



การออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนแบบใบมีดชัก

Design and Development of a Young Coconut Trimming Machine Using Reciprocating Knife

ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์^{1,2,3*}, ฉัตรชัย ทิพยรัตน์¹, ชัยยะ จันตรา¹

Siwalak Pathaveerat^{1,2,3*}, Chatchai Tippayarat¹, Chaiya Jantra¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม, 73140

¹Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom, 73140

²ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเครื่องจักรกลการเกษตรและอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²The center of excellent for Agricultural and Food Machinery, Kasetsart University

³ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³Postharvest Technology Innovation Center, Kasetsart University

*Corresponding author: Tel: +66-34-351-896, Fax: +66-34-351-896, E-mail: fengslp@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบเครื่องปอกเปลือกมะพร้าวอ่อนรูปทรง 5 เหลี่ยม โดยใช้กลไกใบมีดชักไป-กลับ เพื่อให้เกิดแรงเฉือนในการตัดเส้นใยที่เปลือกผลมะพร้าวอ่อน การทำงานของเครื่องจะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้ คือ ทำการปอกเปลือกส่วนข้างของผลมะพร้าวอ่อนและปอกเปลือกส่วนหัวเป็นขั้นตอนสุดท้าย สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนแบบใบมีดชัก พบว่าผลมะพร้าวอ่อนที่ผ่านการปอกเปลือก เกิดพื้นที่สีเขียวเฉลี่ย 3.36% และเกิดพื้นที่ปอกโดนกะลามะพร้าวเฉลี่ย 0.90% แต่เกิดพื้นที่เสียน้อยสุดเฉลี่ย 6.72% ที่ความเร็วในการหมุนลูกมะพร้าวอ่อน 30 rpm ทดสอบจับเวลาแต่ละขั้นตอนในการทำงานของเครื่อง พบว่าขั้นตอนในการปอกเปลือกส่วนข้างใช้เวลาเฉลี่ย 1.24 นาทีต่อผล และปอกเปลือกส่วนหัวใช้เวลาเฉลี่ย 1.70 นาทีต่อผล เมื่อเทียบการทำงานใน 1 ชั่วโมงสามารถปอกเปลือกมะพร้าวอ่อนได้เฉลี่ย 20.45 ผลต่อชั่วโมง

คำสำคัญ: ผลมะพร้าวอ่อน, ใบมีดชัก

Abstract

This research aims to design a young coconut trimming machine as a pentagonal profile using reciprocating knife for cutting fiber husk of the fruits. The operation of this machine was consisted of two steps. The first step, the machine trim at the side of fruit and then the fruits were trimmed at the top in the last step. The performance test of a young coconut trimming machine with reciprocating knife was found 3.36% for the untrimmed green area, 0.90% for fruit damage and 6.72% for the fibrous area at 30 rpm rotation of the trimmed fruit. The trimming capacity of machine was 20.45 fruits per hour and the average time to trim at the side and the top of the fruits were 1.24 and 1.70 minutes, respectively.

Keywords: Young Coconut, Reciprocating Knife

1 บทนำ

มะพร้าวอ่อนเป็นผลไม้ไทยอีกชนิดหนึ่งที่เป็นที่รู้จักไปทั่วโลก ผู้บริโภคทั้งชาวไทยและต่างประเทศจะนึกถึงรสชาติของน้ำมะพร้าวที่หวานหอมและเนื้อที่หวานมันสามารถช่วยดับความกระหายคลายร้อนได้ดี (สุภาวดี, 2553) ประเทศไทยได้มีการส่งออกมะพร้าวอ่อนไปจำหน่ายยังต่างประเทศ โดยตลาดมะพร้าวอ่อนของไทยที่สำคัญ ได้แก่ สิงคโปร์ ฮองกง ไต้หวัน ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย แคนาดา บาร์เรน บรูไน และซาอุดีอาระเบีย (กรมประชาสัมพันธ์, 2550) ผลผลิตผลมะพร้าวอ่อนนั้นมีหลายประเภท แต่ที่ได้รับความนิยมบริโภคคือ ผลมะพร้าวอ่อนปอกเปลือก ทั้งนี้การปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนนั้นมีหลายรูปแบบเช่น ปอกเฉพาะส่วนก้นมะพร้าวให้เป็นกรวยแหลมแล้วตัดขั้วผลออก โดยไม่ปอกลำตัวผล, ปอกเปลือกสีเขียวส่วนก้นให้เป็นกรวยแหลมแล้วปอกลำตัวผลและตัดขั้วผลออกเป็นรูปทรง 5 เหลี่ยม (มะพร้าวควั่น) และปอกเปลือกจนถึงกะลาเหลือเฉพาะส่วนขั้วผลเล็กน้อยชัดเจนขาว (มะพร้าวเจียร) โดยรูปแบบการปอกเปลือกเป็นทรงห้าเหลี่ยมกำลังได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเป็นอย่างมาก

