

저온 저장 감귤에서의 MA포장의 효과

이상백* · 김은정* · 고영환** · 고정삼***

Effects of MA Packaging on Low Temperature Storage of Citrus Fruits

Sang-Baek Lee*, Eun-Joung Kim*, Young-Hwan Ko** and Jeong-Sam Koh***

ABSTRACT

The effects of MA packaging on the low temperature storage of satsuma mandarin, overwintering satsuma and Kiyomi tangor were investigated. Thickness of film, holes in film and incorporation of antimicrobial agent were considered as parameters for MA packaging. Chitosan was applied to surface of fruits to determine the effects of coating during MA storage. Thickness of film and holes in a bag did not affect decay ratios in three fruits. Decay ratio of satsuma mandarin packaged with LDPE film with 2-5 % ceramic antimicrobial agent slightly decreased. Chitosan coating lowered decay ratio of fruit during MA storage. MA packaging with LDPE film was effective in lowering weight loss and preventing delamination of fruits. MA packaging did not affect qualities of fruit during storage.

Key Words : MA packaging, PE film, low temperature storage, citrus fruit

1. 서론

감귤생산량 조절을 통해 가격을 유지하려는 정책이 매년 시행되고 있다. 그러나 품질에 따른 가격차이가 더욱 커지고 있어서, 가격안정을 위해서는 고품질의 감귤생산과 수확 후 관리를 위한 저장방법 및 포장방

법의 개발에 관심이 높아지고 있다. 현재의 감귤포장은 5 kg과 15 kg 골판지상자 포장이 주종을 이루고 있는 반면, 다른 과일은 다양한 포장방법을 개발하여 상품성을 높이고 있다. 딸기, 단감 등의 과일과 채소에서는 플라스틱 필름을 이용한 MA 포장을 이용하여 선도를 유지하는 방법을 사용하고 있다.^{1,2)} 제주지역에서 생산되는 은주밀감, 월동은주밀감, 청견의 MA 포장에 의한 부패의 지연과 신선도를 유지할 수 있는 연구가 필요하다.

과일과 채소의 MA 포장에 사용되는 플라스틱 필름은 경제성 때문에 대부분 Low density polyethylene (LDPE) 필름이나 Polypropylene(PP) 필름이 사용되고 있다. 필름에 항균효과가 있는 물질을 첨가하여 내용물의 부패를 지연시켜 신선도를 유지하는 포장방

* 제주대학교 청정화학공학과, 첨단기술연구소
Department of Chemical Engineering & Clean Technology, Research Institute of Advanced Technology, Cheju Nat'l Univ.

** 제주대학교 식품공학과, 첨단기술연구소
Department of Food Science & Engineering, Research Institute of Advanced Technology, Cheju Nat'l Univ.

*** 제주대학교 원예생명과학부 환경생명공학전공
Faculty of Horticultural Life Science, Major of Plant Environment and Biotechnology, Research Institute of Advanced Technology, Cheju Nat'l Univ.

법, 개체 포장에 의한 방법 등 필름을 이용하여 저장성을 높여려는 다양한 방법이 시도되고 있다.^{3,4,5,6)}

본 연구에서는 저온 저장시 MA 포장의 효과를 알아보는데 목적을 두었다. MA 포장에서 공기 투과율에 영향을 주는 두께의 변화의 영향, 세라믹 항균제의 효과, 구멍의 존재에 의한 공기 유입에 따른 저장 효과 차이, 키토산 처리 후 포장에 따른 효과를 온주밀감, 월동감귤, 청견을 시료로 하여 검토하였다.

II. 실험

2.1. 감귤시료

제주도 남제주군 남원읍에 소재한 과수원에서 수확한 궁천조생 온주밀감(*Citrus unshiu* Marc. var. *miyagawa*), 월동감귤, 청견을 사용하였다.

2.2. 포장 방법

30, 40, 50 μ m 두께의 LDPE 필름이 가로 23 cm, 세로 36 cm의 직사각형의 포장봉지를 만들어 1300~2000 g의 감귤을 넣어 끈으로 밀봉하였다. 완전한 밀폐포장과 유공(有孔)에 의한 포장의 저장효과 차이를 검토하기 위하여 전체 면적의 0.55%의 구멍이 있는 유공 포장봉지를 사용하였다.

