

การออกแบบและสร้างเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง

กรณีศึกษากลุ่มอาชีพบ้านห้วยยาง

Designing and Creating Khao Pong's Plate Press Machine :

A Case Study of Ban Huay Yang Career Group

ฤทธิรงค์ แจ่มอิม^{1*}

Rittirong Jangim^{1*}

^{1*}สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

340 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 08 9242 5106 E-mail: Rittirong.ie@hotmail.com

^{1*}Industrial Management Engineering Faculty of Industrial Technology NakhonRatchasima Rajabhat University.

340 Nai Mueang Mueang District Suranarai Rd. Nakhon Ratchasima 30000

Tel +66(8) 9242 5106 E-mail: Rittirong.ie@hotmail.com

วันที่รับบทความ 19 ตุลาคม 2561

Received: Oct. 19, 2018

วันที่รับแก้ไขบทความ 27 มิถุนายน 2562

Revised: Jun. 27, 2019

วันที่ตอบรับบทความ 18 กรกฎาคม 2562

Accepted: Jul. 18, 2019

บทคัดย่อ

การออกแบบและสร้างเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง และหาประสิทธิภาพของเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตให้เพียงพอกับความต้องการ จากกรณีศึกษากลุ่มอาชีพบ้านห้วยยาง ตำบลหินดาด อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา โดยนำระบบนิวแมติกส์เข้ามาช่วยในการกดแผ่นข้าวโป่ง และใช้ระบบ พีแอลซี ในการควบคุมการทำงาน โดยใช้ถาดอลูมิเนียมเป็นตัวหมุน เพื่อทำหน้าที่ในการป้อนแป้งเข้าหาชุดแม่พิมพ์ ให้ได้รับแรงกดจากกระบอกลูกสูบนิวแมติกส์ หลังกดก้อนแป้งจนได้แผ่นข้าวโป่งถาดอลูมิเนียมจะหมุนมารับแป้งก้อนต่อไปโดยใช้ Cylinder Rotary เป็นตัวหมุนถาดอลูมิเนียม ขณะเดียวกันก็นำแผ่นข้าวโป่งออกจากถาดพร้อมกับใส่ก้อนแป้งต่อไป

ผลการเก็บข้อมูลจากกรณีศึกษากลุ่มอาชีพบ้านห้วยยางพบว่า ปัจจุบันใช้แรงงานคน ในการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่งจำนวน 3 คน โดยใช้เวลาในการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่ง 46.30 วินาทีต่อแผ่นต่อคน เท่ากับ 77.70 แผ่นต่อชั่วโมงต่อคน ดังนั้นกำลังการผลิตรวมของคนงานทั้งหมดเท่ากับ 233.10 แผ่นต่อชั่วโมง จากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกดแผ่นข้าวโป่งพบว่าเครื่องกดแผ่นข้าวโป่งใช้เวลา ในการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่งเพียง 8.61 วินาทีต่อแผ่น ดังนั้นกำลังการผลิตรวมเท่ากับ 417.68 แผ่นต่อชั่วโมง โดยใช้แรงงานเท่าเดิมจึงสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตได้ 184.58 แผ่นต่อชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 79.18 และลดต้นทุนการผลิตลงได้ 2.74 บาทต่อถุง คิดเป็นร้อยละ 19.18

คำสำคัญ: ข้าวโป่ง, เครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง, ออกแบบและสร้างเครื่อง

Abstract

This research was a case study of the Ban Huay Yang Occupational Class, Huai Thalaeng Nakhonratchasima. It focused on the design and construction of a press machine that could increase the production capacity of rice crackers (khao pong).

It used a pneumatic and PLC system that could control the aluminum rotation tray when inputting and pressing the flour mix into the mold, and included rotation of the tray using a rotary cylinder for inputting new dough. Data collection was based on the pressing of rice crackers using 3 workers. Results showed that it took 46.30 seconds/cracker/person = 77.70 crackers/hour/person. Therefore, the total production capacity of the workers was 233.10 crackers/hour. Performance testing of the rice cracker press machine resulted in 8.61 seconds/cracker, with a total production capacity of 417.68 crackers/hour. This represented an increase of 184.58 crackers/hour (+79.18%), and a reduced production cost 2.74 baht/bag (-19.18%).

