การออกแบบและสร้างเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากอ้อย

DESIGN AND BUILD OF SOLAR ENERGY SUGAR CANE SQUEEZE MACHINE FOR SUGAR CANE PRODUCT PROCESS GROUP

ธีรวัฒน์ ติ๊บอ้าย[1*] ชัยอดุลย์ เรียนสอน[1] ชัชวาลย์ แสงแก้ว[1] มนตรี ธีรตระกูล[1] และไชยรัตน์ สุวรรณอำไพ[1]

Theerawat Tibeye[1*], Chaiadual Reanson[1], Chatchawan Sangkaew[1], Montree Theeratrakul[1] and Chairat Suwanampai[1]

Received: 6 August 2024
Revised: 14 August 2024
Accepted: 1 December 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและสร้างเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากอ้อย 2) หาประสิทธิภาพเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากอ้อย 3) เพื่อเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานในการคั้นน้ำอ้อยด้วยเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์กับเครื่องคั้นน้ำอ้อยตามท้องตลาดทั่วไป เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ เครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการออกแบบและสร้างเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากอ้อย ประกอบด้วย 1.1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 1.2) เฟืองคั้นน้ำอ้อย 1.3) กล่องควบคุม 1.4) มอเตอร์ไฟฟ้า 1.5) โครงสร้างของเครื่อง 1.6) ตัวควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า และ 1.7) แบตเตอรี่ 2) ผลการหาประสิทธิ ภาพเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากอ้อย พบว่า สามารถคั้นน้ำอ้อยในปริมาณ 5 กิโลกรัม ในระยะเวลาเฉลี่ย($\bar{x}$) 17±3.00 นาที ได้ปริมาณน้ำอ้อยเฉลี่ย($\bar{x}$) 2,717±197.85 มิลลิลิตร ในช่วงเวลาที่แผงโซลาร์เซลล์ได้รับแสงอาทิตย์เต็มที่ และ สามารถทำงานได้ในระยะเวลาเฉลี่ย($\bar{x}$) 13.67±2.50 นาที ได้ปริมาณน้ำอ้อยเฉลี่ย($\bar{x}$) 2,500±264.58 มิลลิลิตร ในช่วงเวลาที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงอาทิตย์ไม่เต็มที่

คำสำคัญ : ออกแบบและสร้าง; พลังงานแสงอาทิตย์; ผลิตภัณฑ์จากอ้อย

Abstract

The objectives of this research were 1) to design and build a solar sugarcane juicer for the sugarcane product processing group, 2) to determine the efficiency of the solar sugarcane juicer for the

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคน่าน สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 น่าน 55000

[1]Department of Electrical Technology Nan Technical College Institute Vocational Education Northern Region 2, Nan, 55000, Thailand

*Corresponding author e-mail : Theerawat110916@gmail.com

sugarcane product processing group, and 3) to inquire about the satisfaction of the sugarcane product processing group with the solar sugarcane juicer for the sugarcane product processing group. 20 people by specific selection method. The tools used in the research were solar sugarcane juice pumps and questionnaires. The statistics used in the data analysis include frequency, percentage, mean, and standard deviation. The results showed that 1) The design and construction of a solar sugarcane juicer for the sugarcane product processing group consists of 1.1) solar panel, 1.2) sugarcane juicer gear, 1.3) control box, 1.4) electric motor, 1.5) machine structure, 1.6) electric charge controller, and 1.7) battery 2) The results of the efficiency of the solar sugarcane juicer for the sugarcane product processing group showed that the sugarcane juice can be squeezed in an average of 17 minutes (SD=3.00) and the average amount of sugarcane juice is 2,717 milliliters (SD=197.85) during the time when the solar panels are fully exposed to sunlight and can work in an average period of 13.67 minutes (SD=2.50) with an average amount of 2,500 milliliters of sugarcane juice (SD=264.58) during the time when the solar panels are not fully exposed to sunlight.

Keywords : Design and build; Solar energy; Sugarcane products;

