

# 수확 후 포도 과실의 병해 발생 및 품질 저하에 대한 키토산 처리의 효과

최성진\*

대구가톨릭대학교 생명공학과

## Influence of Chitosan Treatment on the Disease Incidence and Quality Deterioration of Postharvest Grape

Seong-Jin Choi\*

Biotechnology Department, Catholic University of Daegu, Gyeongsan 712-702, Korea

(\*Corresponding author: sjchoi@cu.ac.kr)

**Abstract.** Different molecular weights of chitosan, N-deacetylated derivative of chitin acquired from supporting material of Crustacea, were treated on postharvest grape in order to investigate their influence on disease incidence and quality during storage of fruit. Higher molecular weights of chitosan enhanced storability of grape by efficiently delaying reduction of fresh weight, drying and browning of rachis, berry abscission, and also by reducing respiration and decrease in titratable acidity. These effects probably resulted from the limited water and gas permeation through the chitosan coating formed on the surface of fruit. In respect to disease, however, smaller molecular weight of soluble oligo-chitosan was more efficiently reduced disease incidence. Thus, mixed treatment of smaller and high molecular weight of chitosan is expected to bring simultaneous effect of enhanced storability and reduced disease incidence during storage of grape.

**Additional key words:** berry abscission, chitosan molecular weight, rachis drying, respiration, titratable acidity

### 서 언

키토산은 갑각류의 외골격을 구성하는 주성분인 키틴을 탈아세틸화하여 생산하는 천연물로서 국내에서는 대게 등 수산물물의 가공 부산물로 대량 생산되어 가축의 사료 등으로 활용되고 있으나 근래에 들어 키토산의 각종 생리 활성이 밝혀짐에 따라 의약품, 화장품, 식품 첨가물, 건강 보조 식품, 생물 농약 등으로 그 활용 범위가 넓어지고 있다(Kumar, 2000). 키토산은 생산 공정에 따라 다양한 종류의 분자량으로 나뉘어 생산되며 분자량에 따라 물리적 특성을 달리한다. 글루코사민 단량체의 고분자 중합체인 키토산은 기본적으로 셀룰로스나 유사한 다당류의 분자 구조를 가지나 셀룰로스와는 달리 다가 양이온으로 하전되어 있는 특징이 있다(Shahidi, 1999). 키토산의 여러 가지 생리 활성은 이러한 다가 양이온의 분자적 특성에 기인하는 것으로 알려져 있으며, 예를 들어, 키토산의 양전하는 음전하로 하전된 대장균의 세포막에 작용하여 막 기능을 저해함으로써 대장균에 대한

항균 작용성을 나타낸다(Liu 등, 2004). 또한 분자량 수십만 이상의 고분자 키토산 수용액은 점성을 지니며 건조시 수분 및 가스 투과성을 제한하는 피막을 형성하는 특성이 있다(Larry, 1998). 따라서 고분자 키토산을 과실, 채소 등의 작물에 처리할 경우 표피에 피막(edible coating)을 형성함으로써 작물의 증산과 호흡을 억제하여 저장성을 향상시키는 효과를 나타낸다(Bautista-Banos 등, 2006).

포도는 저장성이 비교적 낮은 과실로서 수확 후 수분 손실에 의한 탈립과 병해 등으로 인한 손실이 심하게 발생한다. 본 연구에서는 수확 후 포도 과실에 분자량이 서로 다른 키토산을 처리하여 포도의 저장 또는 상온 유통 중에 발생하는 병해 및 품질 저하에 대한 키토산 처리의 효과를 분석하였다.

### 재료 및 방법

경북 금호 지역의 농가에서 8월 중순경 수확한 ‘캠벨얼

\* Received 23 January 2007; Accepted 5 March 2007.

리' 품종을 실험 처리에 이용하였으며, 수확 당일에 포도 과실을 키토산 용액에 30초간 침지하여 상온에서 통풍 건조하였다. 처리에 사용한 키토산은 국내(금호 화성, 경북 울진)에서 대게의 외골격을 재료로 하여 분자량별로 생산된 제품으로서 ① 분자량 1,000이하의 수용성 올리고 키토산(SolCHT), ② 분자량 약 10,000의 저분자 키토산(LwCHT), ③ 분자량 약 500,000의 중분자 키토산(MwCHT) 및 ④ 분자량 1,000,000 이상의 고분자 키토산(HwCHT) 등 4종이다. 키토산 용액은 키토산 분말을 초산 용액(0.5%, v/v)에 용해하여 제조하였으며 키토산 농도는 위의 네 종류 모두 0.5%(w/v)로 하였다. 키토산을 처리한 과실은 5kg 단위로 종이 상자에 담은 후 0.03mm 두께의 타공 PE film으로 외포장하여 처리구당 3반복(상자)으로 20℃ 조건에서 12일간 상온 저장하면서 3일 간격으로 5반복(송이)의 시료를 채취하여 분석에 이용하였다. 비이커에 물을 담아 포장 상자 안에 넣음으로써 저장 중 포장 내 상대 습도를 90%이상으로 유지하였다.

