

전해수를 이용한 채소류의 살균효과

오 덕 환

강원대학교 식품생명과학대학

I. 서 론

최근 생활수준의 향상으로 식생활 문화와 식품 소비패턴도 크게 변화하고 있으며, 건강에 대한 관심이 높아지면서 육식보다 채식, 그리고 가공식품보다 자연식품을 선호하고 있는 추세이다. 특히 신선 채소류의 약리 작용이 건강 유지와 증진에 큰 효과가 있다는 연구결과에 힘입어 소비자들의 선호도가 증가되어 수요와 공급이 확산되고 있다. 이에 따라 과거 열량공급을 우선시 하던 경향에서 벗어나 점점 더 이용의 편의성과 함께 식품의 외관, 조직감, 풍미, 영양적 기능적 가치 및 위생상태 등 품질요소를 고려하는 경향으로 바뀌어 가는 추세이다.

미국이나 유럽 등지에서는 신선도와 편의성을 동시에 추구하려는 소비자의 욕구를 충족시켜줄 수 있는 최소가공 채소류의 소비가 급격하게 증가하고 있다. 한국에서도 최근에 들어서 산업의 고도화 및 조직화, 소득증가, 핵가족의 진전, 도시화 확대, 노년층 인구의 증가, 여성의 사회 참여 확대와 가정의 식품 소비를 주도하는 주부들의 교육수준이 높아지므로 조리시간을 단축시키고 대신 여가시간을 활용하려는 well-being 산업에 힘입어 빠르고, 편리함과 동시에 건강식품과 부합되는 최소가공 채소류의 소비가 증가하고 있다. 이러한 시대적 특성을 반영한

새로운 가공제품으로 신선편의 채소류(minimally processed vegetables)가 등장하게 되었다.

신선편의란 신선한 상태의 제품특성을 크게 변화시키지 않으면서 고유 기능성을 증가시킬 수 있도록 단순 가공하는 것으로 제품에 따라 그 공정이 다르다. 농산물의 경우 일반적으로 세척, 탈수, 절단, 혼합, 포장 단계가 이에 해당한다. 그러나 이러한 공정을 거치는 최소가공 채소류의 겨용 소비자들은 제품을 구입 후 바로 사용할 수 있는 장점이 있으나 절단 등 최소가공으로 인해 세포의 호흡속도가 빨라져 절단면의 산화적 갈변과 미생물오염이 일어날 수 있는 문제점을 지니고 있다. 또한 원료 수확 단계에서 gram negative bacteria나 yeast 등의 미생물의 오염 때문에 미생물학적 안전성 문제가 대두되고 있다. 기업에서는 cold water washing으로 부착되어 있는 미생물 및 이물질 제거하고 있으나, 단지 세척만으로는 충분한 미생물 위해 인자를 제거하기는 어렵다. 최근에는 이를 위해 전해수, 염소수 등의 다양한 기능수를 이용하여 세척하고 있다. 염소수를 사용할 경우 채소류 제품은 반드시 행금 과정을 거쳐 염소 농도를 식수와 동일한 수준으로 낮추어야 하는 문제가 있으나 전해수(electrolyzed water, EW)는 일반화학약품과는 달리 유해한 잔류물이 생기지 않으며, 전통적인 살균방법을 대체할 수 있는 유력한 살균방법으로 인체에도 전혀 해를 미치지

않는 장점이 있다.

전해수는 차아염소산수(hypochlorous acid water)로도 불리며 희박식염수(0.1% NaCl) 또는 해수를 직류 전압으로 전기분해하여 얻어진 용액으로 살균, 제균 효과각 뛰어나며 식품산업의 현장에 있어서 식중독 원인미생물의 제거, 식품소재의 살균 등 식품의 안전성 확보를 위한 유효한 수단으로 인정되고 있다. 또한 전해수는 염소살균에 비하여 훨씬 저농도의 유효염소농도로 단시간에 강력한 살균효과를 나타낸다. 그 효과는 *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, 병원성 비브리오를 비롯한 식중독세균, 포자형성균, 곰팡이, 황색포도상구균의 enterotoxin 분해, 곰팡이독의 분해, 세균, 아메바성 이질의 원생동물에 의해 오염된 음료수의 살균, 병원균에 오염된 손, 피부, 그리고 주방기구 등에 의한 2차 오염의 방지, 알칼리성수의 항산화효과, 전기분해해수의 어병세균 및 바이러스에 대한 살균효과 등 지극히 광범위한 응용이 가능하다. Fig. 1은 미산성 전해수 생성방법을 나타낸 그림이다.

