

포도의 Chlorine Dioxide Gas 훈증처리 및 저장방법에 관한 연구

장은하 · 정대성^{1†} · 최종욱

경북대학교 식품공학과, ¹농촌진흥청 원예연구소 저장이용과

Effects of Chlorine dioxide (ClO₂) Gas Treatment on Postharvest Quality of Grapes

Eun-Ha Chang, Dau-Sung Chung^{1†} and Jong-Uck Choi

Department of Food Science & Technology, Kyungpook National University, Daegu, 720-701, Korea

¹National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon, 440-310, Korea

Abstract

This study was conducted to determine if chlorine dioxide (ClO₂) gas might minimize microbial contamination of fresh produce. After exposing grapes to 20 ppm or 40 ppm of chlorine dioxide gas in a closed container, grapes treated with 20 ppm ClO₂ were packaged in Ny/PE/L-LDPE pouches, grapes treated with 40 ppm ClO₂ were placed in an empty corrugated box, and untreated control grapes were placed in a box with a sachet containing ClO₂ gas adsorbed to silica gel (a silica gel pad). The free volume of the sachet material allowed the release of ClO₂ gas into the headspace of packages containing fresh grapes. Control fruit, not exposed to ClO₂, was placed in a box and stored at either 25 °C or 0 °C. Fruit in Ny/PE/L-LDPE film treated with 20 ppm ClO₂ lost almost no weight during storage at either 25 °C or 0 °C. Such fruit had a lower soluble solid content than did other fruit samples. Titratable acidity tended to fall rapidly during storage at either 25 °C or 0 °C. Anthocyanin contents of grapes decreased over 21 days at 25 °C but increased over 10 weeks at 0 °C. The total microbial counts of grapes treated with ClO₂ gas and silica gel pads were lower than controls at 25 °C. Fruit treated with 20 ppm ClO₂ and packaged in Ny/PE/L-LDPE pouches had lower microbial counts than other fruit samples when stored at 0 °C. The silica gel pad did not significantly improve total microbial count (compared to untreated control samples) at 0 °C. This result may be attributed to a higher rate of diffusion of ClO₂ gas at room temperature.

Key words : grapes, chlorine dioxide (ClO₂), package, storage

서 론

포도는 다른 과수에 비해 소득이 높고 경쟁력 있는 작목으로 인식되어 재배면적 및 생산량이 급증하고 있으나 수확 후 손실이 큰 과실 중의 하나이며 이 손실은 주로 수분 손실에 의한 외관상의 변화, 곰팡이 감염에 의한 부패과의 발생, 이층 형성에 의한 탈립현상 등에 의해 야기된다(1,2). 이를 해결하기 위해 수확후 저장 방법으로 저온저장, 예냉처리, CA저장, 감압저장, 방사선조사, 화학제처리, 이 외에도 에틸렌 발생제 처리, plastic film 포장, 밀봉포장 및 MAP

저장 등 여러 가지 방법들이 개발되어 오고 있다(3-6). 이 중 CA저장이 가장 장기간 신선도를 보존할 수 있는 방법으로 연구되었지만 고가의 시설유지비 등이 문제가 되고 CA 저장 효과가 극명하게 나타나지 않아 널리 쓰이지 못하고 있다(7). 또한 plastic film을 이용한 MAP저장이 간편하며 경비도 적게 들고 포도 저장에 있어 수분손실을 막는데 큰 효과가 있지만 부패과의 발생, 에틸렌 축적에 의한 탈립과의 발생 등이 문제점이다. 이를 해결하기 위해 포도 저장 중 부패과 발생의 주된 요인인 *Botrytis cinerea*를 방제할 수 있는 아황산가스를 처리하고 있다(8-11). MA저장 중 아황산가스 처리를 손쉽게 할 수 있는 방법으로 SO₂ pad를 이용하는 방법(12-14)이 보고되었는데 고농도에서는 탈색될 수 있고, sulfite 잔여물이 남아 좋지 않다(12).

