

## 정유의 항균 성분을 이용한 항균 라이너지 개발

김 철 환<sup>†</sup> · 양 재 경 · 박 종 열

(2001년 6월 3일 접수; 2001년 8월 20일 채택)

### Development of Antibacterial Corrugating Liner Using Essential Oils Extracted from *Chamaecyparis obtusa*

Chul-Hwan Kim<sup>†</sup>, Jae-Kyung Yang, and Chong-Yawl Park

(Received on June 3, 2001; Accepted on August 20, 2001)

#### ABSTRACT

Essential oils extracted from *Chamaecyparis obtusa* were applied to make antibacterial corrugating liner. The quantitative analysis of the essential oils was carried out by GC-MS, which showed that the monoterpenes as a basic component of the essential oils extracted from *Chamaecyparis obtusa* in the domestic mountain were greater in amount than those in China. The antibacterial activity was then examined with *Tyromyces palustris* and gram-negative/positive bacteria.

The papers treated with the essential oils displayed great resistance against *T. Palustris* and gram bacteria but the best results were obtained with the handsheet formed by softwood bleached kraft pulp rather than the liner by OCC. The low antibacterial activity of the liner was considered to be due to starch components which could be readily attacked by the fungi.

**Keywords:** Essential oils, Antibacterial corrugating liner, Monoterpenes, Antibacterial activity

#### 1. 서 론

현재까지 개발된 포장용 골판지의 개념은 주로 외부 충격에 대하여 포장용기 내부에 놓여진 물품을 보호한다는 측면에 주안점을 두어 왔다. 그러나 최근에는 외기 환경의 변화에 따라 저장 물품의 상품적 가치를 감소시킬 수 있는 현상이 많이 발생할 수 있기 때문에 그러한 유해 환경 요인을 원천적으로 차단할 수 있는 기능성 포장지 개발에 대한 관심이 증폭되고 있는 것이

현실이다. 따라서 외부 충격에 대한 상품의 보호나 상품의 선전, 판매 촉진을 위한 직접적인 포장 기능 외에 항균성,<sup>1)</sup> 선도 유지<sup>2)</sup> 등과 같은 부가적인 포장 기능을 덧붙여서 포장지의 부가가치를 창출하고자 하는 연구가 관심을 끌고 있다.

특히 산지에서 재배되는 과일이나 채소류와 같은 식품류는 유통기간의 변동에 따라 상품의 보관기간에 큰 변동이 있게 된다. 따라서 보관기간 중에 상품 가치를 떨어뜨릴 수 있는 외부 환경 인자, 특히 곰팡이나 세균

• 경상대학교 산림과학부(Division of Forest Science, Gyeongsang National Univ., JinJu 660-701, Korea).

<sup>†</sup> 주저자(Corresponding author): e-mail: jameskim@nongae.gsnu.ac.kr

류의 공격에 대한 저항성을 부여하기 위하여 과채류를 담고 있는 포장지 상자에 대한 항균 처리를 통해 물품의 고유 가치를 보존할 필요성이 더욱 제기되고 있다. 특히 대기 온도가 상승하고, 각종 유해 세균류의 번식이 급증하고 있는 환경에서 과채류와 같은 식품에 대한 안전성을 소비자에게 각인시킬 수 있다면 과채류의 수요를 더욱 증가시킬 수도 있을 것이다. 현재 과채류의 저장 방법으로 사용 중인 저온 저장이나 CA (Controlled Atmosphere) 저장이 가장 이상적이라고 볼 수 있으나 시설 및 관리·유지비용이 많이 소요되므로 냉장 또는 냉동 시설을 설치할 수 없는 농가의 입장에서 실현성이 없는 얘기일 것이다. 이와 같은 실정을 고려한다면 농가의 간이 저장고 등에서 과채류를 보관할 때 식물 변패 미생물의 감염 및 성장을 억제할 수 있는 항균 처리된 포장 상자를 이용하는 것이 과채류의 선도 유지 및 병해 방지를 기대할 수 있을 것이다.

현재 시판 중인 대부분의 골판지는 AOCC(America Old Corrugated Container)와 KOCC(Korea Old Corrugated Container)를 재생하여 만든 라이너와 골심지를 주로 사용하고 있다. 특히 골판지의 이면과 표면에 사용되는 라이너 원지에는 내부 혹은 표면 사이징 처리 외에는 특수 목적을 위한 기능성 첨가제가 거의 사용되지 않고 있다. 단순히 골심지를 통하여 외부 압력 또는 충격으로부터 상품을 보호하거나 사이징에 의한 내침 혹은 골판지의 강도 보강 효과만을 부여할 뿐이다. 대체로 단순한 포장 기능만을 살린 라이너 원지의 생산에만 주력하고 있기 때문에 포장지의 고부가가치 창출을 전혀 기대할 수 없는 상황이다.

