

ผลของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในมะละกอเส้นพร้อมบริโภค
Effect of sodium hypochloride on reduction microbial growth in Minimally processed of shredded papaya

เกศินี สังข์คำ¹ อินทิรา ลิฉันทร์พร¹ และศิริชัย กัลยาณรัตน์¹
Kasinee Sungkhum¹, Intira Lichanporn¹ and Sirichai Kanlayanarat¹

Abstract

Effect of sodium hypochloride solution on reduction microbial growth in minimally processed of shredded papaya were studied. Shredded papaya was soaked in 100, 150 and 200 ppm sodium hypochloride solution for 1, 3, 5 minute before keeping at 20°C, 87% RH. The shredded papaya treated with 100 ppm sodium hypochloride for 3 min showed a reduction in microbial growth and had a storage life of 32 hours.

Key words: papaya, sodium hypochloride, microbial, storage life

บทคัดย่อ

จากการศึกษาถึงผลของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ของมะละกอเส้นพร้อมบริโภค โดยนำมะละกอเส้นแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ 3 ความเข้มข้น 100 150 และ 200 ppm และระยะเวลาในการจุ่มที่แตกต่างกันคือ 1 3 และ 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 87 พบว่ามะละกอเส้นที่แช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 3 นาที มีเชื้อจุลินทรีย์ลดลง และมีอายุการเก็บรักษานาน 32 ชั่วโมง

คำสำคัญ มะละกอ โซเดียมไฮโปคลอไรด์ เชื้อจุลินทรีย์ อายุการเก็บรักษา

คำนำ

มะละกอ (*Carica papaya* Linn.) เป็นไม้ผลเขตร้อนชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีคุณค่าทางอาหารสูง มีความต้านทานต่อโรคและแมลง และให้ผลผลิตตลอดทั้งปี (Henry และ Robert, 1998) โดยเฉพาะผลดิบนิยมบริโภคกันมาก ในรูปของการแปรรูปเป็นมะละกอเส้นพร้อมบริโภค โดยใช้ประกอบในผักสลัดและปรุงเป็นส้มตำซึ่งเป็นอาหารที่จัดว่ามีรสชาติดีและเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก ปัญหาที่พบในการแปรรูปมะละกอเส้นพร้อมบริโภคทั้งภายในประเทศและการส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ คือ คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาและอายุการเก็บรักษา จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (foodborne pathogen) ในผักพร้อมบริโภค คือ เชื้อแบคทีเรีย ซึ่งจะสร้างสารพิษที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค โดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวข้องกับทางเดินอาหาร (Heard, 1999) เช่น *Escherichai coli* O157:H7 (Satchell และคณะ, 1990) *Salmonella* spp. เป็นต้น โดยทั่วไปอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียมี 2 ชนิดคือ เกิดจากการเพิ่มจำนวนของเชื้อแบคทีเรีย และเกิดจากสารพิษที่เชื้อแบคทีเรียสร้างขึ้น นอกจากนี้ การวิเคราะห์ปริมาณ *E. coli* และ coliform ยังใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงสุขลักษณะระหว่างกระบวนการผลิต (Satchell และคณะ, 1990) วิธีการที่ใช้ในการรักษาคุณภาพและลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ของมะละกอดิบแปรรูปพร้อมบริโภคสามารถทำได้ด้วยการแช่ในสารละลายคลอรีน เช่น การใช้สารประกอบ sodium หรือ potassium hypochlorite โดยรูปที่มีประสิทธิภาพในการทำงานคือ hypochlorous acid (HOCl) ประสิทธิภาพของคลอรีนส่วนใหญ่ขึ้นกับอุณหภูมิ และ pH ของน้ำ และเวลาที่ผลิตผลสัมผัสกับสารละลาย (Heijden และคณะ, 1999) การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ของมะละกอเส้นพร้อมบริโภค

¹ สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

¹ Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Monkut's University of Technology, Thonburi, Bangkok, 10140

อุปกรณ์และวิธีการ

นำมะละกอดิบพันธุ์แขกดำที่ได้จากสวนในอำเภอสามพราณ จังหวัดนครปฐม มาล้างด้วยน้ำสะอาด ปอกเปลือกให้เกลี้ยง แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งเพื่อล้างเอายางออก ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ แล้วใช้เครื่องหั่นผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคขูดมะละกอให้เป็นเส้น จากนั้นจุ่มลงในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้น 100 150 และ 200 ppm และระยะเวลา 1 3 และ 5 นาที หลังจากแช่มะละกอเส้นแล้ว สลัดน้ำออกจากมะละกอโดยใช้เครื่องมือปั่นเหวี่ยงสลัดน้ำ จากนั้นบรรจุมะละกอลงในกล่องพลาสติกใส นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 87 บันทึกข้อมูลด้านเชื้อ aerobic mesophilic bacteria และ *E. coli* รวมทั้งอายุการเก็บรักษา ทุก 8 ชั่วโมง จนหมดอายุการเก็บรักษา

