

## 어육신선도 측정장치의 개발

유 위 봉\*, 이 남 결\*\*, 신 민 생\*, 조 영 제\*\*, 김 상 봉\*

\*: 부산수산대학교 공과대학 기계공학과 \*\*: 식품공학과

### Development of Device for the Degree of Freshness of Wet Fish

° Hui Ryong You\*, Nam Geoul Lee\*\*, Min Seang shin\*, Young Jae Cho\*\*, Sang Bong Kim

#: Dept. of Mechanical Eng. National Fisheries University of Pusan \*\*: Dept. of Food Science and Technology

#### ABSTRACT

Recently, the digital circuit technique has had great success and gained importance in all industries. For the measurement of degree of freshness of plant and animal's tissue, many devices has been developed. But it's data was inaccurate and it had difficulty in making database because it was depend on analog circuit technique. The purpose of this paper is the development of a device based on digital circuit for measurement of freshness degree of wet fish such that its accuracy is very trustworthy and it can be measured in a short time. The device is developed by using micro-computer with some interface modules of A-D/D-A converter and digital circuit with IC modules and its effectiveness has been evaluated through two experimental results of electrical Q-value test and chemical K-value test.

#### 1. 서론

어체나 어육의 신선도 측정법은 관능적 방법, 세균검사법, 물리적 방법, 화학적 방법 등이 있다. 관능적 방법은 많은 경험을 필요로 하고 있으며, 물리화학적 방법은 부정확하며, 세균검사법은 측정에 소요되는 시간이 길다는 문제점이 있다. 이중 화학적 방법은 정확한 검사법이라고 할 수 있으나, 화학성분의 측정에 많은 설비를 필요로 할 뿐만 아니라 선도의 판정까지 긴 시간이 요구된다는 단점이 있다.<sup>[1]</sup>

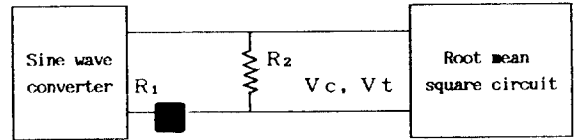
신선도 측정법에 관한 연구로서, 早川(1932)<sup>[11]</sup>에 의한 과실 및 야채의 속도와 전기전도도에 관한 연구, Tamura (1932), Yamamura(1941)<sup>[4]</sup> 및 Yamada(1949)<sup>[2]</sup> 등에 의한 어체의 신선도와 전기저항에 관한 연구가 있다. 또 Kato 등(1983)과 Takahashi 등(1985)은 식품에 관한 전기전도도와 단백질의 포말 안정성과 같은 유효특성과의 관계에 있어, 포말의 크기가 크거나 많을수록 전기전도도가 증가한다는 연구결과가 있다.<sup>[16]</sup> C. Henning(1964)은 전기적인 특성인 전기전도도를 이용하여 신선도를 측정하는 방법을 제안하였다.<sup>[6]</sup> 이와같은 연구에 의해 개발된 장치는 모두 아날로그적인 회로 기술에 의존하고 있으므로 그 계속 데이터가 데이터 베이스화 되지 못할 뿐만 아니라, 정확도를 가진 측정법이라고 할 수 없다.

본 연구에서는 전기적인 특성인 전기전도도를 이용하여 정확도가 높고 간편하며 단시간내에 쉽게 측정 가능한 실용성 있는 어육의 신선도 측정장치를 개발함에 그 목적이 있다. 본 신선도 측정장치의 특징으로서, 어육의 전기적인 특성을 이용하고 있으므로 종래의 물리화학적인 방법에 비해 측정에 소요되는 시간이 빠르고 측정에 있어 많은 경험을 필요치 않게 된다

는 것과 마이크로 컴퓨터를 이용하고 있으므로 종래의 화학적 방법에 의한 실험을 병행하여 데이터 베이스화함으로써 그 정확도는 한층 높게 될 것으로 예상된다.

#### 2. 이론적 배경

전기적 AC저항은 살아있는 식물조직에서 높고, 죽은 후나 상처를 입은 후에는 이온에 대한 세포벽의 매우 작은 투과율 때문에 감소한다는 것이다. 이와같은 사실로부터 전기적 저항을 측정함으로써 어육의 신선도를 측정하는 것이 하나의 유용한 방법이라 할 수 있다.



