

열수처리가 신선 편의가공 양파의 저장품질에 미치는 효과

홍석인* · 이현희 · 손석민¹ · 김동만
한국식품개발연구원, ¹호서대학교 식품생물공학과

Effect of Hot Water Treatment on Storage Quality of Minimally Processed Onion

Seok-In Hong*, Hyun-Hee Lee, Seok-Min Son¹, and Dongman Kim

Korea Food Research Institute

¹Department of Food and Biotechnology, Hoseo University

Storage quality of minimally processed onion as influenced by hot-water dipping was investigated to examine feasibility of mild heat treatment as efficient post-processing method. Fresh onions were peeled, trimmed, and dipped in hot water at various temperatures (50-80°C) for 1 min. Heat-treated onions were cooled, de-watered, packaged in low density polyethylene (LDPE) film pouches (63 µm thickness), and stored at 10°C. Samples treated at higher temperatures (70-80°C) showed significant increases in flesh weight loss and discoloration during storage as compared to others. Hot-water dipping remarkably reduced initial microbial load of prepeeled onions, with over 1 log cycle decrease in aerobic bacterial count. After 7 days storage, no significant differences in viable aerobic count were observed among treated and untreated samples, with both showing 10⁶-10⁷ CFU/g. For sensory attributes including discoloration, wilting, decay, and visual quality, onions treated with hot-water dipping at 60°C scored highest. Results suggested hot-water dipping at specific condition as practical post-processing treatment could effectively prolong shelf life of minimally processed onion.

Key words: minimally processed produce, ready-to-use vegetable, prepeeled onion, heat treatment, blanching

서 론

신선 편의가공 농산물(minimally processed produce)은 과일·채소 특유의 신선함을 유지하면서도 이용시 간편성을 부여한 상품으로 이들의 형태는 원료소재의 특성과 용도에 따라 매우 다양하지만, 대부분의 제품은 가열하지 않은 것으로 조직의 세포가 살아 있거나 생것과 유사한 특성을 갖는다(1). 그러나 원재료가 살아 있는 생체이기 때문에 수반되는 생리적 노화, 생화학적 변화, 미생물 변태에 의해 그 품질이 열화되기 쉬우며, 구체적으로 상품의 색상, 조직감, 향미의 손실이 유발되어 원재료 과일·채소류에 비해 저장성 및 안전성이 현저하게 떨어지는 단점이 있다(2).

이를 극복하기 위해 여러 가지 방법으로 신선 편의가공 제품의 품질변화를 억제하고자 하는 시도가 있었다. 갈변의 경우 기존에 사용해오던 효과적 갈변 방지제인 황화합물이 미국 식

품·의약품안전청(FDA)로부터 사용에 제한을 받게 됨에 따라 그 대체물로 ascorbic acid 및 천연 황화합물 등의 환원제를 이용하는 방법, pH를 낮추어 갈변반응을 지연시키고자 구연산 등의 산미제를 사용하는 방법, chelating 약제의 사용, 인산염 등의 무기염 사용방법 등과, 아울러 이들 약제를 절단면 내부로 용이하게 침투시키기 위한 감압/가압 침투 방법, 공기 중의 산소 분압을 낮추기 위한 환경기체조절포장(modified atmosphere packaging, MAP), 기능성 포장방법 등이 연구되고 있다(3-5).

조직연화 방지를 위해서는 칼슘 침지, 중온 처리, 기능성 포장, polygalacturonase와 β-galactosidase의 천연 저해제 사용 등이 연구되고 있으며, 미생물의 오염과 증식 억제를 위해서는 초기 감염을 감소시키는 청결 가공 및 절단 부위에 잔존하는 각종 세포액 성분의 세척, pH 조절, 소독제 사용, 오존 처리, MAP, 기능성 포장, 처리공정의 청결유지를 위한 Clean-In-Place (CIP) 및 미생물 오염 가능 공정을 중점적으로 관리하는 hazard analysis and critical control point(HACCP) 등에 관한 연구가 진행되고 있다(3,6,7).

신선 과일·채소류의 저장유통중 미생물에 의한 변패를 방지할 목적으로 열처리를 실시한 것은 thiabendazole(TBZ)나 imazalil 등의 효과적인 방부제가 개발되기 전부터였지만, 이들 방부제에 대한 내성이 생기고 더욱이 일반 소비자의 합성 방부제에 대한 거부감이 커짐에 따라 과일·채소류의 신선 식품

*Corresponding author : Seok-In Hong, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Seongnam-si, Kyonggi-do 463-746, Korea
Tel: 82-31-780-9053
Fax: 82-31-709-9876
E-mail: sihong@kfri.re.kr

에 대해 합성 방부제를 사용하지란 매우 부담스러운 상황이다. 이에 따라 고가의 새로운 천연 방부제/항균제 개발이라는 시장 요구에 대한 대안으로서 환경 친화적 미생물 제어 수단인 열처리 방법이 다시 각광을 받고 있다. 이미 일부 선진국에서는 다양한 중온 처리기술이 개발되어 여러 가지 과일류에 대해 실용화하고 있으나(8,9), 편의가공을 거친 채소류 제품에 대해 중온처리의 효과를 연구한 사례는 매우 미미하다.