물론 일부 회사에서 항균성을 지닌 종이를 생산하고 있지만 이들 회사들은 포장지를 전문으로 생산하는 업체가 아니라 생활용품품을 생산하는 업체들이라는 한계가 있다. 또한 항균성을 포장지 자체에 부여한 것이 아니라 항균 처리를 한 종이를 포장지의 내부에 넣고 포장 내용물과 함께 포장하여 항균 효과를 발휘하도록 하고 있다. 이는 포장지 외에 항균지를 별도로 구입하여야 하는 이중 부담을 생산자에게 부과하는 비경제적인 방법일 수밖에 없다. 또한 시판 중인 일부 항균지는 습윤된 상태로 판매되고 있기 때문에 포장 물품과의 접촉시 포장 물품의 최초 물성을 변화시킬 우려도 많이 내포하고 있다.

본 연구에서는 라이너 원지 자체에 항균 처리를 함으로써 별도의 항균성 재료를 추가하지 않아도 곰팡이와 병원성 세균류에 대하여 충분히 항균성을 발휘할 수 있는 항균 라이너 원지 개발을 목적으로 하였다. 항균지 제조에 사용된 정유는 국내산 편백나무에서 추출

된 정유(essential oil)이고, 정유는 여러 연구를 통하여 질병 치료, 식품 첨가제, 항균작용, 향암 작용, 스트레스 완화 작용을 하는 성분이 포함되어 있음이 밝혀졌다.<sup>3-7)</sup> 식물의 꽃, 줄기, 잎, 열매, 수액 등에서 추출되고, 목재로부터 추출된 휘발성 정유 성분은 주로 isoprene( $C_5H_8$ )이 기본 구조로 되어 있는 monoterpenes류로 구성되어 있다.<sup>8)</sup> 정유가 갖는 효능 중의 하나인 항균성을 과채류 포장 상자용 라이너 원지에 부가하였을 때 과채류의 변패에 관여하는 곰팡이와 병원성 세균류에 대하여 항균성을 어느 정도 발현할 수 있는가를 밝혀 내는 기초 실험을 통하여 고부가가치 항균 라이너 원지(이면 라이너지) 제조의 자료로 삼고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 정유 추출

천연 항균 성분인 정유 추출에 이용된 수종은 국내 임야에서 자라고 있는 35년 생 편백나무(*Chamaecyparis obtusa*)의 잎이 이용되었다. 정유 추출 장치는 일본 백원(白原)제작소에서 제작한 K-20D-10L을 사용하였고, 정유 추출시 사용된 조건은 증류수 2,000 ml, 온도 100~120℃, 추출시 압력 1.2 atm, 추출시간 2시간이었다.

편백 잎으로부터 추출된 정유의 수율은 아래의 식으로 계산하였다.

$$Yield(\%) = \frac{\text{Extracted Volume(ml) of Essential Oil}}{\text{Oven-dried Weight(g) of leaves}} \times 100$$

편백 잎 500 g(함수율 5.4% 기준)을 정유추출장치에 넣었을 때 최종적으로 추출된 정유의 양은 2.7 ml 정도였고, 수율로 환산하면 0.57%였다.

추출된 정유의 성분 분석을 위해 GC-MS (Shimadzu, QP-5000)을 이용하여 Table 1과 같은 조건으로 분석하였다. 각 화합물의 동정은 NIST12, NIST62 library와 표준물질을 이용하였다. 분리된 각 화합물의 정량은 각 피크의 면적을 내부 표준물질(4-decanol)의 피크 면적과 비교하여 아래의 계산식으로 산출하였으며, 이때 response factor를 1로 가정하였다.

**Table 1. Operating factors of GC-MS for analyzing components of essential oils**

Column: HP-5 crosslinked 5% ph. Me. silicone capillary (30 m × 0.25 mm, film thickness 0.25 μm)
Carrier gas: He (1 ml/min)
Temp. program
Initial temp. : 40℃
Initial time : 3 min
Rate : 5℃/min
Final temp. : 230℃
Final time : 5 min
Injection port temp: 250℃
Ionization voltage: 70 eV

$$\text{휘발성 화합물의 농도 (mg)} = \frac{\text{휘발성 화합물의 피크 면적} \times \text{내부 표준물질의 양}}{\text{내부 표준물질의 피크 면적}}$$

## 2.2 초지

### 2.2.1 정유의 유화(emulsification)

정유 자체가 갖는 강한 휘발성과 소수성 특성 때문에 정유를 원액 그대로 지료에 첨가 혹은 도포하게 되면 정유를 섬유상에 균일하게 분산시키거나 고착시킬 수 없다. 따라서 정유의 휘발성을 억제하고 셀룰로오스와의 친화력을 높이기 위하여 유화(emulsification)시켜 사용하였다. 정유의 유화에는 고형분 함량 90%인 SIGMA사의  $\alpha$ -cyclodextrin(fw = 972.9 g/mol)을 유화제로 사용하였는데, 이것은 전분을 구성하는 amylose가 고리 형태의 구조를 하고 있다.  $\alpha$ -cyclodextrin을 정유 원액의 부피에 대하여 0.5%(W/V) 넣은 후 homogenizer(SMT, 18,000 rpm)로 30~60분 간 유화시켰는데, 보통 30분 정도면 유화가 완료되었다. 순수하게 유화된 정유의 항균 효과만을 보기 위하여 추가적인 막화 반응이나 정지 반응을 진행하지 않고 유화된 정유 자체를 지료에 첨가하였다.

