

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการ

เจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ด กรณีศึกษา : ฟาร์มเห็ดบ้านเนินสะอาด

จังหวัดนครพนม

Efficiency Comparison of Temperature and Humidity Control System Suitable for The Growth of Mushroom House : Case Study in Ban Noen Sa-at, Nakhon Phanom Province

ชินาพัฒน์ สกุลราศรีสวย¹, ศรี วาทกิจ², ลาภวัธ วงศ์ประชา³ และ อังศุมาลิน สมเทพ⁴

¹คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม นครพนม

²คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม นครพนม

^{3,4}วิทยาลัยนาหว้า มหาวิทยาลัยนครพนม นครพนม

Received: November 15, 2018; Revised: December 20, 2018; Accepted: December 24, 2018; Published: December 25, 2018

ABSTRACT – Recently, the development of the mushroom house at Ban Noen Sa-at, Nakhon Phanom Province, become a main problem in terms of temperature and humidity of mushrooms and are difficult to control. Thus affecting the productivity and tardily in each season. This research aims to compare the efficiency non-temperature and humidity control system and temperature and humidity control systems suitable for the growth of mushroom house. We starting with research related to the cultivation of the mushroom then began designing the temperature and humidity controlled, 5 days for experiment. We found mushroom house non-temperature and humidity control system is not flowering. On average, the temperature is 32.28 degrees celsius and the humidity is 75.09% and mushroom house with the temperature and humidity control system can flowering and harvest faster. On average, the temperature is 30.40 degrees celsius and the humidity is 86.37%. The angle mushrooms harvesting 4 unit grow up faster than hungary mushroom harvesting 2 unit and abalone mushroom is not flowering. Percentage for mushroom grow up 40%, 20% and 0%, respectively.

KEY WORDS -- Mushroom House; Microcontroller; Temperature; Humidity

บทคัดย่อ – ในปัจจุบันการทำโรงเรือนในการเพาะเห็ดบ้านเนินสะอาดจังหวัดนครพนม มักจะประสบกับปัญหาในเรื่องของอุณหภูมิและความชื้นของโรงเพาะเห็ดที่ไม่สม่ำเสมอ การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นทำได้ยาก จึงส่งผลกระทบต่อผลผลิตของเห็ดที่ไม่สม่ำเสมอและล่าช้ากว่าที่กำหนดในแต่ละฤดูกาล งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างโรงเรือนที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นและโรงเรือนที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ด โดยเริ่มจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเห็ด ทำการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโรงเพาะเห็ด โดยมีระยะการทดลอง 5 วัน พบว่าโรงเรือนที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นไม่มีการออกดอกของเห็ด โดยเฉลี่ยอุณหภูมิอยู่ที่ 32.28 องศาเซลเซียส และความชื้นอยู่ที่ 75.09 % และโรงเรือนที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสามารถออกดอกและเก็บผลผลิตได้เร็วขึ้น โดยเฉลี่ยอุณหภูมิอยู่ที่ 30.40 องศาเซลเซียส และความชื้นอยู่ที่ 86.37 % และเห็ดทั้ง 3 ชนิด มีอัตราการเจริญเติบโตได้เร็วคือเห็ด

นางฟ้าออกจำนวน 4 ก้อน เห็นนางรมฮังการี ออกจำนวน 2 ก้อน ส่วนเห็ดเป่าฮือไม่มีการออกดอก คิดเป็นร้อยละ 40%, 20% และ 0% ตามลำดับ

คำสำคัญ – โรงเพาะเห็ด; ไมโครคอนโทรลเลอร์; อุณหภูมิ; ความชื้น

1. บทนำ

ปัจจุบันการเพาะเห็ดในโรงเรือนประสบปัญหาเกี่ยวกับผลผลิตของเห็ดชนิดต่าง ๆ ไม่สม่ำเสมอ เช่น ผลผลิตและคุณภาพของเห็ดจะลดต่ำกว่าเดิมมาก ในช่วงเดือน มีนาคม – มิถุนายน ปัญหาเหล่านี้ได้รับผลกระทบมาจากอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเพาะเห็ดที่ไม่สม่ำเสมอประกอบกับความรู้ในการเพาะเห็ด มาจากทักษะความชำนาญ และประสบการณ์ทำการเพาะเห็ด แต่ไม่ได้ปรากฏในเชิงรูปแบบเชิงวิทยาศาสตร์ จึงไม่สามารถควบคุมคุณภาพและปริมาณของผลผลิตได้ การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตในโรงเพาะเห็ดเป็นปัจจัยที่สำคัญจึงได้นำเทคโนโลยีไร้สายมาเพื่อใช้ในระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ด เพื่อตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ด โดยจะสามารถจัดเก็บอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ด เพื่อป้องกันปัญหาอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ดที่สูงหรือต่ำเกินไป เพื่อเพิ่มผลผลิตที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดทำระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ดเพื่อนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้ในงานทางด้านการเกษตร โดยการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มาช่วยในการประมวลผลเพื่อควบคุมให้สามารถรับรู้ค่าอุณหภูมิและความชื้น ภายในโรงเพาะเห็ด เพื่อเป็นการลดสภาพความแปรปรวนของดินฟ้าอากาศ และเพื่อเพิ่มผลผลิตที่มากขึ้น โดยที่ค่าของอุณหภูมิและความชื้นจะอยู่ตามเงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ เนื่องจากภายในโรงเพาะเห็ดจะมีเซนเซอร์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ติดตั้งไว้ภายในและมีการแสดงผลของค่าที่วัดได้ส่งผ่านอุปกรณ์บอร์ดราสเบอร์รี่พาย (Raspberry pi) มาแสดงผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์และหน้าจอแอลซีดี (LCD) แล้วส่งให้รีเลย์ (Relay) ทำงานตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพื่อให้ง่ายต่อการดูแลและเพิ่มความสะดวกต่อการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแก่เกษตรกรจะได้ดูแลโรงเพาะเห็ดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. แนวคิด / วิธีการที่นำเสนอ

