

항균성 플라스틱 필름을 이용한 오이와 호박의 환경기체조절포장

신동혁 · 안덕순 · 조성환* · 이동선
경남대학교 식품공학과, *경상대학교 식품공학과

Modified Atmosphere Packaging of Fresh Cucumber and Zucchini by Using Antimicrobial Plastic Films

Dong Hyuk Shin, Duck Soon An, Sung Hwan Cho* and Dong Sun Lee

Department of Food Engineering, Kyungnam University

*Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University

Abstract

Fresh cucumber and zucchini were packaged with low density polyethylene (LDPE) films incorporated with several antimicrobial agents (grapefruit seed extract, *Rheum palmatum*, *Coptis chinensis* and Ag-substituted inorganic zirconium matrix in 1%), and were stored at 10°C for 27 and 31 days, respectively. The perforated control package and modified atmosphere package with plain LDPE film were also prepared and stored at the same conditions. During the storage of the packaged fruits, microbial counts, decay, firmness and ascorbic acid content were measured. O₂ and CO₂ concentrations in the packages were also determined by a gas chromatograph. Modified atmosphere packaging (MAP) of cucumber, which established the atmosphere of 0.7~1.2% O₂ and 6.3~9.8% CO₂ concentrations inside the packages, suppressed the microbial growth and decay when compared to perforated control. Antimicrobial plastic films had the effect of the additional reduction in its decay and retention of ascorbic acid, even though they did not give pronounced reduction in the microbial growth. The MAP of zucchini, which maintained the modified atmosphere of O₂ 0.8~8.9% and CO₂ 5.3~7.9%, was effective for reducing the fruit decay. No additional beneficial effects were observed by applying the antimicrobial films. The zucchini package of the film with Ag-substituted inorganic zirconium matrix, had the CO₂ concentration >10%, and evoked higher decay than that of plain LDPE. The antimicrobial plastic films in the MAP might be beneficial in keeping the fresh produce as long as the optimal atmosphere for the commodity was being maintained. The effect of antimicrobial polymeric films on storage quality differs with commodities, when applied in MAP of fresh produce.

Key words: grapefruit seed extract, *Rheum palmatum*, *Coptis chinensis*, Ag-substituted inorganic zirconium matrix, modified atmosphere packaging

서 론

오이(*Cucumis sativus*)와 호박(*Cucurbita pepo*)은 비타민이나 무기질 성분을 많이 함유한 우수한 영양 공급원으로서 이용되고 있는 채소로서, 수분손실, 세균이나 곰팡이 같은 미생물에 의한 부패, 7°C이하에서의 저장시 저온장해 등에 의해 제한된 저장기간을 갖는다(Musmade와 Desai, 1998; Desai와 Musmade, 1998). 따라서 이들의 품질저하 속도를 늦추고 저장수명(shelf-life)을 연장하기 위해서 8°C이상의 온도에

서 변형된 환경기체의 조건에서 저장하기도 한다. 여러 가지 플라스틱 필름을 이용한 환경기체조절포장(MAP, modified atmosphere packaging)은 포장내에 낮은 산소와 높은 이산화탄소의 농도를 유지함으로써 호흡속도를 감소시키고 품질변화 속도를 줄일 수 있어서 신선 과채류의 저장수명(shelf-life)을 연장시키기 위하여 많이 사용되고 있으며(Lee *et al.*, 1996), 오이와 호박에 대해서도 그 효과가 일부 보고되고 있다. 현재까지 알려진 바로는 오이는 1~5%의 O₂ 농도에서 CO₂의 축적이 없는 조건에서 저장함에 의해서 약간의 저장성 향상의 효과를 얻는 것으로 알려져 있다(Hadenberg *et al.*, 1986; Saltveit, 1997). 호박에 대해서는 2~7%의 O₂ 농도와 5~8%의 CO₂s

Corresponding author: Dong-Sun Lee, Department of Food Engineering, Kyungnam University, 449 Wolyoung-dong, Masan 631-701, Korea

농도를 유지시키는 30 μm 저밀도폴리에틸렌 포장인 ascorbic acid와 육안적 품질의 보존에 유의하였고(Park 과 Cho, 1997), mashata계 호박에서는 1%의 O_2 및 1~3%의 CO_2 농도 조건이 호흡과 에틸렌 발생을 감소시켜서 장기저장에 도움이 되었다(Lee와 Yang, 1997).

