요 약 문

Ⅰ. 제 목

저온처리 전해산화수를 이용한 과채류의 선도유지 기술개발

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 중요성

국내산 과채류의 초기품질 유지(초기 미생물 제거 및 갈변 등의 억제)를 위한 방안으로 산지에서 수확 직후 기존의 침지 살수식 겸용 냉수냉각 방식에 저온처리한 전해산화수를 적용하여 처리하므로써 과채류의 유통, 저장시의 위해미생물 오염 방지 및 초기미생물 감소에 의한 안전성 및 저장성 향상을 꾀하기 위함.

또한, 처리기술을 과채류 생산단지 및 가공 유통업체 등에 보급, 활용하므로써 국내산 과채류의 품질고급화로 국제 경제력 제고 및 생산농가의 소득증대에 기여하고자 함.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

ㅇ 전해산화수의 물리적 특성 조사

- 염농도 및 보관온도에 따른 특성변화
- 혼합 및 가열조건에 따른 특성변화

ㅇ 전해산화수의 미생물학적 세정효과 조사

- 산화환원전위차, 처리시간 및 냉수온도별에 따른 미생물 사멸효과
- 냉각에 의한 전해산화수의 물리력 변화 및 살균효과 검토

ㅇ 세척방식에 따른 표면살균력 효과 비교 시험

- 침지식, 유수식, 샤워식 등 처리 방법에 따른 비교
  (살균효과 및 산화환원전위차, pH, 차아염소산 함량 등)
- 기존 수냉각 처리방식과의 비교 검토: 이화학적 및 관능적 품질 비교

ㅇ 계면활성제의 첨가에 의한 세정, 냉각겸용 살균처리 기술개발

- 사용회수 및 물리적 세정방식 도입에 따른 미생물 살균효과 및 물리, 화학적 특성조사
- 적정량의 계면활성제를 첨가한 전해산화수를 이용하여 세정 및 냉각처리한 과채류에 있어서의 저온유통 중의 품질변화 검토

ㅇ 상업용 세척/냉각 겸용시스템의 효율성 검토

- 세정방식 도입에 따른 적정 사용 조건의 설정시험;
  초음파, 교반, 살수, 공기분사 등의 물리적 혼합세정방식에 의한 살균효과 증대 방안 검토

Ⅳ. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

기능수의 하나인 전해산화수의 식품가공 분야 응용 가능성을 검토하고자 전해산화수의 보관조건에 따른 특성 및 미생물에 대한 실험적 살균효과와 상추, 쑥갓 및 케일, 아가리쿠스 버섯을 대상으로 표면살균 효과를 확인하였으며, 이를 토대로 제균 매체로서의 적용 가능성과 돈육, 육계의 표면미생물 살균을 통한 저장성 연장 등 실용적인 산업화 응용 가능성을 도모하였다.
그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 전해산화수를 밀폐 용기에 담아 5℃, 10℃, 15℃ 및 20℃에 보관하면서 산화환원전위(ORP), 차아염소산(HClO) 함량 및 pH를 살펴본 결과, 산화환원전위은 보관온도에 관계없이 보관 35일까지는 초기값과 거의 차이를 나타내지 않았으나 보관 40일째에는 다소 저하하였으며, 차아염소산 함량은 5℃ 보관에서는 보관 35일까지는 큰 변화를 보이지 않았다. 반면에, 보관용기의 두껑을 밀폐하지 않은 상태로 저장한 경우, 5℃ 저장 3일째, 20℃보관 1.5일째에 ORP는 1,100 mV 수준으로 낮아졌으며, HClO 함량은 5℃저장 6일째, 저장 20℃에서는 2일째 급격히 감소하였다. 그리고, 염농도와 수온에 따른 전해산화수의 물리적 특성을

살펴본 결과, 전해산화수의 ORP는 염농도와 수온에 따라 다소 차이를 보여, 염농도 19% 이하에서는 수온이 ORP값의 변화 요인으로 작용하여 수온 20℃에서 가장 높게 나타났으며, 염농도가 20%에서 25%에서는 염농도가 증가하여도 ORP에는 그다지 영향을 미치지 못하여 ORP값은 염농도 20%에서 가장 높고 수온에 의한 영향이 가장 적게 안정적으로 나타났다.

2. 시험관내에서 전해 산화수의 미생물 사멸효과를 검토한 결과, *Aspergillus niger*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Lactobacillus plantarum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Enterococcus faecalis* 등은 5 10분 후에 < 101 CFU/ml를 나타내어 모두 사멸되는 것으로 나타났으며, 딸기에서 분리한 탄저병균, 재빛곰팡이균, 윤반병 및 무름병균에서도 5분 후에 모두 사멸되는 것으로 나타났다.

3. 5℃로 냉각한 전해산화수를 사용하여 상추를 대상으로 침지, 분사, 유수 및 다단 침지법에 따른 세척방법별 살균효과 및 저장중 품질변화를 조사한 결과, 세척방법별에 따른 미생물 살균효과는 전해산화수로 2분간 3회 처리한 다단 침지방식이 가장 우수하였다.

4. 2분간 3회 처리한 다단 침지방식으로 처리한 후 포장하여 10℃ 저장하였을 때의 저장기간에 따른 품질변화는, 초기 총균수는 전해산화수 처리구가 무처리구 및 수도수 처리구에 비해 각각 1/300 및 1/100정도 낮았고, 대장균군수도 침지 초기에는 전해산화수 처리구가 3.1×103 CFU/g으로 무처리구의 1/3,000 수준으로 매우 낮게 나타났으나 저장 3일 후부터는 무처리구와 유사한 수준이었다. 저장중의 색도변화는 전해산화수 처리구가 무처리 및 수돗물 처리구에 비해 L 및 b값이 다소 높게 나타났으며, 클로로필 함량은 초기에 무처리구보다 9% 적은 값을 나타내었으나 저장기간이 경과하면서 무처리구와 거의 같은 수준으로 감소하였다. 폐기율은 저장 6일까지 전해산화수로 침지한 상추가 타 처리구에

비하여 가장 낮게 나타났으며, 종합적 기호도는 저장 3일까지, 외관적 품질은 저장 6일까지 전해산화수 처리구가 무처리구보다 나은 것으로 나타났다.

5. 쑥갓과 케일을 5℃로 냉각한 전해산화수에 2분 3회 다단침지 처리한 후 저장 중의 품질변화를 조사한 결과, 쑥갓의 경우 총균수는 무처리 쑥갓에 비해 평균 1/130, 대장균군수는 평균 1/1,170, 케일의 경우 총균수는 무처리 케일에 비해 평균 1/870, 대장균구수는 평균 1/470 수준으로 감소하였으나 10℃ 저장 6일후부터는 무처리, 수도수 침지 처리구와 유사한 수준으로 증가하였다. 저장 중의 중량감소율, 폐기율, 색도 변화, 클로로필 함량 변화 및 관능적인 특성도 전해산화수 처리구가 무처리와 수도수 처리구에 비해 다소 양호하게 나타났다.

6. 전해산화수를 이용하여 국내에서 유통되고 있는 계육의 침지시간별 표면미생물균 변화를 살펴본 결과, 수도수는 침지 5분 후까지 약 1/10 수준으로 감소하였으며, 전해산화수 처리구는 침지 5분후 1/100로 감소하였다. 그리고 2℃에 저장하면서 미생물균과 휘발성염기태질소함량을 측정한 결과, 수도수 처리구는 저장 3 6일후 초기 부패수준에 도달한 반면, 전해산화수 처리구는 저장 9일후에도 초기 부패 수준에 미치지 않았다.

7. 살균효과 증대를 위한 방안으로 초음파, 교반에 의한 와류 및 공기분사 등의 물리력 부가에 따른 세척방법별 표면살균효과를 검토한 결과, 초음파 세척방법이 총균수는 20분 침지 후에 약 1/1,330 1/1,769 수준으로 현저한 감소를 나타내었으며, 대장균군은 10분 침지 후에 사멸하는 상승효과를 보였다. 이에 따른 색도 변화도 침지 처리시간별에 그다지 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

8. 전해산화수의 세정 및 살균력 상승효과를 높이기 위하여 계면활성제중 친수성을 지닌 비이온계 계면활성제인 polysorbate 20, 60 및 80을 시료중량 50배의 전해산화수에 농도별(10 ppb, 100 ppb, 1 ppm, 10 ppm 및 100 ppm)로 첨가하

여 10분간 침지한 처리구와 전해산화수 만을 사용한 처리구에 있어 총균수와 대장균군수를 비교 검토한 결과, polysorbate 80을 1 ppm 첨가한 처리구에 있어 총균수의 감소율은 1/300 수준, 대장균군은 약 1/1,700 수준으로 감소시키므로써 현저한 상승효과를 나타내었다. 1 ppm의 polysorbate 80을 첨가한 전해산화수를 이용하여 상추의 침지시간에 따른 변화를 살펴본 결과, 표면 색도의 변화는 미미하였으며, 살균효과는 총균수가 침지처리 20분에 6.5×103 CFU/g으로 무처리한 초기시료에 비해 약 1/1,800 수준으로 감소되었고, 대장균군수는 침지처리 30분에 9.0×101 CFU/g으로 약 1/5,550 수준으로 나타났다.

따라서, 본 기술은 수처리에 의한 식품가공 산업에 있어 위해 미생물 오염의 극소화를 위한 전해산화수의 효과적 응용 방안 제시와 저온살균, 세척 및 냉각 겸용 기술의 응용에 따른 국내 식품가공기계 산업의 기술축적 뿐만아니라 수확후 세척 및 냉각처리에 따른 저장성 증대와 폐기율 감소 효과, 미생물학적 위해 요소 감소에 따른 소비자 보호로 고품질의 부가가치 증대에 따른 생산자 단체의 소득 증대에 기여할 것이다. 그리고, 예상 활용분야는 산지에서 최소가공을 요하는 신선 채소류 및 청과물의 선도연장 및 살균효과를 통하여 미생물학적 위해인자를 최소화시키고 전처리 공정으로 수처리를 반드시 요하는 원료농산물에 확대 적용가능할 것으로 예상된다. 즉, 국내의 과채류 산지 집하장 및 전처리 시설, 농산물 유통센타, 세척 및 냉수처리 시스템 제작 및 설계업체, Minimal Processing을 이용한 외식산업 분야 등에 활용될 것이다.
따라서 본 기술의 활용을 위해 매년 실시되는 농민, 생산자 단체 및 협회의 가공기술 교육의 정규과목으로 설정할 수 있도록 통보함과 아울러 기존 농축산물 가공업체에도 홍보 및 기술지도가 가능토록 과제 종료후의 활용과 관련한 연구비 지원 등의 정책적인 지원이 마련되었으면 한다.

SUMMARY

Use of electrolyzed acid water(EAW) has become popular for sanitation in the fields of the various food. In this study, by reviewing the experimental effects of sterilization on microorganism and the physicochemical characteristics and of electrolyzed acid water, the antimicrobial effects and quality characteristics during storage on lettuce, crown daisy, kale, agaricus mushroom and chicken meat by various washing type using cooled electrolyzed acid water, the cleaning effect of leafy vegetables using the system with ultrasonic waves, agitation power and air pressure, and the sterilization effect of cooled electrolyzed acid water using polysorbates at various kinds and concentrations in immersion washing process were investigated.

The results obtained from this study are summarized as follows;

1. In case of closed storage, storage temperature from 5℃ to 20℃ had not caused significant change on ORP(oxidation reduction potential), pH and HClO of electrolyzed acid water during 35 days, but in case of open storage at 5℃ caused remarkable changes on it's properties until 3 days. ORP in manufacturing condition of electrolyzed acid water showed the highest value in NaCl concentration of 20% and water temperature of 20℃.

2. The effect of sterilization *in vitro* showed that microorganism of *Aspergillus niger, Bacillus cereus, Escherichia coli, Lactobacillus plantarum, Pseudomonas fluorescens, Staphylococcus aureus, Salmonella typhi, Enterococcus faecalis,* yeast and mold were reduced to < 101 CFU/㎖ until 5 minute.

3. The better results of antimicrobial effects on lettuce by the multi-stage immersion type treatment with frequency of 3 times at 2 min intervals can be obtained than by the other washing types using electrolyzed acid water of 5℃.

4. In quality changes of lettuce treated with frequency of 3 times at 2 minute intervals during storage at 10℃, the initial total count of microbial was lower to 1/300 and 1/100 respectively compared with 5.8×105 CFU/g in non-treated lettuce and 2.3×105 CFU/g in tap water. Also the count of coliform was significantly decreased to 3.1×103 CFU/g just after treatment. However, the microbial levels of lettuce immersed in electrolyzed acid water became similar to those of non-treated lettuce after 3 days storage at 10℃. In case of color changes during storage, L and b values in electrolyzed acid water were somewhat higher than those in other treatments. Chlorophyll content of lettuce immersed in electrolyzed acid water was 9% lower than those of non-treatment initially but decreased to the same level of other treatments. Decaying ratio showed the lowest value in lettuce immersed in electrolyzed acid water until 6 days of storage. The sensory tests shows that overall acceptability and appearance of lettuce immersed in electrolyzed acid water are higher than those of other treatments until 3 days and 6 days of storage.

5. Quality changes of crown daisy and kale using multi-stage immersion type treatment with 3 times at 2 minute by cooled electrolyzed acid water showed significant lowering effect of total microbial count and coliform, in other words, as the level of 1/130 and 1/1,170 in crown daisy, 1/870 and 1/470 in kale respectively. However, total microbial count and coliform were

increased to some level after 6 days storage at 10℃. Weight loss, decay rate, rupture strength, color value, chlorophyll content and overall organoleptic properties of crown daisy and kale treated by electrolyzed acid water during storage showed better results than other treatments.

6. The antimicrobial effect by immersion time of chicken meat using cooled electrolyzed acid water were investigated. The count of surface microbial was lower to the level of 1/100 compared with the level of 1/10 in tap water treatment after 5 minute.

7. The washing and antimicrobial effects is affected by adding various washing system, such as ultrasonic wave, agitation power and air pressure, were investigated. The washing method adding ultrasonic wave system showed better results than the other washing methods, such as remarkable reduction of the level 1/1,330 to 1/1,769 in microbial initial total count after 20 minute and the reduction of coliform count to <101 CFU/㎖ after 10 minute.

8. To enhance the cleaning and sterilization effect of cooled electrolyzed acid water on lettuce, several kinds of polysorbates were used at various concentrations in washing process. In case of the treatment containing polysorbate 20 and 60 did not show a significant sterilization effect. Otherwise, the total and coliform counts of lettuce in electrolyzed acid water containing 1 ppm of polysorbate 80 was reduced to the level of about 1/300 and 1/1,700 of those in non-treated one after 10 minute. And 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 minute and 1/5,550 after 30 minute compared with those of non-treated lettuce.

CONTENTS

목 차

제 1 장 서 론

최근들어 국민소득 증대로 인한 국민식생활 향상에 따라 신선 채소류를 그대로 또는 착즙하여 음용하는 형태의 소비가 급증하므로써 유통물량의 증대와 더불어 소비구조가 영양, 위생, 안전, 기호, 편의성 등의 소비취향과 같이 양적인 측면보다는 질적인 측면으로 전환되고 있어 우수한 품질의 과채류를 선호하는 경향이 두드러지고 있다. 특히, 상추, 쑥갓 및 딸기 등 대부분의 청과물은 세정후 그대도 식용하는 기회가 증가하며, 또한 건강문제에 대한 관심이 고조되면서 샐러리, 신선초 등을 착즙하여 음용하는 가정이 증가함에 따라 최소가공(minmal processing)된 야채의 유통이 콜드체인 형태로 전환되고 있으나 청과물 표면에 오염되어 있는 대부분의 위해 요소들은 간단한 세척과정으로 거의 제거되지 않기 때문에 식용시 국민건강 측면에서 문제를 야기시킬 수 있어 가시적인 살균효과를 부여할 수 있는 방법이 필요한 실정이다. 채소류의 품질저하는 주로 저장·유통중 자가호흡과 관련된 생리적인 변화와 더불어 미생물에 의한 영향을 받게 되는데, 주로 재배시 오염된 미생물에 의한 부패와 결점 등이 품질저하의 주요인을 초래하게 된다. 신선한 채소 잎에는 대략 104 106CFU/g의 총균수, 103CFU/g의 품질열화과 관계하는 미생물 및 101 103CFU/g의 부패균 *fluorescent pseudomonas* 등이 존재하는 것으로 보고하고 있다. 그러나 채소류와 같은 생체식품은 제품 특성상 가열살균을 비롯한 가혹조건에서의 살균처리가 어렵고, 기존의 살균제 이용은 소비자의 기피 및 인체 유해성 등으로 사용범위에 많은 제한을 안고 있다. 한편, 식품의 저장성 증진을 위해서는 자체 호흡을 완화시키는 예냉, MA 및 CA 저장법 등 다양한 연구가 이미 실용화가 이루어지고 있고, 미생물학적 초기 오염을 최소화시킬 수 있는 오존가스 처리, 방사선 조사, UV 조사 및 약제처리 등을 이용한 전처리 방법은 기 연구된 바가 있으나 인체 유해성 및 항균 스펙트럼 한계 등으로 인해 실효성이 다소 떨어져 실용화 단계까지는 미치지 못하고 있는 실정이

므로 인체 유해성이 없고, 넓은 항균 스펙트럼과 속효성을 나타내는 새로운 세정·제균 매체의 개발이 요구되고 있는 실정이다. 이미 선진 외국에서는 선도에 영향을 미치지 않고 인체에 무해한 살균효과를 가지는 살균기술의 개발에 주력하고 있고, 일부는 식품산업과 청과물 유통에 부분적으로 적용되어 품질의 고급화를 도모하고 있는 실정을 감안할 때 적합한 표면살균 기술의 개발 필요성은 매우 절실하다고 볼 수 있다.

한편, 국내 농산물의 주된 유통방법 및 형태는 산지에서 수확된 후 아무런 전처리 과정없이 농산물의 특성에 따라서 산물 또는 규격 포장 상자를 이용하여 대부분 원형상태로 도심지에 운반된다. 국내 채소의 생산품목 중 생산량이 많은 무, 배추, 파 등의 경우 생산지에서 수확된 원형 그대로의 생물 상태로 대부분 5 6단계의 복잡한 유통 단계를 거쳐 생산자에서 소비자에게로 공급되고 있다. 이러한 결과 소비지로 운반된 채소류는 도시의 도매상에서 소매상으로 유통되는 과정에서 많은 폐기물과 흙 등 환경오염 물질을 발생시켜 도시환경 오염의 주요 원인이 되고 있다. 배추의 경우 원료 폐기물로 소비지에서의 감모율이 20 30% 정도로 매우 심각한 수준에 이르고 있다. 이러한 유통형태는 도시로의 농산물 폐기물 유입과 외관의 불량 그리고 부적합한 유통조건으로 선도 하락 등 상품가치를 저하시키고 소비자의 구매력을 감소시키므로 농가의 소득 감소 현상을 일으키는 주원인이 되고 있다. 이러한 측면에서 볼 때, 신선채소는 처리 공정상 토양 및 전처리 라인으로부터의 미생물 오염은 피할 수 없으며, 저장기간에 따른 채소 자체의 품질저하와 더불어 위해성 오염 미생물의 혼입과 이에 따른 위해 가능성은 항상 상존하고 있으므로 산지 또는 집하시설에서 세척 및 살균효과를 동시에 지닌 산화전해수에 의한 수처리 전처리는 유통중 품질저하의 방지 뿐만아니라 재처리하여 원래의 물로 환원시킬 수 있어 환경오염을 전혀 일으키지 않으며, 물을 전기분해하여 만들므로써 초기 장비만 구입하면 운전경비는 거의 없다는 이점이 있어 산화전해수에 의한 수처리 이용 가능성은 매우 필요하다고 판단된다.

전해산화수는 소량의 식염을 수도수에 첨가, 전기분해하는 것으로 얻어지는데

산화-환원전위(Oxidation-reduction potential: ORP)가 +1,000mV 이상이며, pH 2.7 이하이다. 일본에서 1992년 전해산화수에 대한 공적인 연구과제가 탄생되어 이에 대한 연구가 진행되어 오고 있는데 일반적인 화학적 생성 기작은 다음과 같다.

(양극측)	$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e$	+1359.2 mV
	$Cl_2 + H_2O \Leftrightarrow HCl + HClO$	
	$H_2O \rightarrow 1/2\ O_2\uparrow + 2H^+ + 2e$	
(음극측)	$2H_2O + 2e \rightarrow H_2\uparrow + 2OH^-$	-827.8 mV
	$Na^+ + e \rightarrow Na$	
	$Na + H_2O \rightarrow NaOH + 1/2H_2$	

통상 생성된 전해산화수의 일반적인 특징은 Table 1과 같으며, 강력한 살균력, 처리대상의 제약이 적으며, 잔류물이 없고 물 자체의 오염에 따른 2차적인 오염 가능성이 없다는 이점이 있다.

그리고, 전해산화수가 갖는 살균력은 산화수에 기체 수화상태로 녹아있는 Cl^-의 산화력에 의한다는 주장과 이 외에도 높은 산화환원전위력, 용존산소 등에 의한다는 연구가 주로 발표되고 있으나 정확한 기작은 아직 밝혀져 있지 않은 상태이다. 전해산화수에는 상기와 같이 용존한 Cl^-가 존해함에 따라 환기가 필요하며, 최근에는 염소의 발생량을 극히 억제하는 장치나 염소계를 대체한 산소계의 강산성 전해산화수가 제조되는 장치가 개발되고 있다.

전해산화수의 응용 분야는 이미 일본 등에서 병원, 의료관계에서의 병원성균 살균, 수술용 기구 살균, 소독, 조리실 청소 등에 사용하고 있고, 호텔 등지에서는 도마, 행주에서 살균효과를 나타내었다고 하였다. 식품가공 분야에서는 사용기기류의 세정과 살균에서부터 식육 햄의 살균 등에 관한 시험적 연구가 있어 왔고, 채소류의 세정 및 살균 등에서의 살균효과에 대한 검토가 일부 이루어져

Table 1. General physicochemical properties of electrolyzed acid-water

pH 범위	2.5 3.0
산화환원전위	1,000 mV 1,200 mV
용존산소	10 50 ppm
산화력	강산화력
보존성	밀폐용기내 1개월, 개방용기 3일
자외선 반응	활성염소농도 저하
살균속도	속효성, 유기물 존재하 또는 중화후는 지연성

있다. 하지만 전해산화수의 미생물에 대한 강력한 살균력 외에는 아직 과학적으로 입증할만한 전해산화수 자체의 물성에 관련된 특성이 규명된 바가 없어 향후 물성과 관련된 응용 범위의 확대가 기대된다.

이러한 전해산화수 관련 연구를 살펴보면, 일본에서 中山이 절단한 양배추, 오이, 파를 대상으로 pH 2.4 2.6, ORP +1,000mV의 강산화수 1l에 1 5분간 침지 후 살균효과를 조사한 결과 양배추와 오이에서는 일반세균이 1/100 1/1,000이 되었고 대장균은 음성을 나타냈다고 보고 하였으며, 小野는 상추를 pH 2.7 3.0, ORP +1,000 1,200mV의 강산화수에서 제균효과를 조사한 결과 10^{10}의 세균이 1 5분간의 침지로 10^{1} 10^{2} 수준으로 감소하였다고 보고하여 전해산화수의 신선채소류에 대한 세정 및 제균매체로서의 활용 가능성을 제시하였다. 이외 식품가공분야에 있어서는 곤약 제조시 충진수로서의 이용, 두부 제조에 있어서 원료대두의 침지수로 활용하여 세정, 미생물의 살균과 포자 발아 억제 및 사멸 효과와 더불어 두부의 가공적성이 개선되었음을 보고하였다. 의료분야에 있어서는 一色 등이 강산성 이온수로서 대장균, 황색포도상구균 등을 대상으로 소독효과를 검토한 결과 1분 이내에 사멸되는 것을 확인하였고, 岩尺은 전해 산화수의 *in vitro* 항미생물효과를 검토하여 전해산화수가 매우 폭넓은 항균 스텍트럼을

가짐을 확인하였다. 또한 최근에는 치과의료분야에서 충치균 등의 억제와 아스트린젠트 효과에서 아토피성 피부염의 치료에 관해 연구가 되고 있으며, 增谷 등은 임상적으로 분리된 균주에 대한 살균효과를 검토하였다. 이외 농업분야에서의 과실, 화훼류의 살포, 비닐하우스 내의 세정 및 제균 효과 등이 보고되는 등 계속적인 연구가 진행되고 있다.

국내에서도 김 등이 *Bacillus* sp. *Staphylococcus* sp.와 효모 등을 대상으로 전해산화수의 노출시간에 따른 살균력을 검토하여 의료용 기구의 살균 및 소독제로서의 적용가능성을 확인한 것 외에는 주로 손 등은 전해산화수의 살포에 따른 수확 전후의 원예작물의 생리에 미치는 영향을, 그리고 양 등은 전해산화수를 농약 대체용으로 사용한 재배에 관해, 최 등은 전해산화수를 오이의 병해 방제용으로 사용하여 농약 대체효과를 확인하였고, 양 등은 산화전해수 처리에 따른 병해방지 및 저장 효과를 시험하는 등 주로 농업분야에서의 적용 가능성을 검토한 연구 사례가 다수 보고되고 있다. 그리고 당 연구자는 전해산화수를 이용하여 식품가공 분야 응용가능성을 확인하고자 미생물에 대한 실험적 살균효과와 배추, 양배추, 케일 및 상추를 대상으로 표면살균 효과를 확인하였으며, 이를 토대로 비살균식품인 김치의 제조시 원부재료의 세정 및 제균 매체로서의 적용 가능성과 돈육, 육계의 표면미생물 살균을 통한 저장성 연장 등 실용적인 산업화 응용 가능성을 살펴본 경험이 있다.