### 2.2.2 초지

지료 내에서 정유를 고착시키기 위해서 라이너지 원지를 초지할 때 일정 비율의 유화 정유를 함께 첨가하였다. 지료의 전건 중량(g)에 대하여 첨가된 유화 정유의 양(V/W)은 0, 10, 15, 20, 25 및 30%이었다. 항균제가

포함된 포장원지의 지료를 수초지기에 넣기 전에 정유와 지료의 균일한 분산을 위하여 교반기(400~500 rpm)에서 약 2분 간 교반시킨 후 TAPPI T 220에 의거하여 초지하였다. 포장원지의 제조를 위해서 국내 A사에서 제조된 라이너지 원지와 Kinleith사의 침엽수 표백 크라프트 펄프가 사용되었고, 항균 처리된 라이너지 원지의 평량은 100 g/m<sup>2</sup>를 기준으로 하였다.

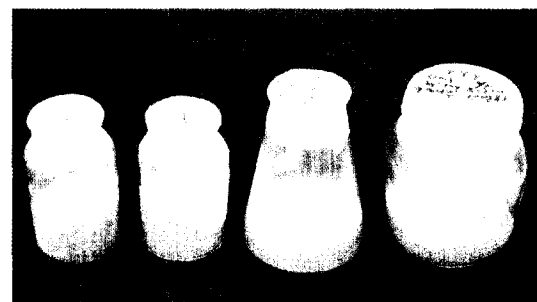
## 2.3 항균성 검사

### 2.3.1 곰팡이에 대한 항균성 검사

곰팡이에 대한 항균성 검사는 KS M 1701(1997)에 의거하여 실험하였다. 즉, 공시균으로는 일반적으로 매우 강한 부후력을 지닌 것으로 알려진 개떡버섯균(*Tyromyces palustris*)을 선택하였고, 이에 대한 항균 라이너지 원지의 저항성을 평가하기 위해서 개떡버섯의 공시 균주가 자라고 있는 배양병(Fig. 1 참조)에 라이너지 원지를 넣고 표준 배양기 안에 10일 간 방치한 후 라이너지 원지의 곰팡이에 대한 저항성 유무를 조사하였다. 공시균은 살균된 바닷 모래가 들어 있는 배양병에 들어 있는 배양액(glucose 25 g, malt extract 10 g, peptone 5 g, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.3 g, MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 2 g의 혼합액) 중에 균을 접종하여 진탕 배양한 후 균림이 형성되면 미리 멸균해 둔 접종용 피펫으로 배양액 약 3 ml를 배양기 표면에 골고루 뿌려서 접종하고, 온도 26±2℃, 상대습도 70% 이상의 곳에서 배양하였다. 7~10일 정도 지난 후 균이 배양기 전면에 퍼진 후 시험에 이용하였다.

### 2.3.2 Gram균에 대한 항균성 검사

항균성 검사에 사용된 Gram 균의 종류와 해당균을



**Fig. 1. Culture bottles containing antibacterial paper specimens.**

**Table 2. Bacteria and culture mediums used for examining antibacterial actions of antibacterial corrugating liner**

Type	Bacteria	Culture medium
Gram-Negative	<i>Escherichia coli</i> kctc 1682	Nutrient broth
	<i>Salmonella typhimurium</i> kctc 1925	Nutrient broth
	<i>Shigella flexneri</i> kctc 2008	Nutrient broth
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> kctc 1750	Nutrient broth
	<i>Klebsiella pneumoniae</i> kctc 2208	Nutrient broth + 0.4% MgSO <sub>4</sub>
Gram-Positive	<i>Bacillus cereus</i> kctc 1012	Nutrient broth
	<i>Lactobacillus plantarum</i> kctc 1048	Lactobacillus infusion
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> kctc 3582	Lactobacillus infusion
	<i>Listeria monocytogenes</i> kctc 3444	Tryptose phosphate broth
	<i>Staphylococcus aureus</i> kctc 1916	Brain heart infusion
	<i>Streptococcus mutans</i> kctc 3065	Brain heart infusion

