บทที่ 1
บทนำ

จากการเรียนการสอนรายวิชา “แหล่งพลังงานและการแปรรูปพลังงาน” ในปีการศึกษา 1/2558 ที่มีการฝึกปฏิบัติจริงในการประเมินสมรรถนะเตานึ่งเห็ดแบบประหยัดฟืนที่ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานจังหวัดลำปางประจำปีการศึกษางบประมาณ 2558 ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ต.ปงยางคก อ.เมือง จ.ลำปาง ทำให้ทราบถึงปัญหาและข้อจำกัดในการใช้งานระบบนึ่งเห็ดแบบประหยัดฟืน เมื่อนำหม้อไอน้ำไปต่อเข้ากับตู้นึ่งรูปแบบต่างๆของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจดังกล่าว แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบที่แตกต่างกันตามจำนวนงบประมาณของแต่ละบ้านได้แก่

1. ระบบนึ่งเห็ดของลุงม้วน มะโนคำ สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง มีลักษณะของตู้นึ่งเป็นบ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.50 เมตร ต่อในแนวตั้งกันสองวง แบ่งใช้ไอน้ำได้ทั้งด้านซ้าย-ขวา สามารถนึ่งก้อนเห็ดได้ครั้งละ 800 – 1,200 ก้อนโดยใช้เวลาในการนึ่งโดยเฉลี่ย 3 – 5 ชั่วโมง

2. ระบบนึ่งเห็ดของลุงอรุณ ปินใจ ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง มีลักษณะของตู้นึ่งก่อซีเมนต์เป็นห้องสี่เหลี่ยม กว้าง 1.50 เมตร ยาว 1.50 เมตร สูง 2 เมตร จำนวน 2 ห้อง แบ่งใช้ไอน้ำได้ทั้งด้านซ้าย-ขวา สามารถนึ่งก้อนเห็ดได้ครั้งละ 1,000 – 2,000 ก้อนโดยใช้เวลาในการนึ่งโดยเฉลี่ย 5 – 8 ชั่วโมง

3. ระบบนึ่งเห็ดของลุงสัมพันธ์ ชัยเรืองเดช รองประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง มีลักษณะของตู้นึ่งสี่เหลี่ยมทำจากเหล็กบุด้วยฉนวนกันความร้อน กว้าง 1.50 เมตร ยาว 2 เมตร สูง 1.50 เมตร ได้รับจากกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานทดแทน (พพ.) กระทรวงพลังงาน ตั้งแต่ปี 2538 จำนวน 1 ตู้ นึ่งก้อนเห็ดได้ครั้งละ 500 – 800 ก้อนโดยใช้เวลาในการนึ่งโดยเฉลี่ย 2 – 5 ชั่วโมง

4. ระบบนึ่งเห็ดของผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้านศรีลัย ตาวิยะ สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง ตู้นึ่งมีลักษณะของบ่อสี่เหลี่ยมก่อซีเมนต์ กว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร สูง 0.75 เมตร จำนวน 2 ช่อง แบ่งใช้ไอน้ำได้ทั้งด้านซ้าย-ขวา สามารถนึ่งก้อนเห็ดได้ครั้งละ 1,000 – 2,000 ก้อน โดยใช้เวลาในการนึ่งโดยเฉลี่ย 5 – 8 ชั่วโมง

ปัจจัยต่างๆ ข้างต้นส่งผลต่อค่าสมรรถนะโดยรวมที่ต่ำลงของระบบนึ่งเห็ดแบบประหยัดฟืนอันเนื่องมาจากพฤติกรรมการใช้งานและกำลังการผลิตก้อนเห็ดป้อนออกสู่ตลาดที่แตกต่างกันของสมาชิก จึงกลายเป็นที่มาของโครงการที่จะพัฒนาระบบนึ่งเห็ดแบบประหยัดฟืนที่มีสมรรถนะสูงขึ้นและเหมาะสมกับการใช้งานของชุมชน ซึ่งได้จัดสร้างและทดสอบสมรรถนะเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ (Single Pass) เปรียบเทียบกับเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 2 กลับ (Double Pass) ผลปรากฏว่า สมรรถนะของระบบใหม่ซึ่งเป็นแบบให้ความร้อน 1 กลับ เทียบกับระบบเก่าซึ่งเป็นแบบให้ความร้อน 2 กลับ มีค่าต่ำกว่าประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเตานึ่งเห็ดแบบประหยัดฟืนของระบบเดิมมีการออกแบบให้มีห้องกักเก็บไอน้ำด้านบน ซึ่งเป็นการนำเอาความร้อนจากการเผาไหม้มาใช้ประโยชน์ถึงสองครั้ง ในขณะที่เตานึ่งของระบบใหม่มีการนำเอาความร้อนจากการเผาไหม้มาใช้

ประโยชน์แค่ครั้งเดียว เนื่องจากได้ตัดเอาส่วนนี้ออกเพื่อให้ประหยัดงบประมาณในการจัดสร้างเตานึ่งและลดการเกิดควันย้อนออกมาขณะใช้งาน

แต่ถึงกระนั้นเตานึ่งทั้งแบบเก่าและแบบใหม่สามารถผลิตไอน้ำเพื่อใช้ในการอบฆ่าเชื้อก้อนวัสดุที่ใช้เพาะเห็ดได้ใกล้เคียงกัน และในการเรียนการสอนรายวิชา “แหล่งพลังงานและการแปรรูปพลังงาน” ในปีการศึกษา 1/2559 ที่ผ่านมานั้น ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและจัดสร้างเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 3 กลับ ซึ่งเป็นการนำเอาความร้อนจากการเผาไหม้มาใช้ประโยชน์ถึงสามครั้ง (Trible Pass) ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ต.ปงยางคก อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 1 แสดงเตานึ่งก้อนเห็ดแบบต่างๆที่ถูกสร้างและทดสอบในรายวิชา “แหล่งพลังงานและการแปรรูปพลังงาน”
(ก) แบบใช้ความร้อน1กลับ
(ข) แบบใช้ความร้อน2กลับ
(ค) แบบใช้ความร้อน3กลับ

จากผลการดำเนินงานดังกล่าวนำไปสู่ปัญหาของการหาสภาวะการทำงานที่เหมาะสมของเตานึ่งก้อนเห็ดแบบต่างๆที่ถูกออกแบบและจัดสร้างขึ้นในการประยุกต์ใช้งานกับกระบวนการเพาะเห็ดของกลุ่มที่มีความแตกต่างกันทั้งรูปแบบของห้องนึ่งก้อนเห็ดและจำนวนก้อนเห็ดที่นึ่งต่อครั้ง ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณพลังงานความร้อนที่ใช้ในกระบวนการผลิตในแต่ละครั้ง

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

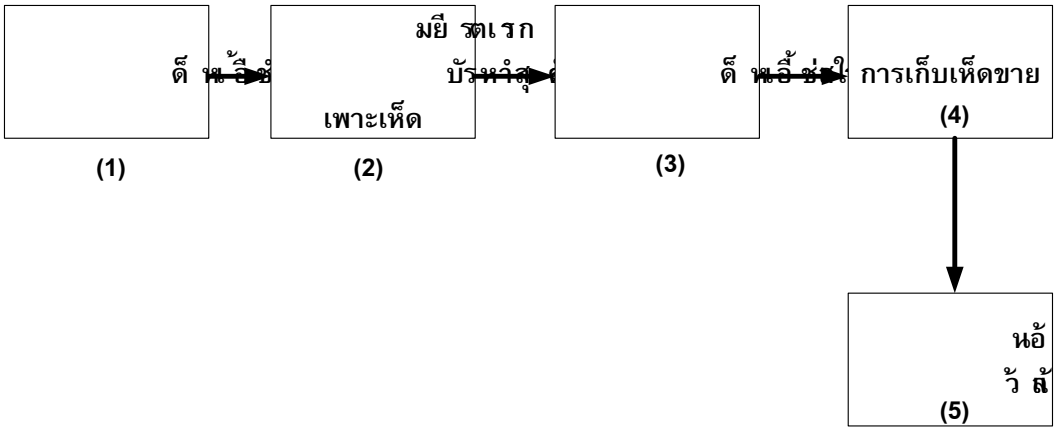
เพื่อประเมินสภาวะที่เหมาะสมในการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ แบบใช้ความร้อน 2 กลับ และ แบบใช้ความร้อน 3 กลับ สำหรับกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดแบบก้อนในจังหวัดลำปาง

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ศึกษาและประเมินสภาวะที่เหมาะสมทั้งในเชิงเทคนิคและเชิงเศรษฐศาสตร์ในการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ แบบใช้ความร้อน 2 กลับ และแบบใช้ความร้อน 3 กลับ สำหรับกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดแบบบรรจุถุงพลาสติกในกรณีนี้จะใช้พื้นที่ศึกษาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ต.ปงยางคก อ.ห้างฉัตร จ. ลำปาง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการสำรวจการใช้พลังงานในกระบวนการ/ขั้นตอนการเพาะเห็ดด้วยโรงเรือนภายในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง จากสมาชิกจำนวน 24 คน พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 2 – 5 โรงเรือน อันเนื่องมาจากเห็ดเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้กับกลุ่มเกษตรกรเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังเพาะปลูกและดูแลง่ายจึงทำให้แต่ละเดือนมีการเพาะเห็ดเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีปริมาณ 3,000 – 4,000 ก้อน ต่อ ครั้งใน 1 โรงเรือน



รูปที่ 2 แผนผังสรุปขั้นตอนการเพาะเห็ด (รวิภา ยงประยูร และคณะ, 2558)

1) การทำเชื้อเห็ด คือ หัวใจสำคัญในการเพาะเห็ดเพราะถ้าเชื้อเห็ดไม่มีคุณภาพก็จะส่งผลต่อผลผลิตเห็ดต่อโรงเรือนที่ต่ำลงด้วย ดังนั้นการทำเชื้อเห็ดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเห็ด ตำบลปงยางคก อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง จึงมีทั้งในส่วนที่ผลิตเองและซื้อเชื้อเห็ดมา เนื่องจากการผลิตเชื้อเห็ดเองนั้นต้องใช้ต้นทุนและความชำนาญสูง

