เครื่องคั่วเมล็ดกาแฟราคาถูกสำหรับชุมชน

A Low Cost Coffee Roaster Machine

ถวัลย์ มะลิซ้อน และ เผชิญ จันทร์สา*
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม กรุงเทพมหานคร 10900
E-mail: pachern.ja@spu.ac.th*

Tawan Malison and Pachern Jansa*
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Sripatum University, Bangkok 10900
E-mail: pachern.ja@spu.ac.th*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการสร้างและทดลอง รวมถึงคำนวณจุดคุ้มทุนเบื้องต้นของเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟแบบกึ่งอัตโนมัติ เพื่อสนับสนุนการผลิตกาแฟแก่กลุ่มเกษตรกรชาวไทยภูเขาในจังหวัดเชียงใหม่ โดยความร่วมมือของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม และศูนย์ส่งเสริมการเกษตรที่สูง จังหวัดเชียงใหม่ ในการสร้างเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟนั้นคำนึงถึงขนาดและความเหมาะสมกับอัตราการผลิตและมีราคาถูก เครื่องคั่วเมล็ดกาแฟที่สร้างขึ้นประกอบด้วยถังคั่ว 2 ถัง คือถังคั่วร้อนและถังคั่วเย็น ในแต่ละถังคั่วจะมีใบกวนที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเพื่อคอยกวนในระหว่างการคั่วเมล็ดกาแฟ การให้ความร้อนในถังคั่วร้อนจะใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2000 วัตต์ เป็นตัวให้ความร้อน

ในการทดลองการคั่วเมล็ดกาแฟจะปรับเปลี่ยนระดับอุณหภูมิที่ถังคั่วร้อนเป็น 3 ระดับ คือ 150, 250 และ 300 องศาเซลเซียส โดยในแต่ละระดับอุณหภูมิจะปรับเปลี่ยนเวลาการคั่วตั้งแต่ 20 - 50 นาที จากการทดลองพบว่าที่ปริมาณการคั่วเมล็ดกาแฟสูงสุดครั้งละ 5 กิโลกรัม และความเร็วรอบใบกวน 40 รอบต่อนาที ใช้เวลาการคั่ว 50 นาที ที่อุณหภูมิถังคั่วร้อน 300 องศาเซลเซียส จะทำให้ได้เมล็ดกาแฟหลังการคั่วมีสี กลิ่น และแห้งดีที่สุด และมีการแตกหักน้อยที่สุด และเมื่อนำอัตราการคั่วเมล็ดกาแฟที่เหมาะสมนี้มาคิดในเชิงเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นพบว่ามีระยะเวลาคืนทุนนานที่สุดไม่เกิน 0.19 เดือน หรือประมาณ 5 วันทำงาน

คำหลัก เครื่องคั่วเมล็ดกาแฟราคาถูก, กาแฟคั่ว, การคั่วกาแฟ

Abstract

This article represents the construction and experimental testing and also the break even point calculation of a low cost coffee roaster machine. The aim is to support the coffee production of hill tribe at some district in Chiang Mai province. A low cost coffee roaster machine was constructed base on size, an optimum production capacity and a construction cost. A low cost coffee roaster machine consists of two vessel of roasting; there are a hot and a coal vessel. Each of vessels consists of the paddle wheel driven by an electrical motor to stir coffee during a roast process. A 2000 watts electrical heater is used as a heat source of the hot vessel.

The experiment on a coffee roaster is divided into three cases of heating temperature; the first 150°C, the second is 250°C and the third is 300°C. Each of all three cases is done for 20 to 50 minutes. The

experiment shows that the maximum capacity of 5 kg is found at 40 rpm of the paddle wheel. The best degree of temperature, which can get the best quality of a roasted coffee, is 300°C at roasting time about 50 minutes. The constructed coffee roaster machine can make a profit and take a rate of return within 0.19 month or about 5 days.

