J. Fd Hyg. Safety
Vol. 23, No. 2, pp. 137~141 (2008)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

국내유통 홍어회 제품의 미생물 및 이화학적 특성조사

이은정 · 서정은 · 이종경 · 오세욱 · 김윤지*
안전성연구단, 한국식품연구원

Microbial and Chemical Properties of Ready-to-eat Skate in Korean Market

Eun-Jung Lee, Jung-Eun Seo, Jong-Kyung Lee, Se-Wook Oh, and Yun-Ji Kim*
Division of Food Safety Research, Korea Food Research Institute, Korea
(Received January 19, 2008/Accepted June 5, 2008)

ABSTRACT – To evaluate safety of commercial skate product, Korean traditional ready-to-eat raw-fish, during from June to August in 2006, microbial and chemical properties such as levels of total plate count, coliform, foodborne pathogens, VBN-value, pH and ammonium concentration in ready-to-eat skate product were evaluated. Total plate counts of ready-to-eat skate product were ranges from 4.8 to 7.5 log CFU/g, and coliform was detected in 1 sample (2.48 log CFU/g) among 18 samples. *Staphylococcus aureus*, was detected in 2 samples among 18 samples, but *Escherichia coli*, *Salmonella*, spp., *Vibrio* parahaemolyticus, and *Listeria monocytogenes* were not detected. VBN-values and pH of skate were ranges from 12.6 to 593.9 mg% and from 6.7 to 9.4 depending on strength of fermentation, respectively. Ammonium concentrations of fermented skate were ranges from 4.4 to 14.1 mg/g and 2 samples, pre-fermented skate, were not detected.

Key words : Skate, Foodborne pathogens, Chemical properties, Korean market

Introduction

홍어류(skates)는 대부분의 전세계 해역의 심해에서 수심 3000 m까지 서식하는 저서성 어류이며 연골어강(chondrichthyes)이다. 정[1]은 국내에서 잡히는 홍어과(family *Rajidae*) 11개의 어종을 다음과 같이 분류하였다. 저자가오리속(*Bathyraja* Ishiyama)에는 바닥가오리(*B. bergi* Dolganov)와 저자가오리(*B. isotrachys*)로, 살홍어속(*Dipturus* Rafinesque)에는 광동 홍어(*D. kwangtungenesis*), 도랑가오리(*D. macrocauda*), 살홍어(*D. tengu*)로, 홍어속(*Okamejei* Ishiyama)에는 무늬홍어(*O. acutispina*), 깨알 홍어(*O. boesemani*), 홍어(*O. kenojei*), 가동가오리(*O. meerdervoortii*)로 나누었고, 참홍어속(*Raja* Linnaeus)에는 고려홍어(*R. koreana*)와 일명 흑산도 홍어라는 참홍어(*R. pulchra*)로 나누었다. 홍어과는 위와 같이 많은 종류가 있으나, 국내 유통 중 홍어는 가오리와는 구분되며, 흑산도 지역의 참홍어를 제외하면 원산지에 따른 구분으로 판매되고 있다.

*Correspondence to: Yun-Ji Kim, Food Safety Research Center, Korea Food Research Institute, San 516, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Seongnam-si, Kyunggi-do 463-420, Republic of Korea
Tel: 82-31-780-9085, Fax: 82-31-780-9185
E-mail: yunji@kfri.re.kr

홍어는 생육 시 삼투압 조절을 위해서 체내에 요소와 요소전구물질을 많이 함유하고 있어 숙성기간 동안 질소화합물인 암모니아와 트리메틸아민산을 생성하여 독특한 풍미를 생성하고, 홍어껍질에 다량의 *Photobacterium* sp.가 서식하고 있어서 홍어의 숙성을 촉진시킨다[2]. 또한 홍어에 항고혈압 효과가 있는 기능성 펩타이드가 다량 존재하며[3], 숙성 홍어 껍질에서 분리된 항균펩타이드인 kenojeinin I는 *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Saccharomyces cerevisae*의 생육 제어 효과가 있다[4]. 홍어 발효 중에 생성량이 증가되는 taurine은 콜레스테롤의 축적을 예방하는 효과가 있으며, 특히 홍어 간유에는 LDL-cholesterol을 감소시키고, HDL-cholesterol을 증가시키며, 중성지방을 저하하는 작용이 있는 EPA와 DHA같은 오메가3지방산이 다량 함유되어 관상동맥질환을 예방하는 효과가 있다고 한다[5]. 홍어 껍질의 단백질 함량은 다른 해수어류와 비교했을 때 단백질 함량은 비슷하나 지방과 회분함량이 낮고, 불포화지방산이 다량 함유되어있었다. 또한 홍어 껍질에는 젤라틴이 다량 함유되어 그 이용가치가 매우 크며[6], 항산화성, 항균성과 항암성이 있는 것으로 발표되었다[7].

