

미산성 전해수로 처리한 생식원료의 저장 중 미생물 저감 효과 및 색도 변화

김광희¹ · 박보금¹ · 김하나¹ · 박중현¹ · 박명수¹ · 박지용² · 송경빈³ · 오덕환^{1*}

¹강원대학교 식품생명공학과

²연세대학교 생명공학과

³충남대학교 식품공학과

Effect of Microbial Inhibition and Change of Chromaticity on the Raw Materials of Saengsik Treated with Slightly Acidic Electrolyzed Water during Storage

Gwang-Hee Kim¹, Bo-Geum Park¹, Ha-Na Kim¹, Joong-Hyun Park¹, Myoung-Su Park¹,
Ji-Yong Park², Kyung-Bin Song³, and Deog-Hwan Oh^{1*}

¹Dept. of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Gangwon 200-701, Korea

²Dept. of Biotechnology, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

³Dept. of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract

We investigated the changes in microbial and physicochemical characteristics of the raw materials of Saengsik (brown rice, barley, carrot, potato, *Angelica utilis* Makino and kale) during storage after treatment with slightly acidic electrolyzed water (SAEW). To confirm the antimicrobial effects of the treatment washing solutions as well as the physicochemical changes in chromaticity, we stored the raw materials of Saengsik for 5, 10, 15, 20, 25 and 30 days at storage temperatures of 4, 10, 15, 20, 25 and 30°C in a shelf-life study. The effects of microbial inhibition were higher in carrot treated with SAEW than in that treated with NaOCl, as indicated by a 1.75 log CFU/g reduction. Moreover, a 1.54 log CFU/g reduction of total coliforms was achieved in brown rice in response to SAEW treatment, which was higher than NaOCl treatment at all storage temperatures and periods. The lightness, redness and yellowness values of the raw materials of Saengsik were not significantly affected by SAEW treatments, except for *Angelica utilis* Makino and kale, whereas SAEW treatment resulted in decreased chromaticity values when compared to the NaOCl treatment. Overall, there was a significant difference ($p < 0.05$) between the efficacy of the SAEW and NaOCl treatments. These results indicate that washing with SAEW is an effective method to reduce the microorganisms and enhance the shelf-life of raw materials of Saengsik; therefore, it can be effectively used to sanitize ingredients of Saengsik without affecting the other properties during storage.

Key words: Saengsik, slightly acidic electrolyzed water (SAEW), sodium hypochlorite water (NaOCl), chromaticity, shelf-life

서 론

국민 평균 수명이 증가하여 고령화 사회를 맞이한 우리나라(1)에 있어 삶의 질 저하와 경제적 부담을 증가시키는 장애 요인으로 서구화된 식생활에 따른 영양 불균형을 들 수 있으며, 이는 각종 성인병과 만성질환의 발병을 증가시키고 그 연령층도 낮아지는 경향을 나타내고 있다(2). 최근에는 질병 치료보다 질병 예방을 위해 식생활 개선이 절실히 요구(3-5)되고 있으며, 그중 생식(Saengsik)은 건강기능성 또는 영양보충용, 식사대용, 다이어트식품 등으로 개발 및 연구되면서(6,7) 서구적 식생활을 채식 위주의 식생활로 바꾸는데 이바지하고 있다(8).

생식이란, 주로 식물성 원료를 분말, 과립, 액상 등으로 제조한 것으로 영양소의 파괴, 효소의 불활성화, 전분의 호화 등을 최소화 하도록 가열하지 않고 저온 건조 또는 동결 건조하여 물 등과 혼합하여 섭취할 수 있도록 한 것을 말한다(9). 생식의 시장규모는 2000년 900억원에서 2002년 2,000억원, 2005년에는 약 3,000억원 수준으로 증가하였으며, 한국뿐만 아니라 미국, 중국, 일본을 비롯한 10여개 국가에 1,500만 달러를 수출하는 등 한국 고유 식품으로 성장하고 있다(10).

그러나 제조과정 중 기능성 성분의 손실을 최소화하기 위하여 대부분 가열살균공정이 없이 동결건조방법을 사용하고 있으며(11), 생식 원료들은 재배에서 가공까지 비가열 상

*Corresponding author. E-mail: deoghwa@kangwon.ac.kr
Phone: 82-33-250-6457, Fax: 82-33-241-0508

태로 유통되기 때문에 미생물을 비롯한 각종 오염원에 노출될 가능성이 크다(12). 이런 미생물 오염은 생식의 품질 저하뿐만 아니라 섭취 시에도 단순 음용하는 경우가 대부분으로 원료 및 제조과정에서 유해미생물이 혼입되어 위생학적 문제점을 발생시킬 수 있으므로 미생물학적 안전성 확보가 중요하다(13). 현재까지의 연구결과를 보면 비만과 체질개선 기능 등 생식 유용성에 관한 연구(14,15)는 일부 보고되었지만 생식제품과 그 원료의 미생물 안전성 확보에 관한 연구는 매우 미약한 실정이다(9,16).

최근에 미생물학적 안전성을 확보하기 위해 비가열 살균 방법으로 전해수를 적용하여 식품산업에 활용하고 있으며, 곡류 및 과일과 채소의 신선도와 인체에 무해한 장점을 가지고 있어 일본뿐만 아니라 국내에서도 그 사용이 급증하고 있다(17-20). Rahman 등(21), Jeong 등(22), Yoo와 Jang(23)은 각각 시금치, 딸기, 콩나물을 전기분해수로 세척하여 살균 효과와 저장 중 품질 변화를 살펴본 결과, 일반 세척수보다 표면 세정 및 살균효과가 있었으며 높은 관능성을 보인 것으로 보고하였다.

따라서 본 연구에서는 일반적으로 사용되고 있는 차아염소산나트륨수(sodium hypochlorite water, NaOCl)와 미산성 전해수(slightly acidic electrolyzed water, SAEW)를 사용하여 생식원료의 저장 중 미생물학적 및 이화학적 변화를 비교 분석하였으며, 생식의 미생물학적 안전성 확보와 유통기한 및 규격 설정에 기초 자료를 제공하고 생식 제품의 저장성을 증진하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 전처리

본 연구에 사용한 현미(brown rice), 보리(barley), 당근(carrot), 감자(potato), 신선초(*Angelica utilis* Makino), 케일(kale)은 (주)이룸(춘천)으로부터 획득하였으며, 4°C cold lab chamber(CL-02, Jeio Tech Co., Seoul, Korea)에 보관하며 실험에 사용하였다. 각 생식원료의 불가식 부위는 제거하고 상처가 없는 부분을 선별하여 사용하였다. 시료 중 현미는 14시간 동안 물에서 불리는 과정을 거쳤으며, 현미를 제외한 나머지 시료는 흐르는 수도물(tap water, TW)에서 2회 세척 후 불순물과 물기를 제거하여 사용하였다.

전기분해수 제조

전기분해수는 미산성 전해수 생성장치(model BC-360, Cosmic Round Korea Co., Seongnam, Korea)를 사용하여 전류 2.7 A, pH 6.3~6.5, 유효염소(ACC) 10~30 mg/L, ORP 780~880 mV인 무격막 전기분해수로 제조하여 사용하였다.

생식원료의 저장

생식원료는 TW 세척, 차아염소산나트륨수(NaOCl, 150 mg/L) 세척, SAEW(HOCl, 30 mg/L) 세척방법을 이용하여

세척하였다. TW 세척은 전처리 과정에서 2회 세척 후 1회 더 세척하여 사용하였고, 차아염소산나트륨수 세척은 NaOCl 150 mg/L에 10분간 침지하였으며, SAEW 세척은 HOCl 30 mg/L에 3분간 침지하여 사용하였다. 세척이 완료된 시료는 clean bench(model 1300 series A2, Thermo Scientific Inc., Waltham, MA, USA) 내에서 무균적으로 건조하여 멸균팩(BagLight PolySilk, Interscience, St. Nom, France)에 밀봉하여 각 온도별(4, 10, 15, 20, 25, 30°C) 및 저장기간(0, 5, 10, 15, 20, 25, 30일)에 해당하는 incubator(BF-600GC, Biofree, Seoul, Korea)에 저장하였다. 각 저장온도에 따라 5일 간격으로 시료를 채취하여 사용하였다.

일반세균수 변화 측정

일반세균수는 식품공전법에 의해 다음과 같이 수행하였다(24). 저장 온도와 기간에 따른 각각의 시료 10 g을 멸균팩(Whirl-pak, NASCO, Modesto, CA, USA)에 넣은 뒤 살균한 0.85% 생리식염수 90 mL를 가하고 2분 동안 stomacher(Bagmixer 400 VW, Interscience, Rockland, MA, USA)로 균질화하였다. 균질화된 시료 용액에서 일반세균수를 측정하기 위하여 균질액을 십진 단계 희석하여 plate counting agar(PCA, Difco Co., Detroit, MI, USA) 배지에 도말한 후 35±2°C에서 24±2시간 배양 후 균수를 측정하여 log CFU/g으로 표시하였다(23). 각 온도별 저장기간 5일 간격으로 30일간 측정하여 일반세균수의 변화를 측정하였다.

대장균군 변화 측정

대장균군은 식품공전법에 의해 다음과 같이 수행하였다(24). 각각의 시료 10 g을 멸균팩에 넣은 뒤 살균한 0.85% 생리 식염수 90 mL를 가하고 2분 동안 stomacher로 균질화하였다. 균질화된 시료 용액 1 mL를 대장균군 건조필름배지(Petrifilm, 3M, St. Paul, MN, USA)에 접종한 후, 35~37°C에서 24±2시간 배양하여 생성된 붉은 집락 중 주위에 기포를 형성한 집락수를 계산하고, 그 평균 집락수에 희석 배수를 곱하여 대장균군수를 산출하였다. 각 온도별 저장기간 5일 간격으로 30일간 측정하여 대장균군수의 변화를 측정하였다.

색도 변화 측정

생식원료의 저장온도와 기간에 따른 색도 측정은 각 온도별 5일 간격으로 30일간 분석하였다. 생식원료의 색도는 색도색차계(CR-310, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)의 값으로 나타내었다(25). 그리고 모든 시료에 대하여 5회 반복 측정하였고, 그 중 최대값과 최소값을 제외한 값들의 평균을 사용하였다.

통계분석

실험결과에 대한 통계분석은 SPSS(Statistical Package for the Social Science, Ver. 18.0, SPSS Inc., Chicago, IL,

USA) 통계프로그램을 사용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고 처리간의 유무를 one-way ANOVA(analysis of variation)로 분석한 뒤 Turkey법을 이용하여 사후 검증하였다.

결과 및 고찰

생식원료의 저장 중 일반세균수 변화

현미와 보리: TW, NaOCl 및 SAEW로 세척한 곡류의 생식원료인 현미와 보리를 각 온도별로 5일 간격으로 30일까지 일반세균수의 변화를 측정하였다. 저장온도 20°C 이상에서 10일 이후에는 모든 원료에서 상품으로서의 가치가 없는 것으로 판단하여, 저장기간에 따른 저장온도별 세척수의 효과를 비교하기 위하여 4°C와 15°C(Table 1)에서 일반세균수를 측정하였다(10, 20, 25, 30°C의 결과 미제시). 저장 전(0 day) TW로 세척한 현미와 보리는 각각 3.55 ± 0.12 , 4.99 ± 0.22 log CFU/g을 나타낸 반면 NaOCl 처리구에서는 각각 3.45 ± 0.11 , 4.85 ± 0.09 log CFU/g으로 0.10, 0.14 log CFU/g의 감소효과 나타내었다. SAEW 처리구에서는 각각 3.20 ± 0.09 , 3.24 ± 0.12 log CFU/g으로 TW 처리구보다 0.35, 1.75 log CFU/g 감소효과를 나타내었다. SAEW의 처리는 NaOCl의 처리와 비교했을 때 미생물 저감효과가 뛰어난 것으로 나타났으며, 현미보다는 보리에서 높은 살균력을 나타내었다. Chang 등(26)은 현미와 보리를 전해수(ACC 57~72 ppm)로 세척한 경우, 대조구인 차아염소산소다수(ACC 65 ppm)로 세척하였을 때 현미는 0.50 log CFU/g, 보리의 경우 약 2.0 log CFU/g 정도 더 살균효과가 강하게 나타낸 결과와 일치하였다. 전기분해수가 제조될 때 생성된 HOCl은 강한 살균력을 가지는 특징을 나타내며 이는 물 속에서 해리되지 않고 cell membrane을 통해 세포 내로 침투하게 되면 세포 내에서 해리되어 HCl과 활성산소로 분해된다. 이때, HCl은

세포 내 pH를 낮추어 세포가 생육하기 어렵게 유도하고, 활성산소는 세포 내 효소와 반응하여 불화성화를 유도함으로써 살균이 이루어지게 된다고 보고되어 있다(27,28).

