

## Effects of Medicinal Herb Extracts and Heat and Coating Treatments on the Browning Degree of Fresh-Cut Apples

Hun-Sik Chung<sup>1</sup>, Joo-Baek Lee<sup>2</sup>, Kwang-Deog Moon<sup>3,4\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science and Technology, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea

<sup>2</sup>Department of Hotel, Restaurant, Culinary Arts & Wine-Coffee, Daegu Health College, Daegu 702-722, Korea

<sup>3</sup>Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

<sup>4</sup>Food and Bio-Industry Research Institute, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

### 한약재 추출물, 가열 및 코팅 처리가 신선절단 사과에 미치는 영향

정현식<sup>1</sup> · 이주백<sup>2</sup> · 문광덕<sup>3,4\*</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 식품공학과, <sup>2</sup>대구보건대학교 호텔외식조리학부, <sup>3</sup>경북대학교 식품공학부,  
<sup>4</sup>경북대학교 식품생물산업연구소

#### Abstract

The effects of dip treatments of chemicals (ascorbic acid, cystein, sodium chloride, magnesium chloride, calcium chloride, histidine: 1% solution) and medicinal herbs (*Pueraria thunbergiana*, *Angelica gigas*, *Dioscorea japonica*, *Lindera strychnifolia*, *Cnidium officinale*, *Astragalus membranaceus*: 1% extracts), heat shock (40-60°C water), and edible coating (albumin, dextrin, sucrose poly ester, whole soy flour: 0.5-4% solution) on the browning degree of fresh-cut 'Fuji' apples were studied. Among the each treatment methods, the surface browning of fresh-cut apples was best retarded by calcium chloride dip, *Astragalus membranaceus* dip, 45-50°C heat shock, coating with 3% dextrin or 1% whole soy flour. The results suggest that the treatments of medicinal herbs extracts, heat shock, and edible coating can be used as alternative for the use of chemical agents for the antibrowning of fresh-cut apples

**Key words :** *Malus domestica*, fresh-cut, antibrowning dips, heat shock, coating

#### 서 론

사과(*Malus domestica*)는 전 세계적으로 다량 생산되는 과실이며 구성성분으로 섬유소, 비타민 C, 미네랄, 페놀성 물질 등의 함량이 높아 암과 심장병 예방, 체중과 콜레스테롤 감소, 신경과 뇌세포 보호 등과 같은 기능성을 가지는 건강식품으로 인식되고 있다(1). 수확 후 사과는 원형 생과나 가공품의 형태로 소비되어 왔으나 최근 들어서는 식생활의 편의화와 건강지향으로 인해 신선절단(fresh-cut) 제품의 소비도 증가하는 추세에 있다(2).

과실과 채소류의 신선절단 기술은 원형의 신선미를 유지하는 범위 내에서 세척, 박피, 다듬기, 절단 등의 처리를 행하는 것을 말하며(3), 이러한 처리로 인해 원형 상태에

비해 조직이 손상되어 호흡량, 에틸렌 생성량, 세포막 분해, 효소적 갈변 및 미생물 번식 등의 증가와 수분감소와 같은 품질저하 유발 현상들이 비교적 빠르게 진행된다(4,5). 이들 중 절단면의 효소적 갈변은 세포 속에 존재하던 페놀성 물질이 조직 파괴로 인해 산소와 접촉하게 되면서 polyphenoloxidase(PPO)의 작용을 받아 quinone으로 산화되고 다시 중합반응을 거듭하여 갈색물질이 생성되는 반응의 결과이며 신선절단품의 shelf-life를 결정하는 주된 요인으로 인식되고 있다(6). 신선절단 사과의 갈변억제 및 품질 유지 방법으로는, 물질의 환원력과 금속착염 형성능 및 효소 저해능 등을 이용하는 화학물질처리(7-10), 효소의 활성 조절을 이용하는 열처리(11), 절단면의 보호와 물질투과성 제어를 이용하는 가식성 코팅처리(12,13), 환경기체 조성의 변경을 이용하는 포장처리(14) 등의 방법이 유효한 것으로 보고된 바 있다. 그러나 이러한 신선절단품의 품질유지 기