따라서, 우리나라에서도 산지에서 수확후 미생물의 초기오염도를 최소화하고 유통중의 온도상승 및 수분감소에 의한 품질저하를 방지하기 위해 살균력 및 세정효과가 뛰어난 산화전해수를 이용하여 예냉 처리하므로써 과채류의 저장성 및 부가가치를 향상시킬 기술 및 응용면이 매우 필요한 시점으로 판단된다.

제 2 장 재료 및 방법

1. 재료 및 전처리

실험에 사용한 상추, 쑥갓 및 케일 등은 현지에서 당일 새벽에 수송되어 온 신선한 것을 서울 가락시장에서 구입하여 사용하였으며, 아가리쿠스 버섯은 여주 임협(경기도)에서 당일 수거한 시료를 5℃이하로 저온처리하여 운반한 신선한 시료를 실험에 사용하였다. 그리고 계육 시료는 A사의 유통품으로 polyethylene film에 포장된 닭가슴 부분육(1,163±16g)을 구입하여 아이스박스로 실험실로 운반하여 2℃에 저장하면서 시료로 사용하였다. 닭가슴살로부터의 검체의 채취는 채취가 용이한 일정 부위을 선택하여 육표면 10cm2로부터 5회 swabbing한 후 이를 희석액에 단계 희석하여 사용하였다. 이때 사용한 희석액은 0.85% NaCl을 함유한 1% 펩톤수(peptone solution)였으며 사용전 반드시 2℃로 냉각하여 사용하였다.

한편, 세척방식에 따른 전처리는 냉각조(100×90×70 ㎝)에서 4℃±1.0℃로 처리한 전해산화수를 사용하여 침지식은 침지조에서 시료중량비에 따라 침지수량과 시간을 달리하면서, 유수식은 시료 중량비에 따른 전해산화수를 아크릴 유수조(ψ15×L100 ㎝)를 통해 흐르도록 하면서, 그리고 살수식은 ψ0.7 ㎜의 노즐 24개를 통해 15 L/min의 속도로 살수시키면서, 다단침지식은 시료중량비에 따라 처리시간 및 처리횟수를 각각 변화시키면서 처리하였다. 이때 처리한 엽채류의 시료량은 1 batch당 1 kg씩 처리하여 PE film으로 100±5g 단위로 포장하여 사용하였으며, 아가리쿠스 버섯은 전해산화수로 약 1분간 침지·탈수한 다음 보습 씨트로 개체 포장한 아가리쿠스 버섯을 1㎏씩 스치로폴 박스에 넣어 5℃에 저장하였다. 그리고 polysorbate처리는 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.

2. 전해산화수 제조

실험에 사용한 전해산화수는 전해산화수생성기(경우테크, Model: GRA 1200)로 제조한 산화환원전위와 pH가 각각 1,150 1,200 mV, pH 2.4 2.6인 전해산화수를 사용하였다.

3. 전해산화수의 물성 측정

전해산화수의 pH는 pH meter(Suntex, 2000A, USA)를 사용하였으며, 산화환원전위(oxidation-reduction potential; ORP)의 측정은 ORP meter (RM-12P, TOA Electronics, Japan)를, 그리고 차아염소산(HClO) 함량은 전해산화수 50 mL에 요오드화칼륨 2 g, 초산 10 mL와 전분 지시약을 0.5 mL 가하여 흑갈색이 되도록 한 후 치오황산나트륨 용액 10 mL로 흑갈색의 용액이 투명해질 때까지 적정하였다.

4. 이화학적 성분분석

중량감소는 초기중량에 대한 감소중량을 백분율로, 부패율은 초기시료의 개수에 대한 부패시료(변색 및 비가식화된 것이 30%이상인 것)의 개수를 백분율로 표시하였다. 표면색깔은 색차계 (Chroma meter, CR-200, Minolta Co., Japan)를 사용하여 포장단위당 3개의 시료를 선정, 일정한 표면부위 3 곳을 각각 3회 반복 측정하여 L, a, b 값으로 나타내었다. 그리고 총클로로필 함량은 AOAC법에 따라 분석하였으며, 휘발성염기태질소(Volatile basic nitrogen: VBN)는 Conway unit를 이용한 미량확산법으로 분석하였다.

5. 조직감 측정

아가리쿠스 버섯의 경도는 갓 부분과 줄기부분을 각각 분리하여 압착실험을 통하여 측정하였으며, 압착실험은 Texture analyzer (TA-XT2, Stable Micro System Ltd., England)를 이용하여 rupture test로 측정하였다. Rupture test에

사용된 probe는 φ5.0 ㎜의 stainless steel rod형이며, 선박 이동속도 0.5 mm/sec, 이동거리 4.0 ㎜로 고정하였고, 측정시 시료가 움직이지 않도록 시료 지지대를 사용하였다. 측정결과는 probe가 접촉한 시료의 단위면적에 가해진 힘인 rupture strength(g/cm2)로 표시하였으며 한 포장구에서 3개의 시료를 무작위로 추출, 각 시료에 대해 3회 반복 측정한 후 평균치로 나타내었다.

Table 2. Operation condition of compression test

Index	Condition
Type	Measure force in compression
Distance	4.0 ㎜
Test speed	0.5 ㎜/s
Probe diameter	5.0 ㎜

6. 미생물 측정

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 희석하고 배지에 pour plating한 후 배양하여 계수, 환산하였다. 총균수는 PCA (Plate Count Agar, Difco Lab.)을, 대장균군은 Chromocult agar(Merck Co.)를 사용하여 측정하였다.

한편, 전해산화수의 미생물에 대한 영향을 알아보기 위해 공시균주로 사용한 슈도모나스 플루로리슨스[*Pseudomonas fluorescens*(ATCC 2344)], 락토바실러스 플란타럼[*Lactobacillus plantarum*(ATCC 3108)], 아스페르길루스 니게르[*Aspergillus niger*(ATCC 6144)] 및 엔테로코크스 패칼리스[*Enterococcus faecalis*(ATCC 3206)]는 유전공학연구소 유전자은행에서 분양 받아 사용하였으며, 딸기에서 분리한 재빛곰팡이(BC3), 윤반병, 탄저병(CGF37) 및 무름병 균주

는 논산 딸기시험장에서 분양 받아 사용하였다. 한편, 슈도모나스 플루로리슨스, 락토바실러스 플란타럼 및 엔테로코크스 패칼리스의 배양과 계수는 Nutrient medium(Difco 사)를, 아스페르길루스 니게르, 재빛곰팡이균, 윤반병균, 탄저병균 및 무름병균의 배양과 계수는 Yeast & Mold agar(Difco 사)를 사용하였다.

그리고, 미생물 생육저해 효과시험을 위해 슈도모나스 플루로리슨스, 락토바실러스 플란타럼 및 엔테로코크스 패칼리스, 아스페루길루스 니게르, 재빛곰팡이(BC3), 윤반병, 탄저병(CGF37) 및 무름병균의 전해산화수에 의한 사멸효과의 측정은 이들 공시균주를 25 37℃에서 24 72시간 배양한 후 전해산화수 100 ml가 든 삼각플라스크에 배양액 1%(v/v)를 접종하여 25℃ incubator에서 배양하면서 배양후 0분, 10분, 20분, 40분, 60분이 지나 각각 1 ml씩을 취하여 멸균 생리식염수로 단계적으로 회석한 다음 배지에 도말하였다. 도말한 배지는 25 37℃에서 24시간 배양한후 선택계수하여 배양시간별의 균수를 계수하였다. 대조구는 전해산화수 대신 증류수를 사용한 것으로 하였다.

7. 잔류 농약 검사

가. 재료

표준물질로서 사용한 aldrin, α-BHC, captafol, captan, dieldrin, *o,p*-DDD, *p,p*-DDD, endrin, α-endosulfan, β-endosulfan, endosulfan sulfate, PCNB (Pentachloronitrobenzen), procymidone, carbendazim, metalaxyl, chlorpyrifos는 모두 Supelco사 농약분석용 표준품을 사용하였다. 본 시험에 사용한 농약은 Table 3에서와 같이 상추에서 검출된 적이 있는 농약과 일반적으로 작물에서 검출되는 농약을 고려하여 선정하였다. 한편, 분해능 실증시험에서 사용한 상추는 가락시장에서 구입하여 사용하였으며, 잔류시험용으로 사용한 대상농약은 Table 4와 같다. 침지용 농약액에 사용한 전착액은 (주) 동방 아그로의 제품을 시험에 사용하였다.

Table 3. Pesticides detected in lettuce.

Pesticides	Years	No. of sample	ratio(%)
Azinpos-methyl, BPMC, BHC, Carbaryl, Captafol, Captan, EPN, Chlorpyrifos, diazinon, Dimathoate, Dicofol, Fenthion, Fenitrothion, Isoprocarb, Malathion, Parathion, Phosmet, Phenthoate	'83-'90	128	13.1

*source: **개인통신, 한국소비자보호원**

Table 4. Commercial pesticide products used in this experiments.

Commercial name	Main pestiside components	Concentration (%)	Product type
프로파 수화제	Procymidone	50	solid
고추탄 수화제	Carbendazim	40	solid
리도밀 엠 지	Metalaxyl	7.5	solid
지오릭스 유제	Endosulfan	35	liquid
다이아톤 입제	Diazinon	3	solid
더스반 수화제	Chlorpyrifos	25	solid

나. 시험방법

1) **시료의 전처리**

시험관 내에서의 전해수의 농약 분해 효과를 검토하기 위하여 전해산화수, 전해알칼리수 및 증류수가 든 시험관내에 농약 표준품 aldrin, α-BHC, captafol, captan, dieldrin, *o,p*-DDD, *p,p*-DDD, endrin, α-endosulfan, β-endosulfan, endosulfan sulfate, PCNB(Pentachloronitrobenzen), procymidone, carbendazim**을 각각** 5 ppm, 10 ppm**의 농도가 되도록 첨가하고 약** 24**시간 후 농약 잔류량을 분석하는 분해능 확인 시험을 실시하였다.**

그리고 분해능 실증시험에서는 Table 4의 상업용 농약을 각 농약 성분별로 100 ppm 농도로 제조한후 0.35 ㎕/㎖ 농도의 점착액을 첨가한 것을 농약시험으로 하여 상추를 시료로 다음과 같이 전처리 하였다. 즉, 상추를 중량비 5배수의 농약시험액에 5분간 침지하고 자연 탈수시키면서 잎의 외부에 묻어 있는 물기를 충분히 건조시킨 다음 시료 중량비 50배수의 전해산화수, 전해알칼리수 및 증류수에 각각 10분간 침지시키고 다시 자연 탈수시키면서 잎 외부에 묻어 있는 물기를 건조시킨 다음 24시간 내에 농약 잔류량 분석용 시험 재료로 사용하였다.

2) 농약 잔류량 분석

시료중의 잔류농약의 분석은 식품공전 및 AOAC법에 준하여 실험하였다.

가) 유기염소계 잔류농약

(1) 추출

시료가 상추인 경우에는 100 g을 균질기로 마쇄하고, 마쇄한 시료 10 g에 30% 물을 함유한 acetone 100 ㎖ 첨가한 후 blender에서 5분간 균질화하였으며, 시험관 시험용 시료는 이 과정을 생략하였다. 균질화한 시료는 흡입여과기로 여과한 다음 잔사에 다시 30% 물을 함유한 아세톤 50 ㎖를 첨가하고 다시 blender에서 5분간 균질화한 다음 흡입여과기로 여과하였다. 여과 후 여액을 합하고 40℃ 수욕상에서 acetone을 제거한 다음 물층을 10% NaCl 100 ㎖를 함유한 분액깔대기로 옮겨 hexane 50 ㎖를 첨가하고 5분간 진탕 혼합한 후 hexane층을 분액깔대기로 옮겼다. 물층에 다시 hexane 50 ㎖를 첨가한 다음 5분간 진탕 혼합하고 hexane층을 분액깔대기로 옮겼다. 이를 증류수 50 ㎖로 세척하고 hexane 층을 무수Na2SO4 column을 통과시켜 탈수시킨 다음 다시 column을 hexane 20 ㎖로 재용출시켰다. 용출액은 40℃ 수욕상에서 약 5 ㎖까지 감압 농축시킨 후 분액깔대기로 옮기고 용기를 소량의 hexane으로 씻어 합한후 hexane으로 포화시킨 acetonitrile 20 ㎖를 첨가하고 5분간 진탕 혼합하여

acetonitrile층을 5% NaCl 400 ㎖를 함유한 분액깔대기로 옮겨 hexane층에 hexane으로 포화시킨 acetonitrile 20 ㎖를 첨가한 후 5분간 진탕 혼합하였다. 이 acetonitrile층을 5% NaCl 400 ㎖를 함유한 분액깔대기로 옮겨 합한 후 100 ㎖ hexane을 첨가한 후 1분간 진탕·혼합하고 다시 hexane층을 취한 다음 여기에 50 ㎖의 hexane을 재첨가하여 진탕·혼합하고 이를 합하였다. 이것을 다시 100 ㎖ 물로 씻은 후 hexane 층을 무수Na2SO4 column을 통과시켜 탈수시고 column을 hexane 20 ㎖로 용출시켜 잔류물을 수세한 다음 여과액을 40℃ 수욕상에서 약 5 ㎖까지 감압 농축시켰다.

(2) 정제

① BHC, DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin

안지름 20 ㎜의 column에 florisil 10 g, 무수 Na2SO4 8 g을 각각 hexane에 현탁시켜 충진시킨 후 그 상단에 소량의 hexane이 남을 정도까지 유출시켜 준비한 column에 위의 농축액을 넣고 15% ether를 함유한 hexane 150 ㎖로 용출한 것을 40℃에서 감압 농축하여 BHC, DDT, aldrin, dieldrin, endrin, dicofol의 시험액으로 사용하였다.

② Captan, Catafol

안지름 15 ㎜의 column에 active carbon:cellulose(1:10) 혼합물 5g, 무수 Na2SO4 5 g을 각각 hexane에 현탁시켜 충진시킨 후 그 상단에 소량의 hexane이 남을 정도까지 유출시켜 준비한 column에 위의 농축액을 넣고 ether 80 ㎖로 용출시킨 다음 40℃에서 약 5 ㎖까지 감압 농축시켜 Captan 및 Captafol의 시험액으로 사용하였다.

③ Endosulfan

안지름 20 ㎜의 column에 florisil 10 g, active carbon:cellulose(1:10) 혼합물 2 g, 무수 Na2SO4 8 g을 각각 hexane에 현탁시켜 충진시킨 후 그 상단에 소량의 hexane이 남을 정도까지 유출시킨다. 이 column에 농축액을 넣고 40% hexane 함유 benzene 100 ㎖로 용출시키고 다시 20% hexane 함유 ether 100㎖

의 용출액을 합하여 40℃에서 감압 농축시켜 Endosulfan의 시험액으로 사용하였다. 이때 사용한 GC의 조작조건은 Table 5와 같다.

Table 5. Operation condition of GC for organochlorine pesticide.

GC system	GC-14B(Shimadzu)
Carrier and make up gas	N_2, 50 mℓ/min
Detector	ECD
Column	CBP-5, capillary
Detector temp.	320℃
Injection temp.	300℃
Column temp.	160 220℃
Injection volume	1 μℓ

나) Carbendazim

시료중의 carbendazim의 분석은 식품공전 및 AOAC법에 준하여 실험하였으며 분석조건은 Table 6과 같다.

Table 6. Operation condition of HPLC for carbendazim analysis.

HPLC system	Jasco HPLC
Column	Octadesylated C18-LC
Mobile phase	MeOH/0.01M KH_2PO_4(80:20, v/v)
Flow rate	1.0 mℓ/min
Detector	UV at 280 nm
Injection volume	20 μℓ

(1) 추 출

시료가 상추인 경우 세절한 상추 100 g을 세절한 후 10 g에 40 mℓ 물을

넣고 2시간을 방치한 다음 150 ㎖의 methanol을 첨가하고 blender에서 5분간 균질화하였다. 이를 diatomaceous earth를 깐 흡입여과기로 여과한 후 잔사에 다시 100 ㎖의 acetone을 첨가한 다음 blender에서 5분간 재균질화하여 diatomaceous earth를 깐 흡입여과기로 여과하였다. 여액을 합하여 40℃의 수욕상에서 약 4 ㎖ 정도까지 acetone을 제거하고 0.1N HCl 25 ㎖와 소량의 증류수로 분액깔대기에 옮겼다. 이에 hexane 50 ㎖를 첨가한 다음 1분간 서서히 혼합한 후에 정치한 다음 hexane층을 버렸다. 다시 물층에 hexane 50 ㎖를 넣어 1분간 강하게 진탕한 후 정치시켜 물층을 분액깔대기로 옮겼다. 물층을 1.0N NaOH 용액 및 0.1N NaOH로 pH 6 7로 맞추고 50 ㎖의 ethyl acetate를 가하고 5분간 진탕한 다음 정치하여 ethyl acetate층을 취하였다. 물층에 다시 50 ㎖의 ethyl acetate를 가한 후 5분간 재진탕하고 ethyl acetate층을 취하여 합하였다. 이를 40℃ 수용상에서 약 50 ㎖까지 감압 농축한 후 분액깔대기로 옮겨 0.1N HCl 25 ㎖를 가하고 5분간 진탕하였다. 정치 후 물층을 취하고 ethyl acetate층에 0.1N HCl 25 ㎖을 가하고 5분간 진탕하여 정치시킨 다음 물층을 분액깔대기로 옮겼다. 물층에 1.0N NaOH 용액 및 0.1N NaOH로 pH를 6 7로 조정한 다음 50 ㎖ ethyl acetate를 가하고 5분간 진탕한 다음 정치시켜 ethyl acetate층을 삼각플라스크에 옮겼다. 물층에 50 ㎖의 ethyl acetate를 가한 후 5분간 진탕시킨 다음 정치시켜 ethyl acetate층을 삼각플라스크에 합하고 ethyl aceate층에 무수 Na2SO4를 때때로 가하면서 1시간 방치한 후 여과시킨 다음 20 ㎖의 ethyl acetate로 삼각플라스크를 세척한 후 여지상의 잔류물을 씻어 다시 여과시켰다. 이 여액을 합쳐 40℃에서 감압 건조한 후 잔사를 10 ㎖의 dichloro-methane으로 용해시켰다.

(2) 정제

Frorisil 10 g, 무수Na2SO4 5 g을 dichloromethane에 현탁시켜 충진한 후 상단에 소량의 dichloromethane이 소량 남을 때까지 용출시킨 column을 사용하여 위의 추출액을 넣고 dichloromethane 100 ㎖로 용출시킨 후 100 ㎖ ethyl

acetate:hexane(1:1, v/v)의 혼합액으로 재용출시켜 여액을 합쳐 40℃에서 감압건조시킨 다음 잔사를 methanol로 용해하여 시험용액으로 하였다.

다) Procymidone

시료중의 procymidone의 분석은 식품 공전 및 AOAC법에 준하여 실험하였으며 분석조건은 Table 5와 같다.

(1) 추출

시료가 상추인 경우 세절한 상추 10 g에 동량의 물을 가한 후 2시간 방치하고 150 ㎖의 acetone을 첨가하여 blender에서 5분간 균질화시켰다. 이를 diatomaceous earth를 깐 흡입여과기로 여과하고 다시 잔사에 100 ㎖의 acetone을 첨가한 다음 blender에서 5분간 균질화한 다음 diatomaceous earth를 깐 흡입여과기로 여과하여 여액을 합한 다음 40℃의 수욕상에서 약 50 ㎖까지 감압농축시켜 acetone을 제거한 다음 5% NaCl 200 ㎖와 hexane 100 ㎖를 넣은 분액깔대기로 옮겼다. 이를 5분간 진탕한 후 정치시켜 hexane층을 삼각플라스크에 옮기고 물층에 다시 hexane 100 ㎖를 넣어 진탕시킨 다음 hexane을 삼각플라스크에 합하였다. Hexane층에 적당량의 무수 Na_2SO_4를 넣고 흔들어 혼합한 후 30분간 방치하여 여과하고 hexane 20 ㎖로 삼각플라스크를 씻은 다음 이 액으로 여지상의 잔류물을 씻어 여과하고 여액을 합하여 40℃의 수욕상에서 감압농축하였다. 잔사를 다시 acetonitrile로 포화시킨 acetonitrile 30 ㎖와 hexane으로 포화시킨 acetonitril 30 ㎖로 용해시킨 후 분액깔대기로 옮기고 5분간 진탕한 다음 acetonitrile층을 취하였다. Hexane층에 hexane으로 포화시킨 acetonitrile 30 ㎖를 넣고 상기 과정을 반복하여 acetonitrile층을 위의 acetonitrile층에 합하였다. 이에 acetonitrile로 포화시킨 hexane 50 ㎖를 넣고 5분간 진탕시킨 후 정치하여 acetonitrile층을 취하고 40℃의 수욕상에서 감압건조시킨 다음 잔사를 10 ㎖의 hexane에 용해하여 정제에 사용하였다.

(2) 정제

안지름 15 ㎜, 길이 30 ㎝의 column에 florisil 10 g, 무수 Na2SO4 5 g을 각각 ether:hexane(5:95, v/v) 혼합물에 현탁시켜 충진시킨 후 그 상단에 소량의 ether:hexane(5:95, v/v) 혼합물이 남을 정도까지 유출시킨 column에 농축액을 넣고 ether:hexane(5:95, v/v) 혼합물 100 ㎖로 용출한 다음 ether:hexane (15:85, v/v) 혼합물 100 ㎖로 재용출시키고 40℃의 수용상에서 감압 농축하여 hexane에 녹여 시험용액으로 하였다.

라) Metalaxyl

시료 중의 metalaxyl의 분석은 식품공전 및 AOAC법에 준하여 실험하였으며 분석조건은 Table 5와 같다.

(1) 추출

시료가 상추인 경우에는 100 g에 100 ㎖의 물을 가하고 균질기로 균질화시킨 다음 그 20 g에 acetone 100 ㎖을 넣고 5분간 균질화한 후 diatomaceous earth를 깐 흡인여과기로 여과하였으며, 시험관 시험용 시료는 이 과정을 생략하였다. 잔류물에 다시 blender에 넣고 acetone 50 ㎖을 넣고 5분간 균질화한 후 상기 과정을 되풀이하여 여과시켰으며, 여액을 합쳐 40℃의 수욕상에서 감압하에서 약 20 ㎖로 농축하였다. 이를 미리 5% NaCl 200 ㎖ 및 dichloromethane 100 ㎖을 넣은 분액깔대기에 옮기고 진탕기로 5분간 심하게 흔들어 섞은 후 정치하여 dichloromethane층을 삼각플라스크에 옮겼다. 물층에 dichloromethane 100 ㎖를 넣어 상기 과정을 반복하여 dichloromethane층을 위의 삼각플라스크에 합쳤다. Dicholoromethane층에 적당량의 무수 Na2SO4을 넣어 때때로 흔들어 섞으면서 30분간 방치한 후 여과하였다. 다시 dichloromethane 20 ㎖로 삼각플라스크를 씻고 이 씻은 액으로 여지상의 잔류물을 씻어 여과하고 여액을 합쳐 40℃의 수욕상에서 감압하에 dichloromethane을 제거한 다음 잔사를 acetone: dichloromethane(15:85, v/v)의 혼합액 100 ㎖에 용해시키고 응고액 50 ㎖와

diatomaceous earth 2 g을 넣고 천천히 흔들어 섞은 후 5분간 방치시킨 후 diatomaceous earth를 깐 흡입여과기로 여과하여 여액을 분액깔대기에 옮겼다. 다시 acetone:응고액(2:5, v/v)의 혼합액 50 ㎖로 위의 용기를 씻고 이 씻은 액으로 여지상의 잔류물을 씻어 여과하고 여액을 상기의 분액깔대기에 합한 다음 이에 dichloromethane 50 ㎖를 넣어 진탕기로 5분간 심하게 흔들어 섞은 후 정치시켜 dichloromethane층을 삼각플라스크에 옮겼다. 물층에 dichloromethane 50 ㎖를 넣어 상기와 같은 과정을 반복하여 dichloromethane층을 위의 삼각플라스크에 합하였다. Dichloromethane층에 적당량의 무수 Na2SO4을 넣어 때때로 흔들어 섞으면서 30분간 방치한 후 여과하였다. 다시 dichloromethane 20 ㎖로 삼각플라스크를 씻고 이 씻은 액으로 여지상의 잔류물을 씻고 여과하였다. 여액을 합쳐 40℃의 수욕상에서 감압하에 dichloromethane을 제거한 후 잔사를 acetone:dichloromethane(15:85, v/v)의 혼합액 10 ㎖에 녹였다.

(2) 정제

Column(내경 2.5 ㎝, 길이 30 ㎝)에 florisil 5 g, 무수 Na2SO4 약 5 g을 각각 acetone:dichloromethane(15:85, v/v)의 혼합액에 현탁시켜 충전한 후 그 상단에 소량의 acetone:dichloromethane(15:85, v/v)의 혼합액이 남을 정도까지 유출시켰다. 이 column에 위의 추출액을 넣고 acetone:dichloromethane(15:85, v/v)의 혼합액 40 ㎖로 용출시킨 후 acetone:dichloromethane(3:7, v/v)의 혼합액 80 ㎖로 용출시켰다. 용출액을 40℃의 수욕상에서 감압하에 날려보낸 후 잔사를 acetone에 녹여서 4 ㎖로 한 다음 시험용액으로 한다.

