

천연항균물질을 침지 및 포장소재로 이용한 딸기의 저장효과

정순경* · 조성환

*양산대학 식품가공제과제빵과, 경상대학교 식품공학과, 농업생명과학연구원

Preservative Effect of Natural Antimicrobial Substances Used as Steeping and Packaging Agent on Postharvested Strawberries

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, Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

Abstract

Coptis chinensis extract and grapefruit seed extract, natural antimicrobial substances, were applied to the dipping treatment of strawberry and incorporated in the packaging films. Strawberry was steeped in the extract solutions of 50 ppm concentration and packed with the low density polyethylene(LDPE) films incorporated with 1% extracts. During the storage at 5°C, the qualities of microbial counts, decay ratio, texture and chemical attributes were measured for the pretreated strawberry. The LDPE films incorporated with the extracts retarded the growth of aerobic bacteria, lactic acid bacteria and yeast that had been contaminated before the pretreatment, significantly lowered the decay ratio, and gave better retention of textural firmness. The chemical and physical qualities of strawberry were not affected by the packaging films. When strawberry was steeped in the extract solutions, the effects of the packaging film incorporated with the extracts on the qualities of strawberry were accelerated.

Key words : natural antimicrobial substances, *Coptis chinensis* extract, grapefruit seed extract, dipping treatment, packaging films

서 론

딸기(*Fragaria ananassa* Duch.)의 경우 대부분 수확한 다음 정선후 곧바로 포장을 하여 출하하므로 표피에 많은 병원성 및 변패성 미생물이 존재하므로 이들이 저장·유통 기간을 저하시킬 것으로 판단된다. 미생물에 의한 딸기의 변패를 억제하거나 예방하는 데 사용되는 선도 유지제 등은 최근 들어 그 사용량이 급격하게 증가하고 있다. 그러나 대부분의 소비자들은 유기합성 처리제에 상당한 거부감을 가지고 있으므로 안전성이 우수한 선도유지 기능을 가진 항균성 저장소재의 개발이 절실히 요구되고 있다. 현재, 선도유지용 천연항균제에 관한 연구(1-8)는 국내외적으로 활발하게 진행되고 있으나, 이들 대부분이 실제응용분야에 있어서 효과면

에 치중한 연구로서 선도유지 목적의 항균작용을 구명하기 위한 기초연구가 부족한 상태이며, 이들 천연항균제의 안전성에 관한 조사가 선행되어야 할 입장이다. 따라서, 본 실험에서는 전보(9-14)에서 항균력 및 과채류의 선도유지효과가 우수한 것으로 확인된 자몽종자추출물 및 황련추출물을 딸기의 침지 처리제 및 포장소재로서의 이용가능성을 검토하여 저장, 수송 등 유통과정에서 딸기의 shelf life를 연장함으로써 딸기의 부가가치 증진에 기여할 수 있는 기초를 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

천연항균물질의 조제

본 실험에서 사용한 천연항균물질인 황련(*Coptis chinensis*) 추출물 및 자몽종자추출물(grapefruit seed extract : 이하 GFSE라 칭함)은 전보(9, 12)에 준하여 다음과 같이 조제하

Corresponding author : Sung-Hwan Cho, Department of Food Science and Technology, Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, 900 Kajwa-Dong, Chinju, 600-701, Korea
e-mail : sunghcho@nongae.gsnu.ac.kr

였다. 즉, 황련추출물은 황련을 건조된 상태로 구입하여 각각 100 g씩을 분쇄기에 분쇄하여 시료와 증류수를 1 : 5의 비율로 넣고 100°C water bath에서 3시간 동안 추출하여 1차 여과포를 이용하여 여과한 후 10분 동안 5,000 rpm에서 원심분리하여 상등액을 수집하여 2차 여과시켜 얻은 액을 회전진공 증발기로 최초량의 약 1/10로 농축하여 동결건조기로 건조하여 조제하였다. 한편, GFSE는 과육부를 제거하고 분리한 종자를 60~70°C에서 건조시키고 분쇄한 건조분말종자와 glycerine의 혼합중량비율(1 : 4)로 혼합하여 연속감압추출장치를 이용하여 수집하였다.

