Korean J. Food & Nutr. Vol. 24. No. 4, 551～558 (2011)

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

편백나무 추출물을 함유한 다공성 필름 분석

†김 경 이 · 이 은 경*
서일대학 식품생명과학과, *이경 연구소

An Analysis of a Porous Film Containing *Chamaecyparis obtusa* Extract

†Kyeong-Yee Kim and Eun-Kyung Lee*
Dept. of Food Science and Biotechnology, Seoil University, Seoul 131-702, Korea
**IKYUNG Institute, Bucheon, 421-160, Korea*

Abstract

This present study was performed to analyze the efficiency and volatility of a porous film containing *Chamaecyparis obtusa* extract as a method to effectively package food compounds. Phytoncide was contacted the state of gas and showed effective antimicrobial properties. Limonene can be distilled without decomposition as a relatively stable terpene and was one of the extract components. *Chamaecyparis obtusa* essential oil. The optimal solvent composition was a ratio 5:20:0.3 of T-500:ethanol:hardener to effectively manufacture film containing phytoncide essential oil and the minimum antibacterial concentration was 2%. The films were made under different conditions(A-50LF1, A-25SF2, B-50SF1, C-50LF1, C-25SF2 and D-50SF1) containing phytoncide and the amounts of limonene inside the 1-L reaction chamber depending on storage were measured by gas chromatography-mass selective detention. The results showed that the 25SF2(width, 25 ㎜; length, 20 ㎝) revealed more amount of limonene compared with 50LF1(width 50 ㎜, length 20 ㎝). We confirmed that the gas emission amount showed a better layer on the film side than on the internal film. An effect of film thickness on phytoncide emissions was observed in that the amounts was less than the expectation for a thicker film at the beginning time, but the emitting amounts increased with increasing storage periods. In the storage testing of various films at 35℃ and 70% humidity for 14 days, 25SF2 showed longer preservation compared with that of 50LF in the case of bread. *C. obtusa* essential oil is a useful fresh ingredients, hence, analysis of limonene emission kinetics from various film was helpful to develop films with an optimal antimicrobial effect, and will allow application of such films in food packaging systems.

Key words: *Chamaecyparis obtusa* extract, phytoncide essential oil, antimicrobial, limonene, emitting,

서 론

식품은 복합성분으로 구성되어 있어 저장 · 유통 중에 물리 화학적 변질과 미생물에 의한 부패를 일으킬 가능성이 높다. 최근 국민소득의 증가와 더불어 식생활의 향상으로 식품의 안정성 및 식품첨가물에 대한 소비자의 관심이 크게 증가하고 있다. 이에 식품의 신선도를 유지함과 동시에 안전성 및 저장성을 연장하기 위하여 포장조건을 변화시키는 다양한 기능성 포장형태가 진행되고 있다(Vermeiren 등 1999). 항균포장재는 첨가물질의 종류와 제조방법에 따라 다양하게 항균성을 부여할 수 있다(Lee 등 2003). 화학적 합성 보존료가 지속적으로 사용할 경우 체내에 축적되어 돌연변이나 심각한 질병 유발 등의 문제가 되고 있어 그 사용이 제한되고 있다(Lee & Lim 1998). 이에 최근에는 천연물에 존재하는 항균활성 물질들이 가공식품의 저장, 유통기간을 증진시키는 목적을 갖고 천연의 항균제제로서 많이 사용되고 있다(Jang 등

† Corresponding author: Kyeong Yee Kim, Dept. of Food Science and Biotechnology, Seoil University, Seoul 131-702, Korea. Tel :+82-2-490-7461, Fax: +82-2-490-7811, E-mail: kykim@seoil.ac.kr

