การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร ผลิตระดับวิสาหกิจชุมชน

สัญญา โพธิ์วงษ์[1*] วิรัติ อัศวานุวัตร[2] โอเติ้น หวยครบุรี[3] เทพรถ อนันต์สูงเนิน[4] อรอนงค์ โฆษิตพิพัฒน์[5]
และ อนุศรา เรียงสา[6]

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร ระดับวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว และ 2) หาประสิทธิภาพเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร เลือกใช้วัสดุโครงสร้างเป็นวัสดุสแตนเลส SUS 304 และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า 0.75 kw เป็นต้นกำลัง และขับกำลังด้วยพูลเลย์ สายพาน ความเร็วรอบที่ใช้คือ 846 รอบต่อนาที และเลือกใช้ใบมีดหั่นแบบ 2 ใบมีด โดยใช้หลักการวิศวกรรมตามทฤษฎีแรงเฉือนจากการหมุนเหวี่ยงใบมีด ปริมาณการผลิตของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจรคือ 50 กิโลกรัม/ชั่วโมง และได้ศึกษาหาประสิทธิภาพของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร โดยการทดลองหั่น 10 ครั้ง ครั้งละ 1,000 กรัม ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลที่ได้จากการหั่นคือ ฟ้าทะลายโจรมีขนาดความยาวต่ำกว่า 2 นิ้ว ตามความต้องการของวิสาหกิจชุมชน ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้สำหรับหั่นฟ้าทะลายโจรคือ 69.60 วินาที และ 2) ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจรเท่ากับ 99.57% การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ต้นทุนการสร้างเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจรเท่ากับ 75,000 บาท และต้นทุนแปรผันได้แก่ต้นทุนการหั่นเท่ากับ 1.13 บาท/กิโลกรัม ปริมาณการผลิตเท่ากับ 12,000 กิโลกรัม/เดือน จำหน่ายกิโลกรัมละ 150 บาท พบว่าจุดคุ้มทุนเท่ากับ 503 กิโลกรัม ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 1 เดือน จะทำให้วิสาหกิจชุมชนจะมีรายได้ 1,800,000 บาท/เดือน

คำสำคัญ: เครื่องหั่น; เครื่องสับ; สมุนไพร; ฟ้าทะลายโจร

[1] สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3
[2] โรงเรียนจิตรลดาวิชาชีพ สถาบันเทคโนโลยีจิตรลดา
[3] สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3
[4] นักวิจัยอิสระ
[5] สาขาวิชานิเทศศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
[6] สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3
[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. +668 1208 7308 อีเมล: sanya.phow@ovec.moe.go.th

Creating and Finding Efficiency of Shredder Andrographis Paniculata in Community Enterprise Level Production

Sanya Phowong[1*] Wirat Asawanuwat[2] O-tern Huaykornburi[3] Theppharot Anansungnoen[4] Ornanong Kositpipat[5] and Anutsara Riangsa[6]

Abstract

The goals of this study were 1) to create a Shredder Andrographis Paniculata at the community enterprise level in the province of Sa Kaeo and 2) to find the efficiency of the shredder. As a result, the researcher created the Shredder Andrographis Paniculata. Apply the shear force theory engineering principle of blade centrifugation to choose a 2-blade shredder blade and stainless-steel material SUS 304 for the structure. Use an electric 1 Hp motor, a pulley, a belt, and a speed of 846 rpm. The Shredder Andrographis Paniculata can produce 50 kilograms per hour. The experiment was cut ten times, with 1,000 grams being cut each time, in order to study the effectiveness of the Shredder Andrographis Paniculata. According to the needs of community enterprises, the Andrographis Paniculata Shredder result is less than 2 inches in length. Break-even point analysis in engineering economics revealed that 1) the total efficiency of the shredder was 99.57% and 2) the average amount of time needed for slicing was 69.60 seconds. A shredder costs 75,000 baht to produce, and 1.13 baht/kg goes toward the variable cost of cutting the material. 12,000 kilograms are produced per month. weighed in at 150 baht per kilogram. The break-even mark was discovered to be 503 kilogram. The capital may be repaid in roughly a month, which will result in a monthly profit of 1,800,000 baht for the community enterprise.

