

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. **ชุดโครงการวิจัย** : วิจัยและพัฒนากาแฟ
2. **โครงการวิจัย** : วิจัยและพัฒนาเครื่องมือและเทคโนโลยีการแปรรูปกาแฟ
กิจกรรม : ชุดเครื่องมือการแปรรูปสดกาแฟและถ่ายทอดให้เกษตรกรนำไปใช้
กิจกรรมย่อย : ชุดเครื่องมือและกระบวนการแปรรูปสดกาแฟสำหรับกลุ่มเกษตรกร
3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : ชุดเครื่องมือและกระบวนการแปรรูปสดกาแฟสำหรับกลุ่มเกษตรกร
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Development of Coffee Processing Machinery for Farmer Group
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**
หัวหน้าการทดลอง : นายวิบูลย์ เทเพนทร์
กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
ผู้ร่วมงาน : นายปรีชา อานันท์รัตนกุล
นายพิมล วุฒิสินธุ์
นายนิทัศน์ ตั้งพินิจกุล
นายสุภัทร หนูสวัสดิ์
กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

5. บทคัดย่อ

ชุดเครื่องมือกระบวนการแปรรูปสดกาแฟสำหรับกลุ่มเกษตรกรที่นำไปติดตั้งและทดสอบการใช้งานจริงในพื้นที่เป้าหมายโดยเกษตรกรเป็นผู้ใช้ ที่วิสาหกิจชุมชนแปรรูปกาแฟ สวนยาหลวง บ้านสันเจริญ อ.ท่าวังผา จ.น่าน มีความสามารถในการทำงานประมาณ 1,000 กิโลกรัมผลสดต่อชั่วโมง ประกอบด้วยต้นแบบเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนการแปรรูปต่างๆ ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยมาแล้วในการทดลองย่อยและอุปกรณ์ต่อเนื่องเพิ่มเติมในกระบวนการแปรรูป ได้แก่ 1) เครื่องลายน้าคัดแยกผลกาแฟพร้อมสกรูลำเลียงผลกาแฟเข้าเครื่อง 2) เครื่องลอกเปลือกกาแฟผลสด แบบลูกสีทรงกระบอกหมุนในแนวนอน 3) ชุดตะแกรงคัดแยกเมล็ดกาแฟกะลาแบบตะแกรงทรงกระบอกหมุน 4) เครื่องขัดล้างเมือกกาแฟกะลา แบบแกนขัดล้างหมุนในแนวตั้ง และ 5) เครื่องอบแห้งกาแฟกะลา ความจุถังอบ 800 กิโลกรัม และเตาชีวมวลพร้อมชุดแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อได้ลมร้อนที่สะอาดไม่มีกลิ่นควันไฟไปใช้ในการอบแห้ง โดยนำเครื่องมาประกอบและติดตั้งเข้ากับกระบวนการผลิตเดิมของทางกลุ่ม เนื่องจากพื้นที่รวมทั้งสาธารณูปโภคไม่อำนวย ต้นแบบเครื่องลอกเปลือกกาแฟผลสดมีได้นำมาติดตั้งในกระบวนการด้วย เนื่องจากพื้นที่จำกัด แต่ใช้เครื่องเดิมของกลุ่ม วัตถุประสงค์ของงานทดลองนี้เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของชุดเครื่องมือการกระบวนการแปรรูปสดกาแฟโดยเกษตรกรเป็นผู้ใช้ รวมทั้งเป็นการเผยแพร่ถ่ายทอดเทคโนโลยีการทดสอบเก็บข้อมูลการใช้งานจริงโดยเกษตรกรเป็นผู้ใช้ประสบปัญหาการทดสอบในฤดูกาล มีการใช้งาน

บางส่วนเท่านั้น โดยเครื่องที่ไม่ได้ใช้งานและถูกนำออกไป คือ เครื่องลอยน้ำคัดแยกผลกาแฟ และเครื่องขัดล้างเมือกกาแฟ เพราะเนื่องจากเกษตรกรเห็นว่าวิธีปฏิบัติเดิมในการลอยน้ำคัดผลกาแฟทำได้สะดวกอยู่แล้ว ไม่มีความจำเป็นที่ต้องใช้เครื่องในการคัดแยกผลกาแฟซึ่งยุ่งยากและเสียแรงงาน ส่วนเครื่องขัดล้างเมือกกาแฟนั้นทางกลุ่มแจ้งว่าทำให้เมล็ดกาแฟแตกมาก ทั้งนี้สาเหตุหนึ่งเป็นเพราะข้อจำกัดในการทำงานของเครื่องต้องมีอัตราการป้อนที่เหมาะสมและสม่ำเสมอ นอกจากนี้การติดตั้งเครื่องยังกีดขวางพื้นที่ทำงานซึ่งมีจำกัด สำหรับเครื่องที่มีการใช้งานตลอดคือ ชุดตะแกรงกลมคัดแยกเมล็ดกาแฟ เพื่อคัดแยกผลที่ถูกลอกเปลือกไม่สมบูรณ์และเปลือกที่ปะปนมากับเมล็ดกาแฟเมือก ทำให้ได้กาแฟที่สะอาด ส่วนเครื่องอบแห้งกาแฟพร้อมเตาชีวมวลกำเนิดความร้อนมีการใช้งานบ้างเป็นครั้งคราวควบคู่ไปกับการตากลาน

คำสำคัญ: กาแฟโรบัสตา กาแฟอาราบิกา การแปรรูปสด เครื่องมือแปรรูปกาแฟ เครื่องลอยน้ำคัดผลกาแฟ เครื่องลอกเปลือกสด เครื่องขัดล้างเมือกกาแฟ เครื่องอบแห้งกาแฟ

Abstract

A coffee wet (full-wash) processing line for farmer group with a capacity of 1000 kg/hr cherry was set up at a processing plant of the Suanyaluang coffee processing community enterprise in Nan province. It consisted of machines developed from previous research under this project and together with newly fabricated equipment namely: 1) float separator 2) cherry pulper 3) rotary screen separator 4) mucilage removing machine; vertical upward-flow type and including 5) parchment rotary dryer with biomass furnace and heat exchanger. Owing to unavailable space and infrastructure, the machines were installed by adding into the plant processing line which originally was semi-wash process to perform full-wash process. In addition the modified pulper was not used owing to limited space. Objective of this study was to test its performance which operated by farmer and as well as to transmit technology to farmer. Unexpected result, test data collecting during season could not be accomplished, only some machine was operated. The float separator and the mucilage removing machine were not used and removed. Farmer explained that cherry floating by custom practice was more convenient and the mucilage removing machine produced excess broken parchment. Also the machines were hindered working area and needed labor to operate. Farmer was satisfied with the rotary screen separator running all the season. The dryer was also operated occasionally along with sun drying.

