



항균성 포장재 : 무기계 항균제의 활용기술

황권택 / 고려대학교 생명공학원 선임연구원

1. 개요

생활수준이 향상되고 건강에 대한 관심이 고조되면서 기능성에 대한 요구가 높아지고 있다.

이 중 항균에 대한 관심이 높아지면서 항균기능을 앞세운 새로운 제품들이 붐을 이루고 있다. 항균 바닥재, 항균벽지, 항균물통, 항균육조, 주방기구, 항균steel 등에 이르기까지 생활용품 전반에 걸쳐 제품이 나오고 있다.

미생물은 인간이 생활하는 모든 공간에서 어떤 경로로든 함께 서식하고 있으며 생활에 도움이 되는 발효관련균, 유용물질을 생성하는 균 등 유익균도 있으나 인간생존자체를 위협하는 많은 병원성균 등 유해한 세균들도 함께 공존하고 있다.

현재 소비자들의 건강 및 쾌적성 지향제품의 선호에 따라 항균가공제품이 증가하고는 있으나 이에 대한 품질 및 안전성을 비롯한 객관적인 평가가 잘 알려지지 않았다.

근래 들어 유기 및 무기 항균제들이 속속 개발되어 생활 및 응용제품 등에 적용되고 있는 사례가 증가하고 있다.

항균성을 나타낼 수 있는 유기 및 무기 항균제들 중에서 최근에는 장기적인 사용에서도 항균효과를 나타내고 인체 및 생활에 대한 안전성이

보장되며, 또한 지속적인 사용에서도 세균의 내성을 나타내지 않게 하는 항균성 세라믹스가 계속적으로 연구·개발되어지고 있으며 더욱 확대되어지고 있다.

이와 같은 항균세라믹스는 생활용 플라스틱제품, 위생용품, 건축내·외장식재, 벽지, 천정재, 타일, 위생도기 등에 직간접적으로 널리 활용되고 있으며 이와 같은 항균력의 결과는 세균번식으로 인한 각종 감염 및 오염, 건축물의 약화방지 및 미관유지 등에 큰 도움을 줄 것으로 생각되어지고 있다.

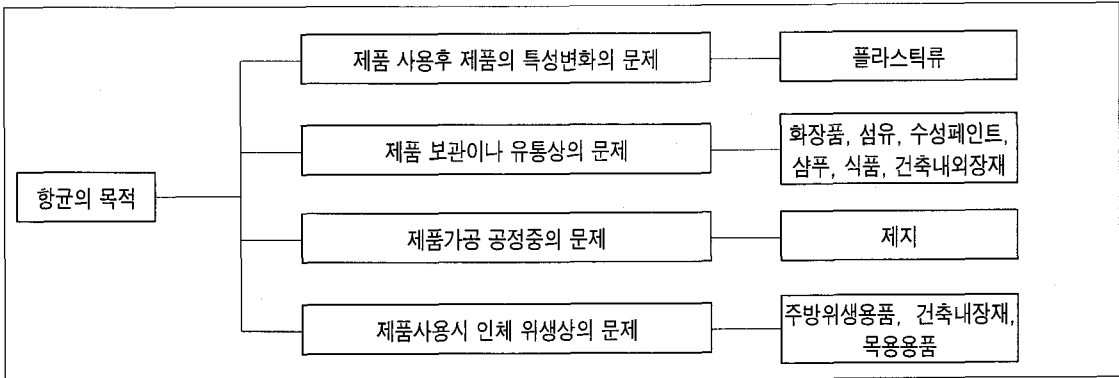
본 글에서는 기초적인 무기계 항균제들과 그들의 반응기작, 그리고 항균활성의 측정방법, 응용사례들을 알아보기로 한다.

2. 항균가공의 목적

미생물을 제어하거나 살균하려는 목적은 미생물에 의해서 상품의 생산, 보관 및 인체에 대한 문제점이 발생하기 때문이다. 미생물은 생태학적으로 살펴볼 때 주로 분해자로서 위치를 점하고 있다.

