

항균소재를 함유시킨 저밀도폴리에틸렌 필름에 의한 상추와 오이의 포장

안덕순 · 황용일 · 조성환* · 이동선†

경남대학교 식품공학과

*경상대학교 식품공학과

Packaging of Fresh Curled Lettuce and Cucumber by Using Low Density Polyethylene Films Impregnated with Antimicrobial Agents

Duck-Soon An, Yong-Il Hwang, Sung-Hwan Cho* and Dong-Sun Lee†

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

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

Abstract

Low density polyethylene(LDPE) films of 50 μ m thickness were fabricated with addition of antimicrobial agents of *Rheum palmatum* extract, *Coptis chinensis* extract, sorbic acid and Ag-substituted inorganic zirconium matrix in 1% concentration. The films were compared in physical properties, tested in antimicrobial activity against some selected microorganisms on the agar plate medium and then applied for packaging fresh curled lettuce and cucumber to preserve their qualities. The films with *Rheum palmatum* extract, *Coptis chinensis* extract, and Ag-substituted inorganic zirconium matrix did not show any antimicrobial activity on the disk test against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Penicillium chrysogenum*, while film with sorbic acid did against *E. coli*, *S. aureus* and *L. mesenteroides*. The added antimicrobial agents changed the color and light transmittance of the films, but did not affect their mechanical tensile strength, heat shrinkage and wettability. For the packaged curled lettuce and cucumber stored at 5°C and 10°C, all the LDPE films impregnated with antimicrobial agents showed the reduced growth of total aerobic bacteria in the vegetables compared with control film without any additive until it reached the level around 10⁸/g. They did not give any negative effect on other quality attributes during storage.

Key words: *Rheum palmatum*, *Coptis chinensis*, sorbic acid, Ag-substituted inorganic zirconium matrix

서 론

포장된 신선 원예산물에 있어서 그 생리적 변화와 함께 미생물적인 부패가 저장성을 결정하는 중요한 품질요소이다. 특히 포장조건이 수분배출이 적절치 못하고 수분응축을 유발시키는 조건이면 미생물에 의한 부패는 더욱 촉진된다(1). 이러한 부패변질을 억제하기 위해서 수확후 항균제 혹은 염소수 세척 처리 등의 여러 시도가 많은 경우에 성공적으로 시도되거나 이용되고 있다. 비교적 최근에 포장 과채류에서의 미생물에 의한 변패를 방지하기 위하여, 과채류와 접촉하는 포장에 항균제를 첨가하는 시도가 이루어지고 있다(2,3). 포장에 첨가된 항균제나 보존제는 포장재와 접촉하는 과채류

나 식품의 표면에 작용하여 표면에 증식하는 변패미생물의 증식을 억제하는 데 효과적일 것으로 평가되고 있다(4). 또한 부분적으로 표면에 높은 보존제 농도를 유지하면서도 식품전체에 대해서는 낮은 보존제 농도를 얻을 수 있어서, 안전성 면에서도 바람직한 것으로 평가되고 있다.

현재까지 포장필름에 항균성을 주기 위하여 여러 연구자에 의하여 첨가가 시도된 항균제로서는 imazalil, benomyl, propionic acid, benzoic anhydride, 은(Ag) 이온을 함유시킨 세라믹 재료, 녹겨자(와사비) 추출물, 박테리오신 등이 있다(5-11). 원예산물의 부패를 억제하고 저장성을 향상시킬 수 있는 항균성 포장필름에 첨가될 수 있는 항균소재는 위생적으로 안전하면서 포장

†To whom all correspondence should be addressed

필름에 첨가되었을 때 강한 항균력을 보유할 수 있어야 한다. 그리고 원예산물에 밀착포장될 수 있는 형태가 저장 중 포장으로부터 원예산물의 항균성 물질의 이행을 도와줄 수 있으므로 미생물 생육억제의 목적에 부합될 것으로 여겨진다. 고분자 필름의 고온가공조건에서도 항균성을 유지할 수 있는 내열성을 가진 항균제가 포장재에 혼입시켜 제조하는 데에 바람직한 면을 가지고 있다. 포장필름으로는 비교적 저온에서 가공성형되어 과채류와의 밀착포장형태인 스트레치 포장이나 수축포장으로 사용될 수 있는 저밀도폴리에틸렌(low density polyethylene, LDPE), 폴리프로필렌(polypropylene, PP), PVC(polyvinyl chloride) 등이 바람직할 것으로 생각된다. 본 연구에서는 몇가지 항균성 소재를 원예산물의 포장에 가장 많이 이용되는 저밀도폴리에틸렌에 첨가하여 필름으로 제조한 다음, 이들 필름을 이용하여 채소를 포장하였을 때 그 저장성에 미치는 영향을 비교함으로써 이러한 항균성 폴리에틸렌 필름의 신선 채소포장재의 이용가능성을 평가하고자 하였다. 항균성 소재로는 식물성 추출물, 지르코늄계 은치환 무기이온교환체, sorbic acid 등을 사용하여 저밀도폴리에틸렌 필름을 제조하였고 대상 채소품목으로는 청상추 및 오이를 사용하였다.

