

저장조건에 따른 복어육의 유리아미노산 및 핵산 화합물의 변화

문승권 · 성기협 · 유승석[†]
세종대학교 조리외식경영학과

Change of Free Amino Acid and Nucleotide Compound of Puffer Fish Fillet under Storage Condition

Seung-Kweon Mun, Ki-Hyup Sung and Seung-Seok Yoo[†]

Dept. of Culinary and Food Service Management, Sejong University

Abstract

The objectives of this study were to evaluate the physicochemical characteristics of puffer fish under storage conditions. Free amino acids were identified in the order of taurine > alanine > lysine > leucine > glutamic acid > valine. Glutamic acid, lysine, histidine, arginine, proline, and aspartic acid increased over time and with increased temperature, and valine and tyrosine were affected by temperature. ATP decreased dramatically during 36 h of storage at 4°C, 24 h of storage at 12°C, and 16 h of storage at 20°C. IMP reached its highest level when puffer fish was stored for 36 h at 4 and 12°C and 24 h at 20°C, and hypoxanthine levels grew steeply at 60 h at 4°C, 24 h at 12°C and 20 h at 20°C. In terms of K value, the puffer fish was available for sliced raw fish within 60 h at 4°C, 24 h at 12°C and 12 h at 20°C, and the fish can be taken in after cooking within 72 h at 4°C and 12°C and 36 h at 20°C. The physicochemical quality characteristics showed that puffer fish is available for sliced raw fish within 36 h at 4°C, 16 h at 12°C and 12 h at 20°C, and that the fish can be taken after cooking within 72 h at 4°C and 12°C and 36 h at 20°C.

Key words : puffer fish, free amino acid, nucleotide, k value, food safety

1. 서론

삼면이 바다인 우리나라에서 주요한 식량자원으로 이용되고 있는 어패류, 해조류 등의 수산식품은 식량자원으로써 큰 비중을 차지하고 있다(이경혜 2007). 또한, 주요한 단백질 공급원으로도 이용되며(김배의 2005), 현대인의 다양한 생활환경의 변화로 인하여 수산식품의 소비가 점점 증가하고 있는 추세이다(박성쾌와 정명생 1994). 수산 식품은 여러 가지 기능성을 가지고 있어 건강의 유지와 질병의 예방에 많은 효과가(김기태 1999) 있다는 것이 밝혀지고 있으며, 고단백, 핵산

등을 다량 함유하고 있는 식품이다(Kim RY 등 2010). 어육의 정미성분으로는 taurine, alanine, glutamic acid, inosinic acid, 등을 들 수가 있는데 육류, 어류의 맛은 이들 화학물질의 맛 외에 치아나 혀에 감지되는 성질, 즉 텍스처 (texture)가 관계하여 상당히 다양하다. 복어의 조직 중에는 20종류 이상의 핵산 물질이 있으며, 주로 근육에 많이 들어 있다(Kim HY 등 2000). 근육에는 nucleotide계 물질 중 90% 이상이 adenine nucleotide 물질로 조직 중에서 adenine nucleotide의 변화를 보면, ATP→ADP→AMP→IMP→inosine→hypoxanthine의 분해경로를 취하며 근육에서는 시간이 지날수록 IMP가 축적되는 경향이 있다(Hong CH 등 2004). K 값은 어육의 신선도를 나타내는 지표의 하나로 ATP분해 생성물 양에 대한 Inosine(HxR)과 Hypoxanthine (Hx)량의 백분율로 표시 된다(Cho YJ 등 1984).

저장조건을 달리한 복어육의 유리아미노산 함량과 핵산관련성분에 따라 복어의 생것과 조리 시 최상의 섭취 시점을 분석하여 활발한 소비를 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

[†]Corresponding author : Seung Seok Yoo, Department of Culinary and Foodservice Management, Sejong university, Seoul 143-747, Korea
Tel: 02-3408-3824
Fax: 02-3408-4313
E-mail: yss2@sejong.ac.kr

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

복어는 식약청 인천 지방사무소에서 미생물 및 유해물 검사를 마친 중국산 양식 참복으로 평균 중량 700 g, 길이 34 cm인 것으로 2011년 6월-10월에 후구코리아에서 구입하여 수족관에 3일간 저장한 후 사용하였으며, 소금은 시판되는 순도 100%의 정제염(2011, 한주소금)을 사용하였다.

