การอบแห้งพริกชี้ฟ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งลำไย

ฉันทนา พันธุ์เหล็ก*, ศิรินุช จินดารักษ์*, จอมภพ แววศักดิ์**

The Drying of Chili Spur Pepper by Using a Longan Dryer

Chanthana Punlek*, Sirinuch Chindaruksa*, Jompob Waewsak**

*ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

**ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดสงขลา 90000

บทคัดย่อ

เครื่องอบแห้งลำไยที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นเครื่องอบแห้งพลังงานชีวมวลแบบสลับลมร้อน มีห้องอบแห้ง 2 ชั้น ขนาด 40x120x120 cm และมีระบบการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยนำมาใช้ในการอบแห้งพริกชี้ฟ้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานและลดระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องอบแห้งลำไย โดยทำการอบแห้งเพื่อหาความเหมาะสมของพารามิเตอร์ ได้แก่ ความหนาของชั้นผลิตภัณฑ์ และอัตราการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ โดยพิจารณาระยะเวลาอบแห้ง ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และคุณภาพผลิตภัณฑ์ เป็นหลัก

จากการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งพริกชี้ฟ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งลำไย คือ การอบแห้งที่ชั้นความหนา 20 cm จำนวน 200 kg อุณหภูมิในการอบแห้ง 80 ^{o}C จากความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 250 มาตรฐานแห้ง ลดลงเหลือร้อยละ 13 มาตรฐานแห้ง การอบแห้งแบบไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ ใช้ระยะเวลาอบแห้ง 15 ชั่วโมง สิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 12.95 MJ/kg H_2O_{evap} และการอบแห้งแบบมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ร้อยละ 80 ใช้ระยะเวลาอบแห้ง 17 ชั่วโมง ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะมีค่าเท่ากับ 10.23 MJ/kg H_2O_{evap} โดยสามารถประหยัดพลังงานจำเพาะในการอบแห้งได้ร้อยละ 21 เมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานในการอบแห้งแบบไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่

คำสำคัญ: พริกชี้ฟ้า / การอบแห้ง / เครื่องอบแห้งลำไย / การนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ / การประหยัดพลังงาน

Abstract

The biomass longan dryer, which is used in this research, consists mainly of a dual stage of 40x120x120 cm drying chamber, a combustion chamber, a hot air damper and a ducting system with air recycling. The chili spur pepper was selected to be a drying product for using the biomass longan dryer during off-season longan harvesting in order to increase the operating efficiency as well as to reduce the payback period (PBP) of this type of dryer. Optimal conditions of chili spur pepper drying in terms of the product layer thickness and the fraction of air recycling were investigated based on experimentation by considering the drying time, specific energy consumption and product quality.

Optimal product layer thickness was found to be 20 cm with a product capacity of 200 kg. Drying air temperature was about 80^{o}C and drying time was about 15 hours. Initial moisture content of 250% (db) reduced to a final moisture content of 13% (db) with the specific energy consumption of 12.95 MJ/kg H_2O evaporated. Experimental results indicated that the optimal fraction of air recycling should be 80% whereas the drying time was extended to be 17 hours with the specific energy consumption of 10.23 MJ/kg H_2O evaporated corresponding to an energy savings of 21%.

Keywords: chili spur pepper / drying / longan dryer / air recycling / energy saving

บทนำ

การอบแห้งเป็นกระบวนการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรที่มีความสำคัญ ช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตผลโดยเฉพาะในช่วงที่มีปัญหาผลผลิตล้นตลาดและมีราคาตกต่ำ ลำไยเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมนำมาอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้ง ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงระยะเวลาการใช้งานของเครื่องอบแห้งลำไยพบว่าใน 1 ปี จะมีระยะเวลาประมาณ 60 วัน จากปัญหาเรื่องการใช้เครื่องอบแห้งเฉพาะช่วงฤดูกาลเก็บเกี่ยวลำไยทำให้เกิดแนวความคิดที่จะใช้เครื่องอบแห้งลำไยกับผลิตผลทางเกษตรชนิดอื่นๆ เพื่อลดระยะเวลาในการคืนทุนลงโดยเครื่องอบแห้งที่ใช้มีลักษณะการอบแห้งผลิตภัณฑ์แบบชั้นหนาและมีการสลับหมุนเวียนลมร้อน ซึ่งได้ทำการอบแห้งพริกชี้ฟ้าเนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถอบแห้งแบบชั้นหนาได้และไม่ต้องพลิกกลับผลิตภัณฑ์ในขณะอบแห้ง โดยพิจาณาตัวแปรที่มีผลต่อการอบแห้ง คือ อุณหภูมิอากาศอบแห้ง อัตราการไหลของอากาศ และ

