

전처리 근채류의 저장과정중의 품질평가

곽수진¹ · 박나운¹ · 김기창² · 김행란² · 윤기선^{1*}

¹경희대학교 식품영양학과
²농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Changes in Quality Characteristics of Wild Root Vegetables during Storage

Soo Jin Kwak¹, Na Yoon Park¹, Gi Chang Kim², Haeng Ran Kim², and Kisun Yoon^{1*}

¹Dept. of Food & Nutrition, College of Human Ecology, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

²Dept. of Agro-food Resources, National Academy of Agricultural Science,
Rural Development Administration, Gyeonggi 441-857, Korea

Abstract

During the peeling, cutting, and shredding of wild root vegetables, the surface is exposed to air. This results in a rapid deterioration in quality and an increase in the potential of contamination by microorganisms, both of which reduce the shelf-life of wild root vegetables in retail markets. Thus, in this study, the effects of various washing treatments on the quality of wild root vegetables, including lotus root, burdock root, and bellflower root, were investigated at 10 and 24°C. Lotus root, burdock root and bellflower root were washed with 0.2% acetic acid (AA), 0.2% citric acid (CA), 500 ppm acidified sodium chlorite (ASC), and tap water (TW), which was used as a control, and stored at 10°C and 24°C. The changes in total plate counts, coliform groups, polyphenol oxidase (PPO) activity, color, pH, and exterior appearance of the samples were then evaluated. The pH and initial microbial contamination levels were reduced when the root vegetables were washed with AA, CA, and ASC. In particular, initial population levels of total plate counts and coliform groups were not detected in lotus root and burdock root that had been washed with ASC and their growth was significantly ($p < 0.05$) inhibited during storage at 10 and 24°C when compared to the control (TW). In addition, the polyphenol oxidase (PPO) activities of the root vegetables washed with AA, CA and ASC were lower than that of root vegetables washed with TW. ASC was determined to be the most effective treatment for preventing microbial growth, tissue softening, and the development of browning and an unpleasant smell. At 10°C, the overall qualities of the wild root vegetables were maintained longer when compared to 24°C.

Key words: wild root vegetables, total plate counts, coliform, browning, acidified sodium chlorite, PPO activity

서 론

식품시장 개방이 가속화되고 최근 건강에 대한 관심이 급증하면서 식생활 패턴이 변화됨에 따라 식품을 선택하는데 있어서 편의성과 안전성이 식품산업의 중요한 주제로 부상하고 있다(1,2). 그중에서도 전처리 농산물은 최근 자연주의적인 식품을 섭취하고자 하는 소비자들의 요구가 증가하면서 시장의 규모가 지속적으로 늘어나고 있다(3). 전처리 농산물은 단체급식에서 사용할 경우 전처리 작업 및 조리시간을 단축시켜 교차오염과 같은 식중독 발생 위험요인을 감소할 수 있지만(4), 절단, 박피, 세척 등의 가공과정을 거치면서 가공하지 않은 농산물에 비하여 생화학적 변화가 급속하게 진행될 수 있어 신선도 및 위생문제가 전처리 농산물 사용의 걸림돌로 지적되어 오고 있다(5,6). 특히 대기업 및 대형 급식업체의 경우 자체적인 물류 시스템을 갖추고 있으며 산지

에서 직거래한 제품으로 위생적으로 관리하고 있는 것으로 나타나고 있지만 그 외의 소규모 전처리 농산물 가공업체 중에서는 위생안전 시스템이 갖추어져 있지 않아 국내 전처리 농산물 가공업체들의 안전하고 위생적인 생산 공정기술 및 관리에 대한 가이드라인이 요구되고 있는 실정이다(7).

전처리 농산물에 대한 품질변화 관련 선행연구로는 이산화염소와 citric acid 처리가 전처리 샐러드의 품질에 미치는 영향(8), 포장방법에 따른 엽채류 및 조미채소류의 저온저장 중의 품질 및 미생물 감소효과(5), 세척제 처리에 따른 상추 품질 유지 효과(9), 냉장저장 중 신선편이 농산물의 품질 특성 평가(10) 등에 대한 연구가 수행되었다. 최근 우영, 연근 등과 같은 근채류의 영양학적 우수성이 발표되고 있으나, 전처리 처리가 근채류의 품질변화에 미치는 영향에 대한 과학적인 연구가 매우 미비하며 현재 전처리 근채류의 세척 및 침지방법은 가공업체에 따라 다양한 방법으로 사용되고

*Corresponding author. E-mail: ksyoon@khu.ac.kr
Phone: 82-2-961-0264, Fax: 82-2-961-0261

있는 실정이다.

우엉, 연근, 도라지와 같은 뿌리채소는 섬유질이 풍부하고 칼로리가 낮은 식품으로 체내의 노폐물의 배출을 도와주는 기능을 가지고 있어 건강식품으로 소비가 증가하고 있는 추세이다. 연근은 풍부한 양의 단백질, 아미노산을 포함하여 영양학적으로 우수할 뿐만 아니라(11) 식이섬유, 비타민, 폴리페놀 화합물 등에 의하여 체내 콜레스테롤 함량을 감소시키고, 항산화 효과, 동맥경화를 예방하는 등 다양한 기능성이 보고되고 있다(12). 우엉 역시 우엉에 포함되어 있는 fructan으로 인하여 단맛과 함께 씹히는 질감으로 인하여 역사적으로 아시아 지역을 중심으로 다양한 방법으로 소비되어 왔고(13), 특히 최근에는 우엉이 발진, 발열, 피부질환 등에 효과가 보고되며 현대사회의 웰빙 식품으로서 꾸준히 사용되고 있다(14). 도라지는 예로부터 약용 및 식용으로 많이 이용되어 왔는데, 최근에는 도라지 추출 성분의 암세포 증식 억제효과에 대한 연구보고(15,16) 등 근채류의 영양학적 우수성뿐만 아니라 기능학적으로 우수하다는 연구결과가 다양하게 발표되고 있다. 따라서 근채류는 식생활이 서구화되고 동물성 지방 섭취가 증가한 현대 사회에서 매우 중요한 역할을 하는 것으로 인식되고 있고, 바쁜 현대인들이 손쉽게 이용할 수 있는 식재료로서 전처리된 근채류의 품질을 유지하기 위한 연구의 중요성이 대두되고 있다.

본 연구에서는 근채류 중 영양학적으로 우수하고 학교급식 및 슈퍼마켓 및 재래시장 등에서 수요량이 높은 연근, 우엉, 도라지를 이용하여 전처리 공정과정에서 사용가능한 침지 세척액이 근채류의 초기품질과 냉장, 상온저장 중 품질변화에 미치는 영향을 연구하였다. 또한 절단, 침지 등의 전처리 과정을 거친 근채류의 품질유지 기한을 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 전처리

본 실험에 사용된 연근, 우엉, 도라지는 서울시 동대문구에 위치한 A마트에서 당일 입고된 신선한 제품을 구입하여 실험에 사용하였다. 각 시료는 깨끗하게 다듬은 후 이를 본 실험의 각 처리군의 시료로 사용하였다. 침지세척액은 연근, 우엉, 도라지를 사용한 예비실험을 통해 세척 후 침지액 잔여 냄새가 나지 않고 품질유지효과가 인정되는 처리 균을 선정하였다. 침지액으로 이용된 시약은 각각 0.2% acetic acid(AA)(Duksan, Ansan, Korea), 0.2% citric acid(CA)(Duksan, Gyunggi-do, Korea), 500 ppm acidified sodium chlorite(ASC)(Kanto chemical, Tokyo, Japan)를 사용하였고 tap water(TW)를 control로 사용하였다. 3가지 근채류는 모두 애벌세척을 거쳐 흙 등의 이물질을 제거한 후 70% alcohol로 소독한 야채칼과 야채 슬라이서를 이용, 외피를 제거한 후 연근은 두께 10 mm, 우엉은 40×5×5 mm 두께로 절단하여 사용하였다.