최근에 들어서 신선 과채류의 MAP에서 항균성소재가 합입된 플라스틱 필름을 사용함에 의하여 부가적인 미생물 억제 효과의 동시 얻으려는 시도가 이루어지고 있다(정순경 등, 1998a). 항균성 필름은 그 자체의 항균성에 의해 통기성 포장에서도 원예산물 표면의 미생물 성장을 억제함에 의해서 저장성을 향상시키기 때문에(정순경 등, 1998b; 안덕순 등, 1998; Lee et al., 1998), 이들의 사용은 MAP의 효과와 함께 상승적인 선도유지의 효과를 가질 것으로 기대된다. 따라서 본 연구에서는 항균성물질을 첨가한 플라스틱 필름으로 오이와 호박을 포장함에 의하여 환경기체조절과 미생물억제의 복합적인 효과에 의해 이들 산물의 저장성을 더욱 향상시킬 수 있는 지를 검토하였다.

재료 및 방법

오이와 호박

경남 창녕군 이방면에서 생산된 오이와 경북 봉화군 춘양면에서 생산된 호박을 도매상으로부터 구입하여 오이는 길이 35 cm, 무게 240 g 정도이고, 호박은 길이 26 cm와 무게 410 g인 것으로서 상처가 없고 크기와 모양이 균일한 것을 골라서 실험에 사용하였다.

포장 및 저장

항균성 포장필름은 저밀도 폴리에틸렌 수지(Grade 5302, 밀도 0.921 g/cc, 한화화학(주), 여천)에 항균물질로서 GFSE(grape fruit seed extract), 대황(*Rheum palmatum*) 추출물 분말, 황련(*Coptis chinensis*) 추출물 분말, 지르코늄계 은-치환 무기이온교환체(Ag-substituted inorganic zirconium matrix)를 1%농도로 첨가하여 제조한 것으로서(압출기 온도 155~160°C) 두께가 각각 30 μm , 55 μm , 48 μm , 50 μm 인 것을 사용하였다(안덕순 등, 1998; Lee et al., 1998). 항균성 포장필름과의 비교를 위하여 항균제를 첨가하지 않고 제조한 저밀도 폴리에틸렌(low density polyethylene, LDPE) 필름을 오이와 호박의 포장에 함께 사용하였다. 포장에 사용된 필름의 기체투과도는 준등압법(Karel et al., 1963)에 의하여 측정하였다.

선별된 오이와 호박을 각각 크기 8×37 cm와 10×36 cm의 플라스틱 필름 봉지에 개체별로 넣고 밀봉하였다. 통기성 대조구 포장으로서 같은 크기의 LDPE 필름봉지에 직경 6 mm인 구멍을 4개 뚫어서 사용하였으며 이는 포장내의 기체조성을 통상 공기와 같도록 유지시키려는 목적이었다. 각 필름으로 포장된 오이와 호박은 온도 10°C, 상대습도 80~90%의 조건을 갖는 냉장고에 저장하였고, 저장된 시료는 주기적으로 무작위로 꺼내어 품질변화를 측정하였다.

분석

저장된 포장에 대해서 포장내의 기체조성과 함께, 오이와 호박의 품질변화로서 호기성 총균수, 곰팡이와 효모의 수, ascorbic acid 함량, texture, 부패율을 측정하였다.

포장내의 O_2 와 CO_2 농도를 측정하기 위해서 포장내부 기체 1 mL를 취하여 Alltech CTR I 분리관(column)과 열전도도 검출기(TCD, thermal conductivity detector)가 장착된 기체크로마토그래프(Hitach Model 163, Hitachi Ltd., Tokyo, Japan)로 주입하였다. 측정조건으로서 운반기체(carrier gas)는 He을 30 mL/min의 유량으로 흐르게 하였고, 오븐 온도는 40°C, 주입부(injection port) 온도는 70°C, 검출기(detector) 온도는 90°C를 유지하였다.

오이와 호박의 미생물 측정을 위하여 각 시료의 일정한 부위에서 표면 5 mm의 조직 10 g을 취하여 멸균수 10 mL와 혼합하여 마쇄하였고, 이 마쇄된 액즙을 가지고 도말배양 하였다. 호기성 총균수의 측정에서는 마쇄된 액즙을 순차적으로 희석하여 PCA배지(Difco Laboratories, Detroit, USA)에 도말하여 25°C에서 3일간 배양한 후 측정하였다. 효모와 곰팡이 수의 측정을 위해서는 순차적으로 희석된 액즙을 주석산에 의해서 pH 3.5로 조정된 산성화 PDA배지(Difco Laboratories, Detroit, USA)에 도말하여 25°C에서 5일간 배양한 후 측정하였다(Mislivec et al., 1992).

