Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 236-239 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 236-239 (2554)

ผลของโซเดียมไบคาร์บอเนต โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต กรดอะซิติก และกรดฟูมาริก ต่อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนสะระแหน่

Effects of sodium bicarbonate, potassium permanganate, acetic acid and fumaric acid on microflora of mint

บุษกร ทองใบ[1] ยอดหญิง แก้ววันทา[1] โสภิษตา พรมลุน[1] และ วัฒฒนากร ศิลปักษา[1]

Bussagon Thongbai[1] Yodying Keawwantha[1] Sophitta Phomlon[1] and Watthanakorn Sinlapaksa[1]

Abstract

The objective of this research was to evaluate the effects of different sanitizing treatments on microflora of mint. The background total aerobic count (TAC) of unwashed mint was at 7.40 log CFU/g. Fresh mints were washed with tap water (control) (S1), 0.05%(w/v) sodium bicarbonate (S2), 0.02 %(w/v) 0.02 %(w/v) potassium permanganate (S3), 0.5%(v/v) acetic acid (S4) and 0.5% (w/v) fumaric acid (S5) for 5 min. Bacterial count of treated mints were reduced to 7.15, 6.87, 6.26, 6.19 and 5.52 log CFU/g, respectively. It was found that fumaric acid showed strong efficacy on a reduction of microorganisms contaminating on mint ($p \leq 0.05$). In addition, microbial populations of treated mints during storage (1-4°C, 14 days) were determined. The total counts were found to be the range of 7.15 - 6.55 (S1), 6.87 - 5.56 (S2), 6.26 - 5.47 (S3), 6.19 - 5.76 (S4) and 5.52 - 5.60 (S5) log CFU/g. The treated samples showed good appearance (green leaves without decay) after subsequent 14 day storage. These tests indicated that it was possible to control population of natural flora on mint with different sanitizers to enhance microbiological safety of fresh produce.

Keywords: sodium bicarbonate, fumaric acid, mint

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาผลของโซเดียมไบคาร์บอเนต โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต กรดอะซิติก และกรดฟูมาริกต่อปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนสะระแหน่ที่เก็บรักษาที่ 1-4°C เป็นเวลา 14 วัน โดยพบว่าสะระแหน่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดปนเปื้อนเริ่มต้น 7.40 log CFU/g เมื่อล้างสะระแหน่ด้วยน้ำประปา (ชุดควบคุม) (S1) โซเดียมไบคาร์บอเนต 0.05%(w/v) (S2) โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.02%(w/v) (S3) กรดอะซิติก 0.5%(v/v) (S4) และกรดฟูมาริก 0.5%(w/v) (S5) เป็นเวลา 5 นาที พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนสะระแหน่ลดลงเป็น 7.15, 6.87, 6.28, 6.19 และ 5.52 log CFU/g ตามลำดับ จากผลการทดลองนี้พบว่ากรดฟูมาริกเป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนสะระแหน่ได้ดีที่สุด($p \leq 0.05$) นอกจากนี้เมื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในสะระแหน่ที่ทดสอบในระหว่างเก็บรักษาที่ 1-4°C เป็นเวลา 14 วัน พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 7.15 - 6.55 (S1), 6.87 - 5.56 (S2), 6.28 - 5.47(S3), 6.19 - 5.76 (S4) และ 5.52 - 5.60 (S5) log CFU/g โดยสะระแหน่มีลักษณะทางกายภาพในเกณฑ์ยอมรับได้ คือใบยังคงสีเขียวสดและไม่พบการเน่าเสียเมื่อเก็บครบ 14 วัน ซึ่งจากการทดลองนี้แสดงให้เห็นประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อชนิดต่างๆต่อการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนสะระแหน่และยังเพิ่มความปลอดภัยด้านจุลชีววิทยาของผักและผลไม้สดได้

