

침지액을 달리한 박피 연근의 저장중 품질 비교

정진웅* · 박기재 · 성정민 · 김종훈 · 권기현

한국식품연구원

Comparison of Quality of Peeled Lotus Roots Stored in Various Immersion Liquids during Storage

Jin-Woong Jeong*, Kee-Jai Park, Jung-Min Sung, Jong-Hoon Kim, and Ki-Hyun Kwon

Korea Food Research Institute

Abstract This study was carried out to investigate the efficacy of strong acidic electrolyzed acid water (SAEW; Strong acidic electrolyzed water, pH 2.76, ORP 1,128 mV, HClO 105.0 ppm) and low alkaline electrolyzed water (LAEW; Low alkaline electrolyzed water, pH 8.56, ORP 660 mV, HClO 73.8 ppm) as storing liquid for peeled lotus root. During storage at 5°C, it was showed that SAEW and LAEW inhibit growth of microorganisms until at least 5 days of storage. Total phenolic contents, polyphenol oxidase (PPO) activity, and color differences value (ΔE) of peeled lotus roots stored in SAEW and LAEW were lower than that of one stored in TW (tap water). The hardness decrement of lotus roots stored in SAEW and LAEW were lower than that of lotus root stored in TW too. Contents of moisture, crude protein, crude fat, crude ash, crude fiber, and total sugars were gradually decreased during storage. Whereas vitamin C content of lotus root stored in 0.6% acetic acid was most rapidly decreased to 25% as compared with one of initial days of storage, that of lotus roots stored in SAEW and LAEW was not decreased significantly as compared with one stored in TW. Sensory characteristic during storage was preferable on lotus root stored in SAEW to the other treatments.

Key words: peeling, lotus root, immersion liquid, quality, electrolyzed water

서 론

식품시장 개방의 가속화와 식생활 패턴의 변화로 식품의 안전성이 식품산업에서 가장 주요한 주제로 부상하였다(1). 또한 천연상태의 식품을 섭취하고자 하는 소비자의 요구가 급격히 커져 과일, 채소 등 신선식품과 편의성이 부가된 최소가공식품 시장의 규모가 지속적으로 확대되고 있다(2). 편의성과 경제성을 장점으로 하는 신선편이 식품은 절단, 박피 등 가공공정중에 발생하는 조직의 손상으로 필연적으로 수분손실, 미생물 감염, 갈변 등의 급격한 생리적인 변화를 일으키게 된다. 특히 신선 절단은 조직의 연화와 표면의 갈변에 의해 품질수명이 크게 제한을 받게 된다. 따라서 세척, 절단 및 박피 등의 공정에서 품목 및 가공공정별로 적합한 처리방법과 미생물학적 안전성을 확보하는 것이 필수적이며 저장·유통중의 변색, 저온저해, 미생물에 의한 부패, 유해 병해충의 발생 등 품질열화 요인을 최소화할 수 있는 기술 개발이 필요하다(3,4).

수련과의 다년생 수초인 연근(*Nelumbo nucifera* G.)은 비대경을 식용하는 구근류이다. 우리나라에서 연근은 전통적으로 생식하거

나 기름에 튀겨 먹거나 꿀, 설탕 등과 졸여 정과로써 이용되어 왔고, 주로 조림류로서 식단에 많이 이용되고 있다(5,6). 근년 들어 혈압강화 효과, 지혈 효과, 치매예방 효과, 니코틴 해독 효과, 감기, 심장병 예방 효과 등 생리적 효과가 있는 것으로 알려지고 있다(7,8). 이에 따라 ready-to-use 제품 형태에 대한 수요가 갈수록 증가하고 있다. 또한 일본 등지에서 기호도가 높아 수출 유망 품목 중의 하나로 주목받고 있으나 시장확대를 위해서는 수확 후 세척, 선별 및 포장 등이 아직은 미흡하고 일시출하에 의한 문제점을 해결해야 한다(9). 또한 절단, 박피 과정중의 조직손상에 따른 wound respiration과 에틸렌 발생량의 급증, 효소활성 증가에 따른 조직 연화, 미생물에 의한 오염, PPO에 의한 효소적 갈변 등이 빠르게 진행된다는 특징을 가지고 있다. 연근의 갈변에 대해서는 국내에서도 PPO 효소의 특성과 갈변저해제 및 열처리를 통한 효소적 갈변 억제 방안을 검토한 바 있다(6,10). 그러나 박피 연근이 주로 침지액에 포장되어 유통된다는 점을 감안할 때 갈변 억제와 더불어 전처리 공정에서 충분히 제거되지 않는 미생물의 혼입과 증식을 최소화하기 위해서는 위생적 전처리 공정의 개발과 침지액의 보존성 향상 기술 개발이 선결되어야 한다.

한편 전기분해수는 우수한 미생물학적 세정 효과로 식품가공 공정에서 기존 염소수를 대체할 수 있는 대안으로 주목받고 있으며 최근에는 세정이나 살균뿐만 아니라 다용한 가공용수로서의 활용 가능성이 검토되고 있다(11-13). 이에 본 연구에서도 전기분해수의 활용도 제고를 위해 박피 연근의 침지액으로 전기분해수를 사용하여 박피 후 초기품질과 저장중 품질변화를 비교·검토하였다.

*Corresponding author: Jin-Woong Jeong, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Sungnam-si, Kyunggi-do 463-420, Republic of Korea
Tel: 82-31-780-9137
Fax: 82-31-709-9876
E-mail: jwjeong@kfri.re.kr
Received May 26, 2006; accepted June 21, 2006

Table 1. pH, ORP, and HClO contents of immersion liquids for storing of peeled lotus roots used in this study

Treatment water	pH	ORP (mV)	HClO (ppm)
TW ²⁾	6.76 ¹⁾	793	-
0.6% HOAC ³⁾	2.76	514	-
SAEW ⁴⁾	2.58	1,128	105.0
LAEW ⁵⁾	8.56	660	73.8

¹⁾All results are presented as mean of triplicate.

²⁾Tap water.

³⁾Acetic acid.

⁴⁾Strong acidic electrolyzed water.

