

김치에서 분리된 유산균의 Nitrite 소거능과 항균성

이신호* · 박나영

대구효성가톨릭대학교 식품공학과

Nitrite depletion and Antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from Kimchi. Lee Shin-Ho and La-Young Park. Department of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu-Hyosung, Hayang 712-102, Korea – This study was carried out to develop a new starter culture for the fermented meat products. Nine strains of lactic acid bacteria isolated from kimchi inhibited the growth of *Listeria monocytogenes*. Among these nine strains, three strains showing antimicrobial activities against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Vibrio parahaemolyticus* were selected for further study. Growth of the strains was inhibited in MRS broth containing 5% of NaCl at 21°C, but not at 32°C. Nitrite depletion ratio of the strains was above 70% after 48h incubation at 21°C, and above 90% after 48h at 32°C in MRS broth containing 200 µg/ml of nitrite. Nitrite concentration of cured meats and ground meats was depleted from 87.6% to 92.3% and from 45.5% to 64.6% by addition of the selected strains for 24 h at 32°C, respectively. Three strains were identified as *Lactobacillus plantarum*(N-4) and *Lactobacillus lactis* ssp. *lactis*(N-7, N-8).

Key words: Lactic acid bacteria, *Listeria monocytogenes*, nitrite depletion, antimicrobial activity

비위생적으로 제조된 발효소시지의 섭취로 인하여 발생되는 대표적인 식중독균은 *Staphylococcus aureus*와 *Listeria monocytogenes*라 할 수 있는데, 이들은 내염성과 내산성이 있어 유산과 식염에 의해 생육이 억제되지 않으므로 경계해야 할 대표적인 유해균이다[7]. *L. monocytogenes* 는 Murry 등[14]에 의해서 실험 동물에 대한 병원성 균으로 처음 소개된 이래 식품 산업과 공중 위생 분야에서 식중독을 일으키는 균으로 알려져 있으며[8], 특히 식품의 가공 및 저온저장 중에 생존, 성장하여[11], 식중독의 발생에 관계하는 것으로 알려져 있다. 아질산염은 육제품 제조시 발생, 세균의 증식 억제, 독특한 풍미 부여 그리고 지방 산패의 억제를 위해 사용하고 있으나[13], 그 자체가 독성을 나타내어 일정 농도이상 섭취하게 되면 메트헤모글로빈증 등 각종 중독을 일으키는 것으로 알려져 있다[18]. 또한 단백질 식품의 열처리 과정이나 의약품 및 잔류 농약 등에 존재하는 아민류와 반응하여 니트로사민(nitrosamine)을 생성하는 것으로 보고되고 있는데, 이들 니트로사민은 동물 실험결과 대부분 발암성을 나타내는 물질로 밝혀졌다[5]. 최근 식품에서 니트로사민의 생성을 억제하기 위한 연구가 보고 되었다[4, 10]. Youalt [21]와 Yamanaka 등[20]은 식품에서 아질산염을 감소시킬 수 있는 여러 세균들을 보고하였다. Dodds와 Collins[6]는 유산균에 의하여 유산이 생성되는 것에 기인하여 육류에서 아질산염

의 화학적 소거가 증가한다고 하였으며, 또한 많은 유산균들이 아질산염 수준을 낮출 수 있는 효소를 가진다고 하였다. 일반적으로 발효소시지용 starter는 비병원성으로 정상 유산발효를 하며, 내염성과 nitrite에 내성이 있어야 한다. 뿐만 아니라 유해 미생물에 대한 성장억제능과 nitrite 소거능도 요구된다. 본 연구는 육제품 제조시에 생성되는 nitrosamine함량을 감소시키는 방안을 모색하고, 나아가 발효육제품 제조시 사용할 수 있는 starter를 선별하기 위하여 김치로부터 유산균을 분리하여 starter로서 갖추어야 할 조건인 항균성, 내염성, 아질산염 소거능을 중심으로 조사하였다.

