Agricultural Sci. J. 53 : 3 (Suppl.) : 120-124 (2022) ว. วิทย. กษ. 53 : 3 (พิเศษ) : 120-124 (2565)

การพัฒนาเครื่องทำความสะอาดผลกาแฟสดอะราบิกาสำหรับเกษตรกร
Development of Arabica Cherry Coffee Cleaning Machine for Farmer

ปรีชา อานันท์รัตนกุล[1] มานพ รักญาติ[2] อนุชิต ฉ่ำสิงห์[1] พงษ์รวี นามวงศ์ [2] จิรวัสส์ เจียตระกูล[1] ปริญญวัฒน์ อยู่ทองอินทร์[1]
คชธร อ่างบุญพงษ์[1] ณัฐสิทธิ์ อยู่เย็น[1] นิติ ผูกจิต[2] และสุรชาติ ระย้าทอง[1]
Preecha Ananrattanakul[1], Manop Rakyat[2], Anuchit Chamsing[1], Pongrawee Namwong[2], Jirawat Chiatrakul[1],
Parinyawat Yoothongin[1], Kochthorn Angboonphong[1], Nuthasit Youyen[1], Niti Phookjit[2] and Surachat Rayathong[1]

Abstract

The project aims to research and develop a machine for cleaning and separating poor-quality Arabica coffee for the replacement of labor by the floating method. The prototype consists of 2 parts. 1) The preliminary cleaning sieve, is the cleaning rocker set consisting of two type of sieves. The first 22 mm round hole sieve was used for separating the scraps larger than coffee fruit while the 8x20 mm. slot hole sieve was used for separating small scraps. 2) The floater-sinker coffee separator, consists of a 0.9 cubic meter water tank, floating channel and a 350 liters per minute water pump. In operation, the coffee fruit from the preliminary cleaning sieve will flowed along a 20-centimeter width channel, the poor-quality coffee will float on the surface and flow out through the floaters channel. The submerged coffee fruit will have flowed through an underwater U-traps and then exits through a 15-centimeter-wide sinkers channel. Water baffles was installed behind U-traps on both sides of the channel for performance testing. The test was performed using a water baffle 6, 7 and 8 cm high. It was found that the height of the water baffle at 7 centimeters was able to separate 96.60 percent of the poor-quality coffee, with a loss of 1.93%. The average working rate was 1,064 kg of cherry coffee per hour.

Keywords: arabica coffee cherry, arabica coffee cleaning machine, floating method

บทคัดย่อ

เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องทำความสะอาดผลกาแฟสดอะราบิกา สำหรับการทดแทนแรงงานในขั้นตอนการแยกผลกาแฟอะราบิกาด้อยคุณภาพโดยวิธีลอยน้ำ ได้เครื่องต้นแบบที่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) ชุดตะแกรงโยกทำความสะอาด สำหรับทำความสะอาดผลกาแฟเบื้องต้น โดยคัดแยกเศษวัสดุขนาดใหญ่กว่าผลกาแฟ ใช้ตะแกรงรูกลมขนาด 22 มิลลิเมตร และคัดแยกเศษวัสดุขนาดเล็กใช้ตะแกรงรูยาวขนาด 8x20 มิลลิเมตร 2) ชุดคัดแยกผลกาแฟเสีย โดยใช้หลักการความถ่วงจำเพาะที่แตกต่างกันของผลกาแฟและเศษสิ่งเจือปนด้วยวิธีการลอยน้ำ ประกอบด้วยถังน้ำขนาดความจุ 0.9 ลูกบาศก์เมตร รางน้ำ และปั๊มน้ำขนาด 350 ลิตรต่อนาที ทำงานโดยภายหลังผ่านชุดตะแกรงโยกทำความสะอาด ผลกาแฟไหลจะไปตามรางน้ำกว้าง 20 เซนติเมตร ผลกาแฟด้อยคุณภาพจะลอยอยู่ผิวน้ำและไหลออกไปทางท้ายราง ส่วนผลกาแฟที่จมน้ำจะไหลผ่านท่อรูปตัวยูใต้น้ำไปออกช่องทางรางผลกาแฟจมขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร ติดตั้งแผ่นกั้นน้ำหลังท่อรูปตัวยูทั้ง 2 ฝั่งของราง เพื่อการทดสอบโดยใช้แผ่นกั้นน้ำสูง 6, 7 และ 8 เซนติเมตร จากการทดสอบพบว่าแผ่นกั้นน้ำสูง 7 เซนติเมตร สามารถคัดแยกผลเสียลอยน้ำได้ 96.60 เปอร์เซ็นต์ มีความสูญเสีย 1.93 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราการทำงานเฉลี่ยของทั้งระบบ 1,064 กิโลกรัมผลกาแฟสดต่อชั่วโมง