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีข้อมูลการเพาะเห็ด, ความชื้น, ข้อมูลชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในโรงเพาะเห็ด, เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) และเว็บไซต์ที่ใช้ในการแสดงค่าข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก

ปัจจุบันการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก [14] กำลังเป็นที่นิยมทำกันมากเนื่องจากการเพาะเห็ดในถุง พลาสติกนี้ใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรพวกขี้เลื่อย หรือฟางข้าวผสมอาหารเสริม สามารถทำได้ง่าย เพียงอ่านจากตำราจากการเข้ารับการฝึกอบรม หรือเรียนรู้จากเพื่อนบ้าน ดังนั้นการเพาะเห็ดในถุง พลาสติกจึงแพร่หลายไปอย่างรวดเร็ว ครอบคลุมหลายพื้นที่ หลายจังหวัดของประเทศ เหตุนี้จึงทำให้มีเห็ดที่เพาะจากถุงจำหน่ายและบริโภคกันทั่วไป และสม่ำเสมอ เห็ดที่นิยมเพาะในถุงพลาสติก ส่วนมากได้แก่ เห็ดเหินชั้น เช่น เห็ดนางฟ้า, เห็ดนางรม, เห็ดภูฐาน, เห็ดเป่าฮือ, เห็ดนางนวล, เห็ดนางรมฮังการี, เห็ดหูหนู, เห็ดหอม, เห็ดตีนแรด และ เห็ดยานางิ เป็นต้น เห็ดเหล่านี้สามารถเพาะได้บนวัสดุหลายชนิด โดยเฉพาะขี้เลื่อย หรืออาหารหมักจากฟาง ขั้นตอนสำหรับทำก้อนเชื้อหลังเตรียมวัสดุ ขี้เลื่อยที่ใช้ควรเป็นขี้เลื่อยกลางเก่ากลางใหม่จะดีที่สุด หากเป็นขี้เลื่อยใหม่ควรกองทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์หลังจากเตรียมสูตรอาหารได้แล้วให้นำส่วนผสมทั้งหมดไปคลุกเคล้าให้เข้ากัน วิธีตรวจความชื้นว่าเหมาะสมหรือไม่ ให้ใช้มือบีบแล้วแบมือออกดูว่าก้อนขี้เลื่อยยังเป็นก้อนอยู่ หากระหว่างบีบมีน้ำไหลออกมาแสดงว่าและเกินไปหรือถ้าแบมือแล้วก้อนขี้เลื่อยแตกออก แสดงว่าแห้งเกินไป บรรจุใส่ถุงพลาสติกที่ใช้เพาะเห็ด ซึ่งควรบรรจุให้หมดภายในวันเดียว ถุงก้อนเชื้อ ควรมีน้ำหนักขนาด 8 ชีด – 1 กก. เมื่ออัดก้อนเชื้อแน่นดีแล้วใส่ขวดขวดพลาสติกอุดด้วยสำลีและปิดด้วยกระดาษ แล้วรัดยางวงให้แน่นแล้วนำก้อนเชื้อที่ได้ไปนั่งฆ่าเชื้อทันทีใช้เวลาประมาณ 3-4 ชั่วโมง นับจากน้ำเดือดแล้วทิ้งไว้ให้เย็นนำหัวเชื้อเห็ดที่เราต้องการจะเพาะที่เลี้ยงไว้ในเมล็ดข้าวฟ่าง ใช้ประมาณ 10-20 เมล็ดต่อก้อนเชื้อลงในก้อนเชื้อที่เย็น

ดีแล้ว รีบปิดปากถุงด้วยสำลี หรือกระดาษทันทันที่ วัสดุที่ใช้หั่วเชื้อ ควรทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์ก่อนทุกครั้งนำก้อนเชื้อที่ถ่ายเชื้อเห็ดลงเรียบร้อยแล้วไปบ่มไว้ในโรงบ่มก้อนเชื้อต่อไป

2.2 ความชื้น

ความชื้น (Humidity) [13] หมายถึง จำนวนไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ความชื้นของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความดันและอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) หมายถึง “อัตราส่วนของ ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ ต่อ ปริมาณไอน้ำที่จะทำให้อากาศอิ่มตัว ณ อุณหภูมิเดียวกัน” หรือ “อัตราส่วนของความดันไอน้ำที่มีอยู่จริง ต่อ ความดันไอน้ำอิ่มตัว” ค่าความชื้นสัมพัทธ์แสดงในรูปของร้อยละ (%) เขียนเป็นสูตรได้ว่า

$$R.H. = \frac{(A.H. * 100\%)}{mf} \quad (1)$$

ปริมาณของไอน้ำในอากาศขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศ อากาศร้อนสามารถเก็บไอน้ำได้มากกว่าอากาศเย็น ดังนั้นหากอุณหภูมิของอากาศลดลงจนถึงจุดๆ หนึ่งที่ทำให้เกิด “อากาศอิ่มตัว” (Saturated air) อากาศจะไม่สามารถเก็บกักไอน้ำไว้ได้มากกว่านี้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 100% และหากอุณหภูมียังลดลงต่ำลงอีก ไอน้ำจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว อุณหภูมิที่ทำให้เกิดการควบแน่นนี้เรียกว่า “จุดน้ำค้าง” (Dew point) จุดน้ำค้างของอากาศชื้นย่อมมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดน้ำค้างของอากาศแห้งเป็นต้น

