

ระบบควบคุมเครื่องหยอดสบู่ง่ายแม่พิมพ์

ชินอรส ละองวรณ^{1*}

Chinoros.lao@sru.ac.th^{1*}

^{1*}สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

(Received: 24-Oct-2023 Revised: 2-Nov-2023 Accepted: 4-Nov-2023)

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบควบคุมเครื่องหยอดสบู่ง่ายแม่พิมพ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์สบูของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร ผู้วิจัยมีแนวคิดนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีมาใช้ในการออกแบบ โดยใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO สำหรับการประมวลผลการทำงานของเครื่อง ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบประกอบด้วย โครงสร้างถังบรรจุ ระบบควบคุมการทำงานของหัวจ่าย ระบบควบคุมระยะเวลาการหยอด และชุดความร้อน โดยออกแบบให้เครื่องมีหัวจ่าย จำนวน 2 หัว คือ หัวจ่าย A และ B ปัจจัยที่ศึกษา คือ ระยะเวลาการทำงานของหัวจ่าย ตำแหน่งระยะเวลาการหยอดที่เหมาะสมและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างน้ำหนักของก้อนสบูจาก หัวจ่าย A และ B ผลการทดลอง พบว่าที่ระยะเวลาควบคุมการทำงาน สั่งเปิดวาล์ว 10 วินาที ระยะเวลาการหยอดที่เหมาะสม เท่ากับ 6 เซนติเมตร และผลการเปรียบเทียบน้ำหนักของก้อนสบูจาก หัวจ่าย A มีน้ำหนักเฉลี่ยก้อนละ 100.55 กรัม และหัวจ่าย B มีน้ำหนักเฉลี่ยก้อนละ 100.62 กรัม ซึ่งไม่ต่ำกว่าน้ำหนักที่กำหนด คือ 100 กรัม โดยลักษณะการไหลของน้ำสบูมีการหยอดคงที่และมีความสม่ำเสมอ ถึงแม้ปริมาณของน้ำสบูภายในถังบรรจุจะลดลง ระบบควบคุมเครื่องหยอดสบู่ง่ายแม่พิมพ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถหยอดสบู ได้สูงสุดถึง 720 ก้อน/ชั่วโมง จากจำนวน 2 หัวจ่าย และสูงกว่าแรงงานคนถึง 6 เท่า

คำสำคัญ: สบู่อ่อน การหยอดสบู เครื่องหยอด ระบบควบคุม

The Control System of the Machine for Dropping Soap into Molds

Chinoros Laongwan^{1*}

Chinoros.lao@sru.ac.th^{1*}

^{1*}Department of Industrial Electrical Technology, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University

(Received: 24-Oct-2023 Revised: 2-Nov-2023 Accepted: 4-Nov-2023)

Abstract

The Control System of the Machine for Dropping Soap into Molds to increase the efficiency of the production process for a group of housewives in agriculture. The researcher applied the innovation and technology for its design. The micro-controller system of Arduino UNO was used for the operational processing of the machine. The important components of the system were the filling tank, the control system of the injector operation, the control system of dropping length, and the heat set. The machine was designed with 2 injectors namely injector A and injector B. The study factors were the operational duration of injectors, the appropriate dropping length, and the weight of soap cakes which were produced from injector A and injector B. The findings were that at the duration of valve opening at 10 seconds and the appropriate dropping length at 6 centimeters, the average weight was at 100.55 grams for the injector A and 100.62 grams for the injector B which both were not below the setting value at 100 grams. The flow of liquid soap can be dropped continuously and consistently even though the quantity of soap liquid was low. The Control System of the Machine for Dropping Soap into Molds produced the maximum 720 cakes per hour from 2 injectors. Increased more than 6 times with the labor force does.

Keywords: soap cake, dropping soap, the machine for dropping, the control system

1. บทนำ

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนศูนย์เรียนรู้บ้านห้วยทราย หมู่ที่ 3 ตำบลทรัพย์ทวี อำเภอบ้านนาเดิม จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นกลุ่มผู้ผลิตและจำหน่ายสบู่อ่อนสูตรต่างๆ ได้แก่ สบู่ผ้าฝ้าย สบู่ผ้าฝ้ายมะขาม และสบู่ขมิ้นน้ำผึ้ง มีกำลังการผลิตโดยใช้แรงงานคนต่อวัน 30-50 ก้อน (ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ซื้อ) ในขั้นตอนการหยอดน้ำสบูลงแม่พิมพ์ หยอดได้ครั้งละ 1 ช่อง ช่องละ 30-40 วินาที (คิด 30 วินาที) ได้ 2 ก้อน/1 นาที ผลิต 50 ก้อน/วัน ใช้เวลาการหยอด 25 นาที ซึ่งกระบวนการผลิตสบู่อ่อนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนศูนย์เรียนรู้บ้านห้วยทราย ประกอบด้วยขั้นตอน ดังรูปที่ 1 ปัจจุบันกลุ่มประสบปัญหาจากกระบวนการผลิตสบู่อ่อน ขั้นตอนหยอดน้ำสบูลงแม่พิมพ์ ผู้หยอดใช้วิธีการเทน้ำสบูจากหม้อตุ๋นลงใส่กาต้มน้ำและหยอดน้ำสบูลงแม่พิมพ์ซิลิโคน ซึ่งแม่พิมพ์ซิลิโคน 1 ชุด แบ่งเป็น 5 แถวๆ ละ 2 ช่อง ช่องละ $5.5 \times 7.5 \times 2.5$ เซนติเมตร (ซม.) หรือมีปริมาตรช่อง 103.125 ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm^3) ดังรูปที่ 4

