

빙점강하제 첨가 전해산화수에 의한 깻밤의 저장 중 갈변억제 효과

정진웅 · 이선민 · 김은미 · 김종훈 · 김명호
한국식품개발연구원

Antibrowning Effects of Electrolyzed Oxidizing Water with/without Freezing Point Depressing Agents on Peeled Chestnut during Storage

Jin-Woong Jeong, Sun-Min Lee, Eun-Mi Kim, Jong-Hoon Kim and Myung-Ho Kim
Korea Food Research Institute, Sungnam 463-420, Korea

Abstract

This study was to investigate the inhibiting effect of electrolyzed oxidizing (EO) water with/without freezing point depressing agents on polyphenol oxidase (PPO) activity of peeled chestnut. 0.85% sodium chloride, 0.5% citron and 0.5% lemon juice were used to freezing point depressing agents. The content of total phenolics was 13.36 mg% at the earlier stage of storage, and then suddenly increased at around 8~11days. At the 11th day, PPO activity of untreated chestnut was 1,152 units, that was higher than any others. EO water adding lemon and citron juice showed synergistic effects on the enzyme inhibition, and their PPO activities were 143.3 and 180.22 units after 4 weeks, respectively. Sensory analysis showed that acceptance of peeled chestnuts was dependent on color and taste, which was related to PPO activity and sweetness. The peeled chestnut treated with EO water added citron or lemon juice tended to show the highest score for acceptance.

Key words : antibrowning effect, electrolyzed oxidizing water, polyphenol oxidase, total phenolics, immersion liquid

서 론

밤은 전분의 함량이 높아 예로부터 대용 식량원 및 기호식품으로 사용되었다. 우리 나라에서는 대부분 제수용인 생울로 소비되고 있으며, 가공용으로는 통조림, 당과류 등에 소량 소비되는 이외에는 대부분 수출되고 있는 실정이다(1,2). 밤의 수출형태는 대부분 내피와 외피를 제거한 깻밤으로 명반을 첨가한 저장액에 침지한 상

태로 일본 등지로 수출되고 있으나, 유통시 저장액의 백탁 현상 및 흑점 발생이 큰 문제점으로 대두되고 있다.

밤의 갈변 원인으로는 과육 중의 polyphenol의 산화(3)와 지질이 저장 중에 산화되어 생성되는 carbonyl에 의한 amino-carbonyl 반응 때문(4)이라고 알려져 있으며, 이 중 polyphenol에 의한 갈변현상은 최소가공(minimal processing)이나 저장 중 polyphenol oxidase 및 peroxidase에 의한 효소적 갈변을 일으키기 때문에 식물체에서 갈변을 억제하는 방법을 연구할 때 가장 중요하게 다루는 항목이다(5,6). 그러나 이에 관한 연구는 밤에서 peroxidase를 분리하여 효소적 특성을 연구한 결과는 있지만(7) polyphenol oxidase나 peroxidase를 억제하는 방법이 다방면으로 연구되어진 사과(8-9)나 감자(10)에 비해서는 매

Corresponding author : Jin-woong Jeong, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Sungnam-si, Kyunggi-do 463-420, Korea
E-mail : jwjeong@kfri.re.kr

우 미흡한 실정이다.

전해산화수는 소량의 NaCl을 첨가한 물을 전기 분해하여 양극에서 얻을 수 있는 기능수로 낮은 pH, 높은 산화환원전위, 높은 차아염소산 함량으로 인하여 살균력이 입증되었으며(11), 독성시험을 거쳐 인체에 무독한 것으로 판정되어 의료, 화장품 및 식품산업에 그 이용도가 높아지고 있다(12-14). 또한 전해산화수에 다량으로 첨가되어있는 차아염소산(HClO), OCl 및 Cl가 야채와 과일의 효소적 갈변을 억제하는 것으로 알려져 있으나(15) 전해산화수를 이용하여 효소적 갈변을 억제하는 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 수출용 간밤의 품질유지, 수송비 절감 및 유통기간 연장에 이바지하기 위하여 전해산화수에 유자과즙, 레몬과즙, NaCl 등을 첨가하여 제조한 침지 저장액을 사용하여 간밤의 갈변억제에 따른 저장 효과를 비교하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서는 2000년 10월초 충남 공주 밤영농조합에서 수확된 은기 품종을 구입하여 생밤상태로 -1℃ 저온실에 저장한 밤을 박피하여 사용하였다.

저장액 제조 및 시료처리

간밤의 침지 처리 및 저장액으로 사용할 전해산화수는 전해산화수생성기(GTB 1200, (주)경우테크, 한국)로 제조한 산화환원전위(oxidation-reduction potential: ORP) 및 pH가 각각 1,120~1,150 mV, pH 2.4~2.7인 전해산화수를 사용하였다. 그리고 전해산화수의 빙점을 강하시키기 위하여 사용된 빙점강하제로는 NaCl(Junsei, Japan)과 레몬 착즙액은 (주)정안농산(대구)에서 공급받아 사용하였으며, 유자 착즙액은 2000년 11월 고흥에서 수확된 유자를 외피를 제거한 후 착즙·2차 여과한 것을 사용하였다. 첨가비율은 관능평가에 따라 빙점강하제의 맛과 향을 거의 느낄 수 없고, 산화환원전위를 1,000 mV 이상으로 유지시킬 수 있는 수준으로 NaCl은 0.85%, 나머지 빙점강하제는 0.5%로 결정하였다.

