Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 417-420 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 417-420 (2553)

ประสิทธิภาพของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์บนผิวมะละกอเส้นตัดแต่ง

Efficacy of Sodium Hyprochlorite on the Inhibition of Pathogens on the Surface of Minimally Processed Shredded Papaya

มัณฑนา บัวหนอง[1] และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์[1]
Mantana Buanong[1] and Sirichai Kanlayanarat[1]

Abstract

Efficacy of sodium hyprochloride (NaOCl) at the concentrations of 0 (control), 100, 150, 200 and 250 ppm on the inhibition of pathogens on the surface of minimally processed shredded papaya was evaluated. Microbial population increased throughout storage. However, total microbial populations, *Coliform sp.* and *E. Coli* of NaOCl treatment were significantly less than the control ($P \leq 0.01$), especially, the minimally processed shredded papaya treated with 150 ppm NaOCl which gave the best results in controlling microbial population throughout the storage period.

Key word: minimally processed of shredded papaya, sodium hyprochloride, microbial contamination

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 100 150 200 และ 250 ppm ในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์บนผิวมะละกอเส้นตัดแต่ง พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น มะละกอเส้นตัดแต่งในทุกชุดการทดลองมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ชุดการทดลองที่จุ่มสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด เชื้อ *Coliform sp.* และเชื้อ *E. Coli* น้อยกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมะละกอเส้นตัดแต่งพร้อมบริโภคที่จุ่มสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 150 ppm ให้ผลดีที่สุดในการควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

คำสำคัญ มะละกอเส้นตัดแต่งพร้อมบริโภค, โซเดียมไฮโปคลอไรท์, การปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์

คำนำ

มะละกอเป็นไม้ผลเขตร้อนชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีคุณค่าทางอาหารสูง (Henry และ Paull, 1998) โดยสามารถบริโภคได้ทั้งผลดิบและผลสุก ในประเทศไทย มะละกอดิบนิยมนำมาขูดเป็นเส้นรับประทาน เช่น ส้มตำ อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่พบในการแปรรูปมะละกอเส้นตัดแต่งพร้อมบริโภคคือคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาและอายุการเก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากในการแปรรูปมะละกอเส้นตัดแต่งพร้อมบริโภคต้องใช้ขั้นตอนหลายขั้นตอนอาทิเช่น การปอกเปลือก การล้างทำความสะอาด การตัด การขูดให้เป็นเส้น การทำให้สะเด็ดน้ำ และการบรรจุหีบห่อ เป็นต้น วิธีการที่ใช้ในการรักษาคุณภาพและลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ของมะละกอเส้นตัดแต่งพร้อมบริโภคสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การแช่ในสารละลายคลอรีน สารฆ่าเชื้อประเภทนี้ที่นิยมใช้มากที่สุดมีโรงงานผลิตอาหาร เนื่องจากสามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียได้ทุกชนิด ไม่ทำให้เกิดพิษ ไม่มีสี นอกจากนี้ยังสะดวกในการเตรียมและการนำไปใช้ โดยทั่วไปมีราคาถูกกว่าสารฆ่าเชื้อราประเภทอื่น คลอรีนที่นิยมใช้อยู่ในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (sodium hypochlorite) (Wiley, 1994) นอกจากนั้น ประสิทธิภาพของคลอรีนส่วนใหญ่ยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดเบส ของน้ำ และเวลาที่ผลิตผลสัมผัสกับสารละลาย (Heijden และคณะ, 1999) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในระดับความเข้มข้นต่างๆ การลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนผิวของมะละกอเส้นตัดแต่งพร้อมบริโภค

