Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 545-548 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 545-548 (2554)

ผลของการอบแห้งแบบสูบความร้อนต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพของใบมะรุม

Effect of heat pump drying on free radical scavenging activity and bioactive compounds of moringa leaves

ละมุล วิเศษ[1] และ ณัฐพล ภูมิสะอาด[1]
Lamul Wiset[1] and Nattapol Poomsa-ad[1]

Abstract

At present, herbal treatment is widely popular among health lovers. Moringa is a plant which is highly nutritious and has medicinal properties. Moringa leaves capsule is a product which contains several bioactive compounds. Drying methods can affect biological compounds of raw materials. The aim of this research was to study the effect of drying conditions on the changes in radical scavenging activity, phenolic and flavonoid levels in dried moringa leaves. Moringa leaves undergoing heat pump drying conditions of 40, 50, and 60°C under CO_2, N_2 and air, were dried out to the final moisture content of about 7-8% dry basis. The dried samples were then analyzed for the free radical scavenging activity, phenolic and flavonoid levels. The results showed that the highest level of phenolics and flavonoids was found in the sample dried at 40 °C in all the media with significant difference ($p \leq 0.05$). However, drying at temperature of 60 °C resulted in the significantly ($p \leq 0.05$) highest free radical scavenging activity in the sample under all the media. Based on the antioxidant property, the dried sample at 60 °C under CO_2 had the highest free radical scavenging activity. However, its phenolic and flavonoid levels were low. Compared to a capsulate product and a shade-dried product, the product obtained from heat pump drying at 60 °C under CO_2 was significantly higher in radical scavenging activity ($p \leq 0.05$).

Keywords: antioxidant, herb, flavonoid

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการรักษาโรคด้วยสมุนไพรกำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายสำหรับคนรักสุขภาพ มะรุมเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูงพร้อมด้วยสรรพคุณทางยา ใบมะรุมประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิด วิธีการทำแห้งสามารถส่งผลต่อองค์ประกอบเหล่านี้ได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของสภาวะการอบแห้งที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลและสารฟลาโวนอยด์ในใบมะรุมอบแห้ง โดยทำการอบแห้งใบมะรุมด้วยสูบความร้อนที่อุณหภูมิ 40 50 และ 60 องศาเซลเซียส โดยมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนและอากาศ เป็นตัวกลาง จนกระทั่งมีความชื้นร้อยละ 7-8 มาตรฐานแห้ง จากนั้นนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลและสารฟลาโวนอยด์ ผลการทดลองพบว่าสารประกอบฟีนอลและสารฟลาโวนอยด์มีค่าสูงสุดที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ในทุกตัวกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทำให้ตัวอย่างมีค่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดในทุกตัวกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาคุณสมบัติในด้านการเป็นตัวต้านอนุมูลอิสระ การอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ตัวอย่างมีค่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดแต่สารประกอบฟีนอลและสารฟลาโวนอยด์มีปริมาณต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับมะรุมแคปซูลและการผึ่งในร่ม พบว่าการอบแห้งแบบสูบความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีค่าต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ: ตัวต้านการออกซิเดชัน สมุนไพร ฟลาโวนอยด์

บทนำ

มะรุม (*Moringa oleifera* Lam.) เป็นพืชที่คนไทยนิยมนำมาประกอบอาหารมาแต่โบราณ ด้วยคุณค่าทางโภชนาการและสรรพคุณทางยา ทำให้กลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพให้ความสนใจในการนำส่วนต่างๆของมะรุมมาใช้ประโยชน์ มีการรวบรวมงานวิจัยเพื่อเป็นข้อมูลทางวิชาการถึงสรรพคุณ คุณค่าทางยา เช่น ลดความดัน ลดไขมันในเส้นเลือด แก้ปวดเกร็งใน

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150
[1] Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamriang District, Kantarawichai, Maha Sarakham 44150

