#TREC 14
S MART ENERGY
MART AGRICULTURE
MART COMMUNITY

14th Thailand Renewable Energy for Community Conference

งานประชุมสัมมนาวิชาการ รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 14 (TREC-14)

10-12 พฤศจิกายน 2564
ณ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

: Smart Energy
: Smart Agriculture
: Smart Community

1 EI นวัตกรรมด้านพลังงาน
Energy Innovation

2 EA พลังงานและการบริหารจัดการเพื่อการเกษตร
Energy and Management for Agricultural

3 EV สิ่งแวดล้อมเพื่อชุมชน
Environment for Community

4 CE ไฟฟ้าชุมชน
Community Electricity

5 FH เชื้อเพลิงและความร้อนชุมชน
Fuel and Heat for Communities

6 EM การบริหารจัดการพลังงานชุมชนด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล
Community Energy Management by Digital Technology

MAEJO GO ECO UNIVERSITY
MAEJO UNIVERSITY SUSTAINABLE

TCEB THAILAND CONVENTION & EXHIBITION BUREAU
ptt
PTS combination
LECO EMPOWERING RESULTS
บริษัท กลุ่มพระยา จำกัด PHRAYA GROUP COMPANY LIMITED.
DYNAMACH ENGINEERING
FT ENERGY Future Technology Thailand www.ft-energy.co.th
MAXIMAL INTER TRADING
STRUCTURE Design & Construction Company Limited
E4C.INNOVATION
SOLARTRON

ระบบควบคุมการเลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนแบบสมาร์ทฟาร์มด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

The Design of a Smart Farm System for Laying Hens House by Solar Cell

อัษฎางค์ บุญศรี[1] กนกพล เงินทอง[2*] ชัยวัฒน์ เสาวนิจ[3*] และ วรวุฒิ บุตรดี[4]
Ussadang Boonsri[1] Kanokpol Ngenthong[2*] Chaiwat Saovanit[3*] and Worawut Butdee[4]
[1,2,3,4]โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
69 ม.1 ต.นครชุม อ.เมือง จ.กำแพงเพชร 62000

Abstract

This article presents the design of a smart farm system for laying hens house by solar cell. By designing the structure of the laying hen house, width 92 cm length 246 cm height 180 cm control the NodeMCU via automatic, using a power supply from a 12 Volt battery and a 50-Watt solar cell to provide water food and lighting in the house. The results of the system performance test found that the application of the system can be used well and used according to the wishes of the user. Next, the results of water food and lighting, a system that is automatically controlled can be used normally and suitable for use in raising about 5 -10 chickens. In addition, farmers can also control the use by themselves, when feed water food or light is required to number of laying hens. The developed system will increase the efficiency and convenience of farmers even more.

Keywords: Control System, Smart Farm, Laying Hens, Solar Cell

บทคัดย่อ

บทความนี้ ได้นำเสนอระบบควบคุมการเลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนแบบสมาร์ทฟาร์มด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยออกแบบโครงสร้างโรงเรือนไก่ไข่ขนาด กว้าง 92 เซนติเมตร ยาว 246 เซนติเมตร สูง 180 เซนติเมตร ควบคุมการเลี้ยงไก่ไข่แบบอัตโนมัติผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ และ แผงโซล่าเซลล์ขนาด 50 วัตต์ เพื่อให้น้ำ อาหาร และ แสงสว่างในโรงเรือน ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบ พบว่า แอพพลิเคชั่นของระบบสามารถใช้งานได้ดี สามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ใช้งาน ถัดมาเป็นของผลการให้น้ำ อาหาร และ แสงสว่าง ระบบที่ควบคุมแบบอัตโนมัติ สามารถใช้งานได้ปกติ เหมาะสำหรับนำไปใช้เลี้ยงไก่จำนวนประมาณ 5 -10 ตัว นอกจากนี้ เกษตรกรยังสามารถควบคุมการใช้งานได้ด้วยเอง เมื่อต้องการให้ น้ำ อาหาร หรือ แสงสว่างเพิ่มเติมเพื่อให้เพียงพอต่อปริมาณของจำนวนไก่ที่มีมากขึ้น ซึ่งระบบที่ได้พัฒนาจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและความสะดวกให้กับเกษตรกรมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ : ระบบควบคุม , สมาร์ทฟาร์ม , ไก่ไข่ , พลังงานแสงอาทิตย์

