FEAT JOURNAL
FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL
วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

การพัฒนาเครื่องคั่วเมล็ดทานตะวันกึ่งอัตโนมัติ

Development of Semi-automatic Sunflower Roaster Machine

ปิยะวัฒน์ ศรีธรรม* และ วิลักษณ์นาม ผลเจริญ

Piyawat Sritram* and Vilaknam Pholjarone

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ 32000

Department of Mechanical engineering, faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, 32000

Received: 9 พ.ค. 59

Accepted: 7 มิ.ย. 59

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการพัฒนาเครื่องคั่วเมล็ดทานตะวันแบบกึ่งอัตโนมัติ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสร้างเครื่องโดยใช้ความร้อนจากแก๊สหุงต้ม ตัวเครื่องที่ออกแบบมีขนาดอยู่ที่ 50×120×80 เซนติเมตร อาศัยกำลังขับจากมอเตอร์ 1/4 แรงม้า ส่งกำลังด้วยโซ่ ขับตัวถังคั่วให้หมุนด้วยความเร็วคงที่ และใช้ความร้อนจากแก๊ส LPG โครงสร้างประกอบด้วยถัง 2 ใบ คือ ตัวถังนอกและถังใน โดยถังในมีใบกวนข้างในสำหรับกวนเมล็ด ผลการทดสอบการคั่วที่ปริมาณน้ำหนัก 0.5 1 และ 2 กิโลกรัม ที่ความเร็วรอบ 15 รอบต่อนาที นั้นใช้เวลาในการคั่ว 30 45 และ 50 นาที ความชื้นโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 33.33 25.33 และ 12.78 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) อุณหภูมิโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 102.33 85 และ 104.33 องศาเซลเซียส สิ้นเปลืองแก๊สหุงต้มเฉลี่ยอยู่ที่ 0.38 0.78 และ 0.6 กิโลกรัม ส่วนค่าไฟฟ้าที่สูญเสียไปคือ 0.093 0.14 และ 0.154 หน่วยต่อครั้ง ตามลำดับ

คำสำคัญ : เครื่องคั่วเมล็ดทานตะวัน, การออกแบบเครื่องจักร, การคั่วเมล็ดทานตะวัน

Abstract

This research presents a development of semi-automatic sunflower roaster machine. The objective is to design a device using the heat from the cooking gas or LPG. The machines are designed in size to the size 50 × 120 × 80 cm. Power from the motor housing 1/4 Hp with a power transmission chain.

The heat from the LPG. The machine consists of an outer cylinder and the cylinder. Cylinder in the agitation for the mixing of seeds. Test results roasted volume weight of 0.5, 1 and 2 kg. at speeds of around 15 RPM. It takes to roast 30, 45 and 50 minutes, moisture averaged at 33.33, 25.33 and 12.78 percent (wet basis), average temperatures are 102.33, 85 and 104.33 °C. Gas consumption averaged at 0.38, 0.46 and 0.6 kg. The electricity is lost 0.093, 0.14 and 0.154 per unit.

Keywords : sunflower roaster machine, machine design, sunflower roasting

---

*ติดต่อ: E-mail: sritram_1111@hotmail.com โทร. 044-153062, โทรสาร 044-520764

1. บทนำ

ปัจจุบันเกษตรกรที่ทำการปลูกทานตะวัน เพื่อต้องการผลผลิตจากเมล็ดทานตะวันเป็นรายได้ส่วนใหญ่จะทำการแปรรูปโดยการคั่วเพื่อขายเป็นกิจการขนาดเล็กในครัวเรือน[1] ปัญหาหลักในการแปรรูปผลผลิตให้สุกโดยการคั่ว คือ เวลาและปริมาณของการคั่วเมล็ดทานตะวัน ในปัจจุบันยังคงใช้วิธีการคั่วเมล็ดทานตะวันด้วยกระทะ ซึ่งผลเสียของการคั่ววิธีนี้คือ มีความยากลำบาก สิ้นเปลืองพลังงานเชื้อเพลิงหากคั่วในปริมาณมากๆ ใช้เวลานาน และวิธีนี้จะทำให้กลิ่นหอมของเมล็ดทานตะวันลดน้อยลง ลดความน่ารับประทาน [2] ดังนั้นหากสามารถควบคุมอุณหภูมิความร้อนให้เหมาะสมกับปริมาณของเมล็ดทานตะวันที่คั่ว สามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้มากขึ้น[3] นอกจากการควบคุมร้อนที่พอเหมาะแล้ว การใช้พลังงานอย่างคุ้มค่านั้น ยังสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของชาติเพื่อพัฒนาประเทศ ตามความสำคัญดังนี้