Keywords: A low cost coffee roaster machine, A roasted coffee, coffee roaster

1. บทนำ

ศูนย์ส่งเสริมการเกษตรที่สูง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นหน่วยงานที่บทบาทและภารกิจในการส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตกาแฟแก่เกษตรกรชาวไทยภูเขาในจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อเป็นพืชทดแทนการปลูกพืชเสพติด ตัวอย่างเช่นพื้นที่หมู่ที่ 6 ตำบลแม่ศึก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ก็เป็นอีกหนึ่งพื้นที่ ที่ทางศูนย์ฯ ได้สนับสนุนและส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกกาแฟในพื้นที่ประมาณ 130 ไร่ โดยมีผลผลิตกาแฟสดจำนวน 30 ตัน/ปี แต่ทางศูนย์ยังขาดเทคโนโลยีและอุปกรณ์ในการแปรรูปผลผลิตกาแฟที่นับวันจะมีปริมาณของผลผลิตมากขึ้น ซึ่งเดิมทีนั้นในการแปรรูปกาแฟ เกษตรกรต้องนำผลผลิตเมล็ดกาแฟไปจ้างผู้ประกอบที่อยู่ในตัวจังหวัดเชียงใหม่ทำการคั่วให้ ซึ่งมีระยะทางในการขนส่งมากกว่า 120 กิโลเมตร ดังนั้นทางศูนย์ส่งเสริมเกษตรที่สูง จังหวัดเชียงใหม่ จึงได้ขอความร่วมมือกับสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ในการสร้างต้นแบบเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟสำหรับชุมชนขึ้น โดยเน้นเป็นเครื่องที่มีราคาถูก ขนาดกะทัดรัด สามารถใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานในการทำความร้อนได้ และใช้งานง่าย

2. การคำนวณและออกแบบ

ในการออกแบบเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟสำหรับชุมชนนั้น ได้ออกแบบตามปัจจัยหลัก 2 ประการ คือ แหล่งพลังงานที่สะดวกและเหมาะสมของชุมชนซึ่งใช้ไฟฟ้าแบบครัวเรือน (220 โวลต์, 10 แอมแปร์) และปริมาณการผลิตเดิมที่กลุ่มชาวบ้านได้ดำเนินการอยู่ (ประมาณ 5 กิโลกรัม/ครั้ง) ดังนั้นการสร้างต้นแบบของเครื่องคั่วกาแฟจึงเน้นที่เป็นเครื่องขนาดกะทัดรัด ใช้ต้นทุนการสร้างไม่แพง สามารถใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน และใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานในการทำความร้อน

เครื่องคั่วเมล็ดกาแฟที่สร้างขึ้นประกอบด้วยถังคั่ว 2 ถัง (ดังรูปที่ 1) และมีสวิตช์ควบคุมการทำงาน (ดังรูปที่ 4) เป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ

ซึ่งในการออกแบบถังคั่วร้อนจะออกแบบให้มีความสูงมากกว่าถังคั่วเย็นเล็กน้อย เนื่องจากต้องการพื้นผิวด้านข้างในการถ่ายเทความร้อนจากแผ่นฮีตเตอร์ ส่วนถังคั่วเย็นจะให้มีขนาดพื้นที่ของก้นถังที่กว้างกว่า เพื่อการระบายความร้อนออกจากเมล็ดกาแฟจะทำได้ดีกว่า

2.1 ชุดถังคั่วร้อน

ถังคั่วร้อนดังแสดงในรูปที่ 2 มีลักษณะเป็นถังทรงกระบอกทำด้วยสเตนเลส 2 แผ่นซ้อน เว้นช่องห่างประมาณ 50 มิลลิเมตร สำหรับติดตั้งแผ่นฮีตเตอร์และหุ้มฉนวน โดยถังชั้นในมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร สูง 0.2 เมตร (ได้ปริมาตรถังประมาณ 400 ลิตร) ใช้แผ่นฮีตเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2,000 วัตต์ หุ้มที่ผิวนอกด้านข้างของถังชั้นใน เป็นตัวให้ความร้อนในการคั่วเมล็ดกาแฟ และมีใบกวนขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด ¼ แรงม้า ทำการกวนเมล็ดกาแฟเพื่อให้เมล็ดกาแฟสุกอย่างทั่วถึง และใช้เทอร์โมสตัทเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิในการคั่วเมล็ดกาแฟให้อยู่ในอุณหภูมิคงที่ตลอดเวลา ที่ส่วนล่างของหม้อคั่วร้อนมีช่องสำหรับเปิดให้เมล็ดกาแฟไหลลงไปยังชุดหม้อคั่วเย็นหลังจากที่เมล็ดกาแฟถูกคั่วจนสุกแล้ว

