

## Polysorbates■ 첨가한 전해산화수의 미생물학적 세정효과

정진웅 · 박기재 · 정승원  
한국식품개발연구원

### Microbiological Cleaning Effect of Electrolyzed Acid Water by Containing Polysorbates

Jin-Woong Jeong, Kee-Jai Park and Sung-Won Jung  
Korea Food Research Institute

#### Abstract

To enhance the cleaning and sterilization effect of cooled electrolyzed acid water on lettuce, several kinds of polysorbates were used at various concentrations in immersion washing process. In case of the treatment containing polysorbate 20, coliform count of lettuce was reduced to about 1/40 level of that in non-treated lettuce. The treatment containing polysorbate 60 did not show a significant sterilization effect. Otherwise, the total and coliform counts of lettuce during immersion in electrolyzed acid water containing 1 ppm of polysorbate 80 was reduced to about 1/300 and 1/1,700 level of those in non-treated one. And, the changes of ORP(oxidation-reduction potential), pH and color value of lettuce in electrolyzed acid water containing 1 ppm of polysorbate 80 were not quite different during 60 min. immersion, but HClO content decreased from 10.28 ppm to 8.51 ppm after 20 min. immersion. Also, total and coliform count of lettuce immersed in electrolyzed acid water containing 1 ppm of polysorbate 80 was lower to about 1/1,800 after 20 min. and 1/5,550 after 30 min. compared with non-treated lettuce.

Key words: electrolyzed acid-water, polysorbate 80, lettuce, cleaning and sterilization effect

#### 서 론

과실이나 야채의 수확 후에 있어서 미생물에 의한 변태 및 부패는 그 자체의 생리작용과 함께 유통과정 중에 그 피해는 대단히 크다. 미생물에 의한 과실 및 야채의 품질저하는 미생물의 번식에 의한 오염과 부패로서 지금까지 과실에는 약 100여종, 채소에는 약 150 종 이상의 부패미생물이 관여하고 있는 것으로 밝혀져 있다<sup>(1,2)</sup>. 内藤<sup>(5)</sup>에 의하면 과일 및 야채의 총균수는 과일의 경우  $10^6 \sim 10^8$  cfu/g, 야채는  $10^4 \sim 10^8$  cfu/g 수준이며, 청과물에 가장 많은 미생물은 *Micrococcus* 속으로 보통  $10^4 \sim 10^7$  cfu/g, 대장균군도  $10 \sim 10^4$  cfu/g 정도가 검출된다고 한다. 또한, 국내산 청과물의 오염실태 조사<sup>(1)</sup>에 의하면 상치 등을 대상으로 유통단계별에 따른 오염정도도 총균수가  $10^3 \sim 10^9$  cfu/g, 대장균군이  $10^3 \sim 10^7$  cfu/g 수준으로 생식할 경우 위해성은 항상

내재하고 있으므로 이에 대한 적절한 세정처리가 필요하다. 이에 최근 일본에서는 합성세제인 중성세제 대신 셀러드용 채소류의 세정제로서 차아염소산의 과다 사용으로 인한 작업환경 악화, 잔류 염소취 및 채소조직의 과도한 손상을 최소화하고자 기존 식품의 세정·제균제인 자당 모노라우린산 에스테르 대신 데카글리세린 모노라우린산 에스테르를 이용한 세정제가 개발되어 판매되고 있다<sup>(6-8)</sup>.

계면활성제는 일반적으로 물에 혼합되지 않는 액체를 물에 균일하게 분산시키는 작용을 갖는 물질로서 한 개의 분자안에 친수기(hydrophylic group)와 친유기(lipophilic group)를 가지고 있는 이중성격성(二重性格性) 화합물로 친수성과 친유성의 균형에 따라 성질이 달라진다. 일반적으로 유화제의 친수성과 친유성의 강도, 즉 HLB(Hydrophilic-Lipophilic Blance)가 10~15 정도이면 세척작용이 강하며, 현재 식품위생법에서 허용하고 있는 유화제중 HLB가 10이상의 친수성이 강한 계면활성제로는 glycerin citric acid fatty acid ester, glycerin diacetyl tartaric acid fatty acid ester, polygly-

cerin fatty acid ester, sucrose fatty acid ester, polysorbate 20, polysorbate 60, polysorbate 80이 있다. 이 중 전해산화수에 적합한 계면활성제는 쉽게 용해될 수 있는 높은 친수성, 내산성 및 저온내성과 함께 세척작용을 지닌 것이어야 하므로 HLB가 10이상인 폴리글리세린 지방산 에스테르, 자당 지방산 에스테르, 폴리소르베이트류가 적합하다<sup>(2,3,6)</sup>. 이러한 계면활성제는 자체적으로 미생물 발육 억제 효과를 가지는 경우도 있으나 주로 계면장력 저하에 따른 미생물과의 접촉을 보다 원활히 하여 살균효과를 상승시키는 역할을 한다.

