

이산화황(SO₂) 패드가 상온저장 중 꽃감 및 감말랭이의 품질에 미치는 영향

오성일 · 이수광 · 박효원 · 김철우 · 이 옥^{ID*}

국립산림과학원 특용자원연구과

Effect of Sulfur Dioxide (SO₂) Pad on the Quality of Dried Persimmons and Dried Persimmons Slices during Storage at Room Temperature

Sung-Il Oh, Sugwang Lee, Hyowon Park, Chul-Woo Kim and Uk Lee^{ID*}

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

요약: 본 연구는 꽃감과 감말랭이의 국내 소비촉진과 수출 활성화를 도모하기 위하여 이산화황 패드처리(Sodium metabisulphate 0, 0.5, 1.0, 2.0 g/kg)가 상온저장 중 품질에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행되었다. 이산화황 패드처리 는 꽃감과 감말랭이의 중량, 수분감소율 및 가용성 고형물 함량에 영향을 미치지 않았다. 그러나 저장 8주 후 꽃감과 감말 랭이의 표면 색차(ΔE)는 무처리구에서 각각 6.0, 6.2로 가장 높은 반면, 이산화황 패드 2 g/kg 처리구에서 각각 4.8, 4.7로 가장 낮게 나타났다. 꽃감의 갈변도는 무처리구에서 0.65 O.D.로 가장 높았으며, 이산화황 패드 0.5 g/kg 처리구 0.57 O.D. 와 이산화황 패드 1.0 g/kg 처리구 0.29 O.D., 이산화황 패드 2.0 g/kg 처리구 0.18 O.D. 순으로 나타나 이산화황 패드 농 도가 높을수록 낮은 수치를 보였다. 또한 감말랭이의 갈변도는 꽃감과 유사한 경향으로 나타났다. 꽃감과 감말랭이의 부패 율은 저장 8주 후 무처리구에서 각각 33.3%, 36.7%로 가장 높은 반면, 이산화황 패드 2.0 g/kg 처리구에서 각각 3.3%, 6.7%로 가장 낮았다. 모든 이산화황 패드 처리구에서 잔류 이산화황 농도는 허용한계치 이내인 15.3~30.0 ppm인 것으로 나타났다. 따라서 이산화황 패드처리는 꽃감과 감말랭이의 갈변 및 부패를 억제시킴을 확인하였으며, 이산화황 패드처리 2.0 g/kg가 꽃감과 감말랭이의 저장 간 품질유지 및 관리에 가장 효과적인 것으로 판단된다.

Abstract: The effect of SO₂ treated pads (Sodium metabisulphate 0, 0.5, 1.0, 2.0 g/kg) on the quality of dried persimmons and dried persimmons slices were investigated. The SO₂ treated pads did not affect to weight, moisture loss rate, and soluble solid contents of dried persimmons and dried persimmons slices. The color change (ΔE) of dried persimmons and dried persimmons slices after storage for 8 weeks were the highest (value=6.0, 6.2) in control, whereas that was the lowest (value=4.8, 4.7) under SO₂ pad 2.0 g/kg condition, respectively. When we measured the browning degree of dried persimmons, they showed O.D. 0.65, 0.57, 0.29, and 0.18 in serial dilution treated pads with SO₂ pad 0, 0.5, 1.0, and 2.0 g/kg. The browning degree data from aforementioned dried persimmons after 8 weeks was similar to that from dried persimmons slices. The decay rate of dried persimmons and dried persimmons slices after storage for 8 weeks were the highest (value=33.3%, 36.7%) in control, whereas that was the lowest (value=3.3%, 6.7%) under SO₂ pad 2.0 g/kg condition, respectively. The concentration of residual SO₂ in dried persimmons and dried persimmons slices were detected within a safe range of 15.3~30.0 ppm. Therefore, the shelf-life of dried persimmons and dried persimmons slices were lengthened in SO₂ treated pads (especially in SO₂ pad 2.0 g/kg) for inhibiting of browning and decay.

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

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

ORCID

Uk Lee ^{ID} <http://orcid.org/0000-0003-1934-4455>

서론

감(*Diospyros kaki*)은 우리나라의 기후 풍토에 적합하여 일부 산간지역을 제외하고는 전국 어디에서나 널리 재배되고 있으며(Jo et al., 2010; Lee et al., 2007), 한국, 일본, 중국 등 온대아시아 지역에서 주로 생산되고 있다. 감은 영양가치가 매우 높은 과일 중 하나로 주성분은 탄수화물로서 포도당과 과당의 함유량이 많고 비타민 C 함량이 사과에 비하여 4~5배 높으며 무기질과 비타민 A, 비타민 B1, 판토텐산, 엽산 등이 풍부한 알칼리 식품으로 알려져 있다(Joo et al., 2011). 또한 감에는 gallic acid, catechin, epigallocatechin gallate 등과 같은 기능성 페놀화합물이 다량 함유되어 있으며 diospyrin이라는 떫은맛을 내는 수용성 탄닌 성분을 함유하고 있어 조직의 손상 방지, 노화방지, 심혈관계 질환 예방 및 항암효과가 있는 것으로 알려져 있다(Achiwa et al., 1997).

