

항균제 및 항균제품의 특성과 응용

장 상 홍 · 김 영 환

1. 개 론

우리들은 윤택한 생활을 위하여 옛날부터 빵이나 치즈의 제조, 항생물질의 생산, 발효 등에 미생물을 유용하게 이용하여 왔다. 그러나, 미생물에는 우리에게 유해한 면도 많이 있어서 음식물의 부패, 주거, 의복, 공업제품에 이르기까지 미생물에 의한 피해가 심각한 실정이다. 세균이나 곰팡이 등의 미생물은 그 종류가 대단히 많을 뿐만 아니라 토양, 대기, 물, 해수 등 자연계에 광범위하게 분포하고 있으며, 생육조건이 맞으면 언제든지 생장, 번식이 가능하다. 우리는 일상 생활에서 대장균과 같이 인체에 유해한 세균 및 곰팡이에 항상 노출되어 있어 미생물에 의한 피해가 우리들의 생활 환경에서 빈번히 발생하고 있다. 미생물에 의한 인간의 질병 및 동식물의 피해를 방지하기 위한 연구는 오래전부터 이루어져 왔으나 섬유, 플라스틱, 종이, 목재, 금속, 유리 등에도 미생물에 의한 피해가 심각하다는 사실이 인지됨에 따라 이의 방지대책에 대한 연구가 최근 활발히 진행되고 있다. 특히, 최근 플라스틱도 더 이상 미생물에 대하여 안전하지 않다는 인식이 광범위하게 확산되고 있을 뿐만 아니라 위생의식에 대한 사회적 관심과 위생제품에 대한 소비자의 요구가 점증됨에 따라 항균기능을 보유한 플라스틱 제품이 다양하게 개발되고 있다.¹

미생물에 대한 제품의 저항력은 종류에 따라 약간의 차이는 있지만, 일반적으로 제품 표면에 오염물이 부착되면 그 오염물을 영양분으로 하여 미생물이 번식한다. 제품에 번식하는 미생물을 제거하거나 발생을 억제하기 위하여 과산화수소, 이산화염소, 칼슘이온, 알콜스프레이 등의 살균제가 현재까지 주로 사용되어 왔다.

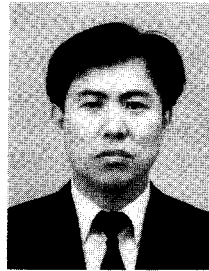
그러나, 이와 같은 기존의 살균제는 효과는 우수하지만 잘못 사용할 경우에 인체에 피해를 입히거나, 그 효과가 지속적이지 못한 것이 단점으로 지적되어 왔다.

플라스틱 제품에 번식하는 미생물의 오염을 궁극적으로

제거하고 살균제를 사용함으로써 야기되는 기존의 살균방법의 단점을 개선할 수 있는 한가지 방법이 항균기능을 보유한 플라스틱 제품을 사용하는 것이다.

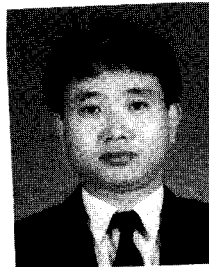
항균은 미생물을 근본적으로 사멸시키는 것을 목적으로 하는 살균과는 다른 개념이다². 즉, 항균제품이란 미생물의 번식이 억제되거나 미생물이 생성되지 않는 제품을 의미한다. 살균은 일시적인 효과를 나타내는 반면 항균 제품은 살균에 비하여 지속적인 효과를 지니고 있다. 현재까지 항균에 대한 명확한 정의는 없지만 일반적으로 균의 발생을 방지하는 것을 의미하며, 방균 등 다양한 표현이 있지만 최근에는 항균이라는 표현이 일반적으로 사용되고 있다.

