

식물성유산균으로 발효한 천연항균제 식물성유산균발효액에 관한 연구

A study on the natural preservative(Lactobacillus-fermented antimicrobial solution), fermented with plant originated lactic acid bacteria

류병희*, 심관섭, 최혜영, 하월규
Ryu Byung Hee*, Sim Gwan Sub, Choi Hye Young, Ha Woel Kyu

대상 FNF(주) 한국식신선연구소
R&D center, Daesang FNF Co., Ltd

I. 서론

1. 천연항균제의 개발배경

최근 산업이 발전함에 따라 식생활 문화가 많은 변화를 초래하고 있다. 소비자들의 건강욕구 증대에 따라 화학적 합성보존료 및 산화방지제의 사용에 많은 제약과 이목이 집중되고 있어 이를 대체 하려는 움직임이 활발한 것으로 알려져 있으며 그 대상이 되는 천연 항균성 물질은 avidin, lysozyme과 같은 단백질 성분과 탄소수가 12~18개의 지방산들이 많은 관심을 받고 있다. 이 외에 항균효과를 갖는 정유성분이 식품 미생물에 항균효과가 있음이 보고되어 다양한 생약재에 대한 연구가 이루어지고 있으나 폭넓은 항균작용과 식품보존제로서 가져야 할 식품과의 조화(무미, 무취), 적절한 사용량 등 식품산업 적용시 고려되어야 할 여러 요소를 만족시키는 성분은 거의 없는 것으로 알려져 더 많은 연구가 필요한 실정이다.

식생활의 간편화로 각종 가공식품이나 인스턴트 식품의

섭취가 증가되고 있으며, 가공식품의 상품성과 안전성을 높이기 위해 산업체에서는 nitrite, sorbic acid, sodium metabisulfate와 염소제 등의 식품 첨가물을 사용하는 경우가 많이 보고되고 있다.

식품첨가물을 사용하는 방법이외에도 가공식품의 저장기간 연장을 위하여 가열, 초고압, 방사선, puls electric fields 등 물리적 방법이 식품보존방법으로 사용되고 있다. 식품에 사용되는 식품첨가물의 70%이상이 화학적으로 합성된 첨가물이라는 사실은 대부분의 소비자들에게 안전성에 대한 부정적인 견해를 갖게 한다. 그렇지만 보존료를 첨가하여 저장기간을 연장한 식품의 시장은 계속적으로 증가하고 있으며, 이들의 안전성에 대한 논의도 끊이지 않고 있다. 따라서 안전한 천연보존제의 개발과 이용에 대한 소비자의 요구가 증대되고 있으며, 다양한 천연항균제에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 천연항균제는 소비자의 기피현상을 유발시키지 않으면서, 가공식품의 안전성확보와 유통기간 연장이라는 측면에서 매우 중요하다.

*Corresponding author: Ryu byung Hee
R&D center, Daesang FNF Co., Ltd
125-8, Pyogyo-ri, Majang-myeon, Icheon-si, Gyeonggi-do, Korea 467-813
Tel: +82-31-639-2340
Fax: +82-31-639-2339
e-mail: ryubh@daesang.co.kr

2. 천연항균제의 필요성

현대 소비자들의 경우 천연성(natural), 안전성(safe) 및 복합적인 건강 유효성(multi-health benefits)이 겸비된 제품들을 선호하는 경향이 있기 때문에 식물유래 천연식품 보존제가 첨가된 채소류 역시 이 같은 소비자들의 요구에 부응할 것으로 여겨진다. 그러나 천연물 소재를 활용하는 천연식품보존제 개발 기술은 현재 국내적으로 미약한 상황으로, 안정성과 기능성을 지니는 천연식품보존제를 개발하고 상품화함으로써 기존 보존료 시장에서 뒤떨어진 국내 기술을 농업분야에서 만회하는 한편 세계시장에서 우위를 점할 수 있는 천연물 활용 기술 개발의 연구가 더욱이 필요한 실정이다

식품의 원료, 가공, 저장, 유통 중 발생하는 부패성 및 유해 미생물에 의한 오염과 균의 증식 정도는 국민건강은 물론 식품의 보존기간과 부패 유형의 중요한 인자로 작용하며, 이로 인한 식품의 변질을 막기 위해 다양한 방법(가열처리, 냉장, 냉동, 보존제 첨가, 방사선 조사 등)이 이용되고 있다.

