

## 저장 시간을 달리한 광어, 도미의 사후 경직에 따른 변화와 생선초밥의 품질 특성

성기협<sup>1</sup> · 채경연<sup>2</sup> · 홍진숙<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>서울프라자호텔, <sup>2</sup>세종대학교 생활과학과, <sup>3</sup>세종대학교 조리외식경영학과

## Changes by Rigor Mortis of Flounder, Seabream with Different Storage Time and Quality Characteristics of Sushi Making

Ki-Hyub Sung<sup>1</sup>, Kyung-Yeon Chae<sup>2</sup> and Jin-Sook Hong<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Seoul Plaza Hotel, Seoul 100-864, Korea, <sup>2</sup>Dept. of Human Life Sciences, Sejong University, Seoul 143-747, Korea  
<sup>3</sup>Dept. of Culinary & Foodservice Management, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

### Abstract

The aim of this study was to determine the optimum storage time of flounder and seabream for the preparation of flatfish and sushi. With increasing storage time(0-6 hours) at 4°C, the moisture,-and fat contents of flounder and seabream flatfish decreased while the total number of bacteria increased. Eicosapentaenoic acid and palmitic acid had the highest content in the flatfish fatty acid composition. The pH of flounder and seabream flatfish both decreased at 4 and 3 hours, respectively, and then increased. With increasing storage time, the hardness and cohesiveness decreased, while the springiness, gumminess,-and chewiness initially increased but then decreased. The rigor mortis increased with increasing storage time and the K values of flounder and seabream flatfish both increased at 4 and 3 hours, respectively, and then decreased, whereas ATP contents decreased and then increased. In the sensory evaluation of sushi, the flounder sushi with flatfish stored for 4 hours and the seabream sushi with flatfish stored for 3 hours were found to be the best making condition.

Key words : Flounder and seabream flatfish, sushi, optimum storage time, sensory evaluation.

### 서 론

최근 들어 어패류나 해조류 등의 수산 식품의 식품 영양학적 가치뿐만 아니라 만성 퇴행성 질환으로서 성인병 관련 질병의 예방과 치료 등에 관한 수많은 생리, 생화학적 약리 효과가 과학적으로 입증됨으로써 수산 생물의 생리 활성을 이용한 제약학 등에 많은 연구와 관심이 집중되고 있다. 특히 1970년대에 들어와서 덴마크 의사 Dyerberg와 Bang 박사팀이 그린란드 에스키모인과 덴마크 백인을 대상으로 실시한 역학 조사 결과에 의하면 수산 식품을 주식으로 생활하고 있는 그린란드 에스키모 원주민은 덴마크 백인에 비해 성인병이 거의 없다는 놀라운 사실을 발표한 이후 수산 식품의 성인병 관련 연구가 집중적으로 진행되었는데 그 결과에 의하면 생선 등의 수산 식품 속에 들어 있는 아이코펜타엔산(EPA)이나 도코사헥사엔산(DHA)등의 오메가-3 고도 불포화 지방산 때문이란 사실이 과학적으로 입증되고 있다(최와 윤 1994). 수산물의 지방 중에는 고도 불포화 지방산인 DHA(Docosa

Hexaenoic Acid) 및 EPA(Eicosa Pentaenoic Acid)등의 기능성 물질이 풍부하게 들어 있어서 이것들이 콜레스테롤 및 중성 지방과 같은 성인병 원인 물질을 감소시키며, 혈전을 억제시키고, 동맥경화, 고혈압, 심근경색 등의 순환기 계통의 질병 예방에 효과가 있다(Bang & Dyerberg 1985, Kromhout *et al* 1985, Nestel *et al* 1984, Knapp & Fitzgerald 1989).

일본 음식 식당에서는 생선회와 생선초밥이 대표적인 메뉴이고 생선이 차지하는 비율이 90% 이상이라 할 수 있으며 생선회나 생선초밥으로 이용되는 어패류 사용량 중 광어, 도미의 사용량이 80% 이상을 차지하고 있다. 광어, 도미는 활어(活魚)를 사용하고 있는데 활어일지라도 생선이 죽기 전의 상태, 생선의 크기, 부위, 잡히는 시기, 저장 온도, 저장 시간 등 여러 요인에 의해 생선의 맛은 달라진다(Cho & Kim 1994).

선행 연구로는 생선회의 육질 향상에 관한 연구(Shim *et al* 2003), 전처리에 따른 냉장 광어의 이화학적, 미생물학적 연구(Kim & Kim 1998, Kim *et al* 1998), 광어의 생리 활성에 관한 연구(Seo *et al* 1999), 포장 방법에 따른 냉장 광어육에 관한 연구(Shin *et al* 2005), 양식산 도미와 자연산 도미에 대한 비교 연구(Lee & Lee 1999, Lee & Lee 2000, Lee & Lee 2001a)등이 있다. 일반적으로 생선회와 초밥에 이용되는 활

\* Corresponding author : Jin-Sook Hong, Tel : +82-2-3408-3186, Fax : +82-2-3408-3318, E-mail : hongjs@sejong.ac.kr

어는 강직 중의 생선이 맛이 있다(배 등 2003)고 하는데 어느 정도의 숙성 기간을 거쳐야 하는지에 대한 연구는 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 도미와 광어를 이용한 생선초밥의 최적 제조 조건을 제시하기 위하여 광어와 도미의 사후 경직, 자가 소화에 따른 일반 성분, 지방산 조성, pH, ATP 함량 및 texture를 측정하였으며, 4℃에서 저장 시간을 달리한 도미와 광어를 이용하여 초밥을 제조한 후 관능적 특성을 비교 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

실험에 사용한 광어, 도미는 완도 근해에서 2004년 8월 25일 어획한 것을 영진수산에 의뢰하여 8월 26일 07시 30분에 중량 2.5 kg, 길이 47 cm 되는 것을 활어 상태로 인수하였으며, 광어와 도미는 흐르는 물에 깨끗이 씻은 후 피를 제거하고 비늘을 벗긴 다음 아가미 및 내장을 제거하여 깨끗이 씻었다. 머리와 꼬리를 제거하고 3장으로 포뜨기를 하여 껍질을 제거한 후 배육(Dorsal muscle)을 시료로 사용하였으며 4℃에서 시간을 달리하여 저장하면서 실험 시료로 사용하였다.

### 2. 방법

#### 1) 일반 성분

각 시료의 일반 성분 분석은 AOAC(AOAC 1990)의 방법에 의해 수분은 105℃ 상압 가열 건조법, 단백질은 micro Kjeldahl 질소 정량법, 지방은 Soxhlet법을 이용하여 측정하였다. 모든 분석은 3회 반복으로 실험하여 평균값으로 나타내었다.

