Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 458-461 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 458-461 (2554)

การพัฒนาเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดประหยัดพลังงาน

Development of an energy saving boiler for sterilization of mushroom propagation bag

ชัชวาล โยธะพันธ์[1] โสภา แคนสี[2] สุพรรณ ยั่งยืน[2] และ อดิศักดิ์ ปัตติยะ[2]

Chatchavan Yotapan[1], Sopa Cansee[2], Suphan Yangyuen[2] and Adisak Pattiya[2]

Abstract

An efficient steamer of mushroom propagation-bag was designed and constructed aiming to minimize amount of fuel and sterilization time. Fire wood was used as fuel to generate heat for the steamer. The sterilizer consisted of two parts, the boiler and the steaming chamber. The boiler also served as base of the steaming chamber, made of 150x150 cm^2 steel plate having boiler located at the central part of the plate. The boiler contained 46 liters of water, which the bottom portion was designed to increase surface area for heating, 15 of 2 centimeters diameter of steel pipe at 40 centimeters long were welded to the bottom plate of the boiler. The steaming chamber 140 cm x140 cm x140 cm x150 cm (WxLxH) made of steel plates insulated with 1.5 centimeter thick synthetic rubber. The steaming chamber could accommodate 1,000 mushroom propagation-bags. In operation the mushroom propagation-bags were put in trays and laid on top of each other layer by layer, about 6-7 layers. Then they were covered with the boiler cover. Eucalyptus wood at 15% moisture content was used as fuel. Water continuously pumped into the boiler to maintain the water level throughout the operation. Water temperature, steam temperature, and temperature inside the propagation-bags were recorded at 10 minutes interval. The feeding of fire wood was cutoff when temperature inside the propagation-bag reached 90 degree Celsius. Result of 5 trial runs showed that the consumption of fire wood was only 0.09 kilogram per bag, saving 65% of fire wood and cut down the sterilization time 63%, and reduced water consumption of 53%, as compared to the conventional steamer using cube water container.

Keywords: boiler for sterilization, steam boiler, mushroom propagation bag

บทคัดย่อ

ได้พัฒนาเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดแบบประหยัดพลังงานใช้เชื้อเพลิงจากไม้ฟืนให้สามารถลดปริมาณเชื้อเพลิง และเวลานึ่ง โดยออกแบบเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ หม้อต้มไอน้ำและตู้นึ่งก้อนเชื้อเห็ด หม้อต้มไอน้ำทำจากแผ่นเหล็กขนาดกว้างและยาวเป็น 150×150 เซนติเมตร บริเวณกลางแผ่นออกแบบสำหรับบรรจุน้ำ จำนวน 46 ลิตร ด้านล่างของหม้อต้มไอน้ำจะมีท่อความร้อนเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ความยาวท่อละ 40 เซนติเมตร จำนวน 15 ท่อ เพื่อเพิ่มพื้นที่การแลกเปลี่ยนความร้อนได้มากขึ้น ตู้นึ่งก้อนเชื้อเห็ดมีขนาดขนาดกว้าง ยาว และสูงเป็น 140×140×150 เซนติเมตร ตามลำดับ สามารถบรรจุก้อนเชื้อเห็ดได้จำนวน 1008 ถุง ผนังเป็นฉนวนความร้อนทำจากยางสังเคราะห์หนา 1.5 เซนติเมตร การทดสอบนึ่งก้อนเชื้อเห็ดโดยบรรจุใส่ถาดๆ ละ 12 ถุง นำไปวางเรียงบนฐานรองของหม้อต้มไอน้ำจำนวน 12 ถาดต่อชั้น ความสูง 6-7 ชั้น แล้วครอบด้วยตู้นึ่งก้อนเชื้อเห็ด เติมน้ำเข้าต่อเนื่องควบคุมระดับน้ำด้วยลูกลอย ใช้ไม้ยูคาลิปตัสความชื้นประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก เป็นเชื้อเพลิงและวัดอุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิไอน้ำและอุณหภูมิภายในก้อนเชื้อเห็ดที่ตำแหน่งล่าง กลางและบนของชั้นถาดบรรจุก้อนเชื้อเห็ดด้วยเทอร์โมคัพเปิลทุกๆ 10 นาที และหยุดเติมเชื้อเพลิงเมื่ออุณหภูมิภายในก้อนเชื้อเห็ดมากกว่า 90 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดนี้จำนวน 5 ซ้ำ พบว่าสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 0.090 กิโลกรัม (มาตรฐานแห้ง) ต่อถุง สามารถประหยัดเชื้อเพลิง 65 เปอร์เซ็นต์ ลดเวลาการนึ่ง 63 เปอร์เซ็นต์ และน้ำ 53 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเตานึ่งแบบแท็งก์น้ำสี่เหลี่ยม

