

## 생선회의 육질향상에 미치는 저온 브라인 침지시간의 영향

심길보 · 이기봉 · 김태진\* · 이근우\*\* · 김건배\*\* · 이인수\*\*\*조영제†

(부경대학교 식품생명공학부 · \*(사)한국생선협회 ·  
\*\*군산대학교 해양응용공학부 · \*\*\*해양수산부유통가공과)

## Effect of Cold Brine Immersion Time on Sliced Raw Fish Texture

*Kil-Bo SHIM · Gi-Bong LEE · Tae-Jin KIM\**

*Keun-Woo LEE\*\* · Geon-Bae KIM\*\* · In-Soo LEE\*\*\* · Young-Je CHO*

*Department of Food Science and Technology, Pukyong National University,*

*\*Korea Association of Sliced Raw Fish*

*\*\*Faculty of Ocean Applied Science and Technology, Kunsan National University,*

*\*\*\*Marketing and Processing Coordination Ministry of Maritime Affairs & Fisheries Division,*

(Received April 7, 2003 / Accepted June 24, 2003)

### Abstract

The purpose of the present study was to investigate physicochemical changes in olive flounder and korean rockfish muscle subjected to the cold brine, and to find the optimal immersion condition.

Effects of various immersion conditions in a sliced raw fish quality were investigated in the rigor index, breaking strength, ATP related compounds, and lactate accumulation in the muscle.

The onset of rigor-mortis was accelerated by the increase of immersion time. Also, the time reaching full rigor was shortened remarkably too. However, the

---

† Corresponding author : 051-620-6417, yjcho@pknu.ac.kr

rigor index of samples immersed in the cold brine decreased more than that of samples killed instantly.

Rigor index was the highest in samples killed instantly, followed by 2.5 min, 5 min, 7.5 min, 10 min and 15 min in order.

Breaking strength of all samples immersed in the cold brine decreased significantly after reaching the maximum values. The content of ATP related compounds in olive flounder, korean rockfish were 12.0  $\mu\text{mole/g}$  and 8.3  $\mu\text{mole/g}$ , respectively. However, ATP decreased in the samples immersed in the cold brine. The content of ATP was lower, at the optimal condition and then it was increased. Also, lactates increased, at the optimal condition and then it decreased, in contrast with the ATP.

The results suggested that the optimal immersion condition of olive flounder and korean rockfish was at  $-12.5^{\circ}\text{C}$  for 5min.

*Key words* : Sliced raw fish, Cold brine, Breaking strength, Rigor-index, Lactate, ATP

## I. 서 론

양식어업은 지난 80년대 통영을 중심으로 시작돼 기술개발과 보급이 이뤄지면서 90년대 중반까지 급격하게 성장하였으며, 98년과 99년도에는 전남지역에도 많은 가두리 양식장이 허가되었다(한국수산회, 2003). 한·중·일 어업협정 등으로 ‘잡는 어업’이 사양화됨에 따라 ‘기르는 어업’을 육성하는 정책의 시행으로 국내수요 등은 제대로 고려하지 못한 상태에서 결과적으로 무분별한 가두리양식장 허가를 남발했고, 또 국내 양식업계의 경쟁력 제고 등 사전준비가 미흡한 상태에서 수산시장 개방으로 값싼 중국산 활어들이 수입되어 국내 양식업계를 어렵게 했다(Song, 2002).

이와 같이, 무분별한 가두리양식장 허가과 대책 없는 수산시장 개방이 어민들의 생계를 위협하고 있으며, 이를 타개하기 위해서는 양식활어 소비를 촉진시켜야 한다. 이를 위하여 양식활어의 육질의 개선하는 방법이나 기능성을 부여하는 방법들이 연구되어왔으며(Tachibana et al., 1988; Kim et al., 1998), 그 중, 전기자극은 근소포내의 Ca이온을 세포내로의 방출을 조절하는 LSR(light sarcoplasmic reticulum)가 전기자극에 의하여 기능에 손상을 받아서, 근소포체로부터 세포내로 Ca이 일시에 다량 방출되어서 myosin과 actin의 결합에 의한 급격한 근육의 수축에 의한 actomyosin toughness가 상승하게 되어, 생선회의 품질을 결정하는 중요한 요인인 씹힘성(육질의 단단함)이 증가하게 된다고 보고하였다(Kim, 1998).

본 연구에서는 actomyosin toughness를 상승시켜 육질을 개선할 수 있는 저온 브라인 침지 장치를 고안하여 제작하였으며, 이 장치를 이용하여 생선회의 육질을 향상시킬 수 있는 최적의 침지 시간을 설정하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 원료어

본 실험에 사용한 활어는 넙치(olive flounder, *Paralichthys olivaceus*), 우럭(korean rockfish, *Sebastes schlegeli*)으로 도군수산(부산광역시 수영구 민락동 소재)에서 활어상태로 실험실로 운반하여 15°C 상온의 해수에서 약 6시간 피로를 완전히 회복시킨 후에 즉살(두부의 급소를 강타)사 및 생선횫감의 육질향상을 위한 저온 브라인 용액에 침지시켜 시료로 사용하였다.

