ตู้ฟักไข่ต้นทุนต่ำสำหรับชุมชน

Low Cost Egg Incubator for Communities

ยุธนา ศรีอุดม[1*] สังคม สัพโส[2] อนุรัตน์ เทวตา[3] ยุทธนา มูลกลาง[4] ชินเนีย รัติภัทร์[5] และ เอกณัฏฐ์ กระจ่างธิมาพร[6]

Yuttana Sriudom[1*], Sangkom Suppaso[2], Anurat Tewata[3], Yuttana Mulkrang[4], Zinnia Ratipat[5] and Eakanat Karjangthimaporn[6]

[1, 2, 3]*สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก จังหวัดตาก 63000*

[4]*สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก จังหวัดตาก 63000*

[5]*สาขาวิชาการจัดการ คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก จังหวัดตาก 63000*

[6]*สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140*

[1, 2, 3]*Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology LannaTak, Tak province, 63000*

[4]*Department of Electronic Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology LannaTak, Tak province, 63000*

[5]*Department of Industrial Management, Faculty of Business Administration and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology LannaTak, Tak province, 63000*

[6]*Pilot Plant Development and Training Institute Department, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, 10140*

***Corresponding author; E-mail:** Yuttana.Sriudom@gmail.com

Received: 30 April 2020 /Revised: 10 June 2020 /Accepted: 30 July 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องฟักไข่ต้นทุนต่ำสำหรับนำไปปรับใช้ฟักไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาในชุมชนบ้านหินโค้ว ตำบลตากตก อำเภอเมือง จังหวัดตาก โดยตู้ฟักไข่จะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นให้เหมาะสมกับชนิดของไข่ที่ฟัก ซึ่งในการออกแบบตู้ฟักไข่จะให้ความร้อนด้วยหลอดไฟขนาด 60 วัตต์ จำนวน 2 หลอด ทำการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นด้วย DHT22 โดยใส่ถาดน้ำเพื่อสร้างความชื้นที่ชั้นล่างสุดของตู้ฟัก และควบคุมความชื้นด้วยพัดลมระบายอากาศด้วยไมโครคอลโทรเลอร์ ตู้ฟักไข่ที่ทำการออกแบบมีขนาด 50x60x75 เซนติเมตร สามารถวางถาดไข่ได้ 3 ชั้น โดยแต่ละชั้นสามารถบรรจุไข่ได้ 50 ฟอง รวม 150 ฟอง ผลจากการทดสอบ ฟักไข่ไก่ จำนวน 30 ฟอง พบว่า สามารถฟักไข่ออกเป็นลูกเจี๊ยบ ได้ 24 ตัว คิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ ตู้ฟักไข่สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ฟัก โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 36-38 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ประมาณ 58-60 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: ตู้ฟักไข่ ชุมชน ต้นทุนต่ำ ไข่ไก่

Abstract

This research aimed to design and construct a low cost incubator to apply for chicken, duck and quail egg incubations in Hinkow village community, Taktok sub district, Muang district, Tak province. Temperature and humidity are important factor for egg hatching, it is necessary to control both of them and humidity in incubator for hatching each type of eggs. Two 60 Watts incandescent lamp bulbs were used as heater in this incubator. Temperature and humidity were controlled by DHT22. A water tray was placed at the bottom of the incubator to increase air humidity. A ventilation fan controlled by micro controller was used to release air for decreasing air humidity. The incubator was designed with the size of 60 cm x 50 cm x 75 cm. It was able to hatch 3 trays of eggs. Each tray contained 50 eggs. So, it was able to hatch total 150 eggs for each time. From the result of testing with 30 eggs, it was able to hatch 24 chicks or 80% of eggs. It was able to control incubator temperature in a range of 36-38 °C and relative humidity in a range of 58-60%.

Keywords: Incubator, Community, Low cost, Chicken egg

บทนำ

อุตสาหกรรมไก่แช่แข็งและแปรรูปของไทยในปี 2561-2563 มีแนวโน้มเติบโตตามความต้องการบริโภคที่เพิ่มขึ้นตามตลาดส่งออกที่คาดว่าจะเติบโตเร่งขึ้น อานิสงส์จาก 1) ประเทศคู่ค้าทยอยยกเลิกมาตรการระงับนำเข้าไก่แช่แข็งจากไทยอย่างต่อเนื่อง 2) การขยายตลาดส่งออกใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นในภูมิภาคเอเชียและตะวันออกกลาง และ 3) พบการแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดนกในหลายประเทศจึงเป็นโอกาสของไทยในการส่งออกไก่แช่แข็งและแปรรูปเพิ่มขึ้น [1] การเลี้ยงไก่เป็นอาชีพที่คนไทยนิยมมากพอสมควรแต่ในการลงทุนเลี้ยงไก่ต้องใช้งบประมาณค่อนข้างสูงสำหรับค่าอุปกรณ์ต่าง ๆ และการดูแลรักษาการเลี้ยงไก่แบบปล่อยให้มีการฟักไข่ตามธรรมชาตินั้นมีผลกระทบต่อผลผลิตเป็นอย่างมาก เช่น แม่ไก่ไข่ออกมาแล้วไม่ยอมฟักไข่เอง หรือปัญหาการไข่ไม่พร้อมกัน แย่งกันกก ไข่ซ้อนรังกัน ไก่มีการจิกไข่ทำให้ไข่ตายหรือเจริญเติบโตได้ไม่สมบูรณ์ เป็นต้น เนื่องจากปัจจัยที่สำคัญคือสภาพแวดล้อมภูมิอากาศและความชื้นไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไข่ ทำให้ผลผลิตที่ได้ออกมาน้อย จึงเป็นผลทำให้ในปัจจุบันมีนักวิจัยหลายท่านทำการคิดค้นการฟักไข่โดยไม่ต้องอาศัยแม่ไก่ [2] โดยอาศัยเทคโนโลยีการฟักไข่โดยใช้ตู้ฟักไข่แทน ยกตัวอย่างเช่น อัสมีะ ลือมาสือนิ ลตีฟา สมานพิทักษ์ และซุลกิพลี กาซอ [3] ได้ทำการศึกษาและออกแบบตู้ควบคุมอุณหภูมิการฟักไข่ไก่แบบกลับไข่อัตโนมัติ โดยตู้ที่ทำการออกแบบมีขนาด 53 x 63 x 83 เซนติเมตร ความหนา 10 มิลลิเมตร หุ้มด้วยฉนวน (โฟม) กันความร้อนภายในระหว่างไม้อัดสองแผ่น แล้วทำการติดตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิและเครื่องกลับไข่อัตโนมัติ ทำการเจาะรูด้านบนซ้าย ล่างขวา และติดพัดลมเพื่อระบายอากาศ ให้ความร้อนภายในตู้โดยการติดตั้งหลอดไฟ