따라서 본 실험에서는 강력한 살균력을 가지는 전해산화수에 계면장력을 저하시킬 수 있는 친수성의 polysorbate류를 첨가하므로써 수확후 급격한 품질변화를 일으키는 대표적인 생식용 엽채류인 상치를 대상으로 세정 및 살균력 향상 효과를 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 처리

실험에 사용한 상치(*Lactuca sativa*)는 서울 가락동 농수산물시장에서 구입한 것으로, 전처리는 냉각조(100×90×70 cm)에서 4°C±1.0°C로 처리한 전해산화수를 사용하여 1 batch당 1 kg씩 상치중량 50배의 전해산화수 침지조에 넣어 10분간 침지 후 사용하였다.

실험에 사용한 전해산화수는 전해산화수 생성기(GRA 1200, 경우테크)로 제조한 1150~1200 mV의 산화환원전위와 pH 2.4~2.6인 것을, 그리고 polysorbate는 Sigma사의 polysorbate 20, polysorbate 60, polysorbate 80의 3종을 각각 10 ppb, 100 ppb, 1 ppm, 10 ppm 및 100 ppm의 농도별로 시료 중량 50배의 전해산화수에 첨가한 것을 처리구로 사용하였다.

### 전해산성수의 물성 측정

전해산성수의 pH는 pH meter(Suntek, 2000A, USA)를 사용하였으며, 산화환원전위(oxidation-reduction potential; ORP)의 측정은 ORP meter(RM-12P, TOA Electronics, Japan)를, 그리고 차아염소산나트륨 함량<sup>(9)</sup>은 전해산성수 50 mL에 요오드칼륨 2 g, 초산 10 mL와 전분 지시약을 0.5 mL 가하여 흑갈색이 되도록 한 후 치오황산나트륨 용액 10 mL로 흑갈색의 용액이 투명해질 때까지 적정하였다.

### 표면색깔

표면색깔은 색차계(Chroma meter, CR-200, Minolta Co., Japan)를 사용하여 포장단위당 3장의 상치를 선정,

최외각 부위에서 3 cm 떨어진 지점을 각각 3회 반복 측정하여 L, a, b 값으로 나타내었다.

### 미생물 측정<sup>(10)</sup>

미생물 측정은 시료를 10배수의 멸균생리식염수를 가한 후 homogenizer(AM-1, 日本精機製造社, Japan)로 1분간 10,000 rpm으로 균질화한 다음, 각각 1 mL를 취한 후 단계 회석하고 배지에 pour plating한 후 배양하였다. 총균수는 PCA(Plate Count Agar, Difco Lab.)을, 대장균군은 Chromocult agar(Merck Co.)를 사용하여 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### Polysorbate 종류에 따른 살균력 상승효과

Polysorbate 류는 HLB(Hydrophilic-Lipophilic Blance)가 10 이상인 비이온성 계면활성제로 폴리옥시에틸렌의 유도체로 에틸렌옥시드는 활성수소를 갖고 있는 화합물에 부가하여 중합도에 따라 친수성이 다른 계면활성(surface activity)을 나타낸다. 이중 폴리옥시에틸렌 소르비탄 지방산 에스테르는 소르비탄 지방산에스테르에 에틸렌옥시드를 20 M 부가하여 만든 것으로 친수성이 강한 유화제로 유화능, 가용화능, 습용화능 및 분산능을 가지고 있어 사용범위가 넓다. 폴리옥시에틸렌 소르비탄 지방산 분자중에 결합된 지방산의 종류에 따라 물성이 다르다<sup>(3,4)</sup>.