ขั้นตอนในการปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนให้มีรูปทรง 5 เหลี่ยมถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการผลิตผลมะพร้าวอ่อนปอกเปลือกเพื่อจำหน่าย เพราะผลมะพร้าวอ่อนที่ต้องการจะต้องมีรูปทรง 5 เหลี่ยมที่สวยงาม มีขนาดพอเหมาะ และจะต้องขาวสะอาดไม่มีร่องรอยบริเวณผิวของผลที่ปอก ปัจจุบันยังคงใช้แรงงานคนในการปอกอยู่ ซึ่งกำลังประสบปัญหาอย่างมาก เช่น การขาดแคลนแรงงานฝีมือดี, ความแตกต่างกันของทรงมะพร้าวในแต่ละแหล่งผลิต เป็นต้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อน ที่มีกลไกการทำงานของใบมีดคล้ายคลึงกับการปอกด้วยแรงงานคน ที่ทำให้เกิดการฉีกเปลือกของผลมะพร้าวอ่อนโดยการเลื่อนใบมีดไป-กลับโดยมีวัตถุประสงคเพื่อสร้างต้นแบบและทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนแบบใบมีดชัก

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ลักษณะทางกายภาพของผลมะพร้าวอ่อน

ข้อมูลเบื้องต้นของผลมะพร้าวอ่อนและผลมะพร้าวอ่อนปอกเปลือกที่ใช้ในการออกแบบ ได้แก่ ความสูงของผลมะพร้าวอ่อน (H) เท่ากับ 17.97 ± 0.53 cm ความกว้างของผลมะพร้าวอ่อน (D) เท่ากับ 16.02 ± 0.56 cm ความสูงของผลมะพร้าวอ่อนปอก

เปลือก (h_1) เท่ากับ 13.59 ± 0.66 cm ความสูงจากก้นถึงมุมส่วนหัว (h_2) เท่ากับ 8.97 ± 0.40 cm มุมด้านข้าง (β) เท่ากับ $84.44 \pm 1.11^\circ$ มุมด้านหัว (γ) เท่ากับ $35.57 \pm 1.93^\circ$ (ณัฐพงศ์, 2553)

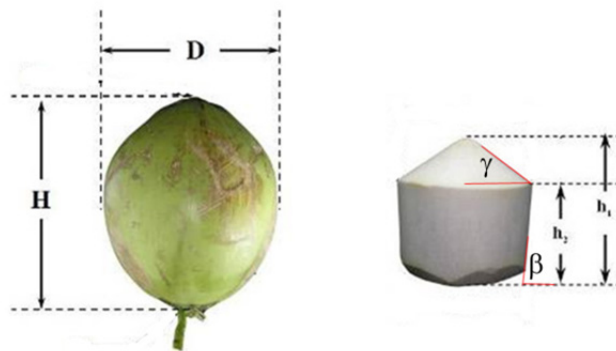


Figure 1 Dimension of young coconut and trimmed young coconut. (Nuttapong, 2553)

2.2 การออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนแบบใบมีดชัก

เครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนแบบใบมีดชัก ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 6 ส่วนดังนี้

