

전기분해수 처리에 따른 콩나물의 저장 중 품질변화

유재열 · 장금일[†]
충북대학교 식품공학과

Changes in Quality of Soybean Sprouts Washed with Electrolyzed Water during Storage

Jae Yeol Yoo and Keum-Il Jang[†]

Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

Abstract

The storage quality of soybean sprouts washed with various electrolyzed waters was investigated. The washing solutions consisted of tap water (TW), sodium hypochlorite electrolyzed water (SHEW), and slightly acidic electrolyzed water (SAEW). The number of bacteria on the soybean sprouts after 5 min of exposure to TW, SHEW, and SAEW resulted in >0.5, 2.0, and 2.0 log CFU/g reductions, respectively. At both 4°C and 25°C, the number of bacteria, weight loss ratio, and b value rapidly increased, and pH and L value rapidly decreased in soybean sprouts washed with TW. Whereas, the number of bacteria, pH, weight loss ratio, and color slowly changed in the soybean sprouts washed with SHEW and SAEW. Consequently, these results indicate that washing with electrolyzed water is an effective means of maintaining the quality and enhancing the shelf-life of soybean sprouts; both SHEW and SAEW reduced bacterial growth without affecting the other properties of soybean sprouts during storage.

Key words: soybean sprouts, storage quality, sodium hypochlorite electrolyzed water, slightly acidic electrolyzed water

서 론

콩나물은 전통적으로 가정에서의 자가소비를 목적으로 소량씩 재배되어 왔으나 근래에는 다양한 기업에서 대량생산하여 공급함으로써 콩나물의 소비가 꾸준히 증가하고 있다. 그리고 대량생산을 위한 재배규모가 점차 커지면서 우수한 원료 콩의 확보와 물주기, 온도유지, 환기 등의 재배조건 개선뿐만 아니라 콩나물 재배과정 중에 흔히 발생하는 부패 문제도 매우 중요한 문제가 되고 있다(1). 일반적으로 콩나물은 온도가 높고 물을 자주 뿌려주는 조건하에서 재배되기 때문에 미생물 생육에 매우 적합한 조건으로 생산 초기 총균수가 $10^7 \sim 10^8$ CFU/g 정도로 높게 알려져 있다(2,3). 또한 콩나물은 초기 미생물수가 많기 때문에 유통되는 동안 미생물이 급격하게 번식함으로써 품질이 저하되어 저장 수명이 짧다(4). 따라서 콩나물의 저장성 및 품질 향상을 위하여 열처리한 대두를 이용하여 콩나물을 재배하거나(5), 오존 및 오존수(6), 키토산용액(7), 감초추출물(8), 한약재추출물(9), 천연 항균복합제용액(10) 등을 재배용수로 이용하여 콩나물 재배과정에서 발생하는 부패를 줄이기 위한 다양한 연구가 보고되어 있지만, 일반적인 환경 및 조건에서 재배된

콩나물의 저장성을 향상시키기 위한 연구는 미비한 실정이다.

전기분해수(electrolyzed water)는 소금 또는 염산이 함유된 물을 전기분해하여 차아염소산나트륨(NaClO) 및 차아염소산(HClO)이 함유된 것으로 살균력이 뛰어나 일본의 경우 농업, 축산업, 의료 및 항공기술에 활용되고 있다(11,12). 전기분해수의 종류로는 차아염소산나트륨수(sodium hypochlorite electrolyzed water, SHEW), 강산성차아염소산수(strong acidic electrolyzed water, StAEW), 미산성차아염소산수(slightly acidic electrolyzed water, SAEW)로 구분되어지며(13), 강한 살균력과 함께 이용범위가 넓고, 미생물, 유기물과 접촉하여 살균효과를 발휘한 다음에는 염소, 산소 등 휘발성 기체와 물로 되어 일반 화학약품과는 달리 유해한 잔유물이 생기지 않고 인체에 무해하다는 장점이 보고되어(11), 식품분야에서 화학약품을 대체할 수 있는 방법으로 고려되고 있다(14). 식품산업에서 전기분해수는 식품표면과 식품제조 장치 및 기구의 살균과 세정효과에 관한 다양한 연구가 진행되고 있는데, Rahman 등(15)은 시금치를 대상으로 전기분해수 처리 시 뛰어난 살균효과가 있음을 보고하였고, Jeong 등(16)은 박피 토란의 품질저하를 최소화할 수 있는 보존성이 높은 침지액의 개발을 위해 전기분해수를

[†]Corresponding author. E-mail: jangki@chungbuk.ac.kr
Phone: 82-43-261-2569, Fax: 82-43-271-4412

침지액으로 활용하여 침지액에 따른 초기품질과 저장 중 품질변화를 비교, 검토한 결과, 총균수는 대조구에 비해 3 log cycle 정도 낮은 수준이었으며, 갈변 및 영양학적 품질 등의 품질저하가 가장 적다고 보고하였다. 또한 Lee 등(17)은 다양한 세척수를 이용해 인삼을 표면 세척한 결과, 전해수 세척 처리구가 저장 중 품질변화가 가장 적다고 보고하였다. 뿐만 아니라 Jeong 등(18)은 전기분해수로 세정 처리한 딸기의 살균효과 및 저장 중 품질변화를 살펴본 결과, 뛰어난 표면세정 및 살균효과가 있었으며 낮은 폐기율과 높은 관능적 특성을 보인 것으로 보고하였다. 또한, 격막방식에 따라 제조한 전기분해수의 세척 및 보관효과(19)와 전해인자에 따른 전기분해수 특성 비교 같은 전기분해수에 대한 연구(20)도 보고되었으며, 한국식품의약품안전청에서 차아염소산수와 차아염소산나트륨을 식품첨가물로 허가하고, 식품첨가물공전에 기재된 상태이다(13).

