

금속이온에 의한 항균효과

이명구 · 권오윤 · 송한규 · 유재국*
(강원대학교 제지공학과)

1. 서 론

식품의 종류가 다양해지면서 보존 기간의 연장과 미생물에 대한 보호 등 식품에 관련된 문제들이 복잡해지고 있다. 과거에는 식품의 보존을 위해서 식품 자체에 첨가하여 보존성을 높이는 방법을 사용하였다. 그러나 식품의 가공 비율이 증대하고, 포장에 의한 유통이 증가하면서 식품 포장에 관심이 집중되고 있다. 이러한 관심에 대응하기 위해 항균 포장재를 위한 항균제들이 많이 나타나고 있다. 식품 포장 용도에 적합한 항균제는 높은 항균성, 효과의 지속성 그리고 경제성 등의 문제를 해결할 수 있어야 한다.

천연계 항균제와 유기계 항균제 등이 많이 나타나 있고, 적용된 사례들도 많이 있다. 천연계 항균제는 안정성이 우수하기 때문에 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 경제적인 문제점을, 유기계 항균제는 항균성이 우수하지만, 지속성과 안정성에 문제점을 가지고 있기 때문에 무기계 항균제가 나타나고 있다. 무기계 항균제는 금속 이온을 치환시켜 항균성을 얻는 방법이다.

금속 이온은 질산은의 소독 및 살균 효과, 구리 이온의 바이러스, 조류 등에 대한 살균 효과 그리고 아연 이온의 방부 효과 등은 알려져 있다.¹⁾ 무기 항균제는 치환체로써 alumina, silicate, zeolite 등의 다공성 및 이온 교환능을 가지는 물질을 사용한다. 이와 같은 항균제는 수분함량, pH, 온도에 따라 그 항균력에 영향을 받게 되고,^{3,4)} 비 가공식품(생선, 야채류, 과일류)의 보존제나 가공 혹은 비 가공식품의 용기와 포장재 제조에 사용함으로써 유통기간을 연장할 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구는 옛날부터 살균제로 사용되던 은을 비롯하여 구리, 아연 등 금속 이온의 항균성을 확인하고, 금속 이온 치환체의 항균제 적용 가능성을 살펴보기 위해 식품 첨가물 등에 사용되는 SCMC(carboxymethyl cellulose sodium salt)를 사용하여 금속 복합물을 제조하였고, 종이에 적용하여 항균지 제조 가능성을 살펴보았다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험 재료

2.1.1. 원지

원지는 평량 75 g/m²의 도공용 원지를 사용하였다.

2.1.2. 금속 이온 복합물

금속 이온 복합물 제조를 위해 황산구리(Kanto chemical CO., INC.), 질산아연(Yakuri pure chemicals CO., Ltd.), 질산은(Showa chemicals INC.), 카르복시메틸셀룰로오스 나트륨염(Kanto chemical CO., INC.)을 사용하였다.

2.2 실험 방법

2.2.1. 금속 이온 복합물 제조

황산구리 0.05 mole, 질산아연 0.05 mole, 질산은 0.01 mole을 증류수 500 ml에 용해시킨 후 카르복시메틸셀룰로오스 나트륨염(이하 SCMC로 칭함.) 4 g을 첨가하여 금속 복합물을 제조하였다.

2.2.2. 항균지 제조

금속 복합물을 2% CMC 용액에 10 % 농도로 분산시키고 K202 control coater를 사용하여 7 g/m²으로 도포하여 제조하였다.

2.2.3. 항균성 실험

Halo test방법을 사용하였다. Halo test는 tryptic soy broth와 tryptic soy agar를 2:1로 혼합 용해시켜 121℃에서 autoclave 한 후 냉각시켜 공시균과 함께 petri dish에 분주하여 배지를 만든다. 살균된 핀셋으로 시료를 배지 위에 올려놓은 후 37℃ 인큐베이터에서 24시간 배양하여 균저지대(clear zone)을 확인한다. 공시균으로 두 종류의 그람 음성균 *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*와 두 종류의 그람 양성균 *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 금속 이온의 항균성

질산은, 질산아연과 황산구리를 증류수에 용해시켜 각각의 금속이온 농도가 은 10 ppm, 50 ppm, 아연 100 ppm, 500 ppm 그리고 구리 100 ppm, 500 ppm의 농도로 paper disk에 접종하여 항균성 실험을 실시하였고, 항균성 실험 결과를 Table 1에 나타냈다.

금속 이온의 항균성은 구리가 가장 높았고, 은과 아연은 비슷한 결과를 나타냈다. 금속의 항균성 발현은 은이 가장 높은 것으로 알려져 있으나 본 실험의 결과에서는 구리가 높은 결과를 나타냈다.

Table 1. Antimicrobial spectrum with metal ion.

