Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 552-555 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 552-555 (2554)

ผลของการอบแห้งต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของชาสมุนไพรจากอาร์ติโชคสายพันธุ์อิมพีเรียลสตาร์

Effect of Drying on Physico-Chemical Properties of Artichoke (*cv.* Imperial Star) Herb Tea

อรพรรณ แสงสี[1] อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล[1,2] และ พิชญา บุญประสม พูลลาภ[1,2]

Orapan Sangsee[1], Israpong Pongsirikul[1,2] and Pitchaya Boonprasom Poonlarp[1,2]

Abstract

The effects of different drying methods on drying rate, drying time, color, moisture content and water activity of dried artichoke were investigated. The experiments on drying of artichoke by using vacuum microwave, indirect solar energy and tray dryer were conducted. Average initial moisture content of artichoke was 464.93 % dry basis. The drying rate curve of artichoke drying at 50 ^{o}C with 0.5 m/s air velocity of tray dryer exhibited only the falling rate period. The moisture ratio exponentially decreased with increasing drying time. Drying models of Wang and Sing, Lewis, Henderson and Pabis and Page were used to predict drying kinetic of artichoke. Root Means Error (RMSE), Coefficient of determination (R^2_{adj}) and reduced chi-square, (χ^2) were used for verifying the models. The Page model was found to be the best model for describing the drying characteristics of artichoke at temperatures of 50 ^{o}C. Color assessment, moisture content and water activity (a_w) were analyzed as the quality parameters. Subsequently, quality parameters from solar dryer, tray dryer, and microwave vacuum rotary drum dryer were compared. Dried product qualities of artichoke using solar dryer with moisture content of less than 8% were comparable to those dried in tray dryer and microwave vacuum rotary drum dryer. Drying with solar dryer used the least of electrical energy.

Keywords: Artichoke, drying, solar energy

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของกรรมวิธีการอบแห้งต่ออัตราการอบแห้ง เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำแห้ง ค่าสี ความชื้น และค่าวอเตอร์แอคติวิตีของอาร์ติโชคอบแห้ง โดยทำการทดลองอบแห้งอาร์ติโชคด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศ เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาอากาศร้อนเข้าสู่ห้องอบ (indirect) และเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาด อาร์ติโชคสดมีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 464.93 % น้ำหนักแห้ง ควบคุมอุณหภูมิของห้องอบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส ทำการอบแห้งด้วยความเร็วลม 0.5 m/s พบว่าในกระบวนการอบแห้งจะมีแต่ช่วงการอบแห้งลดลงเท่านั้น นอกจากนั้นอัตราส่วนความชื้นของอาร์ติโชคลดลงแบบเอกซ์โปเนเชียลกับระยะเวลาในการอบแห้ง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Wang and Sing, Lewis, Henderson and Pabis และ Page ถูกนำมาใช้ทำนายกลไกการอบแห้งของอาร์ติโชคด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดและเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศ โดยพิจารณาความสอดคล้องของแบบจำลองกับข้อมูลจากการทดลองด้วยค่า Root Means Square Error (RMSE), coefficient of determination (R^2_{adj}) และ reduced chi-square (χ^2) พบว่าแบบจำลองของ Page จะสามารถพยากรณ์อัตราการลดความชื้นของอาร์ติโชคได้ดีที่สุดสำหรับการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดและเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศ จากผลการศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการอบแห้งอาร์ติโชคด้วยเครื่องอบแห้งทั้งสามชนิด พบว่าคุณภาพหลังการอบแห้งอาร์ติโชคโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบถาด และเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุนไม่แตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังการอบทั้ง 3 วิธี มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 8 และการอบแห้งด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยที่สุด

คำสำคัญ: อาร์ติโชค การอบแห้ง พลังงานแสงอาทิตย์

[1] สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50100

[1] School of Food Engineering, Faculty of Agro-Industry, Chiangmai University, Chiangmai 50100

[2] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว/ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[2] Postharvest Technology Research Institute/Postharvest Innovation Technology Center. Chiangmai University, Chiangmai 50200

