

메밀 새싹채소의 저장품질에 대한 수확 후 처리공정 효과

이현희 · 홍석인* · 김동만
한국식품연구원

Effect of Postharvest Treatments on Storage Quality of Buckwheat Sprouts

Hyun-Hee Lee, Seok-In Hong*, and Dongman Kim
Korea Food Research Institute

Abstract The storage quality of fresh buckwheat sprouts, as influenced by pretreatment and packaging within processing steps, was investigated to establish appropriate postharvest handling treatment for the commodity. After harvest, the sprouts were dipped in chlorine water (100 ppm), rinsed twice with clean water, pre-cooled with iced water, de-watered, and packed in plastic trays. Sprout samples taken from each processing step were stored at 5°C for 6 days to measure quality attributes. Viable cell counts of mesophilic aerobes and coliform bacteria were lower by about 1 log scale in the postharvest treated samples compared to an untreated control, although the initial microbial reduction due to the postharvest treatments was offset by cell growth during storage. All sprout samples showed a decrease of fresh weight by approximately 4% after 6 days of storage. However, moisture and soluble solid contents were maintained at the initial levels of the sprouts. No significant difference in surface color was observed among sample treatments. For sensory properties including discoloration, wilting, decay, and visual quality, there were no significant differences among sample treatments. The present results suggest that proper postharvest processing treatments can exert positive effects on extending the shelf-life of fresh buckwheat sprout.

Keywords: buckwheat sprout, postharvest treatment, pretreatment and packaging, fresh produce, microbial safety

서 론

신선편이 식품은 샐러드나 새싹 채소와 같이 구입 후 즉석에서 섭취할 수 있는 새로운 최소가공 식품으로 소비자들에게 고품질의 영양을 제공하고 이용시 편리함을 부여해줄 수 있어 그 시장규모가 급속히 확대되고 있다. 우리나라의 경우 이미 5천억 원 규모의 시장을 형성하고 있고 일본과 미국의 경우에도 약 3조원 이상의 규모를 이루고 있다(1). 그러나 신선편이 식품은 가공과정 중 별도의 열처리 과정을 거치지 않기 때문에 원료 자체가 빠르게 부패되고 작업자나 작업환경으로부터 오염이 쉽게 이루어지는 단점이 있으며, 또한 가공단계나 유통 중에 일어날 수 있는 온도관리 실패는 신선편이 식품의 품질열화 및 안전성을 위협하는 또 하나의 중요요인이다. 따라서 소비자들이 제품을 구입하기 전까지 원료의 신선함과 안전함을 유지하는 것이 신선편이 식품의 가장 중요한 문제로 여겨지고 있고, 이를 해결하기 위해 신선편이 식품의 원료 수확, 가공, 유통 전반에 걸친 적정 관리 체계가 요구되고 있다(2). 이중 신선편이 식품 생산업체에서 가능한 관리체계로는 원료 생산단계에서의 안전 및 품질관리, HACCP 및 생산이력제의 적용과 관리, 미생물 및 잔류농약 샘플 검사, 원

료와 제품에 대한 지속적인 온도관리, 제품에 따른 적정 포장기술 적용 등이 있으며, 이와 관련하여 작업현장과 유통과정에서의 오염도를 측정하거나 위해미생물 제어를 위한 연구가 다양하게 이루어지고 있다(3-8). 예를 들어 Garg 등(4)은 신선편이 채소제품을 생산하는 현장 가공공정을 조사하여 양상추와 coleslaw 샐러드를 다지는데 사용되는 절단기가 주된 오염 원인이라는 것을 확인하였으며, Kaneko 등(5)은 신선편이 채소제품을 생산하는 공장의 절단, 세척, 탈수, 포장단계에서 사용되는 기구와 작업장 바닥에서도 오염 미생물이 존재하는 것을 확인하였다. 또한, Seo 등(8)은 신선편이 채소 제조 작업장 내 실내 공기와 제품에서 검출되는 미생물 종류 및 수준을 조사한 바 있으며, Kim 등(9)은 각 공정별 용수 및 세척수, 작업자 및 작업장 환경, 각 공정별 시료와 공중 낙하균을 대상으로 미생물학적 위해 분석을 실시한 바 있다. 일반적으로 신선편이 식품 제조시 공통적으로 적용되는 위해요소중점관리기준(HACCP) 단계는 원료의 반입 및 보관, 다듬기, 절단, 세척, 살균소독, 2차 세척, 건조, 포장, 저장 및 유통단계이며, 이중 원료의 반입 및 보관, 세척 및 살균소독, 포장, 저장 및 유통 부분에 CCP 기준이 적용되고 있다. 여기에 국가마다 보다 효율적인 기준을 적용하려는 시도가 이루어지고 있는데, 그리스의 경우 신선편이 식품의 품질유지 및 안전성 관리체계를 구축하기 위해 위해요소중점관리기준의 CCP와 ISO22000 국제표준규격의 선행프로그램을 혼용하여 사용할 것을 제안하고 있다(10). 품목별로는 호주와 뉴질랜드에서 알파파작, 양파작, 무작과 같은 새싹채소에 대한 생산 및 가공 규격(안)이 제정되어 시행되고 있다(11).

