การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องบดละเอียดสมุนไพร ผลิตระดับวิสาหกิจชุมชน

สัญญา โพธิ์วงษ์[1*] วิรัติ อัศวานุวัตร[2] พิเชษฐ อินทร์คำ[3] เทพรถ อนันต์สูงเนิน[4] ธารารัตน์ มาลัยเถาว์[5]
และ ชาญ จับฟั่น[6]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างเครื่องบดละเอียดสมุนไพรประเภทหัวราก ลำต้นและใบ ในเครื่องเดียวกันระดับวิสาหกิจชุมชน และ 2) หาประสิทธิภาพการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องบดละเอียดสมุนไพร ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบเครื่องบดละเอียดสมุนไพร ผลิตระดับชุมชน โดยเลือกใช้โครงสร้างเป็นวัสดุสแตนเลส และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังขนาด 3 แรงม้า ขับกำลังด้วยพูลเลย์ สายพาน ความเร็วรอบของใบบดที่ใช้คือ 5,600 รอบต่อนาที และเลือกใช้ใบบดแบบ 24 ใบ ใช้หลักการวิศวกรรม ทฤษฎีหมุนเหวี่ยงตี ปริมาณการผลิตของเครื่องบดละเอียดสมุนไพรคือ 50 กิโลกรัม/ชั่วโมง และได้ศึกษาหาประสิทธิภาพของเครื่องบดละเอียดสมุนไพร โดยทดลองบดสมุนไพรขมิ้นชันปริมาณ 1,000 กรัม จำนวน 10 ครั้ง ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลที่ได้หลังจากการทดลองบดละเอียดคือ ขมิ้นชันมีขนาดต่ำกว่า 0.80 มิลลิเมตร เป็นไปตามความต้องการของวิสาหกิจชุมชน ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้สำหรับบดละเอียดขมิ้นชันคือ 61.60 วินาที และ 2) ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องบดละเอียดสมุนไพรเท่ากับ 97.73% การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ต้นทุนการสร้างเครื่องบดละเอียดเท่ากับ 85,000 บาท และต้นทุนแปรผันได้แก่ต้นทุนการบดละเอียดเท่ากับ 2.30 บาท/กิโลกรัม ปริมาณการผลิตเท่ากับ 10,500 กิโลกรัม/เดือน จำหน่ายกิโลกรัมละ 230 บาท พบว่าจุดคุ้มทุนเท่ากับ 1,063 กิโลกรัม ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องบดละเอียดสมุนไพร สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 1 เดือน จะทำให้วิสาหกิจชุมชนจะมีรายได้ 840,000 บาท/เดือน

คำสำคัญ: เครื่องบดละเอียดสมุนไพร

รับพิจารณา: 27 กันยายน 2565
แก้ไข: 2 ธันวาคม 2565
ตอบรับ: 23 ธันวาคม 2565

1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3
2 โรงเรียนจิตรลดาวิชาชีพ สถาบันเทคโนโลยีจิตรลดา
3 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3
4 นักวิจัยอิสระ
5 สาขาวิชาการบริหารการศึกษา วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา
6 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. +668 1208 7308 อีเมล: sanya.phow@ovec.moe.go.th

Technical Education Journal : King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Vol. 13 No. 3 September - December 2022

The Development and Finding Efficiency of a Herb Grinder in Community Enterprise Level Production

Sanya Phowong[1*] Wirat Asawanuwat[2] Pichet Inkham[3] Theppharot Anansungnoen[4] Thararat Malaitao[5] and Chan Jubfun[6]

Abstract

The objectives of this research are 1) to develop an inclusive grinder for roots, stems and leaves of medicinal herbs at the community enterprise level, and 2) to find the efficiency of the grinder. A herb grinder was designed and produced with stainless steel and equipped with a 3-horsepower electric motor, driven by a pulley, a belt. The grinder operates at 5,600 rpm wheels with 24 blades. The engineering principal, specifically the centrifugation theory, is applied. The machine was able to grind 50 kilograms/hour of herb grainder. The efficiency of the herb grinder was evaluated by grinding 1,000 grams of turmeric herbs for 10 times. The results indicate that the grinder can grind the turmeric herbs into 0.80 millimeters, meeting the needs of community enterprises. The average time required for turmeric grinding was 61.60 seconds. The overall efficiency of the herb grinder was 97.73%. In addition, the break-even point in engineering economics was also analyzed. Indeed, the cost of creating a grinder was 85,000 baht, the variable cost (grinding cost) was 2.30 baht/kg, the production volume was 10,500 kg/month, and the grinded herbs were sold 230 baht per kilogram, the break-even point was at 1,063 kilograms. Within one month, the community enterprises can generate 840,000 baht/month.

