

황금추출물을 함유한 항균성 포장필름을 이용한 딸기와 오이의 저장효과

정순경* · 조성환

*양산대학 식품가공제과제빵과, 경상대학교 식품공학과

Preservation of Strawberries and Cucumbers Packaged by Low density polyethylene film impregnated with antimicrobial agent, *Scutellariae baicalensis* extract

Sun-Kyung Chung* and Sung-Hwan Cho

*Department of Food Processing and Baking, Yangsan College, Yangsan 626-800, Korea

Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

Abstract

To develop a wrapping film, which suppresses the microbial decay through the storage and prolongs the selflife of fruits and vegetables, the antimicrobial packaging films were prepared and applied to the preservation of strawberries and cucumbers. Low density polyethylene(LDPE) film of 50 μ m thickness was fabricated with 1% of *Scutellariae baicalensis* extract. The LDPE film impregnated with *Scutellariae baicalensis* extract showed antimicrobial activity on the disk test against *Bacillus cereus*, *Escherchia coli* and *Fusarium sp.*. The antimicrobial film changed the color and light transmittance, but did not affect heat shrinkage, mechanical tensile strength and watability. Strawberries and cucumbers were separately wrapped with packaging films in the state of closely-adhered packaging as well as modified atmosphere packaging(MAP). The wrapped strawberries and cucumbers were stored for 21 days at 5 $^{\circ}$ C and for 40 days at 10 $^{\circ}$ C, respectively. For the packaged strawberries and cucumbers at 5 $^{\circ}$ C and 10 $^{\circ}$ C, the LDPE film impregnated with *Scutellariae baicalensis* extract showed the reduced growth of total aerobic bacteria, molds and yeasts and did not give any negative effect on other quality attributes during storage in comparison with control film without any additive.

Key words : antimicrobial packaging film, *Scutellariae baicalensis* extract, modified atmosphere packaging, closely-adhered packaging

서 론

과채류의 유통시에 포장은 필수적이며 이때에 사용되는 포장시스템은 온도, 습도, 포장내부의 가스조성, 에틸렌 가스의 농도 등을 조절하는 기능을 가지도록 설계되며, 포장 재료에는 필요한 기능성을 위해 적절한 투과성을 가진 플라스틱 필름과 함께 다양한 재료를 복합적으로 결합하여 사용하고 있다. 이러한 신선도 유지의 기능을 가진 포장에 관련된 연구가 폭넓게 진행되고 있으며 특히, 환경기체조절기능을 지닌 항균성 포장필름의 개발 및 응용이 확대되고 있다. 예를 들면, 항균성 플라스틱 포장필름을 이용한 딸기, 오이, 호박, 포도등의 저장연구(1-4), 항균소재를 함유시킨 저밀도 폴리에틸렌 필름에 의한 상추와 오이의 포장실험(5), 항균성

물질로 코팅된 폴리에틸렌 필름을 이용한 딸기, 오이와 호박의 환경기체조절포장에 관한 연구(6,7), 식물성 항균소재를 이용한 침지 및 포장처리에 의한 딸기 및 오이의 품질변화에 관한 연구(8,9) 등 과채류의 선도유지를 목적으로 하는 연구에 응용되어 좋은 효과를 획득하고 있다. 이러한 연구의 일환으로, 천연 식물성 항균소재인 황금추출물을 사용하여 저밀도폴리에틸렌 필름을 제조하고 대상 과채류 품목으로 딸기와 오이를 포장하였을 때 그 저장성에 미치는 효과를 검토함으로써 식물성 항균소재가 함유된 포장필름이 과채류 포장에 이용될 수 있는지 그 가능성을 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

저장실험용 딸기는 2002년 3월 15일에 수확된 순베리 품종을 사용하였고, 오이는 2002년 4월 15일에 수확된 것을

Corresponding author : Sung-Hwan Cho, Department of Food Science & Technology, Gyeongsang National University, 900 Gajwa-Dong, Chinju, 660-701, Korea
E-mail : sunghcho@nongae.gsnu.ac.kr

사용하였다. 딸기와 오이는 진주지역 인근 농가에서 구입하여 실험실로 운반하여 하루 밤 보관한 후, 다음날 아침에 표면에 흠집이 난 것이나 부패된 딸기와 오이를 골라내고 손질하여 포장실험에 사용하였다.