해양수산부가 공포하는 어업생산고 자료 중 전국산지수협 위판장을 통해 조사된 계통판매 자료에 의하면 2006년도 홍어의 판매고는 55억원 규모인 것으로 집계되었다[8]. 국

립수산물품질검사원 자료에 의하면 냉동 홍어의 수입은 해마다 증가하고 있으며, 2006년 12월 말까지 국립수산물품질검사원에서 검사한 수입 홍어는 11,411 톤에 달하며 금액은 2,497만불에 해당하는 것으로 보고되었다[9]. 이는 홍어의 소비가 증가하여 국내 시장의 규모가 커지고 있음을 의미하나, 대부분 회로 섭취하는 홍어의 안전성에 관한 연구는 미비한 실정이다.

본 연구에서는 한국전통식품 중 하나인 홍어회의 안전성 평가를 위한 기초자료를 확보하기 위하여, 시판 중인 홍어회에 대한 미생물학적 위생수준과 화학적 특성을 조사하고, 숙성 홍어 손질 시 감염위험이 높은 *Staphylococcus aureus*를 홍어에 접종하여 저장 기간에 따른 균수 변화를 살펴보았다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용된 홍어 제품은 2006년 6월부터 8월까지 국내 유통 중인 홍어를 경기 성남 지역 대형할인점과 인터넷 쇼핑몰을 이용하여 숙성 전 홍어회 2점과 숙성 홍어회 16점을 구입하였다.

총균수와 대장균군의 정량적 분석

식품공전(식품의약품안전청, 2000)의 일반시험법 중 미생물 시험법[10]에 준하였다. 무균적으로 취한 검체 25 g과 0.1% peptone water 225 ml를 혼합하여 pulsfier에서 1분간 균질화한 후 0.1% peptone water로 10배 희석하여 petri dish에 1 ml 씩 분주하여 total plate count agar (BD, Sparks, MD, USA)를 부어 잘 섞은 후 37°C에서 24-36시간 배양한 후 배지 위에 형성된 colony를 계수하여 log colony-forming unit (CFU)/g으로 나타내었다. 대장균군은 3M (3M Microbiology Products, USA)의 PetrifilmTM *E. coli count*를 사용하여 준비된 희석 시료 1 ml를 분주하여 37°C에서 24-36시간 배양한다. 배양 후 기포가 있는 red colony를 대장균군으로, 기포가 있는 blue colony는 *E. coli*로 간주하여 CFU/g으로 나타내었다.

병원성 미생물 분석

Salmonella spp.의 정성적 분석은 식품 공전의 방법에 의하여 무균적으로 취한 검체 25 g와 peptone water 225 ml를 혼합하여 pulsfier에서 1분간 균질화한 후 37°C에서 24시간 증균하였다. 증균배양액을 Rappaport-Vassiliadis (BD)에 접종하여 35°C에서 24-48시간 동안 2차 증균배양을 실시하였다. 증균배양액 중 양성 반응을 보인 배양액을 XLD agar (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, England)에 접종하여 30°C에서 24-48시간 배양하였다. 또한 colony를 순수 분리하여 증균한 후 VITEK® 2 compact (bioMérieux, Marcy l'Etoile, France)를 이용하여 동정하였다.

Vibrio parahaemolyticus의 정성적 분석은 식품 공전의 방법에 의하여 무균적으로 취한 검체 25 g와 3% 염이 첨가된 peptone water 225 ml를 혼합하여 pulsfier에서 1분간 균질화한 후 35°C에서 18-24시간 증균하였다. 증균배양액을 TCBS (BD)에 접종하여 35°C에서 18-24시간 배양한다. 배양 결과 직경 2~4 mm인 청록색의 서당 비분해 colony가 검출되면 단독으로 증균하여 VITEK® 2 compact (bioMérieux)를 이용하여 동정하였다.