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). 유통기간이 짧은 단감에 비해 비교적 저장 기간이 긴 떫은감은 식용으로 이용하기 전에 삼미(떫은 맛) 제거 과정(탈삼과정)을 반드시 거쳐야 한다. 떫은감의 유통 소비 형태는 주로 탈삼 가공처리를 거친 꺾임, 감말랭이, 연시 및 탈삼감이었으나, 근래에 들어서는 와인, 퓨레, 식초, 주스 등 제조형태가 다양해지는 추세이다(Kim et al., 2009). 꺾임과 감말랭이는 일시적으로 다량 출하되는 감 과실의 이용기간을 연장하는 가장 중요한 수단일 뿐 아니라 풍부한 감미와 특유의 물리적 특성을 지니고 있는 우수한 건조식품이다(Oh et al., 2016; Park et al., 2006). 그러나 꺾임과 감말랭이는 저장이나 유통과정 중에 곰팡이 발생과 변색, 조직의 변화 등으로 상품적 가치가 떨어지기 때문에 생산환경, 품질관리 및 상품화 전략 등 여러 가지 개선되어야 할 점들이 많은 현실이다(Cho, 2007).

원예작물은 수확 후 선별, 포장, 운송 등의 취급과정에서 압상이나 상처 등 외적 손상이 발생하기 쉬우며, 이러한 외적 손상은 병원성 미생물의 침입을 조장하게 된다. 특히 상품 포장 시 발생하는 잠복성 감염은 살균제의 침투가 용이하지 않을 뿐만 아니라 수확 후 이기 때문에 살균제와 같은 농약 처리 자체가 사실상 불가능하다(Park et al., 2012). 이러한 미생물을 억제하기 위해 널리 이용되고 있는 방법 중 하나는 이산화황(SO₂) 가스 훈증이다(Lindsey et al., 1989). 이산화황 가스는 미생물의 세포막 기능을 저해하고 단백질과 mRNA를 불활성화시킴으로써 미생물에 직접적인 위해(危害) 작용을 나타낸다(Lim,

2011). 그러나 이산화황 가스는 미생물을 제거할 뿐만 아니라 인체에도 유해하다고 알려져 있어 적절한 사용량을 결정하여야 한다. 식품의약품안전처에서 공시한 식품첨가물공전에 따르면 건과일의 잔류 이산화황 농도는 1000 ppm이 넘지 않도록 명시되어 있다(MFDS, 2016). 최근에는 수확한 과실에 이산화황 가스 발생 패드를 함께 포장하여 부패를 감소시키는 처리방법이 몇몇 과실에 이용되고 있다(Crisoto and Mitchell, 2002). 하지만 꺾임 및 감말랭이에 대한 이산화황 패드의 적정 사용 농도 및 방법에 관한 연구는 아직까지 미비한 실정이다. 특히 꺾임 및 감말랭이는 중소형 마트나 시장에서 열악한 냉장시설이나 좌판에서 판매가 되고 있기 때문에 상온에서 유통 및 저장기간을 연장할 수 있는 방법이 필요하다. 또한 이산화황 처리농도가 높거나 부적절한 경우 과육의 변색 등의 부작용도 우려되므로 이산화황 패드의 적정 적용방안을 검토할 필요가 있다.

따라서, 본 연구는 상온저장기간 동안 꺾임 및 감말랭이의 품질유지와 유통기간 연장을 위해 이산화황 패드의 효과를 구명하고 이산화황 패드의 적용방안을 마련하는데 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 연구에서 사용된 꺾임과 감말랭이는 각각 경상북도 상주시와 청도군에서 생산된 것이다. 공시재료는 외관상분이 없고 크기와 색깔이 비슷하고 조직이 연한 것을 선별하여 실험에 사용하였다.

2. 이산화황(SO₂) 패드 처리

선별한 꺾임과 감말랭이는 플라스틱필름 용기[180 mm×120 mm×0 mm(W×H×D)]에 담아 각각 포장하였다. 포장한 꺾임과 감말랭이는 플라스틱상자[500 mm×400 mm×200 mm(W×H×D)]에 타공된 필름을 깔고 필름 안에 꺾임과 감말랭이를 각각 넣고 이산화황 패드(Fresh Gold, Top Fresh Co., Korea)를 처리하였다. 이산화황 패드 농도는 원예작물에서 사용되고 있는 kg 당 Sodium metabisulphate 1.0 g을 기준으로 저농도 0.5 g, 고농도 2.0 g으로 조절되도록 처리하였으며, 대조구는 동일한 처리에서 이산화황 패드처리만 실시하지 않았다. 저장온도는 마트와 시장에서 판매되는 꺾임 및 감말랭이의 판매온도를 고려하여 상온 조건(10±1℃)의 저장고에서 저장하며 8주 동안 품질조사를 실시하였다. 포장상자 내 이산화황 농도는 휴대용 가스 측정기(Minimax XP, Honeywell Analytics Inc., USA)를 사용하여 측정하였다.

3. 품질 조사

저장기간 동안 품질조사는 꾀감과 감말랭이의 중량감소율, 수분함량, 당도, 색도, 갈변도, 부패율 그리고 관능평가를 각각 실시하였다. 중량감소율은 초기중량과 저장 8주 후 측정된 시료의 중량 차이를 초기중량에 대한 백분율(%)로 나타내었고, 수분함량은 수분측정기(MOC-120H, Shimadzu Co., Japan)를 이용하여 105℃에서 가열건조 질량측정 방식으로 분석하였으며 각각 3반복으로 측정하였다.

당도는 시료 10 g을 취하여 증류수 50 mL를 넣어 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, 꾀질 제거 부위의 과육을 20반복으로 Hunter L, a, b값을 측정하였다. 각 처리구간 색도의 차이는 초기값에 대한 색차(color difference, ΔE)를 이용하여 분석하였으며 계산식은 다음 식 1과 같다.

