

เครื่องนวดผลมะนาวเพื่อลดความขม แบบไม่ต่อเนื่อง

สัณญา โพธิ์วงษ์^{1*} วิritti อัครวานวิตร² เปรมศักดิ์ พวงพลอย³ และ เทพรถ อนันต์สูงเนิน⁴

บทคัดย่อ

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างเครื่องนวดสำหรับลดความขมของผลมะนาว ระดับวิสาหกิจชุมชน 2) ศึกษาหาประสิทธิภาพการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องนวดผลมะนาวเพื่อลดความขม 3) ประเมินความพึงพอใจของวิสาหกิจชุมชนที่มีต่อเครื่องนวดผลมะนาว ประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ กลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ดงบัง จำนวน 20 คน ทำแบบประเมินความพึงพอใจ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถามและการคำนวณค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) เครื่องนวดผลมะนาวที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นสำหรับลดความขมที่ผิวมะนาวขนาดเครื่องนวดผลมะนาวครั้งละ 60 ผล และได้ศึกษาระยะเวลาในการนวดลดความขมได้เร็วกว่าการนวดด้วยแรงคน ปกติการใช้แรงงานคนนวดเพื่อลดความขมของผลมะนาวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37-39 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 40-42 มิลลิเมตร จะใช้เวลาเฉลี่ย 2,108 วินาที และ 2,168 วินาที ตามลำดับ 2) ประสิทธิภาพการทำงานเมื่อใช้เครื่องนวดจากงานวิจัยนี้จะทำให้ระยะเวลาในการนวดผลมะนาวเพื่อลดความขมของผลมะนาวเส้นผ่าศูนย์กลาง 37-39 มิลลิเมตร และเส้นผ่าศูนย์กลาง 40-42 มิลลิเมตร ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการนวดเพื่อลดความขมเพียง 301 วินาที และ 363 วินาที รอบความเร็วที่เหมาะสมสำหรับใช้นวดผลมะนาวคือ 106 รอบต่อนาที ซึ่งนอกจากการใช้เครื่องจักรนี้จะช่วยลดระยะเวลาในการนวดแล้ว ยังทำให้ผลมะนาวแตกเสียหายลดลง และสามารถนำไปใช้นวดผลมะนาวได้ในปริมาณที่มากกว่าการใช้แรงงานคนในเวลาเท่ากัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าแรงที่ต้องจ่ายให้แรงงานคนจำนวน 400 บาทต่อวัน ประสิทธิภาพของแรงงานคนคือ 3.20% แต่เมื่อใช้เครื่องจักรนี้จะมีค่าใช้จ่ายค่าใช้ไฟฟ้าเพียง 22.5 บาทต่อวัน และจ่ายค่าแรงคนงานควบคุมเครื่องจักร 400 บาทต่อวัน ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องนวดผลมะนาวคือ 85.21% จากเดิมใช้แรงงานคนนวดผลมะนาวจะมีรายได้ 12,780 บาทต่อเดือน และเมื่อวิสาหกิจชุมชนใช้เครื่องนวดผลมะนาวมีรายได้เพิ่มขึ้นเป็น 360,000 บาทต่อเดือน ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการนำเครื่องนวดผลมะนาวเพื่อลดความขม ไปใช้ในวิสาหกิจชุมชนเพื่อเพิ่มปริมาณการผลิต ลดรายจ่าย เพิ่มรายได้ และยังได้ความเป็นมาตรฐานในการแปรรูป 3) ผลประเมินความพึงพอใจในการใช้เครื่องนวดผลมะนาวของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ดงบัง พบว่าชุมชนมีความพึงพอใจ (\bar{X} = 4.79) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.22) อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

คำสำคัญ: เครื่องนวด; เครื่องลดความขม; ผลมะนาว

¹ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก

² สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีจิตรลดา

³ ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร และการจัดการ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

⁴ นักวิจัยอิสระ

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. +668 1208 7308 อีเมล: sanya.phow@ovec.moe.go.th

ตีพิมพ์ วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Lemon massager to reduce bitterness intermittently

Sanya Phowong^{1*} Wirat Aswanuwat² Premsak Puangploy³ and Theppharot Anansungnoen⁴

Abstract

This research aimed to 1) To create a lemon massager to reduce bitterness intermittently at the community enterprise level. 2) To study the proper performance of the lemon massager to reduce bitterness. 3) Assess the satisfaction of community enterprises with the lemon massager. The sample population used in this research was Dong Bang organic agriculture group, 20 people, satisfaction was assessed using a questionnaire quality statistical analysis and calculating the standard deviation. The results revealed that 1) The lemon massager that the researcher has created for reducing the bitterness on the lemon zest is the size of a kneading machine for 60 lemons at a time and studied the duration of massage to reduce bitterness faster than manual massage. Normally, the use of people to massage to reduce the bitterness of lemons with a diameter of 37-39 mm. and a diameter of 40-42 mm. took approximately 2,108 seconds and 2168 seconds, respectively. 2) Performance when using a massager from this research, it will make the time for kneading lemons to reduce the bitterness of lemons 37-39 mm. in diameter and 40-42 mm. in diameter. The average time for kneading to reduce bitterness is only 301 s and 363 s. The optimal speed for lemon massage is 106 rpm., which in addition to using this machine reduces the massage time. It also reduces the damage of lemons, and can use lemon massage in a larger amount than manual labor at the same time, which is comparable to the wages that must be paid to a laborer of 400 baht per day. The efficiency of human labor is 3.20%, but when using this machine, it will cost only 22.5 baht per day for electricity and 400 baht per day for the operator of the machine. The overall efficiency of the lemon kneading machine is 85.21% from the former workers who massage lemons will earn 12,780 baht per month, and when community enterprises use lemon massage machines, their income increases to 360,000 baht per month. Therefore, it is possible to use lemon massager to reduce bitterness intermittently in community enterprises to increase production volume, reduce expenses, increase income, and achieve standardization in processing. 3) The satisfaction assessment of using lemon massager of Dong Bang organic agriculture Community Enterprise revealed that community satisfaction ($\bar{X} = 4.79$) and standard deviation (S.D. = 0.22) were at the highest level.

