

## 수족관 저장기간에 따른 횡감생선의 핵산관련성분 변화

홍철희<sup>1</sup> · 이정민<sup>2</sup> · 김정수\*

조선대학교 식품영양학과, <sup>1</sup>순천청암대학 관광호텔조리과, <sup>2</sup>KT&G 중앙연구원

## Changes of Nucleotides in the Raw Fishes during the Aquarium Storage

Cheul Hee Hong<sup>1</sup>, Jeong Min Lee<sup>2</sup>, and Kyong Su Kim\*

Department of Food and Nutrition, Chosun University

<sup>1</sup>Department of Hotel and Food Service Industry, Suncheon Cheongam College

<sup>2</sup>KT&G Central Research Institute

Changes in nucleotide concentrations of aquarium-stored flounder, sea bass, and sea bream were studied. ATP, ADP, and AMP slowly decreased, whereas IMP, HxR, and Hx slightly increased with increasing storage period. ATP was converted into IMP at initial storage stage. Changes in concentrations of nucleotides differed depending on fish type and season. Freshness indicators, *K*, *K<sub>p</sub>*, *G*, *P*, *H*, and *F*, values during 14 days storage showed no significant differences. Changes in nucleotide concentrations during 14 days storage had no significant effect on taste of raw fishes.

**Key words:** nucleotides, freshness, flounder, sea bass, sea bream

### 서 론

광어, 농어 및 도미는 횡감용 생선으로 많이 이용되고 있다. 광어(*Paralichthys olivaceus*)는 우리나라, 일본 및 중국해 연안에서 서식하고 있는 어종으로 육질이 단단하고 맛이 담백한 겨울이 제철이고, 살은 회와 초밥재료 및 졸임, 껍질은 데쳐서 초간장과 어울리고 지느러미 살은 미도리가와라 해서 더욱 고소한 맛을 낸다. 농어(*Lateolabrax japonicus*)는 여름철의 대표적인 생선으로 생선회뿐만 아니라 맑은 국 등에도 이용되고 있다(1). 도미(*Pagrosomus auratus*)는 선명하고 붉은 표피색의 아름다운 자태를 지니고 있어 우리나라를 비롯하여 중국, 일본 등 동남아시아에 걸쳐 분포하고 있으며 맛이 담백하고 뛰어나서 매우 시장가치가 높은 어종으로 회, 조림, 찜 등 다양한 조리법으로 이용되고 있다(2).

횡감 생선의 맛은 핵산관련성분과 glutamic acid 등의 정미성분에 영향을 받는다. 특히 핵산관련성분은 횡감 생선의 신선도 판정 및 정미성분의 indicator로서 이용되기도 하고(3), 그 자체가 고기 맛을 지니고 있어 식품 내의 특정 풍미를 변화시키며(4) MSG와의 상승작용으로 인해 풍미증진효과를 나타내는 것으로 알려져 있다(5).

또한 핵산관련성분은 생선 횡감의 지미뿐만 아니라 어종에

따른 특유의 맛을 나타내는 물질로서 어류의 사후 변화과정에서 생성된다. 어육의 ATP(adenosine triphosphate)로부터 ADP(adenosine diphosphate), AMP(adenosine monophosphate), IMP(inosine monophosphate), HxR(inosine)으로 분해된 후 최종적으로 Hx(hypoxanthine)으로까지 분해된다. ATP로부터 IMP까지의 분해과정은 비교적 사후 초기 단계에 신속하게 일어나지만, IMP로부터 Hx까지의 분해과정은 완만하게 진행되므로 IMP가 많이 축적되고 ADP나 AMP는 소량씩 증가한다(6,7). 어육의 유력한 지미성분인 IMP는 저장, 조리과정 중 효소에 의해 분해되고, IMP의 분해는 식미에 크게 영향을 미치며 이와 같은 어육의 생화학적 변화에 의해 신선도가 달라진다. 주로 어육의 신선도 판정에 *K* value가 이용되고 있으며, 그 외에 *K<sub>p</sub>*, *G*, *P*, *H*, *F*, value가 다양한 어류의 신선도 지수로서 이용된다(8-12).

어패류의 엑스성분은 계절, 어기, 연령, 성장, 환경, 어장 등 여러 가지 영향요인에 따라 변동하는 것으로 알려져 있으므로(13,14) 횡감 생선은 성장장소, 온도, 유통기간 등 많은 요인들로 인해 맛에 변화가 나타날 수 있다.

