Received: Apr 8, 2020 **Revised:** May 7, 2020 **Accepted:** May 11, 2020

การออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ
DESIGN AND TO DEVELOP OF A SEMI-AUTOMATIC THE FERMENTED FISH SAUCE FILLING MACHINE

ปวรุตม์ เปี่ยมแก้ว[1] อกนิษฐ์ ผดุงเรืองกิจ[2] กรณัฐ รัตนนท์[3] เมธา อึ่งทอง[4] และ อภิชาติ ศรีประดิษฐ์[5]
[1,2,3,4,5]สาขาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
Pawarut Piamkaew[1], Aganit Phadungruangkij[2], Koranut Ruttanon[3], Metha Oungthong[4] and Apichat Sripradit[5]
[1,2,3,4,5]Production and Industrial Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok
E-mail: s5902012610083@email.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมมีนโยบายเพิ่มการผลิต โดยการนำนวัตกรรมที่มีความทันสมัยมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้สินค้ามีคุณภาพ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบควบคุมอัตราการไหลของน้ำปลาร้าจากเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ ให้มีปริมาตรในการบรรจุที่แม่นยำ ทำให้ขบวนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีขนาดความกว้างของเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ 420 มิลลิเมตร ยาว 840 มิลลิเมตร และสูง 1,100 มิลลิเมตร สามารถบรรจุได้ครั้งละ 2 หัว อัตราการไหลของหัวจ่าย A และหัวจ่าย B มีค่าเท่ากับ 1.92 m^3 / min ซึ่งงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการใช้บรรจุภัณฑ์ 3 ขนาด มีปริมาตรบรรจุน้ำปลาร้า 330 มิลลิลิตร เหลือคอขวด 20 มิลลิลิตร มีปริมาตรบรรจุน้ำปลาร้า 430 มิลลิลิตร เหลือคอขวด 20 มิลลิลิตร และมีปริมาตรบรรจุน้ำปลาร้า 530 มิลลิลิตร เหลือคอขวด 20 มิลลิลิตร ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยในด้านการจัดเก็บสินค้าและคงคุณภาพของสินค้าไว้ จากการวิจัยพบว่าเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติสามารถทำให้การบรรจุน้ำปลาร้ามีความสะดวกและรวดเร็ว น้ำปลาร้าที่ได้จากการบรรจุผลิตภัณฑ์มีปริมาตรในการบรรจุที่แม่นยำ ซึ่งปริมาตรเฉลี่ยของน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A เท่ากับ 330.34 มิลลิลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 และปริมาตรเฉลี่ยของน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย B เท่ากับ 330.77 มิลลิลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 ปริมาตรเฉลี่ยของน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A เท่ากับ 430.64 มิลลิลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.86 และปริมาตรเฉลี่ยของน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย B เท่ากับ 430.81 มิลลิลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.04 และปริมาตรเฉลี่ยของน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A เท่ากับ 530.25 มิลลิลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.88 และปริมาตรเฉลี่ยของน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย B เท่ากับ 530.72 มิลลิลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.00

คำสำคัญ: เครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ ระบบนิวเมติกส์ หัวจ่ายน้ำปลาร้า

Abstract

This research has been conducted in order to design and to develop a semi-automatic the fermented fish sauce filling machine due to the consideration that nowadays, the industrial plants have their policy to enhance the production capacity. Therefore, the modern innovations have been brought for the use in production activities in order to achieve the quality and standardised products. Therefore, this research aims to design a flow rate control system of fermented fish sauce from a semi-automatic the fermented fish sauce filling machine that provides accurate filling volume in order to maximise the efficiency of production process with the width of 420 mm, the length of 840 mm, and the height of

1,100 mm high. The semi-automatic the fermented fish sauce filling machine is able to perform each filling activity with two the fermented fish sauce diffusers with the speed of A and B diffuser in a total of 1.92 m^3 / min .In this research, the researcher has specified the scope of the use of the packaging in 3 sizes with a capacity of 330 ml of fermented fish sauce left 20 ml empty for the bottle's neck of the bottle, with a capacity of 430 ml of fermented fish sauce left 20 ml empty for the bottle's neck of the bottle, and with a capacity of 530 ml of fermented fish sauce left 20 ml empty for the bottle's neck of the bottle for the purposes of product storage safety and product quality. From the research, it was found that a semi-automatic the fermented fish sauce filling machines could make a filling of fermented fish sauce become more convenient and fast. The fermented fish sauce received from each filling has an accurate volume. The mean value of the volume of from. A dispenser is equal to 330.34 ml. The standard deviation is 0.61 and the average volume of the fermented fish sauce from B diffuser is 330.77 ml with the standard deviation of 0.61. The average volume of fermented fish sauce from A diffuser is equal to 430. 64 ml with standard deviation of 0.86 and the average volume of the fermented fish sauce of B diffuser is equal to 430.81 ml with the standard deviation of 1.04. The average volume of the fermented fish sauce from A diffuser is 530.25 ml with standard deviation equal was 0.88, and the average volume of the fermented fish sauce from B diffuser is 530.72 ml with the standard deviation equal was 1.00

Keywords: Semi-automatic the fermented fish sauce filling machine, Pneumatic system, The fermented fish sauce diffuser

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้ภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น เช่น น้ำอัดลม น้ำเปล่า และน้ำปลาร้า เป็นต้น เนื่องจากผู้บริโภคอุปโภคมีความต้องการที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้โรงงานอุตสาหกรรมนั้นมีนโยบายเพิ่มการผลิตและมีการเพิ่มพนักงานให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคอุปโภค จึงส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น สาเหตุนี้ทำให้ในอุตสาหกรรมมีการคิดค้นเครื่องอำนวยความสะดวกให้กับส่วนต่าง ๆ หรือแผนกต่าง ๆ ให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและความรวดเร็วในสายการผลิตหรือสายอื่น ๆ (ปณต และคณะ, 2562) เพื่อปรับเปลี่ยนการทำงานที่ซับซ้อนให้ง่ายขึ้น โดยการนำนวัตกรรมที่มีความทันสมัยมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้สินค้ามีคุณภาพและได้มาตรฐานตามที่กำหนด โดยระบบนิวเมติกส์ก็เป็นอีกระบบหนึ่งที่วงการอุตสาหกรรมในประเทศไทยเรานำมาช่วยในการเพิ่มมูลค่าให้กับขั้นตอนการผลิต เนื่องจากระบบนิวเมติกส์มีข้อดีอยู่หลายประการ ยกตัวอย่างเช่น อุปกรณ์โดยรวมนั้นมีราคาถูก ติดตั้งเพื่อใช้งานง่าย ซ่อมแซมได้สะดวกหากเกิดกรณีที่อุปกรณ์แต่ละตัวชำรุด อีกทั้งในเรื่องของการบำรุงรักษาอุปกรณ์นิวเมติกส์นั้น สามารถที่จะดูแลบำรุงรักษาได้ง่ายเมื่อเทียบกับอุปกรณ์อื่น ๆ ระบบนิวเมติกส์นั้น ส่วนใหญ่จะทำงานในพื้นฐานเกี่ยวกับลมและอากาศที่มีแรงดันสูง อุปกรณ์ส่วนใหญ่ที่อยู่ในระบบนิวเมติกส์ บางตัวมีความต้องการในการใช้แรงดันอากาศสูงเพื่อใช้กระตุ้นให้ทำงาน บางตัวจะใช้แรงดันอากาศเพียงเล็กน้อยเท่านั้น หรือบางตัวอาจจะทำหน้าที่ควบคุมแรงดันอากาศให้กับอุปกรณ์ตัวอื่น ๆ ให้สามารถทำงานได้ตามมาตรฐานของอุปกรณ์นั้น ๆ ซึ่งความสำคัญของอุปกรณ์หรือระบบนิวเมติกส์ก็คือ ลมอัดหรือแรงดันอากาศสูง (Morothai, 2561)

องค์กรอุตสาหกรรมจึงต้องพยายามหาวิธีการเพิ่มผลผลิตในทุกวิถีทางเพื่อที่จะใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการที่จะทำให้การผลิตสินค้าเพียงพอกับความต้องการของลูกค้า โดยพยายามให้เกิดการสูญเสียน้อยที่สุดหรือไม่มีการสูญเสียใด ๆ เลยในกระบวนการผลิต ซึ่งก็จะเป็นการประหยัดทรัพยากรที่มีให้ใช้ได้อย่างคุ้มค่า (วิทยา และคณะ, 2563) ยังสอดคล้องกับ (คธาวุธ และคณะ, 2547) กล่าวว่ากระบวนการทำงานของสายงานการผลิตเกี่ยวกับการบรรจุผลิตภัณฑ์ของของเหลว พบว่า พนักงานใช้เวลานานในการบรรจุของเหลว มีการตกตะกอนของของเหลว ปริมาตรของของเหลวไม่เท่ากันทุกขวด ซึ่งทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมปริมาตร เนื่องจากขาดเครื่องมือควบคุมการบรรจุที่ได้มาตรฐาน ซึ่งการวิจัยควรแก้ไขปัญหาดังกล่าวและประเมินผลการแก้ไข