Keywords: Robusta, Arabica, wet process, coffee processing machinery, float separator, pulper, mucilage removing machine, coffee dryer

6. คำนำ

กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของไทยที่ทำรายได้ให้เกษตรกรปีละประมาณ 3,000 ล้านบาท โดยในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (ปี 2549-2553) ตลาดมีการขยายตัวอย่างมาก ทำให้ความต้องการใช้เมล็ดกาแฟของโรงงานแปรรูปกาแฟในประเทศไทยเพิ่มขึ้นจาก 47,000 ตัน ในปี 2549 เป็น 67,000 ตัน ในปี 2553 ในขณะที่ผลผลิตกาแฟในประเทศไทยกลับลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากราคาตกต่ำเป็นเวลานาน ทำให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่นแทน เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และไม้ผล เนื้อที่ที่ให้ผลจึงลดลงจาก 429,878 ไร่ ในปี 2549 เหลือเพียง 279,060 ไร่ ในปี 2553 ส่งผลให้ผลผลิตลดลงจาก 55,660 ตัน ในปี 2550 เหลือเพียง 38,140 ตัน ในปี 2553 โดยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นพันธุ์โรบัสต้าร้อยละ 78 แหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี กระบี่ นครศรีธรรมราช พังงา ส่วนพันธุ์อาราบิกามีเพียงร้อยละ 22 แหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำปาง น่าน แพร่ ตาก จึงทำให้ผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงงานแปรรูปกาแฟที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีการนำเข้าจากต่างประเทศเพิ่มขึ้นด้วย

กาแฟไทยได้รับการยอมรับในด้านคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ แต่ต้นทุนการผลิตของไทยอยู่ในระดับสูงเมื่อเปรียบเทียบกับคู่แข่ง ทำให้แข่งขันกับประเทศคู่แข่งไม่ได้ในเรื่องราคาเมล็ดกาแฟ สาเหตุที่ต้นทุนของไทยสูงเนื่องจากมีผลผลิตต่อไร่ต่ำกว่า ประกอบกับค่าแรงของไทยสูงกว่าของเวียดนาม และประเทศเพื่อนบ้าน การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมีความจำเป็นต้องทำอย่างเป็นระบบทั้งกระบวนการ การนำเครื่องจักรกลเข้ามาประยุกต์ใช้สามารถลดขั้นตอนและต้นทุนการผลิต รวมทั้งทำให้คุณภาพของเมล็ดกาแฟดีขึ้น

หลังการเก็บเกี่ยวผลกาแฟสุกมีวิธีการทำกาแฟสาร 2 แบบ คือ วิธีแห้ง และวิธีเปียก วิธีแห้งจะนำผลสดทั้งเปลือกมาทำแห้งโดยวิธีการตากกลางแจ้งหรือใช้เครื่องอบแล้วสีได้กาแฟสาร สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆต่อไป นิยมใช้กับกาแฟพันธุ์โรบัสต้า ส่วนวิธีเปียกเป็นวิธีที่เหมาะสมในการทำกาแฟอาราบิก้าซึ่งให้คุณภาพดีกว่า แต่การทำกาแฟสารแบบเปียกมีขั้นตอนเพิ่มขึ้นก่อนการทำแห้ง คือ การลอกเปลือกสด และการกำจัดเมือก จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนการทำแห้ง การสีกาแฟกะลา จนได้กาแฟสารที่พร้อมจะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป ผลกาแฟสุกหลังจากเก็บเกี่ยวจากต้นกาแฟ ควรได้รับการเอาเปลือกออกทันทีหรือไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 36 ชั่วโมง เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการหมักของเปลือก อันทำให้เกิดกลิ่นไม่ดี หรือเกิดสารพิษจากเชื้อราแก่กาแฟสารได้ (พงษ์ศักดิ์และบัณฑิต, 2542)

เครื่องมือสำหรับกระบวนการแปรรูปสดกาแฟที่มีการผลิตจำหน่ายในประเทศยังมีจำกัด มีเพียงเครื่องลอกเปลือกกาแฟเท่านั้นที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย ส่วนเครื่องล้างเมือกมีการผลิตแต่ไม่เป็นที่นิยมใช้ เนื่องจากเครื่องล้างเมือกนี้ใช้สำหรับล้างเมือกกาแฟที่ผ่านการหมักย่อยสลายเมือกมาแล้ว ดังนั้นจึงมิได้ช่วยลดขั้นตอนและเวลาเท่าไร นอกจากนี้ทำให้เมล็ดกาแฟแตกเสียหายมาก ซึ่งอาจมีสาเหตุจากเกษตรกรนำไปใช้ขัดล้างเมือกหลังการลอกเปลือกทันทีโดยมิได้ทำการหมักกาแฟ เครื่องลอกเปลือกกาแฟผลสดที่มีการผลิตจำหน่ายส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพดีระดับหนึ่ง แต่มีขนาดเล็กความสามารถในการลอกเปลือก 300-500 ก.ก./ชม.ของผลกาแฟสด ยังไม่เพียงพอในระดับที่กลุ่มเกษตรกรหรือผู้ประกอบการต้องการ เครื่องที่มีประสิทธิภาพและกำลังการผลิตสูงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ มีราคาแพงกว่าการผลิตในประเทศมาก และอุปกรณ์ซ่อมบำรุงต้องสั่งจากต่างประเทศ

ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปสตกาแฟของไทย จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยพัฒนาเครื่องมือสำหรับการแปรรูปกาแฟในขั้นตอนของกระบวนการผลิตบางส่วนที่ยังขาดเครื่องมือและบางส่วนเพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถให้เหมาะกับระดับกลุ่มเกษตรกรและผู้เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถผลิตเมล็ดกาแฟที่มีคุณภาพและลดต้นทุนการผลิต ทำให้สามารถแข่งขันได้ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรและผู้เกี่ยวข้อง รวมทั้งยังลดการนำเข้ากาแฟ และเครื่องจักรกลสำหรับแปรรูปจากต่างประเทศอีกทางหนึ่งด้วย