บทนำ

ประเทศไทยถือว่าเป็นประเทศเกษตรกรรม คนไทยร้อยละ70 จะประกอบอาชีพเกษตรกร เช่น การทำนา ทำไร่ ทำสวน เป็นต้น การปลูกพืชไร่ เช่น อ้อย ถือว่าเป็นอาชีพหนึ่งที่สามารถทำให้เกษตรกรมีรายได้เฉลี่ยปีละ 200,000 บาทต่อครอบครัว (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2566) ดังนั้นจึงเป็นเหตุให้กลุ่มผู้ประกอบการทางด้านอุตสาหกรรมคิดหาแนวทางเพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์น้ำอ้อย แต่น้ำอ้อยจะมีคุณภาพหรือไม่ก็อยู่ที่กรรมวิธีในการคั้นน้ำอ้อยออกมาอย่างไรจึงนับว่า “อ้อย” เป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญของประเทศไทยและยังปลูกมากที่สุดติดอันดับที่ 4 ของโลก สามารถสร้างรายได้ทั้งนอกและในประเทศให้แก่เกษตรกรสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้โดยการตัดขายและยังสามารถนำมาทำน้ำอ้อยเพื่อจำหน่ายสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรอีกทางหนึ่ง (ชฎาภรณ์ มหาโชติ, 2563) โดยอาศัยเครื่องคั้นน้ำอ้อยเป็นเครื่องมือในการทำน้ำอ้อย เวลาที่ออกจำหน่ายตามสถานที่ต่างๆ ก็ยังมีข้อจำกัด โดยจะต้องใช้ไฟฟ้าในการคั้นน้ำอ้อย ซึ่งไม่สามารถใช้เครื่องคั้นอ้อยในสถานที่ที่ไม่มีระบบไฟฟ้าได้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่เป็นพลังงานทางเลือกเข้าช่วยมาพัฒนาเครื่องคั้นน้ำอ้อยให้สามารถนำไปใช้ในสถานที่ที่ไม่มีไฟฟ้าได้ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกมากขึ้น ยังเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายเครื่องคั้นอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นมาจึงเป็นเครื่องมือช่วยอำนวยความสะดวก มีประสิทธิภาพใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากอ้อย
2. เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากอ้อย
3. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำอ้อยที่คั้นได้ของเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากอ้อยกับเครื่องคั้นน้ำอ้อยตามท้องตลาดทั่วไป

ทบทวนวรรณกรรม

อ้อย *Saccharum Officinarum* เป็นพืชวงศ์ Poaceae วงศ์เดียวกับไผ่ หญ้าและธัญพืช เช่น ข้าวสาลี ข้าว ข้าวโพด และ ข้าวบาร์เลย์ มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปเอเชียในลำต้นอ้อยที่นำมาใช้ทำน้ำตาลมีปริมาณซูโครสประมาณ 17-35% ชานอ้อย (bagasse) ที่ถูกบีบเอาน้ำอ้อยออกไปแล้ว สามารถนำมาใช้ทำกระดาษ พลาสติก เป็นเชื้อเพลิง และอาหารสัตว์ ส่วนกากน้ำตาล (molasses) ที่แยกออกจากน้ำตาลในระหว่างการผลิต สามารถนำไปหมักเป็นเหล้ารัม (rum) ได้อีกด้วย (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2566)

1. การคั้นน้ำอ้อย

การคั้นน้ำอ้อยจะใช้หลักการทางกลศาสตร์ที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องคั้นน้ำอ้อย ได้แก่ การกด (Compression) และ การบด (Crushing) เป็นใช้แรงกดและแรงบดเพื่อให้น้ำอ้อยตามลำดับ 1.1 ประเภทของเครื่องคั้นน้ำอ้อย แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ 1) เครื่องคั้นน้ำอ้อยแบบโรลเลอร์ (Roller) ใช้ลูกกลิ้งสองตัวหรือมากกว่าในการกดและบดอ้อย 2) เครื่องคั้นน้ำอ้อยแบบไฮดรอลิก (Hydraulic) ใช้แรงดันไฮดรอลิกในการกดอ้อย และ 3) เครื่องคั้นน้ำอ้อยแบบสกรู (Screw press) ใช้สกรูหมุนในการกดอ้อย 1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการคั้นน้ำอ้อย ได้แก่ 1) ปัจจัยทางกายภาพของอ้อย 1.1) ความชื้นของอ้อย ความชื้นสูงจะให้น้ำอ้อยได้ง่ายกว่าและได้ปริมาณมากกว่า 1.2) ความแข็งของอ้อย อ้อยที่แข็งมากจะต้องใช้แรงกดที่มากขึ้น 1.3) ความสุกของอ้อย หากสุกเต็มที่จะให้ปริมาณน้ำอ้อยได้ดี 1.4) เส้นใยของอ้อย อ้อยที่เส้นใยละเอียดจะคั้นได้ง่ายกว่าเส้นใยหยาบ 2) ปัจจัยด้านเครื่องจักร 2.1) แรงกดที่สูงกว่าจะเพิ่มประสิทธิภาพในการคั้นน้ำ 2.2) ความเร็วในการหมุนของลูกกลิ้ง 2.3) ความเร็วที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการคั้นน้ำ 2.4) จำนวนลูกกลิ้ง หากมากจะทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น 2.5) การออกแบบลูกกลิ้ง ลูกกลิ้งที่มีร่องหรือโปรไฟล์ที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มการยึดจับและการกดอ้อย และ 3) ปัจจัยด้านกระบวนการ 3.1) การเตรียมอ้อย อ้อยที่ถูกเตรียมโดยการตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ หรือผ่านกระบวนการบดเบื้องต้นจะช่วยให้การคั้นน้ำทำได้ง่ายขึ้น 3.2) อุณหภูมิ การคั้นอ้อยในอุณหภูมิที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มการไหลของน้ำอ้อย 3.3) การบำรุงรักษาเครื่องจักร การดูแลรักษาเครื่องจักรอยู่เสมอจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการคั้นน้ำอ้อย 3.4) การควบคุมกระบวนการ การปรับแรงกดและความเร็วในการหมุนของลูกกลิ้งตามสภาพของอ้อยจะช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของน้ำอ้อย (สมชัย เข็มเจริญ และประจักษ์ อ่างบุญตา, 2548)

2. พลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานหมุนเวียนที่สำคัญและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยสามารถแปลงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้ 1) ใช้แผงโซลาร์เซลล์ (Photovoltaic cells) แปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงผ่านกระบวนการที่เรียกว่า Photovoltaic effect และ 2) ใช้ระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ (Solar thermal systems) โดยใช้แสงอาทิตย์เพื่อผลิตพลังงานความร้อนจากนั้นแปลงพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยที่ใช้งานในปัจจุบันได้แก่ 1) โซลาร์เซลล์ (Solar PV) ใช้แผงโซลาร์เซลล์ในการแปลงแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้า โดยการติดตั้งบนหลังคาบ้านเรือนหรืออาคาร และในฟาร์มโซลาร์ขนาดใหญ่ 2) ระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ (Concentrated Solar Power - CSP) ใช้กระจกหรือเลนส์ในการรวมแสงอาทิตย์ไปยังจุดรับพลังงาน เพื่อผลิตไอน้ำและขับเคลื่อนกังหันเพื่อผลิตไฟฟ้า 3) ระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar water heating) ใช้แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อทำให้น้ำร้อนสำหรับใช้ในบ้านหรืออุตสาหกรรม โดยเทคโนโลยีและนวัตกรรมในพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้งานในปัจจุบัน ได้แก่ 1) แผงโซลาร์เซลล์แบบฟิล์มบาง (Thin-film solar cells) มีความยืดหยุ่นและน้ำหนักเบา สามารถติดตั้งบนพื้นผิวที่หลากหลาย 2) แผงโซลาร์เซลล์แบบโมโนคริสตัลไลน์และโพลีคริสตัลไลน์ (Monocrystalline and polycrystalline solar panels) ให้ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานสูงและมีอายุการใช้งานยาวนาน 3) ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy storage systems) การใช้แบตเตอรี่ในการเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแสงอาทิตย์เพื่อนำมาใช้ในเวลาที่ไม่มีแสงแดด ซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์มีข้อดีดังนี้ 1) เป็นพลังงานหมุนเวียนที่ไม่หมดไปและสามารถใช้งานได้อย่างยั่งยืน 2) เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือสารมลพิษอื่นๆ 3) ลดค่าไฟฟ้า ลดค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าสาธารณะ 4) สร้างงาน อุตสาหกรรมพลังงานแสงอาทิตย์สร้างงานทั้งในด้านการผลิต การติดตั้ง และการบำรุงรักษา และแต่มีข้อจำกัดที่ต้องคำนึงถึงได้แก่ 1)ความแปรปรวนของพลังงาน การผลิตพลังงานขึ้นอยู่กับปริมาณแสงแดด ซึ่งอาจไม่เสถียรในบางพื้นที่หรือบางฤดูกาล 2) ต้นทุนเริ่มต้นสูง การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์และระบบอื่น ๆ มีต้นทุนเริ่มต้นที่สูง 3) พื้นที่ติดตั้งต้องการพื้นที่กว้างขวางสำหรับการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ในปริมาณมาก (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2566)