양파는 국내에서 재배 생산되는 대표적인 조미 채소의 하나로 종래에는 밭에서 수확한 다음 예건 등의 처리를 거쳐 저장하거나 그물 망대에 담아 상온 유통되어 왔으나, 최근에는 박피, 절단 등 일차 다듬질을 거친 후 단위 포장하여 저온 유통하는 형태의 상품이 점차 늘고 있다. 그러나 이러한 신선 편의 식품의 품질유지를 위한 기본 자료는 매우 부족한 실정으로, 이에 본 연구에서는 열수처리에 따른 박피 양파의 저장중 품질특성 변화를 살펴봄으로써 편의가공 양파의 저장성 연장에 효과적인 후가공 방법으로 중온처리의 적용 가능성을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

신선한 양파(*Allium cepa* L.)는 전남 함평에서 재배된 것으로 서울 가락동 농수산물 도매시장에서 구입하였으며, 가공하기 전까지 4°C로 유지되는 저장고(95-97% RH)에 일시 보관하였다.

전처리

양파는 크기가 일정하고 표면에 상처가 없는 건전한 것을 선별하여 상단의 엽부와 하단의 근부를 절단 제거하고 건조 표피를 벗겨 흰색의 과육이 노출되도록 하였다. 이러한 박피 양파를 수돗물(약 10°C)로 일차 세척하고 50, 60, 70, 80°C의 열수 수조에 1 분간 침지한 후 꺼내어 상온에서 냉각시켰으며 충분히 냉각된 양파의 표면 물기를 종이타월로 제거하였다. 이러한 박피 양파의 열수 처리조건은 열수온도와 처리시간을 달리하여 실시한 예비실험 결과를 토대로 결정하였다. 한편, 무처리 대조구는 수돗물로 2-3 초간 세척한 다음 곧바로 종이타월로 표면 물기를 닦아내었다.

포장 및 저장

전처리를 마친 박피 양파를 두께 63 μm 저밀도 polyethylene 필름(O₂ 및 CO₂ 투과율 = 600 ± 72 & $2,520 \pm 240 \text{ mL/m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ @ 10°C, 95% RH) 봉투(20×30 cm)에 약 600 g씩 나누어 담아 대기 조건에서 밀봉 포장한 후 10°C(95±4% RH)에 28일간 저장하면서 품질특성 변화를 측정하였다.

품질특성 분석

기체조성: Gas-tight syringe를 이용하여 포장 내부의 기체를 200 μL 씩 채취한 다음, thermal conductivity detector(TCD)와 Alltech 사의 CTR I column이 장착된 GC(Shimadzu, GC-14A, Japan)에 주입하여 이로부터 얻은 크로마토그램으로 기체조성을 분석하였다. 이때 GC의 분석조건은 column 온도 35°C, injector 온도 60°C, detector 온도 60°C로 정하였고, carrier gas의 유속은 50 mL He/min이었다.

호흡률: 박피 양파의 호흡률은 밀폐 시스템을 활용하여 측정하였다(10). 즉, 실리콘 격막이 장착된 유리 용기(1.9 L) 내부에

전체 체적의 1/2 정도 분량인 양파 시료를 넣고 밀봉한 후 10°C로 일정하게 온도가 유지되는 저장실에 보관하면서 경시적으로 용기내의 기체조성을 GC로 분석하여 O₂ 감소 및 CO₂ 발생의 호흡속도를 계산하였다.

색: 양파 시료 상·하단의 절단부 단면 색을 Chroma Meter (Minolta, CR-200, Japan)로 측정된 후 Hunter L, a, b 값으로 표시하였다. 백색 표준판(L=97.75, a=-0.49, b=1.96)을 사용하여 색차계를 보정한 후 색 측정에 이용하였다.

생체 중량감소: 필름 포장을 제거한 후 시료의 중량만을 측정하여 그 감소량을 저장 초기 값에 대한 백분율(%)로 표시하였다.

부패율: 시료의 절단부 조직에서 점액질 유출여부를 근거로 깃무름 부패(soft rot) 현상을 나타내는 시료 갯수를 육안으로 확인하여 각 처리구별 전체 시료 수에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

미생물 생균수: 미생물 증식을 확인하기 위해 약 50 g의 양파 시료를 무균적으로 채취하여 균질기(Waring Blender, #7010, USA)로 분쇄한 후 0.1% peptone(Difco Lab., USA) 수용액으로 적절히 희석하여 호기균은 PCA(Difco Lab.) 배지에, 젖산균은 MRS(Difco Lab.) 배지에 도말하고 저온성 호기균은 5°C에서 7 일 이상, 중온성 호기균과 젖산균은 30°C에서 2 일 이상 평판 배양한 다음 균집을 형성한 생균수를 계수하여 CFU/g로 표시하였다(11,12). 모든 이화학 및 미생물 품질특성은 처리구별로 3 단위씩 시료를 채취하여 최소 3 회 이상(색은 5 회 이상) 반복 측정하였으며, 실험 결과는 평균값과 표준오차로 나타내었다.

