Agricultural Sci. J. 43 : 3 (Suppl.) : 256-259 (2012) ว. วิทย. กษ. 43 : 3 (พิเศษ) : 256-259 (2555)

ผลของอัตราส่วนสมมูลระหว่างพื้นที่ทางเข้ากับทางออกที่มีต่อการไหลเวียนและอุณหภูมิของอากาศภายในเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์

Affect of Aspect Ratio Between Inlet and Outlet Area to Air Circulate and Temperature Scatter Inside Solar Dryer

ประพันธ์พงษ์ สมศิลา[1] อำไพศักดิ์ ทีบุญมา[2] ปรเมนทร์ มาลีหวล[1] ธนกร หอมจำปา[1] และ ประทีป ตุ้มทอง[1]
Praphanpong Somsila[1], Umphisak Teeboonma[2], Poramain Maleehuan[1], Thanakorn Homjumpa[1] and Prateep Tumtong[1]

Abstract

Solar dryer is now gaining popularity among farmers due to its low capital and operating cost. In Thailand the average solar energy per unit area is 18 – 21 MJ/m^2.day which is more show enough for drying agricultural products. However, common problem found in solar dryer is the inefficient air flow and non uniform temperature distribution. Therefore, the aim of this research is to study the effect of aspect ratio between inlet and outlet areas on air circulation and temperature distribution inside the solar dryer. The aspect ratio 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 with heat flux of 400, 600 and 800 W/m^2 were investigated. The result showed that the maximum air ventilation efficiency was 61.99 % at aspect ratio of 2.0 and 800 W/m^2 heat fluxes and next below 60.01 % at aspect ratio of 1.5 and 800 W/m^2 heat fluxes. The benefit of this research were increased solar drying efficiency, made the high quality of product and sold price, increase the life quality of agriculturist and increase fraction of renewable energy used.

Keywords: solar dryer, aspect ratio, heat flux

บทคัดย่อ

วิธีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ถือว่ากำลังได้รับความนิยมจากเกษตรกรเป็นจำนวนมาก นั้นคือ การอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นวิธีที่มีต้นทุนไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับการอบแห้งด้วยวิธีอื่น นอกจากนี้ยังพบอีกว่าการอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่ของประเทศไทย เนื่องจากปริมาณความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 18 – 21 MJ/m^2.day แต่การไหลเวียนและอุณหภูมิของอากาศภายในเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ที่ไม่มีความสม่ำเสมอถือเป็นปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งที่ต้องการการแก้ไข ปัญหาดังกล่าวถือเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการอบแห้งมีคุณภาพต่ำ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอัตราส่วนสมมูลระหว่างพื้นที่ทางเข้าและทางออกที่มีต่อการไหลเวียนและอุณหภูมิของอากาศภายในเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง โดยปัจจัยที่ศึกษา คืออัตราส่วนสมมูล 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 และฟลักซ์ความร้อน 400, 600, และ 800 W/m^2 ตามลำดับ ผลจากการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพการไหลเวียนอากาศมากที่สุดเท่ากับ 61.99 % ที่อัตราส่วนสมมูล 2.0 ฟลักซ์ความร้อน 800 W/m^2 รองลงมาคือ 60.01 % ที่อัตราส่วนสมมูล 1.5 ฟลักซ์ความร้อน 800 W/m^2 สำหรับประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัยนี้คือกระบวนการอบแห้งจะมีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้น ส่งผลทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ สามารถขายได้ในราคาที่สูง คุณภาพชีวิตของเกษตรกรมีความเป็นอยู่ดีขึ้น รวมทั้งยังเป็นการเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนเพื่อลดการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ของประเทศได้อีกเช่นกัน

คำสำคัญ: เครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ อัตราส่วนสมมูล ฟลักซ์ความร้อน