2) การเตรียมก้อนวัสดุสำหรับเพาะเห็ดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเห็ด ตำบลปงยางคกนี้มีความหลากหลายตามชนิดของเห็ดที่เพาะตามฤดูกาล ซึ่งวัสดุดังกล่าวจะถูกบรรจุลงในถุงพลาสติก ถุงพลาสติกที่ใช้ทำก้อนเพาะเห็ดนิยมใช้ถุงพลาสติกทนความร้อน การบรรจุวัสดุเพาะเห็ดจะบรรจุที่มวล 0.08 กิโลกรัม ยกปากถุงและกระทุ้งแรงๆเพื่อให้อากาศอยู่ในถุงให้น้อยที่สุด แล้วจึงนำก้อนวัสดุสำหรับเพาะเห็ดไปนึ่งเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่จะมาแย่งอาหารจากเห็ดที่เพาะ ในการนึ่งก้อนเพาะเห็ดนี้ทำได้ 2 แบบ คือ การนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดัน ใช้เวลาในการนึ่ง 1 – 2 ชั่วโมงต่อจำนวนก้อน300-500 ก้อน การนึ่งด้วยหม้อนึ่งแบบลูกทุ่ง ใช้เวลาในการนึ่ง 3 – 5 ชั่วโมงต่อจำนวนก้อน 150-300 ก้อน และเตานึ่งแบบประหยัดฟืนที่ได้รับจากสำนักงานพลังงานจังหวัด ใช้เวลาในการนึ่ง 3 – 5 ชั่วโมง ต่อจำนวนก้อน 700-1,000 ก้อน

3) การใส่เชื้อเห็ด หลังจากก้อนวัสดุสำหรับเพาะเห็ดได้ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อและทิ้งไว้ให้เย็นแล้วควรใส่เชื้อเห็ดลงไปทันที การเขี่ยเชื้อเห็ดนั้นต้องกระทำอย่างรวดเร็ว เพื่อลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่จะเปื้อนเข้าไปในก้อนวัสดุ อันจะส่งผลต่อปริมาณของเห็ดที่ผลิตได้ในแต่ละโรงเรือน

4) การเก็บเห็ดขายของกลุ่มอาชีพเพาะเห็ด ตำบลปงยางคกนั้น จะเกิดขึ้นหลังผ่านกระบวนการต่างๆตั้งแต่ 1 – 3 ไปแล้วโดยใช้เวลาประมาณ 20 – 25 วัน

5) การกำจัดก้อนเห็ดที่ใช้แล้วเกิดขึ้นหลังจากเก็บเห็ดขายไปแล้ว 4 – 6 รุ่น ใช้เวลาโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6 เดือนต่อโรงเรือน

2.1 หลักการทำงานของเตานึ่งเห็ด

เตานึ่งเห็ดในปัจจุบันใช้หลักการทำงานของหม้อต้มไอน้ำ หรือ บอยเลอร์ (Boiler) หมายถึงเครื่องกำเนิดไอน้ำชนิดภาชนะปิด ทำด้วยเหล็กกล้าหรือวัสดุอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติคล้ายกัน ซึ่งได้รับการออกแบบและสร้างอย่างแข็งแรงถูกต้องตามหลักเกณฑ์ทางวิศวกรรม ภายในภาชนะบรรจุน้ำและไอน้ำ เมื่อหม้อต้มไอน้ำได้รับพลังงานความร้อนจากภายนอก หรือภายในก็ได้ จากนั้นจะส่งผ่านพลังงานความร้อนต่อไปยังน้ำที่อยู่ภายในหม้อต้มไอน้ำจนกระทั่งน้ำกลายเป็นไอ ส่วนใหญ่หม้อต้มไอน้ำนี้จะมีหน้าที่ในการสร้างไอน้ำเพื่อส่งผ่านความร้อนไปยังเครื่องจักร ทำให้ต้นทุนค่าพลังงานถูกลงกว่าการใช้ไฟฟ้ากับเครื่องจักร หม้อต้มไอน้ำใช้งานช่วงอุณหภูมิไม่สูงมากนัก ไม่เกิน 120 องศาเซลเซียส แบ่งตามลักษณะการการถ่ายเทความร้อน ออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ ได้แก่

1. แบบท่อไฟ (fire tube boiler) กำลังการผลิตไอน้ำ ขนาด 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง – 50 ตันต่อชั่วโมง
2. แบบท่อน้ำ (water tube boiler) กำลังการผลิตไอน้ำ ขนาด 100 -300 ตันต่อชั่วโมง หรือแรงดัน 20 บาร์ ขึ้นไป

2.2 ชนิดของเตานึ่งเห็ดที่ใช้ในปัจจุบัน

จำแนกออกเป็น 3 ลักษณะตามประสิทธิภาพการทำงานดังนี้

1. เตานึ่งเห็ดแบบถัง 200 ลิตร

ประกอบไปด้วยข้อดี 3 ประการคือ

-หาได้ง่าย: สามารถหาซื้อถัง 200 ลิตรได้ตามร้านขายของเก่า

-ราคาไม่แพง: ราคา 400 – 700 บาท ต่อ ถัง

-ประสิทธิภาพเชื่อถือได้: สามารถใช้นึ่งฆ่าเชื้อโรคในก้อนอาหารเห็ดได้ดีเทียบเท่าเตาขนาดใหญ่ โดยไม่ต้องดัดแปลงมาก

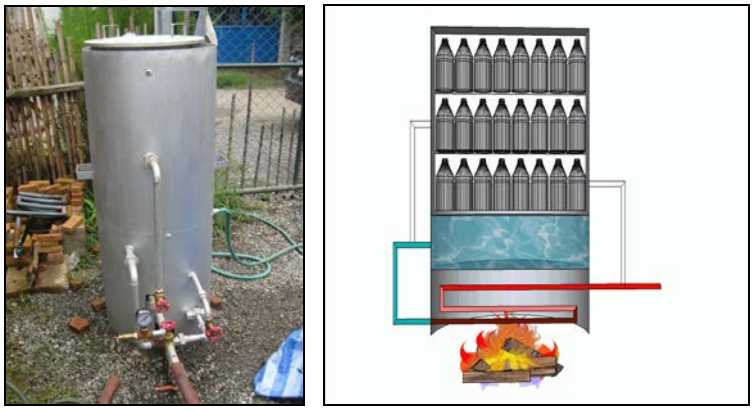
(ก) (ข)

รูปที่ 3 เตานึ่งเห็ดแบบถัง 200 ลิตร (ก) แบบถังตั้ง (ข) แบบถังนอน
(ที่มา:บ้านไร่นันทิกานต์, 2554)

2. เตานึ่งเห็ดแบบเตาเหล็กสี่เหลี่ยม
ประกอบไปด้วยข้อดี 3 ประการคือ
-บรรจุก้อนเห็ดได้จำนวนมาก: จำนวน 500-1,500 ก้อน ต่อ ครั้ง
-เลือกใช้ได้หลายขนาด
-มีความแข็งแรงทนทาน

รูปที่ 4 เตานึ่งเห็ดแบบเตาเหล็กสี่เหลี่ยม (ที่มา:บ้านไร่นันทิกานต์, 2554)

3. เตานึ่งเห็ดแบบประยุกต์
ประกอบไปด้วยข้อดี 3 ประการคือ
-ลดการสิ้นเปลืองพลังงาน
-สะดวกสบายในการใช้งาน
-ผลิตไอน้ำร้อน สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส

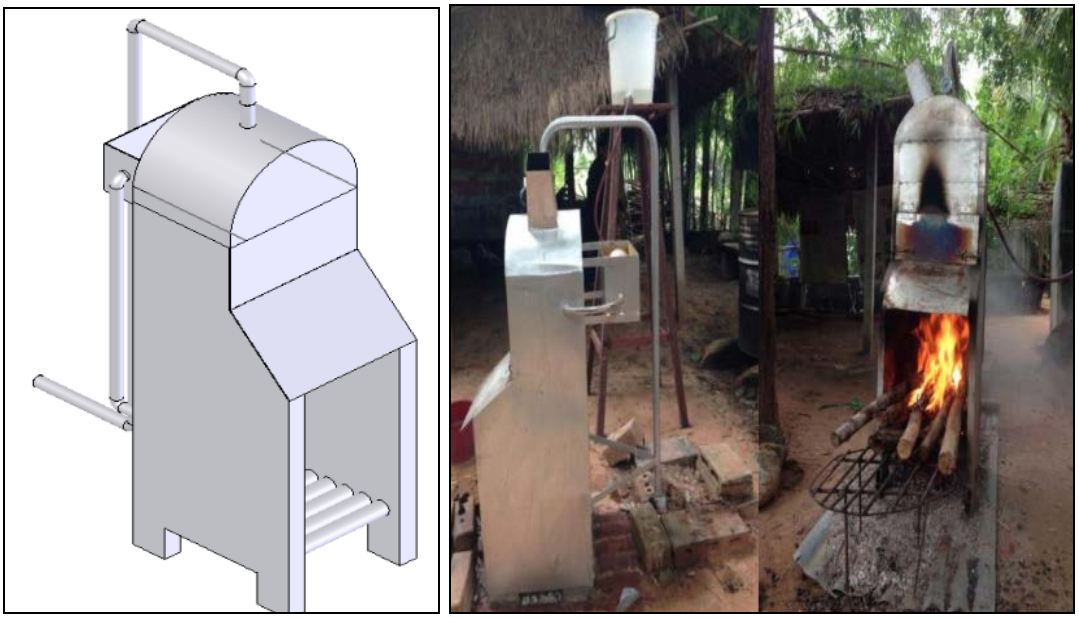


(ก) (ข)

รูปที่ 5 เตานึ่งเห็ดแบบประยุกต์ (ก) ภาพจริง (ข) ภาพวาด
(ที่มา: http://banhed111.blogspot.com)

2.3 ขั้นตอนการทำงานของเตานึ่งเห็ดแบบประหยัดฟืน

เตานึ่งเห็ดแบบประหยัดฟืนนี้ถูกออกแบบและพัฒนาโดยนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามตั้งแต่ปี 2555-2556 และถูกนำมาถ่ายทอดขยายผลต่อโดยสำนักงานพลังงานจังหวัดลำปาง ภายใต้โครงการเพิ่มสมรรถนะด้านการบริหารและพลังงานครบวงจรในชุมชนระดับตำบลปี 2558 ซึ่งตัวเตาได้ถูกออกแบบให้ประยุกต์ใช้กับตู้นึ่งแบบต่าง ๆ ของเกษตรกร โครงสร้างของเตานึ่งเห็ดประหยัดฟืนนี้มีความคล้ายคลึงกับตู้สี่เหลี่ยมโดยบริเวณผนังโดยรอบทั้งสามด้านทำหน้าที่กักเก็บน้ำเพื่อขยายพื้นที่ห้องเผาไหม้ให้กว้างขึ้น โดยต้มน้ำในปริมาณที่น้อย



(ก) (ข)

รูปที่ 6 เตานึ่งเห็ดแบบประหยัดฟืนของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ก) ภาพวาด (ข) ภาพจริง (วีระวัฒน์ ศรีชา และคณะ, 2557)