คำสำคัญ: โซเดียมไบคาร์บอเนต, กรดฟูมาริก, สะระแหน่

คำนำ

ปัจจุบันความนิยมในการบริโภคผักและผลไม้สดเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้บริโภคทราบถึงคุณประโยชน์ด้านสารอาหารและไฟโตนิวเทรียนท์ (Phytonutrient) ที่มีในผักผลไม้ เช่น วิตามิน เกลือแร่ ใยอาหาร และสารพฤษเคมี (โพลีฟีนอล แอนโธไซยานิน ไลโคฟีน ลูทีน ซีแซนทีน แคททิชิน เป็นต้น) ซึ่งมีประโยชน์มากต่อร่างกายของผู้บริโภค จึงเป็นเหตุผลสำคัญให้การบริโภคผลิตผลผักผลไม้สดเพิ่มมากขึ้น แต่การบริโภคผลิตผลผักสดอาจมีปัญหาสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผักสดที่มักพบในปริมาณสูงหรืออาจมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคในผักสดได้ ซึ่งเป็นปัญหาร้ายแรงที่ก่อให้เกิด

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150

[1] Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Mahasarakham 44150

อันตรายต่อผู้บริโภคได้ โดยในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554 มีรายงานการพบจุลินทรีย์ก่อโรค *Escherichia coli* O104:H4 ปนเปื้อนในผักสด (แตงกวา และถั่วงอก เป็นต้น) ที่วางจำหน่ายในประเทศเยอรมนีซึ่งผลจากการระบาดของ *E. coli* O104:H4 นี้ พบว่ามีผู้ติดเชื้อนี้กระจายไปในอีก 11 ประเทศใกล้เคียง (ออสเตรีย, อังกฤษ, สาธารณรัฐเช็ก, เดนมาร์ก, ฝรั่งเศส, เนเธอร์แลนด์, นอร์เวย์, สเปน, สวีเดน, สวิตเซอร์แลนด์ และสหรัฐอเมริกา) มียอดรวมผู้ติดเชื้อ 2,265 คน และมีผู้เสียชีวิต 22 ราย (http://health.kapook.com/view26903.html; http://www.cdc.gov/ecoli/2011/ecoliO104/) ดังนั้นการลดปริมาณหรือทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผักสดจึงถือเรื่องสำคัญในการเพิ่มความปลอดภัยอาหารให้ กับผู้บริโภคได้ โดยการล้างผักจัดเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพต่อการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผักวิธีการหนึ่ง โดยการล้างผักด้วยน้ำยาล้างผักเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมาก แต่เนื่องจากน้ำยาล้างผักส่วนใหญ่เป็นสารเคมี เช่น สารประกอบคลอรีน ซึ่งอาจทำให้ผักและผลไม้มีกลิ่นของคลอรีนตกค้างและยังกระตุ้นให้เกิดสารก่อมะเร็งที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ (Ames,1979) สะระแหน่ (*Metha cordifolia* Opiz.) ก็เป็นผักสดชนิดหนึ่งที่มีการบริโภคแพร่หลายทั้งในประเทศไทยและทั่วโลก นิยมใช้ใบสะระแหน่สดในปรุงอาหาร แต่งหน้าอาหารและเครื่องดื่ม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของการใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต (ผงฟู) โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต (ด่างทับทิม) และกรดอินทรีย์ (กรดอะซิติกและกรดฟูมาริก) ซึ่งเป็นสารที่ยอมรับให้ใช้ได้กับอาหารในการล้างสะระแหน่เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนสะระแหน่ที่เก็บรักษาที่ 1-4°C เป็นเวลา 14วัน

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างสะระแหน่

สะระแหน่สดซื้อจากตลาดสดในจังหวัดมหาสารคาม คัดเลือกสะระแหน่ที่มีขนาดใกล้เคียงกันและตัดให้มีความยาวจากยอดถึงลำต้นเฉลี่ย 8 เซนติเมตร แบ่งสะระแหน่ส่วนหนึ่งมาตรวจหา Background flora (Total aerobic bacteria) ที่ปนเปื้อนสะระแหน่ก่อนทำการทดสอบด้วยวิธี spread plate บน Plate count agar (PCA) บ่มที่ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และรายงานปริมาณจุลินทรีย์เป็น log CFU/g

ศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อและกรดอินทรีย์ในการควบคุมจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนสะระแหน่

