

세척인삼 유통 현황과 포장전 2-phenylethyl Alcohol 훈증이 저장성에 미치는 영향

김선익¹ · 성봉재¹ · 김현호¹ · 황용수^{1*}

¹충남대학교 원예학과

Marketing of cleaned fresh ginseng and pre-packaging fumigation of 2-phenylethyl alcohol on ginseng storability

Kim Sun Ik¹, Sung Bong Jae¹, Kim Hyeon Ho¹, Yong Soo Hwang^{1*}

¹Dept. of Horticultural Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Received on 19 February 2011, revised on 15 March 2011, accepted on 20 June 2011

Abstract : The potential factors for quality loss of cleaned fresh ginseng and technology to be associated with the improvement of marketability through pre-packaging fumigation were examined. Major microorganisms isolated from fresh ginseng included *Botrytis cinerea*, and *Erwinia sp.* Others such as *Cylindrocarpon sp.*, *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.*, *Bacillus spp.* were also found at relatively low frequency. The bacterial density of vacuum packaged fresh ginseng rapidly increased during simulated marketing. Little correlation between bacterial growth and package swelling was found. In order to improve packaging method of fresh ginseng, pre-packaging treatment of 2-phenylethyl alcohol (PE, 100 uL/L, 4 hr) was examined. The fumigation treatment effectively inhibited the growth of bacteria density and also effective on keeping firmness of ginseng root, especially in cortical portion. The internal gas compositions of plastic container packaged for ginseng were approximately ranged between 6 to 8% O₂ and 3 to 4% CO₂. The O₂ level of fumigation treatment was lower than control whereas CO₂ level was higher. The upsurge of ethylene evolution 1 day after simulated marketing was found only in fumigation treatment but it returned to ordinary level at day 2. The sucrose content of 2-PE treatment was significantly reduced at 5 days after simulated marketing but reducing sugars like glucose and fructose remained at higher level. The difference in sugar levels was reduced after 10 days of simulated marketing. The decay of fresh ginseng began at the lateral or fine root, which is weak to physical damage, in general. The epidermis was more damaged. Plastic container packaging with PE fumigation could be an alternative to vacuum packaging, which allows an aerobic environment and prevents anaerobic respiration. Further study of pre-package fumigation is required to improve technology of fresh ginseng marketing.

Key words : Vacuum packaging, Gas composition, Soluble sugars, Firmness, Fumigation

I. 서론

인삼은 다양하게 소비되는 보양식품으로 수삼으로 소비되는 양이 전체 인삼 소비량의 40%를 넘을 것으로 추정되고 있다. 수삼 판매 형태는 인삼 표면에 묻은 흙을 가볍게 털어 낸 다음 보습을 위하여 이끼를 깐 나무재질의 포장 용기에 넣고 랩으로 포장하여 판매하거나 선별한 수삼을 포장하지 않고 그대로 판매하는 것이 대부분이다(Kim 등,

2006a). 이러한 유통형태의 수삼은 판매과정에서 품질이 빠르게 떨어지거나 부패하기 쉽다. 또한 해외시장에서도 수삼 수요가 있으나 겉면에 흙이 묻어있는 상태로는 수출이 제한되며 국내에서도 세척한 수삼을 구매하고자 하는 요구가 있어 이러한 소비 형태를 수용할 수 있는 판매 전략과 기술 개발이 필요하다(Kim 등, 2006b). 해외 시장에서 수삼 판매는 매우 제한적이지만 미주에서는 세척한 수삼을 스티로폼 접시에 담아 PVC로 포장하여 판매되는 사례도 있어 이러한 틈새시장에 접근할 수 있는 기술개발이 필요하다. 근래 수삼을 세척하여 유통시키고자 하는 노력이 일

*Corresponding author: Tel: +82-42-821-5738

E-mail address: yshwang@cnu.ac.kr

부 농협을 중심으로 진행되었지만(강화인삼조합, 부여인삼조합) 활성화되지 못하고 있다. 세척한 수삼의 유통에는 필름 포장이 적합한 것으로 보고되었는데(Jeon과 Lee, 1999; Hu 등, 2004, 2005) 일반적인 MA보다 수삼뿌리를 날개로 분리해서 포장하는 방안도 시도되었다(Sohn 등, 2001; Kim 등, 2002). 그러나 세척한 수삼 유통에서 흔히 관찰되는 문제점으로는 판매 중 포장이 부풀어 오르고 포장지를 뜯었을 때 이취가 발생하거나 뿌리 조직이 연화되는 등의 장애가 발생한다(Sohn 등, 2001; Kim 등, 2006b). 이러한 문제점은 진공포장한 상태의 인삼은 혐기환경에 놓이므로(Oh 등, 1981; Kim 등, 2002) 혐기적 환경에 적응한 미생물이 유통 중 증식하여 식품안전성을 위협할 수 있으며(Macura 등, 2001) 관능적인 품질에서도 조직이 물러지거나 이취가 발생하여(Kim 등, 2002) 이를 억제할 수 있는 적절한 수확 후 관리 기술이 필요하다.