และให้ความชื้นภายในตู้ โดยการติดตั้งเครื่องทำหมอกควัน จากการทดสอบตู้ควบคุมอุณหภูมิในการฟักไข่แบบกลับไข่ไก่อัตโนมัติ โดยทำการวัดอุณหภูมิทุกๆ 5 ชั่วโมง พบว่า อุณหภูมิภายในตู้ฟักไข่แบบกลับไข่อัตโนมัติมีอุณหภูมิที่เหมาะสมเฉลี่ยอยู่ที่ 37.5°C อุณหภูมิแวดล้อม มีค่าใกล้เคียงกันทุกช่วงเวลาในระหว่าง 30 ถึง 31.7°C และความชื้นสัมพัทธ์มีค่าใกล้เคียงกันทุกช่วงเวลาในระหว่าง 50.8-53.2% แสงธิฌา แสงดาวเรือง และคณะ [4] ได้ทำการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไก่พื้นเมือง โดยการใช้ตู้ฟักเทียบกับการให้แม่ไก่ฟักไข่ และผลของการเลี้ยงโดยขังไก่ไว้ในคอกให้ได้รับอาหารไก่ไข่สำเร็จรูปเปรียบเทียบกับการปล่อยให้ไก่หาอาหารเองตามธรรมชาติ เสริมด้วยรำและปลายข้าว โดยทำการศึกษาในฟาร์มเกษตรกรจำนวน 14 ราย ซึ่งมี 2 ราย ใช้ตู้ฟักไฟฟ้า ในขณะที่รายอื่นปล่อยให้แม่ไก่ฟักไข่เองตามธรรมชาติ จากการรวบรวมข้อมูล 1 ปี พบว่าการฟักด้วยตู้ฟักมีลูกไก่เกิดเฉลี่ย 6.3 ตัว/ชุดหรือเท่ากับมีอัตราการฟักออกเป็นตัว 56.2 เปอร์เซ็นต์ ของไข่ฟักทั้งหมด โดยเป็นไข่ไม่มีเชื้อและเชื้อตายรวมกับไข่ตายโคมเท่ากับ 9.9 และ 34.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการให้แม่ไก่ฟัก พบว่าในการใช้ตู้ฟักใช้เวลาในแต่ละรอบการผลิตลดลง 20 วัน (24 vs. 44 วัน) ด้วยเหตุนี้ใน 1 ปี โดยเฉลี่ยแม่ไก่แต่ละตัวจะสามารถผลิตลูกได้เพิ่มขึ้นจาก 8.4 เป็น 15.0 ชุด คิดเป็นจำนวนลูกไก่ที่เพิ่มขึ้นปีละ 31 ตัว/แม่ หรือเท่ากับเพิ่มขึ้น 48 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้มีการใช้ตู้ฟักอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น สำหรับการให้อาหารไก่ไข่มีผลทำให้จำนวนไข่และลูกไก่ที่เกิดต่อชุดมากกว่า (11.5 vs.10.6 ฟอง/ชุด และ 6.4 vs.5.7 ตัว/ชุด) รวมทั้งยังใช้เวลาระหว่างรอบการให้ไข่ (ช่วงจับแม่ไก่จุ่มน้ำ ผสมพันธุ์ จนถึงวางไข่รอบใหม่) น้อยกว่าการปล่อยให้หาอาหารเองตามธรรมชาติ ซึ่งเสริมเฉพาะปลายข้าวและรำอย่างมีนัยสำคัญ (7.2 vs. 8.3 วัน เมื่อนับจากหยุดจุ่มน้ำ หรือ 12.9 vs. 13.7 วันเมื่อนับจากลูกไก่เกิด ตามลำดับ) ผลผลิตลูกไก่ที่ได้ต่อปีจึงเพิ่มขึ้นจาก 85.5 เป็น 96.0 ตัวต่อแม่ โดยการสูญเสียน้ำหนักตัวของแม่ไก่ในระหว่างการให้ไข่และน้ำหนักไข่ส่วนใหญ่ของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามพบว่า การเลี้ยงด้วยอาหารไก่ไข่ ทำให้ต้นทุนการผลิตลูกไก่เฉลี่ยเมื่อคำนวณเฉพาะค่าอาหารเพิ่มขึ้นจาก 0.77 เป็น 2.78 บาทต่อตัว แสดงว่าการปล่อยให้ไก่คุ้ยเขี่ยอาหารกินเองแล้วเสริมด้วยอาหารพื้นบ้านเป็นวิธีที่ประหยัดต้นทุนการผลิตได้ดีที่สุด ทวีศักดิ์ เข็มพิลา และพุทธบวร ลาแอ้น [5] ศึกษาและพัฒนาตู้ฟักไข่นกกระทาสำหรับเกษตรกรรายย่อย โดยใช้ตู้ฟักไข่ที่มีรูปแบบการกระจายลมที่แตกต่างกัน พบว่า รูปแบบการกระจายลมที่แตกต่างกัน ภายในตู้ฟักไข่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกเป็นตัวของไข่นกกระทาไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการฟักไข่นกกระทาภายในตู้ฟักไข่ที่มีกระแสลมหมุนวนภายในตู้ มีการฟักออกเป็นตัวมากที่สุดเท่ากับ 58.5% และการฟักไข่นกกระทาภายในตู้ฟักไข่ที่มีกระแสลมเคลื่อนที่ผ่านไข่ในแนวระดับผสมอากาศภายนอก 50% มีการฟักออกเป็นตัวน้อยที่สุดเท่ากับ 55.2% อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในตู้ฟักไข่พบว่า การฟักไข่นกกระทาในตู้ฟักไข่ที่มีกระแสลมหมุนวนภายในตู้มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในตู้ฟักไข่น้อยที่สุดตลอดช่วงเวลาอายุการฟัก คืออุณหภูมิอยู่ประมาณ 36 -37 °C และความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในตู้ฟักไข่อยู่ในระดับที่ต้องการคือประมาณ 70% ในช่วง 16 วันแรกของการฟัก ส่วนการฟักไข่นกกระทาในตู้ฟักไข่ที่มีกระแสลมเคลื่อนที่ผ่านไข่