본고에서는 미생물의 종류와 번식환경에 대하여 간단히 서술하고, 플라스틱 제품에 사용되는 항균제의 종류 및 특



장상홍

1978~ 서울대학교 공과대학 화학공학과 (공학사)
1982~ 한국과학기술원 화학공학과 (공학석사)
1984~ 코오롱(주) 기술연구소
1987~ 한국과학기술원 화학공학과 (공학박사)
1991~ 삼성종합화학(주) 화학연구소
현재 수석연구원



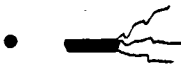



김영환

1981~ 한양대학교 공과대학 화학공학과 (공학사)
1987~ 고려화학 수지 개발부
1990~ 삼성종합화학(주) 화학연구소
현재 선임연구원

Antimicrobial Additives for Plastics

삼성종합화학(주) 화학연구소(Sang Hong Chang and Young Hoan Kim, Samsung Chemicals Technology Center, Samsung General Chemicals Co., San 2-6, Munji-dong, Yusung-ku, Taejon 305-380, Korea)

표 1. 미생물의 종류와 형상

종 류	형 상	크 기
세 균		폭 0.5~1.0μm 길이 0.5~5.0μm
곰팡이		균사의 폭 5~30μm 포자의 직경 3~10μm
효 모		직경 3~4μm
바이러스		직경 150~180nm

성 그리고 사용 용도 등에 대하여 기술하겠다.

2. 미생물의 종류와 환경조건

2.1 미생물의 종류와 특징

미생물은 표 1에 나타나 있듯이 세균, 곰팡이, 효모, 바이러스 등으로 구분될 수 있다. 그러나, 플라스틱 제품에 침해하여 문제를 야기시키는 미생물은 주로 세균과 곰팡이인 것으로 알려져 있다.²

세균은 세포분열을 통하여 증식하며 발육에 필요한 수분의 양이 곰팡이에 비하여 높기 때문에 일반적으로 건조에 약하다. 일반적으로 황색포도상구균은 비교적 건조에 강하나, 다른 대부분의 세균은 수분이 없으면 단시간내에 사멸한다. 대표적인 세균의 종류로는 *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* 등이 있다.²

분류학적 곰팡이의 정확한 명명법이 없으나 포자로 증식하며 균체가 실의 형태로 나타나는 미생물을 총칭하고 있다. 낮은 수소이온농도에서나 수분이 적은 곳에서도 뛰어난 번식력을 지니며 번식에 특별히 요구되는 영양분은 없다. 식물과 유사하나 엽록소가 없기 때문에 자체 광합성 능력이 없으므로 다른 곳에 기생하여 영양분을 얻고 있다. 플라스틱에 번식하는 대표적인 곰팡이의 종류로는 *Aspergillus Niger*, *Penicillium*, *Chaetomium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Trichoderma* 등이 있다.²

2.2 미생물의 번식과 환경조건

미생물의 번식에 필요한 환경조건을 파악함으로써 미생물의 번식에 대한 방지대책을 강구할 수 있을 뿐만아니라 정확한 항균시험을 실시할 수 있을 것이다. 미생물의 번식에 필요한 환경조건으로는 온도, 수분, 수소이온농도, 영양원 등이 있으며 온도는 이와 같은 환경조건 중에서 가장 중요한 인자로서 상당히 넓은 범위의 온도에서 미생물은 증식할 수 있다. 각각의 미생물은 증식에 필요한 최적온도

가 있으며 일반적으로 대부분의 미생물은 인간의 체온과 동일한 온도인 약 37°C에서 최상의 증식력을 보인다.

미생물을 비롯하여 모든 생물의 세포는 수분을 함유하고 있으므로 미생물의 증식에는 수분이 반드시 필요하다. 그러나, 미생물은 적당한 삼투압을 지닌 수분만을 이용할 수 있으며 단백질, 아미노산 등과 같은 유기물의 분자와 결합하고 있는 결합수는 이용하지 못한다. 일반적으로 세균류의 번식에는 다량의 수분이 필요하나 곰팡이는 세균에 비하여 수분의 요구도가 비교적 낮은 것으로 알려져 있다.²

수소이온농도는 미생물의 증식과 생리기능에 큰 영향을 끼친다. 증식에 필요한 최적의 pH는 일반적으로 곰팡이가 4.0~6.0이고 세균류는 6.5~7.5이다. 따라서 이들 미생물을 배양할 경우 각각의 최적 pH 범위를 유지시키는 것이 중요하다. 미생물을 증식하려면 일반 생물과 같이 탄소원, 질소원, 무기염류 등과 같은 영양원을 필요로 하며 이들의 공급원은 미생물의 종류에 따라 다르다.