이중 식품보존제는 식품의 보존을 목적으로 첨가되는 것으로, 주로 각종 합성보존제를 이용하여 저장기간의 연장을 시도하고 있으나, 살균제, 방부제나 식품보존제들은 체내에 축적되고 해를 입히는 잔류성 문제로 인해 갈수록 인류의 보건에 치명적이며 생명을 위협하고 있다. 특히 식품의 국제화시대에 있어서 살균제, 소독제 및 식품보존제의 과량 사용은 수출과 수입시 가장 큰 문제로 대두되고 있다. 따라서, 식품보존을 위해 유해 살균제와 소독제, 식품보존제를 남용함으로써 발생할 수 있는 부작용 및 잔류성 문제를 해결하고, 이와 동시에 유해 미생물의 증식으로 인해 발생할 수 있는 식중독의 발병을 감소시킬 수 있는 천연 유해 미생물 생육 억제제가 절실히 요구되고 있다.

식품산업에 사용되는 천연항균물질로는 동물이나 식물에 천연으로 존재하는 특정 단백질 및 효소류, 갑각류의 키틴질에서 추출한 키토산, 유기산, 식물의 정유 및 미생물에서 유래된 nisin, polylysine, natamycin 등이 있다.

미국에서는 인간이 장기간 식용으로 사용되었던 천연물을 그대로 이용하거나 추출하여 보존제로 사용하는 경우 이를 generally recognized as safe(GRAS) list로 분류하여 관리하고 있으며 이러한 GRAS list에 등재된 천연물에서 유용한 생리활성과 항균효과가 있는 물질에 대한 탐

색이 활발히 이루어지고 있는 추세이나, 이들 중에는 특유의 맛과 냄새, 자극성으로 인하여 식품에 적용하기 위해 관능적 측면에서 해결되어야 할 문제가 남아 있는 것도 있고, 항균력이 약하거나 항균스펙트럼이 좁아 아직까지 상품화 된 제품은 극히 일부에 지나지 않고 있는 상황이다.

이미 선진 외국에서는 선도에 영향을 미치지 않고 인체에 무해한 살균효과를 가지는 천연식품보존제 개발에 주력하고 있다. 전 세계적으로, 특히 선진화가 진행되는 국가들을 중심으로, 가공식품의 시장 규모는 향후 계속 확대될 것으로 예측되며, 이에 대한 국내 천연보존제 개발은 세계시장에서의 수요를 창출할 수 있을 것으로 기대한다.

전세계 살균제 시장은 2008년 기준 약 500 billion €로 추정되며 국내 살균제 시장은 2004년 250억원 규모로 성장속도를 고려할 때 2010년 500억원으로 예상하고 있다. 이 중 천연보존제의 경우 시장 규모는 사용 용도와 유통경로에 따라 그 차이가 있지만 약 10% 정도로 년 50억 정도의 시장규모로 향후 그 시장점유율은 확대될 것으로 기대한다. 향후 국민 소득의 증대에 따른 구매력 상승과 국민건강에 관한 지나칠 정도의 소비자 관심은 화학적 합성 보존료를 천연 보존료로 대체하기 위한 낙관적인 시장형성의 바탕으로 효과적인 천연보존료의 등장 시 그 시장은 폭발적으로 증가할 것으로 예상된다.