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ โดยการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ เพื่อออกแบบระบบควบคุมอัตราการไหลของน้ำปลาร้าจากเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ ให้มีปริมาตรในการบรรจุที่แม่นยำและมีปริมาตรสุทธิการบรรจุอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจะสามารถลดปัญหาต่าง ๆ ในกรรมวิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมขนาดย่อมได้ รวมไปถึงการพัฒนาเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติให้สามารถประยุกต์ใช้กับน้ำปลาร้าที่มีความหนืดใกล้เคียงกับน้ำได้ ได้แก่ น้ำปลาร้า

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ

ขอบเขตของงานวิจัย

1. เครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ โดยมีขนาดของเครื่องกว้าง 420 มิลลิเมตร ยาว 840 มิลลิเมตร และสูง 1,100 มิลลิเมตร สามารถบรรจุได้ครั้งละ 2 หัวบรรจุ ด้วยความเร็ว 13.60 วินาที ต่อน้ำปลาร้าปริมาตร 550 มิลลิลิตร ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ โครงเครื่องสแตนเลส ชุดหัวบรรจุ 2 หัว นิวเมติกส์
2. บรรจุน้ำปลาร้าลงภาชนะได้ครั้งละ 2 หัวบรรจุ
3. ควบคุมปริมาตรในการบรรจุผลิตภัณฑ์ลงในบรรจุภัณฑ์ขนาด 350 มิลลิลิตร 450 มิลลิลิตร และ 550 มิลลิลิตร
4. ระบบนิวเมติกส์
5. ใบพัดป้องกันการตกตะกอน
6. ถังบรรจุน้ำปลาร้า

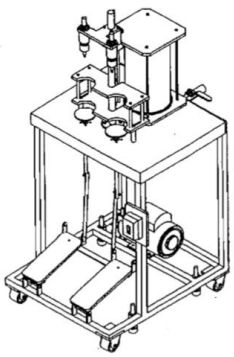
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ สามารถป้องกันการตกตะกอนภายในถังได้
2. การทำงานของเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติสามารถบรรจุผลิตภัณฑ์ได้ 350 มิลลิลิตร 450 มิลลิลิตร และ 550 มิลลิลิตร โดยน้ำปลาร้าที่ได้จากการบรรจุมีปริมาตรเท่ากันทุกขวด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(คธาวุธ และคณะ, 2547) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุของเหลวโดยปั๊มสุญญากาศ โดยการนำปั๊มสุญญากาศมาประยุกต์ใช้กับหัวบรรจุสำหรับสุญญากาศ เพื่อช่วยให้การบรรจุของเหลวมีความเที่ยงตรงและทำให้การบรรจุของเหลวมีความเป็นอัตโนมัติมากขึ้น ผลที่ได้คือการบรรจุของเหลวมีความสะดวกรวดเร็ว และสามารถลดปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากการบรรจุของเหลวลงภาชนะได้ดี เครื่องบรรจุของเหลวโดยปั๊มสุญญากาศ แสดงดังภาพที่ 1

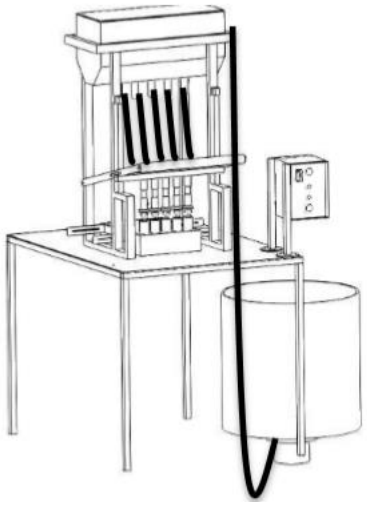


ภาพที่ 1 เครื่องบรรจุของเหลวโดยปั๊มสุญญากาศ (คธาวุธ และคณะ, 2547)

(อิทธิพล, 2556) ได้สร้างและศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่อง การควบคุมระบบบรรจุของเหลวอัตโนมัติ ด้วย พีแอลซี เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนในการเรียนทดลอง ซึ่งมีการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการทดสอบค่า t-test และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนด้วยค่า E_1/E_2 ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองการควบคุมระบบบรรจุของเหลวอัตโนมัติด้วยพีแอลซี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

(ผดุงศิลป์ และคณะ, 2561) ได้ทำการวิจัยการปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิต โดยใช้ระบบลูกกลิ้ง ตามแรงโน้มถ่วง เนื่องจากปัจจุบันอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีการแข่งขันที่สูงขึ้น การบริการและเทคโนโลยีการผลิตจึงให้ความสำคัญในเรื่องของคุณภาพมากที่สุด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการผลิตแผ่นวงจรแบบยืดหยุ่นโดยใช้หลักการ ECRS และออกแบบลูกกลิ้งลำเลียงตามแรงโน้มถ่วง โดยการนำเครื่องจักรและระบบอัตโนมัติมาใช้แทนแรงงานคน ผลการวิจัยพบว่าการออกแบบและสร้างเครื่องมีความเหมาะสม สามารถคืนทุนได้ภายใน 4.5 เดือน และสามารถเพิ่มผลิตภาพจาก 0.23 เป็น 0.46 (แผ่น/บาท)

(รุ่งเพชร, 2557) ได้ทำการวิจัยการเพิ่มผลผลิตภาพในกระบวนการผลิต การบรรจุน้ำนมข้าวโพด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลิตภาพในการบรรจุน้ำนมข้าวโพดไม่น้อยกว่า 50% ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุน้ำนมข้าวโพดกึ่งอัตโนมัติ แบบ 5 หัวบรรจุ เพื่อช่วยในการปฏิบัติงาน จากผลการทดสอบพบว่าเครื่องบรรจุน้ำนมข้าวโพดสามารถลดเวลาในการบรรจุได้ 83.62%



ภาพที่ 2 เครื่องบรรจุน้ำนมข้าวโพด (รุ่งเพชร, 2557)

(คธาวุธ และคณะ, 2547) ข้อดี คือ เครื่องบรรจุของเหลวโดยปั๊มสุญญากาศมีความสามารถในการบรรจุของเหลวประเภทน้ำได้ดี ไม่เกิดฟองขณะบรรจุ และได้ปริมาตรเท่ากันทุกขวด

ข้อเสีย คือ เครื่องบรรจุของเหลวโดยปั๊มสุญญากาศยังใช้บรรจุของเหลวที่มีความหนืดมากๆ ยังไม่ได้ ควรมีการนำเอากลไกหรือระบบอื่น ๆ มาประยุกต์ใช้

(อิทธิพล, 2556) ข้อดี คือ ชุดทดลองเรื่องการควบคุมการบรรจุของเหลวอัตโนมัติด้วย พีแอลซี ส่งผลให้ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสีย คือ ชุดทดลองยังไม่ครอบคลุมกับเนื้อหาของรายวิชา และการใช้งานยังต้องใช้สายแจ๊คเสียบ ควรมีการพัฒนาชุดทดลองในแต่ละรายวิชาให้ครบทุกหน่วย และชุดทดลองควรใกล้เคียงกับเครื่องจักรในอุตสาหกรรม โดยมีการทำงานที่มีการเดินสายไฟจริง ๆ ไม่ใช่แบบสายแจ็คเสียบ

(อิทธิพล, 2556) ข้อดี คือ การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิต โดยการออกแบบโครงสร้างสำหรับการขนย้ายอุปกรณ์ฟิกเจอร์ สามารถลดความเมื่อยล้าจากการขนย้าย เวลารอคอย และสามารถลดต้นทุนการผลิตได้

ข้อเสีย คือ งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบโครงสร้างให้ใช้สำหรับขนย้ายอุปกรณ์ฟิกเจอร์เพียงอย่างเดียว ควรนำไปใช้ในการออกแบบระบบลูกกลิ้งตามแรงโน้มถ่วงเพื่อใช้ในการลำเลียงสายการผลิตอื่น ๆ หรือใช้ในการขนย้ายชิ้นงานประเภทอื่นๆ

