



การออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องปรุงก๋วยเตี๋ยวอัตโนมัติ

Design and Fabrication of Prototyping Automatic Noodle Flavoring Machine

ปภาวิน วงศ์ท่า¹, พชร แก้วจันทึก¹, อภิวิชัย แพฟีน¹, ปฤษรฤต สารพร², กริธา สมเกียรติกุล², ชินธันย์ อารีประเสริฐ², ชุตระกุล ศิริไพบูลย์³, ธัญญะ เกียรติวัฒน์²

Paphawin Wongtar¹, Potchara Kaewjuntuek, Apiwit Phaefurn¹, Prysathyd Sarabhon², Kreetha Somkeattikul¹, Chinnathan Areeprasert², Chootrakul Siripaiboon³, Thanya Kiatiwat²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตยานยนต์, คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์, นนทบุรี 11120

¹Major of Automotive Manufacturing Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management, Nonthaburi 11120

²ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900

²Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok 10900

³ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสยาม, กรุงเทพฯ 10160

³Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Siam University, Bangkok 10160

*Corresponding author: Tel: +668-9008-9689, E-mail: fengtyk@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องปรุงก๋วยเตี๋ยวอัตโนมัติสำหรับปรุงก๋วยเตี๋ยวต้มยำซึ่งมีเครื่องปรุงหลายชนิดทั้งแบบที่เป็นของแข็งและของเหลว เพื่อความถูกต้องแม่นยำและเที่ยงตรงในการป้อนเครื่องปรุงแต่ละครั้ง กลไกจะทำงานด้วยระบบนิวเมติกส์ซึ่งควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติโดยใช้ PLC และสามารถสั่งการผ่านหน้าจอสัมผัส โดยแบ่งเครื่องปรุงเป็น 2 ประเภท 7 ชนิดเครื่องปรุง คือ เครื่องปรุงประเภทของแข็ง ได้แก่ กุ้งแห้ง น้ำตาล ถั่วลิสงป่น และพริกป่น เครื่องปรุงประเภทของเหลวได้แก่น้ำปลา น้ำส้มสายชู และน้ำเชื่อม โดยในส่วนของเครื่องปรุงจะมีใบกวนอยู่ภายในฮอปเปอร์บรรจุเครื่องปรุงของแข็ง และเพิ่มความดันในคอนเทนเนอร์บรรจุเครื่องปรุงของเหลว เพื่อให้ปริมาณของเครื่องปรุงทุกชนิดที่ป้อนออกมาเท่ากันทุกครั้งและนำไปทดสอบความแม่นยำและเที่ยงตรงในการป้อนเป็นจำนวน 20 ครั้งพบว่า ได้น้ำหนักเครื่องปรุงรวมทั้ง 2 ชนิด มีน้ำหนักรวมเฉลี่ยเท่ากับ 53.10 กรัม คิดเป็นความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.19 % เทียบจากค่าที่ตั้งไว้จากสูตรของเจ้าของสูตรเท่ากับ 53 กรัม ซึ่งการป้อนเครื่องปรุงมีความแม่นยำเที่ยงตรง และไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางรสชาติเมื่อรับประทาน

คำสำคัญ: เครื่องปรุงก๋วยเตี๋ยวอัตโนมัติ, ระบบอัตโนมัติ, นวัตกรรมการผลิตอาหาร

Abstract

The objective of this research is to design and fabricate an innovative automatic noodle flavoring machine of a well-known “Tom Yam” spicy noodle. Each ingredient should be fed with precision and accuracy so a pneumatic system was controlled by an industrial PLC. This machine can be interacted with users by a touch screen. Two types of ingredient are needed for flavoring the spicy noodle: a solid flavoring such as dried shrimp, sugar, peanut powder, and chili powder and a liquid flavoring such as fish sauce, vinegar, and syrup. In part of the design, the homogeneity of the ingredient feeding was ensured by assembling an agitator inside hopper of solid flavoring and controlling the pressure in the container of liquid. The testing result showed that the weight of total ingredients was 53.10 grams with variation of 0.96% over the standard. The flavoring process was precise and accurate; therefore, the taste of the spicy noodle was not changed from the original man-flavoring process.