3. 항균제의 종류와 요구특성

현재 플라스틱 제품에 사용되는 항균제의 종류는 대단히 많으며 유기계 항균제와 무기계 항균제로 크게 분류된다. 유기계 및 무기계 항균제의 특징, 종류를 간단히 살펴보면 다음과 같다.¹

3.1 항균제의 종류

유기계 및 무기계 항균제의 일반적인 특성을 표 2에 비교하여 놓았다. 표 2에서 나타나 있듯이 유기계 항균제는 무기계 항균제에 비하여 비교적 가공이 쉽고 최종 제품의 기계적 물성, 투명도, 색상 등에 큰 영향을 끼치지 않는다는 점에서 현재까지 많이 사용되어 왔다. 그러나, 유기계 항균제는 제품표면으로 약제가 비교적 쉽게 용출되므로 일시적 효력은 뛰어나지만 효능의 지속성이 결여되고 특히 내열성이 열등하다는 점에서 용도가 한정된다. 유기계 항균제중에는 피부자극성, 최기성 등의 문제를 일으키는 것도 있다. 또, 장기적으로 사용하면 내성균이 발생할 수 있으며 폐기물에서 다이옥신이 생성된다는 보고도 있다.

표 2. 유기계 및 무기계 항균제의 특성 비교

특 성	유 기 계	무 기 계
구성 물질	유기 화합물	무기물
상 태	액체 또는 고체	고 체
항균력의 크기	대	소
항균력의 지속성	일시적 효과	반영구적 효과
가공성	가공에 미미한 영향을 줌	가공에 상당한 영향을 줌
제품의 물성	미미한 영향을 줌	큰 영향을 줌
가 격	소	대
안전성	소	대

현재 플라스틱 제품에 사용되는 유기계 항균제는 유기수 화합물, 유기크롬산 구리화합물, 유기구리 화합물, 유기아연 화합물, 기타의 유기 금속 화합물과 염소페닐 에테르계, 유기질소계 화합물, 유기실리콘 제4급 암모니움 등으로 대별된다.

이들 가운데 유기금속 화합물은 전체적으로 살균성이 강하지만 유기수는 화합물, 유기크롬산 구리화합물 등은 특히 독성이 크기 때문에 각국에서는 플라스틱 제품의 항균제로서 사용이 금지되어 있다. 따라서 기타의 유기금속 화합물은 극히 일부를 제외하고는 플라스틱 제품에 사용되지 않고 있다. 현재 일반적으로 많이 쓰여지고 있는 유기계 항균제는 염소페닐 에테르계, 유기실리콘 제4급 암모니움염계, 유기질소계 화합물, bromocinnamaldehyde와 pyrimidine 계를 병용한 제품, 양이온 활성을 가진 유기실린 화합물 등이다. 이들 각각에 대한 특성, 최소발육저지농도, 사용방법 등은 다른 문헌에 상세히 보고되어 있다.^{1,2}

최근에 유기계 항균제의 인체에 대한 안정성이 문제되면서 유기계의 단점을 보완할 수 있는 무기계 항균제가 주목받고 있다.⁵

무기계의 항균제는 제오라이트, 실리카알루미나 등의 무기담체에 은, 구리, 아연 등과 같이 항균성이 뛰어난 금속이온을 치환시킨 것으로서 미세한 기공을 가진 3차원의 골격구조를 지니기 때문에 비표면적이 크고 내열성이 우수하다. 한편, 미생물에 대한 독성을 지닌 금속은 일반적으로 인체에 대해서도 독성이 강한 것이 많은나 은, 구리, 아연 등의 금속은 항균력이 강하고 안정성이 높은 몇 안되는 금속으로서 현재까지는 인체에 무해한 것으로 판명되어 있다. 담체의 종류와 그 결속상태에 따라 항균효능을 발휘하는 활성 산소이온의 발생량이 다르다.¹