재료 및 방법

유산균의 분리

유산균의 분리는 대구지역 가정에서 담근 숙성도가 각기 다른 배추김치 10점을 시료로 사용하여 0.02% sodium azide를 첨가한 MRS Agar를 사용하여 각 시료당 2균주씩 분리하여 총 20균주의 유산균을 분리하였다. 분리된 유산균은 MRS Agar slant에 접종하여 37°C에서 24시간 배양 후 4°C에서 보관하면서 사용하였다.

*Listeria monocytogenes*의 성장 억제능 검토

김치에서 분리한 유산균의 *L. monocytogenes*의 성장 억제능은 University of Georgia 식품공학과에서 분양받은 *L. monocytogenes* Brie I을 시험 균주로 사용하여 paper disc method[1]로 clear zone형성 유무를 조사하였다.

*Corresponding author

Tel. 82-53-850-3217, Fax. 82-53-850-3217

E-mail: leesh@cuth.cataegu.ac.kr

선발한 유산균의 항균 spectrum

L. monocytogenes Brie I에 항균력이 있는 유산균을 선발하여 *Escherichia coli* ATCC 11775, *Bacillus subtilis* KCTC 1021, *Staphylococcus aureus* ATCC 29737, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802를 시험균주로 사용하여 paper disc method로 clear zone형성 유무를 조사하였다.

염농도에 따른 선발 유산균의 특성

내염성 유산균을 선발하기 위하여 선발유산균을 NaCl 농도 1%, 3%, 5%, 7%로 조정된 MRS 배지에 접종한 후 21°C와 32°C에서 24시간 배양하면서 일정시간 간격으로 시료를 채취하여 600 nm에서 흡광도(Optizen II, Duksan Mecasys Co., Korea)를 측정하였다.

배지내에서 유산균에 의한 아질산염 소거

아질산염은 Ito 등[9]과 오[14]의 방법에 따라 다음과 같이 실시하였다. 아질산염의 최종농도를 200 µg/ml가 되도록 조정된 MRS 배지에 선발 유산균을 접종한 후 21°C와 32°C에서 24시간 배양하면서 일정시간 간격으로 시료를 채취하여 3000 rpm에서 20분간 원심분리 시킨 후 상등액을 25 ml용량 플라스크에 취하여 발색시약 (Sulfanyl amide용액, naphthylethylene diamine dihydrochloride 용액, 염산수용액)을 가하고 암실에서 5분간 발색시켰다. 증류수 25 ml로 fill up시킨후 538 nm에서 흡광도를 측정 한 후 미리 작성한 검량선으로부터 아질산염의 농도를 산출하였다. 아질산염 소모율은 배양전의 아질산염 농도에 대한 배양후의 농도를 백분율로 산출하였다.

분리유산균의 염지 및 분쇄육에서의 아질산염 소거

염지액은 sodium chloride 4%, sugar 2%, sodium nitrite 0.02%의 조성으로 사용하였다. 염지중 유산균 첨가에 따른 아질산염의 변화는 염지액 100 ml에 선발된 3종의 유산균을 각각 starter로 첨가한 후 염지액에 육 100 g을 침지하여 32°C에서 24시간 보관하면서 일정시간마다 시료를 무균적으로 채취한 후 원심분리하여 그 상등액을 이용하여 아질산염 잔존량을 측정하였다. 분쇄육내에서의 유산균 첨가에 따른 아질산염의 변화를 측정하기 위해 분쇄육에 염지성분을 첨가하고 starter culture를 접종하여, 혼합한 후 casing에 충전시켜 32°C에서 24시간 보관하면서 일정시간마다 시료 10 g을 무균적으로 채취하여 멸균증류수 90 ml를 가하여 균질기(Nihon Seiki, ACE, Japan)로 2분간 균질시킨후 원심분리하여 그 상등액을 이용하여 아질산염 잔존량을 측정하였다.