재료 및 방법

항균성 포장필름의 제조

저밀도폴리에틸렌 수지(Grade 5302, 밀도 0.921g/cc, 한화화학(주), 여천)에 1% 농도의 항균제를 첨가하여 두께 50 μ m 내외의 필름으로 제조하였다. 항균성 식물 추출물로서는 광범위한 미생물에 대해서 항균성이 있으며 내열성을 가진 대황(*Rheum palmatum*)과 황련(*Coptis chinensis*)의 수용성 추출물을(12) 동결건조한 분말형태로 첨가하였다. 대황과 황련의 건조된 뿌리 1 kg당 4L의 비율로 물을 넣고 100°C에서 3시간 동안 추출조(Model REMP 828, 미강기업, 부산)에서 추출한 용액을 여과포로 여과한 후 동결건조기(Model TD 5070 A, 일신랩, 서울)에서 48시간동안 건조하여 분말상태의 추출물을 얻었다. 무기항균제로서 지르코늄계 은치환무기이온교환체(Ag-substituted inorganic zirconium matrix)는 분말형태의 Kingcide MPA(한맥소재, 부산)를 첨가하였다. 대황, 황련 및 지르코늄계 은치환무기이온교환체의 혼입을 위해서 우선 쌍축압출기(정일기계, 서울)에서 각 첨가물의 농도가 10%인 masterbatch 펠렛(pellet)을 제조하였다. 이 masterbatch에 9배 무게의 LDPE 펠렛을 혼합시켜 단축압출기(정일기계,

서울)에서 필름으로 성형하였다. 압출기의 운전에서 가급적 온도가 155~160°C 범위로 유지되도록 제어하였다. 1% sorbic acid 첨가된 LDPE필름의 제조를 위해서는 20% 농도의 LDPE masterbatch인 Polyalpha BN (Towa Chemical Co., Japan)에 19배 무게의 LDPE 펠렛을 섞어서 같은 조건에서 압출하였다. 같은 LDPE 수지에 아무런 첨가없이 동일한 조건에서 30 μ m 정도의 두께로 가공하여 대조구 필름을 얻었다.

제조된 필름의 물성 측정

항균성 소재의 혼입이 필름의 이용성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 제조된 필름에 대해서 필름의 물성을 측정하였다. 밀착포장을 위한 필름의 수축특성은 길이 15cm, 넓이 2cm 크기의 필름 시료를 120°C에서 15분간 노출시켰을 때 수축되어 감소되는 길이의 비율로 측정하였다(13). 접촉각은 10 μ 의 물방울을 필름에 떨어뜨렸을 때 얻어지는 접촉각을 Contact Angle Meter (Model G-I, ERMA Inc, 동경, 일본)를 사용하여 ASTM 방법(14)에 준하여 측정하였다. 인장강도의 측정에 있어서는 Rheometer Compac-100(Sun Scientific Co., Japan)에 의하여 5.0×1.3cm의 필름시료를 60mm/min의 속도로 인장시킬 때 얻어지는 항복력을 측정하고 이를 필름의 단면적으로 나누어서 인장강도로 얻었다. 필름의 투명도를 보기 위하여 필름을 투과하는 광선에 대해서 삼자극 색체계(Model JC801, Color Techno System Corporation, 일본)로 L값을 측정하였다. 필름의 두께는 micrometer(Mituto Co. 일본)에 의해서 측정하였다. 모든 실험은 5반복 이상으로 수행하고 평균값을 구하였다.