세척 침지 방법

절단된 연근, 우엉, 도라지를 각각 세척 침지용액에 5분간 침지시켰다. 실험에 사용된 모든 세척수는 10°C의 냉각수를 사용하였으며, 시료와 냉각수의 비율은 1:10으로 하였다. 전처리를 마친 시료는 채반에 건진 후 clean bench에서 건조하여 남아있는 물기를 제거하였다. 건조된 각각의 처리구를 25 g씩 poly-ethylene(PE) 소재의 앞면은 엠보필름(100 μm), 뒷면은 평필름(75 μm)으로 이루어진 진공포장지(Zeropack, Gyeonggido, Korea)를 사용하여 진공포장(IS-100, Zeropack)하여 저장하였다. 학교급식 위생관리 지침서(17)에서는 신선편이 전처리 농산물의 보관온도를 10°C로 제시하고 있지만, 현재 대형마트 및 재래시장에서는 세척 후의 전처리 농산물을 실온에서 보관, 판매하고 있고 농산물의 운반과정에서도 실온에 노출되는 경우가 빈번하여 본 연구에서는 전처리한 연근, 우엉, 도라지를 10°C와 24°C에 보관하여 온도 차이에 따른 품질 변화를 조사하였다.

미생물학적 품질특성 분석

총균수: 식품공전법에 따라 무균적으로 시료 25 g을 취한 뒤 225 mL의 멸균된 0.1% peptone water를 혼합하여 stomacher(Bagmixer 400, Interscience, Co., Saint Nom, France)를 이용하여 2분간 균질화 시킨 후 각각의 시료액을 1 mL씩 취하여 9 mL의 희석액에 단계 희석하였다. 단계 희석액을 plate count agar(PCA, Difco, Sparks, MD, USA)에 분주하여 36±1°C에서 24시간 배양시킨 후 colony 수를 측정하여 colony forming unit(CFU/g)으로 표시하였다(18).

대장균수: 총균수 검사와 동일한 방법으로 시료를 전처리한 후 단계희석 하여 1 mL씩을 건조배지필름인 3M(St. Paul, MN, USA) Petrifilm *E. coli*/Coliform Count Plate에 무균적으로 분주하여 36±1°C에서 24시간 배양하였다. 대장균은 가스방울이 붙어있는 붉은색 균체의 colony 수를 측정하여 CFU/g으로 표시하였다.

이화학적 품질특성 분석

pH: pH는 시료 20 g과 증류수 40 g을 넣어 30초간 마쇄하여 4겹의 거즈로 여과한 후에 pH-meter(IQ 240, IQ Scientific Instruments, Inc., San Diego, CA, USA)를 이용하여 측정하였다.

색도: 시료의 색도는 색차계(JS-555, Color techno system Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 일정 크기로 자른 시료 10 g을 색도 측정용 cell에 넣어 측정하고 각각의 결과를 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값으로 나타내었다. 이때 사용된 표준백판의 값은 X=93.476, Y=95.325, Z=112.888이다.

Polyphenol oxidase(PPO) 활성도: PPO 활성은 Kahn(19)과 Youm 등(8)의 방법을 참고하였다. 전처리된 근채류 10 g에 0.2 M phosphate buffer(pH 6.5) 30 mL를 넣어 1분간 마쇄한 후 거즈로 거르고 8,000 rpm에서 10분간 원심분리

한 상등액을 crude enzyme extract로 사용하였다. 추출한 상등액 0.2 mL에 0.2 M의 catechol 2.8 mL을 첨가하여 실온에서 반응시킨 후 Elisa reader(BIO-TEX instrument Power Wave XS, Winooski, VT, USA)를 이용, 420 nm에서의 흡광도 변화를 측정하였으며, 효소활성 1 unit은 1분간 0.001의 흡광도를 변화시키는 효소의 양으로 나타내었다.

경도: 시료의 경도는 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., LTD., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 연근과 우엉은 1 mm sharp type, 도라지는 10 mm circle type의 probe가 표피에서 각 지정된 mm 지점까지 들어가는 데 받는 힘(g/cm²)으로 측정하였다. 측정 속도는 150 mm/min으로 하였고, 각 시료의 측정치는 5회 이상 반복 실험하여 평균값으로 표시하였다.

전처리 근채류의 외관 변화

TW, AA, CA, ASC로 세척 침지처리를 한 4가지 근채류를 포장한 직후인 0일째와 품질이 유지되는 시점까지의 세척 효과를 10°C와 24°C에 저장하면서 확인하였고 저장기간 동안 나타나는 외관의 품질변화로 색, 이취, 물러짐 등을 관찰하였다.

통계분석

각 시료에 대한 실험 결과는 SAS program(ver. 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 One-Way ANOVA 분석을 실시하고 시료 간의 유의성이 있는 경우 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 p<0.05 수준에서 사후검증을 실시하였다.

결과 및 고찰

미생물학적 품질 변화

전처리 근채류 연근, 우엉, 도라지의 저장기간 중 침지세

척방법에 따른 미생물학적 품질 변화에 대한 연구결과는 Table 1~3과 같다.

Table 1은 여러 가지 침지세척방법을 사용하여 전처리 후 진공포장 한 연근을 10°C와 24°C에 저장 시 총균수와 대장균군의 변화를 나타낸다. 연근에서의 초기 총균수는 TW 처리군과 비교하여 AA, CA, ASC 처리에 따른 유의적인(p<0.05) 미생물 저감효과를 나타내었고, 대장균군 역시 같은 경향을 나타내었다. 10°C에 저장한 연근의 저장 8일째 총균수는 TW 처리군 7.82 log CFU/g, ASC 처리군은 3.97 log CFU/g으로 저장기간이 지남에 따라 ASC 처리군이 총균수의 증식을 낮추는데 유의적인 효과가 나타났고, 24°C에서 균수저장 4일째 TW 처리군이 7.51 log CFU/g을 나타낸 것에 비하여 AA, CA, ASC 처리군의 경우 모두 7 log CFU/g 이하의 오염도를 나타내 유의적인 세척 효과를 나타냈다. Jeong 등(2)은 침지액을 달리한 5°C에서의 연근 저장성을 본 연구결과에서 저장기간 동안 수도수 처리군에 비하여 0.6% acetic acid에 침지한 연근의 총균수가 억제된다고 보고한 바 있으며, 본 연구도 이와 비슷한 경향을 나타내었다.

TW, AA, CA 처리에 따른 우엉에서의 초기 총균수는 각각 4.77, 4.02, 4.14 log CFU/g으로 검출되었고 ASC 처리군에서는 검출되지 않아 TW 처리군에 비하여 AA, CA, ASC 처리군에서 유의적인(p<0.05) 초기 세척 효과를 나타냈고, 특히 ASC 처리군이 가장 큰 효과를 나타내는 것을 확인할 수 있었다(Table 2). 저장기간에 따른 세척효과를 보면 10°C에서 ASC 처리군의 경우 저장 10일째까지 5 log CFU/g 이하를 유지해 미생물 제어효과를 확인하였다. 반면 24°C에서는 저장 1일째에 TW, AA, CA, ASC 처리군에서의 미생물 오염도가 각각 5.45, 4.13, 4.41, 3.11 log CFU/g으로 TW 처리군에 비하여 AA, CA, ASC 처리군에서 미생물이 유의적으로 낮아 저장 초기까지는 세척효과를 나타냈지만, 저장기간이 지남에 따라 4가지 처리군 모두 미생물이 빠르게 증식

Table 1. Change in microorganism numbers of lotus root with TW, AA, CA and ASC treatments during storage at 10°C and 24°C