Keywords: Herb Grinder

Received: November 4, 2022
Revised: December 2, 2022
Accepted: December 23, 2022

[1] Electronics Nakhon Nayok Technical College Institute of Vocational Education Central Region 3
[2] Chitrada Vocational School Chitralada Technology Institute
[3] Electronics Sakaeo Technical College Institute of Vocational Education Central Region 3
[4] Independent Researcher
[5] Department of Educational Administration School of Education University of Phayao
[6] Electronics Department Prachinburi Technical College Institute of Vocational Education Central Region 3
[*] Corresponding Author, Tel. +668 1208 7308 e-mail: sanya.phow@ovec.moe.go.th

1. บทนำ

ยาสมุนไพรไทยเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า เป็นยาที่สามารถรักษาโรคภัยต่าง ๆ เทียบเท่ากับยาแผนปัจจุบัน แต่กระบวนการปลูก กระบวนการแปรรูป กระบวนการบรรจุภัณฑ์ และกระบวนการจัดจำหน่าย ยังไม่ตรงกับยุคสมัยปัจจุบัน ทำให้คุณภาพไม่เป็นไปตามมาตรฐานสากล ดังนั้นภาครัฐจึงควรสนับสนุนโดยการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในด้านการปลูก การแปรรูป การออกแบบบรรจุภัณฑ์ และการจัดจำหน่าย ให้เป็นไปตามขั้นตอนในการผลิตของวิสาหกิจชุมชน [1]

การแปรรูปพืชสมุนไพรไทยเพื่อการรักษาโรคทางเลือกใหม่จากองค์ความรู้ดั้งเดิม กองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา [2] ปัจจุบันความต้องการยาสมุนไพรมีจำนวนมากขึ้น เนื่องจากสถานการณ์โรคระบาดโควิด 19 ระบาดทั่วประเทศไทย และทั่วโลก พืชสมุนไพรจึงมีความต้องการเป็นอันดับต้น ๆ ของประเทศ จากการลงพื้นที่ในจังหวัดสระแก้ว จังหวัดปราจีนบุรี และจังหวัดนครนายก พบว่าเป็นพื้นที่ปลูกพืช ผัก ผลไม้ และสมุนไพร วิสาหกิจชุมชนจะแปรรูป และนำไปจำหน่ายให้กับโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี องค์การเภสัชกรรมสาขาธัญบุรี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี และบริษัทเอกชนอีกหลายแห่ง โดยขายสมุนไพรสด เช่น ขมิ้นชันสด จำหน่ายกิโลกรัมละ 10-15 บาท ถ้าหากทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปโดยหั่นตากแห้งจะจำหน่ายได้ในราคา กิโลกรัมละ 150-180 บาท ถ้านำสมุนไพรขมิ้นชันที่ได้หลังการตากแห้งไปบดละเอียดจะจำหน่ายได้ในราคาที่สูงขึ้นคือ กิโลกรัมละ 230-400 บาท ปัญหาของวิสาหกิจชุมชนคือในกระบวนการแปรรูป ยังใช้แรงงานคน และเครื่องจักรแบบดั้งเดิมที่ไม่ได้มาตรฐาน ได้ปริมาณการผลิตน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ดังนั้นวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดสระแก้ว ปราจีนบุรี และนครนายก จึงมีความต้องการ ที่จะรับการสนับสนุนจากภาครัฐ และสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ในด้านองค์ความรู้ในการแปรรูป และด้านเครื่องจักรในการแปรรูปในการเพิ่มปริมาณการผลิตให้ทันกับความต้องการของตลาด และเพื่อความสอดคล้องกับนโยบาย การยกระดับคุณภาพการจัดการอาชีวศึกษาแบบองค์รวม โดยใช้พื้นที่เป็นฐาน ส่งเสริมให้อาหาร และยาของชุมชนเข้มแข็ง จังหวัดมั่งคั่ง ประเทศชาติมั่นคงยังยืนตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาวิสาหกิจชุมชนโดยใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิต ในขั้นตอนการบดละเอียดสมุนไพร จึงได้ศึกษาขั้นตอนการบดละเอียดแบบดั้งเดิม โดยใช้แรงงานคน และศึกษาความต้องการของวิสาหกิจชุมชนแต่ละแห่งในการบดละเอียดสมุนไพรแต่ละชนิด ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงออกแบบสร้างเครื่องบดละเอียดให้สามารถบดสมุนไพรได้หลากหลายชนิด เพื่อช่วยให้วิสาหกิจชุมชนสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตและลดค่าใช้จ่ายด้านการจ้างแรงงานคน และคณะผู้วิจัยได้วางแผนให้เครื่องบดละเอียดสมุนไพรเป็นสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดฝึกสมรรถนะระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพของสถาบันอาชีวศึกษา และสามารถนำองค์ความรู้นี้ไปถ่ายทอดให้กับวิสาหกิจชุมชนต่าง ๆ ที่มีความสนใจในด้านการแปรรูปพืช ผัก และสมุนไพร