저장기간이 경과함에 따라 모든 저장온도에서 일정한 저감효과를 나타내면서 일반세균수가 증가하였다. 4°C에서 NaOCl 및 SAEW로 세척한 현미는 TW로 세척한 현미보다 각각의 저장기간별 평균 0.60, 0.64 log CFU/g의 감소효과를 유지하면서 증가하였고, 15°C에서는 0.27, 0.86 log CFU/g의 감소효과를 유지하면서 일반세균수가 증가하였다. 보리는 4°C에서 0.30, 2.23 log CFU/g, 15°C에서는 0.16, 1.80 log CFU/g의 감소효과를 유지하였으며, 현미와 보리 모두 NaOCl 처리구보다 SAEW 처리구에서 더 낮은 일반세균수를 나타내면서 증가하였다.

당근과 감자: TW, NaOCl 및 SAEW로 세척한 근류인 당근과 감자를 각 온도별로 5일 간격으로 30일까지 일반세균수의 변화를 측정하였다. 저장온도 25°C 이상에서 저장기간이 길어질수록 모든 원료에서 상품으로서의 가치가 없는 것으로 판단하여, 저장기간에 따른 저장온도별 세척수의 효과를 비교하기 위하여 4°C와 20°C(Table 2)에서 일반세균수를 측정하였다(10, 15, 20, 25, 30°C의 결과 미제시). 근류인 당근과 감자에서도 같은 경향을 나타내었으며 NaOCl 처리구보다 SAEW 처리구에서 보다 높은 살균력을 나타냈다. 저장 전(0 day) TW로 세척한 당근과 감자는 각각 4.30 ± 0.31 , 4.54 ± 0.31 log CFU/g을 나타낸 반면 NaOCl 처리구에서는 각각 3.59 ± 0.09 , 4.45 ± 0.15 log CFU/g으로 0.71, 0.09 log CFU/g의 감소효과를 나타내었다. SAEW 처리구에서는 각각 2.05 ± 0.10 , 3.80 ± 0.15 log CFU/g으로 TW 처리구보다 2.46, 1.15 log CFU/g 감소효과를 나타내었다. Izimi(29)는 당근과 감자 등의 야채를 절단한 후 ACC 15~50 ppm의 강산성 전해수로 세척한 결과, 2.5 log CFU/g이 감소하였다고 보고하였는데 10~30 ppm으로 사용한 본 실험의 전해수와

Table 1. Change in total viable cell counts (log CFU/g) of brown rice and barley during storage at 4°C and 15°C

| Storage temperature (°C) | Treatment ¹⁾ | Storage time (days) | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| Brown rice | 4 | TW | $3.56 \pm 0.31^{a2)}$ | 3.84 ± 0.10^a | 3.95 ± 0.16^a | 4.26 ± 0.03^a | 4.59 ± 0.09^a | 5.21 ± 0.01^a | 5.62 ± 0.02^a |
| | | NaOCl | 3.45 ± 0.11^{ab} | 3.67 ± 0.09^{ab} | 4.43 ± 0.11^b | 4.67 ± 0.11^b | 5.01 ± 0.11^b | 5.01 ± 0.11^a | 5.34 ± 0.13^a |
| | | SAEW | 3.20 ± 0.09^b | 3.30 ± 0.12^b | 3.43 ± 0.21^c | 3.67 ± 0.08 | 4.01 ± 0.10^c | 4.36 ± 0.20^b | 4.57 ± 0.21^b |
| | 15 | TW | 3.56 ± 0.31^a | 5.56 ± 0.10^a | 7.60 ± 0.09^a | >9 ^a | — | — | — |
| | | NaOCl | 3.45 ± 0.11^{ab} | 5.31 ± 0.11^a | 7.20 ± 0.03^b | 8.81 ± 0.13^b | >9 | — | — |
| | | SAEW | 3.20 ± 0.09^b | 4.80 ± 0.23^b | 6.50 ± 0.06 | 7.90 ± 0.13^c | >9 | — | — |
| Barley | 4 | TW | 5.10 ± 0.21^a | 6.10 ± 0.13^a | 6.49 ± 0.14^a | 7.03 ± 0.18^a | 7.90 ± 0.12^a | 8.96 ± 0.09^a | >9 ^a |
| | | NaOCl | 4.85 ± 0.09^a | 5.32 ± 0.09^b | 6.35 ± 0.14^a | 6.88 ± 0.10^a | 7.50 ± 0.36^a | 8.55 ± 0.08^b | >9 ^a |
| | | SAEW | 3.24 ± 0.12^b | 3.49 ± 0.1^c | 4.05 ± 0.16^b | 4.55 ± 0.09^b | 5.23 ± 0.24^b | 6.18 ± 0.16^c | 8.23 ± 0.11^b |
| | 15 | TW | 5.10 ± 0.21^a | >9 ^a | — ³⁾ | — | — | — | — |
| | | NaOCl | 4.85 ± 0.09^a | 8.94 ± 0.02^b | >9 | — | — | — | — |
| | | SAEW | 3.24 ± 0.12^b | 7.26 ± 0.17^c | >9 | — | — | — | — |

¹⁾TW, tap water; NaOCl, sodium hypochlorite water; SAEW, slightly acidic electrolyzed water.

²⁾Means with different superscript (a-c) in the column are significantly different from each raw materials of Saengsik and storage temperatures at $p < 0.05$.

³⁾Not measured.

Table 2. Change in total viable cell counts (log CFU/g) of carrot and potato during storage at 4°C and 20°C

| Saengsik | Storage temperature (°C) | Treatment ¹⁾ | Storage time (days) | | | | | | |
|----------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Carrot | 4 | TW | 4.30±0.31 ^{a2)} | 4.39±0.09 ^a | 4.48±0.18 ^a | 4.95±0.16 ^a | 5.12±0.14 ^a | 5.39±0.13 ^a | 5.58±0.15 ^a |
| | | NaOCl | 3.59±0.09 ^b | 3.62±0.16 ^b | 3.68±0.13 ^b | 3.78±0.03 ^b | 3.97±0.17 ^b | 4.12±0.13 ^b | 4.23±0.13 ^b |
| | | SAEW | 2.05±0.10 ^c | 2.09±0.12 ^c | 2.30±0.19 ^c | 2.40±0.16 ^c | 2.80±0.13 ^c | 2.95±0.10 ^c | 3.10±0.16 ^c |
| | 20 | TW | 4.30±0.31 ^a | 4.68±0.15 ^a | 5.81±0.19 ^a | 6.70±0.19 ^a | 7.82±0.20 ^a | 8.69±0.17 ^a | >9 ^a |
| | | NaOCl | 3.59±0.09 ^b | 4.23±0.23 ^a | 5.80±0.09 ^a | 6.88±0.18 ^a | 7.62±0.13 ^a | 8.50±0.14 ^a | 8.90±0.14 ^a |
| | | SAEW | 2.05±0.10 ^c | 3.02±0.13 ^b | 4.50±0.21 ^b | 5.20±0.09 ^b | 5.72±0.18 ^b | 6.23±0.22 ^b | 7.32±0.11 ^b |
| Potato | 4 | TW | 4.54±0.31 ^a | 4.67±0.15 ^a | 5.03±0.14 ^a | 5.19±0.11 ^a | 5.31±0.09 ^a | 5.49±0.08 ^a | 5.79±0.03 ^a |
| | | NaOCl | 4.45±0.15 ^a | 4.52±0.12 ^a | 4.88±0.13 ^a | 5.15±0.13 ^a | 5.18±0.09 ^a | 5.34±0.21 ^a | 5.71±0.19 ^a |
| | | SAEW | 3.80±0.15 ^b | 3.90±0.13 ^b | 4.55±0.08 ^b | 4.68±0.16 ^b | 4.90±0.14 ^b | 5.12±0.16 ^a | 5.31±0.14 ^b |
| | 20 | TW | 5.10±0.21 ^a | 5.12±0.13 ^a | 6.01±0.15 ^a | 7.13±0.25 ^a | 7.46±0.10 ^a | 8.43±0.09 ^a | 8.95±0.18 ^a |
| | | NaOCl | 4.85±0.09 ^a | 5.12±0.11 ^a | 5.78±0.14 ^a | 6.80±0.31 ^a | 7.38±0.11 ^a | 8.03±0.19 ^a | 8.90±0.15 ^a |
| | | SAEW | 3.24±0.12 ^b | 4.18±0.24 ^b | 4.80±0.30 ^b | 5.12±0.14 ^b | 5.78±0.04 ^b | 6.60±0.16 ^b | 7.70±0.24 ^b |

¹⁾TW, tap water; NaOCl, sodium hypochlorite water; SAEW, slightly acidic electrolyzed water.

²⁾Means with different superscript (a-c) in the column are significantly different from each raw materials of Saengsik and storage temperatures at $p < 0.05$.

비교했을 때 비슷한 수준의 결과를 보였다. 감자보다는 당근에서 더 높은 살균효과를 나타내었으며 SAEW 처리가 NaOCl 처리보다 살균효과가 뛰어나다는 본 실험의 결과와 일치하였다. 다른 생식원료보다 당근과 감자에서 살균력이 높은 이유는 원료 자체가 단면으로 이루어져 있기 때문에 효과적으로 전해수가 가해져 살균력이 높았던 것으로 판단된다. 하지만 SAEW와 NaOCl의 살균효과는 원료의 종류에 따라 다소 차이가 있는 것으로 나타났는데, Suzuki(30)는 비가열 살균 방법 중의 하나인 강산성 전해수로 무순을 세척한 결과, *Escherichia coli* O157:H7에 대한 살균효과가 거의 없으며 이는 *E. coli* O157:H7이 무순의 조직 안으로 침투하기 때문에 표면 살균능을 지닌 전해수의 영향을 받지 않는다고 보고한 바 있다. 본 실험의 경우도 원료의 종류에 따라 표면 구조가 다르기 때문에 살균효과에 차이가 있는 것으로 사료된다.

저장기간이 경과함에 따라 모든 저장온도에서 일정한 저감효과를 나타내면서 일반세균수가 증가하였다. 4°C에서 NaOCl 및 SAEW로 세척한 당근은 TW로 세척한 당근보다 각각의 저장기간별 평균 1.03, 2.36 log CFU/g의 감소효과를 유지하면서 증가하였고(Fig. 1), 20°C에서는 0.21, 1.85 log CFU/g의 감소효과를 유지하면서 일반세균수가 증가하였다. 감자는 4°C에서 0.11, 0.54 log CFU/g, 20°C에서는 0.19, 1.54 log CFU/g의 감소효과를 유지하였으며, 당근과 감자 모두 NaOCl 처리구보다 SAEW 처리구에서 더 낮은 일반세균수가 나타나면서 증가하였다. 당근과 감자에서는 초기 균수가 다른 생식원료보다 낮았기 때문에 저장기간이 길었으며, 외형적 상태도 오랫동안 유지하였다. 25, 30°C에서 저장기간 15일 이후에는 썩이 나고 부패 정도가 심했고, 상품의 원료로서 가치가 없을 것으로 판단되어 더 이상 균수 측정을 하지 않았다.

