

광천 토굴새우젓의 미생물 오염도 및 영양 평가

김애정 · 박신영¹ · 최진원¹ · 박상현² · 하상도^{1,*}

혜전대학 식품영양과, ¹중앙대학교 식품공학과, ²숙명여자대학교 식품영양학과

Assessment of Microbial Contamination and Nutrition of *Kwangchun Shrimp Jeotgal* (Salt Fermented Shrimp)

Ae Jung Kim, Shin Young Park¹, Jin-Won Choi¹, Sang Hyun Park², and Sang-Do Ha^{1,*}

Department of Food & Nutrition, Hyejeon College

¹Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University

²Department of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University

Abstract Microbial and nutritional characteristics of *Kwangchun shrimp Jeotgal* (salt-fermented shrimp) were assessed. Total mesophilic bacteria, coliforms, and *S. aureus* counts in *Kwangchun shrimp Jeotgal* were 3.48-5.42, 2.22-2.95, and 0.58-2.51 log₁₀CFU/g, respectively. Yeast and mold were detected only in *Ohjeot* (1.99 log₁₀CFU/g) and *Yookjeot* (1.47 log₁₀CFU/g). *B. cereus*, *L. monocytogenes*, *Vibrio* spp. and *E. coli* were not detected in *Kwangchun shrimp Jeotgal*, which contained abundant macrominerals (Ca, Mg, Na, K), with Na showing highest content. Palmitic acid content was higher than those of other saturated fatty acids. Eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid contents were higher than those of other poly unsaturated fatty acids. Results showed *Kwangchun shrimp Jeotgal* is safe microbiologically with abundant nutritional components.

Key words: *Kwangchun shrimp Jeotgal*, *Ohjeot*, *Yookjeot*, nutritional assessment, microbial contamination

서 론

젓갈은 어류의 근육과 내장 등에 10-20%의 식염을 가하여 부패 변질을 억제하면서 일정 기간 숙성, 발효시킨 전통 발효식품으로 예로부터 우리의 식생활에 널리 이용된 중요한 식품이다(1,2). 또한 최근에는 생산에서 유통까지 고용창출과 부가가치를 높여 국민경제에 이바지하는 점에서 산업적으로도 중요한 식품이라 할 수 있다(3). 현재 우리나라에 알려져 있는 젓갈의 종류는 54종이며 젓갈의 연간 생산량은 1980년 중반 이래 급격히 증가하여(4) 1994년 10,594톤에서 2004년 32,659톤에 이르고 있다(5). 전체 생산량 중 새우젓은 김치의 부재료로 사용될 뿐만 아니라 찜개, 양념장 등 일상 식생활에서 널리 이용되고 있어(6,7) 전체 젓갈류 중 20%의 생산량을 차지하고 있으며 그 생산량은 지속적으로 증가하고 있다(5).

한편 서해안의 광천은 예로부터 새우젓의 고장이라 불릴 만큼 전국적인 명성을 갖고 있으며 특히 1960년경 산중턱에 토굴을 파서 새우젓을 보관하는 방법을 개발하여 영상 14-15°C의 온도로 3개월간 숙성시켜 광천 토굴새우젓을 생산했다. 광천 토굴새우젓의 종류로는 5월에 잡은 새우로 담근 오젓, 6월에 잡은 새우로 담근 육젓, 가을에 잡은 새우로 담근 추젓, 겨울에 잡은 새우로

담근 동백하젓 등이 있으며 특히 6월의 육젓은 새우가 제일 살이 올랐을 때 잡은 것이기 때문에 새우젓 발이 크고 맛이 특이해 대표적인 토굴새우젓으로 알려져 있다(8).

그러나 다량의 소금 첨가로 제조되는 광천 토굴새우젓은 고농도의 나트륨에 의한 기호적인 문제와 고혈압 및 신장병 등의 심혈관계 질환의 문제를 야기시킨다(9). 뿐만 아니라 광천 토굴새우젓을 포함한 젓갈류는 열처리를 하지 않기 때문에 염도가 높기는 하나 수분함량이 많고 숙성발효기간이 길어 위생적 취급관리가 어려워(10) 저장 및 유통과정에서 위해미생물에 노출될 기회가 많아 미생물학적인 안전성에 대한 우려가 있다.

따라서 본 연구에서는 광천 토굴새우젓의 영양적인 평가와 미생물학적인 안전성을 평가함으로써 지역 특산물인 광천 토굴새우젓의 특성을 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

재료

충남 광천 재래시장에서 2004년도 12월에 오젓, 육젓, 껍질이 얇은 새우로 담근 추젓(이하 추젓-1), 껍질이 두꺼운 새우로 담근 추젓(이하 추젓-2), 동백하젓 등 5종류의 젓갈을 구입하여 시료로 사용하였다.

미생물 분석을 위한 시료준비

5가지 종류의 새우젓 2개씩을 샘플로 사용하였고, 샘플 10 g에 멸균된 인산완충용액 90 mL에 넣고 멸균된 stomacher bag에 넣어 stomacher(Casta Brava, Spain)를 이용하여 1분간 균질화한 다음 펩톤수를 이용하여 10배씩 연속 희석하였다.

*Corresponding author: Sang-Do Ha, Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University, 72-1 Nae-ri, Daeduk-myun, Ansung, Gyunggido 456-756, Korea
Tel: 82-31-670-4831
Fax: 82-31-675-4853
E-mail: sangdoha@cau.ac.kr
Received October 10, 2005; accepted November 11, 2005

미생물의 정량시험

총호기성균(total mesophilic bacteria): 시료 1 mL가 분주된 petri-dish 위에 멸균된 50°C의 tryptic soy agar(TSA, Difco Laboratories, USA) 배지 15-20 mL를 부어 잘 섞은 후 37°C에서 24-36 시간 배양하였다. 배양 후 standard plates count(SPC)에 의해 각각의 배지 위에 형성된 colony를 계수하여 colony-forming unit(CFU)/g로 나타내었다.

대장균군(coliforms): 시료 1 mL가 분주된 petri-dish 위에 50°C의 violet red bile agar(VRBA, Difco Laboratories, USA)배지 15-20 mL를 부어 잘 섞은 후 37°C에서 24-36시간 배양한다. 배양 후 SPC에 의해 각각의 배지 위에 뜬 colony를 계수하여 CFU/g로 나타내었다. 계수된 CFU/g은 \log_{10} CFU/g으로 변환시켰다.

대장균(*Escherichia coli*): *E. coli*는 Petrifilm™ *E. coli* count (PEC, 3M Microbiology Products, USA)를 사용하여 위에서 준비한 시료 1 mL를 film위에 분주하여 37°C에서 24-48시간 배양하였다. 배양 후 기포를 가진 blue colony만을 *E. coli* 양성으로 간주하였다.