$V_c$ : Voltage of  $R_2$  without fish cell (i.e.,  $R_1=0$ )

$V_t$ : Voltage of  $R_2$  with fish cell

Fig.1 Configuration for freshness measurement

Fig.1의 사인파형 변환기에서 일정 주파수의 사인파를 생성하여 어육을 통과시킨다. 이 때  $R_2$ 에서 생성되는 AC전압  $V_t$ 를 RMS(Root mean square)회로를 거쳐 마이크로 컴퓨터에 입력한다. 입력되어진 전압  $V_t$ 와  $R_1$ 부분에 저항이 없는 상태(즉, 어육이 없는 short된 상태)의 전압  $V_c$ 와의 비율을 (1)식으로 처리하여 신선도의 상대치(이하 이값을 Q값이라 칭한다.)를 구한다.

$$Q = \left(1 - \frac{V_t}{V_c}\right) \times 100 \quad (1)$$

또한 기존의 신선도 판정 수단으로써 이용되어지는 화학적 신선도 측정 방법 즉 K-value, 핵산관련 물질의 변화 실험을 동일 조건하에서 얻은 데이터 와 상관정도를 비교검토하여 어육의 신선도를 판정하는 것을 그 원리로 한다.

#### 3. 실험 및 결과

##### (1) 전기 전도도 실험

##### 1) 실험 장치의 구성

본 어육 신선도 측정장치의 하드웨어적인 구성에 대한 개략도는 Fig.2와 같다.

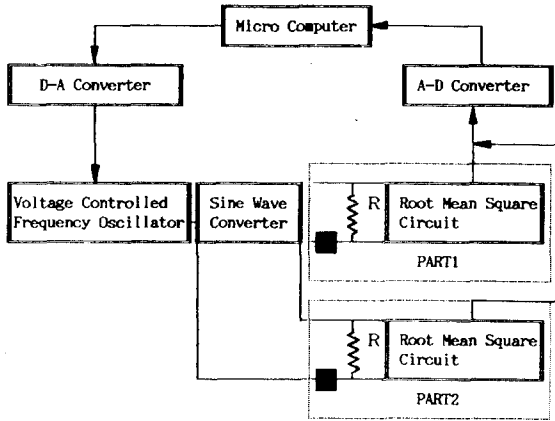


Fig.2 Block Diagram of Freshness Measurement Apparatus

Fig.2에서 보인 마이크로 컴퓨터는 일반적으로 사용되고 있는 16비트 퍼스날 컴퓨터를 이용하고 있으며, A-D/D-A 변환기는 12 비트 분해능을 가진 시판되고 있는 제품(Advantech社 PCL 812)을 구입하여 사용하였으며, 주파수 발생장치, 사인파형 변환기 및 실효치 변환기는 연구실에서 IC 모듈을 사용하여 제작하였다.

## 2) 실험방법

800g의 중량을 가지는 광어(활어)의 등육을 면적  $3.63\text{cm}^2$ , 두께  $3\text{cm}$ 로 절취하여 Fig.2의 PART1의 전극 사이에 고정시켰다. 그리고 같은 고기의 여러부분의 육을 면적  $2.94\text{cm}^2$ 로 절취하여 두께  $5\text{cm}$ 로 PART2의 전극사이에 고정시켰다.

마이크로 컴퓨터에서의 지령에 의해서 D-A Converter는 6V를 출력한다. 이 때 주파수 발생기는 6V에 해당하는 삼각파(9.48KHz)를 발생한다. 이 삼각파를 사인파형 변환기에서 사인파로 변환하여 어육에 접속되어 있는 알루미늄 전극을 통하여 어육을 통과하게 한다. 어육의 반대편에 장착되어진 또하나의 전극을 통과한 사인파는 실효치 변환기에서 DC 전압으로 변환된다. 이 전압을 A-D Converter를 통해 Computer에 입력하여 (1)식에 의해 Q값을 계산함으로써 그 신선도에 대한 한 Cycle을 이룬다.

실제 실험을 행할 때, 실험시간은 87시간으로 했으며, Sampling Time은 0.5[sec]로 하였다. PART1의 실험시간동안 저장온도는  $5^\circ\text{C}$ 로 계속 유지 했으며, PART2는 40시간동안은  $5^\circ\text{C}$ 에서 저장했고, 40시간후로는 온도에 의한 영향을 관찰하기 위해서 상온( $25^\circ\text{C}$ )에서 저장했다.

