

เครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุก กรณีศึกษา: บริษัท เอ็กซ์เซลเลนท์ ฟู้ด จำกัด

KONJAC PEARL DROPPING MACHINE CASE STUDY: EXCELLENT FOOD CO., LTD.

กันยารัตน์ พูลเพียร

Kanyarat Punpain

Received: November 17, 2022

Revise: June 8, 2023

Accepted: June 10, 2023

อาจารย์สาขาวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ, วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตและเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์,
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

* Corresponding author, Email: kanyarat.pun@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

จากกรณีศึกษาบริษัท เอ็กซ์เซลเลนท์ ฟู้ด จำกัด มีกระบวนการในการผลิตเม็ดบุกไข่มุกเดิมโดยการปั๊มสุบจากถังผสมเพื่อให้น้ำบุกหยดจากท่อลำเลียง(ท่อพีวีซี) ที่ได้มีการเจาะรูขนาดเท่ากับเม็ดบุกที่ต้องการคือ ขนาดเท่ากับ 3 มิลลิเมตร แต่แรงดันภายในท่อลำเลียงทำให้อัตราการหยดไม่เท่ากัน ขนาดของเม็ดบุกไข่มุกจึงต่างกันและทำให้การผลิตล่าช้า จากปัญหาข้างต้นผู้วิจัยได้มีการออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุกเพื่อแก้ปัญหาการผลิต เครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุกที่ถูกออกแบบและสร้างขึ้น ประกอบด้วย 2 ชั้นส่วนใหญ่ ได้แก่ ถังพัก และเครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุก ผลการทดลอง 3 ขั้นตอน โดยขั้นตอนที่ 1 เป็นการทดลองหัวหยอด ผลการทดสอบได้มีการแก้ไขลักษณะของรูหยอดให้เป็นรูกลมขนาด 3 มิลลิเมตร ขั้นตอนที่ 2 การปั๊มน้ำบุกจากถังพักสู่เครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุก ผลสามารถปั๊มน้ำบุกจากถังพักสู่เครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุกได้ทั้งหมด ขั้นตอนที่ 3 ทดสอบการทำงานทั้งระบบ ผลการทดลองมีจุดรอยต่อระหว่างสายยางส่งต่อน้ำบุกกับหัวกรองน้ำบุกรั่วซึม แก้ไขโดยการไขน็อตยึดระหว่างสายยางกับหัวกรองอีกครั้งให้แน่นขึ้นและใส่ซิลยางบริเวณรอยต่อเครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุกทำให้สามารถผลิตเม็ดบุกไข่มุกอยู่ที่ 960 กิโลกรัมต่อเวลาการทำงานใน 1 วัน อัตราการผลิตเพิ่มขึ้น 480 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: เครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุก; หัวหยอด; ถังเก็บน้ำบุก; หัวกรอง

Abstract

The research objective is to design and build a Konjac pearl dropper. By studying the Konjac pearls sizes in market demand and the Konjac pearls production process from the Excellent Food Company Limited. There is a process to produce the original pearl konjac seed starting from the pump pumping from the mixing tank so that the konjac water drips from the conveying pipe (PVC pipe). Discovered sizes is in market demand which are 3 millimeters. But the pressure inside the conveying pipe causes the drop rate to be uneven. The size of the konjac pearls is different and thus the production is delayed. From the above problem, the researcher has designed and built a

Konjac Pearl Dropper, consisting of mainly 2 parts, namely a hopper and a Konjac Pearl Dropper. Results of the 3-step experiment. The test result, the 1st step, fixed the appearance of the drop hole to be a round hole. The 2nd step, the pumping of konjac water from the tank to the pearl dropper. The result is able to pump all the konjac water from the tank to the pearl dropper. The 3th step, test the whole system. There is a connection point between the hose to deliver the konjac water and the leaking water filter head. Fix it by tightening the fixing nut between the hose and the filter head again and inserting the rubber seal. This makes it possible to produce konjac pearls at 960 kg/working time in 1 day. and the production rate increased by 480%.

