

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกินไฟและความเร็วรอบที่เหมาะสมสำหรับ  
อุปกรณ์คัดแยกมะขามแบบสายพานลำเลียงและการพัฒนา  
RELATIONSHIP BETWEEN ELECTRIC POWER CONSUMPTION AND  
ROTATIONAL SPEEDS FOR TAMARIND SORTING MACHINE WITH  
CONVEYOR SYSTEM AND DEVELOPMENT

ธเนศ อ้อมนอก<sup>1</sup>, เอื้อบุญ ที่พึ่ง<sup>1</sup>, นิวัตร พัฒนะ<sup>1</sup>, ธาราทิพย์ ศรีสัตตบุตร<sup>1\*</sup>

Tanet Oomnok<sup>1</sup>, Ueaboon Teephung<sup>1</sup>, Niwat Pattana<sup>1</sup>, Tharathip Sreesattabud<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

<sup>1</sup>Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

\*Corresponding author e-mail: t.sreesattabud@gmail.com

วันที่เข้ารับ 29 กันยายน 2565

วันที่แก้ไขบทความ 30 ธันวาคม 2565

วันที่ตอบรับบทความ 30 ธันวาคม 2565

### บทคัดย่อ

จากการศึกษาปัญหาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกี่ยวกับการคัดแยกขนาดมะขามหวานพบว่าการคัดแยกฝักมะขามในปัจจุบันจะใช้แรงงานคนในการคัดแยกซึ่งปริมาณการคัดแยกฝักมะขามต่อคนจะคัดแยกได้ประมาณ 80 กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อความต้องการมะขามในตลาด ประกอบกับการคัดแยกต่อครั้งต้องใช้แรงงานถึง 5 คน ซึ่งมีอัตราจ้างต่อคน 300 บาทต่อวันทำให้มีต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ดังนั้นจึงทำการคิดค้นเครื่องคัดแยกขนาดมะขามหวานแบบสายพานลำเลียง โดยอาศัยหลักการปรับความเร็วของสายพานลำเลียงเพื่อควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ของฝักมะขามให้พอดีกับกำลังคนที่คัดแยกมะขาม โดยเครื่องคัดแยกดังกล่าวจะทำการคัดมะขามตกเกรดออกไป ให้เหลือเพียงมะขามที่สมบูรณ์ลำเลียงไปตามสายพานเพื่อให้แรงงานสามารถคัดแยกได้สะดวก และรวดเร็วมากขึ้นซึ่งจะสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิต ลดแรงงานคนคัดแยกฝักมะขามได้ โดยงานวิจัยนี้ทำการพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์คัดแยกขนาดมะขามหวานแบบสายพานลำเลียง สำหรับสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทองตำบลห้วยโป่ง อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยระบบสายพานลำเลียงสามารถรองรับน้ำหนักได้สูงสุด 150 กิโลกรัม ความเร็วรอบสายพานสามารถปรับได้ 9 ระดับและความเร็วรอบที่เหมาะสมในการคัดคือระดับที่ 4 ด้วยความเร็ว 40 วินาทีต่อ 1 รอบ (40 rpm) สามารถคัดแยกมะขามได้ถึง 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สามารถใช้งานต่อเนื่องได้ไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน มีความแม่นยำในการคัดแยก 100 % และระยะคืนทุนที่ 46 เดือน โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้งาน ได้แก่เกษตรกร กลุ่มวิสาหกิจชุมชน คนในพื้นที่ นักศึกษา พ่อค้ารับซื้อ ผู้ประกอบการแปรรูปและผู้ส่งออก

