

วิจัยและพัฒนาเครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล Research and Development of Cocoa Bean Separator from Cocoa Pod

อนุสรณ์ สุวรรณเวียง^{1*}, พุทธินันท์ จารุวัฒน์¹, สากล วีรียนันท์¹, บัณฑิต จิตรจำนงค์¹ และ ธนาวัฒน์ ทิพย์ชิต¹
Anusorn Suwanviang^{1*}, Puttinun Jarruwat¹, Sakol Weeriyannun¹, Bundit Jitjumnong¹
and Thanawat Tipchit¹

บทคัดย่อ

วิจัยและพัฒนาเครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล สามารถลดการใช้แรงงาน ลดเวลาการทำงานและเพิ่มกำลังการผลิตในขั้นตอนการแยกเมล็ดโกโก้จากผลสด ก่อนนำเมล็ดโกโก้เข้าสู่กระบวนการหมักเพื่อผลิตเมล็ดโกโก้แห้ง และนำไปเป็นวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผลมีขนาด กว้าง 1 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 1.8 เมตร ใช้ต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า 1 แรงม้า ประกอบด้วยชุดผ่าผลโกโก้และชุดคัดแยกเมล็ดโกโก้ โดยชุดผ่าผลโกโก้ ใช้ใบมีดทำจากวัสดุเหล็กชุบแข็ง ชุดคัดแยกเมล็ดโกโก้เป็นระบบตะแกรงทรงกระบอกหมุนคัดแยก ทำจากวัสดุสแตนเลส ผลการทดสอบพบว่า เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผลมีความสามารถในการทำงาน 1,400 ผลต่อชั่วโมง สูงกว่าการใช้แรงงานคนซึ่งมีความสามารถในการทำงาน 235 ผลต่อชั่วโมงต่อคน การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่อง 0.6 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ความเร็วรอบในการทำงานที่เหมาะสมของชุดคัดแยกเมล็ดโกโก้ 45 รอบต่อนาที ใช้คนประจำเครื่อง 1 คน ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่า เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล มีต้นทุนการทำงาน 84 บาทต่อกิโลกรัมเมล็ดแห้ง และจุดคุ้มทุน 6,048 กิโลกรัมต่อปี ในขณะที่การใช้คนมีต้นทุนการทำงาน 86.50 บาทต่อกิโลกรัมเมล็ดแห้ง ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 2 ปี

คำสำคัญ: ผลโกโก้, เมล็ดโกโก้, เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล

Abstract

This research aims to develop cocoa bean separator from cocoa pod that can reduce labor, working time and increase production capacity of separating before fermenting to produce dried cocoa beans and other cocoa products. The cocoa bean separator dimension was 1 meter wide, 3 meters long and 1.8 meters high. It used 1 horsepower electric motor consisting of cocoa splitting unit and cocoa seed separator. The cocoa cutting blades made of hardened steel material. The cocoa bean screening set was a rotating cylindrical sieve system also made of stainless steel. The results showed that the cocoa bean separator could separate cocoa bean from cocoa pod at 1,400 pods per hour, whereas the manual labor could do it at 235 pods per hour per person. The electrical power consumption of the machine was 0.6 kilowatt per hour. The optimum working speed of the cocoa bean screening unit was 45 rounds per minute with one person as an operator. The cost for cocoa bean separation by the separator was 84 baht per kilogram of dried seeds with a break-even point at 6,048 kilograms per year. In contrast, human labor costs 86.50 baht per kilogram of dried seeds with the payback period was approximately 2 years.

Keywords: cocoa, cocoa bean, Cocoa Bean separator from cocoa pod

คำนำ

โกโก้เป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของโลก ผลผลิตของโกโก้ใช้ประโยชน์ในการบริโภค และมีคุณค่าทางอาหารสูง ปัจจุบันเมล็ดโกโก้แห้งเป็นสินค้าเกษตรที่โรงงานผลิตโกโก้ขนาดใหญ่ซึ่งตั้งอยู่ในประเทศไทยนำมาแปรรูปเพื่อใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออกสู่ต่างประเทศ แต่ปริมาณผลผลิตที่ผลิตได้ในปัจจุบันยังไม่เพียงพอับความต้องการ จึงมีการส่งเสริมการปลูกมากขึ้น โดยส่งเสริมให้ปลูกเป็นพืชแซมในสวนมะพร้าวและสวนยางพารา ซึ่งเป็นการช่วยเกษตรกรที่ประสบปัญหาทางพารามีราคาตกต่ำ ซึ่งเมล็ดโกโก้ที่ผลิตได้จะนำมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตเครื่องดื่ม