저장 기간 중 생체중, 수축(rachis)의 수분 함량 및 갈변 정도, 탈립률, 부패율, 호흡량, 당도 및 산도 등의 변화를 조사하였다. 수축의 수분 함량은 수축을 110℃ 건조 오븐에서 16시간 동안 건조시킨 후 생체중 대비 건물중의 비율로부터 구하였으며, 수축의 갈변 정도는 갈색~녹색의 정도에 따라 1~5점의 5단계 지수법으로 육안 판정하였다. 탈립률과 부패율은 송이 전체의 과립수 대비 탈립 및 부패 과립의 수를 백분율로 표시하였다. 호흡량은 송이를 절단하여 약 300g을 취한 후 1L 용기에 1시간 동안 밀폐하여 생성된 CO<sub>2</sub>를 GC(GC-14B, Shimadzu, Japan)를 이용하여 측정하였다. CO<sub>2</sub>는 active carbon column(SUS, 1.5m × 3mm, 120C, He carrier gas)과 TCD 검출기(150C)를 이용하여 분석하였다. 과즙을 착즙하여 과즙의 당도(가용성 고형물)는 디지털 굴절 당도 측정기(Atago, Japan)로 측정하여 Brix로 표시하였으며, 적정 산도는 5mL의 과즙에 페놀프탈레인 지시약을 가하고 적정점까지 0.1N NaOH로 적정하여 측정한 후 주석산 함량(%)으로 환산하여 표시하였다. 모든 조사 및 분석은 5반복으로 수행하였으며 실험 결과는 5반복의 평균값과 표준오차로 표시하였다.

## 결과 및 고찰

포도 과실은 표피에 큐틴 층이 잘 발달되지 않아 특히 수분 손실에 취약한 편이며 (Hardenburg 등 1985), 일반적으로 과실은 5% 내외의 수분 손실에 의해 상품성을 상실한다. 본 실험에서 포도 과실을 비교적 고습 조건(약 90% RH)에

저장하였음에도 불구하고 저장 12일 후 대조구 과실의 수분 손실률은 약 4.5%에 이르렀다(Fig. 1). 그러나 키토산 처리시, 분자량이 증가할수록 수분 손실 억제 효과가 크게 나타났으며 분자량 백만 이상의 고분자 키토산 처리구에서는 수분 손실률이 대조구의 약 절반에 불과하였다. 키토산 용액의 건조 후 피막 형성 정도는 분자량과 밀접한 관련이 있으며(Bautista-Banos 등, 2006), 고분자 키토산 처리구에서 과실의 수분 손실의 감소는 키토산 피막의 형성에 따른 증산의 감소에 따른 것으로 생각된다.

포도 과실에 키토산을 처리하였을 때 키토산의 분자량이 증가할수록 저장 기간 중 과실의 호흡이 억제되는 경향을 보였다(Fig. 2). 일반적으로 고이산화탄소 농도 조건에서 과실의 호흡은 억제되며 이는 과실의 CA 또는 MA 저장의 원리이기도 하다(Artes-Hernandez, 2004). 서언에서 언급한

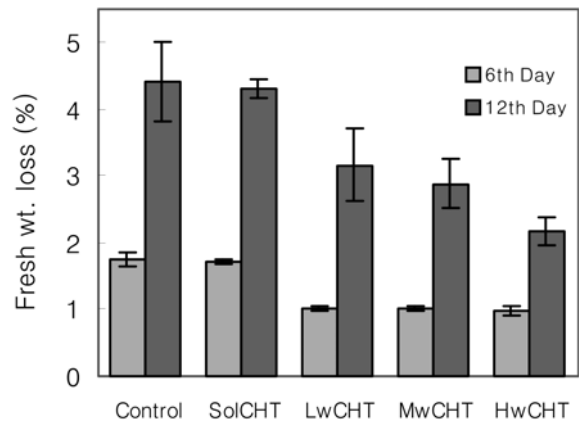


Fig. 1. Influence of different type of chitosan treatment on the fresh weight loss at 6 and 12 days after storage of 'Campbell Early' grape. Vertical bars show standard errors. SolCHT < MW 1,000, LwCHT = MW ca. 10,000, MwCHT = MW ca. 500,000, HwCHT > MW 1,000,000.

