Korean J Food Preserv
20(1), 23-29 (2013)
http://dx.doi.org/10.11002/kjfp.2013.20.1.23

사단법인 한국식품저장유통학회
The Korean Society of Food Preservation

Effect of Mild Heat and Organic Acid Treatments on the Quality of Fresh-Cut Lotus Roots

Ju-Hyun Park, Seok-In Hong, Moon-Cheol Jeong, and Dongman Kim
Korea Food Reserch Institute, Seongnam 463-746, Korea

열처리 및 유기산처리가 신선편이 연근의 품질에 미치는 영향

박주현 · 홍석인 · 정문철 · 김동만
한국식품연구원

Abstract

To extend the shelf-life of freshly cut lotus roots, the effect of their heat treatment in water at 50℃ was investigated and compared with that of their treatment using 1 percent ascorbic acid and citric acid during their storage. In addition, consecutive heat and acid treatment was applied to freshly cut lotus roots to determine its synergy effect. The level of molds in the sample that was treated with 50℃ water for 60 minutes was the lowest among the treatments and 3.89 log CFU/g after 12-day storage, whereas the population of the control was 6.81 log CFU/g for the same number of days. During the storage, the surface color of the samples showed higher ΔE values and lower L values than that of the initial sample. The color with the heat treatment hardly changed, unlike in the control. The consecutive treatments with hot water and acid showed less quality loss than the simple heat treatment. The marketable quality was maintained for three days without any treatment, for nine days with the heat treatment, and for 12 days with the consecutive treatments of hot water and acid. The consecutive treatments with hot water and acid, especially with 1 percent citric acid, extended the shelf-life of the freshly cut lotus roots by inhibiting the growth of microorganisms and the browning.

Key words : Fresh-cut, lotus root, quality, mild heat, organic acid

서 론

연근은 수련과의 다년생 초본인 연(*Nelumbo mucifera*)의 지하줄기로 주성분은 전분이고, 비타민과 무기질 함량이 높아서 우리나라에서는 전통적으로 생채로 먹거나, 생즙, 조림, 튀김 등 여러 방법으로 이용되고 있다(1)

연근과 연잎은 methyl-corypalline, dimethylcocaeurine, β-sistosterol, kaempferol, quercetine 및 tannic acid 등의 다양한 생리활성 성분을 함유하고 있으며 최근 실험적 연구를 통해 연근의 심혈관계 질환 예방효과, 항암효과, 항산화효과 및 신장보호 효과, 항 스트레스 효과, 시험관 내 당뇨병 예방효과, 항 고지혈증 작용(2-5)이 있는 것이 알려짐으로 인해 점차 소비가 증대되고, 이에 따라 신선한 연근의 유통이 활발해 지고 있다. 연근 유통 시 주요 문제점으로는 박피의 번거로움과 수분손실, 미생물 감염, 생리적 변화로 인한 갈변 등이 대표적이다(6).

이에 대한 대책으로 세척 및 절단 후 포장된 신선편이 형태의 연근 제품이 유통되고 있다. 신선편이 제품은 현재 식품시장과 사회여건의 변화, 고급화 및 간편화 추세에 따라 수요가 크게 증가하고 있다. 감자, 연근과 같은 근채류를 신선편이 형태로 유통 시, 특히 박피나 절단에 의한 표면 갈변 등의 품질 변화가 크게 나타나 처리 후에도 다양한 소비 형태에 부응하고 안정성 및 건강과 영양적 가치를 유지하기 위한 신선편이 가공 기술의 향상이 필요하다(7).

한편 신선편이 가공식품의 갈변억제를 위해 sulfate처리를 하였으나 이는 천식환자들에게 심각한 알레르기성 반응을 일으킬 수 있어 FDA에서 사용을 제한함에 따라 대체 갈변저해제 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(8). 이중 신선편이 연근의 갈변문제를 해결하기 위해 지금까지

†Corresponding author. E-mail : dmkim@kfri.re.kr
Phone : 82-31-780-9140, Fax : 82-31-780-9165

보고된 연구로는 ascorbic acid, citric acid, acetic acid, EDTA, lactic acid, malic acid 용액에 침지하는 방법(8), 이산화황과 4-hexylresorcinol, erythorbic acid등 유기산 및 혼합 용액에 침지하는 방법(9), 연근의 polyphenol oxidase 특성과 pH 및 열처리를 이용한 갈변억제 방법(10), 저장온도 및 포장방법을 이용한 방법(11-12), 강산성 및 약알칼리의 전기분해수를 침지액으로 이용한 방법(13)과 이에 포장방법을 달리하는 방법(6) 등이 있다. 주로 갈변억제제를 이용한 화학적 처리가 주를 이루었으나 이러한 처리는 소비자가 원하는 수준의 품질을 유지하는 데는 한계가 있다.

