

오징어젓갈 Bacteria 군집분석 및 식중독균 생육저해 *Bacillus* 균주 선발

김혜림¹, 한설화¹, 이빛나라¹, 정도원², 이종훈^{1*}

¹경기대학교 식품생물공학과

²경기대학교 기초과학연구소

Received: July 31, 2013 / Revised: August 29, 2013 / Accepted: September 24, 2013

Analysis of the Bacterial Community in *Ojingeo-jeotgal* and Selection of *Bacillus* Species Inhibiting the Growth of Food Pathogens. Kim, Hye-Rim¹, Seulhwa Han¹, Bitnara Lee¹, Do-Won Jeong², and Jong-Hoon Lee^{1*}. ¹Department of Food Science and Biotechnology, Kyonggi University, Suwon 443-760, Korea, ²The Research Institute of Basic Science, Kyonggi University, Suwon 443-760, Korea

Jeotgal is a generic term given to the high-salt-fermented seafood of Korea. This study aimed at developing an overview of the bacterial community present in *Ojingeo-jeotgal*, a highly consumed type of *jeotgal*, which is made with squid. Bacteria were isolated and purified from two samples on six different kinds of media and identified by 16S rRNA gene sequence analysis. Among the 121 total isolates, the most dominant genus was *Bacillus*, followed by coagulase-negative staphylococci (CNS) and lactic acid bacteria (LAB). CNS were detected in both samples, but LAB were observed in only a single sample. Six strains of *Bacillus* species inhibiting the growth of food pathogens, *Staphylococcus aureus* and *Vibrio parahaemolyticus*, were selected from the 121 isolates. These were found to inhibit the growth of both pathogens in addition to displaying proteolytic activities on media containing 6% NaCl and 2% skim milk.

Keywords: *Ojingeo-jeotgal*, *Bacillus*, coagulase-negative staphylococci, lactic acid bacteria, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*

젓갈은 어패류 부패 방지를 위하여 소금을 첨가하여 저장한 우리나라 전통식품으로, 숙성기작은 정확히 밝혀지지 않았지만 원료에서 유래하는 효소와 미생물이 숙성을 담당하는 것으로 알려져 있다. 식품공전에서 젓갈, 양념젓갈, 액젓, 조미액젓, 식해류를 젓갈류라는 식품 유형으로 분류하고 있고, 젓갈은 어류, 갑각류, 연체동물, 극피동물류 등의 전체 또는 일부분을 주원료로 하여 이에 식염을 가하여 발효 숙성한 것으로 정의되고, 양념젓갈은 젓갈에 고춧가루, 조미료 등 양념을 첨가한 것을 말한다. 액젓은 젓갈을 여과 분리한 액을 의미하고, 조미액젓은 액젓을 희석하여 염수나 조미료 등을 첨가한 것을 말한다. 식해류는 젓갈과 유사하나 곡류 등의 부원료를 가하여 발효 숙성시킨 것을 말한다. 젓갈류에

대해서는 액젓과 조미액젓에 한하여 대장균 음성이라는 규격 외에 생물학적 안전성 관련 규격은 없다(<http://www.mfds.go.kr/>).

젓갈은 숙성과정을 통하여 형성된 원료 어패류와는 다른 특유의 풍미와 조직감을 가지고 있어 예로부터 직접 반찬으로 섭취하거나 조미용 또는 김치의 부재료로 사용되어 왔다. 김치, 된장과 함께 가정 단위에서 만들어지던 젓갈은 경제발전 등에 따른 주거환경 변화, 여성 사회진출 증가, 외식산업 발달 등의 사회적 변화로 인해 상업적 생산이 진행되고 있지만, 고염식품의 섭취에 따른 건강 위험성이 계속적으로 알려지면서 김치와 된장과는 달리 제조 및 유통에 있어 영세성을 면치 못하고 있다[16].

