Agricultural Sci. J. 45 : 3/1 (Suppl.) : 189-192 (2014) ว. วิทย. กษ. 45 : 3/1 (พิเศษ) : 189-192 (2557)

ผลของกระบวนการให้ความร้อนแบบโอห์มมิกต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค

Effect of Ohmic Heating Process on Quality Change of Fresh–cut Mango cv. Nam Dok Mai During Storage

ระจิตร สุวพานิช[1] **และ ณัฐพล ประเทิงจิตต์**[2]
RachitSuwapanich[1] and NattapolPrathengjit[2]

Abstract

The ohmic heating process technique was used in this research to study the browning inhibition and microbial inactivation of fresh–cut mango cv. Nam Dok Mai. This study was conducted under the following conditions: the ohmic heating process temperatures were set to 40°C and 50 °C, the voltages were 30 and 40 V/cm, and 1% ascorbic acid and 0.05% calcium lactate in the ratio of 1:1 (v/v) was used as the electrical conduction medium. The fresh–cut samples were processed by ohmic heating then observed the quality in terms of physical, chemical, and microbial. The results show that the fresh-cut mango processed at 50°C and 40 V/cm were the optimum condition. The browning reaction (measuring by color analysis in CIE value), weight loss, and bacteriological quality (Total Plate Count; TPC) were better when compared with control sample ($p \leq 0.05$). When fresh-cut mango were kept at low temp (5 °C) for 7 days, they had better quality (appearance, color, odor and overall liking) than the control. However consumer testing (sensory evaluation;
7–point hedonic scale), consumer's acceptance was better than control. But the score of overall acceptance less than 4. So the concept of ohmic heating process to improve product quality for fresh–cut fruit will be developed further.

Keywords: ohmic heating process, fresh – cut mangocv. Nam Dok Mai

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำกระบวนการให้ความร้อนแบบโอห์มมิก (Ohmic heating process) มาใช้ในการยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลและลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์มะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยศึกษาสภาวะการให้ความร้อนแบบโอห์มมิกที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส ที่ระดับความต่างศักย์ไฟฟ้า 30 และ 40โวลต์/เซนติเมตร โดยใช้สารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับสารละลายแคลเซียมแล็กเทตความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วน 1:1 (v/v) เป็นตัวกลางในการนำไฟฟ้า ตรวจสอบคุณภาพโดยวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และจุลินทรีย์ มะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ผ่านการให้ความร้อนแบบโอห์มมิกระดับอุณหภูมิ 50 องศา-เซลเซียส และที่ระดับความต่างศักย์ไฟฟ้า 40 โวลต์/เซนติเมตร เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลและลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ดีที่สุด การให้ความร้อนแบบโอห์มมิกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านอื่นๆ น้อยที่สุด เมื่อนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่ามีคุณภาพที่ดีกว่าชุดควบคุม และผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 7 – point hedonic scale ผู้บริโภคให้การยอมรับคุณภาพในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และความชอบโดยรวมดีกว่าชุดควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ แต่เมื่อพิจารณาระดับคะแนนการยอมรับที่ได้ พบว่ามีคะแนนการยอมรับที่ค่อนข้างต่ำแสดงว่าแนวคิดในการใช้ความร้อนแบบโอห์มมิกในการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคนั้นต้องมีการนำไปพัฒนาต่อ

คำสำคัญ: กระบวนการให้ความร้อนแบบโอห์มมิก. มะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่ง

---

[1] คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
[1]Faculty of Agro-industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
[2]นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
[2]Graduated student, Faculty of Agro-industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

