

## Pre-freezing Treatment of Blueberry, Korean Raspberry, and Mulberry

Seung-Jong Park · Seung-Hun Jung · Jong-Tae Park · Ha-Yun Kim · Kyung Bin Song\*

### 수확 후 블루베리, 복분자, 오디의 냉동 전처리를 위한 세척시스템 확립

박승종 · 정승훈 · 박종태 · 김하윤 · 송경빈\*

Received: 7 November 2013 / Accepted: 2 December 2013 / Published Online: 30 June 2014

© The Korean Society for Applied Biological Chemistry 2014

**Abstract** To establish the pre-freezing treatment and to secure microbial safety of blueberry, Korean raspberry, and mulberry, the effects of chemical sanitizers on the populations of microorganisms in the berries were examined. Among the treatments, the combined treatment of 50 ppm aqueous chlorine dioxide and 0.1% fumaric acid reduced most the populations of total aerobic bacteria in the blueberry, Korean raspberry, and mulberry by 2.56, 2.26, and 2.56 log CFU/g, respectively, compared to the control. The populations of yeast and mold in the blueberry, Korean raspberry, and mulberry by the combined treatment were also reduced by 2.24, 2.08, and 1.49 log CFU/g, respectively. These results suggest that the combined treatment can be useful for reducing the microbial contamination and maintaining the quality of frozen berries.

**Keywords** aqueous chlorine dioxide · frozen berry · organic acid · pre-freezing treatment

최근 소비자들의 웰빙에 대한 관심의 증가와 더불어 과일과 채소에 함유되어 있는 기능성 물질에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 그 중에서도 블루베리, 복분자, 오디 등의 베리류는 맛뿐만 아니라 영양소를 고루 갖춰 소비자에게 인기가 높은 과일 중 하나인데, 표면 과피가 연약하기 때문에 물리적 충격에 약하고 수확 후 실온에 노출되면 부패가 진행되어 상품으로써 가치가 떨어지는 등의 단점이 있어 생과 외에 냉동과, 건조과 등의 형태로도 가공, 판매되고 있다. 특히 냉동과의 경우, 수확 후 세척과정을 거치지 않고 냉동하여 판매되기 때문에 미생물학적 안전성 문제가 대두되고 있다. 따라서 냉동 베리류의 품질 유지 및 안전성 확보를 위한 전처리 방법으로서의 세척공정 확립이 필요하다.

채소 및 과일의 세척에 주로 사용되어 온 염소계 소독제의 경우, 식품의 유기물과 반응하여 발암물질을 생성한다는 보고가 있어 염소 대체제로서 이산화염소, 전해수, 오존, 과산화수소 등에 관한 연구가 이루어져 왔다(Crowe 등, 2012; Olaimat와 Holley, 2012). 특히, 이산화염소는 염소에 비해 안전할 뿐만 아니라 우수한 살균력을 가지고 있고, 또한 처리 후 저장 중 잔류되지 않는 특성을 갖고 있어서 과일이나 채소의 세척수로 최근 많은 연구가 진행되어 왔다(Youm 등, 2004; Keskinen 등, 2009; Vandekinderen 등, 2009; Kim 등, 2010; López-Gálvez 등, 2010; Chun과 Song, 2013; Chun 등, 2013). 또한 푸마르산, 구연산과 같은 유기산 역시 식품의 살균이나 세척에 널리 이용되는데, 이는 식품 표면의 pH를 낮춰 미생물의 생육을 저해함으로써 표면 미생물 저감에 효과적인 방법으로써(Come과 Beelman, 2002), 알칼리성 전해수나 이산화염소수와 병합처리 시 살균효과를 증대시킬 수 있다고 알려져 있다(Kim 등, 2009c; Kim 등, 2010; Rahman 등, 2011; Chun과 Song, 2013).