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

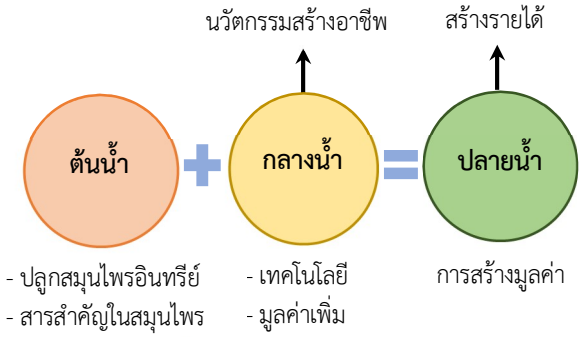
2.1 สร้างเครื่องบดละเอียดสมุนไพรประเภทหัว ราก ลำต้นและใบ ในเครื่องเดียวกันระดับวิสาหกิจชุมชน

2.2 หาประสิทธิภาพการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องบดละเอียดสมุนไพร

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการพัฒนาวิสาหกิจชุมชนให้สามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน คณะผู้วิจัยมีกรอบแนวคิดในการพัฒนา สามระยะคือ “ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ” ต้นน้ำ คือการปลูกพืชสมุนไพรแบบอินทรีย์ ซึ่งเป็นที่นิยม และเป็นที่ต้องการของตลาดปัจจุบัน และเป็นรูปแบบการพัฒนาการผลิตสมุนไพรทางการเกษตรเพื่อสุขภาพ ผจญสมนึก และทวีศักดิ์ [3] จะคำนึงถึงสารสำคัญที่อยู่ในพืชสมุนไพร และการควบคุมสารสำคัญในสมุนไพร ผู้วิจัยได้รับความร่วมมือจากคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เพื่อให้คำแนะนำแก่ชุมชนเรื่องการปลูก และการควบคุมสารสำคัญในสมุนไพรแต่ละชนิด กลางน้ำ เป็นการพิจารณาในกระบวนการแปรรูป ประกอบด้วย การหั่นให้มีขนาดเล็กลง การตากแห้งหรือการอบแห้ง การบดหยาบ บดละเอียด และการนำไปบรรจุแคปซูล ซึ่งทุกขั้นตอน ชุมชนยังใช้แรงงานคนผลิต จะพบปัญหาด้านต้นทุนการแปรรูป และปริมาณการผลิตที่ไม่

เพียงพอต่อความต้องการ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะใช้เทคโนโลยีในการออกแบบสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องบดละเอียดสมุนไพรประเภท หัว ราก ลำต้นและใบในเครื่องเดียวกัน เพื่อเพิ่มปริมาณการผลิตและเพิ่มรายได้ ปลายน้ำ จะเป็นการพัฒนาระบบการจำหน่าย หลังจากการแปรรูปสมุนไพรแล้ว แบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ 1) ส่งจำหน่ายให้กับโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร และบริษัทที่สนใจ และ 2) วิสาหกิจชุมชนสร้างผลิตภัณฑ์ของตนเองเพื่อวางจำหน่าย ซึ่งจะทำให้เกิดอาชีพในชุมชน และมีรายได้เพิ่มมากขึ้นจากการจำหน่าย ซึ่งจะทำให้ชุมชนสามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน ดังกรอบแนวคิดการวิจัย แสดงดังในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

4.ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

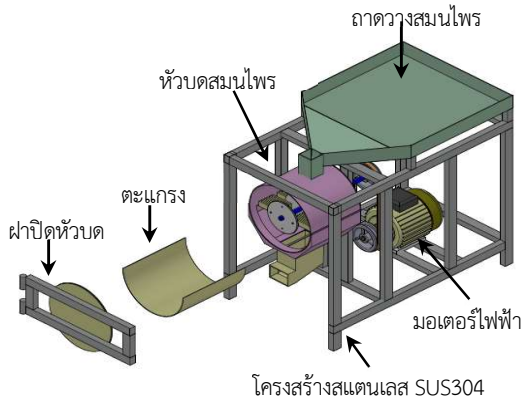
ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องบด ดังนี้