คำสำคัญ: กาแฟอะราบิกา เครื่องทำความสะอาดผลกาแฟอะราบิกา วิธีลอยน้ำ

คำนำ

กาแฟอะราบิกา เป็นพืชสวนอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจโลก ซึ่งมีประเทศมากกว่า 50 ประเทศ ปลูกกาแฟอะราบิกา เป็นสินค้าส่งออก หรือประมาณ 70-75 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตกาแฟโลก เนื่องจากเป็นกาแฟที่มีรสชาติดี

[1]สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร 10900
[1]Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agriculture, Bangkok, 10900
[2]ศูนย์วิจัยเกษตรวิศกรรมเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร เชียงใหม่
[2]Agricultural Engineer Research Center Chiang Mai, Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agriculture, Chiang Mai

(flavour) และมีกลิ่น (aroma) หอมชวนดื่ม เจริญเติบโตได้ดีในสภาพพื้นที่บนที่สูง และมีอากาศหนาวเย็นส่วนประเทศไทยปลูกมากในพื้นที่ทางภาคเหนือ ปัจจุบันการบริโภคกาแฟของโลกมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาต้องการใช้เมล็ดกาแฟเพิ่มขึ้น จาก 85,234 ตันในปี 2560 เพิ่มเป็น 86,701 ตันในปี 2564 แต่ผลิตเมล็ดกาแฟดิบได้เฉลี่ย 21,773 ตันในปี 2563/64 ทำให้ผลผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการบริโภค จึงต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกาแฟจำกัดและขาดเครื่องจักรกลที่ทันสมัยในกระบวนการผลิต และการแปรรูปขั้นต้น

กระบวนการผลิตกาแฟอะราบิกานั้น ใช้กระบวนการผลิตแบบเปียก (wet process) เนื่องจากต้องการรักษา รสชาติและกลิ่นหอมของกาแฟ จึงต้องเน้น ความสะอาด และคุณภาพของผลสดกาแฟอะราบิกาโดย เริ่มต้นจากการเลือกเก็บเฉพาะผลกาแฟอะราบิกาที่สุกแดง หลังเก็บเกี่ยวเกษตรกรต้องทำการล้างสิ่งสกปรก เศษสิ่งเจือปนต่างๆ อาทิเช่น ใบกาแฟ กิ่งกาแฟ และคัดเลือกผลกาแฟที่สมบูรณ์ โดยวิธีนำผลกาแฟมาลอยน้ำในบ่อน้ำ ผลกาแฟที่ลอยน้ำส่วนใหญ่มีคุณภาพต่ำ ได้แก่ ผลที่ถูกมอดเจาะเข้าทำลายเมล็ดกาแฟ ผลฝ่อ และผลแห้งซึ่งเกิดจากเก็บเกี่ยวล่าช้า เป็นต้น ส่วนผลกาแฟที่จมน้ำส่วนใหญ่เป็นผลสุกมีคุณภาพดี สามารถนำไปสู่ขั้นตอนการสีลอกเปลือกสด (ปิยนุชและคณะ, 2553) กระบวนการลอยแยกผลนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญส่งผลต่อคุณภาพกาแฟกะลา และเป็นขั้นตอนที่ใช้แรงงานและมีการใช้น้ำในปริมาณมาก แต่หากไม่ลอยแยกผลกาแฟที่คุณภาพต่ำออกไปทำให้กาแฟกะลาที่ผลิตได้มีคุณภาพต่ำ มีเมล็ดดำ เมล็ดแตก หรือสิ่งเจือปนอื่นๆปะปนมากเกินมาตรฐาน ทำให้เกษตรกรต้องเสียเวลาและแรงงานในการคัดแยกอีกครั้งหลังจากทำแห้งแล้ว และยังส่งผลให้ถูกตัดราคาจำหน่าย ในระดับเกษตรกรยังไม่มีเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการนี้โดยเฉพาะ ดังนั้นการพัฒนาเครื่องทำความสะอาดผลกาแฟสดอะราบิกา มาใช้ในกระบวนการผลิตจะช่วยลดแรงงานในกระบวนการแปรรูปกาแฟกะลา และสามารถต่อยอดเป็นโรงงานแปรรูประดับชุมชน เพิ่มปริมาณการแปรรูปกาแฟของประเทศให้มากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ออกแบบสร้างต้นแบบเครื่องทำความสะอาดผลกาแฟอะราบิกา

การดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องทำความสะอาดผลกาแฟอะราบิกาต้นแบบประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ชุดตะแกรงโยกทำความสะอาดสำหรับใช้คัดแยกกิ่งไม้ ใบไม้ เศษวัสดุ ที่ติดมากับผลกาแฟ โดยใช้ตะแกรงชนิดรูยาวสำหรับคัดแยกเศษวัสดุขนาดเล็ก และตะแกรงรูกลมในการคัดแยกเศษวัสดุขนาดใหญ่ มีลำดับการทำงานดังแสดงใน Figure 1

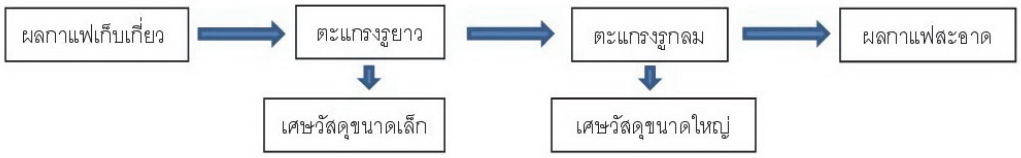
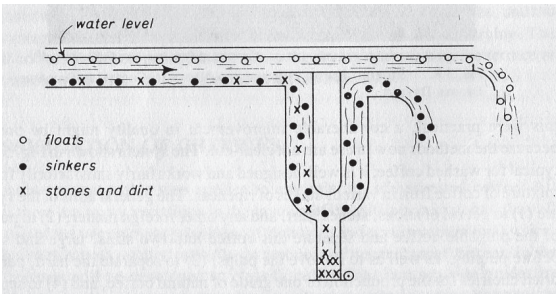


Figure 1 Working diagram of coffee cleaning sieve.

ส่วนที่ 2 ชุดคัดแยกผลกาแฟด้อยคุณภาพ โดยใช้หลักการความถ่วงจำเพาะที่แตกต่างกัน Sivetz and Desrosier (1979) อธิบายวิธีคัดแยกผลกาแฟด้อยคุณภาพและสิ่งเจือปน โดย ผลกาแฟที่สมบูรณ์ ก้อนหินและสิ่งเจือปนที่มี ความถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำ จะจมน้ำผ่านท่อรูปตัวยู ก้อนหินและสิ่งเจือปนที่หนักกว่าจะถูกดักให้หล่นไปตามท่อดัก ผลกาแฟที่หนักกว่าน้ำเล็กน้อยจะไหลออกพร้อมน้ำ ส่วนผลกาแฟลอยน้ำ(ผลกาแฟด้อยคุณภาพ) จะไหลผ่านออกไปทางท้ายราง แสดงFigure 2 ต้นแบบที่สร้างขึ้นประกอบด้วยถังน้ำขนาดความจุ 0.9 ลูกบาศก์เมตร รางน้ำ (Figure 3) และปั๊มน้ำขนาด 350 ลิตรต่อนาที ทำงานต่อเนื่องหลังผ่านชุดคัดทำความสะอาดเบื้องต้นแล้ว



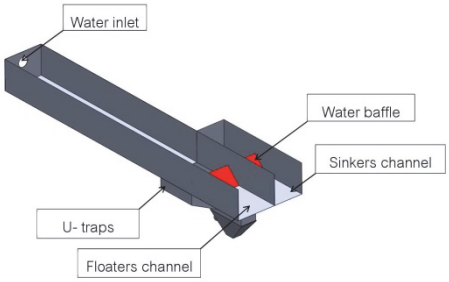


Figure 2 Diagram of float separator(Sivetz and Desrosier,1979)