1.1 การพัฒนาการแก้ไขความยากจนและยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกร

1.2 การสร้างเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศในทางเกษตรกรรม

1.3 ความมั่นคงในด้านพลังงาน

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องคั่วเพื่อใช้สำหรับคั่วเมล็ดทานตะวันพันธ์แปซิฟิก 44 [4,5] และมีการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคั่วเมล็ดทานตะวันที่ควบคุมด้วยระบบกึ่งอัตโนมัติ โดยโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสร้างเครื่องคั่วกึ่งอัตโนมัติที่ใช้พลังงานจากแก๊ส LPG ซึ่งผลที่คาดว่าจะได้รับคือสามารถสร้างเครื่องคั่วเมล็ดทานตะวันที่ใช้ความร้อนจากแก๊ส LPG สามารถควบคุมเวลาในการคั่วและเครื่องทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยเป็นการศึกษาถึงการออกแบบและสร้างเครื่องคั่วเพื่อใช้สำหรับคั่วเมล็ดทานตะวันพันธ์แปซิฟิก 44

2. วิธีการดำเนินงาน

เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ในการพัฒนาเครื่องคั่วเมล็ดทานตะวันกึ่งอัตโนมัติจึงได้ทำการศึกษาลักษณะเบื้องต้นของเมล็ดทานตะวัน ทำการออกแบบและสร้างเครื่องคั่วเมล็ดทานตะวัน จากนั้นทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง

2.1 การศึกษาลักษณะเบื้องต้นของเมล็ดทานตะวัน

2.1.1 การวัดหาขนาดทางกายภาพของเมล็ดทานตะวัน โดยทำการวัดใน 3 ลักษณะ คือ การวัดความกว้าง ความยาวและความหนา โดยทำการสุ่มเมล็ดทานตะวันจำนวน 100 เมล็ดจำนวน 10 ตัวอย่างรวม โดยใช้เครื่องวัดเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

2.1.2 การหาน้ำหนักโดยเฉลี่ยของเมล็ดทานตะวัน โดย การสุ่มเมล็ดจำนวน 100 เมล็ดนำมาชั่งน้ำหนัก โดยทำการสุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ตัวอย่าง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

2.1.3 การหาความชื้นภายในเมล็ดทานตะวันทั้งอบในตู้อบและจากการคั่ว[6] โดยคำนวณทดสอบการหาค่าด้วยการชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของเมล็ดทานตะวันจำนวน 100 กรัม โดยการการอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนและหลังการคั่วเมล็ดทานตะวันนั้น สามารถหาปริมาณความชื้นได้จากสมการที่

$$W = \left(\frac{m-d}{m}\right) \times 100 \qquad (1)$$

โดยที่ W= เปอร์เซ็นต์ความชื้น (มาตรฐานเปียก)

m = น้ำหนักก่อนอบและก่อนคั่วเมล็ด (กรัม)

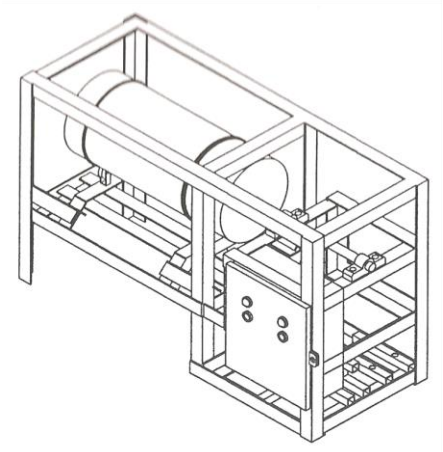
d = น้ำหนักหลังอบและหลังคั่วเมล็ดทานตะวัน (กรัม)