Keywords: Noodle flavoring machine, Ingredient feeding machine, Food automation

Received: December 28, 2018

Revised: May 3, 2019

Accepted: May 13, 2019

Available online: May 18, 2019

1 บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันโลกของเรามีการพัฒนาไปอย่างก้าวกระโดด เทคโนโลยีจึงมีบทบาทสำคัญที่จะเป็นปัจจัยหลักในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม อีกทั้งยังสามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินงาน ช่วยประหยัดต้นทุนและเวลาในการทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาอุตสาหกรรมภายในประเทศคือ ไทยแลนด์ 4.0 ที่มุ่งเน้นการพัฒนาอุตสาหกรรมโดยผลักดันให้มีการคิดค้นและประยุกต์ใช้ นวัตกรรมในการผลิตสินค้าและบริการสำหรับอุตสาหกรรมทุกขนาด โดยระบบควบคุมอัตโนมัติเป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีที่เข้ามาช่วยใน อุตสาหกรรมทำให้กระบวนการทำงานมีความเสถียร ความแม่นยำและมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังทำให้ผู้ใช้งานและผู้บริโภคได้รับความสะดวก และสามารถเข้าถึงได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

ทางคณะผู้จัดทำจึงเห็นประโยชน์และความสำคัญของระบบควบคุมอัตโนมัติที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เพราะอาหาร ปัจจัยในการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยอาหารแต่ละประเภทมีส่วนประกอบและเครื่องปรุงที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นการผลิตใน อุตสาหกรรมอาหาร หรือแม้กระทั่งร้านอาหารทั่วไป ปริมาณ ส่วนประกอบและเครื่องปรุงที่ใช้ในการทำอาหารจึงมีความสำคัญต่อ อาหารเป็นอย่างมาก เพราะหากมีการใช้ส่วนประกอบและเครื่องปรุงที่มี ปริมาณมากหรือน้อยเกินไปก็จะทำให้รสชาติของอาหารเปลี่ยนไป

ปัญหาของร้านอาหารกึ่งเบเกอรี่ในปัจจุบันคือ การปรุงกึ่งเบเกอรี่แต่ละชาม ในสูตรเดียวกันแต่มีรสชาติที่ไม่เหมือนกันเพราะการตักเครื่องปรุงในแต่ละ ครั้งของผู้ปรุงเป็นไปตามความรู้สึกและความคุ้นชินของผู้ปรุง หรือที่ เรียกว่าความทรงจำของกล้ามเนื้อ (Muscle memory) ซึ่งยังขาด ความแม่นยำในปริมาณเครื่องปรุง และการใช้ปริมาณส่วนประกอบ และเครื่องปรุงที่มากเกินไปจนความจำเป็นก็จะส่งผลต่อต้นทุนที่เพิ่มขึ้น คณะผู้จัดทำจึงเห็นปัญหาดังกล่าวและนำระบบอัตโนมัติเข้ามาแก้ไข ปัญหา โดยจัดทำเครื่องปรุงกึ่งเบเกอรี่อัตโนมัติที่ช่วยใส่เครื่องปรุงที่มี ปริมาณตรงตามสูตรในการปรุงในแต่ละครั้ง ซึ่งจะทำให้กึ่งเบเกอรี่แต่ละ ชามมีรสชาติคงที่และยังช่วยลดเวลาในการปรุงได้อีกด้วย

ในธุรกิจทางด้านอาหาร สูตรเครื่องปรุงถือว่ามีความสำคัญเป็น อย่างมากในการแข่งขันกับคู่แข่ง สูตรเครื่องปรุงของร้านจึงต้องถูกเก็บ เป็นความลับ อีกทั้งในปัจจุบันพ่อครัวที่มีทักษะในการทำอาหารที่ดีก็จะมี ค่าตัวที่สูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการออกแบบและสร้างต้นแบบ เครื่องปรุงกึ่งเบเกอรี่อัตโนมัติ เพื่อเข้ามาประยุกต์ใช้ก็จะสามารถช่วยลด ปัญหาดังกล่าวได้

