

합성 세라믹분말에 대한 항균성물질의 흡착 및 내열성

†김 현 수 · 성 립 식 · 유 대 식
계명대학교 자연과학대학 미생물학과
(접수 : 2000. 9. 9., 게재승인 : 2000. 10. 23.)

Adsorption and Thermostability of Antimicrobial Agents on Synthetic Ceramic Powder

Hyun-Soo Kim†, Lim-Shik Seong, and Tae-Shick Yu
Department of Microbiology, College of Natural Science, Keimyung University 704-701, Korea
(Received : 2000. 9. 9., Accepted : 2000. 10. 23.)

The adsorption of the antimicrobial agents and their heat-resistance were investigated for the packaging film manufacture, wherein, the antimicrobial agents were adsorbed on a ceramic component. The naturally sourced antimicrobial agents were produced by methylotropic actinomycetes strains MO-16 and MO-17, extracted with ethylacetate. Antimicrobial action was stable to 121°C and 1 atm. for 30 min., showing wide-ranging activity to the Gram(+) and the Gram(-) bacteria. Antimicrobial agents, adsorbed on ceramic Ce-1, retained activity to the Gram(+) and the Gram(-) species at 105°C and 230°C heat treatment, and methanol extracted antimicrobial agents from Ce-1 treated at 230°C for 30min., retained activity to Gram(+) bacteria. In the presence of oxygen during the heat treatment process, antimicrobial agents adsorbed on ceramic Ce-1 showed antimicrobial activity to Gram(+) and the Gram(-) bacteria.

Key Words : antimicrobial agents, synthetic ceramic powder, methylotropic actinomycetes, adsorption, thermostability

서 론

식품 중 청과물, 정육, 가공육, 선어, 염장식품 등 신선식품의 선도유지기술이 옛부터 수없이 연구되어 왔으며 최근에 들어 선도유지를 위해 다양한 기능성 재료를 조합하여 흡수, 가스조절, 습도조절, 항균효과 등의 기능을 가진 포장자재가 개발되어 사용되고 있다. 신선식품을 대상으로 한 경우 선도유지를 위해 미생물 생육의 억제에 사용되는 방법으로 저온유지와 항균성 포장자재의 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 연구개발되고 있다(1). 최근까지 연구된 항균제의 사용은 Ag의 항균효과를 이용하여 Na이온을 Ag이온으로 치환한 합성 zeolite를 필름에 첨가하여 Ag이온이 식품속으로 서서히 방출하는 효과를 이용한 필름(1)을 비롯하여 합성 또는 천연화합물을 포장재료에 첨가하여 항균효과를 검토한 결과로서 항진균성 항생물질인 imazalil을 LDPE 필름에 첨가하여 과일과

채소 및 치즈의 포장에 사용하여 곰팡이의 생육억제 효과의 입증(2,3) 그리고 항진균제인 benomyl(4), 유기산인 propionate, benzoate, sorbate(5,6), 와사비 추출물(7) 등을 포장재료에 사용한 연구가 보고 되어 있다. 또한 국내에서의 연구는 김 등이 은의 항균력을 이용한 은을 입힌 세라믹 분말의 항균효과(8) 및 항균세라믹을 첨가한 LDPE필름의 김치저장성의 보고(9), 대황, 황련 등 식물유래의 항균물질을 첨가한 LDPE필름의 저장성 및 항균효과(10,11)에 대한 보고가 있다. 이들 항균성 포장필름에 첨가될 수 있는 항균소재는 위생적으로 안전하며, 필름제조시의 내열성, 식품과의 접촉시 용해성, 뛰어난 항균효과, 넓은 항균 spectrum 등이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 식품, 농작물 등의 보존성을 증진시키기 위해 새로운 기능이 강화된 포장재료의 개발을 위한 일환으로 기존의 세라믹 필름이 가지는 물질의 보존성, 유효물질의 흡착 및 방출기능을 이용하여 항균효과가 알려진 Ag(12), Mg(13) 등이 함유된 합성 세라믹 분말의 항균효과와 항균성 물질의 첨가에 따른 항균력의 상승효과를 시도하였다. 토양으로부터 분리한 생리적 특이성을 가진 메탄올 자화방선균으로부터 식품 및 농작물의 보존에 유효한 내열성이 우수한 천연항균성 물질을 추출하여 세라믹에 흡착시킨 후 필름제조시에 요구되는 내열성검토, 항균효과 등을 조사한 결과를 보고하고자 한다.

