บัณฑิตและกิตติเดช (2532) ได้วิจัยและพัฒนาเครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อนแบบกึ่งอัตโนมัติ ให้สามารถนำไปใช้ในเชิงการค้าได้ เครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อนที่ถูกพัฒนาขึ้น ทำงานโดยอาศัยหลักการการตัดด้วยใบมีดสามเหลี่ยมที่มีด้านสองด้านที่ไม่ใช่ฐานเป็นคมมีดตัดผ่านไหล่ของผลมะพร้าวอ่อนไป มีสวิชท์ควบคุมการทำงานให้ใบมีดเคลื่อนที่ไปและกลับโดยอัตโนมัติ เครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อนสามารถเปิดผลมะพร้าวอ่อนในอัตราเฉลี่ย 12.1 วินาที/ผล น้ำมะพร้าวหกเสียหายประมาณ 6.5% น้ำและเนื้อมะพร้าวใสสะอาด ช่องกว้างของรอยผ่าที่ถูกเปิดออกใหญ่พอที่ผู้บริโภคจะเข้าถึงน้ำและเนื้อในผลได้

ธานี (2541) ได้ประดิษฐ์อุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อนประกอบด้วย แผ่นโลหะวงกลมที่ขอบด้านหนึ่งทำเป็นฟันเลื่อยและมีดพลาสติก หลักการทำงาน คือ การหมุนฟันเลื่อยบนผลมะพร้าวไปมาจนกะลามะพร้าวเปิดออก เอามีดด้านปลายแหลมที่เป็นเลื่อยทิ่มเข้าไปตรงบริเวณที่แตกออก แล้วทำการแงะตามรอยที่เกิดขึ้นจากการหมุนกะลาจะเปิดออกอย่างง่ายดาย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

ก. เครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อน

ข. นาฬิกาจับเวลา 1 อัน

ค. ผลมะพร้าวอ่อนพันธุ์น้ำหอม 3 ขนาด (ใหญ่ กลาง และเล็ก) ตัวอย่างละ 20 ผล/ขนาด

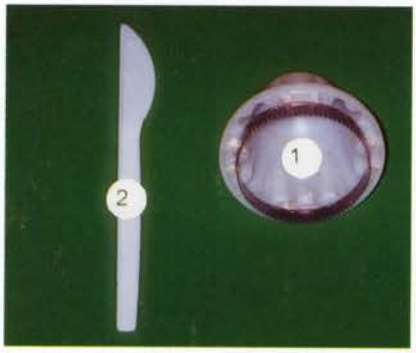
ง. เครื่องชั่ง Digital 1 เครื่อง OHAUS GT 4100 ขนาด 0 - 4.1 กิโลกรัม

จ. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ 1 อัน วัดได้ละเอียด 0.02 มม.

ฉ. ชุดอุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน

1. Triangular stainless knife
2. Electric motor
3. Control box
4. Fruit table
5. Gears

Fig 1 : Young coconut fruit opening machine



1. Plastic holder and saw-tooth steel strap
2. Plastic knife

Fig 2 : Young coconut fruit opening device

2. วิธีการทดลอง (Experimental procedure)

ตัวแปรสำหรับการประเมินความสามารถในการทำงานของเครื่องจักรกลและอุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน ได้แก่

ก. อัตราการเปิดผลมะพร้าวอ่อน (วินาที/ผล)

ข. ปริมาณน้ำหก (%) (ต่อปริมาณน้ำมะพร้าวทั้งลูก)