บทนำ

ไก่ไข่เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญและได้รับการสนับสนุนโดยนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของ ชาติฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2560–2564) ที่มีประเด็นวิจัยมุ่งเน้นตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ กล่าวคือ ประเด็นวิจัยด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมฐานชีวภาพ (bio-based) อุตสาหกรรมการเกษตรเช่น การเพิ่มผลผลิตการเกษตรสำหรับพืชเกษตรหลักปศุสัตว์และอาหารสัตว์ ดังนั้นจึงควรส่งเสริมการทำโครงงานพัฒนาไก่ไข่อย่างต่อเนื่องภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชรเพื่อนำไปประกอบอาชีพเกษตรกร โดยทั่วไป ไก่ไข่จะเลี้ยงอยู่หลายแห่ง ทำให้ประสบปัญหาการควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมเป็นไปด้วยความยากลำบากไม่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ ประสบปัญหาการให้น้ำให้อาหาร กำจัดมูลไก่ และแสงสว่าง จำเป็นต้องใช้บุคคลในการควบคุมทุกอย่างทำให้เกิดความไม่สะดวกในการเลี้ยงดูและไก่ไข่อาจได้รับการดูแลไม่ทั่วถึงทำให้ไก่บางตัวอาจจะป่วยและตายเนื่องจากการดูแลแบบทั่วถึงและอาหารไม่เพียงพอยังทำให้ไก่ขาด

TREC-14 (MJU)

สารอาหารและไม่ออกไข่ตามที่ผู้เลี้ยงดูต้องการ ไข่ไก่ที่ได้อาจไม่มีคุณภาพตามที่ตลาดท้องถิ่นต้องการทำให้สามารถขายไข่ไก่ได้ในราคาที่ถูกลง ทำให้ขาดทุน

จะเห็นได้ว่าการควบคุมให้อาหารและน้ำ มีความจำเป็นอย่างมากต่อการการเจริญเติบโตของไก่รวมถึงผลผลิตไข่ไก่ สามารถลดภาระในการดูแลไก่ซึ่งโรงเรือนไก่ส่วนใหญ่ มีการให้อาหารและน้ำไม่เป็นเวลาทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย จึงทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ค่อยนิยมนำระบบอัตโนมัติไปทำเป็นอาชีพเสริม จากสาเหตุที่กล่าวมาข้างต้น หากมีการนำปัญหามาทบทวนและพัฒนาออกแบบใหม่ขึ้น อาจช่วยให้ได้ระบบที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายขึ้นได้ โดยที่ผ่านมามีงานวิจัยเกี่ยวกับการระบบควบคุมโรงเรือนไก่ไข่อัตโนมัติสามเณรสุทธิราช คาเทพ,สามเณรอรัญชัย ใจปิง,สามเณรอิทธิกร ขัติวงค์ [1] ภายในชุมชนของสามเณรประกอบอาชีพเกษตรกร ส่วนใหญ่จะเลี้ยงไก่ไข่อยู่หลายแห่ง ประสบ ปัญหาการควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมเป็นไปด้วยความยากลำบากไม่ทันต่อ การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ ประสบปัญหาการให้น้ำ ให้อาหารกำจัดมูลไก่แสงสว่างและการควบคุม อุณหภูมิจำเป็นต้องใช้บุคคลในการควบคุมทุกอย่าง ทางคณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดทำระบบสมองกลฝังตัวนี้มาช่วยบูรณาการในการบริหารจัดการ ควบคุมระบบอุปกรณ์ต่างๆภายในโรงเรือนไก่ไข่เพื่อความสะดวกและแม่นยำ ในการควบคุม และเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีขึ้นถัดมาเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาระบบควบคุมอัตโนมัติในโรงเรือนเลี้ยงไก่นายพีระพล สุริผัด, นางสาวเฝยเซ็ง แซ่ตั้ง, นางสาวนันทการ ลิ่มณี [2] ปัญหาหลักของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่คือการใช้แรงงานคนในการเลี้ยงไก่ ซึ่งอาจก่อให้เกิดอาการเมื่อยล้าสาเหตุจากการเหวี่ยงให้อาหารไก่ทีละหลาย ๆ ครั้ง รวมถึงปริมาณการให้อาหารไก่ที่มากหรือน้อยจนเกินไป ทำให้ไก่กินอาหารไม่พอดีหรือไม่หมด จึงทำให้ไก่มีการเจริญเติบโต ที่ไม่เท่ากัน ปัญหานี้นำมาซึ่งแนวคิดในการนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีพลังงานเข้าผสมผสานเพื่อหารูปแบบการเลี้ยงไก่แบบสมาร์ทฟาร์ม