#### 2) 지방산 조성

도미와 광어를 잘게 자른 다음 에테르 추출법에 의해 메탄올 BF<sub>3</sub>을 용해한 것을 지방산에 첨가하고 가열하여 에스테르화 하였다. 지방산 혼합시료 약 50 mL를 시험관에 취하고 BF<sub>3</sub>-methanol 용액 1 mL를 가한 다음 냉각기를 붙이고 5분간 80℃로 가열한 다음 방랭하였다가 NaCl 포화 용액 3 mL를 넣고 (BF<sub>3</sub>를 분해) 다시 헥산 3 mL를 넣었다. 실험관을 흔들어 섞고 지방산 methylester를 헥산층으로 전용하여 잠시 정지하였다가 2층으로 분리되면 상층을 분취하여 무수 황산 나트륨으로 건조하고 가스크로마토그래픽용 시료로 사용하였다(채 등 2004).

#### 3) 총 균수 측정

총 균수의 측정은 균질화 된 시료를 십진 희석법에 따라

2회 반복하였다. 시료로 사용된 광어, 도미는 4℃에서 냉장 보관하면서 저장 시간을 1, 2, 3, 4, 5, 6시간으로 달리하여 측정하였다. 각 희석액을 멸균 petri dish에 무균적으로 취한 후 표준 한천배지(standard plate count agar, Difco, USA)에 분주하여 평판을 만든 후 35℃ 항온기에서 48시간 배양하고 1 평판당 25~250개의 집락을 생성한 평판을 택해서 colony-forming unit(CFU)로 나타내었다.

#### 4) pH 측정

광어, 도미육을 골고루 여러 부분을 채취하여 10 g씩 무게를 달아 100 mL의 멸균수를 붓고 blender(Osterizer liquefier blender, Oster, sunbeam Co. USA)로 1분간 중간 속도로 균질화 시킨 후 pH meter(Fisher Accument pH meter, model 600, Fisher Scientific Korea Ltd, USA)로 측정하였다. pH 측정치는 1/10 희석배수를 보정하여 산출하였다.

#### 5) Texture 측정

광어와 도미의 텍스처를 측정하기 위해 광어와 도미의 어육을 15×15×9 mm<sup>2</sup>의 크기로 잘라 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 Texture meter(Instron, model 1011, Instron Co, England)를 이용하여 측정하였다. 시료에 대하여 3회 측정하였고 이것을 3회 반복 실험하였다.

#### 6) ATP(Adenosine Triphosphate) 측정

광어, 도미의 어육을 0.2~0.5 g 채취하여 ATP 분해물의 효소 발색 반응을 이용한 K-value를 측정하였다. 신선도 측정은 Kit(후코양행 Co, Japan)를 사용하여 측정하였다. 검체된 채취량의 10배 정도를 F-111 시약을 첨가한 후 homogenizer를 이용하거나 손으로 으깨 검체를 분쇄한 후 분쇄한 용액을 선도 시험지 111에 적신 후 선도 시험지를 투명한 랩에 덮어 가볍게 눌러 실온에 10분 정도 방치하고 발색한 선도 시험지를 K-value 환산 색표로 색을 비교해 신선도를 측정하였다.

#### 7) 관능검사

광어, 도미를 손질한 즉시 껍질을 벗긴 후 4℃에서 냉장 보관하였다. 손질한 직후와 저장 시간을 1, 2, 3, 4, 5, 6시간으로 하여 광어, 도미를 0.5 mm의 두께, 무게 12 g, 길이 12 cm, 넓이 3 cm로 잘라 와사비를 넣고 초밥을 만들어서 초생강, 간장과 같이 하여 동시에 관능검사를 하였다. 관능검사의 요원으로는 일식 전문 요리사 15인에 대하여 3회 반복하여 실시하였다. 관능검사 항목으로는 외관(appearance), 색(color), 냄새(smell), 탄력성(springiness), 조직감(texture), 부착성(stickiness), 촉촉한 정도(moisture), 기름진 느낌(oiliness), 감칠맛

(savory taste) 그리고, 종합적인 기호도 (overall acceptability) 를 측정하였다.

8) 통계 처리

각 실험에서 얻은 결과 중 texture 측정과 관능검사는 SAS 프로그램을 사용하여 통계처리하였다. 분산분석(ANOVA)과  $p < 0.05$  수준에서 Duncan의 다중 범위 검정으로 통계적 유의성을 검증하였다(김과 구 2001).

결과 및 고찰

1. 일반 성분 분석

광어는 수분 74.5%, 단백질 21.2%, 지질 0.9%였으며 도미의 경우는 수분 76.5%, 단백질 18.7%, 지질 2.8%로 나타났다. 저장온도 4°C에서 수분 함량은 광어와 도미 모두 사후부터 저장 6시간까지 계속적으로 감소하였으나 큰 차이를 나타내지 않았다(Fig. 1). 지질 함량은 저장 시간이 길어질수록 감소하였는데 도미의 감소 폭이 광어보다 컸다. 사후 초기에는 도미의 지질 함량이 광어보다 많지만 5시간째에는 같아지고 그 이후에는 오히려 광어보다 적은 함량을 나타냈다(Fig. 2).

2. 지방산 조성

광어, 도미의 주요 지방산 조성의 결과는 Table 1과 같다. 광어의 조성비가 높은 지방산은 docosahexaenoic acid(C<sub>22:6</sub>) (29.6%), palmitic acid(C<sub>16:0</sub>)(23.6%), eicosapentaenoic acid(C<sub>20:5</sub>) (14.9%), C<sub>18:1</sub>(9.5%), C<sub>18:0</sub>(6.4%)의 순서로 나타났다.

Ohshima *et al*(1983)의 결과에서는 palmitic acid(C<sub>16:0</sub>)이 docosahexaenoic acid(C<sub>22:6</sub>)보다 약 2% 정도 더 높았다고 하였는데 본 실험에서는 3% 정도 차이를 나타냈다. 도미의 조

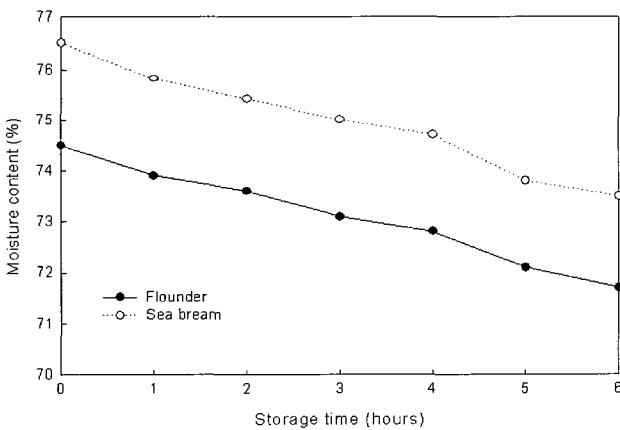


Fig. 1. Change in moisture content of the flounder and sea bream during storage at 4°C.