신선초와 케일: TW, NaOCl 및 SAEW로 세척한 엽채류

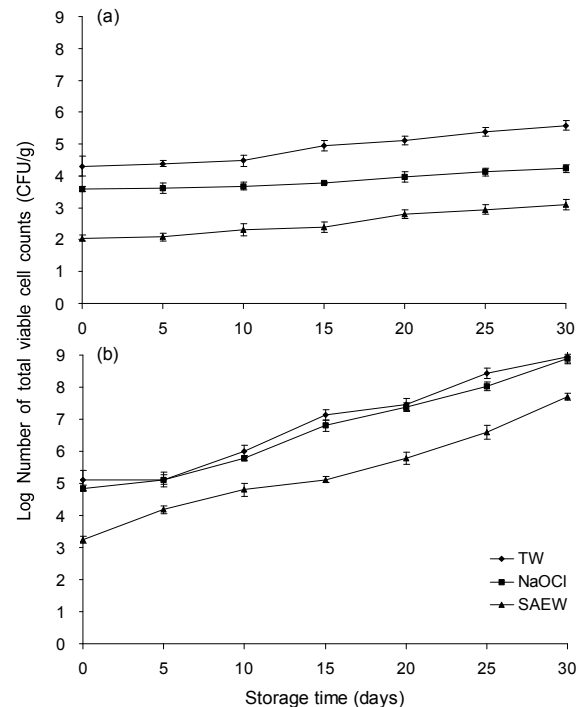


Fig. 1. Change in total viable cell counts of carrot during storage at (a) 4°C and (b) 20°C. TW, tap water; NaOCl, sodium hypochlorite water; SAEW, slightly acidic electrolyzed water.

의 생식원료인 신선초와 케일을 각 온도별로 5일 간격으로 30일까지 일반세균수의 변화를 측정하였다. 저장온도 20°C 이상에서 10일 이후에는 모든 원료에서 상품으로서의 가치가 없는 것으로 판단하여, 저장기간에 따른 저장온도별 세척수의 효과를 비교하기 위하여 4°C와 15°C(Table 3)에서 일반세균수를 측정하였다(10, 20, 25, 30°C의 결과 미제시). 신선초와 케일에서도 같은 경향을 나타내었지만 다른 원료보다 부패 및 외형적 변화의 정도가 빠르게 일어났다. 신선초와 케일에서도 NaOCl 처리구보다 SAEW 처리구에서 보다

Table 3. Change in total viable cell counts (log CFU/g) of *Agelica utilis* Makino and kale during storage at 4°C and 15°C

| Saengsik | Storage temperature (°C) | Treatment ¹⁾ | Storage time (days) | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|----|
| | | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| <i>Agelica utilis</i> Makino | 4 | TW | 4.90±0.16 ^{a2)} | 5.40±0.13 ^a | 6.20±0.25 ^a | 6.54±0.21 ^a | 6.85±0.05 ^a | 7.65±0.06 ^a | — |
| | | NaOCl | 4.89±0.18 ^a | 5.39±0.13 ^a | 5.88±0.13 ^{ab} | 6.32±0.14 ^{ab} | 6.90±0.14 ^a | 7.50±0.14 ^a | — |
| | | SAEW | 4.63±0.63 ^a | 5.24±0.12 ^a | 5.59±0.12 ^b | 6.05±0.18 ^b | 6.65±0.28 ^a | 6.88±0.05 ^b | — |
| | 15 | TW | 4.90±0.16 ^a | 7.89±0.11 ^a | >9 | — ³⁾ | — | — | — |
| | | NaOCl | 4.89±0.18 ^a | 7.67±0.02 ^a | >9 | — | — | — | — |
| | | SAEW | 4.63±0.63 ^a | 7.10±0.17 ^b | >9 | — | — | — | — |
| Kale | 4 | TW | 4.26±0.09 ^a | 4.63±0.06 ^a | 5.21±0.12 ^a | 5.78±0.12 ^a | 6.20±0.08 ^a | 6.38±0.05 ^a | — |
| | | NaOCl | 4.24±0.19 ^a | 4.52±0.13 ^a | 5.02±0.16 ^a | 5.76±0.16 ^a | 5.99±0.24 ^{ab} | 6.00±0.10 ^b | — |
| | | SAEW | 4.12±0.03 ^a | 4.38±0.12 ^a | 4.76±0.11 ^b | 5.24±0.11 ^b | 5.71±0.21 ^b | 5.59±0.13 ^c | — |
| | 15 | TW | 4.26±0.09 ^a | 8.50±0.16 ^a | >9 | — | — | — | — |
| | | NaOCl | 4.24±0.19 ^a | 8.25±0.24 ^a | >9 | — | — | — | — |
| | | SAEW | 4.12±0.03 ^a | 7.56±0.19 ^b | >9 | — | — | — | — |

¹⁾TW, tap water; NaOCl, sodium hypochlorite water; SAEW, slightly acidic electrolyzed water.

²⁾Means with different superscript (a-c) in the column are significantly different from each raw materials of Saengsik and storage temperatures at p<0.05.

³⁾Not measured.

높은 살균력을 나타냈지만 저장온도 15°C 이상에서는 10일 만에 모두 부패가 이루어져 더 이상 균수를 측정하지 않았다. 저장 전(0 day) TW로 세척한 신선초와 케일은 각각 4.90±0.16, 4.26±0.09 log CFU/g을 나타낸 반면 NaOCl 처리구에서는 각각 4.89±0.18, 4.24±0.19 log CFU/g으로 0.01, 0.02 log CFU/g의 감소효과를 얻었다. SAEW 처리구에서는 각각 4.63±0.06, 4.12±0.03 log CFU/g으로 TW 처리구보다 0.27, 0.14 log CFU/g 감소효과를 나타낸 것으로 보아 NaOCl보다 SAEW의 처리가 효과적이었다. 두 원료 모두 비슷한 살균효과를 나타내었다.

저장기간이 경과함에 따라 모든 저장온도에서 일정한 저감효과를 나타내면서 일반세균수가 증가하였다. 4°C에서 NaOCl 및 SAEW로 세척한 신선초는 TW로 세척한 신선초보다 각각 평균 0.11, 0.42 log CFU/g의 감소효과를 유지하면서 일반세균수가 증가하였고, 15°C에서는 0.12, 0.53 log CFU/g의 감소효과를 유지하면서 일반세균수가 증가하였다. 케일은 4°C에서 0.16, 0.44 log CFU/g, 15°C에서는 0.14, 0.54 log CFU/g의 감소효과를 유지하였으며, 신선초와 케일 모두 NaOCl 처리와 SAEW 처리의 살균 효능은 비슷하였다. 다른 생식원료보다 신선초와 케일과 같은 엽채류는 엽육 조직이 얇고, 매우 연약하고, 부피에 대한 표면적이 크기 때문에 산화반응이 다른 원료에 비해 쉽게 일어나며 조직의 파괴, 병균침입, 시들 등 외부환경에 민감하게 반응하므로 생식원료로서 유통기간 중 주의를 요구하는 작물이다. 이러한 특징 때문에 본 실험에서도 빠른 품질변화를 나타낸 것으로 판단된다(31).

실험에 사용한 생식원료 모두 미생물 초기균수 분석결과 평균 10⁴~10⁶ CFU/g의 일반세균수, 0~10⁴ CFU/g의 대장균수가 검출된 Kim 등(32)의 결과와 비슷한 것으로 나타났으며 저장 전 0일에서 TW와 NaOCl 처리구보다 SAEW 처리구의 대부분에서 초기 균수가 낮았다. 하지만 Koh와

Kim(33)은 생식원료인 감자, 당근, 케일, 신선초의 전처리 공정 중 세척 후 침지 단계에서 HOCl 용액으로 처리하여 미생물수의 변화를 측정한 결과 TW 처리보다 0.5, 0.5, 1.3, 2.8 log CFU/g 감소하여 HOCl 용액에 침지하는 것이 살균 효과가 더 좋았고, 전반적으로 구근류보다 엽채류에서 살균 효과가 높게 나타난 결과는 본 실험과 대조적이었다. Park 등(34)은 녹즙의 저장기간 중 일반세균수는 증류수 세척 방법에서 저장 24시간 만에 식품공전에서 기준치로 제시한 10⁵ CFU/mL보다 높은 균수를 보인 반면 전기분해수 세척방법에서 저장 4일이 지나도 10⁵ CFU/mL 이하의 균수가 유지됨을 확인할 수 있었고, 이는 세척 이후 일반세균수에 대한 살균 및 제균 효과에 의하여 녹즙의 저장성 향상에 영향을 준 것으로 판단되며 본 실험에서 같은 효과를 나타낸 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 전기분해수 세척 공정을 이용함으로써 생식 원료의 초기 일반세균수를 억제할 수 있었고, 저장 중 TW나 NaOCl로 세척하는 방법에 비하여 SAEW로 세척하는 것이 낮은 일반세균수를 유지시킴으로써 저장성을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

생식원료의 저장 중 대장균군 변화

현미와 보리: TW, NaOCl 및 SAEW로 세척한 현미와 보리를 각 온도별로 5일 간격으로 30일까지 대장균군수의 변화를 측정하였다. 저장기간에 따른 저장온도별 세척수의 효과를 비교하기 위하여 4°C와 15°C(Table 4)에서 측정하였다(10, 20, 25, 30°C의 결과 미제시). 저장 전(0 day) TW로 세척한 현미와 보리는 각각 3.01±0.08, 4.23±0.20 log CFU/g을 나타낸 반면 NaOCl 처리구에서는 각각 2.95±0.08, 3.90±0.13 log CFU/g으로 0.06, 0.33 log CFU/g의 감소효과를 나타냈다. SAEW 처리구에서는 각각 2.05±0.15, 2.85±0.18 log CFU/g으로 TW 처리구보다 0.96, 1.38 log CFU/g 감소효과를 나타냈다. SAEW의 처리는 NaOCl의 처리와 비

Table 4. Change in total viable coliforms counts (log CFU/g) of brown rice and barley during storage at 4°C and 15°C

| Saengsik | Storage temperature (°C) | Treatment ¹⁾ | Storage time (days) | | | | | | |
|------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Brown rice | 4 | TW | 3.01±0.16 ^{a2)} | 3.13±0.11 ^a | 3.33±0.09 ^a | 3.92±0.14 ^a | 4.62±0.12 ^a | 5.04±0.06 ^a | 5.43±0.14 ^a |
| | | NaOCl | 2.95±0.18 ^a | 3.05±0.09 ^a | 3.22±0.13 ^a | 3.84±0.05 ^a | 4.45±0.11 ^a | 4.86±0.02 ^a | 5.40±0.06 ^a |
| | | SAEW | 2.05±0.15 ^b | 2.24±0.06 ^b | 2.30±0.07 ^b | 2.60±0.07 ^b | 3.21±0.08 ^b | 3.45±0.08 ^b | 3.90±0.15 ^b |
| | 15 | TW | 3.01±0.16 ^a | 5.30±0.11 ^a | 7.61±0.08 ^a | >9 ^a | — ³⁾ | — | — |
| | | NaOCl | 2.95±0.18 ^a | 4.88±0.14 ^b | 6.30±0.01 ^b | >9 ^a | — | — | — |
| | | SAEW | 2.05±0.15 ^b | 3.35±0.06 ^c | 5.90±0.03 ^c | 7.56±0.14 ^b | >9 | — | — |
| Barley | 4 | TW | 4.23±0.20 ^a | 4.45±0.13 ^a | 4.64±0.15 ^a | 4.89±0.24 ^a | 5.31±0.31 ^a | 5.57±0.16 ^a | 6.24±0.28 ^a |
| | | NaOCl | 3.90±0.13 ^b | 4.05±0.05 ^b | 4.10±0.13 ^b | 4.55±0.17 ^a | 4.90±0.13 ^a | 5.20±0.15 ^b | 5.77±0.14 ^b |
| | | SAEW | 2.85±0.18 ^c | 3.02±0.11 ^c | 3.20±0.27 ^c | 3.64±0.11 ^b | 4.15±0.19 ^b | 4.31±0.14 ^c | 4.60±0.13 ^c |
| | 15 | TW | 4.23±0.20 ^a | 6.27±0.16 ^a | 8.67±0.24 ^a | >9 | — | — | — |
| | | NaOCl | 3.90±0.13 ^b | 5.80±0.24 ^a | 8.12±0.11 ^b | >9 | — | — | — |
| | | SAEW | 2.85±0.18 ^c | 4.50±0.21 ^b | 7.35±0.17 ^c | >9 | — | — | — |

¹⁾TW, tap water; NaOCl, sodium hypochlorite water; SAEW, slightly acidic electrolyzed water.