คำนำ

อาร์ติโชคนิยมปลูกในหลายประเทศมีชื่อสามัญเรียกหลายภาษาเช่น ภาษาอังกฤษ เรียก “Globe artichoke” และภาษาบราซิลเรียก “alcachofra” อาร์ติโชคเป็นพันธุ์ไม้ในตระกูล (Family) Asteraceae สกุล (Genus) Cynara เป็นพืชที่มีคุณสมบัติทางยาสามารถบริโภคสดหรือปรุงเป็นอาหารหรือนำมาสกัดสารไซนาริน (synarin) ทุกส่วนของต้นอาร์ติโชคสามารถนำมาทำประโยชน์ได้ทั้งหมด มีรายงานการพบสารไซนาริน ซึ่งเป็นสารสำคัญในอาร์ติโชคโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวยุโรปเมื่อปี คศ. 1970 ในสมัยโบราณอาร์ติโชคเป็นอาหารและยารักษาโรคของชาวอียิปต์ ชาวกรีก และชาวโรมัน ปัจจุบันปลูกเพื่อเป็นการค้าในหลายประเทศทั่วโลก (ศักดา, 2553) งานวิจัยนี้มีความสนใจที่จะนำเอาอาร์ติโชคซึ่งเป็นพืชโครงการหลวงที่อยู่ในช่วงทดลองตลาดมาแปรรูปโดยการอบแห้ง ซึ่งเป็นการสนับสนุนเกษตรกรในเขตภาคเหนือและในเขตพื้นที่ส่งเสริมของโครงการหลวง ให้เปลี่ยนจากการปลูกพืชเสพติดมาเป็นพืชที่เป็นประโยชน์ ในปัจจุบันมีการนำเข้าชาอาร์ติโชคจากต่างประเทศซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นการศึกษาผลของวิธีการอบแห้งต่อคุณภาพด้านเคมีกายภาพของชาอาร์ติโชคนอกจากจะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลอาร์ติโชคแล้ว ยังทำให้สามารถเลือกกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมทำให้ผลิตภัณฑ์อาร์ติโชคอบแห้งที่ผลิตได้มีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและทัดเทียมกับชาอาร์ติโชคที่นำเข้าจากต่างประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาครั้งนี้ใช้อาร์ติโชคจากโครงการหลวง ทำการทดลองโดยนำอาร์ติโชคมาคัดแยกสิ่งปลอมปนออกก่อนนำไปล้างทำความสะอาดแล้วนำไปแช่สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 เป็นเวลา 5 นาที และทำให้สะเด็ดน้ำ (ธีรศักดิ์, 2545) นำอาร์ติโชคมาตัดขวางโดยกำหนดความหนาเท่ากับ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นนำอาร์ติโชคที่ได้ไปอบด้วยเครื่องอบ 3 แบบ ได้แก่ 1)เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาอากาศร้อนเข้าสู่ห้องอบโดยพัดลมไฟฟ้า (SD) มีอัตราเร็วลม 0.5 m/s 2) เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาด (TD) มีอัตราเร็วลม 0.5 m/s อุณหภูมิที่ใช้อบ 50°C และ 3) ตู้อบไมโครเวฟสุญญากาศแบบหมุน (VMD) จากบริษัทมาร์ชคูลจำกัด สภาวะในการอบโดยใช้แมกนีตรอนขนาด 800 วัตต์ จำนวน 3 ชุด ความดันสุญญากาศ -600 mmHg อัตราเร็วในการหมุน 25 รอบต่อนาที เข้าเครื่องอบโดยเกลี่ยเป็นชั้นบางๆ ทำการอบอาร์ติโชคภายใต้สภาวะข้างต้นจนมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 8 ตรวจสอบคุณภาพหลังการอบโดยวิเคราะห์ค่าความชื้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี และค่าสี L* C* h° โดยเครื่อง Colorimeter (Minolta Chroma รุ่น CR-300) ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Randomized Complete Block โดยใช้ SPSS 11.5 ทำการวิเคราะห์สมการสำหรับอัตราการทำแห้งโดยใช้ Sigma Plot 10.0 และ คำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้คิดเป็นต่อน้ำหนักอาร์ติโชคสด 100 กรัม

ผล

อาร์ติโชคสดมีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 82.29 ± 0.50 (น้ำหนักเปียก) หรือร้อยละ 464.93 ± 15.65 (น้ำหนักแห้ง) จากการอบแห้งแบบ SD พบว่าอุณหภูมิสูงสุดที่ได้จากการทดลองอบแห้งอาร์ติโชคอยู่ที่ 57 °C ระยะเวลาที่ใช้ในการอบ 12 ชั่วโมง ขณะที่การอบแห้งแบบ TD จะใช้เวลาในการอบ 5 ชั่วโมง ส่วนการอบแห้งแบบ VMD จะใช้ระยะเวลาในการอบ 25 นาที จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของอาร์ติโชคอบแห้ง (Table 1) พบว่า ค่า a_w และค่าสี L* C* h° ในแต่ละวิธีการอบ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

Table 1 Physico-chemical properties of dried artichoke obtained from different drying methods