마) Diazinon

시료 중의 diazinon의 분석은 식품공전 및 AOAC법에 준하여 실험하였으며 분석조건은 Table 5와 같다.

(1) 추출

시료가 상추인 경우에는 세절한 상추 10 g에 30% 물을 함유한 acetone 100 ㎖를 첨가한 다음 blender에서 5분간 균질화하였으며, 시험관 시험용 시료는 이 과정을 생략하였다. 균질화한 시액을 흡입여과기로 여과한 후 잔사에 30% 물을 함유한 acetone 50 ㎖를 첨가하고 다시 blender에서 5분간 균질화하여 흡입여과기로 여과하였다. 여액을 미리 5% NaCl 용액 400 ㎖를 넣은 분액깔대기에 옮기고 이에 20% dichloromethane을 함유한 benzen 100 ㎖를 넣어 1분간 심하게 흔들어 섞은 다음 정치하여 dichloromethane, benezn층을 분액깔때기에 취하였다. 물층에 다시 20% dichloromethane을 함유한 benzen 100 ㎖를 넣어 상기 과정을 반복하여 dichloromethane, benzen층을 앞의 분액깔때기에 합쳐 증류수 100 ㎖로 세척하였다. Dichloromethane, benzen층을 무수Na2SO4 column에 통과시켜 탈수시키고 다시 column을 benzen 약 20 ㎖로 용출시킨 후 이를 40℃ 수욕상에서 감압하에 날려보내고 잔류물을 hexan 일정량으로 녹여 정제에 사용하였다.

(2) 정제

Column(내경 1.5 ㎝)에 active carbon:cellulose powder(1:10, w/w)의 혼합물 5 g, 무수Na2SO4 5 g을 각각 benzen에 현탁시켜 충진시킨 후 그 상단에 소량의 benzen이 남을 정도까지 유출시킨다. 이 column에 위의 추출액을 넣고 benzen 150 ㎖로 용출시킨 후 40℃ 수욕상에서 benzen을 감압하에서 날리고 다시 실온에서 N2 gas로 benzen을 완전히 날려보내고 즉시 잔류물을 acetone에 용해시켜 정용시켜 시험용액으로 하였다.

8. 관능검사

각 저장시료에 대한 관능검사는 8명으로 구성된 패널요원이 Kadder 등의 방법에 따라 종합적으로 관찰하여 5점 척도로 평가하였으며, 종합적 기호도 3점까지를 저장수명의 한계로 설정하였다.

제 3 장 결과 및 고찰

제 1 절 전해산화수의 물리적 특성

1. 염농도에 따른 특성 변화

전해산화수의 살균 기작에 대해서는 현재까지 산성수에 존재하는 Cl-이온, 높은 산화환원전위(ORP) 및 용존 산소 등에 의한다는 주장이 주를 이루고 있다. 일반적으로 전해산화수는 제조 초기의 산화환원전위가 1,100 1,200 mV 수준의 산화환원력을 지니므로 증류수의 통상적인 산화환원전위가 600 mV전후인 것에 비해 약 2배의 높은 전위차를 지니고 있다. 따라서 전해산화수의 제조조건이 염소함량, 산화환원전위 및 pH에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

이에 전해조에 투입되는 염수의 농도와 수온에 따른 전해산화수의 물리적 특성을 살펴본 결과, 염농도 19% 이하에서는 수온에 따라 ORP값이 영향을 받아, 수온이 20℃일 때 가장 높게 나타났으나 염농도가 20% 25%에서는 염농도가 증가하여도 ORP에는 그다지 큰 영향을 미치지 못하여 ORP값은 염농도 20%에서 가장 높고 수온에 의한 영향이 가장 적게 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 HClO 함량에서도 마찬가지 결과를 보여 주었고, pH는 수온 15℃에서 가장 높게 나타났으며 염농도 19%에서 수온차에 의한 영향이 가장 적음을 보여 주므로써 전해산화수 제조시에는 수온에 의한 영향 보다 염농도에 의한 영향이 크다는 것을 보여 주었다(Fig. 1, 2, 3).

2. 보관온도에 따른 특성 변화

전해산화수의 보관에 있어서는 보관 온도 및 개폐 여부가 이들 염소함량, 산화환원전위, 용존산소 등에 영향을 미칠 것으로 판단되어 조사하였다. 전해산화수를 밀폐 용기에 담아 5℃, 10℃, 15℃ 및 20℃에 보관하면서 산화환원전위(ORP), 차아염소산(HClO) 함량 및 pH를 살펴본 결과, 산화환원전위은 보관온도에 관계없이 보관 35일까지는 초기값과 거의 차이를 나타내지 않았으나 보관 40일째에는 초기치 1,140 mV에서 1,130 mV로 다소 저하하였으며, 차아염소산 함량은 5℃ 보관에서는 초기치 17.82 ppm에서 저장 7일째 12.83 ppm으로 감소하였으나 보관 35일까지는 큰 변화를 보이지 않았다. 그러나 보관 35일째 부터는 다시 급격한 함량 저하를 나타내어 40일째에는 8.55ppm으로 초기치의 48% 수준으로 감소하였다. pH는 저장온도와 관계없이 저장 5일째까지는 pH 1.9 2.0 수준으로 유지되다가 저장 6일째부터 pH 2.15 2.30 수준으로 증가하여 이후에는 큰 변화가 없었다.

반면에, 보관용기의 뚜껑을 밀폐하지 않은 상태로 보관한 경우, 5℃ 보관 3일째, 20℃보관 1.5일째에 ORP는 1,100 mV 수준으로 낮아졌으며, HClO는 5℃저장 6일째 3.55 ppm으로, 저장 20℃에서는 2일째 1.77 ppm으로 급격한 감소를 나타내었다. pH는 5℃ 및 20℃저장에서 모두 1일째 2.20으로 증가한 이후 변화는 없는 것으로 나타났다(Fig. 4, 5, 6).

따라서, 전해산화수의 살균력중 일부가 산화환원 전위력에 기인한다는 점을 고려할 때 실온에서 3 5일 정도를 방치하여도 산화환원전위력이 1,050 mV 전후의 수준을 유지할 수 있으며, 밀폐 용기로 보관시에는 전해산화수의 수명이 1개월 정도로 증가된다는 것은 전해산화수의 산업적 이용 가능성을 시사해주는 것이라 할 수 있다.

3. 혼합 및 가열에 따른 특성 변화

전해산화수의 활용범위 확대의 측면에서 전해산화수에 환원수와 수도수를 혼합하여 희석할 경우와 가열에 따른 물리적 특성 변화를 살펴보았다. 먼저, ORP 초기치가 1,156 ㎷인 전해산화수에 -896 ㎷인 환원수를 혼합비율별로 희석한 경우 혼합비 10 20%까지는 약 1,100 ㎷이상을 유지하였으나 20% 이상을 혼합하면 ORP가 급속히 감소함을 볼 수 있었으나 769 ㎷인 수도수를 50% 이상 혼합하여도 1,100 ㎷수준을 유지하는 것으로 나타났다(Fig. 7). 이는 수도수의 초기 ORP값이 환원수에 비해 상당히 크기 때문에 전해산화수에 그다지 큰 영향을 미치지 않는 것으로 여겨진다. 그러나 HClO함량의 변화는 Fig. 8에서 보는 바와같이 초기치가 48.76 ppm인 전해산화수에 2.84 ppm인 환원수와 0.71 ppm인 수도수를 혼합비율별로 희석한 경우 혼합비율이 증가함에 따라 점차적으로 일정하게 감소하는 경향을 보여 주었으며 동일 혼합비율에 있어서는 환원수 혼합의 경우가 수도수 혼합에 비해 차아염소산 함량이 적게 감소함을 볼 수 있었다. 그리고, pH 2.99인 전해산화수에 pH 10.05인 환원수를 혼합한 경우 혼합비 20%까지는 미미한 증가를 보였으나 그 이상의 혼합비에 있어서는 급격한 pH의 증가를 나타낸 반면에 pH 6.87의 수도수를 혼합한 경우에는 거의 변화가 없음을 보여 주었다(Fig. 9).

한편, 가열에 따른 전해산화수의 물성 변화를 살펴본 결과, 20℃의 초기 ORP 값이 1,156 ㎷인 전해산화수를 10℃ 간격으로 가열하였을 때 Fig. 10에 나타낸 바와같이 전해산화수의 온도가 상승함에 따라 ORP값은 서서히 감소하여 50℃에 1,148 ㎷를 나타났으나 그 이후 온도가 상승함에 따라 다시 ORP값이 증가하여 약 95℃에서는 1,150 ㎷ 수준을 유지하므로써 가열에 따른 전해산화수의 ORP변화는 거의 없는 것으로 나타났다. Fig. 11은 전해산화수를 가열한 경우 HClO함량의 변화를 나타낸 것으로 초기치 46.76 ppm인 전해산화수를 가열하였을 때 온도가 상승함에 따라 HClO함량은 감소하여 60℃에서 36.5 ppm으로 나

타났으나 다시 온도가 상승함에 따라 HClO 함량이 증가하므로써 온도가 상승하더라도 초기값에 비해 약 10 ppm의 감소 변화를 나타내는데 불과하였다. 그리고, 가열에 따른 전해산화수의 pH 변화는 초기치 2.31에서 가열 초기인 30℃에서 pH 2.38정도로 증가한 이후 가열온도 95℃까지 거의 변화가 없음을 보여주었다(Fig. 12). 이러한 결과로 미루어 볼 때, 전해산화수는 가열에 따른 물성치 변화는 거의 없음을 알 수 있었다.

이러한 결과로 미루어 볼 때, 전해산화수에 수도수를 50%정도 혼합하여 사용하여도 전해산화수의 물성치에 그다지 큰 영향을 미치지 않을 뿐만아니라 가열에 따른 변화도 거의 없으므로 식품 가공면에 있어 살균효과와 더불어 기능수로서의 활용 범위가 상당히 넓을 것으로 여겨진다.

제 2 절 전해산화수에 의한 세정효과 시험

1. 전해산화수의 미생물 사멸효과

토양과 직간접적으로 접해 있는 채소류는 재배기간중 토양으로부터, 또는 수확후 유통 단계에서 일반 미생물과 병원성 미생물 및 부패 미생물에 의한 오염이 일어나며 일반적으로 채소류 및 과실류에서 검출되는 총균수는 104 107CFU/g, 대장균군수는 102 104CFU/g 수준, 효모는 102CFU/g 수준으로 알려져 있다. 따라서 본 실험에서는 미생물학적으로 위해요인이 되는 대표적인 미생물 *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, 그리고 인축 특히 작업자에 의해 오염이 빈도가 높은 식중독균인 *Staphylococcus aureus*와 부패균으로 작용하는 *Pseudomonas fluorescens*, *Lactobacillus plantarum*, 그리고 대표적인 곰팡이인 *Aspergillus niger*를 대상으로 시험관내에서의 전해산화수에 대한 감수성 시험을 통해 사멸효과를 검토하였다.

Table 7에서 보는 바와 같이 *Aspergillus niger*는 멸균 증류수내에서는 초기 2.3×105CFU/㎖에서 10분 후 2.9×105CFU/㎖로 그리고 60분 후 2.7×105CFU/㎖로 균수의 변화를 거의 보이지 않은 반면 전해산화수내에서는 초기 2.3×105 CFU/㎖에서 10분 후 <101CFU/㎖를 나타내어 모두 사멸하는 것으로 나타났다. 그리고 *Bacillus cereus*는 멸균증류수내에서는 초기 5.5×105CFU/㎖에서 10분 후 5.2×105CFU/㎖로 그리고 60분 후 7.9×105CFU/㎖로 균수의 변화를 거의 보이지 않은 반면, 전해산화수에서는 초기 5.5×105CFU/㎖에서 10분 후 5.0×101 CFU/㎖를, 그리고 20분 후에는 <101CFU/㎖를 나타내어 모두 사멸되는 것으로 나타났다. 또한, *Escherichia coli*는 멸균증류수내에서는 초기 4.2×106 CFU/㎖에서 10분 후 5.5×106CFU/㎖로, 그리고 60분 후 5.7×106CFU/㎖로 균수의 변화를 거의 보이지 않은 반면, 전해산화수내에서는 초기 4.2×106CFU/㎖에서 10분후 <101CFU/㎖를 나타내어 모두 사멸되는 것으로 나타났다.

*Lactobacillus plantarum*는 멸균증류수에서는 초기 2.7×106CFU/㎖에서 10분 후 1.7×106CFU/㎖로, 그리고 60분 후 1.9×106CFU/㎖로 균수의 변화를 거의 보이지 않은 반면, 전해산화수내에서는 초기 2.7×106CFU/㎖에서 10분 후 <101 CFU/㎖를 나타내어 모두 사멸되는 것으로 나타났다.

*Pseudomonas fluorescens*는 멸균증류수내에서는 초기 6.3×105CFU/㎖에서 10분 후 6.9×105 CFU/㎖로, 그리고 60분 후 8.0×105CFU/㎖로 균수의 변화를 거의 보이지 않은 반면, 전해산화수내에서는 초기 6.3×105CFU/㎖에서 10분 후 <101CFU/㎖를 나타내어 모두 사멸하는 것으로 나타났다.

*Staphylococcus aureus*는 멸균증류수내에서는 초기 2.5×106CFU/㎖에서 10분 후 2.7×106CFU/㎖로, 그리고 60분 후 4.1×106CFU/㎖로 균수의 변화를 거의 보이지 않은 반면, 전해산화수내에서는 초기 2.5×106CFU/㎖에서 10분 후 <101 CFU/㎖를 나타내어 모두 사멸되는 것으로 나타났다.

*Salmonella typhi*는 멸균증류수내에서는 초기 6.4×105CFU/㎖에서 10분 후 5.7×105CFU/㎖로, 그리고 60분 후 7.4×105CFU/㎖로 균수의 변화를 거의 보이지 않은 반면, 전해산화수내에서는 초기 6.4×105CFU/㎖에서 10분 후 1.5×105CFU/㎖로 감소하였으며 20분 후에는 <101CFU/㎖를 나타내어 모두 사멸되는 것으로 나타났다.

*Enterococcus faecalis*는 멸균증류수내에서는 초기 1.2×106 CFU/㎖에서 10분 후 1.2×106 CFU/㎖로, 그리고 60분 후 1.3×106 CFU/㎖로 균수의 변화가 없었던 반면, 전해산화수내에서는 초기 1.2×106 CFU/㎖에서 5분 후 <101 CFU/㎖를 나타내어 모두 사멸되는 것으로 나타났다(Fig. 13).

한편, 논산 딸기시험장에서 딸기에서 분리한 탄저병균(CGF37), 재빛곰팡이균(BC3), 윤반병 및 무름병균에서도 5분 후에 모두 사멸되는 것으로 나타났다(Table 8).

이상의 결과에서와 같이 전해산화수를 시험관내에서 실험했을 경우 매우 높은 사멸효과를 확인할 수 있었는 바, 위해미생물의 오염이 우려되는 생체류 식품 및 가공식품에의 이용과 저장성 향상을 기대할 수 있어 식품산업에서의 이용이

기대된다고 하겠다. 한편, 본 실험은 전해산화수를 시험관내에서 별도의 중간매체 없이 실험한 것이므로 실제의 식품에 비해 전해산화수의 사멸작용 환경이 매우 좋았다는 점을 감안한다면 결국 식품의 처리에 있어서는 다소 그 효율이 감소될 것으로 예상할 수 있으나 식품 특히 채소, 과실류에 존재하는 위해미생물의 수가 103 CFU/g이하인 점을 감안하다면 그 효과는 매우 클 것으로 생각된다.

2. 갈변 억제 효과

효소적 갈색화 반응(enzymatic browing reaction)은 식품가공, 유통 및 저장 과정에서 주로 제품의 품질저하의 요인으로 작용하는 경우가 많으며, 대부분의 경우 효소적 갈색화 반응을 촉매하는 효소는 tyrosinase(polyphenol oxidase, EC 1.14.18.1)로 거의 모든 식물체에 광범위하게 존재한다. 따라서 이들 tyrosinase의 활성이 높은 과채류는 유통중 발생하기 쉬운 조직 손상뿐만 아니라 가공공정중의 절단, 펄프화, 동결 및 해동 등의 가공과정에서 쉽게 효소적 갈색화가 일어날 가능성이 매우 높다. 일반적으로 과채류는 소비 형태가 비가열 섭취를 추구하는 경향이 높아 열처리에 의한 효소 불활성화를 기대하기 어렵다. 과채류에 있어서 생감자와 사과 등은 박피를 한 후 시간이 경과함에 따라 효소적 갈변현상이 일어나게 된다. 이때 갈변의 원인은 tyrosonase에 의한 기질 tyrosine의 산화반응으로부터 고분자의 천연색소인 melanin이 생성되기 때문이다. 이러한 갈색화 반응의 억제는 대부분 식품의 가공 전후 또는 저장 중의 품질저하를 막는데 있어서 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 tyrosinase 효소 자체에 대한 전해산화수의 활성 저해효과와 색도 측정을 통한 갈변 방지효과를 검토한 결과, 산화환원전위가 950 mV 1,140 mV인 전해산화수로 처리하였을 때 tyrosinase 효소의 활성이 약 75 83%로 저해되었음을 확인하였다(Table 9). 또한 생감자와 사과를 박피후 절단하여 증류수(대조구), 전해산화수의 ORP값이 1,140 mV 및 1,040 mV, 전해알카리수의 4가지 처리수에 각각 침지하여 시간경과에 따른 색도변화를 확인해본 결과, 대조구와 전해산화수와의 색차(△E) 값은 사과절편은 침지 1시간만에 7.12였고 감자절편은 침지 3시간 후에 6.22로 현저한 차이를 나타내었다. 한편 위의 4가지 처리수로 감자와 사과쥬스를 만들어 시간 경과에 따른 색도 변화를 측정한 결과, 각각 색차 (△E) 값이 4.55, 7.12로 대조구와 현저한 차이를 보여 전해산화수의 갈변 방지효과가 뚜렷함을 알 수 있었다(Table 10, 11, 12, 13).

3. 잔류농약 세정 효과

가. 시험관내 분해능 촉진효과

시험관내에서의 전해수에 의한 농약 분해 촉진 효과를 검토하기 위하여 aldrin, α-BHC, captafol, captan, dieldrin, *o,p*-DDD, *p,p*-DDD, endrin, α-endosulfan, β-endosulfan, endosulfan sulfate, PCNB(Pentachloronitrobenzen), procymidone, carbendazim을 각각 5 ppm, 10 ppm의 농도가 전해산화수, 전해알칼리수 및 대조구로 수도수에 첨가한 후 잔류량을 분석한 결과는 Table 14와 같았다. 환경 중에 살포되는 농약은 그 분해양상을 크게 생물학적 요인과 비생물학적 요인에 의한 것으로 크게 구분하고 있다. 이 중 비생물학적 분해에 크게 영향을 주는 것은 일반적인 환경인 경우 토성, 광물조성, pH 등으로 구분하고 있는데, Table 14에 나타난 바와 같이 유기 염소계 농약성분중 aldrin, captafol, captan 및 diazinon은 증류수내에서의 자체적인 분해가 빠르게 진행된 것으로 나타났으나 전해산화수에서는 검출한계 이하로 감소한 결과를 보여 전해산화수에 의한 분해 촉진 효과가 있을 것으로 추측되었다. 또한 대조구의 검출량에 비해 dieldrin은 37%, α-endosulfan은 22%, β-endosulfan은 63%, endosulfan sulfate는 45%, endrin은 88%, α-BHC는 57%, *o,p'*-BHC는 58%, *p,p'*-DDT는 105%, procymidone은 34%, PCNB는 22% 수준을 나타내어 농약 성분에 따라서는 다소간의 차는 있으나 대체적으로 대조구에 비해 낮은 검출량을 나타내었다.

따라서 이러한 결과만을 놓고 볼 때 전해산화수는 본 실험에 사용된 농약성분 중 다수에 대해 잠재적인 농약 분해 촉진 효과를 가지고 있는 것으로 판단된다. 하지만 일반적으로는 농약의 제조시 분해과정 중에 생성되는 중간분해물질에 대한 독성이 검토된 후 상품화가 이루어지나 소수의 경우 더욱 독성이 강한 물질로 전환되는 경우도 있기 때문에 전해산화수에 의해 전환 또는 분해된 농약성분의 안전성에 대한 추가적인 검토가 필요한 것으로 생각된다.

2. 분해능 촉진 효과 실증시험

농약의 제거 또는 분해만을 고려하여 과채류 등에 전해수를 적용시킬 경우, 시험관과는 달리 전해수와 유기물질인 시료와의 직접적인 접촉에 따라 전해수의 효과가 감소될 것으로 판단되어 시중에 판매중인 상용 농약을 직접 시료에 처리하여 세정시 살포된 농약의 제거 효과를 검토하고자 대상 시료를 상추로 하여 직접적인 분해능 촉진 효과를 실증시험하였다. 시험관내 분해 효과 검토 시험을 통해 전해수에 의한 분해 촉진효과가 전해수의 물리화학적 특성에 의해 발생될 것으로 판단됨에 따라 전해산화수 뿐만아니라 전해알칼리수의 분해 촉진 효과도 함께 검토하였다.

Procymidone은 대조구인 증류수에 침지·세정한 상추에서는 3.670 ppm이었던 것에 비해 전해산화수로 침지·세정한 상추에서는 1.120 ppm으로 대조구에 비해 31% 수준, 전해알칼리수 침지·세정한 상추에서는 2.420 ppm으로 대조구에 비해 66% 수준이었다. carbendazim의 경우는 대조구인 증류수 침지·세정에 침지한 상추의 0.0160 ppm에 비해 전해산화수 및 전해알칼리수 침지·세정한 상추에서 대조구에 비해 각각 0.104 ppm 및 0.046 ppm을 나타내어 분해능 촉진 효과가 없는 것으로 판단되었으며, 침지·세정처리 후 24시간이 경과한 점을 감안할 때 자체 분해 속도가 빠르기 때문인 것으로 판단되었다.

한편, metalaxyl은 무처리구인 증류수에 침지·세정한 상추의 6.660 ppm에 비해 전해산화수로 침지·세정한 상추에서는 4.820 ppm으로 대조구에 비해 73% 수준, 전해알칼리수로 침지·세정한 상추에서는 0.074 ppm으로 대조구에 비해 1% 수준밖에 검출되지 않아 전해알칼리수에 의해 분해가 촉진되는 것으로 판단되었다. 또한, endosulfan은 대조구인 증류수에 침지·세정한 상추 및 전해산화수에 침지·세정한 상추가 각각 1.050 ppm, 0.923 ppm으로 거의 차이를 보이지 않은 반면 전해알칼리수에 침지·세정한 상추에서는 불검출되었고, diazinon은 증류수에 침지·세정한 상추에서 3.050 ppm이 검출된 반면 전해산화수와 전해알칼리수에 침지·세정한 상추에서는 불검출되어 분해 촉진 효과가 가장 큰

것으로 판단되었다. 그리고 chloropyrofos는 전해산화수에 침지·세정한 상추에서만 불검출되었고 전해알칼리수 및 증류수에 침지·세정한 상추에서는 각각 0.468 ppm 및 0.113 ppm을 나타내어 전해산화수 침지·세정에 의해 분해가 다소 촉진되는 것으로 판단되나 대조구의 검출율이 낮아 carbendazim의 경우와 같이 자체적인 분해가 빠른 것으로 생각되었다(Table 15). 비교적 뚜렷한 농약 분해 촉진 효과가 나타난 metalaxyl, endosulfan, diazinon 및 chlorpyrifos의 GC chromatogram은 Fig. 14 25와 같다.

4. 세척방법별에 따른 엽채류의 살균효과

연중 생산 공급되고 있는 상추와 같은 엽채류는 조직이 연약하기 때문에 유통중 선도저하 속도가 비교적 빨라 예냉과 같은 전처리가 필요할 뿐만아니라 대부분 생식을 하므로 재배에서 수확 시까지 미생물을 비롯한 각종 오염원에 의한 표면 오염의 효율적 제거를 위한 새로운 기술개발이 필요한 실정이다. 이를 위해 최근에는 전기분해, 자기장 및 근적외선 처리 등에 의한 각종 기능수를 이용한 세척 및 살균처리 기술에 대한 관심이 고조되고 있으며, 그 중에서도 식품가공 및 식물재배 등에 있어 전해산화수의 광범위한 적용이 시도되고 있다. 일반적으로 물에 소량의 NaCl을 첨가하여 전기분해하므로써 얻어지는 전해산화수는 살균력이 강하며 항균스펙트럼이 광범위하고 생체에 대한 위해성이 거의 없는 것으로 알려져 있는 기능수의 일종으로서, 높은 산화환원전위차와 용존염소 및 활성산소 등이 주된 살균 원인으로 보고되고 있다.

이에 대한 연구는 정 등이 상추를 비롯한 엽채류에 대한 전해산화수의 살균력을 검토한 바 있으나 본 실험에서는 전해산화수의 상업적 활용을 위한 방안으로 5℃로 냉각한 전해산화수를 사용하여 세척방법에 따른 살균효과를 조사하였다.

