

포도줄기추출물 및 발효화분 처리가 생대추의 저장기간에 미치는 영향 - 연구노트 -

우관식¹ · 황인국² · 장금일² · 강태수³ · 이희봉² · 정헌상^{2*}

¹농촌진흥청 작물과학원

²충북대학교 식품공학과

³충북과학대학 바이오식품생명과학과

Effects on Storage Property of Fresh Jujube Treated with Grape Fruit Stem Extracts (GFSE) and Fermented Pollen (FP)

Koan Sik Woo¹, In Guk Hwang², Keum-Il Jang², Tae-Su Kang³,
Hee-Bong Lee², and Heon Sang Jeong^{2*}

¹Crop Post-Harvest Technology Division, National Institute of Crop Science,
Rural Development Administration, Suwon 441-853, Korea

²Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

³Dept. of Biofood Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University of
Science and Technology, Okcheon 373-807, Korea

Abstract

Treatment effects of grape fruit stem extracts (GFSE) containing *trans*-resveratrol or fermented pollen (FP), and ethylene gas scavenging material (EGS) on the storage property of fresh jujube (*Zizyphus jujuba* forma *hoonensis* C.S. Yook) were investigated. Fresh jujubes were packed in different storage containers (PE film and Lock & Lock vessel), and treated with GFSE containing *trans*-resveratrol of 30 ppm or 1% FP, and EGS. The storage vessels were stored in refrigerator ($0\pm 1^\circ\text{C}$) during 12 weeks, and then quality characteristics during storage period were analysed. Hardness slightly increased until 4 weeks and decreased afterward. Soluble solid ($^\circ\text{Bx}$) and total titratable acidity of fresh jujube slightly increased in all treatments during storage period. Vitamin C content of fresh jujube slightly decreased in all treatments during storage period. Number of microorganisms decreased until 4 weeks and increased afterward. The decay enzyme activity increased in all treatments during storage period. Storage stability was higher for PE film than Lock & Lock containers. Storage period of fresh jujube in this experiment ranges in 8~9 weeks for maturity fruits treated with 30 ppm of GFSE and ethylene gas scavenging material.

Key words: jujube (*Zizyphus jujuba* forma *hoonensis* C.S. Yook), grape fruit stem extracts, fermented pollen, polygalacturonase (PG), storage

서 론

대추는 갈매나무과(*Rhamnaceae*)에 속하는 *Zizyphus*속의 낙엽활엽교목으로 중국계 대추(*Z. jujuba* Miller)와 인도계 대추(*Z. mauritiana* Lam) 등 생태형이 전혀 다른 2종이 재배되고 있으며(1,2), 우리나라에는 1속 3종류로 재래종인 뽕대추(*Z. jujuba* Miller), 대추(*Z. jujuba* var. *intermis* Rehder), 보은대추(*Z. jujuba* forma *hoonensis* C.S. Yook) 등이 분포하고 있으며, 개량종인 무등, 금성, 월출 등은 극히 일부 지역에서 재배되고 있다(3). 대추는 옛부터 건강식품으로서 영양가가 풍부하며 한약에 감초와 함께 빠질 수 없는 과일로 당질과 ascorbic acid가 많으며, 완화제, 이뇨제, 강장

제, 담즙증, 강정, 체력회복, 거담제, 항염증제 등의 약리효과가 있는 것으로 알려져 있다(4).