†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. Residual activity of the antimicrobial agents by heat treatment

| Strain | MO-16 | | MO-17 | |
|----------------------------|-------------------------------|------|-------|------|
| | None | Heat | None | Heat |
| | Inhibitory zone(ϕ , mm) | | | |
| <i>E. coli</i> K-12 | 16 | 15.5 | 14 | 14 |
| <i>B. subtilis</i> PCI 219 | 13 | 12.5 | 12 | 12 |

Culture broth was treated at 121°C, 1 atm. for 30 min by autoclave.

재료 및 방법

공시균주 및 배양조건

본 실험에 사용한 공시균은 김 등(14)이 분리한 균으로 강력한 항균성 물질을 생산하며 methanol산화 방선균으로 동정된 *Amycolatopsis* sp. MO-16(15) 및 미 동정된 MO-17균을 사용하였다. 공시균은 활성유지를 위해 M배지 (K_2HPO_4 0.3%, NH_4NO_3 0.3%, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.02%, NaCl 0.1%, MeOH 1%, peptone 0.1%, pH 7.0)에 2주에 한번씩 계대배양하였으며, 공시균의 배양은 25 mL의 M배지(100 ml Erlenmeyer flask 사용)에 포자현탁액 (10^9 spores/ml) 100 μ L를 접종한 후 28°C, 150 rpm에서 2일간 배양하여 -70°C에 보존하여 전배양균으로 사용하였다. 항균성 물질의 생산은 동일배지에 전배양균을 3%되게 접종하여 동일조건에서 4일 배양하였다.

시험균주 및 배양조건

본 실험의 항균활성 검색에 사용한 시험균 중 곰팡이로서는 *Aspergillus fumigatus* IFO 5840과 *Aspergillus niger* KCTC 6985, 효모는 *Candida albicans* KCTC 1940, *Saccharomyces cerevisiae*를 사용하였다.

곰팡이의 생육배지로는 malt extract(Difco Co.) 2%, peptone(Difco CO.) 0.1%와 glucose 2%를 사용하였으며 pH는 6.0으로 조절하였다. 각 균주를 평판배지 위에 접종하여 28°C에서 5~7일간 배양한 다음, spore용액을 제조하여 4°C에서 보존하여 사용하였다. 효모류는 yeast extract 1%, glucose 2%, peptone 2%, pH 7.0을 사용하여 28°C에서 2~3일간 배양한 다음 4°C에서 보존하면서 사용전에 24시간 계대배양하여 시험균으로 사용하였다. 세균류는 Gram(+)세균 8주, Gram(-)세균 9주를 사용하였으며, 각 균주는 LB배지(peptone 1%, NaCl 0.5%, yeast extract 0.5%, pH 7.0)에서 1~2일 배양하여 4°C에 보존하여 사용하였다.

항균성 물질의 활성 측정

배양액중에 생산된 항균성 물질의 확인은 agar diffusion법을 사용하였으며, 시험균이 함유된 평판배지 위에 paper disc (ϕ 6 mm, Whatman Co.)를 얹고 배양액 (20 μ L) 그리고 배양액의 ethylacetate 추출물 (2 μ g/20 μ L)을 각각 paper disc에 얹고 용매를 건조시킨 후 28°C (곰팡이, 효모) 및 37°C (세균)에서 1~2일간 배양한 다음, clear zone의 유무로서 확인하였다.