2.2 การออกแบบและสร้างเครื่องคั่ว

แนวความคิดในการออกแบบสร้างเครื่องคั่วโดยมีส่วนประกอบหลักตามแบบดังรูปที่ 1 และใช้หลักการหมุนของตัวถังในแนวนอน ซึ่งตัวถังจะประกอบด้วยถัง 2 ถัง คือ ถังตัวแรก คือถังด้านนอกจะเป็นตัวรับความร้อน ซึ่งได้พลังงานความร้อนจากก๊าซ LPG โดยลักษณะของถังด้านนอกดังรูปที่ 2 นั้น ปลายถังจะยึดติดกับเพลาเพื่อขับตัวถังนอก โดยภายในมีที่ยึดติดกับถังด้านในให้หมุนไปพร้อมกันด้วยความเร็วคงที่ ถังตัวที่สองหรือถังด้านใน จะเป็นถังบรรจุเมล็ดทานตะวัน ซึ่งจะมีครีบไว้สำหรับพลิกเมล็ดทานตะวัน ดังรูปที่ 3 และ 4 การสร้างเครื่องคั่วเมล็ดทานตะวันมีขั้นตอนดังนี้

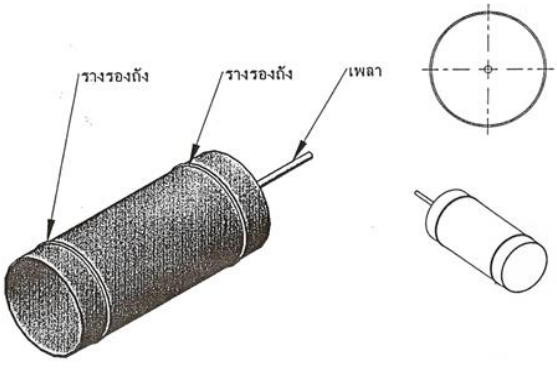
ออกแบบตัวเครื่องคั่วเมล็ดทานตะวัน สร้างโครงสร้างของตัวเครื่องคั่วและทำการออกแบบลักษณะการวางถัง โดยถังตัวนอกจะยึดติดกับเพลา เพื่อขับตัวถังให้เคลื่อนที่หมุนรอบตัวได้ 360 องศา ส่วนตัวถังด้านใน ที่ฝาของตัวถังจะเจาะรูระบายไอและติดเทอร์โมมิเตอร์

การยึดกับโครงสร้างเครื่อง กระทำโดยนำแบริ่งมาติดกับตัวโครงตามที่ออกแบบไว้ แล้วนำถังตัวนอกที่ติดเพลามาสวมเข้ากับแบริ่ง นำเฟืองมาติดกับเพลา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว นำชุดให้พลังงานความร้อนมาติดตั้งจำนวน 3 ชุด เพื่อให้ความร้อนกระจายได้ทั่วถึง จะใช้มอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้าเป็นต้นกำลังในการขับเพลาที่ยึดติดกับถัง ใช้เกียร์ทดขนาด 30:1 มาติดตั้งเข้ากับฐานที่โครงสร้างตัวเครื่อง พร้อมกับติดตั้งเฟืองขับขนาด 2.5 นิ้ว โดยส่งกำลังผ่านโซ่ไปยังเฟืองตาม เพื่อขับเคลื่อนตัวถังนอกให้หมุนรอบตัว จากนั้นต่อระบบควบคุมการทำงานของเครื่องโดยควบคุมการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ดังรูปที่ 5 และ 6