2. 실험방법

시료어인 참복(*Takifugu chinensis*)을 뇌신경 절단법(MSK법)(Mun SK 2009)으로 치사하고 제독처리 한 뒤 흐르는 수돗물에 5초간 세척한 뒤 3% 농도의 염수를 0-1℃의 온도로 맞추어 20분간 침지시킨다. 침지시킨 어육을 흐르는 수돗물에 15초간 세척한 후 밀폐용기에 담아 4℃, 12℃, 20℃로 조정된 항온기에 저장하였다. 외식업체나 일반 가정에서의 냉장 저장 온도는 약 10℃ 이내로 되어 있으나 냉장저장 시 문의 개폐에 따라 온도가 증가하는 경향을 나타내기에 4℃, 12℃, 20℃로 온도를 조정하였다. 시료는 각각 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 36, 48, 60, 72시간 마다 꺼내어 사용하였다(Fig. 1).

3. 일반성분 분석

시료의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분은 AOAC(AOAC 1990)의 방법에 의해 실시하여 수분은 105℃ 상압가열 건조법, 조단백질은 MicroKjeldahl 질소정량법, 조지방은 Soxhlet추

출법, 조회분은 550℃ 건식회화법을 적용하여 분석하였다. 모든 분석은 3회 반복으로 실험하여 평균값으로 구하였다.

4. 유리 아미노산 분석

시료 2 g을 칭량하여 증류수 20 mL를 가한 후 균질화하여 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하였다. 상층액에 sulfosalicylic acid 20 mg을 첨가하여 4℃에서 1시간동안 방치시킨 후, 다시 3,000rpm에서 20분간 원심분리하여 20 mL 정용하였다. 이 중 1 mL를 취하여 membrane filter(0.2 μm)로 여과시켜 Table 1과 같이 아미노산 자동분석기(S430-S)로 정량 분석하였다.

Table 1 Operating conditions of amino acid auto-analyzer

Instrument	S430 (SYKAM)
Column	Cation separation column (LCA K07/Li)
Column size	4.6 × 150 mm
Column temperature	37-74℃
Flow rate	Buffer 0.45 mL/min, reagent 0.25 mL/min
Buffer pH range	2.90-7.95
Wave length	440 nm and 570 nm

5. 핵산성분 분석

시료 5 g에 10% perchloric acid 용액 10 mL를 첨가한 후, 막자사발을 이용해 약 10분간 균질화 하였다. 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 상층액은 수집하고 나머지 침전물에

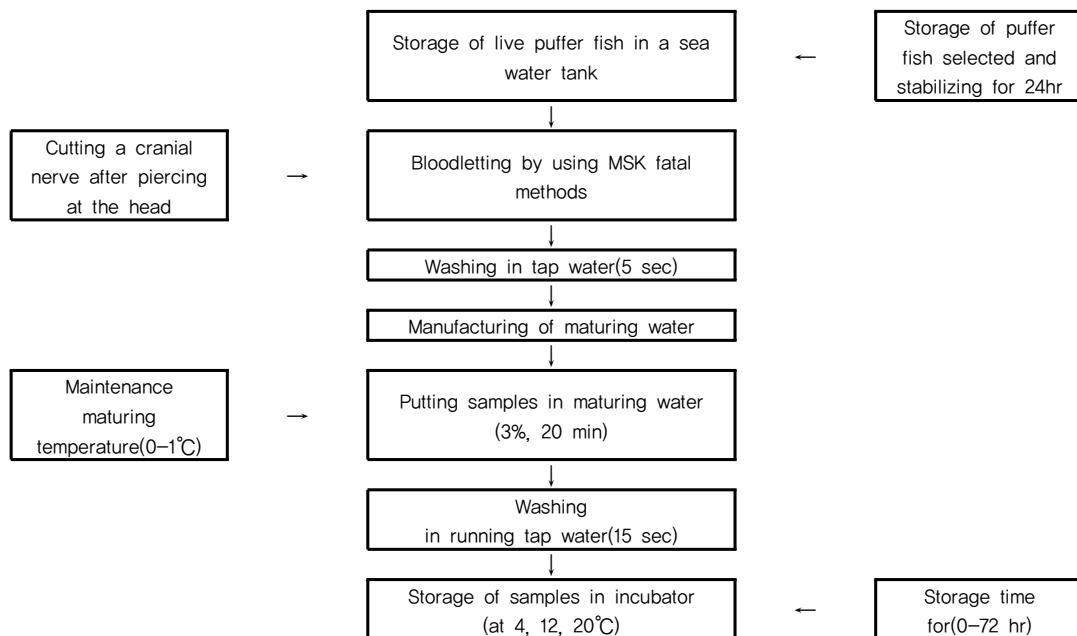


Fig. 1 Preparation process of puffer fish fillet sample

10% perchloric acid 10 mL로 위와 같은 조작을 2회 반복하여 상층액을 혼합하였다. 회수한 상층액을 여과하고 5 N potassium hydroxide를 이용하여 pH 6.5로 조정된 후, 증류수를 이용하여 100 mL로 정용하였다. 0℃에서 30분간 방치한 후, 상층액을 수집한 뒤 0.2 µm membrane filter로 여과한 뒤 시료용액을 -60℃에서 동결 보관한 뒤 일괄적으로 HPLC로 분석하였다. 분석조건은 Table 2에 나타내었다.

