

항균기능정보가 각인된 플라스틱 저장용기의 항균 특성에 관한 연구

방건웅, 김강녕*, 김희정**
한국표준과학연구원, *뉴라이프 생명과학연구소, **경원생명과학연구소

A Study on the antibiotic properties of plastic containers templated with antibiotic functional information.

Gun-Woong Bahng, Kang-Nyung Kim* and Hee-Jung Kim**
Korea Research Institute of Standards and Science, *New Life Bio-Science Research Institute,
**Kyungwon Bio-Science Research Institute

Abstract

To enhance antibiotic function of plastic containers, many methods have been applied. Most of the methods utilize antibiotic properties of antibiotic substances such as silver containing chemicals. Sometimes antibiotic substances are used without long term stability test as food container additives. Basically, this kind of methods is not safe since it is based on the antibiotic properties of the material itself and hence direct contact between food and container additives is unavoidable to obtain antibiotic effect. In this paper, a new concept of information templation was applied to make food containers with antibiotic function. It has been known recently that water memorize informations and this information could be templated to other materials through appropriate methods. One of the participating company developed this method to template informations onto plastic materials. Food containers were produced using this plastic chips and experimental results showed that antibiotic functional information templation method is effective for practical application. Results and discussions are reported in this paper.

Key words : antibiotic container, functional information templation, information templated water.

서론

지금까지 항균기능성 용기를 제작하는 방법으로서 알려진 것은 항균물질을 플라스틱 원료에 혼합하여 제품을 사용하면서 항균물질이 조금씩 용출되도록 하는 방식이다.⁽¹⁾ 그러나 이러한 방식은 식품보존용기에 사용하기에는 부적절한 방법이며 비록 식품과 관련된 용기가 아니더라도 일상 주변에서 사용하는 플라스틱 제품에

강력한 유해성 항균물질이 섞여 있다는 것은 바람직한 일이 아니다. 설사 항균물질이 용출되지 않는다 하여도 장기적인 관점에서 볼 때는 안전성을 보장하기 어렵다.

본 연구과제에서는 이러한 문제점을 극복하고자 새로운 개념의 항균기능성 플라스틱 용기를 제조하여 그 특성을 평가하였다. 신 개념의 핵심내용은 플라스틱 용기의 주원료에 "항균기능" 정보를 각인(刻印)하여 이 원료로 만든 보존 용기가 항균기능을 갖도록 한 것으로서 항균물질을 첨가하는 것과는 차원을 달리하는 방법이다. 저자는 이와 같은 개념의 기술을 적용한 선도 유지 기능성 필름을 개발하여 그 결과를 이미 보고한 바 있

Corresponding author : Gun-Woong Bahng, Div. of
Chemical Metrology and Materials Evaluation, KRISS, PO
Box 102, Yusoung, 305-600, Korea

다.⁽²⁾ 실제로 최근 들어서 물이 분자물질로부터 방사되는 정보를 기억한다고 하는 사실이 속속 보고되고 있다.⁽³⁻⁵⁾

본 논문에서는 플라스틱 물질에 정보 각인을 시도하여 그 효능이 검출되는가를 연구하였다. 정보를 각인하는 과정은 정보원이 되는 물질, 정보를 전달하는 매개체, 정보를 각인하는 방법 등이 핵심적인 요소가 된다. 본 연구에서 사용된 정보원은 항균기능정보를 지니고 있는 물질로서 식물에서 추출한 사포닌 계열의 물질을 중심으로 하는 혼합물이며 현재로서는 기업의 노우하우에 속하는 부분이어서 공개할 수 없으나 그 동안 촉매제(bio-catalyst)라는 이름으로 언론매체에 수 차례 보도된 바 있다.^(6,7) 앞으로 신 개념에 바탕을 둔 플라스틱 용기의 항균기능에 대한 기전을 규명하는 연구가 계속된다면 이 분야의 기술이 크게 발전할 것으로 예상된다.