따라서 본 실험에서는 polysorbate 첨가량에 따른 살균력 상승효과를 검토하기 위해 시료중량 50배의 전해산화수에 polysorbate 20, polysorbate 60 및 polysorbate 80을 각각 10 ppb, 100 ppb, 1 ppm, 10 ppm 및 100 ppm씩 혼합하여 10분간 침지 처리한 후 총균수와 대장균군수를 조사한 결과, 먼저, Fig. 1에서 보는 바와 같이 polysorbate 20을 첨가한 전해산화수 처리구에 있어서의 총균수 살균효과는 무처리한 초기시료 1.8×10<sup>7</sup> CFU/g에서 10 ppb 첨가시 평균 5.3×10<sup>5</sup> CFU/g, 100 ppb 첨가시 1.1×10<sup>6</sup> CFU/g, 1 ppm 첨가시 4.6×10<sup>5</sup> CFU/g, 10 ppm 첨가시 2.1×10<sup>4</sup> CFU/g, 100 ppm 첨가시 2.2×10<sup>5</sup> CFU/g을 나타내었으며, 수도수만을 사용한 처리구에서는 2.7×10<sup>6</sup> CFU/g, polysorbate 20을 첨가하지 않은 전해산화수 처리구에서는 5.3×10<sup>5</sup> CFU/g을 나타내었고, 대장균군수의 살균효과는 무처리한 초기시료 2.7×10<sup>6</sup> CFU/g에서 polysorbate 20을 10 ppb 첨가시 평균 8.5×10<sup>4</sup> CFU/g, 100 ppb 첨가시 1.1×10<sup>5</sup> CFU/g, 1 ppm 첨가시 7.0×10<sup>4</sup> CFU/g, 10 ppm 첨가시 1.4×10<sup>4</sup> CFU/g, 100 ppm 첨가시 1.1×10<sup>5</sup>

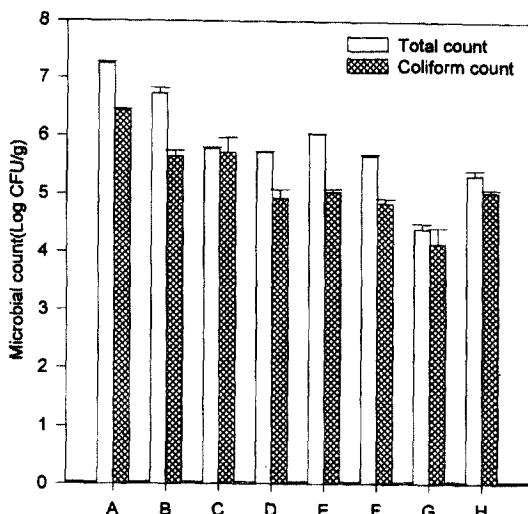


Fig. 1. Microbial count of lettuce immersed at electrolyzed acid water containing different concentration of polysorbate 20. A: not treated, B: immersed at tap water, C: immersed at electrolyzed acid water, D: immersed at electrolyzed acid water containing polysorbate 20 of 10 ppb, E: immersed at electrolyzed acid water containing polysorbate 20 of 100 ppb, F: immersed at electrolyzed acid water containing polysorbate 20 of 1 ppm, G: immersed at electrolyzed acid water containing polysorbate 20 of 10 ppm, H: immersed at electrolyzed acid water containing polysorbate 20 of 100 ppm.

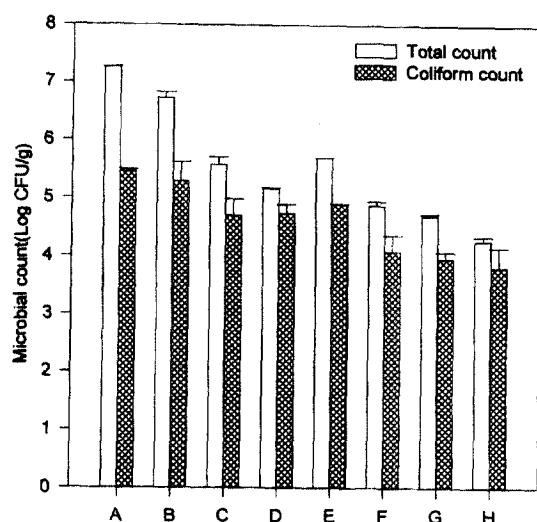


Fig. 2. Microbial count of lettuce immersed at electrolyzed acid water containing different concentration of polysorbate 60. A: not treated, B: immersed at tap water, C: immersed at electrolyzed acid water, D: immersed at electrolyzed acid water containing polysorbate 60 of 10 ppb, E: immersed at electrolyzed acid water containing polysorbate 60 of 100 ppb, F: immersed at electrolyzed acid water containing polysorbate 60 of 1 ppm, G: immersed at electrolyzed acid water containing polysorbate 60 of 10 ppm, H: immersed at electrolyzed acid water containing polysorbate 60 of 100 ppm.