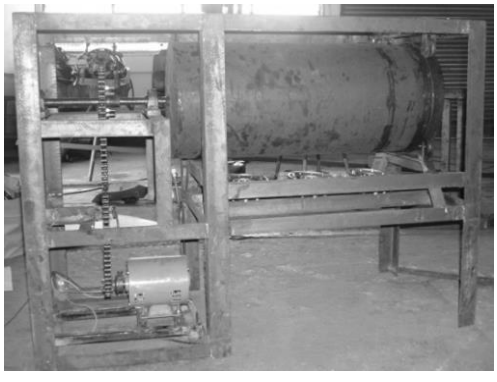


รูปที่ 1 แบบโครงสร้างและตัวเครื่อง

รูปที่ 4 ถังชั้นใน



รูปที่ 2 แบบถังชั้นนอก



รูปที่ 5 โครงสร้างภายในตัวเครื่อง

รูปที่ 3 ใบกวนที่อยู่ในถังชั้นใน

รูปที่ 6 เครื่องคั่วที่เสร็จสมบูรณ์

2.3 การคำนวณและการออกแบบ [7,8,9]

การหาโมเมนต์ (T) หาได้จาก

$T = CB \times Fr$ (2)

เมื่อ F = แรงกระทำ

r = รัศมีของสเตอร์ขับถังหมุน

CB = แฟคเตอร์งาน (เครื่องกลทำงานด้วยไฟฟ้า เท่ากับ 1.0 -1.1) โดยที่กำลังขับ P หาได้จาก

$$P = \frac{Tn}{9550} \quad (3)$$

เมื่อ P = กำลังขับ (วัตต์)

n = ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)

การสิ้นเปลืองแก๊สหุงต้ม โดยการคำนวณจากการใช้การคั่วโดยคิดจาก อัตราการสิ้นเปลือง มีค่าเท่ากับ แก๊สเต็มถังหรือแก๊สที่เหลือ หักลบด้วย แก๊สที่ลดลงจากเดิม

การคิดอัตราสิ้นเปลื้องไฟฟ้า หาได้จาก

$W = P \times t$ (4)

เมื่อ W = พลังงานที่ใช้ไป (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

T = เวลา (ชั่วโมง)

P = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)

และพลังงานที่จะใช้ หาได้จาก

พลังงานที่ใช้ไป = จำนวนชั่วโมง x กำลังไฟฟ้า (5)

2.4 วิธีการทดสอบ

การทดสอบจะมีตัวแปรที่สำคัญคือ ปริมาณของเมล็ดทานตะวัน และเวลาที่เหมาะสม โดยเวลาที่ใช้ในการทดสอบกำหนดไว้ที่ 30 45 และ 50 นาทีตามลำดับ และทำการวัดค่าอุณหภูมิภายในของถังคั่วในแต่ละครั้งของการทดสอบ กำหนดให้หมุนถังคั่วด้วยความเร็วคงที่ 15 รอบต่อนาที ผลการทดสอบในการคั่วเมล็ดทานตะวันนั้น จะดูลักษณะทางกายภาพ คือ ดูสีและลักษณะของเมล็ด ความสุกของเมล็ดทานตะวัน ว่าเหมาะสมหรือไม่

ขั้นตอนการทดสอบคือ ศึกษาวิธีการคั่วเมล็ดทานตะวัน เลือกชนิดพันธุ์ที่ใช้ในการทดสอบ คือ เมล็ดทานตะวันพันธุ์แปซิฟิค 44 จากการที่เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกในท้องถิ่น [1] วิธีการทดสอบแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตัวอย่าง กำหนดจากน้ำหนักที่ต้องการคั่ว โดยกำหนดน้ำหนักทดสอบอยู่ที่ 0.5 1 และ 2 กิโลกรัม กำหนดเวลาการคั่ว คือ 30 45 และ 50 นาทีตามลำดับ ทำการวัดค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง อุณภูมิและเวลา นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าความชื้นของผลิตพันธ์ และลักษณะทางกายภาพของเมล็ดทั้งที่มีเปลือกและแกะเปลือกออกหลังการคั่ว

3. ผลการทดสอบ

จากการศึกษาและทดสอบซึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของเมล็ดทานตะวันหลักการทำงานของเครื่องคั่วเมล็ดทานตะวันและหาความสามารถในการทำงานของเครื่องคั่วเมล็ดทานตะวันในการทดลองได้ผลดังนี้