이론

물질의 반응에 있어서 물질간의 접촉에 의한 화학적 반응만이 있는 것은 아니며 물질이 전혀 없어도 물질의 정보가 다른 매체에 의해 유지되고 있다면 다른 매체를 통하여 물질이 있는 것과 같은 결과를 얻을 수 있다고 하는 것이 최근에 Benveniste에 의해 밝혀진 바 있다.⁽⁸⁾ 면역학에 대한 연구를 하는 과정에서 이를 확인하게 된 그는 이를 설명하기 위한 기전으로서 "전자기 정보 생물학"(Digital Biology)의 개념을 제안하였다. 어떤 특정 물질이 인체 내에 흡수된 다음에 약리적 반응을 일으키는 기전에 대해서 종래에는 물질의 기하학적 구조와 인체 내에서 이에 반응하는 수용체(receptor)의 구조가 음양의 짝이 맞으면 결합되어 약리 물질의 정보가 전달되면서 반응이 일어난다고 하였다. 그러나 실질적으로 체내에 흡수된 약리 물질이 짧은 시간 안에 그 수많은 종류의 수용체(receptor)와 일일이 맞추어 본다는 것은 불가능하며 이에 대한 대안으로서 그는 주장하기를 수용체가 인체에 흡수된 물질로부터 방사되는 미약 전자기파로부터 약리 성분에 대한 정보를 수신하여 반응을 보이는 것이라고 하였다. 그림 1은 그의 이론을 종래의 이론과 비교하여 나타낸 것으로서 미약 전자기파의 역할을 알기 쉽게 설명하고 있다.

만약 이 이론이 맞다면 약리적 정보만을 따로 추출하여 전송하고 수신한 쪽에서는 이 정보를 물에 각인

한 다음에 이 물을 이용하여 실험을 수행한다면 약리적 반응을 관찰할 수 있지 않을까하고 착상한 그는 물질의 정보를 채록하는 기술을 개발하였고 이 정보를 인터넷을 이용하여 송신한 다음에 수신한 정보를 물에 각인하여 생체반응을 관찰하는 실험을 수행하였다. 혈압강화제인 아세틸콜린(acetylcholine)을 포함하여 30여종 이상의 물질에 대해 같은 실험을 반복한 결과 약리물질의 정보만을 채록하여 따로 전송하여 보내는 것이 가능한 것으로 나타났다.^(9,10)

이와 비슷한 내용으로서 Callahan은 성호르몬의 일종인 페로몬(Pheromone)에 대한 실험을 통하여 주장하기를 자연계의 생물들은 미약한 전자기파를 이용하여 정보를 주고받는다고 하였다. 또한 곤충들의 더듬이는 물질로부터 방사되는 주파수 대역을 수신하는데 알맞은 형상을 가지고 있다는 것을 밝히기도 하였다.⁽¹¹⁾ 최근에는 회전장(Torsion Field) 이론으로 물의 정보 기억 능력을 설명하려는 시도도 이루어지고 있다.^(12,13)

물질로부터 방사되는 미약 전자기파를 직접 활용할 수 있다면 물질이 없어도 물질이 있는 것과 같은 효과를 거둘 수 있다. 미약 전자기파에는 물질의 특성에 대한 정보가 실려 있으며 음파가 카세트 테이프에 기록되듯이 이 전자기파는 물에 잘 새겨지는 것으로 알려지고 있으며 그 기전에 대해서는 이미 몇몇 사람들이 발표한 바 있다.⁽¹⁴⁾ 특히 정보의 매체가 되는 물의 구조에서 유래되는 dipole 특성이 중요한 역할을 하는 것으로 드러나고 있으며 물에 용해되어 있는 미네랄에 따라서 물의 cluster 구조가 달라지는 것으로 보고되고 있다.⁽¹⁵⁾ 일본에서 개발된 파이 워터도 물에 철 이온을 첨가하여 정보의 각인이 쉽게 이루어지도록 만든 것으로 추정된다.^(16,17)