²⁾Means with different superscript (a-c) in the column are significantly different from each raw materials of Saengsik and storage temperatures at p<0.05.

³⁾Not measured.

교했을 때보다 대장균군 저감효과가 뛰어난 것으로 나타났으며, 현미보다는 보리에서 높은 살균력을 나타내었다. Chang 등(26)은 현미와 보리를 전해수(ACC 57~72 ppm)로 세척한 경우, 대조구인 차아염소산소다수(ACC 65 ppm)로 세척하였을 때 1.0~2.0 log CFU/g 정도 살균효과가 강한 것으로 나타난 것으로 보아 본 실험의 결과와 일치하였다. Koseki 등(35)은 *E. coli* O157:H7과 *Salmonella* spp.를 오염시킨 lettuce를 강산성전해수(ACC 40.3±1.5 ppm)로 5분간 세척한 결과, 1.3~1.4 log CFU/g이 감소하였다고 보고하였다. 본 실험에서 SAEW의 처리가 NaOCl의 처리보다 1.05 log CFU/g의 대장균군수를 감소시킨 결과와 비교했을 때 Chang 등(26)과 Koseki 등(35)의 실험 결과가 살균력이 다소 강하게 나타났다. 이는 본 실험에 사용된 전해수의 ACC(10~30 ppm)가 낮거나 혹은 야채 종류에 따른 차이로 사료된다.

저장기간이 경과함에 따라 모든 저장온도에서 일정한 저감효과를 나타내면서 대장균군수가 증가하였다. 4°C에서 NaOCl 및 SAEW로 세척한 현미는 TW로 세척한 현미보다 각각 평균 0.10, 1.25 log CFU/g의 감소효과를 유지하면서 대장균군수가 증가하였고(Fig. 2), 15°C에서는 0.60, 1.54 log CFU/g의 감소효과를 유지하면서 대장균군수가 증가하였다. 보리는 4°C에서 0.45, 1.37 log CFU/g, 15°C에서는 0.45, 1.49 log CFU/g의 감소효과를 유지하였으며, 현미와 보리 모두 NaOCl 처리구보다 SAEW 처리구에서 더 낮은 대장균군수가 증가하였다.

당근과 감자: TW, NaOCl 및 SAEW로 세척한 당근과 감자를 각 온도별로 5일 간격으로 30일까지 대장균군수의 변화를 측정하였다(결과 미 제시). 저장 전 0 day에서 세 처리구 모두 <1 log CFU/g으로 대장균군수를 측정할 수 없었다. 높은 저장온도에서나 긴 저장온도에서 대장균군을 검출하지 못한 것으로 보아 초기 대장균군수가 없거나 매우 낮은 군수가 존재했을 것으로 판단된다. 하지만 외형적 변화가 일

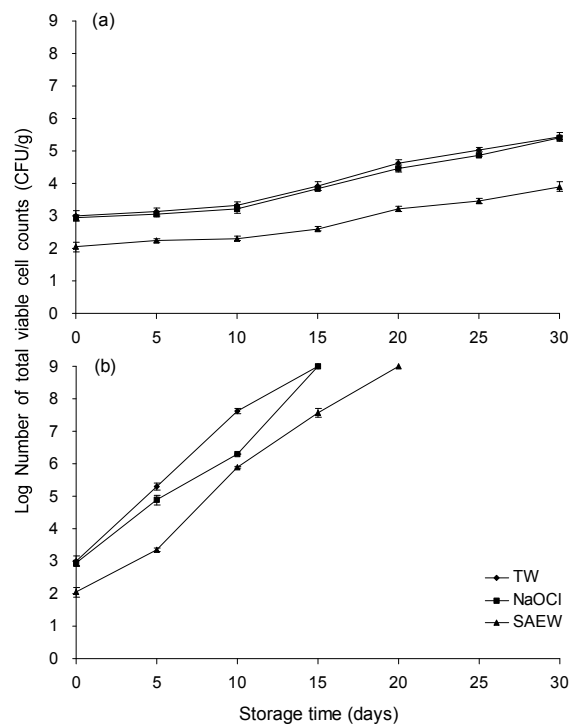


Fig. 2. Change in total coliform counts of brown rice during storage at (a) 4°C and (b) 15°C. TW, tap water; NaOCl, sodium hypochlorite water; SAEW, slightly acidic electrolyzed water.

어나는 시점인 저장기간 20일 이후에는 대장균군수를 측정하지 않았다. Kim 등(3)은 선식과 생식의 원료에서 미생물 오염도를 조사한 결과 감자와 당근에서 <2 log CFU/g의 비교적 낮은 대장균군수가 측정되었다고 보고하였으며, Chang 등(9)의 시판생식의 제조공정 및 최종제품의 미생물 분포에 대해 연구한 결과도 마찬가지로 ND(not detected) 또는 낮은 대장균군수를 나타내어 본 실험의 결과와 비슷하였다. 대장균군수를 측정하지 못했기 때문에 각 처리구마다 비교가 불

Table 5. Change in total viable coliforms counts (log CFU/g) of *Agelica utilis* Makino and kale during storage at 4°C and 15°C

| Saengsik | Storage temperature (°C) | Treatment ¹⁾ | Storage time (days) | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----|
| | | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| <i>Agelica utilis</i> Makino | 4 | TW | 4.23±0.16 ^{a2)} | 4.74±0.22 ^a | 5.36±0.14 ^a | 6.23±0.09 ^a | 6.82±0.26 ^a | 7.53±0.13 ^a | — |
| | | NaOCl | 4.13±0.17 ^a | 4.65±0.16 ^a | 5.12±0.12 ^a | 5.90±0.11 ^a | 6.66±0.14 ^b | 7.12±0.11 ^b | — |
| | | SAEW | 3.43±0.15 ^b | 3.85±0.14 ^b | 4.20±0.11 ^b | 4.63±0.19 ^b | 5.16±0.15 ^b | 5.90±0.12 ^c | — |
| | 15 | TW | 4.23±0.16 ^a | 7.26±0.23 ^a | 8.90±0.13 ^a | >9 | — | — | — |
| | | NaOCl | 4.13±0.17 ^a | 7.04±0.25 ^a | 8.79±0.11 ^a | >9 | — | — | — |
| | | SAEW | 3.43±0.15 ^b | 6.41±0.13 ^b | 8.50±0.28 ^a | >9 | — | — | — |
| Kale | 4 | TW | 2.31±0.16 ^a | 2.46±0.21 ^a | 2.58±0.09 ^a | 2.75±0.08 ^a | 2.97±0.11 ^a | 3.41±0.13 ^a | — |
| | | NaOCl | 2.03±0.08 ^a | 2.05±0.27 ^a | 2.23±0.13 ^a | 2.24±0.16 ^b | 2.56±0.18 ^b | 2.80±0.14 ^b | — |
| | | SAEW | <1 ^b | <1 ^b | <1 ^b | <1 ^c | 2.01±0.16 ^c | 2.34±0.11 ^c | — |
| | 15 | TW | 2.31±0.16 ^a | 3.68±0.12 ^a | 6.25±0.16 ^a | — ³⁾ | — | — | — |
| | | NaOCl | 2.03±0.08 ^a | 3.56±0.13 ^a | 5.96±0.15 ^{ab} | — | — | — | — |
| | | SAEW | <1 ^b | 2.89±0.19 ^b | 5.66±0.15 ^b | — | — | — | — |

¹⁾TW, tap water; NaOCl, sodium hypochlorite water; SAEW, slightly acidic electrolyzed water.

²⁾Means with different superscript (a-c) in the column are significantly different from each raw materials of Saengsik and storage temperatures at p<0.05.

³⁾Not measured.

가능했지만 당근과 감자의 생식원료에서 대부분 대장균군의 위험에 덜 노출되어 있는 것으로 판단된다.

신선초와 케일: TW, NaOCl 및 SAEW로 세척한 신선초와 케일을 각 온도별로 5일 간격으로 30일까지 대장균군수의 변화를 측정하였다. 엽채류인 신선초와 케일에서도 같은 경향을 나타내었지만 다른 원료보다 부패 및 외형적 변화의 정도가 빠르게 일어났다. 신선초와 케일에서도 NaOCl 처리구보다 SAEW 처리구에서 보다 높은 살균력을 나타냈지만 저장온도 15°C 이상에서는 10일 만에 모두 부패가 이루어져 더 이상 균수를 측정하지 않았다(Table 5). 저장 전(0 day) TW로 세척한 신선초와 케일은 각각 4.23±0.16, 2.31±0.16 log CFU/g을 나타낸 반면 NaOCl 처리구에서는 각각 4.13±0.17, 2.03±0.08 log CFU/g으로 0.10, 0.28 log CFU/g의 감소효과를 얻었다. SAEW 처리구에서는 각각 3.43±0.15, <1 log CFU/g으로 TW 처리구보다 신선초는 0.80 log CFU/g, 케일은 약 1.31 log CFU/g 이상 감소효과를 얻었다. SAEW의 처리는 NaOCl과 비교했을 때보다 대장균군 저감효과가 뛰어난 것으로 나타났으며, 신선초와 케일에서의 살균 효능은 비슷하게 나타났다.

저장기간이 경과함에 따라 모든 저장온도에서 일정한 저감효과를 나타내면서 대장균수가 증가하였다. 4°C에서 NaOCl 및 SAEW로 세척한 신선초는 TW로 세척한 신선초보다 각각의 저장기간별 평균 0.22, 1.29 log CFU/g의 감소효과를 유지하면서 증가하였고, 15°C에서는 0.14, 0.68 log CFU/g의 감소효과를 유지하면서 대장균수가 증가하였다. 케일은 4°C에서 0.43, 1.02 log CFU/g, 15°C에서는 0.23, 0.69 log CFU/g의 감소효과를 유지하였으며, 신선초와 케일 모두 NaOCl 처리구보다 SAEW 처리구에서 더 낮은 대장균군수가 증가하였다.

Koh와 Kim(33)은 생식원료인 감자, 당근, 케일, 신선초의

전처리 공정 중 세척 후 침지 단계에서 HOCl 용액으로 처리하여 대장균군수의 변화를 측정한 결과 TW 처리보다 각각 0.4, 0.5, 2.1, 0.7 log CFU/g의 감소효과를 나타냈으며, HOCl 용액에 침지하는 것이 살균효과가 더 좋았다고 보고하였다. 또한 일반세균수와 마찬가지로 구근류보다 엽채류에서 살균효과가 높게 나타났다. 본 일반세균수 변화 실험에서는 대조적인 모습을 보였지만 대장균군수 변화 실험에서는 비슷한 경향을 나타냈다.