따라서 본 연구에서는 차아염소산나트륨수와 미산성차아염소산수를 이용하여 콩나물을 세척 처리한 뒤 저장기간에 따른 미생물학적 및 이화학적 변화를 분석하여 콩나물에 대한 전기분해수 세척 처리가 콩나물의 저장 중 품질변화에 미치는 영향을 분석하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

실험에 사용한 콩나물은 2009년 7~8월에 청주 소재 할인마트에서 신선한 콩나물을 구입하여 크기가 균일하며 외관상 이상 없는 것을 선별하여 사용하였다. 그리고 전기분해수의 유효염소 함량을 측정하기 위해 potassium iodide와 acetic acid는 Junsei Chemical Co.(Tokyo, Japan)에서 구입하였고, 전분은 Samchun Pure Chemical Co.(Gyeonggi-do, Korea)에서 구입하였으며, 0.1 N sodium thiosulfate는 Sigma Aldrich Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다.

전기분해수 제조

미산성차아염소산수(slightly acidic electrolyzed water, SAEW)는 미산성전해수 장치(model BC-360, Comic Round Korea Co., Seongnam, Korea)를 이용하여 제조한 후 실험에 사용하였다. 그리고 차아염소산나트륨수(sodium hypochlorite electrolyzed water, SHEW)는 차아염소산나트륨수 제조장치(lab scale model, Techwin, Cheongju, Korea)를 이용하여 제조하였는데, 3%의 NaCl을 첨가하여 발생하는 전기분해수를 최종 400 ppm의 고농도로 제조한 후 희석하여 사용하였으며, 제조된 각각의 전기분해수의 특성은 Table 1에 나타내었다(13).

콩나물 세척 및 저장

콩나물 세척은 무세척, 수돗물(TW) 세척, SHEW 세척,

Table 1. Physicochemical properties of tap water and various electrolyzed water for washing soybean sprouts

Treatments ¹⁾	Physicochemical properties ²⁾		
	pH	ORP (mV)	ACC (ppm)
TW	7.07±0.04 ³⁾	412.0±14.5	0.4±0.1
SHEW	8.70±0.06	771.2±16.4	202.7±4.6
SAEW	5.26±0.15	935.1±2.5	29.1±1.9

¹⁾TW: tap water, SHEW: sodium hypochlorite electrolyzed water, SAEW: slightly acidic electrolyzed water.

²⁾ORP: oxidization reduction potential, ACC: available chlorine concentration.

³⁾Values are means±SD of triplicate determinations.

SAEW 세척방법을 이용하여 세척하였다. 먼저 가로×세로×높이가 29×20×22 cm인 통을 이용하여 시료의 10배(w/v)에 해당하는 수돗물, SHEW, SAEW 세척수에 각각 5분간 침지시켜 세척하였다. 세척이 끝난 각각의 시료는 잔류염소를 제거하기 위해 18 L/min의 속도로 분사되는 Φ 0.7 mm의 노즐 108개를 통해 1분간 수세과정을 거친 후, 물기가 완전히 제거될 때까지 자연 탈수시켰다. 탈수가 끝난 시료는 30 g씩 high density poly ethylene 포장지(HDPE film, 17×25 cm, Cleanwrap, Gimhae, Korea)에 담고 밀봉한 다음 4°C에서 20일, 25°C에서 5일간 저장하면서 실험을 진행하였다.

일반세균수의 변화

콩나물의 저장기간에 따른 일반세균수 변화는 4°C에서는 5일 간격으로 20일간 시료를 채취하여 분석하였고, 25°C에서는 1일 간격으로 5일간 분석하였다. 각각의 시료 10 g을 멸균팩(JS-011, Jinsenguni-Tech, Seoul, Korea)에 넣은 뒤 90 mL의 멸균된 0.85% 멸균생리식염수를 가하고, stomacher(Stomacher 400, Seward, Worthing, UK)로 1분간 균질화하였다. 균질액에서 일반세균수를 분석하기 위하여 균질액을 십진 단계 희석하여 NA(nutrient agar) 배지에 도말한 후 37±2°C에서 24±2시간 배양 후 균수를 측정하여 log CFU/g으로 표시하였다(21).

pH 변화

콩나물의 저장기간에 따른 pH 변화는 일반세균수 변화 분석과 동일한 기간 동안 시료를 채취하여 분석하였다. 각각의 시료 5 g씩 무게를 달아 45 mL의 증류수로 1분간 균질화한 후 비커에 담아 이것을 시험용액으로 실온에서 pH meter (Orion 4 star, Thermo Scientific, Beverly, MA, USA)를 사용하여 3회 반복 측정하였다(21).

중량감소를 변화

콩나물의 저장기간에 따른 중량감소율 변화는 먼저 초기 중량을 측정한 후 4°C에서는 5일 간격으로 20일 동안 각 시료의 중량을 측정하였고, 25°C에서는 1일 간격으로 5일 동안 측정하여 초기 중량에 대한 감소량을 백분율로 환산하여 표시하였다(22).

색도 변화

콩나물의 저장기간에 따른 색도 측정은 4°C에서는 5일 간격으로 20일간 분석하였고, 25°C에서는 1일 간격으로 5일간 색도를 분석하였다. 콩나물의 색도는 색도색차계(model CR-300, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 콩나물의 배측부분과 자엽부분의 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)의 값으로 나타내었으며, 저장기간 중 색도의 차이는 색차(color difference, ΔE)를 이용하여 분석하였다(23). 그리고 모든 시료에 대하여 3회 반복 측정하였고 사용한 표준 색판은 백색판($Y=93.5$, $x=0.3132$, $y=0.3200$)이었다.