ในแนวระดับผสมอากาศภายนอก 50% มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ อากาศภายในตู้ฟักไข่มากที่สุดตลอดช่วงเวลาอายุการฟัก คืออุณหภูมิอยู่ประมาณ 35-37 °C และความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในตู้ฟักไข่อยู่ประมาณ 59-69% ในช่วง 16 วันแรกของการฟักไข่ อำนวย เลี้ยวธารากุล และคณะ [6] ได้ทำการศึกษาถึงอัตราการผสมติดและอัตราการฟักออกไข่ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ที่ฟักโดยใช้ตู้ฟักไก่พื้นเมืองกรมปศุสัตว์ ใช้ไข่ฟักที่ได้จากการผสมเทียมไก่จำนวน 152,023 ฟองแยกเป็นไข่ไก่พันธุ์แท้จำนวน 41,170 ฟอง และลูกผสมจำนวน 110,853 ฟอง ผลการศึกษาพบว่าอัตราการผสมติดและอัตราการฟักออกจากไข่เข้าฟัก ของไก่พันธุ์แท้และลูกผสมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่อัตราการฟักออกจากไข่มีเชื้อของไก่พันธุ์แท้ต่ำกว่า ($P<0.05$) ไก่ลูกผสม โดยมีค่าเท่ากับ 84.79±0.63 และ 87.62±0.49 % ตามลำดับ การให้ผลผลิตไข่เดือนที่สี่ มีอัตราการผสมติดสูงสุดเท่ากับ 92.31±0.99 % ซึ่งสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับเดือนที่เหลือของการให้ไข่โดยจากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการทำวิจัยภายในพื้นที่ปฏิบัติการซึ่งยังไม่พบการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์จริง ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำผลการวิจัยที่สืบค้นมาประยุกต์ออกแบบและนำเทคโนโลยีที่ได้ไปขยายผลสู่ชุมชนกลุ่มเป้าหมายที่มีความต้องการใช้เทคโนโลยีตู้ฟักไข่ โดยเฉพาะชุมชนบ้านหินโค้วซึ่งเป็นชุมชนหนึ่งที่ประกอบอาชีพเลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะไก่พื้นบ้าน เป็ด และ นกกระทา โดยการเลี้ยงไก่พื้นบ้าน เป็ด จะใช้การขยายพันธุ์ด้วยวิธีธรรมชาติ ส่วนนกกระทาจะใช้วิธีการซื้อลูกพันธุ์นกกระทาจากภายนอกชุมชนมาเพาะเลี้ยงจนกระทั่งนกกระทาให้ไข่และหมดอายุการให้ไข่ ก็จะทำการซื้อลูกพันธุ์นกกระทามาเพาะเลี้ยงอีกที หากนำตู้ฟักไข่มาใช้ทดแทนการขยายพันธุ์ด้วยวิธีกรรมชาติ ก็จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาดังกล่าว ฯ ข้างต้นได้