(รุ่งเพชร, 2557) ข้อดี คือ เครื่องบรรจุน้ำนมข้าวโพด 5 หัวบรรจุ กึ่งอัตโนมัติ มีกระบวนการผลิตที่ง่ายและสามารถลดระยะเวลาในการบรรจุได้

ข้อเสีย คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหนียวข้นสูงจะทำให้การบรรจุทำได้ยากกว่า จึงจำเป็นต้องออกแบบเครื่องจักรบรรจุโดยคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นๆ ด้วย เช่น อุณหภูมิในการบรรจุ การทำปฏิกิริยากับอากาศ เป็นต้น

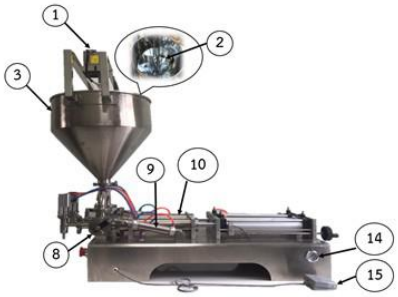
จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดทางเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุของเหลวกึ่งอัตโนมัติ โดยการนำหลักการทางวิศวกรรมที่สอดคล้องกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุของเหลวมาใช้ในการศึกษา เพื่อออกแบบระบบควบคุมอัตราการไหลของของเหลวจากเครื่องบรรจุของเหลวกึ่งอัตโนมัติด้วยระบบนิวเมติกส์ ให้มีปริมาตรในการบรรจุที่แม่นยำ ทำให้ขบวนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และเพิ่มผลผลิตจากการนำเทคโนโลยีที่มีความทันสมัยมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้สินค้ามีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้น

ขั้นตอนในการวิจัย

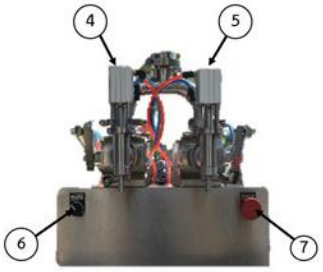
1. ระบบควบคุมของเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ

1.1 ส่วนประกอบของเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ มีอุปกรณ์ทั้งหมด 18 ชิ้นส่วนหลักที่สำคัญต่อการควบคุมระบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) มอเตอร์ 40W
2) ใบพัด
3) ถังบรรจุน้ำปลาร้า
4) หัวจ่าย (A)
5) หัวจ่าย (B)
6) สวิตช์ auto/manual
7) สวิตช์ เปิด-ปิด เครื่อง
8) วาล์ว 3 ทิศทาง
9) กระบอกลมขนาดเล็ก
10) กระบอกสูบ
11) กระบอกลม (A)
12) กระบอกลม (B)
13) ตัวปรับระยะของกระบอกสูบลม
14) เกจวัดแรงดัน
15) ปุ่มกดให้เครื่องทำงาน
16) โซลินอยด์วาล์ว (A)
17) โซลินอยด์วาล์ว (B)
18) ชุดกรองลมดักน้ำ



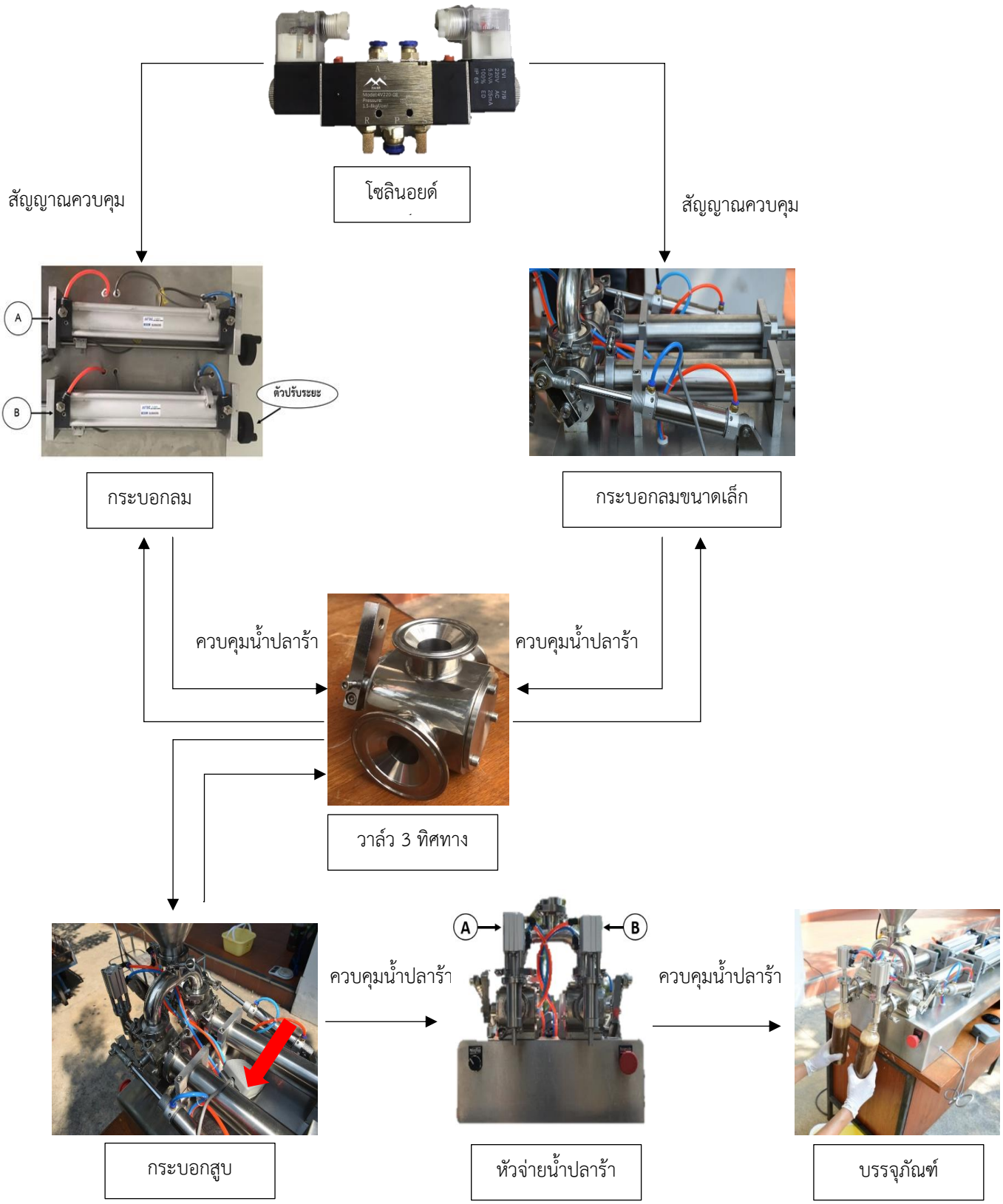
ภาพที่ 3 ด้านข้างของเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)