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

갈변도는 시료 5 g에 50% 에탄올 50 mL을 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 꾀감과 감말랭이의 부패율은 저장시료를 육안으로 관찰하여 부패된 과실의 개수를 전체 개수에 대한 백분율(%)로 표시하였다.

미생물 수는 꾀감과 감말랭이의 과육을 10 g씩 채취하여 멸균수 90 ml에 담가 균질화시킨다. 균질화된 용액을 단계별로 10배씩 희석하여 효모 및 곰팡이용 배지에 1

ml씩 분주하였다. 분주된 배지는 25℃에서 96시간 동안 배양 후 육안으로 콜로니의 개수를 측정하여 log CFU/g으로 나타내었다.

관능평가는 훈련된 5명의 조사인원을 별도로 선발하여 시료의 식미, 식감, 색상, 이취를 평가하였다. 꾀감과 감말랭이의 식미, 식감, 색상 그리고 이취는 2주일 간격으로 개봉 즉시 20반복으로 측정하였으며 5점 척도법(5=매우 좋음; 4=좋음; 3=보통; 2=안좋음; 1=매우 안좋음)으로 평가하였다.

4. 잔류 이산화황 분석

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

5. 통계

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

결과 및 고찰

1. 포장 내 이산화황(SO₂) 농도 변화

꾀감과 감말랭이 포장 내부의 이산화황(SO₂) 농도는 패드처리 1주 후 급격히 증가하여 저장 8주 후까지 이산화황 패드 2.0 g/kg 처리구에서 8.9~12.0 ppm, 이산화황 패드 1.0 g/kg 처리구에서 4.0~6.1 ppm, 이산화황 패드 0.5 g/kg 처리구에서 1.0~1.9 ppm 수준으로 유지하였다 (Figure 1). 무처리구에서는 포장 내 이산화황 가스가 검출되지 않았다. 이산화황 패드의 원료는 메타중아황산나

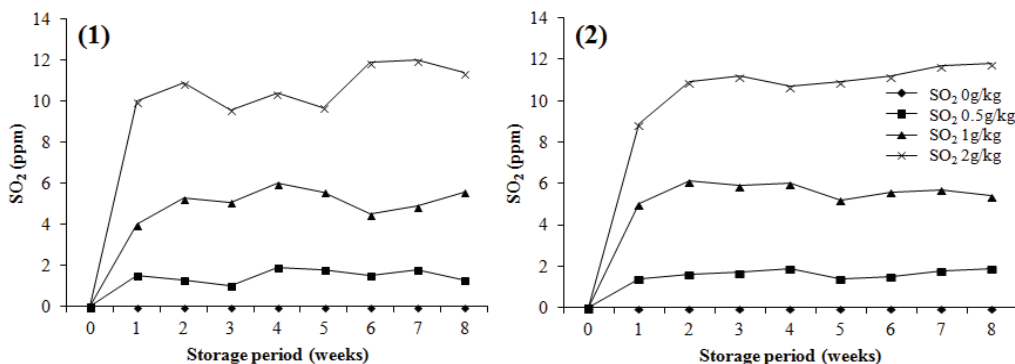


Figure 1. Changes of SO₂ concentration in the package of dried persimmons (1) and dried persimmon slices (2) treated with different concentrations of SO₂ pads.

트륨($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)으로 흡습성이 있어 포장 내 수분 및 산소와 반응하여 이산화황 가스를 발생시킨다. 포도에서는 저장 중 이산화황 패드를 처리한 경우, 포장 내 이산화황 농도가 최고 40 ppm까지 올라가(Lim et al., 2011) 꽃감과 감말랭이의 포장 내 이산화황 농도보다 4배 이상 높게 측정되었다. 이는 포도 과실의 수분함량은 80% 이상이지만 꽃감과 감말랭이의 수분함량은 35% 내외로 낮았기 때문에 포장 내 이산화황 패드와 반응 시 이산화황 가스의 발생량이 적었다고 생각된다. 또한 이산화황 가스흡착 또는 포장상태의 차이로 포장 내 이산화황 농도변화가 다르게 나타날 수 있으므로 추후 포장방법에 대한 포장 내 이산화황 농도 변화에 관련된 연구가 필요하며, 처리량 또는 포장용기에 따른 이산화황 농도의 구체적인 적용 기준을 마련해야 될 것이라고 판단된다.

2. 품질 변화

이산화황 패드처리에 의한 저장 8주 후 꽃감과 감말랭이의 중량감소율을 조사한 결과는 Figure 2와 같다. 꽃감

의 중량감소율은 무처리구(A)에서 1.7%, 이산화황 패드 0.5 g/kg 처리구(B)에서 1.5%, 이산화황 패드 1 g/kg 처리구(C)에서 1.8% 그리고 이산화황 패드 2 g/kg 처리구(D)에서 1.5%로 나타났다. 그리고 감말랭이의 중량감소율은 무처리구에서 4.0%, 이산화황 패드 0.5 g/kg 처리구에서 3.1%, 이산화황 패드 1 g/kg 처리구에서 3.4% 그리고 이산화황 패드 2 g/kg 처리구에서 3.3%로 꽃감보다 약 2배 정도 높게 나타났지만 꽃감과 감말랭이 모두 통계적으로 처리구간 차이가 나타나지 않았다. 수분감소율은 중량감소율과 마찬가지로 처리구간 차이는 나타나지 않았으며, 꽃감과 감말랭이는 각각 8.7~9.9%, 7.2~9.0% 수준에서 감소하였다. 일반적으로 과실의 중량 및 수분 감소는 과실의 호흡이나 변질 등의 현상으로 일어나며(Jin et al., 2014), 이러한 과실의 무게손실과 표피의 변형은 급격한 품질저하의 원인이 된다(Hwang et al., 2013). 본 연구에서 수분 및 중량감소의 원인은 이산화황 패드처리에 의한 감소보다는 포장방법과 저장조건에 의해 수분 및 중량감소가 진행되었다고 생각된다.

