



Quality characteristics of grapes stored using phytoncide and sulfur dioxide pads

Ki-Hong Jeon¹, Jin-Young Choi², Bae-Yong Kim³, Azra Memon⁴
 and Woon-Kyu Lee^{4*}

¹Food Processing Research Center, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea

²Department of Division of Food Science and Culinary Arts, Shinhan University, Uijeongbu 11644, Korea

³Phylus Corporation, 18 Ssalmi-gil, Danyan 27000, Korea

⁴Department of Biomedical Sciences, School of Medicine, Inha University, Incheon 22212, Korea

피톤치드패드와 유황패드를 사용한 포도저장 시 품질특성 연구

전기홍¹ · 최진영² · 김배용³ · Azra Memon⁴ · 이운규^{4*}

¹한국식품연구원 식품가공기술연구센터, ²신한대학교 식품조리과학부, ³주피러스, ⁴인하대학교 의과대학

Abstract

In order to study the shelf life of grapes, appearance, weight loss, shattering rate, pH, titratable acidity, sugar content, color, free sugar, organic acid, and ethanol contents of grapes grown in were measured for 12 days of storage at room temperature by treatments with phytoncide pads derived from pine tree (phytoncide pad 1 and phytoncide pad 2) and a sulfur dioxide pad as well as a control group with pad only. As the storage period increased, the color of the sulfur dioxide pad changed to red. The weight reduction rate significantly increased by the sulfur dioxide pad treatment and the lowest weight reduction rate was obtained by the phytoncide 2 treatment. The percentage of the highest shattering rate was determined on the 12th day of storage in the control. Moreover, the sulfur dioxide pad treatment was carried out at the lowest pH, and the phytoncide 2 treatment at the highest pH. Titratable acidity increased until the 6th day of storage, but decreased at the 12th day for both treatments. The sugar content decreased with increasing storage period, and the control group showed the highest decrease with 13.13-13.50 °Brix on the 12th storage day. The L and a value were increased in the sulfur dioxide pad treatment, and the b value increased in all treatments except the phytoncide pad 2 treatment at the 12th day of storage. Fructose content was 56,805.88-67,157.12 mg/L on the 12th day of storage. In the phytoncide pad 1 treatment, it showed a low decrease in fructose content during the storage period. A similar decrease in the content of tartaric acid, which is the highest content in the organic acids of grapes, was observed in all treatments except in the control. The lowest increase in ethanol content was observed in the phytoncide pad 2 treatment during the storage period. Therefore, grapes were better preserved by the phytoncide pad 2 treatment at room temperature than that by using conventional sulfite pads.

Key words : grapes, phytoncide pads, sulfur dioxide pad, storage

서 론

포도의 생산은 5월-11월까지 6개월 이상의 기간을 통하여 생산되며, 국내에 생산되는 포도의 품종으로는 샤인머스캣, 텔라웨이, 거봉, 마스캣베리에이(MBA), 캠벨얼리 등이 주종을 이루어 있다. 2016년 포도 품종별 비중은 캠벨얼리가 전체 재배면적의 66%로 가장 많지만 과거에 비해서 점차 비중이 낮아지고 있다. 대신 상대적으로 가격이 비싸고 소비자의 선호가 높은 거봉의 비중이 늘고 있으며 2~3년 전부터는 청포도 재배도 증가하고 있다(1).

*Corresponding author. E-mail : wklee@inha.ac.kr
 Phone : 032-860-9982 Fax : 032-885-8302
 Received 21 February 2019; Revised 28 March 2019; Accepted 18 April 2019.
 Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

조생종인 캠벨얼리는 다른 품종의 포도에 비하여 저장성이 낮기 때문에 수확 즉시 시장에 출하하거나 단기간 보관한 후 판매하는 것이 일반적이다(2). 따라서 국내산 고품질의 포도를 유지하기 위해서는 저장기간의 연장이 필수적이며(3), 품질저하로 일어나는 탈립과 부패발생을 최소화하기 위하여 수확 후 품질변화를 일으키는 다양한 요인에 대하여 연구가 진행되었다(4-7). 그중에 포도의 품질변화를 빠르게 진행시키는 요인은 미생물에 의한 부패현상이며, 이러한 부패현상을 줄이기 위한 연구가 진행되었다. 국내산 포도의 병해 원인이 되는 미생물의 연구로 백합병으로는 잎마름병(*Botrytis elliptica*) 등 13종이 보고되어 있으며(8), 이 중 세균에 의한 무름 증상이 나타나는 병으로는 *Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum*와 *Pseudomonas marginalis*에 의한 무름병, *Botrytis cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병과 *Penicillium spp.*에 의한 푸른곰팡이병(9,10)이, 썩음병은 잿빛곰팡이, 푸른곰팡이, 만부병의 원인균인 *B. cinerea*, *P. sclerotiorum*, *C. acutatum*와 새썩음병, 그 외의 원인으로 불명확한 변색이 대부분의 포도에서 관찰되었다(11).

따라서 국내산 포도의 저장, 유통에 따른 포도에서 발생하는 세균에 의한 부패현상을 지연시키기 위한 방법으로 MAP 저장방법이 많이 연구되었고(12), 플라스틱필름과 골판지를 이용한 포장방법(13), 유향패드와 MAP 복합처리방법(14), MAP, 이산화염소 및 유향패드 처리에 의한 신선도 유지 효과(15), 아황산가스 발생제에 의한 처리방법(16), 이산화염소 기체 훈증처리에 의한 저장방법(17) 다양한 저장방법이 연구되었다. 그러나 과일의 경우 화학적 필름이나 기체처리 방법은 고농도 처리에서 오는 문제점과 잔류량의 인체에 미치는 영향이 위험요소로 작용하기 때문에 가능한 기체포장방법에 의해 저장기간을 연장시키는 방법이 많이 사용되고 있다.