최근 생활수준이 높아지면서 소비자의 건강지향적인 성향이 시장에 영향을 미치고 있으며 환경 친화적이고 품질 유지에 효과적이며 부작용이 적은 신선편이 가공 공정으로써 열처리 등의 물리적인 방법이 시도되고 있다(7, 14). 열처리는 신선 농산물의 갈변관련 효소인 polyphenol oxidase, peroxidase 등을 불활성화 시켜 갈변을 억제할 뿐만 아니라 미생물 번식을 억제하는데도 효과적이다(15). 아울러 열처리를 연근에 적용시킴으로써 연근 특유의 떫은맛 제거와 더불어 식품에 향과 맛을 부여하는 장점을 가진다(16).

따라서 연근 절편의 신선도 연장 및 갈변억제를 목적으로 본 연구에서는 물리적 처리방법 중 열처리 효과를 증진시키기 위해서 열수 처리를 이용하였다. 박피한 연근 절편을 예비실험을 통해 갈변억제에 가장 효과적이었던 50℃에서 60분 열수처리를 하여 그 효과를 조사하였고 아울러 효과증대를 위해 유기산을 병행 처리 하였던 바 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

재 료

실험에 사용된 연근은 경상북도 영주시 소재 농가에서 재배되어 2011년 11월에 수확한 것으로 실험 당일 신선한 것을 구입한 후 외관 상태와 모양, 두께 등이 전체적으로 균일한 것을 선별하여 시료로 사용하였다.

시료처리 및 방법

연근 표면의 흙을 흐르는 물에 2~3회 세척하여 제거한 후 수작업용 박피기를 이용하여 박피하고 약 1 cm두께로 절단한 후 아무런 처리 하지 않은 연근 절편을 대조구로 하였는데, 각 실험구의 처리는 다음과 같다. 박피 절단한 연근은 열수온도와 처리시간을 달리하여 실시한 예비실험을 통하여 설정된 최적조건에서 열처리 하였다.

즉, 열처리 처리는 연근절편을 일정량 소분하여 그물망에 넣고, 이를 수조 (SH-WB40, Samheung Instrument, Korea)에 완전히 담가 50℃에서 60분간 침지하였다. 열수처리 한 연근은 실온에서 자연 탈수 및 냉각 하였고 (열수처리구), 이에 대한 대조구로 절단한 연근의 일정량을 상온의 수도수에 60분 침지하였다 (상온수 처리구).

또한 열처리와 유기산의 병행처리 시 시너지 효과를 조사하기 위해 연근 절편을 위의 열수 처리와 동일한 조건으로 침지 처리 후 이를 상온의 ascorbic acid 1% 용액과 citric acid 1% 용액에 각각 5분씩 침지하였다 (열수 및 ascorbic acid 병행 처리구, 열수 및 citric acid 병행 처리구). 아울러 이러한 처리의 대조구로 연근을 상온의 ascorbic acid 1% 용액과 citric acid 1% (ascorbic acid 처리구, citric acid 처리구)에 각각 5분씩 침지하였다.

포장 및 저장

각각의 조건으로 처리한 연근 절편은 0.1 mm 두께의 PE봉투 (Uil Chem, Korea, 12 cm×15 cm)에 무작위로 4조각씩 넣고 상부를 필름용접기 (SK-310, Sambo Tech, China)로 밀봉한 후 5±1℃에서 12일간 저장하며 3일 간격으로 각 처리구당 3봉투씩을 무작위로 취하여 품질을 평가하였다.

분 석

미생물 수 측정

멸균 팩에 각 처리구의 연근절편을 넣고 동량의 0.85% Saline solution을 가하여 1분간 좌우상하로 각 120회씩 교반한 후, 상징액을 1 mL씩 취하여 멸균된 Saline solution이 9 mL씩 담긴 test tube에 단계적으로 희석하였다. 각 단계 희석 액 1mL을 취하여 일반세균 배지 (Petrifilm™ aerobic count, 3M, St. Paul, USA) 및 곰팡이배지 (PetrifilmTm mold and yeast count, 3M, St. Paul, USA)에 각각 접종하였다. 접종된 배지 중 일반세균은 37℃에서 48시간, 곰팡이는 25℃에서 72시간동안 배양한 후 colony 수를 측정하여 log colony forming unit (CFU/g)으로 나타내었다.

색 도

저장 중 연근의 표면 색도는 Chroma meter (CR-400, Konica Minolta Sensing, Inc. Japan)로 각각의 연근절편의 외각, 중앙부분을 한 처리구당 4조각씩 3반복하여 L (명도), a (적색도), b (황색도)값을 측정하였으며, 그 결과는 L값과 △E ($\sqrt{\triangle L^2 + \triangle a^2 + \triangle b^2}$)값으로 나타내었다.