젓갈산업의 활성화를 위하여 1980년대부터 젓갈의 저염화를 위한 연구가 시도되었고[2, 3, 9, 15], 양념젓갈의 경우에는 염도를 8% 이하로 낮춘 제품들이 개발되어 생산되고 있다. 대표적 양념젓갈의 한 종류인 오징어젓갈은 20% 이상

*Corresponding author

Tel: +82-31-249-9656, Fax: +82-31-253-1165

E-mail: jhl@kgu.ac.kr

© 2013, The Korean Society for Microbiology and Biotechnology

의 고염발효 원료에 향신료와 조미료를 첨가한 전통식 제품과 원료 오징어에 조미향신료와 소금을 8% 수준으로 가하여 숙성시킨 개량제품이 있지만, 시중에서는 개량식만이 유통되고 있다[12]. 이러한 저염젓갈 가공기술 개발의 진전으로 상당한 저염화가 달성되었고, 젓갈에 대한 비위생적 이미지가 개선되고 있지만, 염도 저하에 따른 미생물 증가 및 식품위해세균의 증가가 우려되고 있다[10, 18].

식품의약품안전청이 2007년 전국적으로 유통, 판매되고 있는 총 554건의 젓갈류 시료를 대상으로 일반세균, 대장균, 대장균, 장염비브리오균, 황색포도상구균의 분포를 조사한 결과, 장염비브리오균과 황색포도상구균은 검출되지 않았지만, 염도가 높은 젓갈보다 양념젓갈에서 대장균과 일반세균이 높은 수준으로 검출되었다고 보고하였다[18]. 식품의약품안전청의 조사에서는 검출되지 않았지만, 황색포도상구균은 식중독균 중에서 높은 빈도로 검출되고 있고, 장염비브리오균은 어패류를 매개로 하여 빠른 속도로 전파되기 때문에 해산물을 원료로 제조하는 젓갈류에서의 존재를 배제할 수 없다. 최근의 젓갈에 존재하는 bacteria 군집을 분석한 연구에 따르면 *Staphylococcus* 속이 우점으로 검출되고, *Vibrio* 속 또한 검출되고 있다[8, 13]. 또한 1996년 엄과 이[24]의 젓갈에서의 *Staphylococcus* 속 bacteria의 검출 결과에 따르면 *Staphylococcus aureus*가 검출된 바 있다.

식품에서 발생할 수 있는 식품위해세균의 제어에는 HACCP와 같은 위생적인 생산관리가 적용되지만, 발효식품의 경우 위해세균의 저해활성을 보유한 종균의 첨가를 통하여 해결하려는 시도들이 진행되었다[1, 6, 7]. 아직 상업적 젓갈의 제조에 종균 첨가가 보고된 바 없지만, 김치에는 품질균일화 및 유통기한 연장을 위하여 종균이 첨가되고 있다[4, 19]. 본 연구에서는 오징어젓갈의 안전성 확보 및 품질균일화를 목적으로 오징어젓갈의 우점 bacteria를 도출하고, 이들 중 황색포도상구균(*S. aureus*)과 장염비브리오균(*Vibrio parahaemolyticus*)에 대한 생육저해활성을 보유한 오징어젓갈 발효용 종균 후보를 선발하였다.

배양법에 의한 오징어젓갈 bacteria 군집분석

Bacteria 분리를 위한 오징어젓갈은 2011년 9월 수원시 소재 재래시장과 대형마트에서 각각 1종씩 구입하였다. 시료 60 g에 동량의 멸균수를 혼합하여 균질화 한 후, 멸균한 거즈로 걸러 분리한 여액을 bacteria 분리 및 NaCl 농도, pH, 당도 측정에 사용하였다. NaCl 농도는 식품공전에 따라 측정하였고, pH는 pH meter로, 당도는 refractometer (Atago, Japan)로 측정하였다. 두 시료의 pH, NaCl 농도, 당도에는 큰 차이가 없었고, NaCl 농도는 평균 6.7% 정도로 상당한 저염화가 달성된 것으로 보인다(Table 1).

Table 1. The pH, NaCl concentration, sugar concentration of *Ojingeo-jeotgal* samples from a traditional market (A) and a super market (B) in Suwon, Korea.

