Agricultural Sci. J. 39 : 3 (Suppl.) : 111-114 (2008) ว. วิทย. กษ. 39 : 3 (พิเศษ) : 111-114 (2551)

การพัฒนากระบวนการทำแห้งขิง โดยการทำแห้งแบบใช้ลมร้อน และการทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบ

The Development of Ginger Drying Using Hot Air Drying and Dehumidified Heat Pump Drying

ศิรินทิพย์ หนองแสง[1] และ สิงหนาท พวงจันทน์แดง[1]
Sirinthip Nongsang[1], Singhanat Phoungchandang[1]

Abstract

The study of ginger maturity by determining of moisture content, density, fiber and gingerol content. Ginger was classified into two groups by using age of rhizome. Mature ginger was 10-12 months old and immature ginger was 3-5 months old respectively. The mature ginger contained higher gingerol content and fiber but lower moisture content and density than the immature ginger. Pretreatment of the ginger by soaking in citric acid solution was compared with no pretreatment process. It was found that the soaking in citric acid solution obtained lower total color difference (ΔE^*) than the sample with no pretreatment process. Ginger was dried at temperature of 40 50 and 60 °C in hot air and heat pump dehumidified dryers. Moisture content during the drying process decreased with the increased temperature of hot air drying. Heat pump dehumidified drying reduced drying time and provided dried ginger with lower total color difference (ΔE^*), higher rehydration ratio and higher amount of gingerol content than hot air drying.

Key words: Mature and immature, hot air dryer, heat pump dehumidified dryer

บทคัดย่อ

การศึกษาความแก่-อ่อนของขิงโดยการหาปริมาณความชื้น ความหนาแน่น ปริมาณเส้นใย และปริมาณจินเจอรอล พบว่า สามารถแยกขิงออกเป็น 2 กลุ่ม ตามอายุของแง่งขิง คือ ขิงที่มีอายุ 3-5 เดือน และ 10-12 เดือน โดยขิงที่มีอายุ 10-12 เดือนจะมีปริมาณจินเจอรอล และปริมาณเส้นใย มากกว่า แต่จะมีปริมาณความชื้นและความหนาแน่นน้อยกว่าขิงที่มีอายุ 3-5 เดือน การศึกษากระบวนการก่อนการทำแห้งโดยกระบวนการแช่ในสารละลายกรดซิตริกและไม่ผ่านกระบวนการใดๆ พบว่าการแช่ขิงในสารละลายกรดซิตริกมีการเปลี่ยนแปลงของค่าสีทั้งหมด (ΔE^*) น้อยกว่าขิงที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ การศึกษาการทำแห้งแบบใช้ลมร้อนและการทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบ ที่อุณหภูมิ 40 50 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่า การทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบใช้เวลาในการทำแห้งสั้นกว่า และเมื่อนำขิงที่ผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ มาศึกษาสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี พบว่า การทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบจะมีค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (ΔE^*) ของขิง น้อยกว่า มีอัตราการดูดน้ำกลับคืนมากกว่า และมีปริมาณจินเจอรอล มากกว่าการทำแห้งแบบใช้ลมร้อน ซึ่งอุณหภูมิในการทำแห้งสูงขึ้นจะทำให้ปริมาณความชื้นระหว่างการทำแห้งลดลงมากขึ้น

คำสำคัญ: ความแก่-อ่อน เครื่องทำแห้งแบบใช้ลมร้อน เครื่องทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบ

คำนำ

ขิงมีสารสำคัญได้แก่ Gingerol ช่วยลดการอักเสบ (anti-inflammatory) ลดอาการปวด (analgesic) ในผู้ป่วยโรค rheumatism และเป็นสารต้านออกซิเดชั่น (antioxidant) นอกจากนี้ Gingerol ยังทำหน้าที่คล้ายกับแอสไพรินซึ่งช่วยป้องกันเลือดจับตัวแข็งเป็นก้อนได้ดีกว่ากระเทียมหรือหอม (เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ, 2545) การทำแห้งเป็นกระบวนการกำจัดน้ำออกไปเพื่อหยุดหรือชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาทางเคมี อีกทั้งยังลดน้ำหนักและปริมาตรของอาหารซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและการขนส่งดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้มุ่งศึกษาการเปรียบเทียบการทำแห้งขิงด้วยการทำแห้งแบบใช้ลมร้อนซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย เครื่องทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบสามารถทำแห้งได้ที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อให้ทราบสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีรวมทั้งคุณภาพของขิงที่ผ่านการทำแห้ง ที่อุณหภูมิต่างๆ เพื่อสะดวกในการนำไปใช้งาน

