Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 544-547 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 544-547 (2553)

จลนศาสตร์การอบแห้งและคุณภาพหลังการอบของใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบ

Drying Kinetics and Dried Product Quality of rosemary leaves, lavender flowers and rose petals

พิชญา บุญประสม[1,3], อัจฉราพร อภิวงค์งาม[2] และ ยงยุทธ เฉลิมชาติ[1,3]
Pichaya Boonprasom[1,3], Autcharaphorn Apiwongngam[2] and Yongyuth Chalearmchart[1,3]

Abstract

The research was aimed at studying the drying kinetics of rosemary leaves, lavender flowers and rose petals. Three drying kinetics model were employed, namely Lewis, Henderson & Pabis, and Page Model. Rosemary leaves, lavender flowers and rose petals were dried at temperatures of 50 °C with air velocities of 0.5 m/s using tray dryer. Initial moisture content of rosemary leaves, lavender flowers and rose petals were around 316.67%, 354.55% and 455.56% dry basis, respectively. The Page model was found to be the best model for describing the characteristics of rosemary leaves, lavender flowers and rose petals for drying at the temperatures of 50 °C. Color assessment, moisture content, water activity (a_w) total ash, tannin, total phenolic compounds, total plate count, yeastmold, coliform and E. coli were analyzed as the quality parameters. Dried product qualities of rosemary leaves, lavender flowers and rose petals using solar dryer with moisture content of less than 7% were comparable to those dried in tray dryer. In addition, the dried products from three different dryers had the moisture content less than 7%.

Key word: rosemary, lavender, rose

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาสมการจลนศาสตร์ของการอบแห้งใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบ โดยทำการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองของ Lewis, Henderson & Pabis และ Page ได้ทำการทดลองอบแห้งใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบที่อุณหภูมิ 50 °C โดยใช้ความเร็วลมคงที่ที่ 0.5 m/s ด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาด โดยใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบมีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 316.67%, 354.55% และ 455.56% มาตรฐานแห้ง ตามลำดับ พบว่าแบบจำลองของ Page จะให้ผลดีที่สุดในการทำนายจลนศาสตร์การอบแห้งใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบสำหรับกระบวนการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส คุณภาพหลังการอบใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบ ที่ทำการตรวจวัดคือ สี ความชื้นก่อนอบและหลังอบ ปริมาณน้ำ-อิสระ (a_w) ปริมาณเถ้าทั้งหมด ปริมาณแทนนิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ปริมาณโคลิฟอร์มและอี.โคไล จากการเปรียบเทียบคุณภาพหลังการอบแห้งของใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบ โดยใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาด เปรียบเทียบกับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน พบว่าคุณภาพหลังการอบด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ไม่ด้อยไปกว่าคุณภาพหลังการอบด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดและผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังการอบทั้ง 3 วิธีมีความชื้นต่ำว่าร้อยละ 7

คำสำคัญ โรสแมรี่, ลาเวนเดอร์, กลีบดอกกุหลาบ

[1] ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50100
[1] Department of Food Engineering, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50100
[2] ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50100
[2] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50100
[3] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200
[3] Postharvest Technology Innovation Center, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

คำนำ

ใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบ เป็นพืชสมุนไพรที่มีสารให้ฤทธิ์ทางยาและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง โดยล่าสุดได้เกิดความนิยมในการนำพืชสมุนไพรมาใช้ในการบำบัด (Aroma Therapy) ซึ่งเป็นการนำกลิ่นหอมจากพืชสมุนไพร มาใช้ควบคู่กับการนวดและการบำบัดในรูปแบบต่างๆ การนำสมุนไพรมาทำแห้งเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตชาหรือผลิตภัณฑ์สปานี้เป็นการสนับสนุนเกษตรกรในเขตภาคเหนือและในเขตพื้นที่ส่งเสริมของโครงการหลวงให้เปลี่ยนจากการปลูกพืชเสพติดมาเป็นพืชสมุนไพร แต่มีข้อจำกัด คือ พืชสมุนไพรดังกล่าวข้างต้นจะมีผลผลิตให้เก็บเกี่ยวตามฤดูกาล จึงทำให้การหาซื้อพืชสมุนไพรในช่วงนอกฤดูกาลเป็นไปด้วยความลำบาก ซึ่งทำให้ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาค่อนข้างสูง ทำให้ผู้ประกอบการต่างๆ ที่ใช้พืชสมุนไพรดังกล่าวเป็นวัตถุดิบในการผลิตประสบปัญหาในเรื่องต้นทุนการผลิต จึงมีความจำเป็นต้องหาทางแก้ไขที่ปัญหาเกิดขึ้นโดยการหาทางยืดอายุการเก็บรักษาพืชสมุนไพรไว้ใช้นอกฤดูกาล งานวิจัยนี้ศึกษาสมการจลนพลศาสตร์ ของการอบแห้งใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบ โดยทำการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองของ Lewis, Henderson & Pabis และ Page ได้ทำการทดลองอบแห้งใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบที่อุณหภูมิ 50 °C โดยใช้ความเร็วลมคงที่ที่ 0.5 m/s ด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดโดยศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพหลังการอบกับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และเครื่องอบไมโครเวฟสุญญากาศ