생식원료의 저장 중 색도 변화

현미와 보리: TW, NaOCl 및 SAEW로 세척한 현미와 보리를 각 온도별로 5일 간격으로 30일까지 색도 변화를 측정하였다(Table 6, 7). 그중 4, 10, 20°C(15, 25, 30°C의 결과 미제시)에서 측정된 결과 현미의 경우에는 저장온도가 높고 저장기간이 늘어날수록 빠르게 발아가 되면서 전체적인 외부표면의 밝기가 증가한 것으로 판단된다. 하지만 각 처리구별 유의적 차이는 없었다(p<0.05). 이 결과는 같은 곡류인 쌀을 전제수로 처리하여 무처리구와 비교했을 때 색도에는 큰 영향을 미치지 않는다는 Onishi 등(36)의 연구결과와 비슷하였다.

당근과 감자: TW, NaOCl 및 SAEW로 세척한 당근과 감자를 각 온도별로 5일 간격으로 30일까지 색도 변화를 측정하였다(Table 8, 9). 그중 4, 15, 25°C(10, 20, 30°C의 결과 미제시)에서 측정된 결과 당근과 감자 모두 저장기간이 길어질수록 L, a, b 값 모두 큰 변화를 관찰할 수 없었으며, 각 처리구별에서도 유의적 차이는 없었다(p<0.05).

신선초와 케일: TW, NaOCl 및 SAEW로 세척한 신선초와 케일을 각 온도별로 5일 간격으로 30일까지 색도 변화를 측정하였다(Table 10, 11). 그중 4, 10, 20°C(15, 25, 30°C의 결과 미제시)에서 측정된 결과 신선초와 케일 모두 저장기간

Table 6. Change in Hunter L, a, b value of brown rice during storage at 4, 10 and 20°C

| Storage temperature (°C) | Hunter's color | Treatment ¹⁾ | Storage time (days) | | | | | | |
|--------------------------|----------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4 | L | TW | 88.38±0.57 ^{a2)} | 88.38±1.83 ^a | 88.31±0.78 ^{ab} | 97.54±0.86 ^a | 102.43±0.25 ^a | 102.30±0.45 ^a | 107.97±1.25 ^b |
| | | NaOCl | 88.99±0.45 ^a | 90.61±0.52 ^a | 89.46±0.92 ^b | 97.09±0.02 ^a | 101.30±0.73 ^a | 104.41±0.36 ^a | 104.37±0.39 ^a |
| | | SAEW | 88.98±0.70 ^a | 89.86±1.62 ^a | 84.89±1.71 ^a | 96.79±0.30 ^a | 100.37±0.52 ^a | 102.41±0.82 ^a | 102.72±0.52 ^a |
| | a | TW | 19.29±0.56 ^a | 18.10±0.22 ^a | 20.49±0.33 ^a | 15.56±0.02 ^a | 15.95±0.32 ^a | 13.60±0.01 ^a | 14.34±0.13 ^a |
| | | NaOCl | 19.86±0.25 ^a | 17.69±1.35 ^a | 19.44±0.73 ^a | 18.34±0.00 ^b | 17.02±0.19 ^a | 15.83±1.07 ^a | 16.15±0.50 ^a |
| | | SAEW | 20.15±0.04 ^a | 18.89±0.46 ^a | 20.32±0.25 ^a | 19.75±0.31 ^c | 18.67±0.41 ^c | 17.47±0.37 ^a | 17.35±0.68 ^a |
| | b | TW | 52.51±0.19 ^b | 51.01±1.19 ^a | 56.68±0.54 ^a | 56.50±0.31 ^a | 55.12±0.13 ^a | 57.22±0.26 ^a | 5.35±0.09 ^a |
| | | NaOCl | 49.89±0.47 ^a | 51.59±1.06 ^a | 59.44±0.19 ^b | 87.59±0.02 ^b | 56.92±0.49 ^a | 58.07±0.61 ^a | 56.9±0.75 ^a |
| | | SAEW | 49.03±1.06 ^a | 52.37±0.11 ^a | 58.66±0.75 ^b | 58.63±0.01 ^c | 58.61±0.09 ^c | 59.69±0.24 ^a | 60.35±0.51 ^a |
| 10 | L | TW | 88.38±0.57 ^a | 91.53±0.33 ^b | 92.26±0.53 ^b | 102.60±0.44 ^c | 106.13±0.23 ^a | — ³⁾ | — |
| | | NaOCl | 88.99±0.45 ^a | 90.35±0.15 ^a | 91.51±0.38 ^{ab} | 96.10±0.21 ^b | 103.05±0.16 ^a | — | — |
| | | SAEW | 88.98±0.70 ^a | 89.61±0.50 ^a | 90.55±0.54 ^a | 93.75±0.32 ^a | 102.08±0.73 ^a | — | — |
| | a | TW | 19.29±0.56 ^a | 17.49±1.52 ^a | 15.36±0.31 ^b | 14.99±0.03 ^b | 11.80±0.09 ^a | — | — |
| | | NaOCl | 19.86±0.25 ^a | 17.73±1.01 ^a | 14.14±0.31 ^a | 14.39±0.03 ^a | 12.37±0.31 ^a | — | — |
| | | SAEW | 20.15±0.04 ^a | 18.25±0.23 ^a | 16.04±0.15 ^b | 15.58±0.21 ^c | 13.69±0.32 ^a | — | — |
| | b | TW | 52.51±0.19 ^b | 51.48±0.26 ^b | 55.39±0.17 ^b | 55.95±0.49 ^c | 55.27±0.29 ^a | — | — |
| | | NaOCl | 49.89±0.47 ^a | 47.16±0.59 ^a | 54.14±0.23 ^a | 52.53±0.03 ^a | 53.36±0.04 ^a | — | — |
| | | SAEW | 49.03±1.06 ^a | 48.53±0.79 ^a | 55.36±0.31 ^b | 54.98±0.01 ^b | 53.79±0.14 ^a | — | — |
| 20 | L | TW | 88.38±0.57 ^a | 93.99±0.61 ^a | 101.34±0.26 ^b | — | — | — | — |
| | | NaOCl | 88.99±0.45 ^a | 95.99±0.73 ^b | 100.84±1.00 ^b | — | — | — | — |
| | | SAEW | 88.98±0.70 ^a | 90.85±0.43 ^c | 98.83±0.49 ^a | — | — | — | — |
| | a | TW | 19.29±0.56 ^a | 15.88±0.61 ^a | 11.95±0.76 ^b | — | — | — | — |
| | | NaOCl | 19.86±0.25 ^a | 17.13±0.32 ^{ab} | 10.20±0.10 ^a | — | — | — | — |
| | | SAEW | 20.15±0.04 ^a | 18.31±0.25 ^b | 12.19±0.43 ^b | — | — | — | — |
| | b | TW | 52.51±0.19 ^b | 48.41±1.60 ^a | 49.82±0.60 ^a | — | — | — | — |
| | | NaOCl | 49.89±0.47 ^a | 50.26±1.15 ^a | 50.23±0.85 ^a | — | — | — | — |
| | | SAEW | 49.03±1.06 ^a | 49.83±1.16 ^a | 54.17±0.93 ^b | — | — | — | — |

¹⁾TW, tap water; NaOCl, sodium hypochlorite water; SAEW, slightly acidic electrolyzed water.

²⁾Means with different superscript (a-c) in the column are significantly different from each raw materials of Saengsik and storage temperatures at p<0.05. ³⁾Not measured.

Table 7. Change in Hunter L, a, b value of barley during storage at 4, 10 and 20°C

| Storage temperature (°C) | Hunter's color | Treatment ¹⁾ | Storage time (days) | | | | | | |
|--------------------------|----------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4 | L | TW | 79.43±0.29 ^{a2)} | 84.64±0.11 ^c | 83.17±0.23 ^a | 87.56±0.43 ^c | 90.75±0.45 ^b | 91.55±0.25 ^a | 93.46±0.17 ^a |
| | | NaOCl | 78.71±0.12 ^a | 83.63±0.29 ^b | 84.42±0.14 ^b | 84.27±0.20 ^a | 88.35±0.31 ^a | 92.83±0.44 ^a | 94.91±0.08 ^b |
| | | SAEW | 80.77±0.43 ^b | 82.21±0.06 ^a | 83.48±0.12 ^a | 85.91±0.48 ^b | 88.45±0.28 ^a | 88.45±0.28 ^a | 95.65±0.26 ^c |
| | a | TW | 7.61±0.18 ^a | 7.70±0.09 ^b | 8.24±0.13 ^a | 8.53±0.32 ^b | 7.45±0.34 ^a | 9.21±0.20 ^b | 8.27±0.19 ^b |
| | | NaOCl | 8.85±0.03 ^b | 8.63±0.17 ^c | 9.18±0.39 ^b | 7.78±0.13 ^a | 8.44±0.11 ^b | 8.10±0.03 ^a | 6.68±0.47 ^a |
| | | SAEW | 7.40±0.15 ^a | 6.64±0.42 ^a | 9.45±0.33 ^b | 9.80±0.03 ^c | 9.59±0.09 ^c | 7.92±0.01 ^a | 7.38±0.34 ^{ab} |
| | b | TW | 23.51±0.30 ^c | 27.47±1.44 ^a | 26.17±0.03 ^a | 30.12±0.46 ^b | 29.61±0.13 ^c | 33.31±0.13 ^c | 36.55±0.42 ^c |
| | | NaOCl | 22.31±0.08 ^b | 24.93±0.84 ^a | 27.92±0.02 ^b | 27.25±0.46 ^a | 28.27±0.03 ^a | 31.73±0.52 ^b | 34.39±0.03 ^b |
| | | SAEW | 20.36±0.02 ^a | 24.17±1.35 ^a | 33.88±0.11 ^c | 33.88±0.11 ^c | 29.02±0.27 ^b | 30.49±0.28 ^a | 32.25±0.05 ^a |
| 10 | L | TW | 79.43±0.29 ^a | 88.38±0.20 ^b | 89.64±0.20 ^{ab} | 92.46±0.26 ^c | 98.57±0.36 ^c | — ³⁾ | — |
| | | NaOCl | 78.71±0.12 ^a | 85.89±0.36 ^a | 88.06±0.36 ^a | 89.48±0.14 ^a | 95.80±0.25 ^b | — | — |
| | | SAEW | 80.77±0.43 ^b | 85.52±0.20 ^a | 91.17±1.04 ^b | 90.61±0.38 ^b | 93.71±0.08 ^a | — | — |
| | a | TW | 7.61±0.18 ^a | 9.42±0.23 ^a | 8.45±0.07 ^a | 6.36±0.10 ^b | 7.39±0.20 ^b | — | — |
| | | NaOCl | 8.85±0.03 ^b | 9.84±0.24 ^a | 8.25±0.50 ^a | 6.37±0.29 ^b | 7.28±0.29 ^b | — | — |
| | | SAEW | 7.40±0.15 ^a | 12.21±0.33 ^b | 7.86±0.08 ^a | 5.58±0.02 ^a | 6.36±0.32 ^a | — | — |
| | b | TW | 23.51±0.30 ^c | 24.35±0.43 ^a | 30.51±0.29 ^a | 40.99±0.63 ^a | 43.73±0.14 ^b | — | — |
| | | NaOCl | 22.31±0.08 ^b | 25.71±0.79 ^a | 30.35±0.87 ^a | 38.81±0.21 ^b | 40.72±0.43 ^a | — | — |
| | | SAEW | 20.36±0.02 ^a | 27.27±1.76 ^a | 32.97±0.17 ^b | 37.67±0.07 ^b | 40.74±0.82 ^a | — | — |
| 20 | L | TW | 79.43±0.29 ^a | 100.66±0.29 ^b | 101.83±0.33 ^a | — | — | — | — |
| | | NaOCl | 78.71±0.12 ^a | 99.53±0.43 ^b | 107.44±0.13 ^c | — | — | — | — |
| | | SAEW | 80.77±0.43 ^b | 95.61±0.40 ^a | 104.55±0.39 ^b | — | — | — | — |
| | a | TW | 7.61±0.18 ^a | 3.78±0.17 ^a | 3.39±0.22 ^a | — | — | — | — |
| | | NaOCl | 8.85±0.03 ^b | 4.77±0.68 ^{ab} | 4.82±0.51 ^b | — | — | — | — |
| | | SAEW | 7.40±0.15 ^a | 5.91±0.41 ^c | 6.24±0.52 ^c | — | — | — | — |
| | b | TW | 23.51±0.30 ^c | 30.09±0.05 ^c | 40.37±0.41 ^b | — | — | — | — |
| | | NaOCl | 22.31±0.08 ^b | 27.91±0.48 ^b | 38.33±0.65 ^a | — | — | — | — |
| | | SAEW | 20.36±0.02 ^a | 26.42±0.41 ^a | 37.45±0.44 ^a | — | — | — | — |

¹⁾TW, tap water; NaOCl, sodium hypochlorite water; SAEW, slightly acidic electrolyzed water.

