

ผลของอุณหภูมิและตัวกลางการอบแห้งต่อสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพและ
ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของขมิ้นชัน
Effect of Drying Temperatures and Media on Bioactive Compounds and
Free Radical Scavenging Activity of Turmeric

เพียรพรรณ สุภะโคตร¹ ณัฐพล ภูมิสะอาด¹ และละมุล วิเศษ¹
Painpan Supakot¹, Nattapol Poom-ad¹ and Lamal Wiset¹

Abstract

The objective of this research was to study the drying kinetics of turmeric using a heat pump dryer. The effects of drying media and temperatures on flavonoid content, total phenolic compounds and antioxidant activity of the dried products were investigated. The drying temperatures were 45, 50 and 55°C with air and nitrogen gas as drying media. The results found that drying rate increased with increasing of drying temperature. Moreover, the drying under nitrogen gas had a higher drying rate than the drying under hot air at the same drying temperature. It was also found that drying at the temperature of 45°C gave the higher total phenolic compounds and flavonoid content of the products than drying at the other conditions ($p \leq 0.05$). In addition, antioxidant activity of the product drying at 55 °C was higher than that drying of 50 and 45°C respectively. At the same drying temperature, the using of nitrogen gas as drying medium yielded the products with significantly higher antioxidant activity than using hot air ($p \leq 0.05$).

Keywords: drying, bioactive compounds, turmeric

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งขมิ้นชันด้วยปั๊มความร้อน ผลกระทบของอุณหภูมิและตัวกลางในการอบแห้งต่อปริมาณสารฟลาโวนอยด์ สารประกอบฟีนอลทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยทำการอบแห้งขมิ้นชันที่อุณหภูมิ 45 50 และ 55 องศาเซลเซียส ภายใต้ตัวกลางอากาศ และก๊าซไนโตรเจน นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ สารประกอบฟีนอลทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ผลการทดลองพบว่า อัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิการอบแห้งสูงขึ้น และการอบแห้งภายใต้ตัวกลางก๊าซไนโตรเจน มีอัตราการอบแห้งสูงกว่าการใช้ตัวกลางอากาศที่อุณหภูมิเดียวกัน สำหรับสมบัติทางเคมีพบว่า ที่การอบแห้งอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มีผลให้สารประกอบฟีนอลทั้งหมด และสารฟลาโวนอยด์สูงกว่าเงื่อนไขการอบแห้งอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ค่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าที่อุณหภูมิ 50 และ 45 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และพบว่าที่อุณหภูมิการอบแห้งเดียวกันการใช้ก๊าซไนโตรเจนทำให้มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในขมิ้นชันสูงกว่าอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$).

คำสำคัญ: การทำแห้ง, สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ, ขมิ้นชัน

บทนำ

ปัจจุบันมีการตื่นตัวกันเป็นอย่างมากในเรื่องสมุนไพร และด้วยความต้องการสมุนไพรที่เพิ่มมากขึ้นนี้ ส่งผลให้มูลค่าธุรกิจทางการค้ามีแนวโน้มที่สูงขึ้น ขมิ้นชันเป็นสมุนไพรที่นำมาประยุกต์ใช้ เพื่อสร้างรายได้ให้กับผู้ประกอบการ เช่น ลูกประคบสมุนไพร ผลิตภัณฑ์ดูแลร่างกาย ยารักษาโรค รวมไปถึงผงขัดผิวที่ทำมาจากขมิ้นชัน และขมิ้นชันนี้ก็มีสรรพคุณในการต้านอนุมูลอิสระ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สามารถป้องกันสาเหตุการเกิดมะเร็ง ช่วยลดไขมันในเส้นเลือด ให้ความสะอาดลำไส้ (Chan *et al.*, 2009) อีกทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่ส่งขายต่างประเทศ ตลอดจนการนำขมิ้นชันมาทำเป็นเครื่องเทศการปรุงอาหาร ในอดีตการเก็บรักษาสมุนไพรจะนิยมใช้วิธีการตากแห้ง เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย สะดวกและค่าใช้จ่ายต่ำ แต่ปัจจุบันมีการแข่งขันทางธุรกิจและความต้องการของตลาดสูงทำให้ต้องมีการเพิ่มผลผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่มากขึ้นเรื่อยๆ

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

¹ Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamriang District, Kantarawichai, Maha Sarakham 44150