관능검사: 시료의 관능적 평가는 채소류의 외관 품질평가에 경험이 많고 잘 훈련된 관능검사 요원 8-10명을 대상으로 저장중 박피 양파의 변색, 시듦, 부패, 외관품질 항목에 대해 9점 척도의 차이식별 검사를 실시하였다(13). 이때 변색, 시듦, 부패 항목은 평가점수가 클수록 변화정도가 심한 것을 의미하며, 외관품질 항목은 점수가 낮아질수록 품질이 저하된 것을 의미한다. 이러한 관능평가 결과는 통계 프로그램(SAS Institute Inc., USA)의 ANOVA(Duncan's multiple range test) 분산분석으로 처리하여 유의차(p<0.05)를 검증하였다.

결과 및 고찰

호흡률 및 기체조성 변화

여러 온도조건에서 박피 양파를 열수로 1분간 처리한 후 10°C에서 순간 호흡률을 측정된 결과, Fig. 1에 나타난 바와 같이 무처리 대조구의 O₂ 소모율은 $6.8 \pm 2.1 \text{ mL/hr} \cdot \text{kg}$, CO₂ 생성율은 $5.8 \pm 1.0 \text{ mL/hr} \cdot \text{kg}$ 이었으며, 이와 비교했을 때 열수 처리구에서는 처리온도가 높을수록 호흡률이 조금씩 감소하였다. 상대적으로 낮은 50°C에서 열수 처리한 박피 양파의 호흡률(O₂ 소모율 = $7.4 \pm 2.7 \text{ mL/hr} \cdot \text{kg}$, CO₂ 생성율 = $6.3 \pm 1.7 \text{ mL/hr} \cdot \text{kg}$)이 대조구에 비해 다소 높아진 것은 짧은 시간 중온처리에 따른 품온 상승으로 식물체의 호흡대사가 증진되었기 때문이지만, 처리온도가 높을수록 호흡 활성화보다는 호흡대사에 관여하는 효소계의 불활성화 정도가 더 커져 결과적으로 호흡률이 감소하는 경향을 나타낸 것으로 이해되었다.

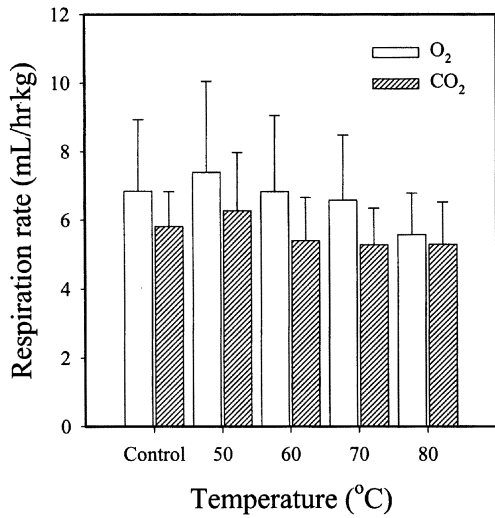


Fig. 1. Changes in respiration rate of prepeeled onions treated with hot water dip at various temperatures. Respiration rates were determined at 10°C.

열수처리에 의한 박피 양파의 호흡률 변화에 따라 플라스틱 필름 포장 내부의 초기 기체조성도 영향을 받아 Fig. 2에서 볼 수 있듯이 저장 1일째의 포장내 O₂ 농도는 처리온도가 높을수록 상대적으로 더 높게, CO₂ 농도는 더 낮게 형성되었다. 그러나 이러한 초기 기체조성 차이는 저장기간 동안 점차 상쇄되어 저장 7일 이후의 포장내 평균 O₂ 농도는 2-3% 범위에서 유지되었고, CO₂ 농도는 약 5% 내외에서 평형을 유지하였다. 다만 70°C와 80°C의 고온열수 처리구에서는 저장중 CO₂ 농도가 6-9%와 6-16%로 각각 증가하였다. 이러한 고농도 CO₂의 누적은 70°C 이상의 온도에서 열수 처리할 경우 양파의 세포조직 자체에 열 손상을 주어 비정상적인 혐기 호흡대사를 유발하거나, 젖산균과 같은 변패 미생물 증식에 따른 발효가스 발생 때문으로 추정된다. 실제로 고온(> 70°C)의 열수처리는 양파 세포 조직에 비가역적 손상을 일으켜 전해질 유출, 세포내 이온성분 소실, 효소 불활성화 등을 초래하였으며, 특히 80°C 처리시 세포 원형질막이 완전히 파괴되고 세포벽이 망쳐지는 현상이 관찰되었다(14). 한편, 고온(70, 80°C) 처리구를 제외한 다른 비교

구의 포장내 기체조성은 이미 보고된 양파의 적정 controlled atmosphere(CA) 저장 조건(1-3% O₂+5-10% CO₂)과 비교해 볼 때 거의 유사한 수준임을 알 수 있다(15). 잘 알려진 바와 같이 포장 내부 환경기체의 적정 조절은 식물체의 노화 또는 추숙을 억제하고 호흡률을 낮추며 조직연화 및 변색을 완화시킬 수 있다(16). 또한 양파의 CA 저장시 최저 O₂ 한계농도가 약 1.0%이고 최고 CO₂ 한계농도가 10% 내외(15)임을 감안할 때 70°C 미만의 온도에서 열수 처리한 양파 시료는 전체 저장기간 동안 평균 O₂ 농도 1.0% 이상, 평균 CO₂ 농도 10% 이하로 유지되었으므로 무산소 호흡 및 고탄산 축적에 따른 생리적 이상증세를 겪지 않았을 것으로 판단된다.