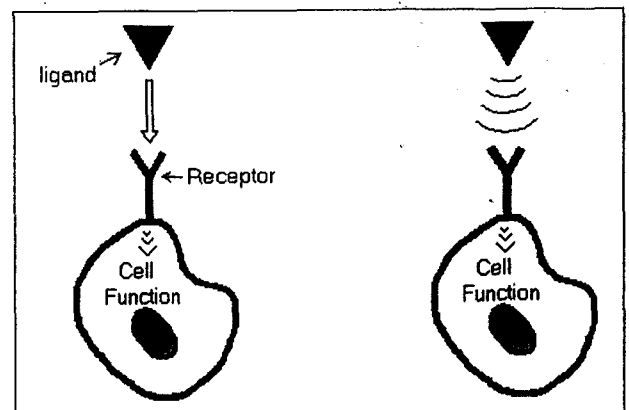


그림 1. 분자물질의 체내 작용 기전에 대한 "전자기 정보 생물학(digital Biology)"적 모델에 대한 설명.

국내에서도 미약 전자기파를 이용하여 기능정보를 물에 각인하여 활용하는 연구가 여러 사람들에 의해 진행되고 있다.^(18,19) 미국과 일본에서 개발된 MRA⁽²⁰⁾나 QRS⁽²¹⁾, 그리고 국내에서 개발된 BRS 장치도 정보 전사장치의 일종이며 기능 정보 각인 정보수도 이미 몇 종류가 시판되고 있다.^(22,23)

본 연구에서는 항균특성을 나타내는 물질로부터 정보를 채록하여 이를 물에 새긴 다음에 이 물을 이용하여 플라스틱 원료 수지에 정보를 각인하고 이 수지로 제조된 용기의 항균특성에 대한 실험을 수행하였다. 특히 항균 특성이 항균물질의 용출에 의한 것이 아니라는 것을 확인하기 위하여 기존의 항균 기능성 플라스틱과 비교 실험을 하면서 72시간 동안 물에 담구어 항균 기능성 물질이 대부분 용출된 다음에 나타나는 특성의 변화를 중점적으로 관찰하였다.

실험방법

기능정보수의 제조

정보각인의 과정은 우선 원하는 특성을 가지고 있는 물질을 선정하는 것으로부터 시작한다. 인체에 유해하지 않은 천연물질을 사용하는 것이 최종 제품을 사용하는데 있어서도 유리하다. 본 연구에서는 항균기능이 있는 사포닌 계열의 물질을 정보원으로 선택하였으며 물에 용해되는 특성도 감안하였다. 정보원으로 사용한 물질의 급성 독성시험과 피부자극 시험을 실시한 결과 무독한 것으로 나타났다.⁽²⁴⁾

사포닌 계열의 분자물질을 중심으로 하는 혼합물을 한번에 10배씩 단계적으로 희석하면서 용질의 검출 한계인 10^{-12} 이하보다 훨씬 낮은 수준으로까지 농도를 낮추어 기능 정보수를 제조하였다. 최근 러시아의 Iliia Rozin이 수행한 연구 결과에 따르면 단백질의 일종인 알부민을 넣은 시험관을 순수한 물인 정제수를 넣은 시험관의 옆에 20분간 둔 다음에 온도 변화에 따른 적외선 분광 분석을 실시한 결과 비교용의 정제수는 단순 증가양상을 보였으나 알부민 용액과 그 옆에 두었던 시험관의 정제수는 같은 양상을 보이는 경향이 나타났다. 옆에 두기만 하여도 알부민 단백질의 정보가 정제수로 전해졌음을 알 수 있다.⁽²⁵⁾ 이것은 지금까지 전통적으로 사용되어 온 정보각인 방식인 "세차게 흔들기(sucussion)"

와는 다른 방식의 정보각인 방식이 개발될 수 있다는 것을 시사하는 내용이다.

실험용 시편의 제조 및 특성평가

위의 정보각인과정을 거쳐 만들어진 기능 정보수를 실제로 활용하는 단계에서는 100배로 더 희석하여 사용하였다. 우선 실험용 용기를 제조하는데 쓰이는 수지 원료를 스테인리스 용기 위에 펼친 다음에 스프레이로 분무하여 건조실에 넣어 두었다. 건조실에는 원적외선 램프를 설치하여 원료 수지가 신속하게 건조되도록 하였으며 건조가 완료된 칩으로 실험용 용기를 제조하였다. 용기는 전문제조업체인 K사의 협조아래 현장생산라인을 이용하여 직접 제조하였다. 만들어진 실험용 용기와 아무 처리도 하지 않은 원료를 이용하여 만들어진 용기를 대조용 용기로 선택하여 실험용 시편을 준비하였다. 여기에 더하여 세라믹 분말이 섞인 상용 제품과도 항균 특성을 비교하기 위하여 시편을 같이 준비하였다.

