ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด

Temperature and Humidity Control System in Mushroom Greenhouse

บุญยัง สิงห์เจริญ[1*] และ สันติ สาแก้ว[1]

Boonyung Singjaroen[1*] and Santi Sakaew[1]

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเห็ดถือว่าเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากเนื่องจากมีประโยชน์และให้คุณค่าทางอาหารสูง จึงทำให้เกษตรกรหันมาทำอาชีพเพาะเห็ดเพิ่มขึ้นบางกลุ่มก็ประสบผลสำเร็จบางกลุ่มก็ล้มเหลว ซึ่งเกิดจากปัจจัยหลายๆ ด้านดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาและวางแผนเป็นอย่างดี จากสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูทำให้ส่งผลกระทบต่อกลุ่มอาชีพเพาะเห็ด โดยเฉพาะอุณหภูมิซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบของดอกเห็ดโครงการวิจัยนี้จึงได้ออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่อการเพาะเห็ด ตลอดจนการออกแบบโครงสร้างโรงเรือนที่เหมาะสมโดยแบ่งการทดสอบออก2 ส่วน คือการทดสอบในส่วนของระบบควบคุมและการทดสอบผลผลิตของดอกเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยนำก้อนเห็ดนางรมและเห็ดนางฟ้ามาทดสอบจำนวน 100 ก้อน และเป็นตัวชี้วัดเปรียบเทียบประสิทธิภาพโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่สร้างขึ้นกับโรงเรือนแบบทั่วไป

ผลการทดสอบระบบควบคุมการทำงาน พบว่าระบบสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้ ซึ่งให้ผลเป็นที่พอใจและในส่วนการทดสอบผลผลิตของดอกเห็ดพบว่าเห็ดที่เก็บจากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีปริมาณที่มากกว่าโรงเรือนแบบทั่วไปและเมื่อนำดอกเห็ดที่ได้มาชั่งน้ำหนัก พบว่าเห็ดที่ได้จากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีน้ำหนักเฉลี่ย 1.865 กิโลกรัม และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.198ซึ่งเมื่อเทียบกับเห็ดที่เก็บจากโรงเรือนแบบทั่วไปพบว่ามีน้ำหนักเฉลี่ย 1.455 กิโลกรัมและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.225 ซึ่งผลการทดสอบนี้เป็นการยืนยันว่าอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดและนอกจากระบบควบคุมจะสามารถใช้ในโรงเรือนได้แล้วยังสามารถประยุกต์ใช้ควบคุมในกระบวนการบ่มเชื้อเห็ดเพื่อเร่งการเจริญเติบของเชื้อเห็ดได้อีกด้วย

คำสำคัญ : โรงเรือนเพาะเห็ด อุณหภูมิและความชื้น

Abstract

Currently, mushrooms are very popularfood because they are useful and high nutritional value as the result agriculturistare interested in mushroom cultivation.Some agricultural are success butanother agriculturalare fail.It depend onimportant factor are environment and weather each season so temperature influence mushroomgrowing. This project aims to design and create a mushroom greenhouse which can be controlledtemperature and humidityby microcontroller.There are reviewing about mushroom growingincluding properly greenhouse structure designed. This project consist of two parts which testing control system and mushroom quantity testing.Oyster mushrooms andphoenix mushroom were tested each 100 pack. Then compare yield of product between greenhouse that controlled temperature and humidity and general greenhouse.

The testing results in control system part. The result is satisfied and can operate under conditions designed.We found thatmushrooms quantityof which temperature and humidity controlledgreenhousemore than generalgreenhouse.The averageweight and standard deviation of controlled greenhouse and general greenhouse are 1.865 kg, 0.198 and 1.455

[1] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

[1] Rajamangala University of Technology Isan, Surin Campus.

* Corresponding author. E-mail: boonyung.si@hotmail.com

kg, 0.225, respectively.In conclusion, the result is confirmed that temperature and humidity effect on the growth of mushrooms.Furthermore, it can be applied inincubation mushroom process to accelerate the mushroomgrowthas well.

