

รายงานผลการทดลองสิ้นสุด ปีงบประมาณ 2561

1. ชุดโครงการวิจัย -
2. โครงการวิจัย (ภาษาไทย) วิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบโรตารีผสมผสานโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับผลิตเมล็ดโกโก้แห้ง
(ภาษาอังกฤษ) Research and Development of Rotary Dryer with Solar Drying Pilot for The Production of Dried Cocoa Beans.
3. ชื่อกิจกรรม -
4. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) ออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งแบบโรตารีและโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับผลิตเมล็ดโกโก้แห้ง
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) Design and Build Rotary Dryer with Solar Drying Pilot for The Production of Dried Cocoa Beans.

5. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง:	นายบัณฑิต จิตรจำนงค์	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
ผู้ร่วมงาน	นายสากล วีรยานันท์	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายเวียง อากรชี	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น
	นางสาวพัทตร์วิภา สุทธิวารี	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายพุทธินันท์ จารุวัฒน์	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายอนุสรณ์ สุวรรณเวียง	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายธนาวัฒน์ ทิพย์ชิต	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายนิวัต อาระวิล	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายอาทร พรบุญ	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายอุทัย ธานี	สังกัด	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

6. บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบโรตารีและโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการผลิตเมล็ดโกโก้แห้งเพื่อแทนวิธีการตากลาน ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรีได้พัฒนาเครื่องมือการอบแห้งเมล็ดโกโก้ 2 แบบ คือ เครื่องอบแห้งแบบโรตารี โดยถังอบถูกออกแบบเป็นรูปทรงกระบอก 12 เหลี่ยมมีขนาด

เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 เมตร ยาว 1.3 เมตร ปริมาตรของถังอบ 1.47 ลูกบาศก์เมตร ถังอบสามารถหมุนได้เพื่อให้ เมล็ดโกโก้แยกออกจากกันและแห้งอย่างสม่ำเสมอด้วยมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า และใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงให้ พลังงานความร้อนในการอบ มีระบบจุดไฟด้วยตัวสปาร์คไฟฟ้า โดยใช้โซลินอยด์วาล์วทำหน้าที่เปิด-ปิดแก๊ส เพื่อ ควบคุมอุณหภูมิในการอบตามที่ตั้งค่าไว้ที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ใช้พัดลมหยอโขง ขนาด ใบพัด 40 ซม. ที่ขับ ด้วยมอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า ช่วยกระจายความร้อน มีระบบหมุนเวียนลมกลับเพื่อประหยัดเชื้อเพลิงเมื่อเมล็ดโกโก้ ใกล้เคียง และได้โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 6 เมตร และสูง 1.8 เมตร ออกแบบให้ โครงสร้างสามารถถอดประกอบได้ มีหลังคาแบบหน้าจั่วสูง 1.4 เมตร ใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนตใสเป็นวัสดุ มีพื้นที่ใน การตาก 24 ตารางเมตร ผลการทดสอบอบเมล็ดโกโก้ ความชื้นเริ่มต้น 51% ให้ลดลงเหลือความชื้น 7% ด้วย การทดสอบ 3 แบบ คือ 1. อบด้วยเครื่องอบแห้งแบบโรตารี ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส พบว่าใช้เวลา 20 ชั่วโมง ใช้แก๊สหุงต้ม 22 กิโลกรัม 2.อบด้วยโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าใช้เวลา 4-5 วัน 3. อบด้วยเครื่อง อบแห้งแบบโรตารีที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส 10 ชั่วโมง ความชื้นลดลงเหลือ 20% แล้วจึงตากที่โรงตาก พลังงานแสงอาทิตย์อีก 1-2 วัน พบว่าสามารถประหยัดแก๊สได้ 50%

คำสำคัญ: เมล็ดโกโก้แห้ง; เครื่องอบแห้งแบบโรตารี; โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์

ABSTRACT

This research objective is to research and develop the implement for replacing the traditional drying cocoa beans. There are 2 types of drying implement developed by Agricultural Engineering Research Center of Chantabur. First implement is the rotary type dryer. The prototype was 12 sides polygon cylinder designed, with diameter of 1.2 meter and , 1.3 meter height. The volume of the drying tube is 1.47 cubic meter. The drying tube can be rotated so that the cocoa beans are separated and dried regularly. The LPG gas supplied for the drying process that was controlled by a solenoid valve to act on-off the gas and the drying temperature was controlled by temperature controller. The hot air in drying system was circulated to reduce the energy consumption before the end of process. Second implement is solar drying house. The body of prototype is square type; 6 m width, 6 m length and 1.8 m height and the roof is isosceles triangle type 1.4 m height. The structure was made of steel and used the clear polycarbonate sheet. The prototype has 24 m² working area and the structure is able to assemble-disassemble. Three type of the experiment were carried out to reduce from the initial moisture contents of cocoa beans 51% to dry bean with 7%. The results showed that

experiment 1, Cocoa beans were dried by rotary type dryer at 65°C for 20 hours and the energy consumption was 1.2 kg.hr⁻¹. Experiment 2, Cocoa beans were dried by solar drying house and took for 4-5 days drying time to get 7% dried bean. Experiment 3, Cocoa beans were tested by the rotary dryer integrated with solar drying house. The samples were firstly dried 10 hours with rotary dryer, then the moisture content reduce to 20%, beans were transferred to the solar drying house for 48 hours respectively. The result showed 50% lower of energy consumption.