Ascorbic acid는 시료 20 g을 metaphosphoric acid 용액 20 mL로 마쇄하여 추출한 후 여과지로 여과하여 50 mL로 정용한 다음 2,6-dichloroindophenol용액으로 적정하였다(AOAC, 1995). Texture는 Rheometer Compac-100(Sun Scientific Co., Japan)에 직경 5 mm의 원통형 adapter를 장착하여 종방향으로 반할된 시료의 표면 10 mm까지 수직으로 60 mm/min의 속도로 관입시킬 때 얻어지는 항복력(yield force)을 측정하고 이를 경도(firmness)로 표시하였다.

부패율 측정은 오이와 호박에 대하여 각각 21개의

포장에서, 표면에 곰팡이가 피었거나 3 cm 이상이 연부된 것을 골라서, 전체에 대한 개수의 비로서 나타내었다. 부패율외의 모든 실험은 처리구당 3반복의 시료에 대하여 수행하였으며, 측정의 오차범위는 평균값의 15%이내였다.

결과 및 고찰

포장내의 기체조성

Fig. 1에서는 오이 포장내의 기체조성을 보여주고 있다. 통기성 대조구 포장은 마련된 통기구로 인하여 공기의 조성과 비슷하였고, LDPE 필름과 항균성 물질을 첨가한 LDPE 필름에 의한 포장은 저장 5일 이후부터 4.9%이하의 낮은 O₂ 농도와 지속적으로 증가되는 CO₂ 농도를 보였다. 전체적으로 포장내의 기체농도는 저장 12일 후에 평형에 도달하였고, CO₂ 농도는 황련첨가 필름의 포장에서 8.9~9.8%로 가장 높았고 LDPE 포장에서 6.3~6.8%로 가장 낮았으며, 다른 필름의 밀봉포장은 이들 두 범위의 사이에 있

었다. O₂ 농도는 LDPE 필름과 GFSE 함유 필름의 포장이 1.5~2.7%로 다른 포장구에 비해 약간 높았고 대황, 황련, 은-치환 무기이온교환체 함유 필름은 0.7~1.2%로 처리구간에 거의 비슷하였다. 그리고 저장 19일이 지나면서 포장내의 공간(free volume)이 줄어들어서 포장이 수축함으로 인하여 기체조성을 측정할 수 없었다. Kanellis *et al.*(1988)은 오이의 혐기적 호흡을 유발시키는 한계의 O₂ 농도가 0.5%로 보고한 바 있으며, 본 연구의 여러 밀봉포장된 오이를 저장 27일 동안 개봉하여 육안적인 품질을 살펴보았을 때 어떤 이취나 생리적 장해를 발견할 수 없었다. 따라서 본 연구에서 오이의 개체별 밀봉포장에서 얻어진 O₂ 0.7~2.7%, CO₂ 6.3~9.8%의 농도범위는 오이의 생리장해를 유발시키지 않는 기체조성의 조건을 형성시킨 것으로 생각된다. 또한 이러한 기체조성은 신선 과채류의 상업적인 MAP 포장에서 저장성의 향상을 위해 권장되는 일반적인 기체조성인 2~5% O₂나 3~8% CO₂ 농도와 비교적 가까운 범위에 있다 (Day, 1993).

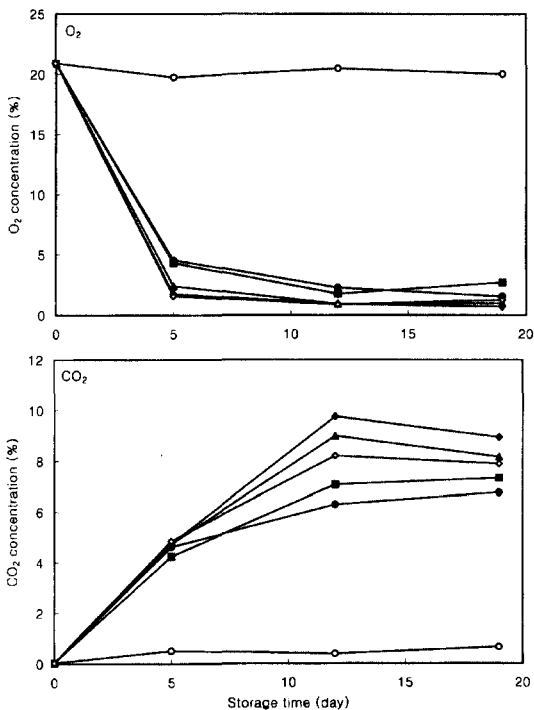


Fig. 1. Changes in gas composition of the cucumber packages stored at 10°C. ○ : Perforated control, ● : Plain LDPE, ■ : LDPE with 1% GFSE, ▲ : LDPE with 1% *Rheum palmatum* extract, ◆ : LDPE with 1% *Coptis chinensis* extract; ◇ : LDPE with 1% Ag-substituted inorganic zirconium matrix.

