

การพัฒนาต้นแบบเครื่องผสมน้ำยางพารา กึ่งอัตโนมัติ Prototype Development of a Semi-automatic Latex Mixer

พัชรินทร์ อินทมาส¹ อภิคันย์ ศิริพันธ์¹ สมหมาย ศรีสุข² ธนาภรณ์ เมืองมุงคุณ¹
ณัฐพงศ์ สุขสวัสดิ์³ และพรหมพักตร์ บุญรักษา^{4*}
Patcharin Intamas¹ Apisan Siripan¹ Sommai Srisuk² Tanaporn Muangmongkul¹
Nattapong Sooksawat³ and Promphak Boonraksa^{4*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาต้นแบบเครื่องผสมน้ำยางพารา กึ่งอัตโนมัติ มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการลดการใช้แรงงาน ลดเวลาการทำงานของชาวสวนยางพารา และเพิ่มความแม่นยำในการผสมน้ำยางพารา โดยระบบการทำงานของเครื่องผสมน้ำยางพาราเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติใช้หลักการตวงน้ำยางพารา น้ำ (H_2O) และกรดฟอร์มิก (CH_2O_2) ลงในถังผสม และเมื่อส่วนผสมต่าง ๆ มีปริมาณตามที่ผู้ใช้งานตั้งค่าไว้ คำสั่งจะถูกส่งไปที่มอเตอร์ (motor) ให้ปั่นส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน จากนั้นน้ำยางพาราที่ผสมแล้วจะถูกปล่อยลงมายังตะก (ถาดแม่พิมพ์) ที่เตรียมไว้ จากการทดสอบความแม่นยำในการวัดปริมาณในถังผสมน้ำยางพาราและน้ำในส่วนที่ 1 พบว่าถ้าปล่อยน้ำยางพาราลงในถังตวงของเครื่องผสมน้ำยางกึ่งอัตโนมัติปริมาณ 2.75 กิโลกรัม เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของน้ำยางพารามีค่าเท่ากับ 0.25 และถ้าน้ำลงในถังตวงของเครื่องผสมน้ำยางพารา กึ่งอัตโนมัติปริมาณ 2.25 กิโลกรัม เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของน้ำยางพารามีค่าเท่ากับ 1.18 ในส่วนที่ 2 เป็นการผสมกันของน้ำยางพาราและน้ำในปริมาณ 5 กิโลกรัม จากนั้นเครื่องจะปล่อยกรดฟอร์มิกปริมาณ 0.06 กิโลกรัม เมื่อทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 0.60 เปอร์เซ็นต์ และในส่วนของเวลาที่ใช้ในการผสมขั้นตอนที่ 1 และ 2 เฉลี่ยอยู่ที่ 2.55 และ 2.57 วินาที ตามลำดับ ถือว่าใช้เวลาในการผสมน้อยและความคลาดเคลื่อนมีค่าที่สามารถยอมรับได้ ทำให้สามารถประหยัดเวลาในการทำงาน รวมไปถึงช่วยลดแรงงานในการผสมน้ำยางพาราอีกด้วย

คำสำคัญ: ยางพารา เครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติ ค่าความแม่นยำ

¹ สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

² สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

³ บริษัท แคร่เน็ต อินเทอร์เน็ตเซ็นแนล จำกัด

⁴ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

* Corresponding author e-mail: promphak.boob@bkkthon.ac.th

Received: 1 May 2022, Revised: 11 July 2022, Accepted: 18 July 2022

Abstract

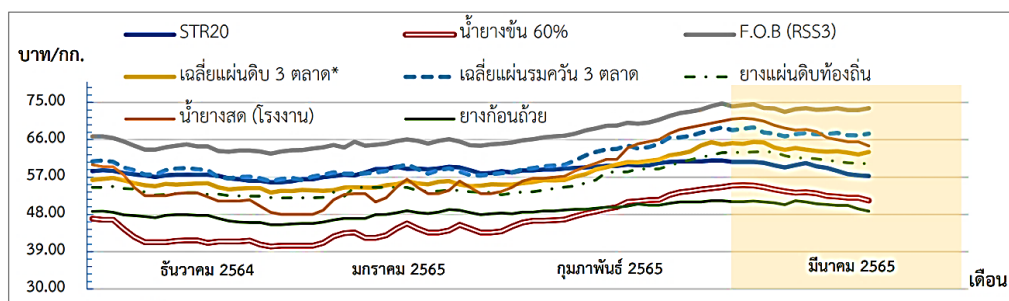
This research is to develop a prototype of a semi-automatic rubber latex mixer. The objective of this work aims to reduce labor usage and reduce the working time of rubber farmers. As well as increase the accuracy of mixing the rubber. The working system of the latex mixer is semi-automatic which uses the principle of measuring latex, water (H_2O), and formic acid (CH_2O_2) in the mixing tank with the ingredients. There is a quantity that the user has set. The command will be sent to the Motor to blend all the ingredients together. Then the mixed rubber latex will be released into Takong (Mold tray) prepared. From the test of the measurement accuracy in the mixing tank Part 1 in the test of the measurement accuracy in the rubber and water mixing tank, it was found that if the latex was released into the tank the volume. Volume of the semi-automatic latex mixer is 2.75 kg percent, the tolerance of the Para rubber will be 0.25 and if water is put into the 2.25 kg of the semi-automatic latex mixer, the percentage tolerance of the rubber will be equal to 1.18. Part 2 is a mixture of latex and water. In the amount equal to 5 kg, then 0.06 kg of formic acid was released and the experiment was carried out 10 times and the percentage tolerance was 0.60%. 1st and 2nd place averaged 2.55 s and 2.57 s, respectively. It takes less time to mix and tolerance is an acceptable value making it possible to save time in working, including helping to reduce labor in mixing parasol as well.