คำสำคัญ: เตานึ่งก้อนเชื้อเห็ด หม้อต้มไอน้ำ ก้อนเชื้อเห็ด

---

[1] นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44150 อีเมล์: cop_copter@hotmail.com

[1] Master Degree Student of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Mahasarakham Province, 44150

[2] อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44150 อีเมล์: sopa.c@msu.ac.th

[2] Lecture of Division of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Mahasarakham Province, 44150

คำนำ

ปัจจุบันอาชีพเพาะเห็ดเป็นอาชีพที่นิยมของเกษตรกร เนื่องจากสามารถทำรายได้ตลอดทั้งปีทำให้การเพาะเห็ดได้ขยายเป็นอุตสาหกรรมไปทั่วโลกมีผลผลิตเห็ดมากกว่า 2 ล้านตันต่อปี (Kues and Liu, 2000) และRinker (2002) รายงานว่า มีการเพาะเห็ดทั่วโลกสูงกว่า 6 ล้านตันต่อปี ซึ่งประเทศไทยเป็นอีกประเทศที่สามารถผลิตเห็ดชนิดต่างๆ ได้ประมาณ 3,000 ตัน (อภิชาติ, 2543) นับว่าอาชีพเพาะเห็ดมีศักยภาพสูงในการสร้างรายได้ให้กับผู้ที่สนใจ เกษตรกรที่เพาะเห็ดส่วนใหญ่จะนิยมเพาะในถุงพลาสติก (Baysal et al., 2003; ประภัสสร, 2548 ณัฐพงษ์, 2550; สมโภชน์ และคณะ, 2551) เช่น เห็ดขอนขาว เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า เห็ดเป๋าฮื้อ เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนเริ่มต้นจากผสมวัสดุเพาะตามอัตราส่วนจากนั้นบรรจุวัสดุเพาะลงในถุงพลาสติก สวมปลอกคอพลาสติก รัดด้วยหนังยาง และปิดปากถุง นำก้อนเชื้อเห็ดไปนึ่งฆ่าเชื้อเพื่อกำจัดเชื้อรา และแบคทีเรียก่อนนำไปหยอดเชื้อเห็ด (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551) เพื่อเพาะเลี้ยงให้เส้นใยเจริญเติบโตจนกลายเป็นดอกเห็ดต่อไป

เตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดที่เกษตรกรใช้อยู่ในปัจจุบันมีหลายรูปแบบ เช่น เตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดทำจากถัง 200 ลิตร ใช้ปริมาณเชื้อเพลิง 92 กิโลกรัมต่อครั้ง ระยะเวลาในการนึ่ง 5.5 ชั่วโมง ในขณะที่เทคโนโลยีเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดถูกพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อลดปัญหาการสิ้นเปลืองปริมาณเชื้อเพลิงและเวลานึ่งนาน พบว่าเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดประสิทธิภาพสูง ใช้ปริมาณเชื้อเพลิงไม้ฟืนยูคาลิปตัส 64.3 กิโลกรัมต่อครั้ง และเวลานึ่งเฉลี่ย 3.83 ชั่วโมง แต่มีเกษตรกรบางส่วนได้นำถัง 200 ลิตร เป็นหม้อต้มน้ำ ใช้เชื้อเพลิงจากฟืนต้มน้ำให้เดือดจนกลายเป็นไอส่งไปตามท่อเข้าไปยังตู้นึ่งที่มีลักษณะทรงสี่เหลี่ยมซึ่งเป็นแท็งก์น้ำมาประยุกต์ใช้ พบว่า ใช้ปริมาณเชื้อเพลิงไม้ยูคาลิปตัส 138.9 กิโลกรัม ใช้ระยะเวลาในการนึ่งรวม 7 ชั่วโมง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551) และการสัมภาษณ์เกษตรกรกลุ่มเพาะเห็ดในศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงบ้านดอนมัน ยังชี้ให้เห็นว่าเพื่อให้มั่นใจการนึ่งฆ่าเชื้อที่เป็นศัตรูต่อเห็ดจะต้องใช้ระยะเวลาในการนึ่งนานประมาณ 6-12 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความต่อเนื่องของการเติมเชื้อเพลิง เตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้งานในระดับผู้ประกอบการ หรือฟาร์มเห็ด จะใช้เตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดที่สามารถบรรจุได้ประมาณ 1,000 - 2,500 ก้อนต่อครั้ง และใช้เชื้อเพลิงจากแก๊ส ราคาประมาณ 30,000 - 70,000 บาทต่อเครื่อง จากข้อมูลของ ฟาร์มเห็ดสุเทพ จ. อำนาจเจริญ ใช้เตานึ่งขนาดความจุ 1,250 ก้อนต่อครั้ง ซึ่งใช้เชื้อเพลิงจากแก๊ส มีราคา 30,000 บาทต่อเครื่อง อย่างไรก็ตามเกษตรกรไม่มีความต้องการซื้อเตานึ่งที่มีราคาสูงและต้องการใช้เชื้อเพลิงจากฟืนที่สามารถหาได้ในพื้นที่ จึงนำวัสดุที่มีมาประยุกต์เป็นเตานึ่งแทนจึงทำให้สิ้นเปลืองปริมาณเชื้อเพลิง และใช้เวลานึ่งนาน

