การพัฒนาเครื่องคว้านเมล็ดเงาะ
Development of Rambutan Pitting Machine

คุรุวรรณ์ ภามาตย์[1] พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์[1] จารุวรรณ์ รัตนสกุลธรรม[2] และ วสุ อุดมเพทายกุล[3]
Kuruwan Pramart[1], Puttinun Jarruwat[1], Charuwan Rattanasakultham [2] and Vasu Udompetaikul [3]

Abstract

The research objective was to invent the rambutan's seed removing machine, In order to replaces manual seed removing and resulted the good rambutan's quality, less flesh wastage which is suitable for the processing. The rambutan pitting machine was designed in dimension of 0.30 m. width 0.65 m. length and 0.40 m. height. The prototype was developed base on the principle of manual operation which consisted of 2 main parts. The part of fruit holding control system was operated by Iris Mechanic. The part of knife-arms moving were done by stepping motor which controlled by the embedded system; Arduino MEGA 2560. The prototype was semi-automated control, the capacity was 180 fruit per hour (about 7 kilograme with the size of 26 rambutan fruits per kilograme). The fruit wastage was 5.1 percentage higher than manual practice. The power consumtion was 60 watt. The machinery operation costs analysis showed payback period of 68 days when annual use was 480 hour. The breakeven point was 459.25 kilograme per year.

Keywords: seed removed machine, rambutan seed, embedded system

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องคว้านเมล็ดออกจากเนื้อเงาะ เพื่อทดแทนการใช้แรงงานคนในการคว้าน โดยผลเงาะที่ได้มีสภาพที่ดี มีความสูญเสียเนื้อเงาะที่ต่ำ เหมาะสำหรับการนำไปแปรรูปต่อไป เครื่องคว้านเมล็ดออกจากเนื้อเงาะต้นแบบ มีมิติขนาดความกว้าง 0.30 เมตร ยาว 0.65 เมตร สูง 0.40 เมตร อาศัยหลักการและวิธีการคว้านเช่นเดียวกับการใช้มีดคว้านโดยใช้แรงงานคน โดยเครื่องคว้านเมล็ดออกจากเนื้อเงาะประกอบด้วย ส่วนควบคุมการจับยึดผลเงาะโดยใช้กลไกแบบม่านตา (Iris mechanic) และส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ใบมีดคว้าน ใช้ระบบสมองกลฝังตัว (Embedded system) โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA2560 ในการควบคุมมอเตอร์ทั้งหมด เครื่องคว้านเมล็ดออกจากเนื้อเงาะต้นแบบมีการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติโดยความเร็วเฉลี่ยในการทำงานในการคว้านเม็ดเงาะ 0.05 ผล/วินาที(20 วินาที/ผล)หรือความสามารถในการคว้าน 180 ผล/ชั่วโมง (ประมาณ 7 กิโลกรัม/ชั่วโมง)ที่ผลเงาะขนาด 26 ผล/กิโลกรัม อัตราความสูญเสียเนื้อเงาะเฉลี่ยสูงกว่าการคว้านใช้แรงงานคน 5.1 % โดยน้ำหนัก และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน 60 วัตต์ ผลการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมได้ว่า เครื่องต้นแบบเครื่องคว้านเมล็ดออกจากเนื้อเงาะมีจุดคุ้มทุนอยู่ที่การผลิต 459.25 กิโลกรัม/ปี และสามารถคืนทุนได้ในเวลา 68 วัน เมื่อใช้เครื่องต้นแบบทำงานปีละ 480 ชั่วโมง

คำสำคัญ: เครื่องคว้านเมล็ด เมล็ดเงาะ สมองกลฝังตัว

คำนำ

เงาะจัดเป็นผลไม้เศรษฐกิจสำคัญอันดับต้นๆของประเทศ มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 2.5 แสนไร่ ผลผลิตต่อไร่ประมาณ 987 กิโลกรัม ผลผลิตรวมทั้งประเทศประมาณ 2.5 แสนตันต่อปี แหล่งผลิตที่สำคัญคือภาคตะวันออก, ภาคกลาง, ภาคใต้เป็นพื้นที่ผลิตที่สำคัญ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ผลผลิตเงาะมีการจำหน่ายทั้งในรูปผลผลิตสดและการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในระดับอุตสาหกรรม จากสถานการณ์ในปัจจุบันที่ต้นทุนการผลิตในด้านต่างๆเพิ่มสูงขึ้นมาก ทั้ง