*Staphylococcus aureus*의 정성적 분석은 식품 공전의 방법에 의하여 무균적으로 취한 검체 25 g와 10% NaCl이 첨가된 TSB 225 ml를 혼합하여 pulsfier에서 1분간 균질화한 후 37°C에서 24시간 증균하여 내염성을 가지는 *S. aureus*를 증균하였다. 증균배양액을 egg yolk이 첨가된 Mannitol salt agar (Oxoid)에 접종하여 36-48시간 배양하였다. 또한 colony를 분리하여 증균한 후 VITEK® 2 compact (bioMérieux)를 이용하여 동정하였다.

*Listeria monocytogenes*의 검출은 식품공전의 방법에 의하여 무균적으로 취한 검체 25 g와 Listeria enrichment broth 225 ml을 혼합하여 pulsfier에서 1분간 균질화한 후 37°C에서 24시간 증균하였다. 증균배양액을 FRASER Listeria (BD)에 접종하여 35°C에서 24-48 시간 동안 2차 증균배양을 실시하였다. 증균배양액 중 양성 반응을 보인 배양액을 modified oxford agar (Oxoid)에 접종하여 균질하게 spreading한 후 30°C에서 24-48시간 배양하였다. 또한 colony를 분리하여 증균한 후 VITEK® 2 compact (bioMérieux)를 이용하여 동정하였다.

Staphylococcus aureus의 접종과 정량적 분석

숙성된 홍어를 구입하여 *S. aureus* (ATCC 29213, ATCC 6538, ATCC 25923) cocktail을 6 log CFU/g 수준으로 접종한 후 4와 15°C에 각각 저장하면서, 선택 배지인 Mannitol salt agar (Oxoid)를 이용하여 *Staphylococcus* 균수를 측정하였고, 위에 기술된 방법으로 pH를 측정하였다.

pH와 암모니움 농도 측정

온도에 따른 pH 는 시료에 10배의 증류수를 넣고 균질화한 후 pH meter (corning, New York, NY, USA)를 이용하여 측정하였고, 암모니움 농도는 홍어에서 Phenali 법으로[11] 암모니움을 추출한 뒤 측정은 ammonium electrodes (pH 2100 Series, OAKTON, Vermont Hills, II, USA)를 이용하였다.

휘발성 염기태 질소 함량 (volatile basic nitrogen, VBN)

휘발성 염기태 질소 함량은 conway unit를 이용한 미량확산법으로 정량하였다[12, 13]. 시료 10 g을 취하여 증류수

70 ml와 함께 blending하고 100 ml volumetric flask로 옮겨 100 ml로 맞춘 후 여과한 다음 여과액 1 ml에 0.01 N boric acid 1 ml와 conway reagent 50 μl (0.066% methyl red: bromocresol green/EtOH = 1 : 1)를 가하였다. Potassium carbonate(K_2CO_3 50 g / D. W. 100 ml) 1ml을 첨가한 다음 37°C에서 120분간 방치 후 0.01 N sulfuric acid로 적정하여 VBN 가를 측정하였다.

결과 및 고찰

유통 홍어회의 총균수 오염수준

Fig. 1에 수거한 홍어회 18점의 총균수 분포 수준을 나타내었다. 수거한 홍어회의 총균수 수준은 4.8 log CFU/g 이상 7.5 log CFU/g 이하의 범위에서 검출되었다. 그 분포를 살펴보면, 4~5 log CFU/g 범위에서 검출된 건수는 3건, 5~6 log CFU/g 사이는 6건이었으며, 6~7 log CFU/g 범위에서 검출된 건수는 8건으로 가장 많은 건수가 포함되어 있었고, 7~8 log CFU/g 의 범위에서도 1건이 검출되었다. 식품공전상 수산물에 대한 잠정규격에 의하면 최종소비자가 그대로 섭취할 수 있도록 유통판매를 목적으로 위생처리하여 용기・포장에 넣은 냉동어・패류의 경우 세균수를 5 log CFU/g이하로 명시하고 있다. 그러나 본 연구에서 실시한 18건의 결과에 의하면 5 log CFU/g이하의 제품은 3건(17%)으로 관찰되었다. 조[6] 등에 의하면 숙성 전 4 log CFU/g 수준이던 홍어 껍질의 균수가 숙성 후 7 log CFU/g 수준으로 증가했다고 한다. 그러나 본 연구에서 수집한 홍어회의 총균수 수준이 식품공전상 수산물에 대한 잠정규격에 부합되는 건수가 17%에 불과했던 이유가 숙성과정을 거치는 특성 때문인지 가공상 위해 요소가 있었던 것인지의 여부에 관한 연구는 더 필요한 것으로 사료된다.