따라서 본 연구는 수족관 저장기간 동안에 따른 횡감생선(광어, 농어, 도미)의 핵산관련성분 조성을 비교하여 맛의 변화를 확인하고자 하였고, 또한 광어, 농어 및 도미의 신선도 및 품질 평가를 위한 실질적인 indicator를 분석하고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

일반적으로 대중화된 양식산 횡감생선으로 광어, 농어 및 도미를 각 1-1.5 kg의 동량무게로 여름(7월)과 겨울(1월)에 활어상

\*Corresponding author : Kyong-Su Kim, Department of Food and Nutrition, Chosun University, 375 Seosuk-dong, Gwangju 501-759, Korea  
Tel: 82-230-7724  
Fax: 82-62-224-8880  
E-mail: kskim@mail.chosun.ac.kr

태로 12-16°C 수족관에서 14일 동안 기간을 두어 사용하였다.

### 핵산관련성분 추출

마쇄한 어육 5 g에 10% 과염소산(perchloric acid, PCA) 용액 10 mL를 가하여 ultra turrax(IKA Labortechnik, Germany)로 1 분간 균질화하였다. 균질화된 시료를 원심분리기(Hanil, MF 300)에서 10분 동안 3,000×g으로 원심분리하여 상층을 분리하고 침전물에 대하여 10% PCA 용액 10 mL로 위와 같은 조작을 2 회 반복하여 상층액을 합하였다. 상층액을 여과하고 5 N KOH로 pH를 6.5로 조정 한 후, 5 N KOH로 pH 6.5로 조정 한 10% PCA 용액을 첨가하여 100 mL로 정용하였다. 0°C에서 30분간 방치한 후 0.45 µm membrane filter로 여과한 다음 HPLC 분석용 시료로 사용하였다.

### 핵산관련성분의 HPLC 분석

핵산관련성분의 조성 및 정량 분석을 위하여 on-line degaser가 설치된 Surveyor MS pump, Surveyor autosampler, Surveyor PDA detector로 구성된 HPLC(Thermo Finnigan, USA)를 사용하였다. Column은 C<sub>18</sub>(4.6 mm i.d.×250 mm)을 장착하고 이동상으로 1% triethylamine·phosphoric acid(pH 6.5)를 0.5 mL/min의 유속으로 흘리면서 HPLC에 시료를 10 µL 주입하여 UV detector 254 nm에서 검출하였고, 표준용액의 retention time을 비교하여 핵산관련성분을 확인하였다. 핵산관련성분은 표준 검량선을 이용하여 각 시료용액의 peak 면적으로 환산하여 정량하였다. 표준 검량선은 ATP, ADP, AMP, IMP, HxR, Hx 표준물을 0.001-1.0 mole 농도로 조제한 후 위의 조건으로 분석하여 작성하였다.

### 신선도 지수 측정

주요 휘감생선의 수족관 저장기간에 따른 신선도를 평가하기 위해 다음과 같은 K, K<sub>i</sub>, G, P, H, Fr value를 계산하였다.

$$K(\%) = \left[ \frac{HxR + Hx}{ATP + ADP + AMP + IMP + HxR + Hx} \right] \times 100$$

$$K_i(\%) = \left[ \frac{HxR + Hx}{IMP + HxR + Hx} \right] \times 100$$

$$G(\%) = \left[ \frac{HxR + Hx}{AMP + IMP + HxR} \right] \times 100$$

$$P(\%) = \left[ \frac{HxR + Hx}{AMP + IMP + HxR + Hx} \right] \times 100$$

$$H(\%) = \left[ \frac{Hx}{IMP + HxR + Hx} \right] \times 100$$

$$F_i(\%) = \left[ \frac{IMP}{IMP + HxR + Hx} \right] \times 100$$

## 결과 및 고찰

계절별 수족관 저장기간에 따른 광어, 농어 및 도미의 핵산관련성분인 ATP, ADP, AMP, IMP, HxR, Hx의 함량 변화, 분해패턴 및 어육의 신선도 지수를 Table 1-3, Fig. 1에 나타내었다.

### 휘감생선의 핵산관련성분 조성

광어의 ATP 함량은 여름과 겨울 수족관 저장기간 첫째 날 0.32와 0.31 µmol/g에서 14일째에는 0.24와 0.28 µmol/g으로 서서히 감소하였다. ADP와 AMP 또한 저장기간에 따라 감소하

였다. IMP는 핵산관련성분 중 가장 높은 함량을 차지하였는데 여름과 겨울 수족관 저장기간 첫째 날 10.06과 13.96 µmol/g이었고, 14일째에는 14.06과 18.45 µmol/g으로 증가하였다. HxR과 Hx는 저장기간에 따라 증가하였고, Hx가 HxR 보다 높은 함량을 나타내었다. Hx는 여름과 겨울 저장기간 첫째 날 0.24와 1.44 µmol/g에서 14일째 3.98과 3.74 µmol/g으로 증가하였다.

