

Grapefruit Seed Extract와 Ascorbic Acid의 혼합 처리가 콩나물 변패 미생물과 저장 품질에 미치는 영향

박우포[†] · 조성환* · 이동선**

마산대학 식품영양과

*경상대학교 식품공학과

**경남대학교 식품공학과

Effect of Grapefruit Seed Extract and Ascorbic Acid on the Spoilage Microorganisms and Keeping Quality of Soybean Sprouts

Woo-Po Park[†], Sung-Hwan Cho* and Dong-Sun Lee**

Dept. of Food and Nutrition, Masan College, Masan 630-729, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

**Dept. of Food Engineering, Kyungnam University, Masan 631-701, Korea

Abstract

The antimicrobial effect of mixed solutions of grapefruit seed extract(250ppm) and ascorbic acid(1%) on the spoilage microorganisms such as *Staphylococcus epidermis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas syringae*, *Candida albicans* and *Corynebacterium xerosis* isolated from the spoiled soybean sprouts were investigated. Cell wall and membrane were partially destroyed and the contents of the destroyed cell were exuded after treatment. Packages with 30 μ m cast polypropylene(CPP), 16 μ m polyolefin(RD 106) and 10 μ m high density polyethylene(HDPE) were applied for soybean sprouts dipped in mixed solutions respectively. Oxygen and carbon dioxide concentration inside packages were dependent on the kind of films during storage at 5°C. The antimicrobial activity of mixed solutions was maintained for 5 days at CPP package. Package with HDPE showed a severe browning than the others after 5 days. Ascorbic acid content of mixed solution treatment was higher than that of control for each package.

Key words: grapefruit seed extract, ascorbic acid, soybean sprouts, keeping quality

서 론

소득 수준이 증가하고 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 채소류에 대한 소비자의 선호도는 지속적으로 증가하고 있다. 또한 편의성을 추구하는 소비자들은 채소류를 구입할 때에도 다듬기와 같은 전처리 과정 없이도 바로 이용될 수 있는 제품을 선호하는 편이다. 채소류를 세척, 박피 및 절단 등의 공정을 거친 다음에 포장하여 냉장상태로 유통시키는 최소가공채소류(minimally processed vegetables)가 지니는 편의성 때문에 미국 등에서는 이들에 대한 소비가 지속적으로 늘어나고 있다(1,2).

콩나물은 콩을 발아시켜서 만드는 채소의 일종으로

서 우리의 식생활에서 큰 비중을 차지하고 있다. 그런데 콩나물은 온도가 비교적 높고 물을 자주 뿌려주는 조건하에서 재배되기 때문에 미생물이 생육하는데에도 적합한 조건이 되어서 생산된 초기의 콩나물에는 총균수가 $10^7 \sim 10^8$ CFU/g 정도에 이르고 있다(3-5). 이와 같이 콩나물은 초기 미생물수가 많기 때문에 유통되는 동안에 미생물이 급격하게 번식함으로써 품질이 저하되어 저장 수명이 짧아질 것이다. 따라서 총균수를 감소시키기 위한 방안의 하나로 천연항균제인 grapefruit seed extract(GFSE)를 처리함으로써 콩나물의 초기 및 저장 중 총균수를 줄일 수가 있었다(6). 그러나 GFSE를 처리한 콩나물은 대조구에 비하여 갈변현상이 심해 지는데, 이것을 억제하기 위하여 박 등(7)이 콩나물의

[†]To whom all correspondence should be addressed

갈변억제에 효과가 있다고 보고한 ascorbic acid를 GFSE와 동시에 처리함으로써 저장 중 콩나물의 미생물 수의 감소와 갈변을 부분적으로 억제할 수가 있었다. 콩나물을 최소가공채소류의 형태로 편의성을 부여하기 위해서는 정선, 세척 등의 공정을 거친 다음에 포장하여 유통을 하게 된다. Park 등(6)이 제시한 콩나물 저장시의 총균수 억제 조건을 적절한 포장재료와 조합한다면 저장시의 콩나물 품질특성은 높아질 것이고, 이것은 저장수명의 연장으로 나타날 것이다.

본 실험에서는 콩나물의 변패에 관련된 미생물을 분리하여 이들이 항균제인 GFSE와 갈변방지제로 사용하는 ascorbic acid의 항균혼합용액으로 처리했을 때의 변화를 관찰함으로써 변패미생물에 미치는 이들의 영향을 조사하였다. 또한 기체의 투과도가 다른 포장재를 사용하여 항균혼합용액으로 처리한 콩나물을 저장하면서 품질특성의 변화를 조사하여 효과적인 저장 조건을 설정하고자 하였다.