대추는 수확기간이 10일 정도로 짧고 저장성이 좋지 못해 대부분 건과 형태로 유통 및 소비되고 있는 실정이다(5). 이렇게 저장성이 좋지 못한 것은 저장기간 동안 과육이 연화효소에 의해 연화되기 때문으로 알려져 있다(6,7). 대추의 연화에 관련한 연구로서 polygalacturonase(PG)의 활성은 미숙과에서는 매우 낮거나 거의 나타나지 않으나, 과실의 성숙함에 따라 급격히 증가하며, 이러한 연화 중 효소의 활성 증가를 연화현상의 하나인 세포벽 단백질의 유리화 결부시킨 연구 결과가 있다(6-8). 포장조건이 생대추의 선도유지와 저장성 향상에 미치는 영향을 연구하기 위하여 녹숙 생대추의

*Corresponding author. E-mail: hsjeong@chungbuk.ac.kr
Phone: 82-43-261-2570, Fax: 82-43-271-4412

포장조건과 저장온도에 따른 품질특성을 연구하고, 가스 투과도가 다른 다양한 포장 조건으로 녹숙대추를 포장하고 저장하면서 대추의 품질변화를 측정하여 포장조건을 구명하는 연구가 있으며(9), 가공식품 원료 및 생식용 과일로서 생대추의 shelf-life를 연장시키고자 저장조건을 달리한 방법에 의하여 6주 동안 저장하면서 생대추의 품질변화와 화학 성분을 조사한 연구가 발표되었다(2). 또한 생대추를 장기간 저온저장하기 위해서는 속도에 따른 저장적성과 최적저장 온도 등이 먼저 확립되어야 하는데, 이를 위해 생대추의 호흡속도와 저장 중 품질변화를 측정하고 저장성에 미치는 속도와 저장온도의 영향을 연구하여 생대추의 적정저장조건을 제시한 연구결과가 발표되었다(5). 그 밖에 대추의 polyethylene film 포장 저장에 관한 연구(10), 대추 및 미니토마토의 CA 저장에 관한 연구(11) 등이 보고되었다.

대추의 장기 저장을 위해서는 효과적인 생대추 저장기술의 개발이 필연적으로 요구되지만 생대추의 저장에 관한 연구는 포장지의 종류를 달리하거나 CA저장 등 매우 제한적이거나 드물기 때문에 기존의 연구로부터 필요한 데이터를 얻기는 어려운 실정이다. 따라서 본 연구에서는 생과 형태로 장기간 섭취할 수 있고 가공품 제조에 있어서도 신선한 원료를 공급함으로써 소비자의 기호에 적합한 제품을 생산할 수 있는 대추의 저장기술을 개발하기 위하여 전보(12)에 이어 *trans-resveratrol*을 함유한 포도줄기추출물과 발효화분의 처리가 완숙대추의 저장에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

재료 및 처리방법

본 실험에 사용된 생대추는 충북 보은군 회북면의 농가에서 2006년 10월말 비가림 재배시설에서 완숙상태의 대추를 수확한 것으로 상처가 없는 건전한 대추를 선별하여 실험에 사용하였다. 또한 단단한 과육을 가진 상처가 나지 않은 과일을 선별해서 대추의 표면에 묻어있는 이물질들을 모두 제거한 후 사용하였다. 본 실험에 사용된 저장용기는 필터(0.45 μ m, ϕ 50 mm, Millipore, Billerica, MA, USA)를 부착시킨 밀폐용기(Lock & Lock, Yongin, Korea)와 2개의 ϕ 5 mm 천공이 있는 polyethylene(PE) film을 사용하였다. 저장용기에 500 g의 대추를 넣은 후 포도줄기추출물, 발효화분(GreenBP-Active, SN Tech, Seongnam, Korea) 및 에틸렌가스제거제(Haesong, Cheongwon, Korea)를 처리하고 밀봉하였다. 포도줄기추출물은 전보(12)의 방법으로 추출하여 *trans-resveratrol*의 함량이 30 ppm이 되도록 처리하였으며, 발효화분은 1% 희석액에 대추를 침지시키고 꺼내어 물기를 제거한 후 저장하였으며, 이때 에틸렌가스제거제를 무게비로 첨가하였다. 빛을 차단시키고 온도가 $0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 로 유지되고 습도가 80~90%로 일정한 냉장고에서 저장하였고

1일 1~2회 저장고의 문을 열어 5~10분 개방하여 환기시켜 주었으며, 1~2주 간격으로 시료를 취하여 부패율 및 이화학적 품질변화 등을 측정하였다.