2.3 ข้อมูลชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในโรงเพาะเห็ด

2.3.1 บอร์ด Raspberry Pi 2 Model B 1GB [2]

เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก สามารถเล่นไฟล์วิดีโอความละเอียดสูง (High-Definition) อีกทั้งบอร์ด Raspberry Pi ถูกออกแบบมาให้มี CPU, GPU และ RAM อยู่ภายในชิพเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ได้ รายละเอียดของบอร์ด Raspberry Pi 2 Model B เป็นบอร์ด Single Board Computer ใช้ชิพ ARMv7 Quad-Core 900 MHz มีหน่วยความจำ LPDDR2

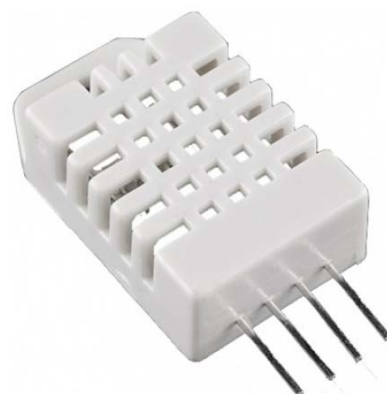
ขนาด 1 GB พร้อมพอร์ต USB 2.0 จำนวน 4 พอร์ต พอร์ต LAN RJ-45 10/100 Mbps จำนวน 1 พอร์ต ช่องเสียบ Micro SD Card จำนวน 1 ช่อง และคอนเน็คเตอร์เชื่อมต่ออุปกรณ์ จำนวน 40 ขา สามารถติดตั้งระบบปฏิบัติการ Linux ต่าง ๆ เช่น Raspbian, Snappy, Ubuntu, Core OpenELEC, RaspBMC, Pidora, RISC OS



รูปที่ 1. บอร์ด Raspberry pi 2 Model B 1GB

2.3.2 เซนเซอร์ DHT22 [1]

เป็นอุปกรณ์เซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature & Relative Humidity Sensor) สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานทางด้านระบบสมองกลฝังตัวได้หลากหลาย เช่น การวัดและควบคุมอุณหภูมิและความชื้น หรือ ระบบบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นในห้อง อุปกรณ์ประเภทนี้แตกต่างกันตามผู้ผลิต ราคา ความแม่นยำ ความละเอียดในการวัด การให้ค่าแบบดิจิทัลหรือแบบแอนะล็อก



รูปที่ 2. เซนเซอร์ DHT22

2.3.3 เครื่องพ่นหมอกจำนวน 5 หัว ขนาด 150W

ตัวเครื่องจะประกอบไปด้วยเซนเซอร์ มีสาย AC-DC Adapter ใช้สำหรับแปลงไฟ มีหัวที่ใช้ในการเพิ่มความถี่ให้กับน้ำ จำนวน 5 หัว ใช้กำลังไฟ 150W หลักการทำงานของเครื่องพ่นหมอกอัลตราโซนิก จะเพิ่มความถี่สูงจนน้ำแตกตัวออกจากพื้นผิวของน้ำเป็นอนุภาคมีขนาดเล็กประมาณ 1 ไมครอน แล้วกลายเป็นหมอกออกมา สามารถเพิ่มความชื้นให้กับโรงเรือนต่างๆ ได้



รูปที่ 3. เครื่องพ่นหมอก ขนาด 5 หัว 150 W

2.4 เทคโนโลยี Internet of Things (IoT)

เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) หรือ “อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง” [11] เป็นแนวคิดที่สร้างมูลค่าเพิ่มทางด้านการใช้เทคโนโลยี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตให้สามารถเชื่อมต่อกับสิ่งต่าง ๆ ด้วยการควบคุม ตรวจสอบ วิเคราะห์ และประมวลผลข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ ที่มีอยู่จำนวนมาก (Big data) ให้มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากสิ่งต่าง ๆ และปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตของมนุษย์ อำนวยความสะดวก และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้มากขึ้น สำหรับทางด้านการศึกษา Internet of Things เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่สำคัญ ที่จะเป็เครื่องมือในการช่วยเหลือการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน ให้ผู้เรียนที่มีความหลากหลาย มีความแตกต่างกันแต่ละบุคคล สามารถเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม ผู้เรียนและผู้สอนสามารถเชื่อมต่อ สื่อสาร การเข้าถึง และรับรู้ข้อมูลต่าง ๆ ได้ตลอดเวลา ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับการศึกษานั้นเป็นประเด็นเกี่ยวกับความคาดหวังด้านประสิทธิภาพในการนำ Internet of Things หรือเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ มาใช้งาน ซึ่งนักการศึกษา และนักเทคโนโลยีเพื่อ