CFU/g을 나타내었으며, 수도수만을 사용한 처리구는  $4.5 \times 10^5$  CFU/g, polysorbate 20을 첨가하지 않은 전해산화수 처리구에서는  $5.2 \times 10^5$  CFU/g을 나타내었다. 따라서, 시료중량 50배의 전해산화수에 polysorbate 20을 첨가한 경우 polysorbate 무첨가구에 비해 10 ppm의 농도로 첨가하였을 때 최대의 상승효과를 나타내었으나 총균수의 살균율은 1/250 수준, 대장균군은 약 1/4 수준으로 감소시키기는 불과하였다.

Polysorbate 60을 첨가한 전해산화수 처리구는 Fig 2에서 보는 바와 같이, 총균수의 경우 10 ppb 첨가시 평균  $1.5 \times 10^5$  CFU/g, 100 ppb 첨가시  $8.6 \times 10^4$  CFU/g, 1 ppm 첨가시  $7.5 \times 10^4$  CFU/g, 10 ppm 첨가시  $5.0 \times 10^4$  CFU/g, 100 ppm 첨가시  $1.6 \times 10^4$  CFU/g을 나타내었으며, 수도수만을 사용한 처리구는  $5.3 \times 10^6$  CFU/g으로, polysorbate 60을 첨가하지 않은 전해산화수 처리구에서는  $3.6 \times 10^5$  CFU/g을 나타내었다. 또한, 대장균군수는 10 ppb 첨가시 평균  $5.4 \times 10^4$  CFU/g, 100 ppb 첨가시  $7.8 \times 10^4$  CFU/g, 1 ppm 첨가시  $1.2 \times 10^4$  CFU/g, 10 ppm 첨가시  $9.0 \times 10^3$  CFU/g, 100 ppm 첨가시  $1.2 \times 10^4$  CFU/g을 나타내었으며, 수도수만을

사용한 처리구는  $1.9 \times 10^5$  CFU/g, polysorbate 60을 첨가하지 않은 전해산화수 처리구에서는  $5.0 \times 10^4$  CFU/g을 나타내었다. 따라서, 시료중량 50배의 전해산화수에 polysorbate 60을 10 ppm 첨가한 경우에는 polysorbate 무첨가 처리구에 비해 약간의 살균력 상승효과를 나타내었으나 총균수의 살균율은 1/20 수준, 대장균군은 약 1/6 수준으로 감소시키므로써 그다지 효과가 없었다.

반면에, polysorbate 80을 첨가한 전해산화수 처리구의 경우에는 Fig. 3에서 보는 바와 같이, 무처리한 초기 시료의 총균수 및 대장균군수가 각각  $3.0 \times 10^6$  CFU/g 및  $4.7 \times 10^5$  CFU/g에서 polysorbate 80을 10 ppb 첨가한 경우, 총균수는 평균  $2.2 \times 10^5$  CFU/g, 100 ppb 첨가시  $4.5 \times 10^4$  CFU/g, 1 ppm 첨가시  $2.3 \times 10^2$  CFU/g, 10 ppm 첨가시  $1.5 \times 10^3$  CFU/g, 100 ppm 첨가시  $1.9 \times 10^5$  CFU/g을 나타내었으며, 수도수 처리구는  $2.1 \times 10^5$  CFU/g, polysorbate 80을 첨가하지 않은 전해산화수 처리구에서는  $7.1 \times 10^4$  CFU/g을 나타내었다. 그리고 대장균군수는 10 ppb 첨가시 평균  $1.2 \times 10^4$  CFU/g, 100 ppb 첨가시  $5.5 \times 10^2$  CFU/g, 1 ppm 첨가시  $1.5 \times 10^1$