새싹채소란 발아시킨 종자를 물로만 재배하여 1주일 이내에 수

*Corresponding author: Seok-In Hong, Korea Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi 463-746, Korea
Tel: 82-31-780-9053
Fax: 82-31-709-9876
E-mail: sihong@kfri.re.kr, hsi kfri@chollian.net
Received November 17, 2010; revised January 26, 2011;
accepted February 11, 2011

확하는 본 잎이 전개되지 않은 미성숙한 채소로, 완전히 성숙한 채소에 비해 비타민, 미네랄 등의 영양소 함량이 20배 이상 함유되어 있고 각종 성인병과 암을 예방할 수 있는 이상적인 well-being 식품으로 알려져 있다. 국내에서는 무, 순무, 알파파, 셀러드, 로메인 등의 새싹채소가 주로 재배되고 있고 그 생산량은 소비자의 수요에 따라 연평균 24% 정도씩 지속적으로 증가하고 있다(12). 새싹채소류는 재배 중 농약이나 비료를 사용하지 않아 친환경 건강채소로 인식되고 있으나 별도의 미생물 제어관리가 이루어지지 않기 때문에 유통·판매 중 부패가 쉽게 일어나고 식중독 사고 또한 빈번하게 발생하고 있다(13). 알파파, 토끼풀, 다닥냉이, 녹두, 무, 콩 등의 발아 새싹채소를 섭취한 후 *Salmonella*와 *E. coli* O157:H7이 원인인 식중독 사고가 일어나기도 하였고(13), 최근 미국에서 발생한 *Salmonella* 식중독은 *Salmonella* Newport가 증식한 알파파 싹이 그 원인 식품으로 밝혀졌다(14). 이러한 식중독 사고로 인하여 미국의 식품미생물안전기준자문회의(National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods, NACMCF)에서는 새싹채소를 안전성에 문제가 있는 특별 식품으로 규정하고, 전처리방법을 이용한 종자와 새싹채소의 미생물 제어관리방안을 중점적으로 제시하고 있다(15). 한편 새싹채소의 미생물은 초기 종자 미생물에 의한 오염이 가장 중요하지만 재배과정 중 물이나 공기와 같은 외부환경에서 유입될 가능성도 높기 때문에 재배용수에 살균소독제를 첨가하거나 수확 후 새싹채소를 물리적, 화학적 방법으로 살균 소독하는 것 또한 새싹채소의 위생 안전성을 확보할 수 있는 방법으로 시도되고 있다(15-17). 이와 같이 선진국에서는 새싹채소의 미생물 제어를 위한 전처리 및 포장기술을 여러 가지 방법으로 확립하고 있는 반면, 국내에서는 아직 새싹채소에 알맞은 수확 후 처리방법을 개발하여 적용하고 있지 못할 뿐만 아니라 신선편이 식품의 한 종류로서 적절하게 관리하지도 않고 있다(12).

이에 본 연구에서는 메밀 새싹의 유통 중 신선도 유지와 미생물 안전성을 부여할 수 있는 수확 후 처리방법을 구축하기 위하여 새싹채소 생산 작업장에서 살균소독, 세척, 포장 단계별로 적정 처리를 적용한 후 각각의 공정처리가 저온저장 중 새싹시료의 품질에 미치는 영향을 살펴보았다.

재료 및 방법

새싹채소

메밀 새싹은 경기도 파주에 위치한 참한밭에서 생산한 것으로 메밀 종자의 싹을 틔운 후 재배판에 이식한 다음, 하루 4시간 간격으로 약 90초간 여과된 지하수를 분무하면서 25°C 내외에서 7일간 재배하였다. 새싹 시료는 실험 당일 오전에 수확한 것을 사용하였다.

수확 후 처리 및 저장

수확한 메밀 새싹은 현지공장에서 바로 차아염소산염용액(유효염소농도 100 ppm) 200 L에 새싹 3.5 kg이 담긴 전처리용 사각바구니 4개를 약 5분간 침지처리한 후 지하수를 정수필터(Active carbon AC 1003, Lab Plaza Co., Seoul, Korea)로 여과한 청정수 200 L에 약 5분간 2회 헹군처리하였다. 이후 청정수에 3 kg의 쇠빙을 첨가한 예냉수 200 L에 다시 약 5분간 침지하는 냉수 예냉처리를 거쳤으며 곧바로 5°C 냉장실에 보관하면서 자연 탈수시켰다. 이렇게 최종 냉수 예냉 및 탈수처리까지 마친 새싹시료의 경우 플라스틱 용기(PP tray: 23.5×19.5×7.5 cm, Taebang Patec Co., Uijeongbu, Korea)에 약 400 g씩 넣고 상압 밀봉 포장하였으

며, 각 처리공정 단계에서 나온 시료는 직경 0.5 mm 천공구가 3개 있는 통기성 플라스틱 필름봉투(PE film bag, 18×22 cm, Asung Chem. Eng. Co., Seoul, Korea)에 약 70 g씩 담아 포장하였다. 본 실험의 대조구로는 수확 후 어떠한 전처리도 실시하지 않고 통기성 플라스틱 필름봉투에 담은 것을 사용하였다. 이러한 처리 시료는 실제 수확 후 유통단계의 외부환경을 조성하기 위하여 10°C에서 20시간 방치한 후 5°C에서 6일간 저장하였다.

미생물 분석용 배지

메밀 새싹의 미생물 분석용 배지로는 plate count agar(Merck, Darmstadt, Germany), Chromocult agar(Merck)를 이용하여 증온성 호기세균, 대장균군과 *E. coli*를 측정하였으며, Oxford Listeria selective agar(Merck), Baird-Parker medium(Oxoid, Cambridge, UK)를 사용하여 *Listeria*와 *Staphylococcus* 등의 생균수를 측정하였다.