장해과 발생을 및 이화학적 품질변화

처리별 전체 시료 수에 대한 부패과 발생과수를 백분율로 환산하여 계산하여 표시하였다. 경도는 과육의 적도면을 5 mm 직경의 탐침을 이용하여 1 mm/sec의 속도로 3~7 mm 까지 침투시키는데 요구되는 평균힘을 레오메타(Fudoh Rheo-meter, model RT-3010D, Rheotech Co. Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하였다. 총산도는 대추 20 g에 증류수 80 mL를 가하여 마쇄한 후 여과하여 시료액 10 mL에 페놀프탈레인 지시약 2~3방울을 가하고 소모된 0.1 N NaOH용액으로 적정하여 소모된 양(mL)을 citric acid 함량으로 환산하였다. 가용성성분의 함량은 굴절당도계(Master-2T, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하여 $^{\circ}\text{Bx}$ 로 표시하였다. Vitamin C 함량은 생대추의 가식부 20 g에 증류수 80 mL를 가하여 마쇄한 후 $2,000 \times g$ 에서 10분간 원심분리 하여 얻은 상등액을 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 HPLC 분석하였다. 컬럼은 C_{18} (4.6 \times 250 mm)을 사용하였고 시료 주입량은 20 μ L로 하였다. 이동상은 0.05 M KH_2PO_4 /acetonitrile(60:40)로 하여 1 mL/min의 유속으로 흘려주었으며, UV(254 nm) 검출기로 측정하였다.

저장 방법에 따른 대추의 미생물 및 연화효소 변화

각각의 처리구별 미생물수의 측정은 시료에서 대추 200 g을 멸균 생리식염수가 포함된 멸균 필터백에 넣고 약 2분간 균질화시킨 다음 1 mL를 채취하여 10진 희석법으로 희석된 균액을 각각 pour spreading 방법으로 nutrient agar에 접종하고 37°C 에서 24~48시간 배양하여 생성된 colony 수를 측정하여 균수를 측정하였다. 효소 추출은 처리구별로 저장된 200 g의 대추를 10 mM acetate buffer solution (ABS, pH 5.0) 400 mL에 넣고 분쇄하여 균질화시키고, 균질화된 대추액을 3시간 얼음물(4°C 이하)에서 교반시켰다. 그리고 4°C 에서 20분간 $20,000 \times g$ 에서 원심분리하고 상등액을 효소추출액으로 사용하였다. 그리고 효소활성도는 polygalacturonase의 활성을 측정하고자 하였으며, Gross법으로 측정하였다(13). 먼저 1% polygalacturonic acid solution 100 μ L에 증류수 50 μ L를 가하여 혼합액을 만들고 혼합액에 준비된 각각의 조효소액 50 μ L를 가하고 30°C 에서 30분간 반응시킨 후 100 mM borate(pH 9.0) 1 mL를 가하여 반응을 정지시키고, 1% 2-cyanoacetamide 200 μ L를 넣고 잘 혼합하여 10분간 가열하였다. 그리고 276 nm에서 흡광도를 측정하여 각각의 효소활성을 비교하였으며, 30°C , 30분간 반응하여 1 μ mole의 galacturonic acid의 생성을 효소량 1 unit로 계산하였다.