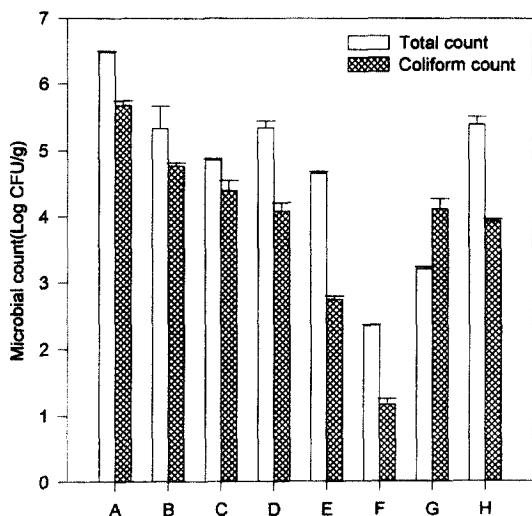


Fig. 3. Microbial count of lettuce immersed at electrolyzed acid water containing different concentration of polysorbate 80. A: not treated, B: immersed at tap water, C: immersed at electrolyzed acid water, D: immersed at electrolyzed acid water containing polysorbate 80 of 10 ppb, E: immersed at electrolyzed acid water containing polysorbate 80 of 100 ppb, F: immersed at electrolyzed acid water containing polysorbate 80 of 1 ppm, G: immersed at electrolyzed acid water containing polysorbate 80 of 10 ppm, H: immersed at electrolyzed acid water containing polysorbate 80 of 100 ppm.

CFU/g, 10 ppm 첨가시  $1.3 \times 10^4$  CFU/g, 100 ppm 첨가시  $8.5 \times 10^3$  CFU/g을 나타내었으며, 수도수 처리구는  $5.8 \times 10^4$  CFU/g, polysorbate 80을 첨가하지 않은 전해산화수 처리구에서는  $2.5 \times 10^4$  CFU/g을 나타내었다. 따라서, 시료중량 50배의 전해산화수에 polysorbate 80을 첨가한 경우에는 polysorbate 무첨가구에 비해 1 ppm의 농도로 첨가했을 때 최대의 살균력 상승효과를 나타내므로써 총균수는 전해산화수만을 사용한 경우에 비해 총균수의 살균율은 1/300 수준, 대장균군은 약 1/1,700 수준으로 감소시키므로써 현저한 상승효과를 나타냈다(Fig. 4).

#### Polysorbate 80 첨가 전해산화수의 침지시간별 미생물 변화

전술한 바와 같이 현저한 살균력 상승효과를 나타내는 처리조건인 1 ppm의 polysorbate 80을 첨가한 시료중량 50배의 전해산화수에서 침지시간에 따른 미생물변화와 처리수의 산화환원전위력(ORP), pH 및 차아염소산(HClO) 함량을 살펴본 결과, Fig. 5에 나타낸 바와같이 총균수는 침지처리 20분에  $6.5 \times 10^3$

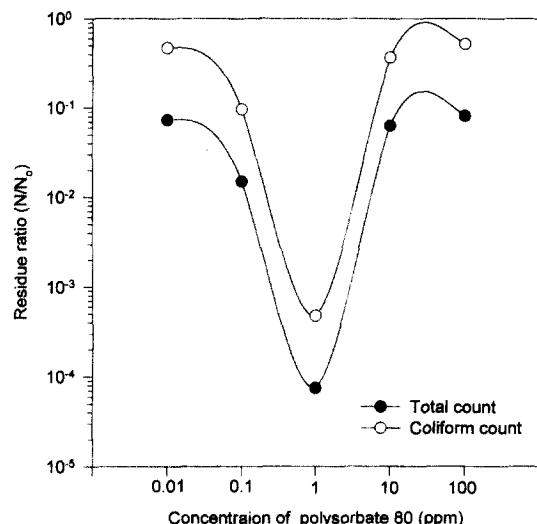


Fig. 4. Residue ratio of microbial counts of lettuce after immersion at electrolyzed acid-water containing different concentration of polysorbate 80.

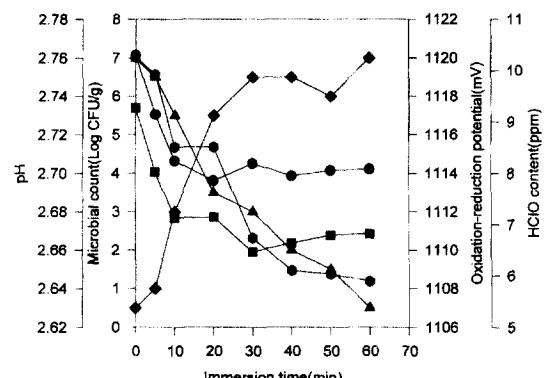


Fig. 5. Changes in microbial count, ORP, pH and HClO content of lettuce during immersion in electrolyzed acid water containing 1 ppm of polysorbate 80. ●—●: Total count, ■—■: Coliform count, ▲—▲: ORP, ◆—◆: pH, ▼—▼: HClO content.