Physico-chemical properties	Drying methods		
	Solar (SD)	Tray (TD)	Vacuum Microwave (VMD)
L*	$73.263^a \pm 0.301$	$73.283^a \pm 0.207$	$73.410^a \pm 0.220$
C*	$16.280^a \pm 0.032$	$16.250^a \pm 0.035$	$16.200^a \pm 0.010$
h°	$92.420^a \pm 0.049$	$92.407^a \pm 0.055$	$92.440^a \pm 0.060$
a_w	$0.507^a \pm 0.007$	$0.523^a \pm 0.012$	$0.503^a \pm 0.009$

Mean (± S.E.) within the same row followed by the same letter is not significant difference ($p > 0.05$)

Mean separated within row using Duncan’s multiple range test. a_w= water activity

ในการศึกษาจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 50°C และตู้อบไมโครเวฟสุญญากาศแบบหมุนที่อุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 50°C โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ของ Page, Henderson and Pabis, Wang and Sing, และ Lewis (Table 2) พบว่าแบบจำลองของ Page สามารถทำนายอัตราการลดความชื้นได้ดีที่สุด โดยให้ค่า R^2_{adj} สูงที่สุดเท่ากับ 0.9977 และ 0.9853 ตามลำดับ ค่า reduced chi-square ต่ำที่สุดเท่ากับ 0.000253 และ 0.001491 และ RMSE ต่ำที่สุดเท่ากับ 0.0159 และ 0.0386 ตามลำดับ ดังแสดงใน Figure 1 และ 2

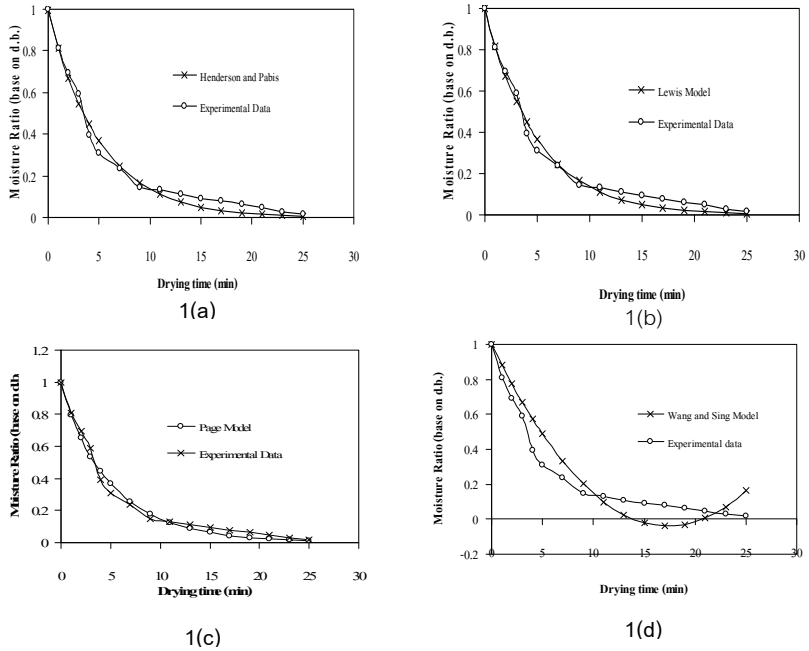

Figure 1 (a), (b), (c) and (d): Experimental data versus predicted values from Henderson and Pabis Model (a), Lewis Model (b), Page Model (c) and Wang and Sing Model (d) of Drying Arthichoke using Vacuum Microwave Dryer

