

เครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ

AUTOMATIC HONEY MACHINE

เอกชัย โกแก้ว¹
Ekkachai Kaikaw¹

วันที่รับบทความ 26 ตุลาคม 2563 วันที่แก้ไขบทความ 16 พฤศจิกายน 2563
วันที่ตอบรับบทความ 7 ธันวาคม 2563

บทความวิจัย

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ และ 3) ประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ ผลการศึกษาพบว่า 1) เครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ ทำงานได้จากต้นกำลัง เครื่องยนต์เบนซินและมอเตอร์ ทำงานได้ 2 ระบบ หมุนสลับทิศทางได้ ระบบเซนเซอร์ระดับของน้ำผึ้งและดูน้ำตาลควบคุมน้ำผึ้งและสั่งงานระบบแบบอัตโนมัติและทำงานได้ตามฟังก์ชันที่กำหนดไว้ 2) ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ พบว่าสามารถสลัดน้ำผึ้งได้จำนวน 1,001.68 แฝงต่อชั่วโมง ซึ่งมีสมรรถนะและประสิทธิภาพมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (96 แฝงต่อชั่วโมง) และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : น้ำผึ้ง, เครื่องอัตโนมัติ, เครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ

Abstract

The objectives of this research were 1) to develop automatic honey extractor 2) to study the efficiency of the automatic honey extractor and 3) to study the satisfaction of automatic honey extractor. The results showed that 1) the automatic honey extractor can be work from the source of the gasoline engine and motor to operate in two systems, alternating directions.

¹ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2

1Department of Electronics Phrae Technical College/Institute of Vocational Education Northern Region 2

*Corresponding Author, E-mail: iven2.ek@gmail.com

It has a system to sensor the level of honey and sucks honey by controlling and operating automatically and working according to the specified function. 2) the performance test of the automatic honey extractor. It was found that the honey could extract 1,001.68 panels per hour. It was higher than the performance and efficiency criteria (96 panels per hour) and 3) the satisfaction assessment results was at the highest level.

Keywords: honey, automatic machine, automatic extractor honey machine

บทนำ

ปัจจุบันการเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิตน้ำผึ้ง ได้นำเทคโนโลยีเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วยในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ได้มีพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง และรวดเร็ว ตั้งแต่อดีต การใช้แรงงานมนุษย์บีบน้ำผึ้ง พัฒนามาเป็นเครื่องมือและอุปกรณ์ในการช่วยในการสลัดน้ำผึ้งออกจากกรวง เช่น ถังสลัดน้ำผึ้งด้วยแรงเหวี่ยง ถังสลัดน้ำผึ้งออกจากกรวง โดยทั่วไป มีตั้งแต่ขนาดเล็ก แบบใช้มือหมุนที่สลัดได้ครั้งละ 2 แผง ไปจนถึงขนาดใหญ่ที่สามารถสลัดน้ำผึ้งได้พร้อม ๆ กันหลายแผง ซึ่งจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้า AC และ DC เป็นตัวหมุน [1,2] ความเร็วของถังสลัดน้ำผึ้ง เพื่อที่จะเหวี่ยงให้น้ำผึ้งไหลกระเด็นออกจากหลอดกรวง ลงในถังสลัดเมื่อได้น้ำผึ้งระดับหนึ่ง จึงเปิดวาล์ว เพื่อนำน้ำผึ้งออกจากถังสลัดแล้วนำไปเทลงในตะแกรงกรองเพื่อล่งถึงเก็บ จากกระบวนการดังกล่าวทำให้ต้องใช้เวลาและแรงงานในการทำงานอีกทั้งระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ เป็นข้อจำกัดในการหาแหล่งจ่ายไฟในสภาพที่เป็นสวนลำไยและในป่า หากใช้แบตเตอรี่ต้องหาแบตเตอรี่สำรองและต้องชาร์จไฟตลอดเวลา ทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายมากขึ้น ดังนั้นเพื่อให้เกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งได้ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ในยุคของเกษตรกร 4.0 ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ โดยทำการสร้างถังสลัดน้ำผึ้งควบคุมด้วยระบบแบบอัตโนมัติ ใช้เครื่องยนต์เบนซินส่งกำลังให้กับแกนเหวี่ยงและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง [3] และหมุนได้ 2 ทิศทาง เมื่อสลัดน้ำผึ้งได้ระดับที่กำหนดไว้จะทำการถ่ายเทน้ำผึ้งจากถังสลัดด้วยระบบท่อแล้วนำไปกรองด้วยชุดตะแกรงเพื่อกรองเศษขี้ผึ้งและจัดเก็บน้ำผึ้งลงถังเก็บเพื่อรอรับการบรรจุภัณฑ์