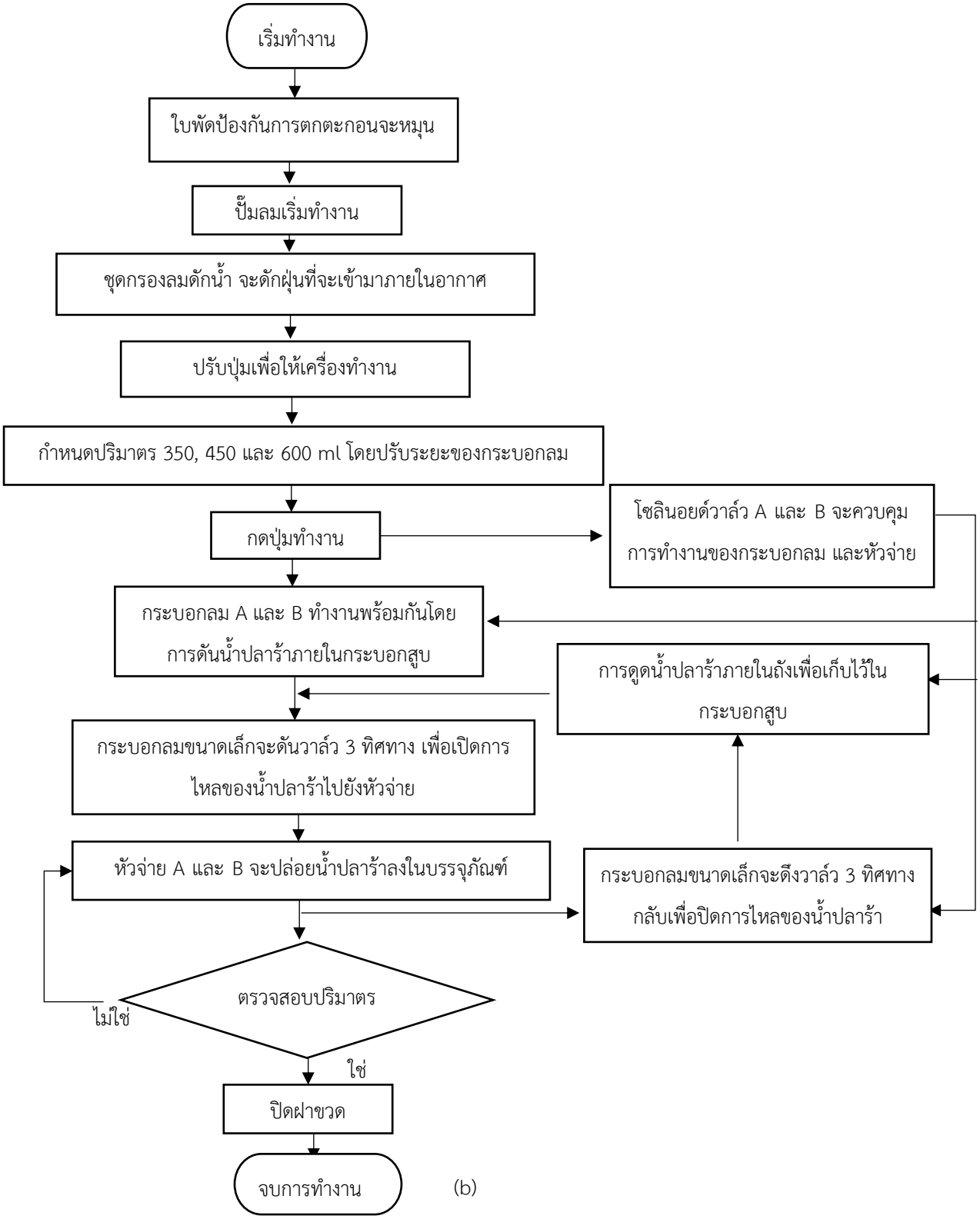
ภาพที่ 4 ด้านหน้าของเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)

ภาพที่ 5 ด้านบนของเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)

ภาพที่ 6 ใต้เครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)


โซลินอยด์
สัญญาณควบคุม
สัญญาณควบคุม
A
B
ตัวปรับระยะ
กระบอกลม
กระบอกลมขนาดเล็ก
ควบคุมน้ำปลาร้า
ควบคุมน้ำปลาร้า
วาล์ว 3 ทิศทาง
ควบคุมน้ำปลาร้า
ควบคุมน้ำปลาร้า
A
B
กระบอกสูบ
หัวจ่ายน้ำปลาร้า
บรรจุภัณฑ์

(a)



ภาพที่ 7 (a) แสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ (b) โครงสร้างและอุปกรณ์ต่าง ๆ และระบบควบคุม ของเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)

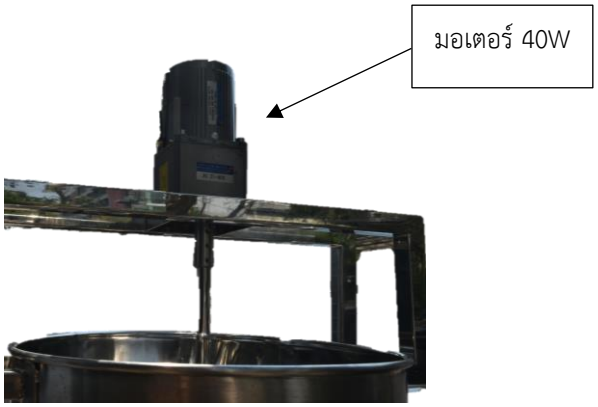
1.2 ระบบควบคุมไฟฟ้า จะประกอบไปด้วย 1) สวิตช์ เปิด-ปิด 2) สวิตช์ปรับ auto/manual 3) โซลินอยด์วาล์ว 4) มอเตอร์เกียร์ 40W ซึ่งอุปกรณ์แต่ละส่วนมีหน้าที่ดังนี้

1) จากภาพที่ 4 หมายเลขที่ 7 สวิตช์ เปิด-ปิด เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าภายในวงจร ทำหน้าที่ เปิด-ปิด กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าสู่ภายในวงจรไฟฟ้าของเครื่องบรรจุน้ำปลาร้า

2) จากภาพที่ 4 หมายเลขที่ 6 สวิตช์ auto/manual หลักการทำงานของปุ่ม จะใช้ในการปรับ auto/manual เมื่อผู้ใช้งานปรับระบบ auto กระบอกสูบจะทำงานโดยที่ไม่หยุดพัก ทำงานไปครบวงจรและกลับมาทำซ้ำ และเมื่อปรับระบบ manual จะต้องใช้ปุ่มกดสั่งการทำงานของเครื่อง เพื่อสั่งงานให้กระบอกสูบจะทำงานจนครบวงจรและจะหยุดทำงาน

3) จากภาพที่ 6 หมายเลขที่ 16-17 โซลินอยด์วาล์ว หลักการทำงานวาล์วควบคุมทิศทางลมโดยใช้คอยล์ไฟฟ้าสั่งการร่วมกับสปริงหรือคอยล์ไฟฟ้าอีกตัวเมื่อต้องการให้วาล์วอยู่อีกตำแหน่ง โซลินอยด์วาล์ว ประกอบด้วย แม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับทำหน้าที่ เปิด-ปิด วาล์วเมื่อเปิดและปิดสวิตช์ เมื่อกระแสไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะดูดเดือยวาล์วเพื่อเปิดวาล์ว และเมื่อปิดสวิทช์ตัดกระแสไฟฟ้าเดือยวาล์วจะกลับไปสู่ตำแหน่งเดิม อุปกรณ์ชิ้นนี้อยู่ใต้เครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ

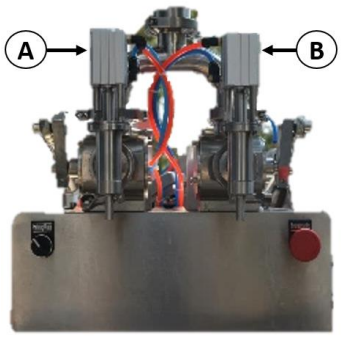
4) จากภาพที่ 8 มอเตอร์ 40W 90-1400 rpm หลักการทำงาน ใช้สำหรับควบคุมรอบการทำงานของการเคลื่อนที่วัตถุ คือ ใบพัดป้องกันการตกตะกอน โดยอาศัยหลักการทำงานจากมอเตอร์แปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลทำให้วัตถุสามารถเคลื่อนที่ได้และสามารถปรับความเร็วของมอเตอร์ได้ โดยใช้สวิตช์ควบคุมความเร็ว



ภาพที่ 8 มอเตอร์ 40W (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)

1.3 ระบบควบคุมอัตราการไหลของหัวจ่ายน้ำปลาร้า ประกอบไปด้วย 1) หัวจ่ายน้ำปลาร้า 2) กระบอกลม ซึ่งแต่ละส่วนมีหน้าที่ดังนี้

1) จากภาพที่ 9 หัวจ่าย A และหัวจ่าย B จะควบคุมอัตราการไหลของน้ำปลาร้า โดยจะทำงานพร้อมกับกระบอกลมจากด้านหลังของหัวจ่ายแต่ละข้าง ขณะที่หัวจ่าย A และหัวจ่าย B จะปล่อยน้ำปลาร้า ลูกสูบภายในหัวจ่ายจะทำหน้าที่ในการดันน้ำปลาร้าให้ออกจากหัวจ่าย



ภาพที่ 9 หัวจ่าย A และหัวจ่าย B (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)

2) จากภาพที่ 10 กระบอกลม เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในงานระบบเปลี่ยนแรงดันลมให้เป็นพลังงานกล โดยที่กระบอกลม A จะควบคุมหัวจ่าย A และกระบอกลม B จะควบคุมหัวจ่าย B เมื่อน้ำปลาร้าไหลผ่านกระบอกสูบไปยังหัวจ่าย A และหัวจ่าย B จะสามารถปล่อยน้ำปลาร้าลงบรรจุภัณฑ์ อุปกรณ์ตัวนี้สามารถปรับระยะของกระบอกลมได้เพื่อให้การไหลของน้ำปลาร้าได้ปริมาตรที่แน่นอนโดยการใช้การหมุนส่วนท้ายของกระบอกลม