결과 및 고찰

저장기간에 따른 장해과 발생을 및 경도의 변화

생대추를 0°C의 냉장고에서 저장하면서 장해과 발생을 관찰한 결과 육안적인 품질손실로서 연화의 진행이 먼저 나타나고 부패가 진행되었다. 밀폐용기 처리구가 PE 포장 처리구에 비하여 연화율은 더 높게 나타났으나, 부패율은 더 낮은 것으로 나타났다. 이는 밀폐용기의 경우 공기 중의 미생물의 혼입을 차단할 수 있었으나 저장 중 연화에 관여하는 성분들에 의해 연화율이 높게 나타난 것으로 보이며, PE 포장의 경우 공기 중에서의 미생물의 출입이 가능하기 때문에 부패율이 높게 나타난 것으로 보인다. 연화는 두 포장방법 모두 초기부터 빠르게 진행되었고 포도줄기추출물과 에틸렌가스제거제 처리한 대추가 연화와 부패가 빠르게 진행되는 것을 관찰할 수 있었으며, 초기 부패율이 발효화분 및 포도줄기추출물 처리구보다 높게 나타난 것은 첨가된 물질의 영향으로 추측되며, 이에 대한 연구가 추후 필요할 것으로 보인다. 또한 각각의 처리구별 경도의 변화를 측정된 결과 Fig. 1과 같이 전반적으로 저장 4주까지 증가하는 경향이 있으나, 이후 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 생대추 저장성 연구보고(2)에서 무포장 처리구의 경도가 저장기간 4주까지 감소하지 않거나 증가하는 것으로 보고한 것과 같은 경향을 보였다. 이러한 이유는 세포내 수분이 증산에 의해 조직의 치밀해지기 때문에 일반적으로 4~6주까지 경도가 일정하거나 증가한 것으로 보이며, 이후의 저장에 따른 대추 경도의 감소는 변색기와 완숙기에 세포벽 분해효소인 polygalactosidase의 활성이 나타난 이후, 세포벽 분해효소의 작용에 의하여 세포벽 성분이 파괴된 것으로 보인다(12). 이는 황숙기 대추의 저장 시 조사된 경도의 변화가 매우 작았다는 Kader 등(14)의 저장 후 연화가 지속되었다는 보고와 같은 경향이다. 생대추의 경도는 전반적으로 73.79 kPa을 나타내

었으며, 일반적으로 저장 4주에 가장 높은 경도 수치를 보였고 PE film 포장은 80.68~87.76 kPa, 밀폐용기 처리구는 79.80~93.68 kPa을 나타내었다. PE film 포장과 밀폐용기 처리구 모두 발효화분과 에틸렌가스제거제 처리한 대추가 87.76 및 93.68 kPa로 가장 높은 수치를 나타내었다. 저장 4주부터는 밀폐용기 포장구가 PE 포장구에 비해 연화가 더 빠르게 진행됨을 보였다. 이러한 결과는 완숙된 대추를 실험에 사용하였기 때문에 연화와 부패의 진행정도가 빠른 것으로 생각된다. 따라서 완숙대추를 생과로 식용하고자 할 때 경도 유지 측면에서는 저장 4주까지는 가능하다고 판단된다. 녹숙대추를 저장하였을 때 10~12주 정도 저장이 가능한 것으로 보고하였는데(12), 본 연구에서 완숙대추를 저장하였기 때문에 저장기간이 6~7주 정도로 짧아진 것으로 보인다.

저장기간에 따른 총산도 및 가용성 고형분 함량의 변화

저장기간 중 생대추의 총산도의 변화를 측정된 결과 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 시료로 사용한 대추의 총산도는 0.96%로 측정되었으며, 저장 5~6주에 대부분의 처리구에서 1.53~2.07%로 급격히 증가하는 경향을 보였고 이후에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 기존의 연구보고에서 일반적으로 과실류의 저온저장에서 저장기간이 경과함에 따라 산도는 거의 변화가 없거나 약간 증가하는 것으로 보고하였고(15-17), 본 연구에서는 저장기간이 경과함에 따라 산도가 증가하는 경향을 보였다. 총산도는 모든 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 총산도는 증가하는 경향을 나타내었고, 포장재질에 따른 특이성은 관찰할 수 없었다. 선행연구 결과(12)에서도 저장 초기 총산도가 증가하는 경향을 보였으며, 이는 저장이 진행되면서 후숙에 의한 산의 생성에 의한 것으로 보인다. 또한 저장조건별 저장기간에 따른 생대추의 가용성 고형분의 변화는 Fig. 2와 같이 나타났다. 생대추의 가용성 고형분 함량은 33.97°Bx로