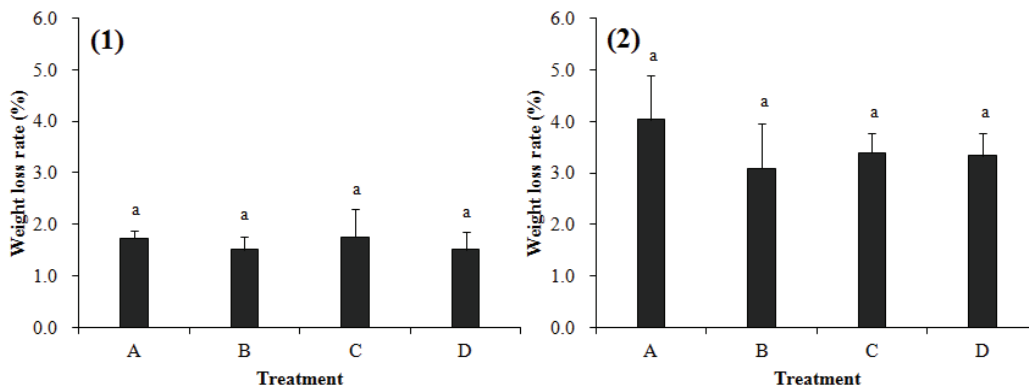


Figure 2. The weight loss rate after 8 weeks storage of dried persimmons (1) and dried persimmons slices (2) treated with different concentrations of SO_2 pad.

A, control; B, SO_2 0.5 g/kg; C, SO_2 1 g/kg; D, SO_2 2 g/kg. Vertical bars represent \pm standard error of the mean (n=3).

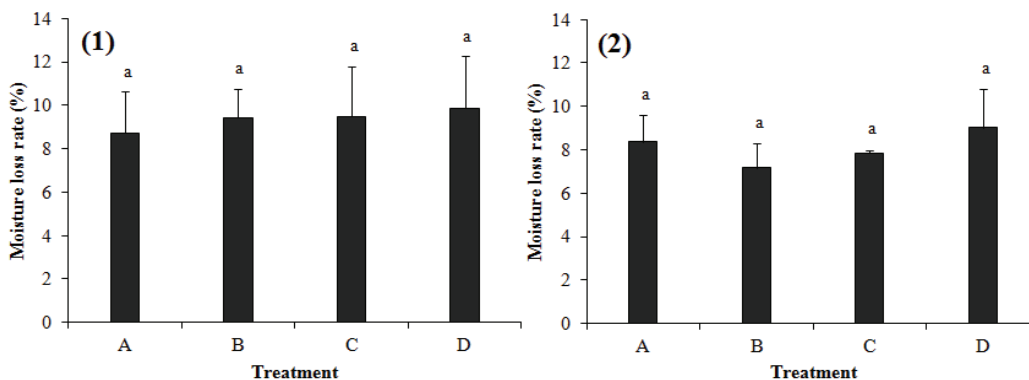


Figure 3. The moisture loss rate after 8 weeks storage of dried persimmons (1) and dried persimmons slices (2) treated with different concentrations of SO_2 pad.

A, control; B, SO_2 0.5 g/kg; C, SO_2 1 g/kg; D, SO_2 2 g/kg. Vertical bars represent \pm standard error of the mean (n=3).

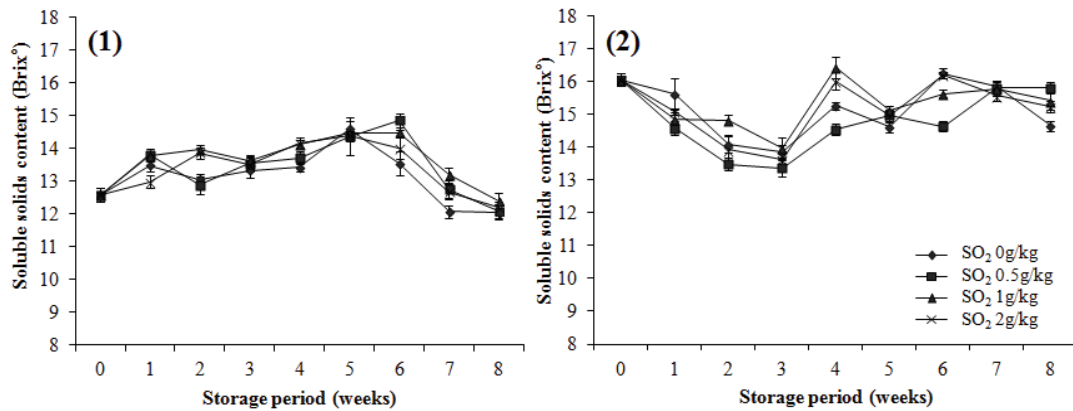


Figure 4. Changes in soluble solids content of dried persimmons (1) and dried persimmons slices (2) treated with different concentrations of SO₂ pad during storage. Vertical bars represent ± standard error of the mean (n=20).

꽃감과 감말랭이의 저장 중 당도 변화를 조사한 결과 (Figure 4), 처리구간 차이는 나타나지 않았다. 저장기간 동안 꽃감은 13 °Brix, 감말랭이는 15 °Brix 내외로 변화한 것으로 나타났다. 과실의 저장 중에는 수분의 증발로 인해 수용성 고형물과 이온농도의 증가로 환원당이 축적되어 가용성 고형물의 함량이 증가한다는 보고(Chung, 2013)와 과실의 호흡기질로 가용성 고형물이 사용되어 저장기간에 따른 고형물함량이 감소한다는 보고가 있다 (Chung et al., 2006).