2010). 정유(essential oil) 성분은 식물의 휘발성 이차 대사산물로 항산화(Chldefied-Chezet 등 2004), 항균(Kang 등 2010; Caccioni 등 1998; Cimanga 등 2002; Hassanzadeh 등 2001), 항알레르기(Medeiros 등 2007)를 가지고 있고, 오랫동안 천연의 항균 복합제나 단일물질로서 이용되어 왔으며, 식중독균과 식품 부패 미생물의 생장을 조절하는 목적으로 천연의 식품 보존료로서 정유의 사용에 대한 연구 개발이 지속적으로 이루어져 왔다(Misaghi & Basti 2007). 즉, 항균성분으로서 합성화학제재보다는 천연추출물의 활용들이 추천되고 있으며(Lawless J 1995), 질환을 예방하거나 곰팡이균 등을 억제하는 항균제 후보 물질들이 알려지고 있다(Takarada 등 2004, Alviano 등 2005, Chung 등 2006). 천연 식품 보존재로 국화꽃 정유성분의 항균활성에 대한 보고(Jang 등 2010)와 기능성 소재인 TBHQ(tertiary butylhydroquinone)을 polyethylene(PE)에 첨가한 기능성 필름을 이용하여 항산화 효과를 측정한 연구(Kim 등 2005), 자몽종자추출물을 함유한 필름으로 미생물 성장을 억제하는 효과에 대한 연구가 있다(Lim 등 2010). 테르펜(terpene)의 일반식은 $(C_5H_8)_n(n\geq 2)$이며, n=2인 $C_{10}H_{16}$은 모노테르펜이라 한다. 테르펜류의 공통적인 특징은 식물계에 널리 분포한다는 점이며, 그 중에서 모노테르펜의 일부는 수증기증류에 의해 쉽게 유출되며, 정유의 주성분을 이룬다. 모노테르펜은 방향성과 항균성이 있어 향료의 원료나 의약품 등으로 사용되고 있다. 피톤치드(phytoncide)는 식물을 수증기로 증류하여 얻은 휘발성 방향성분을 말하며, 수목에 존재하는 휘발성 성분인 정유는 다양한 생리활성을 가지고 있다. 소나무, 동백나무(Han YS 2005), 편백나무에서 추출한 정유성분은 혈중 콜레스테롤 농도를 저하시키며, 진정효과를 나타낸다. 특히 편백정유는 다양한 미생물에 대한 항균효과를 지니고 있어서 이 분야의 활용에 대한 적극적인 연구가 기대된다. 편백나무 추출물을 함유한 필름을 제조하기 위하여 용매의 최적 비율을 찾아 시도하였으며, 필름의 두께를 고려하여 필름의 농도를 계산하였다. 본 연구의 목적은 편백나무 추출물 중 항균효과를 나타내는 여러 가지 성분인 phellandrene, thujone, iso-bornylacetate, limonene 중에서 limonene을 선택하여 저장기간에 따라 휘발되는 양을 분석하였다. 향후 그 외의 항균성분들에 대한 연구를 계속하여 데이터를 제공함으로써 이를 토대로 편백나무 추출물을 이용한 필름이 산업적 이용에 도움을 주고자 한다. 다양한 조건으로 제조된 필름을 밀폐된 포장 안에 넣고 식품저장기간에 대한 기본적 실험인 식빵의 곰팡이 발생을 관찰하였으며, 저장기간의 연장 효과(Kim & Lee 2009)를 비교하였다. 본 연구에 사용된 편백나무 정유는 북한산 수입제품을 사용하였으며, 용매를 조절하고 편백정유를 농도별 함량을 달리하여 다공성 필름을 제조하였다. 기간에 따라 방출되는 피톤치드 정유 성분을 GC-MSD로 편백추출물을 함유한 필름의 limone 성분이 휘발되는 양을 분석하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 편백정유는 조선 정성제약연구소에서 편백나무 잎과 줄기를 수증기증류(steam distillation of leaves and trunk)에 의해 얻은 북한산 수입제품을 사용하였으며, 한국화학시험연구원에서 제시한 시험결과보고서인 편백오일 분석표에 의하면 14% 이상 존재하는 성분들은 β-phellandrene 27.17%, limonene 14.61%, α-thujone 14.19%, iso-bornylacetate 15.08%로 나타났다. Thujone은 분자식이 $C_{10}H_{16}O$로 ketone이며, 입체이성질체를 갖는 모노테르펜으로 박하향기를 갖는다. 증류주 독주의 화학성분으로 알려져 있으며, 많은 나라에서 음식과 음료수에 사용되는 thujone의 양을 제한하고 있다(Deiml 등 2004). Thujone은 너무 많이 사용했을 때 뇌와 간에 독성이 될 수 있고, 편백나무 정유의 영향에서도 불안과 불면을 나타낼 수 있다는 보고가 있다(Naser 등 2005). Phellandrene의 분자식은 $C_{10}H_{16}$이고 기분 좋은 아로마 성분으로 사용되며, β-phellandrene은 페파민트향을 가지고 α-Phellandrene은 공기와 접촉 시 위험이 많은 폭발성 과산화물을 형성한다는 보고가 있다(Urben P 2007). Limonene은 수증기증류에 의해 얻어지며 상대적으로 안정한 테르펜으로 식품가공과 의약품에 주로 사용되며, 항암효과가 있어 인류에게 암의 화학적 예방을 한다고 알려져 있다(Crowell PL 1999; Tsuda 등 2004). GC-MSD 분석 시, 필름의 테르펜류 휘발측정을 통한 항균상태를 파악하기 위하여 limonene 성분을 사용하였다.

2. 필름의 제조

포장용 필름을 제조하기 위하여 30 ㎛ 두께와 40 ㎛ 두께를 갖고 있는 PP(Polypropylene) 필름을 사용하였다. 접착용제로는 식품에 사용가능한 접착제인 T-500과 용매로 에탄올과 경화제를 사용하였고, T-500:에탄올:경화제 용매 비율을 여러 가지 달리하여 테스트한 결과를 Table 1에 나타내었다. 가장 적합한 5:20:0.3 비율로 제조하여 사용하였다. 농도가 각기 다른 필름을 제조하기 위하여 용매부피 대 편백정유 부피 비율을 0.5:0.8:1.0:1.6으로 첨가하였다. 이렇게 제조한 접착용액을 각각 30 ㎛ 두께의 PP 필름에 붓고 40 ㎛ 두께의 필름으로 덮은 후 바코더를 사용하여 6 ㎛ 두께 정도의 접착용액이 필름에 입히도록 밀어주었다. 용액이 입혀진 필름을 90℃ 오븐에 넣어 8분간 건조시켜 농도별 편백정유 항균층을 포함한 필름을 제조하였다. 필름형 신선도 필름(Choi MH 2007) 제조와 같이 30 ㎛의 필름의 경우에는 음식을 포장하는 내부 면에 사용되며, 기공이 형성되어 있어 필름 층 사이에 도포되어

Table 1. Performance test for ratio of adhesives solvent [bond(T-500):ethanol:hardener]

Ratio [bond(T-500):ethanol:hardener]	Aspect
10:20:5	Strong bond
10:20:3	Ttoo sticky
10:60:3	Ethanol bubble
5:20:0.17	Easily take off
5:20:0.3	Optimum

있는 천연 항균성 물질이 기공을 통해 음식물로 침투할 수 있도록 하고, 40 ㎛의 필름의 경우에는 기공이 형성되어 있지 않으므로 천연 도포된 항균성 물질이 외부로 배출되지 않도록 하였다.