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ ผลการศึกษาสามารถเพิ่มจำนวนการสลัดให้มากกว่า 96 แผงต่อชั่วโมงและลดจำนวนแรงงานจากเดิมใช้จำนวน 7 คน เหลือ 5 คน ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายต่อเดือนเป็นเงิน 24,000 บาท (จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกร) ทำให้กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้ง สามารถลดแรงงาน ลดต้นทุนในการผลิตมีความสะดวก และช่วยเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจมากขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ

แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

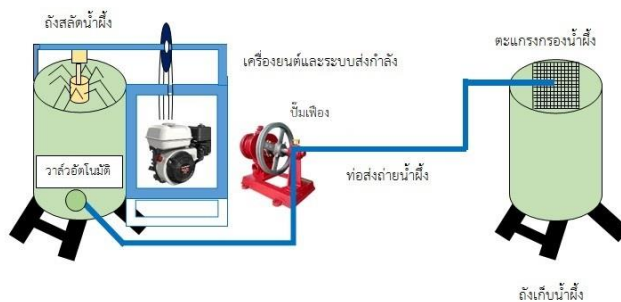
กรอบแนวคิดของการวิจัย

แนวคิดการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องสลัดน้ำผึ้งให้สามารถลดจำนวนแรงงานลงจากเดิม 7 คน ลดงบประมาณค่าแรงจากการจ้างแรงงาน และเพิ่มปริมาณผลผลิตของน้ำผึ้งจากเดิม 30 %



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

1. แนวคิดการออกแบบ (Concept Design)



ภาพที่ 2 ภาพเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ

2. แนวคิดเบื้องต้นของหลักการทำงานและการขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

การพัฒนาเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ เป็นการพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องสลัดน้ำผึ้งที่กลุ่มเกษตรกรเลี้ยงผึ้งที่มีข้ออยู่ปัจจุบัน ให้สามารถนำไปใช้สลัดน้ำผึ้งและการเก็บน้ำผึ้ง โดยใช้แรงเหวี่ยงจากแกนสลัดซึ่งต้นกำลัง [4] มาจากเครื่องยนต์ ทำงานแบบอัตโนมัติ ภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ถังสลดน้ำผึ้งและกระบวนการผลิตในปัจจุบัน

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องสลดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ

3.1 Arduino controller : Arduino เป็นชื่อเรียกของ Platform Micro Controller ชนิดหนึ่งซึ่ง Micro=เล็ก, Controller=ชุดควบคุม ดังนั้นหน้าที่ของ Arduino ก็คือชุดควบคุมขนาดเล็กที่สามารถนำไปเชื่อมต่อเพื่อสั่งการเครื่องมืออุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้ [5]

3.2 มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric motor) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กในตัวมอเตอร์ และสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสในขดลวดทำให้เกิดแรงดูดและแรงผลักของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ในการใช้งานตัวอย่างเช่น ในอุตสาหกรรมการขนส่งใช้มอเตอร์อุตสาหกรรม เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว มอเตอร์ไฟฟ้ายังสามารถทำงานได้ถึงสองแบบ ได้แก่ การสร้างพลังงานกล และการผลิตพลังงานไฟฟ้า [3]