딸기의 포장 및 저온저장

천연항균물질의 이용가능성과 항균필름과의 synergy 효과의 가능성을 확인하기 위하여 다음과 같은 방법으로 수확한 딸기를 처리하여 포장실험을 수행하였다. 즉, 딸기는 전보(9, 11)에서 항균력과 안전성이 확인된 천연항균물질 황련추출물과 자몽종자추출물의 농도를 500 ppm으로 조제된 용액에 각각 10초간 침지 후, 딸기의 표면에 묻어있는 물기를 완전히 말려서 저밀도폴리에틸렌(LDPE) 필름에 황련추출물과 GFSE를 1%농도로 첨가하여 제작한 필름에 포장한 상태로 5°C의 온도가 유지되는 cold chamber내에 저장하면서 포장내 기체조성과 미생물 및 품질변화를 측정하였다. 포장내 O₂ 및 CO₂ 농도는 포장내 기체 1 mL을 취하여 기체크로마토그래프(Hitachi Model 163, Hitachi Inc., Tokyo, Japan)에 의해서 측정하였다. Carrier gas는 헬륨을 사용하였으며, 사용한 column은 CTR I (Alltech Associates Inc., U.S.A.)이었고, 검출기는 TCD였다. 오븐의 온도는 40°C, 인젝터는 70°C, 검출기는 90°C로 하였으며, 운반 기체로 사용한 헬륨의 이동 속도는 30 mL/min로 하였다. 딸기 표면의 미생물수를 측정하기 위하여 딸기의 표피로부터 깊이 5 mm까지의 과육 5 g을 무작위 3반복으로 취하여 무균적으로 10 mL의 멸균수와 혼합하여 3분간 마쇄하였다. 이 마쇄액을 순차적으로 희석하여 영양배지에 도말배양하였다. 호기성 총균수는 Plate count agar(Difco Laboratories, Detroit, U.S.A.)를 사용하여 25°C에서 3일간 배양하였다. 유산균수는 MRS 배지(Difco Laboratories, Detroit, U.S.A.)를 사용하여 30°C의 혐기 용기에서 5일간 배양하였다. 효모수는 시료 용액을 chloramphenicol을 첨가시킨 PDA배지(Difco Laboratories, Detroit, U.S.A.)에 도말하고 25°C에서 5일간 배양하였다. 딸기의 조직감은 Rheometer Compac-100(Sun Scientific Co., Japan)에 의하여 직경 5 mm의 원통형 probe에 의해서 종방향으로 이등분된 딸기의 표면을 깊이 10 mm까지 60 mm/min의 속도로 수직으로 관입시킬 때 얻어지는 항복력을 측정하고 이를 경도로 하였다. 가용성 고형분은 굴절당도계(Atago Inc., Japan)에 의해서 °Brix 농도로 측정하였다. 한편, 딸기의 포장 방법은 Table 1과 같다. 즉, 조제된 항균소재와 항균성 포장필름을 이용한 딸기

의 환경기체조절포장 실험에서는 18 x 13 cm 크기의 폴리스티렌 트레이 위에 같은 넓이로 재단된 항균성 필름 혹은 대조구 LDPE필름을 간 다음 200±5 g의 딸기를 담았다. 이를 25 x 22 cm 크기의 항균성 혹은 대조구 저밀도폴리에틸렌(LDPE) 필름 봉지에 넣고 밀봉하여 포장하였다. 이러한 포장은 가급적 항균성 필름과 딸기가 밀착된 형태로 유지되는 조건이었다.

Table 1. Treatment and packaging methods for strawberries

Symbol	Treatment and packaging method
A	MAP with plain LDPE film (Control)
B	MAP with 1% GFSE-impregnated LDPE film
C	Dipped in 500 ppm GFSE solution and MAP with 1% GFSE-impregnated LDPE film
D	MAP with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract-impregnated LDPE film
E	Dipped in 500 ppm <i>Coptis chinensis</i> solution and MAP with 1% <i>Coptis chinensis</i> extract-impregnated LDPE film