가. 침지시간에 따른 상추의 살균효과

전해산화수의 살균력을 알아보기 위해 주로 생식용으로 이용되고 수확시기가 연중이며 특히 고온기의 수확시 냉각효과가 클 뿐아니라 수적으로 인한 시들음 현상을 방지할 수 있어 품질유지가 가능하고, 수확시 흙, 먼지 등의 이물 및 잔류농약 등의 제거의 필요성, 그리고 유통량이 많기 때문에 품질유지의 개선책으로 상추를 선정하여 중량비 10배수의 전해산화수와 수도수에 각각 침지하여 침지시간에 따른 미생물군의 살균효과를 비교하였다. 그 결과 Table 16에서 보는 바와같이, 총균수는 수돗물에서는 초기 7.4×106 CFU/g에서 침지 30분

까지 6.8×106 CFU/g로 거의 변화를 보이지 않았으며, 대장균수도 초기 8.1×104 CFU/g에서 침지 30분 까지 9.6×104 CFU/g으로 큰 변화를 보이지 않았다. 반면에 전해산화수에 상추를 침지하였을 경우, 총균수는 초기 7.9×106 CFU/g에서 침지 5분 후 8.5×105 CFU/g으로 감소하였으나 침지시간이 경과하면서는 큰 변화를 나타내지 않았다. 대장균군의 경우에는 초기 6.6×104 CFU/g에서 침지 5분 후 3.1×103 CFU/g으로, 침지시간이 경과되면서 점차 감소하는 경향을 나타내어 침지 30분 후에는 5.9×102 CFU/g으로 상당량 감소되었다. 이러한 결과를 볼 때, 일반 수도수에 비하여 전해산화수는 미생물 살균효과가 있음을 알 수 있고, 또한 총균수에 비해 대장균군수의 변화가 빠르게 나타나는 것으로 볼 때 대장균군이 전해산화수에 더 민감하다는 것을 추정할 수 있었다.

나. 세척방식에 따른 상추의 살균효과 비교

일반적으로 과채류의 세척방식은 침지식, 유수식 및 분사식으로 나누며, 단순 침지식의 효율성 을 높이기 위하여 와류 및 공기분사 등의 물리력을 첨가시키거나 상부에서 세정수를 살수하는 방식을 혼합하여 사용하고 있다. 그러나 조직이 연약한 상추와 같은 엽채류에 과도한 물리력을 가하는 세정방식은 오히려 품질손실을 초래할 가능성이 높다. 따라서 위생적이며 품질손실을 최대한 억제시킬수 있도록 전해산화수를 이용하되 세척방식을 달리하였을 대의 살균효과를 검토하였다. 먼저, 침지수량과 시간을 각기 달리한 침지식에서 상추의 총균수, 대장균군수, 산화환원전위, pH 및 HClO 함량을 측정한 결과(Table 17), 대체적으로 침지수량과 침지시간이 증가할수록 상추의 미생물수는 점차 감소하였으나 침지시간 10분에서는 침지수량이 10배, 25배 및 50배의 경우에도 침지수량에 따른 효과는 그다지 크게 나타나지 않았다. 단지 침지수량 50배, 침지시간 30분에서 총균수는 초기균수의 1/86 수준, 대장균수는 1/540 수준으로 가장 감소폭이 크게 나타났다. 그리고 상추를 처리한 후의 전해산화수의 물성을 살펴본 결과, 산화환원전위 및 HClO 함량은 침지수량에 관계없이 침지시간 30분 경과 후에 약간 감소하였으며, pH는 눈에 띠는 변화를 찾을 수는 없었다. 유수방식에 의한

상추의 표면살균 효과를 검토하기 위하여 각각 시료 중량비의 10배, 50배 및 100배의 전해산화수를 아크릴 유수조를 통해 흐르도록 하면서 처리한 상추의 총균수, 대장균군수를 측정한 결과(Table 18), 처리유량이 시료 중량의 100배 일 때 총균수와 대장균수의 감소율이 각각 초기균수의 약 1/200수준 및 약 1/650수준으로 가장 현저하게 나타났다. 그리고 상추를 처리한 후의 전해산화수의 물성을 보면 산화환원전위 및 pH는 처리수량에 관계없이 거의 일정한 수준이나 HClO함량은 처리수량이 적을수록 감소하였다.

그리고 세정시간의 단축과 동시에 시료와의 접촉에 있어 물리력 증대를 위해 노즐를 통한 15 L/min 속도의 살수방식에 의한 세정효과를 검토한 결과, Table 19에서 보는 바와같이 살수시간의 증가에 따른 총균수 및 대장균군의 감소는 침지식에 비해 뚜렷한 효과가 관찰되지는 않았다. 이는 살수처리 시 상추의 한 쪽 면만이 전해산화수에 직접 접촉되어 상추 전면에 균일한 살수가 어려웠기 때문으로 판단되었다. 또한, 살수 후의 전해산화수의 산화환원전위, pH 및 HClO 함량이 살수 처리시간에 관계없이 초기 물성치에 비하여 pH는 0.45 이상 증가되었고, 산화환원전위는 약 40 mV, 차아염소산 함량은 약 50% 수준까지 저하하였는바, 이는 살수시의 급속한 공기와의 접촉에 의해 살균효과가 상당히 감소되는 것으로 추정된다.

한편, 침지시간의 경과에 따른 산화환원전위, HClO 함량의 감소를 최소화하기 위해 시료중량 25배 및 시료중량 50배의 전해산화수를 1분, 2분 및 3분간 처리한 것을 다시 각각 1회, 2회, 3회로 되풀이하는 다단계 방식으로 침지시키면서 상추의 총균수, 대장균군수, 산화환원전위력, pH 및 HClO 함량을 측정한 결과, Table 20에서 보는 바와같이 25배의 전해산화수에 침지한 상추는 초기 총균수 5.5×106 CFU/g, 대장균군수 5.0×105 CFU/g에서 2분간 3회 침지처리하였을 때 3.8×104 CFU/g, 1.7×103 CFU/g으로 각각 초기 균수의 1/140, 1/300 수준인 가장 큰 폭으로 감소하였으며, 이는 침지시간 3분, 침지횟수 3회의 경우와 비교하여도 거의 차이가 없었다. 또한, 25배 침지의 경우에도 2분간 3회 침지처리한 경우에 초기치의 1/2,200, 대장균군수는 초기치의 1/2,000 수준인 가장 큰 폭으로 감소하여 미생물 사멸효과가 가장 좋은 것으로 나타났다.

제 3 절 전해산화수 처리에 의한 저장중 품질변화

1. 저온 전해산화수 처리에 의한 상추의 저장중 품질변화

상추를 저온처리 전해산화수로 세정처리하여 저장중의 품질변화를 알아보기 위하여 2분간 3회씩의 다단 침지방식으로 처리한 후 PE film으로 100±5 g 단위로 포장하여 10℃에 저장하면서 미생물수, 조직감, 중량감소, 폐기율, 색도, 클로로필 함량 및 관능검사를 조사하였다. Table 21에서 보는 바와 같이 총균수는 침지후 초기에는 전해산화수로 침지한 상추가 2.1×103 CFU/g으로서 무처리한 상추 5.8×105 CFU/g 및 수도수로 침지한 상추 2.3×105 CFU/g에 비해 1/100 1/300 수준으로 낮았으나 저장 6일후 부터는 무처리 상추와 유사한 수준을 유지하였으며, 수도수로 침지한 상추는 무처리한 상추와 전해산화수로 침지한 상추에 비해 저장 3일후부터 균증식 속도가 더욱 높은 것으로 나타났다. 대장균군수도 총균수와 유사한 경향을 나타내어 침치후 초기에는 무처리 상추의 9.0×106 CFU/g에 비해 3.1×103 CFU/g의 전해산화수로 침지한 상추가 1/3,000 수준이었으나 저장 6일후 부터는 무처리 상추와 유사한 수준을 나타내었다.

상추의 조직감이 저장기간이 증가에 따라 질겨지면서 저하되는 것은 증산에 의한 상추의 수분감소로 인해 세포조직이 붕괴되기 때문인 것으로 알려져 있다. 일반적으로 rupture strength는 저장기간의 증가에 따라 증가하게 되는데 초기에 무처리 상추가 64.67±1.15 g/cm2를 나타낸 반면, 수도수 침지 상추가 56.40±1.15 g/cm2, 전해산화수로 침지한 상추가 49.87±1.19 g/cm2로 무처리 상추에 비해서는 수도수 침지 상추가, 수도수 침지 상추에 비해서는 전해산화수 침지 상추가 다소 낮은 이유는 시료간의 편차를 고려하더라도 전해산화수에 의한 영향보다는 저온 냉수냉각 처리에 의해 조직감 개선효과가 발생한 것으로 추정되었다. 중량감소율은 저장 3일 후까지는 무처리 상추에 비해서 수도수로 침지한 상추와 전해산화수로 침지한 상추가 다소 높은 것으로 나타났는데 이는 수처리

에 의해 잔류한 잔류수의 증발에 의한 것으로 판단되었으며, 저장 6일까지는 유사하였으나 저장 9일에는 무처리 상추가 전해산화수로 침지한 상추에 비해 높은 중량감소율을 나타내었다. 폐기율은 저장 6일 후 전해산화수로 침지한 상추가 30.00±1.25%인 것에 비해 수도수로 침지한 상추가 60.71%, 무처리 상추가 48.15%로 전해산화수로 침지한 상추가 가장 낮은 폐기율은 나타내었으나 저장 9일후에는 수도수로 침지한 상추와 전해산화수로 침지한 상추의 폐기율이 무처리 상추에 비해 높아 저장 후반기에는 오히려 수도수 및 전해산화수로 침지한 상추의 부패속도가 빠른 것으로 나타났다. 그러나 관능검사 결과로 미루어볼 때 저장 6일 이후에는 상품적 가치가 없는 것으로 판단되므로 저장 후반부의 다소 빠른 폐기율은 실질적으로 큰 의미가 없는 것으로 여겨진다. 색도와 클로로필 함량의 변화를 살펴본 결과, 침지후에는 무처리 상추보다는 수도수로 침지한 상추가, 수도수로 침지한 상추보다는 전해산화수로 침지한 상추가 다소 높은 L값과 b값을 나타내었으며, 저장기간별에 따른 색차값 △E는 3일째까지는 처리조건에 관계없이 약 3 수준으로 초기치와의 차이를 감지할 수 있는 정도이나 저장 6일째 이후에는 모든 처리구에서 △E값이 5 이상으로 초기치와의 차이를 현저하게 느낄 수 있는 수준이다. 또한, 클로로필 함량도 무처리 상추는 초기 122.33±0.23 mg%인 반면, 전해산화수로 침지한 상추는 112.38±0.19 mg%를 나타내어 9% 정도의 전환이 일어나는 것으로 판단되었다. 이는 클로로필을 산으로 처리하면 클로로필의 포오피린 환에 결합되어 있는 마그네슘이 수소이온과 치환되어 그 결과 갈색의 페오파이틴이 형성되는데 이 과정은 비가역적으로 급격하게 일어나기 때문이다. 그러나 저장 3일째 이후부터의 클로로필 함량 변화는 무처리 상추나 수도수로 침지한 상추와 유사한 감소 경향을 나타내어 저장기간중의 전환은 없는 것으로 생각되었다. 한편, 저장기간중 관능적인 특성은 Table 22에서 보는 바와같이, 변색은 저장 6일까지는 무처리 상추와 전해산화수로 침지한 상추가 동일하였으나 저장 9일 후에는 전해산성수로 침지한 상추가 무처리 상추에 비해 변색의 정도가 심한 것으로 나타났다. 조위, 조직감, 부패도 저장 6일까지는 전해산화수로 침지한 상추가 무처리한 상추나 수도수로 침지한

상추에 비해 좋은 것으로 나타났다. 결과적으로 종합적 기호도는 저장 3일 후에는 무처리 상추에 비해 전해산화수로 침지한 상추가 보다 높은 기호도를 나타내어 외관적 품질은 적어도 저장 6일까지는 전해산성수로 침지한 상추가 무처리 상추보다 나은 것으로 나타났다. 전해산성수로 침지한 후에도 관능검사에 참여한 모든 패널이 염소취를 느낄 수 없다고 답하여 전해산성수 침지에 따른 염소취 잔류 우려는 없는 것으로 판단되었다.

2. 저온처리 전해산화수에 의한 쑥갓과 케일의 저장중 품질변화

쑥갓과 케일은 선도저하가 비교적 빠른 엽채류로써 세정과 더불어 예냉처리가 반드시 필요한 품목으로, 주로 생식을 하는 경우가 많으므로 재배에서 수확시까지 오염된 미생물을 비롯한 각종 오염원에 의한 표면 오염의 효율적 제거가 요구된다. 특히 미생물 오염은 신선 채소류의 품질저하를 촉진할 뿐만 아니라 인체에 미치는 위해적인 측면을 무시할 수 없으므로 이들에 대한 효율적인 전처리 방법이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 저온처리한 전해산화수를 사용하여 살균 및 예냉효과를 동시에 얻고자 쑥갓과 케일을 대상으로 전해산화수 처리후의 저장중 품질변화를 검토하였다.

가. 전해산화수에 의한 쑥갓 및 케일의 살균효과

전해산화수에 의한 미생물 살균효과를 살펴보기 위하여 5℃로 냉각한 전해산화수에 쑥갓과 케일을 각각 침지하여 무처리한 시료와 수도수로 침지한 시료를 비교한 결과, Table 23에서 보는 바와같이 쑥갓의 경우, 총균수는 침지후 초기에는 전해산화수로 침지한 것이 9.3×105 CFU/g으로 무처리한 쑥갓의 1.2×107 CFU/g 및 수도수로 침지한 쑥갓의 1.0×107 CFU/g에 비해 1/110 1/130 수준으로 낮았으나 저장 6일후 부터는 무처리 쑥갓과 유사한 수준을 나타내었으며, 수도수로 침지한 쑥갓은 무처리 쑥갓과 전해산화수로 침지한 쑥갓에 비해 저장 3일후 부터 균증식 속도가 증가되는 것으로 나타났다. 대장균군수도 총균수와 유사한 경향을 나타내어 침지 후 초기에는 무처리 쑥갓의 6.2×106 CFU/g에 비해 전해산화수로 침지한 쑥갓이 5.3×103 CFU/g인 1/1,170 수준이었으나 저장 6일 후부터는 무처리 및 수도수로 침지한 것과 유사한 수준을 나타내었다. 또한, 저장 6일후 부터 전해산화수와 수도수로 침지한 쑥갓이 무처리 쑥갓에 비해 다소 높은 균증식율을 보인 것은 포장지 내의 잔류수에 의한 영향으로 여겨진다. 한편, 쑥갓과 동일하게 중량비 50배수의 저온처리 전해산화수에 케일을

침지하여 세정·예냉한 경우에 있어 총균수는 침지 초기에는 전해산화수로 침지한 케일이 3.2×104 CFU/g으로 무처리한 케일의 2.8×107 CFU/g 및 수도수로 침지한 케일의 1.5×106 CFU/g에 비해 1/50 1/870수준인 높은 감균효과를 나타내었으나 저장 6일 이후부터는 모든 처리구에서 유사한 수준을 나타내었고, 저장 6일후 부터는 수도수에 침지한 케일이 무처리 케일보다 오히려 다소 높게 나타났는 바, 이는 쑥갓의 경우와 마찬가지로 수처리에 따른 포장지 내의 잔류수에 기인한 것으로 판단되었다. 또한, 대장균군수의 경우도 총균수와 유사한 경향을 나타내어 침치후 초기에는 무처리 케일의 2.8×106 CFU/g에 비해 전해산화수로 침지한 케일이 6.0×103 CFU/g인 1/470 수준으로 상당히 낮았으나 저장 6일후 부터는 무처리 및 수도수로 침지한 케일과 유사한 수준을 나타내었고 저장 9일후 부터는 총균수의 변화와 마찬가지로 전해산화수 및 수도수로 침지한 케일이 오히려 높게 나타났다.

나. 쑥갓의 저장중 품질변화

전해산화수 처리에 의한 쑥갓의 저장중 품질변화를 측정한 결과, Table 24에서 보는 바와같이 중량감소율은 저장 3일째 까지는 무처리 쑥갓보다는 수도수로 침지한 쑥갓이, 수도수로 침지한 쑥갓에 비해서는 전해산화수로 침지한 쑥갓이 다소 낮은 감소율을 나타내었으나 저장 6일후 부터는 수도수와 전해산화수로 침지한 쑥갓이 무처리 쑥갓에 비해 높은 중량감소율을 나타내었는데 이는 시료에 묻어 있던 잔류수의 증발에 의한 것으로 추측되었다. 그리고 폐기율은 저장 6일후 전해산화수로 침지한 쑥갓이 평균 23.08%인 것에 비해 수도수로 침지한 쑥갓이 평균 35.71%, 무처리 쑥갓이 평균 50.00%로 전해산화수로 침지한 쑥갓이 가장 낮은 폐기율은 나타내었으나 저장 9일후에는 수도수 및 전해산화수로 침지한 쑥갓이 무처리구와 유사하게 나타났으며, 저장 12일 후에는 오히려 수도수와 전해산화수로 침지한 쑥갓의 폐기율이 무처리한 쑥갓에 비해 높게 나타났다.

색도와 클로로필 함량 변화는 침지 직후에는 무처리한 쑥갓보다는 수도수로

침지한 쑥갓이, 수도수로 침지한 쑥갓보다는 전해산화수로 침지한 쑥갓이 다소 높은 L값과 b값을, 그리고 낮은 a값을 보여 주었으나, 저장기간별에 따른 색차값, △E를 산출 비교하여 보면 무처리구와 수도수 처리구는 저장 3일째 3.01 및 4.34, 6일째에 23.43 및 14.07로 각각 계산되어 초기 색에 비해 다른 계통의 색으로 나타나는 반면에 전해산화수 처리구는 △E 값이 저장 6일째 1.62, 9일째 4.73으로 초기시료에 대해 감지할 수 있을 정도의 낮은 차이를 보여 주므로써 저장기간에 따른 색차가 타 처리구에 비해 매우 좋다는 것을 알 수 있었다. 또한, 클로로필 함량은 무처리한 쑥갓은 초기에 153.11 mg%인 반면에 전해산화수로 침지한 쑥갓은 평균 149.52 mg%를 나타내어 수도수 및 전해산화수 침지 쑥갓이 3 mg% 정도의 차를 나타내었으나 저장 3일 이후에는 오히려 무처리한 쑥갓의 클로로필 함량 감소율이 더 높게 나타났다. 이러한 결과로 미루어 볼 때, 저장중의 색도와 변색 정도가 상대적으로 심하게 나타나는 시점과 전술한 폐기율이 급격히 높아지는 시점이 일치하므로 쑥갓의 저장중 품질특성과 밀접한 관련이 있는 것으로 추정되었다.

한편, 저장기간중 관능적인 특성 변화를 검토한 결과는 Table 25에 나타난 바와같이, 변색은 저장 3일째까지는 무처리한 쑥갓과 수도수 및 전해산화수로 침지한 쑥갓이 초기와 차이가 없는 것으로 나타났으나 저장 6일후 부터는 전해산화수로 침지한 쑥갓이 무처리한 쑥갓보다, 무처리한 쑥갓보다 수도수로 침지한 쑥갓의 변색 정도가 심한 것으로 나타났다. 또한 조위, 조직감, 부패의 정도도 저장 9일째까지는 전해산화수로 침지한 쑥갓이 무처리한 쑥갓이나 수도수로 침지한 쑥갓에 비해 높은 점수를 나타내었다. 그리고 종합적 기호도도 저장 9일째까지 무처리 및 수도수 처리구에 비해 전해산화수로 침지한 쑥갓이 보다 높은 기호도를 나타내어 외관적 품질은 적어도 저장 9일째까지는 전해산화수로 침지한 쑥갓이 타 처리구보다 나은 것으로 나타났다. 그리고 저장수명을 종합적 기호도 3점으로 보았을 경우 무처리한 쑥갓은 6일 정도이나 전해산화수로 침지한 쑥갓은 저장 9일로 전해산화수에 의한 세정 및 예냉으로 약간의 저장기간 연장 효과가 있는 것으로 판단되었다. 아울러, 전해산화수로 침지한 후에도 관능검사

에 참여한 모든 패널이 염소취를 느낄 수 없다고 응답하므로써 염소취 잔류에 대한 우려는 없는 것으로 나타났다.

다. 케일의 저장중 품질변화

전해산화수 처리에 의한 케일의 저장중 품질변화를 측정한 결과, Table 26에서 보는 바와같이 중량감소율은 저장 3일째부터 저장 12일까지 수도수로 침지한 케일과 전해산화수로 침지한 케일이 무처리한 케일에 비해 다소 높은 중량감소율을 나타내었는 바, 이는 쑥갓에서와 마찬가지로 수처리에 의해 잔류한 수분의 증발에서 기인한 것으로 볼 수 있다. 그리고 저장기간에 따른 케일의 폐기율은 저장 6일후 전해산화수로 침지한 케일이 평균 6.67%인 것에 비해 수도수로 침지한 케일이 평균 20.22%, 무처리한 케일이 평균 29.41%로 약 3 4배 이상의 높은 폐기율을 나타내었으나 저장 9일째부터는 오히려 전해산화수로 침지한 케일의 폐기율이 무처리 및 수도수로 침지한 케일에 비해 다소 높게 나타났다. 한편, 케일의 조직강도를 나타내는 rupture strength는 대체적으로 저장기간의 경과에 따라 증가하는 경향을 나타내었는데 시료 개체간 및 동일 처리구내에서도 편차가 다소 큰 편이었다. 초기에 무처리 및 수도수로 침지한 케일이 각각 평균 115.03 g/cm2과 평균 113.63 g/cm2를 나타낸 반면, 전해산화수로 침지한 케일이 평균 146.37 g/cm2로 무처리 및 수도수로 침지한 케일에 비해 다소 높은 rupture strength값을 나타내었다. 이러한 경향은 저장기간 중에도 유사하여 전반적으로 전해산화수에 침지한 케일이 높은 rupture strength값을 나타내어 전해산화수에 의한 영향으로 추정되었으나 이에 대해서는 향후 보다 심도있는 연구가 필요하다고 생각되었다. 그리고 색도와 클로로필 함량의 변화를 살펴본 결과, 침지 직후에는 무처리한 케일보다는 수도수로 침지한 케일이, 수도수로 침지한 케일보다는 전해산화수로 침지한 케일이 다소 높은 L값과 b값, 낮은 a값을 나타내었으며, 저장기간에 따른 색차값 △E를 비교하여 보면 모든 처리구에서 저장 3일째부터 초기 색과 다른 계통의 색으로 나타났으나 그 중에서도 전해산화수 처리구가 저장 12일째까지 초기시료에 비해 다소 낮은 차이를

보여 주므로써 저장기간에 따른 색차가 타 처리구에 비해 매우 좋다는 것을 확인하였다. 또한, 클로로필 함량은 저장 직후에 무처리 케일은 161.91 mg%, 수도수로 침지한 케일이 161.06 mg%, 전해산화수로 침지한 케일은 평균 158.90 mg%로 큰 차를 보이지 않는 반면에, 저장 3일째 까지는 무처리구가, 저장 6일 이후에는 전해산화수로 침지한 케일이 타 처리구에 비하여 오히려 클로로필 함량이 더 높게 나타나 이는 케일이 쑥갓보다는 좀더 단단한 조직을 가지고 있기 때문에 전해산화수에 의한 영향이 적었던 것으로 판단되었다.

한편, 저장기간중 관능적인 특성변화를 살펴본 결과(Table 27), 변색의 정도는 전해산화수로 침지한 케일이 저장 6일까지는 무처리 및 수도수로 침지한 케일에 비해 낮은 변색도를 나타내었고 이러한 경향은 색도 및 클로로필 함량 변화와 유사한 경향이었다. 조위와 부패의 정도도 저장 6일까지는 전해산화수로 침지한 케일이 무처리 및 수도수로 침지한 케일에 비해 낮은 것으로 나타났다. 그러나 조직감은 3일째까지는 전해산화수로 침지한 케일에 대한 점수가 높았으나 저장 9일째부터는 전해산화수로 침지한 케일이 조직감 열화 속도가 다소 빠른 것으로 나타나 rupture strength의 결과와는 다소 다른 경향을 나타내었는데 이는 실제 식감이 기계적 강도와는 다소의 차이를 보이는 것으로 판단된다. 결과적으로 종합적 기호도는 저장 6일째까지는 무처리 및 수도수로 침지한 케일에 비해 전해산화수로 침지한 케일이 보다 높은 기호도를 나타내어 외관적 품질은 적어도 저장 6일까지는 전해산화수로 침지한 케일이 무처리 케일보다 우수한 것으로 나타났다. 또한, 전해산화수로 침지한 후에도 쑥갓의 경우에서와 동일하게 모든 패널이 염소취를 느낄 수 없다고 응답하므로써 전해산화수 침지에 따른 염소취 우려는 없는 것으로 판단되었다.

3. 전해산화수 처리에 의한 아가리쿠스 버섯의 저장중 품질변화

일반적으로 버섯의 품질은 색, 갓의 개열 및 갓과 자루의 갈변, 조직감으로서 판단하게 된다. 버섯의 백색 정도는 식품으로서의 상품적 가치를 판단하는 중요한 지표가 된다. 버섯의 저장 중 갈변의 형성은 효소적 반응에 기초한 것으로 수확 및 유통 중 버섯에 생긴 상처와 세균 감염 등에 의해 갈변이 진행된 버섯은 품질이 떨어지고 취급 및 저장 상태가 불량함을 나타내 준다. 따라서 본 연구에서는 버섯의 갈변화 방지를 위한 일환으로 전해산화수 처리에 의한 효과를 살펴보고자 한다.