미생물 생균수 측정 및 동정

메밀 새싹채소에 존재하는 미생물 생균수 및 균총을 확인하고자 공정처리 단계별 시료 각 30 g씩을 멸균 봉투(Whirl Pak® B01195, Nasco Co., Fort Atkinson, USA)에 무균적으로 채취한 후 0.85% 멸균 식염수 60 mL을 넣고 균질기(BagMixer® 400, Interscience, Bretteche, France)로 1분간 분쇄하였다. 이후 선택배지에 10⁰-10⁵의 희석 단계별로 균체액을 0.1 mL씩 분주하여 도말한 다음 36°C에서 48시간 배양하였고, 배지위에 형성된 집락을 계수하여 CFU/g로 표시하였다.

각 선택배지에서 균집을 형성한 미생물은 colony의 성상에 따라 구분하여 tryptic soy agar(TSA, Merck) 배지에서 단일 colony로 순수분리 배양한 후 0.45% 멸균 식염수에 약 0.55-0.65 McF(McFarland: 0.5 McF는 균체농도 약 10⁸ CFU/mL) 농도가 되도록 현탁하였다. 이 현탁액에 Vitek® II ID-GNI 또는 GPI(BioMerieux, Inc., Marcy-l'Étoile, France)를 연결한 후 Vitek® II compact(BioMerieux)에서 16시간 동안 생화학적 반응을 분석하였다. 동정확률(identification probability)로 나타나는 Vitek 분석결과에서 특정 균주로 규명될 확률이 낮을 경우 unidentified, 또는 low discrimination으로 구분되며, 이들은 본 실험결과에 포함시키지 않았다. 미생물 동정은 2회 반복하였으며, 매회 4 plates의 결과를 측정하였다.

포장내부 기체조성

밀봉된 메밀 새싹시료의 용기포장 내부 기체조성은 gas-tight syringe(#1001, Hamilton Co., Reno, NV, USA)를 사용하여 덮개 필름을 통해 내부기체를 천천히 200 µL씩 채취한 후 GC(GC-14A, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)에 주입하고, 이로부터 얻은 크로마토그램으로 기체조성을 분석하였다. 이때 사용된 GC 분석조건은 detector: TCD, column: Alltech® CTR I(Alltech Associates, Inc., Dearfield, IL, USA), column temp.: 35°C, injection temp.: 60°C, detector temp.: 60°C, carrier gas: 50 mL He/min이었다.

품질특성 분석

새싹시료의 생체중량 감소율은 각 처리구의 포장재를 제외한 시료 중량만을 측정하여 그 감소량을 저장 초기값에 대한 백분율(%)로 표시하였으며, 처리구별로 4회 반복 측정하여 평균값과 표준편차로 표시하였다.

수분함량은 메밀 새싹시료 2 g씩을 취하여 105°C를 유지하는 건조기에서 향량이 될 때까지 건조시키고, desiccator에서 방랭한

후 중량을 측정하여 수분함량을 산출하였다. 실험결과는 4회 반복 측정하여 얻은 값의 평균값과 표준편차로 나타내었다.

가용성 고형분 함량은 메밀 새싹 5g을 가압 착즙하여 4겹의 거즈로 여과한 후 굴절계(PR-32a, ATAGO, Tokyo, Japan)로 즙액의 굴절률을 측정하여 4회 측정치의 평균값과 표준편차를 'Bx 단위로 표시하였다.

표면색은 새싹시료 줄기부분의 색깔을 색차계(CR-400, Konica-Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정 후 Hunter L, a, b 값으로 표시하였다. 백색 표준판(L=97.75, a=-0.49, b=1.96)을 사용하여 색차계를 보정한 후 표면색 측정에 사용하였으며, 처리구별로 6회 반복 측정하여 평균값과 표준편차로 표시하였다.

새싹시료의 관능평가는 신선 채소류의 외관품질 평가에 경험이 많고 잘 훈련된 관능평가요원 8-10명을 대상으로 5°C에서 6일간 저장한 메밀 새싹채소의 변색(discoloration), 시듦(wilting), 부패(decay), 외관품질(visual quality) 항목에 대해 9점 척도를 사용하여 실시하였다. 이때 변색, 시듦, 부패 항목은 평가점수가 클수록 변화정도가 심한 것을 의미하며, 외관품질 항목은 점수가 낮아질수록 품질이 저하된 것을 의미한다.

통계처리

실험 측정값과 관능평가 결과는 통계 프로그램(SAS Institute Inc., Ver. 9.1, Cary, NC, USA)의 ANOVA 분산분석과 다중비교 분석(Fisher's LSD & Duncan's multiple range test)으로 처리하여 평균값의 유의차(p<0.05)를 검증하였다.

