

Research Note

동해안 특산 수산발효식품에서 분리된 균주의 항균 및 단백질 가수분해 활성

박우정 · 이승환¹ · 이형재^{2*}

강릉원주대학교 해양식품공학과, ¹경일대학교 식품산업융합학부, ²단국대학교 식품공학과

Antibacterial and Proteolytic Activities of Bacterial Isolates from Ethnic Fermented Seafoods in the East Coast of Korea

Woo Jung Park, Seung Hwan Lee¹, and Hyungjae Lee^{2*}

Department of Marine Food Science and Technology, Gangneung-Wonju National University

¹School of Food Science and Industry, Kyungil University

²Department of Food Engineering, Dankook University

Abstract

We attempted to investigate antibacterial and proteolytic activities of bacteria isolated from three ethnic fermented seafoods in the east coast of South Korea, *gajami sikhae*, squid *jeotgal*, and fermented *jinuari* (*Grateloupia filicina*). *Bacillus cereus* ATCC 14579, *Listeria monocytogenes* ATCC 15313, *Staphylococcus aureus* KCTC 1916, *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43895, and *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 4931 were selected to determine the antibacterial activity of the bacterial isolates. Among 233 isolates from the three foods, 36 isolates (15.5%) showed antibacterial activity against *B. cereus* ATCC 14579, the highest incidence of inhibition, followed by *S. aureus* KCTC 1916 (7.7%) and *L. monocytogenes* ATCC 15313 (6.0%). However, only five and three strains among the isolates exhibited inhibitory activity against Gram-negative indicators, *E. coli* ATCC 43895 and *Sal. enterica* ATCC 4931, respectively. The proteolytic activity of the isolates was determined via hydrolysis of skim milk after 24, 48, and 72 h incubation. After 72 h incubation, 72 out of 233 isolates (30.9%) showed proteolytic activity, and the isolates of fermented *jinuari* exhibited the highest incidence of proteolytic activity (60%, 36 isolates). These results suggest that ethnic fermented seafoods in the east coast of South Korea might be a promising source of bacterial strains producing antibacterial and proteolytic compounds.

Key words: ethnic fermented seafood, the east coast of Korea, bacterial isolates, antibacterial, proteolytic

서 론

삼면이 바다인 우리나라는 수산물을 이용한 다양한 발효 식품이 발달되었고, 어류나 패류를 발효시킨 젓갈류와 해초를 이용하여 제조하는 장아찌류나 무침, 젓이나 어류 등이 첨가되는 침채류 등의 식품제조가 이루어지고 있다 (Park & Park, 1993). 침채류를 제외한다면 현재까지 수산 발효식품에 대한 연구는 주로 우리나라에서 일반적으로 주로 소비되는 젓갈에 대하여 많이 진행되어 왔다(Choi et al., 2001; Kang et al., 2005; Cho & Kim, 2012; Hong &

Kim, 2013). 우리나라 대표적인 수산발효식품인 젓갈은 일반적으로 어류 또는 패류의 근육 및 내장 등에 염을 첨가하여 자가소화 및 미생물이 분비하는 효소반응에 의해 숙성시킨 전통 발효식품으로서, 지역마다 그 종류는 다양하다. 또한, 젓갈은 그 특유의 풍미를 함유하고 있어 기호식품으로서 그리고 우리나라 주요 발효식품인 김치의 첨가물로서 많이 이용되어 오고 있다(Park & Park, 1993). 젓갈의 담금법은 발효과정에 따라 크게 젓과 식해로 구분하게 된다. 염장에 의한 부패 억제와 자가분해효소와 미생물에 의해 발효과정을 거치게 되는 것은 젓이며, 젓보다 자연발효반응에 의해 생성된 젓산에 의해 부패를 방지하는 것은 식해로 구분하며, 특히 식해는 어류에 곡류(메조 또는 맷쌀), 무채, 엿기름 및 고춧가루 등을 첨가한 후 발효시켜 독특한 정미성분을 나타내는 특징을 보이고 있다(Suh & Yoon, 1987; Choi et al., 2001).