3. 필름 두께 측정

미쓰도요(Mitutoyo) 제품인 두께측정기(Thickness gage, Digimatic Type No. 99MAG011M)인 마이크론테크를 이용하여 앞에서 제조된 각각의 필름 두께를 표면적의 다른 부분을 5회 측정하여 평균치를 사용하였다. 접착용매 대 편백정유 부피비율이 25:0.5의 두께의 평균은 76 ㎛, 25:0.8인 경우의 두께 평균은 80 ㎛, 25:1.0인 경우는 77 ㎛, 25:1.6인 경우는 84 ㎛이었다. 이렇게 두께와 부피비율을 고려한 필름상태의 농도를 숫자로 표기하는 대신 각각을 A, B, C, D로 표기하였다.

4. 편백정유 성분의 검량곡선 실험

Limonene 20 ㎍/ℓ의 표준용액을 만들고, 이것을 희석하여 14 ㎍/ℓ, 11 ㎍/ℓ, 7 ㎍/ℓ, 4 ㎍/ℓ, 2 ㎍/ℓ의 용액을 GC-MSD로 분석하여 검량곡선 실험을 하였고, GC-MSD 분석조건은 Table 2에 나타내었다.

Table 2. Operating conditions pf GC-MS analysis

Gas chromatography-Mass spectrometer: Agilent GC-MSD
- HP6890 gas chromatography
- HP5973 mass selective detector
  Mass range: 1.6～800 amu
  Ionization source: EI

* Colmn: HP-1MS (30 m×0.250 ㎜, 0.25 ㎛)
GC Inlet: 120℃, Splitless
Carrier gas: Helium
Gas flow: 1.0 ㎖/min
Oven: Initial temperature 50℃
Initial time 2 min
Temperature ramp 10℃/min
Final temperature: 130℃
Final time: 0 min
SIM mode, m/z 68, 93, 136

5. GC-MS 분석

이렇게 만든 필름의 폭 25 ㎜와 길이 20 ㎝(small size), 폭 50 ㎜와 길이 20 ㎝(large size)인 두 가지 사이즈를 25SF2(25 ㎜ small film 2개), 50LF1(50 ㎜ large film 1개) 2가지 조건으로 실험에 사용하였다. 이 두 가지 조건을 앞에서 제시한 편백필름 A와 C에 적용하여 A-50LF1, A-25SF2, C-50LF1, C-25SF2로 표기하고, B와 D에는 large size 한 가지 조건을 적용하여 B-50SF1, D-50SF1으로 표기하였다. 이 필름들을 밀폐된 1ℓ 반응기(Reaction chamber)에 넣고 이때 반응기를 밀폐시키기 위하여 septum을 사용하여 공기유입을 막고 syringe를 사용하였다. 비닐 팩과는 달리 유리로 된 반응기에서는 기체 분포도가 균일하게 분포되어 있어 syringe를 사용하는데 불편함이 없었으며, 피톤치드 방출량을 정밀하게 측정할 수 있었다. 저장일 2 hr, 1 day, 2 day, 4 day, 8 day별로 gas tight syringe (HAMILTON 81056 1710SL)로 500㎕씩 취하여 GC-MS 분석을 하여 반응기속에 남아있는 limonene 성분을 측정하였다.

6. 천연 항균 필름이 미치는 식품 저장

D제빵회사에서 직접 제조 판매하는 식빵을 구입하여 2쪽씩을 포장용 비닐(Freshield, FSR 611, CSE)에 넣고 필름을 넣지 않은 blank상태와 편백나무 추출물을 A-50LF1, A-25SF2, B-50SF1, C-50LF1, C-25SF2, D-50SF1 조건의 필름을 넣은 후 진공 포장기(Food Saver사, Model No.:COMPACTⅡ-Vac550)로 밀봉하였다. 조건별 포장을 각각 준비하여 35℃와 70% 습도를 유지하기 위해 항온·항습기(새한 엔지니어링, MODEL S-1000, Digital program Temp Controller)에 넣고 식품저장 기간에 따른 천연항균필름의 저장 효과를 보기 위하여 곰팡이 발생 유무를 14일간 관찰하였다.

결과 및 고찰

1. 편백나무 정유 성분(Limonene)의 검량곡선

20 ㎍/ℓ의 용액을 만들어서 농도를 희석하면서 GC-MSD 분석을 하였고, retention time은 4.5 min을 나타내었다. 각 1ℓ 당 들어있는 신선도 유지 성분의 ㎍수를 x축으로, 피크면적을 y축으로 하여 검량 곡선을 그리고 직선 식을 구하여 Fig. 1에 나타내었고, 그 스펙트럼은 Fig. 2에 나타내었다. 또한 한국화학시험연구원에서 제시한 시험결과 보고서인 편백오일 분석표에 제시된 14% 이상 존재하는 성분들을 확인하기 위하여 HPLC 분석을 실시하여 분자량 136 g, 152 g 및 196 g 근처에 나타난 피크로 성분들을 관찰하였고, 스펙트럼을 Fig. 3에 나타내었다.

