



การพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพเทคโนโลยีการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้าเพื่อเพิ่มมูลค่า สำหรับเกษตรกรรายย่อย

DEVELOPING AND EVALUATING A VALUE-ADDING PROCESSING TECHNOLOGY FOR ROBUSTA COFFEE BEANS FOR SMALL-SCALE FARMERS

ไพโรจน์ นะเที่ยง^{1*} และพจน์ ชัยอ้าย¹

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Pairote Nathiang^{1*} and Poth Chaiaye¹

¹Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

*Corresponding author e-mail: pairote.n@gmail.com

วันที่รับ : 21 กรกฎาคม 2568

Received : July 21, 2025

วันที่แก้ไข : 20 กันยายน 2568

Revised : September 20, 2025

วันที่ตอบรับ : 22 กันยายน 2568

Accepted : September 22, 2025

บทคัดย่อ

เนื่องจากเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟโรบัสต้าในอำเภอลับแล จังหวัดอุดรดิตถ์ ไม่มีศักยภาพในการนำผลผลิตมาทำการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าเนื่องจากขาดเทคโนโลยีที่เหมาะสม จึงทำให้ขายผลผลิตได้ราคาต่ำเนื่องจากการถูกกดราคาจากพ่อค้าคนกลาง การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพการจัดการผลผลิตเมล็ดกาแฟหลังการเก็บเกี่ยว และ 2) พัฒนาและประเมินประสิทธิภาพเทคโนโลยีการแปรรูปที่เหมาะสมกับเกษตรกรรายย่อย ซึ่งประกอบด้วยเครื่องกะเทาะเปลือกและเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟ ผลจากการศึกษาบริบทของเกษตรกรพบว่าร้อยละ 95 ของเกษตรกรในพื้นที่นิยมขายผลผลิตในรูปแบบของเมล็ดกาแฟดิบ ราคาเพียงกิโลกรัมละ 8-12 บาท ส่วนผลการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดกาแฟด้วยการปรับตั้งระยะความห่างของชุดหินขัดและชุดยางขัด 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบแกนเพลาคงที่ 24 รอบต่อนาที พบว่าการปรับตั้งระยะห่างชุดหินขัดที่ระยะห่าง 2 มิลลิเมตร จะให้ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนเมล็ดที่ไม่แตกสูงที่สุด 58.50% แต่ความแตกต่างนี้ยังไม่มีความสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับระยะห่าง 3 และ 4 มิลลิเมตร ส่วนผลการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟ พบว่าระดับการคั่วที่แตกต่างกัน (อ่อน, กลาง, เข้ม) มีผลทำให้น้ำหนักของเมล็ดกาแฟหลังคั่วแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติค่า P-value (< 0.001) ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 อย่างชัดเจน อีกทั้งยังพบว่าระดับการคั่วส่งผลต่อความชื้นของเมล็ดกาแฟหลังคั่วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ P-value ที่ระดับ 0.009 โดยเมล็ดกาแฟคั่วระดับอ่อนมีความชื้นเฉลี่ยสูงสุด 8.20% ในขณะที่ระดับกลางและความเข้มมีความชื้นลดหลั่นลงมาตามลำดับ 7.88% และ 7.26% จึงสรุปได้ว่าเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมานี้มีศักยภาพในการช่วยให้เกษตรกรสามารถแปรรูปผลผลิตเพื่อเพิ่มมูลค่า สร้างรายได้ และส่งเสริมอุตสาหกรรมแปรรูปกาแฟในระดับชุมชนได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : กาแฟโรบัสต้า, การแปรรูปหลังการเก็บเกี่ยว, การเพิ่มมูลค่า, เกษตรกรรายย่อย

Abstract

Robusta coffee farmers in the Laplae District of Uttaradit Province are unable to add value to their crops due to a lack of appropriate processing technology. As a result, they are forced to sell their coffee at low prices, which are often kept artificially low by intermediaries. The objectives of this study were to 1) investigate post-harvest handling practices for coffee

beans and 2) develop and evaluate the effectiveness of processing technologies suitable for smallholder farmers, including a hulling machine and a coffee roaster. A contextual analysis revealed that 95% of farmers in the area typically sell their crops as raw coffee beans for only 8 to 12 Baht per kilogram. To assess the performance of the hulling machine, the gap between the abrasive stone and rubber units was adjusted to three levels (2, 3, and 4 mm), while maintaining a constant shaft speed of 24 rpm. The results showed that the 2 mm gap produced the highest average percentage of unbroken beans (58.5%). However, this difference was not statistically significant when compared with the 3 mm and 4 mm settings. Roasting experiments demonstrated that roast levels (light, medium, and dark) had a statistically significant effect on the weight of the beans after roasting (P -value < 0.001). Roast level also significantly affected bean moisture content (P -value = 0.009). Light roast beans exhibited the highest average moisture content (8.20%), followed by medium roast (7.88%) and dark roast (7.26%). In conclusion, the developed technologies show strong potential to enable farmers to process their coffee locally, thereby increasing product value, improving income, and promoting the development of a sustainable community-level coffee processing industry.

Keywords : Robusta Coffee, Post-Harvest Processing, Value-Adding, Smallholder Farmers

1. บทนำ

การปลูกกาแฟในประเทศไทยมีผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 0.6 ของโลก โดยแบ่งเป็นกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้าประมาณร้อยละ 97 และกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าคิดเป็นร้อยละ 3 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) เนื่องจากกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้าสามารถปลูกได้ทุกพื้นที่ที่มีความทนทานต่อโรคและแมลง และมีปริมาณสารคาเฟอีนสูงมากกว่ากาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า แต่ความนิยมดื่มไม่มากนักเนื่องจากมีรสขมและเปรี้ยว จึงเป็นผลทำให้กาแฟสายพันธุ์โรบัสต้ามีราคาต่ำกว่ากาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า ซึ่งความแตกต่างของราคาอยู่ระหว่างร้อยละ 10-40 (กรมวิชาการเกษตร, 2563) จึงทำให้กาแฟสายพันธุ์โรบัสตานิยมนำมาผลิตเป็นกาแฟสำเร็จรูป ด้านการส่งออกของเมล็ดกาแฟของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นสายพันธุ์โรบัสต้าเนื่องจากมีสัดส่วนผลผลิตมากกว่าสายพันธุ์อาราบิก้าซึ่งมีผลผลิตน้อยกว่า เนื่องจากกาแฟพันธุ์อาราบิก้าเจริญเติบโตได้ช้า ประกอบกับแหล่งเพาะปลูกมีเฉพาะในเขตพื้นที่ภาคเหนือเท่านั้น (นพดล อุบลมภ์, 2559) จึงทำให้กาแฟพันธุ์อาราบิก้ามีราคาแพงจนแทบไม่มีการส่งออก โดยส่วนใหญ่จะนำมาบริโภคในประเทศเท่านั้น

จากสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอลับแล จังหวัดอุดรดิตถ์ เป็นพื้นที่ราบลุ่มเชิงเขาโอบล้อมด้วยภูเขาและป่าเบญจพรรณ จึงเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร อีกทั้งยังเป็นพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 400-700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล การปลูกกาแฟในพื้นที่อำเภอลับแลเป็นการปลูกในพื้นที่สูงบนภูเขาผสมผสานกันอยู่ในพื้นที่สวนผลไม้ อีกทั้งเกษตรกรยังนิยมปลูกต้นกาแฟไว้ใกล้ ๆ บริเวณริมลำธารซึ่งถือว่าภูมิปัญญาของชาวบ้านที่สำคัญเนื่องจากกาแฟเป็นพืชที่มีระบบรากที่สามารถยึดหน้าดินในพื้นที่สวนผลไม้ไม่ให้พังทลายในช่วงฤดูฝน โดยกาแฟที่ปลูกในพื้นที่ทั้งหมดเป็นกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า ซึ่งมีการปลูกมาตั้งแต่ปี 2527 จนถึงปัจจุบันที่มีพื้นที่ปลูกครอบคลุมพื้นที่ 2,890 ไร่ โดยประมาณ มีผลผลิตต่อปีอยู่ระหว่าง 250-350 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) ผลผลิตกาแฟถือว่าเป็นแหล่งรายได้อีกส่วนหนึ่งนอกเหนือจากการทำสวนผลไม้ของชาวสวนผลไม้ในพื้นที่อำเภอลับแล เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่นิยมนำผลผลิตเมล็ดกาแฟดิบที่ได้ไปทำการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า แต่มักจะจำหน่ายในรูปแบบของเมล็ดกาแฟดิบ คิดเป็นร้อยละ 95 ในราคากิโลกรัมละ



8-12 บาท แต่มีเกษตรกรบางส่วนเท่านั้นที่นำเมล็ดกาแฟผลสดมาทำการตากแห้งเพื่อขายในรูปแบบของเมล็ดกาแฟตากแห้งความชื้นไม่เกินร้อยละ 13-15% (สันติพงษ์ บริบูรณ์ และคณะ, 2567) จึงทำให้ราคาจำหน่ายต่อกิโลกรัมเพิ่มขึ้น 20-25 บาท จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา พบว่าแนวทางการเพิ่มราคาผลผลิตกาแฟให้สูงขึ้นกว่าการขายแบบเมล็ดกาแฟผลสดและเมล็ดกาแฟตากแห้งก็คือการนำเมล็ดกาแฟมาทำการแปรรูปเพื่อให้ได้เมล็ดสารกาแฟและเมล็ดกาแฟคั่ว จึงมีการพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดกาแฟหลากหลายรูปแบบ แต่ส่วนใหญ่มักเป็นเครื่องจักรขนาดใหญ่สำหรับภาคอุตสาหกรรมซึ่งมีราคาสูงและมีกำลังการผลิตเกินความจำเป็นของเกษตรกรรายย่อย (ชนิษฐา บุญคำมา, 2564) เช่นเดียวกันกับเครื่องคั่วกาแฟ ซึ่งงานวิจัยของ (ถวัลย์ มะลิซ้อน และเชษฐา จันทระสา, 2555) ได้พัฒนาเครื่องคั่วราคาถูกลำดับสำหรับชุมชน แต่ยังคงมีข้อจำกัดด้านการควบคุมอุณหภูมิที่สม่ำเสมอและใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งอาจไม่สะดวกในบางพื้นที่ ดังนั้นจึงยังคงมีช่องว่างขององค์ความรู้ (Knowledge Gap) ในการพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปกาแฟแบบครบวงจรที่มีขนาดเหมาะสมใช้งานง่าย และมีต้นทุนที่เกษตรกรรายย่อยสามารถเข้าถึงได้ เพื่อแก้ปัญหาการขายผลผลิตได้ในราคาต่ำในพื้นที่อำเภอลับแลโดยตรง

ดังนั้นเพื่อก่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้าในพื้นที่ของอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ด้วยการนำผลผลิตที่มีอยู่มาผ่านกระบวนการเพื่อเพิ่มมูลค่าด้วยการใช้เทคโนโลยีแปรรูปที่เหมาะสม อีกทั้งยังเป็นการช่วยส่งเสริมให้เกษตรกรผู้ทำสวนผลไม้หันมาปลูกต้นกาแฟเพื่อใช้ในการอนุรักษ์ดินและช่วยป้องกันการพังทลายของหน้าดินในพื้นที่ภูเขาสูง รวมถึงยังเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้เกษตรกรรายย่อยมีการรวมกลุ่มเพื่อทำการแปรรูปผลผลิตกาแฟคั่ว-บด ในเชิงการค้าก่อให้เกิดธุรกิจกาแฟอินทรีย์โดยมีกลุ่มของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟในพื้นที่เป็นผู้ขับเคลื่อน อีกทั้งยังทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ มีรสชาติที่เป็นอัตลักษณ์เฉพาะตัวและกลายเป็นสินค้าชุมชนที่มีชื่อเสียงของจังหวัดอุตรดิตถ์ต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาสภาพ/บริบทด้านการจัดการผลผลิตกาแฟโรบัสต้าหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรในเขตพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

2.2 เพื่อออกแบบและสร้างเทคโนโลยีการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้าที่เหมาะสมกับการใช้งานของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟรายย่อย

2.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเทคโนโลยีเครื่องกะเทาะเปลือกและเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟโรบัสต้าตามเกณฑ์มาตรฐานการแปรรูปที่เป็นสากล

3. วิธีการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประยุกต์ (Applied Research) ร่วมกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรที่มีอยู่ในพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตที่สำคัญในกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้า ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีสมรรถนะเป็นไปตามความต้องการใช้งานของกลุ่มเกษตรกรรายย่อย โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.1 การศึกษาสภาพ/บริบทด้านการจัดการผลผลิตเมล็ดกาแฟโรบัสต้า

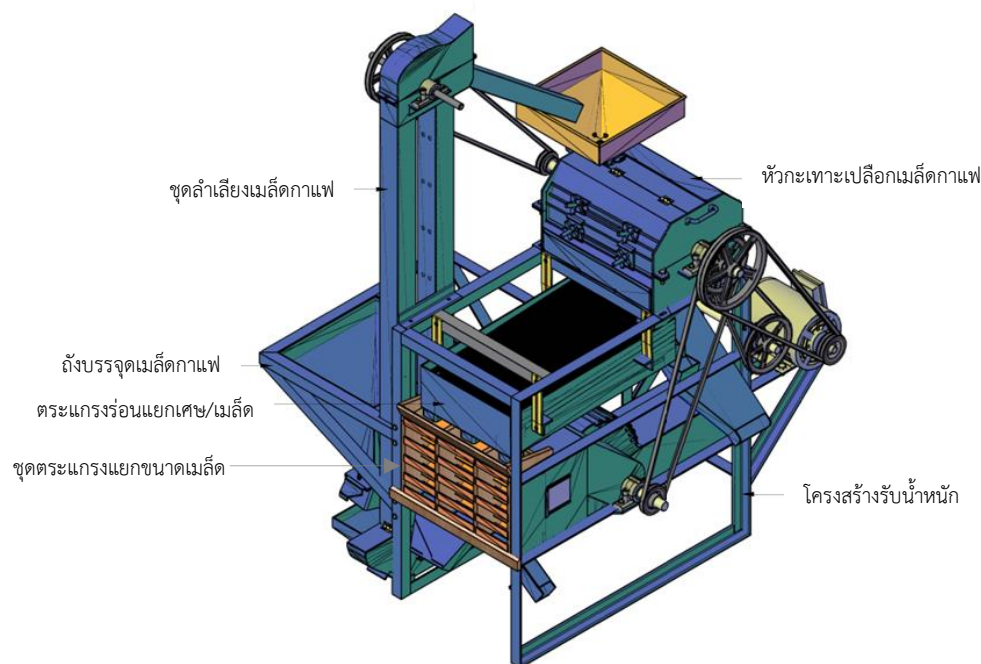
ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลกับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟโรบัสต้าในพื้นที่ 2 ตำบลของอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งเป็นกลุ่มที่ใช้ประโยชน์จากงานวิจัย ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรตำบลผามอบ และตำบลนานกกก เพื่อเก็บข้อมูลโดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ การลงภาคสนามเพื่อสังเกตการณ์ (Observation) การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-Depth Interview) และการสนทนากลุ่ม (Focus Group) เพื่อให้ได้ข้อมูล

สภาพบริบทในการจัดการผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว รูปแบบการรับซื้อ/การจำหน่ายผลผลิตเมล็ดกาแฟของเกษตรกรในพื้นที่

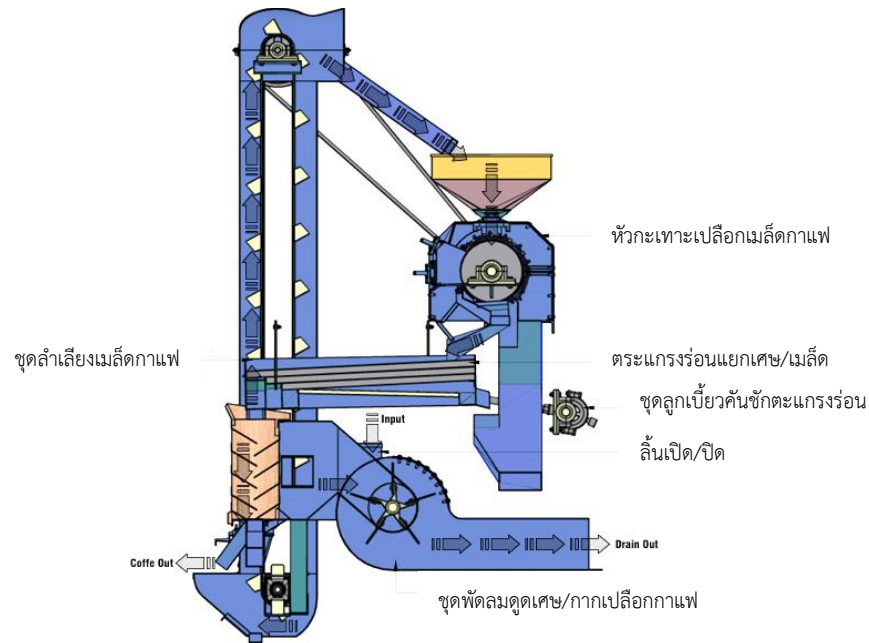
3.2 การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตสำหรับการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้า

ขั้นตอนของการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตสำหรับการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้าที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มเกษตรกรรายย่อย ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

3.2.1 เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดกาแฟ เป็นเครื่องจักรกลการผลิตสำหรับแยกเปลือกกะลาออกจากเมล็ดสารกาแฟ แนวคิดในการออกแบบผู้วิจัยออกแบบให้ลูกกะเทาะเป็นชุดหินขัดเพื่อป้องกันการสึกหรอของชุดแกนกะเทาะ และยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการปรับแต่ง รวมทั้งค่าใช้จ่ายสำหรับการบำรุงรักษาผิวของแกนลูกกะเทาะซึ่งสามารถถอดเปลี่ยนได้ง่ายในกรณีที่เกิดการชำรุดเสียหาย (พิมล วุฒิสินธุ์, 2553) โดยมีชุดพัดลมทำความสะอาดและตะแกรงคัดแยกเมล็ดแตกต่างกับเม็ดที่ไม่กะเทาะบางส่วนอยู่ที่ด้านล่างของตัวเครื่องกะเทาะ รวมถึงยังได้ออกแบบชุดสายพานลำเลียงให้อยู่ที่ด้านข้างของตัวเครื่องเพื่อใช้สำหรับลำเลียงเมล็ดกาแฟเข้าสู่หัวกะเทาะเพื่อความสะดวกในการใช้งาน (ตามภาพที่ 1) วิธีการกะเทาะจะออกแบบให้เป็นตะแกรงสองชั้นเคลื่อนที่สวนทางกัน แล้วให้เมล็ดกาแฟเคลื่อนที่เข้าไปอยู่ระหว่างแผ่นตะแกรงทั้งสอง ซึ่งระหว่างปลายตะแกรงกะเทาะทั้งสองด้านที่เมล็ดกาแฟเคลื่อนที่เข้ามากะเทาะมีระยะห่าง 25.4 มิลลิเมตร จนระยะห่างลดลงจนเหลือ 10 มิลลิเมตร ที่ปลายอีกด้านหนึ่ง ซึ่งตะแกรงกะเทาะเอียงทำมุมประมาณ 10 องศา เพื่อให้ง่ายต่อการกะเทาะเปลือกเมล็ดกาแฟ ส่วนเปลือกที่ผ่านชุดกะเทาะจะตกลงมาที่ชุดเป่าลมที่อยู่ด้านล่างของตะแกรงทั้งสอง จากนั้นพัดลมจะทำการพัดพาเปลือกกาแฟที่มีน้ำหนักเบาแยกออกจากเมล็ดกาแฟ ส่วนเมล็ดกาแฟจะตกลงมาทางด้านล่างสู่ระบบคัดขนาดที่อยู่ด้านใต้ของชุดเป่าลมโดยผ่านตะแกรงคัดขนาด เพื่อแยกขนาดเมล็ดสารกาแฟออกเป็น 3 ขนาด ได้แก่ ขนาดเมล็ดใหญ่ ขนาดเมล็ดมาตรฐาน และขนาดเมล็ดลีบหรือแตกหัก (เมล็ดกาแฟโรบัสต้า: มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 5700-2552, 2552) (ตามภาพที่ 2)