**คำสำคัญ:** สายพานลำเลียง, มะขาม, คัดแยก

## Abstract

The study of community enterprise problems about tamarind sorting indicates that the process of sorting tamarind took labor to operate. The amount of sorted tamarind is up to 80 kilograms per hour for one worker. Which are insufficient for demand. Furthermore, 5 workers are needed for the one round of the sorting process, and each worker cost 300 baths per day. Which is causes high production costs in consequence. Therefore, the tamarind sorting machine with a conveyor system is invented, using the concept of speed adjustment for the conveyor to control the rapidity of its movement to co-work with the manual process. The machine separates the defective tamarind out, before transporting the qualified tamarinds through the conveyor to the sorting worker to make the process more convenient and faster. This could be increase the production rate and reduce labor costs. This research develops the prototype of the tamarind sorting Machine with belt conveyor for the Daungthong Community Enterprise group in Na Chaliang, Nongphai, Phetchabun. The conveyor supports 150-kilogram weight. And its speed can be adjusted in 9 levels with the highest speed at level 9. The most efficient revolution per minute is at level 4 with 40 rpm speed. The sorting rate is 100 kilograms of tamarind per hour. And the machine is available for over 8 hours of work time. The sorting precision rate is at 100%. The target audiences are community enterprise groups, locals, students, food processing entrepreneurs, and exporters.

**Keywords:** Conveyor, Tamarind, Sort out

## 1. บทนำ

มะขามหวานถือเป็นผลไม้ขึ้นชื่อของจังหวัดเพชรบูรณ์มีการปลูกกันทุกอำเภอหลากหลายพันธุ์ โดยช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวคือเดือนธันวาคม – มีนาคมของทุกปี จากการสำรวจผู้ปลูกมะขาม จำนวน 97,823 ครัวเรือน และผู้ประกอบการแปรรูปมะขาม จำนวน 108 ราย ผลผลิตมะขามหวาน ช่วงปี พ.ศ. 2563-2564 มีจำนวนสูงถึง 52,000 ตันและสามารถสร้างรายได้ให้ผู้ประกอบการมากกว่า 3,900 ล้านบาทต่อปี ลักษณะเด่น คือ ฝักอ่อนมีเปลือกสีเขียวอมเทา เนื้อในติดกับเปลือก เมื่อแก่ฝัก เปลี่ยนเป็นเปลือกแข็งกรอบหักง่าย สีสน้ำตาล เนื้อในกลายเป็นสีน้ำตาลหุ้มเมล็ด เนื้อหวาน ซึ่งฝักหนึ่ง ๆ จะมีหุ้มเมล็ด 3-12 เมล็ด เมล็ดแก่จะแบนเป็นมัน และมีสีน้ำตาล มีตลาดส่งออก คือ เวียดนาม จีน

และยุโรป (ไทยรัฐ, 2565: ออนไลน์) แสดงให้เห็นว่ามะขามหวานจังหวัดเพชรบูรณ์เป็นผลไม้เศรษฐกิจหลักอีกอย่างที่ทำรายได้ให้กับเกษตรกรและผู้ประกอบการมะขามแปรรูปในจังหวัดเพชรบูรณ์

จากการศึกษาสัมภาษณ์ข้อมูลผู้ประกอบการแปรรูปมะขามหวานในจังหวัดเพชรบูรณ์พบว่า ขั้นตอนการคัดแยกฝักประสบปัญหาด้านการขาดแคลนแรงงานในช่วงฤดูการคัดแยกฝักมะขาม เนื่องจากปัจจุบันการคัดแยกฝักมะขามยังต้องจ้างแรงงานคน อีกทั้งแรงงานต้องมีความชำนาญในการคัดแยกฝักมะขามพอสมควร ประกอบกับปริมาณมะขามที่ออกมาพร้อมกันเป็นจำนวนมาก ซึ่งอัตราการคัดแยกฝักมะขามประมาณ 80 กิโลกรัม/คน/ชั่วโมง ทำให้การคัดแยกฝักมะขามเพื่อเพิ่มมูลค่าในการขาย ไม่ทันต่อความต้องการเพื่อจัดส่งขายทั้งในและต่างประเทศ ยังไม่เพียงพอต่อปริมาณมะขามที่ต้องการ คัดแยก ประกอบกับในการจ้างแรงงานคนต่อการคัดแยกหนึ่งครั้งประมาณ 5 คน อัตราค่าจ้าง 300 บาท/คน ซึ่งเป็นปัญหาด้านต้นทุนการผลิต