\*Corresponding author. E-mail : kdmoon@knu.ac.kr  
Phone : 82-53-950-5773, Fax : 82-53-950-6772

술은 적용효과가 품목별 다양하거나 불충분하고 화학물질 사용에 대한 소비자 거부감 등과 같은 문제점이 있어 개선 기술 개발과 품목별 효과검정 연구를 필요로 한다. 한편, 화학물질 대응으로 신선절단 감자(15)와 양송이(16)의 품질유지에 유효한 것으로 알려진 한약재와 같은 천연물 유래 추출물의 적용 가능성도 있을 것으로 생각된다. 한약재는 오래전부터 한의와 민간요법에서 사용해 오고 있어 안전성이 확인되었고 건강 기능성도 강화시킬 것으로 여겨지지만 신선절단 사과 제조에 있어 적용효과는 물론이고 다른 방법과의 직접적인 효과비교에 관한 연구는 거의 찾아볼 수 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내산 신선절단 ‘후지’ 사과의 갈변 억제에 한약재 추출물, 화학물질, 가열 및 가식성 코팅 처리가 미치는 영향을 비교 조사하여 한약재 추출물의 적용 가능성과 각 처리법의 갈변 억제효과 및 적용조건을 구명하였다.

## 재료 및 방법

### 재 료

실험용 사과는 경북 의성군 소재 농원에서 수확한 ‘후지’ 품종을 구입하여 외관이 건전하고 크기가 균일한 것만 선별하고 냉장고(4℃)에서 저장하면서 사용하였다. 한약재인 갈근(*Pueraria thunbergiana*), 당귀(*Angelica gigas*), 산약(*Dioscorea japonica*), 오약(*Lindera strychnifolia*), 천궁(*Cnidium officinale*), 황기(*Astragalus membranaceus*) 등은 대구 약령시에서 국내산을 구입하여 사용하였다.

### 화학물질 처리

원형 사과를 100 ppm 염소액(pH 6.5)으로 세척한 후 송풍 건조시킨 다음 박피, 제심, 8등분하고, 1% ascorbic acid, 1% cystein, 1% sodium chloride, 1% magnesium chloride, 1% calcium chloride 또는 1% histidine-용액에 3분간 침지시킨 후 흡수지로 과잉의 표면 물기를 제거하였다. 대조구는 증류수를 침지액으로 사용하였다. 그런 다음, 각 처리 용액별 절단 사과 약 300 g를 플라스틱 용기에 담아 60 µm 두께의 low density polyethylene(LDPE) 필름 봉지(18 cm×20 cm)에 넣어 밀봉 포장하고 4℃에서 24시간 보관한 후 갈변도 측정용 시료로 사용하였다.

### 한약재 추출물의 조제 및 처리

한약재(갈근, 당귀, 산약, 오약, 황기, 천궁) 건조물을 mill(J-NCM, Jisico Co, Seoul, Korea)로 분쇄한 후 20 mesh 체를 통과한 분말 2 g에 증류수 100 mL를 넣고 80℃의 진탕수조에서 1시간 추출한 후 여과지(No 2, Advantec, Tokyo, Japan)를 통과시키고 고형분 함량이 1%가 되게 추출

액을 조제하였다. 원형 사과를 100 ppm 염소액(pH 6.5)으로 세척한 후 송풍 건조시킨 다음 박피, 제심, 8등분하고, 상기한 갈근, 당귀, 산약, 오약, 천궁 또는 황기 추출액에 3분간 침지시킨 후 흡수지로 과잉의 표면 물기를 제거하였다. 대조구는 증류수를 침지액으로 사용하였다. 그런 다음, 각 처리구별 시료 약 300 g를 플라스틱 용기에 담아 60 µm 두께의 LDPE 필름 봉지(18 cm×20 cm)에 넣어 밀봉 포장하고 4℃에서 24시간 보관한 후 갈변도 측정용 시료로 사용하였다.

