



รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล
Research and Development of removing beans from cocoa
pod machine

นายอนุสรณ์ สุวรรณเวียง
Anusorn Suwanviang

พ.ศ. 2561



รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล

Research and Development of removing beans from cocoa
pod machine

นายอนุสรณ์ สุวรรณเวียง
Anusorn Suwanviang

พ.ศ. 2561

คำปรารภ

โกโก้เป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของโลก ผลผลิตของโกโก้ใช้ประโยชน์ในการบริโภค และมีคุณค่าทางอาหารสูง ปัจจุบันเมล็ดโกโก้แห้งเป็นสินค้าเกษตรที่โรงงานผลิตโกโก้ผงขนาดใหญ่ซึ่งตั้งอยู่ในประเทศไทยนำมาแปรรูปเพื่อใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออกสู่ต่างประเทศ แต่ปริมาณผลผลิตที่ผลิตได้ในปัจจุบันยังไม่เพียงพอกับความต้องการ จึงมีการส่งเสริมการปลูกมากขึ้น โดยส่งเสริมให้ปลูกเป็นพืชแซมในสวนมะพร้าวและสวนยางพารา เมล็ดโกโก้ที่ผลิตได้จะนำมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตเครื่องดื่ม อาหารหวานและขนมหวานหลากหลายชนิด โดยมีผลิตภัณฑ์โกโก้ที่สำคัญ เช่น ผงโกโก้ ไขมันและน้ำมันจากเมล็ดโกโก้ ช็อคโกแลต เมล็ดโกโก้ตากแห้งเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นที่กลุ่มเกษตรกรทำเองแล้วส่งขายโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นต่อไป ขั้นตอนการทำเมล็ดโกโก้ตากแห้งเริ่มจากแกะเมล็ดโกโก้ออกจากผลโดยใช้แรงงานคนในสวนนี้มีปัญหาเรื่องการขาดแคลนแรงงานและการใช้แรงงานคนทำให้ความสามารถในการทำงานต่ำ เมื่อเมล็ดโกโก้ถูกแกะออกจากผลแล้วจะนำมาหมักเป็นเวลา 6 วัน เพื่อให้ได้กลิ่นและรสชาติที่ดีขึ้น เมื่อหมักเสร็จแล้วก็จะนำเมล็ดโกโก้มาตากให้แห้ง ใช้เวลาประมาณ 1-2 สัปดาห์ เพื่อลดความชื้นจาก 60 เปอร์เซ็นต์ ให้เหลือเพียงประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดโกโก้ที่แห้งแล้วจะถูกนำมารวบรวมบรรจุในกระสอบและจัดส่งไปยังโรงงานโครงการวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาต้นแบบเครื่องขัดแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล เพื่อลดการใช้แรงงานคนสามารถเพิ่มความสามารถในผลิต

อนุสรณ์ สุวรรณเวียง

อนุสรณ์ สุวรรณเวียง
 วิศวกรการเกษตรปฏิบัติการ
 หัวหน้าโครงการวิจัย

22 ธันวาคม 2561

สารบัญ	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	5
คณะผู้วิจัย	6
บทนำ	7
บทคัดย่อ	8
การทดลองที่ 1 วิจัยและพัฒนาเครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล	9
อภิปรายผล	33
บทสรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	31
บรรณานุกรม	32
ภาคผนวก	34
ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม	38
ภาคผนวก ข. แบบทางวิศวกรรมเครื่องขัดหนามผลสละ	39
ภาคผนวก ค. ข้อมูลต่างๆ	

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะผู้ร่วมงานและเจ้าหน้าที่ทุกท่านของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ที่มีส่วนช่วยในการพัฒนางานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และขอขอบคุณคุณสุรียาผู้ประกอบการผลิตเมล็ดโกโก้ตากแห้ง จ.จันทบุรี สำหรับการอำนวยความสะดวกในเรื่องของสถานที่ทดสอบและข้อเสนอแนะต่างๆ ตลอดจนความสนใจในการนำไปใช้งานจริงต่อไป

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย
ผู้ร่วมงาน

นายอนุสรณ์ สุวรรณเวียง	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
นายพุทธธินันท์ จารุวัฒน์	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
นายบัณฑิต จิตรจำนงค์	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
นายศุภวรรณ ภามาตร	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
นายธนาวัฒน์ ทิพย์ชิต	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี

บทนำ

โกโก้เป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของโลก ผลผลิตของโกโก้ใช้ประโยชน์ในการบริโภค และมีคุณค่าทางอาหารสูง ปัจจุบันเมล็ดโกโก้แห้งเป็นสินค้าเกษตรที่โรงงานผลิตโกโก้ขนาดใหญ่ซึ่งตั้งอยู่ในประเทศไทยนำมาแปรรูปเพื่อใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออกสู่ต่างประเทศ แต่ปริมาณผลผลิตที่ผลิตได้ในปัจจุบันยังไม่เพียงพอกับความต้องการ จึงมีการส่งเสริมการปลูกมากขึ้น โดยส่งเสริมให้ปลูกเป็นพืชแซมในสวนมะพร้าวและสวนยางพารา ซึ่งเป็นการช่วยเกษตรกรที่ประสบปัญหาทางพารามีราคาตกต่ำ ซึ่งเมล็ดโกโก้ที่ผลิตได้จะนำมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตเครื่องดื่ม อาหารหวานและขนมหวานหลากหลายชนิด โดยมีผลิตภัณฑ์โกโก้ที่สำคัญ เช่น ผงโกโก้ ไขมันและน้ำมันจากเมล็ดโกโก้ ช็อคโกแลต เป็นต้น

ประเทศไทยมีการปลูกโกโก้มานานแล้ว ซึ่งนิยมปลูกในภาคใต้และภาคตะวันออก เช่นจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี ชุมพร และจันทบุรี ในปี 2556 มีการส่งออกเมล็ดโกโก้และผลิตภัณฑ์ประมาณ 3,000 ตัน จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรตั้งแต่ปี 2547 ถึงปี 2557 มีความต้องการบริโภคโกโก้ในประเทศสูงถึงปีละ 20,000 ตันแต่ปริมาณการผลิตเมล็ดโกโก้ของประเทศไทยมีประมาณ 200 ตัน ในปี 2551 ไทยมีการนำเข้าโกโก้ปริมาณ 38,847.88 ตัน มูลค่า 3,978.55 ล้านบาท โดยมีแหล่งนำเข้าเมล็ดโกโก้หลัก 3 อันดับได้แก่ มาเลเซีย อินโดนีเซีย และกาน่า คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 30.42 , 20.87 และ 15.70 ของปริมาณนำเข้า สาเหตุหลักที่ยังมีการนำเข้ามาก เนื่องจากพื้นที่ปลูกและผลผลิตในประเทศไม่เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งต้นทุนการผลิตของเกษตรกรสูงและราคาซื้อขายในประเทศยังไม่พอใจ และยังขาดแคลนแหล่งรับซื้อเมล็ดโกโก้ แต่สถานการณ์การส่งออกโกโก้และผลิตภัณฑ์ มีเกณฑ์ขยายตัวมากขึ้น โดยปี 2551 ปริมาณส่งออก 18,482.35 เมตริกตัน มูลค่า 2,180.19 ล้านบาท ตลาดหลัก ได้แก่ สหภาพยุโรป ออสเตรเลีย มาเลเซีย

เมล็ดโกโก้ตากแห้งเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นที่กลุ่มเกษตรกรสามารถผลิตได้เองเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่า ก่อนส่งขายโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นต่อไป ขั้นตอนการทำเมล็ดโกโก้ตากแห้งเริ่มจากแกะเมล็ดโกโก้ออกจากผลโดยใช้แรงงานคนในสวนนี้มีปัญหาเรื่องการขาดแคลนแรงงานและการใช้แรงงานคนทำให้ความสามารถในการทำงานต่ำ เมื่อเมล็ดโกโก้ถูกแกะออกจากผลแล้วจะนำมาหมักเป็นเวลา 6 วัน เพื่อให้ได้กลิ่นและรสชาติที่ดีขึ้น หลังจากนั้นนำเมล็ดโกโก้มาตากให้แห้ง ใช้เวลาประมาณ 1-2 สัปดาห์ เพื่อลดความชื้นจาก 60 เปอร์เซ็นต์ ให้เหลือ 7 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดโกโก้ที่แห้งแล้วจะถูกนำมารวบรวมบรรจุในกระสอบและจัดส่งไปยังโรงงาน จากข้อมูลการสำรวจต้นทุนการแกะและหมักเมล็ดโกโก้ที่สหกรณ์การเกษตรแหลมสิงห์ จำกัด จังหวัดจันทบุรี พบว่า ผลโกโก้ 20 ตัน มีต้นทุนค่าแรงงาน 18,000 บาท (ใช้แรงงานคน 30 คน ค่าแรง 300 บาทต่อวัน ใช้เวลา 2 วัน)

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องแยกเมล็ดโกโก้อกจากผลสำหรับลดการใช้แรงงานคน ในกระบวนการผลิตเมล็ดโกโก้แห้ง

วิธีการวิจัย

ศึกษาวิธีการแยกเมล็ดโกโก้อกจากผล จากนั้นทำการออกแบบและสร้างเครื่องแยกเมล็ดโกโก้อกจากผลและศึกษาปัจจัยปัจจัยต่างๆ ของเครื่องที่มีผลต่อการแยกเมล็ดโกโก้อกจากผล ทำการทดสอบเครื่องต้นแบบเบื้องต้น ปรับปรุงแก้ไขเครื่องให้สมบูรณ์และนำไปทดสอบในพื้นที่การผลิตโกโก้ร่วมกับเกษตรกร โดยเปรียบเทียบกับวิธีการเดิมคือการใช้แรงงานแกะเมล็ดโกโก้อกจากผล เปรียบเทียบความสามารถในแยกเมล็ดโกโก้อกจากผล

บทคัดย่อ

วิจัยและพัฒนาเครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล สามารถช่วยลดการใช้แรงงานคน ลดเวลาการทำงาน และเพิ่มกำลังการผลิตในขั้นตอนการแยกเมล็ดโกโก้จากผลสด ก่อนนำเมล็ดโกโก้เข้าสู่ขั้นตอนหมักเพื่อผลิตเมล็ดโกโก้แห้ง เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล ถูกออกแบบให้มีชุดผ่าผลโกโก้และชุดแยกเมล็ดโกโก้ โดยชุดผ่าผลโกโก้ มีความสามารถในการทำงาน 29 ผลต่อนาที ชุดแยกเมล็ดโกโก้เป็นระบบตะแกรงแยก ทำงานที่ 45 รอบต่อนาที เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผลขนาด กว้าง 1 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 1.8 เมตร มีต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า 1 แรงม้า ผลการทดสอบพบว่า เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผลมีความสามารถในการทำงาน 1,400 ผลต่อชั่วโมง ซึ่งมีค่าสูงกว่าการใช้แรงงานงาน ที่มีความสามารถในการทำงาน 504 ผลต่อชั่วโมง แต่ความเสียหายของเมล็ดโกโก้หลังแยกด้วยเครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล สูงกว่าการคัดแยกด้วยแรงงานคน ประมาณ 4 % มีอัตราการใช้ไฟฟ้าสำหรับเครื่องคัดแยกประมาณ 600 วัตต์ต่อชั่วโมง ใช้แรงงานประจำเครื่อง 1 คน ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่า เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล มีต้นทุนการใช้งาน 84 บาทต่อกิโลกรัมเมล็ดแห้ง จุดคุ้มทุน 6,048 กิโลกรัมต่อปี และระยะเวลาคืนทุนประมาณ 2 ปี

คำสำคัญ: โกโก้; เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล

ABSTRACT

Research and Development of removing beans from cocoa pod machine. Can reduce manual labor. Reduce latency and increase capacity in the process of extracting cocoa beans, fresh fruit. First put into cocoa fermentation process for the production of dried cocoa beans. Splitting off of the cocoa beans. The series is designed to operate the cocoa and cocoa seed extract. Set by the Cocoa Have the ability to influence the work of 29 minutes .Separate sets of cocoa beans is split grille work at 45 cycles per minute, separating the cocoa beans from the 1 m width, 3 m length and 1.8 m height, there is a 1 hp electric motor. Results showed that Splitting off of the cocoa beans are capable of affecting the performance of 1,400 hours, which is higher than the manual labor jobs. Capable of working 504 per hour, but the damage of cocoa beans, cocoa beans, separated by splitting off from work. Workers with higher separation rate is about 4% of electricity consumption for the sorting of about 600 watts per hour. Workers Identification Analysis 1 cost economics, engineering found. Splitting off of the cocoa beans. Operating costs 84 baht per kg of dry beans break 6,048 kg per year. And payback period of approximately 2 years.

Keywords: cocoa; removing beans from cocoa pod Machine

การทดลองที่ 1 วิจัยและพัฒนาเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล

คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง: นายอนุสรณ์ สุวรรณเวียง สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี

ผู้ร่วมงาน	นายพุทธอินทร์ จารุวัฒน์	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายบัณฑิต จิตรจางค์	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายศุภวรรณ ภามาตร	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายธนาวัฒน์ ทิพย์ชิต	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี

คำสำคัญ: โกโก้; เครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล

Keywords: cocoa; removing beans from cocoa pod Machine

บทคัดย่อ

วิจัยและพัฒนาเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล สามารถช่วยลดการใช้แรงงานคน ลดเวลาการทำงาน และเพิ่มกำลังการผลิตในขั้นตอนการแยกเมล็ดโกโก้จากผลสด ก่อนนำมาเมล็ดโกโก้เข้าสู่ขั้นตอนหมักเพื่อผลิตเมล็ดโกโก้แห้ง เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล ถูกออกแบบให้มีชุดผ่าผลโกโก้และชุดแยกเมล็ดโกโก้ โดยชุดผ่าผลฯ มีความสามารถในการทำงาน 29 ผลต่อนาที ชุดแยกเมล็ดโกโก้เป็นระบบตะแกรงแยก ทำงานที่ 45 รอบต่อนาที เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผลขนาด กว้าง 1 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 1.8 เมตร มีต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า 1 แรงม้า ผลการทดสอบพบว่า เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผลมีความสามารถในการทำงาน 1,400 ผลต่อชั่วโมง ซึ่งมีค่าสูงกว่าการใช้แรงงานงาน ที่มีความสามารถในการทำงาน 504 ผลต่อชั่วโมง แต่ความเสียหายของเมล็ดโกโก้หลังแยกด้วยเครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล สูงกว่าการคัดแยกด้วยแรงงานคน ประมาณ 4 % มีอัตราการใช้ไฟฟ้าสำหรับเครื่องคัดแยกประมาณ 600 วัตต์ต่อชั่วโมง ใช้แรงงานประจำเครื่อง 1 คน ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่า เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล มีต้นทุนการใช้งาน 84 บาทต่อกิโลกรัมเมล็ดแห้ง จุดคุ้มทุน 6,048 กิโลกรัมต่อปี และระยะเวลาคืนทุนประมาณ 2 ปี

ABSTRACT

Research and Development of removing beans from cocoa pod machine. Can reduce manual labor. Reduce latency and increase capacity in the process of extracting cocoa beans, fresh fruit. First put into cocoa fermentation process for the production of dried cocoa beans. Splitting off of the cocoa beans. The series is designed to operate the cocoa and cocoa seed extract. Set by the Cocoa Have the ability to influence the work of 29 minutes .Separate sets of cocoa beans is split grille work at 45 cycles per minute, separating the cocoa beans from the 1 m width, 3 m length and 1.8 m height, there is a 1 hp electric motor. Results showed that Splitting off of the cocoa beans are capable of affecting the performance of 1,400 hours, which is higher than the manual labor jobs. Capable of working 504 per hour, but the damage of cocoa beans, cocoa beans, separated by splitting off from work. Workers with higher separation rate is about 4% of electricity consumption for the sorting of about 600 watts per hour. Workers Identification Analysis 1 cost economics, engineering found. Splitting off of the cocoa beans. Operating costs 84 baht per kg of dry beans break 6,048 kg per year. And payback period of approximately 2 years.