평판배지상에서의 포장필름의 항균력 시험

제조된 포장필름의 항균특성을 시험하기 위하여 미생물이 접종된 평판배지 위에 1×1cm 크기의 필름을 놓고 항온기에서 3일 후에 얻어지는 미생물 억제영역을 관찰하였다. 미생물에 따라서 항균특성을 관찰하기 위하여 사용된 배지와 온도조건은 Table 1과 같았다.

채소의 포장 및 저장

제조된 포장필름을 이용하여 상추와 오이에 대한 포장실험을 수행하였다. 상추 포장실험에서는 시장에 바로 출하된 청상추를 100ppm의 차아염소수로 세척한 다음, 물기를 빼고 약 155g 단위로 23×25cm의 포장봉지에 포장하였다. 포장재의 항균성을 실험하는 목적이므로 포장내에 동일한 공기조성을 얻도록 직경 6mm의 통기성 구멍을 두 개 내었다. 오이의 포장실험에서

Table 1. Experimental conditions for antimicrobial disk test of the packaging films

| Test organism | Medium ¹⁾ | Temperature (°C) |
|--|-----------------------|------------------|
| <i>Escherichia coli</i> (IFO 3301) | LB agar | 37 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> (IFO 3060) | Nutrient agar | 37 |
| <i>Leuconostoc mesenteroides</i> (ATCC 9135) | Lactobacilli MRS agar | 25 |
| <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (IFO 2044) | YPD agar | 25 |
| <i>Aspergillus niger</i> (ATCC 9029) | Potato dextrose agar | 25 |
| <i>Aspergillus oryzae</i> (ATCC 22787) | Potato dextrose agar | 25 |
| <i>Penicillium chrysogenum</i> (ATCC 10238) | Potato dextrose agar | 25 |

¹⁾Medium was purchased from Difco laboratories(Detroit, MI, USA).

는 평균적으로 무게 200g, 길이 35cm, 직경 3cm인 오이를 하나씩 크기 16×42cm 필름으로 밀착시킨 상태로 돌려 써서 포장하였다. 이러한 실험조건은 채소와 포장필름이 가급적 밀착이 이루어지도록 하기 위한 포장상태이다.

이렇게 포장된 상추와 오이를 각각 5°C 및 10°C에서 저장하면서 총균수 및 물리화학적인 품질을 측정하였다. 총균수의 측정을 위해서는 시료 약 5g을 취하여 멸균수 100ml로 마쇄한 후 순차적으로 희석하여 PCA배지(Difco laboratories, Detroit, MI, USA)에 도말접종시켜 25°C에서 72시간 배양하였다. 청상추의 chlorophyll 함량의 측정은 MacKinney(15)의 방법에 의하였으며, 먼저 5g의 상추와 80% acetone 30ml를 blender에 함께 넣어 마쇄한 후 fritted glass filter로 여과한 다음 그 잔여물을 다시 blender에 옮기고 acetone 20ml와 함께

마쇄한 후 재여과하여 100ml로 정용한 다음 파장 663nm와 645nm에서 흡광도를 측정하고 식 (1)에 의하여 총 chlorophyll 함량을 계산하였다.

$$C_{tot}=0.008046 A_{663} + 0.02029A_{645} \quad (1)$$

여기서 C_{tot} 는 용액중 총 chlorophyll 농도(g/L), A_{663} 은 663nm에서의 흡광도, A_{645} 는 645nm에서의 흡광도이다.

상추 잎의 표면색택의 측정은 삼자극 색차계(Model JC801, Color Techno System Corporation, Japan)를 이용하였다. 측정에서 보정은 표준 백판(X: 94.25, Y: 96.06, Z: 114.26)을 사용하였다.

오이의 texture로서 Rheometer Compac-100(Sun Scientific Co., Japan)에 의하여 직경 5mm의 원통형 탐침(probe)에 의해서 종방향으로 이등분된 오이의 표면을 깊이 10mm까지 60mm/min의 속도로 관입시킬 때 얻어지는 항복력(yield force)을 측정하고 이를 경도(hardness)로 표시하였다. 오이의 ascorbic acid함량은 AOAC 방법(16)에 준하여, 오이 5g을 30ml의 3% met-phosphoric acid용액으로 마쇄하여 추출한 후 5°C에서 10,000rpm으로 원심분리한 후 여과지로 여과하여 50ml로 정용한 다음 10ml를 취해서 0.025% 농도의 2,6-dichloroindophenol용액으로 적정하였다.

