

## 대멸치의 건조 및 저장 중 ATP 관련화합물의 변화

조영제 · 김태진\* · 심길보 · 이호수 · 이남걸\*\* · 최영준\*\*\*  
 부경대학교 식품생명공학부, \*국립수산진흥원, \*\*동명대학 식품가공과,  
 \*\*\*경상대학교 해양생물이용학부

## Changes of ATP Related Compounds of Large Anchovy During Drying and Storage

Young-Je CHO, Tae-Jin KIM\*, Kil-Bo SHIM, Ho-Su LEE,  
 Nahm-Gul LEE\*\*, Young-Jun CHOI\*\*\*

Faculty of Food Science and Biotechnology, Food Science and Technology major,  
 PuKyong National Univ., Pusan 608-737, Korea

\*Sanitation and Processing Research Division, National Fisheries R & D Institute,  
 Pusan 619-900, Korea

\*\*Department of Food Science and Technology, DongMyong College, Pusan 608-080, Korea

\*\*\*Division of Marine Bioscience/Institute of Marine Industry, GyeongSang National Univ.,  
 Tong-Yeong 650-160, Korea

This study was conducted to examine the changes of contents of ATP related compounds during drying of large anchovy and storage of dried large anchovy (DLA) according to storage temperature and package method. The total content of ATP related compounds of raw large anchovy was 36.0  $\mu\text{mole/g}$  and the major ATP related compounds were consisted of IMP and hypoxanthine. The IMP content of DLA was the highest in 20°C cold-air drying, and the breakdown of IMP was progressed rapidly in 60°C air drying, followed by 40°C air drying, sun drying, and 20°C cold-air drying. During storage of DLA, ATP was not detected while ADP and AMP was detected in a very small amount, and the changes of ATP related compounds were coincided with the changes of contents of IMP, inosine and hypoxanthine. The changes of ATP related compounds with different package method did not show distinct differences, while with different storage temperature showed clear difference. The content of IMP was over 8.88  $\mu\text{mole/g}$  on 60 days at -20°C, while were over 0.83  $\mu\text{mole/g}$  and 0.202  $\mu\text{mole/g}$  on 16 days at 5°C and 25°C, respectively. These results suggest that the breakdown of IMP depends on storage temperature and frozen storage affects good quality of DLA during storage.

**Keywords:** ATP related compounds, Dried large anchovy, Storage temperature, Package method.

### 서 론

수산동물 중의 ATP 관련화합물의 함량은 정미성분, 선도판정, ATP의 분해산물인 ribose로 인한 갈변의 원인물질로 작용하는 등 식품학적인 측면에서 여러 가지 의의를 지니고 있다. 어류 가공 및 저장 중 ATP 관련화합물의 변화는 마른멸치 (Lee and Park, 1971), 명태 (Lee et al., 1972), 붕장어 (Lee and Han, 1972), 왜문어 (Park and Lee, 1972), 떡장어 (Kim and Lee, 1973), 굴비 (Lee and Kim, 1975) 등에 관한 보고가 있으며, 또한 대구의 동결저장 중 핵산관련물질의 변화 (Nowlan and Dyer, 1969), 황새치의 빙장 및 동결 중의 변화 (Dyer et al., 1966), 고등어 저장 중의 변화 (Frazer et al., 1968) 등에 관하여 보고된 바 있다. 한편, 경남 기장의 특산물인 대멸치 (*Engraulis japonica*)는 칼슘을 다량 함유하고 양질의 아미노산과 고도불포화 지방산, 각종 유용 비타민, 정미성분 등을 함유하여 영양학적으로 우수하고 그 가공처리 방법에 따라서 기호성을 부여해 줄 수 있는 수산가공품의 원료로서의 잠재능을 보유하고 있지만 가공·저장 중에 지질의 산화로 인하여 제품이 쉽게 변질되기 때문에 생산량의 90% 이상이 젓갈 원료로 사용되며 나머지 약 10%가 횡감 또는 소건품 (素乾品)의 원료로 사용되고 있다. 전보 (Cho et al., 2000a; 2000b)에서 대멸치로 년 중 유통이 가능한 소건품을 개발하기 위하여 대멸치의 건조 및 저장 중 지질산화 및 지방산 조성의 변화에 대하여 시험한