Keywords: Massager, Bitter reducer, Lemon

¹ Department of Electronics, Nakhonnayok Technical College

² Department of Industrial Technology, Faculty of Industrial Technology Chitralada Technology Institute

³ Nakhonnayok Technical College

⁴ Independent Researcher

* Corresponding Author, Tel. +668 1208 7308 e-mail: sanya.phow@vec.moe.go.th

1. บทนำ

ผลมะนาวเป็นสิ่งที่เราทุกคนรู้จักกันเป็นอย่างดี เพราะนำมาใช้ปรุงอาหาร Thai Crude Drug. [1] จากฐานข้อมูลเครื่องยาสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พบว่ามะนาวก็มีสรรพคุณช่วยบรรเทาอาการปวดศีรษะ ช่วยขับเสมหะ ลดอาการเจ็บคอ แก้อาการท้องร่วงนอกจากนี้การดื่มน้ำมะนาวช่วยบรรเทาอาการเสียงแหบแห้ง เป็นต้น อย่างไรก็ตามผลมะนาวจะมีความขมที่ผิว การลดความขมจะต้องนำผลมะนาวมาคลึงบนเกลือเพื่อให้ความขมลดลง แล้วจึงนำผลมะนาวไปแปรรูปในรูปแบบต่าง ๆ

เนื่องด้วย คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ศูนย์ปราชญ์บุรีได้ลงพื้นที่วิสาหกิจชุมชน ตำบลดงบัง พบว่าวิสาหกิจชุมชนแปรรูปมะนาวต้องตากแห้งเพื่อส่งขายโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร จังหวัดปราจีนบุรี ไปเป็นส่วนผสมทำยาอมแก้เจ็บคอในราคา กิโลกรัมละ 200 บาท ตามช่วงฤดูกาล ทางอาจารย์คณะอุตสาหกรรมเกษตรได้มาประสานกับวิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี และวิทยาลัยเทคนิคนครนายก ให้ช่วยออกแบบเครื่องจักรเพื่อช่วยลดความขมของผิวมะนาวก่อนนำไปตาก เพื่อลดค่าแรงงานคนในการแปรรูป และเพื่อต้องการเพิ่มปริมาณการผลิตมะนาวต้องตากแห้ง ในกระบวนการเดิมทางวิสาหกิจชุมชนแปรรูปมะนาวเพื่อนำไปดองเค็ม จะใช้วัสดุกะละมังที่ใส่เกลือเม็ดอยู่แล้วด้านล่าง และนำผลมะนาวใส่ในกะละมัง ครั้งละ 15-30 ผล จากนั้นนำเชียงไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เหมาะสมมากดคลึงผลมะนาวจนกว่ามะนาวจะนิ่ม แต่ผลมะนาวที่ได้ต้องไม่แตกขั้นตอนการคลึงผลมะนาวใช้เวลาประมาณ 2,100 วินาทีถึง 2,700 วินาที ต่อ 1 ครั้ง

จากปัญหาที่กล่าวมาทางทีมงานผู้วิจัยและวิทยาลัยเทคนิคนครนายกจึงต้องออกแบบพัฒนาเครื่องนวด เพื่อแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการของกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ดงบัง อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี เครื่องนวด จะช่วยลดรายจ่ายเรื่องแรงงานและเพิ่มปริมาณการผลิตให้ชุมชน

หลังจากผลิตเครื่องนวดผลมะนาวสามารถแก้ปัญหาและเพิ่มปริมาณการผลิตก่อให้เกิดการเพิ่มรายได้และลดรายจ่ายให้แก่เกษตรกรอินทรีย์ดงบังได้แล้ว ทีมผู้วิจัย

ยังนำผลงานดังกล่าวไปประยุกต์ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนแก่นักเรียนนักศึกษาในวิทยาลัยเทคนิคนครนายก เพื่อเป็นเครื่องต้นแบบในการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ศึกษาจากเครื่องของจริง ซึ่งจะช่วยให้ทักษะให้นักเรียนมากยิ่งขึ้น

1.1 เครื่องนวด ผู้วิจัยได้ศึกษา ดังนี้

1.1.1 เบรกเกอร์ เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ในการตัดวงจรไฟฟ้าแบบอัตโนมัติเมื่อเกิดความผิดปกติในระบบ เพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสายไฟ โหลด Load (เช่น มอเตอร์หรือ อุปกรณ์ไฟฟ้า)

1.1.2 สวิตช์ลูกศร 2 จังหวะ หรือซีล็คเตอร์ สวิตช์ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการปิดและเปิดวงจรให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ตามต้องการ ใช้สำหรับงานที่ต้องควบคุมด้วยมือ

1.1.3 สวิตช์ปุ่มกดฉุกเฉิน (Emergency Stop Switch) นิยมใช้กับปุ่มหยุดเครื่องจักรกลเพื่อรองรับกับเหตุการณ์ฉุกเฉินที่อาจเกิดขึ้น