재료 및 방법

공시 균주의 준비

변패가 심하게 진행된 콩나물에서 분리된 미생물을 Bergey's manual of determinative bacteriology(8)를 근거로 형태학적 및 생리학적 특성을 바탕으로 *Staphylococcus epidermis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas syringae*, *Candida albicans* 및 *Corynebacterium xerosis*로 동정하였다. 본 실험에서는 미생물 분리를 목적으로 채취한 변패 콩나물군에서는 분리되었으나 변패되지 않은 콩나물군에서 분리되지 않은 미생물들을 콩나물의 변패미생물이라고 하였다. 분리된 미생물은 각각의 특정배지에서 일정시간 동안 배양한 다음 항균제인 GFSE와 갈변방지제인 ascorbic acid의 항균혼합용액으로 처리하는 실험의 공시 균주로 사용하였다.

GFSE와 ascorbic acid의 항균혼합용액 처리에 의한 콩나물 변패균주 세포의 전자현미경학적 형태변화

미생물의 생육억제와 갈변방지에 효과가 있다고 한 Park 등(6)의 결과를 토대로 GFSE 250ppm과 ascorbic acid 1%로 농도가 조정된 항균혼합용액에 배양균주의 일부를 30분간 침지 처리하고 원심분리하여 비교적 순수한 공시균주로 분리한 후, 2.5% glutaraldehyde용액(1~4°C, pH 7.0~7.4)에서 2~4시간 진탕하여 고정하였으며, 1~2% osmium tetroxide용액(1~4°C, pH 7.0~7.4)에서 30분에 한번씩 흔들어서 주며 균주를 고정시

켰다. 이어서 phosphate buffer(0.2M, pH 7.0)로 진탕수세하여 고정을 마무리한 다음, 50% ethanol과 무수 ethanol로 실온에서 20분씩 진탕하여 탈수하였다. 다시 propylene oxide로 30분간 2회 처리하여 작업을 한 후, epon화합물(포매제: epon 812, 경화제: DDSAMNA, 가속제: DMP-30)과 acetone과의 혼합비를 3:7, 5:5, 7:3 또는 100% epon혼합물로 각각 1시간씩 처리하여 포매시켰다. 포매된 재료는 37°C EM(electron microscope) oven에서 12시간, 45°C EM oven에서 12시간, 60°C EM oven에서 48시간, 총 72시간 열중합하고 LKM-V형 ultramicrotome으로 0.5~2.0 μ m 두께의 semithin section을 제작한 후, toluidine blue로 단염색하였다. 염색된 세포를 ultrathin section(60~90nm)으로 박절한 다음, 광학현미경으로 관찰 대상부위를 확인하였다. 동일한 부위에서 은색절편을 제작하여 copper grid(200 mesh)를 부착시킨 다음, 1% uranyl acetate와 lead-citrate를 사용하여 double stain으로 염색하고 투과전자현미경(TEM: transmission electron microscope, Hitachi H-600)으로 투과전자현미경 사진을 촬영하였다(9~11).

β -Galactosidase activity 측정

GFSE와 ascorbic acid의 항균혼합용액 처리가 변패 미생물의 세포막에 미치는 영향을 알아보기 위하여 세포를 파쇄하지 않고 toluene, chloroform과 항균혼합용액 존재시에 균체의 β -galactosidase가 정량되는가의 여부를 살펴보았다. 사용균주가 β -galactosidase를 가지고 있음은 IPTG와 X-gal을 함유한 배지에서 확인하였다. 이와같은 실험과정에서 β -galactosidase를 가지고 있음이 확인된 *Escherichia coli*, *Pseudomonas syringae* 및 *Staphylococcus epidermis*를 영양배지에 접종하여 37°C에서 24시간 배양한 후, M9 medium으로 옮겨주어서 600nm에서 흡광도가 0.2~0.7이 되도록 배양한 다음에는 0°C에서 방치하여 성장을 억제하였다. 배양액 0.5ml에 같은 부피의 완충액을 가하고 10초간 잘 흔들어 toluene, 증류수, 항균혼합용액, chloroform을 같은 농도로 처리하고, 다시 10초간 세계 흔들어 주었다. Toluene을 제거하기 위하여 37°C에서 40분간 방치하고, 28°C에서 5분간 더 방치하고 ONPG(o-nitrophenyl- β -D-galactopyranoside, 4mg/ml)를 0.2ml 첨가 후 잘 흔들어 주고 약 20시간 동안 28°C에서 반응시켰다. 1M Na₂CO₃ 0.5ml를 가하여 반응을 정지시킨 후, 원심분리하고 상등액의 흡광도를 420nm에서 측정하였다. 증류수를 넣은 경우를 0으로 하고 toluene을 넣은 경우를 100으로 하여 항균혼합용액 처리가 변패미

생물의 세포막에 미치는 영향을 비교하였다(12).