바 있으며, 본 연구에서는 ATP 관련화합물의 함량변화를 조사하여 적절한 건조조건 및 저장방법을 설정하고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 시료, 건조, 포장 및 저장

본 실험에 사용한 멸치는 부산시 기장읍에서 정치망으로 어획한 대멸치 (Large anchovy, 체장 평균 12.5cm, 체중 평균 14.9g)로 얼음을 채워 냉각한 상태로 실험실로 운반하여 사용하였다. 대멸치의 건조는 물빼기 한 다음, 전처리하여 천일건조 (일광건조, 평균온도 30±5°C), 20°C 냉풍건조 (풍속 3.1m/sec), 40°C 열풍건조 (풍속 1.4m/sec), 60°C 열풍건조 (풍속 1.4m/sec)의 4가지 조건으로 설정하였다. 건조한 대멸치의 포장 및 저장은 각각 polyethylene film으로 일반포장, 진공포장기 (Vac-Star AG. Postfach. Ch-3210 Kerzers. 1000ST)를 사용하여 진공포장, 탈산소제 (수분의존형)를 넣어 탈산소제동봉포장을 하였다. 포장한 시료는 25°C 항온기, 5°C 냉장고 및 -20°C 동결고에 각각 저장하여 두고 실험하였다.

#### 2. ATP 관련화합물의 함량 측정

ATP 관련화합물의 측정은 Iwamoto et al. (1987)의 방법에 따라 추출하여 HPLC (Waters 600, USA)로 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 대멸치 건조 중 ATP 관련화합물의 함량 변화

대멸치를 건조하면서 건조조건에 따른 ATP 관련화합물 함량의 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 원료 대멸치의 ATP 관련화합물의 총량은 36.0  $\mu\text{mole/g}$ 이었으며 이 중 IMP와 hypoxanthine이 대부분을 차지하였다. 건조 중 대멸치의 ATP 관련화합물의 총량은 35.7~37.2  $\mu\text{mole/g}$  범위로 거의 비슷하였으며, 20 $^{\circ}\text{C}$ 에서 냉풍건조한 것 (Fig. 1A)은 건조 7.5시간째 IMP의 함량이 11.7  $\mu\text{mole/g}$ 이 잔존하였으나, 40 $^{\circ}\text{C}$  열풍건조 (Fig. 1C)에 있어서는 7.5시간째 3.50  $\mu\text{mole/g}$ 에 불과하였으며, 60 $^{\circ}\text{C}$  열풍건조 (Fig. 1D)는 건조 4.5시간째 4.09  $\mu\text{mole/g}$ 에 지나지 않았고 천일건조한 것 (Fig. 1B)은 건조 6.5시간째 8.90  $\mu\text{mole/g}$ 을 나타내었다. 건조온도에 따른 IMP의 감소는 60 $^{\circ}\text{C}$  열풍건조, 40 $^{\circ}\text{C}$  온풍건조, 천일건조, 20 $^{\circ}\text{C}$  냉풍건조의 순으로 느리게 진행되었다. 대멸치 건조 중 ADP와 AMP의 함량은 큰 변화를 보이지 않았으며 원료에 비하여 inosine과 hypoxanthine의 함량이 증가하였고, 또한 건조온도가 높을수록 건조 중 inosine의 생성량이 많아지는 경향을 나타내었다. 이와 같이 건조 중 IMP의 잔존량은 20 $^{\circ}\text{C}$  냉풍건조에서 가장 높게 나타났는데, 이것은 열풍건조나 천일건조에 비하여 상대적으로 건조온도가 낮기 때문에 IMP의 잔존량이 높은 것으로 생각되며 Lee (1968)도 고등어 및 전갱이 등을 건조하였을 때 50 $^{\circ}\text{C}$ 에서 열풍건조한 것이 30 $^{\circ}\text{C}$  부근에서 천일건조한 것에 비하여 IMP의 소실량