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า เตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดสิ้นเปลืองปริมาณเชื้อเพลิง และระยะเวลาการนึ่งนาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพัฒนาเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดประหยัดพลังงาน เพื่อลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงให้น้อยลง และลดเวลาการนึ่ง เพื่อนำไปส่งเสริมและเผยแพร่ให้กับผู้สนใจในอาชีพเพาะเห็ดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เตานึ่งที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ **ส่วนที่ 1** หม้อต้มน้ำ ทำจากแผ่นเหล็ก หนา 3 มิลลิเมตร ขนาดความกว้าง 150 และยาว150 เซนติเมตร บริเวณตรงกลางออกแบบบรรจุน้ำ ความจุ 46 ลิตร และรับความร้อนจากเชื้อเพลิง ขนาดกว้าง 40 ยาว 50 และลึก 15 เซนติเมตร และใช้ท่อแสตนเลส หนา 1.2 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 มิลลิเมตร ยาวท่อละ 40 เซนติเมตร จำนวน 15 ท่อ เป็นท่อความร้อนแบบท่อน้ำอยู่บริเวณด้านล่างของหม้อต้มน้ำ เพื่อรับความร้อนจากเปลวไฟ ให้สามารถผลิตไอน้ำได้ปริมาณมาก สามารถเติมน้ำเข้าหม้อต้มได้อัตโนมัติโดยใช้ลูกลอยควบคุมระดับน้ำ และมีแผ่นเหล็กเป็นปีกรอบหม้อต้มสามารถปรับระดับ และเป็นฐานรองรับตู้นึ่ง โครงสร้างในส่วนนี้จะรับน้ำหนักของตู้นึ่งและให้มีน้ำสำหรับป้องกันความร้อนจากฟืนทำให้แผ่นเหล็กด้านข้างมีอุณหภูมิสูงมีผลทำให้ตู้นึ่งเสียหายได้ (Figure 1) **ส่วนที่ 2** ตู้นึ่งโครงสร้างทำจากเหล็ก ขนาดกว้าง 140 ยาว 140 และสูง 150 เซนติเมตร หุ้มยางสังเคราะห์ หนา 1.5 เซนติเมตร เป็นฉนวนกันความร้อนและสามารถยกขึ้น-ลงด้วยระบบรอกดึง ในระบบตู้นึ่งมีการกักเก็บความร้อนจากไอน้ำ ซึ่งน้ำที่ระเหยกลายเป็นไอจะรวมตัวกันกลับมาเป็นหยดน้ำและจะกลายเป็นไอหมุนเวียนในตู้นึ่ง

วัสดุการทดลอง จัดเตรียมก้อนเชื้อเห็ดโดยการผสมวัสดุเพาะใช้อัตราส่วน ขี้เลื่อยไม้ยางพารา รำละเอียด ปูนขาว ดีเกลือ ยิปซัม และภูไมท์ เป็น 100 6 3 0.5 0.5 และ 3 กิโลกรัม ตามลำดับ ผสมให้เข้ากัน จากนั้น เติมน้ำ ประมาณ 65 - 70 ลิตร คลุกเคล้าให้ผสมกันดีสุ่มเก็บตัวอย่าง เพื่อนำไปหาค่าความชื้น และส่วนผสมวัสดุเพาะเห็ดที่เหลือบรรจุลงในถุงพลาสติก ขนาด 7×13 นิ้ว ให้ได้น้ำหนัก 800-1,000 กรัมต่อถุง ที่ความหนาแน่น 0.6-0.7 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อนำมาใช้เป็นวัสดุทดลองในเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ด

