

## 항균성물질이 함유된 Silica LDPE필름의 항균효과 및 식품 저장성

†김 현 수·성 립 식·<sup>1</sup>이 인 선  
계명대학교 자연과학대학 미생물학과, <sup>1</sup>계명대학교 자연과학대학 식품가공학과  
(접수 : 2002. 5. 15., 게재승인 : 2002. 8. 20.)

### Antimicrobial Activity and Food Storage of LDPE Silica Film Containing Antimicrobial Compounds

Hyun-Soo Kim†, Lim-Shik Seong, and In-Seon Lee<sup>1</sup>

Department of Microbiology, College of Natural Science, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

<sup>1</sup>Department of Food Science and Technology, College of Natural Science, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

(Received : 2002. 5. 15., Accepted : 2002. 8. 20.)

Low density polyethylene(LDPE) film was fabricated with the addition of benzoic acid, or/and JP which contained water-soluble silica adsorbed a natural antimicrobial compounds. The used antimicrobial compounds were isolated from culture broths of methylotropic actinomycetes strains MO-16 and MO-17 which was newly isolated from soils. An antimicrobial compound retained antimicrobial activity after heat treatment at 121°C for 5 min. JP, which obtained from Japan as a antimicrobial agent, showed antimicrobial activity in the concentration of 100 mg/mL. The silica LDPE film revealed the growth inhibition of total aerobic bacteria in packaged minced pork compared with commercial film and of *E. coli* on a contained agar plate. In the storage testing of various packaged foods at room temperature for 30 days, the film showed excellent preservation compared with commercial film in case of small tomato and *Agaricus bisporus*.

**Key Words** : Antimicrobial compounds, water-soluble silica, methylotropic actinomycetes, LDPE film, food storage

#### 서 론

청과물, 정육, 가공육, 선어, 염장식품 등 신선식품의 선도 유지기술이 옛부터 수없이 연구되어 왔으며 최근에 들어 선도유지를 위해 다양한 기능성 재료를 조합하여 흡수, 가스조절, 습도조절, 항균효과 등의 기능을 가진 포장자재가 개발되어 사용이 되고 있다. 신선식품을 대상으로 한 경우 선도유지를 위해 미생물 생육의 억제에 사용되는 방법으로 저온유지와 항균성포장자재의 사용이 주류를 이루고 있다. 식품에 있어 미생물의 생육은 1차적으로 표면에서 일어나며 생육의 억제를 위해 항미생물제를 직접 포장필름에 첨가하여 식품의 표면과 접촉 또는 발산에 의해 생육을 억제하는 방법이 연구 개발되고 있다(1). 이들 항균제는 식품으로 취급되어 식품 첨가물로서 허가되어 있는 합성품 또는 천연물에 한정되어 있다. 최근까지 연구된 항균제의 사용은 Ag의 항균효과를 이용하여 Na이온을 Ag로 치환한 합성 zeolite를 필름에 첨가하여 Ag이온이 식품 속으로 서서히 방출하는 효과를 이용한 필름

(1)을 비롯하여 합성 또는 천연화합물을 포장재료에 첨가하여 항균효과를 검토한 결과로서 항진균성 항생물질인 imazalil을 LDPE(low density polyethylene) 필름에 첨가하여 과일과 채소 및 치즈의 포장에 사용하여 곰팡이의 생육억제 효과가 입증(2,3)되었으며, 항균제인 benomyl(4), Nisin(5), 유기산인 propionate, benzoate, sorbate(6,7), 와사비 추출물(8), 키토산(9,10) 등을 포장재료에 사용한 연구가 보고되어 있다. 이들 항균제는 경구독성의 정도에 따라 사용의 제한이 있어 국가별로 인정이 되지 않는 경우도 있다. 또한 국내에서의 연구는 김 등이 은의 항균력을 이용한 은을 입힌 세라믹 분말의 항균효과(11) 및 항균세라믹을 첨가한 LDPE필름의 김치저장성의 보고(12), 대황, 황련 등 식물유래의 항균물질을 첨가한 LDPE필름의 저장성 및 항균효과(13,14), 김 등의 합성 세라믹 분말에 대한 항균성 물질의 흡착 및 내열성, 항균성물질이 함유된 세라믹 LDPE필름의 항균효과 및 식품의 저장성(15,16)에 대한 연구가 보고되어 있다.