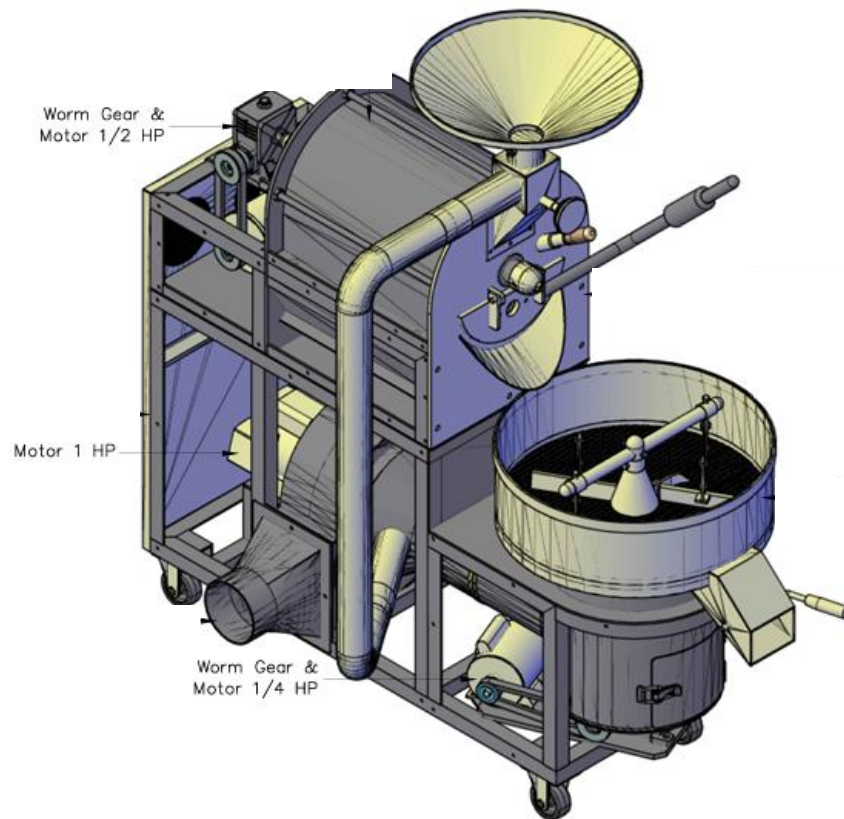


ภาพที่ 1 ลักษณะทางด้านโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดกาแฟโรบัสต้า

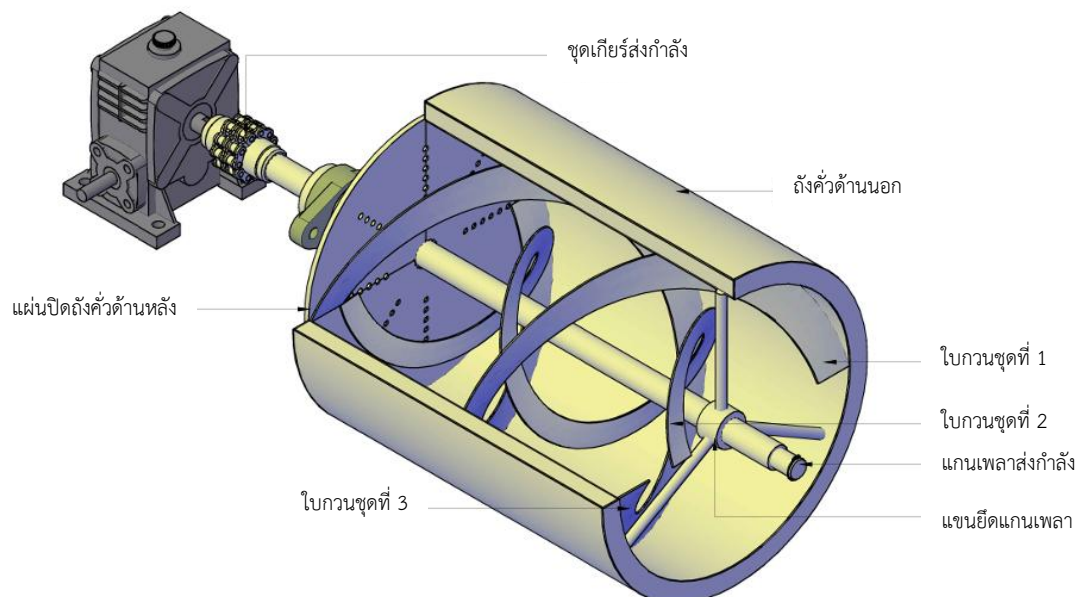


ภาพที่ 2 ระบบการทำงานของเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดกาแฟโรบัสต้า

3.2.2 เครื่องคั่วเมล็ดสารกาแฟโรบัสต้า ผู้วิจัยออกแบบโดยใช้หลักการให้ความร้อนไปที่ภาชนะบรรจุที่ทำมาจากแผ่นโลหะเหล็กกล้าไร้สนิมรูปทรงกระบอกวางในแนวนอน โดยใช้แก๊สแอลพีจี (LPG) เป็นแหล่งให้ความร้อน ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าและชุดเกียร์ทดรอบเพื่อหมุนตัวถังที่ใส่เมล็ดสารกาแฟ (ลักษณะของถังคั่วเมล็ดสารกาแฟคล้ายถังผสมปูนซีเมนต์) ในขณะที่ทำการคั่วเมล็ดกาแฟจะเคลื่อนที่อยู่อในถังนี้เพื่อให้ความร้อนกระจายได้อย่างทั่วถึง สามารถรองรับปริมาณการคั่วเมล็ดสารกาแฟได้ครั้งละ 5 กิโลกรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมกับการใช้งานสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปเมล็ดกาแฟรายย่อย ลักษณะของเครื่องคั่วเมล็ดสารกาแฟในส่วนของตัวถังคั่วทำด้วยเหล็กไร้สนิม มีขนาดยาว 60 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถังคั่ว 30 เซนติเมตร มีครีบน้ำตกว้าง 1.5 เซนติเมตร ไชวโคงซอนกัน 3 คู่ เพื่อใช้สำหรับเกลี่ยเมล็ดสารกาแฟขณะที่ทำการคั่วและผลักเมล็ดสารกาแฟที่คั่วเสร็จแล้วออกจากถังหลังจากคั่วตามระดับที่ต้องการแล้ว (ตามภาพที่ 4) โดยการเริ่มต้นคั่วเมล็ดสารกาแฟในแต่ละครั้งจะต้องใช้เวลาเผาถังคั่วให้ได้อุณหภูมิ 240 °C ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 8 ถึง 10 นาที หลังจากทำการใส่เมล็ดสารกาแฟจะทำให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 170-180 °C การใช้เวลาคั่วในแต่ละระดับสีตามมาตรฐานความเข้มของสีเมล็ดสารกาแฟจะใช้เวลาประมาณ 13-20 นาที (ปรานต์ เมฆอากาศ และคณะ, 2567) โดยลักษณะทางโครงสร้างของเครื่องคั่วเมล็ดสารกาแฟโรบัสต้า ดังแสดง (ตามภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ลักษณะทางโครงสร้างของเครื่องคั่วเมล็ดสารกาแฟโรบัสต้า



ภาพที่ 4 ลักษณะใบกวนภายในถังของเครื่องคั่วเมล็ดสารกาแฟโรบัสต้า



3.3 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเครื่องจักรแต่ละชนิดจะดำเนินการทดลองซ้ำจำนวน 3 ครั้ง ($n=3$) เพื่อหาความน่าเชื่อถือของข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) แล้วทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way Anova) จากการนำเมล็ดสารกาแฟคั่วคั่วแยกหลังจากการกะเทาะ ตามข้อมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 3678-2566 ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดกาแฟเขียว (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2566) สำหรับการวัดค่าความชื้นของเมล็ดสารกาแฟจะใช้เครื่องวัดค่าความชื้นแบบ Dielectric Constant ในการวัดปริมาณน้ำในเมล็ดสารกาแฟ KETT รุ่น PM-450 ส่วนการกำหนดอุณหภูมิและเวลาในการคั่วเมล็ดสารกาแฟในแต่ละระดับ อ้างอิงตามแนวทางของ Specialty Coffee Association (SCA) และงานวิจัยของ Bolka & Emire (2020) เพื่อให้ได้โปรไฟล์การคั่วที่เป็นมาตรฐานสากล

