

ระบบติดตามสภาพอากาศในโรงเรือนเพาะเห็ดฟาง

วัลวิภา ทรงหอม¹ วรรณพร แสงอินทร์²

อ.ดร.สมนึก สีนุพาน³ รศ.จักรกมล วงศ์ละคร⁴ และ อ.อลงกต กองมณี⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

Emails: wanwipasonghom@gmail.com¹, wannaphonsangin@gmail.com², somnuk@mju.ac.th³,

jakrapop@mju.ac.th⁴ และ alongkot@mju.ac.th⁵

บทคัดย่อ

ระบบปรับสภาพอากาศในโรงเรือนเพาะเห็ดฟางได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเนื่องจากเกษตรกรนั้นเกิดอาการ การขาดอากาศหายใจถึงขั้นเสียชีวิต จาก ก๊าซ คาร์บอนมอนอกไซด์ และ ก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์

โครงการนี้มีการพัฒนาระบบซึ่งประกอบด้วยบอร์ด Raspberry pi และ Nodemcu ที่มีเซนเซอร์ในการรับก๊าซ คาร์บอนมอนอกไซด์ และเซนเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์ โดยภาษาที่จะใช้พัฒนาคือ Python และ Meteor โดยมี Mongobd ที่ใช้สำหรับจัดการฐานข้อมูล โดยจะส่งข้อมูลที่ได้รับมาผ่าน โปรโตคอล Mosquitto(MQTT)

ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพผ่านกล่องควบคุมด้านหน้าโรงเพาะเห็ด โดยเกษตรกรสามารถสังเกตจาก สัญญาณไฟสีแดงหมายถึงไม่ปลอดภัยกับสีเขียว หมายถึง ปลอดภัย แจ้งเตือนให้แก่เกษตรกรทราบถึงระดับ ความอันตรายของสารพิษภายในโรงเรือนเพาะเห็ดฟาง

คำสำคัญ—เห็ดฟาง, CO, CO₂, MQTT

ABSTRACT

Air conditioning systems in Straw mushroom farm have been developed, because growers'suffocation and breathing threatening death from carbon monoxide

and carbon dioxide

This project consists of Raspberry Pi and Nodemcu, which have the sensor system to receive carbon monoxide and carbon dioxide. The language developers are Python and Meteor that include Mongobd, which is used for data management that will deliver received data through Mosquitto (MQTT).

The system is efficiently operated by the control box that will be controlled by the farmers. The red light means unsafe, while green light means safety. The lights are created to warn the argiculturist to be aware of the dangers of toxins in the mushroom farm.

Keywords—Straw mushroom, CO, CO₂

1. บทนำ

เนื่องจากปัญหาด้านคุณภาพอากาศในโรงเพาะเห็ดฟาง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อเกษตรกรโดยตรง จากที่เป็นข่าวที่ปรากฏคือ “สยองโรงเพาะเห็ดเจ้าของกับญาติและคนงานขาดอากาศจนทำให้เสียชีวิต หมู่ 4 ศพ” ซึ่งญาติเป็นผู้ประสบเหตุพบผู้เสียชีวิตอยู่ในสภาพนอนทับกันเป็นชั้นๆโดยเจ้าของนอนอยู่ล่างสุด คาดว่าผู้เสียชีวิตเข้ามาตรวจดูความเรียบร้อยและเกิดหมดสติ ขณะที่คน

อื่นๆ พยายามเข้ามาช่วย แต่ขาดอากาศหายใจจึงเสียชีวิตตามกันทั้งหมด โดยแพทย์ระบุสาเหตุการเสียชีวิต เพราะขาดอากาศหายใจ โดยโรงเพาะเห็ดที่เกิดเหตุเป็นโรงเพาะเห็ดขนาด 4 คูณ 6 เมตร สูง 2 เมตร ใช้พลาสติกขนาดใหญ่คลุมทั้งหมด และก่อนหน้านี้นี้เพิ่งรมควันเพาะเชื้อ” ข้อเสนอพื้นฐานสำหรับการเสียชีวิตเนื่องจากขาดอากาศหายใจ ทั้ง 4 ราย