โดยผู้หยอดจะต้องควบคุมให้น้ำสบูไหลออกจากปากของกาอย่างช้าๆ และมีความสม่ำเสมอ เพื่อไม่ทำให้เกิดฟองอากาศขึ้นในก้อนสบู่ จึงต้องใช้ความระมัดระวังเป็นอย่างมาก เนื่องจากน้ำสบูยังคงมีอุณหภูมิสูงประมาณ 35-40 องศาเซลเซียส ประกอบกับสมาชิกกลุ่มผู้ผลิตฯ ส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ เมื่อต้องปฏิบัติงานอยู่ในท่าเดิมเป็นระยะเวลานานอาจจะทำให้เกิดความเมื่อยล้าได้ ส่งผลให้ระยะเวลาในการบรรจุนานขึ้น ยิ่งไปกว่านั้น ถ้าบรรจุช้าและส่วนผสมของกลีเซอรินแข็งตัวเร็ว จำเป็นต้องนำกลีเซอรินกลับไปให้ความร้อนใหม่อีกครั้ง อาจมีผลต่อการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ เพื่อลดระยะเวลาในขั้นตอนการหยอดน้ำสบูลงแม่พิมพ์ ดังกล่าว ผู้วิจัยมีแนวคิดจะนำระบบควบคุมการทำงานของเครื่องหยอดสบูลงแม่พิมพ์เข้ามาช่วยในขั้นตอนการหยอดน้ำสบู



ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องหยอดและบรรจุภัณฑ์ เช่น การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบสบู่อ่อน ซึ่งสามารถหยอดน้ำสบูลงในแม่พิมพ์ได้ 1,440 ก้อน ภายในเวลา 1 ชั่วโมง[1] การออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการบรรจุ การบรรจุทั้งหมด 3 ขนาด คือ 100 500 และ 1,000 กรัม ตามลำดับ โดยมีอัตราการผลิต 60 กิโลกรัมต่อวัน [2] การออกแบบเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ โดยควบคุมอัตราการไหลของน้ำปลาร้าให้มีปริมาตรการบรรจุที่แม่นยำ ภายในติดตั้งใบพัดป้องกันการตกตะกอน มีชุดโซลินอยด์วาล์วควบคุมการทำงานของกระบอกลมและหัวจ่ายสำหรับดันน้ำปลาร้าเข้าภายในกระบอกสูบ โดยทดลองบรรจุน้ำปลาร้า 330 430 และ 530 มิลลิลิตร ตามลำดับ แต่ละขนาดจะปรับลดคอขวดเหลือเพียง 20 มิลลิลิตร บรรจุได้ครั้งละ 2 หัว อัตราการไหลของหัวจ่าย A และหัวจ่าย B เท่ากับ $1.92 \text{ m}^3/\text{min}$ ทำให้สามารถบรรจุน้ำปลาร้าได้อย่างสะดวกและรวดเร็วมีความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการบรรจุไม่เกิน $6\pm\%$ [3] นอกจากนี้ได้มีการออกแบบเครื่องบรรจุน้ำซุสแบบอัตโนมัติ

หัวบรรจุ 6 หัว ในการออกแบบชุดเติมน้ำซุบจะติดตั้ง คอลโทรลวาล์ว(Control Valve) แบบ Pneumatic Double Control Valve คู่กับ บอลวาล์ว(Ball Valve) ทำหน้าที่เปิด-ปิด ควบคุมการไหลของน้ำซุบตามเวลาที่ ผู้ใช้งานได้ตั้งค่าโปรแกรมไว้ ลักษณะการเปิด-ปิด Control Valve จะเป็นการหน่วงเวลามีหน่วยเป็น วินาที ผลการทดลองหาปริมาณการเติมน้ำซุบลงในถ้วย ใช้เวลา 2 วินาที สามารถควบคุมค่ามาตรฐานของ น้ำหนักปริมาณน้ำ คือ 250 กรัม/ถ้วย [4] และมีการ พัฒนาระบบการผลิตน้ำตาลแว่นแบบต่อเนื่อง เป็นระบบอัตโนมัติ โดยใช้เฟืองคู่ควบน้ำตาลเหลวในถัง ส่งผ่านลงมายังทางออก จำนวน 5 ช่อง ลงมาใส่ในถาด ของแม่พิมพ์ และชุดสายพานลำเลียงจะมีอัตราทด 1:60 รอบต่อนาที โดยทำหน้าที่ในการส่งหรือลำเลียง น้ำตาลแว่นจนสุดสายพานลำเลียง ซึ่งเมื่อสุดสายพาน ลำเลียงน้ำตาลแว่นก็จะแห้งหรือแข็งตัวทันเวลาพอดี เครื่องหยอดน้ำตาลแว่นจะมีความสามารถในการหยอด น้ำตาลแว่นประมาณ 274.44 กิโลกรัมต่อชั่วโมง [5]