저장시험용 간밤은 수작업으로 박피한 밤을 증류수에 세척하고, 시료 중량 5배의 전해산화수에 10분간 침지

한 후 탈수하였다. 간밤과 저장액의 비율은 명반수를 사용한 경우에는 1:1(w/v)로 하고, 그 밖의 저장액은 1:0.5(w/v)가 되도록 혼합한 후 0.03 mm PE 필름에 약 500 g 씩 포장하여 -2±0.5℃가 유지되는 저장고에서 28일간 저장하면서 실험하였다.

저장액의 물성 측정

pH는 pH meter(Suntex 2000A, USA)를 사용하였고, 산화환원전위는 OrP meter(RM-12P, TOA Electronics, Japan)로 실온에서 측정하였으며, 차아염소산 함량은 제조한 초저온수 50 mL에 요오드화칼륨 2 g, 초산 10 mL와 1% 전분지시약을 몇 방울 가하여 흑갈색이 되도록 한 후 0.1 N Na₂S₂O₃ 용액으로 흑갈색의 용액이 투명해질 때까지 적정하였다(23).

탁도 및 색도 측정

탁도는 간밤 저장액 3 mL를 취해 UV/VIS spectrophotometer (V-550, JASCO, Japan)로 660 nm에서 흡광도를 측정하였고, 색도는 색도계(Macbeth spectrophotometer color eye 310, USA)를 사용하여 L, a, b값으로 나타내었다.

총 페놀성 화합물의 함량 분석

시료 1 g을 취하고 여기에 50% methanol 50 mL를 가하여 80℃ 수조에서 1시간 환류 냉각하면서 추출하고 실온으로 냉각하여 여과한 후 100 mL로 정용하였다. 이 중 1 mL를 사용하여 Folin-Denish 법(16)으로 정량하였다.

Polyphenol oxidase 활성 측정

시료 10 g에 10 mM 인산 완충용액 (pH 7.2) 40 mL를 붓고 polyvinylpyrrolidone 0.5 g을 넣고 빙냉하면서 마쇄한 후 거즈로 거른 다음, 12,000×g로 10분간 원심분리한 상등액을 조효소액으로 하였다. PPO의 역가를 측정하기 위해서는 pH 6.0의 0.1 M 인산 완충용액 1 mL에 0.1 M catechol 1.9 mL를 가한 다음 조효소액 0.1 mL를 넣고 반응을 진행시키면서 420 nm에서 흡광도의 증가를 측정하고, 조효소액 1 mL가 1분당 흡광도를 0.001 변화시키는 것을 1 unit로 하여 PPO의 활성으로 표시하였다(17).

판능검사

판능평가는 처리구별로 각각의 시료를 선발된 6인의 패널요원이 색, 냄새, 맛, 조직감, 신선도 및 종합적인 기호도 등의 항목을 비교 평점법으로 평가하였고, 이때 대조구로 쓰인 신선한 밤의 점수(8.0)를 기준으로 하여 비교하였으며, 유의성 검증은 SAS를 이용한 Duncan의 다범위 검정으로 분석하였다.

결과 및 고찰

간밤 저장액의 물성 변화

살균력 및 갈변억제 효과가 있는 전해산화수의 활용도를 높이고자 여러 종류의 빙점강하제를 첨가하여 빙점이 0~5℃ 범위인 간밤의 저장액을 제조하였다. 이를 0℃ 저온으로 저장하면서 살균력과 관계되는 pH와 산화환원전위, 차아염소산 함량을 살펴본 결과는 Fig. 1, 2, 3과 같다. pH는 모든 전해산화수 처리구가 초기 pH 2.45~2.52로 거의 비슷하고 저장 30일이 지나도 그 값이 크게 변화하지 않았다. 산화환원전위는 제조 직후 측정된 전해산화수가 1,143 mV로 가장 높게 나타났고, 그 다음 레몬과즙 처리구가 1,122 mV, NaCl 처리구가 1,119 mV, 유자과즙 처리구가 1,002 mV 순으로 나타났다. 이 중 전해산화수와 NaCl 처리구는 33일의 저장기간 동안에 산화환원전위의 변화가 거의 없었으며, 레몬과즙 처리구와 유자과즙 처리구는 제조 직후부터 시간이 지날수록 감소를 거듭하여 저장 33일에 각각 1,000 mV, 879 mV를 나타내었다(Fig. 2). 제조 직후 최고 43.62 ppm에서 최저 14.18 ppm이었던 차아염소산 함량은 전체적으로 제조 1일 내지 2일 후 5 ppm이상씩 급격히 감소한 다음, 저장 30일 후에 전해산화수가 19.50 ppm으로 약 55%, NaCl 처리구는 16.31 ppm으로 56.79% 감소되었으며, 유자과즙 처리구가 4.61 ppm으로 67.5%, 레몬과즙 처리구가 3.19 ppm으로 초기 차아염소산 함량에 비해 82.7%라는 급격한 감소율을 나타냈다(Fig. 3). 그러나 이와 같은 차아염소산의 함량 감소에도 불구하고 산화환원전위가 1,000 mV 이상을 유지하고 있기 때문에 그 살균력에는 크게 영향을 미치지 못하였다. 이는 5℃ 저장시 7일째에 12.83 ppm으로 차아염소산 함량이 저하되었다는 정 등(18)의 보고와 비교하였을 때 전해산화수의 저장온도를 0℃로 전환하게 되면

30일 이후에도 이보다 높은 차아염소산 함량을 유지시킬 수 있어, 수압식 예냉(hydrocooling)에 이용시 살균 효과 증대 및 호흡률의 급격한 감소로 인한 과채류의 선도 연장에 유용하게 이용될 수 있는 상업적 이용가치가 높다고 판단되었다.