Keywords: Pearl pellet dropping machine; drop head; Konjac water tank; filter head

1. บทนำ

ช่วง 2-3 ปีมานี้ คงไม่มีใครเครื่องตีมันชนิดไหนเป็นที่นิยมไปมากกว่าขนมไข่มุก สะท้อนไปถึงภาพรวมตลาดที่มีมูลค่าราว 2.5-3 พันล้านบาท เติบโตอย่างรวดเร็วถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ตัวเลขนี้มากกว่าตลาดโลกที่มีมูลค่า 6.2 หมื่นล้านบาท เติบโตเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ และคาดว่าจะเติบโตไปเรื่อยๆ จนทะลุ 1 แสนล้านบาท ภายในปี 2023 โดยยืนยันด้วยข้อมูลจาก Grab Food เผยตลาดเครื่องตีมันชนิดขนมไข่มุกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในปี 2561 มียอดขายสั่งซื้อเติบโตเพิ่มขึ้น 3,000 เปอร์เซ็นต์ จากแบรนด์ขนมไข่มุกกว่า 1,500 แบรนด์ ที่มีหน้าร้านจำหน่ายรวมกว่า 4,000 สาขา อัตราการบริโภคขนมไข่มุกมากที่สุด เฉลี่ยคนละ 6 แก้วต่อเดือน ตามด้วยชาวฟิลิปปินส์บริโภคขนมไข่มุกเฉลี่ยคนละ 5 แก้วต่อเดือน ชาวมาเลเซีย สิงคโปร์ เวียดนาม และอินโดนีเซีย บริโภคเฉลี่ยคนละ 3 แก้วต่อเดือน และไม่ใช่แค่ Grab Food เท่านั้น LINE MAN และ GET ต่างก็เคยให้ข้อมูลว่า ขนมไข่มุกเป็นเมนูที่คนนิยมสั่งมากที่สุด[1] ความต้องการที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้วัตถุดิบหลักที่ถูกนำมาเป็นส่วนประกอบของขนมไข่มุกมีความต้องการมากตามไปด้วย โดยเฉพาะไข่มุก ซึ่งไข่มุกที่นิยมเลือกมาทำเป็นวัตถุดิบหลักในร้านขนมไข่มุกมี 2 ประเภท คือ เม็ดไข่มุกที่ทำมาจากแป้ง และเม็ดบุกไข่มุก โดยวัตถุดิบหลักที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือ เม็ดบุกไข่มุก วัตถุดิบหลักสำหรับขนมไข่มุก เป็นวัตถุดิบที่ผลิตมาจากบุกหรือกระบุกซึ่งเป็นพืชหัวชนิดหนึ่ง หัวกระบุกสดมีน้ำประมาณ 80-90% ส่วนที่เป็นของแข็ง เป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลแมนโนส และกลูโคส [2]



รูปที่ 1 ต้นบุกและหัวบุก [2]

จากกรณีศึกษาบริษัท เอ็กซ์เซลเลนท์ ฟู้ด จำกัด มีกระบวนการในการผลิตในปัจจุบันผลิตเม็ดบุกไข่มุกโดยการให้น้ำบุกหยดจากท่อลำเลียงที่ได้มีการเจาะรูขนาดเท่ากับเม็ดบุกที่ต้องการ และเนื่องจากการไหลของน้ำบุกจะไหลผ่านท่อเพียงฝั่งเดียว แรงดันในท่อต้นทางจะมีเยอะกว่าปลายทาง ทำให้อัตราการหยดไม่เท่ากัน ขนาดของเม็ดบุกไข่มุกไม่เท่ากัน ได้มีการแก้ปัญหาเบื้องต้นด้วยการใช้วาล์วลดแรงดันติดตั้งที่รูเจาะมาช่วย ทำให้สามารถคุมขนาดของเม็ดบุกไข่มุกได้แต่อัตราการผลิตกลับลดลง ถ้ามีการเจาะรูเพิ่มนั้นหมายความว่าแต่ละรูเจาะจะต้องมีการติดตั้งวาล์วลดแรงดันทุกรู ด้วยข้อจำกัดด้านความยาวของท่อลำเลียงทำให้รูที่จะสามารถเจาะเพิ่มได้ไม่เกิน 10 รู ดังนั้นอัตราการผลิตที่จะเพิ่มจาก 10 รูเจาะก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ ในปัจจุบันโรงงานสามารถผลิตเม็ดบุกไข่มุกได้สูงสุด 200 กิโลกรัมต่อวัน แต่ความต้องการของผลิตภัณฑ์ในหนึ่งวันสูงถึง 1000 กิโลกรัมต่อวัน