Keywords : Temperature and humidity, mushroomgreenhouse

บทนำ

เห็ดเป็นราชนิดหนึ่งมีการเจริญเติบโตเริ่มมาจากเส้นใยของเห็ดราที่รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมงในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม คือ ในที่มีอาหาร ความชื้น และอุณหภูมิที่พอเหมาะ ก้อนเห็ดอ่อนเจริญมีขนาดใหญ่ขึ้นแล้วปริแตก และยืดยาวออกไปในอากาศ เผยให้เห็นส่วนต่าง ๆ ของดอกเห็ด การสร้างโรงเรือนเพาะเห็ดนั้นจำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเห็ดที่ดี โดยส่วนใหญ่จะต้องมีลักษณะดังนี้คือสถานที่จะใช้เพาะเห็ดควรจะมีลักษณะเป็นที่โล่งแจ้งอากาศถ่านเทได้สะดวก ไม่มีน้ำท่วมขังหรือเปียกชื้นมากเกินไป มีระบบระบายน้ำที่ดี ไม่เป็นที่มีสารปนเปื้อนยาฆ่าแมลงและเชื้อรา ลักษณะของสภาพดินไม่เป็นดินเค็มเพราะความเค็มของดินจะทำให้เส้นใยของเห็ดไม่รวมตัวกันเป็นดอกเห็ด และถ้าหากเป็นพื้นที่ที่เคยเพาะเห็ดมาก่อนควรมีการทำความสะอาดบริเวณนั้นให้สะอาดเสียก่อน (วัลลภ,2541) สภาพอากาศมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเห็ด เห็ดแต่ละชนิดมีความต้องการสภาพอากาศของอุณหภูมิที่ไม่เท่ากัน เช่นเห็ดฟางชอบอากาศร้อนอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 35 – 37 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงนิยมเพาะเห็ดในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนเพราะเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญโตของเห็ด แต่ถ้าเป็นฤดูหนาวเห็ดจะไม่ค่อยเจริญเติบโตเท่าไรนัก แต่ก็สามารถทำได้โดยการใช้พลาสติกคลุมแล้วปล่อยให้แดดส่องในช่วงเวลากลางวัน เพื่อให้กองฟางมีการเก็บสะสมความร้อนไว้ ส่วนเห็ดนางฟ้าและเห็ดนางรมอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือในช่วง 25 – 35 องศาเซลเซียส(บรรณ ,2532) ส่วนความชื้นมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยการเกิดดอกและการเจริญเติบโตของดอกเห็ด แต่ถ้าความชื้นมากเกินไป เส้นใยจะชุ่มน้ำมากและตายได้ ดอกเห็ดเล็ก ๆ ที่ถูกรดน้ำจะไปชุ่มอยู่บริเวณรอยต่อของเส้นใยกับดอกเห็ด ทำให้ส่งอาหารไปยังดอกเห็ดไม่ได้จึงฝ่อและตายลงได้ แต่ถ้าแห้งไปดอกเห็ดจะกระด้างหรือมีรอยแตกและดอกเห็ดไม่เจริญเติบโต(วาริธี,2554)

ในปัจจุบันพบว่าคนไทยหันมาบริโภคเห็ดเพิ่มขึ้นเนื่องจากเห็ดมีประโยชน์และคุณค่าทางอาหารสูงและยังสามารถนำมาแปรรูปอาหารได้อย่างหลากหลายทำให้เห็ดเป็นที่ความต้องการของตลาด และทำให้กลุ่มอาชีพเพาะเห็ดมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง บางกลุ่มก็ประสบความสำเร็จแต่บางกลุ่มก็ล้มเหลวเนื่องจากมีปัจจัยหลายๆ ด้านในกระบวนการผลิตเห็ด เช่นการเลือกชนิดของเห็ดที่นำมาเพาะ การคัดเลือกเชื้อและการทำเชื้อ วัสดุที่ใช้เพาะและการดูแลรักษาซึ่งเป็นสิ่งสำคัญโดยเฉพาะสภาพภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ดซึ่งหากอุณหภูมิสูงเกินไปอาจทำให้เส้นใยหยุดการเจริญเติบและส่งผลต่อการออกดอกเห็ดได้ ดังนั้นเกษตรกรควรมีการศึกษาข้อมูลและมีการวางแผนเป็นอย่างดี