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การออกแบบและการคำนวณ

แนวคิดในการออกแบบเครื่องป้อนเครื่องปรุงกึ่งเบเกอรี่อัตโนมัติคือ การออกแบบเครื่องให้สามารถป้อนเครื่องปรุงได้ 2 ประเภทคือ เครื่องปรุงที่อยู่ในรูปของแข็ง ได้แก่ น้ำตาลทราย กุ้งแห้ง พริกป่น และ ถั่วลิสงป่น เครื่องปรุงที่อยู่ในรูปของเหลว ได้แก่ น้ำปลา น้ำส้มสายชู และน้ำเชื่อม แผนภาพการออกแบบลำดับการทำงานของส่วนควบคุม อัตโนมัติ เป็นแผนภาพที่แสดงถึงการทำงานโดยรวมทั้งหมดของเครื่อง ก่อนจะนำไปเขียนโปรแกรมควบคุม PLC ต่อไป ดังแสดงใน Figure 1

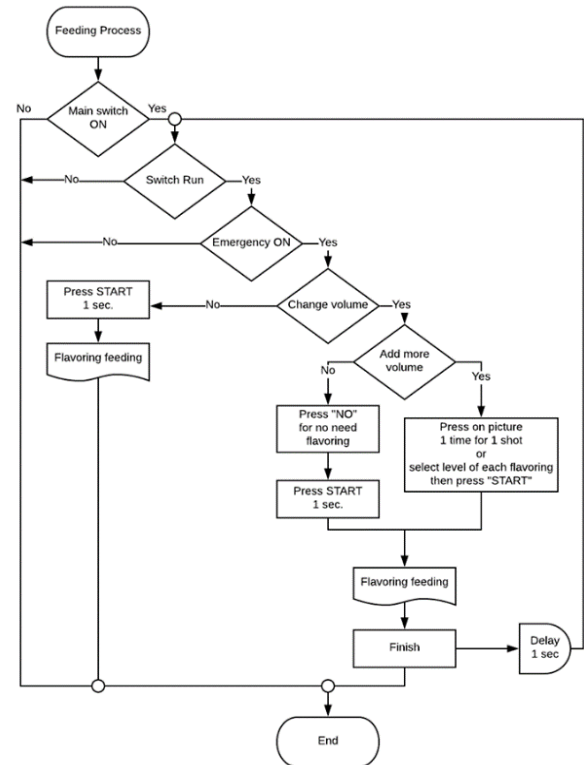


Figure 1 Sequence and working diagram.

2.1.1 การออกแบบวงจรระบบนิวเมติกส์

ระบบนิวเมติกส์เป็นส่วนสำคัญในการใช้เพื่อป้อนเครื่องปรุงทุกชนิด โดยเลือกใช้ปั๊มลมแบบไร้น้ำมัน และใช้ตัวปรับแรงดันลมแบบมีกรอง เพื่อให้อากาศที่ป้อนเข้าสู่ระบบเหมาะสมต่อการใช้กับอาหารมากที่สุด ซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนเปิด-ปิดการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว และส่วนเพิ่มความดันภายในกระบอกของเหลว เพื่อให้ความดันในการ ป้อนของเหลวเท่ากันเสมอ และมีปริมาณของเหลวที่ได้เท่ากันทุกครั้ง

2.1.2 การออกแบบส่วนบรรจุและป้อนเครื่องปรุง

เครื่องปรุงชนิดของแข็งจะบรรจุในฮอปเปอร์ ภายในฮอปเปอร์มีใบ กวน ใบกวนขับเคลื่อนด้วยอินดักชั่นมอเตอร์ ขนาด 6 วัตต์ อัตราทดที่ 1:200 อัตราการหมุนของใบกวนเท่ากับ 7.5 รอบต่อนาที การป้อน เครื่องปรุงและจ่ายเครื่องปรุงออกจากแม่กาซีน ควบคุมการเคลื่อนที่ ของแม่กาซีนด้วยกระบอกลม และเครื่องปรุงชนิดของเหลวถูกบรรจุ ในกระบอกของเหลว โดยใช้วาล์วของเหลว (Chemical liquid valve) ควบคุมปริมาณของเหลวที่ป้อนลงสู่ภาชนะบรรจุดังแสดงใน Figure 2