결과 및 고찰

전처리에 따른 미생물 생균수 변화

신선편이 식품의 세척단계는 초기 원료의 미생물 생균수를 제어할 수 있는 과정으로 제품의 품질, 유통기간, 안전성에 매우 큰 영향을 미치는 중요한 공정단계이다(18). 신선편이 농식품의 세척은 일반적으로 3회에 걸쳐 실시하는데 1차 세척은 원료 농산물에 묻어 있는 먼지, 벌레나 이물질을 제거하고, 2차 세척에서는 살균소독제를 사용하여 미생물을 제거하며, 3차에서는 살균소독제가 잔류되지 않도록 행구는 과정을 갖는다. 그러나 본 연구에 시료로 사용한 메밀 새싹의 경우, 수경재배 방식으로 생산하

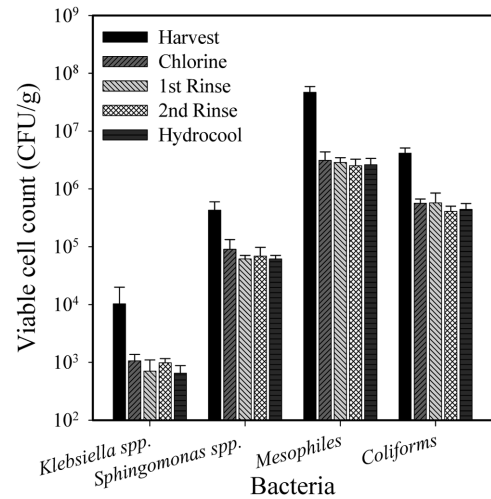


Fig. 1. Microbial population of buckwheat sprouts after each processing step. *LSD_{0.05}=0.28 log (CFU/g)

기 때문에 수확 후 이물질 제거단계는 제외하고, 염소수를 이용한 살균소독과 잔류소독제를 제거하기 위한 세척, 그리고 품온을 떨어뜨리기 위한 냉수예냉 처리로 공정단계를 구분하였다. 살균소독수는 식품산업체에서 가장 광범위하게 사용되는 차아염소산 염용액을 사용하였으며(19), 사용농도는 Lee 등(20)의 연구결과에서 확인된 메밀 새싹채소의 외관품질 변화를 가져오지 않으면서 미생물 저감효과를 나타내는 100 ppm을 사용하였다.

수확 후 처리를 거친 메밀 새싹의 공정단계별 미생물 생균수 수준을 확인한 결과(Fig. 1), 호기성 중온균의 경우 수확 후 4.7×10⁷ CFU/g이던 초기 생균수가 염소처리 후 3.1×10⁶ CFU/g로 1 log cycle 이상 유의적으로 감소하였으며(p<0.05), 1차 행굼 후에는 2.9×10⁶ CFU/g, 2차 행굼 후에는 2.5×10⁶ CFU/g, 냉수예냉 처리 후에는 2.6×10⁶ CFU/g로 더 이상 감소하거나 증가하지 않았으며, 이와 마찬가지로 대장균군도 수확 후 4.1×10⁶ CFU/g인 초기 상태에서 염소 처리 후 5.7×10⁵ CFU/g로 감소한 후(p<0.05), 1차 행굼 후 5.7×10⁵ CFU/g, 2차 행굼 후 4.1×10⁵ CFU/g, 냉수예냉 처리 후 4.4×10⁵ CFU/g를 유지하였다. 한편 메밀 새싹채소의

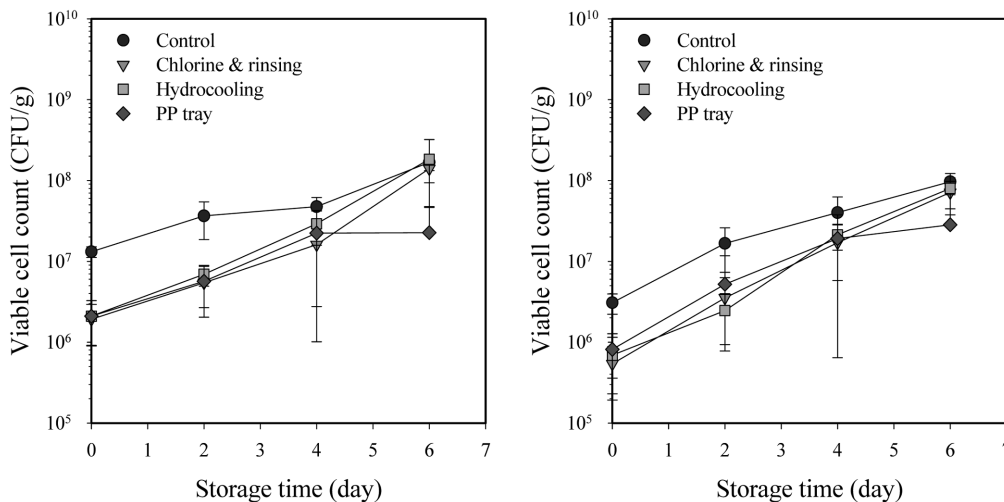


Fig. 2. Changes in mesophilic aerobes (left) and coliform bacteria (right) of buckwheat sprouts treated with postharvest processing steps during storage at 5°C for 6 days. Mesophilic aerobes: *LSD_{0.05}=0.18 log (CFU/g), coliform bacteria: *LSD_{0.05}=0.25 log (CFU/g)

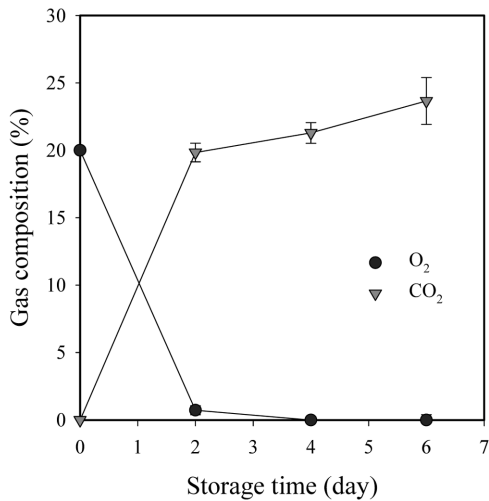


Fig. 3. Changes in gas compositions within PP trays of buckwheat sprouts treated with postharvest processing steps during storage at 5°C for 6 days.