ค. ความสะอาดของน้ำและเนื้อมะพร้าวอ่อนหลังเปิด

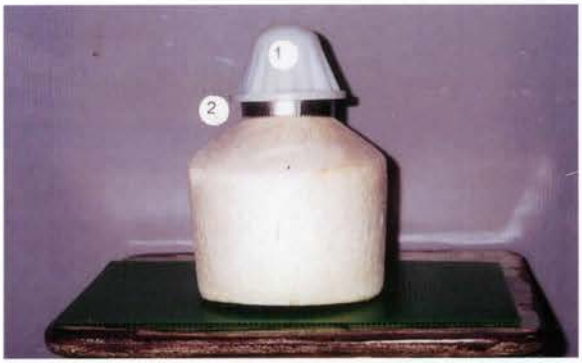
ง. ความยากง่ายในการเปิด

2.1 การทดสอบเครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อน

1. นำผลมะพร้าวอ่อนวางบนแป้นไม้ปรับความสูงได้
2. ปรับแป้นให้ใบมีดตัดสัมผัสผลมะพร้าวอ่อนพอดีและอยู่สูงกว่าขอบไหล่ประมาณ 1 ซม.
3. กดสวิทช์ให้เครื่องทำการตัดผลมะพร้าวอ่อนจนขาดออกจากกัน
4. กดสวิทช์ให้เครื่องทำงานโดยชักใบมีดกลับที่เดิม
5. จับเวลาตั้งแต่เริ่มต้นทดลองวัดและ คำนวณหาความสามารถของเครื่องตามตัวแปรข้างต้น ทำการทดสอบซ้ำให้ครบ 3 ขนาด (เล็ก กลาง และใหญ่) ขนาดละ 20 ซ้ำ

2.2 การทดสอบชุดอุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน

1. เปิดผลมะพร้าวอ่อนด้วยอุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน
2. จับเวลาตั้งแต่เริ่มเอาที่จับพลาสติกภายในบรรจุแผ่นโลหะกลมฟันเลื่อยวางบนผลมะพร้าวอ่อน (Fig. 3) หมุนที่จับพลาสติกตามและทวนเข็มนาฬิกาสลับกันจนเปิดฝาได้ วัดและคำนวณหาความสามารถของอุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน ทำการทดสอบซ้ำให้ครบ 3 ขนาด (เล็ก กลาง และใหญ่) ขนาดละ 20 ซ้ำ



1. Plastic holder 2. Saw-tooth steel strap

Fig 3 : Opening young coconut fruit with the device

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม พุ่งความสนใจไปที่การประเมินต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการเปิดผลมะพร้าวอ่อน ซึ่งมีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อน ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายสำหรับต้นทุนผันแปร (Variable Cost) และค่าใช้จ่ายสำหรับต้นทุนคงที่ (Fixed Cost)

ค่าใช้จ่ายผันแปร ได้แก่ ค่าจ้างแรงงาน ค่าไฟฟ้า ค่าบำรุงรักษา ค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะแปรเปลี่ยนตามปริมาณผลผลิตที่นำมาเปิดผลมะพร้าวอ่อน สำหรับต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าเสื่อมราคา และค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนในเครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อน ซึ่งค่าใช้จ่ายดังกล่าวไม่แปรเปลี่ยนตามปริมาณของผลผลิตที่นำมาเปิดผลมะพร้าวอ่อน

ถ้ากำหนดให้

AC คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการเปิดผลมะพร้าวอ่อน/ผล

FC คือ ต้นทุนคงที่ในการเปิดผลมะพร้าวอ่อน/ผล

VC คือ ค่าใช้จ่ายผันแปรทั้งหมดที่ใช้ในการเปิดผลมะพร้าวอ่อน/ผล

ดังนั้น AC = FC + VC

โดยที่ VC = ค่าจ้างแรงงาน (W) + ค่าไฟฟ้า (E) + ค่าบำรุงรักษา (M)

FC = ค่าเสื่อมราคาของเครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อน (D) + ค่าเสียโอกาสของการลงทุน (R)

D = (P - S)/L (ใช้วิธีเส้นตรง, Straight line method)

R = (P + S) I/2

เมื่อ P = ราคาซื้อหรือสร้างเครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อน

L = อายุการใช้งานเครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อน = 5 ปี

S = ราคาเครื่องเมื่อครบ 5 ปี

D = ค่าเสื่อมราคา/ปี (บาท/ปี)

R = ค่าเสียโอกาสในการลงทุน/ปี (บาท/ปี)

I = อัตราดอกเบี้ย 3% ต่อปี

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ลักษณะทางกายภาพของผลมะพร้าวอ่อน