จากเหตุการณ์ดังกล่าวข้างต้น การพัฒนาระบบปรับสภาพอากาศในโรงเรือนเพาะเห็ดฟางจึงเก็บข้อมูลก๊าซ CO₂ ซึ่งเกิดจากการหมัก และ CO₂ ซึ่งเกิดจากกระบวนการหมักวัสดุเพาะเห็ด ในลักษณะ Real Time เพื่อป้องกันเกษตรกรจากการขาดอากาศหายใจ และการหายใจเอาสารพิษเข้าไปในร่างกาย โดยวิธีการแจ้งเตือนผ่านกล่องควบคุมและส่งสัญญาณไฟแจ้งเตือน หน้าโรงเรือนเพาะเห็ด

2. การศึกษาค้นคว้าและงานที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบแจ้งเตือนการเพาะเห็ดฟาง จัดทำขึ้นเนื่องจากเห็นว่า มีการเพาะเห็ดฟางในโรงเรือนอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในเขตเทศบาล ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย โดยทำการเพาะเห็ดฟางในช่วงฤดูร้อนสลับกับการเพาะเห็ดแชมปิญองในฤดูหนาว โดยลักษณะโรงเรือนปิดคลุมด้วยพลาสติกมิดชิดทั้งโรงเรือน การเพาะเห็ดฟางใช้วัสดุเกษตรที่ผ่านกระบวนการหมักเช่นเดียวกับการทำปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดก๊าซ และมีขั้นตอนการปล่อยไอน้ำเพื่อทำการฆ่าเชื้อหลังนำวัสดุหมักวางบนขนภายในโรงเรือน โดยทำการต้มฆ่าด้วยหม้อแรงดันด้วยฟืน ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวมีความสอดคล้องกับ สาเหตุการเสียชีวิตดังที่เป็นข่าว

2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของเห็ดฟาง

เชื้อเห็ดฟางเป็นราชนิดหนึ่งจัดอยู่ในราชนิด Genus Volvariella Specie volvacea (Bull-ex Fr.) Sing โดยมีชื่อสามัญว่า Straw Mushroom ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีลักษณะเป็นเส้นใย ซึ่งเส้นใยแต่ละเส้น เรียกว่า ไฮฟา มักอยู่รวมกันเป็นกระจุกเรียกว่า ไมซีเลียม ซึ่งสังเคราะห์อาหารเองไม่ได้ กินอาหารโดยสร้างเอนไซม์แล้วปล่อยออกมา การย่อยสารอินทรีย์โมเลกุลขนาดใหญ่และ

ซับซ้อน ตัวอย่างเช่น ซากพืชที่หมักจนกระทั่งผุพังจนเป็นโมเลกุลเล็กและดูดซึมเข้าเซลล์(saprophyte) โดยสอดคล้องกับ ขั้นตอนการเพาะเห็ดฟางของเกษตรกร ซึ่งแสดงดังต่อไปนี้

- 1) หมักขี้วัวโพดหรือฟางข้าว ประมาณ 10 วัน และขนวัสดุเพาะที่หมักแล้วเข้าไปเทลงบนชั้นเพาะ หนาประมาณ 1 ครั้งฝ่ามือทุกๆชั้น
- 2) รดน้ำวัสดุเพาะทุกชั้นให้เปียก และทำการอบโรงเรือนด้วยไอน้ำประมาณ 8 ชั่วโมง โดยควบคุมอุณหภูมิให้สูงกว่า 70 องศาเซลเซียส
- 3) ทำการเปิดโรงเรือนทิ้งไว้ และนำเชื้อเห็ดฟางที่ตีปนแล้วใส่ในถังพลาสติกให้ได้ 20 ถังพลาสติก โดยนำเชื้อเห็ดฟางที่เตรียมไว้แล้วไปหว่าน
- 4) ปิดโรงเรือนให้มิดชิดไม่ให้แสงเข้า แล้วปล่อยไว้ประมาณ 7- 8 วัน
- 5) พ่นน้ำไปยังชั้นวางวัสดุเพาะให้ชุ่มเพื่อตัดเส้นใยเห็ดฟาง
- 6) เส้นใยจะเริ่มอัดตัวกันแน่นเป็นดอกเห็ด 2 – 3 วันหลังจากการตัดเส้นใย จะเริ่มเก็บดอกเห็ดได้