수삼유통 중 부패를 억제하기 위한 천연항균 물질 탐색(Davies 등, 2011; Seon 등, 1999; Rieck 등, 2010), 수확 후 저준위 방사선 조사(Jin과 Song, 2007), CA 또는 MA 저장법 및 포장소재 발굴(Oh 등, 1981; Kim 등, 2002; Hu 등, 2004, 2005), 재배환경의 영향(Sohn 등, 2001)을 밝혀 저장성을 증진시키려는 노력이 진행되어 왔지만 실용적으로 적용할 수 있는 안정적 기술개발이 아직 미흡하다. 따라서 보다 간편하고 효과적인 기술개발이 이루어진다면 인삼의 새로운 틈새시장을 개척할 수 있으며 수출 증대에도 기여할 것으로 판단되므로 세척 수삼의 판매과정에서 발생하는 부패의 원인을 명확히 할 필요가 있다. 또한 유통 중 부패를 억제시키기 위하여 항균물질을 탐색하고자 하였는데 효모에서 유래한 정유 성분인 장미향의 2-PE(Mo 등, 2003)은 *in vitro* 실험에서 항균작용을 보여 딸기에 효모 배양액을 살포하였을 때 외관품질을 유지시키는 것은 물론 내적 품질도 악화시키지 않았고 특히 경도를 높게 유지시키는 효과가 보고되었다(Mo와 Sung, 2005). 따라서 본 연구에서는 수삼유통의 문제점을 찾고 이를 개선하기 위한 방안을 모색하며 천연항균물질 처리를 통한 유통성 증진 가능성을 모색하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 현장조사 및 식물재료

인삼의 유통현황을 조사하기 위하여 금산인삼유통센터,

금산지역 인삼저장고 및 인삼 수확후처리 업체를 방문하여 수삼 유통실태를 관찰하고 담당자로부터 인삼유통의 전반적인 상황과 문제점을 청취하고 시료를 채취하였다. 충남 논산지역에서 수확한 인삼을 수확당일 구입하여 실험실로 즉시 수송하고 상태를 살펴 건전한 인삼을 선별하여 저장 실험에 이용하였다.

2. 저장처리

선별한 인삼은 흐르는 수돗물로 1차 세척하고 세척한 인삼은 오존수(용존오존농도 약 $0.1 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)에 30초 담가 표면을 살균하였다. 세척을 마친 인삼은 표면의 물기가 가시도록 상온에서 팬으로 건조시킨 다음 진공 포장하여 저장을 실시하고 저장 0, 10, 20일에 꺼내 모의 판매조건을 부여하였다. 저장온도는 $-0.5 \sim -1.5^\circ\text{C}$ 이었다. 수삼 포장방법을 개선하기 위한 실험에서는 폴리프로필렌 상자($138 \times 208 \times 46 \text{ mm}$)를 이용하였는데 모의 판매 중 수분상실에 의한 무게감량을 방지하기 위해 포장용기 내부에 1매의 종이 타올을 멸균수로 적셔 함께 포장하였다. 포장용기 겉면은 PVC 랩 필름으로 감싸주었다. 포장을 마친 인삼은 모의 판매환경에서 포장용기 내부의 공기 조성 및 인삼의 품질 변화를 조사하였다. 저장 전 훈증은 21L 밀폐용기에 세척한 수삼과 소형 팬을 넣어 두고 2-PE(Sigma, USA) 2.1 mL를 여과지에 적셔 같이 넣어주었다. 처리할 동안 기화한 2-PE이 인삼과 잘 접촉하도록 팬을 가동시켰다. 훈증처리는 상온에서 실시하였고 처리를 마친 후 환기시키고 포장한 다음 모의 판매조건을 부여하였다. 진공포장의 경우 한 개체씩 포장하여 반복당 10개체를 두어 3반복으로 실시하였고 폴리프로필렌 상자 포장은 반복당 약 500 g(4-5 뿌리)씩 포장하여 5반복을 두어 실시하였다.

3. 모의판매 및 외관조사

모의 판매조건은 10°C 항온기에 저장인삼을 노출시켜 두는 것으로 대체하였다. 모의 판매기간 중 봉지가 부풀어 오르는지 또는 개봉했을 때 이취가 발생하는 정도를 조사하였다.