¹ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี สถาบันเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ต.พลับพลา อ.เมืองจันทบุรี จ.จันทบุรี 22000

¹ Chanthaburi Agricultural Engineering Research Center, Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agriculture, Phlap Phla, Mueang Chanthaburi, Chanthaburi 22000, Thailand

* Corresponding author: Anusorn6083@gmail.com

อาหารหวานและขนมหวานหลากหลายชนิด โดยมีผลิตภัณฑ์โกโก้ที่สำคัญ เช่น ผงโกโก้ ไขมันและน้ำมันจากเมล็ดโกโก้ ช็อคโกแลต เป็นต้น (นิรนาม, 2557)

เมล็ดโกโก้ตากแห้งเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นที่กลุ่มเกษตรกรสามารถผลิตได้เองเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่า ก่อนส่งขายโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นต่อไป ขั้นตอนการทำเมล็ดโกโก้แห้งเริ่มจากแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผลโดยใช้แรงงาน และนำเมล็ดโกโก้เข้าสู่กระบวนการหมักเป็นเวลา 6 วัน เพื่อให้เมล็ดเปลี่ยนสี มีกลิ่นและรสช็อคโกแลต จากนั้นทำให้เมล็ดโกโก้แห้งโดยใช้ตู้อบหรือตากแดด หลังจากเมล็ดโกโก้แห้งสนิทแล้ว จะบรรจุใส่ถุงกระสอบที่บุด้วยถุงพลาสติก แล้วปิดปากให้แน่นเพื่อรอการจำหน่าย (สิริชัย, 2536) ในขั้นตอนของการแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล ปัจจุบันใช้แรงงานในการทำงาน ซึ่งพบปัญหาการขาดแคลนแรงงานและความเหนื่อยล้าในการทำงาน งานวิจัยเครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผลจะช่วยเพิ่มความสามารถในการทำงาน และลดจำนวนการใช้แรงงานได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ออกแบบและสร้างเครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผลมีขนาด กว้าง 1 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 1.8 เมตร ใช้ต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า 1 แรงม้า ประกอบด้วยชุดผ่าผลโกโก้และชุดคัดแยกเมล็ดโกโก้ (Figure 1) โดยชุดผ่าผลโกโก้เป็นกลไกข้อเหวี่ยงดันผลโกโก้ในช่องใส่ผลตัววีให้ผ่านใบมีดที่ทำจากวัสดุเหล็กชุบแข็ง ขนาดหนา 1.2 มิลลิเมตร กว้าง 25 มิลลิเมตร ยาว 350 มิลลิเมตร ใบมีดถูกตั้งให้ตั้ง เพื่อไม่ให้ใบมีดบิดตัวไปมาขณะผ่าผลโกโก้ (Figure 2) ชุดคัดแยกเมล็ดโกโก้เป็นระบบตะแกรงทรงกระบอกหมุนคัดแยก ขนาดช่องตะแกรงแยกกว้าง 15 มิลลิเมตร ยาว 30 มิลลิเมตร ทำจากวัสดุสแตนเลส มีวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เมตร ยาว 2 เมตร (Figure 3)

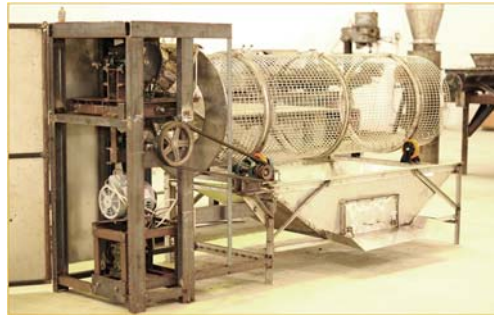


Figure 1 Cocoa bean separator from cocoa pod.