โครงงานวิจัยดังกล่าวนี้จึงได้เสนอระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้มีความเหมาะสมต่อการเพาะเห็ดโดยในตัวโรงเรือนจะมีระบบตรวจจับอุณหภูมิและความชื้นอยู่ตลอดเวลาหากไม่เป็นตามที่ต้องการ เช่นเมื่ออุณหภูมิสูงระบบควบคุมก็จะสั่งให้พัดลมระบายอากาศทำงานเพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนและถ้าหากความชื้นภายในโรงเรือนต่ำระบบควบคุมก็จะสั่งให้ปั๊มน้ำทำงานเพื่อเพิ่มความชื้นให้กับโรงเรือน

วิธีการศึกษา

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงวิธีการศึกษางานวิจัยแบ่งออก 2 ส่วนคือวิธีการออกแบบโครงสร้างและการออกแบบระบบควบคุมการทำงานของโรงเรือนเพาะเห็ดโดยมีรายละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

การออกแบบโครงสร้างโรงเรือนเพาะเห็ดมีการออกแบบให้มีความกว้างขนาด 100 เซนติเมตรความยาว 200 เซนติเมตรและความสูง 180 เซนติเมตรดังแสดงใน (Figure1) ซึ่งเป็นลักษณะโครงสร้างของโรงเรือนโดยใช้เหล็กกล่องขนาดครึ่งนิ้วทำเป็นโครงสร้างที่ด้านบนของโรงเรือนมีการติดระบบสปริงเกอร์ที่ต่อเข้ากับปั๊มน้ำสำหรับเพิ่มความชื้นภายในโรงเรือนโดยจะติดอยู่กับคานของโรงเรือนเพาะเห็ดส่วนโมดูลเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นจะติดไว้ที่กลางโรงเรือนเพาะเห็ดสำหรับอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นแล้วส่งข้อมูลให้คอนโทรลเลอร์ประมวลผลในส่วนของการระบายความร้อนภายในตัวโรงเรือนได้ติดตั้งพัดลมระบายอากาศไว้ที่ด้านข้างของโรงเรือนทั้งสองด้านทำหน้าที่ระบายอากาศภายในโรงเรือนเมื่ออุณหภูมิภายในโรงเรือนสูง และส่วนของตัวโรงเรือนจะปิดคลุมด้วยผ้าใบสีดำเพื่อให้สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนได้ตามที่ต้องการ