อุปกรณ์และวิธีการ

นำสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดมาคัดแยกสิ่งปลอมปนและคัดเลือกวัตถุดิบตามคุณภาพ จากนั้นนำไปล้างทำความสะอาดและแช่สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอ-ไรท์ความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 15 นาที ทำให้สะเด็ดน้ำ, ตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบหลังการล้างทำความสะอาด ตรวจสอบคุณภาพของสมุนไพรสด ได้แก่ สี ความชื้นก่อนอบและหลังอบ ปริมาณน้ำ-อิสระ (a_w) ปริมาณเถ้าทั้งหมด ปริมาณแทนนิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ปริมาณโคลิฟอร์มและอี.โคไลของพืชสมุนไพร ก่อนนำเข้าเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดที่ใช้ความเร็วลม 0.5 เมตรต่อวินาที อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ปริมาณพืชสมุนไพรที่ใช้ 135 กรัม นำข้อมูลการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นมาคำนวณหาค่าคงที่ k, a และ n ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Page, Henderson & Pabis และ Newton ในการอบแห้งใบโรสแมรี่, ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบ โดยวิธีการถดถอยแบบไม่เป็นเชิงเส้น (non-linear regression) จากนั้นเปรียบเทียบคุณภาพหลังการอบ ได้แก่ สี ความชื้นก่อนอบและหลังอบ ปริมาณน้ำ-อิสระ (a_w) ปริมาณเถ้าทั้งหมด ปริมาณแทนนิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ปริมาณโคลิฟอร์มและอี.โคไลของพืชสมุนไพรที่ผ่านการอบแห้งโดยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดกับเครื่องอบแห้ง 2 ชนิด ได้แก่ เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน โดยใช้ปริมาณพืชสมุนไพรในการอบ 1800 กรัม ใช้ชุดยิงพลังงานไมโครเวฟ 6 ชุด ที่กำลัง 100% โดยใช้อุณหภูมิสุดท้ายในการอบที่ 50 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการคำนวณค่าพลังงานการใช้ลมร้อนเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องอบแห้งแต่ละชนิด วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) โดยจัดให้กรรมวิธีการอบทั้งสามวิธีเป็นทรีตเมนต์ และจัดการรับผลิตผลแต่ละครั้ง (รับมาทั้งหมด 3 ครั้งครั้งละ 10 กิโลกรัม) เป็นบล็อก ทำการอบแห้งแต่ละครั้ง 3 ซ้ำทุกกรรมวิธีการอบ

ผล

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการทำนายกลไกการอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

Page Model: $$MR = \exp(-kt^n) \quad (1)$$

Lewis Model: $$MR = \exp(-kt) \quad (2)$$

Henderson & Pabis Model $$MR = a \cdot \exp(-kt) \quad (3)$$

เมื่อ MR คือ อัตราส่วนความชื้นที่เวลาใดๆ ตามลำดับ t คือ เวลาในการอบแห้ง a และ n คือค่าคงที่ของแบบจำลอง k คือค่าคงที่ของการอบแห้ง

Table 1. Statistical results of mathematical modeling of drying curves.

Produce	Model	Model constants			R^2	*RMSE*
		K (min^{-1})	*n*	*a*		
Rosemary Leaves	**Page**	**0.0000136**	**1.2467**	-	**0.9956**	**0.00022**
	Lewis	0.0001295	-	-	0.9825	0.00088
	Henderson & Pabis	0.0001359	-	1.0517	0.9859	0.00071
Lavender Flowers	**Page**	**0.000026**	**1.1791**	-	**0.9958**	**0.00020**
	Lewis	0.000135	-	-	0.9884	0.00056
	Henderson & Pabis	0.000139	-	1.0321	0.9897	0.00049
Rose Petals	**Page**	**0.0000103**	**1.3037**	-	**0.9984**	**0.00008**
	Lewis	0.0001561	-	-	0.9818	0.00096
	Henderson & Pabis	0.0001637	-	1.0540	0.9853	0.00077

Table 2. Total energy used by 3 different dryers.