Keywords: Rubber, Semi-automatic mixer machine, Accuracy

บทนำ

ยางพารานับเป็นสินค้าการเกษตรที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งสร้างรายได้มากกว่า 2 แสนล้านบาทต่อปี และเชื่อมโยงต่อการพัฒนาเศรษฐกิจระดับชุมชน อันเป็นรากฐานสำคัญต่อความมั่นคงด้านเศรษฐกิจของประเทศ (คณะกรรมการนโยบายยางธรรมชาติ, 2552; คณะกรรมาธิการการเกษตรและสหกรณ์สภานิติบัญญัติแห่งชาติ, 2562; นิภาส และคณะ, 2562) ในประเทศไทยพบว่ามีเกษตรกรตลอดจนผู้ที่ทำธุรกิจเกี่ยวข้องกับยางพาราประมาณ 1 ล้านครอบครัว คิดเป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 6 ล้านคน และเป็นประเทศที่ส่งออกยางพาราและผลิตภัณฑ์ยางพาราเป็นอันดับ 1 ของโลก นับตั้งแต่พ.ศ. 2534 เป็นต้นมา (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), 2552) จากข้อมูลการผลิตยางแปรรูปและผลิตภัณฑ์ยางพาราปีพ.ศ. 2564 ไตรมาสที่ 3 (กรกฎาคม-กันยายน) พบว่าไทยผลิตยางพาราแปรรูป 498,874 ตัน เพิ่มขึ้นจากไตรมาสที่ 2 ของปีพ.ศ. 2564 ร้อยละ 22.15 และเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.40 เมื่อเทียบกับปีพ.ศ. 2563 ในช่วงเวลาเดียวกัน (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2564) ในส่วนสถานการณ์ราคายางพาราเมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2565 ราคายางพาราภาพรวมปรับตัวเพิ่มขึ้นจากเดือนที่ผ่านมา โดยราคาประมูลยางแผ่นดิบเฉลี่ยอยู่ที่ 63.88 บาทต่อ

กิโลกรัม ปรับตัวเพิ่มขึ้น 3.67 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 5.10 และราคายางแผ่นรมควันอยู่ที่ 67.63 บาทต่อกิโลกรัม ปรับตัวเพิ่มขึ้น 3.68 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 5.75 ราคายางพารา ท้องถิ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 61.76 บาทต่อกิโลกรัม ปรับตัวเพิ่มขึ้น 3.69 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 6.35 ราคาน้ำยางพาราสดอยู่ที่ 68.20 บาทต่อกิโลกรัม ปรับตัวเพิ่มขึ้น 4.42 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 6.93 และราคายางก้อนถ้วย 100 เปอร์เซนต์ อยู่ที่ 50.43 บาทต่อกิโลกรัม ปรับตัวเพิ่มขึ้น 0.36 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 0.72 ดังแสดงในภาพที่ 1 (กองวิจัยเศรษฐกิจยาง ฝ่ายเศรษฐกิจยาง การยางแห่งประเทศไทย, 2565)