อย่างไรก็ตามสายพันธุ์มะขามหวานที่ได้รับความนิยมในการขายแบบฝักมากที่สุด คือ พันธุ์สีชมพู และพันธุ์สีทอง ซึ่งเป็นมะขามบางพันธุ์เปลือกจะบางขณะทำการขนย้ายหรือขณะทำการคัดแยก ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ หากเปลือกแตกจะทำให้เสียราคา ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของผู้ประกอบการมะขามแปรรูป (พรรณนิภา เบี้ยสองดวง, 10 มกราคม 2565: สัมภาษณ์)

จากการศึกษางานวิจัยและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องพบว่า ปัจจุบันเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับมะขามที่พบคือ เครื่องแยกเมล็ดออกจากเนื้อมะขามหวาน เครื่องอบมะขามหวาน เครื่องอัดมะขามก้อน และยังพบการใช้เครื่องจักรช่วยในการคัดแยกมะขามหวาน แต่ต้นทุนของเครื่องจักรสูงมาก และจากการสอบถามจากผู้ประกอบการ พบว่าเครื่องจักรที่ใช้ในการคัดแยกมีราคาสูงถึงห้าแสนบาท อีกทั้งจะต้องสั่งซื้อเครื่องจักรและมอเตอร์เกียร์จากต่างประเทศ ดังนั้นหากสามารถผลิตได้เองภายในประเทศไทยก็จะสามารถลดต้นทุนด้านการผลิตของผู้ประกอบการได้มาก

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์คัดแยกขนาดมะขามสำหรับวิสาหกิจชุมชนแปรรูปมะขามในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยอาศัยหลักการลำเลียงด้วยสายพาน ที่สามารถควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ของฝักมะขามได้ สำหรับเพิ่มปริมาณการผลิต ลดปริมาณการจ้างแรงงานคัดแยกฝักมะขาม และลดต้นทุนด้านการผลิตของผู้ประกอบการได้มาก โดยทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและอัตราการกินไฟ อีกทั้งหาความเร็วรอบที่เหมาะสมกับการทำงานร่วมกับคน

## 2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาอุปกรณ์คัดแยกมะขามแบบสายพานลำเลียง

2.2 เพื่อศึกษาความเร็วรอบและอัตราการกินไฟที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์คัดแยกมะขามที่

ทำงานร่วมกับคน

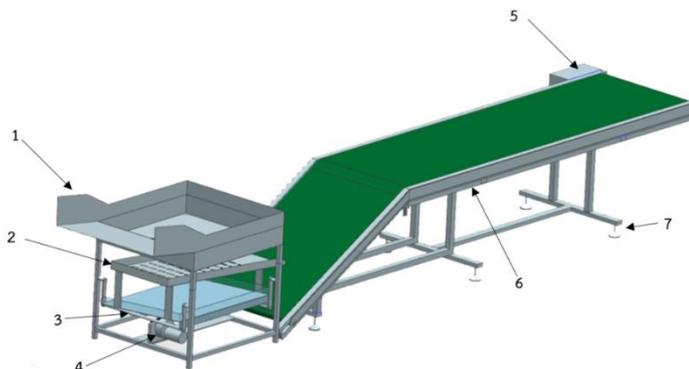
### 3. วิธีดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยมีแนวความคิดในการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์คัดแยกขนาดมะขามสำหรับวิสาหกิจชุมชนแปรรูปมะขามในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยอาศัยหลักการลำเลียงด้วยสายพาน ที่สามารถควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ของฝักมะขามได้ สำหรับเพิ่มปริมาณการผลิต ลดปริมาณการจ้างแรงงานคัดแยกฝักมะขาม และลดต้นทุนด้านการผลิตของผู้ประกอบการได้