저장용 콩나물 시료의 구입, 처리 및 포장

콩나물은 5kg 단위로 포장된 제품을 구입하여 실험에 사용하였다. 콩나물을 200g 단위로 항균혼합용액에 5분간 담근 후에 salad spinner에 넣어서 1분간 탈수하였다. 그 후에 25×22cm 규격의 포장 용기에 처리된 콩나물을 담고 밀봉한 다음 5°C에서 저장하였다. 포장에 사용한 재료는 30µm cast polypropylene(CPP, STC, Korea), 16µm polyolefin(RD 106, Cryovac, USA), 10µm high density polyolefin(HDPE, Clean wrap, Korea)이었다. 저장하면서 2일, 5일, 8일 및 12일에 각각 시료를 꺼내어 포장 내부의 기체 조성, 총균수, ascorbic acid 함량 및 시료의 표면색도를 측정하였다.

포장 내부의 기체조성 측정

콩나물을 포장하여 저장하면서 포장 내부의 기체 조성이 어떻게 변화하는지를 알아보기 위하여 gas tight syringe를 사용하여 포장 내부의 기체를 1ml 취하여 gas chromatography(860D, Young-In Co., Korea)에 주입한 다음에 얻어지는 크로마토그램을 분석하여 산소와 이산화탄소의 농도 변화를 조사하였다. 이때에 사용한 column은 CTR I(Alltech Associates, Inc., USA)이었으며, 검출기는 TCD였다. 오븐의 온도는 40°C, 인젝터는 70°C, 검출기는 90°C로 하였으며, 운반 기체로 사용한 헬륨의 이동속도는 50ml/min로 하였다.

총균수의 측정

기체 조성을 측정한 포장을 개봉한 다음 콩나물 50g을 취하여 멸균된 Waring blender(Waring Products Division Dynamacs Co., USA)에 넣고 멸균 증류수 150ml과 함께 마쇄한 후 500ml로 희석하였다. 이 중에서 1ml을 취하여 0.1% peptone수로써 필요한 만큼 희석하였다. 희석액 0.1ml을 yeast extract 3g이 들어 있는 tryptone glucose extract agar 배지에 도말하여 35°C에서 48시간 배양한 다음 형성된 균총의 수를 colony forming unit(CFU/g)로 표시하였다(13,14).

비타민 C 함량의 측정

시료 5g에 메타인산과 초산 혼합액을 15ml 부은 후 마쇄하여 원심분리하여 상등액을 분리하고, 침전물에 다시 메타인산과 초산 혼합액 10ml 부어서 원심분리한 다음 얻은 상등액을 앞의 것과 합한 다음에 50ml까지 희석하였다. 이 중에서 20ml을 취하여 2,6-dichloroin-

dophenol로 적정한 값을 환원형 vitamin C 함량으로 환산하였다(15).

색도의 측정

시료는 색차계(CR-200, Minolta Chroma Co., Osaka, Japan)를 사용하여 시료 표면의 L값을 3회 측정하여 평균값으로 표시하였다.

결과 및 고찰

GFSE와 ascorbic acid 항균혼합용액 처리에 의한 미생물세포의 전자현미경학적 형태변화

GFSE 250 ppm과 ascorbic acid 1%가 혼합된 항균 혼합용액이 콩나물의 변패에 영향을 주는 미생물의 세포 생리특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 항균 혼합용액 처리균주와 대조구 균주를 전자현미경 촬영시료로 조제하여 TEM 촬영을 한 결과는 Fig. 1과 같았다. 즉 항균혼합용액 처리시에 Gram 양성균인 *Staphylococcus epidermis*, *Corynebacterium xerosis*, Gram 음성균인 *Pseudomonas syringae* 및 효모인 *Candida albicans* 등과 같이 넓은 영역의 변패미생물에 대하여 세포벽 및 세포막이 파손되어 있는 것을 확인할 수가 있었다. 또한 항균혼합용액 처리에 의하여 균체 세포는 세포막의 기능이 파괴되어 세포내용물이 균체 외부로 유출됨으로써 생육이 억제되며, 균체 내부가 빈 ghost 형태로 되는 균체수가 증대함을 알 수 있었다. 이것은 항균활성물질이 미생물의 세포내 생리활성효소의 기능을 약화시킴으로써 세포벽 및 세포막의 기능이 상실되어 세포의 내용물이 소실되었기 때문이라고 생각된다. 이로써 GFSE 및 ascorbic acid의 항균혼합용액 처리시에 미생물은 생리활성효소의 기능이 약화되고, 삼투기능이 상실되어 생육이 억제될 것으로 생각된다.