ช่องท้อง รักษาแผลในทางเดินอาหาร ต้านเนื้องอก ต้านมะเร็ง เป็นต้น รวมถึงฤทธิ์ทางชีวภาพของมะรุมในการเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ เนื่องจากพบกลุ่มของสาร เช่น vitamin C, á-tocopherol, flavonoids, phenolics, carotenoids ซึ่งชะลอความเสื่อมของเซลล์ (อภิชาติและศุภวรรณ์, 2553; Yang *et al*., 2006) การแปรรูปใบมะรุมโดยการผึ่งแดดหรือผึ่งในที่ร่มให้แห้งแล้วนำมาบดเป็นผงบรรจุในแคปซูลนั้นขึ้นอยู่กับระยะเวลาการผึ่งแดดหรือผึ่งในที่ร่ม ซึ่งมีปัจจัยของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเป็นตัวแปร ทำให้การควบคุมการผลิตในแง่ของเวลาและความสะอาดในขั้นตอนการผึ่งไม่สามารถทำได้ดีเท่าที่ควร การใช้เครื่องอบแห้งเพื่อลดความชื้นจึงเป็นข้อดีในแง่ของการควบคุมการผลิตทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณ การใช้เครื่องอบแห้งแบบสูบความร้อนเป็นหนึ่งทางเลือก มีข้อดีคือ อบแห้งที่อุณหภูมิไม่สูงมากนักอยู่ในช่วง 40-60 องศาเซลเซียส มีการลดความชื้นของอากาศก่อนเข้าสู่ห้องอบทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำ ผลิตภัณฑ์สามารถถ่ายเทความชื้นออกจากตัวผลิตภัณฑ์ได้ดีขึ้น ทำให้อัตราการอบแห้งสูงขึ้น (Sosle *et al.*, 2003; Teeboonma *et al*., 2003) อีกทั้งเป็นระบบปิดจึงสามารถป้องกันการปนเปื้อนเชื้อโรคจากฝุ่นละอองในบรรยากาศได้ และสามารถนำก๊าซเฉื่อย เช่น ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ มาเป็นตัวกลางในการอบแห้ง ซึ่งการอบแห้งภายใต้สภาพที่ไร้ออกซิเจนจะสามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ (Ramesh *et al*., 1999) งานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะอบแห้งใบมะรุมด้วยเครื่องอบแห้งแบบสูบความร้อนภายใต้สภาวะของตัวกลางที่เป็นอากาศ ก๊าซไนโตรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อดูผลของสภาวะการอบแห้งต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

ใบมะรุมในเขตพื้นที่ อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม นำมาอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบสูบความร้อน ที่อุณหภูมิ 40 50 และ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้ตัวกลาง 3 ชนิด คือ อากาศ ก๊าซไนโตรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ความเร็วลมคงที่ 0.5 เมตรต่อวินาที พลอตกราฟระหว่างความชื้นและระยะเวลาการอบแห้งที่สภาวะต่างๆ เพื่อดูลักษณะการอบแห้งสำหรับตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ค่าต่างๆ ทำการอบแห้งจนกระทั่งตัวอย่างมีค่าความชื้นสุดท้ายร้อยละ 7-8 มาตรฐานแห้ง โดยระยะเวลาการอบแห้งดูได้จากกราฟ จากนั้นนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระตามวิธีของ Braca *et al*. (2001) สารประกอบฟีนอลตามวิธีของ Zhou and Yu (2006) และสารประกอบฟลาโวนอยด์ตามวิธีการของ Zhishen *et al*. (1999) สำหรับความชื้นของใบมะรุมหาโดยวิธีการอบแห้งในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ผลการทดลองเปรียบเทียบกับมะรุมที่ได้จากการผึ่งในที่ร่มและมะรุมแคปซูลที่จำหน่ายตามท้องตลาด

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการอบแห้งใบมะรุมโดยเครื่องอบแห้งแบบสูบความร้อนที่อุณหภูมิ 40 50 และ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้ตัวกลาง 3 ชนิด คือ อากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และไนโตรเจน โดยความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่างมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 250-270 มาตรฐานแห้ง พลอตกราฟระหว่างความชื้นกับระยะเวลาในการอบแห้ง กราฟการอบแห้งที่อุณหภูมิแตกต่างกันโดยใช้ตัวกลางการอบแห้งต่าง ๆ แสดง Figure 1

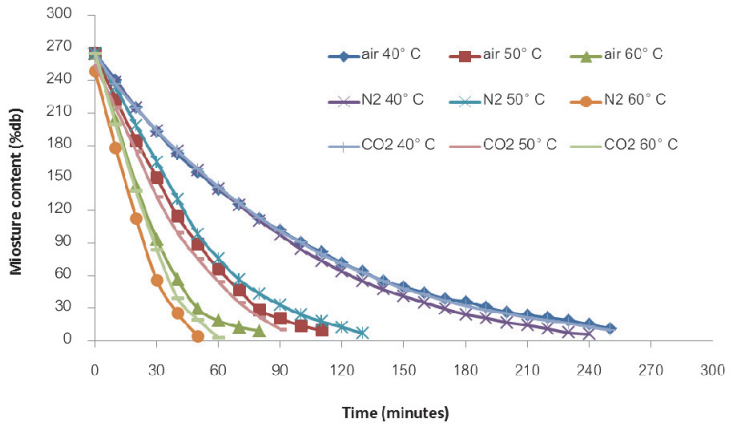

Figure 1 Drying characteristics of moringa leaves at various drying temperatures under air, carbon dioxide and nitrogen