이 많다고 하였다. 또한 결과에는 ADP와 AMP의 량을 묶어서 표기하였지만 건조과정 중 ADP의 함량이 많고 AMP의 함량이 낮았다. 건조 중이나 건조 후 ADP의 함량이 높은 것은 ATP가 분해되어 생성된 유리 ADP가 아니고 myofibril과 결합된 안정한 "bound nucleotide"라고 볼 수 있으며 (Perry, 1952), ADP가 장기간 유지되는 것은 이러한 "bound nucleotide"에 속하는 stable nucleotide에 연유한 것이라 여겨진다. 건조식품에 있어서 IMP가 주요한 맛 성분으로 작용하기 때문에 (Lee, 1968), 대멸치의 소건품을 제조함에 있어서 적당한 건조조건은 IMP의 잔존량이 많은 20 $^{\circ}\text{C}$  냉풍건조가 효과적이라 생각된다. 건조 중 건조조건에 따른 ATP 관련화합물의 변화는 건조온도가 높을수록 IMP까지 분해되는데 소요되는 시간이 단축됨을 보여주었다. 이로부터 대멸치를 냉풍건조하는 것이 건조 중 ATP 관련화합물의 분해를 억제하며 어육의 맛 성분인 IMP의 잔존량이 가장 많고 지질산화도 억제하기 때문에 (Cho et al., 2000a), 대멸치 소건품을 제조하기 위한 적정 건조조건은 20 $^{\circ}\text{C}$  냉풍건조가 양호하리라 생각된다. 한편 결과에는 나타나지 않았지만 20 $^{\circ}\text{C}$  진공건조는 냉풍건조와 비슷한 효과를 나타낸 반면 건조비용이 더 소요되기 때문에 20 $^{\circ}\text{C}$ 에서 냉풍건조하는 것이 더 효과적인 건조방법으로 판단된다.

2. 건조 대멸치의 저장 중 ATP 관련화합물의 변화

건조 대멸치를 -20 $^{\circ}\text{C}$ 에 저장하면서 포장방법에 따른 ATP 관련화합물의 함량변화를 Fig. 2에 나타내었다. 건조 후 대멸치의 ATP 관련화합물의 총량은 약 36  $\mu\text{mole/g}$ 로 건조 전의 멸치와 거의 비슷하였으며 저장 중 거의 변화를 나타내지 않았다. ATP 관련화합물 중 ADP + AMP는 2.4%로 아주 낮았으며, IMP가 33.4%, inosine (HxR)이 19.8%, hypoxanthine (Hx)이 43.8%로 IMP와 hypoxanthine이 대부분을 차지하였다. 일반포장한 건조 대멸치의 저장 중 ADP + AMP의 함량은 변화가 없었으나 IMP는 다소 감소하였고 inosine이 증가하는 경향을 나타내었으며, hypoxanthine도 미량 증가하였다 (Fig. 2A). 진공포장 (Fig. 2B)과 탈산소제동봉포장하였을 때 (Fig. 2C)도 IMP는 저장기간이 경과함에 따라서 감소되었으며 HxR과 Hx는 증가하였다. 저장 60일째 IMP의 잔존량은 일반포장이 10.58  $\mu\text{mole/g}$ , 진공포장이 9.87  $\mu\text{mole/g}$ , 탈산소제동봉포장은 8.88  $\mu\text{mole/g}$ 으로 일반포장이 진공포장이나 탈산소제동봉포장에 비하여 IMP의 분해가 다소 느리게 진행되었다. 이것은 원료 멸치의 IMP 함량의 차이에서 기인된 이유도 있을 수 있겠지만 산소를 배제시킨 포장방법이 ATP 관련화합물의 분해를 억제하지 못한다는 것을 의미하고 있다.