잔존 아질산염 정량

아질산염의 정량은 Kato 등[10]의 방법을 변형하여 다음

과 같이 실시하였다. 시료 1 ml를 취하여 2%초산용액 5 ml, Griess시약(30% acetic acid로 각각 조제한 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1비로 혼합한 것, 사용직전 조제) 0.4 ml를 가하여 잘 혼합시킨 다음 실온에서 15분간 방치시킨 후 각 처리구에 대하여 520 nm에서 흡광도를 측정 한 후 미리 작성한 검량선으로부터 아질산염 농도를 산출하였다. 아질산염 소모율은 배양전의 아질산염 농도에 대한 배양후의 농도를 백분율로 산출하였다.

통계처리

아질산염 소거와 정량에 관한 실험은 3회 반복 측정하였으며, 평균과 표준편차로 나타내었다. 각 군간의 통계적 유의성은 SPSS program을 이용하여 P<0.05수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 검정하였다[2].

선발유산균의 동정

선발 균주의 형태학적 특성을 현미경으로 관찰하였고 이외 catalase test와 glucose로부터 gas생성유무 검사, gram 염색, API 50CH(BioMereux, France)의 방법을 이용하여 선발균주의 동정을 실시하였다.

결과 및 고찰

유산균의 항균 특성

김치에서 분리한 유산균 20균주를 대상으로 *L. monocytogenes* Brie I에 대한 생육억제현상을 paper disc method를 이용하여 조사한 결과 9균주의 유산균이 *L. monocytogenes* Brie I에 대하여 항균활성을 나타내었다. *L. monocytogenes* Brie I에 대해 생육억제효과를

Table 1. Antimicrobial activity of lactic acid bacteria against various pathogenic bacteria

Strains	Lactic acid bacteria								
	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	N-7	N-8	N-9
<i>Listeria monocytogenes</i> Brie I	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> ATCC 17802	-	-	-	+	-	-	+	+	-
<i>Bacillus megaterium</i> KCTC 3007	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacillus subtilis</i> KCTC 10210	+	-	-	+	-	-	+	+	-
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29737	-	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Escherichia coli</i> ATCC 11775	+	-	-	-	-	-	-	+	-

+ : positive reaction, - : negative reaction

Table 2. Growth of lactic acid bacteria in MRS Broth containing various concentrations of NaCl at 21°C and 32°C

Strain No.	Concentration NaCl(%)	21°C				32°C			
		Incubation Time(hrs)				Incubation Time(hrs)			
		0	8	16	24	0	8	16	24
N-4	control	0.255*	0.281	0.838	1.754	0.255	1.805	1.866	1.886
	1	0.226	0.237	1.311	1.772	0.205	1.775	1.856	1.860
	3	0.201	0.217	0.396	1.577	0.187	1.506	1.697	1.671
	5	0.183	0.269	0.213	0.620	0.192	0.623	1.264	1.294
	7	0.180	0.198	0.193	0.201	0.223	0.246	0.687	1.037
N-7	control	0.241	0.261	1.088	1.767	0.268	1.661	1.858	1.854
	1	0.238	0.243	1.322	1.776	0.240	1.705	1.884	1.818
	3	0.211	0.212	0.496	1.605	0.194	1.448	1.607	1.604
	5	0.186	0.205	0.213	0.760	0.202	0.567	1.293	1.285
	7	0.182	0.201	0.194	0.196	0.210	0.247	0.832	1.021
N-8	control	0.249	0.266	0.659	1.733	0.235	1.665	1.854	1.835
	1	0.229	0.245	1.300	1.793	0.240	1.022	1.657	1.836
	3	0.274	0.228	0.521	1.616	0.186	1.479	1.668	1.675
	5	0.174	0.210	0.207	0.892	0.203	0.923	1.440	1.427
	7	0.201	0.201	0.202	0.208	0.208	0.227	0.939	1.148