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาสภาพ/บริบทด้านการจัดการผลผลิตกาแฟโรบัสต้าหลังการเก็บเกี่ยว

การปลูกกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า ในพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ นิยมปลูกปะปนร่วมกับพืชอื่นในสวนผลไม้ โดยเป็นการปลูกแบบปล่อยไปตามธรรมชาติไม่มีการใส่ปุ๋ยดูแลเป็นพิเศษมากนักเท่ากับผลไม้ที่เป็นพืชหลักทางเศรษฐกิจอย่างเช่น ทูเรียน ลำไย และลองกอง ดังนั้นจึงมีผลทำให้ผลผลิตกาแฟ (เชอร์รี่) ที่เก็บเกี่ยวได้มีคุณภาพต่ำ เนื่องจากกาแฟเป็นผลผลิตที่ให้ผลตอบแทนต่ำกว่าผลไม้ เป็นเหตุให้เกษตรกรบางรายถึงกับตัดต้นกาแฟออกจากพื้นที่สวน เนื่องจากขายผลผลิตได้ในราคาต่ำไม่คุ้มทุนกับการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ต้องใช้แรงงานคนที่มีค่าจ้างแรงงานในราคาสูง ผสมกับเหตุที่เข้าใจว่ากาแฟมีผลทำให้ต้นทุเรียนไม่เจริญเติบโตเนื่องจากเกษตรกรเข้าใจว่ารากของต้นกาแฟไปแย่งธาตุอาหาร/ปุ๋ยไปจากต้นทุเรียน (ธวัช ดีมูล, 2566, สัมภาษณ์)

รูปแบบการเก็บเกี่ยวผลผลิตกาแฟของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอลับแล ส่วนใหญ่เกษตรกรจะใช้วิธีการเก็บเกี่ยวแบบไม่ประณีต (ใช้วิธีการรูดผลกาแฟจากกิ่งออกมาพร้อม ๆ กัน) ทั้งกาแฟผลสุกและผลกาแฟที่ยังไม่สุก เนื่องจากเกษตรกรต้องการความรวดเร็วในการเก็บเกี่ยวผลผลิตจึงทำให้ได้ผลผลิตกาแฟที่ด้อยคุณภาพ ซึ่งโดยปกติเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟจะเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือนพฤศจิกายน-เมษายน โดยนำผลผลิตกาแฟที่ได้ไปจำหน่ายใน 2 รูปแบบ คือ การจำหน่ายให้พ่อค้าคนกลางในพื้นที่รูปแบบของกาแฟผลสด (ตามภาพที่ 5) ทั้งแบบที่พ่อค้าคนกลางมารับซื้อที่หน้าสวน หรือนำไปขายที่แหล่งรับซื้อผลผลิตทางเกษตรในพื้นที่ราคากิโลกรัมละ 8-12 บาท แต่ก็มีเกษตรกรบางรายที่ขายผลผลิตในรูปแบบของผลกาแฟตากแห้ง (ตามภาพที่ 6) ซึ่งเป็นวิธีการเตรียมสารกาแฟแบบแห้ง (Dry Processing) (Schenker, et al., 2002) หรือที่พ่อค้าคนกลางเรียกวิธีการเตรียมสารกาแฟด้วยวิธีการนี้ว่า (กาแฟตากดำ) ซึ่งเป็นวิธีการเตรียมสารกาแฟที่นิยมใช้กับกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า โดยจะต้องตากแดดให้เนื้อเชอร์รี่แห้งใช้เวลาประมาณ 9-12 วันจะสามารถจำหน่ายได้ในราคากิโลกรัมละ 20-25 บาท ซึ่งหากเกษตรกรนำผลกาแฟตากแห้งไปกะเทาะเป็นสารกาแฟจะสามารถขายได้ในราคากิโลกรัมละ 90-120 บาท แต่เกษตรกรในพื้นที่ส่วนใหญ่จะไม่ขายผลผลิตในรูปแบบของสารกาแฟ เนื่องจากขาดเทคโนโลยีและองค์ความรู้ในกระบวนการแปรรูป ซึ่งผลผลิตกาแฟในพื้นที่ทั้งหมดจะนำไปผ่านกระบวนการกะเทาะเปลือกเพื่อผลิตเป็นสารกาแฟ (เมล็ดกาแฟดิบ) โดยพ่อค้าคนกลางที่รับซื้อผลผลิตในพื้นที่และส่งจำหน่ายให้กับโรงงานแปรรูปกาแฟเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตกาแฟสำเร็จรูปต่อไป



ภาพที่ 5 การขายผลผลิตในรูปแบบของกาแฟผลสด โดยพ่อค้าคนกลางในพื้นที่เป็นผู้รวบรวมผลผลิต



ภาพที่ 6 การเตรียมสารกาแฟแบบแห้ง (Dry Processing) ให้ได้ผลกาแฟเชอร์รี่ตากแห้ง (กาแฟตากดำ)

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพเทคโนโลยีการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้า

4.2.1 เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดกาแฟโรบัสต้าที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นจากเงื่อนไขหลักในการทดสอบและปริมาณการกะเทาะเปลือกเมล็ดกาแฟสูงสุดภายใต้เงื่อนไขการทดสอบด้วยการปรับระยะความห่างของชุดหินขัดกับชุดยางขัด และความเร็วรอบแกนเพลลาของหัวกะเทาะ โดยแบ่งขนาดระยะความห่างของชุดหินขัดกับชุดยางขัดที่ระดับความห่าง 2, 3 และ 4 มิลลิเมตร โดยใช้ความเร็วรอบแกนเพลลาของหัวกะเทาะที่ 24 รอบต่อนาที โดยทุก ๆ เงื่อนไขการทดลองจะใช้เวลาในการทดลอง 1 ชั่วโมง โดยทำการทดลองจำนวน 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยจากการนำเมล็ดสารกาแฟมาคัดแยกหลังจากการกะเทาะ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดกาแฟ โดยทำการทดสอบกับเมล็ดกาแฟที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีการแห้ง (Dry Process) ดังตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ระยะความห่างของชุดหินขัดและชุดยางขัดที่ระยะ 2 มิลลิเมตร

ครั้งที่ ทดลอง	น้ำหนัก เมล็ดกาแฟ ตากแห้ง (กิโลกรัม)	เวลาที่ใช้ในการ กะเทาะเปลือก เมล็ดกาแฟ (นาที) (ชั่วโมง)		อัตราการผลิต (กิโลกรัม/ชั่วโมง)	สัดส่วนของผลผลิต (%)		
					สารกาแฟ (ไม่แตก)	สารกาแฟ (แตก)	เศษเปลือก
1	40	8.80	0.146	253.90	54.0	1.0	45.0
2	40	9.05	0.150	248.80	60.5	0.5	39.0
3	40	9.60	0.160	257.37	61.0	1.0	38.0
เฉลี่ย	40	9.15	0.152	253.35	58.50	0.830	40.66



