

결착제 함유 항균성 물질로 코팅한 폴리에틸렌 필름의 제조 및 이를 이용한 딸기의 환경기체조절포장

김영민 · 이상백* · 조성환** · 이동선

경남대학교 생명과학부, *제주대학교 화학공학과, **경상대학교 식품공학과

Fabrication of Polyethylene Films Coated with Antimicrobials in a Binder and Their Application to Modified Atmosphere Packaging of Strawberries

Young-Min Kim, Sang-Baek Lee*, Sung-Hwan Cho** and Dong-Sun Lee

Division of Life Sciences, Kyungnam University

*Department of Chemical Engineering, Cheju National University

**Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University

Abstract

As an economical and effective way of antimicrobial film fabrication, antimicrobial agents were coated on the LDPE film with a binder medium. The fabricated films were then applied to modified atmosphere packaging of fresh strawberries. A binder of polyamide was selected for the coating medium, based on the stability in water. 1% grapefruit seed extract-coated film showed the antimicrobial activity on the plate media against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Micrococcus flavus*, *Saccharomyces cerevisiae*, while one with 10% *Coptis chinensis* extract inhibited only *M. flavus* and one coated with 10% *Rheum palmatum* extract did not inhibit any of 10 strains tested. The packages of fresh strawberries by using antimicrobial agents-coated films created the gas compositions of O₂ 1.4~5.5% and CO₂ 5.7~7.9%, and contributed to reduced growth of total aerobic bacteria and yeast/molds on the produce. However their lower microbial count was not correlated directly with the reduced decay of the fruits.

Key words : grapefruit seed extract, *Coptis chinensis* extract, *Rheum palmatum* extract, polyamide

서 론

원예산물의 신선도를 유지하고 필요한 저장유통기간을 얻는 데 있어서 포장은 중요한 역할을 한다. 적정한 기체투과도의 플라스틱 필름에 의해서 포장된 원예산물은 수분증산이 억제되고, 포장 내에 형성

되는 변형기체조성에 의해 생리변화의 속도가 낮아진다. 최근에는 원예산물과 접촉하는 포장필름에 항균성을 부가하여 미생물 성장을 억제하고 부패를 지연시키려는 시도가 이루어지고 있다(1-3). 하지만, 항균제를 첨가하여 포장필름을 가공시에 가장 많이 이용되는 압출공정은 그 온도조건이 높기 때문에, 가공과정에서 첨가되는 항균제의 항균활성이 많이 소실되게 된다(4,5). 이를 극복하기 위한 하나의 방법이 플라스틱 필름위에 항균물질의 용액을 코팅하는 방법이 있다. 이러한 시도로서 山下公一朗(6)은 와사비 추출물을 cyclodextrin 용액과 혼합하여 폴리에스테르

Corresponding author : Dong-Sun Lee, Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Masan 631-701, Korea
E-mail : dongsun@hanma.kyungnam.ac.kr

(PET) 필름에 코팅한 바 있다. 그러나 단순히 수용성 항균물질 용액을 플라스틱 필름위에 코팅하면, 수분이 많은 채소류를 포장할 때 항균물질층의 코팅이 벗겨지므로 실제 포장필름으로 사용하기에는 어려움이 따른다(7). 따라서 수분에 저항성이 있는 안정한 binder의 개발이 필요하다.

본 연구에서는 항균성 물질을 저밀도폴리에틸렌에 결착제(binder)와 함께 코팅함에 의하여 안정한 항균성 포장필름을 가공하는 방법을 개발하고자 하였으며, 이를 수확후 저장성이 약한 품목인 딸기의 포장에 적용하였다. 항균성 물질로는 천연물질로 항균성을 갖는 것으로 확인된 자몽종자(grapefruit seed) 추출물, 대황 (*Rheum palmatum*) 추출물, 황련 (*Coptis chinensis*) 추출물을 사용하였다(8,9)

재료 및 방법

재료

딸기는 경남 밀양에서 생산된 '여홍' 품종을 마산 청과물 시장에서 1999년 5월 1일 구입하여 실험에 사용하였다.