Keywords: rice crackers, khao pong pressing machine, design and construction

1. บทนำ

ปัจจุบันการแปรรูปอาหารมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจไทย โดยมูลค่าการผลิตอาหารของไทย มีสัดส่วนสูงสุดในภาคการผลิต คิดเป็นร้อยละ 22 ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในภาคการผลิต (National Statistical Office., 2017) ซึ่งอุตสาหกรรมอาหารแปรรูปจึงมีความสำคัญต่อการเพิ่มมูลค่าผลผลิตประเภทข้าว ซึ่งเป็นจุดแข็งของการค้าข้าวประเทศไทย เนื่องจากผู้ผลิตสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบจากผลผลิตการเกษตรผ่านกระบวนการแปรรูป แปลงสภาพให้เป็นอาหารที่ผู้บริโภคต้องการ โดยอาศัยภูมิปัญญาท้องถิ่นมาประยุกต์ ดัดแปลง ข้าวโป่งเป็นขนมโบราณพื้นบ้านอีสาน ซึ่งชาวอีสานยังคงทำอยู่แต่กระบวนการผลิตนั้นไม่ได้พัฒนาไปจากอดีตมากนัก อุปกรณ์ในการทำข้าวโป่งก็ยังไม่ได้ถูกพัฒนาเพื่อให้ผลิตได้ทันต่อความต้องการ

กระบวนการผลิตแผ่นข้าวโป่ง กรณีศึกษากลุ่มแปรรูปข้าวโป่ง ตำบลหินดาด อำเภอยางตลาด จังหวัดนครราชสีมา พบว่าปัจจุบันในการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่งของกลุ่มได้ใช้ท่อ PVC ในการรีดก่อนแป้ง ต้องใช้แรงในการกดแผ่นแป้งให้สม่ำเสมอพร้อมกับบิดแผ่นข้าวโป่ง เพื่อให้แผ่นข้าวโป่งมีความหนาเท่ากันทั้งแผ่น จากวิธีการทำงานดังกล่าวจำเป็นต้องใช้ประสบการณ์ในการทำงาน ซึ่งจากการเก็บข้อมูลพบว่าในการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่งใช้เวลา 46.30 วินาทีต่อแผ่น หรือ 621.60 แผ่นต่อวันต่อคน (8 ชั่วโมง) ซึ่งในการผลิตแผ่นข้าวโป่งในปัจจุบันใช้แรงงานจำนวน 3 คน สามารถผลิตแผ่นข้าวโป่งดิบได้ประมาณ 1,800 แผ่นต่อวัน (ขนาด 18 ซม.) โดยใช้แรงงานคนทั้งหมดในกระบวนการผลิตประมาณ 6 - 10 คนต่อการผลิตหนึ่งวัน ซึ่งปัจจุบันมีความต้องการแผ่นข้าวโป่งดิบประมาณ 3,000 แผ่นต่อวัน (ขนาด 18 ซม.) และมีแนวโน้มมากขึ้นในช่วงเทศกาลต่าง ๆ แต่ทางกลุ่มไม่สามารถผลิตได้ทันตามความต้องการ ซึ่งบางครั้งมีการสั่งสูงสุดถึง 6,000 แผ่น ทำให้กลุ่มขาดโอกาสในการสร้างผลกำไร จากปัญหาดังกล่าวจึงต้องการออกแบบและสร้างเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง เพื่อเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนเป็นรูปธรรม นอกจากนี้โครงการวิจัยยังสามารถเสริมสร้างความเข้มแข็งภาคเกษตรให้เกิดความมั่นคงทางอาหารบนฐานความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มาใช้ในการสร้างมูลค่าเพิ่มสินค้าผลิตภัณฑ์ชุมชนประเภทข้าวสุตลาดอาเซียนด้วย องค์ความรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่น สามารถเสริมสร้างและพัฒนาเศรษฐกิจชุมชน เกิดเศรษฐกิจสร้างสรรค์อย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา โดยผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) จากการลงพื้นที่ของผู้วิจัยเพื่อศึกษาข้อมูลเบื้องต้นโดยการสัมภาษณ์เชิงลึก (Indepth Interview) กลุ่มอาชีพบ้านห้วยยาง ตำบลหินดาด อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา พบว่าในการผลิตในปัจจุบันใช้แรงงานคนเป็นหลักในการผลิตข้าวโป่ง ดังนั้นการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่งจะใช้ท่อ PVC ริดแบ่งจากก้อนกลมจนเป็นแผ่นตามขนาดและความหนาที่ต้องการ (18 ซม.) ทำให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพของความหนาของแผ่นข้าวโป่งเนื่องจากอาศัยความชำนาญ และสูญเสียจากการทำงานด้านเวลาที่ล่าช้าในขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่ง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่งแบบเดิม

2) การศึกษาความสามารถการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่งจากแรงงานโดยการจับเวลาจำนวน 30 ครั้ง และทำการหาค่าเฉลี่ยของการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่งดังได้นำเสนอไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงเวลาการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่งแบบเดิม จำนวน 30 ครั้ง (ขนาดแผ่น 18 ซม.)