Chemical index	Sample A	Sample B
pH	6.2	6.1
NaCl concentration (%)	6.6	6.7
Sugar concentration (Brix)	16.2	17.5

각 시료 여액을 생리식염수로 bacteria의 분리가 가능한 농도로 연속 희석한 다음, 고체배지에 도달하여 30°C에서 48시간 이상 배양하면서 colony의 형성 및 다양성을 관찰하였다. 다양한 bacteria의 분리를 위하여 nutrient agar (Difco, USA), marine agar (MBcell, Korea), MRS agar (Difco)와 이들 배지에 NaCl의 최종 농도가 5% (w/v)가 되도록 첨가한 총 6종의 배지를 사용하였고, 단백질분해활성의 확인을 위하여 skim milk (Difco)를 2% (w/v) 첨가하였다. 각 배지에서 생육한 생균수는 10⁵-10⁶ CFU/ml 수준으로 기존의 젓갈에서 보고된 일반세균의 측정치와 크게 다르지 않았다. 각 배지에서 성장한 bacteria는 크기, 모양, 색깔 및 skim milk 분해에 따른 투명환(clear zone) 생성 여부에 따라 각 배지당 10개 정도의 colony를 선발한 다음, 동일한 배지를 이용하여 순수 분리하였다.

순수 분리한 bacteria는 16S ribosomal RNA gene (16S rDNA) 염기서열분석에 의해 계통발생학적으로 동정하였다. 분리된 bacteria의 16S rRNA 유전자 증폭은 DNeasy tissue kit (Qiagen, Germany)을 이용하여 추출한 DNA를 PCR 하거나 colony PCR을 이용하여 수행하였다. PCR 증폭에 사용된 primer는 다양한 미생물의 증폭에 사용되는 eubacterial universal primer 27F (5'-AGA GTT TGA TCC TGG CTC A-3')와 1492R (5'-GGT TAC CTT GTT ACG ACT T-3')을 사용하였다[14]. PCR 반응은 T3000 Thermocycler (Biometra, Germany)를 사용하였고, 50 µl PCR 반응계에는 template DNA 또는 소량의 colony, 100 mM dNTP, 1 U *Taq* polymerase (Roche, Germany), 10 pmol의 primer를 첨가하였다. PCR 반응은 95°C에서 5분간 예비가열 후, 95°C에서 1분간 변성, 57°C에서 1분 annealing, 72°C에서 1분 중합반응의 과정을 30회 반복하였고, 마지막에 72°C에서 5분간 처리한 후 반응을 중단시켰다. 증폭된 PCR 산물은 PCR product purification kit (SolGent, Korea)을 사용하여 정제한 후, 수탁업체(SolGent)에 의뢰하여 염기서열을 결정하였다. 결정된 염기서열은 NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>)와 EzTaxon server 2.1 [5]에 등록된 염기서열 정보를 대상으로 nucleotide blast search를 통해 계통발생학적 분석을 수행하였다. Database에 등록된 표준균주(type strain)와 가장 높은 상동성을 나타내는 분류군(taxonomic unit)을 해당 bacteria로 동

Table 2. Numbers of isolates from *Ojingeo-jeotgal* summarized at the species level.

Species	Sample A						Total	Sample B						Total
	0% ^a			5% ^a				0% ^a			5% ^a			
	N	M	R	N	M	R		N	M	R	N	M	R	
<i>Aerococcus viridans</i>								1						1
<i>Bacillus aerius</i>								2	1					3
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>								1				1	2	4
<i>Bacillus clausii</i>											1			1
<i>Bacillus atrophaeus</i>				1	1		2							
<i>Bacillus licheniformis</i>				1			1		1				1	2
<i>Bacillus methylotrophicus</i>				2			2			3	1	4	2	10
<i>Bacillus pumilus</i>	1						1	1						1
<i>Bacillus safensis</i>	0	3					3	1		2	1			4
<i>Bacillus siamensis</i>													1	1
<i>Bacillus sonorensis</i>								1	1	1				3
<i>Bacillus subtilis</i>	2		1		1		4		2	2			1	5
<i>Bacillus tequilensis</i>	1	3	1				5	2			1	1	1	5
<i>Bacillus sp.</i>	5	2	3	3	4		17	1	3	2	3	2		11
<i>Brevibaeterium halotolerans</i>								1						1
<i>Carnobacterium maltaromaticum</i>										1				1
<i>Corynebacterium variabile</i>		1					1							1
<i>Kocuria salsicia</i>									1					1
<i>Leuconostoc pseudomesenteroides</i>			1			2	3							
<i>Pediococcus pentosaceus</i>						1	1							
<i>Staphylococcus equorum</i>												1		1
<i>Staphylococcus sciuri</i>											1			1
<i>Staphylococcus xylosus</i>												1		1
<i>Staphylococcus sp.</i>	1	2		3	3		9				2		1	3
<i>Weissella confusa</i>			3				3							
<i>Weissella hellenica</i>													1	1
<i>Weissella thailandensis</i>			1			7	8							
Total	10	11	10	10	9	10	60	10	10	11	10	10	10	61