บทนำ

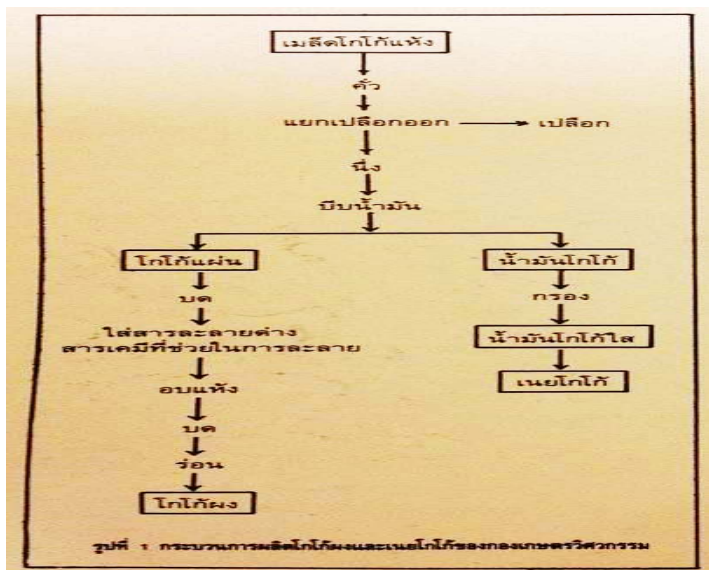
โกโก้เป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของโลก ผลผลิตของโกโก้ใช้ประโยชน์ในการบริโภค และมีคุณค่าทางอาหารสูง ปัจจุบันเมล็ดโกโก้แห้งเป็นสินค้าเกษตรที่โรงงานผลิตโกโก้ผงขนาดใหญ่ซึ่งตั้งอยู่ในประเทศไทยนำมาแปรรูปเพื่อใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออกสู่ต่างประเทศ แต่ปริมาณผลผลิตที่ผลิตได้ในปัจจุบันยังไม่เพียงพอกับความต้องการ จึงมีการส่งเสริมการปลูกมากขึ้น โดยส่งเสริมให้ปลูกเป็นพืชแซมในสวนมะพร้าวและสวนยางพารา ซึ่งเป็นการช่วยเกษตรกรที่ประสบปัญหายางพารามีราคาตกต่ำ ซึ่งเมล็ดโกโก้ที่ผลิตได้จะนำมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตเครื่องดื่ม อาหารหวานและขนมหวานหลากหลายชนิด โดยมีผลิตภัณฑ์โกโก้ที่สำคัญ เช่น ผงโกโก้ ไขมันและน้ำมันจากเมล็ดโกโก้ ช็อคโกแลต เป็นต้น

ประเทศไทยมีการปลูกโกโก้มานานแล้ว ซึ่งนิยมปลูกในภาคใต้และภาคตะวันออก เช่นจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี ชุมพร และจันทบุรี ในปี 2556 มีการส่งออกเมล็ดโกโก้และผลิตภัณฑ์ประมาณ 3,000 ตัน จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรตั้งแต่ปี 2547 ถึงปี 2557 มีความต้องการบริโภคโกโก้ในประเทศสูงถึงปีละ 20,000 ตันแต่ปริมาณการผลิตเมล็ดโกโก้ของประเทศมีประมาณ 200 ตัน ในปี 2551 ไทยมีการนำเข้าโกโก้ปริมาณ 38,847.88 ตัน มูลค่า 3,978.55 ล้านบาท โดยมีแหล่งนำเข้าเมล็ดโกโก้หลัก 3 อันดับ ได้แก่ มาเลเซีย อินโดนีเซีย และกาน่า คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 30.42 , 20.87 และ 15.70 ของปริมาณนำเข้า สาเหตุหลักที่ยังมีการนำเข้ามาก เนื่องจากพื้นที่ปลูกและผลผลิตในประเทศไม่เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งต้นทุนการผลิตของเกษตรกรสูงและราคาซื้อขายในประเทศยังไม่จูงใจ และยังขาดแคลนแหล่งรับซื้อเมล็ดโกโก้ แต่สถานการณ์การส่งออกโกโก้และผลิตภัณฑ์ มีเกณฑ์ขยายตัวมากขึ้น โดยปี 2551 ปริมาณส่งออก 18,482.35 เมตริกตัน มูลค่า 2,180.19 ล้านบาท ตลาดหลัก ได้แก่ สหภาพยุโรป ออสเตรเลีย มาเลเซีย

เมล็ดโกโก้ตากแห้งเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นที่กลุ่มเกษตรกรสามารถผลิตได้เองเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่า ก่อนส่งขายโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นต่อไป ขั้นตอนการทำเมล็ดโกโก้ตากแห้งเริ่มจากแกะเมล็ดโกโก้ออกจากผลโดยใช้แรงงานคนในสวนนี้มีปัญหาเรื่องการขาดแคลนแรงงานและการใช้แรงงานคนทำให้ความสามารถในการทำงานต่ำ เมื่อเมล็ดโกโก้ถูกแกะออกจากผลแล้วจะนำมาหมักเป็นเวลา 6 วัน เพื่อให้ได้กลิ่นและรสชาติที่ดีขึ้น หลังจากนั้นนำเมล็ดโกโก้มาตากให้แห้ง ใช้เวลาประมาณ 1-2 สัปดาห์ เพื่อลดความชื้นจาก 60 เปอร์เซ็นต์ ให้เหลือ 7 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดโกโก้ที่แห้งแล้วจะถูกนำมารวบรวมบรรจุในกระสอบและจัดส่งไปยังโรงงาน จากข้อมูลการสำรวจต้นทุนการแกะและหมักเมล็ดโกโก้ที่สหกรณ์การเกษตรแหลมสิงห์ จำกัด จังหวัดจันทบุรี พบว่า ผลโกโก้ 20 ตัน มีต้นทุนค่าแรงงาน 18,000 บาท (ใช้แรงงานคน 30 คน ค่าแรง 300 บาทต่อวัน ใช้เวลา 2 วัน)

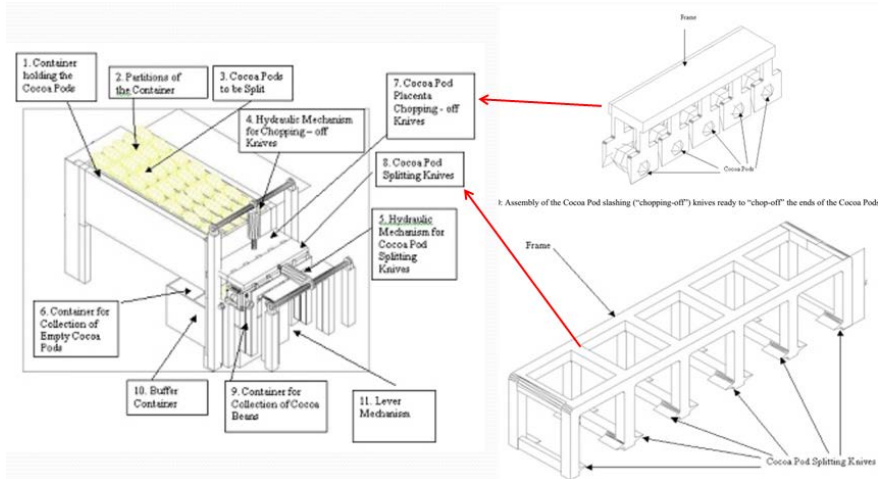
การทบทวนวรรณกรรม

สิริชัย ส่งเสริมพงษ์ (2536) การแปรรูปโกโก้ขั้นต้น (รูปที่7) เป็นการแปรรูปเมล็ดโกโก้เปียกเป็นเมล็ดโกโก้แห้ง ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร กรมวิชาการเกษตร ได้ศึกษาการแปรรูปขั้นต้น และได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีนี้ให้แก่เกษตรกรแล้ว วิธีทำคือ แกะเมล็ดโกโก้ออกจากผล แล้วหมักเมล็ดโกโก้ในถังประมาณ 6 วัน เพื่อให้เมล็ดเปลี่ยนสี มีกลิ่นและรสช็อคโกแลต จากนั้นทำให้เมล็ดโกโก้แห้ง โดยใช้ตู้อบหรือตากแดด หลังจากเมล็ดโกโก้แห้งสนิทแล้วจะบรรจุใส่ถุงกระสอบที่บุด้วยถุงพลาสติกแล้วปิดปากให้แน่น เมล็ดโกโก้แห้งมีราคาประมาณกิโลกรัมละ 15-25 บาท



รูปที่ 7 กระบวนการผลิตโกโก้ผงและเนยโกโก้ของกองเกษตรวิศวกรรม

S.K. Adzimah and E.K. Asiam (2553) Design of a Cocoa Pod Splitting Machine ประเทศกานา ออกแบบเครื่องแยกฝักโกโก้ประกอบด้วยกระบะสี่เหลี่ยมขนาด 4 x 6 x 2 เมตร ทำมุมเอียง 30 องศา กับแนวนอน และแบ่งช่องกระบะ 5 ช่อง เมื่อนำฝักโกโก้เทใส่กระบะจะไหลลงตามช่อง โดยจะมีกลไกการเขย่ากระบะให้ฝักโกโก้ไหลลงตามช่องเข้าไปที่ตำแหน่งผ่า ชุดใบมีดไฮดรอลิกที่ 1 กัดตัดหัวท้ายแล้วยกใบมีดขึ้นให้ชุดใบมีดไฮดรอลิกที่ 2 ผ่าด้านข้างฝักโกโก้ ฝักและเมล็ดโกโก้จะร่วงลงภาชนะด้านล่างของเครื่อง เมื่อชุดใบมีดไฮดรอลิกที่ 2 กลับตำแหน่งเดิมฝักโกโก้ก็อีกครั้งจึงจะร่วงลงภาชนะด้านล่าง ซึ่งต้นกำลังเครื่องมีขนาด 87.5 กิโลวัตต์



รูปที่ 8 Design of a Cocoa Pod Splitting Machine

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งน้ำหนักพิกัด 100 กิโลกรัม
2. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัลพิกัด 7 กิโลกรัม ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. เครื่องวัดความเร็วรอบ
4. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า

5. เวอร์เนียร์คาร์ลิปเปอร์
6. นาฬิกาจับเวลา

วิธีดำเนินการ

1. สํารวจเก็บข้อมูลกระบวนการนํามะล็ดโกโก้อกจากผลของกลุ่เมษตรกร คึกษาศูปรรรคและปัญหาคึเกดขึ้นของวิธีตํางๆ โดยร่วมือกับเมษตรกรเพือให้ได้ข้อมูลมาวิเคราะห์แก้ปัญหาคึ
2. ออกแบบและสร้งเครื่องแยกมะล็ดโกโก้อกจากผลต้นแบบ คึกษาป้จจ้ยตํางๆของอุปกรณ์ที่มีผลต่อคึการแยกมะล็ดโกโก้อกจากผล
3. ทดสอบอุปกรณ์ต้นแบบเบือ้งต้น ป้ร้บปรุ้จแก้ไข เก็บข้อมูลคึการทำงานของอุปกรณ์ที่เหมาะสม นําคึอุปกรณ์ต้นแบบไปทดสอบเก็บข้อมูลจ้ริงกับกลุ่เมษตรกร
4. คึกษาเปรียบเทียบคึคุณภาพและปริมาณการแยกเปลือกกับมะล็ดโกโก้ ด้วยวิธีเดิมคึการใช้แรงงานคนแกะกับวิธีใช้เครื่องต้นแบบและวิเคราะห์ผลทางดํานเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม
5. จ้ดทํารายงานผลการวิจัยและเผยแพร่สู่กลุ่เมษตรกร

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาเริ่มต้น ตุลาคม 2559 – ระยะเวลาสิ้นสุด กันยายน 2561

สถานที่ดำเนินการ

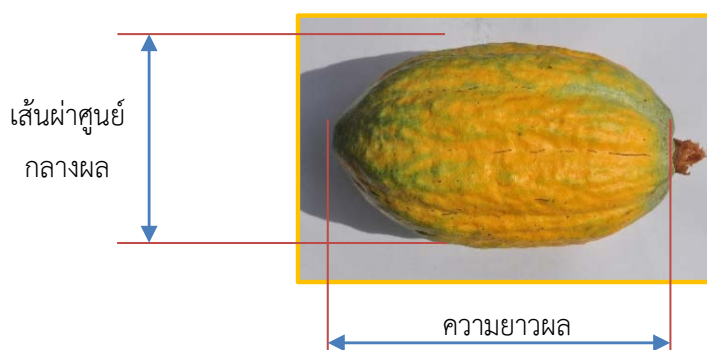
- ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี ต.พลับพลา อ.เมือง จ.จันทบุรี
- สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม แขวงลาดยาว เขตจตุจักร จ.กรุงเทพมหานคร
- ผู้ประกอบการเข้าพื้นที่สหกรณ์การเกษตรแหลมสิงห์ จำกัด ต.พลิว อ.แหลมสิงห์ จ.จันทบุรี
-

ผลการวิจัย

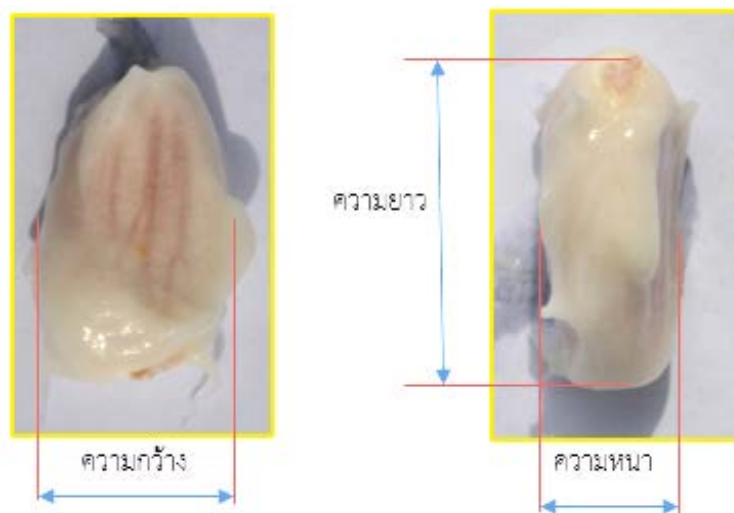
1. จากการศึกษาเก็บข้อมูลขั้นตอนการแกะมะล็ดโกโก้อกจากผล ของกลุ่เมษตรกร ที่สหกรณ์การเกษตรแหลมสิงห์ จำกัด พบว่า เมษตรกรมีเงื่อนไขของการแกะมะล็ดโกโก้ ดังนี้ ก) มะล็ดโกโก้ต้องไม่งอก ข) ต้องแยกมะล็ดออกจากพวงและเปลือก และ ค) มะล็ดโกโก้ที่แยกจากเปลือกแล้วจะต้องไม่แห้งจนเกินไป หรือนํานํ้าภายนอกมาผสมจนเหลว เนื่องจากต้องนํามะล็ดไปทําคึหมักในขบวนการต่อไป เพือให้มะล็ดโกโก้มีคึคุณภาพที่ดีขึ้น มะล็ดโกโก้ที่แกะออกจากผลและรอกการหมักแสดงด้จรูปที่ 1 และได้สุ่มตัวอย่างวัดขนาดผล และมะล็ดโกโก้พันธุ์ผสมชุมพร 1 จำนวน 45 ผล พบว่า ผลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุด 106 มิลลิเมตร ความยาวมากที่สุด 175 มิลลิเมตร (รายละเอียดด้จตารางผนวกที่ ค)