색, 중량감소, 부패율, 미생물 변화

저장중 박피 양파의 절단부 단면 색은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 Hunter L 값은 점차 감소하는 경향을 나타내었고, Hunter a 값은 다소 증가 추세를 보였으나 거의 일정하였으며, Hunter b 값은 저장 14 일째까지 선형적으로 증가한 다음 이후 비슷한 수준을 유지하였다. 상단의 엽부와 하단의 근부가 제거된 양파 시료의 절단 표면에서는 식물 세포조직의 체액유출 및 효소반응 등에 의해 갈변 현상이 일어나기 쉽고 그로 인해 Hunter L 값이 감소하고 Hunter b 값이 증가하였을 것으로 이해된다. 비록 열수처리에 따른 유의적인 차이를 발견할 수 없었으나 80°C 처리구가 저장초기부터 다소 낮은 Hunter L 값을 나타내었고, 무처리 대조구의 경우 저장중 Hunter L 값의 저하와 Hunter b 값의 증가가 다른 열수 처리구에 비해 상당히 구분되었다. 이는 중온의 열수처리에 의해 제한적이거나 박피 양파의 변색 억제가 가능함을 시사하지만, 고온(80°C) 처리는 오히려 또 다른 변색(명도 저하)을 유발할 수 있음을 나타낸다. 한편 이러한 변색 억제는 열수처리 효과뿐만 아니라 아마도 밀봉포장에 따른 수분 손실억제와도 관련이 있으며, 특히 포장내 낮은 O₂와 높은 CO₂ 농도의 기체조성에 의해 식물체의 호흡대사는 물론 갈변관련 효소반응 등이 상당히 억제되었기 때문에 가능한 것으로 생각된다(16).

열수 처리온도를 달리하여 10°C에 저장한 박피 양파의 생체 중량감소는 Fig. 4에 나타난 것과 같이 모든 처리구에서 저장기간 중 1.5% 미만을 유지하였다. 전체적으로 양파 시료의 중량감소는 매우 미미하였으며, 이는 수분차단성이 우수한 LDPE

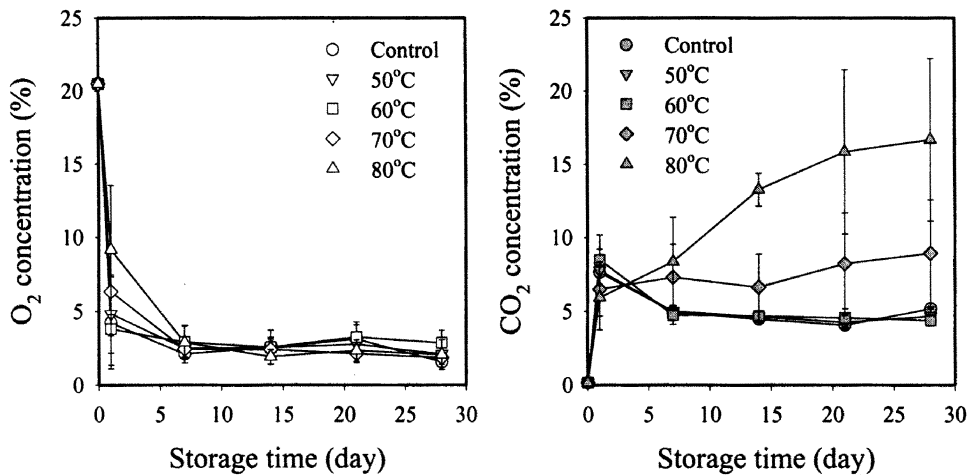


Fig. 2. Changes in gas concentration within the packages of prepeeled onions treated with hot water dip at various temperatures during storage at 10°C.

Table 1. Changes in sensory scores of prepeeled onions treated with hot water dip at various temperatures during storage at 10°C

Storage time (day)	Treatment (water temp.)	Attributes ¹⁾			
		Discoloration	Wilting	Decay	Visual quality
0	Control ²⁾	1.7 ^b	1.7 ^{ab}	1.0 ^a	7.7 ^a
	50°C ³⁾	1.4 ^b	1.2 ^b	1.0 ^a	8.1 ^a
	60°C ⁴⁾	1.5 ^b	1.1 ^b	1.0 ^a	8.3 ^a
	70°C ⁵⁾	1.7 ^b	1.4 ^b	1.0 ^a	7.9 ^a
	80°C ⁶⁾	3.1 ^a	2.1 ^a	1.0 ^a	6.9 ^a
7	Control	2.3 ^{bc}	2.6 ^a	1.2 ^c	6.5 ^b
	50°C	1.4 ^c	1.5 ^b	1.0 ^c	8.5 ^a
	60°C	1.6 ^c	1.3 ^b	1.0 ^c	8.4 ^a
	70°C	3.0 ^b	2.3 ^a	2.6 ^b	4.9 ^c
	80°C	4.6 ^a	2.8 ^a	3.9 ^a	3.0 ^d
14	Control	3.0 ^{bc}	2.8 ^a	1.2 ^b	7.1 ^a
	50°C	2.6 ^{bc}	2.4 ^a	1.3 ^b	7.2 ^a
	60°C	2.1 ^c	2.2 ^a	1.3 ^b	7.8 ^a
	70°C	4.2 ^{ab}	3.1 ^a	3.0 ^a	4.2 ^b
	80°C	4.8 ^a	3.3 ^a	3.6 ^a	3.2 ^b
21	Control	4.1 ^b	3.3 ^{ab}	4.5 ^{ab}	5.1 ^a
	50°C	2.7 ^c	2.8 ^{ab}	2.7 ^{bc}	5.8 ^a
	60°C	2.2 ^c	2.3 ^b	1.6 ^c	6.6 ^a
	70°C	5.7 ^a	3.9 ^a	5.1 ^a	2.3 ^b
	80°C	6.8 ^a	3.5 ^{ab}	5.3 ^a	2.7 ^b
28	Control	4.6 ^b	4.0 ^a	5.8 ^a	3.2 ^b
	50°C	3.6 ^b	3.7 ^a	4.7 ^a	4.0 ^b
	60°C	2.9 ^c	3.6 ^a	2.2 ^b	5.0 ^a
	70°C	6.0 ^a	4.6 ^a	6.1 ^a	3.2 ^b
	80°C	6.9 ^a	4.6 ^a	5.6 ^a	1.8 ^c