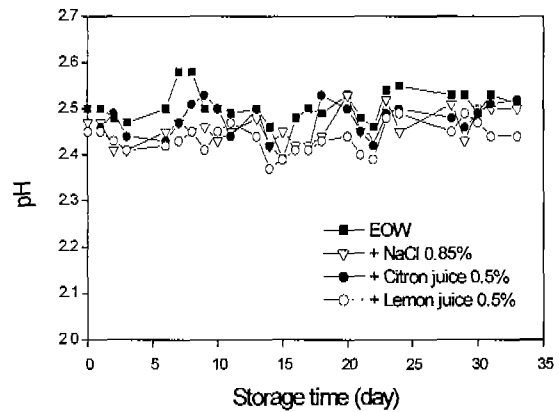


Fig. 1. Changes in pH of electrolyzed oxidizing water with/without freezing point depressing agents during storage. EOW : Electrolyzed oxidizing water. + : Added to electrolyzed oxidizing water.

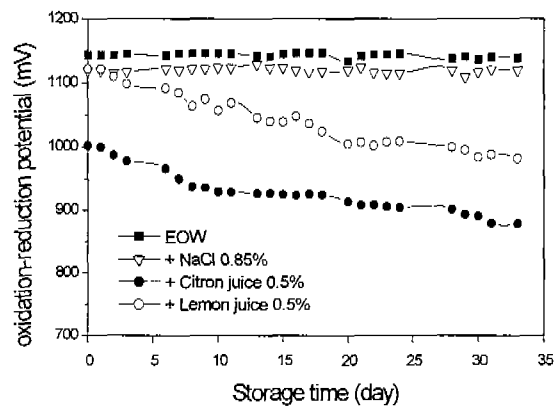


Fig. 2. Changes in oxidation reduction potential of electrolyzed oxidizing water with/without freezing point depressing agents during storage time. EOW : Electrolyzed oxidizing water. + : Added to electrolyzed oxidizing water.

저장액의 pH 및 탁도의 변화

간밤 저장 중에 있어 저장액의 pH 변화는 Fig. 4와 같다. 명반수의 초기 pH는 3.82로 전해산화수의 pH인 2.56~2.60에 비해 높았으나 명반수 처리구는 저장기간

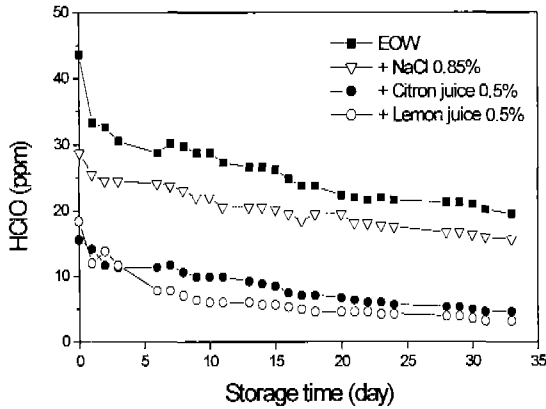


Fig. 3. Changes in hypochlorite contents of electrolyzed oxidizing water with/without freezing point depressing agents during storage.
EOW : Electrolyzed oxidizing water.
+ : Added to electrolyzed oxidizing water.

이 경과함에 따라 서서히 증가하여 저장 35일째에 pH 5.12를 나타내었으며, 저장 7일째에 레몬과즙 및 유자과즙 첨가 전해산화수 처리구에서는 pH 4.44로, 전해산화수와 NaCl 첨가구는 각각 pH 5.11, pH 5.01로 급격한 증가를 보이고, 저장 14일에 다시 한번 크게 증가한 다음 저장 21일 이후에는 pH 6.0 수준으로 안정적인 경향을 보여주었다. 이와 같은 결과는 전해산화수에 간밤을 침지하였을 때 저장액의 pH 증가폭이 매우 완만하여 20일 이후 pH 3.7~pH 4.6 정도를 나타내었다는 박 등 (19)의 연구와 매우 상이한 결과를 나타내었다. 이는 전해산화수 제조시 전압 및 수도수에 첨가되어지는 NaCl의 농도, 온도에 따라 전해산화수의 특징이 달라지기 때문으로 사료되며, 저장 중의 pH 변화요인은 전해산화수가 유기물에 접촉하였을 때 pH와 산화환원전위가 크게 증가하기 때문으로 생각되어진다. 따라서 전해산화수의 초기 pH가 세균의 생육 최저 pH인 4.5~5.0보다 낮고 젖산균의 생육 최적 pH인 3.5보다 낮아 미생물의 증식억제를 통한 저장성 향상에 매우 유리한 것으로 여겨진다(12). 한편 저장 중 저장액의 탁도 변화를 살펴본 결과는 Fig. 5와 같다. 명반수 처리구는 저장 7일에 흡광도가 0.86으로 급격하게 증가하였다가 저장기간이 경과될수록 감소하여 저장 28일에 0.36을 나타내었으며, 다른 저장액은 28일까지 서서히 증가하여 저장 28일에 NaCl 첨가구가 최저 0.72를, 유자과즙 첨가 전해산화수 처리구에서 0.98로 가장 높은 탁도를 나타내었다. 이와 같이 명반수에 저장한 경우 다른 저장액보다 초기 탁도가 크게 증가하는 것으로 보아 저장 초기에 미생물의