การทดสอบสมรรถนะของตะแกรงร่อนเครื่องคัดแยกมะขามหวานแบบสายพานลำเลียง โดยการทดสอบตะแกรงร่อนให้มะขามซ้อที่มีขนาดเล็กหรือมะขามฝักเดี่ยวตกลงไปในรูที่กำหนดไว้ ดังแสดงในภาพที่ 1 เพื่อแยกมะขามฝักเดี่ยวออกจากมะขามฝักใหญ่ ซึ่งชุดอุปกรณ์ประกอบไปด้วย ตะแกรงร่อนอยู่ส่วนรองมาจากถาดพักฝักมะขามซึ่งตะแกรงร่อนทำจากแผ่นเหล็กซิงค์ที่มีความหนา 0.5 มิลลิเมตรนำมาพับขึ้นรูปเป็นลักษณะถาดและเจาะรูซึ่งรูของตะแกรงร่อนถูกออกแบบมาโดยเฉพาะให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร และมีระยะความห่างของรูตะแกรงขนาด 50 มิลลิเมตรเมื่อมะขามถูกเขย่าบนตะแกรงจะทำให้มะขามฝักเดี่ยวตกลงในรูตะแกรงร่อนที่กำหนดไว้ เพื่อแยกมะขามฝักเดี่ยวออกจากมะขามฝักกลางและใหญ่ และเมื่อฝักใหญ่ไม่สามารถลงรูได้ก็จะไหลผ่านตะแกรงร่อน ไปบนสายพานลำเลียงดังแสดงในภาพที่ 2 และจะมีพนักงานคอยตรวจคัดแยกมะขามฝักใหญ่ระหว่างสายพานลำเลียงเพื่อบรรจุลงกล่องต่อไป ซึ่งรายละเอียดของโครงสร้างอุปกรณ์มีดังนี้



ภาพที่ 1 ตะแกรงร่อน



ภาพที่ 2 โครงสร้างสายพานลำเลียง

หมายเลข 1 คือ ถาดพักฝักมะขาม สำหรับพักมะขามเพื่อป้อนมะขามให้ลงไปยังตะแกรงร่อน ครึ่งละจำนวนไม่มากจนเกินไป เพื่อให้มะขามไหลสู่ไปยังตะแกรงร่อน แบบไม่ให้มะขามทับถมกันเกินไป

หมายเลข 2 คือชุดระบบตะแกรงคัดแยกขนาดความยาวของฝักมะขาม มีความหนา 0.5 มิลลิเมตร นำมาพับขึ้นรูปเป็นลักษณะถาดและเจาะรู ลักษณะเป็นรูวงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร มีความห่างระหว่างรู 50 มิลลิเมตร โดยมะขามที่มีขนาดเล็กและสั้นกว่ารูวงรี จะตกไปยังช่องคัดแยกมะขามข้อเดียว

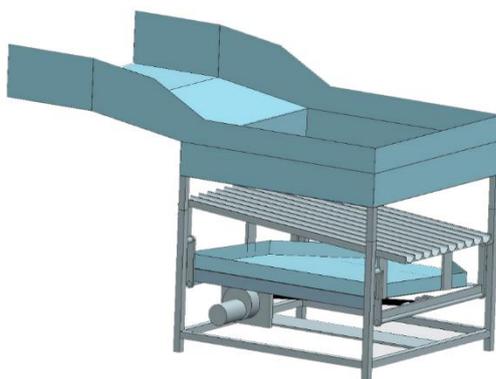
หมายเลข 3 คือชุดส่งกำลังระบบสั่นสะเทือนคือมาจากมอเตอร์ ซึ่งมีเพลาลูกเบี้ยวส่งกำลังเป็นแขนชักไปมา ทำให้ตะแกรงเกิดการสั่นสะเทือนเคลื่อนที่

