

## ผลของท่อความร้อนและปล่องไฟต่อสมรรถนะของหม้อไอน้ำสำหรับนึ่งก้อนเชื้อเห็ด

โสภา แคนสี\*

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม. รหัสไปรษณีย์ 44150

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมรรถนะหม้อไอน้ำสำหรับนึ่งก้อนเห็ดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าสองชั้นบรรจุน้ำรอบทั้งสามด้านเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อน โดยศึกษาหม้อไอน้ำ 3 รูปแบบ 1) หม้อไอน้ำมีเฉพาะท่อความร้อนด้านล่าง 2) หม้อไอน้ำมีท่อความร้อนด้านล่าง และปล่องไฟ 3) หม้อไอน้ำมีท่อความร้อนด้านล่าง ท่อด้านบน และปล่องไฟ การศึกษาปัจจัย ดังนี้ ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง อัตราการผลิตไอน้ำที่ได้ และประสิทธิภาพทางความร้อน โดยทดสอบต้มน้ำให้เดือดกลายเป็นไอน้ำใน เวลา 180 นาที และป้อนเชื้อเพลิงไม้ยูคาลิปตัสต่อเนื่องสม่ำเสมอ ผลการศึกษาสมรรถนะหม้อไอน้ำทั้ง 3 รูปแบบ พบว่า รูปแบบที่ 1, 2 และ 3 ใช้ปริมาณเชื้อเพลิงจำนวน 51.5, 50.7 และ 49.8 kg (dry mass) ตามลำดับ อัตราการผลิตไอน้ำเป็น 17.7, 20.8 และ 22.0 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ และประสิทธิภาพทางความร้อนมีค่า 24.43, 29.04 และ 31.16% ตามลำดับ

คำสำคัญ: หม้อไอน้ำ, ท่อความร้อน, ประสิทธิภาพทางความร้อน

\* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: sopa.c@msu.ac.th

---

Effectuated Heat Pipe and Chimney to Performance of Boiler for  
Steamed Mushroom Bag

---

Sopa Cansee\*

*Department of mechanical engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham  
University, Khamrieng District, Kantrarawichai  
Maha Sarakham Province, 44150, Thailand*

**Abstract**

This study was aimed to study the performance of mushroom steamed boiler. The boiler was double wall contained water to heat exchange in 3 conditions: 1) mushroom steamed boiler which having heat pipe at bottom of boiler 2) mushroom steamed boiler which having heat pipe at bottom of boiler and at the chimney 3) mushroom steamed boiler which having heat pipe at bottom and upper of boiler and at the chimney. The study factors were the amount of fuel consumption, the steam production rate and the thermal efficiency of mushroom steamed boiler. The water was vaporized in 180 minutes and Eucalyptus wood fuel was consistently feeded into the boiler. The performance results of the mushroom steamed boiler in 3 conditions showed that the fuel consumption of the 1st, 2nd and 3rd condition were 51.5, 50.7 and 49.8 kg (dry basis), respectively. The steam production rates of three condition were 17.7, 20.8 and 22.0 liters per hour, respectively. The thermal efficiency of three conditions were 24.43, 29.04 and 31.16%, respectively.

**Keywords:** Steamed Boiler, Heat pipe, Thermal Efficiency

---

\* Corresponding author: E-mail: [sopa.c@msu.ac.th](mailto:sopa.c@msu.ac.th)

