การทดสอบและประเมินผลเครื่องคว้านลำไยกึ่งอัตโนมัติ

Testing and Evaluation of Semi-automatic Longan Seed Removing Machine

กระวี ตรีอำนรรค[1]* สถาพร แตงลี่[2] วรุฒ เนตรสว่าง[2]และ เทวรัตน์ ตรีอำนรรค[3]

KraweeTreeamnuk[1], Sathaporn Tangli[2], WarutNeatsawang[2] and Tawarat Treeamnuk[3]

Abstract

This research aimed to test and evaluate the seed removing of longan using a compact type semi-automatic machine. The machine uses the pneumatics cylinders as an operating device and powered the system by a compressed air. The dimension of the machine is 300 mm x 640 mm x580 mm (WxLxH) and equipped with double seed removers on the pneumatics piston rod installed on the machine. The seed remover was made from stainless steel and consisted of a 16 mm diameter tube and an 8 mm diameter seed pushing rod inside. A pneumatics solenoid valve was used to control the step of motion and the machine could remove seeds of 2 longan fruit per 1 operating cycle. Testing of the seed removing by varying the operating pressure at 6, 8 and 10 bars and used 50 fruits/test pressure (with 3 replications). The capacity (kg/h), damage (%) and power consumption (kW/h) were used to evaluate the machine. Results showed that the highest capacity of the machine was 12.9 kg/h at pressure 10 bars and it had the highest damage (8.8%) too. the damage percentage between pressure 6 bars and 8 bars was not significantly difference and the 8 bars of pressure gave 12.7% higher capacity than at 6 bars. The capacity and power consumption at 8 bars were 9.7 kg/h and 0.04 kW/h respectively.

Keywords: Longan seed, Seed removing machine, Pneumatics machine

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบและประเมินการคว้านเมล็ดลำไยด้วยเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติขนาดเล็ก เครื่องคว้านนี้ใช้กระบอกสูบนิวแมติกส์เป็นอุปกรณ์ทำงานและใช้ลมอัดเป็นแหล่งให้กำลัง มีมิติ 300 มม.x 640 มม.x 580 มม. (กxยxส) ติดตั้งหัวคว้านเหล็กกล้าไร้สนิมทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม. และแกนดันเมล็ดออกจากหัวคว้านขนาด 8 มม. จำนวน 2 ชุด ทำงานพร้อมกันและสามารถคว้านเมล็ดได้ครั้งละ 2 ผล ด้วยการควบคุมด้วยวาล์วไฟฟ้า ทดสอบคว้านเมล็ดลำไยที่ความดันลม 6 8 และ 10 บาร์ กับลำไยคละขนาด การทดลองละ 50 ผล จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์หาอัตราการทำงาน (กิโลกรัม/ชม.) ความเสียหายต่อผล (%) และความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์/ชม.) พบว่า ที่ความดันลม 10 บาร์ มีอัตราการทำงานสูงสุด 12.9 กิโลกรัม/ชม. และมีความเสียหายสูงสุดเช่นกัน คือ 8.8% และความดันลมที่เหมาะสมในการทำงานคือ 8 บาร์ เพราะเกิดความเสียหายน้อยไม่แตกต่างกับความดันลม 6 bar แต่มีอัตราการทำงานสูงกว่าถึง 12.7% โดยมีอัตราการทำงานเป็น 9.7 กิโลกรัม/ชม. และมีความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเพียง 0.04 กิโลวัตต์/ชม.