		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Escherichia coli</i>
Ag	10 ppm	10	11	9	10
	100 ppm	10	11	9	11
Cu	100 ppm	15	18	16	15
	500 ppm	21	27	21	24
Zn	100 ppm	10	11	16	13
	500 ppm	12	13	25	15

Sample size : 8mm

3.2. 금속 이온 복합체의 항균 효과

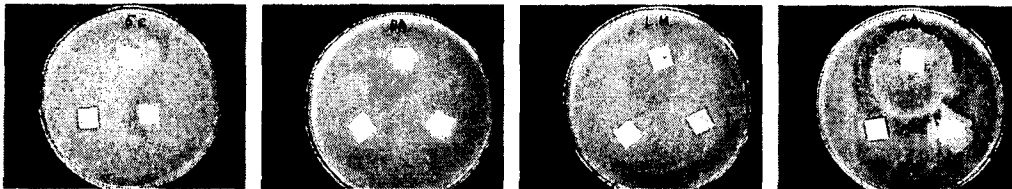


Fig. 1. Halo test of antimicrobial paper treated with silver.

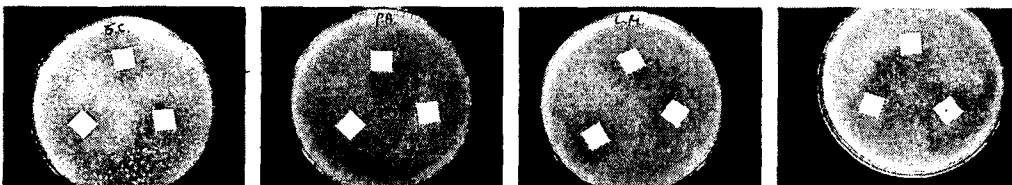


Fig. 2. Halo test of antimicrobial paper treated with copper complex.

Fig. 1은 0.3 % 질산은 용액에 종이를 함침 처리하여 제조한 항균지의 halo test 결과를 나타낸 것이다. 모든 균에 대하여 항균성을 나타냈고, *Pseudomonas aureginosa*에 대해서는 항균성을 나타내지 않았다. 질산아연과 황산구리 용액에 함침 처리한 경우는 항균성이 발현되지 않았다.

Fig. 2는 SCMC와 황산구리 복합체를 원지에 도포하여 제조한 항균지의 halo test 결과를 나타낸 것이다. 항균성이 뚜렷하게 나타나지 않았지만, 시료 주변에 균 성장이 저해된 모습을 나타내어 미약하지만 항균성이 있는 것으로 생각된다.

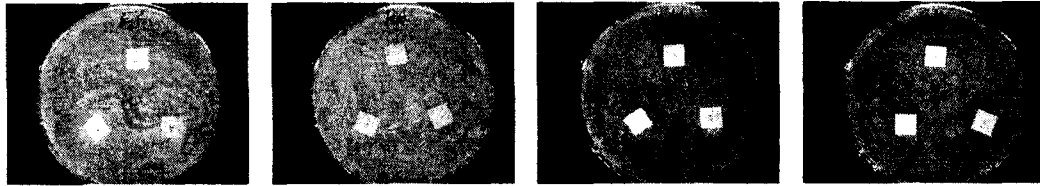


Fig. 3 Halo test of antimicrobial paper treated with metal complex.

Fig. 3은 SCMC와 금속 이온 복합체를 3 %로 농도로 분산시켜 control coater를 사용하여 원지에 7 g/m²이 되도록 도공한 항균지의 halo test 결과를 나타낸 것이다. 항균성은 *Pseudomonas aeruginosa*와 *Staphylococcus aureus*에서 나타났다.

현재까지 진행된 실험결과는 금속 이온의 항균효과, SCMC와 복합체의 항균효과를 알 수 있었다. 이후에 금속 복합체의 제조에 따른 항균효과와 분산 농도별 항균효과를 살펴볼 것이다.

4. 결 론

금속 이온의 항균성은 우수하게 나타났고, 복합체의 항균성은 미약하게 나타난 것을 알 수 있었다.

항균제 제조를 위해 금속 이온을 사용할 때 은이온의 항균성을 상승시키기 위해 아연과 구리 이온을 함께 사용하여 상승효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

인용 문헌

1. 山本 達雄, 内田 眞志, 栗原 靖夫, “金屬を含有させたゼオライトの殺菌について”, *J. Antibact. Agents* Vol 19(4):425~431(1991)
2. Hae J.S., Choon H. S., “Effects of Silver Ion Exchanged Water Treatment Agent upon *E. Coli* RB 797 and *Bacillus sp.*”, *Korean J. Life Science*, Vol 7(4):316~321 (1997)
3. Lenain, C.E., “Law thermal expansion of alkali-zirconium phosphate”, *Mat. Res. Bull.*, 19:1451(1984)
4. Alamo, J., “Ultra-low expansion ceramic in the system Na₂O-ZrO₂-P₂O₅-SiO₂”, *Comm. of Amer. Cera. Soc.*, C-78(1984)
3. 대한민국 공개 특허 특 2002-0011310
4. 特開平 JP2001-40580
5. 대한민국 공개 특허 특 1999-028879