**บทนำ**

ประเทศไทยสามารถผลิตเห็ดชนิดต่างๆ ได้ประมาณปีละ 30,000 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,580 ล้านบาท การเพาะเห็ดจึงเป็นอาชีพที่เกษตรกรไทยได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง (Srisa-ad, 2008) เนื่องจากสามารถทำรายได้ตลอดทั้งปีและมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเพาะเห็ดรวมไปถึงวัสดุเหลือใช้จากผลผลิตทางการเกษตร เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมเพาะเห็ดในถุงพลาสติก (Bussaman and Vetayasuporn, 2005) โดยขั้นตอนการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกมีขั้นตอนเริ่มจากการผสมวัตถุดิบที่เตรียมมาผสมกันทั้งหมดตามสัดส่วน การบรรจุใส่ถุงพลาสติกทนร้อน ใส่คอขวดปิดปากขวดด้วยถุงพลาสติกแล้วมัดด้วยหนังยางให้แน่น และนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ ก่อนนำไปหยอดเชื้อเพาะเลี้ยงให้มีการเจริญเติบโตของเส้นใยจนกลายเป็นดอกเห็ด การนึ่งฆ่าเชื้อราเป็นขั้นตอนสำคัญของการเพาะเห็ด เนื่องจากขั้นตอนการผสมเชื้อก่อนนำมาบรรจุถุงพลาสติกอาจมีสปอร์ของราและแบคทีเรียปะปนอยู่จึงต้องมีการกำจัดโดยการนึ่งด้วยความร้อน 90-100 องศาเซลเซียส (Fei and Jian, 2018; Sakamnuay, 2011)

ลักษณะเหาใหม่และถ่ายเทความร้อนของระบบเตาหนึ่งก้อนเชื้อเห็ดโดยใช้เชื้อเพลิงชีวมวล พบว่า อุณหภูมิที่มีความเหมาะสมสำหรับนึ่งก้อนเชื้อเห็ดเท่ากับ 70-100 องศาเซลเซียส การนึ่งก้อนเชื้อเห็ดเป็นการใช้ไอน้ำร้อนจากหม้อไอน้ำส่งตามท่อเข้าไปยังตู้หนึ่งก้อนเชื้อเห็ด วิธีนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบหม้อไอน้ำและตู้หนึ่งของเกษตรกรเช่น การดัดแปลงใช้ถัง 200 ลิตร เป็นหม้อไอน้ำและตู้หนึ่งแบบกะทัดรัด บรรจุก้อนเชื้อเห็ดได้ 90-100 ก้อน ใช้ปริมาณเชื้อเพลิง 47 กิโลกรัม ใช้เวลานึ่ง 135 นาที (Yotapan, 2012) แต่มีข้อจำกัดคือบรรจุก้อนได้จำนวนน้อยและก้อนเห็ดเสียหายขณะนึ่ง ในขณะที่เทคโนโลยีหม้อไอน้ำและตู้หนึ่งก้อนเชื้อเห็ดพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาเป็นตู้หนึ่งก้อนเชื้อเห็ดแบบกล่องเหล็กสี่เหลี่ยม บรรจุก้อนเชื้อเห็ดได้ 800-1,000 ก้อน ใช้เวลานึ่ง 8-12 ชั่วโมง ใช้ปริมาณเชื้อเพลิง

150-200 กิโลกรัม ข้อจำกัดคือใช้เวลานึ่งต่อรอบนานใช้ปริมาณเชื้อเพลิงมาก ฟาร์มเห็ดของเกษตรกรบางส่วนใช้ตู้หนึ่งก้อนเชื้อเห็ดแบบผนังปูนบรรจุก้อนเชื้อเห็ดได้ 800-1,000 ก้อน ใช้เวลานึ่ง 8-12 ชั่วโมง ใช้ปริมาณเชื้อเพลิง 150-200 กิโลกรัม (Thamart and Ekrgsa, 2012) เกษตรกรส่วนใหญ่เลือกใช้รูปแบบหม้อไอน้ำและตู้หนึ่งจะยึดติดรูปแบบนั้นไม่เปลี่ยนแปลง ทั้งที่ใช้เวลานานและใช้ปริมาณเชื้อเพลิงมาก ประสิทธิภาพทางความร้อนต่ำ และจากการสำรวจรูปแบบหม้อไอน้ำและตู้หนึ่งของเกษตรกรที่กล่าวมาส่วนใหญ่พบว่า รูปแบบการนึ่งจะเป็นแบบแยกระหว่างหม้อไอน้ำและตู้หนึ่งทำให้สมรรถนะในการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดต่ำ คือใช้เวลานาน ใช้ปริมาณเชื้อเพลิงมาก ล้นเปลืองน้ำมาก ซึ่งเกิดจากหม้อไอน้ำและตู้หนึ่งที่มีสมรรถนะต่ำ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของท่อความร้อนและปล่องไฟของหม้อผลิตไอน้ำขนาดเล็กต่ออุณหภูมิไอน้ำในห้องไอเพื่อพัฒนาสมรรถนะของหม้อไอน้ำหนึ่งก้อนเชื้อเห็ดต่อไป