병원성균 오염여부를 확인한 결과, *Listeria*나 *Staphylococcus* 등은 발견되지 않았고 *Klebsiella* spp.와 *Spingomonas* spp.가 우점균종으로 나타났다(20). *Klebsiella* spp.는 Oxford *Listeria* 선택배지에서 작은 갈색의 균집을 나타내었으며, *Spingomonas* spp.는 Baird-Parker 배지에서 중심이 검은 색을 띠는 불투명한 흰색 균집을 나타내었다. 또한 이들 *Klebsiella* spp.와 *Spingomonas* spp.도 각각 초기 1.0×10^4 CFU/g와 4.3×10^5 CFU/g에서 냉수예냉 처리단계까지 6.5×10^2 CFU/g와 6.2×10^4 CFU/g로 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

신선편이 식품은 대체로 작업장 내에서 여러 차례의 공정단계를 거치면서 미생물에 오염되는 경우가 많다. Allende 등(6)은 160-180 ppm 농도의 염소수 세척 후 양상추의 저온성균, 대장균, 젖산균수가 2-3 log cycle 감소하였으나, 이후 수돗물로 세척한 후에는 모든 균체량이 1.5 log cycle 증가하였고 원심분리기를 이용하여 탈수한 후에도 1 log cycle 증가하는 것을 확인하여 작업과정 중 오염된 용수와 기구에 의해 오히려 미생물에 추가 오

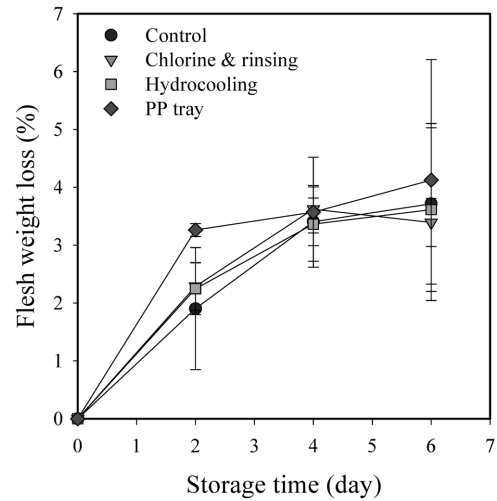


Fig. 4. Changes in flesh weight loss of buckwheat sprouts treated with postharvest processing steps during storage at 5°C for 6 days.

염될 수 있다는 것을 보고하였다. 또한 Kim 등(8)도 오존수로 세척한 후 2차 수세척을 실시한 깻잎에서 일반 세균수가 높은 수준으로 검출된 것은 살균소독제의 부적절한 처리조건이나 오염된 세척수에 의한 교차오염 때문으로 평가하였다. 본 연구에서는 세척수나 공정단계에 사용된 설비기구의 미생물 오염정도를 측정하지 않았으나, 새싹시료의 초기 미생물 균체량이 살균소독제 처리 후 1 log cycle 이상 감소하는 것을 확인할 수 있었고 2회의 행균이나 냉수예냉 처리 후에도 감소된 균체량을 유지하는 것으로 보아 적용된 전처리 공정이 메밀 새싹의 초기 미생물 제어에 효율적인 방법으로 판단되었다.

저장 중 미생물 생균수 및 품질특성 변화

메밀 새싹에 적용된 각각의 전처리 및 포장처리가 저장 중 시료의 미생물 생균수와 품질특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 수확 후 각 공정단계에서 나온 시료를 5°C에서 6일간 저장하면서 호기성 중온균과 대장균의 생균수 변화 및 품질특성 변화를 살펴보았다. 전반적으로 모든 미생물의 생균수는 초기에 비

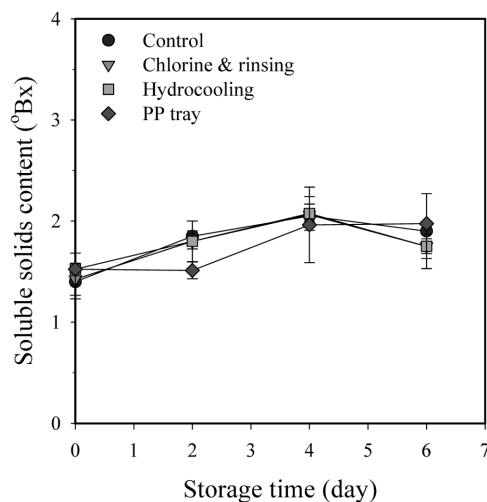
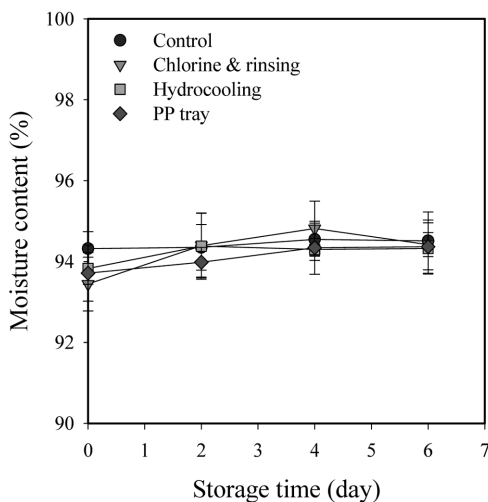


Fig. 5. Changes in moisture content (left) and soluble solids content (right) of buckwheat sprouts treated with postharvest processing steps during storage at 5°C for 6 days.