3.1 ผลศึกษาลักษณะเบื้องต้นของเมล็ดทานตะวัน

3.1.1 การหาขนาดทางกายภาพ [10]

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดทานตะวัน โดยการศึกษาในลักษณะความกว้างของเมล็ดความยาวของเมล็ด ความหนาของเมล็ด จากการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์แปซิฟิค 44 จากจำนวนทั้งหมด 34 กิโลกรัม ผู้วิจัยได้สุ่มออกมาจำนวน 100 เมล็ด เพื่อใช้ในการวัด ผลการศึกษาพบว่าขนาดของความกว้างโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 0.57 มิลลิเมตร มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)ที่ 0.12 ความยาวของเมล็ดอยู่ที่ 1.82 มิลลิเมตร มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) ที่ 2.82 และขนาดความของหนาอยู่ที่ 0.39 มิลลิเมตร มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) ที่ 0.09 ดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 แสดงลักษณะเมล็ดทานตะวัน

3.1.2 การหาน้ำหนักโดยเฉลี่ยของเมล็ดทานตะวัน [10]

โดยการสุ่มเมล็ดจำนวนครั้งละ 100 เมล็ด นำมาชั่งน้ำหนัก โดยทำการทดสอบซ้ำ 10 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ด จะได้ว่าค่าน้ำหนักโดยเฉลี่ยของเมล็ดทานตะวันหนึ่งเมล็ดอยู่ที่ 5.93 กรัม

จากการทดสอบเราสามารถประมาณจำนวนเมล็ดทานตะวันจำนวน 1 กิโลกรัม จะอยู่ที่ 16,864 เมล็ดทานตะวัน

รูปที่ 8 การเปรียบเทียบเมล็ดทานตะวันคั่ว

3.1.3 การหาความชื้นภายในเมล็ดทานตะวันในตู้อบ

การหาปริมาณความชื้นเริ่มต้น โดยสุ่มเลือกเมล็ดบรรจุลงกระป๋องที่ใช้ในทดสอบ โดยให้น้ำหนักที่บรรจุเมล็ดทานตะวันในกระป๋องทดสอบอยู่ที่ 100 กรัม จำนวน 5 กระป๋อง นำไปอบในตู้อบ เพื่อหาความชื้นจากสมการที่ 1 โดยทำการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส [10] เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่าความชื้นจากการอบเมล็ดทานตะวัน

กระป๋องที่	น้ำหนักกระป๋อง (g)	น้ำหนักก่อนอบ (g)	น้ำหนักหลังอบ (g)	ความชื้น (%)
1	65	100	95	5
2	65	100	90	10
3	65	100	95	5
4	65	100	90	10
5	65	100	95	5
เฉลี่ย	**65**	**100**	**93**	**7**

จากผลการทดลองในตารางที่ 1 พบว่า ค่าความชื้นโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 7 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ที่ 2.74

3.2 ผลการทดสอบเครื่องคั่วเมล็ดทานตะวัน

ทำการทดสอบเครื่องคั่วโดยใช้เมล็ดทานตะวัน 0.5 1 และ 2 กิโลกรัม ผสมกับน้ำ 200 กรัม ที่ความเร็วรอบเครื่องคั่ว 15 รอบต่อนาที