가. 미생물학적 살균 효과

전해산화수에 의한 미생물 살균효과를 살펴보기 위하여 5℃로 냉각한 전해산화수와 1 ppm의 polysorbate 80을 첨가한 전해산화수에 아가리쿠스 버섯을 각각 침지하여 무처리한 시료와 비교한 결과, Table 28에서 보는 바와같이 총균수의 경우, 전해산화수에 1분간 침지한 것이 1.74×104 CFU/g, 1 ppm의 polysorbate 80을 첨가한 전해산화수에 1분간 침지한 것이 3.90×104 CFU/g으로 초기 총균수 3.56×105 CFU/g에 비해 약 1/20 정도 감소하였으나 5분간 침지한 경우에는 각각 1/88 및 1/237 수준으로 감소하였다. 즉, 초기 1분간 침지시에는 전해산화수 처리구나 polysorbate 80을 첨가한 전해산화수 처리구 둘다 미생물수를 log 한 단계 낮추는데 걸리는 시간(decimal reduction time; D)이 약 0.8분으로 거의 차이가 없어 초기 사멸속도가 매우 빨랐으나 침지시간이 길어질수록 사멸속도가 다소 느리기는 했으나 전해산화수 처리구는 D값이 14분인데 반하여 polysorbate 80을 첨가한 처리구는 5분으로 사멸효과가 더 뛰어남을 알 수 있었다. 반면에 대장균군수는 초기 1.05×103 CFU/g에서 1 2분 경과후에 완전히 사멸되는 것으로 나타났다.

이러한 결과로 볼 때 전해산화수로 침지한 아가리쿠스 버섯의 미생물 살균효

과는 엽채류에 비해 매우 빠르며, 특히 대장균군에 있어서 침지후 즉시 살균효과를 볼 수 있어 앞으로 버섯의 품질향상 및 선도연장을 위해 포장작업 시에 활용할 수 있는 계기가 될 것이다.

나. 아가리쿠스 버섯의 저장중 품질변화

1) 중량감소율의 변화

일반적으로 버섯류는 왕성한 호흡작용과 증산작용으로 인해 저장성이 거의 없는 품목으로 현재 산지에서는 대부분 채취 및 수확량에 따라 출하조절을 거쳐 판매되기 때문에 채취농가 뿐만아니라 국가적으로도 많은 경제적 손실을 감수하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 저장성이 매우 약한 아가리쿠스 버섯의 저장성을 증진시키기 위한 방안의 하나로 전해산화수에 아가리쿠스 버섯을 1 2분간 침지·탈수한 다음 보습 씨트로 개체 포장한 것을 1㎏ 씩 스치로폴 박스에 포장하여 5℃에서 저장실험을 수행하였으며, 대조구로서는 무처리한 시료를 동일한 조건으로 포장한 후 비교 분석하였다. 무처리한 아가리쿠스 버섯의 중량감소율의 변화는 Fig. 26과 같다. 무처리하여 5℃ 저온저장한 아가리쿠스 버섯은 저장 초기 1 2일 정도는 0.1% 이하의 중량감소율을 보이다가 저장 3일 째부터는 급격히 증가하여 0.2% 이상의 중량감소율을 보인 반면에 전해산화수 처리구는 저장 초기에는 무처리구에 비해 다소 높은 0.1% 수준을 보이다가 저장 3일째에는 무처리구에 비해 낮은 중량감소율을 나타내었다. 이와같이 전해산화수 처리구가 무처리구에 비해 초기에 중량감소율이 높은 것은 침지처리후 버섯 표면에 묻어 있는 수분의 증발 때문인 것으로 여겨진다.

2) pH 및 산도의 변화

아가리쿠스 버섯의 전해산화수 처리에 의한 저장중 품질변화를 살펴보기 위해 pH 및 산도를 측정하였다. 빙점강하제를 처리한 시료의 pH 변화는 Fig. 27과 같다. 즉 무처리한 시료는 초기 5.92에서 저장 3일째까지는 거의 변화가

없다가 저장 4일째 5.67로 점차 감소하는 반면에 전해산화수 처리구는 저장 1일째 pH 5.60으로 낮아졌다가 이후 증가하여 저장 4일째 초기치와 같은 값을 나타낸 후 다시 감소하였다. 그리고 산도 변화는 Fig. 28과 같이 무처리구는 저장 1일째 초기치 0.44%에서 0.48%로 다소 증가하였으나 그 이후 거의 일정하게 유지되었으며, 전해산화수 처리구에서는 저장 1일째 0.40%로 낮아진 후 저장기간이 경과함에 따라 0.46% 수준을 유지하는 것으로 나타났다.

3) 갈변도 및 표면색도의 변화

아가리쿠스 버섯의 저장중 표면색의 갈변 정도를 조사하기 위하여 시료를 분말화한 다음 그 침출액에 대한 흡광도 변화를 측정하여 Fig. 29와 같이 나타내었다. 무처리한 아가리쿠스 버섯의 갈변도 지수는 초기치 0.4569±0.0037에서 저장기간이 증가함에 따라 계속적인 증가경향을 보인 반면에 전해산화수 처리구는 저장 4일 까지는 초기와 같은 수준을 나타내므로써 무처리구에 비해 갈변속도가 다소 느리다는 것을 알 수 있었다. 이와같은 경향은 아가리쿠스 버섯의 표면색도 변화에서도 마찬가지로 저장기간의 경과에 따라 전반적으로 L값은 처리조건에 따라 다소간의 차이는 있었으나 대체로 감소하는 경향을 나타내었으며, 적색도를 나타내는 a값은 저장기간에 따라 증가하는 경향을 보여 주어 갈변화 현상이 진행되고 있음을 알 수 있었다(Table 29). 그리고 헌터 색차계에서 Lab공간에 있는 두 점간의 직선거리로 표시되는 색차(△E) 값을 비교해 보면, 무처리 시료에 있어 head부는 저장 3일 째까지는 △1.71로 감지할 정도의 차이를 보였으나 저장 4일째에 △E값이 6.30으로 현저한 차이를 보인 반면에, 줄기부는 저장 1일째 △5.14, 저장 3일째 △6.94로 나타났다. 이와 유사하게 전해산화수 처리구는 head부에 있어 저장 3일 째까지는 △2.46으로 감지할 정도의 차이를 보였으며 저장 4일 째에는 △E값이 5.05로 무처리에 비해 다소 양호하게 나타난 반면에, 줄기부는 저장 1일째 △4.88, 저장 3일째 △4.12로 나타나 아가리쿠스 버섯은 줄기의 변색이 head부에 비해 다소 빠르게 진행한다는 것을 알 수 있었으며 또한, 버섯의 갈변은 전체적으로 진행되는 것이 아니라 줄기로부터 변색이 먼저 발생되어짐을 알 수 있었다.

4) 조직감의 변화

아가리쿠스 버섯의 전해산화수 처리에 따른 조직감을 살펴보고자 경도(hardness)를 측정하였다. 먼저, 저장기간에 따른 아가리쿠스 버섯의 head에 대한 경도분석 결과는 Table 30에 나타낸 바와같이 아가리쿠스 버섯 head의 초기 경도는 589.7, 저장 1, 3 및 4일째 각각 567.6, 470.3 및 459.1로, 저장기간이 증가함에 따라 아가리쿠스 버섯 head부의 경도가 감소하는 것을 알 수 있으며, 이러한 경향은 전해산화수에 의한 수처리 시료에서도 동일하게 나타났다. 그리고, 저장기간에 따른 아가리쿠스 버섯의 줄기에 대한 경도분석 결과는 Table 30에 나타낸 바와 같이 무처리한 아가리쿠스 버섯 줄기의 초기경도는 611.0으로, 저장기간 1, 3 및 4일째의 경도변화를 보면 각각 584.7, 580.0 및 569.8로 나타났으나 전해산화수 처리구는 저장 1일째부터 무처리구에 비해 낮은 경도를 보여 주었다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 head부에서는 침지처리에 의한 우려는 그다지 없는 것으로 여겨졌으나 줄기부는 다소 문제가 있는 것으로 여겨져 버섯 시료 처리시에는 침지식보다 분사식으로 처리하는 것이 좋을 것으로 판단되어 진다.

5) 관능적 품질 변화

전해산화수 처리에 따른 저장기간별 아가리쿠스 버섯의 품질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 관능검사를 실시한 결과는 Table 31과 같다. 전반적으로 전해산화수에 처리한 시료(sample Ⅰ)가 무처리한 시료(sample Ⅱ)에 비해 저장 7일째까지는 우수한 관능 평점을 얻고 있었으며, 냄새, 조직감 및 신선도의 경우는 저장 4일째까지 무처리구에 비해 높은 평점을 얻어 우수한 것으로 나타났으며, 특히, 색깔 및 갈변도의 경우에 있어서는 무처리구에 비해 저장 7일째까지 양호하게 나타났다.

4. 전해산화수 처리에 의한 계육의 저장중 품질변화

육류의 내부에 존재하는 풍부한 영양소는 도축 및 가공처리시 오염된 미생물의 생육에 적절한 영양원이 되어 육류의 부패를 촉진시킨다. 이러한 변화는 육류의 냉동 및 냉장저장중 발생하는 가장 대표적인 변화이다. 따라서 원료육의 초기 미생물수의 최소화 및 저장유통기간중의 미생물수군 생장의 억제는 제품의 위생상태와 품질을 결정짓는 하나의 요소이며, 균류 오염의 상태와 범위는 식품위생상 가공식품의 청정도와 품질을 판정하는 중요한 기준이다. 이로 인해 식품을 미생물학적으로 검사하는 것은 필수 불가결한 요소이다. 이와 더불어 식품의 안정성에 관계하는 여러 미생물들과 그 대사물질 등을 함유하지 않은 식품의 확보는 무엇보다도 식품위생 대책상 중요한 일이며 유통 중의 품질지표의 한 요인으로 작용할 수 있다. 이와같이 일반적으로 축육의 부패는 미생물학적 부패가 이화학적 부패를 촉진시킬 수 있으므로 초기 미생물수 및 최소화가 미생물학적인 저장성을 결정짓는 중요한 요소로 작용한다

따라서 본 연구에서는 국내에서 유통되고 있는 대표적인 축육제품 중 부분육으로 절단된 계육의 가슴살을 대상으로 전해산화수 처리에 의한 초기 미생물의 감균 효과와 이에 따른 저장성 연장을 검토하였다.

가. 침지시간에 따른 계육의 미생물 변화

계육 가슴살을 중량비 10배의 수도수와 전해산화수에 침지시키면서 침지시간별 표면 미생물군 변화를 살펴본 결과는 Fig. 30과 같다. 수도수와 전해산화수 처리구 모두에서 침지 5분 후까지 급격한 감소를 보인 후 감소 폭이 완만해졌다. 수도수는 침지 5분 후까지 약 1/10 감소했으며, 전해산화수 처리구는 침지 5분후 1/100로 감소한 후 감소율이 둔화되었다. 이같은 감소율의 저하는 전해산화수에 계육이 침지되어 계육으로 부터의 유기물 침출 등으로 인해 전해산화수 내에 살균력에 관계하는 염소, 활성산소 및 산화환원력의 감소에 의한 것으로 생각되었다(Fig. 31).

나. 계육의 저장중 품질변화

1) 저장중의 미생물 변화

전해산화수 침지처리에 따른 닭가슴살의 저장중 미생물의 변화를 살펴본 결과는 Table 32와 같다. 먼저, 침지처리 방법에 따른 총균수의 변화는 전해산화수에만 10분간 침지한 계육은 2.30×103CFU/g, 전해산화수에 10분 동안 3회 침지처리한 계육은 1.80×103CFU/g으로 나타나 수도수로 처리한 계육의 총균수 2.45×104 CFU/g 보다 약 1/10 수준 밖에 감소하지 않았으며, 대장균군의 변화는 전해산화수에만 10분간 침지한 계육은 1.00×101 CFU/g, 전해산화수에 10분 동안 3회 침지처리한 계육은 1.10×101 CFU/g으로 수도수로 처리한 계육의 1.35×103 CFU/g 보다 약 1/100 수준으로 높은 감소율을 보였다. 그리고, 저장중의 미생물 변화를 보면, 전해산화수 처리구에 있어 총균수는 수도수 처리구는 저장초기 2.45×104 CFU/g에서 저장 2일 후에는 4.60×105 CFU/g을, 저장 7일 후에는 2.21×107 CFU/g을 나타내어 일반적인 미생물학적 초기 부패 수준이 107 108CFU/g인 점을 감안한다면 이미 초기 부패 상태에 도달한 것으로 나타났으나 전해산화수 처리구는 저장 9일 후에도 3.30×105 CFU/g을 나타내었다. 또한, 대장균군수도 저장 5일까지는 전해산화수 처리구가 수도수 처리구에 비해 확실히 적게 나타났다. 이와같은 결과로 볼 때 침지처리 방법별에 따른 효과는 그다지 없었으나 전해산화수에 의해 대장균군의 제균에는 수도수 처리보다 확실히 효과가 있음을 확인하였다.

2) 저장 중의 품질 변화

이화학적 성분변화 중 관능적인 특성과 비교적 상관성이 높으며 현행 한국산업규격(KS)의 품질인자인 휘발성 염기태 질소량(VBN)의 저장기간 중 변화를 살펴본 결과, 수도수 처리구는 Fig. 32에서와 같이 초기 3.44 ㎎%에서, 저장 5일 후에 14.06 ㎎%, 저장 7일 후에는 급격히 증가하여 17.04 ㎎%에 도달하였다. 이것은 한국산업규격(KS)의 품질기준인 17 mg%를 초과한 것으로 초기 부패 수

준을 이미 지난 것으로 나타났다. 반면에, 전해산화수에 침지한 처리구에서는 저장 7일 후에 12.98 14.03 ㎎%를, 저장 9일 후에도 14.42 ㎎%를 나타내어 한국산업규격의 품질기준인 17 ㎎%에는 미치지 못하는 수준으로서 VBN 함량으로서는 초기 부패수준에는 미치지 못한 것으로 나타났다. 그리고, pH의 변화는 처리구별에 따라 그다지 큰 차이를 보이지 않았다(Fig. 33).

이상의 결과로서 전해산화수 침지에 의해 미생물학적, 이화학적 부패 억제효과가 있는 것으로 판단되었으며, 본 실험 결과에 따르면 10분간 침지처리에 의해서는 수도수 처리에 비해 2 3일 정도의 연장효과가 있는 것으로 판단된다. 그러나 실지로 도축 후 10분 정도의 전해산화수 침지처리는 수용성 단백질 용출, 육색의 변화 등을 유발시킬 소지가 있으므로 추후 이에 대한 보다 현실적인 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다. 이같은 이유로 중량비 10배 침지의 경우에는 표면 미생물 제균 효과와 수용성 단백질의 용출을 최소화시킬 수 있는 침지시간은 5분 미만이며, 특히 침지식 외의 다른 처리 방법에 대한 계속된 연구의 진행이 필요한 것으로 생각된다.

제 4 절 살균효과 향상을 위한 처리방법 개선시험

1. 물리력 부가에 따른 살균효과

인체에는 무해하나 강력한 속효성의 살균력을 가지고 있는 전해산화수를 신선 농축수산물의 세정에 적용함에 있어, 세정 대상 산물과의 접촉이 원활하도록 하기 위한 방안으로 적합한 물리력을 가할 수 있는 방법을 병용한다면 보다 살균에 대한 상승효과를 기대할 수 있을 것으로 판단되었다. 따라서 본 실험에서는 초음파, 교반에 의한 와류 및 공기분사의 물리력 부가에 따른 세척방법별 표면살균효과를 상추에 적용하여 검토하였다.

가. 초음파를 이용한 세척방법

초음파를 이용한 세척의 경우 초음파 장치 침지조에 침지수량을 시료 중량비의 50배로 하여 5, 10, 20분의 침지시간에 따른 살균효과를 살펴본 결과, 수도수 처리구(TT)의 경우 총균수와 대장균군수의 감소는 20분 침지 시에 각각 초기 균수의 1/38, 1/30 수준으로 나타나 시간에 따른 차이는 보이지 않았으나 전해산화수 처리구(ET)와 폴리소르베이트 80을 1 ppm 첨가한 전해산화수 처리구(EPT)에 있어서 총균수는 20분 침지시에 각각 초기균수 1.03×106 및 1.15×106 CFU/g에서 1/1,330, 1/1,769 수준인 7.75×102, 6.50×102 CFU/g으로 50% 이상 감소하는 효과를 나타내었다. 대장균군의 경우에는 두 처리군 모두 10분 침지에 균이 사멸하는 상승효과를 보였다. 이러한 결과로 볼 때, 초음파의 물리력 부가에 따른 살균효과는 전해산화수 처리군과 polysorbates 80을 첨가한 처리군과의 차이는 거의 나타나지 않았다. 그밖에 처리수의 산화환원 전위 및 HClO 함량은 침지시간이 증가할수록 감소하였으며, 색도의 변화는 수도수 처리구에서는 침지시간이 길어질수록 △E 값이 증가하여 10분 경과후 5.83을 나타낸 반면에 ET 및 EPT 처리구에서는 △E 값이 20분 경과 후에도 2.69 4.07 수준으로 나타나

침지시간에 따른 영향이 거의 없는 것으로 나타났다(Table 33).

나. 교반에 의한 와류를 이용한 세척방법

교반에 의한 와류를 이용한 경우, 침지수량을 시료 중량비의 200배로 하고 교반력 240 rpm으로 고정하여 5, 10, 20분의 시간에 따른 살균효과를 검토한 결과, 수도수 처리구의 경우 총균수와 대장균군수는 10분 침지시에 각각 초기균수 8.20×105, 4.20×104 CFU/g의 약 1/3, 1/8 수준의 감소율을 보인데 비하여 전해산화수 처리구와 polysorbate 80을 첨가한 전해산화수 처리구는 총균수가 10분 침지시에 각각 초기 균수 1.30×106, 1.55×106 CFU/g의 1/121, 1/718의 수준으로 감소하였고, 대장균군수는 초기 균수에 비하여 각각 1/87, 1/1,505의 수준의 감소율로 나타나 polysorbate 80을 첨가한 처리구의 미생물 감균효과가 우수하였다. 이러한 결과는 물리력을 부가하지 않은 기존의 침지식 세정에 의한 살균효과와 거의 비슷한 수준으로서 교반에 의한 와류식 세척법으로는 살균력의 상승효과는 볼 수 없었다(Table 34).

다. 공기분사를 이용한 세척방법

공기분사를 이용한 경우, 침지수량을 시료 중량비의 200배로 하고 공기압을 2, 3 및 4기압으로 달리하면서 5, 10, 20분의 침지시간에 따른 살균효과를 살펴본 결과, 2기압에서는 수도수 처리구의 경우 20분 세척시에 총균수와 대장균군수가 모두 초기균수의 1/13 수준이었으며 전해산화수 처리구와 폴리소르베이트 80을 첨가한 전해산화수 처리구는 각각 초기 균수의 1/172, 1/984 수준으로 감소하였으며, 대장균군수의 감소율도 1/68, 1/802 수준으로 기존의 침지식 세정효과와 차이를 보이지 않았다. 반면 3기압에서는 수도수의 경우 20분 세척 시에 총균수와 대장균군수가 1/29, 1/23 수준의 감소율을 보였으나 전해산화수 처리구와 폴리소르베이트 80을 첨가한 전해산화수 처리구에서도 총균수의 경우 초기 균수 9.15×106, 5.84×106 CFU/g의 1/1,397, 1/1,449 수준으로 초음파 처리군과 비슷한 현저한 감소율을 보였다. 대장균군수는 초기 균수의 1/1,904, 1/3,518

수준으로 감소하여 물리력을 부과하지 않은 기존의 침지식에 비하여 높은 살균효과를 보였으나 초음파 처리군의 대장균군의 사멸효과에는 미치지 못한 것으로 나타났다. 한편, 4기압에서는 모든 처리구가 3기압에서와 비슷한 수준의 효과를 보임에 따라 공기압 3 atm 이상에서는 물리력 부가에 따른 상승효과가 그다지 크지 않을 것으로 보였다. 이밖에 산화환원전위 및 HClO 함량은 기존의 침지식과 비슷한 수준으로 시간에 따라 약간 감소하였다(Table 35, 36, 37). 그리고, 색도의 변화는 처리구별에 따라 다소의 차이는 있으며 모든 처리구에서 침지시간이 길어질수록 △E 값이 다소 증가 추세를 보이나 20분 경과 후 2.72 5.62 수준으로 침지시간에 따른 영향은 그다지 없는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 초음파 처리군이 가장 살균효과가 컸으며, 사용물량에 있어서도 시료 중량비의 200배수의 처리수가 필요한 교반력 및 공기분사를 이용한 처리군에 비하여 50배수의 적은 물량으로도 초기 미생물 감소율을 증대시킬 수 있으므로 엽채류의 세정에 있어서 전해산화수의 표면 살균효과를 가장 효과적으로 상승시킬 수 있는 방법으로 판단되었다.

2. Polysorbates를 첨가한 전해산화수의 미생물학적 세정효과

국내산 청과물의 오염실태 조사에 의하면 상추 등을 대상으로 유통단계별에 따른 오염정도도 총균수가 103 109 CFU/g, 대장균군이 103 107 CFU/g 수준이며, 또한 內藤에 의하면 과일 및 야채의 총균수는 과일의 경우 106 108 CFU/g, 야채는 104 108 CFU/g 수준이며, 청과물에 가장 많은 미생물은 *Micrococcus* 속으로 보통 104 107 CFU/g, 대장균군도 101 104 CFU/g정도가 검출된다고 한다. 따라서, 이를 그대로 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 데카 글리세린 모노라우린산 에스테르를 이용한 세정제가 개발되어 판매되고 있다. 한편, 계면활성제는 일반적으로 물에 혼합되지 않는 액체를 물에 균일하게 분산시키는 작용을 갖는 물질로서 한 개의 분자안에 친수기(hydrophilic 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-Lypophilic 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, polyglycerin 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. 이러한 계면활성제는 자체적으로 미생물 발육 억제 효과를 가지는 경우도 있으나 주로 계면장

력 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 상추를 대상으로 세정 및 살균력 향상효과를 검토하였다.

가. Polysorbate 종류에 따른 살균력 상승효과

Polysorbate류는 HLB(Hydrophilic-Lypophilic Blance)가 10 이상인 비이온성 계면활성제로 폴리옥시에틸렌의 유도체이며 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 제조하며, 폴리옥시에틸렌 소르비탄 지방산 분자중에 결합된 지방산의 종류에 따라 물성이 달라지며, 친수성이 강한 유화제로 유화능, 가용화능, 습융능 및 분산능을 가지고 있어 사용범위가 넓다. 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. 34에서 보는 바와같이 polysorbate 20을 첨가한 전해산화수 처리구에 있어서의 총균수 살균효과는 무처리한 초기시료 1.8×107 CFU/g에서 10 ppb 첨가시 평균 5.3×105 CFU/g, 100 ppb 첨가시 1.1×106 CFU/g, 1 ppm 첨가시 4.6×105 CFU/g, 10 ppm 첨가시 2.1×104 CFU/g, 100 ppm 첨가시 2.2×105 CFU/g을 나타내었으며, 수도수만을 사용한 처리구에서는 2.7×106 CFU/g, polysorbate 20을 첨가하지 않은 전해산화수 처리구에서는 5.3×105 CFU/g을 나타내었고, 대장균군수의 살균효과는 무처리한 초기시료 2.7×106 CFU/g에서 polysorbate 20을 10 ppb 첨가시 평균 8.5×104 CFU/g, 100 ppb 첨가시 1.1×105 CFU/g, 1 ppm

첨가시 7.0×104 CFU/g, 10 ppm 첨가시 1.4×104 CFU/g, 100 ppm 첨가시 1.1×105 CFU/g을 나타내었으며, 수도수만을 사용한 처리구는 4.5×105 CFU/g, polysorbate 20을 첨가하지 않은 전해산화수 처리구에서는 5.2×105 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 감소시키는데 불과하였다.

Polysorbate 60를 첨가한 전해산화수 처리구는 Fig 35에서 보는 바와같이, 총균수의 경우 10 ppb 첨가시 평균 1.5×105 CFU/g, 100 ppb 첨가시 8.6×104 CFU/g, 1 ppm 첨가시 7.5×104 CFU/g, 10 ppm 첨가시 5.0×104 CFU/g, 100 ppm 첨가시 1.6×104 CFU/g을 나타내었으며, 수도수만을 사용한 처리구는 5.3×106 CFU/g으로, polysorbate 60을 첨가하지 않은 전해산화수 처리구에서는 3.6×105 CFU/g을 나타내었다. 또한, 대장균군수는 10 ppb 첨가시 평균 5.4×104 CFU/g, 100 ppb 첨가시 7.8×104 CFU/g, 1 ppm 첨가시 1.2×104 CFU/g, 10 ppm 첨가시 9.0×103 CFU/g, 100 ppm 첨가시 1.2×104 CFU/g을 나타내었으며, 수도수만을 사용한 처리구는 1.9×105 CFU/g, polysorbate 60을 첨가하지 않은 전해산화수 처리구에서는 5.0×104 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 높지 않았다.

반면에, polysorbate 80을 첨가한 전해산화수 처리구의 경우에는 Fig 36에서 보는 바와같이, 무처리한 초기 시료의 총균수 및 대장균군수가 각각 3.0×106 CFU/g 및 4.7×105 CFU/g에서 polysorbate 80을 10 ppb 첨가한 경우, 총균수는 평균 2.2×105 CFU/g, 100 ppb 첨가시 4.5×104 CFU/g, 1 ppm 첨가시 2.3×102 CFU/g, 10 ppm 첨가시 1.5×103 CFU/g, 100 ppm 첨가시 1.9×105 CFU/g을 나타내었으며, 수도수 처리구는 2.1×105 CFU/g, polysorbate 80을 첨가하지 않은

전해산화수 처리구에서는 7.1×104 CFU/g을 나타내었다. 그리고 대장균군수는 10 ppb 첨가시 평균 1.2×104 CFU/g, 100 ppb 첨가시 5.5×102 CFU/g, 1 ppm 첨가시 1.5×101 CFU/g, 10 ppm 첨가시 1.3×104 CFU/g, 100 ppm 첨가시 8.5×103 CFU/g을 나타내었으며, 수도수 처리구는 5.8×104 CFU/g, polysorbate 80을 첨가하지 않은 전해산화수 처리구에서는 2.5×104 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 나타었다(Fig. 37).