ส่งผลให้การใช้เทคโนโลยีการอบแห้งเป็นสิ่งจำเป็นการอบแห้งสมุนไพรส่วนใหญ่จะใช้เครื่องอบแห้งแบบลมร้อนและใช้เชื้อเพลิงเป็นแหล่งให้ความร้อน แต่เครื่องอบแห้งแบบนี้ยังมีข้อเสียเปรียบด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากไม่มีการนำความร้อนของอากาศที่ออกจากเครื่องอบแห้งกลับมาใช้ใหม่ การนำเทคโนโลยีด้านการอบแห้งโดยใช้ปั๊มความร้อนมีข้อดีคือสามารถนำความร้อนจากการอบแห้งกลับมาใช้ใหม่ได้และระบบปั๊มความร้อนจะใช้อุณหภูมิต่ำจึงสามารถรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ เช่น คุณภาพด้านสี (Phoungchandang and Saentaweasuk, 2011) ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งขมิ้นชันด้วยปั๊มความร้อน ผลกระทบของอุณหภูมิและตัวกลางในการอบแห้งต่อปริมาณสารฟลาโวนอยด์ สารประกอบฟีนอลทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

อุปกรณ์และวิธีการ

ขมิ้นชันในเขตพื้นที่ อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม นำมาอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนที่อุณหภูมิ 45 50 และ 55 องศาเซลเซียส ภายใต้ตัวกลาง 2 ชนิด คือ อากาศ ก๊าซไนโตรเจน ที่ความเร็วลมคงที่ 0.5 เมตรต่อวินาที พล็อตกราฟระหว่างความชื้นและระยะเวลาการอบแห้งที่สภาวะต่างๆ เพื่อดูลักษณะการอบแห้ง สำหรับตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ค่าต่างๆ ทำการอบแห้งจนกระทั่งตัวอย่างมีค่าความชื้นสุดท้ายร้อยละ 7-8 มาตรฐานเปียก โดยระยะเวลาการอบแห้งดูได้จากกราฟ จากนั้นนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระดัดแปลงตามวิธีของ Brand-Williams *et al.* (1995) สารประกอบฟีนอลตามวิธีของ Zhou and Yu (2006) และสารประกอบฟลาโวนอยด์ตามวิธีการของ Zhishen *et al.* (1999) สำหรับความชื้นของขมิ้นชันหาโดยวิธีการอบแห้งในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการอบแห้งขมิ้นชันด้วยปั๊มความร้อนที่อุณหภูมิ 45 50 และ 55 องศาเซลเซียส โดยใช้ ก๊าซไนโตรเจนและอากาศเป็นตัวกลาง ได้ผลการทดลองซึ่งนำเสนอในเรื่องการเปลี่ยนแปลงความชื้นกับเวลาของขมิ้นชัน ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งขมิ้นชัน แสดงดัง Figure 1