진균류(효모/곰팡이): 시료 1 mL가 분주된 petri-dish 위에 50°C의 potato dextrose agar(PDA, Difco Laboratories, USA)에 tartaric acid를 사용하여 pH 3.5로 맞춘 배지를 15-20 mL부어 잘 섞은 후 25°C에서 5-7일간 배양하였다. 배양 후 SPC에 의해 각각의 배지 위에 뜬 colony를 계수하여 CFU/g으로 나타내었다.

***Staphylococcus aureus*:** *S. aureus*의 정성적 분석은 식품공전(11)의 방법에 의해 실시되었다. 무균적으로 취한 검체를 10% NaCl이 첨가된 TSB 225 mL에 담고 멸균된 stomacher bag에 넣어 stomacher를 이용하여 1분간 균질화한 뒤 37°C에서 24시간 증균하여 내염성을 가지는 *S. aureus*를 증균하였다. 증균배양액 1 mL가 분주된 petri-dish 위에 50°C의 egg yolk가 첨가된 MSA 15-20 mL를 부어 잘 섞은 후 37°C에서 36-48시간 배양하였다. 배양 후 노란색 colony를 Maduux와 Koehen의 방법(12)에 따라 API Kit(API Staph, Bio-merieux, France)를 사용하여 동정을 실시하였다. 또한 *S. aureus*가 갖고 있는 *femA*, *mucA* gene, 그리고 *S. aureus*에 선택적인 SA442 gene을 이용한 Polymerase Chain Reaction(PCR, Programmable Thermal Controller, MJ research Inc., USA)법을 사용하여 최종 확인하였다(12). 정성분석에서 양성으로 최종 확인된 샘플 0.5 mL를 멸균된 0.1% phosphate buffer 4.5 mL에 분주하여 10^{-1} 에서 10^{-7} 까지 단계 희석하고 희석액 1 mL가 담긴 petri-dish위에 각각 15-20 mL의 egg yolk가 첨가된 manitol salt agar(MSA) 배지를 부어 잘 섞은 후 37°C에서 36-48시간 배양하고 colony를 계수하여 \log_{10} CFU/g으로 변환시켰다. 최종확인법은 정성분석에서와 같이 API Kit와 PCR을 이용하였다.

***Bacillus cereus*:** *B. cereus*의 검출을 위한 증균배양의 단계는 없으며 이 균의 분리배양은 식품공전(11)에 따라 실시하였다. 위에서 준비한 시료 0.5 mL를 멸균된 0.1% phosphate buffer 4.5 mL에 분주하여 10^{-1} 에서 10^{-7} 까지 단계 희석하고 희석액 1 mL가 담긴 petri-dish위에 각각 15-20 mL의 egg yolk(Difco Laboratories, USA) 25 g/500 mL와 *Bacillus cereus* Selective Supplement 1 vial(Difco Laboratories, USA)이 들어있는 *Bacillus cereus* agar base(Oxoid, England) 배지를 넣어 잘 섞은 후 37°C에서 36-48시간 배양하였다. 배양 후 여러 colony를 구분하여 계수하였고 개

별 colony를 선택하여 API Kit 사용에 의해 *B. cereus*로 최종 확인하여 계수된 colony 수는 \log_{10} CFU/g으로 변환시켰다.

***Listeria monocytogenes*:** 샘플 10 g을 취하여 90 mL의 UVM (University of Vermont Medium)-Modified Listeria 증균 배지(Difco Laboratories, USA)를 가한 후 2분간 균질화시킨 뒤 30°C에서 24시간 배양한다. 증균 배양액 중 양성반응을 보인 배양액을 modified oxford agar에 접종하여 30°C에서 24-48시간 배양한다. 의심 집락이 확인되면 이를 0.6% yeast extract 가 포함된 tryptic soy agar(TSA, Difco Laboratories, USA)배지에 접종하여 35°C에서 24-47시간 배양한다. 배양 후 여러 colony를 구분하여 계수하였고 개별 colony를 선택하여 API Kit 사용에 의해 *L. monocytogenes*로 최종 확인되었다.

***Vibrio* spp.:** 먼저 샘플 10 g을 멸균백에 넣고 멸균수 90 g을 넣은 뒤 35°C에서 18-24시간 증균배양한다. 증균배양액을 Thiosulfate-Citrate-Bile-Sucrose Agar(TCBS, Difco Laboratories, USA)에 접종하여 35°C에서 18-24 h 시간 배양한 뒤 청록색의 colony에 대해 확인시험을 한 뒤 *Vibrio* spp.로 최종 확인하였다.

영양성분 분석

일반성분: 일반성분은 AOAC법(13)에 따라 수분함량은 105°C 상압건조법(11), 조지방함량은 Soxhlet법(11), 조단백질 함량은 Kjeldahl법(11)으로 측정하였다. 조회분량은 550°C에서 4시간 동안 회화시킨 후 0.2 N HNO₃용액에 용해하여 100 mL로 정용한 후 건식회화법(14)을 이용하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방 및 회분을 뺀 값으로 결정하였다(15). 아미노태 질소 함량은 Sorensen법(11)에 따라 새우젓 5g에 25 mL의 증류수를 가하여 1시간 동안 교반하여 균질화시킨 다음 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4로 조정하였다. 여기에 미리 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4로 조정된 36% 포름알데히드 용액 20 mL를 가하고 pH가 낮아지면 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4까지 적정하였다. 같은 조작으로 0.1 N NaOH 용액의 바탕시험을 실시하여 아미노태 질소 함량을 계산하였다(4,7). 염도는 시료 추출액 5 mL에 증류수 5 mL를 가한 후 2% K₂CrO₄ 1 mL를 가한 다음 0.1 N AgNO₃로 15초간 흔들어서 약한 적갈색이 사라지지 않을 때까지 적정하여 측정하였다(7,11,16).

아미노산 조성: 시료 0.5 g에 75% EtOH 40 mL를 가하여 하루 밤을 두었다가 상등액을 모으고 다시 40 mL를 가하여 70°C 탈탕에서 30분간 환류 추출하여 상등액을 모아 35°C에서 감압 건조시켰다. 다시 70% acetone을 넣어 원심분리하여 상등액을 감압 건조한 후 0.01 N HCl로 녹여 5 mL로 정용하였다. 처리된 시료액은 milipore filter(Pall Gelman Corp., New York, NY, USA)를 통과시킨 후 10 µL를 HPLC(Shimadzu 10 Avp series, Japan)에 주입시켜 아미노산을 정량하였다. HPLC에 의한 아미노산 정량은 "LC post column reaction programming method for hydrolysate amino acid analysis"에 의하였으며 Fluorichrom 350 nm extinction, 450 nm emission에서 Fluorescence를 검출하였다(17).