최근 냉동과일에 대한 수요가 꾸준히 증가하고 있지만, 이에 따른 적합한 전처리 세척공정에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 냉동 베리류의 미생물학적 안전성을 확보를 위하여 이산화염소수와 유기산(푸마르산, 구연산)의 단일 세척 및 병합처리를 통해 최적 세척처리 조건을 수립함으로써,

S.-J. Park · S.-H. Jung · J.-T. Park · K. B. Song  
Department of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Republic of Korea

H.-Y. Kim  
Department of Agrofood Resources, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Republic of Korea

\*Corresponding author (K. B. Song: kbsong@cnu.ac.kr)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

블루베리, 복분자, 오디의 수확 후 냉동 전처리 기술을 확립하고자 하였다.

본 연구에서 사용한 블루베리는 그린농원(Yesan, Chungnam)에서 당일 수확된 듀크 품종, 복분자는 복분자농원(Gochang, Jeonbuk)에서 당일 수확된 블랙베리 품종, 오디는 오디농원(Sangju, Gyeongbuk)에서 수원뽕 품종을 당일 수확하여 4°C 온도를 유지하며 실험실로 운반되어 실험에 사용되었다. 시료는 외관상으로 흠이 없고 균일한 크기의 상업적 판매에 적합하게 숙성된 정도가 동일한 것을 선별하여 사용하였다. 본 연구에서는 예비실험 및 선행연구의 결과들을 참고하여 50 ppm 이산화염소 용액, 0.1% 푸마르산 용액, 0.1% 구연산 용액으로 각각 단일 세척 처리 하였다. 또한 50 ppm 이산화염소수/0.1% 푸마르산과 50 ppm 이산화염소수/0.1% 구연산 용액을 병합처리조건으로 적용하였다. 시료 200 g을 각각 세척수 2 L에 넣고 10분간 침지한 후, laminar-flow biosafety hood로 옮겨 90분간 air-dried 상태로 표면의 물기를 제거하였다. 미생물 생육 측정을 위해 시료 20 g과 0.1% 멸균 펩톤수 180 mL를 멸균 bag에 넣고 10분간 shaking하여 균질화시킨 후 0.1% 멸균 펩톤수로 10배수 연속 희석한 후 각각의 배지에 분주하였다. 총 호기성 세균은 Petrifilm™ (Aerobic Count Plate, 3M, USA)를 사용하여 37°C에서 48 h 배양을 하였고, 효모 및 곰팡이는 Petrifilm™ (Yeast and Mold Count Plate, 3M)를 사용하여 25°C에서 120 h 배양한 후 형성된 colony를 계수 하였다.

블루베리, 복분자, 오디 시료를 증류수, 이산화염소수, 푸마르산, 구연산 용액에 각각 단일세척 처리하고, 이산화염소수와 푸마르산, 이산화염소수와 구연산의 병합 처리를 한 후 총 호기성 세균과 효모 및 곰팡이 수를 측정 하였다(Table 1-3). 이산화염소수와 유기산 세척수의 농도 조건은 예비실험을 통해 설정한 후 실험에 적용하였다. 먼저, 이산화염소수 10, 30, 50, 70, 100 ppm 등으로 처리한 후의 미생물 살균 효과를 비교한 결과 50 ppm 이상에서는 크게 차이를 보이지 않아 50 ppm으로 고정하여 실험을 진행하였다. 또한 유기산의 경우, 0.01, 0.05, 0.1, 0.3, 0.5% 농도의 세척수로 예비 실험한 결과, 0.1% 이상에서는 농도에 따른 유의적인 살균효과가 나타나지 않아 0.1%로 고정하여 실험을 진행하였다.