งานวิจัยการทดลองย่อยที่ผ่านมารายได้โครงการนี้ได้ศึกษาและพัฒนาต้นแบบเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนต่างๆของกระบวนการแปรรูปสตกาแฟ ได้แก่ เครื่องลอกเปลือกกาแฟผลสด เครื่องขัดล้างเมือกกาแฟกะลา เครื่องอบแห้งกาแฟกะลาและเตาชีวมวลให้กำเนิดลมร้อนสำหรับการอบแห้ง สำหรับการทดลองย่อยนี้เป็นการนำต้นแบบเครื่องมือดังกล่าวและอุปกรณ์ต่อเนืองที่ได้ออกแบบสร้างเพิ่มเติมมาประกอบเป็นชุดเครื่องมือในกระบวนการแปรรูปสตกาแฟ และติดตั้งในพื้นที่เป้าหมาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการใช้งานจริงโดยเกษตรกรเป็นผู้ใช้ รวมทั้งเป็นการเผยแพร่ถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อผลิตเมล็ดกาแฟที่มีคุณภาพ

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. วัสดุสร้างต้นแบบเครื่องลายน้าคัดแยกผลกาแฟและอุปกรณ์
2. ต้นแบบเครื่องลายน้าคัดแยกผลกาแฟ
3. ต้นแบบเครื่องลอกเปลือกกาแฟ
4. ต้นแบบชุดตะแกรงคัดแยกเมล็ดกาแฟกะลา
5. ต้นแบบเครื่องขัดล้างเมือกกาแฟ
6. ต้นแบบเครื่องอบลดความชื้นกาแฟ
7. เครื่องชั่งน้ำหนักตัวอย่าง
8. มิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า
9. อุปกรณ์ และเครื่องมือวัดต่างๆ

วิธีการ

ดำเนินการทดสอบการใช้งานชุดเครื่องมือการแปรรูปสตกาแฟสำหรับกลุ่มเกษตรกร โดยนำต้นแบบเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนการแปรรูปต่างๆที่ได้ทำการศึกษาวิจัยมาแล้วในการทดลองย่อยภายใต้โครงการนี้ได้แก่ เครื่องลอกเปลือกกาแฟผลสด เครื่องขัดล้างเมือกกาแฟ และเครื่องอบลดความชื้นกาแฟ รวมทั้งอุปกรณ์ต่อเนืองเพิ่มเติมที่จำเป็นที่ออกแบบสร้างขึ้น ได้แก่ ชุดลายน้าคัดแยกผลกาแฟ และชุดตะแกรงคัดแยกเมล็ดกาแฟกะลา เป็นต้น มาประกอบและติดตั้งในพื้นที่เป้าหมายและถ่ายทอดให้เกษตรกรนำไปใช้ เพื่อผลิตเมล็ดกาแฟที่มีคุณภาพ วิธีดำเนินการมีดังนี้

1. ตรวจสอบเอกสาร ศึกษาข้อมูลเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปสตกาแฟ
2. ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องลายน้าคัดแยกผลกาแฟ และชุดตะแกรงคัดแยกเมล็ดกาแฟกะลา
3. ติดตั้งต้นแบบชุดเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปสตกาแฟในพื้นที่เป้าหมาย
4. ทดสอบการทำงานของต้นแบบชุดเครื่องมือในกระบวนการแปรรูปสตกาแฟ และให้เกษตรกรนำไปใช้

5. วิเคราะห์ สรุปผล

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินงาน เริ่มต้น ตุลาคม 2553 สิ้นสุด กันยายน 2557

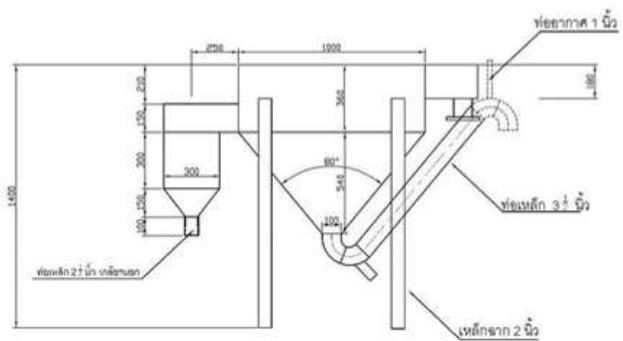
สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

- กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี
- วิสาหกิจชุมชนแปรรูปกาแฟ สวนยาหลวง บ้านสันเจริญ อ.ท่าวังผา จ.น่าน

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

การออกแบบสร้างเครื่องต้นแบบ

1. ชุดลายนํ้าค้ดแยกผลกาแพ (รูปที่ 1) เพื่อค้ดแยกคุณภาพผลกาแพก่อนทำการแปรรูป วิธีปฏิบัติในการค้ดแยกผลกาแพหลังเก็บเกี่ยวของเกษตรกรเริ่มจากลํ้าเลี้ยงหรือเทพลกาแพจากกระสอบลงในบ่อที่บรรจุนํ้าสะอาด ทำการกวนนํ้า และใช้ตะแกรงซ้อนตักแยกผลกาแพที่ลายนํ้าออกไป หลังจากนั้นปลายนํ้าออกจากบ่อและลํ้าเลี้ยงผลกาแพที่จมนํ้าเข้าสู่ขั้นตอนการลอกเปลือก ผลกาแพที่ลายนํ้าส่วนใหญ่มีคุณภาพต่ำ ได้แก่ ผลกาแพที่ถูกมอดเจาะผลเมล็ดกาแพเข้าทำลาย ผลฝ่อ และผลแห้งซึ่งเกิดจากเก็บเกี่ยวล่าช้า เป็นต้น ส่วนผลกาแพที่จมนํ้าส่วนใหญ่เป็นผลสุกมีคุณภาพดี ต้นแบบชุดลายนํ้าค้ดแยกผลกาแพประกอบด้วย สกรูลํ้าเลี้ยงผลกาแพเข้าเครื่อง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มม. ยาว 3,000 มม. ต้นกําลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า ถังลายนํ้าทรงกรวยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1,000 มม. ด้านล่างเป็นทรงกรวยต่อกับท่อนํ้าผลกาแพดีที่จมนํ้าออกสู่ตะแกรงส้นผลกาแพเสียลายนํ้าออกทางด้านบนถึง มีท่อนํ้าไปสู่ตะแกรงส้น ตะแกรงส้นทำหน้าที่แยกนํ้าออกจากผลกาแพและลํ้าเลี้ยงผลกาแพออกจากเครื่อง โดยแบ่งเป็น 2 ช่อง ช่องหนึ่งสำหรับผลกาแพจมนํ้าและอีกช่องหนึ่งสำหรับผลกาแพลายนํ้า นํ้าที่ลอดผ่านตะแกรงไหลลงกระเบบบรรจุนํ้าที่อยู่ด้านล่าง ตะแกรงส้นใช้มอเตอร์แบบเขย่าขนาด 1 แรงม้า และ ใช้ปั้มนํ้าขนาด 1 แรงม้า ทำหน้าที่เวียนนํ้าจากกระเบบบรรจุนํ้า และอัดนํ้าปลายนํ้าเข้าถังลายนํ้าไม่ต้องเติมนํ้าจนกว่าจะเสร็จสิ้นการทำงานแต่ละวัน