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างตู้ฟักไข่ต้นทุนต่ำ รวมไปถึงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการฟักไข่ให้กับคนในชุมชนบ้านหินโค้ว ตำบลตากตก อำเภอบ้านตาก ให้มีความรู้ความสามารถในการนำตู้ฟักไข่มาใช้ขยายพันธุ์ไก่พื้นบ้าน เป็ด และนกกระทาได้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังเป็นการสร้างรายได้จากการเพาะเลี้ยงไก่พื้นบ้าน และเป็ดเพื่อจำหน่ายทั้งภายใน และภายนอกชุมชน และยังสามารถลดรายจ่ายจากการที่ผู้ประกอบการเลี้ยงนกกระทาจะต้องซื้อพันธุ์นกกระทาจากภายนอกชุมชนได้อีกทางหนึ่ง

วิธีการวิจัย

1. ทฤษฎีการฟักไข่ [7] ปัจจัยสำคัญในการฟักไข่ ประกอบด้วย

1.1 อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญในการฟักไข่ อุณหภูมิฟักที่เหมาะสมแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะ 18 วันแรกจะใช้อุณหภูมิประมาณ 37.5-37.8°C และในระยะ 3 วันหลังใช้อุณหภูมิประมาณ 37.2-37.5 °C

1.2 ความชื้น (Humidity) ในระหว่างการเจริญของตัวอ่อนจำเป็นต้องได้รับความชื้นที่เหมาะสมประกอบไปด้วย ในช่วง 19 วันแรกของการฟัก ไข่ต้องการความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 60% แต่ในช่วง 3 วันสุดท้ายของการฟัก ไข่ฟักจะต้องการความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70- 75% เพื่อให้ลูกไก่สามารถเจาะเข้าไปในช่องอากาศได้สะดวกและช่วยให้ขนฟูหลังจากฟักออกแล้ว

1.3 อากาศและการถ่ายเทอากาศในตู้ฟัก (Ventilation) ปริมาณอากาศและอัตราการไหลเวียนของอากาศในตู้ฟักที่เหมาะสมนั้น ในระยะแรกของการฟักการแลกเปลี่ยนก๊าซเกิดขึ้นน้อยแต่การแลกเปลี่ยนจะมากขึ้นเมื่อลูกไก่มีการเจริญมากขึ้น โดยไข่ 100 ฟอง ต้องการออกซิเจนประมาณ 4.5 ลูกบาศก์ฟุต/วัน และปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาประมาณ 2.5 ลูกบาศก์ฟุต/วัน ต้องการการระบายอากาศเพื่อช่วยรักษาความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนในอากาศที่บริสุทธิ์มีค่าประมาณ 20% ซึ่งถ้าความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนลดลงเหลือ 17% จะมีผลให้อัตราการฟักออกลดลง ส่วนความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสม คือ 0.4% ถ้าความเข้มข้นเพิ่มขึ้นถึง 2% จะมีผลทำให้ตัวอ่อนตายได้ และถ้าสูงขึ้นจนถึง 5% ตัวอ่อนภายในไข่จะตายหมด

1.4 การวางไข่ในตู้ฟัก (Egg positioning) จะต้องวางเอาด้านป้านขึ้น ซึ่งจะให้ผลดี และจากการทดลองวางไข่ฟักโดยเอาด้านแหลมขึ้น จะทำให้การฟักออกลดลงประมาณ 10%

1.5 การกลับไข่ฟัก (Egg turning) ตู้ฟักที่มีอุปกรณ์สำหรับกลับไข่อัตโนมัติ ควรกลับไข่ทุก ๆ ชั่วโมง การกลับไข่เป็นสิ่งที่จำเป็นมากสำหรับการฟักไข่ในระยะแรก ๆ และจะหยุดกลับไข่ใน 3 วันสุดท้าย การกลับไข่บ่อยครั้งเกินไป ไม่มีผลทำให้การฟักออกสูงขึ้น โดย มุมของการกลับไข่ที่เหมาะสมคือ มุม 45 องศา จากแนวดิ่งกลับไปมา การใช้มุมกลับไข่ในระดับอื่นจะมีผลทำให้ผลการฟักออก

อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

ผู้วิจัยได้ออกแบบ และสร้างตู้ฟักไข่ ขนาด 50 x 60 x 75 เซนติเมตร ดังแสดงใน Figure 1 สามารถวางถาดไข่ได้ 3 ชั้น โดยแต่ละชั้นสามารถบรรจุไข่ได้ 50 ฟอง รวม 150 ฟอง โดยมีต้นทุนในการสร้างตู้ฟักไข่ประมาณ 3,852 บาท ดังแสดงใน Table1 มีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นให้เหมาะสมกับชนิดของไข่ที่ฟัก ซึ่งในการออกแบบตู้ฟักไข่จะให้ความร้อนด้วยหลอดไฟขนาด 60 วัตต์ จำนวน 2 หลอด ทำการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น DHT22 โดยใส่ถาดน้ำเพื่อสร้างความชื้นที่ชั้นล่างสุดของตู้ฟัก และควบคุมความชื้นด้วยพัดลมระบายอากาศด้วยไมโครคอลโทรเลอร์ โดยช่วงเวลาในการทดสอบฟักไข่ จำนวน 21 วันหลังจากทำการทดสอบเครื่องฟักไข่จนกระทั่งเชื่อมั่นได้ว่าเครื่องฟักไข่มีประสิทธิภาพที่ดี จึงทำการส่งเสริมและสนับสนุนให้คนในชุมชนบ้านหินโค้ว ได้นำไปใช้ในการฟักไข่ต่อไป โดยอุปกรณ์ในการทดสอบประกอบไปด้วย วัสดุและต้นทุนสำหรับทำตู้ฟักไข่ ดังแสดงใน Table 1