ในการทดสอบเครื่องคั่วเมล็ดทานตะวันที่ 0.5 กิโลกรัม ซึ่งให้ผลดีและเหมาะสมที่สุด จากผลการทดลองในตารางที่ 2 พบว่า ค่าปัจจัยเวลา อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นเฉลี่ยของการคั่วมีค่าเท่ากับ 30 นาที 102.33 องศาเซลเซียส และที่ 33.33 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) ตามลำดับ ปริมาณแก๊สที่สูญเสียอยู่ 0.38 กิโลกรัม โดยค่ากระแสไฟฟ้า ปริมาณแก๊ส น้ำหนักหลังการคั่ว จะแปรผันตามเวลา ในการทดสอบเครื่องคั่วเมล็ดทานตะวันที่ 1 กิโลกรัม ซึ่งให้ผลดีและเหมาะสมที่สุด จากตารางผลการทดสอบในตารางที่ 3 พบว่า ค่าปัจจัยเวลา อุณหภูมิในการทดสอบเครื่องคั่วเมล็ดทานตะวันที่ 1 กิโลกรัม ซึ่งให้ผลดีและเหมาะสมที่สุด จากตารางผลการทดสอบในตารางที่ 3 พบว่า ค่าปัจจัยเวลา อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นเฉลี่ยของการคั่วมีค่าเท่ากับ 45 นาที 85 องศาเซลเซียส และที่ 25.33 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) ตามลำดับ ปริมาณแก๊สที่สูญเสียอยู่ 0.48 กิโลกรัม โดยค่ากระแสไฟฟ้า ปริมาณแก๊ส น้ำหนักหลังการคั่ว จะแปรผันตามเวลา

ในการทดสอบเครื่องคั่วเมล็ดทานตะวันที่ 2 กิโลกรัม ซึ่งให้ผลดีและเหมาะสมที่สุด จากตารางผลการทดสอบในตารางที่ 4 พบว่า ค่าปัจจัยเวลา อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นเฉลี่ยของการคั่วมีค่าเท่ากับ 50 นาที 120 องศาเซลเซียส และที่ 12.78 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) ตามลำดับ ปริมาณแก๊สที่สูญเสียอยู่ 0.6 กิโลกรัม โดยค่ากระแสไฟฟ้า ปริมาณแก๊ส น้ำหนักหลังการคั่ว จะแปรผันตามเวลา

ข้อมูลการทดสอบในตารางที่ 2 3 และ 4 แสดงให้เห็นว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นอาจไม่ได้ลดลง เมื่อใช้เวลาอบนานขึ้น เนื่องจากปัจจัยในการอบไม่ได้ขึ้นกับเวลาเพียงอย่างเดียวแต่ยังขึ้นกับ จำนวนเมล็ดและค่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ ซึ่งจะส่งผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ได้

4. สรุป

จากการศึกษาเครื่องคั่วเมล็ดทานตะวัน ซึ่งเริ่มจากการตรวจเอกสาร การดำเนินงาน และอภิปรายผล นำไปสู่การสรุปผลและข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบที่ 0.5 กิโลกรัม ที่ช่วงเวลา 30 นาที 45 นาที และ 50 นาที

ครั้งที่	เวลา (min)	ความเร็วรอบ (rpm)	ปริมาณแก๊ส (kg)	น้ำหนักเมล็ด+ น้ำ (kg)		ความชื้น (%)	อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)	ผลการคั่ว
				ก่อนคั่ว	หลังคั่ว			
1	30	15	0.30	0.70	0.50	28.57	100	สุก
2	30	15	0.40	0.70	0.45	35.71	105	สุก
3	30	15	0.45	0.70	0.45	35.71	102	สุก
เฉลี่ย	**30**	**15**	**0.38**	**0.70**	**0.47**	**33.33**	**102.33**	**สุก**
1	45	15	0.60	0.70	0.50	28.57	110	เมล็ดสุกแต่ไหม้
2	45	15	0.55	0.70	0.45	35.71	114	เมล็ดสุกแต่ไหม้
3	45	15	0.50	0.70	0.50	28.57	109	เมล็ดสุกแต่ไหม้
เฉลี่ย	**45**	**15**	**0.55**	**0.70**	**0.48**	**30.95**	**107.66**	**เมล็ดสุกแต่ไหม้**
1	50	15	0.60	0.70	0.50	28.57	115°	เมล็ดสุกแต่ไหม้
2	50	15	0.65	0.70	0.45	35.71	120	เมล็ดสุกแต่ไหม้
3	50	15	0.60	0.70	0.45	35.71	125	เมล็ดสุกแต่ไหม้
เฉลี่ย	**50**	**15**	**0.62**	**0.70**	**0.47**	**33.33**	**120**	**เมล็ดสุกแต่ไหม้**