유통 홍어회의 대장균군 오염수준

수거한 홍어회의 대장균군을 분석한 결과, 숙성전 홍어 2점과 숙성 홍어 16점을 포함한 총 18점 중 숙성 홍어 1건에서 2.48 log CFU/g 수준의 대장균군이 검출되었다(not shown data). 대장균군은 그람음성 무아포간균으로 lactose를 분해하여 가스를 생산하는 모든 호기성 통성혐기성 균으로 분변유래균과 자연환경형 균을 포함하여 오염 지표균으로 식품의 위생 상태를 반증한다[14]. 식품공전상 수산물에 대한 잠정규격에 의하면 최종소비자가 그대로 섭취할 수 있도록 유통판매를 목적으로 위생처리하여 용기・포장에 넣은 냉동어・패류의 대장균군 수준은 1 log CFU/g이하로 규정하고 있다. 이러한 규정에 의하면, 본 연구에서 실시한 18건의 결과 중 1건이 초과된 것으로 나타났다.

유통 홍어회의 병원성 미생물 수준

Table 1은 수거한 홍어회의 병원성 미생물 검출 결과이다. 병원성 미생물은 *E. coli*, *Salmonella* spp., *V. parahaemolyticus, L. monocytogenes, S. aureus* 5종을 대상으로 하였다. 본 연구에서 수거한 시료 18종 중 *E. coli*, *Salmonella*, spp., *V. parahaemolyticus*, *L. monocytogenes*는 검출되지 않았고, *Staphylococcus* 중 *S. aureus*가 2건에서 검출되었다. 조[6] 등의 연구에 의하면 홍어 껍질 부위의 우점균은 Photobacterium sp.와 Vibrio sp.라고 보고했으며, 이와 오와다[15] 연구에 의하면 810-4000 m 심해에는 *Photobacterium* sp., *Pseudomonas* sp.와 *Vibrio* sp.가 발견되었다고 한다. *S. aureus*는 공기, 토양 등의 자연계에 광범위하게 분포하고 있고, 건강한 사람과 동물의 피부 등에도 상재하고 있어 식품에 쉽게 오염되기 때문에 식품위생상 중요하게 다루어지고 있는 균주로[16,17] 본 연구에서 검출된 *S. aureus*는 숙성 후 작업 공정 중의 오염으로 사료된다.

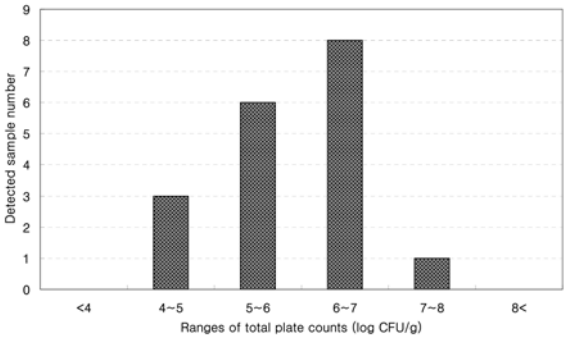

Fig. 1. Distribution of total plate counts in commercial skate collected from Korean market.

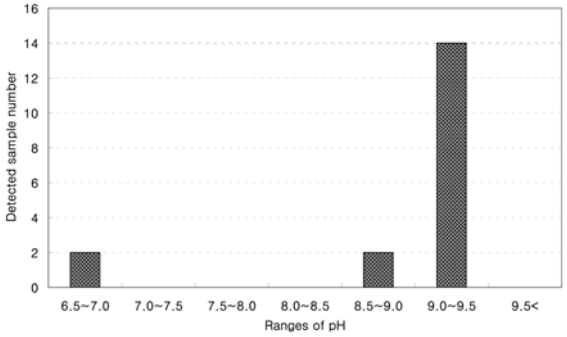

Fig. 2. Distribution of pH in commercial skate collected from market.