Abbreviations: N, nutrient agar; M, marine agar; R, MRS agar.

^aThe final concentrations of NaCl are indicated and 0% means NaCl was not added to the medium.

정하였다.

순수 분리한 총 121 균주의 동정 결과, 각 배지로부터 분리된 bacteria의 다양성은 속(genus) 수준에서는 큰 차이가 나타나지 않았지만, 종(species) 수준에서는 시료 B의 다양성이 높은 것으로 나타났다(Table 2). 유산균은 MRS agar 및 NaCl을 첨가한 MRS agar에서만 검출되었지만, *Bacillus* 속은 모든 배지에서 고르게 검출되었으며, 염 첨가에 따른 영향이 크게 나타나지 않았다. *Staphylococcus* 속의 검출은 nutrient agar와 marine agar에서 높게 나타났고, 염을 첨가한 배지가 검출에 유리한 것으로 나타났다.

Bacillus 속이 두 시료 모두에서 우점으로 검출되었고, 기존의 연구에서 보고되었던 *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Aeromonas* 속 중에서 *Staphylococcus* 속만이 본 연구에서 검출되었다[10]. Bacteria 분리에 사용한 배지, 배양 조건 및 시료의 차이에서 그 원인을 찾을 수 있지만, 고전적 동정법을 적용한 기존 연구에서 분리균주들을 비교한 특성이 제한적이었다는 점을 고려하면, 최근에 적용되고 있는 계통발생학적 동정 결과와는 차이가 나타날 가능성이 크다. 재래시장에서 구입한 시료 A에서는 *Weissella* 속이 *Bacillus* 속의 뒤를 이었지만, 대형마트에서

구입한 시료 B에 존재하는 bacteria의 우점은 *Staphylococcus* 속이 뒤를 이었다. 유산균은 *Carnobacterium*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Weissella* 속이 검출되었고, 시료에 따라 검출되는 종과 속이 다르게 나타났으며, 시료 B보다 A에서 높은 빈도로 검출되었다. 시료 A로부터 각각 11 균주와 4 균주가 분리된 *Weissella* 속과 *Leuconostoc* 속은 시료 B로부터는 *Weissella hellenica* 1 균주만이 분리되어, 시료에 따라 유산균과 *Staphylococcus* 속의 비중이 달라질 수 있는 가능성이 제시되었다. Probiotics 및 식품용 중균 개발을 목적으로 젓갈 유래 *Lactococcus*, *Lactobacillus* 속 유산균 분리가 보고되었고[11, 17, 21], 유산균의 우점을 보고한 bacteria 군집분석 결과도 있지만[23], 고염 조건에서 생육이 어렵다는 점을 고려하면 발효 속성에 적극적으로 관여하는 우점종으로 작용할 가능성은 크지 않다. 비교적 염도가 낮은 오징어젓갈에서도 *Bacillus* 속에 비하면 그 비중이 크지 않은 것으로 보아 오징어젓갈뿐만 아니라 고염젓갈의 속성에서는 큰 영향을 미치지 않고 생리적 활성이 거의 없는 상태로 존재하는 것으로 추정된다.