4.1 การออกแบบและสร้างเครื่องบดกาบมะพร้าวสำหรับการปลูกต้นไม้ โดยใช้ พีแอลซี เป็นตัวควบคุมการทำงาน นิติพงษ์ และคณะ [4] กล่าวว่าการสร้างเครื่องบดอาศัยหลักการทำงานของใบมีดบดจำนวน 2 ชุดหมุนแบบอิสระใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC ควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ และลดกระแสสตาร์แบบ Soft Starter โดยโซลิดสเตตรีเลย์ โดยให้วัสดุผ่านใบมีดบด และตะแกรงร่อนแบบรางเขย่า เพื่อแยกขุยมะพร้าวที่มีขนาดเล็กกว่า 0.50 ลูกบาศก์เซนติเมตรออกจากใยมะพร้าว จากการทดลองใบบดจำนวน 30 ใบ และใบบดจำนวน 45 ใบ พบว่า ใบบด 30 ใบ ได้น้ำหนักขุยมะพร้าวมากกว่าใบบด 45 ใบ

4.2 เครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบด โดยใช้มอเตอร์เดียวกันกล่าวคือ ชุดบดหยาบใช้กลไกเพลาใบมีด เพื่อประโยชน์ในการบดย่อยเศษไม้มะม่วงขนาดใหญ่ที่ปะปนมาด้วยเช่น เศษเปลือกไม้ แก่นไม้ ให้มีขนาดเล็กลงก่อนตกลงไปสู่ชุดบดละเอียดต่อไป ชุดบด ละเอียดเลือกใช้กลไกการตีกระแทกด้วยใบมีดอิสระตาม เป็นชุดบดที่จะทำการบดละเอียดชั้นสุดท้าย ผลการทดลองพบว่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องบดเศษไม้ให้เป็น ขี้เลื่อยแบบสองชุดบดเท่ากับ 95% กำลังการผลิตเท่ากับ 340 กิโลกรัมต่อชั่วโมง กนต์ธีร์, นริศ และนเรศ [5]

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

5.1 ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างเครื่องบดละเอียดสมุนไพร ขนาด 60 x 110 x 110 เซนติเมตร โดยคำนึงถึงการทรงตัวของเครื่องบดละเอียดขณะใช้งาน โดยใช้วัสดุสแตนเลส SUS304 ที่ใช้เป็นวัสดุด้านอาหาร และโครงสร้างประกอบด้วย ถาดวางสมุนไพร หัวบดสมุนไพร มอเตอร์ไฟฟ้า ชุดขับกำลัง ตะแกรง และฝาปิดหัวบด โครงสร้างเครื่องบดละเอียดสมุนไพร แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงสร้างเครื่องบดละเอียดสมุนไพร

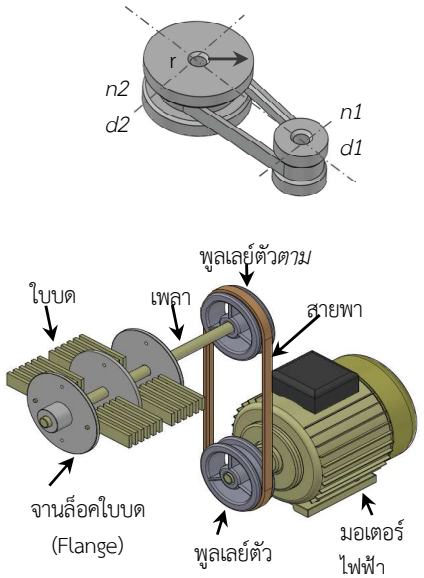
5.2 การออกแบบชุดขับกำลังเครื่องบดละเอียดสมุนไพร มีขั้นตอนดังนี้

5.2.1 การออกแบบการส่งกำลังด้วย พูลเลย์ และสายพาน ในการออกแบบจะศึกษาคุณสมบัติกายภาพสมุนไพรแต่ละชนิด เช่นขมิ้นชันและไพร มีคุณสมบัติแข็งมากกว่าฟ้าทะลายโจร เป็นต้น ดังนั้นการออกแบบชุดขับกำลัง จึงต้องออกแบบให้สามารถปรับระดับความเร็วรอบและแรงบิดได้ตามชนิดของสมุนไพรที่ใช้แปรรูป จากผลงานวิจัย สัญญา และคณะ [6] พบว่าการใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ต้นกำลัง เพื่อให้เครื่องนวดผลมะนาวสามารถทำงานได้ตามความเร็วรอบและแรงบิดที่ต้องการ ดังนั้นการออกแบบชุดขับกำลังเครื่องบดละเอียดสมุนไพร