3. 유산균의 항균효과

유산균(lactic acid bacteria)은 자연계에 널리 존재하며 유산을 생산하는 미생물이다. 유산균은 직접 혹은 간접적으로 식품에 첨가되어 이들의 대사산물인 유산에 의하여 식품의 저장성을 향상시키며, 식품의 향미와 조직을 개선한다. 발효식품을 통하여 섭취된 유산균은 장내로 유입된 후 장내 상피세포에 착생하게 되어 병원성 미생물의 저해 및 길항작용, 면역활성의 증진, 암 발생률의 감소, 그리고 발암원인성 효소의 감소 등 숙주 동물에 많은 도움을 준다.

유산균은 bacteriocin이라는 항균물질을 생산하며, 인돌, 스키텔, 페놀, 아민 및 암모니아 등의 유해물질은 생산하지 않으면서 인간에게 유익한 젖산을 생산한다. 유산균은 동물의 장내에서 가장 많은 밀도로 존재하며, 특히 소화흡수가 일어나는 소장에서 우점균으로 자리 잡고 있다(1, 2).

유산균에는 대표적으로 카르노박테리움속(Carnobac-

terium), 엔테로코커스속(*Enterococcus*), 락토바실러스속(*Lactobacillus*), 락토코커스속(*Lactococcus*), 류코노스톡속(*Leuconostoc*), 페디오코커스속(*Pediococcus*), 스트렙토코커스속(*Streptococcus*), 테트라제노코커스속(*Tetragenococcus*), 바고코커스속(*Vagococcus*), 바이셀라속(*Weissella*) 및 비피더스속(*Bifidobacterium*) 균주 등이 포함된다(3). 특히 락토바실러스속 균주는 안전성이 우수하여 여러 연구에 사용되고 있으며 정상적으로 사람을 포함한 동물의 장관에 일정한 균총을 생성하고 면역증진작용, 유해독소의 중화 및 합성차단, 영양분의 소화흡수의 증대 그리고 여러 유익한 생리활성을 나타내는 것으로 이미 잘 알려져 있어 사람은 물론 동물에게도 많이 투여되고 있다.

따라서 유산균은 동서양을 막론하고 유제품, 육제품, 침채류 및 각종 젓갈류의 가공에 유용한 보조 수단 뿐만 아니라 생균제(probiotics)로도 이용되고 있다. 유산균이 여러 부패성 미생물 및 병원성 미생물에 대하여 생육억제 작용을 갖는 것은 몇가지 유산균이 갖는 대사적인 특성 때문이다.

첫째, 유산균이 생산하는 유산 및 초산과 같은 유기산은 중성 및 알칼리성에서 잘 생육하는 미생물에 대하여 bactericidal 작용을 가지며 강한 항균활성을 나타낸다. 둘째, 유산균이 호기적 조건에서 생육할 경우에 flavoprotein oxidase나 NADH peroxidase의 활성에 따른 과산화수소의 생성은 catalase 음성인 여러 균종들에 대하여 항균활성을 갖는다. 셋째, 유산균 발효제품의 대표적인 향미 성분 중의 하나인 diacetyl(2,3-butanedione)은 pH와 상호작용하여 병원성균을 포함하는 그람음성균과 효모에 대하여 강한 생육저해를 나타낸다. 넷째, 유산균 종들 사이에 널리 분포되어 있는 박테리오신 역시 미생물의 생육을 저해한다.

박테리오신(Bacteriocin)은 여러 종의 미생물이 생산하는 천연의 항균성 단백질(antimicrobial peptide) 또는 단백질 계의 물질로서 일반적으로 박테리오신을 생산하는 미생물과 형태, 계통학적으로 유사한 균종에 대하여 살균(bactericidal) 기작 갖는 물질을 말한다. 또한 항생제의 경우 사람에게 투여시 부작용이 있다는 단점이 있으나 박테리오신은 단백질로 이루어져 있어 인체에 섭취되는 즉시 소화기관의 단백질 가수분해 효소에 의해 분해됨으로써 인체에 무독성이고 잔류성이 없기 때문에 새로운 생물학적 보존제(biopreservative) 내지는 발효식품의 생물제

어제(bioregulator)로 그 효용이 기대되고 있다.

