

어창용 해수 냉각장치 개발에 관한 연구

조영제 · 김세환* · 윤정인**

부경대학교 식품공학과,

*부경대학교 해양식량자원개발특성화사업단,

**부경대학교 냉동공조공학과

(1998년 11월 18일 접수)

Development of sea water cooling apparatus for fish hold storage

Young-Je Cho, Se-Hwan Kim* and Jung-In Yoon**

Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea,

*Seafood & Marine Bioresources Development Center(Research Scientist) Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea,

**Department of Refrigeration and Airconditioning Engineering, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

(Received November 18, 1998)

Abstract

The objective of this study was to manufacture the sea water cooling apparatus for fish hold storage to extend the freshness of fish. Using the sea water cooling apparatus manufactured, it makes observations on the physicochemical and sensual properties of mackerel such as ATP and its related compounds, K-value, VBN, TMA, TBA, salt-concentration and skin color through storage.

The results of this investigation showed that the values of physicochemical properties such as ATP and its related compounds, K-value, VBN, TMA, TBA increased gradually during storage in sea water cooling apparatus manufactured and the changes of skin color was inhibited also. From these results, it could be suggested that developed sea water cooling apparatus is effective in shelf-life extension of fishes.

Key words : Sea water cooling apparatus, Physicochemical and sensual properties, Shelf-life,

서 론

최근 들어서 연근해 어장의 황폐화로 일시다획성 어종의 어획량이 줄어들고 있을 뿐만 아니라, EEZ(배타적 경제수역) 선포로 연근해 어장의 상실에 따른 어획량의 감소가 예상되고 있다. 현행의 해수와 육상빙을 50 : 50으로 하여 어획물을 저

장 운반하는 방법인 수빙식은 선도 유지가 잘 되지 않으므로 정어리, 갈고등어, 소매가리 등의 일시 다획성 어종은 선도저하 때문에 대부분이 사료로 이용되고 있는 실정이다. 고등어, 정어리 등 등푸른 생선은 기능성(DHA 및 EPA)때문에 그 수요가 증가하고 있으므로 단백질 자원의 고도이용 및 국민건강 증진을 위해서는 어획된 생선을 운반시

에 운반선에 적절한 선도관리 장치를 설치하여 선도저하를 억제시켜서 사료로 이용되고 있는 기능성을 갖는 등푸른 생선을 단백질 자원으로 이용해야 할 것이다. 따라서 선망 운반선 어창용 해수냉각시스템의 개발은 어민의 생산성 향상뿐만 아니라 경제, 사회적인 파급효과가 크리라 생각한다.

이러한 어창용 해수냉각장치의 개발은 어류 저장법의 선도보존 효과에 관한 연구, 최적 해수냉각시스템의 개발, 해수냉각시스템용 어창 개발, 선망 운반선에의 적용성 검토를 거쳐 최종적으로 본 시스템의 실용성에 대하여 검토하고자 한다.

실험장치 및 방법

1. 실험장치

본 연구에 사용된 실험장치의 개략적인 구성을

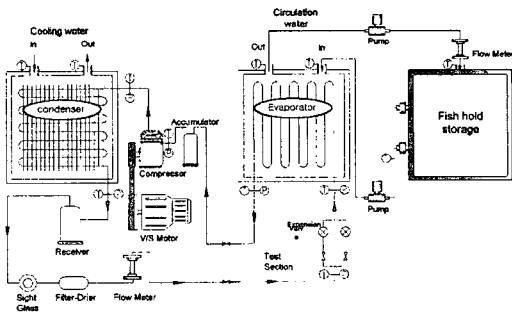


Fig. 1. Schematic diagram of experimental apparatus.

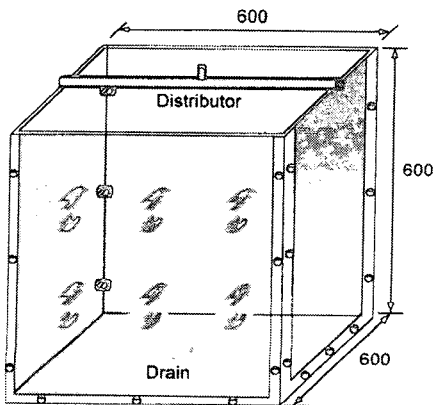


Fig. 2. Schematic diagram of fish hold storage.