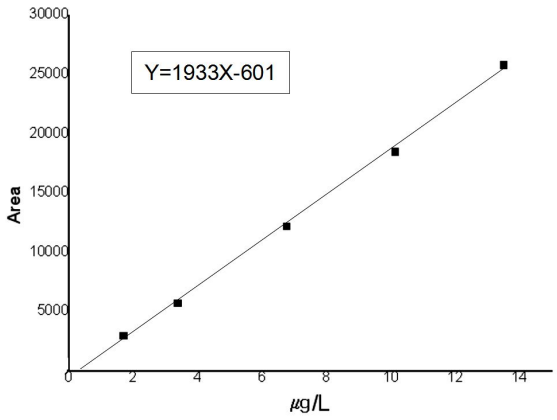

Fig. 1. Calibration curve of standard solution(limonene).

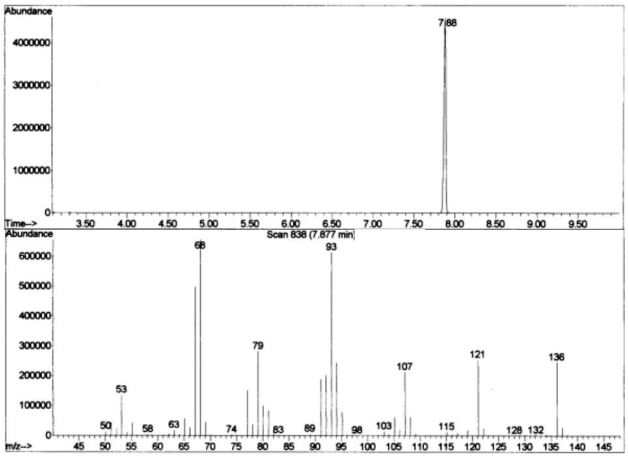

Fig. 2. Mass spectrum of standard solution.

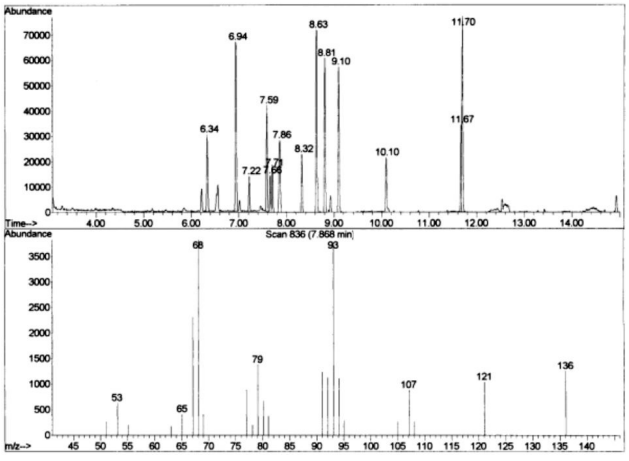

Fig. 3. Mass spectrum of CMCO essential oil solution.

2. 효과적인 필름 제조의 용매와 농도 조건

효과적인 필름 제조 시, T-500:에탄올:경화제 용매들의 여러 가지 비율 실험을 거쳐 가장 적합한 비율이 5:20:0.3임을 확인하여 사용하였다. 용매에 피톤치드 용질을 농도별가 각기 다른 필름을 제조하기 위하여 용매부피 대 편백정유 부피 비율을 0.5:0.8:1.0:1.6으로 첨가하였다. 이렇게 제조한 필름의 두께를 고려하여 계산한 용액의 농도 범위는 2～6%로 최소 억제 농도는 2%였고, 이 값은 구강내 상주균주에 대한 항균성을 나타내는 최소 억제 농도(Kang 등 2010)에 비해서는 다소 높았으나, 간접적인 포장에 사용되는 것으로서는 타당한 차이로 판단된다.

3. 반응기 내의 편백나무 추출물 항균성분인 Limonene 방출량 측정

서로 다른 조건의 필름을 1 ℓ 반응기에 넣어 당일 2시간 후와 1일, 2일, 4일, 8일 후에 편백나무 추출물인 limonene량을 측정하기 위하여 GC-MSD로 분석하였다. A-50LF1, A-25SF2, C-50LF1, C-25SF2 조건의 분석 GC-MSD 다이어그램들을 Fig. 4와 Fig. 5에 나타내었고, B-50SF1, D-50SF1의 경우는 Fig. 6에 나타내었다. 앞에서 분석에 사용한 조건의 필름에 대하여 저장기간에 따라 항균성분양을 얻기 위하여 앞에서 얻은 표준