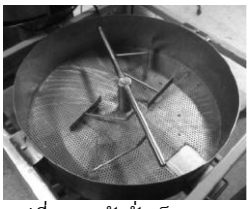
2.2 ชุดถังคั่วเย็น

ถังคั่วเย็นดังแสดงในรูปที่ 3 เป็นถังทรงกระบอกทำด้วยสเตนเลส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.65 เมตร สูง 0.15 เมตร (ได้ปริมาตรถังประมาณ 500 ลิตร) และมีใบกวนขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด ¼ แรงม้า ทำการกวนเมล็ดกาแฟเพื่อระบายความร้อนให้ออกจากเมล็ดกาแฟได้อย่างทั่วถึงพร้อมกัน และเช่นเดียวกัน ที่ก้นหม้อจะมีช่องสำหรับเปิดให้เมล็ดกาแฟไหลลงไปยังถังบรรจุ หลังจากที่เมล็ดกาแฟเย็นตัวลงเท่ากับอุณหภูมิห้องเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

โดยความเร็วรอบของชุดใบกวนของทั้งถังคั่วร้อนและถังคั่วเย็นได้ถูกกำหนดไว้ที่ประมาณ 40 rpm

รูปที่ 1 ต้นแบบเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟราคาถูกสำหรับชุมชน

รูปที่ 2 ชุดถังคั่วร้อน



รูปที่ 3 ชุดถังคั่วเย็น

รูปที่ 4 ตู้สวิตช์ควบคุม

2.3 การหาขนาดฮีตเตอร์

ในการหารขนาดฮีตเตอร์นั้นสามารถหาได้จากค่าความร้อน 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ความร้อนสัมผัสในการเปลี่ยนอุณหภูมิของเมล็ดกาแฟและถังสเตนเลสจากอุณหภูมิห้องถึงอุณหภูมิการคั่วให้สุก ความร้อนแฝงของน้ำ (ความชื้นในเมล็ดกาแฟดิบ) และความร้อนสูญเสีย

ความร้อนสัมผัสหาได้จากสมการ

$$\dot{Q}_s = \frac{mc_p\Delta T}{\Delta t} \qquad (1)$$

โดยที่ m = มวลของเมล็ดกาแฟหรือถังสเตนเลส, c_p = ค่าความจุความร้อนที่ความดันคงที่ของเมล็ดกาแฟหรือถังสเตนเลส, ΔT = ผลต่างของอุณหภูมิ (275°C) และ Δt = ช่วงเวลาของการเพิ่มอุณหภูมิ (20 นาที)

สำหรับค่าความจุความร้อนที่ความดันคงที่ของเมล็ดกาแฟได้ประยุกต์ใช้สมการของ Siebel (1892) [2]

$$c_{p,coffee} = 0.837 + 3.349X_w \qquad (2)$$

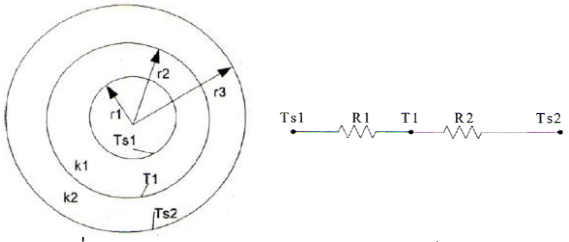
โดย X_w = สัดส่วนความชื้นในเมล็ดกาแฟ (X_w = 0.06) ซึ่งจะได้ $c_{p,coffee}$ และสำหรับถังคั่วร้อนสเตนเลสซึ่งมีมวล m_s = 2.45 kg จะใช้ค่าความจุความร้อนที่ความดันคงที่ [3] c_{ps} = 0.42 kJ/kg·K

ส่วนความร้อนแฝงของน้ำในเมล็ดกาแฟ สามารถหาได้จากสมการ

$$\dot{Q}_l = \frac{m_w h_{fg}}{\Delta t} \qquad (3)$$

โดยที่มวลของน้ำในเมล็ดกาแฟ, m_w =0.3 kg (อ้างอิงจากสัดส่วนความชื้น X_w) และใช้ค่าเอนทาลปีเฉลี่ยของการกลายเป็นไอของน้ำ [4] h_{fg} = 1767 kJ/kg·K