Keywords: dried cocoa beans; Rotary dryer; Solar Drying

7. คำนำ

โกโก้เป็นพืชที่สำคัญเศรษฐกิจพืชหนึ่งของโลก ผลผลิตของโกโก้ใช้ประโยชน์ในทางบริโภค มีคุณค่าทางอาหารสูง ปัจจุบันเมล็ดโกโก้แห้งเป็นสินค้าเกษตรที่มีโรงงานผลิตโกโก้ขนาดใหญ่ตั้งอยู่ในประเทศไทยเพื่อแปรรูปสำหรับบริโภคภายในประเทศและส่งออกสู่ต่างประเทศ แต่ปริมาณผลผลิตที่ผลิตได้ในปัจจุบันยังไม่เพียงพอับความต้องการ จึงมีการส่งเสริมการปลูกมากขึ้น โดยแนะนำให้ปลูกเป็นพืชแซมในสวนมะพร้าวและเพิ่มขยายพื้นที่ปลูกโดยการปลูกแซมในสวนยางพาราเพื่อช่วยเสริมรายได้ในขณะที่ราคาน้ำยางดิบตกต่ำในสถานการณ์ปัจจุบัน เมล็ดโกโก้ที่ผลิตได้จะนำมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตเครื่องดื่ม อาหารหวานและขนมหวานหลากหลายชนิด มีผลิตภัณฑ์โกโก้ที่สำคัญ เช่น ผงโกโก้ ไขมันและน้ำมันจากเมล็ดโกโก้ ช็อคโกแลต เป็นต้น โกโก้ในประเทศไทยมีการปลูกมานานแล้ว ส่วนใหญ่นิยมปลูกในเขตภาคใต้และภาคตะวันออก เช่นจังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี ชุมพร และจันทบุรี พื้นที่ปลูกโกโก้ในประเทศไทยมีประมาณ 5,200 ไร่ ผลผลิตมีประมาณ 200 ตันต่อปี ราคาที่โรงงานรับซื้อ 90 บาทต่อกิโลกรัม ขณะที่ความต้องการบริโภคโกโก้ภายในประเทศไทยมีความต้องการสูงถึงปีละ 20,000 ตัน ทำให้ไทยต้องพึ่งพิงการนำเข้าเมล็ดโกโก้จากต่างประเทศ จากรายงาน ในปี 2551 ไทยมีการนำเข้าโกโก้ปริมาณ 38,847.88 ตัน มูลค่า 3,978.55 ล้านบาท แหล่งนำเข้าเมล็ดโกโก้มากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ มาเลเซีย อินโดนีเซีย และกาน่า คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 30.42 , 20.87 และ 15.70 ของปริมาณนำเข้า สาเหตุหลักที่ไทยยังมีการนำเข้ามาก เนื่องจากพื้นที่ปลูกและผลผลิตในประเทศไม่เพิ่มขึ้น ประกอบกับต้นทุนการผลิตของเกษตรกรสูงแต่ราคาซื้อในประเทศยังไม่สูงใจ รวมถึงขาดแคลนแหล่งรับซื้อเมล็ดโกโก้ สถานการณ์ส่งออกโกโก้และผลิตภัณฑ์ ปี 2551 ปริมาณส่งออก 18,482.35 เมตริกตัน มูลค่า 2,180.19 ล้านบาท มูลค่าขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 22.29 ตลาดหลัก ได้แก่ สหภาพยุโรป ออสเตรเลีย มาเลเซีย

กรมวิชาการเกษตร สถาบันวิจัยพืชสวนได้เป็นเจ้าภาพในการจัดประชุมระหว่างประเทศ คณะทำงานโกโก้ เอเชีย ครั้งที่ 18 วันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2558 เพื่อได้รับทราบสถานการณ์การผลิตโกโก้ของประเทศอาเซียน ความร่วมมือในด้านวิชาการ ซึ่งทำให้เกิดประโยชน์กับอุตสาหกรรมโกโก้ในประเทศไทยเป็นอย่างดี แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของโกโก้ในประเทศไทยในอนาคต