3.3 มอเตอร์ DC แบบกระตุ้นด้วยไฟฟ้า (Brushed DC Electric Motor) การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้แปรปรวนกับโรเตอร์สองขั้วและสเตเตอร์ที่เป็นแม่เหล็กถาวร (ขั้ว "N" หรือขั้ว "S" ที่บ่งไว้บนผิวหน้าด้านในของแม่เหล็ก; ผิวหน้าด้านนอกเป็นขั้วตรงข้าม) มอเตอร์ DC ที่มีตัวสับเปลี่ยนจะมีหนึ่งชุดของขดลวดที่พันรอบอาร์เมเจอร์ที่ขี้อยู่บนเพลารอเตอร์ เพลายังแบกตัวสับเปลี่ยนอยู่ด้วย ตัวสับเปลี่ยนจะทำตัวเป็นสวิตช์ไฟแบบหมุนที่ใช้งานได้นานปี ในการเปลี่ยนทิศทางการไหลของกระแสตามช่วงเวลาที่ใช้ในขดลวดของโรเตอร์ ในขณะที่เพลารวม ดังนั้นมอเตอร์ DC ที่ใช้แปรปรวนจะมีกระแส AC ไหลผ่านขดลวดที่กำลังหมุน กระแส จะไหลผ่านหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งคู่ของแปรปรวนที่แตะอยู่กับตัวสับเปลี่ยนแปรปรวนเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟภายนอกกับอาร์เมเจอร์ที่กำลังหมุนอาร์เมเจอร์ที่กำลังหมุนประกอบด้วยหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งคอยล์ของขดลวดที่พันรอบแกนเหล็กอ่อนเคลือบฉนวน กระแสจากแปรปรวนไหลผ่านตัวสับเปลี่ยนและขดลวดหนึ่งชุดของ อาร์เมเจอร์จะทำให้อาร์เมเจอร์เป็นแม่เหล็กชั่วคราว (แม่เหล็กที่เกิดจากไฟฟ้า) สนามแม่เหล็กที่ผลิตโดย อาร์เมเจอร์ จะทำปฏิกิริยากับสนามแม่เหล็กอยู่กับที่ ที่ผลิตโดยแม่เหล็กถาวรหรือจากขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กอื่น ๆ อย่างใดอย่างหนึ่ง แรงระหว่างสองสนามแม่เหล็กมีแนวโน้มที่จะหมุนเพลารวมของมอเตอร์ ตัวสับเปลี่ยนจะสลับกระแสไฟฟ้าให้กับคอยล์ใน

ขณะที่โรเตอร์หมุน เป็นการรักษาข้อแม่เหล็กของโรเตอร์ ให้อยู่ในแนวที่สอดคล้องกับข้อแม่เหล็กของสเตเตอร์ เพื่อให้โรเตอร์ไม่หยุดนิ่ง (เช่นเข็มทิศที่ไม่หมุนไปทางอื่น)[3]

3.4 เพลา (Shaft) เพลาคืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ทำงานหรือใช้ส่งกำลังจากจุดหนึ่งไปยังจุดอื่น ๆ เช่น พัดลมระบายอากาศ (Ventilating Fan) จะประกอบด้วย ใบพัดที่ติดตั้งอยู่บนเพลา และที่ปลายเพลาทั้งสองด้านจะถูกรองรับไว้ด้วยรองลื่น (Bearing) ถ้าเป็นพัดลมชนิดที่ทิศทางการไหลของอากาศไหลตามแนวรัศมี (พัดลมของเครื่องปรับอากาศ จะมีเสื้อ (Casing) หุ้มอยู่ภายนอกอีกชั้นหนึ่งเพื่อบังคับให้ลมไหลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่ปลายเพลาด้านใดด้านหนึ่งจะมีล้อสายพาน (Pulley) ยึดติดอยู่เพื่อรับการส่งกำลังการหมุนจากต้นกำลังที่อาจจะเป็น มอเตอร์ มาทำให้พัดลมหมุนหรือติดตั้งต้นกำลังขับตรงที่ปลายเพลาก็ได้ [6,7]

3.5 มู่เล่ หรือ พูลี่ (PULLEY) มู่เล่ (Pulley Function) มีหน้าที่ในการเปลี่ยนทิศทาง (direction) และควบคุม (control) ความตึง (tension) หรือความหย่อน (slack) ของสายพานในระบบลำเลียง (belt conveyor system) และบางครั้งก็ทำหน้าที่ปรับสายพาน (train) เพื่อให้สายพานเดินได้แนว (alignment) ตลอดการเคลื่อนที่ของสายพาน [6,7]