การศึกษา จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเรียนรู้และสร้างประสบการณ์ในการใช้งาน Internet of Things เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อการสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เหมาะสมในบริบทของการเรียนรู้ในห้องเรียนและนอกห้องเรียน นอกจากนี้เนื่องด้วยมีข้อมูลมากมายที่เกิดขึ้นตลอดเวลาและข้อมูลมากมายเหล่านั้นส่วนหนึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องและสามารถนำมาใช้ในการปฏิสัมพันธ์ได้หลากหลายรูปแบบจนก่อให้เกิดการเรียนรู้สามารถนำมาจัดระบบข้อมูลได้จำนวนมากมาย ซึ่งเป็ประโยชน์ต่อการออกแบบการเรียนการสอน ที่สามารถนำประสิทธิภาพของ Internet of Things มาใช้ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะ Internet of Things จะทำให้ระบบจัดเก็บข้อมูลที่เชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายที่มีกระจายสามารถทำการประมวลผลอย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยให้การทำงานแบบเรียลไทม์และสามารถแชร์ข้อมูลได้อย่างราบรื่น ไม่ว่าข้อมูลจะถูกเก็บไว้ที่ไหนก็ตาม ดังนั้นข้อมูลทางการศึกษาที่อยู่จำนวนมากสามารถบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วยแนวคิดเกี่ยวกับการนำ Internet of Things มาใช้งานอย่างเหมาะสม

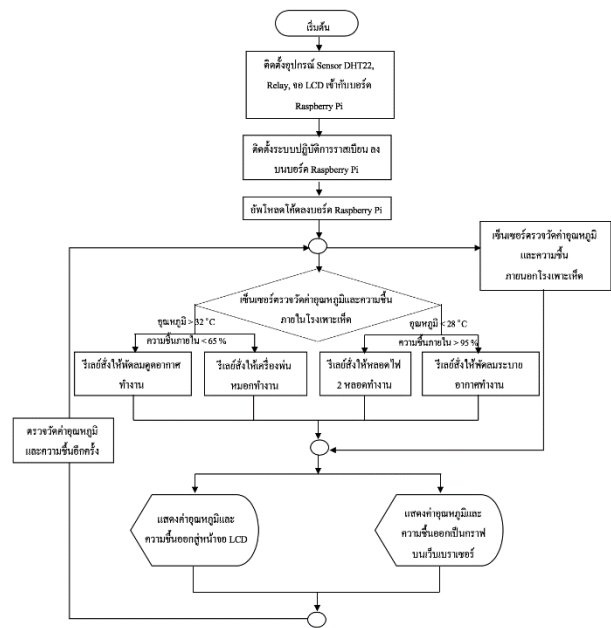
2.5 เว็บไซต์ PrivateEyePi

PrivateEyePi [3] เป็นเว็บไซต์ที่ให้บริการเกี่ยวกับการทำงานโปรเจกต์ในบอร์ด Raspberry Pi ซึ่งเว็บไซต์ดังกล่าว มีบริการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบระบบ Cloud Storage, การแสดงข้อมูลผ่าน Dashboard สามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบกราฟ รองรับการทํางานได้หลากหลายโปรเจกต์ อาทิเช่น โครงการ เปิด / ปิด สวิตช์ไฟในโทรศัพท์มือถือ การตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้เซนเซอร์ DHT22 เป็นต้น



