การลดปริมาณซัลโมเนลลาปนเปื้อนในเห็ดฟางและกระเจี๊ยบเขียว ด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และคลอรีนไดออกไซด์

Reduction of Salmonellae Contaminated on Straw Mushroom and Okra by Using Hydrogen Peroxide and Chlorine Dioxide solution

สุธาวัลย์ สิทธิวิชชาพร[1],วราภา มหากาญจนกุล[1]และธนะบูลย์ สัจจาอนันตกุล[1]

Sutawan Sittiwitchaporn[1],Warapa Mahakarnchanakul[1]and Thanaboon Sajjaanuntakul[1]

Abstract

The study of heat and sanitizer resistance of multi drug resistance Salmonellae (MRS) 4 strains *Salmonella* Typhimurium (ST-1), *S.* Agona (SAg-11) and *S.* Amsterdam (SA-13,SA-16) in microbiological medium found that all strains resisted to the tested heat and sanitizers better than the non-drug (NR) resistance strains (*S.* Amsterdam DNST 7109 and *S.* Agona DMST 17366). The $D_{54^{\circ}C}$ value of drug resistance strains ranged from 1.9-2.3 min while the non-drug resistance strains showed the maximum at 1.9 min. In addition to the sanitizer resistance ability, drug resistance cells resisted to H_2O_2 0.1% and ClO_2 20 ppm better than the non-antibiotic strains 1.5-2.0 times and about 1 time ,respectively. Artificially contaminated on straw mushroom and okra at population of 5.8 log CFU/g showed that H_2O_2 3% and ClO_2 3 ppm reduced the *Salmonella* cells by 1.3-1.7 log and 1.6-2.6 log, compare to tap water which could reduce only 0.7 log. However survivors could grow and multiply in straw mushroom and okra during 3-7 days storage at 15 °C. Noticeably, these contaminated produce appeared to be acceptable quality, which could be possible to cause harm to consumer. The fresh produce contaminated by Salmonellae and other gastroenteritis bacteria should be taken in consideration and need preventive measures such as appropriate sanitizing and washing methods to enhance food safety of produce.

Key words : heat resistance, sanitizer resistance, Salmonella

บทคัดย่อ

จากการทดสอบสมบัติในการต้านทานความร้อนและสารฆ่าเชื้อของซัลโมเนลลาสายพันธุ์ต้านทานสารจุลชีพ (MRS) 4 สายพันธุ์ *Salmonella* Typhimurium (ST-1), *S.* Agona (SAg-11) และ *S.* Amsterdam (SA-13 และ SA-16) ในอาหารเลี้ยงเชื้อ พบว่าเซลล์สายพันธุ์ต้านทานสารจุลชีพทนทานต่อความร้อน ให้ค่าที่ 54 °C มีค่า 1.9-2.3 นาที ในขณะที่สายพันธุ์ไม่ต้านทานสารจุลชีพ (NR) *S.* Amsterdam DNST 7109 และ *S.* Agona DMST 17366 ให้ค่าดีสูงสุดที่ 1.9 นาที ในทำนองเดียวกัน เซลล์สายพันธุ์ MRS ทนต่อสารฆ่าเชื้อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 0.1% และสารละลายคลอรีนไดออกไซด์ (ClO_2) 20 ppm ได้ดีกว่าสายพันธุ์ NR 1.5-2.0 เท่าและ 1 เท่า ตามลำดับ เมื่อสร้างการปนเปื้อนในเห็ดฟางและกระเจี๊ยบเขียวจำนวน 5.8 log CFU/g พบว่าสารละลาย H_2O_2 3% และ ClO_2 3 ppm ลดจำนวนซัลโมเนลลาในผักสดทั้งสองได้ 1.3-1.7 log และ1.6-2.6 log ตามลำดับ เปรียบเทียบกับน้ำประปาลดได้เพียง 0.7 log อย่างไรก็ดีเซลล์รอดชีวิตในผักทั้งสองสามารถเจริญเพิ่มจำนวนได้ในระหว่างการเก็บ 3-7 วัน ที่ 15 °C ในขณะที่ผักมีลักษณะปรากฏเป็นที่ยอมรับ ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายกับผู้บริโภค การปนเปื้อนของซัลโมเนลลาและเชื้อโรคทางเดินอาหารในผักสดจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ควรคำนึงถึง ต้องมีวิธีการป้องกันได้แก่การฆ่าเชื้อและการล้างที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการบริโภคผักผลไม้สด