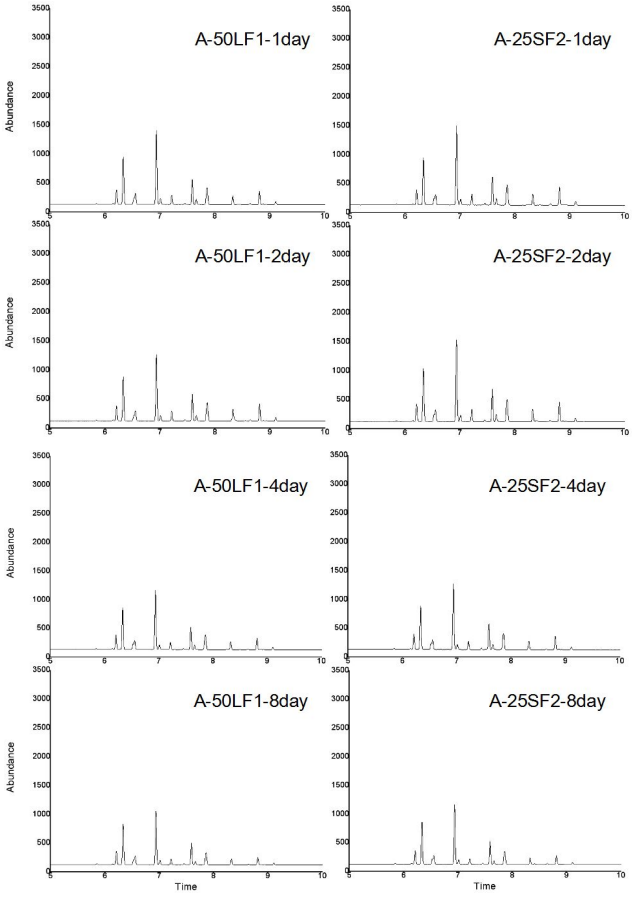

Fig. 4. Abundance of CMCO essential oil for A-50LF1 and A-25SF2 during storage days.

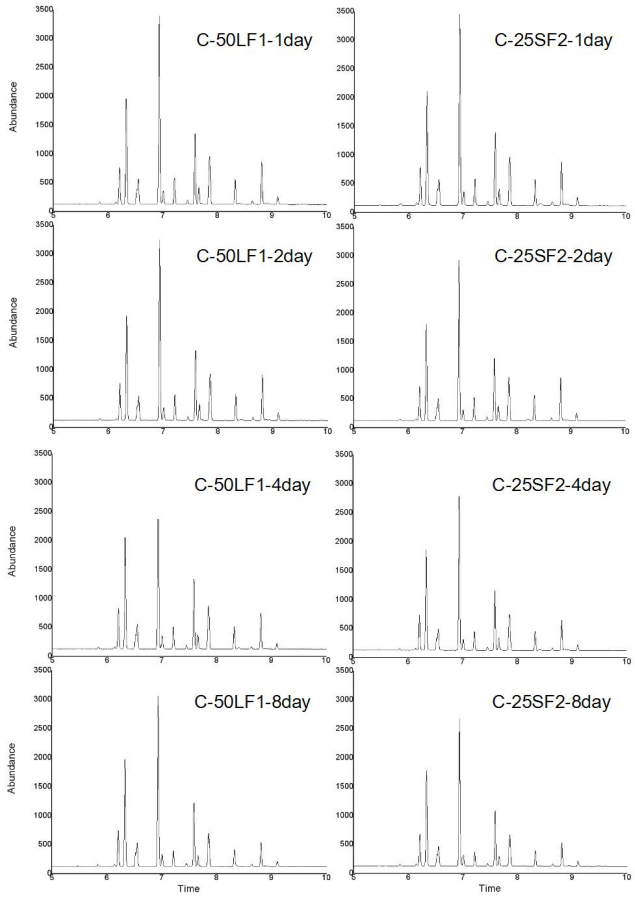

Fig. 5. Abundance of CMCO essential oil for C-50LF1 and C-25SF2 during storage days.

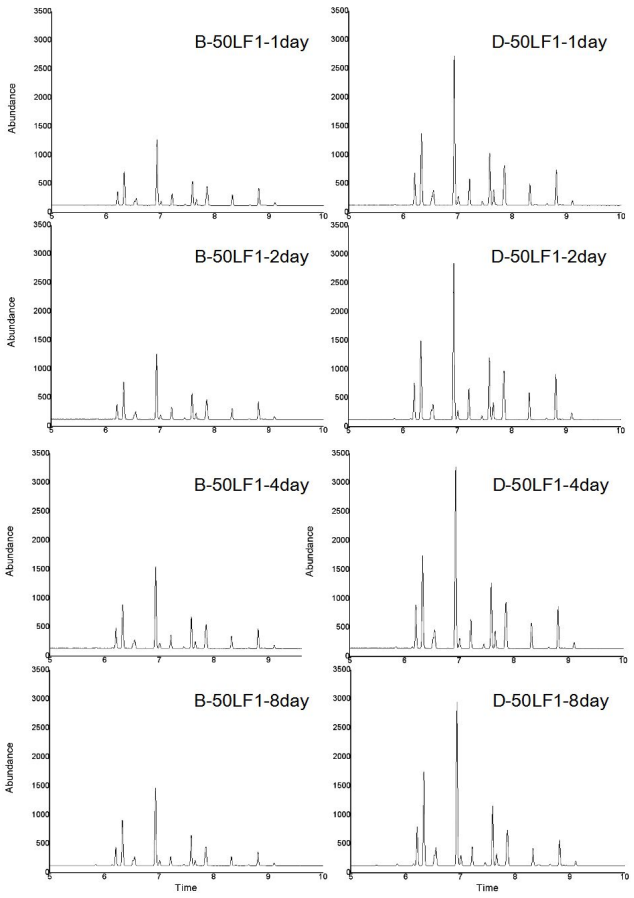

Fig. 6. Abundance of CMCO essential oil for B-50LF1 and D-50LF1 during storage days.