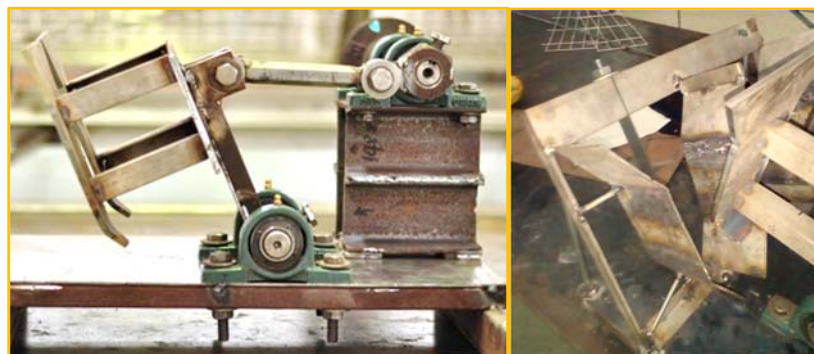


Figure 2 Cocoa pod splitting kit is a crank mechanism to push cocoa pod.

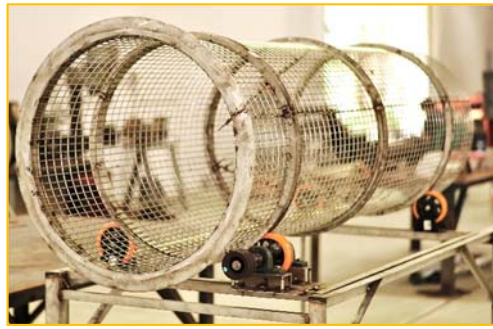


Figure 3 Cylinder sieve separates cocoa beans by rotation.

จากนั้นทำการทดสอบเครื่องต้นแบบเบื้องต้น พบว่ามีส่วนที่ต้องปรับปรุงแก้ไขเครื่องให้สมบูรณ์ในส่วนของชุดผ่าผลโกโก้ ช่องตัววีการรับผลโกโก้กว้างเกินไป ทำให้ไม่สามารถผ่าผลโกโก้ขนาดเล็กได้ ส่งผลต่อการคัดแยกเมล็ด จำนวนช่องสำหรับใส่ผลจำนวน 2 ช่อง มากเกินความสามารถของชุดคัดแยกที่สามารถคัดแยกแบบต่อเนื่องเพียง 1 ช่อง จึงทำการแก้ไขช่องใส่ผลให้เหลือ 1 ช่องและแก้ไขช่องตัววีให้มีขนาดความกว้างเล็กลง (Figure 4) และอุปกรณ์ส่งกำลังของชุดคัดแยกเมล็ดโกโก้ เปลี่ยนจากระบบส่งกำลังแบบใช้แรงเสียดทานของล้อขับเป็นระบบส่งกำลังแบบเฟืองโซ่ (Figure 5)

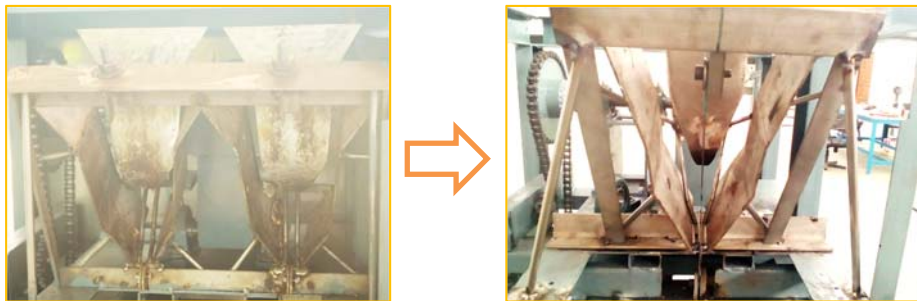


Figure 4 An improvement of the v-shaped input box from 2 and wider boxes to 1 and narrower box.