คำสำคัญ การต้านทานความร้อน การต้านทานสารฆ่าเชื้อ ซัลโมเนลลา

คำนำ

ซัลโมเนลลาเป็นแบคทีเรียชนิดหนึ่งที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหารโดยมีอาหารเป็นพาหะ และเป็นปัญหาด้านคุณภาพความปลอดภัยของอาหารโดยเฉพาะอาหารส่งออก เร็วๆนี้ สินค้าผักสด 8 ชนิดของประเทศไทยส่งออกไปยังประเทศแถบยุโรปถูกปฏิเสธการนำเข้าและตีกลับสินค้าเนื่องจากตรวจพบซัลโมเนลลาในผักสดเหล่านั้น (มติชน, 2548) ทำให้หน่วยงานที่มีหน้าที่

[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน10900

[1]Department of Food Science and Technology, Agro-industry faculty,Kasetsart University, Bangkaen Campus 10900

รับผิดชอบคุณภาพของอาหารส่งออกรวมทั้งโรงงานผักผลไม้สดตื่นตัวหาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อทำลายและป้องกันมิให้มีการปนเปื้อนของเชื้อโรคสำคัญชนิดนี้ ซัลโมเนลลาหลายสายพันธุ์ที่แยกเชื้อได้จากผู้ป่วยและผลิตภัณฑ์อาหารเช่นเนื้อไก่และกุ้งและจากผักสดหลายชนิดที่จำหน่ายในประเทศ มีความสามารถในการต้านทานสารต้านจุลชีพ (อดิศร และ ปรีชา, 2538; Heinitz *et al*., 2001 ; Pope *et al*., 2001 ; Kiessling *et al*., 2002 ; Fluit , 2005) ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาในการรักษาโรค และยังพบว่าหากเพิ่มความเครียดเช่น ความร้อน สารฆ่าเชื้อแก่เซลล์ สายพันธุ์ต้านทานสารต้านจุลชีพ (Multidrug resistance, MRS) มีแนวโน้มที่จะแสดงความต้านทานต่อความเครียดที่เพิ่มขึ้น ทำให้เซลล์ทนต่อปัจจัยที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปได้มากขึ้น หรือทำลายเซลล์ได้ยากขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาสมบัติของซัลโมเนลลาสายพันธุ์ MRS ภายใต้ปัจจัยของอุณหภูมิและสารฆ่าเชื้อ และสภาวะที่เหมาะสมของสารฆ่าเชื้อในการทำลายแบคทีเรีย ทั้งยังติดตามการเจริญและการอยู่รอดของซัลโมเนลลาในเห็ดฟางและกระเจี๊ยบเขียวที่ผ่านการล้างด้วยสารฆ่าเชื้อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) และคลอรีนไดออกไซด์ (ClO_2) เพื่อประยุกต์ใช้ในการล้างผักสด ให้ปลอดภัยจากเชื้อโรคทางเดินอาหารและเพิ่มศักยภาพในการค้าของประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

เชื้อจุลินทรีย์และการเพาะเลี้ยง

สายพันธุ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สายพันธุ์ไม่ต้านทานสารจุลชีพ (non-drug resistance, NR) *Salmonella* Agona DMST17366 (SAg) และ *S.* Amsterdam DMST 7109 (SA) จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข นนทบุรี ส่วนสายพันธุ์ MRS 4 ซีโรไทป์ คือ *S.* Typhimurium (ST-1) , *S.* Agona (SAg-11), *S.* Amsterdum (SA-13), *S.* Amsterdum (SA-16) แยกได้จากแหนมปีกไก่และเนื้อไก่ (รชา, 2546) เพาะเลี้ยงเชื้อในอาหาร Trypticase Soy Broth (TSB) 35$\pm$2°C เตรียมกล้าเชื้อ 100 มิลลิลิตรใน TSB เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 18 ชั่วโมง เจือจางด้วยสารละลายเปปโตนความเข้มข้น% 0.1 ให้ได้จำนวนเซลล์ตามต้องการ