หมายเลข 4 คือมอเตอร์ส่งกำลังระบบแบบสั่นสะเทือน คือ มอเตอร์ที่มีขนาด 0.5 แรงม้า และมีชุดเพลาลูกเบี้ยวเป็นตัวเปลี่ยนทิศทาง การหมุนของมอเตอร์ ให้เป็นระบบคั่นส่งแบบชักสั่นสะเทือน

หมายเลข 5 คือมอเตอร์ส่งกำลังระบบสายพานลำเลียงฝักมะขาม คือ มอเตอร์เกียร์ขนาด 0.5 แรงม้าส่งกำลังด้วยสเตอร์เบอร์ 428 มี 14 ฟันเฟือง เพื่อส่งไปยังเพลาลูกเบี้ยวสายพาน

หมายเลข 6 คือโครงสร้างที่ออกแบบมาเพื่อลำเลียงฝักมะขามที่อยู่ในลักษณะที่ดำขึ้นมาให้คนงานได้นั่งทำงาน เพื่อคัดแยกมะขาม 2 ขนาดคือขนาดกลางและขนาดใหญ่บนสายพานลำเลียง

หมายเลข 7 คือฐานตีนเป็ดปรับระดับความสูงของตัวเครื่อง คือตัวปรับตั้งเพื่อให้โครงสร้างไม่บิดแฉก เมื่อวางในพื้นที่ ที่ไม่สม่ำเสมอ



ภาพที่ 3 โครงสร้างตะแกรงร้อน

โครงสร้างตะแกรงร้อน ถูกออกแบบให้มีส่วนสูงเหมาะสมตามสรีระการนั่งคัดแยกของมนุษย์ที่ทำงานต่อเนื่องโดยไม่เมื่อยล้า ซึ่งนอกจากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มผลผลิตแล้วยังสามารถลดต้นทุนโดยไปลดจำนวนแรงงานซึ่งเครื่องจะทำการคัดแยกมะขามเบื้องต้นให้อีกด้วย ซึ่งเครื่องมือจะใช้ระบบสายพานลำเลียงเพื่อนำพาวัตถุบนสายพานไปข้างหน้า เมื่อเครื่องเมื่อนำมะขามที่มีหลากหลายขนาดปะปนกัน เถลงบนไซโล จะมีการร่อนเพื่อคัดแยกมะขามข้อให้ลอดรูตะแกรงร้อนให้ตกลงในตะกร้า ส่วนมะขามขนาดใหญ่กว่าจะถูกลำเลียงไปตามสายพานที่มีแรงงานคนคัดแยกขนาดกลางและใหญ่ต่อไป อีกทั้งระบบร่อนถูกออกแบบมาให้สามารถปรับความเร็วรอบได้ ซึ่งสามารถคัดมะขามได้สูงสุดถึงประมาณ 500 กิโลกรัมต่อวัน



ภาพที่ 4 ระบบตู้ควบคุมการทำงาน

ระบบตู้ควบคุมการทำงานดังภาพที่ 4 ระบบตู้ควบคุมการทำงานหน้าตู้จะมีอุปกรณ์หลักโดยที่  
ใช้มอเตอร์ต้นกำลังสำหรับชุดขับเคลื่อน ตัวที่ 1 จะเป็นตัวควบคุมความเร็ว มีทั้งหมด 10 ระดับ ใช้  
สำหรับปรับความเร็วระบบมอเตอร์ ตัวที่ 2 สวิตช์ตัดต่อวงจรใช้สำหรับตัดต่อวงจร