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การออกแบบและพัฒนาเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ

1.1 ดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

1.2 จัดทำแผนดำเนินงาน

1.3 ออกแบบระบบงานกล งานไฟฟ้า ระบบควบคุม

1.4 จัดหาวัสดุ/อุปกรณ์ ในการสร้างเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ

1.5 ดำเนินการสร้างเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ

1.6 ประกอบเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ

1.7 ดำเนินงานทดสอบการทำงานเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ

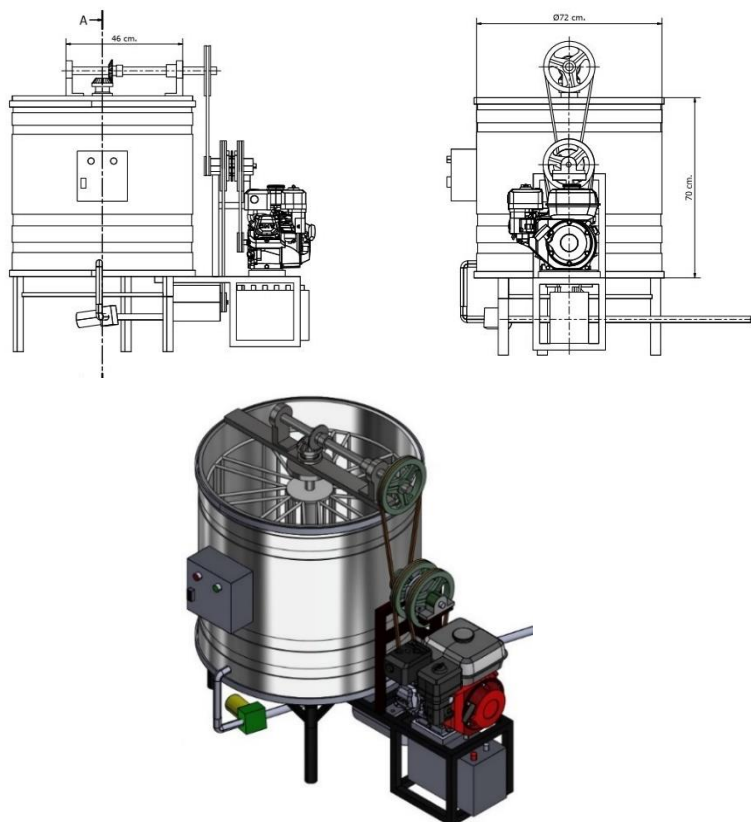
2. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรรมผู้เลี้ยงผึ้ง ในตำบลวังธงอำเภอเมือง จังหวัดแพร่ จำนวน 11 กลุ่ม

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งคุณภาพ หมู่ที่ 5 ตำบลวังธง อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ ซึ่งมีสมาชิกจำนวน 7 คน ทำการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random)

ในการออกแบบและสร้างเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ มีอุปกรณ์ ดังนี้

- | | |
|------------------------------------|-------------|
| 1. ชุดถังสลัดน้ำผึ้งและแกนเหวี่ยง | จำนวน 1 ชุด |
| 2. ชุดส่งกำลังแกนเหวี่ยง | จำนวน 2 ชุด |
| 3. ชุดปั๊มเฟือง | จำนวน 1 ชุด |
| 4. เครื่องยนต์ เบนซินขนาด 5 แรงม้า | จำนวน 1 ชุด |
| 5. แบตเตอรี่ขนาด 12 V 80 Ah | จำนวน 2 ชุด |
| 6. ชุดควบคุมระบบอัตโนมัติ | จำนวน 1 ชุด |