1.1.4 Timer Relay (ไทมเมอร์ รีเลย์) เป็นรีเลย์ประเภทหนึ่งที่มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ตามที่เราต้องการ เช่น การตั้งเวลาเปิด-ปิด (ON-OFF) ไฟฟ้า

1.1.5 มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังกล มอเตอร์ที่ใช้งานในปัจจุบัน แต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างออกไป ต้องการความเร็วรอบ หรือกำลังงานที่แตกต่างกัน

1.1.6 เกียร์ทดรอบ เป็นอุปกรณ์สำหรับการส่งกำลังแบบปิดอิสระ ใช้ในการลดความเร็ว และเพิ่มแรงบิดเพื่อตอบสนองความต้องการของการทำงานของมอเตอร์

1.1.7 สายพาน ใช้ในเครื่องจักรกลตามโรงงานสามารถส่งกำลังได้ในตำแหน่งต่าง ๆ ได้

1.1.8 พูเลย์ คือเป็นทรงกลม ที่ทำมาจากวัสดุที่เป็นโลหะ เอาไว้สำหรับเป็นตัวประกอบกับสายพานลำเลียง หรือสายส่งกำลังก็ได้ ซึ่งการใช้งานนั้นก็สามารถใช้ได้ตั้งแต่ งานขนาดเล็กไปจนถึงงานขนาดใหญ่

1.1.9 สแตนเลส มีความต้านทานการกัดกร่อนสูงเหมาะสำหรับใช้เป็นวัสดุด้านอาหาร

1.1.10 ผลมะนาว มีหลายสายพันธุ์ เช่น มะนาวแป้น มะนาวหนัง มะนาวตาฮิติ เป็นต้น แต่มะนาวที่นิยมนำมาแปรรูปจะเป็นมะนาวแป้นขนาดผลมะนาว 37-42 มิลลิเมตร ผลของมะนาวมีลักษณะกลม ผิวไม่มีรอยข้ำหรือเน่าเสียไม่เป็นเชื้อรา

1.1.11 เกลือ มี 2 แบบคือ แบบเกล็ด และแบบเกลือเม็ด การนวดผลมะนาวเพื่อลดความขมจะใช้เกลือเม็ดมานวดลดความขมผลมะนาว

1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของผลมะนาวจากงานวิจัย Buathong, Imsabai and Chuenwarin. [2] พบว่ามะนาวในฤดูแล้ง จากการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลมะนาวจะมีขนาดมากที่สุดคือเฉลี่ย 41.40 มิลลิเมตร รองลงมาจะมีขนาดเฉลี่ย 38.26 มิลลิเมตร แต่ในฤดูฝนมีขนาดมากที่สุดคือเฉลี่ย 40.40 มิลลิเมตร และรองลงมาจะมีขนาดเฉลี่ย 37.43 มิลลิเมตร

การออกแบบการส่งกำลังด้วยสายพาน Donkot, Thannasuppanya and Ariyajinno. [3] พบว่าในการออกแบบศึกษาคุณสมบัติกายภาพเปลือกมะพร้าว การออกแบบสร้างและทดสอบต้องคำนึงถึง อุปกรณ์ต้นกำลังหลักและความเร็วรอบ ในการส่งกำลังไม่สามารถปรับระดับความเร็วได้ จึงจำเป็นต้องใช้การทดด้วยพูลเลย์เพื่อให้ได้ความเร็วที่ต้องการ สามารถคำนวณขนาดของพูลเลย์และความเร็วรอบได้ดังนี้

$$\text{อัตราทด} = \frac{D1}{D2} = \frac{n2}{n1} \quad (1)$$

เมื่อ n1 คือ ความเร็วรอบของมอเตอร์

n2 คือ ความเร็วรอบของเพลา

D1 คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของพูลเลย์มอเตอร์

D2 คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของพูลเลย์ตัวตาม

การเลือกใช้มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ต้นกำลังเพื่อให้เครื่องสามารถทำงานได้ตามความต้องการดังนั้นจึงต้องคำนวณกำลังในส่วนต่าง ๆ แล้วนำมารวมกันเพื่อให้ได้

กำลังที่ต้องการ และถึงเลือกใช้มอเตอร์เพื่อขับกำลังที่เหมาะสม ซึ่งสมการที่ใช้ในการคำนวณกำลังหาได้จาก

$$P = \frac{2\pi nT}{60} \quad (2)$$

โดยที่

P คือ กำลังของมอเตอร์ (Watt)

T คือ แรงบิด (Nm)

n คือ ความเร็วรอบ (rpm)

การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถาม การคำนวณค่าสถิติพื้นฐานค่าเฉลี่ย (\bar{X}) Saiyod. [4]

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N} \quad (3)$$

\bar{X} หมายถึง คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมคะแนนทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนประชากรที่ทำแบบสอบถาม

การคำนวณค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) Saiyod. [4]

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

(4)