항균성 포장필름의 제조

항균성 포장 필름을 제조하기 위해 앞선 실험결과(10), 열안정성이 있으면서 항균성이 우수한 것으로 확인된 황금추출물(*Scutellariae baicalensis extract*)을 저밀도 폴리에틸렌 수지(Grade 5302, 밀도 0.921 g/cc)에 1%농도로 첨가하여 두께 50 μ m 내외로 다음과 같은 방법으로 필름을 제조하였다. 즉, 1% 항균제가 첨가된 LDPE 필름의 제조를 위해서는 황금추출물을 우선 쌍축압출기에서 첨가물의 농도가 10%인 masterbatch 펠렛(pellet)을 제조하였다. 이 masterbatch에 9배 무게의 LDPE 펠렛을 혼합시켜 단축압출기에서 필름으로 성형하였다. 압출기의 운전에서 가급적 온도가 155~160 $^{\circ}$ C 범위로 유지되도록 제어하였다. 이때, 동일한 LDPE 수지에 아무런 첨가 없이 동일한 조건에서 50 μ m 정도의 두께로 가공하여 대조구 필름을 얻었다.

필름의 기체투과도 측정

대조구로 사용된 저밀도폴리에틸렌(low density polyethylene, LDPE) 필름과 항균성 소재를 1% 농도로 함유시켜 압출하여 제조한 LDPE 필름의 기체투과도를 5 $^{\circ}$ C에서 측정하였다. 실험에 사용된 필름의 산소 및 이산화탄소 투과도를 준동압법(isostatic method)(11)에 의하여 ml/m² atm hr의 단위로 측정하였다.

포장내 기체조성 측정

5 $^{\circ}$ C 냉장고에 저장하면서 포장내 기체조성과 포도의 품질변화를 측정하였다. 포장내 산소 및 이산화탄소 농도는 포장내 기체 1ml를 취하여 기체크로마토그래프(Hitachi Model 163, Hitachi사, Tokyo, Japan)에 의해서 측정하였다. 가스크로마토그래프의 조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Gas chromatographic conditions for the analysis of O₂ and CO₂ gases

Items	Conditions
G.C.	HP 5890A
Column	Alltech CTR I column
Carrier gas flow rate	He 30 mL/min
Reference gas flow rate	He 40 ml/min
Detector	TCD
Oven Temp.	40 $^{\circ}$ C
Injection Temp.	70 $^{\circ}$ C
Detector Temp.	90 $^{\circ}$ C

필름의 물성측정

제조된 필름에 대해서 필름의 물성을 측정하여 항균성 소재가 필름의 이용성에 미치는 영향을 살펴보았다. 밀착포장을 위한 필름의 수축특성은 길이 15 cm, 넓이 2 cm 크기의 필름 시료를 120 $^{\circ}$ C에서 30분간 노출시켰을 때 수축되어 감소되는 길이의 비율로 측정하였다. 접촉각은 크기 10 μ L의 물방울을 필름에 떨어뜨렸을 때 얻어지는 물방울의 접촉각으로서 Contact Angle Meter(Model G-I, ERMA Inc, Tokyo, Japan)에 의하여 ASTM방법에 준하여 측정하였다. 인장강도의 측정에 있어서는 5.0 cm x 1.3 cm의 필름시료를 Rheometer Compac-100 (Sun Scientific Co., Japan)에 의하여 60 mm/min의 속도로 인장시킬 때 얻어지는 항복력을 필름의 단면적으로 나누어서 얻었다. 필름의 투명도를 보기 위하여 필름을 투과하는 투과광선에 대해서 삼자극 색체계(Model JC801, Color Techno System Corporation, Japan)로 L값을 측정하였다. 모든 실험은 5반복 이상으로 수행하고 평균값을 구하였다.