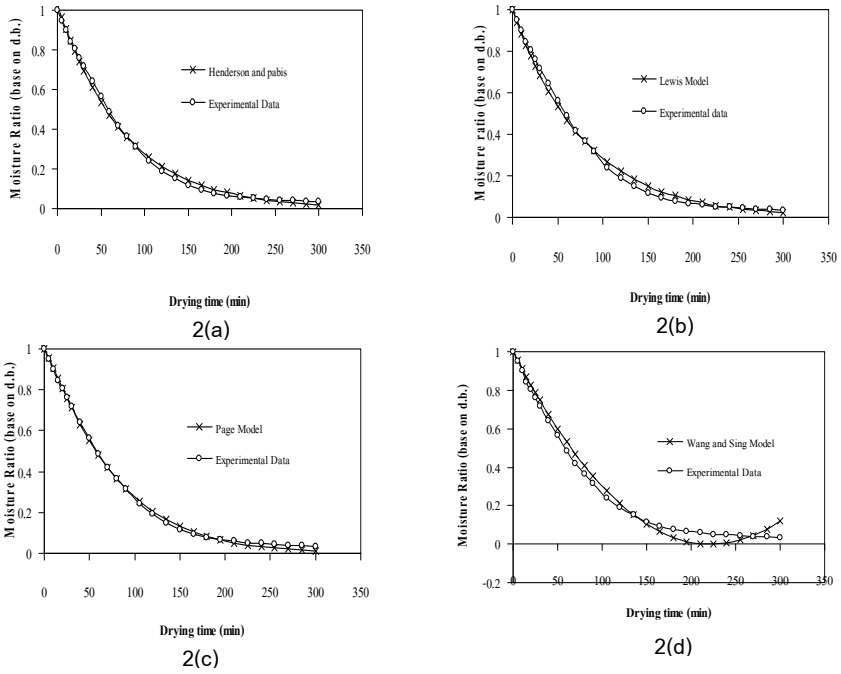

Figure 2 (a), (b), (c) and (d): Experimental data versus predicted values from Henderson and Pabis Model (a), Lewis Model (b), Page Model (c) and Wang and Sing Model (d) of Drying Arthichoke using Tray Dryer

Table 2 Values of the drying constants and coefficients of drying models as determined through regression method

Drying method	Model name	Equation	RMSE	R^2 adjust	reduced chi-square
Tray Drying	Page	MR = exp(-0.0076 $t^{1.1167}$)	0.0121	0.9987	0.000146
	Henderson and Pabis	MR =1.0327 exp(-0.0131 t)	0.0184	0.9971	0.000337
	Lewis	MR = exp(-0.0126 t)	0.0219	0.9958	0.000479
	Wang and Sing	MR =1-0.0090x+0.00002x^2	0.0393	0.9866	0.001542
Vacuum Microwave	Page	MR = exp(-0.2247 $t^{0.9275}$)	0.0342	0.9880	0.001167
Drying	Henderson and Pabis	MR =0.9948 exp(-0.1989 t)	0.0359	0.9867	0.001291
	Lewis	MR = exp(-0.2002 t)	0.0347	0.9876	0.001207
	Wang and Sing	MR =1-0.1198x+0.0034x^2	0.1079	0.8800	0.011644

t = drying time, MR = Moisture ratio = [(moisture content at t min) / (initial moisture content)] (dry basis)

จากการอบแห้งอาร์ติโชคสด 1 กิโลกรัม จะได้ผลิตภัณฑ์ชาอบแห้งจำนวน 177 กรัม และจากการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอบแห้งทั้ง 3 แบบพบว่า เครื่องอบแห้งแบบ SD ใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 0.15 บาท / 100 กรัมวัตถุดิบสด ส่วนเครื่องอบแห้งแบบ TD ใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 11.88 บาท / 100 กรัมวัตถุดิบสด และเครื่องอบแห้งแบบ VMD ใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 7.6 บาท / 100 กรัมวัตถุดิบสด

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาการอบแห้งอาร์ติโชคทั้ง 3 กรรมวิธี (SD, TD, VMD) พบว่าคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของอาร์ติโชคไม่แตกต่างกัน โดยความชื้นของอาร์ติโชคจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการอบแห้งจากนั้นอัตราการอบแห้งจะค่อยๆ ลดลง จากการศึกษาจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งอาร์ติโชคโดยใช้วิธีอบแห้งแบบ TD และ VMD พบว่าแบบจำลองของ Page จะสามารถทำนายพฤติกรรมการอบแห้งอาร์ติโชคได้ดีที่สุด จากการคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอบแห้งทั้ง 3 แบบในการอบแห้งอาร์ติโชค 100 กรัม พบว่าเครื่องอบแห้งแบบ SD จะใช้พลังงานน้อยกว่าแบบ TD และแบบ VMD โดยแบบ TD จะใช้พลังงานมากที่สุด

สรุป

การใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาอากาศร้อนเข้าสู่ห้องอบ มีศักยภาพสำหรับการผลิตอาร์ติโชคอบแห้งโดยมีต้นทุนต่ำ ทั้งนี้อาร์ติโชคแห้งที่ได้มีคุณภาพไม่แตกต่างจากการอบด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดและไมโครเวฟสุญญากาศ จากการศึกษาจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งอาร์ติโชคพบว่าแบบจำลองของ Page จะอธิบายอัตราการทำแห้งของอาร์ติโชคได้ดีที่สุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวง ที่ให้การสนับสนุนการวิจัย และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนการนำเสนอผลงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ธีระศักดิ์ ปั้นวิชัย. 2545. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผักกาดหอมห่อตัดแต่งพร้อมบริโภค. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 97 น.

ศักดา ศรีนิเวศน์. 2553. อาร์ติโชค พืชอาหารและเภสัช. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.agric-prod.mju.ac.th/web-veg/plantlist/artichoke.htm (22 กุมภาพันธ์ 2553).