처리를 마친 인삼은 육안으로 외관을 살펴 장애 발생 여부를 조사하고 포장상태를 조사할 때는 포장한 인삼이 단단하게 포장지에 고정되어 있는 경우 '건진'으로, 포장지가 약간 부풀어 수삼이 포장지와 떨어진 상태를 '약함', 그리고 가스가 어느 정도 차올라 수삼이 흔들리는 상태를 '심함'으

로 간주하였다. 외관의 이상이 발견된 개체 또는 이취가 발생한 개체는 장애가 발생한 것으로 추정되는 부위의 조직을 취하여 실제현미경으로 관찰하여 조직의 손상여부를 조사하였다.

4. 세균밀도

세균밀도를 조사하기 위하여 인삼 한 개체의 몸체 부분 10 g을 취하여 멸균수 90 mL를 넣고 마쇄하여 10분간 정치하였다. 마쇄용액을 10^{-5} 까지 희석하여 NA배지에 도말하여 실온에서 3일간 배양한 다음 콜로니수를 측정하였다. 인삼 동체 표면의 균밀도는 인삼 한 개체를 취하여 100 mL의 멸균수에 넣어 표면의 흙 등이 떨어지도록 10분간 진탕한 다음 세척수를 희석, 평판하고 전술한 바와 같이 조사하였다. 모든 실험은 3반복으로 수행하였다. 균동정은 Bergey's manual(Lettiott와 Dickey, 1984)을 따라 콜로니 형태와 외형을 살펴 구분하였다.

5. 분석시료

동체(뇌두로부터 약 1 cm 하단에서 4 cm 사이) 조직을 취하여 즉시 플라스틱백에 넣어 냉동(-20°C) 보관하였다. 건물중은 두께 약 1.5 mm로 조직절편을 만들어 약 30 g을 취하여 80°C에서 3일간 건조한 다음 계량하여 건물중을 구하였다. 전술한 바와 같이 준비된 생체 분석시료는 즉시 -25°C 냉동고에 넣어 분석할 때까지 보관하였다.

6. 경도조사

전술한 바와 같이 준비한 분석시료를 냉동하기 전에 조직절편을 약 5 mm 두께로 만들어 3 mm probe를 장착한 rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Japan)로 시료당 절편 3곳에서 경도를 조사한 다음 평균을 구하였다.

7. 당분석

총당 분석은 전술한 냉동조직을 잘게 썰어 섞은 다음 임의로 2 g씩 분석시료를 채취하였다. 시료에 25 mL 80% 에타놀을 가하여 유회기(PowerGen 700, Fisher Scientific Co. USA)를 이용하여 3분간 최대속도로 마쇄한 다음

boiling water both상에서 10분간 정치하였다. 마쇄물은 상온으로 식힌 다음 원심 분리하여($15,000 \times g$, 15분) 상정액을 취하여 분석대상으로 삼았다(2회 반복). 상정액은 분석 전 적당한 비율로 희석하여 phenol-sulfuric acid 비색정량법(Dubois 등, 1956)으로 분광분석계(Optizen 2120 UV, CE, Korea)를 이용하여 490 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준당은 포도당(Sigma, USA)을 이용하였다. 유리당 조성은 알콜 추출액 중 30 mL를 취하여 진공 농축하여 알코올 제거 후 유리당 분석시료로 삼았다. 유리당 분석은 HPLC(Shimadzu RID-14A)에 RI detector를 장착하여 분석하였다. 부분 정제된 시료는 75% acetonitrile 용액에 녹여 PVDF filter로 여과한 다음 분석하였다. 분석조건은 column 온도 30°C, 이동상 acetonitrile 75%(1 mL/min), injection sample 20 μ L으로 하였다. 표준 당으로 포도당, 과당, 자당은 각각 Sigma에서 구입하여 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 세척수삼 유통 현황

세척 수삼의 출하과정은 원료삼 중에서 외관이 우수하여 포장 판매에 적합한 수삼을 고른 다음 세척라인을 통과하며 표면에 묻은 흙과 이물질을 제거하고 오존수 또는 전해수 등으로 살균한다. 살균을 마친 수삼은 표면의 물기를 제거하고 진공 포장하여 판매하는데 판매 중 포장지가 부풀거나 포장지 내부에 이취가 축적되고 조직이 물러지는 현상이 흔히 관찰되어 실용화에 어려움을 겪고 있다.

판매장에서 포장용기가 풀어 오른 상태의 수삼은 대체적으로 조직이 물러지는 증상을 보이며 이들 조직으로부터 분리한 총세균의 밀도는 10^8 cfu·g⁻¹ 수준으로 나타나(자료 미제시) 세척한 수삼의 문제는 혐기성 미생물의 증식과 관련 있을 것으로 추정되었다. 따라서 시판 중인 표본을 조사하여 미생물 발생유형과 빈도를 조사한 결과(Table 1), 5~15°C의 저온판매대에 둔 수삼에서는 진균으로 *Botrytis cinerea*가 가장 많이 발견되었고 그 외 *Cylindrocarpon sp.*와 *Fusarium spp.*이 관찰되었으며 세균은 *Erwinia* 속으로 확인되었다. 온도가 높은 판매대에서 수거한 장애를 일으킨 수삼에서도 유사한 균류가 발견되었는데 저온판매대에서 관찰되지 않은 진균으로는 *Penicillium spp.*, *Fusarium spp.*이, 세균으로는 *Erwinia carotobora* 이외

Table 1. Micro-organisms found in fresh ginseng root collected from commercial market in Geumsan.