항균특성 실험은 원사 직물 시험연구원에 의뢰하여 수행하였다. 시험에 사용된 공시 균주는 대장균(*Escherichia coli*, ATCC 25922)이었으며 "shake flask method" 방법으로 시험 균 액을 제조하였다. 사방 1cm에 두께 0.2mm의 시편 30개를 플라스크에 넣고 생리식염수 용액과 함께 25℃에서 분당 150회씩 계속 흔들면서 두었다가 일정 시간이 경과한 후 100ml를 추출하여 25℃에서 agar plate에 24시간 정치 배양한 후에 균 수를 세는 방법으로 항균 특성을 평가하였다. 시료의 접촉 표면적은 총 60cm² 이었다.

항균 기능성 용기의 대부분은 항균물질을 용기 제조 원료물질과 혼합하여 항균물질이 시일을 두고 서서히 용출 되도록 하여 항균효과를 거두는 방식이다. 따라서 항균물질이 모두 용출 되면 항균 기능이 떨어지게 된다. 그러나 정보가 각인된 용기라면 항균물질이 용출 되는 환경에 오래 두어도 항균기능이 떨어지는 현상이 나타나지 않을 것으로 추정할 수 있다. 이를 확인하기 위하여 상용의 항균 기능성 도마제품과 비교 실험을 실시하였다. 시험 순서는 위의 방법으로 1차 시험을 끝낸 다음에 시편을 증류수에 넣고 25℃에서 72시간 동안 분당 150회 흔들면서 씻어 낸 다음에 시편을 꺼내어 다시 1차 시험과 같은 과정을 반복하면서 항균 특성을 평가하였다.

결과 및 고찰

우선적으로 기능 정보가 각인 된 후에 얻어진 원료 수지에서 항균 특성이 관찰되는가를 검증하기 위한 예비 실험을 실시하였다. 폴리프로필렌(PP)과 폴리에틸렌(PE)의 두 종류 원료 수지에 대해서 대장균을 이용하여 실험한 결과는 다음의 표 1과 같았다. Blank는 정보 각인 처리를 하지 않은 순수한 원료 수지이다. 증식 억제율은 Blank 시편을 기준으로 하여 계산하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$\text{증식 억제율 (\%)} = \frac{(\text{Blank 균수} - \text{시험구 균수})}{\text{Blank 균수}} \times 100$$

예비 실험 결과로부터 원료 수지에 기능정보가 성공적으로 각인되었음을 알 수 있다. 기능 정보가 각인된 시편에서 관찰되는 특성 중의 하나는 100% 억제율이 관찰되지 않는다는 점이다. 이것은 기능 정보에 의한 세균 증식 억제 특성이 독성 물질을 분비하여 세균을 죽이는 것과는 그 기제가 다르기 때문인 것으로 추정할 수 있다.

기능 정보가 각인된 원료 수지로 압출 등의 가공 공정을 거쳐 상용 제품을 만들었을 경우에도 기능정보가 손실되지 않고 유지되는가를 확인하기 위한 1차 실험을 실

시하였다. 1차 실험에서 사용된 시편의 재질은 고밀도 폴리에틸렌(HDPE)이었으며 혹시 있을지도 모를 가소제 등의 영향을 확인하기 위하여 가소제 등이 전혀 섞이지 않은 순수한 "Blank" 시편을 준비하였다. 통상적인 공정을 거쳐 만들어져 가소제 등이 섞인 제품을 Control로 잡았으며 KB는 기능 정보가 각인된 원료를 이용하여 만들어진 시편을 의미한다. 비교를 위하여 항균 기능이 있는 것으로 알려진 세라믹 분말 혼입 제품에서도 시편을 준비하였다. 표 2는 실험 결과이다.