한편 유해 미생물에는 대표적으로 식중독을 일으키는 살모넬라 속균(*Salmonella* spp.), 스태필로코커스 에우리우스(*Staphylococcus aureus*), 장독성 대장균(enterotoxigenic *Escherichia coli*), 바실러스 세레우스(*Bacillus cereus*), 예시니아 엔테로콜리타카(*Yersinia enterocolitica*) 및 리스테리아 모노사이토게네스(*Listeria monocytogenes*)가 있으며 특히 스태필로코커스 에우리우스(*Staphylococcus aureus*)는 식중독뿐만 아니라 피부의 화농·중이염·방광염 등 화농성 질환을 유발하는 세균으로 널리 알려져 있다.

유해 미생물에 의한 감염증을 예방 또는 치료하기 위해 지금까지는 주로 합성 또는 천연 항생제를 사용하였다. 그러나 합성 항생제의 사용은 내성 및 잔류 등의 문제로 사용량에 대한 규제가 엄격한데다 장내 유익한 균총 또한 파괴하기 때문에 정상 균총에 의한 병원성 세균 감염에 대한 예방 효과를 잃게 한다. 또한 천연 항생제로 알칼로이드(alkaloid), 후라보노이드(flavonoid), 피토알렉신(phytoalexin), 항균 펩타이드, 유기산 및 지방산이 알려져 있지만 대부분은 색취, 안정성 저하, 좁은 항균 스펙트럼 및 제형상의 문제점으로 인하여 상용화되지 못하고 있는 실정이다. 이러한 문제점으로 인하여 유해 미생물에 대한 천연 항균제로 유산균이 크게 각광받을 수 있으나 실질적인 항균효과를 나타내기 위해서는 다음과 같은 특징들이 요구된다. 구체적으로 생존력이 우수해야 하며, 낮은 pH, 영양소 소비, 전위차 감소, 과산화수소 생산 및 항균물질 생산(예, 박테리오신) 등에 의한 유해 미생물 억제 능력이 우수해야 한다. 특히, 유산균을 이용한 항균제는 병원성 세균들의 생육을 저해함과 동시에 여러 가지 문제를 나타내는 항생제 사용량을 낮추며, 인체에 안전하기 때문에 식품 제조 과정에서 유용하게 사용될 수 있다.

한편 최근 들어 식품에 대한 소비자의 욕구는 신선하고 천연 그대로이며 방부제와 같은 화학물질을 지양하는 방향으로 향하고 있다. 수년전까지만 해도 이러한 것들은 오직 저온저장을 통한 식품유통에 의하여 해결될 수 있었으나, 저온성 병원균인 *Listeria monocytogenes*와 같은 미생물이 검출됨으로써 이 방법만으로는 식품의 안정성을 보장할 수 없게 되었다. 천연 단백질인 박테리오신은 식품에 있어서 최소의 열처리와 저온 유통으로 안정성을 확보할 수 있는 수단으로 인식되고 있다. 따라서 국내 및 국

의 많은 연구진들이 천연 발효식품으로부터 광범위한 항균범위를 갖는 박테리옌을 생산하는 유산균주의 탐색, 박테리옌의 생산성 향상, 및 응용성의 확대 등에 대한 연구를 지속적으로 수행해오고 있다. 특히 자체 독성이 없고 장내세균이나 소화효소에 의해 분해되며 생리적 pH에서는 불용성인 점 등의 안전성으로 인해 식품에 안전하게 사용할 수 있다.