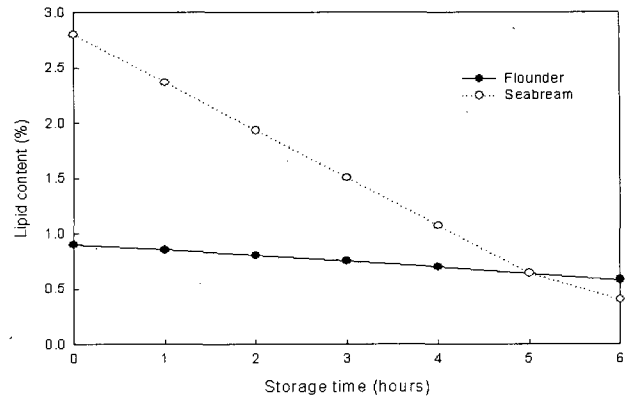


Fig. 2. Change in lipid content of the flounder and sea bream during storage at 4°C.

Table 1. Fat formation of flounders and seabreams (area : %)

	Flounder	Seabream
<b>Saturates</b>		
C <sub>8:0</sub>	0.1	-
C <sub>10:0</sub>	-	-
C <sub>12:0</sub>	-	-
C <sub>14:0</sub>	1.7	3.0
C <sub>15:0</sub>	1.8	0.8
C <sub>16:0</sub>	23.6	21.9
C <sub>17:0</sub>	0.5	1.2
C <sub>18:0</sub>	6.4	3.5
C <sub>20:0</sub>	-	1.0
Sub total	34.1	31.4
<b>Monoenes</b>		
C <sub>16:1</sub>	3.2	3.9
C <sub>17:1</sub>	-	-
C <sub>18:1</sub>	9.5	17.8
C <sub>20:1</sub>	0.7	1.5
C <sub>21:1</sub>	1.1	1.4
Sub total	14.5	24.6
<b>Polyenes</b>		
C <sub>18:2</sub>	2.7	2.5
C <sub>18:3</sub>	-	1.5
C <sub>20:4</sub>	4.2	3.5
C <sub>20:5</sub>	14.9	6.5
C <sub>22:6</sub>	29.6	30.0
Sub total	51.4	44.0
Total	100	100

성비가 높은 지방산은 docosaheptaenoic acid(C<sub>22:6</sub>)(30%), palmitic acid(C<sub>16:0</sub>)(21.9%), C<sub>18:1</sub>(17.8%), eicosapentaenoic acid(C<sub>20:5</sub>)(6.5%)의 순서로 나타났다. 이것은 C<sub>18:1</sub>과 C<sub>20:5</sub>의 순서가 바뀐 것을 빼면 광어와 유사하며 불포화 지방산 중에 C<sub>22:6</sub>과 포화 지방산 중에 C<sub>16:0</sub>이 제일 높은 것은 일치하고 있다.

Uno *et al*(1987)은 필수 지방산인 docosaheptaenoic acid(C<sub>22:6</sub>)는 다른 부분보다 저장 지질이 적은 배육이나 1년 미만 어린 것의 조성비가 높는데 이는 C<sub>22:6</sub>이 조직 지질의 주성분인 인지질에 높은 조성비를 나타내기 때문이며 고도 불포화 지방산인 eicosapentaenoic acid(EPA, C<sub>20:5</sub>)와 docosaheptaenoic acid(DHA, C<sub>22:6</sub>)는 최근 순환기계 성인병에 대한 효과가 주목되고 있고, 특히 DHA는 망막과 두뇌 인지질의 구성성분으로 뇌 기능에 기여한다고 알려져 있다.

Lee & Lee(1999)의 양식 및 자연산 도미 어육의 품질 특성에 관한 연구에서 양식어가 73.66%, 자연어는 75.40%로 양식어가 자연어에 비해 적게 나타났으나 유의적인 차이가 없었고, 총 지질 함량은 양식어가 3.32%, 자연어가 1.64%로 양식어에 비해 유의적으로 조지방 함량이 많았으나 조단백질 함량은 양식어가 19.96%, 자연어가 20.48%로 양식어와 자연어의 차이가 거의 유사하였다고 보고하였다.

3. 총 균수

광어, 도미의 저장시간에 따른 총 균수의 변화는 Fig. 3과 같다. 손질한 직후에 총 균수는 광어 1.2×10<sup>2</sup> CFU/mL, 도미 1.1×10<sup>2</sup> CFU/mL이었으며 저장 시간에 따라 계속적으로 증가하여 6시간 후에는 광어 3.87×10<sup>2</sup> CFU/mL, 도미 3.57×10<sup>2</sup> CFU/mL였다. 광어와 도미의 총균수는 약간의 차이는 있으나 뚜렷한 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

Solberg *et al*(1990)이 제시한 조리하지 않은 식품과 급식 단계 음식의 미생물 기준에 따르면 조리하지 않은 식품의 경우 g당 총 균수는 10<sup>6</sup> 이하, 대장균수는 10<sup>3</sup> 이하이고 급식 단

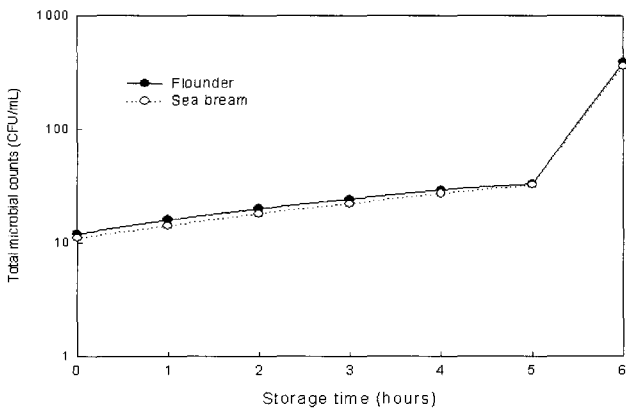


Fig. 3. Change in total microbial count of the flounder and sea bream during storage at 4°C.

계 음식의 총 균수는 10<sup>5</sup> 이하, 대장균수는 10<sup>2</sup> 이하라고 하였다. 또한 *Salmonella*의 경우는 나타나지 않아야 하며 *Staphylococcus aureus*는 20개 미만이어야 한다고 하였다. 한편 일본 수산 식품 기준에 의하면 어패류, 회는 g당 총 균수는 10<sup>5</sup> 이하, 장염비브리오(*Vibrio parahaemolyticus*)와 대장균수는 음성이어야 한다(천석조 1999). 한편 우리나라의 수산물에 관한 잠정 규격 중 냉동 어패류의 총 균수는 10<sup>5</sup> 이하, 대장균수는 10<sup>1</sup> 이하이다(식품위생법규격제 편찬위원회 2000). 본 실험에서 사용한 광어와 도미육의 경우 4°C에서 6시간 저장시간까지는 수산물 기준에 이상이 없는 수준이었다. 생선은 씻는 과정을 거치면 총 균수와 대장균수가 감소하므로 생선을 씻는 과정이 중요할 것으로 생각된다.