2.2 ข้อมูลก๊าซที่มีภายในโรงเรือน

การเพาะเห็ดฟาง วัสดุที่ใช้เพาะเห็ดเกิดจากกระบวนการหมัก ซึ่งวิธีการหมักคือการหมักก๊าซชีวภาพทั่วไป ซึ่งมีก๊าซที่เกิดจากกระบวนการหมักประกอบด้วย ก๊าซ CH₄ ประมาณร้อยละ 50-70 และก๊าซ CO₂ ประมาณร้อยละ 30-50 ส่วนที่เหลือเป็นก๊าซชนิดอื่นๆ เช่น H₂, H₂S, N₂ และไอน้ำ ก๊าซเหล่านี้ส่งผลต่อการขาดอากาศหายใจ (Asphyxiant) โดยก๊าซที่สนใจศึกษามีจำนวน 2 ก๊าซประกอบด้วย

- 1) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide - CO₂) ถูกจัดเป็นก๊าซที่เป็นพิษต่อมนุษย์ เพราะทำให้มนุษย์หมดสติได้ ซึ่งตามมาตรฐาน ASHRAE ได้กำหนดให้อยู่ในอาคารควรมีระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่ควรเกิน 1,000 ppm หรือไม่เกิน 700 ppm ของอากาศภายนอก ซึ่งโดยทั่วไปเฉลี่ยของอากาศภายนอกอยู่ที่ 350 ppm โดยถ้าหากมนุษย์หายใจเอาก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปมากกว่า 1,500 ppm จะเกิดอาการปวดหัวรุนแรง อ่อนเพลีย และไม่มีสมาธิ เป็นต้น และส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงาน

2) คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide - CO) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรส ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิง โดยมีคาร์บอนเป็นส่วนประกอบ ซึ่งหากมนุษย์รับก๊าซนี้เข้าไปในปริมาณมากๆ จะทำให้เม็ดเลือดแดงไม่สามารถรวมตัวกับเฮโมโกลบินและเปลี่ยนเป็นออกซีเฮโมโกลบินได้ โดยระดับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่จะเริ่มแสดงอาการปวดศีรษะคือที่ระดับปริมาณ 50 ppm และถ้าหากถึงที่ระดับปริมาณ 1,000 ppm อาจทำให้หมดสติและถึงขั้นเสียชีวิตได้

3. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

ระบบได้พัฒนาและจัดทำอุปกรณ์ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนของเว็บเซิร์ฟเวอร์ ฟิวเจอร์ฟเวอร์ และอุปกรณ์ฝังตัว โดยพัฒนาขึ้นเอง เพื่อให้มีราคาที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกร และสามารถขยายระบบรัฐวิสาหกิจชุมชน โดยอุปกรณ์บางอย่างสามารถหาซื้อได้ตามร้านขายวัสดุก่อสร้างโดยทั่วไป เช่น กล่องใส่ บอร์ดและท่อ PVC เป็นต้น

3.1 เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web server- Meteor)