#### 4. ผลการวิจัย

เครื่องคัดแยกขนาดมะขามหวานแบบสายพานลำเลียง ถูกออกแบบให้มีส่วนสูงเหมาะสมตาม  
สรีระการนั่งคัดแยกของมนุษย์ที่ทำงานต่อเนื่องโดยไม่เมื่อยล้า ซึ่งนอกจากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ  
การทำงานเพิ่มผลผลิตแล้ว ยังสามารถลดต้นทุนโดยไปลดจำนวนแรงงานโดยเครื่องจะทำการคัดแยก  
มะขามเบื้องต้นให้ ซึ่งเครื่องมือจะใช้ระบบสายพานลำเลียงเพื่อนำพาวัตถุดิบสายพานไปข้างหน้า เมื่อ  
เครื่องมือนำมะขามที่มีหลากหลายขนาดปะปนกัน เทลงบนไซโล จะมีการร่อนเพื่อคัดแยกมะขามข้อ  
(มะขามฝักสั้นที่มีข้อเดียว)ให้ลอดรูตะแกรงร่อนให้ตกลงในตะกร้า ส่วนมะขามขนาดใหญ่กว่าจะผ่าน  
ไปตามสายพานลำเลียงที่มีแรงงานคนคัดแยกขนาดต่อไปและระบบร่อนจะสามารถปรับความเร็วรอบ  
ได้ ซึ่งสามารถคัดมะขามได้สูงสุดประมาณ 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ระบบสายพานลำเลียงยังสามารถ  
รองรับน้ำหนักได้สูงสุด 150 กิโลกรัม ความเร็วรอบสายพานสามารถปรับได้ 9 ระดับ โดยรอบสูงสุดที่  
ระดับ 9 ดังแสดงในตาราง 2 และความเร็วรอบที่เหมาะสมในการคัดคือระดับที่ 4 ที่ความเร็ว 40 วินาที  
ต่อ 1 รอบ ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งจากการทดสอบพบว่าที่ความเร็วรอบสูงกว่าระดับ 4 นั้นผลผลิตมี  
แนวโน้มลดลงเนื่องจากความเร็วบนสายพานมีความไวไม่สัมพันธ์กับการทำงานร่วมกับคน ทำให้  
คนงานไม่สามารถคัดมะขามบนสายพานได้ทัน อย่างไรก็ตามสามารถปรับความเร็วรอบให้เหมาะสม  
กับจำนวนแรงงานได้ โดยเครื่องจะใช้งานต่อเนื่องได้ไม่ต่ำกว่า 12 ชั่วโมงต่อหนึ่งวัน จากการศึกษา  
ความเร็วรอบต่อเวลาแสดงดังตารางที่ 1 และพบว่าความเร็วรอบที่เหมาะสมของการคัดแยก คือระดับ  
ที่ 4 ด้วยเวลา 00.40.04 นาทีต่อรอบดังแสดงในตาราง 1

ตารางที่ 1 ความเร็วรอบที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์คัดแยกมะขามแบบสายพานลำเลียง

| ระดับความเร็วรอบ | เวลาที่ใช้ ( นาที ) | ระดับความเร็วรอบ | เวลาที่ใช้ ( นาที ) |
|------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| 1                | 3.14.21             | 6                | 00.28.16            |
| 2                | 01.20.89            | 7                | 00.23.88            |
| 3                | 00.52.14            | 8                | 00.22.29            |
| 4                | 00.40.04            | 9                | 00.22.19            |
| 5                | 00.31.71            |                  |                     |

จากการศึกษาอัตราการกินไฟที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์คัดแยกมะขามแบบสายพานลำเลียง โดยใช้หลักการคำนวณดังตัวอย่างต่อไปนี้

#### ตัวอย่างการคำนวณ

$$\begin{aligned}
 \text{ล้ออลูมิเนียมหมุน 300 รอบ} &= 1 && \text{หน่วย} \\
 \text{ขณะทำการทดสอบล้ออลูมิเนียมหมุน} &= 5 && \text{รอบต่อนาที} \\
 \text{ฉะนั้น 1 ชั่วโมง ล้ออลูมิเนียมหมุน} &= 5 \times 60 && \text{รอบ} \\
 \text{สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า} &= \frac{1 \times 300}{300} && \text{หน่วย} \\
 &= 1 && \text{หน่วย} \\
 \text{ฉะนั้นค่าพลังงานไฟฟ้า} &= 1 \times 4.31 && \\
 &= 4.31 && \text{บาท / ชั่วโมง}
 \end{aligned}$$