* The values represent optical density at 600 nm

가진 9균주를 대상으로 다른 병원성 미생물에 대한 항균특성을 규명하기 위해 paper disc method를 실시한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 균주에 따른 차이는 있었으나, N-4, N-7, N-8균주는 *V. parahaemolyticus* ATCC 17802, *E. coli* ATCC 11775, *B. subtilis* KCTC 10210, *S. aureus* ATCC 29737에 대하여 clear zone을 형성하여 항균활성이 있는 것으로 판단되었다. 본 실험의 결과는 김치 유래 유산균이 *L. monocytogenes*, *B. subtilis*, *S. aureus*, *V. parahaemolyticus*, *E. coli*의 성장을 억제한다는 이 등[12]의 보고에서 나타난 결과와 유사한 경향을 나타내었다. *L. monocytogenes*, *S. aureus*는 낮은 pH와 a_{w} 높은 NaCl 농도 및 비교적 저온에서도 성장이 가능하여 발효육에서 많은 문제를 일으키는 것으로 알려져 있는데 [17], 본 실험에 사용된 N-4, N-7, N-8 유산균을 육제품 제조시 starter로 사용할 경우 발효기간중 이들 미생물의 성장을 효과적으로 저해할 것으로 판단되었다.

선발 유산균의 염내성

발효소시지는 sausage mix에 starter culture와 탄소원으로 약 1%정도의 당을 첨가하여 casing에 충전한 후 발효 과정을 거치는데 일반적으로 유럽에서는 15-26°C, 미국에서는 보다 고온인 30-40°C에서 발효시킨다[17]. 발효 소시지에 사용할 수 있는 유산균 starter의 조건으로는 6% 식염 농도에서도 성장할 수 있어야 한다. 선발유산균이 이러한 조건에서의 생존여부를 검토하기 위하여 21°C와 32°C 선발 유산균의 염내성을 Table 2에 나타내었다. 21°C에서 염내

성은 N-4, N-7, N-8 균주는 NaCl 1% 농도에서 대조구보다 높은 성장률을 보였으며 NaCl 3%에서는 대조구 보다는 낮았으며 5%, 7% NaCl의 농도에서는 시험균주 모두 성장이 저해되었다. 32°C에서 염내성은 균주에 따라 차이는 있었으나 1%, 3% NaCl농도에서 유산균은 대조구와 비슷한 양상으로 성장하였으며 21°C에서와는 달리 5%, 7% NaCl 농도에서도 대조구에 비해서 양호한 성장률을 보여 유산균의 염내성은 21°C에서 보다 높은 것으로 나타났다. Zaika 등[22]은 2~4%의 염농도일 때 발효 소시지에서 조직감, 향이 우수하다고 하였다. 본 연구의 결과 유산균을 32°C에서 배양한 경우 7% NaCl 농도에서도 성장한 것으로 보아 시험균주 모두 염내성이 있어 발효소시지용 starter로 사용이 가능할 것으로 판단되었다.

분리 유산균의 배지내 아질산염 소거율

배지내 아질산염의 소거율을 측정된 결과는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 21°C에서는 배양 10시간째까지는 시험균주 대부분이 10%내외의 소거율은 나타내었으나 10시간 이후부터 배양시간이 증가함에 따라 급격히 증가하여 배양 48시간째는 N-4, N-7, N-8 균주 각각 79.54%, 78.51%, 76.17%의 소거율을 나타내었다. 32°C에서는 시간이 경과함에 따라 아질산염의 소거가 급격하게 증가하였으며 배양 24시간째는 70~80%였으며 배양 48시간 경과 후 시험균주 모두 90%이상의 아질산염 소거율을 나타내어 ($P<0.05$) 21°C에서 보다 32°C에서의 아질산염 소거활성이 높게 나타났다. 오 등[16]은 *Lactobacillus plantarum*과