생장이 있었음을 추정할 수 있었으며, 전해산화수 처리 시에는 높은 산화환원전위와 낮은 pH로 초기 미생물이 억제되었기 때문에 저장액의 성질이 변화한 이후에 미생물의 생장이 이루어진 것으로 추측되어진다. 또한, 병점강화제 처리구가 명반수 처리구에 비하여 탁도가 높은 이유는 단위 포장된 저장액이 명반수의 1/2 밖에 되지 않는 것도 영향이 큰 것으로 여겨진다. 따라서 절반의 저장액으로도 기존의 명반수처리 유통 방법과 유사하거나 더 좋은 저장성을 나타냄으로써 대일 수출시 운송비 절감에 크게 기여할 것으로 판단되어진다.

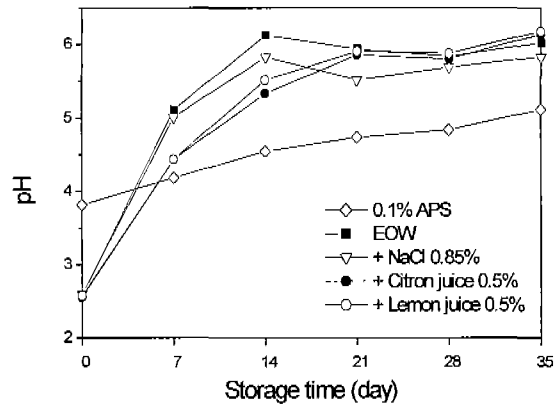


Fig. 4. Changes in pH value of electrolyzed oxidizing water with/without freezing point depressing agents used for storing peeled chestnut during storage.
APS : Aluminium potassium sulfate
EOW : Electrolyzed oxidizing water
+ : Added to electrolyzed oxidizing water.

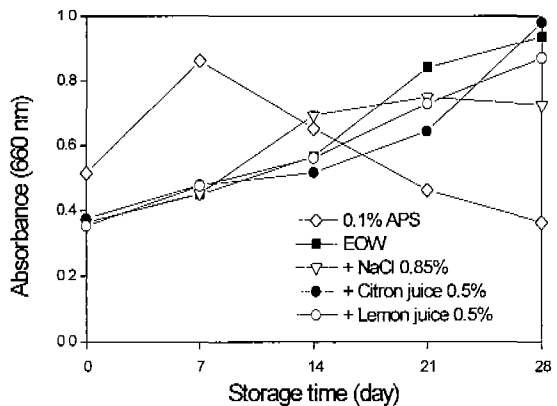


Fig. 5. Changes in O.D. of electrolyzed oxidizing water with/without freezing point depressing agents used for storing peeled chestnut during storage.
APS : Aluminium potassium sulfate
EOW : Electrolyzed oxidizing water
+ : Added to electrolyzed oxidizing water.

Table 1. Changes in Hunter L, a, b and color difference value of peeled chestnut during storage

Treatment	Hunter	Storage time (day)						
		0	2	8	11	17	22	28
Untreated	L	78.96	80.55	78.61	74.07	71.90	71.01	69.40
	a	3.55	3.70	6.22	7.91	9.36	7.45	9.26
	b	18.05	16.08	14.85	18.45	17.92	16.43	16.67
	ΔE	-	2.54	4.18	6.56	9.15	9.00	11.22
0.1% APS ¹⁾	L	78.96	82.33	81.16	80.94	79.33	78.83	72.93
	a	3.55	3.87	4.64	4.52	4.16	5.66	5.07
	b	18.05	16.81	18.10	19.04	17.11	18.86	17.04
	ΔE	-	3.50	2.84	2.34	1.20	1.45	7.32
EOW ²⁾	L	78.96	80.59	81.68	78.33	78.75	76.87	76.95
	a	3.55	3.75	4.36	4.37	3.72	4.94	2.21
	b	18.05	16.76	17.29	17.85	14.29	15.99	11.27
	ΔE	-	2.09	2.94	1.05	3.77	3.25	7.20
+ ³⁾ NaCl 0.85%	L	78.96	81.02	80.02	77.19	77.15	73.77	72.38
	a	3.55	3.58	4.01	4.99	5.46	4.94	5.02
	b	18.05	17.06	16.12	17.61	18.75	15.23	16.13
	ΔE	-	2.29	2.25	2.32	2.72	6.07	7.01
+ Citron juice 0.5%	L	78.96	79.49	83.84	76.29	76.94	82.04	80.75
	a	3.55	3.48	3.15	4.16	4.31	4.14	3.79
	b	18.05	15.62	14.18	16.45	15.95	16.59	14.09
	ΔE	-	2.49	6.24	3.17	3.01	3.46	4.35
+ Lemon juice 0.5%	L	78.96	81.76	81.38	77.62	79.50	75.67	75.91
	a	3.55	2.95	4.10	3.48	4.91	3.76	3.45
	b	18.05	14.70	17.71	14.87	16.57	15.02	13.71
	ΔE	-	4.41	2.50	3.45	2.08	5.26	5.31

¹⁾ Aluminium potassium sulfate.
²⁾ Electrolyzed oxidizing water.
³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