Keywords: Shredder; Chopper; Herb; Green Chiretta

[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] Communication Arts in Faculty of Management of Science Phranakhon Rajabhat
[6] Mechatronic 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

ตามศาสตร์การแพทย์แผนไทย “ฟ้าทะลายโจร” จัดเป็นสมุนไพรที่มีรสขม อยู่ในกลุ่มยาเย็น มีสรรพคุณทางการแพทย์แผนไทย ใช้บรรเทาอาการไข้หวัด แก้ไอ และเจ็บคอ เป็นสมุนไพรที่ได้ถูกบรรจุอยู่ในบัญชียาหลักแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (บัญชียาจากสมุนไพร) กระทรวงสาธารณสุข [1] ในรูปแบบยาเดี่ยว ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ได้มีการนำเอาสมุนไพรฟ้าทะลายโจรมาใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยรับประทาน 31.50 - 200 มิลลิกรัม/วัน เป็นเวลา 3 -10 วัน มีผลช่วยลดความถี่ และความรุนแรงของอาการไอเนื่องจากไข้หวัด (common cold) และอาการอักเสบของระบบทางเดินหายใจส่วนบน

จากสถานการณ์โรคระบาดโควิค 19 ระบาดทั่วประเทศไทย สภาการแพทย์แผนไทย [2] พืชสมุนไพรจึงมีความต้องการเป็นอันดับต้น ๆ ของประเทศ จากการที่สภาการแพทย์แผนไทย ได้กล่าวว่าสมุนไพรฟ้าทะลายโจร สามารถช่วยยับยั้งเชื้อไวรัสได้ จึงทำให้วิสาหกิจชุมชนในพื้นที่จังหวัดสระแก้วที่อาชีพปลูกและแปรรูปสมุนไพร มียอดการสั่งซื้อสมุนไพรฟ้าทะลายโจรเพิ่มมากขึ้น แต่วิสาหกิจชุมชนไม่สามารถเพิ่มการผลิตได้ เนื่องจากการผลิตตั้งแต่ดั้งเดิม ใช้แรงงานคนหั่น แรงงานคน 1 คน สามารถหั่นได้ 30 กิโลกรัม/วัน ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น และมีต้นทุนค่าแรงงาน 375 บาท/คน จากการสอบถามผู้นำวิสาหกิจชุมชน เกี่ยวกับความต้องการเพิ่มปริมาณการผลิต พบว่ามีความต้องการไม่ต่ำกว่า 50 กิโลกรัม/ชั่วโมง และวิสาหกิจชุมชนไม่สามารถหาซื้อเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจรที่มีขนาดตามต้องการได้

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาวิสาหกิจชุมชนโดยใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิต ในขั้นตอนการหั่นฟ้าทะลายโจร จึงได้ศึกษาขั้นตอนการหั่นฟ้าทะลายโจรแบบดั้งเดิม โดยใช้แรงงานคน ในการสับเป็นชิ้นมีขนาดความยาวประมาณ 2 นิ้ว ซึ่งเป็นขนาดความยาวที่เหมาะสมสำหรับการนำไปตากแห้ง หรืออบแห้ง ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบสร้างเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจรเพื่อช่วยให้วิสาหกิจชุมชนสามารถเพิ่มปริมาณการผลิต และลดค่าใช้จ่ายด้านการจ้างแรงงานคน

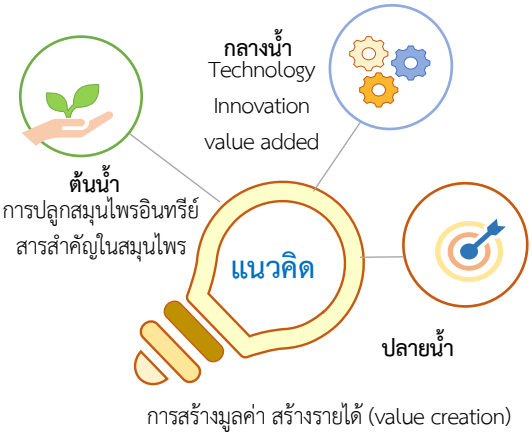
2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 สร้างเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร ระดับวิสาหกิจชุมชน