포장필름의 항균성

LDPE에 황금추출물을 혼입하여 압출하여 제조된 포장재의 항균특성을 시험하기 위하여 미생물이 접종된 평판배지 위에 1 x 1 cm 크기의 필름을 얻고 미생물 억제영역을 관찰하였다.

과채류의 포장 및 저장

딸기의 저장은 폴리스틸렌 트레이(18 x 13cm) 위에 같은 넓이로 재단된 항균성 필름 혹은 대조구 LDPE 필름을 간 다음 딸기를 200 \pm 10g을 담았다. 이를 40 x 30cm 크기의 항균성 혹은 대조구 저밀도폴리에틸렌 필름 봉지에 넣고 밀봉하여 포장하였다. 그리고 또다른 포장처리구로 항균성 필름의 포장조건에 대해서 직경 0.5mm의 편홀을 두 개 내어 외부와의 통기성을 가져서 포장내부의 기체조성이 통상공기와 같도록 한 포장 상태이다. 한편, 선별된 오이는 필름에 밀착되게 하나씩 날개로 돌려 싸서 포장하였다. 이렇게 포장된 딸기와 오이는 각각 5 $^{\circ}$ C에서 21일 또는 10 $^{\circ}$ C에서 40일간 저장하면서 품질변화를 측정하였다. 본 실험용 과채류의 저장고(12)는 저장고내의 온도 및 습도가 적정수준으로 유지되어 있는 농가용 반지하식 저장고를 설치하여 이용하였다.

품질변화의 측정

과채류 표면의 미생물수를 측정하기 위하여 포장필름으로 포장된 딸기와 오이를 저장기간별로 채취하여 homogenizer (Moder AM-7, Nihonseiki Kaisha LTD., Japan)에서 15,000rpm으로 3분간 마쇄하였다. 이 마쇄액을 순차적으로 희석하여 영양배지에 도말배양하였다. 호기성 총균수는 Plate Count

Agar(Difco Laboratories, Detroit, USA)에 도말하여 30℃에서 3일간 배양하였다. 효모수는 시료용액을 chloroamphenicol을 첨가시킨 PDA배지(Difco Laboratories, Detroit, USA)에서 도말하고 25℃에서 5일간 배양하였다. 실험은 3반복의 시료에 대하여 수행하였다. 가용성 고형분은 굴절당도계(Atago사, Japan)에 의하여 °Brix농도로 측정하였다. pH는 마쇄된 딸기즙액에 대하여 pH meter(Model 230A, Orion research Inc., Boston, MA, USA)로 측정하였다. 총산은 딸기 5g을 물 100 mL와 합하여 homogenize 시킨후 0.1N NaOH로서 pH 8.1이 될 때까지 pH meter로 적정하여 구연산 %로 나타내었다.

오이의 ascorbic acid 함량은 오이의 시료 일정량을 무작위 3반복으로 취해서 10ml metaphosphoric acid 용액으로 마쇄하여 추출한 후 여과지로 여과하여 50 ml로 정용한 다음 2, 6-dichloroindophenol용액으로 적정하였다. 또한, 딸기, 오이의 저장 중 경도(firmness)측정을 위해서는 Rheometer Compac-100 (Sun Scientific Co., Japan)을 사용하였다. 딸기는 직경 5 mm의 원통형 probe에 의해서 종방향으로 이등분된 딸기의 표면을 깊이 7 mm까지 60 mm/min의 속도로 관입 시킬 때 얻어지는 항복력(yield force)을 측정하고 이를 경도(firmness)로 표시하였다. 그리고 오이는 직경 5 mm의 원통형 probe에 의하여 종방향으로 이등분된 오이의 표면을 깊이 10 mm까지 60 mm/min의 속도로 관입 시킬 때 얻어지는 항복력을 측정하고 이를 경도(hardness)로 표시하였다. 아울러, 딸기에 대한 부패율은 저장 중 처리구 포장별로 8~11개의 포장을 취하여 각 포장에서 연부 현상을 나타내거나 곰팡이가 핀 딸기의 개수를 구하여, 이를 전체 개수에 대한 비율로서 표시하였다. 오이의 부패율은 일정기간 저장 후, 약 50개의 개체포장에 대하여 전체 크기에 대해 3 cm이상 연화되었거나 곰팡이가 핀 것을 골라서 전체에 대한 개수의 비율로서 표시하였다.