ภาพที่ 1 สถานการณ์ราคาน้ำยางพาราสดเดือนมีนาคม พ.ศ. 2565

ที่มา: กองวิจัยเศรษฐกิจยาง ฝ่ายเศรษฐกิจยาง การยางแห่งประเทศไทย, 2565

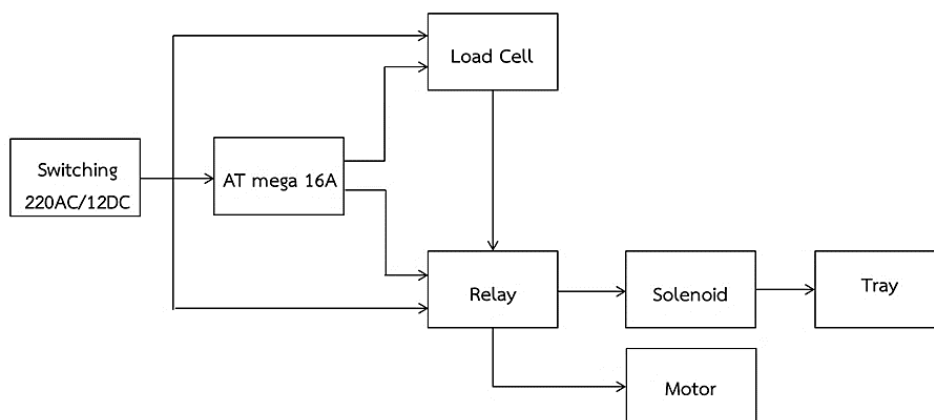
เนื่องจากความต้องการใช้ยางพาราในอุตสาหกรรมยานยนต์และอุตสาหกรรมการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากน้ำยางพารา ซึ่งได้ทำการผลิตออกขายทางการค้าในปัจจุบันนี้มีหลายชนิด เช่น ตี๊กต่ายาง ลูกโป่ง ถุงมือยาง และกาว (adhesive) จากน้ำยางพารา เป็นต้น (สถาบันวิจัยยาง, 2554) ดังนั้นจึงต้องการให้น้ำยางพาราที่นำมาทำการผลิตเป็นตัวสินค้าชนิดต่าง ๆ มีความหนืดที่ดี หมายถึง น้ำยางพาราสดที่มีคุณภาพดี เพื่อให้สินค้ามีความทนทานสูง เนื่องจากภาคได้มียางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจหลัก ซึ่งมีวิธีการขายอยู่ 2 วิธีหลัก ๆ คือ การแปรรูปเป็นยางแผ่น และการขายน้ำยางพาราสด ในที่นี้จะพูดถึงการแปรรูปยางแผ่นดิบ โดยการแปรรูปเป็นยางแผ่นดิบนั้นมีการผสมน้ำของน้ำยางพารา น้ำ (H_2O) และน้ำกรดพอร์มิก (CH_2O_2) แล้วนำส่วนผสมเทลงตะก (ถาดแม่พิมพ์) ปัญหาของเกษตรกรคือขั้นตอนการผสมน้ำยางพารานั้นไม่มีความแม่นยำ โดยบางครั้งส่วนผสมอาจจะขาดหรือเกิน ทำให้น้ำยางพาราในตะกแข็งตัวไม่พร้อมกันและขนาดแผ่นไม่เท่ากัน ทำให้ใช้เวลามากเนื่องจากต้องใช้หลายขั้นตอนในการแปรรูปยางแผ่นดิบ (ณัฐพงศ์ และคณะ, 2547)

จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงทำการศึกษาและสร้างเครื่องผสมน้ำยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติซึ่งมีต้นทุนต่ำ เพื่อผสมน้ำยางพาราให้ได้มาตรฐานสำหรับใช้ในการแปรรูปยางแผ่นดิบ โดยเครื่องผสมน้ำยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัตินี้จะช่วยให้เกษตรกรรายย่อยที่ผลิตยางแผ่นดิบผสมน้ำยางพาราได้อย่างแม่นยำ และช่วยประหยัดเวลาในการผสมน้ำยางพารา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การออกแบบและสร้างเครื่องผสมน้ำยาพาราแบบกึ่งอัตโนมัติ

ในการออกแบบการทำงานของเครื่องผสมน้ำยาพาราแบบกึ่งอัตโนมัติ มีบล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่อง แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องผสมน้ำยาพาราแบบกึ่งอัตโนมัติ

วงจรที่ใช้ในการสร้างเครื่องผสมน้ำยาแบบกึ่งอัตโนมัติ ประกอบไปด้วยวงจรต่าง ๆ ดังนี้

1.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ ในส่วนของวงจรจะทำการแปลงไฟด้วยหม้อแปลง จากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 12 โวลต์ และผ่านวงจรเรกติไฟร์เออร์ (rectifier) เพื่อทำให้แรงดันเอาต์พุตที่ออกมาเป็นไฟฟ้ากระแสตรงประมาณ 12 โวลต์ เอาต์พุต 1 ในส่วนของวงจรจ่ายไฟฟ้า 12 โวลต์จะใช้ไอซี AVR ATMEGA 16 เพื่อปรับแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ ที่เข้ามาให้เหลือ 12 โวลต์