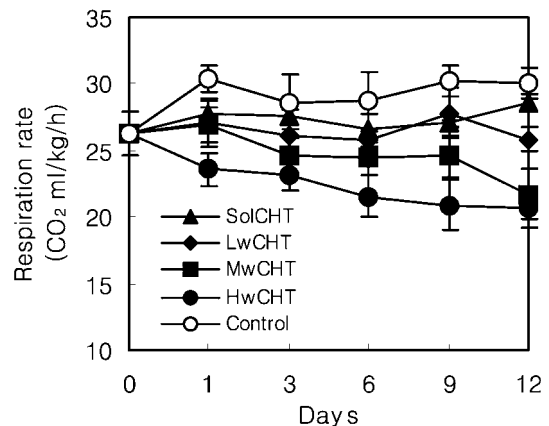
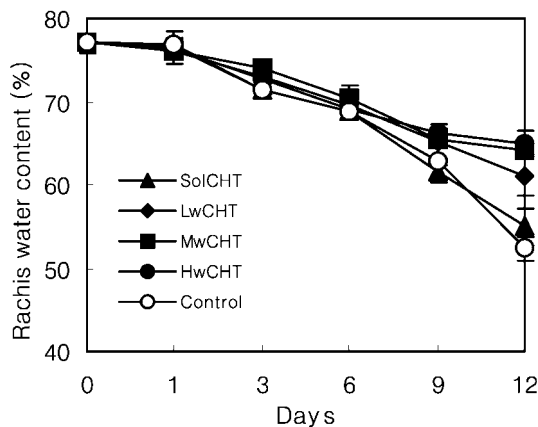


Fig. 2. Influence of different molecular weights of chitosan treatment on the respiration rate during storage of 'Campbell Early' grape. Legend is the same as Fig. 1.

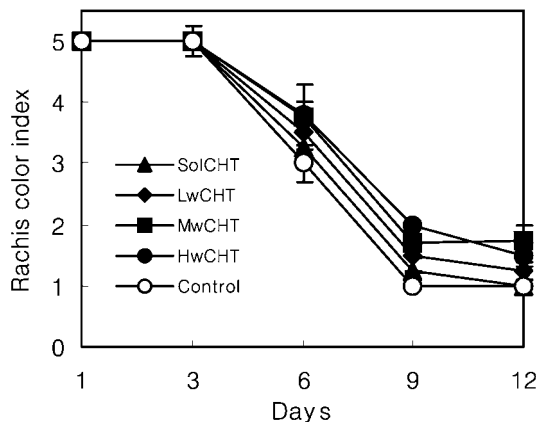
바와 같이 고분자 키토산은 피막 형성 능력이 우수하여 과실의 표피에 피막이 형성되면 이로 인해 가스 투과성이 제한되어 과육 내 이산화탄소의 농도가 증가할 것으로 예상되는데, 키토산 처리에 따른 호흡의 억제 효과는 과육 내 고이산화탄소 조건의 형성에 따른 결과로 생각된다. 과실의 호흡은 저장 양분의 소모를 야기하므로 일반적으로 저장 중 호흡의 억제는 저장성의 향상과 밀접한 관련이 있다.

포도 과실의 저장 중 수분 손실의 대부분은 수축을 통하여 일어나는 것으로 알려져 있는데, 수축의 건조는 저장 중 생체중의 감소뿐만 아니라 탈립의 원인이 되기도 한다(Wu 등, 1992). 포도 과실에 대한 고분자 키토산의 처리는 수축의 수분 손실(Fig. 3)과 갈변(Fig. 4)의 억제에 효과적이었으며, 키토산의 이러한 효과는 수축 표피에서의 피막 형성에 따른 증산의 억제에 의한 것으로 생각된다.

포도 과실은 수분 손실에 민감하여 저장 중 쉽게 탈립되는 경향이 있으므로 수분 손실을 억제하기 위하여 포도 저



**Fig. 3.** Influence of different molecular weights of chitosan treatment on the rachis water content during storage of 'Campbell Early' grape. Legend is the same as Fig. 1.