관능검사

품질은 '전반적인 품질', '색', '냄새', '조직감'으로 구분한 후, 이를 5점 척도 (5점: 매우 좋음, 1점: 매우 나쁨)로 평가하여 평균값을 나타내었다. 관능검사원은 색과 냄새, 그리고 조직감의 식별력이 우수한 6명의 패널을 선발하여 사전 훈련 후 관능검사를 수행케 하였다.

통계분석

관능검사와 색도분석 결과의 통계분석은 SAS (Statistical

Analysis System, SAS Institute Inc, USA)로 Duncan's multiple range test 방법을 이용하여 평균값 간의 유의성을 유의수준 P<0.05에서 검정하였다.

결과 및 고찰

미생물의 변화

일반세균은 Fig. 1에서와 같이 전반적으로 저장기간에 따라 모든 시료에서 그 수가 증가하였는데, 초기 대조구의 일반세균은 4.56 log CFU/g 으로 다른 처리구에 비해 균수가 가장 많았다. 저장 중 대조구의 균수가 4.56~8.97 log CFU/g 이었던 반면, 열수 처리구는 3.89~8.56 log CFU/g 으로 비교적 균수가 적었다. 상온수 처리구의 경우 4.53~8.78 log CFU/g으로 대조구와 별 차이를 보이지 않는 것으로 보아 열수 처리구에서 균수가 적은 것은 물 침지 효과가 아닌 열처리에 의한 효과임을 알 수 있다. 유기산 처리구중에서 ascorbic acid 1% 처리구는 일반세균 억제에 별다른 효과를 보이지 않았고 citric acid 처리구는 유기산 단독처리만으로도 일반세균의 억제 효과가 있었다. 이와 같은 결과를 열처리를 병행하여 그 효과를 확인하였던바 열수 및 ascorbic acid 병행 처리 구는 2.97~8.73 log CFU/g, ascorbic acid 처리구는 3.41~9.12 log CFU/g 로 열처리를 한 경우 균수가 현저히 낮음을 알 수 있었고 일반세균 억제에 다소 효과가 있었다. 열수 및 citric acid 병행 처리 구는 저장 기간 동안 1.78~8.55 log CFU/g 로 가장 낮은 균수를 보였고 높은 미생물 제어율을 나타내었다. 열처리에 의한 총 균수의 감소는 Ralph 등(17)이 박피한 당근을 50℃에서 처리하였을 때 열처리하지 않은 것에 비해 미생물 감소에 효과가 있다는 연구결과와 유사하였으며, Chang 등(14)이 30℃, 55℃, 80℃에서 열수 처리 시 열처리 안한 것에 비해 열처리 한 것의 초기 총 균수가 감소했다는 보고와 유사하였다.

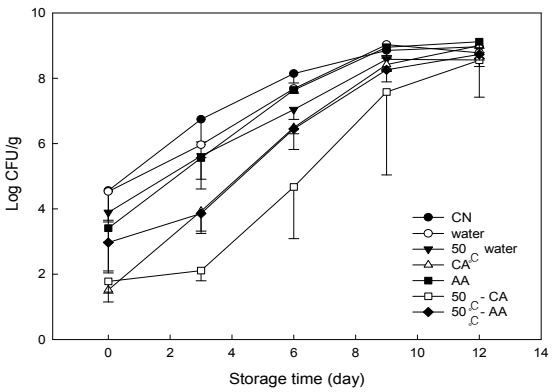

Fig. 1. Changes in total viable cell of differently treated fresh-cut lotus roots during storage at 5℃ for 12 days.

*Meaning of symbols in Fig. are the same as Table 1.

곰팡이는 Fig. 2에서 나타나듯이 대조구에서 1.55~6.81 log CFU/g 로 값이 제일 높았고, 열수 처리구는 0.00~3.89 log CFU/g 로 모든 처리구들 중에서 그 수 가 가장 낮았다. 반면 상온수 처리구는 1.00~4.69로 대조 구 및 상온수 처리구와 열수 처리구를 비교했을 때 곰팡이의 억제는 열처리에 의한 효과임을 알 수 있었다. 한편 citric acid 처리구, ascorbic acid 처리구와 열수 및 ascorbic acid 병행 처리구는 대조구보다는 값이 낮았지만 상온 수 처리구와 유의적 차이를 보이지 않았다. 저장 초기부터 6일까지 열수 및 citric acid 병행 처리구의 곰팡이 균수는 0.00~3.95 log CFU/g 로 낮은 경향을 보였으나 그 이후에는 급격히 증가하여 12일후에는 5.39 log CFU/g 로 열수 처리구를 제외한 다른 처리구들과 차이가 유의적이지 않았다. 곰팡이에 대한 열처리 효과는 균의 발아를 지연 혹은 억제시키거나, 포자를 사멸시킴으로써 병변의 전개를 효과적으로 줄이는 것으로 판단된다(18).