ภาพที่ 10 กระบอกลม (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)

1.4 ระบบป้องกันการตกตะกอน โดยใช้ใบพัดป้องกันการตกตะกอน

1) จากภาพที่ 11 ใบพัดป้องกันการตกตะกอน หลักการทำงานโดยใบพัดที่ต่อกับมอเตอร์จะหมุนเพื่อทำให้น้ำปลาร้าไม่เกิดการตกตะกอนภายในถัง และทำให้เศษที่ตกตะกอนไม่ติดหรืออุดตันภายในหัวจ่าย A และหัวจ่าย B

ภาพที่ 11 ใบพัดป้องกันการตกตะกอน (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)

2. คำนวณอัตราการไหลของหัวจ่าย A และหัวจ่าย B

การทดลองหาค่า density มีวิธีการหามวลโดยการชั่งน้ำหนักของน้ำปลาร้าจากขนาดขวดบรรจุภัณฑ์ 350 cm^3 ซึ่งได้มวลของน้ำปลาร้าเท่ากับ 417 g ซึ่งหาจากการชั่งน้ำหนัก จากนั้นคำนวณหาค่า density จากสมการ

$$\rho = \frac{m}{V}$$

เมื่อ ρ แทน ความหนาแน่นของน้ำปลาร้า (g / cm^3)
m แทน มวลของน้ำปลาร้า (g)
V แทน ปริมาตรของขวดบรรจุภัณฑ์ขนาด 350 (cm^3)

$$\rho = \frac{417}{350} \approx 1.19 \ g / cm^3$$

ดังนั้น จะได้ค่า density เท่ากับ 1.19 $g / cm^3 \approx 1.2 \ g / cm^3$

จากค่า density สามารถนำไปหาปริมาตรของน้ำปลาร้าได้ โดยการนำมวลของน้ำปลาร้าจากขวดบรรจุภัณฑ์แต่ละขนาดมาหารกับค่าความหนาแน่นของน้ำปลาร้า ซึ่งขวดบรรจุภัณฑ์ขนาด 350 มิลลิลิตร มีปริมาตรบรรจุ 330 cm^3 ขวดบรรจุภัณฑ์ขนาด 450 มิลลิลิตร มีปริมาตรบรรจุ 430 cm^3 และขวดบรรจุภัณฑ์ขนาด 550 มิลลิลิตร มีปริมาตรบรรจุ 530 cm^3 ทั้งนี้ไม่สามารถบรรจุน้ำปลาร้าได้เต็มขวด เนื่องจากการบรรจุน้ำปลาร้าจะต้องทิ้งช่องว่างสำหรับคอขวดไว้ 5.71% เพื่อความปลอดภัยในด้านการจัดเก็บสินค้าและคงคุณภาพของสินค้าไว้

$$V = \frac{m}{\rho}$$

เมื่อ V แทน ปริมาตรของน้ำปลาร้า (cm^3)
m แทน มวลของน้ำปลาร้า (g)
ρ แทน ความหนาแน่นของน้ำปลาร้า (g / cm^3)

1. การหาปริมาตรของบรรจุภัณฑ์ขนาด 350 มิลลิลิตร $V = \frac{330}{1.2} = 275.00 \ cm^3$
2. การหาปริมาตรของบรรจุภัณฑ์ขนาด 450 มิลลิลิตร $V = \frac{430}{1.2} = 358.33 \ cm^3$
3. การหาปริมาตรของบรรจุภัณฑ์ขนาด 550 มิลลิลิตร $V = \frac{530}{1.2} = 441.67 \ cm^3$

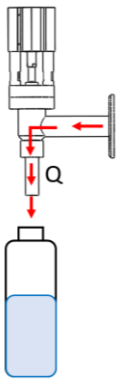
การทำงานขณะน้ำปลาร้าผ่านหัวจ่าย A และหัวจ่าย B โดยกระบอกลมทำงานพร้อมกับหัวจ่าย จะดันลูกสูบภายในกระบอกสูบเพื่อให้น้ำปลาร้าไหลไปยังวาล์ว 3 ทิศทาง ในขณะนั้นกระบอกลมขนาดเล็กจะทำให้วาล์ว 3 ทิศทางเปิด ทำให้น้ำปลาร้าในกระบอกสูบไหลผ่านไปยังหัวจ่าย A และหัวจ่าย B เพื่อปล่อยน้ำปลาร้าลงในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งเวลาในการบรรจุน้ำปลาร้ามีค่าเท่ากับ 8.77 วินาที ต่อปริมาตร 275 cm^3 11.14 วินาที ต่อน้ำปลาร้าปริมาตร 358.33 cm^3 และ 13.60 วินาที ต่อน้ำปลาร้าปริมาตร 441.67 cm^3 โดยเวลาหน่วยเป็น วินาที (s) จะแปลงหน่วยเป็นนาที (min) ด้วยวิธีการนำ 60 วินาที ไปหาร ซึ่งอัตราการไหลของน้ำปลาร้าสามารถคำนวณได้จาก

$$Q = \frac{V}{t}$$

เมื่อ Q แทน อัตราการไหลของปริมาตร (m^3 / min)
V แทน ปริมาตรของน้ำปลาร้า (cm^3)
t แทน เวลาในการบรรจุ (min)

1. บรรจุภัณฑ์ขนาด 350 ml มีอัตราการไหล = $\frac{275.00 \times 10^{-6}}{8.77 \div 60} = 1.88\ m^3 / min$
2. บรรจุภัณฑ์ขนาด 450 ml มีอัตราการไหล = $\frac{358.33 \times 10^{-6}}{11.14 \div 60} = 1.93\ m^3 / min$
3. บรรจุภัณฑ์ขนาด 550 ml มีอัตราการไหล = $\frac{441.67 \times 10^{-6}}{13.60 \div 60} = 1.95\ m^3 / min$

ดังนั้น อัตราการไหลของหัวจ่าย A และหัวจ่าย B มีค่าเท่ากับ 1.92 m^3 / min



ภาพที่ 12 อัตราการไหลภายในหัวจ่าย (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)

การวิเคราะห์ผลในงานวิจัย

1. วิเคราะห์ปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการทดลองที่ใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกัน คือ น้ำปลาร้า ผู้จัดทำจึงวิเคราะห์ผลจากสถิติหาค่าทดสอบ t-test แบบ

Independent เพื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของปริมาตรน้ำปลาร้าระหว่างหัวจ่าย A กับหัวจ่าย B ว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ และในการทดลองบรรจุน้ำปลาร้าด้วยเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัตินี้ จะใช้บรรจุภัณฑ์ 3 ขนาด ซึ่งได้แก่ 350 มิลลิลิตร 450 มิลลิลิตร และ 550 มิลลิลิตร

การหาค่า t-test

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

โดยที่ $df = n-1$

เมื่อ t แทน การทดลองความแตกต่างของปริมาตรของน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A และหัวจ่าย B

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่ปริมาตรของ t น้ำปลาร้า

$\sum D$ แทน ผลรวมค่าผลต่างระหว่างคู่ปริมาตรของน้ำปลาร้า

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่ปริมาตรของน้ำปลาร้า

2. วิเคราะห์หามาตรฐานในการบรรจุน้ำปลาร้าโดยใช้เครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล

การหาค่าเฉลี่ย (Mean)

$$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของหัวจ่าย

$\sum X_i$ แทน ผลรวมข้อมูลทั้งหมด

n แทน จำนวนครั้งที่ทดสอบ

การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \overline{X})^2}{(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X_i แทน ค่าคะแนน

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของหัวจ่าย

n แทน จำนวนครั้งที่ทดสอบ

$\sum$ แทน ผลรวม

4. การทดสอบสมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย คือ ปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของ เครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ ไม่มีความแตกต่างกัน

สมมติฐานทางเชิงสถิติ (แบบไม่มีทิศทาง)

กำหนด H_0 : ปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A ไม่มีความแตกต่างกับปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย B

H_1 : ปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A มีความแตกต่างกับปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย B

หรือ $H_0 : P = 0$

$H_1 : P \neq 0$

ผู้วิจัยกำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.06 หรือ 6% การตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธสมมุติฐานทางสถิติ พิจารณาจาก H_0 เป็นหลัก ยอมรับหรือปฏิเสธ H_0 พิจารณาโดยใช้โปรแกรสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ โปรแกรมจะคำนวณค่า p-value (ค่า sig) คือค่าความน่าจะเป็นที่น้อยที่สุดที่จะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก H_0 ให้เปรียบเทียบค่า p-value กับระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ (α)