การวิเคราะห์ปริมาณเซลล์ซัลโมเนลลาและจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างอาหาร

ตรวจสอบ mesophile aerobic count ในผักสดด้วยเทคนิค spread plate ด้วยอาหาร TSA เพาะเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่วนซัลโมเนลลาตรวจสอบด้วยอาหาร Xylose Lysine Desoxycholate Agar (XLD)

การศึกษาสมบัติการต้านทานความร้อนของซัลโมเนลลาและการต้านทานสารฆ่าเชื้อ H_2O_2 และ ClO_2

การปิเปตสารละลายเชื้อ 10 มิลลิลิตร ลงในอาหาร TSB 90 มิลลิลิตรซึ่งมีอุณหภูมิ 52, 54 หรือ 56°C ในอ่างควบคุมอุณหภูมิแบบเขย่า สุ่มตัวอย่างทุก 10 นาที ที่เวลา 0 – 60 นาที วิเคราะห์ปริมาณเซลล์ที่รอดชีวิตด้วยวิธีของ Ryu และ Beuchat (1999)คำนวณค่าดีหรือเวลาในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิที่กำหนดที่สามารถทำลายเซลล์แบคทีเรียได้ร้อยละ 90 หรือ 1 log CFU ทำการทดลองอย่างน้อย 2 ซ้ำ ส่วนการทดสอบความสามารถในการต้านทานสารฆ่าเชื้อ ทำในทำนองเดียวกัน โดยผสมสารละลาย H_2O_2 และเชื้อให้ได้ความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 100, 250, 500 และ 1000 ppm เขย่าให้เข้ากัน ทดสอบที่ 30$\pm$2°C เป็นเวลา 15 ,0 และ 30 นาที สุ่มตัวอย่างตรวจสอบจำนวนเซลล์ที่รอดชีวิตตามเวลาที่กำหนด สำหรับ ClO_2 ทดสอบที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 20 ppm ที่เวลา 0-30 นาที ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

การศึกษาการเจริญและการอยู่รอดของซัลโมเนลลาบนเห็ดฟางและกระเจี๊ยบเขียว

เห็ดฟาง (*Volvaviella esculenta*) และกระเจี๊ยบเขียว (*Abelmoshus esculentus* L. Moench) ซื้อจากตลาดสด กำหนดขนาดและคุณภาพของเห็ดฟางและกระเจี๊ยบเขียว ล้างสิ่งสกปรกด้วยน้ำประปา สะเด็ดบนตะแกรง 60 นาที ตรวจหาจุลินทรีย์ที่มีตามธรรมชาติ สร้างการปนเปื้อนด้วยซัลโมเนลลาสายพันธุ์ MRSและสายพันธุ์ NR โดยจุ่มในสารละลายเชื้อสัดส่วน 1: 10เป็นเวลา 5 นาที ผึ่งบนตะแกรง 45 นาที ล้างผักสดด้วยสารละลาย H_2O_2 1,3 และ5 % ล้างเป็นเวลา 15 นาที เปรียบเทียบกับการล้างด้วยสารละลาย ClO_2ที่ความเข้มข้น3 % เป็นเวลา 10นาที เก็บรักษาผักทั้งสองในถุงโพลีเอทธิลีนหรือถุงซิป (9x12 นิ้วซึ่งเจาะรู 8 รู) เก็บที่15 $\pm$0.5°C สุ่มตัวอย่างตรวจซัลโมเนลลาด้วยอาหาร XLD หากตรวจไม่พบโคโลนี enrichment ด้วยอาหาร TSB 24ชั่วโมง และ Tetrationate Broth 24 ชั่วโมง ทดสอบสมบัติชีวเคมีด้วยอาหาร TSI (ชริยา , 2547) ตัวอย่างควบคุมคือผักที่ล้างด้วยน้ำกลั่น ติดตามปริมาณเชื้อในเห็ดฟางระหว่าง 3 วัน และกระเจี๊ยบเขียว 7 วัน