결과 및 고찰

항균성 소재의 첨가에 의한 필름의 물성 및 항균성

Table 2에서는 항균소재의 첨가에 따른 필름의 여러 물성변화를 나타내었다. 필름의 가공면에서 항균성 분말소재를 첨가하는 경우에 두께 30µm정도로 얇게 성형시키는 데에는 어려움이 있어서 두께 50µm정도의 필름으로 가공하였다. 항균성 소재를 저밀도폴리에틸렌에 1% 농도로 함유시키는 것은 인장강도로 측정된 필름의 기계적 강도를 저하시키지 않았으며, 필름의 방담성을 나타내는 접촉각에서도 대조구 LDPE필름보다는

Table 2. Physical properties of low density polyethylene(LDPE) films impregnated with antimicrobial agents

| Antimicrobial agent ¹⁾ | Thickness (µm) | Physical properties | | | |
|---|----------------|------------------------|-------------------|---------------|---------------------|
| | | Tensile strength (MPa) | Contact angle (°) | Shrinkage (%) | Lightness (L value) |
| No additive (Control) | 28 | 11.2 | 100 | 76.3 | 93.7 |
| <i>Rheum palmatum</i> extract | 55 | 12.0 | 87.4 | 86.6 | 90.2 |
| <i>Coptis chinensis</i> extract | 48 | 12.1 | 91.8 | 87.5 | 88.3 |
| Sorbic acid | 49 | 13.0 | 27.8 | 86.3 | 90.5 |
| Ag-substituted inorganic zirconium matrix | 50 | 12.6 | 51.8 | 87.1 | 85.8 |

¹⁾Concentration of additive in the film was 1%.

낮아서 부정적인 영향을 주지 않았다. 특히 지르코늄계 은치환무기이온교환체와 sorbic acid의 첨가는 접촉각을 현저히 낮추어 줄 수 있어서 채소류 포장면에서 외관적인 면에서 이점이 될 수 있음을 보여주었다. 그리고 밀착포장을 위한 수축포장 형태로의 이용시에 열수축의 정도를 나타내는 수축율에서도 항균소재를 함유시킨 포장필름은 무첨가 대조구 LDPE필름에 비해 높은 값을 보였다. 필름의 투과색도 면에서 항균성 소재의 첨가는 필름의 L값을 감소시키며, 즉 이는 색택을 띄게 하고 투명도를 감소시키는 것으로 나타났다. 대황 및 황련 추출물을 첨가시킨 포장재는 갈색 빛깔을 나타내었고, 지르코늄계 은치환무기이온교환체와 sorbic acid가 첨가된 필름은 뚜렷한 색택을 나타내지는 않았으나 약간의 투명도 감소를 육안으로 느낄 수 있었다. 따라서 필름에 1% 농도로 첨가된 항균성 소재는 필름에 색택을 부여하여 약간의 광선투과도를 감소시키는 외에는 기계적 강도와 열수축성, 방담성의 측면에서 필름의 물성에 부정적인 영향을 주지 않으며 일부 측면에서는 오히려 긍정적인 효과를 갖는 것으로 평가된다.

Table 3에서는 제조된 포장필름의 여러 미생물균주에 대한 항균성을 보여주고 있다. 시험에 사용된 필름 중에서 sorbic acid를 포함한 필름만이 *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Leuconostoc mesenteroides*의 박테리아에 대해서 항균성을 가지고 있는 것으로 나타나고 있으며, 실험에 사용된 모든 필름이 곰팡이 (*Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Penicillium chrysogenum*)와 효모(*Saccharomyces cerevisiae*)에 대해서는 평판배지상에서 항균성을 나타내지 못하고 있었다. 대황추출물과 황련추출물이 그 자체로는 몇가지 미생물 균주에 대한 항균성과 열안정성을 가지는 것으로 나타났지만(12), 포장필름으로 제조하여 평판배지 상에서 행한 disk test로는 사용된 균주에 대해서 항균성을 보여주지 못하였다. 식물추출물에서의 일부 항

균성 물질이 필름제조과정에서 높은 온도로 인하여 파괴되었을 가능성이 있으며, 주어진 균주에 대한 disk test로 광범위한 미생물에 대한 항균성을 포괄적으로 나타내는 데에 어려움이 있다고 생각된다. 은 이온을 함유한 ceramic 재료도 식품포장에 이용시 항균성을 나타내는 것으로 보고되고 있으나(4,9), 본 실험에서 제작된 지르코늄계 은치환무기이온교환체의 함유 필름은 평판배지상의 disk test에서는 공시된 균주에 대해 항균성을 보이지 않았다.