이들 항균성 포장필름에 첨가될 수 있는 항균소재는 위생적으로 안전하며, 필름 제조시의 내열성, 식품과의 접촉시 용해성, 뛰어난 항균효과, 넓은 항균 spectrum 등이 필요하며, 또한 세라믹의 착색도에 의해 다양한 분야에 이용시 받는 제약을 해결해야 한다. 따라서 식품 및 농작물의 보존에 유효한 내열성이 우수한 천연 항균성 물질(17)을 추출하여 수

† Corresponding Author : Department of Microbiology, College of Natural Science, Keimyung University, 704-701, Korea  
Tel : +82-53-580-5284, Fax : +82-53-580-5164  
E-mail : hskim@kmu.ac.kr

Table 1. Antimicrobial activity of JP<sup>a</sup>

| Test strains                 | JP concentration(mg/mL)                          |     |   |     |
|------------------------------|--|-----|---|-----|
|                              | 300  | 30  | 3 | 0.3 |
|                              | Inhibitory zone( $\phi$ , mm), ( ): unclear zone |     |   |     |
| <i>Escherichia coli</i>      | (22)   | (8) | - | -   |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | (23)   | (8) | - | -   |
| <i>Aspergillus fumigatus</i> | (23)   | -   | - | -   |

<sup>a</sup>JP : commercial antimicrobial agent from Japan

용성 silica에 흡착시킨 후 필름 제조시에 요구되는 내열성, 항균효과를 조사하였다(18). 본 연구에서는 항균성 물질의 흡착 및 film 제조시 열에 대한 안정성 부여를 위하여 전보에 사용한 수용성 silica에 항균성 물질 및 benzoic acid(BA)를 흡착시켜 제조한 silica LDPE 필름의 항균효과 및 식품 보존성을 검토하였으며, 또한 수입 대체효과를 위하여 일본산 항균성 필름 첨가제(JP)를 공동 첨가하여 LDPE 필름을 제작한 후 JP를 첨가하지 않고 제조한 필름과 항균효과 및 식품의 보존성을 비교 검토하였다.

**재료 및 방법**

**일본산 항균성 필름 첨가제(JP)의 항균효과**

본 연구에서 이용한 항균성 물질 첨가량의 감소에 따른 비용의 절감 및 진균에 대한 항균효과의 보안을 위하여 업체에서 항균효과 및 선도유지효과가 우수하다고 수입하여 판매하고 있는 일본산 항균성 필름 첨가제(제품명 미공개, JP로 명명)의 공동 첨가를 검토하였다. 우선 필름 제조시 적합한 첨가 농도를 알아보기 위하여 JP를 0.3, 3, 30, 300 mg/mL의 농도로 희석하여 항균활성을 조사하였으며 1, 10, 100 mg/mL의 농도로 희석하여 항균 spectrum을 검토하였다.

**항균성 물질(AMC)과 일본산 항균성 필름 첨가제(JP)의 상승효과 및 열안정성**

본 연구에서 이용한 공시균 MO-16, 17균으로부터 분리한 항균성 물질(이후 AMC라 명명)과 일본산 항균성 필름 첨가제(JP)의 공동 첨가에 의한 항균활성의 상승효과는 두 물질이 항균 활성은 나타내지 않는 농도인 3 mg/mL JP와 0.01 mg/mL AMC를 혼합하여 20  $\mu$ L를 paper disc에 첨가하여 확인하였다. 두 물질의 혼합사용시 열안정성은 3 mg/mL JP와 0.05 mg/mL AMC를 혼합하여 paper disc에 20  $\mu$ L씩 흡착시켜 또는 vial에 담아 액상으로 150 $^{\circ}$ C에서 일정한 시간동안 열처리 후 잔존활성을 항균 spectrum으로 비교하였다.

**항균성 물질이 함유된 silica 필름의 제작**

항균필름의 제조는 silica를 원재료로 항균성 물질의 흡착 및 안정성 보호에 사용하였다. 공시균 MO-16, MO-17균으로부터 분리한 항균성 물질 834 mg(MO-16; 439 mg, MO-17; 395 mg)을 methanol에 용해하여 silica에 흡착시키고, BA (benzoic acid) 200 g을 첨가하여 조제한 다음 필름 제조업체인 (주)청운산업에 의뢰하여 JP를 첨가 및 무첨가하여 두 종류의 항균필름을 제작하였다. 제작 필름은 polypropylene(PE)

을 사용하였으며 규격은 두께 0.03 m/m, 폭 25 cm이며, 가열 용해한 100 kg의 PE 수지에 항균성 물질이 흡착된 silica를 혼합하면서 150 $^{\circ}$ C에서 제작하였다.

**제조 필름의 미생물 생육억제효과 (in vitro test)**

제조 필름의 미생물 생육억제효과는 조분쇄한 돼지고기를 일반 필름 및 2종류의 조제 필름에 밀착되게 포장하여 상온 및 4 $^{\circ}$ C에 방치하면서 1, 3, 6, 8일째에 0.5 g씩 sampling하고 각 sample을 멸균수로 희석하여 100  $\mu$ L씩 LB plate에 도말한 후, 37 $^{\circ}$ C에서 24시간 배양하여 생성된 colony수를 비교하였다. 고체배양을 이용한 특정세균에 대한 항균효과는 제조필름 및 일반필름을 잘게 잘라서 각각 0.2 g, 0.4 g씩 LB배지에 첨가하여 고화시킨 다음 *E. coli*를 10<sup>7</sup>배 희석하여 100  $\mu$ L씩 도말하여 37 $^{\circ}$ C, 24시간 배양한 후 생성된 colony수를 비교하였다.