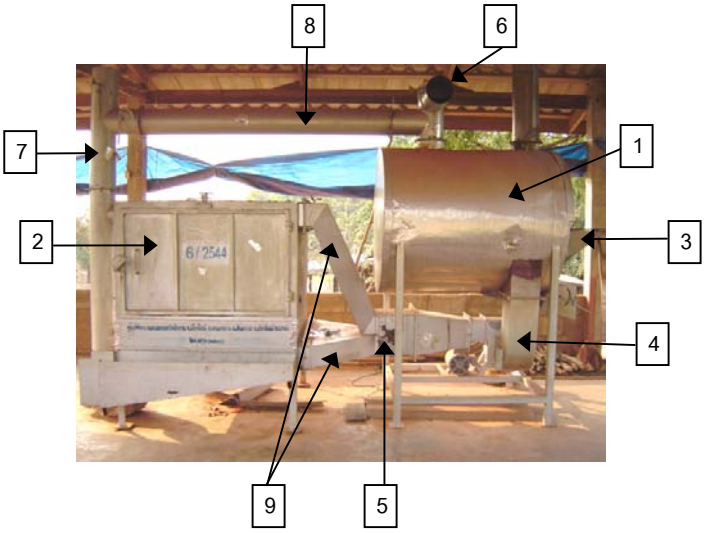
สัดส่วนการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งตัวแปรทั้งสามมีผลต่อ ระยะเวลาการอบแห้ง ความสิ้นเปลืองพลังงานที่ใช้ในการอบแห้ง และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่เนื่องจากเครื่องอบแห้งนี้ไม่สามารถปรับอัตราการไหลของอากาศได้จึงพิจารณาเพียงสองตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิอากาศอบแห้งและสัดส่วนการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้ทำการหาสภาวะที่เหมาะสมของตัวแปรดังกล่าวในการอบแห้งพริกชี้ฟ้าเพื่อให้เกิดการใช้งานเครื่องอบแห้งลำไยอย่างคุ้มค่า ลดการใช้เชื้อเพลิง และสามารถลดระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องอบแห้งได้

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งผลิตผลทางการเกษตร พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งอยู่ระหว่าง 60-80°C (พัฒนาภรณ์ ใจอุตม์ 2542; A.A. Aziz 1999) โดยขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ชนิดของเครื่องอบแห้งและลักษณะการอบแห้งที่ต่างกัน ส่วนการนำอากาศร้อนจากการอบแห้งกลับมาใช้ใหม่จะสามารถประหยัดพลังงานจำเพาะในการอบแห้งได้ส่วนหนึ่ง แต่ต้องขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของอากาศที่นำกลับมาใช้ ซึ่งยังมีความชื้นจากผลิตภัณฑ์ปะปนกลับมาด้วย โดยที่อัตราการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ที่สามารถประหยัดพลังงานได้ดีอยู่ในช่วง 60-80% (ณัฐวุฒิ ดุษฎี 2534) ในการศึกษาจึงได้กำหนดขอบเขตในการอบแห้งพริกชี้ฟ้าไว้ที่อุณหภูมิในการอบแห้ง 80°C อัตราการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ระหว่าง 60-80%