จำนวนครั้ง	เวลาที่ใช้ (วินาทีต่อแผ่น)	จำนวนครั้ง	เวลาที่ใช้ (วินาทีต่อแผ่น)	จำนวนครั้ง	เวลาที่ใช้ (วินาทีต่อแผ่น)
1	47	11	40	21	44
2	52	12	42	22	47
3	45	13	45	23	53
4	46	14	51	24	47
5	45	15	45	25	44

ตารางที่ 1 แสดงเวลาการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่งแบบเดิม จำนวน 30 ครั้ง (ขนาดแผ่น 18 ซม.) (ต่อ)

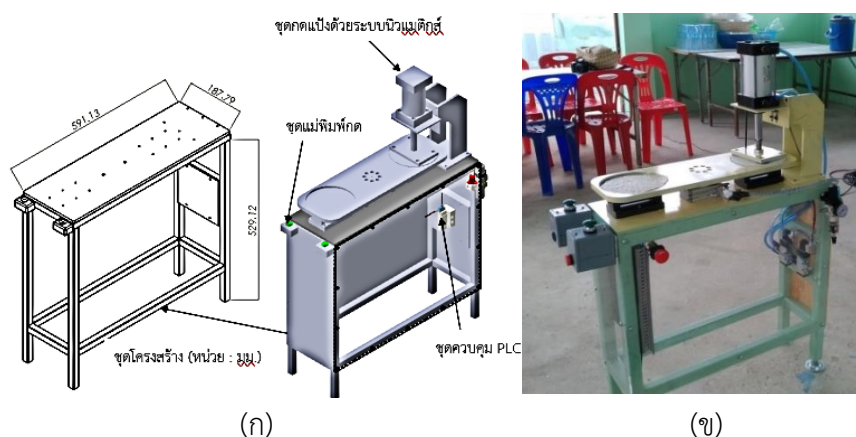
จำนวนครั้ง	เวลาที่ใช้ (วินาทีต่อแผ่น)	จำนวนครั้ง	เวลาที่ใช้ (วินาทีต่อแผ่น)	จำนวนครั้ง	เวลาที่ใช้ (วินาทีต่อแผ่น)
6	55	16	45	26	46
7	46	17	39	27	51
8	42	18	40	28	50
9	44	19	48	29	48
10	46	20	46	30	50
เฉลี่ย	46.3				

3.2 การออกแบบและคำนวณชิ้นส่วนต่าง ๆ

การออกแบบและสร้างเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง ศึกษาข้อมูลการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่งจากแรงงานคนมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการออกแบบ สรุปข้อกำหนดของเครื่องกดแผ่นข้าวโป่งได้ดังนี้

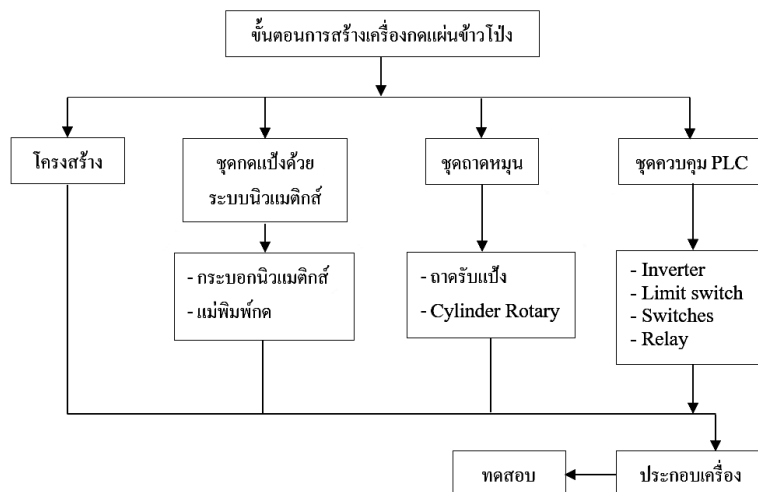
- 1) สามารถทำการผลิตได้ 3,000 แผ่นต่อวัน (8 ชั่วโมงต่อวัน แผ่นข้าวโป่งขนาด 18 ซม.)
- 2) ง่ายต่อการบำรุงรักษา
- 3) ใช้ระบบนิวเมติกส์ในการทำงาน