จากปัญหาข้างต้นผู้วิจัยได้มีการออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุก ร่วมกับบริษัทเอ็กซ์เซลเลนท์ ฟู้ด จำกัด เพื่อแก้ปัญหาการผลิตที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด เครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุกมีหัวสำหรับการหยอดเม็ดบุกทั้งหมด 4 หัวหยอด

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

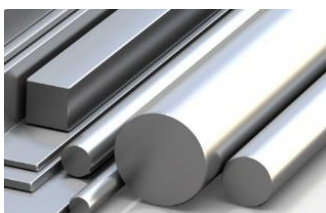
1. ออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุก จำนวน 4 หัวหยอด
2. สามารถหยอดเม็ดบุกไข่มุกได้ 2 ขนาด ได้แก่ 3 มิลลิเมตร และ 5 มิลลิเมตร
3. หนึ่งหัวหยอดของเครื่องหยอดไข่มุก มีอัตราการผลิต 1000 กิโลกรัมต่อวัน

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

3.1.1 สแตนเลส (Stainless)

สแตนเลส (Stainless) หรือสแตนเลส สตีล (Stainless Steel) ที่ใช้อยู่กันในปัจจุบันนั้น มีมากมายหลากหลายเกรด โดยแบ่งตามมาตรฐาน ISO ซึ่งสแตนเลสที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการใช้ในครัวเรือน (Household) การผลิต และ แปรรูปอาหาร การทำเบเกอรี่ (Bakery) ไปจนถึงอุปกรณ์เวชภัณฑ์ต่าง ๆ ในโรงพยาบาล คือ สแตนเลส 304 (Stainless 304) ซึ่งอยู่ในสแตนเลส ตระกูล ออสเทนิติก (Austenitic stainless steel) ที่ถือว่าเป็นสแตนเลส มาตรฐาน Food Grade



รูปที่ 2 สแตนเลส (Stainless) [3]

สแตนเลส 304 (Stainless 304) ถูกสร้างขึ้นจาก โลหะ (Metal) โดยมีส่วนผสมหลัก คือ เหล็กกล้า (Fe) 70 – 75%, โครเมียม (Cr) 18 %, นิกเกิล (Ni) 8 %, และยังมีส่วนผสมอื่น ๆ เช่น คาร์บอน (C) และ แมงกานีส (Mn) (เป็นต้น) รวมอยู่ด้วย โดยสแตนเลส 304 (Stainless 304) นั้นมีความแข็งแรงในระดับกลาง แต่ทนต่ออุณหภูมิได้สูงถึง 1400 องศา

เซลเซียส ถือได้ว่าทนต่อความร้อนเป็นอย่างดี โดยการนำไปใช้ประโยชน์นั้น สามารถนำไปใช้งานได้ตั้งแต่ ระดับครัวเรือน (Household) ไปจนถึงอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ (Industry)[3] ดังนั้นในการสร้างเครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุกจึงเลือกใช้ สแตนเลส 304 เป็นวัสดุหลักในการสร้าง