เมล็ดโกโก้ตากแห้งเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นที่กลุ่มเกษตรกรทำเองแล้วส่งขายโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์อื่นต่อไป ขั้นตอนการทำเมล็ดโกโก้ตากแห้งเริ่มจากแกะเมล็ดโกโก้ออกจากผลโกโก้โดยใช้แรงงานคน เมื่อแกะเมล็ดโกโก้ออกจากผลแล้วจะนำมาหมักอีก 6 วัน เพื่อให้ได้กลิ่นและรสชาติที่ดีขึ้น เมื่อหมักเสร็จแล้วก็นำเมล็ดโกโก้มาตากให้แห้ง ใช้เวลาประมาณ 1-2 สัปดาห์ เพื่อลดความชื้นจาก 60 เปอร์เซ็นต์ ให้เหลือเพียง ประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดโกโก้ที่แห้งแล้วจะถูกนำมารวบรวมบรรจุในกระสอบเพื่อจัดส่งไปยังโรงงาน โดยใน ขั้นตอนการตากเมล็ดโกโก้ให้แห้งจะมีปัญหาที่สำคัญคือ สภาพพื้นที่ปลูกโกโก้ในเขตภาคใต้และภาคตะวันออกที่ ผลิตโกโก้ส่วนใหญ่มีฝนตกบ่อย ปริมาณน้ำฝนมากความชื้นสูง ทำให้เกิดปัญหาการตากเมล็ดโกโก้ไม่แห้ง เกิดเชื้อราที่เป็นพิษ ทำลายคุณภาพของเมล็ดโกโก้ซึ่งส่งผลกระทบต่อราคาในการจำหน่าย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องดำเนินการ วิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบโรตารีโดยผสมผสานการใช้งานร่วมกับโรงตากแบบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อ ทดแทนการตากลาน ซึ่งจะช่วยพัฒนากระบวนการผลิตเมล็ดโกโก้แห้งของเกษตรกรให้ได้คุณภาพมากขึ้น ส่งผลให้ เกษตรกรมีรายได้และความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

8. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 100 กิโลกรัม
2. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัลกัก 2 กิโลกรัม ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. ตู้อบไฟฟ้า
4. สายวัดและไม้บรรทัด
5. เวอร์เนียร์คาร์ลิปเปอร์
6. นาฬิกาจับเวลา

วิธีดำเนินการ

1. เก็บข้อมูลรูปแบบวิธีการตากเมล็ดโกโก้
2. ออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งแบบโรตารีและโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับผลิตเมล็ดโกโก้แห้ง
3. ทดสอบเครื่องมือต้นแบบเบื้องต้นและปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่อง

4. ทดสอบและเก็บข้อมูลเครื่องอบแห้งแบบโรตารีผสมผสานโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับผลิตเมล็ดโกโก้กับกลุ่มเกษตรกร การเก็บข้อมูลได้แก่ ระยะเวลาในการอบ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ระยะเวลาในการตากในโรงตาก เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดโกโก้ โดยเก็บข้อมูลดังนี้

4.1 เก็บข้อมูลการใช้เครื่องอบแห้งแบบโรตารีอย่างเดี่ยว อบจนได้เมล็ดโกโก้แห้ง

4.2 เก็บข้อมูลการใช้โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์อย่างเดี่ยว ตากจนได้เมล็ดโกโก้แห้ง

4.3 เก็บข้อมูลการใช้เครื่องอบแห้งแบบโรตารีผสมผสานโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์อบและตากจนได้เมล็ดโกโก้แห้ง

5. ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพและปริมาณ การใช้เครื่องอบแห้งแบบโรตารีอย่างเดี่ยว, การใช้โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์อย่างเดี่ยว และการใช้เครื่องอบแห้งแบบโรตารีผสมผสานโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์โดยเปรียบเทียบกับวิธีการตากลานของเกษตรกร และวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

6. จัดทำรายงานผลการวิจัยและเผยแพร่สู่กลุ่มเป้าหมาย

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาเริ่มต้น ตุลาคม 2559 – ระยะเวลาสิ้นสุด กันยายน 2561

สถานที่ดำเนินการ

ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี ต.พลับพลา อ.เมือง จ.จันทบุรี

สหกรณ์การเกษตรแหลมสิงห์ จำกัด จ.จันทบุรี

9. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ได้ทำการสำรวจข้อมูลวิธีการผลิตเมล็ดโกโก้ของเกษตรกร จะมีการผ่าผลสดโกโก้เพื่อนำเมล็ดโกโก้มาทำการหมักประมาณหนึ่งอาทิตย์ก่อนจะนำมาตากแห้ง โดยใช้รถเข็นใส่เมล็ดโกโก้ นำออกมาตากแดด ถ้าแสงแดดดีสม่ำเสมอจะใช้เวลาดตากประมาณ 7 วัน หากมีฝนตกบ่อยจะใช้เวลาดตากประมาณ 10-14 วัน หรือถ้านานกว่านั้น จะเกิดเชื้อราทำให้เมล็ดโกโก้เสียหาย และต้องใช้แรงงานคนเข็นเข้าออกเพื่อหลบฝนซึ่งมีปัญหาขาดแคลนแรงงาน