ด้านล่างของตัวเตานึ่งเห็ดจะเป็นท่อที่รับความร้อนซึ่งถูกออกแบบให้เป็นตะกรับแบบเอียงเพื่อง่ายต่อการป้อนฟืนและกำจัดขี้เถ้า ส่วนกลางของเตาจะเป็นห้องเผาไหม้ ในขณะที่ด้านบนจะมีท่อที่คอยรับความร้อนจากการเผาไหม้ ที่จะถ่ายเทความร้อนไปให้กับน้ำที่อยู่ในผนังทั้งสามด้านของเตานึ่งอีกด้วย โดยน้ำที่ได้รับความร้อนจะระเหยขึ้นไปด้านบนซึ่งมีห้องกักเก็บไอ ก่อนที่จะถูกปล่อยไปตามท่อเข้าสู่ตู้นึ่งของเกษตรกร การเติมน้ำเตานึ่งเห็ดแบบประหยัดฟืนนี้ใช้หลักการของแรงโน้มถ่วงของโลกในการปล่อยน้ำเข้าไปแทนที่โดยการใช้ลูกลอยที่ติดตั้งในกระบะด้านหลังเตานึ่งเป็นตัวควบคุม โดยเมื่อมีการมาติดตั้ง ณ กลุ่มวิสาหกิจกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ก็มีการปรับปรุงเล็กน้อยตามลักษณะจริงของพื้นที่ติดตั้ง โดยมีการปรับตำแหน่งของกระบะน้ำเติมให้ต่ำลงมาจากรูปแบบเดิม และตะกรับ

สำหรับป้อนฟืนก็มีลักษณะเรียบตรง และท่อไอน้ำที่ออกจากเตานึ่งก็ต่อเข้าตู้นึ่งเดิมทั้งสองตู้ สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานจากการเปิด-ปิดวาล์วท่อ

(ก) (ข)

รูปที่ 7 เตานึ่งเห็ดแบบประหยัดฟืนติดตั้ง ณ กลุ่มวิสาหกิจกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น (ก) การติดตั้ง ณ พื้นที่จริง (ข) การปรับตำแหน่งของกระบะเติมน้ำ (รวิภา ยงประยูร และคณะ, 2558)

2.4 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

การเพาะเห็ดในถุงพลาสติกจำเป็นต้องมีการกระบวนการนึ่ง ก้อนเชื้อเห็ดเพื่อฆ่าเชื้อโรคก่อนที่จะนำเชื้อเห็ดไปบรรจุใส่ถุงเพื่อเพาะเลี้ยงต่อไป เตานึ่งก้อนเห็ดแบบเดิมที่มีอยู่จะสิ้นเปลืองปริมาณเชื้อเพลิงและระยะเวลาในการนึ่งก้อนเห็ดนาน โดย รวิภา ยงประยูร (2557) ได้ทำการประเมินการใช้พลังงานในการนึ่งเห็ดจำนวน 220 ก้อนใช้เวลา 5.5 ชั่วโมง ปริมาณเชื้อเพลิง ไม้ฟืนยูคาลิปตัส 92 กิโลกรัม การนึ่งก้อนเชื้อเห็ดด้วยเตาแบบลูกทุ่งด้วยความร้อน 90-100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 3 ชั่วโมง นับจากอุณหภูมิได้ 90 องศาเซลเซียส และความร้อนที่ให้ต้องสม่ำเสมอ ปัจจุบันการใช้เตานึ่งเชื้อก้อนเห็ดแบบเดิมเป็นเตาที่มีการออกแบบให้สามารถบรรจุเชื้อเพลิงได้ทีละมากๆในการต้มปริมาณมากทำให้การต้มน้ำให้เดือดในแต่ละครั้งใช้เวลานานถึง 0.5 – 1 ชั่วโมง พร้อมทั้งสัดส่วนของเตาเผาเชื้อเพลิงเป็นแบบก่ออิฐบล็อกปิดซ้ายขวาสูงประมาณ 70 เซนติเมตร ส่วนด้านหน้าและด้านหลังมีช่องขนสดใหญ่สำหรับป้อนเชื้อเพลิงตักเศษขี้เถ้าทำให้การเผาไหม้เชื้อเพลิงมีการสูญเสียพลังงานความร้อนออกทางด้านทางด้านหน้าและด้านหลังของเตาเผา ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานความร้อนเพื่อใช้ในการต้มน้ำให้เดือดมากยิ่งขึ้น

บทความวิจัยของ บัญชา ใต้ศรีโครต และคณะ (2557) ในหัวข้อ การออกแบบและประสิทธิภาพเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ด มีการออกแบบเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดที่มีประสิทธิภาพในการลดการใช้เชื้อเพลิงและลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของเตาประสิทธิภาพสูง สามารถแบ่งส่วนประกอบทั้งหมดออกได้เป็น 3 ส่วน คือ เตาประสิทธิภาพสูง , ถังบรรจุก้อนเชื้อเห็ดและอุปกรณ์ตรวจจับและแจ้งเตือนอุณหภูมิโดยได้แบ่งวิธีการทดสอบและเปรียบเทียบ ออกเป็น 2 วิธีคือ การทดสอบนึ่งก้อนเชื้อเห็ดและการคำนวณหาค่าอัตราการไหลของความร้อนของเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ด โดยผลการทดสอบนึ่งก้อนเชื้อเห็ด พบว่า เตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดประสิทธิภาพสูงใช้ปริมาณน้ำในการนึ่งปริมาณ 10 ลิตร

ถังสามารถบรรจุก้อนเชื้อเห็ดได้ ครั้งละ 80 ก้อน ใช้ระยะเวลาในการนึ่งฆ่าเชื้อรวมทั้งสิ้น 240 นาที และอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิสามารถแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียง เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 90 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 105 องศาเซลเซียส ซึ่งเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดประสิทธิภาพสูงสามารถลดการใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงได้เท่ากับ 31.082 เปอร์เซ็นต์ของเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ เมื่อเปรียบเทียบ ระหว่างอัตราส่วนของจำนวนก้อนเชื้อเห็ดที่เท่ากัน และจากการคำนวณหาค่าอัตราการไหลของความร้อนของเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ด ทำให้สรุปได้ว่าเตานึ่งเห็ดประสิทธิภาพสูงสามารถลดการสูญเสียความร้อนได้มากกว่าเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบเท่ากับ 17.234 วัตต์ต่อการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดในแต่ละครั้ง

งานวิจัยเพื่อพัฒนาและสร้างหม้อผลิตไอน้ำที่มีประสิทธิภาพสูงของวีระวัฒน์ ศรีชา และคณะ (2557) โดยใช้เชื้อเพลิงจากไม้ฟืนใช้สำหรับนึ่งฆ่าเชื้อก้อนเห็ด ด้วยหลักการของหม้อไอน้ำจะอาศัยหลักการต้มน้ำในปริมาณที่น้อยทำให้เกิดการผลิตไอน้ำอย่างรวดเร็ว โดยออกแบบผนังด้านข้างทั้ง 3 ด้านให้กักเก็บน้ำและมีท่อความร้อนทั้งด้านบนและด้านล่าง เพื่อเพิ่มพื้นที่การแลกเปลี่ยนความร้อน การเติมน้ำเข้าสู่หม้อผลิตไอน้ำอย่างต่อเนื่องโดยแรงโน้มถ่วงของโลกและควบคุมระดับน้ำโดยใช้ลูกลอย จากการทดสอบหม้อไอน้ำ โดยต่อท่อผลิตไอน้ำเข้ากับตู้นึ่งก้อนเชื้อเห็ด พบว่าหม้อผลิตไอน้ำสามารถบรรจุน้ำได้ 35 ลิตร มีอัตราการผลิตไอน้ำ 22 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 13.48 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพสูงสุด 31.16 เปอร์เซ็นต์ สามารถประหยัดน้ำ ไม้ฟืนและเวลาได้ 39.88, 39.66 และ 38.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเตานึ่งเห็ดแบบแท็งก์น้ำสี่เหลี่ยมโดยใช้ถัง 200 ลิตร เป็นหม้อต้มน้ำของเกษตรกร นอกจากนี้เมื่อทำการศึกษาต้นทุนการนึ่งก้อนเชื้อเห็ด พบว่าต้นทุนรวมในการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดเท่ากับ 0.223 บาทต่อวัน

โครงการวิจัย“การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการใช้พลังงานของระบบเตานึ่งประหยัดพลังงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง” ของ รวิภา ยงประยูร และคณะ (2558) มีวัตถุประสงค์ที่จะวิเคราะห์และเปรียบเทียบปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการใช้พลังงานด้วยระบบเตานึ่งประหยัดพลังงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง อันได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงานในกระบวนการเพาะเห็ด สถานภาพเชิงเทคนิค เชิงสังคมและเศรษฐกิจ จากการลงพื้นที่เพื่อสำรวจข้อมูลในพื้นที่ชุมชนของกลุ่มสมาชิกวิสาหกิจชุมชนเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง พบว่า ปัจจุบันมีผู้ประกอบอาชีพเพาะเห็ดและเป็นสมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จำนวน 22 คน มีลักษณะการใช้พลังงานในกระบวนการเพาะเห็ดแบ่งเป็น การบริโภคเชื้อเพลิงแข็ง (ฟืน) ในการนึ่งก้อนเห็ด 80 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นพลังงานความร้อนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2,324 เมกกะจูล การบริโภคเชื้อเพลิงเหลว ในส่วนการจำหน่ายเห็ดด้วยการขนส่งด้วยรถจักรยานยนต์ 10 เปอร์เซ็นต์ และการบริโภคเชื้อเพลิงสำหรับการขนส่งก้อนเห็ดที่ใช้แล้วไปทิ้งโดยรถกระบะ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยจากการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเพื่อสรุปข้อมูลสถานภาพเชิงสังคมและเศรษฐกิจ พบว่า สมาชิกส่วนใหญ่ของกลุ่มจะมีสถานภาพเชิงสังคมผูกพันกับอาชีพของตนในท้องถิ่น โดยสถานภาพเชิงเศรษฐกิจที่ต้องรับผิดชอบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20,000 บาท ต่อ คน

เมื่อประมวลผลความสัมพันธ์ตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อค่าประสิทธิภาพของการใช้พลังงานของเตานึ่งประหยัดพลังงาน พบว่า ปริมาณการใช้พลังงานในกระบวนการเพาะเห็ดของสมาชิกมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 300 กิโลกรัมต่อครั้ง ได้แก่ นายอรุณ ปินใจ, นายสมบูรณ์ นางวันดี จันต๊ะดุก และ นายม้วน

