

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนากาแฟ
2. โครงการวิจัย : วิจัยพัฒนาเครื่องจักรกลหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปกาแฟระดับเกษตรกร
กิจกรรม : วิจัยและพัฒนาชุดเครื่องจักรกลสำหรับแปรรูปผลสดกาแฟอะราบิกากระดับเกษตรกร
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -

ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : วิจัยและพัฒนาชุดเครื่องจักรกลสำหรับแปรรูปผลสดกาแฟอะราบิกากระดับเกษตรกร

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Research and development of fresh fruit Arabica coffee processing machinery for farmer

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	: นายจิรวุฒิ เจียตระกูล	สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
ผู้ร่วมงาน	: นายปรีชา อานันท์รัตนกุล	สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
	นายมานพ รักญาติ	สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
	นายอนุชิต ฉ่ำสิงห์	สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

5. บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อวิจัยและพัฒนาต้นแบบเครื่องจักรกลสำหรับกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลสดกาแฟอะราบิกาให้มีประสิทธิภาพ ราคาถูก สามารถผลิตเมล็ดกาแฟที่มีคุณภาพ และเหมาะสมกับระดับเกษตรกร ประกอบด้วยเครื่องคัดผลอ่อน เครื่องลอกเปลือกผลสด เครื่องคัดกะลาเมือก และเครื่องขัดเมือกทำการต่อโดยใช้รางให้สามารถแปรรูปได้อย่างต่อเนื่อง ผลการทดสอบพบว่า มีความสามารถทำงานเฉลี่ย 802.65 กิโลกรัมผลสดต่อชั่วโมง มีการแตกหักหลังขัดเมือก 2.63 % ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย 1.65 ลบ.ม/ ชม. แต่ยังมีปัญหาการเรียงอัตราการทำงานของเครื่องจักรแต่ละตัวไม่สมดุลกัน

Abstract

The objective of this experiment is to research and develop prototype machine for post-harvest process and processing fresh Arabica coffee to be efficient, cheap, able to produce quality coffee beans. And suitable for farmers Consisting of soft fruit picking machine Fresh fruit peeling machine Slime shell screening machine And the slime polishing machine is continued using rails to allow continuous processing The test results showed that With an average work rate of 802.65 kilograms of fresh fruit per hour Had a fracture after polishing the mucus 2.63%, the average water consumption is 1.65 cubic meters / hour but still found the problem of The work rate of each machine is unbalanced.

6. คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ปลูกกาแฟและผลิตกาแฟที่สำคัญประเทศหนึ่งของโลก ปัจจุบันมีเนื้อที่ปลูกกาแฟ 253,054 ไร่ ผลผลิต 25,909 ตัน/ปี แต่ผลผลิตไม่เพียงพอต่อการบริโภคและแปรรูปในประเทศ จึงต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศ ปี 2560 นำเข้ากาแฟมูลค่า 4,772 ล้านบาท (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกาแฟจำกัดและขาดเครื่องจักรกลที่ทันสมัยในการผลิต

กาแฟที่ปลูกกันอยู่ในประเทศไทย มี 2 พันธุ์ คือ 1) กาแฟพันธุ์โรบัสต้า เจริญเติบโตได้ดีบนพื้นที่ราบ พื้นที่ปลูกที่เหมาะสมอยู่ทางภาคใต้ บริเวณจังหวัดชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี กระบี่ นครศรีธรรมราชและพังงา 2) กาแฟพันธุ์อะราบิกา เจริญเติบโตได้ดีบนพื้นที่สูง พื้นที่ปลูกที่เหมาะสมคือภูเขาสูงทางภาคเหนือในจังหวัดเชียงราย แพร่ และน่าน ฯลฯ การผลิตกาแฟของไทยร้อยละ 98 เป็นพันธุ์โรบัสต้า มีเพียงร้อยละ 2 เป็นพันธุ์อะราบิกา ทั้งนี้ไทยผลิตกาแฟโรบัสต้าได้ปีละประมาณ 75,000 – 85,000 ตัน ในจำนวนนี้ใช้บริโภคภายในประเทศร้อยละ 30 ส่งออกร้อยละ 70 อย่างไรก็ตามปริมาณความต้องการใช้เมล็ดกาแฟสำหรับอุตสาหกรรมกาแฟสำเร็จรูป และกาแฟคั่วบดภายในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจาก 70,000 ตัน ในปี 2556 เป็น 90,000 ตันในปี 2560 (สำนักวิจัยเศรษฐกิจ