Storage temp. (°C)	Micro-organisms	Frequency ^z
5-15	Fungus	
	<i>Botrytis cinerea</i>	+++
	<i>Cylindrocarpon</i> sp.	+
	<i>Fusarium</i> spp.	+
	Bacteria	
Erwinia sp.	+	
15-30	Fungus	
	<i>Botrytis cinerea</i>	++
	<i>Penicillium</i> spp.	+
	<i>Cylindrocarpon</i> sp.	+
	<i>Fusarium</i> sp.	+
	Bacteria	
	<i>Erwinia carotobora</i>	++
<i>Bacillus</i> spp.	+	

^zSamples were collected from commercial market in Geumsan area and isolation ratio from decay portion of ginseng were determined with the range of +++ (over 90%), ++ (10-50%), and + (below 10%).

Table 2. Comparison of bacterium density during simulated marketing temperature and period in vacuum packaged ginseng root.

Simulated marketing ^z		Bacterium density ($\times 10^5$ cfu·g ⁻¹)
Days	Temperature (°C)	
0 non-washed, surface	-	510.0 ^y
	internal	-
10	0	0.7
5	10	1.9
10	10	35.9
5	20	14.6

^zPackaged ginseng roots were placed at indicated temperature and duration.

^yDate were the average of 2 replications of pooled sample (n=5 roots).

에 *Bacillus* spp.도 발견되어 판매대 온도 조건에 따라 증식하는 균종에 따라 다소 차이를 보여주었다.

세균의 경우 증식 속도가 매우 빠르기 때문에 진공포장한 수삼의 부패에 직접적인 관련이 있을 것으로 추정되어 조사한 바(Table 2) 저장기간이 길수록 그리고 저장온도가 높을수록 총세균의 밀도가 높았다. 즉, 세척처리 당일 인삼 조직의 세균밀도는 0.8×10^5 cfu·g⁻¹이었으나 20°C에서는 5일에 14.6×10^5 cfu·g⁻¹으로 증가하였고 10°C에서는 5일 후 1.9×10^5 cfu·g⁻¹, 10일 후 35.9×10^5 cfu·g⁻¹로 증가하였다. 반면에 0°C 저장에서는 10일까지 처리당시와 같은 수준으로 세균 증식이 되지 제한적이어서 진공포장한 수삼의 저장성은 온도와 기간 모두의 영향을 받았다.

진공포장한 수삼을 10, 20°C에 각각 노출시킨 다음 포장재의 부풀어 오름 상태를 조사하였다(Table 3). 10°C 저장에서는 10일까지 거의 장애가 발생하지 않았으며 15일에서

약한 증상을 보인 개체가 18.2%로 증가하였고 20일까지 장애발생이 현저히 증가하지 않았다. 반면에 20°C 노출시킨 경우, 2일에 이미 장애를 보인 개체가 관찰되었고 5일에 심하게 부풀어 오른 개체가 40%에 달하였고 포장재가 심하게 부풀어 오른 개체에서는 이취까지 감지되었다. 따라서 Table 2의 균밀도와 비교할 때 10°C 10일의 경우 균밀도는 35.9×10^5 cfu·g⁻¹까지 증가하였지만 포장재가 부풀어 오른 개체 비율은 약한 것이 5% 이하이었으나 20°C 5일 저장의 경우 14.6×10^5 cfu·g⁻¹으로 세균 밀도는 낮았으나 포장재가 부풀어 오른 정도는 총 68%로 현저히 높아 포장재가 부풀어 오른 상태가 곧 미생물 번식정도를 나타내는 지표로 볼 수는 없었다. 따라서 포장재가 부풀어 오르는 현상은 미생물 증식으로 얻어진 현상에 의한 것만은 아니고 수삼 자체의 혐기적 대사작용도 관여하는 것으로 판단된다. 그러나 소비자 입장에서는 포장재가 부풀어 오른 상태를 곧

Table 3. Percentage of swollen symptom incidence in vacuum packaged ginseng roots between marketing temperatures.

Marketing temp. (°C)	Severity ^z	Days of simulate marketing			
		5	10	15	20
10	Sound	95.5y	95.5	86.4	86.4
	Slight	4.5	4.5	18.2	18.2
	Severe	0.0	0.0	0.0	0.0
20	Sound	32.0	-	-	-
	Slight	28.0	-	-	-
	Severe	40.0	-	-	-

^zSeverity was determined by the degree of package swollen; sound (root were tightly attached to packaging film), slight (slightly separated from film), severe (packages were swollen due to the accumulation of gas).