มโนคำ ซึ่ง 2 ใน 3 ของสมาชิกที่มีการใช้พลังงานสูงสุดในการนึ่งเห็ดเป็นหนึ่งในครัวเรือนนำร่อง 9 ครัวเรือนของโครงการนี้ ย่อมแสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อค่าประสิทธิภาพ ทำให้เห็นผลต่างของการลดใช้ทั้งปริมาณและมูลค่าพลังงานเทียบกับต้นทุนได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สถานภาพเชิงสังคมและเศรษฐกิจของสมาชิกมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกัน ยิ่งมีสถานภาพเชิงสังคมมากเท่าใดก็จะส่งผลต่อสถานภาพเชิงเศรษฐกิจมากเช่นกัน ได้แก่ นายอรุณ ปินใจ, นายสัมพันธ์ ชัยเรืองเดช, นายนริศ หอมสุวรรณ และ นายม้วน มโนคำ นอกจากจะมีสถานภาพเชิงสังคมและเศรษฐกิจสูง แล้วยังเป็นสมาชิกที่อยู่ในกลุ่มครัวเรือนนำร่อง 9 ครัวเรือนของโครงการนี้ ย่อมแสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของระบบเตานึ่งประหยัดพลังงานของกลุ่มวิสาหกิจดังกล่าว

โครงการวิจัย “การพัฒนาสมรรถนะระบบนึ่งเห็ดแบบประหยัดฟืน” ของ ณัฐนันท์ นาโพธิ์ตอง และคณะ (2559) ผลการตรวจวัดและประเมินสมรรถนะระบบนึ่งเห็ดแบบประหยัดฟืนที่ออกแบบใหม่ ซึ่งประกอบด้วย เตานึ่งเห็ดแบบเดิมต่อเข้ากับตู้นึ่งเห็ดแบบห้องสี่เหลี่ยมแบบก่อปูนซีเมนต์ กว้าง 1.50 เมตร ยาว 1.50 เมตร สูง 2 เมตร เปรียบเทียบกับ เตานึ่งเห็ดแบบใหม่ต่อเข้ากับห้องนึ่งเห็ดแบบห้องสี่เหลี่ยมแบบก่อปูนซีเมนต์ กว้าง 1.50 เมตร ยาว 1.50 เมตร สูง 2 เมตรจำนวน 3 ซ้ำ ผลปรากฏว่าสมรรถนะของระบบใหม่เทียบกับระบบเก่ามีค่าสมรรถนะต่ำกว่าประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเตานึ่งเห็ดแบบประหยัดฟืนของระบบเดิมมีการออกแบบให้มีห้องกักเก็บไอน้ำด้านบน ซึ่งเป็นการนำเอาความร้อนจากการเผาไหม้มาใช้ประโยชน์ถึงสองครั้ง (Double Pass) ในขณะที่เตานึ่งของระบบใหม่มีการนำเอาความร้อนจากการเผาไหม้มาใช้ประโยชน์แค่ครั้งเดียว (Single Pass) ผู้วิจัยได้ตัดเอาส่วนนี้ออกเพื่อให้ประหยัดงบประมาณในการจัดสร้างเตานึ่งและลดการเกิดควันย้อนออกมาขณะใช้งาน แต่ถึงกระนั้นเตานึ่งทั้งแบบเก่าและแบบใหม่สามารถผลิตไอน้ำเพื่อใช้ในการอบฆ่าเชื้อก้อนวัสดุที่ใช้เพาะเห็ดได้ใกล้เคียงกัน โดยประโยชน์และคุณค่าของผลงานสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมนี้แบ่งออกเป็น 3 ประเด็น ได้แก่ เชิงสิ่งแวดล้อม เชิงเศรษฐกิจ และเชิงสังคม ในประเด็นเชิงสิ่งแวดล้อม พบว่า เตานึ่งแบบใหม่ช่วยลดการใช้ฟืนทำให้ลดการตัดไม้เพื่อเอามาใช้ในกระบวนการนึ่งก้อนวัสดุเพาะเห็ดฟืน 20 กิโลกรัม ระบบเดิมให้พลังงานความร้อนได้นาน 1 ชั่วโมง ในขณะที่ระบบใหม่ให้พลังงานความร้อนได้นานถึง 1 ชั่วโมง 30 นาที และทำให้หมอกควันจากการเผาลดลง และในประเด็นเชิงเศรษฐกิจ พบว่าเตานึ่งแบบใหม่นี้ช่วยลดต้นทุนการจัดสร้างเตานึ่งลง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเดิม สำหรับประเด็นเชิงสังคมนั้น นักศึกษาได้นำองค์ความรู้จากการวิจัยที่อยู่ในกิจกรรมการเรียนการสอนมาพัฒนาต่อยอดสร้างผลงานของตนเองจนเกิดการยอมรับของชุมชนท้องถิ่นต่อสถาบันการศึกษาต้นสังกัด ตลอดจนสิ่งประดิษฐ์ที่พัฒนาขึ้น ตัวอย่างเช่น การนำเอาองค์ความรู้เตานึ่งเห็ดประหยัดพลังงานไปขยายและติดตั้งใช้งาน ในพื้นที่อื่นที่ประสบปัญหาจากกระบวนการนึ่งฆ่าเชื้อโรคในก้อนวัสดุเพาะเห็ด อาทิ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอาชีพเพาะเห็ดนางฟ้าบ้านสบเติ๋น อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง และ อิศรฟาร์ม ซึ่งเป็นเครือข่ายของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเห็ดในโรงเรือนบ้านเวียงหงส์ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานตามแผนงานโครงการแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่

1. ช่วงเวลา 1 – 3 เดือนแรก ทบทวนและสังเคราะห์ข้อมูลและปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างละเอียดจากการใช้เตานึ่งก้อนเห็ดแบบต่างๆในพื้นที่ และการถอดบทเรียนพร้อมประเมินผล และวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเตานึ่งก้อนเห็ดแบบต่างๆ เพื่อการเทียบเคียงกับสิ่งที่ชุมชนคาดหวังในปัจจุบัน

2. ช่วงเวลา 4 – 6 เดือน เป็นการทดลองปฏิบัติร่วมกับชุมชนในประเด็น เพื่อให้การวิเคราะห์จากสภาวะการใช้งานที่เหมะสมอย่างแท้จริงของเตานึ่งก้อนเห็ด แบบใช้ความ ร้อน 1 กลับ (Single Pass) แบบใช้ความร้อน 2 กลับ (Double Pass) และ แบบใช้ความร้อน 3 กลับ (Trible Pass) กับจำนวนก้อนเห็ดที่นึ่งต่อครั้ง ในห้องนึ่งของระบบนึ่งเห็ดของสมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ได้แก่ ลุงม้วน มะโนคำ ลุงอรุณ ปินใจ ลุงสัมพันธ์ ชัยเรืองเดช และลุงศรีลัย ตาวิยะ

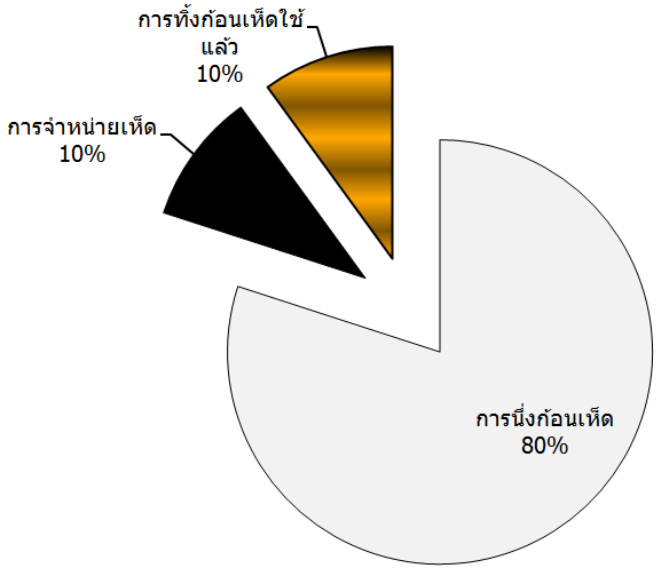
3. ช่วงเวลา 7 – 12 เดือน เป็นการประเมินผลผลิตจากตัวชี้วัดดังนี้

ชื่อผลผลิต	ตัวชี้วัด			
	เชิงปริมาณ	เชิงคุณภาพ	เชิงเวลา	เชิงต้นทุน
1. เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ (Single Pass)	จำนวนก้อนเห็ดที่นึ่งต่อครั้ง โดยเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 500 ก้อน	ความหลากหลายของการใช้งานกับตู้นึ่งของระบบนึ่งเห็ด	ลดระยะเวลาการนึ่งลง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10	มีระยะคืนทุนไม่เกิน 2 ปี
2. เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 2 กลับ (Double Pass)	จำนวนก้อนเห็ดที่นึ่งต่อครั้ง โดยเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 800 ก้อน		ลดระยะเวลาการนึ่งลง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20	
3. เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 3 กลับ (Trible Pass)	จำนวนก้อนเห็ดที่นึ่งต่อครั้ง โดยเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 1,000 ก้อน		ลดระยะเวลาการนึ่งลง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30	

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ทบทวนและสังเคราะห์ข้อมูลและปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างละเอียดจากการใช้เตานึ่งก้อนเห็ดแบบต่าง ๆ ในพื้นที่

จากการลงพื้นที่สำรวจและจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานในกระบวนการเพาะเห็ดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ระหว่างวันที่ 17 – 24 พฤษภาคม 2558 โดย นายวรานนท์ อินต๊ะธรรม นักวิจัยศูนย์วิจัยและพัฒนาพลังงานสู่ชุมชน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง แสดงดังแผนภูมิวงกลมดังนี้



รูปที่ 8 กราฟวงกลมแสดงสัดส่วนลักษณะการใช้พลังงานของกลุ่ม
ระหว่างวันที่ 17 – 24 พฤษภาคม 2558