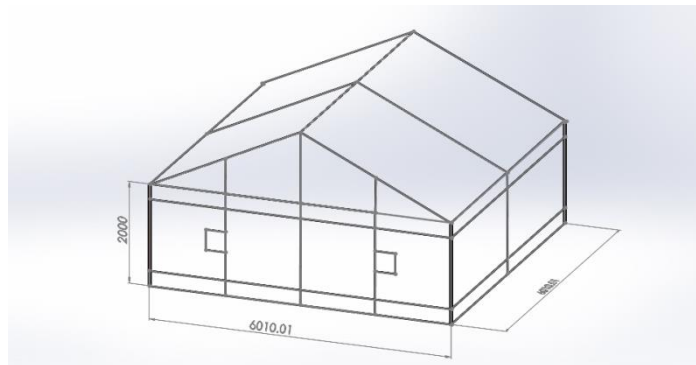


รูปที่ 8 สอบถามข้อมูลจากผู้ผลิตเมล็ดโกโก้แห่ง ที่สหกรณ์การเกษตรแหลมสิงห์ จ.จันทบุรี



รูปที่ 8 การตากเมล็ดโกโก้ที่ปฏิบัติอยู่ในปัจจุบัน

2.ออกแบบและสร้างโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์แบบของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ส่วนล่างเป็นห้องสี่เหลี่ยมขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ $6 \times 6 \times 1.8$ เมตร ส่วนบนเป็นหลังคาหน้าจั่วสูง 1.4 เมตร ใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนตใสเป็นวัสดุคลุม โครงสร้างใช้เหล็กกล่องขนาด 1×1 นิ้ว ออกแบบให้สามารถถอดประกอบได้ มีพื้นที่ในการตาก 24 ตารางเมตร (รูปที่ 11)



รูปที่ 9 แบบโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม





รูปที่ 10 การสร้างโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 11 โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์

3. ออกแบบเครื่องอบแห้งแบบโรตารี โดยมีเงื่อนไขการออกแบบ คือสามารถอบเมล็ดโกโก้ได้ครั้งละ 400 กิโลกรัม รองรับกับปริมาณการผลิตโกโก้ของกลุ่มเกษตรกร

คำนวณหาปริมาตรของถังอบ จากปริมาตรของเมล็ดโกโก้ขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 12)

จากค่ามวลต่อปริมาตรของเมล็ดโกโก้ที่ได้คือ 580 กิโลกรัม/ 1 ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้น เมล็ดโกโก้ 400 กิโลกรัม มีปริมาตร = $400/580 = 0.69$ ลูกบาศก์เมตร

ต้องการพื้นที่การโรยตัว 1/3 ของปริมาตรทั้งหมด

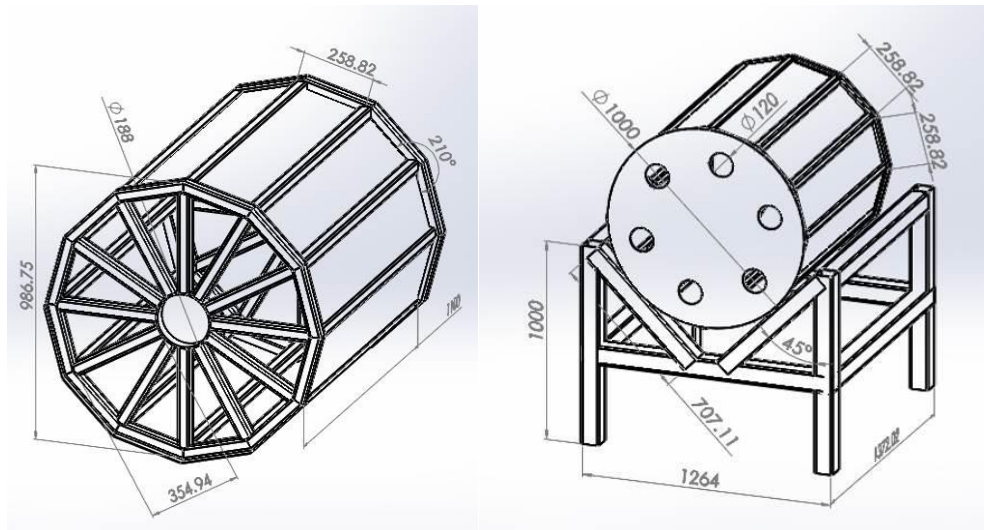
ปริมาตรของถังอบเมล็ดโกโก้ 400 กิโลกรัม = $0.69 \times (3/2) = 1.25$ ลูกบาศก์เมตร