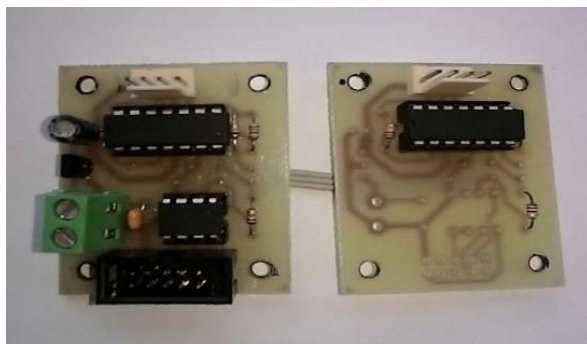
ภาพที่ 3 วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า

1.2 วงจรของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด AVR ATMEGA 16 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีขนาด 40 ขา มีขาสัญญาณที่สามารถนำมาใช้งานเป็นอินพุตเอาต์พุตได้ทั้งหมด 30 ขา ซึ่งออกแบบไว้ตามลักษณะของกระบวนการทำงาน ซึ่งจะประกอบด้วยวงจรพื้นฐานที่จำเป็น เช่น แหล่งจ่ายไฟฟ้า วงจรรีเซ็ต วงจรกำเนิดความถี่สัญญาณนาฬิกา 10 เมกะเฮิร์ตซ์ วงจรสำหรับดาวน์โหลดโปรแกรม แบบ ICD2 โดยในส่วนของเอาต์พุตจะให้ LED เป็นตัวแสดงสถานการณ์ทำงาน เพื่อให้ง่ายต่อการสังเกตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์



ภาพที่ 4 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

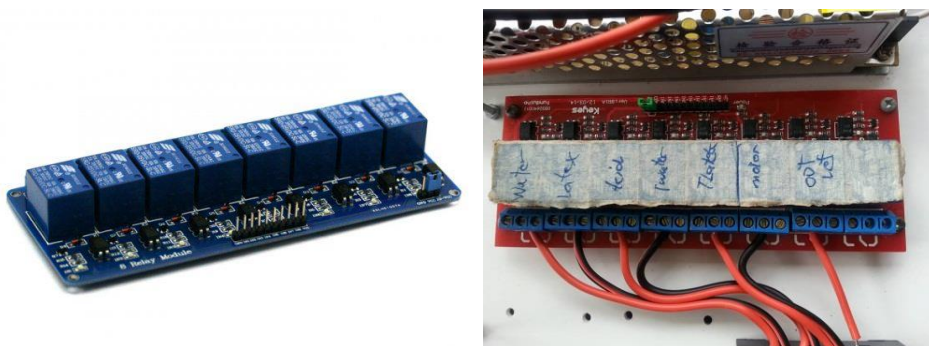
1.3 วงจรชั่งตวง เป็นวงจรที่สร้างขึ้นเพื่อชั่งตวงปริมาณน้ำอย่างพาราและน้ำให้ทำงานตามที่โปรแกรมตั้งเอาไว้ โดยใช้ไอซี LM 324 N เป็นตัวควบคุมการทำงานของโหนดเซลล์ หรือตาชั่งดิจิตอลในการประเมินค่าน้ำหนักของน้ำอย่างพาราและน้ำที่จะไหลลงสู่ถังตวง



ภาพที่ 5 วงจรถังตวงโดยใช้ไอซี LM 324 N

1.4 วงจรรีเลย์ 12 โวลต์ โดยควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้ากับอุปกรณ์ชิ้นต่าง ๆ ซึ่งรีเลย์รับคำสั่งจากวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้อุปกรณ์ชิ้นต่าง ๆ ทำงาน โดยใช้รีเลย์สั่งการ ทั้งหมด 7 ตัว คือ

- รีเลย์ตัวที่ 1 ควบคุมการทำงานโซลินอยด์ของน้ำ
- รีเลย์ตัวที่ 2 ควบคุมการทำงานโซลินอยด์ของน้ำยางพารา
- รีเลย์ตัวที่ 3 ควบคุมการทำงานโซลินอยด์ของกรดฟอร์มิก
- รีเลย์ตัวที่ 4 ควบคุมการทำงานโซลินอยด์ที่ถังตวงน้ำ
- รีเลย์ตัวที่ 5 ควบคุมการทำงานโซลินอยด์ที่ถังตวงน้ำยางพารา
- รีเลย์ตัวที่ 6 ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ในถังผสม
- รีเลย์ตัวที่ 7 ควบคุมการทำงานโซลินอยด์ที่ถังผสม



ภาพที่ 6 วงจรรีเลย์

2. การควบคุมการทำงานของเครื่องผสมน้ำยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติ

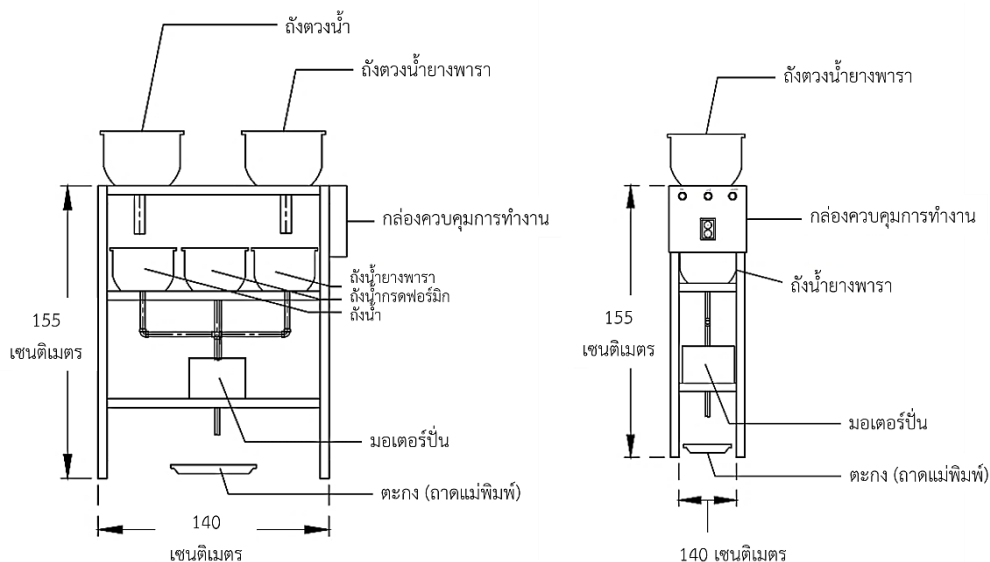
การควบคุมเริ่มต้นจากการรับค่าจากสวิตช์เพื่อเริ่มการทำงาน หากไม่ใช่จะทำการตรวจสอบการรับค่าจากสวิตช์ใหม่ ถ้าใช่จะทำการตรวจสอบน้ำยางพารา หากไม่มีน้ำยางพาราจะมีสัญญาณเตือนดังขึ้น จากนั้นเครื่องจะทำการตวงน้ำยางพาราปริมาณ 2.75 ลิตร น้ำปริมาณ 2.25 ลิตร และน้ำกรดฟอร์มิกปริมาณ 30 มิลลิลิตร ลงมายังถังตวงปริมาณแต่ละถังจนครบ หากถังใดถังหนึ่งมีไม่ตรงตามกำหนด กระบวนการทำงานจะทำการตรวจสอบปริมาณในถังตวงและทำงานจนกว่าส่วนผสมจะมีปริมาณตรงตามกำหนด แล้วจึงทำงานขั้นตอนต่อไป คือ การปล่อยส่วนผสมที่ได้ทั้งหมดลงมายังถังผสมเพื่อปั่นส่วนผสมให้เข้ากัน เมื่อกระบวนการปั่นเสร็จสิ้นจะมีสัญญาณเตือนเพื่อตรวจจับตะกบ และถ้าไม่มีตะกบ จะมีสัญญาณเตือนและกระบวนการจะหยุดจนกว่าจะตรวจสอบว่ามีตะกบหรือไม่ และถ้าไม่มีตะกบ กระบวนการจะไม่ทำงานต่อจนกว่าจะตรวจพบตะกบ เพื่อเทส่วนผสมในถังผสมลงไปที่ตะกบ เมื่อกระบวนการทั้งหมดเสร็จสิ้นจะมีสัญญาณเตือนอีกครั้ง และเริ่มต้นกระบวนการใหม่ต่อไป ขั้นตอนการควบคุมการทำงานของเครื่องผสมน้ำยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติ แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการควบคุมการทำงานของเครื่องผสมน้ำยางพารากิ่งอัตโนมัติ

3. ออกแบบและสร้างโครงสร้างหลักของเครื่องผสมน้ำยาพาราแก๊สอัตโนมัติ

ในการออกแบบโครงสร้างหลักของเครื่องผสมน้ำยาพาราแก๊สอัตโนมัติได้คำนึงถึงการทำงานที่สะดวกสบายของผู้ใช้ และความคงทนแข็งแรงต่อสภาวะแวดล้อมในการทำงาน โดยโครงสร้างมีขนาดความสูง 155 เซนติเมตร กว้าง 40 เซนติเมตร และยาว 120 เซนติเมตร เพื่อให้กระบวนการทำงานทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์แบบที่สุด โดยมีอุปกรณ์หลัก ๆ ได้แก่ ถังพักน้ำยาพาราที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ความลึก 40 เซนติเมตร และบรรจุน้ำได้ 45 ลิตร ถังพักน้ำกรดฟอร์มิคมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร ความลึก 28 เซนติเมตร และบรรจุน้ำได้ 18 ลิตร ซึ่งสามารถทนต่อปฏิกิริยาของน้ำกรดฟอร์มิคได้ ส่วนถังตวงน้ำยาพาราและถังตวงน้ำ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร ความลึก 25 เซนติเมตร และบรรจุน้ำได้ 18 ลิตร ถังผสมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 เซนติเมตร ความลึก 25 เซนติเมตร และบรรจุน้ำได้ 10 ลิตร ตะกั่ว มีความกว้าง 22 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร และมีความลึก 8 เซนติเมตร โดยบรรจุส่วนผสมได้ 5 ลิตร และกล่องควบคุมมีขนาดความกว้าง 29 เซนติเมตร ความลึก 12 เซนติเมตร และความสูง 39 เซนติเมตร ส่วนมอเตอร์ปั่นส่วนผสมมีขนาด 12 โวลต์ หมุน 100 รอบต่อนาที