피톤치드는 잣나무, 소나무, 편백나무 등에서 분비되는 살균성을 띄는 휘발성의 유기물로서, 스트레스 해소, 심폐기능 강화, 각종 해충, 바이러스, 병원성 세균, 진균 및 포자, 곰팡이 등에는 길항작용을 하지만 살균작용의 효과가 있으며(18), 비듬균, 아토피, 구강치료 등에 효과가 있어, 공기 중에 포함된 유해한 물질을 중화, 항균작용을 하면서도 기존의 항생제와는 달리 내성이 없다는 점이 특징이다. 항생제 남용에 따른 문제점을 감안할 때, 피톤치드의 자연치유 효과는 매우 주목할 만하다고 할 수 있다(19). 항균작용을 하는 화학적 합성 보존료가 지속적으로 사용할 경우 체내에 축적되어 돌연변이나 심각한 질병 유발 등의 문제가 되고 있어 그 사용이 제한되고 있다(20). 이에 최근에는 천연물에 존재하는 항균활성 물질들을 추출하여 가공식품의 저장, 유통기간을 증진시키는 목적으로 천연의 항균제가 많이 사용되고 있는데, Woo 등(21)은 천연소재인 황금을 에탄올 추출하여 고춧가루의 가공, 저장 시 식중독균의 발생을 억

제하는 연구를 하였고, Jang 등(22)은 국화꽃에서 정유물질을 추출하여 식중독균인 살모넬라와 세레우스 등에 항균활성을 보였다. 또한 겨자유 추출물에서 천연항균 물질이 함유된 필름을 제조하여 식빵을 보관하면서 곰팡이의 발생을 관찰하였다(23). 편백나무에서 추출한 피톤치드를 이용한 연구로는 편백정유를 추출하여 다공성필름을 제조하였고(24), 소나무에서 추출한 phytoncide essential oil을 희석한 phytoncide 성분이 신선편이 양상추의 항갈변 및 천연 식품 보존료로서의 가능성을 제시하였다(25).

그러나 피톤치드를 이용한 패드에 대한 연구는 거의 없는 실정이므로 본 실험에서는 향균, 향곰팡이 효과가 뛰어난 잣나무 유래 피톤치드패드를 제조하여 신선편이 국내산 포도제품에 사용하여 인체에 무해하고 신선한 상태로 저장하면서 기존의 아황산패드와 비교하여 품질변화를 관찰하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 저장조건

본 실험에 사용한 국내산 캠벨포도는 주산지인 충청북도 영동에서 2018년 10월에 생산된 것으로 포도송이는 원추형으로 무게는 350 g 정도이며 포도알이 밀착되어 있는 단단한 제품을 선별하여 실험에 사용하였다. 잣나무 유래 피톤치드패드 1은 총 9 g 속에 일라이트 8.1 g에 잣나무추출물을 혼화하여 9 cm×8 cm 사이즈의 종이백(Phylus Corporation, Korea)에 밀봉처리하여 처리구로 사용하였고, 피톤치드패드 2는 부직포 23.5cm×15.6 cm 사이즈의 종이백 잣나무추출물을 마이크로 캡슐화(잣나무 추출물을 탈아세틸화도 93.3%, 점도 9-10 cps, 60-80 mesh의 분말타입의 키토산(YB 바이오)을 초산과 용해시켜 4%(w/w) 수용액으로 만든 후 균일분산을 위해 계면활성제인 tween 80과 캡슐의 안정성을 위해 계면활성제를 넣은 후 호모게나이저 7,000 rpm에서 혼합하여 제조)하여 2.8 g을 코팅하여 제조하였다. 또한 아황산패드 처리구는 국내에서 생산한 23.5 cm×15.6 cm 사이즈에 SO₂ 분말 2.8 g 함유한 패드를 사용하였으며, 대조구로는 신선 유지제부직포(주대경테크코리아)를 23.5 cm×15.6 cm를 사용하였다. 또한 저장조건은 부직포(무처리구), 아황산패드, 피톤치드패드 1, 피톤치드패드 2를 포도 아래 깔고 포도는 각각 2 kg씩 담아 30 cm×20 cm×10 cm의 락엔락 밀폐용기에 담아서 20-25°C 실온에서 12일동안 저장하면서 3일 간격으로 시료를 꺼내어 외관측정 및 품질평가를 실시하였다.

외관, 중량감소율 및 탈립율

외관측정은 동일한 포장 단위의 포도를 3일 간격으로 촬영하였다. 중량감소율은 초기중량을 기준으로 동일한 포

도의 중량을 측정하여 얻은 중량감소를 3일 측정하여 백분율(%)로 나타내었고, 탈립율은 동일한 포도를 샘플링하여 10초동안 흔든다음 탈립과의 무게를 측정하여 백분율(%)로 나타내었다.

pH, 적정산도 및 당도

pH는 포도를 blender(MR5550MCA, Braun Espanola S.A, Spain)를 이용하여 갈아준 뒤 pH meter(AB15 plus, Fischer scientific, Pittsburgh, Pennsylvania, USA)를 이용하여 측정하였다. 적정산도는 같은 방법으로 착즙한 시료 5 mL에 증류수 20 mL를 가한 후 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.2까지 적정하여 0.1 N NaOH 소비량을 tartaric acid로 환산하여 mL로 표시하였다. 당도는 blender(MR5550MCA, Braun Espanola S.A, Spain)로 갈아 얻은 착즙액을 디지털당도계 (PR-201a, ATAGO, Tokyo, Japan)로 측정하였다.

색도

포도 착즙액은 원형통(지름 3 cm, 높이 0.5 cm)에 넣고 색도계(Color meter CR-400, Minolta, Co, Tokyo, Japan)를 사용하여 L(lightness, 명도), a(redness, 적색도), b(yellowness, 황색도)를 3회 반복하여 측정한 후 평균값을 나타내었다. 이 때 사용된 표준백판은 L=96.35, a=0.17, b=1.79이었다.

유리당

유리당 함량은 포도 착즙액 10 g 에 증류수 90 mL을 넣어 homogenizer(Ultra-Turrax T25, IKA Labortechnik Co., Staufen, Germany)로 30초간 균질화하고 원심분리(15,000 rpm, 15분)한 후 상등액을 여과하여 100 mL로 정용하였다. 시료 추출물은 0.2 μ m membrane filter로 여과하여 HPLC (Dionex ultimate 3000, Thermo Dionex, Beverly, MA, USA)로 분석하였다. Column은 Sugar-pak (Waters, 300 \times 6.5mm, USA)를, detector는 Shodex RI-101(Shodex, japan)을 사용하였다. Oven 온도는 70 $^{\circ}$ C이고 flow rate는 0.5 mL/min, injection volume은 10 μ L였다. 분석용매는 acetonitrile (0.05% Trifluoroacetic acid):water(0.05% Trifluoroacetic acid)=70:30을 사용하였고, 유리당 분석에 사용한 표준품 glucose (Junsei chem 98%), galactose(Sigma 99%), arabinose (Aldrich 99%), xylose(Aldrich 99%), fructose(Sigma 99%), mannose (Sigma 99%), sucrose(Sigma 99.5%), maltose monohydrate (Junsei chem 99%), lactose monohydrate(Junsei chem 99%), raffinose(Sigma 99%), stachyose(Sigma 99%)를 표준품으로 사용하였다.