결착제를 이용한 항균성 필름의 생산

안정적으로 결착제 (binder)와 함께 항균제를 코팅한 필름의 생산방법을 확립하기 위하여 세 종류의 결착제에 자몽종자추출물 (grapefruit seed extract, GFSE)을 1% 농도로 혼합시켜 저밀도 폴리에틸렌 (low density polyethylene, LDPE) 필름에 코팅하였다. GFSE는 glycerine에 녹아있는 50% 농도의 Citrex™ (Quimica Natural Brasileira Ltda, Sao Jose dos Campos, Brazil)를 사용하였다. 실험에서 검토된 결착제로는 polyamide, carnauba wax, polyethylene(PE) wax의 용액을 사용하였다. Polyamide의 용액의 제조를 위해서는 *i*-propanol/*n*-propanol 혼합용액(2:1)에 40% 농도(w/w)의 polyamide 수지 (Versamid™ 750, Henkel Corporation, Ambler, PA, USA)를 녹여서 용액을 만들었다. Carnauba wax용액은 13.3% 농도의 Prowax™ (코실, 군산)를 사용하였다. PE wax용액은 분자량 1000~1500 g/mol 의 범위에 있는 산화 polyethylene (현대유화, 서울) 60g을 98°C의 증류수 200 mL에 녹였다. 유화를 돕기 위하여 12g의 polyoxyethylene-sorbitan monooleate (Sigma Chemical Co., St. Louis, USA)와 15 mL의 morpholin을 첨가하면서 균질화시켜서 26% (w/w)의 농도로 얻었다(10) 제조된 결착제 용액에 1%의 GFSE를 첨가한 후 두께 43 μm의 LDPE (20 x 60

cm)에 #6 bar coater (RD Specialities, New York, USA)로 코팅하고, 상온에서 24시간 방치하여 건조시켰다. #6 bar coater는 건조전 상태에서 13 μm의 코팅 두께를 형성시킨다.

딸기 포장실험용의 항균성 필름은 앞의 실험에서 비교적 안정성이 있는 것으로 확인된 polyamide 수지에 GFSE 1%, 대황 (*Rheum palmatum*) 알코올 추출물 10%, 황련(*Coptis chinensis*) 알코올 추출물 10%의 농도로 혼합하여(8,9) #5 bar coater로 LDPE필름에 코팅하고 미생물 평판배지 상에서 항균성을 평가하였다. 대황과 황련의 알코올 추출물을 제조하기 위해서는 200 L용량의 추출기(동진기계, 서울)에서 68~70°C에서 3시간동안 추출하였다. 대황은 6.8 kg의 시료와 ethanol 144 L를 혼합하여 추출하였고, 황련은 9.3 kg의 시료와 144 L ethanol을 혼합하였다. 추출된 액은 여과후 진공농축기(동진기계, 서울)에 넣고 내부압력 600~700 mmHg에서 ethanol을 증발시켜 대황 및 황련의 추출액이 각각 40 L 및 60 L가 되도록 농축하였다 이렇게 제조된 대황과 황련 추출액을 필요에 따라 실험실용 증발농축기에서 농축하거나 회석하여 고형분 함량을 조절한 후 결착제 용액에 혼합시켰다.

결착제 이용 항균제 코팅필름의 특성 측정

결착제를 이용하여 GFSE를 1% 농도로 코팅한 후의 무게증가를 측정하고, 물에의 용해성을 측정하기 위하여 15°C의 물에 24 시간 담근 후에 꺼내어 30°C에서 48시간 건조시켰다. 코팅으로부터 물로 용해되어 들어간 무게의 비로서 용해도를 결정하였다.