기존 연구[10]에서 검출된 바 있는 *Staphylococcus* 속은 두 시료 모두로부터 분리되었고, NaCl이 5% 첨가된 배지에서 우세하게 검출된다는 점을 고려하면, *Bacillus* 속 다음을 차지하는 오징어젓갈 우점 bacteria로 추정된다. 각 배지로부터 순수 분리한 *Bacillus* 속 및 *Staphylococcus* 속의 일부 균주들은 16S rRNA 유전자 염기서열의 상동이 높아 계통발생학적 분류위치를 정확히 결정할 수 없어 종 수준에서의 우점종을 결정하기 힘들지만, 종 수준에서의 동정이 결정된 균주들 중에서는 *B. methylotrophicus*, *B. subtilis*, *B. tequilensis*

가 다수 분리되었다(Table 2). *Bacillus* 속이 우점으로 검출되었지만, 식품 위해 가능성이 있는 *Bacillus cereus*는 검출되지 않았다. 분리된 *Staphylococcus* 속 중에서 *S. aureus*로 동정된 균주는 존재하지 않았고, 모두 coagulase-negative staphylococci (CNS)라는 범주에 속한다. CNS는 유럽의 육류 및 소시지 발효에서 높은 빈도로 검출되고, 종균으로도 식품 발효에 사용되고 있으며, 문헌 상으로 식중독 관련성이 보고된 바는 없다[20, 22].

황색포도상구균 및 장염비브리오균 생육저해활성 보유 균주 선발

본 연구에서 분리 동정한 121 균주로부터 젓갈에서 발생 가능성이 있는 황색포도상구균 및 장염비브리오균에 대한 생육저해활성 보유 균주의 선발을 시도하였다. 선발을 위한 지시균 *S. aureus* ATCC12692와 *V. parahaemolyticus* ATCC17802는 Korean Culture Center for Microorganisms (KCCM)로부터 구입하였고, 전배양한 지시균주를 약 10^5 - 10^6 CFU/ml 농도로 한천배지에 200 μ l 도말하여 건조시킨 다음, 약 10^8 CFU/ml 농도의 실험균주를 백금이를 이용해 희석점종하여 30°C에서 24시간 배양 후 생육저지환의 생성 유무로 생육저해활성을 확인하였다. 활성측정을 위한 한천배지는 각각의 지시균 *S. aureus* ATCC12692와 *V. parahaemolyticus* ATCC17802의 생장이 우수하게 나타난 nutrient agar와 marine agar를 사용하였고, 젓갈의 염도를 고려하여 최종농도가 5%가 되도록 NaCl을 첨가하였다.

분리 균주 중, 55 균주가 *S. aureus*에 대하여 생육저해활

Table 3. Numbers of isolates from *Ojingeo-jeotgal* showed the growth inhibition of *Staphylococcus aureus* ATCC12692 on nutrient agar supplemented 5% NaCl.

Species	Sample A		Sample B	
	Isolates	Active strains	Isolates	Active strains
<i>Bacillus aerius</i>	0	0	3	1
<i>Bacillus licheniformis</i>	1	1	2	1
<i>Bacillus pumilus</i>	1	1	1	1
<i>Bacillus safensis</i>	3	3	4	4
<i>Bacillus siamensis</i>	0	0	1	1
<i>Bacillus sonorensis</i>	0	0	3	3
<i>Bacillus subtilis</i>	4	3	5	3
<i>Bacillus tequilensis</i>	5	4	5	3
<i>Bacillus</i> sp.	17	10	11	10
<i>Leuconostoc pseudomesenteroides</i>	3	1	0	0
<i>Staphylococcus equorum</i>	0	0	1	1
<i>Weissella confusa</i>	3	3	0	0
<i>Weissella thailandensis</i>	8	1	0	0
Total	45	27	36	28

Table 4. Numbers of isolates from *Ojingeo-jeotgal* showed the growth inhibition of *Vibrio parahaemolyticus* ATCC17802 on marine agar added 3% NaCl.