결과 및 고찰

딸기의 저장 중 품질변화

딸기를 황련추출물 또는 GFSE용액에 침지 처리 후 필름 포장하여 5°C의 저온실에서 저장하면서 품질변화를 측정할 결과는 다음과 같다. 즉, Fig. 1에서 보여주듯이 대조구 LDPE 필름포장(A), 항균소재에 침지하지 않고 항균성 필름에 포장한 처리구(B, D) 및 항균소재에 침지 후 항균성 LDPE 필름으로 포장한 시험구(C, E) 각각은 저장 7~21일 동안에 O₂ 농도는 1.4~4.3% 범위를 유지하였고, CO₂ 농도는 4.3~6.5% 범위를 나타내어 서로간에 비교적 비슷한 기체조성을 형성시켰다. 이와 같은 기체조성은 LDPE계 필름에 의해서 혐기적인 조건을 유발시키지 않으면서 가급적 높은 CO₂ 농도를 달성하는 현실적인 한계로 생각되며, 딸기의 품질유지에 도움을 줄 수 있는 기체조성으로 여겨진다. Table 2에서는 여러 조건별로 포장된 딸기에서의 미생물수의 변화와 물리·화학적인 품질변화를 보여주고 있다. 대조구 LDPE(A)에 비교해서 항균필름으로 포장된 포장구(B, D)에서 미생물의 성장을 억제하는 것으로 나타났으며, 또한 항균용제에 침지 후 항균필름으로 포장된 포장구(C, E)에서는 대조구(A) 뿐 만 아니라 항균필름만으로 포장된 B, D에서 보다는 저장 중 딸기 표면의 미생물 성장을 현저하게 낮추어 주는 것으로 나타났다. 이는 항균필름 단독으로 포장된 포장구(B, D)보다는 500 ppm의 항균용제에 침지 처리함

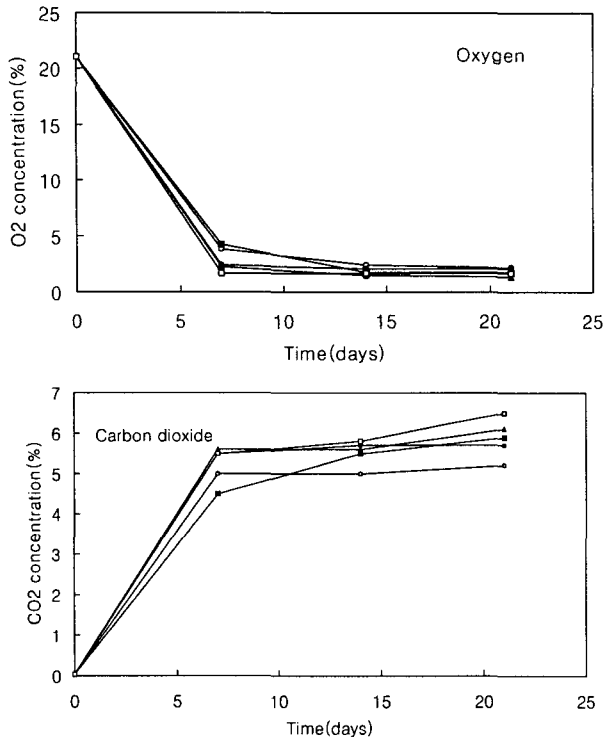


Fig. 1. Gas compositions in the strawberry packages at 5°C.

○ : A (Control), ● : B, ■ : C, ▲ : D, □ : E

으로써 항균소재가 딸기의 표면에 묻어있는 미생물에 대하여 생육을 억제시키는 것으로 보여진다. 딸기의 저장 중 딸기 표면의 미생물 생육은 딸기의 부패를 야기 시키며, 이는 또한 딸기의 연화를 촉진시키는 원인이 된다. 따라서 저장 중 미생물의 성장을 억제시키는 B, D, C, E가 대조구 LDPE(A)에 비교해서 경도에서도 연화를 지연시키는 것으로 나타나고 있다. 화학적 품질변화에 있어서 pH는 저장 21일까지 3.34에서 3.57~3.84로 상승하고, 가용성 고형분은 9.0 °Brix에서 6.1~7.0 °Brix로 감소하는 경향을 보였으며, 적정산도는 초기 0.92%에서 0.72~0.81%로 감소하였다. 하지만 전반적인 변화경향에서 현저하거나 뚜렷한 처리구 간의 차이와 특징을 발견할 수 없었다. 저장 21일째의 부패율을 측정 한 결과는 Fig. 2에서 보여 주고 있다. 대조구인 LDPE(A)에 비교해서 항균필름(B, D)으로 포장한 포장구와 항균소재 처리 후 항균필름으로 포장한 구(C, E)에서 부패율이 낮은 것을 확인 할 수 있었으며, 특히 C, E에서 부패율이 더욱 낮게 나타났다. 이는 항균필름 만으로 포장하는 것보다는 항균소재에 침지 처리를 함으로써 딸기 표면에서 생육하는 미생물에 직접적인 저해효과를 나타내기 때문인 것으로 생각된다. 이러한 결과는 Table 2에서 보여주고 있는 미생물 성장의 결과와 잘 일치하는 것으로 나타났다. 그리고 부패의 억제에 있어서 GFSE와 황련의 차이는 서로간에 두드러진 차이 없이 비슷한 효과를 나타내었다. 따라서 앞서의 결