Kim *et al*(1998)은 유기산으로 처리한 냉장 광어의 미생물 평가 연구에서 4~10°C 냉장 조건에서 0.5% 초산 처리구는 4°C, 12일 저장 동안 그람 음성 세균의 증식을 완전히 억제하는 데 효과적이었다고 보고하였다.

4. pH 변화

pH는 미생물 성장에 관여하는 효소들의 활성에 영향을 주는 환경 요인으로 일반 미생물의 경우 pH 6.8~7.2에서 최적의 성장이 이루어진다. 저장 중에 pH의 감소는 어류가 죽은 후에 사후 경직이 일어나면서 오는 현상이다. 또한 pH의 상승은 아미노산이 분해되어 염기성기가 노출되기 때문에 단백질 완충 물질의 변화, 암모니아 생성 등에 의해 pH 값이 증가한다고 보고 있다(장 등 1994).

광어, 도미의 저장 시간에 따른 pH의 변화는 Fig. 4와 같다. 손질한 직후에 광어와 도미의 pH는 각각 7.03, 6.90이었으며 저장 시간이 지남에 따라 1시간 후에는 광어 6.85, 도미 6.43, 2시간 후에는 광어 6.50, 도미 5.83, 3시간 후에는 광어

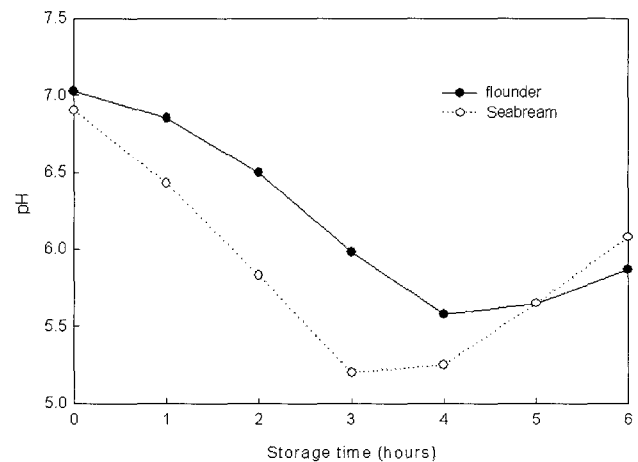


Fig. 4. Change in pH of the flounder and sea bream during storage at 4°C.

5.98, 도미 5.20, 4시간 후에는 광어 5.58, 도미 5.25, 5시간 후에는 광어 5.65, 도미 5.65, 6시간 후에는 광어 5.87, 도미 6.08로 나타났다. 또한 광어와 도미의 저장 시간에 따른 pH는 광어의 pH가 도미보다 근소한 차이로 높게 나타났지만 저장시간이 5시간이 지나면서부터는 도미의 pH가 광어보다 높게 나타났다. 저장 시간이 경과함에 따라 도미는 3시간이 조금 지나면서부터 다시 상승하기 시작하고 광어는 4시간대에서 상승하는 것으로 나타났다. pH 측정법으로 측정했을 때 pH가 감소하다가 상승하는 시점(사후 경직 구간)이 가장 좋은 맛을 내는 구간인데 도미의 경우는 사후 3시간대, 광어의 경우는 4시간대로 나타났다. 또한 생선초밥에 사용한 밥(샤리)의 pH는 3.65였다.

### 5. Texture

광어와 도미의 저장 시간을 달리하여 텍스처 측정을 한 결과는 Table 2, 3과 같다.

Hardness(경도)는 손질한 직후에 광어는 70.08, 도미는 44.52로 저장 기간 중에 가장 높았으며 저장 시간이 지날수록 유의적으로 감소하여 6시간 후에 광어는 37.39, 도미는 25.20

였다. 이는 포장 방법이 냉장 광어육의 물리·화학적 변화에 미치는 영향에 대해 연구한 Shin *et al*(2005)의 보고와 유사한 경향이다.

어육의 냉장 초기에서의 급격한 연화 현상은 근세포 주변의 결체조직 및 근격막과 근세포의 접속부에 존재하는 V형 콜라겐의 미세 세포가 붕괴되어 결체 조직이 약화되고 최종적으로 어육의 연화가 생긴다고 한다(Lee & Lee 2001b). Shim *et al*(2003)은 생선회의 육질 향상에 관한 연구에서 넙치와 우럭의 육질 향상을 위한 브라인의 최적 침지 조건은 -12.5℃에서 5분 동안 침지한 경우가 가장 좋았다고 보고하였다.

Cohesiveness(응집성)는 손질한 직후에 광어의 경우 0.96, 도미는 0.70으로 저장기간 중에 가장 높았으며 경도와 마찬가지로 저장시간이 지날수록 유의적으로 감소하여 6시간 후에는 광어의 경우 0.18, 도미는 0.14였다.

Springiness(탄력성)는 손질한 직후에 광어는 0.38, 도미는 0.25였고, 광어는 저장 4시간까지, 도미는 3시간까지 증가하다가 이후 유의적으로 감소하였다. Gumminess(겉성)과 chewiness(씹힘성)도 탄력성과 마찬가지로 광어는 4시간까지 증가하다가 이후에 감소하였고 도미는 3시간까지 증가하다가 감

Table 2. Texture properties of flounder by different storage time

	Storage time(hours)							F-value
	0	1	2	3	4	5	6	
Hardness	70.08±4.21 <sup>1)a</sup>	67.87±2.56 <sup>b</sup>	62.56±8.21 <sup>c</sup>	58.76±4.68 <sup>d</sup>	52.49±0.25 <sup>e</sup>	46.53±2.56 <sup>f</sup>	37.39±4.24 <sup>g</sup>	3988.59 <sup>**</sup>
Cohesiveness	0.96±0.45 <sup>a</sup>	0.85±0.06 <sup>b</sup>	0.62±0.05 <sup>c</sup>	0.51±0.03 <sup>d</sup>	0.30±0.04 <sup>e</sup>	0.25±0.03 <sup>f</sup>	0.18±0.01 <sup>g</sup>	4562.00 <sup>**</sup>
Springiness	0.38±0.05 <sup>g</sup>	0.41±0.04 <sup>f</sup>	0.52±0.05 <sup>d</sup>	0.55±0.06 <sup>b</sup>	0.59±0.07 <sup>a</sup>	0.53±0.04 <sup>c</sup>	0.45±0.02 <sup>e</sup>	541.81 <sup>**</sup>
Gumminess	35.52±4.32 <sup>g</sup>	37.87±5.47 <sup>f</sup>	41.85±6.56 <sup>d</sup>	45.54±7.94 <sup>c</sup>	48.96±8.42 <sup>a</sup>	46.72±7.21 <sup>b</sup>	39.65±6.79 <sup>e</sup>	7763.33 <sup>**</sup>
Chewiness	30.50±3.92 <sup>g</sup>	33.42±5.21 <sup>f</sup>	37.56±6.35 <sup>d</sup>	40.61±6.95 <sup>b</sup>	42.64±7.28 <sup>a</sup>	39.49±6.24 <sup>c</sup>	35.24±5.17 <sup>e</sup>	17510.5 <sup>**</sup>

<sup>1)</sup> Mean±SD. <sup>\*\*</sup>  $p < 0.01$ .