항균성 물질의 세라믹 흡착

본 실험에 사용한 세라믹은 (주)한국 바이오 세라믹에서 제조한 5-10 μ 의 균일입도를 가진 합성 세라믹으로 Fe_2O_3 ,

MnO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , ZrO_2 , MgO , ZnO , SiO_2 , CaO 등이 함유된 조성이 다른 2종류(Ce-1; 암갈색, Ce-2; 갈색)를 사용하였다. 공시균 MO-16 및 17이 생산한 항균성 물질은 배양상등액 1L를 2배량의 ethylacetate로 추출하여 Na_2SO_4 로 건조한 다음 진공농축하여 농축액을 1 mg/mL의 농도로 methanol에 용해하여 연자성 세라믹에 1:1(v/v)의 비율로 흡착시켰다. 흡착된 항균성 물질의 내열성은 저밀도 polyethylene 필름의 제조온도(100~300°C)를 참조하여 각각 105°C, 230°C에서 실험의 내용에 따라 일정시간 열처리 후 *E. coli* 및 *B. subtilis*를 시험균으로 한 평판배지에서 잔존활성을 측정하였다.

항균성 물질의 흡착효과 및 내열성 조건

본 실험에 사용한 세라믹은 다양한 금속을 포함하고 있어, 그 자체로도 항균효과가 있으므로 MO-16 및 MO-17이 생산하는 항균성물질을 Ce-1에 흡착시켜 230°C에서 5분, 30분간 열처리한 후, methanol을 이용하여 흡착된 항균성물질을 재추출하여 농축하고, Ce-1은 건조시켜 각각의 항균활성을 검토하였다. 또한 LDPE필름의 제조시 미약한 진공 상태에서 150°C, 1~3분간 처리하여 제조된다는 점을 감안하여 MO-17이 생산하는 항생물질 추출물을 세라믹 Ce-1, Ce-2에 흡착시킨 다음 건조시켜 산소를 제거한 후 230°C에서 각각 1분, 3분간 열처리하여 잔존활성을 검토하였다.

결과 및 고찰

항균성 물질의 내열성 및 항균효과

본 연구는 항균성 필름의 제조가 최종 목표인 점을 고려하여 필름의 제조시 고온 (150°C)이 요구되므로 내열성을 가진 항균성 물질이 필요하다. 따라서 분리균 (MO-16, MO-17)의 전배양균을 M배지에 3% 접종한 후 28°C, 150 rpm에서 4일간 배양하였다. 생산된 항균성 물질의 열안정성을 검토하기 위해 공시균의 배양액을 121°C, 1기압에서 30분간 열처리한 다음 시험균인 *E. coli* K-12 및 *B. subtilis* PCI 219를 대상으로 하여 잔존활성을 검토하였다. Table 1에서 보인 바와 같이 처리 전과 비교할 때 활성의 변화가 없는 점으로 보아 본 항균성 물질은 열에 안정하여 두 균주를 항균성 물질생산을 위한 공시균으로 선정하였다. 또한 필름에 첨가될 항균성 물질의 경우 병원균을 비롯한 다양한 미생물에 항균효과를 가져야 하므로 이들 항균성 물질의 항균 spectrum을 조사하였다. 배양상등액 (20 μ L)을 사용하여 Gram(+)세균 8균주, Gram(-)세균 9균주, 곰팡이 1균주, 효모 2균주를 대상으로 항균 spectrum을 검토한 결과 Table 2에서 보인 바와 같이 곰팡이, 효모를 제외하고 두 균주가 생산하는 항생물질 모두 Gram(+)세균에 강한 항균활성을 나타내었으며, Gram(-)세균에는