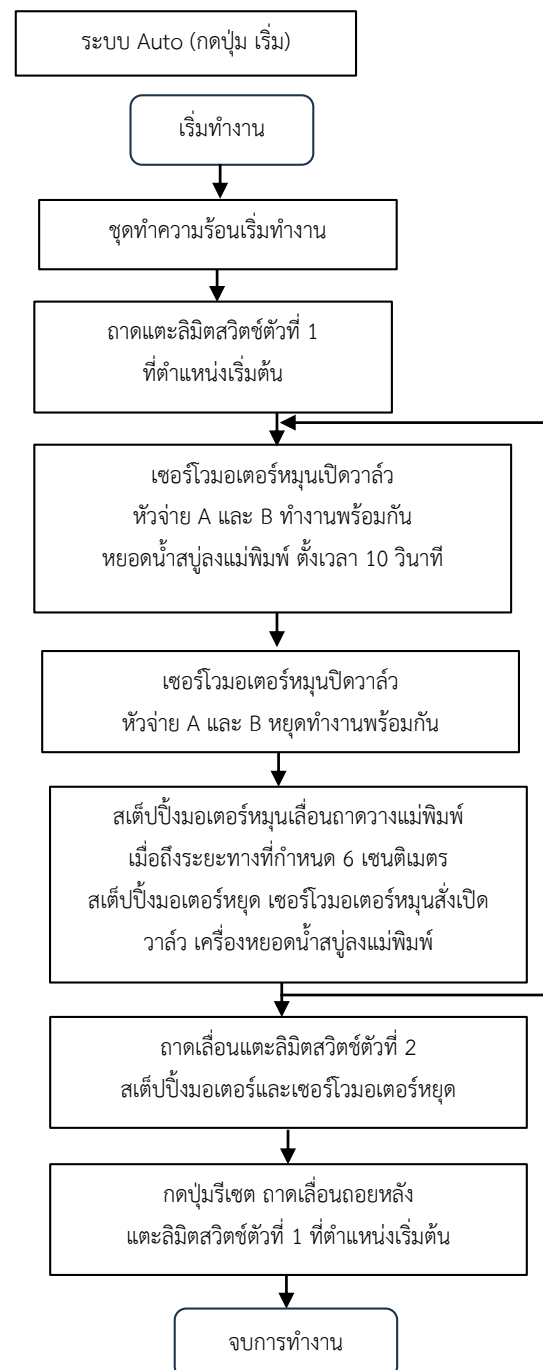
จากการศึกษางานวิจัยสามารถใช้เป็นแนวทางการออกแบบระบบควบคุมเครื่องหยอดสบู่งแม่พิมพ์ ในขั้นตอนการหยอดน้ำสบู่งแม่พิมพ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนศูนย์เรียนรู้บ้านห้วยทราย ด้วยหลักการประยุกต์ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการ ออกแบบและระบบควบคุมการไหลของของเหลว มีวัตถุประสงค์เพื่อลดระยะเวลาในขั้นตอนการหยอดน้ำ สบู่งแม่พิมพ์ เลือกแบบอัตโนมัติหรือแมนนวลได้ สามารถหยอดน้ำสบู่งอย่างสม่ำเสมอและมีปริมาณ เท่ากันทุกก้อน โดยการทดลองหาระยะเวลาการหยอด สบู่งแม่พิมพ์ และหาตำแหน่งระยะการทางการเลื่อน ถาดแม่พิมพ์ที่เหมาะสม ทำให้เครื่องหยอดสบู่งสามารถ ทำงานได้ตามความต้องการของกลุ่มผู้ผลิตสบู่ง และสามารถลดระยะเวลาในกระบวนการผลิตรวมได้

2. การออกแบบระบบควบคุมการทำงาน

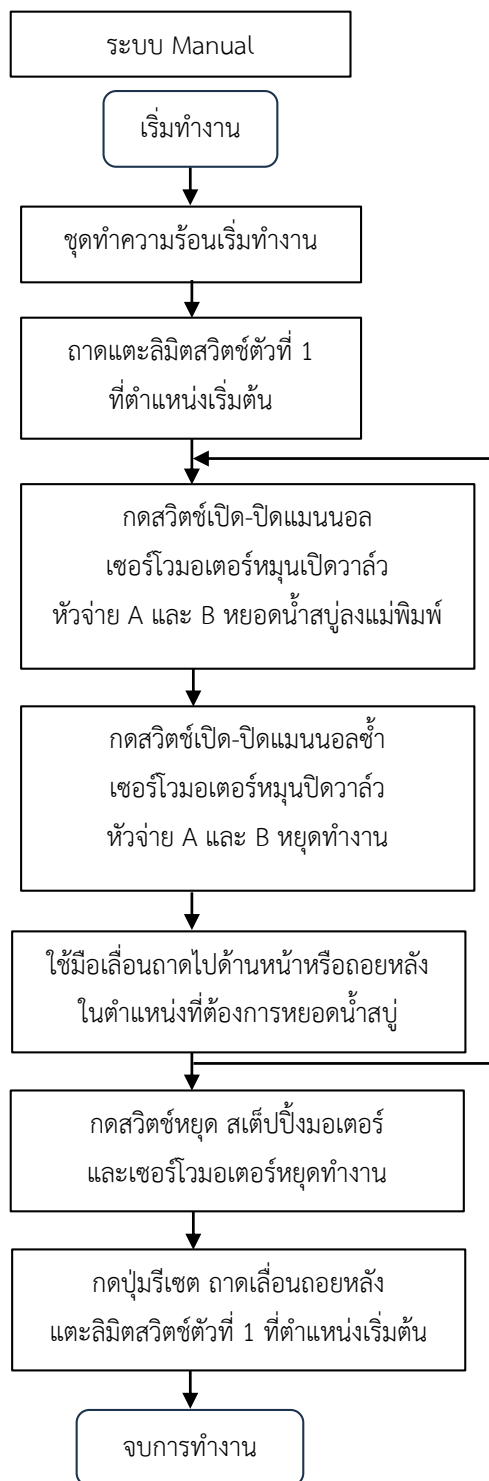
2.1 ศึกษากระบวนการผลิตโดยทั่วไปของสบู่ง ก่อนกระบวนการผลิตสบู่งของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้าน ห้วยทรายและข้อมูลที่เกี่ยวข้องพบว่า ปัญหาขั้นตอน การเทส่วนผสมลงภาตัมน้ำและหยอดสบู่งแม่พิมพ์

โดยต้องเทน้ำสบู่งใส่ภาตัมที่มีลักษณะปากแคบ น้ำสบู่งเป็น ของเหลวข้นที่มีอุณหภูมิประมาณ 45-50 องศาเซลเซียส ผู้หยอดต้องใช้ความระมัดระวัง เพื่อควบคุมการหยอด น้ำสบู่งให้คงที่และสม่ำเสมอ ไม่ช้าหรือเร็วเกินไป เพราะอาจจะทำให้เกิดฟองอากาศและอาจทำให้น้ำสบู่ง แข็งตัวได้

2.2 แนวคิดและหลักการพัฒนาระบบควบคุม การทำงานเครื่องหยอดลงแม่พิมพ์



รูปที่ 2 ระบบการทำงานแบบอัตโนมัติ (Auto)



รูปที่ 3 ระบบการทำงานแบบแมนนอล(Manual)