일본에서는 2002년 6월 전해수가 식품첨가물로 지정된 바 있으며, 식품산업현장 및 단체급식에서 위해미생물의 살균과 가공환경의 살균을 목적으로 대규모의 전해수 플랜트가 도입되어 가동되고 있으며 이에 대한 연구도 활발하다. 국내의 경우, 2007년 11월 강산성차아염소산수와 미산성차아염소산수가 과실류와 채소류의 살균제로 지정되었지만 산업현장은 물론 학계에서도 이에 관한 연구는 미미한 실정이다. 또한 mild heat 처리 방법은 신선편의 채소류의 갈변효소의 활성 억제와 조직의 연화를 방지하여 유통기간을 연장시키는 방법의 하나로 다른 살균수와 함께 쓰일 때 미생물 저감화에 상승효과를 준다. 미가열 처리는 여러 농산품에 적용되고 있고, 세균에 대한 살균효과, 생화학적, 품질적인 면을 증진시킨다고 보고하고 있다. Koseki 등은 50°C 미가열 및 전해수 전처리는 양배추를 세척 시 살균력을 증진시킨다고 보고하고 있으며, 다른 처리와 병용처리 되면 그 작용에 시너지 효과를 주며 병원성 미생물의 살균력에 영향을 주기 쉽다고 보고하고 있다.

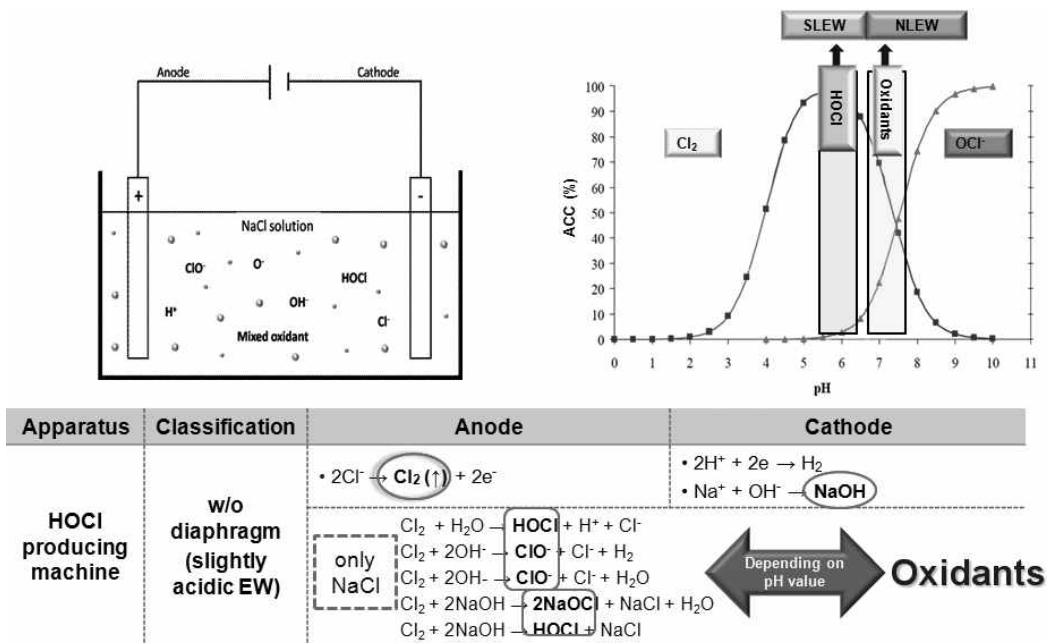


Fig. 1. Low concentration electrolyzed water producing mechanisms.

이에 본 연구에서는 식품산업 및 신선편의 채소류의 미생물학적 안전성을 확보하기 위하여 살균제로서의 미산성 전기분해수(low concentration electrolyzed water, LcEW)의 살균효과와 미가열 처리에 따른 살균효과를 조사하였으며 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

실험재료 및 전해수 생성

본 연구에 사용한 실험재료는 춘천 지역 슈퍼마켓 및 대형할인 매장(냉장체인)에서 판매중인 채소류인 당근, 신선초를 구입하였으며, 구입 후 즉시 실험실로 신속하게 이송하여 4°C 냉장고에 저장한 후 실험에 사용하였다. 각 시료는 식용할 수 없는 부분을 제거하고 상처가 없는 부분을 선별하여 실험에 사용하였으며 당근의 경우 흙이 묻어있는 상태의 것을 구입하여 수돗물로 세척하고 상처 없는 부분을 선별하여 실험에 사용하였다. 전해수는 미산성 전해수 처리장치를 사용하여 현장에서 수돗물에 0.9% NaCl을 소량 가하고 전해수 제조기를 이용하여 제조하였으며, 미산성 전해수는 660-700 mV의 산화환원전위와 pH 6.5-7.5인 것을 사용하였고, 유효염소농도는 5-10 ppm인 것을 사용하였다.