무기계는 종래의 유기계 항균제와 비교하여 내열성이 높고 휘발, 분해 등을 일으키지 않는 등 안정성이 높기 때문에 넓은 용도로 응용할 수 있다. 무기계 항균제의 항균효과를 활성산소이온에 의해 발현되기 때문에 유기계 항균제에는 볼 수 없는 뛰어난 장점을 많이 가지고 있다. 예를 들면 약제의 용출에 의한 즉효성은 없지만 지속성이 길고 내성균을 발생시키지 않는다. 그러나, 은, 구리, 아연 등의 금속이온은 수지를 열화시키거나 황변현상을 야기시켜 상품가치를 현저하게 저하시킬 우려가 있으므로 주의하여야 한다. 무기계 항균제는 일반적으로 그 평균입경은 수 마이크론 이상으로 크고 입도분포의 폭도 넓기 때문에 미세한 섬유에 혼합하여 방사할 경우 절사의원인이 될 수도 있으며, 필름에 적용할 경우에는 필름의 투명도를 저하시키는 문제점을 지니고 있다.

3.2 항균제의 요구특성

항균제를 선정할 때 항균제의 항균효능 이외에 내열성, 다른 첨가제와의 상용성, 제품의 물성에 미치는 영향, 분산성, 내구성, 내후성, 안정성, 품질관리, 가공의 난이도,

가격 등을 반드시 고려하여야 할 것이다.

플라스틱 제품의 표면에 항균제를 처리하거나 항균제와 고분자와의 화학반응을 이용하여 플라스틱에 항균성을 부여하는 방법이 일부 행하여지고는 있으나, 일반적으로 항균제를 플라스틱에 직접 혼합하여 성형, 가공하는 방법을 주로 사용하고 있으므로 항균제의 내열성은 대단히 중요한 요소이다. 항균효능이 우수한 항균제도 가공중에 열에 의하여 분해가 일어나 그 기능이 상실된다면 사용할 수 없다. 항균제의 내열성은 일반적으로 약제의 열분해온도를 기준으로 평가하고 있으나 성형가공시 열이력도 함께 고려하여야 할 것이다. 일반적으로 무기계는 유기계와 비교하여 상당히 높은 온도에서도 휘발, 분해 등을 일으키지 않으므로 플라스틱의 성형가공온도 범위에서 효능은 변하지 않는다. 그러나 빛 또는 열에 의한 변색으로 제품의 미관을 해치는 경우가 빈번히 일어나고 있다.

항균제가 다른 첨가제와 반응하여 그 효능을 상실하게 되는 경우가 있으므로 이를 고려한 첨가제의 선정이 역시 필요하다. 성형가공시 항균제가 열에 의해 산화되거나 다른 첨가제와의 반응하여 최종제품의 기계적 물성이나 제품의 질을 저하시키거나 변화시키는 경우가 있다. 그리고 항균제를 플라스틱과 혼합하여 가공할 때 분산불량이 일어나면 항균효능이 저하될 수 있으므로 항균제의 분산성 확보가 중요하다.

플라스틱 제품의 표면으로 약제가 쉽게 이동하는 유기계의 경우는 항균력의 지속성은 항균제의 첨가량, 적용 제품의 두께, 적용수지의 종류 등의 요인에 의해 결정된다. 즉, 약제의 첨가량 및 제품의 두께가 증가할수록 제품에 첨가된 약제량이 많아지므로 효능의 지속성도 증가한다. 그러나, 함유된 약제량이 증가됨에 따라 효력도 계속 증가하는 것은 아니며 첨가량이 일정량에 도달하면 효력은 더 이상 증가하지 않고 포화상태에 도달하게 된다. 유기계 항균제는 약제분자가 제품 표면으로 쉽게 확산됨으로 항균·방곰팡이 효력과 효능의 지속성이 수지의 종류에 따라 좌우될 수 있다. 일반적으로 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 초산비닐, 우레탄 등과 같이 유리전이점이 낮은 수지에 함유된 유기계 항균제는 제품 표면으로 쉽게 확산될 수 있으므로 초기항균력은 우수하나 효능의 지속성은 떨어진다. 유리전이점이 높은 경질염화비닐, 폴리카보네이트, 폴리에스테르 등은 실온에서 약제가 표면으로 쉽게 확산되지 않으므로 효능 발현이 대단히 어렵다. 무기계는 유기계와는 달리 수지내에서의 약제의 이행현상이 없으므로 적용제품의 두께, 적용수지의 종류에 따른 영향이 거의 없으며 효능은 반영구적으로 지속된다. 따라서, 무기계의 항균력은 약제의 첨가량에 의해서만 좌우된다.