จึงต้องคำนวณกำลังในส่วนต่าง ๆ แล้วนำกำลังทั้งหมดมารวมกันเพื่อเลือกใช้มอเตอร์เพื่อขับกำลังที่เหมาะสม

5.2.2 จากคุณสมบัติทางกายภาพของสมุนไพรชนิดต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน คณะผู้วิจัยจึงเลือกใช้มอเตอร์ที่มีขนาด 3 แรงม้า 2.20 กิโลวัตต์ แรงดันไฟฟ้า 220 VAC และมีความเร็วรอบ 2,800 rpm ซึ่งสามารถใช้บดละเอียดสมุนไพรได้หลายชนิด ซึ่งสามารถปรับระดับความเร็วรอบและแรงบิดได้โดยการเลือกขนาดของพูลเลย์ และใช้ชุดอินเวอร์เตอร์

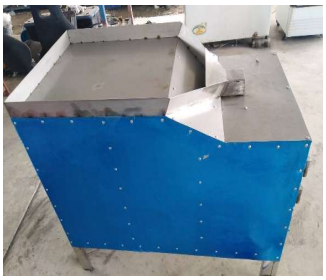
5.2.3 การเลือกใช้ใบบดของเครื่องบดละเอียดสมุนไพร คณะผู้วิจัยเลือกใช้ใบบดจำนวน 24 ใบ ติดตั้งในแนวตรงกันข้าม และแบ่งใบบดออกเป็นช่องละ 6 ใบ การล็อคใบบดจะใช้หน้าแปลน (Flange) หรือจานล็อคใบบดอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยงตี โดยใช้แกนเพลาส่งกำลัง จากมอเตอร์ไฟฟ้าส่งกำลังด้วยพูลเลย์ตัวขับ และสายพานไปยังพูลเลย์ตัวตามที่ถูกยึดติดกับเพลา เพื่อหมุนจานใบมีด ชุดขับกำลังเครื่องบดละเอียดสมุนไพร แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ชุดขับกำลังเครื่องบดละเอียดสมุนไพร

5.3 การออกแบบชุดควบคุมระบบไฟฟ้า คณะผู้วิจัยจะคำนึงถึงความปลอดภัยและความสะดวกในการใช้งานเป็นหลัก กล่าวคืออุปกรณ์ชุดควบคุมระบบไฟฟ้าที่เลือกใช้ประกอบด้วย 1) เซอร์กิทเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) เป็นอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าของเครื่องบดละเอียดออกจากระบบไฟฟ้า เมื่อมีเหตุขัดข้อง เช่นเกิดกระแสไฟฟ้าไหลเกินมากกว่าปกติ (Over Load) เป็นต้น 2) สวิตช์หยุดฉุกเฉิน (Emergency Stop) เป็นอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อมีเหตุขัดข้องจากการทำงานที่ไม่ปกติ เช่นมีวัสดุขนาดใหญ่แปลกปลอมปนในสมุนไพรที่กำลังจะถูกบด ทำให้การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าและชุดขับเคลื่อนต่าง ๆ เกิดการติดขัด ซึ่งสวิตช์นี้จะทำงานได้ด้วยการกดปุ่มฉุกเฉินโดยผู้ควบคุมการทำงาน 3) สวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ (Push Button Switch) เป็นสวิตช์ที่เมื่อกดแล้วปล่อยมือ สวิตช์จะเด้งกลับคืน โดยไม่ค้างตำแหน่งไว้ที่เดิม เป็นสวิตช์ใช้สำหรับการควบคุมการทำงานของชุดควบคุมมี 2 ตัว คือ ปุ่มสีเขียวใช้สำหรับเปิดให้มอเตอร์ทำงาน และปุ่มสีแดงใช้สำหรับปิดให้มอเตอร์หยุดทำงาน 4) อินเวอร์เตอร์ (Inverter) เป็นอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์เพื่อปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ให้เหมาะสมกับสมุนไพรแต่ละชนิด