- 1) โครงสร้างหลักของเครื่อง ทำหน้าที่ประกอบส่วนต่างๆ ของเครื่องเข้าด้วยกัน
- 2) ชุดเลื่อนใบมีด ทำหน้าที่เลื่อนชุดใบมีดสำหรับปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนเข้าหาลูกมะพร้าวที่จะทำการปอกเปลือก และปรับระดับความสูง (h_2) ของชุดใบมีดได้ โดยมีลักษณะเป็นรางสไลด์เลื่อนอยู่บนเพลลา และมีเกลียวสำหรับเลื่อนแท่นยึดชุดใบมีดชัก
- 3) แท่นยึดชุดใบมีดชัก ทำหน้าที่ยึดชุดใบมีดชักและชุดเลื่อนใบมีดเข้าด้วยกัน มีสล๊อตสำหรับปรับมุมในการปอกเปลือกส่วนข้าง (β) และส่วนหัว (γ)
- 4) ชุดใบมีดชัก ทำหน้าที่ปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อน โดยภายในชุดใบมีดประกอบด้วย ใบมีดสแตนเลส เพลลาสไลด์ รางสไลด์ แชนเหวี่ยง ข้อเหวี่ยง มอเตอร์ DC 24 V ขนาด 250 W และโครงสร้าง

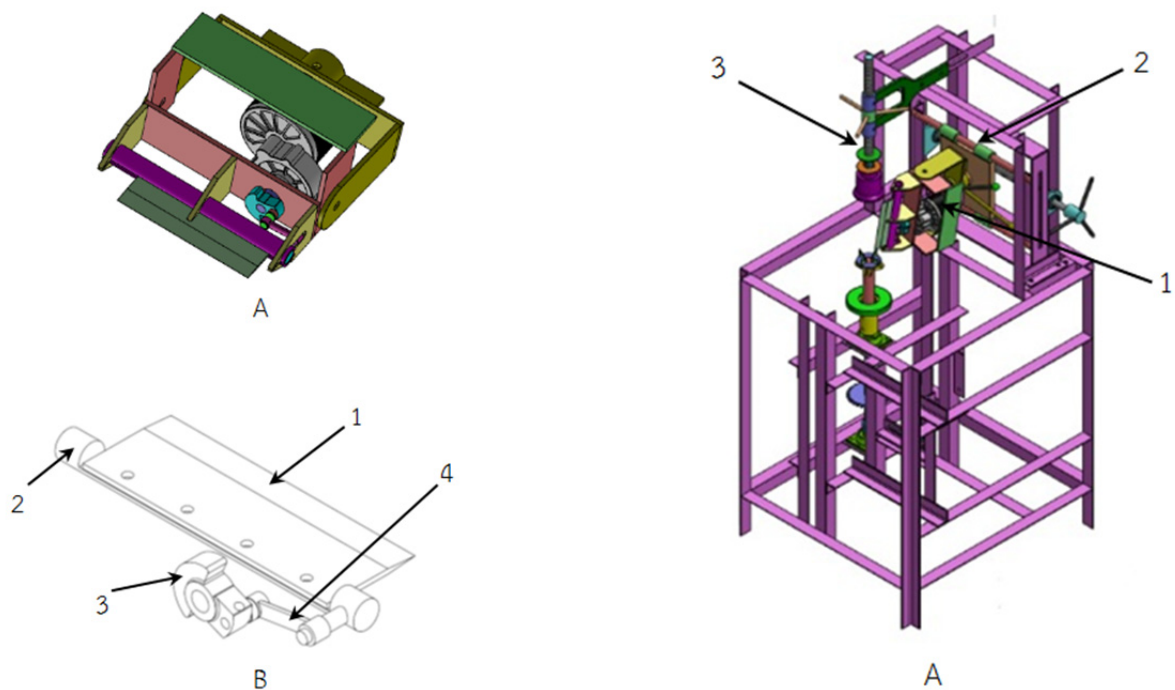


Figure 2 A: Reciprocating knife, B: Reciprocating machine system (1) Knife, (2) Sliding shaft, (3) crank, (4) swing arm.

5) ชุดจับลูกมะพร้าวอ่อนสำหรับปอกเปลือกส่วนข้าง ทำหน้าที่จับยึดลูกมะพร้าวอ่อนให้อยู่กับที่ โดยแบ่งการจับยึดเป็นส่วนบนและส่วนล่าง ส่วนบนจะสามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงเพื่อให้สามารถนำผลมะพร้าวอ่อนเข้าและออก โดยจะมีที่จับลูกมะพร้าว ซึ่งออกแบบเป็นทรงกระบอกให้สามารถครอบส่วนกันของมะพร้าวได้และหมุนตามลูกมะพร้าว ส่วนล่างจะทำหน้าที่หมุนลูกมะพร้าว โดยการออกแบบเป็นเหล็กสี่เหลี่ยมมีความคม สามารถแทงเข้าไปในส่วนหัวของผลมะพร้าวอ่อนได้ ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ DC 24 V ขนาด 450 W