**제조 필름의 식품류 보존성 검토**

제조 필름의 식품류 보존성 시험으로 일반 필름 및 2종류 제조 필름에 다양한 식품류(밀감, 양송이, 방울토마토, 고추)를 넣고 상온에서 4주간 방치하면서 경시적으로 식품의 변화 및 보존성을 육안으로 비교하였다.

**결과 및 고찰**

**일본산 필름 첨가제(JP)의 항균효과**

본 과제 공동연구자인 청운산업이 투명필름의 제조시에 사용하고있는 일본산 필름 첨가제(JP)의 농도에 따른 항균 효과를 검토하였다. Table 1에서 보느냐와 같이 30 mg/mL의 농도까지는 세균에 대한 항균효과가 다소 확인되었으나, 현재 업체가 사용하고 있는 농도(3 mg/mL)에서는 항균효과를 나타내지 않았다. 다양한 항균효과를 검토하기 위하여 본 첨가제의 항균 spectrum을 조사한 결과(Table 2, Figure 1) 100 mg/mL의 농도에서 8균주에 대해 항균효과를 나타내었으나 10 mg/mL의 농도에서는 미약하였다.

**일본산 필름 첨가제(JP)와 항균성 물질(AMC)의 상승효과**

JP의 항균효과가 미약한 것이 확인되었으므로 본 연구에서 분리한 항균성 물질과의 공동첨가에 의한 항균효과의 상승효과를 검토하였다. 단독 사용시 항균활성이 없는 농도에서 JP(3 mg/mL)와 MO-16균이 생산하는 AMC(0.01 mg/mL)를 혼합하여 항균효과를 검토하였다. 그 결과 Table 3에서 보인 바와 같이 혼합 사용한 경우 약간의 투명한 항균활성이 존재

Table 2. Antimicrobial spectra of JP

| Test strains                        | JP concentration(mg/mL)                          |      |   |
|-------------------------------------|--|------|---|
|                                     | 100  | 10   | 1 |
|                                     | Inhibitory zone( $\phi$ , mm), ( ): unclear zone |      |   |
| <b>Gram(+) bacteria</b>             |  |      |   |
| <i>Bacillus thermoglucosidus</i>    | (17)   | (+)  | - |
| <i>Staphylococcus aureus</i>        | (17)   | -    | - |
| <i>Streptococcus equii</i>          | (18)   | (10) | - |
| <i>Streptococcus Zooepidermicus</i> | (17)   | (8)  | - |
| <b>Gram(-) bacteria</b>             |  |      |   |
| <i>Escherichia coli</i>             | (16)   | (+)  | - |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i>       | 15   | +    | - |
| <i>Serratia marscens</i>            | (17)   | (8)  | - |
| <b>Fungi</b>                        |  |      |   |
| <i>Aspergillus fumigatus</i>        | -  | -    | - |
| <i>Candida albicans</i>             | (+)  | (+)  | - |