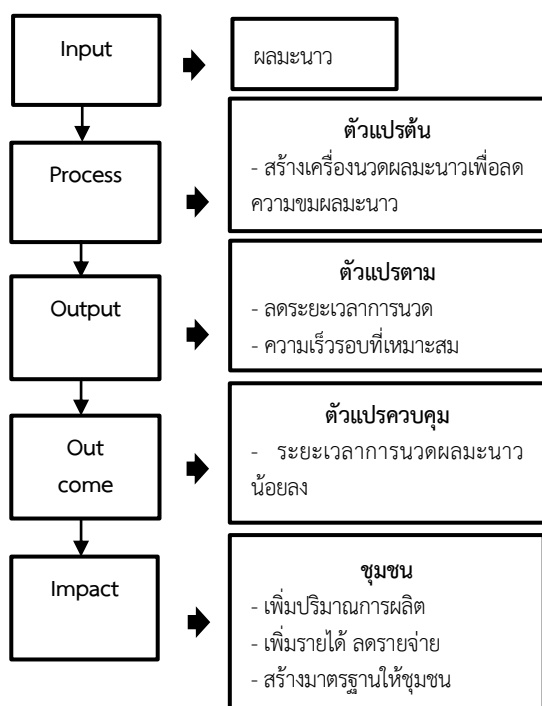
S.D หมายถึง ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X หมายถึง คะแนนของแต่ละบุคคลที่ทำแบบสอบถาม

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนของแต่ละบุคคลที่ทำแบบสอบถาม

1.3 แนวคิดการวิจัย



รูปที่ 1 ภาพแสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

2. วัตถุประสงค์

2.1 สร้างเครื่องนวดผลมะนาวเพื่อลดความขมของผลมะนาว ระดับวิสาหกิจชุมชน

2.2 ศึกษาหาประสิทธิภาพการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องนวดผลมะนาวเพื่อลดความขม

2.3 ประเมินความพึงพอใจของวิสาหกิจชุมชนที่มีต่อเครื่องนวดผลมะนาว

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการออกแบบเครื่องนวด

3.1.1 ศึกษารายละเอียดการออกแบบและสร้างเครื่องนวดมะนาว

3.1.2 ศึกษาปัญหาและวิธีการนวดผลมะนาวเพื่อลดความขมแบบดั้งเดิม

3.1.3 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจาก ตำรา วารสาร อินเทอร์เน็ต และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับการออกแบบสร้างเครื่องนวดผลมะนาว

3.1.4 ประชากรในการวิจัยได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ผู้แปรรูปผลมะนาว

3.1.5 กลุ่มตัวอย่าง เลือกแบบเจาะจงวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ดงบัง อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 20 คน

3.1.6 ระยะเวลาในการวิจัย 6 เดือน

3.1.7 ผลมะนาวที่ใช้สำหรับทดลองกับเครื่องนวด จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37-42 มิลลิเมตร

3.1.8 ออกแบบเครื่องนวดผลมะนาว

การออกแบบสร้างเครื่องนวด ได้ออกแบบให้มีความปลอดภัยและใช้งานง่าย มีเบรกเกอร์ป้องกัน การลัดวงจรในระบบไฟฟ้า มีสวิตช์ฉุกเฉินเพื่อใช้กดยุติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน ในวงจรไฟฟ้าออกแบบให้ต่อลงกราวด์เพื่อป้องกันไฟฟ้ารั่ว ใช้สวิตช์ลูกศรควบคุมปิด-เปิดวงจรไฟฟ้า มีไฟแสดงสถานะการทำงานของตัวเครื่อง ขับกำลังด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.75 kw ใช้ไฟฟ้า 220 ACV ส่งกำลังด้วยสายพานไปยังเกียร์เพื่อทดรอบการหมุนนวดผลมะนาวเพื่อลดความขม ในการออกแบบส่วนประกอบต่าง ๆ มีดังนี้



รูปที่ 2 ภาพเครื่องนวดผลมะนาว

1) ออกแบบโครงสร้างสำหรับเครื่องนวดผลมะนาว

2) ออกแบบชุดขับกำลัง

3) ออกแบบตู้ควบคุมการปิด-เปิดการทำงาน

4) ออกแบบชุดนวดผลมะนาว

3.1.9 ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของการออกแบบ โดยจะเชิญผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถใน ด้านสถิติ ด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ด้าน

เทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล ด้านอุตสาหกรรมเกษตร
ด้านการจัดการเคมีวิเคราะห์ และด้านเทคโนโลยีชีวภาพ

3.1.10 ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นใน
การออกแบบสร้างตามผู้เชี่ยวชาญแนะนำ

3.1.11 กำหนดระยะเวลาในการสร้างเครื่องนวด

1) จัดหาอุปกรณ์ วัสดุ และเครื่องมือ
สำหรับใช้สร้างเครื่องนวด

2) กำหนดระยะเวลาในการสร้างเครื่อง
นวด ทดลองการทำงาน และประเมินประสิทธิภาพ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องนวดผลมะนาว

3.2.2 ผลมะนาวที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่
มะนาวที่มีขนาด 37-42 มิลลิเมตร

3.2.3 แบบบันทึกการทำงานของเครื่อง

3.2.4 แบบประเมินความพึงพอใจ โดยผ่านการ
ตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

3.3 การดำเนินงาน

3.3.1 ทดลองจับเวลาการนวดผลมะนาวด้วย
แรงงานคน จะเริ่มจากการนวดมะนาวขนาด
เส้นผ่าศูนย์กลาง 37-39 มิลลิเมตร จำนวน 30 ผล
จะใช้เวลาเฉลี่ยคือ 2,108 วินาที ได้ทำการทดลองซ้ำ
3 ครั้ง ผลมะนาวใช้ได้ตามที่วิสาหกิจชุมชนต้องการ
และได้ทดลองจับเวลาผลมะนาวที่มีขนาด
เส้นผ่าศูนย์กลาง 40-42 มิลลิเมตร จำนวน 30 ผล
เริ่มทดลองจะใช้ระยะเวลาการนวด 2,108 วินาที ผลที่ได้
คือมะนาวยังใช้ไม่ได้ จึงได้จับเวลาการนวดเพิ่มขึ้น
ผลที่ได้คือจะใช้เวลาเฉลี่ย 2,168 วินาที ได้ทดลองซ้ำ
3 ครั้ง ผลมะนาวใช้ได้ตามที่วิสาหกิจชุมชนต้องการ
การนวดผลมะนาวด้วยแรงงานคน พบว่าที่ผิวของ
มะนาวหลังจากการนวดยังไม่สม่ำเสมอแต่สามารถ
นำไปแปรรูปได้ การนวดผลมะนาวด้วยแรงงานคน
แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการนวดผลมะนาวเพื่อลดความขมจำนวน
30 ผล ด้วยแรงงานคน 3 คน