결과 및 고찰

포장필름의 가스투과도 측정

수확한 과채류의 포장에 요구되는 산소 및 이산화탄소의 다양한 선택적 투과도의 범위를 갖는 플라스틱 필름을 찾기 위해 상업화된 필름을 수집하여 5℃ 또는 10℃에서 이들의 가스 투과도는 다음식 (1)에 의하여 투과도를 계산하였다.

$$P = \frac{S}{A \Delta p} \dots\dots\dots (1)$$

여기서 P는 포장필름의 투과도(mL/m² hr atm), S는 투과곡선의 직선부분의 기울기(mL/hr), A는 필름의 표면적(m²), Δp는 포장필름 양면사이의 분압의 차이(atm)이다. 기체투과도는

실험에 사용된 필름에 대해서 단위면적당 단위압력의 차이에 대해서 단위시간당 투과되는 가스의 속도로서 mL/m² hr atm 의 단위로 나타내었다. 두 반복 실험에 의하여 필름의 투과도를 얻었고, 두께는 micrometer(Mituto Co., Japan)로 측정하였다. 이와 같은 방법으로 천연항균소재인 황금추출분말을 1% 농도로 함유시켜서 제작된 필름의 기체투과도를 측정하여 얻어진 결과는 Table 2와 같다. 분말형태로 함유되는 항균성 소재에 있어서는 가공상의 제약으로 인하여 두께가 50 μm 이상으로만 제조될 수 있었으며, 두께가 50μm 부근인 항균성 포장필름의 투과도는 일반적인 LDPE 필름의 범위에 있다. 즉 항균성 소재 첨가 필름은 O₂ 투과도에서 70~104 mL/m² atm hr의 범위를, CO₂ 투과도에서 310~472 mL/m² atm hr의 범위를 보여주고 있다. 이것은 두께 28μm인 LDPE 필름의 경우, O₂ 투과도에서 90~120 mL/m² atm hr의 범위를, CO₂ 투과도에서 380~520 mL/m² atm h 보다 다소 낮은 기체투과도를 가지고 있는 것으로 나타났다. LDPE 필름에 항균성 포장소재를 함유시킴은 아무 첨가없는 대조구 LDPE에 비교하였을 때, 대체적으로 O₂ 및 CO₂의 기체투과도를 감소시키는 것으로 나타나고 있다.

Table 2. Gas permeability of plastic films used for packaging at 5℃ and 10℃

Antimicrobial agent added to packaging film	Thickness (μm)	Gas permeabilities (mL/m ² atm hr)			
		5℃		10℃	
		O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
No additive (Plain LDPE)	28	90	380	120	520
1% <i>Scutellariae baicalensis</i> extract	50	70	310	104	472

필름의 물성

항균소재의 첨가에 따른 필름의 물성을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 즉, 천연항균성 소재를 저밀도폴리에틸렌에 함유시키는 것은 인장강도로 측정된 필름의 기계적 강도를 저하시키지 않았으며, 황금추출물의 첨가로 필름의 방담성을 나타내는 접착각을 현저히 낮추어 줄 수 있어서 채소류 포장면에서 외관적인 면에서 이점이 될 수 있음을 보여주었다. 아울러, 밀착포장을 위한 수축포장 형태로의 이용시에 수축의 정도를 나타내는 수축율에서도 항균소재인 황금추출물을 함유시킨 포장필름은 무첨가 대조구 LDPE필름에 비해 높은 값을 보였다. 이러한 여러 물성면에서 필름에 첨가된 항균성 소재는 1%정도의 첨가에 의해서 기계적 강도와 수축성, 방담성을 나타내는 접착각의 측면에서 필름의 물성에 부정적인 영향을 주지 않으며, 일부 측면에서는 오히려 긍정적인 효과를 갖는 것으로 평가된다. 다만 필름의 투과색도면에서 황금추출물의 첨가는 필름의 L값을 다소 낮추어, 투명도를 감소시키는 것으로 나타났다.