## (2) 화학적 실험

K-value는 어류의 선도 판정법의 하나로 어육 중의 ATP(Adenosine Triphosphate) 분해 생성물을 측정함으로써 선도를 파악하는 방법이다. 그 근거는 ATP의 분해가 어류의 사멸후,  $\text{ATP} \rightarrow \text{AMP} \rightarrow \text{IMP} \rightarrow \text{HxR} \rightarrow \text{Hx}$ 의 순서로 관련 효소에 의하여 분해하기 때문이다.<sup>[8]</sup> 이런 이론적 근거로 신선도 판정의 실용적 척도로서 제안되어진 것이 Saito<sup>[8]</sup>에 의한 K-value이다.

K-value는 어육 ATP 분해 생성물에 대한 HxR과 Hx양의 백분율이고, 그 값이 작을수록 선도가 양호함을 나타내며, 일반적으로 즉살어에서는 10%이하, 생선어(횡감용)는 20% 전후라고 알려져 있다. k-value의 측정방법은 시료를 과염소산액으로 단백질을 제거한 후, 크로마토 그래피에 의한 간편법으로 측정하였다. 경직도의 측정은 Bito등(1983)<sup>[14]</sup>의 방법에 따라서 측정하였다.

## (3) 실험결과

PART1의 실험결과는 Fig.3와 같고, PART2의 실험결과는 Fig.4와 같다.

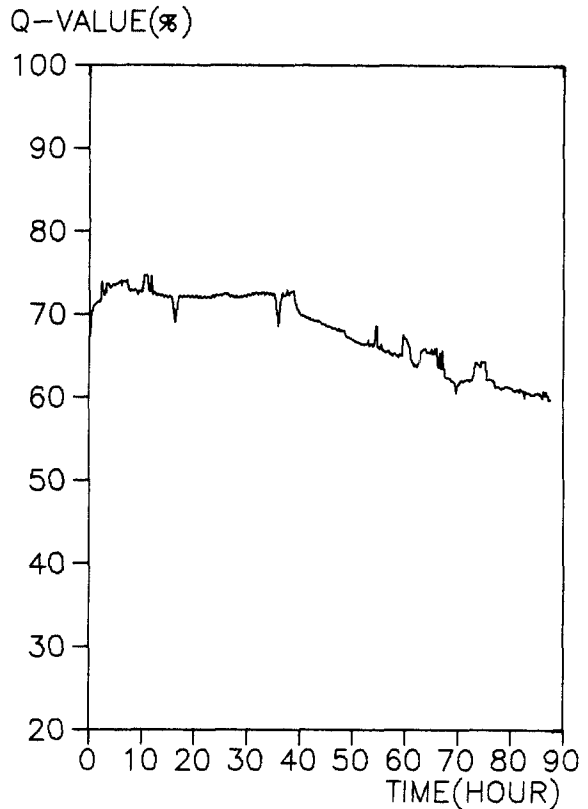


Fig.3 Q-value of PART1

상온에 저장한 혼합육(즉 part2)의 초기 Q값은 88(%)이었으며, 사후 경직말기인 41시간까지는 거의 변화가 없었다. 41시간 이후부터 70시간까지는 급격하게 떨어져,  $5^\circ\text{C}$ 에 저장한 PART1에 비해서 상온에서 저장 한 어육이 매우 부패가 빠르게 일어났음을 보이고 있다. 70시간후에는 Q값이 43~39[%]의 값을 유지하며 감소하지 않음을 볼 수있다.

$5^\circ\text{C}$ 저장(PART1)에서 초기 Q값은 72.2%였으며 저장기간을 통하여 Q값은 서서히 감소하였다. 이상과 같은 상온 및  $5^\circ\text{C}$ 저장에서의 Q값 변화의 상이는 저장온도에 따른 어육신선도 저하속도차와 깊은 상관 관계가 있는 것으로 추측된다.