배지상에 접종할 때 사용된 배지액은 Table 2와 같다. 항균지의 항균성을 검사하기 위하여 Gram 음성균과 Gram 양성균이 배양된 배지(culture medium) 위에 5 × 5 cm 크기로 자른 항균지 시편을 올려 놓고 24 시간이 지난 후 항균성을 검사하였다. 특히 본 실험을 통해 개발된 항균지의 항균 성능을 비교하기 위한 대조구로서 현재 시판 중인 A사의 항균지를 대조구로 이용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 정유 성분의 정량

GC-MS를 통해 나타난 각 구성 성분의 GC-MS 피크와 각 구성 성분의 분자 구조는 Fig. 2 및 Fig. 3과 같다. 국내산 편백나무 잎으로부터 추출된 정유의 구성 성분들의 종류와 그 함량을 측정한 결과는 Table 3에서 보여주고 있고, 비교를 위하여 중국으로부터 수입된 정유의 구성 성분들과 그 함량도 함께 분석하여 나타내었다.

Table 3에서 나타난 정유 성분의 함량을 쉽게 비교하기 위하여 Fig. 4에 그래프로 나타내었다. Fig. 4에서 보는 바와 같이  $\alpha$ -pinene과  $\beta$ -carene를 제외하고는 국내산 편백나무의 잎에서 추출된 여섯 가지 정유 성분들이 중국산 정유에 비해 훨씬 많은 양이 함유되어 있음을 확인할 수 있었다. 각 정유의 구성 성분별 함량 비교에서는 국내산 정유의 함량만을 놓고 볼 때

**Table 3. Contents of chemical components in essential oils**

Retention Time (min)	Components	Contents of monoterpenes (mg/100 g, Domestic)	Contents of monoterpenes (mg/100 g, China)
14.918	$\alpha$ -pinene	290.1	198.2
16.104	camphene	2,563.5	467.0
16.511	$\beta$ -pinene	1,587.6	509.9
17.298	3-carene	455.5	446.9
17.677	D-limonene	2,344.5	1,230.2
21.784	4-terpineol	1,620.7	435.6
24.599	bornyl acetate	4,083.4	796.3
28.186	caryophyllene	1,151.8	348.9

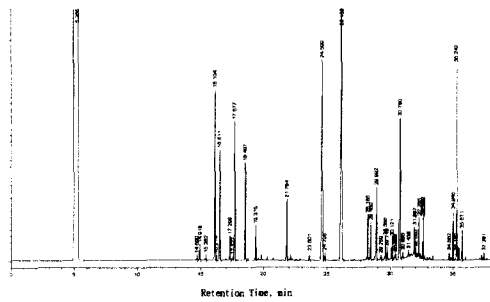


Fig. 2. A typical GC-MS peak for quantifying the chemical components of the domestic essential oils.

bornyl acetate 계통이 가장 많이 포함되어 있었고, 다음으로 camphene, limonene 순이었다. 이러한 정량적인 값을 기준으로 하였을 때 국내산 편백나무에서 추출된 정유가 훨씬 우수한 향균 능력을 보일 것으로 쉽게 추정할 수 있었다.

### 3.2 곰팡이에 대한 향균성 검사

Fig. 5(a)는 *T. palustris*가 배양된 병에 향균 처리를 하지 않은 라이너 원지를 10일 간 방치한 후 나타난 종이의 향균성을 보여 주는 그림이다. Fig. 5(b)는 Fig. 5(a)에 침투한 부후 개떡버섯균(*T. palustris*)에 대한 구분을 용이하게 하기 위하여 화학 분석법으로 처리한 영상이다. 화학처리된 영상에서 보는 바와 같이 라이너 원지의 전체 면적에 걸쳐서 곰팡이의 침투에 완전히 노출된 것을 쉽게 관찰할 수 있다.

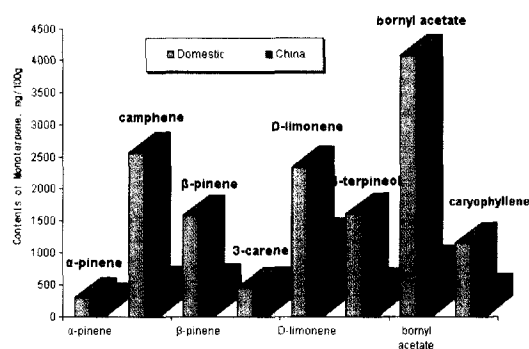


Fig. 4. Comparison of the monoterpene contents in the essential oils.

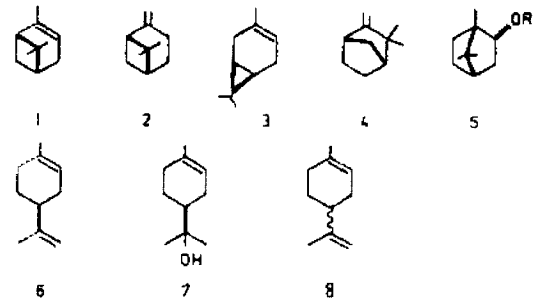


Fig. 3. Chemical structure of monoterpenes of essential oils: 1.  $\alpha$ -pinene; 2.  $\beta$ -pinene; 3. carene; 4. camphene; 5. caryophyllene; 6. bornyl acetate ( $R=COCH_3$ ); 7. limonene; 8.  $\alpha$ -terpineol.