표면색도

저장기간 동안 간밤의 표면색도를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 식품의 밝기를 나타내는 L값은 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향이 나타났으며, 명반수 처리구는 저장초기에 L값이 증가된 다음 서서히 감소하였으나, 그 외의 모든 처리구는 무처리구에 비하여 초반에 밝기가 증가되었다가 감소하여 저장 28일에도 L값이 무처리구에 비하여 높게 나타났으며, 이 중 유자 과즙 첨가 전해산화수 처리구는 저장 28일까지 명도의 변화가 거의 없었다. 붉은색의 정도를 나타내는 a값은 무처리구에서 증가율이 제일 높았으며, 명반수에서는 이보다 다소 낮은 증가율을 보였고, 그 외의 처리구에서는 초반에 약간의 증가추세를 보이다가 저장기간이 길어짐에 따라 다시 감소하거나 유지되는 경향을 나타내었다. 노란색의 정도를 표현하는 b값은 전체적으로 감소하는 경향을 나타냈으나 명반수에 침지한 경우에는

저장기간이 증가함에 따라 오히려 증가하는 추세를 나타내 관능검사시 다른 밤들에 비해 육안으로도 노란 정도를 관찰할 수 있었다. 김 등(22)은 간밤의 활용도 증진을 위한 연구에서 명반수에 침지하였을 때 b값이 증가된다는 보고를 한 바 있다.

Hunter 색도계를 이용하여 얻은 L, a, b값으로 Lab 공간에 있는 두 점간의 직선거리로 표현되는 색차(ΔE)값으로 비교한 결과, 저장기간이 길어질수록 초기시료에 대한 색차값은 증가하는 경향을 나타냈으며, 현저한 색도 차이가 나타나는 3.0 이상이 되는 기간이 명반수 처리구와 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구는 저장 2일째로부터 색차가 생겨나는 현상이 나타났으나 저장 기간이 계속됨에 따라 다시 색차가 감소하였으며, 유자와 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구는 저장 20일 동안 갈변도가 크게 진행되지 않음을 알 수 있었다.

총 페놀성 화합물의 함량과 polyphenol oxidase의 활성

대부분의 과실류에 존재하는 페놀성 화합물은 polyphenol oxidase에 의한 효소적 갈변의 기질로 공기중의 산소에 의해 quinone 또는 quinone 유도체들로 산화되는 물질이다. 이와 같이 형성된 quinone 내지 quinone 유도체들은 활성이 매우 커서 계속 산화, 중합 또는 축합되어 최종적으로 melanin 색소 또는 흑색의 색소들을 형성한다(21). 따라서 과실 중의 페놀성 화합물들의 양을 줄일 수 있으면 품질열화와 관계된 갈변현상도 어느 정도 억제시킬 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 본 실험에서는 간밤을 전해산화수에 침지하였을 때 페놀성 화합물들의 변화되는 양을 측정하고, 효소에 의한 갈색화 반응 중 가장 중요하게 여겨지는 polyphenol oxidase의 활성을 비교하면서 갈변억제 정도를 측정하였다(Fig. 6, 7). Caffeic acid를 표준곡선으로 측정된 총 폴리페놀의 함량은 저장 초기에 13.36 mg%로 매우 낮은 함량을 가지고 있었으며, 무처리는 저장기간이 지날수록 서서히 증가하다가 저장 17일에 59.12 mg%로 최고치를 기록하고 다시 감소하는 경향을 보였으며, 전해산화수 처리구는 저장 8일에 61.02 mg%로 갑작스럽게 증가한 다음 감소하였으며, 이외의 처리구에서는 저장 8일까지 16.5~28.65 mg%로 그 변화량이 미세하다가 저장 11일에 갑작스럽게 증가하여 39.23~50.3 mg%가 되었다가 저장기간이 계속됨에 따라 서서히 감소하였다.

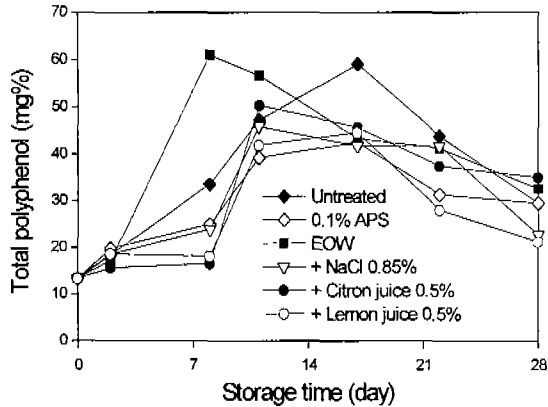


Fig. 6. Changes in total phenolic compound contents of peeled chestnut during storage.
 APS: Aluminium potassium sulfate
 EOW: Electrolyzed oxidizing water
 +: Added to electrolyzed oxidizing water.

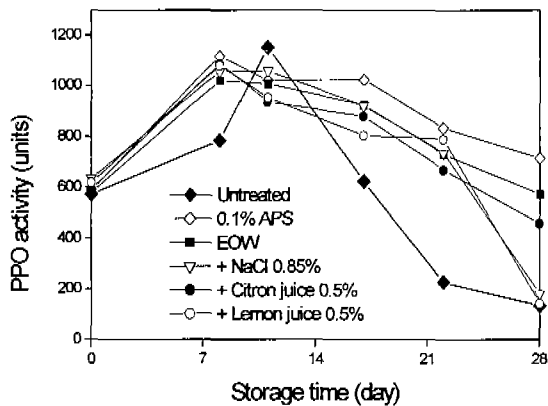


Fig. 7. Changes in polyphenol oxidase activity of peeled chestnut during storage.
 APS: Aluminium potassium sulfate
 EOW: Electrolyzed oxidizing water
 +: Added to electrolyzed oxidizing water.