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

Test organism	Medium	Temperature (°C)
<i>Escherichia coli</i> (IFO 3301)	LB Agar	37
<i>Staphylococcus aureus</i> (IFO 3060)	Nutrient Broth Agar	37
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Tryptic Soy Broth Agar	30
<i>Bacillus cereus</i>	Nutrient Broth Agar	30
<i>Bacillus subtilis</i> (IFO 12113)	LB Agar	37
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> (ATCC 9135)	Lactobacilli MRS Agar	25
<i>Micrococcus flavus</i> (ATCC 10240)	Nutrient Broth Agar	30
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (IFO 2044)	YPD Agar	25
<i>Aspergillus niger</i> (ATCC 9029)	Potato Dextrose Agar	25
<i>Penicillium chrysogenum</i> (ATCC 10238)	Potato Dextrose Agar	25

*Media were purchased from Difco Laboratories (Detroit MI, USA)

결착제가 코팅된 필름의 기체 투과성으로는 산소 및 이산화탄소에 대한 투과성으로서 준등압 방법(11)으로 측정하였다.

필름의 항균성을 측정하기 위하여 미생물이 접종된 평판배지 위에 1 x 1 cm 크기의 필름을 얹고 항온기에서 3일후에 얻어지는 미생물 억제영역을 관찰하였다. 미생물에 따라서 항균특성을 관찰하기 위하여 사용된 배지와 온도조건은 Table 1과 같다

딸기의 포장

Polyamide 결착제에 항균제를 함유시켜 코팅된 LDPE 필름을 이용하여 다음과 같은 딸기를 환경기체조절 포장의 조건으로 포장하였다. 13 x 18 cm의 폴리스티렌 트레이 위에 항균성 코팅 필름을 깔고, 190±5g 딸기를 담은 다음, 이를 16 x 22 cm 크기의 같은 필름의 봉지에 넣고 열접착 밀봉하였다. 비교를 위하여 보통의 LDPE 필름으로 같은 조건으로 포장하였다. 이와 함께 통기성 대조구 포장으로 직경 6 mm의 구멍을 8개 뚫은 LDPE 포장을 제작하였다. 포장된 딸기는 5°C에서 21일간 저장하면서 3개의 포장씩을 선택하여 포장내의 기체조성, 표면에서의 미생물 생육, pH, 총산, 당도 등을 측정하였다.

분석

포장내 기체조성의 측정을 위하여 포장내의 공기 시료 1 mL를 취하여 기체크로마토그래피(Hitachi Model 163, Hitachi Ltd., Tokyo, Japan)에 주입하였다. 운반기체(carrier gas)는 He를 30 mL/min의 유량으로 흐르게 하였고 Alltech CTR I column(Alltech Associates, Inc., Deerfield, IL, 미국)에 의해서 분리된 O₂ 및 CO₂를 열전도도 검출기로 정량하였다. 오븐 온도는 40°C, 주입부(injection port)는 70°C, 검출기(detector)는 90°C를 유지하였다.

딸기표면의 미생물수를 측정하기 위하여 표피로부터 5 mm까지의 깊이로 5g을 취하고 멸균수 10 mL와 혼합하여 homogenizer(Model AM-7, Nihonseiki Kaisha LTD., Japan)로 15,000 rpm에서 3분간 마쇄하였다. 호기성 미생물의 측정은 이 마쇄액을 희석하여 Plate Count Agar(Difco Laboratories, Detroit, USA)에 도말하여 25°C에서 3일간 배양하였고, 효모/곰팡이 수는 10% tartaric acid로 pH 3.5로 조절된 Potato Dextrose Agar (PDA, Difco Laboratories, Detroit, USA)에 도말하여 25°C에서 5일간 배양하였다.

딸기의 경도(firmness)는 Rheometer Compac-100 (Sun Scientific Co, Japan)로 측정하였다. 직경 5 mm의 원통형 probe에 의해서 종방향으로 이동분된 딸기의 표면을 깊이 10 mm까지 60 mm/min의 속도로 관입시킬 때 얻어지는 항복력(yield force)을 측정하였다.

pH는 blender로 마쇄한 액즙에 pH meter(Model 520A, Orion Research Inc., Boston, MA, USA)로 측정하였고, 총산은 딸기 5 g을 물 100 mL와 혼합하여 균질화한 후 0.1 N NaOH로서 pH 8.1이 될 때까지 적정한 후 구연산 %로 나타내었다. 그리고 가용성 고형분은 굴절당도계(Model N1, Atago Co., Tokyo, Japan)로 측정하여 ° Brix 농도로 나타내었다.