รูปที่ 1 ชุดลายนํ้าแยกผลกาแพ

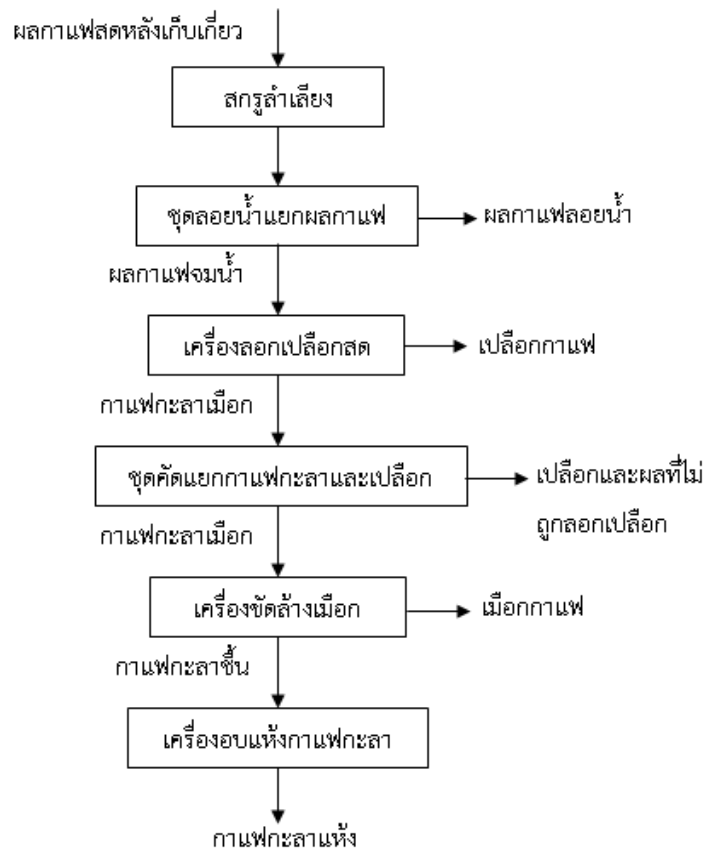
2. ชุดตะแกรงค้ดแยกเมล็ดกาแพกะลา เพื่อค้ดแยกผลที่ไม่ถูกลอกเปลือกและเปลือกที่ปะปนมากับเมล็ดกาแพกะลาเมื่อออก ก่อนนํ้าเมล็ดกะลาเมื่อไปกำจัดเมื่อโดยวิธีหมักในบ่อนํ้าหรือข้ดลํ้าเมื่อด้วยเครื่อง (รูปที่ 2) ต้นแบบมีลักษณะเป็นตะแกรงทรงกระบอกหมุนในแนวนอน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 360 มม. ยาว 1,200 มม. ขนาดรูตะแกรง 8 x 20 มม. ใช้ต้นกําลังมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/2 แรงม้า ความเร็วรอบหมุนของตะแกรงที่เหมาะสม 24 รอบต่อนาที (ความเร็วเชิงเส้น 0.46 เมตรต่อวินาที) ความสามารถในการทำงานประมาณ 1,200 กิโลกรัมผลสด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการสีและแยกเปลือกของเครื่องลอกเปลือกกาแพด้วย

การติดตั้งชุดเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปสดกาแฟในพื้นที่เป้าหมาย

นำต้นแบบเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนการแปรรูปต่างๆที่ได้ทำการศึกษาวิจัยมาแล้วในการทดลองย่อยภายใต้โครงการนี้ได้แก่ เครื่องลอกเปลือกกาแฟผลสด เครื่องขัดล้างเมือกกาแฟ และเครื่องอบลดความชื้นกาแฟ รวมทั้งอุปกรณ์ต่อเนื่องเพิ่มเติมที่จำเป็นที่ได้ออกแบบสร้างขึ้น ได้แก่ ชุดลอยน้ำคัดแยกผลกาแฟ และชุดตะแกรงคัดแยกเมล็ดกาแฟกะลา มาประกอบและติดตั้งเป็นชุดเครื่องมือสำหรับกระบวนการแปรรูปสดกาแฟระดับกลุ่มเกษตรกร ซึ่งมีความสามารถในการทำงานประมาณ 1,000 กิโลกรัมผลสดต่อชั่วโมง ตามแผนภูมิชุดเครื่องมือแปรรูปสดกาแฟและอุปกรณ์ (รูปที่ 3) เพื่อทดสอบการใช้งานจริงในพื้นที่ปลูกกาแฟที่วิสาหกิจชุมชนแปรรูปกาแฟสวนยาหลวง บ้านสันเจริญ อ.ท่าวังผา จ.น่าน แต่เนื่องจากสถานที่และพื้นที่การติดตั้งจำกัด จึงทำการติดตั้งเครื่องทั้งหมดเข้ากับกระบวนการผลิตเดิมของกลุ่ม



รูปที่ 2 ชุดตะแกรงคัดแยกกาแฟกะลาและเปลือก



รูปที่ 3 แผนภูมิชุดเครื่องมือแปรรูปสดกาแฟและอุปกรณ์

รายละเอียดส่วนประกอบของชุดเครื่องมือแปรรูปสดกาแฟพร้อมอุปกรณ์ที่ติดตั้งมีดังนี้

1. ชุดลอยน้ำแยกคัดผลกาแฟ (รูปที่ 4) รายละเอียดเครื่องดังกล่าวแล้วข้างต้นในการออกแบบสร้าง โดยทำการติดตั้งอยู่ในบ่อลอยน้ำของกลุ่ม การลอยน้ำเป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการผลิตเพื่อคัดแยกคุณภาพผลกาแฟ การทำงานเริ่มจากเทผลกาแฟลงถังพักของสกรูลำเลียง จากนั้นผลกาแฟจะถูกลำเลียงลงถังลอยน้ำทรงกรวย ผลกาแฟที่ลอยน้ำไหลออกตามท่อด้านบนของถัง ผลกาแฟจมน้ำไหลตามท่อด้านล่างของถัง ผลกาแฟทั้งสองส่วนไหลไปตามท่อลงสู่ตะแกรงสั่นที่แบ่งเป็น 2 ช่อง เพื่อแยกน้ำออกจากผลกาแฟและลำเลียงผลกาแฟออกจากเครื่อง ผลกาแฟจมน้ำจะตกลงสู่กะพ้อ (ของเดิม) และถูกตักลำเลียงเข้าเครื่องลอกเปลือกต่อไป ส่วนผลลอยน้ำจะถูกบรรจุลงกระสอบและนำไปตากแห้งทั้งผลเพื่อผลิตกาแฟคุณภาพต่ำ