เว็บเซิร์ฟเวอร์ระบบนี้ใช้ Meteor เป็นเครื่องมือในการพัฒนาเว็บเซิร์ฟเวอร์ ส่วนของเซิร์ฟเวอร์หลัก (Main Server at Maejo University) ซึ่งจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล Mongo DB บนระบบ cloud Computing ซึ่งตั้งอยู่ในศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เพื่อทำการควบคุมสัญญาณไฟแจ้งเตือนผ่านกล่องควบคุม (Filed Control) ซึ่งทำการติดตั้งด้านหน้าโรงเพาะเห็ดฟางและแสดงข้อมูลผ่านเว็บไซต์ (Website) โดยทำการแจ้งเตือนตามเงื่อนไข 2 แบบดังนี้

#กรณีที่ 1 ปริมาณก๊าซอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัย

If (co > 1000 or co2>1500) then Turn on the red light and Turn off the green light

#กรณีที่ 2 ปริมาณก๊าซอยู่ในระดับที่ปลอดภัย

Else

Turn on the green light and

Turn off the red light



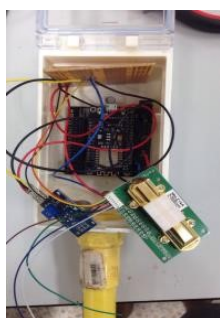
ภาพที่ 1 กล่องควบคุม

3.2 ฟิวเจอร์ฟเวอร์ (Field server)

ฟิวเจอร์ฟเวอร์ จัดทำโดยใช้บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Raspberry Pi) ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับค่าจากระบบฝังตัว ซึ่งจะส่งค่าของข้อมูล CO และ CO₂ ที่ติดตั้งภายในโรงเรือนในเขตเทศบาล ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย และทำหน้าที่จัดส่งค่าที่ได้ทั้งหมดไปยังเซิร์ฟเวอร์หลักที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยใช้ python-meteor ผ่านเราเตอร์ (3 G & WIFI router) เพื่อจัดเก็บลงฐานข้อมูล Mongo DB

3.3 ระบบฝังตัว (Embedding System)

ระบบฝังตัว จัดทำโดยใช้บอร์ดขนาดเล็ก (NodeMCU) ที่มีเซนเซอร์ประกอบด้วยเซนเซอร์วัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (MQ-9) และ เซนเซอร์วัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (MH-Z14A) โดยอุปกรณ์ดังกล่าวจะทำหน้าที่ส่งข้อมูลเป็นแบบ Real Time สู่อุปกรณ์ฟิวเจอร์ฟเวอร์ผ่านโปรโตคอล MQTT และระบบ WIFI (ESP8266 WiFi Module) ทุก 30 นาที จำนวน 5 จุด ระดับ 40, 80, 120, 160, 200 เซ็นติเมตร ตามลำดับชั้นของโรงเรือนเพาะเห็ดฟาง และภายนอกโรงเพาะ 1 จุด ซึ่งบอร์ดจัดเก็บอยู่ในกล่องป้องกันความชื้นและเซนเซอร์ถูกจัดวางในท่อ PVC ซึ่งเจาะรูเพื่อให้ก๊าซ CO และ CO₂ ผ่านเข้าออกได้สะดวก



ภาพที่ 2 ระบบฝังตัวพร้อมเซ็นเซอร์ CO และ CO₂

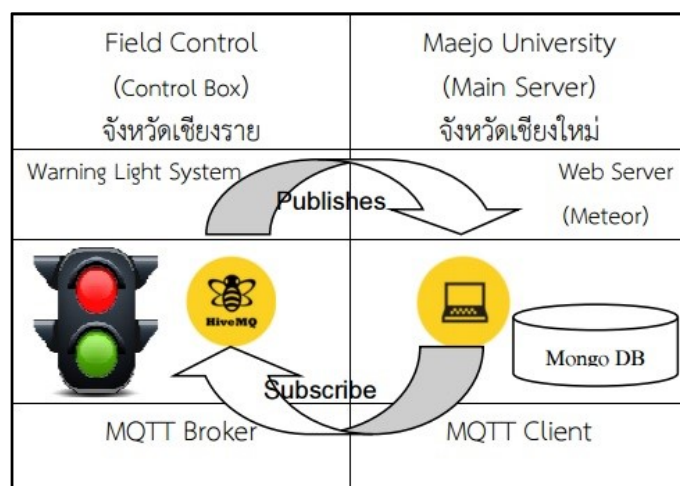
3.4 โปรโตคอล (MQTT)