รูปที่ 1 เมล็ดโกโก้ที่แกะออกจากผลและรอการหมัก



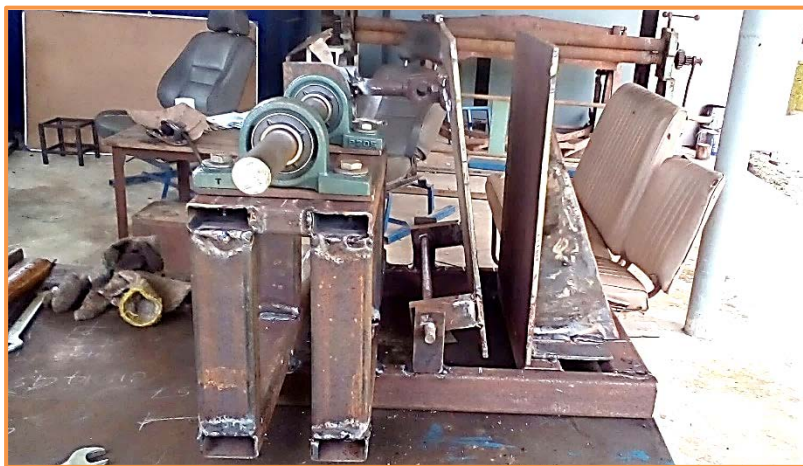
รูปที่ 2 ขนาดผลโกโก้



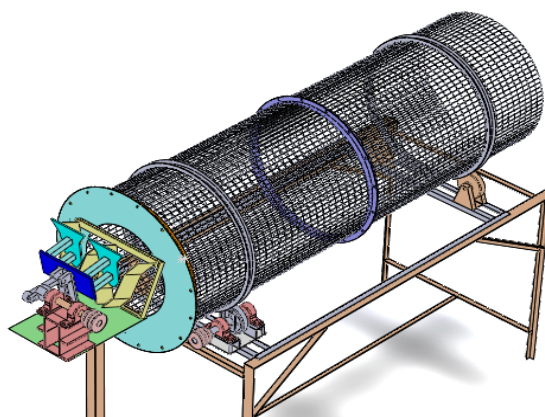
รูปที่ 3 ขนาดเมล็ดโกโก้

2. ออกแบบและสร้างเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผลต้นแบบ ศึกษาปัจจัยต่างๆ ของอุปกรณ์ที่มีผลต่อการแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล

2.1 เครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล ถูกออกแบบโดยหลักวิธีการแยกเมล็ดออกจากผลด้วยแรงงานที่ได้จากการสำรวจและขนาดมิติของผลโกโก้ที่สุ่มตัวอย่าง โดยให้มีรูปแบบการทำงานเป็นแบบต่อเนื่อง เริ่มจากการปีบผลโกโก้ให้แตกด้วยชุดปีบผล (รูปที่ 4) เพื่อการทดสอบหลักการเบื้องต้น พร้อมทั้งออกแบบเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล ดังรูปที่ 5

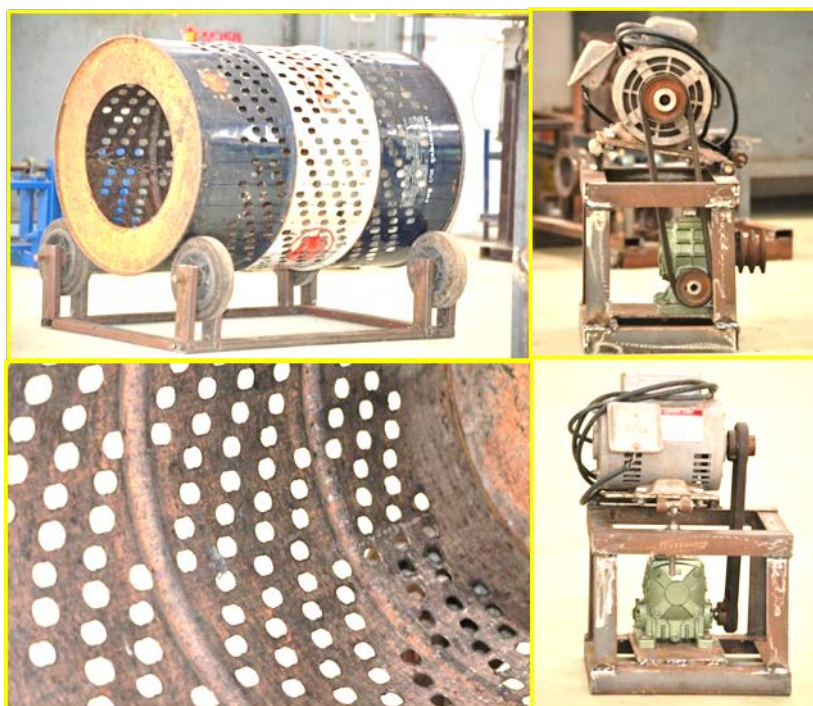


รูปที่ 4 ชุดปีบผลโกโก้สำหรับการทดสอบเบื้องต้น



รูปที่ 5 แบบเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล

ต้นแบบชุดแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผลสำหรับการทดสอบเบื้องต้น (รูปที่ 6) โดยออกแบบเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของชุดปีบผลโกโก้ ที่ออกแบบให้ใช้กับมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ขับแผ่นเหล็กให้กดผลโกโก้แตก และ ส่วนของชุดแยกเมล็ดโกโก้ ที่ออกแบบให้ใช้กับมอเตอร์ร่วมกับชุดปีบผล ส่งกำลังไปยังชุดเกียร์ทด ให้ถึงหมุน 40 รอบต่อนาที ถึงเจาะรูขนาด 16 มิลลิเมตร รูยาว 26 มิลลิเมตร เพื่อให้เมล็ดโกโก้หลุดผ่านรูแยกกับเปลือก โดยมีหลักการทำงาน คือ ผลโกโก้ที่ถูกปีบจนแตกจะไหลลงในถังที่เจาะรูโดยรอบถึง เมล็ดโกโก้จะหลุดออกตามช่องที่เจาะไว้ ส่วนเปลือกจะไหลออกทางด้านท้าย



รูปที่ 6 ชุดแยกเมล็ดโกโก้จากผลสำหรับการทดสอบเบื้องต้น

ผลการทดสอบเบื้องต้น พบว่า การทำงานของชุดบิบบผลโกโก้ สามารถบิบบผลโกโก้แตกได้ทีละระดับหนึ่ง และชุดแยกเมล็ดโกโก้จากผล สามารถแยกเมล็ดและเปลือกได้ดี โดยมีเมล็ดติดบนไปด้านทางออกของเปลือกบ้าง และเปลือกที่มีขนาดเล็กกว่ารูเจาะจะออกมาปนกับเมล็ดโกโก้และมีเมล็ดโกโก้ปนออกมากับเปลือกที่ผ่านชุดแยกเมล็ดโกโก้ (รูปที่ 7) รูปที่ 7 ทดสอบการทำงานของชุดบิบบผลโกโก้ให้แตกและชุดแยกเมล็ดโกโก้จากผล



จากผลการทดสอบเบื้องต้นของชุดบีบผลและชุดแยกเมล็ดโกโก้จากผล ที่สามารถทำงานได้ดีระดับหนึ่ง จึงปรับปรุงข้อบกพร่องและสร้างต้นแบบชุดบีบผลเพื่อทดสอบการบีบผล จำนวน 2 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 ออกแบบให้ผลโกโก้ถูกบีบด้วยแผ่นบีบสี่เหลี่ยม 2 แผ่น โดยให้แผ่นบีบแผ่นหนึ่งยึดติดอยู่กับที่ เพื่อเป็นฐานรับแรงกดจาก แผ่นบีบอีกแผ่นหนึ่งที่เคลื่อนที่เข้าออกตามกลไกกลชัก ที่ถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ส่งกำลังผ่านชุดเกียร์ทดและชุดปรับรอบมอเตอร์ให้ได้ความเร็วชัก 29 ผลต่อนาที(รูปที่ 8) ทดสอบโดยป้อนผลโกโก้ครั้งละ 1 ผลตรงช่องว่างระหว่างแผ่นบีบ ผลโกโก้ที่ถูกบีบแตกจะตกลงด้านล่างตรงช่องที่เว้นไว้เมื่อแผ่นบีบที่เคลื่อนที่ได้ถูกชักกลับ ทดสอบจำนวน 3 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งใช้ผลโกโก้ จำนวน 17 ผล หรือ 5 กิโลกรัม ผลการทดสอบพบว่า ชุดบีบผลโกโก้แบบที่ 1 มีความสามารถในการแยกเมล็ด 63 เปอร์เซ็นต์ มีการปนของเศษเปลือก 12 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วรอบในการบีบ 29 ผลต่อนาที รายละเอียดผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าการทดลองครั้งที่ 2 มีสิ่งเจือปนมาก เนื่องจากขนาดของผลโกโก้ที่ใช้มีขนาดโตถูกบีบจนเปลือกแตกทำให้มีเศษเปลือกขนาดเล็กกว่าช่องแยกเมล็ด หลุดปนไปกับเมล็ดดีมาก

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบบีบผลโกโก้ให้แตกและการแยกเมล็ดด้วยตะแกรงหมุนแยก

ครั้งที่	ทางออก		ผ่านตะแกรงแยกเมล็ดลงภาชนะ		
	เปลือก (กรัม)	เมล็ด (กรัม)	รวมทั้งหมด (กรัม)	เมล็ดดี (กรัม)	เศษเปลือก (สิ่งสกปรก) (กรัม)
1	3,554.5	443.0	795.0	702.5	89.5
2	3,604.5	273.5	1,008.0	861.5	146.5
3	3,419.0	374.0	898.0	813.5	85.0
เฉลี่ย	3,526.0	363.5	900.3	792.5	107.0



รูป

ที่ 8 ผลการทดสอบชุดบีบผลโกโก้แบบที่ 1

แบบที่ 2 หลังจากการทดสอบชุดบีบผลโกโก้แบบที่ 1พบว่า มีปัญหา เรื่องผลโกโก้บางผลเปลือกแตกแต่ยังคงทรงรูปผลโกโก้อยู่ ทำให้เมล็ดไม่สามารถถูกแยกออกจากผลโกโก้ได้ จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยการออกแบบชุดบีบผลโกโก้ โดยมีหลักการให้แผ่นบีบเคลื่อนที่ทั้งสองแผ่น ด้วยกลไกของการชัก และติดตั้งใบมีดสำหรับผ่านผลโกโก้เพิ่ม ในการทดสอบผลโกโก้จะถูกดันให้ผ่านใบมีดที่วางไว้ในแนวตั้ง ผลโกโก้ที่ผ่าแล้วจะถูกดันออกไปด้านหลังของใบมีด (รูปที่ 9) ทดสอบการทำงานของชุดผ่าผลโกโก้แบบที่ 2 จำนวน 3 ครั้ง ในแต่ละครั้ง ใช้ตัวอย่างผลโกโก้จำนวน 17 ผล หรือ 5 กิโลกรัม ที่ความเร็วรอบในการผ่า 29 ผลต่อนาที พบว่า มีความสามารถในการแยกเมล็ด 81 เปอร์เซ็นต์ มีการปนของสิ่งเจือปน 3 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดเสียหายจากคมใบมีด 5.3 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดผลการทดสอบดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบชุดผ่าผลโกโก้แบบที่ 2

ครั้งที่	ทางออก		ผ่านตะแกรงแยกเมล็ดลงภาชนะ			
	เปลือก (กรัม)	เมล็ด (กรัม)	รวมทั้งหมด (กรัม)	เมล็ดดี (กรัม)	เศษเปลือก (สิ่งสกปรก) (กรัม)	เมล็ด เสียหาย (กรัม)
1	3,740	92	978	916.5	25	52
2	3,620	121	1,124	918	63	60
3	3,488	83	1,225	1,088	26	66
เฉลี่ย	3,616	99	1,109	974	38	59



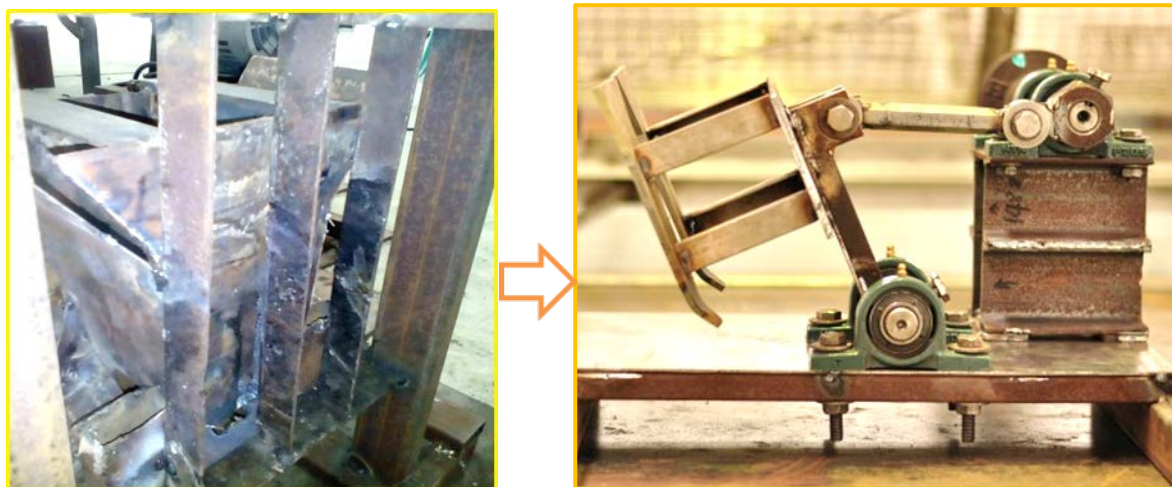
รูปที่ 9 ผลโกโก้ผ่านใบมีด รูปแบบที่ 2

จากผลทดลองเปรียบเทียบวิธีการทำให้ผลโกโก้แตกทั้ง 2 แบบ พบว่าการผ่าครึ่งผลโกโก้จะสามารถแยกเมล็ดออกจากผลได้ดีกว่าการบีบผลโกโก้ให้แตก เนื่องจากการบีบผลโกโก้ให้แตกจะมีบางผลเปลือกแตกแต่ยังคงทรงรูปผลโกโก้อยู่ ทำให้ส่งผลต่อเมล็ดไม่สามารถถูกแยกออกจากผลโกโก้ได้ (รูปที่ 10) ดังนั้นจึงเลือกวิธีการผ่าผลโกโก้ตามแบบที่ 2 ที่เป็นการผ่าครึ่งผลโกโก้ด้วยใบมีด มาใช้ในการสร้างต้นแบบ

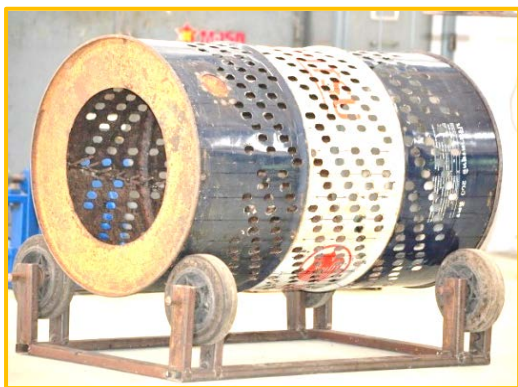


รูปที่ 10 ลักษณะของผลโกโก้ที่ถูกบีบด้วยชุดบีบแบบแผ่นสี่เหลี่ยม

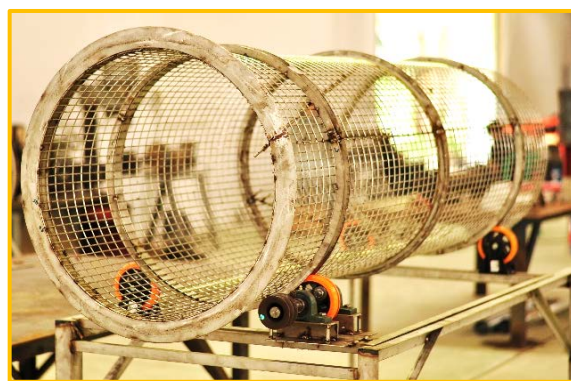
2.2 เครื่องแยกเมล็ดโกโก้ถูกพัฒนาและปรับปรุงชุดผ่าครึ่งผลโกโก้ผ่านใบมีด โดยเปลี่ยนวัสดุของเครื่องในส่วนที่สัมผัสกับผลโกโก้เป็นสแตนเลส และส่วนใบมีดผ่าผลจะใช้เป็นใบมีด ขนาดหนา 1.2 มิลลิเมตร กว้าง 25 มิลลิเมตร ยาว 350 มิลลิเมตร ใบมีดต้องถูกตั้งให้ตั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้ใบมีดบิดตัวไปมาขณะผ่าผลโกโก้ (รูปที่ 11) ต้นแบบเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ที่ปรับปรุงแล้ว (รูปที่ 12,13 และ 14)