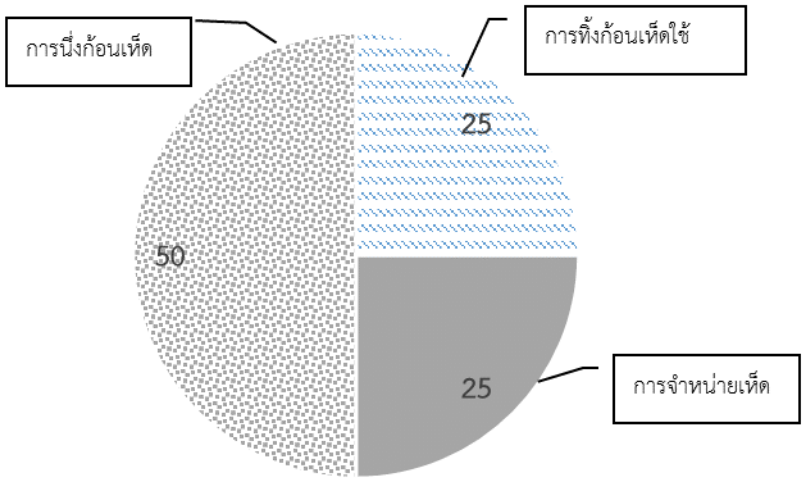
1) การบริโภคเชื้อเพลิงแข็ง(ฟืน)ในการนึ่งก้อนเห็ด เฉลี่ยครั้งละ 2 ชั่วโมง คิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานในกระบวนการเพาะเห็ดของกลุ่ม

2) การบริโภคเชื้อเพลิงเหลว ในส่วนน้ำมันเบนซินสำหรับการจำหน่ายเห็ดด้วยการขนส่งด้วยรถจักรยานยนต์ เฉลี่ยวันละครั้ง คิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานในกระบวนการเพาะเห็ดของกลุ่ม

3) การบริโภคเชื้อเพลิงเหลว ในส่วนน้ำมันดีเซลจะใช้สำหรับการขนส่งก้อนเห็ดที่ใช้แล้วไปทิ้งโดยรถกระบะ เฉลี่ย 2 ครั้งต่อเดือนหรือทุกๆ 15 วัน คิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานในกระบวนการเพาะเห็ดของกลุ่ม

จากการปรับปรุงการจัดการพลังงานด้วยการเปลี่ยนระบบเตานึ่งเห็ดแบบเดิม เป็นเตานึ่งเห็ดแบบประหยัดพลังงาน ภายใต้โครงการ เพิ่มสมรรถนะด้วยการบริหาร และการจัดการพลังงาน

ครบวงจรในชุมชนระดับตำบล ประจำปีงบประมาณ 2558 ของสำนักงานพลังงานจังหวัดลำปาง โดยมีสมาชิกที่สมัครใจในการเปลี่ยนระบบดังกล่าว จำนวนทั้งสิ้น 9 คน จากสมาชิกทั้งหมด 22 คน พร้อมกับการเข้าไปสอบถามพร้อมจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานของกลุ่มระหว่างวันที่ 2 - 9 มีนาคม 2560 โดย นายณัฐพงษ์ ตาปัญโญ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 รหัส58 สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง แสดงดังแผนภูมิวงกลมดังนี้



รูปที่ 9 กราฟวงกลมแสดงสัดส่วนลักษณะการใช้พลังงานของกลุ่ม
ระหว่างวันที่ 2 - 9 มีนาคม 2560

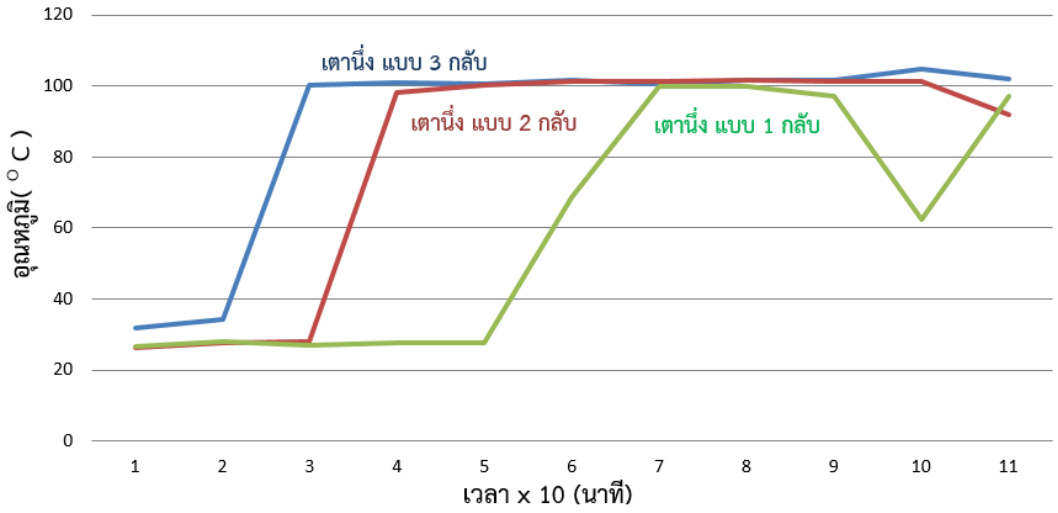
จากรูปที่ 9 พบว่าการบริโภคเชื้อเพลิงแข็ง (ฟืน) ในการนึ่งก้อนเห็ดลดลงจากเดิม 30 เปอร์เซ็นต์ อันเนื่องมาจากการนำเตานึ่งเห็ดแบบประหยัดพลังงาน หรือ เตานึ่งก้อนเห็ด แบบใช้ความแบบใช้ความร้อน 2 กลับ (Double Pass) มาใช้ในกระบวนการเพาะเห็ดของสมาชิกทั้ง 9 คน โดยผลการประหยัดฟืนนั้นปรากฏอย่างชัดเจนในกระบวนการนึ่งเห็ดของ นายอรุณ ปินใจ ที่มีจำนวนโรงเรือนเพาะเห็ดมากที่สุดและการใช้ระยะเวลาในการนึ่งนานถึง 6 ชั่วโมง โดยอ้างอิงผลจากตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของการใช้เชื้อเพลิง(ฟืน)ของเตานึ่งประหยัดพลังงาน

หัวข้อ	**ก่อนใช้เตานึ่งประหยัดพลังงาน**	**หลังใช้เตานึ่งประหยัดพลังงาน**
ปริมาณเชื้อเพลิง(ฟืน)ที่ใช้	150 กิโลกรัม ต่อ ก้อนเห็ด 300 ก้อน	50 กิโลกรัม ต่อ ก้อนเห็ด 300 ก้อน
มูลค่าเชื้อเพลิง(ฟืน)ที่ใช้	500 บาท ต่อ ครั้ง	200 บาท ต่อ ครั้ง
มูลค่าเชื้อเพลิง(ฟืน)เทียบกับต้นทุน	0.5 บาท/ก้อน	0.25 บาท/ก้อน
เวลาที่ใช้ในการนึ่ง	เฉลี่ย 6 ชั่วโมง	เฉลี่ย 5 ชั่วโมง

4.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมและประสิทธิภาพของเตานึ่งก้อนเห็ด แบบใช้ความ ร้อน 1 กลับ (Single Pass) แบบใช้ความร้อน 2 กลับ (Double Pass) และ แบบใช้ความร้อน 3 กลับ (Trible Pass)

จากการประเมินพฤติกรรมการใช้งานเตาผลิตไอน้ำสำหรับนึ่งก้อนเห็ด แบบใช้ความร้อน 1 กลับ (Single Pass) แบบใช้ความร้อน 2 กลับ (Double Pass) และ แบบใช้ความร้อน 3 กลับ (Trible Pass) ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง โดยนักศึกษาชั้นปีที่ 2 รหัส 58 สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน ที่ลงทะเบียนรายวิชาแหล่งพลังงานและการแปรรูปพลังงาน ทำให้ได้ข้อมูลดังกราฟเส้นด้านล่างนี้



รูปที่ 10 กราฟเส้นแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิไอน้ำที่เข้าสู่ห้องนึ่งก้อนเห็ด ด้วยเตาผลิตไอน้ำแบบต่างๆ

โดยการทดลองทั้ง 3 สภาวะใช้สำหรับการนึ่งก้อนเห็ดจำนวน 1,000 ก้อน ในห้องนึ่งเห็ดแบบห้องสี่เหลี่ยมแบบก่ออิฐปูนซีเมนต์ กว้าง 1.50 เมตร ยาว 1.50 เมตร สูง 2 เมตร จำนวน 3 ซ้ำ ทำให้ประเมินพฤติกรรมในการใช้งานเตา ด้วยการพิจารณาความเร็วในการผลิตไอน้ำป้อนเข้าสู่ห้องนึ่งก้อนเห็ด และความสามารถในการผลิตไอน้ำได้อย่างสม่ำเสมอ

เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อนแบบ 1 กลับ (Single Pass) ใช้เวลา 70 นาที ในการผลิตไอน้ำเข้าสู่ห้องนึ่งก้อนเห็ด และสามารถผลิตไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสได้นาน 20 นาที จึงจะเติมเชื้อเพลิงอีกครั้งหนึ่ง

เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อนแบบ 2 กลับ (Double Pass) ใช้เวลา 40 นาที ในการผลิตไอน้ำเข้าสู่ห้องนึ่งก้อนเห็ด และสามารถผลิตไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสได้นาน 60 นาที จึงจะเติมเชื้อเพลิงอีกครั้งหนึ่ง

เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อนแบบ 3 กลับ (Trible Pass) ใช้เวลา 10 นาที ในการผลิตไอน้ำเข้าสู่ห้องนึ่งก้อนเห็ด และสามารถผลิตไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสได้นาน 70 นาที โดยจะผลิตไอดงหรือไอน้ำยวดยิ่งในช่วง 10 นาทีสุดท้ายก่อนจะเติมเชื้อเพลิงอีกครั้งหนึ่ง

รูปที่ 11 การทดลองนึ่งก้อนเห็ดเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมและประสิทธิภาพ
ด้วยเตาผลิตไอน้ำแบบต่างๆ

เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาเฉลี่ย เพื่อคำนวณค่าประสิทธิภาพ(Efficiency)ด้วยสมการ

Efficiency (%) = (Output/Input)x 100

เมื่อ Output คือ ค่าพลังงานความร้อนที่นำไปใช้ในการนึ่งก้อนเห็ด หน่วย กิโลจูล (kJ)

Input คือ ค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาฟืน หน่วย กิโลจูล (kJ)

จะได้ว่า

เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อนแบบ 1 กลับ (Single Pass) มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 5.78 %

เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อนแบบ 2 กลับ (Double Pass) มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 8.87%

เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อนแบบ 3 กลับ (Trible Pass) มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 17.37%

4.3 การวิเคราะห์สภาวะการใช้งานที่เหมาะสมอย่างแท้จริงของเตานึ่งก้อนเห็ด แบบใช้ความ ร้อน 1 กลับ (Single Pass) แบบใช้ความร้อน 2 กลับ (Double Pass) และ แบบใช้ความร้อน 3 กลับ (Trible Pass) ร่วมกับชุมชน

4.3.1 การวิเคราะห์สภาวะการใช้งานที่เหมาะสมของเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ (Single Pass)