**วิธีดำเนินการวิจัย**

**1. หม้อไอน้ำผนังสองชั้น**

หม้อผลิตไอน้ำผนังสองชั้นที่ผลิตขึ้นใช้เชื้อเพลิงจากชีวมวล (ไม้พิน) เพื่อที่ประกอบเข้ากับชุดอุปกรณ์ตู้หนึ่งก้อนเชื้อเห็ด โดยมีโครงสร้างของหม้อไอน้ำคล้ายกับทรงสี่เหลี่ยม กว้าง สูง และลึก เป็น 45x150x50 cm ตามลำดับ (Fig.1)

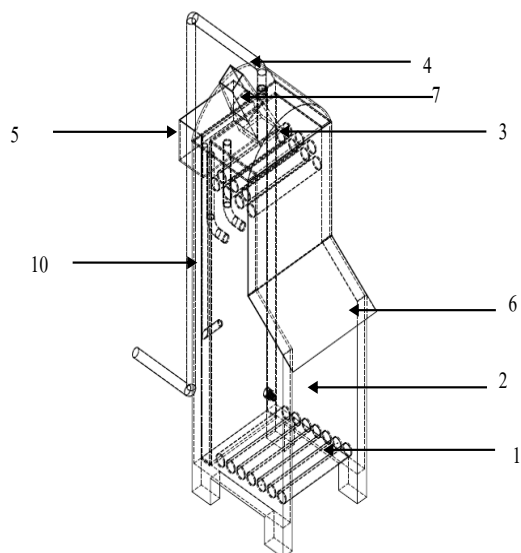


Fig. 1 show steamed boiler.

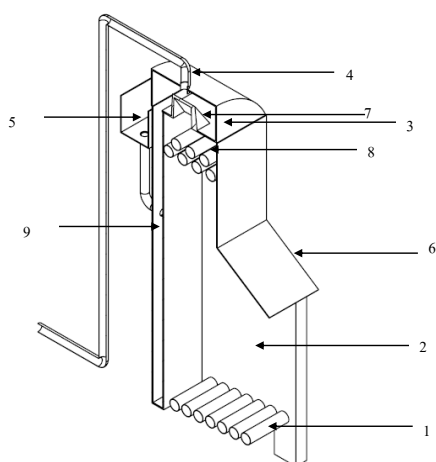


Fig. 2 section of steamed boiler.