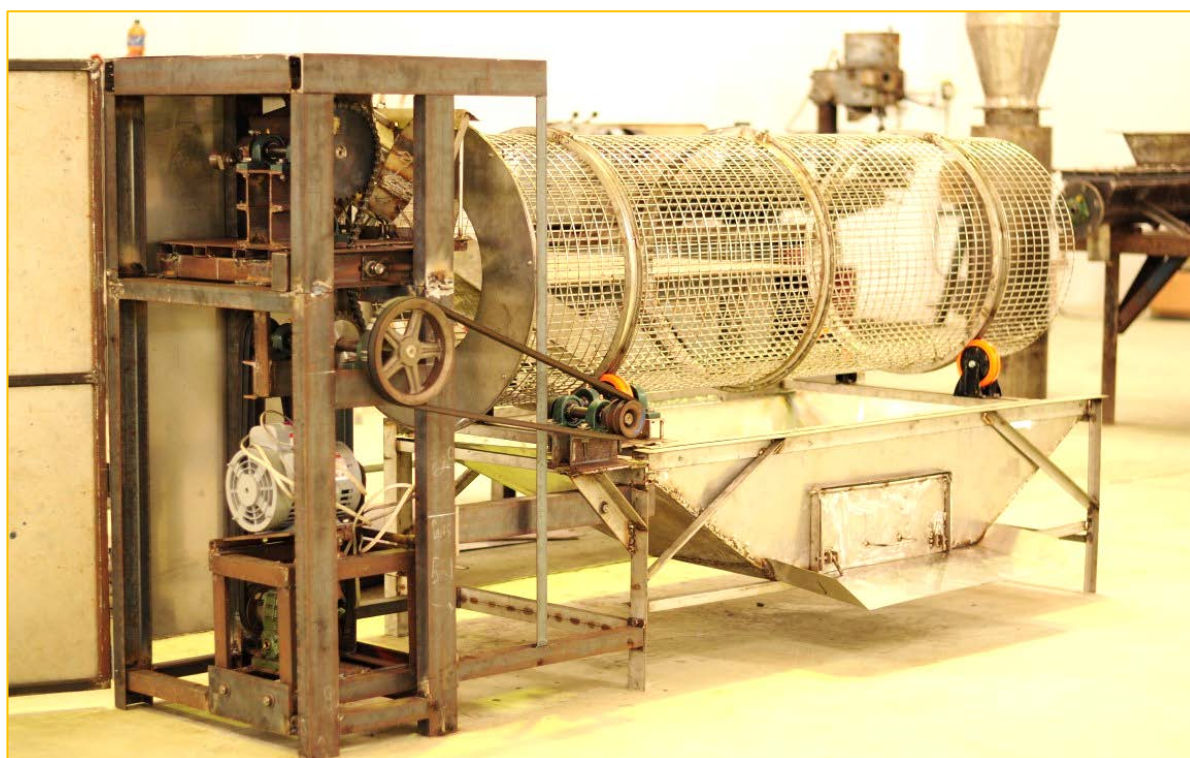
รูปที่ 11 ชุดผ่าผลโกโก้แบบผ่านใบมีดที่พัฒนาและปรับปรุงขึ้นใหม่จากเหล็กเป็นสแตนเลส



รูปที่ 12 ถังเหล็กแยกเมล็ดโกโก้



รูปที่ 13 ตะแกรงสเตนเลสจำนวนกลมแยกเมล็ดโกโก้



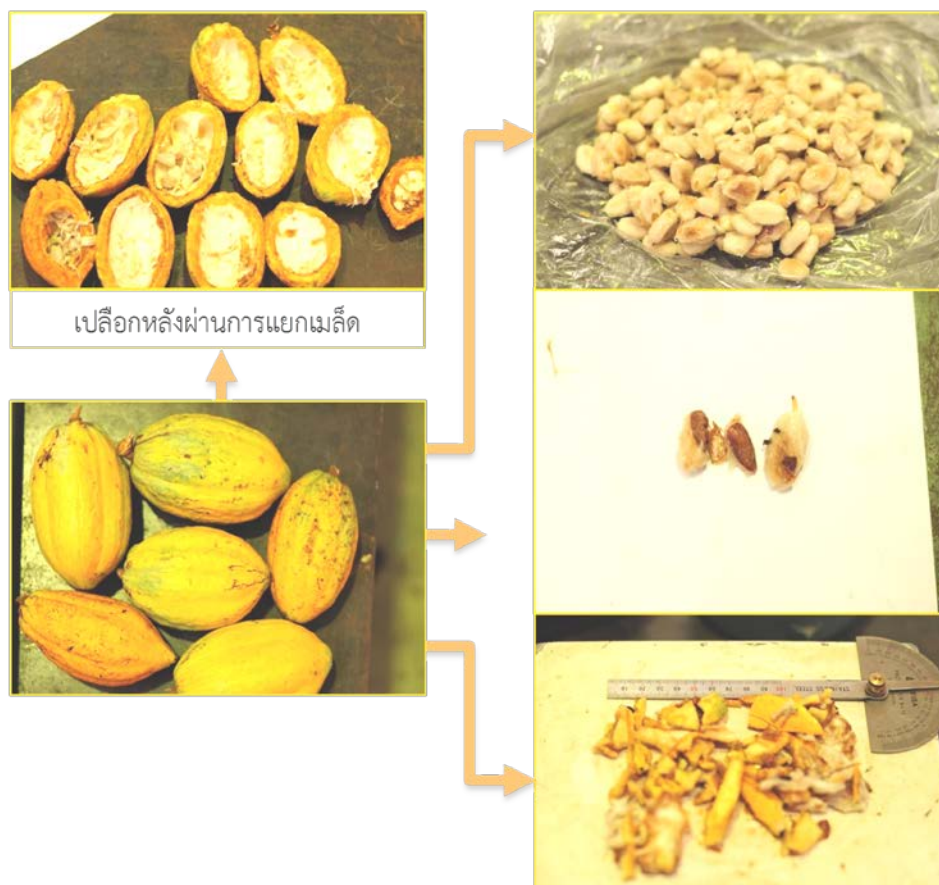
รูปที่ 14 เครื่องต้นแบบแยกเมล็ดโกโก้จากผลพร้อมทดสอบเบื้องต้นที่สถานประกอบการ

3. ทดสอบเครื่องต้นแบบเบื้องต้น เพื่อหาข้อบกพร่องสำหรับปรับปรุงแก้ไข รวมทั้งเก็บข้อมูลการทำงาน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ โดยนำเครื่องต้นแบบไปทดสอบเก็บข้อมูลกับกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตโกโก้

ทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องต้นแบบแยกเมล็ดโกโก้จากผล โดยทดสอบที่ความเร็วรอบในการผ่า 29 ผลต่อนาทีและความเร็วตะแกรงแยก 40 รอบต่อนาที ทดสอบจำนวน 5 ซ้ำ ๆ ละ 3 กิโลกรัม พบว่าเมล็ดเสียหายจากใบมีดผ่าเฉลี่ย 1 เปอร์เซ็นต์และมีเมล็ดที่แยกไม่หมดเฉลี่ย 5 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล

ทดสอบ	น้ำหนัก โกโก้ ก่อน ทดสอบ (กรัม)	หลังผลโกโก้ผ่านเครื่องแยกเมล็ด							
		น้ำหนัก ทางออก (กรัม)		น้ำหนัก รวม ผ่าน ตะแกรง (กรัม)	น้ำหนัก เมล็ด (กรัม)	น้ำหนัก เศษ เปลือก (กรัม)	น้ำหนัก เมล็ด เสียหาย (กรัม)	เมล็ด เสียหาย (%)	เมล็ดแยก ไม่หมด (%)
		เปลือก	เมล็ด						
1	2,940	1,600	0	665	586.5	69.5	4.5	0.7	0.0
2	3,000	2,400	41	549	510.5	16.0	3.0	0.5	3.9
3	2,930	2,200	76	640	574.0	39.0	12.0	1.7	6.3
4	3,000	2,265	130	564	491.0	48.5	17.5	2.5	12.3
5	2,960	2,117	52	774	738.0	16.0	16.0	1.9	3.4
เฉลี่ย	2,966	2,116	60	638	580	38	11	1	5



รูปที่ 15 ตัวอย่างการทดสอบเครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผลเบืองต้น

ดำเนินการทดสอบเครื่องต้นแบบครั้งที่ 1 กับผู้ประกอบการเพื่อหาความเร็วรอบของการหมุนตะแกรงคัดแยกที่เหมาะสม โดยให้ชุดผ่าผลโกโก้ทำงานที่ความเร็วในการผ่าคงที่ 29 ผลต่อนาที (ใช้แรงงาน 1 คน ป้อนผลโกโก้ใส่ชุดผ่า) ทดสอบจำนวน ครั้ง ๆ ละ 50 กิโลกรัม ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การทดสอบชุดตะแกรงแยกเมล็ดโกโก้ (30 รอบต่อนาที)

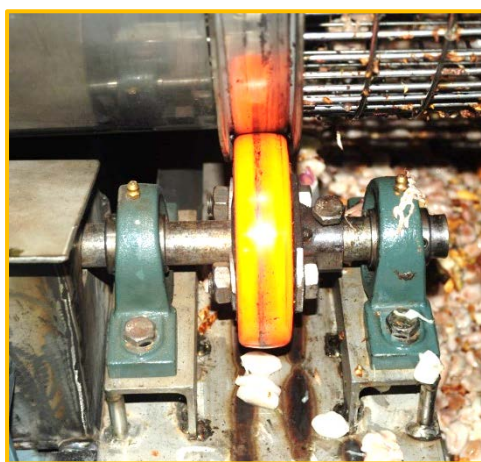
ทดสอบ	น้ำหนัก โกโก้ก่อน ทดสอบ (กก.)	หลังผลโกโก้ผ่านเครื่องแยกเมล็ด						
		น้ำหนักทางออก (กก.)		น้ำหนัก เมล็ด (กก.)	น้ำหนัก เศษเปลือก (กก.)	น้ำหนักเมล็ด เสียหาย (กก.)	เมล็ด เสียหาย (%)	เมล็ดแยก ไม่หมด (%)
		เปลือก	เมล็ด					
1	50	35.50	2.50	10.38	0.67	0.19	1.5	19.41
2	50	35.60	2.40	10.50	0.76	0.14	1.1	18.60
3	50	35.00	3.00	10.68	0.72	0.18	1.3	21.93
AVG.	50	35.37	2.63	10.52	0.72	0.17	1.29	19.98



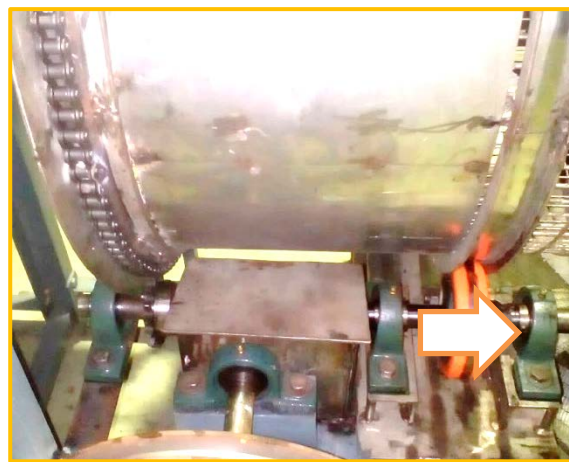
รูปที่ 16 ทดสอบเครื่องต้นแบบครั้งที่ 1 เพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสมในของชุดตะแกรงแยกเมล็ดโกโก้

จากทดสอบพบปัญหาของเครื่องจึงดำเนินการแก้ไขปัญหาดังนี้

1. หลังจากทดสอบเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ (30 รอบต่อนาที)รวมเกิน 150 กิโลกรัม(ทดสอบ 50 กิโลกรัม ต่อครั้ง) ชุดล้อยับเกิดการลื่นไถล (รูปที่ 17) ส่งผลให้ความเร็วรอบในการคัดแยกช้าลง ทำให้ทดสอบเก็บข้อมูล เครื่องต่อไม่ได้ จึงแก้ไข โดยปรับปรุงชุดส่งกำลังของล้อยับ เปลี่ยนจากระบบส่งกำลังแบบสายพานเป็นแบบเฟือง โซ่ (รูปที่ 18)



รูปที่ 17 ล้อยับที่เกิดการลื่นไถล

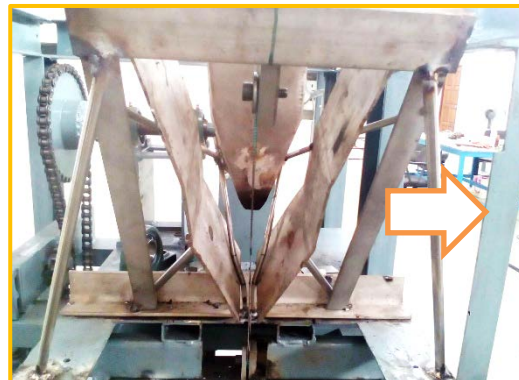


รูปที่ 18 เฟืองโซ่ขับเคลื่อนชุดแยกเมล็ดโกโก้

2. ชุดผ้าผลโกโก้ช่องตัววีการรับผลโกโก้กว้างเกินไป ทำให้ไม่สามารถผ่าผลโกโก้ขนาดเล็กได้ ซึ่งส่งผลต่อการคัดแยกเมล็ด (ผลโกโก้ที่ใช้ในการทดสอบขนาด 50 – 70 มิลลิเมตร) และจำนวนช่องสำหรับใส่ผลจำนวน 2 ช่อง มากเกินไป ความสามารถของชุดคัดแยกที่สามารถคัดแยกแบบต่อเนื่องเพียง 1 ช่อง (รูปที่ 19) จึงทำการแก้ไขช่องใส่ผลให้เหลือ 1 ช่องและแก้ไขช่องตัววีให้มีขนาดเล็กลง(รูปที่ 20

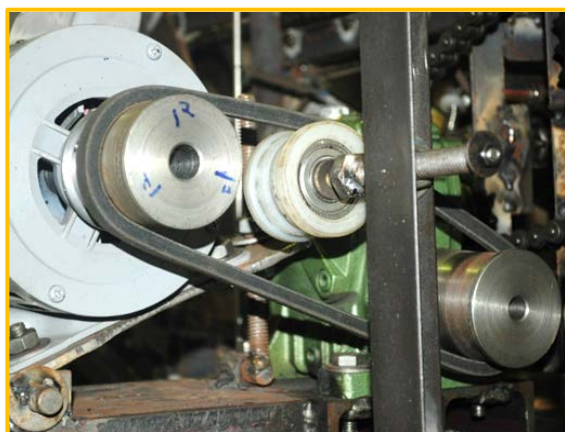


รูปที่ 19 ชุดผ้าผล 2 ช่องและช่องตัววีรับผลกว้าง



รูปที่ 20 ช่องใส่ผลเหลือ 1 ช่อง, ช่องตัววีให้เล็กลง

3. ผู้ประกอบการมีความต้องการให้มีชุดลำเลียงผลเข้าชุดผ้าผลโกโก้แทนการป้อนผลโกโก้ด้วยแรงงานคน ซึ่งการใช้แรงงานคนป้อนผลโกโก้แบบต่อเนื่อง ส่งผลให้ร่างกายเมื่อยล้าจนอาจเกิดอุบัติเหตุได้ จึงได้ดำเนินการสร้างชุดลำเลียงป้อนผลโกโก้เข้าผ้าผลโกโก้ (รูปที่ 21-22) โดยประกอบด้วยใบลำเลียง กว้าง 20 ซม. ระยะห่างระหว่างใบลำเลียง 12.7 ซม. และใช้ระบบลำเลียงด้วยโซ่เบอร์ 50 แบบมีปีกยึดใบลำเลียง