Table 1. Foodborne pathogens contamination of commercial skate collected from Korean market

Pathogens	Positive no./Total no.
Escherichia. coli	0/18
Salmonella spp.	0/18
Vibrio parahaemolyticus	0/18
Listeria monocytogenes	0/18
Staphylococcus aureus	2/18

유통 홍어회의 pH 수준

Fig. 2는 수거한 홍어회의 pH 값의 분포를 나타낸 것이다. 숙성 전 홍어회 2점의 pH 값이 7.0이하로 나타났고, 본 연구에서 수거한 숙성 홍어회의 pH값은 최소 8.9에서 최대 9.4의 범위에서 측정되었다. 즉, 6.5~7.0 범위가 2건, 8.5~9.0 범위가 2건으로 나타났고, 9.0~9.5 범위가 14건으로 대부분을 차지했다.

유통 홍어회의 휘발성염기태질소 함량 (VBN-value) 수준

Fig. 3은 수거한 홍어회의 VBN 값을 나타낸 것이다. VBN 값은 생선류와 육류의 부패를 측정하는 지표로서 신선어육은 일반적으로 15-25 mg% 수준이라고 한다[18]. 본 연구에서 실시한 숙성 전 홍어회 2점의 VBN 값은 각각 12.6과 19.3 mg%로 신선어육과 유사한 수준이다. 그러나 숙성된 홍어회의 VBN-value는 최소 300.5 mg% 이상, 최대 638.7 mg% 이하의 범위로 관찰되어, 숙성 홍어회의 VBN 최소값과 최대값의 편차가 300 mg%이상임을 알 수 있었다. 그 분포를 살펴보면, 300~400 mg% 사이가 8점, 400~500 mg% 사이가 2점, 500~600 mg% 사이가 3점, 600~700 mg% 사이가 3점으로 관찰되었다. 따라서, 홍어회는 다른 어패류와 달리 신선 상태가 아닌 숙성 후 섭취하는 제품으로 다른 신선 어패류 보다 VBN 값이 15~30배 정도 높았기 때문에 VBN 값으로 제품의 품질을 평가하기는 어려운 것으로 사료된다.

유통 홍어회의 암모니움 농도 수준

Fig. 4에 나타나 있는 국내 유통 중의 숙성 홍어회의 암모니움 농도는 최저 4.4 mg/g, 최고 14.9 mg/g의 범위로 관찰되었고, 숙성 전 홍어에서는 검출되지 않았다. 그 분포를 살펴보면, 4~6 mg/g이 5건, 6~8 mg/g이 3건, 8~10 mg/g이 1건, 10~12 mg/g이 1건, 12~14 mg/g이 3건, 14~16 mg/g이 4건으로 나타났다. 최 등의 연구에 의하면 홍어 숙성 과정에서 용출된 침출수의 암모니아 농도가 0일에는 검출되지 않았으나 10°C에서 저장 8일에 14.2 mg/ml에 도달했다고 한다[7]. 이러한 수치는 본 연구에서 수거한 홍어의 암모니아 수치와 유사한 범위로 사료된다.

S. aureus 접종한 홍어회의 저장기간에 따른 *S. aureus*의 균수 변화

홍어회의 가공방법은 껍질을 포함한 홍어 조각을 일정 온도에서 숙성한 후 껍질을 벗겨 살코기부분을 섭취하기 때문에 숙성 후 가식부분을 손질하는 과정에서 *S. aureus*가 오염될 수 있는 가능성이 있으며 앞서 제시한 연구 결과에서와 같이 *S. aureus*가 검출되기도 한다. 따라서 국내 시판 중인 VBN 값이 635.9 mg%, pH 9.1, 암모니움 농도 11.2 mg/g로 측정된 숙성 홍어회에 *S. aureus*를 접종하여 4와 15°C 저장 온도에서 저장 기간에 따른 *S. aureus*의 균수 변화를 관찰하였다(Fig. 5). 숙성 홍어회의 pH는 저장 기간 내내 저장 온도와 상관없이 pH는 9.1 내외로 거의 변화가 없었다(not shown data). 접종 후 4.8 log CFU/g 수준이던 *S. aureus*는 저장 기간이 증가함에 따라 감소하여, 저장 10일에는 4와 15°C에서 각각 3.1과 3.4 log CFU/g을 나타내었다. 그러나 저장 13과 17일의 *S. aureus*의 변화는 저장 10일의 균수를 유지하는 것으로 나타났고, 저장 온도에 따른 차이는 없었다. 최[7] 등의 연구결과에 의하면 항균성이 나타난 홍어의 내장과 뇌 부위와는 달리 홍어의