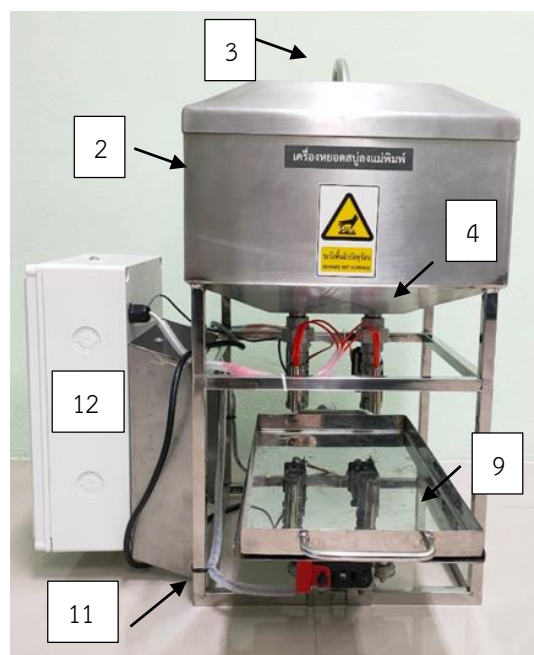
ระบบควบคุมการทำงานเครื่องหยอดสบู่ลงแม่พิมพ์ ออกแบบโดยใช้ระบบปฏิบัติการแบบอัตโนมัติ ควบคุมการทำงานด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลและ ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์แบบอัตโนมัติ แบ่งการ

ทำงานเป็น 2 ระบบได้แก่ ระบบควบคุมการทำงาน แบบอัตโนมัติ(Auto) และระบบควบคุมการทำงานแบบ แมนนอล (Manual) ดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3 ตามลำดับ

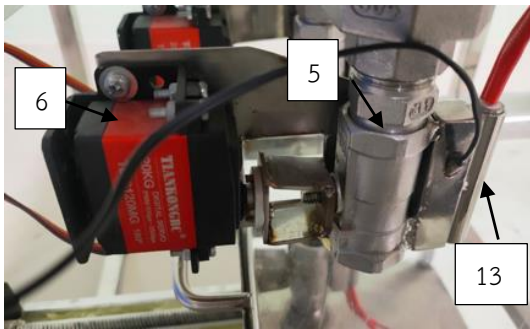
2.3 โครงสร้างเครื่องหยอดสบู่ลงแม่พิมพ์ การ ออกแบบโครงสร้างและการทำงานของระบบควบคุม เป็นไปตามความต้องการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้าน ห้วยทรายและเป็นไปตามหลักการทางวิศวกรรม ประกอบด้วย (1) แม่พิมพ์ทำจากซิลิโคน 1 ชุด จำนวน 10 ช่อง (2) ถังบรรจุขนาด 14 ลิตร (3) ฝาปิดแบบมีหู จับด้านบน (4) หัวจ่าย A และ B (5) บอลวาล์วเปิด- ปิด (6) เซอร์โวมอเตอร์ (7) ลิมิตสวิตช์ (8) สเต็ปปั๊ม มอเตอร์ (9) ถาดวางแม่พิมพ์ (10) รางเลื่อนแม่พิมพ์ (11) โครงสร้างเครื่อง (12) กล่องบรรจุชุดควบคุมการ ทำงาน (13) ชุดความร้อน โครงสร้างเครื่องหยอดสบู่ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 แม่พิมพ์ซิลิโคน



รูปที่ 5 เครื่องหยอดสบู่ลงแม่พิมพ์



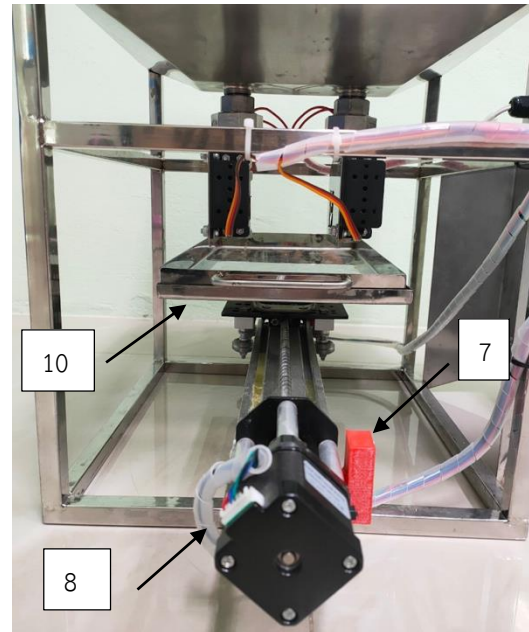
รูปที่ 6 ชุดควบคุมการทำงานของหัวจ่าย

2.4 ระบบควบคุมการทำงานใช้บอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานและประมวลผลข้อมูล โดยกำหนดค่าสั่งตามความต้องการของกลุ่มผู้ผลิตสบู่ เขียนโปรแกรมสั่งการบอร์ด Arduino UNO ด้วยชุดการทำงาน ดังนี้

2.4.1 ชุดระบบควบคุมการทำงานของหัวจ่าย ทำหน้าที่ปรับค่าเวลาทำงานของอุปกรณ์ให้เปิดปิด สำหรับตั้งระยะเวลาในการไหลของน้ำสบู่ลงแม่พิมพ์ ซึ่งมีหลักการควบคุมอุปกรณ์ที่สำคัญ ได้แก่

เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) แบบแรงบิดสูง (Digital Servo Motor High Torque) Digital Servo PWM500 – 2500 μ s 180 องศา ขนาด 20 kg เนื่องจากเป็นมอเตอร์ที่ควบคุมความเร็ว (Speed Control) แรงบิดของมอเตอร์ (Torque Control) ระยะทางในการเคลื่อนที่ (หมุน) (Position Control) ได้ดี และทำงานร่วมกับชุดเซอร์โวดрай (Servo Drives) รับคำสั่งจากบอร์ด Arduino UNO เพื่อกำหนด Servo Motor ให้ทำงานอย่างถูกต้องและแม่นยำ Servo Motor สามารถควบคุมตำแหน่งด้วยการกำหนดองศา [6] เช่น กำหนดให้หมุนไปที่ตำแหน่ง 0 องศา หรือหมุนไปที่ตำแหน่ง 90 องศา วิธีการควบคุมให้มอเตอร์หมุนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ ใช้วิธีการส่งพัลส์ที่มีความกว้างต่างกันออกไป คือ มอเตอร์หมุนไปที่ตำแหน่ง 0 ส่งพัลส์ที่มีความกว้าง 1 ms และต้องการไปยังตำแหน่ง 90 องศา ส่งพัลส์กว้าง 1.5 ms บอลวาล์ว (Ball Valve) ทำจากวัสดุสแตนเลส 316 ขนาด 1/2 นิ้ว สำหรับใช้งานอุตสาหกรรมที่มีความดันใช้งาน W.O.G/1000 PSI (69 BAR) ทำหน้าที่ เป็นหัวจ่าย (หัวจ่าย A และ B)

หมุนในการเปิด-ปิดวาล์ว ใช้สำหรับควบคุมการไหลของน้ำสบู่ด้วยลูกบอลโรตารี (rotary ball) ที่มีรู โดยการหมุนลูกบอลหนึ่งในสี่รอบ (90 องศา) รอบแกนของตัวกลางสามารถไหลผ่านหรือถูกบล็อกได้ ตัว Ball Valve โดยจะติดกันยึดกับเพลลาของชุด Servo motor แทนการใช้มือจับหมุนแบบแมนนอล (Manual) ดังรูปที่ 6



รูปที่ 7 ชุดควบคุมระยะการหยอด

2.4.2 ชุดควบคุมระยะการหยอด โดยออกแบบให้เครื่องต้นแบบฯ มีจำนวน 2 หัวจ่าย คือ หัวจ่าย A และ B เนื่องจากถูกจำกัดด้วยรูปแบบของแม่พิมพ์ที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ดังแสดงในรูปที่ 4 ชุดควบคุมระยะการหยอดจะทำหน้าที่ปรับระยะห่างตำแหน่งการหยอดให้เหมาะสมกับช่องของแม่พิมพ์ซิลิโคน มีอุปกรณ์ที่สำคัญ ดังรูปที่ 7 ได้แก่

สเต็ปมอเตอร์ (Stepping Motor) แบบไบโพลาร์ [6] เลือกใช้เบอร์ 42BYGH48-P4170 เป็นมอเตอร์ที่หมุนตามสัญญาณพัลส์แบบลำดับ หมุนแกนได้ 360 องศา มีขดลวด 2 ขด มีสายสัญญาณควบคุม 4 สาย คือ A+A-B+ และ B- สามารถควบคุมทิศทางและตำแหน่งหรือมุมในการหมุนได้ แต่ละสเต็ปจะเคลื่อนที่ตามองศาที่กำหนดไว้ โดยวิธีการสั่งงานจะใช้สัญญาณพัลส์ส่งไปยังมอเตอร์ เพื่อป้อนเป็นกระแสไฟฟ้าจ่ายไปยังชุด

ขดลวดตามลำดับ และจังหวะเวลาที่เหมาะสม ทำให้
สแต็ปปั๊มมอเตอร์หมุนตามที่กำหนดได้ ดังรูปที่ 7

2.4.3 ชุดความร้อน ใช้ฮีตเตอร์แบบ
แท่ง (Cartridge Heater) นิยมใช้กับเครื่องซีลสายพาน
ผู้วิจัยใช้ Heater ขนาด 40 วัตต์ 24VDC จำนวน 2
แท่ง ติดตั้งคู่กับตัว Ball Valve ทั้ง 2 ตัว ทำหน้าที่ให้
ความร้อนบริเวณหัวจ่าย A และ B เพื่อป้องกันการ
แข็งตัวของน้ำสปู ไม่ทำให้เกิดอุดตันบริเวณช่อง
ทางออกขณะหยอดสปูไหลลงสู่แม่พิมพ์ ดังรูปที่ 6

2.5 การตั้งคําระยะเวลาการไหลของน้ำสปู และ
การคำนวณอัตราการไหลของหัวจ่าย A และ B

คำนวณหาค่าความหนาแน่น density ของ
สปูก่อน มีวิธีการหาโดยการชั่งน้ำหนักของก้อนสปู และ
การคำนวณจากสมการ (1)

กลีเซอรินเป็นส่วนผสมหลักในการทำสปู
โดยคุณสมบัติของกลีเซอริน มีค่าความหนาแน่น 1.261
g/cm³ มวลอะตอม 92.093 g/mol จุดหลอมเหลว 18
องศาเซลเซียส ความหนืด 1.2 pa-s แรงตึงผิว(20
องศาเซลเซียส) 63.4 mN/m [7]

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

เมื่อ

ρ คือ ความหนาแน่นสปูก่อน (g/cm³)

m คือ มวลสปูก่อน (g)

V คือ ปริมาตรแม่พิมพ์ (cm³)

การทดลองหาค่า density ด้วยวิธีการหามวลจาก
การชั่งน้ำหนักของสปู จากขนาดก้อนสปูมีปริมาตร
เท่ากับ 103.125 cm³ ได้มวลสปูก่อนจากการชั่ง
น้ำหนักเท่ากับ 100 กรัม คำนวณหา density จาก
สมการ ได้ค่า density เท่ากับ 0.9696 g/cm³

อัตราการไหลเชิงปริมาตร (Volume flow rate)
มีหน่วยเป็น m³/s สามารถคำนวณจากสมการ

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2)$$

เมื่อ

Q คือ อัตราการไหลของปริมาตร (m³/min)

V คือ ปริมาตรน้ำสปู (cm³)

t คือ เวลาในการบรรจุ (min)