Fig. 4 แสดงภาพฉายของผลมะพร้าวอ่อน แม้ว่าผลมะพร้าวจะอนุมานเป็นรูปทรงเรขาคณิตได้ยาก และมีความแปรปรวนในมิติสูง แต่ผลมะพร้าวที่ผ่านการชำแหละแล้วมีรูปทรงดี พอจะอนุมานได้ว่า Projected Picture ของผลเป็นรูป 5 เหลี่ยม คุณลักษณะทางกายภาพของผลมะพร้าวอ่อนขนาดใหญ่ กลาง เล็ก สรุปได้ดังนี้ เส้นผ่าศูนย์กลางไหล่ (D) และ ฐาน (d) มีค่าอยู่ระหว่าง 137.2-113.9 มม. และ 130.9-107.9 มม. ตามลำดับ ความสูงของผล (H) และ ไหล่ (h) มีค่าอยู่ระหว่าง 136.2-116.9 มม. และ 98.3-83.6 มม. (Table 4)

Table 5 แสดงผลการทำงานของเครื่องเปิดเปรียบเทียบกับอุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน สรุปได้ว่า เครื่องสามารถเปิดผลมะพร้าวอ่อนออกได้เฉลี่ย 8.5 วินาที/ผล มีน้ำหก 4.7% น้ำและเนื้อผลมะพร้าวอ่อนสะอาดเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Fig. 5 (a)) ช่องเปิดกว้างเฉลี่ย 80 มม. อุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อนออกด้วยเวลาเฉลี่ย 41.4 วินาที / ผล น้ำหก 3.8 % ช่องเปิดกว้างเฉลี่ย 60 มม. น้ำมะพร้าวมีขุยเจือปนบ้าง (Fig. 5 (b)) ทั้งเครื่องและอุปกรณ์ใช้ผู้ปฏิบัติการ 1 คน อุปกรณ์ไม่ต้องการการบำรุงรักษาเพราะใช้แล้วทิ้ง ในขณะที่เครื่องต้องการการบำรุงรักษา

