

SO₂ 살균패드처리에 의한 감말랭이의 저장 중 품질 변화

오성일 · 김철우 · 이 옥*
국립산림과학원 특용자원연구과

Quality Improvement of Dried Persimmons Slices during Storage Period using SO₂ Treated Pads

Sung-II Oh, Chul-Woo Kim and Uk Lee*

Division of Special-purpose Trees, National Institute of Forest Science, Suwon 16631, Korea

요 약: 감말랭이의 SO₂ 살균패드처리(SO₂ 0, 0.5, 1, 2 g/kg)에 의한 저장 중 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 저장기간 동안 SO₂ 살균패드처리는 감말랭이의 중량 및 수분감소율과 가용성 고형물 함량에 영향을 미치지 않았다. 그러나 색차는 저장 12주 후 무처리구에서 3.5로 가장 높은 반면, SO₂ 2 g/kg 처리구에서 2.0으로 가장 낮게 나타났다. 감말랭이의 갈변도는 저장 12주 후 무처리구에서 0.24 O.D.로 가장 높았으며, SO₂ 0.5 g/kg 처리구 0.22 O.D.와 SO₂ 1 g/kg 처리구 0.20 O.D., SO₂ 2 g/kg 처리구 0.17 O.D.순으로 나타났다. 부패율은 저장 12주 후 무처리구가 7.0%로 가장 높은 반면, SO₂ 1 g/kg 처리구와 SO₂ 2 g/kg 처리구는 부패가 전혀 진행되지 않았다. 모든 SO₂ 살균패드 처리구에서 감말랭이의 잔류 이산화황 농도는 20.3~44.3 ppm으로 안전한 범위에서 검출되었다. 따라서 SO₂ 살균패드처리는 감말랭이의 갈변 및 부패를 억제시킴을 확인하였으며 특히, SO₂ 2 g/kg 처리가 감말랭이의 품질유지와 저장성에 가장 효과적이라고 판단된다.

Abstract: The effects of SO₂ treated pads (SO₂ 0, 0.5, 1, and 2 g/kg) on the quality of dried persimmons slices were investigated. The SO₂ treated pads for storage did not affect to weight, moisture loss rate, and soluble solid contents of dried persimmons slices. The color change after storage for 12 weeks was the highest (value = 3.5) in control (SO₂ 0 g/kg), whereas that was the lowest (value = 2.0) under SO₂ 2 g/kg condition. When we measured the browning degree after 12 weeks, they showed O.D. 0.24, 0.22, 0.20, and 1.7 in serial dilution treated pads with SO₂ 0, 0.5, 1, and 2 g/kg, respectively. The decaying rate was the highest (7.0%) in control after 12 weeks storage, whereas it did not show any spoilage in SO₂ 1 g/kg and 2 g/kg treated condition for whole storage period. The concentration of residual SO₂ in dried persimmons slices was detected within a safe range of 20.3~40.3 ppm. Therefore, the shelf-life of dried persimmons slices was lengthened in SO₂ treated pads (especially in SO₂ 2 g/kg) for inhibiting of browning and decaying.

Key words: Diospyros kaki, browning, decaying, storage, sulphur dioxide, quality

서 론

감나무(*Diospyros kaki*)는 동아시아가 원산지로서 한국, 일본, 중국 등에서 주로 재배되고 있으며, 아열대부터 온대에 이르기까지 넓은 지역에 분포하고 있다. 또한 우리나라의 기후 풍토에 적합하여 일부 산간지역을 제외하고는 전국 어디에서나 널리 재배되고 있다(Jo et al., 2010; Kang et al., 2004). 감의 품종은 다양하나 과실의 수확 후 식용방법을 결정하는 떫은맛의 존재유무에 따라 일반적으로 떫은감(*Diospyros kaki* L.)과 단감(*Diospyros kaki*

T.)으로 나누어진다(Lee et al., 2011). 이 중 떫은감은 당류와 비타민 및 무기질 등이 풍부한 알카리성 식품으로 고혈압, 지혈작용, 설사, 이뇨, 기침치료 등에 효과가 있다고 알려져 있다(Kang et al., 2012).

떫은감의 유통 소비 형태는 주로 탈삼 가공처리를 거친 건시, 연시 및 탈삼감이었으나, 근래에 들어서는 와인, 퓨레, 식초, 주스 등 제조형태가 다양해지는 추세이다(Kim et al., 2009). 떫은감 품종 중 ‘청도반시’는 연간 약 25,000톤 정도가 생산되는데 육질이 연하고 씨가 없어 주로 연시형태로 가공 유통되어 왔으나 최근에는 동결연시나 건시의 가공비율이 증가하고 있다. 특히, 건시의 일종인 말랭이의 가공 유통이 급격하게 증가하고 있으나 생산환경,

*Corresponding author
E-mail: rich26@korea.kr

품질관리 및 상품화 전략 등에서는 여러 가지 개선되어야 할 점들이 많은 현실이다(Cho, 2007).