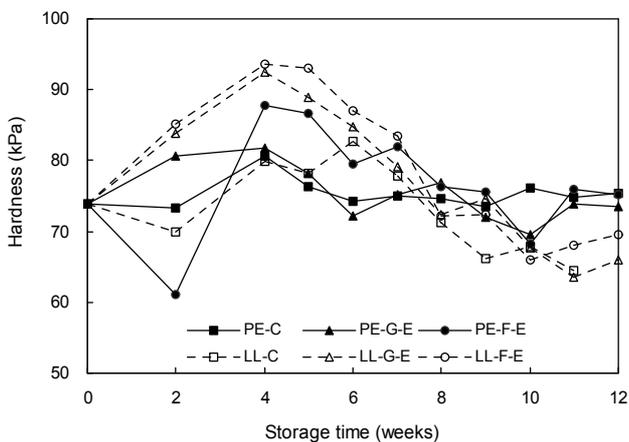


Fig. 1. Change of hardness during storage periods of fresh jujube treated with grape fruit stem extracts and fermented pollen.

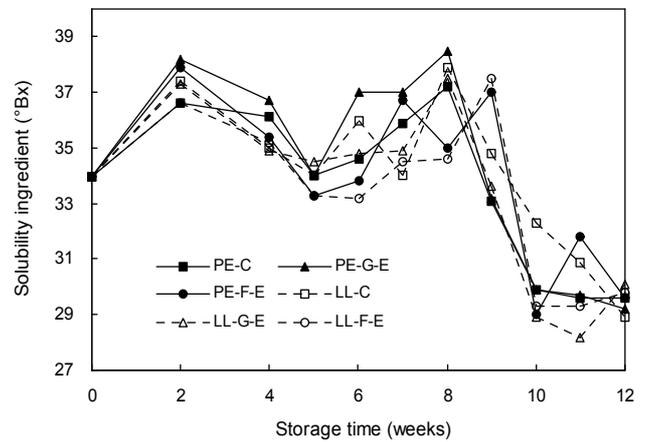


Fig. 2. Change of brix degree during storage periods of fresh jujube treated with grape fruit stem extracts and fermented pollen.

나타났으며, 전체적으로 저장 초기인 2주까지는 36.60~38.20°Bx로 증가하는 경향을 보였으나, 4주 이후에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. PE film 처리구의 경우 대조구에 비해 포도줄기추출물과 에틸렌가스제거제를 동시에 처리한 처리구가 저장 2주에 38.20°Bx로 가장 높은 함량을 보였으며, 저장 9주에 33.10~37.00°Bx로 나타났고 이후 10주에는 29.20~29.60°Bx로 급격히 감소하는 경향을 보였고 이후에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 밀폐용기 처리구 또한 저장 8~9주까지는 33.60~37.90°Bx로 큰 변화가 없는 것으로 나타났으며, 이후 10주에는 감소하는 경향을 보였고 이후에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 대추를 숙도에 따라 저장한 Kader 등(14)의 연구와 선행연구(12)에 의하면 대추가 익어갈수록 가용성 성분의 증가됨이 보고하였는데, 본 연구에서는 저장 2주까지는 각 처리구에서 가용성 성분의 증가됨이 보이다 그 이후부터는 뚜렷한 증감의 경향 없이 비슷함을 보였고 저장 후반부에는 약간의 감소하는 경향을 보였다. 저장기간 중 가용성 고형분의 증가는 대추가 후숙되면서 증가하였고, 저장 후반 탈수현상에 의해 대추의 가용성 성분이 상대적으로 증가하는 현상을 보였지만, 부패현상이 발생하면서 가용성 성분이 소실이 일어났기 때문이라고 생각된다.