สำหรับความร้อนสูญเสียจะพิจารณาการนำความร้อนจากแผ่นฮีตเตอร์ออกไปสู่ผนังด้านนอกของถังคั่วร้อนดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนภาพแสดงการต้านทานการสูญเสียความร้อน

และสามารถคำนวณได้จากสมการ [3]

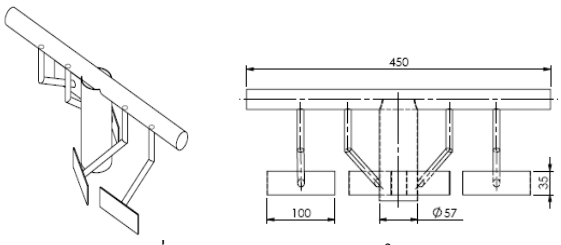
$$\dot{Q}_{loss} = \frac{T_{s1} - T_{s2}}{R_1 + R_2} \qquad (4)$$

ซึ่งค่าการต้านทานความร้อนของฉนวน $R_1 = \frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi k_1 L}$ โดยที่ k_1 = ค่าการนำความร้อนของฉนวน (0.038 W/m^2·K), r_1 = 0.5 m, r_2 = 0.53 m, L = 0.2 m และค่าการต้านทานความร้อนของแผ่นสเตนเลส $R_2 = \frac{\ln(r_3/r_2)}{2\pi k_2 L}$ โดยที่ k_2 = ค่าการนำความร้อนของสเตนเลส (45 W/m^2·K), r_3 = 0.55 m

เมื่อคำนวณตามสมการที่ (1), (3) และ (4) จะได้ค่าอัตราความร้อนรวมเท่ากับ 2,092 W แต่เนื่องจากความเหมาะสมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าของชุมชนและการสั่งทำฮีตเตอร์ จึงเลือกใช้ฮีตเตอร์ขนาด 2,000 W ซึ่งอาจจะต้องทำให้ต้องใช้เวลาของการคั่วมากกว่าที่ออกแบบไว้ที่ 20 นาที

2.4 การหาขนาดของมอเตอร์ใบกวน

สำหรับชุดใบกวนของถังคั่วร้อนและถังคั่วเย็นจะใช้ลักษณะและขนาดเหมือนกัน ซึ่งจะประกอบด้วยใบกวนที่ต่อจากแกนหมุนรูปตัวที (T) ข้างละ 2 ใบ ดังรูปที่ 6 โดยใบกวนแต่ละใบจะมีขนาด 100 mm x 35 mm ใบกวนด้านนอกสุดจะทำมุมตั้งฉากกับเส้นรอบวงของการเคลื่อนที่ ส่วนใบกวนด้านในจะทำมุม (θ) ประมาณ 30 องศากับเส้นรอบวงของการเคลื่อนที่ โดยหันเข้าด้านในเพื่อเกลี่ยให้เมล็ดกาแกระจายออก



รูปที่ 6 ลักษณะและขนาดของใบกวน

แรงบิดของใบกวนประกอบด้วย 2 ส่วนได้แก่แรงบิดที่เกิดจากโมเมนต์ของแรงคู่ควบของแรงปะทะ (Drag force) ที่ใบกวนทั้งสองข้างและโมเมนต์ที่เกิดจากแรงเฉื่อยของไปกวน (โดยไม่คิดโมเมนต์จากความเสียดทาน)

โดยแรงบิดที่เกิดจากโมเมนต์ของแรงคู่ควบหาได้จากสมการ

$$T_C = (F_{D1} \times d_1) + (F_{D2} \times d_2) \qquad (5)$$

เมื่อ F_{D1} คือแรงปะทะที่ใบกวนด้านใน = $\frac{1}{2}\rho C_D v_1^2 A\cos\theta$, F_{D2} คือแรงปะทะที่ใบกวนด้านนอก = $\frac{1}{2}\rho C_D v_2^2 A$, d_1 = ระยะห่างระหว่างใบกวนด้านใน (0.15 m) และ d_2 = ระยะห่างระหว่างใบกวนด้านนอก (0.19 m) โดยที่ C_D คือสัมประสิทธิ์การปะทะ (Drag coefficient) = 2.0 [5], v_1 และ v_2 คือความเร็วตามเส้นรอบวงการเคลื่อนที่ของใบกวนด้านในและด้านนอกตามลำดับ (v_1 = 0.314 m/s, v_2 = 0.606 m/s) และ ρ = ความหนาแน่นของเมล็ดกาแฟ = 355 kg/m^3