농어의 ATP 함량은 여름과 겨울 수족관 저장기간 중 첫째 날 0.35와 0.33 µmol/g이었으며, 14일째에는 0.32와 0.26 µmol/g까지 감소하였다. ADP 또한 수족관 저장기간동안 서서히 감소하였으며 AMP도 초기 0.51과 0.54 µmol/g에서 0.37과 0.26 µmol/g으로 감소하는 경향을 나타내었다. IMP는 여름과 겨울 농어의 저장기간 첫째 날 11.51과 9.54 µmol/g이었고, 14일째에는 14.79와 13.85 µmol/g으로 증가하였다. Hx는 여름과 겨울 저장기간 첫째 날 0.86과 0.59 µmol/g에서 14일째 1.38과 1.36 µmol/g으로 증가하였다.

도미의 ATP 함량은 여름과 겨울 수족관 저장기간 중 첫째 날 0.38과 0.39 µmol/g에서 서서히 감소하여 여름 14일째에는 0.34 µmol/g, 겨울 5일째 죽은 도미에서는 0.29 µmol/g이었다. 여름 도미의 ADP는 저장초기 0.48 µmol/g에서 0.32 µmol/g까지, 겨울 도미는 0.72 µmol/g에서 5일째 0.43 µmol/g까지 감소하였다. AMP는 여름 도미의 저장 초기 0.41 µmol/g에서 0.24 µmol/g까지 감소하는 경향을 나타내었고, 겨울 도미는 첫째 날 0.27 µmol/g에서 죽은 도미에서 0.18 µmol/g을 나타내었다. IMP는 저장기간 중 첫째 날 여름과 겨울 도미에서 16.59와 15.29 µmol/g이었고 14일째 여름 도미에서 21.62 µmol/g, 5일째 죽은 겨울 도미에서 21.48 µmol/g으로 매우 높은 함량을 차지하였다. Hx는 여름 도미의 수족관 저장 첫째 날 1.48 µmol/g에서 14일째 3.12 µmol/g으로 증가하였고, 겨울 도미는 첫째 날 1.09 µmol/g이었고 죽은 도미에서 4.56 µmol/g으로 분해량이 매우 높았다.

광어, 농어 및 도미의 핵산관련성분 중 ATP, ADP, AMP는 수족관 저장기간에 따라 서서히 감소하였으며 IMP, HxR, Hx는 증가하였다. 이는 ATP로부터 IMP까지의 분해과정은 사후 초기에 비교적 신속하게 일어났고, IMP로부터 Hx까지의 분해 과정은 완만하게 진행되어 IMP의 축적량이 많다는 보고(6,7,15)와 비슷한 경향을 나타내었다. 수족관 저장기간에 따른 핵산관련물질의 감소 및 증가는 먹이공급의 중단 및 협소한 공간에 의한 스트레스 등의 환경적 요인에 의한 ATP, IMP 등의 분해에 의한 것으로 사료된다.

### 계절별 휘감생선의 핵산관련성분 비교

광어, 농어 및 도미의 ATP, ADP, AMP, IMP, HxR, Hx의 총 함량은 11-19 µmol/g이었고, 농어와 도미는 겨울보다 여름에, 광어는 겨울에 더 높은 함량을 나타내었다. ATP, AMP, HxR의 함량은 광어, 농어 및 도미에서 비슷한 수준으로 확인되었다. ADP는 광어와 도미에서 여름보다 겨울에 더 높은 함량을 나타내었으나, 농어에서는 여름에 더 많이 함유된 것으로 확인되었다. IMP는 여름 도미(16.59 µmol/g)에서 가장 높게 확인되었고, 여름 농어에는 9.54 µmol/g이 함유되어 상당한 차이를 나타내었다. ATP는 어류 사후에서 탈인산화에 의해 ADP, AMP, IMP, HxR, Hx로 분해되는데 사후 시간의 경과에 따라 ATP는 급격히 분해되어 부패되기 전까지 주로 IMP의 형태로 축적된다(16)는 결과와 같이 핵산관련성분 중 IMP가 높은 함량을 차지하였다. Hx는 광어는 겨울에 더 적게 함유되어 있었고, 농어와 도미는 겨울에 저장기간에 따라 증가하였다.