จากแนวคิดในการออกแบบ จำเป็นต้องคำนวณหาค่าต่าง ๆ เพื่อให้เครื่องกดแผ่นข้าวโป่งสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ดังนี้ (1) ศึกษาวัสดุที่จะใช้ในการทำเป็นแม่พิมพ์กด เนื่องจากวัตถุดิบในการทำแผ่นข้าวโป่งทำจากมาข้าวเหนียว ดังนั้นแป้งจึงเหนียวติดวัสดุได้ง่าย จึงเลือกใช้วัสดุเป็น PE (Polyethylene) ในการนำมาทำแม่พิมพ์ (2) ทดสอบหาความแข็งแรงของแป้งเพื่อคำนวณแรงในการกดแป้งและหาขนาดชิ้นส่วนต่าง ๆ จึงจะสามารถกดแผ่นข้าวโป่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ (3) ศึกษาน้ำหนักและการปั่นแป้งให้เป็นก้อนเพื่อใส่เครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง โดยแป้งต้องมีปริมาณเท่ากันทุกก้อน แม้จะใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยก็ยังคงจำเป็นต้องใช้แรงงานคนในการดำเนินงานโดยมีส่วนประกอบของเครื่อง ดังภาพที่ 2 (Ungphakorn, W. & Thanudhgan, C., 2005)



ภาพที่ 2 เครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง (ก) การออกแบบเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง (ข) เครื่องกดแผ่นข้าวโป่งที่สร้างขึ้น

การสร้างเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง มีขั้นตอนการสร้างเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง สามารถเขียนขั้นตอนการสร้างดังภาพที่ 3



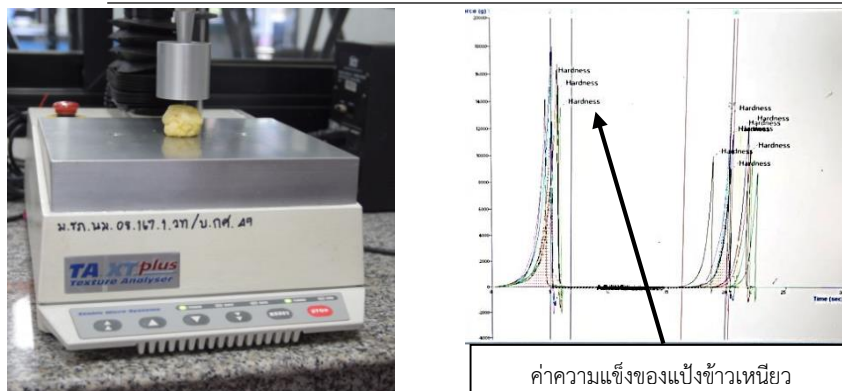
ภาพที่ 3 ลำดับการสร้างเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง

1) ออกแบบชุดถาดหมุนในการป้อนแป้ง

การออกแบบชุดป้อนแป้งข้าวโป่ง โดยใช้ถาดอลูมิเนียมเป็นตัวหมุน เพื่อทำหน้าที่ในการป้อนแป้งเข้าหาชุดแม่พิมพ์ ซึ่งแม่พิมพ์จะทำหน้าที่กดก้อนแป้งให้แบนเป็นแผ่นตามที่ต้องการ โดยได้รับแรงกดจากกระบอคนิวแมติกส์ (Cylinder) เป็นตัวขับเคลื่อนรูปตามขนาด (เส้นผ่าศูนย์กลาง 18 เซนติเมตร) หลังกดก้อนแป้งจนได้แผ่นข้าวโป่ง ถาดอลูมิเนียมจะหมุนมารับแป้งก้อนต่อไปโดยใช้ Cylinder Rotary เป็นตัวหมุนถาดอลูมิเนียม ขณะเดียวกันก็นำแผ่นข้าวโป่งออกจากถาดพร้อมกับใส่ก้อนแป้งต่อไปซึ่งเป็นเวลาเดียวกันกับที่แม่พิมพ์กำลังกดแป้งอยู่ ทำให้สามารถลดเวลาในการทำงานและเพิ่มประสิทธิภาพในการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่งได้อย่างรวดเร็ว (Tantrabundit, M., 1997)