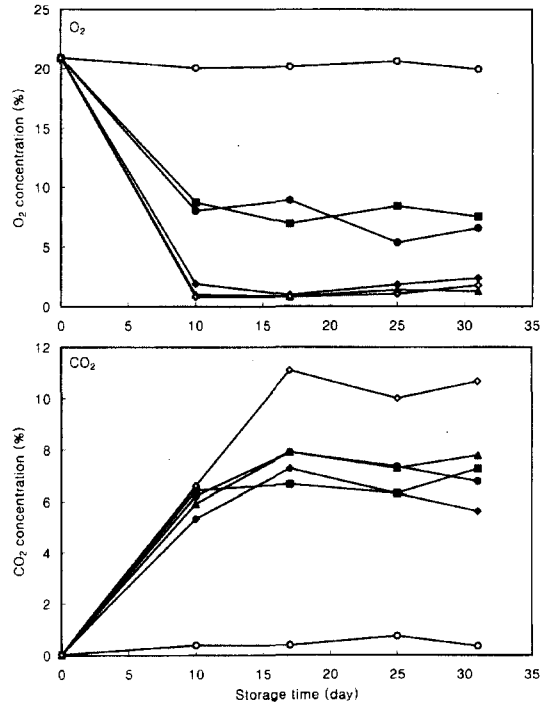


Fig. 2. Changes in gas composition of the zucchini packages stored at 10°C. ○ : Perforated control, ● : Plain LDPE, ■ : LDPE with 1% GFSE, ▲ : LDPE with 1% *Rheum palmatum* extract, ◆ : LDPE with 1% *Coptis chinensis* extract, ◇ : LDPE with 1% Ag-substituted inorganic zirconium matrix.

Fig. 2에서는 호박의 여러 포장내의 기체조성을 보여주고 있으며, 밀봉된 포장중에서는 은-치환 무기이온교환체 첨가 필름의 포장에서 10%이상의 가장 높은 CO₂ 농도와 낮은 O₂ 농도를 보인 반면, LDPE 포장과 GFSE 첨가 필름의 포장에서 비교적 낮은 CO₂ 농도와 높은 O₂ 농도를 보였다. Park과 Cho(1998)가 호박의 포장에서 품질유지에 긍정적인 것으로 보고한 O₂ 농도 2~7%, CO₂ 농도 5~8%의 범위에 근접한 기체조성을 보이는 포장은 LDPE, GFSE함유 필름, 대황 추출물 함유 필름, 황련 추출물 함유 필름에 의한 포장이다. 이들은 저장 10일이후부터 CO₂ 농도에서는 5.3~7.9%의 비슷한 수준을 보이나, O₂ 농도에서는 LDPE, GFSE함유 필름의 포장은 6.5~8.9%의 높은 수준을 보이고 대황 및 황련 추출물 함유 필름 포장은 0.8~2.4%의 낮은 범위에 있었다.

Fig. 1과 Fig. 2에서 얻어진 포장내의 기체조성은 오이나 호박의 호흡과 포장필름의 기체투과도와와의 상호 관계에 의해서 결정된 것이다. LDPE와 GFSE 첨가 필름은 얇은 두께로 인하여 다른 처리구 필름보다 O₂ 및 CO₂의 기체 투과도가 약간 높으며(Table 1), 따라서 상대적으로 높은 O₂ 농도와 낮은 CO₂ 농도를 포장내에 형성시켰다. 대황과 황련의 추출물, 은-치환 무기이온 교환체를 첨가시킨 필름은 두꺼운 구조로 인하여 이들 필름에 비해 상대적으로 기체투과도가 낮았으며, 이로 인하여 낮은 O₂와 높은 CO₂ 농도를 형성시켰다.

미생물적 품질변화와 부패율

포장된 오이의 저장 중 표면에서 미생물 증식에서의 변화를 Fig. 3에서 보여주고 있다. 전체적인 경향에서 통기성 대조구 포장에 비해서 밀봉포장된 환경