### 가열 처리

원형 사과를 100 ppm 염소액(pH 6.5)으로 세척한 후 송풍 건조시키고 원형 또는 절단 사과를 증류수에서 열처리 하였다. 즉, 원형 사과의 일부는 그대로 40, 45, 50℃의 증류수에서 30, 60초 동안 각각 열처리한 후 박피, 제심, 8등분하였고, 나머지 원형 사과는 박피, 제심, 8등분하고, 40, 50, 60℃의 증류수에 침지시켜 5, 10초 동안 열처리 후 흡수지로 과잉의 표면 물기를 제거하였다. 대조구는 증류수 침지처리만 행하였다. 각 조건으로 열처리한 절단사과 약 300 g를 플라스틱 용기에 담아 60 µm 두께의 LDPE 필름 봉지(18 cm×20 cm)에 넣어 밀봉 포장하고 4℃에서 24시간 보관한 후 갈변도 측정용 시료로 사용하였다.

### 코팅 처리

원형 사과를 100 ppm 염소액(pH 6.5)으로 세척한 후 송풍 건조시킨 다음 박피, 제심, 8등분하고, 코팅처리를 위해 albumin액(0.5, 1, 1.5%), dextrin액(1, 2, 3, 4%), sucrose poly ester액(0.5, 1, 1.5%), whole soy flour액(0.5, 1, 1.5%)에 15초간 침지, 3분간 drain시켰다. 대조구는 증류수 침지처리만 행하였다. 각 조건으로 코팅 처리한 절단사과 약 300 g를 플라스틱 용기에 담아 60 µm 두께의 LDPE 필름 봉지(18 cm×20 cm)에 넣어 밀봉 포장하고 4℃에서 24시간 보관한 후 갈변도 측정용 시료로 사용하였다.

### 갈변도 측정

신선절단 사과의 갈변도는 표준 백색판(L=97.79, a=-0.38, b=2.05)으로 보정된 colorimeter(CR-200, Minolta Co, Osaka, Japan)를 사용하여 L값을 측정한 후 다음과 같은 식으로 계산하여 나타내었다.

$$\text{Browning degree} = \frac{(L_{\text{initial}} - L_{\text{measurement}})}{L_{\text{initial}}} \times 100$$

### 통계처리

실험결과의 통계처리는 SPSS software(14.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA)를 이용하여 분산분석과 Duncan's multiple range test(p<0.05)를 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 화학물질 처리의 효과

신선절단 사과 제조 시 화학물질 처리가 제품의 갈변도에 미치는 영향을 구명하기 위하여, 절단 '후지' 사과를 ascorbic acid, cystein, sodium chloride, magnesium chloride, calcium chloride, histidine 등의 1% 수용액으로 각각 처리하고 24시간 경과 후 L값을 측정하여 계산한 갈변도는 Fig. 1에 나타내었다. 신선절단 사과의 갈변도는 모든 화학물질 처리구가 대조구보다 낮은 수준을 나타내었으나 화학물질 처리구 사이에는 유의적인 차이를 보였다. 즉, 화학물질 처리구의 갈변도는 calcium chloride 처리구에서 가장 낮았고 histidine 처리구에서 가장 높았으며 그 사이 수준을 상호 차이 없이 ascorbic acid, cystein, sodium chloride, magnesium chloride 처리구에서 보였다. 이로써 신선절단 사과의 갈변 억제에 calcium chloride가 가장 효과적인 것으로 확인되었다. 신선절단 멜론의 경우에 calcium chloride 처리는 과육경도 유지 효과를 가지며(17), 이는 calcium이 펙틴질과 결합하여 세포벽 구조를 강화시키기 때문인 것으로 알려져 있다(18). 이러한 점과 신선절단 감자의 갈변 속도가 조직유지의 기본인 세포막의 안정도와 밀접한 관계가 있다는 점을 고려해 볼 때(19), calcium chloride 처리 신선절단 사과의 갈변이 억제된 것은 calcium에 의한 조직 강화 효과도 일부 기여한 것으로 생각된다.