และแรงบิดที่เกิดจากแรงเฉื่อยหาได้จาก

$$T_I = I\alpha \qquad (6)$$

โดยที่ I คือโมเมนต์ความเฉื่อยของชุดใบกวน = $\frac{1}{2}mr^2$, α = ความเร่งของชุดใบกวน (0.838 rad/s^2), m คือมวลของชุดใบกวน (1.1 kg) และ r คือรัศมีไจเรชันของชุดใบกวน (0.225 m)

เมื่อคำนวณตามสมการที่ (5) และ (6) จะได้แรงบิดรวมของชุดใบกวน T = 0.17 N.m และสามารถคำนวณกำลังมอเตอร์ได้จาก

$$P_m = T\omega \qquad (7)$$

โดยที่ ω คือความเร็วเชิงมุมของชุดใบกวน (4.19 rad/s)

เมื่อคำนวณจากสมการที่ (7) จะได้กำลังมอเตอร์เท่ากับ 0.72 W ซึ่งจะเห็นว่ากำลังที่ต้องการในการขับใบกวนมีค่าน้อยมาก ดังนั้นจึงเลือกใช้มอเตอร์ขนาด ¼ hp ซึ่งเป็นขนาดต่ำสุดที่มีขายทั่วไป

3. การทดลอง

เมื่อได้ทำการสร้างเครื่องต้นแบบขึ้นมาแล้ว ก็จำเป็นต้องทำการทดลองใช้งานจริงเพื่อหาสมรรถนะการทำงานของเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟที่สร้างขึ้น

และสำหรับการทดลองการคั่วเมล็ดกาแฟด้วยเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟราคาถูกสำหรับชุมชนที่สร้างขึ้น มีจุดประสงค์เพื่อหาอุณหภูมิและเวลาในการคั่วที่เหมาะสมสำหรับปริมาณเมล็ดกาแฟที่ได้กำหนดไว้ 5 กิโลกรัม อุณหภูมิที่บันทึกได้แก่อุณหภูมิของถั่งคั่วซึ่งจะวัดด้วยเทอร์โมคัปเปิ้ลของตัวควบคุมอุณหภูมิ และอุณหภูมิของเมล็ดกาแฟระหว่างการคั่วซึ่งจะวัดด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิแบบใช้แสงอินฟาเรด และมวลของเมล็ดกาแฟหลังการคั่วก็จะถูกนำไปหาปริมาณความชื้นที่หายไปโดยการเทียบกับมวลของเมล็ดกาแฟก่อนคั่ว โดยมีผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองเพื่อหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการคั่วเมล็ดกาแฟ

อุณหภูมิที่ใช้คั่ว	อุณหภูมิ (เครื่องวัดอุณหภูมิ)	เวลาที่คั่ว เมล็ดกาแฟ (นาที)	รูปภาพเมล็ดกาแฟหลังคั่ว
150	54	20	
250	63	20	
300	71	20	
300	89	50	

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดลองเพื่อหาเปอร์เซ็นน้ำหนักที่สูญเสียของเมล็ดกาแฟหลังการคั่วที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิที่ใช้คั่ว(°C)	น้ำหนักเมล็ดกาแฟก่อนคั่ว (kg)	น้ำหนักเมล็ดกาแฟหลังคั่ว (kg)	เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สูญเสีย (%)
150	5	4.95	1
250	5	4.93	1.4
300	5	4.76	4.8
300	5	4.33	13.4

จากตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองการคั่วเมล็ดกาแฟเพื่อหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการคั่วเมล็ดกาแฟ ในครั้งแรกเป็นการคั่วโดยกำหนดเวลาการคั่วเท่าๆกันที่ 20 นาที แล้วปรับเปลี่ยนอุณหภูมิคงตัวของถังคั่วที่ 150, 250 และ 300 องศาเซลเซียส ซึ่งได้อุณหภูมิของเมล็ดกาแฟระหว่างการคั่วมีค่าเท่ากับ 54, 63 และ 71 องศาเซลเซียส แต่พบว่าทั้ง 3 ระดับอุณหภูมิของถังคั่วยังไม่ทำให้เมล็ดกาแฟสุกได้ภายในระยะเวลาเพียง 20 นาที ดังนั้นจึงได้ทำการปรับเปลี่ยนเวลาของการคั่วอีกหลายช่วงเวลาในแต่ละระดับอุณหภูมิ และพบว่าที่อุณหภูมิของถังคั่วที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ซึ่งได้อุณหภูมิของเมล็ดกาแฟระหว่างการคั่ว 89 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาการคั่วประมาณ 50 นาที ทำให้เมล็ดกาแฟสุกอย่างสม่ำเสมอ และได้สีและกลิ่นตามที่ต้องการเหมือนกับการคั่วแบบเดิมที่เกษตรกรได้ดำเนินการมา