จากผลการดำเนินงานโครงการวิจัย“การพัฒนาสมรรถนะระบบนึ่งเห็ดแบบประหยัดฟืน” ของ ณัฐนันท์ นาโพธิ์ตองและคณะ (2559) สู่การนำเอาองค์ความรู้เตานึ่งเห็ดประหยัดพลังงานไปขยายและติดตั้งใช้งาน ในพื้นที่อื่นที่ประสบปัญหาจากกระบวนการนึ่งฆ่าเชื้อโรคในก้อนวัสดุเพาะเห็ด ในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอาชีพเพาะเห็ดนางฟ้าบ้านสบเติ๋น อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง และ อิศรฟาร์ม ต.นาสัก อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง ซึ่งเป็นเครือข่ายของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเห็ดในโรงเรือนบ้านเวียงหงส์ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง ภายใต้งบประมาณการบริการวิชาการเพื่อสร้างความเข้มแข็งยั่งยืนแก่ชุมชนท้องถิ่นของศูนย์วิจัยและพัฒนาพลังงานสู่ชุมชน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ในหัวข้อ “หลักสูตรการติดตั้งและบำรุงรักษาเตานึ่งเห็ดประหยัดฟืน” เมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์

2560 ทั้งนี้คณะวิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลสภาวะการใช้งานร่วมกับนายนริศ อิศรภักดี เจ้าของอิศรฟาร์มซึ่งมีการติดตั้งเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ (Single Pass) เข้ากับห้องนึ่งเห็ดแบบห้องสี่เหลี่ยมแบบก่อปูนซีเมนต์ กว้าง 1.50 เมตร ยาว 1.50 เมตร สูง 2 เมตร ระหว่างวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2560 – 25 กรกฎาคม 2560 โดยมีรายละเอียดดังตารางแสดงผลข้างล่างนี้

(ก) ลักษณะการติดตั้งเตานึ่งเข้ากับห้องนึ่ง

(ข) สถานที่ที่ติดตั้งเตานึ่งแบบใช้ความร้อน 1 กลับ

(ค) การบริการวิชาการให้แก่ “อิศรฟาร์ม” ด้วยงบประมาณของศูนย์วิจัยและพัฒนาพลังงานสู่ชุมชน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

รูปที่ 12 การทดลองใช้เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ (Single Pass) ร่วมกับ อิศรฟาร์ม ต.นาสัก อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง

ตารางที่ 2 ข้อมูลสภาวะการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ (Single Pass) ณ อิศรฟาร์ม ต.นาสัก อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง

ครั้งที่	ว/ด/ป	จำนวนก้อนเพาะเห็ดที่นึ่งต่อครั้ง (ก้อน)	ระยะเวลาในการนึ่งนับตั้งแต่เกิดไอน้ำ (ชั่วโมง)	จำนวนฟืนที่ใช้นึ่งต่อครั้ง (กิโลกรัม)	จำนวนก้อนเพาะเห็ดที่เสียหลังการนึ่ง (ก้อน)	ค่าใช้จ่ายต่อก้อน (บาท)
1	25 ก.พ.60	1,200	5	110	1	1.3
2	20 มี.ค.60	1,000	4	90	ไม่มี	1.3
3	18 เม.ย.60	500	4	80	ไม่มี	1.5
4	27 พ.ค. 60	500	3	70	5	1.5
5	25 มิ.ย. 60	300	3	65	10	1.7

จากตารางที่ 2 สามารถอภิปรายสภาวะการทำงานของเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ (Single Pass) ว่าสามารถใช้นึ่งก้อนเห็ดได้มากกว่า 500 ก้อน โดยค่าใช้จ่ายต่อก้อนอยู่ที่ 1.3 – 1.5 บาท โดยคำนวณเฉพาะค่าจ้างในการทำก้อนเพาะเห็ดก้อนละ 1 บาท พร้อมค่าฟืนกิโลกรัมละ 3 บาท และควรใช้เวลาในการนึ่งก้อนเพาะเห็ดนับตั้งแต่เกิดไอน้ำไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง

4.3.2 การวิเคราะห์สภาวะการใช้งานที่เหมาะสมของเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 2 กลับ (Double Pass)

จากการเรียนการสอนรายวิชา “แหล่งพลังงานและการแปรรูปพลังงาน” ในปีการศึกษา 1/2559 ที่มีการฝึกปฏิบัติจริงในการประเมินสมรรถนะเตานึ่งเห็ดแบบประหยัดฟืนที่ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานจังหวัดลำปางประจำปีการศึกษางบประมาณ 2558 ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ต.ปงยางคก อ.เมือง จ.ลำปาง ต่อเนื่องจากปีการศึกษา 1/2558 ร่วมกับนายอรุณ ปินใจ ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ต.ปงยางคก อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง เข้ากับห้องนึ่งเห็ดแบบห้องสี่เหลี่ยมแบบก่อปูนซีเมนต์ กว้าง 1.50 เมตร ยาว 1.50 เมตร สูง 2 เมตร ระหว่างวันที่ 18 ตุลาคม 2559 – 4 มกราคม 2560 โดยมีรายละเอียดดังตารางแสดงผลข้างล่างนี้

รูปที่ 13 การทดลองใช้เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 2 กลับ (Double Pass) ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ต.ปงยางคก อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง

ตารางที่ 3 ข้อมูลสภาวะการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 2 กลับ (Double Pass) ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ต.ปงยางคก อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง

ครั้งที่	ว/ด/ป	จำนวนก้อนเพาะเห็ดที่นึ่งต่อครั้ง (ก้อน)	ระยะเวลาในการนึ่งนับตั้งแต่เกิดไอน้ำ (ชั่วโมง)	จำนวนฟืนที่ใช้นึ่งต่อครั้ง (กิโลกรัม)	จำนวนก้อนเพาะเห็ดที่เสียหลังการนึ่ง (ก้อน)	ค่าใช้จ่ายต่อก้อน (บาท)
1	18 ต.ค.59	1,200	6	100	ไม่มี	1.25
2	6 พ.ย.59	1,000	5	60	ไม่มี	1.18
3	10 พ.ย.59	800	4	50	ไม่มี	1.18
4	13 พ.ย.59	800	3	40	15	1.17
5	4 ม.ค. 60	800	3	50	10	1.20

จากตารางที่ 3 สามารถอภิปรายสภาวะการทำงานของเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 2 กลับ (Double Pass) ว่าสามารถใช้นึ่งก้อนเห็ดได้มากกว่า 800 ก้อน โดยค่าใช้จ่ายต่อก้อนอยู่ที่ 1.18 – 1.25 บาท โดยคำนวณเฉพาะค่าจ้างในการทำก้อนเพาะเห็ด ก้อนละ 1 บาท พร้อมค่าฟืนกิโลกรัมละ 3 บาท และควรใช้เวลาในการนึ่งก้อนเพาะเห็ดนับตั้งแต่เกิดไอน้ำ ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง

4.3.3 การวิเคราะห์สภาวะการใช้งานที่เหมาะสมของเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 3 กลับ (Trible Pass)

จากการเข้าร่วมโครงการประกวดสิ่งประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปี 2560 จัดโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับมูลนิธิบัวหลวง ของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน รหัส 58 ต่อเนื่องจากการเรียนการสอนรายวิชา “แหล่งพลังงานและ

การแปรรูปพลังงาน” ในปีการศึกษา 1/2559 นำไปสู่การออกแบบ พัฒนา สร้าง พร้อมติดตั้งเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความ ร้อน 3 กลับ (Trible Pass) ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ต.ปงยางคก อ.เมือง จ.ลำปาง ร่วมกับ นายอรุณ ปินใจ ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เข้ากับห้องนึ่งเห็ดแบบห้องสี่เหลี่ยมแบบก่อปูนซีเมนต์ กว้าง 1.50 เมตร ยาว 1.50 เมตร สูง 2 เมตร จำนวน 2 ห้องนึ่ง ระหว่างวันที่ 23 มกราคม 2560 – 4 มกราคม 2560 โดยมีรายละเอียดดังตารางแสดงผลข้างล่างนี้

รูปที่ 14 การทดลองใช้เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 3 กลับ (Trible Pass) ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ต.ปงยางคก อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง

ตารางที่ 4 ข้อมูลสภาวะการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 3 กลับ (Trible Pass) ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ต.ปงยางคก อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง

ครั้งที่	ว/ด/ป	จำนวนก้อนเพาะเห็ดที่นึ่งต่อครั้ง (ก้อน)	ระยะเวลาในการนึ่งนับตั้งแต่เกิดไอน้ำ (ชั่วโมง)	จำนวนฟืนที่ใช้นึ่งต่อครั้ง (กิโลกรัม)	จำนวนก้อนเพาะเห็ดที่เสียหลังการนึ่ง (ก้อน)	ค่าใช้จ่ายต่อก้อน (บาท)
1	23 ม.ค.60	1,200	5	65	ไม่มี	1.16
2	30 ม.ค.60	2,000	10	120	ไม่มี	1.18
3	1 ก.พ.60	2,000	8	100	ไม่มี	1.15
4	6 ก.พ.60	2,000	6	75	35	1.15
5	18 มี.ค. 60	1,600	6	75	15	1.15

จากตารางที่ 4 สามารถอภิปรายสภาวะการทำงานของเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 3 กลับ (Trible Pass) ว่าสามารถใช้นึ่งก้อนเห็ดได้มากกว่า 1,000 ก้อน โดยค่าใช้จ่ายต่อก้อนอยู่ที่ 1.15

– 1.16 บาท โดยคำนวณเฉพาะค่าจ้างในการทำก้อนเพาะเห็ด ก้อนละ 1 บาท พร้อมค่าฟืนกิโลกรัมละ 3 บาท และควรใช้เวลาในการนึ่งก้อนเพาะเห็ดนับตั้งแต่เกิดไอน้ำ 5-8 ชั่วโมง

4.3.4 การวิเคราะห์สภาวะการใช้งานที่เหมาะสมของเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 3 กลับ (Trible Pass) กับห้องนึ่งเห็ดที่สามารถบรรจุก้อนเห็ดได้ถึง 2,000 ก้อนในครั้งเดียว