젓갈에는 일반적으로 내염 또는 호염적인 특성을 나타내

*Corresponding author: Hyungjae Lee, Department of Food Engineering, Dankook University, 119 Dandae-ro, Dongnam-gu, Cheonan, Chungnam 31116, Korea

Tel: +82-41-550-3561; Fax: +82-41-559-7868

E-mail: lee252@dankook.ac.kr

Received January 16, 2016; revised January 26, 2017; accepted January 27, 2017

는 세균이 많이 자라는 것으로 알려져 있으며, g당 10^3 - 10^5 CFU의 g당 생균수를 나타내는 것으로 보고되어 있다(Hur, 1996; Kim et al., 2005). 젓갈내의 미생물은 단백질분해효소를 분비하여 육질을 분해하는 역할을 하며, 전통적인 고식염 젓갈의 경우와 달리 최근의 저식염 젓갈에는 내염성 미생물 이외의 다양한 미생물이 존재할 것으로 예상된다고 보고되었다(Lee & Kim, 2012). 창란젓으로부터 유래된 유산균인 *Lactococcus lactis* NK24가 박테리옌을 분비하여 식품부패 및 병원성 세균의 생육을 저해한다고 보고되었으며(Kim et al., 1999), 멸치젓과 새우젓에 서식하는 세균의 균총에 대한 연구가 보고되었다(Guan et al., 2011). 이와 더불어 새우젓에서 분리한 halophilic archeon인 *Halalkalicoccus jeotgali* sp. nov.에 대한 연구(Roh et al., 2007)와 멸치젓으로부터 분리된 *Paenibacillus tyraminigenes* sp. nov. 균의 특성과 항균활성에 대한 연구결과가 보고되었다(Mah et al., 2008). *Nesterenkonia jeotgali* sp. nov.(Yoon et al., 2006)와 *Psychrobacter alimentarius* sp. nov. 또한 젓갈에서 분리되어 동정되었음이 보고되었다(Yoon et al., 2005).

천연 항균물질 및 단백질 가수분해 효소 개발은 식품 개발 및 유통기한 연장에 있어서 매우 중요하게 여겨지고 있다. 최근 수산 발효식품을 위한 월계수, 고추냉이 등을 비롯한 다양한 식물 추출물(Hong & Kim, 2013; Han et al., 2014) 또는 키토산 등의 식품 첨가제 등의 연구가 보고되었다(Kim, 1996). 갈조류인 지충이(Lee et al., 2009), 모자반, 톳 등의 다양한 해조류 추출물의 항균활성(Kang et al., 2005; Kim et al., 2012) 연구가 진행되었으나, 아직까지 수산발효식품 유래 미생물의 항균활성에 대한 연구는 미미한 실정이다. 또한 동해안 특유의 다양한 수산자원으로부터 생산되는 지역의 수산발효식품으로부터 분리된 미생물의 생리활성에 대한 연구는 지금까지 활발하게 이루어지지 않고 있다. 그리고 지금까지의 전통수산발효식품연구는 대부분의 연구가 주로 젓갈류에 한정되어 있고, 식혜는 일반화 및 상품화가 잘 이루어지지 못하여, 강원도 향토 전통 발효식품으로서만 명맥을 유지하고 있는 실정이다(Cho & Kim, 2012).

따라서, 본 연구에서는 동해안 지역 전통발효식품인 가자미밥 식혜, 오징어젓갈, 지누아리 무침, 총 3개의 수산발효식품으로부터 미생물을 분리하여 식중독 원인균을 저해하는 항균활성과 단백질 가수분해활성을 나타내는 분리균주의 분포를 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 균주 분리

동해안 특산물인 가자미밥 식혜, 오징어 젓갈, 지누아리 무침을 2014년 5월, 강원도 강릉시 중앙시장에서 구입하여

사용하였다.

가자미밥 식혜는 멸균 증류수로 10^5 (w/v) 희석했고, 오징어 젓갈은 10^3 , 10^4 (w/v), 지누아리 젓갈은 10^4 (w/v)으로 각각 희석하였다. 희석한 시료를 Tryptic Soy broth (TSB; BD, Sparks, MD, USA)에 1.5% (w/v) agar (Daejung Chemicals, Siheung, Korea)을 첨가한 Tryptic Soy Agar (TSA)에 도말한 후 37°C에서 24시간 배양하였다. 배양된 균의 콜로니를 새 TSA 배지에 도말하여 균을 분리하였다. 분리된 균은 TSB에 12-18시간 배양 후, 15% (w/v) glycerol 농도가 되도록 cryo tube에 넣어 -70°C에 보관하였다.