⁵⁾Low alkaline electrolyzed water.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 연구는 산지(대구)에서 수확하여 실험 당일 수송된 신선한 것을 경기도 성남 소재의 대형 유통점에서 구입한 후 수도수에 1차 세척하여 이물을 제거하고 자연탈수한 것을 사용하였다. 미생물군 측정에 사용한 plate count agar, potato dextrose agar는 Difco사(Difco Lab., Detroit, MI, USA)의 것을, chromocult coliform agar는 Merck사(Merck Co., Whitehouse station, NJ, USA)의 것을 사용하였다. 이외의 시험용 시약은 모두 승인된 분석용 등급의 것이었다.

침지액 및 전기분해수의 물성

실험에 사용한 침지액은 수도수(TW)와 0.6% acetic acid 수용액(0.6% HOAC)을 대조구로 하였으며 전기분해수는 강산성 전기분해수(SAEW)와 약알칼리 전기분해수(LAEW)로 격막식 1단 및 2단 전기분해, 무격막식 1단 및 2단 전기분해를 동시에 동일 시스템에서 적용할 수 있도록 제작된 시스템으로 생성하였다. 이때 사용한 전극은 이리튬 도금 티타늄 재질의 판형(70×140×1 mm)이었으며, 전해액 공급은 연속 유수 방식으로 0-10 mL/min으로 조절하여 사용하였다. 각 처리수의 pH, ORP 및 차아염소산 함량은 Table 1과 같으며, pH는 pH meter(Model Suntlet 2000A, USA)로, 산화환원전위는 ORP meter(Model RM-12P, TOA Electronics, Japan)로, 차아염소산 함량은 적정법으로 구하였다(14).

박피, 세정 및 침지

수작업 박피는 일반 과도와 Y자형 근채류 전용 박피도구를 사용하였으며 전용 박피도구는 직경 16 cm의 손잡이에 5×0.8 cm 크기의 두겹 칼날이 달려 있는 것이었다. 마찰형 박피기는 Potato & Roots-Crops Peeler(Model FM-20, Chuo bokei goshi kaisha, Japan)을, 회전식 브러시형 박피기는 (주)타프기계에서 제작한 것을 사용하였다. 저장 실험용 박피 연구는 회전식 브러시형 박피기로 박피한 후 1 cm 두께로 슬라이스한 것을 5배수(w/w)의 처리수에 30분간 침지한 후 자연탈수하고 박피 연구와 침지액의 비율을 1:1(w/v)로 하여 0.03 mm PE 필름에 500 g 단위로 포장하였다. 박피로 인한 시료의 감모율 측정은 박피 전후의 시료 무게 차이를 전자저울로 측정하였다.

경도

Texture analyzer(Model TA-XT2, Stable Micro System, England)를 이용하여 rupture test로 측정하였다. 사용되는 probe는 직경 2.0 mm로 고정하였고, 측정결과는 rupture strength(g/m²)로 표시하

였으며 포장 시료당 3개 시료를 무작위로 선정, 시료당 3반복 측정하였다.

미생물군

시료에 10배량의 0.85% NaCl을 가한 후 균질기(Model Stomacher 400 circulator, Seward, UK)로 1분간 균질화하여 1 mL를 취해 단계 희석하고 일반세균은 plate count agar를, 대장균군은 chromocult agar를, 효모 및 곰팡이는 potato dextrose agar를 사용하여 일반세균과 대장균군은 37°C, 48-72시간, 효모 및 곰팡이는 26°C, 72시간 배양한 후 집락수를 계수하여 환산하였다.

총페놀성 화합물 및 PPO 활성

총페놀성 화합물의 함량은 시료 1g을 취해 Folin-Denis법(15)으로 정량하였으며, PPO 활성은 Takahashi 등(16)의 방법에 따라 420 nm에서의 조효소액 1 mL가 1분당 흡광도를 0.001 변화시키는 것을 1 unit로 하였다.

일반 성분, 당 함량 및 Vitamin C 함량

수분함량은 105°C 상압가열건조법으로, 조지방 함량은 soxhlet 추출법으로, 조단백질은 micro-Kjeldahl법으로, 조회분은 직접회화법으로 구하였다. 조섬유 함량은 산알칼리가수분해법으로 Fibertech (Model Fibertech System M 1020 Hot Extractor & 1021 cold Extractor, Tecator, Sweden)을 이용하여 구하였다. 총당 함량은 시료를 HCl로 가수분해하여 측정하였으며, 환원당 함량은 DNS법으로, Vitamin C 함량은 Lee 등(17)의 방법에 따라 HPLC로 분석하였다.

색도 및 갈변도

색도는 색도계(CR-200, Minolta Co., Japan)로 Hunter scale의 L, a, b값으로 나타내었고, 갈변도는 UV/VIS spectrophotometer (Model V-570, Jasco, Japan)로 420 nm에서의 흡광도로 측정하였다.

관능평가

Loaiza 등(18)의 방법에 기초하여 훈련을 통해 선발한 9명의 패널요원이 외관, 색, 냄새, 맛, 경도, 종합적 기호도의 항목을 9점 평점법으로 평가하였으며 SAS를 이용하여 Duncan의 다중비교 분석법으로 통계처리 하였다.

결과 및 고찰

박피 방법에 따른 품질특성

박피, 절단, 슬라이싱 등의 공정은 신선편이식품의 품질수명을 결정하는 중요한 요소이다(3,4). 따라서 체내 기공으로 인해 화학적 박피가 용이하지 않은 연구의 최적 박피 방법을 검토한 결과, 회전식 브러시형 박피기에 의한 감모율이 평균 5.1%로 가장 낮았으며 일반 과도를 사용한 박피의 감모율은 평균 9.2%, Y자형 근채류 전용 박피도구로 박피한 경우는 평균 7.8%, 마찰형 박피기로 박피한 경우는 평균 9.9%이었다(Fig. 1). 이러한 결과는 일반적인 과일 및 구근류의 감모율이 박피방법에 따라 편차가 크고(19), 마찰형 박피기로 박피한 감자의 감모율이 8% 수준(20)인 점을 감안할 때 양호한 결과로 판단된다.