ได้เส้นผ่านศูนย์กลางถังอบ 1.2 เมตร และ ความสูงของถัง 1.1 เมตร



รูปที่ 12 การหามวลต่อปริมาตรของเมล็ดโกโก้

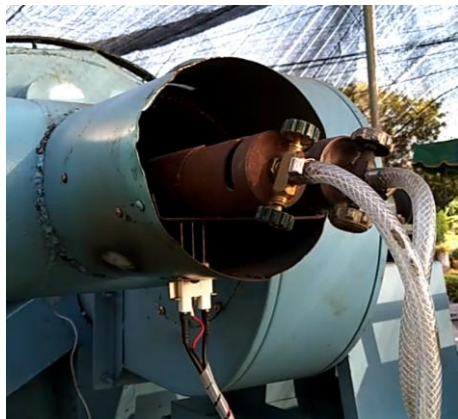
เครื่องอบแห้งแบบโรตารี ได้ถูกออกแบบให้มีลักษณะเป็นถังทรงกระบอกสี่เหลี่ยมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 เมตร ยาว 1.1 เมตร ปริมาตรของถังอบ 1.25 ลูกบาศก์เมตร(รูปที่ 13) สามารถบรรจุเมล็ดโกโก้ได้ 400 กิโลกรัม ใช้พลังงานความร้อนจากแก๊สหุงต้มเป็นพลังงานหลักในการอบ จุดไฟด้วยระบบไฟฟ้าเพื่อจุดแก๊ส ควบคุมการเปิดปิดแก๊สด้วยโซลินอยด์วาล์ว มีระบบป้องกันแก๊สรั่วสะสมในเครื่องเมื่อไฟดับ มีชุดควบคุมอุณหภูมิ สำหรับตั้งอุณหภูมิในการอบที่เหมาะสมกับเมล็ดโกโก้ นำพาความร้อนด้วยชุดพัดลมแบบหอยโข่ง ขนาดใบพัด 40 ซม. และมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลัง ช่วยกระจายความร้อนในถัง มีชุดควบคุมการหมุนของถังอบสามารถตั้งเวลาให้ถังอบหมุนและหยุดหมุนได้เพื่อให้เมล็ดโกโก้แยกออกจากกัน



รูปที่ 13 แบบเครื่องอบแห้งแบบโรตารี



รูปที่ 14 การสร้างเครื่องอบแห้งแบบโรตารี



รูปที่ 15 ตัวสปาร์คไฟฟ้าเพื่อจุดแก๊ส

รูปที่ 16 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 17 ชุดขับเคลื่อนการหมุนถังอบ

รูปที่ 18 ตู้ควบคุมการทำงานของเครื่อง



รูปที่ 19 เครื่องอบแห้งแบบโรตารี

4. ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบ

4.1 ดำเนินการเก็บข้อมูลการตากเมล็ดโกโก้วิธีตากลานที่เกษตรกรใช้อยู่ในปัจจุบัน

ผลการเก็บข้อมูลการตากแห้งเมล็ดโกโก้ของเกษตรกรที่ใช้วิธีการตากลาน ด้วยการใช้ เมล็ดโกโก้ที่หมัก แล้วน้ำหนักเมล็ดโกโก้ก่อนตาก 240 กิโลกรัม ความชื้นก่อนตาก 52% ใช้เวลาตากประมาณ 7 วัน วันที่มีแดดทั้ง ตลอดทั้งวัน ช่วงวันที่ 12 ม.ค. 60 อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 36% หลังตากพบว่า น้ำหนัก เมล็ดโกโก้ลดลงเหลือ 126 กิโลกรัม ความชื้นหลังตาก 7% ผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบตากเมล็ดโกโก้ด้วยการตากลานของเกษตรกร

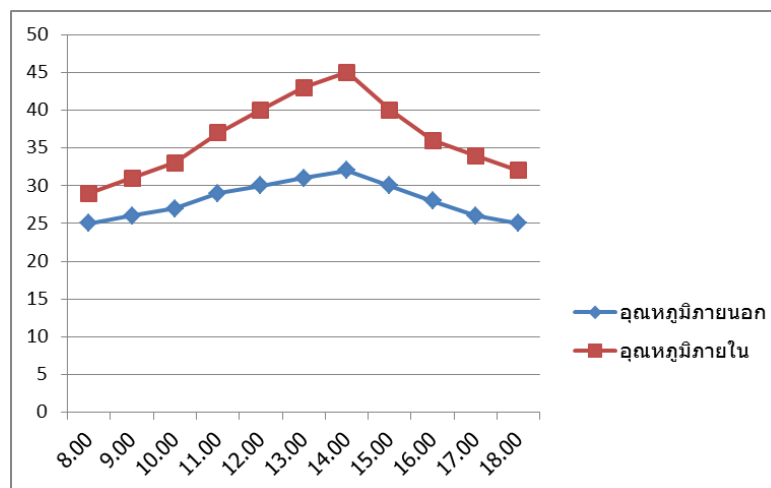
หัวข้อ	โกโก้
น้ำหนักเมล็ดโกโก้ก่อนตาก (กิโลกรัม)	240
ความชื้นก่อนตาก (เปอร์เซ็นต์)	52
น้ำหนักเมล็ดโกโก้หลังตาก (กิโลกรัม)	126
ความชื้นหลังตาก (เปอร์เซ็นต์)	7
ระยะเวลาในการตาก (วัน)	7