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

²⁾Rinsed with normal tap water at approximately 10°C for 1 min.

³⁻⁶⁾Dipped in hot water at various temperatures for 1 min.

필름으로 박피 양파를 밀봉 포장한 것에 기인한 결과이다. 이러한 생체 중량의 보존은 신선 편의제품의 시들 현상을 방지하여 유통 및 판매과정에서 외관품질을 우수하게 유지하는데 필수적인 사항이다. 그러나 열수 처리온도가 높을수록 저장중 유의적으로 높은 중량감소를 나타내었는데, 이는 고온(70, 80°C) 처리시 양파 세포조직에 비가역적 손상이 일어나 전해질 유출 및 세포내 이온성분 소실 등이 유발되는 것과 직·간접적으로 관련이 있다고 판단된다.

저장 21일 후 양파의 절단부 조직에서 점액질 유출여부를 근거로 깃무름 부패를 판별하여 양파 시료의 부패율을 측정한 결과, Fig. 5에서 보는 바와 같이 50°C와 60°C의 중온 처리구는 무처리 대조구보다 더 낮은 10-20%의 부패율을 나타내었으나 70°C와 80°C의 고온 처리구는 각각 44%, 78%로 높은 부패율을 나타내었다. 이러한 결과는 앞서 언급하였듯이 고온 처리시 식물 세포조직의 손상으로 세포물질이 유출되어 부패 원인균의 부가적 영양원으로 활용되었기 때문에 가능할 것으로 추정된다. 실제로 박피 양파의 중온성 호기세균은 Fig. 6에 나타낸 바와 같이 초기 10^3 CFU/g 수준에서 70-80°C의 고온 열수처리에 의해 약 90%(1 log cycle) 이상 생균수가 감소하였으나, 저장 7일만에 초기 살균효과가 상쇄되었고 그 후에는 생균수 증가가 더 현저하여 대략 10^6 - 10^7 CFU/g 수준을 유지하였다. 또

한 저온성 호기세균도 초기 균수는 중온군에 비해 훨씬 낮았지만(10^0 - 10^1 CFU/g) 동일한 양상으로 저장중 증가하였다. 그러나 50-60°C의 중온 처리구와 무처리구 양파 시료의 호기세균은 저온성 또는 중온성에 관계없이 저장 21일까지 처리구별 생균수의 유의적인 차이를 구분할 수 없었다. 한편 이들 호기세균은 BIOLOG 미생물 신속 동정 시스템을 사용하여 확인해 본 결과, *Pseudomonas fluorescens*가 약 90% 이상인 것으로 판독되었다. 이취 발생 등의 변패를 유발하는 젖산균의 경우 고온 처리구 시료에서 다른 비교구에 비해 현저한 생균수 증가를 나타내었는데, 저장 14일 이후 70°C 처리구는 10^4 - 10^5 CFU/g, 80°C 처리구는 10^5 - 10^6 CFU/g 범위를 유지하였다(data 생략). 이는 앞서 살펴본 포장 내부 기체조성 변화(Fig. 2)에서 고온 처리구의 CO₂ 농도가 저장중 점차 증가한 결과를 일부 설명해 줄 수 있는 근거로 판단된다.

일반적으로 신선 편의제품의 가공과정에서 절단 처리시 표면에 묻어 있던 미생물이 과육 부위로 옮겨지면서 식물 세포조직의 체액을 영양분으로 활용하여 급격히 증식함으로써 미생물에 의한 부패가 촉진될 수 있다(17). 따라서 세척, 소독처리 등을 통해 반듯이 초기 미생물수를 낮출 필요가 있는데(3), 본 양파 시료의 중온성 호기세균 초기 생균수(10^3 CFU/g 내외)가 시판 편의제품(약 10^4 - 10^5 CFU/g)(18)에 비해 매우 낮은 이