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบที่ 1 กิโลกรัม ที่ช่วงเวลา 30 นาที 45 นาที และ 50 นาที

ครั้งที่	เวลา (min)	ความเร็วรอบ (rpm)	ปริมาณแก๊ส (kg)	น้ำหนักเมล็ด+ น้ำ (kg)		ความชื้น (%)	อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)	ผลการคั่ว
				ก่อนคั่ว	หลังคั่ว			
1	30	15	0.10	1.2	0.94	21.66	82	เมล็ดไม่สุก
2	30	15	0.25	1.2	1.0	16.66	75	เมล็ดไม่สุก
3	30	15	0.35	1.2	0.99	17.5	80	เมล็ดไม่สุก
เฉลี่ย	**30**	**15**	**0.23**	**1.2**	**0.976**	**18.61**	**79**	**เมล็ดไม่สุก**
1	45	15	0.50	1.2	0.90	25	85	เมล็ดสุกดี
2	45	15	0.40	1.2	0.99	21	75	เมล็ดสุกดี
3	45	15	0.55	1.2	0.90	30	95	เมล็ดสุกดี
เฉลี่ย	**45**	**15**	**0.48**	**1.2**	**0.93**	**25.33**	**85**	**เมล็ดสุกดี**
1	50	15	0.55	1.2	0.99	17.50	106	เมล็ดสุกแต่ไหม้
2	50	15	0.45	1.2	1.00	20	95	เมล็ดสุกแต่ไหม้
3	50	15	0.65	1.2	0.95	25	112	เมล็ดสุกแต่ไหม้
เฉลี่ย	**50**	**15**	**0.55**	**1.2**	**0.98**	**20.83**	**104.33**	**เมล็ดสุกแต่ไหม้**

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบที่ 2 กิโลกรัม ที่ช่วงเวลา 30 นาที 45 นาที และ 50 นาที

ครั้งที่	เวลา (min)	ความเร็วรอบ (rpm)	ปริมาณแก๊ส (kg)	น้ำหนักเมล็ด+ น้ำ (kg)		ความชื้น (%)	อุณหภูมิ ($^{\circ}$C)	ผลการคั่ว
				ก่อนคั่ว	หลังคั่ว			
1	30	15	0.30	2.20	1.95	11.36	112	เมล็ดไม่สุก
2	30	15	0.40	2.20	2.00	9.09	110	เมล็ดไม่สุก
3	30	15	0.30	2.20	1.95	11.36	106	เมล็ดไม่สุก
เฉลี่ย	**30**	**15**	**0.33**	**2.20**	**1.96**	**10.60**	**109.33**	**เมล็ดไม่สุก**
1	45	15	0.45	2.20	2.00	9.09	113	เมล็ดไม่สุก
2	45	15	0.50	2.20	1.80	18.81	115	เมล็ดไม่สุก
3	45	15	0.45	2.20	1.90	13.36	110	เมล็ดไม่สุก
เฉลี่ย	**45**	**15**	**0.47**	**2.20**	**1.90**	**13.75**	**112.66**	**เมล็ดไม่สุก**
1	50	15	0.55	2.20	1.85	15.90	120	เมล็ดสุกดี
2	50	15	0.65	2.20	1.90	13.36	125	เมล็ดสุกดี
3	50	15	0.60	2.20	2.00	9.09	115	เมล็ดสุกดี
เฉลี่ย	**50**	**15**	**0.60**	**2.20**	**1.92**	**12.78**	**120**	**เมล็ดสุกดี**

4.1 คั่วที่ปริมาณน้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม ซึ่งให้ผลดีและเหมาะสมที่สุดนั้น ใช้เวลาในการคั่ว 30 นาที อุณหภูมิโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 102.3 องศาเซลเซียส ความชื้นอยู่โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 33.33 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) ปริมาณแก๊สที่สูญเสียอยู่ที่ 0.38 กิโลกรัม ส่วนค่าไฟฟ้าที่สูญเสียไป 0.093 หน่วยต่อครั้ง