Fig. 1에 모형어창은 Fig. 2에 나타내었으며, 해수냉각장치는 Fig. 3과 같다. 본 실험장치는 시스템 부분과 모형어창부분으로 나눌 수 있는데 시스템 부분은 압축기, 응축기, 팽창밸브 및 증발기와 액분리기, 수액기, 관찰창(sight glass), 건조여과기(filter-drier) 등의 부속기기, 그리고 온도·압력 측정부로 구성되어 있으며 각 기기들은 동관으로 연결되었다. 그리고 모형어창부분은 증발기의 냉수배관과 파이프스튜브로 연결하였다. 응축기 입출구, 팽창밸브 입구, 증발기 입출구, 모형어창, 압축기 입출구의 압력과 온도를 측정하기 위해 압력계와 T형열전대를 설치하였으며 측정된 온도는 다채널 온도기록장치 [DR230 30 CH]를 통해 PC로 전송하였다. 응축기에서 응축된 냉매의 유량을 측정하기 위해 수액기와 액관 사이에 체적식 유량계[0.8~8l/min]를 설치하였다. 압축기는 2실린더, 실린더의 내경 45mm, 피스톤 행정 38mm, 회전수범위 500~1800rpm이며, 회전수가 1450rpm 일 때 토출량이 10.53m³/h인 HCFC-22용 왕복동식 압축기를 사용하였다. 압축기의 구동은 출력 3.7kW[5HP], 회전수 150~1500rpm인 가변모터와 벨트로 연결하여 회전수를 조절할 수 있도록 하였다.

응축기에서의 열교환은 물을 사용하였으며, 냉각수의 입출구에 열전대를 설치하여 수온을 측정할 수 있도록 하였다. 그리고 냉각수의 유량을 측정하기 위해 물유량계[2~20l/min]를 설치하였다.

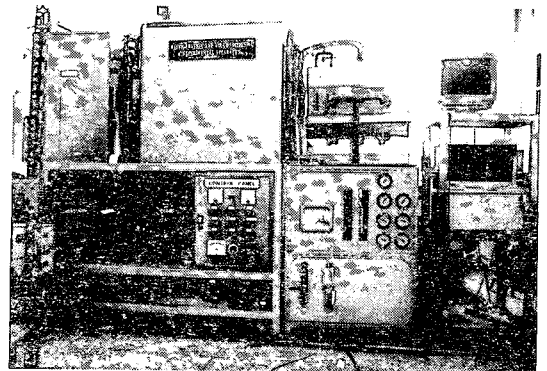


Fig. 3. Photograph of experimental apparatus.

실험장치에 충분한 진공작업을 실시한 후 냉매(HCFC-22)를 충전하였다. 그리고 장치내 연결배관은 모두 단열하였다. 모형어창은 실제 어창의 체적을 축소한 것으로 가로, 세로, 높이가 각각 60cm이며 모형어창의 해수가 순환하도록 Fig. 2에서와 같이 입구는 모형어창에 해수가 끌고루 유입되도록 디스트리뷰터를 설치하였다. 그리고 유량을 조절할 수 있도록 디스트리뷰터 앞에 볼밸브를 설치하였으며, 유량을 측정하기 위해 물유량계[2~20l/min]를 설치하였다. 출구는 측면에 높이 별로 20cm, 40cm의 위치에 그리고 가로로 15cm, 30cm, 45cm의 위치에 유량을 조절할 수 있도록 볼밸브를 설치하였다.

본 연구에서는 상기와 같이 제작된 해수냉각장치에 고등어를 저장하면서, 저장기간중에 선도저하 정도 및 표피변색 등에 대하여 실험하였다.

2. 실험방법

선도극상인 고등어(*scomber japonicus*, 350~450g)을 부산공동어시장에서 구입하여 실험장치의 모형어창에 0℃로 조절된 해수에 침지저장하면서 전보¹⁾와 같은 방법으로 선도변화를 실험하였다.

즉, ATP관련물질은 Iwamoto방법⁴⁾으로 핵산관련물질을 추출하여 HPLC로 분석하였으며, VBN 및 TMA는 conway 미량확산법⁵⁾으로, TBA값은 수증기 증류법⁶⁾, 염분침투량은 Mohr법, 그리고 표피의 색도변화는 색차계(Japan, JUKI JC 801)를 사용하여 측정하였다.

실험결과 및 고찰

1. ATP 관련물질 및 K값의 변화

실험기간중에 ATP관련물질 및 K값의 변화는 전보¹⁾의 냉각해수법의 결과와 유사하였다. 즉, 저장직전에 ATP는 거의 소실되었고 IMP가 7.62μmole/g로 거의 대부분인 81.8%를 차지하였으며 ADP+AMP가 0.75μmole/g, HxR+Hx가 0.95μmole/g이었다. 저장중에 IMP는 감소하고 HxR+Hx는 증가하였으며, 저장 6일후에 IMP는 5.93μmole/g까지 감소하였고, 반대로 HxR+Hx