ครั้งที่	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการนวด (วินาที) ตามขนาดของผลมะนาว	
	ขนาด 37-39 มม.	ขนาด 40-42 มม.
1	2,105	2,170
2	2,108	2,168

3	2,110	2,166
เฉลี่ย	2,108	2,168

3.3.2 ทดสอบการทำงานของเครื่องนวดผล
มะนาว เพื่อตรวจสอบระบบต่างๆ ได้แก่ ระบบไฟฟ้า
ควบคุมปิด-เปิด การทำงานของเครื่อง มอเตอร์ส่งกำลัง
เกียร์ ชุดส่งกำลังด้วยสายพาน และชุดนวดผลมะนาว ให้
สามารถทำงานได้ตามความต้องการ

3.3.3 ทดสอบความเร็วรอบที่ใช้กับเครื่องนวด
ผลมะนาว โดยกำหนดไว้ตั้งแต่ 71 106 183 รอบต่อ
1 นาที และระยะเวลาในการนวดผลมะนาวในแต่ละ
ความเร็วรอบทำการทดสอบ 3 ครั้ง ใช้ผลมะนาว จำนวน
30 ผลต่อครั้ง ใช้นาฬิกาจับเวลาเพื่อตรวจเช็คระยะเวลา
ในการนวดผลมะนาว การทดสอบจะใช้ผลมะนาวที่มี
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37-39 มิลลิเมตร และผลมะนาว
ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40-42 มิลลิเมตร แสดงดัง
ตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ทดสอบความเร็วรอบและระยะเวลาการนวด
ผลมะนาวเพื่อลดความขมจำนวน 30 ผล ใช้
ผลมะนาวที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง
37-39 มิลลิเมตร

ครั้งที่	ความเร็วรอบ (นาที)	เวลา (วินาที)
1	71	382
2	106	314
3	183	207
เวลาเฉลี่ยนวดผลมะนาว		301

จากตารางที่ 2 ทดสอบความเร็วรอบและระยะเวลา
การนวดผลมะนาวจำนวน 30 ผล โดยใช้ผลมะนาวที่มี
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37-39 มิลลิเมตร ผลการทดสอบ
ปรับความเร็วรอบการนวดผลมะนาว ความเร็วรอบ
71 รอบต่อ 1 นาที ระยะเวลาการนวดผลมะนาว 382 วินาที
ผิวของผลมะนาวยังใช้ไม่ได้ตามที่วิสาหกิจชุมชนต้องการ
เนื่องจากความเร็วรอบเข้าไป ทดลองปรับความเร็วรอบ
เพิ่มขึ้นเป็น 106 รอบต่อ 1 นาที ระยะเวลาการนวดผล
มะนาว 314 วินาที ผิวของผลมะนาวที่นวดลดความขมมี
ความพอดีเหมาะสำหรับนำไปทำเป็นมะนาวดองตรงกับ
ความต้องการของวิสาหกิจชุมชน ทดลองปรับรอบ

ความเร็วเพิ่มเป็น 183 รอบต่อ 1 นาที ระยะเวลาขนาดผล
มะนาว 207 วินาที ผลการทดลองพบว่ามีมะนาวแตก
เสียหาย เกิดจากการที่ใช้รอบความเร็วสูงเกินไป สรุปได้
ว่ารอบความเร็วที่เหมาะสมกับมะนาวที่มีขนาด
เส้นผ่าศูนย์กลาง 37-39 มิลลิเมตร คือ 106 รอบต่อ
1 นาที ระยะเวลาเฉลี่ยขนาดผลมะนาว 301 วินาที

ตารางที่ 3 ทดสอบความเร็วรอบและระยะเวลาการนวด
ผลมะนาวเพื่อลดความขม จำนวน 30 ผล ใช้
ผลมะนาวที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง
40-42 มิลลิเมตร

ครั้งที่	ความเร็วรอบ (นาที)	เวลา (วินาที)
1	71	446
2	106	392
3	183	251
เวลาเฉลี่ยขนาดผลมะนาว		363

จากตารางที่ 3 ทดสอบความเร็วรอบและระยะเวลา
การนวดผลมะนาวจำนวน 30 ผล ใช้ผลมะนาวที่มีขนาด
เส้นผ่าศูนย์กลาง 40-42 มิลลิเมตร ผลการทดลองปรับ
ความเร็วรอบการนวดผลมะนาว พบว่าความเร็วรอบ
71 รอบต่อ 1 นาที ระยะเวลาขนาดผลมะนาว 446 วินาที
ผิวของผลมะนาวยังใช้ไม่ได้ตามที่วิสาหกิจชุมชนต้องการ
เนื่องจากความเร็วรอบเข้าไป ทดลองปรับความเร็วรอบ
เพิ่มขึ้นเป็น 106 รอบต่อ 1 นาที ระยะเวลาขนาดผล
มะนาว 392 วินาที ผิวของผลมะนาวที่ขนาดลดความขม
มีความพอดีเหมาะสำหรับนำไปทำเป็นมะนาว凍ตรงกับ
ความต้องการของวิสาหกิจชุมชน ทดลองปรับรอบ
ความเร็วเพิ่มเป็น 183 รอบต่อ 1 นาที ระยะเวลาขนาดผล
มะนาว 251 วินาที ผลการทดลองพบว่ามีมะนาวแตก
เสียหาย เกิดจากการที่ใช้รอบความเร็วสูงเกินไป สรุปได้
ว่ารอบความเร็วที่เหมาะสมกับมะนาวที่มีขนาด
เส้นผ่าศูนย์กลาง 40-42 มิลลิเมตรคือ 106 รอบต่อ
1 นาที ระยะเวลาเฉลี่ยขนาดผลมะนาว 363 วินาที