품종, 숙성시기, 실험절차, 추출방법에 따라 분석치 간의 차이가 커서 총 폴리페놀함량의 단순한 비교는 적합하지 않으나, 시료간의 오차를 감안한다고 하더라도 총 폴리페놀 함량과 polyphenol oxidase 활성과는 밀접한 관계가 있는 것으로 판단되었다. 본 실험에서는 무처리구를 제외하고는 모두 저장 8일째에 급격하게 활성이 증가되었다가 점점 그 활력이 떨어지는 것으로 나타났으며, 무처리구는 저장 11일에 최고 활성인 1,152.8 units을 나타냈다가 급속하게 감소하였다. 이는 표면의 수분이 증발됨에 따라 효소가 최적의 활성을 나타내기

에 부족한 환경으로 변화했기 때문이라고 생각되며, NaCl 첨가구와 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구는 갈변억제제로서의 특성을 나타내어 저장기간이 지속됨에 따라 효소의 활성이 크게 억제되는 경향을 나타냈으며, 명반수 처리구의 경우 이외의 전해산화수 처리구들에 비해 8일째 활성이 높았고, 감소율도 낮아 갈변억제효과가 크지 않은 것으로 판단되었다.

관능적 품질

저장 중(-2℃) 간밤의 처리구별에 따른 기호도 변화는 Table 2와 같다. 무처리한 밤은 저장 2일째 결과에서 색, 냄새, 맛, 조직감, 신선도 및 종합적인 기호도에서 대조구보다는 낮은 점수를 받았으나 다른 처리구들과 큰 차이를 나타내지는 않았다. 평가 항목중 색깔은 저장한지 7일이 되었을 때 다른 처리구들이 대조구와 유의적인 차이가 없게 나타난 반면 무처리구는 이때부터 색깔의 변화가 나타났음을 알 수 있었다. 그 밖에 냄새, 조직감, 맛은 저장 14일 이후부터 좋지 못함을 알 수 있으며 이것으로 보아 무처리 간밤의 유통기한은 대략 14일 이내임을 추측할 수 있다. 신선도는 저장 7일째부터 떨어지기 시작하였으며 전체적인 기호도 평가에서 저장 14일 후부터는 품질이 현저히 낮아짐을 알 수 있다. 명반수로 처리한 간밤은 색에 있어서 저장 14일째까지 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않음으로써 다른 처리구들과 비교할 때 가장 우수한 결과를 나타내었다. 반면 냄새, 조직감, 맛, 신선도는 전해산화수 보다는 다소 낮았으나 대체적으로 저장 14일까지는 다른 시료들과 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다.

간밤을 전해산화수로 처리했을 시 색깔은 저장 21일째까지 대조구와 차이가 없었으며, 조직감과 신선도도 색과 마찬가지로 저장 21일까지는 우수한 것으로 나타났다. 저장 14일 까지는 냄새와 맛에 있어서도 대조구와 유의적인 차이가 없었으며, 저장 21일이 되었을 때도 무처리구와 명반수 처리구보다는 전체적인 기호도에서 높은 저장효과를 나타내었다. NaCl 첨가 전해산화수 처리구는 색도, 조직감 및 신선도가 모두 저장 21일, 냄새와 맛, 전체적인 기호도는 모두 저장 14일째 유의적인 차이가 나타나기 시작했으나 맛을 평가했을 시 다른 처리구들 중에서 가장 낮은 점수를 나타내었다. 이는 NaCl의 고유한 짠맛 때문이라고 생각되며, 저장·유통시 소비자들의 기호를 고려해볼 때 중요한 문제라고 생각된다. 유