3. การออกแบบและสร้างเครื่องน้ำอ้อย

การออกแบบและสร้างเครื่องคั้นน้ำอ้อยเป็นกระบวนการที่ต้องพิจารณาหลายปัจจัยเพื่อให้ได้เครื่องคั้นน้ำอ้อยที่มีประสิทธิภาพสูงสุดและใช้งานได้ยาวนาน มีขั้นตอนดังนี้ 4.1 การออกแบบเครื่องคั้นน้ำอ้อย 4.1.1) การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น 1) ประเมินปริมาณน้ำอ้อยที่ต้องการคั้นในแต่ละวัน เพื่อกำหนดขนาดและกำลังของเครื่องคั้น 2) กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำอ้อย เช่น ความสะอาด ปริมาณน้ำตาล และความคงทนต่อการปนเปื้อน 4.1.2) การออกแบบโครงสร้างเครื่อง 1) โครงสร้างหลัก วัสดุที่ใช้ในการสร้างโครงสร้างหลักควรมีความแข็งแรง ทนทาน และไม่เป็นสนิม เช่น สแตนเลสหรือเหล็ก 2) ระบบลูกกลิ้ง ใช้ลูกกลิ้งที่มีร่องหรือโปรไฟล์ที่เหมาะสมในการคั้นน้ำอ้อย ควรมีอย่างน้อย 2-3 ลูกกลิ้งในการกดอ้อย 3) ระบบขับเคลื่อน ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ในการขับเคลื่อนลูกกลิ้ง ควรพิจารณากำลัง

ของระบบขับเคลื่อนให้เหมาะสมกับปริมาณการคั้น 4) ระบบการป้อนอ้อย การออกแบบระบบการป้อนอ้อยให้เหมาะสมเพื่อให้สามารถป้อนอ้อยได้อย่างต่อเนื่องและปลอดภัย 4.1.3) การออกแบบระบบควบคุม 1) การปรับแรงกดที่สามารถปรับได้ตามสภาพของอ้อย 2) การควบคุมความเร็วของลูกกลิ้งเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพอ้อยและปริมาณการคั้น 4.1.4) การออกแบบระบบกรองและแยกกาก 1) การกรองน้ำอ้อย การใช้ตัวกรองหรือแผ่นกรองในการแยกกากอ้อยออกจากน้ำอ้อย เพื่อให้น้ำอ้อยมีความสะอาด 2) การแยกกากอ้อย การออกแบบช่องแยกกากอ้อยที่สามารถจัดการกากอ้อยได้ง่าย เช่น ช่องเก็บกากหรือสายพานเลียงกาก 4.2 การสร้างเครื่องคั้นน้ำอ้อย มีขั้นตอนดังนี้ 4.2.1 การเลือกวัสดุและชิ้นส่วนโครงสร้าง 1) เลือกวัสดุที่มีคุณภาพสูงและทนทาน เช่น สแตนเลสสำหรับส่วนที่สัมผัสกับน้ำอ้อย และเหล็กกล้าสำหรับโครงสร้างหลัก 2) เลือกชิ้นส่วนที่มีมาตรฐานและสามารถหาซื้อได้ง่าย เช่น มอเตอร์ ลูกกลิ้ง และระบบขับเคลื่อน 3) การติดตั้งโครงสร้างหลัก ระบบลูกกลิ้ง ติดตั้งมอเตอร์ ระบบขับเคลื่อน ระบบกรองและแยกกากอ้อย (Layla Keller, 2024**)**

ทรงณวุฒิ เพชรจันทร์ และคณะ (2543) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง การรีดอ้อยด้วยเครื่องรีด โดยนำอ้อยสดมาปอกเปลือกแล้วนำไปใส่ในชุดลำเลียงอ้อยเข้าสู่เครื่องรีด ผลการวิจัยพบว่า ชุดลำเลียงอ้อยใช้ความเร็วรอบประมาณ 218 รอบต่อนาที (rpm) ส่วนเพลารีดจะมีชุดรีด 2 ชุด ซึ่งทำจากเหล็กสเตนเลส โดยชุดแรกจะเป็นตัวบีบอ้อยให้มีขนาดเล็กลง ต่อจากนั้นจะส่งไปยังเพลารีดชุดที่ 2 ซึ่งมีระยะห่างของแต่ละเพลาน้อยกว่าเพลารีดชุดแรก ซึ่งเพลารีดชุดที่ 2 จะเป็นชุดที่รีดให้น้ำในอ้อยออกจนหมด โดยใช้ความเร็วรอบของเพลารีดประมาณ 218 รอบต่อนาที (rpm) ทำให้ได้น้ำอ้อยในปริมาณประมาณ 20.31 ลิตร/ชั่วโมง โดยใช้มอเตอร์ขับที่ความเร็ว 1,450 รอบต่อนาที (rpm) ขนาด 2 แรงม้า (hp) จากการทดสอบเครื่องรีดน้ำอ้อยใช้อ้อยสดปอกเปลือก 2 กิโลกรัม (kg) จะได้น้ำอ้อย 1.5 กิโลกรัม (kg) ใช้เวลาทดสอบ 3.5 นาที และกากอ้อยมีความชื้นอยู่ที่ 20 เปอร์เซ็นต์