통계분석

실험결과에 대한 통계분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고 처리간의 차이 유무를 one-way ANOVA (analysis of variation)로 분석한 뒤 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

콩나물의 저장 중 일반세균수 변화

TW, SHEW 및 SAEW로 세척한 콩나물을 4°C와 25°C에서 각각 20일과 5일간 저장하면서 일반세균수의 변화를 분석하였다(Fig. 1). 먼저 무세척 및 TW 세척한 콩나물의 초기 균수는 각각 7.1과 6.5 log CFU/g을 나타낸 반면 SHEW와 SAEW로 세척한 콩나물의 초기 균수는 각각 4.5와 4.6 log CFU/g을 나타내었다. TW 세척의 경우 무세척 콩나물에 비해 0.6 log CFU/g의 감소효과를 나타내었는데, 이는 수도수 처리한 치커리의 총균수가 0.6~1.0 log CFU/g의 감소효과를 나타낸다는 Kwon 등(21)의 보고와 유사하였다. 그리고 SHEW 및 SAEW 세척은 무세척에 비해 2.0 log CFU/g 이상의 감소효과를 나타내어 전기분해수에 의한 딸기의 살균 효과를 조사한 결과 2.0 log CFU/g 정도 감소효과를 나타낸

다는 Jeong 등(18)의 보고와 식품 유해균에 대한 세척효과가 강산성차아염소산수(strong acidic electrolyzed water), SHEW, SAEW 순으로 나타났다는 Zacharia 등(12)의 보고와도 유사하였다. 그러나 SHEW 및 SAEW 세척간의 유의적인 차이($p<0.05$)는 없었다.

전기분해수의 살균 원리를 살펴보면 전기분해수가 제조될 때 생성된 HClO에 의해 살균이 이루어지게 되는데, 이는 해리되지 않은 HClO가 cell membrane을 통해 세포내로 침투하게 되면 세포내에서 해리되어 HCl과 활성산소로 분해되는데, HCl은 세포내 pH를 낮추어 세포가 생육하기 어렵게 유도하고, 활성산소는 세포내 효소와 반응하여 불활성화를 유도함으로써 살균이 이루어지게 된다(24).

4°C와 25°C에서 각각 20일과 5일 동안 저장한 콩나물은 모두 저장기간이 증가할수록 유사한 증식속도로 일반세균수가 증가하는 경향을 나타내었지만, SHEW 및 SAEW로 세척한 콩나물의 일반세균수는 무세척 콩나물에 비해 2.0 log CFU/g 정도 낮은 수준을 유지하면서 증가하였다. 또한 4°C와 25°C에서 각각 20일과 5일 동안 저장 후에도 SHEW 및 SAEW로 세척한 콩나물의 일반세균수는 무세척 콩나물의 초기균수인 7.1 log CFU/g보다도 낮은 6.3~6.8 log CFU/g으로 유지됨을 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 전기분해수 세척 공정을 이용함으로써 콩나물의 초기 일반세균수를 억제할 수 있었고, 콩나물의 저장 중 무세척 및 TW 세척에 비하여 낮은 일반세균수를 유지시킴으로써 콩나물의 저장성을 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

콩나물의 저장 중 pH 변화

TW, SHEW 및 SAEW를 이용하여 세척한 콩나물의 저장 중 pH 변화를 조사한 결과(Fig. 2), 4°C 저장에서 콩나물의 초기 pH는 6.11~6.13으로 각 처리구간 유의적인 차이($p<0.05$)가 나타나지 않았고, 저장기간이 증가할수록 모든 처리구에서 계속적으로 pH가 감소하였다. 특히 무세척 및 TW 세척에서는 저장 20일에 각각 pH 5.32 및 5.46으로 나타나 급격히 감소하는 경향을 보인 반면 SHEW와 SAEW 세척에서는 저장 20일에 각각 pH 5.73와 5.79으로 나타나 완만

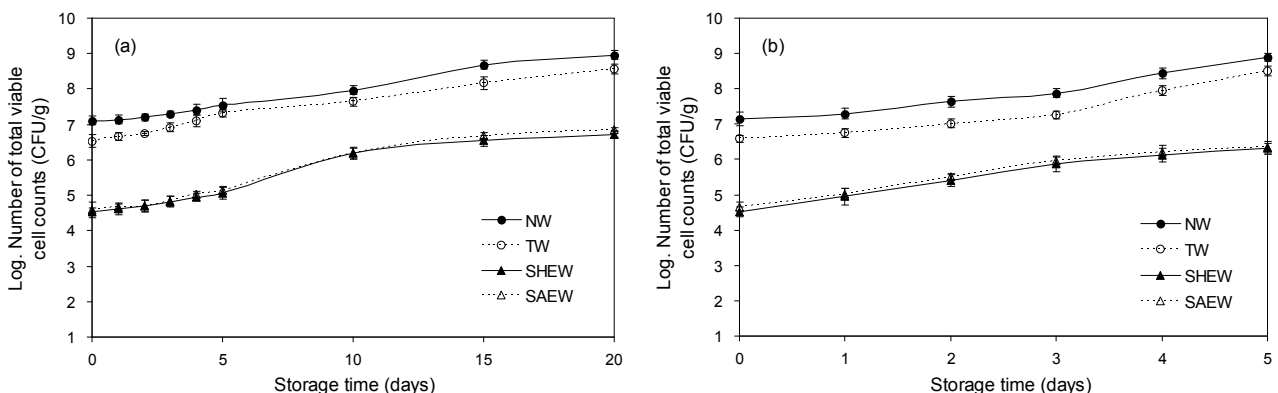


Fig. 1. Changes in total viable cell counts of soybean sprouts during storage at (a) 4°C and (b) 25°C. NW: non-washed, TW: tap water, SHEW: sodium hypochlorite electrolyzed water, SAEW: slightly acidic electrolyzed water.