รูปที่ 21 ต้นกำลังชุดลำเลียงผลโกโก้



รูปที่ 22 ช่องผลโกโก้จากชุดลำเลียงลงชุดผ้าผลโกโก้

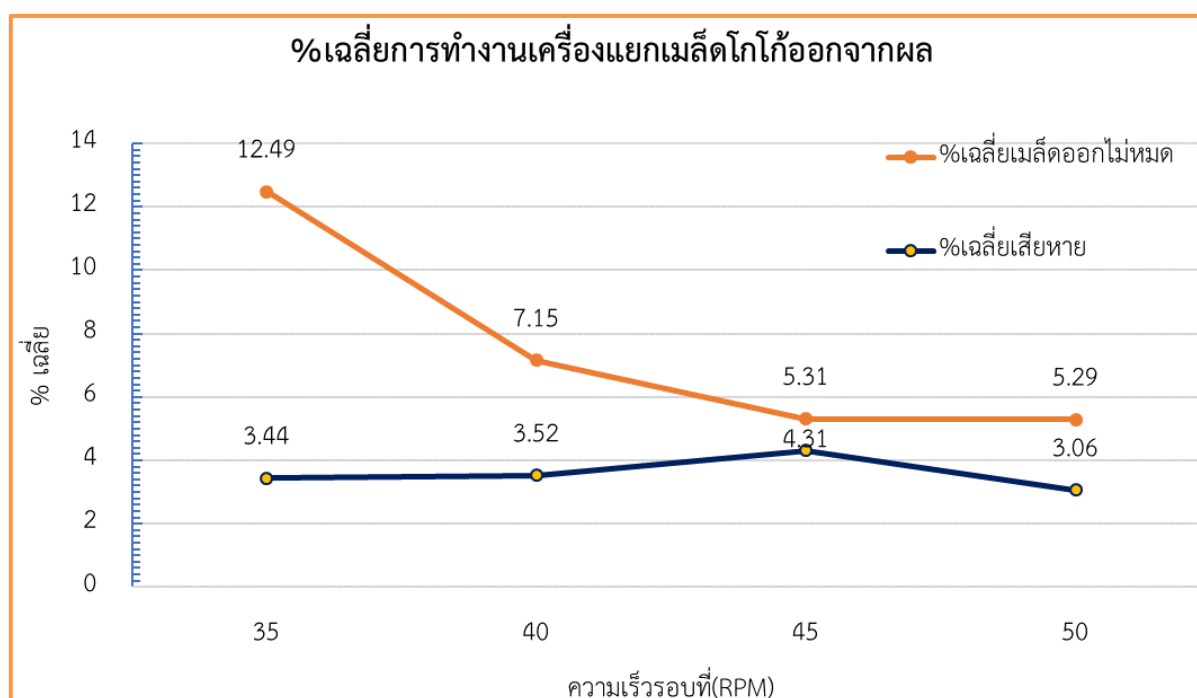


รูปที่ 23 เครื่องต้นแบบแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผลพร้อมทดสอบครั้งที่ 2

หลังจากปรับปรุง ส่วนต่างๆของเครื่องต้นแบบแล้ว จึงทดสอบเก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ ออกจากผล โดยร่วมทดสอบกับผู้ประกอบการครั้งที่ 2 (ตารางที่ 6) ภายใต้เงื่อนไขการทดสอบดังนี้ ดำเนินการ ทดสอบจำนวน ครั้ง ๆ ละ 45 กิโลกรัมและมีจำนวน 126 ผล ผลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 68-95 มิลลิเมตร โดยใช้ความเร็วในการผ่า 29 ผลต่อนาที ใช้แรงงานคน 1 คนในการควบคุมการทำงานของเครื่อง และกำหนดความเร็วรอบการหมุนของตะแกรงแยกเมล็ดโกโก้ จำนวน 4 ระดับ คือ 35, 40, 45 และ 50 รอบต่อนาที ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้

ความเร็วรอบที่ (RPM)	ทางออกท้ายเครื่อง		ผ่านตะแกรงแยกเมล็ด				กระแสไฟฟ้า (A)	เวลาที่ ใช้ (วินาที)
	เปลือก (กก.)	เมล็ด (กก.)	รวม ทั้งหมด (กก.)	เมล็ดดี (กก.)	เศษ เปลือก (สิ่ง สกปรก) (กก.)	เมล็ด เสียหาย (กก.)		
35	32.1	1.401	11.28	10.392	0.432	0.384	2.66	332
	32.1	1.572	11.16	10.284	0.456	0.42	2.64	332
	32.1	1.425	10.992	10.14	0.444	0.408	2.7	337
40	32.1	0.657	11.325	10.524	0.507	0.219	2.8	327
	32.1	0.984	11.601	10.488	0.54	0.516	2.7	326
	32.1	0.792	11.646	10.548	0.522	0.465	2.68	326
45	29.7	0.411	12.9	11.748	0.513	0.518	2.4	324
	30.75	0.945	12.95	11.394	0.765	0.624	2.71	325
	29.1	0.648	13.827	12.63	0.699	0.48	2.3	324
50	29.55	0.921	13.008	11.94	0.552	0.46	2.62	325
	31.35	0.568	12.909	11.678	0.724	0.324	2.92	324
	29.1	0.53	13.815	12.51	0.746	0.384	3.03	324



รูปที่ 24 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการทำงานเครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล

จากการทดสอบพบว่า ที่ความเร็วรอบของตะแกรงแยก 45 และ 50 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในการแยกเมล็ดโกโก้เคียงกัน (45 รอบต่อนาทีที่ 94.69 เปอร์เซ็นต์, 50 รอบต่อนาทีที่ 94.71 เปอร์เซ็นต์) ใช้



กระแสไฟฟ้าน้อยกว่า 50 รอบต่อนาทีจำนวน 0.39 แอมแปร์และการทำงานที่ความเร็วรอบของตะแกรงแยก 45 รอบต่อนาทีนั้นไม่เกิดการสั่นกระโดดอย่างรุนแรงจากแรงเหวี่ยงของผลโกโก้ภายในตะแกรง ซึ่งต่างจากความเร็วน้อยกว่า 50 รอบต่อนาทีเกิดการสั่นกระโดดอย่างรุนแรง แรงสะท้อนจะส่งผลกับชิ้นส่วนอุปกรณ์ตัวเครื่องให้อายุการใช้งานลดลง ดังนั้นจึงเลือกใช้ความเร็วรอบของตะแกรงแยกที่ 45 รอบต่อนาทีเป็นความเร็วรอบที่เหมาะสมในการแยกเมล็ดโกโก้ ผลการทำงานของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ก็ออกจากผลร่วมกับผู้ประกอบการ (ตารางที่ 6) ใช้แรงงาน 1 คนพบว่า ความสามารถในการแยกเมล็ดโกโก้ 1,400 ผลต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเมล็ดเสียหายจากการผ่าผล 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเศษเปลือกที่ติดไปกับเมล็ดไม่เป็นปัญหา สามารถคัดออกในกระบวนการตากแห้งเมล็ด



รูปที่ 25 เมล็ดโกโก้หลังจากผ่านเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล



รูปที่ 26 เมล็ดโกโก้ที่เสียหายหลังผ่านเครื่อง รูปที่ 27 สิ่งเจือปนหลังผ่านเครื่อง(เศษเปลือก, พวงเมล็ด)

4. ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพและปริมาณการแยกเปลือกกับเมล็ดโกโก้ ด้วยวิธีเดิมคือการใช้แรงงานคน แยกกับวิธีใช้เครื่องต้นแบบและวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ผลการทดสอบเก็บข้อมูลการใช้แรงงานคนในการแยกเมล็ดโกโก้จากผล (ตารางที่ 7) ภายใต้เงื่อนไขการทดสอบ คือ ดำเนินการทดสอบจำนวน ครั้งๆ ละ 30 กิโลกรัม ผลโกโก้ที่ใช้ทดสอบในแต่ละการทดลอง 30 กิโลกรัม หรือจำนวน 84 ผล ขนาด 68-95 มิลลิเมตร ใช้แรงงานคน 2 คนในการแยกเมล็ดโกโก้ ผลการทดสอบเปรียบเทียบการแยกเมล็ดโกโก้ด้วยแรงงานคนและเครื่องต้นแบบ โดยพิจารณาในเรื่องคุณภาพของเมล็ดโกโก้ หลังแยกและความสามารถในการทำงาน

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบการทำงานของแรงงานคนในการแยกเมล็ดโกโก้จากผล

ครั้งที่	เปลือก (กก.)	เมล็ด (กก.)	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	22	8.4	708
2	21	8.6	608
3	21	8.6	626
เฉลี่ย			647



รูปที่ 28 การแยกเมล็ดโกโก้จากการใช้แรงงานคน

จากการทดสอบวิธีการใช้แรงงานคนในการแยกเมล็ดโกโก้จากผล โดยใช้แรงงานคน 2 คนพบว่าการใช้แรงงานคนไม่มีเศษเปลือกและเมล็ดเสียหาย ความสามารถในการแยก 504 ผลต่อชั่วโมง

ผลการเปรียบเทียบระหว่างการใช้แรงงานคนแยกเมล็ดโกโก้กับการใช้เครื่องต้นแบบ พบว่าเครื่องต้นแบบมีความสามารถในการทำงานมากกว่าการใช้แรงงานคนคัดแยกเมล็ด 2.7 เท่า (แรงงาน 504 ผลต่อชั่วโมง ,เครื่องต้นแบบ 1,400 ผลต่อชั่วโมง) ด้านคุณภาพการใช้แรงงานคนไม่มีความเสียหายต่อเมล็ด ซึ่งต่างจากการใช้เครื่องต้นแบบที่มีความเสียหายต่อเมล็ด 4 %ของเมล็ดหลังการคัด ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเครื่องต้นแบบประมาณ 600 วัตต์ต่อชั่วโมง(2.71A x 220V) ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและจุดคุ้มทุนของการใช้งานเครื่องคัดแยกเมล็ดโกโก้ที่คำนวณโดยการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (ผนวก 1) พบว่า ต้นทุนค่าใช้จ่ายของการคัดแยกเมล็ดโกโก้ด้วยเครื่อง 84 บาท/กิโลกรัม มีจุดคุ้มทุนในการใช้งาน เมื่อใช้คัดแยกเมล็ดโกโก้ 6.05 ต้น/ปี มีระยะเวลาคืนทุน 2 ปี ที่อัตราผลตอบแทนเงินลงทุนของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล 67.75 เปอร์เซ็นต์/ปี

5. จัดทำรายงานผลการวิจัยและเผยแพร่สู่กลุ่มเป้าหมาย

เผยแพร่งานวิจัยที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี ให้กับเกษตรกรโครงการไทยนิยมยั่งยืน วันที่ 1-3 สิงหาคม 2561



รูปที่ 29 เผยแพร่งานวิจัยที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี ให้กับเกษตรกรโครงการไทยนิยมยั่งยืน

เผยแพร่งานวิจัยที่งานพืชสวนก้าวหน้า ครั้งที่ 15 วันที่ 14-16 ธันวาคม 2561 ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี



รูปที่ 30 เผยแพร่งานวิจัยงานพืชสวนก้าวหน้า ครั้งที่ 15 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

อภิปรายผล

เครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผลผู้วิจัยเลือกความเร็วรอบของตะแกรงแยกที่ 45 รอบต่อนาทีเป็นความเร็วรอบที่เหมาะสมในการแยกเมล็ดโกโก้ เพราะมีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในการแยกเมล็ดโกโก้เคียงกัน (45 รอบต่อนาทีที่ 94.69 %, 50 รอบต่อนาทีที่ 94.71 %) ใช้กระแสไฟฟ้าน้อยกว่า 50 รอบต่อนาทีจำนวน 0.39 แอมแปร์ และการทำงานของเครื่องนั้นไม่เกิดการสั่นกระโดดอย่างรุนแรงจากแรงเหวี่ยงของผลโกโก้ภายในตะแกรง ซึ่งความเร็วรอบของตะแกรงแยกที่ 50 รอบต่อนาทีเกิดการสั่นกระโดดอย่างรุนแรง แรงสะเทือนจะส่งผลกับ

ชิ้นส่วนอุปกรณ์ตัวเครื่องให้อายุการใช้งานลดลง ความสามารถในการแยกเมล็ดโกโก้ประมาณ 1,400 ผลต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเมล็ดเสียหายจากการผ่าผลประมาณ 4 % ส่วนปริมาณเศษเปลือกที่ติดไปกับเมล็ดไม่เป็นปัญหา สามารถคัดออกในกระบวนการตากแห้งเมล็ด

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เครื่องแยกเมล็ดโกโก้ที่ออกแบบและพัฒนาโดยศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี ประกอบด้วยชุดผ่าผลโกโก้และชุดแยกเมล็ด ที่มีมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลัง มีความเหมาะสมใช้งานกับผลโกโก้ขนาด 68-95 มิลลิเมตร มีความสามารถในการทำงาน 1,400 ผลต่อชั่วโมง มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 600 วัตต์ต่อชั่วโมง ผลการทดสอบเปรียบเทียบ พบว่า เครื่องต้นแบบมีความสามารถในการทำงานมากกว่าการใช้แรงงานคนคัดแยกเมล็ด 2.7 เท่า (แรงงาน 504 ผลต่อชั่วโมง) แต่คุณภาพของเมล็ดหลักการแยกโดยมีความเสียหายมากกว่าการแยกเมล็ดด้วยแรงงานคน 4 % ซึ่งเป็นค่าที่ผู้ประกอบการยอมรับได้ และมีต้นทุนการใช้งานเครื่องแยกผลโกโก้ 84 บาทต่อกิโลกรัม มีจุดคุ้มทุนของการใช้งานเครื่องคัดแยกเมล็ดโกโก้ 6.05 ต้นต่อปี และมีระยะเวลาคืนทุน 2 ปี ที่อัตราผลตอบแทนเงินลงทุนของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ที่ออกแบบจากผล 67.75 เปอร์เซ็นต์ต่อปี

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

1. ผลการวิจัยของโครงการนี้ ทำให้ได้แบบและต้นแบบเครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผลที่สามารถนำมาใช้ทดแทนแรงงาน ลดเวลาและเพิ่มกำลังการผลิตในขั้นตอนการแยกเมล็ดโกโก้จากผลสด นอกจากนี้การใช้เครื่องต้นแบบจะสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของการแยกเมล็ดโกโก้จากผลสดของผู้ประกอบการ และเป็นการแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญในปัจจุบัน

2. ควรมีการนำเครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผลที่วิจัยและพัฒนาขึ้นในโครงการนี้ ไปทำการประยุกต์ใช้กับการคัดแยกสิ่งเจือปนเมล็ดโกโก้ตากแห้ง โดยปรับเปลี่ยนขนาดรูตะแกรงในการคัดแยก

บรรณานุกรม

สิริชัย ส่งเสริมพงษ์. 2536. เครื่องมือแปรรูปเมล็ดโกโก้. เครื่องจักรกลเกษตร 2536. กองเกษตรวิศวกรรม.
กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ : หน้า93-96

S.K. Adzimah and E.K. Asiam.2553. Design of a Cocoa Pod Splitting Machine. Department of
Mechanical Engineering. Faculty of Engineering, Department of Mineral Engineering.
Faculty of Mineral Resources Technology. University of Mines and Technology.
Ghana

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม
เครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล

1) การคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่าย

กำหนดให้

- ราคาเครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล	170,000 บาท
- อายุการใช้งาน	10 ปี
- มูลค่าซาก 1% ของราคาเครื่อง	1,700 บาท
- ค่าซ่อมบำรุงเครื่อง	3,000 บาท/ปี
- อัตราดอกเบี้ยเงินกู้	7 เปอร์เซ็นต์/ปี
- ค่าจ้างแรงงาน	325 บาท/วัน
- ค่าไฟฟ้า	3 บาท/หน่วย

ต้นทุนคงที่

- ค่าเสื่อมราคาเครื่อง

$$\text{สมการค่าเสื่อมราคาเครื่องแบบเส้นตรง} \quad (P-L)/N$$

โดย

$$P = \text{ราคาซื้อเครื่องจักร, บาท}$$

$$L = \text{ราคาซากเครื่องจักร, บาท}$$

$$N = \text{อายุการใช้งาน, ปี}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าเสื่อมราคาของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล} &= (170,000 - 1,700) / 10 && \text{บาท/ปี} \\ &= 16,830 && \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

- ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน

$$\text{สมการค่าดอกเบี้ย} \quad [(P+L)/2] \times (i/100)$$

โดย $i = \text{อัตราดอกเบี้ย/ปี, เปอร์เซ็นต์}$

$$\begin{aligned} \text{ค่าดอกเบี้ยลงทุนเครื่องแยกเมล็ดโกโก้จากผล} &= [(170,000 + 1,700) / 2] \times (8/100) && \text{บาท/ปี} \\ &= 5,890.50 && \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้นต้นทุนคงที่รวม} &= \text{ค่าเสื่อมราคาเครื่อง} + \text{ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน} \\
 &= 16,830 + 5,890.50 \quad \text{บาท/ปี} \\
 &= 22,720.50 \quad \text{บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

ต้นทุนผันแปร

- ค่าวัตถุดิบผลโกโก้สด 6,000 กิโลกรัม/เดือน แยกเมล็ดทำแห้งตลอดปี

ผลโกโก้สด 8 บาท/กิโลกรัม

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้นต้นทุนค่าวัตถุดิบต่อปี} &= 8 \text{ บาท/กิโลกรัม} \times 6,000 \text{ กิโลกรัม/เดือน} \times 12 \text{ เดือน} \\
 &= 576,000 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

