

สมบัติทางกายภาพและประสาทสัมผัสของต้นหอมแห้ง และเหง้าขิงอ่อนแห้ง

Physical and Sensory Properties of Dried Green Shallot and Dried Young Ginger Rhizome

ชวลัดดา เทียงพุก¹ และ อุไร เผ่าสังข์ทอง¹

Chowladda Teangpook¹ and Urai Paosangtong¹

Abstract: Dried green shallot and young ginger were studied in CRD experimental design with 2 treatments of untreated control and 1 min steam blanching of green shallot and 2 min of young ginger. The samples were dried with hot air dryer at 50 °C until a_w less than 0.6. The color, a_w , rehydration rate, percent yield of dried green shallot and young ginger were measured. The rehydration products were evaluated in sensory quality by 30 test panels, using 1 - 7 hedonic scaling. The data were analyzed at 0.05 significant levels. The results showed that the intensity of color of steamed green shallot and young ginger were higher while their a_w and rehydration rate were not significantly different ($p > 0.05$). The panelists preferred untreated dried green shallot and dried young ginger with moderately like, especially for color, odor and texture properties.

Keywords: Green shallot, young ginger, drying, steam blanching, physical properties, sensory properties

บทคัดย่อ: ศึกษาการทำแห้งต้นหอม และเหง้าขิงอ่อน โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 2 สิ่งทดลอง คือ นึ่ง (ต้นหอมนึ่ง 1 นาที และขิงอ่อนนึ่ง 2 นาที) และไม่นึ่ง ก่อนนำไปอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 50 °C จนตัวอย่างมีค่า $a_w < 0.6$ นำผลิตภัณฑ์มาหาปริมาณผลผลิต วัดสี ค่า water activity (a_w) อัตราการคืนตัว และนำมาคืนตัวเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบความชอบ ทดสอบกับผู้ชิม 30 คน โดย 1 - 7 hedonic scaling วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Excel ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการทดลองพบว่าการต้นหอมและขิงนึ่งมีสีเข้มกว่า ส่วนค่า a_w และอัตราการคืนตัวไม่ต่างกัน และผู้ชิมชอบต้นหอม และขิงไม่นึ่งมากกว่า โดยเฉพาะ สี เนื้อสัมผัส และกลิ่นรส

คำสำคัญ: ต้นหอม เหง้าขิงอ่อน การทำแห้ง การนึ่ง สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางประสาทสัมผัส

¹ ฝ่ายกระบวนการผลิตและแปรรูป สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹ Development of food processing and preservation, Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University, Bangkok 10903, Thailand

คำนำ

ต้นหอม (Green shallot, *Alliumcepa* var. *aggregatum*) เป็นผักประเภทหัว ที่มีลำต้นส่วนบนกลวง ให้กลิ่นอ่อนกว่าหัวหอม (Rabinowitch and Currah, 2002) อาจใช้แบบดิบหรือสุก ใสในซุป ก๋วยเตี๋ยว สลัด เป็นต้น ต้นหอมมีแคลเซียมและฟอสฟอรัสในสัดส่วนที่เหมาะสมกับการดูดซึมของร่างกาย มีบีตาแคโรทีน และยังมีสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoid) โดยเฉพาะเคอร์ซีทิน (quercetin) ที่ป้องกันมะเร็ง

เหง้าขิง (*Zingiber officinal* Roscoe.) ช่วยลดอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ หรือระบบย่อยอาหาร (คณะทำงานรวบรวมความรู้เกี่ยวกับผัก, 2541) เหง้าขิงนอกจากจะใช้เป็นส่วนประกอบในการปรุงอาหาร ยังสามารถนำมาแปรรูป เช่น ทำเป็นดอง แห้ส้ม เครื่องดื่ม หรือทำเป็นยา เช่น แก้ไอ ยาระบายขับลม เหง้าขิงประกอบด้วยสารกลุ่มจิงเจอร์อลส์ ((n) gingerol), ชิงเกอโรน (zingerone) และ ซาเจล ((n) shogaol) (Balladin' et al., 1998) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระและต้านมะเร็ง (Yogeshwer and Madhulika, 2007) Purselove (1972) พบว่าเหง้าขิงมีคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส 2 แบบ คือ ส่วนในน้ำมัน (steam-distillable essential oils) ให้กลิ่นหอม และส่วนที่ไม่อยู่ในน้ำมัน (non-steam distillable components) ให้รสเผ็ด ซึ่งประกอบด้วย จิงเจอร์อลส์ (1-(4'-hydroxy-3'-methoxyphenyl)-5-hydroxyalkan-3-one) และ ซาเจลส์ที่พบในเหง้าขิงแห้ง (1-(4'-hydroxy-3'-methoxyphenyl)-5-alk-4-en-3-one)