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

ในการทดลองอบแห้งพริกชี้ฟ้าใช้เครื่องอบแห้งลำไยพลังงานชีวมวลที่มีการศึกษาและพัฒนาร่วมกันระหว่างกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ ส่วนของชุดกำเนิดความร้อนซึ่งประกอบด้วยห้องเผาไหม้และเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดเปลือกและท่อ (shell and tube) และส่วนของห้องอบแห้งซึ่งเป็นห้องอบแห้ง 2 ชั้น ขนาด 40x120x120 cm โดยเป็นเครื่องอบแห้งที่มีการสลับลมร้อนซึ่งมีแดมเปอร์สลับลมร้อนให้เข้าห้องอบแห้งบนหรือห้องอบแห้งล่าง และมีระบบนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ เครื่องอบแห้งลำไยพลังงานชีวมวลมีลักษณะและรายละเอียดดังรูปที่ 1 (ณัฐวุฒิ ดุษฎี 2547)

สำหรับขั้นตอนการทดลองอบพริกชี้ฟ้า จะอยู่ภายใต้เงื่อนไขการอบแห้งแบบชั้นหนา แบ่งเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่ 1 ทำการทดลองแบบไม่นำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ เพื่อหาชั้นความหนาที่เหมาะสมในการอบแห้งโดยเลือกที่ชั้นความหนา 10 20 และ 30 cm และส่วนที่ 2 ทำการอบแห้งแบบมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ ที่อัตราส่วนร้อยละ 60 และ 80 โดยพิจารณาถึงระยะเวลาในการอบแห้ง ความสิ้นเปลืองพลังงาน และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เป็นหลัก



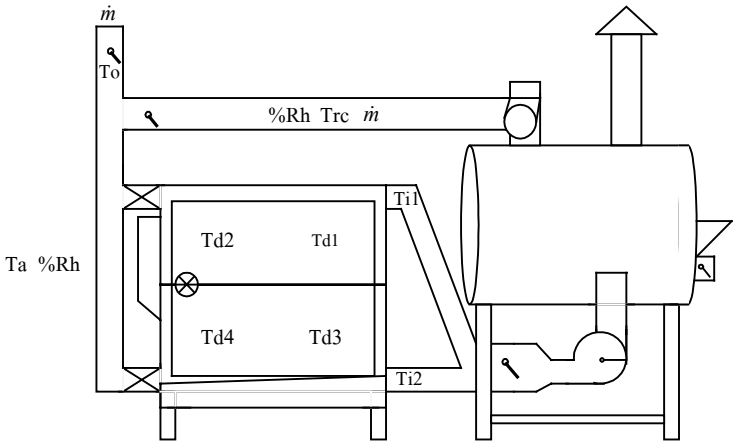
1 กำเนิดความร้อน	2 ห้องอบแห้ง	3 ช่องใส่เชื้อเพลิง
4 อุปกรณ์เป่าลม	5 อุปกรณ์สลับลม	6 ท่ออากาศขาเข้า
7 ท่ออากาศขาออก	8 ท่อนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่	9 ท่ออากาศเข้าห้องอบแห้ง

รูปที่ 1 เครื่องอบแห้งลำไยพลังงานชีวมวล

การเก็บข้อมูลในการอบแห้ง ทำการเก็บข้อมูลด้านอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ และอัตราการไหลอากาศ ขณะอบแห้ง โดยบันทึกข้อมูลทุกๆ 15 นาที และมีตำแหน่งการวัดแสดงดังรูปที่ 2

ความชื้นของพริกชี้ฟ้าแดงหาได้โดยทำการชั่งน้ำหนักตัวอย่างจากการทดลองทุกๆ 1 ชั่วโมง การเก็บตัวอย่างจากการทดลองเพื่อหาค่าความชื้น (%wb และ %db) ของผลิตภัณฑ์ ณ เวลาต่างๆ ขณะอบแห้ง ทำการเก็บตัวอย่าง 4 จุด ที่ห้องอบแห้งบน 2 จุด และห้องอบแห้งล่าง 2 จุด

การเก็บข้อมูลค่าพลังงานที่ใช้ในการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือค่าพลังงานไฟฟ้าซึ่งคิดอัตราการสิ้นเปลืองเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) และพลังงานชีวมวลจากไม้ฟืนโดยคิดอัตราการสิ้นเปลืองเป็น kg/hr