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเร็วรอบต่ออัตราการกินไฟ

| ระดับความเร็ว<br>รอบ | เวลาที่ใช้<br>(นาที) | จำนวนรอบ | อัตราการกินไฟ |         |          |
|----------------------|----------------------|----------|---------------|---------|----------|
|                      |                      |          | บาท : ชม.     | ชั่วโมง | รวม(บาท) |
| 1                    | 1                    | 3        | 4.31          | 8       | 34.48    |
| 2                    | 1                    | 8        | 4.31          | 8       | 34.48    |
| 3                    | 1                    | 13       | 4.31          | 8       | 34.48    |
| 4                    | 1                    | 17       | 4.31          | 8       | 34.48    |
| 5                    | 1                    | 21       | 4.31          | 8       | 34.48    |
| 6                    | 1                    | 25       | 4.31          | 8       | 34.48    |
| 7                    | 1                    | 28       | 4.31          | 8       | 34.48    |
| 8                    | 1                    | 30       | 4.31          | 8       | 34.48    |
| 9                    | 1                    | 32       | 4.31          | 8       | 34.48    |

จากตารางที่ 2 ผลการคำนวณปริมาณที่ได้ใน 1 ชั่วโมงต่อกิโลกรัม สำหรับอุปกรณ์คัดแยกมะขามแบบสายพานลำเลียงมีอัตราการกินไฟที่เท่ากันเนื่องจากระบบที่ใช้ในการปรับความเร็วรอบเป็นระบบการทดรอบดังนั้นจึงมีอัตราการกินไฟไม่แตกต่างกันเมื่อปรับระดับความเร็วรอบดังกล่าว

**ตารางที่ 3 ผลคำนวณปริมาณความเร็วรอบที่ได้ได้ใน 1 ชั่วโมงต่อกิโลกรัม**

| ระดับความเร็วรอบ(มี 9 ระดับ) | คำนวณปริมาณที่ได้ใน<br>1 ชั่วโมง : กิโลกรัม |
|------------------------------|---|
| 1                            | 35  |
| 2                            | 65  |
| 3                            | 95  |
| 4                            | 125   |
| 5                            | 115   |
| 6                            | 95  |
| 7                            | 75  |
| 8                            | 25  |
| 9                            | 15  |

จากตารางที่ 3 ผลคำนวณปริมาณที่ตัดแยกได้ใน 1 ชั่วโมงในการทำงานร่วมกับเครื่องมือพบว่าสามารถตัดได้มากที่สุดที่ระดับความเร็วรอบที่ 4 ซึ่งสามารถตัดได้ 125 กิโลกรัมใน 1 ชั่วโมง ดังนั้น 8 ชั่วโมงจะสามารถตัดได้ประมาณ 1,000 กิโลกรัม

**5. สรุปผลและการอภิปรายผล**

อุปกรณ์ตัดแยกมะขามหวานแบบสายพานลำเลียงเมื่อทำการเปรียบเทียบกับก่อนหน้าซึ่งมีการจ้างคนงานมา 8 คนต่อวัน ซึ่งมีค่าแรงวันละ 300 บาท ทำให้มีค่าใช้จ่ายแรงงานวันละ 2,400 บาท แต่เมื่อนำเครื่องเข้ามาใช้งานจะสามารถลดต้นทุนการจ้างแรงงานได้โดยใช้แรงงานเพียง 4 คนร่วมกับเครื่องจักร จะเทียบเท่ากับการทำงานของคนถึง 8 คน ทำให้สามารถลดต้นทุนแรงงานได้ถึงวันละ 1,200 บาท สำหรับการตัดแยกมะขาม

ปริมาณมะขามที่ตัดแยกโดยแรงงานคนเพียงอย่างเดียวสามารถตัดได้ 80 กิโลกรัมต่อคนต่อชั่วโมง และเมื่อนำเครื่องตัดแยกมะขามหวานแบบสายพานลำเลียงเข้ามาทำงานร่วมโดยลดคนงานลงครึ่งหนึ่งจะสามารถตัดแยกได้ถึง 125 กิโลกรัม : ชั่วโมง อีกทั้งสามารถใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 12 ชั่วโมงต่อวัน