หม้อผลิตไอน้ำผนังสองชั้นสำหรับนึ่งก้อนเชื้อเห็ดโดยใช้เชื้อเพลิงจากฟืนหรือแก๊สทำจากเหล็กหรือเหล็กไร้สนิม โดยมีส่วนประกอบคือ ชุดท่อความร้อนด้านล่าง (1) มีลักษณะเป็นท่อเหล็กหนา 1.5 มิลลิเมตร ยาว 40 เซนจำนวน 8-10 ท่อ วางเป็นแนวเอียงทำมุม 20° กับพื้นระนาบ เพื่อถ่ายเทความร้อนและกำจัดขี้เถ้าจากการเผาไหม้ โดยปลายท่อถูกเชื่อมต่อให้ทะลุผนังด้านในของชุดห้องเผาไหม้ (2) เปลวไฟจะถูกบังคับให้ไหลขึ้นด้านบนด้วยแผ่นกั้น (6) ผ่านช่องปล่องไฟเพื่อระบายไอเสียและควัน (7) ห้องเผาไหม้จะประกอบด้วยผนัง 3 ด้าน ด้านซ้าย ด้านขวา และด้านหลัง โดยที่ผนังด้านซ้ายขวา และด้านหลัง (9) จะถูกออกแบบให้เป็นผนังกักเก็บน้ำเพื่อรับความร้อนจากห้องเผาไหม้ จากนั้นน้ำที่บรรจุอยู่ในผนังจะไหลเข้าสู่ชุดท่อความร้อนด้านล่าง (1) และท่อด้านบน (8) ที่เชื่อมทะลุผ่านผนังด้านในทำให้ภายในที่มีน้ำบรรจุอยู่ภายใน เมื่อเกิดการเผาไหม้ น้ำจะเดือดระเหยกลายเป็นไอไปรวมอยู่ในห้องกักเก็บไอ (3) ความร้อนจากเปลวไฟจะแลกเปลี่ยนความร้อนกับชุดท่อความร้อนด้านบน (8) อีกครั้งหนึ่งเพื่อปริมาณไอน้ำ (Fig. 2) จำนวน 7 ท่อ โดยออกแบบห้องเก็บไอน้ำให้มีลักษณะโค้งและจะมีท่อส่งไอน้ำ (4) เชื่อมต่อไว้ด้านบน เพื่อให้ไอน้ำไปยังตู้นึ่งก้อนเชื้อเห็ดหากเกิดแรงดันย้อนกลับในตู้อบเห็ดจะมีท่อระบายความดัน (10) เพื่อให้การเติมน้ำเข้าออกหม้อผลิตไอน้ำต่อเนื่องและอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกโดยจะมีชุดลูกลอยควบคุมระดับน้ำ (5)

## 2. วิธีการศึกษา

การทดสอบผลของท่อความร้อนและปล่องไฟต่อสมรรถนะของหม้อไอน้ำนี้ แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 รูปแบบดังนี้

1) ทดสอบผลของท่อความร้อนด้านล่าง (หมายเลข 1) ต่ออุณหภูมิห้องไอน้ำ (ปิดหมายเลข 7 และ 8)

2) ทดสอบผลของท่อความร้อนด้านล่างและปล่องไฟ (หมายเลข 1 และ 7) ต่ออุณหภูมิห้องไอน้ำ (ปิดหมายเลข 8)

3) ทดสอบผลของท่อความร้อนด้านล่าง ท่อความร้อนด้านบน และปล่องไฟ (หมายเลข 1 7 และ 8) ต่ออุณหภูมิห้องไอน้ำ โดยมีวิธีการทดสอบโดยสังเขปดังนี้

(1) เตรียมเชื้อเพลิงไม้อยูคาลิปตัส พร้อมชั่งน้ำหนักก่อนการทดสอบ และสูมเก็บตัวอย่างไม้ฟืนเพื่อนำไปหาค่าความชื้นเริ่มต้น และค่าความร้อนของเชื้อเพลิง

(2) ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิล Type k ที่ตำแหน่งน้ำเข้า ตำแหน่งทางออกของไอน้ำ และห้องเก็บไอของหม้อไอน้ำ หลังจากนั้นจึงเติมน้ำใสในถังน้ำป้อนที่มีขีดบอกระดับจำนวนลิตรพร้อมวัดอุณหภูมิของน้ำก่อนต่อสายเข้าหม้อไอน้ำ

(3) จุดไฟเผาเชื้อเพลิง และวัดค่าอุณหภูมิ น้ำเข้า อุณหภูมิไอน้ำที่ทางออก อุณหภูมิห้องไอ อุณหภูมิปลายท่อไอ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของไอน้ำ และบันทึกระดับน้ำที่ลดลงในถังน้ำป้อน ทุกๆ 10 นาที เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักเชื้อเพลิงส่วนที่ไหม้ใช้ไม่หมด เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปหาปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและคำนวณหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ เพื่อนิ่งก่อนเชื้อเห็ดทั้ง 3 รูปแบบ ประสิทธิภาพทางความร้อน ( $\eta$ )

$$\eta = \frac{(Q_{use})}{(Q_w)} \times 100 \quad (1)$$

$$Q_{use} = (m+m_1)(C_p)(T_2 - T_1) + m_1 h_g \quad (2)$$

$$Q_w = m_t H_t \quad (3)$$

โดยที่  $m$  คือ น้ำหนักของน้ำก่อนต้ม (kg)