^yPooled data of 24 roots without replication.

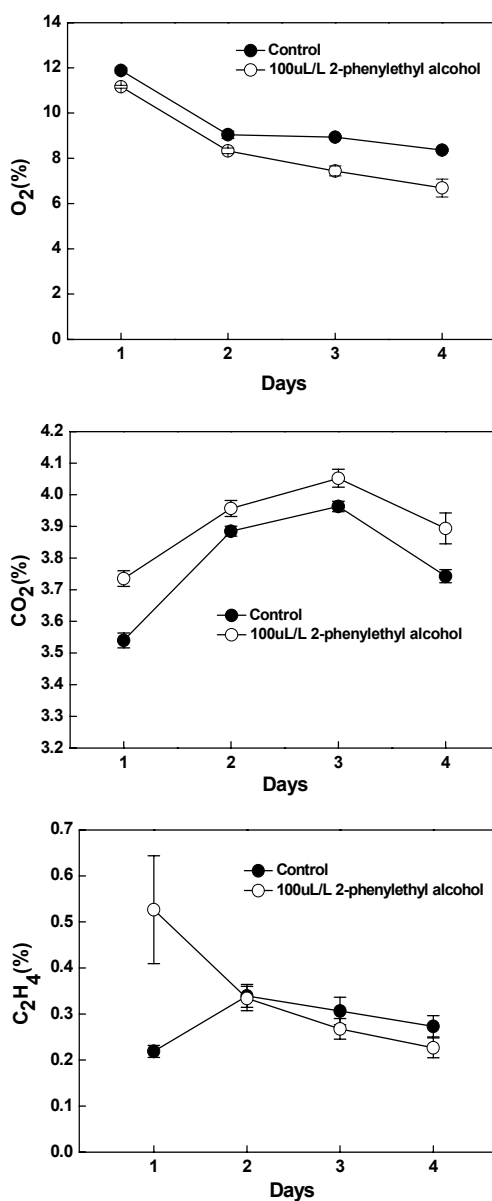


Fig. 1. Effect of 2-phenylethyl alcohol (100 µL/L) fumigation on the gas composition inside package for fresh ginseng during simulated marketing.

상품가치가 상실한 것으로 간주할 수 있으므로 혐기성 미생물 증식을 억제함은 물론 수삼의 대사작용을 제어할 수 있는 기술을 개발하는 것도 중요하다. 곰팡이균에 의한 부패는 거의 관찰되지 않았다.

세척과정은 수삼에 물리적 손상을 가하는데 특히 잔뿌리 조직에서 손상이 발생할 가능성이 높다. 지나치게 낮은 관행적인 저온(-3~-5°C)에 저장되었던 경우 이러한 장해 발생이 더욱 심할 것으로 예상된다. 세척한 수삼이 혐기조건에서, 특히 고온에 노출될 경우 조직의 파괴와 더불어 내생 세균의 급격한 증식이 예상되므로 현재와 같은 문제를 야기하는 것으로 추정된다.

전술한 바와 같이 수삼 유통의 문제점은 진공포장기술 도입으로 인하여 소비자의 신뢰와 부가가치를 높일 수 있는 가능성을 제시하였지만 유통 중 물리지는 장해가 발생하여 상업적 활용이 제한되고 있다. 수삼은 고농도의 CO₂에 대한 적응성이 높지만 O₂ 요구도 또한 높기 때문에 혐기조건보다 O₂ 10% + CO₂ 90%의 CA 환경에서 5개월 저장이 가능하다고 하였다(Yun과 Lee, 1999). 따라서 포장방법을 달리하거나 훈증을 통하여 내생미생물 증식을 억제하므로 유통기간을 연장할 수 있는 가능성을 검토하고자 하였다.

훈증처리하여 포장한 인삼의 포장내부의 공기 조성을 살펴보았을 때(Fig. 1) O₂ 농도는 처리 2일까지 급격히 감소하고 그 다음 서서히 낮아지는 경향을 보였는데 처리구의 O₂ 농도는 대조구에 비하여 처리당일부터 낮았고 4일후에는 그 차이가 더욱 커진 양상이었다. 반면에 CO₂는 처리구에서 더욱 높게 축적되어 저장 4일까지 유사한 경향으로 지속되었다. 4일후의 가스조성은 O₂는 8% 내외, CO₂는 4% 내외로 전술한 연구(Yun과 Lee, 1999)에서 권장하는 CA 가스조성에는 미치지 못하였지만 진공포장 상태보다 O₂농도가 높을 것으로 판단되었다. 에틸렌 축적량은 전반적으

로 낮았으나 2-PE 처리에서 저장 1일에 높게 조사되었는데 이는 2-PE에 따른 화학적 스트레스에 의한 것으로 판단된다. 처리 1일 이후에는 처리 간 차이가 뚜렷하지 않았다. Jeon 등(1999)은 저장한 인삼을 원료로 홍삼을 제조할 때 품질이 떨어지지만 CA저장할 경우 일반적인 저장보다 홍삼품질에 유리하다고 하였다. 저장 중 부패를 억제시키기 위해서는 길항균을 이용하거나 농약과 혼용할 경우 더욱 효과적이라고 하였다(Davies 등, 2011).