สมชัย เข็มเจริญ และ ประจักษ์ อ่างบุญตา (2548) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่องการพัฒนาเครื่องคั้นน้ำอ้อยพร้อมดื่ม ที่รวมเอาหลักการในการปัดเปลือกอ้อยและหีบอ้อยมาประกอบเป็นเครื่องเดียวกัน เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการผลิตน้ำอ้อย ผลการวิจัยพบว่า เปลือกอ้อยถูกปัดเปลือกออกจากลำอ้อยและถูกคั้นน้ำได้ความสามารถในการหีบอ้อยตั้งแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35-40 มิลลิเมตร ในเวลา 1 ชั่วโมง คั้นน้ำอ้อยได้จำนวน 141.71 กิโลกรัม จะได้ปริมาณอ้อยโดยเฉลี่ย 64.87 กิโลกรัม ได้น้ำอ้อยปริมาณ 45.78 เปอร์เซ็นต์

สุนัน ปานสาคร และ ชัยรัตน์ หงส์ทอง (2548) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกเปลือกและคั้นน้ำอ้อย พร้อมทั้งทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องและวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์ 1,400 รอบต่อนาที มีความสามารถในการทำงาน 39.93 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำอ้อยที่ได้คือ 44.56 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอ้อยก่อนเข้า ค่าใช้จ่ายในการทำงาน 0.08 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อทำงานปีละ 2,400 ชั่วโมงต่อปี จะมีระยะเวลาคืน ทุน 3.46 ปี

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากอ้อย ตามแบบพร้อมกับปรับปรุงแก้ไขตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยดำเนินการดังนี้

3.1.1 การออกแบบและสร้างต้นแบบชิ้นงาน

1) การออกแบบเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับเขียนแบบต้นแบบชิ้นงาน

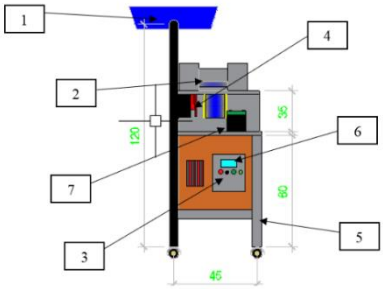

Figure 1 Shows the structure and components of the solar sugarcane juicer

จาก Figure 1 แสดงโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย หมายเลข 1แผงเซลล์แสงอาทิตย์ หมายเลข 2 เฟืองคั้นน้ำอ้อย หมายเลข 3 กล่องควบคุม หมายเลข 4 มอเตอร์ไฟฟ้าหมายเลข 5 โครงสร้างของเครื่อง หมายเลข 6 ตัวควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า หมายเลข 7 แบตเตอรี่

Figure 2 Building a solar sugarcane juicer

2) การสร้างเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์ ดำเนินการดังนี้ 1) จัดทำโครงสร้างด้วยการเชื่อมประกอบโครงสร้างเหล็กที่มีความแข็งแรงตามที่ออกแบบ 2) ติดตั้งเฟืองสำหรับบดคั้นน้ำอ้อย 3) การติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าต้นกำลังสำหรับขับเคลื่อนเฟืองบดคั้นน้ำอ้อย 4) ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์ทางไฟฟ้า เช่น กล่องควบคุม สวิตช์ควบคุมการทำงาน ตัวควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า

แบตเตอรี่ ติดตั้งสายไฟฟ้าเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ 5) ทำการเชื่อมตัวฐานรองรับตัวเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์ ดัง Figure 2

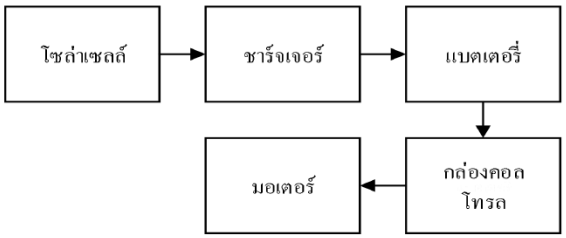

Figure 3 Shows the working system of the solar sugarcane suicer

จาก Figure 3 แสดงระบบการทำงานของเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย แหล่งจ่ายพลังงานที่ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคลิสตัลไลน์ขนาด 120 วัตต์ จำนวน 1 แผง และเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ชนิดเซลล์แห้งพิกัดแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ ผ่านตัวควบคุมการประจุ กระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดกำลังไฟฟ้า 60 วัตต์

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลจากการทดสอบหาประสิทธิภาพดังนี้

3.2.1 การทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงเวลาได้รับแสงอาทิตย์เต็มที่ ตั้งแต่เวลา 09.00 นาฬิกา ถึง 15.00 นาฬิกา มีขั้นตอนดังนี้ 1) เตรียมขวดหรือภาชนะสำหรับรองรับน้ำอ้อยในช่องน้ำอ้อย 2) เปิดสวิตช์ ON ให้เครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์ทำงาน 3) นำต้นอ้อยที่ทำการปลอกเปลือก ความยาวประมาณไม่เกิน 1 เมตร จำนวน 5 กิโลกรัม สอดเข้าในช่องสำหรับคั้นบดน้ำอ้อยด้านหลังของเครื่องคั้นน้ำอ้อย 4) ทำการจดบันทึกข้อมูลการทำงานของเครื่องและปริมาณน้ำอ้อยที่ได้รับ ดัง Figure 4