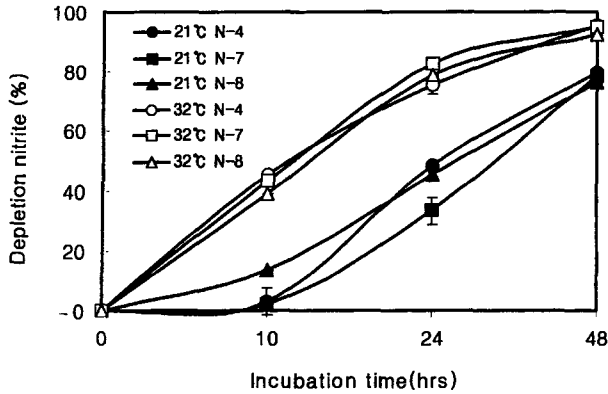


Fig. 1. Depletion of nitrite in MRS broth by various lactic acid bacteria isolated from kimchi during incubation for 48 hrs at 21°C and 32°C.

Each value represents the mean±SD of triplicate experiments. The significant differences as compared with the control (P<0.05)

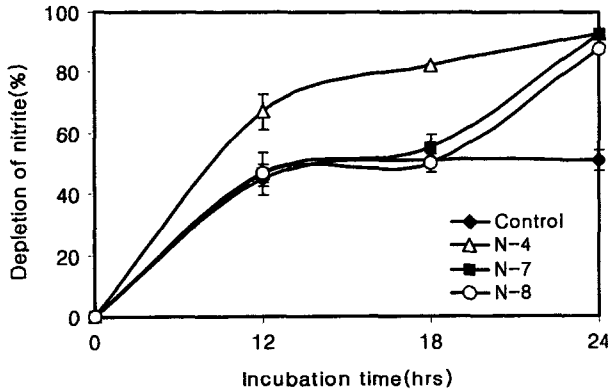


Fig. 2. Effect of various lactic acid bacteria isolated from kimchi on depletion of nitrite during curing for 24hr at 32°C. Control : No starter culture added N-4, N-7, N-8: Starter culture added.

Each value represents mean±SD of triplicate experiments. The significant differences as compared with the control (P<0.05)

*Lactobacillus sake*가 20°C에서 배양 3일째부터 60~70%이상의 아질산염을 소거하였다고 보고하였으며, 30°C에서 유산균에 의한 아질산염의 소거는 *L. plantarum*이 배양 1일 경과시 94.2~96.8%, *L. sake*가 80.2~89.1%로써 30°C에서는 유산균들의 아질산염 소거활성이 높음을 보고한 바 있어 본 실험 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

분리 유산균의 염지 및 분쇄육에서의 아질산염 소거율

발효소시지는 염지 과정을 거친후 세절혼합한 후 casing 하여 발효, 숙성시키는데, 발효, 숙성기간동안에 육에 잔존한 nitrite로부터 nitrosamine의 생성을 감소시키기 위해 발효육제품의 제조공정중 염지과정과 세절혼합시 시험균주를 직접 starter culture로 사용하여 아질산염 소거율을

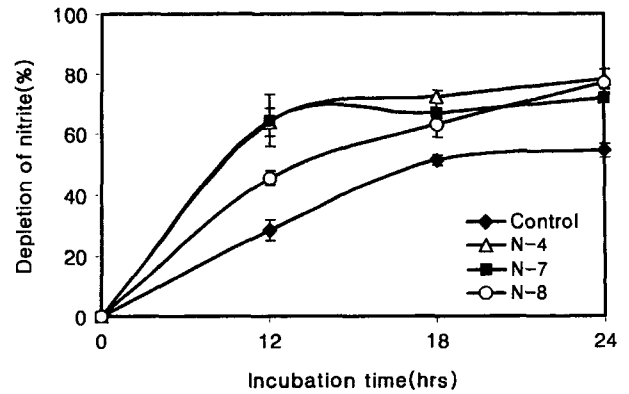


Fig. 3. Effect of various lactic acid bacteria isolated from kimchi on depletion of nitrite during storage for 24hr at 32°C. Control : No starter culture added, N-4, N-7, N-8: Starter culture added.