IMP 및 Hx의 함량 변화에 기인하여 광어는 겨울에, 농어와

Table 1. Concentrations of nucleotides in flounder during the aquarium storage

(μmol/g)

Storage (day)	ATP		ADP		AMP		IMP		HxR		Hx	
	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter
1	0.32	0.31	0.40	0.67	0.25	0.51	10.06	13.96	0.31	0.31	1.76	1.44
3	0.31	0.30	0.39	0.65	0.25	0.39	11.87	14.38	0.32	0.32	2.26	1.75
5	0.31	0.29	0.38	0.64	0.23	0.38	12.29	15.08	0.38	0.36	2.30	2.57
7	0.27	0.28	0.32	0.58	0.22	0.35	12.94	18.18	0.40	0.45	2.67	3.45
14	0.24	0.28	0.22	0.43	0.20	0.23	14.06	18.45	0.51	0.50	3.98	3.74

Table 2. Concentrations of nucleotides in sea bass during the aquarium storage

(μmol/g)

Storage (day)	ATP		ADP		AMP		IMP		HxR		Hx	
	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter
1	0.35	0.33	0.31	0.28	0.51	0.54	11.51	9.54	0.47	0.31	0.86	0.59
3	0.34	0.31	0.30	0.25	0.49	0.38	11.63	9.76	0.48	0.41	0.88	0.74
5	0.34	0.31	0.26	0.24	0.41	0.31	12.58	10.90	0.64	0.44	1.02	0.85
7	0.33	0.30	0.24	0.24	0.40	0.29	13.33	11.98	0.87	0.59	1.17	1.14
14	0.32	0.26	0.23	0.23	0.37	0.26	14.79	13.85	1.02	0.70	1.38	1.36

Table 3. Concentrations of nucleotides in sea bream during the aquarium storage

(μmol/g)

Storage (day)	ATP		ADP		AMP		IMP		HxR		Hx	
	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter
1	0.38	0.39	0.48	0.72	0.41	0.27	16.59	15.29	0.24	0.22	1.48	1.09
3	0.37	0.31	0.42	0.49	0.30	0.23	17.38	17.06	0.26	0.34	1.56	1.15
5	0.36	0.30	0.41	0.45	0.29	0.22	19.01	17.96	0.29	0.49	1.73	1.47
7	0.35	0.29	0.33	0.43	0.25	0.18	20.99	21.48	0.38	0.68	2.02	4.56
14	0.34		0.32		0.24		21.62		0.63		3.12	

도미는 여름철에 비교적 좋은 맛을 나타낼 수 있으나 이들 함량과 더불어 신선도 지수를 고려해야 한다.

### 횡감생선의 사후 핵산관련성분 변화

수족관 저장기간에 따른 횡감생선내 핵산관련성분의 주요 변화는 IMP, HxR, Hx에서 발생하였고, 반면 ATP, ADP, AMP는 매우 낮은 함량으로 변화가 크지 않았다. 횡감생선의 사후, ATP의 IMP로의 전환은 수족관 저장기간에 따라 저장 초기에서 거의 일어나며 14일까지 서서히 증가하였다. 이는 Kassemssam 등 (17)의 사후 1-2일에 ATP에서 IMP로 전환된다는 보고와 유사하였다.

ATP는 휴면 근육에서 중요한 핵산관련성분이며, 효소적 탈인산화과정을 거쳐서 ADP와 AMP를 생성한다. ATP는 광어, 농어 및 도미 모두에서 유사한 초기 수준을 나타내었고 저장기간에 따라 조금 감소하였으며, ADP와 AMP 또한 감소하였다.

IMP는 조직 효소 AMP deaminase에 의하여 생성되고 이런 단계는 빠르게 일어나며 IMP의 축적을 증가시킨다(10). IMP에서 Hx로의 분해율은 어종별로 다르게 나타나며(17), IMP의 감소는 대부분 어종에서 신선한 생선향의 손실과 관련이 있다(18). ATP 분해산물 중, IMP는 향 강화제이므로 횡감생선에 바람직한 역할을 하며, IMP의 높은 함량은 횡감의 신선도 및 품질의 좋은 지수로 작용한다(19). 광어, 농어 및 도미의 IMP 함량은 수족관 저장시 감소하지 않았으므로 IMP에 의한 횡감의 향 및 맛 손실은 거의 없다고 간주할 수 있다.

IMP에서 Hx로의 전환은 천천히 일어나며 자가소화와 미생물 효소에 의해 야기(9)되지만 초기의 큰 변화는 죽기 전 상태

와 사후 개시동안에 기인하며 ATP 분해산물의 함량에서 나타날 수 있다. IMP의 초기 수준은 10-16 μmol/g이었고, 저장기간에 따라 13-21 μmol/g 수준까지 서서히 증가하였으며 어종별 다른 함량을 나타내었다.