Table 2. Antimicrobial spectra of antibiotics produced by MO-16 and MO-17

| Strains | Samples | Culture broth (20 μ L) | |
|--|---------|----------------------------|-------|
| | | MO-16 | MO-17 |
| Gram(+) bacteria | | | |
| Inhibitory zone(\varnothing , mm) | | | |
| <i>Bacillus subtilis</i> PCI 219 | | 13 | 10.5 |
| <i>Bacillus megaterium</i> | | 16 | 13 |
| <i>Bacillus thermoglucosidus</i> | | 19 | 15.5 |
| <i>Bacillus licheniformis</i> IFO 12197 | | 18 | 15 |
| <i>Mycobacterium phlei</i> KCTC 1932 | | 15 | 12.5 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> KCTC 1927 | | 15 | 12 |
| <i>Streptococcus equii</i> | | 16 | 12 |
| <i>Streptococcus zooepidermicus</i> | | 16 | 14.5 |
| Gram(-) bacteria | | | |
| <i>Enterobacter aerogenes</i> | | 16 | 15.5 |
| <i>Escherichia coli</i> K-12 | | 16 | 13 |
| <i>Escherichia coli</i> KCTC 1923 | | 16 | 14 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> KCTC 1930 | | 16 | 13.5 |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> KCTC 1645 | | 16 | 12.5 |
| <i>Salmonella typhi</i> KCTC 2424 | | - | 11.5 |
| <i>Salmonella typhimurium</i> | | 13 | 13.5 |
| <i>Serratia marcescens</i> | | 18.5 | 16 |
| <i>Proteus vulgaris</i> | | 12 | 13.5 |
| Yeast | | | |
| <i>Candida albicans</i> KCTC 1940 | | - | - |
| <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | | - | - |
| Fungi | | | |
| <i>Aspergillus fumigatus</i> IFO 5840 | | - | - |

Table 3. Residual activity of the ceramic powder adsorbed antimicrobial agents after heat treatment

| Adsorbent | Heat treatment | MO-16 | | MO-17 | |
|-----------|------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
| | | <i>E. coli</i> | <i>B. subtilis</i> | <i>E. coli</i> | <i>B. subtilis</i> |
| Ce-1 | None | +++ | +++ | +++ | +++ |
| | 105 $^{\circ}$ C | +++ | +++ | +++ | +++ |
| | 230 $^{\circ}$ C | ++ | ++ | ++ | ++ |
| Ce-2 | None | +++ | +++ | +++ | +++ |
| | 105 $^{\circ}$ C | +++ | +++ | +++ | +++ |
| | 230 $^{\circ}$ C | - | - | - | - |

Plate assay with *Bacillus subtilis* PCI 219 and *Escherichia coli* K-12 IFO 03301 was used to monitor of antimicrobial activity
 +, - : diameter of inhibitory zone (- : no inhibition, \pm , + : under 10 mm, ++ : 11~14 mm, +++ : above 15 mm)

MO-16이 생산하는 항생물질이 *Salmonella typhi* KCTC 2424에 대하여 항균활성이 없는 것을 제외하고 모든 균에 항균활성을 나타내었다. 따라서 본 실험의 결과로서 MO-16과 MO-17균이 생산하는 항균성 물질은 항균범위가 넓은 물질로 추정되며 항생제로서 필름제조에 이용이 가능하다고 판단되었다.

항균성 물질의 세라믹 흡착효과 및 열 안정성 검토

MO-16, MO-17균이 생산한 항균성 물질을 2배량의 ethylacetate로 추출하여 Na_2SO_4 로 건조한 다음 진공농축하여 농축액을 methanol (1 mg/mL)에 용해하여 1:1(v/v)의 비율로 2종류의 연자성 세라믹(Ce-1, Ce-2)에 흡착시켰다. 항균성 물

질 추출물을 흡착시킨 후 필름의 제조온도 (약150 $^{\circ}$ C)보다 낮은 105 $^{\circ}$ C 및 높은 온도인 230 $^{\circ}$ C에서 20분간 열처리 후 *E. coli* 및 *B. subtilis*를 시험균으로한 평판배지에 얹어 37 $^{\circ}$ C에서 24시간 배양하였다. 열처리 후의 잔존 활성은 Table 3 및 Figure 1에서 보는 바와 같이 Ce-1은 105 $^{\circ}$ C 및 230 $^{\circ}$ C에서도 항균효과를 보였으나 Ce-2의 경우 230 $^{\circ}$ C에서는 안정성이 없이 분해되는 결과를 보였다. 이들 결과에서 필름제조에 적합한 흡착제로 합성세라믹 Ce-1이 우수하다고 판정되었다.