세라믹 항균제의 부패 지연효과를 검토하기 위하여 제주도에 위치한 부산화학에서 생산하는 2%, 5%의 세라믹 항균제가 함유된 포장봉지를 사용하였다.

천연항균물질로 부패 지연효과가 있는 키토산의 MA 포장 내에서의 영향을 조사하기 위해 일부 감귤은 2%의 키토산이 포함된 수용액에 1시간 침지 후 하루동안 선풍기로 건조한 후 다른 감귤과 같은 조건으로 포장하였다. 포장된 감귤과 무포장의 대조구는 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 조절되는 저온 저장고에 저장한 후 품질변화를 측정하였다.

2.3. 감귤의 품질분석

저장을 시작하는 시점과 일정시간 경과 후 각 처리구별로 감귤의 품질에 영향을 주는 요인인 pH, 산

함량, 당도, 비타민 C 함량을 측정하였다. 부패율은 45개의 감귤을 별도로 저장하여 부패가 시작되는 감귤을 부패과로 판정하여 부패율을 계산하였다. 중량감소는 저장기간 중 초기무게와의 차이에서 구하였다. pH는 3개의 착즙된 시료를 준비하여 pH미터(920A, Orion, USA)로 측정하여 평균값을 구하였다. 과즙의 당도는 pH와 같은 방법으로 시료를 준비하여 굴절계(NAR-1T, Atago, Japan)로 가용성 고형물(Brix 당도)을 측정하였다. 총산은 100 ml의 피석된 과즙을 0.1N NaOH를 사용하여 pH 8.1에 이를 때까지를 적정하여 구연산으로 환산하였다. 비타민 C 함량은 AOAC 방법을 이용하여 구하였다.

III. 결과 및 고찰

3.1. 부패율

1) 궁천조생 온주밀감

궁천조생 온주밀감의 저장 중 부패율의 변화를 Fig. 1~Fig. 4에 나타내었다. 궁천조생은 저온저장시 모든 포장조건에서 40일 경과후부터 부패가 발생하기 시작하였다.

Fig. 1은 무처리와 키토산을 처리한 온주밀감을 40 μ m LDPE 필름에 저장하였을 경우 유공과 무공에 따른 포장효과를 나타내었다. 유공 포장의 경우 포장내의 기체조성은 대기와 같지만, 무공포장은 호흡작용에 의해 이산화탄소와 산소의 양이 변하게 된다. 부패율은 유공과 무공에서 부패초기에 각각 다른 결과를 보였으나, 50일 이상 경과 후에는 큰 차이를 보이지 않는다.

키토산을 처리한 온주밀감은 유공, 무공 필름에서 모두 낮은 부패율을 보였으며, 키토산 처리가 부패율 감소에 효과가 있었다. Fig. 2와 Fig. 3은 LDPE 필름에 항균 세라믹이 2%, 5% 첨가된 경우의 부패율을 나타내었다. 항균 세라믹을 포함하는 필름이 LDPE 필름보다 조금 낮은 부패율을 보였다. 키토산 처리과를 무공의 항균 세라믹을 포함하는 필름으로 포장하였을 때 다른 조건과 구별되는 가장 낮은 부패율을 보였다.

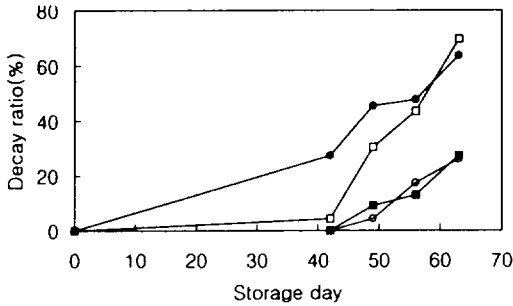


Fig. 1. Decay ratio of satsuma mandarin during MA storage.

□ : LDPE film bag without pretreatment. ■ : LDPE film bag pretreated with chitosan. ○ : LDPE film bag with 36 holes of diameter 6 mm pretreated with chitosan. ● : LDPE film bag with 36 holes of diameter 6 mm without pretreatment

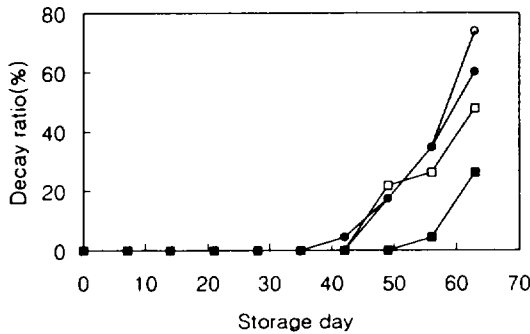


Fig. 2. Decay ratio of satsuma mandarin during MA storage with 2% antibiotic ceramic film.