저장기간에 따른 vitamin C 함량의 변화

생대추의 저장기간 중의 vitamin C 함량을 측정된 결과는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 생대추의 초기 vitamin C 함량은 221.22 mg/100 g으로 측정되었으며, 대체로 저장기간에 따라 감소되는 경향을 나타내었다. PE film 처리의 경우 대조구에서 저장 4주(263.17 mg/100 g)까지 약간 증가하는 경향을 보였고 이후 감소하는 경향을 보였다. 포도줄기추출물과 에틸렌가스제거제 처리구의 경우 감소하는 추세를 보이다 저장 8주에 253.98 mg/100 g을 보였고 발효화분과 에틸렌가스제거제를 처리한 처리구는 저장 6주에 234.20 mg/100 g을 나타냈다. 밀폐용기 처리구의 경우 대조구에서 저장 6주

(250.56 mg/100 g)까지 약간 증가하는 경향을 보였고 이후 감소하는 경향을 보였다. 포도줄기추출물과 에틸렌가스제거제 처리구의 경우 감소하는 추세를 보이다 저장 7주에 264.27 mg/100 g을 보였으며, 발효화분과 에틸렌가스제거제를 처리한 처리구는 저장 4주에 267.67 mg/100 g을 나타냈다. 생대추의 저장에 대한 연구보고에서 Abbas 등(1)과 Choi 등(10)이 숙도에 따른 vitamin C의 함량을 조사한 결과 미숙과에서 완숙과로 갈수록 함량이 증가하였다고 보고하였고, Kader 등(14)은 완전히 완숙되었을 때 가장 높은 함량을 보이는 것으로 보고하였는데 본 연구에서 저장기간에 따라 함량이 감소하는 것으로 나타난 것은 실험에 사용한 대추가 이미 완숙상태인 것을 사용하였기 때문에 대체적으로 감소하는 경향을 보인 것으로 사료된다.

저장기간에 따른 대추의 미생물수 및 연화효소

저장방법에 따른 대추의 미생물 변화를 측정된 결과 Fig. 4와 같이 전체적으로 초기에는 균이 감소하는 경향을 나타냈지만 4주 이상부터는 다시 증가하여 12주까지 계속적으로 유지되는 경향이 나타났다. 특이적으로 PE film 처리구와 밀폐용기에 포도줄기추출물을 처리한 처리구의 경우 다른 저장방법과 비교할 때 매우 천천히 감소하는 경향을 나타내었지만, 나머지 PE film 처리구와 밀폐용기 무처리구와 PE film에 발효화분 처리구에서 4주에 급격히 균수가 증가를 하였고, 밀폐용기와 밀폐용기 발효화분 처리구는 천천히 증가하는 경향을 나타내었지만, 8주 후부터는 모두 유사한 패턴을 나타내었다. 이와 같은 결과를 보면 포도줄기추출물을 처리하면 포도줄기추출물이 미생물의 viability를 증가시켜 다시 균수가 증가하거나 유지되는 것으로 생각되며, 밀폐용기에서 균이 천천히 증가하는 이유는 호기성균이 활성을 잃으면서 상대적으로 혐기성균만의 증가 패턴으로 생각되고 PE film 처리에서는 초기 저장 조건으로 전체적인 균수가 감소하여 전체적인 미생물 분포도가 낮아졌다가 호기성균 및 혐기성균이 동시에 생육이 되면서 균수가 급격히 증가하