세라믹 흡착 항균성 물질의 항균 spectrum

항균필름의 제조시 항균효과를 추정하기 위해 위에서 열처리한 세라믹 흡착 항균성 물질의 항균력을 Gram(+)세균 5균

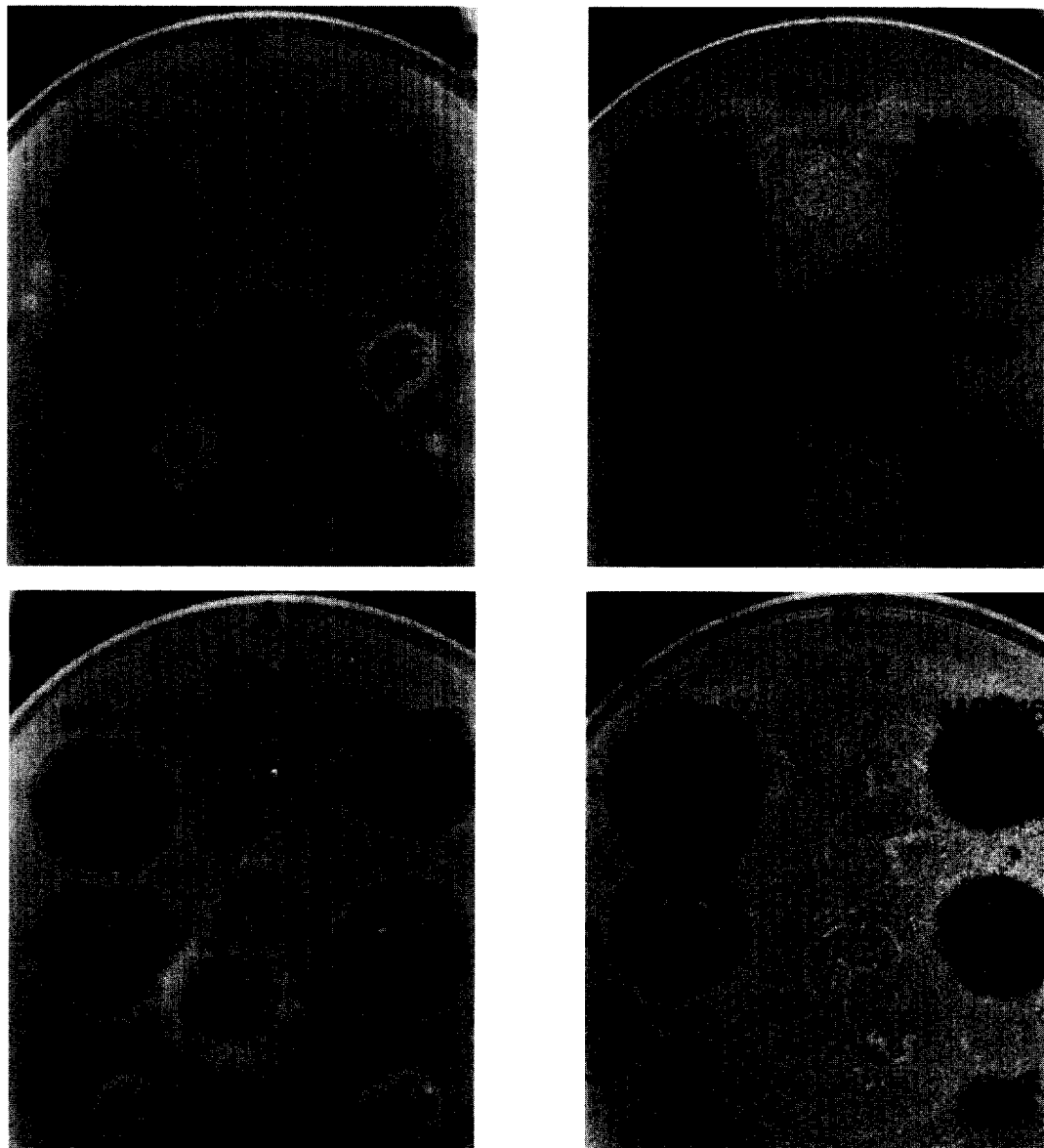


Figure 1. Antimicrobial activity of the ceramic powder adsorbed antimicrobial agents after heat treatment in Table 3
 A, B: Test strain (A; *E. coli*, B; *B. subtilis*) 1, 2, 3: Heat treatment temperature (1; R.T, 2; 105 °C, 3; 230 °C)