2) คำนวณหาขนาดชุดกดแป้งด้วยระบบนิวแมติกส์

(1) คำนวณหาแรงในการกด โดยการนำแป้งไปกดด้วยเครื่องทดสอบค่าความแข็งแรง นำค่าความแข็งแรงหรือค่าความหนาแน่นของแป้งที่ได้จากเครื่องทดสอบค่าความแข็งแรงมาคำนวณหา ค่าความเค้นอัด ซึ่งค่าความแข็งแรงที่ได้จากการทดสอบดังภาพที่ 3 ได้ค่าความแข็งแรงเฉลี่ย 120.03 N จากการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง จากการทดลองหาคัดที่ใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มม. มาคำนวณหาพื้นที่วงกลมสามารถคำนวณได้ดังนี้ (Chininthorn, P. & Sinthipsomboon, K., 2001)



ภาพที่ 4 ค่าความแข็งหรือค่าความหนาแน่นของแป้ง

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{\pi \times D^2}{4} \\
 \text{แทนค่า} &= \frac{3.14 \times 50^2}{4} \\
 &= 1,963.49 \text{ mm}^2 \\
 &= 19.63 \text{ cm}^2
 \end{aligned} \tag{1}$$

คำนวณหาความเค้นอัดคำนวณได้จากสมการที่ 2

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{F}{A} \\
 \text{เมื่อ } F &\text{ คือแรงที่ใช้กดซึ่งได้จากการทดสอบกดแป้ง} \\
 F &= 120.03 \text{ N} \\
 \text{แปลงให้เป็น} \\
 \text{Kg} &= \frac{120.03}{9.81} \\
 &= 12.24 \text{ Kg} \\
 \text{แทนค่าสูตร} &= \frac{12.24}{19.63} \\
 &= 0.62 \text{ Kg/mm}^2
 \end{aligned} \tag{2}$$

จากนั้นคำนวณหาพื้นที่ในการกดแป้งจริงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18 เซนติเมตร
ได้จากสมการที่ 1

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} &= \frac{\pi \times D^2}{4} \\
 \text{แทนค่า} &= \frac{3.14 \times 18^2}{4} \\
 &= 254.46 \text{ mm}^2 \\
 \text{คำนวณหาน้ำหนักที่กระทำต่อแป้ง} \\
 \text{แทนค่า} &= 254.46 \times 0.62 \\
 &= 158.53 \text{ Kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

ดังนั้นควรเลือกกระบอกที่มีแรงกดมากกว่า 158.53 Kg/mm²

(2) การคำนวณกระบอกสูบของเครื่องทางทฤษฎี การหาแรงของกระบอกสูบ ขณะทำงานเลื่อนออกและเลื่อนเข้าโดยกำหนดให้

D = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในกระบอกสูบ 80 mm

d = เส้นผ่าศูนย์กลางก้านสูบ 25 mm

Fr = ค่าแรงเสียดทาน 10% โดยเฉลี่ย

P = ความดันลมอัดใช้งานทั่วไปในระบบนิวแมติกส์ประมาณ 4 Kg/cm²

หาพื้นที่เต็มหน้าตัดลูกสูบ = A (หน่วยเป็น เซนติเมตร) ได้จากสมการที่ 1

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

แทนค่า

$$A = \frac{3.14 \times 8^2}{4}$$

$$A = 50.26 \text{ cm}^2$$

การหาแรงของกระบอกสูบขณะเลื่อนออกทางทฤษฎีจากสมการที่ 3

$$F_t = P \times A \quad (3)$$

แทนค่า

$$F_t = 4 \times 50.26$$

$$F_t = 201.06 \text{ Kg}$$

ซึ่งแรงของกระบอกสูบขณะเลื่อนออกทางปฏิบัติจากสมการที่ 4

$$F = F_t - F_r \quad (4)$$

แทนค่า

$$F = 201.06 - 10\%$$

$$F = 180.95 \text{ Kg}$$

แรงของกระบอกสูบขณะเลื่อนเข้า A' จากสูตรพื้นที่รูปวงแหวน

$$A' = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2)$$

แทนค่า

$$A' = \frac{3.14}{4} \times (8^2 - 2.5^2)$$

$$A' = 45.33 \text{ cm}^2$$

แรงของกระบอกสูบขณะเลื่อนเข้าทางทฤษฎี จากสมการ

$$F_t = P \times A - F_r$$

แทนค่า

$$F_t = 4 \times 45.33 - 10\%$$

$$F_t = 163.20 \text{ Kg}$$

ผลการคำนวณหาแรงของกระบอกสูบขณะเลื่อนเข้าทางทฤษฎีได้ 163.20 Kg โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในกระบอกสูบขนาด 80 mm ที่สามารถให้แรงในการกดสูงกว่าแรงที่ต้องการกดแป้งข้าวโป่ง ดังนั้นจึงนำขนาดของกระบอกสูบที่คำนวณทางทฤษฎีไปเปิดเทียบจากตารางขนาดและแรงของกระบอกนิวแมติกส์