유기산

유기산 함량은 포도 착즙액 10 g 에 증류수 90 mL을 넣어 homogenizer(Ultra-Turrax T25, IKA Labortechnik Co., Staufen, Germany)로 30초간 균질화하고 원심분리(15,000

rpm, 15분)한 후 상등액을 여과하여 100 mL로 정용하였다. 시료 추출물은 0.2 μ m membrane filter로 여과하여 HPLC Ultimate 3,000(Thermo Dionex, Beverly, MA, USA)로 분석하였다. HPLC의 조건은 다음과 같이 column은 Aminex-87H column (300 \times 10mm, Bio-Rad, Hercules, CA, USA)이었고, 이동상은 0.01 N H₂SO₄ / Fluka, Neu-Ulm, Germany)로 0.5 mL/min의 속도로 흘러 주었다. Detector는 variable wavelength detector이었고 검출 파장은 210 nm로 설정하였으며 injection volume은 10 μ L이었다. 유기산 분석을 위한 lactic acid sodium salt(Fluka 99%), citric acid(Showa chem 99.5%), malic acid(Kanto chem 99%), succinic acid(Aldrich 99%), oxalic acid(Showa chem 99.5%), fumaric acid(Showa chem 99%), VOAs mixture(AccuStandard FAMQ-004 10mM)을 사용하였다.

에탄올

에탄올 함량 분석은 유기산 분석조건과 동일한 방법으로 ethanol 표준품을 사용하여 분석하였다. HPLC의 조건은 다음과 같이 column은 Aminex-87H column (300 \times 10 mm, Bio-Rad)이었고, 이동상은 0.01 N H₂SO₄ / Fluka)로 0.5 mL/min의 속도로 흘러 주었다. Detector는 variable wavelength detector이었고 검출 파장은 210 nm로 설정하였으며 injection volume은 10 μ L이었다.

통계처리

본 실험에서 얻어진 결과는 SAS program(2002)을 이용하여 분산분석을 실시하였고 평균간 유의성 검정은 Duncan의 다중검정방법으로 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

외관, 중량감소율 및 탈립율

국내산포도를 12일동안 저장하면서 외관을 관찰한 결과 Fig.1과 같았다. 외관은 저장 3일부터 탈립과들이 나타나기 시작하였으나 외관상으로는 크게 차이를 나타내지는 않았다. 저장 6일 후에는 과육의 탈립이 많이 생겨나지 시작하였으며 대조구와 아황산패드에서 피톤치드처리구보다 외관상 많은 탈립과들을 보였고, 특히 아황산패드에서는 과육의 색깔도 적색으로 변하기 시작하였다. 저장 9일에는 과육의 1/3 이상이 탈립되었고 아황산패드는 저장 6일보다 적색이 더 많이 나타났다. 저장 12일에는 대부분의 과육이 탈립되었으며, 외관상 가장 탈립이 적게 나타난 것은 피톤치드패드 2에서, 가장 많은 탈립을 보인 것은 대조구였다. 외관을 측정된 결과 색깔과 가장 탈립과가 적게 나타난 실험구는 피톤치드패드 2로 나타났다. 포도 탈립의 원인은

곰팡이나 세균의 번식에 의해서 나타나며 Choi 등(14)은 유향패드와 MA 복합처리한 포도에서는 상온저장 3일까지는 곰팡이가 전혀 발생하지 않았으나 단독으로 처리한 처리구에서는 흰색 또는 회색 곰팡이가 관찰되었고 탈립과도 발생하였다.

국내산포도를 12일 동안 저장하면서 중량감소율을 측정 한 결과는 Table 1과 같았다. 중량감소율은 12일 동안 락엔 락 박스에서 저장하면서 포도에서 손실되는 수분증발량을 측정하고자 실시하였다. 저장 6일까지는 중량감소율이 크게 나타나지 않았으나, 저장 9일부터는 0.52-0.70%로 중량의 감소를 보였으며 처리구별로는 크게 차이가 나타나지 않았다. 그러나 저장 12일에는 모든 실험구에서 중량감소율이 크게 증가하여 0.87-1.15%의 중량감소율을 보였다. 가장 많은 중량감소율을 보인 실험구는 아황산패드 처리구였고, 피톤치드 2 처리구에서 가장 적은 중량감소율을 보였다. 중량감소율은 대부분 저장하는 동안 수분이 증발하면서 발생하는 과일의 변태현상 중의 하나이다. 대부분의 과일은 수분증발에 따라 선도가 달라지기 때문에 이를 방지하기 위하여 필름으로 처리하거나 코팅을 하여 수분증발을 최소화시킨다. 따라서 Park과 Kim(26)은 Sheridan 포도에 대조구로 골판지를 사용하고 처리구로는 LDPE, polystyrene을 성형시킨 포장재에 10일간 저장하면서 중량변화를 관찰한 결과 40LDPE(Thickness 40 μ m)에서는 0.8%의 중량손실이 나타났으나 대조구에서는 5.7%의 중량손실이 나타났다고 보고하였다. 따라서 본 실험결과에서도 중량변화는 밀폐된 환경에서 실험이 이루어졌기 때문에 크게 증가되지는 않았다.

국내산포도를 12일동안 저장하면서 탈립율을 측정 한 결

과는 Table 2와 같았다. 탈립율은 12일동안 밀폐된 환경에서 저장하면서 곰팡이나 세균에의해서 포도줄기에 과육이 떨어지는 것을 측정하고자 실시하였다. 탈립율은 저장 3일에는 1.41-4.77%로 가장 많은 탈립과를 보인 실험구는 대조구였으며, 저장 6일에는 13.65-19.92%로 가장 많은 탈립율을 보인 것은 대조구였고 처리구간에는 유의적인 차이를 보이지않았다. 저장 9일에는 탈립과가 크게 증가되어 25.0-37.08%로 대조구와 피톤치드패드 1 처리구에서 탈립율이 크게 증가하였다. 저장 12일에는 48.70-65.80으로 가장 탈립율이 크게 나타난 실험구는 대조구였으며, 이는 Fig. 1의 외관에서 보는 것과 같이 많은 탈립과들이 나타났다. 대조구 다음으로 탈립율이 크게 나타난 것이 피톤치드 1 처리구였으나 두 처리구간에는 유의적 차이를 보이지는 않았다. 따라서 외관, 중량감소율과 탈립율에서는 피톤치드패드2 처리구에서 실온에서 포도를 저장했을 때 가장 좋은 결과를 보였다.