감말랭이는 원형 그대로 건조시킨 건시와 다르게 감을 절단하여 건조시킨 것을 말한다. 그러나 감말랭이는 감을 건조하는 과정, 건조 후 저장 및 유통하는 과정 중에 곰팡이의 발생으로 품질이 변질되어 상품적 가치가 떨어지기도 한다. 지금까지는 일반 건시에서 전처리와 포장방법에 따른 반건시의 품질변화(Park et al., 2006), 꺾감의 색변화에 대한 전처리와 저장온도(Cárcel et al., 2010), 전처리와 포장재에 따른 꺾감의 품질변화(Kim et al., 2004) 등에 관한 연구들은 많이 보고되어 있다. 하지만 감말랭이의 저장과 품질분석에 관련된 연구는 부족한 실정이다.

원예작물의 저장 및 유통 중 발생하는 품질저하의 주된 원인으로 곰팡이 등 미생물의 증식으로 인한 부패가 큰 비중을 차지하고 있다(Kim et al., 2010). 이러한 곰팡이 등의 미생물을 억제하기 위해 널리 이용되고 있는 방법 중 하나는 SO₂ 가스 훈증방법이다(Lindsey et al., 1989). SO₂ 가스는 미생물의 세포막 기능을 저해하고 단백질과 mRNA를 불활성화시킴으로써 미생물에 직접적인 위해 작용을 나타낸다(Lim, 2011). 그러나 SO₂ 가스는 미생물을 제거할 뿐만 아니라 인체에도 유해하기 때문에 적절한 사용량을 결정하여야 한다. 식품의약품안전처에서 공시한 식품첨가물공전에 따르면 건과일의 잔류 이산화황 농도는 1000 ppm이 넘지 않도록 명시되어 있다(MFDS, 2015). 최근 수확한 과실에 SO₂ 가스 발생 패드를 함께 포장하여 부패를 감소시키는 처리방법이 이용되고 있다(Crisoto and Mitchell, 2002). 국내에서는 아직 상업적으로 활용되고 있지 않지만 근래에 SO₂ 패드가 살균 패드로 등록됨에 따라 상업적 사용이 가능하게 되었다(Lim et al., 2010). 그러나 감말랭이에 대한 살균 패드의 적절한 사용농도 및 방법에 관한 연구는 아직까지 진행된바가 없다. 또한 SO₂ 처리농도가 높거나 부적절할 경우 과육의 변색 등의 부작용도 우려되므로 살균패드의 적정 적용방안을 검토할 필요가 있다.

따라서, 본 연구는 감말랭이의 품질유지와 유통기간 연장에 SO₂ 살균패드의 적용방안을 마련함으로써 짧은감 가공품산업의 활성화에 기여하고자 실시되었다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 연구에서 사용된 감말랭이는 짧은감 주산지인 경북 청도에서 생산된 것이다. 공시재료로 사용된 감말랭이는 외관상 분이 없고 크기와 색깔이 비슷하고 조직이 연한 것을 선별하여 실험에 사용하였다.

2. SO₂ 패드 처리 및 저장 조건

선별한 감말랭이는 플라스틱필름 용기[180 mm × 120 mm × 90 mm(W × H × D)]에 담아 포장하였다. 포장된 감말랭이는 상자[500 mm × 400 mm × 200 mm(W × H × D)]에 타공된 필름을 깔고 필름 안에 살균패드(Fresh Gold, Top Fresh Co., Korea)를 처리하였다. 살균패드는 상자당 감말랭이 10 kg을 넣은 후 감말랭이 1 kg 당 Sodium metabisulphate를 각각 0.5 g, 1.0 g, 2.0 g으로 조절되도록 처리하였다. 대조구는 동일한 처리에서 살균패드처리만 실시하지 않았다. 저장은 처리별 감말랭이를 0±1°C(상대습도 90±5%) 조건에서 저장하여 12주 동안 실시하였다. SO₂ 농도는 휴대용 가스 측정기(Minimax XP, Honeywell Analytics Inc., USA)를 사용하여 측정하였다.

3. 품질 조사

품질조사는 중량감소율, 수분함량, 당도, 색도, 갈변도, 부패율, 관능평가를 각각 실시하였다. 중량감소율은 초기 중량과 저장 12주 후 측정된 시료의 중량 차이를 초기 중량에 대한 백분율(%)로 나타냈으며, 수분함량은 수분측정기(MOC-120H, Shimadzu Co., Japan)를 이용하여 105°C에서 가열건조 질량측정 방식으로 분석하였다.

당도는 시료 10 g을 취하여 증류수 50 mL를 넣고 마쇄하고, 이를 여과한 후 굴절당도계(RA-510, Kyoto Electronics MFG Co., Japan)를 사용하여 측정하였다.