β-Galactosidase activity의 측정

GFSE와 ascorbic acid의 항균혼합용액을 미생물 세포에 처리하였을 때, 세포막에 영향을 주는지를 알아보기 위하여 세포막내의 β-galactosidase 활성이 확인된 *Escherichia coli*, *Pseudomonas syringae* 및 *Staphylococcus epidermis*의 β-galactosidase 활성을 측정하였다(Fig. 2). 즉 증류수를 가해준 대조구에서의 값을 0으로 하고 toluene을 가해 준 시험구를 100으로 하였을 때에 항균혼합용액 처리시에 *Escherichia coli*는 97.3%, *Pseudomonas syringae*는 97.4%의 활성이 검출되었으며, *Staphylococcus epidermis*는 106.8%로

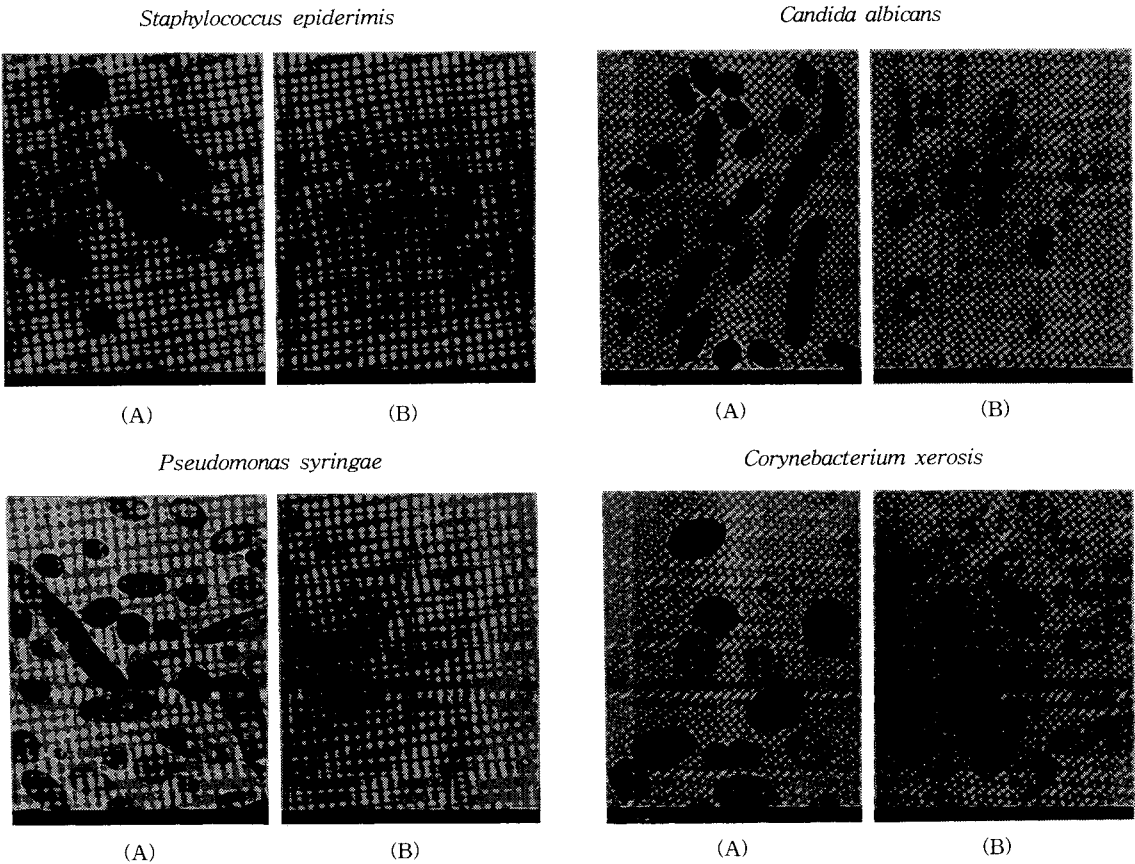


Fig. 1. Transmission electron micrographs of *Staphylococcus epidermis*, *Pseudomonas syringae*, *Candida albicans*, and *Corynebacterium xerosis* from top to bottom. A: Control(no treatment), B: Treated with 1% ascorbic acid in 250ppm grapefruit seed extract(magnification: $\times 25,000$)

toluene을 압도하는 높은 활성이 확인되었다. Chloroform을 가해서 세포막을 손상시켜 얻은 값이 13.1~17.7% 정도인 것을 토대로 판단해 보면 항균혼합용액이 chloroform보다 미생물의 세포막을 더 손상시키며, 세포막 파손이 심하게 일어나는 toluene처리구의 97~107%에 상응하는 세포막 기능파괴가 초래된 것으로 예상할 수 있었다. 이 결과는 전자현미경 실험결과(Fig. 1)와 잘 일치하였으며, 이와 같은 항균작용으로 인하여 항균혼합용액을 처리하면 미생물 세포의 생육이 효과적으로 억제될 것으로 판단된다.