□ : LDPE film bag without pretreatment. ■ : LDPE film bag pretreated with chitosan. ○ : LDPE film bag with 36 holes of diameter 6 mm pretreated with chitosan. ● : LDPE film bag with 36 holes of diameter 6 mm without pretreatment

Fig. 4는 포장하지 않은 무처리과 키토산을 처리한 온주밀감의 부패율을 나타내었다. 온주밀감의 경우 부패율은 포장조건에 영향을 주지 않았다. 항균제로 키토산 이 사용된 경우에는 대부분의 포장조건에서 무처리 감귤보다 절반정도의 낮은 부패율을 보여 부패방지에 키토산 처리가 효과가 있음을 알 수 있었다.

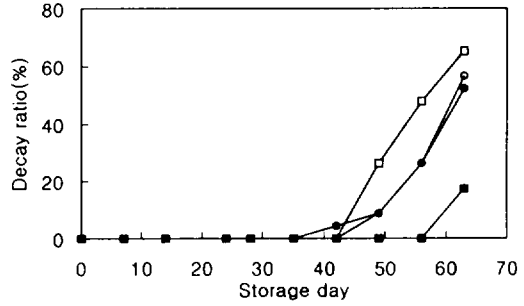


Fig. 3. Decay ratio of satsuma mandarin during MA storage with 5% antibiotic ceramic film.

□ : LDPE film bag without pretreatment. ■ : LDPE film bag pretreated with chitosan. ○ : LDPE film bag with 36 holes of diameter 6 mm pretreated with chitosan. ● : LDPE film bag with 36 holes of diameter 6 mm without pretreatment

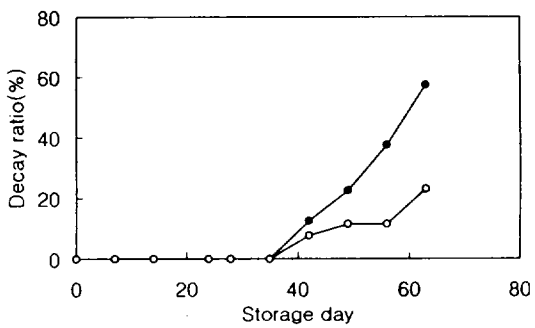


Fig. 4. Decay ratio of satsuma mandarin during MA storage.

○ : pretreated with chitosan. ● : control, without pretreatment

2) 월동감귤

월동감귤에서 LDPE로 MA 포장할 경우 필름두께의 차이에 의한 부패율에 차이가 있었다. 그리고 유공과 무공에서의 부패율이 달랐으며, 키토산 처리와 무처리시의 부패율에 차이가 있었다.

Fig. 5와 Fig. 6에서 보는 바와 같이 월동감귤에서 가장 확실한 부패 정도의 차이는 키토산 처리와 무처리에서 나타났다. 어떤 종류의 포장과 무포장의 경우에도 키토산 처리구에서의 부패율이 높았다. 이는 월

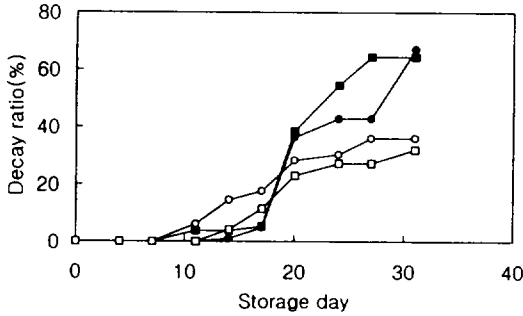


Fig. 5. Decay ratio of overwintering satsuma mandarin during MA storage pretreated with chitosan.
 -○- : 30µm : LDPE film bag with 36 holes of diameter 6mm. -●- : 30µm LDPE film bag without holes. -□- : 50µm LDPE film bag with 36 holes of diameter 6mm. -■- : 50µm LDPE film bag without holes