3.3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้เก็บ
ข้อมูล โดยการแจกแบบสอบถามให้ วิสาหกิจชุมชนกลุ่ม
เกษตรอินทรีย์ดงบัง จังหวัดปราจีนบุรี ใช้เครื่องนวด
20 ฉบับ และได้แนะนำการใช้งานและสาคิววิธีการใช้งาน
เครื่องนวด ให้กลุ่มเป้าหมายทำการประเมินเป็นรายข้อ

จนครบและทำการรวบรวมแบบประเมินเพื่อนำข้อมูลที่ได้
มาวิเคราะห์ข้อมูล

การประเมินความพึงพอใจของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ยและค่า
เบี่ยงเบนมาตรฐาน

เกณฑ์การประเมินผล Saiyod. [4]

- ค่าเฉลี่ย 4.21-5.00 มีความพึงพอใจมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.41-4.20 มีความพึงพอใจมาก
- ค่าเฉลี่ย 2.61-3.40 มีความพึงพอใจปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.81-2.60 มีความพึงพอใจน้อย
- ค่าเฉลี่ย 1.00-1.80 มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

4.1 การสร้างและออกแบบเครื่องนวด ตัวเครื่อง
ภายนอกมีขนาด 60 x 100 x 160 เซนติเมตร ภาชนะใส่
ผลมะนาวมีลักษณะวงกลมจำนวน 2 ชุด แต่ละชุดใส่ผล
มะนาวได้ 30 ผล ขนาดผลมะนาว 1 ครั้ง จะได้ปริมาณ
มะนาว 60 ผล มีชุดกดผลมะนาวอยู่ด้านบนตัวเครื่อง
วัสดุที่ใช้ประกอบเป็นสแตนเลส (SUS304) ใช้มอเตอร์
ขนาด 0.75 kw ใช้แรงดันไฟฟ้า 220 ACV มีระบบ
ป้องกันการลัดวงจรไฟฟ้าและระบบควบคุมปิด - เปิด
การทำงานของระบบไฟฟ้าและสามารถตั้งเวลานวดผล
มะนาวได้ จากการสร้างและออกแบบเครื่องนวดผล
มะนาวสามารถนวดลดความขมได้ตามความต้องการของ
วิสาหกิจชุมชน

4.2 ประสิทธิภาพเครื่องนวดผลมะนาว ทดลอง
จำนวน 3 ครั้ง ใช้ผลมะนาวจำนวน 30 ผลต่อการ
ทดสอบ 1 ครั้ง รอบความเร็วที่เหมาะสมในการนวดผล
มะนาวคือ 106 รอบ ทดสอบกับผลมะนาวที่มีขนาด
เส้นผ่าศูนย์กลาง 37-39 มิลลิเมตร ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย
301 วินาที และมะนาวที่มีขนาด 40-42 มิลลิเมตร ใช้
ระยะเวลาเฉลี่ย 363 วินาที ผลมะนาวที่ขนาดได้ตรงตาม
ความต้องการของชุมชน หลังจากการนวดผลมะนาวด้วย
เครื่องนวดผลมะนาวผิวของผลมะนาวมีความสม่ำเสมอ
ตรงกับความต้องการของวิสาหกิจชุมชน

ผลการนวดมะนาวของแรงงานคนซึ่งขนาดผลมะนาวที่
มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37-39 มิลลิเมตร ใช้ระยะเวลา
ขนาดผลมะนาว 2,108 วินาที และขนาดผลมะนาวที่มี
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40-42 มิลลิเมตร ใช้ระยะเวลา

ขนาดผลมะนาว 2,168 วินาที ซึ่งใช้ระยะเวลาในการนวดที่มากและใช้แรงงานคนขนาดผิวของผลมะนาวที่ได้จะไม่มีความสม่ำเสมอหลังจากการนวด

ประสิทธิภาพเครื่องนวดผลมะนาวเทียบกับแรงงานคนเครื่องนวดผลมะนาวสามารถนวดมะนาวได้เร็วกว่าแรงงานคน เมื่อใช้เครื่องนวดผลมะนาวจะได้คุณภาพมากกว่าใช้แรงงานคน ผิวของมะนาวที่ได้มีความสม่ำเสมอตรงกับความต้องการ ประสิทธิภาพเครื่องนวดผลมะนาวเทียบกับแรงงานคน แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพเครื่องนวดมะนาวเทียบกับแรงงานคน

ขนาดของผลมะนาว เส้นผ่าศูนย์กลาง	ระยะเวลาในการนวด (วินาที)	
	แรงงานคน	เครื่องนวด
37-39 มม.	2,108	301
40-42 มม.	2,168	363

4.3 วิเคราะห์ระหว่างแรงงานคนเทียบกับเครื่องนวดมะนาวจะทำให้ทราบถึงปริมาณการผลิต เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการลงทุน คำนวณได้ดังนี้