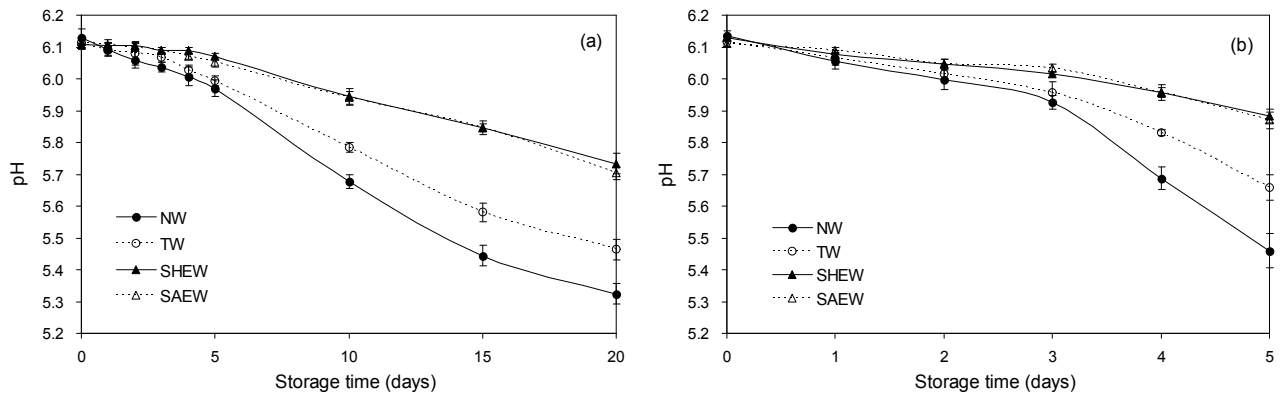


Fig. 2. Changes in pH of soybean sprouts during storage at (a) 4°C and (b) 25°C. NW: non-washed, TW: Tap water, SHEW: sodium hypochlorite electrolyzed water, SAEW: slightly acidic electrolyzed water.

하게 감소하는 경향을 나타내었다. 그리고 4°C 저장과 유사하게 25°C 저장에서도 콩나물의 초기 pH는 6.11~6.13으로 각 처리구간 유의적인 차이($p < 0.05$)를 나타내지 않았고, 모든 처리구에서 저장기간 중에 계속적으로 pH가 감소하였다. 무세척 및 TW 세척에서는 3일 후 부터 pH가 급격히 감소하여 저장 5일째 각각 pH 5.46 및 5.66으로 나타난 반면, SHEW와 SAEW 세척에서는 저장 5일까지 각각 pH 5.87 및 5.86으로 유지되어 천천히 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 차아염소산나트륨수로 세척한 경우 TW 세척보다 저장 중 당근의 pH 감소가 적었다는 Kim 등(25)의 보고와 유사하였고, 콩나물과 같은 신선편의 채소는 저장 중 미생물의 증식에 의해 pH가 감소된다는 Jacxsens 등(26)과 Lee 등(27)의 보고로 미루어볼 때 무세척 및 TW 세척 콩나물은 균이 급격히 증식하면서 pH가 급격히 감소하는 경향을 나타낸 반면, SHEW와 SAEW 세척 콩나물은 전기분해수 처리에 의해 균이 초기에 감소되었기 때문에 pH가 천천히 감소되는 것으로 생각된다.

콩나물의 저장 중 중량감소를 변화

일반적으로 원예농산물은 수확 시에는 90~95%의 수분을 함유하여 신선도를 유지하고 있으나 수확 후에는 저장기간 중 수분이 감소하여 중량감소와 동시에 시들음 현상이

발생되며(28), 또한 원예농산물의 중량감소율이 5% 이상을 초과하면 상품성이 저하되는 것으로 알려져 있다(29). 특히 콩나물의 중량 감소는 증산작용과 호흡작용의 요인에 의해 주로 영향을 받게 되는데, 증산은 채소 표면과 주변공기의 상대습도 등에 의해 달라지며, 호흡은 생체내의 탄소원과 외기에서 흡수한 산소를 반응시켜 대사활동에 필요한 에너지를 얻는 과정으로 호흡계수가 1인 정상상태의 호흡반응시 탄소원과 산소의 반응으로 물 분자가 생성되고 이것이 증발하면서 중량감소가 일어나게 된다(30). 4°C에서보다 25°C에서 저장한 콩나물의 경우 중량감소율은 전반적으로 더 높고 빠르게 증가하였는데, 이는 상온이 저온에 비하여 호흡 등 대사작용이 활발히 일어나며, 이로 인해 콩나물의 에너지원을 소모시킨데 기인하는 것으로 알려져 있다(31).

4°C와 25°C에서 저장 중 콩나물의 중량감소율 변화를 조사한 결과(Fig. 3), 중량감소율은 저장기간이 증가함에 따라 모든 처리구에서 증가하는 경향을 나타내었는데, 4°C에서 20일간 저장 시 무세척 및 TW 세척 콩나물은 각각 6.89 및 6.05%로 높은 중량감소율을 나타내었지만, SHEW 및 SAEW 세척에서는 각각 3.51 및 3.59%로 낮은 중량감소율을 나타내었다. 25°C에서 5일간 저장 시 무세척 및 TW 세척 콩나물은 각각 8.34 및 6.44%로 높은 중량감소율을 나타내었으나,

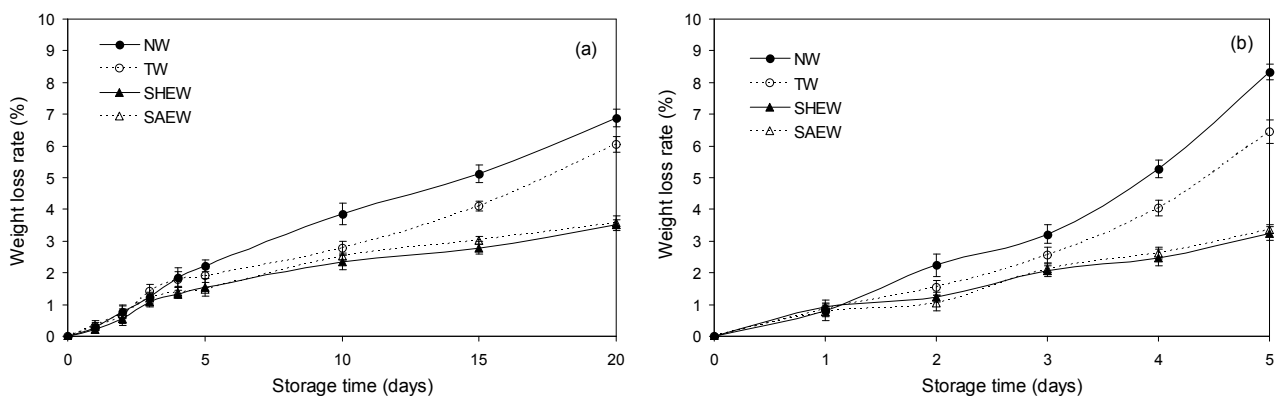


Fig. 3. Changes in weight loss rate of soybean sprouts during storage at (a) 4°C and (b) 25°C. NW: non-washed, TW: tap water, SHEW: sodium hypochlorite electrolyzed water, SAEW: slightly acidic electrolyzed water.