- ค่าแรงงานคุมเครื่อง 1 คน/วัน คนละ 325 บาท/คน

จากการทำงานของเครื่องได้ 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ,ครั้งการผลิต 3,000 กิโลกรัมผลสดต่อ 15 วัน

$$= 3,000 \text{ กิโลกรัม} / 500 \text{ กิโลกรัมต่อชั่วโมง}$$

เครื่องใช้เวลาทำงาน = 6 ชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้นต้นทุนค่าแรงงาน} &= 1 \text{ คน/วัน} \times [(325 \times 6) / 8] \text{ บาท/คน} \times 2 \text{ ครั้งต่อเดือน} \times 12 \text{ เดือน} \\
 &= 5,850 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

- ค่าไฟฟ้า

$$\text{จากความสัมพันธ์ } P = I \times V$$

โดย $P =$ กำลังไฟฟ้า ,วัตต์

$I =$ กระแสไฟฟ้า, แอมแปร์

$V =$ ความต่างศักย์ไฟฟ้า, โวลต์

ห้องอบอุณหภูมิสูงใช้มอเตอร์ 1 แรงม้า 220 โวลต์ทำงาน 6 ชั่วโมง/วัน ใช้พลังงานไฟฟ้า 2.71 แอมแปร์

ดังนั้นใช้พลังงานไฟฟ้า

$$P = 2.71 \times 220 \quad \text{วัตต์}$$

$$= 0.6 \quad \text{กิโลวัตต์}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ทำงานครั้งละ 6 ชั่วโมง} &= 0.6 \times 6 && \text{กิโลวัตต์} \times \text{ชั่วโมง/วัน} \\
 &= 3.6 && \text{กิโลวัตต์} \times \text{ชั่วโมง/วัน} \\
 &= 3.6 && \text{หน่วย/วัน}
 \end{aligned}$$

คิดค่าไฟฟ้า หน่วยละ 3 บาท

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น ต้นทุนค่าไฟฟ้า} &= 3.6 \text{ หน่วย/วัน} \times 3 \text{ บาท/หน่วย} \times 2 \text{ ครั้ง/เดือน} \times 12 \text{ เดือน/ปี} \\
 &= 259.20 && \text{บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

- ค่าซ่อมบำรุง

$$\begin{aligned}
 \text{คิดคงที่} &= 3,000 && \text{บาท/ปี} \text{ ตลอดอายุการใช้งาน}
 \end{aligned}$$

ดังนั้นต้นทุนผันแปรรวม

$$= (576,000 + 5,850 + 259.20) \text{ บาท/ปี}$$

$$= 582,109.20 \text{ บาท/ปี}$$

ดังนั้นต้นทุนรวมทั้งหมด

$$= 22,720.50 + 582,109.20 \text{ บาท/ปี}$$

$$= 604,829.70 \text{ บาท/ปี}$$

ระยะเวลา 1 ปี เครื่องแยกเมล็ดโกโก้สามารถทำงานได้ = 60 กิโลกรัมเมล็ดแห้ง/วัน \times 12 เดือน/ปี

$$= 7,200 \text{ กิโลกรัมเมล็ดแห้ง/ปี}$$

ดังนั้น ต้นทุนค่าใช้จ่ายของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ = $(604,829.70 \text{ บาท/ปี}) / (7,200 \text{ กิโลกรัมเมล็ดแห้ง/ปี})$

$$= 84 \text{ บาท/กิโลกรัมเมล็ดแห้ง}$$

2) การคำนวณจุดคุ้มทุนการใช้เครื่องแยกเมล็ดโกโก้

- ราคาขายเมล็ดโกโก้แห้ง 100 บาท/กิโลกรัม

- เครื่องสามารถแยกเมล็ดโกโก้สำหรับทำแห้งได้ 7,200 กิโลกรัม/ปี

ดังนั้นเกษตรกรมีรายได้

$$= 100 \text{ บาทต่อกิโลกรัม} \times 7,200 \text{ กิโลกรัม/ปี}$$

$$= 720,000 \text{ บาท/ปี}$$

เกษตรกรมีกำไรจากการแยกเมล็ดโกโก้เพื่อทำแห้ง

$$= 720,000 - 604,829.70 \text{ บาท/ปี}$$

$$= 115,170.30 \text{ บาท/ปี}$$

- หากจุดคุ้มทุนจากการแยกเมล็ดโกโก้ด้วยเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล , รายรับ = ต้นทุนค่าใช้จ่าย

ดังนั้นได้ว่า $100 \text{ บาท/กิโลกรัม} \times N \text{ กิโลกรัม/ปี} = 84 \text{ บาท/กิโลกรัม} \times 7,200 \text{ กิโลกรัม/ปี}$

$$N = \text{ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุน , กิโลกรัม/ปี}$$

$$= (84 \times 7,200) / 100 \text{ กิโลกรัม/ปี}$$

$$= 6,048 \text{ กิโลกรัม/ปี}$$

ดังนั้นจุดคุ้มทุนการใช้เครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล = 6,048 กิโลกรัม/ปี

3) การคำนวณระยะเวลาคืนทุนของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล

ระยะเวลาคืนทุนหาได้จากความสัมพันธ์, $\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \text{ราคาเครื่อง/มูลค่าเพิ่ม}$

$$= (170,000 \text{ บาท}) / (115,170.30 \text{ บาท/ปี})$$

$$= 1.48 \text{ ปี}$$

ดังนั้นระยะเวลาคืนทุนเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล = 2 ปี

4) การคำนวณอัตราผลตอบแทนเงินลงทุนของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล

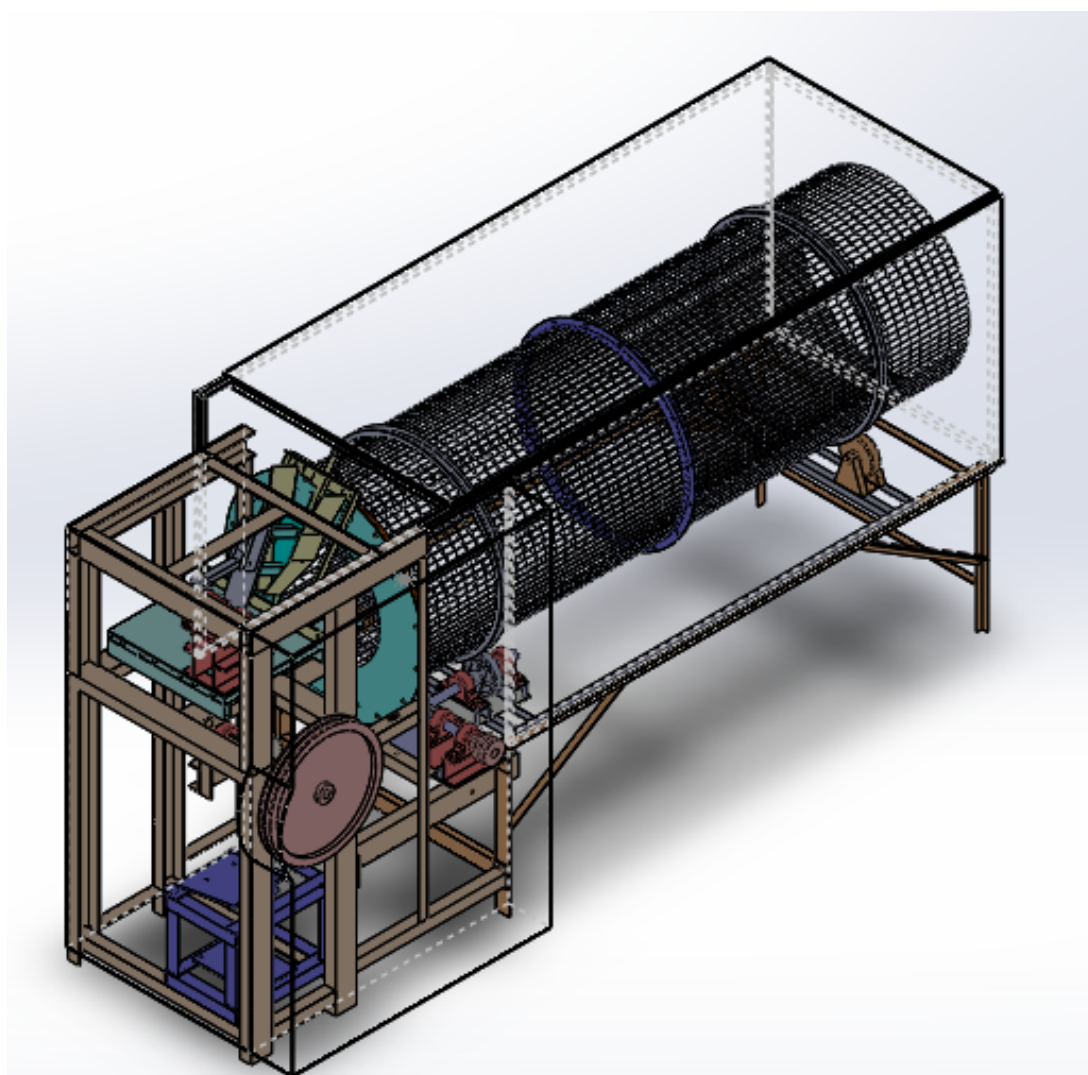
อัตราผลตอบแทนเงินลงทุนหาได้จากความสัมพันธ์,

$$\text{อัตราผลตอบแทนเงินลงทุน} = (\text{มูลค่าเพิ่ม/ราคาเครื่อง}) \times 100 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

$$= ((115,170.30 \text{ บาท/ปี}) / 170,000 \text{ บาท}) \times 100 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

ดังนั้นอัตราผลตอบแทนเงินลงทุนของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล = 67.75 เปอร์เซ็นต์/ปี

ภาคผนวก ข. แบบทางวิศวกรรม



ภาคผนวก ค. ข้อมูลต่างๆ

ตารางที่ 1 ข้อมูลขนาดผลและเมล็ดโกโก้ (พันธุ์ลูกผสมชุมพร 1) จำนวน 54 ผล

ผล ที่	ขนาดผล (มม.)		ขนาดเมล็ด (มม.)			ผล ที่	ขนาดผล (มม.)		ขนาดเมล็ด (มม.)		
	เส้นผ่าศูนย์กลาง	ความยาว	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา		เส้นผ่าศูนย์กลาง	ความยาว	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา
1	92	167	14	28	11	28	80	156	15	27	9
2	87	175	15	25	10	29	92	140	14	27.5	10
3	84	149	15	27	9	30	95	132	14	26	9
4	86	139	14.5	27	8.5	31	101	160	14	24	10
5	88	158	14	26	8	32	89	168	14	26	8.5
6	91	155	15	27	8.5	33	83	126	15	26	9
7	96	160	14	26	9	34	76	121	15	25	10
8	84	169	15	27	9	35	88	126	14	25	8.5
9	81	141	16	25	9	36	88	143	14	26	8.5
10	90	163	14.5	26	9	37	70	107	14	25	9
11	86	158	14	28	9	38	102	146	14	25	10
12	87	165	15	27	10	39	89	131	14.5	26	8.5
13	97	145	14	24	10	40	90	144	15	27	8.5
14	99	160	14	27	9	41	88	132	14	26	8.5
15	83	154	15	27	8.5	42	102	158	14	24	10
16	85	151	14.5	26	10	43	73	140	15	26	8
17	79	147	16	25	9	44	99	160	14	27	10
18	106	166	14	26	10	45	95	133	14	26	9
19	100	143	14	25	10	46	79	149	16	26	10
20	73	139	15	27	8.5	47	96	148	15	24	9
21	90	145	15	27	8.5	48	88	175	15	26	10
22	80	135	14	25	9	49	95	133	14	26	9
23	78	138	16	25	10	50	101	162	14	25	10
24	82	153	15	27	8.5	51	96	159	14	26	10
25	90	131	15	27	9	52	78	137	16	25	9
26	82	125	15	26	10	53	80	158	15	27	8.5
27	89	134	14.5	27	8.5	54	89	170	14	26	9
ตัวเลขสูงสุด						106	175	16	28	11	

ตารางผลการทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ที่ 35 รอบต่อนาที ครั้งที่ 1

ทางออกท้ายเครื่อง		ผ่านตะแกรงแยกเมล็ด				กระแสไฟฟ้า (A)	เวลาที่ใช้ (วินาที)
เปลือก (กก.)	เมล็ด (กก.)	รวม ทั้งหมด (กก.)	เมล็ดดี (กก.)	เศษเปลือก (สิ่ง สกปรก) (กก.)	เมล็ด เสียหาย (กก.)		
32.1	1.401	11.28	10.392	0.432	0.384	2.66	332

ผล ที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
1	78	77	170
2	78	83	130
3	72	73	135
4	71	69	170
5	81	82	190
6	77	75	152
7	79	77	180
8	76	77	190
9	75	75	170
10	78	77	170
11	84	82	180
12	75	74	165
13	71	71	160
14	74	77	155
15	70	70	130
16	70	72	130
17	69	70	162
18	74	76	156
19	83	78	180
20	82	85	160
21	78	80	197
22	86	87	180
23	70	69	130

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
24	76	76	135
25	71	71	170
26	71	73	150
27	75	83	190
28	80	79	170
29	75	75	170
30	76	76	140
31	83	82	150
32	76	74	172
33	73	72	170
34	72	70	125
35	78	83	130
36	82	80	170
37	72	73	135
38	79	77	180
39	76	77	190
40	77	75	150
41	84	83	175
42	83	83	165
43	71	75	161
44	79	77	179
45	71	73	150
46	72	73	135

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
47	71	71	170
48	83	82	150
49	75	76	170
50	72	70	125
51	82	82	151
52	75	83	190
53	80	78	171
54	70	73	150
55	71	70	159
56	70	70	160
57	74	75	156
58	73	72	168
59	71	71	170
60	76	73	172
61	84	78	180
62	84	82	174
63	70	73	150
64	72	70	125
65	73	72	170
66	84	82	180
67	86	87	179
68	70	69	130
69	84	82	180

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
70	78	77	170
71	78	83	130
72	72	73	135
73	73	72	168
74	81	80	195
75	76	75	134
76	71	73	150
77	76	74	172
78	86	88	180
79	86	87	182
80	71	68	160
81	74	77	156
82	71	70	126
83	76	74	171
84	70	73	150
85	72	70	160
86	83	82	180
87	75	83	190
88	75	74	165
89	69	72	160
90	77	75	151
91	71	73	150
92	81	82	198
93	70	73	152
94	71	75	161
95	79	77	179
96	70	70	130
97	76	76	139
98	81	85	160

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความยาว (L)
99	80	78	171
100	83	86	165
101	76	75	134
102	84	83	175
103	72	75	170
104	73	70	126
105	72	73	135
106	71	69	170
107	82	80	151
108	78	82	134
109	80	78	171
110	70	73	150
111	76	74	171
112	73	72	168
113	76	75	134
114	78	82	195
115	72	73	135
116	71	69	170
117	75	83	190
118	72	70	160
119	74	75	156
120	71	70	126
121	83	82	180
122	78	82	134
123	82	71	180
124	76	79	142
125	76	76	135
126	71	70	151

ตารางผลการทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ที่ 35 รอบต่อนาที ครั้งที่ 2

ทางออกท้ายเครื่อง		ผ่านตะแกรงแยกเมล็ด				กระแสไฟฟ้า (A)	เวลาที่ใช้ (วินาที)
เปลือก (กก.)	เมล็ด (กก.)	รวม ทั้งหมด (กก.)	เมล็ดดี (กก.)	เศษเปลือก (สิ่ง สกปรก) (กก.)	เมล็ด เสียหาย (กก.)		
32.1	1.572	11.16	10.284	0.456	0.42	2.64	332

ผล ที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
1	84	83	175
2	68	68	153
3	79	79	169
4	72	70	125
5	70	70	160
6	77	75	150
7	75	74	165
8	75	75	170
9	80	83	175
10	70	70	130
11	76	76	140
12	82	85	160
13	76	74	172
14	76	79	160
15	78	76	152
16	68	68	145
17	77	75	135
18	81	83	168
19	83	83	165
20	77	76	175
21	83	82	150
22	73	72	170
23	73	73	155

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
24	71	75	160
25	73	65	150
26	71	70	151
27	76	79	142
28	76	76	135
29	82	71	180
30	76	72	179
31	77	73	150
32	70	78	152
33	75	72	153
34	82	75	185
35	77	75	150
36	75	75	142
37	77	77	190
38	76	79	142
39	77	73	150
40	75	72	153
41	79	77	180
42	76	77	190
43	71	70	130
44	83	85	175
45	75	75	150
46	73	73	150