Each value represents the mean±SD of triplicate experiments. The significant differences as compared with the control (P<0.05)

비교 조사하였다. 실제 염지 공정중의 아질산염 소거정도를 알아보기 위하여 염지액에 시험균주를 starter로 사용하여 32°C에서 24시간 동안 염지액중의 nitrite 소거율을 측정 한 결과 Fig. 2와 같다. 무첨가구의 경우 염지 12시간째 까지 아질산염 소거율이 급격히 증가하였으나 12시간 이후에는 50.93% 소거율 수준을 계속 유지하여 아질산염이 소거되지 않았다. 반면에 N-4균주 첨가구의 경우 염지 12시간 경과 후 70%이상의 아질산염이 소거되었으며 24시간 이후에는 90%이상의 아질산염이 소거되었으며, 나머지 N-7, N-8균주 첨가구의 경우에도 24시간 경과 후 각각 92.94%, 87.60%의 소거율을 나타내었다(P<0.05). 분쇄육내에서의 유산균 첨가에 따른 아질산염의 변화를 측정하기 위해 분쇄육의 저장중 nitrite 소거율을 측정 한 결과는 Fig. 3에서 보는바와 같다. 12시간 경과후 대조구는 28.5%, N-4, N-7, N-8 균주 첨가구의 경우 각각 64.05%, 64.59%, 45.50%의 아질산염 소거율을 나타내었으며, 24시간 배양후에는 70% 이상의 소거율을 나타내었다(P<0.05). 본 실험의 결과 분쇄육에 유산균을 첨가한 경우보다 염지액에 유산균을 첨가한 경우가 아질산염 소거율이 약 20%정도 높은 경향을 나타내었다. 분리 유산균을 발효육제품의 starter로 사용할 경우 발암성인 N-nitrosamine의 전구 물질인 아질산염 잔류량을 감소시킬 수 있으며, 결과적으로 N-nitrosamine의 생성을 감소시킬 수 있을 것으로 판단되었다. Collins와 Rodriguez [3]는 bologna소시지에서 아질산염 감소의 30%는 유산균 작용에 의한 것이라 하였다. 또한 Speck[19]은 육제품에서 아질산염과 nitrosamine 생성을 최소화 하기 위하여 *Lactobacilli*를 사용할 것을 제안하였다. 본 실험에 사용된 시험균주는 아질산염 소거능이 뛰어나며, 염내성, 병원성 미생물의 억제능이 있어 육제품 제조시 starter로써 충분한

Table 3. Morphological and physiological characteristics of selected *Lactobacilli* isolated from kimchi

Characteristics	Strain No.		
	N-4	N-7	N-8
Fermentive type	Homo	Homo	Homo
Morphology	rod	rod	rod
Gram staining	+	+	+
Catalase	-	-	-
Acid from			
Glycerol	-	+	+
L-Arabinose	+	+	+
Ribose	+	+	+
Galactose	+	+	+
D-Glucose	+	+	+
D-Fructose	+	+	+
D-Mannose	+	+	+
Mannitol	+	-	-
Sorbitol	+	-	-
α-Methyl-D-mannoside	+	+	+
α-Methyl-D-glucoside	+	-	-
N Acetyl glucosamine	+	+	+
Amygdaline	+	+	+
Arbutin	+	+	+
Esculine	+	+	+
Salicine	+	+	+
Cellobiose	+	+	+
Maltose	+	+	+
Lactose	+	+	+
Melibiose	+	+	+
Saccharose	+	+	+
Trehalose	+	+	+
Melezitose	+	-	-
D-Raffinose	+	+	+
Amidon	-	+	+
β Gentiobiose	+	+	+
Identification	<i>Latobacillus plantarum</i>	<i>Latobacillus lactis ssp. lactis</i>	<i>Latobacillus lactis ssp. lactis</i>

+ : positive reaction, - : negative reaction

조건을 가지고 있다고 판단되었다.