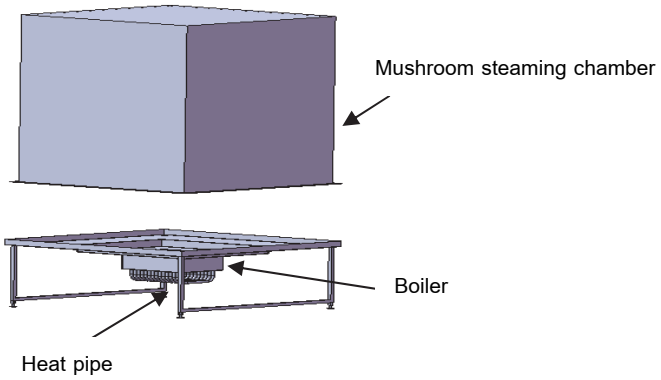

Figure 1 Boiler and steaming chamber for mushroom propagation bag sterilization

วิธีการทดลอง การทดสอบเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดประหยัดพลังงานโดยเติมน้ำในหม้อต้มขนาดบรรจุน้ำ 46 ลิตร ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิล ชนิด k เพื่อวัดอุณหภูมิน้ำ ไอน้ำ และอุณหภูมิภายในก้อนเชื้อเห็ดที่ตำแหน่งด้านล่าง กลาง และบน ในตู้นึ่ง เตรียมเชื้อเพลิงฟืนไม้ยูคาลิปตัสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.59 ± 0.73 เซนติเมตร ความยาว 85.37 ± 10.85 เซนติเมตร และน้ำหนัก 1552.94 ± 309.65 กรัม ชั่งน้ำหนักเพื่อเตรียมป้อนเชื้อเพลิงประมาณ 100 กิโลกรัม จากนั้นนำก้อนเชื้อเห็ดบรรจุใส่ตะกร้า จำนวน 12 ถุงต่อตะกร้า จึงนำไปเรียงบนฐานของหม้อต้มไอน้ำจำนวน 12 ตะกร้าต่อชั้น เลื่อนรอกลงให้ตู้นึ่งครอบก้อนเชื้อเห็ด จุดไฟให้กับฟืนและเติมฟืนอย่างต่อเนื่อง วัดอุณหภูมิทุกๆ 10 นาที ด้วย Dual Thermometer DIGICON DP-7 เมื่ออุณหภูมิก้อนเชื้อเห็ดมากกว่า 90 องศาเซลเซียส จึงหยุดเติมเชื้อเพลิง และอบก้อนเชื้อเห็ดไว้อีก 3 ชั่วโมง ยกตู้นึ่งขึ้นเพื่อให้อุณหภูมิก้อนเห็ดลดลง จึงนำไปหยอดเชื้อเพื่อให้เส้นใยเจริญเติบโตจนกลายเป็นดอกเห็ดต่อไป เปรียบเทียบกับการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดของตู้นึ่งแบบแท็งก์น้ำสี่เหลี่ยมของเกษตรกร

ผลและวิจารณ์

ผลการทดสอบเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ด จำนวน 5 ครั้ง รวม 3,848 ก้อน (Table1) จำนวนก้อนเชื้อเห็ด 486-950 ก้อนต่อครั้ง ใช้เชื้อเพลิงจากฟืนไม้ยูคาลิปตัส เฉลี่ย 78 กิโลกรัม เวลา 3 ชั่วโมง อุณหภูมิภายในก้อนเชื้อเห็ดจะสูงถึง 95 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำกลายเป็นไอเฉลี่ย 45 ลิตร จากการนึ่งก้อนเชื้อเห็ด 486 ก้อน เปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่นๆ จะเห็นว่าจำนวนก้อนเชื้อเห็ดไม่มีผลต่อปริมาณการใช้เชื้อเพลิง เวลานึ่ง และปริมาณการระเหยของน้ำ จึงควรนึ่งก้อนเชื้อเห็ดให้เต็มตู้นึ่งจึงจะเหมาะสม