Table1. Materials and cost of incubator

	Materials	Cost (baht)
1.	A plate of 15 mm thickness plywood (size)	650
2.	Two 60 Watts incandescent lamp	60
3.	Temperature and humidity control unit	1,900
4.	Tree chicken egg trays of 30 eggs	27
5.	Plastic tray	30
6.	Birth tray	15
7.	Insulation	125
8.	A plate of 8 mm thickness acrylic sheet	120
9.	A bar of aluminum angle (6 m length)	250
10.	Screws and nuts	175
11.	Electric wires and electric cable device	150
12.	Wages	350
	Total	3,852

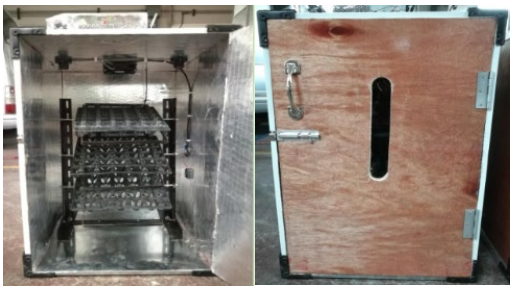

Figure1. An Electric Incubator was designed and construction for hatching chicken eggs.

อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลประกอบไปด้วย

1. สายเทอร์โมคัปเปิล ยี่ห้อ OMEGA ชนิด K สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิ โดยมีความแม่นยำ ± 1 °C
2. เครื่องบันทึกอุณหภูมิ ยี่ห้อ Lutron TM-1947SD4 ช่องสัญญาณ ความแม่นยำ 0.1 °C
3. เครื่องวัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบเต้าเสียบยี่ห้อ Ziglintช่วงแรงดันไฟฟ้ากว้าง: 230V - 250V
4. เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้น ยี่ห้อ UNI-T (UT330C IP67) ช่วงการวัดอุณหภูมิ -40 °C – 80°C และ ช่วงการวัดความชื้น 0 - 100% RH

ไดอะแกรมอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดและเก็บข้อมูลการทดสอบตู้ฟักไข่ ดังแสดงใน Figure 2

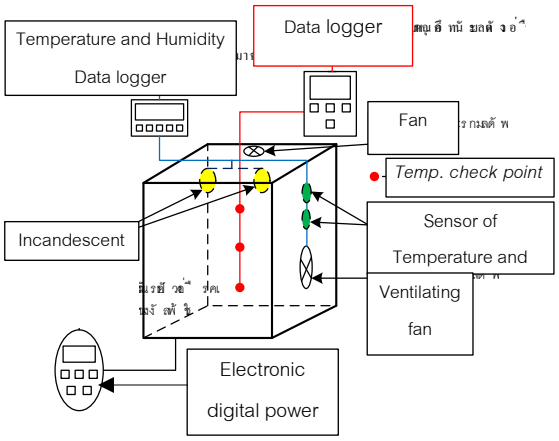

Figure 2. Diagram for egg incubator

ขั้นตอนการทดสอบ

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและจัดทำตู้ฟักไข่ต้นแบบ เพื่อทำการทดสอบฟักไข่สายพันธ์ไก่เล็กฮอร์น โดยทดสอบฟักไข่ จำนวน 21 วัน ทำการทดสอบที่สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก โดยขั้นตอนในการทดสอบ ประกอบไปด้วย

1. จดบันทึกจำนวนไข่เข้าฟักทั้งหมด จำนวนไข่มีเชื้อ เปอร์เซ็นต์การฟักไข่ เปอร์เซ็นต์เชื้อตาย เปอร์เซ็นต์การตายโคม และจำนวนลูกไก่แรกเกิด

2. รูปแบบการจัดวางไข่ผู้วิจัยได้จัดวางไข่ในถาดไข่ ขนาด 30 ฟอง โดยวางไข่ในถาด ๆ ละ 10 ฟอง จำนวน 3 ชั้น ดังแสดงใน Figure 3

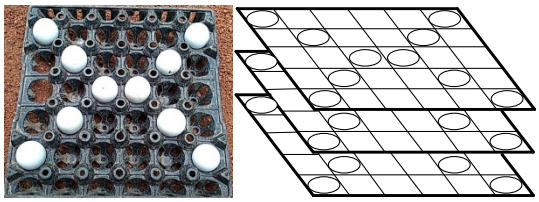

Figure 3. Pattern of egg position in hatching tray

3. ติดตั้งอุปกรณ์และบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น โดยบันทึกทุก ๆ 10 วินาที และทำการบันทึกปริมาณการใช้ไฟฟ้าตลอดช่วงเวลาของการฟักไข่

4. ทำการปรับอุณหภูมิ และความชื้น ตามช่วงเวลาของการฟักไข่ ได้แก่ ระยะที่ 1 ช่วงระหว่างวันที่ 1-18 ของการฟัก อุณหภูมิในตู้ฟัก และความชื้นสัมพัทธ์ อยู่ระหว่าง 37.5-38.0 °C และ 60-65% ตามลำดับระยะที่ 2 ช่วงระหว่างวันที่ 19-21 ของการฟัก ในระยะนี้ อุณหภูมิจะลดต่ำลงเล็กน้อย อุณหภูมิในตู้ฟัก และความชื้นสัมพัทธ์ อยู่ระหว่าง 36-37°C และ 70- 75% ตามลำดับ และทำการกลับไข่ด้วยตัวเองทุก ๆ 3 ชั่วโมง