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบระบบควบคุมการเลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนแบบสมาร์ทฟาร์มด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ การให้ น้ำ อาหาร และ แสงสว่างน้ำ จะควบคุมผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU แบบอัตโนมัติ และสามารถควบคุมด้วยตนเองผ่านสมาร์ทโฟน จากนั้นจะทำการหาประสิทธิภาพการทำงานของระบบภายในโรงเรือนเล้าไก่ไข่ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไก่ไข่ซึ่งผู้วิจัยหวังว่า ระบบที่ทำขึ้นจะเป็นแนวทางให้กับการสร้างงานประดิษฐ์ที่ช่วยเสริมสร้างประสิทธิภาพการทำงานให้กับเกษตรกรและเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรที่เลี้ยงสัตว์ประเภทอื่น ที่มีแนวทางการวิจัยคล้ายกันต่อไป

วิธีการดำเนินงานวิจัย

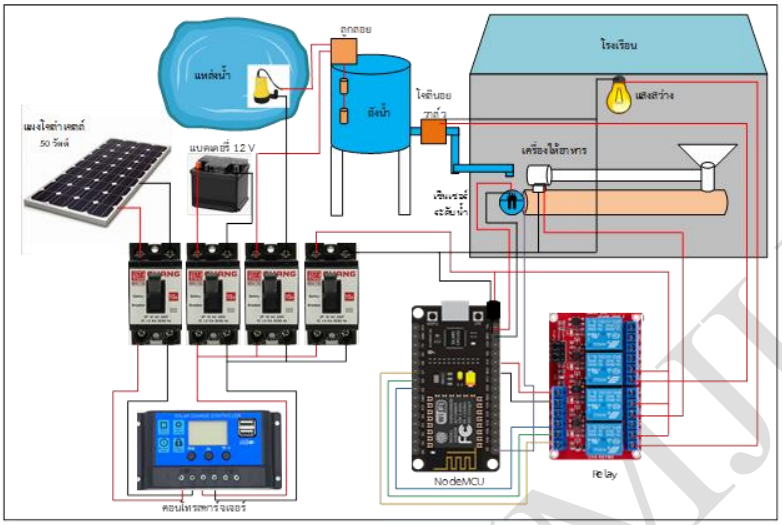
คณะผู้วิจัยได้ลำดับขั้นตอนการทำวิจัยเกี่ยวกับระบบควบคุมการเลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนแบบสมาร์ทฟาร์มด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. ออกแบบระบบควบคุมการเลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนแบบสมาร์ทฟาร์มด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
3. สร้างและทดสอบหาประสิทธิภาพระบบควบคุมการเลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนแบบสมาร์ทฟาร์มด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
4. เก็บข้อมูลระบบควบคุมการเลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนแบบสมาร์ทฟาร์มด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
5. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง

การออกแบบระบบควบคุมการเลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนแบบสมาร์ทฟาร์มด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ในการออกแบบระบบควบคุมการเลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนแบบสมาร์ทฟาร์มด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ได้ทำการออกแบบโครงสร้างโรงเรือนไก่ไข่ ขนาด กว้าง 92 เซนติเมตร ยาว 246 เซนติเมตร สูง 180 เซนติเมตร ระบบจะเริ่มจากการนำเข้าจากแหล่งน้ำเข้าถังพักด้วยปั๊มน้ำขนาด 12 โวลต์ และ ควบคุมการเปิด-ปิดด้วยสวิตช์ลูกลอย ส่วนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU จะทำการควบคุมระดับน้ำในรางน้ำผ่านเซนเซอร์ระดับน้ำที่เป็นอินพุตอนาล็อกที่ขา A0 และควบคุมการปล่อยน้ำเข้าด้วยโซลินอยด์วาล์วจากถังพักน้ำแบบอัตโนมัติที่เอาต์พุต D5 มีการควบคุมการให้อาหารด้วยการตั้งเวลาในช่วงเช้าและช่วงเย็นผ่านเอาต์พุต D6 และ ควบคุมแสงสว่างในช่วงเย็นไปจนถึงค่ำด้วยเอาต์พุต D7 และ ระบบที่ใช้งานทั้งหมดจะใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ โดยมีแหล่งจ่ายพลังงานจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ และแผงโซลล่าเซลล์ขนาด 50 วัตต์ นอกจากนี้ระบบที่ออกแบบ ยังสามารถควบคุมการทำงานการให้น้ำ อาหาร และแสงสว่าง ได้ด้วยตนเองผ่านแอพพลิเคชั่น

