

특집 : 해양 바이오 기능성 소재 산업화 방안

유산균 항균능을 이용한 훈제연어의 리스테리아 제어 효과

장 성 호

(주)아워홈 식품연구원

Control of *Listeria monocytogenes* on Smoked Salmon by Antimicrobial Effect of Lactic Acid Bacteria

Sungho Jang

Ourhome Food Research Institute, Gyeonggi 462-120, Korea

서 론

리스테리아는 50년 전부터 사람과 동물에게 병원성 균으로 알려져 왔으며, 발병 원인 식품으로는 살균 우유, 치즈, turkey frankfurters, coleslaw, fish, fish product, ice cream, raw vegetable, fermented raw-meat sausages, raw and cooked poultry, raw meat 등이 보고(1)되고 있다. 이러한 리스테리아의 증식 억제에 관한 연구를 살펴보면, Arizcum 등(2)은 리스테리아는 식품공장에서 시설 표면에 biofilm을 형성하고 그 안에서 증식하기 때문에 항균제에 잘 저항하며, 그렇기 때문에 가열하지 않고서는 제거하기 힘든 식중독균으로 알려져 있다(3).

훈제 연어와 같은 비가열 즉석 섭취 식품은 리스테리아와 같은 식중독균에 노출되기 쉬운 식품군에 속하며, 국내의 훈제 연어는 우리나라 식문화상 주로 회나 샐러드 형태로 섭취하기 때문에, 균제어를 하기 위해서는 비가열 살균 방법이 필요하다. 때문에 다양한 균제어 방법을 모색하면서 김치의 유산균이 김치 숙성에 관여하면서 부패현상을 억제하고, 가식 기간을 연장하는 등 식중독균이 발생하지 못하도록 하는 천연 보존제 역할을 하는데 착안하였으며, 본 연구에서는 리스테리아에 탁월한 항균 효과가 있는 소재를 개발하기 위하여 김치로부터 항균 효과가 있는 유산균을 스크리닝하였다. 상기 유산균을 배양하여 리스테리아가 감염된 훈제 연어에 유산균 배양액을 적용한 결과, 10시간 후에 2log의 리스테리아 감소 효과를 보았으며, 12시간 후에 리스테리아가 불검출 되는 효과를 나타내었다. 유산균 배양액은 맛, 향 등의 기본적 관능 품질에 영향을 미치지 않아 훈제 연어와 같이 리스테리아의 노출 위험이 높고, 가열 살균이 불가능한 식품군에 제어 목적으로 매우 유용하게 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

리스테리아 균 발생 현황

국내의 식품에서 리스테리아 발생은 그림 1과 그림 2에서와 같이 아이스크림이나 훈제 연어와 같이 빙과류나 비가열 즉석 섭취 식품군 등의 저온 가공 식품에서 발생하기 쉽다. 자사 아워홈 역시 훈제연어를 생산하는 기업으로써 리스테리아에 대한 위해 요소를 극복하고자 다양한 노력과 연구를 지속하였다. 저온성 식품에 발생하는 리스테리아를 제어하기 위해 다양한 천연보존료 및 합성보존료가 사용되고 있으나, 최근 소비자들은 식품의 안전성에 매우 관심이 크며, 인공적인 방부제나 식품첨가물이 적게 들어가거나 첨가되지 않은 자연식품을 선호하고 있다. 따라서 화학물질인 방부제나 식품첨가물의 사용을 줄일 수 있는 방법이 시급히 요구되고 있다.

현재 식품의 보존료 및 항균제로 주로 사용되고 있는 것들은 다음(표 1)과 같으며 현재는 소비자들에게도 낯설지 않을 정도로 널리 알려져 있는 것들이다. 그러나 앞으로는 제품들에 있어 점차 유통기한 안전성을 가져가기 위해 천연의 보존료들이 각광 받을 예정이며, 합성보존료는 그 수요가 감소될 전망이다.

유산균 항균능을 이용한 식품 보존료 주목

박테리오파지는 미생물이 생산하는 천연의 무독성 방부제로 주목받고 있는 항균성 단백질이며 잘 발효된 김치의 유산균에 의해 생성된다. 유산균을 이용한 미생물 제어 효과는 인체에 무독하고 잔류성이 없다는 점에서 식품 등의 천연 방부제 및 미생물 제어제로 관심이 증대되고 있다. 항균활성이 보고된 김치 유산균의 종류는 표 2와 같이