SHEW 및 SAEW 세척에서는 각각 3.25 및 3.38%로 낮은 중량감소율을 보여 4°C 저장과 유사한 결과를 나타내었다. 또한 무세척 및 TW 세척보다 SHEW 및 SAEW 세척 시 중량감소율이 더 낮은 경향을 보였는데, 이는 출하 전 하우스 감광을 전해산화수로 세척 처리한 경우 대조구에 비해 중량감소율이 적었다는 Song 등(32)이 보고와 간밤의 전처리 방법에 따른 저장 중 무처리(1.55%)에 비해 전해수 처리한 간밤의 경우는 중량감소율이 0.5% 이하로 나타났다는 Kim 등(23)의 보고와 유사하였다. 따라서 본 연구에서는 전기분해수 세척 공정을 이용함으로써 저장 중 콩나물의 중량감소를 억제할 수 있었고, 신선도를 유지시킴으로써 콩나물의 저장성을 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

콩나물의 저장 중 색도 변화

TW, SHEW 및 SAEW를 이용하여 세척한 콩나물의 저장 중 자엽부와 배측부의 색도 변화를 분석하였다. 먼저 4°C에서 20일간 저장하면서 무세척 및 TW 세척 콩나물의 자엽부는 L값이 각각 31과 32에서 18과 19로 감소하였고, b값은 각각 18과 17에서 34와 32로 증가하였다. 또한 배측부도 L값이 각각 33과 32에서 20과 20으로 감소하였으며, b값은 각각 0과 0에서 6과 5로 증가하는 경향을 나타내었다. 반면, SHEW 및 SAEW 세척 콩나물의 자엽부에서는 L값이 각각 31과 32에서 22와 23으로 감소하였고, b값은 각각 17과 18에서 모두 26으로 증가하였다. 그리고 배측부는 L값이 각각 31과 33에서 25로 감소하였고, b값은 모두 0에서 3으로 증가하였다(Table 2). 그리고 25°C에서 5일 동안 저장한 콩나물

에서도 4°C에서 저장한 콩나물의 색도 변화와 유사한 경향을 나타내었다(Table 3). 따라서 SHEW 및 SAEW로 세척한 콩나물이 무세척 및 TW로 세척한 콩나물에 비하여 저장 중 색도가 천천히 변화됨을 알 수 있었으며, 이는 전기분해수 세척 시 무처리 및 TW 처리에서는 깻잎표면의 색도 변화가 큰 차이를 보였으나, 전기분해수 처리에서는 변화가 적었다는 Jeong 등(33)의 보고와 전기분해수 처리가 인삼의 갈변억제 및 지연에 효과가 있다는 Lee 등(17)의 보고와 유사하였다. 따라서 SHEW 및 SAEW와 같은 전기분해수 세척 방법은 저장 중 콩나물의 색도 변화를 억제시킴으로써 콩나물의 저장 품질 유지에 기여할 것으로 생각된다.

결론적으로 전기분해수 세척 방법은 무세척 및 TW로 세척한 콩나물에 비하여 콩나물의 초기 일반세균수를 감소시킬 수 있으며, 저장 중 미생물 생육 및 품질 변화를 억제시킬 수 있기 때문에 SHEW와 SAEW와 같은 전기분해수 세척 방법은 콩나물의 신선도 및 저장 품질 향상에 기여할 것으로 생각된다. 그러나 SAEW는 중성 pH로 SHEW에 비해 작업 기계들의 부식과 작업자의 손에 대한 자극이 적고, 작업자의 건강에 악영향을 줄 수 있는 Cl₂ 가스가 발생하지 않으며, 안정성이 높아 오랜 기간 보관해도 살균력을 유지할 수 있는 등 여러 장점을 가지고 있다(12). 따라서 본 연구에서 콩나물에 대한 전기분해수의 세척 처리가 콩나물의 품질 유지 및 저장성 향상에 기여할 것으로 생각되며, 식품산업에서 세척 수로는 SHEW보다 SAEW 세척 방법이 더 효율적일 것으로 생각된다.

Table 2. Changes in Hunter L, a, b and ΔE value of cotyledon and hypocotyl of soybean sprout during storage at 4°C