จากการทดลอง การหาอัตราการไหลของน้ำสปู
ที่ไหลผ่านหัวจ่าย A และ B ซึ่งใช้เวลาเปิดให้หยอดน้ำ
สปู เท่ากับ 10 วินาที (0.16 min) มีปริมาตรเท่ากับ
103.125 cm³ จากการบรรจุน้ำสปู จำนวน 7,000
กรัม (50% ของความจุถัง) กำหนดให้ปิดฝาถังบรรจุ
ขณะหยอดน้ำสปู หัวจ่าย A และ B จากการคำนวณได้
อัตราการไหล เท่ากับ 0.621 m³/min

3. วิธีการตั้งคําระบบเพื่อการทดลอง

การทดลองระบบควบคุมการทำงานของเครื่อง
หยอดสปูลงแม่พิมพ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา
ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการหยอดน้ำสปูลง
แม่พิมพ์ การทดลองนี้ กำหนดขอบเขตน้ำหนักของสปู
ก้อน ขนาด 100 กรัม และแม่พิมพ์ซิลิโคนมีปริมาตร
ช่องละ 103.125 cm³ มีขั้นตอนการปรับตั้งค่าการ
ทำงานของเครื่องหยอดสปูลงแม่พิมพ์ ดังนี้

3.1 เติมน้ำสปู จำนวน 7,000 กรัม คิดเป็น 50%
ของความจุถัง จากนั้นเปิดสวิตช์ ON ให้ระบบเริ่มการ
ทำงาน เมื่อจ่ายไฟฟ้าเครื่องจะทำงาน และชุดความ
ร้อนทำงานทันที เพื่อถ่ายเทความร้อนไปยัง Ball
Valve (หัวจ่าย) ป้องกันไม่ให้หัวจ่ายอุดตัน ระหว่าง
กระบวนการหยอดน้ำสปูลงแม่พิมพ์

3.2 กดสวิตช์เปิด เลือกการทำงานแบบManual
สำหรับการทดลองการหยอดน้ำสปูให้ไหลลงแม่พิมพ์
ขณะสถานะเริ่มทำงาน Servo motor อยู่ในตำแหน่ง
0 องศา เท่ากับ ตำแหน่งปิดวาล์ว เมื่อกดปุ่ม Manual
ระบบจะสั่งให้ Servo motor ทำงานให้หมุนไปที่
ตำแหน่ง 90 องศา เท่ากับ ตำแหน่งเปิดวาล์ว Ball
Valve หมุนเปิดหัวจ่าย A และ B พร้อมกัน ทำให้น้ำ
สปูไหลลงแม่พิมพ์ สำหรับการทดลองปรับตั้งค่า
ระยะเวลาการทำงานของ servo motor ให้เปิดวาล์ว
เพื่อควบคุมการไหลของน้ำสปูลงแม่พิมพ์ มีดังนี้

ตารางที่ 1 ระยะเวลาการทำงานของ Servo motor
เปิด Ball valve หัวจ่าย A และ B

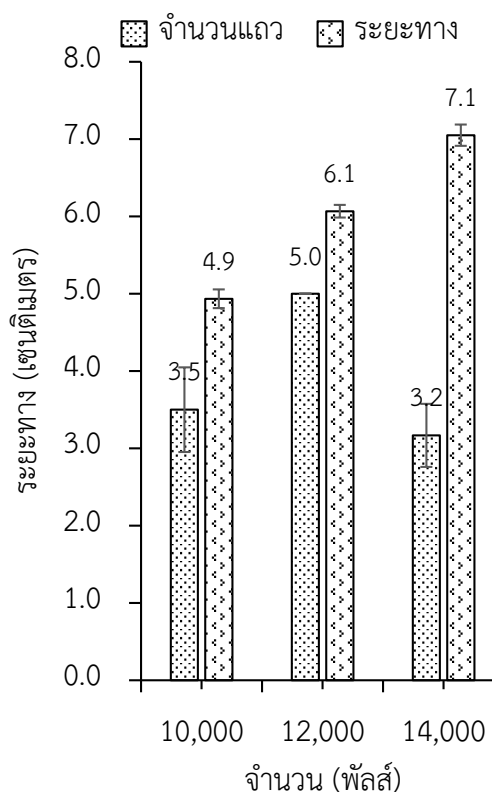
ครั้งที่	ระยะเวลาเปิด (วินาที)	น้ำสบูในช่องแม่พิมพ์	
		หัวจ่าย A	หัวจ่าย B
1	7	ไม่เต็ม	ไม่เต็ม
2	8	ไม่เต็ม	ไม่เต็ม
3	9	ไม่เต็ม	ไม่เต็ม
4	10	พอดี	พอดี
5	11	ปริ่มขอบ	ปริ่มขอบ
6	12	ล้นขอบ	ล้นขอบ

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองปรับตั้งระยะเวลาการทำงานของ Servo motor ให้เปิดบอลวาล์วที่ระยะเวลา 10 วินาที พบว่า สามารถหยอดน้ำสบูเต็มขอบพอดี วางพักไว้ให้น้ำสบูมีอุณหภูมิตกลงในอุณหภูมิห้อง ใช้เวลาประมาณ 40-50 นาที ซึ่งน้ำหนักก้อนสบู ทดสอบซ้ำ จำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 2 ช่อง พบว่า มีน้ำหนักเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 100 กรัม ทุกก้อน

3.3 การปรับตั้งระยะห่างระหว่างแถวของแม่พิมพ์ซิลิโคน เพื่อกำหนดตำแหน่งหยอดน้ำสบูให้ลงในช่องแม่พิมพ์ ด้วยวิธีการปรับตั้งคาบเวลาการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ โดยการป้อนสัญญาณพัลส์เพื่อสั่งการให้สเต็ปมอเตอร์จะทำงานเป็นจังหวะ ซึ่งสเต็ปมอเตอร์จะหมุนเป็นจังหวะตามพัลส์ที่ระบบป้อนเข้าไป แกนของสเต็ปมอเตอร์ติดตั้งเชื่อมติดกับชุดสกรูรางเลื่อนถาดวางแม่พิมพ์ ประกอบด้วย แผ่นวางถาดแม่พิมพ์ และรางเลื่อนสไลด์บอลสกรู โดยถาดเคลื่อนที่เป็นเชิงเส้นในแนวเส้นตรง จึงสามารถกำหนดตำแหน่งที่ต้องการ ให้มอเตอร์หยุดหมุนได้อย่างแม่นยำ