II. 본론

1. 김치에서 항균력 우수 유산균 개발

김치 유산균에서 분리된 1000여개의 유산균들 중에서 유해 미생물의 생육을 저해하는 유산균을 개발하기 위하여, 내산성 및 내담즙성이 우수하며, 병원성 세균에 대한 항균 활성이 우수한 유산균 2종을 선발하였다(표 1). 선발된 유산균은 16S rDNA 동정결과 *Lactobacillus plantarum* DSR CK10과 DSR M2로 동정되었다. 또한 PCR 결과 *L. plantarum* DSR CK10과 DSR M2에서 *L. plantarum*이 생산하는 bacteriocin인 plantaricin 유전자를 확인하였으며(표 2, 그림 2), “신선유지를 위한 식물성 유산균 락토바실러스 플란타룸 DSR CK10, DSR M2 및 이의 용도”로 특허 출원하였다(KP 2009-00180086).

2. 천연항균제 식물성유산균발효액 개발

본 연구는 식물성 소재로 개발한 식물성 유산균배지를 이용하여 항균력이 우수한 유산균을 발효시킴으로써, 식물성유산균발효액을 개발하였다.

식물성 배지는 종래 유산균 배지로 사용되던 합성물질 또는 화학물질이 첨가되지 아니하고 식물성, 천연원료로 이루어져 있으며, 유산균의 생육활성이 매우 우수하다. 또한 식물성유산균(김치유산균)발효액은 병원성 세균인 *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella choleraesuis*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* 등 그람음성균 및 그람양성균에서 항균활성이 광범위하고 강력하게 나타났다(표 3, 그림 2).

3. 천연항균제 식물성유산균발효액의 항균 메커니즘 규명

식물성유산균발효액의 항균 메커니즘을 규명하기 위하여 주사 전자 현미경(Scanning electron microscopy, SEM) 촬영을 하였다. 병원성균인 *Bacillus cereus* KCCM12142를 대상으로 식물성유산균발효액을 처리 후 SEM 촬영한 결과 세포의 영양섭취를 억제하고 세포벽을

표 1. *Lactobacillus plantarum* DSR CK10와 DSR M2의 항균 스펙트럼

Indicator strains / Antimicrobial activity	Lactobacillus plantarum	
	DSR CK10	DSR M2
<i>Staphylococcus aureus</i> subsp. <i>aureus</i> KCCM11335	++	+
<i>Bacillus cereus</i> KCCM12142	+++	+++
<i>Bacillus cereus</i> KCTC3624	+++	+++
<i>Bacillus subtilis</i> KCCM32386	+++	+++
<i>Listeria monocytogenes</i> KCTC3569	+++	++
<i>Salmonella choleraesuis</i> subsp. <i>choleraesuis</i> KCCM40307	++	+
<i>Salmonella typhimurium</i> KCCM40253	++	+++
<i>Escherichia coli</i> O157 ATCC43889	++	++
<i>Escherichia coli</i> KCCM11234	++	++
<i>Yersinia enterocolitica</i> KCCM41657	+++	+++

Note: +, zone of inhibition between 10 and 13 mm diameter (weak); ++, zone of inhibition between 13 and 18 mm diameter (good); +++, zone of inhibition larger than 18 mm diameter (strong)