2.2 หาประสิทธิภาพการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการพัฒนาวิสาหกิจชุมชนให้สามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน คณะผู้วิจัยได้มีการกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนาที่ยั่งยืน ทั้งสามระยะคือ **“ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ”** การพัฒนาต้นน้ำ คือการปลูกพืชสมุนไพรแบบอินทรีย์ และการควบคุมสารสำคัญในสมุนไพร ผู้วิจัยได้รับความร่วมมือจากคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เพื่อให้คำแนะนำแก่ชุมชนเรื่องการปลูก และการควบคุมสารสำคัญในสมุนไพร การพัฒนากลางน้ำ เป็นการพิจารณาในกระบวนการแปรรูป ประกอบด้วย การทำความสะอาดสมุนไพรโดยการล้างน้ำ การหั่นสมุนไพรให้มีขนาดเล็กลงเพื่อความสะดวกในการนำไปตากแห้งหรือการอบแห้ง เพื่อลดความชื้นของสมุนไพร ต่อจากนั้นเป็นขั้นตอนการบดหยาบ บดละเอียด และการนำไปบรรจุแคปซูล ซึ่งแต่เดิมนั้นทุกขั้นตอน วิสาหกิจชุมชนยังใช้แรงงานคนในการผลิต จึงมีปัญหาด้านต้นทุนการแปรรูปและปริมาณการผลิตที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะใช้เทคโนโลยีในการออกแบบสร้างเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร และหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร เพื่อเพิ่มปริมาณการผลิต และเพิ่มรายได้ สำหรับการพัฒนาปลายน้ำ จะเป็นการพัฒนาระบบการจำหน่ายหลังจากการแปรรูปสมุนไพรแล้ว โดยกำหนดให้มี 2 รูปแบบ คือ 1) ส่งจำหน่ายให้กับโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร และบริษัทผู้ผลิตยาแผนไทยที่สนใจ 2) กำหนด ให้วิสาหกิจชุมชน สร้างผลิตภัณฑ์ของตนเองเพื่อวางจำหน่าย ซึ่งจะทำให้เกิดอาชีพในชุมชน และมีรายได้เพิ่มมากขึ้นจากการจำหน่าย ซึ่งจะทำให้สมาชิกของวิสาหกิจชุมชนสามารถพึ่งพาตนเองได้ อย่างต่อเนื่อง และยั่งยืน กรอบแนวคิดการวิจัย แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

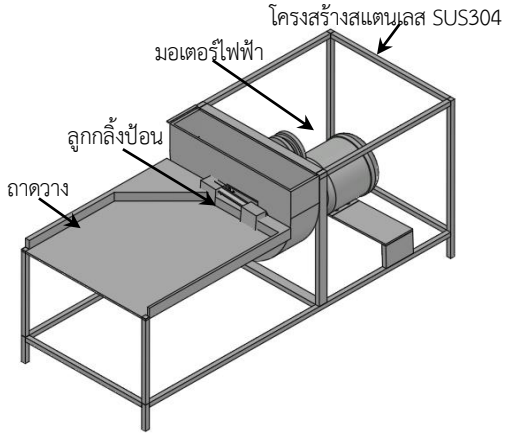
4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

4.1 การออกแบบ และสร้างเครื่องหั่นสมุนไพรกึ่งอัตโนมัติ วรเชษฐ์ และคณะ [3] การออกแบบสร้าง และทดสอบการทำงานของเครื่องหั่นสมุนไพรขนาดเล็กระบบควบคุมกึ่งอัตโนมัติสำหรับกลุ่มเกษตรกร มีความสามารถในการทำงานหั่นหัวขมิ้น ประมาณ 8.97 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ได้ชิ้นขมิ้นมีความหนาเฉลี่ย 3.83 มิลลิเมตร มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.05 มิลลิเมตร เครื่องหั่นหัวสมุนไพรกึ่งอัตโนมัติถูกออกแบบ และสร้างโดยใช้การหั่นด้วยจานหมุนติดใบมีด โดยใช้ความเร็วรอบ 250 รอบต่อนาที