[†]Corresponding author. E-mail : cdsung@rda.go.kr,
Phone : 82-31-240-3652, Fax : 82-31-240-3670

식품 가공 공장의 살균소독제로서 가장 널리 사용되는 염소의 살균작용은 Cl_2 가 세포막을 통과하여 세포 내 효소를 파괴하고, $HClO$ 의 산화력으로 균체막 파괴 및 -SH 효소를 산화시키는 것으로 알려져 있지만 유기물과의 반응에 따라 발암성 물질이 생성한다고 보고되었다(15,16). 따라서 염소 대체제에 대한 많은 연구들이 이루어져 왔는데 그 중 이산화염소는 오래 전부터 물의 살균처리에 이용되어 왔으며 최근 들어 이산화염소를 식품산업에 적용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다(17). 이산화염소는 외형이 염소와 비슷한 녹색빛을 나타내는 연노란색 가스이나, 높은 온도와 압력에서 폭발성이 있는 관계로 필요할 때 직접 만들어서 사용되어야 하는 단점이 있다(18). 그러나 이산화염소는 염소와 비교해 볼 때 살균력은 5배, 용해도는 약 10배 가량 우수하며, pH의 안정성도 우수한 것으로 알려져 있으며 또한 발암물질로 알려진 trihalomethanes이나 chloramine도 생성하지 않는다고 알려져 있다(16,19).

따라서 본 연구는 수용액이 아닌 순수 이산화염소 기체를 포도과실에 적용해 훈증효과를 살펴보고 저장이나 유통 중 용이하게 이용할 수 있는 살균제의 개발을 목적으로 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 포도는 2005년도에 송산 포도 농가에서 재배된 campbell early 품종을 수확하여 실험실에서 과중이 비슷한 시료를 선별한 후 50 L 밀폐용기에 담아 25°C, 0°C에서 각각 20 ppm, 40 ppm chlorine dioxide(ClO_2) gas를 10분 동안 처리하고 30분 동안 밀폐시킨 후 환기시켜 포장하고 상온은 10일 후 저온은 4주 후 한 번 더 gas처리를 실시하였다. 처리한 시료 중 20 ppm gas처리 포도는 0.06 mm 천공(Φ 6 mm×12개) Ny/PE/L-LDPE 필름포장(20 ppm+Ny/PE/L-LDPE)을 해 필름 내부에 가스의 축적과 응결수가 생기지 않도록 했으며 40 ppm gas처리 포도, 무처리 및 silica gel pad처리 포장은 가로 37 cm, 세로 28 cm 두께 2.5 mm 종이 box에 약 2 kg씩 포장했다. Silica gel pad는 고압에서 silica gel에 고농도의 ClO_2 gas를 흡착시킨 후 이를 2 g씩 0.06 mm Ny/PE/L-LDPE 필름(4 cm×5 cm)에 담아 포도와 함께 box에 넣고 필름에 바늘구멍을 뚫어 gas가 나오도록 했으며 silica gel pad에서 gas가 다 소비되면 새로운 pad를 box포장에 넣어 주었다. 또한 모든 종이 box포장의 윗부분은 0.05 mm LDPE 필름으로 덮어 25°C 및 0°C에 각각 보관하면서 21일과 10주 동안 실험을 수행하였다.

중량감소율

중량감소율은 시료처리 구간별 저장 초기 값에 대한 중

량에서 측정시 중량을 뺀 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

가용성 고형물 함량 측정

가용성 고형물은 시료처리별로 취한 시료의 과육부를 마쇄한 후 그 액을 digital refractometer(Model PR-101, Atago Co., Japan)를 사용하여 측정하였다.

적정산도

시료의 과육부를 마쇄하여 얻은 액을 5 mL 취한 후 5배 희석하였다. 이 희석액을 0.1 N NaOH로 pH 8.2까지 적정하여 소비된 양을 tataric acid로 환산하여 나타내었다.

과피의 anthocyanin 함량 측정

과피의 anthocyanin 함량은 Lee(11)의 방법에 따라 포도 과피 1 g에 추출용매(에탄올 : 증류수 : HCl = 85 : 13 : 2) 50 mL를 가하여 실온 암소에서 3시간 방치하면서 색소를 추출한 후 추출액을 여과지(waterman No.2)로 여과하였으며 잔사는 포도과피의 색소가 완전히 제거될 때까지 동일 용매를 사용하여 반복 추출하였다. 얻어진 색소 추출액을 모두 모아 여과액을 200 mL로 정용한 뒤 실온 암소에서 다시 1시간동안 방치한 후 spectrophotometer(DU650, Beckman coulter)를 이용하여 535 nm에서 흡광도를 측정하고 총 anthocyanin 함량을 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{총 Anthocyanin(mg\%)} = \text{O.D.} \times \frac{200}{W} \times 100 \times \frac{1}{65.1}$$

O.D.: 흡광도, W: 시료량(g), 200: 적용량, 65.1: 흡광계수

총균수 측정

포도과실 표면의 미생물수를 측정하기 위하여 포도껍질 10 g을 무작위 3반복 취한 후 멸균된 팩에 넣고 멸균수 90 mL와 함께 마쇄한 후 1 mL를 취해 순차적으로 희석하여 plate count agar(Merck, Germany)배지에 0.1 mL씩 도말하고 35°C에서 48시간 배양한 다음 형성된 colony 수를 colony forming unit(CFU/mL)로 표시하였다.