Q-VALUE(%)

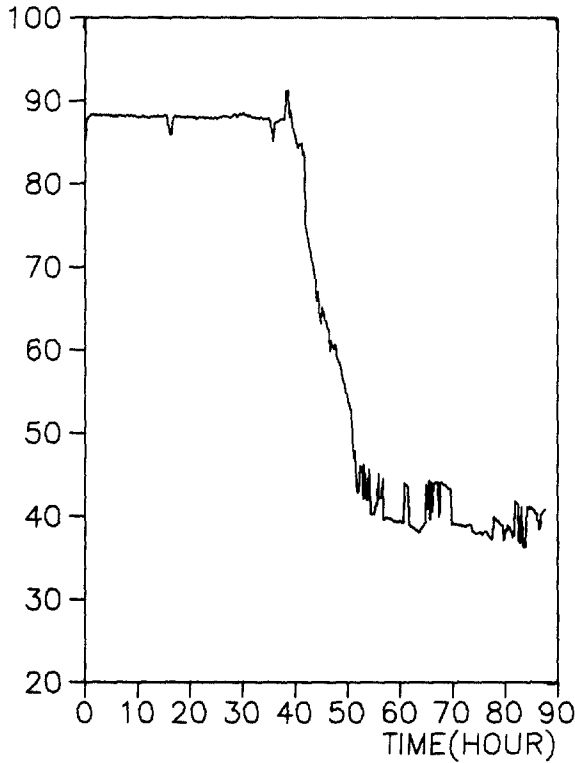


Fig.4 Q-value of PART2

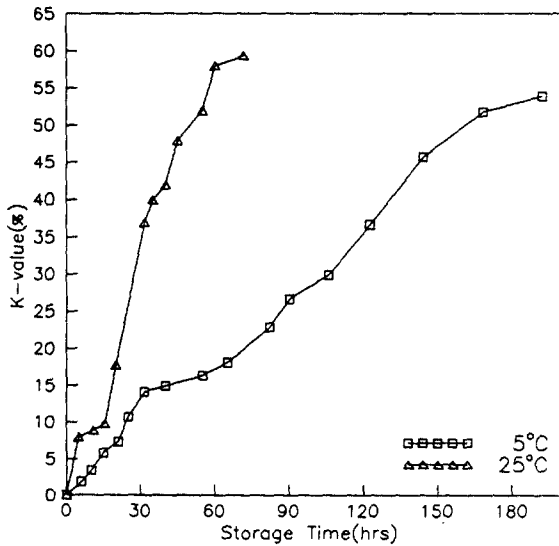


Fig.5 Experimental Results for K-Value

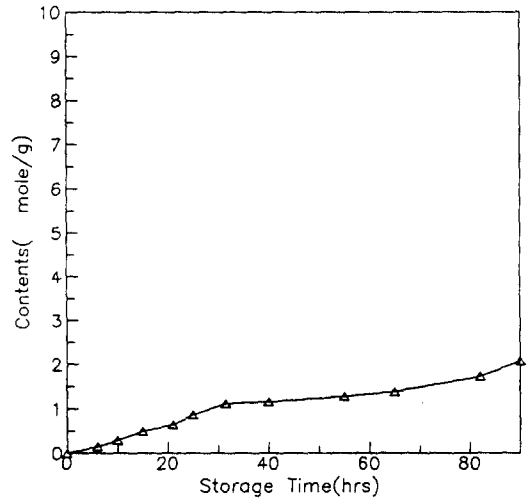


Fig.6 Changes in contents HxR+Hx in place muscle during storage at 5°C.

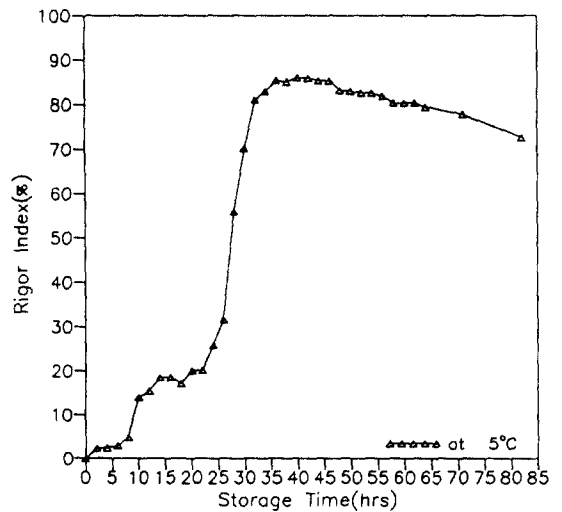


Fig.7 Changes of Rigor Mortis Index at 5°C

한편, 5°C 저장에서의 사후 경직변화는 저장시간 40시간에서 최고 경직에 달했고 그이후 점차 감소 되는것을 알 수 있고 이는 Q값의 변화와 유사한 경향을 보이고 있다. K-value는 저장 60시간이 경과한 후 초기 부패값을 보였고 HxR과 Hx는 저장 약 30시간 이후부터 APT, ADP, AMP감소와 더불어 증가하였는데 이는 Q값의 감소와 유사한 경향을 보이고 있다.