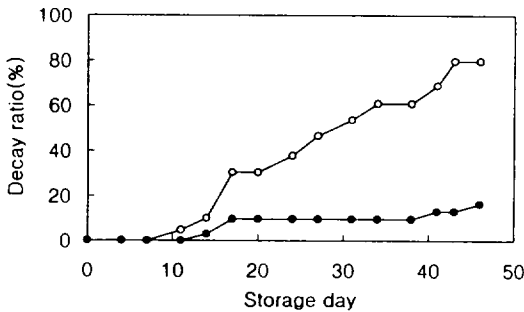


Fig. 6. Decay ratio of overwintering satsuma mandarin during MA storage.
 -○- : pretreated with chitosan. -●- : without pretreatment

동 후 연약해진 감귤껍질에 키토산 수용액이 접촉함에 따라 수분 함유량이 높아져 부패가 쉽게 발생한 것으로 보여진다. 무공 MA 포장보다 유공의 부패율이 낮은 것도 수분 함유량이 월동감귤의 부패에 가장 큰 영향을 줄을 알 수 있었다.

필름두께에 의한 투과율 차이에 따른 내부 공기조성의 차이는 호흡작용이 활발하지 않은 감귤에서는 부패율에 영향을 주지 않았다. 감귤의 날개 밀착포장에서는 필름 재질에 따른 투과율 차이가 부패에 영향을 준다는 보고가 있었지만, 같은 재질에서 두께만 다른 미세한 변화에서는 부패율에 영향을 주지 않았다.

3) 청견

청견은 저온 저장시 3개월의 저장기간 중 상처과 몇 개 제외하고는 LDPE포장 저장과 무포장 저장 모두에서 부패과가 발생하지 않는 좋은 저장성을 보였다.

3.2 중량감소

1) 궁천조생 온주밀감

온주밀감에서 키토산 처리와 무처리, LDPE 포장과 무포장, 유공과 무공 포장, LDPE필름과 세라믹 항균제 포함 LDPE필름에서의 중량감소를 비교하였다.

Fig. 7~Fig. 10은 포장방법에 따른 중량감소를 나타내었다. Fig. 7에서와 같이 중량감소는 수분증발을 방지할 수 있는 필름을 사용하는 경우 무포장에서 중량 감소가 가장 크게 발생하였다. 40일 이후에는 8% 이상의 중량감소를 보여 감귤의 껍질과 내용물 사이에 박리현상(부피과)이 발생하였고, 수분감소로 상품성이 현저히 감소하였다.

세라믹항균제의 함유여부는 중량감소에 영향을 주지 않았다. 항균제의 함유량도 2%나 5%인 경우 중량감소에 영향을 주지 않았다. LDPE 무공 포장의 경우 50일 동안 포장하는 경우 0.4% 이하의 중량감소가 발생하였다. 무공의 밀봉포장에는 감귤의 증산

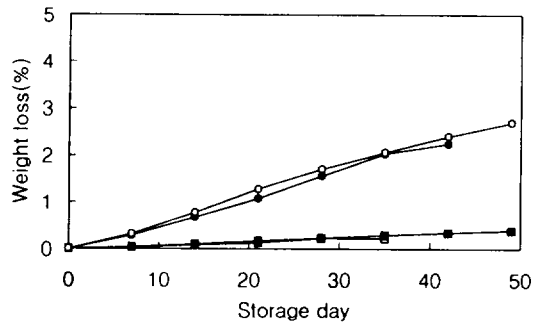


Fig. 7. Weight loss of satsuma mandarin during MA storage.

-□- : LDPE film bag without pretreatment. -■- : LDPE film bag pretreated with chitosan. -○- : LDPE film bag with 36 holes of diameter 6mm pretreated with chitosan. -●- : LDPE film bag with 36 holes of diameter 6mm without pretreatment

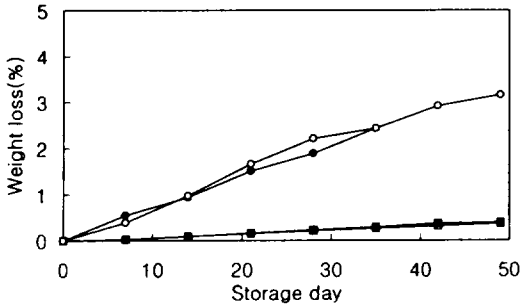


Fig. 8. Weight loss of satsuma mandarin during MA storage with 2% antibiotic ceramic film.
 -□- : LDPE film bag without pretreatment. -■- : LDPE film bag pretreated with chitosan. -○- : LDPE film bag with 36 holes of diameter 6 mm pretreated with chitosan. -●- : LDPE film bag with 36 holes of diameter 6 mm without pretreatment