บทนำ

มะม่วงเป็นผลไม้ส่งออกที่สำคัญของไทยโดยเฉพาะพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ได้รับการส่งเสริมเพื่อการขยายตลาดส่งออกแต่มีปัญหาที่สำคัญที่ไม่สามารถขยายตลาดไปได้มากคือการเกิดโรคแอนแทรกโนสในระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษาทำให้มีอายุการเก็บที่สั้นและการด้อยคุณภาพของผลมะม่วงที่ผ่านการอบไอน้ำเพื่อทำลายไข่ของแมลงวันผลไม้เนื่องจากแมลงวันผลไม้ที่ปนเปื้อนไปกับมะม่วงเป็นศัตรูพืชที่ต้องควบคุมภายใต้กฎหมายกักกันพืชวิธีนี้บางครั้งความร้อนจะทำลายผลมะม่วงหรือไปเร่งให้มะม่วงสุกเร็วเกินไปทำให้อายุการเก็บรักษามะม่วงสั้นลง (Warunee *et al*., 2008) หากได้มีการนำมะม่วงมาปอกเปลือกตัดเป็นชิ้นและบรรจุในภาชนะที่เหมาะสมอาจช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ซึ่งปัจจุบันผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างแพร่หลายทั้งในและต่างประเทศ เพราะสะดวกและประหยัดเวลาในการเตรียมมะม่วงน้ำดอกไม้นับเป็นผลไม้อีกชนิดที่ได้รับความนิยมแต่อย่างไรก็ตามเนื้อมะม่วงพร้อมบริโภคมีอายุการเก็บรักษาสั้นมักเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเนื้อทำให้คุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในระหว่างขั้นตอนการเตรียมผลผลิต เพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงมีการใช้สารเคมีในการลดการปนเปื้อนของเชื้อตลอดจนการใช้สารเคมีที่มีสมบัติในการป้องกันหรือชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเนื้อมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาหรือระหว่างการรอจำหน่ายจึงมีแนวความคิดในการนำกระบวนการให้ความร้อนด้วยกระแสไฟฟ้าโดยตรง (Ohmic heating process) มาใช้ในการควบคุมหรือลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ (Huixian *et al*., 2008) และยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลบนผิวเนื้อมะม่วงตัดแต่งอันเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (Filiz*et al*., 2006 and 2008) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกระบวนการให้ความร้อนด้วยกระแสไฟฟ้าโดยตรง (Ohmic heating process) ต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

มะม่วงน้ำดอกไม้ (*Mangifera indica*L. cv. Nam Dok Mai) สายพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ขนาดน้ำหนักผลละประมาณ 350 กรัม (ตลาดไท ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี)

การเตรียมตัวอย่างมะม่วงน้ำดอกไม้

คัดเลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่มีความแก่ทางการค้าและมีน้ำหนักผลประมาณ 350 กรัม ล้างทำความสะอาด และคัดแยกความแก่โดยการลอยน้ำเกลือความเข้มข้น 3% นำผลที่ลอยในน้ำเกลือความเข้มข้น 3% มาจมในน้ำสะอาดผลมะม่วงที่ลอยน้ำคัดแยกออกไป ล้างทำความสะอาดผลมะม่วงที่จมน้ำ ผึ่งให้แห้ง นำมาบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนได้ระยะที่เหมาะสม (TSS ≂13-16%) (คมจันทร์และคณะ, 2550) หลังจากนั้นทำความสะอาดโดยแช่ผลมะม่วงในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 150 ppm นาน 3 นาที เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับผลผึ่งให้แห้งแล้วปอกเปลือกหั่นเป็นชิ้นครึ่งผลหั่นขวาง 4 ชิ้นให้แต่ละชิ้นมีความหนาประมาณ 2 เซนติเมตร

กระบวนการให้ความด้วยด้วยกระแสไฟฟ้าโดยตรง(โอห์มมิก)

นำมะม่วงที่เตรียมได้มาผ่านกระบวนการให้ความร้อนโดยตรง โดยการบรรจุชิ้นมะม่วงใส่ในชุดเซลล์ไฟฟ้า (แผ่นอะคริลิกใสขนาด 6×6×8 เซนติเมตร) ซึ่งในชุดเซลล์ไฟฟ้าประกอบด้วยสารละลายกรดแอสคอร์บิคความเข้มข้น 1% เพื่อใช้เป็นสารที่ช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลร่วมกับสารละลายแคลเซียมแล็กเทตความเข้มข้น 0.05% (Beirão-da-Costa *et al*., 2008) เพื่อใช้เป็นตัวกลางนำไฟฟ้าในอัตราส่วน 1:1 (v/v) หลังจากนั้นกำหนดค่าความต่างศักย์ในระดับที่แตกต่างกัน คือ กำหนดสภาวะควบคุม 30 และ 40 โวลต์/เซนติเมตร ให้ความร้อนจนอุณหภูมิแกนกลางถึง 40 และ 50 องศาเซลเซียส (Mizrahi *et al*., 1975) แล้วนำมาทำการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นจนอุณหภูมิแกนกลางลดลงเหลือ 5 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำมาเคลือบด้วยสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 1% (เตรียมในสารละลายกรดอะซีติกความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์) แล้วผึ่งให้แห้ง ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพหลังจากการให้ความร้อนด้วยกระแสไฟฟ้าโดยตรง ดังนี้ การเปลี่ยนแปลงสีโดยใช้เครื่องวัดสี Hunter lab รุ่นColorQuest XE รายงานผลเป็นค่า L*, C*, h*, ค่าความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง Texture analyzer รุ่น TA.XT plus, การสูญเสียน้ำหนัก เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) โดยวิธี Pour plate