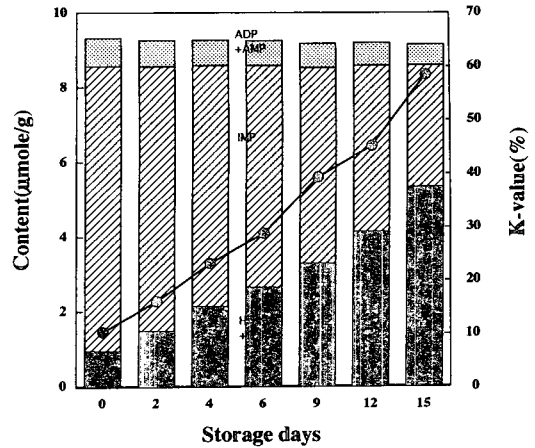


Fig. 4. Changes in content of ATP and its related compounds and K-value of mackerel muscle during storage in sea water cooling apparatus.

는 2.66μmole/g로 상승하였다. 저장 15일후에는 IMP는 3.24μmole/g, HxR+Hx는 5.36μmole/g의 값을 나타내었다. 그리고, 어육의 신선도(freshness)의 지표인 K값은 저장직전에는 10.2%였으며, 저장 6일후에는 28.8%, 저장 15일후에는 58.5%까지 상승하였다.

이상과 같이, 고등어육중의 ATP관련물질의 변화 및 K값의 상승은 전보¹⁾의 냉각해수법의 결과와 유사하였다. 따라서, 개발된 냉각해수장치는 연안산 다핵성 어류의 선도보존을 위하여 유효한 것으로 판단되었다.

2. 휘발성염기질소(VBN) 및 trimethylamine(TMA)

어육의 다른 선도지표로서 사용되고 있는 VBN 및 TMA의 변화를 Fig.5에 나타내었다. 저장직전에 VBN은 14.7mg%, TMA는 0.1mg%였으며, 저장 4일까지는 VBN 및 TMA의 증가는 거의 관찰되지 않아, 이들은 어육 선도의 후기지표임을 나타내었다. 저장 15일후에는 VBN은 23.0mg%, TMA는 2.7mg%까지 상승하였다. 이러한 결과는 전보¹⁾의 냉각해수저장의 결과와 유사하였다.

3. TBA 및 염도

어육 지질의 초기산화 정도를 나타내는 TBA값 및 어육중의 염도의 변화는 Fig.6과 같다. TBA값은 저장직전에 0.15였던 것이 저장 6일후에 0.30까지 증가하였으며, 15일후에는 0.81이었다. 그리고, 육중으로 침투한 염분의 증가는 저장 4일째까지 급격히 증가하여 약 1%까지 상승하였으나 그 이후에는 완만히 증가하였다. 염분의 침투에 의한 食味상의 문제는 없는 것으로 판단되었다.

4. 표피의 외관 및 색도변화

저장기간중에 표피의 외관변화는 거의 관찰되지 않았으며, 저장기간이 길어짐에 따라서 푸른색이 얼어져 밝은색을 나타내었다. 저장기간중에 고등어 표피의 색도변화를 색차계로 측정 한 결과는

Table 1과 같으며, 외관의 관찰결과와 관계가 깊었다. 즉, 밝기(L) 및 백색도(L-3b)는 저장기간이 길어짐에 따라서 약간씩 증가하였으며, 적색도(a) 및 황색도(b)는 거의 변화가 없었다.

결 론

연근해에서 일시에 대량 어획되는 등푸른생선의 선도를 보존하고 색택을 유지하여 상품가치를 높이기 위하여 운반선에 설치할 냉각해수장치를 제작하였다. 제작된 냉각해수장치를 사용하여 고등어의 선도보존효과를 검토하기 위하여 고등어를 0℃냉각해수에 침지저장하면서 선도변화 그리고 외관 및 색택변화를 측정 한 결과는 다음과 같다.

1. 저장중에 선도의 화학적 지표값인 ATP관련

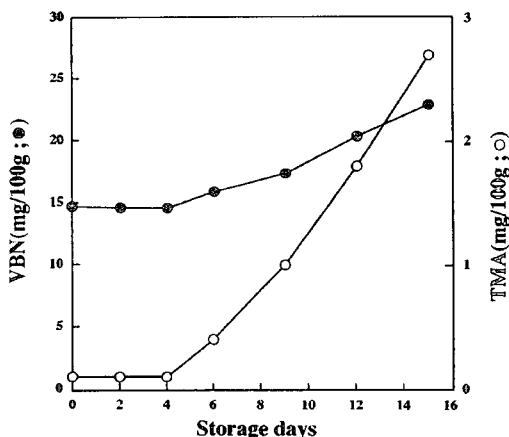


Fig. 5. Changes in VBN(●) and TMA(○) content of mackerel muscle during storage in sea water cooling apparatus.