꽃감과 감말랭이의 표면 색차(ΔE)는 이산화황 패드를 처리하고 저장 직후 측정된 표면 색상의 값을 기준으로 1주 간격으로 측정된 결과, 모든 처리에서 저장기간이 경과됨에 따라 증가하는 경향을 보였다(Figure 5). 꽃감과 감말랭이의 저장 8주 후 색도 변화 값은 각각 무처리구에서 6.0, 6.2, 이산화황 패드 0.5 g/kg 처리구에서 5.9, 6.3, 이산화황 패드 1 g/kg 처리구에서 5.2, 4.9 그리고 이

산화황 패드 2 g/kg 처리에서 4.8, 4.7으로 나타나 고농도 처리일수록 색변화가 적었다. 특히 이산화황 패드 2 g/kg 처리가 꽃감과 감말랭이의 표면 색변화가 가장 적었다. 꽃감과 감말랭이의 저장 8주 후 갈변정도를 조사한 결과 (Figure 6), 꽃감은 무처리구(0.7 O.D.) > 이산화황 패드 0.5 g/kg 처리구(0.6 O.D.) > 이산화황 패드 1 g/kg 처리구(0.3 O.D.) > 이산화황 패드 2 g/kg 처리구(0.2 O.D.)순으로 나타났다. 감말랭이의 갈변도는 꽃감과 유사한 경향을 보였으며, 꽃감이 감말랭이보다 갈변정도가 심한 것으로 나타났다. 이산화황은 매우 강한 환원력을 가지고 있기 때문에 효소적 갈색반응을 촉진하는 Polyphenol oxidase(PPO)의 저해제로 작용하여 갈변현상을 억제하며 미생물의 생육을 억제한다(Kim et al., 2000). 또한 이산화황 음이온의 친핵적(uncleophilic)인 성질은 비효소적인 갈변반응을 억제하여 식품의 품질유지에 중요한 역할을 한다고 알려져 있다(Ha et al., 2010). 본 연구에서도 포장

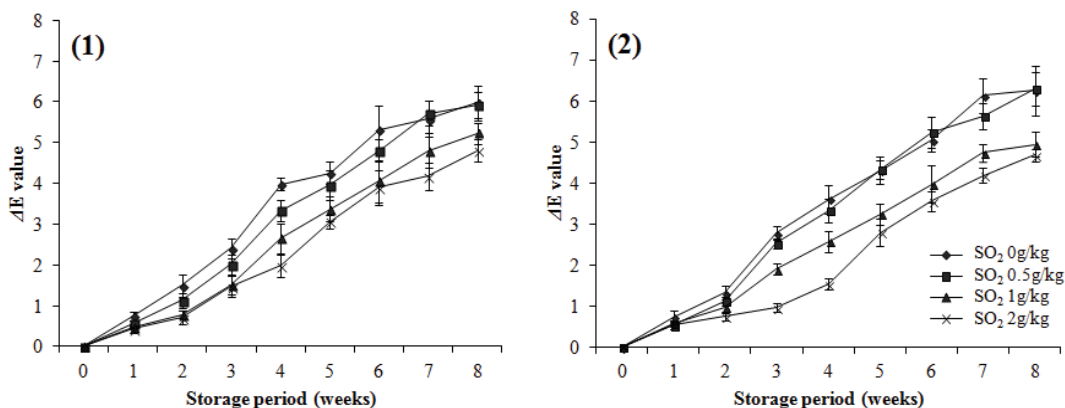


Figure 5. Changes in color difference (ΔE) of dried persimmons (1) and dried persimmons slices (2) treated with different concentrations of SO₂ pad during storage. Vertical bars represent ± standard error of the mean (n=20).

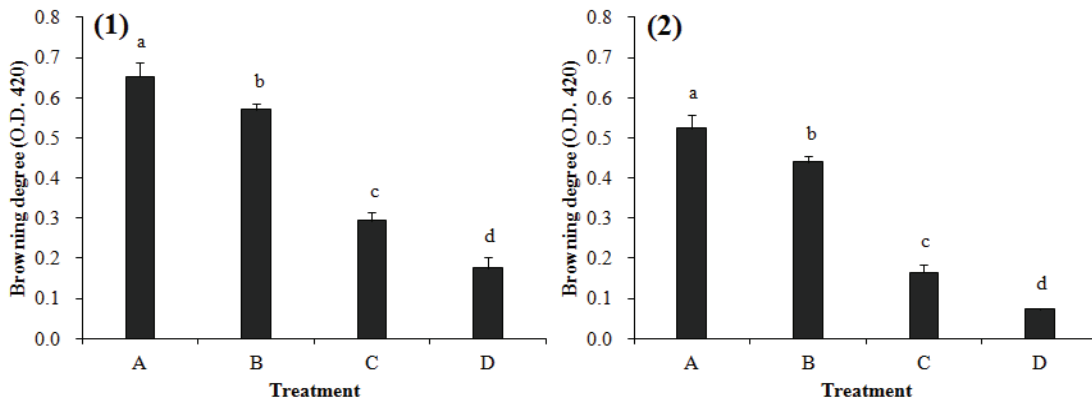


Figure 6. The browning degree after 8 weeks storage of dried persimmons (1) and dried persimmons slices (2) treated with different concentrations of SO₂ pad.