Table 3. Physical properties of low density polyethylene films impregnated with antimicrobial agent

Antimicrobial agent added to packaging film	Thickness (μm)	Physical properties			
		Shrinkage (%)	Transmit lightness (L value)	Contact angle (°)	Tensile strength (x10 ⁷ Pa)
No additive	28	76.3	93.7	100	1.12
1% <i>Scutellaria baicalensis</i> extract	50	87.0	90.8	80.3	1.20

포장필름의 항균성

LDPE에 황금추출물을 혼입하여 압출하여 제조된 포장재의 항균특성을 시험하기 위하여 미생물이 접종된 평판배지 위에 1 x 1 cm 크기의 필름을 얻고 미생물 억제영역을 관찰한 바, 그 결과는 Table 4와 같았다. 시험에 사용된 황금추출물이 포함된 필름은 Gram 양성균인 *Bacillus cereus*, Gram 음성균 *Escherichia coli* 및 곰팡이 *Fusarium sp.*에 대해서 항균성을 가지고 있는 것으로 나타나고 있으며, 실험에 사용된 황금추출물이 함유된 포장 필름이 효모 *Candida albicans*에 대해서는 평판배지상에서 항균성을 나타내지 못하고 있었다. 앞선 실험결과에서 확인된 황금추출물의 항균성과 열안정성이 포장필름으로 이행되어 세균 및 곰팡이에 대한 항균성을 나타냈으나, 효모에 대해서는 항균성을 보여 주지 못하였다. 이는 황금추출물의 항균성이 필름제조과정에서 높은 온도로 인하여 파괴 및 약화될 수 있음을 시사하는 것으로 생각된다. 그러나, 대체적으로 황금추출물을 함유시킨 포장필름은 필름의 제조과정 중에서도 항균성이 잘 보존되고 있음을 제시해 주었다.

Table 4. Antimicrobial activity¹ of the packaging films observed by paper disk test against various microorganisms

Film	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Candida albicans</i>	<i>Fusarium sp.</i>
Plain LDPE ²	-	-	-	-
LDPE with 1% <i>Scutellaria baicalensis</i> extract	+	++	-	+

¹ -: no reaction, +: clear zone of 1.0~2.5 mm, ++: clear zone of 2.5~5.0 mm

² low density polyethylene

항균성 소재를 함유시킨 포장필름에 저장한 과채류의 품질특성

항균제를 1% 농도로 첨가시킨 LDPE필름이 포장된 딸기의 저장 중 미생물수, 산도, 가용성 고형분, 경도 및 부패율의 변화에 미치는 영향은 Table 5에 나타나 있다. 즉, 저장 중 총균수는 저장 5일까지는 대조구나 항균필름 포장구 모