부패율은 딸기 한 개체를 기준으로 20% 이상 곰팡이가 피었거나 조직이 함몰되었을 경우를 부패한 것으로 보고 포장당 전체갯수에 대한 부패과의 비율로 나타내었다.

결과 및 고찰

코팅 필름의 안정성에 미치는 결착제의 영향

항균물질을 LDPE 필름에 코팅하기 위한 코팅 매체를 선정하기 위하여 carnauba wax, PE wax, polyamide를 대상으로 하여 제조한 필름의 코팅에 의한 무게증가 및 코팅의 수용성은 Table 2와 같다. Polyamide가 용액 중 농도가 높은 관계로 인하여 필름에 가장 높은 코팅의 고정율을 보여주며, 또한 물에 대해서도 녹지 않고 안정하였다. 이에 비하여 carnauba wax와 PE wax는 GFSE와 함께 코팅할 때, 높은 수용성을 보였다. 일반적으로 신선 원예산물은 수분이 많은 경우가 대부분이므로 항균성 물질을 코팅하여 포장용으로 사용하게 될 때, 수용성이 높으면 이러한 코팅이 벗겨져서 여러 가지 문제를 야기할 수 있다. 코팅이 벗겨지면, 포장의 외관을 훼손할뿐만 아니라 이들 물질이 식품으로 전이되면 여러 위생적인 문제를 야기할 수 있다. 따라서 항균성 물질을 함유시켜 코팅할 매체로는 polyamide가 적절한 것으로 판단되어 이를 이용하여 항균성 물질을 코팅하고자 하였다.

Table 2. Solubility of coating binder medium* with GFSE on the low density polyethylene in water

Coating medium	Weight gain by coating (g/100 cm ²)	Solubility of coating in the water (%)
Carnauba wax	2.43 x 10 ⁻²	30.4
PE wax	5.45 x 10 ⁻²	33.3
Polyamide	8.74 x 10 ⁻²	12

*Medium was coated with 1% GFSE by #6 coating bar of 13 μm wet thickness.

결착제 함유 항균성 물질로 코팅된 필름의 항균활성

세가지 항균성 물질로 코팅된 필름의 여러 미생물에 대한 항균활성은 Table 3과 같다. GFSE로 첨가된

polyamide로 코팅된 필름은 *E. coli*, *Sta. aureus*, *B. subtilis*, *B. cereus*, *L. mesenteroides*, *M. flavus*, *Sacch. cerevisiae*에 대해서 항균성을 가져서 가장 넓은 범위의 미생물에 대해서 항균성을 갖는 것으로 나타났으며, 10%의 황련 추출물 (*Coptis chinensis extract*)로 첨가시켜서 코팅한 경우는 *M. flavus*에 대해서만 항균성을 보였다. 반면에 10%의 대황 추출물을 첨가시켜서 코팅한 필름은 실험에 사용된 10균주에 대해서 항균성을 나타내지 못하였다 이러한 점을 고려한다면, 원예산물의 저장중 미생물을 억제할 수 있는 항균성 포장필름으로는 GFSE를 첨가시켜 코팅한 것이 미생물 생육을 억제할 가능성이 가장 많은 것으로 평가된다

Table 3. Antimicrobial activity of the antimicrobial agent-coated packaging films* as observed by disk test**