4.2 การออกแบบ และสร้างเครื่องหั่นสมุนไพรว่านชักมดลูก บุษบากร และคณะ [4] สร้างขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการหั่นว่านชักมดลูกด้วยมือ และการหั่นสมุนไพรว่านชักมดลูกด้วยเครื่องหั่นชิง ลดการเกิดอุบัติเหตุจากการใช้มีดหั่นว่านชักมดลูก ส่วนปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน พบว่าถ้าใช้ใบมีดที่ทำจากโลหะจะทำให้เมือกที่เนื้อว่านไปขัดขวางการหั่นทำให้เวลาหั่นไปนาน ๆ เมือกที่ออกมาจากว่านชักมดลูกจะไปติดที่ชุดใบมีดทำให้ใบมีดไม่คมและเกิดสนิมได้ง่าย แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ใบมีดสแตนเลส จะสามารถหั่นว่านชักมดลูกได้ดีกว่าและได้ขนาดตามที่ต้องการ (ความหนา 2-3 มิลลิเมตร) และมีการออกแบบเพิ่มตัวกดเพื่อช่วยในการกดหัวว่านชักมดลูกไม่ให้เคลื่อนในขณะทำการหั่น โดยใช้ความเร็วรอบในการทดสอบที่ดีที่สุดอยู่ที่ 640 รอบ/นาที ทดสอบครั้งละ5 กิโลกรัม ทดสอบ 3 ครั้ง เวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 1.08 นาที

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจรให้มีขนาด 60 x 140 x 95 เซนติเมตร โดยคำนึงถึงการทรงตัวของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจรขณะใช้งาน โดยใช้วัสดุสแตนเลส SUS304 ที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นวัสดุด้านอาหาร โครงสร้างประกอบด้วย ถาดวาง ลูกกลิ้งป้อน มอเตอร์ขับกำลัง และชุดทดกำลัง ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงสร้างเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร

5.2 การออกแบบชุดขับกำลังเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร มีขั้นตอนดังนี้

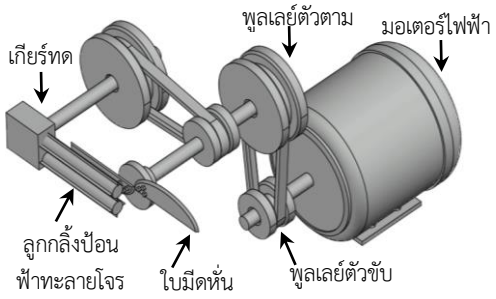
5.2.1 การออกแบบการส่งกำลังด้วย พูลเลย์และสายพาน ในการออกแบบจะศึกษาคุณสมบัติกายภาพของฟ้าทะลายโจร ดังนั้นการออกแบบชุดส่งกำลัง จึงต้องพิจารณาความเร็วรอบและแรงบิดโดยใช้ การทดรอบด้วยพูลเล่ย์ เพื่อให้ได้ความเร็วรอบที่ต้องการ และใช้มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ต้นกำลัง เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้ตามความต้องการ จากผลงานวิจัย สัญญา และคณะ [5] พบว่าการใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ต้นกำลัง เพื่อให้เครื่องนวดผลมะนาว สามารถทำงานได้ตามความเร็วรอบและแรงบิดที่ต้องการ ดังนั้นการออกแบบชุดขับกำลังเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร จึงต้องคำนวณกำลังในส่วนต่าง ๆ แล้วนำกำลังทั้งหมดมารวมกันเพื่อเลือกใช้มอเตอร์เพื่อขับกำลังที่เหมาะสม

5.2.2 จากคุณสมบัติทางกายภาพของฟ้าทะลายโจร คณะผู้วิจัยจึงเลือกใช้มอเตอร์ที่มีขนาด 1 แรงม้า 0.75 กิโลวัตต์ แรงดันไฟฟ้า 220 VAC และมี

ความเร็วรอบ1200 rpm ซึ่งสามารถปรับระดับความเร็วรอบและแรงบิดของชุดใบมีดได้โดยการเลือกขนาดของพูลเลย์

5.2.3 การเลือกใช้ใบมีดของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร คณะผู้วิจัยเลือกใช้ใบมีดหั่นแบบ 2 ใบมีด ติดตั้งบนจานหมุน ที่ขับเคลื่อนผ่านพูลเลย์ เนื่องจากการหั่นฟ้าทะลายโจรเพื่อนำไปตากแห้งมีขนาดความยาว 2 นิ้ว ซึ่งสามารถใช้ใบมีดแบบ 2 ใบมีดได้อย่างเหมาะสม

จากการทดลองหั่นฟ้าทะลายโจรด้วยความเร็วรอบต่าง ๆ พบว่าความเร็วรอบต่ำ ขนาดชิ้นของฟ้าทะลายโจรจะยาวเกิน 2 นิ้ว หากใช้ความเร็วรอบที่สูงขนาดชิ้นฟ้าทะลายโจรจะสั้น และไม่เป็นชิ้นที่ต้องการ จากการทดลอง ความเร็วรอบที่ดีที่สุดคือ 800 รอบ โดยเลือก ใช้ขนาดของพูลเล่ย์ตัวขับขนาด 76.2 mm. และเลือก ใช้ขนาดของพูลเล่ย์ตัวตามคือ 127 mm. ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ชุดขับกำลังเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร

5.3 การออกแบบชุดควบคุมระบบไฟฟ้า คณะผู้วิจัยจะคำนึงถึงความปลอดภัยและความสะดวกในการใช้งานเป็นหลัก กล่าวคืออุปกรณ์ชุดควบคุมระบบไฟฟ้าที่เลือกใช้ประกอบด้วย 1) เซอร์กิทเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) เป็นอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจรออกจากระบบไฟฟ้า เมื่อมีเหตุขัดข้อง เช่น เกิดกระแสไฟฟ้าไหลเกินมากกว่าปกติ (Over Load) เป็นต้น 2) สวิตช์หยุดฉุกเฉิน (Emergency Stop) เป็นอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อมีเหตุขัดข้องจากการทำงานที่ไม่ปกติ เช่น มีวัสดุขนาดใหญ่แปลกปลอมปนในฟ้าทะลายโจรที่กำลังจะถูกหั่น ทำให้การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าและชุดขับเคลื่อนต่าง ๆ เกิดการติดขัด ซึ่งสวิตช์นี้จะทำงานได้ด้วยการกดปุ่มฉุกเฉินโดยผู้ควบคุมการทำงาน 3) สวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ (Push Button Switch) เป็นสวิตช์ที่เมื่อกดแล้วปล่อยมือ สวิตช์จะเด้งกลับคืน โดยไม่ค้างตำแหน่งไว้ที่เดิม เป็นสวิตช์ใช้สำหรับการควบคุมการทำงานของชุดควบคุมมี 2 ตัว คือ ปุ่มสีเขียวใช้สำหรับเปิดให้มอเตอร์ทำงาน และปุ่มสีแดงใช้สำหรับปิดให้มอเตอร์หยุดทำงาน

5.4 การทดสอบเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร โดยใช้แรงงานผู้ควบคุม 1 คน ทำหน้าที่ป้อนลำต้นของฟ้าทะลายโจรเข้าเครื่องหั่น และกดสวิตช์ (สีเขียว) เพื่อเริ่มต้นการทำงานเครื่องหั่นจะเริ่มหมุนใบมีด โดยใช้กลไกการหมุนใบมีดตามแนวรัศมีของการหมุนของเพลาขับ ฟ้าทะลายโจรที่ถูกหั่นแล้วจะตกลงไปบริเวณด้านล่างที่มีภาชนะรองรับจะได้ความยาวของฟ้าทะลายโจร ตามที่ชุมชนต้องการตามมาตรฐานที่กำหนด และได้ปริมาณการผลิตตามที่ชุมชนต้องการ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการหั่นแล้ว ให้กดสวิตช์ (สีแดง) เพื่อให้มอเตอร์หยุดการทำงาน สำหรับเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แสดงดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 เครื่องหั่นฟ้าทะลายโจรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. การหาประสิทธิภาพ

6.1 การทดลองเพื่อหากำลังการผลิตของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจรจะใช้ฟ้าทะลายโจรครั้งละ 1,000 กรัม และจับเวลาที่ใช้หั่น การทดลองจะทดลอง 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย และคำนวณกำลังการผลิตต่อชั่วโมง

6.2 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร กนต์ธีร์, นริศ และนเรศ [6] จะใช้การวัดประสิทธิภาพ โดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness, OEE)

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

โดยที่

OEE = ประสิทธิภาพโดยรวม (%)

A = อัตราการเดินเครื่องจักร (Availability)
P = ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร (Performance Efficiency)
Q = อัตราคุณภาพ (Quality Rate)

การหาประสิทธิภาพของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจรในงานวิจัยนี้ ตัวแปรอัตราการเดินเครื่องจักร และประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักรจะไม่ถูกนำมาพิจารณาเนื่องจากในการทดลองเครื่องจักรทำงานโดยตลอดไม่เกิดการขัดข้องเสียหายที่ต้องเสียเวลาการซ่อมบำรุงแต่อย่างใด ดังนั้นค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรได้พิจารณาเฉพาะอัตราคุณภาพ