두 증가를 보이지 않았으나 저장 9일째부터 대조구의 경우, 총균수가 급증하여 항균필름 포장구에 비하여 크게 증가하였다. 이와 같은 실험결과는 딸기의 경우, 부패변질이 빠르고 미생물증식이 왕성한 품목으로서, 밀착된 항균성 포장필름이 효과적으로 미생물 생육억제에 작용할 수 있는 특징을 지닌 것으로 판단되었다. 이러한 미생물 증식의 억제효과는 딸기의 부패율 억제에 기여하는 것으로 나타나 5°C에서 5일간 저장시, 부패율이 항균성 포장필름이 6%로 10%의 부패율을 갖는 대조구 필름포장에 비해서 유의하게 부패진행속도를 낮추어준 것으로 나타났으며, 저장 9일째는 대조구 LDPE필름을 사용한 딸기포장에서는 21%정도의 높은 부패를 보인 반면, 항균필름포장구는 13%로 낮은 부패율을 보였다. 저장 21일째에는 대조구의 경우 55%, 항균필름포장구의 경우 29%로 높은 부패율을 보여 신선한 딸기저장을 유도하기 위해서는 딸기를 항균성 필름에 포장하여 저온저장함으로써 선도유지기간을 연장할 수 있는 것으로 나타났다. 곰팡이 및 효모의 경우도 총균수의 변화와 유사한 경향을 시사해 주고 있다. 딸기의 조직은 저장에 따라 딸기 자체의 자가분해효소와 미생물성장에 따른 세포벽 분해효소의 작용에 의하여 연화를 나타내게 된다. 항균필름으로 포장된 딸기의 저장 중 경도변화는 저장 15일까지 대조구의 경우, 저장기간이 경과함에 따라 급격히 감소하는데 반하여 완만한 감소를 보여주고 있으며, 전반적으로 항균성 소재를 첨가시킨 LDPE필름으로 포장된 딸기의 경도가 무첨가 대조 필름의 딸기보다는 양호한 경도의 보존을 보여주고 있다. 한편, 포장된 딸기의 저장중 pH, 적정산도 그리고 가용성 고형분의 변화 또한, Table 5에서 보여 주고 있다. 딸기를 21일간 저장하는 동안 대조구의 경우, pH는 3.40 서 4.10으로, 항균필름포장구의 경우, 3.40에서 3.70으로 상승하고, 적정산도는 각각 초기 0.90%에서 0.75%, 0.9%에서 0.87%로 감소하였다. 또한, 가용성 고형분은 대조구의 경우, 9.0 °Brix에서 7.3 °Brix, 항균필름포장구의 경우 9.0 °Brix에서 8.0 °Brix로 감소하는 경향을 보였다. 이상의 결과를 고찰하여 볼 때, 항균성 소재를 1% 농도로 포함시킨 LDPE 필름은 딸기와 접촉되는 포장조건에서 미생물의 증식을 억제하고 이로 인하여 부패를 낮추어 주며, 항균성 LDPE 필름은 과육의 경도를 유지시켜 주는 등, 무처리 LDPE필름의 대조구에 비해 딸기의 품질열화현상을 지연시키는 포장소재로 그 효과를 확인할 수 있었다. 한편, 오이를 항균필름에 포장하여 10°C의 온도가 유지되는 농가용 간이저온실에서 저장하면서 미생물수, ascorbic acid함량, 경도 및 부패율등의 품질 변화를 대조구인 무처리 LDPE필름 포장구와 비교·측정하여 Table 6과 같은 결과를 얻었다. 즉, 오이의 경도는 대조구에 비해서 항균필름으로 포장한 처리구에서 경도유지에 도움을 주는 것으로 나타났다. ascorbic acid 함량은 저장기간이 경과할수록 전반적으로 감소하는 경향을 보이고 있고, 대조구의 경우, 저장초기에 6.34mg/100g의 ascorbic acid함량이 저장

40일째 4.55mg/100g으로 감소한데 비하여 항균필름포장구의 경우 4.98mg/100g으로 높게 나타나, 대조구에 비교해서 황금추출물을 첨가한 LDPE로 포장한 항균필름포장구에서 ascorbic acid의 파괴가 지연되는 것으로 판단되었다. 저장 중 호기성 총균수와 효모, 곰팡이의 변화는 경향성이 뚜렷하지는 않지만 전반적으로 대조구에 비교해서 항균필름포장구에서 미생물 생육이 낮은 편이며, 항균필름에 포장한 시험구에서 오이의 저장중, 호기성 총균수 뿐만 아니라 효모 및 곰팡이의 증식도 억제되는 것으로 나타났다. 이는 항균필름이 오이와 밀착되게 포장되었기 때문에 포장필름과 고르게 채소표면이 접촉되어서 시료 표면에 균일한 접촉이 이루어지고 이로 인한 항균물질의 이행이 진행될 수 있었을 것으로 판단되었다. 오이의 저장 중에 나타나는 부패율이 있어서도 이러한 미생물 증식의 억제효과가 기여하는 것으로 보여지며 대조구의 경우, 저장 20일째 부패율이 24%로 나타나 항균필름포장구의 저장 40일째의 부패율 16%보다 높게 나타났다. 이는 미생물의 증식패턴과 일치하는 것으로서 항균성 필름에 의하여 오이와 밀착시킨 형태로 포장하면 저온에서의 저장 유통 중 미생물 성장을 억제하게 되고 이는 부패율을 현저하게 낮추어 줄 수 있다는 것을 확인하는 결과이다. 이와같은 결과는 오이 개체별 포장에 의해 채소 표면과 항균필름의 밀착으로 인해 포장지의 항균물질이 이행되어 부패를 야기시키는 미생물의 증식을 억제시켜 부패를 방지하는 것으로 보여진다.