เครื่องสไลด์น้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ ที่สร้างขึ้นใช้เครื่องยนต์เบนซิน สังกาลังให้กับแกนเหวี่ยง และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและหมุนได้ 2 ทิศทาง เมื่อสไลด์น้ำผึ้งได้ระดับที่กำหนดไว้จะทำการถ่ายเท น้ำผึ้งจากถังสไลด์ด้วยระบบท่อแล้วนำไปกรองด้วยชุดตะแกรงเพื่อกรองเศษขี้ผึ้งและจับเก็บน้ำผึ้งลงถังเก็บ เพื่อรอรับการบรรจุภัณฑ์ (ภาพที่ 4 และ ภาพที่ 5)



ภาพที่ 4 แบบภาพประกอบของเครื่องสไลด์น้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 5 เครื่องสไลด์น้ำผึ้งแบบอัตโนมัติที่ได้ดำเนินการเสร็จสมบูรณ์

3. การทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องสไลด์น้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ

หลังจากออกแบบและสร้างเครื่องสไลด์น้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ ผ่านการแก้ไขข้อบกพร่องในการใช้งานแล้ว ผู้วิจัยได้นำไปทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องสไลด์น้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ ณ สถานที่ผลิตจริง คือ กลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งคุณภาพ หมู่ที่ 5 ตำบลวังธง อำเภอเมือง จังหวัดแพร่



ภาพที่ 6 ถึงสไลด์น้ำผึ้งและกระบวนการผลิตที่ได้พัฒนาขึ้น

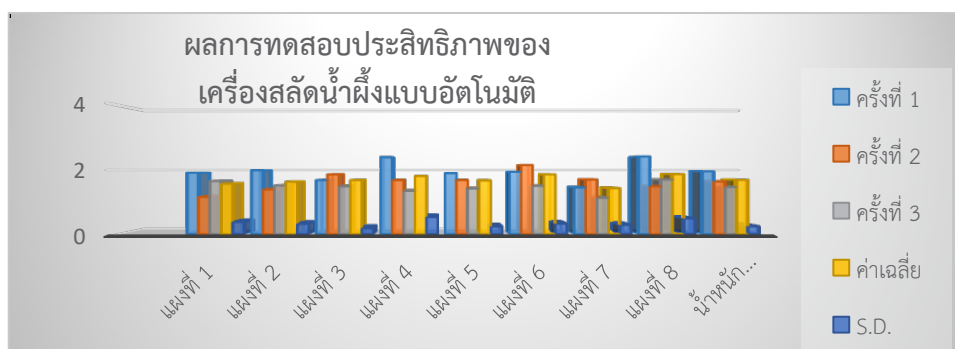
ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสไลด์น้ำผึ้งแบบอัตโนมัติ โดยเตรียมแฉกคอนผึ้งที่มีน้ำผึ้งเต็มและปาดหน้าแล้วไว้ในรังเก็บ แล้วนำแฉกคอนผึ้งใส่ถึงสไลด์ครั้งละ 8 แฉก โดยใช้ความเร็วรอบที่ 300-350 รอบต่อนาที ในการทดสอบประสิทธิภาพครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยใช้แฉกคอนผึ้งจำนวน 3 ชุด ในแต่ละชุดจะมีแฉกคอนผึ้งจำนวน 8 แฉก ที่มีน้ำหนักแตกต่างกัน เมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพได้นำเวลาที่ใช้ในการสไลด์น้ำผึ้งจากเครื่องสไลด์น้ำผึ้งแบบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น เปรียบเทียบจำนวนแฉกคอนผึ้งที่ได้ต่อชั่วโมง

ผลการวิจัย

1. การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสไลด์น้ำผึ้งแบบอัตโนมัติกับผลิตภัณฑ์จริง ณ สถานที่ผลิต รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสลัดน้ำผึ่งแบบอัตโนมัติ

แผงคอนมึ้ง	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	S.D.
แผงที่ 1	1.91	1.16	1.65	1.57	0.38
แผงที่ 2	1.99	1.39	1.51	1.63	0.32
แผงที่ 3	1.68	1.86	1.49	1.68	0.19
แผงที่ 4	2.40	1.68	1.35	1.81	0.54
แผงที่ 5	1.90	1.68	1.42	1.67	0.24
แผงที่ 6	1.94	2.15	1.50	1.86	0.33
แผงที่ 7	1.45	1.70	1.13	1.43	0.29
แผงที่ 8	2.42	1.49	1.70	1.87	0.49
น้ำหนักเฉลี่ย (กก.)	1.96	1.64	1.47	1.69	0.25
เวลา (วินาที)	30.80	28.60	26.86	28.75	1.97
จำนวนแผงคอนมึ้งที่ได้ต่อชั่วโมง				1,001.68	