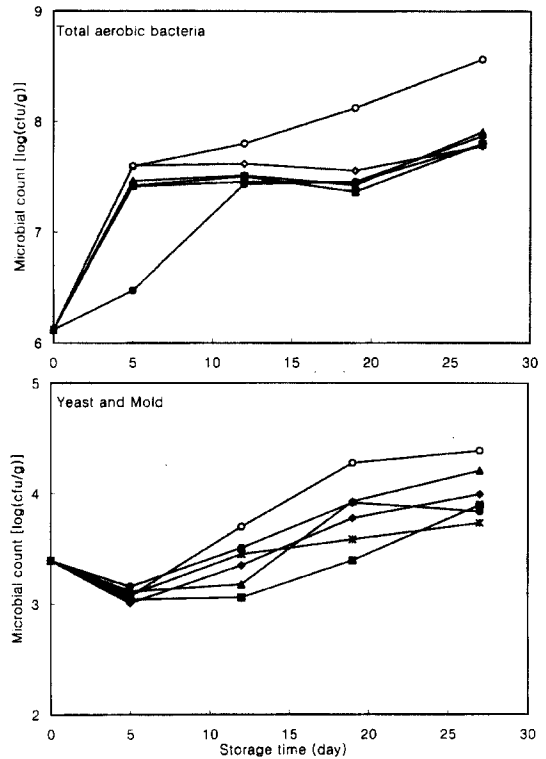


Fig. 3. Changes in microbial counts on the packaged cucumber stored at 10°C. ○ : Perforated control, ● : Plain LDPE, ■ : LDPE with 1% GFSE, ▲ : LDPE with 1% Rheum palmatum extract, ◆ : LDPE with 1% Coptis chinensis extract, ◇ : LDPE with 1% Ag-substituted inorganic zirconium matrix.

Table 1. Gas permeabilities of plastic films for packaging of cucumber and zucchini at 10°C

Film	Thickness (μm)	Gas permeabilities at 10°C (mL/m ² ·atm·hr)	
		O ₂	CO ₂
Plain LDPE	28	120.8	518.5
LDPE with 1% GFSE	27	141.2	592.1
LDPE with 1% <i>Rheum palmatum</i> extract	55	96.1	462.5
LDPE with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract	48	118.3	499.6
LDPE with 1% Ag-substituted inorganic zirconium matrix	50	102.9	422.9

기체조절포장이 낮은 호기성 총균수, 곰팡이와 효모의 수를 나타내었다. 항균성 필름에 의한 오이의 포장이 뚜렷이 미생물 성장을 억제하는 경향을 보여주지 못하였다. 이러한 경향은 포장된 호박의 저장 중 미생물 수의 변화에서도 나타났으며, 호기성 총균수의 증식에 있어서는 저장 17일까지 환경기체조절포장이 통기성 대조구 포장에 비하여 차이를 보이지 않았다(Fig. 4). 상기의 결과는 5°C에서 딸기의 환경기체조절포장에서 항균성 필름이 현저한 미생물 증식 억제의 효과를 보인 것과는(정순경 등, 1998a) 대조적이다. 딸기는 표면에서의 미생물 증식이 빠르고 조직연화와 함께 부패가 급격히 나타나는 점이 오이와 호박과는 다르며, 이러한 특성의 차이가 항균성 필름의 미생물 증식에 미치는 영향을 다르게 한 것으로 추측된다.

10°C에서 27일 저장된 오이의 부패율을 보면 통기성 대조구와 보통 LDPE 필름으로 포장된 경우 각각

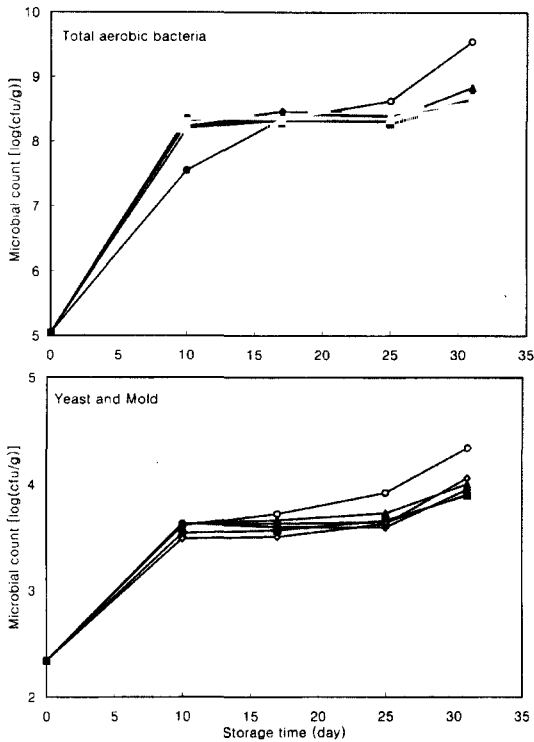


Fig. 4. Changes in microbial counts on the packaged zucchini stored at 10°C. ○ : Perforated control, ● : Plain LDPE, ■ : LDPE with 1% GFSE, ▲ : LDPE with 1% Rheum palmatum extract, ◆ : LDPE with 1% Coptis chinensis extract, ◇ : LDPE with 1% Ag-substituted inorganic zirconium matrix.