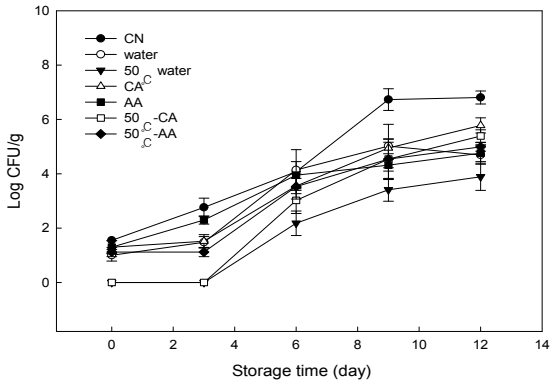

Fig. 2. Changes in mold of differently treated fresh-cut lotus roots during storage at 5℃ for 12 days.

*Meaning of symbols in Fig. are the same as Table 1.

표면색도 변화

열처리를 포함 각각의 처리 후 연근 절편의 저장 중 색도 변화를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 모든 처리구의 초기 L값은 차이가 거의 없었고 저장기간이 경과함에 따라 L값은 전반적으로 감소하는 경향을 보였는데 대조구가 저장 중 가장 크게 저하되었다. 저장 12일후 대조구의 L값은 56.22였고, 50℃물에서 60분 처리한 것은 65.04로 유의적인 차이를 보였다. 이러한 차이가 침지에 의한 것인지 열처리에 의한 것인지 알아보기 위해 같은 조건으로 물 침지 처리를 하였던 바, 상온수 처리구는 12일 후 60.74로 열수 처리구에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타내었고 이를 통해 열수 처리구의 L값이 소폭으로 변한 것은 열처리에 의한 것으로 판단되었다. 이러한 표면적 색변화는 연근의 저장 중 갈변현상과 관련이 있는데, 신선농산물에는 다양한 polyphenol 화합물이 polyphenol oxidase, peroxidase 등의 효소와 반응하여 quinon compound를 만들고 이로 인해 효

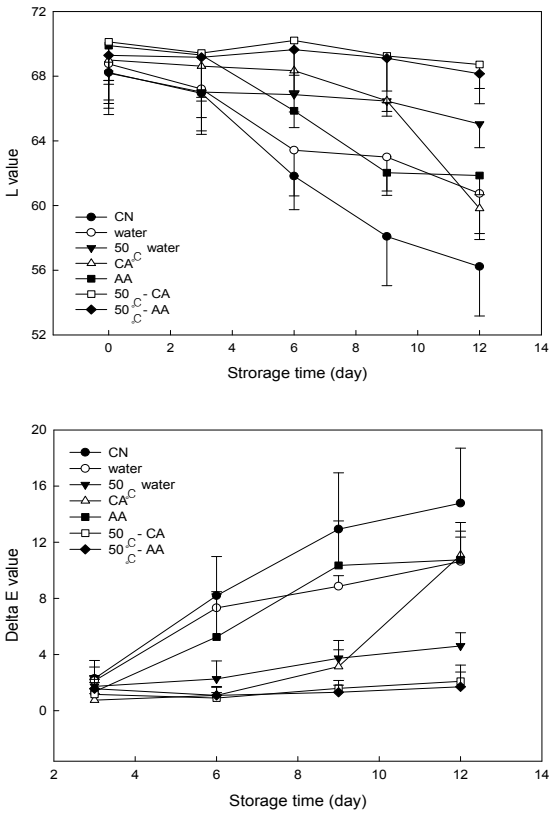

Fig. 3. Changes in L and △E values of differently treated fresh-cut lotus roots during storage at 5℃ for 12 days.

*Meaning of symbols in Fig. are the same as Table 1.

소적 갈변반응 물질을 생성하는 이차적인 반응이 일어난다고 알려져 있으며(19), Yoo 등(12)은 연근을 90일 동안 저장하였을 때 L값은 감소하고 세척한 연근이 세척하지 않은 연근보다 L값의 저하가 적게 일어났다고 보고한 바 있다.

Ascorbic acid 처리구는 초기 0일, 3일째에 L값이 각각 69.89, 69.31로 비교적 높았지만 저장하면서 급격히 감소하였고 저장 12일후에는 61.86으로 열수 처리구보다 유의적으로 낮았다. Citric acid 처리구는 저장 9일까지 66.48로 비교적 높은 L값을 유지했으나 12일후에는 59.82로 급격히 감소하였다. 아울러 유기산과 열처리를 병행하여 그 효과를 확인 하였던 바, 열처리 후 각각 citric acid와 ascorbic acid를 병행 처리한 구는 저장 기간 동안 L값이 크게 변하지 않았지만 12일 후에는 68.72와 68.15로 높은 값을 나타내었으며, 다른 처리구들과는 유의적 차이를 보였지만 두 처리구 사이에서는 그 차이가 미미하였다. 이러한 결과는 Sapers와 Miller(20)가 감자에 45~55℃의 중온 열수 처리와 유기산의 중복 처리 시 유기산 단독처리보다 2배 이상의 △L값의 감소효과를 나타낸다고 보고한 결과와 유사하다.