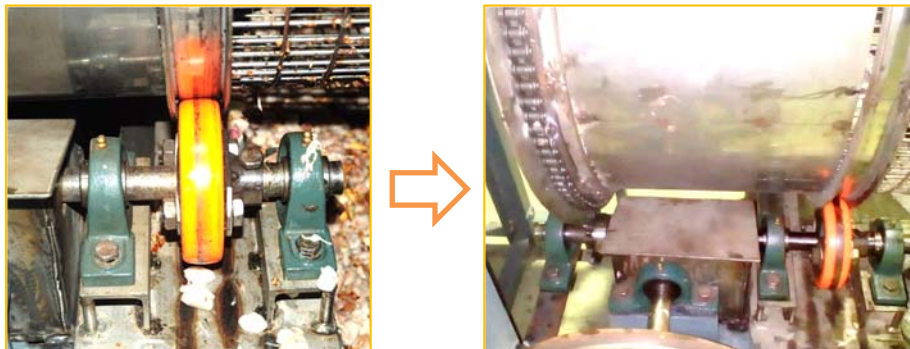


Figure 5 An improvement of the transmission system from a friction drive to a chain drive.

จากนั้นนำเครื่องไปทดสอบในพื้นที่การผลิตโกโก้ร่วมกับเกษตรกร โดยเปรียบเทียบกับวิธีการเดิมคือการใช้แรงงานแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล (Figure 6) โดยมีหัวข้อทดสอบเก็บข้อมูลคือ ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.), การใช้พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์/ชม.), ความเร็วรอบที่เหมาะสมของชุดคัดแยกเมล็ดโกโก้ (รอบ/นาที) ประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ดโกโก้จากผล (%) และวิเคราะห์ผลการทดสอบรวมทั้งวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม



Figure 6 Method to separate cocoa beans for farmers.

ผล

วิธีการแยกเมล็ดโกโก้จากผลของเกษตรกรพบว่า เกษตรกรมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 235 ผลต่อชั่วโมงต่อคน ในขณะที่เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล พบว่าความเร็วรอบที่เหมาะสมของชุดคัดแยกเมล็ดโกโก้ ที่อัตราการทำงานของชุดผ่าผลโกโก้ระดับเดียวกัน คือที่ 45 รอบต่อนาที ซึ่งมีประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ดโกโก้จากเปลือก 94.69 เปอร์เซ็นต์ ใช้พลังงานไฟฟ้า 0.6 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง (Table 1)

Table 1 Result of the optimal speed of cocoa bean separator from cocoa pod.

Rotation Speed (RPM)	Through separation bean (kg)	Loss Bean (kg)	Efficiency (%)	Consumption (kW/hr)
35	10.27 ^b	1.47 ^a	87.51 ^b	0.543 ^a
40	10.52 ^b	1.22 ^a	92.85 ^a	0.587 ^{ab}
45	11.92 ^a	1.02 ^a	94.69 ^a	0.600 ^{ab}
50	12.04 ^a	0.81 ^b	94.71 ^a	0.628 ^b

Remark:

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at the 5% level by DMRT
 $\text{Efficiency}(\%) = [100 - ((\text{loss bean}/(\text{loss bean}+\text{bean})) \times 100)$

ผลการวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบวิธีการเดิมคือการใช้แรงงานกับการใช้เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผลด้วย *t*-test พบว่าเครื่องมีความสามารถในการทำงานสูงกว่าวิธีใช้แรงงานอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ที่ 1,400 ผลต่อชั่วโมง ในขณะที่วิธีการใช้แรงงานมีความสามารถที่ 235 ผลต่อชั่วโมง โดยปริมาณเมล็ดที่ถูกผ่าออกจากผลและคัดแยกได้ไม่แตกต่างจากวิธีการใช้แรงงาน อย่างไรก็ตามการใช้เครื่องจะมีการสูญเสียและประสิทธิภาพการคัดแยกต่ำกว่าวิธีการใช้แรงงาน (Table 2)

Table 2 The comparison of labor methods and cocoa bean separator from cocoa pod.