pH, 적정산도 및 당도

국내산포도를 12일동안 저장하면서 pH를 측정 한 결과는 Table 3과 같았다. pH는 저장 3일에 저장 0일보다 유의적으로 증가하기 시작하여 3.86-4.09로 나타났으며, 저장 6일에는 4.02-4.22로 3일째보다 많이 증가하였으며 처리구 중에서 가장 높은 처리구는 피톤치드패드 1이었다. 그러나 포도 송이의 부위마다 과육의 숙성정도가 처리구별로 다르기 때문에 처리구간의 pH의 변화에 따른 유의성을 비교하는 것보다는 저장기간별로 pH변화를 보는것이 바람직하다고 생각된다. 따라서 저장 9일에는 4.08-4.30으로 초기의 pH보다 가장 많은 증가를 보인 처리구는 대조구와 피톤치드패드

Table 1. Changes in the weight loss of grapes during the storage of phytoncide treatment derived from pine bark

(unit: %)

Storage period (day)	Control	Sulfur dioxide Pad	Phytoncide pad 1	Phytoncide pad 2
3	0.23±0.04 ^{c1}	0.28±0.07 ^c	0.22±0.04 ^c	0.19±0.07 ^c
6	0.26±0.03 ^c	0.32±0.04 ^c	0.25±0.06 ^c	0.22±0.05 ^c
9	0.60±0.05 ^b	0.70±0.03 ^b	0.59±0.05 ^b	0.52±0.06 ^b
12	0.98±0.04 ^a	1.15±0.05 ^a	0.94±0.06 ^a	0.87±0.03 ^a

^{1) a-c} Means within column with different superscripts are significantly different (p<0.05).

Table 2. Changes in the shattering rate of grapes during the storage of phytoncide treatment derived from pine bark

(unit: %)

Storage period (day)	Control	Sulfur dioxide Pad	Phytoncide pad 1	Phytoncide pad 2
3	4.77±0.12 ^{a1}	3.97±0.23 ^b	1.66±0.21 ^c	1.41±0.19 ^c
6	19.92±2.21 ^a	13.65±1.53 ^b	13.78±1.03 ^b	15.71±1.32 ^b
9	37.08±2.02 ^a	25.80±2.47 ^b	34.16±2.41 ^a	28.16±2.04 ^b
12	65.80±3.45 ^a	48.70±2.43 ^b	58.90±3.65 ^a	49.70±4.03 ^b

^{1) a-c} Means within column with different superscripts are significantly different (p<0.05).

처리구였다. 저장 12일에는 4.27-4.45의 pH 증가를 보였으며 가장 낮은 pH를 보인 처리구는 아황산패드였고 가장 높은 pH는 피톤치드패드 2 처리구였다. 저장기간에 따라서는 가장 낮은 pH 증가를 보인 처리구는 아황산패드 처리구

였고 가장 높은 증가를 보인 것은 피톤치드패드 2였다. 일반적으로 과일의 숙성이 이루어지면서 저장기간에 따라 pH의 증가를 보이므로 본 실험에서도 저장 기간이 증가하면서 pH의 증가가 일어났다고 생각된다. Yun 등(27)은 캠벨포도

Storage period (day)	Control	Sulfur dioxide Pad	Phytoncide pad 1	Phytoncide pad 2
0				
3				
6				
9				
12				

Fig. 1. Changes in the appearance of grapes during the storage of phytoncide treatment derived from pine bark.

에 1 kGy 방사선조사를 한 후 저장기간에 따라 pH를 측정된 결과 25°C에서 저장한 방사선조사 처리구에서 초기 3.6에서 저장 4주에 4.0의 증가를 보였다고 하였으며 방사선조사를 하지않은 대조구 3.9보다 높은 pH를 보였다고 하였다.

또한 국내산포도를 12일 동안 저장하면서 적정산도를 측정한 결과는 Table 4와 같았다. 적정산도는 저장 0일에는 0.31-0.33%로 처리구간에는 차이를 보이지 않았으며, 저장 3일에 0.35-0.48%로 모든 실험구에서 증가하기 시작하였고, 저장 6일에 0.47-0.75%로 실험구에서 적정산도가 크게 증가하였다. 가장 크게 증가된 실험구는 대조구 0.75%였고, 다음이 아황산패드 처리구 0.71%였다. 저장 9일부터는 실험구별로 차이를 보였으며 대조구와 아황산패드 처리구는 유의적으로 산도의 감소를 나타냈고 피톤치드패드 1과 피톤치드패드 2에서는 산도의 증가를 보였다. 저장 12일에는 모든 실험구에서 감소를 보여 0.34-0.54%로 나타났다. 적정산도의 증가는 고형분의 증가와 유기산이 당으로 변화하

지 않고 있다는 실험결과로 당도의 감소가 천천히 일어나면서 과일의 호흡율이 급속히 일어나지 않는다고 할 수 있다. 따라서 피톤치드패드 1과 피톤치드패드 2에서는 적정산도의 증가가 저장 9일까지 진행되면서 포도의 호흡을 지연시킬 수 있다고 생각된다. Park 등(13)은 LDPE와 세라믹포장재의 종류별로 적정산도를 측정한 결과 LDPE포장재보다 세라믹포장재 0.04 mm 두께에서 가장 적정산도가 적게 감소되어 포장재의 두께에 따라 저장기간을 연장할 수 있다고 하였다.

국내산포도를 12일 동안 저장하면서 당도를 측정한 결과는 Table 5와 같았다. 저장 3일에는 14.00-14.85 °Brix으로 저장 0일째보다 모든 처리구에서 감소하였으나 큰 차이를 보이지는 않았다. 저장 6일에는 13.33-14.50 °Brix으로 가장 많은 감소를 보인 것은 대조구였으며, 가장 적은 감소는 보인 것은 피톤치드패드 2였다. 저장 9일에는 13.25-14.20 °Brix, 저장 12일에는 13.13-13.50 °Brix을 나타냈다. 처리구

Table 3. Changes in pH of grapes during the storage of phytoncide treatment derived from pine bark

Storage period (day)	Control	Sulfur dioxide Pad	Phytoncide pad 1	Phytoncide pad 2
0	3.47±0.04 ^{e1}	3.52±0.05 ^c	3.70±0.07 ^c	3.67±0.05 ^d
3	3.87±0.17 ^d	3.86±0.10 ^d	4.05±0.13 ^d	4.09±0.17 ^c
6	4.02±0.01 ^c	4.04±0.01 ^c	4.22±0.03 ^c	4.18±0.01 ^c
9	4.23±0.01 ^b	4.08±0.01 ^b	4.29±0.01 ^b	4.30±0.01 ^b
12	4.36±0.01 ^a	4.27±0.01 ^a	4.39±0.01 ^a	4.45±0.01 ^a

^{1)a-c}Means within column with different superscripts are significantly different (p<0.05).