포장된 상추와 오이에 미치는 영향

Table 3에서 sorbic acid 함유 필름이 일부 균주에 대해 항균성을 보이고 다른 항균성 소재 함유 필름은 평판배지상에서는 항균성을 나타내지 못하였지만, 포장중의 채소의 품질에 미치는 영향을 살펴보는 것도 필요한 것으로 판단된다. 따라서 이를 검토하기 위하여 제조된 필름으로 상추와 오이를 포장하여 각각 5°C 및 10°C에서 저장하면서 여러 품질변화를 측정하였고, 미생물 성장에 대한 결과가 Fig. 1 및 Fig. 2에 제시되어 있다. 포장된 상추에서의 총균수의 증가경향으로 봤을 때, 저장초기에는 서로간에 차이가 없지만 저장 5일경에서는 대황추출물, 황련추출물, sorbic acid, 지르코늄계 은치환무기이온교환체를 함유시킨 포장재가 대조구 포장에 비해서 미생물 증식을 억제한 것으로 나타났다. 그러나 그 이후의 저장에서 미생물 증식이 많아지면서부터는 포장조건간의 총균수에는 큰 차이가 감소하거나 없어졌다. 항균성 소재 함유 필름 중에서도 저장 12일까지 황련 함유 필름이 포장 상추의 미생물수를 계속 비교적 낮은 상태를 유지하고 있었다. 미생물적인 기준에서 신선 채소의 유통기한은 총균수 $10^7 \sim 10^8/g$ 의 수준에서 끝나기 때문에(17), 본실험에서 제작되어 사용된 항균성 필름은 미생물증식이 낮은 저장초기에 상추에서의 미생물 증식을 제한적으로 억제할 수 있는

Table 3. Antimicrobial activity of the experimental LDPE films observed by disk test¹⁾

| Microorganism | Film fabricated with addition ²⁾ of | | | | |
|--------------------------|--|-------------------------------|---------------------------------|-------------|---|
| | No additive (Control) | <i>Rheum palmatum</i> extract | <i>Coptis chinensis</i> extract | Sorbic acid | Ag-substituted inorganic zirconium matrix |
| <i>E. coli</i> | - | - | - | + | - |
| <i>S. aureus</i> | - | - | - | + | - |
| <i>L. mesenteroides</i> | - | - | - | + | - |
| <i>Sacch. cerevisiae</i> | - | - | - | - | - |
| <i>A. niger</i> | - | - | - | - | - |
| <i>A. oryzae</i> | - | - | - | - | - |
| <i>P. chrysogenum</i> | - | - | - | - | - |

¹⁾-: no reaction, +: clear zone of 1.0~2.5mm. ²⁾Concentration of the additive was 1%.

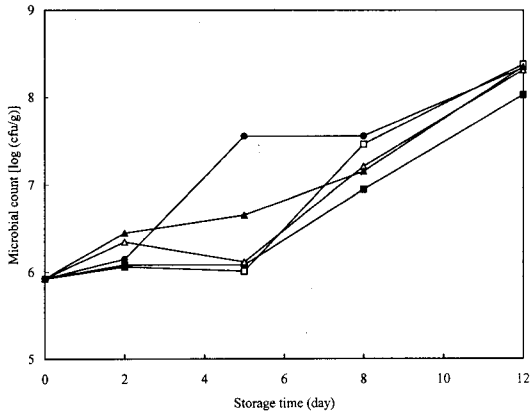


Fig. 1. Changes in total microbial count on the curled lettuce packaged in 1% antimicrobial agents-impregnated LDPE films and stored at 5°C. ●, Control; □, *Rheum palmatum* extract; ■, *Coptis chinensis* extract; △, Sorbic acid; ▲, Ag-substituted inorganic zirconium matrix.