결과 및 고찰

중량감소율

ClO_2 gas처리 포도의 저장 중 중량감소율을 Fig. 1, 2에 나타내었다. 저장기간이 경과할수록 상온, 저온 모든 포장 구간에서 중량감소율이 증가하는데 처리 조건에 따른 중량감소율 변화를 보면 상온저장의 경우 무처리구가 가장 큰 감소율을 보여 저장 21일에 15%를 나타내었고 silica gel

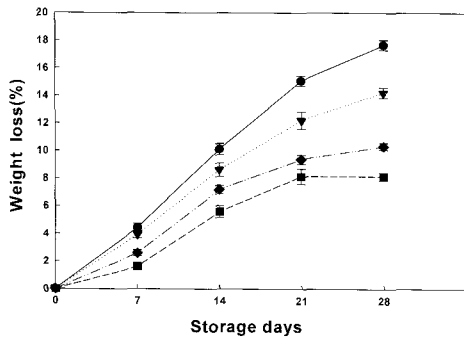


Fig. 1. Changes in weight loss of grapes treated with ClO₂ gas during storage at 25°C.

Data represent the mean ± SE of three replicates.
 —●— non-treated, ...▼... silica gel pad treated, —■— 20 ppm gas + Ny/PE/L-LDPE, ...◆... 40 ppm gas.

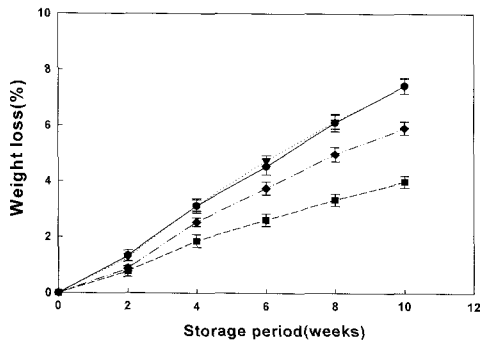


Fig. 2. Changes in weight loss of grapes treated with ClO₂ gas during storage at 0°C.

Data represent the mean ± SE of three replicates.
 —●— non-treated, ...▼... silica gel pad treated, —■— 20 ppm gas + Ny/PE/L-LDPE, ...◆... 40 ppm gas.

pad, 20 ppm+Ny/PE/L-LDPE 및 40 ppm처리구는 각각 12.2%, 8.1%, 9.3%의 감소율을 나타내었다. 저온저장에서는 무처리구와 silica gel pad가 들어있는 종이 box포장이 가장 큰 중량감소율을 보여 저장 10주에 7.5%의 감소율을 보였고 40 ppm gas처리 box포장은 5.9% 감소율을 보인 반면 20 ppm+Ny/PE/L-LDPE gas처리 필름포장이 가장 적은 중량감소율을 보여 저장 10주에 무처리구나 silica gel pad 포장의 절반인 3.5% 정도의 감소율을 나타내었다. 이와 같은 결과는 상온, 저온저장 모두 천공 Ny/PE/L-LDPE 필름으로 포도를 포장했지만 필름이 box보다 대기로의 수분손실을 막고 포도의 포장 내 습도를 box보다 잘 유지했기 때문인 것으로 판단된다(20,21). 또한 포도 저장 시 호흡 및 수분 손실에 의한 자연 중량감소율이 7% 이상 되면 상품가치를 잃게 된다고 하였는데(22), 본 실험에서도 상온의 경우 무처리구가 저장 14일에 10.1%를 나타내어 상품성

을 잃었고 저온의 경우 무처리구와 silica gel pad 포장이 저장 8주 이후 중량감소율이 7% 이상에 달하는 것으로 나타났다.