항균제 및 갈변방지제 처리에 의한 저장 중 품질 변화

저장 기간이 경과함에 따라 콩나물 포장 내부의 산소 농도가 급격하게 감소된 것은 포장 내부에 있는 콩나물과 미생물의 대사에 산소가 사용되었기 때문이라고 생각된다(Fig. 3). Varoquaux 등(3)은 저장 기간이

경과함에 따라 식물체의 조직이 부패하기 전까지 포장 내부의 산소 농도가 줄어드는 것은 포장 내부에 있는 식물과 미생물의 대사에 의한 것이라고 하였다. HDPE 필름으로 포장한 시험구의 산소 농도가 저장 12일 동안 다른 시험구에 비하여 높았던 것은 HDPE가 다른 포장재에 비하여 산소에 대한 투과도가 낮았기 때문이라고 생각된다. 다른 시험구는 저장 5일을 제외하면 거의 비슷한 값을 나타내었는데, 저장 5일에도 포장에 사용된 필름의 종류에 따라서 항균혼합용액 처리구와 대조구간의 산소 농도가 서로 다르게 나타났다. 즉 CPP 포장은 처리구가 대조구에 비하여 높은 산소 농도를 나타내었으나 RD 106 포장에서는 대조구가 처리구보다 높은 산소 농도를 나타내었다. 이것으로 보아 GFSE와 ascorbic acid의 항균혼합용액 처리가 콩나물 포장 내부의 산소 농도에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각되었다. 이산화탄소의 농도는 HDPE로 포장한 시험구의 값이 가장 낮았으며, CPP로 포장한 시험구의 값이 가장

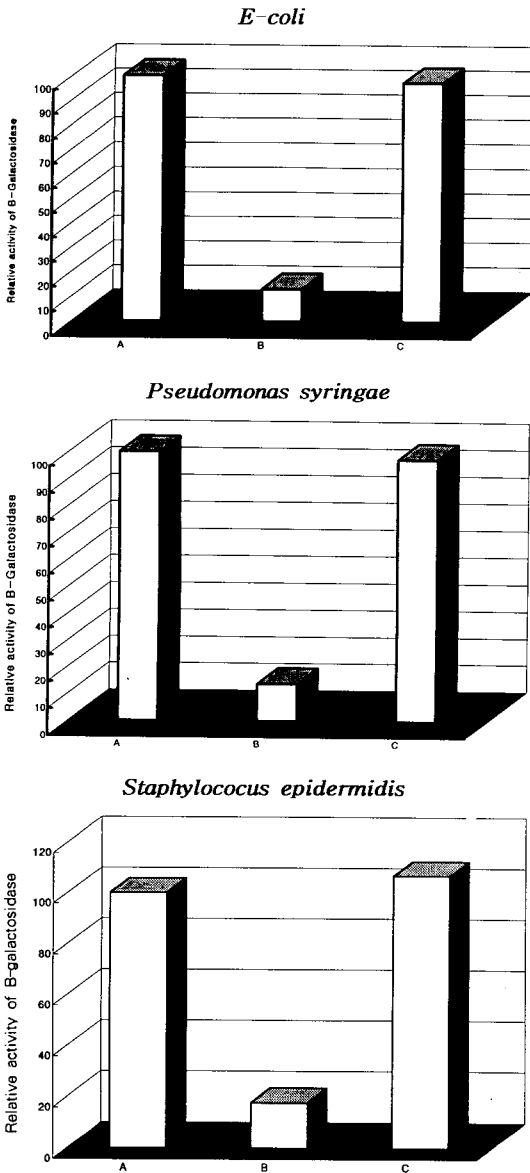
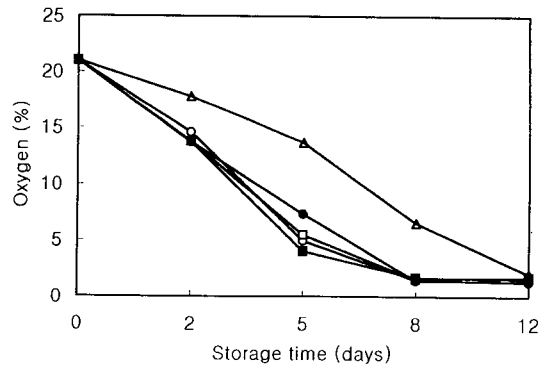
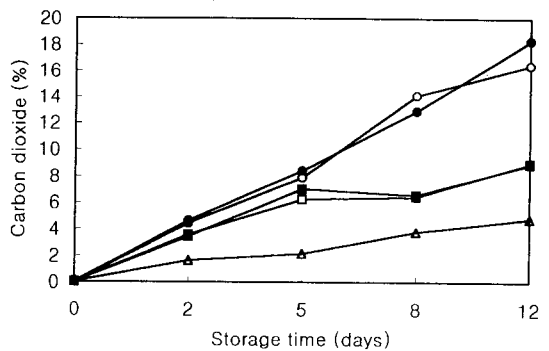


Fig. 2. Effects of natural antimicrobial and antibrowning agent on the membrane perturbation of *E. coli*, *Pseudomonas syringae* and *Staphylococcus epidermidis*. The cells were treated with the reagent including toluene(A), chloroform(B) and 250ppm of grapefruit seed extract containing 1% ascorbic acid(C).