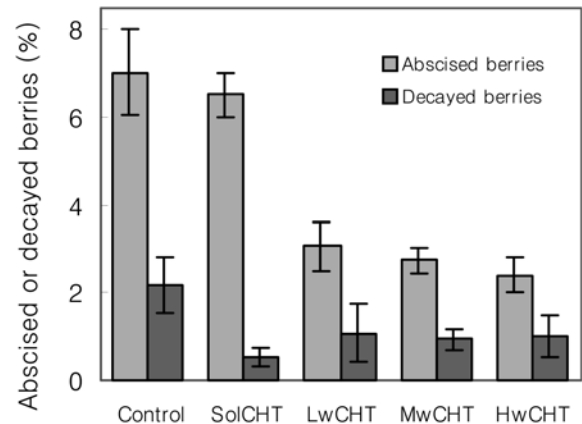


**Fig. 4.** Influence of different molecular weights of chitosan treatment on the rachis color index during storage of 'Campbell Early' grape. Legend is the same as Fig. 1.

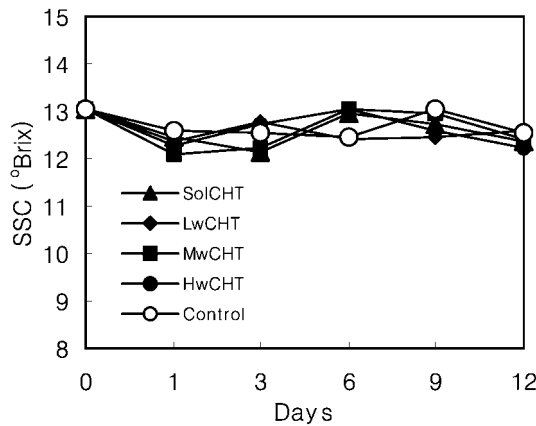
장시에는 고습 조건의 유지가 필수적인데(Hardenburg 등, 1985), 고습 조건에서는 병원균의 증식에 따른 병해의 발생이 증가하는 문제점이 있다. 따라서 포도의 저장 중 발생하는 곰팡이 병을 방제하기 위하여 일반적으로 아황산 가스 훈증이 이용되고 있으나 이러한 훈증 처리 방법은 매우 번거로울 뿐만 아니라 sulfite의 잔류에 따른 인체 유해성이 문제시되기도 한다(Ballinger과 Nesbitt 1984; FR, 1989). 포도 과실에 키토산을 처리하였을 때 분자량의 종류에 따라 탈립과 병해의 발생이 억제되는 경향을 보였다(Fig. 5). 탈립의 억제 효과는 특히 분자량이 증가할수록 두드러지게 나타났으며 이는 앞서 언급한 바와 같이 키토산 피막의 형성에 따른 수축 건조의 억제와 건조성의 유지에 따른 것으로 생각된다. 한편 이와는 달리, 병해 발생의 억제 효과는 오히려 분자량이 비교적 작은 수용성 올리고 키토산에서 더 크게 나타났으며, 키토산의 항균성은 피막 형성 능력과 무관하게 키토산 고유의 화학적 특성에서 비롯되는 것으로 생각된다.

당도와 산도는 포도 과실의 주요 품질 지표로서, 키토산 처리시 당도의 변화에는 영향이 없었으나(Fig. 6), 산도의 감소는 억제되는 경향을 보였다(Fig. 7). 호흡을 억제하면 호흡의 기질로 이용되는 유기산의 소모가 억제되어 저장 기간 중 산도가 유지되는 경향을 보이며, 이는 포도뿐만 아니라 여러 종류의 과실에서 공통적으로 나타나는 현상으로서 저장 기간 중 산도의 유지 여부는 일반적으로 대부분의 과실에서 저장성의 지표이기도 하다(DeEll, 2002). 포도 과실에서 키토산 처리에 따른 저장 중 적정 산도의 유지는 키토산 피막의 가스 투과성 제한에 의한 고이산화탄소 조건의 CA 효과에 기인하는 것으로 생각된다.

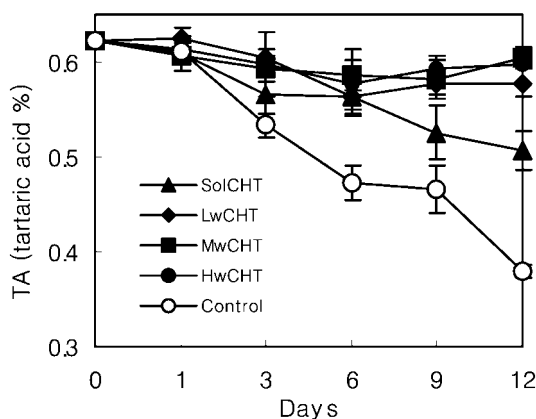
이상의 결과에서, 포도 과실에 대한 키토산의 처리는 생체중의 감소, 탈립의 발생, 적정 산도의 감소 등을 억제하는



**Fig. 5.** Influence of different molecular weights of chitosan treatment on the abscission or decay of berries after storage of 'Campbell Early' grape. Legend is the same as Fig. 1.