아래 [표 1]에서 보는 바와 같이 제품의 가공 중에 유기물질과 물의 사용이 많은 제지, 벽지, 식품 등 미생물에 의해 오염이 되는 경우, 수성 페인트들과 같이 보관 및 유통 중에 변성이 일어

[표 1] 항균의 목적



날 수 있는 경우, 그리고 미생물에 의한 균열, 팽창 등, 사용 후 변성을 일으키는 경우, 병원이나 환자들이 접하는 공간에서 감염이 경우 등 미생물에 의해 일어날 수 있는 많은 문제점을 가지고 있다. 그러나 이러한 문제점들은 항균처리만으로 쉽게 해결되어질 수 있다.

그러면 이렇게 제품의 품질에 가공단계에서부터 사용되는 단계에 까지 많은 문제점과 영향을 끼치는 미생물을 먼저 살펴보면 [표 2]와 같이 크게 고등미생물인 진핵생물과 하등미생물인 원핵생물로 나눈다.

[비고] 플라스틱 제품은 사상균에 의해 가소제가 분해되어 열화되는 것으로 알려져 있다.

1967년 Hitz는 폴리염화비닐의 열화에 대해서 실험하여 가소제의 75~88%가 세균과 사상균에 의해 분해된다고 보고하고 있다.

또한 해저 케이블용 플라스틱 고무에 대해 시험한 결과에 의하면 폴리염화비닐, 네오프렌시 리콘러버, 나일론 등은 사상균의 영향을 크게 받는다고 보고되어 있다.

포장용 플라스틱 필름에는 *Penicillium chrysogenum*이 생육하지만 폴리염화비닐리덴, 폴리스티렌에는 생육하지 않는다.

그러나 *Aspergillus niger*는 폴리염화비닐, 폴리염화비닐리덴, 폴리스티렌 모두에 있어서 잘 생육한다.

열대기후 조건하에서는 폴리염화비닐이 사상균에 의해 5~6주 정도면 70% 이상 분해된다는 보고도 있다. 사상균은 색소 형성능력도 가지고 있기 때문에 플라스틱제품의 상품가치를 떨어뜨리는 원인이 된다.

3. 미생물의 영향

— *Staphylococcus aureus*(황색포도상구균) : 포도송이 모양을 가지고 있으며, 황색의 화농균, 식중독균으로 자연계에 널리 분포되어 있는 병원성균으로 피부, 점막, 공기, 물, 우유 등에서 발견된다. 썩은 냄새, 땀냄새 등 채취의 원인이 되는 균.

— *Bacillus subtilis*(고초균) : 결막염과 무좀 및 부패의 원인균.

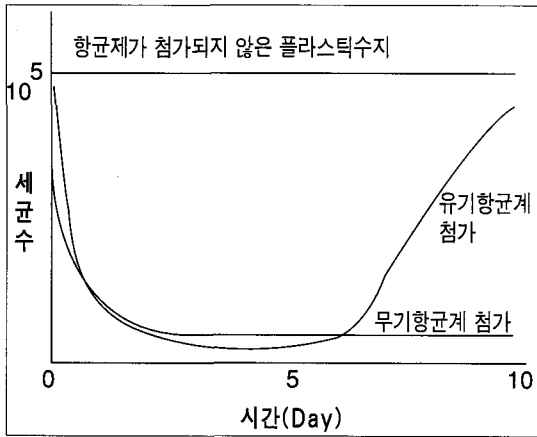
— *Escherichia coli*(대장균) : 사람이나 동물의 장관내에 상주하며 장내의 대표적인 균종이다. 또한 물, 토양, 식품(생선, 우유, 아이스크림)을 오염시키는 부패균이다.

(표 2) 무기계 항균제와 일반유기항균제의 특성비교

항 목	항균 세라믹스	유기항균제
항균력(MIC ^①)	> 100ppm	> 1ppm
지속성	반영구적	3개월이내(완전유리될때까지)
열안정성	우수(800℃)	약함(상온이상 급격감소)
반응성	없음	있음
선택성	광범위함	특정범위에 한정됨
MRSA ^② 균의 억제력	있음	없음
독성	없음	있음
냄새	무취, 탈취효과있음	냄새가 있기도 함
작업성	우수	나쁨

주) ① 최소성장저지농도(Minimum Inhibition Concentration)
 ② Methicilin-Resistance Staphylococcus Aureus

(그림 1) 항균세라믹스의 유기항균제의 항균지속시간에 따른 세균수 변화



병원균과 오염의 가능성에 대한 지표로 사용되어지고 있다.

대장균 자체가 질병의 원인이 아니라 대장균의 분비물이 독성을 가지고 있다(예 대장균 O-157).