전반적으로 모든 처리구들의 △E값은 상승하는 경향을 보였는데 대조구의 초기 3일째 △E값은 2.28이었으며 저장 6일째 급격히 변화되어 저장 12일후에는 14.78로 모든 처리구중에서 그 값이 가장 높았다. 반면 열수 처리구는 초기 △E값이 1.73으로 낮았고, 12일 후에는 4.61로 저장기간 동안 △E값의 상승 폭이 작았다. 이러한 결과가 물 침지와 열처리 중 어느 처리에 의한 영향인지 알아보기 위해 같은 조건에서 물에 60분 침지 하였던바, 대조구보다 약간 낮은 폭으로 상승했으며 12일후에는 10.63으로 50℃ 열수 처리구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 이를 통해 열수 처리구에서 색 변화가 적게 나타난 것은 열처리에 의한 효과임을 알 수 있었다. Chang 등(14)은 연근을 30℃, 55℃, 80℃에서 45초간 열수처리 한 결과, 12일후에 열처리하지 않은 연근의 △E값이 10.70로 가장 높았고, 55℃에서 처리한 것의 △E값이 5.64로 색변화가 가장 적게 일어났다고 보고하였다. Ascorbic acid 처리구는 저장 기간이 지남에 따라 큰 폭으로 값이 상승하여 12일 후에는 10.75였으며, citric acid 처리구는 9일째까지는 3.14로 비교적 그 값이 낮았으나, 12일 후에는 11.08로 급격히 상승하였다. 상온수 처리구와 ascorbic acid 처리구 및 citric acid 처리구 사이에서는 12일 후에 유의적 차이가 없었다.

열처리와 유기산을 병행 처리하여 색 변화 억제에 미치는 효과를 확인하였던 바, 열처리 후 각각 ascorbic acid와 citric acid를 병행하여 처리한 구는 초기 △E값이 각각 1.56, 1.16 이었고 12일 후에는 1.70, 2.09로 초기 값과 비교했을 때 큰 차이가 나지 않았으며 나머지 처리 구와 비교했을 때 △E값이 유의적으로 낮았지만 두 처리구 사이에는 차이가 거의 없었다. 열수 처리구 및 열수 및 유기산 병행 처리구들이 열처리를 하지 않은 처리구들에 비해 △E값이 유의적으로 변화가 적게 나타남에 따라 열처리가 저장 중 연근의 표면색도 변화를 감소시키는데 효과적인 것으로 판단된다.

관능적 품질 변화

열처리를 포함 각각의 처리 후 연근 절편의 저장 중 관능적 품질의 변화를 조사한 결과는 Table 1과 같다. '전반적인 품질'은 초기 관능적 품질점수는 처리구과 대조구 사이에는 유의적인 차이가 없었다. 저장 6일후 대조구는 2.53점으로 상품성이 소실되었던 반면 열수 처리구는 9일째까지 3점으로 상품성을 유지하였다. 열처리의 효과인지 물침지에 의한 효과인지 알기 위해 같은 조건에서 물에 60분 침지한 결과, 상온수 처리구는 저장 6일에 2.85점으로 상품성이 소실되었으며 이로 인해 열수처리의 '전반적인 품질'은 열처리에 의한 결과로 판단된다. Ascorbic acid 1% 처리 구는 9일째에 2.10으로 상품성이 소실되었고 citric acid 1% 처리구는 초기부터 9일까지는 5.00~3.65로 비교적 높은 품질을 유지했으나 12일후에는 1.83으로 품질이 급격히 하락하였다. 열처리와 유기산을 병행하여 나타나는 시너지 효과를 확인하였던바, 열처리 후 각각 ascorbic acid와 citric acid를 병행 처리한구는 저장 12일 동안 3.90~4.96, 3.77~4.98점으로 유의적인 높은 점수로 상품성을 유지하였고 두 시료

Table 1. Changes in sensory quality of differently treated fresh-cut lotus roots during storage at 5℃ for 12 days