Temperature	Day	Microbial counts (log CFU/g)							
		Aerobic plate counts				Coliform group			
		TW ¹⁾	AA ²⁾	CA ³⁾	ASC ⁴⁾	TW	AA	CA	ASC
10°C	0	E4.62±0.01 ^a	E3.84±0.06 ^b	E4.25±0.02 ^{ab}	ND ⁵⁾	D4.20±0.07 ^a	E3.87±0.01 ^{ab}	D3.64±0.01 ^a	ND
	2	D6.33±0.06 ^a	D5.73±0.09 ^a	D5.61±0.10 ^a	ND	C5.39±0.03 ^{ab}	F3.30±0.00 ^c	C5.11±0.04 ^b	ND
	4	C7.28±0.04 ^a	C6.47±0.02 ^b	C6.29±0.04 ^b	ND	B6.49±0.00 ^a	D5.16±0.01 ^c	B6.02±0.00 ^b	ND
	6	C7.27±0.03 ^a	C6.66±0.02 ^b	C6.64±0.06 ^b	AB4.43±0.00 ^c	B6.62±0.06 ^a	C5.49±0.01 ^a	B6.48±0.07 ^a	ND
	8	B7.82±0.03 ^a	B7.38±0.05 ^a	B7.64±0.05 ^a	B3.97±0.01 ^b	B6.58±0.01 ^a	B5.79±0.02 ^b	B6.53±0.05 ^a	ND
	10	A8.53±0.07 ^{ab}	A8.09±0.01 ^b	A8.60±0.00 ^a	AB4.98±0.01 ^c	A7.18±0.05 ^a	A6.61±0.01 ^b	A7.27±0.01 ^a	ND
24°C	0	D4.62±0.01 ^a	D3.84±0.06 ^b	D4.25±0.02 ^{ab}	ND	C4.20±0.07 ^{ab}	E3.87±0.01 ^{bc}	D3.64±0.14 ^c	ND
	1	C6.53±0.03 ^a	C4.39±0.02 ^c	C6.07±0.00 ^b	E4.21±0.00 ^d	B5.40±0.03 ^a	E3.78±0.02 ^c	C4.52±0.01 ^b	ND
	2	B7.38±0.05 ^a	B6.50±0.02 ^c	B6.76±0.03 ^b	D3.20±0.00 ^d	A7.34±0.03 ^a	D5.21±0.03 ^c	B6.79±0.01 ^b	ND
	3	B7.59±0.04 ^a	B6.39±0.00 ^c	A7.33±0.04 ^b	B5.76±0.00 ^d	A7.40±0.00 ^a	C6.17±0.03 ^c	AB7.20±0.01 ^b	ND
	4	B7.51±0.01 ^a	B6.68±0.02 ^b	B6.80±0.01 ^b	C5.47±0.00 ^d	A7.31±0.03 ^a	B6.45±0.02 ^c	B6.81±0.02 ^b	ND
	5	A8.44±0.05 ^a	A8.32±0.05 ^a	A7.45±0.06 ^c	A7.84±0.00 ^b	A7.29±0.00 ^a	A6.79±0.03 ^b	A7.44±0.04 ^a	ND

¹⁾Tap water. ²⁾0.2% acetic acid. ³⁾0.2% citric acid. ⁴⁾500 ppm acidified sodium chlorite. ⁵⁾Not detected.

Values are mean±SE (n=4).

^{A-F}In a column and ^{a-d}in a row means followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

Table 2. Change in microorganism numbers of burdock root with TW, AA, CA and ASC treatments during storage at 10°C and 24°C

Temperature	Day	Microbial counts (log CFU/g)							
		Aerobic plate counts				Coliform group			
		TW ¹⁾	AA ²⁾	CA ³⁾	ASC ⁴⁾	TW	AA	CA	ASC
10°C	0	^D 4.77±0.01 ^a	^E 4.02±0.05 ^b	^F 4.14±0.00 ^b	ND ⁵⁾	^F 1.96±0.00	ND	ND	ND
	2	^C 5.60±0.08 ^a	^D 5.16±0.06 ^b	^E 4.74±0.02 ^c	ND	^E 2.73±0.01	ND	ND	ND
	4	^B 6.77±0.10 ^a	^C 6.27±0.02 ^b	^D 5.86±0.04 ^c	^F 2.95±0.02 ^d	^D 3.98±0.01 ^a	ND	^D 2.77±0.01 ^b	ND
	6	^A 7.48±0.05 ^a	^B 7.15±0.05 ^b	^C 6.69±0.01 ^c	^E 3.99±0.03 ^d	^C 4.18±0.00 ^a	ND	^C 3.20±0.00 ^b	ND
	8	^A 7.62±0.00 ^a	^A 7.69±0.00 ^a	^B 7.34±0.00 ^b	^C 5.24±0.01 ^d	^B 5.53±0.00 ^a	^B 2.06±0.00 ^c	^B 4.86±0.00 ^b	ND
	10	^A 7.88±0.03 ^a	^A 7.87±0.03 ^a	^A 7.71±0.02 ^a	^D 4.99±0.02 ^d	^A 6.47±0.00 ^a	^A 4.34±0.06 ^c	^A 5.23±0.02 ^b	ND
24°C	0	^E 4.77±0.014 ^a	^D 4.02±0.05 ^b	^C 4.14±0.00 ^b	ND	^D 1.96±0.00	ND	N.D.	ND
	1	^D 5.45±0.01 ^a	^D 4.13±0.03 ^b	^C 4.41±0.13 ^b	^E 3.11±0.01 ^c	^C 4.01±0.01 ^a	ND	^E 1.94±0.00 ^b	ND
	2	^C 6.75±0.06 ^b	^C 5.22±0.09 ^d	^A 6.90±0.05 ^a	^D 6.43±0.01 ^c	^A 6.06±0.01 ^a	ND	^B 5.09±0.00 ^b	ND
	3	^C 6.92±0.01 ^c	^B 6.83±0.03 ^c	^A 7.71±0.062 ^a	^C 7.11±0.00 ^b	^B 4.17±0.00 ^b	ND	^A 6.91±0.01 ^a	ND
	4	^B 7.20±0.01 ^{bc}	^B 6.84±0.02 ^c	^{AB} 7.55±0.16 ^b	^A 7.81±0.00 ^a	^E 1.08±0.03 ^b	ND	^C 4.25±0.01 ^a	ND
	5	^A 7.79±0.03 ^b	^A 7.66±0.07 ^b	^B 8.25±0.02 ^a	^B 7.30±0.00 ^c	ND	ND	^D 2.34±0.02	ND

¹⁾Tap water. ²⁾0.2% acetic acid. ³⁾0.2% citric acid. ⁴⁾500 ppm acidified sodium chlorite. ⁵⁾Not detected.

Values are mean±SE (n=4).

^{A-F}In a column and ^{a-d}in a row means followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

Table 3. Change in microorganism numbers of bellflower root with TW, AA, CA and ASC treatments during storage at 10°C and 24°C

Temperature	Day	Microbial counts (log CFU/g)							
		Aerobic plate counts				Coliform group			
		TW ¹⁾	AA ²⁾	CA ³⁾	ASC ⁴⁾	TW	AA	CA	ASC
10°C	0	^D 6.31±0.03 ^a	^E 5.55±0.01 ^c	^F 5.76±0.00 ^b	^E 4.48±0.01 ^d	^A 6.00±0.01 ^a	^B 4.77±0.03 ^b	^C 4.77±0.01 ^b	^A 4.46±0.01 ^c
	2	^D 6.28±0.00 ^a	^E 5.41±0.00 ^b	^E 5.15±0.02 ^b	^F 3.80±0.08 ^c	^A 5.84±0.37 ^a	^A 5.55±0.00 ^a	^C 4.80±0.00 ^a	^B 1.71±0.00 ^b
	4	^C 6.68±0.02 ^a	^D 6.18±0.01 ^c	^D 6.35±0.00 ^b	^D 4.90±0.02 ^d	^A 6.47±0.05 ^a	^A 5.51±0.01 ^b	^B 5.16±0.00 ^c	^C 1.38±0.03 ^d
	6	^B 8.35±0.00 ^a	^C 8.26±0.00 ^a	^C 8.28±0.01 ^a	^C 6.99±0.01 ^b	^A 5.97±0.08 ^b	^B 4.75±0.00 ^c	^A 6.45±0.02 ^a	ND ⁵⁾
	8	^A 9.12±0.03 ^{ab}	^B 9.23±0.03 ^a	^B 8.97±0.00 ^b	^B 8.08±0.01 ^c	^B 4.30±0.00 ^b	^C 2.87±0.01 ^c	^D 4.53±0.02 ^a	ND
	10	^A 9.03±0.02 ^c	^A 9.44±0.00 ^a	^A 9.34±0.00 ^b	^A 9.39±0.00 ^{ab}	^C 2.94±0.04 ^a	ND	^E 2.45±0.02 ^b	ND
24°C	0	^D 6.31±0.02 ^a	^F 5.55±0.01 ^c	^F 5.76±0.00 ^b	^F 4.48±0.01 ^d	^B 6.00±0.01 ^a	^A 4.77±0.03 ^b	^D 4.77±0.01 ^b	^A 4.46±0.01 ^c
	1	^C 8.20±0.01 ^a	^E 7.05±0.00 ^b	^E 7.03±0.00 ^b	^E 5.03±0.00 ^c	^A 7.30±0.00 ^a	^B 4.38±0.00 ^c	^B 6.43±0.01 ^b	^C 3.15±0.06 ^d
	2	^B 9.30±0.01 ^c	^A 9.71±0.01 ^a	^A 9.47±0.00 ^b	^D 7.42±0.00 ^d	^B 6.37±0.14 ^a	^C 3.64±0.00 ^b	^A 6.75±0.02 ^a	^B 3.60±0.00 ^b
	3	^A 9.54±0.01 ^a	^C 9.10±0.01 ^b	^C 8.58±0.00 ^d	^C 8.84±0.00 ^c	^B 5.95±0.00 ^a	^D 1.64±0.04 ^d	^C 5.13±0.02 ^b	^D 2.23±0.02 ^c
	4	^B 9.13±0.02 ^b	^D 8.90±0.01 ^c	^D 8.35±0.00 ^d	^A 9.39±0.00 ^a	^C 3.96±0.02 ^a	^E 1.34±0.02 ^b	^E 3.83±0.04 ^a	ND
	5	^B 9.24±0.01 ^a	^B 9.24±0.00 ^a	^B 8.94±0.02 ^b	^B 9.17±0.01 ^a	^D 1.92±0.02 ^a	ND	^F 1.42±0.05 ^b	ND