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
47	70	68	165
48	79	77	184
49	83	82	150
50	77	76	135
51	70	69	130
52	84	82	180
53	83	83	180
54	83	85	160
55	79	77	180
56	73	86	179
57	83	83	160
58	72	70	130
59	70	69	140
60	71	70	150
61	71	71	150
62	73	72	145
63	70	70	150
64	82	80	170
65	86	86	170
66	91	85	175
67	73	84	150
68	73	83	161
69	84	80	170

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
70	78	83	130
71	76	71	174
72	75	84	171
73	83	75	135
74	82	76	159
75	81	82	188
76	76	72	155
77	76	74	132
78	78	71	130
79	77	72	170
80	71	70	130
81	73	72	145
82	77	76	150
83	77	78	150
84	70	79	125
85	71	75	178
86	77	70	170
87	76	77	188
88	83	72	156
89	73	83	170
90	73	81	162
91	75	76	172
92	77	77	184
93	76	74	171
94	71	70	126
95	71	83	171
96	81	76	144
97	77	76	136
98	76	72	175

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความยาว (L)
99	70	71	130
100	68	82	190
101	75	75	135
102	73	68	144
103	74	84	132
104	73	70	125
105	78	75	172
106	81	81	193
107	78	79	154
108	77	77	140
109	77	77	165
110	80	79	170
111	70	73	150
112	71	71	160
113	74	77	155
114	83	83	180
115	75	83	190
116	70	68	165
117	83	82	150
118	71	75	160
119	77	77	178
120	71	71	150
121	78	71	125
122	87	79	180
123	72	83	170
124	77	71	180
125	82	71	180
126	70	80	130

ตารางผลการทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ที่ 35 รอบต่อนาที ครั้งที่ 3

ทางออกท้ายเครื่อง		ผ่านตะแกรงแยกเมล็ด				กระแสไฟฟ้า (A)	เวลาที่ใช้ (วินาที)
เปลือก (กก.)	เมล็ด (กก.)	รวม ทั้งหมด (กก.)	เมล็ดดี (กก.)	เศษเปลือก (สิ่ง สกปรก) (กก.)	เมล็ด เสียหาย (กก.)		
32.1	1.425	10.992	10.14	0.444	0.408	2.7	337

ผล ที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
1	71	71	170
2	81	81	200
3	70	69	130
4	77	75	150
5	71	70	130
6	75	75	170
7	76	79	160
8	78	76	152
9	68	68	145
10	78	83	130
11	83	85	160
12	76	80	170
13	91	85	175
14	83	85	175
15	76	76	135
16	86	87	180
17	70	69	130
18	77	75	150
19	86	86	170
20	78	83	130
21	83	85	160
22	76	76	135
23	78	79	154

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
24	77	75	135
25	83	83	165
26	81	81	193
27	78	83	130
28	83	85	160
29	76	80	170
30	72	70	130
31	83	78	180
32	82	80	170
33	83	82	150
34	70	69	140
35	83	83	160
36	78	76	152
37	68	68	145
38	77	76	175
39	81	83	168
40	71	70	150
41	79	77	190
42	73	73	155
43	71	70	130
44	73	76	165
45	77	79	155
46	82	85	160

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
47	90	85	175
48	84	80	169
49	77	74	150
50	73	72	172
51	79	83	130
52	78	75	135
53	83	80	165
54	80	83	168
55	78	83	131
56	68	68	140
57	76	80	172
58	79	80	169
59	83	86	175
60	76	74	132
61	81	80	190
62	73	72	144
63	81	83	165
64	79	77	170
65	77	75	175
66	77	77	164
67	73	72	144
68	76	79	154
69	81	81	194

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
70	73	73	156
71	70	68	140
72	73	65	150
73	71	70	132
74	72	70	130
75	72	70	150
76	75	74	150
77	77	76	122
78	82	80	169
79	70	68	166
80	86	88	172
81	83	84	160
82	83	82	151
83	83	84	178
84	71	75	161
85	80	77	188
86	77	75	151
87	71	70	172
88	76	79	170
89	90	85	175
90	70	69	132
91	73	72	172
92	81	80	192
93	81	83	168
94	77	80	170
95	77	77	187
96	84	82	182
97	78	83	133
98	79	76	178

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความยาว (L)
99	76	77	184
100	75	73	153
101	83	85	176
102	76	76	135
103	71	69	130
104	83	83	165
105	73	72	145
106	85	82	180
107	76	79	142
108	71	69	130
109	83	86	160
110	90	85	175
111	76	74	172
112	83	86	160
113	76	79	170
114	75	77	172
115	76	79	158
116	78	76	150
117	77	76	173
118	83	85	162
119	90	85	173
120	71	71	148
121	83	80	165
122	83	81	150
123	70	74	150
124	73	73	152
125	71	71	148
126	78	81	192

ตารางผลการทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ที่ 40 รอบต่อนาที ครั้งที่ 1

ทางออกท้ายเครื่อง		ผ่านตะแกรงแยกเมล็ด				กระแสไฟฟ้า (A)	เวลาที่ใช้ (วินาที)
เปลือก (กก.)	เมล็ด (กก.)	รวม ทั้งหมด (กก.)	เมล็ดดี (กก.)	เศษเปลือก (สิ่ง สกปรก) (กก.)	เมล็ด เสียหาย (กก.)		
32.1	0.657	11.325	10.524	0.507	0.219	2.8	327

ผล ที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
1	78	79	154
2	75	75	150
3	84	83	175
4	81	81	200
5	70	70	160
6	73	65	150
7	77	76	125
8	72	70	125
9	76	74	172
10	71	71	170
11	71	70	130
12	70	69	130
13	77	75	150
14	75	75	170
15	81	83	168
16	83	82	150
17	77	73	150
18	75	72	153
19	83	83	180
20	68	68	145
21	77	76	175
22	83	85	175
23	77	77	165

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
24	76	79	160
25	78	76	152
26	79	79	169
27	80	83	175
28	68	68	153
29	79	77	190
30	91	85	175
31	78	77	170
32	76	76	135
33	71	71	150
34	81	83	168
35	77	76	175
36	77	77	165
37	81	81	190
38	72	70	125
39	76	74	172
40	73	72	145
41	81	78	200
42	83	83	165
43	75	69	156
44	78	72	153
45	78	80	157
46	83	83	158

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
47	76	75	140
48	81	78	142
49	72	70	160
50	78	81	164
51	81	77	158
52	70	73	155
53	75	84	174
54	79	73	172
55	73	68	130
56	77	72	161
57	76	70	180
58	77	76	151
59	70	82	177
60	72	83	171
61	75	73	150
62	72	73	163
63	76	71	156
64	82	83	170
65	75	77	164
66	83	73	130
67	76	80	132
68	86	86	170
69	83	83	162

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
70	84	80	170
71	73	73	154
72	70	68	140
73	71	70	154
74	81	77	185
75	70	68	150
76	77	76	125
77	72	70	130
78	71	70	133
79	71	71	148
80	73	72	145
81	73	73	152
82	75	75	150
83	70	70	150
84	82	80	168
85	83	82	152
86	70	73	178
87	72	76	150
88	68	74	160
89	70	76	170
90	71	76	160
91	70	70	150
92	77	75	155
93	75	80	142
94	85	82	184
95	74	78	151
96	70	76	128
97	74	76	170
98	70	72	172

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความยาว (L)
99	80	78	170
100	70	73	148
101	71	73	160
102	74	77	156
103	70	70	130
104	76	76	142
105	82	85	160
106	75	74	164
107	70	70	153
108	77	75	150
109	84	80	175
110	75	75	165
111	72	70	127
112	76	74	170
113	76	79	165
114	78	76	152
115	68	69	145
116	77	75	135
117	81	83	167
118	83	83	165
119	77	76	174
120	77	77	166
121	80	81	190
122	78	79	153
123	79	77	168
124	80	83	175
125	68	73	153
126	78	75	170

ตารางผลการทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ที่ 40 รอบต่อนาที ครั้งที่ 2

ทางออกท้ายเครื่อง		ผ่านตะแกรงแยกเมล็ด				กระแสไฟฟ้า (A)	เวลาที่ใช้ (วินาที)
เปลือก (กก.)	เมล็ด (กก.)	รวม ทั้งหมด (กก.)	เมล็ดดี (กก.)	เศษเปลือก (สิ่ง สกปรก) (กก.)	เมล็ด เสียหาย (กก.)		
32.1	0.984	11.601	10.488	0.54	0.516	2.7	326

ผล ที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
1	79	77	190
2	75	75	150
3	68	68	145
4	84	83	175
5	76	79	160
6	70	70	160
7	81	81	200
8	72	70	125
9	76	74	172
10	71	71	170
11	70	69	130
12	78	76	152
13	75	74	165
14	82	85	160
15	75	75	170
16	76	79	160
17	84	83	175
18	72	70	125
19	70	70	160
20	81	83	168
21	77	76	175
22	78	79	154
23	77	75	135

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
24	83	83	165
25	81	81	193
26	78	83	130
27	83	85	160
28	75	75	170
29	91	85	175
30	83	85	175
31	76	76	135
32	81	81	200
33	77	77	165
34	79	79	169
35	83	83	165
36	77	76	175
37	76	80	170
38	81	81	193
39	78	77	170
40	79	79	169
41	78	79	154
42	77	75	150
43	73	69	150
44	77	76	126
45	72	70	134
46	71	71	153

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
47	73	74	152
48	70	68	150
49	80	77	188
50	75	76	150
51	72	70	130
52	81	85	160
53	76	74	165
54	70	69	160
55	84	81	174
56	75	73	168
57	72	70	128
58	76	74	176
59	85	87	184
60	71	69	130
61	77	74	150
62	82	78	180
63	78	82	130
64	83	85	163
65	76	76	136
66	91	85	177
67	72	73	138
68	71	69	170
69	76	80	173

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
70	83	85	173
71	77	76	127
72	72	70	132
73	72	70	130
74	71	71	148
75	73	72	144
76	81	84	168
77	83	83	165
78	77	76	174
79	77	77	163
80	81	83	190
81	78	79	156
82	79	78	169
83	78	77	171
84	72	75	151
85	76	73	158
86	76	73	156
87	78	74	131
88	82	82	161
89	69	72	147
90	72	77	166
91	82	82	170
92	83	83	146
93	76	78	170
94	80	73	176
95	77	74	164
96	80	76	140
97	75	72	155
98	73	70	128

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความยาว (L)
99	71	75	175
100	81	82	188
101	77	76	137
102	73	70	128
103	80	73	170
104	80	78	177
105	76	80	132
106	73	69	135
107	80	77	170
108	76	70	178
109	78	77	169
110	73	77	150
111	69	72	166
112	71	69	164
113	77	74	151
114	70	74	150
115	78	83	172
116	77	73	180
117	78	76	134
118	75	80	168
119	77	77	160
120	76	73	141
121	73	82	135
122	75	78	135
123	80	84	170
124	76	73	180
125	82	76	171
126	75	80	150

ตารางผลการทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ที่ 40 รอบต่อนาที ครั้งที่ 3

ทางออกท้ายเครื่อง		ผ่านตะแกรงแยกเมล็ด				กระแสไฟฟ้า (A)	เวลาที่ใช้ (วินาที)
เปลือก (กก.)	เมล็ด (กก.)	รวม ทั้งหมด (กก.)	เมล็ดดี (กก.)	เศษเปลือก (สิ่ง สกปรก) (กก.)	เมล็ด เสียหาย (กก.)		
32.1	0.792	11.646	10.548	0.522	0.465	2.68	326

ผล ที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
1	79	77	190
2	75	75	150
3	86	87	180
4	82	85	160
5	75	74	165
6	70	70	160
7	84	83	175
8	72	70	125
9	76	74	172
10	71	71	170
11	81	80	190
12	70	69	130
13	77	75	150
14	71	70	130
15	75	75	170
16	76	79	160
17	78	76	152
18	68	68	145
19	77	76	175
20	81	83	168
21	77	77	165
22	78	79	154
23	77	75	135

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
24	83	83	165
25	81	81	193
26	78	83	130
27	83	85	160
28	76	80	170
29	91	85	175
30	83	85	175
31	76	76	135
32	71	71	150
33	73	72	145
34	81	83	168
35	83	83	165
36	77	76	175
37	77	77	165
38	81	81	193
39	78	79	154
40	79	79	169
41	81	81	200
42	78	77	170
43	85	87	178
44	82	85	162
45	75	74	164
46	70	72	160

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
47	82	83	176
48	72	70	126
49	76	74	172
50	71	70	172
51	81	80	197
52	71	69	130
53	77	75	151
54	71	70	130
55	75	77	172
56	76	79	158
57	78	76	150
58	68	68	140
59	77	76	173
60	80	83	168
61	73	76	165
62	77	79	155
63	78	75	135
64	83	80	165
65	81	80	190
66	78	83	131
67	83	85	162
68	76	80	172
69	90	85	173

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
70	83	86	175
71	76	74	132
72	71	71	148
73	73	72	144
74	81	83	165
75	83	80	165
76	77	75	175
77	77	77	164
78	78	81	192
79	76	79	154
80	79	80	169
81	81	81	194
82	79	77	170
83	71	70	132
84	71	71	148
85	73	72	144
86	73	73	152
87	75	74	150
88	70	74	150
89	82	80	169
90	83	81	150
91	86	88	172
92	83	84	160
93	72	70	130
94	73	73	156
95	70	68	140
96	72	70	150
97	80	77	188
98	73	65	150

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความยาว (L)
99	77	76	122
100	71	75	161
101	70	68	166
102	83	82	151
103	83	84	178
104	84	80	169
105	70	69	132
106	73	72	172
107	84	82	182
108	78	83	133
109	82	85	160
110	77	80	170
111	90	85	175
112	83	85	176
113	76	76	135
114	77	77	187
115	76	79	142
116	77	74	150
117	75	73	153
118	79	76	178
119	76	77	184
120	71	69	130
121	73	72	172
122	85	82	180
123	79	83	130
124	83	86	160
125	76	79	170
126	90	85	175

ตารางผลการทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ที่ 45 รอบต่อนาที ครั้งที่ 1

ทางออกท้ายเครื่อง		ผ่านตะแกรงแยกเมล็ด				กระแสไฟฟ้า (A)	เวลาที่ใช้ (วินาที)
เปลือก (กก.)	เมล็ด (กก.)	รวม ทั้งหมด (กก.)	เมล็ดดี (กก.)	เศษเปลือก (สิ่ง สกปรก) (กก.)	เมล็ด เสียหาย (กก.)		
29.7	0.411	12.9	11.748	0.513	0.518	2.4	324

ผล ที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
1	77	78	140
2	75	73	130
3	76	78	135
4	77	78	150
5	83	78	180
6	86	87	180
7	70	69	130
8	73	72	170
9	84	82	180
10	78	83	130
11	83	85	160
12	76	80	170
13	91	85	175
14	83	85	175
15	76	76	135
16	72	73	135
17	71	71	170
18	81	81	200
19	78	77	170
20	71	73	150
21	79	80	165
22	80	80	180
23	76	75	150

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
24	73	73	160
25	86	86	170
26	83	83	160
27	84	80	170
28	73	73	155
29	70	69	140
30	71	70	150
31	79	77	190
32	73	65	150
33	77	76	125
34	72	70	130
35	71	70	130
36	71	71	150
37	73	72	145
38	73	73	150
39	75	75	150
40	70	70	150
41	82	80	170
42	83	82	150
43	70	73	180
44	72	75	150
45	68	80	160
46	70	76	170

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
47	71	82	160
48	70	70	150
49	77	75	155
50	75	80	140
51	85	82	190
52	74	78	150
53	70	76	125
54	74	76	170
55	70	72	171
56	74	78	151
57	69	72	162
58	75	70	156
59	83	78	131
60	73	79	170
61	71	73	152
62	76	77	172
63	80	76	178
64	71	74	168
65	70	71	139
66	76	73	158
67	83	80	154
68	76	71	174
69	81	79	180

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
70	76	74	165
71	73	76	171
72	70	77	132
73	83	78	141
74	82	78	132
75	78	77	150
76	80	76	130
77	72	75	130
78	85	82	175
79	80	78	178
80	78	80	136
81	77	76	142
82	80	82	152
83	73	72	160
84	69	72	126
85	71	69	133
86	76	79	139
87	69	74	160
88	78	71	165
89	77	73	160
90	77	72	161
91	77	76	156
92	72	70	170
93	71	70	165
94	71	71	151
95	73	72	179
96	81	83	180
97	83	83	175
98	71	71	170