คำสำคัญ: เมล็ดลำไย เครื่องคว้านเมล็ด เครื่องจักรนิวแมติกส์

คำนำ

ลำไยเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากเป็นผลไม้ที่มีรสชาติดีสามารถบริโภคได้ทั้งผลสดและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น จึงได้รับความนิยมสูงทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ ผลิตภัณฑ์ลำไยแปรรูปที่สำคัญ ได้แก่ ลำไยกระป๋องและลำไยอบแห้ง โดยในปี พ.ศ. 2555 มีลำไยที่ถูกแปรรูปถึง 22,00 ตันผลสด คิดเป็น 20% ของผลผลิตรวม และมีมูลค่าการส่งออกรวม 10,496 ล้านบาท (กระทรวงพานิชย์, 2556) โดยลำไยอบแห้งมีมูลค่าการค้าสูงที่สุด มีตลาดรับซื้อที่สำคัญคือ ประเทศเวียดนามและจีน ลำไยต้น ที่ปลูกในประเทศได้แก่ ลำไยพื้นเมือง (พันธุ์กระดูก) ซึ่งผลมีขนาดเล็ก กลม เนื้อ

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

[1]School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of technology, Suranaree, Muang, NakhonRatchasima, 30000

[2]ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

[2]Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, RajamangalaUniversity of technologyThanyaburi, Pathomtani, 12110

[3]สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีต.สุรนารีอ.เมืองจ.นครราชสีมา 30000

[3]School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of technology, Suranaree, Muang, NakhonRatchasima, 30000

*Corresponding author: krawee@sut.ac.th

บางใส และลำไยกะโหลก (พันธุ์ดอ พันธุ์ชมพูและพันธุ์แห้ว) ปัจจุบันนิยมปลูกลำไยกะโหลกสำหรับบริโภคสดและแปรรูป เนื่องจากผลมีขนาดใหญ่ กลมเบี้ยว เนื้อหนา และมีรสหวานจัด (ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้, 2556) ในการแปรรูปลำไยอบแห้ง ขั้นตอนที่สำคัญก่อนการอบแห้งลำไยคือการคว้านเมล็ดออกจากผล เนื่องจากในฤดูกาลเก็บเกี่ยว ผลผลิตลำไยจะออกสู่ตลาดเป็นปริมาณมาก เกษตรกรจะต้องเร่งแปรรูปลำไยให้หมดก่อนเกิดการเน่าเสีย ซึ่งการปฏิบัติในปัจจุบันยังนิยมใช้มีดคว้านทรงกระบอกปากฉลาม (ตุ๊ดตู่) คว้านเมล็ดออกด้วยแรงงานคน จึงทำให้ต้องใช้ผู้ปฏิบัติจำนวนมาก คุณภาพของการคว้านไม่คงที่ ผลลำไยเกิดความเสียหาย อัตราการทำงานต่ำและเสี่ยงเกิดบาดแผลจากอุปกรณ์ที่ใช้ส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนและผิดต่อหลักความปลอดภัยในการผลิตอาหารได้ การคว้านเมล็ดลำไยด้วยเครื่องจักรกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ได้พัฒนาเครื่องคว้านกึ่งอัตโนมัติแบบ 2 หัวคว้าน ใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังขับกลไก ใช้การป้อนผลลำไยด้วยคนสามารถคว้านและแยกเมล็ดออกจากผลได้เอง (เกรียงไกร, 2554) และเครื่องคว้านลำไย D1 และ D2 โดยบริษัท donaus ได้ผลิตออกจำหน่าย เป็นแบบมอเตอร์ขับกลไก โดย เครื่องแบบทำงานต่อเนื่อง D1 และเครื่องแบบทำงานเป็นงวด D2 มีอัตราการทำงานสูงสุดที่ 3,600 ผล/ชม. และ 1,000 ผล/ชม. ตามลำดับ (บริษัทดลอัส จำกัด, 2557) อย่างไรก็ตามเครื่องดังกล่าวยังมีขนาดใหญ่ ราคาสูงและใช้งานได้ยากเนื่องจากเป็นการทำงานแบบต่อเนื่องด้วยมอเตอร์และกลไก งานวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะทดสอบการทำงานของเครื่องคว้านเมล็ดขนาดเล็กที่ใช้ลมอัดเป็นต้นกำลังในการทำงาน ซึ่งเหมาะกับการผลิตขนาดย่อม ทั้งนี้เพื่อประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องดังกล่าวต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องคว้านเมล็ดลำไยกึ่งอัตโนมัติ ที่ใช้ในการทดสอบนี้ออกแบบให้มีขนาดเล็ก (กxยxส = 300 มม. x 640 มม. x 580 มม.) มีราคาต่ำ ใช้ต้นกำลังเป็นลมอัดที่มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้ง่าย มีการควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้าที่แม่นยำและไม่ใช้ชิ้นส่วนทางกลที่ซับซ้อน เพื่อให้บำรุงรักษาได้สะดวก ดัง Figure 1