3.1.2 เซ็นเซอร์อุณหภูมิ

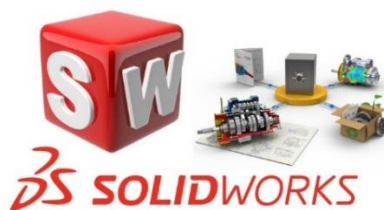


รูปที่ 3 เซ็นเซอร์อุณหภูมิชนิดต่างๆ [4]

เซ็นเซอร์อุณหภูมิ (Temperature Sensor) มีความแตกต่างกันไปตั้งแต่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแบบธรรมดาไปจนถึงเซมิคอนดักเตอร์ประเภทที่มีความไวสูงซึ่งสามารถควบคุมกระบวนการที่ซับซ้อนได้ เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทเซ็นเซอร์แบบสัมผัส และประเภทเซ็นเซอร์แบบไม่สัมผัส โดยในงานวิจัยนี้เลือกใช้เซ็นเซอร์แบบไม่สัมผัส[4]

3.1.3 โปรแกรม SolidWorks

โปรแกรมที่นำมาใช้ในการออกแบบเครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุก คือ โปรแกรม SolidWorks โปรแกรม SOLIDWORKS เป็นซอฟต์แวร์ออกแบบ 3 มิติ ลิขสิทธิ์แท้สำหรับงานออกแบบผลิตภัณฑ์ไปจนถึงเครื่องจักรอุตสาหกรรม โดยจุดเด่นของตัวโปรแกรมคือ การใช้งานที่ง่าย ออกแบบได้อย่างแม่นยำ ผลิตได้ทันที พร้อมฟังก์ชันที่ครอบคลุมงานอุตสาหกรรมทุกประเภท



รูปที่ 4 สัญลักษณ์โปรแกรม SolidWorks [5]

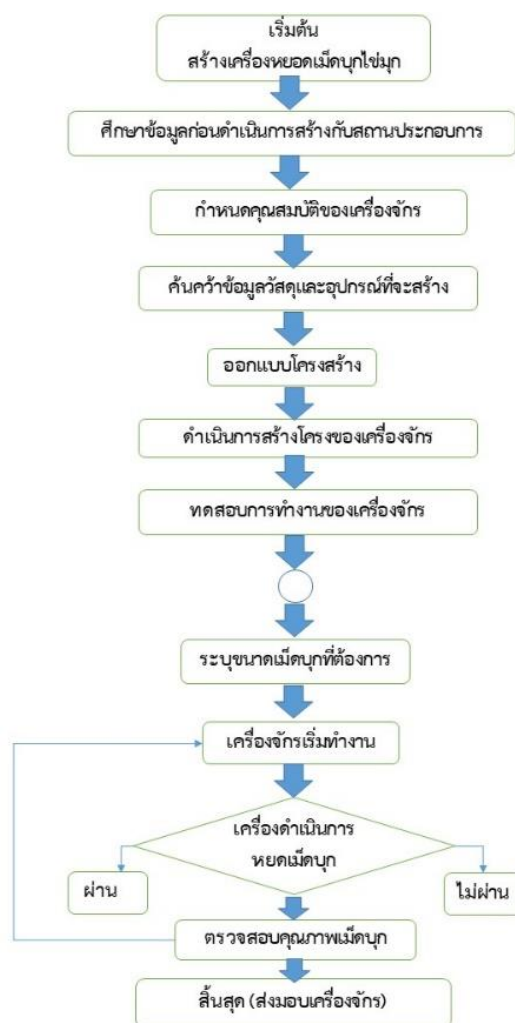
โปรแกรม SolidWorks โดยแบ่งเป็นสามส่วน ประกอบไปด้วย

1. การสร้างชิ้นงานเบื้องต้นหรือ Part ซึ่ง Part จะเป็นส่วนประกอบพื้นฐานที่จะถูกนำมาประกอบรวมกันกลายเป็นชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนขึ้น และถูกนำไปใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ขึ้นมา