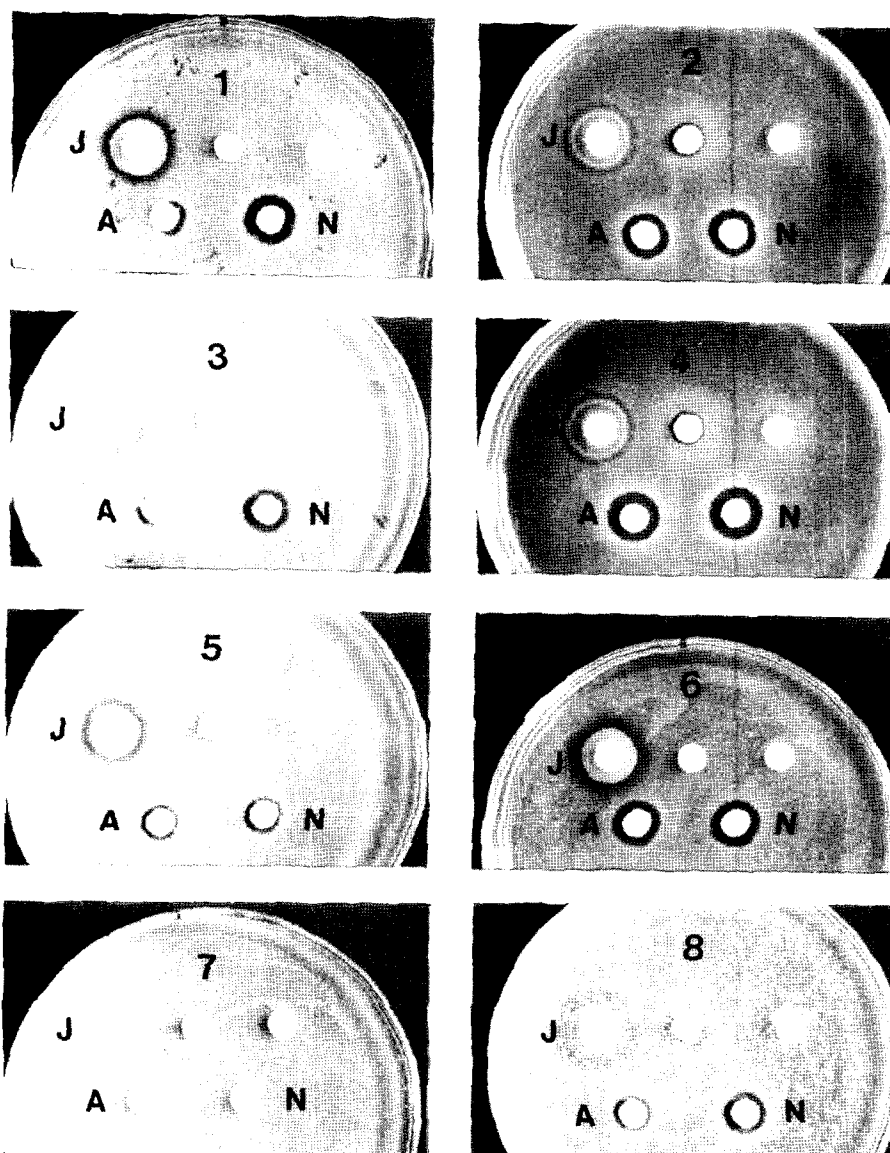


Figure 1. Antimicrobial activity of JP, AMC and JP + AMC. J; JP(100 mg/mL, 10 mg/mL, 1 mg/mL), A; AMC(1  $\mu$ g/20  $\mu$ L), J & A; JP(60  $\mu$ g) + AMC(1  $\mu$ g/20  $\mu$ L) 1; *Escherichia coli*, 2; *Serratia marcescens*, 3; *Bacillus thermoglucosidus*, 4; *Streptococcus zooepidermicus*, 5; *Pseudomonas aeruginosa*, 6; *Staphylococcus aureus*, 7; *Aspergillus fumigatus*, 8; *Streptococcus equii*

**Table 3.** Antimicrobial activity of the mixture of antimicrobial compound and JP

| Test strains                 | (JP 3 mg+AMC 0.01 mg)/mL |
|------------------------------|--------------------------|
|                              | Inhibitory zone(ϕ, mm)   |
| <i>Escherichia coli</i>      | 8                        |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 8                        |
| <i>Aspergillus fumigatus</i> | -                        |

**Table 4.** Residual activity of the mixture of antimicrobial compound and JP by heat treatment

| Strains                             | Heat treatment (min) | AMC+JP <sup>a</sup> |     |    |    |    | AMC+JP(liquid) <sup>b</sup> |    |    |
|-------------------------------------|----------------------|---------------------|-----|----|----|----|-----------------------------|----|----|
|                                     |                      | None                | 0.5 | 1  | 2  | 3  | 5                           | 2  | 3  |
| Inhibitory zone(ϕ, mm)              |                      |                     |     |    |    |    |                             |    |    |
| <b>Gram(+) bacteria</b>             |                      |                     |     |    |    |    |                             |    |    |
| <i>Bacillus thermoglucosidus</i>    |                      | 15                  | 15  | 15 | 14 | 15 | 14                          | 14 | 15 |
| <i>Staphylococcus aureus</i>        |                      | 12                  | 13  | 13 | 12 | 12 | 13                          | 13 | 14 |
| <i>Streptococcus equii</i>          |                      | 10                  | 10  | 10 | 9  | 9  | 9                           | 9  | 9  |
| <i>Streptococcus zooepidermicus</i> |                      | 13                  | 13  | 13 | 13 | 13 | 13                          | 13 | 15 |
| <b>Gram(-) bacteria</b>             |                      |                     |     |    |    |    |                             |    |    |
| <i>Escherichia coli</i>             |                      | 12                  | 12  | 12 | 12 | 12 | 12                          | 12 | 13 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i>       |                      | 12                  | 12  | 12 | 12 | 12 | 12                          | 12 | 12 |
| <i>Serratia marcescens</i>          |                      | 12                  | 12  | 12 | 12 | 11 | 11                          | 12 | 11 |
| <b>Fungi</b>                        |                      |                     |     |    |    |    |                             |    |    |
| <i>Candida albicans</i>             |                      | -                   | -   | -  | -  | -  | -                           | -  | -  |
| <i>Aspergillus fumigatus</i>        |                      | +                   | -   | -  | -  | -  | -                           | -  | -  |

<sup>a</sup>: Heat treatment of paper disc adsorption of JP(3 mg/ml)+AMC(0.05 mg/mL)

<sup>b</sup>: 100 μL of JP(3 mg/mL) and AMC(0.05 mg/mL) mixture put in the vial and examined the residual activity of paper disc adsorption after heat treatment of liquid phase

하여 업체가 요구하는 투명필름의 제조시에 항균성 물질의 첨가가 효과적이라고 판단되었으며 첨가량의 감소에 따른 비용의 절감이 가능하다고 사료되었다.