Blynk ผ่านสมาร์ทโฟน ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่ง (IOT) เข้ามาช่วยในการทำงานให้สะดวกยิ่งขึ้น โดยแสดงการออกแบบระบบตามที่ได้กล่าวมาทั้งหมดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การออกแบบระบบควบคุมการเลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนแบบสมาร์ทฟาร์มด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ต่อผู้วิจัยได้นำการออกแบบระบบควบคุมการเลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนแบบสมาร์ทฟาร์มด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ในภาพที่ 1 มาสร้างเป็นระบบที่ใช้งานจริงในโรงเรือน โดยทำการติดตั้งส่วนควบคุมระบบสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2(ก) และ การติดตั้งอุปกรณ์การให้น้ำ อาหาร และ แสงสว่าง สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2(ข)

(ก) การติดตั้งชุดควบคุม

(ข) การติดตั้งอุปกรณ์การให้น้ำ อาหาร และแสงสว่าง

ภาพที่ 2 ภาพของการออกแบบระบบวงจรควบคุมภายในเล้าไก่

ผลการวิจัยและการทดสอบประสิทธิภาพ

ในการทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมการเลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนแบบสมาร์ทฟาร์มด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดย จะแสดงผลของประสิทธิภาพการทำงานของระบบผ่านแอพพลิเคชั่น Blynk การให้น้ำ การให้อาหาร และ การให้แสงสว่าง โดยสามารถแสดงผลทั้งหมดได้ดังนี้

ภาพที่ 3 การทำงานของระบบผ่านแอพพลิเคชั่น Blynk ด้วยสมาร์ทโฟน

ในภาพที่ 3 แสดงผลของการทำงานของระบบผ่านแอพพลิเคชั่น Blynk ด้วยสมาร์ทโฟน โดยภายในแอพพลิชั่นจะแสดงปุ่มกดการทำงานการให้น้ำ อาหาร และแสงสว่าง ในด้านซ้ายของหน้าจอ และแสดงสถานะของการทำงาน บริเวณตรงกลางของหน้าจอ และทางฝั่งขวาจะแสดงการตั้งเวลาการให้อาหาร และแสงว่าง ส่วนบริเวณล่างขวาจะแสดงระดับในรางของโรงเรือน ซึ่งผลการทำงานของระบบสมารถใช้งานได้ดี

(ก) แสดงผลของประสิทธิภาพการให้น้ำของระบบ

(ข) แสดงผลของประสิทธิภาพการให้อาหารของระบบ

(ค) แสดงผลของประสิทธิภาพการให้แสงสว่างของระบบ

ภาพที่ 4 การทำงานของระบบผ่านแอพพลิเคชั่น Blynk ด้วยสมาร์ทโฟน

ในภาพที่ 4 เป็นการแสดงผลประสิทธิภาพการให้น้ำ การให้อาหาร และ การให้แสงสว่าง ของระบบในโรงเรือน เริ่มจากภาพที่ 4(ก) แสดงผลของการให้น้ำของระบบจากถังพักน้ำผ่านการควบคุมจากโซลินอยด์วาล์ว ซึ่งระบบจะตัดการให้น้ำผ่านเซนเซอร์ระดับน้ำแบบอัตโนมัติที่ควบคุมระดับการอ่านค่าของระดับน้ำที่ 0 – 1024 หากระดับมีค่าน้อยกว่า 100 ระบบจะทำการปล่อยน้ำเข้าราง หลังจากที่ระดับน้ำมีค่าเท่ากับ 850 ระบบจะทำการหยุดการปล่อยน้ำเข้าราง ถัดมาเป็น ภาพที่ 4(ข) แสดงผลการให้อาหารของระบบ โดยมีการตั้งเวลาการให้อาหารของระบบในเวลาเช้า 07.00 น.และช่วงเวลาเย็น 17.30 น. โดยทำการหน่วงเวลาของการของเครื่องให้อาหารเป็นเวลา 30 วินาที ต่อการให้อาหารในแต่ละครั้ง ซึ่งจะได้ปริมาณ 500 กรัม ต่อรอบการทำงาน เหมาะสำหรับการเลี้ยงไก่ประมาณ 5-10 ตัว และ ภาพที่ 4(ค) แสดงผลการให้แสดงสว่างในโรงเรือน โดยใช้หลอดไฟ LED ขนาด 9 วัตต์ตั้งเวลาเปิด-ปิด ตั้งแต่ในช่วง 18.00 – 20.30 น. ในส่วนนี้จะมีข้อดีในส่วนของการกระตุ้นการ