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

Q = อัตราคุณภาพ (Quality rate)
q = น้ำหนักของฟ้าทะลายโจรที่หั่นแล้วมีขนาดสั้นกว่า 2.0 นิ้ว
N = น้ำหนักของฟ้าทะลายโจรที่หั่นแล้วมีขนาดยาวกว่า 2.0 นิ้ว

7. ผลการวิจัย

7.1 ผลการหาค่ากำลังการผลิตของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร พบว่าเครื่องจักรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถหั่นฟ้าทะลายโจรให้มีขนาดความยาวต่ำกว่า 2.0 นิ้ว และสามารถหั่นฟ้าทะลายโจร 1,000 กรัม เวลาเฉลี่ยคือ 69.60 วินาที หรือสามารถหั่นได้ ประมาณชั่วโมงละ50 กิโลกรัม ตามความต้องการของวิสาหกิจชุมชน

7.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร สมุนไพรฟ้าทะลายโจรที่ออกจากเครื่องหั่นมีความยาวสม่ำเสมอคือ มีขนาดความยาวต่ำกว่า 2.0 นิ้ว ตามความต้องการของวิสาหกิจชุมชน ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้สำหรับหั่นฟ้าทะลายโจรคือ 69.60 วินาที และประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจรเท่ากับ 99.57% แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร และจับเวลาการหั่น

ครั้งที่	ขนาดต่ำกว่า 2.0 นิ้ว (กรัม)	ขนาดสูงกว่า 2.0 นิ้ว (กรัม)	เวลาหั่น (วินาที)	ประสิทธิภาพ (Q%)
1	995	5	71	99.50
2	997	3	67	99.70
3	995	5	70	99.50
4	996	4	69	99.60
5	995	5	71	99.50
6	996	4	70	99.60
7	996	4	69	99.60
8	996	3	68	99.70
9	995	5	70	99.50
10	995	5	71	99.50
		เฉลี่ย	69.60	99.57

7.3 ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม สมศักดิ์ [7]

1) ต้นทุนเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร คำนวณได้จากสมการที่ 6

ค่าเสื่อมราคา $DP = (P - S)/L$ (3)

โดย P = ราคาเครื่องจักร (=75,000 บาท)
L = อายุการใช้งาน (=5 ปี)
S = ราคาซาก (=35,000 บาท)

ดังนั้น ค่าเสื่อมราคาเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร เท่ากับ (75,000 – 35,000)/5 = 8,000 บาท/ปี

ดอกเบี้ยในการลงทุน = ((P+S)/2 x (i / 100) (4)

โดย i = อัตราดอกเบี้ยต่อปี (7.5%)

ดังนั้น ดอกเบี้ยในการลงทุนเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร เท่ากับ ((75,000 +35,000)/2 x (7.5 / 100) = 412.5 บาท/ปี

2) ต้นทุนค่าไฟฟ้าเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร อัตราการใช้ไฟฟ้า x ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย x ชั่วโมงทำงาน (5)

อัตราการใช้ไฟฟ้ามอเตอร์ = 0.75 kw
ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย = 3.75 บาท
ชั่วโมงทำงาน = 7 ชั่วโมง/วัน

ดังนั้น ต้นทุนค่าไฟฟ้าเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร เท่ากับ 0.75 x 3.75 x 7 = 19.68 บาท/ต่อวัน

3) ต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านแรงงานควบคุมเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร ใช้แรงงาน 1 คน มีค่าใช้จ่าย

เท่ากับ 400 บาท/วัน เครื่องหั่นสมุนไพรมีกำลังการผลิตสูงสุดเท่ากับ 400 กิโลกรัม/วัน ดังนั้นค่าใช้จ่ายด้านแรงงานคนเท่ากับ 1 บาท/กิโลกรัม

4) ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยเป็นการวิเคราะห์กระบวนการผลิตการทำงานเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร โดยประเมินราคาของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีราคาประมาณ 75,000 บาท และมีอายุการใช้งาน 5 ปี เครื่องจักรทำงานวันละ 7 ชั่วโมง ทำงาน 365 วัน/ปี จำนวนผู้ปฏิบัติงาน 1 คน ต้นทุนแปรผันได้แก่ต้นทุนการหั่นเท่ากับ 1.125 บาท/กิโลกรัม ปริมาณการผลิตสามารถหั่นได้ 400 กิโลกรัม/วัน จำหน่ายกิโลกรัมละ 150 บาท พบว่าจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 503 กิโลกรัม ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 1 เดือน