지방산 조성: Bligh와 Dyer법(18)으로 시료의 지질을 추출한 후 1 N 알콜성 KOH로 비누화하여 불검화물을 제거한 다음 14% BF₃-methanol을 3 mL 가하여 95°C에서 30분간 환류 가열하여 지방산 메틸에스테르를 조제한 후 gas chromatography(GC-17A, Shimadzu Co., Japan)로 분석하였다(19).

무기질 함량: 시료 1 mL을 취해 microwave digestion system (Ethod touc control, Milestone, Bergamo, Italy)으로 분해하여 검액을 만든 뒤 ICP spectrometer(Atomscan advantage axial sequential plasma spectrometer, Therm Jarell Ash Co, Franklin, MA, USA)를 이용하여 철분, 구리, 아연, 망간, 칼슘, 마그네슘 및 납 함량을 정량분석 하였다. 실험에 사용된 모든 기구들은 무기질의 오염을 방지하기 위해서 깨끗이 씻은 후 플라스틱 제품인 경우에는 0.4% EDTA 용액에 유리제품인 경우는 질산원액에 24시간 이상 담갔다 2차 증류수로 3번 이상 세척하고 건조기에서 습기를 제거한 다음 사용하였다.

결과 및 고찰

광천 토굴새우젓의 미생물 오염도 분석

총호기성균 분석: 광천 토굴새우젓에 오염되어 있는 총호기성균의 오염도를 각 시점에 따라 제조되어진 종류별로 분석하여 Table 1에 나타내었다. 광천 토굴새우젓의 총호기성균의 평균오염도는 3.48-5.42 log₁₀CFU/g이었으며 이 중 추젓(3.48 log₁₀CFU/g)를 제외한 모든 종류의 새우젓에서 g당 10⁴ CFU 이상이 검출됨으로써 영국에서 제시한 raw pickled fish에 대한 미생물적 안전성 기준인 10⁴을 예는 만족시키지 못하였다(20). 뿐만 아니라 본 연구의 광천 토굴새우젓은 전통 재래시장에서 판매되고 있어 법적 유통기한의 준수와 저온 유통 및 기타 위생관리가 제대로 이루어지지 않기에 시간의 경과에 따른 세균 증식의 우려가 있다. 특히 부패 초기 단계인 6 log₁₀CFU/g 이상과 가장 근접한 오염수치를 보인 추젓-1(5.42 log₁₀CFU/g)은 시간경과에 따른 즉각적인 부패의 가능성을 배제 할 수 없을 것으로 사료된다. 아울러 광천 토굴새우젓에서 검출된 총호기성균의 종류는 염농도에 따라 그 종류가 다양할 것으로 사료된다. Ha와 Kim(20)의 보고에 의하면 저염분(0-3% NaCl) 배지에서 분리되는 세균은 *Vibrio*, *Achromobacter*(현재는 *Moraxella*, *Acinetobacter* 등), *Escherichia*, *Bacillus*, *Micrococcus* spp. 및 *Staphylococcus* spp. 등이며, 고염분(10-15%) 배지에서 분리되는 세균은 *Vibrio*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Halobacterium*, *Micrococcus*, *Bacillus* spp. 및 *Bacterioides* spp. 등이 있다. 일반적으로 젓갈의 발효 숙성에 관여하는 미생물군은 *Micrococcus*, *Brevibacterium*, *Leuconostoc*, *Bacillus*, *Pseudomonas*속 및 *Flavobacterium*속, 그리고 각종 yeasts 등이 알려져 있다. 또한 이들 미생물 중 이상 발효 및 부패에 관여하는 미생물은 *Vibrio*, *Achromobacter* spp., *Bacterioides* spp. 등의 세균류와 *Saccharomyces* spp.의 효모류 등으로 보고되고 있다. 또한 Hur(21)의 연구 보고에 의하면 멸치 시료에서 *Acinetobacter* spp., *Aeromonas* spp., *Bacillus cereus*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilis*, *Clostridium setience*, *Corynebacterium* spp.,

Moraxella spp., *Pediococcus halophilus*, *Serratia marcescens* 및 *Staphylococcus* spp. 등이 검출되었다.

우리나라 식품위생법에는 젓갈류 중 액젓 및 조미액젓에 한하여 대장균군과 대장균을 음성으로 규정하고 있으나 젓갈류 전반에 걸친 일반세균을 포함한 각 위해미생물에 대한 법적 규정은 없다. 그러나 일반세균은 식품의 원료, 생산, 제조, 보관 및 유통환경의 전반의 일반적인 청결수준의 지표가 되나 식품 중에는 자연스럽게 일반세균이 존재할 수 있으므로 영국의 경우 우리나라 젓갈류 분류와 가장 유사한 raw pickled fish에 대한 일반세균수 3 log₁₀CFU/g 이하는 만족, 3-4 log₁₀CFU/g 이하는 허용, 4 log₁₀CFU/g 이상은 불만족을 기준으로 삼고 있다(20).

대장균군과 대장균 분석: 광천 토굴새우젓에 오염되어 있는 대장균군의 오염도를 각 시점에 따라 제조되어진 종류별로 분석하여 Table 1에 나타내었다. 모든 종류의 광천 토굴새우젓에서 대장균군이 검출되었으며 그 평균오염도는 2.22-2.95 log₁₀CFU/g이었다. 이 중 총호기성균 검출이 가장 많았던 추젓-1(2.95 log₁₀CFU/g)에서 가장 높은 대장균군 검출을 보였고 그 다음으로는 동백하젓(2.93 log₁₀CFU/g), 육젓(2.43 log₁₀CFU/g), 오젓(2.31 log₁₀CFU/g)으로 나타났다. 또한 총호기성균 검출이 가장 적었던 추젓-2(2.22 log₁₀CFU/g)에서 가장 낮은 대장균군 검출을 보였다.

광천 토굴새우젓에서 대장균군수는 Han(22)의 할인마트와 백화점에서 유통중인 오징어젓갈의 대장균군수 10²-10⁷ log₁₀CFU/g의 최소오염수준인 10²와 10³ log₁₀CFU/g과 근접한 오염수준을 보였으나 Han과 Jin(23)의 서울시 가락농수산물시장에서 유통중인 젓갈류의 대장균군수 44 CFU/g 보다는 높은 오염수준을 보였다. 또한 Han과 Jin(23)의 보고에 의하면 가락농수산물시장에서 유통중인 젓갈류의 대장균군 중 *Enterobacter cloacae*가 가장 많이 검출되었다.

대장균군의 검출은 젓갈이 비위생적으로 제조되고 있다는 증거가 된다. 그러나 분변오염의 지표세균인 대장균(*E. coli*)은 본 연구의 광천 토굴새우젓에서는 전혀 검출되지 않았다(검출한계: <10 CFU/g).

우리나라 식품위생법에는 젓갈류 중 액젓 및 조미액젓에 한하여 대장균군과 대장균을 음성으로 규정하고 있으며 영국의 경우 젓갈류 분류와 가장 유사한 raw pickled fish에서의 *E. coli* 20 CFU/g 이하를 식품위생의 안전 또는 만족 할 만한 범위로 간주하고 있다(20). 따라서 위에서 언급한 이 두 가지 기준을 토대로 본 연구 결과를 분석하였다.

진균류(효모/곰팡이) 분석: 광천 토굴새우젓에 오염되어 있는 진균(효모/곰팡이)의 오염도를 각 시점에 따라 제조되어진 종류별로 분석하여 Table 1에 나타내었다. 오젓과 육젓에서의 진균류

Table 1. Microbial contamination of Kwangchun shrimp Jeotgal

| Microbiology | Ohjeot ¹⁾ | Yookjeot ²⁾ | Chujeot-1 ³⁾ | Chujeot-2 ⁴⁾ | Dongbakhajeot ⁵⁾ |
|---------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Total mesophilic bacteria | 4.15 ± 0.27 | 4.08 ± 0.14 | 5.42 ± 0.23 | 3.48 ± 0.55 | 4.74 ± 0.11 |
| Coliforms | 2.31 ± 0.51 | 2.43 ± 0.02 | 2.95 ± 0.83 | 2.22 ± 0.34 | 2.93 ± 0.29 |
| Yeast & Mold | 1.99 ± 0.29 | 1.47 ± 0.23 | nd ⁶⁾ | nd | nd |
| <i>S. aureus</i> | 2.22 ± 0.16 | 1.28 ± 0.06 | 2.51 ± 0.40 | 0.58 ± 0.15 | 1.54 ± 0.11 |

¹⁾Ohjeot manufactured in May.

²⁾Yookjeot manufactured in June.

³⁾Chujeot-1 manufactured with thin skin of shrimps in Fall.

⁴⁾Chujeot-2 manufactured with thick skin of shrimps in Fall.

⁵⁾Dongbakhajeot manufactured in Winter.

⁶⁾nd: not detected (<10 CFU/g in each kind of Kwangchun shrimp Jeotgal).

오염도는 각각 1.99와 1.47 \log_{10} CFU/g이었으며 추젓-1, 추젓-2 및 동백하젓에서는 검출되지 않았다(검출한계: <10 CFU/g).

우리나라 식품공전(11)에서 식품에서의 진균류(효모/곰팡이)에 대한 기준은 없다. 그러나 진균류가 많이 존재할 경우 비위생적으로 제조되었다고 볼 수 있다. 효모는 일반적으로 발효 등 식품에 유익하게 사용되나, 때때로 식품을 변패시키며 특히, *Candida*, *Mycoderma* 및 *Rhodotorula*속에 속한 균 중에는 식품에 유해한 것이 있다는 보고(24)도 있다. 또한 곰팡이가 식품위생학적으로 더욱 중요한 것은 곰팡이에 의해 생성된 2차 대사산물인 곰팡이 독소(mycotoxin)로써 미량으로도 사람에게 치명적인 위해를 줄 수 있어서이다.

Staphylococcus aureus 분석: 광천 토굴새우젓에 오염되어 있는 *S. aureus*의 오염도를 각 시절에 따라 제조되어진 종류별로 분석하여 Table 1에 나타내었다. 모든 종류의 광천 토굴새우젓에서 *S. aureus*가 검출되었으며 그 평균오염도는 0.58-2.51 \log_{10} CFU/g이었다. 이 중 추젓-1(2.51 \log_{10} CFU/g)에서 가장 높은 오염수준을 추젓-2(0.58 \log_{10} CFU/g)에서 가장 낮은 오염수준을 보였으며 광천 토굴새우젓 각 종류의 *S. aureus*수는 Han과 Jin(23)의 가락동 농수산물시장에서 유통중인 것갈의 *S. aureus*수 3,000 CFU/g 보다 낮은 오염수준을 보였다. 또한 이 정도의 오염수준은 Wall과 Scatt(25)의 보고에 의한 장독소가 생성될 수 있는 1.2×10^6 \log_{10} CFU/g 이상 보다 훨씬 낮은 수준으로 즉시 식중독을 일으킬 수 있는 위험한 수준은 아니나 본 연구의 광천 토굴새우젓이 오랫동안 상온에 노출되어 보관되고 유통된다면 독소 생성의 가능성을 배제할 수 없을 것이다.

*S. aureus*는 식품 내에서 증식하는 동안 생산된 독소를 섭취함으로써 발생하는 독소형 식중독의 원인균으로서 환경에 대한 저항성이 강하여 자연계에 널리 분포하고 있으며 식품으로의 오염 경로도 매우 다양하다. 특히나 *S. aureus*가 만들어 낸 enterotoxin은 열에 대한 저항력이 강하여 120°C에서 20분간의 가열로서도 완전히 파괴되지 않아(26,27) 우리나라 식품위생법에서는 *S. aureus*의 불검출을 규정으로 하고 있다.

기타 식중독균 분석: 본 연구의 광천 토굴새우젓에서 *B. cereus*, *L. monocytogens* 및 *Vibrio* spp.는 검출되지 않았다(data not shown). 그러나 Han(22)의 보고에 의하면 할인마트에서 유통중인 오징어젓갈에서 식중독균인 *L. monocytogenes*가 검출되었다. 또한 Han과 Jin(23)의 보고에 의하면 가락동농수산물시장에서 유통중인 것갈에서 *Vibrio alginoticus*와 *V. fluvialis*가 검출되었으며

Vibrio spp.는 160 CFU/g이 검출되었다.

B. cereus, *L. monocytogens* 및 *Vibrio* spp. 등을 포함한 위해세균은 외형적 식품부패의 유무와 관련없이 식품 중에 증식하거나 증식하는 동안 독소를 생성함으로써 세균성 식중독을 일으키는 원인이 되기에 우리나라 식품위생법에서는 각 위해 세균의 불검출을 규정으로 하고 있다.

광천 토굴새우젓의 영양학적 특성

일반성분: 광천 토굴새우젓의 일반성분을 각 시절에 따라 제조되어진 종류별로 분석하여 Table 2에 제시하였다. 본 연구에서는 광천 토굴새우젓의 종류에 따른 통계적 비교는 수행하지 않았으나 수분 함량은 동백하젓이 가장 높았고 지방은 추젓-2와 동백하젓이 가장 높았다. 단백질, 아미노산 질소는 동백하젓이, 회분, 탄수화물은 육젓이 가장 높은 것으로 나타났다. 특히 아미노산 질소 함량은 새우젓의 숙성 정도 및 품질지표가 되는데(22) 오젓, 육젓, 추젓-1, 추젓-2, 동백하젓이 각각 395.6 g/100g, 505.7 g/100g, 394.5 g/100g, 447.6 g/100g, 694.9 g/100g으로 동백하젓이 가장 많이 숙성되었고 육젓과 추젓-2가 오젓과 추젓-1보다 많이 숙성되었다는 것을 확인할 수 있었다. 염도는 육젓과 오젓이 다른 종류의 새우젓보다 높았다. 일반적으로 새우젓은 어획시기에 따라 염장비율이 다른데 기온이 높아 새우의 신선도가 저하되기 쉬운 5-6월에 제조하는 오젓과 육젓은 다른 새우젓보다 염장비율이 높았다(7). 100g당 열량은 오젓 45 kcal, 육젓 57 kcal, 추젓-148 kcal, 추젓-255 kcal, 동백하젓 61 kcal로 지방과 단백질 함량이 높은 동백하젓이 가장 높은 것으로 나타났다.

다량 무기질 함량 분석: 광천 토굴새우젓의 다량 무기질 함량을 각 시절에 따라 제조되어진 종류별로 분석하여 Table 3에 제시하였다. 다량무기질 함량 중 칼슘은 추젓-2가 676.25±0.81 mg/100g, 마그네슘은 추젓-2가 574.75 mg/100g, 칼륨은 추젓-2가 31.98±0.40 mg/100g으로 가장 높게 나타났다. 반면 나트륨은 추젓-2가 297.97±1.13 mg/100g으로 가장 낮게 나타났고 육젓은 908.12±9.20 mg/100g으로 가장 높게 나타났다. 이와 같은 결과로 같은 광천 토굴새우젓이지만 어느 시기에 잡은 새우로 것갈을 담갔는지에 따라 즉 원료 새우의 특성 차이에 따라 새우젓의 무기질 함량이 달라지는 것을 확인할 수 있었다. 5종류의 새우젓 모두 나트륨 함량이 가장 높았고 그 다음으로 칼륨 함량이 높았는데 나트륨 함량에는 미치지 못하는 양이었다. 칼륨은 체내 흡수시 나트륨의 흡수를 저해시키므로 나트륨 함량이 높은 새우젓에 예를 들어 광천조신김과 같은 칼륨함량이 높은 식품을 곱복

Table 2. General components of Kwangchun shrimp Jeotgal

| Components | Ohjeot ¹⁾ | Yookjeot ²⁾ | Chujeot-1 ³⁾ | Chujeot-2 ⁴⁾ | Dongbakhajeot ⁵⁾ |
|--------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Energy (kcal) | 45 | 57 | 48 | 55 | 61 |
| Moisture (g) | 65.9 | 62.2 | 65.5 | 64.8 | 67.2 |
| Crude fat (g) | 0.8 | 1.0 | 0.8 | 1.2 | 1.2 |
| Crude protein (g) | 8.2 | 10.4 | 9.7 | 9.6 | 11.4 |
| Crude ash (g) | 23.9 | 24.7 | 23.6 | 22.9 | 19.0 |
| Carbohydrate (g) | 1.2 | 1.7 | 0.4 | 1.5 | 1.2 |
| Amino nitrogen (g) | 395.6 | 505.7 | 394.5 | 447.6 | 694.9 |
| Salinity (mg) | 21.2 | 21.6 | 20.6 | 19.1 | 16.5 |

¹⁾Ohjeot manufactured in May.

²⁾Yookjeot manufactured in June.

³⁾Chujeot-1 manufactured with thin skin of shrimps in Fall.

⁴⁾Chujeot-2 manufactured with thick skin of shrimps in Fall.

⁵⁾Dongbakhajeot manufactured in Winter.

Table 3. Macrominerals of Kwangchun shrimp Jeotgal

(Mean ± SD)

| Macrominerals Groups | Ohjeot ¹⁾ | Yookjeot ²⁾ | Chujeot-1 ³⁾ | Chujeot-2 ⁴⁾ | Dongbakhajeot ⁵⁾ |
|----------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Ca (mg) | 499.75 ± 0.81 ⁶⁾ | 563.50 ± 5.06 ^d | 607.25 ± 0.81 ^c | 676.25 ± 0.81 ^a | 620.00 ± 0.81 ^b |
| Mg (mg) | 372.00 ± 0.81 ^c | 424.00 ± 0.81 ^d | 528.25 ± 8.16 ^c | 574.75 ± 0.81 ^a | 539.75 ± 0.81 ^b |
| Na (mg) | 811.88 ± 9.89 ^b | 908.13 ± 9.20 ^a | 566.06 ± 12.32 ^c | 297.97 ± 1.13 ^d | 566.25 ± 5.61 ^c |
| K (mg) | 27.85 ± 5.04 ^{bc} | 20.13 ± 0.31 ^d | 29.92 ± 0.36 ^{ab} | 31.98 ± 0.40 ^a | 24.78 ± 0.30 ^c |

¹⁾Ohjeot manufactured in May.

²⁾Yookjeot manufactured in June.

³⁾Chujeot-1 manufactured with thin skin of shrimps in Fall.

⁴⁾Chujeot-2 manufactured with thick skin of shrimps in Fall.

⁵⁾Dongbakhajeot manufactured in Winter.

⁶⁾Values with different perscript within the column are significantly different at $\alpha = 0.05$ by Duncan's multiple range test.

시켜 새로운 가공식품을 개발할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구결과 납은 5가지 종류의 광천새우젓 모두에서 검출되지 않았다. 이는 서해안 일부지역에서 생산된 새우젓, 조개젓, 어리굴젓, 밴댕이젓, 곤쟁이젓, 황석어젓, 한치젓 총 7종 젓갈의 무기질 함량을 조사한 Kim과 Kim의 연구(28)에서 새우젓의 납 함량이 가장 낮았다는 결과와 유사한 양상을 보였다.

미량 무기질 함량 분석: 광천 토굴새우젓의 미량 무기질 함량을 각 시절에 따라 제조되어진 종류별로 분석하여 Table 3에 나타내었다. 철분은 동백하젓이 가장 많았고 구리 함량은 오젓이 가장 높았으며 새우젓의 종류에 따른 차이가 있었다($p < 0.05$). 아연은 새우젓의 종류에 따른 유의적인 차이는 없었으나 추젓-2의 아연함량이 가장 높은 것으로 추젓-1의 아연함량은 가장 낮은 것으로 나타나, 같은 추젓이지만 껍질의 특성에 따라 아연함량이 달라지는 것을 알 수 있었다. 망간 함량은 오젓이 가장 높았고 육젓이 가장 낮았으며 새우젓의 종류에 따른 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$). 셀레늄 함량은 추젓-1, 추젓-2, 동백하젓이 오젓과 육젓에 비해 유의적으로 높은 것으로 나타났다($p < 0.05$).

아미노산 조성 분석: 광천 토굴새우젓의 아미노산 조성 분석을 시절에 따라 제조되어진 종류별로 분석하여 Table 5에 나타내었다. 젓갈에 함유된 각종 정미성분 중에서도 유리아미노산은 젓갈 특유의 풍미와 밀접한 관련이 있고, 젓갈의 영양가와의 관계되기 때문에 매우 중요하다(29). 분석결과 glutamic acid의 함량이 가장 높게 분석되었고 그 다음은 대체적으로 aspartic acid로 나타났다. 이는 Kim의 경기도 새우젓의 단백질 특성변화에 관한

연구(17)에서 glycine과 alanine이 높게 나타난 것과는 차이가 있는 결과였다. 새우젓의 원료가 되는 첫새우에는 시원한 단맛이나 감칠맛을 내는 유리아미노산인 proline, arginine, alanine, glycine, lysin 및 glutamic acid 등이 다량 함유되어 있고 이들 아미노산 조성은 숙성 중에 크게 변하지 않으며(30) 이들 아미노산이 새우젓의 독특한 맛에 중요한 역할을 한다(31). 대체적으로 일반 새우젓에는 새우 그 자체의 주된 감칠맛 성분인 glycine의 함량이 많으나 광천 토굴새우젓에는 이와 다르게 감칠맛 성분으로 glutamic acid와 aspartic acid의 함량이 높았다. 이는 광천 새우젓이 다른 새우젓과는 달리 토굴에 새우젓을 보관하여 숙성시키기 때문인 것으로 사료된다.

지방산 조성: 광천 토굴새우젓의 지방산 조성 분석을 시절에 따라 제조되어진 종류별로 분석하여 Table 5에 나타내었다. 대체적으로 포화지방산 중에서는 C16:0의 함량이 높게 나타났다. 불포화지방산 중에서는 n-3계 지방산으로 불포화도가 높고 혈청지질 감소, 혈관확장, 혈압강하, 두뇌성장발달에 관여하는 C20:5(eicosapentaenoic acid, EPA), C22:6(docosahexaenoic acid, DHA)의 함량이 높게 나타났다. Eicosapentaenoic acid(EPA)는 오젓과 동백하젓이 각각 16.9%, 16.5%로 높았고, docosahexaenoic acid(DHA)는 추젓-1이 가장 높았다. 이는 새우젓을 만드는 원료새우의 차이 때문인 것으로 사료된다.

본 실험결과 포화지방산의 주체를 이룬 C16:0은 20.4-22.7%의 범위로 C16:0이 21.39-22.07% 범위로 나타난 Park과 Park(32)의 전남산 새우젓 지방산 조성 연구와 유사한 경향을 보였다. 반면 C20:5와 C22:6은 각각 14.7-16.9%, 19.5-23.1%로 나타나 전남산

Table 4. Microminerals of Kwangchun shrimp Jeotgal

(Mean ± SD)

| Microminerals Groups | Ohjeot ¹⁾ | Yookjeot ²⁾ | Chujeot-1 ³⁾ | Chujeot-2 ⁴⁾ | Dongbakhajeot ⁵⁾ |
|----------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Fe (ppm) | 26.96 ± 0.42 ⁶⁾ | 18.06 ± 0.13 ^d | 20.86 ± 0.25 ^c | 15.87 ± 0.01 ^c | 38.18 ± 0.36 ^a |
| Cu (ppm) | 5.09 ± 0.04 ^a | 4.15 ± 0.03 ^b | 2.61 ± 0.01 ^d | 2.90 ± 0.02 ^c | 2.43 ± 0.02 ^c |
| Zn (ppm) | 7.91 ± 0.01 ^{ab} | 8.06 ± 0.08 ^{ab} | 6.67 ± 0.01 ^b | 8.64 ± 2.37 ^a | 7.31 ± 0.04 ^{ab} |
| Mn (ppm) | 3.07 ± 0.05 ^a | 0.18 ± 0.00 ^d | 0.21 ± 0.00 ^{cd} | 0.22 ± 0.00 ^{bc} | 0.25 ± 0.00 ^b |
| Se (ppm) | 0.92 ± 1.32 ^b | 1.26 ± 0.12 ^b | 2.41 ± 0.28 ^a | 2.31 ± 0.09 ^a | 2.23 ± 0.26 ^a |
| Pb (ppm) | nd ⁷⁾ | nd | nd | nd | nd |

¹⁾Ohjeot manufactured in May.

²⁾Yookjeot manufactured in June.

³⁾Chujeot-1 manufactured with thin skin of shrimps in Fall.

⁴⁾Chujeot-2 manufactured with thick skin of shrimps in Fall.

⁵⁾Dongbakhajeot manufactured in Winter.

⁶⁾Values with different superscript within the column are significantly different at $\alpha = 0.05$ by Duncan's multiple range test.

⁷⁾nd: not detected.

Table 5. Free amino acids composition of Kwangchun shrimp Jeotgal

(mg/100g)

| Amino acids | <i>Ohjeot</i> ¹⁾ | <i>Yookjeot</i> ²⁾ | <i>Chujeot-1</i> ³⁾ | <i>Chujeot-2</i> ⁴⁾ | <i>Dongbakhajeot</i> ⁵⁾ |
|---------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Aspartic acid | 780.1 | 894.13 | 475.9 | 851.6 | 928.5 |
| Serine | 206.8 | 248.6 | 184.8 | 238.4 | 255.2 |
| Glutamic acid | 1169.8 | 1382.2 | 769.0 | 1213.1 | 1280.9 |
| Glycine | 387.4 | 444.3 | 407.0 | 517.8 | 531.0 |
| Histidine | 146.5 | 182.7 | 139.4 | 113.6 | 152.2 |
| Threonine | 277.9 | 360.6 | 269.8 | 275.7 | 324.1 |
| Arginine | 288.6 | 342.1 | 256.8 | 583.1 | 722.9 |
| Alanine | 468.3 | 564.9 | 310.9 | 486.5 | 566.4 |
| Proline | 377.1 | 487.8 | 319.3 | 401.5 | 502.4 |
| Cystein | 40.0 | 43.7 | 61.2 | 32.8 | 46.1 |
| Tyrosine | 262.1 | 282.3 | 246.3 | 244.8 | 225.7 |
| Valine | 391.2 | 459.9 | 317.5 | 402.8 | 442.3 |
| Methionine | 180.5 | 221.2 | 202.7 | 177.7 | 216.3 |
| Lysine | 559.6 | 665.9 | 338.0 | 578.7 | 682.6 |
| Isoleucine | 385.0 | 436.5 | 329.1 | 397.9 | 427.1 |
| Leucine | 601.0 | 682.6 | 514.2 | 601.7 | 674.2 |
| Phenylalanine | 371.5 | 425.1 | 395.1 | 369.0 | 414.5 |
| Total | 6893.5 | 8124.8 | 5536.9 | 7486.6 | 8392.1 |

¹⁾*Ohjeot* manufactured in May.²⁾*Yookjeot* manufactured in June.³⁾*Chujeot-1* manufactured with thin skin of shrimps in Fall.⁴⁾*Chujeot-2* manufactured with thick skin of shrimps in Fall.⁵⁾*Dongbakhajeot* manufactured in Winter.

새우젓의 11.96-12.58%, 11.27-15.13%(32)와 비교했을 때 광천 토굴새우젓의 n-3계열 고도불포화지방산 함량이 다른 지역의 새우젓보다 높음을 확인할 수 있었다.

요 약

본 연구에서는 미생물 정량시험을 통해 광천 토굴새우젓의 미생물학적인 위해성을 평가하고 일반성분 및 영양성분 분석에 의한 영양적인 평가를 실시하였다. 광천 토굴새우젓의 총호기성균

의 평균오염도는 3.48-5.42 log₁₀CFU/g이었으며 최고오염치는: 추젓-1(5.42 log₁₀CFU/g)과 최소오염치는 추젓-2(3.48log₁₀CFU/g)에서 나타났다. 대장균군의 평균오염도는 2.22-2.95 log₁₀CFU/g의 분포이었으며 총균수와 같은 양상인 최대오염치와 최소오염치를 각각 추젓-1(2.95 log₁₀CFU/g)과 추젓-2(2.22 log₁₀CFU/g)에서 나타났다. 진균류는 추젓-1, 추젓-2 및 동백하젓에서는 검출되지 않았으며 오젓과 육젓에서 각각 1.99와 1.47 log₁₀CFU/g이었다. 식중독균인 *S. aureus*의 평균오염도는 0.58-2.51 log₁₀CFU/g이었으며 추젓-1(2.51 log₁₀CFU/g)에서 가장 높았고 추젓-2(0.58 log₁₀CFU/g)에

Table 6. Fatty acids composition of Kwangchun shrimp Jeotgal

(%/fat 100g)

| Fatty acids | <i>Ohjeot</i> ¹⁾ | <i>Yookjeot</i> ²⁾ | <i>Chujeot-1</i> ³⁾ | <i>Chujeot-2</i> ⁴⁾ | <i>Dongbakhajeot</i> ⁵⁾ |
|-------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| C14:0 | 1.7 | 1.5 | 2.3 | 2.9 | 1.7 |
| C16:0 | 22.5 | 22.7 | 20.4 | 20.9 | 21.5 |
| C16:1 | 6.0 | 5.2 | 6.6 | 8.2 | 8.1 |
| C18:0 | 4.4 | 5.3 | 5.5 | 4.9 | 4.8 |
| C18:1 | 13.8 | 14.3 | 13.0 | 15.7 | 15.5 |
| C18:2 | 2.2 | 2.0 | 2.0 | 1.3 | 1.4 |
| C18:3 | 0.9 | 1.2 | 2.1 | 1.0 | 1.3 |
| C20:1 | 3.2 | 3.0 | 1.6 | 2.0 | 2.2 |
| C20:4 | 2.3 | 2.2 | 3.3 | 2.8 | 3.0 |
| C20:5 | 16.9 | 15.2 | 15.4 | 14.7 | 16.5 |
| C22:1 | 2.2 | 2.3 | 1.1 | 3.1 | 1.2 |
| C22:6 | 21.1 | 22.5 | 23.1 | 19.5 | 20.0 |
| Unknown | 2.8 | 2.6 | 3.6 | 3.0 | 2.8 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

¹⁾*Ohjeot* manufactured in May.²⁾*Yookjeot* manufactured in June.³⁾*Chujeot-1* manufactured with thin skin of shrimps in Fall.⁴⁾*Chujeot-2* manufactured with thick skin of shrimps in Fall.⁵⁾*Dongbakhajeot* manufactured in Winter.

서 가장 낮았다. 기타 식중독균인 *B. cereus*, *L. monocytogenes*, *Vibrio* spp.와 대장균은 검출되지 않았다. 일반성분 분석결과 열량과 수분 함량은 동백하젓이 가장 높았고 지방은 추젓-2와 동백하젓이 가장 높았다. 단백질, 아미노테 질소는 동백하젓이, 회분, 탄수화물은 육젓이 가장 높은 것으로 나타났다. 염도는 육젓과 오젓이 다른 종류의 새우젓보다 높았다. 다량무기질 함량은 모두 새우젓의 종류에 따라 유의적인 차이가 있었는데($p < 0.05$) 칼슘, 마그네슘, 칼륨의 함량은 모두 추젓-2에서 가장 높았다. 반면 나트륨은 추젓-2가 297.97 ± 1.13 mg/100 g으로 가장 낮게 나타났고 육젓은 908.12 ± 9.20 mg/100 g으로 가장 높게 나타났다. 미량무기질 함량 중 철분은 동백하젓이, 구리와 망간 함량은 오젓이, 셀레늄 함량은 추젓-1이 유의적으로 높은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 아미노산 분석결과 glutamic acid의 함량이 가장 높게 분석되었고 지방산은 포화지방산 중 팔미트산, 불포화지방산 중 불포화도가 높은 eicosapentaenoic acid(EPA), docosahexaenoic acid(DHA)의 함량이 높게 나타났다. 결론적으로 광천토굴새우젓은 미생물학적으로 안전하며, 영양학적으로는 무기질 함량이 풍부하고 감칠맛을 내는 아미노산 성분이 함유되어 있으며 혈청지질 감소, 혈관 확장, 혈압강하, 두뇌성장발달에 관여하는 n-3계 지방산인 EPA, DHA의 함량이 높은 것으로 나타났다. 따라서 우리나라의 전통 식품이면서 지역특산물인 광천토굴새우젓은 그 이용가치가 높다는 것을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 홍성균청 지역혁신포럼지원사업의 일환으로 연구되었기에 이에 감사드립니다.

문헌

- Kim YM, Kim DS. Korean fermented seafood. Korea Food Research Institute, Gyeonggi, Korea. pp. 26-32 (1990)
- Seo HK. Distribution and kinds of salt-fermented shrimp in the various region. pp. 418-425. In: Korea Society of Food & Cookery Science autumn scientific symposium and regular general meeting. October. Sungshin Women's University, Seoul, Korea. Korea Society of Food & Cookery Science, Seoul, Korea (1995)
- Lee WD. Recent development of *Jeotgal* (traditional Korean fermented seafood) and its future. Food Ind. Nutr. Hyejeon College 6: 23-27 (2001)
- Whang JH, Kim JM. Physicochemical properties of commercial salt-fermented shrimp. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30: 760-763 (2001)
- MOMAF. 2005 Statistical yearbook of maritime affairs and fisheries. Ministry of Maritime Affairs & Fisheries, Seoul, Korea (2005)
- Do SD, Lee YM, Chang HG. The study on kinds and utilities of Jeot-Kal (fermented fish products). Korean J. Soc. Food Sci. 9: 222-229 (1993)
- Oh SH, Sung TH, Heo OS, Bang OK, Chang HC, Shin HS, Kim MR. Physicochemical and sensory properties of commercial salt-fermented shrimp. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33: 1006-1012 (2004)
- Kim AJ. Nutritional assessment and development of fusion cook using *Kwangchun* salt-fermented shrimp. The 2nd forum symposium. March 10th. Institute of Food & Industry of Hyejeon College (2005)
- Mok CK, Song KT, Lee SK, Park JH, Woo GJ, Lim SB. Microbial changes of salted and fermented shrimp by high hydrostatic pressure treatment. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 349-355 (2000)
- Oh SH, Heo OS, Bang OK, Chang HC, Shin HS, Kim MR. Microbiological safety of commercial salt-fermented shrimp during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 507-513 (2004)
- KFDA. Food Code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea (2004)
- Maddux RL, Koehne G. Identification of *Staphylococcus hyicus* with the API Staph strip. J. Clin. Microbiol. 15: 984-986 (1982)
- AOAC. Official methods of analysis of AOAC Intl. 16th ed. 35. Association of official Analytical Communities, Arlington, VA, USA (1995)
- Dietrich K. Functional properties of chitin and chitosan. J. Food Sci. 47: 593-595 (1982)
- Jin YH, Kwon OC, Sung NJ, Shin JH, Kang MJ. Effect of garlic on quality of low salted anchovy-1. Changes of general composition, titrable acidity and sensory evaluation. J. Culinary Soc. 7: 49-70 (2001)
- Hong Y, Kim JH, Ahn BH, Cha SK. The effects of low temperature storage and aging of Jeot-kal on the microbial counts and microflora. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 1341-1349 (2000)
- Kim BM. Changes in the properties of protein during the fermentation of salted shrimp. Korean J. Food Sci. Technol. 20: 883-889 (1988)
- Cha YJ, Lee EH. Studies on the processing of low salt fermented seafoods. Bull. Korean Fish Soc. 18: 511-518 (1985)
- Lee EH, Oh KS, Ahn CB, Kim JS, Kil JS, Kim WJ. Fatty acid composition of dried sea food products on Korean market. J. Korean Oil Chem. Soc. 4: 83-89 (1987)
- Ha SD, Kim AJ. Technical trends in safety of jeotgal. Food Sci. Ind. 38: 46-64 (2005)
- Hur SH. Critical review on the microbiological standardization of salt-fermented fish product. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 25: 885-891 (1996)
- Han JE. Distribution of pathogenic bacteria in *Jeotgal* marketed in large discount store and department store (P-37). In: Abstracts: 29th Conference of Health Science. November 12-13, Seoul National University, Seoul, Korea. The Korean Society of Food Hygiene and Safety, Seoul, Korea (2004)
- Han HJ, Jin YH. Bacterial distribution of salt-fermented fishery products in Seoul Garak wholesale market. J. Food Hyg. Safety 17: 173-177 (2002)
- Chung HK, Yeum G, Kim KS, Oh MC, Choi DJ. Food and Microbiology, pp. 29-60. In: Food Hygiene. Chung HK, Yeum G, Kim KS, Oh MC, Choi DJ (eds). Kwangmoonkag, Inc., Seoul, Korea (2004)
- Walls I, Scatt VN. Use of predictive microbiology food safety risk assessment. Int. J. Food Microbiol. 36: 97-102 (1997)
- Chang DS, Shin DH, Jung DH, Lee IS. Bacterial food poisoning, pp. 71-111. In: Food Hygiene. Chang DS, Shin DH, Jung DH, Lee IS (eds). Chungmoonkag, Inc., Seoul, Korea (2003)
- Shim SK, Lee YK, Ju NY, Heo NY. Food poisoning, pp. 53-57. In: Practical food hygiene. Shim SK, Lee YK, Ju NY, Heo NY (eds). Jinroyeongusa, Inc., Seoul, Korea (2003)
- Kim SK, Kim AJ. The study on the amount of trace elements in some fermented fish products (jeot-gal) from some areas of the west coast in Korea. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 1063-1067 (1997)
- Lee EH. Food characteristic and manufacturing techniques trends of salt-fermented shrimp. pp. 415-417. In: Korea Society of Food & Cookery Science autumn scientific symposium and regular general meeting. October 15th. Sungshin Women's University, Seoul, Korea. Korea Society of Food & Cookery Science, Seoul, Korea (1995)
- An SK. Production, utilization and view of salted and fermented shrimp. pp. 426-435. In: Korea Society of Food & Cookery Science autumn scientific symposium and regular general meeting. October. Sungshin Women's University, Seoul, Korea. Korea Society of Food & Cookery Science, Seoul, Korea (1995)
- Chung SY, Lee EH. The taste compounds of fermented *Acetes Chinensis*. Bull. Korean Fish Soc. 9: 79-110 (1976)
- Park BH, Park YH. Fatty acid composition of salt-fermented seafoods in Chonnam area. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 22: 465-469 (1993)