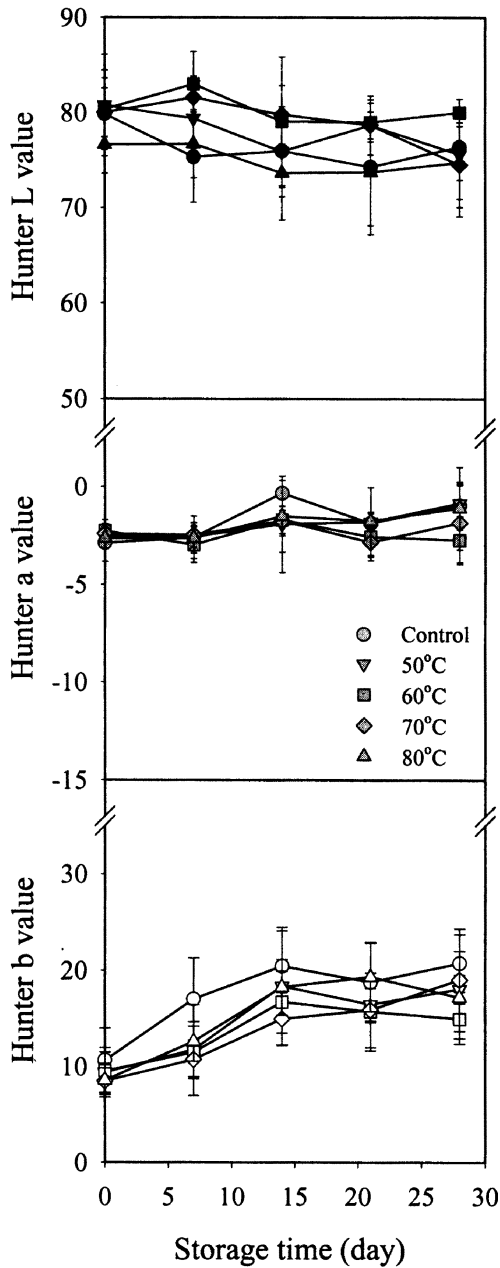


Fig. 3. Changes in Hunter color of cut surface of prepeeled onions treated with hot water dip at various temperatures during storage at 10°C.

L value: lightness, a value: (+)redness/(-)greenness, b: (+)yellowness/(-)blueness.

유는 가공과정이 위생적인 실험실 조건에서 이루어졌을 뿐만 아니라 냉수 세척 또는 열수처리 과정을 거쳤기 때문에 가능 하리라 생각된다. 한편 채소류를 가공한 신선 편의식품에서는 통상 *Pseudomonas*와 *Erwinia* spp가 우점균을 이루며, 이들 제품의 저온 저장중 흔히 발생하는 짓무름 부패 현상은 *Pseudomonas* 계통의 펙틴 분해균주에 의해 유발되는 것으로 알려져 있다(7,19).

관능품질 변화

열수 처리온도를 달리하여 10°C에서 28일간 저장하면서 박 피 양파의 변색, 시름, 부패 및 외관품질 항목에 대해 관능검

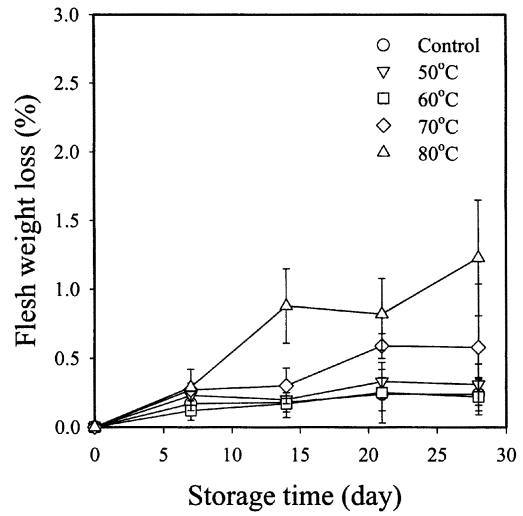


Fig. 4. Changes in flesh weight loss of prepeeled onions treated with hot water dip at various temperatures during storage at 10°C.

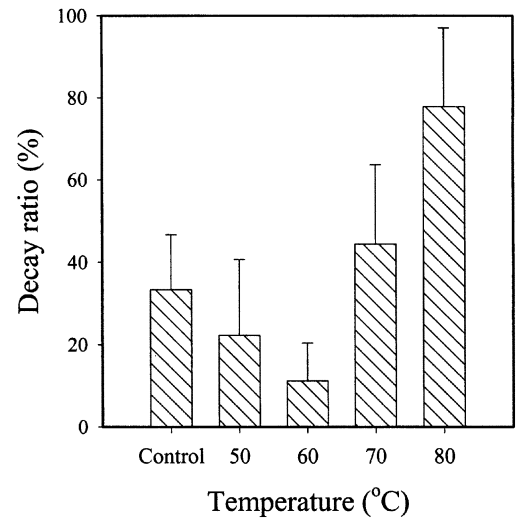


Fig. 5. Incidence of decay in prepeeled onions treated with hot water dip at various temperatures after storage of 21 days at 10°C.