박피후 시간의 경과에 따른 수분함량, pH 및 갈변도 및 경도의 변화는 Table 2에 나타낸 바와 같다. 수분함량은 회전식 브러시형 박피가 박피후 89.2%의 가장 높은 수분함량을 나타내었는데 이는 고압세척기의 살수로 인해 연구 기공 내로 수분이 침투

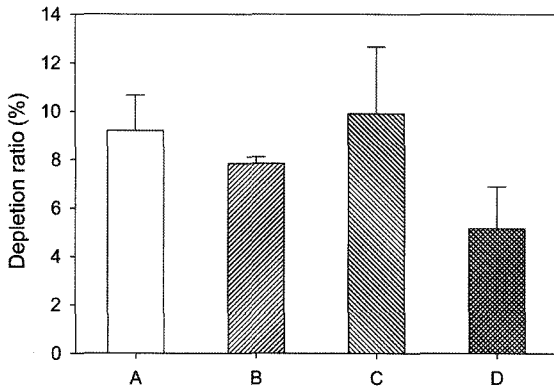


Fig. 1. Depletion ratio of lotus roots by peeling method. A: peeled by hand with fruit knife, B: peeled by hand with a technical tools, C: peeled by friction-type peeler, D: peeled by rotational brush-type peeler.

하여 기공 표면에 흡수되었기 때문으로 생각된다. pH는 회전식 브러시형 박피에서 초기 pH 6.5에서 박피 후 3시간 경과시 pH 6.0으로 낮아져 변화량이 가장 큰 것으로 나타났다. 또한 갈변도는 0.02-0.09 수준으로 3시간까지는 변화가 크지 않은 것으로 판단된다. 그러나 표면 색도(Table 3)는 박피방법에 따라 다소간의 차이를 나타내어 마찰형 박피기로 박피한 연근의 색차 변화가 가장 컸으며, 수작업 박피의 변화가 가장 작았다. 이러한 결과는 박피방법에 따라 표면의 물리적 손상 정도가 달라지고 이것이 박피후 생리적 변화에 영향을 미친다는 Setty 등(19)과 Ohlssin 등(21)의 결과와 일치하는 것이었다.

미생물균수의 변화

저장 초기 총균수는 TW 침지 박피 연근이 3.6×10^2 CFU/g, 0.6% HOAC 침지 박피 연근이 1.7×10^1 CFU/g, SAEW 침지 박피 연근이 4.9×10^1 CFU/g, LAEW 침지 박피 연근이 3.2×10^1 CFU/g으로서 0.6% HOAC 침지 박피 연근, SAEW 침지 박피 연근 및 LAEW 침지 박피 연근이 TW 침지 박피 연근에 비해 약 1/7-1/21 수준의 낮은 균수를 나타내어 직접적인 살균 효과를 확인할 수 있었다. 0.6% HOAC 침지 박피 연근이 저장 30일까지

Table 3. Changes in color value of lotus roots peeled by various method after peeling

Peeling method ¹⁾	Color value	Elapsed time after peeling (hr)			
		0	0.5	1	3
A	L	75.43 ²⁾	74.06	72.08	70.54
	a	-0.53	-0.19	1.46	1.42
	b	14.72	15.77	16.33	16.96
	ΔE	-	1.76	4.22	5.72
B	L	86.88	85.14	84.97	75.67
	a	-0.30	1.80	1.51	-0.27
	b	15.02	16.08	16.68	14.32
	ΔE	-	2.93	3.11	11.23
C	L	70.66	63.19	61.18	55.46
	a	1.63	3.14	3.28	5.64
	b	20.86	19.88	19.09	17.84
	ΔE	-	7.68	9.78	16.01
D	L	77.32	75.22	72.92	71.43
	a	-0.55	-0.24	1.53	1.44
	b	15.23	21.00	21.45	21.33
	ΔE	-	6.15	7.90	8.71

¹⁾A-D: Refer to Fig. 1.

²⁾All results are presented as mean of triplicate.

3.5×10^1 CFU/g 총균수를 보여 미생물 생육억제 측면에서 가장 효과적이었다. 전기분해수 침지 박피 연근은 저장 5일까지는 10^1 CFU/g 수준을 유지하였고 저장 30일까지 TW 침지 박피 연근에 비해 최소 1 log cycle 이상의 낮은 균수를 나타내었다(Fig. 2). 대장균군은 처리직후 모든 처리구에서 10^1 CFU/g 이하를 나타내었으며, 0.6% HOAC 침지 박피 연근은 저장기간 전반에 걸쳐 10^1 CFU/g 이하를 나타내었고 전기분해수 침지 박피 연근은 총균수와 동일한 증가 양상을 보여 SAEW 침지 박피 연근과 LAEW 침지 박피 연근이 각각 저장 10일에 3.6×10^3 CFU/g 및 5.0×10^2 CFU/g으로, 저장 30일에 3.8×10^5 CFU/g 및 3.5×10^5 CFU/g으로 증가하였다(Fig. 3). 효모 및 곰팡이수도 저장 10일까지 SAEW 침지 박피 연근은 4.5×10^2 CFU/g을, LAEW 침지 박피 연근은

Table 2. Changes in moisture content, pH, and degree of browning of lotus roots peeled by various method after peeling

Quality characteristics	Peeling method ²⁾	Elapsed time after peeling (hr)			
		0	0.5	1	3
Moisture (%)	A	85.7 ± 0.7 ¹⁾	84.7 ± 0.4	77.2 ± 0.0	76.6 ± 0.3
	B	87.2 ± 0.1	83.3 ± 0.2	79.4 ± 0.2	77.4 ± 1.9
	C	89.2 ± 0.1	88.4 ± 0.2	87.3 ± 0.1	87.3 ± 0.1
	D	86.3 ± 1.0	81.6 ± 2.0	76.9 ± 0.0	75.6 ± 0.4
pH	A	6.85	6.65	6.63	6.60
	B	6.85	6.75	6.65	6.61
	C	6.50	6.51	6.51	6.00
	D	6.50	6.45	6.40	6.40
Degree of browning	A	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.08 ± 0.01
	B	0.03 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.07 ± 0.00
	C	0.02 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.00
	D	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.05 ± 0.00	0.09 ± 0.00

¹⁾All results are presented as mean ± SD or mean of triplicate.

²⁾A-D: Refer to Fig. 1.

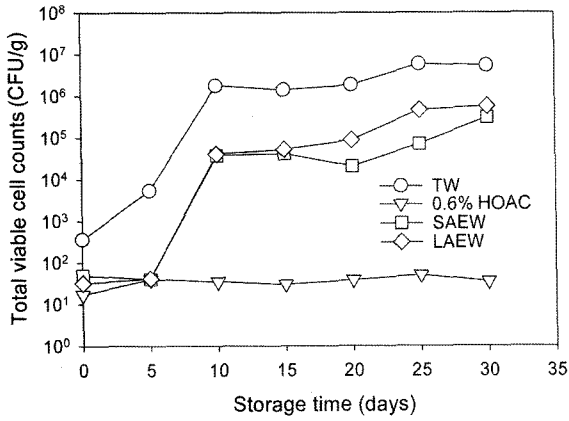


Fig. 2. Changes in total viable cell counts of peeled lotus roots stored in various immersion liquids during storage at 5°C. Legends as in Table 1.