การขยายผลด้วยโครงการบริการวิชาการหรือการวิจัยเชิงพื้นที่/การวิจัยอย่างมีส่วนร่วม ภายใต้งานพันธกิจสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัยกับสังคม ในรูปแบบต่างๆตามความถนัดและในด้านที่สถาบันมีความเชี่ยวชาญ ในปีงบประมาณ 2560 ผ่านการจัดการเรียนการสอนรายวิชา แหล่งพลังงานและการแปรรูปพลังงาน ในปีการศึกษา 1/2559 ที่ผ่านมาทางคณะผู้วิจัยได้ดำเนินงานด้านพันธกิจสัมพันธ์กับชุมชน สังคม ด้วยกิจกรรม “การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเห็ดของกลุ่มวิสาหกิจเพาะเห็ดและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ จ.ลำปางด้วยเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อนแบบ 3 กลับ” ภายใต้โครงการ Engagement พันธกิจสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปางกับชุมชน/สังคม เพื่อให้สามารถรองรับพันธกิจของมหาวิทยาลัย ด้วยความมุ่งหวังที่จะเห็นผลต่างของการลดใช้ทั้งปริมาณและมูลค่าพลังงานเทียบกับต้นทุนได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ของกลุ่มวิสาหกิจเพาะเห็ดและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ จ.ลำปาง นำไปสู่การทดลองเก็บข้อมูลการใช้งานเตานึ่งฯที่ต่อเข้ากับห้องนึ่งเห็ดแบบห้องสี่เหลี่ยมแบบก่อปูนซีเมนต์ กว้าง 1.50 เมตร ยาว 4.00 เมตร สูง 2 เมตร จำนวน 1 ห้องนึ่ง ความจุ 2,000 ก้อน ระหว่างวันที่ 2 – 4 กรกฎาคม 2560 โดยมีรายละเอียดดังตารางแสดงผลข้างล่างนี้

ตารางที่ 5 ข้อมูลสภาวะการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 3 กลับ (Trible Pass) ณ กลุ่มวิสาหกิจเพาะเห็ดและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ จ.ลำปาง

ครั้งที่	ว/ด/ป	จำนวนก้อนเพาะเห็ดที่นึ่งต่อครั้ง (ก้อน)	ระยะเวลาในการนึ่งนับตั้งแต่เกิดไอน้ำ (ชั่วโมง)	จำนวนฟืนที่ใช้นึ่งต่อครั้ง (กิโลกรัม)	จำนวนก้อนเพาะเห็ดที่เสียหลังการนึ่ง (ก้อน)	ค่าใช้จ่ายต่อก้อน (บาท)
1	2 ก.ค.60	2,000	4	60	5	1.01
2	3 ก.ค.60	2,000	5	75	ไม่มี	1.01
3	4 ก.ค.60	2,000	6	85	ไม่มี	1.02

จากตารางที่ 5 สามารถอภิปรายสภาวะการทำงานของเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 3 กลับ (Trible Pass) ว่าสามารถใช้นึ่งก้อนเห็ดได้ 2,000 ก้อน โดยค่าใช้จ่ายต่อก้อนประมาณ 1 บาท โดยคำนวณเฉพาะค่าจ้างในการทำก้อนเพาะเห็ด ก้อนละ 1 บาท พร้อมค่าฟืนกิโลกรัมละ 0.5 บาท และควรใช้เวลาในการนึ่งก้อนเพาะเห็ดนับตั้งแต่เกิดไอน้ำเท่ากับ 5 ชั่วโมง

รูปที่ 15 การทดลองใช้เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 3 กลับ (Trible Pass) ณ กลุ่มวิสาหกิจเพาะเห็ดและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ จ.ลำปาง

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและประเมินสภาวะที่เหมาะสมทั้งในเชิงเทคนิคและเชิงเศรษฐศาสตร์ในการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ, แบบใช้ความร้อน 2 กลับ และแบบใช้ความร้อน 3 กลับ สำหรับกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดแบบบรรจุถุงพลาสติกในกรณีนี้จะใช้พื้นที่ศึกษาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลปงยางคก อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง ซึ่งการหาสภาวะการทำงานนั้นมีความแตกต่างกันทั้งรูปแบบของห้องนึ่งก้อนเห็ดและจำนวนก้อนเห็ดที่นึ่งต่อครั้ง ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณพลังงานความร้อนที่ใช้ในกระบวนการผลิตและจำนวนก้อนเพาะเห็ดที่เสียหลังจากการนึ่ง ต้องไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนก้อนเพาะเห็ดที่นึ่งแต่ละครั้ง พบว่า

สภาวะการทำงานที่เหมาะสมของเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ (Single Pass) ว่าสามารถใช้นึ่งก้อนเห็ดได้มากกว่า 500 ก้อน โดยค่าใช้จ่ายต่อก้อนอยู่ที่ 1.3 – 1.5 บาท โดยคำนวณเฉพาะค่าจ้างในการทำก้อนเพาะเห็ด ก้อนละ 1 บาท พร้อมค่าฟืนกิโลกรัมละ 3 บาท และควรใช้เวลาในการนึ่งก้อนเพาะเห็ดนับตั้งแต่เกิดไอน้ำ ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง ในขณะที่สภาวะการทำงานที่เหมะสมของเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 2 กลับ (Double Pass) ใช้นึ่งก้อนเห็ดได้มากกว่า 800 ก้อน โดยค่าใช้จ่ายต่อก้อนอยู่ที่ 1.18 – 1.25 บาท โดยคำนวณเฉพาะค่าจ้างในการทำก้อนเพาะเห็ด ก้อนละ 1 บาท พร้อมค่าฟืนกิโลกรัมละ 3 บาท และควรใช้เวลาในการนึ่งก้อนเพาะเห็ดนับตั้งแต่เกิดไอน้ำไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง และสภาวะการทำงานที่เหมาะสมของเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 3 กลับ (Trible Pass) ใช้นึ่งก้อนเห็ดได้มากกว่า 1,000 ก้อน โดยค่าใช้จ่ายต่อก้อนอยู่ที่ 1.15 – 1.16 บาท โดยคำนวณเฉพาะค่าจ้างในการทำก้อนเพาะเห็ด ก้อนละ 1 บาท พร้อมค่าฟืนกิโลกรัมละ 3 บาท และควรใช้เวลาในการนึ่งก้อนเพาะเห็ดนับตั้งแต่เกิดไอน้ำ 5-8 ชั่วโมง

ปัญหาและอุปสรรค

ระยะเวลาในการประเมินประสิทธิภาพมีจำกัดเนื่องจากเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อนแบบต่างๆได้ติดตั้งและใช้งานจริงในกลุ่มวิสาหกิจต่างๆ จึงทำให้การทดลองทำได้แค่ 3 ซ้ำ คณะผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องเร่งการเก็บข้อมูลให้แล้วเสร็จ ตามช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลการใช้งานจริงของกลุ่มวิสาหกิจฯ

แนวทางแก้ไข

ควรทำการสร้างเครื่องต้นแบบเตานึ่งก้อนเห็ดทั้ง 3 แบบ เพื่อทดลองเก็บข้อมูลในประเด็นที่ต้องการเพิ่มเติมในลำดับต่อไป

เอกสารอ้างอิง

บ้านไร่นันทิกานต์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.kasetporpeang.com/forums/index.php?topic=53448.16. (16 ธันวาคม 2554).

ศูนย์เรียนรู้บ้านเห็ด. [ระบบออน์ไลน์]. แหล่งที่มา: http://banhed111.blogspot.com. (20 พฤศจิกายน 2555).

บัญชา ใต้ศรีโครต ประสพสุข สร้อยทอง และ ธราธิป ภู่ระหงษ์. (2557),การออกแบบและประสิทธิภาพเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ด, การประชุมวิชาการ อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 7, 6 พ.ค. 2557 รวิภา ยงประยูร. (2557),เทคโนโลยีการแปรรูปพลังงานทดแทนและการประยุกต์ใช้งานที่เหมาะสม ,บริษัท สำนักพิมพ์ท๊อป จำกัด, กรุงเทพฯ

วีระวัฒน์ ศรีชา นุชิดา สุวแพทย์ และ โสภา แคนสี. (2557), การพัฒนาหม้อผลิตหม้อไอน้ำโดยใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงสำหรับนึ่งเชื้อก้อนเห็ด การประชุมวิชาการ มหาสารคามวิจัยครั้งที่ 10, 11-12 กันยายน 2557

รวิภา ยงประยูร วราคม วงศ์ชัย และ อดิศร ถมยา. (2558), การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการใช้พลังงานของระบบเตานึ่งประหยัดพลังงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง, รายงานการวิจัยงบประมาณ 2558, คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ณัฐนันท์ นาโพธิ์ตอง ชนะพล จันทร์ปัญญา นิธิพัฒน์ ตลึงจิตร ปฏิพัฒน์ ยอดดี ภูพิพัฒน์ มาเมือง ธิดารักษ์ ปู่ย่า พิสมัย สุทธิโวหาร และ สุจินต์ แซ่ใจ. (2559), การพัฒนาสมรรถนะระบบนึ่งเห็ดแบบประหยัดฟืน, ข้อเสนอโครงการสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมสายอุดมศึกษา ประจำปี 2559, มหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ 2559 (Thailand Research Expo 2016), 18 – 20 สิงหาคม 2559

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1

เอกสารรับรองการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์
งานวิจัยเรื่อง การประเมินสภาวะที่เหมาะสมในการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ 2 กลับ และ 3 กลับ สำหรับกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดแบบก้อนในจังหวัดลำปาง

เอกสารรับรองการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

งานวิจัยเรื่อง การประเมินสภาวะที่เหมาะสมในการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ , 2 กลับ และ 3 กลับ สำหรับกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดแบบก้อนในจังหวัดลำปาง

1. หน่วยงาน/บุคลากรในหน่วยงานของท่านได้นำผลงานวิจัยข้างต้นไปใช้ประโยชน์ในประเด็นใด

( ) 1. การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

( ) 2. การใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(✓) 3. การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

การออกแบบและพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ "เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ" ภายใต้งานวิจัย เรื่อง การประเมินสภาวะที่เหมาะสมในการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ , 2 กลับ และ 3 กลับ สำหรับกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดแบบก้อนในจังหวัดลำปาง นำไปสู่การเพาะเห็ดที่มีคุณภาพลดอัตราเสี่ยงในการเกิดราเขียวด้วยไอน้ำที่ผลิตได้จากเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ ซึ่งถูกติดตั้งและนำมาใช้ประโยชน์ ณ อิศรฟาร์ม เครือข่ายกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดของกลุ่มวิสาหกิจเพาะเห็ดบ้านเวียงหงส์ ต.นาสัก อ.แม่เมาะ ลำปาง ตั้งแต่ 11 กุมภาพันธ์ 2560 ถึงปัจจุบัน

(.....)