²⁾Means with different superscript (a-c) in the column are significantly different from each raw materials of Saengsik and storage temperatures at p<0.05. ³⁾Not measured.

Table 8. Change in Hunter L, a, b value of potato during storage at 4, 15 and 25°C

| Storage temperature (°C) | Hunter's color | Treatment ¹⁾ | Storage time (days) | | | | | | |
|--------------------------|----------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4 | L | TW | 80.13±0.17 ^{b2)} | 79.59±0.30 ^a | 76.61±0.29 ^b | 83.17±0.49 ^b | 79.02±0.38 ^b | 79.00±0.54 ^c | 76.71±0.47 ^a |
| | | NaOCl | 79.93±0.16 ^b | 79.28±0.79 ^a | 75.29±0.10 ^b | 82.75±0.01 ^b | 78.26±0.10 ^b | 77.08±0.00 ^b | 75.92±0.02 ^a |
| | | SAEW | 78.02±0.23 ^a | 77.37±0.59 ^a | 71.97±1.10 ^a | 76.84±0.07 ^a | 75.58±0.29 ^a | 75.58±0.29 ^a | 76.53±0.62 ^a |
| | a | TW | -3.75±0.18 ^a | -3.24±0.32 ^a | -3.05±0.32 ^a | -2.86±0.08 ^b | -3.51±0.25 ^a | -4.24±0.31 ^b | -5.36±0.17 ^b |
| | | NaOCl | -3.97±0.26 ^a | -3.53±0.36 ^a | -3.01±0.06 ^a | -2.75±0.00 ^b | -3.50±0.21 ^a | -3.93±0.00 ^b | -6.76±0.15 ^a |
| | | SAEW | -4.10±0.28 ^a | -3.45±0.24 ^a | -2.87±0.52 ^a | -4.09±0.12 ^a | -4.36±0.39 ^a | -5.10±0.05 ^a | -6.14±0.03 ^a |
| | b | TW | 27.46±0.78 ^a | 29.06±0.50 ^b | 30.09±0.69 ^a | 32.02±0.65 ^a | 32.44±0.73 ^c | 31.67±0.47 ^a | 33.58±0.66 ^a |
| | | NaOCl | 27.73±0.69 ^a | 29.26±0.62 ^b | 33.08±1.70 ^{ab} | 31.98±0.48 ^a | 30.56±0.24 ^a | 32.85±0.05 ^b | 33.41±0.23 ^a |
| | | SAEW | 26.43±0.38 ^a | 26.41±0.57 ^a | 35.24±0.59 ^b | 30.41±0.22 ^a | 30.46±0.01 ^a | 31.27±0.01 ^a | 32.54±0.03 ^a |
| 15 | L | TW | 80.13±0.17 ^b | 80.39±0.12 ^a | 75.94±0.45 ^b | 78.60±0.28 ^a | 79.44±0.29 ^c | — ³⁾ | — |
| | | NaOCl | 79.93±0.16 ^b | 80.84±0.22 ^a | 75.39±0.18 ^{ab} | 79.48±0.24 ^b | 78.51±0.32 ^b | — | — |
| | | SAEW | 78.02±0.23 ^a | 81.83±0.20 ^a | 74.74±0.26 ^a | 78.98±0.01 ^{ab} | 76.55±0.23 ^a | — | — |
| | a | TW | -3.75±0.18 ^a | -3.58±0.03 ^a | -2.67±0.21 ^a | -2.87±0.14 ^b | -4.34±0.26 ^a | — | — |
| | | NaOCl | -3.97±0.26 ^a | -3.68±0.12 ^a | -2.69±0.28 ^a | -3.42±0.17 ^a | -3.74±0.19 ^{ab} | — | — |
| | | SAEW | -4.10±0.28 ^a | -3.24±0.12 ^b | -2.43±0.17 ^a | -2.61±0.06 ^b | -3.28±0.28 ^b | — | — |
| | b | TW | 27.46±0.78 ^a | 30.84±0.55 ^b | 36.87±0.54 ^b | 38.46±0.91 ^b | 40.39±0.22 ^b | — | — |
| | | NaOCl | 27.73±0.69 ^a | 27.59±0.33 ^a | 35.00±0.12 ^a | 38.64±0.17 ^b | 37.16±0.83 ^a | — | — |
| | | SAEW | 26.43±0.38 ^a | 30.13±0.36 ^b | 34.98±0.27 ^a | 35.68±0.02 ^a | 35.70±0.31 ^a | — | — |
| 25 | L | TW | 80.13±0.17 ^b | 81.96±0.53 ^a | 80.31±0.13 ^a | — | — | — | — |
| | | NaOCl | 79.93±0.16 ^b | 82.32±0.09 ^a | 78.36±0.27 ^a | — | — | — | — |
| | | SAEW | 78.02±0.23 ^a | 82.33±0.41 ^a | 78.43±1.38 ^a | — | — | — | — |
| | a | TW | -3.75±0.18 ^a | -4.21±0.14 ^a | -5.50±0.20 ^b | — | — | — | — |
| | | NaOCl | -3.97±0.26 ^a | -3.57±0.18 ^{ab} | -5.68±0.30 ^b | — | — | — | — |
| | | SAEW | -4.10±0.28 ^a | -3.64±0.19 ^b | -6.21±0.10 ^a | — | — | — | — |
| | b | TW | 27.46±0.78 ^a | 41.83±0.49 ^b | 48.66±0.47 ^b | — | — | — | — |
| | | NaOCl | 27.73±0.69 ^a | 40.10±1.09 ^{ab} | 43.18±0.55 ^a | — | — | — | — |
| | | SAEW | 26.43±0.38 ^a | 39.48±0.36 ^a | 42.31±0.72 ^a | — | — | — | — |

¹⁾TW, tap water; NaOCl, sodium hypochlorite water; SAEW, slightly acidic electrolyzed water.

²⁾Means with different superscript (a-c) in the column are significantly different from each raw materials of Saengsik and storage temperatures at p<0.05. ³⁾Not measured.

Table 9. Change in Hunter L, a, b value of carrot during storage at 4, 15 and 25°C

| Storage temperature (°C) | Hunter's color | Treatment ¹⁾ | Storage time (days) | | | | | | |
|--------------------------|----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4 | L | TW | 101.85±0.45 ^{b2)} | 99.60±0.22 ^a | 102.61±0.28 ^b | 101.19±0.42 ^a | 104.37±0.15 ^c | 102.07±0.58 ^a | 100.54±0.23 ^a |
| | | NaOCl | 100.61±0.19 ^a | 101.24±0.31 ^b | 98.41±0.96 ^a | 103.72±0.53 ^b | 100.74±0.35 ^b | 100.39±0.35 ^a | 95.17±3.65 ^a |
| | | SAEW | 102.89±0.49 ^b | 99.03±0.49 ^a | 98.18±0.28 ^a | 102.93±0.61 ^b | 98.66±0.08 ^a | 104.34±0.08 ^b | 97.52±0.08 ^a |
| | a | TW | 75.22±0.88 ^a | 77.61±1.09 ^a | 77.15±0.58 ^c | 70.50±0.71 ^a | 73.57±0.56 ^b | 74.91±0.70 ^b | 72.28±1.03 ^a |
| | | NaOCl | 75.82±1.45 ^{ab} | 75.53±1.01 ^a | 68.91±0.48 ^a | 71.58±0.37 ^a | 73.09±0.80 ^b | 76.94±0.61 ^c | 75.91±0.95 ^b |
| | | SAEW | 79.37±1.25 ^b | 78.29±0.64 ^a | 71.39±1.11 ^b | 72.46±1.56 ^a | 70.41±1.06 ^a | 67.08±0.32 ^a | 70.41±1.49 ^a |
| | b | TW | 125.64±0.69 ^a | 129.48±0.73 ^a | 131.35±0.91 ^a | 133.54±0.64 ^c | 125.97±0.72 ^a | 131.62±1.59 ^a | 127.86±0.81 ^a |
| | | NaOCl | 132.15±0.39 ^c | 138.37±1.77 ^c | 129.20±1.19 ^a | 128.50±0.80 ^b | 129.53±1.12 ^b | 133.24±1.10 ^a | 130.83±1.50 ^a |
| | | SAEW | 129.65±0.63 ^b | 133.54±1.20 ^b | 130.20±1.40 ^a | 121.89±1.08 ^a | 125.02±0.63 ^a | 134.92±1.47 ^a | 127.55±1.27 ^a |
| 15 | L | TW | 101.85±0.45 ^b | 104.49±0.35 ^b | 101.85±1.14 ^b | 101.81±1.16 ^a | 99.41±0.24 ^a | — ³⁾ | — |
| | | NaOCl | 100.61±0.19 ^a | 105.57±0.38 ^b | 102.15±0.59 ^b | 104.51±0.38 ^b | 100.55±0.27 ^b | — | — |
| | | SAEW | 102.89±0.49 ^b | 101.86±0.45 ^a | 98.81±0.73 ^a | 106.26±0.21 ^b | 103.23±0.27 ^c | — | — |
| | a | TW | 75.22±0.88 ^a | 76.55±0.50 ^a | 71.43±0.32 ^b | 73.99±0.66 ^a | 72.22±0.50 ^a | — | — |
| | | NaOCl | 75.82±1.45 ^{ab} | 74.65±1.62 ^a | 67.41±1.64 ^a | 74.77±0.68 ^a | 72.99±0.64 ^a | — | — |
| | | SAEW | 79.37±1.25 ^b | 75.68±1.94 ^a | 71.68±1.18 ^b | 76.79±2.62 ^a | 74.07±0.77 ^a | — | — |
| | b | TW | 125.64±0.69 ^a | 131.30±1.06 ^b | 133.12±0.42 ^c | 128.80±1.16 ^b | 135.60±0.91 ^b | — | — |
| | | NaOCl | 132.15±0.39 ^c | 123.86±2.30 ^a | 127.58±0.88 ^b | 119.82±2.53 ^a | 135.42±0.61 ^b | — | — |
| | | SAEW | 129.65±0.63 ^b | 147.27±1.33 ^c | 124.47±1.27 ^a | 120.39±1.46 ^a | 131.09±0.72 ^a | — | — |
| 25 | L | TW | 101.85±0.45 ^b | 105.09±0.99 ^b | 104.68±0.32 ^c | — | — | — | — |
| | | NaOCl | 100.61±0.19 ^a | 105.09±0.84 ^b | 102.80±0.71 ^b | — | — | — | — |
| | | SAEW | 102.89±0.49 ^b | 101.68±0.43 ^a | 99.39±0.17 ^a | — | — | — | — |
| | a | TW | 75.22±0.88 ^a | 78.81±0.32 ^a | 75.81±0.88 ^a | — | — | — | — |
| | | NaOCl | 75.82±1.45 ^{ab} | 83.04±1.43 ^b | 78.44±0.74 ^b | — | — | — | — |
| | | SAEW | 79.37±1.25 ^a | 78.95±0.41 ^a | 76.15±0.63 ^{ab} | — | — | — | — |
| | b | TW | 125.64±0.69 ^a | 134.26±1.04 ^b | 141.71±1.02 ^b | — | — | — | — |
| | | NaOCl | 132.15±0.39 ^c | 130.76±0.99 ^a | 131.44±0.70 ^a | — | — | — | — |
| | | SAEW | 129.65±0.63 ^b | 127.53±1.30 ^a | 131.18±1.23 ^a | — | — | — | — |

¹⁾TW, tap water; NaOCl, sodium hypochlorite water; SAEW, slightly acidic electrolyzed water.