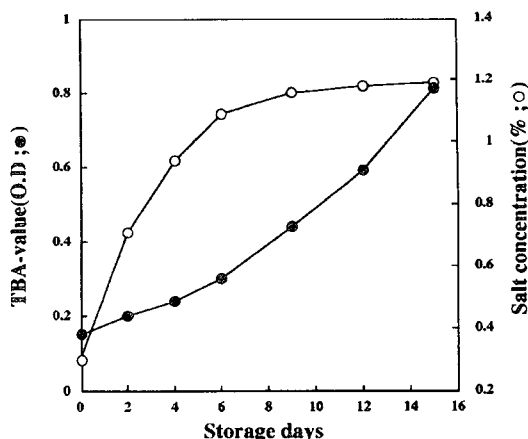


Fig. 6. Changes in TBA-value(●) and salt concentration(○) during storage in sea water cooling apparatus.

Table 1. Change of L,a,b and L-3b value in skin of mackerel during storage in sea water cooling apparatus

Storage day	Lightness(L)	Redness(a)	Yellowness(b)	Whiteness(L-3b)
0	30.23	-1.43	2.14	23.81
1	30.78	-1.15	2.19	24.21
3	31.63	-1.05	1.65	26.67
5	32.98	-0.95	1.55	28.32
7	33.39	-0.39	1.18	29.84
9	35.21	0.25	1.39	31.05
11	36.01	0.20	0.94	33.18
15	37.76	0.26	1.13	33.83

물질의 분해 그리고 K값, VBN, TMA, TBA값의 증가가 억제되었다. 즉 K값은 9일 저장후에 40%, TMA값은 12일 저장후에 각각 21.2mg% 및 1.8mg%, 그리고 TBA는 12일 저장후에 0.6을 나타내었다.

2. 육중으로 염분침투는 저장 6일까지 빠르게 증가하고 그 이후로 완만하였으며, 저장기간중에 1% 이하의 값을 나타내어 염분침투에 의한 식미상의 문제는 없었다.

3. 저장기간이 길어질수록 밝기(L), 적색도(a), 백색도(L-3b)가 완만히 증가하였으나, 백탁 현상은 관찰되지 않았고, 푸른 표피색을 유지하였다.

이상의 결과로 부터, 연근해에서 일시에 대량 어획되는 고등어, 정어리등 의 등푸른생선의 선도보존 및 선택유지를 위하여, 제작된 것과 같은 해수냉각장치를 운반선의 어창에 냉각해수장치를 장착하는 것이 산업적으로 유효할 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 한국학술진흥재단 '96~'97학제간 연구과제 연구비지원으로 수행되었으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. Castell, C.H. and W.A. MacCallum(1950) : The value of temperature close to freezing on the storage fish, J. Fish. Res. Bd. Canada, 8, 111~116.
2. Cho, Y.J. and K.O. Cho(1985) : Partial freezing

- as a means of long period preservation of fishes, Ref. Eng. Air Con. 4, 9~18(in Korean).
3. Cho.Y.J., C.G. Kim and K.H. Lee(1988) : Effect of refrigerated sea water on keeping freshness of sardine, Bull. Korean Fish. Soc. 21, 177~183(in Korean).
4. Iwamoto, M., H. Yamanaka, H. Abe, H. Ushino, S. Watabe and K. Hashimoto(1987) : ATP and creatine phosphate breakdown in spiked plaice muscle during storage and activities of some enzymes involved, J. Food Sci., 53, 1162~1165.
5. Ponce de Leon, S., N. Inoue and H. Shinano(1994) : Shelf-life of sardine and bacterial flora in brine containing acetic acid during immersed storage, Fish. Science, 60, 429~433.
6. Reppond, K.D., J. Collins and D. Markery(1985) : Wallate Pollack: Changes in quality when held in ice, slush-ice, refrigerated seawater, J. Food Sci., 50, 985~989.
7. Show, D.H. and J.R. Bottee(1975) : Preservation of inshore made capelin stored in refrigerated sea water, J. Fish. Res. Bd. Can. 32, 2047~2052.
8. Sidwell, C.G., H. Salwin, M. Benca and J.H. Mitchell JR(1954) : The use of thiobarbituric acid as measure of fat oxidatizon, J. Am. Oil Chem. Soc., 31, 603~606.
9. 山形 誠(1974) : 水産生物学 · 食品学实验书(齐藤恒行等编), 恒星社厚生阁, p.281~286.
10. 山 昭美(1982) : 氷温贮藏食品の開発, 日食工業誌, 29, 736~743.
11. 조영제 · 이남걸 · 윤정인(1998) : 고등어 선도 보존을 위한 chilled저장법, 냉동공조공학, 17(4), 303~309.