TREC 14 MJU

เจริญเติบโตของไก่เพื่อให้ไก่ออกไข่ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ ระบบยังสามารถสั่งงานได้ด้วยตัวเองผ่านสมาร์ทโฟน เมื่อผู้ใช้งานต้องการใช้งานอุปกรณ์นอกเหนือคำสั่งที่ระบบตั้งไว้

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ ได้ทำการออกแบบและสร้างระบบควบคุมการเลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนแบบสมาร์ทฟาร์มด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยควบคุมผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU การให้น้ำ อาหาร และแสงสว่าง แบบอัตโนมัติและสามารถทำงานใช้งาน ได้ด้วยตนเองในแอพพลิเคชั่น Blynk ผ่านสมาร์ทโฟน ผลการทดสอบประสิทธิของระบบ พบว่าแอพพลิเคชั่นของระบบสามารถใช้งานได้ดี แต่อาจจะต้องเพิ่มในส่วนของความเสถียรของเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ซึ่งโรงเรือนเลี้ยงไก่อยู่ห่างจากต้นกำเนิดสัญญาณ ถัดมาเป็นของผลการให้น้ำ อาหาร และ แสงสว่าง ระบบที่ควบคุมแบบอัตโนมัติ สามารถใช้งานได้ดี เหมาะสำหรับนำไปใช้เลี้ยงไก่จำนวนประมาณ 5 -10 ตัว นอกจากนี้ เกษตรกรยังสามารถควบคุมการใช้งานได้ด้วยเองเมื่อต้องการให้ น้ำ อาหาร หรือ แสงสว่างเพิ่มเติมเพื่อให้เพียงพอต่อปริมาณของจำนวนไก่ที่มีมากขึ้น ซึ่งระบบที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้ จะเป็นการนำเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่ง (IOT) มาผสมผสานเข้ากับเทคโนโลยีพลังงาน ในการเข้ามาช่วยในการทำงานให้สะดวกยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้กับเกษตรกรและจะเป็นประโยชน์ให้กับเกษตรกรที่เลี้ยงสัตว์ประเภทอื่น ที่มีแนวทางการวิจัยคล้ายกันต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย และขอขอบพระคุณ บิดา มารดาที่คอยเป็นกำลังใจให้มาโดยตลอด คณะผู้จัดทำจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ปิยลาภ มานะกิจ. *(2562).* **ระบบสร้างระบบควบคุมความเย็นทางไกลอัตโนมัติด้วยอาร์ดูโน่ในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่อารมณ์.**คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. นครสวรรค์.

[2] ประสพพร พรมโคตร กฤษดา พรหมอารักษ์ และ จิราภรณ์ อินทะชัย. (2556). **การศึกษารูปแบบการเลี้ยง เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตไข่ไก่ กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่ ภูมิปัญญาท้องถิ่น : กรณีศึกษา ฟาร์มไก่ไข่ขนาดเล็ก ตำบลบ้านกลาง จังหวัดนครพนม.** การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 10. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม. หน้า 1365-1372.

[3] ณัฐพล วงศ์คูณ และคณะฯ. (2561). **โครงงานการออกแบบและเทคโนโลยี ฟาร์มเลี้ยงไก่อัตโนมัติ.** โรงเรียนนาจะหลวย.

[4] ยิ่งยศ ทิพย์ศรีราช. (2556). **การเพิ่มผลิตภาพฟาร์มไก่ไข่ด้วยเทคนิควิศวะกรรมอุสาหการกรณีศึกษา แผนกสัตว์ปีก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ตะวันออกวิทยาลัยเขตจันทบุรี.** สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ปทุมธานี.

[5] วสันต์ เลาห์กมล และ ตุลย์ มณีวัฒนา. (2547). **การออกแบบระบบระบายอากาศที่เหมาะสมสำหรับโรงเรือนเลี้ยงไก่พันธุ์เนื้อ**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

[6] ปวรุตม์ ขุนรักษ์. (2560). **การจัดการโรงเรือนระบบปิดที่เหมาะสมเพื่อสมรรถนะการผลิตไก่ไข่.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.