Table 4. Changes in the titrable acidity of grapes during the storage of phytoncide treatment derived from pine bark

Storage period (day)	Control	Sulfur dioxide Pad	Phytoncide pad 1	Phytoncide pad 2
0	0.33±0.05 ^{d1}	0.34±0.05 ^d	0.32±0.05 ^c	0.31±0.05 ^c
3	0.48±0.05 ^c	0.47±0.05 ^c	0.36±0.02 ^c	0.35±0.07 ^{bc}
6	0.75±0.02 ^a	0.71±0.04 ^a	0.47±0.03 ^b	0.51±0.05 ^a
9	0.62±0.03 ^b	0.58±0.03 ^b	0.57±0.05 ^a	0.54±0.04 ^a
12	0.34±0.05 ^d	0.54±0.04 ^b	0.50±0.06 ^{ab}	0.41±0.04 ^b

^{1)a-b}Means within column with different superscripts are significantly different (p<0.05).

Table 5. Changes in the sugar content of grapes during the storage of phytoncide treatment derived from pine bark

Storage period (day)	Control	Sulfur dioxide Pad	Phytoncide pad 1	Phytoncide pad 2
0	14.65±0.19 ^{a1}	14.70±0.20 ^a	14.90±0.10 ^a	14.80±0.15 ^a
3	14.00±0.12 ^b	14.63±0.08 ^a	14.85±0.05 ^a	14.60±0.12 ^{ab}
6	13.33±0.04 ^c	14.10±0.21 ^b	14.33±0.27 ^b	14.50±0.07 ^b
9	13.25±0.05 ^c	13.48±0.11 ^c	14.20±0.05 ^b	13.76±0.08 ^c
12	13.53±0.04 ^d	13.13±0.13 ^d	14.05±0.15 ^c	13.50±0.07 ^d

^{1)a-c}Means within column with different superscripts are significantly different (p<0.05).

별로는 가장 많은 당도의 차이를 보인 것은 대조구였고 다음이 아황산패드로 당도가 가장 많이 감소하였다. 따라서 아황산패드는 패드에 함유되어있는 아황산성분이 휘발되면서 당도와 산도에 영향을 미치고 있다고 생각된다. 당도는 과일의 호흡에 의한 유기산의 감소가 일어나면서 당의 증가로 인해 당도가 증가될 수도 있다. 또한 저장기간에 따라 당도의 감소는 유리당 효모에 의한 알코올 발효가 일어나기 때문에 당의 감소를 나타낼 수도 있다. 본 실험에서는 저장 12일동안 모든 처리구에서 지속적인 당의 감소를 나타내어 알코올 발효에 의한 당의 감소가 나타났다고 생각된다(Table 9). 결과적으로 당도가 가장 많은 감소를 보인 실험구는 대조구였으며 다음이 아황산패드 처리구였다. Kim과 Park은(28) 포도주를 제조하여 아황산과 내성효모에 의한 당도와 알코올함량과의 관계를 실험한 결과 발효기간에 따라 당함량은 감소하였고 알코올함량은 크게 증가하였다고 보고하였다.

색 도

국내산포도를 12일동안 저장하면서 색도를 측정된 결과 Table 6과 같았다. 명도값(L값)에서는 저장기간이 증가되면서 대조구 21.63-28.15, 아황산패드 24.30-31.67, 피톤치드패드 1 24.20-30.05, 피톤치드패드2 22.07-30.05로 모든 실험구에서 명도값의 증가를 보였으며 가장 크게 증가율을 보인 것은 아황산패드 처리구였다. 명도값이 다른 처리구보다 아황산패드에서 증가한 것은 포도에 있는 안토시아닌 색소가 아황산패드에서 휘발되는 아황산에 의하여 적색도 증가가 일어나면서 명도값이 증가되었다고 생각된다.

적색도(a값)를 저장 12일 동안 측정된 결과에서는 대조구에서는 저장 9일까지 크게 증가를 보이지 않다가 저장 12일에 적색도가 증가되었고, 아황산패드는 저장 3일 이후부터 크게 증가되어 0.45-8.82로 실험구 중에서 가장 크게 적색도가 증가되었다. 이는 안토시아닌 색소의 산성 조건에서 적색이 더 증가함을 나타내는 결과와 일치함을 보였다. 또한 피톤치드패드 1 처리구에서는 저장 3일 이후부터 적색도가 서서히 증가되었고, 피톤치드패드 2 처리구에서는 저장 12일에 적색도가 크게 증가하였다. 저장 12일 동안 가장 적색도가 증가가 적게 나타난 실험구는 피톤치드패드 2 처리구로 나타났다.

황색도는(b값) 저장 0일에는 -2.47--0.73로 녹색도(-b값)가 가장 많은 실험구는 아황산패드 처리구였고, 피톤치드패드 2 처리구에서 녹색도가 가장 적었다. 실험구 모두에서 12일 동안 저장하면서 실험구 모두에서 녹색도의 감소가 일어나면서 황색도가 증가되었으며, 저장 12일에는 황색도가 -1.42-1.18로 피톤치드패드 2 처리구에서는 녹색도를 보였고, 대조구와 나머지 처리구에서는 황색도가 증가하였다. 녹색도는 풋과일에서 클로로필색소가 많기 때문에 나타났다가 과일이 숙성되면서 감소됨을 알 수 있다. 따라서 황색도의 증가가 가장 큰 피톤치드패드 2 처리구에서 가장 숙성이 많이 진행됨을 확인할 수 있었다. Choi 등(14)은 캠벨포도에 유향패드와 MAP처리를 한 후 색도를 저장기간에 따라 측정된 결과 유향패드 단독처리구에서 명도값과 적색도가 가장 많이 증가하였다고 하여 본 실험과 일치한 결과를 보였다.