항균 활성

항균활성 실험을 위해 American Type Culture Collection (ATCC, Manassas, VA, USA)와 생물자원센터(KCTC, Jeongeup, Korea)에서 분양된 균주를 지시균주로 선정하였다. Gram 양성세균 3종(*Bacillus cereus* ATCC 14579, *Listeria monocytogenes* ATCC 15313, *Staphylococcus aureus* KCTC 1916)과 Gram 음성세균 2종(*Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43895, *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 4931) 등 총 5가지 식중독 원인균을 지시균으로 사용하였다. 시료 별 분리균주의 항균 활성 측정은 spot-on-lawn 실험을 통해 진행하였다(Harding & Shaw, 1990). 시료로부터 분리된 균을 TSB에 접종해 30°C에서 12시간 배양하였다. 이후 반유동 TSA배지(soft agar, 0.75% agar) 6 mL에 상기 5가지의 지시균을 37°C에서 12시간 배양한 배양액을 접종하여 분리균주가 자란 TSA plate 위에 분주하였다. 분주 후 37°C에서 12시간 배양하여 분리균 주변에 나타나는 지시균 저해환의 크기를 측정하여 동해안 특산물에서 분리된 균주의 항균 활성을 알아보았다.

단백질 가수분해 활성

3종의 동해안 특산 발효수산물로부터 분리된 균주가 나타내는 단백질 가수분해 활성 측정을 위해 멸균된 TSA 배지에 별도로 가압멸균한 skim milk (BD)가 첨가된 1% (w/v) skim milk TSA를 사용하였다. 제조된 1% (w/v) skim milk TSA 표면에 멸균 이쑤시개를 이용하여 분리균주를 접종하여 30°C에서 24, 48, 72시간마다 생성된 skim milk 분해환 크기를 측정하여 단백질 가수분해 활성을 확인하였다.

결과 및 고찰

분리균주 선별

동해안 수산발효식품 내에 존재하는 미생물의 항균활성과 단백질 가수분해 활성을 조사하기 위해 세 가지 동해안 수산발효식품으로부터 균을 분리하였다. 이 중 가자미밥

Table 1. Total number and percentage of bacterial isolates from ethnic fermented seafoods in the east coast of Korea

Fermented seafood	No. ¹⁾	Indicator microorganisms				
		<i>Bacillus cereus</i> ATCC 14579	<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 15313	<i>Staphylococcus aureus</i> KCTC 1916	<i>E. coli</i> O157:H7 ATCC 43895	<i>Salmonella enterica</i> ATCC 4931
The number of isolates exhibiting antimicrobial activity (% of total active isolates) ²⁾						
Gajami sikhae	89	9 (10.1)	4 (4.5)	3 (3.4)	0 (0.0)	0 (0.0)
Squid <i>jeotgal</i>	84	16 (19.0)	9 (10.7)	10 (11.9)	5 (6.0)	3 (3.6)
Fermented <i>jimuari</i>	60	11 (18.3)	1 (1.7)	5 (8.3)	0 (0.0)	0 (0.0)
Total	233	36 (15.5)	14 (6.0)	18 (7.7)	5 (2.1)	3 (1.3)

¹⁾No. is the number of isolates from each fermented seafood.

²⁾% represents the percentage of isolates exhibiting antagonistic activity against the indicator microorganisms

식해로부터 89개의 균이 분리되었고, 오징어 젓갈로부터 84개의 균을 분리하였으며, 지누아리 무침으로부터 60개의 균을 분리하여 총 233개의 균을 분리하였다(Table 1). 분리된 균은 색, 성장 등 콜로니의 외관상 차이점을 기준으로 균주를 선별하여 분리하였다.