표 2. Plantaricin 생산 유전자를 확인하는데 사용된 PCR primers

Target	PCR primers	Annealing temp(°C)	Amplicon size(bp)
plnA	F: GTA CAG TAC TAA TGG GAG R: CTT ACG CCA ATC TAT ACG	53	450
plnB	F: TTC AGA GCA AGC CTA AAT GAC R: GCC ACT GTA ACA CCA TGA C	51.5	165
plnC	F: AGC AGA TGA AAT TCG GCA G R: ATA ATC CAA CGG TGC AAT CC	49.5	108
plnD	F: TGA GGA CAA ACA GAC TGG AC R: GCA TCG GAA AAA TTG CGG ATA C	53	414
plnEF	F: GGC ATA GTT AAA ATT CCC CCC R: CAG GTT GCC GCA AAA AAA G	53.2	428
plnI	F: CTC GAC GGT GAA ATT AGG TGT AAG R: CGT TTA TCC TAT CCT CTA AGC ATT GG	52.5	450
plnJ	F: TAA CGA CGG ATT GCT CTG R: AAT CAA GGA ATT ATC ACA TTA GTC	51	475
plnK	F: CTG TAA GCA TTG CTA ACC AAT C R: ACT GCT GAC GCT GAA AAG	52.9	246
plnG	F: TGC GGT TAT CAG TAT GTC AAA G R: CCT CGA AAC AAT TTC CCC C	52.8	453
plnN	F: ATT GCC GGG TTA GGT ATC G R: CCT AAA CCA TGC CAT GCA C	51.9	146
plnNC8	F: GGT CTG CGT ATA AGC ATC GC R: AAA TTG AAC ATA TGG GTG CTT TAA ATT CC	60	207
plnS	F: GCC TTA CCA GCG TAA TGC CC R: CTG GTG ATG CAA TCG TTA GTT T	60	320
plnW	F: TCA CAC GAA ATA TTC CA R: GGC AAG CGT AAG AAA TAA ATG AG	55	165

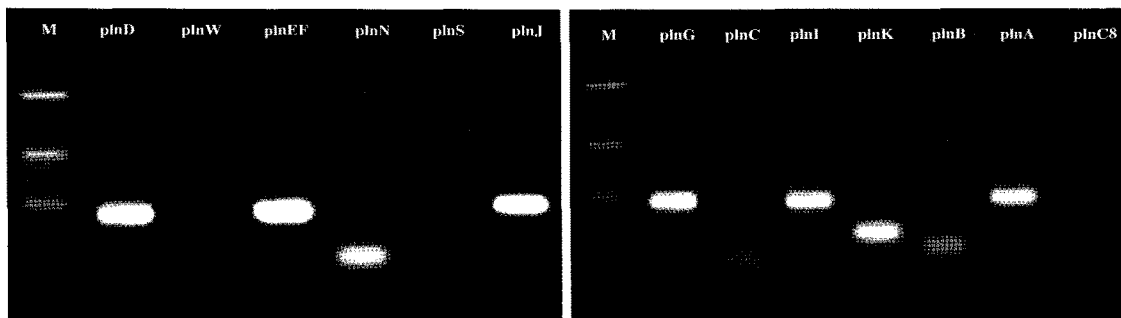


그림 1. 김치에서 분리한 *Lactobacillus plantarum* DSR M2 와 DSR CK10의 plantaricin 유전자를 확인한 PCR 결과

표 3. 식물성유산균발효액의 항균 스펙트럼 (clear zone : mm)

Indicator strains	항균력
<i>Bacillus cereus</i> KCCM 12142	41
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> KCTC 2513	41
<i>Escherichia coli</i> KCTC 2615	40
<i>Escherichia coli</i> 0157:H7	43
<i>Streptococcus mutans</i> KCTC 5242	36
<i>Salmonella typhimurium</i> KCTC 2057	48
<i>Salmonella choleraesuis</i> KCCM 40763	45
<i>Staphylococcus aureus</i> KCCM 12214	46
<i>Listeria monocytogenes</i> KCCM 40307	44
<i>Enterobacter sakazakii</i> KCTC 2949	36
<i>Clostridium perfringens</i> KCTC 5102	27
<i>Yersinia enterocolitica</i> KCCM 41657	49
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> KCCM11965	28
<i>Bacillus subtilis</i> KCCM 32836	46
<i>Enterobacter cloacae</i> KCCM40007	33
<i>Enterobacter aerogenes</i> KCCM40146	35
<i>Enterobacter agglomerans</i> KCCM41584	41
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> KCTC 5033	18
<i>Lactobacillus brevis</i> KCCM40399	20
<i>Lactobacillus casei</i> KCCM12452	20
<i>Lactobacillus bulgaricus</i> KCCM35463	29
<i>Lactobacillus acidophilus</i> KCCM40265	17
<i>Lactobacillus reuteri</i> KCCM40717	22
<i>Lactobacillus plantarum</i> KCCM12116	20

허물어 항균력을 나타내는 것을 확인하였다(그림 3).