HxR과 Hx은 불쾌취를 야기시키는 핵산관련성분으로서 특히, Hx 함량은 여러 종류의 생선에서 신선도 지수로 활용될 수 있으나 어종에 따라 생성을 차이를 나타내며(20), 백색어육보다 적색어육에서 더 많이 생성될 수 있다(21). 게다가 Hx에서 uric acid로 산화될 수 있는 xanthine으로의 분해 가능성 때문에 저장기간 후반에는 여러가지 신선도 지수를 이용할 필요가 있다(22). HxR와 Hx는 저장기간 초기에 소량이었던가 약간씩 증가하였다. Hx는 광어, 농어 및 도미의 여름과 겨울에 비교적 비슷한 수준이었으나 겨울에 약간 적게 함유되어 있었고, 저장기간에 따라서도 약간씩 증가하였다. 어종별로는 광어, 도미, 농어 순으로 생성량을 나타내었다.

수족관 저장기간 동안 환경적 요인에 의해 ATP 분해가 시작되어 순차적으로 IMP를 거쳐 Hx까지 분해된 것으로 사료되며, 이 과정중 횡감생선에 맛에 큰 영향을 미치는 IMP이 축적되었다. 수족관 저장기간동안 IMP의 높은 함량에 비하여 Hx가 소량 확인되어 수족관 저장 14일 동안 횡감생선의 맛에 뚜렷한 변화가 발생하지 않을 것으로 생각되며 신선도 지수를 고려하여 볼 때 14일 이상의 수족관 저장은 맛에 영향을 미칠 것으로 사료된다.