การเกษตร, 2560) โดยเฉพาะในปัจจุบันธุรกิจร้านกาแฟสด เติบโตและขยายตัวอย่างรวดเร็วเชื่อว่า ปริมาณความต้องการผลผลิตกาแฟภายในประเทศมีเพิ่มมากขึ้น

กรรมวิธีการผลิตสารกาแฟมี 2 วิธีคือ **วิธีแห้ง** (Dry Method or Natural Method) ใช้กับกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า เป็นวิธีการทำสารกาแฟที่ง่าย มีขั้นตอนน้อย ประหยัดแรงงานและไม่ต้องการเครื่องมือที่ซับซ้อน โดยการนำผลกาแฟที่เก็บเกี่ยวได้มาตากแดดทิ้งผล ประมาณ 15-20 วัน จนผลกาแฟแห้ง หลังจากนั้นจึงนำผลกาแฟแห้งเข้าเครื่องสีกะเทาะเมล็ด (huller) ได้สารกาแฟที่ต้องการ **วิธีเปียก** (Wet Method or Parchment Method) เป็นวิธีที่นิยมในการผลิตสารกาแฟอาราบิก้า เพราะสามารถผลิตสารกาแฟที่มีกลิ่นและรสชาติดีกว่าวิธีแห้ง แต่ต้องการแรงงานมากกว่า มีขั้นตอนดังนี้ นำผลกาแฟสุกที่เก็บเกี่ยวได้แช่น้ำ เพื่อแยกผลกาแฟที่ฝ่อลอยน้ำออกจากผลกาแฟที่ดี ทำการปอกเปลือกผลกาแฟ (pulping) โดยใช้เครื่องปอกเปลือกบีบให้เปลือกนอกของผลหลุดออกมา กาแฟที่ปอกเปลือกแล้วจะยังมีเมือกห่อหุ้มเมล็ดกาแฟ ซึ่งจำเป็นต้องลอกออกมิฉะนั้นจะเกิดการหมัก โดยการลอกออกด้วยเครื่องขัดเมือก หรือโดยหมักในบ่อให้เมือกหลุดออก ก่อนนำไปทำให้แห้งได้กาแฟกะลาแห้ง แล้วจึงนำกาแฟกะลาแห้งไปเข้าเครื่องสีกะเทาะเมล็ด ได้สารกาแฟที่ต้องการ

อย่างไรก็ตามยังมีเกษตรกรและกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟขนาดเล็กจำนวนมากที่ทำการแปรรูปสดอยู่ในปัจจุบัน การนำเครื่องจักรดังกล่าวข้างต้นมาใช้ไม่เหมาะสมเพราะราคาสูง ไม่คุ้มทุน และมีข้อจำกัดเรื่องแหล่งจ่ายไฟฟ้า เครื่องจักรกลสำหรับแปรรูปผลสดกาแฟที่ผลิตในประเทศเป็นเครื่องขนาดเล็ก ราคาถูก ที่นิยมใช้แพร่หลาย คือเครื่องลอกเปลือกสด สำหรับเครื่องขัดล้างเมือกกาแฟมีการผลิตจำหน่ายแต่ไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากทำให้เมล็ดกาแฟแตกเสียหายมาก ดังนั้นการพัฒนาเครื่องให้เหมาะสมมีประสิทธิภาพและราคาถูก เกษตรกรสามารถลงทุนได้ ก็จะมีส่วนช่วยส่งเสริมให้มีการแปรรูปผลิตเมล็ดกาแฟที่มีคุณภาพโดยรวมและเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร

7. วิธีดำเนินการ :

การทดลองนี้ ทดสอบและพัฒนาเครื่องจักรกลสำหรับกระบวนการแปรรูปผลสดกาแฟอาราบิก้าระดับเกษตรกรโดยนำเครื่องจักรกลที่เกษตรกรใช้อยู่คือ เครื่องลอกเปลือกผลสด และต้นแบบเครื่องจักรกลสำหรับแปรรูปสดกาแฟที่วิจัยสำเร็จในโครงการนี้ คือเครื่องคัดแยกผลกาแฟอ่อน และ เครื่องขัดล้างเมือกกาแฟ รวมทั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมที่จำเป็นในการผลิตกาแฟคุณภาพ มาประกอบเข้าด้วยกันเพื่อให้ใช้งานได้สะดวกแบบต่อเนื่องและลดแรงงาน

- สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

- วัสดุสำหรับสร้างต้นแบบชุดเครื่องจักรกลสำหรับแปรรูปผลสดกาแฟ
- เครื่องลอกเปลือกกาแฟผลสด ขนาด 400 -500 กิโลกรัมผลสดต่อชั่วโมง
- ต้นแบบเครื่องคัดแยกผลกาแฟอ่อน และ ต้นแบบเครื่องขัดล้างเปลือกกาแฟ
- ผลกาแฟสด
- เครื่องวัดความเร็วรอบ
- นาฬิกาจับเวลา
- เครื่องชั่ง
- เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า
- แบบและวิธีการทดลอง
-
- วิธีปฏิบัติการทดลอง
 - 1) ออกแบบสร้างต้นแบบชุดเครื่องจักรกลสำหรับแปรรูปผลสดกาแฟ มีส่วนประกอบดังนี้
 - เครื่องคัดแยกผลกาแฟอ่อนต้นแบบจากกิจกรรมที่ 2 ใช้คัดแยกคัดแยกผลกาแฟอ่อนออกจากกาแฟสุก
 - เครื่องลอกเปลือกผลสด โดยเลือกใช้เครื่องขนาดเล็กที่ผลิตในประเทศที่มีประสิทธิภาพและเกษตรกรนิยมใช้ (โรงงานเพชรศรี จังหวัดชุมพร) ใช้ลอกเปลือกผลสด ได้เมล็ดกะลาเมื่อ ส่วนเปลือกถูกแยกออกไป
 - เครื่องคัดแยกเมล็ดกะลาเมื่อ ออกแบบให้มีขนาดเหมาะสม เป็นแบบทรงกระบอกหมุน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 380 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 800 มิลลิเมตร ทำด้วยเหล็กแผ่น ตะแกรง ขนาดรู 8 x 20 มิลลิเมตร ใช้สำหรับคัดแยกกาแฟหลังจากผ่านเครื่องลอกเปลือก เพื่อคัดแยกผลที่ไม่ถูกลอกเปลือกและเปลือกบางส่วน ออกไปจากเมล็ดกะลาเมื่อ ซึ่งเมล็ดกะลาเมื่อจะไหลลงสู่เครื่องขัดล้างเมื่อต่อไป
 - เครื่องขัดล้างเมื่อกาแฟ ต้นแบบจากกิจกรรมที่ 3 ได้เมล็ดกะลาขึ้นที่พร้อมนำไปตากแห้ง
 - ออกแบบสร้างโครงสร้างสำหรับยึดประกอบเครื่อง
 - 2) ติดตั้งต้นแบบทดสอบการใช้งานบันทึกข้อมูล คุณภาพของเมล็ดกาแฟ ความสามารถในการทำงาน ปริมาณการใช้น้ำ และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน
 - 3) ปรับปรุงแก้ไขทดสอบการใช้งานในพื้นที่ และทดสอบประสิทธิภาพการทำงานเปรียบเทียบกับวิธีที่เกษตรกรปฏิบัติ
 - 4) วิเคราะห์ผลการทดสอบและสรุปผล
 - การบันทึกข้อมูล
 - น้ำหนักและคุณภาพของผลกาแฟสุก