Table 2 Operating conditions of HPLC for nucleotides

Column	Inno C18 (250 × 4.6 mm)
Mobile phase	0.02 M KH ₂ PO ₄
Flow rate	0.7 mL/min
Detector	UV detector (254 nm)
Analysis temperature	30℃
Injection volume	20 µL

6. K-value 측정

HPLC를 사용하여 ATP관련 물질 함량을 분석한 후 신선도 값인 K value를 아래 식에 의해 계산하였다.(ATP: adenosine triphosphate, ADP: adenosine diphosphate, AMP: adenosine monophosphate, IMP: inosinic acid, HxR: inosine, Hx: hypoxanthine)

$$K(\%) = \frac{HxR + Hx}{ATP + ADP + AMP + IMP + HxR + Hx} * 100$$

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분

복어육의 일반성분 분석 결과 수분함량은 79.0±0.02%, 조단백질 함량은 17.3±0.01%, 조지방 함량은 1.4±0.03%, 조회분 성분은 1.3±0.01%로 나타났다.

2. 유리아미노산

저장 조건을 달리한 복어육의 유리아미노산 함량을 Table 3, 4, 5에 나타내었다. 0시간 저장한 어육의 아미노산 총량은 135.94 mg/100 g이었다. 그 중에서 taurine의 함량이 101.21 mg/100 g으로 전체 함량의 약 74%를 차지하였으며, 다음으로 alanine이 12.24 mg/100 g으로 전체함량의 9%, lysine이 8.26 mg/100 g으로 6%를 차지하였다. leucine, glycine, arginine tyrosine 순으로 나타났는데, 이와 같은 결과는 Yang Y 등 (1990)의 결과와 유사한 양상을 나타냈다.

4℃ 저장한 어육의 아미노산 중 taurine은 초기 101.21 mg/100 g에서 4시간 저장 105.97 mg/100g, 8시간 저장 109.85 mg/100 g으로, 72시간저장까지 140.94 mg/100 g으로 완만한 증가를 나타내었다. 저장 기간 동안 taurine의 함량 변화와 함께 다른 아미노산의 함량도 함께 증가하였기에 점유 비율은 변화하지 않았다. Lysine은 0시간 저장 시 8.26 mg/100 g에서 24시간 저장 시 18.85 mg/100 g으로 약 2배 증가하였다. Glutamic acid는 0시간 저장 시 0.49 mg/100 g에서 72시간 저장 시에는 1.73 mg/100 g으로 약 3배가량 증가하였다. Glutamic acid는 저장 기간 동안 완만한 증가를 나타내었는데, glutamic acid는 식품에 있어 감칠맛을 내는 중요한 아미노산으로써 핵산화합물인 IMP (inosine monophosphate)와 결합하게 될 경우 맛의 상승작용을 일으키는 작용을 한다(신민자 등 2002). Taurine, threonine, glycine, alanine, valine, leucine, lysine 등의 아미노산은 저장시간에 모두 검출되었는데, 시간이 경과함에 따라 모두 함량이 완만하게 증가하였다.

12℃ 저장에서 저장기간을 달리하였을 때의 결과는 4℃와 비슷한 양상을 나타냈다. Taurine은 0시간에서 72시간 저장 시 101.21 mg/100 g에서 141.35 mg/100 g의 함량을 나타내었으며, 증가와 감소를 반복하였다. Lysine은 저장 초기 8.26 mg/100 g에서 시간의 경과에 따라 완만히 증가한 후, 24시간 부터 24시간까지 10.37 mg/100 g에서 25.63 mg/100 g으로 급격한 증가를 나타내었으며, 이후 완만히 증가하였다. Glutamic acid와 alanine, leucine은 저장시간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 나타냈다.

20℃ 저장에서의 유리아미노산 함량은 4℃와 12℃와 비슷한 양상을 보였으며, 총 유리아미노산의 함량의 변화가 24시간저장 이후 급격한 증가를 나타내었다. Taurine은 저장 초기 부터 꾸준히 증가하여 저장 72시간에는 140.94 mg/100 g으로 급격한 증가를 나타냈으며, leucine과 alanine, lysine 모두 taurine과 마찬가지로 꾸준히 증가하였다.

