Agricultural Sci. J. 43 : 3 (Suppl.) : 460-463 (2012) ว. วิทย. กษ. 43 : 3 (พิเศษ) : 460-463 (2555)

อิทธิพลของอุณหภูมิอบแห้งที่มีต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้ง ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และสีของขิง

Effect of Drying Temperatures on Drying Kinetics, Total Phenolic Content, Antioxidant Activities and Color of Ginger

ชโรธร โพธิ์วงศ์[1] รติยา ธุวพาณิชยานันท์[1] และ ดลฤดี ใจสุทธิ์[1]

Charotorn Phowong,[1] Ratiya Thuwapanichayanan[1] and Donludee Jaisut [1]

Abstract

The objective of this work was to study the effect of drying temperatures on drying kinetics, total phenolic content, antioxidant activities and color of dried ginger. The ginger rhizomes were peeled and then sliced into 2 mm thickness. The sliced gingers were pretreated by dipping in 0.1% (w/v) ascorbic acid solution for 2 min. The pretreated ginger slices were then dried at the temperatures of 60, 70 and 80 ^{o}C in a tray dryer with an air velocity of 0.3m/s to a final moisture content of 0.05 kg/kg dry solids. The experimental results showed that drying at high temperature decreased the moisture content faster than that at low temperature, resulting in shorter drying time. Moreover, the values of total phenolic content and DPPH scavenging inhibition of sample pretreated by dipping in 0.1% (w/v) ascorbic acid solution were not different from those of fresh sample. The dried samples had higher values of total phenolic content, DPPH and ABTS scavenging inhibitions as compared with the non-dried samples. However, the drying temperatures in the range of 60-80°C had no effect on total phenolic content, DPPH and ABTS scavenging inhibitions. The pretreated sample had higher L value than the fresh sample. However, the L, a and b values of samples dried at different temperatures were insignificantly different.

Keywords: antioxidant, drying, ginger, total phenolic content

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งที่มีต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้ง ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และสีของขิงอบแห้ง ซึ่งเตรียมขิงโดยปอกเปลือก จากนั้นหั่นเป็นแผ่นหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร และพรีทรีทเมนต์โดยแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 0.1%เป็นเวลา 2 นาที ก่อนนำไปอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 60, 80 และ 70°C ความเร็วลม 0.3 m/s จนกระทั่งความชื้นลดลงเหลือ 0.05(เศษส่วนมาตรฐานแห้ง) จากผลการทดลองพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงสามารถลดความชื้นของขิงได้เร็วกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ ส่งผลให้ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งสั้นกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้พบว่าขิงที่ผ่านการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ไม่แตกต่างกันกับขิงสด โดยขิงที่ผ่านการอบแห้งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS สูงกว่าขิงที่ไม่ผ่านการอบแห้ง อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งในช่วง 60-80°C ไม่มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS และจากการวิเคราะห์ค่าสีพบว่า ขิงที่ผ่านการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีค่า L สูงกว่าขิงสด แต่ค่า L, a และ b ของขิงที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: การอบแห้ง ขิง ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารต้านอนุมูลอิสระ

[1] ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Farm Mechanics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok 10900

คำนำ

ขิง (*Zingiber officinale* Rose.) เป็นพืชสมุนไพรในวงศ์ Zingiberaceae ขิงนอกจากใช้เป็นส่วนประกอบในอาหาร คาวหวานแล้ว ยังสามารถใช้เป็นยารักษาโรคได้อีกด้วย เนื่องจากเหง้าขิงมีสรรพคุณในการรักษาอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ จุกเสียดแน่น และแก้อาการคลื่นไส้อาเจียน แต่เหง้าขิงสดไม่สามารถเก็บรักษาไว้ใช้ประโยชน์ได้นาน ปัจจุบันจึงมีการแปรรูปขิงในหลากหลายรูปแบบ เช่น ขิงดอง ขิงแช่อิ่ม ขิงเชื่อม และขิงอบแห้ง โดยขิงอบแห้งเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากสามารถนำไปผลิตเป็นขิงผงสำเร็จรูปพร้อมดื่ม และเป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอาง สำหรับการอบแห้งขิงในปัจจุบันนิยมอบแห้งด้วยอากาศร้อน โดยใช้อุณหภูมิอบแห้งที่แตกต่างกัน เช่น 40, 50 และ 60°C (สุภาวิณีและสิงหนาท, 2553; Phoungchandang and Saentaweesuk, 2010) แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการอบแห้งผลิตภัณฑ์ด้วยอากาศร้อนคือ เมื่อใช้อุณหภูมิอบแห้งต่ำจะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งนาน ซึ่งการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะช่วยลดระยะเวลาในการอบแห้งลงได้ แต่การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงอาจเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้น จากงานวิจัยที่ผ่านมาการใช้สารเคมี เช่น สารประกอบซัลไฟต์ และกรดแอสคอร์บิก สามารถช่วยยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ได้ (เกษร และคณะ, 2548) ในงานวิจัยนี้จึงศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิอบแห้งที่มีต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้ง ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และสีของขิงอบแห้ง โดยก่อนการอบแห้งจะนำขิงมาผ่านการพรีทรีทเมนต์ด้วยการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก

อุปกรณ์และวิธีการ

ซื้อขิงแก่อายุ 10-20 เดือนจากตลาดสี่มุมเมือง จังหวัดปทุมธานี ซึ่งมีเปลือกเป็นสีน้ำตาล และเนื้อมีลักษณะแข็งและมีเสี้ยนมาก จากนั้นนำมาปอกเปลือกและตัดส่วนที่มีตำหนิทิ้ง แล้วหั่นเป็นแผ่นความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร และพรีทรีทเมนต์โดยการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 0.1% (w/v) เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นซับน้ำบริเวณผิวออกก่อนนำไปเรียงใส่ถาด 5 ถาด และนำไปอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดโดยใช้อากาศร้อนอุณหภูมิ 60, 80 และ 70°C ความเร็วลม 0.3 m/s จนกระทั่งความชื้นลดลงเหลือ 0.05 (เศษส่วนมาตรฐานแห้ง)สำหรับการสกัดสารตัวอย่างขิง นำตัวอย่างขิงผงละลายในเมทานอล ปริมาณ 25 มิลลิลิตร ให้มีความเข้มข้น 0.0003 กรัมแห้ง/มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่อง Orbital shaker เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1แล้วนำสารละลายที่กรองได้ไปวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ซึ่งใช้วิธีที่ดัดแปลงมาจาก Chan *et al.* (2008) โดยนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร และเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก โดยรายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกกรัม/น้ำหนักแห้ง สำหรับการวิเคราะห์ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระใช้การวิเคราะห์ 2 วิธี ได้แก่ วิธี 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีของ Chen *et al.* (2008)โดยนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร และวิธี 2,2-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS) ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีของ Re *et al.* (1999) โดยนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร สำหรับการวิเคราะห์ค่าสีใช้เครื่องวัดสี HunterLab รุ่น ColorFlex วัดค่าสีออกมาเป็นค่า L, a และ b โดยค่า L จะแสดงค่าความสว่าง (Lightness) ค่า a จะแสดงค่าความแดง (Redness) และค่า b จะแสดงค่าความเหลือง (Yellowness)

ผล

Figure 1 a-b แสดงการลดลงของความชื้นและอัตราการอบแห้งขิง เมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิแตกต่างกัน จากรูปจะเห็นได้ว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งสั้นกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80°C ใช้เวลา 220, 190 และ 120 นาที ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาอัตราการอบแห้งพบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงมีอัตราการอบแห้งรวดเร็วกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ

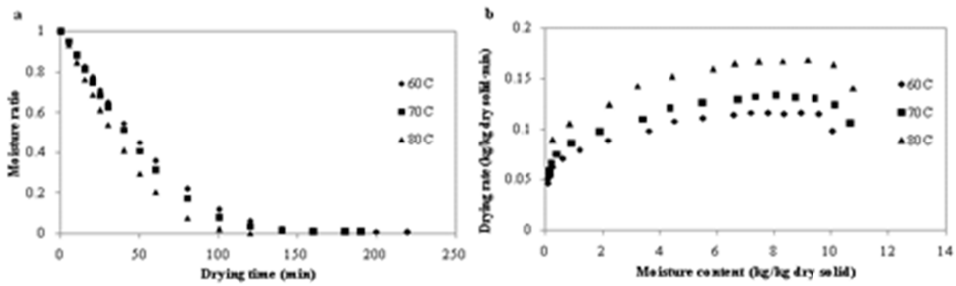

Figure 1 (a) Moisture ratio and (b) drying rate curves of ginger slices dried at different drying temperatures.

Table 1 แสดงค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (TPC) และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS จากผลการทดลองพบว่า ขิงสดและขิงที่ผ่านการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้พบว่าขิงที่ผ่านการอบแห้งมีค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS สูงกว่าขิงที่ไม่ผ่านการอบแห้ง ทั้งนี้พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งช่วง 60-80 °C ไม่มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS

Table 1 The values of total phenolic content (TPC), DPPH and ABTS radical inhibitions of fresh and dried gingers.

Sample Condition	Total phenolics (mg GAE/g dry matter)	DPPH (% scavenging activity)	ABTS (% inhibition)
Raw			
Fresh	15.4±1.1b	86.3±1.2b	52.3±0.6b
Ascorbic acid solution dipped	15.4±1.9b	84.8±3.0b	45.3±3.0c
Dried (ascorbic acid solution dipped)			
60°C	21.9±0.0a	90.3±0.4a	59.9±0.5a
70°C	22.7±0.2a	90.6±0.3a	61.7±1.0a
80°C	21.3±0.3a	89.7±0.8a	59.4±1.1a

Different letters in the same column indicate that the values are significantly different ($p < 0.05$)

Table 2 แสดงค่าสีของขิง จากผลการทดลองพบว่าขิงที่ผ่านการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกมีค่า L สูงกว่าขิงสด แต่ค่า a และ b ของขิงทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาขิงที่ผ่านการอบแห้งแล้วพบว่าอุณหภูมิอบแห้งที่ 60, 70 และ 80°C ไม่มีผลต่อค่าความสว่าง (L) ค่าความแดง (a) และค่าความเหลือง (b)

Table 2 The L-, a- and b-values of fresh and dried gingers.