4. 천연항균제 식물성유산균발효액의 안정성

천연항균제 식물성유산균발효액의 온도, pH, 염에 대한 안정성을 확인하였다. 60°C와 100°C에서 30분, 멸균 조건인 121°C, 15 분 동안 열처리 후에도 식물성유산균발효액의 항균력은 유지되었다. pH 안정성 실험 결과, 산성 조건에서 항균력은 유지되었고 pH 6.0에서도 약간의 감소 경향은 있으나 항균력이 안정하게 유지되며, 염 농도

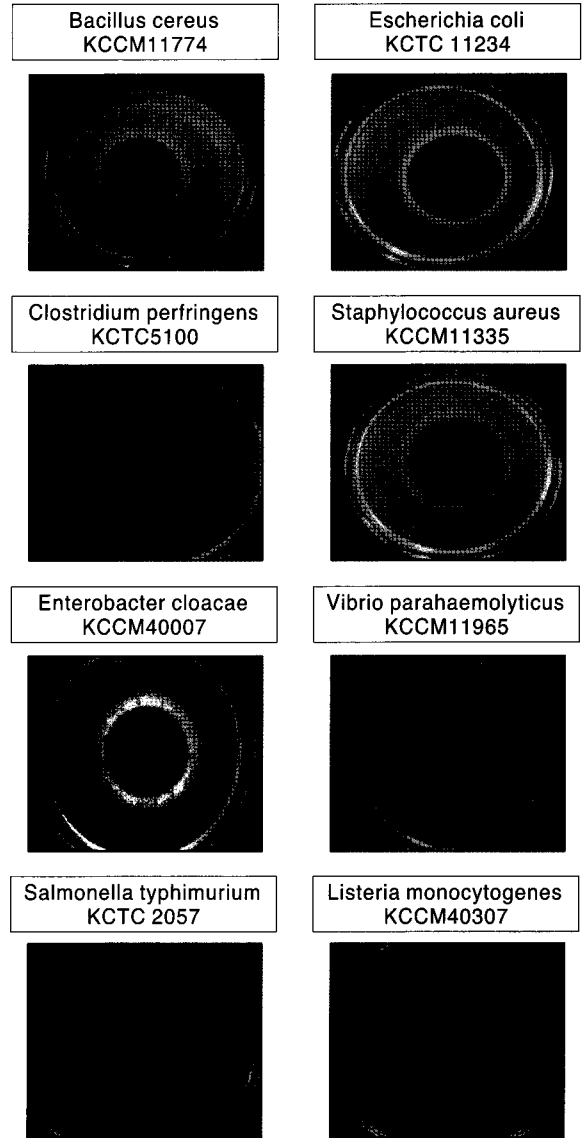


그림 2. 식물성유산균발효액의 항균력

5~20 % 에서도 항균력의 안정성이 확인되었다(표 4).

III. 결론

최근 합성첨가제의 사용에 의한 안전성문제가 대두됨에 따라서 독성 및 안정성에 전혀 문제가 없는 새로운 천연항균제 개발 및 상용화가 매우 시급한 시기이다.