รูปที่ 4 ชุดลอยน้ำแยกคัดผลกาแพ

2. เครื่องลอกเปลือกกาแพผลสด จากการศึกษาและพัฒนาต้นแบบเครื่องลอกเปลือกกาแพผลสดแบบ ลูกสีทรงกระบอกแนวอนที่มีการผลิตในประเทศและใช้ทั่วไป ซึ่งเป็นกิจกรรมวิจัยภายใต้โครงการนี้ ได้ออกแบบสร้างชุดควบคุมการสีแบบแผ่นยาง นำมาประยุกต์ใช้แทนชุดขัดสีเดิมแบบเหล็กหล่อ ลูกสีมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 196 มม. ยาว 272 มม. หมุนด้วยความเร็ว 260 รอบต่อนาที (2.67 เมตรต่อวินาที) ต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า ผลการทดสอบชุดขัดสีเดิมแบบเหล็กหล่อกับแบบแผ่นยาง พบว่าเครื่องมีอัตราทำงานเพิ่มขึ้นจาก 846 กิโลกรัม/ชั่วโมง เป็น 1,456 กิโลกรัม/ชั่วโมง เมล็ดตกลดลงจาก 4.5% เหลือ 0.9% แต่เปอร์เซ็นต์การสีลดลงจาก 80.8% เหลือ 64.1% รวมทั้งมีเปลือกปนในเมล็ดกาแพเมือกมากขึ้นจาก 3.8% เป็น 15.0% เนื่องจากมีปัญหาพื้นที่การติดตั้งมีจำกัด รวมทั้งปัญหาต้นแบบที่ทำการพัฒนานี้ยังมีประสิทธิภาพด้านเปอร์เซ็นต์การสีค่อนข้างต่ำ และมีเปลือกปนในเมล็ดกาแพเมือกมาก ดังนั้นในส่วนการลอกเปลือกกาแพ นั้นจึงใช้เครื่องของทางกลุ่มซึ่งมีอยู่จำนวน 4 เครื่อง (รูปที่ 24) เครื่องลอกเปลือกจะทำการลอกเปลือกผลกาแพจมน้ำที่ถูกลำเลียงมาโดยกะพ้อ ได้เมล็ดกาแพกะลาเมือกที่มีผลกาแพที่ไม่ถูกลอกเปลือกหรือลอกเปลือกไม่สมบูรณ์รวมทั้งเปลือกบางส่วนปะปนอยู่ โดยเปลือกที่ลอกออกส่วนใหญ่ถูกแยกออกไปทางด้านหลังเครื่อง

3. ชุดตะแกรงคัดแยกเมล็ดกาแพกะลา เพื่อคัดแยกผลที่ไม่ถูกลอกเปลือกหรือลอกเปลือกไม่สมบูรณ์ และเปลือกที่ปะปนมากับเมล็ดกาแพกะลาเมือกออก ก่อนนำเมล็ดกะลาเมือกไปกำจัดเมือกโดยวิธีหมักในบ่อน้ำหรือขัดล้างเมือกด้วยเครื่อง (รูปที่ 6) ส่วนผลกาแพที่ไม่ถูกลอกเปลือกหรือลอกเปลือกไม่สมบูรณ์รวมทั้งเปลือกที่คัดแยกออกจะบรรจุลงกระสอบแล้วนำไปทำการลอกเปลือกซ้ำ แต่เดิมกลุ่มมีการใช้ตะแกรงแบบโยก อยู่แล้วในการคัดแยกเมล็ดกาแพกะลาเมือก จำนวน 2 ชุด ตะแกรงแต่ละชุดรองรับผลผลิตเมล็ดกาแพกะลาเมือกจากเครื่องลอกเปลือก 2 เครื่อง ซึ่งเครื่องลอกเปลือกแบบที่กลุ่มใช้อยู่โดยทั่วไปมีความสามารถเฉลี่ย 500 กิโลกรัมผลสด/ชั่วโมง ดังนั้นตะแกรงโยกแต่ละชุดมีความสามารถในการทำงานประมาณ 1,000 กิโลกรัมผลสด/ชั่วโมง สำหรับต้นแบบตะแกรงคัดแยกเมล็ดกาแพกะลาที่ออกแบบสร้างมีลักษณะเป็นตะแกรงทรงกระบอกหมุนในแนวอน ความสามารถในการทำงานประมาณ 1,200 กิโลกรัมผลสด/ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการสีและแยกเปลือกของเครื่องลอกเปลือกกาแพด้วย ได้นำไปติดตั้งแทนโดยถอดตะแกรงโยกเดิมออก 1 เครื่อง ดังนั้นต้นแบบตะแกรงจึงสามารถรองรับการทำงานของเครื่องลอกเปลือกกาแพผลสดของทางกลุ่ม 2 เครื่องได้อย่างเพียงพอ