Test organism	Non-coated	Coated with polyamide only	Coated with polyamide + 1% GFSE	Coated with polyamide + 10% <i>Rheum palmatum</i> extract	Coated with polyamide + 10% <i>Coptis chinensis</i> extract
<i>E. coli</i>	-	-	++	-	-
<i>Sta. aureus</i>	-	-	+	-	-
<i>Bacul. amargosus</i>	-	-	-	-	-
<i>B. subtilis</i>	-	-	++	-	-
<i>B. cereus</i>	-	-	+	-	-
<i>L. mesenteroides</i>	-	-	++	-	-
<i>M. flavus</i>	-	-	++	-	+
<i>Sacch. cerevisiae</i>	-	-	+	-	-
<i>Asp. niger</i>	-	-	-	-	-
<i>P. chrysogenum</i>	-	-	-	-	-

*Coating was undertaken by #5 coating bar of 11μm thickness with antimicrobial agent.
 **- no reaction; +, clear zone of 0.5-2.5 mm. ++ clear zone of 2.5-7.0 mm

딸기 포장내의 기체조성

Polyamide 수지에 GFSE를 혼합하여 코팅한 LDPE 필름의 기체 투과도를 측정한 결과는 Table 4과 같다. 이러한 코팅은 약 3 μm의 두께 증가를 보여주며, 이로 인해 약간의 기체투과도 감소를 야기하였다. 코팅된 필름의 기체 투과도는 일반적인 LDPE필름의 범위에서 크게 벗어나지 않으며, 이러한 투과도의 범위는 저온에서 딸기의 환경기체조절포장에 이용되는 데에는 무리가 없는 것으로 판단된다(1).

따라서 GFSE 1%, 대황 추출물 10%, 황련 추출물 10%를 polyamide 결착제와 함께 코팅한 LDPE 필름을 딸기의 환경기체조절포장에 이용한 결과 Fig. 1과 같은 포장내 기체조성의 변화를 보여주었다 5℃에서 저장 전과정을 통하여 통기성 포장은 외기와 유사한 공기조성을 유지하였고, 코팅 LDPE 필름에 의한 딸기의 포장구에서는 저장 5~21일 동안에 O₂농도는 1.4~

5.5%범위를 유지하였고, CO₂농도는 5.7~7.9%의 범위를 형성시켰다. 이는 압출에 의하여 가공된 항균성 LDPE에 의해서 포장된 딸기포장에서 유지되었던 기체조성과 비슷하였으며(1), 이는 비록 CO₂농도에서 최적의 농도인 15~20%에는 이르지 못하지만 딸기의 품질유지에 도움을 줄 수 있는 기체조성으로 여겨진다. 밀봉 포장 사이에는 기체조성에서 별로 차이를 보이지는 않으나 코팅되지 않은 필름의 포장이 약간의 낮은 CO₂ 농도와 높은 O₂ 농도를 보이며, 이는 Table 4에서 보이는 바와 같이 코팅되지 않은 필름이 약간 높은 기체투과도를 가짐에 따른 영향으로 여겨진다.

Table 4. Gas permeabilities of the binder-coated LDPE film compared to the non-coated control

Film	Thickness (μm)	Gas	Permeabilities (mg/m ² h atm) at	
			5°C	10°C
Non-coated control	43	O ₂	94.9	132.1
		CO ₂	649.8	716.2
Film coated with polyamide - 1% GFSE	46	O ₂	85.3	98.4
		CO ₂	497.6	640.2

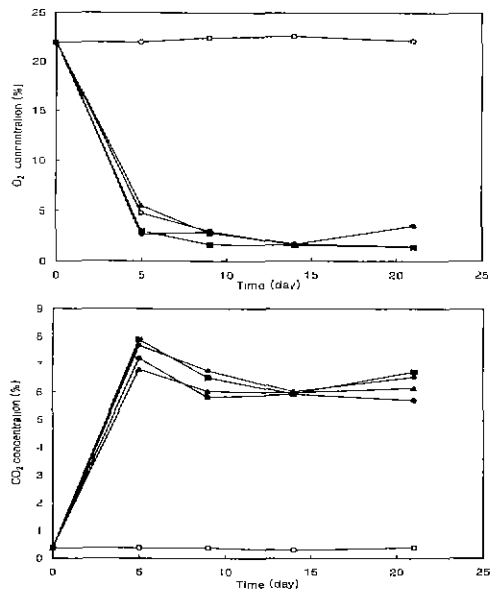


Fig. 1 Changes of gas compositions in the strawberry packages stored at 5°C.
 ○-○: Perforated control package. ●-●: MAP of plain LDPE. ▲-▲: MAP of LDPE coated with 1% grapefruit seed extract. ◆-◆: MAP of LDPE coated with 10% *Rheum palmatum* extract. ■-■: MAP of LDPE coated with 10% *Coptis chinensis* extract