Attribute	Treatment*	Storage period (day)				
		0	3	6	9	12
Overall	CN	5.00±0.00[a1)]	4.12±0.62[b]	2.53±0.26[d]	1.36±0.37[e]	0.84±0.43[e]
	Water	5.00±0.00[a]	4.47±0.24[ab]	2.85±0.14[d]	2.68±0.21[c]	2.22±0.29[cd]
	50℃ water	5.00±0.00[a]	4.72±0.17[a]	3.93±0.57[bc]	3.00±0.37[c]	2.77±0.19[b]
	CA	5.00±0.00[a]	4.80±0.14[a]	4.62±0.10[a]	3.65±0.31[b]	2.42±0.39[bc]
	AA	5.00±0.00[a]	4.73±0.10[a]	3.52±0.96[c]	2.10±0.85[d]	1.83±0.41[d]
	50℃-CA	4.98±0.04[ab]	4.75±0.05[a]	4.77±0.05[a]	4.25±0.23[a]	3.77±0.23[a]
	50℃-AA	4.96±0.05[b]	4.76±0.15[a]	4.42±0.27[ab]	3.90±0.27[ab]	3.90±0.70[a]
Color	CN	4.96±0.14[a]	4.17±0.54[b]	2.53±0.25[c]	1.23±0.35[f]	0.75±0.49[d]
	Water	5.00±0.00[a]	4.48±0.25[ab]	2.78±0.12[c]	2.68±0.21[d]	2.15±0.21[c]
	50℃ water	5.00±0.00[a]	4.73±0.20[a]	3.68±0.59[b]	3.17±0.37[c]	2.75±0.18[b]
	CA	5.00±0.00[a]	4.77±0.14[a]	4.65±0.15[a]	3.60±0.31[c]	2.22±0.28[c]
	AA	4.67±0.26[b]	4.53±0.31[ab]	3.50±0.97[b]	2.18±0.85[e]	1.87±0.37[c]
	50℃-CA	4.98±0.04[a]	4.75±0.05[a]	4.72±0.04[a]	4.45±0.23[a]	3.77±0.15[a]
	50℃-AA	4.76±0.24[b]	4.62±0.34[ab]	4.34±0.36[a]	4.16±0.44[ab]	4.04±0.59[a]
Odor	CN	5.00±0.00[a]	4.96±0.10[a]	3.51±0.51[b]	3.48±0.15[c]	3.36±0.16[ab]
	Water	5.00±0.00[a]	5.00±0.00[a]	4.43±0.41[a]	3.67±0.23[bc]	3.60±0.09[a]
	50℃ water	5.00±0.00[a]	5.00±0.00[a]	4.67±0.36[a]	3.47±0.12[c]	3.53±0.12[a]
	CA	5.00±0.00[a]	5.00±0.00[a]	4.78±0.13[a]	4.13±0.38[a]	3.05±0.31[b]
	AA	5.00±0.00[a]	5.00±0.00[a]	4.70±0.23[a]	3.60±0.32[bc]	3.60±0.22[a]
	50℃-CA	5.00±0.00[a]	5.00±0.00[a]	4.72±0.20[a]	3.88±0.16[ab]	3.65±0.32[a]
	50℃-AA	5.00±0.00[a]	5.00±0.00[a]	4.78±0.08[a]	3.53±0.42[bc]	3.26±0.55[ab]
Texture	CN	5.00±0.00[a]	4.66±0.35[bc]	3.65±0.27[e]	3.32±0.23[d]	2.72±0.69[c]
	Water	5.00±0.00[a]	4.98±0.04[a]	3.98±0.12[d]	3.60±0.14[cd]	3.65±0.18[a]
	50℃ water	5.00±0.00[a]	4.90±0.11[ab]	4.38±0.23[abc]	3.43±0.23[d]	3.45±0.05[ab]
	CA	5.00±0.00[a]	4.93±0.10[ab]	4.55±0.15[ab]	3.83±0.16[bc]	3.07±0.42[bc]
	AA	5.00±0.00[a]	4.70±0.17[abc]	4.08±0.54[cd]	3.40±0.32[d]	3.52±0.10[ab]
	50℃-CA	5.00±0.00[a]	4.82±0.12[ab]	4.65±0.14[a]	4.20±0.28[a]	3.85±0.19[a]
	50℃-AA	5.00±0.00[a]	4.50±0.38[c]	4.27±0.38[bcd]	3.88±0.26[b]	3.92±0.39[a]

*Treatments of cut lotus root: CN; untreated, Water; soaking in water at room temperature for 60 min, 50℃ water; soaking in 50℃ water for 60 min, CA; soaking in 1% citric acid solution at room temperature for 5 min, AA; soaking in 1% ascorbic acid solution at room temperature for 5 min, 50℃-CA; soaking in 1% citric acid solution at room temperature for 5 min after soaking in 50℃ water for 60 min, and 50℃-AA; soaking in 1% ascorbic acid solution at room temperature for 5 min after soaking in 50℃ water for 60 min.

[1)]Data are presented as a means±standard deviation. Means with the same alphabet in each column are not significantly different at $p<0.05$ using Duncan's multiple range test.

간 유의적 차이는 없었다.