<sup>a-f</sup> Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

Table 3. Texture properties of sea bream by different storage time

	Storage time(hours)							F-value
	0	1	2	3	4	5	6	
Hardness	44.52±5.25 <sup>1)a</sup>	42.98±9.48 <sup>b</sup>	38.75±9.17 <sup>c</sup>	36.68±8.25 <sup>d</sup>	32.45±6.47 <sup>e</sup>	28.25±4.35 <sup>f</sup>	25.20±3.29 <sup>g</sup>	6530.24 <sup>**</sup>
Cohesiveness	0.70±0.03 <sup>a</sup>	0.67±0.04 <sup>a</sup>	0.59±0.05 <sup>b</sup>	0.24±0.04 <sup>c</sup>	0.20±0.03 <sup>cd</sup>	0.18±0.02 <sup>de</sup>	0.14±0.01 <sup>e</sup>	154.76 <sup>**</sup>
Springiness	0.25±0.05 <sup>f</sup>	0.29±0.07 <sup>e</sup>	0.37±0.08 <sup>c</sup>	0.49±0.09 <sup>a</sup>	0.42±0.07 <sup>b</sup>	0.37±0.05 <sup>c</sup>	0.31±0.02 <sup>d</sup>	333.44 <sup>**</sup>
Gumminess	22.45±3.42 <sup>e</sup>	25.47±5.22 <sup>d</sup>	29.41±5.78 <sup>c</sup>	34.42±6.45 <sup>a</sup>	31.35±6.17 <sup>b</sup>	25.49±5.47 <sup>d</sup>	21.37±4.86 <sup>f</sup>	5865.19 <sup>**</sup>
Chewiness	16.00±2.56 <sup>g</sup>	18.87±3.75 <sup>e</sup>	24.54±4.56 <sup>c</sup>	31.28±5.49 <sup>a</sup>	27.65±5.32 <sup>b</sup>	22.46±4.87 <sup>d</sup>	17.37±4.26 <sup>f</sup>	4706.44 <sup>**</sup>

<sup>1)</sup> Mean±SD. <sup>\*\*</sup>  $p < 0.01$ .

<sup>a-f</sup> Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

소하였다. 이는 어육의 종류에 따라 근육 내 근섬유의 용적이 다르고 콜라겐 함량과 성질이 다르기 때문에(Hatae *et al* 1986, Lee & Lee 2000) 광어와 도미의 texture가 다르게 측정된 것으로 생각된다.

6. ATP와 K 값

광어, 도미를 4°C에서 저장했을 때 저장 시간에 따른 경직지수(%), K 값(%), ATP량(mg%)의 결과는 Fig. 5~7과 같다.

저장 온도와 시간은 사후 경직에 영향을 미치는 가장 중요한 요인이다. 어육의 단단함은 어종(Ando *et al* 1992), 신선도(Watabe *et al* 1991) 및 조리 후의 저장 조건(Cho & Lee 1994)등에 영향을 받음이 알려져 있으며, 육질이 단단한 어종일수록 고급 횡감으로 취급된다(豊原治彦 1991).

4°C로 저장했을 때 경직지수(%)는 도미의 경우 저장 시간 3시간 정도에 나타나기 시작하여 4시간까지는 급상승을 하다가 5시간까지는 경직 지수의 증가가 둔화되며 이어 다시

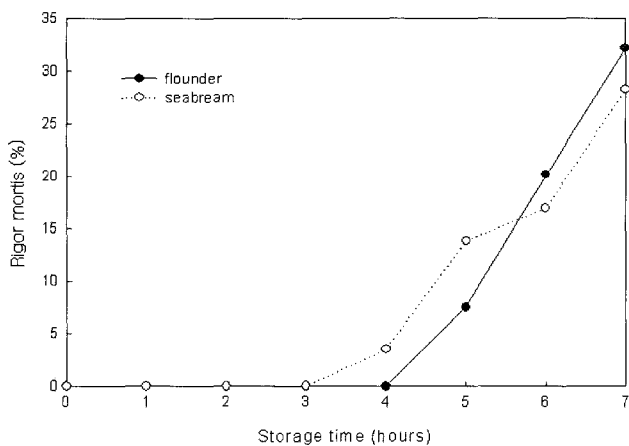


Fig. 5. Change in rigor mortis of the flounder and sea-bream during storage at 4°C.

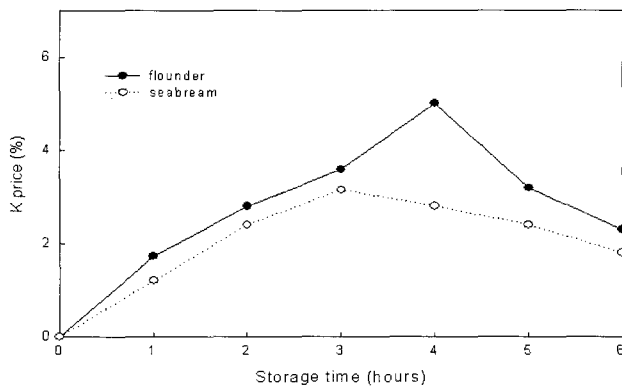


Fig. 6. Change in K-value of the flounder and seabream during storage at 4°C.

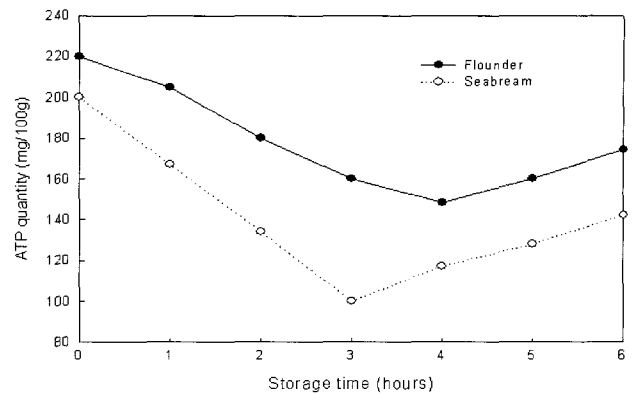


Fig. 7. Change in ATP of the flounder and sea bream during storage at 4°C.