Table 2. Quality changes of the strawberries stored at 5°C.

Packaging	Quality item	Storage time (days)			
		0	7	14	21
A (Control)	Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.31	4.85	6.31	8.57
	Mold & yeast [log(cfu/g)]	4.05	4.69	5.69	7.06
	pH	3.34	3.60	3.68	3.84
	Soluble solid (°BX)	9.0	8.5	7.9	7.0
	Acidity(%)	0.92	0.79	0.76	0.74
	Hardness (gf)	270	182	108	88
B	Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.31	4.65	4.64	6.05
	Mold & yeast [log(cfu/g)]	4.05	4.79	5.45	6.08
	pH	3.34	3.46	3.62	3.65
	Soluble solid (°BX)	9.0	7.8	6.2	6.1
	Acidity(%)	0.92	0.89	0.78	0.72
	Hardness (gf)	270	234	230	224
C	Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.31	4.02	4.61	6.01
	Mold & yeast [log(cfu/g)]	4.05	4.26	4.43	5.13
	pH	3.34	3.45	3.51	3.65
	Soluble solid (°BX)	9.0	8.2	6.6	6.4
	Acidity(%)	0.92	0.92	0.84	0.8
	Hardness (gf)	270	258	240	230
D	Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.31	4.57	4.67	7.34
	Mold & yeast [log(cfu/g)]	4.05	4.13	4.25	5.7
	pH	3.34	3.48	3.54	3.63
	Soluble solid (°BX)	9.0	7.0	6.9	6.7
	Acidity(%)	0.92	0.88	0.83	0.81
	Hardness (gf)	270	228	210	204
E	Total aerobic bacteria [log(cfu/g)]	4.31	4.66	6.16	6.18
	Mold & yeast [log(cfu/g)]	4.05	4.79	5.72	6.18
	pH	3.34	3.41	3.55	3.57
	Soluble solid (°BX)	9.0	7.3	7.1	6.7
	Acidity(%)	0.92	0.9	0.87	0.78
	Hardness (gf)	270	246	240	228

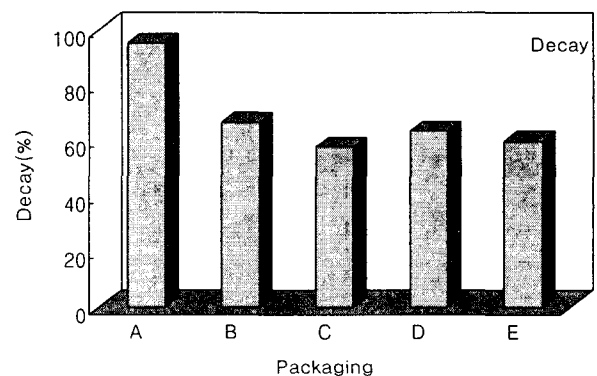


Fig. 2. Decay ratio(%) of strawberries stored for 21 days at 5°C.

A ~ E : Refer to the Table 1.

과와 마찬가지로 대조구 LDPE(A)에 비교해서 항균필름의 효과를 재확인 할 수 있었으며, 아울러 약용식물 추출물 및 GFSE등과 같은 항균소재에의 침지 처리 과정을 항균필름 포장방법과 병행하여 사용함으로써 수확된 딸기의 신선도를 연장하는 효과를 극대화 할 수 있음을 확인하였다. 따라서 딸기 이외의 시설채소산물에도 적용 가능하리라 기대한다.