¹⁾Tap water. ²⁾0.2% acetic acid. ³⁾0.2% citric acid. ⁴⁾500 ppm acidified sodium chlorite ⁵⁾Not detected.

Values are mean±SE (n=4).

^{A-F}In a column and ^{a-d}in a row means followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

하였고 처리군간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 또한 우영의 TW 처리에 따른 초기 대장균군 오염도는 1.96 log CFU/g으로 나타났고 AA, CA, ASC 처리군에서는 검출되지 않아 AA, CA, ASC 처리군 모두 우영에서의 초기 대장균군을 억제하는데 유의적인 효과를 나타내었다(p<0.05). 10°C에서 저장기간에 따른 처리군별 세척효과를 보면 저장기간이 지남에 따라 AA, CA 처리군이 TW 처리군에 비하여 유의적으로 낮은 값을 나타내 저장기간에 따른 대장균군 억제 효과를 나타내었다. 24°C에서 TW 처리군은 저장 3일차에서부터 대장균군이 초기 오염도와 비교하여 감소하여 저장 4일째에 1.08 log CFU/g의 오염도를 나타낸 것에 비하여, AA, ASC 처리군은 저장 5일째까지 대장균군이 검출되지 않아 TW 처리군에 비하여 대장균군이 억제된 것을 확인할 수 있었다. 우영에서는 10°C와 24°C에서 저장온도에 따른 대장

균군의 증식 경향이 다르게 나타났는데, 10°C에서는 저장 8일째까지 TW, AA, CA 처리군 모두 pH 5 이상을 유지하여 초기 pH인 6.35, 5.96, 6.01에 비하여 pH 감소가 크게 나타나지 않았지만, 24°C에서는 pH 감소가 급격히 일어나면서 (Fig. 1) TW, CA, AA 처리군 모두에서 대장균군의 증식이 억제된 것으로 사료된다.

반면 도라지에서의 일반세균수의 초기 오염도는 TW, AA, CA, ASC 처리군에서 각각 6.31, 5.55, 5.76, 4.48 log CFU/g으로 연근, 우영에 비하여 초기 오염도가 높게 나타났고 AA, CA, ASC 침지세척 처리한 도라지 역시 연근, 우영에 비하여 높은 오염도를 나타내(Table 3) 전처리 근채류 종류에 따른 미생물 규제 기준이 필요한 것으로 사료된다. 도라지가 연근, 우영에 비하여 초기 오염도가 약 2 log 높게 나타난 것은 연근, 우영의 구성성분에서 수분이 약 80%를 차지하고 미생

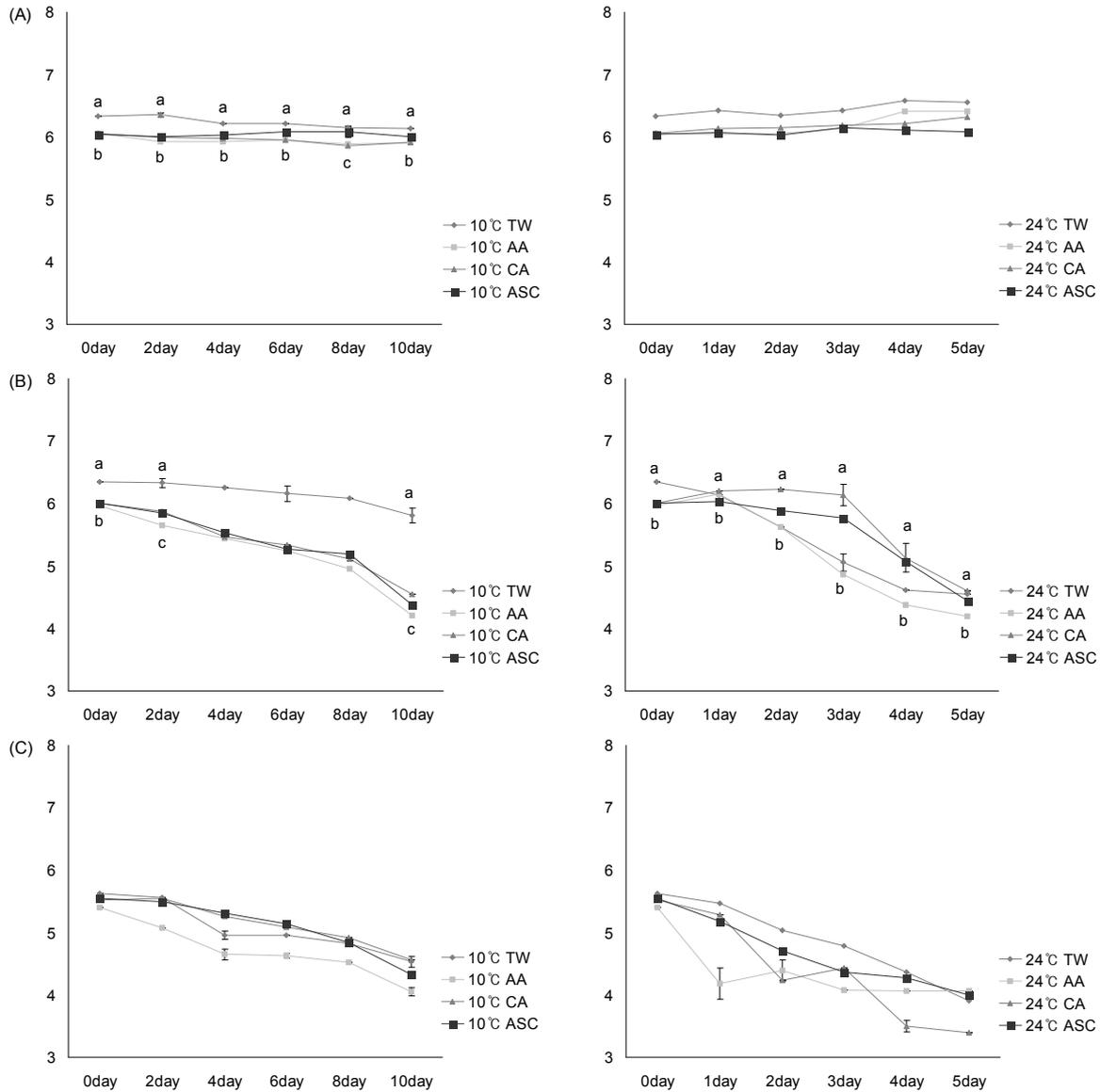


Fig. 1. Effect of washing treatment on pH of (A) lotus root, (B) burdock root, and (C) bellflower root during storage at 10°C and 24°C. TW: Tap water. AA: 0.2% acetic acid. CA: 0.2% citric acid. ASC: 500 ppm acidified sodium chlorite.