Figure 3 Float separator channel

2. ประเมินผลปัจจัยการทำงานของเครื่องทำความสะอาดผลกาแฟอะราบิกา

2.1 เพื่อหาขนาดรูตะแกรงและความยาวของตะแกรงที่เหมาะสมสำหรับการคัดแยกเศษวัสดุขนาดเล็ก ได้ทำการออกแบบถาดรับเศษวัสดุแบ่งเป็นช่อง โดยถาดรับเศษวัสดุแบ่งเป็นช่อง ช่องละ 10 เซนติเมตร จำนวน 20 ช่อง เมื่อทำการทดสอบทำความสะอาดผลกาแฟแล้ว จะนำน้ำหนักเศษวัสดุที่ตกแต่ละช่องมาชั่งน้ำหนัก และนำมาวิเคราะห์ สรุปหาความยาวที่เหมาะสมสำหรับรูตะแกรง โดยต้องการคัดแยกเศษวัสดุขนาดเล็กให้ได้อย่างน้อย 80 เปอร์เซนต์ เพื่อใช้หาความยาวที่เหมาะสมของตะแกรงทดสอบด้วยตะแกรงรูยาว 6x2, 8x20 มิลลิเมตร และ ตะแกรงแบบรูกลม ขนาด 10 มิลลิเมตร และในการคัดแยกเศษวัสดุขนาดใหญ่ ทดสอบด้วยตะแกรงรูกลมขนาด 19, 22 และ 25 มิลลิเมตร วัดระยะที่ผลกาแฟสามารถลอดผ่านได้หมด

2.2 ดำเนินการศึกษาปัจจัยความสูงของระดับน้ำและประสิทธิภาพการทำงานของชุดทำความสะอาดและคัดแยกผลกาแฟด้อยคุณภาพ โดยใช้ความถ่วงจำเพาะด้วยการลอยน้ำ โดยใช้แผ่นกั้นน้ำที่ระดับความสูง 6, 7 และ 8 เซนติเมตร กั้นทั้งสองด้านของรางน้ำลอยผลกาแฟ ทำการวัดระดับน้ำในราง ทำการชั่งน้ำหนักผลกาแฟที่คัดแยกได้ในแต่ละฝั่งของรางน้ำ เพื่อนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพ

ผล

Table 1 Test results for the appropriate sieve hole size and sieve length.

Size of sieve hole	Separable weight (g)	Suitable sieve length(cm)	Remark
Long hole sieve (small scraps)			
6x20 mm.	75	120*	Not completely for sorting out small scraps
8x20 mm.	145	100*	-
10 mm.	-	-	Coffee gets stuck in the sieve holes.
Round hole sieve (Large scraps)			
19 mm.	-	90**	Coffee bunches get stuck in the sieve holes.
22 mm.	-	50**	Some coffee bunches get stuck in the sieve hole.
25 mm.	-	40**	Large scraps and coffee bunches can easily pass through.

* A sieve length capable of separating 80% of the small scraps.

** A sieve length capable of separating 100% of the coffee fruit.

Table 2 Water baffle test results

Height of water baffle floater side.(cm)	Water level floater side.(cm)	Water velocity floater side(cm/s)	Height of water baffle sinker side.(cm)	Water level sinker side.(cm)	Water velocity sinker side(cm/s)	Efficient (%)	Lost (%)
6	10	48.45	6	9.5	49.26	94.54	2.51
7	10.9	45.87	7	10.2	43.54	96.6	1.93
8	11.2	49.14	8	10.5	64.75	93.7	1.17

วิจารณ์ผล

ผลการทดสอบตะแกรงเพื่อใช้คัดแยกเศษวัสดุขนาดเล็กพบว่า ตะแกรงรูยาว 8x20 มิลิเมตร. เหมาะสมกับการใช้คัดแยกโดยควรมีความยาว อย่างน้อย 1 เมตร ขณะที่ตะแกรงรูกลมขนาด 10 มิลลิเมตร ไม่สามารถใช้คัดได้เนื่องจากผลกาแฟติดตามรูตะแกรง การทดสอบตะแกรงเพื่อใช้คัดแยกเศษวัสดุขนาดใหญ่ พบว่าควรใช้ตะแกรงรูกลมขนาด 22 มิลลิเมตร ขณะที่หากใช้ตะแกรงรูกลมขนาด 25 มิลลิเมตร จะมีเศษวัสดุลอดผ่านตะแกรงมากขึ้น

วิธีการคัดแยกผลกาแฟด้อยคุณภาพด้วยรางน้ำ ให้ผลการทำงานที่ดี มีประสิทธิภาพในการคัดแยกกาแฟด้อยคุณภาพสูง สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง โดยผลกาแฟด้อยคุณภาพจะเบากว่าน้ำเนื่องจากเมล็ดกาแฟภายในผลไม่สมบูรณ์จะลอยที่ผิวน้ำผ่านออกไปทางท้ายรางผลกาแฟลอยที่มีขนาด 20 เซนติเมตร ส่วนผลกาแฟสมบูรณ์จะหนักกว่าน้ำเล็กน้อยและจะจมน้ำผ่านท่อรูปตัวยูออกไปที่รางผลกาแฟจมขนาดความกว้าง 15 เซนติเมตร แผ่นกั้นน้ำทั้ง 3 ขนาดให้ประสิทธิภาพในการคัดแยกผลกาแฟด้อยคุณภาพสูงกว่า 90 เปอร์เซนต์ทั้ง 3 แบบ ระดับในรางอย่างน้อย 10 เซนติเมตรทำให้เกิดการแยกของผลกาแฟด้อยคุณภาพได้อย่างสมบูรณ์ และการสูญเสียลดลงเมื่อแผ่นกั้นน้ำสูงขึ้น เพราะผลกาแฟสมบูรณ์ลอยข้ามแผ่นกั้นน้ำได้ยากขึ้น การใช้แผ่นกั้นน้ำที่ความสูง 7 เซนติเมตร สามารถคัดแยกผลกาแฟเสียได้ 96.6 เปอร์เซ็นต์ มีความสูญเสีย 1.93 เปอร์เซ็นต์ เครื่องทำความสะอาดผลกาแฟสดนี้ สามารถใช้ทำงานทดแทนแรงงานในขั้นตอนการทำความสะอาดและคัดแยกผลกาแฟด้อยคุณภาพได้โดยมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 1,064 กิโลกรัมผลกาแฟสดต่อชั่วโมง และหากเพิ่มเติมอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ เช่น รางสกรูลำเลียง ทำให้สามารถต่อเข้ากับเครื่องมือแปรรูปกาแฟในขั้นตอนต่อไป เช่น เครื่องสีเปลือกสด เครื่องขัดเมือกกาแฟกะลา จะทำให้สามารถทำงานต่อเนื่อง สามารถแปรรูปกาแฟตั้งแต่ต้นทางจากผลสด จนถึงขั้นตอนทำให้เป็นกาแฟกะลาแห้งได้ สามารถพัฒนาให้เกิดเป็นโรงแปรรูปกาแฟขนาดเล็กได้ เหมาะสมกับเกษตรกร กลุ่มเกษตรกร วิสาหกิจชุมชน

สรุปผลการทดลอง

ได้ต้นแบบเครื่องทำความสะอาดผลกาแฟสดอะราบิกา (Figure 4.) ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนชุดตะแกรงโยกทำความสะอาดใช้ตะแกรงรูยาว ขนาด 8x20 มิลลิเมตร ยาว 1 เมตรเพื่อใช้คัดแยกเศษวัสดุขนาดเล็ก และตะแกรงรูกลมขนาด 22 มิลลิเมตร ยาว 1 เมตรเพื่อใช้คัดแยกเศษวัสดุขนาดใหญ่ คัดแยกเศษวัสดุให้เหลือแต่ผลกาแฟ กาแฟที่คัดทำความสะอาดเบื้องต้นแล้วไหลต่อเนื่องสู่ ส่วนที่ 2 ชุดคัดแยกผลกาแฟด้อยคุณภาพโดยใช้วิธีลอยน้ำในรางน้ำอย่างต่อเนื่องด้วยการใช้ปั๊มน้ำขนาด 350 ลิตรต่อนาทีในการสร้างกระแสน้ำและใช้แผ่นกั้นน้ำที่ความสูง 7 เซนติเมตร ให้ผลการทดสอบที่ดี สามารถคัดแยกผลกาแฟเสียได้ 96.6 % มีความสูญเสีย 1.93 เปอร์เซ็นต์ ผลกาแฟที่ผ่านการทำความสะอาด สามารถนำไปแปรรูปต่อได้ทันที

Figure 4. Prototype of arabica cherry coffee cleaning machine for farmer

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม จ.ปทุมธานี สำหรับการสร้างและทดสอบเก็บข้อมูลเครื่องต้นแบบ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ วัสดุทดลอง และอำนวยความสะดวกในการทดสอบเครื่องในพื้นที่ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ปิยนุช นาคะ, ผานิต งานกรณาธิการ, สุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ, ยุพิน กสินเกษมพงษ์, มานพ หาญทวี, สนอง จรินทร, ทิพยา ไกรทอง, พิมล วุฒิสินธุ์, วิไลวรรณ ทวิชศรี, ประภาพร ฉันทนุมัติ, ปานหทัย นพชินวงศ์, นันทรัตน์ ศุภกำเนิด, วีรา คล้ายพุก, สุภัทรา เลิศวัฒนาเกียรติ และ สัจจะ ประสงค์ทรัพย์. 2553. การจัดการความรู้ เทคโนโลยีการผลิตกาแฟครบวงจร. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2565. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร กรุงเทพฯ. 242 หน้า.

Sivetz, M. and N.W. Desrosier. 1979. Coffee Technology. The A VI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut. 716 p.