주, Gram(-)세균 3균주를 대상으로 항균 spectrum을 검토하였다. Table 4에서 보인 바와 같이 105°C에서 처리한 경우 MO-16과 MO-17균의 항균성 물질 모두 Ce-1, Ce-2에 흡착되어 모든 시험균에 항균활성을 보였다. 230°C에서 열처리한 경우 Ce-2에 흡착한 MO-17유래의 물질은 시험균 2균주를 제외하고 전부 실패하였으나 Ce-1에 흡착시킨 MO-16과 MO-17 유래의 물질은 모두 시험균 2균주를 제외하고 항균력이 유지되었다. 이들 결과에서 세라믹 Ce-1이 항균성 물질의 열에 대한 보호능이 우수하다고 사료되며 230°C 처리시 잔존활성이 105°C 처리시보다 다소 약한 점은 열처리 시간에 따라 항균효과가 실패된 결과로 사료되었다.

열처리 시간에 따른 항균효과

필름제조시 제조온도 (150°C)에서 소요되는 시간 (retention time)이 1~3분인 점을 고려하여 MO-16과 MO-17균주가 생

산하는 항균성물질을 Ce-1에 흡착시킨 후, 230°C에서 5분, 10분, 20분과 30분 동안 열처리하여 잔존활성을 검토하였다. Table 5에서 보는 바와 같이 MO-16과 MO-17 모두 230°C에서 10분 처리시에는 실패하지 않았으며 20분 및 30분 처리시 MO-16은 다소 실패하나 MO-17은 다소 안정하다고 사료되었다. 또한 30분 처리시에도 항균활성을 보이는 것은 세라믹자체의 항균력에 기인한다고 예상되며, 이들 항균력은 세라믹 자체와 항균성 물질과의 상승효과가 크다고 사료되었다.

열처리 후 분리한 세라믹 및 항균성 물질의 항균효과

Ag이온의 경우 항균성 소재로서 세라믹에 첨가한 보고(1)로부터 다양한 금속이온의 항균효과가 입증되어 있다(12,13). 따라서 본 연구에 사용한 합성세라믹 Ce-1은 Mg 등의 다양한 금속이온을 포함하고 있어 그 자체로도 항균효과가 예상되므로 MO-16, MO-17이 생산하는 항균성 물질을 Ce-1에 흡

Table 4. Antimicrobial spectrum of the ceramic adsorbed antimicrobial agent after heat treatment

| Strains | Adsorbent | Ce-1 | | Ce-2 | |
|-------------------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| | | 105 °C | 230 °C | 105 °C | 230 °C |
| MO-16 | | | | | |
| Gram(+) bacteria | | | | | |
| <i>Bacillus licheniformis</i> | | +++ | ++ | +++ | - |
| <i>Bacillus thermoglucosidus</i> | | +++ | ++ | ++ | - |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | | ++ | + | ++ | - |
| <i>Streptococcus equii</i> | | ++ | - | ++ | - |
| <i>Streptococcus zooepidermicus</i> | | ++ | + | ++ | - |
| Gram(-) bacteria | | | | | |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | | ++ | + | | |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | | ++ | - | + | - |
| <i>Serratia marscens</i> | | ++ | ± | ++ | - |
| MO-17 | | | | | |
| Gram(+) bacteria | | | | | |
| <i>Bacillus licheniformis</i> | | +++ | ++ | | |
| <i>Bacillus thermoglucosidus</i> | | +++ | ++ | +++ | - |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | | + | + | ++ | - |
| <i>Streptococcus equii</i> | | ++ | - | ++ | + |
| <i>Streptococcus zooepidermicus</i> | | ++ | + | ++ | - |
| Gram(-) bacteria | | | | | |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | | ++ | + | ++ | - |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | | + | - | ++ | - |
| <i>Serratia marscens</i> | | + | ± | ++ | ± |