การอบแห้งเป็นการไล่ความชื้นออกไป จนอาหารแห้งพอเหมาะในการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์อบแห้งมีน้ำหนักเบา จึงสะดวกในการขนส่ง อาหารแห้งมีองค์ประกอบทางเคมีเข้มข้นกว่าการแปรรูปแบบอื่น ในการทำผักผลไม้แห้งที่มีคุณภาพ และปลอดภัย มักนำผักผลไม้ มาต้มในน้ำเดือดก่อนการอบแห้ง เพื่อหยุดหรือชะลอการทำงานของเอนไซม์ที่ทำให้สี และเนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บ นอกจากนี้ยังทำให้เนื้อสัมผัสนิ่ม ทำให้อัตราการอบแห้งเร็วขึ้น ช่วยรักษาวิตามินซี และลดเวลาในการคั้นตัว เช่น พริกแดง และ ผักคื่นช่าย ใช้การต้ม 4 นาที เป็นต้น (Kendall et al.,

2010) อย่างไรก็ตาม การต้มก็ทำให้สูญเสียกลิ่นรส ซึ่งส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard) และเกิดสีน้ำตาล จากปฏิกิริยาคาลาเมลไลเซชัน (caramelisation) (Deliza et al., 2005; Hoover et al., 1997 and Nicoli et al., 1991) มีการศึกษาการอบแห้งต้นหอม (สมชาติ และ สมเกียรติ, 2537; วิชัย, 2540) และเหง้าขิง (Phoungchandang et al., 2009; กำพล และ เมธี, 2539) แต่ยังไม่มียางานการเปรียบเทียบการเตรียมต้นหอม และเหง้าขิง แบบนี้และไม่นึ่งก่อนการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน ซึ่งยังใช้กันอย่างแพร่หลาย ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและประสาทสัมผัสของต้นหอมแห้ง และเหง้าขิงอบแห้ง โดยเปรียบเทียบผลของการนึ่งและไม่นึ่งก่อนการอบแห้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

ต้นหอมและเหง้าขิงอ่อน ชื่อที่ตลาดอมรพันธ์ กรุงเทพมหานคร ปี 2550

วิธีการ

การเตรียมตัวอย่างและการอบแห้ง จัดการทดลองแบบ CRD มี 2 สิ่งทดลอง คือการนึ่งและไม่นึ่ง ก่อนนำไปอบแห้ง ทำ 3 ซ้ำ โดยนำเหง้าขิงมาล้างน้ำ ปอกเปลือก นำมาหั่นเป็นเส้น ตามยาว ขนาด ความหนา 1 - 2 มม. ส่วนต้นหอมนำมาล้างน้ำ ตัดรากทิ้ง นำหัวที่มีสีขาวและใบสีเขียว มาหั่นตามขวาง หนา 2 - 3 มม. แบ่งขิงและต้นหอมที่หั่นแล้วเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกแยกวางไว้ (ไม่นึ่ง) ส่วนที่สองนำมานึ่งด้วยเตาแก๊ส เวลา 2 นาที หลังจากนั้นนำมาแช่น้ำ (อุณหภูมิห้อง) ทันที นำต้นหอม และเหง้าขิง 2 ส่วนมาอบ ที่ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 50 °C (กำพล และ เมธี, 2539) ความเร็วลม (ใช้พัดลม) 0.3 เมตร/วินาที อบแห้งจนตัวอย่าง มีค่า a_w น้อยกว่า 0.6 จึงเก็บตัวอย่างแห้งมาชั่งน้ำหนัก วัดปริมาณผลผลิต และเก็บไว้ที่ตู้เย็น 10 °C จนกว่าจะนำมาวิเคราะห์ ซึ่งไม่เกิน 7 วัน