### 횡감생선의 신선도 평가

횡감생선의 신선도 및 자동부패정도는 어육 내 핵산관련성

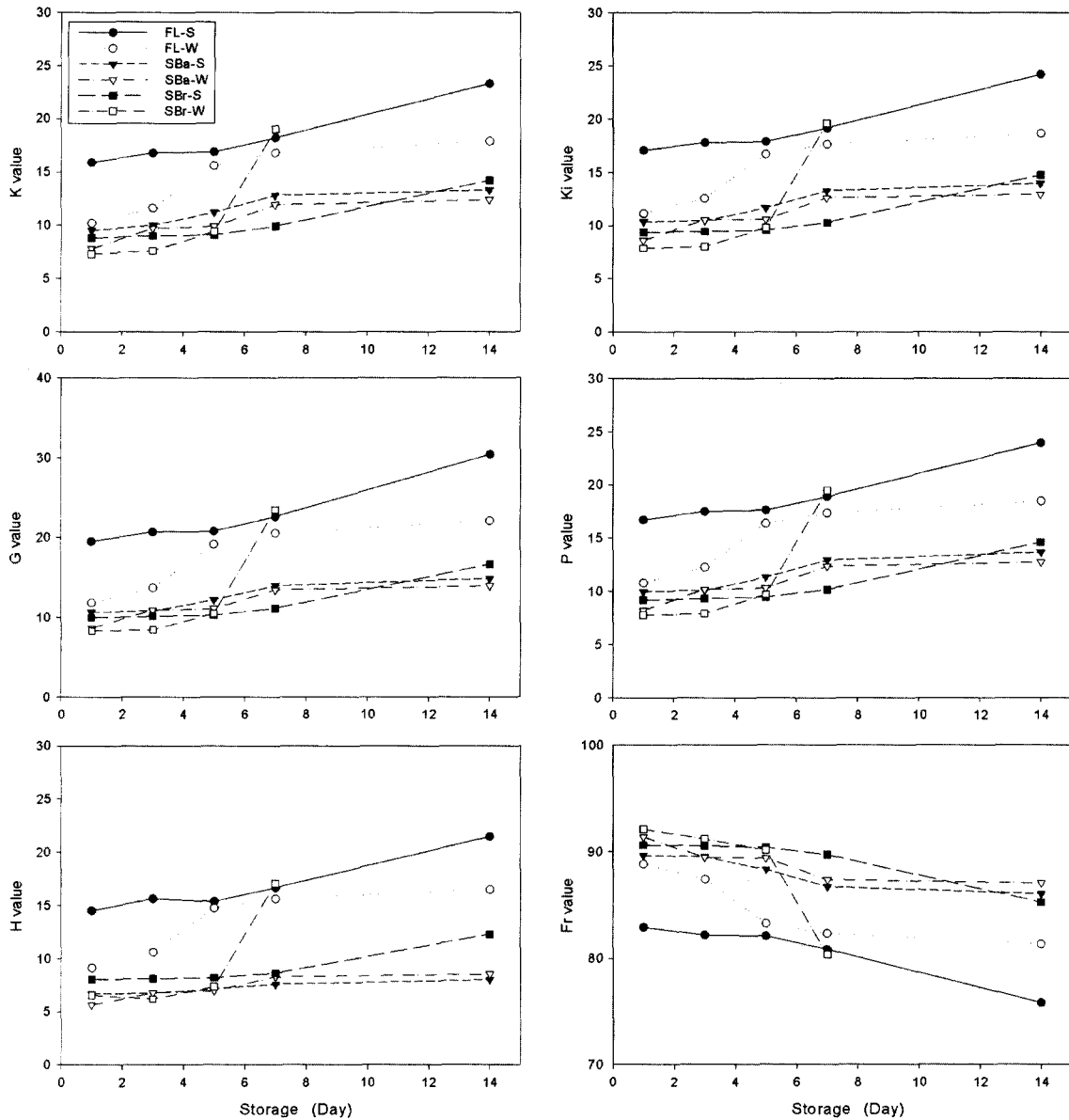


Fig. 1. Freshness indicators in flounder, sea bass, and sea bream during the aquarium storage.

FL: flounder, SBa: seabass, SBr: seabream, S: summer, W: winter.

분을 측정함으로써 평가할 수 있다. 핵산관련성분은 어육의 생화학적 변화에 의해 생성되며, 이들 ATP, ADP, AMP, IMP, HxR, Hx간의 ratio는 어종의 신선도 및 품질을 나타내는 지표로 이용된다(8-12).

핵산관련성분의 분해패턴 및 속도는 어류 종류, 적색 및 백색어육, 죽기 전 조건, 포획시 스트레스, 취급, 계절, 저장 조건에 따라 다르게 나타나므로(23,24), 이런 변화는 단일 ATP 유도체보다 이들 분해산물의 함량 비율을 측정하는 실제적 이용도에 영향을 미친다. 그러므로  $K$ ,  $K_p$ ,  $G$ ,  $P$ ,  $H$ ,  $F$ , value는 다양한 어류의 신선도 평가에 있어 실질적으로 활용성이 높은 지수로 간주되며(25-27), 핵산관련성분에 의한 값이 어종 간 다른 값 보다 더 실질적인 value가 될 수 있다.

ATP는 사후에 곧 IMP로 분해되므로 ATP, ADP, AMP와 관련이 없는  $K_p$  value가 이용될 수 있으나, ATP, ADP, AMP가 일부 어류에서는 심지어 2주 후에도 남아 있어  $K$  value가 다른

value보다 높게 나타날 수 있다. Burns 등(26)은 North Atlantic cod는 HxR을 매우 빠르게 추적할 수 있고,  $K_p$  value는 품질 indicator로서 불충분할 수도 있으므로 대신에  $G$  value를 이용할 수 있다고 보고하였다.  $G$ 와  $P$  value는 지방이 적은 어류에 가장 많이 이용되고, 지방 함량이 높은 어류는 산패 등의 인자에 의해 신선도 측정이 불가능하며 의미 있는  $G$ 와  $P$  value를 얻기 전에 바람직하지 못한 산물을 생성한다(27).  $F_p$  value는 어류의 신선도를 나타내는 좋은 지수로서 수치가 높으면 IMP의 분해가 천천히 일어난다는 것을 의미하지만, 대구와 같은 어류에서는 IMP 함량이 얼음 저장 초기에 급속히 저하되므로 이용할 수 없다(11).

광어의  $K$ ,  $K_p$ ,  $G$ ,  $P$ ,  $F_p$  value  $r^2$ 는 여름 광어에서 0.94-0.95로 저장기간과 상호관련성이 높게 나타났으나 겨울 광어에서는 0.72-0.76으로 저장기간과의 상관성이 낮았다.  $K$ ,  $K_p$ ,  $G$ ,  $P$ ,  $F_p$  value는 여름 광어의 수족관 저장 7일까지는 15-19%이었고 14

일체는 22-30%이었으며, 겨울 광어에서는 10-22%를 나타내었다.  $F_v$  value는 여름 광어의 수족관 저장 7일까지는 81-83%, 14일에는 76%를 나타내었고, 겨울 광어는 88%에서 81%까지 감소하였다. 여름 광어의  $K$  value는 1-7일까지 16-18%로 선도가 높았으며, 14일에는 24%로 7일까지보다는 낮은 상태를 나타내었다. 겨울 광어 또한 1-7일까지 10-16%로 선도가 높았고, 14일에는 24%로 비교적 낮은 선도를 나타내었다. 계절별로는 여름 광어가 수족관 저장 초기에 변화가 약간 높게 나타났으나 광어의 저장기간에 따른 선도변화는 현저한 차이를 보이지 않았다.