ภาพที่ 6 กราฟแสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสลัดน้ำผึ่งแบบอัตโนมัติ

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสลัดน้ำผึ่งแบบอัตโนมัติ เมื่อใส่แผงคอนมึ้งที่มีน้ำผึ่งครั้งละ 8 แผง น้ำหนักเฉลี่ยรวม 1.69 กิโลกรัมต่อแผง ใช้เครื่องยนต์หรือมอเตอร์หมุนแกนเหวี่ยงความเร็วรอบเฉลี่ย 320 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการเหวี่ยงแกนสลัดเฉลี่ย 28.75 วินาทีต่อครั้ง หรือ 125.21 ครั้งต่อชั่วโมง รวมจำนวนแผงคอนมึ้งที่นำมาสลัดจะได้จำนวน 1,001.68 แผงต่อชั่วโมง ซึ่งผลการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพดีกว่าค่าที่กำหนดไว้คือ 96 แผงต่อชั่วโมง

2. ความพึงพอใจต่อเครื่องสลัดน้ำผึ่งแบบอัตโนมัติเมื่อนำไปใช้งาน ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีข้อคำถามในการประเมินจำนวน 8 ข้อ ที่มีค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient : α) เท่ากับ

0.81 และเมื่อนำแบบสอบถามไปให้กลุ่มเกษตรกรประเมินความพึงพอใจและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจการใช้งานเครื่องสไลด์น้ำฝัองอัตโนมัติ

ข้อ	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงใจ
1.	มีความง่ายต่อการใช้งานเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์	4.70	0.49	มากที่สุด
2.	มีประโยชน์ต่อสถานประกอบการ	4.29	0.49	มาก
3.	มีกำลังการผลิตที่เหมาะสมกับสถานประกอบการ	4.14	0.38	มาก
4.	มีความปลอดภัยในการใช้งานต่อผู้ปฏิบัติงาน	4.86	0.38	มากที่สุด
5.	มีความง่ายในการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง	4.71	0.49	มากที่สุด
6.	มีความสามารถแก้ไขปัญหาด้านผลิตของผู้ประกอบการ	4.71	0.49	มากที่สุด
7.	มีสมรรถนะในการทำงานที่ตรงตามความต้องการของ	4.71	0.49	มากที่สุด
8.	มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานและขยายผลเชิงพาณิชย์	4.71	0.49	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม		4.61	0.46	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า ความพึงพอใจต่อเครื่องสไลด์น้ำฝัองอัตโนมัติ ของเกษตรกรในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.61 เมื่อพิจารณาแต่ละประเด็น เกษตรกรมีความพึงพอใจระดับมากที่สุดจำนวน 6 ข้อ โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย 3 ข้อ ดังนี้ 1) มีความปลอดภัยในการใช้งานต่อผู้ปฏิบัติงาน (ค่าเฉลี่ย 4.86) 2) ง่ายต่อการใช้งานเครื่องจักรเครื่องมือและอุปกรณ์ และ 3) ง่ายในการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง (ค่าเฉลี่ย 4.71) และมีความพึงพอใจในระดับมาก จำนวน 2 ข้อ คือ 1) มีประโยชน์ต่อสถานประกอบการ และ 2) มีกำลังการผลิตที่เหมาะสมกับสถานประกอบการ มีค่าเฉลี่ย 4.29 และ 4.14 ตามลำดับ