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).

내 꽃감과 감말랭이가 패드와 반응하여 이산화황 가스를 발생시켜 과육의 갈변을 억제시켰다고 판단되며, 이산화황 패드의 처리 농도가 높을수록 가스발생이 많아져 갈변억제에 효과적이었다.

이산화황 패드처리에 의한 저장 중 꽃감과 감말랭이의 부패율 변화를 조사하였다(Figure 7). 꽃감은 무처리구에서 저장 2주 후부터 부패가 발생하기 시작하여 저장 8주 후 33.3%로 부패율이 가장 높았고 이산화황 패드 2 g/kg 처리구는 저장기간 동안 3.3%로 가장 낮은 부패율을 보였다. 감말랭이의 경우 저장 초기에는 모든처리에서 부패가 발생하지 않았지만 저장 3주 후부터 처리간 차이가 나타나며 부패율이 증가하였다. 감말랭이의 무처리구는 저장 8주 후 36.7%로 부패율이 가장 높았고 이산화황 패드 0.5 g/kg 처리구는 26.7%, 이산화황 패드 1 g/kg 처리구는 21.3%, 이산화황 패드 2 g/kg 처리구는 6.7%의 순으로 나타났다. Zutahy et al.(2008)은 포도의 저장 중 젓

빛곰팡이에 의한 부패과 경감 및 유통기간 연장에 이산화황 패드가 효과적이라고 하여 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다.

저장기간 동안 꽃감과 감말랭이의 미생물 수 변화를 조사한 결과는 Figure 7과 같다. 꽃감은 저장초기 3.5 log CFU/g에서 점차 증가하여 저장 8주 후 무처리구에서 7.1 log CFU/g으로 가장 높았으며, 이산화황 패드 2 g/kg 처리구에서 4.3 log CFU/g로 저장초기보다 소폭 증가한 것으로 나타났다. 감말랭이는 저장초기 3.2 log CFU/g에서 저장 8주 후 무처리구(6.9 log CFU/g) > 이산화황 패드 0.5 g/kg 처리구(6.4 log CFU/g) > 이산화황 패드 1 g/kg 처리구(5.3 log CFU/g) > 이산화황 패드 2 g/kg 처리구(4.5 log CFU/g) 순으로 나타났다. 이는 꽃감과 감말랭이의 포장 내 이산화황 패드에 의한 가스 발생이 미생물의 세포막 기능을 저해하고 단백질과 mRNA를 불활성화시켜 미생물의 생육을 억제시켰으며(KIm et al., 2009), 이

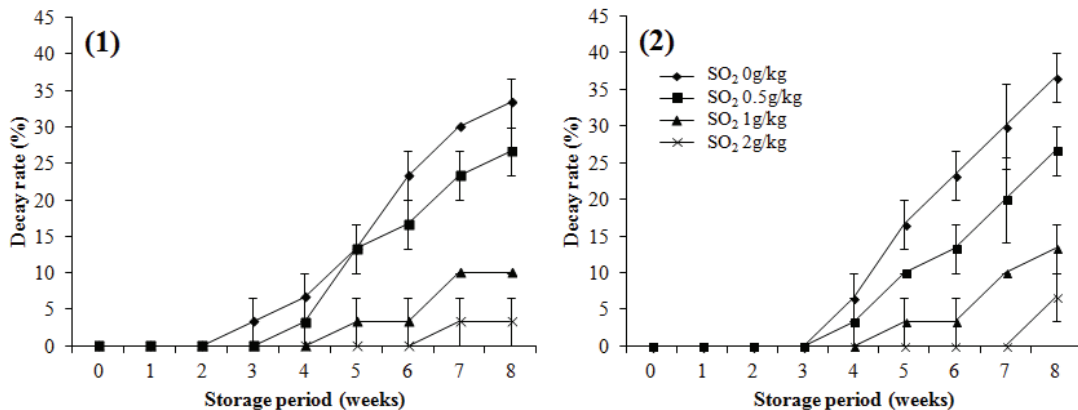


Figure 7. Changes in decay rate of dried persimmons (1) and dried persimmons slices (2) treated with different concentrations of SO₂ pad during storage.

Vertical bars represent ± standard error of the mean (n=10).

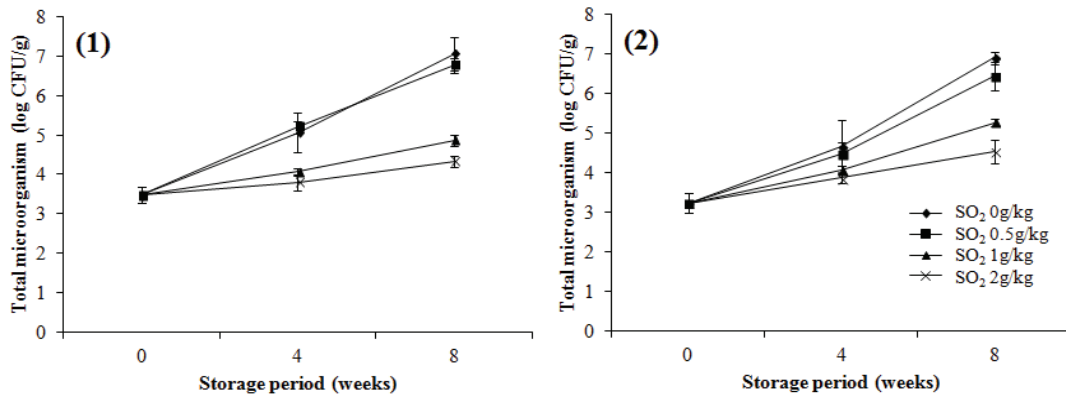


Figure 8. Changes in total microorganism of dried persimmons (1) and dried persimmons slices (2) treated with different concentrations of SO₂ pad during storage. Vertical bars represent ± standard error of the mean (n=3).