รูปที่ 4. ตัวอย่างโปรเจกต์ที่ใช้เว็บไซต์ PrivateEyePi

3. การออกแบบระบบ



รูปที่ 5. Flow chart การทำงานของระบบ

จากรูปที่ 5 เป็นการอธิบาย Flow chart เงื่อนไขการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ด โดยจะเริ่มตั้งแต่การติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์ DHT22, อุปกรณ์รีเลย์ (Relay) และติดตั้งจอ LCD เข้ากับบอร์ด Raspberry Pi หลังจากนั้นทำการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Raspbian และทำการอัปโหลดโค้ดลงในบอร์ด Raspberry Pi เพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารถทำงานได้ หลักการทำงานของหลอดไฟ ถ้าอุณหภูมิภายในต่ำกว่า 28°C หรือ ความชื้นสูงกว่า 95% ให้หลอดไฟ 2 หลอด และพัดลมระบายอากาศทำงาน แต่ถ้าอุณหภูมิภายในสูงกว่า 32°C หรือ ความชื้นต่ำกว่า 65% เครื่องพ่นหมอกจะทำงาน และพัดลมดูดอากาศจะทำงาน โดยอุณหภูมิและความชื้นทั้งภายในและภายนอกทั้งหมดจะถูกส่งมาแสดงที่หน้าจอแอลซีดี (LCD) และถูกส่งขึ้นไปเก็บบนคลาวด์ (Cloud) เพื่อแสดงออกเป็นรูปแบบกราฟบนหน้าจอเว็บเบราว์เซอร์ หลังจากนั้นจะมีการวนลูป (Loop) เพื่อตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นอีกครั้ง

```
import time
import RPi.GPIO as GPIO
import urllib2
import subprocess
import globals

from alarmfunctionsr import UpdateHost
from alarmfunctionsr import GetDataFromHost
from alarmfunctionsr import SendToLCD
import Adafruit_DHT

global LocationDesc
def GetData():
    global temp
    global humidity
    if globals.PrintToScreen: print "Reading DHT22 sensor on pin "+str(globals.dht22_pin_no)
    humidity, temp = Adafruit_DHT.read_retry(Adafruit_DHT.AM2302, globals.dht22_gpio)

    if humidity is None or temp is None:
        return(False)

    humidity = round(humidity,2)
    temp = round(temp,2)

    if globals.PrintToScreen: print "Temperature = " + str(temp)
    if globals.PrintToScreen: print "Humidity = " + str(humidity)

    if globals.Fahrenheit:
        temp=temp*1.8+32
    return(True)

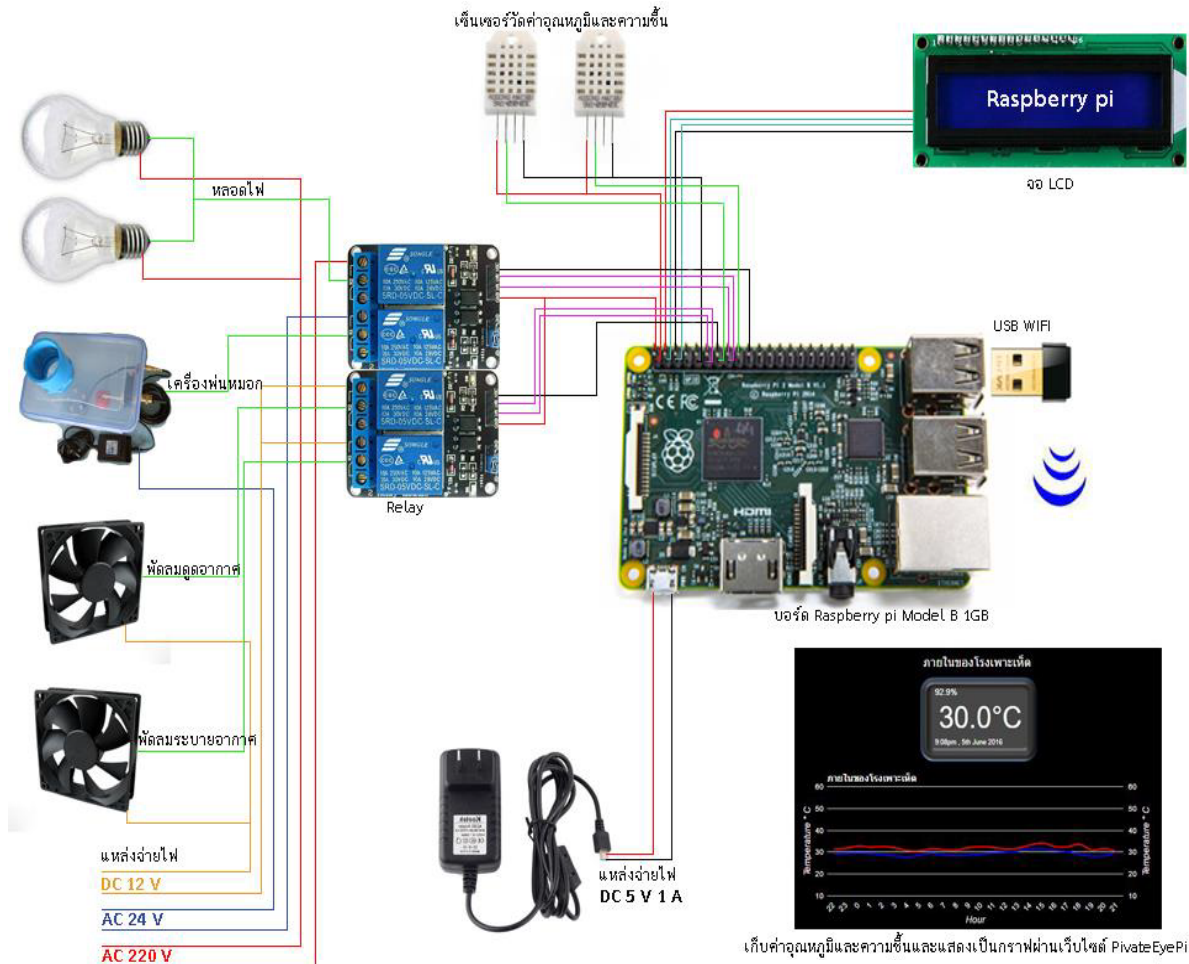
def GetLocation(number):
    global LocationDesc
    LocationDesc= ""

    RecordSet = GetDataFromHost(21,[0])
    if RecordSet==False:
        return 1
    if globals.PrintToScreen: print RecordSet
    numrf = len(RecordSet)

    for i in range(numrf):
        if RecordSet[i][0]==number:
            LocationDesc=RecordSet[i][1]
            if globals.PrintToScreen: print "Location Description = "+ str(LocationDesc)

    return 0
```

รูปที่ 6. ตัวอย่างชุดคำสั่งการทำงานของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ DHT22



เก็บค่าอุณหภูมิและความชื้นและแสดงเป็นกราฟผ่านเว็บไซต์ PrivateEyePi

รูปที่ 7. รูปแบบโครงสร้างสถาปัตยกรรมของระบบ

จากรูปที่ 6 ผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Raspbian ลงบนบอร์ด Raspberry Pi 2 ทำการอัปเดตโค้ดลงบนบอร์ด โดยใช้โปรแกรม Python 2.7.9 และใช้ภาษา Python ในการพัฒนาระบบส่วนอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ใช้ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในงานวิจัยนี้ใช้ DHT22 มีทั้งหมด 2 เซนเซอร์ โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์ไว้ทั้งภายในและภายนอกโรงเพาะเห็ด อุปกรณ์รีเลย์ (Relay) Module 12V 4 Channel ใช้ในการทำสวิทช์ควบคุมระบบไฟฟ้าให้กับระบบเพื่อควบคุมระบบไฟฟ้าให้กับต่างๆ ได้แก่ อุปกรณ์เซนเซอร์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น, หลอดไฟ 2 หลอด, เครื่องพ่นหมอกจำนวน 5 หัว ขนาด 150 W, พัดลมดูดอากาศและพัดลมระบายความร้อน โดยเชื่อมต่อเข้ากับพอร์ต Power 4 พอร์ต, Ground 8 พอร์ต และ GPIO 28 พอร์ต ส่วนข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นที่ตรวจวัดได้ทั้งทั้งภายในและภายนอกโรงเพาะเห็ด ได้ถูกส่งไปเก็บไว้บนระบบประมวลผลแบบคลาวด์ โดยข้อมูลจะถูกส่งขึ้นไปทุก ๆ