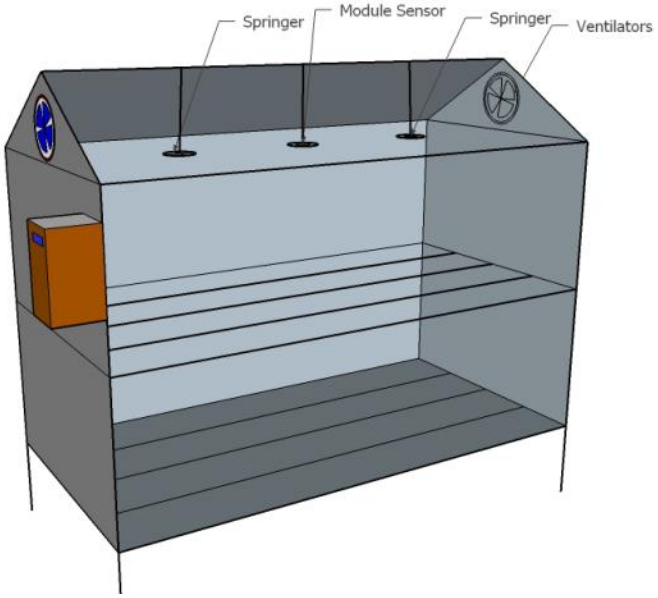

Figure 1 greenhouse structure designed

ในส่วนของการออกแบบระบบควบคุมการทำงานโรงเรือนเพาะเห็ดให้สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้นั้น เลือกใช้โมดูลเซนเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิ HIH6163สำหรับอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนก่อนส่งข้อมูลให้ระบบควบคุมประมวลผลโดยเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F4DISCOVERY (Aimagin,2014) หากอุณหภูมิไม่เป็นที่ต้องการระบบควบคุมก็จะสั่งให้พัดลมระบายอากาศทำงานที่มีการติดตั้งที่ด้านข้างของโรงเรือนและถ้าความชื้นภายในโรงเรือนไม่เป็นตามที่ต้องการระบบความคุมก็จะสั่งเปิดปั๊มน้ำให้ระบบสปริงเกอร์ทำงานสำหรับเพิ่มความชื้นภายในโรงเรือนให้สูงขึ้น หลักการทำงานของระบบควบคุมดังกล่าวนั้นเป็นตามไดอะแกรมดังแสดงใน (Figure2) โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F4DISCOVERY เป็นบอร์ดระบบสมองกลฝังตัวตระกูล STM32 ของบริษัท ST จะพัฒนาผ่านทาง Matlab/Simulink (Matlab,2012)ที่เป็นโปรแกรมหนึ่งที่อยู่ใน Matlabโดยใช้ชุด Block set ที่ทางบริษัท Aimaginได้พัฒนาที่เรียกกันว่า Waijung Block set (Somphong,2014)โดยจะต้องมีการติดตั้งโปนแกรมนี้ก่อนใช้งานบอร์ด STM32F4DISCOVERY

รายละเอียดอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดควบคุมอุณหภูมิและความชื้นประกอบดัง (Table1) และการต่อร่วมของอุปกรณ์ต่างๆ แสดงดังใน (Figure2)

Table 1 List of device used

No	Device List	Number
1	MicrocontrollerTM32F4DISCOVERY	1
2	Sensor Modules HIH6163	1
3	Ventilators	2
4	Pump	1
5	Relay	1
6	Power Supply	1
7	Springer	3

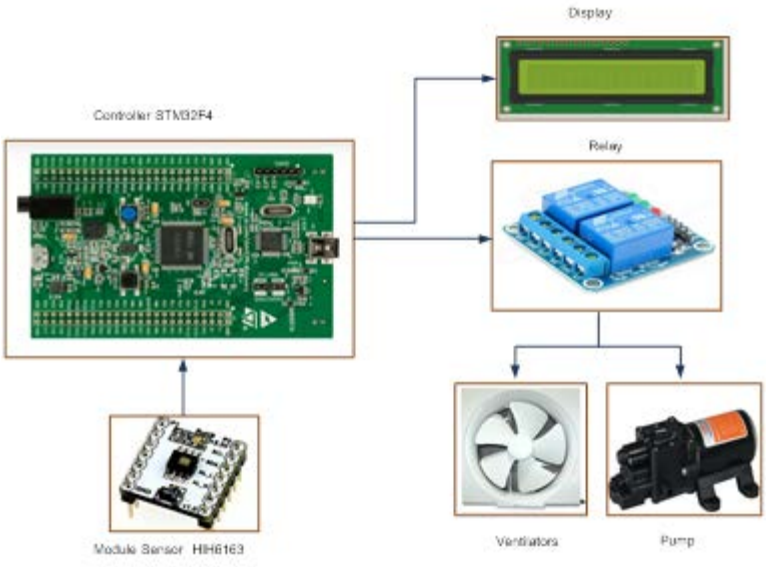

Figure 2 Temperature and humidity Control Systems

ผลการศึกษา

จากที่มีการศึกษาและได้ออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของโรงเรือนเพาะเห็ด เพื่อนำระบบดังกล่าวมาทดสอบการทำงานว่าสามารควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้จริงหรือไม่โดยมีการออกแบบลำดับการทำงานดังในไดอะแกรมใน (Figure3) นั้น ซึ่งมีเงื่อนไขการทำงานโดยกำหนดอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเห็ด และจากการศึกษาข้อมูลพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมของเห็ดนางฟ้าอยู่ที่ 25 – 35 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 80- 85 เปอร์เซ็นต์ดังนั้นจึงเลือกอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ที่ 80 เปอร์เซ็นต์ในการออกแบบระบบควบคุมนี้โดยมีเงื่อนไขการทำงานดัง (Table2)