Table 2. Sensory evaluation of peeled chestnut during storage¹⁾

Parameter	Sample	storage time (day)				
		0	7	14	21	28
Color	Untreated	4.0 ^f	4.2 ^b	3.8 ^c	5.0 ^b	3.0 ^d
	0.1% APS ²⁾	7.2 ^{ab}	6.8 ^a	6.2 ^b	4.8 ^b	5.4 ^b
	EOW ³⁾	7.4 ^{ab}	6.4 ^a	6.0 ^{ab}	6.0 ^{ab}	4.6 ^{bc}
	+ ⁴⁾ NaCl 0.85%	7.6 ^a	6.8 ^a	6.6 ^{ab}	6.2 ^{ab}	3.8 ^{cd}
	+ Citron juice 0.5%	7.2 ^{ab}	7.2 ^a	5.6 ^b	5.0 ^b	3.4 ^{cd}
	+ Lemon juice 0.5%	7.4 ^{ab}	6.8 ^a	6.0 ^{ab}	5.4 ^b	4.6 ^{bc}
Odor	Untreated	5.4 ^b	5.0 ^{ab}	5.6 ^b	4.4 ^{bc}	5.0 ^b
	0.1% APS	6.0 ^{ab}	5.2 ^{ab}	5.2 ^b	4.4 ^{bc}	4.2 ^b
	EOW	6.0 ^{ab}	6.0 ^{ab}	5.8 ^b	4.0 ^{bc}	5.4 ^b
	+ NaCl 0.85%	6.0 ^{ab}	6.0 ^{ab}	4.8 ^b	3.8 ^c	4.0 ^b
	+ Citron juice 0.5%	6.8 ^{ab}	5.6 ^{ab}	5.4 ^b	4.0 ^{bc}	4.6 ^b
	+ Lemon juice 0.5%	6.6 ^{ab}	4.8 ^b	4.8 ^{ab}	5.6 ^b	5.0 ^b
Texture	Untreated	5.6 ^a	6.6 ^{ab}	6.2 ^{ab}	3.6 ^b	4.4 ^{bc}
	0.1% APS	6.4 ^a	5.6 ^{bc}	4.6 ^c	4.2 ^b	4.0 ^{bc}
	EOW	5.6 ^a	6.0 ^{abc}	5.6 ^{abc}	3.8 ^b	4.2 ^{bc}
	+ NaCl 0.85%	6.2 ^a	6.0 ^{abc}	5.8 ^{abc}	4.6 ^b	3.4 ^c
	+ Citron juice 0.5%	7.2 ^a	5.0 ^c	5.6 ^{abc}	3.6 ^b	3.8 ^c
	+ Lemon juice 0.5%	6.8 ^a	5.4 ^{bc}	5.4 ^{bc}	5.4 ^{ab}	5.2 ^b
Taste	Untreated	4.8 ^b	5.2 ^b	5.2 ^{ab}	3.6 ^c	5.6 ^b
	0.1% APS	5.6 ^{ab}	5.4 ^{ab}	4.8 ^b	4.4 ^{bc}	4.2 ^{cd}
	EOW	6.0 ^{ab}	5.8 ^{ab}	5.6 ^{ab}	3.4 ^c	5.0 ^{bc}
	+ NaCl 0.85%	6.0 ^{ab}	6.0 ^{ab}	4.0 ^b	2.6 ^c	3.2 ^d
	+ Citron juice 0.5%	7.0 ^a	5.0 ^b	5.4 ^{ab}	3.2 ^c	5.2 ^{bc}
	+ Lemon juice 0.5%	6.4 ^{ab}	4.8 ^b	4.0 ^b	5.8 ^{ab}	5.6 ^b
Freshness	Untreated	4.4 ^b	5.4 ^b	4.6 ^b	3.6 ^b	3.6 ^{abcd}
	0.1% APS	5.2 ^b	5.6 ^b	4.8 ^b	4.2 ^b	2.6 ^d
	EOW	5.4 ^{bc}	5.6 ^b	5.6 ^b	4.4 ^b	3.6 ^{abcd}
	+ NaCl 0.85%	6.2 ^{abc}	5.6 ^b	4.8 ^b	4.6 ^b	2.8 ^{cd}
	+ Citron juice 0.5%	7.4 ^a	4.4 ^b	5.0 ^b	4.0 ^b	4.2 ^{bc}
	+ Lemon juice 0.5%	7.0 ^{ab}	5.2 ^b	4.6 ^b	5.6 ^{ab}	4.8 ^b
Overall	Untreated	4.0 ^b	5.0 ^{bc}	4.8 ^{bc}	3.6 ^b	4.0 ^{cd}
	0.1% APS	4.8 ^b	5.4 ^b	5.0 ^{bc}	4.2 ^b	3.8 ^{bd}
	EOW	5.2 ^{ab}	5.0 ^{bc}	5.8 ^{ab}	4.0 ^b	4.6 ^c
	+ NaCl 0.85%	6.0 ^{ab}	5.4 ^b	4.2 ^c	3.8 ^b	3.0 ^d
	+ Citron juice 0.5%	7.4 ^a	4.2 ^c	5.4 ^{bc}	3.8 ^b	4.8 ^{bc}
	+ Lemon juice 0.5%	6.8 ^{ab}	5.8 ^b	5.2 ^{bc}	5.6 ^{ab}	5.8 ^b

¹⁾ Each value represent the mean of the rating by 5 judges using 9-point scale(1: extremely poor 5: medium 9: extremely good)

²⁾ Aluminium potassium sulfate.

³⁾ Electrolyzed oxidizing water.

⁴⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

^{abcd} Means with same superscripts in a column are not significantly different(p < 0.05).

자와 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구에 있어서 유자과즙 첨가 전해산화수 처리구는 저장 21일째까지 전해산화수와 NaCl을 제외하고는 대조구와 가장 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으며 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구 역시 저장 21일째까지 색을 유지하는데 탁월한 효과를 보이는 것으로 나타났다. 냄새와 조직감은 유자와 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구 모두 저장 21일, 맛은 유자와 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구가 각각 14일, 28일, 신선도 및 전체적인 기호도는 모두 저장 28일까지 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

신선도 및 전체적인 기호도를 중심으로 상품성의 한계점수를 4점으로 하였을 때, 무처리한 경우 저장 가능한 기간은 14일, 명반수와 전해산화수 및 NaCl 첨가 전해산화수 처리구는 21일, 유자와 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구는 저장상태에 따라 28일까지도 저장이 가능한 것으로 판단된다.