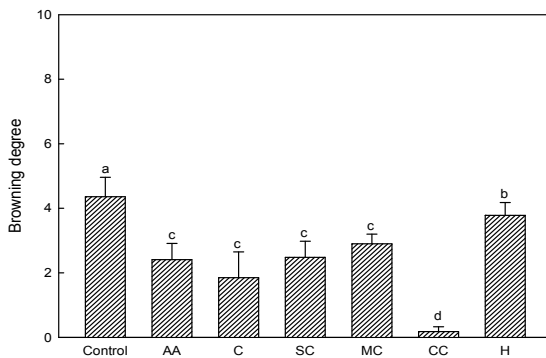


Fig. 1. Browning degree of fresh-cut apples treated with different antibrowning agents.

Control: distilled water, AA: 1% ascorbic acid, C: 1% cystein, SC: 1% sodium chloride, MC: 1% magnesium chloride, CC: 1% calcium chloride, H: 1% histidine. Means $\pm$ SD(n=3) with different letters above a bar are significantly different at  $p < 0.05$ .

### 한약재 추출물 처리의 효과

신선절단 사과의 갈변도에 한약재인 갈근, 당귀, 산약, 오약, 천궁, 황기 등의 열수 추출물이 미치는 영향을 측정된 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 갈근, 오약, 천궁 추출물을 처리한 신선절단 사과의 갈변도는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 당귀와 산약 추출물 처리구는 대조구보다 오히려 높은 수준을 보였고 황기 추출물 처리구는 대조구보다 유의적으로 낮은 수준을 보였다. 이러한 결과

를 볼 때, 신선절단 사과의 효소적 갈변반응에 황기 추출물만이 억제효과를 가지며, 당귀와 산약 추출물은 촉진효과를 가지고, 갈근, 오약, 천궁 추출물은 거의 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 이는 황기 추출물이 항산화성을 가진다는 보고(20)를 볼 때 황기에 함유된 항산화 성분에 의한 갈변억제 효과 때문인 것으로 생각된다. 신선절단 사과에 대한 황기의 갈변 억제효과는 앞서 언급한 화학물질의 대체제로서 가치를 가지는 것으로 여겨진다. 한편, 신선절단 감자의 경우에 감초 추출물 처리가 PPO 활성 저해와 갈변 억제에 유효하였다고 하였고(15), 신선절단 양송이의 경우는 천문동과 계피 추출물 처리가 갈변 억제 효과를 가지는 것으로 보고된 바 있다(16).

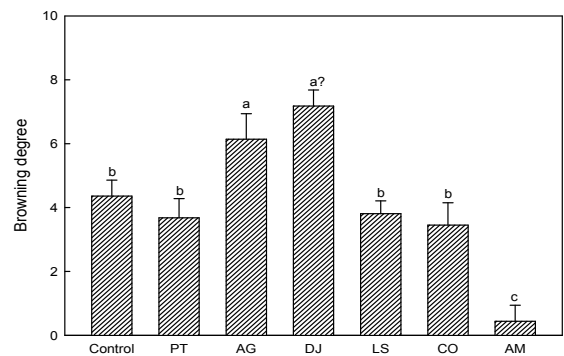


Fig. 2. Browning degree of fresh-cut apples treated with different medicinal herb extracts.

PT: *Pueraria thunbergiana*, AG: *Angelica gigas*, DJ: *Dioscorea japonica*, LS: *Lindera strychnifolia*, CO: *Chnidium officinale*, AM: *Astragalus membranaceus*. Means $\pm$ SD(n=3) with different letters above a bar are significantly different at  $p < 0.05$ .