**Fig. 6.** Influence of different molecular weights of chitosan treatment on the soluble solid content during storage of 'Campbell Early' grape. Legend is the same as Fig. 1.



**Fig. 7.** Influence of different molecular weights of chitosan treatment on the titratable acidity during storage of 'Campbell Early' grape. Regend is the same as Fig. 1.

결과를 나타냈다. 이러한 저장성 향상 효과는 특히 고분자 키토산에서 두드러지게 나타났으며 이는 고분자 키토산이 과실의 표면에 피막을 형성하는 능력과 밀접한 관련이 있는 것으로 생각된다. 그러나 병해의 발생을 억제하는 항균 작용성은 저분자의 수용성 올리고 키토산에서 더 크게 나타났으며 저분자와 고분자 키토산을 적정한 비율로 혼합 처리할 경우 저장성 향상과 아울러 항균성의 동시적 효과가 기대된다.

## 초 록

갑각류의 외골격을 구성하는 주성분인 키틴을 탈아세틸화하여 생산하는 천연물인 키토산을 수확 후 포도 과실에 분자량별로 처리하여 포도의 상온 저장 중에 발생하는 병해 및 품질 저하에 대한 키토산 처리의 효과를 분석하였다. 고분자 키토산은 포도 과실의 품질 요인으로서 생체중 감소,

수축의 건조 및 갈변, 탈립 등을 지연시키고 산도의 저하와 호흡을 억제하여 포도의 저장성을 향상시켰다. 이는 고분자 키토산의 피막 형성에 따른 수분 및 가스 투과성의 제한에 의한 효과로 생각된다. 그러나 병해의 발생을 억제하는 항균 작용성은 저분자의 수용성 올리고 키토산에서 더 크게 나타났으며 저분자와 고분자 키토산을 적정한 비율로 혼합 처리할 경우 저장성 향상과 아울러 항균성의 동시적 효과가 기대된다.

**추가 주요어 :** 키토산 분자량, 생체중, 수축 건조, 탈립, 호흡, 산도

## 인용문헌

- Artes-Hernandez, A.E. Aguayo, and F. Artes. 2004. Alternative atmosphere treatments for keeping quality of 'Autumn seedless' table grapes during long-term cold storage. *Postharvest Biol. Technol.* 31:59-67.
- Ballinger, W.E. and W.B. Nesbitt. 1984. Quality of *Euveitis* hybrid grapes after low temperature storage with sulfur dioxide generators. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109:831-834.
- Bautista-Banos, S., A.N. Hernandez-Lauzardo, M.G. Vrlazquez-del Valle, M. Hernandez-Lopez, E.A. Barka, E. Bosquez-Molina, and C.L. Wilson. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection* 25:108-118.
- DeEll, J.R., D.P. Murr, M.D. Porteous, and H.P.V. Rupasinghe. 2002. Influence of temperature and duration of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. *Postharvest Biol. Technol.* 24:349-353.
- Federal Registry (FE). 1989. Pesticide tolerance for sulfur dioxide. *Federal Registry* 54:20125-20126.
- Hardenburg, R.E., A.E. Watada, and C.Y. Wang. 1985. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. *USDA Handbook No.* 66:41-42.
- Kumar, M.N.V.R. 2000. A review of chitin and chitosan application. *Reactive & Functional Polymers* 46:1-27.
- Larry, L.H. 1998. Biomaterials: A forecast for the future. *Biomaterials* 19:1419-1425.
- Liu, H., Y. Du, X. Wang, and L. Sun. 2004. Chitosan kills bacteria through cell membrane damage. *Int. J. Food Microbiol.* 95:147-155.
- Shahidi, F., J.K.V. Arachchi, and Y.J. Jeon. 1999. Food applications of chitin and chitosans. *Trends in Food Sci. Technol.* 10:37-51.
- Wu, Y.M., J.C. Ren, X.Z. Hua, and U. Liu. 1992. Postharvest berry abscission and storage of grape fruit. *Acta Phytophysiologia Sinica* 18:267-272.