**JP와 AMC의 공동 첨가시 내열성**

JP와 AMC가 함유된 투명필름의 제조를 위해 두 물질을 필름제조 온도인 150℃에서 열처리한 후 잔존활성을 검토하였다. JP(10 mg/mL)를 시간대별로 열처리한 후 항균 spectrum을 조사한 결과(결과 미계제), 5분 처리시에도 항균효과가 유지되었다. 따라서 필름 제조시의 농도 및 필름내의 항균성 물질의 밀도를 고려하여 AMC(0.05 mg/mL) 및 JP (3 mg/mL)를 혼합하여 20 μL를 paper disc에 첨가하여 열처리 또는 혼합상태(액상)로 열처리하여 잔존활성을 조사하였다. Table 4, Figure 2에서 보인 바와 같이 항균 spectrum을 조사한 결과 시험균 중 대다수(7균주)의 세균에 대한 항균효과가 확인되었으나 진균에는 항균효과를 거의 보이지 않았다. 이들 결과에서 업체가 사용하는 JP와 항균성 물질의 혼합에 의한 항균력의 상승효과가 입증되었으며 열에 대해 안정한 결과에서 필름의 제조에 공동 첨가가 적합하다고 사료되었다.

**Silica 필름의 제조**

앞의 항균 spectrum 결과에서 사용 첨가제(JP, AMC)는 항세균 효과를 보이나 진균에 대한 항균효과가 미흡한 점에서 전보(17)에서 검토한 항진균제로 사용하는 benzoic acid를 사용하였다. 즉, MO-16, MO-17균으로부터 분리한 항균성 물질

834 mg과 BA(benzoic acid) 200 g을 methanol에 용해하여 silica에 흡착시킨 후 JP를 첨가 및 미첨가하여, 실험재료 및 방법에서 제시한 필름제조법에 따라 roll상의 무색 투명한 2 종류의 항균필름을 제조하였다.

**제조 필름의 항균효과 (in vitro test)**

제조필름의 항균 효과를 검토하기 위해 미생물 생육의 억제효과를 조사하였다. 조분쇄한 돼지고기를 일반필름 및 2종류 제조필름에 밀착되게 포장하여 상온 및 4℃에 방치한 후 배양일수별로 sampling하여 평판 배지에 배양한 후 생육 균수를 count한 결과, Table 5에서 보인바와 같이 실온에서 보존 6일까지는 제조필름이 일반 필름보다 미생물의 생육억제 효과가 우수하였으며, 일정시간 이상은 다소 비슷한 결과를 보였다. 4℃에 보존한 경우도 일반적으로 세균의 증식속도가 늦은 점을 고려할 때, 제조필름을 사용한 경우가 다소 우수한 억제 효과를 보인다고 판단되었다. 또한 사용 흡착제와 흡착된 항균성 물질의 방출에 의한 항균효과를 검토하기 위해 고체 배양법을 시도한 결과, Table 6에서 보는 바와 같이 필름의 첨가량에 따라 생성 colony수가 전체적으로 감소되었으나, 일반 필름을 첨가한 plate에 비하여 항균필름을 첨가한 plate에서 항균효과가 다소 우수하였다. 이는 실제 *E. coli*의 generation time이 LB배지 같은 최적배지에서 약 20분인 점을 고려할 때 도말 후 배양초기에는 증식하나 시간이 경과할 수록 항균성 물질의 방출에 의해 생육이 억제되기 때문이라고 추정되었다.