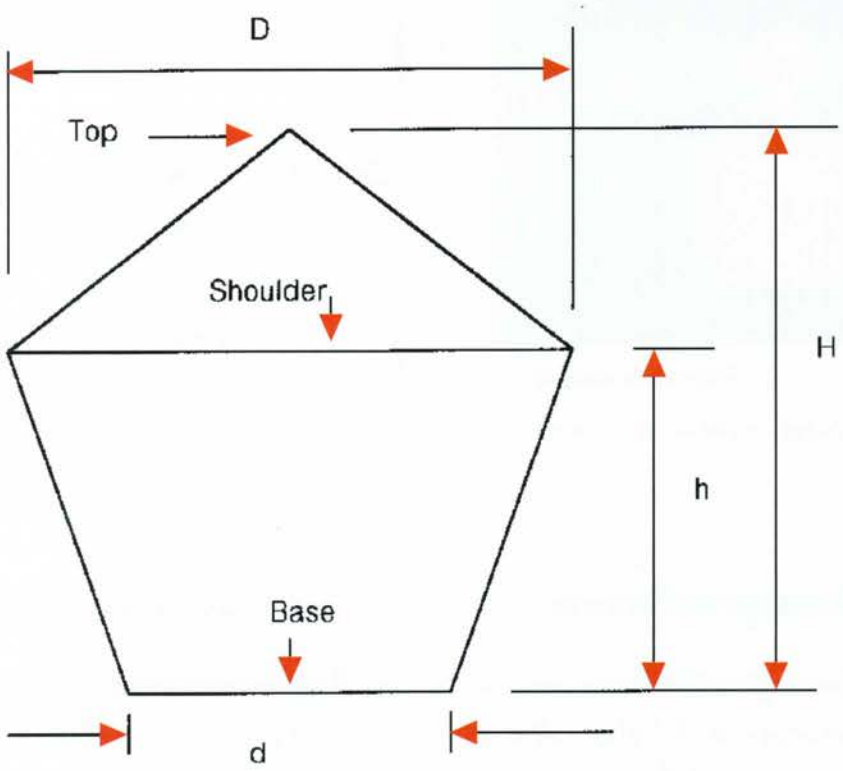


Fig 4 : Projected picture of peeled young coconut fruit

Table 4 Physical characteristics of young coconut fruit

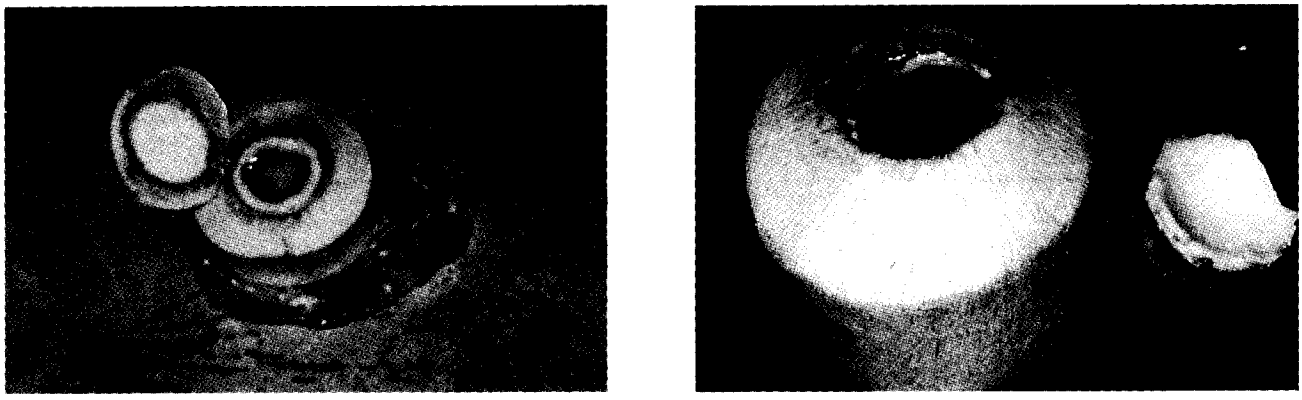
Size		Shoulder diameter D(mm)	Base diameter d(mm)	Fruit height H(mm)	Shoulder height h(mm)
Big	The machine	136.9 (0.01)*	130.8 (0.02)*	136.6 (0.03)*	98.6 (0.03)*
	The device	137.5 (0.01)*	131.1 (0.02)*	135.8 (0.02)*	97.7 (0.03)*
Medium	The machine	127.8 (0.02)*	121.7 (0.02)*	127.7 (0.01)*	92.8 (0.02)*
	The device	127.7 (0.02)*	124.0 (0.02)*	127.2 (0.01)*	96.2(0.02)*
Small	The machine	113.9 (0.01)*	107.4 (0.01)*	116.5 (0.01)*	83.9 (0.02)*
	The device	113.8 (0.01)*	107.9 (0.01)*	117.4 (0.01)*	83.3 (0.03)*

Note : *Number in brackets show coefficient of variation ; cv =* $S.D./\overline{X}$

** = from 20 sampled fruits*

Table 5 Comparison of performance between the machine and the device opening young coconut fruit [number show in the table is averaged out of 3 sizes of 20 replication each ; number in bracket is coefficient of variation] ; CV = S.D./X

List	Size	The machine	The device
1. Opening capability (second/fruit)	Big	8.56 (0.36)	44.08 (0.03)
	Medium	8.58 (0.08)	41.89 (0.04)
	Small	8.24 (0.34)	38.36 (0.07)
2. Spilled - off juice (%)	Big	3.83 (0.30)	4.93 (0.42)
	Medium	4.86 (0.19)	3.40 (0.30)
	Small	5.38 (0.50)	3.03 (0.29)
3. Number of operator	-	1	1
4. Opening width (mm)	Big	80.5 (0.07)	60 (0.0)
	Medium	80.1 (0.07)	60 (0.0)
	Small	79.5 (0.70)	60 (0.0)
5. Cleanness of flesh and juice	-	Clean	There was some fiber
6. Juice and flesh accessibility	-	Easily accessible	Medium
7. Ease of opening	-	Easy	Medium
8. Maintenance	-	Medium	Easy
9. Price (baht)	-	6,348	18



a) by the machine

b) by the device

Fig 5 : Young coconut fruit already opened

ค่าใช้จ่ายต้นทุนในการซื้อหรือสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อน ถือเป็นราคาที่จัดซื้อหรือสร้างโดยไม่คิดค่าโรงงาน

1. เครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อน

เงินทุนที่ใช้ในการก่อสร้างเครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อนเท่ากับ 6,348 บาท/เครื่อง ประกอบด้วยค่าวัสดุ 4,440 บาท และค่าแรงงาน 1,908 บาท (Table 6)

จากการสมมุติให้เครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อนมีอายุการใช้งาน 5 ปี ใช้วิธีการคิดค่าเสื่อมราคา แบบเส้นตรง ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน ณ อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 3 ต่อปี ค่าจ้างแรงงาน 150 บาท/วัน/คน (สุทธิพร, 2543) ค่าบำรุงรักษา 1 บาท/มะพร้าว 1,000 ผล (บัณฑิต และกิตติเดช, 2532) อัตราการเปิดผลมะพร้าวอ่อนที่ได้จากการทดลองประมาณ 420 ผล/ชม. และปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ปรากฏว่าต้นทุนเฉลี่ยในการเปิดผลมะพร้าวอ่อนมีค่า 0.049 บาท/ผล (Table 7)

Table 6 Expenses on fabrication of the young coconut fruit opening machine

Lists	Cost (baht)
1. Materials	
- 4 ball bearings no. 14380 and 4 ball bearings no. 608	360
- 7 gears	350
- 1 1/2 " x 85 cm. right-angle steel	60
- 2 x 10 x 50 mm. steel plate	70
- 3/4" x 100 cm. (7 threads/inch.) steel shaft	80
- stainless knife	300
- aluminium plate	160
- 1/4 hp. 220 v. electric motor	2,000
- two 10 A. magnetic contactor	700
- two 15 A. 250 v. ON-OFF-ON switch + control box	360
2. Labor	1,908
Total	**6,348**

Note : *Labor for fabrication was estimated to be 40% of the material cost.*

2. อุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน ต้นทุนที่ผลิต ประกอบด้วย

- พลาสติกชนิด PS ราคา 5 บาท
- พลาสติกชนิด PP ราคา 3 บาท
- สแตนเลส ราคา 10 บาท

รวม 18 บาท

Table 7 Total expenses and average expenses of young coconut fruit opening machine

Lists	Year				
	1	2	3	4	5
1. Fixed cost (baht/yr.)					
1.1 Depreciation cost	1,232	1,232	1,232	1,232	1,232
1.2 Opportunity cost	98	98	98	98	98
Total	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330
2. Variable cost (baht/yr.)					
2.1 Labor cost	39,150	39,150	39,150	39,150	39,150
2.2 Electricity cost	2,336	2,336	2,336	2,336	2,336
2.3 Maintenance cost	877	877	877	877	877
Total	42,363	42,363	42,363	42,363	42,363
3. Grand total of cost	43,693	43,693	43,693	43,693	43,693
4. Young coconut fruit opened (fruits/yr.)	876,960	876,960	876,960	876,960	876,960
5. Fixed cost, FC (baht/fruit/yr.)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
6. Variable cost, VC (baht/fruit/yr.)	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
7. Annual total cost (baht/fruit/yr.)	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049

Note : *P = Machine cost* ** Number of working days = 261 per year*

L = Operation life = 5 years

I = Interest rate 3% per year

สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการทดสอบเครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อน ปรากฏว่า เครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อนสามารถเปิดผลมะพร้าวอ่อนในอัตราเฉลี่ย 8.5 วินาที/ผล และปริมาณน้ำมะพร้าวหกเสียหาย เฉลี่ย 4.7% น้ำมะพร้าวสะอาดน่ารับประทาน ไม่มีสิ่งเจือปนจากการเปิดของเครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อน มีขนาดความกว้างของการเปิดเฉลี่ย 80 มิลลิเมตร สามารถเอาเนื้อออกมารับประทานได้สะดวก

ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน ปรากฏว่า ชุดอุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อนสามารถเปิดผลมะพร้าวอ่อนในอัตราเฉลี่ย 41.4 วินาที/ผล และปริมาณน้ำมะพร้าวหกเสียหายเฉลี่ย 3.8% น้ำมะพร้าวหลังใช้ชุดอุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน มีขุยมะพร้าวเจือปนอยู่มีขนาดความกว้างของการเปิดเฉลี่ย 60 มิลลิเมตร