해 저장 6일 동안 1.5-2.0 log cycle 가량 증가하였으나, 관행적 무처리 대조구를 제외한 모든 처리구는 저장 3일까지 수확 후 염소수세 및 행균 과정을 거쳐 대조구에 비해 약 1 log cycle 정도 유의적으로 낮은 수준의 호기성 중온균과 대장균군을 유지하였다(Fig. 2). 또한 전처리구의 미생물 생균수가 대조구의 초기 균수만큼 증식하는데 5°C에서 약 3일이 소요되므로 유통 중 적절하게 저온유지가 될 경우 유통기간을 3일 정도 연장할 수 있을 것으로 판단되었다. 한편 PP tray 밀봉포장구의 경우 저장 4일 이후 미생물 생균수가 더 이상 늘어나지 않았는데, 이는 밀봉포장구내에 과도하게 축적된 CO₂ 가스의 항균작용에 의한 것으로 판단된다(21). 실제로 PP tray에 상압 밀봉포장한 처리구의 기체조성은 저장 2일 만에 O₂가 0.7%로 감소하고 CO₂는 19.8%까지 증가하였으며, 이후 저장기간 동안 CO₂가 23.7%까지 축적되었다(Fig. 3). 저장초기의 급격한 기체조성 변화는 새싹시료를 5°C에 저장하기 전 인위적으로 조성한 가상유통 온도조건(10°C, 20시간)에 의해 메밀 새싹의 호흡속도가 가속화되었기 때문이며, 특히 이러한 저산소 및 고이산화탄소의 공기조성에서는 새싹 자체가 무산소 호흡에 따른 생리적 이상증세를 초래할 수 있을 것으로 판단되었다.

공정단계별 시료를 5°C에 저장하였을 때 메밀 새싹의 생체중량 감소율은 Fig. 4에 나타낸 것과 같이 관행적 무처리 대조구를 포함하여 100 ppm 염소수세, 얼음물 냉수에 냉, PP tray 밀봉포장 처리구에서 모두 저장기간 중 4% 이하의 낮은 수준을 유지하였다. 메밀 새싹의 수분함량과 가용성 고형분함량 변화를 살펴본 결과(Fig. 5), 저장기간 중 무처리구, 염소수세, 냉수에 냉, PP tray 밀봉포장 처리구의 평균 수분함량이 각각 94.43, 94.27, 94.21, 94.10%였으며, 가용성 고형분함량의 경우 평균 1.80, 1.76, 1.79, 1.74%Bx를 유지하였다. 저장 중 메밀 새싹 줄기 표면의 색 변화는 PP tray 포장구의 Hunter L 값이 초기 69.47에서 65.52로 다소 눈에 띄게 저하된 것을 제외하고 다른 처리구에서는 유의적인 차이 없이 68.45-71.45 범위를 유지하였다(Fig. 6). 저장 중 PP tray 포장구의 Hunter L(명도) 값 저하는 새싹시료의 수침 현상(water soaking) 발생에 따른 외관상의 변화와 밀접한 상관성을 갖는 것으로 이해된다. Hao 등(22)은 세절 당근을 기체투과율이 낮은 PE 필름 봉투에 포장한 결과 4°C에서 21일 저장하는 동안 표면색의 변화는 크게 일어나지 않았으나 점질물질이 생기거나 봉투 안에 물기가 축적되는 것이 발견되었는데, 이를 포장용기내 과도한 수분과 CO₂ 축적으로 인한 생리장애로 보고한 바 있다.

관능적 품질을 평가한 결과(Table 1), 저온저장 6일 후 새싹의 변색, 시들, 연부 등 외관품질 평가항목에서 처리구별로 유의적인 차이를 구분할 수 없었다. 다만 통기상태로 포장한 여러 전처리 시료에서는 저온저장 중 줄기 윗부분이 분홍색으로 변색되는 것을 관찰할 수 있었는데, 이는 양상추에서 주로 나타나는 pink rib과 같이 조직이 산화될 때 나타나는 현상이거나, 노화 또는 물리적인 자극을 받았을 경우 발생하는 것으로 알려져 있다(23). 결론적으로 새싹시료를 포장하기에 앞서 전처리 단계에서는 메밀 새싹의 미생물 생균수나 품질특성의 변화가 전처리 단계에 따라 다르게 나타나지 않았다. 그러나 포장방법에 있어서는 통기포장일 경우 줄기의 변색이 일어나거나 PP tray 용기에 밀봉 포장하는 소포장 형태에서 내용물을 과습 상태, 즉 거의 물에 젖은 상태로 만들 수 있기 때문에 호흡대사가 왕성한 메밀 새싹의 경우 플라스틱 용기에 포장할 때에는 반드시 충분히 높은 기체투과성을 갖는 덮개필름을 사용하거나 경우에 따라 미세 통기구를 조성할 필요가 있으며 이 부분에 대해서는 향후 추가적인 연구가