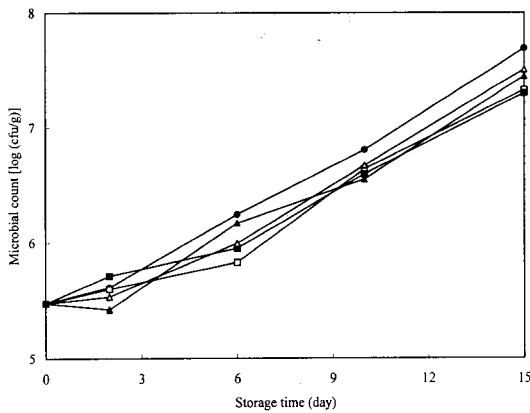


Fig. 2. Effect of 1% antimicrobial agents-impregnated LDPE films on total microbial count of cucumber stored at 10°C. ●, Control; □, *Rheum palmatum* extract; ■, *Coptis chinensis* extract; △, Sorbic acid; ▲, Ag-substituted inorganic zirconium matrix.

것으로 판단된다. 이러한 결과는 자몽중자추출물을 함유시킨 항균성 필름에 의한 상추와 콩나물의 포장에서의 미생물 증식에 대해서 나타난 결과와(18) 비슷하거나 일치된다.

항균성 소재를 함유시킨 필름으로 오이를 포장하고 저장하였을 경우에도 총균수 $10^8/g$ 의 이하를 유지하는 저장 15일까지 대조구 필름에 의한 포장에 비해서 일관되게 낮은 미생물 증식을 보여 주었다(Fig. 2). 상추와 오이의 실험결과에서 볼 때, 평판배지 상에서 몇가지 균주에 대한 항균성을 보이지 않은 대항추출물, 황련추출물, 지르코늄계 은치환무기이온교환체를 첨가시킨 포

장도 제한된 범위에서는 총균수의 증식을 억제하며 그 전체적인 효과에서 sorbic acid 함유 필름과 큰 차이가 없는 점이 주목된다. 평판배지상의 특정 미생물 균주에 대한 disk test가 실제 채소포장시의 미생물 억제와 반드시 일치하지 않을 수 있음을 보여주고 있다. Lee 등(18)은 자몽중자추출물을 함유시킨 항균성 필름이 disk test에서는 *L. mesenteroides*에 대해서 항균활성을 보이지 않았지만 상추와 콩나물의 포장시에는 유산균 증식을 억제한 것을 보고한 바 있다. 그러나 Fig. 1 및 Fig. 2에서의 항균성 필름에 의해 포장된 상추와 오이에서의 미생물 생육이 대조구에 비해서 낮은 편이지만 그 효과가 현저하다고는 볼 수 없어서, 저장기간의 연장에 기여할 만큼 충분하지는 않은 것으로 보인다. 따라서 항균소재의 항균성이 보다 분명히 발현될 수 있는 필름 가공방법 및 포장기법의 개발이 필요한 것으로 생각된다. 즉 필름의 가공 중 항균물질의 활력이 잘 보존되면서 산물의 포장시 표면으로 항균물질이 잘 이행될 수 있는 성형 및 적용 방법의 개발이 요구된다.

세척된 상추를 포장한 경우 상추는 과습포화상태에서 필름과 접촉하게 되며, 항균성 필름 포장의 경우 접촉된 필름표면과 물기가 있는 상추를 통하여 항균성분의 이행이 이루어져 상추 표면의 미생물 성장을 억제할 수 있는 것으로 추측된다. 또한 포화습도상태로 인해 필름표면에 형성되는 응축수분막을 통하여 상추표면으로 항균성분의 용출과 확산이 이루어져 미생물 생육억제의 효과를 얻을 수 있는 것으로 생각된다. 그러나 이러한 효과는 비교적 포장필름과 접촉된 채소에 주로 얻어질 것이기 때문에 포장 중심부에 위치한 상추에서는 필름이나 필름표면의 응축수분과 접촉될 기회를 갖지 않으므로 항균성 포장에 의한 미생물 생육억제의 효과가 없거나 미미할 것으로 생각된다. 이러한 점이 채소 시료간의 측정된 미생물수의 변이를 증가시키는 요인으로 작용하였을 것이다. 반면에 오이의 포장시에는 개체별로 필름에 의해 밀착되어 있었기 때문에 포장필름과 고르게 채소표면이 접촉되어서 모든 시료에 대해서 균일한 접촉이 이루어지고 이로 인한 항균물질의 이행이 진행될 수 있었을 것으로 판단된다. 이러한 결과는 저장시간에 따른 포장처리구간의 총균수 데이터의 변화 폭을 감소시킨 것으로 나타났다. 따라서 항균성 포장필름에 의한 확실한 효과의 발현을 위해서는 직접 채소와 필름의 접촉을 증가시킬 수 있는 포장형태가 바람직한 것으로 평가된다. 이를 위해서는 스트렛치 랩이나 수축포장과 같은 밀착포장의 이용과 함께 상추의 포장 등에서는 포장단위의 감소도 도움이 될 것으로 생각된다.