ตารางที่ 2 ระยะความห่างของชุดหินขัดและชุดยางขัดที่ระยะ 3 มิลลิเมตร

ครั้งที่ ทดลอง	น้ำหนัก เม็ล็ดกาแฟ ตากแห้ง (กิโลกรัม)	เวลาที่ใช้ในการ กะเทาะเปลือกเม็ล็ด กาแฟ		อัตราการผลิต (กิโลกรัม/ ชั่วโมง)	สัดส่วนของผลผลิต (%)		
		(นาทึ)	(ชั่วโมง)		สารกาแฟ (ไม่แตก)	สารกาแฟ (แตก)	เศษเปลือก
1	40	8.80	0.146	253.90	55.0	1.0	44.0
2	40	9.05	0.150	248.80	59.0	0.5	40.5
3	40	9.60	0.160	257.37	60.0	1.0	39.0
เฉลี่ย	40	9.15	0.152	253.35	58.0	0.83	41.16

ตารางที่ 3 ระยะความห่างของชุดหินขัดและชุดยางขัดที่ระยะ 4 มิลลิเมตร

ครั้งที่ ทดลอง	น้ำหนัก เม็ล็ดกาแฟ ตากแห้ง (กิโลกรัม)	เวลาที่ใช้ในการ กะเทาะเปลือก เม็ล็ดกาแฟ		อัตราการผลิต (กิโลกรัม/ชั่วโมง)	สัดส่วนของผลผลิต (%)		
		(นาทึ)	(ชั่วโมง)		สารกาแฟ (ไม่แตก)	สารกาแฟ (แตก)	เศษเปลือก
1	40	8.80	0.146	253.90	57.0	1.0	42.0
2	40	9.05	0.150	248.80	58.0	0.5	41.5
3	40	9.60	0.160	257.37	59.0	1.0	40.0
เฉลี่ย	40	9.15	0.152	253.35	58.0	0.83	41.16

สรุปผลจากการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกะเทาะเปลือกเม็ล็ดกาแฟโรบัสต้าโดยปรับระยะความห่างของชุดหินขัดและชุดยางขัด 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบแกนเพลาคงที่ 24 รอบต่อนาที ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 1 ถึง 3 เมื่อนำผลของสัดส่วนเม็ล็ดกาแฟที่ไม่แตก ซึ่งเป็นดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพที่สำคัญที่สุดมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way Anova) เพื่อเปรียบเทียบผลระหว่างการตั้งค่าระยะห่างทั้ง 3 ระดับ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($F(2, 6) = 0.03, p = 0.968$) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัดส่วนเม็ล็ดกาแฟที่ไม่แตกตามระยะห่างของชุดหินขัด

Source	ผลบวกกำลังสอง (SS)	df	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง (MS)	F	P-value
Distance	0.5	2	0.25	0.03	0.968
Error	46.5	6	7.75		
Total	47	8			

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 4 ชี้ให้เห็นว่าแม้การตั้งค่าระยะห่างของชุดหินขัดที่ 2 มิลลิเมตร จะให้ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนเมล็ดที่ไม่แตกสูงที่สุด (58.50%) แต่ความแตกต่างนี้ยังไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับระยะห่าง 3 และ 4 มิลลิเมตร ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดกาแฟโรบัสต้าที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในช่วงระยะห่าง 2-4 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตามเพื่อให้ได้เมล็ดกาแฟสมบูรณ์ในสัดส่วนที่ดีที่สุดจึงแนะนำให้ใช้งานที่ระยะห่างของชุดหินขัดและชุดยางขัดที่ระยะห่าง 2 มิลลิเมตร

4.2.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคั่วเมล็ดสารกาแฟโรบัสต้าจากเงื่อนไขหลักในการทดสอบโดยใช้ลักษณะสีของเมล็ดสารกาแฟที่เปลี่ยนแปลงไปทั้ง 3 ระดับสี (เสกสรรค์ วินยวงศ์กุล และคณะ, 2564) เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการเปรียบเทียบระดับสีของเมล็ดสารกาแฟหลังจากการคั่ว ประกอบด้วย การคั่วกาแฟระดับอ่อน (Light Roast) การคั่วกาแฟระดับนี้สารกาแฟจะเปลี่ยนสีจากสีเหลือง หรือสีเขียวอมฟ้า หรือเทา เป็นสีน้ำตาลอ่อน โดยใช้อุณหภูมิในการคั่วประมาณ 170-180 องศาเซลเซียส การคั่วกาแฟระดับกลาง (Medium Roast or Full City Roast) การคั่วกาแฟระดับนี้สีของกาแฟจะมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นมาปานกลาง โดยใช้อุณหภูมิในการคั่วประมาณ 220-250 องศาเซลเซียส และการคั่วกาแฟระดับเข้ม (Dark Roast) การคั่วกาแฟระดับนี้สีของกาแฟจะมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นมาก อมน้ำตาลแดง แต่ไม่ถึงกับดำที่ผิวของเมล็ดกาแฟจะมีน้ำมันซึมเคลือบผิวกาแฟเล็กน้อย (Bolka & Emire, 2020) โดยใช้อุณหภูมิในการคั่วประมาณ 250-270 องศาเซลเซียส ตามภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ลักษณะสีของเมล็ดสารกาแฟที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากการคั่วทั้ง 3 ระดับ

1) ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคั่วเมล็ดสารกาแฟ สำหรับการคั่วกาแฟระดับที่ 1 ระดับอ่อน (Light Roast) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การคั่วเมล็ดสารกาแฟระดับอ่อน (Light Roast)

ครั้งที่	ปริมาณเมล็ดสารกาแฟ (กิโลกรัม)	อุณหภูมิ ในถังคั่ว (°C)	เวลาที่ใช้ ในการคั่ว (นาท)	การเทียบสี ระดับอ่อน (Light Roast)		น้ำหนัก เมล็ดสาร กาแฟ หลังคั่ว (กิโลกรัม)	ความชื้น เมล็ดสาร กาแฟ หลังคั่ว (%)
				ผ่าน	ไม่ผ่าน		
1	5	170	15.8	✓		4.02	8.4
2	5	174	16.0	✓		3.93	8.2
3	5	177	16.4	✓		3.90	8.0
เฉลี่ย	5	173.0	16.06			3.95	8.20

2) ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคั่วเมล็ดสารกาแฟ สำหรับการคั่วกาแฟระดับที่ 2 ระดับกลาง (Medium Roast or Full City Roast) ดังตารางที่ 6



ตารางที่ 6 การคั่วเมล็ดสารกาแฟระดับกลาง (Medium Roast or Full City Roast)