블루베리의 세척 전 총 호기성 세균 수는 5.39 log CFU/g이었고, 증류수 세척 처리구는 4.91 log CFU/g으로 약 0.48 log CFU/g의 감소를 보였다(Table 1). 반면에 50 ppm 이산화염소수, 0.1% 푸마르산, 0.1% 구연산 단일 세척 처리는 블루베리의 총 호기성 세균에 있어서 각각 1.69, 2.01, 1.67 log CFU/g의 미생물 감소 효과를 나타냈고, 특히 단일 처리구 중에서는 0.1% 푸마르산의 살균효과가 가장 높았다. 또한 50 ppm 이산화염소수와 0.1% 푸마르산, 50 ppm 이산화염소수와 0.1% 구연산의 병합 처리 결과는 2.83, 3.11 log CFU/g으로 대조구에 비해 각각 2.56, 2.28 log CFU/g의 미생물 수 감소를 나타냈는데, 그 중에서도 이산화염소수와 푸마르산 병합처리가 더욱 효과가 높았다. 블루베리의 세척 후 효모 및 곰팡이 수의 경우도, 총 호기성 세균의 결과와 비슷한 경향을 나타냈다(Table 1). 블루베리 세척 전 효모 및 곰팡이 수는 4.39 log CFU/g이었는데, 증류수 세척처리구는 3.77 log CFU/g으로 약 0.62 log CFU/g의 감소를 보인 반면에, 이산화염소수, 푸마르산, 구연산 단일 세척 처리구의 효모 및 곰팡이 수는 2.74, 2.78, 3.04 log CFU/g으로 1.65, 1.61, 1.35 log CFU/g의 감소를 나타냈고, 특히 단일 처리구 중에서는 50 ppm 이산화염소수가 감균 효과가 가장

**Table 1** Effects of chemical sanitizers on the populations of microorganisms in blueberry (unit: log CFU/g)

| Treatment                         | Microorganism            |                         |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                                   | Total aerobic bacteria   | Yeast and mold          |
| Control                           | 5.39±0.22 <sup>a1)</sup> | 4.39±0.12 <sup>a</sup>  |
| Water washing                     | 4.91±0.15 <sup>b</sup>   | 3.77±0.10 <sup>b</sup>  |
| Aqueous ClO <sub>2</sub> (50 ppm) | 3.70±0.22 <sup>c</sup>   | 2.74±0.06 <sup>d</sup>  |
| Fumaric acid (0.1%)               | 3.38±0.03 <sup>cd</sup>  | 2.78±0.09 <sup>cd</sup> |
| Citric acid (0.1%)                | 3.72±0.06 <sup>c</sup>   | 3.04±0.06 <sup>c</sup>  |
| ClO <sub>2</sub> /fumaric acid    | 2.83±0.1 <sup>e</sup>    | 2.15±0.21 <sup>e</sup>  |
| ClO <sub>2</sub> /citric acid     | 3.11±0.10 <sup>de</sup>  | 2.39±0.12 <sup>e</sup>  |

<sup>1)</sup>Any means in the same column (a-e) followed by different letters are significantly ( $p < 0.05$ ) different by Duncan's multiple range test.

**Table 2** Effects of chemical sanitizers on the populations of microorganisms in Korean raspberry (unit: log CFU/g)

| Treatment                         | Microorganism            |                         |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                                   | Total aerobic bacteria   | Yeast and mold          |
| Control                           | 5.83±0.02 <sup>a1)</sup> | 4.86±0.09 <sup>a</sup>  |
| Water washing                     | 5.38±0.06 <sup>b</sup>   | 4.37±0.09 <sup>b</sup>  |
| Aqueous ClO <sub>2</sub> (50 ppm) | 4.39±0.12 <sup>d</sup>   | 3.61±0.01 <sup>d</sup>  |
| Fumaric acid (0.1%)               | 4.44±0.03 <sup>cd</sup>  | 3.75±0.03 <sup>cd</sup> |
| Citric acid (0.1%)                | 4.54±0.03 <sup>c</sup>   | 3.85±0.04 <sup>c</sup>  |
| ClO <sub>2</sub> /fumaric acid    | 3.57±0.07 <sup>f</sup>   | 2.78±0.25 <sup>f</sup>  |
| ClO <sub>2</sub> /citric acid     | 3.75±0.04 <sup>e</sup>   | 3.04±0.06 <sup>e</sup>  |

<sup>1)</sup>Any means in the same column (a-f) followed by different letters are significantly ( $p < 0.05$ ) different by Duncan's multiple range test.