표 1. 식품업체에서 사용하는 주요 보존료 현황

천연 보존료	합성 보존료
자몽종자 추출물	솔빈산 칼륨
화분 발효 추출물	안식향산 나트륨
리소자임	글리신
폴리리신	프로피온산
감귤류 추출물	데히드로 초산
발효 주정	질산 칼륨
녹차 추출물	질산 나트륨
과실 액기스	빙초산

보고되고 있다. 김치 유산균 마다 특정한 미생물에 대하여 항균력을 가지며, 다양한 미생물을 저해 할 수 있는 넓은 스펙트럼 영역의 유산균을 스크리닝 하여 항균력을 극대화 시킬 수 있는 기술이 요구되고 있다. 특히, 표 2와 같은 항균활성 김치 유산균은 식품에서 문제시 되고 있는 모든 미생물에 대하여 동일한 항균력을 가질 수는 없기 때문에 배양시 배지의 조성, 유전자 조작 등을 통하여 항균력을 높일 수 있는 연구가 지속되고 있다. 자사의 훈제 연어에 적용된 유산균은 pH 5.0~4.8 정도로 발효된 김치에서 분리된 유산균으로 *Lactobacillus* sp.으로 동정되었다. 이렇게 동정된 유산균을 리스테리아 억제제로 사용하기 위하여 항균능 실험을 하였으며, 기존의 유산균 박테리옌 성격과 유사한 열적 안전성, pH 안전성 등을 갖는 것으로 나타났다. 또한, 리스테리아 저해효능이 타사 보존료에 비해 식품 적용시 매우 우수한 효과를 보여 비살균 제품인 훈제연어의 리스테리아 억제제로 주목하게 되었다.

자사 유산균 배양액의 훈제 연어 리스테리아 제어 효과

자사 아워홈에서 독자 개발한 발효액 LM(유산균 배양액)은 훈제 연어의 리스테리아 발병율을 억제하기 위해 개발하였으며, 리스테리아 뿐만 아니라 주요 식중독균 억제에 효과를 가지고 있었다.

상기 유산균을 배양하여 5×10^3 cfu/g 리스테리아가 오염된 훈제연어에 스프레이한 결과, 10시간 후에 2log의 리스테리아 저해 효능을 보였고, 최종 제품에서는 12시간 후에 불검출 되는 효과를 나타내었다. 유산균 배양액을

표 2. 항균활성 보고된 김치 유산균의 종류들

<i>Leuconostoc</i> sp.	<i>Lactobacillus</i> sp.	<i>Weissella</i> sp.
<i>Leuconostoc citreum</i>	<i>Lactobacillus brevis</i>	<i>Weissella cibaria</i>
<i>Leuconostoc kimchii</i>	<i>Lactobacillus kimchii</i>	<i>Weissella confusa</i>
<i>Leuconostoc lactis</i>	<i>Lactobacillus mali</i>	<i>Weissella soli</i>
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	<i>Lactobacillus paraplantarum</i>	<i>Weissella koreensis</i>
<i>Leuconostoc gelidum</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>	
	<i>Lactobacillus sakei</i>	
	<i>Lactobacillus casei</i>	

美(미)아이스크림 또 세균 검출

동아일보 | 1997.10.13 기사(뉴스)

美(미)아이스크림 또 세균 검출 홍콩서...전량회수

홍콩 보건부는 11일 미국산 드라이머스 아이스크림에서 또다시 리스테리아모노사이토제네스 박테리아가 발견돼 관련제품을전량 회수했다고 발표했다.

보건부에 따르면 시중에유통중인 드라이머스 아이스크림 제품에 대한 샘플조사 결과 이번에는 2개의 「바닐라 앤드 마운드 아이스크림바」에서 문제의 박테리아가 검출됐다.

홍콩에서는 지난주 드라이머스의 「쿠키 앤드 크림아이스크림바」에서 리스테리아균이 발견돼 문제의제품이 전량 회수됐었다.

드라이머스사의 홍콩판매 책임자인 크리스 마틴스는 이번에도 홍콩전역에서 이 회사의 모든 아이스크림바 제품을 회수했다고 밝혔다.

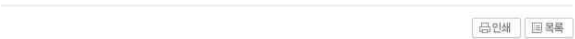
그는 또 드라이머스사본사가 미국 텍사스주 달러스에 있는 이 회사 생산공장의 아이스크림바 생산라인의 가동을 완전중단하고 미 보건당국의 정밀점검을 받고 있다고 말했다.

홍콩 보건부는 아이스크림바 외에 이 회사의 다른 제품에서는 박테리아가검출되지 않았다고 밝혔다.