ผลและวิจารณ์

1. ความสามารถในการต้านทานความร้อนของซัลโมเนลลาสายพันธุ์ MRS

ความสามารถในการต้านทานความร้อนของซัลโมเนลลาแสดงในรูปค่าดี พบว่าที่อุณหภูมิ 52°C ค่าดีของทั้ง 6 ซีโรไทป์ไม่แตกต่างกันชัดเจน เซลล์ถูกทำลายได้น้อยไม่ว่าเวลาจะเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 60 นาที ส่วนที่อุณหภูมิ 56°C ซึ่งใกล้เคียงกับ lethal temperature (60°C) พบว่าค่าดีจะลดลงใกล้เคียงกันมากคือ1.4-1.5 นาที ค่าดีที่อุณหภูมิ 54°C ของสายพันธุ์ MRS มีค่าเท่ากับ 2.4-1.9 นาที ในขณะที่สายพันธุ์ NR ให้ค่าดีสูงสุด 1.9 นาที สายพันธุ์ MRS (SAg-11, SA-13 และ SA-16) ซึ่งต้านทานสารจุลชีพมากกว่า 10 ชนิด ให้ค่าดีที่ 54°C มากกว่าหรือต้านทานความร้อนได้มากกว่าสายพันธุ์ NR SA และ SAg หรือต้านทานสารจุลชีพเพียงชนิดเดียว (ST-1) ความสามารถในการต้านทานความร้อนของซัลโมเนลลามีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับซีโรไทป์ (Sumneret *al*., 1991) มีรายงานว่าสายพันธุ์ MRS หลายชนิด เช่น *S.* Typhimurium DT 104 ให้ค่าดีที่ 55°C ในไข่แดงเหลวมากกว่าสายพันธุ์ปกติ non DT104 (Jung และ Beuchat, 2000) ในกรณีของ *Listeria monocytogenes* สายพันธุ์ MRS เมื่อทดสอบในเนื้อบดพบว่า ให้ค่าดีที่ 55 °C มากกว่าสายพันธุ์ NR เช่นกัน (Walsh *et al*., 2001)

Table 1 Heat resistance of Salmonellae in Trypticase Soy Broth at certain temperature

Temperature(°C)	D-value (min)					
	SA	SAg	ST-1	SAg-11	SA-13	SA-16
52	5.85b	5.60ab	5.49a	5.55a	C5.52a	5.93b
	(±0.10)*	(±0.43)	(±0.33)	(±0.23)	(±0.08)	(±0.39)
54	1.94ab	1.93ab	1.88a	2.35d	B2.03b	2.17c
	(±0.54)	(±0.27)	(±0.58)	(±0.66)	(±0.51)	(±0.47)
56	1.45ab	1.45ab	1.42a	1.46ab	1.45ab	1.50ab
	(±0.08)	(±0.15)	(±0.13)	(±0.36)	(±0.06)	(±0.27)

* within parenthesis are the standard deviation number from triplicate samples (n=3)

a,b,c,d the same number letter within rows means not significantly different at P=0.05

2. ความสามารถในการต้านทานสารฆ่าเชื้อของซัลโมเนลลาสายพันธุ์ MRS

ที่ความเข้มข้นของ H_2O_2 ต่ำสุด 100 ppm ลดจำนวนเซลล์ของซัลโมเนลลาแต่ทำลายสายพันธุ์ MRS และสายพันธุ์ NR ไม่แตกต่างกัน) ไม่ได้แสดงข้อมูล (แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 250 และ 500 ppm สายพันธุ์MRSมีโอกาสรอดชีวิตได้มากกว่า ที่ความเข้มข้น 1000 ppm (0.1%) 30นาที ลดสายพันธุ์ MRS ได้2.0 – 2.4log CFU/ml ในขณะที่ทำลายสายพันธุ์NR 3.7–4.3 log CFU/ml หรือทำลายได้มากกว่า1.5 – 2.0เท่า (Fig 1A,1B) สอดคล้องกับรายงานของ Russell และ Day (1996) กล่าวว่าแบคทีเรียที่มีความสามารถในการต้านทานสารต้านจุลชีพจะแสดงความสามารถในการต้านทานสารฆ่าเชื้อได้ด้วย White และ Mc Dermott (2001) กล่าวว่ากลไกในการต้านทานสารฆ่าเชื้อและสารต้านจุลชีพในแบคทีเรียนั้นคล้ายคลึงกัน