높았다. 이것은 CPP가 이산화탄소에 대한 투과도가 다른 포장재료보다 낮았기 때문이라고 생각된다. 또한 산소의 경우와 마찬가지로 항균혼합용액 처리구와 대조구간에 이산화탄소 농도의 차이는 커지 않았다. 이것으로 보아 포장 내부의 산소 및 이산화탄소의 농도는 항균혼합용액 처리에 의하여 영향을 받기보다는 포장재



(A)



(B)

Fig. 3. Changes of oxygen(A) and carbon dioxide(B) concentrations in the soybean sprouts treated with GFSE and ascorbic acid and packaged with films during storage at 5°C. —○—: CPP(control), —●—: CPP(250ppm GFSE and 1% ascorbic acid), —□—: RD 106(control), —■—: RD 106(250ppm GFSE and 1% ascorbic acid), —△—: HDPE (250ppm GFSE and 1% ascorbic acid)

료의 기체 투과성에 더 큰 영향을 받는 것으로 생각되었다.

GFSE와 ascorbic acid의 항균혼합용액을 콩나물에 처리한 직후에는 대조구에 비하여 총균수가 낮았다 (Table 1). 항균혼합용액을 콩나물의 부패에 관련된 미생물에 처리했을 때에는 세포벽 및 세포막의 기능이 상실되어 증식이 어려운 상태였으나(Fig. 1 및 Fig. 2) 콩나물에 항균혼합용액을 처리하였을 때에는 미생물을 줄이는 효과가 그다지 높지 않음을 알 수가 있었다. 이것은 콩나물의 표면에 미생물이 많이 있기 때문에 항균혼합용액을 처리하더라도 짧은 시간에 미생물이 많이 죽지 않았기 때문이라고 생각된다. 저장 2일에는 총균수가 줄어드는 것으로 나타났으나 5일부터는 모든 시험구에서 총균수가 다시 증가하였다. GFSE와 ascorbic acid의 항균혼합용액 처리에 의한 콩나물 총균수의 감

Table 1. Total aerobic count of the soybean sprouts treated with grapefruit seed extract and ascorbic acid and packaged with plastic films during storage at 5°C

Film ¹⁾	Treatment	Storage time(days)				
		0	2	5	8	12
CPP	Control	7.78±0.15 ²⁾	7.44±0.12	7.54±0.39	8.05±0.04	8.55±0.29
	250ppm GFSE+ 1% ascorbic acid	7.62±0.22	7.25±0.19	7.52±0.14	8.40±0.19	8.65±0.13
RD 106	Control	7.78±0.15	7.57±0.24	7.97±0.12	7.96±0.26	8.55±0.37
	250ppm GFSE+ 1% ascorbic acid	7.62±0.22	7.43±0.11	8.00±0.15	8.13±0.07	8.94±0.02
HDPE	250ppm GFSE+ 1% ascorbic acid	7.62±0.22	7.25±0.02	7.89±0.13	8.44±0.12	9.03±0.34

¹⁾CPP: 30µm cast polypropylene; RD 106: 16µm polyolefin; HDPE: 10µm high density polyethylene

²⁾Values are means±S.D.(n=3).

소 효과는 저장 5일 정도일 것으로 생각되었다. 그 이후로는 항균혼합용액 처리구의 총균수가 대조구보다 오히려 높은 것으로 나타났다. 이것은 콩나물의 초기 미생물의 수가 많기 때문에 항균제를 처리하더라도 총균수를 급격하게 줄이기는 어려울 뿐만 아니라 항균제 처리로 부분적으로 총균수가 줄어든다고 하더라도 미생물이 증식할 수 있는 조건만 적당하다면 쉽게 증식이 되기 때문이라고 생각된다. 또한 HDPE 포장 시험구는 포장 내부의 산소 농도가 다른 시험구에 비하여 높았으므로 호기성 미생물의 생육이 촉진되어 다른 포장 시험구에 비하여 저장 8일 이후에는 총균수가 많은 것으로 생각되었다.

콩나물의 총균수를 줄이기 위하여 GFSE를 처리하여 저장한 결과 대조구에 비하여 갈변이 심해지는 것으로 나타났다(6). 따라서 GFSE 처리에 따른 갈변 현상을 억제하기 위하여 GFSE와 ascorbic acid가 들어있는 항균혼합용액으로 처리한 시험구의 L값이 대조구와 큰 차이를 나타내지 않았으므로 ascorbic acid가 갈변을 억제시키는 효과가 있는 것으로 생각되었다(Table