การทดสอบทางประสาทสัมผัส นำตัวอย่างแห้งมาเติมน้ำ 15 เท่าของน้ำหนัก ต้มให้เดือดด้วยเตาแก๊ส เวลา 1 นาที และนำมาใส่ในโถ และนำมาทดสอบ

ทางประสาทสัมผัสความชอบ 1 - 7 โดย 1 คือไม่ชอบมาก และ 7 คือชอบมาก โดยผู้ทดสอบ 30 คน เป็นชาย 8 คน หญิง 22 คน อายุ 24 - 55 ปี และวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าเฉลี่ย และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยโปรแกรม Excel ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

อัตราการคืนตัว (ประยุกต์จาก Champagne *et al.*, 1985) โดยเติมน้ำร้อน (80 °C) ปริมาณ 50 เท่าของน้ำหนักตัวอย่างแห้ง แช่ 20 นาที นำไปวางทิ้งไว้บนตะแกรง 40 เมช เอียง 20 องศา เพื่อให้สะเด็ดน้ำ ชั่งน้ำหนัก คำนวณน้ำหนักคืนตัวเป็นจำนวนเท่าของน้ำหนักตัวอย่างแห้ง

การวัดสีและ Water activity (a_w) นำตัวอย่างมาบดละเอียดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า (Mini Blender: National รุ่น MX-T2GN ผลิตในประเทศจีน) นำมาวัดค่าสีโดยนำตัวอย่างใส่ถุงโพลีโพรพิลีนใส (ขนาดความกว้าง 11 ซม. และยาว 18 ซม. ความหนา 0.1 มม.) (spectrophotometer (Spectraflash 600 plus, Data-color International, USA) แสดงค่าสี เป็น L^* ความสว่าง (0=ดำ, 100=ขาว), a^* ($-a^*$ =ความเป็นสีเขียว, $+a^*$ =ความเป็นสีแดง), b^* ($-b^*$ =ความเป็นสีน้ำเงิน, $+b^*$ =ความเป็นสีเหลือง) และค่า a_w ด้วยเครื่อง Novasina (Zurich Switzerland, type a_w -box, Model Übersicht, No. 861168)

ผลการทดลอง

Table 1 Water activity (a_w), rehydration rate and color of dried green shallot (average $\pm$ standard deviation)

Sample	a_w	rehydration rate (times)	Color		
			L^*	a^*	b^*
Untreated	0.40 $\pm$ 0.07a	13.91 $\pm$ 0.90a	63.47 $\pm$ 3.40a	-5.50 $\pm$ 0.41a	16.66 $\pm$ 1.07a
Steamed	0.44 $\pm$ 0.04a	14.70 $\pm$ 1.24a	62.54 $\pm$ 3.70a	-6.40 $\pm$ 0.53b	18.99 $\pm$ 0.61a

Means in each treatments followed by the same superscript were not significantly different at $p > 0.05$.

Table 2 Color of rehydrated green shallot (average $\pm$ standard deviation)

Sample	L^*	a^*	b^*
Untreated	35.08 $\pm$ 0.77a	-4.53 $\pm$ 0.93a	13.39 $\pm$ 1.11a
Steamed	35.34 $\pm$ 1.84a	-5.01 $\pm$ 1.15b	17.73 $\pm$ 0.93b

Means in each treatments followed by the same superscript were not significantly different at $p > 0.05$.