물이 증식하는데 영양성분으로 이용될 수 있는 탄수화물이 각각 16, 15% 차지하고 있는 것과는 달리 도라지에서 탄수화물이 차지하는 비율은 약 24%로 연근, 우영보다 미생물 증식에 필요한 영양성분이 풍부하기 때문이다(20). 도라지에서도 TW 처리군에 비하여 AA, CA, ASC 처리에 따라 초기 미생물을 감소시키는 효과가 나타났고, 특히 10°C에서의 ASC 처리군에서 유의적인($p < 0.05$) 증식 억제 효과를 나타내었다. 이러한 결과는 상추를 이용한 세척제의 세척효과를 연구한 Adams 등(21)의 연구에서 acetic acid, citric acid 등의 단일 용액보다 각 acids 용액에 chlorine을 첨가하여 세척할 경우 세척효과가 유의적으로 크게 나타났다는 연구 결과를 보고해 본 연구결과와 같은 경향을 나타냈으며 전처리 근채류를 acid 용액과 염소용액을 같이 이용하여 세척할 경우 미생물을 감소시키는데 더욱 효과적인 것으로 나타났

다. 일반적으로 세척 근채류의 미생물학적 초기 부패수준이 7~8 log CFU/g인 점을 감안한다면 도라지의 경우 초기 미생물 오염도가 높고 증식속도 역시 빨라 다른 근채류에 비하여 초기 부패상태에 빠르게 도달하여 미생물학적 품질을 유지하는데 효과적인 저장방법의 필요성이 대두되었다. 도라지의 초기 대장균군 오염도는 TW, AA, CA, ASC 처리군에서 각각 6.00, 4.77, 4.77, 4.46 log CFU/g으로 AA, CA, ASC 처리군 모두 TW 처리군에 비하여 유의적인 차이를 나타내었고, 10°C와 24°C 모두 저장기간이 증가함에 따라 대장균군이 억제되었다.

pH

저장온도와 침지방법에 따른 pH 변화는 Fig. 1과 같다. 연근의 경우 초기 pH는 TW 처리군 6.33, AA, CA 처리군은

6.06, ASC 처리군은 6.05로 처리군 간의 유의적인 차이를 보였고 저장기간이 지남에 따라 10°C, 24°C 모두 TW 처리군에 비하여 AA, CA, ASC 처리군의 pH가 유의적으로 낮았다 ($p < 0.05$). 우엉의 경우 초기 pH는 TW 처리군 6.35, AA 처리군 5.96, CA 처리군 6.01, ASC 처리군 6.00으로 AA, CA, ASC 처리군이 TW 처리군에 비하여 유의적으로 낮았고 저장기간이 지남에 따라 4가지 처리군 모두 pH가 유의적으로 낮아지는 경향을 나타내었다. 10°C에서는 저장기간이 지남에 따라 TW 처리군은 초기 pH와 비교하여 저장 2일째까지 유의적인 차이가 나타나지 않았지만 AA, CA, ASC 처리군에서는 저장 2일째부터 유의적으로 감소하여 TW 처리군과 비교하여 낮은 pH를 나타내었다. 도라지에서는 10°C와 24°C 모두 저장기간이 증가함에 따라 pH가 감소하였는데, 24°C에서 더 급격한 pH의 감소를 나타냈다(Fig. 1C).

색도

전처리 근채류의 침지세척방법과 저장온도에 따른 색도 변화는 Fig. 2와 같다. 10°C에서 연근의 초기 L값은 TW 처리군 66.24, AA 처리군 68.35, CA 처리군 68.87, ASC 처리군 70.88을 나타냈고 저장기간 동안 처리군 간의 유의적($p < 0.05$) 차이를 보였다. 24°C에서 저장 2일째까지 처리군 간의 뚜렷한 차이가 나타나지 않았지만 TW 처리를 한 연근의 L값은 저장 2일째에 65.11로 AA, CA, ASC 처리군에 비하여 낮은 값을 나타냈고 저장기간이 지남에 따라 TW 처리군의 L값이 유의적으로 감소하여 다른 처리군들에 비하여 낮은 값을 나타내 AA, CA 처리로 인하여 세척 근채류의 명도가 더 연장되는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 2A).

우엉에서는 24°C에서 저장 2일째부터 TW 처리군에 비하여 AA, CA 처리군에서 L값이 유의적으로 높게 나타났고

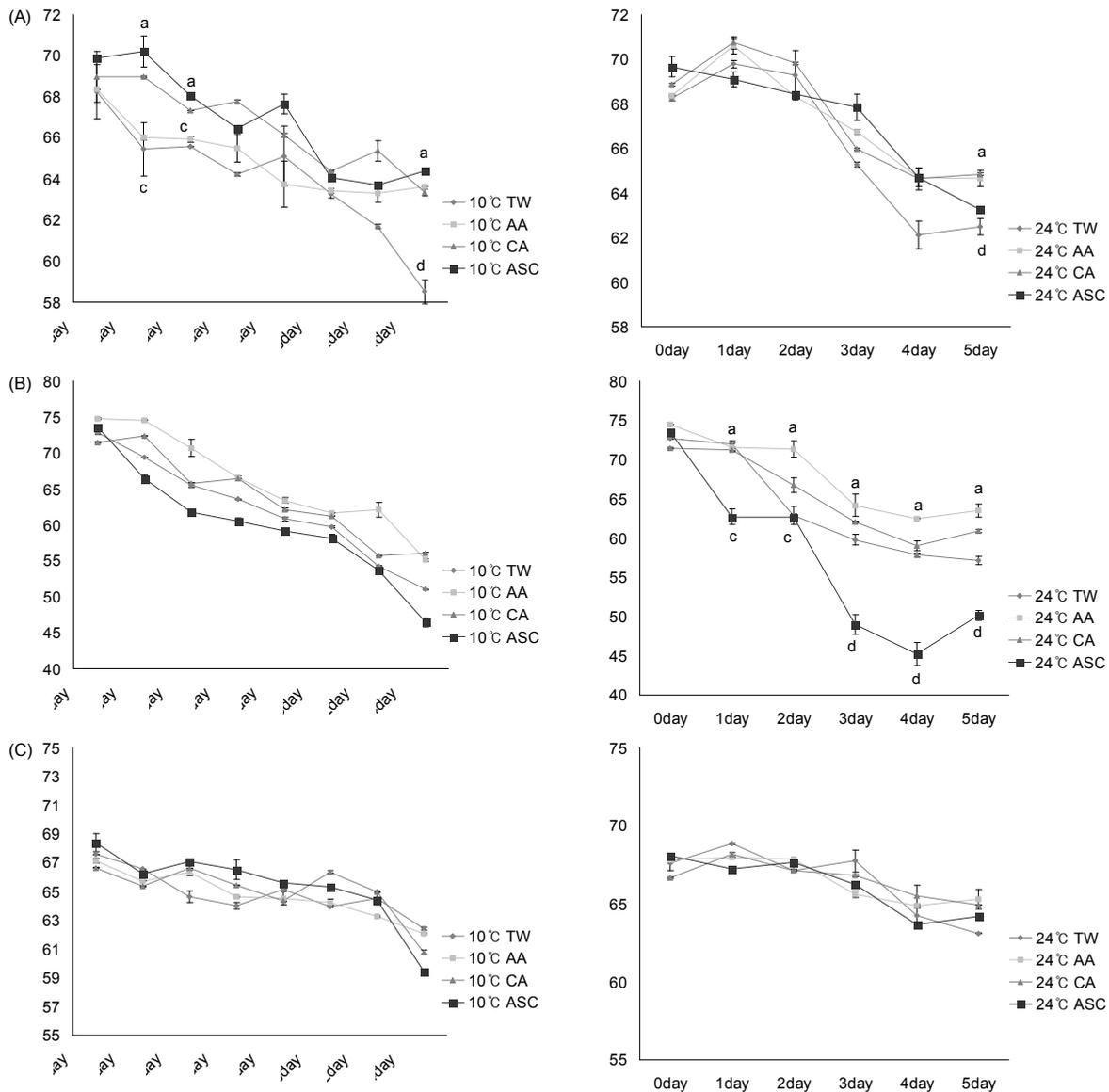


Fig. 2. Effect of washing treatment on L-value in (A) lotus root, (B) burdock root, and (C) bellflower root during storage at 10°C and 24°C. TW: Tap water. AA: 0.2% acetic acid. CA: 0.2% citric acid. ASC: 500 ppm acidified sodium chlorite.