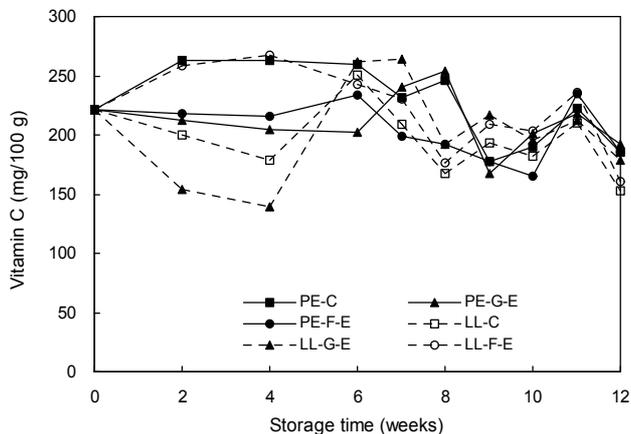


Fig. 3. Change of vitamin C during storage periods of fresh jujube treated with grape fruit stem extracts and fermented pollen.

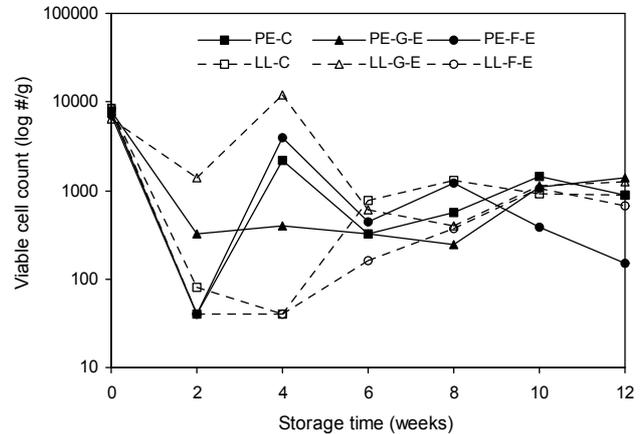


Fig. 4. Change of viable cell count during storage periods of fresh jujube treated with grape fruit stem extracts and fermented pollen.

였다가 분포도가 높아져 다시 균수가 낮아지는 것으로 사료된다. 또한 저장방법에 따른 대추의 연화효소 변화를 측정 한 결과 저장방법에 관계없이 증가하는 경향을 보였으며, 특히 연화가 급격하게 증가하는 저장 4~5주까지는 효소량이 급격하게 증가하는 것으로 나타났다. 이는 Kader 등(14)의 저장기간이 증가함에 따라 polygalactosidase의 활성이 나타나 세포벽 분해효소의 작용에 의하여 세포벽 성분이 파괴되어 연화가 급속도로 진행되는 것으로 생각된다.

요 약

생대추의 저장기간을 연장하기 위하여 완숙 생대추를 PE와 밀폐용기를 이용하여 포도줄기추출물 및 발효화분을 처리하고 에틸렌가스제거제를 첨가하여 0°C에서 저장하면서 장해과 발생율, 정도, 총산도, 가용성 성분의 함량, 비타민 C 함량, 미생물수 및 연화효소 등을 측정 한 결과 장해과 발생율은 밀폐용기 처리구가 PE 포장 처리구에 비하여 부패율은 더 적은 것으로 나타났으며, 발효화분과 에틸렌가스제거제 처리구의 상태가 양호하였다. 정도는 전반적으로 4주차까지는 증가하는 경향을 나타냈으나, 그 후부터는 감소하는 경향을 보였다. 총산도는 각각의 처리구별로 큰 차이는 없었지만 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 가용성 성분은 초기 당도는 33.97°Bx로 저장 2주까지는 모든 처리구에서 당도가 약간 증가됨을 보이다 9~12주에서는 감소되는 경향을 나타내었다. 생대추의 vitamin C 함량은 401.97 mg/100 g이었으며, 저장기간에 따른 함량 변화는 대추의 개별특성상 차이가 있지만 대체로 저장기간에 따라 감소되는 경향을 나타내었다. 미생물수는 전체적으로 초기에는 균이 감소하는 경향을 나타냈지만 4주 이상부터는 다시 증가하여 12주까지 계속적으로 유지되는 경향이 나타났고 연화효소는 저장방법에 관계없이 증가하는 경향을 보였으며, 특히 연화가 급격하게 증가하는 저장 4~5주까지는 효소량이 급격하게 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구 결과 완숙대추를 이용한 저장은 8~9주까지 가능한 것으로 판단되며, 포도줄기추출물과 에틸렌가스제거제를 동시에 처리할 경우에 좀 더 저장기간을 연장시킬 수 있는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 보은군의 "보은 황토 생대추 저장방법 개발"의 연구 용역사업으로 진행한 연구의 일부로 연구비를 지원하여 주신 보은군에 감사드립니다.