가용성고형물 함량

상온, 저온저장 중 포도의 가용성고형물 함량 변화는 Fig. 3, 4에 나타내었다. 상온저장에서는 초기 14.4 °Brix에서 저장 21일 후 무처리, silica gel pad, 40 ppm의 경우 14.4, 14.2, 14.2 °Brix로 초기와 비슷한 값을 나타낸 반면 20 ppm+Ny/PE/L-LDPE 처리구는 12.4 °Brix로 감소하였다. 저온저장은 무처리구에서 저장초기부터 10주까지 꾸준히 증가하여 16.1 °Brix를 나타내었고 silica gel pad포장과 40 ppm ClO₂ gas처리 포장은 저장 10주까지 가용성고형물 함량이 초기와 비슷하거나 약간 증가한 14.4~14.8 °Brix를 나타내었다. 그러나 20 ppm+Ny/PE/L-LDPE gas처리 포장

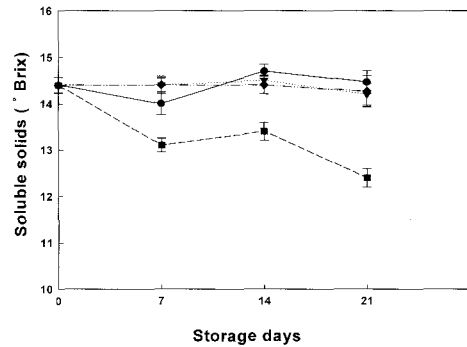


Fig. 3. Changes in weight loss of grapes treated with ClO₂ gas during storage at 25°C.

Data represent the mean ± SE of three replicates.
 —●— non-treated, ...▼... silica gel pad treated, —■— 20 ppm gas + Ny/PE/L-LDPE, ...◆... 40 ppm gas.

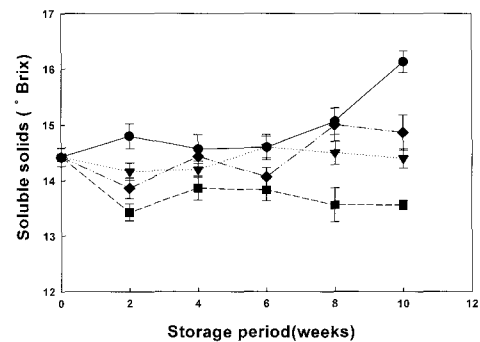


Fig. 4. Changes in weight loss of grapes treated with ClO₂ gas during storage at 0°C.

Data represent the mean ± SE of three replicates.
 —●— non-treated, ...▼... silica gel pad treated, —■— 20 ppm gas + Ny/PE/L-LDPE, ...◆... 40 ppm gas.

은 상온과 같이 저장 초기부터 다른 포장구간에 비해 낮은 가용성고형물 함량을 나타내었으며 저장 10주에는 13.5 °Brix로 감소했다. 특히 저온저장에서 저장이 진행되는 동안 각 처리별 가용성고형물 변화 양상이 다른 것은 무처리구의 경우 증산에 의한 수분감소가 원인이라 판단되며 silica gel pad처리 포장이나 40 ppm gas처리 포장이 무처리구보다 낮은 함량을 나타낸 것은 과실의 숙성 및 증산이 지연되었기 때문이라 판단된다. 20 ppm+Ny/PE/L-LDPE gas처리의 경우 필름포장으로 인해 주위의 수분보유 능력이 box 포장에 비해 높았거나 호흡기질로 사용되었기 때문에 다른 포장구보다 낮은 고형물함량을 나타낸 것이라 판단된다.

적정산도

포도 저장 중 적정산도의 변화는 Fig. 5, 6에 나타내었다.

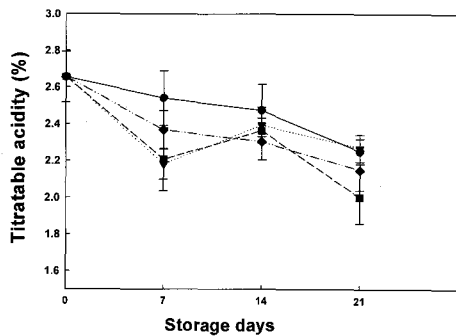


Fig. 5. Changes in weight loss of grapes treated with ClO₂ gas during storage at 25°C.

Data represent the mean ± SE of three replicates.
 —●— non-treated, ...▼... silica gel pad treated, -■- 20 ppm gas + Ny/PE/L-LDPE, -◆- 40 ppm gas.