좋았다. 또한 이산화염소수와 푸마르산, 이산화염소수와 구연산의 병합 처리 결과 각각 2.24, 2.00 log CFU/g의 미생물 수의 감소를 나타내 푸마르산과의 병합처리가 더욱 효과가 높았다. 이러한 연구결과는 이산화염소수와 푸마르산 병합처리를 통한 시너지 효과를 가져다 주는 hurdle effect로 설명되는데, 새싹채소에 다양한 화학세척제의 병합이나 초고압 또는 열처리와의 병합처리가 효과적인 미생물 감균 효과를 보였다는 보고와 유사하다(Ding 등, 2013).

복분자의 세척 전 총 호기성 세균은 5.83 log CFU/g이었고, 50 ppm 이산화염소수, 0.1% 푸마르산, 0.1% 구연산 단일 세척 처리구 중에서는 50 ppm 이산화염소수 처리가 1.44 log CFU/g의 미생물 감소를 보여 효과가 가장 좋았다(Table 2). 그리고 이산화염소수와 푸마르산, 이산화염소수와 구연산의 병합 처리구는 3.57, 3.75 log CFU/g으로 각각 2.26, 2.08 log CFU/g의 초기 미생물 수의 감소를 나타냈다. 복분자의 세척 후 효모 및 곰팡이 수 경우에도 총 호기성 세균의 결과와 같은 경향을 나타냈다. 복분자의 세척 전 효모 및 곰팡이 수는 4.86 log CFU/g이었는데, 단일 처리구중에서는 50 ppm 이산화염소수가 1.25 log CFU/g 감소로 감균효과가 가장 높았고, 또한 이산화염소수와 푸마르산의 병합 처리구가 2.78 log CFU/g으로 2.08 log CFU/g의 감균으로 가장 효과가 높았다.

오디의 세척 전 총 호기성 세균은 7.19 log CFU/g으로 블루베리나 복분자에 비해 초기 미생물 오염도가 높은 것으로 나타나(Table 3), 세척처리가 반드시 필요하다고 판단되었다. 50 ppm 이산화염소수, 0.1% 푸마르산, 0.1% 구연산의 단일 세척

**Table 3** Effects of chemical sanitizers on the populations of microorganisms in mulberry (unit: log CFU/g)

| Treatment                         | Microorganism            |                         |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                                   | Total aerobic bacteria   | Yeast and mold          |
| Control                           | 7.19±0.27 <sup>a1)</sup> | 5.68±0.11 <sup>a</sup>  |
| Water washing                     | 6.52±0.06 <sup>b</sup>   | 5.18±0.04 <sup>b</sup>  |
| Aqueous ClO <sub>2</sub> (50 ppm) | 5.42±0.12 <sup>c</sup>   | 5.42±0.12 <sup>c</sup>  |
| Fumaric acid (0.1%)               | 5.49±0.19 <sup>c</sup>   | 5.24±0.13 <sup>bc</sup> |
| Citric acid (0.1%)                | 5.31±0.15 <sup>c</sup>   | 4.84±0.09 <sup>c</sup>  |
| ClO <sub>2</sub> /fumaric acid    | 4.63±0.03 <sup>d</sup>   | 4.19±0.19 <sup>d</sup>  |
| ClO <sub>2</sub> /citric acid     | 5.04±0.55 <sup>cd</sup>  | 4.39±0.01 <sup>d</sup>  |

<sup>1)</sup>Any means in the same column (a-d) followed by different letters are significantly ( $p < 0.05$ ) different by Duncan's multiple range test.