8. สรุปผล และอภิปรายผล

8.1 การออกแบบสร้างเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างเป็นวัสดุสแตนเลสที่มีขนาด 60 x 140 x 95 เซนติเมตร และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังขนาด 1 แรงม้า ขับกำลังด้วยพูลเลย์ สายพาน ใช้รอบความเร็ว 846 rpm และเลือกใช้ใบมีดหั่นแบบ 2 ใบมีด โดยใช้แรงเฉือนจากการหมุนเหวี่ยงใบมีด เครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร จากการทดลองเครื่องจักรสามารถหั่นฟ้าทะลายโจร 1,000 กรัม เวลาเฉลี่ยคือ 69.60 วินาที ระเวลาภายใน 1 ชั่วโมง จะสามารถหั่นได้ 50 กิโลกรัม เมื่อใช้งานเครื่องหั่น 1 วัน จะได้ปริมาณการผลิตเท่ากับ 400 กิโลกรัม/วัน

8.2 การศึกษาหาประสิทธิภาพการทำงานเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร จากการทดลองหั่นฟ้าทะลายโจร 10 ครั้ง ผลที่ได้หลังจากการหั่นคือ มีขนาดความยาวต่ำกว่า 2 นิ้ว ตามความต้องการของวิสาหกิจชุมชน ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้สำหรับหั่นฟ้าทะลายโจรคือ 69.60 วินาที และประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจรเท่ากับ 99.57 % จากการสร้างเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจรจะช่วยให้กระบวนการผลิตของชุมชนสามารถทำงานอย่างต่อเนื่องและมีปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้น มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ สอดคล้องกับงานวิจัย ประภัสสร และคณะ [8] เป็นการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีคุณภาพมากขึ้น พัฒนาขีดความสามารถด้านการควบคุมคุณภาพของสินค้าเกษตรให้ดียิ่งขึ้น

8.3 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร พบว่าจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 503 กิโลกรัม ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องหั่นฟ้าทะลายโจร สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 1 เดือน และวิสาหกิจชุมชนจะมีรายได้ 1,800,000 บาท/ปี

9. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้และครั้งต่อไป

เพื่อให้เครื่องหั่นฟ้าทะลายโจรสามารถนำไปใช้ประโยชน์กับการหั่นพืชเพื่อใช้ทำอาหารบริโภค หรือสมุนไพร ควรเลือกใช้วัสดุที่เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานด้านอาหาร และติดตั้งระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติ การออกแบบจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และสามารถนำไปใช้หั่นสมุนไพรได้หลายชนิด

10. เอกสารอ้างอิง

[1] National Drug Information, "National List of Essential Medicines," January 2013. [Online]. Available: http://ndi.fda.moph.go.th/uploads/main_drug_file/20171021185635.pdf. (in Thai)

[2] Thai Traditional Medical Council, "Andrographis Paniculata," [Online]. Available: https://www.dtam.moph.go.th/index.php/en/thai-traditional-medical-council/thaitraditional-medical-council-knowledge/ttmc-exam-namelist1/42-download/7080-dl0113.html. [Accessed 5 July 2022]. (in Thai)

[3] W. Sripramai, S. Wichanjun, C. Chawnuea, S. Yangyun and C. Laohawanich, "Design and Construction of Semi-Automatic Slicing Machine for Herbs," Mahasarakham University, Mahasarakham, 2019. (in Thai)

[4] B. Kongruang, S. Srisawad and A. Chanpahol, " Design and Fabrication a Shredded Wan Chak Mot Luk Herb Machine for Increase Potentiality of Community Enterprise Herb Processing," in *National Conference*,

Phetchabun Rajabhat University, 2017. (in Thai)

[5] S. Phowong, W. Aswanuwat and S. Saebang, "Creating and Finding the Efficiency of a Continuous Herb Slicer," *Technical Education Journal : King Mongkut's University of Technology North Bangkok,* vol. 13, no. 1, pp. 73-82, 2022. (in Thai)

[6] K. Sugtakchon, N. Intawong and N. Intawong, "Twin Mill Sawdust Grinding Machine," *Rajamangala University of Technology Lanna RMUTL. Engineering Journal,* vol. 5, no. 1, pp. 1-7, 2022. (in Thai)

[7] 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)

[8] 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)