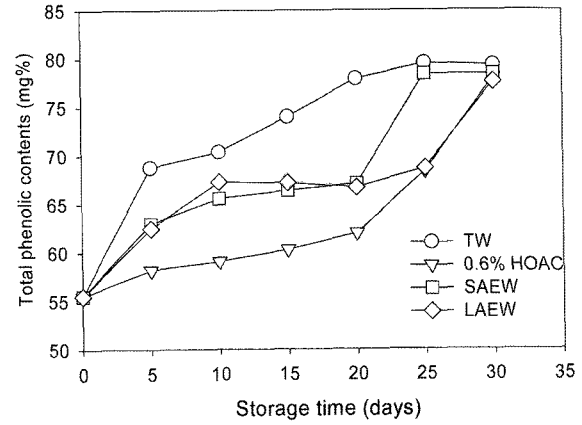


Fig. 5. Changes in PPO activity of peeled lotus roots stored in various immersion liquids during storage at 5°C. Legends as in Table 1.

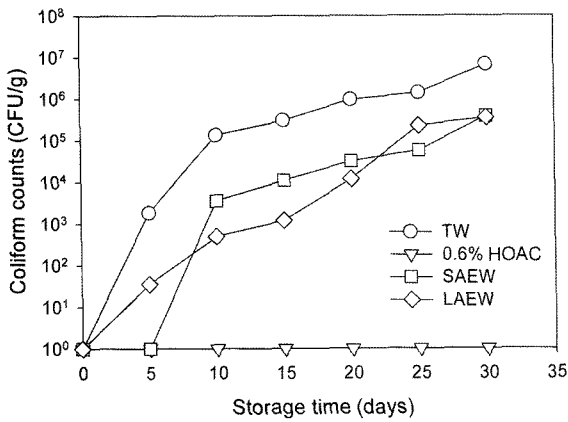


Fig. 3. Changes in coliform counts of peeled lotus roots stored in various immersion liquids during storage at 5°C. Legends as in Table 1.

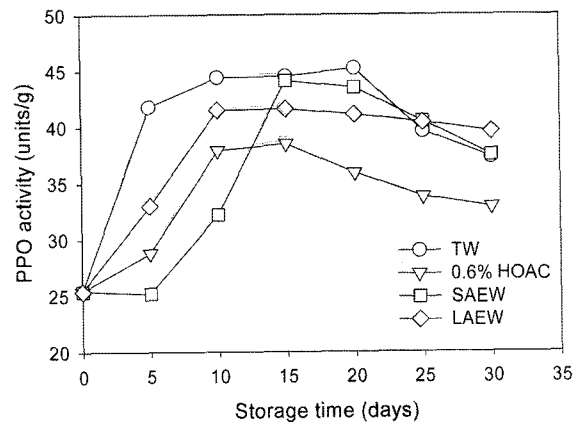


Fig. 6. Changes in total phenolic contents of peeled lotus roots stored in various immersion liquids during storage at 5°C. Legends as in Table 1.

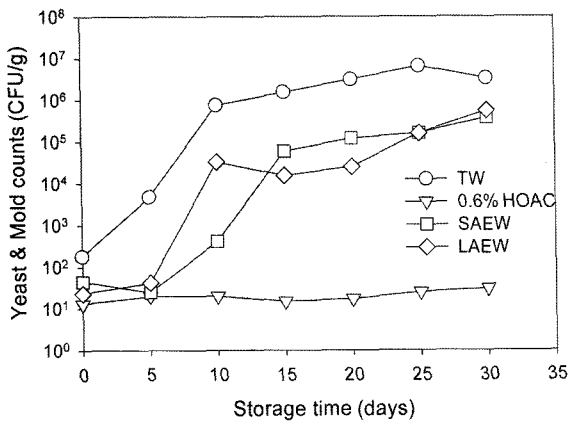


Fig. 4. Changes in yeast and mold counts of peeled lotus roots stored in various immersion liquids during storage at 5°C. Legends as in Table 1.

3.3×10⁴ CFU/g을 나타내어 효모 및 곰팡이의 생육억제에는 SAEW보다 LAEW가 보다 효과적인 것으로 나타났다(Fig. 4). 0.6% HOAC 침지 박피 연근의 미생물 생육 억제 효과는 이미 알려진 유기산과 식초의 항균효과와 일치하는 것이었다(22,23). 또한 전기분해수를 침지액으로 활용한 처리구도 5°C 저장 초기

에는 효과적으로 미생물의 생육을 억제할 수 있는 것으로 나타났다. 이것은 전기분해수의 초기 살균효과와 미생물 증식억제 효과에 의한 것으로 판단된다(11-14). 그러나 SAEW와 LAEW가 유사한 효과를 나타낸 점을 감안할 때 살균 및 증식억제에 대한 전기분해수의 pH 영향은 그다지 크지 않은 것으로 판단되었다.

총페놀성 화합물 함량 및 PPO 활성의 변화

갈변에 관여하는 효소인 PPO와 기질이 되는 phenol 화합물의 함량을 측정된 결과, 저장기간에 따른 박피 연근의 총페놀성 화합물 함량의 변화는 Fig. 5와 같다. 초기 총페놀성 화합물 함량은 55.5mg%이었으며 TW 침지 박피 연근은 저장 5일째 가장 큰 폭으로 증가해 68.6mg%에 도달한 후 저장 30일까지 79.3mg%로 완만히 증가하였다. 0.6% HOAC, SAEW 및 LAEW 침지 박피 연근은 TW 침지 박피 연근에 비해 모두 증가량이 작았으나, 0.6% HOAC 침지 박피 연근과 LAEW 침지 박피 연근의 함량 증가량은 SAEW 침지 박피 연근 보다 더욱 완만하여 TW 침지 박피 연근이 저장 15일에 74.0mg%였던 반면 0.6% HOAC 침지 박피 연근은 60.3mg%, LAEW 침지 박피 연근은 67.2mg%이었다. 저장중 PPO 효소의 총활성은 TW 침지 박피 연근이 초기 25.4 unit에서 저장 5일에 41.8 unit로 급격히 증가한 후 저장 25일에는 39.6 unit로 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 반면 0.6%