농어의  $K, K_p, G, P, F_v$  value  $r^2$ 는 여름 농어에서 0.85-0.86으로 저장기간과 상호관련성이 비교적 높게 나타났으나 겨울 농어에서는 0.76-0.79로 여름과 비교하여 낮은 상관성을 나타내었다.  $H$  value는 여름과 겨울 농어에서  $r^2$ 가 0.92로 저장기간과 상관성이 높았다. 여름 농어는  $K, K_p, G, P$  value는 10-13%이었고,  $H$  value는 7-8%,  $F_r$  value는 89-85%를 나타내었다. 겨울 농어는  $K, K_p, G, P$  value는 8-13%이었고,  $H$  value는 6-8%,  $F_v$  value는 91-87%를 나타내었다. 여름 농어의  $K$  value는 수족관 저장기간 14일 동안 9-13%로 선도가 높았으며, 저장기간이 길어짐에 따라 수치가 점차적으로 증가하는 경향을 보였다. 겨울 농어 또한 8-12%로 선도가 높았고, 겨울 농어가 여름 농어와 비교하여 약간 높은 선도를 유지하고 있었다.

여름 도미의  $K, K_p, G, P, F_v$  value  $r^2$ 는 0.88-0.91로 저장기간과 상호관련성이 비교적 높은 수준이었으며, 겨울 도미는 0.71-0.73이었고,  $H$  value의  $r^2$ 는 0.66으로 수족관 저장기간과의 상관성이 낮았다. 여름 도미의  $K_p, G, P, H$  value는 8-16%, 겨울 도미는 7일까지 8-10%, 14일에 17-23%로 높아졌다. 여름 도미의  $F_v$  value는 90에서 85%로, 겨울 도미는 92%에서 80%로 감소하였다. 여름 도미의  $K$  value는 수족관 저장기간 7일까지는 9-10%로 선도가 높았고 14일에는 14%로 7일간의 수치와 비교하여 낮은 상태였다. 겨울 도미는 7일 동안 7.9%로 여름보다 높은 선도를 나타내었으나 14일에는 19% 정도의 수준을 보여 여름 도미보다 비교적 낮은 선도로 확인되었다.

광어, 농어 및 도미의 신선도를 평가하는데 이용되는  $K, K_p, G, P, H$  value는 저장기간에 따라 증가하였고,  $F_v$  value는 감소하였다. 광어, 농어 및 도미는 겨울보다 여름에 저장기간과의 상관성이 높게 나타나 신선도 지수로서의 활용 가능성이 높게 나타났다. 농어의 경우, 여름과 겨울 모두 저장기간에 따른  $H$  value의 상관성이 높아 이의 활용도가 높을 것으로 추정되었으나, 도미는 이와 반대의 경향을 나타내었다.

일반적으로 어류의 신선도 판정지수로 이용되고 있는  $K$  value는 광어에서 높게 나타났고, 여름 도미, 여름 농어와 겨울 농어는 비슷한 수준으로 나타내었다. 또한 겨울이 여름보다 높은 신선도를 나타내어 어종별 및 계절별 횡감생선에서 약간의 신선도 차이를 확인할 수 있었다. 수족관 저장기간 7일까지는 신선도가 높았으며 14일째 약간 감소하는 경향을 나타내어 14일 이상의 수족관 저장은 신선도와 횡감생선의 맛에 영향을 미칠 것으로 사료된다.

## 요 약

횡감생선으로 주로 이용되고 있는 광어, 농어와 도미의 수족관 저장기간에 따른 핵산관련성분의 변화, 신선도 및 품질 평가를 위한 선도 지수를 확인하였다. 핵산관련성분 중 ATP, ADP, AMP는 수족관 저장기간에 따라 서서히 감소하였고, IMP, HxR,

Hx는 서서히 증가하였다. 특히 IMP가 가장 높은 함량을 차지하였는데, 여름 도미에서  $16.59 \mu\text{mol/g}$ 으로 가장 높게 나타났고, 여름 농어에는  $9.54 \mu\text{mol/g}$ 이 함유되어 어종간 차이가 확인되었다. 수족관 저장기간에 따른 증가범위는  $3-6 \mu\text{mol/g}$ 으로 어종별 함량변화는 현저한 차이를 나타내지 않았다. 횡감생선의 사후 ATP에서 IMP로의 전환은 수족관 저장 초기에 거의 발생하였다. 광어, 농어 및 도미의  $K, K_p, G, P, F_v$  value에 의해 신선도를 판정한 결과 14일동안의 수족관 저장시 신선도는 현저한 변화를 나타내지 않았으며, 여름보다 겨울에 비교적 높은 선도를 보였다. 핵산관련성분 또한 어종 및 계절별 차이를 보였으나 수족관 저장 14일동안 변화가 크게 나타나지 않았다.