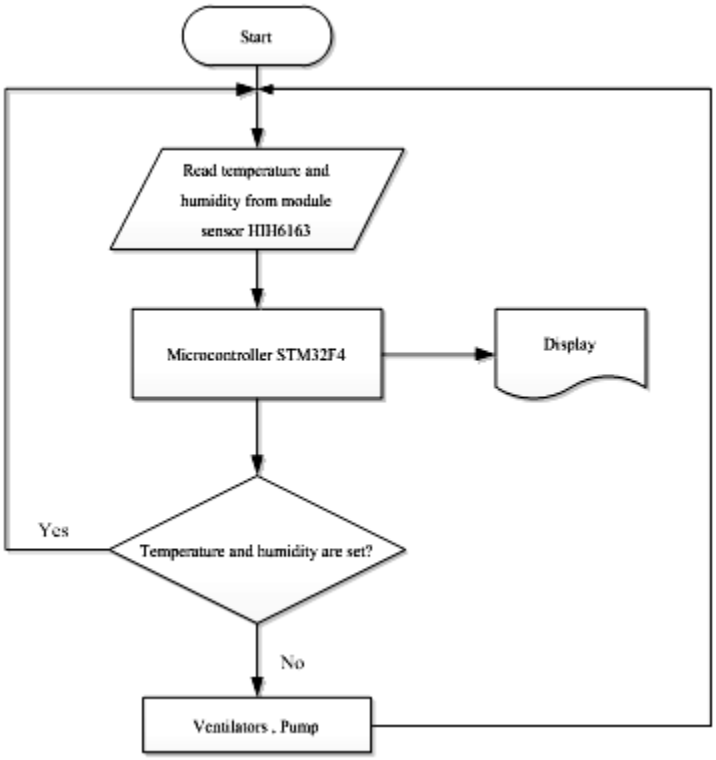

Figure 3 Control systemdiagram

Table 2 Process control system

Temperature(^{o}C)	Humidity(%)	Ventilators	Pump
Less than30	Less than80	Not Working	Working
Less than30	More80	Working	Not Working
Less than30	More 80	Not Working	Not Working
Less than30	Less than80	Working	Working

การทดสอบการทำงานของระบบควบคุมที่ได้ออกแบบตามเงื่อนไขใน (Table 2) โดยทำการวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนทุกๆ 3 ชั่วโมง ซึ่งผลการทดสอบดังใน (Table3) ซึ่งจะเห็นได้ว่าระบบควบคุมสามารถทำงานเป็นไปตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้ จากนั้นจึงนำระบบดังกล่าวมาทดสอบผลผลิตของดอกเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นต่อไป

Table 3 The results of testing

Time	Outside temperature (^{o}C)	Internal temperature (^{o}C)	Outside Humidity (%)	Internal Humidity (%)	Ventilators	Pump
06.00	28.2	27.5	66	84	Not Working	Not Working
09.00	28.5	27.0	64	81	Not Working	Not Working
12.00	32.0	31.0	64	78	Working	Working
15.00	31.5	30.5	63	79	Working	Working
18.00	28.2	28.5	65	83	Not Working	Not Working
21.00	27.5	27.0	65	84	Not Working	Not Working
24.00	26.2	27.5	68	85	Not Working	Not Working
03.00	26.5	27.0	67	85	Not Working	Not Working