การอภิปรายผลการวิจัย

1. การสร้างเครื่องสไลด์น้ำฝัองแบบอัตโนมัติครั้งนี้ เป็นการพัฒนามาตามความต้องการของผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชน เพื่อต้องการลดแรงงานและค่าใช้จ่ายและสามารถเพิ่มผลผลิต ซึ่งการสร้างจะแยกเป็น 4 ส่วนหลัก ๆ คือ 1) ถังสไลด์และแกนเหวี่ยง 2) ชุดส่งถ่ายกำลัง ประกอบด้วยเพลลา มูเล่ สายพานและเฟืองขับแกนเหวี่ยง 3) ชุดขับเคลื่อนกำลังมีส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ เครื่องยนต์เบนซินขนาด 5 แรงม้าและมอเตอร์ขนาด 500 วัตต์ และ 4) ชุดควบคุมมี 2 ส่วนคือ ชุดควบคุมระบบไฟฟ้าและชุดควบคุมระบบทำงานแบบอัตโนมัติ ส่วนประกอบทั้งหมดนี้เมื่อนำมาประกอบแล้ว สามารถทำงานได้สัมพันธ์กันและทำงานได้ตามฟังก์ชันงานที่กำหนดไว้

2. การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องสลัดน้ำผึ่งแบบอัตโนมัติ โดยการทดสอบทำซ้ำกับแผงคอนมิ่งจำนวน 3 ชุด ๆ ละ 8 แผง โดยแผงคอนมิ่งมีน้ำหนักเฉลี่ย 1.69 กิโลกรัม ซึ่งสอดคล้องกับสมศักดิ์ คำมา [8] ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดเปลือกมะพร้าวน้ำหอมโดยการทดสอบซ้ำในการตัดเปลือกมะพร้าว จากจำนวน 1 กิโลกรัม ทำการทดลอง 5 ซ้ำ ซ้ำละ 200 กรัมต่อหนึ่งรอบตัดวัดขนาดความยาวที่ตัดได้และบันทึกผล ในการสลัดน้ำผึ่งจะใช้เครื่องยนต์หรือมอเตอร์หมุนแกนเหวี่ยงความเร็วรอบเฉลี่ย 320 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการเหวี่ยงแกนสลัดเฉลี่ย 28.75 วินาทีต่อครั้ง หรือ 125.21 ครั้งต่อชั่วโมง ดังนั้นจะสลัดน้ำผึ่งได้สูงถึง 1,001.68 แผงต่อชั่วโมง ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าจากระบบเดิมที่มีจำนวนแผงคือ 96 แผงต่อชั่วโมง ซึ่งผลการทดสอบปรากฏว่าเครื่องสลัดน้ำผึ่งแบบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น มีสมรรถนะและประสิทธิภาพ สามารถลดจำนวนแรงงานจาก 7 คน เหลือ 5 คน และสอดคล้องกับ ภาณุวัฒน์ วงศ์แสงน้อย [9] ที่ได้การพัฒนาเครื่องสับต้นข้าวโพดสำหรับผลิตอาหารสัตว์ ลดการใช้แรงงานคนประหยัดเวลาในการสับต้นข้าวโพด ลดค่าใช้จ่าย และพัฒนาเครื่องสับต้นข้าวโพดให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นและเพิ่มปริมาณผลผลิตได้มากกว่า

3. ผลประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งต่อเครื่องสลัดน้ำผึ่งแบบอัตโนมัติ ในสภาพการใช้งานจริง ภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.61 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีความพึงพอใจสูงสุดลำดับแรกคือ มีความปลอดภัยในการใช้งานต่อผู้ปฏิบัติงาน มีความปลอดภัยในการใช้งานต่อผู้ปฏิบัติงาน และง่ายต่อการใช้งานเครื่องจักรเครื่องมือ ซึ่งถือเป็นจุดเด่นของเครื่องสลัดน้ำผึ่งแบบอัตโนมัติ สอดคล้องกับ บุญเจิด กาญจนาคณะ [10] ได้ศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อเครื่องหั่นข้าว โดยสำรวจจากแบบสอบถาม จำนวน 20 ชุด โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้านดังนี้คือ ความพึงพอใจด้านโครงสร้าง ความพึงพอใจด้านการใช้งาน และความพึงพอใจด้านผลผลิต พบว่าระดับความพึงพอใจโดยรวม อยู่ในระดับดีทุกด้าน