จาก Figure 1 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีผลต่อการลดความชื้นของใบมะรุม โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงทำให้ความชื้นของตัวอย่างลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิตัวกลางและใบมะรุมมีค่าสูง ส่งผลให้เกิดการถ่ายเทความร้อนและมวลสารได้ดี ส่วนการอบแห้งภายใต้ตัวกลางอากาศและก๊าซไนโตรเจนผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน แต่ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งแตกต่างกันดังแสดงใน Table 1 อาจเนื่องมาจากว่าสมบัติของความร้อนจำเพาะต่างกันทำให้เวลาในการอบแห้งต่างกัน

เมื่อนำใบมะรุมที่ผ่านการอบแห้งจากสภาวะต่างๆ มาวิเคราะห์สารประกอบฟีนอล ฟลาโวนอยด์และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ เปรียบเทียบกับใบมะรุมผึ่งที่ในร่มและมะรุมในแคปซูล ค่าที่ได้ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Levels of total phenolics and flavoniods and DPPH radical-scavenging activity of dried moringa leaves under various drying conditions.

Drying condition	Drying time (hr)	Total phenolics (mg GAE/g sample)	Total flavonoids (mg/g sample)	DPPH (% inhibition)
Drying at 40 °C under CO_2	4.10	38.35±4.19^{abcd}	14.62±0.65^{b}	38.86 ± 1.79^{b}
Drying at 50 °C under CO_2	1.45	31.58±3.08^{efg}	13.08±0.05^{cd}	39.23 ± 0.63^{b}
Drying at 60 °C under CO_2	1.05	30.19±2.85^{fe}	11.71±0.88^{ef}	43.54 ± 0.42^{a}
Drying at 40 °C under N_2	3.45	41.60±0.25^{ab}	12.37±0.15^{de}	30.39 ± 2.00^{cd}
Drying at 50 °C under N_2	1.40	35.46±2.79^{bcdef}	11.98±0.32^{def}	31.58 ± 1.79^{c}
Drying at 60 °C under N_2	1.10	25.95±0.12^{g}	10.34±1.06^{g}	38.78 ± 3.15^{b}
Drying at 40 °C under Air	3.50	39.02±4.63^{abc}	16.25±0.07^{a}	20.88 ± 2.00^{f}
Drying at 50 °C under Air	2.20	37.18±1.27^{bcde}	14.02±0.48^{bc}	24.37 ± 1.47^{ef}
Drying at 60 °C under Air	1.20	32.57±0.18^{def}	10.86±0.17^{fg}	26.90 ± 1.26^{de}
Shade drying	72	33.07±2.48^{cdef}	13.96±0.51^{bc}	11.59 ± 2.73^{g}
Capsule	-	44.27±1.26^{a}	12.86±0.33^{cde}	32.39 ± 1.47^{c}

Means within the same column followed by the same letters are not significantly different ($p \geq 0.05$) by DMRT

จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิในการอบแห้งพบว่าสารประกอบฟีนอลและสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดมีปริมาณสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ในทุกตัวกลางการอบแห้งและมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น อาจเนื่องมาจากความร้อนทำให้สารประกอบเหล่านี้เกิดการสลายตัวได้ ผลการวิจัยสอดคล้องกับรายงานของ Miranda *et al*. (2010) ที่พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมีค่าลดลงในเมล็ดควินัวซึ่งอบแห้งที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นในช่วง 40-80 องศาเซลเซียส