Ti อุณหภูมิขาเข้าห้องอบแห้ง

Td อุณหภูมิอากาศอบแห้ง

To อุณหภูมิขาออกห้องอบแห้ง

Trc อุณหภูมิอากาศร้อนที่นำกลับมาใช้ใหม่

Ta อุณหภูมิอากาศแวดล้อม

%Rh ค่าความชื้นสัมพัทธ์

ṁ อัตราการไหลอากาศ

รูปที่ 2 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและอัตราการไหลอากาศ

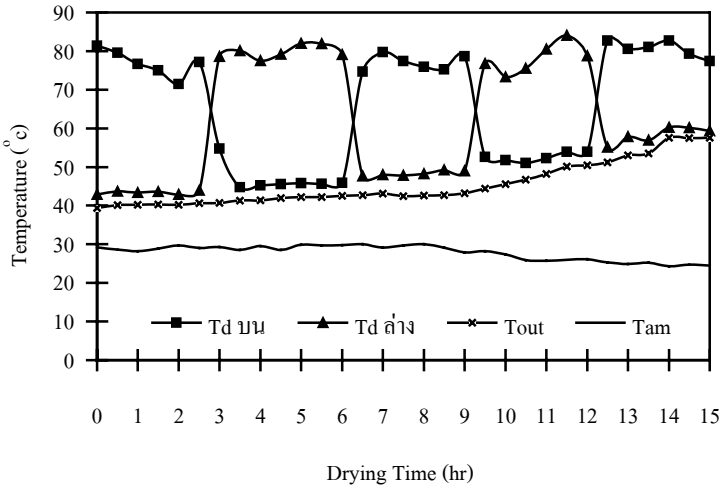
ในการทดลองจะทำการศึกษาเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองพลังงานในการอบแห้งระหว่างการอบแห้งแบบมีและไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่เพื่อหาสัดส่วนพลังงานที่สามารถประหยัดได้

ผลการทดลองและวิจารณ์

ในการทดลองอบแห้งพริกชี้ฟ้าเพื่อหาความหนาของชั้นผลิตภัณฑ์และอัตราการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ที่เหมาะสมนั้นได้ทำการทดลองที่สัดส่วน 80% ก่อน โดยใช้อุณหภูมิอากาศอบแห้งเฉลี่ย 80^{o}C อบแห้งพริกชี้ฟ้าที่ความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 252 มาตรฐานแห้ง ลดลงเหลือร้อยละ 13 มาตรฐานแห้ง

ความหนาของพริกชี้ฟ้าแดงที่เหมาะสมในการอบแห้ง

ในการทดลองอบแห้งพริกชี้ฟ้าที่ชั้นความหนา 30 cm จากการสังเกตพริกชี้ฟ้าขณะอบแห้งมีลักษณะเหนียวแบนติดกันเป็นก้อนทำให้อากาศร้อนไม่สามารถไหลผ่านได้ จึงทำให้พริกชี้ฟ้าแห้งเฉพาะด้านบนและด้านล่าง ส่งผลให้ความชื้นลดลงได้น้อยกว่าที่ต้องการ จึงสามารถสรุปได้ว่าการอบแห้งที่ชั้นความหนา 30 cm ไม่เหมาะต่อการอบแห้งพริกชี้ฟ้า ส่วนการอบแห้งที่ชั้นความหนา 20 cm เมื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิขณะอบแห้งในกราฟรูปที่ 3 จะเห็นว่าอุณหภูมิห้องอบแห้งด้านล่างและด้านบนเปลี่ยนแปลงตามการสลับลมร้อนซึ่งเป็นลักษณะเด่นของเครื่องอบแห้งชนิดนี้ โดยทำการสลับลมร้อนทุก 3 ชั่วโมง โดยให้ลมร้อนเข้าด้านบนก่อน ผลปรากฏว่าอุณหภูมิอากาศอบแห้งเริ่มต้นของด้านบนและด้านล่างต่างกันประมาณ 40°C จนสิ้นสุดการทดลองอุณหภูมิต่างกันประมาณ 20°C สามารถลดความชื้นจากความชื้นเริ่มต้น 252.01 มาตรฐานแห้ง ลดลงเหลือร้อยละ 13.14 มาตรฐานแห้ง