ส่วนการทดสอบผลผลิตของดอกเห็ดโดยเลือกก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้ามาทำการเพาะซึ่งในระหว่างทดสอบนั้นได้ทำการเปรียบเทียบผลผลิตของดอกเห็ดที่ได้ระหว่างโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่สร้างขึ้นกับโรงเรือนทั่วไปที่ไม่มีการควบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นว่าให้ผลแตกต่างกันอย่างไร โดยนำก้อนเชื้อเห็ดมาบรรจุในโรงเรือนอย่างละ 100ก้อนและได้เก็บบันทึกข้อมูลจำนวนน้ำหนักของดอกเห็ดที่เก็บได้จำนวน 10 ครั้งผลการทดสอบได้ผลแตกต่างกันดังแสดงใน (Table4) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างดังแสดงใน (Figure4) ซึ่งเป็นผลจากการเปรียบเทียบจำนวนน้ำหนักของดอกเห็ดในการเก็บแต่ละครั้ง

Table 4 The weight of mushrooms

Time	The weight of the mushroom greenhouse without temperature control(kg.)	The weight of the mushroom greenhouse which controlled temperatures (kg.)
1	1.70	2.20
2	1.80	2.25
3	1.55	1.80
4	1.50	1.80
5	1.50	1.75
6	1.35	1.80
7	1.60	1.90
8	1.20	1.75
9	1.25	1.70
10	1.10	1.70
$\overline{X}$	1.455	1.865
S.D.	0.225	0.198

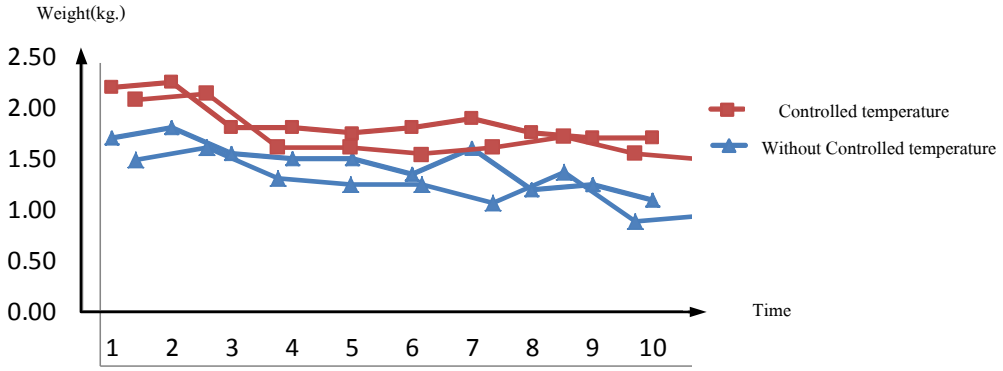

Figure 4 Comparison total weight of mushrooms each timebetween the mushroom greenhouse which controlled temperatures and without controlled

อภิปลายผล

ผลการทดสอบของระบบควบคุมจากข้อมูลใน (Table3) พบว่าในช่วงเวลากลางวันมีอุณหภูมิที่สูงเกิน 30 องศาเซลเซียสและมีความชื้นต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในระบบควบคุมคือ 80 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ระบบควบคุมรับรู้สั่งให้พัดลมทำงานเพื่อระบายความร้อนและสั่งให้ระบบปั๊มน้ำทำงานเพื่อเพิ่มความชื้นในโรงเรือน ส่วนในช่วงเวลากลางคืนมีอุณหภูมิต่ำจึงทำให้ระบบควบคุมไม่ทำงาน โดยภาพรวมในการทดสอบระบบควบคุมสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้

จากการทดสอบผลผลิตของดอกเห็ดจากข้อมูลใน (Table3) พบว่าโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นจะให้จำนวนของดอกเห็ดที่มีปริมาณมากกว่าโรงเรือนแบบทั่วไปในปริมาณที่เก็บได้ในแต่ละครั้ง ซึ่งผลการทดสอบนี้เป็นการยืนยันว่าอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตต่อการเพาะเห็ดซึ่งมีความสอดคล้องศุภวุฒิผากาและคณะ(2557)ได้พัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของเห็ดโดยการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดของกลุ่มอาชีพเพาะเห็ด ผลจากงานวิจัยดังกล่าวพบว่ากลุ่มอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้นตำบลยางคก อำเภอห้างฉัตรจังหวัดลำปางมีความพึงพอใจในปริมาณและคุณภาพของเห็ดอยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.26 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในระดับ 0.7 สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตเห็ดเฉลี่ย 10.1 กิโลกรัมต่อการเก็บผลผลิตเห็ด 1 ครั้ง