ในทำนองเดียวกัน ที่ความเข้มข้นของ ClO_2 5 ppm สามารถทำลายซัลโมเนลลาสายพันธุ์ NR ได้หมดในเวลา 20 นาที จากเชื้อเริ่มต้น4.6 – 4.7log CFU/ml ในขณะที่สายพันธุ์ MRS SA-16 ยังคงรอดชีวิตได้ประมาณ 2 log CFU/g (Fig 1C,1D,1E) มีรายงานว่า การใช้สารละลาย ClO_2ที่ความเข้มข้น 5 ppm 10 นาทีล้างผักกาดหอมปนเปื้อน *Escherichia coli* 0157 : H7 ที่มีเชื้อเริ่มต้น 3.7 log CFU/g จะสามารถทำลายเชื้อได้ 1.9 log CFU/g (Singh *et al*.,2002) ประสิทธิภาพของสารละลาย ClO_2ในการยับยั้งและทำลายแบคทีเรีย ขึ้นกับความเข้มข้น ระยะเวลาในการสัมผัสสาร ปริมาณเชื้อเริ่มต้น ในการศึกษาครั้งนี้ หากต้องการทำลายซัลโมเนลลาสายพันธุ์ MRS ได้หมดทั้ง 4 ซีโรไทป์ต้องให้ความเข้มข้นของ ClO_2เป็น 20 ppm สัมผัสเชื้อเป็นเวลา 20 นาที

3. การล้างเห็ดฟางและกระเจี๊ยบเขียวปนเปื้อนซัลโมเนลลาด้วยสารละลายฆ่าเชื้อ H_2O_2และ ClO_2และการเก็บรักษาที่ 15°C

เห็ดฟางที่สร้างการปนเปื้อนซัลโมเนลลาปริมาณเซลล์เริ่มต้น 5.8 log CFU/g หลังจากล้างด้วยสารละลาย H_2O_2 5 % แม้ว่าจะทำลายเซลล์แบคทีเรียได้ดีกว่า แต่ทำให้สีของเห็ดฟางเปลี่ยน การล้างเห็ดฟางที่ความเข้มข้นต่ำกว่าคือ 3% ไม่ทำลาย

สีและเนื้อสัมผัสของเห็ดฟาง สามารถลดซัลโมเนลลาสายพันธุ์ MRS ได้ 1.7 log CFU/g ในขณะที่ชุดควบคุมล้างด้วยน้ำกลั่นลดได้เพียง 0.4-0.5 log CFU/g หากล้างด้วยสารละลาย ClO2ที่ความเข้มข้น 3 ppm เป็นเวลา 15 นาที ให้เนื้อสัมผัสของเห็ดฟางดีกว่า สามารถลดซัลโมเนลลาสายพันธุ์ MRS ได้ 1.3 log CFU/g สายพันธุ์ NR ไวต่อสารฆ่าเชื้อมากกว่า เซลล์ลดลง-1.5 1.9log CFU/g (Table 2) อย่างไรก็ดีในระหว่าง 3 วันของการเก็บที่ 15°C พบว่าซัลโมเนลาที่รอดชีวิตสามารถเพิ่มจำนวนได้ในระหว่างการเก็บ

เมื่อนำกระเจี๊ยบเขียวปนเปื้อนซัลโมเนลลาปริมาณเซลล์เริ่มต้น 5.8 log CFU/g ล้างด้วยสารละลาย H_2O_2% 3 และสารละลาย ClO_2 3 ppm เป็นเวลา 15 นาที สามารถลดซัลโมเนลลาได้ 1.6 และ 2.4 log CFU/g ตามลำดับ ทำนองเดียวกันสายพันธุ์ NR ไวต่อสารฆ่าเชื้อทั้งสองมากกว่า จำนวนลดลง 1.9-3.1 log CFU/g สำหรับน้ำกลั่นลดได้เพียง 0.7 log CFU/g และพบว่าซัลโมเนลลาที่รอดชีวิตสามารถเจริญได้และเพิ่มจำนวนในระหว่างการเก็บที่ 15 °C ตลอดเวลา 7 วัน

