Agricultural Sci. J. 38 : 5 (Suppl.) : 197-200 (2007) ว. วิทย. กษ. 38 : 5 (พิเศษ) : 197-200 (2550)

การใช้คลอรีน ไอน้ำ และโอโซนในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนผิวพริกขี้หนูสด

Applications of chlorine, steam and ozone to reduce contaminants on fresh chilli

เพ็ญแข จิรอัสดร[1] ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์[1] ฆรณี ตุ้ยเต็มวงศ์[2] และภัณฑิรา เกตุแก้ว[3]
Penkhae Jiraussadorn[1], Pravate Tuitemwong[1], Kooranee Tuitemwong[2] and Panthira Ketkaew[3]

Abstract

The efficacy of sodium hypochlorite solutions (50-200 ppm for 5-30 min), steam blanching (70-90 °C for 5-30 sec) and ozonation (0.4-5 ppm for 5-20 min) in the reduction of naturally contaminated microorganisms on fresh chilli skin was evaluated. Effects of each treatment on cell structure under scanning electron microscope were examined. Results indicated that the longer washing time resulted in the better reduction of microbial loads in all cases. Cell numbers appeared to be steady after 10 min washing in most cases. Tap water had little effect on the reductions of total viable count, yeast and molds, and coliforms. Sodium hypochlorite solution at 200 ppm for 30 min reduced total bacterial count (TPC), yeast and mold (YM) and coliform counts by 2.14, 1.98 and 2.22 logCFU/g, respectively. Steam pasteurization had the greatest effect at 90 °C for 30 sec which reduced the respective organisms by 2.45, 1.95 and 1.89 logCFU/g. Ozonated water at 5 ppm, with 10 min contact time, destroyed the organisms by 2.59, 1.78 and 2.71 logCFU/g, respectively. The scanning electron micrograph (SEM) indicated that ozone and chlorine treatment caused damage by disrupting cell structure and killed the organisms. It appeared that ozonation and steaming were more effective in reducing microbial loads on chilli skin than the use of chlorine with much lower concentrations and contact times. However, steam blanching at 90 °C for 30 sec caused negative effect on lowering the yellowness (b* value) and destroyed texture of the chilli. Ozonation treatment had little to no effects on a_w and colors (L a* b*) values of the chilli. It was effective and could be an alternative treatment of choice where chlorination could not be used.

Keywords: chilli, sodium hypochlorite, ozone, steam

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบประสิทธิผลของ น้ำโอโซน (0.4-5 พีพีเอ็ม นาน 5-20 นาที) โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (50-200 พีพีเอ็ม นาน 5-30 นาที) และไอน้ำร้อน (70-90 องศาเซลเซียส นาน 5-30 วินาที) ในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และโคลิฟอร์มบนผิวพริกสดในสภาพกวนตลอดเวลา พบว่าทุกวิธีสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้มากขึ้นเมื่อระยะเวลาสัมผัสนานขึ้น ประสิทธิภาพการลดเชื้อค่อนข้างคงที่หลังการล้างพริกนานกว่า 10 นาที น้ำเปล่ามีผลน้อยต่อการลดเชื้อ น้ำโอโซนจะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณจุลินทรีย์ได้ดีกว่าโซเดียมไฮโปคลอไรท์ภายในระยะเวลาและความเข้มข้นที่น้อยกว่า โซเดียม-ไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 200 พีพีเอ็ม นาน 30 นาที จะมีประสิทธิภาพในลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และโคลิฟอร์มได้ดีที่สุดคือ 2.14, 1.98 และ 2.22 logCFU/g ตามลำดับ ในขณะที่การล้างพริกด้วยน้ำโอโซน 5 พีพีเอ็ม นาน 10 นาที จะสามารถลดเชื้อได้ดีที่สุดคือ 2.59, 1.78 และ 2.71 logCFU/g ตามลำดับ การลวกพริกสดด้วยไอน้ำอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที สามารถลดเชื้อได้ 2.45, 1.95 และ 1.89 logCFU/g ตามลำดับ แต่พริกจะนิ่มและมีค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มากขึ้นเมื่อใช้เวลาในการลวกเพิ่มขึ้น การศึกษาภายใต้กล้องอิเลคตรอนแบบส่องกราดพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ถูกคลอรีนและโอโซนทำลายเมมเบรนและผนังเซลล์ทำให้เซลล์ตายได้ การใช้โอโซนและไอน้ำร้อนมีประสิทธิภาพสูงในการทำลายเชื้อมากกว่าคลอรีน ซึ่งการใช้โอโซนที่มีประสิทธิภาพสูงและส่งผลต่อค่า a_w ความชื้นและค่าสี L a* b* ของพริกน้อยมาก จึงเป็นทางเลือกสำคัญในการทำลายเชื้อหากไม่สามารถใช้คลอรีนได้