4.2 คั่วที่ปริมาณน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ซึ่งให้ผลดีและเหมาะสมที่สุดนั้น ใช้เวลาในการคั่ว 45 นาที อุณหภูมิอยู่โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 85 องศาเซลเซียส ความชื้นอยู่โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 25.33 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) ปริมาณแก๊สที่สูญเสียอยู่ที่ 0.48 กิโลกรัม ส่วนค่าไฟฟ้าที่สูญเสียไป 0.140 หน่วยต่อครั้ง

4.3 คั่วที่ปริมาณน้ำหนัก 2 กิโลกรัม ซึ่งให้ผลดีและเหมาะสมที่สุดนั้น ใช้เวลาในการคั่ว 50 นาที อุณหภูมิโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 120 องศาเซลเซียส ความชื้นอยู่โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 12.78 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) ปริมาณแก๊สที่สูญเสียอยู่ที่ 0.6 กิโลกรัม ส่วนค่าไฟฟ้าที่สูญเสียไป 0.154 หน่วยต่อครั้ง

ผลจาการทดลองพบว่า ที่ค่าเมล็ดทานตะวันน้ำหนัก 2 กิโลกรัม ตั้งรอบการคั่วที่ความเร็วรอบ 15 รอบต่อนาที มีความเหมาะสมที่สุดในการทดลอง เพราะได้ปริมาณในการคั่วมากสุดที่ความชื้นโดยเฉลี่ยน้อยที่สุด และค่าไฟฟ้าที่สูญเสียไป 0.154 หน่วยต่อครั้ง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ ที่ให้ทุนวิจัย และขอขอบคุณนายสุรเดช ปัญญาไวและนายเอกนรินทร์ สวนบุรี ที่มีส่วนสนับสนุนการทำวิจัยในโครงการนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ไสว พงษ์เก่า. พืชเศรษฐกิจ. เรียบเรียงโดย อารีย์ วรัญญูวัฒน์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์:กรุงเทพฯ; 2519.

[2] เสาวนีย์ จิตรพิทักษ์. หลักโภชนาการปัจจุบัน. ไทยวัฒนาพาณิช: กรุงเทพฯ; 2526.

[3] การแปรรูปเมล็ดทานตะวัน. (สื่อออนไลน์) [เข้าถึงเมื่อ วันที่ 16 กรกฎาคม 2550] เข้าถึงได้จาก : http://www.thaitombon.com.

[4] ชัยพร แอคะรัจน์. พันธ์ของทานตะวัน. [เข้าถึงเมื่อ วันที่ 16 กรกฎาคม 2550] เข้าถึงได้จาก : http://www.geocities.com.dr.chayaporn.

[5] ทานตะวัน. (สื่อออนไลน์) [เข้าถึงเมื่อ วันที่ 16 กรกฎาคม 2550] เข้าถึงได้จาก: http://.www.doae.go.th.html.detail.sunflo wer.t2.gif

[6] กัญจนา บุณยเกียรติ. เชื้อเพลิงและการเผาไหม้. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ฯ: กรุงเทพฯ; 2544.

[7] จำรูญ ตันติพิศาลกุล. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 1. เม็ดทรายพริ้นติ้ง: กรุงเทพฯ; 2540.

[8] เดร์ลิง ไฮนริช. แปลและเรียบเรียง โดย บุญศักดิ์ ใจจงกิจ. ทฤษฎีเครื่องมือกล. คุรุสภา ฯ : พระนครศรีอยุธยา; 2519.

[9] มนตรี พิรุณเกษตร. การถ่ายเทความร้อน. บริษัทวิทยาพัฒน์ จำกัด: กรุงเทพฯ; 2542.

[10] เกียรติศักดิ์ งามวิริยะประเสริฐ ณฐกฤช จารุวัฒนาสกุล ณัฐกิตติ์ กิติวงค์ และ วสันต์ อินทร์ตา. ผลของความชื้นต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดทานตะวันแบบกะเทาะเปลือกและแบบไม่กะเทาะเปลือก. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง :กรุงเทพฯ; 2555.