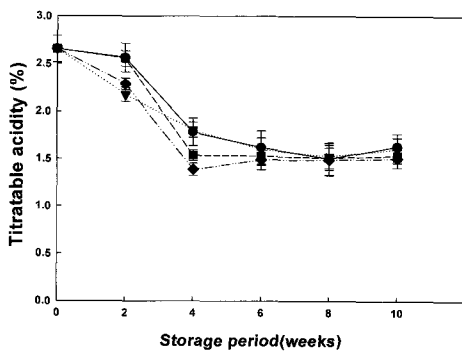


Fig. 6. Changes in weight loss of grapes treated with ClO₂ gas during storage at 0°C.

Data represent the mean ± SE of three replicates.
 —●— non-treated, ...▼... silica gel pad treated, -■- 20 ppm gas + Ny/PE/L-LDPE, -◆- 40 ppm gas.

상온저장의 경우 초기 2.65%를 나타내던 값이 저장 기간이 지남에 따라 모든 포장구간에서 산도가 감소하여 저장 21일에 무처리, silica gel pad, 20 ppm+Ny/PE/L-LDPE 및 40 ppm처리구에서 각각 2.25, 2.27, 2.0, 2.15%의 값을 나타내었다. 저온저장에서도 산도는 저장기간이 지남에 따라 모든 처리구에서 감소하는데 특히 저장 4주까지 산도가 급격히 감소되어 초기 2.65%에서 무처리, silica gel pad, 20 ppm+Ny/PE/L-LDPE 및 40 ppm처리구에서 각각 1.78, 1.80, 1.54, 1.38%의 값을 나타내었고 저장 6주 후부터 감소가 완만하게 일어났다. 처리구별 적정산도 값을 살펴보면 상온, 저온저장 모두 무처리구가 다른 포장구에 비해 저장기간 중 다소 높은 산도 값을 나타내었고 ClO₂ gas처리방법에 따른 적정산도의 값에 있어서는 뚜렷한 차이를 나타내지 않았지만 대체적으로 20 ppm+Ny/PE/L-LDPE 및 40 ppm처리구가 낮게 나타났다. Kim과 Ko(23), Park 등(24)은 MA포장 필름이 두꺼울수록 산도의 감소가 심했다고 보고했는데 저장 후 과실의 적정산도의 감소는 수확 후 성숙대사의 과도한 억제에 따른 비정상적인 대사의 작동과 연관성이 있을 것으로 판단된다.

안토시아닌 함량

안토시아닌은 구조적으로 매우 불안정한 oxonium 화합물로서 안토시아닌을 함유하는 식품의 가공과정이나 저장시의 여러 인자에 의해서 변색이나 퇴색 또는 색소가 파괴되어 식품의 품질저하의 주원인이 되고 있다. 안토시아닌 색소에 영향을 미치는 인자들 중에는 pH, 온도, 당 및 당분해물, 유기산, 광, 금속이온, ascorbic acid, 효소 등이 있다 (25,26). ClO₂ gas의 살균력은 강한 산화에 의한 것이기 때문에(17) ClO₂ gas처리가 포도의 색소에 영향을 미치는지 알아보기 위해 안토시아닌 함량을 측정된 결과는 Fig. 7, 8에 나타내었다. 포도의 상온저장 중 안토시아닌 함량은 초기 472.7 mg%에서 저장 14일까지 증가하다가 저장 21일에 모든 구간에서 감소하여 무처리, silica gel pad, 20 ppm+Ny/PE/L-LDPE 및 40 ppm처리구가 각각 413 mg%, 168 mg%, 254 mg%, 394 mg%를 나타내어 silica gel pad처리구가 낮은 값을 보였다. 저온저장 중 안토시아닌 함량은 모든 포장구에서 증가하여 무처리구와 silica gel pad 포장의 경우 저장 초기 값이 472.7 mg%에서 저장 2주에 800 mg% 이상의 값을 나타내었다. 무처리구는 이후 안토시아닌 함량이 거의 일정하게 유지되었으며 silica gel pad포장은 6주에 약간 감소한 이후 저장 10주까지 비슷한 값을 유지하였다. 20 ppm+Ny/PE/L-LDPE 및 40 ppm gas처리구도 저장 2주째에 함량이 증가한 후 저장 10주까지 비슷한 값을 유지했다. 처리구별로는 20 ppm+Ny/PE/L-LDPE 처리 포장이 저장 2주 이후의 값이 600 mg% 값을 나타내어 다른 포장구에 비해 저장 초기부터 낮은 안토시아닌 함량을 나타내었고 10주 동안의 저장 기간 중 대체적으로 낮은 값을 나타내었

지만 상온, 저온 모두 포장구별 뚜렷한 차이가 나타나진 않았다. 상온, 저온저장 중 과피의 안토시아닌 함량 증가는 Lee(11)의 보고에서와 같이 수분감소나 중량감소와 관련이 있을 것으로 판단되며 상온저장 21일 후 급격한 감소도 ClO₂ gas의 영향보다는 생체조직의 호흡이나 효소작용이 더 크게 영향을 미치리라 생각된다(27).