คำนำ

ปัจจุบันมีผลผลิตทางการเกษตรออกสู่ตลาดจำนวนมาก เนื่องจากมีการส่งเสริมการผลิตจากหลาย ๆ หน่วยงาน ทำให้เกิดปัญหาผลผลิตทางการเกษตรมีมากเกินความต้องการของตลาด ส่งผลให้ราคาผลผลิตค่อนข้างต่ำและบางส่วนจำหน่ายไม่ทันจึงเกิดการเน่าเสีย การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรโดยการอบแห้งจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาเหล่านี้ได้

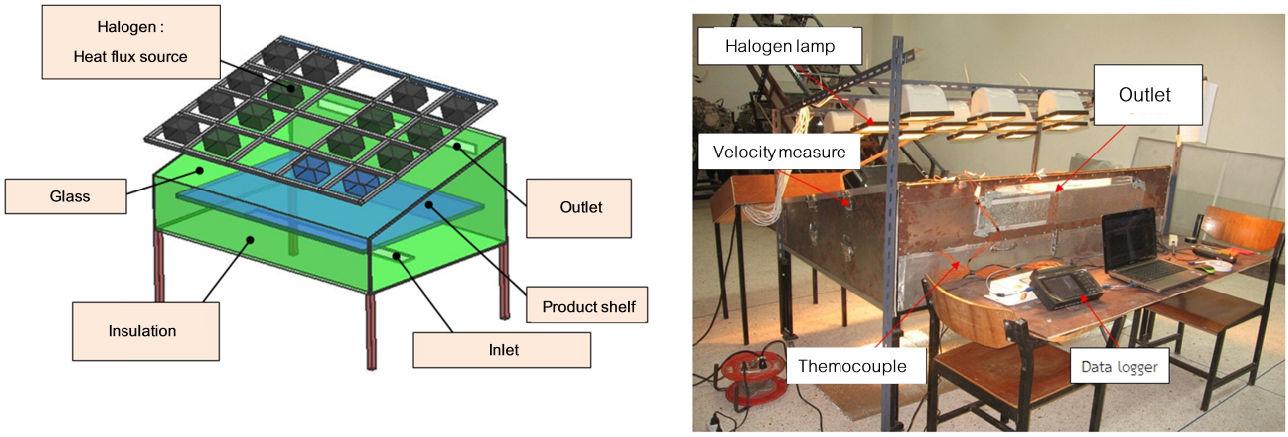
[1] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ สุรินทร์ 32000
[1] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Surin campus, Surin 32000
[2] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190
[2] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Ubonratchathani University, Ubonratchathani 34190

เครื่องอบแห้งจึงเริ่มเข้ามามีบทบาทอย่างมาก แต่เครื่องอบแห้งที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะเป็นเครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานเชิงพาณิชย์เป็นส่วนใหญ่ เช่น แก๊สหุงต้ม ไฟฟ้า หรือน้ำมัน เป็นต้น ซึ่งพลังงานเหล่านี้มีต้นทุนสูง การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการอบแห้งสามารถทำได้หลายแบบ เช่น การตากแดดโดยตรง เป็นวิธีที่ง่ายไม่ซับซ้อน แต่มักจะเกิดปัญหาในเรื่องของฝุ่นละออง แมลง และเชื้อรา ที่ผ่านมาได้มีนักวิจัยที่ทำการศึกษาด้วยกันหลายท่าน อาทิเช่น Krokida *et al*. (2003); Li *et al*. (2006); ชาตรี และคณะ (2550) จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าไม่มีการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการไหลเวียนอากาศภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ เพื่อใช้ในการออกแบบ สร้างเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ที่มีสมรรถนะสูง ซึ่งปัจจัยที่ศึกษาดังกล่าวคือ ผลของอัตราส่วนสมมูลระหว่างพื้นที่ทางเข้ากับทางออกของเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

1. อุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัย

Figure 1 แสดงชุดทดลองเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ซึ่งประกอบด้วย ชุดแหล่งกำเนิดฟลักซ์ความร้อน ชุดอุปกรณ์การวัดอุณหภูมิและความเร็วของอากาศ ตามลำดับ สำหรับเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์มีความกว้าง 1 m ยาว 1.5 m และสูง 0.2 m กระจกด้านบนเอียงทำมุม 14 องศากับแนวระดับตามลำดับ โดยส่วนประกอบหลักของเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ คือผนังด้านข้างทำจากอลูมิเนียมแผ่นเรียบพร้อมหุ้มฉนวนกันความร้อนเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน เนื่องจากการถ่ายเทความร้อน ได้มีการวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วของอากาศที่บริเวณส่วนต่างๆ ของเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ สำหรับชุดอุปกรณ์การวัดอุณหภูมิและความเร็วของอากาศประกอบด้วย Data logger ที่มีค่าความถูกต้อง ±1 °C มีช่องสัญญาณที่ใช้เพื่อติดตั้ง Thermocouple type K 20 ช่องสัญญาณ ใช้ในการวัดอุณหภูมิของอากาศที่ตำแหน่งต่างๆ ส่วน Hot wire anemometer ที่มีค่าความถูกต้อง ±0.01 m/s ในการวัดความเร็วของอากาศที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ และใช้ Solar integrator ในการวัดปริมาณฟลักซ์ความร้อนที่ตกกระทบในแนวตั้งฉากกับทิศทางของแสงบนแผ่นกระจก โดยที่ตำแหน่งในการวัดเพื่อให้ได้ค่าฟลักซ์ความร้อนที่ใช้ในการศึกษาคือ ตำแหน่งด้านหน้าติดกับแผ่นกระจกตลอดทั้งพื้นที่ของกระจก



(a) (b)

Figure 1a-b Experimental solar dryer

2. วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับวิธีในการทดลอง เริ่มต้นด้วยการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละเงื่อนไขของการทดลอง จากนั้นทำการเปิดหลอดสปอร์ตไลท์และปรับค่าฟลักซ์ความร้อน ซึ่งในการทดลองจะทำการบันทึกอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ ทุก 10 วินาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ด้วยเครื่อง Data logger ต่อเข้ากับ Thermocouple type K จากนั้นทำการวัดความเร็วของอากาศภายในเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ ด้วย Hot wire anemometer ทุกๆ 30 นาที จนครบ 2 ชั่วโมง เช่นเดียวกันกับอุณหภูมิ โดยอัตราส่วนสมมูลระหว่างพื้นที่ทางเข้ากับทางออกของเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดลองดังแสดงใน Table 1 สำหรับอุณหภูมิและความเร็วของอากาศที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลจะใช้ค่าที่บันทึกหลังจาก 1 ชั่วโมงครึ่งจนถึงชั่วโมงที่ 2 เนื่องจากเป็นช่วงที่อุณหภูมิและความเร็วของอากาศไม่มีการเปลี่ยนแปลงกับเวลา (Steady state)

Table 1 Aspect ratio between inlet and outlet area of solar dryer

Aspect ratio (inlet/outlet)	0.5		1		1.5		2	
	length	width	length	width	length	width	length	width
Inlet size, (cm)	40	12.5	40	7.5	43	7	62	9
Outlet size, (cm)	80	12.5	80	3.75	81	2.5	80	3.5

ผลการวิจัย

ผลของอัตราส่วนสมมูลระหว่างพื้นที่ทางเข้าและทางออกที่มีต่อการไหลเวียนอากาศภายในเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์