ถ้า p-value น้อยกว่า α จะปฏิเสธ H_0 (ยอมรับ H_1)

ถ้า p-value มากกว่าเท่ากับ α จะยอมรับ H_0 (ปฏิเสธ H_1)

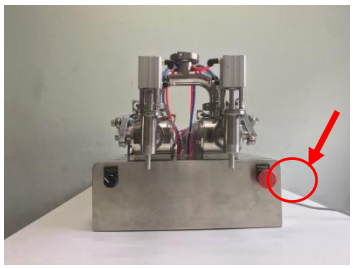
ขั้นตอนการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมปริมาตรของน้ำปลาร้าจากเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ ให้มีปริมาตรในการบรรจุที่แน่นอน และทำให้ขบวนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น งานมีคุณภาพ และจากการสำรวจในท้องตลาด การซื้อขายที่เป็นการบรรจุภัณฑ์สำหรับน้ำปลาร้าขวด ปริมาตรจะอยู่ระหว่าง 250 - 600 มิลลิลิตร เพื่อให้สะดวกต่อการขนส่งและการบรรจุภัณฑ์ของทั้งผู้บริโภคและผู้ผลิต การทดลองครั้งนี้ ผู้จัดทำจึงกำหนดขอบเขตสำหรับขวดบรรจุภัณฑ์ ให้มีปริมาตร 350 มิลลิลิตร 450 มิลลิลิตร และ 550 มิลลิลิตร ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. นำน้ำปลาร้าเทลงในถังทรงกรวย ขนาด 20 ลิตร จากนั้นเปิดมอเตอร์ที่เชื่อมติดกับใบพัดเพื่อทำการกวน ไม่ให้น้ำปลาร้าในถังตกตะกอน ดังภาพที่ 13

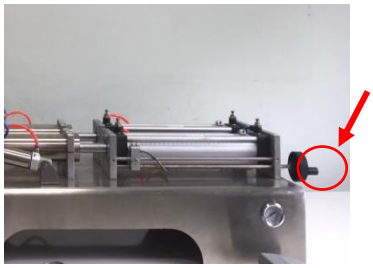
ภาพที่ 13 การกวนน้ำปลาร้าเพื่อป้องกันการตกตะกอน (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)

2. กดสวิตช์ ดังภาพที่ 14 เปิดเครื่องบรรจุน้ำปลาร้า เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่วงจรทำให้เครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติสามารถทำงานได้ โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเครื่อง คือ โซลินอยด์ ซึ่งเมื่อโซลินอยด์ทำงานจะทำให้กระบอกลม และหัวจ่ายสามารถทำงานตามปกติ



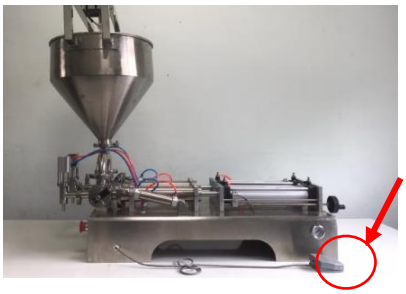
ภาพที่ 14 สวิตช์ เปิด-ปิด (ปวรุตม์ เปี่ยมแก้ว, 2563)

3. ปรับระยะของกระบอกลม ดังภาพที่ 15 เพื่อให้การไหลของน้ำปลาร้าได้ปริมาตรตามที่ต้องการ โดยการใช้การหมุนส่วนท้ายของกระบอกลม

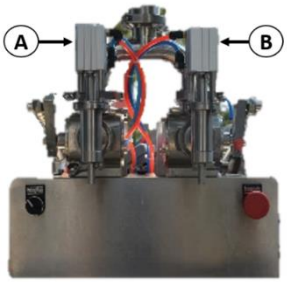


ภาพที่ 15 ตัวปรับระยะของกระบอกสูบลม (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)

เหยียบปุ่มกดด้วยเท้า ดังภาพที่ 16 ให้เครื่องทำงาน กระบอกลม A และ B จะทำงานพร้อมกันโดยการดูดน้ำปลาร้าภายในถังเพื่อเก็บไว้ในกระบอกสูบ กระบอกลมขนาดเล็กจะดันวาล์ว 3 ทิศทาง เพื่อเปิดการไหลของน้ำปลาร้าไปยังหัวจ่าย โดยที่กระบอกลม A จะควบคุมหัวจ่าย A และกระบอกลม B จะควบคุมหัวจ่าย B ดังภาพที่ 17 เมื่อน้ำปลาร้าไหลผ่านกระบอกสูบไปยังหัวจ่าย A และหัวจ่าย B จะสามารถปล่อยน้ำปลาร้าลงสู่บรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 16 ปุ่มกดให้เครื่องทำงาน (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)



ภาพที่ 17 หัวจ่าย A และหัวจ่าย B (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)

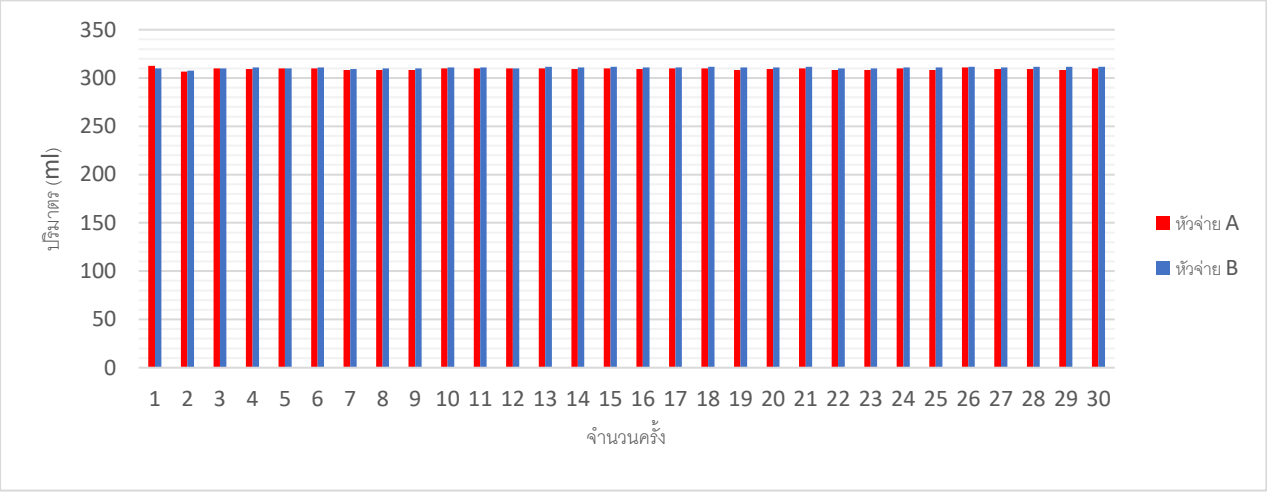
ซึ่งในการทดลองการบรรจุน้ำปลาร้าด้วยเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยใช้น้ำปลาร้าที่มีค่าความหนาแน่นของน้ำปลาร้าเท่ากับ 1.2 g / cm^3 และเปรียบเทียบปริมาตรของบรรจุภัณฑ์ด้วยการชั่งน้ำหนัก จากสูตรคำนวณหาค่าความหนาแน่น ซึ่งการทดลองเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ จะใช้บรรจุภัณฑ์ 3 ขนาด ได้แก่ 350 มิลลิลิตร 450 มิลลิลิตร และ 550 มิลลิลิตร มาทำการบรรจุน้ำปลาร้าด้วยหัวจ่าย A และหัวจ่าย B โดยแต่ละขนาดของบรรจุภัณฑ์ จะ

ทำการทดลองทั้งหมด 30 ครั้ง ซึ่งการทดลอง 1 ครั้ง จะสามารถบรรจุน้ำปลาร้าในบรรจุภัณฑ์ได้ครั้งละ 2 ขวด นำบรรจุภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองมาชั่งน้ำหนักและบันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลอง จากนั้นนำผลการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อทำการเปรียบเทียบหัวจ่าย A และหัวจ่าย B ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ด้วยโปรแกรมทางสถิติ

ภาพที่ 18 บรรจุน้ำปลาร้าลงในบรรจุภัณฑ์ (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