เห็ดฟางและกระเจี๊ยบเขียวที่ไม่ได้เติมเชื้อ หากนำมาล้างในสารละลาย H_2O_2 และClO_2ที่สภาวะเดียวกันจะลดจำนวนเซลล์จุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนตามธรรมชาติได้ในเห็ดฟางได้ 1.2 log CFU/g ส่วนในกระเจี๊ยบเขียวได้ 1.5 log CFU/g ช่วยยืดอายุการเก็บเห็ดฟางจากเดิม 1 วันเป็น 2 วัน ส่วนกระเจี๊ยบเขียวนั้นยังมีสภาพดีในการเก็บ7 วัน ที่15 ±0.5 °C (Table 3)

Table 2 Log reduction of Salmonella (log CFU/g) found in straw mushroom and okra after washing with sanitizers

Sanitizer condition	Log reduction (log CFU/g)			
	Mushroom		Okra	
	Non-drug resistance	Drug resistance	Non-drug resistance	Drug resistance
H_2O_2 (3%,15 min)	1.9	1.7	1.9	1.6
ClO_2 (3 ppm,15 min)	1.5	1.3	3.1	2.4
Sterile water(15 min)	0.5-0.6	0.4-0.5	0.5-0.7	0.5-0.7

Table 3 Growth and survival of aerobic mesophile bacteria (log CFU/g) found on uninoculated straw mushroom and okra during storage at 15 °C

storage (day)	Population (log CFU/g)					
	Mushroom			Okra		
	ClO_2 3 ppm	H_2O_2 3%	Tap water	ClO_2	H_2O_2	Tap water
Before washing	7.36 (±0.03)	7.77 (±0.20)	7.25 (±0.24)	6.87 (±0.54)	6.37 (±0.54)	6.95 (±0.54)
After washing	6.19 (±0.08)	6.59 (±0.46)	6.54 (±0.21)	5.39 (±0.25)	4.93 (±0.16)	5.85 (±0.14)
1	6.64 (±1.02)	6.63 (±0.34)	7.13 (±0.08)	6.22 (±0.27)	6.37 (±0.23)	6.97 (±0.35)
2	7.57 (±0.46)	7.43 (±0.92)	7.53 (±0.70)	7.05 (±0.14)	6.95 (±0.24)	7.35 (±0.28)
3	Spoil	7.49 (±0.24)	Spoil	7.41 (±0.14)	6.72 (±0.11)	7.37 (±0.44)
5	NT	NT	NT	7.38 (±0.38)	6.64 (±0.37)	7.08 (±0.09)
7	NT	NT	NT	7.42 (±0.33)	6.59 (±0.11)	7.53 (±0.16)

NT = None test

สรุปผลการทดลอง

ซัลโมเนลลาสายพันธุ์ MRS ซึ่งมีโอกาสพบในอาหารปนเปื้อนจากเนื้อสัตว์และสิ่งแวดล้อม เมื่อปนเปื้อนในผัก เซลล์อาจสามารถต้านทานต่อปัจจัยที่ใช้ในการผลิต เช่น ความร้อนในการลวก สารฆ่าเชื้อในการล้าง จึงควรเข้มงวดสุขลักษณะของการผลิตผักโดยเฉพาะผักสดแปรรูปขั้นต่ำ ซัลโมเนลลาสายพันธุ์ MRS สามารถทำลายได้ด้วยสารละลาย $H_2O_2$0.1 % และสารละลาย ClO_2 20 ppm ในเวลา 20 นาที และ 20 นาทีตามลำดับ แต่ในการล้างผักไม่สามารถใช้ความเข้มข้นสูงดังกล่าวได้ เพราะทำให้เนื้อสัมผัสและสีของอาหารเปลี่ยน ในกรณีเห็ดฟางและกระเจี๊ยบเขียวปนเปื้อนซัลโมเนลลา5.8 log CFU/g สามารถทำลายเซลล์ได้1.3-1.7 log และ 1.6-2.6 log โดยล้างด้วยสารละลาย H_2O_2 %3และ ClO_2 3 ppm ตามลำดับ ในขณะที่น้ำประปาลดได้เพียง 0.7 log และยังพบว่าเซลล์ซัลโมเนลลาหากรอดชีวิตในผักทั้งสองจะสามารถเพิ่มจำนวนได้ในระหว่าง