Figure 2 แสดงผลต่างอุณหภูมิระหว่างทางออกกับทางเข้าของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าผลต่างของอุณหภูมิระหว่างทางออกกับทางเข้ามีค่าเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนสมมูล กล่าวคือ อัตราส่วนสมมูลระหว่างพื้นที่ทางเข้ากับทางออกเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์เท่ากับ 2.0 จะทำให้มีค่าผลต่างอุณหภูมิระหว่างทางออกกับทางเข้ามากที่สุดเท่ากับ 0.155 °C รองลงมาคือ ที่อัตราส่วนสมมูล 1.5, 1.0 และ 0.5 ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบอีกว่า การเพิ่มขึ้นของฟลักซ์ความร้อนจะทำให้ผลต่างระหว่างทางออกกับทางเข้าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน Figure 3 แสดงความเร็วที่ทางออกเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ พบว่าความเร็วของอากาศที่ทางออกมากที่สุดเท่ากับ 0.175 m/s ที่สภาวะของอัตราส่วนสมมูล 2.0 และฟลักซ์ความร้อน 800 W/m^2 และมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.127 m/s ที่สภาวะของอัตราส่วนสมมูล 0.5 และฟลักซ์ความร้อน 400 W/m^2 ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าความเร็วของอากาศที่บริเวณทางออกเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราส่วนสมมูลเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน สำหรับ Figure 4 แสดงอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศภายในเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ พบว่าอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศจะมีความสอดคล้องกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงของความเร็วของอากาศ นั้นคือ อัตราการไหลเชิงมวลมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราส่วนสมมูล และฟลักซ์ความร้อนเช่นกัน และสำหรับ Figure 5 แสดงประสิทธิภาพการระบายอากาศของเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ พบว่าอัตราส่วนสมมูล 2.0 และฟลักซ์ความร้อน 800 W/m^2 จะทำให้ประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในเครื่องอบแห้งมากที่สุดเท่ากับ 61.99 % รองลงมาคือ 60.01 % ที่อัตราส่วนสมมูล 1.5 และค่าฟลักซ์ความร้อน 800 W/m^2 และมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 18.29 % ที่อัตราส่วนสมมูล 0.5 และฟลักซ์ความร้อน 400 W/m^2

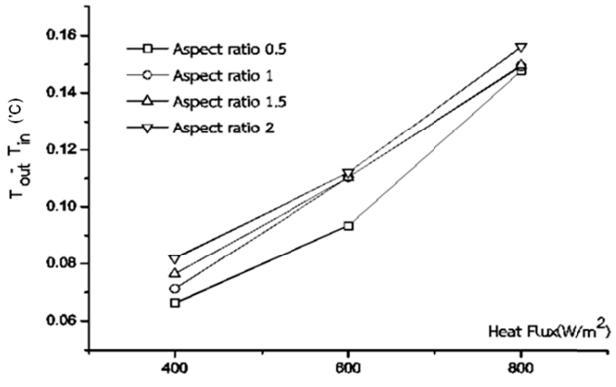


Figure 2 Temperature difference between outlet and inlet temperature

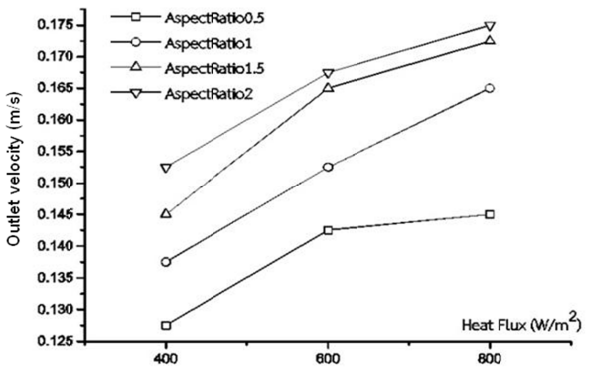


Figure 3 Effect of heat flux on outlet velocity of solar dryer at various aspect ratios