색도는 표준백판(L=97.40, a=-0.49, b=1.96)으로 보정된 Chromameter(CR-400, Minolta Co., Japan)를 사용하여 측정하였으며, 껍질 제거 부위의 과육을 20반복으로 Hunter L, a, b값을 측정하였다. 각 처리구간 색도의 차이는 초기 값에 대한 색차(color difference, ΔE)를 이용하여 분석하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$

갈변도는 시료 5 g에 50% 에탄올 50 mL를 가하여 실온에서 24시간 동안 추출한 다음 여과지(Whatman No.2)로 여과하여 UV-spectrophotometer(Optizen 2120UV, Mecasys Co. Ltd, Korea)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

저장기간 동안 감말랭이의 부패율은 저장시료를 육안으로 관찰하여 부패된 과실의 개수를 전체 개수에 대한 백분율(%)로 표시하였다.

관능평가는 5명의 조사인원을 별도로 선발하여 시료의 식미, 식감, 색상, 이취를 평가하였다. 감말랭이의 식미, 식감, 색상 그리고 이취는 2주일 간격으로 개봉 즉시 20반복으로 측정하였으며, Meilgaard et al.(1991)의 방법을 응용하여(5=매우 좋음; 4=좋음; 3=보통; 2=안좋음; 1=매우

안중음) 5점 척도법으로 평가하였다.

4. 잔류 이산화황 분석

이산화황 분석은 식품의약품안전처 고시법에 따라 (MFDS, 2013) Monier-Williams 변법 장치를 사용하여 감말랭이에 잔류하는 이산화황을 정량하였으며, 3반복하여 평균값을 구하였다.

5. 통계

본 시료에 대한 결과는 평균과 표준오차로 나타내었고, 관능적 품질평가는 SPSS(SPSS Inc., ver. 19.0 K, USA)을 이용하여 분산분석을 실시한 후 사후검정으로 Duncan 다중검정으로 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 포장 내 SO₂ 농도 변화

감말랭이 포장 내부의 SO₂ 가스농도는 처리 후 시간이 경과함에 따라 점차 증가하여 처리 6주 후에는 최고 수준까지 높아졌다가 점차 감소하였다. 포장 내 SO₂ 가스농도는 SO₂ 살균패드의 처리 농도가 높아질수록 증가하는 것으로 나타났다. SO₂ 2 g/kg 처리구에서 포장 내 SO₂ 농도는 최고 3.1 ppm까지 높아졌으나 무처리구에서 포장 내 SO₂ 가스는 검출되지 않았다(Figure 1). SO₂ 살균패드를 처리한 포도 저장성 연구의 경우, 포장 내 SO₂ 가스농도가 최고 40 ppm까지 올라간다고 알려져 있다(Lim et al., 2011). SO₂ 살균패드는 포장 내 수분과 반응하여 SO₂ 가스를 발생하며 이는 과실의 수분함량과 밀접한 연관이 있다. 포도의 경우 수분함량이 80% 이상이지만, 감말랭이는 수분함량이 40% 내외로 낮기 때문에 포장 내 SO₂ 살균패드와 반응 시 SO₂ 가스의 발생량이 적었다고 판단된다. 또한 포장상태의 차이로 포장 내 SO₂ 농도변화가 다르게 나타날 수 있으므로 추후 포장방법에 대한 연구가 필요할

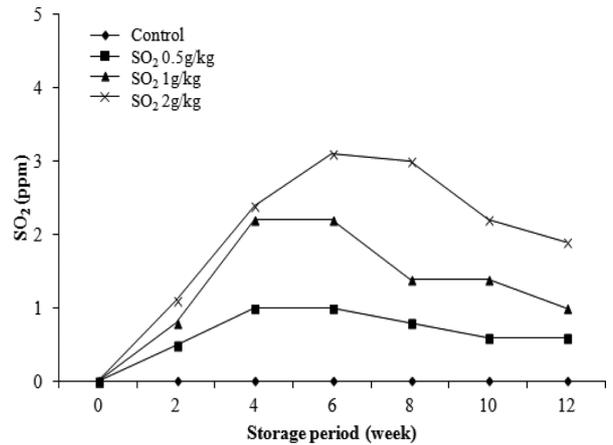


Figure 1. Changes of SO₂ concentration in the package of with different concentrations SO₂ pad treated dried persimmons slices.

것으로 생각된다.