โปรโตคอล MQTT ย่อมาจาก Message Queuing Telemetry Transport เป็นโปรโตคอล ที่ออกแบบมาเพื่อการเชื่อมต่อแบบ M2M หรือ machine-to-machine เพื่อทำการติดต่อระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์ โดยทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยในระบบนี้ได้ใช้โปรโตคอลดังกล่าวในการส่งข้อมูลจากระบบฝังตัวไปยังฟิวเจอร์เวอร์และส่งค่าการควบคุมสัญญาณไฟการแจ้งเตือนหน้าโรงเห็ดจังหวัดเชียงราย จากเซิร์ฟเวอร์หลักซึ่งตั้งอยู่ที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

4. ขั้นตอนการทำงานของระบบ

การทำงานของระบบ ซึ่งภายในโรงเห็ดจะทำการติดตั้งเซ็นเซอร์ไว้เพื่อตรวจสอบค่าของ CO และ CO₂ โดยจะมีเซ็นเซอร์รวมจำนวน 5 จุดและติดตั้งภายนอกจำนวน 1 จุดเพื่อเป็นจุดอ้างอิง และติดตั้งกล่องควบคุมด้านหน้าโรงเรือนเพาะเห็ด ขั้นตอนของระบบแสดงได้ดังต่อไปนี้

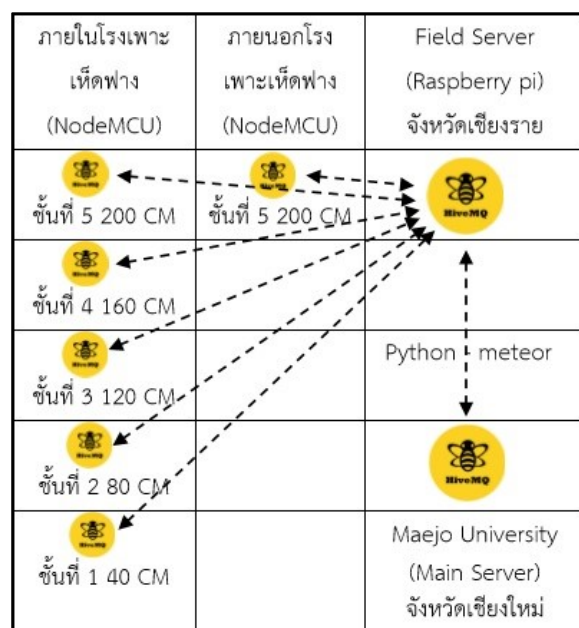
- 1) ระบบฝังตัวซึ่งติดตั้งทั้ง 5 ชั้น จะทำการส่งค่าที่ได้รับจากเซ็นเซอร์ CO และ CO₂ ไปยังฟิวเจอร์เวอร์ทุก 30 นาที ผ่านโปรโตคอล MQTT
- 2) ฟิวเจอร์เวอร์จะทำการส่งข้อมูลโดยผ่าน python-meteor เพื่อบันทึกข้อมูลลงไปยังฐานข้อมูล Mongo DB บนเซิร์ฟเวอร์หลัก
- 3) โดยเซิร์ฟเวอร์หลักจะนำข้อมูลที่ได้รับแสดงผลเป็นกราฟ โดยทำการประมวลผลโดยเปรียบเทียบกับจุดวิกฤตและทำการแจ้งเตือนผ่านสัญญาณไฟหน้าโรงเรือน