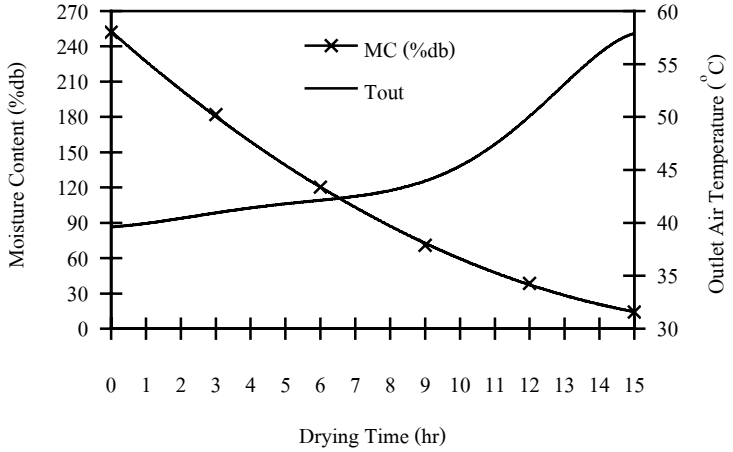


รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศอบแห้งพริกชี้ฟ้าโดยไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่

อัตราการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ที่เหมาะสม

การอบแห้งแบบมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่สามารถประหยัดพลังงานที่ใช้ในการอบแห้งได้ โดยจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่พบว่าจะสามารถประหยัดได้ที่สัดส่วน 60-80% จึงทำการทดลองที่ 80% โดยทำการทดลองเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งพิจารณาที่อุณหภูมิอากาศขาออกจาก

เครื่องอบแห้งและความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ลดลง จากรูปที่ 4 พบว่าอุณหภูมิอากาศขาออกเพิ่มขึ้นและอัตราการอบแห้งลดลงที่ชั่วโมงอบแห้งที่ 9 ดังนั้นจึงทำการอบแห้งใหม่ด้วยอัตราการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ 80% ผลการทดลองอบแห้งเป็นไปดังตารางที่ 1



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของพริกชี้ฟ้าและอุณหภูมิอากาศขาออกจากเครื่องอบแห้ง

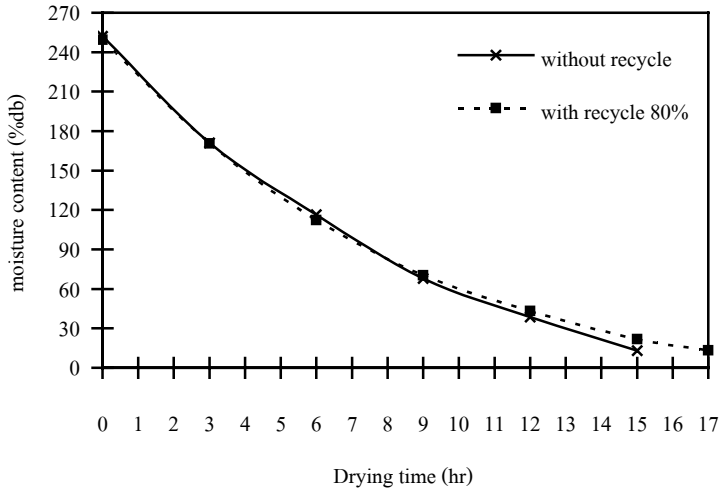
ตารางที่ 1 ผลการทดลองอบแห้งพริกชี้ฟ้า

Description	Chili Spur Pepper	
	Without air recycling	With air recycling 80%
Thickness (cm)	20	20
Average drying temperature (°C)	78.5	77.3
Drying time (hr)	15	17
Moisture content of Chili Spur Pepper		
before drying (%db)	252.01	249.41
after drying (%db)	13.14	13.33
Condition of Products		
initial weight (kg)	197	200
dry matter (kg)	58	57
Fuel Consumption		
Wood (kg/hr)	7.6	5.4
Electrical Consumption (kWh)	9.15	11.05