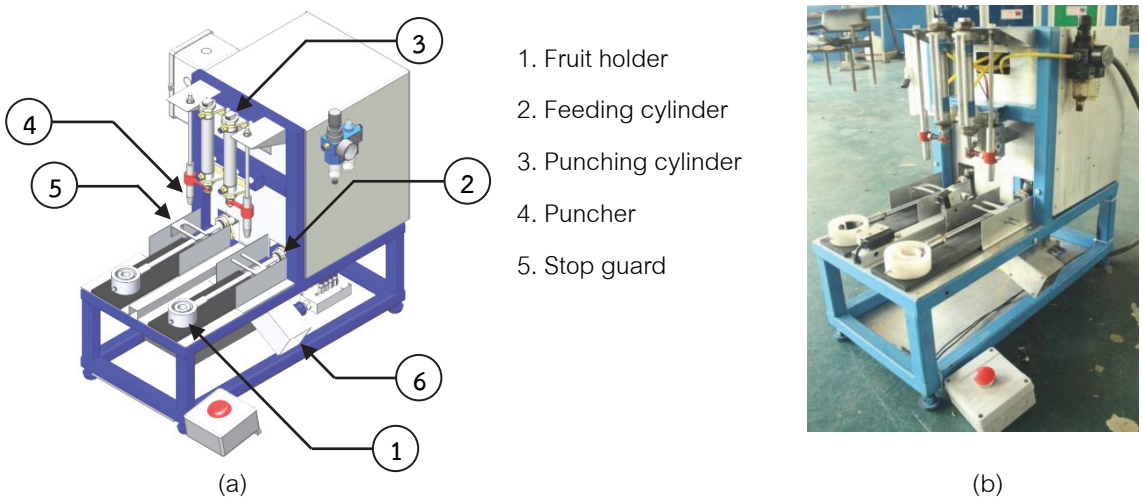


Figure 1 (a) Components of Longan seed removing machine (b) The prototype

ตัวเครื่องประกอบด้วยกระบอกสูบนิวแมติกส์ 2 คู่ คือ 1 คู่ในแนวสำหรับป้อนผลลำไยเข้าสู่เครื่องคว้านและ 1 คู่แนวดิ่งสำหรับออกแรงกดหัวคว้านเมล็ดลงสู่ผลลำไย การทำงานเริ่มจากการวางผลลำไยให้ขั้วผลชี้ขึ้น ครั้งละ 2 ผล ลงบน (1) ถ้วย superlene สำหรับวางทั้ง 2 ข้างของเครื่อง จากนั้นกดสวิทช์ไฟฟ้าเพื่อให้โซลินอยด์วาล์วจ่ายลมอัดเข้าสู่ (2) กระบอกสูบป้อนผลลำไย ให้เลื่อนผลลำไยเข้าสู่แนวการกดคว้าน แล้ว (3) กระบอกสูบกด ซึ่งได้สัญญาณจากเซนเซอร์และโซลินอยด์วาล์วจ่ายลมเข้าและกด (4) หัวคว้านท่อเหล็กกล้าไร้สนิมทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม. ให้แทงทะลุผลและกักเอาเมล็ดลำไยไว้ภายในหัวคว้านพร้อมกับดึงขึ้น โดย (5) แผ่นกั้น ทำหน้าที่ป้องกันผลลำไยลอยติดหัวคว้านตามขึ้นไปด้วย แกนโลหะภายในหัวคว้านขนาด 8 มม. จะดันให้เมล็ดหลุดออกจากหัวคว้านในภายหลัง และตกลงสู่ (6) ช่องทิ้งเมล็ดต่อไป จากนั้นผลลำไยไร้เมล็ดจะถูกทำให้เลื่อนกลับคืนสู่ผู้ปฏิบัติด้วยกระบอกสูบในแนวนอนอีกครั้ง ครบ 1 รอบการทำงาน