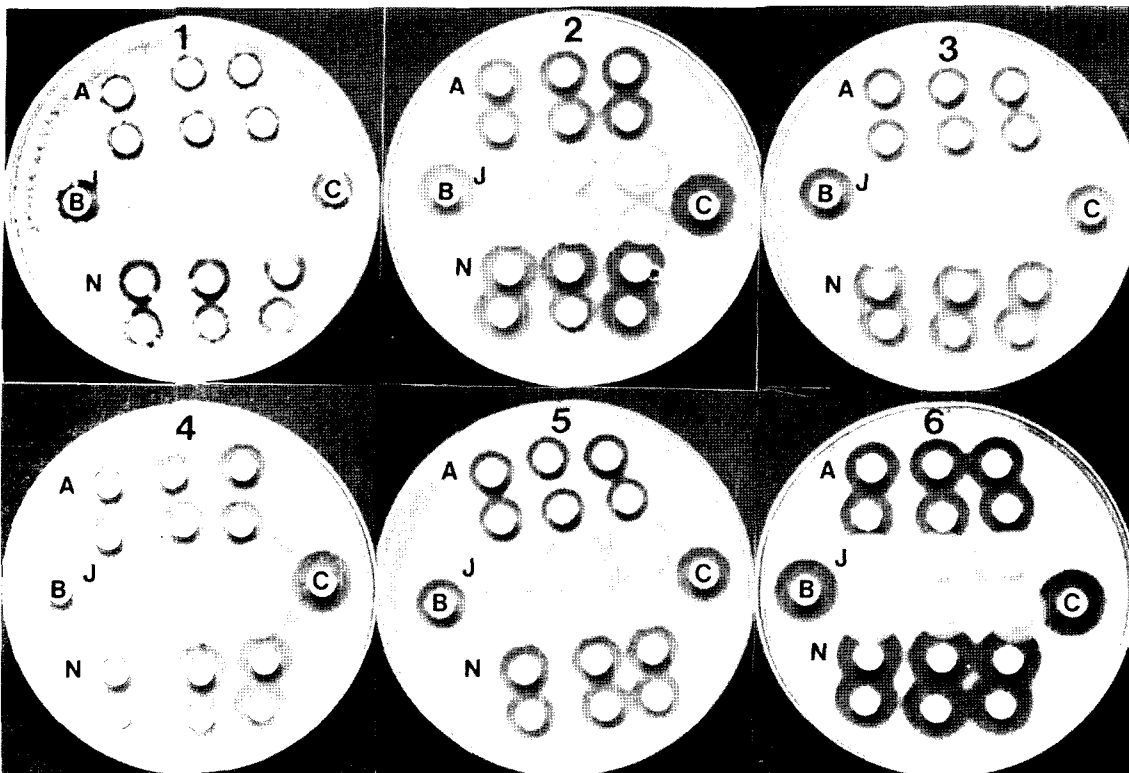


Figure 2. Residual activity of the mixture of AMC and JP by heat treatment in Table 4. 1; *S. equii*, 2; *S. zooepidermicus*, 3; *S. marcescens*, 4; *S. aureus*, 5; *E. coli*, 6; *B. thermoglucosidus*, a; AMCs(4 mg)+silica(0.5 mL), j; JP(10 mg/mL) 20  $\mu$ L, a&j; JP(3 mg/mL)+AMCs(0.05 mg/mL) 20  $\mu$ L, b; JP+AMCs 2 min heat, c; JP+AMCs 3 min heat

Table 5. Effect of preservation of minced pork by prepared film

|            | Incubation time(days) | Minced pork samples(0.5 g) |                 |                  |
|------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|------------------|
|            |                       | Commercial film            | Silica+BA+AMC   | Silica+BA+AMC+JP |
| Room Temp. | 1                     | $5 \times 10^2$            | $1 \times 10^2$ | $2 \times 10^2$  |
|            | 3                     | $6 \times 10^4$            | $3 \times 10^4$ | $6 \times 10^4$  |
|            | 6                     | $9 \times 10^7$            | $2 \times 10^7$ | $1 \times 10^7$  |
|            | 8                     | $1 \times 10^9$            | $8 \times 10^8$ | $2 \times 10^9$  |
| 4°C        | 1                     | $2 \times 10^2$            | $3 \times 10^2$ | $3 \times 10^2$  |
|            | 3                     | $3 \times 10^2$            | $3 \times 10^2$ | $1 \times 10^2$  |
|            | 6                     | $4 \times 10^2$            | $2 \times 10^2$ | $1 \times 10^2$  |
|            | 8                     | $3 \times 10^3$            | $1 \times 10^3$ | $2 \times 10^3$  |

0 day minced pork sample(control) :  $4 \times 10^2$  colony / 0.5 g

Table 6. Antibacterial test of prepared film by agar plate method

| Sample         | Commercial film |       | Silica+BA+AMC |       | Silica+BA+AMC+JP |       |
|----------------|-----------------|-------|---------------|-------|------------------|-------|
|                | 0.2 g           | 0.4 g | 0.2 g         | 0.4 g | 0.2 g            | 0.4 g |
| <i>E. coli</i> | 59              | 42    | 43            | 33    | 43               | 32    |

제조 필름의 식품류 보존성 시험

제조 필름의 식품류 보존성 시험을 위하여 일반필름 및 2 종류 제조필름에 다양한 식품류(밀감, 방울토마토, 고추, 양송이)를 넣고 일반적으로 판매되는 식품과 동일한 형태로 포장 을 하여 상온에서 4주간 방치하였다. 경시적으로 식품의 변화 및 보존성을 관찰하면서 4주 후의 보관상태를 Table 8, Figure 3에 나타내었다. 미포장의 경우는 예상대로 건조되거나