Table 3 Sensory evaluation of the rehydrated green shallot (average $\pm$ standard deviation)

Sample	Color	Odor	Flavor	Texture	Overall
Untreated	5.59 $\pm$ 0.34a	5.35 $\pm$ 0.34a	5.36 $\pm$ 0.26a	5.54 $\pm$ 0.26a	5.87 $\pm$ 0.30a
Steamed	5.01 $\pm$ 0.34a	4.68 $\pm$ 0.34a	4.47 $\pm$ 0.26b	4.63 $\pm$ 0.26a	4.87 $\pm$ 0.30b

Means in each treatments followed by the same superscript were not significantly different at $p > 0.05$.

Table 4 Water activity (a_w), rehydration rate and color of dried young ginger (average $\pm$ standard deviation)

Sample	a_w	rehydration rate (times)	Color		
			L*	a*	b*
Untreated	0.36 $\pm$ 0.06a	11.94 $\pm$ 2.77a	73.33 $\pm$ 1.60a	0.84 $\pm$ 0.16a	24.32 $\pm$ 0.94a
Steamed	0.31 $\pm$ 0.05a	9.77 $\pm$ 1.43a	66.18 $\pm$ 0.61b	3.07 $\pm$ 0.27b	25.36 $\pm$ 0.95a

Means in each treatments followed by the same superscript were not significantly different at $p > 0.05$.

Table 5 Color of rehydrated young ginger (average $\pm$ standard deviation)

Sample	L*	a*	b*
Untreated	50.80 $\pm$ 2.76a	5.77 $\pm$ 1.15a	30.98 $\pm$ 3.49a
Steamed	47.83 $\pm$ 5.50a	7.67 $\pm$ 1.89b	27.58 $\pm$ 3.12b

Means in each treatments followed by the same superscript were not significantly different at $p > 0.05$.

Table 6 Sensory evaluation of the rehydrated young ginger (average $\pm$ standard deviation)

Sample	Color	Odor	Flavor	Texture	Overall
Untreated	5.62 $\pm$ 0.34a	4.73 $\pm$ 0.32a	5.08 $\pm$ 0.32a	5.53 $\pm$ 0.34a	5.66 $\pm$ 0.33a
Steamed	3.39 $\pm$ 0.34b	4.01 $\pm$ 0.32a	4.33 $\pm$ 0.32a	3.92 $\pm$ 0.34b	3.86 $\pm$ 0.33b

Means in each treatments followed by the same superscript were not significantly different at $p > 0.05$.

วิจารณ์

การนึ่งและไม่นึ่งต้นหอมก่อนการอบแห้งได้ปริมาณผลผลิต 5.72 และ 6.83% ตามลำดับ การนึ่งต้นหอมทำให้ต้นหอมนิ่ม ต้นหอมจึงแบนติดถาดมาก ทำให้ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้หมด จึงได้ผลผลิตน้อย ในขณะที่ต้นหอมไม่นึ่งจะพอง เก็บตัวอย่างง่าย เช่นเดียวกับการอบแห้งพริกที่ไม่ลวกได้ผลผลิตมากกว่าพริกลวก (กุลวดี และคณะ, 2548) แต่ค่า a_w และอัตราการคืนตัวของต้นหอมแห้ง (ตารางที่ 1) ไม่ต่างกัน ส่วนค่าสี ต่างกันเฉพาะค่า a^* คือการนึ่งทำให้ใบต้นหอมมีสีเขียวเพิ่มขึ้น และเมื่อนำมาคั้นรูป (ตารางที่ 2) ทำให้ค่า a^* และ b^* เพิ่มขึ้นด้วย นั่นคือ มีสีเหลือง และเขียวมากขึ้น ใบของต้นหอมแห้งไม่นึ่งมีสีเขียวน้อย และส่วนหัวที่มีสีขาวขณะก่อนอบ มีสีเหลืองอ่อนหลังอบแห้ง แต่ใบของ