상기 실험 결과 taurine은 온도와 시간에 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며, alanine 대조군 간에 근소한 차이는 있으나 온도와 시간에 따라 약간의 증가량을 보이고 있다. 또한 lysine과 histidine, leucine, glutamic acid는 온도가 높을수록 증가량이 점차 높아지는 경향을 나타내었다. Valine과 tyrosine은 4℃와 12℃에서 시간별 큰 변화가 없었으나 20℃에서 급격하게 증가하는 경향을 나타내었다. Glycine과 methionine은 대조군 간에 근소한 차는 있었으나 저장 조건에 큰 변화를 나타내지 않았다. Arginine은 대조군 간의 조건에 따라 온도가 높아지면서 증가량을 나타냈으며, proline 또한 온도와 시간의 증가에 따라 큰 변화가 있었으며, aspartic acid도 온도가 높아지면서 증가량도 급격한 변화를 나타내고 있었다.

상기 실험 결과 어육을 저장온도와 저장시간을 달리하였을 때 시간과 온도에 따라 leucine, glutamic acid, lysine, histidine, arginine, proline, aspartic acid 등이 영향을 받아 증가하였으며, valine과 tyrosine은 시간별 큰 변화는 없으나 온도에 영향을 받아 차이를 나타냈으며, glycine과 methionine, taurine은 온도와 시간에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

Table 3 Changes of free amino acid content in puffer fish fillet at 4°C

Unit: mg/100g

	Storage time (h)										
	0	4	8	12	16	20	24	36	48	60	72
Tau	101.21	105.97	109.85	114.98	117.04	123.03	126.20	135.39	139.16	137.39	140.94
Ala	12.24	14.73	15.25	15.55	16.22	16.29	16.41	16.42	17.15	17.17	17.42
Lys	8.26	10.27	10.59	12.59	15.03	18.21	18.85	19.12	19.69	20.46	23.59
Leu	3.03	3.10	3.75	4.00	4.00	4.05	4.09	4.11	4.11	4.45	4.77
Glu	0.49	0.65	0.58	0.50	0.65	0.71	0.66	1.61	1.69	1.73	1.91
Val	1.76	2.24	2.29	2.39	2.41	2.47	2.53	2.64	2.99	3.53	3.82
Tyr	1.99	2.37	2.46	2.50	2.60	2.62	2.67	2.79	2.90	3.37	3.44
Gly	2.71	5.10	5.16	5.40	5.58	5.81	5.84	6.05	6.22	6.49	6.70
Met	1.00	1.02	1.15	1.17	1.18	1.25	1.28	1.70	1.77	1.92	2.01
Arg	2.24	2.30	2.49	2.50	2.51	2.51	2.68	2.78	2.86	3.01	3.02
Pro	0.38	0.87	1.36	1.38	1.42	1.45	1.92	2.13	2.55	2.67	2.95
His	0.34	0.60	0.66	0.66	0.69	0.69	0.71	0.74	0.85	1.13	1.16
Asp	0.30	0.30	0.31	0.34	0.37	0.40	0.46	0.56	0.64	0.65	0.68
Total	135.94	149.50	155.91	163.96	169.70	179.49	184.29	196.04	202.57	203.96	212.41

Table 4 Changes of free amino acid content in puffer fish fillet at 12°C

Unit: mg/100g

	Storage time (h)										
	0	4	8	12	16	20	24	36	48	60	72
Tau	101.21	121.75	122.45	130.30	132.52	132.66	132.72	134.00	134.44	135.35	141.11
Ala	12.24	12.32	12.47	12.54	12.97	13.51	14.08	15.00	15.12	18.89	20.12
Lys	8.26	8.40	8.79	9.69	9.19	9.86	10.37	25.63	30.03	31.94	32.61
Leu	3.03	3.82	3.97	4.04	4.17	4.17	4.22	5.04	5.46	5.80	6.68
Glu	0.49	1.03	1.32	1.70	1.71	1.88	1.89	2.54	2.78	3.30	3.86
Val	1.76	2.56	2.63	2.63	2.63	2.65	2.81	2.95	3.09	3.23	3.61
Tyr	1.99	2.04	2.25	2.30	2.32	2.32	2.38	2.73	2.75	3.24	3.74
Gly	2.71	4.58	4.93	5.12	5.29	5.42	5.50	5.56	7.00	7.21	8.61
Met	1.00	1.14	1.15	1.18	1.22	1.24	1.24	1.32	1.66	1.95	2.40
Arg	2.24	3.81	3.88	4.21	4.15	4.23	4.31	4.68	4.92	5.09	6.07
Pro	0.38	0.44	0.81	1.02	1.25	1.52	1.56	1.76	1.93	2.29	11.92
His	0.34	0.70	0.76	0.80	0.78	0.84	0.94	1.34	1.44	2.00	2.90
Asp	0.30	0.36	0.38	0.51	0.62	0.66	0.87	1.18	1.31	1.39	2.72
Total	135.94	162.95	165.77	176.05	178.81	180.96	182.89	203.72	211.91	221.67	246.35