Table 4. Effect of 1% antimicrobial agents-impregnated LDPE packaging films on quality changes of cucumber stored at 10°C

| Antimicrobial agent | Quality item | Storage time (day) | | | | |
|---|------------------------|--------------------|------|------|------|------|
| | | 0 | 2 | 6 | 10 | 15 |
| No additive(Control) | Ascorbic acid(mg/100g) | 4.9 | 3.1 | 1.9 | 1.0 | 0.7 |
| | Hardness(kg) | 3.51 | 3.20 | 3.04 | 2.92 | 2.78 |
| <i>Rheum palmatum</i> extract | Ascorbic acid(mg/100g) | 4.9 | 4.2 | 2.3 | 1.3 | 0.7 |
| | Hardness(kg) | 3.51 | 3.29 | 3.06 | 3.00 | 2.63 |
| <i>Coptis chinensis</i> extract | Ascorbic acid(mg/100g) | 4.9 | 3.9 | 2.1 | 1.7 | 0.7 |
| | Hardness(kg) | 3.51 | 3.24 | 3.17 | 2.92 | 2.77 |
| Sorbic acid | Ascorbic acid(mg/100g) | 4.9 | 3.7 | 2.1 | 1.7 | 0.5 |
| | Hardness(kg) | 3.51 | 3.06 | 2.95 | 3.00 | 2.70 |
| Ag-substituted inorganic zirconium matrix | Ascorbic acid(mg/100g) | 4.9 | 4.1 | 2.2 | 1.2 | 0.7 |
| | Hardness(kg) | 3.51 | 3.24 | 3.06 | 2.91 | 2.77 |

여러 필름으로 포장되어 5°C에서 12일간 저장된 상추는 chlorophyll 함량과 표면색택에서 저장 중 큰 변화가 없었으며, 포장조건간에도 시료간의 오차의 범위를 넘는 유의한 차이를 보여주지 않았다. 저장기간 및 포장조건에 따른 상추의 chlorophyll 함량은 85~94mg/100g의 범위에 있었고, 표면색택에 있어서는 L값 69.1~70.3, a값 -12.0~-10.9, b값 6.9~8.3의 범위를 나타내었다. 10°C에서 저장된 오이의 품질변화에 있어서는 대조구 포장에 비해 항균성 필름 포장 처리구가 우수한 ascorbic acid 보존량을 보이며, 경도에서 처리구간에 유의할만한 차이를 발견할 수 없었다(Table 4).

결론적으로 대황추출물, 황련추출물, sorbic acid, 지르코늄계 은치환무기이온교환체의 항균성 소재를 1% 농도로 첨가시킨 포장필름을 상추와 오이의 포장에 적용하였을 때, 총균수가 $10^7 \sim 10^8/g$ 의 범주에 도달하기 전의 저장기간에서는 미생물의 증식을 억제하는 효과를 가지면서 이들 채소의 다른 품질에 부정적인 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 이들 항균성 필름은 채소류의 선도유지를 위해 밀착포장의 용도로 이용될 수 있는 가능성을 가진 것으로 평가되었다. 그러나 항균성 소재를 혼입하여 압출시킨 필름에 의한 미생물 생육억제의 효과가 저장기간의 연장에 기여할 만큼 충분하지는 않아서 항균소재의 항균성이 보다 분명히 발현될 수 있는 필름가공방법 및 포장기법의 개발이 요망된다.