### 2. 저온 브라인 침지장치 및 처리

활어를 침지시켜 생선회로 조리하기 때문에 식품첨가물 수준의 브라인을 이용하였으며, 용액의 온도를 -20°C 이하로 저하시킬 수 있는 저온 브라인 침지장치는 (주)에이알에서 제작한 것을 사용하였다. 이 장치를 이용하여 활어를 -12.5°C의 저온 브라인에 각각 2.5분, 5분, 7.5분, 10분, 15분 동안 침지하였다.

### 3. 사후경직도(rigor-index)의 측정

생선회의 사후경직도는 Bito et al.(1983)의 방법에 따라서 측정하였다.

### 4. 파괴강도(breaking strength)의 측정

파괴강도는 Ando et al. (1991)의 방법에 따라 Rheo meter (Compac-100, Sun, Japan)을 이용하여 활어의 등육과 배육에 대하여 측정하였다. 즉, 활어를 밀면이 평행하게 필렛하여 20×20×10 mm 크기로 정사각형의 칼집을 위에서 찍은 후에, 칼집위로 돌출된 부분을 잘라내고 육의 두께를 10 mm로 균일하게 하여 측정시료로 사용하였다. 파괴강도값은 직경 10 mm cylinder plunger를 사용하였으며, 속도 60 mm/min때의 최고값을 측정하였다.

### 5. 젖산(lactate) 및 ATP 관련물질의 함량 측정

젖산의 함량은 생선회의 육으로부터 제단백추출액을 사용하여 Baker와 Summerson (1941)의 방법에 따라 측정하였고, Iwamoto et al.(1987)의 방법으로 ATP 관련물질을 추출하여 HPLC (Waters Co.)로 분석하였다.

## 6. 통계처리

실험결과는 측정항목에 대하여 각 15~20회 측정하여 계산하였으며, 통계 처리는 SAS 프로그램을 이용한 분산분석표(ANOVA table)를 작성하였으며, Duncan의 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)으로  $p < 0.05$  에서 결과간의 유의성을 검정하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 파괴강도(breaking strength)의 변화

육질의 단단함에는 육중의 결합조직의 주성분인 collagen의 함량 및 분포 형태에 따라서 결정되어지는 background toughness(어종에 따른 고유의 단단함)와 사후 근육중의 ATP의 분해에 의해서 myosin과 actin의 결합에 의한 actomyosin toughness(근육 수축에 의한 단단함)로 나누어 진다(山本 · 丸山, 1998). Cho and Lee (1994)는 background toughness는 사후 조기에 collagen matrix의 붕괴로 서서히 저하된다고 하였으며, 반면에 actomyosin toughness는 사후 조기에 ATP의 분해로 actomyosin 복합체가 형성되기 때문에 서서히 증가된다고 하였다. 어육의 단단함은 어종(Ando et al., 1992a, b), 신선도(Watabe et al., 1991) 및 조리후의 저장조건(Cho et al., 1994) 등에 영향을 받음이 알려져 있으며, 육질이 단단한 어종일수록 고급 핏감으로 취급된다(豊原, 1991).

브라인 온도에 따른 물리·화학적 특성을 살펴본 결과, 넙치, 우럭 등의 어육에서 가장 높은 육질향상을 보인 온도는  $-12.5^{\circ}\text{C}$ 였으므로(Shim et al., 2003), 온도는  $-12.5^{\circ}\text{C}$ 로 고정하고 침지시간을 2.5분, 5분, 7.5분, 10분, 15분으로 하여 침지시간에 의한 육질향상의 영향을 조사하였다.

Fig. 1과 Fig. 2는 국내에서 생산

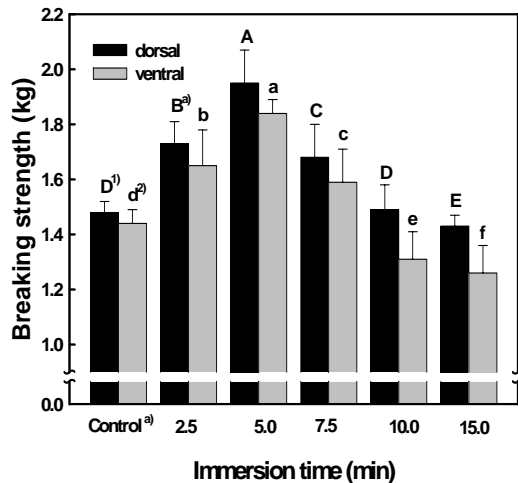


Fig. 1. Effects of immersion time on the breaking strength in olive flounder muscle.

<sup>1)</sup>Capital letters within breaking strength of dorsal flesh are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>2)</sup>Small letters within breaking strength of ventral flesh are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>3)</sup>Means with the same alphabet are not significantly by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup>Control is the sample which was killed by a spike at the head instantly.