ต้นหอมที่ผ่านการนึ่งเปลี่ยนเป็นสีเขียวแก่ และส่วนต้นก็มีสีเหลืองมากกว่า สีเขียวของต้นหอมเกิดจากคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ และมีแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ เมื่อคลอโรฟิลล์ได้รับความร้อนจากการนึ่ง ธาตุไฮโดรเจนเข้าไปแทนที่แมกนีเซียมในโมเลกุล และได้สารที่ชื่อว่าฟิโอฟิติน (pheophytin) ซึ่งมีสีเขียวอมน้ำตาล ทำให้สีต้นหอมนึ่งสีเข้มกว่า และเป็นสีที่คนไม่ยอมรับ (Rocha *et al.*, 1993) ซึ่งสารฟิโอฟิตินที่เกิดขึ้นนี้อาจทำงานร่วมกับสารพิษอื่นๆ ในกลุ่มฟีนอลช่วยเสริมฤทธิ์ในการป้องกันมะเร็งได้ (วินัย, 2547) เมื่อนำต้นหอมคั้นตัวมาประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส ความชอบ (ตารางที่ 3) พบว่าทุกลักษณะของต้นหอมนึ่งได้คะแนนความชอบน้อยกว่าต้นหอมไม่นึ่ง โดยเฉพาะกลิ่นรส และความชอบรวมที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยผู้ชิมชอบต้นหอมที่ไม่นึ่ง มากกว่าต้นหอมนึ่ง และ

ความชอบรวมอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ขณะที่ต้นหอมหนึ่งได้คะแนนความชอบรวมเล็กน้อย การนี้จึงอาจทำให้มีสารอาหารที่ละลายน้ำได้บางส่วนละลายออกไปกับน้ำด้วย เพราะสังเกตจากน้ำที่หนึ่งมีสีขียวเล็กน้อย

สำหรับเหง้าขิงแห้ง ได้ผลการศึกษาสอดคล้องกับต้นหอมแห้ง คือได้ผลผลิตน้อยลงเมื่อนำมาหนึ่ง คือมีค่า 7.88 และ 8.08% จากเหง้าขิงแห้งหนึ่งและเหง้าขิงแห้งไม่หนึ่งตามลำดับ ค่า a_w และอัตราการคืนตัวไม่ต่างกัน แต่การนี้ทำให้เหง้าขิงแห้งมีค่า L^* และ b^* ลดลง แต่ a^* เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4) นั่นคือเหง้าขิงแห้งหนึ่งมีสีเข้มมากกว่าเหง้าขิงแห้งไม่หนึ่ง คือสีออกน้ำตาลเข้ม ในขณะที่เหง้าขิงไม่หนึ่ง มีสีน้ำตาลอ่อน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Schweiggert *et al.* (2005) พบว่า L^* ของขิงแห้งไม่หนึ่ง (87) มีมากกว่าขิงหนึ่ง 100 °C 10 นาที (78.88) ซึ่งอาจเป็นเพราะความร้อนในการนี้ทำลายเซลล์ของเหง้าขิงแตก ทำให้กรดอะมิโน และน้ำตาลที่มีอยู่ในขิงทำปฏิกิริยาเมลลาร์ด และเมื่อนำมาอบแห้ง ความร้อนช่วยเร่งการเกิดสีน้ำตาลได้อีกจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด-ไลเซชัน (Deliza *et al.*, 2005; Hoover *et al.*, 1997; Nicoli *et al.*, 1991) เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า สี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม แตกต่างกัน โดยผู้ชิมชอบสี เนื้อสัมผัส ของเหง้าขิงแห้งคืนตัวที่ไม่หนึ่งมากกว่าเหง้าขิงแห้งคืนตัวหนึ่ง คือได้คะแนนความชอบรวมอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ขณะที่เหง้าขิงแห้งคืนตัวหนึ่งได้เพียงชอบเล็กน้อย ส่วนกลิ่นรส แม้จะไม่ต่างกัน แต่คะแนนของเหง้าขิงแห้งคืนตัวที่ไม่หนึ่งก็สูงมากกว่า อาจเป็นเพราะในการนี้ ความเผ็ดร้อนของเหง้าขิงอาจลดลงไปกับน้ำในการนี้ เพราะองค์ประกอบหลักของความเผ็ดในเหง้าขิงสดคือ จิงเจอร์อลล์ (Chen *et al.*, 1986; Wohlmuth *et al.*, 2005) ซึ่งละลายน้ำได้ และเนื่องจากได้รับความร้อนจากการนี้ จิงเจอร์อลล์ที่เหลืออยู่ เปลี่ยนเป็นขิงเกอโรน โดยปฏิกิริยา retro-aldol ซึ่งสารนี้มีความเผ็ดน้อยกว่า แต่ให้กลิ่นหอมหวาน (McGee, 2004) และในขั้นตอนการทำแห้ง จิงเจอร์อลล์ เปลี่ยนเป็น ซาเจลล์ ซึ่งให้ความเผ็ดมากกว่าจิงเจอร์อลล์ (Govindarajan *et al.*, 1980) ดังนั้นเหง้าขิงแห้งที่ไม่หนึ่งจึงมีซาเจลล์มากกว่าเหง้าขิงแห้งหนึ่ง จึงทำให้เผ็ดมากกว่า สำหรับน้ำมันหอมระเหยที่ให้กลิ่นหอม (volatile oils) ของขิงแห้งคืนตัวทั้งแบบหนึ่งและไม่หนึ่ง ผู้ชิม