[1] ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร อ.เมือง จ. จันทบุรี 22000
[1] Agricultural Engineering Research Center Chanthaburi, Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agriculture, Mueang district, Chantaburi province 22000
[2] สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขต.จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[2] Postharvest and Processing Research and Development Office , Department of Agriculture , Khet Chatuchak, Krung Thep Maha Nakhon province 10900
[3] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขต.ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
[3] Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. Khet Ladkrabang, Krung Thep Maha Nakhon province 10520

ในด้านค่าแรงงานและปัจจัยการผลิตต่างๆ โดยพบว่าการผลิตเงาะมีต้นทุนรวมเฉลี่ย 973.97 บาท/ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) และให้อัตราผลตอบแทนที่ต่ำมาก ดังนั้นแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวจึงควรให้ความสำคัญกับการแปรรูปเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูป ซึ่งสามารถเพิ่มมูลค่าของผลผลิตและดีกว่าการจำหน่ายในรูปของผลผลิตสด รวมถึงลดปัญหาด้านมาตรการกีดกันสินค้าด้านโรคพืช แมลง และสารเคมีตกค้างได้อีกแนวทางหนึ่ง (กรมวิชาการเกษตร, 2560)

ปัจจุบันการแปรรูปเงาะส่วนใหญ่เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเงาะบรรจุกระป๋อง โดยในขั้นตอนของการนำเมล็ดออกจากเนื้อเงาะจะต้องใช้แรงงานคน โดยใช้มีดปลายแหลมขนาดเล็กแทงและคว้านเอาเมล็ดออก ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญของแรงงานและใช้แรงงานจำนวนมาก เพื่อให้ได้เนื้อเงาะที่มีสภาพดีและสมบูรณ์ที่สุดสำหรับนำไปแปรรูปต่อไป บางครั้งเกิดความผิดพลาดจากแรงงานคนทำให้เนื้อเงาะเสียหายและสูญเสีย ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อต้นทุนการผลิต นอกจากนั้นปัญหาการขาดแคลนแรงงานจำนวนมากนับเป็นปัญหาที่สำคัญที่โรงงานอุตสาหกรรมเงาะบรรจุกระป๋องกำลังประสบอยู่ ซึ่งมีความต้องการแรงงานจำนวนมากเพื่อให้เพียงพอต่อกำลังการผลิตของโรงงาน

ในปัจจุบันเครื่องสำหรับการคว้านเนื้อเงาะออกจากเมล็ดที่มีอยู่ยังไม่เหมาะสมในการใช้งาน งานวิจัยนี้จะทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือสำหรับการคว้านเนื้อเงาะ เพื่อใช้ทดแทนแรงงานคนและให้ได้เนื้อเงาะมีคุณภาพดีสม่ำเสมอ สำหรับนำไปแปรรูปในอุตสาหกรรมเงาะบรรจุกระป๋องหรือผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่นๆต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ (Physical properties) ที่เป็นปัจจัยสำหรับการออกแบบเครื่องมือ ได้แก่ ขนาดผล รูปร่าง เปอร์เซ็นต์เนื้อ เปอร์เซ็นต์เมล็ด ความต้านทานแรงเฉือนของเปลือก เนื้อในและเมล็ด

2. ศึกษาขั้นตอนวิธีการคว้านเงาะโดยการใช้แรงงานคนเพื่อ ใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ เช่น ความเร็วเชิงมุมของมีดคว้าน องศามีดในการคว้าน ความถี่การเคลื่อนของมีดคว้าน เป็นต้น

3. ออกแบบและสร้างเครื่องคว้านเมล็ดออกจากเนื้อเงาะ โดยให้เครื่องคว้านเมล็ดเงาะ ทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ใช้แรงงานคนในการป้อนผลเงาะเข้าเครื่องต้นแบบ

4. ทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดออกจากเนื้อเงาะ เบื้องต้น เพื่อหาข้อบกพร่อง และปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่อง

5. ทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดออกจากเนื้อเงาะที่ปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่อง เก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ค่าชี้ผลคือ ประสิทธิภาพของเครื่องมือ ความสามารถในการทำงาน เปอร์เซ็นต์ความเสียหายเนื้อเงาะที่เกิดจากเครื่องมือ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานและคุณภาพของเงาะที่คว้านเมล็ดออกแล้ว โดยเปรียบเทียบค่าชี้ผลกับการใช้แรงงานคนคว้าน โดยมีวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

6. วิเคราะห์ข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณภาพวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมสรุปผลการทดลอง และจัดทำรายงาน