[1] สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140/ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[1] Division of Postharvest Technology , School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140 / Postharvest Technology Innovation Center, King Mongkut's University of Technology Thonburi.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ซื้อมะละกอพันธุ์แขกดำจากสวนในอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ขนส่งโดยรถตู้ปรับอากาศมายังสายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หลังจากนั้นนำมะละกอมาล้างด้วยน้ำสะอาด ปอกเปลือกให้เกลี้ยง แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งเพื่อล้างเอายางออก ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ แล้วใช้เครื่องหั่นผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคขูดมะละกอให้เป็นเส้น แล้วจึงนำมะละกอเส้น 250 กรัม ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็น มาจุ่มใน สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) ที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 100 150 200 และ 250 ppm เป็นเวลา 3 นาที ทำการสลัดน้ำออกจากมะละกอโดยใช้เครื่องมือปั่นเหวี่ยงสลัดน้ำ และบรรจุมะละกอลงในถาดพลาสติกแล้วห่อด้วยฟิลม์ พลาสติก Poly Vinyl Poly Pyrrolidone (PVPP) แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 87 ทำการวัดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total viable count) เชื้อ *Coliforms sp.* และเชื้อ *Escherichia coli* (*E. coli*) ทุก 2 วันและรายงานปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่นับได้ในหน่วย Colony Forming Unit (CFU) ต่อกรัมของน้ำหนักสดของมะละกอเส้นตัดแต่งพร้อมบริโภค (Log_{10} CFU/g) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำ 3 ซ้ำ/1 ชุดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติแบบ DMRT

ผลและวิจารณ์

คุณภาพและความปลอดภัยของผลิตผลแปรรูปพร้อมบริโภคขึ้นอยู่กับปริมาณเชื้อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในผลิตผลประกอบด้วย mesophilio microflora, lactic acid bacteria, coliforms, fecal coliforms, yeast และ molds (Garg และคณะ 1990) จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่พบมากที่สุดในผลิตผลที่ผ่านการแปรรูปคือ mesophilio microflora ตามด้วย lactic acid bacteria ปริมาณจำนวนเชื้อจุลินทรีย์จะแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของผลิตผล การสุขาภิบาล และการปฏิบัติ ผู้บริโภคจะไม่ยอมรับคุณภาพของผลิตผลแปรรูปพร้อมบริโภคก็ต่อเมื่อมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์สูงเกินกำหนด จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (foodborne pathogen) ในผักพร้อมบริโภค คือ เชื้อแบคทีเรีย ซึ่งจะสร้างสารพิษที่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค โดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวกับทางเดินอาหาร (Heard, 1999) เช่น *Escherichai coli* O157:H7 (Satchell และคณะ, 1990) และ *Samonella spp.* เป็นต้น โดยทั่วไปอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียมี 2 ชนิด คือ เกิดจากการเพิ่มจำนวนของเชื้อแบคทีเรีย และเกิดจากสารพิษที่เชื้อแบคทีเรียสร้างขึ้น นอกจากนี้การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียในกลุ่ม *Coliform spp.* และ *Escherichia coli.* (*E. Coli*) ยังเป็นดัชนีบ่งบอกถึงสุขลักษณะในระหว่างกระบวนการผลิต จากการทดลองใช้สารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 0 (จุ่มน้ำกลั่น) 100, 150, 200 และ 250 ppm ในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์บนผิวของมะละกอเส้นตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด เชื้อ *Coliform sp.* และเชื้อ *E. Coli* บนผิวของผลผลิต พบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด *Coliform sp.* และ *E. Coli* ในทุกชุดการทดลองมีปริมาณเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม ชุดการทดลองที่จุ่มสารละลาย NaOCl มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่ำกว่าในชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเฉพาะชุดการทดลองที่จุ่มสารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 150 ppm ซึ่งพบว่า ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา สามารถการควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด เชื้อ *Coliform sp.* และเชื้อ *E. Coli* บนผิวของมะละกอเส้นตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ถึง 5.90 6.42 และ 6.15 log_{10} CFU/g ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด เชื้อ *Coliform sp.* และเชื้อ *E. Coli* เท่ากับ 8.3 8.72 และ 7.97 log_{10} CFU/g ตามลำดับ (Fig. 1A, B และ C) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Park และ Beuchat (1999) ที่ใช้ NaOCl ที่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm นาน 3 นาที กับชิ้นแคนตาลูปและแตง Honeydew ที่ถูกปลูกเชื้อ *Samonellae* และ *E. Coli* O157:H7 บนผิว พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลงถึง 2.6 และ 3.8 log CFU ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม สารละลาย NaOCl สามารถควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนผิวของมะละกอเส้นตัดแต่งพร้อมบริโภค อาจจะเนื่องมาจากเมื่อใส่ NaOCl ลงไปในน้ำแล้ว NaOCl จะทำให้ระดับ pH เพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นของ pH ในสารละลายนี้เป็นผลให้มีปริมาณคลอรีนลดลง โดยอยู่ในรูปของ hypochlorous acid (HOCl) และถ้า pH เพิ่มสูงกว่า 8 จะทำให้ hypochlorous acid แตกตัวเป็น hydrogen ions (H^+) และ hypochlorite (OCl^-) ions และ hypochlorite ion มีประสิทธิภาพเป็นสารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ (Iwasa และ Nakamura 1996; Okubo และคณะ 1998) Kim และคณะ (2006) พบว่าการใช้สารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้น 10 $mg \cdot L^{-1}$ โดยเตรียมจากสารละลาย NaOCl ร่วมกับโพแทสเซียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (potassium phosphate buffer) ล้างผลมะเขือเทศ เป็นเวลานาน 5 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อ E. sakazakii ลงได้ 3.7 log_{10} CFU/sample นอกจากนั้นการใช้สารละลายคอลรีนที่เตรียมจากสารละลาย NaOCl ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5 ในการล้างผักกาดหอม สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลงได้