ครั้งที่	ปริมาณเมล็ด สารกาแฟ (กิโลกรัม)	อุณหภูมิ ในถังคั่ว (°C)	เวลาที่ใช้ ในการคั่ว (นาทีก)	การเทียบสี ระดับกลาง (Medium Roast or Full City Roast)		น้ำหนัก เมล็ดสาร กาแฟ หลังคั่ว (กิโลกรัม)	ความชื้น เมล็ดสาร กาแฟ หลังคั่ว (%)
				ผ่าน	ไม่ผ่าน		
1	5	207	14.2	✓		3.22	7.90
2	5	212	14.5	✓		3.12	7.89
3	5	220	14.8	✓		2.87	7.85
เฉลี่ย	5	213	14.5			3.07	7.88

3) ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคั่วเมล็ดสารกาแฟ สำหรับการคั่วกาแฟระดับที่ 3 ระดับเข้ม (Dark Roast) ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การคั่วเมล็ดสารกาแฟระดับเข้ม (Dark Roast)

ครั้งที่	ปริมาณเมล็ด สารกาแฟ (กิโลกรัม)	อุณหภูมิ ในถังคั่ว (°C)	เวลาที่ใช้ ในการคั่ว (นาทีก)	การเทียบสี ระดับเข้ม (Dark Roast)		น้ำหนัก เมล็ดสาร กาแฟ หลังคั่ว (กิโลกรัม)	ความชื้น เมล็ดสาร กาแฟ หลังคั่ว (%)
				ผ่าน	ไม่ผ่าน		
1	5	252	14.5		✓	2.77	7.8
2	5	258	15	✓		2.50	7.2
3	5	264	15.5	✓		2.50	6.8
เฉลี่ย	5	258	15.0			2.59	7.26

สรุปผลจากการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องคั่วเมล็ดสารกาแฟโรบัสต้า เพื่อวิเคราะห์ว่าระดับการคั่วที่แตกต่างกัน (อ่อน, กลาง, เข้ม) ส่งผลต่อคุณลักษณะของเมล็ดกาแฟอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way Anova) ใน 2 ส่วนหลัก ๆ คือ น้ำหนักหลังการคั่วและความชื้นหลังการคั่ว ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 8 และตารางที่ 9

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดสารกาแฟหลังการคั่ว ตามระดับการคั่ว

Source	ผลบวกกำลังสอง (SS)	df	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง (MS)	F	P-value
Distance	2.569	2	1.284	49.313	< 0.001
Error	0.156	6	0.026		
Total	2.725	8			

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 8 พบว่าระดับการคั่วที่แตกต่างกัน (อ่อน, กลาง, เข้ม) มีผลทำให้น้ำหนักของเมล็ดสารกาแฟหลังคั่วแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติค่า P-value (< 0.001) ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 อย่างชัดเจน โดยเมล็ดสารกาแฟคั่วระดับอ่อนมีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุด 3.95 กิโลกรัม

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชื้นเมล็ดสารกาแฟหลังการคั่ว ตามระดับการคั่ว

Source	ผลบวกกำลังสอง (SS)	df	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง (MS)	F	P-value
Distance	1.250	2	0.625	11.088	0.009
Error	0.338	6	0.056		
Total	1.588	8			

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 9 พบว่าระดับการคั่วส่งผลต่อความชื้นของเมล็ดสารกาแฟหลังคั่วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F(2, 6) = 11.088, p = 0.009$) โดยเมล็ดสารกาแฟคั่วระดับอ่อนมีความชื้นเฉลี่ยสูงสุด 8.20% ในขณะที่ระดับกลางและความเข้มมีความชื้นลดหลั่นลงมาตามลำดับที่ 7.88% และ 7.26% ซึ่งชี้ให้เห็นว่ายิ่งใช้เวลาและอุณหภูมิในการคั่วสูงขึ้นปริมาณความชื้นในเมล็ดสารกาแฟจะยิ่งลดลง ผลการวิเคราะห์ทางสถิติทั้งหมดนี้ชี้ชัดได้ว่าเครื่องคั่วเมล็ดสารกาแฟที่พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมกระบวนการคั่วเพื่อสร้างความแตกต่างที่มีนัยสำคัญต่อคุณลักษณะทางกายภาพที่สำคัญของเมล็ดสารกาแฟหลังการคั่วได้จริง จึงทำให้เกษตรกรรายย่อยผู้ใช้เทคโนโลยีเครื่องคั่วเมล็ดสารกาแฟสามารถผลิตกาแฟโรบัสต้าที่มีโปรไฟล์การคั่วที่หลากหลายตามความต้องการของตลาดได้อย่างมีมาตรฐาน

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาด้านการจัดการผลผลิตกาแฟโรบัสต้าของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงขายผลผลิตในรูปแบบกาแฟสดหรือกาแฟตากแห้งในราคาต่ำเนื่องจากขาดเทคโนโลยีและองค์ความรู้ในการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า จากข้อมูลดังกล่าวจึงนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรรายย่อย ซึ่งได้แก่ เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดกาแฟและเครื่องคั่วเมล็ดสารกาแฟ การประเมินประสิทธิภาพเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดกาแฟโรบัสต้า พบว่าการปรับระยะห่างของชุดหินขัดกับชุดยางขัดทุกระดับให้ค่าประสิทธิภาพการกะเทาะเปลือกเมล็ดกาแฟไม่แตกต่างกัน มีอัตราเวลาการกะเทาะเฉลี่ย 9.15 นาที อัตรากำลังการผลิตเฉลี่ย 253.35 กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งเป็นอัตรากำลังการผลิตที่เพียงพอต่อการใช้งานในระดับชุมชน และสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในงานวิจัยของพิมล วุฒิสินธุ์ (2553) ที่ได้พัฒนาเครื่องลอกเปลือกสดเพื่ออำนวยความสะดวกให้เกษตรกรและผู้ประกอบการระดับชุมชน ถึงแม้ว่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way Anova) จะชี้ให้เห็นว่าการปรับตั้งระยะห่างของชุดหินขัดที่ 2, 3 และ 4 มิลลิเมตร จะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในเรื่องสัดส่วนของเมล็ดที่ไม่แตก ($p\text{-value} = 0.968$) แต่ผลลัพธ์นี้ก็กลับยืนยันถึงความเสถียรในการทำงานของเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดกาแฟที่ทำให้สามารถผลิตผลผลิตที่มีคุณภาพสม่ำเสมอได้โดยไม่ต้องปรับตั้งค่าระยะห่างของชุดหินขัดบ่อยครั้ง สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของคั่วเมล็ดสารกาแฟโรบัสต้าจากเงื่อนไขหลักในการทดสอบตามลักษณะสีของเมล็ดสารกาแฟที่เปลี่ยนแปลงไปทั้ง 3 ระดับสี พบว่าการคั่วเมล็ดกาแฟระดับอ่อน (Light Roast) ใช้อุณหภูมิในถังคั่ว 173.0 องศาเซลเซียส ด้วยเวลา 16.06 นาที น้ำหนักเมล็ดกาแฟหลังการคั่ว 3.95 กิโลกรัม ความชื้น 8.20% เมื่อนำเมล็ดกาแฟ