รูปที่ 5 เครื่องลอกเปลือกกาแฟผลสด

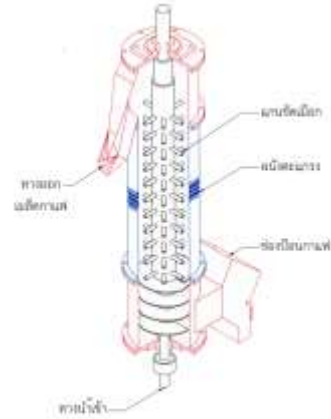


รูปที่ 6 ชุดตะแกรงคัดแยกกาแฟกะลาและเปลือก

4. เครื่องขัดล้างเมือกกาแฟกะลา เป็นต้นแบบที่ได้ดำเนินการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา (รูปที่ 7) แบบแกนขัดล้างแนวตั้งมีซี่เหล็กติดรอบแกนขัดล้างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 มม. ยาว 40 และ 25 มม. ด้านล่างแกนขัดล้างเมือกติดสกรูลำเลียง สำหรับดันกาแฟกะลาขึ้นสู่แกนขัดล้าง มีระบบน้ำพ่นผ่านแกนและทางซี่ที่เจาะรูไว้ ใช้มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า เป็นต้นกำลัง และปั้มน้ำขนาด 1/2 แรงม้า มีความสามารถและประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีที่สุดคือ 898 กิโลกรัม/ชั่วโมง การแตกของกะลากาแฟหลังการขัดล้างเฉลี่ย 1.55% ที่ความเร็วรอบแกนขัดล้าง 580 รอบ/นาที ใช้พลังงานไฟฟ้า 0.031 กิโลวัตต์/กิโลกรัม และปริมาณน้ำที่ใช้ประมาณ 3 ลิตร/กิโลกรัม สามารถขัดล้างได้เมล็ดกาแฟกะลาที่สะอาด เมื่อตรวจด้วยสายตาและสัมผัสด้วยมือเป็นที่ยอมรับได้ และเมื่อนำไปตากแดดลดความชื้นจะไม่มีคาบสีน้ำตาลให้เห็นชัด ต้นแบบเครื่องขัดล้างเมือกถูกติดตั้งบนแผ่นกระดานบนปากบ่อน้ำใกล้กับชุดตะแกรงคัดแยกเมล็ดกาแฟกะลา เมล็ดกะลาเมือกจากชุดตะแกรงไหลมาตามรางที่ต่อไว้เข้าเครื่องขัดล้างเมือกกาแฟกะลา หลังการขัดล้างเมือกได้เมล็ดกาแฟกะลาขึ้นซึ่งสามารถนำไปลดความชื้นได้เลย หรือปล่อยลงบ่อน้ำไว้ 1 แล้วนำไปตากแห้งในวันรุ่งขึ้น

5. เครื่องอบแห้งกาแฟกะลาพร้อมเตาชีวมวลกำเนิดลมร้อน เป็นต้นแบบที่ทำการติดตั้งไว้แล้วอยู่บริเวณลานตากกาแฟ ห่างจากโรงแปรรูปผลสด ประกอบด้วยถังอบแบบทรงกระบอกเหลี่ยม หมุนในแนวนอน

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1,000 มม. ยาว 1,200 มม. ความจุถังอบ 800 กก. กาแฟกะลา (รูปที่ 27) ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า ใช้พัดลมแบบแรงเหวี่ยงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 400 มม. ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า เตาชิวมวลพร้อมชุดแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อได้ลมร้อนที่สะอาดไม่มีกลิ่นควันไฟไปใช้ในการอบแห้ง และ กะป้อลำเลียงเมล็ดกาแฟเข้าเครื่องอบ ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 แรงม้า จากการทดสอบใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 16 - 20 ชั่วโมง ขึ้นกับสภาพอากาศและอุณหภูมิในการอบแห้ง



รูปที่ 7 เครื่องขัดล้างเมือกกาแฟกะลา



รูปที่ 8 เครื่องอบแห้งกาแฟพร้อมเตาชิวมวลกำเนิดลมร้อน

ทดสอบการทำงานของต้นแบบชุดเครื่องมือในกระบวนการแปรรูปสดกาแฟ

หลังการติดตั้ง ดำเนินการทดสอบขั้นต้นหาข้อบกพร่องและความต่อเนื่อง ปรับปรุงแก้ไข สาธิตแนะนำวิธีใช้งานและข้อจำกัดในการใช้งานให้กับผู้ปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตามการทดสอบเก็บข้อมูลการใช้งานจริงโดยเกษตรกรเป็นผู้ใช้ ประสบปัญหาการทดสอบในฤดูกาล ทางกลุ่มได้ยกต้นแบบเครื่องลอยน้ำแยกผลกาแฟออก ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการทำให้ไม่สามารถทำการทดสอบเก็บข้อมูลทั้งกระบวนการได้ มีการใช้งานเครื่องเพียงบางส่วนเท่านั้น

ปัญหาการใช้งานเครื่องลอยน้ำคัดแยกผลกาแฟ ทางกลุ่มแจ้งว่าการใช้งานไม่สะดวก ต้องเสียแรงงานคนและเวลา มากออยยกกระสอบผลกาแฟเทลงถึงพักของสกรูลำเลียง ที่มีขนาดเล็กบรรจุกาแฟได้ 1 - 2 กระสอบ

เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องนี้เป็นเพียงต้นแบบ (รูปที่ 9) การทำถังพักขนาดใหญ่ก็จะไปกีดขวางพื้นที่ทำงานที่มีจำกัดซึ่งบริเวณนั้นเป็นจุดรับซื้อกาแฟ และกองกระสอบกาแฟบริเวณนั้น รวมทั้งปล่อยน้ำกาแฟด้วยซึ่งเป็นที่ติดตั้งต้นแบบเครื่องลายน้าคัดแยกผลกาแฟ รวมทั้งต้องคอยเปลี่ยนกระสอบรองรับผลกาแฟลอยน้ำที่ไหลออกมา เมื่อเต็มกระสอบ นอกจากนี้การทำงานของเครื่องยังมีปัญหาติดขัด และสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า โดยปกติวิธีการคัดแยกผลกาแฟของทางกลุ่มนี้จะกระทำให้เสร็จสิ้นก่อนที่จะเริ่มทำการลอกเปลือกผลกาแฟ โดยใช้คนงานหลายคนช่วยกันยกกระสอบผลกาแฟสดทั้งหมดลงบ่อที่บรรจุน้ำ ทำการตัดคัดแยกผลกาแฟที่ลอยน้ำบรรจุกระสอบออกไป ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและเสร็จสิ้นในคราวเดียว ผลกาแฟลอยน้ำส่วนนี้อาจมีมากถึง 20% (รูปที่ 10) หลังจากนั้นทำการปล่อยน้ำออกจากบ่อ และเริ่มทำการแปรรูปผลกาแฟต่อไป โดยคนงานก็จะแยกย้ายไปทำหน้าที่ ดังนั้นกลุ่มจึงไม่เห็นความจำเป็นที่ต้องใช้เครื่องในการคัดแยกผลกาแฟ



รูปที่ 9 การติดตั้งชุดลายน้าคัดแยกผลกาแฟ



รูปที่ 10 วิธีการคัดแยกผลกาแฟลอยน้ำของกลุ่ม

สำหรับต้นแบบเครื่องขัดล้างเมือกกาแฟก็ไม่ได้ใช้งานเช่นกัน โดยทางกลุ่มแจ้งว่าทำให้เมล็ดกาแฟกะลาแตกมาก ทั้งนี้สาเหตุหนึ่งเป็นเพราะข้อจำกัดในการทำงานของเครื่องต้นแบบนี้ต้องมีอัตราการป้อนที่เหมาะสม ถ้าอัตราการป้อนน้อยไปเมล็ดกาแฟจะถูกขัดอยู่ในเครื่องเป็นเวลานานขึ้น เป็นผลให้เมล็ดแตกมาก ตรงกันข้ามหากป้อนในอัตราสูง เมล็ดกาแฟจะถูกขัดเมือกด้วยเวลาที่สั้นลง เป็นผลให้การขัดล้างเมือกไม่สะอาด จากการประมาณ