(3) การคำนวณหาขนาดปั๊มลม จากสมการที่ 5 (Tanchewawong, N., 2004)

$$V_a = \frac{(A_1 + A_2) \times L \times (P + 1.03) \times n}{1000} \quad (5)$$

เมื่อ

V_a	=	ปริมาณลมที่ใช้ (ลิตร/นาที)
L	=	ช่วงชักของกระบอกสูบ
A_1	=	พื้นที่ลูกสูบด้านลูกสูบ
A_2	=	พื้นที่ลูกสูบด้านก้านสูบ
P	=	ความดันลม (kgf /cm ²)
n	=	จำนวนครั้งที่ลูกสูบเคลื่อนที่ไป - กลับ ต่อนาที

ดังนั้นสามารถคำนวณหาความต้องการใช้ลมสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$V_a = \frac{(50.24 + 45.36) \times 70 \times (4 + 1.03) \times 10}{1000}$$

$$V_a = 336.81 \text{ L/min}$$

ดังนั้นควรเลือกใช้ปั๊มลมที่สามารถผลิตลมให้ได้อย่างน้อย 336.81 L/min

(4) การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน

การทำงานของเครื่องปั๊มแผ่นข้าวโป่งระบบนิวแมติกส์ PLC ช่วยควบคุมและสั่งการให้เครื่องทำตามเวลาที่กำหนดโดยมีการกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ดังนี้ (Tanchewawong, N., 2004)

1) การกำหนดเงื่อนไข

- (1) กดปุ่ม Start (x2) โดยที่ Reed (X7) ON, X1 OFF จึงจะทำงาน
- (2) Co ทำงาน X6 ON
- (3) C1 ทำงานค้าง 3 วินาที X1 ON
- (4) C1 OFF
- (5) กดปุ่ม Start (x2) เหมือนข้อ 1
- (6) Co ทำงาน Xo ON
- (7) เหมือนข้อ 3, 4
- (8) ทำวนไปเรื่อย ๆ

2) นำเงื่อนไขมาเขียนเป็นแผนภูมิจากแผนภูมินำมาเขียนโปรแกรมควบคุม

3.3 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่อง

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องในด้านความสามารถในการกดแผ่นข้าวโป่ง โดยนำแป้ง แป้งที่ผ่านกระบวนการตีแป้งจนละเอียดมาปั้นให้เป็นก้อนกลมให้ได้น้ำหนักประมาณ 40 กรัมต่อก้อน จากนั้นนำก้อนแป้งใส่ลงในถาดกดแล้วกด Switches เพื่อให้เครื่องหมุนถาดรับแล้วกดแป้งให้เป็นแผ่น ตามที่ต้องการ ดังภาพที่ 5



(ก)



(ข)

ภาพที่ 5 (ก) การเตรียมก้อนแป้งและเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง (ข) การทดสอบกดแป้งข้าวโป่งด้วยเครื่อง

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดลองเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง

จากการทดลองขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่งด้วยเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง ซึ่งได้ทำการจดบันทึกข้อมูลการจับเวลา เพื่อหาเวลาในการผลิตต่อแผ่น (วินาที) ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงตารางการบันทึกเวลาในการทดลอง

จำนวนครั้ง	เวลาที่ใช้ (วินาทีต่อแผ่น)	จำนวนครั้ง	เวลาที่ใช้ (วินาทีต่อแผ่น)	จำนวนครั้ง	เวลาที่ใช้ (วินาทีต่อแผ่น)
1	7.59	11	8.75	21	8.80
2	8.91	12	8.75	22	8.81
3	8.81	13	8.69	23	8.88
4	8.44	14	7.88	24	8.75
5	9.85	15	8.50	25	8.69
6	8.65	16	8.65	26	8.50
7	8.26	17	8.26	27	8.62
8	8.78	18	8.40	28	8.69
9	8.80	19	8.41	29	8.88
10	8.88	20	8.81	30	7.88
$\bar{X}$	8.61				
SD	0.39				