저장 중 인삼의 용해성 당조성을 조사한 결과(Fig. 2) 주요 당으로 자당이며 약간의 포도당과 과당이 검출되었다. 처리구의 자당은 저장 5일후 급격히 낮아졌으며 반면에 환원당인 포도당과 과당은 다소 증가한 결과이었는데 특히

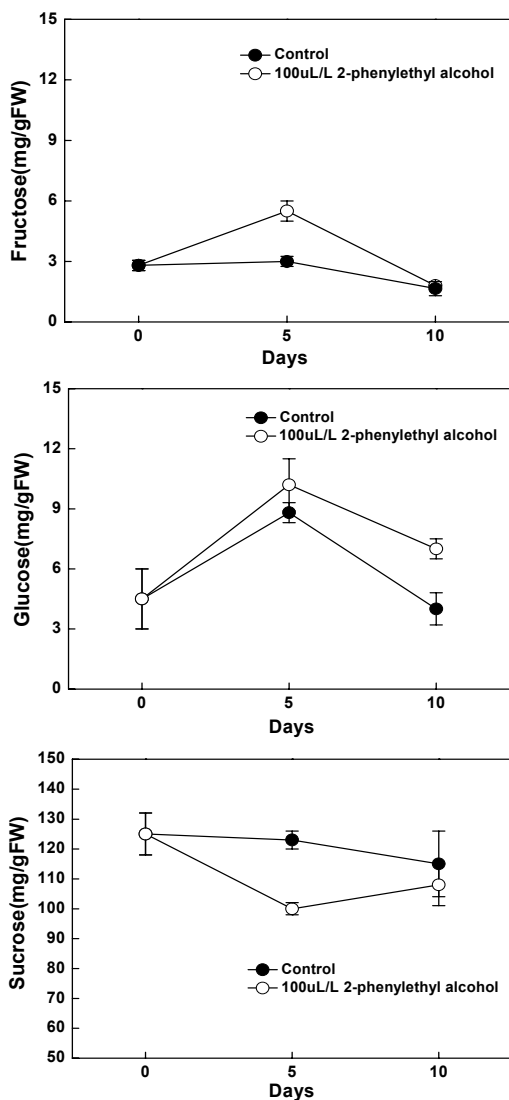


Fig. 2. Effect of 2-phenylethyl alcohol (100 µL/L) fumigation on the soluble sugar composition of fresh ginseng roots during simulated marketing.

저장10일에는 자당과 과당의 처리간 차이가 없어진 반면 포도당은 처리구에서 높았다. 이러한 당조성의 변화는 호흡과 관련되어 호흡율이 높았던 처리구의 자당 감소가 빠르게 진행된 반면 환원당은 일정한 수준으로 유지된 것으로 생각되며 따라서 처리구의 호흡증가는 조직의 당소모를 촉진하는 것으로 판단된다. 한편 방향성물질 생산 효모 처리는 저장 중 딸기의 당 소모를 감소시키고 색 변화를 지연시키며 비타민 C 함량을 높게 유지키는 효과가 있는 것으로 보고되었다(Mo 등, 2005).

세균 증식에 대한 2-PE의 영향은 명확하여 대조구의 세균밀도에 비하여 처리구의 밀도가 현저히 낮았는데(Table 4), 진공 포장처리의 저장 10일의 결과와 비교할 때(Table 2) 대조구는 높았고 반면에 처리구는 낮아 저장환경에 따른 차이가 있을지라도 2-PE 훈증에 의하여 세균증식이 크게 억제된 결과를 보여주었다. 이러한 결과는 Mo 등(2005)의 딸기에 살포한 효모가 표면 곰팡이 증식을 억제시킨다는 결과와 유사하였다.