ด้วยข้อจำกัดของแหล่งพลังงานไฟฟ้า(มิเตอร์ไฟฟ้าของแหล่งชุมชน) ที่ทำให้ใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้าได้เพียงแค่ 2000 วัตต์นั้น จึงทำให้ได้อุณหภูมิสูงสุดของถังคั่วเพียงแค่ประมาณ 300 องศาเซลเซียส ซึ่งมีผลให้ต้องเพิ่มเวลาการคั่วดังกล่าว

จากตารางที่ 2 เป็นผลการทดลองหาเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่หายไปของเมล็ดกาแฟหลังการคั่ว จากผลการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์ของเมล็ดกาแฟที่ผ่านการคั่วที่อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมนั้น ทำให้น้ำหนักของเมล็ดกาแฟหายไปประมาณ 13.4% ซึ่งได้ค่าความชื้นลดลงตามกำหนด (12 – 15%) [1]

4. การคำนวณเชิงเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น

จากผลการการทดลองการคั่วเมล็ดกาแฟด้วยเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟที่สร้างขึ้น สามารถนำไปกำหนดเป็นอัตราการผลิตเพื่อคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนในกรณีของการใช้เครื่องคั่วกาแฟนี้ไปผลิตกาแฟคั่วจริงในชุมชนแทนการขนส่งเมล็ดกาแฟสดไปจ้างผู้ประกอบการในตัวเมืองเป็นผู้คั่ว ทั้งนี้ในการคำนวณจะไม่คิดค่าแรงของในการควบคุมการทำงานของเครื่องคั่วและเช่นเดียวกันจะไม่คิดผลประหยัดจากการเดินทางและขนส่งนำเมล็ดกาแฟไปคั่วในตัวเมือง

การคำนวณอัตราการผลิตจะเผื่อระยะเวลาของการเก็บเมล็ดกาแฟที่คั่วเสร็จแล้วและการบรรจุเมล็ดกาแฟสดที่จะทำการคั่วในครั้งต่อไปไว้ประมาณ 10 นาที จึงทำให้ใช้ระยะเวลาในการคั่วเมล็ดกาแฟต่อครั้งเท่ากับ 1 ชั่วโมง พอดีสำหรับปริมาณของเมล็ดกาแฟคั่ว 4.33 กิโลกรัม โดยคิดเวลาทำงานต่อวัน 8 ชั่วโมง และคิด 22 วันทำงานต่อเดือน

4.1 ข้อกำหนดของการคำนวณ

ข้อมูลที่เป็นข้อกำหนดในการคำนวณ เป็นข้อมูลที่ได้จากการสร้างเครื่องคั่วกาแฟ ผลสรุปของการทดลองและข้อมูลจากท้องถิ่นของชุมชน (สหกรณ์โครงการหลวงตำบลแม่ศึก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่) ซึ่งได้แก่

- กำลังไฟฟ้าที่ใช้ = 2.74 กิโลวัตต์
- ราคาเมล็ดกาแฟสด
  - โรบัสต้า = 90 บาท/กิโลกรัม
  - อาราบิก้า = 200 บาท/กิโลกรัม
- ราคากาแฟคั่วสำเร็จรูป
  - โรบัสต้า = 390 บาท/กิโลกรัม
  - อาราบิก้า = 500 บาท/กิโลกรัม
- ต้นทุนเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟ = 39,190 บาท
- อัตราการผลิต = 34.64 กิโลกรัม/วัน
- ค่าไฟฟ้า = 3.5 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