러한 미생물 억제에 낫감과 감말랭이의 부패경감에 영향을 미쳤다고 생각된다.

3. 관능평가

이산화황 패드처리에 의한 저장 중 낫감과 감말랭이의 식미, 식감, 이취, 색상 항목에 대하여 관능검사를 실시하였다(Table 1). 낫감의 저장 중 식미 변화는 모든 처리에서 저장기간 동안 점차 감소하였으며, 이산화황 패드 1 g/kg과 2 g/kg 처리구의 식미가 다른 처리구보다 우수한 것으로 나타났다. 식감과 이취의 변화는 저장기간 동안 처리간 차이가 나타나지 않았고 점차 감소하는 경향을 보였다. 낫감 과육의 색상 변화는 저장 2주 후부터 차이가 나타나기 시작하였으며, 무처리구와 이산화황 패드 0.5 g/kg 처리구에서 갈변이 심하게 발생하여 색상 평가에 영향을 미쳤다. 감말랭이의 식미, 식감 그리고 이취 변화는 저장기간이 경과할수록 감소하였지만 처리간 차

이는 나타나지 않았다. 다만 과육의 색상 변화에서는 저장 4주 후부터 처리간 차이가 나타나기 시작하여 저장 8주 후 무처리구는 2.2점으로 가장 낮은 평점을 받았고 이산화황 패드 2 g/kg 처리구는 3.1점으로 가장 높았다. 따라서 이산화황 패드처리는 관능평가 항목 중 색상에 가장 많은 영향을 미쳤으며, 특히 이산화황 패드 1 g/kg과 2 g/kg 처리구는 갈변과 같은 과육의 색변화를 억제하여 낫감과 감말랭이의 상품성 유지에 긍정적인 효과로 작용한 것으로 판단된다.

4. 잔류 이산화황 농도

이산화황 패드처리에 의한 저장 8주 후 낫감과 감말랭이의 잔류 이산화황 농도를 조사하였다(Figure 9). 낫감과 감말랭이의 잔류 이산화황 농도는 각각 무처리구에서 15.3, 18.3 ppm, 이산화황 패드 0.5 g/kg 처리구에서 18.7, 21.0 ppm, 이산화황 패드 1 g/kg 처리구에서 20.0,

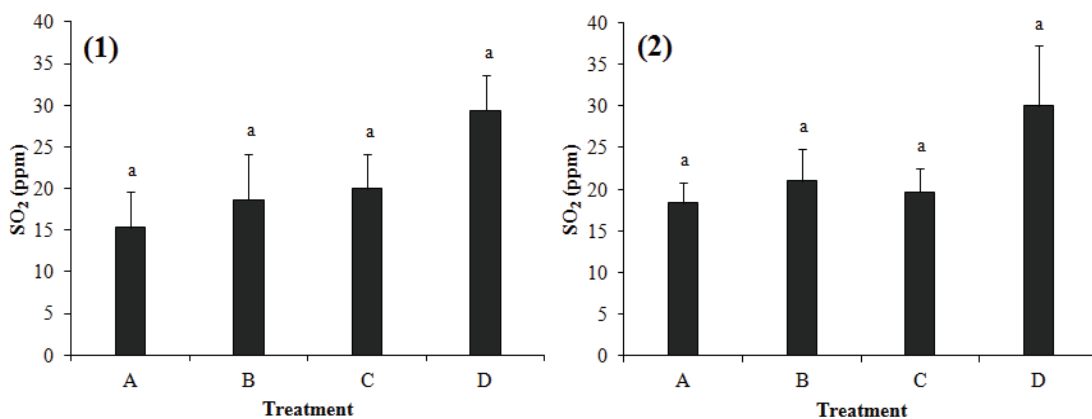


Figure 9. The residual SO₂ concentration after 8 weeks storage of dried persimmons (1) and dried persimmons slices (2) treated with different concentrations of SO₂ pad.

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).

Table 1. Changes in sensory of dried persimmons (1) and dried persimmons slices (2) treated with different concentrations of SO₂ pad during storage.