2). 또한 CPP로 포장한 시험구는 저장 12일까지 대조구와 처리구의 L값이 감소하지 않았고, 서로 비슷한 값을 유지하였다. 이에 비하여 RD 106으로 포장한 시험구는 대조구와 처리구 사이에 큰 차이는 없었으며 저장 12일에 L값이 감소하였다. 그러나 HDPE로 포장한 시험구의 L값은 저장 2일부터 다른 포장재료에 비하여 낮게 나타났는데, 이것은 콩나물의 표면에 갈변 현상이 다른 포장재료로 포장한 시험구에 비하여 심했기 때문이라고 생각되었다. 갈변방지제로 ascorbic acid를 콩나물에 같은 농도로 처리하였지만 HDPE로 포장한 시험구의 갈변 현상이 다른 시험구에 비하여 현저한 것은 HDPE 포장 내부의 산소 농도가 다른 포장 재료에 비하여 높았기 때문이라고 생각된다. 즉 포장 내부의 높은 산소 농도로 인하여 콩나물의 효소적 갈변이 촉진되었을 것이라고 생각된다. 따라서 갈변이 일어나는 것을 막기 위해서는 ascorbic acid와 같은 갈변방지제를 처리하는 경우에도 낮은 농도의 산소 상태를 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

콩나물에 항균혼합용액을 처리한 시험구는 대조구

Table 2. Changes in lightness(L value) of the soybean sprouts treated with grapefruit seed extract and ascorbic acid and packaged with plastic films during storage at 5°C

Film ¹⁾	Treatment	Storage time(days)				
		0	2	5	8	12
CPP	Control	67.0±0.7 ²⁾	67.7±1.1	68.2±0.4	68.9±1.1	68.6±1.0
	GFSE 250 ppm-ascorbic acid 1%	67.5±0.6	68.6±0.6	68.4±0.2	68.6±1.1	68.9±0.7
RD 106	Control	67.0±0.7	66.4±1.1	67.3±0.4	68.4±0.8	66.0±0.5
	GFSE 250 ppm-ascorbic acid 1%	67.5±0.6	67.2±0.6	68.6±1.2	67.4±0.9	66.3±0.8
HDPE	GFSE 250 ppm-ascorbic acid 1%	67.5±0.6	66.3±0.7	66.7±1.2	64.4±1.7	62.8±1.6

¹⁾CPP: 30µm cast polypropylene; RD 106: 16µm polyolefin; HDPE: 10µm high density polyethylene

²⁾Values are means±S.D.(n=3).

Table 3. Ascorbic acid content of the soybean sprouts treated with grapefruit seed extract and ascorbic acid and packaged with plastic films during storage at 5°C (Unit: mg/100g)

Film ¹⁾	Treatment	Storage time(days)				
		0	2	5	8	12
CPP	Control	2.3±0.0 ²⁾	2.4±0.0	3.0±0.4	2.6±0.4	1.7±0.2
	GFSE 250 ppm-ascorbic acid 1%	5.0±0.3	6.5±0.3	10.2±0.3	9.8±0.8	8.3±0.9
RD 106	Control	2.3±0.0	2.5±0.4	2.5±0.3	2.5±0.2	1.6±0.3
	GFSE 250 ppm-ascorbic acid 1%	5.0±0.3	6.3±0.9	10.3±0.7	9.2±1.2	8.2±0.3
HDPE	GFSE 250 ppm-ascorbic acid 1%	5.0±0.3	6.3±0.4	9.4±1.1	6.6±0.4	6.4±1.2

¹⁾CPP: 30µm cast polypropylene; RD 106: 16µm polyolefin; HDPE: 10µm high density polyethylene

²⁾Values are means±S.D.(n=3).

에 비하여 ascorbic acid 함량이 2배 이상 높았다(Table 3). 이것은 처리 용액에 있던 ascorbic acid가 콩나물의 표면에 부착되었기 때문이라고 생각된다. 또한 저장 중 ascorbic acid의 함량이 저장 5일까지는 대체적으로 증가하는 것으로 나타나 콩나물이 저장기간 중에 ascorbic acid를 생합성하는 것으로 생각된다. 또한 CPP로 포장한 시험구의 ascorbic acid 함량이 저장기간 동안에 다른 시험구에 비하여 높은 것으로 나타나 저장기간 중 ascorbic acid의 보존에는 효과적일 것으로 생각되었다. 이것은 CPP 포장 내부의 낮은 산소 농도와 높은 이산화탄소 농도가 ascorbic acid를 보존하는데에 효과적이었기 때문이라고 생각된다.

이상의 결과로 보아 GFSE와 ascorbic acid의 항균 혼합용액은 콩나물의 변패에 관여하는 미생물의 생육을 저지하는 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 항균 혼합용액으로 콩나물을 처리한 다음 기체 투과도가 다른 CPP, RD 106 및 HDPE와 같은 포장재료로 포장하여 저장한 결과 포장 내부의 산소 및 이산화탄소의 농도는 항균 혼합용액 처리 여부보다는 포장재료에 의해 좌우되는 것으로 나타났다. 또한 저장 12일까지의 표면 색도는 항균 혼합용액 처리구와 대조구가 비슷하였으며, ascorbic acid 함량은 대조구보다 처리구의 값이 높았다. 또한 포장재의 종류에서 본다면 CPP로 포장하는 것이 콩나물의 품질특성을 유지하는데에 가장 효과적이었으며, 포장 내부의 기체 농도가 저장 12일까지 계속적으로 변화하고 있기 때문에 평형 상태에 도달했다고 보기는 어렵다. 따라서 GFSE와 ascorbic acid의 항균 혼합용액을 처리한 콩나물의 저장에 적합한 기체 조성을 제시하기 위한 연구는 더 진행되어야 할 것이라고 생각된다.