저장기간이 지남에 따라 AA, CA 처리군이 갈변을 방지하는 유의적인(p<0.05) 효과를 확인할 수 있었다(Fig. 2B). 그러나 ASC 처리군의 경우 24°C에서 저장 1일째 이후부터 다른 처리군에 비하여 L값이 유의적으로 낮은 값을 나타내었고, 저장 3일째 이후부터는 L값이 급격히 감소하며 명도가 빠르게 낮아지는 경향을 나타내었다. 이러한 현상은 우영의 모든 처리군에서 저장기간이 지남에 따라 PPO 활성도가 초기에 비하여 확연히 감소하였지만, ASC 처리군이 AA, CA 처리군에 비하여 PPO 활성도의 감소율이 낮아 갈변을 억제하는데 효과적으로 작용하지 못했기 때문이라고 사료된다.

도라지의 경우 초기 L값에 대해 4가지 처리군에서의 유의적인 차이가 존재하지 않았고, 10°C, 24°C에서 저장기간이 지남에 따라 L값이 감소하였지만 처리군 간의 유의적인 차이는 나타내지 않았다(Fig. 2C).

Polyphenol oxidase(PPO) activity

근채류의 효소적 갈변은 조직이 박피, 절단되었을 때 일어나는 현상으로 식물체내 조직에 존재하는 페놀화합물이 polyphenol oxidase 효소에 의해 산화되면서 일어나는 현상으로, 페놀 화합물의 양을 줄이면 품질 저하를 나타내는 갈변 현상도 억제할 수 있다(16). Polyphenol oxidase에 의한 효소적 갈변은 주로 가공 중 발생하는 수세, 박피, 절단 등 물리적 스트레스에 의해 떨어져 있던 PPO와 기질로 작용하는 phenolic compounds와 산소가 서로 반응하여 주로 발생한다. 본 연구에서는 우영, 연근, 도라지를 TW, AA, CA, ASC로 처리하여 각각의 처리군에서의 PPO 활성을 분석하였다(Fig. 3). 연근의 경우 PPO 활성 초기 값이 TW, AA, CA, ASC 처리군 각각 121, 89, 92, 35 unit/g으로 ASC 처리에 의하여 PPO 활성이 가장 유의적으로 감소하였다. 저장기

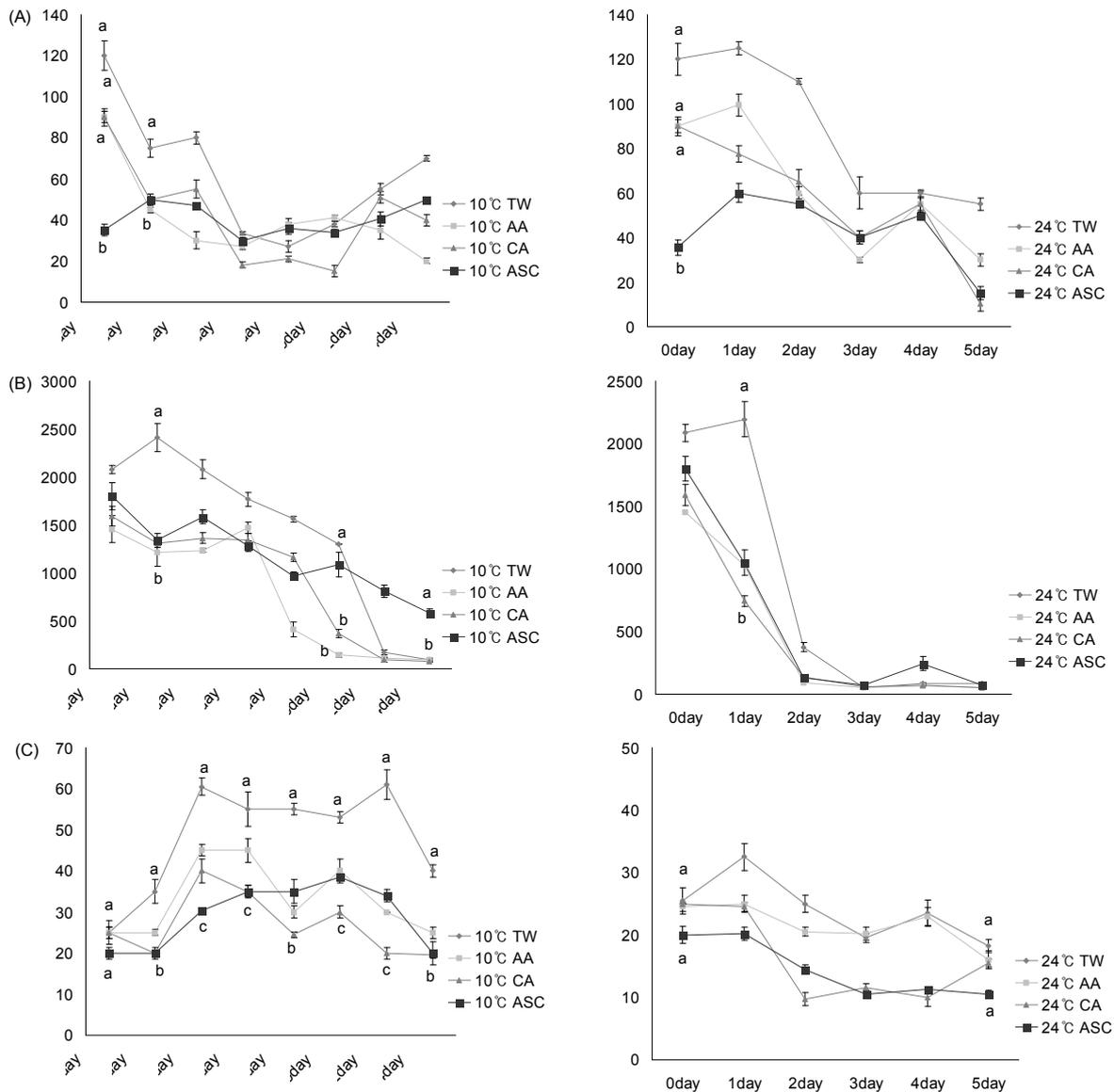


Fig. 3. Effect of washing treatment on polyphenol oxidase (PPO) activity in (A) lotus root, (B) burdock root, and (C) bellflower root during storage at 10°C and 24°C. TW: Tap water. AA: 0.2% acetic acid. CA: 0.2% citric acid. ASC: 500 ppm acidified sodium chlorite.

간에 따른 PPO 활성 변화를 보면 10°C에서는 저장 6일째 까지 PPO 활성도가 감소하다가 저장기간이 연장됨에 따라 CA, ASC 처리군에서 PPO 활성도가 다시 증가하는 경향을 나타냈으며 특히 TW 처리군에서 가장 높은 증가율을 나타내었다. 그러나 24°C에서는 저장기간이 지남에 따라 모든 처리군에서 PPO 활성도가 감소하였다(Fig. 3A). 또한 10°C에서는 저장 2일째까지 AA, CA, ASC 처리군이 TW 처리군에 비하여 PPO의 활성도가 유의적(p<0.05)으로 낮게 나타났으나 저장기간이 연장됨에 따라 처리군 간의 차이는 크게 나타나지 않았다. 그러나 24°C에서는 저장 5일째까지 TW 처리군이 AA, CA, ASC 처리군에 비하여 유의적으로 높게 나타나 TW 처리를 한 연근을 보관할 경우 갈변방지를 위해서는 저온에서의 냉장보관이 필수적이라고 사료된다.

우영에서의 초기 PPO 활성값은 TW, AA, CA, ASC 처리군 각각 2085, 1455, 1592, 1804 unit/g으로 TW 처리군에 비하여 AA, CA, ASC 처리군 모두 유의적으로 PPO의 활성을 낮추었고, 그중 AA 처리군에서 가장 큰 효과를 확인하였다(Fig. 3B). 우영을 10°C에 14일간 저장해본 결과, TW 처리군에서는 저장 10일째까지 초기에 비하여 82.25% PPO 활성이 억제되었고, AA 처리군 90.03%, CA 처리군 94.02%, ASC 처리군 39.72% 억제되어 저장기간에 따른 AA, CA 처리군의 PPO 활성 억제 효과가 나타났다. 그러나 ASC 처리군의 경우 초기 TW 처리군과 비교하여 PPO 활성을 억제했던 것과는 달리 저장기간이 지남에 따른 억제 효과는 크지 않았다. 따라서 우영에서는 AA, CA 처리군만이 초기에 PPO의 활성을 억제할 뿐만 아니라 저장기간 동안에도 억제효과가 지속되는 것을 확인할 수 있어 우영의 경우 AA, CA 처리가 갈변억제에 효과가 있음을 알 수 있었다. 그러나 24°C에서는 저장 3일째부터 처리군 간의 유의적 차이를 보이지 않았다.