2. การประกอบชิ้นงานหรือ Assembly ชิ้นส่วนย่อยๆ ที่ถูกเรียกว่า Part หลายชิ้นจะถูกนำมาประกอบเป็นชิ้นงานชิ้นเดียวกัน
3. การสร้างภาพเขียนแบบฉาย หรือ Drawing โปรแกรม SolidWorks จะมีความสามารถในการช่วยให้สามารถเขียนแบบภาพฉายได้ง่าย ซึ่งจะสัมพันธ์กับความถูกต้องของการออกแบบ Part และขั้นตอน Assembly ด้วย [5]

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนในการดำเนินการสร้างเครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุก เริ่มต้นจากการศึกษาที่มาของปัญหาจากสถานประกอบการ และทำการกำหนดวัตถุประสงค์ เพื่อใช้ในการกำหนดคุณสมบัติของเครื่องจักรที่ทำการสร้าง โดยมีขั้นตอนอย่างละเอียดดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุก

ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพเม็ดบุงไข่มุก ทำการตรวจสอบทั้งแบบวิธีเก่าและด้วยเครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุก ใช้น้ำบุง 20 กิโลกรัมในการทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบ 2 เงื่อนไข 1. เวลาที่ใช้ในการผลิต จับเวลาตั้งแต่เริ่มทำการผลิตถึงน้ำบุงหมดถึงพักน้ำเพื่อหาอัตราการผลิตต่อ 1 วันทำงาน 2. วัดจำนวนเม็ดบุงไข่มุกที่ไม่ได้มาตรฐานจากปริมาณน้ำหนักของเม็ดบุงไข่มุกที่ไม่ได้ขนาด(3 มิลลิเมตร)

3.3 หลักการในการออกแบบเครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุก

การออกแบบเครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุก แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ถังพักน้ำบุง ประกอบไปด้วย ถังขนาด 40 ลิตร เครื่องปั้มน้ำ 1 แรง และท่อส่งน้ำบุง ส่วนที่ 1 ทำหน้าที่พักน้ำจากถังผสมขนาดใหญ่ เพื่อสำหรับสูบส่งต่อไปยังเครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุก โดยถังขนาด 40 ลิตร รับน้ำจากถังผสมขนาดใหญ่ ปั้มน้ำที่ถูกติดตั้งจะสูบน้ำบุงจากถังส่งต่อไปยังท่อส่งน้ำบุงและกระบอกกรอง ก่อนจะไหลเข้าสู่เครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุก

3.4 การกำหนดแบบส่วนประกอบของเครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุก

ส่วนประกอบของเครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุก ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่

1. ถังพักน้ำบุง



รูปที่ 6 ถังพักน้ำบุง[6]

ถังพักน้ำบุงทำหน้าที่พักน้ำจากถังผสมขนาดใหญ่ ถังพักน้ำบุงมีขนาดกว้าง 60 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร ติดตั้งฐานพร้อมล้อเพื่อช่วยในการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์และการทำความสะอาดด้านล่างของฐานมีปั้มน้ำ 0.75 กิโลวัตต์ ทำหน้าที่สูบน้ำบุงจากถังพักสู่ถังหยอด

2. เครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุก



รูปที่ 7 ถังหยอดเม็ดบุงไข่มุก

เครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุกทำหน้าที่หยอดน้ำบุงลงสู่ถังน้ำสำหรับเม็ดบุงไข่มุกแข็งตัว การหยอดของเครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุกจะทำการหยอดผ่านหัวหยอดที่ทำการติดตั้งไว้ด้านล่างสุดของเครื่องหยอด หัวหยอดที่ทำการติดตั้งมีทั้งหมด 4 หัวหยอด

4. ผลการวิจัย

4.1 การประกอบเครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุก

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบเครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุก

ชื่อชิ้นส่วน	หน้าที่	รูปภาพประกอบ
ถังพักน้ำบุกพร้อมฐาน	พักน้ำบุกก่อนทำการหยอด	
หัวกรองน้ำบุก[8]	กรองน้ำบุกให้ไม่มีสิ่งสกปรก เจือปน	

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบเครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุก (ต่อ)

ชื่อชิ้นส่วน	หน้าที่	รูปภาพประกอบ
ตัวเครื่องหยอดเม็ดบุก ไข่มุก	รับน้ำบุกจากหัวกรองน้ำบุก เพื่อใช้ในการหยอด	
เครื่องปั้มน้ำ ขนาด 0.75 กิโลวัตต์[7]	สูบน้ำจากถังพักน้ำบุกเข้าสู่หัว กรอง	
หัวหยอดเม็ดบุกไข่มุก	หยอดน้ำบุกในรูปทรงที่ กำหนด	



รูปที่ 8 เครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุกเสร็จสมบูรณ์[9]

เครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุกสภาพสมบูรณ์พร้อมสำหรับการทดสอบก่อนนำไปใช้งาน ถึงพักน้ำบุงพร้อมฐานติดตั้งด้านซ้ายของเครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุก สายยางอุตสาหกรรมโครงสร้างเชื่อมต่อระหว่างปั้มน้ำและหัวกรองน้ำบุงน้ำบุงถูกปั้มน้ำดูดออกจากถังพักน้ำบุง ส่งต่อไปยังหัวกรองน้ำบุง ตกกลงสู่เครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุก และสุดท้ายผ่านหัวหยอดเม็ดบุงไข่มุกหยดลงน้ำสำหรับไข่มุกแข็งตัว[10]

4.2 การทดสอบการทำงานของเครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุก

การทดสอบการทำงานของเครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุก มีการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง โดยที่ในการทดสอบครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบหัวหยอดเม็ดบุงไข่มุก การทดสอบครั้งที่ 2 เป็นการทดสอบการทำงานการดึงน้ำบุงจากถังพักน้ำบุงไปเครื่องหยอดเม็ดบุง การทดสอบครั้งที่ 3 การทำงานทั้งระบบ แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบเครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุก

การทดสอบครั้งที่	ผลการทดสอบ			
	เครื่องจักร		การทำงาน	การแก้ไข
	ทำงาน	ขัดข้อง		
ครั้งที่ 1 ทดสอบหัวหยอดเม็ดบุงไข่มุก (ลักษณะรูหยอดเหมือนฝักบัวอาบน้ำ)		✓	ได้เม็ดบุงไข่มุกที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับหยดน้ำ และกลมตามที่ต้องการ ปะปนกันไป	เปลี่ยนแผ่นรูหยอดเป็นรูกลม (ดังแสดงในตารางที่ 1 ขึ้นส่วนหัวหยอดเม็ดบุงไข่มุก)
ครั้งที่ 2 ทดสอบปั้มน้ำบุงจากถังพักน้ำไปเครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุก	✓		ไม่มีน้ำบุงคั่งค้างอยู่ในถังพักน้ำบุง	
ครั้งที่ 3 ทดสอบการทำงานทั้งระบบ	✓		เครื่องหยอดเม็ดบุงไข่มุกทำงานได้ปกติ มีเนื้อบุงไหลซึมช่องว่างระหว่างหัวกรองกับสายยาง	ทำการไขน็อตยึดระหว่างสายยางกับหัวกรองอีกครั้งให้แน่นขึ้น และใส่ซิลยางบริเวณรอยต่อ

สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังนี้ ในการทดสอบครั้งที่ 1 เม็ดบุกที่ได้มีลักษณะเป็นรูปหยดน้ำและกลมปะปนกัน ครั้งที่ 2 บั๊มน้ำทำงานได้ปกติ ไม่มีน้ำบุกขังอยู่บริเวณก้นถังพัก ครั้งที่ 3 ทดสอบการทำงานทั้งระบบ พบปัญหาน้ำบุกร่วงซึมบริเวณช่องว่างระหว่างหัวรอกกับสายยาง ทำการแก้ไขโดยการยึดน็อตให้แน่นขึ้น และใส่ซิลยางบริเวณรอยต่อ ทดสอบหลังทำการแก้ไข พบว่าไม่มีน้ำบุกไหลซึม

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบการผลิตแบบท่อหยอดเม็ดบุกไข่มุกและเครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุก

รายการ	ท่อหยอดเม็ดบุกไข่มุก	เครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุก
1. ที่น้ำบุก 20 กิโลกรัมใช้เวลาทั้งหมด	48 นาที	10 นาที
2. จำนวนของเม็ดบุกไข่มุกไม่ได้มาตรฐาน	0	0.5 %



รูปที่ 9 เม็ดบุกไข่มุกจากเครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุก

ลักษณะเม็ดบุกที่ได้จะมีรูปทรงกลม และขนาดเท่ากันทุกเม็ดดังในรูปที่ 9 ในตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบการผลิตแบบท่อหยอดเม็ดบุกไข่มุกและเครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุก พบว่าในการผลิตน้ำบุก 20 กิโลกรัม จากการผลิตรูปแบบเดิมท่อพีวีซีใช้เวลาในการผลิต 48 นาที และเครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุกใช้เวลาในการผลิต 10 นาที และมีจำนวนเม็ดบุกไข่มุกที่ไม่ได้มาตรฐาน 0.5% หรือประมาณ 100 กรัม ซึ่งสาเหตุเกิดจากช่วงท้ายของการผลิต น้ำบุกในเครื่องหยอดเม็ดบุกไข่มุกมีปริมาณน้อย ส่งผลให้น้ำบุกไหลเป็นเส้น ไม่หยดเป็นเม็ดไข่มุก นอกจากนี้ยังสามารถหาอัตราการผลิตต่อ 1 วันทำงานได้ดังนี้ โดยกำหนดให้บริษัทกรณีศึกษาทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน

1. ท่อหยอดเมล็ดบุกไข่มุก (การผลิตแบบเดิม)

อัตราการผลิตต่อวัน

น้ำบุก	20	กิโลกรัม	ใช้เวลา	48	นาที
เวลาทำงานต่อวัน	8	ชั่วโมง	สามารถผลิตได้	$= (8 \times 60 \times 20)/48$ $= 200 \text{ กิโลกรัม}$	

2. เครื่องหยอดเมล็ดบุกไข่มุก

อัตราการผลิตต่อวัน

น้ำบุก	20	กิโลกรัม	ใช้เวลา	10	นาที
เวลาทำงานต่อวัน	8	ชั่วโมง	สามารถผลิตได้	$= (8 \times 60 \times 20)/10$ $= 960 \text{ กิโลกรัม}$	

เพราะฉะนั้นเครื่องหยอดเมล็ดบุกไข่มุกจะสามารถผลิตได้ 960 กิโลกรัมต่อวัน จากปัจจุบันผลิตได้ 200 กิโลกรัมต่อวัน เพิ่มขึ้น 480 เปอร์เซ็นต์ จากรูปแบบการผลิตแบบเดิม