ความสามารถในการทำงานรวมของเครื่องลอกเปลือกกาแฟแบบนี้ 2 เครื่อง โดยปกติแล้วเฉลี่ย 1,000 กิโลกรัมผลสด/ชั่วโมง เมื่อตัดน้ำหนักผลกาแฟลอยน้ำและประสิทธิภาพของเครื่องลอกเปลือกแล้ว ควรเหลือผลกาแฟน้ำหนักประมาณ 800 – 900 กิโลกรัมผลสด/ชั่วโมง ซึ่งเป็นอัตราป้อนในช่วงที่เหมาะสมสำหรับต้นแบบเครื่องขัดล้างเปลือกกาแฟนี้ เมื่อสังเกตการทำงานพบว่าบ่อยครั้งผลกาแฟจากท่อลำเลียงไม่ไหลเข้าเครื่องลอกเปลือกกาแฟ ทำให้การป้อนเมล็ดกาแฟไหลเข้าเครื่องขัดล้างเปลือกไม่ต่อเนื่องสม่ำเสมอ อัตราป้อนลดลงไปด้วย ทั้งนี้สาเหตุจากท่อลำเลียงผลกาแฟจากกะพ้อเข้าเครื่องลอกเปลือกมีความลาดชันน้อยไป ผลกาแฟไหลไม่สะดวกเกิดอุดตัน ต้องคอยเอาไม้เคาะกระทุ้ง การเพิ่มความลาดชันก็ทำไม่ได้ เนื่องจากกะพ้อสูงติดหลังคา นอกจากนี้อาจเนื่องมาจากการปรับอัตราป้อนของเครื่องลอกเปลือกไม่เหมาะสมทำให้ความสามารถในการทำงานน้อยลง กลุ่มจึงยังคงทำการกำจัดเปลือกกาแฟโดยวิธีธรรมชาติตามวิธีปฏิบัติเดิมโดยหมักกาแฟในบ่อน้ำ สำหรับเครื่องขัดล้างเปลือกนี้กลุ่มมีความสนใจต้องการใช้มาก เนื่องจากทำงานได้รวดเร็ว หลังจากขัดล้างเปลือกแล้วสามารถนำเมล็ดกาแฟกะลาไปตากได้เลย ช่วยลดขั้นตอน ประหยัดเวลา และแรงงาน การปรับปรุงพัฒนาเครื่องต้นแบบขัดล้างเปลือกกาแฟให้มีหน้าที่ใช้ควบคุมหรือปรับระดับการขัดล้างเปลือกได้ จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาข้อจำกัดด้านอัตราป้อนดังกล่าวได้นอกจากนี้อัตราการใช้ น้ำค่อนข้างสูง (3 ลิตรต่อกิโลกรัมกาแฟ) และจำเป็นต้องใช้ปั้มน้ำช่วยเพื่ออัดน้ำให้เข้าแกนขัด

สำหรับเครื่องที่มีการใช้งานตลอดเวลาคือ ชุดตะแกรงกลมคัดแยกเมล็ดกาแฟกะลา เพื่อคัดแยกผลที่ไม่ถูกลอกเปลือกและเปลือกที่ปะปนมากับเมล็ดกาแฟกะลาเมื่อออก ทั้งนี้แต่เดิมมีการใช้ตะแกรงโยกคัดแยกเมล็ดกาแฟกะลา มักประสบปัญหาเศษใบไม้ กิ่งไม้อุดตันตะแกรง ทำให้ประสิทธิภาพการคัดแยกลดลง เมล็ดกาแฟเมื่อไม่ลอดผ่านรูตะแกรง แต่ไหลลื่นไปกับผลที่ไม่ถูกลอกเปลือกและเปลือกที่คัดออกแล้วนำไปลอกเปลือกซ้ำ ซึ่งอาจทำให้เมล็ดแตกมากขึ้น การใช้ตะแกรงโยกสามารถใช้งานได้เช่นเดียวกันหากหมั่นคอยเก็บวัสดุที่มาอุดตันรูตะแกรง แต่เนื่องจากพื้นที่จำกัดตะแกรงโยกดังกล่าวจึงถูกติดตั้งในจุดที่ต้องปีนขึ้นไปดูแลลำบากทำให้ขาดการดูแล สำหรับต้นแบบชุดตะแกรงกลมหมุนในแนวนอนสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ รวมทั้งเครื่องไม่สั่นและเสียงไม่ดังเหมือนตะแกรงโยก

ต้นแบบเครื่องอบแห้งกาแฟพร้อมเตาชีวมวลมีการใช้งานบ้างเป็นครั้งคราวควบคู่ไปกับการตากลาน (รูปที่ 12) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่มีฝน ซึ่งการตากลานทำไม่ได้ นอกจากนี้มีการนำมาใช้ออบแห้งกาแฟที่ตากลานไว้ใกล้แห้งแล้วเพื่อลดความเสี่ยงและเกรงว่าจะมีฝนมา เนื่องจากการตากลานใช้เวลามากกว่า 10 วัน ช่วยลดการสูญเสียและเวลาได้มาก ในส่วนนี้ไม่มีปัญหาการใช้งาน



รูปที่ 12 การใช้งานต้นแบบเครื่องอบแห้งกาแฟพร้อมเตาชีวมวลกำเนิดลมร้อน

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ชุดเครื่องมือและกระบวนการแปรรูปสตกาแฟสำหรับกลุ่มเกษตรกรที่นำไปติดตั้งและทดสอบการใช้งานจริงในพื้นที่เป้าหมายโดยเกษตรกรเป็นผู้ใช้ มีความสามารถในการทำงานประมาณ 1,000 กิโลกรัมผลสดต่อชั่วโมง ประกอบด้วยต้นแบบเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนการแปรรูปต่างๆ ได้แก่ ชุดลายน้าคัดแยกผลกาแฟพร้อมสกรูลำเลียง เครื่องลอกเปลือกกาแฟผลสด ชุดตะแกรงคัดแยกเมล็ดกาแฟกะลา และเครื่องขัดล้างเมื่อกกาแฟกะลา โดยนำมาประกอบและติดตั้งเข้ากับเครื่องจักรเดิมของทางกลุ่ม ต้นแบบเครื่องลอกเปลือกกาแฟผลสดมิได้นำมาติดตั้งในกระบวนการด้วยเนื่องจากพื้นที่จำกัด แต่ใช้เครื่องเดิมของกลุ่ม นอกจากนี้ก็มีการติดตั้งเครื่องอบแห้งกาแฟกะลา ความจุถัง 800 กิโลกรัม และเตาชีวมวลพร้อมชุดแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อได้ลมร้อนที่สะอาดไม่มีกลิ่นควันไฟไปใช้ในการอบแห้ง จากการทดสอบใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 16 - 20 ชั่วโมง ขึ้นกับสภาพอากาศและอุณหภูมิในการอบแห้ง