이는 향균 처리를 하지 않은 일반 골판지 혹은 백상지의 경우에는 대체로 셀룰로오스가 주성분인 섬유와 기타 표면 사이징 혹은 라이너지와 골심지의 접합에 주로 사용되는 전분으로 구성되어 있기 때문에 저장이나 유통 과정 중에 곰팡이에 의해 쉽게 노출되어 공격받을 수 있음을 보여 주는 증거가 될 수 있다. 만약 포장지 자체가 균에 의한 공격을 받는다고 가정하면 포장지 안에 들어 있는 식품이나 과채류 등의 최초 물성도 심각하게 변성될 수 있음을 보여 주는 결과라 할 수 있다.

따라서 라이너 원지에 대한 적절한 향균 처리를 통해 포장 물품의 저장 혹은 유통 중에 있을지도 모르는 균에 대한 공격을 원천적으로 차단하여야 하는 필요성을 확인할 수 있었다.

Fig. 6은 라이너지(a)와 침엽수 표백 크라프트 펄프로 초지한 종이(b)에 정유를 처리하였을 때 종이가 갖는 향균성을 보여 주는 사진들이다. 향균 처리된 라이너 원지는 균의 침투 자체가 원천적으로 차단되어 최초의 원지 상태를 그대로 유지하고 있는 것을 볼 수 있다. 이는 부후 개떡버섯균이 갖는 강력한 균 활성을 고려할 때 정유는 이들 균에 대한 매우 강한 저항성을 띤다는 사실을 보여 주는 결과라 할 수 있다.

결론적으로 지류 포장지 혹은 골판지 상자의 경우 펄프 섬유의 주요 구성 성분인 셀룰로오스로 제조되지만, 셀룰로오스 자체는 균에 대한 저항성이 매우 약한 것으로 알려져 있고, 이러한 셀룰로오스의 성질을 이용하여 펄프에 대한 효소 처리나 바이오 펄프화 등에 이용하고 있다.<sup>9)</sup> 따라서 지류 포장지로 포장된 물품, 즉 식품이나 과채류의 저장 중이나 유통 중의 온도 변화와 함께 발생할 수 있는 균의 번식을 원천적으로 차단하기 위해서는 향균제가 처리되어야 한다. 그

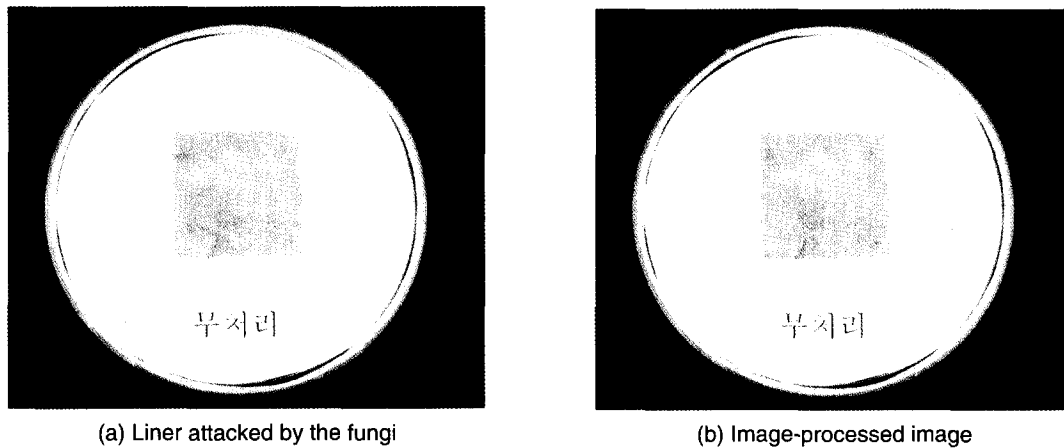


Fig. 5. Corrugating Liner without antimicrobial treatment.