2) กรณีศึกษาต้องการความเชื่อมั่นของข้อมูลร้อยละ 95 และข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนร้อยละ ± 5 ผู้ดำเนินโครงการจึงเก็บข้อมูลเวลาการทำงานจำนวน 30 ครั้ง และนำข้อมูลมาหาจำนวนครั้งที่ต้องจับเวลาเพื่อให้ได้ช่วงความเชื่อมั่นที่กำหนด สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 6 (KanjapanyaKom, R., 2010)

$$N = \left[\frac{40 \times n}{\sum x_i} \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - ((\sum x_i)^2 / n)}{n-1}} \right]^2 \quad (6)$$

$$N = \left[\frac{40 \times 30}{\sum 258.57} \sqrt{\frac{\sum 2,233.25 - ((258.57)^2 / 30)}{30-1}} \right]^2$$

$$= 3.44 \approx 4 \text{ ครั้ง}$$

ดังนั้น จากการคำนวณจำนวนครั้งของการจับเวลาการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่งแบบเดิม $N = 4$ ครั้ง ซึ่งมีจำนวนครั้งการจับเวลา (N) น้อยกว่าจำนวนครั้งของเวลาการจับเวลาดังอย่างเวลา (a) ดังนั้นจำนวนครั้งของเวลาการจับเวลา ตัวอย่างมีความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนร้อยละ ± 5

จากตารางที่ 2 การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) สามารถหาได้ดังนี้

การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) ปริมาณการผลิต 8.61 วินาทีต่อแผ่น หาได้จากสมการที่ 7

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (7)$$

เมื่อ

X_i = ข้อมูลที่ i

n = จำนวนข้อมูล

แทนค่าในสมการ ได้ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{7.59+8.91+8.81+8.44+9.85+8.65+.....+7.88}{30}$$

$$= 8.61 \text{ วินาทีต่อแผ่น}$$

ฉะนั้นค่าเฉลี่ยของเวลาการทดลองเครื่องกดแผ่นข้าวโป่งเฉลี่ย 8.61 วินาทีต่อแผ่น การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของปริมาณการผลิตแผ่นข้าวโป่ง หาได้จากสมการที่ 8

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (8)$$

N = จำนวนครั้งของการทดลอง

X = เวลาในการผลิตแผ่นข้าวโป่งแต่ละครั้ง
แทนค่าในสมการที่ 7

$$SD = \sqrt{\frac{(7.59-8.61)^2 + (8.91-8.61)^2 + \dots + (7.88-8.61)^2}{30-1}}$$

$$= 0.39$$

ฉะนั้นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของเวลาการทดลองเครื่องกดแผ่นข้าวโป่งเฉลี่ย 8.619 วินาทีต่อแผ่น โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39

4.2 เปรียบเทียบผลการทดลอง

จากการทดลองเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง จากตารางที่ 2 แสดงเวลาในการขึ้นรูปแผ่น 46.30 วินาที คิดเป็นอัตราการผลิตต่อชั่วโมงเท่ากับ 77.70 แผ่นต่อชั่วโมงต่อคน ปัจจุบันใช้คน 3 คนในการผลิตดังนั้นกำลังการผลิตของกลุ่มนักศึกษาสามารถผลิตได้ 1,800 แผ่นต่อวัน ซึ่งเครื่องกดแผ่นข้าวโป่งถูกออกแบบให้ใช้คน 3 คน ในการผลิต แต่เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่ง ระหว่างเครื่องกดแผ่นข้าวโป่งกับการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่งแบบเดิม

อัตราการผลิตแผ่นข้าวโป่ง (แผ่นต่อชั่วโมง)				เวลาในการกดแผ่นข้าวโป่ง (วินาที)			
แบบเดิม	แบบใหม่	เพิ่มขึ้น	ร้อยละ	แบบเดิม	แบบใหม่	ลดลง	ร้อยละ
233.10	417.68	184.58	79.18	46.30	8.62	37.68	81.38

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการกดแผ่นข้าวโป่งดังตารางที่ 3 พบว่าการกดแผ่นข้าวโป่งแบบใหม่ให้ปริมาณผลผลิตของการกดแผ่นเท่ากับ 417.68 แผ่นต่อชั่วโมง ที่ความชื้นที่ร้อยละ 95 (แสดงดังตารางที่ 2) และจากเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง เวลาที่ใช้ลดลงเหลือ 8.61 วินาทีต่อครั้ง