การทดสอบเก็บข้อมูลการใช้งานจริงโดยเกษตรกรเป็นผู้ใช้ ประสบปัญหาการทดสอบในฤดูกาล มีการใช้งานบางส่วนเท่านั้น โดยเครื่องที่ไม่ใช้งาน คือ เครื่องลายน้าคัดแยกผลกาแฟ เนื่องจากเกษตรกรเห็นว่าวิธีปฏิบัติเดิมทำได้สะดวกอยู่แล้ว ไม่มีความจำเป็นที่ต้องใช้เครื่องในการคัดแยกผลกาแฟซึ่งยุ่งยากและเสียแรงงาน เครื่องขัดล้างเมื่อกกะลาเป็นอีกเครื่องที่ไม่มีการใช้งาน โดยกลุ่มแจ้งว่าทำให้เมล็ดกาแฟกะลาแตกมาก ทั้งนี้สาเหตุหนึ่งเป็นเพราะข้อจำกัดในการทำงานของเครื่องต้องมีอัตราการป้อนที่เหมาะสมและสม่ำเสมอ สำหรับเครื่องที่มีการใช้งานตลอดคือ ชุดตะแกรงกลมคัดแยกเมล็ดกาแฟกะลา เพื่อคัดแยกผลที่ถูกลอกเปลือกไม่สมบูรณ์และเปลือกที่ปะปนมากับเมล็ดกาแฟกะลาเมื่อก ทำให้ได้กาแฟกะลาที่สะอาด ส่วนเครื่องอบแห้งกาแฟกะลาพร้อมเตาชีวมวลกำเนิดลมร้อนมีการใช้งานบ้างเป็นครั้งคราวควบคู่ไปกับการตากลาน

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

การทดลองที่คาดว่าจะนำไปใช้ประโยชน์ในปี ๒๕๕๘

โดยนำผลงานไปพัฒนาต่อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดข้อจำกัดในการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องขัดล้างเมื่อกกาแฟ ซึ่งเกษตรกรมีความสนใจต้องการใช้มาก เนื่องจากทำงานได้รวดเร็ว หลังจากขัดล้างเมื่อกแล้วสามารถนำเมล็ดกาแฟกะลาไปตากได้เลย ช่วยลดขั้นตอน ประหยัดเวลา และแรงงาน

กลุ่มเป้าหมายคือ เกษตรกรและกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟและผู้เกี่ยวข้อง ผู้รวบรวมเมล็ดกาแฟและผู้ประกอบการคั่วบดและแปรรูปกาแฟ หน่วยงานราชการและโครงการพิเศษที่เกี่ยวข้องให้ระบุผลงานที่สิ้นสุดได้นำไปใช้ประโยชน์อย่างไร พัฒนาต่อหรือถ่ายทอด หรือเผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์กับกลุ่มเป้าหมาย (ระบุเป็นข้อๆ)

11. คำขอบคุณ

ขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม จ.ปทุมธานี ที่ช่วยในการสร้างและทดสอบเครื่องต้นแบบ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย และวิสาหกิจชุมชนแปรรูปกาแฟ สวนยาหลวง บ้านสันเจริญ อ.ท่าวังผา จ.น่าน ที่อนุเคราะห์ทั้งเจ้าหน้าที่ วัสดุทดลองและอำนวยความสะดวกเป็นอย่างดีในระหว่างการทดสอบ

12. เอกสารอ้างอิง

นิทัศน์ ตั้งพินิจกุล ปรีชา อานันท์รัตนกุล พิมล วุฒิสินธุ์ วิบูลย์ เทเพนทร์ ยงยุทธ คงชาน และสุภัทร หนูสวัสดิ์.

2556. ศึกษาและพัฒนาเครื่องลอกเปลือกกาแฟผลสด. รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด กรมวิชาการเกษตร ปี พ.ศ. 2556.

พิมล วุฒิสินธุ์ นิทัศน์ ตั้งพินิจกุล วิบูลย์ เทเพนทร์ ปรีชา อานันท์รัตนกุล และสุภัทร หนูสวัสดิ์. 2556. ศึกษาและพัฒนาเครื่องขัดล้างเมื่อกาแฟกะลา. รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด กรมวิชาการเกษตร ปี พ.ศ. 2556.

ปรีชา อานันท์รัตนกุล พิมล วุฒิสินธุ์ วิบูลย์ เทเพนทร์ นิทัศน์ ตั้งพินิจกุล เวียง อากรชี สมอง อมฤกษ์ และยงยุทธ คงชาน. 2556. ศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งกาแฟกะลาพร้อมเตาชีวมวลก่าเน็ดลมร้อน. รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด กรมวิชาการเกษตร ปี พ.ศ. 2556.

พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ และบัณฑิต วาฤทธิ์. 2542. การปลูกและผลิดกาแฟอะราบิกาที่สูง. ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 229 หน้า.

พิมล วุฒิสินธุ์. 2553. การพัฒนาเครื่องลอกเปลือกสดพร้อมขัดเมื่อขนาดที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มเกษตรกรและผู้ประกอบการ. กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

พุทธธินันท์ จารุวัฒน์. 2546. การออกแบบและพัฒนาเครื่องลอกเมื่อกาแฟอาราบิก้า. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย. สาขาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว, คณะบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 124 หน้า.

เวียง อากรชี พิมล วุฒิสินธุ์ และสุภัทร หนูสวัสดิ์. 2542. การพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสต้า แบบถังกลมทรงกระบอกหมุนในแนวนอน. เอกสารรายงานผลการวิจัยฉบับเต็ม, กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว, สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เวียง อากรชี พิมล วุฒิสินธุ์ และสุภัทร หนูสวัสดิ์. 2542. การพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟอาราบิก้า แบบถังกลมทรงกระบอกหมุนในแนวนอน. เอกสารรายงานผลการวิจัยฉบับเต็ม, กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว, สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เวียง อากรชี. 2548. การออกแบบและพัฒนาเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอะราบิกา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์
มหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Sivetz, M., and Desrosier, N.W.. 1979. Coffee Technology. The AVI Publishing Company, Inc.,
Westport, Connecticut. 716 pp.

13. ภาคผนวก

-