Agricultural Sci. J. 44 : 3 (Suppl.) : 490-493 (2013) ว. วิทย. กษ. 44 : 3 (พิเศษ) : 490-493 (2556)

ผลปัจจัยที่มีผลต่อความสม่ำเสมอของอุณหภูมิและความเร็วของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

Factor Affecting Temperature and Velocity of Air Distribution Inside a Greenhouse Solar Dryer Having Triangle Roof Type

ประทีป ตุ้มทอง[1] และ ประพันธ์พงษ์ สมศิลา[1]
Prateep Toomthong[1] and Praphanpong Somsila[1]

Abstract

Triangle roof type of greenhouse solar dryer to preserve agriculture products had the advantage of low investment cost and easy to build. However, the problems of temperature distribute and air ventilation. Triangle root structure was uneven temperature and air distribution. The aim of this research is to study factors affecting temperature and velocity of air inside the greenhouse solar dryer with triangle roof type. The influence of aspect ratio between inlet and outlet area 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 was investigated. Good temperature distribution and air circulation inside the greenhouse solar dryer occurred at the aspect ratio of 2.0. The average temperature and velocity inside greenhouse solar dryer found to be 48 °C and 0.15 m/s, respectively. Furthermore, the temperature distribution and air circulation inside the greenhouse solar dryer was influenced by the increase of heat flux.

Keywords: Greenhouse solar dyer, triangle roof, aspect ratio between inlet and outlet area

บทคัดย่อ

โรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่วเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของโรงเรือนอบแห้งที่มีต้นทุนในการสร้างค่อนข้างต่ำและโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน จึงเป็นที่นิยมของเกษตรกรโดยทั่วไป แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ การกระจายอุณหภูมิและการไหลเวียนของอากาศที่ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งปัญหาดังกล่าวถือเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการอบแห้งมีคุณภาพต่ำ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปัจจัยที่มีต่อความสม่ำเสมอของอุณหภูมิและความเร็วของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ผลจากการทดลอง สำหรับปัจจัยที่ศึกษา คือ อัตราส่วนสมมูลระหว่างพื้นที่ทางเข้าและทางออกของโรงเรือนอบแห้ง 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 ตามลำดับ โดยผนังและหลังคาของโรงเรือนอบแห้งทำจากเมททัลชีท ผลจากการศึกษา พบว่า ที่อัตราส่วนสมมูลระหว่างพื้นที่ทางเข้าและทางออก 2.0 จะทำให้อุณหภูมิและความเร็วของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยมมีความสม่ำเสมอและปริมาณสูงที่สุด ซึ่งมีอุณหภูมิและความเร็วเฉลี่ยของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งเท่ากับ 48 °C และ 0.15 m/s ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบอีกว่า การเพิ่มขึ้นของ ฟลักซ์ความร้อนจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและความเร็วของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยมได้อีกเช่นกัน

คำสำคัญ: โรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ หลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยม อัตราส่วนสมมูลระหว่างพื้นที่ทางเข้าและทางออก

คำนำ

โรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยม เป็นชนิดที่เกษตรกรมีการใช้งานในปริมาณมาก เนื่องจากโครงสร้างของโรงเรือนไม่ซับซ้อน ง่ายในการก่อสร้าง และมีราคาไม่แพงมากนัก แต่พบว่าการออกแบบและสร้างโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยมของเกษตรกรในขนาดต่างๆ นั้นไม่ได้คำนึงถึงผลลักษณะการไหลเวียนและการกระจายอุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือนเท่าที่ควร จึงส่งผลทำให้ได้ผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งมีคุณภาพค่อนข้างต่ำ ประกอบกับไม่สามารถขายได้ในราคาที่สูง ที่ผ่านมามีนักวิจัยได้ทำการศึกษางานด้านที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น สุรจิตร์ และคณะ (2552); ปรีดิ์เปรม (2554); ณัฐพลศรี (2548) และ เสริม (2547) จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าไม่มีการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสม่ำเสมอของอุณหภูมิและความเร็วของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสม่ำเสมอของอุณหภูมิและความเร็วของ

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ สุรินทร์
[1]Department of Mechanical Engineering, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Surin campus, Surin

อากาศภายในโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว เพื่อนำผลที่ได้ไปพัฒนาโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งจะเป็นการศึกษาในลำดับถัดไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. โรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยม

Figure 1 แสดงโครงสร้างของโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ซึ่งมีขนาด 1x1.3x1.5 m^3 หุ้มด้วยเมทอลชีท ตัวโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบจั่วหลังทำมุมประมาณ 20°