Table 5. Changes of free amino acid content in puffer fish fillet at 20°C

Unit: mg/100g

	Storage temperature (h)										
	0	4	8	12	16	20	24	36	48	60	72
Tau	101.21	121.98	126.29	137.48	147.88	148.31	148.58	148.91	148.95	149.96	150.15
Ala	12.24	13.54	14.07	14.49	17.41	17.98	18.02	18.21	22.13	22.61	39.35
Lys	8.26	9.02	9.57	10.21	10.58	10.83	12.69	19.56	21.01	31.81	40.61
Leu	3.03	5.39	5.93	5.97	6.10	6.14	6.16	8.06	16.13	26.12	32.51
Glu	0.49	0.85	0.88	0.98	1.30	1.80	1.98	3.86	13.23	12.46	48.70
Val	1.76	2.35	3.03	3.63	3.77	3.80	3.83	5.22	7.42	12.57	31.71
Tyr	1.99	2.86	3.53	3.59	3.65	3.65	4.57	4.81	8.27	13.35	27.14
Gly	2.71	4.93	4.77	5.40	5.99	6.26	6.31	8.69	9.32	10.98	12.81
Met	1.00	1.58	1.67	1.70	1.82	1.83	1.91	2.69	8.04	12.01	28.58
Arg	2.24	2.25	3.13	3.22	3.39	3.37	4.28	4.94	9.04	10.89	12.52
Pro	0.38	1.79	1.84	1.95	2.11	2.40	2.71	3.19	2.30	4.87	5.37
His	0.34	0.87	1.23	1.24	1.35	1.40	1.63	1.81	3.11	5.24	9.72
Asp	0.30	0.55	0.67	0.77	0.83	1.04	1.16	1.54	2.53	3.79	9.92
Total	135.94	167.96	176.59	190.61	206.17	208.79	213.82	231.48	271.47	316.65	449.09

3. 핵산화합물

저장 조건을 달리한 복어육의 핵산관련 성분을 HPLC로 분석하여(Fig. 2~4)에 나타내었다.

살아있는 생선의 경우 CP(creatine phosphate), ATP(adenosine triphosphate)와 ADP (adenosine diphosphate) 등과 같은 고에너지 화합물들이 존재하며, ATP는 인체 내에서 주요한 고에너지 화합물로서 세포생존에 필수적인 역할을 한다. 사후 경직과 함께 ATP함량 변화가 생기게 되는데 ATP는 ADP, AMP(adenosine monophosphate)등으로 탈인산화되며, AMP는 IMP(inosinic acid)로 빠르게 탈아미노화되며, IMP는 최종적으로 HxR(inosine)과 Hx(hypoxanthine)으로 바뀐다.

0시간 저장한 어육의 핵산성분 중 ATP의 함량이 5.70 $\mu\text{mole/g}$ 으로 84%를 차지하였으며, ADP는 9%, AMP는 1.7%, IMP는 4.3%, inosine은 0%, hypoxanthine은 0.2%를 나타내었으며, 총 ATP관련물질의 함량은 6.76 $\mu\text{mole/g}$ 으로 나타났다.

4 $^{\circ}\text{C}$ 저장에서 ATP의 함량은 저장초기부터 감소를 나타내었다. ADP의 함량은 저장 20시간에 급격한 감소를 나타내었으며, AMP의 함량은 큰 변화 없이 거의 일정하게 유지되었다. IMP의 함량은 저장 16시간부터 급격한 증가를 보였으며 저장 36시간까지 증가하는 경향을 나타내었으며, 저장 36시간에는 4.66 $\mu\text{mole/g}$ 으로 최대함량을 나타내다가 서서히 감소하였다. 또한 inosine의 함량은 초기 0 $\mu\text{mole/g}$ 에서 점차 완만히 증가하기 시작하여 60시간부터 72시간까지 0.34 $\mu\text{mole/g}$ 에서 0.52 $\mu\text{mole/g}$ 으로 급격한 증가를 나타내었다.

Hypoxanthine 또한 저장 0시간부터 60시간까지 0.01 $\mu\text{mole/g}$ 에서 0.11 $\mu\text{mole/g}$ 으로 완만히 증가하였으며, 그 이후인 72시간에 0.23 $\mu\text{mole/g}$ 으로 급격한 증가를 나타내었다(Fig. 2).

12 $^{\circ}\text{C}$ 저장에서 ATP의 경우 치사 후 숙성시킨 어육은 5.70 $\mu\text{mole/g}$ 에서 4시간 후 3.46 $\mu\text{mole/g}$, 12시간 후 2.60 $\mu\text{mole/g}$, 20시간 1.90 $\mu\text{mole/g}$ 으로 완만한 감소를 나타내다가 저장 24시간에서는 급격히 감소하여 72시간에는 0.07 $\mu\text{mole/g}$ 으로 많은 분해를 나타내었다.