급속한 상승을 하는 것으로 나타났다. 광어는 저장 시간 4시간 정도에 나타나기 시작하여 도미와 달리 6시간까지 급속한 상승을 하는 것으로 나타났으며 광어가 도미보다 1시간 정도 늦은 것으로 나타났다. 경직 지수가 나타나는 시점이 가장 좋은 맛을 내는 시점인데 도미의 경우는 사후 3시간대, 광어의 경우는 사후 4시간대로 나타났다.

생선의 선도를 나타낼 수 있는 K 값(%)은 도미의 경우 손질한 직후부터 저장시간 3시간까지는 상승을 하다가 3시간이 지나면서 감소하기 시작하고, 광어는 손질한 후에 저장시간 4시간대까지 상승을 하다가 감소하는 것으로 나타났다. 저장시간 3시간까지는 광어와 도미의 K 값 차이가 크게 나지 않다가 이후 4시간까지 차이가 커지면서 5시간부터 저장시간이 지날수록 차이가 감소하는 것으로 나타났다. K값이 상승을 하다가 감소하기 시작하는 시점이 가장 좋은 맛을 내는 시점이므로 도미는 3시간대, 광어는 4시간대가 최고의 맛을 내는 시점인 것으로 나타났다.

ATP량(mg%)은 손질한 직후에 광어의 경우 220 mg%에서 감소하기 시작하여 저장시간 4시간째 148 mg%까지 감소하다가 저장시간 6시간째는 160 mg%까지 상승하는 것으로 나타났고, 도미의 경우는 손질한 직후에 200 mg%에서 감소하다가 3시간대 100 mg%까지 감소하다가 상승하는 것으로 나타났다. ATP 양이 감소하다가 상승하는 시점이 최적의 선도 구간이므로 도미는 3시간대, 광어는 4시간대가 최적의 선도 구간으로 나타났다. 이것은 또한 관능검사에서도 탄력성, 조직감, 감칠맛, 전반적인 기호도에서 나타난 것과 같은 광어 4시간, 도미 3시간과도 일치하는 결과이다.

Lee & Lee(2001a)는 양식 및 자연산 도미와 넙치 어육 중의 핵산 관련 물질의 변화 연구에서 전 어종에서 ATP의 양이 IMP보다 적거나 유사하게 함유되어 있었고 약 6시간 후 ATP량이 반감하였으며 24시간 후에 거의 소실되었다고 보고하였다.

## 7. 관능검사에 의한 선호도 평가

## 1) 관능적 특성

광어와 도미의 저장시간을 달리하여 생선초밥을 제조한 후 관능검사를 실시한 결과는 Table 4, 5와 같다.

외관(appearance)은 광어초밥의 경우, 4시간 저장하여 만든 초밥이 가장 선호도가 높았고 도미초밥의 경우 3시간 저장

하여 만든 초밥이 가장 높게 평가되었다. 색(color)은 광어초밥의 경우 4시간 저장에서, 도미 초밥은 3시간 저장에서 가장 선호도가 높았다. 냄새(smell)는 광어초밥의 경우 3시간 저장에서 가장 선호도가 높았고 도미초밥의 경우 2시간 저장에서 유의적( $p<0.01$ )으로 가장 높은 선호도를 나타냈다. 탄력성(springiness)과 조직감(texture)은 광어초밥의 경우 4시간 저장에서 도미초밥은 3시간 저장에서 가장 선호도가 높

Table 4. Sensory characteristics of flounder sushi prepared by various storage time

	Storage time(hours)							F-value
	0	1	2	3	4	5	6	
Appearance	5.67 <sup>1)a</sup>	5.87 <sup>a</sup>	5.93 <sup>a</sup>	5.93 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	4.93 <sup>b</sup>	5.07 <sup>b</sup>	32.77 <sup>**</sup>
Color	5.93 <sup>c</sup>	6.00 <sup>c</sup>	6.00 <sup>c</sup>	7.00 <sup>b</sup>	8.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>d</sup>	4.93 <sup>d</sup>	923.33 <sup>**</sup>
Smell	6.00 <sup>b</sup>	6.00 <sup>b</sup>	6.07 <sup>b</sup>	7.00 <sup>a</sup>	6.93 <sup>a</sup>	5.00 <sup>c</sup>	4.00 <sup>d</sup>	426.60 <sup>**</sup>
Springiness	7.07 <sup>b</sup>	7.07 <sup>b</sup>	7.07 <sup>b</sup>	7.07 <sup>b</sup>	8.00 <sup>a</sup>	5.93 <sup>c</sup>	3.00 <sup>d</sup>	454.93 <sup>**</sup>
Texture	6.00 <sup>c</sup>	6.07 <sup>c</sup>	5.93 <sup>c</sup>	7.07 <sup>b</sup>	8.00 <sup>a</sup>	6.00 <sup>c</sup>	3.00 <sup>d</sup>	509.67 <sup>**</sup>
Stickiness	4.93 <sup>d</sup>	4.93 <sup>d</sup>	6.07 <sup>c</sup>	7.00 <sup>b</sup>	8.00 <sup>a</sup>	6.00 <sup>c</sup>	4.00 <sup>e</sup>	972.78 <sup>**</sup>
Moisture	5.00 <sup>d</sup>	5.93 <sup>b</sup>	6.00 <sup>bc</sup>	6.07 <sup>b</sup>	7.07 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	4.00 <sup>e</sup>	614.44 <sup>**</sup>
Oiliness	6.93 <sup>c</sup>	7.00 <sup>bc</sup>	8.00 <sup>a</sup>	7.00 <sup>bc</sup>	7.00 <sup>bc</sup>	7.07 <sup>b</sup>	6.00 <sup>d</sup>	263.67 <sup>**</sup>
Savory taste	5.00 <sup>d</sup>	6.00 <sup>c</sup>	6.00 <sup>c</sup>	7.00 <sup>b</sup>	7.93 <sup>a</sup>	6.00 <sup>c</sup>	3.87 <sup>e</sup>	944.77 <sup>**</sup>
Overall-acceptability	4.93 <sup>e</sup>	6.06 <sup>d</sup>	7.00 <sup>c</sup>	8.00 <sup>b</sup>	8.80 <sup>a</sup>	8.07 <sup>b</sup>	1.93 <sup>f</sup>	897.96 <sup>**</sup>

<sup>1)</sup> Mean±SD. <sup>\*\*</sup>  $p<0.01$ .