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี / ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002
[1] Department of Food Technology, Faculty of Technology / Postharvest Technology Innovation Center, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

อุปกรณ์และวิธีการ

ขิงที่เก็บเกี่ยวจากแหล่งเดียวกันในจังหวัดเพชรบูรณ์ ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำคลอรีน 5 ppm เมื่อสะเด็ดน้ำแล้วนำมาศึกษาความแก่-อ่อน โดยการหาปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) ความหนาแน่น (Mohsenin, 1980) ปริมาณเส้นใย (AOAC, 2000) และปริมาณ 6-gingerol (Balladin and others, 1998) จากนั้นนำขิงมาทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เพื่อคัดเลือกขิงที่มีปริมาณ 6-gingerol มากที่สุดมาศึกษาการทำแห้งต่อไป โดยหั่นขิงเป็นเส้นขนาด 0.2x4x0.2 ซม. ทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบใช้ลมร้อน และเครื่องทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบที่อุณหภูมิ 40 50 และ 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 0.3 เมตรต่อวินาที บันทึกน้ำหนักทุก 10 นาที จนมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 w.b. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 458-2526) เปรียบเทียบปริมาณ 6-gingerol

ผล

ศึกษาความแก่-อ่อน โดยแบ่งขิงออกเป็น 2 กลุ่มตามอายุ (3-5 และ 10-12 เดือน) วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าปริมาณความชื้น ปริมาณเส้นใย ความหนาแน่น และปริมาณ 6-gingerol ซึ่งเป็นสารสำคัญที่พบอยู่เป็นจำนวนมากในขิง ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่1 โดยขิงที่มีอายุ 10-12 เดือน จะมีปริมาณ 6-gingerol และปริมาณเส้นใย มากกว่า แต่จะมีปริมาณความชื้นและความหนาแน่นน้อยกว่าขิงที่มีอายุ 3-5 เดือน

Table 1 Maturity of ginger by measuring of moisture, fiber, density and 6-gingerol content.

Ginger (months)	Moisture (%)	Fiber (%)	Density (kg/m^3)	6-gingerol (mg/100g)	(Dried ginger) 6-gingerol (mg/100g)
3-5	93.75[a]	10.64[b]	1023.76[a]	139.07[b]	66.87[b]
10-12	89.11[b]	11.17[a]	986.52[b]	330.06[a]	189.33[a]

Mean in the same column with difference letters are significantly difference (P≤0.05).

เมื่อนำขิงที่มีอายุ 3-5 และ 10-12 เดือน มาผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาในการทำแห้ง 160 นาที จนมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 w.b. แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ คือ 6-gingerol พบว่าขิงที่มีอายุ 10-12 เดือน มีปริมาณ 6-gingerol มากกว่าขิงที่มีอายุ 3-5 เดือน ดังนั้นจากการศึกษาความแก่อ่อนของขิง ได้คัดเลือกขิงที่มีอายุ 10-12 เดือน มาใช้ในการทดลองเพื่อศึกษาการทำแห้งในขั้นตอนต่อไป เนื่องจากมีปริมาณสารสำคัญมากกว่าขิงที่มีอายุ 3-5 เดือน

การศึกษาการทำแห้งขิง (*Zingiber officinale* Roscoe.) โดยใช้ขิงพันธุ์ขิงใหญ่ ซึ่งได้มาจากแหล่งเดียวกัน ภายในอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ นำมาทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบใช้ลมร้อน และเครื่องทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบ ที่อุณหภูมิ 40 50 และ 60 องศาเซลเซียส