3 นาที หลังจากนั้นข้อมูลจะแสดงออกทางหน้าจอแอลซีดี (LCD) ที่ติดตั้งไว้หน้าโรงเพาะเห็ด และยังสามารถแสดงผลบนเว็บไซต์ PrivateEyePi ได้อีกด้วย



รูปที่ 8. โรงเพาะเห็ดฟาร์มบ้านเนินสะอาด



รูปที่ 9. โรงเพาะเห็ดที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

จากรูปที่ 8 ผู้วิจัยได้นำเห็ดทั้ง 3 ชนิด แบ่งเป็น ชนิดละ 10 ก้อน รวมเป็นทั้งหมด 30 ก้อน ไปไว้ในโรงเพาะเห็ดที่จัดทำขึ้นและโรงเพาะเห็ดที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น เพื่อทำการทดสอบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ดทั้ง 2 โรงเรือนที่จัดเตรียมไว้

Go back Temperature Log - Temperature Gauge 2015-11-1		
Date/Time	Temperature	Humidity
2015-11-01 11:03:52 pm	29.00C	50.70%
2015-11-01 11:08:52 pm	28.90C	50.40%
2015-11-01 11:13:53 pm	28.90C	50.40%
2015-11-01 11:18:53 pm	28.90C	50.40%
2015-11-01 11:23:53 pm	28.90C	50.50%
2015-11-01 11:28:53 pm	28.90C	50.80%
2015-11-01 11:33:56 pm	28.90C	51.00%
2015-11-01 11:38:53 pm	28.90C	50.90%
2015-11-01 11:43:53 pm	28.90C	51.10%
2015-11-01 11:48:54 pm	28.80C	51.20%
2015-11-01 11:53:53 pm	28.80C	51.30%
2015-11-01 11:58:53 pm	28.80C	51.30%

รูปที่ 10. ตารางเก็บค่าอุณหภูมิและความชื้นบนเว็บไซต์

PrivateEyePi

4. ผลการทดลองและการอภิปราย

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นที่ฟาร์มเห็ดบ้านเนินสะอาด ตำบลนาราชควาย อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม ทำการวัดค่าด้วยอุปกรณ์เซนเซอร์ DHT22 ทั้งภายในและภายนอก และเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ดที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น จากนั้นนำเห็ดทั้ง 3 ชนิด คือ เห็ดนางฟ้า เห็ดนางรมอังกरी เห็ดเป๋าฮื้อ ที่เชื้อเดินเต็มก้อนนำไปไว้ในโรงเพาะเห็ด ทั้งสองแบบ โดยทำการทดลองเป็นระยะเวลา

ทั้งหมด 5 วัน เพื่อทำการตรวจวัดค่าการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของทั้ง 2 โรงเรือน ได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเพาะเห็ดที่มีระบบควบคุม

อุณหภูมิ	จำนวน (N)	ค่าเฉลี่ย (°C)	ค่า t	Sig.
ภายในโรงเห็ด	5	30.40±0.55	9.427	0.00*
ภายนอกโรงเห็ด	5	32.09±0.48		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเพาะเห็ด พบว่าอุณหภูมิในโรงเพาะเห็ดที่ควบคุมด้วยชุดเซนเซอร์ควบคุมอุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิภายในโรงเพาะเห็ด 30.40 °C และภายนอกโรงเพาะเห็ด 32.09 °C

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าความชื้นภายในและภายนอกโรงเพาะเห็ดที่มีระบบควบคุม

ความชื้น	จำนวน (N)	ค่าเฉลี่ย (%)	ค่า t	Sig.
ภายในโรงเห็ด	5	86.38±3.91	1.106	0.331 ^{ns}
ภายนอกโรงเห็ด	5	84.27±3.69		

^{ns} แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 2 เมื่อตรวจสอบผลของค่าความชื้น (%) พบว่าความชื้นภายในและภายนอกโรงเพาะเห็ดมีค่าอยู่ระหว่าง 84.27-86.38 % ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เพื่อให้สภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดสายพันธุ์ต่าง ๆ ได้แก่ เห็ดนางฟ้า, เห็ดนางรม (อังกरी) และเห็ดเป๋าฮื้อ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดวิธีการดำเนินการสั่งให้ระบบทำควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเพาะเห็ดให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมตลอด 24

ข้าวโม่ โดยมีหลอดไฟ เครื่องพ่นหมอก พัดลมดูดอากาศและพัดลมระบายอากาศ ส่งผลให้เห็ดแต่ละชนิดที่อยู่ในโรงเพาะเห็ด มีการเจริญเติบโตได้ดีขึ้น

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการเจริญเห็ดแต่ละสายพันธุ์ ในโรงเพาะเห็ดที่มีระบบควบคุม

วันที่เก็บผลผลิต	ระดับการเจริญของเห็ดสายพันธุ์ต่าง ๆ		
	เห็ดนางฟ้า	เห็ดนางรม (ฮังการี)	เห็ดเป๋าฮื้อ
1	-	-	-
2	-	-	-
3	+	+	-
4	++	++	-
5	+++	+++	-
จำนวนก้อนเชื้อเห็ดที่เห็ดโต	4/10	2/10	0/10
ร้อยละการเจริญเห็ดโต	40%	20%	0%