ภาพที่ 3 การแจ้งเตือนผ่านสัญญาณไฟสีเขียวและสีแดง

5. วิธีการทดลอง

การทดลองนำอุปกรณ์ไปติดตั้งไว้ในโรงเรือนเพาะเห็ดเพื่อเก็บข้อมูลของก๊าซ CO และ CO₂ ภายในระยะเวลา 30 วัน จากจุดที่เก็บข้อมูลจำนวน 5 จุดซึ่งอยู่ภายในโรงเรือนและอีก 1 จุดซึ่งอยู่ภายนอก เพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิง โดยพิจารณาว่า ถ้าหากมีค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงเกินกว่าค่าจุดวิกฤตด้านหน้าโรงเรือนจะแสดงสัญญาณแจ้งเตือนเป็นไฟสีแดง แต่หากก๊าซอยู่ในจุดปกติคือ อยู่ในระดับปลอดภัย สัญญาณแจ้งเตือนจะแสดงไฟสีเขียว ซึ่งข้อมูลที่ได้รับจะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง

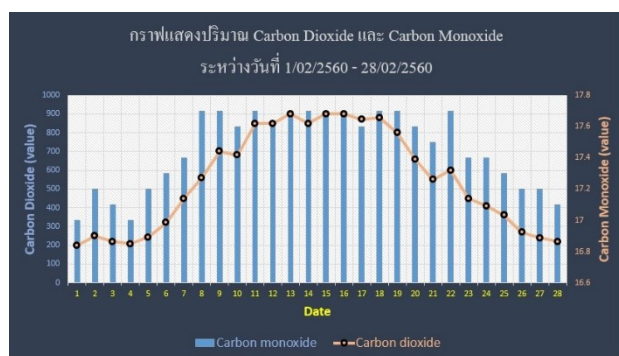


ภาพที่ 4 ผังงานการส่งข้อมูล CO และ CO₂ ผ่านโปรโตคอล MQTT และการส่งข้อมูลทั้งหมดผ่าน python-meteor ลงฐานข้อมูล Mongo DB

6. ผลการทดลอง และวิเคราะห์ผล

6.1 ผลการประเมินระบบ

การประเมินด้านความสามารถของการทำงานระบบ จำนวน 30 วันพบว่า ระบบสามารถเก็บข้อมูลจากภายในและ ภายนอก จำนวน 14,400 แถว และระบบสามารถทำการแจ้งเตือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจากกราฟพบว่า ถ้าค่า $CO > 1000$ ppm และ $CO_2 > 1500$ ppm ไม่ว่าจุดใดจุดหนึ่ง สถานะของสัญญาณไฟจะเป็นสีแดง จำนวน 7 ครั้ง นอกนั้นจะเป็นสีเขียว



ภาพที่ 5 กราฟแสดงข้อมูล CO และ CO₂

6.2 เหตุผลการทำวิจัย

ระบบแจ้งเตือนจุดวิกฤตของก๊าซ CO และ CO₂ เป็นระบบที่พัฒนาเพื่อเกษตรกรที่ประกอบอาชีพเพาะเห็ดฟางสำหรับการจำหน่ายและช่วยป้องกันเกษตรกรเนื่องจากปริมาณก๊าซในโรงเรือนมีปริมาณมาก ซึ่งเป็นสาเหตุของการขาดอากาศหายใจ และเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตของเกษตรกรที่ทำการเพาะเห็ดแบบโรงเรือน

7.สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบระบบพบว่า ระบบสามารถทำการแจ้งเตือน ถ้าหากค่าของ CO หรือ CO₂ อยู่ในระดับปกติเป็นสัญญาณไฟสีเขียว แสดงว่าเกษตรกรสามารถเข้าไปในโรงเห็ดได้ และถ้าหากเป็นช่วงที่มีการอบฆ่าเชื้อของเห็ดฟางในช่วงระยะเวลา 10 วัน จะทำให้ค่า CO และ CO₂ มีปริมาณมาก และมีการแจ้งเตือนเป็นไฟสีแดงเป็นจำนวน 7 ครั้ง ซึ่งทำให้เกษตรกรสามารถป้องกันตนเองได้ โดยการระบายอากาศจากโรงเรือน