ผล

ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ (Physical Properties) ที่เป็นปัจจัยสำหรับการออกแบบเครื่องมือ ได้แก่ขนาดผลเงาะ รูปร่าง เปอร์เซ็นต์เนื้อ เปอร์เซ็นต์เมล็ด เปอร์เซ็นต์เนื้อใน เมล็ด และนำผลการศึกษาขั้นตอนวิธีการคว้านเงาะโดยการใช้แรงงานคนมาออกแบบและดำเนินการสร้างเครื่องคว้านเมล็ดเงาะออกจากเนื้อเงาะ ได้ดำเนินการออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องคว้านเมล็ดเงาะแบบกึ่งอัตโนมัติแบบที่ 1 (Figure 2) เครื่องต้นแบบประกอบด้วย ส่วนของชุดอุปกรณ์ควบคุมใบมีดที่ใช้ในการคว้านเมล็ดเงาะที่ใช้สมองกลฝังตัว-ไมโครคอนโทลเลอร์ ARDUINO MEGA2560 สำหรับควบคุมการการเคลื่อนที่ของ Stepping motor (Type NEMA17) จำนวน 6 ชุด โดยใบมีดทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (Stanless steel ,GRADE-304) และชุดควบคุมการเคลื่อนที่ใบมีดโดย โดยมีควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้นลงของอุปกรณ์จับยึดผลเงาะ การหมุนคว้านของอุปกรณ์จับยึดผลเงาะ ควบคุมตำแหน่งมุมของใบมีด โดยให้องศาของใบมีดเป็นแบบคงที่ และได้ดำเนินการทดสอบเบื้องต้นกับเงาะในปีการผลิต 2560 จากผลการทดสอบเครื่องต้นแบบเบื้องต้นได้กรรมวิธีในการคว้านเม็ดเงาะสำหรับการคว้านโดยการใช้เครื่องคว้านเมล็ดจากเนื้อเงาะ โดยผลทดสอบเบื้องต้นได้เนื้อเงาะที่มีสภาพดีเทียบเท่ากับการใช้แรงงานคน (Figure 1) มีความเสียหายเนื้อเงาะจากเครื่องมือ (%) น้อยกว่าการใช้ใบมีดเจาะแบบทรงกระบอก (Borring Core) และเครื่องคว้านเมล็ดจากเนื้อเงาะมีความเร็วเฉลี่ยในการทำงานในการคว้านเม็ดเงาะ 0.023 ผล/วินาที (44วินาที/ผล) เทียบเท่ากับการใช้แรงงานคนมีความเร็วเฉลี่ยในการทำงานในการคว้านเม็ดเงาะประมาณ 0.022 ผล/วินาที ความเสียหายเนื้อเงาะการใช้แรงงานคน 10.2 %,ความเสียหายเนื้อเงาะจากเครื่องต้นแบบ 20.4 % และความเสียหายเนื้อเงาะจากการใบมีดเจาะแบบทรงกระบอก 22.5 %

Figure 1 Result of rambutan's seed with manual practice (left) result of rambutan's seed with prototye model of rambutan pitting machine (right)

และได้ออกแบบเครื่องคว้านเมล็ดออกจากเนื้อเงาะแบบกึ่งอัตโนมัติแบบที่ 2 โดยการนำหลักการและการทำงานของต้นแบบที่ 1 มาปรับปรุงให้เครื่องมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น โดยเครื่องต้นแบบที่ 2 มีหลักการทำงานคล้ายคลึงกับแบบที่ 1 แต่มีชุดใบมีดคว้าน 2 ชุดในตำแหน่งหัวและท้ายผลและวางชุดจับผลเงาะในแนวนอน เพื่อแก้ปัญหาในการจับพลิกผลเงาะในขบวนการคว้าน ทำให้ลดระยะเวลาในการทำงานลงและลดปัญหาในการจับยึดผลวิจัย และได้ออกแบบและสร้างอุปกรณ์จับยึดผลเงาะรูปแบบใหม่โดยมีดำเนินการสร้างและการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาการจับยึดผลเงาะที่มีขนาดที่แตกต่างกัน(จุดศูนย์กลางเมล็ดเงาะอยู่ตำแหน่งเดิมทุกขนาดเมล็ดเงาะ) โดยเครื่องต้นแบบได้ออกแบบดัง Figure 2