시료 전처리

절단 가공 처리한 채소류를 각 10 g씩 무처리 용액 또는 각 항균 침지 용액에 침지하였다. 각 시료의 미생물 저감화를 측정하기 위해 사용한 항균제는 미산성 전해수, 150 ppm 차아염소산나트륨(NaClO)을 처리 사용하였다. 본 항균제의 물리적 살균 전처리 조건으로 침지시간은 3분간, 온도는 실온(25°C)과 40°C에서 각각 침지하였다. 위 조건에서 처리한 각 시료는 침지 후 신속하게 멸균거즈를 사용하여 물기를 제거한 후 즉시 또는 일정기간 저장

하면서 일정량의 시료를 꺼내어 미생물 분석을 측정하였다.

미생물 균총 분석

미생물 균총의 분석은 총균수(Total bacteria)와 대장균군(Coliform)를 조사하였다. 각 시료 10 g을 살균한 0.1% peptone수 90 mL를 stomacher bag에 넣고 stomacher(Lab blender, interscience, France)를 사용하여 2분 동안 균질화한 후 peptone수에 10진법 단계 희석하여 일반 세균은 Plate Count Agar(PCA, DIFCO, USA)배지, 대장균군은 Desoxycholate Lactose Agar(DLA, DIFCO, USA)를 각각 사용하였으며 각 plate에 1 mL를 분주한 후 pour plate count(PPC)와 standard plate count(SPC)를 사용하였다. PCA와 DLA plate는 35°C에서 24시간 배양한 후 콜로니를 계수하여 log CFU/g으로 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

침지 용액의 침지 온도에 따른 당근의 총균수 및 대장균군 저감화 효과는 Fig. 2에 나타내었다. 무처리구(대조구)에서는 6.71±0.15 log CFU/g의 총균수와 4.45±0.08 log CFU/g의 대장균군이 검출되었다. 25°C에서 차아염소산나트륨과 미산성 전해수 처리구에서의 총균수는 각각 1.29, 1.54 log CFU/g 정도의 저감효과를 나타냈으며, 40°C에서는 각각 2.04, 2.37 log CFU/g 정도의 저감효과를 나타내었다. 25°C에서 차아염소산나트륨과 미산성 전해수 처리구에서의 대장균군은 각각 0.20, 0.97 log CFU/g 정도의 저감효과를 나타냈으며, 40°C에서는 각각 1.42, 1.95 log CFU/g 정도의 저감효과를 나타내었다. 전해수 처리구는 차아염소산나트륨보다 25, 40°C 모두에서 더 높은 총균수와 대장균군의 저감화를 나타내었다. Nascimento 등은 당근을 수돗물로 처리하였을 때 총균수가 0.8 log CFU/g 정도 감소하였으며,

미산성 전해수가 차아염소산나트륨수로 침지 시 저감 효과(2.6 log CFU/g)보다 더 좋았다고 보고하였다. 또한 Vandekinderen 등도 20, 200 mg/L 차아염소산나트륨을 당근에 처리 시 각각 0.84 ± 0.42 log CFU/g, 1 log CFU/g 이상의 감소를 보여 단순 수돗물 처리보다는 더 효과적인 감소를 나타내었다고 보고하였다.

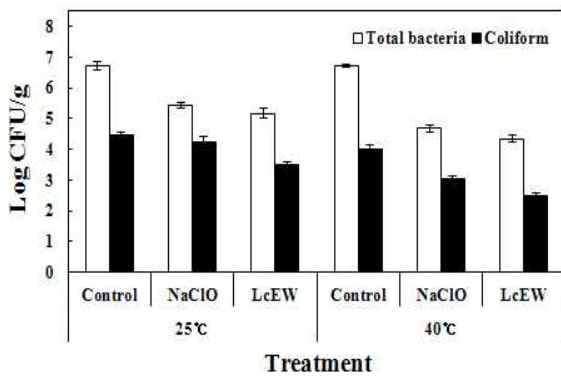


Fig. 2. Effect of electrolyzed water on inactivation of total count bacteria and coliform in carrot by different dipping temperature treatment for 3 minutes.