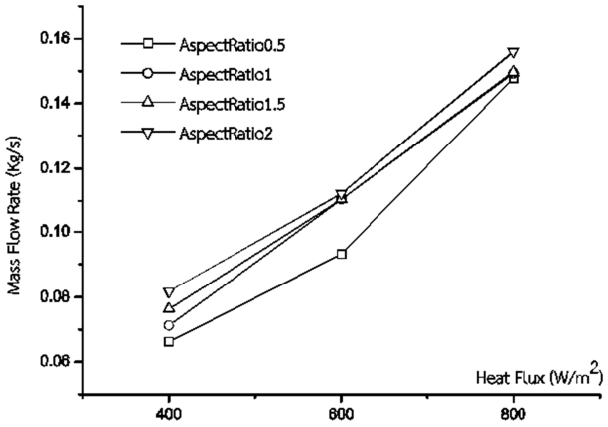


Figure 4 Effect of heat on mass flow rate (kg/s) at difference aspect ratios

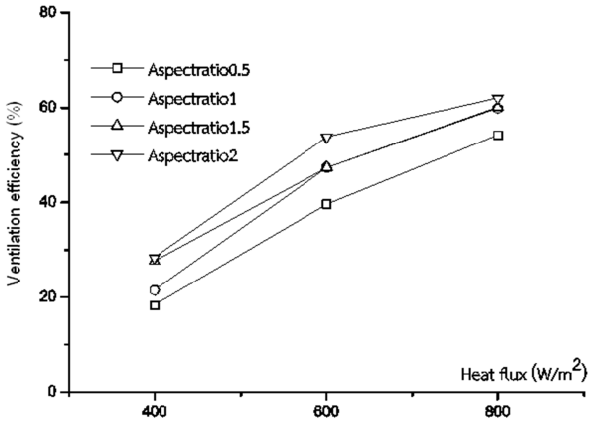


Figure 5 Ventilation efficiency of solar dryer (%) at difference aspect ratios

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาผลของอัตราส่วนสมมูลระหว่างพื้นที่ทางเข้ากับพื้นที่ทางออกที่มีต่อการไหลเวียนอากาศ ภายในเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์สามารถสรุปเป็นประเด็นหลักได้ 2 ประเด็น ประกอบด้วย ประเด็นแรกคือ ประสิทธิภาพการไหลเวียนอากาศภายในเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มมากขึ้น เมื่ออัตราส่วนสมมูลเพิ่มขึ้น เนื่องจากขนาดพื้นที่ทางเข้าและทางออกเป็นขนาดที่มีความเหมาะสมกับแรงเหนี่ยวนำที่เกิดจากผลต่างของความหนาแน่นของอากาศ ประเด็นสุดท้ายคือ ประสิทธิภาพการไหลเวียนอากาศภายในเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มมากขึ้น เมื่อฟลักซ์ความร้อนเพิ่มขึ้น เนื่องจากฟลักซ์ความร้อนมีค่ายิ่งมากก็จะทำให้เกิดความแตกต่างของความหนาแน่นของอากาศ บริเวณด้านบนและด้านล่างของเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์มีค่ามากด้วยเช่นกัน ส่งผลให้อากาศมีแรงลอยตัว (Buoyancy force) มาก จึงทำให้อากาศมีการไหลเวียนมาก ผลของประสิทธิภาพการไหลเวียนอากาศภายในเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ ที่เป็นผลมาจากอัตราส่วนสมมูลและฟลักซ์ความร้อนนั้น สามารถใช้เฉพาะลักษณะของการศึกษาดังกล่าวแล้วข้างต้นเท่านั้น ซึ่งหากมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง หรือตัวแปรที่ผิดต่างไปจากการศึกษานี้ ทางผู้วิจัยไม่สามารถยืนยันผลการศึกษาเดิม พร้อมกันนั้นจำเป็นจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเช่นเดียวกัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ ที่สนับสนุนทุนและอุปกรณ์ในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ชาตรี มั่นกลาง, ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์ และพีรยา โชติถนอม. 2550. การศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งของผลหม่อน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 38(5): 279-282.

Krokida, M. K., V. T. Karathanos, Z. B. Maroulis and D. Marinos-Kouris. 2003. Drying kinetics of some vegetables. Journal of Food Engineering 59: 391-403.

Li, Z., H. Zhong, R. Tang, T. Liu, W. Gao and Y. Zhang. 2006. Experimental investigation on solar drying of salted greengages. Renewable energy 33: 837-847.