4.2 ผลการทดสอบตากเมล็ดโกโก้ด้วยโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ โตะตากมีขนาด 1.6x2.5 เมตร จำนวน ทั้งหมด 6 ตัว พื้นที่ในการตาก 4 ตารางเมตร/ตัว ตากได้ประมาณ 40 กิโลกรัม/ตัว โตะหนึ่งตัวสามารถ มีพื้นที่ใน การตากทั้งหมด 24 ตารางเมตร สามารถตากเมล็ดโกโก้ได้ครั้งละประมาณ 240 กิโลกรัม ทำการทดสอบโดยใช้ เมล็ดโกโก้ที่หมักแล้วน้ำหนักเมล็ดโกโก้ก่อนตาก 120 กิโลกรัม (เนื่องจากผลผลิตโกโก้มีปริมาณไม่เพียงพอจึงได้ไม่ เต็มความจุโรงตาก) ความชื้นเริ่มต้น 51.4% ใช้เวลาตากประมาณ 4-5 วัน โดย ทำการทดสอบในวันที่ 31 สิงหาคม 2561 (เป็นวันที่มีแดดทั้งตลอดทั้งวัน) สภาวะของอากาศในวันที่ทำการทดสอบ แสดงดังรูปที่ 21 จะเห็น ได้ว่า อุณหภูมิในโรงตากเฉลี่ยสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกโรงตากมากกว่า 10 องศาเซลเซียส และ ในช่วงที่อุณหภูมิ

สูงสุด คือ ช่วงเวลา 14.00 น. ของวัน ที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิมากถึง 15 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่า โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้น สามารถช่วยลดระยะเวลาในการตากได้ 30-40 % เมื่อเปรียบเทียบกับการตากแบบดั้งเดิมของเกษตรกรที่ใช้การตากในลาน ผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 3



รูปที่ 20 การตากเมล็ดโกโก้ในโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 21 อุณหภูมิภายนอกและภายในโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ เวลา 8.00-18.00 น. (วันที่ 31 สิงหาคม 2561 วันที่มีแดดทั้งตลอดทั้งวัน)

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบตากเมล็ดโกโก้ด้วยโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์

หัวข้อ	โกโก้
น้ำหนักเมล็ดโกโก้ก่อนตาก (กิโลกรัม)	120
ความชื้นก่อนตาก (เปอร์เซ็นต์)	51.4
น้ำหนักเมล็ดโกโก้หลังตาก (กิโลกรัม)	62
ความชื้นหลังตาก (เปอร์เซ็นต์)	7
ระยะเวลาในการตาก (วัน)	4-5

4.3 การทดสอบอบเมล็ดโกโก้ด้วยเครื่องต้นแบบเพื่อหาสภาวะการอบโกโก้ที่เหมาะสม (รูปที่ 22, 23) โดยทดสอบที่อุณหภูมิในการอบ 3 อุณหภูมิ คือ 70 , 65 , 60 องศาเซลเซียส และกำหนดระยะเวลาในการอบ 3 ระดับ คือ มากกว่า, เท่ากับ และน้อยกว่า 20 ชั่วโมง ผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 3 จากผลการทดสอบพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบโกโก้ คือ 65 องศาเซลเซียส เนื่องจาก อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เปลือกของเมล็ดโกโก้แห้งและเริ่มร่อนหากนำไปอบในเครื่องอบแห้งโรตารีที่ถังอบมีการหมุนจะทำให้เปลือกเมล็ดโกโก้หลุดร่อนออกจากเมล็ดส่งผลเสียต่อคุณภาพเมล็ดโกโก้ได้ ส่วนอุณหภูมิ 65 , 60 องศาเซลเซียส เปลือกไม่แห้งจนหลุดร่อน ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เมล็ดโกโก้จะแห้งเร็วกว่าจึงเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบ จึงได้ทดสอบอบเมล็ดโกโก้ด้วยเครื่องอบแห้งแบบโรตารีที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 20 ชม ด้วยตัวอย่างเมล็ดโกโก้ก่อนอบ 323 กิโลกรัม ความชื้นก่อนอบ 51.4% พบว่า อัตราการใช้แก๊ส 1.1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง น้ำหนักเมล็ดโกโก้หลังอบ 161 กิโลกรัม ความชื้นหลังอบ 7% ผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 4 และ แนวโน้มการลดลงของความชื้น แสดงดังรูปที่ 24