천연항균제의 실제적 사용이 아직까지는 활발하지 않지

1) 처리 하지 않은 B. cereus

2) 처리 후 결과(X 5,000)

3) 처리 후 결과(X 10,000)

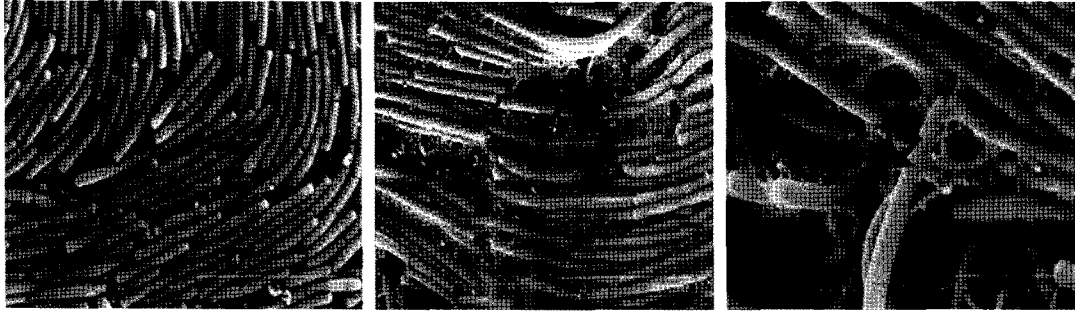


그림 3. 식물성유산균발효액 처리 후 병원성 미생물의 SEM 결과

만, 합성보존료의 안전성문제가 심각하게 대두되고 있는 반면, 천연물은 인체에 유용한 다양한 성분이 함유되어 있고 안전하다는 인식 때문에, 앞으로 합성보존료를 대체할 수 있는 살균제로서 천연항균제의 이용 가능성은 매우 높다고 할 수 있다. 천연물로부터 새로운 천연 항균물질을 발견하여 식품산업에 응용하는 연구가 더욱 활발하게 이루어지고, 이를 바탕으로 식품에 적극적인 이용이 검토되

어야 할 것이다.

따라서 본 연구는 김치로부터 분리한 유산균으로, 100% 국산 식물성 원료인 배추, 무 등을 발효해 만든 천연항균제를 개발하였다. 이는 위해미생물에 대한 강력한 항균효과를 지닌 것이 큰 특징이며, 김치로부터 분리한 식물성 유산균은 식품으로 사용해도 안전한 GRAS(안전성 인증)로 등재된 유산균으로 발효되었다. 특히, 식품 위해미생물에서 생성되는 물질로부터 보호 효과가 매우 뛰어나며, 위해미생물 저해효과로 인해 제품 내 부패 유발 미생물의 활동을 억제해 유통기한을 연장 시켜 줄 뿐만 아니라, 합성첨가제 대체 상품의 역할로 제품의 안전성 확보까지 가능하게 해준다. 식물성 유산균 발효액은 방부제 성분 등 유해 첨가제 대체제로 사용 가능하고, 식품, 화장품, 생활용품 등 다양한 분야의 천연항균소재로 적용 될 것이다.

표 4. 식물성유산균발효액의 안정성: 온도, pH, 염

Treatments	Activity ¹⁾
Control	+++ ²⁾
pH	
4.0	+++
4.5	+++
5.0	+++
5.5	++
6.0	++
Temperature	
180 °C, 30 min	+++
121 °C, 30 min	+++
100 °C, 30 min	+++
90 °C, 30 min	+++
80 °C, 30 min	+++
Salinity	
5%	+++
10%	+++
15%	+++
20%	++

¹⁾ Antimicrobial activity was determined by the agar well diffusion assay. (indicator: *B.cereus* KCCM12142)

²⁾ Antimicrobial activity; +) 1 to 10 mm; ++) 11 to 20 mm; +++) above 21 mm (diameter of inhibition zone)

참고문헌

1. Ella M. Barnes, Clive S. Impey, and Doreen M. Cooper, Manipulation of the crop and intestinal flora of the newly hatched chick. *Am. J. Clin. Nutr.* 33: 2426-2433 (1980)
2. J P Salanitro, I G Blake, and P A Muirhead, Isolation and identification of fecal bacteria from adult swine. *Appl Environ Microbiol.* 33(1): 79-84 (1977)
3. Stiles ME, Holzapfel WH. Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *Int J Food Microbiol.* 29;36(1):1-29 (1997)