Fig. 3은 건조 대멸치를 5 $^{\circ}\text{C}$ 에 저장하면서 ATP 관련화합물의 함량 변화를 살펴본 것이다. 일반포장한 건조 대멸치의 ADP + AMP함량은 큰 변화를 보이지 않았으나, IMP는 건조 직후의 12.07  $\mu\text{mole/g}$ 에 비하여 저장 16일째는 1.02  $\mu\text{mole/g}$ 로 현저하게 저하되었으며 HxR에 비하여 Hx의 함량증가가 현저하였다 (Fig. 3A). 진공포장 (Fig. 3B) 및 탈산소제동봉포장 (Fig. 3C)하여 저장하였을 때 ATP 관련화합물의 변화는 일반포장의 경우와 거의 비슷하게 진행되었으며 저장 16일째 IMP의 잔존량은 진공포장과 탈산소제동봉포장 각각 0.83  $\mu\text{mole/g}$ , 1.15  $\mu\text{mole/g}$ 로 탈산소제동봉포장한 것이 IMP의 잔존량이 더 높았다. 건조 대멸치를 25 $^{\circ}\text{C}$ 에 저장하면서 저장 중 ATP 관련화합물의 변화를 Fig. 4에 나타내었

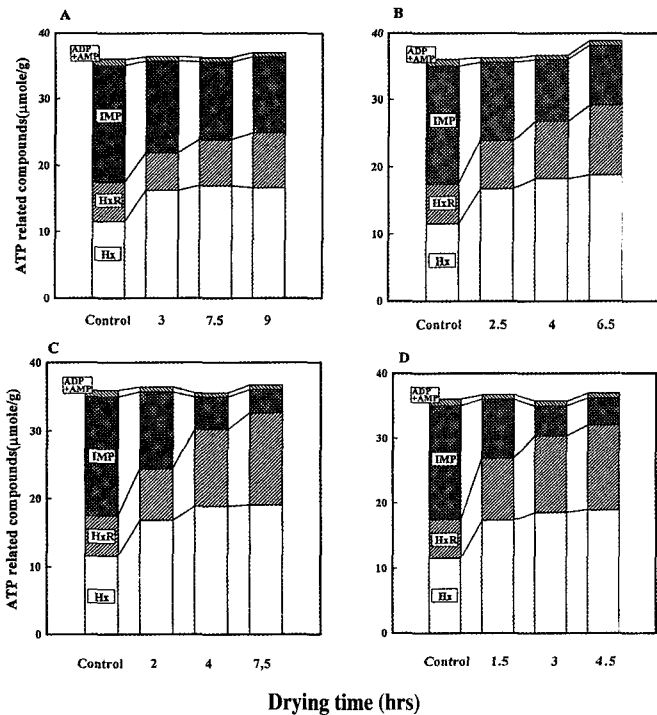


Fig. 1. Changes in ATP related compounds contents of large anchovy with difference drying methods. A: Cold-air drying (20 $^{\circ}\text{C}$ ) B: Sun-drying C: Hot-air drying (40 $^{\circ}\text{C}$ ) D: Hot-air drying (60 $^{\circ}\text{C}$ )