<sup>a-f</sup> Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

Table 5. Sensory characteristics of sea bream sushi prepared by various storage time

	Storage time(hours)							F-value
	0	1	2	3	4	5	6	
Appearance	5.87 <sup>1)b</sup>	5.87 <sup>b</sup>	5.87 <sup>b</sup>	6.93 <sup>a</sup>	5.80 <sup>b</sup>	5.93 <sup>b</sup>	3.87 <sup>c</sup>	93.22 <sup>**</sup>
Color	4.98 <sup>c</sup>	4.87 <sup>c</sup>	6.00 <sup>b</sup>	7.00 <sup>a</sup>	5.98 <sup>b</sup>	4.87 <sup>c</sup>	4.00 <sup>d</sup>	95.00 <sup>**</sup>
Smell	6.93 <sup>b</sup>	6.87 <sup>b</sup>	8.00 <sup>a</sup>	7.00 <sup>b</sup>	5.93 <sup>c</sup>	3.87 <sup>d</sup>	3.00 <sup>e</sup>	322.04 <sup>**</sup>
Springiness	6.00 <sup>c</sup>	5.97 <sup>c</sup>	6.98 <sup>b</sup>	6.07 <sup>a</sup>	5.87 <sup>c</sup>	3.87 <sup>d</sup>	3.00 <sup>e</sup>	230.09 <sup>**</sup>
Texture	5.87 <sup>c</sup>	5.87 <sup>c</sup>	7.00 <sup>b</sup>	8.07 <sup>a</sup>	5.73 <sup>c</sup>	3.93 <sup>d</sup>	2.93 <sup>e</sup>	230.81 <sup>**</sup>
Stickiness	5.07 <sup>c</sup>	4.87 <sup>c</sup>	4.87 <sup>c</sup>	5.93 <sup>b</sup>	7.80 <sup>a</sup>	5.87 <sup>b</sup>	2.93 <sup>d</sup>	194.14 <sup>**</sup>
Moisture	4.87 <sup>c</sup>	5.00 <sup>c</sup>	4.80 <sup>c</sup>	4.87 <sup>c</sup>	5.87 <sup>b</sup>	6.73 <sup>a</sup>	3.00 <sup>d</sup>	116.01 <sup>**</sup>
Oiliness	5.80 <sup>b</sup>	5.87 <sup>b</sup>	7.93 <sup>a</sup>	5.83 <sup>b</sup>	4.93 <sup>c</sup>	3.87 <sup>d</sup>	2.87 <sup>e</sup>	280.31 <sup>**</sup>
Savory taste	5.80 <sup>c</sup>	5.87 <sup>c</sup>	6.87 <sup>b</sup>	8.60 <sup>a</sup>	5.73 <sup>c</sup>	4.87 <sup>d</sup>	2.87 <sup>e</sup>	227.68 <sup>**</sup>
Overall-acceptability	4.98 <sup>d</sup>	5.73 <sup>c</sup>	6.80 <sup>b</sup>	8.80 <sup>a</sup>	5.80 <sup>c</sup>	3.87 <sup>c</sup>	2.93 <sup>f</sup>	397.50 <sup>**</sup>

<sup>1)</sup> Mean±SD. <sup>\*\*</sup>  $p<0.01$ .

<sup>a-f</sup> Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

은 것으로 나타났다. 끈적거리는 정도(stickiness)는 광어초밥과 도미초밥 모두 4시간 저장에서 유의적( $p < 0.01$ )으로 가장 선호도가 높았다. 촉촉한 정도(moistness)는 광어초밥의 경우 4시간 저장에서, 도미초밥은 5시간 저장에서 유의적( $p < 0.01$ )으로 가장 선호도가 높았다. 기름진 정도(oiliness)는 광어초밥과 도미초밥 모두 2시간 저장에서 가장 선호도가 유의적( $p < 0.01$ )으로 높게 평가되었다. 감칠맛(savory taste)은 광어초밥의 경우, 4시간 저장에서, 도미초밥은 3시간 저장에서 유의적( $p < 0.01$ )으로 가장 높은 선호도를 나타냈다. 전반적인 기호도(overall acceptability)는 광어초밥의 경우, 광어를 4시간 저장하여 제조하였을 때, 도미초밥의 경우 도미를 3시간 저장하여 제조하였을 때 가장 선호도가 높은 것으로 나타났다.

따라서 광어의 경우 4시간을 저장하여 초밥을 만들었을 때 외관, 색, 탄력성, 조직감, 끈적거리는 정도, 촉촉한 정도, 감칠맛에서 높은 선호도를 나타내어 전반적인 기호도가 높은 것을 알 수 있으며, 도미의 경우 3시간을 저장하여 만들었을 때 외관, 색, 탄력성, 조직감, 감칠맛에 대한 기호를 높게 평가하여 전반적인 기호도가 높은 것을 알 수 있다.

즉, 광어의 경우 4시간, 도미의 경우 3시간의 숙성 시간을 주는 것이 적당하며, 따라서 도미에 비해 광어는 약 50분~1시간 정도의 숙성 시간이 더 필요할 것으로 생각된다.

## 요약 및 결론

도미와 광어를 이용한 생선초밥의 최적 제조 조건을 제시하기 위하여 도미와 광어의 사후 경직, 자가 소화에 따른 일반성분, 지방산 조성, pH, 총 균수, texture 및 ATP량을 측정하였으며, 도미와 광어의 저장 시간을 달리하여 제조한 초밥의 관능적 특성을 측정한 결과를 요약하면 다음과 같다.

광어는 수분 74.5%, 단백질 21.2%, 지질 0.9%였으며 도미는 수분 76.5%, 단백질 18.7%, 지질 2.8%였다. 저장 온도 4°C에서 수분과 지질 함량은 광어와 도미 모두 사후부터 저장 6시간까지 계속적으로 감소하였다. 도미와 광어 모두 불포화 지방산 중에 eicosapentaenoic acid가, 포화 지방산 중에 palmitic acid가 가장 높은 조성비를 나타냈다.

광어와 도미의 총 균수는 저장 시간에 따라 계속적으로 증가하였으며 저장 6시간째에 광어는  $3.87 \times 10^2$  CFU/mL, 도미는  $3.57 \times 10^2$  CFU/mL로 4°C에서 6시간 저장 시간까지는 이상이 없는 수준이었다. pH는 저장 시간이 길어짐에 따라 감소하다가 도미는 3시간, 광어는 4시간대에서 상승하였다.

Hardness와 cohesiveness는 광어와 도미 모두 저장 시간이 길어질수록 유의적으로 감소하였다. Springiness, gumminess 및 chewiness는 광어의 경우 저장 4시간까지, 도미는 3시간까지 증가하다가 이후 감소하였다.

경직 지수(%)는 도미의 경우, 저장 3시간 정도에 나타나기 시작하여 4시간까지는 급상승을 하다가 5시간까지는 경직지수의 증가가 둔화되며 이어 다시 급속한 상승을 하였다. 광어는 저장 4시간 정도에 나타나기 시작하여 6시간까지 급속한 상승을 하였으며 광어가 도미보다 1시간 정도 늦는 것으로 나타났다. K 값(%)은 광어의 경우 저장 4시간대까지는 상승을 하다가 3시간이 지나면서 감소하기 시작하고, 도미는 저장 3시간까지 상승을 하다가 이후 감소하였다. ATP량(mg%)은 광어의 경우 손질한 직후부터 저장 4시간째까지, 도미는 3시간째까지 감소하다가 다시 상승하였다.