คำสำคัญ: พริก โซเดียมไฮโปคลอไรท์ โอโซน ไอน้ำ

[1] ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140
[1]Department of Microbiology, Faculty of Science, King Mongkut 's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140
[2]ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[2]Department of Microbiology, Faculty of Science, Kasetsart University
[3]ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140
[3]Department of Chemistry, Faculty of Science, King Mongkut 's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140

คำนำ

พริกเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีฤดูกาลเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาสั้น เน่าเสียเร็ว ทำให้มีอายุการวางจำหน่ายสั้นและเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการขนส่งทางไกล ซึ่งพริกสดที่มีการจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปมักจะมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนมาด้วยในปริมาณมาก (รัตนาภรณ์ มะโนกิจ, 2546) อีกทั้งสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยยังเป็นเขตร้อนชื้น จึงเป็นปัจจัยเสริมที่ช่วยสนับสนุนการเจริญของจุลินทรีย์ การที่ผลิตผลถูกเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายนั้นก่อให้เกิดการสูญเสียทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ (ดนัย บุญเกียรติ, 2540) โดยเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในพริกที่สามารถตรวจพบได้นั้นมีทั้งกลุ่มที่ทำให้อาหารเกิดการเน่าเสียและกลุ่มก่อโรค เช่น *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens, Escherichia coli, Aspergillus flavus* และ *Aspergillus parasiticus* (http://www.ra.mahidol. ac.th/poisoncenter) ทำให้การใช้พริกเป็นวัตถุดิบอุตสาหกรรมหรือใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเกิดปัญหาทางด้านคุณภาพทางจุลชีววิทยา นอกจากนี้พริกที่เติมลงไปเป็นส่วนผสมในอาหารมักจะไม่ผ่านกระบวนการการปรุงเพิ่มหรือมีการบริโภคสด ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจึงต้องมีการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพื่อทำให้คุณภาพพริกสดที่จะนำไปบริโภคหรือแปรรูปนั้นมีความปลอดภัยมากขึ้น และยังสามารถยืดอายุการเก็บรักษาพริกและผลิตภัณฑ์ที่มีพริกเป็นส่วนประกอบ ซึ่งวิธีการล้างหรือลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหารนั้นมีหลายวิธี เช่น การฉายรังสี การใช้โอโซน คลอรีน และไอโอดีน เป็นต้น แต่ประสิทธิภาพของแต่ละวิธีนั้นจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ระยะเวลาสัมผัส ความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ และธรรมชาติของอาหาร เป็นต้น (Mariott, 1997) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งประเด็นไปที่การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับลดปริมาณจุลินทรีย์ในพริกขี้หนูแดงสดโดยใช้น้ำโอโซน โซเดียมไฮโปคลอไรท์ และไอน้ำที่ความเข้มข้นและเวลาสัมผัสต่างๆ ตลอดจนศึกษาผลกระทบของวิธีเหล่านี้ต่อคุณภาพด้านเคมีและกายภาพของพริกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างพริกขี้หนูสดก่อนการล้าง

นำตัวอย่างพริกขี้หนูสดสีแดงมีก้านมาคัดเลือกผลที่มีสีด่างไม่สม่ำเสมอ มีรอยช้ำ แตกหัก และเน่าเสียทิ้ง และแช่เย็นเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนทำการทดลอง จากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างพริกไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและจุลชีววิทยาเริ่มต้นก่อนล้าง

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนบนผิวพริกขี้หนูสด

นำตัวอย่างพริกมาแช่ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 0, 50, 100 และ 200 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 5, 10, 20, และ 30 นาที น้ำโอโซนที่ความเข้มข้น 0, 0.4, 3 และ 5 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที (วิเคราะห์ความเข้มข้นของคลอรีนและโอโซนด้วยวิธี iodometric titration ของ APHA, 1985) เปรียบเทียบกับการล้างด้วยน้ำเปล่า โดยใช้ปริมาณตัวอย่างพริกต่อปริมาตรของน้ำเปล่าและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่อัตราส่วน 100 กรัมต่อ 1 ลิตร และกวนในภาชนะตลอดเวลาด้วย magnetic stirrer เมื่อล้างพริกครบตามระยะเวลาที่กำหนด นำพริกขึ้นจากน้ำมาพักไว้ในตะกร้าจนสะเด็ดน้ำ แล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา

ส่วนการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำนั้นจะนำพริกมาลวกด้วยเครื่อง steam blancher ที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10, 20 และ 30 วินาที เปรียบเทียบกับการล้างด้วยน้ำเปล่า โดยใช้ปริมาณตัวอย่างพริก 100 กรัม นำพริกไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา

การวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยา เคมี และกายภาพ

นำตัวอย่างพริกในสภาวะต่างๆ มาตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ รา ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1995) ส่วนโคลิฟอร์มใช้การตรวจนับในอาหารเฉพาะ Chromocult® Coliform agar ES (Merck, Germany) โดยตรวจผลด้วยการนับโคโลนีที่มีสีชมพูของโคลิฟอร์มและสีน้ำเงินของ *E. coli* คำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/g)

วัดค่า a_w ด้วยเครื่องวัด a_w (NOVASINA รุ่น SPRINT) วัดค่าสี L a* b* ด้วยเครื่อง Color-spectrophotometer (Hunter-value system) และหาความชื้นตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1995)

ผลและวิจารณ์

จากการทดลองศึกษาเปรียบเทียบวิธีการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนบนผิวพริกขี้หนูสดด้วยน้ำเปล่า สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ น้ำโอโซน และไอน้ำ ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 1

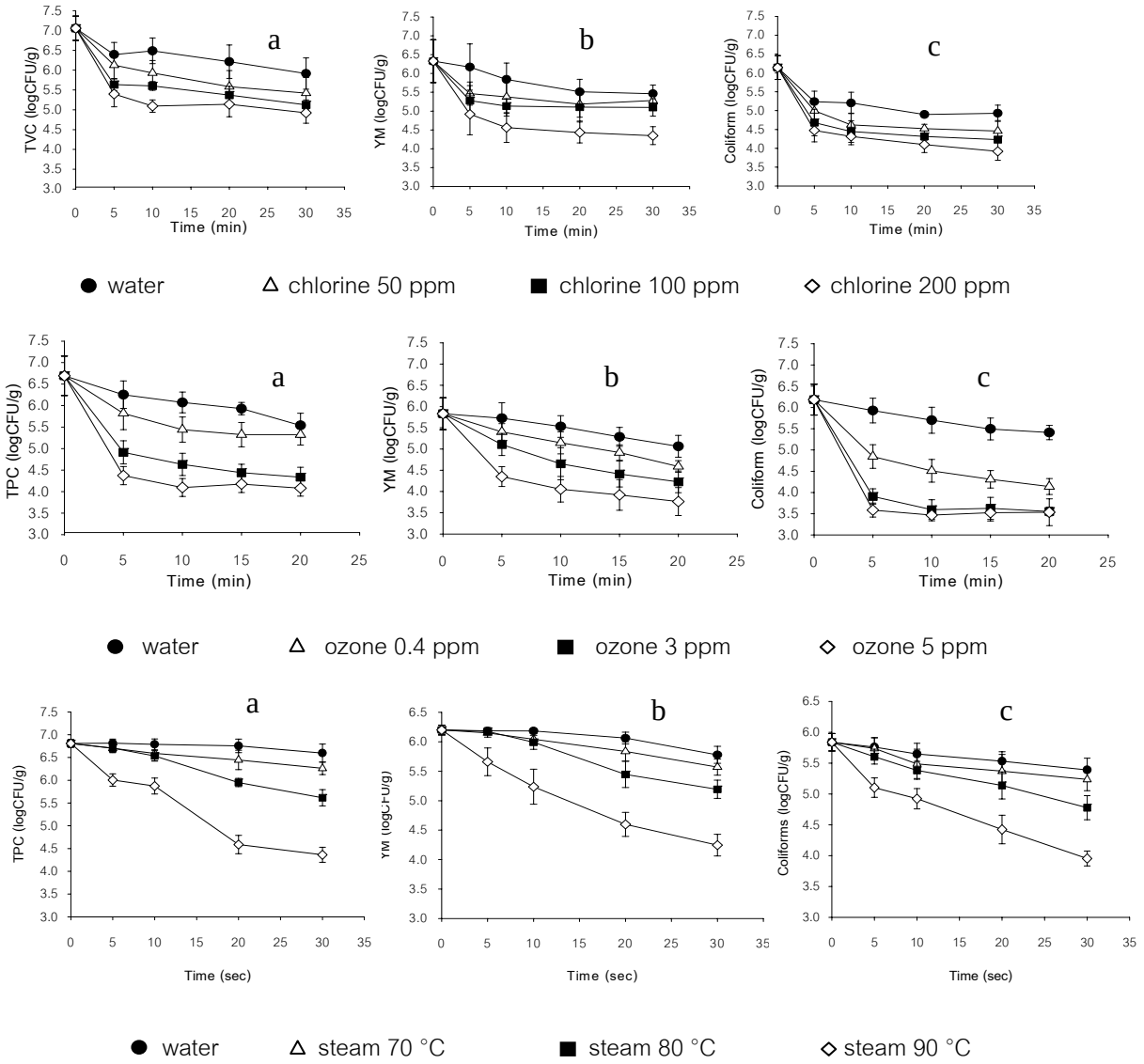

Figure 1 Effects of sodium hypochlorite (A), ozone (B), and steam blanching (C) on TVC (1), yeast/mold (2) and coliforms (3) contaminated on chilli surface

การล้างพริกด้วยน้ำเปล่าสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และโคลิฟอร์มได้ประมาณ 0.11-1.15 log CFU/g, 0.05-0.87 log CFU/g และ 0.10-1.24 log CFU/g ตามลำดับ เนื่องจากการชะล้างของน้ำและแรงเค้นที่เกิดจากการคนตลอดเวลาในขณะทำการล้างจะช่วยขจัดสิ่งสกปรกทางกายภาพและจุลินทรีย์ให้น้อยลงได้ แต่คลอรีนและโอโซนนั้นมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้โดยมีกลไกที่สำคัญคือ ทำลายผนังเซลล์และเอนไซม์ต่างๆ จึงสามารถลดปริมาณเชื้อปนเปื้อนได้มากกว่าการล้างด้วยน้ำเปล่า การล้างพริกด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 200 พีพีเอ็ม นาน 10 นาที จะมีประสิทธิภาพในลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และโคลิฟอร์มได้ดีที่สุดคือ 1.97, 1.77 และ 1.82 logCFU/g ตามลำดับ ถึงแม้ว่าคลอรีนจะเป็นสารเคมีที่มีความปลอดภัยตามหลัก GRAS มีประสิทธิภาพสูงในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ใช้งานง่าย ราคาไม่แพง และนิยมนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร แต่ข้อเสียของคลอรีนที่เป็นปัญหาสำคัญต่อสุขภาพของผู้บริโภคจนต้องถูกจำกัดการใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากการเกิดสารพิษ Trihalomethane (THM) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งที่เกิดจากปฏิกิริยาของคลอรีนอิสระกับสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำ

ในขณะที่การล้างพริกด้วยน้ำโอโซน 5 พีพีเอ็ม นาน 10 นาที จะสามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และโคลิฟอร์มได้ดีที่สุดคือ 2.59, 1.78 และ 2.71 logCFU/g ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำโอโซนกับโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนผิวพริก พบว่าน้ำโอโซนจะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณจุลินทรีย์ได้ดีกว่าโซเดียมไฮโปคลอไรท์ภายในระยะเวลาและความเข้มข้นที่น้อยกว่า (Khadre และคณะ, 2001) เนื่องจากโอโซนมี

ความสามารถในการออกซิไดซ์ที่แรงกว่าคลอรีนถึง 1.5 เท่า และมีการสลายตัวเป็นออกซิเจนอย่างรวดเร็วจึงไม่มีมีสารพิษตกค้าง (ฆรณี และคณะ, 2545) นอกจากนี้ทั้งน้ำโอโซนและโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ทดสอบยังส่งผลต่อค่าสี L a* b* ของพริกเพียงเล็กน้อย แม้ว่าสารทั้ง 2 ชนิดจะมีคุณสมบัติในการฟอกสีก็ตาม ภาพจากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศ์อิเลคตรอนแบบส่องกราดพบว่า คลอรีนและโอโซนทำลายเมมเบรนของจุลินทรีย์ทำให้โครงสร้างของเซลล์ถูกทำลาย สูญเสียความสามารถในการนำสารเข้าออกเซลล์ (cell permeability changed) และทำให้เซลล์แตกเสียหายและตายได้ (รูปที่ 4)