Table 5. Changes in microbial count, pH, titratable acidity and soluble solid of strawberries packaged in 1% antimicrobial agent-added LDPE film and stored at 5°C

Antimicrobial agent added to LDPE film	Quality item	Storage time (day)				
		0	5	9	14	21
Control (no additive)	Total aerobic bacteria (cfu/g)	3.02	3.59	3.87	5.10	7.75
	Mold & yeast (cfu/g)	3.19	3.71	3.94	5.33	8.41
	pH	3.40	3.45	3.67	3.95	4.10
	Acidity(%)	0.90	0.90	0.88	0.80	0.75
	Soluble solid (°Bx)	9.0	8.3	7.7	7.5	7.3
	Hardness (g)	250	240	215	186	138
	Decay ratio(%)	0	10	21	28	55
1.0% extract of <i>Scutellariae baicalensis</i>	Total aerobic bacteria (cfu/g)	3.02	3.25	3.30	4.12	5.24
	Mold & yeast (cfu/g)	3.19	3.21	3.62	4.50	5.87
	pH	3.40	3.42	3.49	3.58	3.70
	Acidity(%)	0.90	0.90	0.89	0.88	0.87
	Soluble solid (°Bx)	9.0	8.9	8.5	8.2	8.0
	Hardness (g)	250	246	232	219	175
	Decay ratio(%)	0	6	13	19	29

이상의 연구결과로 미루어, 본 연구에서 그 기능과 효과를 구현한 천연항균소재인 황금추출물을, 과채류의 항균성 포장필름 소재로 활용할 경우, 수확한 과채류의 선도유지효과를 기대할 수 있어, 수출용 과채류의 생산기반 보호와 농가소득에 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

Table 6. Changes in microbial count, pH, titratable acidity and soluble solid of cucumbers packaged in 1% antimicrobial agent-added LDPE film and stored at 10°C

Antimicrobial agent added to LDPE film	Quality item	Storage time (day)				
		0	10	20	30	40
Control (no additive)	Total aerobic bacteria (cfu/g)	4.50	4.91	5.38	6.05	7.12
	Mold & yeast (cfu/g)	2.45	4.23	5.30	5.86	6.90
	Ascorbic acid (mg/100g)	6.34	5.89	5.52	4.91	4.55
	Hardness (gf)	5650	5020	4550	4090	3385
	Decay ratio(%)	0	11	24	35	43
1.0% extract of <i>Scutellariae baicalensis</i>	Total aerobic bacteria (cfu/g)	4.50	4.67	5.25	5.61	6.54
	Mold & yeast (cfu/g)	2.45	2.66	2.92	3.89	4.94
	Ascorbic acid (mg/100g)	6.34	6.03	5.88	5.57	4.98
	Hardness (gf)	5650	5353	5045	4689	4406
	Decay ratio(%)	0	5	9	12	16

요 약

항균력의 우수성이 확인된 황금추출물을 포장필름소재로 개발하여 과채류에 대한 포장실험을 한 결과는 다음과 같다. 즉, 1% 농도로 황금추출물을 첨가시킨 저밀도 폴리에틸렌(LDPE) 필름에 의하여 딸기를 포장하고 5°C에서 저장하면서 품질변화를 실험한 결과 무첨가 대조필름에 비해 호기성 총균수, 곰팡이 및 효모수로 측정된 미생물의 증식을 억제하는 것으로 나타났다. 이러한 미생물 증식억제의 효과로 인하여 항균성 필름은 포장된 딸기의 부패율을 낮추어 주고, 연화를 억제하였다. 딸기의 저장 중 pH는 상승하고 적정산도는 감소하였으며, 가용성 고형분은 감소하는 경향을 보였으나, 포장처리구 간에는 유의하고 일관성 있는 차이를 발견할 수 없었다. 아울러, 시설채소산물인 오이를 항균필름에 싸서 포장하고 10°C에서 저장하면서 미생물 성장, 부패율, 경도, 화학적 품질을 측정한 결과, 대조구에 비교해서 긍정적인 결과를 얻을 수 있었다. 이는 대조구(LDPE) 필름