— *Klebsiella pneumoniae*(폐렴구균) : 대장균의 일종이지만 캡슐의 두께가 일반 대장균보다 두껍기 때문에 요즘에 와서는 일반 대장균과 분리하여 다른집단으로 분류된다.

— *Pseudomonas aeruginosa*(녹농균) : 기관

지, 뇌막, 귀, 코, 눈 등에 염증을 유발시키며, 패혈증 및 화농의 원인균임.

— *Salmonella typhi*(장티부스균) : 장티부스의 원인균, 식중독균

— *Bacillus faecalis*, *Bacillus ammoniagenes*, *Proteus vulgaris* : 요소분해균, 유아의 기저귀 채운 부분이 짓무르는 것은 오줌의 요소가 분해되어 암모니아가 발생하기 때문이며, 암모니아 염증이라고도 말한다.

이상과 같이 미생물은 인체 및 상품의 각단계마다 많은 영향을 미친다.

이를 억제 및 제균을 하기 위하여 크게 유기항균제와 무기항균제를 사용하고 있으나 본 글에서는 항균성 무기계 물질에 대하여 알아보기로 한다.

4. 무기계 항균제의 특징

4-1. 무기계 항균제와 유기항균제의 비교

무기계 항균제와 유기항균제를 *E.coli* 을 대상으로 측정하여 보았을 때 아래 (표 2.)와 같이 나타나고 있는데 이는 일반적인 항균세라믹

[표 3] 무기항균제의 재료에 의한 구분

항균제의 종류	세라믹스담체의 종류	대표적 상품명
무기금속 항균제	Aluminosilicate(Zeolite) Calcium Phosphate Zeomic, Bactekiller Soluble Glass	Zeomic, Bactekiller Apacider Novaron lonpure
유기·무기 hybrid 항균제	Silica Gel Layered Calcium Phosphate Monmorullonite	Amenitop Rasaf
광촉매 항균제	Titanium Oxide	TOTO

[표 4] 무기계 항균제의 비교

세라믹 담체	조성식	항균성분량	결합형태	항균력
Aluminosilicate (Zeolite)	$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$	은, 아연이온 (40wt% 까지 교환가능)	이온결합	강함
Calcium Phosphate	$CaO \cdot P_2O_5$	금속은 (2~3wt%)	흡착및 이온결합	약함
Zirconium Phosphate	$ZrO_2 \cdot P_2O_5$	은이온(3wt%)	이온교환	강함
Soluble Glass	$B_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot Na_2O$	산화은(2~3wt%)	용융담지	약함

스와 유기 항균제와 유사한 결과를 나타내고 있다.

또한 플라스틱수지에 무기계 항균제를 첨가한 제품과 유기항균제를 첨가하였을 때 시간에 따른 변화를 [그림 1]에 나타내고 있는데 무기계 항균제가 항균력에서 지속성이 계속적으로 유지된다는 것을 알 수가 있다.

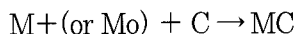
[표 2]와 [그림 1]에서 잘 나타나 있듯이 무기계 항균제는 열 안전성, 지속성, 선택성, 독성, 내성형성능력 등에서 유기항균제보다 우수함을 보이고 있다.

다만 사용량에서 유기항균제가 특정균주에 대하여 강한 항균작용을 보여 무기계 항균제보다는 소량이 소요된다.

4-2. 무기계 항균제의 특성과 종류

유기항균제에 비교하여 무기계 항균제는 장기

간에 걸친 항균력과 내성을 발생시키지 않는 무기산화물들의 이온교환은 오래전부터 항균활성이 있다는 것이 명확하게 밝혀져 있고, 은, 구리, 아연과 같은 항균활성을 가지는 이온을 담지시킨 항균세라믹스가 개발되었고 실생활에 응용되어지기 시작하였다.



M : Ag, Zn, Cu, Hg, Sn, Pb, Bi, Cd, Cr, Ti 등

C : ceramic carrier

현재 개발되어진 무기계 항균제는 위와 같이 세라믹스에 각종의 이온들을 결합, 함침 등의 방법으로 만들어져 있다.

아래는 무기계 항균제의 종류와 대표적 제품들을 나열하고 있으며 [표 3] 무기계 항균제의 항균 성분, 함량, 담지형태 등을 나타내고 있다. [표 4]

(다음호에 계속)