ผลการทดลอง

สภาวะที่เหมาะสมของการให้ความร้อนแบบโอห์มมิกกับมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค

ผลการศึกษาพบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ผ่านการให้ความร้อนกระแสไฟฟ้าโดยตรงมีสมบัติทางกายภาพ, เคมี และจุลินทรีย์เปลี่ยนแปลงไปโดยมีค่าความสว่างที่ดีกว่า (ค่า L* ที่วัดในระบบ CIE มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่ต่ำกว่า มีเปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความแน่นเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดนั้นมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคในชุดควบคุม (Table 1) และการให้ความร้อนแบบโอห์มมิกระดับอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และที่ระดับความต่างศักย์ไฟฟ้า 40 โวลต์/เซนติเมตร เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลและลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ดีที่สุด

Table 1 Physicochemical and microbial properties evaluation of fresh-cut mango at different condition

	Condition of ohmic heating process (temperature – voltage)				
	Control	40°C - 30V/cm	50°C - 30V/cm	40°C - 40V/cm	50°C-40V/cm
Color					
L*	42.64±2.72^{a}	50.36±2.15^{b}	48.08±3.52^{b}	49.97±1.10^{b}	52.04±1.98^{b}
C*^{ns}	32.99±3.45	37.89±1.99	30.24±2.56	36.73±2.38	35.66±4.27
h°	76.75±0.71^{a}	80.82±0.93^{b}	81.23±0.65^{b}	80.38±2.61^{b}	82.86±2.49^{b}
Firmness (N)	0.90±0.08^{b}	0.66±0.07^{a}	0.52±0.03^{a}	0.57±0.06^{a}	0.51±0.06^{a}
Weightloss (%)	0.80±0.07^{a}	0.97±0.07^{b}	1.03 ±0.08^{b}	1.07±0.09^{b}	1.02±0.08^{b}
TA (%)^{ns}	0.11±0.02	0.11±0.01	0.15±0.01	0.09±0.02	0.15±0.02
TSS (%)^{ns}	18.70±1.05	15.13±1.25	17.50±0.60	18.33±1.76	16.43±1.08
TPC (log cfu/g)	4.28±0.19^{c}	4.08±0.21^{c}	3.19±0.20^{ab}	3.70±0.14^{bc}	3.05±0.18^{a}

Note: Mean values ± standard deviation in the same column with different superscripts indicate significant differences ($p \leq 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษามะม่วงที่ผ่านการให้ความร้อนแบบโอห์มมิกในสภาวะที่ดีที่สุดเปรียบเทียบกับชุดควบคุมพบว่ามีคุณภาพในด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ที่ดีกว่าชุดควบคุม (Table 2) แต่เมื่อนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 7–point hedonic scale ผู้บริโภคให้การยอมรับคุณภาพในด้านต่างๆ เช่น ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และความชอบโดยรวมที่ดีกว่าชุดควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับคุณภาพที่วิเคราะห์ได้ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ แต่เมื่อพิจารณาระดับคะแนนการยอมรับที่ได้ พบว่ามีคะแนนการยอมรับที่ค่อนข้างต่ำ ซึ่งผู้ทดสอบไม่ยอมรับคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งที่ผ่านการให้ความร้อนแบบโอห์มมิกที่อายุการเก็บรักษา 1 วัน หรือมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งที่ผ่านการให้ความร้อนแบบโอห์มมิกในการทดลองนี้มีอายุการเก็บรักษาเพียง 1 วันเท่านั้น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์มะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ผ่านการให้ความร้อนแบบโอห์มมิกจากการทดลองนี้ยังไม่สามารถเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้ จำเป็นต้องมีการพัฒนาและศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

Table 2 Physicochemical and microbial properties of fresh-cut mango during storage at 5°C