선발 균주의 동정

김치로부터 분리하여 선발한 3종의 유산균을 API 50CH 동정한 결과는 Table 3에 나타낸 바와 같다. 3균주 모두 Gram 염색 양성이고 간균으로 당으로부터 gas를 생성하지 않는 Homo형 유산균이었다. N-4균주는 glucose, fructose 등으로부터 산을 생성하였으나 glycerol과 amidon으로부터는 산을 생성하지 않았다. N-7균주와 N-8균주는 mannitol,

sorbitol, α-methyl-D-glucoside, melezitose를 제외한 모든 시험당류로부터는 산을 생성하였다. 이와 같은 결과를 종합했을때 N-4균주는 *Lactobacillus plantarum*으로 동정되었으며, N-7, N-8균주는 *Lactobacillus lactis ssp. lactis*로 동정되었다.

요 약

발효육제품의 starter로써 사용가능성을 검토하기 위해 김치에서 분리한 유산균 중 병원성 미생물에 성장억제능이 있는 유산균을 분리, 선발하여 아질산염 소거능, 염내성 등의 생리적 특성을 조사하였다.

김치에서 분리한 유산균 20균주 중에서 *Listeria monocytogenes* Brie I에 항균력이 있는 9균주중 N-4, N-7, N-8 3균주는 *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802, *Escherichia coli* ATCC 11775, *Bacillus subtilis* KCTC 10210, *Staphylococcus aureus* ATCC 에 대해서도 항균활성을 나타내었다. 염내성을 측정한 결과 NaCl 5%, 7% 첨가구의 경우 21°C에서는 유산균의 성장이 저해되었으나 32°C에서는 양호하게 성장하였다. 유산균의 배지내 아질산염 소거율은 21°C에서 배양한 결과 48시간 경과 후에는 76.17%~79.54%의 소거율을 보인 반면 32°C에서는 92.20%~94.94% 나타내었다. 선발균주를 starter로 사용하여 아질산염 소거도를 비교검토한 결과 분쇄육에 유산균을 첨가한 경우보다 염지액에 유산균을 첨가한 경우가 아질산염 소거율이 약 20%정도 높았으며 시험균주를 동정한 결과 N-3은 *Lactobacillus plantarum*으로 N-7, N-8은 *Lactobacillus lactis ssp. lactis*로 동정되었다.

감사의 글

본 연구는 1997년도 학술진흥재단의 지방대학육성과제 “*Listeria monocytogenes*의 성장을 억제하는 분리 유산균의 생리적 특성과 그 이용에 관한 연구” 의 연구비 지원에 의해 수행된 결과로 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Beuchat, L. R. and R. E. Brackett. 1990. Inhibitory effects of raw carrots on *Listeria monocytogenes*. *Appl. Environ. Microbiol.* **53**: 198-201.
2. Chae, S. I. and B. J. Kim. 1995. Statistical analysis for SPSS/pc. *Bub-Moon Publishing Co.* Seoul. 66.
3. Collins, T. D. L. and L. G. Rodriguez. 1981. Depletion of sodium nitrite by lactic acid bacteria isolated from vacuum-packed bologna. *J. Food Prot.* **44**: 593-595.
4. Cooney, R. V. and P. D. Ross. 1987. N-nitrosation and N-nitration of morpholine by nitrogen dioxide in aqueous solu-