5. สรุปผล

การออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดบุกไข่มุก พบว่า เม็ดบุกไข่มุกที่ได้จากการผลิตมีขนาดเม็ดที่สม่ำเสมอสำหรับการผลิตเม็ดบุกไข่มุกขนาด 3 มิลลิเมตร มีเพียงช่วงท้ายของการผลิตเท่านั้นที่จะพบเม็ดบุกไข่มุกมีลักษณะเป็นเส้นแทนเม็ดกลม นอกจากนี้จากการทดสอบผลิตเม็ดบุกไข่มุกจากน้ำบุกปริมาณ 20 กรัม จากรูปแบบการผลิตเดิมคือท่อพีวีซีเจาะรูขนาด 3 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการผลิต 48 นาที และเครื่องหยอดเมล็ดบุกไข่มุก ใช้เวลา 10 นาทีในการผลิต เพราะฉะนั้น 1 วันทำงาน (8 ชั่วโมงต่อวัน) เครื่องหยอดเมล็ดบุกไข่มุกมีความสามารถในการผลิตอยู่ที่ 960 กิโลกรัมต่อเวลาการทำงานใน 1 วัน ทำให้อัตราการผลิตเม็ดบุกไข่มุกเพิ่มขึ้น 480 เปอร์เซ็นต์ จากรูปแบบการผลิตแบบเดิม สามารถลดระยะเวลาในการผลิตและแก้ปัญหการผลิตที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการเม็ดบุกไข่มุกของตลาด

6. ข้อเสนอแนะ

1. ต้องปรับปรุงบริเวณกันดั้มเป็นลักษณะกรวยเพื่อไม่ให้น้ำบุกตกค้าง
2. ปรับรูหยอดเพื่อป้องกันการหยดเป็นเส้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท เอ็กซ์เซลเลนท์ ฟู้ด จำกัด สำหรับข้อมูลในการนำมาสร้างเครื่อง และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ,วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตและเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ สำหรับอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการดำเนินการสร้าง

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] เบญจพลอย โพธิ์พินันท์. (2559). ปัจจัยที่มีผลต่อการบริโภคชาไข่มุก กรณีศึกษาร้าน Tea More. การจัดการธุรกิจและเทคโนโลยีดิจิทัล, 2559, 524-525

- [2] เมตไทย. (01 สิงหาคม 2020).บุก สรรพคุณและประโยชน์ของหัวบุก, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <https://medthai.com>
- [3] ความรู้เกี่ยวกับสแตนเลส [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <https://www.yongthaimetal.com>
- [4] Temperature Sensor Online. 15 September 2020. [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <https://www.neonics.co.th>
- [5] กอง บก. ปิยะ นากสงค์, กอง บก. อัมรินทร์ เพ็ชรกุล, กอง บก. มณีนุช สมานหนู, กอง บก. มณัสสินี ลำ สันเทียะ และกอง บก. กัมพล ชมภูทิพย์, ออกแบบ 3 มิติ ด้านวิศวกรรมและงานช่าง SolidWorks 2018 ฉบับสมบูรณ์, พิมพ์ครั้งที่ 5 ปี, สำนักพิมพ์ซิมพลิฟาย, 2562
- [6] วีรยุทธ์ เจริญวิริยะภาพ, ถึงสแตนเลสที่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม, วารสารอาหาร. ปีที่ 37 ฉบับที่ 1 (ม.ค.-มี.ค. 2550) หน้า 109-112
- [7] ศิรดา สมอหมอบ, กชกร พิมพ์หา และอิสระ มาสิงห์, ระบบปั้มน้ำอัจฉริยะ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2557
- [8] Dr. Sirichai Songsermpong. Filtration. 19 May 2019Dept. of Food Science and Technology Kasetsart University
- [9] ธวัชรัตน์ สัมฤทธิ์, เมธาวิไพศาลพิสุทธิ, วิรงรอง สุพันธ์, พัชรภรณ์ อินริราย และสุนทรพร ชังไชย, การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับหยอดกัมมี่เยลลี่, Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal, vol. 12, pp 12 ,2562
- [10] โรสลีนา ยูโซะ, นูรไอนี รีรา, นูร์ฮัน บอเนาะ, รอซาลี กายอ, วันชามัน มุซายี, อันวา หะยีบาภา, อิบรอเฮง จารง และอาบีดิน ตะแซสาเมาะ, วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุภายใต้อิทธิพลแรงโน้มถ่วงของโลก, งานวิจัยทุนอุดหนุนงบประมาณบำรุงการศึกษาประจำปี 2557, มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา