

## 과메기에서 histamine 분해능을 나타내는 세균의 분리 동정

김민우 · 김영만\*

동의대학교 식품영양학과

Received November 28, 2005 / Accepted December 27, 2005

**Isolation and Identification of Histamine Degrading Bacteria from Kwamegi.** Min-Woo Kim and Young-Man Kim\*. *Department of Food Science and Nutrition, Dong-eui University, Busan 614-714, Korea* – To isolate and identify histamine degrading bacteria from Kwamegi, bacteria were screened with restriction media containing histamine. Ten strains were selected through morphological and biochemical identification procedure followed by comparison with DNA sequence of 16 rRNA gene. And also, these strains were confirmed by the histamine degrading assay such as turbidity and enzymatic assay. The results of identification are as followings : *Ewingella americana* B791, *Arthrobacter sp.* R45S, *Halomonas marisflava*, *Psychrobacter sp.* 9B-7, *Bacillus sp.* LMG 21002, *Psychrobacter cibarius* JG-220, *Bacillus megaterium* KL-197 were identified showing homology of 99%, 95%, 98%, 99%, 99%, 99% and 98%, respectively. Three strains remain unidentified. *Arthrobacter sp.* R45S, *H. marisflava*, *Bacillus sp.* LMG 21002, *B. megaterium* KL-197 showed histamine degrading activity, whereas, *Psychrobacter sp.* 9B-7 only showed weak activity. Three unidentified strains also have histamine degrading activity. In contrast, *E. american* B791 and *P. cibarius* JG-220 did not show any significant activity of histamine degradation. The strains isolated from this study showed relatively fast growth rate and histamine degrading rate as compared to those from salted mackerel.

**Key words** – Histamine degrading bacteria, Kwamegi

해산어류들 중에서 꽁치(*Cololabis saira*)는 고도불포화지방산의 함량이 높은 것으로 알려져 있는데, 포항을 중심으로 한 경북 동해안 일대에서는 동절기에 자연건조시킨 과메기(Kwamegi)라는 전통·향토식품을 생산하고 있으며, 독특한 풍미와 영양적 가치로 인하여 소비가 급격히 증가되고 있다. 또 과거 과메기의 소비는 포항지역을 중심으로 이루어졌으나, 최근 그 시장이 전국적으로 확대되고 있는 실정이다[1].

어육이 완전히 부패된 단계에서는 histaminase의 작용으로 histamine이 저분자물질로 분해되기 때문에 histamine의 함량은 오히려 감소될 뿐 아니라, 그 부패취 때문에 섭취하는 일이 거의 없어 식중독을 유발하는 경우가 없는 반면, 초기부패 단계에서는 일단 생성된 histamine이 쉽게 분해되지 않고 다량으로 축적되기 때문에 이들 식품을 섭취할 경우 allergy성 식중독을 일으킬 수 있어 식품위생상 문제가 되고 있다[2].

과메기는 동절기에 어획한 꽁치를 엮어 해안가 그늘진 곳에서 자연 환경에 따라 얼리고 녹이는 것을 반복하여 최소 15일 이상 건조시켜 만드는 것으로 수분함량이 40% 정도인 반건조식품에 속하는데 이러한 제조과정으로 볼 때 과메기의 육질부 상태가 초기부패 단계까지 진행될 수 있고, allergy성 식중독 물질인 histamine의 생성도 예상되어 식중독 발생의 요주의 식품으로 추정되고 실제 소비자들의 불안감이 산존하고 있으나 과메기로 인한 allergy성 식중독 발생 사

례는 거의 찾아볼 수 없어서 그 원인 규명을 분명히 해야 할 필요가 있다. 또, 황과 김[2]은 자반고등어에서 histamine 분해능을 가진 세균의 존재를 확인하였는데 제조방법은 다르지만 과메기에도 histamine을 분해하는 세균이 존재할 것으로 추정된다.

따라서 과메기에 대한 인지도가 높아지고, 소비량이 급격히 증가하고 있는 이 시점에서 allergy성 식중독 중 가장 문제가 되는 histamine에 대한 안전성 측면의 증거자료를 확보하여 경북 지역 특산품인 과메기의 소비를 더욱 촉진하고, 수산물의 안전성에 대한 신뢰도를 향상시키고자 과메기에서 histamine 분해능을 가진 세균을 분리, 동정한 후 분리균의 histamine 분해능을 재 확인하고 분리균주의 활용 방안에 대하여 보고하는 바이다.

### 재료 및 방법

#### 균주의 분리

경북 영덕군 남정면 남호리 18-4번지에 소재하는 일성수산의 꽁치과메기 시판제품을 구입하여 5~7일 동안 냉장보관하였다. Histamine 분해능을 가진 균을 분리하기 위하여 Satake 등[3]이 사용한 histamine 제한배지를 제조하여 과메기의 육질부를 면봉으로 도말한 후 증식하는 균을 분리하였다.

#### 시험균주의 선정

Histamine 제한배지에 증식한 균을 FDA[4], Bergey's

\*Corresponding author

Tel : +82-51-890-1591, Fax : +82-81-892-5337

E-mail : ymkim@deu.ac.kr

manual[5] 및 Yoguchi 등의 보고[6]를 참고로 하여 형태 및 생화학적 시험과 NaCl 농도(25℃)에 따른 성장도 시험을 거쳐 최종 10종의 시험균주를 선정하였다.

**16S rDNA 염기서열 분석에 의한 시험균주의 동정**

시험균주를 LB broth (Luria-Bertani broth, 10 g of tryptophane; 5 g of yeast extract; 10 g of NaCl; pre-adjusted to pH 7.0)에서 35℃, 18시간 동안 증균 배양한 후, 세포로부터 genomic DNA를 추출하였다.

PCR (Polymerase chain reaction) 반응은 DNA thermal cyclor (Perkin Elmer Cetus co., USA)를 사용하여 수행하였고, primer는 16S-F (5'-AGAATTCTNANACATGCAAGTC GAICG-3')와 16S-R (5'-GTGGATCCGGYTACCTTGTACG ACTT-3')을 사용하였다. 염기서열 분석은 ABI 310 Automatic Sequencer (Perkin Elmer co., U.S.A.)와 Big Dye Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction Kit (Perkin Elmer co., U.S.A.)를 사용하여 실시하였고, 분석된 염기서열은 NCBI (National Center for Biotechnology Information)의 World Wide Web Blast DNA database search service (blastn 2.0)로 검색하였다[7-9].

**시험균주의 histamine 분해능 재 확인**

시험균주의 histamine 분해능을 다시 확인하기 위하여 nutrient broth에 3% NaCl, 14% histamine dihydrochloride (Sigma Chemical co., U.S.A)를 첨가하여 배지를 제조하여 [10] 균주를 접종한 후 세균의 농도와 histamine의 농도를 측정하여 생육곡선과 histamine 분해능의 상관관계를 관찰하였다.

먼저 세균의 농도 측정은 시험균주를 배지에 각각 접종하여 25℃에서 56시간 동안 배양하면서 4시간 간격으로 증균한 배양액을 2 ml씩 취한 후 분광광도계(Ultrospec 3000, Pharmacia Biotech., U.S.A)의 600 nm파장에서 흡광도를 측정하였다.

Histamine의 농도 측정은 Lerke 등[11]과 Summer와 Taylor의 효소법[12]에 따라 시약을 준비하고 세균의 농도를 측정된 배양액을 원심분리 (3000 rpm, 10 min)한 것을 시료로 하여 효소 실험을 시행하였다. 각 시료 0.5 ml에 buffer (pH 6.8) 1 ml와 diamine oxidase, peroxidase를 각각 0.5 ml를 넣어 충분히 섞은 후, 0.1 ml의 Leucocrystal violet 용액을 넣고 배양한 후 (37℃, 2 hr) 분광광도계의 596 nm파장에서 흡광도를 측정하였다.

**결과 및 고찰**

**생화학적 특성 검사에 의한 시험균주 선정**

Histamine 분해능을 가진 세균을 분리하기 위해 histamine 제한배지를 제조하여 이 평판배지에 자라는 균을 순수 분리하여 36균주를 1차 분리하였다. 분리한 36균주를 FDA[4], Bergey's manual[5] 및 Yoguchi 등[6]을 참고로 하여 형태 및 생화학적 시험을 통해 유사균주를 정리하고 최종 시험균주 10균주를 선별하였다(Table 1, 2).

황과 김[2]이 자반고등어에서 분리한 균주는 10종 중 1종만이 Gram 양성이었다는데 과메기에서 분리한 균주는 10종 중 7종이 Gram 음성균, 3종은 Gram 양성균으로 나타났고, Indole 생성능은 분리된 모든 균주가 음성으로 나타났다. 그리고 자반고등어에서 분리된 모든 균주는 catalase 양성반응을 보였는데 과메기에서 분리된 균주는 8종이 양성반응을 보였고, oxidase는 동일하게 2균주가 음성반응을 나타내었다.

당 이용능은 자반고등어에서 분리된 균주에서는 당 비발효균이 6종, glucose 만을 발효하는 균이 4종으로 확인되었고, 과메기에서 분리된 균주는 당 비발효균이 6종, glucose 만을 발효하면서 gas를 생성하는 균이 1종, glucose 외에 sucrose 또는 lactose를 발효하는 균이 3종으로 확인되었다 (Table 1).

25℃에서 NaCl 농도에 따른 성장 정도를 확인한 결과, 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10번 균주는 0%~7%의 염도에서 전반적으로

Table 1. Morphological and biochemical characteristics of isolated strains.

Tested items	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gram staining	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-
Oxidase	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Catalase	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Motility	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-
Indole production	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H <sub>2</sub> S reaction	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
TSI test	A/A	K/K	K/K	K/K	A/A	K/K	A/A	K/K	K/AG	K/K
Citrate	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-
Methyl red	+	-	N.G	N.G	-	N.G	-	N.G	+	-
Voges-Proskauer	+	-	N.G	N.G	-	N.G	-	N.G	-	-

-, negative; +, positive; N.G., No Growth.

K/K, No fermentation; K/AG, Glucose fermentation only, gas produced; A/A, Glucose and lactose and/or sucrose fermentation.

잘 자랐고, 2번 균주는 0%와 1%에서는 자랐지만 그 이상에서는 자라지 않았으며, 3번 균주는 0%에서 자라지 않는 것을 확인할 수 있었다. 또한 자반고등어에서 분리한 균주는 3%의 염도에서 10종 모두 자랐고, 5%에서는 8종이, 7%에서는 4종이 자랐는데, 과메기에서 분리한 균주는 3%, 5%, 7%의 염도에서 각각 9종이 자라는 것을 확인할 수 있었으며 비교적 높은 식염 농도에서 자라는 균은 저염 젓갈 등에 활용 가능성이 있다고 사료된다(Table 2).

**16S rDNA 염기서열 비교에 의한 동정 및 계통발생학적 위치**

자반고등어와 젓갈 등의 숙성에 관여하는 세균의 분리, 동정에 생화학적 방법이 사용되었으나 연구자에 따라 차이가 많고, 재현성이 약해서 16S rDNA의 염기서열 비교에 의한 동정법을 선택하였다.

10종의 시험균주를 16S rDNA 염기서열 비교에 의한 동정 결과, 10종 중 7종이 Genbank에 등록된 균종과 같은 것으로 확인되었고 3종은 동정할 수 없었다(Table 3).

1번 시험균주는 Genbank에 등록된 *E. americana* B791과 99%의 상동성을 보였는데 이 종은 Grimont 등[13]에 의해 1983년 미국의 임상 실험 원료에서 발견된 것으로 *Enterobacteriaceae*의 새로운 균종으로 명명되었다. 이 종은 가래, 상처부위, 혈액 등에서 종종 발견되는데 병원성은 명백하게 밝혀지

지 않았으나 류 등[14]이 이 종으로 인한 폐렴 감염을 보고한 바가 있어 병원성이 의심되므로 안전성에 대한 연구가 요구된다. 2번 시험균주는 Genbank에 등록된 *Arthrobacter sp.* R45S와 95%의 상동성을 보였는데 *Arthrobacter* 속은 광범위하게 분포되어 있지만 원래는 토양에서 분리된다. 3번 시험균주는 Genbank에 등록된 *H. marisflava*와 98%의 상동성을 보였다. *Halomonas* 속은 남극대륙의 Saline 강 주변의 천일염 제조시설에서 처음 분리되었고, 뉴햄프셔의 큰 강어귀에서도 분리되는 균인데, 윤 등[15]은 다상성 분류학(polyphasic taxonomic)연구를 목적으로 황해에서 채취한 시료로부터 이 종을 분리하였다. 4번 시험균주는 Genbank에 등록된 *Psychrobacter sp.* 9B-7과 99%의 상동성을 보였다. *Psychrobacter* 속은 Juni, Heym에 의해 1986년 발견된 것[16]으로 생선, 가금류, 육류제품을 포함한 다양한 원료와 임상원료, 해수와 복합배지의 오염물질에서도 분리되는 균이다[17]. 5번 시험균주는 Genbank에 등록된 *Bacillus sp.* LMG 21002와 99%의 상동성을 보였다. 6번 시험균주는 Genbank에 등록된 *P. cibarius* JG-220과 99%의 상동성을 보였는데 이 종은 정 등[18]이 젓갈에서 분리한 것으로 새로운 *Psychrobacter* 속의 16S rRNA sequence 분석을 통한 *Psychrobacter* 계열의 계통발생학적 분류 연구에서 발견된 것이다. 7번 시험균주는 Genbank에 등록된 *B. megaterium* strain KL-197과 98%의 상동성을 보였다. 이 종은 토양에서 쉽게 관찰되며 사막과 같은 건조한 토양에서도 쉽게 확인할 수 있는 균인데, Nekolny 등[19]은 고염의 환경에서 단백질 대사에 관여하는 세포내질의 proteinase에 대한 이 종의 긍정적인 역할에 대한 보고를 하였다. 나머지 3종은 16S rDNA 염기서열로 동정할 수 없었다. 분리된 세균의 동정법은 기존에 알려진 방법들이 모두 문제점을 갖고 있으므로 동정법에 대한 보다 명확한 연구가 요구된다.

**시험균주의 histamine 분해능 재 확인**

시험균주의 histamine 분해능을 다시 확인하기 위하여 nutrient broth에 3% NaCl, 1.4% histamine dihydrochloride (Sigma Chemical co., U.S.A)를 첨가하여 배지를 제조하여 [10] 균주를 접종한 후 세균의 농도와 histamine의 농도를 측정하여 생육곡선과 histamine 분해능의 상관관계를 관찰하였고, 그 결과는 Fig. 1에 나타내었다.

Table 2. Growth of isolated bacterial strain under different NaCl concentrations at 25°C.

	0%	1%	3%	5%	7%
1	++	++	+++	++	+
2	++	+	-	-	-
3	-	+	+++	++	++
4	+	+	+	+	++
5	+	+	+++	++	++
6	+	++	+++	+++	+++
7	+	+	++	++	++
8	+	++	++	++	++
9	+++	+++	+++	+++	+++
10	+	++	+++	+++	+++

-, no growth; +, weak growth; ++, growth; +++, good growth

Table 3. 16S rDNA gene sequence homology between isolated strains and Genbank registered strains.

Isolated strain	Genbank registration	Genbank ID	Homology (%)	Histamine degrading activity
1	<i>Ewingella americana</i> B791	AY581130	99	-
2	<i>Arthrobacter sp.</i> R45S	AY572478	95	++
3	<i>Halomonas marisflava</i>	AF250043	98	++
4	<i>Psychrobacter sp.</i> 9B-7	AY689064	99	+
5	<i>Bacillus sp.</i> LMG 21002	AJ316308	99	+++
6	<i>Psychrobacter cibarius</i> JG-220	AY639872	99	-
7	<i>Bacillus megaterium</i> KL-197	AY030338	98	+++

-, not show any significant activity; +, show weak activity; ++, show activity; +++, show good activity.

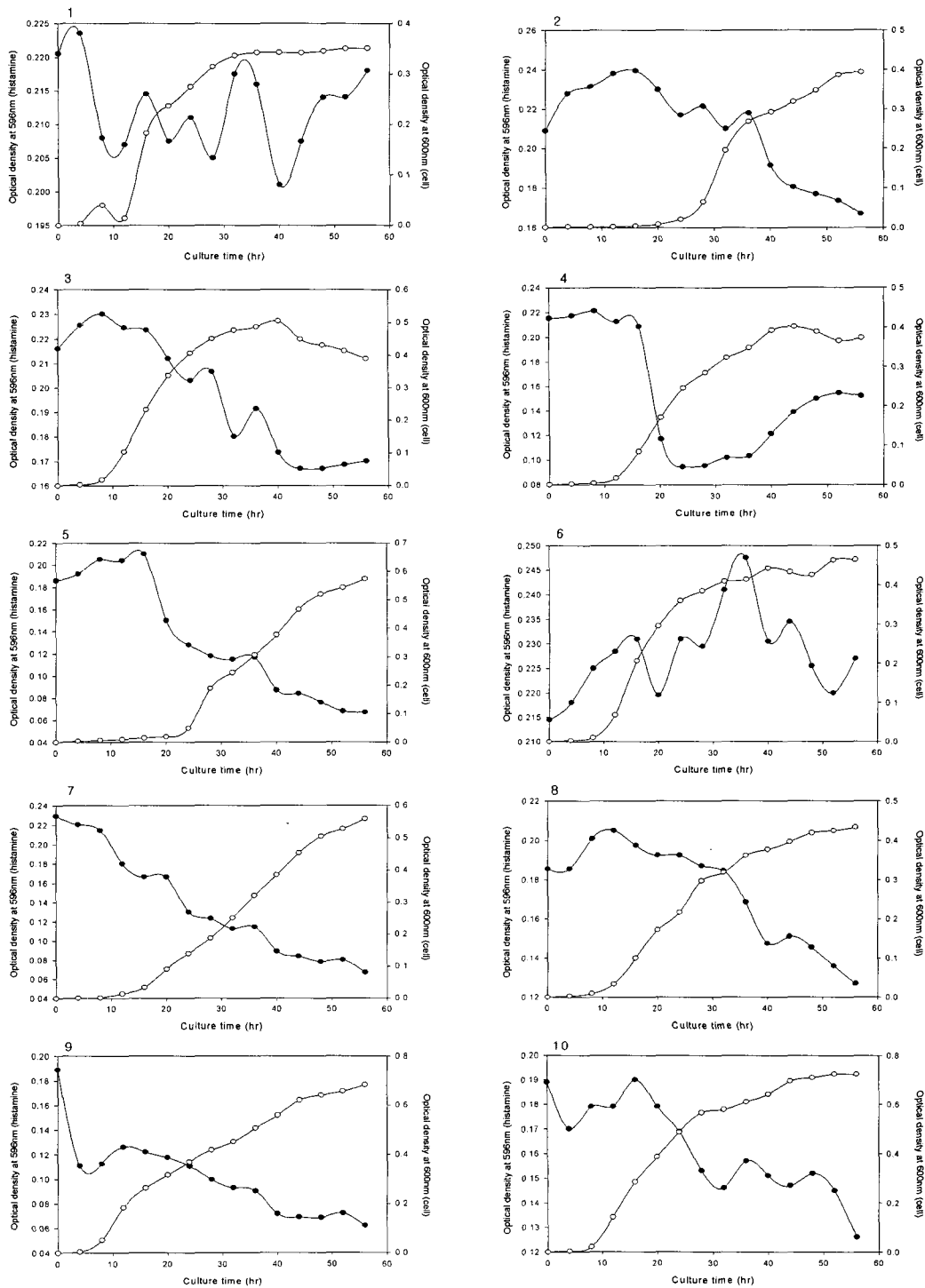


Fig 1. Change of histamine concentration by growth of isolated bacteria.

1, *Ewingella americana* isolate B791; 2, *Arthrobacter* sp. R45S; 3, *Halomonas marisflava*; 4, *Psychrobacter* sp. 9B-7; 5, *Bacillus* sp. LMG 21002; 6, *Psychrobacter cibarius*; 7, *Bacillus megaterium* strain KL-197; 8, Unidentified sp; 9, Unidentified sp; 10, Unidentified sp.

동정된 세균의 histamine 분해능을 재 확인한 결과, *Arthrobacter* sp. R45S, *H. marisflava*, *Bacillus* sp. LMG 21002, *B. megaterium* KL-197이 분해능을 나타내었고, *Psychrobacter* sp.

9B-7는 배양 20시간 전에 아주 급격히 histamine이 감소하였다. 그러나 시간이 지나면서 다시 증가하는 결과가 나타났으나 이는 사멸된 균체성분의 영향일 것으로 추정되며 추후 더

많은 검토가 필요하다고 사료된다. 또한 미동정된 3종도 histamine 분해능이 있는 것으로 나타났다. *E. americana* B791과 *P. cibarius* JG-220은 같은 실험을 반복하였지만 56시간까지 그래프가 불안정하게 나타나 분해능이 불확실한 것으로 확인되었다. 따라서 동정된 7종 중 histamine 분해능이 확실한 종은 *Arthrobacter* sp. R45S, *H. marisflava*, *Bacillus* sp. LMG 21002, *B. megaterium* KL-197의 4종으로 확인되었다.

한편, 황과 김[2]의 자반고등어에서 분리한 *Halomonas venusta*와 시험균주의 같은 속인 *H. marisflava*의 분해능을 비교한 결과 두 종 모두 배양 20시간 전후로 histamine의 감소가 나타나 비슷한 양상을 나타내었다. 반면, 자반고등어에서 분리된 *Psychrobacter* sp. 는 배양 20시간 전후로 histamine이 감소되어 50시간 쯤은 histamine의 농도가 낮았지만 과메기에서 분리된 *Psychrobacter* sp. 는 배양 20시간째에 급속히 분해되었지만 40시간째부터 농도가 증가하여 같은 *Psychrobacter* 속이지만 다른 결과를 나타내었다.

전반적으로 자반고등어에서 분리한 균주보다 시험균주 모두가 생육과 histamine의 분해속도가 비교적 빨랐다. 또한 자반고등어에서는 볼 수 없었던 *Bacillus* sp. LMG 21002와 *B. megaterium* KL-197도 histamine 분해능이 있는 것으로 나타나 의미있는 결과가 되었으며 이상의 결과로 자반고등어 뿐만 아니라 과메기에서도 histamine 분해세균이 존재하는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 자반고등어와 과메기에서 분리된 균종이 다른 양상을 보였는데 이는 두 시료의 가공방법에 따른 차이에서 오는 환경인자 때문으로 생각된다.

한편, 면역학적 기능에 의해 일어나는 식품알레르기에 비해 면역학적 기능에 의하지 않고 특정 식품성분을 제대로 소화하지 못하는 것을 식품불내성(food intolerance)이라 하는데[20], 이것의 주 유발 물질 중의 하나로 histamine이 관여하고 있다고 보고되고 있다[21,22]. 식품불내성 환자가 원인 식품을 섭취하게 되면 혈청 내 histamine 농도가 증가하여 두통, 천식, 두드러기 및 알레르기성 비염 등 여러 가지 증상을 일으키고 건강한 사람도 일정한 수준 이상으로 섭취하게 되면 같은 증상을 일으킨다고 알려져 있다.

일반적으로 섭취되고 있는 어류 중에서는 적색육 어류인 고등어가, 패류 중에서는 모시조개, 해조류에서는 미역, 수조육류 중에서는 닭고기, 유제품 중에서는 우유 및 피자치즈, 채소 및 과일류에서는 시금치, 유지류에는 참기름(참깨), 음료 및 차류에서는 보리차, 녹차 및 인삼차, 조미료류에서는 마요네즈 및 토마토케첩이 histamine 함량이 높다고 알려져 있는데[23] 식품불내성환자를 위하여 이들 식품에서 histamine의 제거 방법에 관한 연구가 요구된다.

Histamine 분해능을 가진 세균의 활용 가능성에 대하여 이[10]는 정어리 젓갈에서 histamine 분해능이 있는 균주를 분리하여 발효된 중에 접종시켜 histamine의 변화를 관찰한 결과, 균배양액을 5% 첨가하였을 때 histamine 함량이 전 속

성기간 동안 10 mg이하로 낮추었다고 보고한 바 있다.

따라서 식품불내성환자를 위해 식품내 존재하는 histamine의 함량을 낮추거나, 적색육어류를 이용한 식품 제조시, 과메기에서 histamine 분해능이 있다고 확인된 세균을 이용하면 가공과정 중이나 대사시 생성되었던 histamine을 효과적으로 분해할 수 있을 것이라 사료되며 특히 젓갈류 제조시에 식염 7% 이상에서 생육하고 histamine 분해능도 뛰어난 *B. megaterium* KL-197을 이용한다면 안전성 측면에서 활용가치가 높을 것으로 사료된다. 그러므로 이에 관한 구체적인 방법에 대한 지속적인 연구가 절실히 요구된다.

## 요 약

과메기에서 histamine 분해능을 가진 세균을 분리 동정하기 위하여 histamine 만을 첨가한 제한배지에서 균을 분리했다. 기본적인 형태 및 생화학적 동정시험을 거쳐 10종의 시험균주를 선택하여 16S rDNA 염기서열 비교에 의한 계통발생학적 분석으로 동정하였다. 동정된 세균의 histamine 분해능은 탁도측정법과 효소법에 의해 재 확인하였으며 그 실험 결과는 다음과 같다. : 16S rDNA 염기서열 비교에 의한 계통발생학적 분석을 이용하여 동정한 결과, *E. americana* B791, *Arthrobacter* sp. R45S, *H. marisflava*, *P. sp.* 9B-7, *Bacillus* sp. LMG 21002, *P. cibarius* JG-220, *B. megaterium* KL-197의 7종이 동정되었고, 각각 99%, 95%, 98%, 99%, 99%, 99%, 98%의 상동성을 보였으며, 3종은 미동정되었다. 동정된 세균의 histamine 분해능을 탁도측정법과 효소법에 의해 재 확인한 결과, *Arthrobacter* sp. R45S, *H. marisflava*, *Bacillus* sp. LMG 21002, *B. megaterium* KL-197이 분해능을 나타내었고, *Psychrobacter* sp. 9B-7은 미약한 분해능을 보였으며 미동정된 3종도 분해능이 있는 것으로 나타났다. 그리고 *E. americana* B791과 *P. cibarius* JG-220은 분해능이 불확실한 것으로 확인되었다. 자반고등어에서 분리한 균주보다 시험균주 모두가 생육과 histamine의 분해속도가 비교적 빨랐다.

## 감사의 글

이 논문은 2003학년도 동의대학교 교내 연구비(과제번호: 2003AA120)에 의하여 수행된 결과로 연구비 지원에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

1. Yook, H. S., Y. J. Chung, H. P. Song, J. W. Lee and M. W. Byun. 2004. Genotoxicological safety of gamma-irradiated *Kwamegi*. *J Korean Soc. Food. Sci. Nutr.* **33**, 182-192.
2. Hwang, S. J and Y. M. Kim. 2005. Isolation and Identification of a histamine-degrading bacteria from salted mackerel.