또한 상온저장에서의 K-value는 저장 약 30시간부터 급격히 상승하여 60시간에는 그 값이 60%를 넘어서고 완전 부패치인 50%를 넘고 있는데 이는 Q값과 유사한 경향을 보이고 있다.

## 5. 결론

본 연구에서 개발한 어육신선도 측정 장치를 이용한 실험에서 나온 데이터는 기존의 화학적 판별법에 의해서 나온 데이터와 거의 유사하게 어육의 부패 정도를 나타내고 있다.

본 측정장치를 사용함으로써 얻어지는 기대효과는 다음과 같다.

첫째로, 어육의 전기적인 특성(즉, AC 저항변화)을 이용하고 있으므로 종래의 물리화학적인 측정법에 비해 소요되는 시간이 빠르고, 측정에 많은 경험을 필요치 않게 된다.

둘째로, 마이크로 컴퓨터를 이용하고 있으므로 종래의 화학적 방법에 의한 실험을 병행하여 데이터 베이스화 함으로써 그 정확도는 한층 높을 것으로 생각 된다.

셋째로, Fig. 2의 마이크로 컴퓨터부분을 원칩(One chip) 컴퓨터로 대체함으로써 용이하게 실용화 할 수 있으리라 생각된다.

## 6. 참고문헌

- [1] 早川三郎, 科學(9), 1931
- [2] K. Yamada and E. Kitano. "On the relation between the freshness of fish meat and the change of electric resistance", Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 13(6), pp. 232-236(1948)
- [3] M. Yamamoto and M. Sonehara, "An assay method for freshness of fishes by the estimation of pH value", Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 9(6), pp. 761-765(1953)
- [4] Y. Yamamura, "Electric resistance of fish muscle", Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 19(2), pp. 83-85(1941)
- [5] R. Kreuzer, "The technology of fish utilization", Fishing News (Books) Ltd, pp. 154-170(1965)
- [6] C. Henning, "A New Electronic Method and Device for the Rapid Measurement of the Degree of Freshness of wet Fish". Fishing News (Books) Ltd, pp. 54-58(1964)
- [7] B. O. Kassemarn, B. S. Perez, J. Murraray and N. R. Jones : Nucleotide degradation in the muscle of iced haddock (*Gadus aeglefinus*), lemon sole (*Pleuronectes microcephalus*) and plaice (*Pleuronectes Platassa*), *J. Food Sci.*, 28, pp. 28-37 (1963)
- [8] T. SAITO, K. ARAI and M. MATSUYOSHI : A new method for estimating the freshness of fish. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 24, pp. 749-750 (1959)
- [9] 宇田文昭·内山均 : 簡易カラムクロマトグラフィ-と比色法によるK値の測定. 魚の低温貯藏と品質評價法(小泉千秋編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 24-35 (1986)
- [10] 水野重樹 : 核酸の分離. 定量-I. 化學と物理, 3, p. 156 (1965)
- [11] 内山均 : 魚類鮮度の簡易判定法. 東海水研報, 61, pp. 21-26 (1970)
- [12] 山田金次郎 : 魚介類におけるトリメチルアミンゴキサ이드の生成. 日水誌, 33, 591-603(1967). 魚介類におけるトリメチルアミンゴキサ이드の分解. 同誌, 34, 541-551(1968)
- [13] 日本厚生省編 : 食品衛生検査指針 I. 揮発性鹽基窒素. pp. 30-32(1960) 齊藤恒行·内山均·榎本滋 : 水産生物化學·食品學實驗書, 恒星社厚生閣, pp. 283-285(1974)
- [14] Bito, M., K. Yamada, Y. Mikimo and K. Amano. 1983. Studies on the rigor mortis of fish - I. Difference in the mode of rigor mortis among some varieties of fish by modified cutting's method. *Bull. Tokai reg. Fish. Res. Lab.* No109, 89.
- [15] Kato A., Atsunobu, M. Naotoshi and K. Kunihiro. 1983 Determination of foaming properties of proteins by Conductivity measurements. *J. Food. Sci.* 48, 62-65