항균활성

세 가지 수산발효식품으로부터 분리된 균주가 나타내는 5 가지 식중독균에 대한 항균 활성을 조사하였다. 항균 활성 실험 결과 지시균 중 *B. cereus* ATCC 14579에 대해 세 가지 식품에서 분리된 균에 의한 항균 활성 비율이 가장 높게 나왔다(15.5%). 특히 오징어 젓갈에서 분리된 균주의 19.0% (16균주)는 *B. cereus* ATCC 14579에 대해 가장 높은 비율의 항균 활성을 나타냈다. 지누아리 무침은 18.3% (11균주), 가자미밥 식해에서 분리된 균들 중 10.1% (9균주)가 *B. cereus* ATCC 14579에 대한 저해활성을 나타내었다. 다음으로 많은 수의 분리균주가 저해한 지시균은 *S. aureus* KCTC 1916이며, 이 균에 대해 저해활성을 보인 가장 많은 수의 분리균주는 또한 오징어 젓갈에서 분리되었다 (10균주, 11.9%). *S. aureus*에 대한 항균활성을 나타내는 분리균주 수는 지누아리 무침에서 분리된 균의 5균주(8.3%)였으나, 가자미밥 식해의 분리균주 중 3개만이 저해활성을 보였다. 저온성 식중독균으로 알려진 *L. monocytogenes* ATCC 15313에 대한 항균활성 또한 오징어 젓갈에서 분리된 균들의 활성 비율(10.7%)이 제일 높았다. 그러나 다른 2종의 그람양성 지시균에 대한 항균활성 비율결과와는 달리, 가자미밥 식해(4.5%, 4균주), 지누아리 무침(1.7%, 1균주) 순으로 낮은 항균활성 비율을 보였다.

그람음성 지시균의 경우, *E. coli* O157:H7 ATCC 43895, *S.al. enterica* serovar Typhimurium ATCC 4931에 대한 항균 활성을 조사하였으나, 오징어 젓갈의 분리균주의 경우, 6.0% (5균주)와 3.6% (3균주)의 활성균주 비율을 제외하고, 다른 2가지 시료의 분리균주는 그람음성 지시균에 대한 항균활성을 나타내지 않았다.

항균활성 실험을 통해, 각 수산발효식품의 재료 및 제조

방법에 따라 서식하는 균들이 차이가 있다는 것을 알 수 있었다. 이전 보고된 국내산 및 미국산 꿀에서 분리된 균주와 비교할 경우, 수산발효식품으로부터 분리된 균주의 각 지시균에 대한 항균활성 균주 비율은 상대적으로 낮은 것으로 나타났다(Lee et al., 2008; Lee & Lee, 2016). 각 수산발효식품에 존재하는 균주들의 항균활성 정도 및 식중독균의 감수성이 다르다는 것을 알 수 있었고, 이를 통해 다양한 항균활성 균주를 확보할 수 있었다. 추후 상기 확보된 균주를 이용하여 식중독균 저해물질의 분리를 시도하고자 한다.

단백질 가수분해 활성

Table 2는 세 가지 동해안 수산발효식품으로부터 분리된 균들의 단백질 가수분해 활성을 나타낸다. 분리된 균들의 24시간, 48시간, 72시간의 배양 시간에 따른 활성을 보인 균들의 비율을 조사하였다. 항균활성 비율과는 달리 지누아리 무침에서 분리된 균주 중 24시간에서 35.0%, 48시간에서 58.3%, 72시간에서 60.0%의 분리균주가 활성을 보였다. 따라서 세 가지 수산발효식품 중 가장 많은 수의 균주가 단백질 가수분해 활성을 보였다. 지누아리 무침 다음으로 오징어 젓갈에서 분리한 분리균 중, 24시간에는 14.3% (12균주), 48시간에는 19.0% (16균주), 72시간에는 32.1%

Table 2. Incidence of proteolytic activity by bacterial isolates from ethnic fermented seafoods in the east coast of Korea

Fermented seafood	No. ¹⁾	Incubation time (h)		
		24	48	72
The number of isolates exhibiting proteolytic activity (% of total active isolates) ²⁾				
Gajami sikhae	89	1 (1.1)	9 (10.1)	9 (10.1)
Squid <i>jeotgal</i>	84	12 (14.3)	16 (19.0)	27 (32.1)
Fermented <i>jimuari</i>	60	21 (35.0)	35 (58.3)	36 (60.0)
Total	233	34 (14.6)	60 (25.8)	72 (30.9)

¹⁾No. is the number of isolates from each fermented seafood.

²⁾% represents the percentage of isolates exhibiting proteolytic activity.