95.2%와 61.9%를 보인 반면, 항균성 물질이 첨가된 필름의 포장은 이들 포장구보다 낮은 수준(23.8~42.9%)을 나타내었다(Fig. 5). 비록 약간씩 다른 포장 내의 기체조성의 영향에 의해 부패율이 달라질 수 있었으나, 보통 LDPE포장과 거의 같은 기체조성을 보인 GFSE첨가 필름에 의한 포장이 전자보다 낮은 부패율을 보인 점을 보면, 항균소재의 혼입이 부패율 억제에 일부 기여한 것으로 판단된다.

하지만 호박의 포장에서는 오이에서와는 달리 은-치환 무기이온교환체를 첨가한 필름으로 포장한 경우가 81.0%의 부패율을 나타내어서 통기성 대조구 포장의 71.4%보다 좋지 못한 결과를 나타내었다(Fig. 5). 은-치환 무기이온교환체 첨가 필름의 포장구에서 가장 높은 10.0~11.1%의 CO₂ 농도를 보인 점이 주목되며(Fig. 2) 이로 인한 생리장해가 동반된 부패로 나타난 것으로 해석된다. 호박의 최대 CO₂ 허용 농도에 대한 정보가 없기 때문에 단정하기에는 어려움이 있으나 환경기체조절포장에 항균성 필름을 이용

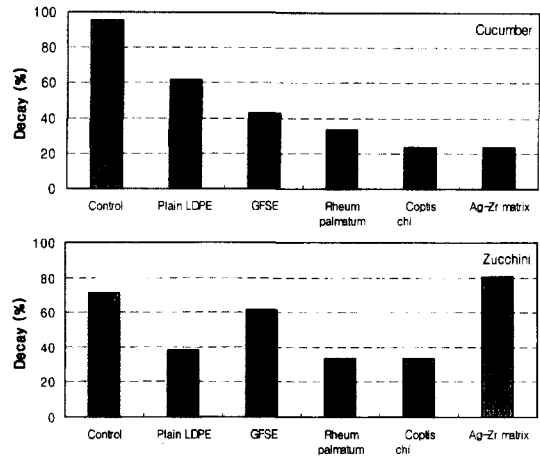


Fig. 5. Decay of the packaged cucumber and zucchini stored at 10°C after 27 and 31 days, respectively.

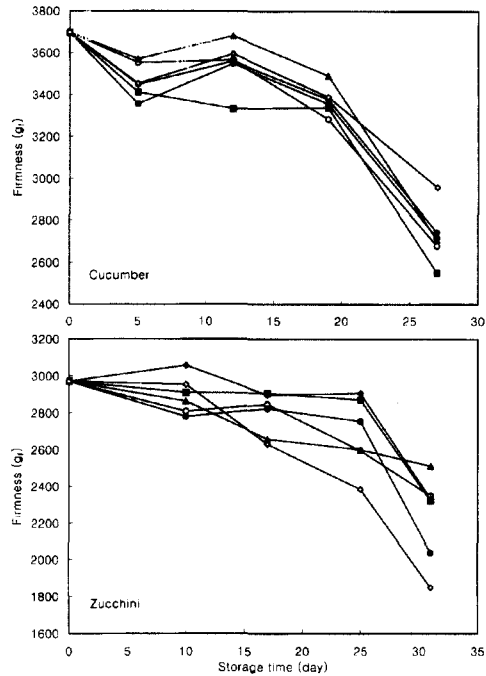


Fig. 6. Changes in firmness of the packaged cucumber and zucchini stored at 10°C. ○ : Perforated control, ● : Plain LDPE, ■ : LDPE with 1% GFSE, ▲ : LDPE with 1% Rheum palmatum extract, ◆ : LDPE with 1% Coptis chinensis extract, ◇ : LDPE with 1% Ag-substituted inorganic zirconium matrix.

하는 경우에 해당 품목에 적절한 기체조성을 유지시키는 것이 필요한 것으로 생각되고 이를 위해서는 적절한 기체투과도를 갖은 필름의 선정이 중요할 것이다. 호박의 경우 10%를 초과한 CO₂ 농도는 저장에

바람직하지 못한 것을 추정해 볼 수 있다. 반면에 보통 LDPE 및 다른 항균성 필름을 사용한 밀봉 포장 은 통기성 대조구 포장에 비해서 낮은 부패율을 보여서 MAP가 부패율 억제에 긍정적인 역할을 할 수 있음을 보이고 있다. 그러나 항균성 소재가 첨가된 필름으로 포장한 경우가 보통 LDPE에 비해서 더 낮은 부패율을 보이지 못하는 호박의 포장시에 항균성 필름이 MAP의 효과이외에 다른 부가적인 저장성 향상을 부여하지는 못하였다. 오히려 GFSE첨가 필름 포장은 보통 LDPE포장보다 더 높은 부패율을 발생시켰다.