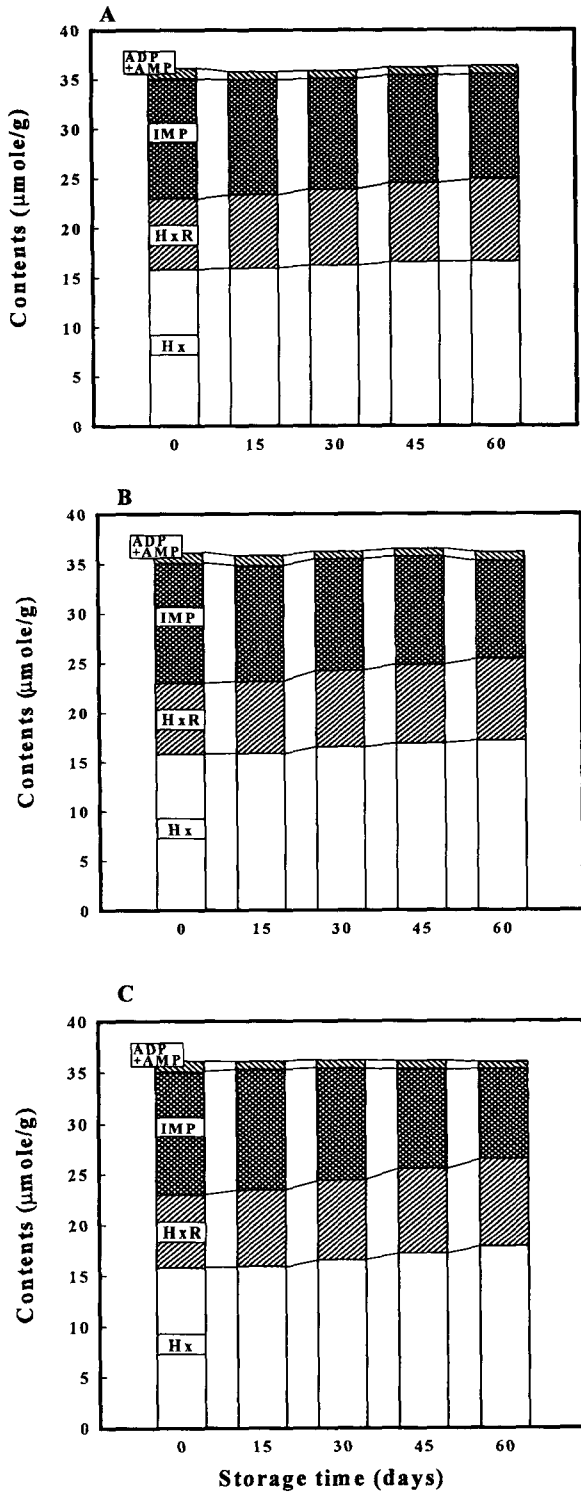


Fig. 2. Changes of ATP related compounds contents of dried large anchovy during storage at  $-20^{\circ}\text{C}$ .  
 A: Packed in Polyethylene film  
 B: Packed in vacuum  
 C: Packed with oxygen absorber