ภาพที่ 8 โครงสร้างของเครื่องผสมน้ำยาพาราแก๊สอัตโนมัติจากโปรแกรม auto CAD



ภาพที่ 9 เครื่องผสมน้ำยางพาราถึงอัตโนมัติ

4. การวัดค่าความถูกต้องหรือความแม่นยำ (accuracy) ของการทำงานของเครื่องผสมน้ำยางพาราถึงอัตโนมัติ

โดยค่าความแม่นยำหรือความถูกต้องของการทำงานนั้นเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถในการทำงานของเครื่องมือ โดยงานวิจัยนี้ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องจำนวน 10 ครั้ง และทำการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลดังสมการ (1) และคำนวณหาค่าความแม่นยำ (accuracy) ของการทำงานของเครื่องผสมน้ำยางพาราถึงอัตโนมัติ ดังสมการ (2) ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนมากแสดงว่าการทำงานของเครื่องไม่แม่นยำ ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนน้อยแสดงว่าการทำงานของเครื่องมีความแม่นยำ โดยผู้วิจัยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้อยู่ที่ 10 เปอร์เซ็นต์ (วิเชียร, 2541; วิทยาลัยทองสุข, 2556)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad (1)$$

โดยที่ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย

N คือ จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ

X_i คือ ค่าที่ได้จากการทดสอบ

$$(\Delta X) = \left| \frac{X_b - X_a}{X_a} \right| \quad (2)$$

โดยที่ X_a คือ ค่าที่ต้องการ
 X_b คือ ค่าจริงที่วัดได้

ผลการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องผสมน้ำยางพาราที่อัตโนมัติ ในงานวิจัยนี้ ใช้ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดประสิทธิภาพ และทำการทดสอบซ้ำ 10 ครั้ง เพื่อยืนยันผลการทดสอบ โดยการทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การทดสอบการทำงานในส่วนของการเติมน้ำยางพาราปริมาณ 2.75 กิโลกรัม และส่วนของน้ำปริมาณ 2.25 กิโลกรัม ลงในถังตวง เพื่อหาค่าเวลาของการตวง ปริมาณที่ได้จากการตวง และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนจากการตวง ได้ผลการทดสอบความแม่นยำของการตวงน้ำยางพาราลงในถังตวง แสดงดังตารางที่ 3 แสดงดังตารางที่ 1 และผลการทดสอบความแม่นยำของการตวงน้ำลงในถังตวง แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ตารางการทดสอบความแม่นยำของการตวงน้ำยางพาราลงในถังตวง

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	เติมส่วนผสมลงในถังตวง		ความคลาดเคลื่อน ของปริมาณ น้ำยางพารา (กิโลกรัม)	เปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน ของปริมาณ น้ำยางพารา (เปอร์เซ็นต์)
		ปริมาณ น้ำยางพารา ที่ต้องการ (กิโลกรัม)	ปริมาณ น้ำยางพารา ที่วัดได้ (กิโลกรัม)		
1	2.3	2.75	2.75	0.00	0.00
2	2.3	2.75	2.75	0.00	0.00
3	2.4	2.75	2.75	0.00	0.00
4	2.3	2.75	2.77	0.02	0.72
5	2.5	2.75	2.75	0.00	0.00
6	2.5	2.75	2.76	0.01	0.36
7	2.7	2.75	2.78	0.03	1.09
8	2.9	2.75	2.75	0.00	0.00
9	2.9	2.75	2.75	0.00	0.00
10	2.7	2.75	2.76	0.01	0.36
เฉลี่ย	2.55	2.75	2.76	0.01	0.25

จากตารางที่ 1 เมื่อปล่อยน้ำยางพาราลงในถังตวงของเครื่องผสมน้ำยางพาราที่อัตโนมัติ ปริมาณ 2.75 กิโลกรัม พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของน้ำยางพาราเฉลี่ยเท่ากับ 0.25 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 ตารางการทดสอบความแม่นยำของการตวงน้ำลงในถังตวง