- เวลาที่ใช้ในการแปรรูปด้วยต้นแบบชุดเครื่องจักรกลแปรรูปผลสดกาแฟระดับเกษตรกร
- น้ำหนักของเมล็ดกาแฟกะลาเมื่อแตกหลังการลอกเปลือก
- น้ำหนักของเมล็ดกาแฟกะลาหลังการชั้ดล้างเมือก
- คุณภาพและน้ำหนักของเมล็ดกาแฟกะลาแตกหลังการชั้ดล้างเมือก
- ปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปด้วยต้นแบบ
- กระแสไฟฟ้าใช้ในกระบวนการแปรรูปด้วยต้นแบบ (แอมแปร์)
- ค่าใช้จ่ายในการแปรรูปกาแฟผลสดตามวิธีที่เกษตรกรปฏิบัติและการแปรรูปด้วยต้นแบบ
- คุณภาพเมล็ดกาแฟจากการแปรรูปกาแฟผลสดตามวิธีที่เกษตรกรปฏิบัติและการแปรรูปด้วยต้นแบบ

สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

- กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี
- ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ชุนวาง
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย
- ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร จ.ชุมพร
- กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมาย

ระยะเวลา เริ่มดำเนินการวิจัย ตุลาคม 2560 - กันยายน 2562

7 ผลการทดลองและวิจารณ์

- ปี 2561 ได้ทำการสร้างชุดเครื่องจักรกลแปรรูปกาแฟ ซึ่งได้แก่ เครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟเมือก เครื่องคัดผลอ่อน/ผลเขียว เครื่องชั้ดล้างเมือกกาแฟอะราบิกา และได้นำไปติดตั้งที่ไร่กาแฟเกษตรกร อ.แม่ฮอน จ.เชียงใหม่ และทดสอบการใช้งานเบื้องต้น

ต้นแบบเครื่องคัดแยกกาแฟผลอ่อน เสื่อตะแกรงเป็นแบบแนวนอน แกนคัดไม่มีฟัน และไม่มีเกลียวกั้นท้าย ความเร็วแกนคัด 2.66 เมตร/วินาที (ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อน 3.5 นิ้ว ตัวตาม 10 นิ้ว) ที่ให้ผลการทดสอบดีที่สุดมาทดสอบเก็บข้อมูลการใช้งาน ที่ไร่เกษตรกร บ้านปือก อ.แม่ฮอน จ.เชียงใหม่ ผลการทดสอบดังตารางที่ 1

- ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการใช้งานเครื่องคัดแยกกาแฟผลอ่อน โดยใช้แบบแกนที่ 5 ความเร็วแกนคัด 2.66 เมตร/วินาที สถานที่ทดสอบ ไร่เกษตรกรบ้านปือก อ.แม่ฮอน จ.เชียงใหม่

ซ้ำที่	ความสามารถ	สุ่มก่อนคัด	สุ่มหลังคัด	ผลอ่อนที่คัด
--------	------------	-------------	-------------	--------------

	(กก./ชม)	ปริมาณผล อ่อน(%)	ปริมาณผล แดง(%)	ปริมาณผล อ่อน(%)	ปริมาณผล แดง(%)	ได้(%)
1	1279.6	11.96	88.04	0.56	99.44	95.32
2	1245.88	11.42	88.58	0.98	99.02	91.42
3	1260.00	12.05	87.95	1.75	98.25	85.48
4	1210.30	11.00	89.00	1.05	98.95	90.45
5	1235.77	11.69	88.31	1.24	98.76	89.39
เฉลี่ย	1246.31	11.62	88.38	1.12	98.88	90.41