Figure 4 Testing the efficiency of a solar sugarcane juicer

3.2.2 ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงเวลาได้รับแสงอาทิตย์เต็มที่ ตั้งแต่เวลา 09.00 นาฬิกา ถึง 15.00 นาฬิกา

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย $(\bar{x})$ และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. ผลการออกแบบและสร้างเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากอ้อย ประกอบด้วย ประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคลิสตัลไลน์ขนาด 120 วัตต์ จำนวน 1 แผง และเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ชนิดเซลล์แห้งขนาดแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ ผ่านตัวควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดกำลังไฟฟ้า 60 วัตต์ ดัง Figure 5

A. Structure of the sugarcane juicer B. Solar sugarcane juicer prototype

Figure 5 Design and construction results of solar sugarcane juicer

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากอ้อย ดัง Table 1

Table 1 Performance test results of solar sugarcane juicer

ปริมาณอ้อย (kg)	เวลาการทำงานของเครื่อง, ปริมาณน้ำอ้อย ในช่วงเวลาที่ได้รับแสงอาทิตย์เต็มที่ (min, mL)		เวลาการทำงานของเครื่อง, ปริมาณน้ำอ้อย ในช่วงเวลาที่ได้รับแสงอาทิตย์ไม่เต็มที่ (min, mL)		เวลาการประจุกระแสไฟฟ้า (hr)
5	14	2,500	11	2,200	7
5	17	2,765	14	2,600	8
5	20	2,887	16	2,700	9
ค่าเฉลี่ย $(\bar{x})$	17	2,717	13.67	2,500	8
SD	3.00	197.85	2.52	264.58	1.00

จาก Table 1 พบว่า สามารถคั้นน้ำอ้อยในปริมาณ 5 กิโลกรัมได้ในระยะเวลาเฉลี่ย($\bar{x}$) 17±3.0 นาที ได้ปริมาณน้ำอ้อยเฉลี่ย($\bar{x}$) 2,717±197.85 มิลลิลิตร ในช่วงเวลาที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงอาทิตย์เต็มที่ และสามารถทำงานได้ในระยะเวลาเฉลี่ย($\bar{x}$) 13.67±2.52 นาที ได้ปริมาณน้ำอ้อยเฉลี่ย($\bar{x}$) 2,500±264.58 มิลลิลิตร ในช่วงเวลาที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงอาทิตย์ไม่เต็มที่ เวลาการประจุกระแสไฟฟ้าเฉลี่ย($\bar{x}$) 8±1.0 ชั่วโมง และ Figure 6 แสดงน้ำอ้อยที่ได้จากการคั้นด้วยเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์

Figure 6 Sugarcane juicer efficiency test with solar sugarcane juicer

3. ผลการทดสอบปริมาณน้ำอ้อยที่ได้รับจากเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์ กับเครื่องคั้นน้ำอ้อยตามท้องตลาดทั่วไป ดัง Table 2, 3

Table 2 Test Results of the Designed and built sugarcane juicer

Designed and built sugarcane juicer					
ขนาดของลำอ้อย (mm.)	น้ำหนักของอ้อย (kg.)	ปริมาณของน้ำอ้อยที่ได้ (mL.)	ชานอ้อยที่เหลือ (kg.)	เปลือกอ้อยที่ปลอกออก (kg.)	เวลาที่ใช้ (min)
35-40	5	2,500	1.95	0.19	3.12
	5	2,765	1.83	0.25	3.14
	5	2,887	1.96	0.22	3.06
	5	2,662	1.92	0.21	3.08
	5	2,785	1.95	0.19	3.05
ค่าเฉลี่ย($\bar{x}$)	5	2,720	1.92	0.21	3.09

Table 3 The test results of the sugarcane juicer on the market

Sugarcane juicer on the market					
ขนาดของลำอ้อย (mm.)	น้ำหนักของอ้อย (kg.)	ปริมาณของน้ำอ้อยที่ได้ (mL.)	ชานอ้อยที่เหลือ (kg.)	เปลือกอ้อยที่ปลอกออก (kg.)	เวลาที่ใช้ (min)
35-40	5	2,309	1.51	0.55	3.34
	5	2,230	1.43	0.60	3.33
	5	2,272	1.38	0.55	3.33
	5	2,285	1.29	0.59	3.32
	5	2,268	1.50	0.62	3.31
ค่าเฉลี่ย$(\bar{x})$	5	2,273	1.72	0.58	3.33