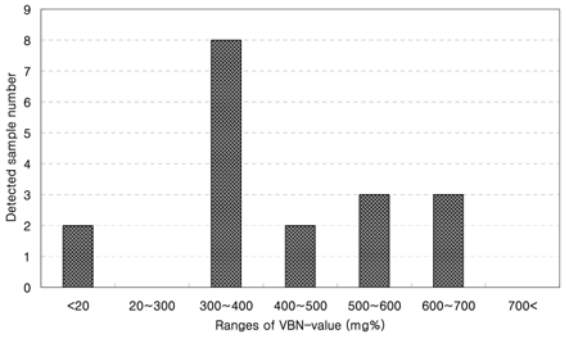

Fig. 3. Distribution of VBN-value in commercial skate collected from Korean market.

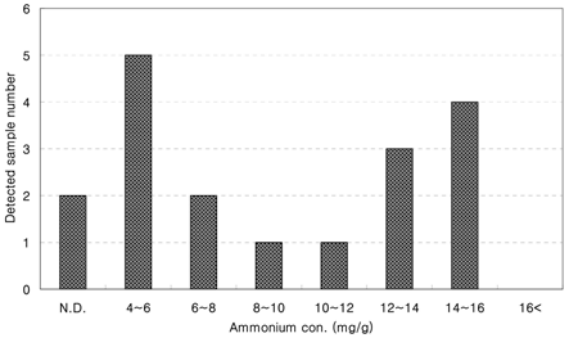

Fig. 4. Distribution of ammonium concentration in commercial skate collected from Korean market.

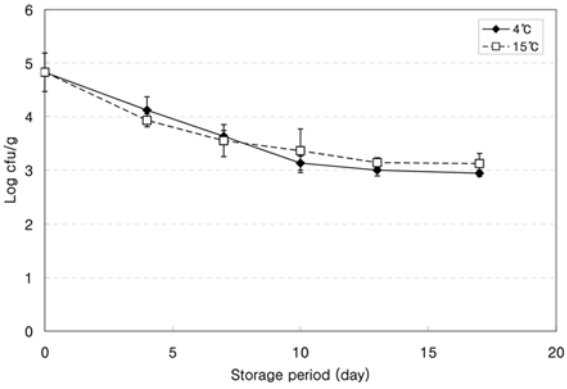

Fig. 5. Changes on numbers of Staphylococcus aureus in fermented skate during storage period.

가식부인 살코기 열수 추출물의 항균성은 거의 없었다고 한다. 따라서 본 연구에서 나타난 *S. aureus*의 생장억제와 감소는 홍어 살코기 자체의 항균성 보다는 pH의 조건이 9이상 높게 유지됨에 따른 *S. aureus*의 생장 억제로 사료된다. 그러나 *S. aureus* 생육 가능한 pH 범위는 4.0-9.8 범위로 알려져있다[19]. 본 연구에서 사용된 홍어회의 pH 범위는 9.1 정도의 수준으로 pH가 높기는 하지만 *S. aureus*가 생육 가능한 pH 범위에 해당한다. 따라서 저장 10일까지의 *S. aureus*의 균수 감소는 홍어 접종 시 생육 환경의 변화로 인한 환경적응에서의 도태, 또는 홍어에 존재하는 미생물과의 경쟁에 의한 것으로 사료된다.