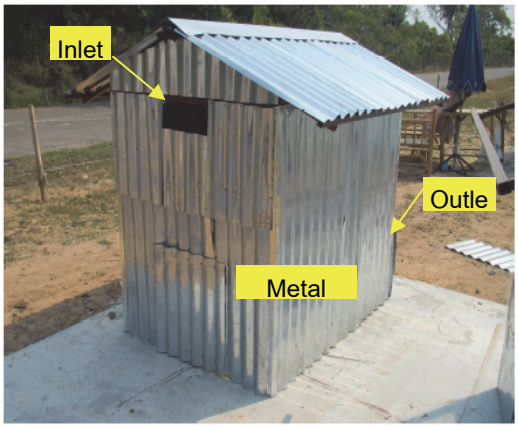

Figure 1 Experimental set up of greenhouse solar dryer with triangle roof type

2. เครื่องมือวัด

ชุดอุปกรณ์การวัดอุณหภูมิและความเร็วอากาศที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย เครื่องบันทึกอุณหภูมิ (data logger) ยี่ห้อ Graphtec รุ่น GL820 ที่มีค่าความถูกต้อง ±1°C มีช่องสัญญาณที่ใช้เพื่อติดตั้งสาย Thermocouple type K จำนวน 20 ช่องสัญญาณ ใช้ในการวัดอุณหภูมิของอากาศที่ตำแหน่งต่างๆ ของโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ส่วน Hot wire anemometer ยี่ห้อ Testo รุ่น 425 ที่มีค่าความถูกต้อง ±0.01 m/s ใช้ในการวัดความเร็วของอากาศที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในโรงเรือนอบแห้ง และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าฟลักซ์ความร้อนคือ Solar integrator ยี่ห้อ TES รุ่น 1333 โดยใช้วัดปริมาณฟลักซ์ความร้อนที่ตกกระทบในแนวตั้งฉากกับทิศทางของแสงบนหลังคาโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

สำหรับอัตราส่วนสมมูล (Aspect ratio) คำนวณได้จาก ขนาดของพื้นที่ทางเข้าของอากาศหารด้วยขนาดของพื้นที่ทางออกของอากาศ ดังสมการที่ 1 และขนาดที่ใช้ในการศึกษาดังแสดงใน Table 1

$$Aspect\ ratio = \frac{Inlet\ area}{Outlet\ area} \quad (1)$$

Table 1 Aspect ratios used in the experiment

Aspect ratio	0.50		1.00		1.50		2.00	
	wide (m)	long (m)	wide (m)	long (m)	wide (m)	long (m)	wide (m)	long (m)
Inlet	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2
Outlet	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.15	0.1	0.2

การทดลองจะบันทึกอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ ของโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ทุก 10 วินาที เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เริ่มที่เวลา 08.00 น. ถึง 17.00 น. โดยใช้เครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Data logger) มีช่องสัญญาณที่ใช้เพื่อติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิล จำนวน 20 ช่องสัญญาณ และบันทึกผลความเร็วของอากาศที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว โดยวัดทุก 1 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องวัดความเร็วของอากาศ (Hot wire anemometer) วัดความเร็วของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่ตำแหน่งต่างๆ

ผลการดำเนินงานวิจัย

1. ผลของอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

ผลของอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ ในแต่ละอัตราส่วนสมมูลที่ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 ดังแสดงใน Figure 2 – 5 ตามลำดับ พบว่า ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแต่ละตำแหน่งขึ้นอยู่กับช่วงเวลา ดังจะพบว่า ในช่วงเช้าจะมีค่าอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ และหลังเที่ยงจะมีอุณหภูมิค่อนข้างสูงในทุกอัตราส่วนสมมูล นอกจากนั้นยังพบอีกว่า ที่อัตราส่วนสมมูล 2.0 จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงเรือนสูงที่สุดเท่ากับ 48°C และยังพบอีกว่า อุณหภูมิภายในโรงเรือนมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันในทุกๆ พื้นที่ รองลงมาคือ อัตราส่วนสมมูล 1.5, 1.0 และ 0.5 ตามลำดับ