도라지의 초기 PPO 활성은 4가지 처리군 간의 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 10°C에서는 저장 2일째부터 TW와 AA, CA, ASC 간의 유의적 차이를 보였고 24°C에서는 저장기간에 따라 처리군 간의 PPO 활성의 차이는 나타나지 않았다(Fig. 3C). 이와 같은 결과는 도라지의 경우 본 연구에서 사용한 AA, CA, ASC에 의해서 PPO의 활성 변화에 유의적 차이를 받지 않은 것으로 나타났으며 이는 AA, CA, ASC에 의해 갈변화가 저지되지 못한 결과와도 일치하는 것으로 나타났다.

경도

TW와 AA, CA, ASC 처리를 한 4가지 근채류를 10°C와 24°C에 저장하면서 조직의 경도 변화를 확인한 결과는 Fig. 4와 같다. 저장기간에 따른 연근의 경도 변화를 보면 AA 처리군에서는 저장기간에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았지만 TW 처리한 후 10°C에 저장한 연근의 경우 경도가 유의적으로(p<0.05) 감소하였다(Fig. 4A). 우영의 경우 저장기간에 따라 경도가 감소하는 경향을 나타내었고 4가지 처리군에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 10°C보다는

24°C에서의 경도 감소율이 높게 나타났는데(Fig. 4B), 이는 미생물의 증식으로 인한 부패가 진행되고 pH가 급격히 낮아지면서 조직의 연화가 빠르게 나타난 것이라고 생각된다. 도라지의 경우도 우영과 같이 저장기간에 따라 경도가 급격하게 감소하는 경향을 나타내었는데, 10°C와 24°C에 저장한 도라지 모두 AA 처리군이 가장 유의적으로 경도가 낮은 경향을 나타내었다(Fig. 4C).

전처리 근채류의 외관품질 변화 및 품질유지 기간

외관변화는 소비자들이 제품을 선택할 때 가장 중요한 품질 척도가 되므로 매우 중요하다. 본 연구에서는 TW와 AA, CA, ASC 처리를 한 4가지 근채류를 10°C와 24°C에 저장하면서 나타나는 외관 품질 변화를 조사하였다. 근채류를 침지하여 포장한 직후인 0일째와 품질이 유지되는 시점까지의 세척 효과를 확인하였고 저장기간 동안 나타나는 외관의 품질변화를 관찰하여 품질유지 기간을 설정하였다(Table 4).

연근을 침지하여 10°C에 저장한 경우 TW 처리군은 저장 8일째까지 연근 표면의 갈변 현상 및 이취가 억제되었지만, 24°C에 저장한 경우 저장 3일째 이후부터 시큼한 냄새가 나기 시작하고 표면이 마르기 시작하였다. AA, CA 처리군 역시 10°C에서 저장 8일째까지 눈에 띄는 갈변 현상이 나타나지 않아 외관상의 품질이 유지되었다. 또한 ASC 처리군의 경우 10°C에서 저장 14일째까지 외관상의 갈변 및 조직의 무름 현상이 나타나지 않아 연근의 품질을 유지하는데 4가지 처리군 중 가장 효과적인 것으로 나타났다.

전처리한 우영의 초기 외관 변화는 AA, CA 처리군이 TW 처리군에 비하여 밝은 색을 나타내 우영의 초기 갈변을 억제하는데 효과가 있는 것으로 나타났지만 저장기간이 지남에 따라 갈변이 일어나면서 3가지 처리군에서의 외관 변화 차이는 뚜렷이 나타나지 않았다. ASC 처리군의 경우 초기 및 저장기간이 지남에 따라 TW, AA, CA 처리군에 비하여 조직이 천천히 물러지는 현상을 나타내 ASC 처리가 미생물 억제와 조직의 물러짐을 억제하는데 효과적인 것으로 사

Table 4. Quality retention period of wild root vegetables

Sample	Quality retention period (day)	
	10°C	24°C
Lotus root	TW ¹⁾	3
	AA ²⁾	3
	CA ³⁾	3
	ASC ⁴⁾	4
Burdock root	TW	1
	AA	2
	CA	2
	ASC	2
Bellflower root	TW	1
	AA	1
	CA	1
	ASC	2

¹⁾Tap water. ²⁾0.2% acetic acid. ³⁾0.2% citric acid. ⁴⁾500 ppm acidified sodium chlorite.

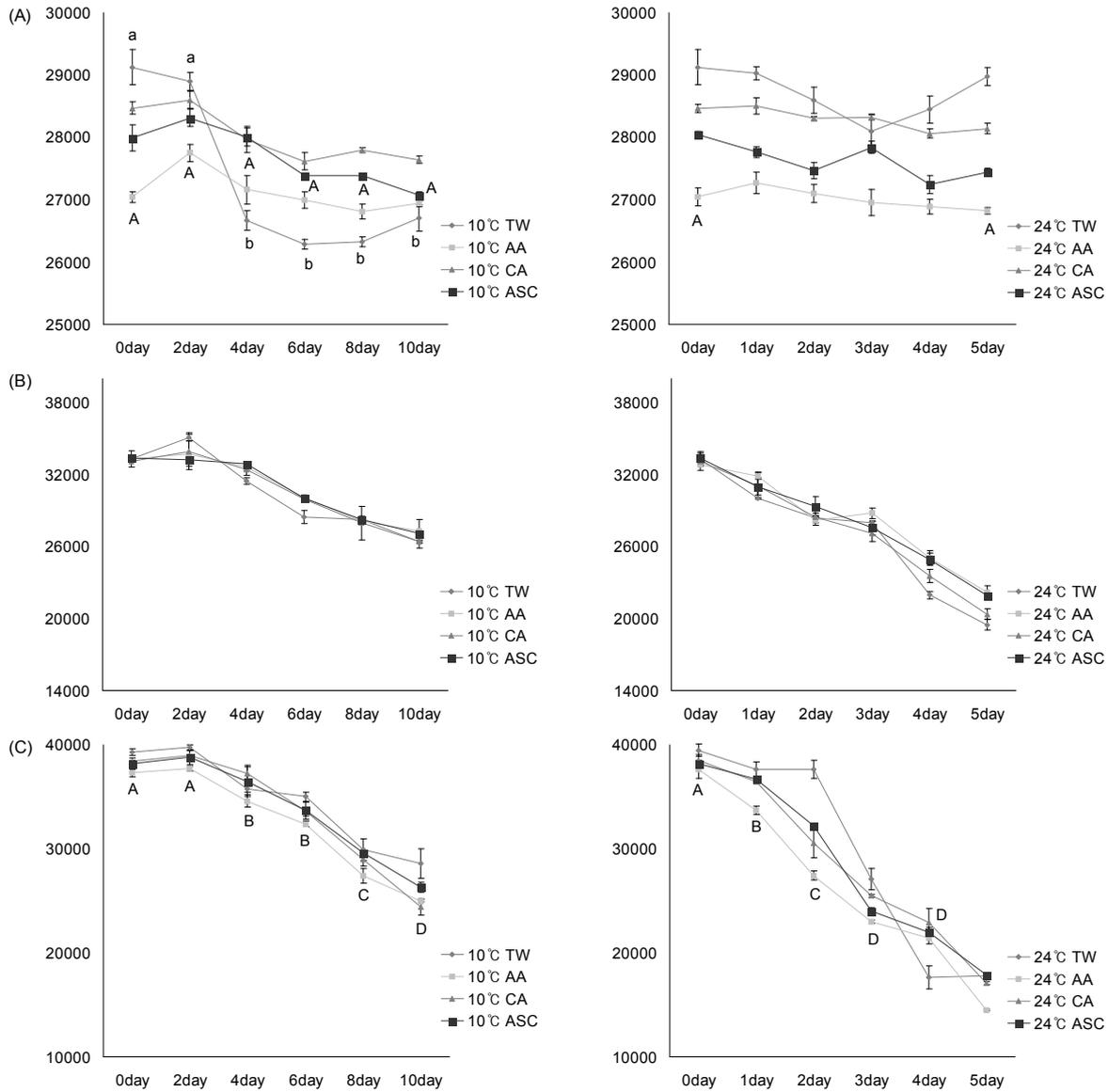


Fig. 4. Effect of washing treatment on hardness of (A) lotus root, (B) burdock root, and (C) bellflower root during storage at 10°C and 24°C. TW: Tap water. AA: 0.2% acetic acid. CA: 0.2% citric acid. ASC: 500 ppm acidified sodium chlorite.