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความยาว (L)
99	78	77	170
100	73	73	155
101	81	81	200
102	80	80	180
103	76	75	150
104	73	73	160
105	86	86	170
106	70	69	140
107	83	83	160
108	84	80	170
109	71	73	150
110	79	80	165
111	71	74	168
112	76	71	174
113	83	80	154
114	84	80	170
115	71	70	150
116	70	82	178
117	73	65	150
118	79	77	190
119	76	70	179
120	77	76	151
121	71	70	126
122	76	74	171
123	71	83	171
124	73	73	155
125	81	79	180
126	70	69	140

ตารางผลการทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ที่ 45 รอบต่อนาที ครั้งที่ 2

ทางออกท้ายเครื่อง		ผ่านตะแกรงแยกเมล็ด				กระแสไฟฟ้า (A)	เวลาที่ใช้ (วินาที)
เปลือก (กก.)	เมล็ด (กก.)	รวม ทั้งหมด (กก.)	เมล็ดดี (กก.)	เศษเปลือก (สิ่ง สกปรก) (กก.)	เมล็ด เสียหาย (กก.)		
30.75	0.945	12.95	11.394	0.765	0.624	2.71	325

ผล ที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
1	70	68	165
2	83	82	150
3	71	75	160
4	83	83	180
5	75	83	190
6	80	79	170
7	70	73	150
8	71	71	160
9	74	77	155
10	70	70	130
11	76	76	140
12	82	85	160
13	75	74	165
14	70	70	160
15	77	75	150
16	84	83	175
17	75	75	170
18	72	70	125
19	76	74	172
20	76	79	160
21	78	76	152
22	68	68	145
23	77	75	135

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
24	81	83	168
25	83	83	165
26	77	76	175
27	77	77	165
28	81	81	193
29	78	79	154
30	79	79	169
31	80	83	175
32	68	68	153
33	78	75	172
34	77	77	140
35	77	75	150
36	75	75	142
37	77	77	190
38	76	79	142
39	77	73	150
40	75	72	153
41	79	77	180
42	76	77	190
43	71	70	130
44	83	85	175
45	75	75	150
46	73	73	150

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
47	84	82	180
48	83	83	180
49	83	85	160
50	83	82	150
51	73	72	170
52	83	83	160
53	72	70	130
54	70	69	140
55	70	68	165
56	79	77	184
57	83	82	150
58	77	76	135
59	70	69	130
60	71	70	150
61	71	71	150
62	73	72	145
63	70	70	150
64	82	80	170
65	86	86	170
66	73	73	155
67	71	75	160
68	73	65	150
69	84	80	170

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
70	78	83	130
71	91	85	175
72	76	79	142
73	76	76	135
74	82	71	180
75	76	72	179
76	77	73	150
77	75	72	153
78	77	72	170
79	82	73	190
80	71	70	130
81	73	72	145
82	77	76	150
83	73	84	150
84	83	75	135
85	75	84	171
86	76	71	174
87	73	83	161
88	78	71	130
89	71	70	151
90	70	78	152
91	75	76	172
92	77	78	150
93	83	72	156
94	73	83	170
95	76	77	188
96	73	81	162
97	70	79	125
98	87	79	180

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความยาว (L)
99	72	83	170
100	68	82	190
101	77	71	180
102	82	71	180
103	70	80	130
104	70	71	130
105	78	71	125
106	75	75	135
107	77	70	170
108	76	72	175
109	76	74	132
110	77	77	184
111	77	77	178
112	71	71	150
113	79	77	180
114	73	86	179
115	82	76	159
116	81	82	190
117	76	72	155
118	71	70	126
119	71	83	171
120	73	70	125
121	76	74	171
122	74	84	132
123	73	68	144
124	81	76	144
125	77	76	136
126	71	75	178

ตารางผลการทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ที่ 45 รอบต่อนาที ครั้งที่ 3

ทางออกท้ายเครื่อง		ผ่านตะแกรงแยกเมล็ด				กระแสไฟฟ้า (A)	เวลาที่ใช้ (วินาที)
เปลือก (กก.)	เมล็ด (กก.)	รวม ทั้งหมด (กก.)	เมล็ดดี (กก.)	เศษเปลือก (สิ่ง สกปรก) (กก.)	เมล็ด เสียหาย (กก.)		
29.1	0.648	13.827	12.63	0.699	0.48	2.3	324

ผล ที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
1	80	83	175
2	68	68	153
3	81	83	168
4	83	83	165
5	77	76	175
6	77	73	150
7	75	72	153
8	83	83	180
9	75	83	190
10	80	79	170
11	70	70	130
12	76	76	140
13	76	79	160
14	78	76	152
15	68	68	145
16	75	75	142
17	77	77	190
18	76	79	142
19	78	75	172
20	77	77	140
21	70	68	165
22	83	82	150
23	71	75	160

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
24	79	77	180
25	76	77	190
26	81	81	193
27	78	79	154
28	79	79	169
29	70	70	160
30	77	75	150
31	84	83	175
32	77	75	135
33	77	77	165
34	77	75	150
35	70	73	150
36	71	71	160
37	75	75	170
38	72	70	125
39	76	74	172
40	82	85	160
41	75	74	165
42	74	77	155
43	79	77	178
44	76	77	190
45	72	70	131
46	71	71	150

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
47	73	72	145
48	73	73	150
49	75	75	150
50	70	70	150
51	82	80	171
52	83	81	150
53	75	83	190
54	80	79	170
55	70	72	150
56	71	71	160
57	75	77	156
58	70	70	130
59	76	78	140
60	82	85	160
61	75	74	165
62	70	70	161
63	78	75	150
64	84	82	174
65	75	75	170
66	72	69	128
67	76	74	172
68	82	78	180
69	86	87	178

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
70	70	69	130
71	74	72	170
72	85	82	180
73	74	81	130
74	76	77	134
75	72	73	135
76	71	72	168
77	80	81	197
78	78	77	168
79	71	73	150
80	83	82	165
81	79	77	180
82	76	75	191
83	72	73	150
84	72	73	134
85	71	73	168
86	83	81	150
87	72	76	161
88	79	77	178
89	82	82	152
90	76	83	188
91	80	78	171
92	70	73	151
93	71	70	158
94	74	76	157
95	70	72	132
96	69	70	160
97	77	75	155
98	84	81	174

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความยาว (L)
99	75	77	170
100	73	70	126
101	76	73	170
102	84	78	182
103	86	87	180
104	70	68	128
105	75	74	172
106	72	70	127
107	80	77	180
108	76	77	191
109	76	76	138
110	70	69	129
111	73	72	170
112	84	83	180
113	78	83	132
114	73	72	146
115	73	76	150
116	75	73	150
117	70	70	148
118	82	80	168
119	83	82	155
120	86	88	168
121	82	83	160
122	73	70	133
123	73	73	154
124	77	75	156
125	84	81	176
126	75	77	171

ตารางผลการทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ที่ 50 รอบต่อนาที ครั้งที่ 1

ทางออกท้ายเครื่อง		ผ่านตะแกรงแยกเมล็ด				กระแสไฟฟ้า (A)	เวลาที่ใช้ (วินาที)
เปลือก (กก.)	เมล็ด (กก.)	รวม ทั้งหมด (กก.)	เมล็ดดี (กก.)	เศษเปลือก (สิ่ง สกปรก) (กก.)	เมล็ด เสียหาย (กก.)		
29.55	0.921	13.008	11.94	0.552	0.46	2.62	325

ผล ที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
1	77	77	140
2	70	68	165
3	83	82	150
4	71	75	160
5	79	77	180
6	76	77	190
7	71	70	130
8	71	71	150
9	73	72	145
10	73	73	150
11	75	75	150
12	70	70	150
13	82	80	170
14	83	82	150
15	75	83	190
16	80	79	170
17	70	73	150
18	71	71	160
19	74	77	155
20	70	70	130
21	76	76	140
22	82	85	160
23	75	74	165

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
24	70	70	160
25	77	75	150
26	84	83	175
27	75	75	170
28	72	70	125
29	76	74	172
30	83	78	180
31	86	87	180
32	70	69	130
33	73	72	170
34	84	82	180
35	78	83	130
36	76	76	135
37	72	73	135
38	71	71	170
39	81	81	200
40	78	77	170
41	71	73	150
42	83	83	165
43	79	77	180
44	76	77	190
45	71	73	150
46	72	73	135

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
47	71	71	170
48	83	82	150
49	71	75	161
50	79	77	179
51	82	82	151
52	75	83	190
53	80	78	171
54	70	73	150
55	71	70	159
56	74	76	156
57	70	72	130
58	69	70	162
59	77	75	152
60	84	82	174
61	75	76	170
62	72	70	125
63	76	73	172
64	84	78	180
65	86	87	179
66	70	68	130
67	75	75	170
68	72	70	125
69	79	77	180

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
70	76	77	190
71	76	76	135
72	70	69	130
73	73	72	170
74	84	82	180
75	78	83	130
76	72	73	135
77	71	71	170
78	81	80	200
79	78	77	170
80	71	73	150
81	83	82	165
82	83	78	180
83	86	87	182
84	70	73	150
85	76	74	172
86	86	88	180
87	70	69	130
88	73	72	168
89	84	82	180
90	78	83	130
91	76	75	134
92	72	73	135
93	71	69	170
94	81	82	198
95	78	77	170
96	71	73	150
97	83	86	165
98	70	73	152

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความยาว (L)
99	71	68	160
100	74	77	156
101	70	70	130
102	76	76	139
103	81	85	160
104	75	74	165
105	69	72	160
106	77	75	151
107	84	83	175
108	72	75	170
109	73	70	126
110	71	75	161
111	79	77	179
112	82	80	151
113	75	83	190
114	80	78	171
115	70	73	150
116	72	70	160
117	74	75	156
118	73	72	168
119	83	82	180
120	78	82	134
121	76	75	134
122	72	73	135
123	71	69	170
124	81	82	198
125	71	70	126
126	76	74	171

ตารางผลการทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ที่ 50 รอบต่อนาที ครั้งที่ 2

ทางออกท้ายเครื่อง		ผ่านตะแกรงแยกเมล็ด				กระแสไฟฟ้า (A)	เวลาที่ใช้ (วินาที)
เปลือก (กก.)	เมล็ด (กก.)	รวม ทั้งหมด (กก.)	เมล็ดดี (กก.)	เศษเปลือก (สิ่ง สกปรก) (กก.)	เมล็ด เสียหาย (กก.)		
31.35	0.348	12.909	11.838	0.651	0.324	2.92	324

ผล ที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
1	77	76	125
2	72	70	130
3	71	70	130
4	71	71	150
5	73	72	145
6	73	73	150
7	75	75	150
8	70	70	150
9	82	80	170
10	83	82	150
11	86	86	170
12	83	83	160
13	72	70	130
14	73	73	155
15	70	69	140
16	71	70	150
17	79	77	190
18	73	65	150
19	77	76	125
20	71	75	160
21	70	68	165
22	83	82	150
23	83	83	180

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
24	84	80	170
25	70	69	130
26	73	72	170
27	84	82	180
28	78	83	130
29	83	85	160
30	76	80	170
31	91	85	175
32	83	85	175
33	76	76	135
34	77	77	190
35	76	79	142
36	77	73	150
37	75	72	153
38	79	77	180
39	76	77	190
40	71	70	130
41	71	71	150
42	73	72	145
43	77	77	190
44	73	84	150
45	83	75	135
46	77	72	170

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
47	77	76	150
48	73	83	161
49	73	86	179
50	71	70	151
51	82	73	190
52	75	84	171
53	77	78	150
54	82	76	159
55	83	72	156
56	78	71	130
57	73	81	162
58	70	78	152
59	76	71	174
60	72	83	170
61	70	79	125
62	75	76	172
63	82	71	180
64	76	72	179
65	70	71	130
66	73	83	170
67	78	71	125
68	87	79	180
69	68	82	190

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
70	75	75	135
71	70	80	130
72	77	70	170
73	77	71	180
74	76	74	130
75	69	70	135
76	72	69	170
77	82	77	200
78	83	84	170
79	73	75	149
80	71	72	165
81	80	76	180
82	77	84	183
83	73	86	150
84	82	70	172
85	78	75	179
86	87	72	130
87	73	79	168
88	74	76	181
89	88	76	130
90	69	70	134
91	72	73	135
92	82	84	170
93	83	78	198
94	75	72	170
95	73	71	150
96	69	81	164
97	82	78	152
98	77	71	160

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความยาว (L)
99	73	83	156
100	86	83	133
101	73	86	139
102	68	70	160
103	77	76	165
104	70	86	160
105	76	70	151
106	85	73	175
107	74	84	170
108	72	78	126
109	75	76	161
110	83	72	179
111	75	71	151
112	70	81	188
113	75	78	171
114	77	71	150
115	80	83	160
116	83	70	156
117	78	71	168
118	73	74	180
119	70	70	134
120	75	76	132
121	72	81	135
122	82	75	170
123	82	69	197
124	75	77	126
125	73	84	171
126	69	72	132

ตารางผลการทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ที่ 50 รอบต่อนาที ครั้งที่ 3

ทางออกท้ายเครื่อง		ผ่านตะแกรงแยกเมล็ด				กระแสไฟฟ้า (A)	เวลาที่ใช้ (วินาที)
เปลือก (กก.)	เมล็ด (กก.)	รวม ทั้งหมด (กก.)	เมล็ดดี (กก.)	เศษเปลือก (สิ่ง สกปรก) (กก.)	เมล็ด เสียหาย (กก.)		
29.1	0.384	13.815	12.666	0.666	0.384	3.03	324

ผล ที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
1	71	70	150
2	73	72	145
3	73	65	150
4	77	76	125
5	72	70	130
6	71	71	150
7	73	73	150
8	70	70	150
9	79	77	190
10	75	75	150
11	71	70	130
12	82	85	160
13	75	74	165
14	70	68	160
15	84	83	175
16	75	74	170
17	72	70	125
18	76	74	172
19	86	87	180
20	70	69	130
21	77	75	150
22	83	78	180
23	78	83	130

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
24	83	85	160
25	76	76	135
26	91	85	175
27	72	73	135
28	71	71	170
29	76	80	170
30	83	85	175
31	77	76	125
32	72	70	130
33	71	70	130
34	71	71	150
35	73	72	145
36	81	83	168
37	83	83	165
38	77	76	175
39	77	77	165
40	81	81	193
41	78	79	154
42	79	79	169
43	78	77	171
44	72	77	151
45	78	73	158
46	76	73	156

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
47	78	71	131
48	82	82	162
49	69	74	152
50	72	77	174
51	82	82	170
52	83	83	144
53	76	78	172
54	80	73	178
55	77	70	168
56	81	76	139
57	76	72	155
58	73	70	125
59	71	75	178
60	81	82	190
61	77	76	136
62	73	70	130
63	80	73	170
64	80	78	180
65	74	84	132
66	73	68	135
67	80	75	170
68	76	70	180
69	78	77	168

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความ ยาว (L)
70	73	77	149
71	69	72	165
72	71	69	164
73	77	72	151
74	69	74	150
75	76	83	172
76	77	73	178
77	78	71	134
78	75	80	168
79	77	77	166
80	76	73	137
81	73	82	134
82	75	78	135
83	80	87	170
84	76	73	182
85	82	74	171
86	70	88	150
87	75	69	154
88	82	72	152
89	78	82	160
90	83	83	156
91	76	75	138
92	82	78	142
93	72	69	160
94	78	82	165
95	81	77	160
96	70	73	151
97	75	86	175
98	79	73	170

ผลที่	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (D)	ขนาดเส้น ผ่าน ศูนย์กลาง (d)	ความยาว (L)
99	73	68	126
100	77	77	161
101	76	70	179
102	77	76	151
103	70	82	178
104	71	83	171
105	75	75	150
106	72	73	162
107	76	69	156
108	82	83	170
109	75	77	166
110	83	73	134
111	76	86	132
112	77	78	135
113	81	77	170
114	79	83	197
115	79	81	132
116	84	78	171
117	80	83	132
118	74	76	130
119	70	76	130
120	83	85	150
121	70	74	141
122	74	70	142
123	71	80	165
124	78	75	175
125	72	79	165
126	75	76	136