5. การส่องไข่เพื่อดูการพัฒนาของตัวอ่อนจะมีการส่องไข่ที่อายุการฟัก 7, 14 และ18 วัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

- การส่องไข่ที่อายุการฟัก 7 วัน เพื่อตรวจสอบไข่มีเชื้อ
- การส่องไข่ที่อายุการฟัก 14 วัน เพื่อตรวจสอบไข่เชื้อตาย
- การส่องไข่ที่อายุการฟัก 18 วัน เพื่อตรวจสอบไข่ตายโคม

6. หลังจากทำการทดสอบฟักไข่ และวิเคราะห์ผลแล้วเสร็จ จะทำการนำตู้ฟักไข่ไปส่งเสริมผ่านกระบวนการอบรมเชิงปฏิบัติการการใช้งานตู้ฟักไข่ให้กับคนในชุมชนบ้านหินโค้ว ได้ทดลองฟักไข่ในพื้นที่ชุมชนต่อไปและหลังจากฝึกอบรมจะทำการประเมินผลโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับดังนี้

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด
4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก
3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง
2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย
1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการออกแบบและจัดทำตู้ฟักไข่ต้นทุนต่ำและทำการทดลองฟักไข่สายพันธ์ไก่เล็กฮอร์น จำนวน 30 ฟอง โดยทดสอบ 21 วัน และมีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 16.8 kWh ซึ่งผลจากการทดสอบ ประกอบไปด้วย

1. ผลของอุณหภูมิภายในและภายนอกตู้ฟักไข่

จากการทดสอบบันทึกข้อมูลอุณหภูมิภายในและภายนอกตู้ฟักไข่ โดยทำการบันทึกข้อมูลตั้งแต่ 8.00 น. ถึง 18.00 น. เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในและภายนอกตู้ฟักไข่ ดังแสดงใน Figure 7

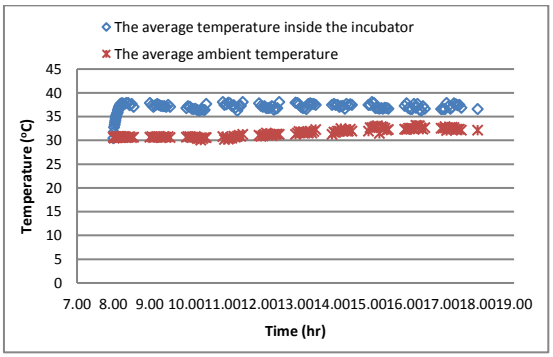

Figure 7. The relationship between the average temperatures and hatching time

จาก Figure 7 พบว่า เมื่อเริ่มเปิดระบบทำงาน ในเวลา 8.00 น. ตู้ฟักไข่จะมีอุณหภูมิเริ่มต้นภายใน เท่ากับ 30.7 °C และจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อ

เวลาเปลี่ยนไปเนื่องจากการสะสมความร้อนจากหลอดไฟภายในตู้ฟักไข่ จนกระทั้งอุณหภูมิภายในตู้ฟักไข่เพิ่มขึ้นถึง 37.8 °C โดยใช้เวลาประมาณ 20-22 นาที หลังจากนั้นอุณหภูมิภายในตู้ฟักไข่จะถูกควบคุมให้มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 36.7-37.8 °C โดยอุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้ฟักไข่ ตั้งแต่เริ่มเปิดระบบจนกระทั่งถึงเวลา 18.00 น. มีค่าเท่ากับ 36.9 °C ซึ่งผลจากการทดสอบเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของสมใจ อารยวัฒน์ และคณะ [8] ที่ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องฟักไข่ไก่อัตโนมัติ โดยงานวิจัยดังกล่าวใช้เวลาตั้งแต่เริ่มเปิดระบบจนกระทั่งได้อุณหภูมิที่ต้องการ คือ 37.5 °C ใช้เวลา 28 นาที ซึ่งใช้เวลานานกว่าเนื่องจากอุณหภูมิเริ่มต้นในการทดสอบมีค่าต่ำกว่า แต่เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้ฟักจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของวิสิทธิ์ ลุมชะเนาว์ และ ณัฐวุฒิ พจน์ปริญญา [9] พัฒนาเครื่องฟักไข่สำหรับการตรวจหาตัวอ่อนในไข่ไก่ พบว่า เวลาที่ใช้ตั้งแต่เปิดระบบจนกระทั่งได้อุณหภูมิที่ต้องการ คือ 37.8 °C ใช้เวลาโดย เฉลี่ย 13 นาที ซึ่งจะใช้เวลาเร็วกว่า เนื่องจากงานวิจัยนี้ให้ความร้อนด้วยการใช้ขดลวดความร้อนทำให้เวลาที่ใช้น้อยกว่า ซึ่งอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเริ่มต้นที่เวลา 8.00 น. จะมีค่าเท่ากับ 30.7 °C และจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเวลาเปลี่ยนไป โดยอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยตั้งแต่เวลา 8.00 น. ถึงเวลา 18.00 น. มีค่าเท่ากับ 31.4 °C ซึ่งจากการทดสอบตู้ฟักไข่โดยใช้อุปกรณ์ในการควบคุมอุณหภูมิ (DHT22) ภายในตู้ฟักไข่ เครื่องควบคุมสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามความเหมาะสมกับการฟักไข่ได้เป็นอย่างดี