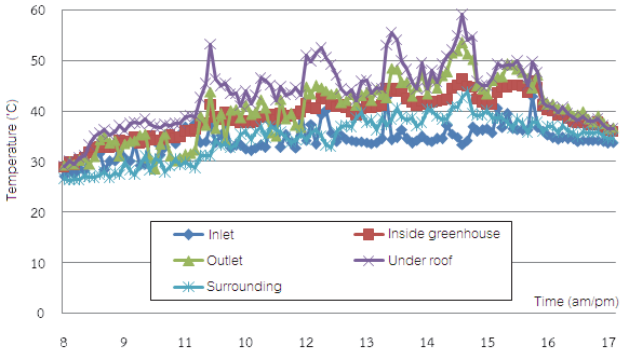

Figure 2 Temperature distribution inside the greenhouse at 0.5 aspect ratio

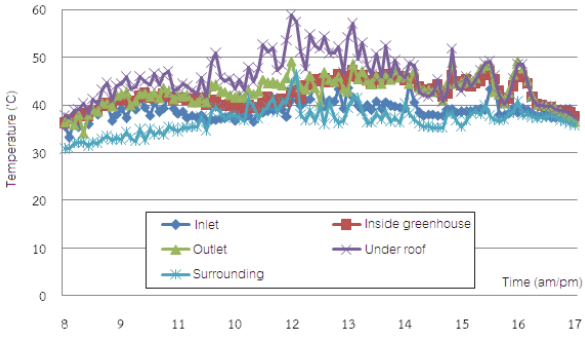

Figure 3 Temperature distribution inside the greenhouse at 1.0 aspect ratio

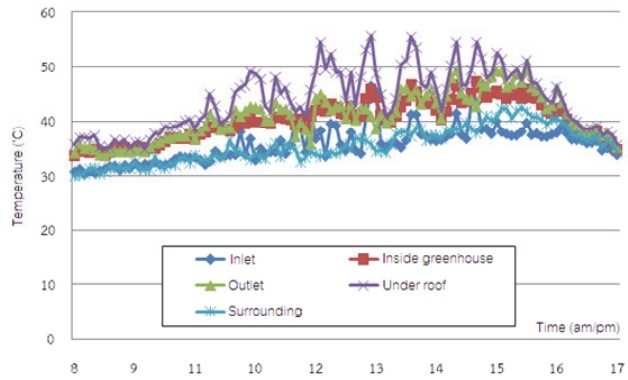

Figure 4 Temperature distribution inside the greenhouse at 1.5 aspect ratio

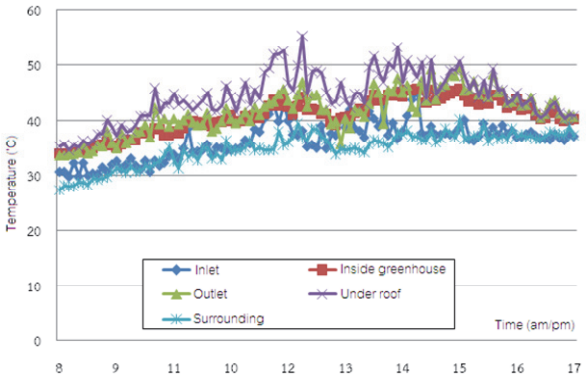

Figure 5 Temperature distribution inside the greenhouse at 2.0 aspect ratio

2. ผลของความเร็วของอากาศที่ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

ผลของความเร็วที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่อัตราส่วนสมมูล 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 ดังแสดงใน Figure 6 – 9 ตามลำดับ พบว่า ที่อัตราส่วนสมมูล 2.0 จะมีความเร็วเฉลี่ยที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในโรงเรือนที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน และมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.15 m/s รองลงมาคือ ที่อัตราส่วนสมมูล 1.5, 1.0 และ 0.5 ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบอีกว่า ความเร็วของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่วจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อฟลักซ์ความร้อนของแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้น