ให้คะแนนไม่แตกต่างกัน มีการศึกษาน้ำมันหอมระเหยของ ขิงแห้งแบบไม่หนึ่ง มี 0.3% ปริมาตร/น้ำหนักแห้ง ซึ่งน้อยกว่าขิงแห้งที่หนึ่ง (100 °C 10 นาที) (1.25 % ปริมาตร/น้ำหนักแห้ง) และไม่ต่างจากขิงแห้งที่ผ่านการต้ม (100 °C 10 นาที 1.38% ปริมาตร/น้ำหนักแห้ง) หรือขิงสด (1.20% ปริมาตร/น้ำหนักแห้ง) (Schweiggert *et al.*, 2005) เนื่องจากสารหอมระเหยนี้อยู่ในน้ำมัน (Purseglove, 1972) จึงไม่ถูกกระทบจากการนี้

ในการทำผักแห้งควรศึกษาเพิ่มเติมในแง่การเก็บ เพราะการทำผักแห้งโดยไม่ผ่านการนี้หรือต้มมาก่อนนั้นมักพบว่ามีจุลินทรีย์อยู่มาก อาทิ เหง้าขิงต้องระวังมากเพราะเหง้าขิงเป็นส่วนที่อยู่ในดิน และมีแขนงมาก การล้างต้องทำอย่างประณีต มีงานวิจัยศึกษาพบว่าเหง้าขิงแห้งที่ไม่หนึ่งมาก่อน มีจุลินทรีย์ (TPC 1.20×10^5 cfu/g) มากกว่าเหง้าขิงแห้งที่ผ่านการนี้ (100 °C 10 นาที TPC 8×10^3 cfu/g) ซึ่งไม่ต่างจากเหง้าขิงแห้งที่ผ่านการต้ม (100 °C 10 นาที TPC 6×10^3 cfu/g) เช่นเดียวกับพริกที่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลง ในพริกแห้งที่ผ่านการนี้มาก่อน เมื่อเปรียบเทียบกับพริกแห้งที่ไม่หนึ่ง (Schweiggert *et al.*, 2005)

สรุป

ลักษณะทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัสของเหง้าขิงอ่อนแห้ง และต้นหอมแห้ง แบบหนึ่งและไม่หนึ่งแตกต่างกัน และผู้ชิมชอบเหง้าขิงอ่อนแห้ง และต้นหอมแห้งแบบไม่หนึ่งมากกว่า เพราะคุณภาพด้าน สี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลง เนื่องจากความร้อนในการนี้ อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ ยังไม่สามารถนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ จึงต้องศึกษาเพิ่มเติม โดยเฉพาะอายุการเก็บและสารอาหาร

เอกสารอ้างอิง

กุลวดี, ตรองพาณิชย์, ซอลัดดา เทียงพุท และสิริพร สรณเสาวภาคย์. 2548. การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์พริกในภาชนะบรรจุสุญญากาศ. รายงานวิจัย ฉบับที่ 1