## 문 헌

- Kim WI. Orthodox Sushi. p. 235. Hyungseul Press, Seoul, Korea (1995)
- Kamoto L. Cultured red sea bream. J. Sci. Cookery 13: 106-110 (1980)
- Hasimoto HR. Taste of marine products. Cookery Sci. 5: 2-7 (1972)
- Titus DS, Klis JB. Product improvement with new flavor enhancers. Food Proc. 24: 150 (1963)
- Yamaguchi S. The synergistic taste effect of monosodium glutamate and disodium 5'-inosinate. J. Food Sci. 32: 473 (1967)
- Hirano T, Suyama M. Quality of wild and cultured Ayu-III: Seasonal variation of nitrogenous constituents in the extracts. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 46: 215-219 (1980)
- Iwamoto M, Yamanaka H. Remarkable differences in rigor mortis between wild and cultured specimens of the red sea bream. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 52: 275-279 (1986)
- Tomioaka K, Endo K. Properties of 5'-nucleotidase from carp skeletal muscle. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 50: 1739-1744 (1984)
- Surette ME, Gill TA, LeBlanc PJ. Biochemical basis of postmortem nucleotide catabolism in cod (*Gadus morhua*) and its relationship to spoilage. J. Agric. Food Chem. 36: 19-22 (1988)
- Gill TA. Objective analysis of seafood quality. Food Rev. Int. 6: 681-714 (1990)
- Greene DH, Babbitt JK, Reppond KD. Patterns of nucleotide catabolism as freshness indicators in flat fish from the Gulf of Alaska. J. Food Sci. 55: 1236-1238 (1990)
- Hattula T, Kiesvaara M, Moran M. Freshness evaluation in European whitefish (*Coregonus wartmanni*) during chill storage. J. Food Sci. 58: 1212-1215 (1993)
- Konosu S. Distribution of nitrogenous constituents in the muscle extractives of aquatic animals. Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 37: 763-779 (1971)
- Konosu S, Yamaguchi K. Proceeding of the International Symposium on Engineered Seafood Including Surimi. Martin RE, Collette RL (eds.). National Fisheries Institute, Washington, DC, USA. p. 545 (1985)
- Iwamoto M, Ioka H, Saito M, Yamanaka H. Relation between rigor mortis of red sea bream and storage temperatures. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 51: 443-446 (1985)
- Fujii Y, Uchiyama H, Ehira S, Noguchi E. Change of nucleotide substances in place muscle during ice storage. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 32: 410-416 (1966)
- Kassemarn BO, Sanz-Perez B, Murray J, Jones NR. Nucleotide degradation in the muscle of iced haddock (*Gadus aeglefinus*), lemon sole (*Pleuronectes microcephalus*), and plaice (*Pleuronectes platessa*). J. Food Sci. 28: 28-30 (1963)
- Lakshmanan PT, Antony PD, Gopakumar K. Nucleotide degradation and quality changes in mullet (*Liza consula*) and pearlspot (*Etroplus suratensis*) in ice and at ambient temperatures. Food Cont. 7: 277-283 (1996)
- Fletcher GC, Statham JO. Shelf life of sterile yellow-eyed mullet (*Aldrichetta forsteri*) at 4°C. J. Food Sci. 53: 1030-1035 (1988)
- Huss HH. Fresh Fish: Quality and Quality Changes. FAO, Rome, Italy (1988)

21. Murata M, Sakaguchi M. Storage of yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) white and dark muscle in ice: Changes in content of adenine nucleotides and related compounds. *J. Food Sci.* 51: 321-326 (1986)
  22. Luong JHT, Male KB. Development of a new biosensor system for the determination of the hypoxanthine ratio, an indicator of fish freshness. *Enz. Microb. Technol.* 14: 125-130 (1992)
  23. Erikson U, Beyer AR, Sigholt T. Muscle high-energy phosphates and stress affect K-values during ice storage of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *J. Food Sci.* 62: 43-47 (1997)
  24. Vazquez-Ortiz FA, Racheo-Aguilar R, Lugo-Sanchez ME, Villegas-Ozuna RE. Application of the freshness quality index (K-value) for fresh fish to canned sardines from North-Western Mexico. *J. Food Comp. Anal.* 10: 158-165 (1997)
  25. Karube I, Matsuoka H, Suzuki S, Watanabe E, Toyama K. Determination of fish freshness with an enzyme sensor system. *J. Agric. Food Chem.* 32: 314-319 (1984)
  26. Burns GB, Kee PJ, Irvine BB. Objective Procedure for Fish Freshness Valuation Based on Nucleotide Changes Using a HPLC System. CTRFAS, Tronto, Canada (1985)
  27. Shahidi F, Chong X, Dunajski E. Freshness quality of harp seal (*Phoca groenlandica*) meat. *J. Agric. Food Chem.* 42: 868-872 (1994)
- 

(2003년 12월 26일 접수; 2004년 5월 10일 채택)