โดยการใช้สารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้น 100 $mg \cdot L^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 4 และ 47 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 3 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลงได้ประมาณ 1 ละ 3 log_{10} CFU/g ตามลำดับ (Dalequis และคณะ, 2000)

สรุป

สารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 150 ppm มีประสิทธิภาพในการควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทีรย์ทั้งหมด เชื้อ *Coliform sp.* และเชื้อ *E. Coli* บนผิวของมะละกอเส้นตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ถึง 5.90 6.42 และ 6.15 log_{10}CFU/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งพบเชื้อจุลินทีรย์ทั้งหมดเชื้อ *Coliform sp.* และเชื้อ *E. Coli* เท่ากับ 8.3 8.72 และ 7.97 log_{10} CFU/g ตามลำดับ

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ที่ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัยครั้งนี้ ในนามทุนวิจัยหลังปริญญาเอก

เอกสารอ้างอิง

Delaquis, P.J., Stewart, S., Cliff, M., Toivonen, P.M. and Moyls, A.L. 2000. Sensory quality of ready-to-eat lettuce washed in warm, chlorinated water. Journal of Food Quality 23: 553-563.

Garg, N, mais, R.G.Churey, J.J. and Spittstoesser, D.F. 1990. Effect of processing conditions on the microflora of fresh-cut vegetables. Journal of Food Protection 53: 701-708.

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. 442-443.

Henry, N. and Robert, P., 1998, Papaya, In Tropical Fruits. CAB INTERNATIONAL press, New York, pp. 445-449.

Iwasawa A, Nakamura Y. 1996. Bactericidal effect of acidic electrolyzed water - comparison of chemical acidic sodium hypochlorite (NaClO) solution. J Jpn Assoc Infect Dis 70:915-922.

Kim, H., Ryu, J.-H. and Beuchat, L.R. 2006. Survival of *Enterbacter sakazaki* on fresh produce as affected by temperature and effectiveness of sanitizers for its elimination. International Journal of Food Microbiology 11: 134-143.

Okubo K, Urakami H, Tamura A. 1998. Comparison of bactericidal activities of acidic electrolyzed water and acidic sodium hypochlorite. Journal Japanese Society Environmental Infection 13:184-188.

Park, C. M. and L. R. Beuchat. 1999. Evaluation of sanitizers for killing *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* and naturally occurring microorganisms on cantaloupes, honeydew melons, and asparagus. Dairy Food Environ. Sanit. 19:842-847.

Satchell, F.B., Stepenson, P., Andrew, W.H., Estela, L. and Allen, G. 1990. The survival of Shigella sonei in shredded cabbage. Journal of food Protection 53: 558-562.