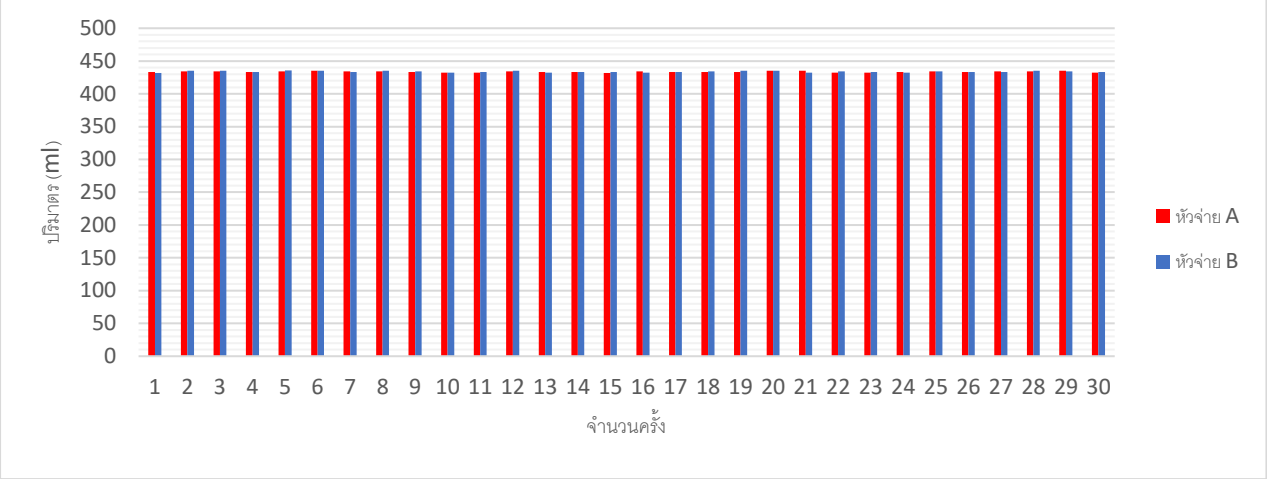
จากการทดลองบรรจุน้ำปลาร้าด้วยเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ ผู้วิจัยได้บันทึกผลค่าปริมาตรน้ำปลาร้าของบรรจุภัณฑ์แต่ละขนาดลงในตารางบันทึกผลการทดลอง ซึ่งได้แก่ บรรจุภัณฑ์ขนาด 350 มิลลิลิตร บรรจุน้ำปลาร้าปริมาตร 330 มิลลิลิตร บรรจุภัณฑ์ขนาด 450 มิลลิลิตร บรรจุน้ำปลาร้าปริมาตร 430 มิลลิลิตร และบรรจุภัณฑ์ขนาด 550 มิลลิลิตร บรรจุน้ำปลาร้าปริมาตร 530 มิลลิลิตร จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบหาความแตกต่างของปริมาตรของน้ำปลาร้า จากหัวจ่าย A และหัวจ่าย B แสดงดังแผนภูมิที่ 1–3 ตามลำดับ



ภาพที่ 19 ผลการทดลองบรรจุน้ำปลาร้า ขนาดบรรจุภัณฑ์ 350 มิลลิลิตร บรรจุน้ำปลาร้าปริมาตร 330 มิลลิลิตร (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)

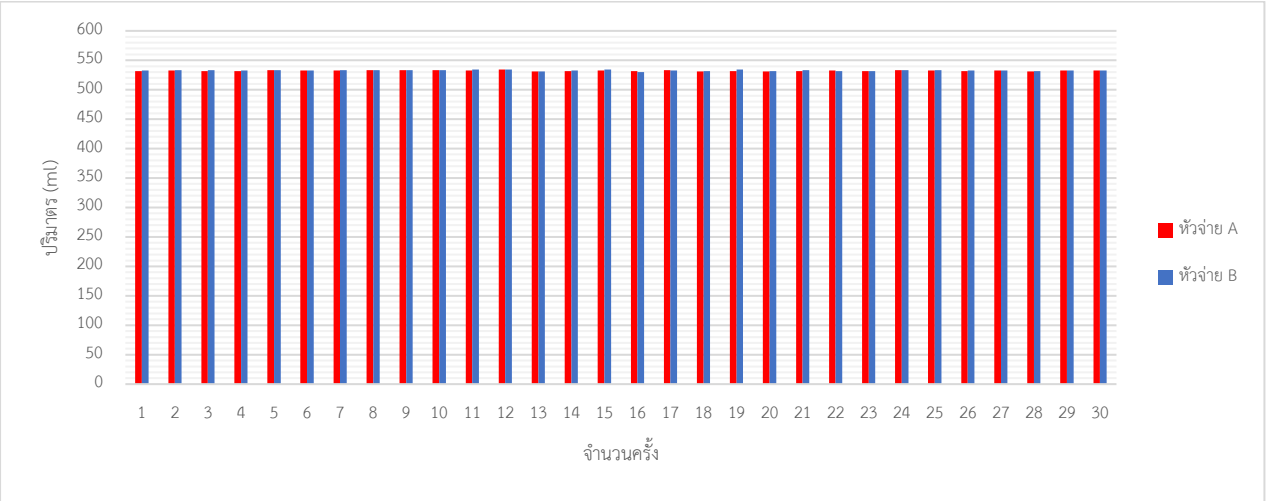
จากแผนภูมิที่ได้จากการทดลองที่ 1 ดังภาพที่ 19 แสดงถึงข้อมูลของปริมาตรในการบรรจุน้ำปลาร้าของบรรจุภัณฑ์ขนาด 350 มิลลิลิตร ซึ่งแกน x คือ จำนวนครั้งในการทดลอง และแกน y คือ จำนวนปริมาตรของน้ำปลาร้า มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร โดยการทดลองบรรจุน้ำปลาร้าด้วยเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ จะทำทั้งหมด 30 ครั้ง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาตรของน้ำปลาร้า ของหัวจ่าย A (สีแดง) และหัวจ่าย B (สีน้ำเงิน) ซึ่งหัวจ่าย A มีปริมาตรน้ำปลาร้าเฉลี่ยเท่ากับ 330.34 มิลลิลิตร ต่างจากปริมาตรบรรจุ 0.34 มิลลิลิตร และหัวจ่าย B มีปริมาตรน้ำปลาร้าเฉลี่ยเท่ากับ 330.77

มิลลิลิตร ต่างจากปริมาตรบรรจุ 0.77 มิลลิลิตร เนื่องจากมีหยดน้ำปลาร้าที่ตกค้างภายในหัวจ่าย และการเกิดฟองขณะการบรรจุ



ภาพที่ 20 ผลการทดลองบรรจุน้ำปลาร้า ขนาดบรรจุภัณฑ์ 450 มิลลิลิตร บรรจุน้ำปลาร้าปริมาตร 430 มิลลิลิตร (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)

จากแผนภูมิที่ได้จากการทดลองที่ 2 ดังภาพที่ 20 แสดงถึงข้อมูลของปริมาตรในการบรรจุน้ำปลาร้าของบรรจุภัณฑ์ขนาด 450 มิลลิลิตร ซึ่งแกน x คือ จำนวนครั้งในการทดลอง และแกน y คือ จำนวนปริมาตรของน้ำปลาร้า มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร โดยการทดลองบรรจุน้ำปลาร้าด้วยเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ จะทำทั้งหมด 30 ครั้ง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาตรของน้ำปลาร้า ของหัวจ่าย A (สีแดง) และหัวจ่าย B (สีน้ำเงิน) ซึ่งหัวจ่าย A มีปริมาตรน้ำปลาร้าเฉลี่ยเท่ากับ 430.64 มิลลิลิตร ต่างจากปริมาตรบรรจุ 0.64 มิลลิลิตร และหัวจ่าย B มีปริมาตรน้ำปลาร้าเฉลี่ยเท่ากับ 430.81 มิลลิลิตร ต่างจากปริมาตรบรรจุ 0.81 มิลลิลิตร เนื่องจากมีหยดน้ำปลาร้าที่ตกค้างภายในหัวจ่าย และการเกิดฟองขณะการบรรจุ



ภาพที่ 21 ผลการทดลองบรรจุน้ำปลาร้า ขนาดบรรจุภัณฑ์ 550 มิลลิลิตร บรรจุน้ำปลาร้าปริมาตร 530 มิลลิลิตร (ปวรุตม์ และคณะ, 2563)