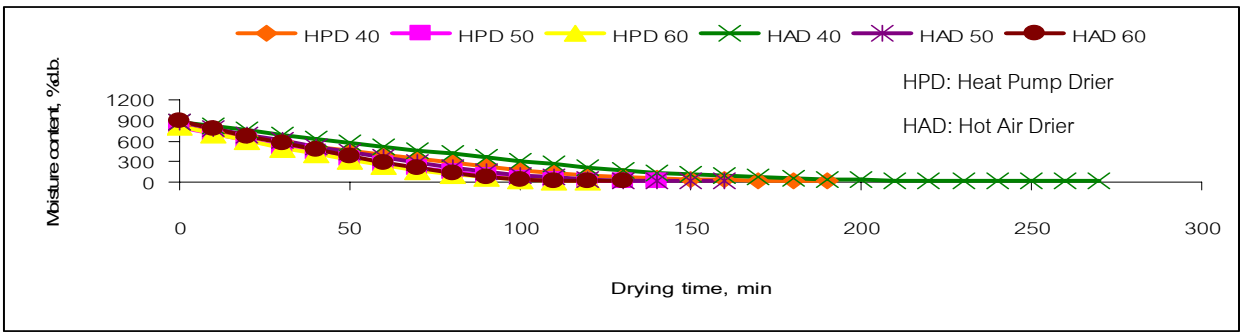

Figure 1 Moisture content of ginger from hot air and heat pump dehumidified drier for no pretreatment.

จากภาพที่ 1 เมื่อเวลาในการทำแห้งเพิ่มมากขึ้นปริมาณความชื้นของขิงจะลดลง เนื่องจากเกิดการเคลื่อนที่ของน้ำไปยังผิวหน้าและเกิดการระเหยของน้ำจากผิวหน้าของอาหารไปสู่อากาศ เมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งมีค่าสูงขึ้น ทำให้ปริมาณความชื้นระหว่างการทำแห้งลดลงมากขึ้น เนื่องจากการเพิ่มอุณหภูมิในการทำแห้งจะเป็นการเพิ่มศักยภาพในการถ่ายโอนความร้อนระหว่างอากาศกับขิง ดังนั้นจึงสนับสนุนให้เกิดการระเหยของน้ำออกจากขิงได้ดีขึ้น เพื่อลดความชื้นของขิงลงเหลือไม่เกินร้อยละ 12 w.b. และการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบใช้เวลาในการทำแห้งเร็วกว่าเครื่องทำแห้งแบบใช้ลมร้อน

Table 2 Effect of pretreatment and temperature on 6-gingerol remaining.

pretreatment	Temperature (°C)	6-gingerol (mg/100g)
with no pretreatment	40	250.93[a]
	50	212.44[b]
	60	151.17[c]
soaking in citric acid solution	40	208.77[b]
	50	142.22[cd]
	60	110.44[d]

Mean in the same column with difference letters are significantly difference (P≤0.05).

จากตารางที่ 2 ขิงที่ผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิต่ำจะมีปริมาณ 6-gingerol มากกว่าขิงที่ผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิสูง เนื่องจากการทำแห้งขิงที่อุณหภูมิสูง ความร้อนสามารถทำลายปริมาณ 6-gingerol ได้ในปริมาณมาก สำหรับกระบวนการก่อนการทำแห้ง ขิงที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ จะมีปริมาณ 6-gingerol มากกว่าขิงที่ผ่านการแช่ในสารละลายกรดซิตริก เนื่องจาก 6-ginerol ไม่คงตัวที่สภาวะกรด การทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบใช้ลมร้อน มีปริมาณ 6-gingerol เหลือน้อยกว่าเครื่องทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบ เนื่องจากเครื่องทำแห้งแบบใช้ลมร้อนใช้เวลาในการทำแห้งนานกว่า เป็นผลทำให้สารสำคัญได้รับการทำลายมากกว่าซึ่งขิงที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบมีปริมาณ 6-gingerol มากที่สุด