Species	Sample A		Sample B	
	Isolates	Active strains	Isolates	Active strains
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	0	0	4	2
<i>Bacillus atrophaeus</i>	2	1	0	0
<i>Bacillus methylotrophicus</i>	2	1	10	5
<i>Bacillus pumilus</i>	1	1	1	1
<i>Bacillus siamensis</i>	0	0	1	1
<i>Bacillus tequilensis</i>	5	3	5	3
<i>Bacillus</i> sp.	17	2	11	1
Total	27	8	32	13

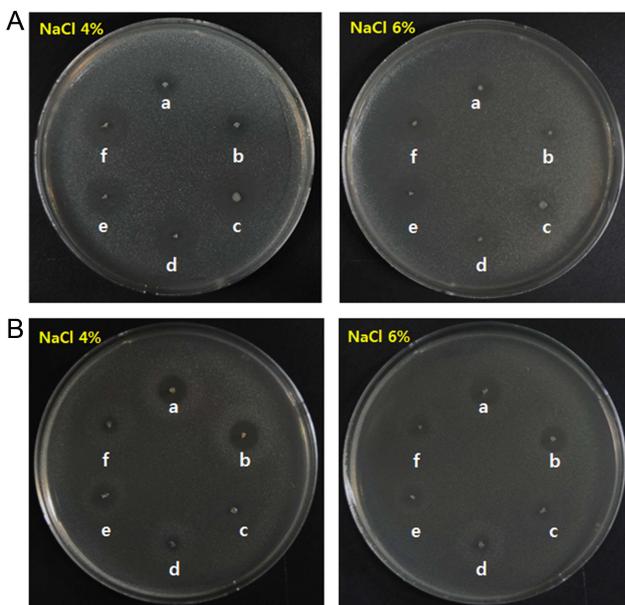


Fig. 1. Growth inhibition of *S. aureus* ATCC12692 (A) and *V. parahaemolyticus* ATCC17802 (B) by the isolates from *Ojingeo-jeotgal* at the NaCl added conditions.

Nutrient agar and marine agar were used for the growths of *S. aureus* (A) and *V. parahaemolyticus* (B), respectively. Isolates: a, *B. pumilus* ANR7; b, *B. pumilus* RM010; c, *B. siamensis* RM502; d, *B. tequilensis* AM5R3; e, *B. tequilensis* MA504; f, *B. tequilensis* MS503.

성을 나타내었고, *Bacillus* 속 균주들이 대부분이었다(Table 3). 분리 빈도가 높지는 않지만, 분리된 모든 *B. pumilus*, *B. safensis*, *B. siamensis*, *B. sonorensis*, *Weissella confusa* 균주는 활성을 나타냈다. *V. parahaemolyticus*에 대해서는 *Bacillus* 속 21 균주만이 생육저해활성을 나타내었고, *S. aureus* 대비 활성 보유 균주의 선별 확률이 높지 않았다(Table 4). 2 종류의 식중독균에 대하여 활성을 갖는 균주는 모두 *Bacillus* 속으로, 6 균주가 분리되었다. 이들 균주의 식

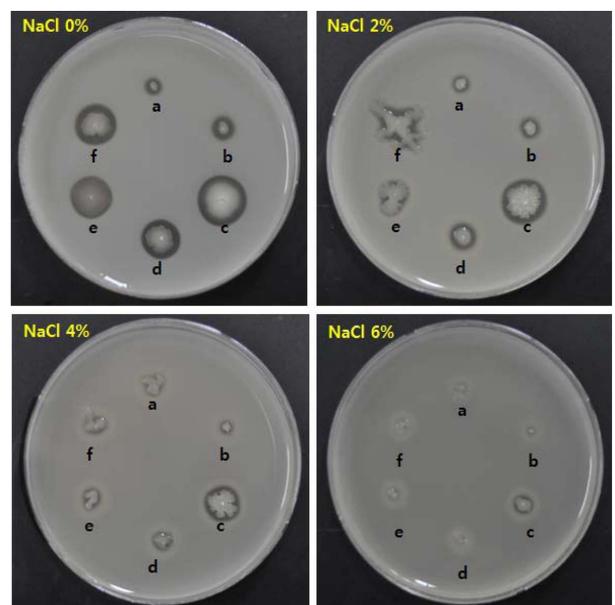


Fig. 2. Effect of NaCl on the growth and protease activity of isolates from *Ojingeo-jeotgal*.

Nutrient agar containing 2% (w/v) skim milk was used for the detection of growth and protease activity. Isolates: a, *B. pumilus* ANR7; b, *B. pumilus* RM010; c, *B. siamensis* RM502; d, *B. tequilensis* AM5R3; e, *B. tequilensis* MA504; f, *B. tequilensis* MS503.