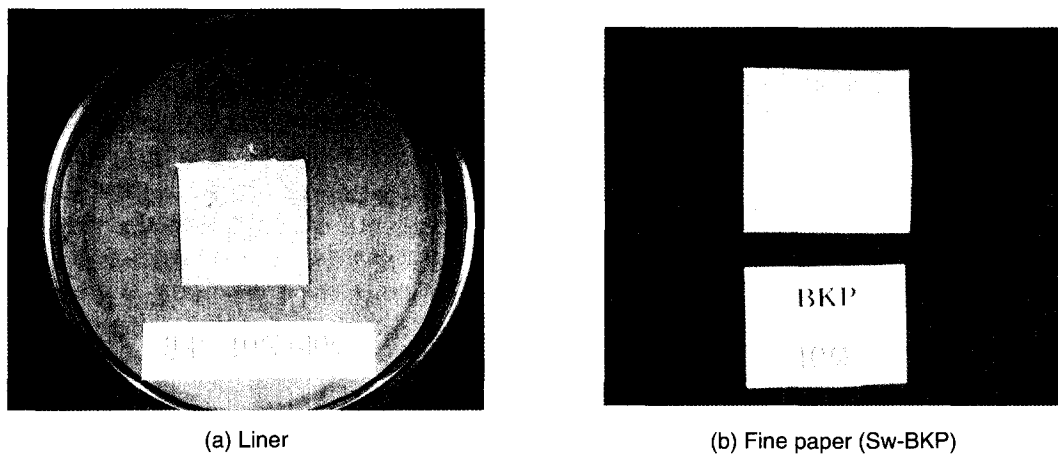


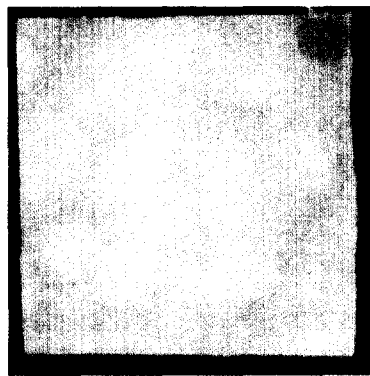
Fig. 6. Papers showing antimicrobial activity.

러나 포장 물품, 즉 과채류나 식품 등에 대하여 직접 항균제를 처리하기가 곤란하기 때문에 본 연구를 통해 확인한 바와 같이 이들을 싸고 있는 포장지 자체에 항균 처리를 가할지라도 뛰어난 항균성을 충분히 발휘할 수 있음을 확인할 수 있었다.

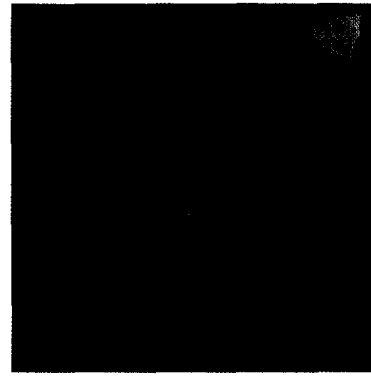
Fig. 7(a)는 정유의 항균성이 갖는 한계를 보여 주는 사진이다. 유화된 정유를 골판지 고지 펄프 섬유(OCC)에 대하여 5% 첨가하여 초지한 후 항균성을 검사한 사진이다. 화상 처리된 사진(Fig. 7(b))에서 보는 바와 같이 정유가 처리되었지만 라이너지의 전영역에 걸쳐서 곰팡이균에 의해 덮혀 있는 것을 볼 수 있다. 전분이 습부 영역에서 보류되지 않고, 백수 내로 흘러 들어가게 되면 슬라임의 발생원이 되는 것<sup>10)</sup>과 마찬가지로

지로 OCC에 잔류한 전분류도 균의 생육에 긍정적인 영향을 주었기 때문에 이와 같은 현상이 발생한 것으로 사료된다. OCC에 함유된 전분이 항균성에 부정적인 영향을 미친다는 사실을 표백크라프트 펄프를 이용하여 검증할 수 있었다. 크라프트 펄프로 제조된 포장지의 경우에는 Fig. 8에서 보는 바와 같이 정유 첨가량에 관계없이 뛰어난 항균성을 발휘하였는데, 여기에는 표면 사이즈제나 접착제로 사용된 전분이 전혀 없기 때문에 정유의 첨가량에 관계없이 우수한 항균성을 발현하고 있음을 보여 주고 있다.

따라서 골판지의 이면 라이너지로 사용되는 라이너원지의 경우에는 항균성을 최적으로 발휘하기 위해서 전분과 같은 오염원을 일차적으로 제거하는 것이 가장



(a) The original paper



(b) The image-processed paper

**Fig. 7. Liner attacked by the fungi (5% of the essential oils on O.D. pulp fibers was added to the stock).**



정유 15%

(a) 15% addition



정유 20%

Sw-BKP

(b) 20% addition

**Fig. 8. Antimicrobial fine paper after two-week storage in the culturing bottle (the paper was formed by softwood bleached kraft pulp).**