Drying Method	Total Energy Used (kWhr)/Kg Fresh Produce		
	Rosemary Leave	Lavender Flower	Rose Petal
Solar Drying	2.81	3.06	2.81
Tray Drying	118.80	106.62	118.80
Microwave Vacuum Rotary Drum Drying	6.04	6.74	3.69

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาจลนศาสตร์การอบแห้งพืชสมุนไพรด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาด โดยนำข้อมูลการลดลงของความชื้นในกระบวนการการอบแห้งใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบ มาทำการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองของ Lewis, Henderson and Pabis และ Page ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการถดถอยแบบไม่เป็นเชิงเส้น (non-linear regression) ด้วยโปรแกรม SigmaPlot 8.0 for windows โดยความชื้นเริ่มต้นของใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบประมาณ 316.67%, 354.55% และ 455.56% มาตรฐานแห้ง ตามลำดับ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และค่าคงที่ของสมการในแบบจำลองของ Lewis, Henderson and Pabis และ Page แสดงดัง Table 1. พบว่าแบบจำลองของ Page จะให้ผลดีที่สุด (โดยพิจารณาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ให้ค่า R^2 สูงสุด และ ให้ค่า *RMSE* ต่ำสุด) ในการทำนายจลนศาสตร์การอบแห้งใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบสำหรับกระบวนการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 0.5 m/s จากการวิเคราะห์คุณภาพหลังการอบพบว่าค่าสี L^* หรือความสว่างของใบโรสแมรี่และดอกลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดและเครื่องอบแห้งไมโครเวฟมีค่าสูงกว่าหรือสว่างกว่าใบโรสแมรี่และดอกลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อย่างไรก็ตามความสว่างของผลิตภัณฑ์ที่อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดและเครื่องอบแห้งไมโครเวฟแบบสุญญากาศไม่มีความแตกต่างกัน กลีบดอกกุหลาบที่อบด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดและเครื่องอบแห้งไมโครเวฟมีความสว่างมากกว่ากลีบดอกกุหลาบที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่การอบแห้งกลีบดอกกุหลาบด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดและเครื่องอบแห้งไมโครเวฟแบบสุญญากาศไม่ทำให้ความสว่างของกลีบดอกกุหลาบแตกต่างกัน ค่าความสดของสี (h^0) ของใบโรสแมรี่ที่ผ่านการอบด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดและเครื่องอบแห้งไมโครเวฟมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สำหรับค่า h^0 ของดอกลาเวนเดอร์และกลีบดอกกุหลาบจากการอบด้วย

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ไม่มีความแตกต่างกับการอบด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาด แต่มีความแตกต่างจากเครื่องอบแห้งไมโครเวฟอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยผลิตภัณฑ์จากเครื่องอบแห้งไมโครเวฟจะให้สีที่สดมากกว่าจากเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดและเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดจากการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาด,เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์และเครื่องอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศมีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จากการวิเคราะห์ปริมาณแทนนินและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกพบว่า ใบโรสแมรี่และดอกลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดมีปริมาณแทนนิน (เปอร์เซ็นต์)มากกว่าการอบแห้งด้วยเครื่องุ อบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน จากการวัดค่าการใช้พลังงานลมร้อน (บาทต่อ 1000 กรัม) ของการอบพืชสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดนั้นพบว่าการใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จะมีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพลังงานลมร้อนต่ำที่สุด (Table 2.) สามารถลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลงได้ แต่จะเห็นได้ว่าการใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใช้เวลาในการอบนานกว่าเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดและเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุนหลายเท่า นอกเหนือจากการลดต้นทุนแล้ว ข้อดีของการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ คือ เป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตทางการเกษตรในประเทศที่กำลังพัฒนา เป็นการใช้พลังงานธรรมชาติที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด เครื่องอบแห้งที่ออกแบบมานั้น จะป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนจากฝุ่นละออง สิ่งสกปรก นก แมลงและจุลินทรีย์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสี เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติดี ลดการสูญเสียคุณค่าทางอาหาร ปลอดภัย ใช้แรงงานน้อย คุ้มค่าแก่การลงทุนและค่าใช้จ่ายเพื่อการดำเนินการ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกรที่จะนำเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ประโยชน์ในการอบแห้ง

สรุป

แบบจำลอง Page Model ของใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์และกลีบดอกกุหลาบนั้นให้ค่าใกล้เคียกับค่าที่ได้จากการทดลองมากที่สุด เนื่องจากมีค่า coefficient of determination (R^2) สูงที่สุด และมีค่า Root Means Error (*RMSE*) ต่ำกว่าอีก 2 แบบจำลอง จากการทดลองอบแห้งพืชสมุนไพรด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์พบว่าจะใช้เวลาในการอบแห้งนานกว่าการใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดและเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน โดยคุณภาพของพืชสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด มีคุณภาพใกล้เคียงกันและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) แต่การอบแห้งสมุนไพรโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพลังงานลมร้อนต่ำที่สุดซึ่งสามารถลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลงได้ ลักษณะของธุรกิจเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กภายในท้องถิ่นมีความไม่สม่ำเสมอของปริมาณผลผลิต จึงสามารถที่จะยืดหยุ่นเรื่องเวลาในการอบได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการมานำเสนอผลงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

พิชญา บุญประสม. 2547. *Development of A Solar Dryer for Medicine Plants*. งานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ .

Maskan A, Kaya S, Maskan M. Hot air and sun drying of grape leather (pestil). J. Food Eng 2002; 54:81–8.