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 การวิจัยครั้งนี้จะพบว่า เครื่องสลัดน้ำผึ่งแบบอัตโนมัติ สามารถนำไปใช้ได้จริงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้และนำไปขยายผลให้กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งเพื่อพัฒนาคุณภาพการผลิตต่อไป

1.2 จากผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ประเด็นมีกำลังการผลิตที่เหมาะสมกับสถานประกอบการ โดยมีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับ 4.14 ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่า ระบบของเครื่องสลัดน้ำผึ่งแบบอัตโนมัติ ยังเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่ต่อเกษตรกร ซึ่งไม่คุ้นเคยและพื้นฐานการใช้งานแตกต่างกันจึงต้องมีการฝึกอบรมทักษะการใช้งานระบบของเครื่องสลัดน้ำผึ่งแบบอัตโนมัติให้สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการปรับใช้พลังงานแบตเตอรี่สำหรับเป็นต้นกำลังเพียงอย่างเดียวเพื่อรักษาสีน้ำตาลอม

2.2 ควรเพิ่มระบบชาร์จแบตเตอรี่ด้วยแผงโซลาร์เซลล์เนื่องจากในบางพื้นที่อาจไม่มีไฟฟ้า 220 V สำหรับชาร์จแบตเตอรี่

2.3 ควรมีการศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องสลัดน้ำฝัองอัตโนมัติ เพื่อประเมินความคุ้มค่าเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนหรือเครื่องเดิมที่เกษตรกรเคยใช้มาก่อน

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. **เครื่องสลัดน้ำฝัอง 2 ระบบ** [ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อวันที่ 17 พฤษภาคม 2562]. จาก <https://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=1683&Key=news11>
- [2] โชติพงศ์ กาญจนประโชติ. (2545). **การออกแบบเครื่องสลัดน้ำฝัอง**. [ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม 2562]. จาก <http://www.thaithesis.org/detail.php?id=64182>
- [3] thatrathepmotor. **มอเตอร์ไฟฟ้า**. [ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม 2562]. จาก <https://thatrathepmotor.com/electric-motor/>
- [4] ไพศาล ทองสงค์, สฤษฎีชัย เข้มเจริญ และ ศิริชัย ต่อสกุล. (2561). **การออกแบบและพัฒนาเครื่องสลัดน้ำมันหมุยฝอยต้นแบบสำหรับ OTOP กลุ่มสตรีอาสาพัฒนาบ้านหนองหลวงเพื่อการส่งออกสู่ประชาคมอาเซียน**. วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต. ปีที่ 8 ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2561. 89-100.
- [5] Arduino Club. **Arduino controller**. [ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อวันที่ 17 พฤษภาคม 2562]. จาก <https://thaiarduino.club/what-is-arduino>
- [6] Onwuamaeze Ikechukwu Patrick, Joel Oluwayomi Oyejide. **Design and Construction of Honey Extractor**. (2018). IJSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, Vol. 5 Issue 5, May 2018 ISSN (Online) 2348 – 7968. (9).
- [7] B.O. Akinnuli, O.O. Awopetu, P.P. Ikubanni and O.O. Agboola. (2016). **Development of Pedal Operated Honey Extractor**. British Journal of Applied Science & Technology 16 (2): 1-10, 2016, Article no.BJAST.23529 ISSN: 2231-0843, NLM ID: 101664541.
- [8] สมศักดิ์ คำมา. (2561). **การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดเปลือกมะพร้าว น้ำหอม**. Journal of Industrial Technology Ubon Ratchathani Rajabhat University. ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2561.
- [9] ภาณุวัฒน์ วงคแสงนอย. (2563). **การพัฒนาเครื่องสับต้นข้าวโพดสำหรับผลิตอาหารสัตว์**. ACADEMIC JOURNAL UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY. ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2563).
- [10] บุญเจิด กาญจนา, ประไพพร ศิริคติธรรมและแมน ฟกทอง. (2553). **การพัฒนาเครื่องหั่นข้าวเพื่อทำข้าวให้แห้งสำหรับเกษตรกรในพื้นที่หลังน้ำท่วมจังหวัดอุตรดิตถ์**. Journal of Community Development Research 2010; 3 (2).