Wiley, R.C. 1994. Minimally Processed Refrigerated Fruits & Vegetables. Chapman & Hall. USA. 368 p.

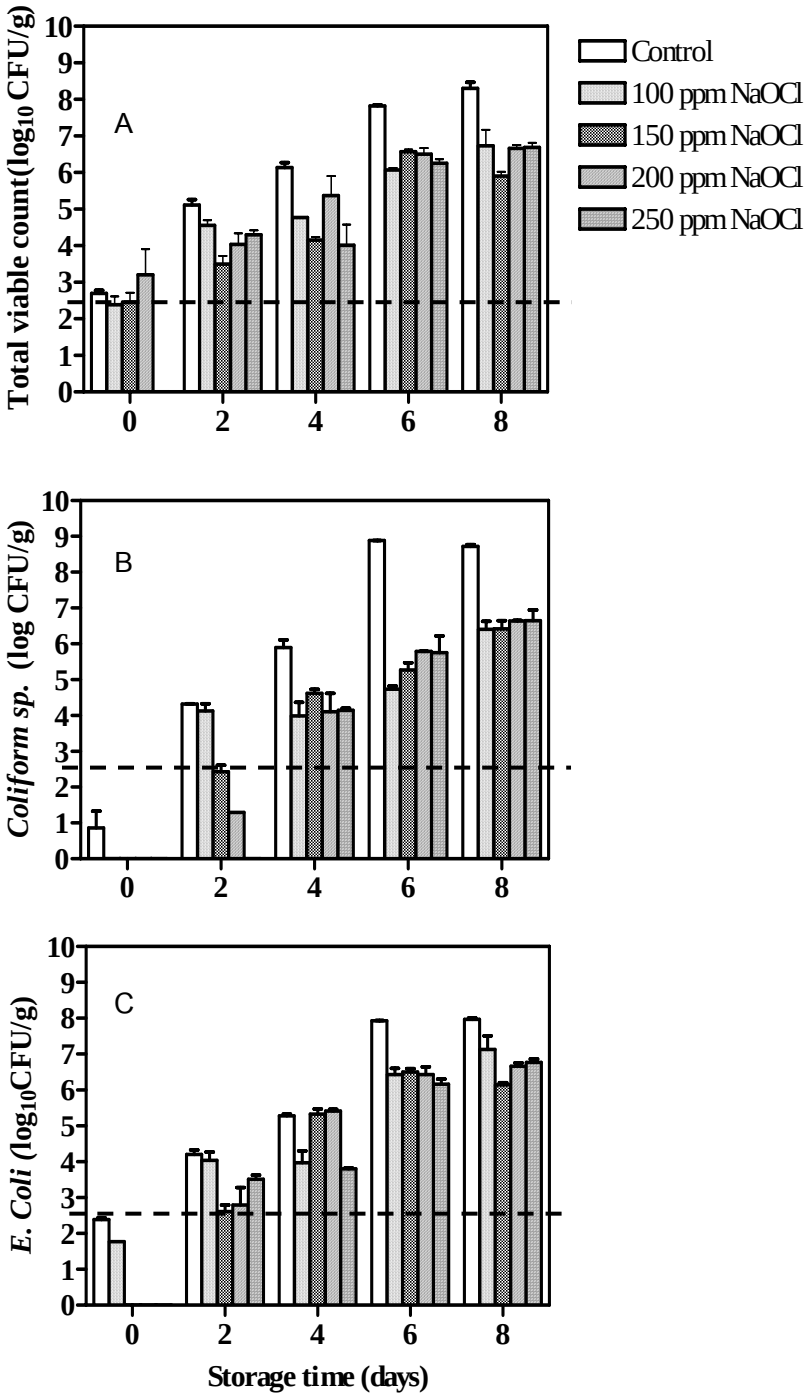

Figure 1 Total microbial populations (A) *Coliforms sp*. (B) and *E. coli* (C) of the minimally processed shredded papaya treated with 0 (control) 100 150 200 และ 250 ppm NaOCl, then stored at 8 °C for 8 days, dashed line = detectable limit = 2.4 $\log_{10}$ CFU/g.