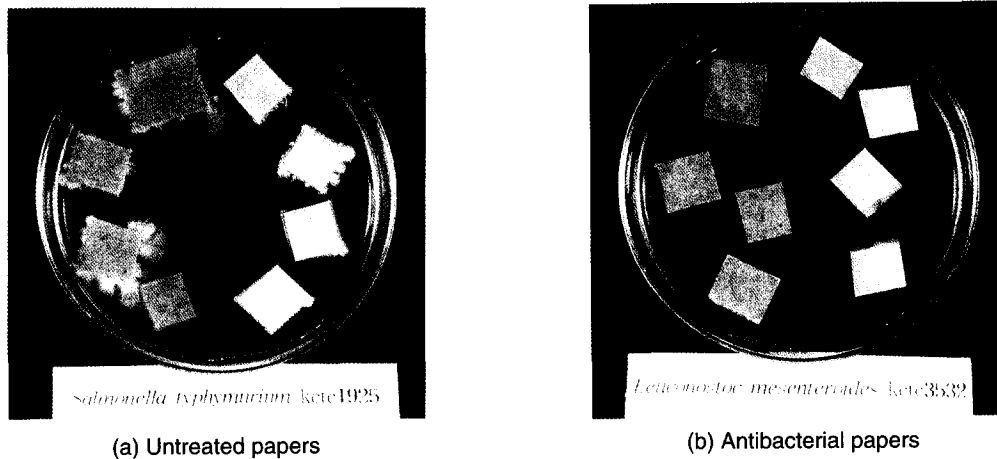
바람직할 것이다. 그러나 라이너 원지의 제조시 OCC에 포함된 오염원의 제거가 사실상 불가능하기 때문에 OCC의 혼입을 줄이고 UKP의 혼입 비율을 증가를 통하여 전분과 같은 오염원을 줄임으로써 항균성을 향상시키는 방법을 찾아야 할 것으로 사료되었다. 따라서 OCC와 UKP의 혼입 비율에 따른 최적 항균성을 찾기 위한 연구를 진행하고 있다.

### 3.3 Gram균에 대한 항균성 검사

병원성 세균류인 Gram 균류에 대한 항균성을 실험 결과는 Table 4와 같다. 일반적으로 대조구로 사용된

시판 항균지는 Gram 음성균 중에서 간균, 이질균에 대하여, Gram 양성균 중에서는 구균, 리스테리아, 간상 세균에 대하여 저항성을 나타내었다. 항균 처리를 하지 않은 라이너 원지의 경우에는 모든 균에 대하여 쉽게 공격을 받는 것으로 관찰되었다. 그러나 항균 처리한 라이너지를 사용한 경우 일부 균에 대해서만 항균성을 나타내었고, 대체로 항균성이 상당히 약하게 발현되었다. 즉, 라이너지의 경우에는 유산균과 구균을 제외하고는 항균성을 전혀 발휘하지 못하였다.

그러나 라이너 원지를 크라프트 펄프(Sw-BKP)로 초지한 경우 라이너지와는 다르게 대장균, 구균, 살모넬라, 이질, 유산균 등과 같이 다수의 균에 대하여 강



**Fig. 9. Microbial activity test of paper.**

한 항균성을 나타내었다. 항균제인 정유가 크라프트 펄프 섬유에 대하여 15% 이상 첨가되었을 때 포도상 구균과 연쇄상 구균에 대해서도 약한 항균성을 나타내었고, 20% 이상 첨가되었을 때는 폐렴 간균에서도 일부 항균성을 나타내는 것을 관찰할 수 있었다.

Fig. 9(a)에서 보는 바와 같이 항균성이 전혀 없는 라이너 원지의 경우에는 균의 생육이 전혀 방해받지 않기 때문에 원지 표면에 다수의 균들에 의한 공격에 노출되어 있는 것을 관찰할 수 있었고, Fig. 9(b)와 같이 항균 처리가 된 라이너 원지의 주변에는 균의 생육이 전혀 확인되지 않았다.

그런데 Table 4에서 보는 바와 같이 라이너지가 표백 크라프트 펄프로 초지된 종이보다 약한 항균성을 나타내는 원인은 앞서의 부후 개떡버섯균(*T. palustris*)에 대한 실험에서도 보았듯이 라이너지의 경우 OCC를 주원료의 일부로 사용하기 때문에 표면 사이즈제, 지력 향상제, 혹은 라이너지와 골심지의 결합제로 사용된 전분이 초지된 종이 내에 포함되어 균의 생육에 적합한 오염원으로 작용하기 때문인 것으로 사료된다. 이는 고지에 포함된 전분 자체가 셀룰로오스와 마찬가지로 글루코스 단위로 구성된 거대 분자이기 때문에 병원성 세균의 공격에 쉽게 노출될 수 있음을 보여 주는 증거라 할 수 있다.

결론적으로 유화된 정유가 펄프 섬유에 대하여 10% 정도만 첨가된다면 병원성 세균류에 대하여 항균성을 보인다는 사실을 확인할 수 있었다. 또한 정유를 사용한 항균 포장지가 시판 중인 항균지에 비해서 일부 균에 대해서는 더 우수한 항균성을 발휘하였다. 그러나 OCC로 초지한 종이는 OCC 내부에 첨가된 전분의 영

향으로 항균성이 크라프트 펄프에 비해서 많이 떨어지는 것으로 확인되었다.