포장조건에 따른 딸기의 품질변화

Fig. 2는 여러 방법으로 포장된 딸기의 저장 중 저

장기간에 따른 미생물의 변화를 나타낸 결과이다. GFSE, 대황 추출물, 황련 추출물로 코팅된 LDPE 필름의 포장은 통기성 포장뿐만 아니라 일반 LDPE 필름 포장에 비해서 포장된 딸기의 미생물 성장을 억제할 수 있는 것으로 나타났다. 코팅되지 아니한 LDPE 필름에 의한 단순한 밀봉포장도 통기성포장에 비해서는 저장 9일 이후에 총균수 및 효모/곰팡이 수에서는 유의하게 낮은 수준을 나타내었으며, 이는 Fig. 1에서 나타난 변형기체조성의 영향으로 판단된다. 이러한 환경기체조성이 딸기의 미생물수에 미치는 긍정적인 효과는 Sommer 등(12)과 정 등(1)에 의하여 이미 보고된 바와 같다.

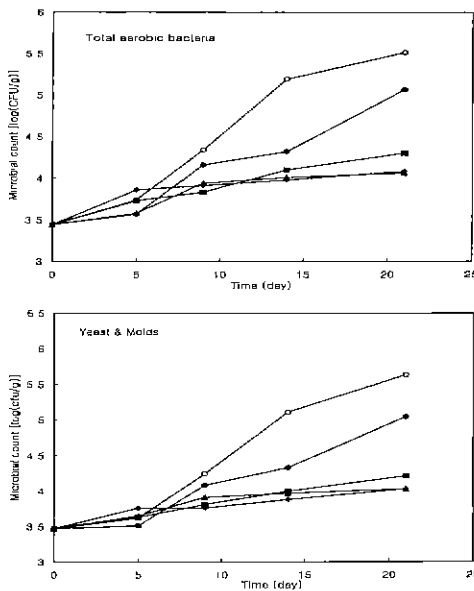


Fig. 2. Changes in microbial count of the strawberries packed by different methods during storage at 5°C.

○-○ Perforated control package, ●-● MAP of plain LDPE, ▲-▲ MAP of LDPE coated with 1% grapefruit seed extract, ◆-◆ MAP of LDPE coated with 10% *Rheum palmatum* extract, ■-■ MAP of LDPE coated with 10% *Coptis chinensis* extract

Fig. 3에서는 포장된 딸기의 저장중 경도의 변화를 보여주고 있다. 항균성 재료로 코팅된 LDPE 필름에 의한 딸기의 포장은 미생물 성장 억제 효과와 함께 저장 중 딸기의 경도를 높게 유지하는 데에도 비교적 효과적이었다. 밀봉상태로 포장된 딸기의 경도는 저장 초기에 상승한 후에 감소하였으나, 통기성 포장의 딸기는 저장초기부터 감소하였다. 밀봉된 환경기체조절포장 중에서 항균성 물질로 코팅된 필름의 포장은 일반 LDPE 필름 포장에 비해 저장 14일

이후에 뚜렷히 높은 경도를 보였다. 딸기의 화학적 품질에서는 저장 21 동안에 pH는 3.64에서 3.72로 증가하였고, 총산은 0.83%에서 0.91% 범위로 증가한 경향을 보였으며, 가용성 고형분은 8.9 °Bx에서 7.0 °Bx 범위로 변화하였으며, 시료간의 변이를 넘는 처리구간의 차이는 발견할 수 없었다 (구체적인 데이터는 생략).