Table 4. Changes in color value of peeled lotus roots stored in various immersion liquids during storage at 5°C

Treatments ¹⁾	Color value	Storage time (days)						
		0	5	10	15	20	25	30
TW	L	72.94 ²⁾	74.83	75.46	76.03	75.70	75.40	74.87
	a	-0.35	-0.23	-0.20	-0.18	-0.13	0.58	0.60
	b	12.04	12.06	12.62	11.89	13.52	14.86	15.34
	ΔE	-	1.89	2.59	3.10	3.14	3.86	3.94
0.6% HOAC	L	76.57	76.62	77.75	78.78	76.04	75.35	74.00
	a	-0.68	-0.52	-1.45	-0.82	0.76	1.84	2.36
	b	10.29	12.81	15.34	15.70	17.41	17.77	17.39
	ΔE	-	2.53	5.24	5.85	7.28	7.99	8.14
SAEW	L	74.40	74.56	75.75	75.63	77.04	75.64	76.07
	a	-0.83	-0.99	-0.89	0.00	-0.10	0.10	-0.46
	b	11.97	11.55	11.11	10.89	12.69	14.61	14.31
	ΔE	-	0.48	1.60	1.84	2.83	3.06	2.90
LAEW	L	72.67	72.31	73.43	73.10	69.21	70.01	71.05
	a	-0.22	-0.23	-0.67	0.00	0.86	0.98	1.11
	b	12.01	12.74	12.80	14.13	14.79	15.17	15.67
	ΔE	-	0.81	1.18	2.17	4.57	4.30	4.22

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾All results are presented as mean of triplicate.

HOAC 침지 박피 연근은 저장 초기부터 서서히 증가하여 저장 30일에 32.3 unit를 나타내었고 SAEW 및 LAEW 침지 박피 연근은 저장 15일에 각각 44.1 unit 및 41.6 unit의 가장 높은 활성을 보인 후 서서히 감소하였다(Fig. 6). 유기산의 갈변억제 효과(10)를 고려할 때 0.6%의 acetic acid도 일정한 수준의 PPO 효소 활성을 저해하는 것을 확인 할 수 있었으나 저장 초기에는 전기분해수 침지가 보다 효과적으로 PPO 효소 활성을 저해하는 것으로 판단된다. 이는 차아염소산이 신선절단 과채류의 효소적 갈변을 억제한다는 결과와도 일치하는 것이었다(24).

색도의 변화

박피 연근의 색도 변화는 Table 4와 같다. 저장기간 전반에 걸쳐 대체적으로 L값은 다소 증가한 후 감소한 반면 a값 및 b값은 지속적으로 증가하였으며, 특히 0.6% HOAC 침지 박피 연근에서의 증가폭이 가장 컸다. 색차(ΔE) 값은 0.6% HOAC 침지 박피 연근이 저장 5일부터 현저히 증가하여 저장 30일에는 8.14를 나타낸 반면, SAEW 침지 박피 연근은 저장기간 전반에 걸쳐 가장 낮은 변화량을 나타내었다(Table 4). Park 등(10)은 1% citric acid가 깎마늘 등의 갈변방지에 효과가 있다고 하였으나 본 실험상의 0.6% acetic acid는 오히려 연근의 갈변을 촉진하는 것으로 나타나 유기산의 종류와 농도 차이에 기인한 것으로 판단된다.

침지액의 pH 변화

연근 저장중의 시료와 침지액의 pH 변화는 Table 5와 같다. TW 침지 박피 연근은 초기 pH 6.51에서 저장 5일에 pH 6.34로 감소한 후 저장 30일의 pH 6.32까지 큰 변화를 보이지 않았고 침지액도 초기 pH 6.67에서 저장 30일에 pH 6.36으로 완만히 감소하였다. 0.6% HOAC 침지 박피 연근은 acetic acid의 첨가로 연근은 pH 4.69, 침지액은 pH 4.11 이었으나 저장기간의 경과에 따라 저장 30일에 각각 pH 4.33과 pH 4.17을 나타내어 연근의 pH 만이 다소 감소하였다. SAEW 침지 박피 연근은 저장기간 전반에 걸쳐 pH 변화가 크지 않은 반면 침지액은 초기 pH 4.59에서

저장 30일에 pH 5.15로 증가하였다. 반면 LAEW 침지 박피 연근은 pH 변화는 거의 없었으나 침지액은 초기 pH 6.70에서 저장 30일에 pH 6.11로 감소하였다. 저장중 침지액 pH 변화는 사용한 전기분해수의 물성에 따라 뚜렷한 차이가 있으며 이러한 변화의 요인은 미생물의 변패작용, 용해작용 및 전기분해수의 화학적 변화에 의한 것으로 추정되었다(23).

경도의 변화

박피 연근의 내·외부 조직의 경도 변화는 Table 6과 같다. 침지 직후 내부의 경도는 TW 침지 박피 연근이 3,978.9 g/cm²로 가장 높았으며, SAEW 침지 박피 연근이 3,391.7 g/cm²로 가장 낮았

Table 5. Changes in pH of peeled lotus roots stored in various immersion liquids during storage at 5°C

	Storage time (days)	Treatments ¹⁾			
		TW	0.6%HOAC	SAEW	LAEW
Lotus root	0	6.51 ²⁾	4.69	6.47	6.61
	5	6.34	4.48	6.29	6.55
	10	6.32	4.48	6.25	6.60
	15	6.38	4.33	6.23	6.60
	20	6.22	4.27	6.23	6.60
	25	6.29	4.31	6.28	6.53
	30	6.32	4.33	6.31	6.62
Immersion liquid	0	6.67	4.11	4.59	6.70
	5	6.51	4.14	4.68	6.64
	10	6.44	4.21	4.66	6.40
	15	6.31	4.24	4.69	6.27
	20	6.21	4.16	5.10	6.29
	25	6.24	4.18	5.10	6.10
	30	6.36	4.17	5.15	6.11

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾All results are presented as mean of triplicate.