항균제품이 옥외용으로 사용할 경우 햇빛, 이온, 수분 등의 제반 자연현상에 의해 효력이 떨어지지 않아야 한다. 항균제의 종류에 따라 다소간의 차이는 있지만 이들은 플

라스틱과 마찬가지로 자외선을 받으면 열화되는 경향이 있으므로 자외선 흡수제나 안료를 배합하여 내후성을 향상시킬 필요가 있다. 물과 자주 접촉되는 환경에서 사용하는 제품일 경우에는 유기계 항균제의 용출속도가 빠른 수지와 배합 또는 물에 대한 용해도가 큰 유기계 항균제는 피하는 것이 좋다.

안정성이 확보된 항균제를 선정하여야 한다. 항균제는 세균이나 곰팡이라고 하는 생물의 활동을 억제하는 것이므로 본질적으로 독성을 지니고 있다. 그러나, 극히 독성치가 높은 약제가 사용되는 사례는 거의 없으며 현재 플라스틱에 혼입하여 사용하고 있는 항균제의 경우는 그 첨가량이 지극히 작기 때문에 실제 제품의 안정성이 문제시 된 경우는 보고되지 않고 있다. 용도에 따라 요구되는 안정성의 범위 내에서 효력을 지닌 항균제를 선정하는 것이 대단히 중요하다. 따라서 동물시험, 실제 적용시험 등에 의한 많은 실험결과에 의거하여 안정성을 입증하여야 한다.

4. 항균 메카니즘

항균제가 처방된 플라스틱 제품이 어떻게 세균 및 곰팡이의 번식을 억제하는 메카니즘은 제어유리메카니즘(controlled release mechanism)과 봉쇄 메카니즘(barrier mechanism)으로 설명된다. 제어유리메카니즘은 대부분의 항균기능을 설명할 수 있는 메카니즘으로 제품의 표면에서 항균에 필요한 성분이 일정한 속도로 연속적으로 유리됨으로서 항균효과를 나타내는 메카니즘이다. 표면에 존재하는 약제가 저농도인 경우에는 미생물의 세포막중에서 세포막의 기능인 전달계를 저해하여 영양물의 섭취를 정지시킴으로서 항균효능을 발휘한다. 또 표면의 약제농도가 높을 경

우에는 미생물의 세포막을 직접적으로 파괴하여 사멸시킨다.²

봉쇄메카니즘은 곰팡이나 부식을 일으키는 세균으로부터 플라스틱 제품을 보호하기 위하여 처리하는 가공에 일반적으로 잘 적용된다. 이 메카니즘은 미생물이 통과할 수 없도록 항균제가 제품의 표면에 차단벽을 만듦으로서 항균작용을 한다는 메카니즘이다. 현재까지 규명된 여러가지 항균제의 메카니즘을 분류하여 표 3에 나타내었다.^{2,3}

5. 항균 효능 평가법

항균·방곰팡이제의 성능 평가에는 다음과 같은 방법이 있다.

5.1 최소발육 저지농도(MIC)의 측정

항균력을 나타내는 항균제의 종류 및 효력의 강도를 평가하기 위해 사용하며 미생물의 증식을 저해하는 항균제의 최소농도를 ppm 또는 µg/ml의 단위로 표시한다. 최소발육 저지농도 측정에서 얻어지는 수치는 항균제를 함유하는 액체를 시험관에 직접 접종하여 얻어진 수치이므로 플라스틱 제품이 효능을 보유했는데 필요한 최소 첨가량과는 일치하지 않는다. 플라스틱이나 항균제의 종류에 따라서 약간의 차이는 있지만 일반적으로 최소발육 저지농도치의 50~100배의 양을 첨가하여 혼련가공하지 않으면 효능이 발휘되기 어렵다.