ไปเทียบกับค่าสีพบว่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนการคั่วเมล็ดกาแฟระดับกลาง (Medium Roast or Full City Roast) ใช้อุณหภูมิในถังคั่ว 213 องศาเซลเซียส ด้วยเวลา 14.5 นาที น้ำหนักเมล็ดกาแฟหลังการคั่ว 3.07 กิโลกรัม ความชื้น 7.88% เมื่อนำเมล็ดกาแฟไปเทียบกับค่าสีพบว่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน และการคั่วเมล็ดกาแฟระดับเข้ม (Dark Roast) ใช้อุณหภูมิในถังคั่ว 258 องศาเซลเซียส ด้วยเวลา 15.0 นาที น้ำหนักเมล็ดกาแฟหลังการคั่ว 2.59 กิโลกรัม ความชื้น 7.26% เมื่อนำเมล็ดกาแฟไปเทียบกับค่าสีพบว่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน จากวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) ผลการทดลองยืนยันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติว่าระดับการคั่วที่แตกต่างกัน (อ่อน, กลาง, เข้ม) ส่งผลโดยตรงต่อน้ำหนักและค่าความชื้นของเมล็ดกาแฟคั่ว (p-value < 0.001 และ 0.009 ตามลำดับ) ซึ่งสะท้อนถึงศักยภาพในการควบคุมกระบวนการผลิตเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายตามเกณฑ์มาตรฐาน เช่นเดียวกับที่พบในงานวิจัยของปรานต์ เมฆอากาศ และคณะ (2567) ซึ่งใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อนกว่าอย่างระบบควบคุมพีไอดี และแมชชีนเลิร์นนิง แต่ผลลัพธ์ที่ได้นั้นคล้ายคลึงกันในด้านความสามารถในการควบคุมการผลิต โดยสรุปแล้ว ผลจากการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการแปรรูปที่มีศักยภาพในการช่วยให้เกษตรกรสามารถเพิ่มมูลค่าผลผลิตได้อย่างเป็นรูปธรรม จากการขายกาแฟในราคาต่ำมาเป็นการแปรรูปเป็นเมล็ดกาแฟหรือเมล็ดกาแฟคั่วที่มีราคาสูงขึ้น ซึ่งไม่เพียงแต่ช่วยแก้ไขปัญหาด้านเศรษฐกิจในระดับครัวเรือน แต่ยังส่งเสริมการพึ่งพาตนเองและพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนฐานราก

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรส่งเสริมให้เกษตรกรรวมกลุ่มเป็นวิสาหกิจชุมชนเพื่อใช้เครื่องจักรร่วมกัน ลดต้นทุนต่อหน่วย และสร้างแบรนด์กาแฟอัตลักษณ์ของอำเภอลับแล เพื่อยื่นขอมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) หรือสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) ในอนาคต

6.2 ควรมีการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรเพิ่มเติม เช่น การเพิ่มระบบกรองควันและกลิ่นในเครื่องคั่ว เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือการติดตั้งระบบ IoT เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบเรียลไทม์ ช่วยให้เมล็ดกาแฟคั่วที่มีคุณภาพสม่ำเสมอยิ่งขึ้น

6.3 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมด้านการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory Test) ของเมล็ดกาแฟที่คั่วในแต่ละระดับ เพื่อหาโปรไฟล์รสชาติ (Flavor Profile) ที่เป็นเอกลักษณ์ของเมล็ดกาแฟโรบัสต้าที่ปลูกในพื้นที่อำเภอลับแลเพื่อเป็นที่ยึดถือของตลาด

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินการวิจัยใคร่ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และกลุ่มเกษตรกรเครือข่ายเกษตรกรไม้ผล อำเภอลับแล จังหวัดอุดรธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งมีความสำคัญต่อการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

8. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. (2563). *สถานการณ์กาแฟ*. จาก https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2020/05/สถานการณ์กาแฟ_พฤษภาคม63.pdf

ชนิษฐา บุญคำมา. (2564). *แนวทางการส่งเสริมการผลิตกาแฟของเกษตรกรในอำเภอทองผาภูมิจังหวัดกาญจนบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ถวัลย์ มะลิซ้อน และเผชิญ จันทร์สา. (2555). เครื่องคั่วเมล็ดกาแฟราคาสูงสำหรับชุมชน. ใน *การประชุมวิชาการช่วยงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2555* (น.1229-1234). มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

- นพดล อุปถัมภ์. (2559). *การผลิตและเทคนิคการเพิ่มผลผลิตของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าในจังหวัดน่าน*. (วิทยานิพนธ์เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปรานต์ เมฆอากาศ, สุกัญญา สืบแสน, กันตา แสงวิจิตร, และนงนุช ศรีเล็ก. (2567). ระบบควบคุมเครื่องคั่วกาแฟร้อนและตรวจวัดระดับการคั่วกาแฟด้วยเทคนิคการควบคุมพีไอดี และแมชชีนเลิร์นนิ่ง. ใน *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการประชุมวิชาการระดับชาติพะเยาวิจัย ครั้งที่ 13* (น.874-880). มหาวิทยาลัยพะเยา.
- พิมล วุฒิสินธุ์. (2553). *การพัฒนาเครื่องลอกเปลือกสดพร้อมขัดเมื่อขนาดที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มเกษตรกรและผู้ประกอบการ*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.
- เมล์ดิกาแพโรบัสตา: มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 5700-2552. (2552). กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ.
- สันติพงษ์ บริบูรณ์, สัจจา บรรจงศิริ และวนาลัย วิริยะสุธี. (2567). ปัจจัยความสำเร็จการจัดการการผลิตกาแฟโรบัสต้าของสมาชิกแปลงใหญ่กาแฟ หมู่ 7 ตำบลลำเลียง อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง. *วารสารวิชาการร้อยแก่นสาร*, 9(11), 1037-1053.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2566). *เมล์ดิกาแพ - การตรวจสอบด้วยการดมและตรวจพินิจและการหาสิ่งแปลกปลอมและข้อบกพร่อง : มอก. 3678-2566*. จาก <https://service.tisi.go.th/tisi-standard-shop/item/tis/7651>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2564). *กาแฟปี 2563 (ปีเพาะปลูก 2563/64)*. จาก <http://mis-app.oae.go.th/product>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2565). *กาแฟ*. สืบค้น 12 มีนาคม 2567, จาก <https://mis-app.oae.go.th/product/กาแฟ>
- เสกสรรค์ วินยางค์กุล, กมลพรรณ จันทรา, และนันธชัย เต่าต๊ีบ. (2564). การวัดระดับความเข้มของสีเมล็ดกาแฟ โดยใช้การประมวลผลภาพแบบฮิสโทแกรมสำหรับการแบ่งระดับเกรดของการคั่วเมล็ดกาแฟ. *วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 22(3), 10-20.
- Bolka, M., & Emire, S. (2020). Effects of coffee roasting technologies on cup quality and bioactive compounds of specialty coffee beans. *Food science & nutrition*, 8(11), 6120-6130.
- Schenker, S., Heinemann, C., Huber, M., Pompizzi, R., Perren, R., & Escher, R. (2002). Impact of roasting conditions on the formation of aroma compounds in coffee beans. *Journal of food science*, 67(1), 60-66.