ผลและวิจารณ์

เมื่อนำมะละกอเส้นพร้อมบริโภคมาตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี Plate count agar พบว่า ปริมาณเชื้อ Aerobic mesophilic bacteria เพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา และมีลักษณะการเพิ่มปริมาณเป็นแบบ sigmoid curve (Table 1) โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนเล็กน้อยภายใน 16 ชั่วโมงแรก หลังจากนั้นจำนวนเชื้อเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเริ่มคงที่หลังจากชั่วโมงที่ 32 จากการทดลองพบว่า ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในมะละกอเส้นพร้อมบริโภคแตกต่างกัน โดยมะละกอเส้นพร้อมบริโภคที่ผ่านการจุ่มสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 1 และ 3 นาที มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ Aerobic mesophilic bacteria น้อยที่สุด คืออยู่ระหว่าง 3.602–10.723 log CFU/g และ 4.103–10.841 log CFU/g ตามลำดับ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากคลอรีนไปจับกับโปรตีนของเยื่อหุ้มเซลล์เกิดเป็น N-chloro compounds ซึ่งไปรบกวนเมตาบอลิซึมของเซลล์ และอาจไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ไวต่อการเกิดออกซิเดชัน (Brackett, 1987)

Table 1 Changes in aerobic mesophilic bacteria of shredded green papaya treated with 100, 150 and 200 ppm sodium hypochloride solution for 1, 3 and 5 minute and then stored at 20 °C and 87% RH.

Chlorine concentration-	Dipping time	Aerobic mesophilic bacteria (log CFU/g) ^{1/}					
		Duration of storage (hr)					
		8	16	24	32	40	48
100 ppm	1 min	3.620 ^g	4.522 ^c	6.667 ^e	10.103 ^d	10.137 ^f	10.723 ^h
	3 min	4.103 ^d	4.175 ^e	6.983 ^d	9.830 ^g	10.213 ^e	10.841 ^f
	5 min	3.927 ^f	4.452 ^d	7.840 ^a	10.090 ^e	10.630 ^c	11.227 ^a
150 ppm	1 min	4.473 ^a	4.534 ^b	6.983 ^d	10.328 ^a	10.152 ^f	11.123 ^b
	3 min	3.927 ^f	4.041 ^g	6.020 ^h	10.130 ^c	10.203 ^e	10.985 ^d
	5 min	4.008 ^e	3.883 ⁱ	6.124 ^g	9.988 ^f	10.203 ^e	10.803 ^g
200 ppm	1 min	4.464 ^a	4.087 ^f	6.297 ^f	10.314 ^b	10.810 ^b	11.030 ^c
	3 min	4.226 ^c	4.654 ^a	7.524 ^c	10.132 ^c	10.940 ^a	10.860 ^e
	5 min	4.352 ^b	4.016 ^h	7.783 ^b	10.323 ^a	10.441 ^d	10.683 ⁱ
F-test		**	**	**	**	**	**
CV (%)		0.713	0.108	0.149	0.045	0.120	0.024

^{1/}= ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

**= มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ปริมาณยีสต์และราที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็นลักษณะ sigmoid curve เช่นกัน (Table 2) ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในมะละกอเส้นพร้อมบริโภค และมีปฏิริยาสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยชุดการทดลองที่ผ่านการจุ่มสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์เข้มข้น 100 ppm มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และราน้อยที่สุด

Table 2 Changes in Yeast and mold of shredded green papaya treated with 100, 150 and 200 ppm sodium hypochloride solution for 1, 3 and 5 minute and then stored at 20 °C and 87% RH

Chlorine concentration- Dipping time		Yeast and mold (log CFU/g) ^{1/}					
		Duration of storage (hr)					
		8	16	24	32	40	48
100 ppm	1 min	3.822 ^{de}	4.707 ^a	6.470 ^g	9.764 ^f	9.660 ^e	10.816 ^d
	3 min	3.749 ^e	4.021 ^c	6.819 ^c	9.679 ^g	9.460 ^h	9.824 ^g
	5 min	4.124 ^c	4.027 ^c	7.679 ^a	9.993 ^d	9.771 ^d	10.604 ^f
150 ppm	1 min	4.526 ^a	4.459 ^b	6.508 ^f	10.234 ^b	9.641 ^e	10.936 ^b
	3 min	3.917 ^d	3.621 ^g	6.001 ^h	10.160 ^c	9.603 ^f	10.930 ^{bc}
	5 min	3.447 ^f	3.177 ^h	6.000 ^h	9.880 ^e	9.498 ^g	10.862 ^{bcd}
200 ppm	1 min	4.117 ^c	3.490 ^e	6.538 ^e	10.237 ^b	10.733 ^b	11.038 ^a
	3 min	3.536 ^f	3.707 ^f	6.745 ^d	10.168 ^c	10.904 ^a	10.604 ^e
	5 min	4.325 ^b	3.940 ^d	7.471 ^b	10.295 ^a	10.035 ^c	10.857 ^{cd}
F-test		**	**	**	**	**	**
CV (%)		1.454	0.161	0.071	0.062	0.194	0.414