용액의 검량곡선식을 이용하여 밀폐된 반응기 속의 항균 성분인 Limonene 보유량을 측정하기 위하여 GC-MSD로 측정한 면적으로 부터 g수(㎍)를 계산하여 Table 3에 나타내었다. 이 방법은 솔잎에 대한 휘발성 성분을 분석한 연구(Lee 등 2006)와 유사하였으며, 자료들을 살펴보면 서로 다른 조건의 필름 중에서 편백나무 추출물이 함유된 항균층 폭이 25 ㎜인 필름을 2개 사용할 때가 큰 사이즈 50 ㎜를 사용했을 때보다 항균성분이 더 많이 나타났다. 이 현상으로부터 안쪽필름의 20 ㎛의 기공 쪽보다는 옆 단면 층과 층 사이의 기체 확산이 더 잘 일어난 것으로 판단된다. 즉, 큰 사이즈 1개보다는 작은 사이즈 2개의 필름이 총 길이는 같으나 층 사이의 면적과 옆 단면 층이 넓게 되어 확산이 잘 일어나, 항균성분이 더 많이 얻어지는 것으로 판단된다. 즉, 총 크기는 같으나 항균 층 폭이 작은 사이즈 필름 2개를 사용했을 때가 큰 사이즈 필름 1개를 사용했을 때보다 밀폐된 반응기속의 항균성분 보유량이 더 크게 나타나는 현상으로부터 필름의 기체 확산 정도가 필름 안쪽보다 옆 단면 층에서 더 크게 일어난다는 현상을 알게 되었다. 항균물질의 전이속도를 분석하고 조절함으로써

Table 3. Amonunts(㎍) of limonene inside reaction chamber(1 ℓ) depending on the conc. and film size during storage days

	A-50LF1	A-25SF2	B-50LF1	C-50LF1	C-25SF2	D-50LF1
2 hr	2.6361	2.5880	2.3217	5.8317	6.1182	3.4280
1 day	3.4565	4.1010	3.9980	9.4554	9.4627	7.9653
2 day	3.8268	4.5510	4.0472	8.6879	9.3660	9.6034
4 day	3.1301	3.4161	4.8861	7.2039	8.5523	9.4218
8 day	2.6517	2.7696	3.9282	6.2532	6.7316	7.0777

천연 휘발성 물질의 하나인 편백나무 추출물의 효과적인 항균성을 높일 수 있다는 실험을 바탕으로 이를 활용하는 연구가 향후 더욱 활발하게 진행될 수 있다고 판단된다.

4. 필름 두께와 사이즈가 저장일자별 항균성분 방출량 변화에 미치는 영향

A-50LF1, A-25SF2, C-50LF1, C-25SF2인 서로 다른 조건의 필름에서 저장기간별 limonene 방출량을 계산하여 증감 현상을 관찰하여 Fig. 7에 나타내었고, B-50SF1, D-50SF1인 조건의 현상은 Fig. 8에 나타내었다. 그림에서 보면 A와 B조건의 필름에서는 저장기간 하루 이내에서는 작은 사이즈 2개와 큰 사이즈 1개의 차이가 별다른 차이를 보이지 않았지만, 그 이후로는 작은 사이즈 2장이 크게 나타남을 알 수 있었다. 필름 두께의 영향은 A와 C 조건이 갖는 두께가 76 ㎛와 77 ㎛, B와 D 조건은 80 ㎛, 84 ㎛로 두께가 미치는 영향은 필름이 두꺼울수록 초기에는 오히려 덜 방출되었으나, 하루가 지나면서 방출량이 커지는 경향을 볼 수 있었다. B와 D의 경우는 80 ㎛와 84 ㎛로 필름 두께가 두꺼워 초기에는 휘발이 덜 일어나 오히려 사이즈의 효과도 나타내지 못했지만, 하루가 지나면서 저장기간이 길어질수록 방출량은 증가하였다. 이 경향은 해조분말을 이용한 필름 경우(Rhim & Kim 2004)와 유사하였으며, 필름 제조에서 두께를 조절함으로써 항균성 보유량을 분석하여 효과적인 필름의 저장 효과를 확인하였다.

5. 식품 포장 및 저장효과

식빵을 2쪽씩 포장 비닐에 넣고 서로 다른 조건의 필름인 A-50LF1, A-25SF2, C-50LF1, C-25SF2, B-50SF1, D-50SF1을 넣어서 밀봉 후 온도 35℃, 습도 75%에서 곰팡이 유무를 14일간 관찰한 결과를 Table 4에 나타내었다. 편백나무 추출물이 포함된 항균성 필름이 없을 경우에는 4일 째, A 필름 조건의 큰 사이즈 필름 1개에서는 5일째, 작은 크기 필름 2개에서는 7일째에 점모양의 곰팡이가 발견되었고, B 필름 조건에서는 8일째, C 필름 조건의 큰 사이즈 필름 1개에서는 9일째,

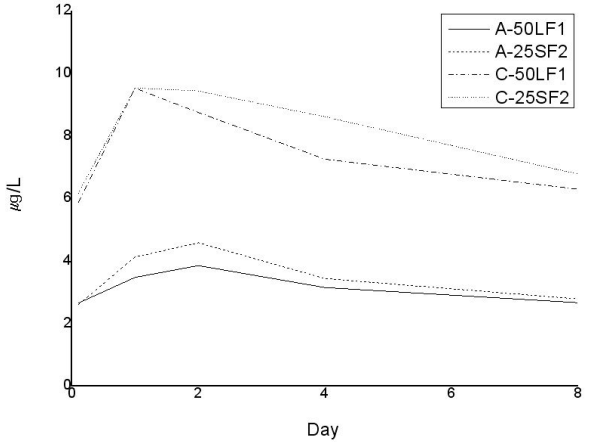

Fig. 7. Changes for emission amount of CMCO essential oil depending on the film size of 50LF1 and 25SF2.