ADP와 AMP의 함량은 일정한 량을 유지하다가 저장 24시간부터 점차 감소하는 경향을 나타내었다.

IMP는 저장 0시간부터 36시간까지 0.29 $\mu\text{mole/g}$ 에서 5.26 $\mu\text{mole/g}$ 으로 완만히 증가하였으며, 저장 48시간부터 4.80 $\mu\text{mole/g}$ 으로 감소하여 저장 60시간에는 3.49 $\mu\text{mole/g}$, 72시간에는 2.80 $\mu\text{mole/g}$ 으로 완만히 감소하였다.

저장 0시간에 inosine은 검출되지 않았으며, 저장 4시간부터 완만한 증가를 나타내었다. Hypoxanthine 또한 저장 0시간부터 완만한 증가를 나타내었고, 저장 60시간에 0.62 $\mu\text{mole/g}$ 에서 저장 72시간까지 1.18 $\mu\text{mole/g}$ 으로 급격한 증가를 나타내었다.

ATP와 ADP, AMP가 분해되어 감소함에 따라 inosine과 hypoxanthine이 증가함을 알 수 있다(Fig 3).

20 $^{\circ}\text{C}$ 저장에서 ATP의 함량은 저장 0시간부터 12, 20, 36, 72시간까지 5.70 $\mu\text{mole/g}$ 에서 3.44 $\mu\text{mole/g}$, 1.06 $\mu\text{mole/g}$, 0.17 $\mu\text{mole/g}$, 0.08 $\mu\text{mole/g}$ 으로 완만하게 감소하였다.

ADP의 함량은 초기 0.65 $\mu\text{mole/g}$ 에서 저장 72시간까지 완만하게 감소하여 0.09 $\mu\text{mole/g}$ 으로 나타났다. AMP의 함량은 저장온도 4 $^{\circ}\text{C}$ 와 12 $^{\circ}\text{C}$ 와 마찬가지로 큰 변화없이 일정하게 유지되었다. inosine의 함량은 저장 초기 0 $\mu\text{mole/g}$ 에서 일정량 증가하는 것을 알 수 있다. 저장초기 0.01 $\mu\text{mole/g}$ 의 함량을 나타낸 hypoxanthine 또한 inosine과 마찬가지로 일정량 증가하였다(Fig 4).

저장온도를 달리한 고등어의 경우 온도가 높을수록 IMP는 급격히 감소하며, inosine의 경우 온도가 높을수록 증가속도가 빨랐다(Woo KJ와 Kinji Endo 1996). Hong CH(2003)은 어종별로 사후 핵산관련성분의 변화에 있어 어종별 다른 함량을 나타낸다고 밝혀냈다. 상기 실험 결과 ATP는 4 $^{\circ}\text{C}$ 에서 36시간에서 48시간에 2배 이상 감소하였으며, 12 $^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간부터 36시간에, 20 $^{\circ}\text{C}$ 에서 16시간에서 20시간에 가장 감소하였으며, IMP는 4 $^{\circ}\text{C}$ 에서 저장 36시간, 12 $^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간, 20 $^{\circ}\text{C}$ 에서 20시간으로 최고치를 나타내었으며, 부패산물인 hypoxanthine은 4 $^{\circ}\text{C}$ 에서 60시간에서 72시간에 가장 증가하며, 12 $^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간에서 36시간, 20 $^{\circ}\text{C}$ 에서 20시간에서 24시간에 증가하였다.

4. K value

저장조건을 달리한 어육의 K value는 Fig. 5에 나타내었다. 저장 0시간에서는 0.19로 K 값이 아주 낮은 값을 나타냈으며, 시간이 경과함에 따라 4 $^{\circ}\text{C}$ 에서는 크게 증가하지 않았으며 36시간 이후부터 4.82%에서 7.07%로 급격한 변화를 나타내었다. K 값인 20%에 도달하는 시간은 4 $^{\circ}\text{C}$ 는 72시간 이후, 12 $^{\circ}\text{C}$ 는 60시간, 20 $^{\circ}\text{C}$ 는 36시간으로 감소되었다.

즉살한 넙치 근육의 K 값은 10 $^{\circ}\text{C}$ 저장에서 초기부터 급격히 증가하여 저장 65시간 후에 50%에 도달하였으며, 온도가 낮을수록 K 값의 증가는 상당히 억제되는 것을 볼 수 있었으며, 이와 같은 결과는 복어의 저장에서와 비슷한 양상을 나타내었다. 또한 Kim YY와 Cho YJ(1992)의 결과에서 K 값은 저장온도가 높을수록 저장기간이 증가한다는 결과와 비슷한 양상을 나타내었다(Kim SJ 2011).