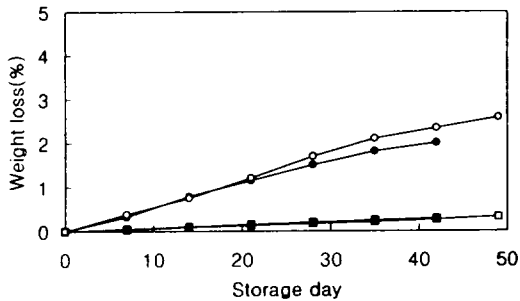


Fig. 9. Weight loss of satsuma mandarin during MA storage with 5% antibiotic ceramic film.
 -□- LDPE : film bag without pretreatment. -■- : LDPE film bag pretreated with chitosan. -○- : LDPE film bag with 36 holes of diameter 6 mm pretreated with chitosan. -●- : LDPE film bag with 36 holes of diameter 6 mm without pretreatment

작용에 의해 배출된 수분이 포장내의 습도를 상승시켜 포화상태가 되어 응축수에 의한 부패과의 발생가능성이 있었다. 이는 부패율을 높이는 원인이 될 수 있다. 그러나 LDPE 유공 포장은 포장내의 공기조성이 대기와 거의 같지만, 필름이 수분증발을 방지하여 50일 저장 후 3% 정도의 증량감소만을 보여 무포장에서 증량감소의 40% 정도만이 감소하였다.

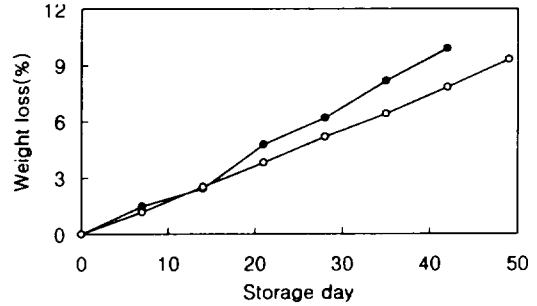


Fig. 10. Weight loss of satsuma mandarin during MA storage.
 -○- : pretreated with chitosan. -●- : without pretreatment

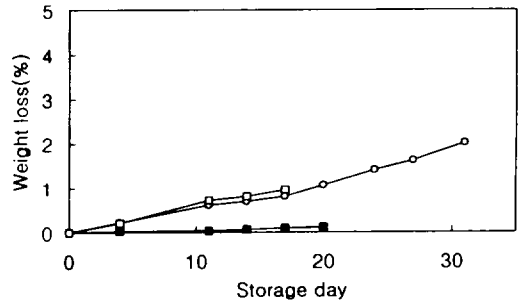


Fig. 11. Weight loss of overwintering satsuma mandarin during MA storage.
 -○- : 30 μm LDPE film bag with 36 holes of diameter 6mm. -●- : 30 μm LDPE film bag without holes. -□- : 50 μm LDPE film bag with 36 holes of diameter 6mm. -■- : 50 μm LDPE film bag without holes

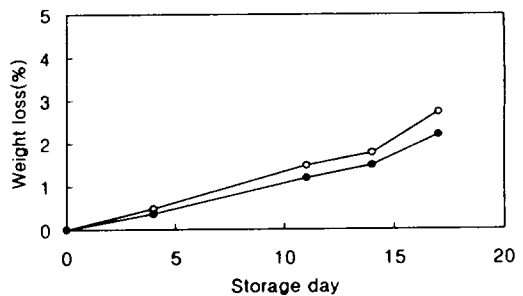


Fig. 12. Weight loss of overwintering satsuma mandarin during MA storage.
 -○- : pretreated with chitosan. -●- : without pretreatment

2) 월동감귤

키토산 처리와 무처리 무포장 월동감귤을 30 μ m, 50 μ m 두께의 LDPE 필름을 사용하여 중량감소를 비교한 결과는 Fig. 11과 Fig. 12에 나타내었다. 키토산 처리는 중량감소에 영향을 주지 않았다. LDPE 필름의 두께차이도 무공 밀봉 포장시에 중량감소에 영향을 주지 않는다. 월동감귤은 20일이 경과하면 부패가 발생하기 시작하여, 20일 후의 중량감소 추이를 계속 측정할 수 없었다.