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

ชุดเครื่องปรุงกึ่งเบเกอรี่อัตโนมัติที่ถูกติดตั้งบนรถเข็น พร้อม หน้าจอควบคุมการทำงานของเครื่อง โดยระบบนิวเมติกส์ทำงานด้วย ลมอัดผ่านเครื่องอัดอากาศ ยี่ห้อ PUMA ขนาดมอเตอร์ 0.25 แรงม้า แรงดันลม 0.7-1.0 เมกะปาสคาล ทำการปรับลดแรงดัน และดักกรอง อากาศ โดยชุดปรับลดความดัน และชุดกรองอากาศให้เหลือแรงดันลม 0.3 เมกะปาสคาล ซึ่งภาพสามมิติของชุดเครื่องปรุงแสดงใน Figure 3 ซึ่งอุปกรณ์อื่นนอกเหนือจากชุดป้อนเครื่องปรุงกึ่งเบเกอรี่อัตโนมัติ คือ ขามกึ่งเบเกอรี่ ซึ่งเป็นภาชนะบรรจุ และเครื่องชั่งดิจิตอลความละเอียด 0.01 กรัม

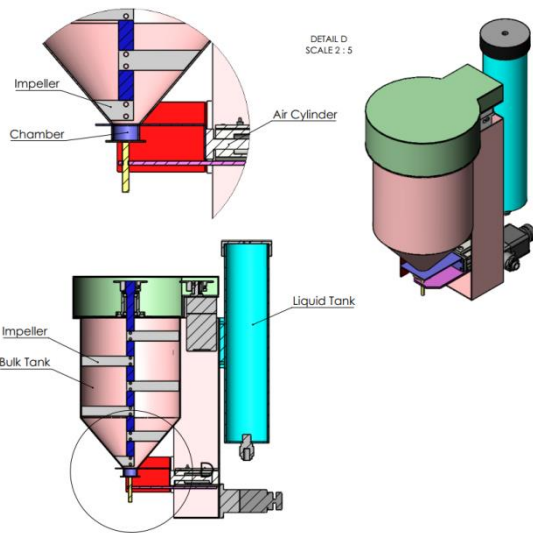


Figure 2 Automatic noodle flavoring feeding machine.

ชุดเครื่องป้อนเครื่องปรุงก๋วยเตี๋ยวอัตโนมัติจะถูกติดตั้งบนรถเข็น และติดตั้งให้แต่ละชุดหันหน้าเข้าหากัน โดยควบคุมการทำงานของเครื่องผ่านทางหน้าจอแบบสัมผัส

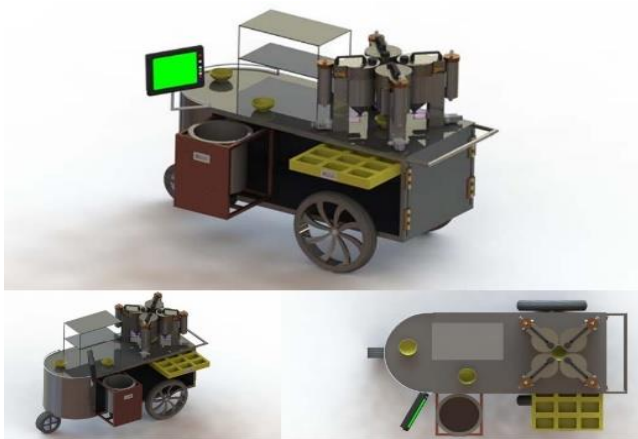


Figure 3 Automatic noodle flavoring feeding machine.

2.3 วิธีการทดสอบ

การทดสอบเครื่องป้อนเครื่องปรุงก๋วยเตี๋ยวอัตโนมัติ ทำการทดสอบโดยใช้เครื่องปรุงก๋วยเตี๋ยวชนิดของแข็ง 4 ชนิดได้แก่ กุ้งแห้ง ถั่วลิสงป่น น้ำตาลทราย และพริกป่น เครื่องปรุงชนิดของเหลว 3 ชนิดได้แก่ น้ำเชื่อม น้ำปลา และน้ำส้มสายชู โดยทำการทดสอบป้อนเครื่องปรุงแต่ละชนิด 20 ครั้ง แล้วนำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิทัลทศนิยม 1 ตำแหน่ง ซึ่งอ้างอิงปริมาณเครื่องปรุงตามสูตร