หมายเหตุ

- : เห็ดไม่พบการเจริญเห็ดโต

+: เห็ดพบการเจริญเห็ดโตเล็กน้อย

++: เห็ดพบการเจริญเห็ดโตปานกลาง

+++ : เห็ดพบการเจริญเห็ดโตพร้อมเก็บเกี่ยว

จากตารางที่ 3 เมื่อทำการเปรียบเทียบระดับการเจริญของเห็ดสายพันธุ์ต่าง ๆ จากเห็ดทั้ง 3 ชนิด พบว่า เห็ดที่มีการออกดอกมากที่สุดในช่วงเวลา 5 วัน คือเห็ดนางฟ้าที่มีการออกดอกจำนวน 4 ก้อน (40%) และรองลงมาคือเห็ดนางรมฮังการีที่มีการออกดอกจำนวน 2 ก้อน (20%) และเห็ดเป๋าฮื้อที่เห็ดไม่ออกดอก (0%) โดยมีอุณหภูมิอยู่ที่ 30.40 °C และความชื้นอยู่ที่ 86.37 % ตามลำดับ



รูปที่ 10. เห็ดไม่พบการเจริญเห็ดโต



รูปที่ 11. เห็ดพบการเจริญเห็ดโตเล็กน้อย



รูปที่ 12. เห็ดพบการเจริญเห็ดโตปานกลาง



รูปที่ 13. เห็ดพบการเจริญเห็ดโตพร้อมเก็บเกี่ยว

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเพาะเห็ดที่ไม่มีระบบควบคุม

อุณหภูมิ	จำนวน (N)	ค่าเฉลี่ย (°C)	ค่า t	Sig.
ภายในโรงเห็ด	5	32.28±0.11	0.266	0.401 ^{ns}
ภายนอกโรงเห็ด	5	32.27±0.12		

^{ns} แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเพาะเห็ด พบว่าอุณหภูมิในโรงเพาะเห็ดที่ไม่ได้ควบคุมด้วยชุดเซนเซอร์ มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิภายในโรงเพาะเห็ด 32.28 °C และภายนอกโรงเพาะเห็ด 32.27 °C

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบค่าความชื้นภายในและภายนอกโรงเพาะเห็ดที่ไม่มีระบบควบคุม

ความชื้น	จำนวน (N)	ค่าเฉลี่ย (%)	ค่า t	Sig.
ภายในโรงเห็ด	5	75.09±0.54	11.592	0.000*
ภายนอกโรงเห็ด	5	70.77±0.61		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 5 เมื่อตรวจสอบผลของค่าความชื้น (%) พบว่าความชื้นภายในและภายนอกโรงเพาะเห็ดที่ไม่ได้ควบคุมด้วยชุดเซนเซอร์ มีค่าอยู่ระหว่าง 70.77-75.09 % ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบการเจริญเห็ดแต่ละสายพันธุ์ ในโรงเพาะเห็ดที่ไม่มีระบบควบคุม

วันที่เก็บผลผลิต	ระดับการเจริญของเห็ดสายพันธุ์ต่าง ๆ		
	เห็ดนางฟ้า	เห็ดนางรม (ฮังการี)	เห็ดเป๋าฮื้อ
1	-	-	-
2	-	-	-
3	-	-	-
4	-	-	-
5	-	-	-
จำนวนก้อนเชื้อเห็ดที่เติบโต	0/10	0/10	0/10
ร้อยละการเจริญเติบโต	0%	0%	0%

หมายเหตุ

- : เห็ดไม่พบการเจริญเติบโต

+: เห็ดพบการเจริญเติบโตเล็กน้อย

++: เห็ดพบการเจริญเติบโตปานกลาง

+++: เห็ดพบการเจริญเติบโตพร้อมเก็บเกี่ยว

จากตารางที่ 6 เมื่อทำการเปรียบเทียบระดับการเจริญของเห็ดสายพันธุ์ต่าง ๆ จากเห็ดทั้ง 3 ชนิด พบว่า เห็ดนางฟ้าไม่มีการออกดอก (0 %) เห็ดนางรมฮังการีไม่มีการออกดอก (0 %) และเห็ดเป๋าฮื้อที่เห็ดไม่ออกดอก (0%) เช่นเดียวกัน

5. บทสรุป

จากผลการทดลอง ผู้วิจัยได้นำเอาโรงเพาะเห็ดที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นและโรงเพาะเห็ดที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยมีระยะการทดลอง 5 วัน พบว่าโรงเรือนที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นไม่มีการออกดอกของเห็ด โดยเฉลี่ยอุณหภูมิอยู่ที่ 32.28°C และความชื้นอยู่ที่ 75.09 % และโรงเรือนที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสามารถออกดอกและเก็บผลผลิตได้เร็ว โดยเฉลี่ยอุณหภูมิอยู่ที่ 30.40°C และความชื้นอยู่ที่ 86.37 % และเห็ดทั้ง 3 ชนิด มีอัตราการเจริญเติบโตได้เร็วคือเห็ดนางฟ้าออกจำนวน 4 ก้อน เห็ดนางรมฮังการี ออกจำนวน 2 ก้อน ส่วนเห็ดเป๋าฮื้อไม่มีการออกดอก คิดเป็นร้อยละ 40%, 20% และ 0% ตามลำดับ ผู้วิจัยได้ทำ