ผู้ให้ข้อมูล

ตำแหน่ง ประธานกลุ่มเห็ดบ้านเวียงหงส์

วันที่ให้ข้อมูล 17 มี.ค. 60

ภาคผนวกที่ 2

สำเนาบันทึกข้อตกลงความร่วมมือ
โครงการ “การประเมินสภาวะที่เหมาะสมในการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ , 2 กลับ และ 3 กลับ สำหรับกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดแบบก้อนในจังหวัดลำปาง” ระหว่าง กลุ่มเพาะและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ กับ
สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

บันทึกข้อตกลงความร่วมมือ

โครงการ "การประเมินสภาวะที่เหมาะสมในการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ , 2 กลับ และ 3 กลับ สำหรับกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดแบบก้อนในจังหวัดลำปาง"

บันทึกข้อตกลงความร่วมมือฉบับนี้ทำขึ้นระหว่าง กลุ่มเพาะและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ ตั้งอยู่ที่เลขที่ 72 หมู่ 3 ตำบลสันดอนแก้ว อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง 52150 และ สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ตั้งอยู่ที่ 119 หมู่ 9 ถนน ลำปาง-แม่ทะ ตำบลชมพู อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52100 เนื่องด้วยหน่วยงานทั้งสองตระหนักดีว่าการเร่งส่งเสริมและสนับสนุนให้หน่วยงานและนักวิจัยผลิตผลงานวิจัย องค์ความรู้ นวัตกรรม และเทคโนโลยีจากงานวิจัยในรูปแบบสหวิทยาการและบูรณาการความร่วมมือจากหลายหน่วยงาน เพื่อมุ่งเป้าสนองตอบต่อเป้าหมายการพัฒนาประเทศและภารกิจของหน่วยงาน ด้วยการส่งเสริมกลไกและกิจกรรมการนำกระบวนการวิจัย ผลงานวิจัย องค์ความรู้ นวัตกรรม และเทคโนโลยีจากงานวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม โดยความร่วมมือของภาคส่วนต่าง ๆ เป็นสิ่งจำเป็นเร่งด่วน

ในการนี้ กลุ่มเพาะและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ และ สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง มีเจตนารมณ์บูรณาการดำเนินการร่วมกันในการสนับสนุนกิจกรรมภายใต้โครงการ "การประเมินสภาวะที่เหมาะสมในการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ , 2 กลับ และ 3 กลับ สำหรับกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดแบบก้อนในจังหวัดลำปาง" โดยมีสาระดังนี้

<u>วัตถุประสงค์ของความร่วมมือ</u>

1. สนับสนุนและส่งเสริมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับโครงการ "การประเมินสภาวะที่เหมาะสมในการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ , 2 กลับ และ 3 กลับ สำหรับกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดแบบก้อนในจังหวัดลำปาง"
2. สนับสนุน ส่งเสริมกระบวนการและบุคลากรในการถ่ายทอดองค์ความรู้ เพื่อผลักดันให้มีความเข้าใจและมีทักษะในการใช้งานเทคโนโลยีภายใต้ โครงการ "การประเมินสภาวะที่เหมาะสมในการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ , 2 กลับ และ 3 กลับ สำหรับกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดแบบก้อนในจังหวัดลำปาง"

<u>การดำเนินงานเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของความร่วมมือ</u>

1. กลุ่มเพาะและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ และ สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จะร่วมมือกันผลักดันให้มีการดำเนินงานในการบรรลุวัตถุประสงค์ ข้อ 1-2 ของกรอบแห่งข้อตกลงความร่วมมือฉบับนี้
2. กลุ่มเพาะและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ สนับสนุนและอำนวยความสะดวกทั้งด้านงบประมาณและการประสานงานพื้นที่ที่ติดตั้ง ข้อมูลของโครงการ และส่วนร่วมสังเกตการณ์ในการจัดกิจกรรมภายใต้โครงการ "การประเมินสภาวะที่เหมาะสมในการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ , 2 กลับ และ 3 กลับ สำหรับกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดแบบก้อนในจังหวัดลำปาง"

3. สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง สนับสนุนทางเทคนิค วิชาการ งบประมาณและความรู้ด้านเทคโนโลยีพลังงานแก่กลุ่มภายใต้โครงการ "การประเมินสภาวะที่เหมาะสมในการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ , 2 กลับ และ 3 กลับ สำหรับกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดแบบก้อนในจังหวัดลำปาง"เป็นระยะเวลา 3 ปี

<u>การลงนามความร่วมมือ</u>

บันทึกข้อตกลงนี้ทำขึ้นเป็น 2 ฉบับ มีข้อความถูกต้องตรงกัน โดยรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถแก้ไขปรับปรุงได้ โดยต้องได้รับความยินยอมจากทั้งสองฝ่าย ทั้งนี้ กลุ่มเพาะและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ และสาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ได้อ่านและเข้าใจข้อความโดยละเอียดและเห็นตรงตามเจตนารมณ์ทุกประการ จึงได้ลงลายมือชื่อพร้อมทั้งประทับตราสำคัญผูกพันนิติบุคคล (ถ้ามี) ไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยานของแต่ละฝ่ายต่างยึดถือไว้ฝ่ายละหนึ่งฉบับ

ลงนาม ณ วันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2560

ลงชื่อ.....	ลงชื่อ.....
(นางณัฐกานต์ วรรณทัศน์)	(นายวราคม วงศ์ชัย)
ประธาน	ประธานสาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน
กลุ่มเพาะและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ลงชื่อ.....พยาน	ลงชื่อ.....พยาน
(ร.ต. ศิริชัย ใจดีมั่น)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รวิภา ยงประยูร)
กลุ่มเพาะและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ	สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน
	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ภาคผนวกที่ 3

สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 3 กลับ จาก
งานวิจัยของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รวิภา ยงประยูร
ของ กลุ่มส่งเสริมอาชีพเศรษฐกิจพอเพียงบ้านโป่ง
ตำบลบ้านโป่ง อำเภองาว จังหวัดลำปาง

มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
รับเลขที่ ๓๙๔๙
วันที่ ๑๙ ก.ค. ๖๐
เวลา ๐๙:๒๗ น.

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
เลขที่รับ 1091
วันที่ 19 ก.ค. 2560 เวลา ..... น.

กลุ่มส่งเสริมอาชีพเศรษฐกิจพอเพียงบ้านโป่ง
เลขที่ 115/1 หมู่4 ตำบลบ้านโป่ง
อำเภองาว จังหวัดลำปาง 52110

วันที่ 14 กรกฎาคม 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 3 กลับ จากงานวิจัยของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รวิภา ยงประยูร

เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ตามที่กลุ่มส่งเสริมอาชีพเศรษฐกิจพอเพียงบ้านโป่ง ได้เข้าร่วมศึกษาดูงานภายใต้กิจกรรมโครงการ Engagement พันธกิจสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปางกับชุมชน/สังคม ณ กลุ่มเพาะและแปรรูปเห็ดบ้านสวนแม่ทะ (เห็ดครูกานต์) ในวันที่ 1 กรกฎาคม 2560 ที่ผ่านมา ทางกลุ่มมีความสนใจที่จะนำเอาเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 3 กลับ จากงานวิจัยของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รวิภา ยงประยูร มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเห็ดในกลุ่ม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 3 กลับ จำนวน 1 เครื่อง จากหน่วยงานของท่าน หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับการตอบรับในการอนุเคราะห์และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

(นางสุธีรา อินแถลง)
ประธานกลุ่มฯ

เรียน อธิการบดี
๑. ส่งต่อเรื่องขอความอนุเคราะห์เตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 3 กลับ
๒. เห็นควรมอบ ผศ.ดร.รวิภา ยงประยูร
- เพื่อโปรดพิจารณา
รัฐ
18 ก.ค. 2560

นางสุธีรา อินแถลง: 093-0151802

- มอบ ผศ.ดร. รวิภา ยงประยูร ดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป และ สวพ. ทราบ
๑๙ ก.ค. ๖๐

แจ้ง ผศ.ดร. รวิภ
ก. ๑๙ ก.ค. ๖๐

เรียน อธิการบดี
- เพื่อโปรดทราบ และ
๑๙ ก.ค. ๖๐

ภาคผนวกที่ 4

สำเนาหนังสือตอบรับการนำเสนอผลงานวิจัยในงานประชุมสัมมนาวิชาการ รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่ง ประเทศไทย ครั้งที่ 10

ที่ ศธ 64.28/ว 0065

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง
ต.บ้านพร้าว อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง

24 ตุลาคม 2560

เรื่อง การตอบรับการนำเสนอผลงานวิจัยในงานประชุมสัมมนาวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10

เรียน นางสาวรวิภา ยงประยูร

ตามที่ท่านได้ลงทะเบียน เข้าร่วมงานประชุมสัมมนาวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10 ระหว่างวันที่ 29-30 พฤศจิกายน 2560 และวันที่ 1 ธันวาคม 2560 บัดนี้ คณะกรรมการฝ่ายวิชาการฯ ได้พิจารณาผลงานวิจัยของท่านเรียบร้อยแล้ว และขอแจ้งให้ทราบว่าผลงานของท่าน **เรื่อง การประเมินสภาวะที่เหมาะสมในการใช้งานเตานึ่งก้อนเห็ดแบบใช้ความร้อน 1 กลับ , 2 กลับ และ 3 กลับ สำหรับกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดแบบก้อนในจังหวัดลำปาง** ได้รับการพิจารณาให้นำเสนอ **ภาคบรรยาย** ทั้งนี้ ขอให้ท่านยืนยัน การเข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัย ตามแบบฟอร์ม ที่กำหนด และปรับแก้บทความตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ และจัดพิมพ์ให้ถูกต้อง ตามรูปแบบการประชุมวิชาการฯ กำหนด และจัดส่งเอกสาร มายังการจัดประชุมวิชาการฯ ทาง E-mail : trec10th@gmail.com **ภายในวันที่ 3 พฤศจิกายน 2560** สำหรับช่วงเวลานำเสนอผลงานวิจัย ท่านสามารถตรวจสอบได้ที่เว็บไซต์งานประชุมฯ ตั้งแต่วันที่ 7 พฤศจิกายน 2560 เป็นต้นไป

จึงเรียนมาเพื่อทราบและดำเนินการ

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.นันทพันธ์ นภัทรานันทน์)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ ปฏิบัติหน้าที่แทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยทักษิณ

หมายเหตุ : กรุณาส่งแบบยืนยันให้เสร็จสิ้นภายในวันที่ **ภายในวันที่ 3 พฤศจิกายน 2560** หากพ้นกำหนดเวลาดังกล่าวฝ่ายวิชาการฯ จะขอถือว่าท่านสละสิทธิ์การเข้าร่วมประชุมไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น