처리 결과, 각각 1.77, 1.70, 1.88 log CFU/g의 감균 효과를 나타냈다. 또한 50 ppm 이산화염소수와 0.1% 푸마르산, 50 ppm 이산화염소수와 0.1% 구연산의 병합 처리결과 각각 2.56, 2.15 log CFU/g의 미생물이 감소하여, 이산화염소수와 푸마르산 병합처리가 가장 우수한 살균 효과를 보였다. 효모 및 곰팡이 수도 비슷한 경향을 보였는데, 이산화염소수와 푸마르산의 병합 처리가 대조구에 비해 1.49 log CFU/g의 감균을 나타내어 미생물 감균 효과가 가장 높았다.

블루베리, 복분자, 오디의 세척 처리에 따른 미생물 감균 결과를 종합해보면, 증류수를 이용한 단순 세척은 이산화염소수나 유기산 등을 이용한 화학적 살균 처리 방법 보다 미생물 감소에 큰 효과가 없는 것으로 보여진다. 이는 Song 등(2012)의 셀러리와 체리의 화학적 살균방법에 관련된 연구나, '매향' 딸기의 수확 후 세척에 관한 연구(Kim 등, 2010)에서 대조구와 증류수로 세척한 처리구 사이에 약 0.41 log CFU/g 감균 했다는 보고와 유사한 결과이다. 특히 단순 물 세척은 오히려 병원성 미생물을 교차오염시킬 수 있는 수단이 될 수 있기에 일반적으로 효과적인 살균세척을 위해서는 살균제를 첨가한 세척이 필요하다(Gil 등, 2009).

본 연구의 단일 세척처리에 사용된 세척수로는 이산화염소수와 유기산(푸마르산, 구연산) 등이었다. 이산화염소수는 박테리아의 세포막을 통해 침투하여 높은 산화력으로 세포막을 손상시키고, 단백질의 특정 아미노산과 반응하여 단백질을 변성, mRNA의 불활성화시켜 단백질 합성에 영향을 끼쳐 미생물을 사멸시킨다고 보고된 안전하고 효과적인 살균소독제 중 하나이다(Kim 등, 2011). 과채류의 품질 유지와 미생물학적 안전성과 관련하여 이산화염소수의 살균 효과는 많이 연구되었는데(Kim 등, 2009a; 2009b; Chun과 Song, 2013), 본 연구에서 블루베리, 복분자, 오디의 세척에 적용하여 총 호기성균과 효모 및 곰팡이에 있어서 약 1.5 log CFU/g 정도의 감균 효과를 나타낸 결과는 문헌보고와 일치한다. 또한 본 연구에서 사용된 유기산은 식품의 pH를 낮춰 박테리아의 생육을 저해시킨다고 알려져 있으며(Come과 Beelman, 2002), 그 중에서도 특히 푸마르산은 식품첨가물로서 보존제로 사용되고 있다. 푸마르산을 단일 세척 처리에 적용할 경우, 초기 감균 효과는 있으나 *Escherichia coli* 등 몇몇의 미생물은 세포막의 지방산 조성을 변화시켜 푸마르산에 대한 저항 기작을 가지기 때문에 다른 살균제와 병합 사용하면 시너지 효과로 인해 효율적으로 미생물을 사멸할 수 있다(Chun과 Song, 2013). 따라서 본 실험에서는 위의 단일 처

리 결과를 바탕으로, 수확 후 블루베리, 오디, 복분자에 이산화염소수와 푸마르산의 병합처리를 통해 보다 효과적인 세척조건을 수립하였다.