중독균 생육저해는 NaCl이 6% 첨가된 배지에서도 활성이 나타나는 것으로 보아 오징어젓갈의 숙성과정에서 식중독균의 저해가 가능한 것으로 추정된다(Fig. 1). 총 3 균주가 분리된 *B. pumilus*와 *B. siamensis*는 모두 두 식중독균에 대하여 저해활성을 나타내었지만, 분리된 개체수가 낮아 종 수준의 저해활성으로 평가하기는 힘들고, 대부분의 저해활성은 균주 특이적으로 나타났다.

젓갈 발효용 종균의 가장 중요한 기능성으로 고려되고 있는 단백질분해활성을 skim milk를 2% 첨가한 nutrient

agar에서 확인해 본 결과, 6 균주 모두 단백질분해활성을 가지고 있었지만, NaCl 첨가에 따라 활성이 감소했고, colony의 모양이 NaCl의 농도에 따라 변화함을 확인하였다(Fig. 2). *B. siamensis* RM502 균주가 NaCl이 6% 첨가된 배지에서 가장 높은 단백질분해활성을 나타내었다. 최종적으로 선발된 6 균주의 생육저해활성과 단백질분해활성을 정량적으로 비교하지는 못했지만, 6% 염농도에서 활성을 나타내고 있어 오징어젓갈의 제조 과정에서 식중독균 생육저해 및 단백질분해활성을 나타낼 수 있을 것으로 예상된다.

요 약

오징어젓갈의 안전성 확보 및 품질 균일화를 목적으로 사용할 종균 후보 선별을 위하여 오징어젓갈 우점 bacteria를 도출하고, 이들 중 황색포도상구균과 장염비브리오균에 대한 생육저해활성 보유 균주를 선별하였다. 6종의 배지를 이용하여 2종류의 오징어젓갈 시료로부터 순수 분리한 121 균주를 16S rRNA 유전자 염기서열분석을 통하여 동정할 결과, *Bacillus* 속, coagulase-negative staphylococci (CNS), 유산균의 순으로 우점하는 것으로 나타났다. CNS는 두 시료 모두에서 검출되었고, 유산균은 시료에 따라 분리되는 종(species)이 다르게 나타났다. 121 균주로부터 선별된 황색포도상구균과 장염비브리오균의 생육을 모두 저해하는 6종의 *Bacillus* 균주는 NaCl이 6% 첨가된 배지에서 단백질분해활성을 나타내었다.

Acknowledgments

This research was supported by the High Value-added Food Technology Development Program (#311041-3), Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.