요 약

딸기를 항균소재에 침지 처리한 후 1% 농도로 항균성 소재를 첨가시킨 저밀도폴리에틸렌(LDPE) 필름에 의하여 딸기를 싸서 포장하고 5°C에 저장하면서 미생물 성장, 부패율, 텍스처, 화학적 품질을 측정된 결과 대조구에 비교해서 긍정적인 결과를 얻을 수 있었다. 즉, 항균성 소재를 포함시킨 LDPE 필름은 무첨가 대조 필름에 비해 호기성 총균수, 효모/곰팡이수로 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 포장 처리구간에는 유의하고 일관성있는 차이를 발견할 수 없었다. 대조구 LDPE에 비교해서 항균필름의 효과를 재확인 할 수 있었으며, 황련추출물 및 GFSE등과 같은 항균소재에의 침지 처리과정을 항균필름 포장 방법과 병행하여 사용함으로써 딸기의 신선도를 연장하는 효과를 극대화 할 수 있음을 확인하였다. 이상의 연구결과로 미루어, 본 연구에서 그 기능과 효과를 구명한 천연항균소재는 수확한 딸기의 항균용 처리제 및 포장 필름 소재로 선도유지효과를 기대할 수 있어, 딸기의 생산기반 보호와 농가소득에 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 농림부에서 시행된 농림특정연구사업의 연구결과물의 일부이며 연구비 지원에 감사 드립니다.

참고문헌

1. Beuchat, L.R. and Golden, D.A. (1989) Antimicrobials occurring naturally in foods. *Food Technol*, 43, 134-138
2. Biles, C.L., McLaughlin, R., Chalutz, E. and Droby, S.T. (1991) Biological control of postharvest disease of fruits

- and vegetables alternatives to synthetic fungicides. *Crop Protection* 10, 172-177
3. Briozzo, J., Nunez, L., Chirife, J., Herszage, L. and D'Aquino, M. (1989) Antimicrobial activity of clove oil dispersed in a concentrated sugar solution *J. Appl. Bacteriol.*, 66, 69-73
4. Droby, S., Chalutz, E. and Wilson, C.L. (1991) Antagonistic microorganisms as biological control agents of postharvest diseases of fruits and vegetables. *Postharvest News and Information* 2, 169-173
5. Lattanzio, V., Cardiani, A. and Palmieri, S. (1994) The role of phenolics in the postharvest physiology of fruits and vegetables: browning reactions and fungal diseases. *Ital. J. Food Sci.* 6, 3-22
6. Wilson, C.L., Wisniewski, M.E., Droby, S. and Chalutz, E. (1993) A selection strategy for microbial antagonists to control postharvest disease of fruits and vegetables. *Scientia Hort.* 53, 183-190
7. Wilson, C.L. and Wisniewski, M. (1989) Biological control of postharvest disease. *Annu. Rev. Phytopathol.* 27, 425-442
8. Wisniewski, M.E. and Wilson, C.L. (1992) Biological control postharvest disease of fruits and vegetables. *Hort. Science* 27, 94-98
9. Chung, S.K., Lee, S.J., Chung, Y.J., Park, W.P., Lee, D.S. and Cho, S.H. (1998) Antimicrobial activities of Korean medicinal herb extracts for preserving greenhouse fresh produce. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 5, 13-21
10. Lee, D.S., Hwang, Y.I. and Cho, S.H. (1998) Developing antimicrobial packaging film for curled lettuce and soybean sprouts. *Food Sci. Biotechnol.*, 7, 17-21
11. 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
12. Park, W.P., Cho, S.H. and Lee, D.S. (1998) Effect of grapefruit seed extract and ascorbic acid on the spoilage microorganisms and keeping quality of soybean sprouts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27, 1086-1093
13. Park, W.P. and Cho, S.H. (1999) Treatment of Korean medicinal herb extracts affects the quality characteristics of vegetables. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 6, 276-280
14. Kim, C.H. and Cho, S.H. (2002) Development of functional additives and packaging paper for prolonging freshness of cut flowers. *Jouranal of Korea TAPPI*, 34, 32-41

(접수 2003년 1월 24일, 채택 2003년 2월 19일)