6) ชุดจับลูกมะพร้าวสำหรับปอกเปลือกส่วนหัว ทำหน้าที่จับผลมะพร้าวที่ทำการปอกส่วนข้างมาแล้ว โดยชุดจับจะทำการจับด้านข้างของผลมะพร้าวอ่อน ให้ลูกมะพร้าวหมุน ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ DC 24 V ขนาด 450 W

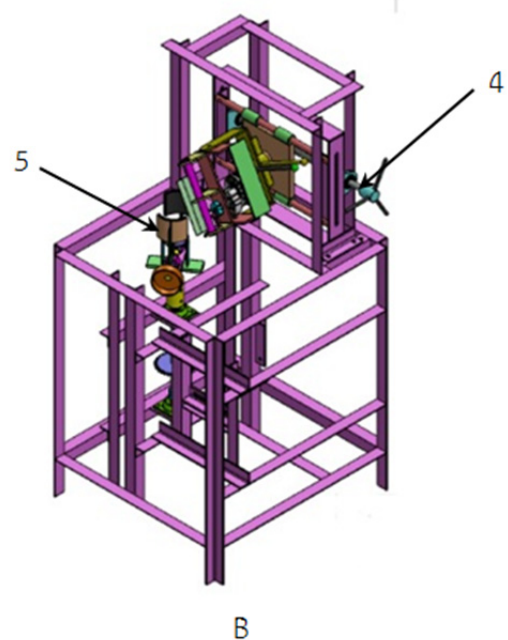


Figure 3 A: Side trimming section, B: Top trimming section (1) Reciprocating knife, (2) Knife holder, (3) Fruit holder, (4) Knife moving controller, (5) Top section holder.

2.3 การทดสอบเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนแบบใบมีดชัก

นำเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนแบบใบมีดชักที่สร้างขึ้นมาทดสอบปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนจำนวน 30 ผล โดยทำการปรับตั้งมุมในการปอกส่วนข้างอยู่ที่ 85° มุมการปอกส่วนหัวอยู่ที่ 36° ความสูงของใบมีดจากมุมส่วนหัวถึงกันอยู่ที่ 9 cm

(ณัฐพงศ์, 2553) มุมเงยของใบมีดอยู่ที่ 61° (Jarimopas and Rattanadat, 2007) ความเร็วใบมีดชัก 360 rpm ความเร็วในการหมุนลูกมะพร้าวที่ทำการทดสอบอยู่ที่ 30 50 และ 70 rpm

3 ผลและวิจารณ์

3.1 ผลการออกแบบเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนแบบใบมีดชัก

การสร้างเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนแบบใบมีดชัก โดยแบ่งขั้นตอนการทำงานเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นที่หนึ่งเป็นการปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนส่วนข้าง ดัง Figure 4 โดยชุดจับลูกมะพร้าวอ่อนสำหรับปอกส่วนข้าง เริ่มการทำงานโดยลูกมะพร้าวจะหมุนอยู่กับที่ จากนั้นทำการหมุนเกลียว ให้ชุดใบมีดชักเคลื่อนที่มาสัมผัสกับผลมะพร้าวอ่อน ใบมีดชักจะทำงานเคลื่อนที่ไป-กลับ เพื่อฉีกเส้นใยของเปลือกผลมะพร้าวอ่อน เมื่อทำการปอกส่วนข้างของมะพร้าวอ่อนจนเสร็จ ขั้นที่สองเป็นการปอกเปลือกส่วนหัว (ก้นลูกมะพร้าว) ของผลมะพร้าวอ่อนที่ผ่านการปอกเปลือกส่วนข้างแล้ว โดยชุดจับลูกมะพร้าวปอกส่วนหัวจะทำการจับด้านข้างของผลมะพร้าวอ่อน และเริ่มการทำงานของเครื่อง เครื่องจะทำงานเหมือนกับการปอกส่วนข้าง ทำการปอกส่วนหัวจนเสร็จ จากนั้นทำการตัดก้น (ขั้วลูกมะพร้าว) เป็นการสิ้นสุดการทำงาน



A



B



C

Figure 4 Trimming coconut fruit (A) Side fruit trimming, (B) Top fruit trimming and (C) Final Product.