นำสะระแหน่ที่เตรียมไว้มาแบ่งเป็น 5 ชุด โดยนำมาล้างด้วยน้ำประปา (ชุดควบคุม) (S1) โซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) 0.05%(w/v) (S2) โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$) 0.02%(w/v) (S3) กรดอะซิติก 0.5%(v/v) (S4) และกรดฟูมาริก 0.5%(w/v) (S5) แช่เป็นเวลา 5 นาที (Kim *et al*., 2009) จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 2 ครั้งๆละ 10 วินาทีเพื่อล้างสารทดสอบที่เหลือออกไป วางให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรงปลอดเชื้อใน Biological safety cabinet บรรจุสะระแหน่ในถุงโพลีเอทิลีนขนาด 7x11 นิ้วที่เจาะรูจำนวน 4 รู ใส่สะระแหน่ถุงละ 13-15 กรัมและทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1-4°C เป็นเวลา 14 วัน โดยสุ่มตรวจตัวอย่างสะระแหน่มาตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดทุกๆ 2 วันด้วยวิธี spread plate บน Plate count agar (PCA) บ่มที่ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และประเมินคุณภาพทางกายภาพของสะระแหน่โดยใช้การตรวจสอบการเน่าเสีย สีของใบ ความเต่งตึง และลักษณะทั่วไป ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ Thomson *et al*. (2001) วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของโซเดียมไบคาร์บอเนต โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต กรดอะซิติก และกรดฟูมาริกต่อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนสะระแหน่ที่เก็บรักษาที่ 1-4°C เป็นเวลา 14 วัน พบว่าสะระแหน่ที่นำมาทดสอบมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดปนเปื้อนเริ่มต้น (Background total aerobic count) 7.40 log CFU/g และเมื่อนำไปล้างด้วยน้ำประปา (ชุดควบคุม) (S1) เป็นเวลา 5 นาที พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนสะระแหน่ลดลงเป็น 7.15 log CFU/g ในขณะที่การล้างสะระแหน่เป็นเวลา 5 นาที ด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.05% (w/v) (S2) โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.02% (w/v) (S3) กรดอะซิติก 0.5% (v/v) (S4) และกรดฟูมาริก 0.5% (w/v) (S5) สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนสะระแหน่เป็น 6.87, 6.28, 6.19 และ 5.52 log CFU/g ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งจากผลการทดลองนี้พบว่ากรดฟูมาริก 0.5% (w/v) มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนสะระแหน่ได้ดีที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ 1.88 log CFU/g เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในสะระแหน่ที่ไม่ผ่านการล้าง (Background total aerobic count) และลดได้ 1.63 log CFU/g เมื่อเทียบกับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในสะระแหน่ที่ล้างด้วยน้ำประปาซึ่งเป็นชุดควบคุม ในขณะที่การล้างสะระแหน่ด้วยกรดอะซิติก 0.5 % (v/v) โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.02 % (w/v) และ โซเดียมไบคาร์บอเนต 0.05% (w/v) มี

ประสิทธิภาพในการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนสะระแหน่รองลงมาคือ 0.96, 0.87 และ 0.28 log CFU/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการล้างสะระแหน่ด้วยน้ำประปา นอกจากนี้ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในสะระแหน่ที่ทดสอบเมื่อทำการเก็บรักษาที่ 1-4°C เป็นเวลา 14 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนสะระแหน่ในระหว่างวันที่ 0 -14 ของการเก็บรักษาอยู่ในช่วง 7.15 - 6.55 (S1), 6.87 - 5.56 (S2), 6.28 - 5.47(S3), 6.19 - 5.76 (S4) และ 5.52 - 5.60 (S5) log CFU/g

Table 1 Population of total aerobic bacteria on treated mints stored at 1-4°C for 14 days