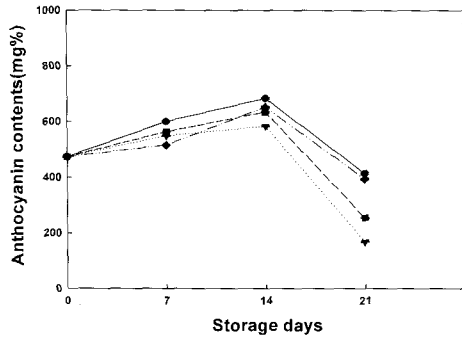


Fig. 7. Changes in weight loss of grapes treated with ClO₂ gas during storage at 25°C.

Data represent the mean ± SE of three replicates.
 —●— non-treated, ...▼... silica gel pad treated, —■— 20 ppm gas + Ny/PE/LDPE, -◆- 40 ppm gas.

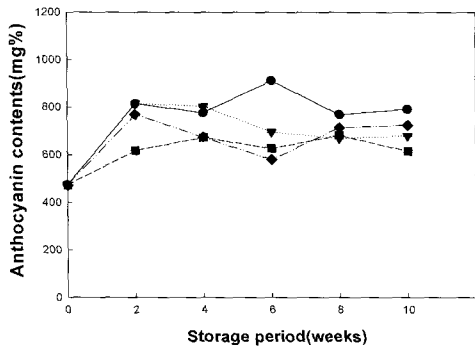


Fig. 8. Changes in weight loss of grapes treated with ClO₂ gas during storage at 0°C.

Data represent the mean ± SE of three replicates.
 —●— non-treated, ...▼... silica gel pad treated, —■— 20 ppm gas + Ny/PE/LDPE, -◆- 40 ppm gas.

총균수 변화

포도과실 주위에는 야생효모 및 미생물이 존재하므로 당함량이 높은 포도의 저장 시 문제점 중 하나가 부패에 의한 상품성 저하이다. 포도 저장 중 ClO₂ gas 처리가 총균수에 미치는 영향을 알아본 결과는 Fig. 9, 10에 나타내었다. 상온저장 중 총균수 변화는 무처리구의 경우 초기 3.9×10² cfu/mL에서 꾸준히 증가하여 저장 21일에 2.2×10⁴ cfu/mL

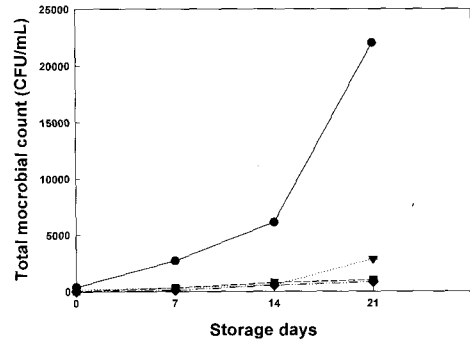


Fig. 9. Changes in weight loss of grapes treated with ClO₂ gas during storage at 25°C.

Data represent the mean ± SE of three replicates.
 —●— non-treated, ...▼... silica gel pad treated, —■— 20 ppm gas + Ny/PE/LDPE, -◆- 40 ppm gas.

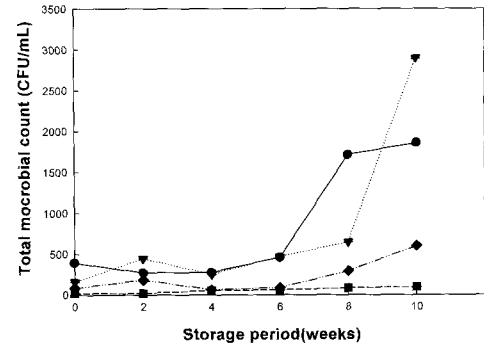


Fig. 10. Changes in weight loss of grapes treated with ClO₂ gas during storage at 0°C.

Data represent the mean ± SE of three replicates.
 —●— non-treated, ...▼... silica gel pad treated, —■— 20 ppm gas + Ny/PE/LDPE, -◆- 40 ppm gas.