(27균주)의 분리균이 단백질 가수분해 활성을 나타냈다. 가자미밥 식해에서 분리된 균들은 24시간에는 1균주(1.1%), 48시간에는 9균주(10.1%), 72시간에는 9균주(10.1%)가 단백질 가수분해 활성을 나타내어, 단백질 가수분해 활성 균주가 가장 적었다. 각 시간별로 활성균주 수가 증가한 이유는, 시간이 경과됨에 따라 분리 균주에서 생산되는 단백질 가수분해활성 물질의 양이 증가되었거나, 기 생산된 분해물질이 지속적으로 확산되었을 것으로 생각된다. 또한 24 또는 48시간 배양 이후에 가수분해 활성을 나타낸 균주도 있어, 단백질 가수분해활성 물질의 생산되는 시점이 균주마다 다른 것으로 관찰되었다(data not shown).

Lee 등(2002)은 멸치액젓으로부터 분리한 균주인 *Bacillus subtilis* JM-3의 배양 상등액을 조효소액으로 사용하여 단백질 분해활성을 측정하였다. 다른 연구에서는 청국장에서 분리한 세균을 이용하여 단백질 가수분해 활성을 측정하였다(Choi et al., 2013). 그러나 국내외 모두 수산발효식품에서 분리한 균주를 이용하여 단백질 가수분해 활성을 확인한 실험은 미비한 실정이기 때문에 추가적인 실험이 더 필요할 것이라 생각된다. 또한 이 결과는 식품의 제조에 있어서 가장 중요하다고 여겨지는 맛을 결정해주는 미생물의 단백질 가수분해효소의 활성 또한 수산발효식품에 따라 확연히 다를 수 있음을 보여주고 있다.

최근의 건강에 대한 관심의 증가와 함께, 고식염 식품은 심혈관계 질환 및 신장병 등의 만성질환의 원인으로 주목받고 있어 전통적인 고식염 식품인 수산발효식품의 저염화 기술 및 제품 개발이 이루어지고 있다. 따라서, 저염화에 따른 항균활성과 단백질 가수분해 활성에 대한 중요성이 높아지고 있기 때문에, 본 연구를 통해 얻어진 동해안 수산발효식품 유래 미생물의 항균활성과 단백질 가수분해 활성 결과는 앞으로 저염 수산발효식품개발에 있어서 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

요 약

동해안의 특산 수산발효식품 중 가자미밥 식해, 오징어 젓갈, 지누아리 무침 등 총 3종의 수산발효식품에서 233개의 균을 분리하였다. 5종의 주요 식중독 균에 대한 항균활성을 측정한 결과 총 분리균 중 36개(15.5%)가 *B. cereus* ATCC 14579에 대해 항균활성을 나타내 가장 많은 분리균이 이 지시균을 저해하였다. 그 다음으로 *S. aureus* KCTC 1916, *L. monocytogenes* ATCC 15313 순으로 다수의 분리균이 항균활성을 나타냈다. 특히 오징어 젓갈에서 분리한 균주 중 각각 5개(6.0%), 3개(3.6%)가 그람음성 지시균인 *E. coli* O157:H7 ATCC 43895, *Sal. enterica* ATCC 4931를 저해하였다. 단백질 가수분해 활성의 경우, 72시간 배양 후, 총 분리균주 중 72개(30.9%)가 활성을 나타냈고, 가장 많은 활성을 나타낸 것은 지누아리 무침 분리균으로

72시간 배양하였을 때 36개(60.0%)가 단백질 가수분해활성을 나타냈다. 본 연구를 통해 수산발효식품에서 분리한 균주가 식중독균을 저해하는 항균물질을 생산한다는 것과 단백질 가수분해 능력을 가진 균주가 존재한다는 것을 알 수 있었다. 활성이 우수한 균주의 확보를 통해 우수 활성균주로부터 천연 항균제를 분리, 적용할 수 있고, 단백질 가수분해활성을 다양한 발효식품 및 더 나아가 저염 수산 발효식품 생산에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원(해양바이오 지역특화 선도기술 개발 사업-동해안 해양생물자원 유래의 기능성 생물소재 개발, D11413914H 480000100)을 받아 수행되었으며, 이에 감사 드립니다.