'색'은 초기 평가 점수는 대조구와 처리구가 유사한 수준이었으나 기간이 지남에 따라 대조구의 변색이 빠르게 진행되어 차이를 보였다. 대조구는 저장 6일째에 2.53으로 상품성이 소실되었고 저장 12일후에는 0.75로 색변화가 가장 심하게 나타났다. 반면 열수 처리구는 저장기간 동안 갈변이 점차 이루어졌지만 어느 정도 상품성을 유지하다가 12일 후에 2.75로 상품성이 소실되었고, 상온수 처리구는 전반적으로 대조구보다 갈변이 적었지만 대조구와 마찬가지로 저장 6일째에 2.78점으로 상품성이 소실된 것으로 보아 열수 처리구의 저장 중 색변화가 비교적 적게 일어난 것은 물 침지에 의한 것이 아닌 열처리에 의한 것으로 판단된다. Ascorbic acid 처리구는 대조구 보다는 색변화가 적었지만 저장기간 동안 4.67~1.87점의 큰 폭으로 변색되었고 citric acid 처리구는 초기부터 저장 9일째까지 5.00~3.60점으로 비교적 변색이 적게 일어났지만 저장 12일후 2.22의 낮은 점수로 상품성이 소실되었다. 반면 열처리 후 각각 ascorbic acid와 citric acid를 병행 처리한 구는 저장기간 동안 4.76~4.04점, 4.98~3.77점으로 가장 높은 선호도를 나타내었고 두 시료 간 유의적 차이는 없었다.

'냄새'는 저장 기간 동안 점차 감소하는 경향을 나타내었지만 12일 후에도 대조구 포함, 모든 처리구에서 3.05~3.65점으로 상품성이 있는 것으로 나타났다. 대조구는 저장 6일째 급격히 '냄새'가 저하되었고, 저장 6일째까지 열수 처리구는 5.00~4.67, 상온수 처리구는 5.00~4.43으로 열수 처리구의 값이 더 높게 나타났으며, 9일째에는 열수 처리구가 3.47점, 상온수 처리구가 3.67점으로 열수 처리구가 더 낮은 값을 나타냈지만 유의적이진 않았다. 저장기간 동안 ascorbic acid 처리구는 상온수 처리구 및 열수 처리구와 유의적인 차이를 보이지 않았고 citric acid 처리구는 9일까지 4.13으로 다른 처리구의 값에 비해 유의적으로 높은 값을 나타냈지만 12일후에는 3.05로 제일 낮은 값을 나타내었다. 저장기간 동안 열수 및 ascorbic acid 병행 처리구는 ascorbic acid 처리구와 유의적인 차이가 나지 않았으나 열수 및 citric acid 병행 처리구는 5.00~3.65로 citric acid 처리구에 비해 유의적인 높은 값을 유지하였다.

또한 '조직감' 역시 저장기간이 지남에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 보였고 그 정도의 차이는 대조구에서 가장 컸으며, 유일하게 대조구는 12일 후, 품질의 한계점수인 3점 아래 2.75점이었다. 그 외 처리구에서는 점차 조직감이 감소하긴 했지만 저장기간 동안 상품성 있는 조직감을 유지하였고 12일 후에 대조구와 citric acid 처리구를 제외한 처리구에서는 유의적 차이가 없었다.

한편 유기산 처리 시 유기산의 신맛이 연근에 영향을 미치는지를 확인하였던 바, 각각의 유기산 1% 용액은 관능적으로 신맛이 느껴지는 수준이었으나, 본 실험에서와 같이 연근을 각각의 유기산 용액에 각각 5분씩 침지 후 표면의 유리수를 제거한 경우, 처리 유기산이 연근의 맛에는 영향을 끼치지 않았다.