Table 6. Changes in the color of grapes during the storage of phytoncide treatment derived from pine bark

Storage period (day)	Control	Sulfur dioxide Pad	Phytoncide pad 1	Phytoncide pad 2	
L	0	21.63±0.24 ^{cl}	24.30±0.01 ^c	24.20±3.08 ^c	22.07±0.05 ^c
	3	25.35±1.21 ^b	25.48±0.51 ^d	26.60±1.35 ^b	26.30±2.54 ^b
	6	26.60±0.22 ^b	28.10±0.22 ^c	27.82±0.11 ^{ab}	26.83±0.39 ^b
	9	27.33±0.34 ^a	29.83±0.20 ^b	29.03±0.88 ^{ab}	27.75±3.12 ^{ab}
	12	28.15±1.34 ^a	31.67±0.31 ^a	30.05±0.22 ^a	30.50±0.07 ^a
a	0	0.40±0.38 ^b	0.45±0.05 ^d	0.17±0.05 ^d	0.30±0.07 ^c
	3	0.48±0.36 ^b	3.25±0.05 ^c	1.88±0.51 ^c	0.54±0.25 ^c
	6	0.67±0.25 ^b	4.73±0.17 ^b	2.73±0.31 ^b	0.83±0.18 ^b
	9	0.73±0.09 ^b	7.52±1.21 ^a	3.18±0.20 ^{ab}	0.87±0.05 ^b
	12	3.33±0.12 ^a	8.82±0.13 ^a	3.38±0.04 ^a	2.23±0.09 ^a
b	0	-1.77±0.09 ^b	-2.47±0.05 ^c	-1.73±0.05 ^d	-0.73±0.05 ^a
	3	-1.36±0.05 ^b	-1.78±0.05 ^{bc}	-0.30±0.12 ^c	-1.00±0.34 ^b
	6	-0.76±0.15 ^a	-0.52±0.04 ^{ab}	0.65±0.21 ^b	-1.23±0.04 ^b
	9	-0.75±0.17 ^a	-0.50±0.08 ^{ab}	0.83±0.04 ^b	-1.35±0.05 ^c
	12	-0.70±0.12 ^a	0.23±0.05 ^a	1.18±0.08 ^a	-1.42±0.47 ^c

¹⁾^{a-b} Means within column with different superscripts are significantly different (p<0.05).

Table 7. Changes in the free sugar content of grapes during the storage of phytoncide treatment derived from pine bark

(unit: mg/L)

Storage period (day)	Control	Sulfur dioxide Pad	Phytoncide pad 1	Phytoncide pad 2	
Glucose	0	54,115.84	56,192.74	57,154.29	51,473.56
	3	51,038.11	55,051.14	56,122.75	50,075.63
	6	44,508.00	48,516.97	49,081.48	52,621.81
	9	49,432.08	46,998.11	45,629.86	47,137.62
	12	44,698.72	45,048.47	49,413.54	39,301.59
Fructose	0	78,986.79	81,997.89	80,466.99	77,506.58
	3	78,741.35	81,815.79	79,378.13	73,789.21
	6	69,369.88	71,716.99	72,327.98	76,789.85
	9	73,129.83	70,796.34	68,503.59	69,765.68
	12	68,440.72	67,157.12	71,256.77	56,805.88

Table 8. Changes in the organic content of grapes during the storage of phytoncide treatment derived from pine bark

(unit: mg/L)

Storage period (day)	Control	Sulfur dioxide Pad	Phytoncide pad 1	Phytoncide pad 2	
Citric acid	0	89.66	56.45	71.56	62.54
	3	129.50	36.64	44.41	41.64
	6	217.73	74.20	45.64	56.04
	9	55.72	49.58	71.47	61.84
	12	47.73	47.61	59.42	46.45
Tartaric acid	0	4,266.77	3,663.93	3,563.93	3,663.93
	3	3,926.84	3,539.62	3,426.11	3,571.77
	6	4,257.24	3,295.10	3,473.59	3,454.82
	9	3,146.68	3,242.37	3,610.38	3,414.05
	12	3,160.70	3,222.07	3,593.35	3,189.65
Shikimic acid	0	7.47	8.25	7.24	8.98
	3	10.48	11.11	9.51	8.92
	6	9.69	14.29	10.93	8.72
	9	9.28	11.21	10.61	9.86
	12	9.51	11.30	13.73	6.46
Fumaric acid	0	14.56	6.11	18.99	23.65
	3	13.63	9.61	18.74	22.73
	6	15.28	19.40	22.37	20.90
	9	25.82	14.91	17.06	25.11
	12	27.38	14.83	14.74	22.81
Acetic acid	0	94.10	31.60	17.08	47.16
	3	785.00	78.94	94.10	99.59
	6	2,457.12	96.81	127.07	300.84
	9	558.78	207.19	1,095.07	817.13
	12	64.75	346.60	1,006.81	307.26

유리당

국내산포도를 12일동안 저장하면서 유리당을 측정 한 결과 Table 7과 같았다. 포도에서 검출된 유리당은 포도당과 과당이었고 저장 12일 동안 서서히 감소를 나타냈다. 저장 3일에는 50,075.63-56,122.75 mg/L로 실험구별로 크게 차이가 없었으나, 저장 12일에는 39,301.59-49,413.54 mg/L로 포도당의 많은 감소를 보였다.

처리구별로 감소량은 유사하였다. 또한 포도에 가장 많이 함유된 과당을 측정 한 결과, 저장 3일에는 73,789.58-81,815.79 mg/L로 피톤치드패드 2에서 가장 많은 감소를 보이다가, 저장 12일에는 56,805.88-67,157.12 mg/L로 나타났다. 과당에서는 실험구별로 가장 많은 감소를 보인 처리구는 아황산패드 처리구였고 가장 감소가 적게 나타난 실험구는 피톤치드패드 1 처리구였다. 본 실험에서는 초기의 유리당 농도가 처리구별로 다르게 나타나 저장기간 동안 처리구간의 유의성의 차이를 확인하는 것은 어렵기 때문에 각각의 처리구별로 저장기간중의 변화를 확인하고자 실험을 실시하였다.