$C_p$  คือ ความร้อนจำเพาะของน้ำ (kJ/kg-°C)

$T_1$  คือ อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น (°C)

$T_2$  คือ อุณหภูมิขณะเดือดของน้ำ (°C)

$m_1$  คือ น้ำหนักของน้ำที่ระเหยเป็นไอน้ำ (kg)

$h_g$  คือ ค่าเอนทาลปีของไอน้ำ (2,676.1 kJkg<sup>-1</sup>)

$m_t$  คือ น้ำหนักเชื้อเพลิงไม้ฟืนที่ (kg)

$H_t$  คือ ค่าความร้อนไม้อยูคาลิปตัส (17,800 kJ kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>)

### ผลการวิจัย

#### 1. ผลของท่อความร้อน ปล่องไอเสียของรูปแบบหม้อไอน้ำต่ออุณหภูมิห้องไอน้ำ

ผลของการทดสอบท่อความร้อนด้านล่าง (รูปแบบ 1) ท่อความร้อนด้านล่างและปล่องไอเสีย (รูปแบบ 2) และ ท่อความร้อนด้านล่าง ท่อความร้อนด้านบน และปล่องไอเสีย (รูปแบบ 3) ต่ออุณหภูมิห้องไอน้ำนั้น (Fig.3), (Fig.4) และ (Fig.5)

Fig. 3, Fig. 4 และ Fig. 5 อุณหภูมิห้องไอน้ำป้อนนั้นมีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 27 องศาเซลเซียส หลังจากจุดไฟแล้วอุณหภูมิห้องไอน้ำจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 15 นาที ทำให้เกิดไอน้ำสะสมในห้องเก็บไอและเริ่มมีไอน้ำออกที่บริเวณปลายท่อ วัดอุณหภูมิไอน้ำปลายท่อได้ 100 องศาเซลเซียส ผลของท่อความร้อนนั้นจะมีผลต่อการเกิดปริมาณไอน้ำจำนวนมาก การเกิดไอน้ำนั้นจะสะสมในห้องเก็บไอและสร้างความดันขึ้นก่อนจะปล่อยไปตามท่อออกของไอน้ำนั้นเพื่อนำไปใช้ในการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดต่อไป