การเก็บ 3-7 วันที่15 °C ในขณะที่ผักมีลักษณะเป็นที่ยอมรับและทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภคหากบริโภคโดยไม่ผ่านความร้อน

เอกสารอ้างอิง

ชริยา เสริฐธิกุล .2547 .การใช้สารฆ่าเชื้อและความร้อนเพื่อเพิ่มความปลอดภัยทางจุลินทรีย์ของมะม่วงตัดแต่ง .วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิรนาม .2548 .หนังสือพิมพ์มติชนรายวัน “นอร์เวย์สั่งแบนผักไทย 8 ชนิด หวั่นกระทบส่งออกอียู2 หมื่นล้าน” 6 .สิงหาคม.2548

รชา เทพษร .2546 .ผลของกรดเปอร์รอกซีแอซีติกต่อการลดปริมาณการปนเปื้อนในกระบวนการผลิตไก่สดแช่เยือกแข็งและการเกิดเซลล์บาดเจ็บของ *Salmonella sp* .สายพันธุ์ที่ดื้อต่อสารต้านจุลชีพซึ่งแยกได้จากเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย .วิทยานิพนธ์ปริญญาโท , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อดิศร เศวตวิวัฒน์ และ ปรีชา จึงสมานกุล .2538 .ซาลโมเนลลาและลิสทีเรียในผักสด .อาหาร(3)25.: 189-185

หนังสือพิมพ์มติชนรายวัน2548 .

Fluit, Ad C. 2005. Toward more virulent and antibiotic- resistant *Salmonella*. FEMS Immuno. Med. Microbiol. 43: 1-11

Heinitz, M.L.,R.D. Ruble,D.E. Wagner and S.R. Tatini. 2000. Incidence of *Salmonella* in fish and Seafood. J. Food Prot. 65: 579-592.

Jung,Y.S. and L.R. Beuchat. 1999. Survival of multidrug-resistant *Salmonella* Typhimurium DT 104 in egg powders as affected by water activity and temperature. Int. J. Food Microbiol.49: 1-8.

Kiessling, C.R..,J.H. Cutting, M. Loftis, W.M. Kiessling, A.R. Datta and J.N. Sofos.2002. Antimicrobiol resistance of food-related *Salmonella* isolated,1999-2000. J.Food Prot. 65: 603-608.

Pope, C., M. Ayroud, G. Ollis, M.C. Trejo, N. Smart, S. Quessy and P. Michel. 2001. Trends in antimicrobial resistance of *Salmonell*a isolated from animals, food of animal arigin, and the environment of animal production in Canada,1994-1997. Microb. Drug Resist. 7: 197-212.

Russell, A.D. and M.J. Day. 1996. Antibiotic and biocide resistance in bacteria. Microbiol. 85: 45-65.

Ryu, J.H. and L.R. Beuchat.1999. Changes in heat tolerance of *Escherichia coli* O157:H7 after exposure to acidic environments. Food Microbiol. 16: 317-324.

Singh, N., R.K. Singh., A.K. Bhunia. and R.L. stroshine.2002b. Efficacy of chlorine dioxide, ozone and thyme essential oil on a sequential washing in killing *Escherichia coli* O157:H7 on lettuce and baby carrots. Lebensm.-Wiss. u.-Technol. 35: 720-729.

Summer, S.S., T.M. Sandros, M.C. Harmon, V.N. Scott and D.T. Bernard. 1991. Heat resistance of *Salmonella* Typhimurium and *Listeria monocytogenes* in sucrose solution of various water activities. J. Food Sci. 56: 1741-1743.

Walsh, D., J.J. Sheridan, G. Duffy, I.S. Blair and D.A. McDowell. 2001. Thermal resistance of wild-type and antibiotic-resistant *Listeria monocytogenes* in meat and potato substrate. J Appl. Microbiol. 90: 555-560.