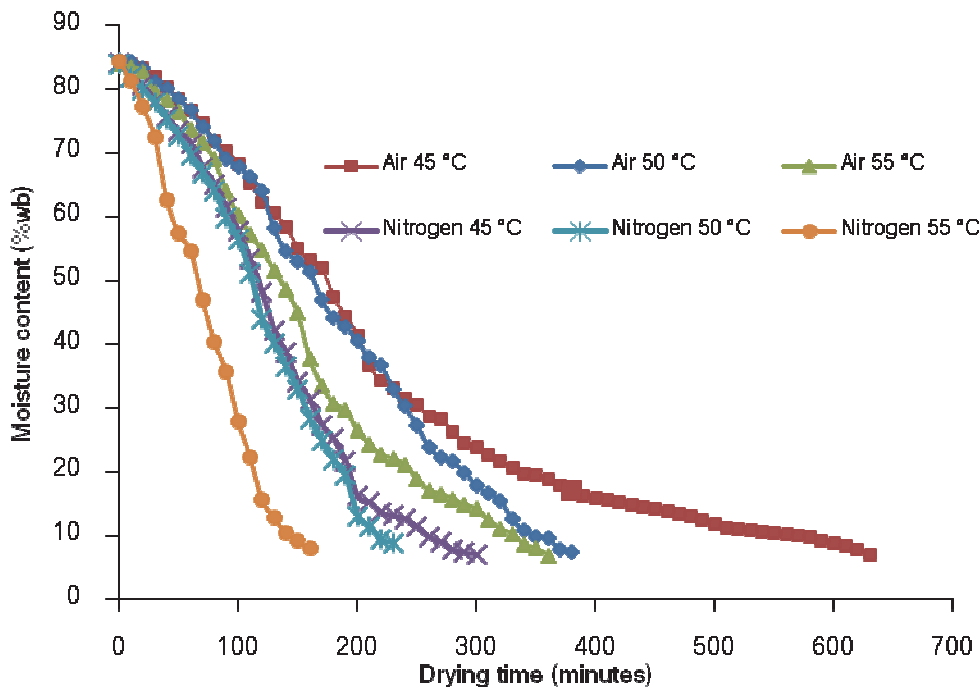


Figure 1 Drying characteristics of turmeric at various drying temperatures under air and nitrogen drying mediums.

จาก Figure 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลา ที่อุณหภูมิ 45 50 และ 55 องศาเซลเซียส โดยใช้อากาศและไนโตรเจนเป็นตัวกลาง พบว่าการอบแห้งที่ใช้ตัวกลางไนโตรเจนจะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยกว่าตัวกลางที่เป็นอากาศ

เนื่องจากไนโตรเจนมีค่าความจุจำเพาะความร้อนแฝงสูงกว่าอากาศ จึงมีความสามารถถ่ายเทความร้อนดีกว่าอากาศ เมื่อนำขมิ้นชันที่ผ่านการอบแห้งจากสภาวะต่างๆ มาวิเคราะห์สารประกอบฟีนอล ฟลาโวนอยด์และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ค่าที่ได้แสดงดัง Table 1

Table 1 Levels of total phenolics and flavonoids and DPPH radical-scavenging activity of dried turmeric under various drying conditions.

Drying condition	Drying time (hr)	Total phenolics (mg GAE/g sample)	Total flavonoids (mg/g sample)	DPPH (% inhibition)
Drying at 45 °C under Air	10.00	8.10±0.12 ^b	8.69±0.08 ^b	29.42 ± 0.68 ^e
Drying at 50 °C under Air	6.30	7.53±0.20 ^c	8.03±0.07 ^c	32.06 ± 1.97 ^d
Drying at 55 °C under Air	6.00	6.26±0.16 ^e	7.79±0.01 ^b	37.24 ± 1.64 ^c
Drying at 45 °C under N ₂	5.00	7.41±0.13 ^c	8.22±0.14 ^b	32.49 ± 1.12 ^d
Drying at 50 °C under N ₂	4.00	7.02±0.10 ^d	8.04±0.01 ^c	37.59 ± 0.92 ^c
Drying at 55 °C under N ₂	3.00	5.88±0.12 ^f	7.77±0.02 ^c	40.06 ± 1.11 ^b
Fresh turmeric	-	10.78±0.10 ^a	10.35±0.83 ^a	51.22±1.02 ^a

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

จาก Table 1 พบว่าสภาวะการอบแห้งมีผลทำให้สารประกอบฟีนอลทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงสุดในแต่ละตัวกลางการอบแห้ง เมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง อาจเนื่องจากโครงสร้างของสารประกอบฟีนอล เกิดการเสียสภาพเมื่อเจอกับความร้อนที่สูง ซึ่งจากการทดลองในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Miranda *et al.* (2010) ที่ศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิการอบแห้งต่อสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและสารต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดควินัว โดยทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40, 50, 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่าการอบแห้งเมล็ดควินัวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สามารถรักษาสารประกอบฟีนอลได้สูงสุดและมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีอุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้น

จาก Table 1 พบว่าสภาวะการอบแห้งมีผลทำให้สารฟลาโวนอยด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะตัวกลางอากาศ และไนโตรเจนมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.69±0.08 mg/g sample และ 8.22±0.14 mg/g sample ตามลำดับ รองลงมา คือ การอบแห้งที่ระดับอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะตัวกลางอากาศและไนโตรเจน จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิและตัวกลางในการอบแห้ง พบว่าการใช้อุณหภูมิต่ำในการอบแห้งขมิ้นชันสามารถลดการสูญเสียสารฟลาโวนอยด์ได้ดีกว่าการอบแห้งที่ใช้อุณหภูมิสูงๆ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Silva *et al.* (2011) พบว่าการทำแห้งแบบระเหยที่อุณหภูมิ -50 องศาเซลเซียส ซึ่งการใช้อุณหภูมิต่ำสามารถลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ดังนั้นจึงสามารถคงปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์สูงกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อน ซึ่งส่งผลให้สารฟลาโวนอยด์เกิดการสลายตัวเนื่องจากความร้อนได้