나. Polysorbate 80 첨가 전해산화수의 침지시간별 미생물 변화

전술한 바와같이 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. 38에 나타낸 바와같이 총균수는 침지처리 20분에 6.5×103 CFU/g으로 나타나 무처리한 초기시료의 총균수 1.2×107 CFU/g에 비해 약 1/1,800 수준으로 감소되어 현저한 차이를 보였으며, 대장균군수는 침지처리 30분에 9.0×101 CFU/g으로 초기균수 5.0×105 CFU/g의 약 1/5,550 수준을 나타내어 대부분 사멸한 것으로 나타났다. 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, 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 차아염

소산 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 38은 1 ppm의 polysorbate 80을 첨가한 전해산화수를 사용하여 침지시간별에 따른 상추의 표면색도를 측정한 결과로서, L, a 및 b값은 침지처리 시간의 경과에 따라 초기치에 비하여 그다지 차이를 보이지 않았으며, 또한 침지시간에 따른 색차값 △E를 비교하여 보아도 침지시간 60분까지 △E값이 약 2.0이하로써 초기색에 비해 근소한 차이만을 보여 주었다.

이러한 결과로 미루어 볼 때, 전해산화수가 강력한 속효성의 살균력을 가지고는 있지만 수처리 방식에 있어 물리적으로 대상 시료와의 접촉이 원활하게 이루어지지 않는다면 기대되는 살균효과는 감소될 수밖에 없으며, 살균력에 기여하는 화학물질의 농도를 적절하게 유지시켜 세정하는 것이 중요하다고 여겨진다. 한편, 內藤 등의 연구에 의하면 채소류는 통상 105 107 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 등은 최소가공된 채소를 0.2 ppm 농도의 오존수로 1시간 처리한 결과 대장균이 거의 사멸하였다고 보고한 것과 비교해 볼 때, Polysorbate 80을 1 ppm 첨가한 전해산화수를 사용한 경우는 상당한 살균력 상승효과를 나타내었다고 볼 수 있다. 또한, 이와같은 결과는 물리력을 거의 가하지 않은 상태에서 처리된 것으로 적절한 물리력을 부가할 경우 처리시간 및 감소율을 보다 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

다. Polysorbate 80 첨가에 의한 쑥갓 및 케일의 세정효과

본 연구에서는 앞에서의 상추와 마찬가지로 그 결과를 검증하기 위하여 쑥갓 및 케일을 대상으로 1 ppm의 폴리소르베이트 80을 첨가한 전해산화수(EPT)의 살균효과를 살펴보기 위해 수도수(TT), 수도수에 1 ppm의 폴리소르베이트 80을 첨가(TPT), 전해산화수(ET)만을 사용하여 시료중량 50배수에 침지하여

각각 비교 검토하였다. 먼저, 쑥갓에 있어서는 총균수가 TT 및 TPT 처리구에서는 침지시간 60분에서 약 1/4 및 1/7 수준으로 거의 차이를 볼 수 없으나 ET 처리구에서는 침지시간 50분에 초기치 8.55×107 CFU/g의 약 1/1,000 수준인 8.45×103 CFU/g으로, ETP처리구에서는 침지시간 30분에 초기치 1.54×107 CFU/g의 약 1/12,000 수준인 1.28×103 CFU/g으로 살균효과가 크게 나타났다. 대장균군수는TT 및 TPT 처리구에서는 침지시간 60분에서 약 1/10 1/20 수준이었으나 ET처리구에서는 침지시간 60분에서 약 1/260 수준인 3.40×103 CFU/g으로, ETP처리구에서는 침지시간 40분에서 초기치 1.55×105 CFU/g의 약 1/4,000 수준인 4.0×101 CFU/g으로 나타났다. 이러한 처리에 따른 ORP는 초기 1,145 mV 수준에서 침지 60분 후 1,131 mV로 1.2% 정도로 거의 감소하지 않았으며, pH는 초기 2.21에서 60분후 2.38로 약간 증가하였고, HClO 함량은 초기 18 ppm 수준에서 침지 60분후 약 10 ppm 수준으로 초기함량의 약 60% 수준을 유지하였다. 이러한 처리에 따른 쑥갓의 표면색도를 측정한 결과, TPT 처리구에서는 침지시간 60분 까지 △E값이 TT처리구에 비하여 0.74 1.34로 근소한 차이를 보였으며, EPT 처리구에서는 TT처리구에 비해 침지시간 60분 까지 △E값이 4.72 7.78 정도로서 약간의 차이를 보였으나 이는 ET처리구의 △E값5.90 11.28에 비해 매우 낮게 나타난 것이 특징적이다 (Table 39).

그리고, 케일에 1 ppm의 폴리소르베이트 80을 첨가한 전해산화수(EPT)의 살균효과를 살펴보기 위해 수도수(TT), 수도수에 1 ppm의 폴리소르베이트 80을 첨가(TPT), 전해산화수(ET)만을 사용하여 시료중량 50배수에 침지하여 각각 비교 검토한 결과, 총균수는 TT 및 TPT 처리구에서는 침지시간 60분에서 1/14 및 1/7 수준으로 거의 차이를 볼 수 없으나 ET처리구에서는 침지시간 30분에 초기치 3.70×106 CFU/g의 약 1/120 수준인 3.0×104 CFU/g으로, ETP처리구에서는 침지시간 20분에 초기치 1.43×106 CFU/g의 약 1/760 수준인 1.88×103 CFU/g으로 살균효과가 나타났다. 대장균군수는TPT 처리구에서는 침지시간 40분에서 약 1/6 수준이었으나 ET처리구에서는 침지시간 40분 이후에 약 1/260 수준인 9.60×102 CFU/g으로, ETP처리구에서는 침지시간 30분에서 초기치 4.45

×105 CFU/g의 약 1/2,870 수준인 1.55×102 CFU/g으로 나타났다. 이러한 처리에 따른 ORP 및 pH는 쑥갓처리의 경우와 유사하게 나타났으며 HClO 함량은 초기 19 ppm 수준에서 침지 60분후 약 12 ppm 수준으로 초기함량의 약 70% 수준을 유지하였다. 이러한 처리에 따른 케일의 표면색도를 측정한 결과, TPT 처리구에서는 침지시간 60분 까지 △E값이 TT처리구에 비하여 1.26 2.79로 감지할 수 있을 정도의 차이를 보였으며, EPT 및 ET 처리구에서는 TT처리구에 비해 침지시간 60분 까지 △E값이 2.31 5.91 정도로서 약간의 차이를 나타내었다(Table 40).

제 4 장 요 약

기능수의 하나인 전해 산화수를 이용하여 식품가공 분야 응용가능성을 검토하고자 전해산화수의 보관조건에 따른 특성 및 미생물에 대한 실험적 살균효과와 상추, 쑥갓 및 케일, 아가리쿠스 버섯을 대상으로 표면살균 효과를 확인하였으며, 이를 토대로 제균 매체로서의 적용 가능성과 돈육, 육계의 표면미생물 살균을 통한 저장성 연장 등 실용적인 산업화 응용 가능성을 도모하였다.
그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 전해산화수를 밀폐 용기에 담아 5℃, 10℃, 15℃ 및 20℃에 보관하면서 산화환원전위(ORP), 차아염소산(HClO) 함량 및 pH를 살펴본 결과, 산화환원전위은 보관온도에 관계없이 보관 35일까지는 초기값과 거의 차이를 나타내지 않았으나 보관 40일째에는 초기치 1,140 mV에서 1,130 mV로 다소 저하하였으며, 차아염소산 함량은 5℃ 보관에서는 초기치 17.82 ppm에서 저장 7일째 12.83 ppm으로 저하하였으나 보관 35일까지는 큰 변화를 보이지 않았다. 그리고 pH는 초기치 1.92에서 저장 30일째까지는 저장온도와 관계없이 거의 비슷하게 나타났다. 반면에, 보관용기의 두껑을 밀폐하지 않은 상태로 저장한 경우, 5℃ 저장 3일째, 20℃보관 1.5일째에 ORP는 1,100 mV 수준으로 낮아졌으며, HClO는 5℃ 저장 6일째 3.55 ppm으로, 저장 20℃에서는 2일째 1.77 ppm으로 급격히 낮아졌다. pH는 5℃ 및 20℃저장에서 모두 1일째 2.20으로 증가한 이후 변화는 없는 것으로 나타났다. 그리고, 염농도와 수온에 따른 전해산화수의 물리적 특성을 살펴본 결과, 전해산화수의 ORP는 염농도와 수온에 따라 다소 차이를 보여 염농도 19% 이하에서는 수온차가 ORP값에 영향을 미쳐 수온 20℃일 때 가장 높게 나타났으며, 또한 염농도가 20%에서 25%에서는 염농도가 증가하여도 ORP에는 그다지 영향을 미치지 못하므로써 ORP값은 염농도 20%에서 가장 높고 수온에 의한 영향이 가장 적게 안정적으로 나타났다.

2. 시험관내에서 전해 산화수의 미생물 사멸효과를 검토한 결과, *Aspergillus niger, Bacillus cereus, Escherichia coli, Lactobacillus plantarum, Pseudomonas fluorescens, Staphylococcus aureus, Salmonella typhi, Enterococcus faecalis* 등은 5 10분 후에 < 101 CFU/ml를 나타내어 모두 사멸되는 것으로 나타났으며, 딸기에서 분리한 탄저병균, 재빛곰팡이균, 윤반병 및 무름병균에서도 5분 후에 모두 사멸되는 것으로 나타났다.

3. 5℃로 냉각한 전해산화수를 사용하여 상추를 대상으로 하여 침지, 분사, 유수 및 다단침지법에 따른 세척방법별 살균효과 및 저장중 품질변화를 조사한 결과, 세척방법별에 따른 미생물 살균효과는 전해산화수로 2분간 3회 처리한 다단 침지방식이 가장 우수하였으며, 2분간 3회 처리한 다단 침지방식으로 처리한 후 포장하여 10℃ 저장시의 품질변화에 있어서는, 초기 총균수는 전해산화수 처리구가 무처리구 및 수도수 처리구에 비해 각각 1/300 및 1/100정도 낮았고, 대장균군수도 침지 초기에는 전해산화수 처리구가 3.1×103 CFU/g으로 무처리구의 1/3,000 수준으로 매우 낮게 나타났으나 저장 3일 후부터는 무처리구와 유사한 수준이었다. 저장중의 색도변화는 전해산화수 처리구가 무처리 및 수돗물 처리구에 비해 L 및 b값이 다소 높게 나타났으며, 클로로필 함량은 초기에 무처리구보다 9% 적은 값을 나타내었으나 저장기간이 경과하며서 무처리구와 거의 같은 수준으로 감소하였다. 폐기율은 저장 6일까지 전해산화수로 침지한 상추가 타 처리구에 비하여 가장 낮게 나타났으며, 종합적 기호도는 저장 3일까지, 외관적 품질은 저장 6일까지 전해산화수 처리구가 무처리구보다 나은 것으로 나타났다.

4. 쑥갓과 케일을 시료 중량 50배의 5℃로 냉각한 전해산화수에 2분 3회 다단침지 처리한 후 저장중의 품질변화를 조사한 결과, 쑥갓의 경우 총균수는 무처리 쑥갓에 비해 평균 1/130, 대장균군수는 평균 1/1,170, 케일의 경우 총균수는 무처리 케일에 비해 평균 1/870, 대장균군수는 평균 1/470 수준으로 감소하였으나

10℃ 저장 6일후 부터는 무처리, 수도수 침지 처리구와 유사한 수준으로 증가하였다. 저장중 중량감소율은 쑥갓과 케일 모두 저장 3일까지는 무처리구에 비해 낮은 감소율을, 그리고 저장 3일 이후부터 무처리구에 비해 다소 높은 중량감소율을 나타내었다. 한편 폐기율은 전해산화수로 침지한 쑥갓과 케일이 저장 6일까지는 무처리와 수도수 침지구에 비해 낮은 값을 나타내었다. 케일의 경우 rupture strenth는 저장 초기에는 무처리와 수도수 침지 처리구에 비해 높은 값을 나타내었으나 저장기간 동안에는 유사한 경향을 나타내었다. 저장중 색도는 쑥갓과 케일 모두 저장 초기부터 무처리구보다는 수도수 침지구가, 수도수 침지구보다는 전해산화수 처리구가 다소 높은 L, b값과 낮은 a값을 나타내었으며, 클로로필 함량 변화도 쑥갓과 케일 모두 침지 직후에는 전해산화수로 침지한 처리구가 다소 적은 값을 나타내었으나 저장 3일부터 무처리구, 수도수처리구, 전해산화수 처리구의 순으로 감소속도가 빨랐다. 저장기간중 관능적인 특성도 저장기간 전반에 걸쳐 쑥갓과 케일 모두 변색, 조위, 폐기율, 종합적 기호도에서 무처리와 수도수 처리구에 비해 다소 높은 점수를 나타내었다.

5. 전해산화수를 이용하여 국내에서 유통되고 있는 계육의 닭가슴살을 시료로 시료 중량비 10배의 수도수와 전해 산화수에 침지시키면서 침지시간별 표면미생물군 변화를 살펴본 결과, 수도수는 침지 5분 후까지 약 1/10 감소했으며, 전해산화수 처리구는 침지 5분후 1/100로 감소한 후 감소율이 둔화되었다. 그리고 2℃에 저장하면서 미생물군과 휘발성염기태질소함량을 측정한 결과, 수도수 처리구는 저장 3 6일후 초기 부패수준에 도달한 반면, 전해산화수 처리구는 저장 9일후에는 9.76mg%를 나타내었어 저장 9일 후에도 초기 부패 수준에 미치지 않았다.

6. 살균효과 증대를 위한 방안으로 초음파, 교반에 의한 와류 및 공기분사 등의 물리력 부가에 따른 세척방법별 표면살균효과를 검토한 결과, 타 방법에 비해 초음파 세척방법에서 총균수가 20분 침지 후에 약 1/1,330 1/1,769 수준으로 현

저한 감소를 나타내었으며, 대장균군은 10분 침지 후에 사멸하는 상승효과를 보였다. 이에 따른 색도 변화도 침지 처리시간별로 그다지 영향이 거의 없는 것으로 나타났다.

7. 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 80을 1 ppm 첨가했을 때 최대의 살균력 상승효과를 나타내었다. 상추를 1ppm의 polysorbate 80을 첨가한 전해산화수를 사용하여 침지시간을 달리하였을 때, 표면 색도의 변화는 미미하였으며, 살균효과는 총균수가 침지처리 20분에 6.5×103 CFU/g으로 무처리한 초기시료 1.2×107 CFU/g에 비해 우수한 감소율을 나타내었고, 단시간의 처리로 대장균군의 살균효과가 뛰어남을 볼 수 있었다.

제 5 장 참 고 문 헌

1. Goodenough, P.W. and Atkin, P.K.: Quality in stored and processed vegetables and fruit. Academic press, London, p. 287(1981)

2. **酒井重男**: **機能水の開發と應用の現況**. **食品工業**, **4**(30), 35(1995)

3. **內藤茂三**: **食品加工によるオゾン殺菌の效果と使用**. **食品と科學**, **5**, 101(1995)

4. **米安實**: **食品加工における電解處理水 應用**. **食品加工技術**, **14**(4), 332(1994)

5. Komeyasu, M. and Miura, Y.: Effects of electrolytic reduction on suitability of soybean for making *Tofu*. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **28**(1), 41(1981)

6. **박형우** : **기능수의 연구동향**. **식품기술**, **9**(1), 151(1996)

7. Gammom, D. and Stinson, W.S.: Instant chlorine for sanitizing-up to 100% bacteria kill at low cost. *Food Processing*, **34**(2), 24(1973)

8. **김의중**, **오홍범**, **석종성**: **병원균에 대한 초산화수(전해산성수)의 살균효과**. **최신의학**, **38**(1), 21(1995)

9. Oblinger, O.J. and Kraft, A.A.: Oxidation-reduction potential and growth of *Salmonella* and *Pseudomonas fluorescens*. *J. Food Sci.*, **38**, 1008(1979)

10. Smooth, L.A. and Pierson, M.D. : Effect of oxidation-reduction potential on the growth and chemical inhibition of *Clostridium botulinum* 10755A spores., *J. Food Sci.*, **44**, 700(1979)

11. **酒井重男**: **機能水の開發と應用の現況**. **食品工業**, **38**(8), 35(1995)

12. **米安實**: **食品加工における電解處理水 應用**. **食品加工技術**, **14**(4), 332 (1994)

13. Kim, D.C., Kim, B.S., Jeong, M.C., Nahmgung, B. and Kim, O.W.: Development of surface sterilization technology for fruit and vegetables(in Korean). Korea Food Research Institute, Songnam, Korea, G1158-0755, 87-104(1996)

14. Ministry of Health and Welfare: Food Additives regulation, Korean Society of Food Industry, 158(1997)

15. Jung, S.W., Park, K.J., Park, B.I., and Kim, Y.H.: Surface sterilization effect of electrolyzed acid water on vegetable(in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 1045-1051(1996)

16. 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, 112-120(1980)

17. Yang, Y.J., Park, K.W. and Jeong, J.C.: The influence of pre- and post-harvest factors on the shelf-life and quality of leaf lettuce. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**(2), 133-140(1991)

18. Park, K.J., Jung, S.W., Park, B.I., Kim, Y.H. and Jeong, J.W.: Initial control of microorganism in kimchi by the modified preparation method of seasoning mixture and the pretreatment of electrolyzed acid water(in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 1104-1110(1996)

19. Jeong, J.W., Kim B.S., Kim O.W., Nahmgung, B. and Park, K..J.: Changes in quality of lettuce during storage by immersion-type hydrocooling(in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 537-545(1995)

20. Gi, S. K.: Food additives(in Korean). 2nd ed., Kywog-il press, 269-271(1994)

21. A.O.A.C. : *Offical methods of analysis*. 15th ed., Association of official Analytical Chemists, Washington D.C., 62-63(1990)

11. Kadder, A.A.: Biochemial and physical basis for effects of controlled and modified atmosphere on fruits and vegetables. *Food Technol.*, **40**, 99-107 (1986).

22. Kim, B.S., Kim, D.C., Lee, S.E., Nahmgung, B. and Jeong, J.W.:

Freshness prolongation of crisphead lettuce by vacuum cooling and cold-chain system(in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27,** 546-554 (1995)

23. Anon.: Detergent and cleaner for food using emulsifier(in Korean). *Food Industry*, **9**, 112-116(1998)

24. Suzuki, T.: Electrolyzed NaCl solution in food industry(in Japanese). *Food Processing*, **33**(3), 10-14(1998)

25. Shigezo N.: Studies on utilization of ozone in food preservation(in Japanese). *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **38**(4), 360-367(1991)

26. Komiyama, K.: Toxicological studies of electrolyzed water(in Japanese). *Food Processing*, **33**(3), 8-9(1998)

27. Ju, H.K., et al.: Analysis method of food(in Korean), Yu-lim press, 184-190(1994).

28. Rey, C.R., Kraft, A.A., Seals, R.G. and Bird, E.W.: Influence of temperature on some biochemical characteristics of *Pseudomonas* associated with spoilage of chicken, *J. Food Sci.*, **34**, 279(1969).

29. Cunningham, F.E.: Microbiological aspects of poultry and polutry products - an update, *J. Food Protection*, **45**, 1149(1982).

30. Bokanyi, R.P., Stephens, J.F. and Foster, D.N.: Isolation and characterization of *Salmonella* from Broiler carcase or parts, *Food Microbiol.*, **43**, 78(1978)

31. Ayres, J.C., Ogilvy, W.S. and Stewart, G.S.: Post mortem changes in stored meats, I. Microorganisms associated with development of slime on eviscerated cut-up polutry, *Food Technol.*, **10**, 199(1950).

32. Ananda, S.K., Mahapatra, N.K. and Verma, S.S.: Effects of storage on microbial quality of dressed chicken held at -18℃, *J. Food. Sci. Technol.*, **26**, 296(1989).

33. Rey, C.R. and Kraft, A.A.: Effect of freezing and packaging methods on survival and biochemical activity of spoilage organism on chicken, *J. of Food Sci.*, **36**, 361(1971).

34. Ayres, J.C., Walker, H.W., Fanelli, M.J., King, A.W. and Thomas, F.: Use of antibiotics in prolonging storage life of dressed chicken, *Food Technol.*, **10**, 563(1956)

35. Mallmann, W.L., Dawson, L.E., Sultzer, B.M. and Wright, H.S.: Studies on microbiological methods for predicting shelf-life dressed poultry, *Food Technol.*, **12**(5), 122(1958)

36. Wilkerson, W.B., Ayres, J.C, and Kraft, A.A.: Occurance of *Enterococci* and coliform organisms in fresh and stored poultry, *Food Technol.*, **15**, 286 (1961)

37. Sukiewiez, B.F., Johnston, R.W., Morgan, A.B. and Krumm, G.W.: A bacteriological survey of chicken eviscerating plants, *Food Technol.*, **23**, 80 (1969)

38. **이근택**, **박숙영**, **강종옥**: **축육제품의 유통구조 및 저장성 개선에 관한 연구**, *Korean J. Anim., Sci.*, **33**(2), 168(1991)

39. Collins, C.H. et al,: Microbial methods, *Meat and Fish*, 6th Ed., Butterworth & Co. Ltd, p.183(1989)

40. **이석준**, **오희석**: **환경중 미생물에 의한 농약의 분해 및 대사**, ***생물산업***, **10**(4), 7 15(1997)

41. A.O.A.C.: *Offical methods of analysis*. 16th ed., Organochlorine and organophosphorous pesticides residue, Association of official Analytical Chemists, Washington D.C., p. 970.52 (1990)

42. **식품공전**: **식품중의 농약잔류시험법**, **한국식품공업협회**(1999)

부 록

Table 14. Amount of pesticides recovered from tested solution.

(Unit : ppm)

Water / Pesticides	Electrolyzed acid water	Distilled water
Aldrin	ND	1.694
Captafol	ND	ND
Captan	ND	0.762
Diazinon	ND	0.483
Dieldrin	1.962	5.291
α-Endosulfan	1.167	5.291
β-Endosulfan	2.873	4.553
Endosulfan sulfate	1.608	3.576
Endrin	3.043	4.133
α-BHC	1.705	2.981
o,p'-DDT	1.643	2.834
p,p'-DDT	0.932	0.891
Procymidone	1.521	4.445
PCNB	0.237	1.097

*ND: not detected.

Table 16. Changes in total and coliform count of lettuce in tap water and electrolyzed acid water.

Immersion time (min)	Tap water		Electrolyzed acid water	
	Total count (CFU/g)	Coliform count (CFU/g)	Total count (CFU/g)	Coliform count (CFU/g)
0	7.4×106	8.1×104	7.9×106	6.6×104
5	4.0×106	8.8×104	8.5×105	3.1×103
10	4.7×106	6.9×104	5.6×105	2.8×103
15	5.1×106	7.1×104	6.7×105	1.1×103
20	6.4×106	7.5×104	6.1×105	8.2×102
25	5.0×106	9.4×104	5.8×105	8.0×102
30	6.8×106	9.6×104	4.4×105	5.9×102

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

Table 17. Sterilization effect of lettuce by immersion type washing using electrolyzed acid water

Immersion condition		Total count (CFU/g)	Coliform count (CFU/g)	EAW1) after washing		
Volume	Time(min)			ORP2)(mV)	pH	HClO(ppm)
Initial		7.8×105	2.0×105	-	-	-
×10	5	1.6×105	1.8×103	1,138±3.1	2.69±0.01	15.96±0.12
	10	6.1×104	3.0×103	1,136±2.4	2.76±0.00	15.96±0.02
	30	3.1×104	1.2×103	1,127±1.2	2.91±0.00	11.70±0.11
×25	5	8.2×104	1.6×103	1,139±0.8	2.93±0.01	15.96±0.09
	10	1.8×104	2.8×103	1,138±2.5	3.09±0.01	15.96±0.13
	30	1.7×104	1.2×103	1,132±2.1	3.12±0.01	13.12±0.01
×50	5	3.1×104	1.0×105	1,142±1.4	2.65±0.00	15.96±0.24
	10	1.1×104	1.5×103	1,142±1.5	2.70±0.01	15.96±0.14
	30	9.0×103	3.7×102	1,138±0.8	2.69±0.00	13.40±0.00

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

1)electrolyzed acid water

2)Oxidation-reduction potential.

Table 18. Sterilization effect of lettuce by flow type washing using electrolyzed acid water

Volume of flowing water	Total count (CFU/g)	Coliform count (CFU/g)	EAW1) after washing		
			ORP2)(mV)	pH	HClO(ppm)
Initial	2.8×107	7.1×106	-	-	-
×10	1.3×106	4.0×105	1,137±2.5	2.85±0.01	10.64±0.12
×50	5.5×105	2.9×104	1,141±1.4	2.82±0.01	12.41±0.02
×100	1.3×105	1.1×104	1,142±1.5	2.78±0.00	15.96±0.04

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

1)electrolyzed acid water

2)Oxidation-reduction potential.