Sample Condition	L	a	b
Raw			
Fresh	54.8±0.2d	-1.0±0.1b	17.4±0.8b
Ascorbic acid solution dipped	56.5±0.6c	-1.2±0.0b	17.4±0.2b
Dried (ascorbic acid solution dipped)			
60°C	65.3±0.1a	2.5±0.0a	21.8±0.3a
70°C	64.2±0.1ab	2.6±0.0a	21.8±0.0a
80°C	63.6±0.1b	3.5±0.0a	23.1±0.0a

Different letters in the same column indicate that the values are significantly different ($p < 0.05$)

วิจารณ์ผล

การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงให้อัตราการอบแห้งที่รวดเร็วกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงมีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างตัวกลางและผลิตภัณฑ์สูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ อีกทั้งการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงมีค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นสูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ จึงส่งผลให้ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งสั้นกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ และผลการวิเคราะห์คุณภาพของขิงทั้งปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี

DPPH และ ABTS พบว่าขิงที่ผ่านการอบแห้งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS สูงกว่าขิงที่ไม่ผ่านการอบแห้ง (โดยน้ำหนักแห้ง) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการอบแห้งมีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดของขิงมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น (Puengphian และ Sirichote, 2008) และสารประกอบฟีนอลและอนุพันธ์ที่เพิ่มขึ้นจากกระบวนการอบแห้งนั้นมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Chantaro *et al*., 2008) อย่างไรก็ตามการอบแห้งที่อุณหภูมิแตกต่างกัน (60-80°C) จะให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงอาจให้เกิดการสูญหายของสารดังกล่าวได้มากกว่า แต่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งสั้นกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ(Chantaro *et al*., 2008) และผลการวิเคราะห์ค่าสีพบว่า ค่า L ,a และ b ของขิงอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากการแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกสามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในขิงได้

สรุปผล

ขิงที่ผ่านการอบแห้งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าขิงที่ไม่ผ่านการอบแห้ง โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิช่วง 60-80°C ไม่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และสีของขิง ดังนั้นจึงควรอบแห้งขิงที่อุณหภูมิ 80°C เนื่องจากการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80°C มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และสีที่ไม่แตกต่างจากการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70°C รวมทั้งการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80°C ยังใช้ระยะเวลาในการอบแห้งสั้นกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70°C อีกด้วย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณภาควิชาเกษตรกลวิธาน ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ และห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนทุนในการทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

เกษร น้อยนาง, ภาสุรี ฤทธิเลิศ, นพมาศ วรเนตร์, ศรัญญา ศรีปริวุฒิ,ปรียะทัศนีย์ ประไชโย และธีรพรกง บังเกิด. 2548. ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และกรดแอสคอร์บิกต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของขิงสดหั่นฝอย. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. 25(3):93-104.

สุภาวิณี แสนทวีสุข และสิงหนาท พวงจันทร์แดง. 2553. ผลของการทำแห้งแบบระยะเดียวและแบบสองระยะต่อคุณภาพของขิง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41(1):552-555.

Chan, E.W.C., Y.Y. Lim, L.F. Wong, F.S. Lianto, S.K. Wong, K.K. Lim, C.E. Joe and T.Y. Lim. 2008. Antioxidant and tyrosinase inhibition properties of leaves and rhizomes of ginger species. Food Chemistry 109:477–483.

Chang, C. H. , H. Y. Lin, C. Y. Chang and Y. C. Liu. 2006. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes. Journal of Food Engineering 77:478–485.

Chantaro, P., S. Devahastin and N. Chiewchan. 2008. Production of antioxidant high dietary fiber powder from carrot peels. LWT - Food Science and Technology 41: 1987-1994

Chen, I. N., C. C. Chang, C. C. Ng, C. Y. Wang, Y. T. Shyu and T. L. Chang. 2008., Antioxidant and antimicrobial activity of Zingiberaceae plants in Taiwan. Plant Foods for Human Nutrition 63:15–20.

Phoungchandang, S. and S. Saentaweesuk. 2010. Effect of two stage, tray and heat pump assisted-dehumidified drying on drying characteristics and qualities of dried ginger. Food and Bioproducts Processing 89 (4): 429-437.

Puengphian C. and A. Sirichote. 2008. [6]-gingerol content and bioactive properties of ginger (Zingiber officinale Roscoe) extracts from supercritical CO_2 extraction. Asian Journal of Food and Agro-Industry 1(01):29-36.

Rababah, T. M., K. I. Ereifej and L. Howard. 2005. Effect of ascorbic acid and dehydrationon concentrations of total phenolics, antioxidant capacity, anthocyanins, and colorin fruits. Journal of Agriculture and Food Chemistry 53:4444-4447.

Re R., N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang, and C. Rice-evans. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology & Medicine 26: 1231–1237.