จากผลการศึกษาด้านคุณภาพ โดยการทดสอบแป้งแผ่นข้าวโป่งพบว่าอัตราการพองของแผ่นข้าวโป่งไม่แตกต่างจากการผลิตแบบเดิม

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

5.1 สรุปผลการดำเนินงานในการออกแบบและสร้างเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง กลุ่มอาชีพบ้านห้วยยาง ตำบลหินดาด อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตแผ่นข้าวโป่ง โดยการออกแบบเครื่องให้สามารถทำงาน ได้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์และวิธีการทำงานการเคลื่อนไหวต่าง ๆ

ผลการทดสอบพบว่าเครื่องสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการขึ้นรูปแผ่นข้าวโป่งแบบเดิม ซึ่งจากเดิมสามารถผลิตได้ 233.10 แผ่นต่อชั่วโมง และใช้เครื่องกดแผ่นข้าวโป่งที่สร้างขึ้นสามารถกดแผ่นข้าวโป่งได้ 417.68 แผ่นต่อชั่วโมง เพิ่มขึ้น 184.58 แผ่นต่อชั่วโมง โดยใช้จำนวนคนงานเท่าเดิม 3 คน คิดเป็นร้อยละ 79.18

ด้านคุณภาพของแผ่นข้าวโป่งมีขนาดและความหนาเท่ากันทุกแผ่นจากการใช้เครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง โดยมีขนาด 18 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร โดยมีต้นทุน 1.92 บาทต่อแผ่น ลดต้นทุนการขึ้นรูปแผ่นได้ 0.46 บาทต่อแผ่น คิดเป็นร้อยละ 19.19 ต้นทุนคงที่สำหรับตัวเครื่องกดแผ่นข้าวโป่งระบบนิวแมติกส์ 31,164 บาท อัตราการผลิตสูงสุดส่วนแผ่นข้าวโป่งเท่ากับ 3,240 แผ่นต่อวัน บรรจุใส่ถุง ถุงละ 6 แผ่น ดังนั้นสามารถผลิตได้ 540 ถุง ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องจะอยู่ที่ 21 วัน

5.2 อภิปรายผล จากการทดสอบเครื่องยังพบว่า การปั้นแป่งให้เป็นก้อนเพื่อวางลงบนแม่พิมพ์ของเครื่องกด จากแรงงานคนจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการทำแป่งให้เป็นก้อนเพื่อป้อนเข้าสู่แม่พิมพ์ของเครื่องกด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขึ้นรูปแผ่นได้มากขึ้น

6. ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการศึกษาสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเครื่องกดแผ่นข้าวโป่ง หรือมีการติดตั้งสายพานลำเลียงทำให้การทำงานที่รวดเร็วยิ่งขึ้น
2. จากผลการศึกษาสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาใช้กับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่มีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกันได้

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มอาชีพบ้านห้วยยาง ตำบลหินดาด อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา ที่อนุเคราะห์วัตถุดิบในการทดลอง ตลอดจนข้อมูลต่าง ๆ และผู้สนับสนุนทุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนในการทำงานวิจัยรวมทั้งข้อเสนอแนะ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

- Chininthorn, P. & Sinthipsomboon, K. (2001). **Hydraulic Industrial**. Bangkok: Se – education. (in Thai)
- KanjanapanyaKom, R. (2010). **Industrial Work Study**. Bangkok: Top. (in Thai)
- National Statistical Office. (2017) **Statistics development plan Nakhon Ratchasima**. [online]. Available http://www.igpthai.org/NS057/user files/files/ Nakhon Ratchasima_ Draft.pdf. access on 01/08/2017. (in Thai)
- Rijirvanich, W. & Ploymeka, C. (1991). **Engineering Economy**. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Tanchewawong, N. (2004). **Pneumatic Industrial**. Bangkok: Technology Promotion Association (Thailand-Japan). (in Thai)
- Tantrabundit, M. (1997). **Part of Machinc Design 1**. Bangkok: Technology Promotion Association (Thailand-Japan). (in Thai)

- Ungphakorn, W. & Thanudngan, C. (2005). **Machine design**. Bangkok: Se – ed ucation.
(in Thai)
- Wongkrajang, A. (1990). **Design of machine elements**. Bangkok: Odeon Store.
(in Thai)