การทดสอบคว้านเมล็ด ทดสอบเครื่องที่ความดันลม 6 8 และ 10 บาร์ ทำการคว้านลำไยคละขนาด การทดลองละ 50 ผล จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์หาอัตราการทำงาน (กิโลกรัม/ชม.) ความเสียหายต่อผล (%) และความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์/ชม.) ตาม สมการ (1) (2) และ (3) ดังต่อไปนี้

อัตราการทำงาน = น้ำหนักลำไย (กิโลกรัม)/เวลา (ชม.) (1)

ความเสียหายต่อผล = จำนวนผลลำไยที่เสียหาย (กิโลกรัม)/จำนวนผลลำไยรวม (กิโลกรัม) x100 (2)

ความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์)/เวลา (ชม.) (3)

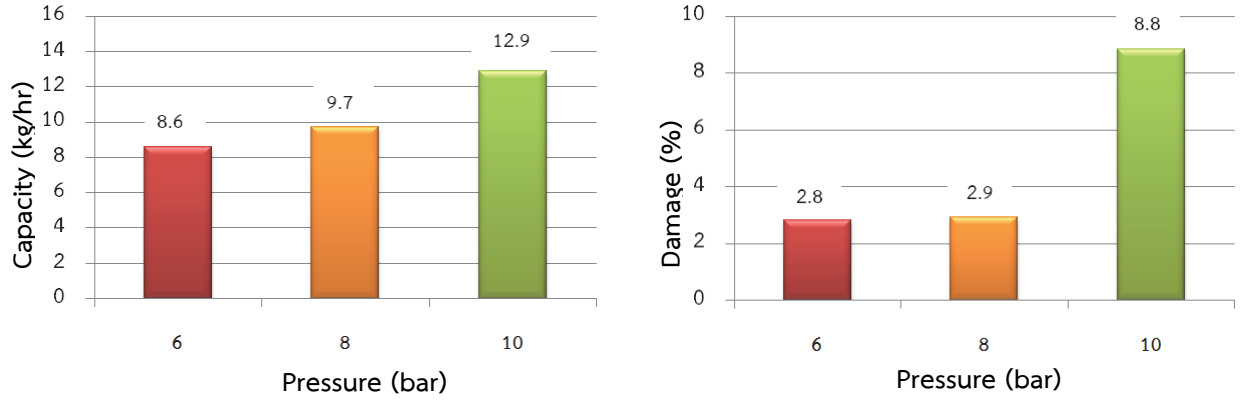
ผลและวิจารณ์

ผลลำไยที่ได้จากการคว้าน พบว่าเครื่องสามารถคว้านเมล็ดออกได้ดี โดยผลิตผลที่ได้แบ่งออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน คือ เนื้อที่คว้านเมล็ดออกได้สมบูรณ์ ซึ่งต้องนำมาแกะแยกเอาเปลือกออกด้วยมือ ผลที่คว้านเมล็ดออกไม่สมบูรณ์ เมล็ด และเนื้อที่คว้านเมล็ดออกได้แต่เกิดความเสียหาย ดัง Figure 2 a, b, c และ d ตามลำดับ

(a) (b) (c) (d)

Figure 2 (a) Longan flesh (completely removed seed) (b) Incomplete removed seed Longan (c) seed and (d) Damage of Longan flesh