위의 실험 결과를 보면 기능 정보가 각인된 원료 수지로 제조한 제품에서도 여전히 그 기능정보가 유지되고 있음을 확인할 수 있다. 또한 균 성장 억제율이 세라믹 분말이 혼입된 수지 제품보다 높은 것을 알 수 있다. 항균 기능성 수지의 억제율 71.9%는 표 1의 결과와 비교하여 볼 때 유사한 결과라고 할 수 있다. 2차 실험에서는 시편과 균 용액의 접촉 시간을 길게 하고 균의 종류도 대장균과 녹농균의 2종에 대해 항균 특성을 실험하였다. 표 3과 4는 그 결과이다.

대장균과 녹농균에 대한 실험결과 항균 기능 정보가 각인된 시편에서는 균의 종류에 관계없이 항균 특성이 나타나는데 비하여 세라믹 분말이 혼입된 시편의 경우에는 항균 기능이 대장균에서는 거의 나타나지 않았으나 녹농균에서는 그 기능이 상당히 나타나고 있는 것을 볼 수 있다. 또한 시간대별 억제율의 변화 추이를 보면 72

표 1. 기능 정보 각인 처리를 한 뒤의 원료 수지의 항균 특성.

시편 구분	균수 (x 10 ⁵)				
	0 hr	24 hr	48 hr	72 hr	96 hr
Blank	5.1	210	240	0	0
KB-PP	5.1	55	54	73.8	77.5
KB-PE	5.1	65	61	69.1	74.5

표 2. 제품을 만든 뒤의 항균 특성 실험 결과.

시편 구분	균수 (x 10 ⁵)		억제율 (%)
	0 hr	24 hr	
Blank	5.9	57	0
Control	5.9	42	26.3
KB-HDPE, #1	5.9	16	71.9
Ceramic, #1	5.9	41	28.1

표 3. 대장균에 대한 항균 특성 실험 결과.

시편	균수 (x 10 ⁵)				억제율 (%)		
	0hr	24hr	48hr	72hr	24hr	48hr	72hr
Blank	5.7	15	140	820	0	0	0
Control	5.7	14	120	1,100	6.7	14.3	-34.5
KB-HDPE, #2	5.7	2.6	13	270	82.7	90.7	67.1
Ceramic, #2	5.7	14	110	720	6.7	11.4	12.2

표 4. 녹농균에 대한 항균 특성 실험 결과.

시편	균수 (x 10 ⁵)				억제율 (%)		
	0hr	24hr	48hr	72hr	24hr	48hr	72hr
Blank	5.1	63	2,300	3,400	0	0	0
Control	5.1	49	2,300	2,300	22.2	0	32.4
KB-HDPE, #2	5.1	11	190	1,300	82.6	91.7	61.8
Ceramic, #2	5.1	36	520	1,600	42.9	77.4	52.9

시간이 되면서 다소 감소하는 경향이 있는 것으로 보인다. 대장균에 대한 실험에서는 control 시편에서 오히려 균의 증식이 blank에 비하여 촉진된 것을 볼 수 있다.

시편의 소재를 폴리프로필렌(PP)로 바꾸어서 실험한 결과는 표 5와 같았으며 항균 기능이 소재의 종류에 영향을 받지 않는다는 것을 알 수 있다. 지금까지의 결과들을 종합할 때 기능 정보 각인에 의해 얻을 수 있는 항균 억제율은 대략 70~80% 사이인 것으로 추정된다.