경도 및 ascorbic acid 함량의 변화

포장된 산물의 경도의 변화에서는 개체간의 차이가 많아서 처리구의 뚜렷한 영향을 볼 수 없었다(Fig. 6). 대체적으로 오이에서는 대황, 은-무기이온교환체를 첨가한 필름 포장구가 저장 중 높은 경도의 유지를 보여주었고, 호박에서는 황련과 GFSE를 첨가한 필름의 포장에 높은 경도를 유지하였다. 저장 최종시점에서 경도의 뚜렷한 감소는 부패에 의한 조직의 연화에 기인한 것으로 볼 수 있다.

포장된 오이에서 항균성 필름 포장이 대조구 및 보통 LDPE 필름 포장보다 높은 ascorbic acid 보존을 나타내었으나, 호박에서는 은-무기이온교환체를 첨가한 필름 포장구가 낮은 ascorbic acid의 보존성을 보

인 외에 포장구간에 개체간의 차이를 넘는 뚜렷한 경향을 볼 수 없었다(Table 2). 이는 항균성 필름을 이용한 환경기체조절포장에 의해 나타난 부패율의 추이와 비슷한 점이 많은데, 오이에서는 항균성 포장재에 의한 밀봉포장이 부패율 감소와 ascorbic acid 보존의 부가적인 저장성 향상을 유도시킨 반면에 호박에서는 그러하지 못하였다. 오히려 포장내에 10%이상의 높은 CO₂ 농도를 형성시킨 은-무기이온교환체를 첨가한 필름 포장이 호박에서 많은 부패를 발생시키고 낮은 ascorbic acid보존을 보인 점은 상호 연관되어질 수 있을 것이다.

전체적으로 종합하면 O₂ 농도 0.7~1.2%, CO₂ 농도 6.3~9.8%를 형성시키는 오이의 환경기체조절포장은 미생물 억제와 부패율 감소에 효과를 가지며, 항균성 필름의 사용은 부가적인 부패율 감소를 가져옴과 아울러 ascorbic acid 보존에 기여하였다. 이와는 달리, 호박의 포장에서는 O₂ 농도 0.8~8.9%, CO₂ 농도 5.3~7.9%의 범위를 보이는 환경기체조절포장은 약간의 미생물 성장의 억제와 부패율 감소를 가져오지만 항균성 필름에 의한 부가적인 저장성 향상의 효과를 얻을 수는 없었다. 항균성 플라스틱 필름을 이용한 신선 과채류의 포장은 그 품목에 적절한 기체조성을 유지하는 경우에 저장성을 향상시키는 데 기여할 수 있으며, 품목에 따라서 항균성 필름의 효과는 크게

Table 2. Changes in ascorbic acid content (mg/100 g) of packaged cucumber and zucchini stored 10°C

Cucumber					
Package	Storage time (day)				
	0	5	12	19	27
Perforated control	7.6	5.8	3.6	1.6	1.1
Plain LDPE	7.6	5.8	4.3	3.2	2.3
LDPE with 1% GFSE	7.6	6.5	6.4	4.7	2.4
LDPE with 1% <i>Rheum palmatum</i> extract	7.6	7.3	5.7	3.4	2.2
LDPE with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract	7.6	6.7	4.6	3.9	2.6
LDPE with 1% Ag-substituted inorganic zirconium matrix	7.6	7.0	5.1	3.7	2.4
Zucchini					
Package	Storage time (day)				
	0	10	17	25	31
Perforated control	6.6	6.4	6.8	8.6	4.6
Plain LDPE	6.6	7.0	7.4	8.7	3.7
LDPE with 1% GFSE	6.6	6.6	7.3	7.1	5.1
LDPE with 1% <i>Rheum palmatum</i> extract	6.6	7.0	8.0	7.1	6.4
LDPE with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract	6.6	7.3	7.5	7.2	6.8
LDPE with 1% Ag-substituted inorganic zirconium matrix	6.6	5.7	4.9	5.2	6.5

차이가 날 수 있으므로 품목의 특성을 고려하여 이용되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