จาก Table 2, 3 ทดสอบการทำงานของเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์ กับเครื่องคั้นน้ำอ้อยตามท้องตลาดทั่วไป โดยนำต้นอ้อยที่มีขนาดลำอ้อยประมาณ 35-40 มม. ยาวประมาณ 45 ซม. จำนวน 25 กก. ทำการทดสอบจำนวน 5 ครั้ง แบ่งเป็นครั้งละ 5 กก. พบว่า เครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 3.09 นาที ได้น้ำอ้อยเฉลี่ยปริมาณ 2,720 มล. และเครื่องคั้นน้ำอ้อยตามท้องตลาดทั่วไปใช้เวลาเฉลี่ย 3.33 นาที ได้น้ำอ้อยเฉลี่ยปริมาณ 2,273 มล. จะเห็นได้ว่าเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นจะใช้เวลาในกระบวนการคั้นน้ำอ้อยทั้งหมดน้อยกว่าเครื่องคั้นน้ำอ้อยตามท้องตลาดทั่วไป และได้ปริมาณน้ำอ้อยมากกว่า 447 มล. จึงสรุปได้ว่า กำลังในการคั้นน้ำอ้อยต่อวันของเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้น โดยเฉลี่ยเวลา 1 ชั่วโมง จะคั้นน้ำอ้อยได้ 97 กก. และใน 1 วัน (8 ชั่วโมง) จะใช้อ้อยในการผลิตจำนวน 776 กก. และกำลังในการผลิตน้ำอ้อยต่อวันของเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้น ถ้าต้องการผลิตวันละ 8 ชั่วโมง จะได้ปริมาณน้ำอ้อยโดยเฉลี่ย 422,144 มล. หรือประมาณ 422.14 ลิตร ดังนั้น อ้อยจำนวน 100 กก. จะได้ปริมาณน้ำอ้อย 54,400 มล. หรือคิดเป็น 54.4 %

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

1. การออกแบบและสร้างเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากอ้อย ประกอบด้วย โครงสร้างและส่วนประกอบ ได้แก่ 1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 2) เฟืองคั้นน้ำอ้อย 3) กล่องควบคุม 4) มอเตอร์ไฟฟ้า 5) โครงสร้างของเครื่อง 6) ตัวควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า และ 7) แบตเตอรี่ โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคลิสตัลไลน์ขนาด 120 วัตต์ จำนวน 1 แผง และเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ชนิดเซลล์แห้งขนาดแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ ผ่านตัวควบคุมการประจุ

กระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดกำลังไฟฟ้า 60 วัตต์ เครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากอ้อย ที่สร้างขึ้นมีขนาดความกว้าง 40 เซนติเมตร ความยาว 40 เซนติเมตร และความสูง 65 เซนติเมตร ควบคุมการทำงานสวิตช์ปุ่มกดและมีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นต้นกำลังขับเคลื่อนเฟืองที่บดคั้นต้นอ้อย โดยมีแผงโซล่าร์เซลล์ขนาด 120 วัตต์ เป็นตัวรับแสงอาทิตย์และเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าผ่านชุดควบคุมประจุไฟฟ้าลงแบตเตอรี่เป็นตัวเก็บกระแสไฟฟ้า ทั้งนี้เพราะว่าการดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยเน้นความปลอดภัยในการใช้งาน และมีแนวคิดในการนำระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่เป็นพลังงานทางเลือกเข้ามาช่วยให้สามารถนำไปใช้ในสถานที่ที่ไม่มีไฟฟ้าได้ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ช่วยลดค่าใช้จ่าย ช่วยอำนวยความสะดวกให้มีประสิทธิภาพใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นสอดคล้องกับสมชัย เข็มเจริญ และ ประจักษ์ อ่างบุญตา (2548) ที่รายงานผลการศึกษาการพัฒนาเครื่องคั้นน้ำอ้อยพร้อมดื่มเพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการผลิตน้ำอ้อยจากกระบวนการที่มีอยู่เดิม สามารถทำงานต่อเนื่องกันตามระบบที่วางไว้ประกอบด้วย 1) ชุดปัดเปลือกอ้อย 2) ชุดคั้นน้ำอ้อย การทำงานทั้งสองชุดนี้จะทำงานต่อเนื่องกันตามระบบที่วางไว้

2. ประสิทธิภาพของเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากอ้อย ในช่วงเวลารับแสงอาทิตย์เต็มที่สามารถใช้งานเครื่องคั้นในการคั้นน้ำอ้อย ปริมาณอ้อย 5 กิโลกรัม ใช้เวลาเฉลี่ย$(\bar{x})$ 17±3.00 นาที ได้ปริมาณน้ำอ้อยเฉลี่ย$(\bar{x})$ 2,717±197.85 มิลลิลิตร และในช่วงเวลารับแสงไม่เต็มที่สามารถใช้งานเครื่องคั้นในการคั้นน้ำอ้อย ปริมาณอ้อย 5 กิโลกรัม ใช้เวลาเฉลี่ย$(\bar{x})$ 13.67±2.52 นาที ได้ปริมาณน้ำอ้อยเฉลี่ย 2,500±264.58 มิลลิลิตร ทั้งนี้เพราะว่า แสงอาทิตย์มากได้พลังงานทำงานได้นานจึงได้ปริมาณน้ำอ้อยมาก เฉลี่ย$(\bar{x})$ 17±3.00 นาที แต่ช่วงเวลารับแสงอาทิตย์ไม่เต็มที่ได้พลังงานน้อยจึงทำงานได้น้อย เวลาเฉลี่ย$(\bar{x})$ 13.67±2.52 นาที จึงได้ปริมาณน้ำอ้อยน้อย สอดคล้องกับทรงณวุฒิ เพชรจันทร์ และคณะ (2543) ที่รายงานผลการศึกษาการรีดอ้อยด้วยเครื่องรีดโดยนำอ้อยสดมาปอกเปลือก แล้วนำไปใส่ในชุดลำเลียงอ้อยเข้าสู่เครื่องรีด และสอดคล้องกับสุนัน ปานสาคร และ ชัยรัตน์ หงส์ทอง (2548) ที่รายงานผลการศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องขัดและคั้นน้ำอ้อยพร้อมทั้งทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องและวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ ที่พบว่ามีประสิทธิภาพใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นและช่วยลดค่าใช้จ่ายให้กับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากอ้อย

3. ปริมาณน้ำอ้อยที่ได้รับจากเครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับเครื่องคั้นน้ำอ้อยตามท้องตลาดทั่วไป พบว่า เครื่องคั้นน้ำอ้อยพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 3.09 นาที ได้น้ำอ้อยเฉลี่ยปริมาณ 2,720 มล. กำลังในการคั้นน้ำอ้อยต่อวัน จะใช้อ้อยในการผลิตจำนวน 776 กก. และกำลังในการผลิตน้ำอ้อยต่อวัน ถ้าต้องการผลิตวันละ 8 ชั่วโมง จะได้ปริมาณน้ำอ้อยโดยเฉลี่ย 422,144 มล. หรือประมาณ 422.14 ลิตร ดังนั้น อ้อยจำนวน 100 กก. จะได้ปริมาณน้ำอ้อย 54,400 มล. หรือคิดเป็น 54.4%

การเลือกเครื่องคั้นน้ำอ้อยที่เหมาะสมเป็นการลงทุนที่สำคัญซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพ กำไร และความพึงพอใจของผู้ใช้หรือลูกค้า ด้วยการประเมินปัจจัยต่างๆ เช่น กำลังการผลิต คุณภาพของวัสดุ ความสะดวกในการบำรุงรักษา และแนวโน้มที่เกิดขึ้นใหม่ สามารถตัดสินใจได้โดยต้องให้สอดคล้องกับเป้าหมายทางธุรกิจและการเติบโตในอนาคต (Layla Keller, 2024)

References

Songnavut Phetchan, Thawee Bunrung & Somsak Homket. (2000). *Sugarcane Juice Press.* Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering Srinakharinwirot University.

Mongkol Kwangwaropas (2002). *Fresh Sugarcane Juicer Development Project*. Office of the Research Fund.

Mongkol Kwangwaropas & Pimphan Pruengam. (2009). *Sugarcane Cleaning Machine That Does not Need to be Peeled and Sugarcane Juicer.* Kasetsart University.

Kamphaeng Saen Campus. Sunan Pansakhon & Chairat Golden Swan. (2005). *Design and Development of a Sugarcane Polishing and Roller Pressing Machine.* Rajamangala University of Technology Thanyaburi.

Somchai Chomcharoen & Prajak Ang Boonta. (2005). *Fresh Sugarcane Juicer.* Rajamangala University of Technology Thanyaburi.

Smit Indrasiripong. (2007, 20-21 October). *A Prototype of a Mobile Sugarcane Syrup Production System for Smallholder Farmers* [Presentation paper]. Symposium on Industrial Engineering Network, Thailand.

Sunday Dan Khun (2022). Development of Cane Scrubbers. *Academic Journal of Industrial Technology Surin Rajabhat University*, *7*(1), 21-33.

Wikipedia, the free encyclopedia. (2020). *Sugarcane.* https://th.wikipedia.org/wiki