유기산

국내산포도를 12일 동안 저장하면서 유기산을 측정 한 결과 Table 8과 같았다. 구연산(citric acid), 주석산(tartaric acid), 안식향산(shikimic acid), 푸마르산(fumaric acid), 초산(acetic acid) 등이 검출되었다. 저장기간 동안 구연산 함량이 가장 많이 나타난 처리구는 59.42 mg/L로 피톤치드패드 1이었다. 주석산 함량은 포도에 주요 유기산으로 저장 기간이 증가하면서 모든 실험구에서 감소를 보였고, 대조구에서는 저장 6일 이후부터 감소하여 12일에는 3,160.70 mg/L였고, 아황산패드 처리구는 저장 3일 이후부터 조금씩 감소하면서 저장 12일에 3,222.07 mg/L, 피톤치드패드 1 처리구는 저장 12일에 3,593.35 mg/L, 피톤치드패드2 처리구는 저장 12일에 3,189.65로 감소하였다. 그러나 저장기간 동안 주석산의 감소율은 대조구를 제외하고는 크게 차이를 보이지 않았다. 안식향산과 푸마르산은 저장 12일동안 실험구별로 차이를 보였으며, 안식향산은 피톤치드패드 1 처리구가 가장 많았고, 푸마르산은 대조구에서 함량이 가장 많이 나타났다. 초산함량은 주석산함량 다음으로 가장 많이 증가되었으며 대조구에서 저장 6일에 초기농도 94.10 mg/L에

서 2,457.12 mg/L로 크게 증가되었고, 피톤치드패드 1 처리구는 17.08 mg/L에서 1,006.81 mg/L로 증가하였다. 가장 많은 초산함량의 증가를 보인 보인 처리구는 피톤치드패드 1 처리구였다. 초산함량이 대조구에서 저장 6일에 크게 증가되었던 것은 초산함량과 주석산의 함량이 가장 많이 증가되었기 때문이라고 생각된다. 따라서 적정산도에서도 저장 6일에 가장 많은 증가를 보여 적정산도와 유기산의 증가가 일치함을 보였다. Lee 등(29)은 야생효모에 의한 캠벨엘리 포도 와인의 제조 시 아황산 처리에 의한 효과를 연구한 결과 아황산처리구에서 주석산 함량은 1.14 mg/L, 무처리구에서는 1.09 mg/L로 아황산처리구에서 다소 높게 나타났다고 하였다. 본 실험에서도 아황산패드에서 주석산이 높게 나타났으나 다른 처리구와는 큰 차이를 보이지 않았다.

따라서 유기산의 함량변화는 초기의 유기산 함량이 다르므로 처리구간의 유의성 검증은 어렵기 때문에 처리구간의 저장기간에 따라 변화를 분석하였다.

에탄올

국내산포도를 12일 동안 저장하면서 에탄올 함량을 측정 한 결과 Table 9와 같았다. 에탄올 함량이 증가하는 것은 저장기간 동안 당과 고형분이 감소되면서 발효가 진행했다는 결과를 나타낸다. 알코올 함량은 저장 3일 이후부터 계속 증가하였고, 대조구는 755.59-3,979.20 mg/L로 저장 9일까지는 크게 증가하였으나 저장 12일에는 약간의 감소를 보였다. 이는 대조구에서 저장 9일 이후부터는 알코올이 분해되기 시작하면서 초산발효가 일어나기 시작하였다고 생각된다. 아황산패드에서는 821.72-9,340.96 mg/L으로 저장 12일 동안 계속적으로 알코올이 생성이 증가되었고, 실험구중에서 알코올생성이 가장 많았다. 따라서 아황산패드는 알코올발효에 필요한 적당한 산과 당의 비율 때문에 알코올함량이 가장 많이 생성되었다고 생각된다. 또한 피톤치드패드 1에서는 알코올함량이 823.56-4,807.01 mg/L로 저장 12일 동안 계속 증가하였으나 알코올 생성은 크게 증가하지 않았고, 피톤치드패드 2 처리구에서도 알코올함량이 756.99-3,566.87 mg/L로 저장기간에 따라 가장 에탄올 함량의 증가가 적게 나타났다. 따라서 포도를 12일 동안 실온에서 저장하면서 포도의 저장기간을 연장하는데 효과적인 패드는 피톤치드패드 2 처리구라고 생각된다.

Table 9. Changes in the ethanol content of grapes during the storage of phytoncide treatment derived from pine bark

(unit: mg/L)

Storage period (day)	Control	Sulfur dioxide Pad	Phytoncide pad 1	Phytoncide pad 2
0	755.59	821.72	823.56	756.99
3	1,853.97	2,558.25	3,466.11	2,431.39
6	3,090.57	5,692.63	5,216.38	3,499.44
9	3,979.20	8,231.81	4,738.25	4,494.12
12	3,911.73	9,340.96	4,807.01	3,566.87

요 약

국내산포도의 저장성을 연장하기 위하여 잣나무 유래 피톤치드패드와 아황산패드를 사용하여 실온에서 12일간 저장하면서 외관, 중량감소율, 탈립율, pH, 적정산도, 당도, 색도, 유리당, 유기산과 에탄올 함량을 측정하였다. 외관에서는 저장기간이 증가되면서 아황산패드는 적색이 나타나기 시작하였고, 중량감소율은 아황산패드 처리구에서 크게 나타났으며, 피톤치드 2 처리구에서 가장 적은 중량감소율이 나타났다. 탈립율은 저장 12일에 대조구에서 가장 크게 나타났다. 가장 낮은 pH를 보인 처리구는 아황산패드였고 가장 높은 pH는 피톤치드패드 2 처리구였다. 적정산도는 저장 6일까지 증가하다가 저장 12일에는 모든 실험구에서 감소를 보였다. 또한 당도는 저장기간의 증가하면서 감소하였으며, 저장 12일에는 13.13-13.50 °Brix로 가장 많은 감소를 보인 실험구는 대조구였다. L값과 a값은 아황산패드에서 증가하였고, 저장 12일에는 피톤치드패드 2 처리구를 제외하고는 모든 처리구에서 b값이 증가하였다. 과당(fructose)은 저장 12일에는 56,805.88- 67,157.12 mg/L로 나타났으며, 저장기간에 따라 과당의 감소가 적게 나타난 실험구는 피톤치드패드 1 처리구였다. 유기산의 대부분인 주석산의 감소율은 대조구를 제외하고는 크게 차이를 보이지 않았다. 에탄올 함량은 피톤치드패드 2에서 저장기간에 따라 가장 증가율이 적게 나타났다. 이와같은 결과를 바탕으로 하였을 때, 포도를 실온에서 저장하였을 때 품질변화를 가장 적게 하면서 저장기간을 연장시킬 수 있는 것은 기존에 많이 사용하는 아황산패드보다 피톤치드패드 2에서 더욱 효과적인 것을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원의 사업(과제번호 817019-2)으로 지원을 받아 연구되었습니다.