2. 품질 변화

SO₂ 살균패드처리에 의한 저장 12주 후 감말랭이의 중량과 수분감소율을 조사한 결과는 Figure 2와 같다. 중량 감소율은 무처리구(A)에서 6.6%, SO₂ 0.5 g/kg 처리구(B)에서 5.8%, SO₂ 1 g/kg 처리구(C)에서 5.1% 그리고 SO₂ 2 g/kg 처리구(D)에서 6.8%로 나타났으며 처리구간 유의성은 인정되지 않았다. 수분감소율은 중량감소율과 마찬가지로 처리구간 차이는 나타나지 않았고 8.9~10.2% 범위에서 감소하였다. 일반적으로 수분감소는 과실의 무게손실과 표피의 변형을 일으키므로 품질을 급격히 저하시키는 원인이 된다(Hwang et al., 2013). 본 연구에서 수분 및 중량감소의 원인은 SO₂ 패드 처리에 의한 감소보다는 포장방법과 저장조건에 의해 감소가 진행되었다고 판단된다.

가용성 고형물함량은 처리구간 차이가 나타나지 않았지만, 모든 처리에서 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였다(Figure 3). 건조방법을 달리한 감말랭이의 수

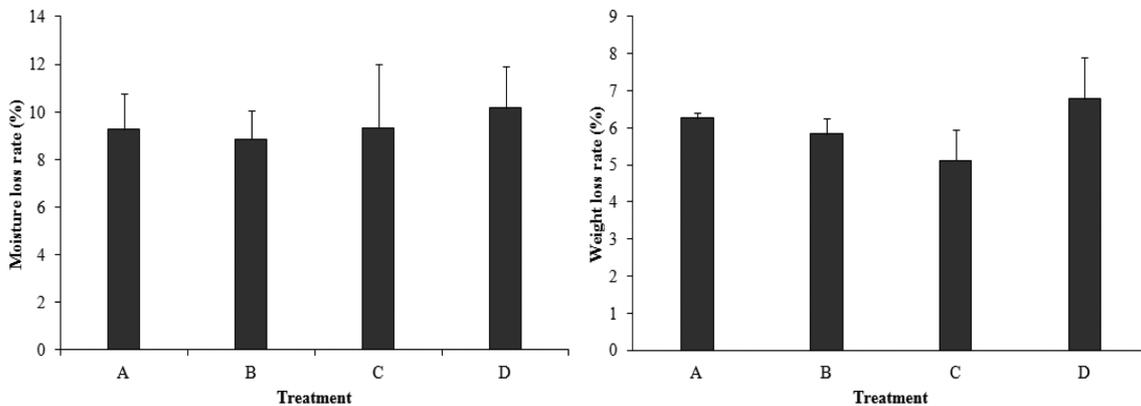


Figure 2. Weight and moisture loss rate after 12 weeks storage of dried persimmons slices treated with different concentrations of SO₂ pad. A, control; B, SO₂ 0.5 g/kg; C, SO₂ 1 g/kg; D, SO₂ 2 g/kg. Vertical bars represent ± standard error of the mean (n=3).

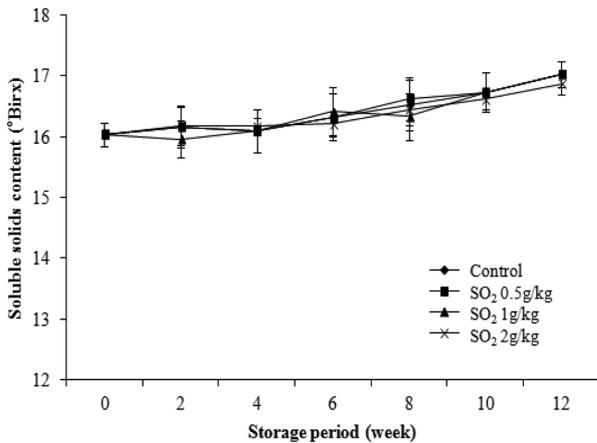


Figure 3. Changes in soluble solids content of dried persimmons slices treated with different concentrations of SO₂ pad. Vertical bars represent ± standard error of the mean (n=20).

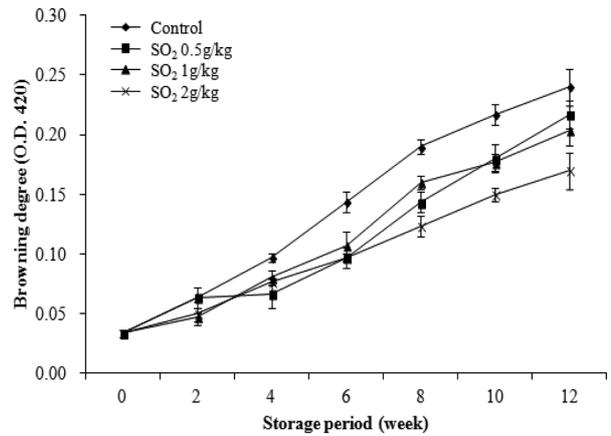


Figure 5. Changes in browning degree of dried persimmons slices treated with different concentrations of SO₂ pad. Vertical bars represent ± standard error of the mean (n=3).