²⁾Means with different superscript (a-c) in the column are significantly different from each raw materials of Saengsik and storage temperatures at p<0.05. ³⁾Not measured.

Table 10. Change in Hunter L, a, b value of *Angelica utilis* Makino during storage at 4, 10 and 20°C

| Storage temperature (°C) | Hunter's color | Treatment ¹⁾ | Storage time (days) | | | | | | |
|--------------------------|----------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----|
| | | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4 | L | TW | 2.25 ± 0.70 ^{a2)} | 5.64 ± 0.13 ^c | 8.14 ± 0.78 ^b | 15.85 ± 0.73 ^c | 30.21 ± 0.33 ^c | 40.75 ± 0.80 ^b | — |
| | | NaOCl | 2.49 ± 0.42 ^a | 4.55 ± 0.36 ^b | 7.09 ± 0.76 ^b | 13.07 ± 0.54 ^b | 20.26 ± 0.43 ^b | 39.68 ± 0.91 ^b | — |
| | | SAEW | 3.15 ± 0.49 ^a | 1.79 ± 0.35 ^a | 3.55 ± 0.26 ^a | 6.11 ± 0.24 ^a | 13.31 ± 0.38 ^a | 21.82 ± 0.96 ^a | — |
| | a | TW | -11.80 ± 0.97 ^b | -9.63 ± 0.52 ^c | -11.34 ± 0.98 ^b | -8.01 ± 0.61 ^b | -6.13 ± 0.46 ^b | -3.80 ± 0.19 ^b | — |
| | | NaOCl | -15.05 ± 0.55 ^a | -12.72 ± 0.52 ^b | -16.71 ± 0.78 ^a | -10.71 ± 0.94 ^a | -7.08 ± 0.48 ^b | -7.38 ± 0.42 ^a | — |
| | | SAEW | -16.70 ± 0.72 ^a | -15.29 ± 0.81 ^a | -15.93 ± 0.66 ^a | -12.09 ± 0.20 ^a | -10.40 ± 0.43 ^a | -7.26 ± 0.66 ^a | — |
| | b | TW | 14.25 ± 0.32 ^a | 16.33 ± 0.38 ^a | 25.24 ± 0.36 ^c | 37.59 ± 0.85 ^b | 46.81 ± 0.66 ^b | 53.16 ± 0.43 ^c | — |
| | | NaOCl | 12.90 ± 1.07 ^a | 17.62 ± 0.50 ^b | 23.34 ± 0.35 ^b | 36.57 ± 0.45 ^b | 38.69 ± 0.76 ^a | 48.25 ± 0.27 ^b | — |
| | | SAEW | 12.88 ± 0.78 ^a | 15.41 ± 0.60 ^a | 18.90 ± 0.50 ^a | 33.54 ± 0.57 ^a | 39.14 ± 0.46 ^a | 42.91 ± 0.28 ^a | — |
| 10 | L | TW | 2.25 ± 0.70 ^a | 8.28 ± 0.09 ^b | 14.59 ± 0.75 ^{ab} | 30.24 ± 0.44 ^c | — ³⁾ | — | — |
| | | NaOCl | 2.49 ± 0.42 ^a | 6.41 ± 0.09 ^{ab} | 11.28 ± 0.45 ^a | 26.25 ± 1.02 ^b | — | — | — |
| | | SAEW | 2.25 ± 0.70 ^a | 8.28 ± 0.09 ^b | 14.59 ± 0.75 ^{ab} | 30.24 ± 0.44 ^c | — | — | — |
| | a | TW | -11.80 ± 0.97 ^b | -13.37 ± 0.48 ^b | -8.05 ± 0.34 ^b | -2.76 ± 0.50 ^b | — | — | — |
| | | NaOCl | -15.05 ± 0.55 ^a | -17.28 ± 0.23 ^a | -8.32 ± 0.33 ^b | -4.09 ± 0.56 ^b | — | — | — |
| | | SAEW | -16.70 ± 0.72 ^a | -16.90 ± 0.71 ^a | -11.02 ± 0.24 ^a | -7.22 ± 0.49 ^a | — | — | — |
| | b | TW | 14.25 ± 0.32 ^a | 37.70 ± 0.73 ^c | 52.22 ± 0.74 ^c | 60.96 ± 1.08 ^c | — | — | — |
| | | NaOCl | 12.90 ± 1.07 ^a | 31.73 ± 1.11 ^b | 48.50 ± 0.82 ^b | 55.44 ± 0.69 ^b | — | — | — |
| | | SAEW | 12.88 ± 0.78 ^a | 28.11 ± 0.67 ^a | 45.41 ± 0.60 ^a | 50.45 ± 0.28 ^a | — | — | — |
| 20 | L | TW | 2.25 ± 0.70 ^a | 41.32 ± 1.01 ^c | — | — | — | — | — |
| | | NaOCl | 2.49 ± 0.42 ^a | 35.11 ± 0.89 ^b | — | — | — | — | — |
| | | SAEW | 3.15 ± 0.49 ^a | 23.28 ± 0.85 ^a | — | — | — | — | — |
| | a | TW | -11.80 ± 0.97 ^b | -2.24 ± 0.41 ^b | — | — | — | — | — |
| | | NaOCl | -15.05 ± 0.55 ^a | -5.40 ± 0.39 ^a | — | — | — | — | — |
| | | SAEW | -16.70 ± 0.72 ^a | -5.45 ± 0.78 ^a | — | — | — | — | — |
| | b | TW | 14.25 ± 0.32 ^a | 52.72 ± 0.71 ^c | — | — | — | — | — |
| | | NaOCl | 12.90 ± 1.07 ^a | 49.20 ± 1.15 ^b | — | — | — | — | — |
| | | SAEW | 12.88 ± 0.78 ^a | 43.23 ± 0.30 ^a | — | — | — | — | — |

¹⁾TW, tap water; NaOCl, sodium hypochlorite water; SAEW, slightly acidic electrolyzed water.

²⁾Means with different superscript (a-c) in the column are significantly different from each raw materials of Saengsik and storage temperatures at p<0.05. ³⁾Not measured.

Table 11. Change in Hunter L, a, b value of kale during storage at 4, 10 and 20°C

| Storage temperature (°C) | Hunter's color | Treatment ¹⁾ | Storage time (days) | | | | | | |
|--------------------------|----------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----|
| | | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4 | L | TW | 42.26 ± 0.37 ^{b2)} | 51.45 ± 0.74 ^b | 57.98 ± 0.64 ^c | 67.27 ± 0.25 ^c | 70.38 ± 0.15 ^c | 77.71 ± 0.85 ^c | — |
| | | NaOCl | 42.23 ± 1.02 ^b | 50.27 ± 0.39 ^b | 55.11 ± 0.37 ^b | 60.15 ± 0.76 ^b | 65.99 ± 0.73 ^b | 75.32 ± 0.28 ^b | — |
| | | SAEW | 39.25 ± 0.85 ^a | 45.51 ± 0.64 ^a | 45.61 ± 0.67 ^a | 53.77 ± 0.65 ^a | 60.66 ± 0.65 ^a | 69.09 ± 0.65 ^a | — |
| | a | TW | -9.95 ± 0.15 ^b | -8.83 ± 0.27 ^b | -6.99 ± 0.45 ^b | -5.83 ± 0.57 ^{ab} | -3.32 ± 0.23 ^b | -1.80 ± 0.42 ^b | — |
| | | NaOCl | -12.04 ± 0.37 ^a | -10.88 ± 0.25 ^a | -6.21 ± 0.16 ^b | -5.56 ± 0.30 ^b | -3.83 ± 0.25 ^{ab} | -4.56 ± 0.24 ^a | — |
| | | SAEW | -12.43 ± 0.29 ^a | -11.03 ± 0.56 ^a | -8.45 ± 0.46 ^a | -6.84 ± 0.20 ^a | -4.57 ± 0.40 ^a | -3.78 ± 0.34 ^a | — |
| | b | TW | 22.69 ± 0.32 ^a | 25.75 ± 0.59 ^b | 39.69 ± 0.41 ^c | 47.34 ± 0.56 ^b | 55.35 ± 0.40 ^c | 61.14 ± 0.56 ^c | — |
| | | NaOCl | 21.63 ± 0.76 ^a | 23.06 ± 0.36 ^a | 38.25 ± 0.55 ^b | 49.45 ± 0.55 ^c | 52.38 ± 0.45 ^b | 58.67 ± 0.46 ^b | — |
| | | SAEW | 20.91 ± 0.59 ^a | 21.62 ± 0.82 ^a | 33.08 ± 0.42 ^a | 43.13 ± 0.45 ^a | 47.46 ± 0.24 ^a | 49.39 ± 0.93 ^a | — |
| 10 | L | TW | 42.26 ± 0.37 ^b | 61.04 ± 0.64 ^c | 68.69 ± 0.71 ^c | 75.62 ± 0.18 ^c | — ³⁾ | — | — |
| | | NaOCl | 42.23 ± 1.02 ^b | 58.09 ± 0.61 ^b | 64.40 ± 0.61 ^b | 72.94 ± 0.27 ^b | — | — | — |
| | | SAEW | 39.25 ± 0.85 ^a | 53.37 ± 0.49 ^a | 61.57 ± 0.88 ^a | 67.36 ± 0.63 ^a | — | — | — |
| | a | TW | -9.95 ± 0.15 ^b | -6.65 ± 1.61 ^a | -1.96 ± 0.59 ^c | -2.01 ± 0.67 ^b | — | — | — |
| | | NaOCl | -12.04 ± 0.37 ^a | -7.68 ± 1.56 ^a | -3.07 ± 0.03 ^b | -3.98 ± 0.56 ^a | — | — | — |
| | | SAEW | -12.43 ± 0.29 ^a | -8.15 ± 0.41 ^a | -6.15 ± 0.13 ^a | -5.05 ± 0.26 ^a | — | — | — |
| | b | TW | 22.69 ± 0.32 ^a | 45.86 ± 0.62 ^b | 66.15 ± 0.71 ^c | 73.43 ± 0.34 ^c | — | — | — |
| | | NaOCl | 21.63 ± 0.76 ^a | 39.37 ± 0.30 ^a | 60.48 ± 0.35 ^b | 68.01 ± 0.32 ^b | — | — | — |
| | | SAEW | 20.91 ± 0.59 ^a | 40.81 ± 0.57 ^a | 52.49 ± 0.71 ^a | 63.33 ± 0.69 ^a | — | — | — |
| 20 | L | TW | 42.26 ± 0.37 ^b | 64.85 ± 0.59 ^b | — | — | — | — | — |
| | | NaOCl | 42.23 ± 1.02 ^b | 63.37 ± 0.38 ^b | — | — | — | — | — |
| | | SAEW | 39.25 ± 0.85 ^a | 59.01 ± 0.70 ^a | — | — | — | — | — |
| | a | TW | -9.95 ± 0.15 ^b | -1.79 ± 0.15 ^c | — | — | — | — | — |
| | | NaOCl | -12.04 ± 0.37 ^a | -3.06 ± 0.36 ^b | — | — | — | — | — |
| | | SAEW | -12.43 ± 0.29 ^a | -5.15 ± 0.18 ^a | — | — | — | — | — |
| | b | TW | 22.69 ± 0.32 ^a | 49.91 ± 0.25 ^b | — | — | — | — | — |
| | | NaOCl | 21.63 ± 0.76 ^a | 48.99 ± 0.94 ^b | — | — | — | — | — |
| | | SAEW | 20.91 ± 0.59 ^a | 39.13 ± 0.78 ^a | — | — | — | — | — |

¹⁾TW, tap water; NaOCl, sodium hypochlorite water; SAEW, slightly acidic electrolyzed water.