Hunter's color	Storage time (day)	Cotyledon				Hypocotyl			
		Non-washed	Tap water	SHEW ¹⁾	SAEW ²⁾	Non-washed	Tap water	SHEW	SAEW
L	0	31.11±1.05 ^a	32.52±1.26 ^a	31.14±1.04 ^a	32.59±0.81 ^a	33.06±0.76 ^b	32.44±0.40 ^{ab}	31.21±0.41 ^a	33.49±1.02 ^b
	5	24.82±0.35 ^b	23.98±0.66 ^a	26.31±0.35 ^c	26.85±0.32 ^c	28.73±0.08 ^d	29.21±0.50 ^a	29.05±0.11 ^a	30.17±0.08 ^b
	10	22.14±0.07 ^a	22.40±0.24 ^a	24.11±0.42 ^b	25.54±0.42 ^c	26.47±0.08 ^a	26.54±0.32 ^a	27.47±0.32 ^b	27.98±0.21 ^c
	15	19.52±0.34 ^a	20.22±0.44 ^a	23.22±0.74 ^b	24.85±0.11 ^c	23.14±0.87 ^a	22.85±0.14 ^a	26.85±0.10 ^b	26.58±0.04 ^b
	20	18.11±0.14 ^a	19.10±0.56 ^b	22.85±0.34 ^c	23.11±0.14 ^c	20.39±0.62 ^a	20.75±0.35 ^a	25.06±0.09 ^b	25.84±0.11 ^c
a	0	0.04±1.34 ^a	0.86±0.90 ^a	-0.5±0.58 ^a	-0.44±0.42 ^a	-1.53±0.62 ^a	-0.9±0.78 ^{ab}	0.15±0.35 ^b	-0.92±0.41 ^{ab}
	5	-2.60±0.76 ^a	-3.10±0.66 ^a	-2.27±0.47 ^a	-2.33±0.21 ^a	-0.38±0.05 ^c	-1.28±0.45 ^b	-2.33±0.09 ^a	-2.27±0.32 ^a
	10	1.12±0.14 ^c	-1.33±0.35 ^a	-1.25±0.52 ^a	0.08±0.10 ^b	-0.06±0.07 ^a	-0.52±0.33 ^a	0.44±0.83 ^a	-0.25±0.51 ^a
	15	0.45±0.35 ^b	0.24±0.41 ^{ab}	-0.24±0.23 ^a	0.02±0.14 ^{ab}	1.08±0.03 ^c	-1.56±0.35 ^a	0.21±0.62 ^b	0.44±0.18 ^{bc}
	20	-1.21±0.48 ^a	1.85±0.25 ^c	0.28±0.51 ^b	-0.22±0.95 ^{ab}	-1.85±0.11 ^a	-1.08±0.83 ^b	0.33±0.26 ^c	1.05±0.02 ^d
b	0	18.55±0.44 ^b	17.58±0.82 ^{ab}	17.14±0.66 ^a	18.47±0.25 ^b	0.22±0.52 ^a	0.38±0.25 ^a	0.47±0.25 ^a	0.15±0.04 ^a
	5	22.54±0.17 ^c	21.44±0.12 ^b	19.55±0.81 ^a	20.44±0.71 ^{ab}	1.27±0.02 ^a	1.52±0.14 ^b	1.79±0.05 ^c	1.57±0.12 ^b
	10	24.77±0.74 ^c	22.66±0.61 ^b	20.68±0.57 ^a	21.68±0.72 ^{ab}	2.55±0.10 ^b	2.20±0.24 ^a	2.04±0.04 ^a	1.95±0.07 ^a
	15	27.78±1.35 ^c	25.77±0.83 ^b	23.25±0.47 ^a	24.43±0.23 ^{ab}	5.58±0.21 ^d	4.21±0.08 ^c	2.54±0.12 ^b	2.25±0.04 ^a
	20	34.15±0.69 ^b	32.25±1.49 ^b	26.12±0.48 ^a	26.46±1.15 ^a	6.22±0.14 ^d	5.84±0.15 ^c	3.04±0.08 ^a	3.61±0.11 ^b
ΔE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	7.93±0.53 ^b	10.20±0.46 ^c	5.72±0.57 ^a	6.39±0.23 ^a	4.60±0.07 ^b	3.47±0.40 ^a	3.55±0.12 ^a	3.86±0.16 ^a
	10	10.98±0.38 ^b	11.55±0.43 ^b	7.94±0.36 ^a	7.78±0.60 ^a	7.14±0.03 ^c	6.19±0.32 ^b	4.13±0.21 ^a	5.84±0.17 ^b
	15	14.87±0.59 ^b	14.81±0.39 ^b	10.03±0.52 ^a	9.78±0.05 ^a	11.58±0.80 ^d	10.35±0.16 ^c	4.86±0.08 ^a	7.34±0.04 ^b
	20	20.35±0.47 ^b	19.94±0.95 ^b	12.27±0.28 ^a	12.45±0.72 ^a	14.02±0.54 ^d	12.92±0.34 ^c	6.67±0.11 ^a	8.62±0.08 ^b

¹⁾Sodium hypochlorite electrolyzed water.

²⁾Slightly acidic electrolyzed water.

Means with different superscripts (a-d) in the same row are significantly different at p<0.05.

Table 3. Changes in Hunter L, a, b and ΔE value of cotyledon and hypocotyl of soybean sprout during storage at 25°C