Day	Population (log CFU/g)				
	S1	S2	S3	S4	S5^{ns}
0	7.15±0.08^{Aa}	6.87±0.07^{Aa}	6.28±0.06^{Ba}	6.19±0.16^{Bab}	5.52±0.42^{C}
2	6.71±0.06^{Abc}	6.76±0.05^{Aa}	6.17±0.04^{Bab}	6.36±0.28^{Ba}	5.34±0.04^{C}
4	6.69±0.04^{Abc}	6.66±0.13^{Ca}	6.05±0.15^{Bab}	6.30±0.05^{Ba}	5.52±0.14^{C}
6	6.72±0.09^{Ab}	5.26±0.05^{Cc}	5.93±0.03^{Bbc}	5.88±0.10^{Bbc}	5.40±0.34^{C}
8	6.63±0.06^{Abc}	5.26±0.18^{Cc}	5.65±0.20^{Bcd}	5.65±0.08^{Bcd}	5.24±0.21^{C}
10	6.67±0.09^{Abc}	5.08±0.02^{Bc}	5.89±0.32^{Bbc}	5.50±0.22^{Cd}	5.38±0.20^{CD}
12	6.31±0.03^{Ad}	5.74±0.38^{Bb}	5.50±0.21^{BCd}	5.16±0.06^{Ce}	5.50±0.35^{BC}
14	6.55±0.17^{Ac}	5.56±0.09^{Bb}	5.47±0.03^{Bd}	5.76±0.33^{Bcd}	5.60±0.12^{B}

Background total aerobic count = 7.40 log CFU/g

S1 = Tap water (control), S2 = 0.05% (w/v) $NaHCO_3$, S3 = 0.02% (w/v) $KMnO_4$,

S4 = 0.5% (v/v) Acetic acid, S5 = 0.5% (w/v) Fumaric acid

$^{A-D}$means in the row followed by different letters are significantly different at $p \leq 0.05$

$^{a-b}$means in the column followed by different letters are significantly different at $p \leq 0.05$

^{ns}means in the column are not significantly different at $p>0.05$

จากผลการทดลองใน Table 1 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนสะระแหน่หลังจากผ่านการล้างด้วยสารทดสอบชนิดต่างๆและทำการเก็บรักษาที่ 1-4°C เป็นเวลา 14 วัน มีการลดลงของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อน ซึ่งอาจเป็นผลจากฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ของสารฆ่าเชื้อ (โซเดียมไบคาร์บอเนตและโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต) และกรดอินทรีย์ (กรดอะซิติก และกรดฟูมาริก) ที่ใช้ในการทดสอบไปมีผลทำให้เซลล์ของจุลินทรีย์ถูกทำลายหรือได้รับบาดเจ็บ (injure cell) ในขั้นตอนการล้าง อีกทั้งการเก็บรักษาสะระแหน่ในสภาวะอุณหภูมิต่ำ (1-4°C) ส่งผลให้จุลินทรีย์กลุ่มที่ชอบเจริญที่อุณหภูมิปานกลาง (mesophiles) ซึ่งจัดเป็นจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่มักพบปนเปื้อนในอาหารไม่สามารถเจริญได้ จึงส่งผลให้การทำกิจกรรมของจุลินทรีย์เหล่านี้ลดลงและยังมีผลต่อความสามารถในการฟื้นฟูเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ได้รับบาดเจ็บก็ลดลงด้วย เป็นผลให้จุลินทรีย์ที่ได้รับบาดเจ็บจากสารทดสอบจึงค่อยๆตายและมีการเพิ่มปริมาณเพียงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา 14 วัน กรดฟูมาริกและกรดอะซิติกจัดเป็นกรดอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ในการทำลายหรือยับยั้งจุลินทรีย์ได้ดี โดยกรดอินทรีย์เหล่านี้จะมีการแตกตัวไม่หมดและทำให้ส่วนของกรดอินทรีย์ที่ไม่แตกตัวสามารถซึมผ่านเข้าสู่เซลล์ของจุลินทรีย์และไปเกิดการแตกตัวของ H^+ ภายในเซลล์จุลินทรีย์ส่งผลให้เกิดภาวะเป็นกรดขึ้นภายในเซลล์ ซึ่งจุลินทรีย์ไม่สามารถทนสภาวะนี้ได้จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการบาดเจ็บของเซลล์และตายในที่สุด (Karapinar and Gonul, 1992) ส่วนโปแตสเซียมปอร์แมงกาเนต (ด่างทับทิม) ซึ่งเป็นสารประกอบอัลคาไล มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดีและสามารถแตกตัวเป็นโปแตสเซียมอิออน (K^+) และเปอร์แมงกาเนตอิออน (MnO_4^-) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็น oxidizing agent ที่มีประสิทธิภาพในการเข้าไปทำลายผนังชั้นนอกของเซลล์จุลินทรีย์ได้ (http://en.wikipedia.org/wiki /Potassium_permanganate) และโซเดียมไบคาร์บอเนต (ผงฟู) ก็มีผลทำให้แรงดันภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ลดลง ทำให้เกิดการสูญเสียสภาพของเซลล์ปกติและเกิดการหดตัวหรือเหี่ยวลงจนเซลล์จุลินทรีย์ได้รับความเสียหาย(บาดเจ็บ) และตายในที่สุด (Ilhan *et al*., 2006) นอกจากนี้เมื่อทำการประเมินคุณภาพทางกายภาพของสะระแหน่ในระหว่างการเก็บรักษาด้วยการตรวจสอบการเน่าเสีย สีของใบ ความเต่งตึง และลักษณะทั่วไปตามวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธีของ

Thomson *et al*. (2001) พบว่าสะระแหน่ที่ล้างด้วยน้ำประปา โซเดียมไบคาร์บอเนต โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต กรดอะซิติก และกรดฟูมาริกที่เก็บรักษาที่ 1-4°C เป็นเวลา 14 วัน มีผลคะแนนการประเมินลักษณะทางกายภาพ (การเน่าเสีย สีของใบ ความเต่งตึง และลักษณะทั่วไป) อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ (ไม่ได้แสดงข้อมูล) โดยสะระแหน่ยังคงมีใบสีเขียวสด ลักษณะลำต้นและใบเต่งตึง ไม่พบการเน่าเสีย และมีลักษณะปรากฏโดยทั่วไปของสะระแหน่สดเป็นปกติ

สรุป

จากผลการทดลองนี้สรุปได้ว่าโซเดียมไบคาร์บอเนต โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต กรดอะซิติก และกรดฟูมาริกมีประสิทธิภาพในลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนสะระแหน่ได้ โดยการล้างสะระแหน่ด้วยกรดฟูมาริก 0.5% (w/v) เป็นเวลา 5 นาที มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนสะระแหน่โดยไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ (adverse effect) ของสะระแหน่หลังการล้างและสะระแหน่ที่เก็บรักษา 1-4°C เป็นเวลา 14 วัน ดังนั้นจึงถือได้ว่าเป็นสารที่น่าสนใจและมีความเป็นไปได้ในการนำกรดฟูมาริกซึ่งเป็น Food additive ที่ใช้ในอาหารและมีราคาถูกมาเป็นสารทางเลือกใหม่สำหรับใช้ล้างผักและผลไม้สดเพื่อเพิ่มความปลอดภัยอาหารให้กับผู้บริโภคในปัจจุบัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่สนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Ames, B. N. 1979. “Identifying environmental chemicals causing mutations and cancer”, p. 111. Cited by C.I. Wei, D.L. Wei, D.L. Ook and J. R. Kirk. Use of chlorine compounds in the food industry. *Food Technology* 39: 107-115.

Ilhan, K., U. Arslan and O.A. Karabulut. 2006. The effect of sodium bicarbonate alone or in combination with a reduced dose of ebuconazole on the control of apple scab. *Crop Production* 25: 963 – 967.

Karapinar, M. and S. A. Gonul. 1992. Removal of *Yersinia enterocolitica* from fresh parsley by washing with acetic acid or vinegar. *Int. Journal Food Microbiol* 16: 261-264.

Kim, Y. J., M.H. Kim and K.B. Song. 2009. Efficacy of aqueous chlorine dioxide and fumaric acid for inactivating pre-existing microorganisms and *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes* on broccoli sprouts. *Food Control* 20: 1002-1005.

Thomson, G., S. Winkler, F. Hopkins, S. Vujovic, L. Toohey, S. Moore and W. Morgan. 2001. Diversifying Asian Vegetable Markets - Asian Vegetables in Every Household. Kingston: Rural Industries Research and Development Corporation.

http://en.wikipedia.org/wiki/Potassium_permanganate

http://health.kapook.com/view26903.html

http://www.cdc.gov/ecoli/2011/ecoliO104/