References

- Cho WI, Kim SM. 2012. The biofunctional activities and shelf-life of low-salt squid *sikhae*. Korean J. Food Sci. Technol. 44: 61-68.
- Choi C, Lee HD, Choi HJ, Son JH, Kim S, Son GM, Cha WS. 2001. Functional and volatile flavor compounds in traditional Kyungsando squid *sikhe*. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 345-352.
- Choi YH, Lee JS, Bae SY, Yang KJ, Yeom KW, Jo DH, Kang OH, Baik HS. 2013. Isolation of bacteria with protease activity from Cheonggukjang and purification of fibrinolytic enzyme. J. Life Sci. 23: 259-266.
- 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.
- Han HJ, Kim DG, Han DW, Cho SY. 2014. Effect of natural antimicrobial extracts on shelf-life extension and quality improvement of the flounder *sikhe*. Korean J. Food Sci. Technol. 46: 689-693.
- Harding CD, Shaw E. 1990. Antimicrobial activity of *Leuconostoc gelidum* against closely related species and *Listeria monocytogenes*. J. Appl. Bacteriol. 69: 648-654.
- Hong WJ, Kim SM. 2013. Quality characteristics, shelf-life, and bioactivities of the low salt squid *jeot-gal* with natural plant extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 42: 721-729.
- Hur SH. 1996. Critical review on the microbiological standardization of salt-fermented fish product. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 25: 885-891.
- Kang SY, Oh MJ, Shin JA. 2005. Antimicrobial activities of Korean marine algae against fish pathogenic bacteria. J. Fish Pathol. 18: 147-156.
- Kim HJ, Lee NK, Cho SM, Kim KT, Paik HD. 1999. Inhibition of spoilage and pathogenic bacteria by lacticin NK24, a bacteriocin produced by *Lactococcus lactis* NK24 from fermented fish food. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1035-1043.
- Kim MS, Kwon KJ, Lee MJ, Ahn SM, Sohn HY. 2012. Evalua-

- tion of the antimicrobial activities of 35 seaweed extracts against pathogenic bacteria and *Candida* sp. Korean J. Microbiol. Biotechnol. 40: 144-151.
- Kim SJ, Ma SJ, Kim HL. 2005. Probiotic properties of lactic acid bacteria and yeasts isolated from Korean traditional food, *Jeotgal*. Korean J. Food Preserv. 12: 184-189.
- Kim SM. 1996. The effects of food additives on the shelf-life of low-salted *myungran-jeot*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 25: 937-943.
- Lee H, Churey JJ, Worobo RW. 2008. Antimicrobial activity of bacterial isolates from different floral sources of honey. Int. J. Food. Microbiol. 126: 240-244.
- Lee KG, Kim SM. 2012. Quality changes in low-salted squid *jeotgal* during fermentation and determination of shelf-life. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 41: 687-694.
- Lee SS, Kim SM, Park UY, Kim HY, Shin IS. 2002. Studies on proteolytic and fibrinolytic activity of *Bacillus subtilis* JM-3 isolated from anchovy sauce. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 283-289.
- Lee SY, Song EJ, Kim KBWR, Yoon SY, Kim SJ, Lee SJ, Hong YK, Lim SM, Ahn DH. 2009. Antimicrobial activity of ethanol extract from *Sargassum thunbergii*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 38: 502-508.
- Lee SK, Lee H. 2016. Antimicrobial activity of solvent fractions and bacterial isolates of Korean domestic honey from different floral sources. Food Sci. Biotechnol. 25: 1507-1512.
- Mah JH, Chang YH, Hwang HJ. 2008. *Paenibacillus tyraminigenes* sp. nov. isolated from myeolchi-jeotgal, a traditional Korean salted and fermented anchovy. Int. J. Food. Microbiol. 127: 209-214.
- Park BH, Park YH. 1993. Fatty acid composition of salt-fermented seafoods in Chonnam area. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 22: 465-469.
- Roh SW, Nam YD, Chang HW, Sung Y, Kim KH, Oh HM, Bae JW. 2007. *Halalkalicoccus jeotgali* sp. nov., a halophilic archaeon from shrimp jeotgal, a traditional Korean fermented seafood. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 57: 2296-2298.
- Suh HK, Yoon SS. 1987. A study on the regional characteristics of Korean chotkal-The kinds and materials of chotkal. Korean J. Diet. Cult. 2: 45-54.
- Yoon JH, Jung SY, Kim W, Nam SW, Oh TK. 2006. *Nesterenkonia jeotgali* sp. nov., isolated from jeotgal, a traditional Korean fermented seafood. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 56: 2587-2592.
- Yoon JH, Yeo SH, Oh TK, Park YH. 2005. *Psychrobacter alimentarius* sp. nov., isolated from squid jeotgal, a traditional Korean fermented seafood. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 55: 171-176.