Table 6. Changes in hardness of peeled lotus roots stored in various immersion liquids during storage at 5°C (units: g/cm²)

Treatments ¹⁾	Storage time (days)							
	0	5	10	15	20	25	30	
Inner part	TW	3,978.9 ²⁾	3,768.6	3,377.4	3,680.2	3,716.6	3,363.4	3,365.0
	0.6% HOAC	3,654.6	3,707.7	3,717.9	3,786.1	3,805.0	3,558.1	3,585.4
	SAEW	3,391.7	3,327.3	3,558.2	3,418.0	3,703.7	3,578.8	3,234.0
	LAEW	3,710.3	3,670.7	3,178.5	3,139.3	3,418.0	3,128.8	3,208.3
Outer part	TW	5,699.4	5,704.9	4,113.9	3,915.1	4,550.1	3,585.7	3,326.4
	0.6% HOAC	4,562.2	5,151.1	4,211.5	4,189.5	3,759.9	3,865.1	3,836.7
	SAEW	4,929.0	4,329.5	4,016.7	3,918.6	3,497.2	3,373.7	3,566.1
	LAEW	4,511.7	5,032.4	4,030.2	4,014.0	3,435.8	4,197.8	3,951.9

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾All results are presented as mean of triplicate.

Table 7. Changes in proximate composition of peeled lotus roots stored in various immersion liquids during storage at 5°C

Proximate composition	Treatments ¹⁾	Storage time (days)			
		0	10	20	30
Moisture (%)	TW	81.5 ²⁾	82.8	83.3	83.7
	0.6% HOAC	76.8	83.0	83.1	80.2
	SAEW	80.9	81.8	82.2	80.9
	LAEW	78.7	80.5	80.6	80.1
Crude protein (%)	TW	2.43	2.43	1.61	1.74
	0.6% HOAC	2.51	2.38	1.08	1.03
	SAEW	2.46	2.24	1.70	1.50
	LAEW	2.47	2.08	1.84	2.11
Crude fat (%)	TW	0.09	0.07	0.06	0.03
	0.6% HOAC	0.11	0.07	0.05	0.04
	SAEW	0.09	0.05	0.04	0.05
	LAEW	0.09	0.06	0.05	0.04
Crude ash (%)	TW ¹⁾	1.08	1.07	1.02	1.03
	0.6% HOAC	1.12	0.50	0.43	0.42
	SAEW	1.05	0.95	1.00	0.98
	LAEW	1.00	1.00	1.06	0.96
Crude fiber (%)	TW	0.75	0.77	0.50	0.63
	0.6% HOAC	0.83	0.68	0.63	0.64
	SAEW	0.67	0.55	0.51	0.56
	LAEW	0.83	0.70	0.62	0.67
Total sugar (%)	TW	16.7	10.3	10.2	10.4
	0.6% HOAC	14.7	12.5	12.2	11.8
	SAEW	16.6	13.7	13.0	9.6
	LAEW	15.4	15.2	14.2	12.7
Reducing sugar (%)	TW	0.4	0.4	0.4	0.4
	0.6% HOAC	0.3	0.4	0.3	0.3
	SAEW	0.3	0.3	0.3	0.3
	LAEW	0.4	0.4	0.4	0.4
Vitamin C (mg%)	TW	34.6	33.4	26.7	27.0
	0.6% HOAC	35.8	18.4	18.9	9.1
	SAEW	33.2	34.0	28.4	26.4
	LAEW	37.7	33.6	31.6	23.9

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾All results are presented as mean of triplicate.

Table 8. Sensory evaluation of peeled lotus roots stored in various immersion liquids during storage at 5°C

Sensory characteristics	Treatments ¹⁾	Storage time (days)						
		0	5	10	15	20	25	30
Off-flavor	TW	3.0 ^{A2)}	^{b)3)3.2}	3.7 ^A	3.2 ^A	3.3 ^A	^{b)2.0^C}	3.0 ^A
	0.6% HOAC	3.5 ^{BC}	^{a)6.5}	5.3 ^{AB}	2.6 ^{BC}	2.2 ^C	^{ab)3.2^{BC}}	2.5 ^C
	SAEW	3.0 ^{BC}	^{ab)4.5}	5.5 ^{AB}	3.2 ^{BC}	3.2 ^A	^{a)5.7^A}	2.5 ^C
	LAEW	4.0 ^A	^{ab)3.8}	3.8 ^A	4.0 ^A	4.0 ^A	^{ab)4.2^A}	3.7 ^A
Appearance	TW	5.3 ^B	^{ab)5.7^A}	^{b)4.0^B}	^{b)4.0^B}	^{b)4.0^{AB}}	^{ab)4.0^B}	^{ab)4.5^{AB}}
	0.6% HOAC	6.7 ^A	^{ab)4.7^{BC}}	^{ab)5.0^{AB}}	^{a)5.0^{BC}}	^{b)3.3^C}	^{ab)4.0^{BC}}	^{bc)3.0^{BC}}
	SAEW	6.8 ^A	^{a)7.2^A}	^{ab)5.5^{AB}}	^{a)6.1^{AB}}	^{a)5.8^A}	^{a)5.8^{AB}}	^{a)6.5^{AB}}
	LAEW	6.8 ^A	^{b)4.5^{ABC}}	^{a)6.0^{AB}}	^{ab)4.1^{BCD}}	^{b)2.5^D}	^{b)3.7^{CD}}	^{c)3.2^{CD}}
Color	TW	4.8 ^{AB}	6.3 ^A	4.0 ^B	^{b)3.0^B}	^{ab)3.8^B}	^{b)3.7^B}	^{b)4.5^B}
	0.6% HOAC	6.7 ^A	^{4.7^{BC}}	^{5.0^{AB}}	^{ab)5.0^{AB}}	^{ab)3.0^C}	^{b)3.3^{BC}}	^{c)3.0^C}
	SAEW	6.0 ^{AB}	7.2 ^A	5.5 ^{AB}	^{a)4.7^{AB}}	^{a)4.7^B}	^{a)5.5^{AB}}	^{a)6.7^{AB}}
	LAEW	6.7 ^A	4.8 ^{AB}	5.3 ^{AB}	^{ab)4.2^{BCD}}	^{c)2.3^D}	^{b)3.0^{CD}}	^{bc)3.8^{BCD}}
Hardness	TW	6.3 ^A	^{ab)6.8^A}	5.8 ^A	5.0 ^{AB}	3.5 ^B	^{a)5.7^A}	^{a)5.2^{AB}}
	0.6% HOAC	6.8 ^A	^{b)5.3^{AB}}	5.3 ^{AB}	3.0 ^C	3.8 ^{BC}	^{b)3.3^A}	^{b)2.8^C}
	SAEW	6.5 ^{AB}	^{a)7.8^{AB}}	6.2 ^{AB}	5.5 ^B	5.5 ^B	^{ab)4.7^B}	^{a)5.7^B}
	LAEW	6.0 ^A	^{ab)6.0^{AB}}	6.0 ^A	5.8 ^A	5.8 ^A	^{ab)5.5^A}	^{a)5.2^A}
Overall acceptance	TW	^{b)4.8^{AB}}	5.7 ^A	4.2 ^{ABC}	^{b)2.5^C}	3.3 ^{BC}	4.7 ^{AB}	^{ab)4.7^{AB}}
	0.6% HOAC	^{a)7.0^A}	5.3 ^B	4.2 ^{BCD}	^{ab)3.0^{BC}}	3.0 ^{DE}	3.2 ^{CDE}	^{c)2.7^E}
	SAEW	^{ab)6.3^A}	5.7 ^A	5.5 ^A	^{a)4.5^A}	4.5 ^A	4.7 ^A	^{a)5.7^A}
	LAEW	^{ab)6.2^A}	5.0 ^{AB}	4.7 ^{ABC}	^{ab)3.0^{BC}}	3.0 ^A	3.9 ^{BC}	^{b)3.8^{BC}}