Method	Through separation Bean (kg)	Loss bean (kg)	Efficiency (%)	Capacity (units/hr)
Machine	11.92	0.67 ^b	94.69 ^b	1,400 ^a
Labor	12.80	0.00 ^a	100 ^a	235 ^b

Remark:

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at the 5% level by DMRT

ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่า วิธีใช้แรงงานมีต้นทุนค่าใช้จ่าย 86.50 บาทต่อกิโลกรัมเมล็ดแห้ง ในขณะที่เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผลมีต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำกว่าที่ 84 บาทต่อกิโลกรัมเมล็ดแห้ง จุดคุ้มทุนในการใช้งานเมื่อใช้คัดแยกเมล็ดโกโก้ 6.05 ต้นต่อปี มีระยะเวลาคืนทุน 2 ปี ที่อัตราผลตอบแทนเงินลงทุนของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล 67.75 เปอร์เซ็นต์ต่อปี

วิจารณ์

ผลการศึกษาวិธีการแยกเมล็ดโกโก้จากผลของเกษตรกรพบว่า เกษตรกรใช้แรงงานในการทุบผลให้แตกแล้วใช้มือควักเมล็ดโกโก้ลงภาชนะ ซึ่งมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 235 ผลต่อชั่วโมงต่อคน โดยช่วงที่มีความต้องการผลิตเมล็ดโกโก้แห้งเพิ่มขึ้น จะต้องเพิ่มจำนวนแรงงานขึ้นตามกำลังการผลิตที่ต้องการ และเมื่อเกษตรกรทำงานเป็นเวลานานจะเกิดความเหนื่อยล้าเพิ่มขึ้น

เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล ผู้วิจัยเลือกความเร็วรอบของตะแกรงคัดแยกที่ 45 รอบต่อนาทีเป็นความเร็วรอบที่เหมาะสมในการคัดแยกเมล็ดโกโก้ เพราะมีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในการคัดแยกเมล็ดโกโก้เดียวกันและไม่แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (45 รอบต่อนาทีที่ 94.69 %, 50 รอบต่อนาทีที่ 94.71 %) การใช้กระแสไฟฟ้าน้อยกว่า 50 รอบต่อนาที และการทำงานของเครื่องไม่เกิดการสั่นอย่างรุนแรงจากแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของผลโกโก้ภายในตะแกรง โดยแรงสั่นที่อ่อนจะส่งผลกับชิ้นส่วนอุปกรณ์ตัวเครื่องให้อายุการใช้งานลดลง ความสามารถในการแยกเมล็ดโกโก้ประมาณ 1,400 ผลต่อชั่วโมง

สรุป

เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผลที่ออกแบบและพัฒนาโดยศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี ประกอบด้วยชุดผ้าผลโกโก้และชุดคัดแยกเมล็ด ที่มีมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลัง มีความเหมาะสมใช้งานกับผลโกโก้ขนาด 68-95 มิลลิเมตร มีความสามารถในการทำงาน 1,400 ผลต่อชั่วโมง มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.6 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ผลการทดสอบเปรียบเทียบ พบว่า เครื่องต้นแบบมีความสามารถในการทำงานมากกว่าการใช้แรงงานคนคัดแยกเมล็ด โดยเครื่องมีประสิทธิภาพในการคัดแยกเมล็ด 94.69 เปอร์เซ็นต์ ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่า การใช้เครื่องมีต้นทุนในการดำเนินงาน 84 บาทต่อกิโลกรัมเมล็ดแห้ง ในขณะที่การใช้แรงงานมีต้นทุนการทำงาน 86.50 บาทต่อกิโลกรัมเมล็ดแห้ง มีจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องที่ 6,048 กิโลกรัมต่อปี และระยะเวลาคืนเงินลงทุน 2 ปี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะผู้ร่วมงานและเจ้าหน้าที่ทุกท่านของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ที่มีส่วนช่วยในการพัฒนางานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และขอขอบคุณคุณสุรียา ผู้ประกอบการผลิตเมล็ดโกโก้ตากแห้ง จ.จันทบุรี สำหรับการอำนวยความสะดวกในเรื่องของสถานที่ทดสอบและข้อเสนอแนะต่างๆ ตลอดจนความสนใจในการนำไปใช้งานจริงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

นิรนาม. 2557. โกโก้ (Cocoa). แหล่งที่มา:

<http://www.rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=7241&s=tblplant>. 9 กันยายน 2562.

สิริชัย ส่งเสริมพงษ์. 2536. เครื่องมือแปรรูปเมล็ดโกโก้. น. 93-96. ใน พินัย ทองสวัสดิ์วงศ์. เครื่องจักรกลเกษตร.

กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.