2. ผลของความชื้นภายในตู้ฟักไข่ ดังแสดงใน Figure 8

จากการทดสอบบันทึกข้อมูลภายในตู้ฟักไข่ โดยทำการบันทึกข้อมูลตั้งแต่ 8.00-18.00 น. เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความชื้นภายในตู้ฟักไข่ ดังแสดงใน Figure 8

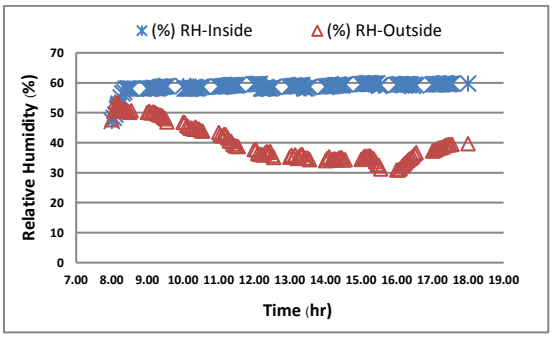

Figure 8. The relationship between relative humidities (inside and outside the incubator) and hatching time

จาก Figure 8 พบว่า เมื่อเริ่มเปิดระบบทำงานในเวลา 8.00 น. ตู้ฟักไข่จะความชื้นสัมพัทธ์เริ่มต้นภายใน และภายนอกตู้ฟัก เท่ากับ 47.3 % และ 47.7% ตามลำดับ โดยความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ฟักจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเวลาเปลี่ยนไปเนื่องจากได้รับความร้อนขึ้นจากถาดน้ำที่อยู่ภายในตู้ฟัก ซึ่งความชื้นภายในตู้ฟักจะเพิ่มขึ้นจาก 47.3% จนกระทั่งความชื้นสัมพัทธ์ เป็น 60% ใช้เวลาประมาณ 25-30 นาที หลังจากนั้นความชื้นภายในตู้ฟักไข่จะถูกควบคุมด้วยชุดควบคุมความชื้น (DHT22) ให้มีค่าอยู่ระหว่าง 58-60 % ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ตั้งแต่เวลา 8.00 น. ถึงเวลา 18.00 น. มีค่าเท่ากับ 58.3% ซึ่งผลจากการทดสอบการควบคุมความชื้นภายในตู้ฟักไข่ จะมีค่าใกล้เคียงกับ

งานวิจัยของ สมใจ อารยวัฒน์ และคณะ [8] ที่ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องฟักไข่ไก่อัตโนมัติ โดยงานวิจัยดังกล่าวมีความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ฟักโดยเฉลี่ย เท่ากับ 60.68% และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ วิสิทธิ์ ลุมชะเนาว์ และ ณัฐวุฒิ พจน์ปริญญา [9] พัฒนาเครื่องฟักไข่สำหรับการตรวจหาตัวอ่อนในไข่ไก่ พบว่า ระบบสามารถสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 65 - 69% โดยงานวิจัยทั้ง 2 เรื่องจะมีความชื้นสัมพัทธ์ ใกล้เคียงกันกับงานของผู้วิจัย ในส่วนของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกตู้ฟัก จะมีค่าแปรผันไปตามเวลาขึ้นอยู่กับปริมาณไอน้ำที่สะสมอยู่ในอากาศ โดยความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกตู้ฟักไข่ โดยเฉลี่ยตั้งแต่ 8.00 -18.00 น. จะมีความชื้นสัมพัทธ์ เท่ากับ 40.4% ซึ่งจากการทดสอบตู้ฟักไข่โดยใช้อุปกรณ์ในการควบคุมความชื้นภายในตู้ฟักไข่ เครื่องควบคุมความชื้นสามารถควบคุมความชื้นได้ตามความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อไข่ได้เป็นอย่างดี

3. ผลของจำนวนไข่เข้าฟัก จำนวนไข่มีเชื้อ เปอร์เซ็นต์การฟักไข่ เปอร์เซ็นต์เชื้อตาย เปอร์เซ็นต์การตายโคม และจำนวนลูกไก่แรกเกิดดังแสดงในในTable 2และ Figure 9

Table 2. Incubation test results by using the incubator

Amount of eggs hatched	Amount of fertile eggs	Amount of dead germ eggs	Amount of dead embryo eggs	Amount of hatched eggs from eggs
30	28	3	1	24
100%	93%	10%	3.3%	80%

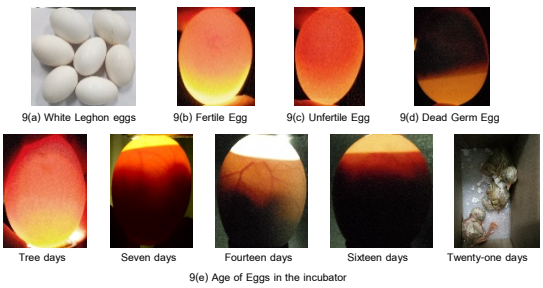

Figure 9(a)-9(e). Example of eggs used for hatching in an incubator

4. ผลการอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้ฟักไข่ให้กับคนในชุมชนบ้านหินโค้ว และผลการประเมินความพึงพอใจต่อการดำเนินการจัดกิจกรรม โดยมีผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 15 คน ดังแสดงใน Figure10 และ Table 3