침지 용액의 침지 온도에 따른 신선초의 총균수 및 대장균군 저감화 효과는 Fig. 2에 나타내었다. 무 처리구(대조구)에서는 7.03 ± 0.08 log CFU/g의 총균수와 4.90 ± 0.15 log CFU/g의 대장균군이 검출되었다. 25°C에서 차아염소산나트륨과 미산성 전해수 처리구에서의 총균수는 각각 1.04, 1.38 log CFU/g 정도의 저감효과를 나타냈으며, 40°C에서는 각각 1.51, 2.08 log CFU/g 정도의 저감효과를 나타내었다. 25°C에서 차아염소산나트륨과 미산성 전해수 처리구에서의 대장균군은 각각 0.81, 1.20 log CFU/g 정도의 저감효과를 나타냈으며, 40°C에서는 각각 1.36, 1.72 log CFU/g 정도의 저감효과를 나타내었다. 전해수 처리구는 차아염소산나트륨보다 25, 40°C 모두에서 더 높은 총균수와 대장균군의 저감화를 나타내었다. Beuchat 등은 200 ppm 차아염소산나트륨으로 상추에 처리 시 2.6 log CFU/g로 단순 수돗물 처

리보다는 효과적인 감소를 나타냈다고 하였으며, Lee등도 전해수로 양상치를 세척 시 수돗물보다 일반 세균이 1 log CFU/g 정도 더 많이 감소되었다고 보고하였다. 또한 Delaquis 등은 양상치를 47°C에서 3분 처리 시 4°C에서 처리한 것 보다 약 1.8-2.0 log CFU/g 정도 미생물이 감소하였다고 보고하였다.

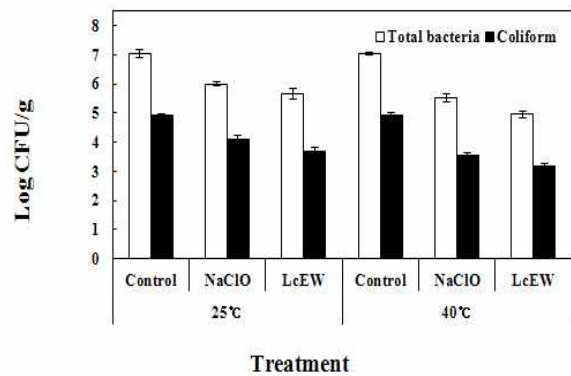


Fig. 3. Effect of electrolyzed water on inactivation of total count bacteria and coliform in angelica by different dipping temperature treatment for 3 minutes.

IV. 참고 문헌

- Kennedy E, Meyers L, Layden W. (1996) The 1995 Dietary Guidelines for America: An Overview. *J. Am. Diet. Assoc.* 96:234-237.
- Peter R, Wim V, Frank D, Johan D. (2004) Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruit. *Food Qual. Prefer.* 15:259-270.
- Ana A, Francisco AT, Mara IG. (2006) Minimal processing for healthy traditional foods. *Trends Food Sci. Tech.* 17:513-519.
- Nascimento MS, Silva N, Catanozi MPLM, Silva KC. (2003) Effects of different disinfection

- treatment on the natural microbiota of carrot. *J Food Protect.* 66:1697-1700.
5. Vandekinderen I, Van Camp J, Devlieghere F, Ragaert P, Veramme K, Bernaert N, Denon Q. (2009) de Meulenaer B. Evaluation of the use of decontamination agents during fresh-cut leek processing and quantification of their effect on its total quality by means of a multidisciplinary approach. *Innov. Food Sci. Emerg. Tech.* 10:363-373.
 6. Beuchat LR, Brackett RE. (1992) Survival and growth of *Listeria monocytogenes* on lettuce as influenced by shredding, chlorine treatment, modified, atmosphere packaging and temperature. *J. Food Sci.* 55:755-759.
 7. Lee SH, Jang MS. (2004) Effects of electrolyzed water and chlorinated water on sensory and microbiological characteristics of lettuce. *Korean J. Soc. Food Cook. Sci.* 20:45-53
 8. Delaquis PJ, Stewart S, Toivonen PMA, Moyls AI. (1999) Effect of warm, chlorinated water on the microbial flora of shredded iceberg lettuce. *Food Res. Int.* 32:7-14.
 9. Maribel A, Josep U, Mrcia O, Isabel A, Inmaculada V. (2008) Efficacy of neutral electrolyzed water (NEW) for reducing microbial contamination on minimally-processed vegetables. *Int. J. Food Microbiol.* 123:151-158
 10. Shigenobu K, Seiichiro I. (2007) Microbial control of fresh produce using electrolyzed water. *Jpn. Agr. Res.* 41:273-282.