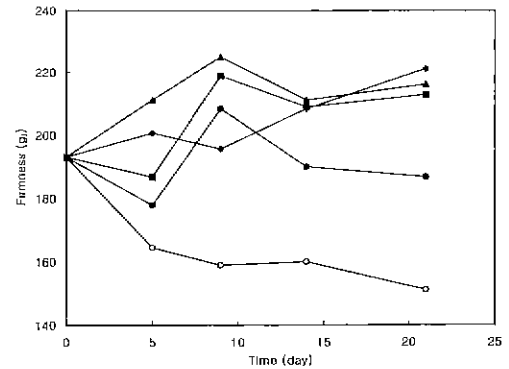


Fig. 3. Changes in firmness of the packaged strawberries stored at 5°C.

○-○ Perforated control package, ●-● MAP of plain LDPE, ▲-▲ MAP of LDPE coated with 1% grapefruit seed extract, ◆-◆ MAP of LDPE coated with 10% *Rheum palmatum* extract, ■-■ MAP of LDPE coated with 10% *Coptis chinensis* extract.

Fig. 4에서는 포장된 딸기를 5°C에서 21일간 저장하였을 때의 부패율을 보여주고 있다. 위의 Fig. 2에서 결착제 이용 코팅 항균성 필름은 미생물생육 억제에 효과적인 것으로 나타났지만, 부패율 억제 면에서는 일반 LDPE 필름에 비해 유의한 효과를 보이지는 않는 것으로 나타났다. 밀봉된 환경기체조절포장은, 다른 여러 보고와 같이(12-14), 통기성 포장에 비해 현저히 낮은 부패율을 나타내었으나, 항균성 물질이 결착제와 함께 코팅된 LDPE 필름의 밀봉포장은 보통 LDPE 밀봉포장과 비슷한 부패율의 범위를 보였다. 즉, 호기성 총균수와 효모/곰팡이의 유의적인 차이의 결과가 부패율의 감소로 뚜렷하게 나타나지는 못하였다. 이러한 결과는 압출에 의하여 채조된 항균성 필름에 의한 딸기의 환경기체조절포장에서 항균성 필름이 긍정적인 기여를 한 보고와는(1) 차이를 보였다. 육안적으로 나타난 부패율에는, 측정된 미생물 오염도 이외의 다른 요소가 관계하거나 지배한 것으로 추정된다. 실험 중에 육안적으로 대황, 황련, GFSE의 딸기로의 이행이 관찰되었는데, 이로 인하여 다른 부가적인 생리장해의 유발 등이 영향을 줄 수도 있는 것으로 생각된다.

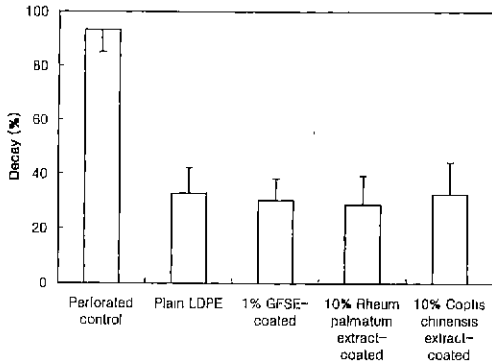


Fig. 4. Changes in decay of the strawberries packed by different methods after storage of 21 days at 5°C. Bars indicate standard deviations of the data.