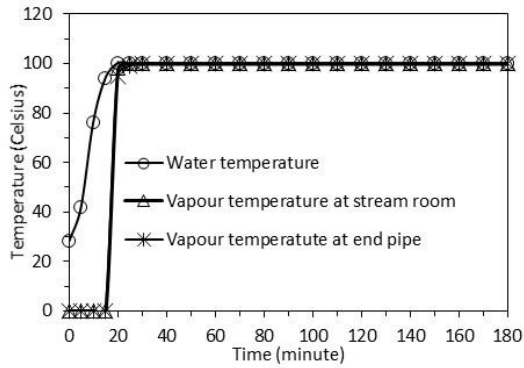


Fig. 3 related temperature and time of boiler Form 1

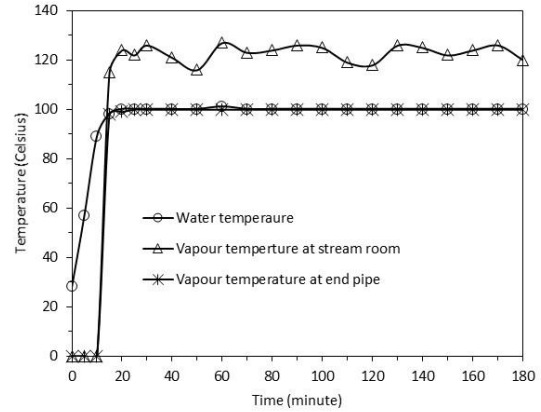


Fig. 5 related temperature and time of boiler Form 3

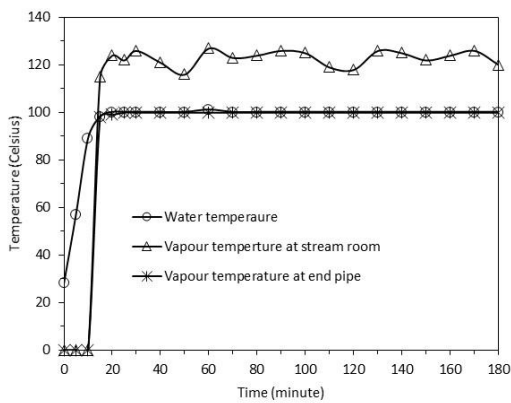


Fig. 4 related temperature and time of boiler Form 2

การใช้ท่อความร้อนเฉพาะด้านล่างทำให้อุณหภูมิห้องไอเพียง 100 องศาเซลเซียส ขณะที่ท่อความร้อนด้านล่างและปล่องไอเสียทำให้เกิดการเดือดและเผาไหม้ได้มากขึ้นจึงทำให้ไอสะสมมากจนมีอุณหภูมิห้องไอประมาณ 120 องศาเซลเซียส และเมื่อเพิ่มท่อความร้อนด้านบนทำให้การเดือดและปริมาณไอน้ำเพิ่มขึ้นจนสะสมห้องไอทำให้อุณหภูมิห้องไอประมาณ 120-140 องศาเซลเซียส ตลอดช่วงเวลาที่ทดสอบ จากข้อมูลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการแลกเปลี่ยนความร้อนของผนังด้านข้างและท่อความร้อนด้านล่างอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการสะสมของไอน้ำจนเกิดความดันได้จำเป็นต้องเพิ่มท่อความร้อนด้านบนและปล่องไอเสียเพื่อเพิ่มการเผาไหม้และเพิ่มการเดือดให้เกิดการสะสมไอน้ำก่อนนำไปใช้งาน

**2. ผลของท่อความร้อนปล่องไอเสียของหม้อไอน้ำต่อปริมาณไอน้ำและความชื้นสัมพัทธ์**

ผลของการทดสอบท่อความร้อนด้านล่าง (รูปแบบ 1) ท่อความร้อนด้านล่างและปล่องไอเสีย (รูปแบบ 2) และท่อความร้อนด้านล่าง ท่อความร้อนด้านบน และปล่องไอเสีย (รูปแบบ 3) ต่อปริมาณไอน้ำที่ผลิตได้และความชื้นสัมพัทธ์ (Fig.6) และ (Fig.7)

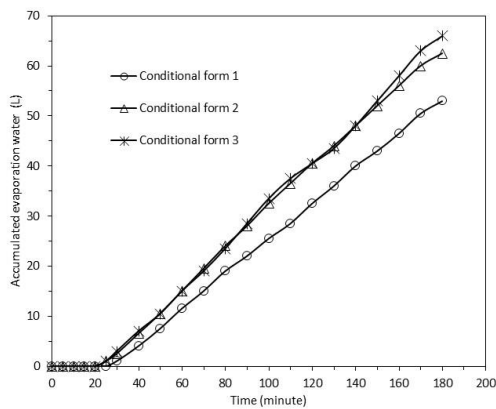


Fig.6 related evaporate water and time of boiler forms.