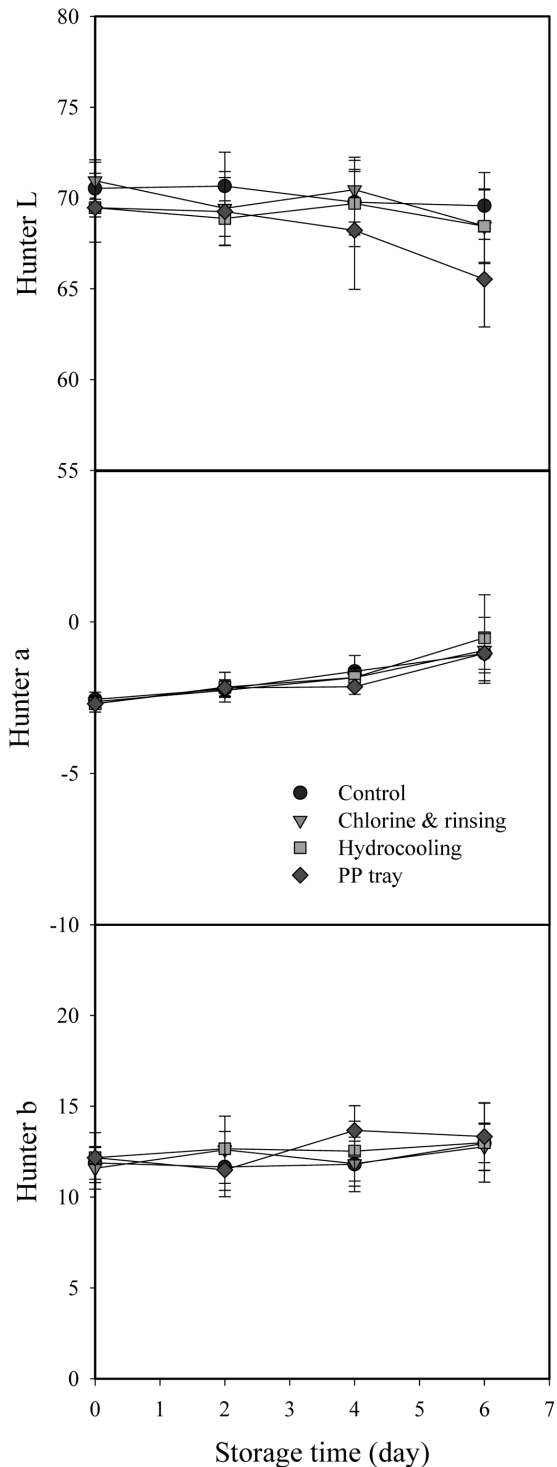


Fig. 6. Changes in Hunter L, a, and b values of buckwheat sprouts treated with postharvest processing steps during storage at 5°C for 6 days.

더 필요하다. 한편 Soylemez 등(24)은 200 ppm 염소수 용액에 세척한 종자로 재배한 알파파 새싹채소를 통기성 PP 필름, 환경기체조절포장(MAP), 또는 진공 포장 등으로 다르게 처리한 결과, 통기성 PP 필름 포장구의 유통기간이 다른 처리구에 비해 연장되는 것을 확인하였다.

Table 1. Changes in sensory characteristics¹⁾ of buckwheat sprouts treated with postharvest processing steps during storage at 5°C for 6 days

Storage (day)	Treatment ²⁾	Discoloration	Wilting	Decay	Visual quality
2	Control	2.75a	2.50a	2.50a	6.88a
	Chlorine & rinsing	3.06a	3.13a	2.50a	6.75a
	Hydrocooling	2.56a	2.50a	2.13a	7.50a
	PP tray	3.44a	2.38a	2.56a	6.69a
4	Control	4.64a	4.43ab	4.57a	4.79ab
	Chlorine & rinsing	5.00a	4.71a	4.86a	4.43b
	Hydrocooling	4.21a	3.71ab	3.86a	5.36ab
	PP tray	4.00a	3.14b	3.64a	5.86a
6	Control	5.13a	4.06b	4.40b	4.81a
	Chlorine & rinsing	5.93a	5.25a	5.27a	4.00a
	Hydrocooling	5.29a	5.00a	5.63a	4.73a
	PP tray	5.10a	4.54ab	5.20a	4.93a

¹⁾Values are means of eight replicates at least. Means followed by the same letter within cells are not significantly different ($p>0.05$, Duncan's test). As the value increases from 1 to 9, the intensity of sensory characteristics increases.

²⁾Buckwheat sprout samples were treated with 100 ppm sodium hypochlorite solutions, rinsed twice with tap water and iced water, and then packed with different packaging materials to store at 5°C for 6 days. Control: no treatment after harvest.