ตารางที่ 4 การทดสอบเพื่อเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบเมล็ดโกโก้ด้วยเครื่องอบแห้งแบบโรตารี

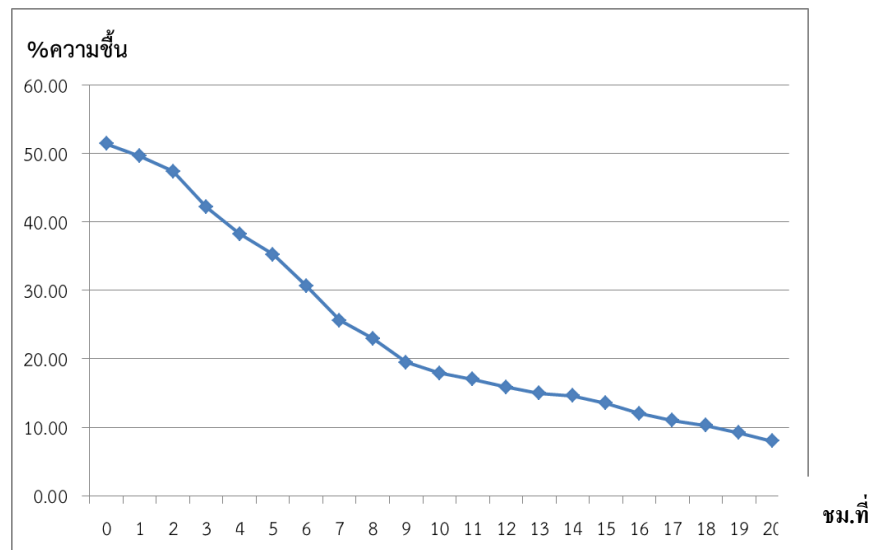
อุณหภูมิที่ใช้ในการอบทดสอบ (องศาเซลเซียส)	ลักษณะเปลือกเมล็ดโกโก้	ระยะเวลาในการอบ
70	เปลือกของเมล็ดโกโก้แห้งและเริ่มร่อน	< 20 ชม.
65	เปลือกของเมล็ดโกโก้ไม่แห้งจนร่อน	20 ชม.
60	เปลือกของเมล็ดโกโก้ไม่แห้งจนร่อน	> 20 ชม.



รูปที่ 22 เมล็ดโกโก้ก่อนและหลังการหมัก



รูปที่ 23 การทดสอบเครื่องอบแห้งแบบโรตารี



รูปที่ 24 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดโกโก้และระยะเวลาในการอบด้วยเครื่องอบโรตารี

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบเครื่องอบแห้งแบบโรตารี

หัวข้อ	โกโก้
น้ำหนักเมล็ดโกโก้ก่อนอบ (กิโลกรัม)	323
ความชื้นก่อนอบ (เปอร์เซ็นต์)	51.4
น้ำหนักเมล็ดโกโก้หลังอบ (กิโลกรัม)	161
ความชื้นหลังอบ (เปอร์เซ็นต์)	7
ระยะเวลาในการอบ (ชั่วโมง)	20
แก๊สหุงต้มที่ใช้ (กิโลกรัม)	22

4.4 ทดสอบอบเมล็ดโกโก้แบบพลังงานร่วม โดยช่วงระยะเวลา 10 ชั่วโมงแรก อบด้วยเครื่องอบแห้งแบบโรตารีที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นใช้การตากด้วยโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ การทดสอบใช้ตัวอย่าง

เมล็ดโกโก้ก่อนอบ 320 กิโลกรัม ความชื้นเริ่มต้น 51.4% พบว่า หลังจากอบด้วยเครื่องอบแห้งแบบโรตารีแบบต่อเนื่อง 10 ชั่วโมง ความชื้นลดลงเหลือประมาณ 20% มีอัตราการ 1.1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จากนั้นจึงนำไปตากที่โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นระยะเวลา 2 วัน พบว่า น้ำหนักเมล็ดโกโก้หลังผ่านขั้นตอนการอบแบบใช้พลังงานรวมเป็น 158 กิโลกรัม ความชื้นหลังตาก 7% ผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบอบด้วยเครื่องอบแห้งแบบโรตารีแล้วตากที่โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์

หัวข้อ	โกโก้
น้ำหนักเมล็ดโกโก้ก่อนอบ (กิโลกรัม)	320
ความชื้นก่อนอบ (เปอร์เซ็นต์)	54
น้ำหนักเมล็ดโกโก้หลังอบ (กิโลกรัม)	158
ความชื้นหลังตาก (เปอร์เซ็นต์)	7
ระยะเวลาในอบ (ชม.) + การตาก (วัน)	10 ชม + 2 วัน

10. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ได้เครื่องอบแห้งแบบโรตารี ถังอบทรงกระบอกลิปสองเหลี่ยมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 เมตร ยาว 1.1 เมตร ปริมาตรของถังอบ 1.25 ลูกบาศก์เมตร ถังอบสามารถหมุนได้เพื่อให้เมล็ดโกโก้แยกออกจากกันและแห้งอย่างสม่ำเสมอ ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงให้พลังงานความร้อน จุดไฟด้วยตัวสปาร์คไฟฟ้า โดยมีอุปกรณ์โซลินอยด์วาล์วทำหน้าที่เปิด-ปิดแก๊ส เพื่อควบคุมอุณหภูมิในการอบตามที่ตั้งค่าไว้ที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ระบบหมุนเวียนลมกลับเพื่อประหยัดเชื้อเพลิงเมื่อเมล็ดโกโก้ใกล้แห้ง และได้โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 6 x 6 x 1.8 เมตร โครงสร้างแบบถอดประกอบได้ ส่วนบนเป็นหลังคาหน้าจั่วสูง 1.4 เมตร ใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนตใสเป็นวัสดุคลุม โครงสร้างแบบถอดประกอบได้ มีพื้นที่ในการตาก 24 ตารางเมตร ผลการทดสอบอบเมล็ดโกโก้ จากความชื้นเริ่มต้น 51% ให้ลดลงเหลือความชื้น 7% ด้วยการทดสอบ 3 แบบ คือ 1. ใช้เครื่องอบแห้งแบบโรตารีอย่างเดียว ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส พบว่าใช้เวลา 20 ชั่วโมง ใช้แก๊สหุงต้ม 22 กิโลกรัม 2.โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าใช้เวลา 4-5 วัน 3. อบด้วยเครื่องอบแห้งแบบโรตารีที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส 10 ชั่วโมง แล้วตากที่โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์อีก 1-2 วัน พบว่าสามารถประหยัดแก๊สได้ 50% สำหรับการตากแห้งเมล็ดโกโก้ของเกษตรกรที่ใช้วิธีการตาก ใช้เวลาดตากประมาณ 7 วัน ซึ่งการใช้เครื่องอบแห้งแบบโรตารีและโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์จะช่วงลดระยะเวลาการตาก โดยไม่ต้องคอยเก็บเมล็ดโกโก้เข้าที่รมเมื่อมีฝนตก ถ้าอยู่ในช่วงฤดูฝนที่ไม่ค่อยมีแดดการใช้เครื่องอบแห้งแบบโรตารีจะช่วยให้สามารถผลิตเมล็ดโกโก้แห้งได้ไม่เกิดความเสียหายจากเชื้อรา และถ้าช่วงที่มีแดดดีการใช้โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์จะช่วงลดระยะเวลาการตากได้

11. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

☒ พัฒนาต่อ ควรเผยแพร่ให้เกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดโกโก้หรือเอกชนที่สนใจใช้เครื่องต้นแบบนำไปใช้ผลิตผู้ผลิตเมล็ดโกโก้ เพื่อลดระยะเวลาตากแห้ง ลดปัญหาต้นทุนการผลิต

☒ เผยแพร่ วารสารวิชาการเกษตร, การประชุมวิชาการระดับชาติ, คู่มือสำหรับเกษตรกร

12. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะผู้ร่วมงานศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี ที่ช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

13. เอกสารอ้างอิง

นิรนาม.2558. กว่าจะมาเป็นโกโก้ :

http://www.refreshertai.com/article/Cocoa_Processing.php. สืบค้น 17 เมษายน 2558.

นิรนาม.2558. ขั้นตอนการแปรรูปเมล็ดโกโก้ :

<https://sites.google.com/site/chxkkolaet414428/6u-6/thuphaakph>. สืบค้น 17 เมษายน 2558.

สิริชัย ส่งเสริมพงษ์.2536.เครื่องมือแปรรูปเมล็ดโกโก้.เครื่องจักรกลเกษตร 2536.กองเกษตรวิศวกรรม.

กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ : หน้า93-96

เวียง อากรชี .2556.เครื่องอบกาแฟ. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.:

doa.go.th/aeri/files/KM/kmcoffee2.pdf. สืบค้น 4 พฤษภาคม 2558

เวียง อากรชี .2556.ศึกษาการใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบชั้นวางร่วมกับโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับ

การทำพริกแห้ง. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.:

http://kukr.lib.ku.ac.th/ku_frontend/BKN/search_detail/result/13456.

สืบค้น 4 พฤษภาคม 2558

ปรีดีเปรม ทศนกุล .2554. ศูนย์วิจัยยางสงขลา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.:

<http://it.doa.go.th/rrit/web/download.php?idload=2026&PHPSESSID=9fe27aae75dd562e2a9699d4bbcc2677>. สืบค้น 4 พฤษภาคม 2558