료되었지만 저장기간이 지남에 따라 다른 처리군들에 비하여 오히려 갈변이 빠르게 진행되었다. 우영은 연근이나 도라지에 비하여 갈변속도가 빠르게 나타났는데, 특히 24°C에 저장한 우영의 경우 TW, AA, CA, ASC 처리군 모두 저장 1일, 2일, 2일, 2일째 이후부터 이취와 미생물의 증식으로 품질저하가 나타나 전처리 우영의 경우 특히 저온에서의 저장 및 유통 과정이 필수적인 것으로 사료되었다.

10°C와 24°C에서 저장한 도라지의 경우 외관으로 보이는 갈변현상은 나타나지 않았지만 3가지 근채류 중 가장 눈에 띄는 품질변화가 나타났는데, TW 처리군의 경우 10°C에서는 저장 4일째까지 외관상의 품질변화 및 미생물 기준치를 유지한 것에 비하여 24°C에서는 저장 1일째 이후부터 진액이 빠져나오고 조직이 물러지는 현상이 나타났다. 10°C의 AA, CA 처리군에서는 저장 4일째, 24°C에서는 저장 1일째

까지 외관상의 품질유지 및 미생물의 기준치를 만족하였지만 그 이후부터는 빠르게 조직감이 물러지고 이취가 발생하여 품질저하를 나타내었다. ASC 처리군은 10°C에서 저장 6일, 24°C에서 저장 2일째까지 조직이 유지되고 이취가 발생하지 않는 등 외관상의 품질을 유지하였지만 그 이후부터 진액이 빠져나오고 급속한 품질저하를 나타내었다. 일반적으로 단체급식에 사용되는 전처리 근채류의 경우 장시간 보관하지 않고 바로 이용하는 편이지만 최근 대형마트에서 판매되고 있는 전처리 근채류의 경우 유통과정 및 소비자가 구입 후 섭취하기까지의 기간이 증가하고 최적의 온도를 유지하지 못하는 경우 근채류의 품질저하가 나타날 수 있다. 따라서 미생물 증식억제 뿐만 아니라 나물류의 이취 및 외형적인 색의 변화를 억제시킬 수 있는 방안에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

요 약

현재 전처리 농산물 중 소비비율이 높은 세척 근채류(연근, 우영, 도라지)의 침지액의 효과 및 저장온도에 따른 품질 변화를 연구하였다. 본 연구의 대상인 근채류의 품질변화는 근채류의 종류와 온도, 저장기간에 따라 pH, 색도, 경도 등의 변화에 차이를 보였으며, 특히 24°C에는 전처리 근채류의 품질변화가 빨라 10°C에 저장한 근채류보다 품질유지기간이 평균 3~4일 정도 단축되었다. 침지액에 따른 미생물학적 품질변화 결과를 분석해본 결과, ASC 처리에 의하여 근채류의 초기 총균수 및 대장균균수가 가장 유의적으로 감소하여 미생물 억제 효과가 뚜렷이 나타났다. 연근 도라지에 AA, CA, ASC 처리한 처리군은 초기 PPO 활성을 유의적으로 낮추는데 효과적이었지만, 우영의 경우 ASC 처리에 의한 갈변 억제 효과가 나타나지 않았다. AA 처리한 도라지의 경우 TW 처리군에 비하여 오히려 경도가 빠르게 감소하여 품목에 따른 침지 방법에 차이를 두어야 함을 확인할 수 있었다. 따라서 세척 근채류는 품목에 따라 저장온도와 침지 방법이 품질에 영향을 미치므로 적절한 저장온도 및 세척액 사용과 포장방법을 유지한다면 품질의 안전성을 확보하여 품질유지기한을 연장할 수 있을 것이라고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 2011년도 용역연구개발사업의 지원에 의해 수행된 연구의 일부로써(PJ006966) 지원에 감사드립니다.

문 헌

- Hathaway S. 1999. Management of food safety in international trade. *Food Control* 10: 247-254.
- Jeong JW, Park KJ, Sung JM, Kim JH, Kwon KH. 2006. Comparison of quality of peeled lotus roots stored in various immersion liquids during storage. *Korean J Food Sci Technol* 38: 526-533.
- Kim GH, Bang HY. 1998. A survey on consumption pattern of minimally processed fruits and vegetables. *Korean J Food Culture* 13: 267-274.
- Jin HB, Choe EO. 2000. Perception on using preprocessed foods among dieticians employed in elementary school foodservices in Incheon. *Korean J Diet Cult* 15: 379-386.
- Kim SJ, Sun SH, Min KJ, Yoon KS. 2011. Microbiological hazard analysis and verification of critical control point (CCP) in a fresh-cut produce processing plant. *J East Asian Soc Dietary Life* 21: 392-400.
- Lee SJ, Lee SM. 2006. Survey on the use of pre-processed food materials in school foodservices in the Kyunggi area. *Korea J Food Cookery Sci* 23: 553-564.
- Hwang SC. 2007. A study on the utilization of agricultural products in the food service industry. *Korea J Food Market Eco* 24: 21-39.
- Youm HJ, Ko JK, Kim MR, Cho YS, Chun HK, Song KB. 2005. Effect of aqueous chlorine dioxide and citric acid treatment on microbial safety and quality control of minimally processed and refrigerated (MPR) salad. *Korean J Food Sci Technol* 37: 129-133.
- Altunkaya A, Gokmen V. 2008. Effect of various inhibitors on enzymatic browning, antioxidant activity and total phenol content of fresh lettuce (*Lactuca sativa*). *Food Chem* 107: 1173-1179.
- Sun SH, Kim SJ, Kim GC, Kim HR, Yoon KS. 2011. Changes in quality characteristics of fresh-cut produce during refrigerated storage. *Korean J Food Sci Technol* 43: 495-503.
- Liu JB, Zhang M, Wang SJ. 2010. Processing characteristics and flavour of full lotus root powder beverage. *J Sci Food Agric* 90: 2482-2489.
- Seo EO, Choi EO, Yun YS, Chung BW. 2008. Effects of ethanol on the characteristics of white bread containing lotus root powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 64-71.
- Imahori Y, Kitamura N, Kobayashi S, Takihara T, Ose K, Ueda Y. 2010. Changes in fructooligosaccharide composition and related enzyme activities of burdock root during low-temperature storage. *Postharvest Biol Technol* 55: 15-20.
- Chan YS, Cheng LN, Wu JH, Chan E, Kwan YW, Lee SMY, Leung GPH, Yu PHF, Chan SW. 2011. A review of the pharmacological effects of *Arctium lappa* (burdock). *Inflammopharmacology* 19: 245-254.
- Lee GD, Joo GJ, Kwon JH. 2000. Optimization for roast flavour formation of *Platycodon grandiflorum* tea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 752-757.
- Lee JY, Hwang WI, Lim ST. 1998. Effects of *Platycodon grandiflorum* DC extract on the growth of cancer cell lines. *Korean J Food Sci Technol* 30: 13-21.
- Ministry of Education, Science and Technology. 2010. Guideline hygiene management of school food service. Available from: <http://www.mest.go.kr/web/285/ko/board/view.do?bbsId=48&boardSeq=23280&mode=view>.
- Korea Food and Drug Administration. 2010. Food code. Available from: <http://www.foodnara.go.kr/portal/site/kfdportal/infotelegram/>.
- Kahn V. 1977. Some biochemical properties of polyphenoloxidase from two avocado varieties differing in their browning rates. *J Food Sci* 42: 38-43.
- National Academy of Agricultural Science. 2009. Available from: http://koreanfood.rda.go.kr/TFood_Default.aspx.
- Adams MR, Hartley AD, Cox LJ. 1989. Factors affecting the efficacy of washing procedures used in the production of prepared salads. *Food Microbiol* 6: 69-77.

(2012년 3월 27일 접수; 2012년 6월 21일 채택)