관능 평가 결과, 광어의 경우 4시간을 저장하여 초밥을 만들었을 때 외관, 색, 탄력성, 조직감, 끈적거리는 정도, 촉촉한 정도, 감칠맛에서 높은 선호도를 나타내어 전반적인 기호도가 높았으며, 도미는 3시간을 저장하여 만들었을 때 외관, 색, 탄력성, 조직감, 감칠맛에 대한 기호를 높게 평가하여 전반적인 기호도가 높게 나타났다.

이상의 일반 성분, 지방산 조성, 총 균수 측정, pH 변화, texture 측정, 경직 지수, K 값, ATP량 측정, 관능 검사 결과로 도미는 저장 3시간대, 광어는 4시간대가 가장 좋다는 결과가 나왔으며 광어가 도미에 비해 약 1시간 정도의 숙성 시간이 더 필요한 것으로 나타났다.

향후 광어와 도미를 생선회와 초밥에 다양하게 이용할 수 있도록 맛과 조직감 및 저장성 향상에 관한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

## 문헌

- 김우정, 구경형 (2001) 식품관능검사법. 효일출판사, 서울. pp 74-94.
- 배영희, 박혜원, 박희옥, 정혜정, 최은정, 채인숙 (2003) 식품과 조리과학. 교문사, 서울. pp 216.
- 식품위생법규교재 편찬위원회. 식품위생관계법규 편람 (2000) 광문각, 서울. pp 365-366.
- 장수경, 김영순, 유맹자, 오성자 (1994) 食品調理科學. 문운당, 서울. pp 61-109.
- 채수규, 강갑석, 마상조, 방광웅, 오문현, 오성훈 (2004) 표준식품분석학. 지구문화사, 서울. pp 357-362.
- 천석조 (1999) 식품의 제조 및 유통단계별 유해물질 동정과 안전성확보를 위한 연구. 한국보건산업진흥원.
- 최진호, 윤형식 (1994) 도코사헥사엔산(DHA)과 老化. 1994년 한국노화학회, 한국영양학회 춘계학술대회 초록집. pp 45-55.
- Ando M, Toyohara H, Sakaguchi M (1992) Post-mortem tenderization of rainbow trout muscle caused by the disintegration of collagen fibers in the pericellular connective ti-



- ssue. *Nippon Suisan Gakkaishi* 58: 567-570.
- AOAC (1990) *Official methods analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, pp 777-784.
- Bang HO, Dyerberg J (1985) Fish consumption and mortality from coronary heart disease. *N Engi J Med* 313: 822-823.
- Cho YJ, Kim YY (1994) Early changes after death of plaice, *Paralichthys olivaceus* muscle. 2. Temperature dependency on physicochemical and rheological properties. *Bull Korean Fish Soc* 27: 114-120.
- Cho YJ, Lee KW (1994) Early changes after death of plaice, *paralichthys olivaceus* muscle. 5. Effect of storage temperature on morphological changes of myofibrils and histological changes of muscle. *Bull Korean Fish Soc* 27: 114-120(in Korean).
- Hatae K, Tobimatsu A, Takeyama M, Matsumoto J (1986) Contribution of the connective tissues on the texture difference of various fish species. *Bulletin Japanese Soc Sci Fisheries* 52: 2001-2007.
- Kim CR, Kim JS, Koh DH, Choi WJ, Lee KR, Kang UJ, Kim KH (1998) Microbiological evaluation of refrigerated flatfish treated with organic acids. *Korean J Food Nutr* 11: 329-333.
- Kim KH, Kim CR (1998) Physical and chemical evaluations of refrigerated flatfish treated with organic acids. *Korean J Food Nutr* 11: 334-339.
- Knapp HR, Fitzgerald GA (1989) The antihypertensive effects of fish oil. *N Engi J Med* 320: 1037-1043.
- Kromhout D, Bosschierter EB, Coulander CL (1985) The inverse relationship between fish consumption and 20-year mortality from coronary heart disease. *N Engi J Med* 312: 1205-1209.
- Lee KH, Lee YS (2000) The effect lipid and collagen content, drip volume on the muscle hardness of cultured and wild red sea bream(*Pagrosomus auratus*) and flounder(*Paralichthys olivaceus*). *Korean J Soc Food Sci* 16: 352-357.
- Lee KH, Lee YS (2001a) Changes of nucleotides and their related compounds in cultural and wild red sea bream and flounder muscle. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17: 517-522.
- Lee KH, Lee YS (2001b) Observation of muscle structure and DSC measurement of collagen of the cultural and wild red sea bream and flounder. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17: 549-554.
- Lee KH, Lee YS (1999) Muscle quality of cultured and wild red sea bream(*Pagrosomus auratus*). *Korean J Soc Food Sci* 15: 639-644.
- Nestel PJ, Connor WE, Reardon MF (1984) Suppression by diets rich in fish oil of very low density lipoprotein production in man. *J Clin Invest* 74: 82-89.
- Ohishma T, Wada S, Koizumi C (1983) Comparison of lipids between cultured and wild red sea bream. *Bulletin Japanese Soc Sci Fisheries* 49: 1405-1409.
- Seo JK, Kim EJ, Park NG, Kim EH, Chung JK, Hwang EY, Ryu HS (1999) Biological activities of hydrocooked bastard halibut extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 691-697.
- Shim KB, Lee GB, Kim TJ, Cho YJ (2003) Improvement of sliced raw fish texture 1, Effect of cold brine temperature on sliced raw fish texture. *J Korean Fish Soc* 36: 69-73.
- Shin WC, Song JC, Choe SY (2005) Effects of packing method on physico-chemical properties of chilled plaice muscle. *Korean J Food Nutr* 18: 168-174.
- Solberg M, Buckalew JJ, Chen CM, Schaffner DW, O'Neill K, McDowell J, Post LS, Boderck M (1990) Microbiology safety assurance system for foodservice facilities. *J Food Sci Technol* 44: 66-70.
- Uno K, Morishita T, Takahashi T (1987) Variation with growth in the fatty acid composition of lipids from cultured red sea bream. *Nippon Suisan Gakkaishi* 53: 1609-1615.
- Watabe S, Kamal M, Hashimoto K (1991) Postmortem changes in ATP, creatine phosphate and lactate in sardine muscle. *J Food Sci* 56: 151-153.
- 豊原治彦 (1991) 魚類における死後硬直の生化学と應用上の問題, 魚類の死後硬直(山中英明 編). 水産學シリ-ス 86, 恒星社厚生閣, 東京. p 42.

(2006년 5월 28일 접수, 2006년 8월 4일)