### 가열처리의 효과

신선절단 사과의 갈변도에 가열 처리가 미치는 영향을 알아보기 위하여, 사과 과실을 절단 후 가열 처리하거나 절단 전 원형 과실 상태로 가열 처리한 후 갈변도를 측정된 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 먼저 절단 사과를 가열 처리한 경우의 갈변도를 보면, 50°C에서 5초 처리구는 대조구보다 낮은 수준을 보였고 40°C에서 10초 처리구와 60°C에서 5초와 10초 처리구는 대조구보다 높은 수준을 나타내었으나 40°C에서 5초와 50°C에서 10초 처리구는 대조구와 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 이로써 절단 상태 사과의 갈변 억제를 위한 열수처리 온도는 50°C 정도인 것으로 확인되었다. 이러한 가열처리에 의한 갈변 억제 효과는 배(21)와 복숭아(22)의 경우와 유사하였으며, 열에 의한 갈변 관련 효소의 불활성화(23)가 주된 원인인 것으로 알려져 있다. 신선절단 처리 전 원형 사과의 가열 처리가 절단제품의 갈변도에 미치는 영향을 조사한 결과, 40°C와 50°C에서 30초와 60초 처리구는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았으나 45°C 처리구는 대조구보다 유의적으로 낮았으며 특히, 45°C에서 60초 처리구가 더욱 낮은 수준을 나타내었다. 이로써 원형 사과를 가열처리시에는 45°C에서의 처리가 절단 사과의

갈변억제에 유효한 것으로 판단되었다. 이러한 ‘후지’ 사과에 대한 열처리 효과는 ‘Delicious’를 포함한 다른 품종(11)의 경우와 유사하였다. 절단과 원형 상태의 가열처리 조건이 상이한 것은 피가열처리물의 형상과 크기 차이에 따른 열전달속도의 차이에 기인된 것으로 생각된다. 원형과 절단 과실의 전반적인 가열처리 효과와 공정의 효율성을 비교해 볼 때, 신선절단 사과 제조 시 절단 후보다 절단 전 원형 상태로 가열처리하는 것이 제품의 갈변억제와 품질관리에 더욱 효과적인 방법으로 여겨진다.

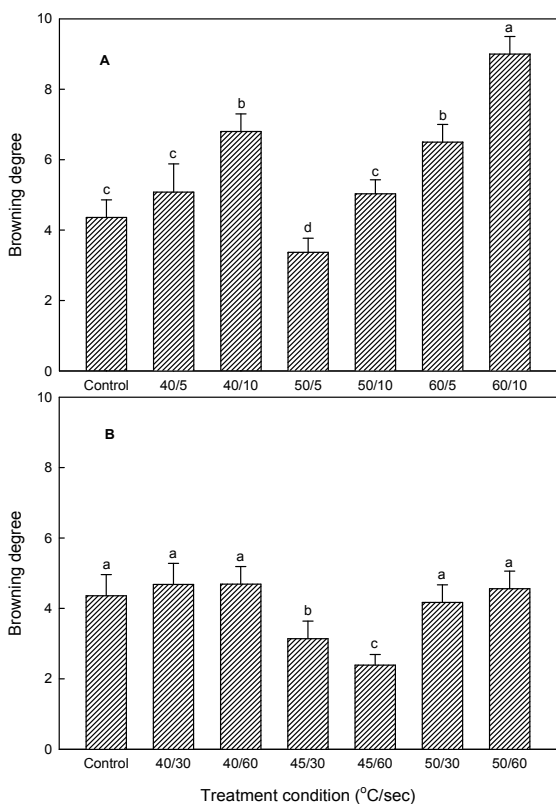


Fig. 3. Browning degree of fresh-cut apples treated with different heating conditions.

A: heat treatment after cutting, B: heat treatment before cutting. Means±SD(n=3) with different letters above a bar are significantly different at p<0.05.

가식성 코팅처리의 효과

신선절단 사과의 갈변도에 코팅제인 albumin, dextrin, sucrose poly ester, whole soy flour 등의 각 농도처리가 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 신선절단 사과의 갈변도는 1% sucrose poly ester 용액 처리구를 제외한 모든 코팅구가 대조구보다 유의적으로 낮은 수준을 나타내었고, dextrin과 whole soy flour 코팅구가 다른 물질 코팅구보다 비교적 낮은 수준을 나타내었다. 각 코팅제별 농도에 따른 갈변도 차이를 비교해 보면, albumin의 경우는 0.5-1.5%에서 거의 차이를 보이지 않았으나, dextrin은 3%까지 농도가 증가할수록 갈변도가 낮아지는 경향을 보였고, sucrose poly ester는 1.5%에서 급격히 높아지는 경향을