Table1 Results of consumption fuel, time and amount of water on sterilization of mushroom propagation bag

Testing No.	Propagation bag (bag)	Firewood (kg)	Heating time (hour)	Water evaporation (liter)	Fuel/propagation bag (kg/bag)
1	486	74.4	3	46	0.131
2	950	73	3	50	0.066
3	852	84	3	41	0.084
4	852	84	3	49	0.084
5	708	73	2.5	40	0.088
Average	770	78	2.9	45	0.091

เมื่อวัดอุณหภูมิของน้ำ ไอน้ำ และภายในก้อนเชื้อเห็ด พบว่า อุณหภูมิน้ำจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใน 20 นาที หลังจากนั้นภายในตู้นึ่งจะสะสมไอน้ำอย่างรวดเร็ว ทำให้การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในก้อนเชื้อเห็ดค่อยๆ เพิ่มขึ้นได้เร็วไปด้วย (Figure 2 (a)) แต่เมื่อการสะสมอุณหภูมิไอน้ำเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ อุณหภูมิในก้อนเชื้อเห็ดก็จะเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับอุณหภูมิไอน้ำเช่นกัน ดังนั้นการสะสมอุณหภูมิไอน้ำ และอุณหภูมิในก้อนเชื้อเห็ดมีความสัมพันธ์กันโดยตรง และหลังจากพักอบก้อนเชื้อเห็ดเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิภายในก้อนเชื้อเห็ดจะยังคงสูงกว่า 90 องศาเซลเซียส การพัฒนาเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดประหยัดพลังงานใช้เชื้อเพลิงจากฟืนทำให้เกิดการเดือดรุนแรงและทำให้ผลิตไอได้มาก เนื่องจากการสัมผัสของเปลวไฟบริเวณท่อน้ำด้านล่างของหม้อต้มน้ำ และตู้นึ่งเป็นฉนวนกันความร้อนครอบก้อนเชื้อเห็ด เมื่อมีการสะสมอุณหภูมิไอมาก จึงทำให้อุณหภูมิภายในของก้อนเชื้อ

เห็ดเท่ากับอุณหภูมิไอได้อย่างรวดเร็ว และไอน้ำที่รวมตัวกลายเป็นหยดน้ำถูกหมุนเวียนกลายเป็นไออยู่ภายในตู้นึ่งกลับมาเพิ่มจำนวนไอน้ำเพิ่มขึ้น เมื่อต้องการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจำนวนเพิ่มขึ้นทำให้ระยะเวลาการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดไม่มีผลต่อระยะเวลาการนึ่ง และจะหยุดเติมเชื้อเพลิงเมื่ออุณหภูมิภายในก้อนเชื้อเห็ดสูงมากกว่า 90 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นระดับอุณหภูมิที่ฆ่าเชื้อได้ สอดคล้องกับการใช้ไอน้ำลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนผิวพริกขี้หนูสดที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส สามารถสดเชื้อจุลินทรีย์ ยีสต์ รา และโคลิฟอร์มได้ (เพ็ญแข และคณะ, 2550) แล้วอบฆ่าเชื้อต่ออีก 3 ชั่วโมง จากนั้นยกตู้นึ่งขึ้นเพื่อปล่อยให้ก้อนเห็ดมีอุณหภูมิลดลง แล้วนำไปหยอดเชื้อเห็ดเพื่อให้เส้นใยขยายเป็นดอกเห็ดต่อไป และเมื่อทดสอบนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากเตานึ่งแบบเดิม จำนวน 800 ก้อน ใช้เวลานึ่งนาน 8 ชั่วโมง สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจากฟืน 200 กิโลกรัมและน้ำระเหยกลายเป็นไอ 150 ลิตร