CFU/g으로 나타나 무처리한 초기시료의 총균수  $1.2 \times 10^7$  CFU/g에 비해 약 1/1,800 수준으로 감소되었으며, 대장균군수는 침지처리 30분에  $9.0 \times 10^1$  CFU/g으로 초기균수  $5.0 \times 10^5$  CFU/g의 약 1/5,550 수준을 나타내었다. 그리고 총균수의 살균율은 침지 20분 후부터, 그리고 대장균군수 역시 30분 후부터는 감소율이 완만한 수준을 보이므로써 미생물 살균효과는 거의 초기 10분 이내에 가장 크게 나타났다. 시료 처리후의 전해산화수 물성의 변화는 ORP는 초기 1,120 mV에서 침지 60분 후에 1,107 mV로 다소 감소하였고,

**Table 1. Changes in color value of lettuce after immersion in electrolyzed acid water containing 1 ppm of polysorbate 80**

| Immersion time<br>(min) | Color value <sup>1)</sup> |             |            |
|-------------------------|---------------------------|-------------|------------|
|                         | L                         | a           | b          |
| 0                       | 45.20±3.12                | -21.56±0.09 | 31.62±1.54 |
| 5                       | 45.06±1.69                | -20.14±1.16 | 29.76±0.55 |
| 10                      | 47.71±1.19                | -21.53±0.35 | 31.84±1.02 |
| 20                      | 46.71±0.14                | -21.38±0.78 | 32.06±1.92 |
| 30                      | 48.35±2.11                | -21.47±0.58 | 33.17±2.49 |
| 40                      | 46.78±0.69                | -21.23±0.17 | 31.61±0.38 |
| 50                      | 46.68±1.69                | -20.80±0.79 | 31.19±0.70 |
| 60                      | 47.05±2.11                | -20.08±0.96 | 31.58±1.62 |

<sup>1)</sup>All values are expressed as mean of triplicated measurements.

pH는 초기 2.63에서 60분후 2.76으로 증가하였으며, 차아염소산 함량은 초기 10.28 ppm에서 침지 20분 후 8.51 ppm으로서 초기함량의 약 83%, 그리고 침지 60분 후에는 5.89 ppm으로 초기함량의 57% 수준을 나타내었다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 20분후의 급격한 살균력 감소는 차아염소산 함량과 같은 전해산성수의 살균력에 관여하는 물질의 급격한 함량감소와 밀접한 관계를 가지는 것으로 판단된다. 따라서 1 ppm의 polysorbate 80을 첨가한 전해산화수의 적정 침지처리 시간은 10~20분 이내가 좋을 것으로 여겨졌다. 그리고 Table 1은 1 ppm의 polysorbate 80을 첨가한 전해산화수를 사용하여 침지시간별에 따른 상치의 표면색도를 측정한 결과로서, L, a 및 b값은 침지처리 시간의 경과에 따라 초기치에 비하여 그다지 차이를 보이지 않았으며, 또한 침지시간에 따른 색차값  $\Delta E$ 를 비교하여 보아도 침지시간 60분까지  $\Delta E$ 값이 약 2.0이하로써 초기색에 비해 근소한 차이를 보여 주었다.

이러한 결과로 미루어 볼 때, 전해산화수가 강력한 속효성의 살균력을 가지고는 있지만 수처리 방식에 있어 물리적으로 대상 시료와의 접촉이 원활하지 않는다면 기대되는 살균효과는 감소될 수밖에 없으며, 살균력에 기여하는 화학물질의 농도를 적절하게 유지시켜 세정하는 것이 중요하다고 여겨진다. 한편, 内藤 등<sup>(11)</sup>의 연구에 의하면 채소류는 통상  $10^5 \sim 10^7$  CFU/g 이상의 미생물이 부착되어 있어 대단히 부패, 변질되기 쉬운 식품으로 이미 많은 연구가 진행되고 있는 오존수의 경우에도 초기치의 약 1/100 수준으로 감소시키므로써 저장성이 향상되었다고 소개하였으며, 近藤<sup>(11,12)</sup> 등은 최소가공된 채소를 0.2 ppm 농도의 오존수로 1시간 처리한 결과 대장균이 거의 사멸하였다고 보고 한 것과 비

교해 볼 때, Polysorbate 80을 1 ppm 첨가 한 전해산화수를 사용한 경우는 상당한 살균력 상승 효과를 나타내었다고 볼 수 있다. 또한, 이와 같은 결과는 물리력을 거의 가하지 않은 상태에서 처리 된 것으로 적절한 물리력을 부가할 경우 처리시 간 및 감소율을 보다 향상시킬 수 있을 것으로 판단 된다.