문 헌

1. Abbas MF, Al-Niami JH, Al-Ani RF. 1998. Some physiological characteristics of fruits of jujube different stage of maturity. *J Hort Sci* 63: 337-339.
2. Song J, Lee KS, Kang HA, Chang KS. 1998. Storage stability of fresh jujube fruits (*Zizyphus Jujuba* Miller). *J Korean Food Sci Technol* 30: 272-277.
3. Lee HB. 1987. Studies on the change of chemical components of dried jujube (*Zizyphus Jujuba* Miller) during storage. *PhD Dissertation*. Chungnam National University, Korea.
4. Yook CS. 1972. Screening test on the components of the genus *Zizyphus* in Korea. *Korean J Pharmacog* 3: 27-29.
5. An DS, Lee DS. 1997. Effect of maturity and storage temperature on preservation of fresh jujube. *J Korean Food Sci Technol* 29: 758-763.
6. Choi C, Chun SS, Cho YJ, Woo HS, Kim TW, Heo YH. 1994. Separation and purification of endo-polygalacturonase from Korean jujube. *Agric Chem Biotechnol* 37: 243-247.
7. Choi C, Chun SS, Cho YJ, Ahn BJ, Kim YH, Lee SH. 1994. Characteristics of endo-polygalacturonase from Korean jujube. *Agric Chem Biotechnol* 37: 356-360.
8. Seo CH, Shin SR, Jeung YJ, Kim KS. 1997. Changes in polygalacturonase during softening of persimmon and jujube fruits. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 180-185.
9. Lee DS, An DS. 1998. Effect of packaging conditions on keeping quality of fresh jujube. *J Korean Food Sci Technol* 30: 461-467.
10. Choi KS, Suk MS, Chung DS. 1990. Studies on the storage of jujube fruits (*Zizyphus jujuba* Miller) var. *Bokjo* in sealed polyethylene film bag. *J Resource Development Yeungnam Univ* 9: 55-61.
11. Chung DS, Son YK, Park NK, Kim YB. 1995. Studies on C.A storage of Chinese jujube (*Zizyphus jujuba* Miller) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *RDA J Agric Sci* 37: 702-708.
12. Woo KS, Son SI, Jeong HS, Lee J, Lee HB. 2006. Effects of grape fruit stem extracts treatment on the storage property of fresh jujube (*Zizyphus jujuba*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 192-198.
13. Gross KC. 1982. A rapid and sensitive spectrophotometric method for assaying polygalacturonase using 2-cyanoacetamide. *Hort Sci* 17: 933-934.
14. Kader AA, Li Y, Chordas A. 1982. Postharvest respiration, ethylene production and compositional changes of Chinese jujube fruits. *Hort Sci* 17: 678-679.
15. Lee SE, Kim DM, Kim KH, Rhee C. 1989. Effect of CO₂ concentration of CA conditions on quality of kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch.) during storage. *J Korean Food Sci Technol* 21: 869-875.
16. Lee SE, Kim DM, Kim KW. 1992. Effect of PE film thickness on MA storage of kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch.) during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 126-131.
17. Kim JG, Hong SS, Jeong ST, Kim YB, Jang HS. 1998. Quality changes of "Yeobong" strawberry with CA storage conditions. *J Korean Food Sci Technol* 30: 871-876.

(2008년 5월 27일 접수; 2008년 8월 4일 채택)