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Means with the same superscripts in a row (A-D) are not significantly different from each other at $\alpha = 0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

³⁾Means with the same superscripts in a column (a-d) are not significantly different from each other at $\alpha = 0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

다. 외부의 경도는 TW 침지 박피 연근이 5,699.4 g/cm²로 가장 높았으며, LAEW 침지 박피 연근이 4,511.7 g/cm²로 가장 낮은 값을 나타내었다. 저장기간중 TW 침지 박피 연근은 내부와 외부가 지속적으로 감소하는 반면 내부의 강도는 0.6% HOAC 침지 박피 연근과 SAEW 침지 박피 연근은 저장 10일 이후 다소 증가한 후 감소하였다. 또한 TW 침지 박피 연근에 비해 0.6% HOAC, SAEW 및 LAEW 침지 박피 연근의 감소폭이 전반적으로 작은 것으로 나타났다. 과채류의 경도 및 조직감에 미치는 전기분해수의 영향에 대한 직접적인 연구결과는 없다. 다만 Park 등(25)이 침지수로 사용한 전기분해수의 물성에 따라 깎밤의 조직감에 차이가 있었다는 보고가 있었을 뿐이다. 본 실험의 결과를 미루어 볼 때 전기분해수가 연근의 조직감에 직접적인 영향을 주는 것으로 판단되어 향후 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다.

일반성분, 당함량 및 Vitamin C 함량의 변화

최소가공시 영양학적 성분의 손실을 최소화하는 것은 위생적 품질이나 저장성을 향상시키는 것과 더불어 가장 중요한 요소 중의 하나이다(3,4). 저장중 일반성분, 당함량 및 vitamin C 함량의 변화를 검토한 결과는 Table 7과 같다. 박피후 저장초기의 수분, 조단백질 함량, 조섬유 함량 등의 일반성분과 당함량이 Han 등(26)의 결과와 차이를 보인 것은 박피와 사용한 시료의 품종 등에 의한 것으로 판단된다. 저장 초기의 수분함량 증가는 침지에 의한 영향으로 판단되었으며, 조단백질 함량은 저장 기간의 경과에 따라 지속적으로 감소하였으나, 특히 0.6% HOAC 처리구의 감소량이 가장 커 저장 30일에는 초기 함량의 약 60%가 감소하였다. 조지방도 저장 기간의 경과에 따라 감소하였으나 처리구간

의 큰 차이는 없는 것으로 판단되었다. 조회분은 0.6% HOAC 침지 박피 연근을 제외하고는 저장기간 전반에 걸쳐 큰 변화를 보이지 않았다. 조섬유는 저장 초기 0.67-0.83%에서 저장기간의 경과에 따라 전반적으로 감소하여 저장 30일에는 0.56-0.67%로 감소하였으나 침지액에 따른 차이는 없는 것으로 판단되었다. 총당도 저장기간 전반에 걸쳐 지속적으로 감소하였으나 환원당은 함량변화가 거의 없었다. Vitamin C 함량은 0.6% HOAC 침지 박피 연근을 제외하고는 저장 초기의 33.2-37.7 mg%에서 저장 30일의 23.9-27.0 mg%로 점진적으로 감소하였다. 그러나 0.6% HOAC 침지 박피 연근은 저장 10일에 18.4 mg%로 감소한 후 저장 30일에 9.1 mg% 수준까지 감소하여 저장초기에 비해 약 25%만이 잔존하였다. 이러한 감소패턴과 유기산 첨가에 의한 효과는 Park 등(6)의 결과와도 일치하는 것이었다.

관능평가

저장중 연근의 이취, 외관, 색, 경도 및 전반적인 기호도에 대하여 평가한 결과, Table 8에서와 같이 이취는 저장 10일까지는 0.6% HOAC 침지 박피 연근과 전기분해수 침지 박피 연근인 SAEW 및 LAEW 침지 박피 연근이 상대적으로 높게 평가되었고, 저장 15일 이후에는 SAEW와 LAEW 침지 박피 연근이 높게 평가되었다. 외관은 저장 15일까지 TW 침지 박피 연근이 가장 낮게 평가되었으며, SAEW 침지 박피 연근이 저장기간 전반에 걸쳐 가장 높게 평가되었다. 색 또한 저장 10일까지는 SAEW 침지 박피 연근이, 이후에는 LAEW 침지 박피 연근이 다소 높게 평가되었다. 종합적 기호도는 저장 5일부터 30일까지 모두 SAEW 침지 박피 연근이 가장 높게 평가되었다.