จะเห็นว่าจากการทดสอบเครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อนและชุดอุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน เวลาที่ใช้ในการเปิดผลมะพร้าวอ่อนทั้งสองการทดสอบเวลาต่างกันประมาณ 33 วินาที/ผล แต่เปอร์เซ็นต์น้ำหกเสียหายต่างกัน 0.9% ซึ่งถือว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหกไม่ต่างกันมาก และการทดสอบโดยใช้เครื่องให้ขนาดความกว้างของช่องเปิดที่กว้าง และน้ำที่สะอาดไม่มีสิ่งเจือปนหลังจากการเปิดของเครื่อง และเนื่องจากปัจจัยอย่างอื่นที่เกี่ยวข้อง คือ

1. ความสูงของการเปิดไหล่ของมะพร้าว จะเป็นตัวกำหนดอัตราการหกของน้ำมะพร้าว และเส้นผ่าศูนย์กลางของการเปิด ถ้าการทำการเปิดโดยให้รอยตัดสูงจากไหล่น้อยความกว้างของเส้นผ่าศูนย์กลางจะมากทำให้อัตราการหกของน้ำมะพร้าวมาก แต่ถ้าให้ความสูงของการตัดจากไหล่มาก จะทำให้ความกว้างของเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยและอัตราการหกของน้ำมะพร้าวก็จะน้อยลงด้วย

2. ความแตกต่างของขนาดผลมะพร้าว ถ้าผลใหญ่มาก การเปิดผลมะพร้าวจะทำลำบาก บางทีอาจจะตัดไม่ขาดออกจากกัน และเปอร์เซ็นต์น้ำหกสูงกว่าขนาดผลเล็ก

3. การใช้ชุดอุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน ต้องระวังเวลาการหมุนชุดอุปกรณ์เพราะว่าถ้าใช้แรงกดมากจะทำให้หมุนไม่ได้ ควรที่จะใช้แรงกดเบาๆ และหมุนไปเรื่อย และเพิ่มแรงกดลงไปเรื่อยๆ จะทำให้เปิดผลมะพร้าวง่าย

พูดถึงการใช้ประโยชน์ของสิ่งประดิษฐ์ทั้งสองเครื่องเปิดผลมะพร้าวอ่อนน่าจะเหมาะกับอุตสาหกรรมบริการอาหาร ระดับครัวเรือน เช่น แผงลอยในศูนย์อาหารของห้างสรรพสินค้า แผงลอยในโรงอาหาร ของอาคารสำนักงาน คือ ต้องบริการคนหมู่มากในเวลาอันรวดเร็ว ส่วนอุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน น่าจะเหมาะสำหรับการใช้งานสำหรับผู้บริโภครายย่อย เช่น บุคคลภายในครอบครัว เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ธานี ทรัพย์สมบูรณ์. 2541. ชุดอุปกรณ์เปิดผลมะพร้าวอ่อน. หน้า 80-83 ใน : เอกสารสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

นิรนาม. 2541. แนวโน้มการส่งออกของมะพร้าวอ่อน หน้า 10-12 ใน : เอกสารกองเศรษฐกิจการเกษตร เลขที่ 26/40 พฤษภาคม 2541.

บัณฑิต จริโมภาส และ กิตติเดช โพธิ์นิยม. 2532. พัฒนาการเปิดผลมะพร้าวอ่อนของไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. 43 น.

บัณฑิต จริโมภาส และเสกสรร สีหวงษ์. 2539. การศึกษาเบื้องต้นสถานภาพการผลิตผลมะพร้าวอ่อนเพื่อตลาดบริโภคสด. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 45 น.

ฝ่ายวิชาการ ธนาคารกสิกรไทย. 2531. มะพร้าวอ่อนเพื่อการส่งออก. หน้า 13 ใน : หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ 22 พฤศจิกายน 2531.

สุทธิพร เนียมหอม. 2543. เครื่องคัดขนาดมังคุด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ.

Henderson, S.M. and P.L. Perry. 1974. Agricultural Process Engineering. Second Edition. USA. 430 p.