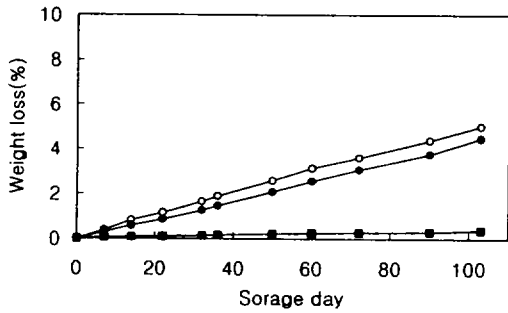


Fig. 13. Weight loss of tangor kiyomi during MA storage.

-○- : pretreated with chitosan and 30 μ m LDPE film bag with 36 holes of diameter 6mm. -●- : without pretreated and 30 μ m LDPE film bag with 36 holes of diameter 6mm. -□- : pretreated with chitosan and 30 μ m LDPE film bag without holes. -■- : without pretreated and 30 μ m LDPE film bag without holes

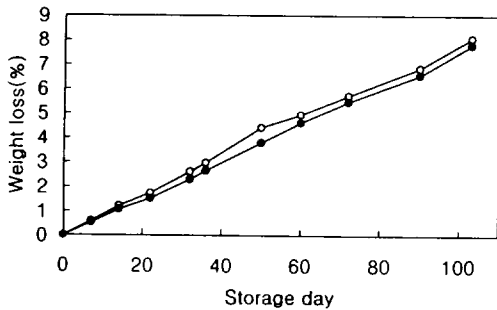


Fig. 14. Weight loss of kiyomi tangor during MA storage.

-○- : pretreated with chitosan. -●- : without pretreatment

3) 청견

Fig. 13에서 Fig. 14는 여러 포장조건과 무포장의 대조구의 청견의 중량감소를 나타내었다. 청견의 중량감소는 각각의 포장방법에서 궁천조생 온주밀감, 월동감귤의 경우와 거의 동일한 경향을 보여주었다. 무포장 청견은 키토산 처리와 무처리에서 모두 50일 후의 중량감소율이 온주밀감의 50%의 중량감소를 나타내었다. 100일 동안의 저온저장 후 8% 정도의 중량감소가 발생하였다. LDPE 포장에는 유공, 무공 경우에 온주밀감과 같은 중량감소 정도를 보였다.

3.3. 품질변화

저장 14, 29, 48, 65일 후 온주밀감에 대해 Internal atmosphere, 총산, ascorbic acid, 당도, 과즙의 pH가 모든 MA포장 조건의 감귤과 무포장의 대조구에 대하여 분석하였으나 일정한 경향을 갖는 결과를 보이지 않았다. 포장은 부패율과 중량감소에는 영향을 주지만, 품질에는 일정한 영향을 주지 않은 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 지원을 받아 수행되었습니다. 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- 1) 이동선, 조성환, 1998. 미래의 채소류 유통 및 소비 체계에 적용 가능한 최소가공 채소류의 가공 및 포장 방법 개발. 한국과학재단 연구보고서.
- 2) 김동만 외, 1998. 농산물의 신선도 유지용 신기능성 MA 포장기법 개발. 농림부 연구보고서.
- 3) K. S. Lee, I. S. Park, and D. S. Lee. 1996. Modified atmosphere packaging of a mixed prepared vegetable salad dish. International J. Food Science and Technology. Vol.31. pp.7-13.
- 4) D. S. Lee, Y. I Hwang, and S. H. Cho. 1998.

Developing Antimicrobial packaging film for curled lettuce and soybean sprouts. Food Sci. Biotechnol. Vol.7, No.2. pp.117-121.

5) Y. M. Weng and J. H. Hotchkiss. Anhydrides as antimycotic agents added to polyethylene films

for food packaging. Packaging Technology and Science. Vol.6. pp.123-128.

6) 고정삼 외. 2000. 감귤의 수확 후 성분변화의 생화학적 구명과 저온저장 조건에 따른 온주밀감의 품질변화에 미치는 영향. 학술진흥재단 연구보고서