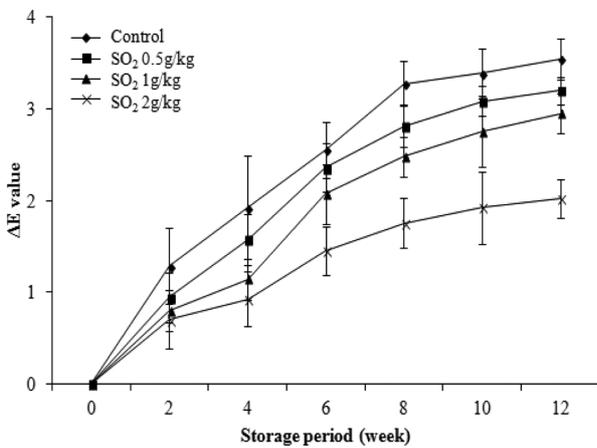


Figure 4. Changes in color difference of dried persimmons slices treated with different concentrations of SO₂ pad. Vertical bars represent ± standard error of the mean (n=20).

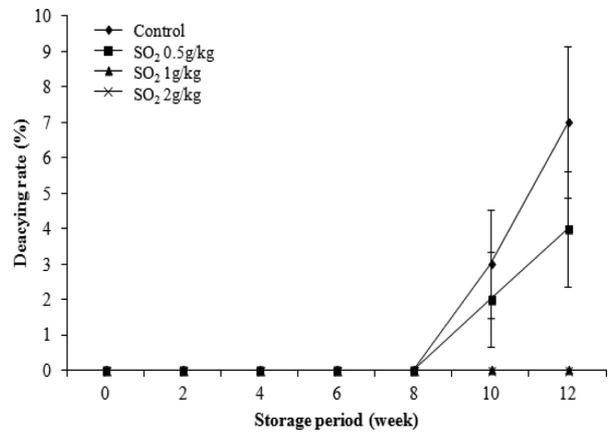


Figure 6. Changes in decaying rate of dried persimmons slices treated with different concentrations of SO₂ pad. Vertical bars represent ± standard error of the mean (n=10).

분 및 고형물함량을 조사한 연구(Kim et al., 2009)에서도 수분함량이 낮을수록 가용성 고형물함량은 높아지는 경향을 보였다고 하였다. 이는 저장기간 동안 감말랭이의 수분함량이 감소하여 수용성 고형물과 이온농도의 증가로 환원당이 축적되었기 때문에 가용성 고형물함량이 증가하였다고 생각된다.

감말랭이의 색차는 SO₂ 살균패드를 처리하고 저장 직후 측정된 표면 색상의 값을 기준으로 2주 간격으로 측정할 결과, 색차는 모든 처리에서 저장기간이 경과됨에 따라 증가하였다(Figure 4). 무처리구에서 색차의 변화는 저장 8주까지 급격히 증가하다 저장 12주까지 완만히 증가하였으며, 처리구 중 색차가 3.5로 가장 높게 나타났다. 반면 SO₂ 2 g/kg 처리구에서 저장 12주 후 색도차는 2.0으로 가장 색변화가 없었다. 감말랭이 과육의 갈변도 변화를 조사한 결과(Figure 5), 색차의 변화와 유사한 경향을 나타냈다. 갈변도는 저장초기 0.03 O.D.값에서 저장 12주 후

무처리구(0.24 O.D.) > SO₂ 0.5 g/kg 처리구(0.22 O.D.) > SO₂ 1 g/kg 처리구(0.20 O.D.) > SO₂ 2 g/kg 처리구(0.17 O.D.)순으로 나타났다. 이산화황은 매우강한 환원력을 가지고 있기 때문에 효소적 갈변반응을 촉진하는 Polyphenol oxidase(PPO)활성 저해제로 작용한다. 또한 이산화황 음이온의 친핵적(uncleophilic)인 성질은 비효소적인 갈변반응을 억제하여 식품의 품질유지에 중요한 역할을 한다고 알려져 있다(Ha et al., 2010). 본 연구에서도 포장 내 이산화황 가스가 감말랭이 과육의 갈변을 억제시켰으며, SO₂ 살균패드의 처리 농도가 높을수록 이산화황 가스발생이 많아져 갈변억제에 효과적이었다고 판단된다.

SO₂ 살균패드처리에 의한 저장 중 감말랭이의 부패율 변화를 조사한 결과는 Figure 6과 같다. 저장 초기에는 모든 처리에서 부패가 발생하지 않았지만 저장 8주 후부터 처리간 차이가 나타나며 부패가 발생하였다. 무처리구가 저장 12주 후 7.0%로 부패율이 가장 높았고 SO₂ 0.5 g/kg 처리구는 4.0%의 부패율을 보였다. SO₂ 1 g/kg과 SO₂

Table 1. Changes in sensory of dried persimmons slices treated with different concentrations of SO₂ pad.