จากรูปที่ 7 เป็นการทดลองป้อนจำนวนพัลส์เพื่อกำหนดระยะห่างระหว่างตำแหน่งของแถวในหยอดน้ำสบูลงแม่พิมพ์ จำนวนพัลส์เริ่มต้นที่ 10,000 พัลส์ ได้ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 5 ซม. หยอดน้ำสบูลงแม่พิมพ์เฉลี่ยได้ 3.5 แถว ปรับจำนวนเพิ่มลด ครั้งละ 2,000 พัลส์ พบว่า จำนวน 12,000 พัลส์ ได้ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 6 ซม. สามารถหยอดน้ำสบูลงแม่พิมพ์ได้เฉลี่ย 5 แถวพอดี ทำการทดลองซ้ำ 3 รอบ

พบว่า ที่จำนวน 12,000 พัลส์ คือระยะห่างระหว่างแถวที่ 6 ซม. เหมาะสมต่อการหยอดน้ำสบูลงแม่พิมพ์

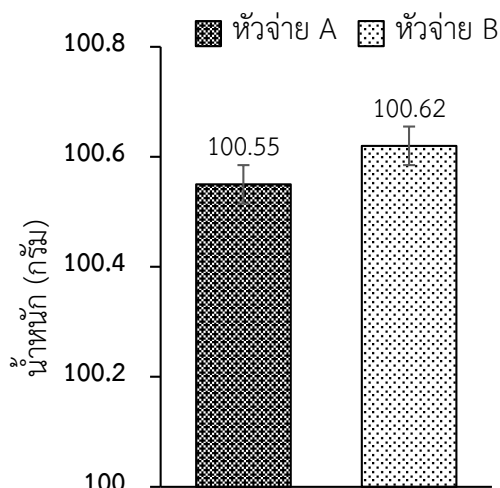


รูปที่ 7 การปรับระยะเวลาการทำงานของสเต็ปมอเตอร์หาระยะตำแหน่งการหยอด

4. ผลการทดลอง

จากผลการทดลองการปรับตั้งค่าการทำงานของระบบควบคุมการทำงานของเครื่องหยอดสบูลงแม่พิมพ์ น้ำสบูจำนวน 7,000 กรัม (50% ของความจุถัง) กำหนดระยะเวลาหยอดน้ำสบูลงแม่พิมพ์ 10 วินาที ระยะห่างระหว่างแถว เท่ากับ 6 ซม. ทดสอบร่วมกับสูตรสบูน้ำผึ้ง จากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนศูนย์การเรียนรู้บ้านห้วยทราย น้ำหนักก้อนละ 100 กรัม และเปรียบเทียบปริมาตรก้อนสบูแต่ละก้อน จากหัวจ่าย A และ B ด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก โดยการทดลองหยอดน้ำสบูลงแม่พิมพ์ด้วยระบบที่พัฒนาขึ้น ตั้งค่าทำงานครั้งละ 1 รอบ รอบละ 10 ก้อน หรือ 1,000 กรัม หยอดจากหัวจ่าย A และ B พร้อมกัน จำนวน 6 รอบ หยอดน้ำสบู 30 ครั้ง ได้ก้อนสบูทั้งสิ้น 60 ก้อน

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมการทำงานของเครื่องหยอดสบู่ลงแม่พิมพ์ พบว่า ระบบควบคุมสามารถสั่งการให้เครื่องทำงานได้อย่างต่อเนื่อง การควบคุมระยะเวลาการหยอดน้ำสบู่ทำได้สม่ำเสมอ ปริมาณน้ำสบู่หยอดเต็มช่องพอดีไม่ล้นเกินขอบ ระบบควบคุมระยะห่างระหว่างแถวมีความแม่นยำทำให้หยอดน้ำสบู่ลงในช่องทุกช่อง จากนั้นวางพักน้ำสบู่ให้อุณหภูมิลดลงที่อุณหภูมิห้อง ใช้เวลาประมาณ 45-50 นาที ทำการชั่งน้ำหนักก้อนสบู่ โดยเรียงลำดับจากการหยอดตั้งแต่ ครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 30 พบว่า น้ำหนักก้อนสบู่ มีค่าไม่น้อยกว่า 100 กรัม ทุกก้อน นำค่าน้ำหนักที่ได้มาวิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำหนักก้อนสบู่หลังใช้ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องหยอดสบู่ลงแม่พิมพ์ จากหัวจ่าย A และ B



รูปที่ 8 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เครื่องหยอดสบู่หยอดลงแม่พิมพ์ จากหัวจ่าย A และ B

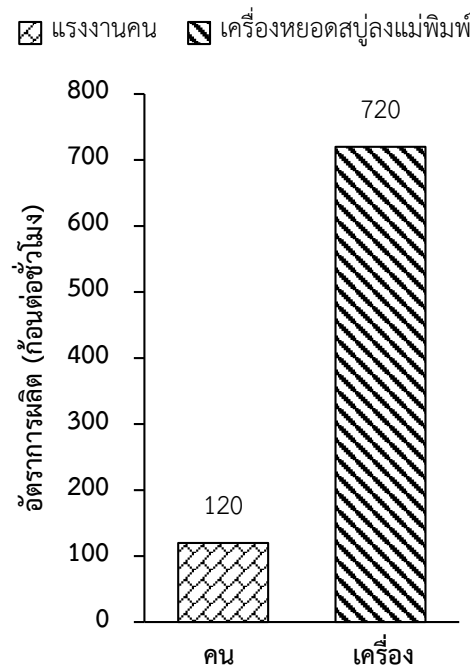
จากการทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมการทำงานของเครื่องหยอดสบู่ลงแม่พิมพ์ เลือกแบบอัตโนมัติ ทดลองหยอดน้ำสบู่ลงในแม่พิมพ์ เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างหัวจ่าย A และ B ดังนี้ หัวจ่าย A น้ำหนักเฉลี่ย 100.55 กรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.140 มากกว่าน้ำหนักที่ต้องการ 0.55 กรัม และหัวจ่าย B น้ำหนักเฉลี่ย 100.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.129 มากกว่าน้ำหนักที่ต้องการ 0.62 กรัม และผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความ

แตกต่างของปริมาตรก้อนสบู่ จากหัวจ่าย A และ หัวจ่าย B มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 0.07 กรัม ซึ่งขณะหยอดน้ำสบู่ เนื้อสบู่มีลักษณะเหลวข้นและมีอุณหภูมิสูง เมื่อสบู่เย็นตัวลงมีผลให้น้ำหนักก้อนสบู่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากการชั่งน้ำหนักของก้อนสบู่ มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 100 กรัม ทุกก้อน แต่ไม่เกินปริมาณที่กลุ่มสามารถรับได้ ดังรูปที่ 8 เนื่องจากในส่วนผสมของสูตรสบู่ น้ำผึ้งของกลุ่มฯ มีการเติมน้ำผึ้งและน้ำหอมเพิ่มเข้าไป จึงทำให้ปริมาณของน้ำสบู่โดยรวมเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 1

การคำนวณหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องหยอดสบู่ลงแม่พิมพ์ หลังจากนำเครื่องไปใช้งานสามารถคำนวณได้ ดังนี้

การทำงานโดยใช้แรงงานคนหยอดสบู่ลงแม่พิมพ์ หยอดน้ำสบู่ใช้เวลา 30-40 วินาที (30 วินาที) ได้ครั้งละ 1 ก้อน คำนวณที่ 1 นาที จะได้ 2 ก้อน/นาที และ 120 ก้อนต่อชั่วโมง

เครื่องหยอดน้ำสบู่ลงแม่พิมพ์ ใช้เวลาหยอดน้ำสบู่ 10 วินาที ได้ครั้งละ 2 ก้อน คิดที่ เวลา 1 นาที สามารถหยอดได้ 12 ก้อนต่อนาที และ 720 ก้อนต่อชั่วโมง ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 เปรียบเทียบอัตราการผลิตสบู่ก้อนจากการหยอดสบู่ด้วยเครื่องกับแรงงานคนหยอด

5. สรุปผล

ระบบควบคุมเครื่องหยอดสบู่งามแม่พิมพ์ ตั้งระยะเวลาควบคุมการเปิดวาล์วหัวจ่ายที่ 10 วินาที และกำหนดตำแหน่งระยะห่างระหว่างแถว เท่ากับ 6 ซม. ทดสอบหยอดน้ำสบู่งามแม่พิมพ์ ครั้งละ 2 หัวจ่าย (หัวจ่าย A และ B) จำนวน 6 รอบ จำนวน 30 ครั้ง พบว่า ลักษณะการหยอดของน้ำสบู่งามแม่พิมพ์ หยอดได้คงที่และสม่ำเสมอ โดยที่หัวจ่าย A ได้น้ำหนักเฉลี่ย 100.55 กรัม และหัวจ่าย B ได้น้ำหนักเฉลี่ย 100.62 กรัม ซึ่งไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนด คือ 100 กรัม หลังจากใช้งานเครื่องหยอดสบู่งามแม่พิมพ์ ประสิทธิภาพการหยอดสบู่งามแม่พิมพ์ จากเดิม 120 ก้อนต่อชั่วโมง เพิ่มขึ้นเป็น 720 ก้อนต่อชั่วโมง ดังนั้น ถ้าใช้เครื่องหยอดสบู่งามแม่พิมพ์ สามารถหยอดสบู่งามแม่พิมพ์ภายใน 1 ชั่วโมง ได้เพิ่มขึ้น 6 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคนหยอด

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการจัดตั้งกองบริการวิชาการพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีที่สนับสนุนงบประมาณ และสมาชิกวิสาหกิจชุมชนศูนย์เรียนรู้บ้านห้วยทราย หมู่ที่ 3 ตำบลทรัพย์ทวี อำเภอบ้านนาเดิม จังหวัดสุราษฎร์ธานี สนับสนุนด้านบุคลากร อุปกรณ์ และสถานที่ในการทดลอง

7. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] Sriboonrueng B. Design and fabrication the forming corn soap machine Department of Technology and Processing Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, and Technology. Rajamangala University of Technology Thanyaburi. 2005 (in Thai)

[2] Jaikham N, Kamboon A, Sirirak W, Lausak P, Khuntal J, Kanweewong N, Jaikantha U. The design and development packing machine for increase packing process efficiency of nam ngiao chili. Journal of Technology Research Rajamangala University of Technology Lanna. 2019;3(1):68-76. (in Thai)

[3] Piamkaew P, Phadungruangkij A, Ruttanon K, Oungthong, Sripradit A. Design and to develop of semi-automatic the fermented fish sauce filling machine. Journal of Thonburi University (Science and Technology). 2020;4(1):25-43 (in Thai)

[4] Ruangraksa C, Sanposh P. Design of automatic soup filling machine. Srinakharinwirot University Engineering Journal. 2023;18(1):17-30. (in Thai)

[5] Boonchouytan W, Development of machine palmyra palm sugar automatic system. Rajamangala University of Technology Srivijaya. 2017. (in Thai)

[6] Boopa D. Microcontroller Arduino. Technology promotion association (Thailand-Japan). 2563;240.

[7] Glycerin. [Internet]. Bangkok, Bangchak Biofuel 2023 [cited 2023 May 20] ; Available from: <http://www.bangchakbiofuel.co.th/products/glycine>