요 약

원예산물의 미생물적 변패를 억제할 수 있는 포장필름을 개발하기 위하여, 대황추출물, 황련추출물, sorbic acid, 지르코늄계 은치환무기이온교환체와 같은 몇 가지 항균성 소재를 저밀도폴리에틸렌에 1% 농도로 첨가하여 필름으로 제조한 다음, 이들 필름의 물성을 비

교하고 항균성을 몇 가지 변패미생물에 대해 평판배지에서 항균성을 검사하였다. 제조된 필름을 이용하여 상추와 오이를 포장하고 각각 5°C 및 10°C에서 저장하면서 총균수 및 물리화학적 품질변화를 측정하였다. 대황추출물, 황련추출물, 지르코늄계 은치환무기이온교환체를 함유시킨 필름들은 공식된 *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Penicillium chrysogenum* 등의 균주에 대해서 생육저해성을 나타내지 않았으나, sorbic acid를 함유시킨 필름은 평판배지에서 *E. coli*, *S. aureus*, *L. mesenteroides*에 대해서는 항균활성을 보였다. 필름에 1% 농도로 첨가된 항균성 소재는 필름에 색택을 부여하여 약간의 광선투과도를 감소시키는 것 외에는 기계적 강도와 열수축성, 방담성의 측면에서 필름의 물성에 부정적인 영향을 주지 않으며 일부 측면에서는 오히려 긍정적인 효과를 보였다. 항균성 소재를 첨가시킨 포장필름으로 상추와 오이를 포장하였을 때에는, 총균수가 $10^8/g$ 의 범주에 이르기 전에는 미생물의 증식을 억제하는 효과를 보이면서 이들 채소의 다른 품질에 부정적인 영향을 주지 않았다.

감사의 글

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

문 헌

1. Prince, T. A. : Modified atmosphere packaging of horticultural commodities. In "Controlled/Modified Atmosphere/Vacuum Packaging of Foods" Brody, A. L.

- (ed.), Food & Nutrition Press, Trumbull, CT, USA, p.67(1989)
2. Miller, W. R., Spalding, D. H., Risse, L. A. and Chew, V. : The effects of an imazalil-impregnated film with chlorine and imazalil to control decay of bell peppers. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, **97**, 108(1984)
 3. Ben-Yehoshua, S. : Individual seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film. In "Controlled/Modified Atmosphere/Vacuum Packaging of Foods" Brody, A. L.(ed.), Food & Nutrition Press, Trumbull, CT, USA, p.101(1989)
 4. Hotchkiss, J. H. : Safety considerations in active packaging. In "Active Food Packaging" Rooney, M. L. (ed.), Blackie Academic & Professional, London, England, p.238(1995)
 5. Weng, Y. M. and Hotchkiss, J. H. : Anhydrides as antimycotic agents added to polyethylene films for food packaging. *Packaging Technol. Sci.*, **6**, 123(1993)
 6. Hale, P. W., Miller, W. R. and Smoot, J. J. : Evaluation of a heat-shrinkable copolymer film coated with imazalil for decay control of Florida grapefruit. *Trop. Sci.*, **26**, 67(1986)
 7. Halek, G. W. and Garg, A. : Fungal inhibition by a fungicide coupled to an ionomeric film. *J. Food Safety*, **9**, 215(1989)
 8. 山下公一朗 : ワサヒ"成分を利用した抗菌性包材による鮮度保持. *食品と科学*, **35**, 102(1993)
 9. 青木悟 : 抗菌性食品包装用 フィルム. シェパハンフト"サイエンス, **35**, 57(1996)
 10. Weng, Y. M., Chen, M. J. and Chen, W. : Benzoyl chloride modified ionomer films as antimicrobial food packaging materials. *Inter. J. Food Sci. Technol.*, **32**, 229(1997)
 11. Weng, Y. M. and Chen, M. J. : Sorbic anhydride as antimycotic additive in polyethylene food packaging films. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, **30**, 485(1997)
 12. 정순경, 이숙지, 정윤정, 박우포, 이동선, 조성환 : 시설 채소산물의 선도유지를 위한 한국산 약용식물추출물의 항균특성. *농산물저장유통학회지*, **5**, 13(1998)
 13. 大須賀弘 : 食品包装用 フィルム. 日報, 東京, p.50(1993)
 14. American society for testing and materials : Annual book of ASTM standards. Philadelphia, Vol. 15.09, p.115 (1991)
 15. MacKinney, G. J. : Absorption of light by chlorophyll solutions. *J. Biol. Chem.*, **140**, 315(1941)
 16. AOAC : *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC, p.45-16(1995)
 17. O'Beirne, D. : Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. In "Chilled Foods" Gormley, T. R. (ed.), London: Elsevier Applied Science, England, p.183 (1990)
 18. Lee, D. S., Hwang, Y. I. and Cho, S. H. : Developing antimicrobial packaging film for curled lettuce and soybean sprouts. *Food Science and Biotechnology*, **7**, 117(1998)

(1998년 4월 4일 접수)