		Days after storage at 5°C				
		0	1	3	5	7
L*						
	control	42.76±2.42^{a}	42.74±2.42^{a}	43.77±1.63^{ns}	39.66±0.87^{a}	40.60±1.49^{ns}
	Ohmic	50.14±0.64^{b}	48.81±2.51^{b}	44.05±1.00^{ns}	43.51±1.21^{b}	40.27±1.81^{ns}
C*						
	control	31.07±3.45^{a}	30.18±3.90^{a}	29.80±3.45^{ns}	26.44±2.55^{a}	34.66±1.88^{ns}
	Ohmic	43.35±2.90^{b}	39.50±2.03^{b}	32.90±3.42^{ns}	32.60±0.90^{b}	27.83±4.16^{ns}
h°						
	control	74.07±0.27^{a}	74.55±0.64^{a}	73.12±0.56^{ns}	74.72±1.27^{ns}	75.91±0.96^{ns}
	Ohmic	77.65±0.86^{b}	77.36±0.71^{b}	74.19±1.57^{ns}	75.77±1.05^{ns}	74.22±0.66^{ns}
Firmness (N)						
	control	0.83±0.04^{b}	0.75±0.06^{ns}	0.61±0.04^{ns}	0.59±0.06^{ns}	0.63±0.06^{ns}
	Ohmic	0.51±0.01^{a}	0.66±0.09^{ns}	0.63±0.09^{ns}	0.67±0.05^{ns}	0.76±0.07^{ns}
Weight loss (%)						
	control	1.23±0.07^{ns}	0.92±0.05^{a}	0.88±0.03^{ns}	1.00±0.05^{ns}	1.01±0.05^{ns}
	Ohmic	1.26±0.08^{ns}	0.98±0.05^{b}	0.87±0.06^{ns}	1.06±0.03^{ns}	1.08±0.03^{ns}
TA (%)						
	control	0.04±0.00^{ns}	0.04±0.00^{b}	0.05±0.00^{b}	0.05±0.01^{ns}	0.04±0.00^{ns}
	Ohmic	0.03±0.00^{ns}	0.03±0.00^{a}	0.03±0.00^{a}	0.04±0.00^{ns}	0.04±0.00^{ns}
Enz. Activity (unit/ml)						
	control	564.99±31.15^{b}	476.91±30.21^{b}	225.06±29.34^{a}	35.80±5.69^{b}	265.21±35.59^{b}
	Ohmic	419.76±13.78^{a}	331.25±23.80^{a}	335.86±7.45^{b}	21.74±2.73^{a}	41.71±7.79^{a}
TPC (log cfu/g)						
	control	4.82±0.10^{b}	4.88±0.10^{b}	4.40±0.14^{b}	4.02±0.03^{b}	3.89±0.10^{b}
	Ohmic	3.90±0.03^{a}	4.03±0.04^{a}	2.86±0.06^{a}	3.02±0.03^{a}	3.40±0.07^{a}

Note: Mean values ± standard deviation in the same column with different superscripts indicate significant differences ($p \leq 0.05$)

สรุป

การให้ความร้อนแบบโอห์มมิกที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และที่ความต่างศักย์ 40 โวลต์/เซนติเมตรเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทดลองนี้ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนระหว่างการผลิตบนชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ดีที่สุด โดยส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านอื่นๆ ของมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคภายหลังการให้ความร้อนแบบโอห์มมิกน้อยที่สุด

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินรายได้ของคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้เขียนขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

คมจันทร์ สรงจันทร์ และ เบญจมาส รัตนชินกร. 2550. ผลของระยะการสุกและอุณหภูมิต่อคุณภาพการเก็บรักษาของเนื้อมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภค. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรพิเศษ 38 (5):107 – 110

Beirão-da-Costa, S., A. Cardoso, L. L. Martins, J. Empis and M. Moldão-Martins. 2008. The Effect of Calcium Dips Combined with Mild Heating of Whole Kiwifruit for Fruit Slices Quality Maintenance. Food Chemistry 108: 191–197.

Huixian, S., K. Shuso, H. Junichi, I. Kazuhiko, W. Tatsuhiko and K. Toshinori. 2008. Effect of Ohmic Heating on Microbial Counts and Denaturation of Proteins in Milk. Food Science and Technology Research 14: 117-123.

Filiz, I., Y. Hasan and B. Taner. 2008. Polyphenoloxidase Deactivation Kinetics During Ohmic Heating of Grape Juice. Journal of Food Engineering 85 : 410–417.

Filiz, I., Y. Hasan and B. Taner. 2006. Peroxidase Inactivation and Colour Changes During Ohmic Blanching of Pea Puree. Journal of Food Engineering 74 : 424-429.

Mizrahi, S., I.J. Kopelman and J. Perlman.1975 .Blanching by Electroconductive Heating. Journal of Food Science & Technology.10 : 281-288.

Warunee, T., K. Sumaporn, S. Sirinnapa and K. Sumio. 2008. Nondestructive Detection of Fruit Fly Egg and Larvae in Exported Mangoes Using Near Infrared Spectroscopy. Agricultural Science Journal 39 : 54-57.