에 비교해서 항균소재를 첨가한 LDPE필름으로 포장한 경우, 대체적으로 오이의 연화는 지연되었고, ascorbic acid함량의 감소폭도 완만한 것으로 나타났다. 미생물 성장 역시 억제되는 것을 볼 수 있었고, 그 결과, 저장오이의 부패율도 크게 감소하는 것으로 나타났다. 따라서, 황금추출물과 같은 천연항균소재로 제조한 항균필름으로 과채류를 포장하여 저장·유통하는 경우, 과채류의 공급 및 수요면에서 과채류의 부가가치를 향상시켜 국제경쟁력을 향상시킬 수 있는 긍정적인 효과를 나타내는 결과를 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 논문은 산학협동재단 학술연구비 지원사업에 의하여 수행된 연구의 일부이며, 이에 깊이 감사드립니다.

참고문헌

1. Chung, S.K., Cho, S.H. and Lee, D.S. (1998) Effect of Antimicrobial Packaging Films on the Keeping Quality of Strawberries. *Food Engineering Progress*. 2, 157-161.
2. Chung, S.K., Cho, S.H. and Lee, D.S. (1998) Modified Atmosphere Packaging of Fresh Strawberries by Antimicrobial Plastic Films. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30, 1140-1145.
3. Shin, D.H., An, D.S., Cho, S.H. and Lee, D.S. (1999) Modified Atmosphere Packaging of Fresh Cucumber and Zucchini by Using Antimicrobial Plastic Films. *Food Engineering Progress*. 3, 186-192.
4. Chung, S.K., Cho, S.H. and Lee, D.S. (1999) Antimicrobial Packaging Films for the Preservation of Harvest Grapes. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 6, 43-47.
5. An, D.S., Hwang, Y.I., Cho, S.H. and Lee, D.S. (1998) Packaging of Fresh Curled Lettuce and Cucumber by Using Low Density Polyethylene Films Impregnated with Antimicrobial Agents. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27, 675-681.
6. An, D.S., Shin, D.H., Cho, S.H., Lee, S.B. and Lee, D.S. (1999) Packging Films Coated by Antimicrobial Plant Extracts and Their Effect on the Keeping Quality of Cucumber and Zucchini. *Food Engineering Progress*. 3, 22-27.
7. Kim, Y.M., Lee, S.B., Cho, S.H. and Lee, D.S. (2000) Fabrication of Polyethylene Films Coated with Antimicrobials in a Binder and Their Application to Modified Atmosphere Packging of Strawberries. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 7, 12-18.
8. Chung, S.K. and Cho, S.H. (2000) Effect of Antimicrobial Dipping and Packging on the Keeping Quality of Cucumbers. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 7, 8-11.
9. Park, W.P., Chung, S.K. and Cho, S.H. (2000) Changes in the Keeping Quality of Strawberry and Cucumber treated with Korean Medical Herb Extracts. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 7, 145-149.
10. Cho, S.H. and Kim, Y.R. (2001) Antimicrobial Characteristics of Scutellariae Radix Extract. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30, 964-968.
11. Karel, M., Issenberg, P., Ronsivalli, I. and Jurin, V. (1963) Application of Gas Chromatography to Measurement of Gas Permeability of Packging Materials. *Food Technology.*, 17, 91-94.
12. Cho, S. H., Chung, J.H. and Ryu, C.H. (1994) Inhibitory Effects of Natural Antimicrobial Agent on Postharvest Decay in Fruits and Vegetables under Natural Low Temperatures. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 23, 315-321.

(접수 2002년 6월 15일)