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	เติมส่วนผสมลงในถังตวง		ความคลาดเคลื่อน ของปริมาณน้ำ (กิโลกรัม)	เปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน ของปริมาณน้ำ (เปอร์เซ็นต์)
		ปริมาณน้ำ ที่ต้องการ (กิโลกรัม)	ปริมาณน้ำ ที่วัดได้ (กิโลกรัม)		
1	2.3	2.25	2.29	0.04	1.70
2	2.3	2.25	2.27	0.02	0.80
3	2.4	2.25	2.28	0.03	1.30
4	2.3	2.25	2.29	0.04	1.70
5	2.5	2.25	2.28	0.03	1.30
6	2.5	2.25	2.26	0.01	0.40
7	2.7	2.25	2.27	0.02	0.80
8	2.9	2.25	2.27	0.02	0.80
9	2.9	2.25	2.28	0.03	1.30
10	2.7	2.25	2.26	0.01	0.40
เฉลี่ย	2.55	2.25	2.28	0.03	1.18

จากตารางที่ 2 เมื่อปล่อยน้ำลงในถังตวงของเครื่องผสมน้ำยางพาราถึงอัตโนมัติปริมาณ 2.25 กิโลกรัม พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของน้ำยางพาราเฉลี่ยเท่ากับ 1.18 เปอร์เซ็นต์

2. การทดสอบน้ำในถังผสมระหว่างน้ำยางพาราและน้ำปริมาณ 5 กิโลกรัม ผสมเข้ากับกรดฟอรั่มิก ปริมาณ 0.06 กิโลกรัม ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ได้ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การทดสอบน้ำในถังผสมระหว่างน้ำยางพาราและน้ำ ผสมเข้ากับกรดฟอรั่มิกในถังตวง

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ส่วนผสมในถังผสม		ปริมาณ กรด ฟอรั่มิก (กิโลกรัม)	ความคลาด เคลื่อนของ น้ำหนัก ส่วนผสม (กิโลกรัม)	เปอร์เซ็นต์ ความ คลาดเคลื่อน ของน้ำหนัก ส่วนผสม (เปอร์เซ็นต์)
		ปริมาณ น้ำยางพารา ผสมกับน้ำใน ถังผสมที่ต้องการ (กิโลกรัม)	ปริมาณ น้ำยางพารา ผสมกับน้ำ ที่วัดได้ (กิโลกรัม)			
1	2.58	5.06	5.10	0.06	0.04	0.70
2	2.58	5.06	5.08	0.06	0.02	0.30
3	2.57	5.06	5.09	0.06	0.03	0.50
4	2.57	5.06	5.12	0.06	0.06	1.10
5	2.58	5.00	5.09	0.06	0.03	0.50
6	2.58	5.06	5.08	0.06	0.02	0.30
7	2.59	5.06	5.11	0.06	0.05	0.90

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ส่วนผสมในถังผสม		ปริมาณ กรด ฟอร์มิก (กิโลกรัม)	ความคลาด เคลื่อนของ น้ำหนัก ส่วนผสม (กิโลกรัม)	เปอร์เซ็นต์ ความ คลาดเคลื่อน ของน้ำหนัก ส่วนผสม (เปอร์เซ็นต์)
		ปริมาณ น้ำยาพารา ผสมกับน้ำใน ถังผสมที่ต้องการ (กิโลกรัม)	ปริมาณ น้ำยาพารา ผสมกับน้ำ ที่วัดได้ (กิโลกรัม)			
8	2.57	5.06	5.08	0.06	0.02	0.30
9	2.58	5.06	5.09	0.06	0.03	0.50
10	2.58	5.06	5.11	0.06	0.05	0.90
เฉลี่ย	2.58	5.06	5.10	0.06	0.04	0.60

จากตารางที่ 3 เมื่อทำการทดสอบนำส่วนผสมระหว่างน้ำยาพารากับน้ำ ปริมาณ 5 กิโลกรัม เข้ากับกรดฟอร์มิก ปริมาณ 0.06 กิโลกรัม ในเครื่องผสมน้ำยาพารากึ่งอัตโนมัติ พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักส่วนผสมเฉลี่ยเท่ากับ 0.60 เปอร์เซ็นต์

การอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างเครื่องผสมน้ำยาพารากึ่งอัตโนมัติขึ้นมาเพื่อควบคุมปริมาณส่วนผสมของน้ำยาพาราให้แม่นยำ โดยการทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนจะทำการทดสอบ 10 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย ขั้นตอนที่ 1 เป็นการทดสอบหาความแม่นยำในการตวงน้ำยาพาราและน้ำ พบว่าการตวงน้ำยาพาราปริมาณ 2.75 กิโลกรัม มีค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำยาพาราเท่ากับ 0.25 เปอร์เซ็นต์ และการตวงน้ำ ลงในถังของเครื่องผสมน้ำยาพารากึ่งอัตโนมัติในปริมาณ 2.25 กิโลกรัม พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของน้ำปริมาณน้ำยาพาราเท่ากับ 1.18 เปอร์เซ็นต์ ขั้นตอนที่ 2 เป็นการนำส่วนผสมระหว่างน้ำยาพาราและน้ำปริมาณ 5 กิโลกรัม ผสมเข้ากับกรดฟอร์มิก ปริมาณ 0.06 กิโลกรัม โดยทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณส่วนผสมอยู่ที่ 0.60 เปอร์เซ็นต์ และในส่วนของเวลาที่ใช้ในการผสม ขั้นตอนที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.55 และ 2.57 วินาที ตามลำดับ ถือว่าใช้เวลาในการผสมน้อย และค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้ ถือว่าเป็นค่าที่สามารถยอมรับได้ เหมาะที่จะนำไปใช้งานเพื่อให้เกษตรกรชาวสวนยางพาราประหยัดเวลาในการผสมน้ำยาพารา และสามารถเพิ่มผลผลิต ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น รวมไปถึงลดแรงงานในการผสมน้ำยาพาราอีกด้วย

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดสอบทั้งสองขั้นตอนสามารถสรุปได้ว่าประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องผสมน้ำยาพารากึ่งอัตโนมัติที่สร้างขึ้นนั้น มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อย จึงถือว่าเครื่องทำงานได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ และในส่วนของเวลาที่ใช้ในการผสม ขั้นตอนที่ 1 และ 2 ใช้เวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 2.55 และ 2.57 วินาที ตามลำดับ ถือว่าใช้เวลาในการผสมน้อย ซึ่งผลการทดสอบบรรลุตามวัตถุประสงค์

ของงานคือทำการศึกษาและสร้างเครื่องผสมน้ำยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติซึ่งมีต้นทุนต่ำ เพื่อผสมน้ำยางพาราให้ได้มาตรฐานสำหรับใช้ในการแปรรูปยางแผ่นดิบ โดยเครื่องผสมน้ำยางพารากึ่งอัตโนมัตินี้จะช่วยให้เกษตรกรรายย่อยที่ผลิตยางแผ่นดิบผสมน้ำจืดได้อย่างแม่นยำ และช่วยประหยัดเวลาในการผสมน้ำยางพารา

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และมหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการติดตั้งและบันทึกผลการวิจัย รวมทั้งสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กองวิจัยเศรษฐกิจยาง ฝ่ายเศรษฐกิจยาง การยางแห่งประเทศไทย. (2565). *สถานการณ์ยางพารา เดือนมีนาคม 2565*. สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2565, จาก: http://www.raot.co.th/ewt_dl_link.php?nid=5659.
- คณะกรรมการนโยบายยางธรรมชาติ. (2552). *ยุทธศาสตร์พัฒนายางพารา*. สืบค้นเมื่อ 2 มิถุนายน 2565, จาก: http://rubber.oie.go.th/box/ELib_Document/2552-2556.pdf.
- คณะกรรมการการเกษตรและสหกรณ์สถานิติบัญญัติแห่งชาติ. (2562). ภาพรวมของยางพาราทั้งระบบ. *รายงานการพิจารณาศึกษา*. สำนักเลขาธิการวุฒิสภา.
- ณัฐพงศ์ นิธิอุทัย นันทวัฒน์ ช่วยคำ และเสาวนีย์ ก่ออุฒิกุลรังษี. (2547). ผลความหนืดของน้ำยางพองน้ำ. *รายงานวิจัย*. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นิภาส ลีนะธรรม วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ ฉัตรชัย แก้วดี และอดิสร ไกรนรา. (2562). การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการทดสอบปริมาณสิ่งสกปรกในยางแท่งด้วยแนวคิดลีนซิกซ์ซิกมา: กรณีศึกษาโรงงานผลิตยางแท่ง. *วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 38(2), 104-119.
- วิเชียร เกตุสิงห์. (2541). *สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- วิทยาลัยทองสุข. (2556). การหาค่าเฉลี่ย. *รายงานการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการสารสนเทศสำหรับบุคลากร วิทยาลัยทองสุข ปีการศึกษา 2556*. วิทยาลัยทองสุข.
- สถาบันวิจัยยาง. (2554). *การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากน้ำยางพารา*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). (2552). *ฐานข้อมูลงานวิจัยยางพารา*. สืบค้นเมื่อ 12 เมษายน 2565, จาก: <http://agknowledge.arda.or.th/rubber>.
- สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. (2564). *สถานการณ์อุตสาหกรรมยางและผลิตภัณฑ์ยาง ไตรมาสที่ 3 (กรกฎาคม-กันยายน) ปี 2564*. สืบค้นเมื่อ 14 เมษายน 2565, จาก: https://www.raot.co.th/download/pdf/predict_rubber_economy_3_64.pdf.