요 약

2006년 6~8월 국내 유통 중인 홍어회의 미생물학적 이화학적 품질을 조사한 결과 홍어회는 다른 어패류와 달리 신선 상태가 아닌 숙성 후 섭취하는 제품으로 pH가 9 내외의 수준이고, 암모니움을 함유하고 있으며, 다른 신선식품 보다 VBN 값이 15~30배 정도 높았다. 숙성 홍어회의 미생물 오염 지표인 총균수 수준이 대다수 제품에서 식품 공전 상 잠정규격인 5 log CFU/g보다 높게 검출되었으며, 대장균군이 검출된 사례도 18건 중 1건이 있었고, 병원성 미생물인 *S. aureus*가 검출된 사례도 18건 중 2건이 있었다. 또한 약 5 log CFU/g 수준의 *S. aureus*를 숙성된 홍어회의 가식부위에 접종했을 때 저장 10일 째 일정 수준(2 log CFU/g) 감소하긴 했지만, 3 log CFU/g 수준의 *S. aureus*가 10일 이상의 저장 기간에 걸쳐 유지되는 것을 확인할 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 2006년도 식약청 용역사업(06202식특화071)과 2007년도 한국식품연구원 기관고유사업 연구비 지원에 의한 것임.

참고문헌

1. Jeong, C.H.: A review of taxonomic studies and common names of *Rajid* fishes (*Elasmobranchii*, *Rajidae*) from Korea. *Korean. J. Ichthyol*., **11**, 198-210, (1999).
2. Cho, S. H., Jahncke, M. L., Eun, J. B.: Nutritional composition and microflora of the fresh and fermented skate (*Raja Kenojei*) skins. *Int. J. Food Sco. Nutri*., **55**, 45-51 (2004).
3. Lim, H. S.: ACE inhibitory materials from *Raja kenojei*. *Korean J. Life Sci*., **13**, 668-674, (2003).
4. Cho, S. H., Lee, B. D., An, H, Eun, J. B.: Kenojeinin I, antimicrobial peptide isolated from the skin of the fermented skate, *Raja kenokei*. *Food Hydrocolloids*, **26**, 581-587, (2005).
5. Nam, H. K., Lee, M. K.: Studies on the fatty acids and cholesterol level of *Raja skate*. *J. Korean Oil Chem. Soc*., **12**, 55-58, (1999).
6. Cho, S. H., Jahncke, M. L., Chin, K. B., Eun, J. B.: The effect of processing conditions on the properties of gelatin from skate (*Raja Kenojei*) skins., *Peptides*, **20**, 810-816, (2006).
7. Choi, M. R., Yoo, E. J., Lim, H. S., Park, J. W.: Biochemical and physiological properties of fermented skate. *Korean J. Life Sci*., **13**, 675-683, (2003).
8. Ministry of Maritime Affairs and Fisheries www.momaf.go.kr.
9. National Fisheries Products Quality Inspection Service www.nfpqis.go.kr.
10. 식품의약품안전청: 식품공전. 문영사, pp78-111 (2000).
11. Arnold E. G., Chairman, R., Rhodes T., Lenore, S. C.: Standard methods for the examination of water and wastewater, pp382-383, 16th eds., APHA, Washington.
12. AOAC, Official Method of Analysis. 16th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1985).
13. Conway, E. J.: Microdiffusion analysis and volumetric error. , Crosby, Lockwood and Son, London. (1950).
14. Curiale, M. S., Sons, T., Mclver, D., McAllister, J. S., Halsey, B., Roblee, D., Fox, T. L.: Dry rehydratable film for enumeration of total coliforms and *Escherichia coli* in foods: Collaborative study. *J. AOAC*., **74**, 635-648, (1991).
15. Lee, W. J., and Ohwada, K.: Studies on the ecological characteristics of marine bacteria isolated from deep sea. *J. Korean Fish Soc*., **28**, 401-411, (1995).
16. Suk, S. U., and Park S. C.: Staphylococcal infections. *J. Infect*., **17**, 115-122 (1985).
17. Noterman, S., and Heuvelman, C. J.: Combined effect of water activity, pH and sub-optimal temperature on growth and enterotoxin production of *Staphylococcus. aureus. J. Food Sci*., **48**, 1832-1840 (1983).
18. Gill, T. A., 1992. Chemical and biological indices in seafood quality. In: Huss, H. H., Jacobsen, M. and Liston, J., Editors, Quality assurance in the fish industry, Elsevier, Amsterdam, pp. 337–387, (1992).
19. Notermans, S., Heuvelman, C. J.: Combined effect of water activity, pH and sub-optimal temperature on growth and enterotoxin production of *Staphylococcus aureus*. *J. Food Sci*., **48**, 1832-1835, 1840, (1983).