5.2 실험실적 항균시험

항균제의 항균력을 평가하는 기본적인 실험이다. 대표적인 실험 방법을 표 4에 제시하였다.² 표 4에 제시된 규격 시험은 표준성능을 평가하기 위한 방법이므로 사용조건에 알맞은 시험조건 및 시험균을 실험전에 적당히 선정하여 시험하는 것이 중요하다.

5.3 적용제품에 대한 시험

실험실적 항균시험 결과 우수한 항균효능을 나타내더라도 실제 제품에 적용할 경우에는 반드시 적용제품에 대한 실제 효능시험을 실시하여야 한다. 실험실에서 재연할 수 있는 환경조건은 한계가 있으므로 최종적으로는 사용현장에서 직접 실험을 실시하여 성능을 확인할 필요가 있다.

표 3. 항균 메카니즘

작용메카니즘	화합물
호흡계 저해작용 · 산화적인 산화cuncoupler	-Pentachlorophenol -2,4-dinitrophenol -Phenaziro
· -SH기 저해	-Tin 화합물 -구리 화합물 -Isothiocyanate
· DNA 복제 저해 · 전자 전달계 저해	-Benzimidazole -Carboxin -Nitrofurane -Oxycarboxin
막교란작용 · 세포막 합성계 저해	-Nitrophenol -Isocyanate
· 세포막, 세포질막 저해	-4급 암모늄 화합물 -지방산 아민

표 4. 대표적인 항균 시험법

시험균	시험법	판정법	적용 항균제
세균	Halo Test	저지대폭	용출형
	Bioassary Method	균감소율	용출 및 비용출형
	Shake Flask Test	균감소율	용출 및 비용출형
	Growth Tube Test	균의 진행거리	용출 및 비용출형
곰팡이	Halo Test	저지대폭	용출형
	JIS Z 2911	번식정도	용출 및 비용출형
	AATCC 30, Test III	번식정도	용출 및 비용출형
	AATCC 30	번식정도	용출 및 비용출형

그러나, 실제 적용시험의 경우에는 우리가 알 수 없는 많은 요인이 내재하고 있기 때문에 효능을 정확하게 평가할 수 없는 경우도 많이 있다. 균도 생명체이므로 동일한 종류라 하더라도 그 활성에는 많은 차이가 있으므로 시험결과가 일정하지 않을 수도 있다. 또한, 자연계에는 무수히 많은 미생물이 존재하기 때문에 대표적인 균종으로 효능시험을 실시하였다고 하더라도 사용중에 다른 미생물이 발생하여 문제를 야기시킬 수도 있다.

6. 항균성 제품의 특성

6.1 사용 목적

항균성 플라스틱 제품을 사용하는 목적은 다음과 같다.⁵ 첫째, 생활 환경의 쾌적성을 유지하기 위해서이다. 미생물에 의한 피해로 생활의 쾌적성 유지가 어렵기 때문이다. 균이 번식함에 따라 플라스틱 제품의 미관이 손상되기 때문이다. 즉, 화장실이나 부엌의 실리콘 접합부위에 곰팡이가 발생함으로써 화장실이나 부엌의 미관이 크게 손상되는 사례를 우리들의 생활주변에서 쉽게 볼 수 있다. 곰팡이나 세균이 번식할 때 배출하는 특유의 색소나 점질물(粘質物)이 오염의 원인이 되는 것이다. 특히, 색소가 플라스틱 제품에 함유되어 있는 가소제, 첨가제, 충전제등에 용해 또는 반응될 경우에는 제품 표면에 번식하고 있는 균을 제거하여도 플라스틱 제품의 오염이 근본적으로 제거되지 않는다. 미생물의 신진대사물이 악취를 발생시키거나 냄새가 없는 화합물이 균에 의해 악취성분으로 분해되는 경우도 있다. 따라서 악취가 발생하는 것을 방지하기 위하여 항균 플라스틱 제품을 사용하는 사례도 많이 있다.