ปริมาณเครื่องปรุงที่มีผลต่อความคลาดเคลื่อนของรสชาติ ตามความต้องการของผู้ประกอบการซึ่งเป็นเจ้าของสูตร ให้ข้อมูลว่าปริมาณเครื่องปรุงก๋วยเตี๋ยวควรมีปริมาณคลาดเคลื่อนไม่เกิน ร้อยละ 10 จากสูตรเพื่อให้ก๋วยเตี๋ยวมีรสชาติตรงตามสูตร ดังนั้นจึงกำหนดขอบเขตการทดสอบเครื่องป้อนเครื่องปรุงก๋วยเตี๋ยวอัตโนมัติให้มีขอบเขตความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 5 จากสูตร

3 ผลการทดสอบ

3.1 ผลการออกแบบเครื่อง

เนื่องจากปริมาณเครื่องปรุงแต่ละชนิดตามสูตรมีปริมาณไม่เท่ากัน และเครื่องปรุงแต่ละชนิดมีความหนาแน่นที่แตกต่างกัน จึงต้องปรับเปลี่ยนขนาดของแม่กกาซีนของเครื่องปรุงแต่ละชนิด เพื่อให้สามารถป้อนเครื่องปรุงได้ปริมาณตรงตามที่ต้องการตรงตามโดยแม่กกาซีนของกุ้งแห้งและพริกป่นจะมีขนาดเท่ากันคือเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร และความสูง 8 มิลลิเมตร ซึ่งจะทำให้ได้ปริมาตรของเครื่องปรุงกุ้งแห้งและพริกป่นอยู่ที่ 7.9 ลูกบาศก์เซนติเมตร แม่กกาซีนของน้ำตาลทรายมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร ความสูงอยู่ที่ 13.84 มิลลิเมตร ซึ่งทำให้ตวงน้ำตาลได้ปริมาตร 13.67 ลูกบาศก์เซนติเมตร และแม่กกาซีนบรรจุถั่วมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร ความสูง 24 มิลลิเมตร ซึ่งจะทำให้ได้ปริมาตรถั่ว 23.7 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งรูปแม่กกาซีนที่ใช้ตวงเครื่องปรุงแสดงไว้ใน Figure 4

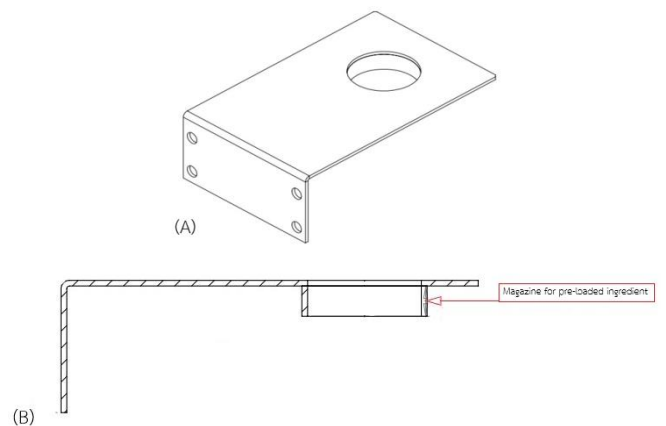


Figure 4 Magazine for pre-load ingredient (A) 3D view (B) Side view.

การควบคุมการป้อนของเหลวผ่านวาล์วของเหลว เนื่องจากเครื่องปรุงชนิดของเหลวแต่ละชนิดมีปริมาณตามสูตรที่ไม่เท่ากัน จึงต้องกำหนดเครื่องปรุงชนิดของเหลวที่ป้อนออกจากวาล์ว ด้วยการห้วงเวลาการเปิดของโซลินอยด์วาล์ว สำหรับน้ำเชื่อมตั้งค่านช่วงเวลาเปิดวาล์วไว้ที่ 2.5 วินาที สำหรับน้ำปลา 1.5 วินาที และสำหรับน้ำส้มสายชู 1.5 วินาที