5.4 การทดสอบเครื่องบดละเอียดสมุนไพร โดยใช้แรงงานผู้ควบคุม 1 คน ทำหน้าที่ป้อนสมุนไพรที่ผ่านการบดหยาบมาแล้วเข้าเครื่องบดละเอียด ซึ่งเครื่องบดละเอียดนี้จะตั้งความเร็วรอบที่เหมาะสมกับชนิดของสมุนไพร โดยการปรับที่ชุดอินเวอร์เตอร์ และกดสวิตช์ (สีเขียว) เพื่อเริ่มต้นการทำงาน เครื่องบดจะเริ่มหมุนใบบด โดยใช้กลไกการเหวี่ยงใบมีด (Hammer Mill Machine) แบบอิสระตามแนวรัศมีของการหมุนของเพลาขับ สมุนไพรที่บดจนละเอียดแล้วจะตกลงไปบริเวณตะแกรงร่อนแบบละเอียดขนาดรูเส้นผ่านศูนย์ต่ำกว่า 0.80 มิลลิเมตร และสมุนไพรที่ผ่านการบดแล้วจะไหลลงช่องทางออก จะได้ความละเอียดของสมุนไพร ตามที่ชุมชนต้องการตามมาตรฐานที่กำหนดและได้ปริมาณการผลิตตามที่ชุมชนต้องการ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการบดละเอียดแล้ว ให้ปิดสวิตช์ (สีแดง) เพื่อให้มอเตอร์หยุดการทำงาน สำหรับเครื่องบดละเอียดสมุนไพรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 เครื่องบดละเอียดสมุนไพรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. การหาประสิทธิภาพ

6.1 การทดลองเพื่อหากำลังการผลิตของเครื่องบดละเอียด จะใช้สมุนไพรขมิ้นชันในการทดลองครั้งละ 1,000 กรัม และจับเวลาที่ใช้บดละเอียดการทดลองจะทดลอง 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย และคำนวณกำลังการผลิตต่อชั่วโมง

6.2 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องบดละเอียด อัมรินทร์ และจุมพล [7] ใช้การวัดเพื่อหาประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรที่ใช้ผลิต (Overall Equipment Effectiveness, OEE)

$$OEE = (AxPxQ)100 \quad (1)$$

โดยที่

OEE = ประสิทธิภาพโดยรวม (%)

A = อัตราการเดินเครื่องจักร (Availability)

P = ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร (Performance Efficiency)

Q = อัตราคุณภาพ (Quality Rate)

การหาประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องบดละเอียดสมุนไพรในงานวิจัยครั้งนี้ ตัวแปรอัตราการเดินเครื่องจักรและประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักรจะไม่ถูกนำมาพิจารณาเนื่องจากในการทดลองเครื่องจักรทำงานโดยตลอดไม่เกิดการขัดข้องเสียหายที่ต้องเสียเวลาการซ่อมบำรุงแต่อย่างใด ดังนั้นค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรได้พิจารณาเฉพาะอัตราคุณภาพ

$$Q = \frac{(q-N)}{q} \times 100 \quad (2)$$

Q = อัตราคุณภาพ (Quality Rate)

q = น้ำหนักของขมิ้นชันที่บดแล้วมีขนาดต่ำกว่า 0.80 มิลลิเมตร

N = น้ำหนักของขมิ้นชันที่บดแล้วมีขนาดใหญ่กว่า 0.80 มิลลิเมตร

7. ผลการวิจัย

7.1 ผลการหาค่ากำลังการผลิตของเครื่องบดละเอียดสมุนไพร พบว่าเครื่องบดละเอียดสมุนไพรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถบดละเอียดขมิ้นชันให้มีขนาดต่ำกว่า 0.80 มิลลิเมตร และสามารถบดละเอียดได้ 50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เป็นไปตามความต้องการของวิสาหกิจชุมชน

7.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องบดละเอียดสมุนไพร จากการทดลองบดละเอียดขมิ้นชัน มีความละเอียดสม่ำเสมอเป็นไปตามความต้องการของชุมชน ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้สำหรับบดละเอียดขมิ้นชัน 1,000 กรัม คือ 61.60 วินาที และประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องบดละเอียดเท่ากับ 97.73% ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องบดละเอียด แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องบดละเอียด และจับเวลาการบด

ครั้งที่	ขนาดต่ำกว่า 0.80 มม. (กรัม)	ขนาดสูงกว่า 0.80 มม. (กรัม)	เวลาบดสมุนไพร (วินาที)	ประสิทธิผล (%)
1	976	24	61	97.54
2	975	25	60	97.44
3	981	19	63	98.06
4	979	21	62	97.85
5	975	25	61	97.44
6	978	22	61	97.75
7	978	22	60	97.75
8	977	23	62	97.65
9	979	21	63	97.85
10	980	20	63	97.96
		เฉลี่ย	61.60	97.73