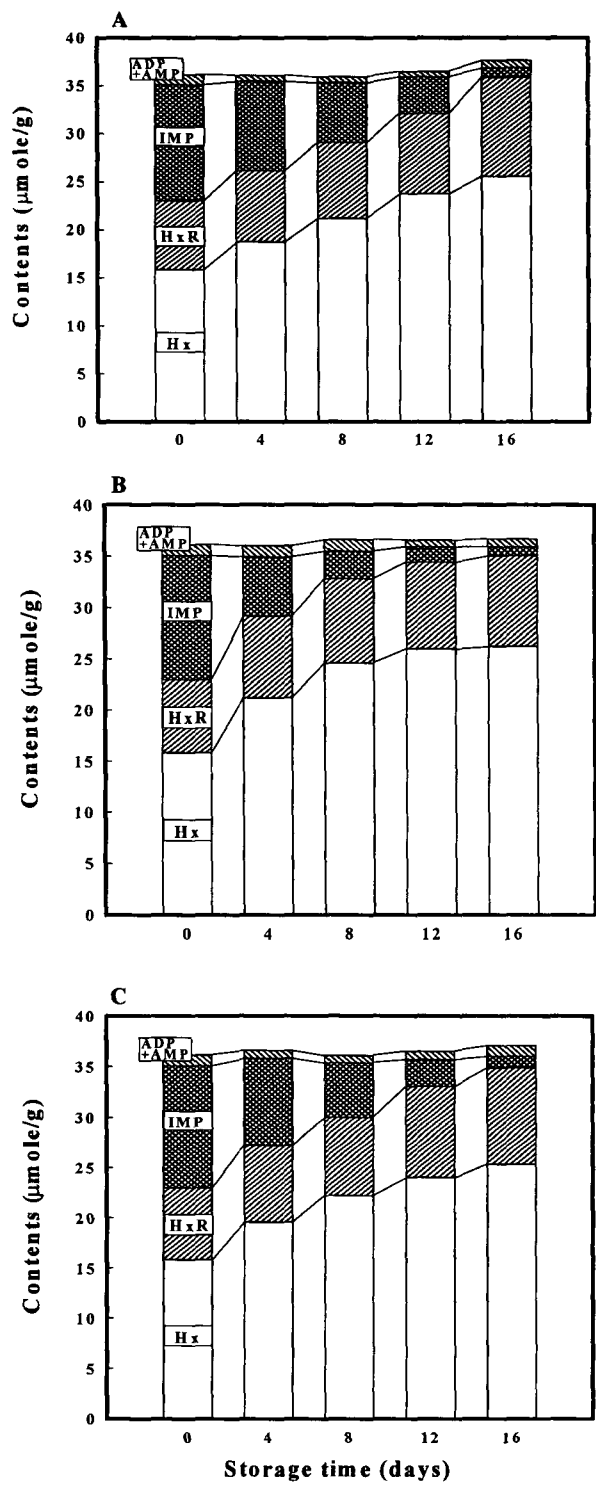


Fig. 3. Changes of ATP related compounds contents of dried large anchovy during storage at  $5^{\circ}\text{C}$ .  
 Symbols are refer to Fig. 2

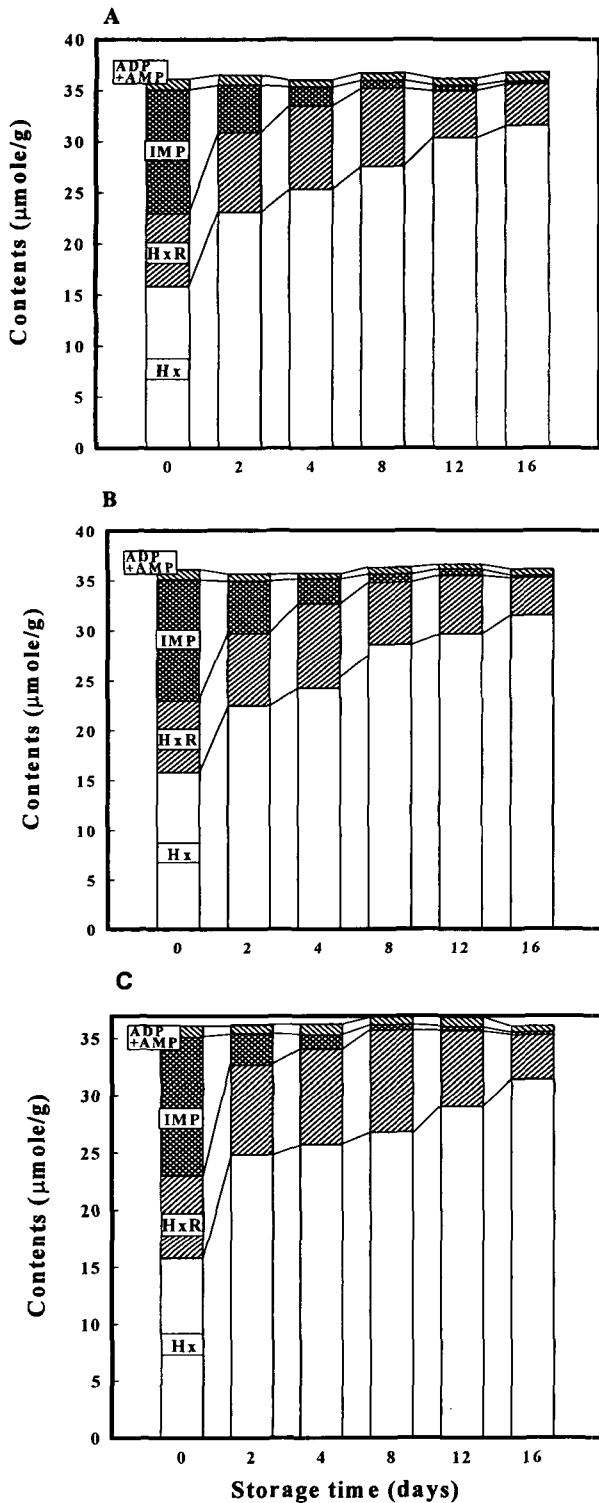


Fig. 4. Changes of ATP related compounds contents of dried large anchovy during storage at 25°C. Symbols are refer to Fig. 2

다. 25°C에 저장하였을 때에도 -20°C나 5°C와 비슷하게 ADP + AMP의 함량변화는 거의 없었으며 IMP의 함량은 감소하고 HxR이나 Hx는 증가하는 경향을 나타내었다. IMP의 잔존량이나 HxR이나 Hx의 증가량은 포장방법에 따라 큰 차이를 나타내지 않았다.