โดยเปิดช่องอากาศเพื่อระบายก๊าซออกก่อนจนกระทั่งเกิดไฟสัญญาณสีเขียว ซึ่งแสดงสถานะปลอดภัย

8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การพัฒนาระบบเพื่อติดตามปริมาณก๊าซ CO และ CO₂ ภายในโรงเพาะเห็ดทำให้ทราบถึงปริมาณของก๊าซอย่างแท้จริง ซึ่งก๊าซดังกล่าวส่งผลโดยตรงต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของเกษตรกร ดังนั้นการทราบถึงจุดวิกฤตของก๊าซและแสดงสัญญาณไฟแจ้งเตือน จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับเกษตรกรที่เพาะเห็ดแบบ โรงเรือนซึ่งคลุมด้วยพลาสติก เพราะก๊าซเป็นสิ่งที่มองไม่เห็นแต่สามารถป้องกันการสูญเสียซึ่งชีวิตของเกษตรกรได้จากการพัฒนาระบบนี้

9.เอกสารอ้างอิง

- [1] ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ และอัมพร นันทธีโร. 2547. การเพาะเห็ดฟาง. กรมส่งเสริมการเกษตร พิมพ์ครั้งที่ 3. 24 หน้า
<http://ag-ebook.lib.ku.ac.th/ebooks/item.php?id=2011-005-0095>.
- [2] Rajapakse, P. A. L. I. T. H. A. (2011). New cultivation technology for paddy straw mushroom (*Volvariella volvacea*). In Proceedings of the 7th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP7).
- [3] Verma RN (2002). Cultivation of paddy straw mushroom (*Volvariella* spp.). In Recent Advances in the Cultivation Technology of Edible Mushrooms. (Verma, RN and Vijay B, Eds.) Pp.221-220, National Research Centre for Mushroom, Solan (HP), India.
- [4] ไม่ระบุชื่อ. 10 ปัญหายอดฮิต ที่เกิดขึ้นกับเห็ดฟาง [ออนไลน์] แหล่งที่มา
http://banhedfang.blogspot.com/2011/10/10_22.html. 1 สิงหาคม 2557
<http://www.mindphp.com/บทความ/31-ความรู้ทั่วไป/3343-mqtt.html>

<https://th.Wikipedia.org/wiki/คาร์บอนไดออกไซด์>

http://www.orangeth.com/Gas_Articles/Carbon-Monoxide-ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์.html

[5] ดิพพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ, เหตุพางในโรงเรือน,การใช้จุลินทรีย์ช่วยเพิ่มผลผลิต

[6] U.S. Environmental Protection Agency Carbon Monoxide <http://www.epa.gov/iaq/co.html>

[7] CPSC. 2004. Non-Fire Carbon Monoxide Deaths Associated with the Use of Consumer Products: 2001 Annual Estimates. U.S. Consumer Product Safety Commission, Division of Hazard Analysis, May 13, 2004.

[8] วัลลพ พรหมทอง, เหตุพางกินได้ พางขายรวย. พิมพ์ครั้งที่ 5, สำนักพิมพ์ มติชน กรุงเทพฯ, 75 หน้า,2543

[9] อมรทรัพย์ นพอมรบดี, ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ คุ้มภัยชีวิต ภาพ)ตอนที่ 1) กรุงเทพฯ, ครีก ปริณท์ ออฟเซ็ท,63 น.,2547.

[10] The Minnesota Department of Health, Environmental Health Services Division, “Carbon Monoxide (CO) Poisoning in Your Home,” April 2007. <http://www.health.state.mn.us/divs/eh/indoorair/co/index.html>