จาก Table 1 พบว่าสภาวะการอบแห้งมีผลทำให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ภายใต้ทุกสภาวะมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงสุดและเมื่ออุณหภูมิการอบแห้งต่ำลงทำให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมีค่าลดลงด้วย แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งมีผลมากกว่าอุณหภูมิ จึงทำให้ค่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระถูกออกซิไดซ์ในระหว่างกระบวนการอบแห้ง ซึ่งจากการทดลองในครั้งนี้ ผลการทดลองได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Garau *et al.* (2007) ที่ศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิการอบแห้งต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและสารต้านอนุมูลอิสระในส้ม โดยทำการอบแห้งด้วยลมร้อนที่ใช้อุณหภูมิ 30 40 50 60 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและปริมาณสารฟลาโวนอยด์ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ จะมีปริมาณสูงที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส แต่ในทางกลับกันฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ มีค่าสูงที่สุดเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส อาจเนื่องมาจากว่าสารที่มีฤทธิ์ในการต้าน อนุมูลอิสระมีการสลายตัว ไปในระหว่างการอบแห้ง ซึ่งการอบที่ 45 องศาเซลเซียสจะใช้ระยะเวลานาน กว่าที่ 50 และ 55 องศาเซลเซียส ประมาณ 2-4 เท่า ถึงแม้ว่าปริมาณสารประกอบฟีนอล

ทั้งหมด และ ปริมาณสารฟลาโวนอยด์จะมีปริมาณมากที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส แต่อาจเป็นไปได้ว่าสารตัวอื่นที่มีฤทธิ์เป็น ต้านอนุมูลอิสระยังคงมีปริมาณสูงที่อุณหภูมิการอบแห้งเท่ากับ 55 องศาเซลเซียส ซึ่งในงานวิจัยนี้ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ชนิด ของสารที่มีอยู่ในชั้นการอบแห้งภายใต้สภาวะที่ไร้ออกซิเจนสามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันในสารที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูล อิสระได้

สรุป

จากการศึกษาผลกระทบของการอบแห้งขมิ้นชันด้วยมีมความร้อนภายใต้ตัวกลางก๊าซไนโตรเจนและอากาศที่ อุณหภูมิการอบแห้ง 45 50 และ 55 องศาเซลเซียสต่อการศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งของขมิ้นชันและสมบัติทางเคมีของ ขมิ้นชัน จนกระทั่งความชื้นสุดท้ายร้อยละ 7-8 มาตรฐานเปียก ซึ่งจะใช้เวลาการอบแห้งแตกต่างกัน ผลการทดลองพบว่าการ อบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและสารฟลาโวนอยด์สูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 55 องศาเซลเซียส และการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการอบแห้งที่ 45 และ 50 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และการใช้ตัวกลางไนโตรเจนทำให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการ ใช้ตัวกลางอากาศที่อุณหภูมิตอบแห้งเดียวกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่สนับสนุนเงินในการเข้าร่วมการประชุมวิชาการและ การทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณนายวัชรชัย ขุนทอง และนายปิตรีเวช ป่าปะไพ สำหรับการวิเคราะห์ผลการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- Chan, E.W.C., S.K. Wong, K.K. Lim, S.P. Tan, F.S. Lianto and M.Y. Yong. 2009. Effect of different drying method on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. *Food Chemistry* 113: 166-172.
- Garau, M.C., S. Simal, C. Rossello' and A. Femenia. 2007. Effect of air-drying temperature on physical-chemical properties of dietary fibre and antioxidant and capacity of orange (*Citrus aurantium* v. *Canoneta*) by-products. *Food Chemistry* 114: 1014-1024.
- 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.
- Phoungchandang S. and S. Saentaweek. 2011. Effect of two stage, tray and heat pump assisted-dehumidified drying on drying Characteristics and quality of dried ginger. *Food and Bioproducts Processing* 89: 429-437.
- Silva, E.M., J.S.Da Silva, R.S. Pena and H. Rogez. 2011. A Combined approach to optimize the drying process of flavonoid-rich leaves (*Inga edulis*) using experimental design and mathematical modeling. *Food and Bioproducts Processing* 89: 39-46.
- 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.