ผลการทดสอบเก็บข้อมูลการใช้งานต้นแบบเครื่องคัดแยกกาแฟผลอ่อนที่ไร่เกษตรกร บ้านป็อก อ.แม่อน จ.เชียงใหม่ จำนวน 5 ซ้ำ ผลการทดสอบเครื่องมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 1246.31 กิโลกรัม/ชั่วโมง เครื่องสามารถคัดผลอ่อนออกมาได้ 90.41%

เครื่องขัดล้างเมือกกาแฟอะราบิก้า โดยเลือกใช้แบบแกน P22T6 ความเร็วแกนขัด 4.99 เมตร/วินาที ที่ให้ผลการทดสอบดีที่สุดมาทดสอบเก็บข้อมูลการใช้งาน ที่ไร่เกษตรกร บ้านป็อก อ.แม่อน จ.เชียงใหม่ ผลการทดสอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบเครื่องขัดล้างเมือกกาแฟอะราบิก้า โดยใช้แบบแกน P22T6 ความเร็วแกนขัด 4.99 เมตร/วินาที สถานที่ทดสอบ ไร่เกษตรบ้านป็อก อ.แม่อน จ.เชียงใหม่

ซ้ำที่	ความสามารถ (กก./ชม.)	ปริมาณเมล็ดแตกหลังขัดเมือก (%)
1	925	2.20

2	569	1.20
3	570	6.60
4	660	0.50
5	780	3.90
เฉลี่ย	701	2.88

ผลการทดสอบเก็บข้อมูลการใช้งานเครื่องขัดล้างเมือกกาแพะราบิกา ที่ไร่เกษตรกร บ้านป้อก อ.แม่
อน จ.เชียงใหม่ ทดสอบจำนวน 5 ซ้ำ โดยใช้แบบแกน P22T6 ความเร็วแกนขัด 4.99 เมตร/วินาที ผลการ
ทดสอบเครื่องมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 701 กิโลกรัม/ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกหลังขัดเมือก
2.88%

ไตรมาส 2 ปี 2562 ได้ทำการทดสอบเก็บข้อมูลชุดเครื่องจักรกลแปรรูปกาแพะราบิกาเพิ่มเติมโดยได้ทำ
การทดสอบที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวง(ขุนวาง) ชุดเครื่องจักรกลแปรรูปที่ติดตั้ง ประกอบด้วย เครื่องคัดแยกผลอ่อน
เครื่องลอกเปลือกผลสด เครื่องคัดแยกเมล็ดกาแพะเมือก เครื่องขัดล้างเมือกกาแพะ ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ ครั้งละ 80
กิโลกรัมผลสด แต่ระหว่างทดสอบประสบปัญหาการติดขัดของเครื่องคัดผลกาแพะอ่อน จึงทำการตัดเครื่องคัด
กาแพะผลอ่อนออก คงเหลือ เครื่องลอกเปลือกผลสด เครื่องคัดแยกเมล็ดกาแพะเมือก เครื่องขัดล้างเมือกกาแพะ ผล
การทดสอบดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบชุดเครื่องจักรกลแปรรูปกาแพะผลสด

ครั้งที่	นน.ผล	เวลา	อัตราการ	ปริมาณ	ปริมาณ	ปริมาณน้ำ	กระแสไฟฟ้า
----------	-------	------	----------	--------	--------	-----------	------------

	กาแฟ	(วินาที)	ทำงาน (กก./ชม.)	เมล็ด แตกหัก หลังลอก เปลือก(%)	เมล็ด แตกหัก หลังขัด เปลือก(%)	(ลบ.ม./ ชม.)	(แอมแปร์)
1	80	355	811.27	0.43	2.82	1.63	10.5
2	80	345	834.78	1.04	3.11	1.67	11.3
3	80	378	761.9	1.01	1.96	1.64	10.1
เฉลี่ย			802.65	0.83	2.63	1.65	10.6

ผลการทดสอบชุดเครื่องจักรมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 802.65 กิโลกรัมผลสดต่อชั่วโมง มีการแตกหักหลังขัดเปลือก 2.63 % ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย 1.65 ลบ.ม/ ชม.

8. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ชุดเครื่องจักรกลสำหรับแปรรูปผลสดกาแฟอะราบิกาประกอบด้วยเครื่องคัดแยกกาแฟผลอ่อน เครื่องลอกเปลือกผลสด เครื่องคัดแยกกะลาเมือก และเครื่องขัดล้างเมือกกาแฟ ผลการทดสอบชุดเครื่องจักรกลสำหรับแปรรูปผลสดกาแฟอะราบิกา โดยเครื่องลอกเปลือกผลสดแบบ TLP ที่มีอัตราการทำงานประมาณ 400-450 กิโลกรัมผลสดต่อชั่วโมง เครื่องคัดผลอ่อนมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 1246.31 กิโลกรัม/ชั่วโมง เครื่องสามารถคัดผลอ่อนออกมาได้ 90.41% แต่ไม่สามารถใช้เครื่องขัดเมือกได้เนื่องจากปริมาณเมล็ดกะลาเมือก ไม่พอเพียงต่อการทำงานของเครื่อง

การทดสอบโดยใช้เครื่องลอกเปลือกผลสดแบบ wassun ที่มีอัตราการทำงานประมาณ 700-750 กิโลกรัมผลสดต่อชั่วโมงพบว่าเครื่องคัดผลอ่อนติดขัดทำให้ไม่สามารถทดสอบเครื่องจักรทั้งชุด 4 เครื่องได้ จึงทำการลดการทดสอบลงเหลือเพียงชุดเครื่องจักรกลกาแฟ 3 เครื่องคือ เครื่องลอกเปลือกผลสด เครื่องคัดแยกเมล็ดกะลาเมือก และเครื่องขัดล้างเมือกกาแฟ ผลการทดสอบพบว่า มีความสามารถทำงานเฉลี่ย 802.65 กิโลกรัมผลสดต่อชั่วโมง มีการแตกหักหลังขัดเปลือก 2.63 % ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย 1.65 ลบ.ม/ ชม.

9. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

งานวิจัยนี้คาดว่าจะนำไปใช้ประโยชน์ในปี 2563 กลุ่มเป้าหมายคือ เกษตรกร กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟ ผู้ประกอบการแปรรูปสตากาแฟ และโรงงานผู้ผลิตเครื่องจักรกล

10. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม จ. ปทุมธานี สำหรับการสร้างและทดสอบเก็บข้อมูลเครื่องต้นแบบ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ศูนย์วิจัยพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปกาแฟบ้านแม่แจ่ม อ.เมืองปาน จ. ลำปาง และเกษตรกร บ้านป้อก อ.แม่ฮอน จ.เชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ วัสดุทดลอง และอำนวยความสะดวกในการทดสอบเครื่องในพื้นที่ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

11. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. เทคโนโลยีการผลิตกาแฟแบบครบวงจร. เอกสารวิชาการการจัดการองค์ความรู้ของสถาบันวิจัยพืชสวนในปี 2553.

พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ และบัณฑิต วาฤทธิ์. ๒๕๔๒. การปลูกและผลิตกาแฟอะราบิกาที่สูง. ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. ๒๒๙ หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560ก. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร กาแฟ.

แหล่งข้อมูล:<http://www.oae.go.th/download/prcai/farmcrop/coffee.pdf>. (สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2561)

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560ข. สถิติการส่งออกกาแฟ. แหล่งข้อมูล:

http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export.php. (สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2561)

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

12. ภาคผนวก