보였으며, whole soy flour는 1%까지는 낮아지나 1.5%에서는 다시 높아지는 경향을 각각 나타내었다. 전반적으로 볼 때 3% dextrin 용액과 1% whole soy flour 용액으로 코팅 처리한 절단사과의 갈변도가 가장 낮은 수준을 보였으며, 이러한 코팅 조건이 신선절단 사과의 갈변억제에 유효한 것으로 판단된다. 코팅처리에 의한 갈변억제 효과는 갈변요인들로부터 절단면의 보호 효과 때문인 것으로 알려져 있다(12,13).

이상의 모든 결과를 종합해 보면, 신선절단 ‘후지’ 사과의 갈변 억제에 화학물질로는 1% calcium chloride, 한약재로는 황기 추출물, 가열처리는 절단상태로 50℃, 10초와 원형상태로 45℃, 60초 처리조건, 코팅제로는 3% dextrin과 1% whole soy flour가 비교적 효과적인 것으로 나타났다. 그리고 화학물질 처리를 대신하여 한약재 추출물의 적용 가능성이 가장 높았으며 다음으로 코팅처리, 열처리 순으로 확인되었지만, 앞으로 이들의 세부적인 적용 조건과 병용 효과 및 한약재 추출물의 갈변억제 원인 구명에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

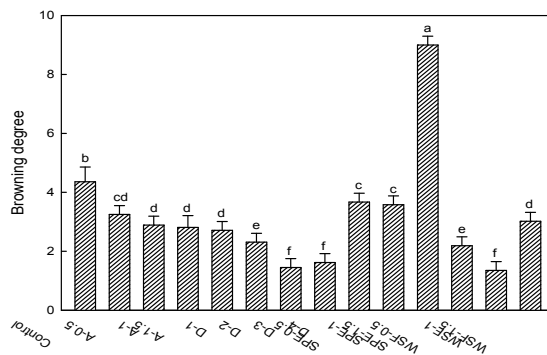


Fig. 4. Browning degree of fresh-cut apples treated with different coating materials.

A-0.5: 0.5% albumin, A-1: 1% albumin, A-1.5: 1.5% albumin, D-1: 1% dextrin, D-2: 2% dextrin, D-3: 3% dextrin, D-4: 4% dextrin, SPE-0.5: 0.5% sucrose poly ester, SPE-1: 1% sucrose poly ester, SPE-1.5: 1.5% sucrose poly ester, WSF-0.5: 0.5% whole soy flour, WSF-1: 1% whole soy flour, WSF-1.5: 1.5% whole soy flour. Means±SD(n=3) with different letters above a bar are significantly different at p<0.05.

요 약

신선절단 ‘후지’ 사과의 갈변도에 화학물질(ascorbic acid, cystein, sodium chloride, magnesium chloride, calcium chloride, histidine: 1% 용액), 한약재(갈근, 당귀, 산약, 오약, 천궁, 황기: 1% 추출액), 가열(절단과실과 원형과실, 40-60℃ 증류수) 및 코팅(albumin, dextrin, sucrose poly ester, whole soy flour: 0.5-4% 용액) 처리가 미치는 영향을 조사하였다. 각 처리방법별 신선절단 사과의 갈변도는 1% calcium chloride 용액 처리, 황기 추출물 처리, 3% dextrin과 1% whole soy flour 코팅 처리에 의해 가장 낮은 수준을 보였다.

가열처리의 갈변도는 절단과실 처리시에는 50℃에서, 원형과실 처리시에는 45℃에서 각각 처리한 시료에서 가장 낮은 수준을 보였다. 이로써 신선절단 사과와 갈변에 대한 한약재 추출물, 가열 및 코팅 처리의 억제 효과와 조건이 확인되었고, 이러한 방법은 화학물질을 부분적으로 대체할 수 있을 것으로 판단된다.