의 colony 수를 나타내었고 silica gel pad, 20 ppm+ Ny/PE/LDPE 및 40 ppm처리구는 초기 1.6×10², 4.1×10², N.D(Not detected) cfu/mL에서 저장 14일까지 처리구별 차이가 거의 없다가 저장 21일에 각각 2.8×10³, 1.0×10³, 8.3×10² cfu/mL의 colony 수를 나타내었다. 저온저장 중 총균수의 변화를 보면 무처리구와 silica gel pad포장은 저장 기간이 경과할수록 총균수가 점차 증가하다가 저장 6주 이후 급격한 증가를 보여 저장 10주에 무처리구는 2.0×10³ cfu/mL, silica gel pad는 3.0×10³ cfu/mL의 colony 수를 나타내었으며 20 ppm+Ny/PE/LDPE, 40 ppm ClO₂ gas 처리 포장은 저장초기 1.0×10² cfu/mL 미만의 colony 수에서 저장 10주에도 20 ppm+Ny/PE/LDPE 처리구는 1.0×10² cfu/ml, 40 ppm처리구는 6.0×10² cfu/mL의 colony 수를 나타내어 ClO₂ gas의 총균수 억제효과를 나타내었다. 특히 20

ppm처리구에서 미생물 억제효과가 40 ppm처리구만큼 나타난 것은 포도과실 표면의 미생물을 살균 후 Ny/PE/L-LEDPE 필름에 포장되어 저장 중 공기나 외부로부터 미생물과의 접촉이 박스보다 더 잘 차단되었기 때문일 것으로 판단된다. silica gel pad 포장은 6주까지는 무처리구와 비슷한 경향을 나타내었고 저장 10주엔 대조구보다 더 높은 총균수 수치를 나타내었는데 이는 상온저장과 비교했을 때 ClO₂ gas의 확산이 저온보다 상온에서 훨씬 활발하기 때문에 0℃ 저온에서는 가스가 박스 내 공기 중으로 잘 확산되지 않아 ClO₂ gas 효과가 거의 나타나지 않았기 때문인 것으로 판단된다.

요 약

농산물의 미생물학적 안전성에 대한 요구가 증대되면서 미생물에 의한 농산물의 오염 및 균의 발생을 최소화하기 위해 이산화염소(ClO₂) 가스를 이용한 포도저장 실험을 수행하였다. 실험 결과 중량감소율은 상온, 저온저장 모두 20 ppm+Ny/PE/L-LEDPE 처리구가 가장 적었고 가용성 고형물 함량은 상온, 저온저장 모두 무처리구가 다른 포장구에 비해 높은 값을 나타내었으며 20 ppm+Ny/PE/L-LEDPE 처리구는 감소했다. 적정산도 값은 상온, 저온저장 중 모든 포장구에서 감소하는 경향을 나타내었으며 Anthocyanin 함량은 상온저장에서는 모든 포장구에서 저장 14일까지 증가하다가 저장 21일에 급격히 감소했으며 저온저장에서는 저장 10주까지 모든 포장구간이 초기보다 증가하는 경향을 나타내었다. 총균수 값은 상온저장 시 ClO₂ gas처리 및 silica gel pad 처리구가 총균수 억제효과를 나타내었고 저온저장에서는 ClO₂ gas를 처리한 20 ppm+Ny/PE/L-LEDPE와 40 ppm포장구에서 총균수 억제효과를 나타내어 저온보다 상온에서 ClO₂ gas의 효과가 더 크게 작용하는 것으로 나타났다.