Table 5. Residual activity of the ceramic adsorbed antimicrobial agent by heat treatment time

| 230 °C treatment (min.) | Sample | MO-16 | | MO-17 | |
|-------------------------|--------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
| | | <i>E. coli</i> | <i>B. subtilis</i> | <i>E. coli</i> | <i>B. subtilis</i> |
| 5 | | +++ | ++ | +++ | ++ |
| 10 | | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 20 | | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 30 | | + | + | + | ++ |

Antimicrobial activity was detected as described in Table 3

Table 6. Antimicrobial activity of the re-extrated antimicrobial agent and ceramic after heat treatment

| Strains | Samples | MO-16 | | | | MO-17 | | | |
|--------------------|---------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|
| | | 5 min | | 30 min | | 5 min | | 30 min | |
| | | Extract | Ce-1 | Extract | Ce-1 | Extract | Ce-1 | Extract | Ce-1 |
| <i>E. coli</i> | | ± | 12 | ± | 8 | ± | 12 | ± | 12 |
| <i>B. subtilis</i> | | 13 | 10 | 12 | 11 | 10 | 11 | 13 | 11 |

착시켜 230 °C에서 5분 및 30분간 열처리한 후, methanol로서 흡착된 항균성물질을 Ce-1으로부터 재추출하여 농축하고, Ce-1은 건조시켜 각각의 항균활성을 검토하였다. Table 6에서 보는 바와 같이 MO-16, MO-17이 생산하는 항균성물질은 230 °C에서 5분 및 30분 열처리에 의해 모두 Gram(-)세균에 대한 항균활성은 거의 실패하였으나, Gram(+)세균에 대한 항균활성은 230 °C, 30분 처리시에도 안정하여 methanol에 의해 추출되었다. 이들 결과에서 세라믹에 흡착시킨 항균성물질은 2종류 이상이 존재한다고 추정되며 Gram(+)세균에 효과가 있는 물질은 상당히 열에 안정하다고 사료되었다. 또한 열처리

시간에 따른 활성 (Table 5)과 비교할 경우 세라믹 자체가 갖는 항균력과 항균성물질의 상승효과에 의해 각각의 항균력보다 강한 항균활성을 유지한다고 판단되며, 이들 세라믹 흡착 항균성 물질이 항균성 필름의 제조시에 효과적으로 이용이 가능하다고 사료되었다.

내열성 조건의 검토

필름의 제조는 미약한 진공 상태에서 150 °C, 1~3분간 처리하여 제조된다는 점을 감안하여, MO-16이 생산하는 항균성 물질 추출물을 세라믹 Ce-1 및 Ce-2에 흡착시킨 다음 건

Table 7. Effect of oxygen on heat stability of antimicrobial compound

| Used ceramic | None | Heat treatment | | | |
|--------------|------|----------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | 1 min | | 3 min | |
| | | - O ₂ | + O ₂ | - O ₂ | + O ₂ |
| | | <i>E. coli</i> K-12 | | | |
| Ce-1 | 13 | 12 | 12 | 10 | 12 |
| Ce-2 | 15 | 12 | 15 | - | 11 |
| | | <i>B. subtilis</i> PCI 219 | | | |
| Ce-1 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| Ce-2 | 15 | 13 | 14 | - | 11 |

조식 aspirator로 산소를 제거한 후 230℃에서 각각 1분, 3분간 열처리하였다. 열처리 후의 잔존 활성은 Table 7에서 보는바와 같이 1분간 처리시 Ce-1과 Ce-2 모두 산소의 유무에 관계없이 안정하였으며, 3분간 처리시 산소를 제거하지 않고 처리한 경우 Ce-1의 항균활성이 가장 양호하였고 Ce-2는 약간 실패하였다. 산소를 제거하고 3분간 열처리한 경우에는 Ce-1의 경우 Gram(-)세균에 대한 항균활성이 약간 감소하였으며 Ce-2는 완전히 실패하였다. 이들 결과에서 항균성 물질의 내열성에 대한 산소의 영향은 Ce-1이 효과적으로 안정성을 보인다고 판단되며, 이들 결과에서 항균성 물질의 흡착제로서 Ce-1의 우수성이 입증되었다.