Hunter's color	Storage time (day)	Cotyledon				Hypocotyl			
		Non-washed	Tap water	SHEW ¹⁾	SAEW ²⁾	Non-washed	Tap water	SHEW	SAEW
L	0	32.21±0.05 ^a	31.02±1.06 ^a	31.51±0.84 ^a	32.18±0.28 ^a	34.37±0.11 ^{ab}	33.24±0.21 ^a	34.83±0.95 ^b	34.58±0.85 ^b
	1	26.30±0.65 ^a	26.61±0.15 ^a	29.93±0.20 ^b	30.21±0.25 ^b	30.42±0.25 ^a	31.94±0.13 ^b	30.45±0.44 ^a	31.46±0.15 ^b
	2	25.65±0.25 ^b	25.23±0.27 ^a	29.41±0.14 ^d	28.13±0.11 ^c	28.79±0.45 ^{ab}	29.18±0.22 ^b	29.24±0.31 ^b	28.37±0.23 ^a
	3	23.42±0.33 ^a	23.62±0.05 ^a	27.71±0.22 ^c	26.54±0.52 ^b	27.05±0.33 ^a	27.02±0.42 ^a	28.20±0.33 ^b	27.82±0.25 ^b
	4	20.71±0.42 ^a	22.55±0.20 ^b	24.20±0.14 ^c	25.21±0.15 ^d	25.05±0.45 ^a	25.01±0.22 ^a	27.43±0.14 ^b	26.97±0.12 ^b
	5	19.97±0.16 ^a	21.21±0.25 ^b	23.38±0.05 ^c	24.31±0.14 ^d	18.27±0.37 ^a	19.58±0.16 ^b	25.39±0.11 ^d	23.39±0.31 ^c
a	0	0.06±0.36 ^{ab}	0.81±0.25 ^c	-0.16±0.15 ^a	0.35±0.22 ^{bc}	-1.46±0.17 ^a	0.49±0.36 ^c	-0.70±0.06 ^b	-0.44±0.37 ^b
	1	-1.96±0.25 ^a	-1.40±0.31 ^{ab}	-1.26±0.52 ^b	-0.41±0.05 ^c	-0.15±0.22 ^c	1.37±0.15 ^d	-1.10±0.45 ^b	-1.86±0.15 ^a
	2	-1.36±0.66 ^a	-1.34±0.55 ^a	0.33±0.36 ^b	-1.37±0.14 ^a	1.20±0.67 ^b	0.75±0.41 ^b	0.63±0.46 ^b	-1.01±0.65 ^a
	3	-2.13±0.15 ^a	-0.11±0.35 ^c	-1.16±0.64 ^b	-2.37±0.33 ^a	1.52±0.44 ^b	1.84±0.33 ^b	-0.81±0.73 ^a	-0.55±0.72 ^a
	4	-2.20±0.60 ^a	-1.39±0.67 ^a	-1.56±0.52 ^a	1.03±0.27 ^b	1.71±0.46 ^b	1.69±0.64 ^b	0.70±0.39 ^a	0.88±0.25 ^{ab}
	5	-1.28±0.25 ^a	-1.55±0.55 ^a	-0.12±0.33 ^b	-1.28±0.25 ^a	2.57±0.25 ^b	2.43±0.15 ^b	0.68±0.57 ^a	0.18±0.11 ^a
b	0	18.17±0.18 ^d	17.44±0.11 ^b	17.80±0.15 ^c	16.75±0.05 ^a	0.15±0.23 ^a	0.12±0.14 ^a	0.36±0.04 ^{ab}	0.81±0.45 ^b
	1	19.40±0.3 ^b	19.07±0.15 ^b	19.00±0.33 ^b	17.71±0.35 ^a	2.45±0.15 ^c	2.13±0.11 ^c	0.80±0.24 ^a	1.40±0.22 ^b
	2	21.01±0.16 ^c	20.83±0.08 ^{bc}	20.39±0.18 ^a	20.54±0.33 ^{ab}	3.70±0.42 ^c	2.76±0.61 ^b	1.38±0.37 ^a	2.41±0.35 ^b
	3	23.37±0.25 ^c	22.80±0.09 ^{bc}	22.26±0.37 ^{ab}	21.62±0.75 ^a	4.94±0.33 ^c	4.64±0.14 ^c	2.19±0.24 ^a	2.80±0.20 ^b
	4	26.27±0.30 ^c	25.45±0.10 ^b	24.96±0.34 ^b	23.11±0.35 ^a	6.35±0.41 ^d	4.96±0.11 ^c	2.27±0.36 ^a	3.22±0.18 ^b
	5	33.80±0.35 ^d	30.69±0.22 ^b	26.96±0.22 ^c	26.25±0.06 ^a	8.97±0.30 ^d	5.89±0.06 ^c	2.71±0.35 ^a	3.41±0.02 ^b
ΔE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	6.38±0.62 ^c	5.19±0.31 ^b	2.32±0.32 ^a	2.35±0.09 ^a	4.65±0.19 ^c	2.56±0.09 ^a	4.44±0.09 ^c	3.49±0.12 ^b
	2	7.32±0.25 ^c	7.06±0.02 ^c	3.39±0.10 ^a	5.81±0.19 ^b	7.07±0.11 ^d	4.87±0.47 ^a	5.85±0.47 ^b	6.46±0.33 ^c
	3	10.45±0.25 ^d	9.19±0.08 ^c	5.98±0.14 ^a	7.95±0.75 ^b	9.15±0.51 ^c	7.82±0.23 ^b	6.91±0.31 ^a	7.07±0.21 ^a
	4	14.26±0.48 ^d	11.88±0.20 ^c	10.34±0.07 ^b	9.46±0.33 ^a	11.55±0.23 ^c	9.64±0.28 ^b	7.78±0.25 ^a	8.09±0.10 ^a
	5	19.90±0.33 ^c	16.66±0.21 ^b	12.26±0.18 ^a	12.45±0.09 ^a	18.69±0.35 ^d	14.96±0.19 ^c	9.84±0.06 ^a	11.51±0.29 ^b

¹⁾Sodium hypochlorite electrolyzed water.

²⁾Slightly acidic electrolyzed water.

Means with different superscripts (a-d) in the same row are significantly different at p<0.05.

요 약

본 연구에서는 수도수(TW) 및 전기분해수인 차아염소산 나트륨수(SHEW) 및 미산성차아염소산수(SAEW)를 이용한 세척방법이 4°C와 25°C에서 콩나물의 저장 중 일반세균수와 pH 그리고 중량감소율 및 색도 변화에 미치는 영향을 분석하였다. 먼저 콩나물의 저장 중 일반세균수는 무세척 콩나물에 비해 TW 세척한 경우 0.6 log CFU/g의 감소효과를 나타내었고, SHEW 및 SAEW 세척한 경우 2.0 log CFU/g 이상의 높은 감소효과를 나타내었다. 그리고 저장기간이 증가할수록 모든 처리구에서 일반세균수와 중량감소율은 증가하였고 pH는 감소하였으며, 색도는 L값의 경우 감소하였고 b값의 경우는 증가하였다. 그러나 무세척 및 TW로 세척한 콩나물에 비하여 SHEW 및 SAEW로 세척한 콩나물의 일반세균수 및 중량감소율의 증가 및 pH 감소 그리고 색도 변화는 천천히 진행되었다. 따라서 SHEW와 SAEW와 같은 전기분해수 세척 방법은 콩나물의 초기 일반세균수를 감소시켜 콩나물의 신선도를 유지시키고, 저장 중 미생물 생육 및 품질 변화를 억제시켜 콩나물의 품질 유지 및 저장성 향상에 기여할 것으로 생각된다.

감사의 글

이 논문은 2009학년도 충북대학교 학술연구지원사업의

연구비 지원에 의하여 연구되었음.