요 약

수도수(TW) 및 0.6% acetic acid(0.6% HOAC)를 대조구로 하고 강산성 전기분해수(SAEW; strong acidic electrolyzed water, pH 2.76, ORP 1,128 mV, HClO 105.0 ppm)와 약알칼리 전기분해수(LAEW; low alkaline electrolyzed water, pH 8.56, ORP 660 mV, HClO 73.8 ppm)를 침지액으로 하여 박피 연근의 품질 변화를 비교 검토하였다. 박피방법별로는 회전식 브러시형 박피기에 의한 감모율이 5.1%로 가장 작았으며 박피 후 3시간까지는 유의한 품질변화를 보이지 않았다. SAEW 및 LAEW 침지 박피 연근의 총균수는 저장 5일까지는 10¹ CFU/g 수준이었으며 TW 침지 박피 연근과 비교하여 저장 30일까지 1 log cycle 이상의 낮은 균수를 나타내었다. 총페놀성 화합물 함량은 TW 침지 박피 연근에 비해 저장기간 전반에 걸쳐 SAEW 및 LAEW 침지 박피 연근이 낮은 함량을, 그리고 PPO는 저장 15일까지 낮은 활성을 나타내었다. 색도는 a값 및 b값의 증가폭이 컸으며, 색차 변화는 SAEW 및 LAEW 침지 박피 연근이 TW 및 0.6% HOAC 침지 박피 연근에 비해 작았다. 경도 또한 TW 처리구에 비해 SAEW 및 LAEW 침지 박피 연근에서의 감소폭이 작았다. 일반성분과 총당 함량은 전진적인 감소를 보였으나 Vitamin C 함량은 0.6% HOAC 침지 박피 연근이 저장 10일에 18.4 mg%, 저장 30일에 9.1 mg%로 감소하여 저장초기에 비해 약 25% 수준으로 감소한 반면 SAEW 및 LAEW 침지 박피 연근은 TW 침지 박피 연근과 유사한 수준이었다. 관능평가 결과 종합적 기호도는 저장 5일부터 30일까지 모두 SAEW 침지 박피 연근이 가장 높게 평가되었다.

문 헌

1. Hathaway S. Management of food safety in international trade. Food Control 10: 247-254 (1999)
2. Kim GH, Bang HY. A survey on consumption pattern of minimally processed fruits and vegetables. Korean J. Food Culture 13: 267-274 (1998)
3. Oh DH. Microbiological safety of minimally processed vegetables. Food Ind. Nutr. 4: 48-54 (1999)
4. Soliva-Fortuny RC, Maritin-Bellosio O. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. Trend Food Sci. Tech. 14: 341-353 (2003)
5. Yang HC, Kim YH, Lee TK, Cha YS. Physicochemical properties of lotus root. Agric. Chem. Biotechnol. 28: 239-244 (1985)
6. Park SY, Hwang TY, Kim JH, Moon KD. Quality changes of minimally processed lotus root (*Nelumbo nucifera*) with browning inhibitors. Korean J. Postharvest Sci. Tech. 8: 164-168 (2001)
7. Park SH, Ham TS, Han JH. Effects of ethanol-extract of lotus roots on the renal function and blood pressure of fructose-induced hypertensive rats. J. East Asian Soc. Dietary Life 15: 165-170 (2005)
8. Park SH, Shin EH, Koo JG, Lee TH, Han JH. Effects on *Nelumbo nucifera* on the regional cerebral blood flow and blood pressure in rats. J. East Asian Soc. Dietary Life 15: 49-56 (2005)
9. Moon SM. Purification and characterization of polyphenol oxi-

dase and prevention of browning of lotus root (*Nelumbo nucifera* G.). MS thesis, Mokpo National Univ., Mokpo, Korea (2003)

10. Park WP, Cho SH, Lee DS. Screening of antibrowning agents for minimally processed vegetables. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 278-282 (1998)
11. Kiura H, Sano K, Morimatsu S, Nakano T, Morita C, Yamaguchi M, Maeda T, Katsuoka Y. Bactericidal activity of electrolyzed acid water from solution containing sodium chloride at low concentration, in comparison with that at high concentration. J. Microbiol. Meth. 49: 285-293 (2002)
12. Kim C, Hung YC, Brackett RE. Roles of oxidation-reduction potential in electrolyzed oxidizing and chemically modified water for the inactivation of food-related pathogens. J. Food Protect. 63: 19-24 (2000)
13. Fabrizio KA, Cutter CN. Comparison of electrolyzed water with other antimicrobial interventions to reduce pathogens on fresh pork. Meat Sci. 68: 463-468 (2005)
14. Koseki S, Itoh K. Fundamental properties of electrolyzed water. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi 47: 390-393 (2000)
15. Lavid N, Schwartz A, Yarden O, Tel-Or E. The involvement of polyphenols and peroxidase activities in heavy-metal accumulation by epidermal glands of the waterlily (*Nymphaeaceae*). Planta 212: 323-331 (2001)
16. Takahashi T, Abe K, Chachin K. Effect of air-exposure at low temperature on physiological activities and browning of shredded cabbage (in Japanese). Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi 43: 663-667 (1996)
17. Lee BY, Hwang JB. Some components analysis of chinese water chestnut processing. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 717-720 (1998)
18. Loaiza J, Cantwell M. Postharvest physiology and quality of cilantro (*Coriandrum sativum* L.). HortScience 32: 104-107 (1997)
19. Setty GR, Vijayalakshmi MR, Devi AU. Methods for peeling fruits and vegetables: A critical evaluation. J. Food Sci. Technol. 30: 155-162 (1993)
20. Lee CH, Lee SW. Peeling operations of root vegetables: potato, sweet potato and carrot. Korean J. Food Sci. Technol. 16: 329-335 (1984)
21. Ohlsson T, Bengtsson N. Minimal processing technologies in the food industry. CRC Press, NY, Washington DC, USA. pp. 223-225 (2002)
22. Kong YJ, Park BK, Oh DH. Antimicrobial activity of *Quercus mongolica* leaf ethanol extract and organic acids against food-borne microorganisms. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 178-183 (2001)
23. Woo SM, Jang SY, Kim OM, Youn KS, Jeong YJ. Antimicrobial effects of vinegar on the harmful food-borne organisms. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 11: 117-121 (2004)
24. Brecht JK, Sabaa-Srur AUO, Sargent SA, Bender RJ. Hypochlorite inhibition of enzyme browning of cut vegetables and fruits. Acta Horticulturae 343: 341-344 (1993)
25. Park S, Kang JY, Kang SC. Improvement in storage stability of export peeled-chestnuts using electrolyzed acid-water. Agric. Chem. Biotechnol. 41: 545-549 (1998)
26. Han SJ, Koo SJ. Study on the chemical composition in bamboo shoot, lotus root and burdock - Free sugar, fatty acid, amino acid and dietary fiber contents. Korean J. Soc. Food Sci. 9: 82-87 (1993)