### 감사의 글

이 논문은 2012학년도 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음

### 참고문헌

- Boyer J, Liu RH (2004) Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutr J*, 3, 1-15
- Allende A, Tomas-Barberan FA, Gil M (2006) Minimal processing for healthy traditional foods. *Trends Food Sci Technol*, 17, 513-519
- Cantwell M (1992) Minimally processed fruits and vegetables. In *Postharvest technology of horticultural crops*. Kader A(Editor), Univ. California, USA, Publ, 3311, p 277-281
- Watada AE, Abe K, Yamauchi N (1990) Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. *Food Technol*, 44, 116-122
- Toivonen PMA, Brummell DA (2008) Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biol Technol*, 48, 1-14
- Tomas-Barberan FA, Espin JC (2001) Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *J Sci Food Agric*, 81, 853-876
- Sapers GM, Garzarella L, Pilizota V (1990) Application of browning inhibitors to cut apple and potato by vacuum and pressure infiltration. *J Food Sci*, 55, 1049-1053
- Cocci E, Rocculi P, Romani S, Rosa MD (2006) Changes in nutritional properties of minimally processed apples during storage. *Postharvest Biol Technol*, 39, 265-271
- Son SM, Moon KD, Lee CY (2001) Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices. *Food Chem*, 73, 23-30
- Jiang Y, Joyce DC (2002) 1-Methylcyclopropene treatment effects on intact and fresh-cut apple. *J Hort Sci Biotechnol*, 77, 19-21
- Kim DM, Smith NL, Lee CY (1993) Apple cultivar variations in response to heat treatment and minimal processing. *J Food Sci*, 58, 1111-1114
- Wong DWS, Tillin SJ, Hudson JS, Pavlath AE (1994) Gas exchange in cut apples with bilayer coatings. *J Agric Food Chem*, 42, 2278-2285
- Perez-Gago MB, Serra M, Del Rio MA (2006) Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. *Postharvest Biol Technol*, 39, 84-92
- Chung HS, Moon KD, Choi JU (1999) Processing and modified atmosphere packaging of fresh-cut apples using CA stored apples. *Korean J Postharvest Sci Technol*, 6, 351-356
- Hwang TY, Moon KD (2006) Quality characteristics of fresh-cut potatoes with natural antibrowning treatment during storage. *Korean J Food Sci Technol*, 38, 183-187
- Ryu JM, Park YJ, Choi SY, Hwang TY, Kim IH, Oh DH, Moon KD (2003) Browning inhibition and quality characteristics of minimally processed mushroom (*Agaricus bisporus*) using extracts from natural materials during storage. *Korean J Food Preserv*, 10, 11-15
- Luna-Guzman I, Cantwell M, Barrett DM (1999) Fresh-cut cantaloupe: effects of CaCl<sub>2</sub> dips and heat treatment on firmness and metabolic activity. *Postharvest Biol Technol*, 17, 201 - 213
- Poovaiah BW (1986) Role of calcium in prolonging storage life of fruit and vegetables. *Food Technol*, 40, 86-89
- Cantos E, Tudela JA, Gil MI, Espin JC (2002) Phenolic compounds and related enzymes are not rate-limiting in browning development of fresh-cut potatoes. *J Agric Food Chem*, 50, 3015-3023
- Yin Y, Heo SI, Jung MJ, Wang MH (2009) Antioxidant and antidiabetic effects of various sections of *Astragalus membranaceus*. *Korean J Pharmacogn*, 40, 1-5
- Abreu M, Beirao-da-Costa S, Goncalves EM, Beirao-da-Costa ML, Moldao-Martins M (2003) Use of mild heat pre-treatments for quality retention of fresh-cut 'Rocha' pear. *Postharvest Biol Technol*, 30, 153-160
- Koukounaras A, Diamantidis G, Sfakiotakis E (2008) The effect of heat treatment on quality retention of fresh-cut peach. *Postharvest Biol Technol*, 48, 30-36
- Peng L, Jiang Y (2004) Effects of heat treatment on the quality of fresh-cut Chinese water chestnut. *Int J Food Sci Technol*, 39, 143 - 148