Sensory evaluation	Treatment ^z	Storage period (week)						
		0	2	4	6	8	10	12
Palatability	A	4.8 a ^y	4.6 a	4.4 a	4.3 a	4.0 b	3.3 b	3.1 b
	B	4.8 a	4.6 a	4.4 a	4.3 a	4.1 ab	3.7 b	3.4 b
	C	4.8 a	4.6 a	4.5 a	4.3 a	4.3 ab	4.2 a	4.0 a
	D	4.8 a	4.8 a	4.5 a	4.5 a	4.5 a	4.4 a	4.2 a
Texture	A	4.8 a	4.5 a	4.3 a	4.1 a	4.1 a	3.9 b	3.8 b
	B	4.8 a	4.5 a	4.4 a	4.4 a	4.3 a	4.0 ab	4.0 ab
	C	4.8 a	4.6 a	4.4 a	4.5 a	4.4 a	4.2 ab	4.1 ab
	D	4.8 a	4.6 a	4.5 a	4.4 a	4.3 a	4.4 a	4.1 a
Color	A	4.8 a	4.1 a	3.7 a	3.2 a	3.2 a	2.6 a	2.2 a
	B	4.8 a	4.0 a	3.8 a	3.4 a	3.2 a	2.7 a	2.4 a
	C	4.8 a	4.2 a	3.8 a	3.2 a	3.1 a	2.5 a	2.2 a
	D	4.8 a	4.2 a	3.9 a	3.2 a	3.3 a	2.7 a	2.5 a
Off-odor	A	4.9 a	4.5 a	4.3 a	4.3 a	4.1 a	4.1 a	3.9 a
	B	4.9 a	4.7 a	4.5 a	4.4 a	4.3 a	4.1 a	4.0 a
	C	4.9 a	4.6 a	4.5 a	4.4 a	4.3 a	4.2 a	4.0 a
	D	4.9 a	4.6 a	4.5 a	4.5 a	4.2 a	4.1 a	3.9 a

^zA, control; B, SO₂ 0.5 g/kg; C, SO₂ 1 g/kg; D, SO₂ 2 g/kg.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$, respectively.

2 g/kg 처리구는 저장기간 동안 부패가 진행되지 않았다. 이는 포장 내 이산화황 가스발생이 미생물의 세포막 기능을 저해하고 단백질과 mRNA를 불활성화시켜 미생물의 생육을 억제시켰기 때문이라고 생각된다(Kim et al., 2000).

3. 관능평가

감말랭이의 외부 모양은 품질을 판단하는 일차적 요소이기 때문에 중요할 뿐만 아니라 향과 맛도 저장 중 품질을 판단하는 중요한 지표이다. SO₂ 살균패드처리에 의한 저장 중 감말랭이의 식미, 식감, 색상, 이취 항목에 대하여 관능검사를 실시하였으며 그 결과는 Table 1에 나타내었다. 감말랭이의 저장 중 식미 변화를 조사한 결과, 저장 초기에는 처리간 차이가 나타나지 않았지만 저장 8주 후부터 차이가 나타나기 시작하였고, SO₂ 2 g/kg 처리구의 식미가 저장기간 동안 가장 우수하였다. 식감 변화는 저장 10주 후부터 처리간 차이가 나타났으며 식미와 유사한 경향을 보였다. 감말랭이의 색상과 이취는 처리구간 통계적으로 유의하지는 않았지만 모든 처리에서 저장기간 동안 감소하는 경향을 보였다. 특히 감말랭이 과육 색상은 저장 6주 후부터 급격히 나빠졌는데 이는 저장기간 중 감말랭이 표면에 분이 발생하여 색상평가에 영향을 미쳤기 때문이다.

4. 잔류 이산화황 농도

SO₂ 살균패드처리에 의한 저장 12주 후 감말랭이의 잔류 이산화황 농도를 조사하였다(Figure 7). 잔류 이산화황

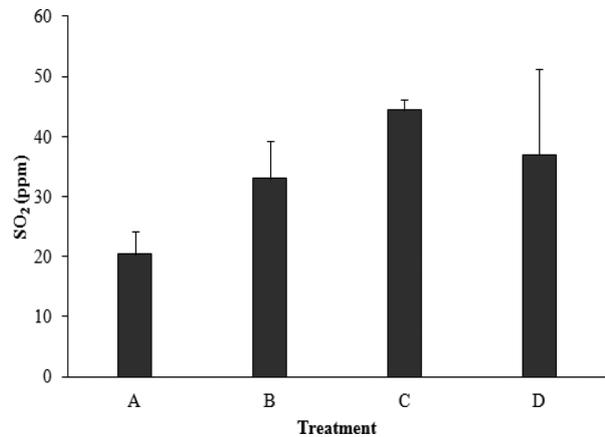


Figure 7. Residual SO₂ concentration after 12 weeks storage of dried persimmons slices treated with different concentrations of SO₂ pad. A, control; B, SO₂ 0.5 g/kg; C, SO₂ 1 g/kg; D, SO₂ 2 g/kg. Vertical bars represent \pm standard error of the mean (n=3).