요 약

효율적인 메밀 새싹채소의 수확 후 관리방법을 구축하기 위하여, 적정 염소수세와 헹굼, 예냉, 포장 처리를 새싹 재배공장에서 각기 구분하여 실시하고 관행적으로 출고하던 메밀 새싹과 비교하여 이들 처리구의 저장 중 품질특성 변화를 측정하였다. 수확 후 염소수세 및 헹굼 과정을 거친 모든 처리구의 호기성 중온균과 대장균군은 무처리 대조구에 비해 약 1 log cycle 정도 감소하였으나 저장 중 증가하여 처리구간의 차이를 구분할 수 없었다. 무처리 대조구를 포함하여 염소수세, 냉수예냉, PP 용기 밀봉포장 처리구의 생체중량 감소율은 저장기간 중 4% 이하의 낮은 수준을 유지하였다. 저장 중 새싹시료의 수분함량, 가용성 고형분함량, 표면색 등은 유의적인 차이를 확인할 수 없었고, 관능평가가 측면에서도 처리구별로 유의차를 구분할 수 없었다. 결과적으로 메밀 새싹의 수확 후 관리공정에서 염소수 소독처리를 통해 오염미생물을 저감시키고, 적절한 헹굼과 예냉과정을 거쳐 기체투과성이 높은 포장재로 밀봉하는 방법을 적용한다면 새싹채소 상품의 유통 중 신선도 유지에 긍정적 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Kwock CK, Jang JK. The promotion strategies of well-being food industry: Focusing on fresh-cut produce industry. *Food Ind. Nutr.* 13: 17-27 (2008)
2. Hurst WC, Schuler GA. Fresh produce processing-an industry perspective. *J. Food Protect.* 55: 824-827 (1992)
3. Zagory D. Effects of post-processing handling and packaging on microbial populations. *Postharvest Biol. Tec.* 15: 313-321 (1999)
4. Garg N, Churey JJ, Splittstoesser DF. Effect of processing conditions on the microflora of fresh-cut vegetables. *J. Food Protect.*

- 53: 701-703 (1990)
5. Kaneko KI, Hayashidani H, Takahashi K, Shiraki Y, Limawong-pranee S, Ogawa M. Bacterial contamination in the environment of food factories processing ready-to-eat fresh vegetables. *J. Food Protect.* 62: 800-804 (1999)
6. Allende A, Aguayo E, Artes F. Microbial and sensory quality of commercial fresh processed red lettuce throughout the production chain and shelf life. *Int. J. Food Microbiol.* 91: 109-117 (2004)
7. Koseki S, Isobe S. Prediction of pathogen growth on iceberg lettuce under real temperature history during distribution from farm to table. *Int. J. Food Microbiol.* 104: 239-248 (2005)
8. Seo JE, Lee JK, Oh SW, Koo MS, Kim YH, Kim YJ. Changes of microorganisms during fresh-cut cabbage processing: Focusing on the changes of air-borne microorganisms. *J. Food Hyg. Saf.* 22: 288-293 (2007)
9. Kim KY, Nam MJ, Lee HW, Shim WB, Yoon YH, Kim SR, Kim DH, Ryu JG, Hong MK, You OJ, Chung DH. Microbiological safety assessment of a perilla leaf postharvest facility for application of a good agricultural practices (GAP) system. *Korean J. Food Sci. Technol.* 41: 392-398 (2009)
10. Varzakas TH, Arvanitoyannis IS. Application of ISO22000 and comparison to HACCP for processing of ready to eat vegetables: Part I. *Int. J. Food Sci. Tech.* 43: 1729-1741 (2008)
11. Food Standards Australia New Zealand (FSANZ). Primary production & processing standard for seed sprouts. Proposal P1004. Available from: <http://www.foodstandards.gov.au/foodstandards/proposals/proposalp1004primary4361.cfm>. Accessed Nov. 8, 2010.
12. Kim YJ, Park HT, Han HS. A study on the production and marketing of sprouts and leaf vegetables. Research Report of Korea Rural Economic Institute (C2006-26), Korea. pp. 84-87 (2006)
13. Taormina PJ, Beuchat LR, Slutsker L. Infections associated with eating seed sprouts: and international concern. *Emerg. Infect. Dis.* 5: 626-634 (1999)
14. Control Disease Center (CDC). Multistate outbreak of human *Salmonella* Newport infections linked to raw alfalfa sprouts. Available from: <http://www.cdc.gov/salmonella/newport/index.html>. Accessed Oct. 18, 2010.
15. National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods (NACMCF). Microbiological safety evaluations and recommendations on sprouted seeds. *Int. J. Food Microbiol.* 52: 123-153 (1999)
16. Taormina PJ, Beuchat LR. Behavior of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 on alfalfa sprouts during the sprouting process as influenced by treatments with various chemicals. *J. Food Protect.* 62: 850-856 (1999)

17. Fett WF. Reduction of the native microflora on alfalfa sprouts during propagation by addition of antimicrobial compounds to the irrigation water. *Int. J. Food Microbiol.* 72: 13-18 (2002)
18. Kim JK. Safety technology of fresh-cut fruit and vegetable. *Food Preserv. Process. Ind.* 4(2): 18-25 (2005)
19. Kang KJ. Korean disinfectants/sanitizers for food safety. *Food Sci. Ind.* 38(3): 99-106 (2005)
20. Lee HH, Hong SI, Kim DM. Microbiological characterization and chlorine treatment of buckwheat sprouts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 41: 452-457 (2009)
21. Daniels JA, Krishnamurthi R, Rizvi SH. A review of effects of carbon dioxide on microbial growth and food quality. *J. Food Protect.* 48: 532-537 (1985)
22. Hao YY, Brackett RE, Beuchat LR, Doyle MP. Microbiological quality and production of botulinal toxin in film-packaged broccoli, carrots, and green beans. *J. Food Protect.* 62: 499-508 (1999)
23. Lipton WJ. Anatomical observations on russet spotting and pink rib of lettuce. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 78: 367-374 (1961)
24. Soylemez G, Brashears MM, Smith DA, Cuppett SL. Microbial quality of alfalfa seeds and sprouts after a chlorine treatment and packaging modifications. *J. Food Sci.* 66: 153-157 (2001)