상기와 같은 결과를 통하여 저장온도가 높아지고, 저장시간이 증가함에 따라 신선도 지표인 K 값이 증가하는 것을 볼 수 있었으며, 즉살활어를 더 낮은 온도에 저장함으로써 선도가 더 잘 유지된다고 할 수 있다.

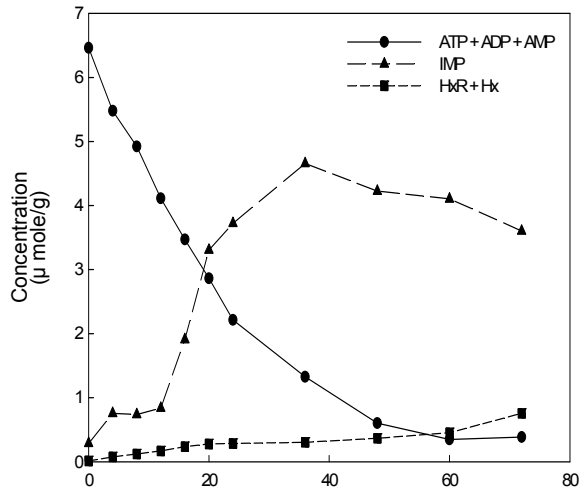


Fig. 2 Changes in nucleotide-related compounds of puffer fish fillet at 4°C.

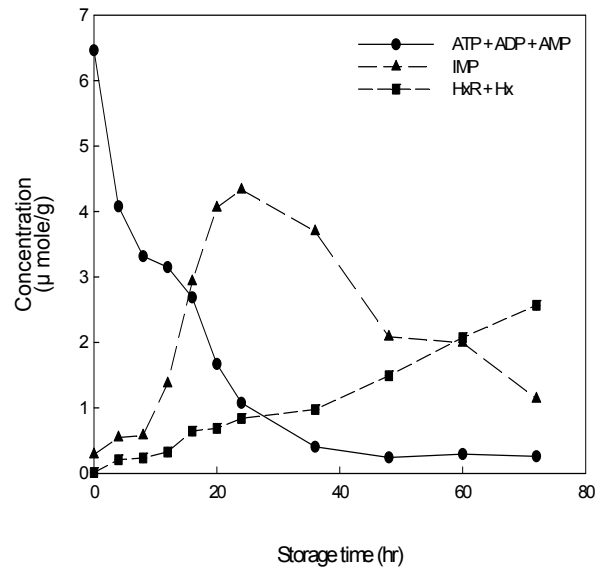


Fig. 4 Changes in nucleotide-related compounds of puffer fish fillet at 20°C.

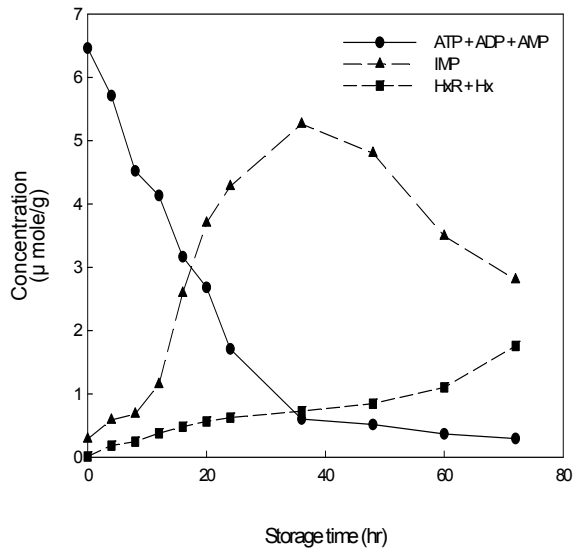


Fig. 3 Changes in nucleotide-related compounds of puffer fish fillet at 12°C.

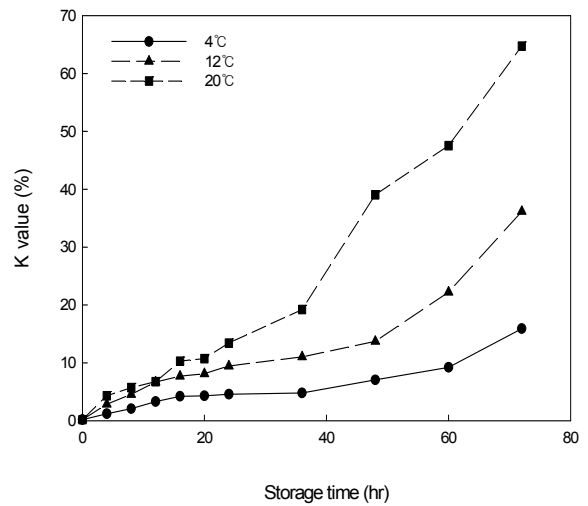


Fig. 5 Changes in K value of puffer fish fillet prepared by different storage condition.