ตารางที่ 1 (ต่อ) ผลการทดลองอบแห้งพริกชี้ฟ้า

Description	Chili Spur Pepper	
	Without air recycling	With air recycling 80%
Energy Consumption (MJ/kg H_2O_{evap})		
Wood	12.71	9.95
Electrical	0.24	0.28
Total Energy Consumption (MJ/kg H_2O_{evap})	12.95	10.23

การทดลองอบแห้งพริกชี้ฟ้าทั้งแบบมีและไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ เมื่อพิจารณาถึงระยะเวลาในการอบแห้งพบว่าการอบแห้งแบบไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยกว่าการอบแห้งแบบมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ร้อยละ 80 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง (17 ชั่วโมง) ดังตารางที่ 1 จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ของการอบแห้งทั้งแบบมีและไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ จากกราฟรูปที่ 5 จะเห็นว่าการลดลงของปริมาณความชื้นใกล้เคียงกันมาก เมื่ออบแห้งผ่านไป 9 ชั่วโมงจึงมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ 80% ระยะเวลาการอบแห้งที่เพิ่มขึ้น 2 ชั่วโมง ถือว่าไม่มีผลต่อการอบแห้ง เมื่อเปรียบเทียบกับเวลาในการอบแห้งทั้งหมด



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของพริกชี้ฟ้าระหว่างการอบแห้งแบบมีและไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่

เมื่อพิจารณาความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในการอบแห้ง พบว่าสิ้นเปลืองไม้ฟืน 5.4 kg/hr และสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 11.05 kWh รวมเป็นพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในการอบแห้ง 1462.7 MJ และคิดเป็นความสิ้นเปลืองพลังงานต่อปริมาณน้ำที่ระเหยมีค่าเท่ากับ 10.23 MJ/kg H_2O evap สามารถประหยัดพลังงานในการอบแห้งได้ร้อยละ 21 เมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งแบบไม่นำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ จากการสังเกตพริกแห้งที่ได้จะมีคุณภาพดี สีแดงสด ความชื้นลดลงตามที่ต้องการ ดังนั้นการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ 80% เมื่อระยะเวลาอบแห้งผ่านไป 9 ชั่วโมง สามารถประหยัดพลังงานในการอบแห้งได้และเหมาะสมสำหรับการอบแห้งพริกชี้ฟ้า

การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

เพื่อคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนของระบบอบแห้งแบบที่มีการใช้เครื่องอบแห้งลำไยในการอบแห้งพริกชี้ฟ้าเพิ่มขึ้นมานอกจากการอบแห้งลำไยเพียงอย่างเดียว โดยระยะเวลาคืนทุนคำนวณจาก (ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์, 2531)

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (PBP)} = \frac{\text{มูลค่ารวมของเงินลงทุนรายปี}}{\text{ผลตอบแทนสุทธิต่อปี}}$$

ในการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนของระบบอบแห้งลำไยและพริกชี้ฟ้าจะมีรายละเอียด ดังนี้

1. เงินลงทุนสร้างเครื่องอบแห้ง 60,000 บาท
2. มูลค่าซากคิดเป็น 10% ของเงินสร้างเครื่องอบแห้ง 6,000 บาท

* อัตราดอกเบี้ย 9.75% และกำหนดอายุการใช้งานเครื่องอบแห้ง 10 ปี

ตารางที่ 2 รายละเอียดของมูลค่าเงินลงทุนและผลตอบแทนสุทธิในการอบแห้งรายปี

รายการ	พริก	ลำไย
1. เงินลงทุนสร้างเครื่องอบแห้งรายปี (บาท/ปี)	9,660	
2. มูลค่าซากเครื่องอบแห้ง (บาท/ปี)	381	
3. เงินบำรุงรักษาเครื่องอบแห้ง (บาท/ปี)	2,540	
4. ช่วงเวลาการอบแห้ง	ธ.ค.- ก.พ.	ก.ค.- ส.ค.
5. ชั่วโมงการทำงาน (ชั่วโมง/ครั้ง)	17	27.5
6. จำนวนครั้งที่ทำการอบแห้ง (ครั้ง/ปี)	78	30
7. จำนวนผลิตภัณฑ์ในการอบแห้ง (ก.ก./ปี)	15,600	9,000
8. เงินลงทุนค่าผลิตภัณฑ์ (บาท/ปี)	187,200	135,000