## 요 약

본 연구에서는 전해산화수의 세정 및 살균력 상승효과를 높이기 위하여 계면활성제중 친수성을 지닌 비이온계 계면활성제로서 polysorbate 20, 60 및 80을 농도별(10 ppb, 100 ppb, 1 ppm, 10 ppm 및 100 ppm)로 시료중량 50배의 전해산화수에 10분간 침지한 처리구와 전해산화수 만을 사용한 처리구에 있어 총균수와 대장균군수를 비교 검토한 결과, polysorbate 20을 10 ppm 첨가한 처리구는 무첨가 처리구에 비하여 총균수는 1/250 수준, 대장균군수는 약 1/4 수준으로 감소되며, polysorbate 60을 10 ppm 첨가한 처리구에서는 총균수가 1/20 수준, 대장균군수는 약 1/6 수준으로 감소되므로써 그다지 효과가 없었다. 반면에 polysorbate 80을 1 ppm 첨가한 처리구에 있어 총균수는  $2.3 \times 10^2$  CFU/g, 대장균군수는  $1.5 \times 10^1$  CFU/g으로 총균수의 살균율은 1/300 수준, 대장균군은 약 1/1,700 수준으로 감소시키므로써 현저한 상승효과를 나타내었다. 상치를 1 ppm의 polysorbate 80을 첨가한 전해산화수에서 침지시간에 따른 처리 결과, ORP, pH 및 표면색도의 변화는 미미하였으나 HClO 함량은 초기 10.28 ppm에서 침지처리 20분후에는 8.51 ppm으로 감소하였으며, 살균효과는 총균수가 침지처리 20분에  $6.5 \times 10^3$  CFU/g으로 무처리한 초기시료에 비해 약 1/1,800 수준으로 감소되었고, 대장균군수는 침지처리 30분에  $9.0 \times 10^1$  CFU/g으로 약 1/5,550 수준으로 나타났다.

## 문 헌

1. Kim, D.C., Kim, B.S., Jeong, M.C., Nahmgung, B. and Kim, O.W. Development of surface sterilization technology for fruit and vegetables. Korea Food Research Institute, Songnam, Korea, G1158-0755: 87-104 (1996)
2. Goodenough, P.W. and Atkin, P.K. Quality in Stored and Processed Vegetables and Fruit. Academic Press, London, UK (1981)
3. Gi, S.K. Food additive, 2nd, p. 269. Kong-il Press, Seoul, Korea (1994)
4. Ministry of Health and Welfare, Food Additives regulation, Korean Society of Food Industry, Seoul, Korea

(1997)

5. Sakai S. Application and development of electrolyzed-oxidizing water. *Food Industry* 30: 35-41 (1995)
6. Anon. Detergent and cleaner for food using emulsifier. *Food Industry (Korea)* 9: 112-116 (1998)
7. Minoru K. Application of electrolyzed-oxidizing water on food processing. *Shokuhin Kagyo Gisysu* 14: 332-338 (1994)
8. Suzuki, T. Electrolyzed NaCl solution in food industry. *Food Processing* 33: 10-14 (1998)
9. Jung, S.W., Park, K.J., Park, B.I. and Kim, Y.H. Surface sterilization effect of electrolyzed acid water on vegetable. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 1045-1051 (1996)
10. Silliker, J.H., Elliott, E.P., Baired-Parker, A.C., Bryan, F.L., Christian, J.H.B., Clark, D.S., Olson, J.C.J. and Roberts, T.A. *Microbial ecology of foods-Vol.I. Factors affecting life and death of microorganisms*. Academic Press, London, UK (1980)
11. Shigezo N. Studies on utilization of ozone in food preservation. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 38: 360-367 (1991)
12. Komiyama, K. Toxicological studies of electrolyzed water. *Food Processing* 33: 8-9 (1998)

---

(1999년 5월 11일 접수)