다음으로는 항균 특성이 항균물질의 용출에 의한 것인지 여부를 알아 보기 위하여 시편을 72시간 동안 씻어내고 항균 특성을 관찰하였다. 시편으로는 가스제 등이 전혀 첨가되지 않은 순수한 원료 수지인 폴리프로필렌(Polypropylene)만으로 제조한 것(Blank), 실험용 용기를 제조한 K사의 PP 용기 제품에서 취한 것(Control), 기능 정보가 각인된 PP 수지를 100% 원료로 하여 제조한 용기에서 취한 것(KB-PP), 기능 정보가 각인된 수지 10%에 순수한 PP 수지 원료를 90% 혼합하여 제조한 용기에서 취한 것(KB-10%, PP), 그리고 항균기능성 도마에서 취한 것(K-CB)으로 준비하였다. 항균 기능성 도마는 K사에서 국내의 L기업으로부터 공급받은 항균 화학제를 사용하여 만든 상용 제품이다. 실험 결과는 다음의 표6과 같았으며 그림 2는 이 결과를 막대 그림으로

나타낸 것이다.

표6의 결과로부터 항균 화학물질을 혼합하여 항균 기능이 발휘되도록 만든 도마에서는 항균 물질이 씻겨 나갈 때 따라 항균 기능이 100%에서 72%, 31%로 급격하게 저하되는 것을 알 수 있다. 이와 달리 정보가 각인된 원료 수지로 만들어진 용기에서 얻어진 시편에서는 수세(水洗)여부에 관계없이 증식 억제율이 여전히 70~80% 수준이었다. 이것은 두 가지 의미를 가지고 있다. 우선 항균 기능이 물질로부터 직접 얻어지는 것이 아니므로 물로 씻어 내는 것과는 관련이 없다는 것과 원료 수지의 농도를 10% 수준으로 낮추어서 용기를 제조하여도 항균 기능이 여전히 발휘된다고 하는 점이다. 이 결과는 정보가 제대로 새겨지기만 하면 정보에 의한 기능은 거의 그대로 발휘된다고 하는 것을 의미한다. 따라서 정보각인에 의한 제조법에서는 임계농도가 있을 것으로 추정할 수 있다. 비유한다면 마이크 음성 전류의 변동을 일으킬 정도로 강한 음압(音壓)이 필요하며 그 이상의 음압에서는 큰 목소리거나 작은 목소리거나 상

표 5. 폴리프로필렌(PP) 소재의 항균 특성 실험결과.

시편 구분	균 수 (x 10 ³)		억제율(%)		
	0 hr	48 hr	24 hr	48 hr	72 hr
Blank	5.7	210	290	0	0
Control	5.7	190	290	9.5	0
KB-HDPE, #2	5.7	47	58	76.7	80.0
Ceramic, #2	5.7	56	72	73.3	75.2

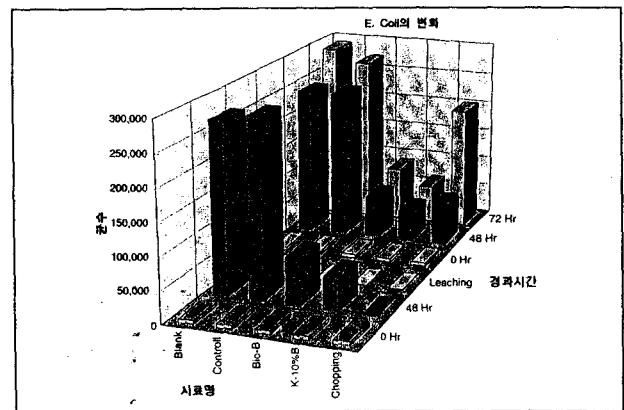


그림 2. 1차 실험 후 시편을 72시간 동안 씻어 낸 뒤의 2차 항균 특성 실험 결과.

표 6. 1차 실험 후 시편을 72시간 동안 씻어 낸 뒤의 항균 특성 실험 결과.

시편	1차 실험 결과			72시간 수세 후 2차 실험 결과				
	균 수 (x 10 ³)		억제율(%)	균 수 (x 10 ³)			억제율(%)	
	0 hr	48 hr	48 hr	0 hr	48 hr	72 hr	48 hr	72 hr
Blank	5.4	270	0	5.1	240	290	0	0
Control	5.4	280	0	5.1	240	270	0	7
KB-PP	5.4	73	73	5.1	68	87	72	70
KB-10%, PP	5.4	51	81	5.1	50	61	79	79
K-CB	5.4	0.02	100	5.1	67	200	72	31

관 없이 같은 내용이라면 정보가 그대로 전달되는 것과 같다고 할 수 있다.