Table 3 Color and rehydration ratio of dried ginger

Drier	Pretreatment	Temperature (°C)	ΔL*	Δ a*	Δ b*	ΔE*	Rehydration Ratio
Hot Air Drier	with no pretreatment	40	8.78[ab]	-4.09[f]	9.10[b]	13.29[b]	5.78[b]
		50	9.61[a]	-4.66[h]	9.39[a]	14.22[a]	5.71[c]
		60	8.58[ab]	-5.48[i]	9.41[a]	13.86[a]	5.59[d]
	soaking in citric acid solution	40	1.77[e]	-3.58[b]	8.05[e]	8.98[fg]	5.56[de]
		50	2.20[de]	-3.89[d]	8.18[e]	9.32[ef]	5.54[ef]
		60	3.39[d]	-4.22[g]	8.44[d]	10.02[d]	5.51[f]
Heat Pump Drier	with no pretreatment	40	6.17[c]	-3.97[e]	8.82[c]	11.47[c]	5.92[a]
		50	6.15[c]	-4.14[f]	9.14[b]	11.77[c]	5.77[b]
		60	8.24[b]	-4.71[h]	9.35[a]	13.32[b]	5.68[c]
	soaking in citric acid solution	40	0.49[f]	-3.47[a]	7.86[f]	8.61[fg]	5.70[c]
		50	1.99[e]	-3.70[c]	8.08[e]	9.19[ef]	5.52[ef]
		60	3.04[de]	-3.77[c]	8.10[e]	9.43[e]	5.52[ef]

Mean in the same column with difference letters are significantly difference (P≤0.05).

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาความแก่-อ่อน พบว่าขิงที่มีอายุ 3-5 เดือน มีปริมาณความชื้นและความหนาแน่นสูงกว่าขิงที่มีอายุ 10-12 เดือน แต่มีปริมาณเส้นใยและปริมาณ 6-gingerol ต่ำกว่าขิงที่มีอายุ 10-12 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าขิงที่มีอายุ 10-12 เดือน มีความแก่ทางสรีรวิทยามากกว่าขิงที่มีอายุ 3-5 เดือน โดยพืชผักที่ยังอ่อนจะมีปริมาณความชื้นสูงกว่าเมื่อแก่ ปริมาณเส้นใยซึ่งเป็นปฏิภาคโดยตรงกับอายุของพืชผัก ผักที่ยังอ่อนอยู่จะมีปริมาณเส้นใยน้อยกว่าเมื่อแก่ (สมภพ ฐิตะวสันต์, 2537) ส่วนปริมาณสารสำคัญ พบว่าขิงมีปริมาณสารสำคัญแปรผันโดยตรงกับอายุ โดยขิงจะมีปริมาณสารสำคัญเพิ่มมากขึ้นตามอายุขิง โดยจะพบมากเมื่อมีอายุในช่วง 10-12 เดือน (Baranowski, 1986)

การทำแห้งจากเครื่องทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบ ใช้เวลาในการทำแห้งเร็วกว่าเครื่องทำแห้งแบบใช้ลมร้อน เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในเครื่องทำแห้งมีค่าน้อยกว่า ทำให้ใช้เวลาในการทำแห้งสั้นกว่าเครื่องทำแห้งแบบใช้ลมร้อน และเมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งสูงขึ้น จะทำให้ความชื้นของขิงลดลงมากขึ้น การทำแห้งขิงด้วยเครื่องทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบมีค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (ΔE^*) ของขิง น้อยกว่า แต่มีอัตราการดูดน้ำกลับคืน และปริมาณ 6-gingerol มากกว่าการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบใช้ลมร้อน โดยที่อุณหภูมิต่ำมีการสูญเสียปริมาณ 6-gingerol น้อยกว่าที่อุณหภูมิสูง เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงทำให้เกิดการระเหยของสารสำคัญและเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารอื่น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ: ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว: หน่วยงานร่วมมหาวิทยาลัยขอนแก่นและศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลการเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. 2545. **สาระน่ารู้เกี่ยวกับสมุนไพรในชีวิตประจำวัน**. พิมพ์ครั้งที่ 1 วารสารองค์การเภสัชกรรม 28 (1).

สมภพ ฐิตะวสันต์. 2537. **หลักการผลิตผัก**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: รั้วเขียว.

Baranowaki, JD. 1985. High performance liquid chromatographic separation of pungency components of ginger. **Journal Chromatographic** 319: 417.