농도는 무처리구에서 20.3 ppm, SO₂ 0.5 g/kg 처리구에서 33.0 ppm, SO₂ 1 g/kg 처리구에서 44.3 ppm 그리고 SO₂ 2 g/kg 처리구에서 37.0 ppm로 나타났지만 처리구간 유의성은 인정되지 않았다. 무처리구에서 이산화황이 검출된 이유는 감말랭이 제조과정 중 갈변억제를 위한 이산화황 처리를 진행했기 때문으로 판단된다. 식품의약품안전처의 식품첨가물공전에 따르면 건과일의 잔류 이산화황 농도는 1000 ppm으로 명시되어 있다(MFDS, 2015). 본 연구에서 감말랭이의 잔류 이산화황 농도는 20.3~44.3 ppm 수준으로 검출되어 식품으로서 위해성이 없고 안전한 것을

확인하였다.

이상의 결과로 저장기간 동안 SO₂ 살균패드처리는 감말랭이의 품질에 부정적인 영향을 미치지 않았다. 그러나 SO₂ 살균패드처리가 감말랭이의 갈변억제와 부패방지 및 품질유지에 효과적인 것으로 나타났다. 또한 감말랭이의 저장 중 품질유지에 있어서는 저농도 SO₂ 살균패드처리보다 고농도 SO₂ 살균패드처리가 효과적이었으며, SO₂ 2 g/kg 살균패드처리가 저장성 증진에 가장 효과적이었다. 따라서 본 연구의 결과는 감말랭이의 저장 시 일정기간 품질을 유지관리를 할 수 있는 기초자료를 제시할 수 있으며, 짧은 가공품의 유통기간을 확대시킬 수 있는 가능성을 제시함에 따라 관련 산업의 활성화에 도움이 될 것으로 판단된다.

결론

우리나라 대표 임산물로 짧은 가공품인 감말랭이의 SO₂ 살균패드처리에 대한 저장 간 품질변화를 조사함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 포장 내부의 SO₂ 가스농도는 처리 후 시간이 경과함에 따라 점차 증가하여 처리 6주 후 SO₂ 2 g/kg 처리구에서 3.1 ppm으로 최고 수준까지 높아졌다가 점차 감소하였다.
2. 감말랭이의 중량 및 수분감소율은 처리간 차이는 나타나지 않았지만 저장초기보다 감소하는 경향을 보였다.
3. 가용성 고형물함량은 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였지만, 통계적으로 처리간 차이가 없었다.
4. 색차는 모든 처리에서 저장기간 동안 증가하였으며, 무처리구가 3.5로 가장 높았던 반면 SO₂ 2 g/kg 처리구가 2.0로 가장 낮아 변색이 거의 없었다.
5. 갈변도는 저장초기 0.03 O.D.값에서 저장 12주 후 무처리구(0.24 O.D.) > SO₂ 0.5 g/kg 처리구(0.22 O.D.) > SO₂ 1 g/kg 처리구(0.20 O.D.) > SO₂ 2 g/kg 처리구(0.17 O.D.) 순으로 나타났다.
6. 부패는 저장 8주 후부터 나타나기 시작하였으며, 부패율은 저장 12주 후 무처리구에서 7.0%로 가장 높은 반면 SO₂ 1 g/kg과 SO₂ 2 g/kg 처리구에서 0%로 부패가 전혀 진행되지 않았다.
7. 식미와 식감은 저장기간 동안 SO₂ 2 g/kg 처리구에서 가장 우수하였으며, 색상과 이취는 처리간 통계적으로 유의한 차이는 없었지만 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였다.
8. 잔류 이산화황 농도는 모든 처리에서 20.3~44.3 ppm 수준으로 검출되어 식품으로서 위해성이 없음을 확인하였다.