3.2 ผลการทดสอบปริมาณเครื่องปรุงก๋วยเตี๋ยว

จากการทดสอบเครื่องปรุงก๋วยเตี๋ยวพบว่าเครื่องสามารถใช้สำหรับการป้อนเครื่องปรุงลงสู่ภาชนะบรรจุได้เป็นอย่างดี ทั้งเครื่องปรุงที่เป็นของแข็ง และเครื่องปรุงที่เป็นของเหลว โดยปริมาณเครื่องปรุงที่ถูกป้อนลงสู่ภาชนะ ถือได้ว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

สำหรับเครื่องปรุงของแข็ง ทำการทดสอบต่อเนื่อง 20 ครั้ง การป้อนน้ำตาลทรายจะมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 0.05 กรัม คิดเป็น 0.38 % จากปริมาณที่ต้องการในสูตร (13 กรัม) โดยในการทดสอบพบว่าเครื่องป้อนน้ำตาลทราย ให้ปริมาณสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 13.4 กรัม และ 12.8 กรัมตามลำดับ ดังแสดงให้เห็นใน Figure 5(A)

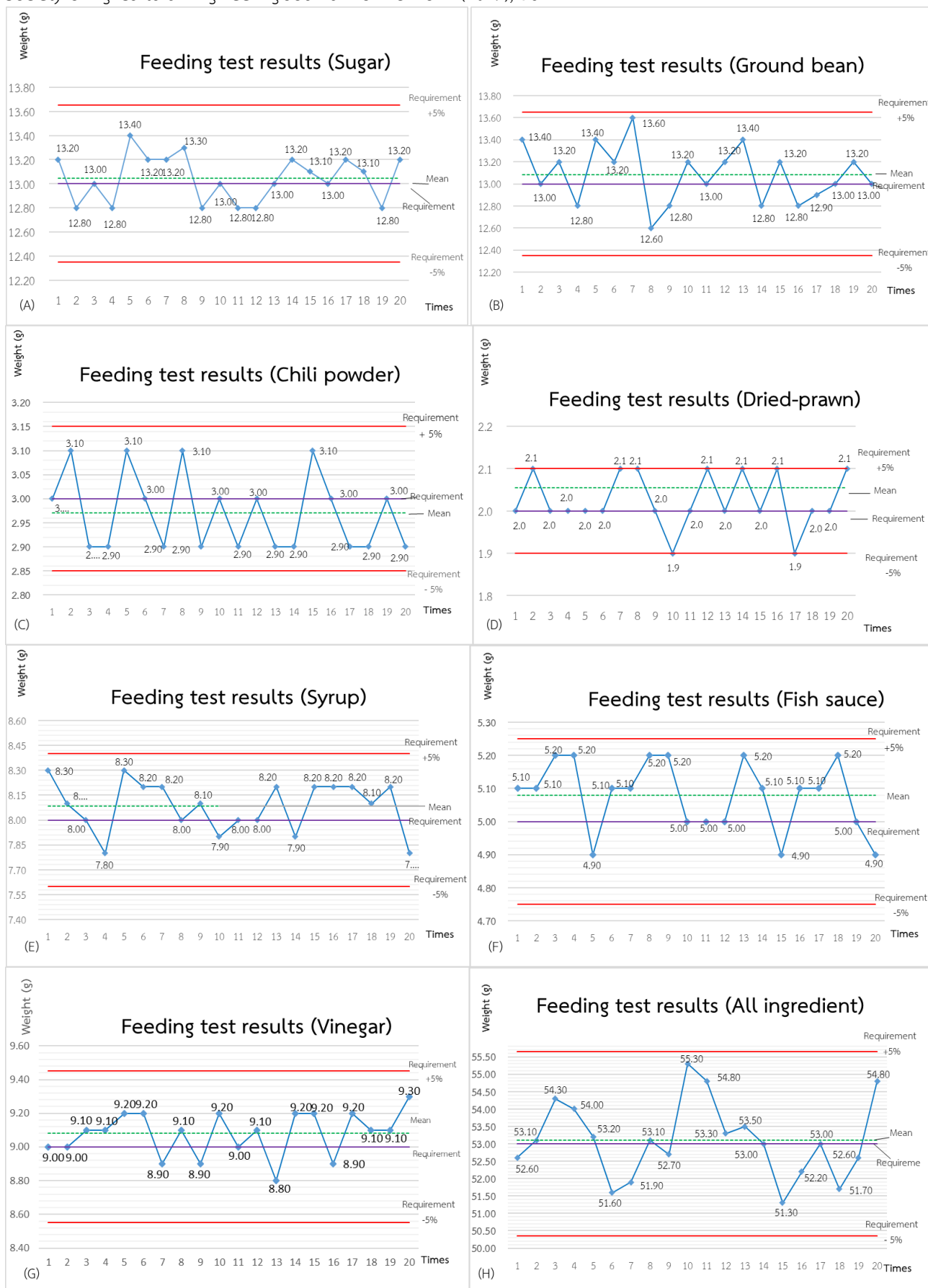


Figure 5 Testing results of Noodle feeding machine for (A) sugar, (B) dried peanut powder, (C) dried chili powder, (D) dried shrimp, (E) syrup, (F) fish sauce, (G) vinegar, (H) all ingredients.

สำหรับถั่วลิสงป่นมีปริมาณที่ต้องการคือ 13 กรัม พบว่าปริมาณมากที่สุด และน้อยที่สุดที่ได้จากการทดสอบเท่ากับ 13.6 กรัม และ 12.6 กรัมตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยจากการใช้เครื่องป้อนเท่ากับ 13.09 กรัม คิดเป็นความคลาดเคลื่อน 0.69% ดังแสดงให้เห็นใน Figure 5(B) ในส่วนของพริกป่น ปริมาณที่ต้องการอยู่ที่ 3 กรัม ปริมาณมากที่สุด และน้อยที่สุดจากการทดสอบเท่ากับ 3.1 กรัม และ 2.9 กรัมตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.96 กรัม คิดเป็นความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเมื่อเทียบกับปริมาณจากสูตรเท่ากับ 1.33% ดังแสดงให้เห็นใน Figure 5(C) และกุ้งแห้ง ปริมาณที่ต้องการคือ 2 กรัม จากการทดสอบพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.05 กรัม โดยมีปริมาณสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 2.1 กรัม และ 1.9 กรัมตามลำดับ และมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1% ดังแสดงใน Figure 5(D)