- สมบูรณ์ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 58 หน้า.
- กำพล ศรีประเสริฐ และเมธี พันนุรัตน์. 2539. เครื่องอบแห้งขิง. ปรินญาตวิวิศวกรรมบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 60 หน้า.
- คณะทำงานรวบรวมความรู้เกี่ยวกับผัก. 2541. มหัศจรรย์ผัก 108 ครั้งที่ 2 โครงการอนุรักษ์ผักสีเขียว โดยความร่วมมือระหว่างมูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย. สายส่งศึกษา บริษัทเคสดีไทย กรุงเทพฯ. 411 หน้า.
- สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ และสมเกียรติ ปรัญญารากร. 2537. แนวทางการอบแห้งต้นหอมลัับ. วิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ 28 (4): 602-607.
- วิชัย เพชรดาชาดา. 2540. วิทยานิพนธ์ (วศ.ม. เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ. 89 หน้า.
- วินัย ตะลันห์. 2547. อาหารต้านอนุมูลอิสระ เน้นสูงสุด สัปดาห์ 13 (646-653)
- Balladin, D.A., O. Headley, I. Chang-Yen and D.R. McGaw. 1998. High pressure liquid chromatographic analysis of the main pungent principles of solar dried West Indian ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Renewable Energy* 13 (4): 531-536.
- Champagne, E., J.A. Liuzzo, R.M. Rao and D.A. Smith. 1985. Chemical treatment and Process modification for producing improved quick-cooking rice. *Journal of Food Science* 50: 926-931.
- Chen, C.C., R.T. Rosen and C.T. Ho. 1986. Chromatographic analyses of isomeric shogaol compounds derived from isolated gingerol compounds of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Journal of Chromatography* 360: 175-184.
- Deliza, R., A. Rosenthal, F.B.D. Abadio, C.H.O. Silva and C. Castillo. 2005. Application of high pressure technology in the fruit juice processing: Benefits perceived by consumers. *Journal of Food Engineering* 67: 241-246.
- Govindarajan, V.S. 1982. Ginger – chemistry, technology and quality evaluation: Part 1. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 17: 1-257.
- Hoover, D.G. 1997. Minimally processed fruits and vegetables: Reducing microbial load by nonthermal physical treatments. *Food Technology* 51(6): 66-69.
- Kendall, P., P. DiPersio and J. Sofos. 2010. Drying vegetables. (Online). Available: <http://www.ext.colostate.edu/pub/s/foodnut/09308.html> (July 30, 2011)
- McGee, H. 2004. A survey of tropical spices. *McGee on Food and Cooking*. Hodder and Stoughton. p. 426.
- Nicoli, M.C., B.E. Elizalde, A. Pitotti and C.R. Leric. 1991. Effect of sugars and maillards reaction products on polyphenol oxidase and peroxidase activity in food. *Journal of Food Biochemistry* 15: 169-184.
- Phoungchandang, S. 2009. Simulation model for heat pump dehumidified air drying for some herbs. *World Journal of Agricultural Sciences* 5 :138-142.
- Purseglove, J.W. 1972. *Tropical Crop, Monocotyledons* 2. Longmans, London. 607 pp.
- Rabinowitch H.D. and L. Currah. 2002. *Allium Crop Science: Recent Advances*. CABI Publishing. 515 pp.
- Rocha, T., A. Lebert and C. Marty-Audouin. 1993. Effect of Pretreatments and drying

- conditions on drying rate and colour retention of Basil (*Ocimum basilicum*). LWT - Food Science and Technology 26 (5): 456-463.
- Schweiggert, U., M. Klaus, S. Andreas and C. Reinhold. 2005. An innovative process for the production of spices through immediate thermal treatment of the plant material. Innovative Food Science and Emerging Technologies 6 (2): 143-153.
- Wohlmuth, H., D.N. Leach, M.K. Smith and S.P. Myers. 2005. Gingerol content of diploid and tetraploid clones of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 5772-5778.
- Yogeshwer, S. and S. Madhulika. 2007. Cancer preventive properties of ginger: a brief review. Journal of Food Science 45: 683-690.
-