문 헌

- Park EH, Choi YS. 1995. Selection of useful chemicals reducing soybean sprout rot. *Korean J Crop Sci* 40: 487-493.
- Varoquaux P, Albagnac G, Nguyen-the C, Varoquaux F. 1996. Modified atmosphere packaging of fresh bean sprouts. *J Sci Food Agr* 70: 224-230.
- Park WP, Cho SH, Lee DS. 1998. Effect of minimal processing operations on the quality of garlic, green onion, soybean sprouts and watercress. *J Sci Food Agr* 77: 282-286.
- Park WP, Cho SH, Lee DS. 1998. Effect of grapefruit seed extract and ascorbic acid on the spoilage microorganisms and keeping quality of soybean sprouts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 1086-1093.
- Yoon HH, Shin MJ, Kim DM. 2002. Quality characteristics of soybean sprouts from heat treated soybean. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 994-998.
- Kim ID, Kim SD. 2001. Changes in quality of soybean sprouts grown by ozone water treatment during storage. *Korean J Postharvest Sci Technol* 8: 379-384.
- Lee YS, Park RD, Rhee CO. 1999. Effect of chitosan treatment on growing characteristics of soybean sprouts. *Korean J Food Sci Technol* 31: 153-157.
- Choi SD, Kim YH, Nam SH, Shon MY. 2002. Quality characteristics of soybean sprout cultivated with extract of Korean *Glycyrrhiza glabra*. *Korean J Food Preserv* 9: 174-178.
- Choi SD, Kim YH, Nam SH, Shon MY. 2002. Growth characteristics of soybean sprouts cultivated with extract of

- Korean herb medicines. *Korean J Food Preserv* 9: 168-173.
10. Jung JH, Cho SH. 2004. Preservative effect of soybean sprouts pre-soaked and cultivated in the solution of natural antimicrobial mixture. *Korean J Food Preserv* 11: 17-21.
 11. Park BK, Oh MH, Oh DH. 2004. Effect of electrolyzed water and organic acids on the growth inhibition of *Listeria monocytogenes* on lettuce. *Korean J Food Preserv* 11: 530-537.
 12. Zacharia AI, Kamitani Y, Morita K, Iwasaki K. 2010. Sanitization potency of slightly acidic electrolyzed water against pure cultures of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, in comparison with that of other food sanitizers. *Food Control* 21: 740-745.
 13. Park YJ, Yoo JY, Jang KI. 2010. Storage attribute of *Angelica keiskei* juice treated with various electrolyzed water. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1846-1853.
 14. Kim SH, Chung HS, Lee JB, Kang JS, Chung SK, Choi JU. 2003. Effect of atmosphere sterilization using acidic electrolyzed water on storage quality and microbial growth in grapes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 549-554.
 15. Rahman SME, Ding T, Oh DH. 2010. Inactivation effect of newly developed low concentration electrolyzed water and other sanitizers against microorganisms on spinach. *Food Control* 21: 1383-1387.
 16. Jeong JW, Park KJ, Lee HJ, Kim JH, Kwon KH. 2006. Effect of immersion liquids on quality characteristics of peeled taro during storage. *Korean J Food Sci Technol* 38: 742-750.
 17. Lee HS, Cha HS, Kim BS, Kwon KH. 2009. Quality characteristics during storage of ginseng washed by different methods. *Korean J Food Preserv* 16: 342-347.
 18. Jeong JW, Kim JH, Kwon KH, Park KJ. 2006. Disinfection effects of electrolyzed water on strawberry and quality changes during storage. *Korean J Food Preserv* 13: 316-321.
 19. Kim MH, Jeong JW, Cho YJ. 2004. Cleaning and storage effect of electrolyzed water manufactured by various electrolytic diaphragm. *Korean J Food Preserv* 11: 160-169.
 20. Kim MH, Jeong JW, Cho YJ. 2004. Comparison of characteristics on electrolyzed water manufactured by various electrolytic factors. *Korean J Food Sci Technol* 36: 416-422.
 21. Kwon JY, Kim BS, Kim GH. 2006. Effect of washing methods and surface sterilization on quality of fresh-cut chicory. *Korean J Food Sci Technol* 38: 28-34.
 22. Park WP, Cho SH, Kim CH. 2004. Quality characteristics of cherry tomatoes packaged with paper bag incorporated with antimicrobial agents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1381-1384.
 23. Kim JH, Jeong JW, Kweon KH. 2007. Quality effects of various pretreatment methods on the properties of peeled chestnut during storage. *Korean J Food Preserv* 14: 462-468.
 24. John G. 1997. *Essentials of Food Microbiology*. 1st ed. Arnold Publishers, Hodder Headline Group, London, UK. p 97-98.
 25. Kim JG, Luo Y, Lim CI. 2007. Effect of ozonated water and chlorine water wash on the quality and microbial decontamination of fresh cut carrot shreds. *Korean J Food Preserv* 14: 54-60.
 26. Jacxsens L, Devlieghere F, Ragaert P, Vanneste E, Debeverre J. 2003. Relation between microbiological quality metabolite production and sensory quality of equilibrium modified atmosphere packaged fresh-cut produce. *Int J Food Microbiol* 83: 263-280.
 27. Lee JS, Kim GN, Jang HD. 2008. Effect of red ginseng extract on storage and antioxidant activity of tofu. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1497-1506.
 28. Jeong JW, Kim BS, Kim OW, Nahmgung B, Lee SH. 1996. Changes in quality of carrot during storage by hydrocooling. *Korean J Food Sci Technol* 28: 841-849.
 29. Youn AR, Kwon KH, Kim BS, Kim SH, Noh BS, Cha HS. 2009. Changes in quality of muskmelon (*Cucumis melo* L.) during storage at different temperatures. *Korean J Food Sci Technol* 41: 251-257.
 30. Bhowmik SR, Jung CP. 1992. Shelf life of mature green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. *J Food Sci* 57: 948-953.
 31. Cha HS, Youn AR, Kim SH, Jeong JW, Kim BS. 2008. Quality analysis of welsh onion (*Allium fistulosum* L.) as influenced by storage temperature and harvesting period. *Korean J Food Sci Technol* 40: 1-7.
 32. Song EY, Choi YH, Kim SH, Koh JS. 2003. Effect of washing treatment of electrolyzed acid water on shelf-life of greenhouse mandarin fruits during marketing. *Korean J Food Preserv* 10: 1-5.
 33. Jeong JW, Kim JH, Kwon KH. 2005. Comparison of quality characteristics of sesame leaf cleaned with various electrolyzed water during storage. *Korean J Food Preserv* 12: 558-564.

(2011년 1월 31일 접수; 2011년 3월 22일 채택)