4.3.1 เมื่อใช้แรงงานคน

- จ่ายค่าแรง 400 บาทต่อวัน ทำงาน 8 ชั่วโมง
- นวดมะนาวได้ 12.80 กิโลกรัมต่อวัน
- ประสิทธิภาพของแรงงานคน คือ

3.20%

4.3.2 เมื่อใช้เครื่องนวดที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

- ต้นทุนเครื่องจักร 30,000 บาท
- อัตราการใช้ไฟมอเตอร์ 0.75 kw/ชั่วโมง
- ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย 3.75 บาท
- ชั่วโมงทำงานเครื่องนวด 8 ชั่วโมงต่อวัน
- อัตราการใช้ไฟต่อวัน = $0.75 \times 3.75 \times 8 = 22.50$ บาทต่อวัน
- ค่าแรงคนงานควบคุมเครื่องจักร 400 บาทต่อวัน
- นวดมะนาวได้ 360 กิโลกรัมต่อวัน
- ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องนวดผลมะนาวคือ 85.21%

ตารางที่ 5 วิเคราะห์ระหว่างแรงงานคนเทียบกับเครื่องนวดผลมะนาวใช้เวลาทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน

รายการ	จำนวนน้ำหนักของ มะนาว (กิโลกรัม)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
แรงงานคน	12.80	400.00
เครื่องนวด	360.00	422.50

4.4 การวิเคราะห์รายได้ระหว่างแรงงานคนเปรียบเทียบกับเครื่องนวดผลมะนาว จากผลมะนาว กิโลกรัมละ 20 บาท นำมาขนาดแปรรูปจะขายได้ในราคา 200 บาทต่อกิโลกรัม ผลมะนาว 6 กิโลกรัม สามารถนำมาแปรรูปได้ 1 กิโลกรัม แรงงานคนนวดผลมะนาวได้จำนวน 12.80 กิโลกรัมต่อ 1 วัน นำไปแปรรูปเป็นมะนาวดองแห้งได้ 2.13 กิโลกรัม คิดเป็นจำนวนรายได้คือ 426 บาทต่อวัน นำมาคิดเป็นรายได้ต่อเดือนคือ 12,780 บาทต่อเดือน และเมื่อใช้เครื่องนวดผลมะนาวจะสามารถนวดได้ 360 กิโลกรัมต่อวัน นำไปแปรรูปเป็นมะนาวดองแห้งได้ 60 กิโลกรัม คิดเป็นจำนวนรายได้ 12,000 บาทต่อวัน นำมาคิดเป็นรายได้ต่อเดือนคือ 360,000 บาทต่อเดือน

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์รายได้จากการทำงาน 1 เดือนระหว่างแรงงานคนเทียบกับเครื่องนวดผลมะนาว

รายการ	จำนวนน้ำหนักของ มะนาวดองแห้ง ต่อเดือน (กิโลกรัม)	รายได้ต่อเดือน (บาท)
แรงงานคน	63.90	12,780.00
เครื่องนวด	1,800.00	360,000.00

4.5 ประเมินความพึงพอใจของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ดงบัง ผลการประเมินจะเห็นว่าวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ดงบัง มีความพึงพอใจในคุณลักษณะของเครื่องนวด แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การประเมินความพึงพอใจของวิสาหกิจ
ชุมชนกลุ่มเกษตรอินทรีย์ดงบัง มีต่อเครื่อง
นวดผลมะนาว

ลำดับ	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึง พอใจ
1	มีความง่ายต่อการ นำไปใช้ เครื่องจักร	4.73	0.27	มากที่สุด
2	มีประโยชน์ต่อวิสาหกิจ ชุมชน	5.00	0.00	มากที่สุด
3	มีกำลังการผลิตที่ เหมาะสมกับวิสาหกิจ ชุมชน	4.73	0.27	มากที่สุด
4	มีความปลอดภัยในการ ใช้งานต่อผู้ปฏิบัติงาน	5.00	0.00	มากที่สุด
5	มีความง่ายในการดูแล รักษาและซ่อมบำรุง	4.53	0.47	มากที่สุด
6	มีความสามารถแก้ไข ปัญหาในด้านการผลิต ของวิสาหกิจชุมชน	4.67	0.52	มากที่สุด
7	มีสมรรถนะในการ ทำงานที่ตรงตามความ ต้องการของ ผู้ประกอบการ	5.00	0.00	มากที่สุด
8	มีความเหมาะสมต่อ การนำไปใช้งานและ ขยายผลเชิงพาณิชย์	4.73	0.27	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม		4.79	0.22	มากที่สุด

จากตารางที่ 6 ความพึงพอใจของวิสาหกิจชุมชนกลุ่ม
เกษตรอินทรีย์ดงบัง ที่มีต่อเครื่องนวดผลมะนาว มีความ
พึงพอใจอันดับ 1 มี 3 รายการ ได้แก่ รายการที่ 2 คือ
มีประโยชน์ต่อวิสาหกิจชุมชน รายการที่ 4 มีความ
ปลอดภัยในการใช้งานต่อผู้ปฏิบัติงาน และรายการที่ 7 มี
สมรรถนะในการทำงานที่ตรงตามความต้องการของ
ผู้ประกอบการ จะมีคะแนนเฉลี่ย 5.00 ระดับความพึง
พอใจมากที่สุด ความพึงพอใจอันดับที่ 2 มี 3 รายการ
ได้แก่รายการที่ 1 มีความง่ายต่อการนำไปใช้ เครื่องจักร
รายการที่ 3 มีกำลังการผลิตที่เหมาะสมกับวิสาหกิจ
ชุมชน และรายการที่ 8 มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้
งานและขยายผลเชิงพาณิชย์ จะมีคะแนนเฉลี่ย 4.73
ระดับความพึงพอใจมากที่สุด และความพึงพอใจอันดับที่
3 มี 1 รายการ ได้แก่รายการที่ 6 มีความสามารถแก้ไข