สรุป

จากการศึกษาและออกแบบสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ด แบ่งการทดสอบออก 2 ส่วน คือการทดสอบการทำงานระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่ต้องการดังผลที่ได้จากการทดสอบ ซึ่งให้ผลเป็นที่พอใจสามารถประเมินผลได้ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากในช่วงเวลาทดสอบนั้นพื้นที่ตั้งโรงเรือนอยู่ในที่โล่งแจ้งทำให้อุณหภูมิในโรงเรือนสูง จึงทำให้ระบบควบคุมมีการสั่งทำงานของอุปกรณ์บ่อย ซึ่งต่างจากในการติดตั้งโรงเรือนจริงตำแหน่งติดตั้งควรเป็นที่ร่มและมีอากาศถ่ายเทได้สะดวกและหากนำระบบควบคุมดังกล่าวนี้ไปใช้ในโรงเรือนที่มีขนาดใหญ่ควรมีการออกแบบตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นเพิ่มเติมเพื่อให้ระบบควบคุมสามารถอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนได้อย่างทั่วถึงและมีความถูกต้องสูง

ส่วนการทดสอบผลผลิตของดอกเห็ดโดยเลือกก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้ามาทำการเพาะซึ่งในระหว่างทดสอบนั้นได้ทำการเปรียบเทียบผลผลิตของดอกเห็ดที่ได้ระหว่างโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่สร้างขึ้นกับแบบโรงเรือนทั่วไปที่ไม่มีการควบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นว่าให้ผลแตกต่างกันอย่างไร ผลทดสอบพบว่าในการเก็บเห็ดจากโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในแต่ละครั้ง จะให้จำนวนของดอกเห็ดที่มีปริมาณมากกว่าแบบโรงเรือนทั่วไปคิดเป็นค่าเฉลี่ย 1.865 กิโลกรัมและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.198 ซึ่งเมื่อเทียบกับการเก็บเห็ดจากโรงเรือนทั่วไปคิดเป็นค่าเฉลี่ย 1.455 กิโลกรัมและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.225 ซึ่งผลการทดสอบนี้เป็นการยืนยันว่าอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตต่อการเพาะเห็ด นอกจากระบบควบคุมจะสามารถใช้ในโรงเรือนเพาะเห็ดได้แล้วยังสามารถนำระบบดังกล่าวมาควบคุมในกระบวนการบ่มเชื้อเห็ดเพื่อเร่งการเจริญเติบของเชื้อเห็ดและยังสามารถนำระบบควบคุมไปประยุกต์ใช้งานที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขต สุรินทร์ ทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณประจำปี 2558

เอกสารอ้างอิง

บรรณ บูรณะชนบท.2532.การเพาะเห็ดนางรม-นางฟ้า.สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม,นนทบุรี

วัลลภ พรหมทอง.2541.เห็ด.สำนักพิมพ์มติชน.กรุงเทพฯ

วาริธี ธรรมชาติไพศาล.2554.คู่มือการเพาะเห็ด. สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยีการเกษตร.กรุงเทพฯ

ศุภวุฒิผากาและคณะ.2557.การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้นตำบลปงยางคกอำเภอห้างฉัตรจังหวัดลำปาง.วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปางปีที่ 7 : 58-68.

Aimagin.2014.PID Controller Design and Analysis.(ระบบออนไลน์).แหล่งข้อมูล:https://www.aimagin.com (16 กันยายน 2558)

MATLAB, Simulink 7.0 / Waijung Blockset:, The Math Works Inc., 1984-20012.

Somphong Thanok. 2014.PID Controller Design and Analysis . Aimagin. SamutPrakan.