그림 1. 1997년 10월 동아일보

리스테리아 검출 훈제연어제품, 긴급 회수 조치

- 위생요소 선행조사 결과 -



식품의약품안전청은 냉동연어 제품에 리스테리아 오염 가능성이 있다는 해외 정보에 따라 4월 7일부터 4월 17일(10일간)까지 시중에 유통 되고 있는 훈제연어 제품 48건을 수거하여 리스테리아 모노사이토제네스(*Listeria monocytogenes*) 식중독균 검사를 실시한 결과

○ 훈제연어 7개 제품에서 식중독 원인균인 리스테리아 모노사이토제네스 균이 검출되어 식품 위생법 위반으로 관련제품 제조업소에 대해 행정처분및 당해 제품 회수 폐기등의 조치를 하도록 해당 지자체에 통보하고, 수입단계에서도 리스테리아균 검사를 강화토록 조치하였다고 밝혔다.

이번 조사결과 주요 부적합 내용을 보면

○ 부산시 사하구 소재 (주)명인수산의 "훈제연어 프리미엄" 2개 제품(유통기한 '09.10.01까지, '09.09.23까지), 우영수산(주)의 "훈제연어 슬라이스" 1개 제품(유통기한 '09.04.02까지) 과

○ 경기도 용인 소재 (주)아워홈의 "오리지널 훈제연어" 1개 제품(유통기한 '09.04.03까지), 인천시 계양구 소재 (주)유진수산의 "와이즐렉마음들인 훈제연어슬라이스" 1개 제품(유통기한 '09.03.20까지)

○ 그리고, 경기도 파주시 소재 (주)구주수산 [유통전문판매업소 : 에덴수산식품(주), 서울 용산 소재] 의 "훈제연어슬라이스" 1개 제품(제조일 : '08.04.05, 유통기한 : 제조일로부터 9개월), 충북 진천군 소재 노르웨이수산(주)의 "훈제연어" 1개 제품(유통기한 : '09.03.27까지)등 모두 7개 제품에서 리스테리아 모노사이토 제네스가 검출됨.

그림 2. 2008년 4월 식약청

침지액으로 사용하여 연어에 적용한 결과 10시간 후에 리스테리아가 불검출 되었다.

표 3. 주요 식중독균에 대한 발효액 LM의 항균력

	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. enteritidis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>V. parahaemolyticus</i>
발효액 LM (30 µL 주입시)	21 mm	18 mm	20 mm	15 mm 이상