둘째, 위생관리를 목적으로 항균제품을 사용한다.^{6,7} 세균에는 병원성(病原性)을 지닌 것이 많아 식중독, 감염성 질환의 원인이 된다. 또한, 독소나 발암물질을 생성하거나 포자가 알레르기를 유발하는 곰팡이도 존재한다. 이와같이 인간의 건강을 해치는 균을 우리들의 생활환경으로부터 제거하기 위한 한가지 방법이 항균제를 처리한 제품을 사용하는 것이다. 그러나 보다 좋은 위생관리를 위해서는 항균 플라스틱 제품을 사용함과 동시에 미생물이 생성되는 환경이 조성되지 않도록 영양분이 되는 오염이나 습도를 관리하는 것도 중요하다.

셋째, 제품의 물성저하 방지를 위하여 항균제를 사용한다.⁴ 염화비닐수지, 폴리우레탄수지, 아크릴수지등과 같은 플라스틱은 균의 작용을 받아 인장강도, 신도등과 같은 기계적 물성이 쉽게 저하되는 것으로 알려져 있다. 따라서, 이들 제품을 성형가공할 때는 항균제를 첨가하는 것이 당연시 되어 왔다. 균의 침해에 따른 플라스틱의 물성저하로 인한 피해 사례를 살펴보면 방수 시트가 미생물의 작용에 의해 균열이 생긴다면 물이 누수되어 그 본래의 기능을 상

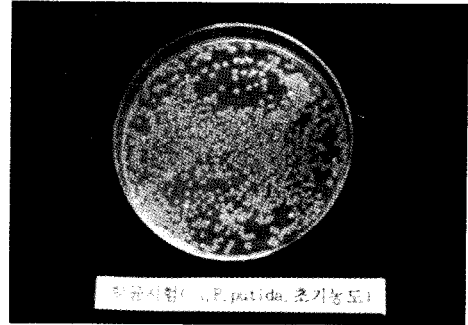


사진 1. 초기 균의 농도.

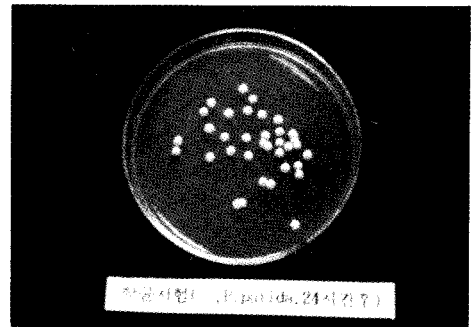


사진 2. 24시간 경과후 균의 농도(억제율 : 96.7%).

실하게 될 것이다. 이와 같이 건재, 토목자재중에는 균의 침해에 따른 제품의 미관 손실은 중요하지 않지만 강도가 저하되어 문제가 야기되는 일이 종종 발생하고 있다. 플라스틱이 균에 의해 침해를 받는 정도는 연구자 또는 사용환경에 따라 다소간의 차이는 있지만 플라스틱 종류에 따른 일반적인 경향은 있다. 우레탄, 연질염화비닐, 실리콘, 나일론등과 같이 다량의 첨가제가 사용되는 수지나 비교적 연질성을 지니는 수지는 곰팡이의 침해를 받기 쉽다.

참고로 항균수지의 항균력을 실험한 주인 *Pseudomonas putida*에 대하여 실험한 결과를 첨부하였다.

· 시험방법 : 동경식품 기술연구소의 가압밀착법에 따라 시험하였다. 가압밀착법은 시트 형태의 시료 두장의 가장 자리를 봉합하여 그사이에 일정한 양의 시험균액을 넣고 가압 상태에서 24시간 방치 후 생리 식염수로 시료안의 균을 닦아내 그 액을 영양한천 배지에 접종하여 37℃의 배양기에 넣어 24~48시간 배양후 세균수를 측정하여 결과를 판독한다.

세균수는 배지상의 균수에 회석배수를 곱하여 산출하였다. 억제율은 초기농도에 대한 억제정도를 백분율로 표기하였다.

그리고, 에폭시수지는 단시간에서는 영향을 받지 않지만 일정시간이 경과한 후부터 급속히 열화되는 특성을 지니고 있다. 경질염화비닐, 폴리프로필렌 및 고밀도폴리에틸렌등

은 곰팡이 침해로 인한 강도, 신도등과 같은 기계적 물성 저하는 거의 없는 것으로 알려져 있으나, 곰팡이 및 세균의 생식 또는 번식으로 인한 환경 위생상의 문제 야기는 다른 플라스틱과 동일하다.