เครื่องปรุงที่เป็นของเหลวสามชนิดคือ น้ำซอสมะเขือเทศ น้ำปลา และ น้ำส้มสายชู ทำการทดสอบต่อเนื่อง 20 ครั้ง ผลการทดสอบน้ำซอสมะเขือเทศ ปริมาณที่ต้องการตามสูตรคือ 8 กรัม ผลการทดสอบพบว่า ปริมาณน้ำซอสมะเขือเทศที่ถูกป้อนโดยเครื่องสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 8.30 กรัม และ 7.80 กรัมตามลำดับ คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.09 กรัม คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.12% ดังแสดงผลการทดสอบใน Figure 5(E) น้ำปลามีปริมาณที่ต้องการเท่ากับ 5.00 กรัม ปริมาณที่เครื่องป้อนสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 5.20 กรัม และ 4.90 กรัมตามลำดับ คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.08 กรัม คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.6% ซึ่งแสดงผลการทดสอบใน Figure 5(F) ผลการทดสอบน้ำส้มสายชู แสดงให้เห็นใน Figure 5(G) ปริมาณที่ต้องการเท่ากับ 9 กรัม ปริมาณที่เครื่องป้อนสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 9.30 กรัม และ 8.8 กรัมตามลำดับ คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.08 กรัม คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.89 % และเมื่อทำการทดสอบป้อนเครื่องปรุงทั้ง 7 ชนิดลงในภาชนะพร้อมกัน ซึ่งน้ำหนักของเครื่องปรุงรวมจากสูตรเท่ากับ 53 กรัม ซึ่งปริมาณเครื่องปรุงที่ถูกป้อนโดยเครื่องสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 55.30 กรัม และ 51.30 กรัมตามลำดับ คิดเป็นน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 53.10 กรัม และค่าความคลาดเคลื่อนเทียบกับค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.19 % ซึ่งข้อมูลผลการทดสอบเครื่องปรุงทั้ง 7 ชนิด ได้แสดงในรูปแบบตารางดัง Table 1