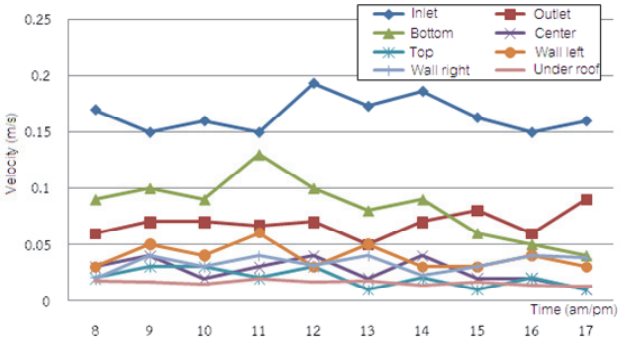

Figure 6 Velocity distribution inside the greenhouse at 0.5 aspect ratio

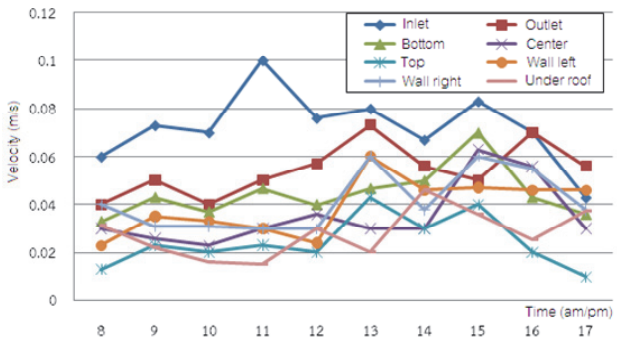

Figure 7 Velocity distribution inside the greenhouse at 1.0 aspect ratio

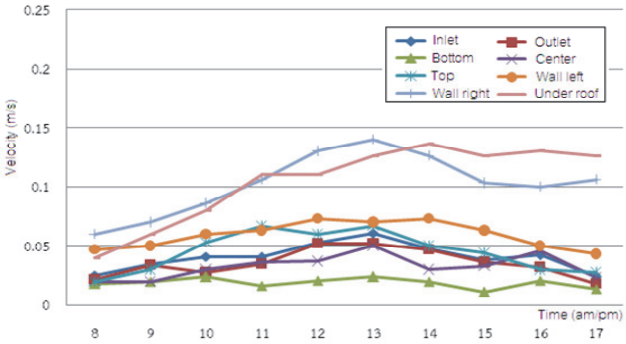

Figure 8 Velocity distribution inside the greenhouse at 1.5 aspect ratio

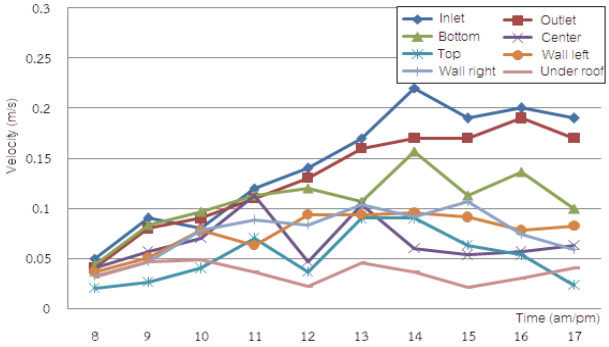

Figure 9 Velocity distribution inside the greenhouse at 2.0 aspect ratio

วิจารณ์ผล

ผลจากการศึกษาผลของอัตราส่วนสมมูลที่มีต่อการกระจายอุณหภูมิและการไหลเวียนของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว สามารถแสดงในเห็นว่า ที่อัตราส่วนสมมูล 2.0 จะทำให้มีการกระจายอุณหภูมิและความเร็วของอากาศภายในโรงเรือนได้ดีที่สุด เนื่องจากพื้นที่ทางเข้าจะมีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ทางออก 2 เท่า เมื่อเกิดความแตกต่างของความหนาแน่นของอากาศขึ้นภายในโรงเรือนอบแห้ง จึงส่งผลทำให้เกิดการเหนี่ยวนำอากาศ (Induce) ที่บริเวณทางเข้าได้ในปริมาณมาก ประกอบกับขนาดพื้นที่ทางออกที่มีความเหมาะสม นอกจากนั้นยังพบอีกว่าการเพิ่มขึ้นของฟลักซ์ความร้อนของแสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้น จะทำให้การกระจายอุณหภูมิและการไหลเวียนของอากาศภายในโรงเรือนได้ดี เนื่องจากผลของความแตกต่างของความหนาแน่นของอากาศมากขึ้น แรงลอยตัวที่เป็นการไหลเวียนอากาศแบบธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น ประกอบกับแรงเหนี่ยวนำอากาศบริเวณทางเข้าสูงขึ้น และจากการศึกษายังพบอีกว่า ลักษณะของหลังคาชนิดสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีข้อเสียนั้นคือ การหมุนวนแบบปั่นป่วนของอากาศบริเวณใต้จั่วสามเหลี่ยมที่เหนือทางออกของอากาศขึ้นไป เนื่องจากมวลอากาศที่น้อยจะลอยตัวสู่ด้านบนสุด แต่ตำแหน่งของทางออกต่ำกว่าบริเวณดังกล่าว จึงส่งผลทำให้เกิดปริมาณการกระจายอุณหภูมิและความเร็วของอากาศที่ด้อยลง ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะนำไปศึกษาในลำดับถัดไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาเขตสุรินทร์ ที่สนับสนุนทุนและอุปกรณ์ในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ณัฐพลศรี สิทธิโภคกุล. 2548. การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอบแห้งเครื่องเทศและสมุนไพร, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล. 2554. โรงอบยางแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.live-rubber.com/para-rubber-articles/51-para-rubber/200-2008. (1 มีนาคม 2554).

สุรจิตร์ พระเมือง. 2552. โรงอบแห้งยางพาราพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดเรือนกระจก. ภาควิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

เสริม จันทร์ฉาย. 2547. การพัฒนาสาธิตและการเผยแผ่เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับผลิตผลทางการเกษตร, กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานร่วมกับภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.