넷째, 제품의 기능 장애를 방지하기 위하여 항균제를 플라스틱에 처방한다.

프린트 배선 기판에 곰팡이가 번식하여 전기 절연불량 현상이 야기되는 것과 같이 균의 발생으로 인하여 제품 본래의 기능이 저하되거나 효능이 상실되는 경우가 많다. 한편, 현재까지는 항균처리가 생활환경의 쾌적성 유지가 그 주요 목적이었지만, 향후에는 상품의 기능성 부여라는 의미가 점점 증대될 것으로 생각된다.

다섯째, 소비자의 위생 의식 고양에 따른 요구에 부응하고 상품의 차별화를 위하여 항균제품을 개발한다. 현대인의 위생의식의 향상 및 감염병에 대한 공포증으로 청결한 제품에 대한 욕구가 높아지고 있다. 환경오염에 대한 사회적 문제 의식의 향상과 필요이상으로 청결의식이 높은 현대인이 점증됨에 따라 종래에는 무관심했던 것까지 항균처리를 실시하게 되었다.

종래에는 제품의 디자인과 색을 바꾸는 정도의 차별화 밖에 할 수 없었으나 항균제를 첨가하는 것만으로 쉽게 새로운 기능을 갖춘 고부가 가치의 제품을 만들 수 있으므로 기존 제품과의 차별화를 도모할 수 있다. 이러한 관점에서 생각한다면 항균 제품은 여러가지로 현대사회의 요구에 어울리는 상품이라고 할 수 있다.

6.2 적용 제품

항균기능을 보유한 플라스틱의 용도 범위는 대단히 광범위하다. 주요한 적용 용도를 표 5에 기술하였다.⁸

7. 맺 음 말

항균제품은 미생물에 의한 상품의 품질저하 방지와 생활환경의 쾌적성 유지는 물론 상품의 차별화를 도모할 수 있다는 점에서 향후 그 시장이 크게 신장할 것으로 판단된다.

그러나, 항균플라스틱 제품이 소비자의 요구를 충족시키

표 5. 항균 플라스틱의 적용 용도

구 분	적 용 제 품	목 적
내장재	벽지, 바닥재, 욕실천정재 등	곰팡이 번식 방지
건 재	Sealant 등	곰팡이 번식 방지
도목자재	급수 및 배수 파이프 방수 Sheet 등	세균 및 곰팡이 번식 방지
가전제품	가습기, 세탁기, 식기건조기 에어컨 등	세균 및 곰팡이 번식 방지
가 정 용 잡화품	화장실, 부엌용품 등	세균 번식 방지
식품 관련 제품	정수기, 필름, 도마 과자용기 등	세균 번식 방지
전자 제품	전선피복, 프린트 배선 기판 등	곰팡이 번식 방지
섬유제품	부직포, 카펫, 양말 등	세균 및 곰팡이 번식 방지

기 위해서는 가격경쟁, 안정성이 입증된 항균제 선정, 적절한 가공방법 확립, 실제 제품에 대한 항균효능 입증 등이 종합적으로 검토되어야 한다. 국내의 경우 아직은 항균플라스틱 제품의 종류와 수요가 많지 않지만 현재 위생환경 제품에 대한 소비자의 인식이 변화하고 있으므로 제품 응용시 항균제품의 안정성 및 항균 효능이 입증된다면 향후 항균제품의 시장이 활성화 될 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Yoshiyuki Inoue, Bactericide & Fungicide for a Comfortable Environment, CMC, 1992.
2. 弓削治, 抗菌防臭, 纖維社(株), 1989.
3. 中島照夫, 染色工業, 37(5), 224 (1988).
4. 선우상사, Plastic Science, Feb., 130 (1994).
5. 杉浦光治, 월간플라스틱 코리아, 27(10), 135 (1993).
6. 井上眞由美, Plastic Science, Feb., 67 (1991).
7. 井上眞由美, Plastic Science, Feb., 67 (1991).
8. 矢野經濟研究所, 抗菌プラスチック加工製品の潜在市場と用途開發, May (1993).
9. 野村生次, 플라스틱스, 45(11), 76 (1993).