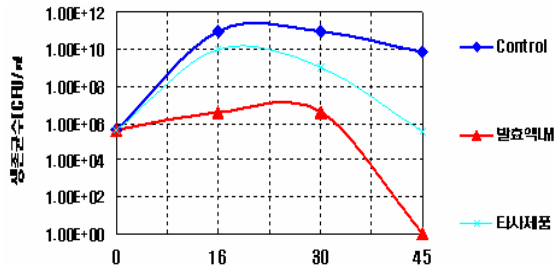


그림 3. 리스테리아에 대한 발효액 LM 항균력

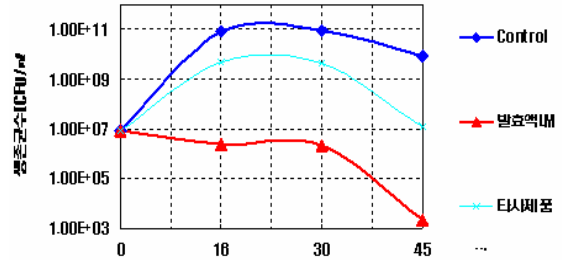


그림 4. 살모넬라에 대한 발효액 LM 항균력

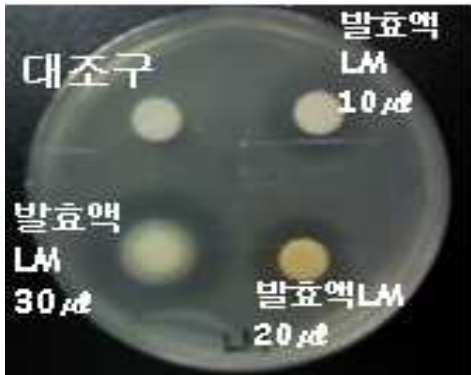


그림 5. 발효액 LM의 리스테리아 저해환

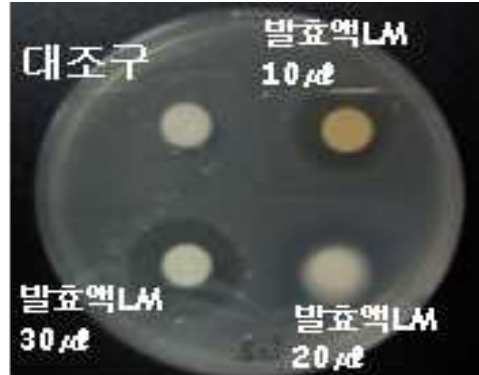


그림 6. 발효액 LM의 살모넬라 저해환

훈제연어에 적용된 발효액 LM은 증발되어 없어지지 않으므로 그 효과가 지속되어 유통과정 중의 교차 위험도 줄여 줄 수 있는 소재이다. 훈제연어는 비가열 섭취식품으로 보존료 첨가시 인위적인 맛, 향이 느껴져서는 안된다. 자사에서 개발된 발효액 LM은 훈제연어 적용시 색, 이미, 이취 등에 영향이 없었으며, 현재 훈제연어에 적용되어 제품으로 출시되고 있다. 자사 아워홈에서 개발된 발효액 LM의 항균 스펙트럼은 표 3에서 보는 바와 같이 주요 식중독균인 리스테리아, 황색포도상구균, 살모넬라, 비브리오에 대하여 표 3, 그림 3~6 과 같이 항균효과를 나타내었다. 특히, 훈제 연어의 타겟 미생물인 리스테리아에 대한 항균력이 가장 높게 나타났으며, 액상 배지상에서 항균력을 측정해 본 결과 그림 3과 같이 45시간 이후에 리스테리아가 현저히 감소된 수준을 나타내었다. 살모넬라 역시도 그림 4에서 보는 바와 같이 45시간 이후 1.0×10^3 cfu/g 이하로 감소되는 경향을 보였다. 표 4는 자사 훈제 연어에 대하여 공정별로 발효액 LM을 처리하여 리스테리아를 저해하는 효능을 나타낸 것이다. 처리 방법에 따라 크게 스프레이법(1% 발효액 LM)과 침지법으로 나누어 사용할 수 있으며, 실제 훈제 연어 공정에 사용된 방법은 비용 대비 처리 효과의 결과를 바탕으로 스프레이법을 현장에

표 4. 훈제연어 공정별 리스테리아 저해 효능

구 분	스프레이법 (1%)		침지
	5×10^3 cfu/g 접종	4×10^2 cfu/g 접종	
발효액 LM 처리 직후(0시간)	5×10^3	4×10^2	5×10^3
발효액 LM 처리 10시간 후 (건조 공정 후)	2×10^1	ND	ND
발효액 LM 처리 12시간 후 (훈연 공정 후)	ND	ND	ND

적용하여 제품 생산중에 있다. 천연 보존제는 시중에 많이 시판되어 있으나 정작 적용되는 제품은 몇가지에 불과하다. 그 이유는 적용할 식품의 품질에 영향을 미치지 않아야 함은 물론이고, 경제성까지 따져봐야 할 것이다. 이런 이유에서 발효액 LM은 유산균 향균능을 식품에 이용하고자 할 때 좋은 방향을 제시해 줄 수 있는 제품이라 판단된다.

결 론

아워홈은 리스테리아를 효과적으로 억제하는 *Lactobacillus* sp. 균주를 적숙 상태의 김치로부터 분리, 배양하였다. 이 유산균의 리스테리아 항균력은 pH에서도 안정하

고 100°C 이상의 고온에서도 안정하여, 박테리오신과 유사한 물질임으로 추정할 수 있었다.

이러한 특성은 식품산업에 있어서 유통기한 및 미생물 억제용도로 적용할 수 있는 생물학적 식품 보존제의 개발 가능성을 시사한다. 물질을 정제하지 않고도 미생물 증식을 억제할 수 있다는 것은 식품 이용시 매우 큰 경제성을 보여줄 수 있을 것이다. 또한, 이때 사용되는 균주 역시 GRAS(generally recognized as safe)로 인정되는 김치 유산균이므로 식품에 사용 시 안전성이 확보되면서 관련 법규의 규제 없이 당장 실용화가 가능하므로 혼제 연어와 같은 비살균 섭취 식품 및 관련 산업 부분에 적용될 수 있는 'Model system'을 제공하게 될 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Welbourn JL, Williams J Jr. 1999. New *Listeria* control measures under consideration. *Dairy Food Environ Sanit* 19: 399-401.
2. Arizcum C, Vasseur C, Labadie J. 1998. Effect of several decontamination procedures on *Listeria monocytogenes* growing in biofilms. *J Food Prot* 61: 731-734.
3. Carminati D, Neviani E, Ottogalli G, Giraffa G. 1999. Use of surface-smear bacteria for inhibition of *Listeria monocytogenes* on the rind of smear cheese. *Food Microbiol* 16: 29-36.