ผลการทดสอบความเร็วรอบที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์ตัดแยกมะขามแบบสายพานลำเลียงคือระดับที่ 4 เวลาที่ใช้ (นาท) 00.40.04 ต่อบรรจุซึ่งตัดแยกได้ปริมาณที่ 125 กิโลกรัมต่อ 1 ชั่วโมง ดังนั้น 8 ชั่วโมงสามารถตัดได้ 1,000 ตันต่อวันซึ่งจะสามารถตัดได้มากกว่าระดับสูงขึ้น เพราะเมื่อความเร็วของสายพานมากขึ้นทำให้คนงานไม่สามารถตัดมะขามได้ทัน ส่งผลให้เกิดความวุ่นวายบนสายพาน และมีอาการตาตายจนทำให้ผลผลิตที่ได้ลดลงดังกล่าว



อัตราการกินไฟจะใช้กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ (Kilowatt-Hour Meter) วัดค่ารอบที่ต่างกันพบว่า อัตราการกินไฟเท่ากัน เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้นำมาเตอร์เกียร์ทดแรง ที่มีทั้งหมด 9 ระดับเข้ามาใช้ทำให้การเร่งรอบตั้งแต่รอบที่ 1 ถึง 9 อัตราการกินไฟเท่าเดิม เครื่องวัดตักิโลวัตต์ก็คือมิเตอร์ไฟสำหรับบ้านอยู่อาศัยซึ่งนำมาทำการวัดอัตราการกินไฟนั่นเอง ทำให้ค่าไฟใน 8 ชั่วโมงแม้ว่ารอบต่างกันจะเท่ากับ 34.48 บาท

## 6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ ผศ.ดร.เอื้อบุญ ที่พึง ผศ.ดร.ธราทิพย์ โอบารทิชาชาติ ผศ.ดร.อลงกรณ์ เมืองไหว ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ปรีกษา ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของงานวิจัยฉบับนี้ ขอขอบคุณนางสาวพรธนิภา เบี้ยสองดวง ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนดวงทอง ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ช่วยให้คำแนะนำด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณผู้บริหารและเจ้าหน้าที่สาขาวิชาสาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก ตลอดจนเพื่อน พี่และน้อง ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาและบุคคลในครอบครัวทุกท่านที่ให้การสนับสนุนทั้งทางด้านค่าใช้จ่ายระหว่างการศึกษ ตลอดจนความรัก ความห่วงใย และกำลังใจที่ให้ตลอดมาหากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้เพียงผู้เดียว ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

## 7. เอกสารอ้างอิง

- บริษัท มติชน จำกัด (มหาชน). (28 สิงหาคม 2562) “เค.ซี. ฟู๊ดฯ เพชรบูรณ์ เบอร์ 1 ส่งออกมะขามหวาน 40 ประเทศ”. [ออนไลน์]. ค้นจาก <https://www.prachachat.net/local-economy/news-365273> (13 กุมภาพันธ์ 2564)
- กันต์ อินทวงศ์. (2563). การจัดการเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วมมะขามในเครือข่ายกลุ่มวิสาหกิจบ้านเสี้ยว ตามแนวพระราชดำริเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถของคนในท้องถิ่นอย่างเป็นระบบและยั่งยืน. (รายงานวิจัย). มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, อุตรดิตถ์.
- ธรรม์ณชาติ วันแดง. (2560, มกราคม). การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาลมวนวงคู่. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55, กรุงเทพฯ. DOI: 10.14457/KU.res.2017.127
- สมพร ประยงค์ทรัพย์. (2558). การพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องคัดแยกขนาดเมล็ดข้าวสาร สำหรับชุมชน. วารสารวิทยาศาสตร์ คชสาร, 37(2), 73-88.