ตารางที่ 2 (ต่อ) รายละเอียดของมูลค่าเงินลงทุนและผลตอบแทนสุทธิในการอบแห้งรายปี

รายการ	พริก	ลำไย
9. ค่าแรง (บาท/ก.ก.สด)	1	-
10. เงินลงทุนค่าพลังงานในการอบแห้ง	80	3,000
ไม้ฟืน (บาท/ปี)	21,480	34,650
ไฟฟ้า (บาท/ปี)	2,327	1,531
11. จำนวนผลิตภัณฑ์แห้ง (ก.ก./ปี)	4,496	2,903
12. ผลตอบแทนรายปี (บาท/ปี)	359,680	159,665

เมื่อคำนวณระยะเวลาคืนทุนโดยใช้รายละเอียดของเงินลงทุนรายปี และผลตอบแทนรายปี จากตารางที่ 2 พบว่าในการอบแห้งลำไยร่วมกับการอบแห้งพริกชี้ฟ้าสามารถลดระยะเวลาคืนทุนจากการอบแห้งลำไยเพียงอย่างเดียว 1.15 ปี เหลือ 0.79 ปี ลดระยะเวลาคืนทุนได้ 0.36 ปี และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานให้กับเครื่องอบแห้งลำไยด้วย

สรุปผลการทดลอง

การใช้เครื่องอบแห้งลำไยเพื่ออบแห้งพริกชี้ฟ้าแดงจำนวน 200 kg ที่ความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 250 มาตรฐานแห้ง ลดลงเหลือร้อย 13 มาตรฐานแห้ง พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้ง คือชั้นความหนา 20 cm อุณหภูมิในการอบแห้ง 80^{o}C โดยมีระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง 17 ชั่วโมง อัตราการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ 80% มีความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 10.23 MJ/kg H_2O evap โดยสามารถประหยัดพลังงานได้ถึงร้อยละ 21 เมื่อเปรียบเทียบกับแบบไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดี เม็ดพริกแห้งกลม สีแดงสด ตรงตามความต้องการของตลาด จากการวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่าเครื่องอบนี้ใช้อบแห้งพริกชี้ฟ้าแดงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการอบแห้งพริกชี้ฟ้าร่วมกับการอบแห้งลำไยมีระยะเวลาคืนทุน 0.79 ปี สามารถลดระยะเวลาคืนทุนได้ 0.36 ปี เมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งลำไยเพียงอย่างเดียว

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ ดุษฎี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องอบแห้งลำไยเพื่อใช้สำหรับการทดลองในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ณัฐวุฒิ ดุษฎี. 2534. การพัฒนาระบบอบแห้งผลไม้โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานเสริม. วิทยานิพนธ์ วท.ม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ณัฐวุฒิ ดุษฎี, อริพงศ์ นันทพันธุ์, ชูรัตน์ ธารารักษ์, ผ่องรักษ์ สมมิตร, ประวิทย์ ลี้เหมือดภัย และ มนตรี มีรัตน์. 2547. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาทดสอบ เตาแห้งลำไย. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์. 2531. อนุกรมพลังงานนอกแบบและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เล่มที่ 1 การแผ่รังสีดวงอาทิตย์และตัวรับรังสี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

พัฒนาภรณ์ ใจอุตม์. 2542. การอบแห้งพริกขี้หนูด้านเครื่องอบแห้งระบบสลับหมุนเวียนลมร้อน. วิทยานิพนธ์ วท.ม. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

A. A. Aziz. 1999. Drying of Agriculture Products using Small Biomass Combustion. Proceeding of the First Asian-Australian Drying Conference (ADC99). Bali, Indonesia, 24-27 October 1999.