이산화염소수와 푸마르산 병합처리 후 베리류의 품질지표로서 색차계를 사용하여 측정한 Hunter values에 있어서 처리군 간에 차이가 없었고(data not shown), 또한 당도계를 이용하여 측정한 당도에 있어서도 차이가 없었기에, 본 연구에서 사용한 세척처리가 베리류의 품질에는 영향을 주지 않는다고 판단된다. 이러한 결과는 염소나 오존 세척수로 세척 처리한 신선편이 채소에서 색도 변화가 없었다는 보고와 일치한다(Das 등, 2011). 따라서 본 연구에서 사용된 병합 세척처리는 베리류의 품질에 영향을 미치지 않는다고 판단된다.

두 가지 이상의 처리를 병합시킨 허들 기술은 각기 다른 살균작용으로 상승효과를 유도할 수 있다고 알려져 있는데(Leistner, 2000), 절단된 당근에 50°C에서 알칼리성 전해수와 1% 구연산을 병합처리 시 병원성 미생물을 4 log CFU/g 이상 감균 되었다고 보고 되었다(Rahman 등, 2011). 본 실험에서는 열처리 없이 50 ppm 이산화염소수와 0.1% 푸마르산의 병합처리 결과, 블루베리, 복분자, 오디 모두 총 호기성균과 효모 및 곰팡이에서 2 log CFU/g 이상의 높은 감균 효과를 나타내었다. 이러한 결과는 Kim 등(2009 b)의 브로콜리 새싹채소에 관한 연구에서, 이산화염소수와 푸마르산 병합 처리가 총 호기성균을 약 2.7 log CFU/g 감균 시켰다는 연구결과와 유사하였다. 따라서 본 연구의 결과로 블루베리, 복분자, 오디의 냉동전처리 세척조건으로써, 이산화염소수, 푸마르산, 구연산 단일 처리 보다는 미생물 감균 효과가 가장 높은 50 ppm 이산화염소수와 0.1% 푸마르산의 병합처리가 미생물학적 안전성을 확보할 수 있는 가장 효율적인 냉동 전처리 세척방법이라고 생각되고, 향후 세척처리 후 냉동된 시료의 저장 중 품질변화 등에 관한 연구가 더 필요하다고 판단된다.

**초 록**

수확 후 블루베리, 복분자, 오디의 냉동 전처리 조건 및 미생물학적 안전성 확립을 위한 최적 세척조건을 연구하였다. 사용된 세척처리 중에서 50 ppm 이산화염소수와 0.1% 푸마르산의 병합처리가 대조구와 비교 시, 블루베리, 복분자, 오디의 총 호기성 세균에 있어서 2.56, 2.26, 2.56 log CFU/g을 감균시켜서 가장 효과가 높았다. 또한 병합처리는 효모 및 곰팡이 수에서도 2.24, 2.08, 1.49 log CFU/g 감소시켰다. 따라서 본 연구결과 블루베리, 복분자, 오디의 냉동 전처리 조건으로써 50 ppm 이산화염소수와 0.1% 푸마르산 세척 병합 처리가 냉동 베리류의 미생물학적 안전성 확보를 위한 가장 좋은 전처리 방법이라고 판단된다.

**Keywords** 냉동베리 · 세척 · 유기산 · 전처리

**감사의 글** 본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ009426)의 지원에 의해 이루어진 것으로 감사를 드립니다.

**References**

Chun HH and Song KB (2013) The combined effects of aqueous chlorine dioxide, fumaric acid, and ultraviolet-C with modified atmosphere