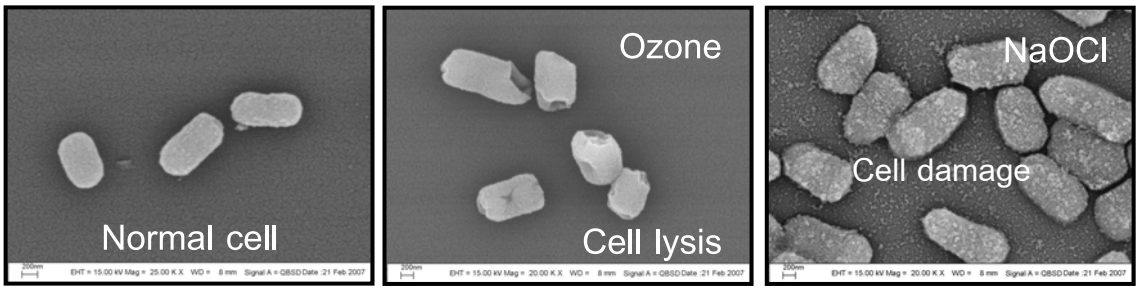

Figure 2 Scanning electron micrograph, at 10kV, 20000x, of *E. coli* cells treated with ozonated water (5 ppm, 10 min) and sodium hypochlorite (200 ppm, 30 min)

การลวกพริกด้วยไอน้ำอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และโคลิฟอร์มได้ดีที่สุดคือ 2.45, 1.95 และ1.89 logCFU/g แต่ความร้อนจากไอน้ำจะไปตกตะกอน (coagulate) โปรตีน ทำลายกรดนิวคลีอิกและเอนไซม์ของจุลินทรีย์ให้สูญเสียสภาพธรรมชาติ และยังทำลายเนื้อเยื่อของพริกทำให้สูญเสียความแน่นเนื้อและนิ่มมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับไอน้ำอุณหภูมิ 70 และ 80 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ความร้อนจากไอน้ำยังไปเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของ β-carotene ทำให้พริกสดที่ผ่านการลวกมีค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับสีของพริกลวกที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่าซึ่งมีสีส้มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้น จึงอาจเหมาะกับการนำไปฆ่าเชื้อพริกก่อนการอบแห้งหรือใช้ในกิจกรรมอื่นๆมากกว่า การทำลายเชื้อก่อนการนำไปใช้หรือก่อนการอบแห้ง จะช่วยลดโอกาสการเกิดสารพิษอะฟลาท๊อกซินจากเชื้อราได้ด้วย

สรุป

โอโซนเป็นทางเลือกใหม่ที่สำคัญในการลดการปนเปื้อนของเชื้อในพริกและยืดอายุการเก็บรักษาพริกสด และช่วยลดความเสี่ยงต่อเกิดสารพิษอะฟลาทอกซินจากการเจริญของเชื้อรา ก่อนการนำไปบริโภค แปรรูป หรือเป็นส่วนผสมของอาหารไทยชนิดต่างๆ โอโซนเป็นทางเลือกที่ใช้ทดแทนโฮโปคลอไรท์ได้ดี เพราะมีประสิทธิภาพดีกว่า และไม่มีปัญหาสารตกค้างที่อาจไม่เป็นที่ยอมรับของประเทศผู้ซื้อสินค้าไทย ส่วนการใช้ไอน้ำเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับลดเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในพริกสดก่อนที่จะนำไปผลิตเป็นพริกแห้งหรือแปรรูป เช่น พริกป่น เพื่อให้ได้คุณภาพทางจุลชีววิทยา เพราะมีผลต่อสีและโครงสร้างของพริก

เอกสารอ้างอิง

ฆรณี ตุ้ยเต็มวงศ์, ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์, กฤติยา เลี่ยวชวลิต และเสริมสิริ วิจัยวรกิจ. 2545. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการล้างผักด้วยสารไตรโซเดียมฟอสเฟต คลอรีน และการใช้โอโซน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. ปีที่ 33. ฉบับที่ 6 (พิเศษ). หน้า 225-228.

ดนัย บุญเกียรติ. 2535. ปัจจัยหลังเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อคุณภาพ. การฝึกอบรมวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวของผลผลิตบนที่สูง. 10-13 ตุลาคม 2532. หน้า 120-125.

รัตนาภรณ์ มะโนกิจ. 2546. การปรับปรุงคุณภาพและกรรมวิธีการผลิตพริกป่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สารพิษจากจุลินทรีย์ [online]. Available : http://www.ra.mahidol.ac.th/poisoncenter/ [13 มกราคม 2550]. American Public Health Association. 1985. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington, D.C. pp. 192-205.

Association of Official Analytical Chemists. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International, Volume 1, Agricultural Chemicals ; Contaminants ; Drugs. Arlington.

Marriott, M.G. 1997. Principles of Food Sanitation. Chapman & Hall. New York.

Khadre, M.A., Yousef , A.E. and Kim, J.G. 2001. Microbiological Aspects of Ozone Applications in Food: A Review". Journal of Food Science. Vol. 66. pp. 1242-1252.