요 약

박피 연근절편의 선도연장을 위한 연구로 연근절편을 50℃ 물에 열수 처리하였고, 아울러 시너지 효과를 조사하기 위해 열처리와 ascorbic acid 1%와 citric acid 1%를 각각 병행 처리한 후 5℃에서 12일 동안 저장하면서 미생물수, 색상 및 관능적 품질변화를 조사하였다. 일반세균수는 열수 및 citric acid 병행 처리구의 경우 저장 9일후 그 값이 가장 낮았으며, 이를 제외한 다른 처리구들은 유의적 차이가 없었다. 곰팡이 수의 경우 대조구가 6.81 log CFU/g을 나타낸 반면, 열수 처리구는 12일 후 3.89 log CFU/g으로 유의적으로 낮았다. 연근절편 색도의 L값은 시간이 지남에 따라 점차 감소하는 경향을 나타낸 반면, △E값은 점차 증가하는 경향을 보였다. 대조구가 급격히 색 변화가 일어나는데 비해 열수 처리구는 완만한 변화를 보였고 열처리 후 각각 ascorbic acid와 citric acid를 병행한 처리구는 색 변화가 거의 일어나지 않았다. 관능적 품질평가 결과, 상품성은 대조구가 3일간 유지되었던 반면 열수 처리 구는 9일간, 열수 및 유기산 병행 처리구는 12일간 상품성이 유지되었다. 전반적인 품질, 색, 조직감 등은 열처리를 한 처리구들이 열처리를 하지 않은 처리구에 비해 기호도가 유의적으로 높았으며, 그 중 열수 및 유기산 병행 처리구가 관능적으로 가장 높은 값을 나타내었다. 본 실험을 통해, 연근 절편의 열처리는 미생물과 갈변을 억제시킴으로써 연근의 관능적 품질유지에 효과적이었고, 특히 citric acid 1%를 열처리와 함께 병행하는 것이 연근의 품질유지와 갈변억제에 가장 효과적인 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. Yang HC, Kim YH, Lee TK, Cha YS (1985) Physicochemical properties of lotus root. Agri Chem Biotechnol, 28, 239-244
2. Lee YG, Chai JW (2008) The effects of *Nelumbinis rhizomatis* nodus on blood glucose and serum lipid levels in streptozotocin-induced diabetic rats. J Korean Oriental Pediatrics, 22, 141-153
3. Park SH, Shin EH, Koo JG, Lee TH, Han JH (2005) Effects on *Nelumbo nucifera* on the regional cerebral blood flow and blood pressure in rats. J East Asian Soc Diet Life, 15, 49-56
4. Bae MJ, Kim SJ, Ye EJ, Nam HS, Park EM (2008) Study on the chemical composition of lotus root and functional evaluation of fermented lotus root drink. Korean J Food Culture, 23, 222-227
5. Park SH, Ham TS, Han JH (2005) Effects of ethanol-extract of lotus root on the renal function and blood pressure of fructose-induced hypertensive rats. J East Asian Soc Dietary Life, 15, 165-170
6. Park KJ, Jeong JW, Lim JH, Kim BK, Jeong SW (2008) Quality changes in peeled lotus roots immersed in electrolyzed water prior to wrap- and vacuum-packaging. Korean J Food Preserv, 15, 622-629
7. Kim JG (2005) Market trend of fresh-cut agriculture produce in Korea. Food World, 6(8), 48-49
8. Park SY, Hwang TY, Kim JH, Moon KD (2001) Quality changes of minimally processed lotus root (*Nelumbo nucifera*) with browning inhibitors. Korean J Food Sci Technol, 8, 164-168
9. Lee JC, Lee JW, Eun JB (1995) Research for the browning prevention of lotus roots using the browning inhibitors and the residual sulfur dioxide of lotus roots

treated by sulfur dioxide. Paper presented at 55th Conference of Korean Soc. Food Sci Technol, Sept. 1995, Korea, 97

10. Moon SM, Kim HJ, Ham KS (2003) Purification and characterization of polyphenol oxidase from lotus root (*Nelumbo nucifera* G.). Korean J Food Sci Technol, 35, 791-796
11. Kwon OH, Ryu JA, Kang DK, Choe SY, Lee HR (2010) Effect of packaging materials and storage temperature on the quality of dried lotus root. Korean J Food Preserv, 17, 777-783
12. Yoo YK, Roh YS, Lee BK (2010) Quality changes by storage temperature and rhizome condition in white lotus storage. J Kor Soc People Plants Environ, 13, 59-68
13. 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, 526-53
14. Chang MS, Kim JG, Kim GH (2011) Quality characteristics of fresh-cut lotus roots according to the temperature of the wash water. Korean J Food Preserv, 18, 288-293
15. Pyun YR (1977) Design of heat treatment process for minimization of nutrient loss. Korean J Food Preserv, 10, 21-25
16. Lee SC, Kim SY, Choi SJ, Lee IS, Jung MY, Yang SM, Chae HJ (2010) Effect of soaking and heat treatment conditions on physicochemical and organoleptic quality of lotus root. Korean J Food Sci Technol, 42, 45-49
17. Ralph GK, Sascha B, Gudrun W, Walter PH, Reinhold C (2005) Quality of minimally processed carrots as affected by warm water washing and chlorination. Innov Food Sci Emerg, 6, 351-362
18. Kim DM, Park HW, Choi JH (2005) Technology development for insect control and quality enhancement of apples by mild heat treatment. Ministry of Agriculture and Forestry, Seoul, Korea, GA0569-05065
19. Mayer AM (1987) Polyphenol oxidase in plants-recent progress. Phytochemistry, 26, 11-20
20. Sapers GM, Miller RL (1995) Heated ascorbic/citric acid solution as browning inhibitor for pre-peeled potatoes. J Food Sci, 60, 762-766

(접수 2012년 9월 14일 수정 2012년 11월 23일 채택 2012년 11월 30일)