Persimmons manufactured goods	Sensory evaluation	Treatment ^z	Storage period (week)				
			0	2	4	6	8
Dried persimmons	Palatability	A	4.8 a ^y	3.6 c	3.4 b	3.1 b	2.7 b
		B	4.8 a	3.7 bc	3.4 b	3.1 b	3.0 b
		C	4.8 a	3.9 ab	3.8 a	3.6 a	3.4 a
		D	4.8 a	4.1 a	3.8 a	3.6 a	3.5 a
	Texture	A	4.8 a	3.9 a	3.6 a	3.3 a	2.9 a
		B	4.8 a	3.8 a	3.7 a	3.2 a	3.0 a
		C	4.8 a	3.9 a	3.8 a	3.4 a	3.1 a
		D	4.8 a	3.8 a	3.7 a	3.2 a	3.2 a
	Color	A	4.9 a	4.3 ab	3.1 c	2.5 b	2.3 b
		B	4.9 a	4.2 ab	3.5 bc	2.7 b	2.5 b
		C	4.9 a	4.1 b	3.6 ab	3.2 a	3.1 a
		D	4.9 a	4.4 a	3.9 a	3.5 a	3.2 a
	Off-odor	A	5.0 a	4.4 a	3.1 a	3.1 a	2.8 a
		B	5.0 a	4.2 a	3.4 a	3.1 a	3.0 a
		C	5.0 a	4.3 a	3.3 a	3.1 a	3.0 a
		D	5.0 a	4.1 a	3.3 a	3.2 a	3.1 a
Dried persimmons slices	Palatability	A	5.0 a	4.3 a	4.1 a	3.9 a	3.5 a
		B	5.0 a	4.3 a	4.2 a	3.8 a	3.5 a
		C	5.0 a	4.2 a	4.0 a	3.8 a	3.6 a
		D	5.0 a	4.3 a	3.9 a	4.0 a	3.8 a
	Texture	A	4.9 a	4.0 a	4.0 a	3.5 b	3.3 a
		B	4.9 a	4.1 a	4.0 a	4.0 a	3.2 a
		C	4.9 a	3.8 a	3.8 a	3.5 b	3.4 a
		D	4.9 a	4.0 a	3.8 a	3.5 b	3.5 a
	Color	A	4.8 a	4.3 a	2.8 b	2.5 b	2.2 b
		B	4.8 a	4.0 a	2.6 b	2.6 b	2.2 b
		C	4.8 a	4.3 a	3.5 a	3.4 a	2.9 a
		D	4.8 a	4.4 a	3.4 a	3.4 a	3.1 a
	Off-odor	A	4.9 a	4.3 a	3.1 b	3.1 a	3.0 a
		B	4.9 a	4.5 a	3.3 ab	3.2 a	3.2 a
		C	4.9 a	4.3 a	3.4 ab	3.4 a	3.3 a
		D	4.9 a	4.3 a	3.5 a	3.2 a	3.3 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.

19.7 ppm 그리고 이산화황 패드 2 g/kg 처리구에서 29.3, 30.0 ppm으로 처리간 차이가 있었지만 통계적 유의성은 인정되지 않았다. 식품의약품안전처의 식품첨가물공전에 따르면 건조과실류의 이산화황 농도는 1000 ppm을 넘지

않도록 고시되어 있다(MFDS, 2016). 따라서 본 연구에서 저장 8주 후 꺾임과 감말랭이의 잔류 이산화황 농도가 30.0 ppm이하로 검출되었기 때문에 식품으로서 문제가 없는 것으로 생각된다.

이상의 결과로 보아 꺾임과 감말랭이는 저장과정 중 식미, 식감 및 색상 등의 품질이 변화하는 것으로 나타났다. 이산화황 패드를 처리할 경우 식미 및 색상 등의 변화를 다소 줄일 수 있어 꺾임과 감말랭이의 저장성을 증진시킬 수 있을 것으로 판단된다. 특히 저장 중 품질유지에 있어서는 이산화황 패드 2 g/kg 처리가 저장성 증진에 가장 효과적이었다. 또한 꺾임 및 감말랭이의 저장성을 최대 증진시키기 위해서는 처리시의 온도조건, 시간, 포장 등의 다른 방법과의 병용처리 등 다양한 각도에서 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

References

- Achiwa, Y., Hibasami, H., Katsuzaki, H., Imai, K. and Komiya, T. 1997. Inhibitory effects of persimmon (*Dispyros kaki*) extract and related polyphenol compounds on growth by human lymphoid leukemia cells. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 61: 1099-1101.
- 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.
- Chung, H.J. 2013. Investigation of packaging of fresh jujube (*Zizyphus jujuba*) on quality during storage. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 42: 1296-1302.
- Chung, D.S., Hong, Y.P. and Lee, Y.S. 2006. Effects of modified atmosphere film packaging application and controlled atmosphere storage on changes of quality characteristics in 'Hongro' and 'Gamhong' apple. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 24: 48-55.
- Crisisto, 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.
- 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.
- 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.
- Jin, S.Y., Sim, K.H., Lee, E.J., Gu, H.J., Kim, M.H., Han, Y.S., Park, J.S. and Kim, Y.H. 2014. Changes in quality characteristics and antioxidant activity of apple during storage. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 27: 999-1005.
- 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.
- Joo, O.S., Kang, S.T., Jeong, C.H., Lim, J.W., Park, Y.G. and Cho, K.M. 2011. Manufacturing of the enhances antioxidative wine using a ripe Daebong persimmon (*Dispyros kaki* L.). *Journal of Applied Biological Chemistry* 54: 126-134.
- 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.
- 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.
- 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.
- Lee, S.A., Park, H.W., Kim, S.H. and Kim, Y.H. 2007. Quality changes of dried persimmons to the storage temperature and packing materials. *Journal of Korea Society of Packaging Science & Technology* 13: 1-4.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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). 2016. Korea Food Additives Code. <http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/>

- 04_03.jsp?idx=671.
- Oh, S.I. Kim, C.W. and Lee, U. 2016. Effect of SO₂ generating pad treatments on the quality of dried persimmons during storage. *Journal of Korean Forest Society* 2: 202-207.
- Park, H.W., Kim, S.H., Lee, S.A. and Park, J.D. 2012. Quality change of chill-stored dried persimmons affected by cinnamon extract pre-treatment and packaging condition. *Korean Journal of Packaging Science & Technology* 18: 9-14.
- 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 pretreatment and packaging materials on quality of dried persimmons. *Korean Journal of Food Preservation* 13: 168-173.
- Zutahy, Y., Lichter, A., Kaplunov, T. and Lurie, S. 2008. Extended storage of 'Red Globe' grapes in modified SO₂ generating pads. *Postharvest Biology and Technology* 50: 12-17.
-
- (Received: January 3, 2018; Accepted: March 5, 2018)