참고문헌

- Kim, C.C. (1994) Influence of harvesting time, grape guard, putrescine and heat treatments on maintaining freshness in 'Campbell Early' grape (*Vitis labruscana* B.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36, 351-359
- Joo, S.J. (1994) Effects of bio-PE film on extending shelf-life of sheridan and tano red. Master. Thesis, Korea Univ., Seoul, Korea
- Ben-Yehoshua, S., Shapito, B. and Kobiler, I. (1982) New method of degreening lemons by a combined treatment of ethylene-releasing agents and seal-packing in high-density polyethylene film. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 107, 365-368
- Geeson, J.D., Browne, K.M., Mddison, K., Shepherd, J. and Guaraldi, F. (1985) Modified atmosphere packing to extend the shelf life of tomatos. J. Food Technol., 20, 339-349
- Smith, S., Geeson, J. and Stow, J. (1987) Production of modified atmosphere in deciduous fruit by the use films and coating. Hort. Sci., 22, 772-776
- Jung, J.G., Lee, G.J., Ryu, J., Na, J.S. and Ju, I.O. (1995) Effect of packaging methods on the shelf-life of tomato. Korean J. PostHarvest Sci. Technol., 2, 147-154
- Yun, S.D., Lee, S.K. and Ko, K.C. (1995) Effects of cultivars and various treatments on storability of grapes. J. Kor. Soc. Hort. Sci., 36, 224-230
- Ballinger W.E., E.P. Maness, and W.B. Nesbitt. (1985) Sulfur dioxide for long-term low temperature storage of euvtitis hybrid bunch grapes. Hort. Sci., 20, 916-918
- Nelson, K.E. and Richardson, H.B. (1967) Storage temperature and sulfur dioxide treatment in relation to decay and bleaching of stored table grapes. Phytopathology, 57, 950-955
- Phillips, D.J., Austin, R.K., Fouse, D.C. and Margo, D.A. (1984) The quality of early-season table grapes fumigated with methyl bromide and sulfur dioxide. Hort. Sci., 19, 92-93
- Lee, H.C. (2000) Effects of SO₂ and acetic acid fumigation on qualities of storage grapes. Master. Thesis, Kyungpook Univ., Taegu, Korea
- Ballinger, W.E. and Nesbitt, W.B. (1984) Quality of euvtitis hybrid bunch grapes after low temperature storage with sulfur dioxide generators. J. Amer. Sor. Hort. Sci., 109, 831-834
- Yun, S.D. and Lee, S.K. (1996) Effect of ethylene removal and sulfur dioxide fumigation on grape quality durign MA storage. J. Kor. Soc. Hort. Sci., 37, 696-699
- Yun, S.D. and Lee, S.K. (1996) A Practical methods for ethylene removal and sulfur dioxide treatment in MA package. J. Kor. Soc. Hort. Sci., 37, 345-348
- Kraybill, H.F. (1978) Origin, classification and distribution of chemicals in drinking water with an assessment of their carcinogenic potential. In: Water Chlorination. Jolly R.L (ed). Ann Arbor Science, Ann Arbor, MI, USA. 1, 211-228.
- Moore, G.S., Calabrese, E.J., DiNardi, S.R. and Tuthill, R.W. (1978) Potential health effect of chlorine dioxide as a disinfectant in potable water supplies. Med.

- Hypotheses, 4, 481-496
17. Kim J.M. (2001) Use of chlorine dioxide as a biocide in the food industry. *Food Ind. Nutr.*, 6, 33-39
 18. Gordon, G., Kieffer, R.G. and Rosenblatt, D.H. (1972) The chemistry of chlorine dioxide. In: *Progress in inorganic chemistry*. Lippard, S.J. (ed), J. Wiley and Sons, New York, NY, USA. 15, 202-286
 19. Symons, J.M., Stevens, A.A., Clark, B.M., Geldreich, E.E., Love Jr., O.T. and DeMarco. J. (1981) Treatment techniques for controlling trihalomethanes in drinking water. U.S. EP A-600 2-81-156. U.S. Government Printing Office: Washington, D.C
 20. Lee, G.H. and Jeong, C.S. (2001) Effects of MA storage with fine holes for red chili pepper and red bell pepper fruits. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 8, 125-130
 21. Lipton, W.Y. (1993) Relative humidity may not be enough. *ASHS Nwsl.*, 9, 12
 22. Nam, S.Y., Kim, K.M., Kang, H.C., Hwang, J.T. and Kim, T.S. (1998) Effects of packing materials on the quality of grape for long-term market circulation. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 5, 315-319
 23. Kim. S.K. and Ko, K.C. (1976) Fruit quality of peach as affected by polyethylene film bagging. *J. Korean Soc. Hort. Sci.*, 17, 28-37
 24. Park, J.D., Hong, S.I., Park, H.W. and Kin, D.M. (1999) Modified atmosphere packaging of peaches for distribution at ambient temperature. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31, 1227-1234
 25. Lee, L.S., Rhim, J.W., Kim, S.J. and Chung, B.C. (1996) Study on the stability of anthocyanin pigment extracted from purple sweet potato. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28, 352-359
 26. Makakis, P. (1974) Anthocyanins and their stability in foods. *Crit. Rev. Food Technol.*, 4, 437
 27. Kim, S.J. and Rhim, J.W. (1997) Effect of freezing, thawing and blanching on the pigment of purple sweet potato. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 9-14

(접수 2006년 8월 14일, 채택 2007년 1월 19일)