Table 19. Sterilization effect of lettuce by spray type washing using electrolysed acid water

Spray time (sec)	Total count (CFU/g)	Coliform count (CFU/g)	EAW1) after washing		
			ORP2)(mV)	pH	HClO(ppm)
Initial	1.7×106	6.9×105	1,155±1.0	2.76±0.01	18.44±1.10
10	9.4×105	3.0×105	1,118±0.5	3.19±0.01	10.03±1.42
30	8.5×105	2.6×105	1,119±1.2	3.20±0.00	10.17±0.06
60	6.7×105	1.7×105	1,115±1.0	3.18±0.02	10.10±0.58
120	5.1×105	1.1×105	1,118±1.5	3.20±0.01	10.80±1.02
180	3.3×105	9.5×104	1,117±1.2	3.19±0.02	10.80±0.86

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

1) electrolyzed acid water
2) Oxidation-reduction potential.

Table 20. Sterilization effect of lettuce by multi-stage immersion type washing using electrolyzed acid water

Immersion condition			Total count (CFU/g)	Coliform count (CFU/g)	EAW1) after washing		
Volume	Time (min)	Frequency (times)			ORP2)(mV)	pH	HClO (ppm)
	Initial		5.5×106	5.0×105	-	-	-
×25	1	1	6.0×105	3.1×105	1,127±1.4	3.31±0.01	7.80±1.02
		2	2.3×105	4.4×104	1,128±1.0	3.11±0.00	8.16±0.18
		3	6.8×104	1.5×104	1,126±0.5	3.04±0.00	6.74±0.12
	2	1	3.5×105	5.8×104	1,119±1.1	2.90±0.02	12.06±1.20
		2	7.3×104	5.5×103	1,121±1.6	2.94±0.01	12.06±0.08
		3	3.8×104	1.7×103	1,120±0.5	2.92±0.01	12.05±0.12
	3	1	3.9×105	7.6×104	1,126±2.2	2.87±0.00	11.70±1.02
		2	1.6×104	3.6×103	1,127±0.4	2.85±0.00	12.06±0.35
		3	3.4×104	2.8×103	1,128±1.7	2.86±0.02	12.06±1.02

Table 20 (Continued)

	Initial		5.1×107	4.3×107	-	-	-
×50	1	1	6.0×106	2.4×105	1,115±1.6	3.14±0.01	7.80±1.20
		2	5.2×106	4.5×105	1,117±1.8	3.12±0.01	8.16±0.10
		3	1.9×105	5.2×105	1,118±2.0	3.14±0.00	7.80±1.02
	2	1	6.3×106	4.3×105	1,123±2.5	2.99±0.00	12.06±1.43
		2	7.3×104	3.6×104	1,123±0.6	2.99±0.01	12.06±1.03
		3	2.3×104	2.1×104	1,120±1.1	3.05±0.00	13.47±1.05
	3	1	4.1×106	5.3×105	1,127±2.3	2.85±0.02	12.06±1.10
		2	8.2×104	4.4×104	1,129±0.9	2.85±0.01	11.91±0.04
		3	3.6×104	1.8×104	1,129±1.0	2.83±0.00	12.27±1.03

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

1)electrolyzed acid water

2)Oxidation-reduction potential.

Table 38. Changes in color value of lettuce after immersion in electrolyzed acid water containing 1 ppm of polysorbate 80.

Immersion time (min)	Color value1)		
	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

1)All values are expressed as mean of triplicated measurements.

Table 23. Changes in total and coliform count1) of crown daisy and kale during storage at 10℃.

		Treatment	Storage time (day)				
			0	3	6	9	12
Total count (CFU/g)	Crown dasiy	NT2)	1.21×107	7.25×107	3.04×108	5.05×108	2.80×1
		TT3)	1.03×107	1.96×108	1.02×109	1.12×109	6.90×1
		ET4)	9.30×104	5.25×105	8.34×107	1.35×108	5.25×1
	Kale	NT	2.77×107	2.31×107	1.93×108	2.50×108	3.15×1
		TT	1.49×106	2.25×108	1.04×109	8.85×108	5.50×1
		ET	3.20×104	6.50×105	6.25×107	1.09×108	5.25×1
Coliform count (CFU/g)	Crown dasiy	NT	6.16×106	1.54×107	4.50×107	1.07×108	6.25×1
		TT	1.16×105	3.50×107	1.30×108	1.90×108	6.35×1
		ET	5.25×103	2.90×104	7.05×106	1.25×107	4.65×1
	Kale	NT	2.80×106	9.20×106	8.45×107	2.10×107	6.70×1
		TT	4.60×105	1.55×107	7.40×108	1.02×109	6.30×1
		ET	6.00×103	1.30×105	3.80×107	1.25×109	4.70×1

1) All values are expressed as mean of triplicated measurements.
2) Not Treated.
3) Immersed in tap water.
4) Immersed in electrolyzed acid water.

Table 29. Changes in L, a and b values of agaricus mushroom during storage

Sample			Initial	Storage time (days)			
				1	3	4	7
Head	I	L	55.36±2.80	57.18±0.82	58.21±5.73	58.12±3.05	56.77±5.01
		a	9.42±0.58	9.28±0.50	10.57±1.63	10.65±0.49	10.91±1.88
		b	28.36±2.08	32.21±2.53	31.88±1.07	31.95±1.65	32.32±1.62
	II	L	60.10±4.06	60.97±4.06	58.54±5.94	55.62±2.68	56.94±3.34
		a	8.19±0.62	8.43±0.62	7.66±0.96	10.78±1.15	10.78±1.18
		b	25.45±1.60	25.76±1.60	25.01±2.40	29.05±2.80	29.75±2.91
Stem	I	L	66.31±3.88	67.80±1.26	68.75±1.34	63.71±7.12	60.06±3.79
		a	7.44±0.85	5.36±0.40	5.79±0.25	7.22±2.85	9.55±1.18
		b	34.24±2.53	30.92±3.65	32.57±3.44	30.37±6.63	32.37±1.66
	II	L	69.70±2.50	69.52±1.21	71.82±4.47	72.18±3.85	70.61±2.72
		a	3.69±2.54	2.22±0.68	4.49±2.12	4.01±0.78	4.70±0.61
		b	74.69±3.62	17.39±2.06	28.70±5.21	27.87±2.33	27.96±1.10

* Each data is means of triplicated measurements.

I: electrolyzed acid water

II: non-treatment

Table 9. Inhibition effect of electrolyzed acid water with different oxidation-reduction potentials on tyrosinase activity

Oxidation reduction potential (mV)	Inhibition effect(%)1)2)
800	50.8a
850	72.8b
900	72.5b
950	79.8cdfg
1,000	77.7df
1,100	78.6efg
1,110	82.6cdefg
1,120	81.7efg
1,130	74.6bf
1,140	76.2g

1) All values are expressed as mean of triplicated measurements.

2) Values with different alphabet within the same row are significantly different at $p<0.01$.

Table 10. Change in L, a and b values of sliced apples immersed in different kinds of water.

Treatment		Immersion time (hr)			
		0	0.5	1	3
Distilled water	L	82.79	80.82	78.11	76.82
	a	3.45	3.85	5.15	6.23
	b	22.38	23.19	24.94	25.81
Electrolyzed acid water (ORP 1,140mV)	L	82.38	80.59	77.07	77.92
	a	3.37	4.30	- 0.06	5.76
	b	21.96	23.72	23.62	25.44
Electrolyzed acid water (ORP 1,040mV)	L	82.69	80.23	74.06	77.89
	a	3.33	4.23	- 0.07	6.05
	b	20.04	24.31	22.30	25.15
Electrolyzed alkali water	L	82.48	79.34	75.79	75.74
	a	3.42	4.76	5.06	6.89
	b	22.35	24.31	23.40	26.32

Table 11. Change in L, a and b values of sliced potatoes immersed in different kinds of water.

Treatment		Immersion time (hr)		
		0	0.5	3
Distilled water	L	78.74	77.25	75.69
	a	-1.35	-0.12	0.36
	b	21.06	23.33	22.41
Electrolyzed acid water (ORP 1,140mV)	L	78.87	78.75	77.93
	a	-1.38	-0.44	5.50
	b	21.57	22.47	25.10
Electrolyzed acid water (ORP 1,040mV)	L	78.88	77.34	77.48
	a	-1.35	-0.35	5.63
	b	21.37	22.51	24.71
Electrolyzed alkali water	L	78.82	77.36	75.55
	a	-1.36	-0.05	0.5
	b	21.37	22.83	22.38

Table 12. Change in L, a and b values of apple juice mixed with different kinds of water.

Treatment		Immersion time (hr)		
		0	1	2
Distilled water	L	50.43	42.28	39.70
	a	4.03	6.85	7.65
	b	16.22	18.26	18.28
Electrolyzed acid water (ORP 1,140mV)	L	56.41	55.26	54.50
	a	3.33	3.35	3.55
	b	13.66	13.75	14.09
Electrolyzed acid water (ORP 1,040mV)	L	55.37	55.19	54.40
	a	3.32	3.26	3.36
	b	13.42	13.20	13.33
Electrolyzed alkali water	L	74.27	71.33	65.05
	a	- 3.67	- 0.22	0.18
	b	23.36	23.41	26.79

Table 13. Change in L, a and b values of potato juice mixed with different kinds of water.

Treatment		Immersion time (hr)			
		0	1	3	5
Distilled water	L	61.27	59.20	59.56	59.17
	a	2.56	2.39	3.26	3.50
	b	15.56	15.01	15.71	15.84
Electrolyzed acid water (ORP 1,140mV)	L	60.26	59.80	59.38	59.00
	a	2.59	1.73	1.75	1.79
	b	12.95	11.30	11.45	11.63
Electrolyzed acid water (ORP 1,040mV)	L	63.55	60.64	59.74	59.12
	a	2.28	1.63	1.75	1.74
	b	12.98	11.61	11.89	12.12
Electrolyzed alkali water	L	79.53	72.61	65.33	62.56
	a	- 1.77	- 0.97	- 0.13	0.11
	b	17.33	17.56	18.96	19.44

Table 28. Effect of sterilization on the agaricus mushroom by electrolyzed acid water

Immersion time (min)		Total count (CFU/g)	Coliform count (CFU/g)	EAW1) after washing		
				ORP2)(mV)	pH	HClO(ppm)
Initial		3.56×105	1.05×103	1,155±1.0	2.76±0.01	18.44±1.10
Only EAW	1	1.74×104	1.0×101	1,118±0.5	3.19±0.01	10.03±1.42
	3	5.60×103	ND	1,119±1.2	3.20±0.00	10.17±0.06
	5	4.05×103	ND	1,115±1.0	3.18±0.02	10.10±0.58
EAW + 1 ppm PS3)	1	1.90×104	ND	1,118±1.5	3.20±0.01	10.80±1.02
	3	3.70×103	ND	1,117±1.2	3.19±0.02	10.80±0.86
	5	1.50×103	ND	1,113±1.0	3.09±0.01	10.10±0.23

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

1) electrolyzed acid water

2) Oxidation-reduction potential.

		Storage time(day)			
		0	1	3	4
Head	Sample Ⅰ	589.7±48.4	568.4±132.1	475.4±129.9	448.6±114.8
	Sample Ⅱ	589.7±48.4	567.6±117.1	470.3±119.1	459.1±64.5
Stem	Sample Ⅰ	611.0±70.5	508.4±82.0	471.5±88.9	467.6±94.8
	Sample Ⅱ	611.0±70.5	584.7±101.5	580.0±102.7	569.8±92.0

3) Polysorbate 80.

Table 30. Changes in hardness of agaricus mushroom during storage at 5℃.

* Sample Ⅰ: electrolyzed acid water

Sample Ⅱ: non-treatment

Tabel 39. Sterilization effect of electrolyzed acid water containing 1 ppm of polysorbate 80 on crown daisy

	Treatment	Immersion time(min)						
		0	10	20	30	40	50	60
Total count (CFU/g)	TT	4.00×107	9.00×106	9.15×106	9.18×106	9.40×106	9.50×106	9.20×
	TPT	4.83×107	2.20×106	9.70×106	7.41×106	6.95×106	7.25×106	7.80×
	ET	8.55×107	9.55×104	9.51×104	8.65×104	8.60×104	8.45×104	8.45×
	EPT	1.54×107	1.75×104	9.01×103	1.28×103	4.85×103	6.40×103	6.65×
Coliform count (CFU/g)	TT	1.16×105	1.08×104	1.04×104	1.09×104	1.44×104	1.16×104	1.11×
	TPT	8.45×105	7.25×104	3.55×104	4.15×104	4.50×104	4.70×104	3.80×
	ET	8.90×105	5.60×103	4.45×103	4.35×103	3.95×103	3.50×103	3.40×
	EPT	1.55×105	1.65×102	1.57×102	1.50×102	4.00×101	4.00×101	5.00×
ORP (mV)	TT	551	491	446	426	408	390	37
	TPT	554	495	450	430	415	392	38
	ET	1146	1141	1140	1140	1139	1134	113
	EPT	1145	1142	1140	1139	1139	1135	113
pH	TT	6.05	6.41	6.77	7.00	7.04	7.35	7.5
	TPT	6.00	6.32	6.67	6.98	7.00	7.24	7.4
	ET	2.21	2.27	2.26	2.24	2.25	2.33	2.3
	EPT	2.22	2.26	2.25	2.28	2.28	2.31	2.3

Table 39. (continued)

HClO content (ppm)		TT	0	0	0	0	0	0	0
		TPT	0	0	0	0	0	0	0
		ET	18.25	16.39	14.97	14.97	14.97	13.83	9.2
		EPT	18.75	16.39	15.60	15.60	14.89	14.26	12.
Color value	L	TT	46.12±1.58	45.09±1.78	44.86±0.89	45.41±1.23	47.27±0.33	47.31±0.05	47.02±
		TPT	45.21±1.21	45.79±0.38	44.69±1.43	45.17±1.52	47.15±0.06	46.13±1.08	47.98±
		ET	44.13±0.45	47.79±0.19	47.81±0.23	48.23±1.51	48.44±0.19	49.28±1.40	49.53±
		EPT	45.12±1.25	48.85±0.70	48.95±1.05	47.98±0.61	47.87±1.24	48.55±0.15	48.23±
	a	TT	- 14.36±0.38	- 13.96±0.36	- 13.96±0.73	- 14.66±1.43	- 15.20±0.10	- 14.94±0.03	- 15.65±
		TPT	- 15.64±0.81	- 14.92±0.73	- 14.77±0.21	- 15.27±0.32	- 14.47±0.12	- 14.32±0.24	- 15.31±
		ET	- 14.98±1.51	- 17.02±1.03	- 17.73±1.59	- 20.01±0.25	- 21.03±1.62	- 23.15±1.51	- 22.99±
		EPT	- 13.89±1.09	- 16.28±0.53	- 17.26±0.92	- 17.99±0.02	- 17.34±1.08	- 18.21±0.33	- 18.01±
	b	TT	19.37±0.21	17.85±1.04	17.46±1.52	19.23±3.30	20.18±0.21	19.76±0.01	20.73±
		TPT	19.82±0.12	18.24±0.80	19.67±0.03	19.81±3.20	20.12±0.93	19.89±0.54	20.56±
		ET	19.63±0.58	22.11±1.70	22.62±0.24	25.71±1.15	25.94±0.73	27.31±1.26	28.92±
		EPT	19.13±0.61	20.78±0.52	23.93±1.75	25.78±0.13	24.34±1.43	25.11±0.98	25.08±

*TT; immersed in tap water.
TPT; immersed in tap water containing 1 ppm of polysorbate 80.

ET; immersed in electrolyzed acid water.

EPT; immersed in electrolyzed acid water containing 1 ppm of polysorbate 80.

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

Table1 40. Sterilization effect of electrolyzed acid water containing 1 ppm of polysorbate 80 on kale

	Treat ment	Immersion time(min)						
		0	10	20	30	40	50	60
Total count (CFU/g)	TT	2.56×106	1.94×105	1.92×105	1.98×105	1.89×105	1.95×105	1.93×10
	TPT	3.94×106	7.15×105	6.00×105	6.55×105	6.55×105	6.85×105	7.05×10
	ET	3.70×106	4.22×104	3.15×104	3.00×104	3.01×104	2.95×104	2.87×10
	EPT	1.43×106	2.37×103	1.88×103	1.91×103	2.10×103	2.20×103	2.15×10
Coliform count (CFU/g)	TT	2.70×105	4.70×105	4.63×105	4.71×105	4.72×105	4.68×105	4.69×10
	TPT	2.90×105	8.20×104	5.00×104	4.70×104	4.50×104	4.85×104	5.50×10
	ET	2.50×105	1.17×103	9.95×102	9.90×102	9.80×102	9.70×102	9.60×10
	EPT	4.45×105	3.00×102	1.56×102	1.55×102	1.56×102	2.00×102	2.10×10
ORP (mV)	TT	557	501	463	432	417	395	384
	TPT	560	503	459	431	418	385	362
	ET	1144	1140	1138	1138	1136	1133	1130
	EPT	1145	1143	1140	1136	1135	1131	1129
pH	TT	5.90	6.21	6.58	6.80	6.99	7.20	7.38
	TPT	6.10	6.41	6.65	6.85	6.97	7.24	7.35
	ET	2.23	2.28	2.27	2.29	2.29	2.31	2.35
	EPT	2.23	2.23	2.29	2.31	2.28	2.35	2.37

Table 40. (continued)

HClO content (ppm)	TT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	TPT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ET	18.75	15.60	14.89	14.89.	14.26	13.83	12.12
	EPT	18.75	17.98	15.25	13.12	13.12	12.06	11.70
Color value	L	TT	42.72±0.26	43.98±0.94	42.56±1.77	44.04±1.29	45.05±3.41	45.23±0.08	44.53±0.
		TPT	41.35±0.53	42.17±0.51	41.45±3.17	42.52±0.78	43.27±2.31	43.31±1.09	42.78±0.
		ET	40.36±1.02	43.98±1.84	45.15±0.35	46.10±1.47	46.38±0.64	47.98±1.54	48.38±0.
		EPT	40.97±0.55	43.84±0.64	45.25±0.89	46.27±2.17	47.49±1.62	47.66±1.95	48.51±1.
	a	TT	- 12.29±1.16	- 12.54±0.44	- 12.50±0.35	- 13.91±0.78	- 14.81±2.31	- 14.31±1.13	- 13.99±1
		TPT	- 12.18±0.91	- 13.01±1.04	- 12.79±0.82	- 12.99±0.94	- 13.50±0.51	- 13.47±1.28	- 12.85±0
		ET	- 12.37±0.25	- 13.99±2.92	- 14.64±1.43	- 14.78±0.21	- 15.11±1.13	- 16.23±2.10	- 15.99±0
		EPT	- 12.35±0.26	- 13.43±1.04	- 13.50±1.06	- 14.97±1.55	- 15.03±0.69	- 15.43±0.98	- 15.94±0
	b	TT	14.03±1.07	14.01±0.51	14.25±1.62	15.31±0.53	16.78±1.51	16.65±0.82	16.13±0.
		TPT	14.60±0.86	14.27±1.26	14.76±0.41	14.79±0.44	15.08±0.58	15.39±0.76	14.56±0.
		ET	14.80±0.52	16.56±2.62	17.95±0.01	18.57±1.21	18.64±0.07	19.34±0.51	20.14±0.
		EPT	14.48±0.14	16.48±2.26	17.38±2.16	17.76±2.29	20.23±0.61	20.59±0.98	23.39±3.

*TT; immersed in tap water.

TPT; immersed in tap water containing 1 ppm of polysorbate 80.

ET; immersed in electrolyzed acid water.

EPT; immersed in electrolyzed acid water containing 1 ppm of polysorbate 80.

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

Table 8. Changes in the number of microorganism in the electrolyzed acid water and the sterilized water

(Unit: CFU/㎖)

Time(min) / microorganism		0	5	10	20
탄저병	SDW	3.5×104	3.6×104	3.5×104	3.6×104
	EAW	3.5×104	ND	ND	ND
재빛곰팡이	SDW	1.6×104	1.6×104	1.7×104	1.6×104
	EAW	1.6×104	ND	ND	ND
윤반병	SDW	1.5×104	1.4×104	1.6×104	1.6×104
	EAW	1.5×104	ND	ND	ND
무름병 (*Rhizopus* sp.)	SDW	6.4×104	6.5×104	6.4×104	6.6×104
	EAW	6.4×104	ND	ND	ND

*ND: < 101 CFU/*ml*

EAW: Electrolyzed acid water

SDW: Sterilized distilled water.

Table 15. Amount of pesticides recovered from leafy lettuce immersed in different kind of solutions.

(Unit : ppm)

Water / Pesticides	Electrolyzed acid water	Electrolyzed alkali water	Distilled water
Procymidone	1.120	2.420	3.670
Carbendazim	0.104	0.046	0.016
Metalaxyl	4.820	0.074	6.660
Endosulfan	0.923	ND	1.050
Diazinon	ND	ND	3.050
Chlorpyrifos	ND	0.648	0.113

*ND: not detected.

Table 21. Changes in the quality characteristics of lettuce during storage at 10℃

Quality characterics	Treatments	Storage time (day)			
		0	3	6	9
Total count (CFU/g)	NT1)	5.80×105	3.09×106	5.00×107	6.65×107
	TT2)	2.28×105	5.64×107	1.42×108	3.83×107
	ET3)	2.10×103	3.75×104	7.35×106	5.80×107
Coliform count (CFU/g)	NT	9.00×106	2.90×106	3.90×106	2.17×106
	TT	3.00×105	6.85×106	1.05×107	4.90×106
	ET	3.10×103	2.95×104	2.75×106	1.90×106
Rupture strength (g/cm2)	NT	64.67±2.87	58.50±2.40	51.17±0.95	50.40±1.37
	TT	56.40±1.15	53.07±2.61	48.13±4.01	44.17±2.75
	ET	49.87±1.19	48.07±1.55	42.97±0.95	44.67±0.50
Weight loss (%)	NT	0.00±0.00	0.50±0.01	1.09±0.58	1.59±0.18
	TT	0.00±0.00	0.50±0.44	1.11±0.46	1.32±0.34
	ET	0.00±0.00	0.55±0.42	1.10±0.28	1.11±0.64
Decaying ratio (%)	NT	0.00±0.00	0.00±0.00	48.15±0.28	60.00±2.40
	TT	0.00±0.00	0.00±0.00	60.71±4.32	86.11±1.17
	ET	0.00±0.00	0.00±0.00	30.00±1.25	87.50±2.97
Color value L	NT	44.48±0.32	45.36±0.52	48.29±0.48	49.78±1.56
	TT	45.15±1.01	46.54±1.11	49.33±1.33	55.79±0.06
	ET	47.95±0.84	50.93±2.46	53.26±0.22	67.42±1.59
Color value a	NT	- 19.89±0.45	- 19.65±0.70	- 21.30±0.52	- 24.85±0.18
	TT	- 22.15±0.15	- 19.59±0.72	- 22.75±0.17	- 25.71±0.29
	ET	- 20.88±0.42	- 19.87±0.23	- 22.62±0.77	- 20.58±1.20
Color value b	NT	27.97±0.66	28.89±0.35	31.70±0.47	38.97±0.98
	TT	31.97±0.83	29.91±2.04	35.65±0.84	45.47±0.19
	ET	33.22±0.77	32.14±3.24	36.76±2.24	78.16±1.85
Chlorophyll content (㎎%)	NT	122.33±0.23	120.10±0.93	116.00±0.04	92.57±1.18
	TT	122.33±0.31	115.20±0.61	113.70±0.06	77.37±1.20
	ET	112.38±0.19	82.84±0.14	77.59±0.05	79.17±1.06

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

1) Not Treated.

2) Immersed in tap water.

3) Immersed in electrolyzed acid water.

Table 22. Changes in sensory quality of lettuce during storage at 10℃

Organoleptic properties	Treatments	Storage time (day)			
		0	3	6	9
Discoloration	NT 1)	5.00aA	5.00aA	4.00aB	3.00aC
	TT 2)	5.00aA	5.00aA	3.00bB	2.33bC
	ET 3)	5.00aA	5.00aA	4.00aB	1.67cC
Wilting	NT	5.00aA	4.00bB	3.67aB	3.00aC
	TT	5.00aA	5.00aA	3.00bB	2.67aB
	ET	5.00aA	5.00aA	4.00aB	2.00bC
Texture	NT	5.00aA	4.00bB	3.67aB	2.67aC
	TT	5.00aA	5.00aA	3.67aB	2.00bC
	ET	5.00aA	5.00aA	4.00aB	1.67bC
Decay	NT	5.00aA	4.67aA	4.00aB	3.00aC
	TT	5.00aA	5.00aA	3.00bB	2.67aB
	ET	5.00aA	5.00aA	4.00aB	1.67bC
Overall acceptance	NT	5.00aA	4.00bB	4.00aB	2.67aC
	TT	5.00aA	5.00aA	3.00bB	2.33bC
	ET	5.00aA	5.00aA	4.00aB	2.67aC
Smell of chlorine	NT	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA
	TT	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA
	ET	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA

a,b,c Means with the same superscripts in a row in the treatment are not significantly different ($p < 0.05$).

A,B,C,D Means with the same superscripts in a row in the storage days are not significantly different($p < 0.05$).

1) Not Treated.

2) Immersed in tap water.

3) Immersed in electrolyzed acid water.

Fig. 34. 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. 35. 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.

Fig. 36. 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.

Fig. 37. Residue ratio of microbial count of lettuce after immersion at electrolyzed acid water containing different concentration of polysorbate 80.