요 약

콩나물의 변패에 영향을 미치는 미생물을 분리하여 천연항균제인 GFSE와 갈변방지제로 사용한 ascorbic acid의 항균 혼합용액으로 *Staphylococcus epidermis*, *Pseudomonas syringae*, *Candida albicans* 및 *Corynebacterium xerosis*에 처리한 결과 균체 세포는 세포막의 기능이 파괴되어 세포내용물이 균체 외부로 유출됨으로써 생육이 억제되었으며, 균체 내부가 빈 ghost 형태로 되는 균체수가 증가하였다. 또한 항균 혼합용액 처리시에 세포막에서 일어나는 변화를 알아보기 위하여 *Escherichia coli*, *Pseudomonas syringae* 및 *Staphylococcus epidermis*의 β-galactosidase 활성을 측정 한 결과 toluene 처리구의 97~107%에 상응하는 세포막의 기능파괴가 초래되었다. 또한 항균 혼합용액으로 처리한 콩나물을 여러 가지 포장재료로 포장하여 저장한 결과 포장내부의 산소 농도는 HDPE 시험구가 저장 12일까지 가장 높았다. CPP로 포장한 경우의 총균수는 저장 5일까지 항균 혼합용액 처리구가 대조구에 비하여 낮았으며, HDPE로 포장한 시험구는 저장 8일부터 CPP나 RD 106으로 포장한 시험구에 비하여 총균수가 많았다. 또한 CPP로 포장시의 항균 혼합용액 처리구는 저장 12일까지 대조구와 비슷한 L값을 유지하였으며, ascorbic acid의 함량도 RD 106이나 HDPE에 비하여 높았다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 특정연구과제(과제번호: 95-0402-02-02-3)로 수행된 내용의 일부로서 지원에 감사드립니다.

문헌

1. Huxsoll, C. C. and Bolin, H. R. : Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol.*, **43**, 124(1989)
2. King, A. D. Jr. and Bolin, H. R. : Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol.*, **43**, 132(1989)
3. Varoquaux, P., Albagnac, G., Nguyen-the, C. and Varoquaux, F. : Modified atmosphere packaging of fresh beansprouts. *J. Sci. Food Agric.*, **70**, 224(1996)
4. Park, W. P., Cho, S. H. and Lee, D. S. : Effect of minimal processing operations on the quality of garlic, green onion, soybean sprouts and watercress. *J. Sci. Food Agric.*, **77**, 282(1998)
5. 김혜영 : 단체급식소에서 제공되는 콩나물 무침 및 fresh vegetable salads의 품질관리에 관한 연구 I. 성신여대 생활문화연구, p.49(1995)
6. Park, W. P., Lee, D. S. and Cho, S. H. : Effect of grapefruit seed extract and antibrowning agents on the keeping quality of minimally processed vegetables. Proceedings on the 7th ISHS symposium on vegetables quality, p.169(1997)
7. 박우포, 조성환, 이동선 : 최소가공채소류에 적합한 갈변 방지제의 선별. 한국식품과학회지, **30**, 278(1998)
8. Sneath, P. H. A., Mair, N. S., Sharpe, M. E. and Holt, J. G. : *Bergey's manual of systematic bacteriology*. The William and Wilkins Co., USA(1984)
9. Piddock, L. J. V. : Techniques used for the determination of antimicrobial resistance and sensitivity in bacteria. *J. Appl. Bacterio.*, **68**, 307(1990)
10. Bendayan, M. : Protein-A-gold electron microscopic immunocytochemistry methods, applications and limitations. *J. Elect. Microsc. Tech.*, **1**, 243(1984)
11. 조성환, 김기옥, 정진환, 류충호 : 농축수산물 및 그 가공 식품에 대한 *Listeria* 균주의 오염실태조사와 *Listeriosis* 발생억제방법. 한국식품위생학회지(식품위생·안전성 연구), **9**, 191(1994)
12. Miller, J. : *Experiments in molecular biology*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, N.Y.(1972)
13. King, A. D., Magnuson, J. A., Torok, T. and Goodman, N. : Microbial flora and storage quality of partially processed lettuce. *J. Food Sci.*, **56**, 459(1991)
14. Priepke, P. E., Wei, L. S. and Nelson, A. I. : Refrigerated storage of prepackaged salad vegetables. *J. Food Sci.*, **41**, 379(1976)
15. A.O.A.C. : *Official methods of analysis*. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., p. 844 (1984)

(1998년 7월 18일 접수)