저장한 인삼의 외관을 살펴보았을 때 대조구의 경우 동체 중앙 조직에서는 외관상 큰 결점이 확인되지 않았으나 지근조직은 갈라지고 물러지는 증상이 관찰되며 이취도 발생하였다(Fig. 3). 특히 부패증상을 보인 개체의 표피는 찢기고 터진 증상이 뚜렷하였고 피층과의 경계도 뚜렷하지 않았으나 건전한 개체의 표피는 이러한 증상이 관찰되지 않고 피층과 표피의 경계도 명확하였다. 따라서 세균에 의한 저장 수삼의 부패는 몸통보다는 지근 또는 세근에서부터 시작되어 확산되는 것으로 생각된다. 천연항균물질을

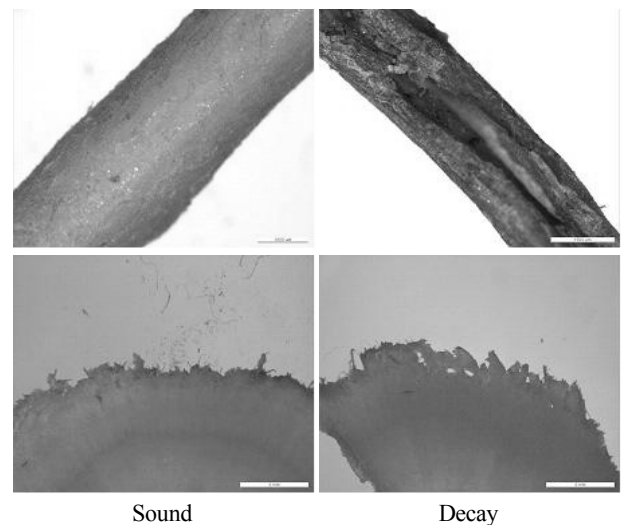


Fig. 3. Comparison of anatomical changes between decayed and sound rootlets of fresh ginseng during simulated marketing.

Table 4. Effect of 2-phenylethyl alcohol (PE) fumigation the bacterial growth of fresh ginseng during simulated marketing.

Treatment ^z	Bacterial density ($\times 10^5$ cfu·g ⁻¹)	Remark
Control	847.4	off-flavor
2-PE 100 uL/L	2.3	none

^zGinseng roots were packaged in small plastic container and then sealed with wrapping film. Packaged ginseng roots were placed at 10°C for 10 days before examination.

Table 5. Effect of 2-phenylethyl alcohol (PE) fumigation on the ginseng root hardness during simulated marketing.

Treatment ^z	Firmnes (kg)	
	Centre	Cortical
Control	6.48 ± 0.53	2.92 ± 0.08
2-PE 100 uL/L	6.91 ± 0.17	4.12 ± 0.13

^zGinseng roots were packaged in small plastic container and then sealed with wrapping film. Packaged ginseng roots were placed at 10°C for 10 days before examination.

활용하여 훈증 소독할 경우 수삼에 내재한 미생물 증식을 억제시켜 유통성을 증진시키며 또한 외관 품질을 높게 유지시킬 가능성이 있는 것으로 확인되었다.

2-Phenylethyl alcohol 처리는 조직의 경도를 높게 유지시키는 부가적인 효과가 있는 것으로 보고(Mo 등, 2005) 된 바 있어 처리 간 수삼 부위별 경도를 비교하였다(Table 5). 처리에 관계없이 동체 중앙부위(도관부)의 경도가 피층 조직에 비하여 월등히 높았는데 2-PE 처리는 부위에 관계 없이 경도를 높게 유지시켰다. 특히 유통과정에서 물러지기 쉬운 외곽 조직의 경도를 40% 이상 높게 유지시켜 상품성 향상에 유리하였다. 진공 포장 처리 인삼의 경도 변화를 조사한 결과(미발표 자료)도 유사하여 비록 개체간 편차는 있으나 대체적으로 2-PE 처리가 수삼의 경도를 높게 유지시킨 것으로 확인되었다. 2-phenylethyl alcohol 처리가 딸기 과실의 경도 저하를 지연시킨다고 하였는데(Mo 등, 2005) 조직 경도를 높게 유지시키는 기작에 대해서는 알려진 바가 없어 이러한 결과가 미생물 번식을 억제하므로 얻어진 결과인지 또는 세포벽 대사작용을 조절하여 얻어진 결과인지는 명확하지 않다.

IV. 결론

인삼 판매형태를 개선하여 세척인삼의 품질 저하 원인과 2-PE 훈증을 통한 유통성 증진 가능성을 검토하였다. 유통 중인 수삼의 병원균에는 *Botrytis cinerea*, *Erwinia sp.*이 포함되며 그밖에 *Cylindrocarpon sp.*, *Fusarium spp.*