임계농도를 확인하기 위하여 농도별로 다음과 같은 실험을 실시하였다. 두 번에 걸쳐 나누어 실험한 결과는 다음의 표 7, 8과 같았으며 시편의 내용은 위의 설명과 같고 다만 수지의 종류를 저밀도 폴리에틸렌(LDPE)로 바꾸었다. 1차 실험에서는 시편의 혼합 농도를 0.5%로부터 위로 5%의 범위에 걸쳐 실시하였으며 1차 실험 결과 농도에 따른 차이를 볼 수 없었기 때문에 2차 실험에서는 0.5%로부터 아래로 0.05% 까지 농도 변화를 주면서 실험을 실시하였다.

위의 결과를 분석하여 보면 항균 기능 정보가 각인된 원료 수지의 혼합량이 줄어들면서 0.2% 농도를 전후하여 억제율이 줄기 시작하는 것을 볼 수 있다. 그 이상의 농도에서는 기능 정보가 각인된 수지를 많이 섞는다 하여도 항균 특성이 향상되지 않는다. 이것은 양(量)의 개념을 바탕으로 하는 물질적 관점에서는 해석하기 어려운

특성이다. 물에 정보를 각인하여 실험한 사례를 보면 10^{12} M농도의 히스타민(Histamin) 용액에서는 진탕을 한 다음에 이 용액을 이용하여 실험을 하면 피부반응이 관찰되었으나 10^{15} M 농도에서는 아무리 진탕을 하여도 피부반응이 나타나지 않았다.⁽⁷⁾ 참고로 히스타민에 의한 피부반응이 관찰되려면 10^{17} M 농도 이상이 되어야 하는 것으로 알려져 있다. 다시 말하여 물질의 특성에 대한 정보가 물에 기록되기 위해서는 임계 농도 이상의 정보원 물질이 있어야 하며 일단 정보가 각인되면 그 다음에는 이 물을 계속 희석하여도 정보가 계속적으로 유지된다. 그러나 정보원 물질의 농도가 임계값 이하이면 그 정보의 세기가 약하여 정보가 제대로 물에 각인되지 못하며 따라서 기능 정보와 관련된 반응도 관찰할 수 없다.

요약

본 연구에서는 새로운 개념의 항균처리 기술을 도입하여 항균 물질을 플라스틱 용기에 혼입하지 않고도 항균기능이 발휘되도록 하는 기술을 개발하고자 하였다. 기술의 요체는 항균기능정보를 물에 각인한 다음에 이를 플라스틱 제조용 원료 수지에 전사하여 최종 제품에서도 같은 기능이 나타나도록 한 것이다. 이러한 개념에 입각한 기능 정보 각인 기술의 실용화 가능성을 검토하기 위하여 시제품을 만들어 항균 실험을 수행한 결과 세균 증식 억제율이 75% 전후의 수준인 것으로 나타났다. 앞으로 이러한 기술이 보다 더 다듬어지고 그 작용기전이 밝혀진다면 더욱 뛰어난 제품이 개발될 가능성이 높다고 하겠다.

표 7. LDPE 소재 제품을 대상으로 한 1차 실험 결과

시편	균수		억제율(%)
	0 hr	24 hr	
Blank, LDPE	6.3×10^3	2.5×10^5	0
Control (K사 제품), LDPE	6.3×10^3	2.4×10^5	4
KB-0.5%, LDPE	6.3×10^3	4.2×10^2	99.8
KB-1%, LDPE	6.3×10^3	3.2×10^2	99.8
KB-2%, LDPE	6.3×10^3	3.9×10^2	99.8
KB-3%, LDPE	6.3×10^3	4.3×10^2	99.8
KB-5%, LDPE	6.3×10^3	6.4×10^3	97.4

표 8. LDPE 소재 제품을 대상으로 한 2차 실험 결과

시편	균수		억제율(%)
	0 hr	24 hr	
Blank, LDPE	5.9×10^3	2.8×10^5	0
Control (K사 제품), LDPE	5.9×10^3	2.4×10^5	14.3
KB-0.05%, LDPE	5.9×10^3	7.8×10^4	72.1
KB-0.1%, LDPE	5.9×10^3	8.2×10^4	70.7
KB-0.2%, LDPE	5.9×10^3	5.3×10^4	81.1
KB-0.3%, LDPE	5.9×10^3	1.2×10^4	95.7
KB-0.4%, LDPE	5.9×10^3	3.0×10^4	89.3

감사의 말

본 연구과제는 과학기술처의 1996년도 특정 연구개발 사업에 의해 수행되었음을 밝힙니다.