3.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนแบบใบมีดชัก

ผลมะพร้าวอ่อนที่นำมาทดสอบ นำมาจากสวนในจังหวัดสมุทรสงคราม (ไม่คัดขนาด) มีขนาดเบื้องต้นเฉลี่ยดัง Table 1

Table 1 Coconut fruit dimension.

Dimension	Size (cm)
Height (H)	22.27
Width (D)	17.41

ผลการทดสอบปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนด้วยเครื่องปอกเปลือกมะพร้าวอ่อนแบบใบมีดชัก โดยทดสอบที่ความเร็วในการหมุนลูกมะพร้าวที่ 30 50 และ 70 rpm ทำการหาเปอร์เซ็นต์พื้นที่เปลือกที่ปอกไม่หมด เปอร์เซ็นต์พื้นที่เกิดเส้นใยและเปอร์เซ็นต์พื้นที่ที่ปอกโดนกะลามะพร้าวโดยเฉลี่ย แสดงใน Table 2

Table 2 Trimming performance.

Fruit rotation speed (rpm)	Untrimmed green area (%)	Fibrous area (%)	Trimmed shell area (%)
30	2.30	6.72	0.77
50	2.84	13.66	1.14
70	4.94	14.30	0.79
average	3.36	11.56	0.90

ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องปอกเปลือกมะพร้าวอ่อนแบบใบมีดชัก โดยกำหนดความเร็วในการหมุนลูกมะพร้าวอยู่ที่ 30 rpm เนื่องจากเกิดพื้นที่เสียน้อยสุด และจับเวลาในแต่ละขั้นตอนการปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อน เพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องแสดงใน Table 3

Table 3 Average capacity of coconut trimming machine.

Parameter	Time consume (min/fruit)
Side Fruit trimming	1.24
Top fruit trimming	1.70
Total	2.93
Capacity/hour	20.45 fruits

4 สรุป

ผลมะพร้าวอ่อนที่ผ่านการปอกด้วยเครื่องปอกเปลือกมะพร้าวอ่อนแบบใบมีดชัก เกิดพื้นที่สีเขียวเฉลี่ย 3.36% และเกิดพื้นที่ปอกโดนกะลามะพร้าวเฉลี่ย 0.90% แต่เกิดพื้นที่เสียน้อยสุดเฉลี่ย 6.72% ที่ความเร็วในการหมุนลูกมะพร้าว 30 rpm เห็นได้ว่าพื้นที่เสียนที่เกิดขึ้นมีผลต่อความเร็วในการหมุนของลูกมะพร้าว เมื่อทดสอบหาประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนแบบใบมีดชัก ทำการปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนส่วนข้างเฉลี่ยอยู่ที่ 1.24 นาทีต่อผล การปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนส่วนหัวเฉลี่ย 1.70 นาทีต่อผล ซึ่งในการปอก 1 ผลใช้เวลาเฉลี่ย 2.93 นาทีต่อผล และในการทำงาน 1 ชั่วโมงสามารถปอกเปลือกมะพร้าวอ่อนได้เฉลี่ย 20.45 ผลต่อชั่วโมง

5 กิตติกรรมประกาศ

สนับสนุนทุนวิจัยโดยศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเครื่องจักรกลการเกษตร และอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6 เอกสารอ้างอิง

- กรมประชาสัมพันธ์. 2550. มะพร้าว พืชมหัศจรรย์ที่ทำรายได้เข้าประเทศปีละกว่า 2,700 ล้านบาท. แหล่งข้อมูล: <http://raidai.raidaihost.com/modules.php?name=News&file=article&sid=1038> เข้าถึงเมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2555
- ณัฐพงศ์ รัตนเดช. 2553. การออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนแบบอัตโนมัติ. วิทยานิพนธ์ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 187 น.
- สุภาวดี ภักธโกศ. 2553. มะพร้าวอ่อนเพื่อการส่งออก กรมส่งเสริมการเกษตร. แหล่งข้อมูล: http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/tree_fruit/coconut.pdf เข้าถึงเมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2555.
- Jarimopas, B. and Rattanadat, N. 2007. Development of a young coconut fruit trimming machine. Journal of Food Engineering. 79, 752-757.