Penicillium spp., *Bacillus spp.* 등도 확인되었다. 모의 유통 중 세균밀도의 급격한 증식이 관찰되었지만 세균 증식과 진공포장한 인삼의 봉지 부풀음 현상과는 반드시 일치하지 않았다. 수삼 포장방법을 개선하기 위하여 세척한 인삼을 2-PE를 이용하여 훈증(100 uL/L, 4시간)한 다음 폴리프로필렌 용기로 포장하였을 때 세균증식이 효과적으로 억제되었으며 특히 조직의 경도를 높게 유지시켰는데 뿌리 내부조직보다 피층에서 더욱 효과적이었다. 포장 처리 4일 후 용기내부의 O₂는 처리구에서 6%, 대조구 8%, CO₂는 처리구 3%, 대조구 4%로 처리구에서 O₂는 낮고 CO₂는 다소 높았다. 반면에 에틸렌가스는 처리 1일 후 처리구의 농도가 월등히 높았으나 그 후에는 처리간 차이가 크지 않았다. 훈증처리구에서 저장 5일에 자당 함량이 급격히 감소하였고 반면에 포도당과 과당 함량은 높았지만 10일에는 이러한 차이가 뚜렷하지 않았다. 모의 유통 중 수삼의 부패는 지근 또는 세근에서부터 물러지며 시작되었으며 증상을 보인 조직은 표피가 파괴된 상태이었다. 본 연구 결과 세척수삼의 진공포장이외에 훈증한 수삼을 가스환경을 조절할 수 있는 폴리프로필렌 용기의 사용 가능성을 보여주었다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 충남대학교지원 연구비에 의하여 수행된 연구결과의 일부임.

참고 문헌

- Davies PH, Ebbinghaus D, Gortz A, Carbonne S. 2011. Combination of Fungicidally Active Yeast and Fungicide. US patent application Pub. No. US2011/0033433 A1.
- Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Robers PA, Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28: 350-356.
- Hu W, Xu P, Uchino T. 2005. Extending storage life of fresh ginseng by modified atmosphere packaging. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 2475-2481.
- Hu W, Tanaka S, Uchino T, Hamanaka D, Horie Y. 2004. Effects of packaging film and storage temperature on the quality of fresh ginseng packaged in modified atmosphere. *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.* 49: 139-147.
- Jeon BS, Lee CY. 1999. Shelf-life extension of American fresh ginseng by controlled atmosphere storage and modified atmosphere packaging. *Journal of Food Science* 64: 328-331.
- Jin Y, Shin H, Song KB. 2007. Electron beam irradiation improves shelf lives of Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) and red ginseng. *Journal of Food Science* 72: C217-C222.
- Kim HH, Hwang YS, Seoung BJ, Kim SI, Cho JW, Kim CS. 2006a. Distribution characteristics and status of fresh ginseng in Keumsan area. *Jour. of Agri. Sci.* 33: 129-140.
- Kim HH, Kim HG, Hwang YS, Seoung BJ, Kim SI. 2006b. A Study for the Maintenance of High Quality in Fresh Ginseng during Marketing. A research report. National Agricultural Federation. [in Korean]
- Kim JH, Koo NS, Kim EH, Sohn HJ. 2002. Changes in sensory characteristics and chemical constituents of raw ginseng roots individually packaged in a soft film during storage. *J. Ginseng Res.* 26: 145-150.
- Lettiott, RA. and Dickey, RS. 1984. *Bergey's Manual of Systemic Bacteriology.* pp. 964. Williams & Wilkins. England.
- Macura D, McCannell AM, Li MZC. 2001. Survival of *Clostridium botulinum* in modified atmosphere packaged fresh whole north(?) American ginseng roots. *Food Research International* 34: 123-125.
- Mo EK, Kang HJ, Lee CT, Xu BJ, Kim JH, Wang QJ, Kim JC, Sung CK. 2003. Identification of phenylethyl alcohol and other volatile flavor compounds from yeasts, *Pichia farinosa* SKM-1, *Pichia anomala* SKM-T, and *Galactomyces geotrichum* SJM-59. *J. Microbiol. Biotechnol.* 13: 800-808.
- Mo EK, Sung CK. 2005. Effect of *Pichia anomala* SKM-T and *Galactomyces geotrichum* SJM-59 dipping on storage property and sensory quality of strawberry. *Food Sci. Biotechnol.* 14: 487-492.
- Oh HI, Noh HW, Do JH, Kim SD, Hong SK. 1981. Physico-chemical and microbiological changes during storage of fresh ginseng. *Korean J. Ginseng Sci.* 5: 99-107.
- Rieck H, Lachaise H, Labourdette G, Davies PH, Steiger D, De maeyer L, Musson IV. GH, Fought L, Tafforeau S. 2010. Use of Succinate Dehydrogenase Inhibitors for Extending Shelf Life of Fruits and Vegetables. US patent application Pub. No. US2010/0292080 A1.
- Seon HJ, Joo IS, Sung CK. 1999. A study on suppression components of spoiling ginseng. *J. Ginseng Res.* 23: 67-73.
- Sohn HJ, Kim EH, Sung HS. 2001. Influence of cultivation condition and harvest time on the storage stability of fresh ginseng individually packaged in a soft film. *J. Ginseng Res.* 25: 94-100.
- Yun SD, Lee SG. 1999. MA storage of Korean fresh ginseng. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40: 689-692.