## 4. 결 론

국내에 식생 중인 편백나무(*Chamaecyparis obtusa*)의 잎에서 추출된 정유 성분을 이용하여 제조된 라이너 원지의 항균성 발현 여부를 시험하였다. 국내산 편백나무 잎에서 추출된 정유 성분들은 중국산 정유에서보다 monoterpene류의 함량이 매우 많이 함유되어 있었다. 정유 처리가 된 항균 라이너 원지는 부후 개떡버섯균(*T. palustris*)에 대하여 우수한 항균성을 발휘하였지만, Gram 음성균과 양성균들 중에는 대장균, 구균, 살모넬라, 이질, 유산균 등에서만 항균성을 나타내었다. 그리고 OCC로 초지된 라이너 원지는 OCC 내에 들어 있는 전분의 영향으로 표백 크라프트 펄프로 초지된 라이너 원지에 비하여 항균성이 다소 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 결론적으로 초지시 정유가 첨가되었을 때 고지로 초지된 종이를 제외하고는 일반 펄프로 초지된 라이너 원지에서 부후 개떡버섯균(*T. palustris*)과 Gram균에 대하여 우수한 항균성을 발휘함을 확인할 수 있었다.

본 연구를 통하여 편백나무로부터 추출된 정유가 갖는 항균성이 어느 정도 확인은 되었고, 앞으로도 항균 라이너 원지로 제조된 포장 박스가 갖는 항균 지속성, 항균 처리된 골판지의 재활용시 문제점, UKP와 OCC의 혼합 비율을 달리했을 때 항균성의 변화 정도 등에 관한 연구를 진행 및 계획하고 있다.



**Table 4. Antibacterial activity of packaging paper**

Fungi	Control (시판 향균지)	Kraft pulp (Sw-BKP)(%)						Liner paper (%)					
		0	10	15	20	25	30	0	10	15	20	25	30
Gram-negative	<i>Escherichia coli</i> kctc 1682 (대장균)	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
	<i>Klebsiella pneumoniae</i> kctc 2208 (폐렴 간균)	+	+	+	+	+/-	+/-	+	+	+	+	+	+
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> kctc 1750 (간균)	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	<i>Salmonella typhimurium</i> kctc 1925	N/A	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Shigella flexneri</i> kctc 2008 (이질균)	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Gram-positive	<i>Lactobacillus plantarum</i> kctc 1048 (유산균)	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> kctc 3532 (구균)	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	<i>Listeria monocytogenes</i> kctc 3444 (식중독균)	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Staphylococcus aureus</i> kctc 1916 (포도상 구균)	+	+	+/-	+/-	+/-	+/-	+	+	+	+	+	+
	<i>Streptococcus mutans</i> kctc 3065 (연쇄상 구균)	+	+	+/-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Bacillus cereus</i> kctc 1012 (간상 세균)	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

(-: antibacterial activity, +: no antibacterial activity, +/-: medium antibacterial activity)

## 인용문헌

- 이명구, 이상명, 오덕환, 식품포장용 향균지 제조, 펄프·종이기술, 32(1):65-71 (2000).
- 한국포장개발연구원, 1999년도 포장기술개발 사업결과 보고서:30-31(2000).
- Caccioni, D. R. L., Guizzardi, M. Biondi, D. M., Renda, A. and Ruberto, G., Relationship between volatile components of citrus fruit essential oils and antimicrobial action on *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum*, International Jr. of Food Microbiology, 43:73-79 (1998).
- Mishra, A. K. and Dubey, K. K., Evaluation of some essential oils for their toxicity against fungi causing deterioration of stored food commodities, Appl. Environ. Microbiology, 60(4):1101-1105 (1994).
- Tan, R. X., Wolfender, J. L., Yu, T. T., Zheng, W. F., Yang, L., Gafner, S. and Hostettmann, K., Mono- and sesquiterpenes and antifungal constituents from *Artemisia* species, Planta Medica 65(1):64-67 (1999).
- Perry, N. B., Klink, J. W., Brennan, N. J. and Harris, W., Essential oils from New Zealand Manuka and Kanuka: chemotaxonomy of *Kunzea*, Phytochemistry 45(8):1605-1612 (1997).
- Na, K. K., Oh, J. H., Choi, I. G., Yun, Y. W. and Jeung, E. B., The sedative effect of stress by essential oils purified from softwoods, Korean Jr. of Lab. Anim. Sci., 14(1):93-96 (1998).
- Fengel, D. and Wegener, G., Wood-Chemistry, Ultrastructure, Reactions, De Gruyter:184-192

- (1983).
9. Kirk, T. K. and Chang, H-M., *Biotechnology in Pulp and Paper Manufacture*, Butterworth-Heinemann: 1-13 (1990).
10. *Papermaking Science and Technology, Vol. IV. Papermaking Chemistry* edited by L. Neimo, PI and Tappi (2000).