^{1/}= ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

**= มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ปริมาณเชื้อ *E. coli* พบว่า จำนวนเชื้อเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษาเป็นลักษณะ sigmoid curve เช่นกัน (Table 3) โดยมะละกอเส้นพร้อมบริโคมที่ผ่านการจุ่มสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์เข้มข้น 100 ppm มี การเปลี่ยนแปลงปริมาณ *E. coli* น้อยที่สุด การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ พบว่า ลักษณะการเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์มีลักษณะเป็น sigmoid curve ซึ่งมีช่วง lag phase ที่สั้นเพียง 16 ชั่วโมง แสดงว่าเชื้อจุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามชุดการทดลองที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 100 ppm มีการเพิ่มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์น้อยกว่าชุดการทดลองที่ผ่านแช่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์เข้มข้น 150 และ 200 ppm โดยการแช่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์เข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 3 นาที มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพน้อยที่สุด การเพิ่มความเข้มข้นและระยะเวลาของการแช่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ไม่มีผลกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้ โดยเฉพาะเชื้อ *E. coli* ซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความสกปรก อาจเนื่อง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 87 อาจส่งเสริมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ มากกว่าประสิทธิภาพการทำงานของคลอรีน นอกจากนี้สารละลายที่ใช้ และผลิตผลมีค่า pH เป็นกลาง ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ มะละกอเส้นพร้อมบริโคมที่ผ่านการจุ่มด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 100 150 และ 200 ppm เป็นเวลา 1 3 และ 5 นาที พบว่า หมดอายุการเก็บรักษาเฉลี่ยตั้งแต่ชั่วโมงที่ 32 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 87 เนื่องจากมะละกอเส้นพร้อมบริโคมมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพอย่างเห็นได้ชัดหลังจากเก็บรักษานาน 32 ชั่วโมง

Table 3 Changes in *E. coli* of shredded green papaya treated with 100, 150 and 200 ppm sodium hypochloride solution for 1, 3 and 5 minute and then stored at 20 °C and 87% RH

Chlorine concentration- Dipping time	<i>E. coli</i> (log CFU/g) ^{1/}						
	Duration of storage (hr)						
	8	16	24	32	40	48	
100 ppm	1 min	2.306 ^h	4.492 ^a	5.520 ^c	8.500 ^e	8.596 ^f	8.471 ^e
	3 min	3.768 ^a	3.826 ^e	6.542 ^{ab}	9.350 ^{bc}	8.552 ^g	8.705 ^a
	5 min	3.257 ^c	4.256 ^b	7.021 ^a	9.422 ^{ab}	8.474 ^h	8.537 ^d
150 ppm	1 min	3.383 ^b	4.033 ^c	6.852 ^{ab}	9.220 ^c	8.840 ^c	8.575 ^c
	3 min	2.383 ^g	3.474 ^g	5.896 ^{bc}	9.305 ^{bc}	8.954 ^a	8.696 ^a
	5 min	2.901 ^{de}	3.411 ^h	7.013 ^a	9.547 ^a	8.896 ^b	8.711 ^a
200 ppm	1 min	2.907 ^d	4.02 ^{cd}	7.306 ^a	8.841 ^d	8.842 ^c	8.523 ^d
	3 min	2.690 ^f	3.984 ^d	6.772 ^{ab}	8.551 ^e	8.692 ^d	8.572 ^c
	5 min	2.887 ^e	3.982 ^f	6.652 ^{ab}	7.496 ^e	8.651 ^e	8.657 ^c
F-test	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	0.302	0.719	8.718	1.208	0.177	0.236	

^{1/}= ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

**= มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

สรุป

การใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 100 ppm แช่มะละกอเส้นพร้อมบริโภคเป็นเวลา 3 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 87 มีประสิทธิภาพในการลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และมีอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด 32 ชั่วโมง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย และขอขอบคุณโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และเครื่องมือในการทำวิจัย และสนับสนุนการนำเสนอผลงานครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Brackett, R.E., 1987, Antimicrobial Effect of Chlorine on *Listeriamonocytogenes*, Journal of Food Protection, Vol. 50, pp. 999-1003.
 Heijden, K.V.D., Younes, M., Fishbein, L. and Miller, S., 1999, International Food Safety Handbook: Science, International Regulation, and Control, Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 34, 442-443.
 Henry, N. and Robert, P., 1998, Papaya, In Tropical Fruits. CAB INTERNATIONAL press, New York, pp. 445-449.
 Satchell, F.B., Stepenson, P., Andrews, W.H., Estela, L. and Allen, G., 1990, The Survival of *Shigella sonnei* in Sherdded Cabbage, Journal of Food Protection, Vol. 53, pp. 558-562.