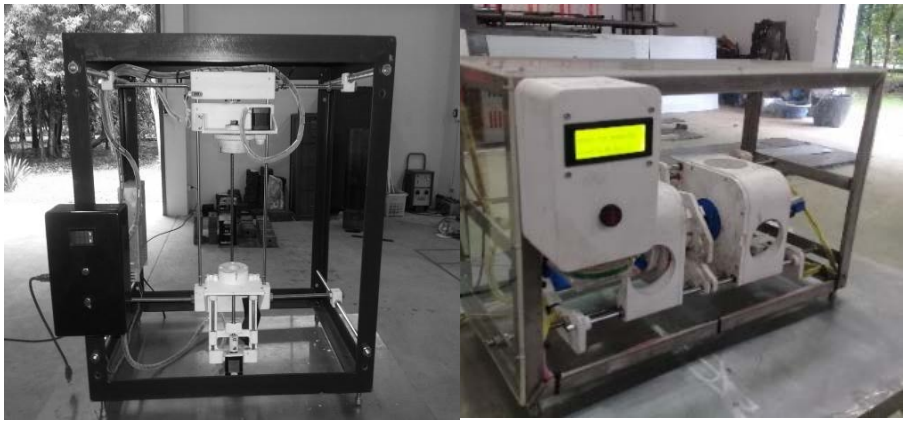

Figure 2 The prototype rambutan pitting machine model 1 (left). The prototype rambutanpitting machine model 2 (right)

ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบที่ 2 เนื้อเงาะที่มีสภาพดีเทียบเท่ากับการใช้แรงงานคน และเครื่องคว้านเมล็ดจากเนื้อเงาะมีความเร็วเฉลี่ยในการทำงานในการคว้านเม็ดเงาะ 0.05 ผล/วินาที(20 วินาที/ผล) ผลการทดสอบเครื่องแสดงดัง Table 1

Figure 3 The prototype rambutan pitting machine (model 2) and Iris mechanic.

จากการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (Blank and Tarquin, 2018) ถ้าเครื่องต้นแบบเครื่องคว้านเมล็ดออกจากเนื้อเงาะมีราคา 15,000 บาท อัตราค่าใช้จ่ายในการคว้านเมล็ดออกจากเนื้อเงาะ 10 บาท/กก. จุดคุ้มทุนอยู่ที่การผลิต 459.25 กก./ปี และสามารถคืนทุนได้ในเวลา 68 วัน

Table 1 Test results and performance at different method

Method / Results	Manual practice	Boring core knife	Rambutan pitting machine (model 1)	Rambutan pitting machine machine (model 2)
Fruit wastage (% by Weight)	10.21	22.50	20.40	15.30
Seed removed Rate (Fruit/ s.)	0.02	0.18	0.06	0.05
Capacity (kg./hr.)	2.77	24.94	8.32	6.93

วิจารณ์ผล

เครื่องคว้านเมล็ดออกจากเนื้อเงาะต้นแบบมีความเร็วเฉลี่ยในการทำงานในการคว้านเมล็ดเงาะ 0.05 ผล/วินาที(20 วินาที/ผล)หรือ ความสามารถในการคว้าน 180 ผล/ชั่วโมง หรือประมาณ 7 กิโลกรัม/ชั่วโมง(ดำเนินการทดสอบที่ผลเงาะเบอร์ 1 ขนาด 26 ผล/กิโลกรัม ตามมาตรฐานสินค้าการเกษตรและอาหาร มกอช.12-2549)อัตราความสูญเสียเนื้อเงาะเฉลี่ยสูงกว่าการคว้านใช้แรงงานคน 5.1 % โดยน้ำหนัก และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน 60 วัตต์

เครื่องคว้านเมล็ดออกจากเนื้อเงาะทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติยังคงต้องใช้แรงงานในการป้อนและจับวางผลเงาะตามทิศทางที่ถูกต้องและเครื่องยังคงสามารถทำงานทดแทนแรงงานที่มีฝีมือในการคว้านได้เพียง 2-3 เท่าซึ่งต้องพัฒนาเครื่องให้ทำงานแบบอัตโนมัติและเพิ่มความสามารถในการทำงานที่สูงขึ้นและสามารถนำไปใช้ในการทดแทนแรงงานในภาคอุตสาหกรรมการผลิตเงาะกระป๋องต่อไป

สรุป

ได้วิธีการและต้นแบบเครื่องคว้านเมล็ดออกจากเนื้อเงาะที่มีการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติเพื่อใช้สำหรับทดแทนการคว้านเมล็ดเงาะโดยใช้ทดแทนแรงงานที่มีฝีมือได้ เครื่องมีมิติขนาดความกว้าง 0.30 เมตร ยาว 0.65 เมตร สูง 0.40 เมตร ใช้ระบบสมองกลฝังตัว(Embedded system)โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA2560 ในการควบคุม

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร. 2560. รายงานผลผลิตทางการเกษตรปีการผลิต 2560. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา :http://www.oae.go.th. (12 ตุลาคม 2560).

กรมวิชาการเกษตร. 2560.ฐานความรู้ด้านพืชของกรมวิชาการเกษตร. เครื่องจักรกลการเกษตร. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/data-agri/machine/mach47.html. (18 มีนาคม 2557)..

Blank, L and A. Tarquin. 2018. Engineering economy. McGraw-Hill, New York. 622 p.