²⁾Means with different superscript (a-c) in the column are significantly different from each raw materials of Saengsik and storage temperatures at p<0.05. ³⁾Not measured.

이 길어질수록 다른 생식 원료보다 L, a, b 값 모두 큰 변화를 관찰할 수 있었으며, 각 처리구별 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$). TW 처리구와 NaOCl 처리구보다 SAEW 처리구에서 색도의 변화가 적은 것으로 나타났으며, 다른 생식원료보다 SAEW 처리가 효과적으로 신선초와 케일에 작용했을 것으로 판단된다. 양배추의 주요한 녹색 색소인 chlorophyll이 저장온도가 높아질수록, 저장기간이 늘어날수록 녹색의 pheophytin이나 갈색인 pheophorbide 등 물질이 생성되면서 a값이 증가되었고, 반대로 4°C에서 진행한 시료에서 chlorophyllase는 5°C 이하에서 활성이 떨어져 녹색이 변화되는 반응을 억제하기 때문에 a값이 최저로 나타났다고 보고된 바 있다(37). b값은 4°C에서 진행한 시험구가 제일 낮게 나타났고 20°C 이상에서 실시한 시험구에서는 높은 온도와 긴 저장기간에 따른 chlorophyll의 변화에 의하여 높은 값을 나타낸 것으로 판단된다. 각 처리구 사이에 5%의 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 보아 SAEW는 다른 처리구에 비해 품질변화의 속도를 지연시킨 것으로 판단된다.

Chang 등(9)은 생식제조업체의 최종제품을 대상으로 일반세균, 대장균군, 식중독 세균 등을 조사한 결과 일반세균수가 10^6 CFU/g을 초과하는 제품이 약 40%였으며 대장균군의 경우 약 80%의 제품에서 검출되어 위생학적으로 문제가 있는 것으로 보고하였다. Kim 등(3)의 생식원료와 제품에 관한 미생물 변화 연구를 보면 원료에 비해 제품의 총균수가 약 1 log CFU/g 이상이 증가하는 경향을 나타냈으며, 대장균군의 변화 역시 1 log CFU/g 이상 증가하는 경향을 나타내는 결과로 미루어보아 제조과정 이전의 전처리 과정에서 적은 총균수를 유지하는 것이 중요한 것으로 판단된다. 생식 제조과정 중 2차 오염에 의해 미생물수가 증가하는 것으로 보고하였으며, 2차오염이 대부분 분쇄과정에서 발생한다는 결과로 보아 분쇄기의 철저한 관리가 요구된다(3,9). Chang 등(26)은 생식공장을 선택하여 공장위생, 종업원 개인위생 및 제조공정을 개선한 후 공장개선의 미생물학적 효과를 조사하였고, 그 결과 분쇄과정 후 일반세균수는 10^4 CFU/g에서 10^3 CFU/g으로 감소하였으며 대장균군 역시 감소되거나 검출되지 않아 원료의 비가열 세정살균과 지속적이고 청결한 공장위생관리가 필요한 것으로 사료된다. 따라서 비가열 공정이라는 생식의 특성상 전해수의 살균효과가 떨어지는 원료를 사용할 경우 원료에서 검출되는 위해미생물은 최종 제품까지 생존할 가능성이 높기 때문에 각 원료에 따른 살균처리 지침을 위한 database 축적이 요구된다.

결론적으로 전기분해수 세척 방법은 무세척, TW 및 NaOCl로 세척한 생식원료에 비하여 생식원료의 초기 일반세균수를 감소시킬 수 있으며, 저장 중 미생물 생육 및 품질 변화를 억제시킬 수 있기 때문에 SAEW와 같은 전기분해수 세척 처리가 생식원료의 품질 유지 및 저장성 향상에 기여할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 생식 원료(현미, 보리, 당근, 감자, 신선초, 케일)를 미산성 전해수(SAEW)로 처리한 후 미생물 저감효과와 색도 변화를 측정하였다. 수돗물(TW)과 차아염소산나트륨수(NaOCl), SAEW 처리 간의 미생물 저감 효과와 색도 변화를 확인하기 위하여 각 저장온도(4, 10, 15, 20, 25, 30°C)와 저장기간(5, 10, 15, 20, 25, 30일) 동안 유통기한 연구로서 생식 원료를 저장한 후 변화를 확인하였다. 일반세균수는 생식원료 중 당근에서 가장 효과적인 저감효과를 나타냈으며 SAEW 처리가 NaOCl 처리보다 1.75 log CFU/g 더 감소하였다. 대장균군은 보리에서 SAEW의 처리가 NaOCl 처리보다 1.54 log CFU/g 더 감소하여 생식 원료 중 가장 효과적인 저감효과를 나타내었다. 신선초와 케일에서 SAEW 처리는 lightness, redness, yellowness 값을 저하시켜 품질의 변화를 유지시킨 반면, 그 밖의 생식원료에서는 SAEW와 NaOCl 처리구간 효능의 차이는 없었다. 따라서 SAEW와 NaOCl 처리구간에 유의적인 차이($p < 0.05$)를 나타냈으며, 결과적으로 생식원료에 SAEW의 처리는 미생물학적으로 일반세균 및 대장균군수를 저감화시켜 저장기간 연장과 색도의 불변 효과를 나타냈으며 다른 품질의 변화 없이 생식의 원료를 효과적으로 위생처리가 가능함을 입증하였다.

문 헌

1. Korean Statistical Association. 2001. *Death of cause statistical annual report*. Korea.
2. Kang HJ, Song YS. 1997. Dietary fiber and cholesterol metabolism. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 358-369.
3. Kim JB, Park YB, Kang JB, Kim JC. 2005. Distribution of microorganisms in seonsik and saengsik. *Korea J Sanitation* 20: 12-22.
4. Park MH. 2003. The status of uncooked food industry and its future. *Food Ind Nutr* 7: 1-3.
5. Brown PR. 1987. The role of diet in cancer causation. *Food Technol* 41: 48-51.
6. Burt ML, Batos CJ, Fehily AM, St Leger AS. 1981. Plasma cholesterol and blood pressure in vegetarians. *J Hum Nutr* 35: 436-441.
7. Ira EB. 1987. The first international congress on vegetarian nutrition. *J Appl Nutr* 39: 95-101.
8. Cha BK. 2001. A comparative study of relationships among eating behavior, intake frequency of food group and cardiovascular disease related in vegetarians and non-vegetarians. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 183-192.
9. Chang TE, Moon SY, Lee KW, Park JM, Han JS, Song OJ, Shin IS. 2004. Microflora of manufacturing process and final products of Saengshik. *Korea J Food Sci Technol* 36: 501-506.
10. Lee SY. 2004. The current state and prospect of Saengsik industry. *Korean J Food Nutr* 17: 94-99.
11. Park NH. 1995. General outline and status of application for freeze-drying. *J Air-Cond Refr Eng* 24: 338-345.
12. 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.

13. Jung SW, Park KJ, Park BI, Kim YH. 1996. Surface sterilization effect of electrolyzed acid-water on vegetable. *Korean J Food Sci Technol* 28: 1045-1051.
14. Charghi G. 1980. Biological syndrome of raw vegetarian individuals. *Bordeaux Medical* 13: 711-716.
15. Jang Y, Lee JH, Kim OY, Park HY, Lee SY. 2001. Consumption of whole grain and legume powder reduces insulin demand, lipid peroxidation, and plasma homocysteine concentrations in patients with coronary artery disease: randomized controlled clinical trial. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 21: 2065-2071.
16. Kim DH, Son HP, Yook HS, Chung YJ, Kim YJ, Byun MW. 2002. Distribution of microflora in powdered raw grains and vegetables and improvement of hygienic quality by gamma irradiation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 589-593.
17. Kim C, Hung YC, Rackett RE. 2000. Roles of oxidation-reduction potential in electrolyzed oxidizing and chemically modified water for the inactivation of food-related pathogens. *J Food Prot* 63: 19-24.
18. Park KJ, Jung SW, Park BI, Kim YH, Jung JW. 1996. Initial control of microorganism in *Kimchi* by the modified preparation method of seasoning mixture and the pretreatment of electrolyzed acid-water. *Korean J Food Sci Technol* 28: 1104-1110.
19. Suzuki T. 1997. Subject and prospect of an electrolyzed anodic solution in food industry. *New Food Ind* 39: 61-66.
20. Suzuki T, Itakura J, Watanabe M, Ohta M, Sato Y, Yamaya Y. 2002. Inactivation of staphylococcal enterotoxin-A with an electrolyzed anodic solution. *J Agric Food Chem* 50: 230-234.
21. 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.
22. 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.
23. Yoo JY, Jang KI. 2011. Changes in quality soybean sprouts washed with electrolyzed water during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 586-592.
24. Korea Food and Drug Administration. 2012. *Food Code*. Cheongwon-gun, Korea.
25. 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.
26. Chang TW, Han JS, Song OJ, Chung DH, Shin IS. 2004. Study on reducing methods of natural food-borne pathogenic microorganism originated from *Saengshik*. *Korean J Food Sci Technol* 36: 1020-1025.
27. Yoo JY, Jang KI. 2011. Changes in quality of soybean sprouts washed with electrolyzed water during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 586-592.
28. John G. 1997. *Essentials of Food Microbiology*. 1st ed. Arnold Publishers, Headline Group, London, UK. p 97-98.
29. Izumi H. 1999. Electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables. *J Food Sci* 64: 536-539.
30. Suzuki T. 1998. Practice and safety of utilization of electrolyzed water in food industry. *Food Chem* 5: 35-42.
31. Jeong JW, Kim BS, Kim OW, Bae N, Lee SH. 1996. Changes in quality of carrot during storage by hydrocooling. *Korean J Food Sci Technol* 28: 841-849.
32. Kim DJ, Ha SD, Ryu K, Park KH. 2004. Hazard analysis and determination of CCPs for powdered raw grains and vegetables, *Saenshik*. *Korean J Food Sci Technol* 36: 1032-1040.
33. Koh SM, Kim JM. 2010. Effect of hypochlorous acid to reduce microbial populations in dipping procedure of fresh produce as *Saenshik* raw materials. *J Korean Soc Food Sic Nutr* 39: 637-642.
34. 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.
35. Koseki S, Yoshida K, Kamitani Y, Isobe S, Itoh K. 2004. Effect of mild heat pre-treatment with alkaline electrolyzed water on the efficacy of acidic electrolyzed water against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* on lettuce. *Food Microbiol* 21: 559-566.
36. Onishi PK, Hara YS, Arai EK. 2001. Improvement of eating quality and preservability of cooked rice obtained from aged rice grains by weak electrolyzed cathode water. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* 48: 112-118.
37. Ha JO, Lee SC, Bae HA, Park OP. 2004. *Food Chemistry*. Dooyangsa, Seoul, Korea. p 218-344.

(2012년 8월 14일 접수; 2012년 8월 29일 채택)