References

- Grape Institute (2017) Journal of Grape Research, Chungcheongnam-do, Korea
- Choi MH, Lee JS, Lim BS (2017) Effects of combination treatment with sulfur dioxide generating pad and modified atmosphere packaging (MAP) on the quality of 'Campbell Early' grape under simulated export conditions. Korean J Food Preserv, 24, 734-745
- Hong SR, Yang YJ, Park YM (2009) Effect of postharvest ethylene treatment on the quality characteristics in processed berry product of 'Campbell Early' grape. Kor J Hort Sci Technol, 27, 426-431
- Hong YP, Lee EJ (2007) Effect of relative humidity under various packaging treatments on quality of grape fruits during cold storage. Kor J Hort Sci Technol, 25, 47-53
- Jang S, Lee SK (2009) Current research status of postharvest technology of grape. Kor J Hort Sci Technol, 27, 511-520
- Kim CW, Jang MC, Choi JH (2009) Effect of high CO₂ MA packaging on the quality of 'Campbell Early' grapes during marketing simulation at ambient temperature. Kor J Hort. Sci Technol, 27, 612-617
- Yang YJ, Hwang YS, Park YM (2007) Modified atmosphere packaging extends freshness of grapes 'Campbell Early' and 'Kyoho'. Korean J Hort Sci Technol, 25, 138-144
- Hahm SS, Hong GW, Kim BR, Han K, Choi T, Nam Y, Yu S (2014) Rhizopus Soft Rot on Lily Caused by *Rhizopus oryzae* in Korea. Plant Pathol J, 20, 50-53
- Pearson R, Gohee AC (1994) Compendium of grape diseases. American Phytopathological Society.[Res. Plant Dis, 4, 275-282(2014)]
- Kim WK, Sang HK, Woo SK, Park MS, Paul NC, Yu SH (2007) Six species of *Penicillium* associated with blue mold of grape. Mycobiology, 35, 180-185
- Noh YH, Kim YE, Song MJ, An JH, Jeong MJ, Hong SB, Kim SH, Lee HI, Cha JS (2014) Post-harvest decay of 'Campbell Early' grape. Res Plant Dis, 4, 275-282
- Kim CW, Jeong MC, Choi JH (2009) Effect of High CO₂ MA Packaging on the Quality of 'Campbell Early' Grapes during Marketing Simulation at Ambient Temperature. Kor J Hort Sci Technol, 27, 612-617
- Park HW, Kim YH, Choi JH, Kim D, Park JDKim kJ (2007) Quality Changes of Table Grapes to Packaging Methods. Korean Journal of Packaging Science & Technol, ogy 13, 103-105
- Choi MH, Lee JS, Lim BS (2017) Effects of combination treatment with sulfur dioxide generating pad and modified atmosphere packaging (MAP) on the quality of 'Campbell Early' grape under simulated export conditions. Korean J. Food Preserv, 24, 734-745
- Cho MA, Hong YP, Choi SY, Lim BS, Yun SK, Chung DS, Lee SK (2011) The Effect of MAP, gaseous chlorine dioxide and sulfur dioxide generating pad treatment for maintaining fruit quality of Japanese apricot. Kor J Hort Sci Technol, 29, 136-137

16. Ballinger WE, Maness EP, Nesbitt WB (1985) Sulfur dioxide for long-term low temperature storage of Ervitis hybrid bunch grapes. *J Am Soc Hort Sci*, 20, 916-918
17. Chang EH, Chung DS, Choi JU (2007) Effect of chlorine dioxide gas treatment on postharvest quality of grapes. *Korean J Food Preserv*. 14, 1-7
18. Kang S, Lee JS, Lee HC, Petriello MC, Kim BY, Do JT, Lim DS, Lee HG, Han SG (2016) Phytoncide extracted from pinecone decreases LPS-induced inflammatory responses in bovine mammary epithelial cells. *J Microbiol Biotechnol*. 26, 579-587
19. Jung HK, Choi HN, Oh HH, Huh CK, Yang HS, Oh JH, Park JH, Choi HY, Kim KH, Lee SG (2012) Prevention of Fungal Contamination during Cheese Ripening-Current Situation and Future Prospects. *Korean J Dairy Sci Technol*, 30, 75-81
20. Lee SH, Lim YS (1998) Antimicrobial effects of *Schizandra chinensis* extract on pathogenic microorganism. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 27, 239-243
21. Woo NY, Lee ES, Kim YA, Kim BK, Kim KS (2010) The development of the natural antimicrobial agents for the quality improvement of the packing pepper powder. 1017-1020. Proceedings of the KAIS Fall Conference, The Korea Academia-Industrial Cooperation Society Semiannual, November, Korea
22. Jang M, Seo J, Lee JH, Chung MS, Kim GH (2010) Antibacterial action against foodborne pathogens by the volatile flavor of essential oil from *Chrysanthemum morifolium* flower. *Korean J Food Nutr*, 23, 154-161
23. Kim KY, Lee EK (2009). The efficiency and performance of porous film containing freshness maintenance ingredients. *Korean J Food Perserv*, 16, 810-816
24. Kim KY, Lee EK (2011) An Analysis of a Porous Film Containing *Chamaecyparis obtusa* Extract. *Korean J. Food & Nutr*, 4, 551-558
25. Kim DH, Kim HB, Moon KD (2013) Effects of phytoncide treatment on the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics of fresh-cut lettuce. *Korean J Food Preserv*, 20, 166-172
26. Park HW, Kim DM (1999) Freshness extension of table grape 'Sheridan' by packing methods. *Korean J. Postharvest Sci. Technol*, 6, 260-263
27. Yun HJ, Joe MH, Kwon JH, Lim BL, Kim DH (2008) Quality characteristics of grapes during post-irradiation storage at different temperatures. *Korean J Food Preserv*, 15, 648-655
28. Kim MS, Park HD (2014) Reduction in the contents of acetaldehyde, methanol and fusel alcohols in the Muscat Bailey A wine fermented by Korean indigenous sugar-tolerant yeasts *Saccharomyces cerevisiae* S13 and D8. *Korean J Food Preserv*, 21, 851-858
29. Lee JB, Kim JH, Yeo SH, Park PD (2014) Effect of sulfiting on the indigenous yeast flora and physicochemical properties during the fermentation of Campbell Early wine. *Korean J Food Preserv*, 21, 757-765