- Journal of Life Science* **15**, 743-748.
3. Satake, K., S. Ando and H. Fugita. 1953. Bacterial oxidation of some primary amines. *The Journal of biochemistry* **49**, 299-315.
  4. Food and Drug Administration. 1992. Bacteriological analytical manual. 7th eds. AOAC International.
  5. Holt, John G., Noel R., Krieg, Peter H. A. Sneath, James T. Staley and Stanley T. Williams. 1994. Bergey's manual of Determinative bacteriology. 9th eds. Baltimore, Williams & Wilkins Co. 260-274.
  6. Yoguchi, R., M. Okuzumi and T. Fujii. 1990. Seasonal variation in numbers of mesophilic and halophilic histamine-forming bacteria in inshore of Tokyo Bay and Sagami Bay. *Nippon Suisan Gakkishi* **56**, 1467-1472.
  7. Moyer, C. L., F. C. Dobbs and D. M. Karl. 1994. Estimation of diversity and community structure through restriction fragment length polymorphism distribution analysis of bacterial 16S rRNA genes from a microbial mat at an active, hydrothermal vent system, Loiho Seamount, Hawaii, *Appl. Environ. Microbiol.* **60**, 871-879.
  8. Mullins, T. D., T. B. Britschgi, R. L. Krest and S. J. Giovannoni. 1995. Genetic comparison reveal the same unknown bacterial lineages in Atlantic and Pacific bacterioplankton communities, *Limnol. Oceanogr.* **40**, 148-158.
  9. Wise, M. G., J. V. McARTHUR and L. J. Shimkets. 1997. Bacterial diversity of a Carolina Bay as determined by 16S rRNA gene analysis, conformation of novel taxa, *Appl. Environ. Microbiol.* **63**, 1505-1514.
  10. Lee, T. C. 1992. Characterization and Utilization of the Amine Dehydrogenase and the Protease of *Pseudomonas fluorescens* P-3 Isolated from Salt-fermented Sardine, *Sardinops melanosticta*. Ph. D. Thesis, Kyungsoong University, Busan, Korea.
  11. Lerke, P. A., M. H. Porcuna and H. B. Chin. 1983. Screening test for histamine in fish. *Journal of Food Science* **48**, 155-157.
  12. Summer, S. S and S. L. Taylor. 1989. Detection method for histamine-protection dairy-related bacteria using diamine oxidase and leucocrystal violet. *Journal of Food Protection* **52**, 105-108.
  13. Grimont, P. A., J. J. Farmer 3rd, F. Grimont, M. A. Asbury, D. J. Brenner and C. Deval. 1983. *Ewingella americana* gen. nov., sp. nov., a new Enterobacteriaceae isolated from clinical specimens. *Ann. Microbiol.(Paris)* **134**, 39-52.
  14. Ryoo, N. H., S. H. Jung, D. S. Jeon, J. R. Kim and H. C. Kim. 2005. A Case of Pneumonia Caused by *Ewingella americana* in a Patient with Chronic Renal Failure. *J Korean Med. Sci.* **20**, 143-145.
  15. Yoon, J. H., S. H. Choi, K. C. Lee, Y. H. Kho, K. H. Kang and Y. H. Park. 2001. *Halomonas marisflavae* sp. nov., a halophilic bacterium isolated from the Yellow Sea in Korea. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* **51**, 1171-1177.
  16. Juni, E and G. A. Heym. 1986. *Psychrobacter immobilis* gen. nov., sp. nov.: genospecies composed of gram-negative, aerobic, oxidase positive coccobacilli. *Int. J. Syst. Bacteriol.* **36**, 388-391.
  17. Bozal, N., M. J. Montes, E. Tudela and J. Guinea. 2003. Characterization of several *Psychrobacter* strains isolated from Antarctic environments and description of *Psychrobacter Luti* sp. nov. and *Psychrobacter fozii* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* **53**, 1093-1100.
  18. Jung, S. Y., M. H. Lee, T. K. Oh, Y. H. Park and J. H. Yoon. 2005. *Psychrobacter cibarius* sp. nov., isolated from jeotgal, a traditional Korean fermented seafood. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* **55**, 577-582.
  19. Nekolny, D and J. Chaloupka. 2000. Protein catabolism in growing *Bacillus megaterium* during adaptation to salt stress. *FEMS Microbiology Letters* **184**, 173-177.
  20. Metcalfe, D. D. 1984. Food hypersensitivity. *J. Allergy. Clin. Immunol.* **73**, pp. 749.
  21. Wantke, F., M. Gotz and R. Jarisch. 1993. The histamine-free diet. *Hautarzt* **44**, 512.
  22. Adams, E. J. 1992. Nutritional care in food allergy and food intolerance. In: Food, Nutrition and Diet Therapy. 8th eds. W. B. Saunders Company pp. 653.
  23. Nam, H. W., K. W. Lee, C. O. Myung, J. S. Rhee, Y. C. Lee and C. S. Hong. Analysis on the contents of Histamine in Korean Foods. *Korean J. Soc. Food Sci.* **12**, 489-491.