Fig. 6 แสดงปริมาณไอน้ำสะสมที่ผลิตได้ต่อเวลาของรูปแบบหม้อไอน้ำนั้น เมื่อทดสอบใช้เวลานาน 180 นาที ซึ่งให้เห็นว่าหม้อไอน้ำรูปแบบ 1 ที่มีเฉพาะท่อความร้อนด้านล่างนั้นมีปริมาณน้ำที่กลายเป็นสะสมไอน้ำน้อยที่สุด คือ 53 ลิตร และได้ไอน้ำเมื่อเวลา 19.50 นาที หลังจากจุดไฟ ส่วนหม้อไอน้ำรูปแบบ 2 มีท่อความร้อนด้านล่าง และปล่องไอเสีย มีปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอน้ำใกล้เคียงกับหม้อไอน้ำรูปแบบ 3 คือ 62.5 ลิตร ได้ไอน้ำเมื่อเวลา 14.54 นาที หลังจากจุดไฟ และหม้อไอน้ำรูปแบบ 3 มีท่อความร้อนด้านล่าง ท่อด้านบน และปล่องไอ มีปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอน้ำมากที่สุดคือ 66 ลิตร ได้ไอน้ำเมื่อเวลา 14.11 นาที หลังจากจุดไฟ ดังนั้นท่อความร้อนด้านบน และปล่องไอเสียมีผลต่อการผลิตไอน้ำ และเวลาที่ไอน้ำ

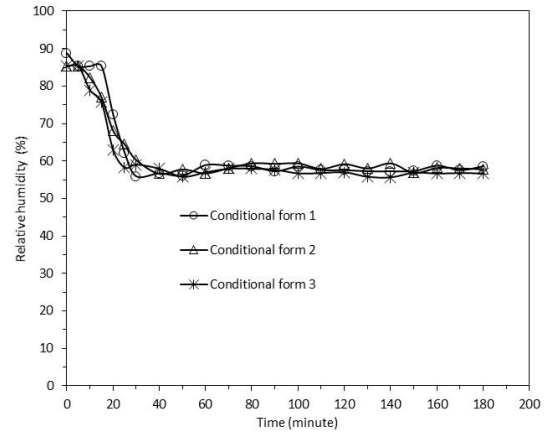


Fig.7 show relative humidity and time of boiler forms.

Fig. 7 ทดสอบวัดความชื้นสัมพัทธ์ปลายท่อไอน้ำออก ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำจะทำให้การนิ่งฆ่าเชื้อก่อนเห็ดได้ดีเนื่องจากความร้อนสามารถนำเข้าไปในก้อนเชื้อเห็ดได้โดยไม่ติดฟิล์มของไอน้ำ พบว่าเมื่อช่วงเวลา 15 นาทีแรกไอน้ำมีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สูงและจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อไอน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นและจะเริ่มคงที่ที่เวลาประมาณ 30 นาที จากกราฟจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของไอน้ำในหม้อไอน้ำแต่ละรูปแบบนั้นมีค่าใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นท่อความร้อนด้านล่าง ด้านบนและปล่องไอเสียของรูปแบบหม้อไอน้ำไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของไอน้ำทางออก

### 3. ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำ

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความสามารถแปลงพลังงานที่ได้ต่อพลังงานที่ให้หรือป้อนเข้าไปซึ่งรูปแบบหม้อผลิตไอน้ำนี้เมื่อมีองค์ประกอบต่อความร้อน ปล่องไอเสียเพื่อเพิ่มการเผาไหม้เข้าไปนั้นจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพทางความร้อนได้ ดังแสดง Table 1

ให้ผลิตไอน้ำได้มาก ทำให้มีประสิทธิภาพที่สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับหม้อผลิตไอน้ำเพิ่มพูนทรัพย์ (Yotapan, 2012) และหม้อไอน้ำแบบแทงค์น้ำสี่เหลี่ยม (Thamart and Ekragasa, 2012) มีประสิทธิภาพทางความร้อนเป็น 19.9% และ 17.2% ตามลำดับ

Table 1 showed heating efficiency of boilers.

Boiler	Parameter (unit)			
	Time (min)	Biomass Fuel (kg)	Evaporate water (kg)	$\eta$ (%)
Form 1	180	51.5	53	24.43
Form 2	180	50.7	62.5	29.04
Form 2	180	49.8	66	31.16
Pempooncup <sup>1</sup>	180	76.0	80	19.90
Square tank <sup>2</sup>	360	115.3	129.8	17.20

Note: <sup>1</sup>Yotapan (2012).