Figure10. Training workshop on using incubator for communities

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการดำเนินกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการการใช้ตู้ฟักไข่ โดยผลการประเมิน พบว่า คะแนนการประเมินความพึงพอใจด้านความรู้ความเข้าใจ ได้คะแนนสูงสุด คือ 4.46 รองลงมา คือ ด้านสถานที่/ ระยะเวลา/ อาหาร ได้คะแนน 4.33 ส่วนการประเมินด้านการนำความรู้ไปใช้มีคะแนนต่ำสุด คือ 4.16

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาแนวทางการออกแบบและสร้างเครื่องฟักไข่ต้นทุนต่ำสำหรับฟักไข่ไก่ ไข่เป็ด และ

ไข่นกกระทาในชุมชนบ้านหินโค้ว ตำบลตากตก อำเภอเมือง จังหวัดตาก โดยตู้ฟักไข่จะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นให้เหมาะสมกับชนิดของไข่ที่ฟัก ซึ่งในการออกแบบตู้ฟักไข่จะให้ความร้อนด้วยหลอดไฟขนาด 60 วัตต์ จำนวน 2 หลอด ทำการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นด้วย DHT22 โดยใส่ถาดน้ำเพื่อสร้างความชื้นที่ชั้นล่างสุดของตู้ฟัก และควบคุมความชื้นด้วยพัดลมระบายอากาศด้วยไมโครคอลโทรเลอร์ ตู้ฟักไข่ที่ทำการออกแบบมีขนาด 50 x 60 x 75 เซนติเมตร สามารถวางถาดไข่ได้ 3 ชั้น โดยแต่ละชั้นสามารถบรรจุไข่ได้ 50 ฟอง รวม 150 ฟอง ซึ่งมีต้นทุนในการผลิตตู้ฟักไข่ เท่ากับ 3,852 บาท ผลจากการทดสอบ ฟักไข่ไก่ จำนวน 30 ฟอง เป็นเวลาทั้งสิ้น 21 วัน พบว่า สามารถฟักไข่ออกเป็นลูกเจี๊ยบ ได้ 24 ตัว คิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ ตู้ฟักไข่สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ฟัก โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 36 – 38 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ประมาณ 58 – 60 เปอร์เซ็นต์ และมีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 16.8 kWh หลังจากการทดลองฟักไข่จนได้ผลการทดลองที่ดีแล้ว จึงทำการขยายผลการดำเนินงานสู่กลุ่มชุมชนเป้าหมายอันได้แก่ กลุ่มชุมชนบ้านหินโค้ว โดยฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการใช้ตู้ฟักไข่ ซึ่งมีผู้เข้ารับการอบรม จำนวน 15 คน ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจในการฝึกอบรม พบว่า คะแนนการประเมินความพึงพอใจด้านความรู้ความเข้าใจ ได้คะแนนสูงสุด คือ 4.46 ส่วนการประเมินด้านการนำความรู้ไปใช้ มีคะแนนต่ำสุด คือ 4.16

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน (สถช.) ที่ให้งบประมาณสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. เชฐชุดา เชื้อสุวรรณ. 2557. อุตสาหกรรมไก่แช่แข็งและแปรรูป [Online]. เข้าถึงได้จาก: https://www.krungsri.com/bank/getmedia/aec17abe-4a8d-4e4f-8d38-815bd58cf1c6/IO_Chicken_180621_TH_EX.aspx. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2561.
2. วรวิทย์ วณิชาภิชาติ. 2537. *ไข่และการฟักไข่*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์วังเขียว.
3. อัสม๊ะ ลือมาสือนิ ลตีฟา สมานพิทักษ์ และซุลกิพลี กาซอ. 2560. การศึกษาและออกแบบตู้ควบคุมอุณหภูมิในการฟักไข่ไก่แบบกลับไข่อัตโนมัติ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย.* 2(1): 39-49.
4. แสงธิฌา แสงดาวเรือง และคณะ. 2548. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไก่พื้นเมือง การใช้ตู้ฟักไข่รวมทั้งการให้และไม่ให้อาหารไก่ไข่, *การประชุมทางวิชาการของหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43*. 314-322.
5. ทวีศักดิ์ เข็มพิลา และพุทธบวร ลาแอ้น. 2547. *การศึกษาและพัฒนาตู้ฟักไข่นกกระทาสำหรับเกษตรกรรายย่อย*. วิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิทยาศาตรมหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

6. อำนวย เลี้ยวธารากุล และคณะ. 2556. *สมรรถภาพการฟักไข่ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่โดยใช้ตู้ฟักไข่ไก่พื้นเมืองกรมปศุสัตว์*. แก่นเกษตร 41 ฉบับพิเศษ 1: 420-423.
7. ประภากร ธาราฉาย. 2560. *วิชาการผลิตสัตว์ปีก*. เอกสารประกอบการเรียนการสอน. เข้าถึงได้จาก : http://www.as.mju.ac.th/E-Book/t_prapakorn.aspx. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2561.
8. สมใจ อารยวัฒน์ ชิตติพนต์ ขุนใหญ่ และประภัสสร ทนาศร. 2560. เครื่องฟักไข่ไก่อัตโนมัติ, *การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 10*. 329-333.
9. เอกชัย สิงห์เดช ธวัช สุริวงษ์ สมชาย เจียจิตต์สวัสดิ์ และ ประพิธาริ์ ธนารักษ์. 2557. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทางานของตู้ฟักไข่แบบขดลวดความร้อนและแบบเทอร์โมอิเล็กตริก, *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ฉบับพิเศษ การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 6*. 271- 276.