건조 대멸치를 저장하였을 때 ATP는 거의 나타나지 않았는데 이것은 정치망으로 어획한 대멸치가 망속에서 죽기까지 고민사하여 ATP가 거의 소실되었기 때문이며 어획 후 일부 남아있더라도 수송 또는 건조 중에 소실되었으리라 생각된다. 건조 대멸치의 저장 중 ATP 관련화합물의 변화는 주로 IMP, HxR, Hx의 함량 변화에 의하여 일어났으며 ADP와 AMP는 미량 검출되었는데 이것은 ATP의 분해로 생성된 AMP는 AMP deaminase의 활성이 강력하기 때문에 곧 IMP로 분해되므로 잔존량이 적은 것으로 생각된다. 이와 같은 결과는 Park and Lee (1971)가 자건멸치의 저장 중 ADP와 AMP가 상당량 잔존했다고 보고와 일치한다고 여겨지는데 왜냐하면 자건멸치는 제조과정 중 멸치를 자숙하므로 ADP나 AMP를 분해하는 효소가 자숙에 의해 실활되었기 때문에 상대적으로 소진품에 있어서 ADP나 AMP의 함량이 낮은 것이라고 판단된다. 일반포장, 진공포장, 탈산소제동봉포장 등 포장방법에 따라서는 ATP 관련화합물의 변화가 뚜렷하지 않았으나 저장온도에 따라서는 현저한 차이를 나타내었다. 즉, -25°C에 저장하였을 때는 저장 60일째에도 IMP의 함량은 8.88 μmole/g 이상이었으나, 5°C에서는 저장 16일째 0.83 μmole/g로 현저하게 감소되었고 25°C에서는 0.202 μmole/g로 IMP의 잔존량이 차이를 나타내었다. 이것은 저장온도에 따라서 IMP를 분해하는 phosphatase나 5'-nucleotidase가 5°C나 25°C에 저장 중 IMP를 효과적으로 분해하기 때문이며, 이들 효소의 활성은 -20°C에서는 억제되기 때문에 -20°C에 저장한 대멸치의 IMP 함량이 25°C나 5°C에 저장한 것에 비하여 상대적으로 높은 것이라고 여겨진다. IMP의 잔존량이 높다는 것은 맛의 유지 측면에서 대단히 중요하며, 특히 건조한 어육은 IMP에서 HxR이나 Hx로 분해가 진행됨에 따라 맛이 감소하기 때문에 IMP의 함량을 장기간 유지할 수 있는 동결저장 방법이 건조 대멸치의 품질유지에 효과적이라 생각된다.

요 약

원료 멸치의 ATP 관련화합물의 총량은 36.0 μmole/g이었으며 이 중 IMP와 hypoxanthin이 대부분을 차지하였다. 20°C에서 냉풍 건조한 대멸치의 IMP함량은 건조 7.5시간째 11.7 μmole/g로 가장 높은 잔존량을 나타내었으며 건조온도에 따른 IMP의 감소는 60°C 송풍건조, 40°C 송풍건조, 천일건조, 20°C 냉풍건조의 순으로 빠르게 진행되었다. 건조 대멸치를 저장하였을 때 ATP는 거의 나타나지 않았으며, 건조 대멸치에 저장 중 ATP 관련화합물의 변화는 주로 IMP, HxR, Hx의 함량 변화에 의하여 일어났고 ADP와 AMP는 미량 검출되었다. 포장방법에 따른 ATP 관련화합물의 변화는 뚜렷한 경향을 보이지 않았으며 저장온도를 달리하였을 때 ATP 관련화합물의 변화가 현저하게 일어났다. 즉, -25°C에 저장하였을 때는 저장 60일째에도 IMP의 함량은 8.88 μmole/g 이상이었으나, 5°C에서는 저장 16일째 0.83 μmole/g로 현저하게 감소되었고 25°C에서는 0.202 μmole/g로 IMP의 잔존량이 차이를 나타내었다.