Table 1 Results for all ingredient

Ingredients	Standard (g)	Maximum (g)	Minimum (g)	Average (g)	SD	Error (%)
Dried shrimp powder	2	2.1	1.9	2.02	0.06	1
Dried peanut powder	13	13.6	12.6	13.09	0.25	0.69
Sugar	13	13.4	12.8	13.05	0.19	0.38
Dried chili powder	3	3.1	2.9	2.96	0.08	1.33
Syrup	8	8.3	7.8	8.09	0.15	1.12
Fish sauce	5	5.2	4.9	5.08	0.11	1.6
Vinegar	9	9.3	8.8	9.08	0.13	0.89
All ingredient	53	55.3	51.3	53.1	1.11	0.19

4 สรุป

ผลจากการสร้างชิ้นงานพบว่า เครื่องป้อนเครื่องปรุงก๋วยเตี๋ยวอัตโนมัติสามารถใช้งานในการป้อนเครื่องปรุงซึ่งควบคุมโดยระบบอัตโนมัติได้จริง และผลจากการทดสอบความแม่นยำในการป้อนเครื่องปรุง โดยทดสอบการป้อนเครื่องปรุงทั้งประเภทเครื่องปรุงของแข็งและ ของเหลว ทั้ง 7 ชนิด ทำงานต่อเนื่องและเก็บผลทดสอบจำนวน 20 ครั้ง พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถป้อนเครื่องปรุงทุกชนิดได้ ในส่วนของการป้อนเครื่องปรุงแบบของแข็ง น้ำตาลจะมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดเท่ากับ 0.38% ถั่วลิสงป่นแห้งมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.69% กุ้งแห้งมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1% และพริกป่นมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงที่สุดเท่ากับ 1.33% ในส่วนของเครื่องปรุงประเภทของเหลว น้ำส้มสายชูมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดเท่ากับ 0.89% น้ำซอสมะเขือเทศมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.12% และ น้ำปลามีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.6% ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องปรุงทุกชนิดมีน้อยกว่าค่าที่กำหนดที่ 10% โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่ผู้ประกอบการประเมินว่าส่งผลต่อรสชาติ และค่าความคลาดเคลื่อนเมื่อป้อนเครื่องปรุงทุกชนิดพร้อมกันมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.29 กรัมคิดเป็น 0.19% ซึ่งถือว่าการปรุงก๋วยเตี๋ยวโดยใช้เครื่องปรุงต้นแบบนี้มีความแม่นยำ เพียงตรง ทำให้รสชาติของก๋วยเตี๋ยวที่ทำการปรุงออกมาในแต่ละชามมีรสชาติเหมือนกัน ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนั้นคาดว่ามาจากความชื้นในเครื่องปรุง ความชื้นในส่วนบรรจุ หรือขนาดที่ไม่เท่ากันของเครื่องปรุงแต่ละชนิด กล่าวคือ ความชื้น และ ขนาดโดยจำเพาะของเครื่องปรุงส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้

5 กิตติกรรมประกาศ

ขอบพระคุณกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและบริษัท Zaap Kitchen and Catering จำกัด สำหรับสนับสนุนทุนวิจัย

6 เอกสารอ้างอิง

- กิตติ เอกแสงสกุล. 2546. ออกแบบและสร้างเครื่องพ่นสเปรย์อัตโนมัติโดยใช้ PLC ควบคุมการทำงาน. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- จิระวุฒิ สัตนาโค และคณะ. 2546. เครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติ. วิทยานิพนธ์. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ณัฐวิทย์ สุขสูง และ พรจิต ประทุมสุวรรณ. 2561. การควบคุมระบบเซอร์โวนิวเมติกส์ด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์. การประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ครั้งที่ 12. 230 – 236. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.
- บุญฤทธิ์ ประสาทแก้ว, ภาณุ ประทุมพนรัตน์, วิรัช โยธินรินทร์. 2548. เครื่องปรุงรสอัตโนมัติ. โครงการวิจัยพัฒนา. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- วรวิทย์ วรนาวิน. 2550. เครื่องกวนน้ำมะขามเปียก. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

Thai Society of Agricultural Engineering Journal Vol. 25 No. 2 (2019), 36-41

Chanidapha P. และคณะ. (2560). Food Machining Center.

ปริญญานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.