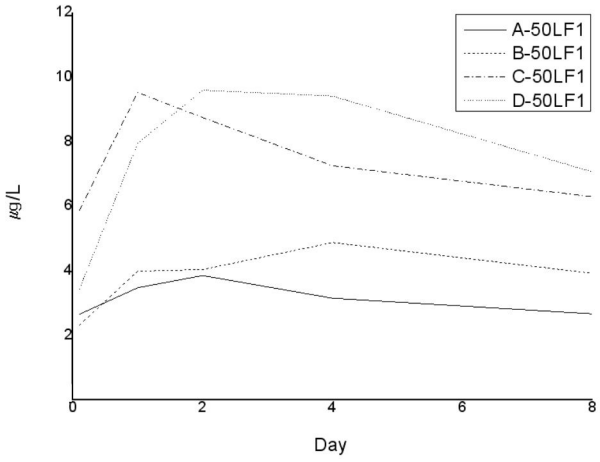

Fig. 8. Changes for emission amount of CMCO essential oil depending on the concentration of film for the same size of 50LF1.

Table 4. Observation of mold in the bread under different film conditions packaging during storage days at the condition of 35℃ and humidity 70%

Storage days	Film conditions						
	Blank	A-50LF1	A-25SF2	B-50LF1	C-50LF1	C-25SF2	D-50LF1
4 day	Mold dot						
5 day		Mold dot					
7 day			Mold dot				
8 day				Small mold			
9 day					Small mold		
11 day						Small mold	
14 day							Small mold

작은 크기 필름 2개에서는 11일째, D 필름 조건에서는 14일째 작은 사이즈의 곰팡이가 발견되었다. 두께가 두껍고 폭 25 ㎜인 작은 크기 필름 2개를 넣어서 저장한 식빵이 가장 늦게 14일 째에 작은 사이즈의 곰팡이가 발견되었다. 곰팡이 발생 현상은 GC-MSD 분석 결과, 밀폐된 반응기 속의 신선도 유지 성분 보유량 측정한 결과와 같은 현상을 보였다. 앞으로는 식빵뿐만 아니라 신선도가 요구되는 여러 가지 식품 종류에도 적용하여 곰팡이 발생 실험을 실시하고 편백나무 추출물에서 얻을 수 있는 다양한 항균성분을 분석하여 인류의 건강에 이바지하는 천연물질에서 효과적인 조건의 필름(Lim 등 2010)을 제조한다면 식품저장 효과를 높이는데 크게 기여할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 식품의 신선도를 유지하기 위한 효과적인 식품 포장 물질로서 항균성질을 갖는 편백나무 추출물을 함유한 다공성 필름의 성능과 효능을 알아보고자 하였다. 나무가 갖는 특유의 향인 피톤치드 정유는 휘발성 화학물질로서, 항균성 기능을 가지고 있는 천연물질이다. Limonene은 편백나무 정유중의 한 성분으로 분해없이 증류되며, 효과적인 항균성분을 나타내는 한편 비교적 안정한 테르펜류이다. 피톤치드 정유를 함유한 효과적인 항균성 필름을 제조하기 위한 용매의 최적조건을 찾은 결과, T-500:에탄올:경화제의 비율이 5:20:0.3이었고, 최소 항균성을 나타내는 피톤치드 정유의 농도는 2%였다. 피톤치드는 기체상 접촉을 통한 적용법이 항곰팡이성 효과가 크게 나타난다. 피톤치드를 포함한 필름들이 A-50LF1, A-25SF2, B-50SF1, C-50LF1, C-25SF2, D-50SF1 와 같이 여러가지 다른 조건으로 만들어졌고, 1 ℓ 반응기 안에서 저장기간에 따르는 limonene 성분을 얻기 위하여 GC-MSD 분석을 하였다. 그 결과, 항균층 폭이 25 ㎜, 길이 20 ㎝인 필름 2개를 사용했을 때가 항균층 50 ㎜, 길이 20 ㎝ 필름 1개를 사용했을 때보다 밀폐된 반응기에 limonene이 더 많이 보유되어 있음을 알 수 있었다. 이 결과는 필름 제조 시 안쪽 필름의 20 ㎛의 기공 쪽보다 옆 단면 층과 층 사이의 기체 확산이 더 크게 일어난다는 것을 보여주었다. 필름 두께가 피톤치드 방출량에 미치는 영향은 필름이 두꺼울수록 초기에는 오히려 덜 방출되었으나, 하루가 지나면서 저장기간이 길어질수록 방출량이 증가하는 경향을 보였다. 35℃와 70% 습도 조건에서 14일 동안 식빵 저장 실험에서 곰팡이 유무를 확인한 결과, 작은 사이즈 2개를 넣었을 때가 큰 사이즈 1개를 넣었을 때보다 저장기간이 길게 나타났다. 신선도 유지성분인 편백 정유가 갖는 항균성분 중, limonene의 방출 특성과 조건을 분석함으로써 필름조건의 자료를 공유하여 향후 식품에 대한 적용 확대가 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2010년 서일대학 학술 연구비로 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

참고문헌

Alviano WS, Mendonca-Filho RR, Alviano DS. 2005. Antimicrobial activity of *Croton cajucara* Benth linalool-rich essential oil on artificial biofilms and planktonic microorganisms. *Oral Microbiol Immunol* 20:101-105