<sup>2</sup>Thamart and Ekragasa (2012).

Table 1 เชื้อเพลิงที่ใช้เป็นไม้ยูคาลิปตัส ความชื้นเริ่มต้น 18.78%w.b. หาค่าความร้อนและนำเป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ จนสิ้นสุดการทดสอบสามารถคำนวณประสิทธิภาพทางความร้อนตามสมการที่ 1 ซึ่งหม้อไอน้ำที่ศึกษาทั้ง 3 รูปแบบนั้น จะเห็นได้ว่าหม้อไอน้ำรูปแบบที่ 3 ที่มีต่อความร้อนด้านล่าง ด้านบนและปล่องไอเสียมีประสิทธิภาพสูงสุด มีค่าเป็น 31.16% ที่เวลาทดสอบเท่ากัน และจำนวนเชื้อเพลิงใกล้เคียงกัน เพราะหม้อไอน้ำรูปแบบที่ 3 มีต่อความร้อนทั้งด้านล่าง ต่อด้านบน และปล่องไอเสีย ทำให้มีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนมากกว่า น้ำจึงเดือดเร็ว และเดือดรุนแรง ส่งผล



วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลของท่อความร้อนและปล่องไฟต่อสมรรถนะของหม้อไอน้ำขนาดเล็กสำหรับนึ่งก้อนเชื้อเห็ด โดยศึกษาหม้อไอน้ำ 3 รูปแบบ พบว่าหม้อไอน้ำรูปแบบที่ 1, 2 และ 3 ใช้ปริมาณเชื้อเพลิงจำนวน 51.5, 50.7 และ 49.8 กิโลกรัม ตามลำดับ อัตราการผลิตไอน้ำมีค่าเป็น 17.7, 20.8 และ 22.0 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ และประสิทธิภาพทางความร้อนมีค่าเป็น 24.43, 29.04 และ 31.16% ตามลำดับ

จากผลการทดสอบดังกล่าวนี้ มีประโยชน์ต่อการนำไปสร้างผลิตภัณฑ์หม้อนึ่งก้อนเชื้อเห็ดได้ว่าควรจะให้ ความสำคัญต่อส่วนใดบ้างที่มีผลต่อการผลิตไอน้ำ เพราะรูปแบบที่ต่างกันจะมีความซับซ้อนและราคาหม้อไอน้ำจะแตกต่างกัน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เลือกแบบรูปแบบที่ 3 เนื่องจากมีประสิทธิภาพทางความร้อนสูงและสามารถผลิตไอน้ำได้มากเช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงบ้านดอนมันที่อนุเคราะห์สถานที่การทดสอบ และขอขอบคุณอนุชิต วันดี และ ศรารุช พงษ์สิทธิกาญญา ที่ช่วยเหลือการทดสอบจนลุล่วงไปด้วยดี

### References

- Bussaman, P. and Vetayasuporn, S. 2005. Non-sterilization technique of agricultural wastes for oyster mushroom production. Project research of Faculty of Technology, Mahasarakham University. 55 pp. (in Thai)
- Sakamnuay, A. 2011. Characteristics burned and heat transfer of propagation mushroom boiler system. Ph.D. Thesis in Energy Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)
- Srisa-ad, A. 2008. "Economic mushroom production manual," Agricultural Science Journal. 33(5): 197-200. (in Thai)
- Thamart, P. and Ekragasa, E. 2012. The performance test of a steamer for propagation mushroom bags in farmer scale. B.Eng. in Mechanical of engineering, Mahasarakham University. 72 pp. (in Thai)
- Yotapan, C. 2012. Development of a boiler for sterilization of mushroom propagation bag. M.Eng. Thesis in Mechanical of engineering, Mahasarakham University. 129 pp. (in Thai)