จากแผนภูมิที่ได้จากการทดลองที่ 3 ดังภาพที่ 21 แสดงถึงข้อมูลของปริมาตรในการบรรจุน้ำปลาร้าของบรรจุภัณฑ์ขนาด 550 มิลลิลิตร ซึ่งแกน x คือ จำนวนครั้งในการทดลอง และแกน y คือ จำนวนปริมาตรของน้ำปลาร้า มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร โดยการทดลองบรรจุน้ำปลาร้าด้วยเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ จะทำทั้งหมด 30 ครั้ง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาตรของน้ำปลาร้า ของหัวจ่าย A (สีแดง) และหัวจ่าย B (สีน้ำเงิน) ซึ่งหัวจ่าย A มีปริมาตรน้ำปลาร้าเฉลี่ยเท่ากับ 530.25 มิลลิลิตร ต่างจากปริมาตรบรรจุ 0.25 มิลลิลิตร และหัวจ่าย B มีปริมาตรน้ำปลาร้าเฉลี่ยเท่ากับ 530.72 มิลลิลิตร ต่างจากปริมาตรบรรจุ 0.72 มิลลิลิตร เนื่องจากมีหยดน้ำปลาร้าที่ตกค้างภายในหัวจ่าย และการเกิดฟองขณะการบรรจุ

ผลการทดลอง

จากการทดลองการบรรจุน้ำปลาร้าด้วยเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัตินั้น ผู้จัดทำมีการบันทึกผลค่าปริมาตรน้ำปลาร้าของบรรจุภัณฑ์แต่ละขนาด และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และสรุปผลให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ

ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A และหัวจ่าย B ขนาดบรรจุภัณฑ์ 350 มิลลิลิตร 450 มิลลิลิตร และ 550 มิลลิลิตร

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของบรรจุภัณฑ์ 350 มิลลิลิตร

หัวจ่ายน้ำปลาร้า	**n**	$\overline{X}$	**S.D.**	**t**	**Df**	**P-value**
หัวจ่าย A	30	330.34	0.61	-2.69	58	0.09
หัวจ่าย B	30	330.77	0.61			

จากตารางที่ 1 แสดงถึงผลการทดลองการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาตรของน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A และหัวจ่าย B พบว่าหัวจ่าย A มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 330.34 มิลลิลิตรและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 ($\overline{X}$ = 330.34 , S.D. = 0.61) หัวจ่าย B มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 330.77 มิลลิลิตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 ($\overline{X}$ = 330.77 , S.D. = 0.61) ค่า p-value เท่ากับ 0.09 มากกว่า α จะยอมรับ H_0 (ปฏิเสธ H_1) ดังนั้น ปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A ไม่มีความแตกต่างกับปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของบรรจุภัณฑ์ 450 มิลลิลิตร

หัวจ่ายน้ำปลาร้า	n	$\overline{X}$	S.D.	t	Df	P-value
หัวจ่าย A	30	430.64	0.86	-0.67	58	0.50
หัวจ่าย B	30	430.80	1.04			

จากตารางที่ 2 แสดงถึงผลการทดลองการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาตรของน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A และหัวจ่าย B พบว่าหัวจ่าย A มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 433.64 มิลลิลิตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.86 ($\overline{X}$ = 430.64 , S.D. = 0.86) หัวจ่าย B มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 430.80 มิลลิลิตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.04 ($\overline{X}$ = 430.80 , S.D. = 1.04) ค่า p-value เท่ากับ 0.50 มากกว่า α จะยอมรับ H_0 (ปฏิเสธ H_1) ดังนั้น ปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A ไม่มีความแตกต่างกับปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A และหัวจ่าย B ของบรรจุภัณฑ์ 550 มิลลิลิตร

หัวจ่ายน้ำปลาร้า	n	$\overline{X}$	S.D.	t	Df	P-value
หัวจ่าย A	30	530.25	0.88	-1.94	58	0.06
หัวจ่าย B	30	530.72	1.00			

จากตารางที่ 3 แสดงถึงผลการทดลองการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาตรของน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A และหัวจ่าย B พบว่าหัวจ่าย A มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 530.25 มิลลิลิตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.88 ($\overline{X}$ = 530.25, S.D. = 0.88) หัวจ่าย B มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 530.72 มิลลิลิตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.00 ($\overline{X}$ = 530.72 , S.D. = 1.00) ค่า p-value เท่ากับ 0.06 เท่ากับ α จะยอมรับ H_0 (ปฏิเสธ H_1) ดังนั้น ปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A ไม่มีความแตกต่างกับปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผลการทดลอง

จากการวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ ผู้จัดทำได้ทำการทดลองบรรจุน้ำปลาร้าจากเครื่องบรรจุน้ำปลาร้ากึ่งอัตโนมัติ ของบรรจุภัณฑ์แต่ละขนาด ได้แก่ 350 มิลลิลิตร, 450 มิลลิลิตร และ 550 มิลลิลิตร พบว่าเครื่องบรรจุน้ำปลาร้าใช้งานได้อย่างสะดวก และรวดเร็ว น้ำปลาร้าที่ได้จากการบรรจุผลิตภัณฑ์มีปริมาตรในการบรรจุที่แม่นยำ อัตราการไหลของหัวจ่าย A และหัวจ่าย B มีค่าประมาณ 1.92 m^3 / min มีความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการบรรจุไม่เกิน ± 6% ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองการบรรจุน้ำปลาร้าของบรรจุภัณฑ์แต่ละขนาด ได้ดังนี้

1. บรรจุภัณฑ์ขนาด 350 มิลลิลิตร บรรจุน้ำปลาร้าปริมาตร 330 มิลลิลิตร มีปริมาตรเฉลี่ยของน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A เท่ากับ 330.34 มิลลิลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 และปริมาตรเฉลี่ยของน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย B เท่ากับ 330.77 มิลลิลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 ปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A ไม่มีความแตกต่างกับปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. บรรจุภัณฑ์ขนาด 450 มิลลิลิตร บรรจุน้ำปลาร้าปริมาตร 433 มิลลิลิตร มีปริมาตรเฉลี่ยของน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A เท่ากับ 430.64 มิลลิลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.86 และปริมาตรเฉลี่ยของน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย B เท่ากับ 430.81 มิลลิลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.04 ปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A ไม่มีความแตกต่างกับปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. บรรจุภัณฑ์ขนาด 550 มิลลิลิตร บรรจุน้ำปลาร้าปริมาตร 530 มิลลิลิตร มีปริมาตรเฉลี่ยของน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A เท่ากับ 530.25 มิลลิลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.88 และปริมาตรเฉลี่ยของน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย B เท่ากับ 530.72 มิลลิลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.00 ปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย A ไม่มีความแตกต่างกับปริมาตรน้ำปลาร้าจากหัวจ่าย B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

[1] ปณต ศรีภครัชต์ และคณะ. (2562). การออกแบบและติดตั้งระบบแสงสว่างด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ณ ลานปฏิบัติธรรมวัดป่าธรรมคีรี, วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี (ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), ปีที่ 3 (ฉบับที่ 2), หน้า 1-6.

[2] Morothai. (2561). ระบบนิวเมติกส์ในงานอุตสาหกรรม. สืบค้นจาก http://www.moro.co.th/ระบบนิวเมติกส์ในงานอุต/

[3] วิทยา อินทร์สอน, ไพโรจน์ ด้วงนคร และ ปัทมาพร ท่อชู. (2559). Productivity & Operations. สืบค้นจาก http://www.thailandindustry.com/onlinemag/

[4] คธาวุธ พุ่มกุมาร และคณะ. (2547). เครื่องบรรจุของเหลวโดยปั๊มสุญญากาศ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต), สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล (ออกแบบเครื่องกล) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[5] อิทธิพล เหลาพรม. (2556). การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่อง การควบคุมระบบบรรจุของเหลวอัตโนมัติด้วยพีแอลซี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต), สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[6] ผดุงศิลป์ พิทักษ์ และคณะ. (2561). การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตโดยใช้ระบบลูกกลิ้งตามแรงโน้มถ่วง. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี (ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), ปีที่ 2 (ฉบับที่ 2), หน้า 42-52.

[7] รุ่งเพชร สุวรรณ. (2557). การเพิ่มผลิตภาพในกระบวนการผลิต: การบรรจุน้ำนมข้าวโพด. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต), สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

[8] หนูม้วน ร่มแก้ว. (2552). เอกสารประกอบการอบรมปฏิบัติการหลักสูตร กระบวนการจัดทำ เผยแพร่งานวิจัยและนวัตกรรมในชั้นเรียนเพื่อผลงานทางวิชาการ, เชียงใหม่: สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.