사를 실시한 결과, Table 1에서 보는 바와 같이 전체적으로 처리구별 관능평가 결과가 앞서 언급한 색, 생체 중량감소, 부패율, 미생물 변화(Fig. 3-6) 경향과 잘 일치하였다. 변색 항목은 처리구에 따라 초기 1.4-3.1에서 저장 28일 후 2.9-6.9로 증가하였다. 이는 양파 시료의 절단 부위가 효소반응 등에 의해 갈변 되었기 때문이며, 저장중 Hunter L 값의 감소와 Hunter b 값의 증가(Fig. 3)와도 일치하는 것으로 비교구 가운데서는 50-60°C 중은 처리구가 매우 낮게 평가되었다. 그러나 80°C의 고온 처리시 저장 초기부터 변색 점수가 높게 평가된 것은 과도한 열 처리에 따른 식물 세포조직의 파손에 기인한 결과로 이해된다. 시름 평가점수의 경우에도 저장 7일째에 1.3-2.8 범위를 나타내다가 저장 28일째에는 3.6-4.6으로 다소 증가하였는데, 실제 생체 중량감소는 전체 저장기간 동안 1.5% 미만이었으므로(Fig. 4) 박피 양파의 종합적 품질변화에 미치는 영향은 미미한 것으로 판단되었다. 또한 미생물 증식(Fig. 6)에 따라 박피 양파의 절단 부위를 중심으로 저장중 부패 현상이 발생함으로써 이에

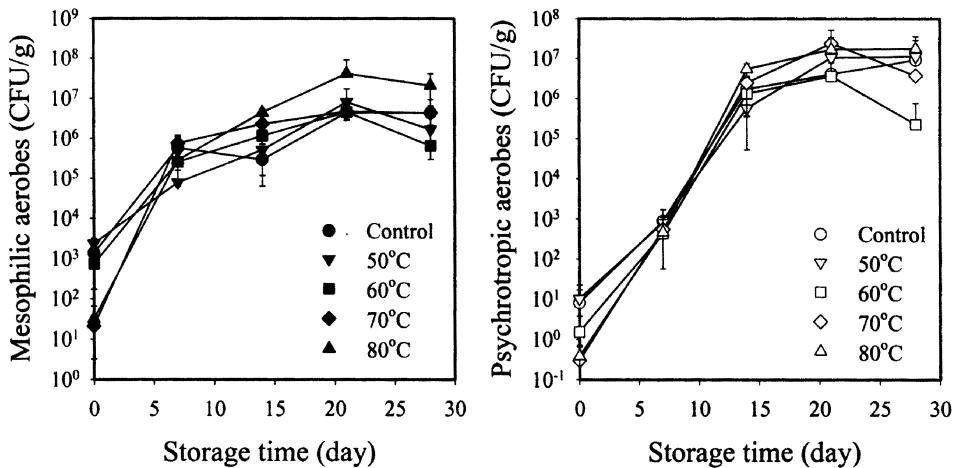


Fig. 6. Changes in mesophilic and psychrotropic aerobes of prepeeled onions treated with hot water dip at various temperatures during storage at 10°C.

대한 평가점수도 점차 증가하였다. 저장 21일 후 무처리구는 4.5 수준이었고 중온 처리구는 3.0 미만의 매우 낮은 점수를 얻었으나, 고온 처리구는 5.0 이상으로 평가되어 부패율 측정 결과(Fig. 5)와 동일한 양상을 나타내었다.

신선 편의식품의 유통기간을 연장시킬 수 있는 전처리 방법으로서 열수처리의 장점은 이미 알려진 바 있는데, Cantwell 등(20)은 편의가공 과의 상품성 제고를 위하여 절단공정 전후에 52.5-55°C의 열수로 2-4분간 과를 열처리했을 때 초기 오염 미생물의 감균 효과뿐만 아니라 저온 저장중 백색 내엽부의 길이 신장을 충분히 억제할 수 있었다고 보고하였다. 또한 중온 처리는 신선 편의식품의 조직감을 유지하는데도 효과적인 것으로 알려져 있다. 사과를 절단하여 편의가공품을 만들 때 중온 열수처리를 수행한 다음 가공하면 사과절편의 조직감이 향상되며, 중온처리 이후 저장온도가 낮을수록 제품의 경도가 높게 나타났다고 한다(21). 한편 신선 편의식품의 경우 여러 가지 품질인자 가운데에서도 외관특성의 중요성이 더욱 강조되는데, 일반적으로 색택이 균일하고 손상 또는 부패 부위가 없어야 하며 신선한 느낌을 줄 수 있어야 한다. 이러한 측면에서 외관품질 평가는 실제 구매자나 소비자가 상품의 구매의사를 결정할 때 가장 큰 영향을 미칠 수 있다(22). 따라서 종합적 외관품질에 대한 평가점수 5.0을 기준으로 상품성의 한계를 가정하고 처리구별로 10°C에서 밀봉 포장한 박피 양파의 유통기간을 각각 비교해보면, 냉수 세척한 대조구는 약 21일, 고온(70, 80°C) 열수 처리구는 7일미만, 50°C 처리구는 약 24일, 60°C 처리구는 28일가량을 알 수 있었다. 결과적으로 50-60°C의 중온 열수처리는 변색, 시듦, 부패, 외관품질의 측면에서 박피 양파의 저장품질을 양호하게 유지하는데 긍정적인 효과를 나타내는 것으로 확인되었다.