Caccioni DRL, Guizzardi M, Biondi DM, Renda A, Ruberto G. 1998. Relationship between volitil components of citrus fruit essential oils and antimicrobial action on *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicym. Inter. J Food Microbiol* 43:73-79

Chldefied-Chezet F, Zet M, Guerry J, Food Chalchat C, Fusillier M, Vasson. 2004. Anti-inflammatory effects of *Melaleuca alternifolia* essential oil on human polymorphonuclear neutrophils and monocytes. *Free Radic Res* 38:805-811

Choi MH. 2007. Freshness preservatives of film-type. GN. 10-0755346

Chung JY, Choo JH, Lee MH, Hwang JK. 2006. Anticariogenic activity of macelignan isolated from *Myristica fragrans* (nutmeg) against *Streptococcus mutans*. *Phytomedicine* 13: 261-266

Cimanga K, Kambu K, Tona L, Apers S, Debruyne T, Hermans N, Totte J, Pieters L, Vlietinck AJ. 2002. Correlation between chemical composion and antibacterial activity of essential oils of some aromatic medicinal plants growing in the Democratic Republic of Congo. *J Ethnopharmacol* 79: 213-220

Crowell PL. 1999. Prevention and cancer by dietary monoterpnes. *The Journal of Nutrition* 129:775-778

Deiml T, Haseneder R, Zieglgeansberger W, Rammes G, Eisensamer B, Rupprecht R, Hapfelmeier G. 2004. Alpha-thujone reduces 5-HT3 receptor activity by an effect on the agonist-reduced desensitization. *Neuropharmacology* 46:192-201

Han YS. 2005. Antimicrobial effects of *Camellia japonica* L. leaves extracy on food-orne phathogenic microorganisms. *Korean J Food Sci Technol* 37:113-121

Hassanzadeh MK, Rahimizadeh M, Bazzaz BSF, Emami SA,

Assili J. 2001. Chemical and antimicrobial studies of *Platycladus orientalis* essential oils. *Pharm Bio* 39:388-390

Jang MR, Seo JE, Lee JH, Chung MS, Kim GH. 2010. Antibacterial action against food-borne pathogents by the volatile flavor of essential oil from *Chrysanthemum morifolium* flower. *Korean J Food & Nutr* 23:154-161

Kang SK, Auh QS, Chun YH, Hong JP. 2010. Effect of *Chamaecypari obtusa* tree phytoncide on *Candida albicans*. *Korean J Academy of Oral Medicine* 35:19-29

Kim KY, Lee EK. 2009. The efficiency and performance of porous film containing freshness maintenance ingredients. *Korean J Food Perserv* 16:810-816

Kim YM, Park HW, Byun JY, Kim KH. 2005. Prparation of antioxidative polyethylene film and it effects on the lipid oxidation of semi-dried squid during storage. *Korean J Food & Nutr* 18:19-27

Lawless J. 1995. The Illustrated Encyclopedia of Essential Oils. Shafesbury UK. Element Books Ltd., pp.58-63

Lee JG, Lee CG, Baek S, Kwon YJ, Jang HJ, Kwag JJ, Rhee MS, Lee GH. 2006. Determination of aroma components in *Pinus densiflora*(pine needles) studied by using different extraction methos. *Korean J Food Nutr* 19:161-168

Lee JW, Hong SI, Son SK, Chang YH. 2003. Characterization of antimicrobial polymeric films for food packaging applications. *Korean Journal of Food Preservation* 10:574-583

Lee SH, Lim YS. 1998. Antimicrobial effects of *Schizandra chinensis* extract on pathogenic microorganism. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27:239-243

Lim GO, Jang SA, Kim JY, Kim HY, Song KB. 2010. Use of gelatin film containing grapefruit seed extract in the packaging strawberries. *Korean J Food Preserv* 17:196-201

Medeiros R, Passos GF, Vitor CE, Koepp J, Mazzuco TL, Pianowski LF. 2007. Effect of two active compounds obtained from the esential of *Cordia verbenacea* on the acute inflammatory responses elicited by LPS in the rat paw. *Br J Pharmacol* 151:618-627

Misaghi A, Basti AA. 2007. Effects of *Zataria multiflora* boiss. essential oil and nisin on *Bacillus cereus* ATCC 11778. *Food Contral* 18:1043-1049

Naser B, Bondinet C, Tegtmeier M, Lindequist U. 2005. *Thuja occidentalis*(Arbor vitae): A review of its oharmaceutical, pharmacological and clinical properties. *Evidence Based Complementary and Alternative Medicine* 2:69-78

Rhim JW, Kim JH. 2004. Preparation of bio-degradable films using various marine alga powder. *Korean J Food Sci Technol* 36:69-74

Takarada K, Kimizuka R, Takahashi. 2004. A comparison of the antibacterial efficacies of essential oils against oral pathogens. *Oral Microbiol Immunol* 19:61-64

Tsuda H, Ohhima Y. 2004. Cancer prevention by natural compounds. *Drug Metabolism and Pharmacokinetics* 19:245-263

Urben P. 2007. Bretherick's Handbook of Reactive Chemical Hazards. p.1154

Vermeiren L, Devlieghere F, Beest M, Kruijf N, Debevere J. 1999. Developments in the active packing of foods. *Trends Food Sci* 10:77-86

접 수 : 2011년 9월 21일
최종수정 : 2011년 12월 11일
채 택 : 2011년 12월 18일