การวิเคราะห์ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้ทุกสภาวะมีผลทำให้ได้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงสุดและเมื่ออุณหภูมิการอบแห้งลดลงทำให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งจากการผึ่งลมใช้เวลาถึง 72 ชั่วโมง และมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระต่ำสุด อาจเนื่องจากฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระถูกออกซิไดซ์ในระหว่างการอบแห้ง และเมื่อพิจารณาถึงตัวกลางการอบแห้งพบว่าการใช้อากาศทำให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของใบมะรุมลดลงมากกว่าการอบแห้งภายใต้ไนโตรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อเปรียบเทียบกับมะรุมแคปซูลและการผึ่งในร่ม พบว่าการอบแห้งแบบสูบความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีค่าต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ถึงแม้ว่าสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และสารฟลาโวนอยด์จะมีปริมาณสูงที่สุดที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แต่ในทางกลับกันฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ กลับมีค่าสูงสุดเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส อาจเนื่องมาจากว่าสารที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่ทำการวิเคราะห์มีการสลายตัวไปในระหว่างการอบแห้ง ซึ่งการอบแห้งที่ 40 องศาเซลเซียส จะใช้ระยะเวลานานกว่าที่ 50 และ 60 องศาเซลเซียสประมาณ 3-4 เท่า แต่อาจเป็นไปได้ว่าสารตัวอื่นที่มีฤทธิ์เป็นตัวต้านอนุมูลอิสระยังคงมีปริมาณสูงที่อุณหภูมิการอบแห้ง 60 องศาเซลเซียส ซึ่งในงานวิจัยนี้ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ชนิดของสารที่มีอยู่ในใบมะรุม

ทั้งหมด จากการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวกลางในการอบแห้ง พบว่าสามารถช่วยรักษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของใบมะรุมได้ดีที่สุด แสดงให้เห็นว่า การอบแห้งภายใต้สภาวะที่ไร้ออกซิเจนสามารถยังยั้งการเกิดออกซิเดชั่นในสารที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระได้

สรุป

การอบแห้งใบมะรุมด้วยเครื่องอบแห้งแบบสูบความร้อนที่อุณหภูมิ 40 50 และ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้ตัวกลาง3 ชนิด คือ อากาศ ก๊าซไนโตรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ จนกระทั่งมีความชื้นสุดท้ายร้อยละ 7-8 มาตรฐานแห้ง ซึ่งจะใช้เวลาการอบแห้งแตกต่างกัน ผลการทดลองพบกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ทำให้ได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลและฟลาโวนอยด์สูงที่สุดอย่างมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในตัวกลางแต่ละชนิด สำหรับฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้ทุกสภาวะมีผลทำให้ได้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงสุดและเมื่ออุณหภูมิการอบแห้งลดลงทำให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับมะรุมแคปซูลและการผึ่งในร่ม พบว่าการอบแห้งแบบสูบความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีค่าต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่สนับสนุนเงินในการเข้าร่วมการประชุมวิชาการและการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณนางสาวนิรันดร์รัตน์ ศิริชัยและนายอนุพงศ์ ฉายชูวงษ์ สำหรับการวิเคราะห์ผลการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

อภิชาติ ศรีสะอาด และ ศุภวรรณ์ ใจแสน. 2553. ผลิตภัณฑ์มะรุม ครบวงจร. บริษัท นาคา อินเตอร์มีเดีย จำกัด. กรุงเทพฯ. 96 น.

Braca, A., N. Tommasi, D.L. Bari, C. Pizza, M. Politi and I. Morelli. 2001. Antioxidant principle from Bauhinia terapotensis. Journal of Natural Products 64: 982-895.

Miranda, M., A. Vega-Galvez, J. Lopez, G. Parada, M. Sanders, M. Aranda, E. Uribe and K.D. Scala. 2010. Impact of air-drying temperature on nutritional properties, total phenolic content and antioxidant capacity of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.). Industrial Crops and Products 32:258-263.

Ramesh, M.N., W. Wolf, D. Tevini and G.Jung. 1999. Studies on inert gas processing of vegetables. Journal of Food Engineering 40:199-205.

Sosle, V., G.S.V. Raghavan and R. Kittler. 2003. Low-temperature drying using a versatile heat pump dehumidifier. Drying Technology 21(3): 539-554.

Teeboonma, U., J. Tiansuwan and S. Soponronnarit. 2003. Optimization of heat pump fruit dryers, Journal of Food Engineering 59(4): 369–377.

Yang, R., L. Chang, J. Hsu, B.B.C. Weng, M.C., Palada, M.L. Chadha and V. Levasseur. 2006. Nutritional and functional properties of moringa leaves from germplasm, to plant, to food, to health, Moringa and other highly nutritious plant resources: Strategies. Standards and markets for a better impact on nutrition in Africa, Accra, Ghana, 16-18 November 2006. p.1-9.

Zhou, K. and L.Yu. 2006. Total phenolic contents and antioxidant properties of commonly consumed vegetables grown in Colorado. Lebensmittel-Wissenschaft Technologies 39:1155-1162.

Zhishen, T., T. Mengcheng and W. Jianming. 1999. The determination of flavonoid content in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry 64:555-559.