4.2 ระยะเวลาคืนทุน

ต้นทุนเมล็ดกาแฟสดพันธ์โรบัสต้า

= 880 กิโลกรัม/เดือน x 90 บาท/กิโลกรัม

= 79,200 บาท/เดือน

ต้นทุนเมล็ดกาแฟสดพันธ์อราบิก้า

= 880 กิโลกรัม/เดือน x 200 บาท/กิโลกรัม

= 176,000 บาท/เดือน

ต้นทุนค่าไฟฟ้า

= 2.74 กิโลวัตต์ x 176 ชั่วโมง/เดือน

x 3.5 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

= 1,687.84 บาท/เดือน

รายได้จากการคั่วเมล็ดกาแฟพันธ์โรบัสต้า

= 762 กิโลกรัม/เดือน x 390 บาท/กิโลกรัม

= 297,180 บาท/เดือน

รายได้จากการคั่วเมล็ดกาแฟพันธ์อราบิก้า

= 762 กิโลกรัม/เดือน x 500 บาท/กิโลกรัม

= 381,000 บาท/เดือน

กำไรจากการคั่วเมล็ดกาแฟพันธ์โรบัสต้า

= (297,000 – 79,200 – 1687.84) บาท/เดือน

= 216,112.16 บาท/เดือน

กำไรจากการคั่วเมล็ดกาแฟพันธ์อราบิก้า

= (381,000 – 176,000 – 1687.84) บาท/เดือน

= 203,312.16 บาท/เดือน

ระยะเวลาคืนทุนของการคั่วกาแฟพันธ์โรบัสต้า

= ต้นทุนเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟ / กำไรต่อเดือน

= (39,190 บาท) / (216,112.16 บาท/เดือน)

= 0.18 เดือน (หรือประมาณ 4 วันทำงาน)

ระยะเวลาคืนทุนของการคั่วกาแฟพันธ์อราบิกา

= ต้นทุนเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟ / กำไรต่อเดือน

= (39,190 บาท) / (203,312.16 บาท/เดือน)

= 0.19 เดือน (หรือประมาณ 4-5 วันทำงาน)

จากผลการคำนวณพบว่าระยะเวลาคือทุนสูงสุดของการใช้เครื่องคั่วเมล็ดกาแฟราคาถูกสำหรับชุมชนที่สร้างขึ้นมีระยะเวลาคืนทุนนานที่สุดไม่เกิน 5 วันทำงาน

5. สรุป

เครื่องคั่วกาแฟราคาถูกสำหรับชุมชนที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ตรงกับความต้องการของชุมชนโดยสามารถคั่วกาแฟได้อัตราผลผลิตของกาแฟคั่วสูงสุด 34.64 กิโลกรัมต่อวัน ที่อุณหภูมิถังคั่ว 300 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิเมล็ดกาแฟระหว่างการคั่ว 89 องศาเซลเซียส

จากการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นพบว่าระยะเวลาคืนทุนในการใช้เครื่องคั่วทดแทนการคั่วแบบเดิม มีระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 5 วันทำงาน และมีระยะเวลาคืนทุนไม่ต่างกันระหว่างกาแฟพันธ์โรบัสต้าและพันธ์อราบิก้า

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้เขียนขอขอบคุณกลุ่มนักศึกษา สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีปทุม (สุริยะ อินทร์เสนา, วราวุฒิ ชมพูภู่, ศิวะนัฐ ชนะภักดี และ พยุงศักดิ์ ประทุมคำ) สำหรับการสร้างและช่วยเก็บข้อมูลในการทดลองต้นแบบเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟราคาถูกสำหรับชุมชน และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยศรีปทุมที่มีส่วนสนับสนุนการนำเสนอบทความนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] พงษ์ศักดิ์ อังสิทธิ์และพัชนี สุวรรณวิศลกิจ. 2535. การปลูกและผลิตกาแฟอราบิก้าบนที่สูงศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟที่ราบสูง. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทลัยเชียงใหม่

[2] Serpil Sahin and SerVet Gulum Sumnu. 2006. Physical Properties of Foods, Springer Science+Business Media, LLC.

[3] J. P. Holman. 2001. Heat Transfer, McGraw Hill Book Company.

[4] Yonus A. Cengel and Michael A. Boles. 2001. Thermodynamics: An Engineering Approach, McGraw Hill Book Company.

[5] Frank M. White. 1994. Fluid Mechanics, McGraw Hill Inc

[6] Michael Sivetz and Norman W. Desrosler. 1979 . Coffee Tachnology. AVI Publishing Company. INC