요 약

다양한 침지 저장액에 의한 간밤의 갈변억제에 따른 저장 효과를 비교하였다. 총 폴리페놀의 함량은 저장 초기에 13.36 mg%로 매우 낮게 나타났으나, 무처리구는 저장 17일까지 59.12 mg%로 증가 후 다시 감소하였다. 전해산화수 처리구는 저장 8일에 61.02 mg%로 갑작스런 증가를 보인 후 감소하였고, 그 외의 처리구에서는 저장 초기에 미세한 변화를 보이다가 저장 11일에 갑작스럽게 증가하는 경향을 나타내었다. Polyphenol oxidase 활성의 변화는 기질의 증가시기보다 조금 앞서 증가되기 시작하였으며, 무처리구가 저장 11일에 1,152 units로 가장 높은 활성을 나타내었다. 그리고 명반수 처리구가 저장 8일에 1,117 units로 다른 처리구에 비하여 높은 활성을 나타내었다. 4주간 저장하였을 때에는 유자와 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구가 각각 143.3 units와 180.22 units를 나타내어 타 처리구에 비하여 갈변이 억제되는 것으로 나타났다. 색도 및 관능검사를 통하여 저장기간을 예측하여 본 결과, 무처리구의 경우는 14일, 명반수, 전해산화수 및 NaCl을 첨가한 전해산화수의 경우는 21일, 유자와 레몬을 첨가한 전해산화수 처리구는 28일까지도 저장이 가능한 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 농림부 (1997) 식품수급표, 112-169.
2. Park, I.S., Kim, S.K. and Kim, C.S. (1985) Physiochemical properties of chestnut starch. *J. Korean Soc. Agri. Chem. Biotechnol.*, **25**, 218-223
3. Kuroki, M. and Uritani, I. (1966) Isolation and identification of two coumarin derivatives from Japanese chestnut. *Agri. Biol. Chem.*, **30**, 78-82
4. Ha, B.S., Bae, M.S., Jeong, T.M., Sung, N.J. and Son, Y.O. (1982) Studies on constituent variation during storage after freeze-drying of chestnut. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **14**, 97-105
5. Park, W.P., Cho, S.H. and Lee, D.S. (1998) Screening of antibrowning agents for minimally processed vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 278-282
6. Whitaker, J.R. and Lee, C.Y. (1995) (Recent advances in chemistry of enzymatic browning) Enzymatic browning and its prevention. ACS symposium series 600 : 2-7. American Chemical Society, Washington, D.C.
7. Oh, S.H., Kim, Y.H. and Lee, S.N. (1987) Purification and properties of the peroxiase in *Castanea Semen*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **19**, 506-514
8. Pizzocaro, F., Torreggiani, D. and Gilardi, G. (1993) Inhibition of apple polyphenoloxidase (PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride. *J. Food Proc. Pres.*, **17**, 21-30
9. Sapers, G.M., Hicks, K.B., Phillips, J.G., Garzarella, L., Pondish, D.L., Matulaitis, R.M., McCormack, T.J. Sondey, S.M. Seib. P.A. and Ei-Atawy, Y.S. (1989) Control of enzymatic browning in apple with ascorbic acid, derivatives, polyphenol oxidase inhibitors, and complexing agents. *J. Food Sci.*, **54**, 997-1002
10. Saper, G.M. and Miller, R.L. (1992) Enzymatic browning control in potato with ascorbic acid-2-phosphates. *J. Food Sci.*, **57**, 1132-1135
- 11.堀田 國元. (1998) 強酸性電解水の殺菌機構と応用. *食品と開発*. **33**, 5-7
12. Hotta, K. (1997) Acidic electrolyzed saline solution : Its antimicrobial activity and factors, and practical applications. International symposium on biotechnology current status & prospects (Korea university). 3-9
- 13.小宮山 寛機. (1998) 電解水の安全性. *食品と開発*. **33**, 8-9
14. 박형우 (1996) 기능수의 연구동향. *식품기술*. **9**, 151-177
15. Brecht, J.K., Sabaa-Srur, A.U.O., Sargent, S.A. and Bender, R.I. (1993) Hypochlorite inhibition of enzyme browning of cut vegetables and fruit. *Acta-Horticulturae*, **343**, 341-344
16. A.O.A.C. (1990) Official methods of analysis. 15th ed. The Association of Official Analytical Chemistry. Washington, D.C.
17. Takahashi, T., Abe, K. and Chachin, K. (1996) Effect of air-exposure at low temperature on physiological activities and browning of shredded cabbage(in Japanese). *J. Japanese Soc. Food Sci. Technol.*, **43**, 663-667
18. Jung, S.W., Park, K.J., Park, K.J., Park, B.I. and Kim, Y.H. (1996) Surface sterilization effect of electrolyzed acid-water on vegetable. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 1045-1051
19. Park, S., Kang, J.Y. and Kang, S.C. (1998) Improvement in storage stability of export peeled chestnuts using electrolyzed acid-water. *J. Korean Soc. Agri. Chem. Biotechnol.*, **41**, 545-549
20. Shin, D.H., Oh, M.J. and Kim, S.Y. (1981) Effect of heat treatments on the chemical compositions of flesh in chestnut processing. *Res. Rep. Agri. Sci. Tech. Chungnam Univ., Korea* **8**, 117-125
21. 김동훈 (1998) 식품화학. 탐구당, 서울, 427-430
22. 김중훈 (2000) 국내산 밤호박을 이용한 가공제품개발 및 간밤의 활용도 증진을 위한 동결처리 연구. 농림부보고서. G1324-0003
23. 식품첨가물공전 I (1997) 508.
24. SAS institute, Inc. SAS User's Guide(1985) Statistical Analysis System Institute, 5th ed., Cary, NC, USA
25. 김광옥, 이영춘 (1998) 식품의 관능검사. 학연사, 서울, 149~155

(접수 2001년 8월 10일)