- packaging enriched in CO<sub>2</sub> for inactivating preexisting microorganisms and *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* Typhimurium inoculated on buckwheat sprouts. *Postharvest Biol Tec* **86**, 118–24.
- Chun HH, Park SJ, Jung SH, and Song KB (2013) Predicting and extending the shelf life of red cabbage sprouts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* **42**, 1518–23.
- Come JE and Beelman RB (2002) Addition of fumaric acid and sodium benzoate as an alternative method to achieve a 5-log reduction of *Escherichia coli* O157:H7 populations in apple cider. *J Food Prot* **65**, 476–83.
- Crowe KM, Bushway A, and Davis-Dentici K (2012) Impact of postharvest treatments, chlorine and ozone, coupled with low-temperature frozen storage on the antimicrobial quality of lowbush blueberries (*Vaccinium angustifolium*) *Food Sci Technol* **47**, 213–5.
- Das BK, Kim JG, and Choi JW (2011) Efficacy of different washing solution and contact times on the microbial quality and safety of fresh-cut paprika. *Food Sci Technol Int* **17**, 471–9.
- Ding H, Fu T, and Smith MA (2013) Microbial contamination in sprouts: How effective is seed disinfection treatment? *J Food Sci* **78**, R495–501.
- Gil ML, Selma MV, López-Gálvez F, and Allende A (2009) Fresh-cut product sanitation and wash water disinfection: problems and solutions. *Int J Food Microbiol* **134**, 37–45.
- Keskinen LA, Burke A, and Annous BA (2009) Efficacy of chlorine, acidic electrolyzed water and aqueous chlorine dioxide solutions to decontaminate *Escherichia coli* O157:H7 from lettuce leaves. *Int J Food Microbiol* **132**, 134–40.
- Kim HJ, Song HJ, and Song KB (2011) Effect of combined treatment of aqueous chlorine dioxide with ultraviolet-C on the quality of red chicory and Pak Choi during storage. *J Korean Soc Food Sci Nuri* **40**, 245–52.
- Kim JY, Kim HJ, Lim GO, Jang SA, and Song KB (2010) The effects of aqueous chlorine dioxide or fumaric acid treatment combined with UV-C on postharvest quality of 'Maehyang' strawberries. *Postharvest Biol Tec* **56**, 254–6.
- Kim MH, Kim YJ, Kim KS, Song YB, Seo WJ, and Song KB (2009a) Microbial changes in hot peppers, ginger, and carrots treated with aqueous chlorine dioxide or fumaric acid. *Korean J Food Preserv* **16**, 1013–7.
- Kim YJ, Kim MH, and Song KB (2009b) 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**, 1002–5.
- Kim YJ, Kim MH, and Song KB (2009c) Combined treatment of fumaric acid with aqueous chlorine dioxide or UV-C irradiation to inactivate *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enterica* serovar Typhimurium, and *Listeria monocytogenes* inoculated on alfalfa and clover sprouts. *LWT-Food Sci Technol* **42**, 1654–8.
- Leistner L (2000) Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *Int J Food Microbiol* **55**, 181–6.
- López-Gálvez F, Allende A, Truchado P, Martínez-Sánchez A, Tudela JA, Selma MV et al. (2010) Suitability of aqueous chlorine dioxide versus sodium hypochlorite as an effective sanitizer for preserving quality of fresh-cut lettuce while avoiding by-product formation. *Postharvest Biol Tec* **55**, 53–60.
- Olaimat AN and Holley RA (2012) Factors influencing the microbial safety of fresh produce: A review. *Food Microbiol* **32**, 1–19.
- Rahman SME, Jin YG, and Oh DH (2011) Combination treatment of alkaline electrolyzed water and citric acid with mild heat to ensure microbial safety. *Food Microbiol* **28**, 484–91.
- Song HJ, Chun HH, Jo WS, and Song KB (2012) Effects of aqueous chlorine dioxide and UV-C irradiation on decontamination and growth of microbes during chilled storage of celery and cherries. *J Korean Soc Food Sci Nutr* **31**, 402–7.
- Vandekinderen I, Devlieghere F, Van Camp J, Kerkaert B, Cucu T, Ragaert P et al. (2009) Effects of food composition on the inactivation of foodborne microorganisms by chlorine dioxide. *Int J Food Microbiol* **131**, 138–44.
- Youm HJ, Ko JK, Kim MR, and Song KB (2004) Inhibitory effect of aqueous chlorine dioxide on survival of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium, and *Listeria monocytogenes* in pure cell culture. *Korean J Food Sci Technol* **36**, 514–7.