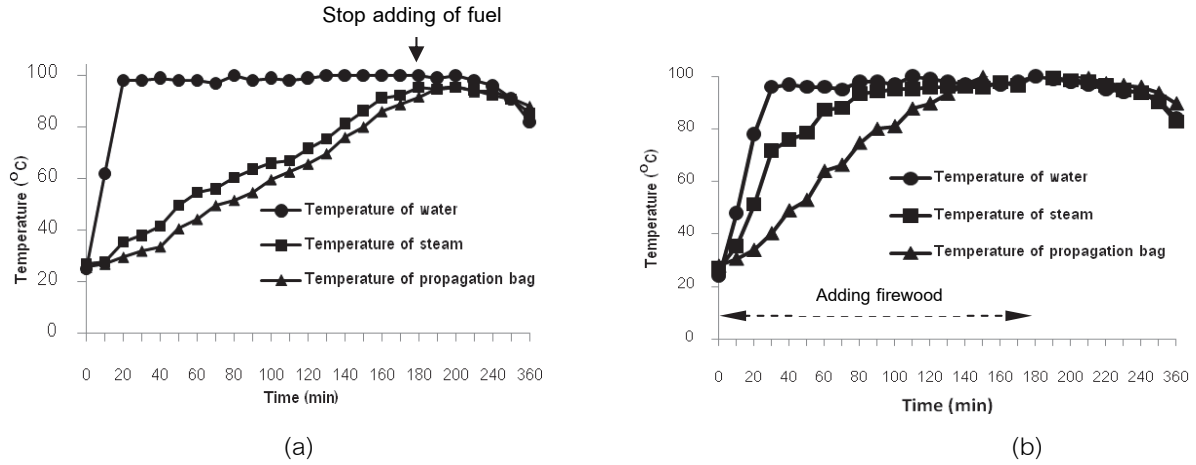

Figure 2 Temperature of mushroom propagation bag steamer (a) 852 bags (b) 486 bags

สรุป

เตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดประหยัดพลังงานโดยใช้เชื้อเพลิงจากฟืนทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงไม้ยูคาลิปตัส 0.090 กิโลกรัมต่อถุง สามารถประหยัดเชื้อเพลิง 65 เปอร์เซ็นต์ ลดเวลาการนึ่ง 63 เปอร์เซ็นต์ และน้ำ 53 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดแบบแท็งก์น้ำสี่เหลี่ยม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาและถ่ายทอดเตาประหยัดพลังงานโดยใช้เชื้อเพลิงจากชีวมวลร่วมกับแก๊สชีวภาพสำหรับนึ่งก้อนเชื้อเห็ด กรณีศึกษาบ้านดอนมัน จ.มหาสารคาม ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2551. โครงการพัฒนาการผลิตและการใช้เตานึ่งก้อนเชื้อเห็ด. กระทรวงพลังงาน. กรุงเทพฯ.

ณัฐพงษ์ สิงห์ภูงา. 2550. การเพาะเห็ดนางรมจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่แช่ในน้ำผสมด่างแทนการนึ่งฆ่าเชื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ประภัสสร บุษหมั่น และโศภิษฐ์ เวทยสุภรณ์. 2548. การเพาะเห็ดเศรษฐกิจสกุลนางรมในถุงพลาสติกจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรโดยไม่นึ่งฆ่าเชื้อ. โครงการวิจัย สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพคณะเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เพ็ญแข จิรอัสดร ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์ ฆรณี ตุ้ยเต็มวงศ์ และภัณฑิรา เกตุแก้ว. 2550. การใช้คลอรีน ไอน้ำ และโอโซนในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนผลพริกขี้หนูสด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 38 (5(พิเศษ): 197-200.

สมโภชน์ สุดาจันทร์ นิรัตศักดิ์ คงทน และสมนึก ชูศิลป์. 2551. การศึกษาและพัฒนาชุดผลิตก้อนเชื้อเห็ด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39 (3 พิเศษ): 503-506.

อภิชาติ ศรีสะอาด. 2543. คู่มือการเพาะเลี้ยงเห็ดเศรษฐกิจ. ใน. สมโภชน์ สุดาจันทร์, นิรัตศักดิ์ คงทน และสมนึก ชูศิลป์. 2551. การศึกษาและพัฒนาชุดผลิตก้อนเชื้อเห็ด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39 (3 พิเศษ): 503-506

Baysal, E., H. Peker, M.K. Yalinkilic and A. Temiz. 2003. Cultivation of Oyster mushroom on Waste Paper with some added Supplementary Materials. Bioresource Technology 89: 95-97.

Kues , U. and Y. Liu. 2001. Fruit body Production in Basidiomyces. *In*. H.H. Suguimoto, A.M. Barbosa, R.F.H. Dekker and R.J.H. Castro-Gomez. (eds.). 2000. Veratryl Alcohol Stimulates Fruiting body Formation in the Oyster Mushroom, *Pleurotus ostreatus*. FEMF Microbiology Letter. 194: 235-238