ปัญหาในด้านการผลิตของวิสาหกิจชุมชน จะมีคะแนน
เฉลี่ย 4.67 ระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยภาพรวม
วิสาหกิจชุมชนมีความพึงพอใจมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยรวม
(\bar{X} = 4.79) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.22)

5. อภิปรายผลและสรุป

การออกแบบสร้างเครื่องนวดมะนาวออกแบบให้มี
ภาชนะใส่ผลมะนาวมีลักษณะวงกลมจำนวน 2 ชุด
สามารถนวดมะนาวได้ครั้งละ 60 ผล มีชุดกดผลมะนาว
อยู่ด้านบนตัวเครื่อง จากการสร้างและออกแบบเครื่อง
นวดผลมะนาว สามารถนวดลดความขมได้ตามความ
ต้องการของวิสาหกิจชุมชน

การทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องนวดผล
มะนาวเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานที่เหมาะสมของ
เครื่องนวดผลมะนาว การวิจัยพบว่าความเร็วรอบที่
เหมาะสมที่ 106 รอบต่อ 1 นาที ซึ่งมีความสอดคล้องกับ
งานวิจัย Donkot, Thannasuppanya and Ariyajinno.
[3] และเครื่องนวดผลมะนาวสามารถนวดมะนาวได้เร็ว
กว่าแรงงานคน ช่วยลดระยะเวลาในการนวดให้วิสาหกิจ
ชุมชนได้ จากเดิมใช้แรงงานคนนวดได้ 12.80 กิโลกรัม
ต่อวัน ประสิทธิภาพของแรงงานคนคือ 3.20% เมื่อใช้
เครื่องนวดผลมะนาวจะได้ปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น
360 กิโลกรัมต่อวัน ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องนวด
ผลมะนาวคือ 85.21% การปรับปรุงกระบวนการผลิต
เพื่อลดระยะเวลาการผลิต Kaewsud. [5] พบว่าใน
กระบวนการผลิต ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต
และการสูญเสียเปล่าเนื่องจากพนักงานไม่มีทักษะ ซึ่งการ
กำจัดความสูญเสียเปล่าเหล่านี้จะส่งผลให้กระบวนการผลิตมี
ประสิทธิภาพมากขึ้น จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ต้อง
ปรับปรุงกระบวนการแปรรูปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
โดยการพัฒนาเครื่องจักร เพื่อลดระยะเวลาในการนวด
ผลมะนาวเพื่อลดความขมในครั้งนี้ จะทำให้กลุ่มวิสาหกิจ
ชุมชน เพิ่มปริมาณการผลิตในการแปรรูปผลมะนาว การ
ใช้เครื่องนวดผลมะนาวแทนแรงงานคนจะเห็นได้ว่า
วิสาหกิจชุมชนมีรายได้เพิ่ม จากเดิมที่ใช้แรงงานคนนวด
มีรายได้ 12,780 บาทต่อเดือน และเมื่อใช้เครื่องนวดผล
มะนาววิสาหกิจชุมชนจะมีรายได้เพิ่มเป็น 360,000 บาท
ต่อเดือน

ผลการประเมินพึงพอใจของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ดงบัง ที่มีต่อเครื่องนวดมะนาว โดยภาพรวมวิสาหกิจชุมชนมีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.79$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.22)

6. ข้อเสนอแนะในครั้งนี้อย่างไรและครั้งต่อไป

7.1 การนำเครื่องนวดผลมะนาว ไปใช้ควรตรวจสอบเครื่องก่อนใช้งานและหลังการใช้งานทุกครั้ง

7.2 ควรออกแบบพัฒนาเครื่องนวดผลมะนาว ให้มีความจุมากกว่าเดิม และควรหาวิธีการทดสอบผลมะนาวที่หลากหลาย

7.3 ควรออกแบบพัฒนาเครื่องนวดผลมะนาวแบบต่อเนื่องเพื่อเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Herbal Medicine Database Faculty of Pharmacy Ubon Ratchathani University, [Online].

Available:<http://www.thaicrudedrug.com/main.php?action=viewpage&pid=105> Accessed 12 DECEMBER 2021] (in Thai).

[2] S. Buathong, W. Imsabai and P. Chuenwarin, "A Study on Harvesting Seasons and Different Fruit Sizes on 'Pan Baan Phaeo' Lime Fruit Qualities," Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom, and King Mongkut's Agr. J. Vol. 39. no. 3, pp. 190 – 197, 2021 (in Thai).

[3] A. Donkot, W. Thannasuppanya and N. Ariyajinno, "Design and Development of Coconut Choir Shredding Machine," Program of Design and Production Engineering, Faculty of Industrial Technology, Loei Rajabhat University, Loei Province, Thailand, and Journal of Science, Engineering and Technology, 25 June 2021 (in Thai).

[4] L. Saiyod, and A. Saiyod, "Educational Research Techniques," Srinakharinwirot, Bangkok, in Chomromdek, no. 5, pp. 67-90, 1995 (in Thai).

[5] J. Kaewsud "Production process improvement by using lean concept: The Case of Gloves Manufacturing in Songkhla," A Minor Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Business Administration Prince of Songkla University, 2019 (in Thai).