White. G.C. and P.F. McDermott. 2001. Biocides, drug resistance and microbial evolution. Curr. Opin. Microbiol. 4: 313-317

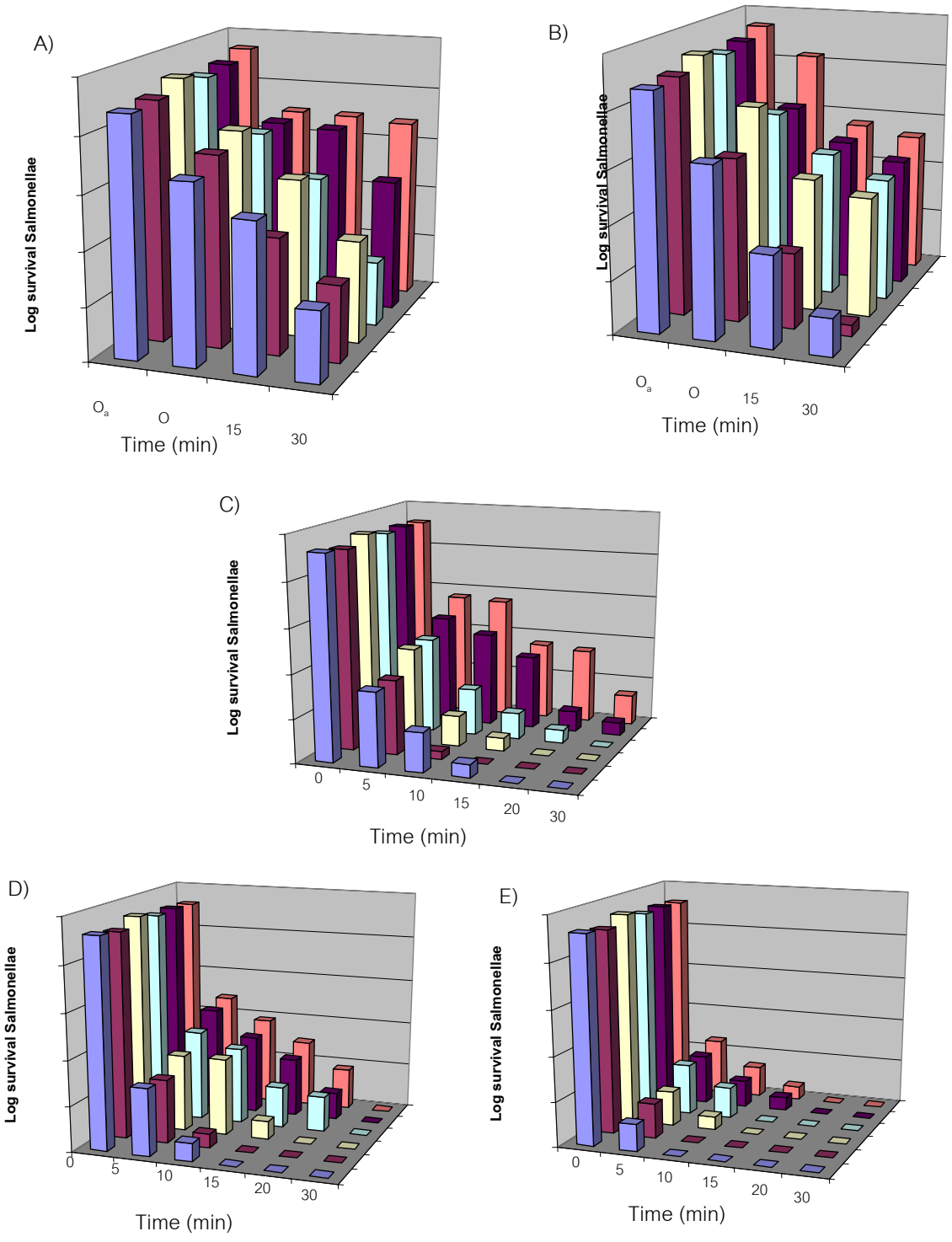

Figure 1 Survival of *Salmonella* after exposing to H_2O_2 A) 500 ppm, B)1000 ppm and ClO_2 C) 5 ppm, D) 10 ppm and E) 20 ppm.