어육은 IMP에서 HxR이나 Hx로 분해가 진행됨에 따라 맛이 감소하기 때문에 IMP의 분해를 막아 IMP의 함량을 장기간 유지할 수 있는 동결저장 방법이 건조 대멸치의 품질유지에 효과적이라 생각된다.

### 감사의 글

이 논문은 해양수산부에서 시행한 1999~2001년 수산특정연구사업 (현장애로; 1198014) 지원에 의해 수행된 연구결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

- Cho, Y.J., T.J. Kim, K.B. Shim, S.T. Kang, H.S. Lee and Y.J. Choi. 2000a. Effects of drying conditions on lipid oxidation and fatty acid compositions of large anchovy. *J. Fish. Sci. Tech.*, submitted (in Korean).
- Cho, Y.J., T.J. Kim, K.B. Shim, S.T. Kang, H.S. Lee and Y.J. Choi. 2000b. Effects of storage temperature and packaging methods on lipid oxidation of dried large anchovy. *J. Korean Fish. Soc.* submitted (in Korean).
- Dyer, W.J., D.I. Fraser and D.P. Lohness. 1966. Nucleotide degradation and quality in ordinary and red muscle of iced and frozen swordfish. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 23, 1821~1823.
- Frazer, D.I., D.P. Pitts and W.J. Dyer. 1968. Nucleotide degradation and organoleptic quality in fresh and thawed mackerel muscle held at and above ice temperature. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 25, 253~259.
- Greene, D.H. and E.I. Bernatt-byrne. 1990. Adenosine triphosphate catabolites as flavor compounds and freshness indicators in pacific cod *Gadus macrocephalus* and pollock *Theragra chalcogramma*. *J. Food Sci.*, 55, 257~258.
- Iwamoto, M., H. Yamaka, S. Watabe and K. Hashimoto. 1987. Effect of storage temperature on rigor-mortis and ATP digradation in plaice *Paralichthys olivaceus* muscle. *J. Food Sci.*, 52, 1514~1517.
- Lee, E.H. 1968. A study on taste compounds in certain dehydrated sea foods. *Bull. Pusan Fish. Coll.*, 8(1), 63~86.
- Lee, E.H. and Y.H. Park. 1971. Degradation of acid soluble nucleotides and their related compounds in sea foods during processing and storage. 1. Changes of nucleotides during drying process of the anchovy, *Engraulis japonica*. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 4(1), 251~261 (in Korean).
- Lee, E.H. and Y.H. Park. 1972. Degradation of acid soluble nucleotides and their related compounds in sea foods during processing and storage. 3. Degradation of nucleotides and their related compounds in conger-eel muscle during drying. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 1(1), 17~24 (in Korean).
- Lee, E.H., B.H. Han, Y.G. Kim, S.T. Yang and Y.H. Park. 1972. Degradation of acid soluble nucleotides and their related compounds in sea foods during processing and storage. 2. Degradation of nucleotides and their related compounds in Alaska pollack during hot-air dehydration. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 4(2), 116~122 (in Korean).
- Nowlan, S.S. and W.J. Dyer. 1969. Glycolytic and nucleotide changes in the critical freezing zone, -0.3 to -5°C, in pre-rigor cod muscle frozen at various rates. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 26, 2621~2632.
- Park, Y.H. and E.H. Lee. 1972. Degradation of acid soluble nucleotides and their related compounds in sea foods during processing and storage. 4. Changes of nucleotides and their related substances in octopus during sun drying and storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 4(4), 317~321.
- Perry, S.V. 1952. The bound nucleotides of the isolated myofibril. *Biochem. J.*, 51, 495~499.

2000년 2월 22일 접수

2000년 4월 25일 수리