자몽종자추출물(grape fruit seed extract, GFSE), 대황(*Rheum palmatum*) 추출물 분말, 황련(*Coptis chinensis*) 추출물 분말, 지르코늄계 은-치환 무기이온교환체(Ag-substituted inorganic zirconium matrix)를 1% 농도로 첨가하여 제조된 저밀도 폴리에틸렌 필름으로 오이와 호박을 개체별로 밀봉하여 포장하고 10°C에서 저장하면서 포장내 기체조성과 그 품질변화를 측정하였다. 항균체를 첨가하지 않은 보통 LDPE의 밀봉포장과 함께, LDPE의 통기성 대조구 포장도 포장 후에 동일한 조건에서 저장하였다. O₂ 농도 0.7~1.2%, CO₂ 농도 6.3~9.8%를 형성시키는 오이의 환경기체조절포장은 미생물 억제와 부패율 감소에 효과를 가지며, 항균성 필름의 사용은 추가적인 부패율 감소를 가져옴과 아울러 ascorbic acid 보존에 기여하였다. 이와는 달리, 호박의 포장에서는 O₂ 농도 0.8~8.9%, CO₂ 농도 5.3~7.9%의 범위를 보이는 환경기체조절포장은 약간의 미생물 성장의 억제와 부패율 감소를 가져오지만 항균성 필름에 의한 추가적인 저장성 향상의 효과를 얻을 수는 없었다. 10%이상의 CO₂ 농도를 형성시킨 지르코늄계 은-치환 무기이온교환체를 함유시킨 필름으로 포장된 호박은 심한 부패와 ascorbic acid 손실을 가져왔다. 항균성 플라스틱 필름을 이용한 신선 과채류의 포장은 그 품목에 적절한 기체조성을 유지하는 경우에 저장성을 향상시키는 데 기여할 수 있으며, 품목에 따라서 항균성 필름의 효과는 크게 차이가 날 수 있는 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림수산물특정연구사업의 연구결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

안덕순, 황용일, 조성환, 이동선. 1998. 항균소재를 함유시킨 저밀도폴리에틸렌 필름에 의한 상추와 오이의 포장. 한국식품영양과학회지 27: 675-681
정순경, 조성환, 이동선. 1998a. 항균성 플라스틱 필름을 이용한 딸기의 환경기체조절포장. 한국식품과학

- 회지 30: 1140-1145
정순경, 조성환, 이동선. 1998b. 항균성 포장필름이 딸기의 저장성에 미치는 영향. 산업식품공학 2: 157-161
AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC p45
Day, B.P.F. 1993. Fruits and vegetables. In: *Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods*. R.T. Parry (ed.). Blackie Academic & Professional, London. pp114-133
Desai, U.T. and A.M. Musmade. 1998. Pumpkins, squashes, and grounds. In: *Handbook of Vegetable Science & Technology*. D.K. Salunkhe and S.S. Kadam (ed.). Marcel Dekker, Inc. New York, USA. pp245-256
Hardenberg, R.E., W.E. Watada and C.Y. Wang. 1986. *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*. Agriculture handbook #66. US Department of Agriculture, Washington DC. pp50-72
Kanellis, A.K., L.L. Morris, and M.E. Saltveit, Jr. 1988. Responses of parthenocarpic cucumber to low-oxygen storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113(5): 734-737
Karel, M, P. Issenberg, L. Ronsivalli and V. Jurin. 1963. Application of gas chromatography to measurement of gas permeability of packaging materials. *Food Technol.* 17(3): 91-93
Lee, D.S., Y.I. Hwang and S.H. Cho. 1998. Developing antimicrobial packaging film for curled lettuce and soybean sprouts. *Food Sci. & Biotechnol.* 7: 117-121
Lee, K.A. and Y.J. Yang. 1997. Physiological characteristics of chilling injury and CA effect on quality retention during cold storage of squash(*Cucurbita moshata*). In: *Proceedings of 7th ISHS Symposium on Vegetable Quality*. J.M. Lee, S.K. Park, K.W. Park and G.W. Choi (ed.). Korean Society for Horticultural Science, Seoul. pp179-183
Lee, L., J. Arul, R. Lencki, and F. Castaigne. 1996. A review on modified atmosphere packaging and preservation of fresh fruits and vegetables. *Packaging Technol. Sci.* 9: 1-17
Mislivec, P.B., L.R. Beuchat, and M.A. Cousin. 1992. Yeasts and molds. In: *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. C. Vanderzant and D.F. Splittstoesser (ed.). American Public Health Association, Washington DC. pp239-249
Musmade, A.M. and U.T. Desai. 1998. Cucumber and melon. In: *Handbook of Vegetable Science & Technology*. D.K. Salunkhe and S.S. Kadam (ed.). Marcel Dekker, Inc. New York, USA. pp245-256
Park, W.P. and S.H. Cho. 1997. Effect of modified atmosphere packaging conditions on storage quality of zucchini. In: *CA'97 Proceedings Vol. 4*. M. E. Saltveit (ed.). University of California, Davis, CA, USA. pp84-88.
Saltveit, M.E. 1997. A summary of CA and MA requirements and recommendations for harvested vegetables. In: *CA'97 Proceedings Vol. 4*. M.E. Saltveit (ed.). University of California, Davis, CA, USA. pp98-117