참고문헌

1. Toray Research Center : "New Development in Functional Packaging Materials, Tokyo, pp. 258-269

- (1991)
2. 방건웅, 김희정, 김강녕 : 선도유지 기능정보가 각인된 PE 필름의 식품보존 특성, 한국포장학회지, 5(1), 1 (1999)
 3. Singh, S. P. et. al.: Athermal physiological effects of microwaves on a cyanobacterium *Nostoc muscorum*: evidence for EM-memory bits in water, *Med. & Biol. Eng. & Comput.*, 32, 175-180 (1994. 3)
 4. Davenas, E., et. al.: Human basophil degranulation triggered by very dilute antiserum against IgE, *Nature*, 333, 816 (1988)
 5. Endler, P. C., et. al.: The effect of highly diluted agitated thyroxine on the climbing activity of frogs, *Vet. Human Toxicol.* 36(1), 56-59 (1994)
 6. 유태현: 신바이오 물질 개발한 신데렐라 기업인, *뉴스메이커*, 73, 36 (1994. 5. 12)
 7. 조영권: 첨단소재 케달리스트 개발한 무명 중소기업 경원엔터프라이즈, *주간매경*, 28 (1994. 9. 14)
 8. Benveniste, J.: www.digibio.com
 9. Senekowitsch, F., et. al.: Hormone effects by CD Record/Replay, *FASEB. J(A)*, 9, A392 (1995)
 10. Benveniste, J., Jurgens, P., Assa, J.: Digital Recording/Transmission of the Cholinergic Signal, *FASEB. J(A)*, 10, A1479 (1996)
 11. Callahan, Philips S.: *Tuning in to Nature*, The Devin-Adair Co., Conn. pp.165-178 (1975)
 12. Shipov, G. I.: *A Theory of Physical Vacuum*, International Institute for Theoretical and Applied Physics RANS, Moscow (1998)
 13. Binhi, V. N. : On structural defects of liquid water in magnetic and electric fields, *Biomedical Radioelectronics*, 2, 7-16 (1998)
 14. Giudice, Del E., et. al. : Water as a free electric dipole laser, *Phy. Rev. Let.*, 61, 1085 (1988)
 15. 川田 薫 : シリケート四面體の生體に及ぼす影響, *The J. of Subtle Energy Res.*, 1(1), 19-28 (1996)
 16. 山下 昭治 : 二價三價鐵鹽配合物およびその製造法, *日本公開特許公報*, 昭61-76267 (1984)
 17. 山下 昭治 編 : *生命科學の原點と未來*, 造型社, 東京 (1986)
 18. 방건웅 : 미약자기공명분석의 역사와 원리, 제3차 응용미약 자기에너지학회 학술대회 발표논문집, 81-96, 서울 (1997)
 19. 유상구 외 : BRS 생체정보 분석방법의 정확도 확인 연구, *한국정신과학학회지*, 2(2), 51-55 (1998)
 20. 江本 勝 : *波動時代への序幕*, (株)サンロード, 東京 (1993)
 21. 中村 國衛 : 微弱エネルギー測定装置の原理と機能, *The J. of Subtle Energy Res.*, 1(1), 13-18 (1996)
 22. 로비스(Lovis) 워터 홍보자료 ; (주)뉴 라이프
 23. 레민다 워터 홍보자료 : (주)씨-스텝
 24. 한국화학시험연구원 시험 성적서, TK-01851 (1998. 3. 24.)
 25. 박병운 외 : *氣와 21세기*, 양문, 서울, p.20, (1998)