요 약

경제적이면서 효과적인 항균성 필름의 생산방법으로서 corona 처리한 저밀도 폴리에틸렌 (LDPE) 필름에 천연항균성 물질을 코팅하는 방법을 개발하고, 이를 딸기의 포장에 적용하였다. 보다 안전한 항균제 코팅 필름의 생산을 위하여 결착제와 함께 코팅한 필름의 생산방법을 검토한 결과, polyamide수지용액과 항균성 물질을 함께 코팅함에 의하여 안정한 코팅을 형성할 수 있었다. 이의 항균성을 미생물 평판배지 상에서 확인한 결과, 1% 자몽종자추출물로 코팅한 LDPE 필름이 *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Micrococcus flavus*, *Saccharomyces cerevisiae* 균주에 대해서 항균활성을 보여서 가장 우수하였다. 반면에 10% 황련추출물로 코팅한 필름은 오직 *M. flavus*에 대해서만 항균성을 보였고, 10% 대황추출물 코팅 필름은 실험에 사용된 10균주에 대해서 항균성을 나타내지 않았다. 결착제를 이용한 항균제 코팅 필름은 딸기의 포장에 적용시 환경기체조절 포장에 적용하였을 때에 포장내에 O₂ 1.4~5.5%, CO₂ 5.7~7.9%의 범위를 형성시켰으며, 비슷한 기체조성을 가진 일반 LDPE 필름의 밀봉포장에 비해서 호기성 박테리아와 효모/곰팡이의 생육을 억제하였으나, 부패율 억제에는 뚜렷한 효과를 보이지는 않았다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림특정연구사업의 연구결과의 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- 1 정순경, 조성환, 이동선 (1998) 항균성 플라스틱 필름을 이용한 딸기의 환경기체조절포장. 한국식품과학회지, 30(5), 1140-1145
- 2 Hale, P.W., Miller, W.R. and Smoot, J.J. (1986) Evaluation of a heat-shrinkable copolymer film coated with imazalil for decay control of Florida grapefruit. *Trop. Sci.* 26, 67-71
- 3 Miller, W.R, Spalding, D.H., Russe, L.A. and Chew, V (1984) The effects of an imazalil-impregnated film with chlorine and imazalil to control decay of bell peppers. *Proc. Fla State Hort. Soc.*, 97, 108-111
- 4 안덕순, 황용일, 조성환, 이동선 (1998) 항균소재를 함유시킨 저밀도폴리에틸렌 필름에 의한 상추와 오이의 포장. 한국식품영양과학회지, 27, 675-681
- 5 Hoffman, K.L., Dawson, P.L., Acton, J.C., Han, I.Y. and Ogale, A.A. (1998) Film formation effects on nisin activity in corn zein and polyethylene films. *Activities Report of the R & D Associates* 50(1), 238-244
- 6 山下公一朗 (1993) 왁스 성분を利用した抗菌性包材による鮮度保持. *食品と科學*, 35(11), 102-107
- 7 안덕순, 신동혁, 조성환, 이상백, 이동선 (1999) 항균성 식물추출물로 코팅된 필름의 제조 및 오이와 호박 포장에의 적용. *산업식품공학*, 3, 22-27
- 8 정순경, 이숙지, 정윤경, 박우포, 이동선, 조성환 (1998) 시설채소산물의 선도유지를 위한 한국산 약용식물추출물의 항균특성. *농산물저장유통학회지*, 5(1), 13-22
- 9 김영록, 조성환 (1996) Grapefruit 종자추출물의 항균작용 및 미생물 생리기능에 미치는 영향. *농산물저장유통학회지*, 3(2), 187-193
- 10 Hagenmaier, R.D. and Baker, R.A. (1997) Edible coatings from morpholine-free wax microemulsions. *J. Agric. Food Chem.*, 45, 349-352
- 11 Karel, M, Issenberg, P., Ronsivalli, L. and Jurin, V. (1963) Application of gas chromatography to measurement of gas permeability of packaging materials. *Food Technol.*, 17(3), 91-93
- 12 Sommer, N.F., Fortlage, R.J., Mitchell, F.G. and Maxie, E.C. (1973) Reduction of postharvest losses of strawberry fruits from gray mold. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 98, 285-288

13. 김동만, 강훈승, 김길환 (1986) 공기중에 혼합한 탄산가스농도에 따른 딸기의 저장성에 관하여. 한국식품과학회지, 18, 66-70
14. El-Kazzaz, M.K., Sommer, N.F. and Fortlage, R.J. (1983) Effect of different atmospheres on postharvest decay and quality of fresh strawberries. *Phytopathology*, 73, 282-285

(1999년 11월 18일 접수)