References

- Cho, D.R. 2007. Variation tendency and enlargement scheme of market for dried persimmons in Korea. Korean Journal of Food Marketing Economics 24: 131-148. (in Korean with English abstract)
- Crisosto, C.H. and Mitchell, F.G. 2002. Postharvest handling system: small fruits. In Postharvest Technology of Horticultural Crops edited by Kader AA. Bulletin No. 296. Univ. California. Davis. Calif.
- Cárcel, J.A., García-Pérez, J.V., Sanjuán, N., and Mulet, A. 2010. Influence of pre-treatment and storage temperature on the evolution of the colour of dried persimmon. LWT-Food Science and Technology 43: 1191-1196.
- Ha, S.Y., Kim, H.J., Woo, S.M., Lee, J.B., Cho, Y.J., Kim, Y.S., Bahn, K.N., Park, J.S., Kim, H.Y., Jang, Y.M., and Kim, M.H. 2010. Study of sulfur dioxide contents in various fresh vegetables during the drying process. Journal of Food Hygiene and Safety 25: 303-309. (in Korean with English abstract)
- Hwang, D.K., Eum, H.L., Yeoung, Y.R., Park, K.W., and Hong, S.J. 2013. Characteristics of everbearing strawberry cultivars and the effect of precooling treatment to maintain quality of 'Charlotte' cultivar grown on highland in summer season. Korean Journal of Horticultural Science and Technology 31: 282-288. (in Korean with English abstract)
- Jo, Y.H., Park, J.W., Lee, J.M., Ahn, G.H., Park, H.R., and Lee, S.C. 2010. Antioxidant and anticancer activities of methanol extracts prepared from different parts Jangseong Daebong persimmon (*Diospyros kaki* cv. Hachiya). Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition 39: 500-505. (in Korean with English abstract)
- Kang, B.H., Jo, M.Y., Hur, S.S., Shin, K.S., Lee, D.S., Lee, S.H., and Lee, J.M. 2012. Isolation and identification of contaminated organisms on dried persimmon. Korean Journal of Food Preservation 19: 939-945. (in Korean with English abstract)
- Kang, W.W., Kim, J.K., Oh, S.L., Kim, J.H., Han, J.H., Wang, J.M., and Choi, J.U. 2004. Physicochemical characteristics of Sangju traditional dried persimmons during drying process. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition 33: 286-391. (in Korean with English abstract)
- Kim, G.R., Kim, M.Y., Chung, H.S., Park, H.J., Moon, K.D., and Kwon, J.H. 2009. Quality analysis and grading of sliced-dried 'Cheongdobansi' persimmons marketed in Korea. Korean Journal of Food Preservation 16: 40-46. (in Korean with English abstract)
- Kim, H.S., Kim, E.J., Choi, J.H., Hong, S.I., and Jeong, M.C. 2010. Reduction of microbial populations on the surface of fresh ginseng by various washing treatments. Korean Journal of Food Preservation 17: 405-409. (in Korean with English abstract)

- English abstract)
- Kim, H.Y., Lee, Y.J., Hong, K.H., Kwon, Y.K., Ko, H.S., Lee, Y.K., and Lee, C.W. 2000. Studies on the contents of naturally occurring of sulfite in foods. *Korean Journal of Food Science and Technology* 32: 544-549. (in Korean with English abstract)
- Kim, S.H., Park, H.W., Lee, S.A., Kim, Y.H., and Cha, H.S. 2004. Quality changes of dried persimmons depending on pre-treatment and packaging materials during storage. *Korean Journal of Food Preservation* 11: 437-440. (in Korean with English abstract)
- Kim, Y.J., Lee, S.J., Kim, M.Y., Kim, G.R., Chung, H.S., Park, H.J., Kim, M.O., and Kwon, J.H. 2009. Physicochemical and organoleptic qualities of sliced-dried persimmons as affected by drying methods. *Korean Journal of Food Science and Technology* 41: 64-68. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.W., Moon, H.K., Lee, W.Y., and Kim, J.K. 2011. Physicochemical characteristics of cold-air dried persimmons and traditional dried persimmons. *Korean Journal of Food Preservation* 18: 481-487. (in Korean with English abstract)
- Lim, B.S., Lee, S.H., and Hwang, Y.S. 2011. Influence of SO₂ generating pad treatment on storage of grape berries. *CNU Journal of Agricultural Science* 38: 607-612. (in Korean with English abstract)
- Lim, B.S., Lee, S.H., Jo, M.A., Hwang, J.H., and Hwang, Y.S. 2010. A storage improvement along a sulfur pad process of grape fruits 'Rosario bianco' (*Vitis vinifera*) and 'Campbell early' (*Vitis labruscana*). *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 28: 96. (in Korean)
- Lindsey, P.J., Briggs, S.S., Moulton, K., and Kater, A.A. 1989. Sulfites on grapes; Issues and alternatives. In *Chemical Use in Food Processing and Postharvest Handling: Issues and Alternatives*. Agricultural Issues Center, Univ. California.
- Meilgaard, M., Civille, G.V., and Carr, B.T. 1991. *Sensory evaluation techniques*. 2nd ed. CRC press.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2013. *The Korean Pharmacopoeia Tenth Edition*. MFDS Notification No. 2013-103: 1198-1199.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2015. *Korea Food Additives Code*. http://www.mfds.go.kr/fa/fa/index.do?page_gubun=1&nMenuCode=12&page=1&gongjeoncategory=1&keyfield=&key=&serialno=277.
- Park, H.W., Cha, H.S., Kim, S.H., Park, H.R., Lee, S.A., and Kim, Y.H. 2006. Effects of grapefruit seed extract pre-treatment and packaging materials on quality of dried persimmons. *Korean Journal of Food Preservation* 13: 168-173. (in Korean with English abstract)

(Received: March 9, 2016; Accepted: March 14, 2016)