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ช่วยในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเพาะเห็ด ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีผลสำคัญในการออกดอกของเห็ด ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากต่อเกษตรกรผู้เพาะเห็ดในอนาคต อีกทั้งปัจจัยในการเจริญเติบโตของเห็ดไม่ได้มีอยู่แค่สภาพอากาศ, ความชื้น เท่านั้นอาจจะมีเรื่องของแร่ธาตุ สภาพความเป็นกรด, ด่าง ของวัสดุที่นำมาเป็นเชื้อในการเพาะเห็ด ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในโรงเรือนซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดแต่ละชนิดด้วย อย่างไรก็ตามผลการทดลองที่นำเสนอขึ้นเกิดจากการทดลองเพียงหนึ่งครั้ง ซึ่งทำให้การออกดอกของเห็ดที่ได้นั้นอาจเกิดจากปัจจัยร่วมด้วยก็ได้ เช่นอายุของก้อนเชื้อเห็ดที่อาจไม่เท่ากันหรือปัจจัยอื่นๆ ควรเพิ่มจำนวนครั้งการทดลองจะเป็นการเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการทดลองที่ได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Adam S Leader. "DHT11/DHT22 with Raspberry Pi". (Online). Source : <http://community.mydevices.com/t/dht11-dht22-with-raspberry-pi/2015>. Cayenne Community, 2015.
- [2] Lady Ada. "Introducing the Raspberry Pi 2 - Model B". (Online). Source : <https://learn.adafruit.com/introducing-the-raspberry-pi-2-model-b/overview>. Adafruit, 2015.
- [3] PrivateEyePi. "Temperature and Humidity using the DHT22 sensor device". (Online). Source : <http://projects.privateeyepi.com/home/home-alarm-system-project/temperature-and-humidity>, 2010.
- [4] กิตติศักดิ์ บัวบก, สุภัทสร จินนุญมิ, วัศวี แสนศรีมหาชัย, และ มานะชัย โต๊ะชูดี, "ระบบติดตามกิจกรรมการเคลื่อนไหวแบบทันที สำหรับประเมินการเคลื่อนไหวและความเสี่ยงในการหกล้มในผู้สูงอายุ", Journal of Information Science and Technology, Vol.6, No.1 , pp.16-24.
- [5] เฉยฉา ขจรฤทธิ์, ปิยนุช ชัยพรแก้ว และ หนึ่งฤทัย เอ็งฉ้วน , "การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things ในการควบคุมระบบส่องสว่างสำหรับบ้านอัจฉริยะ", Journal of Information Science and Technology, Vol.7, No.1 , pp.1-11.

- [6] ชีรยุทธ์ วงศ์ษา. “การดูแลเปิดดอก เห็ดนางฟ้า, ภูฐาน, เห็ดนางรม, อังกริ, เห็ดเป่าฮื้อ, เห็ดนางนวล”. (ออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.khaomak.com/i/wpcontent/uploads/2015/08/SmallQopen_ngfa.pdf. ฟาร์มเห็ดเขาหมาก, 2557.
- [7] บุญส่ง วงศ์เกรียงไกร. “เห็ดนางฟ้า”. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://puechkaset.com/เห็ดนางฟ้า>. เว็บเพื่อพืชเกษตรไทย, 2543.
- [8] บุญยัง สิงห์เจริญและสันติ สาแก้ว, “ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด”.ประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิครั้งที่ 1. สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย/ 24.59111067. หน้า 176-183.
- [9] ไพโรจน์ เหลืองวงศกร, วรพล ลีลาเกียรติสกุล, สุรพันธ์ ภูมิวุฒิสาร, พัชรวิทย์ พิพัฒน์ธนอุดมดี, “การประยุกต์ใช้ ESP8266 สำหรับระบบรักษาความปลอดภัยที่บ้าน”, Journal of Information Science and Technology, Vol.7, No.2 , pp.44-55. [10] ลิขิต อ่อนคาเพชร และ ธงรบ อักษร, “โรงเพาะเห็ดนางฟ้าอัจฉริยะ”การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 2 “การวิจัย 4.0 เพื่อการพัฒนาประเทศสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน”, หน้า 364-374.
- [11] วิวัฒน์ มีสุวรรณ. “อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) กับการศึกษา Internet of Things on Education”. วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม, ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 (8 ก.ค. - ธ.ค. 2559). หน้า 83-92.
- [12] ศุภวุฒิ ผากา. “การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อเป็นตำบลปงยางคกอำเภอห้างฉัตรจังหวัดลำปาง”. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ปี ที่ 7 : หน้า 58-68.
- [13] ศูนย์สารสนเทศ. “ความชื้น (Humidity)” (ออนไลน์). แหล่งที่มา http://kmcenter.rid.go.th/kmc14/f_water/PDF/situation6.pdf. สำนักสำนักชลประทานที่ 14, 2557.
- [14] สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม. “การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก”. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : www.eto.ku.ac.th/neweto/ebook/plant/herb_gar/mushroom4.pdf. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557.
- [15] อริญ ประกอบสิทธิ์, รพีพงศ์ รัตนวรหิรัญกุล, และจิตสรณัฐกัา, “การพัฒนาระบบควบคุมการส่องสว่างสำหรับการปลูกพืชด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ ไร้สาย”, Journal of Information Science and Technology, Vol.6, No.2, pp.1-8.
- [16] อูราภรณ์ สอาดสุด และคณะ. “รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์การควบคุมคุณภาพและยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวเห็ดสกุลนางรม”.(ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.phtnet.org/download/phtic-research/133.pdf>. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2552.