7.3 ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม สมศักดิ์ [8]

7.3.1 ต้นทุนเครื่องบดละเอียดสมุนไพร คำนวณได้ดังสมการที่ 3

ค่าเสื่อมราคา $DP = (P - S)/L \quad (3)$

ต้นทุนเครื่องบดละเอียด (P) = 85,000 บาท มีอายุการใช้งานเครื่อง (L) 5 ปี และราคาซาก (S) เมื่อใช้งานครบ 5 ปี เท่ากับ 35,000 บาท

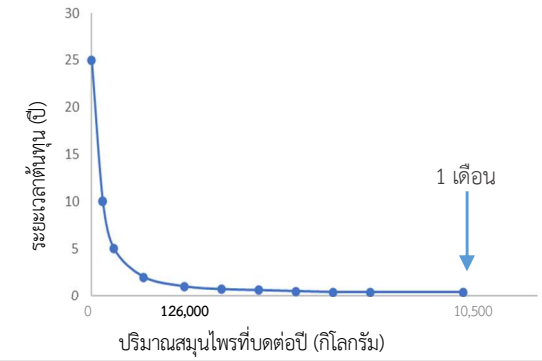
ดังนั้น ค่าเสื่อมราคาเครื่องบดละเอียดสมุนไพร เท่ากับ (85,000 – 35,000)/5 = 10,000 บาท/ปี

7.3.2 ต้นทุนค่าไฟฟ้าเครื่องบดละเอียดสมุนไพร คำนวณได้จากต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 HP ซึ่ง จะใช้ไฟฟ้า 2.20 kw-h โดยที่ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเท่ากับ 3.75 บาท ชั่วโมงทำงานเครื่องบดละเอียด 7 ชั่วโมง/วัน อัตราการกินไฟฟ้าคือ 57.75 บาท/ต่อวัน หรือนำมาคิดต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อกิโลกรัม 1.16 บาท/กิโลกรัม

7.3.3 ต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านแรงงานควบคุมเครื่องบดละเอียด ใช้แรงงาน 1 คน มีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 400 บาท/วัน เครื่องบดละเอียดมีกำลังการผลิตสูงสุด

เท่ากับ 350 กิโลกรัม/วัน ดังนั้นค่าใช้จ่ายด้านแรงงานคนเท่ากับ 1.14 บาท/กิโลกรัม

7.3.4 ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยเป็นการวิเคราะห์กระบวนการผลิตการทำงานเครื่องบดละเอียดสมุนไพร โดยประเมินราคาของเครื่องบดละเอียด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีราคาประมาณ 85,000 บาท และมีอายุการใช้งาน 5 ปี เครื่องจักรทำงานวันละ 7 ชั่วโมง ทำงาน 365 วัน/ปี จำนวนผู้ปฏิบัติงาน 1 คน ต้นทุนแปรผันได้แก่ต้นทุนการบดเท่ากับ 2.30 บาท/กิโลกรัม ปริมาณการผลิตสามารถบดละเอียดได้ 50 กิโลกรัม/ชั่วโมง จำหน่ายกิโลกรัมละ 230 บาท มูลค่าเพิ่มขึ้น 80 บาท/กิโลกรัม พบว่าจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 1,063 กิโลกรัม ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องบดละเอียดสมุนไพร สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 1 เดือน



รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสมุนไพรที่บดได้กับระยะเวลาคืนทุน

8. สรุป และอภิปรายผล

8.1 การออกแบบสร้างเครื่องบดละเอียดสมุนไพร ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างเป็นวัสดุสแตนเลสที่มีขนาด 60 x 110 x 110 เซนติเมตร และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังขนาด 3 แรงม้า ขับกำลังด้วยพูลเลย์ สายพาน ใช้รอบความเร็ว 5,600 rpm และเลือกใช้ใบบดแบบ 24 ใบ โดยใช้หลักการหมุนเหวี่ยงตี ปริมาณการผลิตเครื่องบดละเอียดสมุนไพรภายในระยะเวลา 1 วัน จะได้ปริมาณการผลิตเท่ากับ 350 กิโลกรัม/วัน

8.2 การศึกษาหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องบดละเอียดสมุนไพร จากการทดลองบดขมิ้นชัน 10 ครั้ง ครั้งละ 1,000 กรัม ผลที่ได้หลังจากการบดคือ มีขนาดความละเอียดต่ำกว่า 0.80 มิลลิเมตร ตามความต้องการของวิสาหกิจชุมชน ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้สำหรับบดขมิ้นชัน คือ 61.60 วินาที และประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องบดละเอียดเท่ากับ 97.73% จากการสร้างเครื่องจักรจะช่วยให้กระบวนการผลิตของชุมชนมีประสิทธิภาพ และผลิตได้ต่อเนื่อง จากการวิจัยพบว่ามีความสอดคล้องกับประภัสสร และคณะ [9] คือกระบวนการผลิตสามารถให้ผลิตผลที่มีความแปรปรวนต่ำ และควบคุมได้เหมาะสมจะทำให้มีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น และใช้ต้นทุนต่ำ

8.3 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของเครื่องบดละเอียดสมุนไพร ปริมาณการผลิตเท่ากับ 10,500 กิโลกรัม/เดือน จำหน่ายกิโลกรัมละ 230 บาท จากผลการทดสอบประสิทธิภาพ พบว่าจุดคุ้มทุนในการแปรรูปสมุนไพรเท่ากับ 1,063 กิโลกรัม ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องบดละเอียดสมุนไพร สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 1 เดือน ทำให้วิสาหกิจชุมชนจะมีรายได้ 840,000 บาท/เดือน

9. ข้อเสนอแนะในครั้งนี้และครั้งต่อไป

เพื่อให้เครื่องบดละเอียดสมุนไพรสามารถนำไปใช้ประโยชน์กับการบดพืชเพื่อใช้ทำอาหารบริโภค หรือสมุนไพร ควรเลือกใช้วัสดุที่เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานด้านอาหาร และติดตั้งระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติ การออกแบบจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และสามารถนำไปใช้งานร่วมกับสมุนไพรได้หลากหลายชนิด

10. เอกสารอ้างอิง

[1] S. Wongyai, "Development of Thai herbs to the world market" Sarnrangsit Online," [Online]. Available: https://www2.rsu.ac.th/sarnrangsit-online/. [Accessed 4 July 2022]. (in Thai)

[2] Muang Yang Health Promoting Hospital, "Processing of Thai herbs for medicinal purposes A new alternative from traditional knowledge," 2 March 2021. [Online]. Available: https://www.eef.or.th/communities/2563-beginning-64/. [Accessed 4 July 2022]. (in Thai)

[3] P. Larnlua, S. Wisuttipaet and T. Roopsing, "Model Development for Agricultural Health Product Producers," *Technical Education Journal : King Mongkut's University of Technology North Bangkok,* vol. 13, no. 1, pp. 1-12, 2022. (in Thai)

[4] N. Somchaiwong, T. Yawichai, T. Kamnoedsung and P. Sereepulvong, "Design and Construction of Planting Coconut Husk Material Grinding Machien with PLC Controller," *Rajamangala University of Technology Lanna Chiangrai,* Vol. 6, no. 2, pp. 47-56, 2019. (in Thai)

[5] K. Sugtakchon, N. Intawong and N. Intawong, "Twin Mill Sawdust Grinding Machine, K Rajamangala University of Technology Lanna RMUTL," *Engineering Journal,* vol. 5, no. 1, pp. 1-7, 2020. (in Thai)

[6] S. Phowong, W. Asawanuwat, P. Puangpl and T. Anansungnoen, "Creation and Optimization of a Lemon Threshing Machine to Reduce Intermittent Bitterness," *Technincl Education Journal : King Mongkut's University of Technology North Bangkok,* vol. 13, no. 1, pp. 64-72, 2022. (in Thai)

[7] A. Wongsetti and J. Bamrungwong, "The Overall Equipment Effectiveness Improvement for Plastic Injection Molding Process in Case of the Orchid Packaging," in *Engineering Network Academic Conference, Department of Industrial Engineering*, Ubon Ratchathani University, 2018. (in Thai)

[8] S. Kamma, "Design and Construction of a Household Shredder," *Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal,* vol. 11, no. 1, pp. 82-95, 2018. (in Thai)

[9] P. Tantiphanwadi, A. Siripanya, P. Panyakunanont, P. Thanachotanankul, N. Wongpatiwate and S. Waiyanit, "Production Improvement Steps: Lean, Six Sigma and Lean Automation," *Naresuan University Engineering Journal,* vol. 15, no. 2, pp. 47-64, 2020. (in Thai)