요 약

신선 편의가공 채소류의 전처리기술로서 중온처리의 적용 가능성을 확인하고자 박피 양파의 열수처리에 따른 저장중 품질 특성 변화를 살펴보았다. 건조외피 제거, 절단, 수세를 거친 양파 시료에 대해 50-80°C의 열수로 1 분간 침지한 후 물기를 제거하고 63 µm 두께의 LDPE 필름에 밀봉 포장하여 10°C에 저장하면서 이화학, 미생물, 관능적 특성 변화를 측정하였다. 생

체 중량감소 및 절단 표면색 변화는 상대적으로 고온(70, 80°C) 처리구에서만 유의적인 증가를 나타내었고, 미생물의 경우 열처리 직후 고온 처리구에서 90% 이상의 생균수 감균 효과를 확인할 수 있었으나, 저장 중기 이후에는 처리구별로 유의적인 생균수 차이를 구분할 수 없이 약 10⁶-10⁷ CFU/g 수준을 나타내었다. 관능 평가에서는 저장 28일까지 60°C 중온 처리구가 변색, 시듦, 부패 항목에서 상대적으로 가장 낮은 점수를 나타내었고 외관 품질도 비교적 우수하여 박피 양파의 저장중 품질유지에 가장 유리한 열수 처리온도임을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 보건복지부 보건의료기술연구개발사업(HMP-98-F-3-0008)의 지원에 의해 수행한 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

문 헌

1. King Jr AD, Bolin HR. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol.* 43(2): 132-135, 139 (1989)
2. Varoquaux P, Wiley R. Biological and biochemical changes in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. pp. 226-268. In: *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*. Wiley RC (ed). Chapman & Hall, New York, NY, USA (1994)
3. Ahvenainen R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trend Food Sci. Technol.* 7: 179-187 (1996)
4. Alzamora SM, Tapia MS, Lopez-Malo A. *Minimally Processed Fruits and Vegetables: Fundamental Aspects and Applications*. Aspen Publishers Inc., Gaithersburg, MD, USA. pp. 1-97 (2000)
5. Lamikanra O. *Fresh-cut Fruits and Vegetables: Science, Technology, and Market*. CRC Press LLC, Boca Raton, FL, USA. pp. 267-338 (2002)
6. Ohlsson T. Minimal processing-preservation methods of the future: an overview. *Trend Food Sci. Technol.* 5: 341-344 (1994)
7. Nguyen-the C, Carlin F. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 34: 371-401 (1994)
8. Lurie S. Postharvest heat treatments. *Postharv. Biol. Technol.* 14: 257-269 (1998)
9. Ben-Yehoshua S, Peretz J, Rodov V, Nafussi B. Postharvest application of hot water treatment in citrus fruits: The road from labo-

- ratory to the packing-house. *Acta Hortic.* 518: 19-28 (2000)
10. Hong SI, Kim DM. Influence of oxygen concentration and temperature on respiratory characteristics of fresh-cut green onion. *Int. J. Food Sci. Technol.* 36: 283-290 (2001)
 11. Manzano M, Citterio B, Maifreni M, Paganessi M, Comi G. Microbial and sensory quality of vegetables for soup packaged in different atmospheres. *J. Sci. Food Agric.* 67: 521-529 (1995)
 12. Pirovani ME, Piagentini AM, Guemes DR, Di Pentima JH. Quality of minimally processed lettuce as influenced by packaging and chemical treatment. *J. Food Qual.* 22: 475-484 (1998)
 13. Kader AA, Lipton WJ, Morris LL. Systems for scoring quality of harvested lettuce. *Hort Sci.* 8: 408-409 (1973)
 14. Lee HH, Hong SI, Kim DM, Han YS. Effect of hot water treatment on biochemical changes in minimally processed onion. *Food Sci. Biotechnol.* 12: 445-450 (2003)
 15. Cantwell M. Properties and recommended conditions for storage of fresh fruits and vegetables. Available from: <http://postharvest.ucdavis.edu/produce/storage/index.shtml>. Accessed Feb. 18, 2004.
 16. Kader AA, Zagory D, Kerbel EL. Modified atmosphere packaging of fruit and vegetables. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 28: 1-30 (1989)
 17. O'Connor-Shaw RE, Roberts R, Ford AL, Nottingham SM. Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and cantaloupe. *J. Food Sci.* 59: 1202-1206, 1215 (1994)
 18. Francis GA, Thomas C, O'Beirne D. The microbiological safety of minimally processed vegetables. *Int. J. Food Sci. Technol.* 34: 1-22 (1999)
 19. Heard GM. Microbiology of fresh-cut produce. pp. 187-248. In: *Fresh-cut Fruits and Vegetables: Science, Technology, and Market.* Lamikanra O (ed). CRC Press LLC, Boca Raton, FL, USA (2002)
 20. Cantwell MI, Hong G, Suslow TV. Heat treatments control extension growth and enhance microbial disinfection of minimally processed green onions. *Postharv. Biol. Technol.* 36: 732-737 (2001)
 21. Kim DM, Smith NL, Lee CY. Effect of heat treatment on firmness of apples and apple slices. *J. Food Process. Preserv.* 18: 1-8 (1994)
 22. Jordan JL, Shewfelt RL, Prussia SE, Hurst WC. Estimating the price of quality characteristics for tomatoes: Aiding the evaluation of the postharvest system. *Hort Sci.* 20: 203-205 (1985)

(2003년 10월 27일 접수; 2004년 2월 20일 채택)