อัตราการทำงานของเครื่องพบว่าที่ความดันลม 10 บาร์ มีอัตราการทำงานสูงสุด 12.9 กิโลวัตต์/ชม. (Figure 3a) และมีความเสียหายสูงสุดเช่นกัน คือ 8.8% (Figure 3b) ที่ความดันลมการทำงาน 8 บาร์ เกิดความเสียหายต่อเนื้อลำไยน้อย ไม่แตกต่างกับการทำงานที่ความดันลม 6 บาร์ แต่มีอัตราการทำงานสูงกว่าถึง 12.7% โดยมีอัตราการทำงานเป็น 9.7 กิโลกรัม/ชม. ในด้านความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าพบว่ามีค่าต่างกันไม่มากและอยู่ในช่วง 0.02 – 0.06 กิโลวัตต์/ชม. (Figure 4) ดังนั้นความดันการทำงานที่เหมาะสมสำหรับการคว้านเมล็ดจึงควรเป็น 8 บาร์



(a) (b)

Figure 3 Relationships between capacity (a) and damage percentage (b) on the test pressures

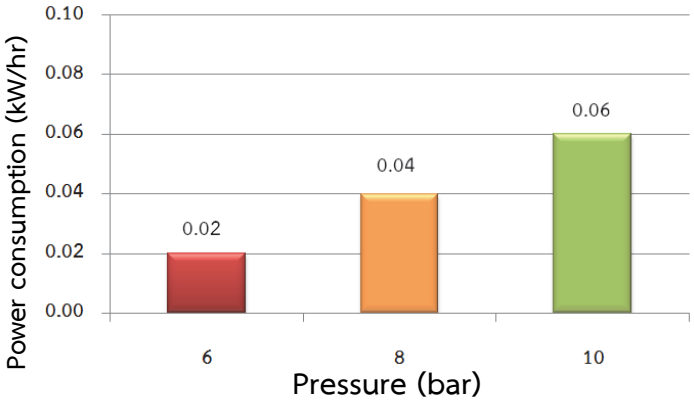


Figure 4 Power consumption of the prototype

สรุป

การคว้านเมล็ดลำไยด้วยเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว ไม่เกิดการติดขัดของกลไก อัตราการทำงานสูงสุดคือ 12.9 กิโลกรัม/ชม. ที่ความดันลม 10 บาร์ และมีความเสียหายสูงสุดเช่นกัน คือ 8.8% และความดันลมที่เหมาะสมในการทำงานคือ 8 บาร์ เพราะเกิดความเสียหายน้อยไม่แตกต่างกับความดันลม 6 บาร์ แต่มีอัตราการทำงานสูงกว่าถึง 12.7% โดยมีอัตราการทำงานเป็น 9.7 กิโลกรัม/ชม. และมีความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเพียง 0.04 กิโลวัตต์/ชม. ทำให้เครื่องคว้านเมล็ดที่ใช้ลมอัดนี้มีความเหมาะสมและมีศักยภาพที่จะพัฒนาและส่งเสริมให้มีการใช้ในเชิงพานิชย์ได้ต่อไป

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและศูนย์เทคโนโลยีอัจฉริยะสำหรับการเกษตรขั้นสูง(CITAA) ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพาณิชย์. 2556. การค้าไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www2.ops3.moc.go.th/. (9 มกราคม 2556).

เกรียงไกร ธารพรศรี. 2554. เครื่องคว้านเมล็ดลำไยแบบ 2 หัวคว้าน. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.youtube.com/watch?v=QUFOaL79JPw. (16 มีนาคม 2557).

บริษัท ดลอัส จำกัด. 2557. เครื่องคว้านลำไยบริษัท DONAUS. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.donaus.com/main/index2.html (16 มีนาคม 2557).

ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่ใจ้. 2556. พันธุ์ลำไย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.longancenter. mju.ac.th/main/. (9 มกราคม 2556).