부패하였으며 일반필름에 비해 제조필름의 경우 보존상태가 우수하고 부패율도 낮았다(Figure 3 B). 특히 양송이와 토마토의 저장성에서 제조필름의 보존효과가 우수하였으며 식품류의 종류에 따라 다소 다른 효과를 보였다. 이들 식품의 보존성으로부터 식품의 종류에 따라 제조필름의 밀도, 통기량, 필름의 제조원료가 영향을 미친다고 판단되었다(13,14). 항균제가 함유된 필름의 경우 식품의 수분함량에 따라 필름

Table 7. Effect of the antimicrobial compounds-impregnated silica LDPE film on storage of the various foods

| Food              | Storage condition  |                 |                     |                        |
|-------------------|--------------------|-----------------|---------------------|------------------------|
|                   | Non-packaging      | Commercial film | Silica+BA LDPE film | Silica+BA+JP LDPE film |
| Mandarine orange  | Good               | Decay(100%)     | Decay(30%)          | Decay(70%)             |
| Agaricus bisporus | Dried              | Decay(60%)      | Good Decay(20%)     | Decay(60%)             |
| Small tomato      | Dried, Decay(100%) | Decay(100%)     | Good                | Decay(40%)             |
| Red pepper        | Dried              | Decay(50%)      | Decay(20%)          | Decay(20%)             |

Packaged foods stored at room temperature for 30 days. Storage condition was designated as 'good' or 'decay rate' by visual observation.

\*Good; No decay and excellent preservation, %; decay rate

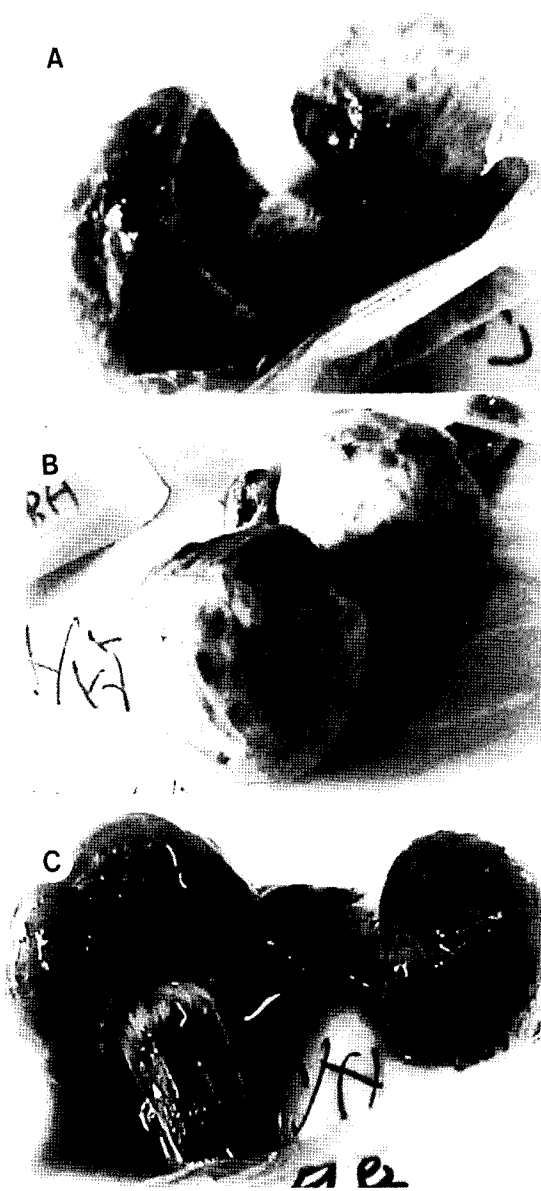


Figure 3. Storage condition of the packaged foods at room temperature for 30 days. A; Commercial film, B; Silica+BA LDPE film, C; Silica+BA+JP LDPE film

과의 밀착에 의한 항균성 물질의 용출 및 항균효과가 우수할 것으로 판단되며, 밀착이 되지 않는 식품의 경우 항균제인 와사비 추출물의 방출(8)에 의한 항균효과를 가진 필름과 같

은 기능의 항균제가 유효하다고 판단되었다. 이들 결과로부터 본 제조필름은 다양한 종류의 식품에 대한 단기간의 저장성은 아주 양호하다고 사료되며, 장기간 보존을 위해서는 보다 강한 항균효과를 위해 항균제의 첨가량과 통기량 조절기능 및 수분 방출기능이 다양한 필름의 제조가 필요하다고 판단되었다.