Table 24. Changes in quality[1] of crown daisy during storage at 10℃

		Treatments	Storage time (day)				
			0	3	6	9	12
Weight loss (%)		NT[2]	0.00±0.00	0.35±0.18	0.52±0.09	0.56±0.08	0.61±0.18
		TT[3]	0.00±0.00	0.33±0.08	0.73±0.15	0.77±0.12	0.91±0.15
		ET[4]	0.00±0.00	0.28±0.07	0.66±0.01	0.71±0.20	0.90±0.09
Decaying ratio (%)		NT	0.00±0.00	0.00±0.00	50.00±3.29	53.33±1.31	71.43±0.15
		TT	0.00±0.00	0.00±0.00	35.71±1.20	52.94±0.77	85.71±1.32
		ET	0.00±0.00	0.00±0.00	23.08±0.78	53.85±3.11	83.33±1.25
Chlorophyll content (㎎%)		NT	153.11±1.74	152.11±0.48	78.58±1.05	46.73±0.83	37.00±0.62
		TT	150.07±0.37	149.42±0.16	116.14±0.76	65.63±0.61	41.61±0.15
		ET	149.52±0.77	148.60±0.41	141.77±0.60	79.87±0.49	43.10±0.40
Color value	L	NT	45.79±1.10	47.62±0.95	60.05±1.60	61.13±0.84	63.30±0.46
		TT	46.94±0.36	48.90±0.90	55.82±1.28	57.02±0.71	58.82±3.65
		ET	49.54±1.20	50.33±0.75	51.00±0.56	51.46±0.50	54.61±1.37
	a	NT	-17.63±0.63	-18.32±0.63	-16.01±1.56	-14.94±1.96	-8.78±0.68
		TT	-18.48±0.66	-19.28±0.72	-19.49±0.20	-17.29±0.64	-13.19±3.59
		ET	-19.61±0.49	-17.78±0.80	-18.90±0.88	-15.81±1.09	-16.75±1.66
	b	NT	22.32±0.72	24.61±1.52	40.84±1.24	42.20±1.79	53.24±1.01
		TT	24.41±1.41	28.20±1.41	35.28±1.31	34.63±2.55	37.06±2.30
		ET	27.78±0.76	26.88±1.07	27.75±1.71	29.83±0.72	34.03±1.87

1)All values are expressed as mean±SD of triplicated measurements.
2)Not Treated.
3)Immersed in tap water.
4)Immersed in electrolyzed acid water.

Table 25. Changes in organoleptic characteristics of crown daisy during
storage at 10℃

	Treatments	Storage time (day)				
		0	3	6	9	12
Discoloration	NT1)	5.00aA	5.00aA	3.67aB	2.67bC	2.00aCD
	TT2)	5.00aA	5.00aA	2.67bB	2.67bB	1.67abC
	ET3)	5.00aA	5.00aA	4.00aB	3.33abB	1.67abC
Wilting	NT	5.00aA	4.00bB	3.67bBC	2.67aC	2.33aCD
	TT	5.00aA	4.67abAB	2.67cB	2.67aB	1.33bC
	ET	5.00aA	5.00aA	4.00abB	2.67aC	1.33bD
Texture	NT	5.00aA	4.00bB	3.67bBC	3.00bC	2.00aD
	TT	5.00aA	4.67abAB	2.67cC	3.00bBC	1.67abD
	ET	5.00aA	5.00aA	4.00abB	3.33abC	1.33bD
Decay	NT	5.00aA	5.00aA	3.67aB	2.67abC	2.00aD
	TT	5.00aA	5.00aA	3.33abBC	3.33aBC	1.33abD
	ET	5.00aA	5.00aA	4.00aB	3.33aBC	1.33abD
Overall acceptance	NT	5.00aA	4.33ab뮤	3.67aBC	2.67abC	2.00aD
	TT	5.00aA	5.00aA	2.67bB	2.67abB	1.33abC
	ET	5.00a	5.00aA	4.00aBC	3.33aC	1.67abD
Smell of chlorine	NT	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA
	TT	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA
	ET	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA

a,b,c Means with the same superscripts in a row in the treatment are not significantly different ($p < 0.05$).
A,B,C,D Means with the same superscripts in a row in the storage days are

not
significantly different($p < 0.05$).
1) Not Treated.
2) Immersed in tap water.
3) Immersed in electrolyzed acid water.

Table 26. Changes in quality[1] of kale during storage at 10℃.

	Treatments	Storage time (day)				
		0	3	6	9	12
Weight loss (%)	NT2)	0.00±0.00	0.18±0.07	0.50±0.10	0.54±0.04	0.53±0.10
	TT3)	0.00±0.00	0.14±0.05	0.52±0.10	0.60±0.19	0.63±0.12
	ET4)	0.00±0.00	0.29±0.02	0.50±0.02	0.65±0.12	0.68±0.06
Decaying ratio (%)	NT	0.00±0.00	0.00±0.00	29.41±2.10	50.00±3.10	55.56±6.32
	TT	0.00±0.00	0.00±0.00	20.00±1.23	56.25±1.29	72.22±1.94
	ET	0.00±0.00	0.00±0.00	6.67±0.78	48.57±3.42	63.33±2.41
Rupture strenth (g/cm2)	NT	115.03±1.89	111.67±1.58	115.33±5.19	122.67±2.72	148.27±1.07
	TT	113.63±2.05	119.80±2.38	111.07±2.81	115.97±1.60	126.77±1.07
	ET	146.37±5.25	141.03±1.44	131.47±1.60	135.70±4.30	162.60±4.88
Chlorophyll content (mg%)	NT	161.91±0.86	134.45±1.09	94.27±0.43	47.39±2.31	1.38±0.20
	TT	160.06±0.44	105.73±0.74	92.67±0.83	47.95±0.51	6.57±0.37
	ET	158.90±0.81	113.91±0.82	108.41±0.85	94.80±1.76	51.83±0.41
Color value	L NT	41.17±0.53	45.97±1.49	71.80±1.43	69.54±0.95	73.41±1.62
	L TT	42.50±0.94	56.87±1.04	67.78±1.70	65.90±0.74	70.13±0.78
	L ET	44.23±0.51	47.69±0.59	53.57±3.33	52.48±0.37	64.87±0.84
	a NT	- 15.01±0.26	- 20.35±1.01	- 14.29±1.26	- 7.92±2.95	- 9.08±1.84
	a TT	- 15.26±0.91	- 22.31±0.35	- 17.91±0.43	- 12.95±1.91	- 9.63±0.60
	a ET	- 16.10±0.45	- 19.20±0.62	- 18.87±1.24	- 12.62±0.10	- 11.09±0.77
	b NT	17.79±0.99	25.58±1.76	49.30±1.28	51.88±1.65	53.30±0.81
	b TT	18.31±0.77	38.93±1.47	52.24±2.7	50.22±3.17	48.94±0.13
	b ET	20.03±1.16	27.34±1.46	35.16±3.32	23.25±1.07	46.65±1.60

1)All values are expressed as mean±SD of triplicated measurements.
2)Not Treated.
3)Immersed in tap water.
4)Immersed in electrolyzed acid water.

Table 27. Changes in organoleptic characteristics of kale during storage

at 10℃

	Treatments	Storage time (day)				
		0	3	6	9	12
Discoloration	NT 1)	5.00aA	3.67bB	2.33bD	2.67aCD	2.00aE
	TT 2)	5.00aA	4.33abA	2.33bB	2.33bB	1.33bC
	ET 3)	5.00aA	5.00aA	3.33aB	2.00abCD	1.33bD
Wilting	NT	5.00aA	4.00bB	2.33abCD	3.00aC	2.00aD
	TT	5.00aA	4.33abAB	2.67abB	2.67abB	1.33abC
	ET	5.00aA	5.00aA	3.00aB	2.33abC	1.00bD
Texture	NT	5.00aA	3.33cB	3.00aC	3.00aC	2.00aD
	TT	5.00aA	4.00bB	3.00aC	3.00aC	2.00aD
	ET	5.00aA	4.67aA	3.00aB	2.67aB	1.67aC
Decay	NT	5.00aA	4.00abA	2.67bB	3.00aC	2.33aC
	TT	5.00aA	4.33aA	2.67bB	2.67aB	1.33bC
	ET	5.00aA	5.00aA	3.33abBC	2.33aC	1.00bC
Overall acceptance	NT	5.00aA	3.33bcB	2.33bC	2.67aBC	2.33abC
	TT	5.00aA	4.00bB	2.67aC	2.00bD	2.00bD
	ET	5.00aA	5.00aA	3.00aB	2.00bC	1.00cD
Smell of chlorine	NT	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA
	TT	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA
	ET	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA

a,b,cMeans with the same superscripts in a row in the treatment are not significantly different ($p < 0.05$).

A,B,C,D,EMeans with the same superscripts in a row in the storage days are not

significantly different($p < 0.05$).

1)Not Treated.

2)Immersed in tap water.

3)Immersed in electrolyzed acid water.

Table 31. Sensory evaluation of agaricus mushroom during storage at 5℃

	Sample	Storage time (day)			
		1	3	4	7
Odor	**I**	4.50±0.01	4.20±0.02	3.60±0.02	3.30±0.03
	II	4.60±0.01	4.10±0.02	3.20±0.01	2.80±0.02
Color	**I**	4.60±0.01	3.50±0.01	3.60±0.01	3.60±0.01
	II	4.40±0.01	3.80±0.01	3.00±0.02	2.70±0.03
Texture	**I**	4.80±0.01	4.60±0.01	3.60±0.03	3.60±0.01
	II	4.70±0.02	4.30±0.01	3.20±0.01	2.20±0.02
Freshness	**I**	4.70±0.01	3.70±0.01	3.70±0.02	3.20±0.01
	II	4.60±0.02	3.90±0.02	2.70±0.01	2.10±0.03
Browning	**I**	4.60±0.01	4.10±0.01	3.90±0.03	3.50±0.01
	II	4.40±0.01	3.50±0.02	3.00±0.01	1.90±0.04
Overall acceptance	**I**	4.50±0.02	3.80±0.01	3.50±0.02	3.60±0.03
	II	4.50±0.01	3.80±0.02	2.90±0.01	2.50±0.02

* **I**: electrolyzed acid water

II: non-treatment

*Each data is means of 10 sensory evaluation values.

Table 33. Sterilization effect of electrolyzed acid water on lettuce by immersion
type with ultrasonic waves

		Treatment	Immersion time (min)			
			0	5	10	20
Total count (CFU/g)		TT	5.10×107	1.50×106	1.37×106	1.35×106
		ET	1.03×106	2.7×103	1.45×103	7.75×102
		EPT	1.15×106	2.50×103	1.20×103	6.50×102
Coliform count (CFU/g)		TT	3.00×105	1.40×104	1.30×104	1.00×104
		ET	9.02×104	1.00×102	ND	ND
		EPT	9.50×104	1.05×102	ND	ND
ORP (mV)		TT	295	280	268	259
		ET	1140	1128	1121	1113
		EPT	1140	1128	1123	1108
pH		TT	7.23	7.21	7.40	7.45
		ET	2.45	2.70	2.75	2.83
		EPT	2.47	2.74	2.73	2.90
HClO content (ppm)		TT	0	0	0	0
		ET	22.69	17.09	16.67	15.04
		EPT	22.69	17.73	15.60	15.32
Color	L	TT	48.67±0.51	46.67±1.59	43.27±1.15	43.38±1.12
		ET	44.13±0.83	44.47±0.85	45.75±1.14	45.27±0.93
		EPT	44.13±0.83	44.93±0.80	44.29±2.17	44.90±1.65
	a	TT	- 20.21±0.35	- 19.48±3.49	- 18.55±0.12	- 17.42±0.46
		ET	- 20.48±0.12	- 22.15±0.62	- 22.28±0.28	- 22.35±0.10
		EPT	- 20.48±0.12	- 20.95±1.48	- 21.29±0.65	- 22.12±1.10
	b	TT	34.62±3.49	34.22±1.50	33.19±2.17	38.58±1.39
		ET	27.55±0.98	30.51±1.44	30.82±0.20	30.76±0.57
		EPT	27.55±0.98	30.08±1.24	30.74±0.16	30.63±0.84

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

*TT; immersed in tap water.

ET; immersed in electrolyzed acid water.

EPT; immersed in electrolyzed acid water containing 1 ppm of polysorbate 80.

Table 34. Sterilization effect of electrolyzed acid water on lettuce by immersion
type with agitation power

		Treatment	Immersion time (min)			
			0	5	10	20
Total count (CFU/g)		TT	8.20×105	9.46×104	2.51×105	3.60×105
		ET	1.30×106	2.13×104	1.07×104	9.90×103
		EPT	1.55×106	3.05×103	2.16×103	1.90×103
Coliform count (CFU/g)		TT	4.20×104	5.25×103	5.60×103	5.75×103
		ET	1.01×104	5.10×102	1.16×102	1.08×102
		EPT	4.38×105	3.15×102	2.91×102	2.40×102
ORP (mV)		TT	293	284	271	269
		ET	1141	1131	1128	1125
		EPT	1141	1128	1125	1123
pH		TT	7.25	7.29	7.35	7.45
		ET	2.49	2.61	2.67	2.65
		EPT	2.51	2.65	2.63	2.69
HClO content (ppm)		TT	0	0	0	0
		ET	22.69	17.02	16.67	14.89
		EPT	22.69	16.31	15.60	14.18
Color	L	TT	46.46±0.96	46.14±0.22	44.63±1.39	45.64±0.40
		ET	47.77±0.39	48.28±0.31	48.79±1.39	49.14±0.16
		EPT	46.98±0.75	48.09±0.19	48.14±0.19	49.15±0.44
	a	TT	- 21.51±0.60	- 21.54±0.62	- 20.87±0.26	- 20.44±1.31
		ET	- 21.14±0.43	- 22.07±0.70	- 22.11±0.31	- 22.17±0.32
		EPT	- 21.85±0.42	- 23.41±0.54	- 23.17±0.74	- 23.40±0.29
	b	TT	29.52±0.72	30.19±0.32	29.51±0.64	30.12±0.96
		ET	27.33±0.42	28.02±0.12	28.14±0.25	28.30±0.17
		EPT	27.23±0.37	27.92±0.49	28.53±0.21	28.17±0.29

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

*TT; immersed in tap water.

ET; immersed in electrolyzed acid water.

EPT; immersed in electrolyzed acid water containing 1 ppm of polysorbate 80.

Tabel 35. Sterilization effect of electrolyzed acid water on lettuce by immersion
type with air pressure of 2 atm

		Treatment	Immersion time (min)			
			0	5	10	20
Total count (CFU/g)		TT	3.44×106	5.15×105	4.60×105	2.55×105
		ET	1.69×106	2.19×104	1.78×104	9.80×103
		EPT	4.95×106	6.00×103	5.42×103	5.03×103
Coliform count (CFU/g)		TT	8.50×104	2.10×104	1.33×104	6.40×103
		ET	2.00×105	3.55×103	3.50×103	2.95×103
		EPT	4.80×106	6.40×102	6.01×102	5.98×102
ORP (mV)		TT	295	265	257	251
		ET	1141	1125	1120	1112
		EPT	1141	1123	1115	1107
pH		TT	7.25	7.42	7.55	7.56
		ET	2.46	2.71	2.72	2.86
		EPT	2.50	2.75	2.75	2.90
HClO content (ppm)		TT	0	0	0	0
		ET	22.75	17.31	16.52	15.12
		EPT	23.01	17.09	16.78	15.42
Color	L	TT	45.33±0.96	45.37±0.43	44.51±0.58	46.22±0.53
		ET	46.59±1.13	49.15±0.29	49.66±1.58	49.37±0.65
		EPT	48.15±0.91	50.17±0.27	50.17±0.05	50.24±0.05
	a	TT	- 19.83±0.41	- 20.22±0.41	- 20.74±0.92	- 20.12±0.63
		ET	- 17.97±0.51	- 18.07±0.46	- 18.32±0.36	- 18.74±0.36
		EPT	- 17.50±0.43	- 18.04±0.34	- 19.28±0.06	- 19.46±0.37
	b	TT	29.17±0.64	29.48±0.22	29.98±0.37	29.61±0.64
		ET	27.48±0.31	28.51±0.56	29.31±1.23	29.50±0.55
		EPT	28.06±1.63	30.65±1.82	31.31±1.19	31.11±0.82

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

*TT; immersed in tap water.

ET; immersed in electrolyzed acid water.

EPT; immersed in electrolyzed acid water containing 1 ppm of polysorbate 80.

Tab1e 36. Sterilization effect of electrolyzed acid water on lettuce by immersion
type with air pressure of 3 atm

		Treatment	Immersion time (min)			
			0	5	10	20
Total count (CFU/g)		TT	3.55×106	2.57×105	1.48×105	1.23×105
		ET	9.15×106	8.90×103	8.50×103	6.55×103
		EPT	5.84×106	5.00×103	4.02×103	4.03×103
Coliform count (CFU/g)		TT	4.15×105	3.75×104	1.00×104	1.80×104
		ET	2.00×105	2.00×102	1.30×102	1.05×102
		EPT	3.80×105	2.10×102	1.77×102	1.08×102
ORP (mV)		TT	297	264	258	253
		ET	1141	1124	1120	1110
		EPT	1140	1121	1114	1103
pH		TT	7.26	7.41	7.54	7.58
		ET	2.46	2.72	2.73	2.89
		EPT	2.50	2.77	2.78	2.91
HClO content (ppm)		TT	0	0	0	0
		ET	22.79	16.67	15.60	15.39
		EPT	22.55	15.60	15.46	14.89
Color	L	TT	45.51±0.06	45.92±0.56	45.32±0.12	46.74±1.37
		ET	46.27±0.79	49.10±0.20	49.80±0.30	49.66±0.39
		EPT	45.68±0.71	47.32±0.44	47.83±0.72	47.67±0.44
	a	TT	- 16.96±0.71	- 18.49±0.74	- 18.26±0.19	- 19.36±0.34
		ET	- 17.35±0.74	- 18.39±0.32	- 18.19±0.16	- 18.79±0.30
		EPT	- 19.39±0.26	- 19.16±0.22	- 19.62±0.33	- 19.67±0.40
	b	TT	25.01±0.19	25.28±0.09	24.78±0.68	27.78±0.23
		ET	27.69±0.17	29.39±0.52	29.81±0.96	29.85±0.28
		EPT	26.39±0.25	30.02±0.16	30.33±0.41	30.39±0.84

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

*TT; immersed in tap water.

ET; immersed in electrolyzed acid water.

EPT; immersed in electrolyzed acid water containing 1 ppm of polysorbate 80.

Table 37. Sterilization effect of electrolyzed acid water on lettuce by immersion
type with air pressure of 4 atm

		Treatment	Immersion time (min)			
			0	5	10	20
Total count (CFU/g)		TT	9.75×106	9.99×105	9.54×105	8.23×105
		ET	4.90×106	3.09×103	3.15×103	3.05×103
		EPT	6.55×106	5.65×103	5.80×103	5.55×103
Coliform count (CFU/g)		TT	9.15×105	7.70×104	6.55×104	5.05×104
		ET	2.60×105	1.85×102	1.16×102	1.22×102
		EPT	1.70×105	1.50×102	1.45×102	1.43×102
ORP(mV)		TT	297	264	258	253
		ET	1141	1124	1121	1111
		EPT	1140	1121	1115	1104
pH		TT	7.25	7.43	7.57	7.61
		ET	2.46	2.68	2.73	2.89
		EPT	2.49	2.75	2.78	2.90
HClO content (ppm)		TT	0	0	0	0
		ET	22.91	15.67	15.46	15.25
		EPT	22.91	15.60	15.53	15.11
Color	L	TT	45.70±0.50	46.01±0.74	46.69±0.76	48.08±0.41
		ET	46.24±0.53	45.46±1.21	43.96±1.06	42.61±0.55
		EPT	48.36±0.70	46.50±0.27	46.32±1.62	45.82±1.04
	a	TT	- 18.91±0.36	- 19.95±0.54	- 20.40±0.69	- 19.73±0.69
		ET	- 17.72±0.09	- 18.96±0.62	- 18.44±1.50	- 18.94±0.12
		EPT	- 18.34±0.08	- 19.68±0.96	- 19.62±0.60	- 19.27±0.03
	b	TT	27.69±1.55	28.43±0.99	30.11±0.63	30.57±0.78
		ET	26.28±0.72	30.88±1.91	30.52±1.99	30.40±0.32
		EPT	29.36±1.94	32.01±0.57	30.96±2.07	29.11±1.01

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

*TT; immersed in tap water.

ET; immersed in electrolyzed acid water.

EPT; immersed in electrolyzed acid water containing 1 ppm of polysorbate 80.

Table 7. Changes in number of microorganisms in electrolyzed acid water and sterilized distilled water.

(unit : CFU/*ml*)

Microorganism		Time (min)				
		0	10	20	40	60
Aspergillus niger	EAW	2.3×105	ND	ND	ND	ND
	SDW	2.3×105	2.9×105	2.4×105	2.8×105	2.7×105
Bacillus cereus	EAW	5.5×105	5.0×101	ND	ND	ND
	SDW	5.5×105	5.2×105	7.3×105	8.3×105	7.9×105
Eschrichia coli	EAW	4.2×106	2.8×101	ND	ND	ND
	SDW	4.2×106	5.5×106	5.1×106	5.5×106	5.7×106
Lactobacillus plantarum	EAW	2.7×106	ND	ND	ND	ND
	SDW	2.7×106	1.7×106	1.9×106	1.6×106	1.9×106
Pseudomonas fluorescens	EAW	6.3×105	ND	ND	ND	ND
	SDW	6.3×105	6.9×105	7.7×105	8.3×105	8.0×105
Staphylococcus aureus	EAW	2.5×106	ND	ND	ND	ND
	SDW	2.5×106	2.7×106	4.1×106	3.6×106	4.1×106
Salmonella typhi	EAW	6.4×105	1.5×101	ND	ND	ND
	SDW	6.4×105	5.7×105	6.9×105	7.2×105	7.4×105
Saccharomyces cerevisiae	EAW	4.0×104	ND	ND	ND	ND
	SDW	4.0×104	8.7×104	8.9×104		1.3×105

* ND: <101 CFU/*ml*.

EAW: Electrolyzed acid water.

SDW: Sterilized distilled water.

Table 32. Changes in microbial counts and color of chicken meat during storage at 2℃

		Treatment	Storage time (day)					
			initial	2	5	7	9	12
Total count (CFU/g)		NT	2.45×104	4.60×105	7.30×105	2.21×107	3.55×107	1.75×108
		ET	2.30×103	3.39 104	7.70×104	2.95×105	3.30×106	1.93×107
		MT	1.80×103	1.26×104	4.50×104	1.43×105	2.20×106	1.31×107
Coliform count (CFU/g)		NT	1.35×103	7.60×103	6.10×104	8.80×104	8.30×104	5.50×105
		ET	1.00×10	1.30×102	2.80×103	1.59×104	5.10×104	2.00×105
		MT	1.10×10	6.00×10	6.40×102	1.25×104	1.05×104	7.85×104
Color	L	NT	68.55±0.67	69.33±1.18	70.55±1.93	69.74±1.59	70.02±1.48	68.48±1.30
		ET	71.95±1.16	70.85±2.15	70.42±0.67	70.06±0.96	69.15±1.19	68.60±0.77
		MT	70.32±0.98	72.68±1.04	71.96±0.37	71.94±1.43	72.67±0.73	70.85±0.32
	a	NT	- 0.02±0.30	- 0.04±0.16	+0.16±0.45	- 0.07±0.41	- 1.67±2.64	- 0.65±0.25
		ET	- 0.89±0.34	- 0.04±0.70	- 0.02±0.16	- 0.38±0.44	- 0.64±0.17	- 1.15±0.41
		MT	- 0.69±0.43	- 0.58±1.05	- 0.86±0.27	- 0.91±0.08	- 1.27±0.35	- 1.31±0.37
	b	NT	9.35±0.39	8.94±1.21	10.97±2.52	7.77±3.83	8.53±1.12	11.80±1.36
		ET	3.93±0.86	5.11±4.36	5.13±1.95	4.79±2.15	3.52±0.94	6.64±2.37
		MT	7.35±0.99	7.86±4.58	6.30±3.26	6.60±1.88	7.11±2.09	7.98±2.01

*NT; tap water.
ET; immersed in electrolyzed acid water for 10 min.
MT; immersed 3 times for 10 min. in electrolyzed acid water.
*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

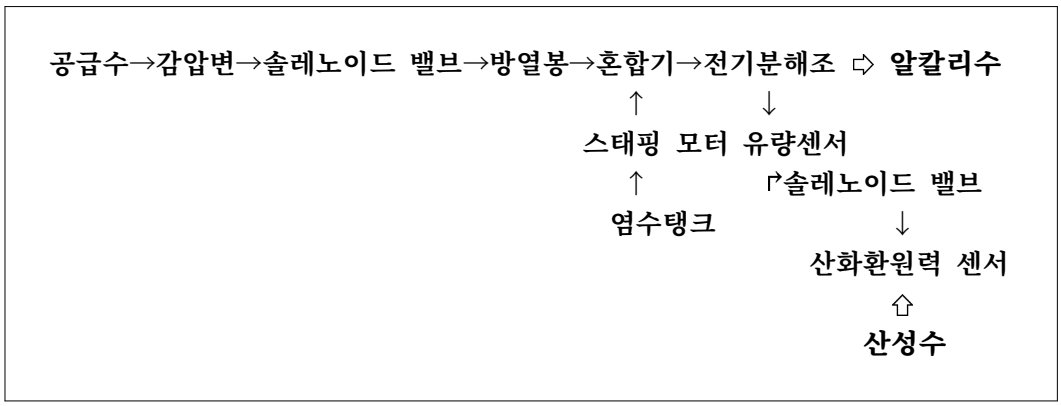
공급수→감압변→솔레노이드 밸브→방열봉→혼합기→전기분해조 ⇨ 알칼리수
↑ ↓
스태핑 모터 유량센서
↑ 「↱솔레노이드 밸브
염수탱크 ↓
산화환원력 센서
⇧
산성수

Fig 1. Principle and production system of electrolyzed acid water.