요약

항균성 물질이 함유된 세라믹 포장필름의 제조를 위해 합성세라믹에 항균성 물질의 흡착 및 내열성을 조사하였다. 메탄올자화 방선균 MO-16 및 MO-17이 생산하는 천연 항균성 물질은 ethylacetate로 추출하였으며, 121℃, 1기압에서 30분간 열처리시 안정하였고 Gram(+)세균 및 Gram(-)세균에 대해 넓은 항균 spectrum을 보였다. 항균성 물질을 합성 세라믹 Ce-1에 흡착시켜 열처리한 결과 105℃ 및 230℃에서도 항균효과를 보였다. 또한 열처리 후 methanol로서 흡착된 항균성물질을 Ce-1으로부터 재추출하여 잔존활성을 검토한 결과 Gram(+)세균에 대한 항균활성은 230℃, 30분 처리시에도 안정하였다. 항균성 물질의 내열성에 대한 산소의 영향은 Ce-1에 흡착시 산소의 유무에 관계없이 효과적인 안정성을 보였다.

감사의 글

본 연구는 1999, 2000년도 산학연 공동기술개발 컨소시엄 사업으로 수행된 결과이며 공동연구자인 (주)한국바이오세라믹과 필름제조에 협조한 (주)청운산업에 감사드립니다.

REFERENCES

- Hotchkiss, J. H (1995), Safety Considerations in Active Packaging. In *Active Food Packaging*. Rooney, M. L.(Ed.), Blackie Academic & Professional, London, England, p.238
- 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. *Tropical Science*, **26**, 67-71
- Weng, Y. -M. and J. H. Hotchkiss (1992), Inhibition of Surface Molds on Cheese by Polyethylene Film containing the Antimycotic Imazalil. *Journal of Food Protection*, **9**, 29-37
- Halek, G. W. and A. Garg (1989), Fungal Inhibition by a Fungicide Coupled to an Ionomeric Film. *Journal of Food Safety*, **9**, 215-222
- Weng, Y. -M. (1992), Development and Application of Food Packaging Films containing Antimicrobial Agents. Ph.D. Dissertation, Cornell University, Ithaca, NY.
- Weng, Y. -M. and J. H. Hotchkiss (1993), Anhydrides as Antimycotic Agents added to Polyethylene Films for Food Packaging. *Packaging Technology and Science*, **6**, 123-128
- Koichiro, Y. (1993), Maintenance of Freshness by Antimicrobial Packaging Material using a Component of Horseradish. *Food and Science*, **35**, 102-107 (in Japanese).
- 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. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.*, **12**, 35-39
- 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. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 811-816
- 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. Korean Soc. Food Sci. Nur.*, **27**, 675-681
- Chung, S. K., S. H. Cho, and D. S. Lee (1998), Modified Atmosphere Packaging of Fresh Strawberry by Antimicrobial Plastic Films. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 1140-1145
- Oya, A., M. Kimura, T. Sugo, and A. Katakai (1994), Antibacterial Activated Carbon Fiber derived from Methyl Methacrylate-grafted Phenolic Resin Fiber. *Carbon*, **32**, 107
- Sawai, J. H. Kojima, N. Ishizu, M. Itoh, H. Igarashi, T. Sawaki, and M. Shimizu (1999), Bactericidal Action of Magnesium oxide Powder. *Proceedings of Journal of Inorganic Biochemistry*, p.443
- Kim, H. S. and J. S. Lee (1998), Isolation and Production Conditions of Antimicrobial Compound from Methylotrophic Actinomycetes strain M-17. *J. Inst. Nat. Sci.*, **17**, 75-84.
- Kim, H. S. and J. S. Lee (1999), Purification and Production conditions of Antimicrobial Compound from Methylotrophic Actinomycetes strain MO-16. *Kor.J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **27**, 391-398.