요약

다양한 식품의 미생물에 의한 변패를 억제하고 저장성을 높일수 있는 포장필름을 개발하기 위하여, 미생물이 생산하는 천연 항균성 물질을 흡착시킨 silica에 항균제로서 benzoic acid 및 일본산 항균성 필름 첨가제인 JP를 공동 첨가하여 항균성 LDPE 필름을 제조하였다. 천연 항균제로는 methanol 자화 방선균 MO-16과 MO-17이 생산한 항균제를 사용하였으며, 이 물질은 121℃에서 5분간 열처리시에도 항균력이 유지되는 내열성이 확인되었다. 제조한 silica LDPE 필름의 미생물생육 억제효과를 검토한 결과 조분쇄한 돈육의 경우 포장하여 실온 및 4℃에서 보존시 시판필름에 비해 미생물생육 억제효과가 우수하였다. 고체배지에 제조필름을 첨가하여 E. coli에 대한 항균효과를 검토한 결과 첨가량에 따라 항균효과가 우수한 것이 입증되었다. 제조필름으로 포장한 4종류의 식품에 대한 저장성을 검토한 결과 시판필름에 비해 저장성이 우수한 것이 확인되었으며 특히 양송이 및 토마토에 대한 저장효과가 우수하였다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 계명대학교 전통 미생물자원 개발 및 산업화 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

REFERENCES

- Hotchkiss, J. H (1995), Safety Considerations in Active Packaging. In *Active Food Packaging*. M. L. Rooney, Ed, p238, Blackie Academic & Professional, London, England.
- Hale, P. W., W. R. Miller, and J. J. Smoot (1986), Evolution of a Heat-shrinkable Copolymer Film Coated with Imazalil for Decay Control of Florida Grapefruit. *Trop. Sci.* 26, 67-71.
- Weng, Y. -M. and J. H. Hotchkiss (1992), Inhibition of

- Surface Molds on Cheese by Polyethylene Film containing the Antimycotic Imazalil. *J. Food Protect.* **9**, 29-37.
4. Halek, G. W. and A. Garg (1989), Fungal Inhibition by a Fungicide Coupled to an Ionomeric Film. *J. Food Safety* **9**, 215-222.
  5. Flanklin, N. F. and D. K. Cooksey (2001), Inhibition of *Listeria monocytogenes* using nisin-containing packaging film., Proc. Institute of Food Technologists Annual Meeting, June, 2001, New Orleans, Louisiana, USA.
  6. Weng, Y. -M. (1992), Development and Application of Food Packaging Films containing Antimicrobial Agents. Ph.D. Dissertation, Cornell University, Ithaca, NY.
  7. Weng, Y. -M. and J. H. Hotchkiss (1993), Anhydrides as Antimycotic Agents added to Polyethylene Films for Food Packaging. *Pack. Technol. Sci.* **6**, 123-128.
  8. Koichiro, Y. (1993), Maintenance of Freshness by Antimicrobial Packaging Material using a Component of Horseradish. *Food Sci.* **35**, 102-107.
  9. Ouattara, B., R. E. Simard, G. Piette, A. Beigin, and R. A. Holley (2000), Inhibition of Surface Spoilage Bacteria in Processed Meats by Application of Antimicrobial Films Prepared with Chitosan. *Inter. J. Food Microbiol.* **62**, 139-148.
  10. Begin, A. and M. -R. Van Calsteren (1999), Antimicrobial films produced from chitosan. *Inter. J. Microbiol. Macromol.* **26**, 63-67.
  11. Kim, K. S., H. S. Sun, K. W. Bae, and C. Y. Park (1997), Disinfecting Effect and Growth Enhancement of Silver coated Ceramic powder in Vegetable. *Kor. J. Biotechnol. Bioeng.* **12**, 35-39.
  12. Kim, K. S., Y. K. Kang, J. D. Kim, J. B. Eun, and C. H. Park (1998), Storage of Kimchi in LDPE Film containing Antibiotic Ceramic. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **30**, 811-816.
  13. An, D. S., Y. I. Hwang, S. H. Cho, and D. S. Lee (1998), Packaging of Fresh Curled Lettuce and Cucumber by using Low Density Polyethylene Films Impregnated with Antimicrobial Agents. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nur.* **27**, 675-681.
  14. Chung, S. K., S. H. Cho, and D. S. Lee (1998), Modified Atmosphere Packaging of Fresh Strawberry by Antimicrobial Plastic Films. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **30**, 1140-1145.
  15. Kim, H. S., L. S. Seong, and T. S. Yu (2000), Adsorption and Thermostability of Antimicrobial Agents on Synthetic Ceramic Powder. *Kor. J. Biotechnol. Bioeng.* **15**, 594-599.
  16. Kim, H. S., L. S. Seong, and T. S. Yu (2000), Antimicrobial Activity and Food Storage of LDPE Ceramic Film Containing Antimicrobial Agents. *Kor. J. Biotechnol. Bioeng.* **15**, 600-604.
  17. Kim, H. S. and J. S. Lee (1999), Purification and Production Conditions of Antimicrobial Compound from Methylophilic Actinomycetes MO-16. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **27**(5), 391-398.
  18. Kim, H. S., L. S. Seong, K. H. Lee, Y. J. Lee, I. S. Lee, and T. S. Yu (2002), Adsorption and Thermostability of Antimicrobial Agents on water-soluble Silica. *Kor. J. Biotechnol. Bioeng.* (in print).