References

- Benkerroum N, Oubel H, Zahar M, Dlia S, Filali-Maltouf A. 2000. Isolation of a bacteriocin-producing *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* and application to control *Listeria monocytogenes* in Moroccan jben. *J. Appl. Microbiol.* **89**: 960-968.
- Cha Y-J, Cho S-Y, Oh K-S, Lee E-H. 1983. Studies on the processing of low salt fermented sea foods (2. The taste compounds of low salt fermented sardine). *Bull. Korean Fish. Soc.* **16**: 140-146.
- Cha Y-J, Chung S-Y, Ha J-H, Jeong I-C, Lee E-H. 1983. Studies on the processing of low salt fermented sea foods (3. Changes of microflora during fermentation of low salted sardine). *Bull. Korean Fish. Soc.* **16**: 211-215.
- Chang JY, Chang HC. 2010. Improvements in the quality and shelf life of kimchi by fermentation with the induced bacteriocin-producing strain, *Leuconostoc citreum* GJ7 as a starter. *J. Food Sci.* **75**: M103-M110.
- Chun J, Lee J-H, Jung Y, Kim M, Kim S, Kim BK, Lim Y-W. 2007. EzTaxon: a web-based tool for the identification of prokaryotes based on 16S ribosomal RNA gene sequences. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* **57**: 2259-2261.
- Dal Bello B, Coccolin L, Zeppa G, Field D, Cotter PD, Hill C. 2012. Technological characterization of bacteriocin producing *Lactococcus lactis* strains employed to control *Listeria monocytogenes* in cottage cheese. *Int. J. Food Microbiol.* **153**: 58-65.
- Gálvez A, Abriouel H, López RL, Ben Omar N. 2007. Bacteriocin-based strategies for food biopreservation. *Int. J. Food Microbiol.* **120**: 51-70.
- Guan L, Cho KH, Lee JH. 2011. Analysis of the cultivable bacterial community in *jeotgal*, a Korean salted and fermented seafood, and identification of its dominant bacteria. *Food Microbiol.* **28**: 101-113.
- Kim D-S, Kim Y-M, Koo J-G, Lee Y-C, Do J-R. 1993. A study on shelf-life of seasoned and fermented squid. *Bull. Korean Fish. Soc.* **26**: 13-20.
- Kim Y-M, Jeong Y-M, Hong J-H. 1993. Processing conditions for low-salted squid jeotkal. *Bull. Korean Fish. Soc.* **26**: 312-320.
- Kim J-H, Rhee Y-H, Na H-J, Lee Y-K, Shin S-Y. 1997. Physico-chemical characteristics of yogurt by *Lactobacillus* spp. from pickles. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* **40**: 12-17.
- Kim J-H, Lee K-H, Ahn H-J, Cha B-S, Byun M-W. 1999. Effects of gamma irradiation on microbiological and sensory qualities in processing of low salted and fermented squid. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**: 1050-1056.
- Kim M-S, Park E-J, Jung M-J, Roh SW, Bae J-W. 2009. Analysis of prokaryote communities in Korean traditional fermented food, *jeotgal*, using culture-dependent method and isolation of a novel strain. *Korean J. Microbiol.* **45**: 26-31.
- Lane DJ. 1991. 16S-23S rRNA sequencing, pp. 115-175. In Stackebrandt E, Goodfellow M (eds.), *Nucleic Acid Techniques in Bacterial Systematics*. Wiley, New York.
- Lee E-H, Cha Y-J, Lee J-S. 1983. Studies on the processing of low salt fermented sea foods (1. Processing conditions of low salt fermented sardine). *Bull. Korean Fish. Soc.* **16**: 133-139.
- Lee WD. 2001. Recent development of *jeotgal* (traditional Korean fermented seafood) and its future. *Food Ind. Nutr.* **6**: 23-27.
- Lee N-K, Kim H-W, Choi S-Y, Paik H-D. 2003. Some probiotic properties of lactic acid bacteria and yeasts isolated from *jeotgal*. *Korean J. Microbiol. Biotechnol.* **31**: 297-300.
- Lee SM, Lim JM, Kim KH, Cho SY, Park KS, Sin YM, et al. 2008. Microbiological study using monitoring of microorganism in salt-fermented fishery products. *J. Food Hygiene Safety* **23**: 198-205.
- Lee K, Lee JH. 2011. Isolation of *Leuconostoc* and *Weissella* species inhibiting the growth of *Lactobacillus sakei* from kimchi. *Korean J. Microbiol. Biotechnol.* **39**: 175-181.

20. Marty E, Bodenmann C, Buchs J, Hadorn R, Eugster-Meier E, Lacroix C, *et al.* 2012. Prevalence of antibiotic resistance in coagulase-negative staphylococci from spontaneously fermented meat products and safety assessment for new starters. *Int. J. Food Microbiol.* **159**: 74-83.
21. Paik H-D, Koo K-M, Kim J-G, Lee N-K. 2003. Optimization for lactacin SA72 production by *Lactococcus lactis* SA72 isolated from jeot-gal. *Korean J. Microbiol. Biotechnol.* **31**: 46-50.
22. Rantsiou K, Iacumin L, Cantoni C, Comi G, Cocolin L. 2005. Ecology and characterization by molecular methods of *Staphylococcus* species isolated from fresh sausages. *Int. J. Food Microbiol.* **97**: 277-284.
23. Roh SW, Kim K-H, Nam Y-D, Chang H-W, Park E-J, Bae J-W. 2010. Investigation of archaeal and bacterial diversity in fermented seafood using barcoded pyrosequencing. *ISME J.* **4**: 1-16.
24. Um M-N, Lee C-H. 1996. Isolation and identification of *Staphylococcus* sp. from Korean fermented fish products. *J. Microbiol. Biotechnol.* **6**: 340-346.