IV. 결론

숙성 시킨 후의 맛이 더 뛰어난 복어의 식품학적으로 안전한 최상의 섭취 시점을 알기 위하여 유리아미노산성분, 핵산 화합물성분을 분석한 결과 유리아미노산은 taurine> alanine> lysine> leucine> glutamic acid> valine 순으로 나타났으며 leucine, glutamic acid, lysine, histidine, arginine, proline, aspartic acid 등은 시간과 온도에 영향을 받아 증가하였으며, valine과 tyrosine은 온도에 영향을 받아 증가하였다. 핵산성분 중 ATP는 4℃에서 36시간, 12℃에서 24시간, 20℃에서 16시간에 급격히 감소하였으며, IMP는 4℃에서 36시간, 12℃에서 36시간, 20℃에서 24시간에 가장 높은 수치를 나타내었으며, hypoxanthine은 4℃에서 60시간, 12℃는 24시간, 20℃는 20시간에 급격한 증가를 나타내었다. K value는 4℃에서 60시간, 12℃에서 24시간, 20℃에서 12시간 이내에 유효범으로 섭취 가능하며, 4℃에서 72시간, 12℃에서 72시간, 20℃에서 36시간까지 가열 조리 시 섭취 가능하다고 나타났다. 이화학적 품질 특성을 종합한 결과 4℃에서 36시간, 12℃에서 16시간, 20℃에서 12시간 이내에 유효범으로 섭취 가능하며, 4℃에서 72시간, 12℃에서 72시간, 20℃에서 36시간 이내에 가열조리 시 섭취 가능하다고 판단된다.

참고문헌

- 김기태. 1999. 건강과 바다. 양문. 서울. pp 229-250
- 김배의. 2005. 수산물 소비 촉진을 위한 생선회 선호도 실태 조사. 석사학위. 부경대학교. pp 10
- 박성래, 정명생. 1994. 수산물의 소비패턴 변화와 수요전망. 한국농촌경제연구원. 서울. pp 4
- 신민자, 정재홍, 김정숙, 정두례, 강명수. 2002. 식품조리원리. 광문각. 서울. pp 60
- 이경혜. 2007. 수산식품가공학. 진로. 서울. pp 4
- AOAC. Official methods of analysis. 1990. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA
- Cho YJ, H Shinano, M Akiba. 1984. Studies on the microbiological ecology of mackerel stored by the method of partial freezing- I. Changes in microflora and chemical compounds in mackerel stored by partial freezing. Bulletin of the faculty of fisheries, Hokkaido University of Japan. pp 271-285
- Hong CH, Lee JM, Kim KS. 2004. Changes of nucleotides in the raw fishes during the aquarium storage. Korean J Food Sci Technol 36(3): 379-384
- Hong CH. 2003. Study on the changes of taste compounds of the raw fish in the foodservice industry. Master Thesis. Chosun

University of Korea. pp 38-39

- Kim HY, Shin JW, Sim GC, Park HO, Kim HS, Kim SM, Cho JS, Jang SM. 2000. Comparison of the taste compounds of wild and cultured eel, puffer and snake head. Korean J Food Sci Technol 32(5): 1058-1067
- Kim RY, Sung NJ, Kim WT, Park JH, Kim YJ, Ju JC. 2010. Physicochemical characteristic of concentrate prepared by puffer muscle and skin. J Korean Soc Food Sci Nutr 39(2): 267-273
- Kim SJ. 2011. Effect of growth and immunity improvement of black rockfish (*Sebastes schlegelii*) by green tea extract. Doctor Thesis Chonnam National University of Korea. pp 20
- Kim YY, Cho YJ. 1992. Early changes after death of plaice *Paralichthys olivaceus* muscle. 1. Relationship between early changes after death and temperature dependency. Bull Korean Fish Soc. 25(3): 189-196
- Mun SK. 2009. Fatal method of puffer fish. Korea Institute of Patent Information. Seoul
- Woo KJ, Kinji Endo. 1996. The effects of salt and temperature on changes of adenosine triphosphate related compounds and free amino acids in mackerel muscle during storage. Journal of the East Asian of Dietary life. 6(1): 102
- Yang Y, Han YS, Pyeun JH. 1990. Changes of the composition of nitrogenous compounds in globe fish meat extracts by the cooking method. Korean J Soc Food Sci 6(2): 85-95