- tion; Effects at vanillin and related phenols. *J. Agric. Food Chem.* **35**: 789–793.
5. Crosby, N. T. and R. Sawyer. 1976. N-nitrosamines; A review of chemical and biological properties and their estimation in foodstuffs. "advances in food research"(C.O. Chichstered.). *J. Academic Pres.* **21**:1.
 6. Dodds, K. L. and T. D. L. Collins. 1984. Incidence of nitrite-depletion lactic acid bacteria in cured meats and in meat starter cultures. *J. Food Prot.* **47**: 7–10.
 7. Foefeding, M., A. B. Thomas, D. H. Pilkington, and T. R. Klaenhammer. 1992. Enhanced control of *Listeria monocytogenes* by *in situ*-produced pediocin during dry fermented sausage production. *J. Appl. Environ. Microbiol.* **58**: 884–890.
 8. Foegeding, P. M. and N. W. Stanley. 1991. *Listeria innocua* transformed with an antibiotic resistance plasmid as a thermal-resistance indicator for *Listeria monocytogenes*. *J. Food Prot.* **54**: 519–523.
 9. Ito, Y., M. Yodoshi, J. I. Tanka, and M. Iwaida. 1979. Comparison of two methods, and improvements for calorimetric determination of nitrite in codroc. *J. Food Prot.* **42**: 715–718.
 10. Kato, H., I. E. Lee, N. V. Chuyen, S. B. Kim, and F. Mayase. 1987. Inhibitory of nitrosamine of formation by non dialyzable melanoidins. *Agric. Biol. Chem.* **51**: 1333–1338.
 11. Laura, J. P. and H. M. Elmer. 1990. *Listeria monocytogenes*-Threat to a safe food supply: A review. *J. Dairy Sci.* **73**: 912–928.
 12. Lee, S. H. and M. J. No. 1997. Viability in artificial gastric and bile juice and antimicrobial activity of some lactic acid bacteria isolated from kimchi. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **25**: 617–622.
 13. Masters, B. A., J. L. Oblinger, S. J. Goodfellow, F. N. Bacus, and W. L. Brown. 1981. Fate of *Salmonella newport* and *Salmonella typhimurium* inoculated into summer sausage. *J. Food Prot.* **44**: 527–530.
 14. Murray, E. G. D., R. Webb, and M. B. R. Swann. 1926. Disease of rabbits characterized by large mononuclear leucocytosis caused by a hitherto undescribed bacterium *Bacillus monocytogenes*(n. sp.). *J. Path. Bact.* **29**: 407–439.
 15. Oh, C. K. 1997. Antimutagenic and mutagenic activity of kimchi and depletion of nitrite by lactic acid bacteria. pp. 30–32. *Cheju National University*.
 16. Oh, C. K., M. C. Oh, J. D. Hyon, W. J. Choi, S. H. Lee, and S. H. Kim. 1997. Depletion of nitrite by lactic acid bacteria isolated from kimchi(I). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **26**: 549–555.
 17. Park, W. M., W. H. Choi, and I. J. Yoo. 1995. A role and utilization of microorganisms in fermented meat product. *J. Food. Sci. Ani. Resour.* **15**: 244–251.
 18. Poter, F. S. 1975. The toxicology of nitrite, nitrate and N-Nitrosocompounds. *J. Sci. Food Agric.* **26**: 1761–1770.
 19. Speck, M. L. 1979. Reduction of nitrite and nitrate in food by lactic acid bacteria. 1st Biennial Marshall International Cheese Conference, Madison Wisconsin.
 20. Yamanaka, T., A. Ota, and K. Okunuky. 1961. A nitrite reducing system reconstructed with purified cytochrome components of *Pseudomonas auroginosa*. *Biochim. Biophys.* **53**: 294–308.
 21. Youalt, J. B. 1954. Identification of nitrite by species of *Achromobacter*. BF. MIRA. Res. Rep, No. 189.
 22. Zaika, U. L., T. E. Zell, S. A. Palumbo, and J. L. Smith. 1978. Effects of spices and salt on fermentation of lebanon-type sausage. *J. Food. Sci.* **43**: 186–189.

(Received October 25, 1999)