횡감으로 많이 소비되고 있는 넙치와 우럭의 파괴강도 변화를 나타내었다. 넙치와 우럭은 즉살구에서 각각 1.48kg과 1.57kg이었고, 2.5분은 1.73kg과 1.75kg, 5분은 1.95kg과 1.97kg, 7.5분은 1.68kg과 1.85kg, 10분은 1.49kg과 1.71kg, 15분은 1.43kg과 1.65kg으로, 5분 침지시에 육질의 단단함이 즉살구에 비해 각각 약 30%와 25% 가장 높은 상승률을 보였다. 침지장치에 침지시 저온이 자극의 요인으로 작용하여 근수축이 강하고 빠르게 일어나 파괴강도가 증가하였다. 그러나, 5분 이후의 침지시간에서의 파괴강도 감소는 강한 근수축으로 인하여 근섬유와 근섬유의 접착시켜주는 collagen으로 되어있는 세포의 matrix가 붕괴되어 background toughness가 저하된 것으로 판단된다.

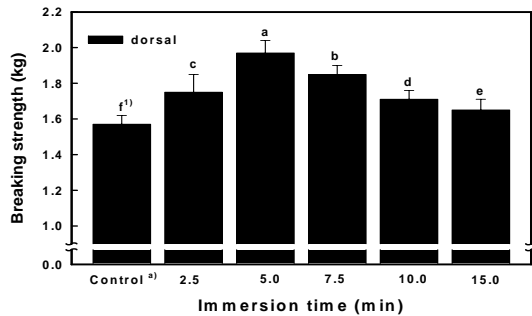


Fig. 2. Effects of immersion time on the breaking strength in Korean rockfish muscle.

<sup>1)</sup>Means with the same alphabet are not significantly by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

<sup>a)</sup>Control is the sample which was killed by a spike at the head instantly.

## 2. 사후경직도(rigor-index)의 변화

어육도 축육과 동일하게 사후의 근육이 수축하여 단단하고 불투명하게 되는 현상이 일어나는데 이것을 사후경직이라고 하며, 사후의 어육에서는 근소포체로부터  $Ca^{2+}$ 이 유리하여 ATP를 분해시켜 경직이 시작되며, ATP의 소실과 더불어서 경직은 완료된다. 경직개시 시간 및 경직지속시간은 어류의 종류, 생리조건, 에너지 소모정도, 운동정도, 사육수온, 치사조건 및 저장온도등의 영향을 받음이 알려져 있으며, 근육의 사후 경직은 ATP 분해에 의하여 actin과 myosin의 불가역적 가교 결합에 의하여 일어남이 알려져 있다

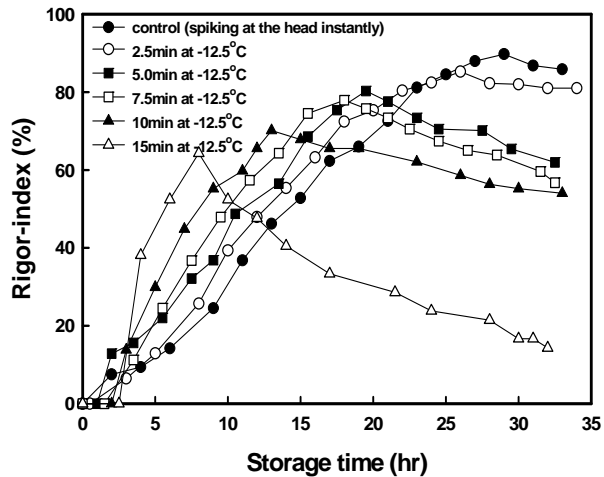


Fig. 3. Changes of rigor-index in olive flounder muscle by immersion time.

(Whiting, 1980; Watabe et al., 1991). 브라인 온도를  $-12.5^{\circ}\text{C}$ 로 고정하고 침지시간은 2.5분, 5분, 7.5분, 10분, 15분으로 하여  $5^{\circ}\text{C}$  저장 중 넙치, 우럭의 사후 경직도 변화를 Fig. 3, 4에 나타내었다.

넙치의 경우 즉살구가 29시간 후 90% 였으며, 2.5분은 26시간 후 85%, 5분은 20시간 후 80%, 7.5분 18시간 후 78%, 10분은 13시간 후 70%, 15분은 8시간 후 64%로, 침지시간이 길어질수록 최고경직까지의 도달시간이 짧아지고 최고경직율도 낮아지는 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 Kim et al. (1998)이 보고한 전기치사에 의한 육질의 변화에

서 나타낸 바와 같이 전기자극을 가한 것이 즉살한 것에 비하여 완전경직의 도달시간은 빠르게 진행되었으며, 전기자극시간이 길어질수록 경직이 촉진된다는 보고와 일치하였다. 이는 침지시간이 길어짐에 따라 ATP의 분해가 촉진되어 actin과 myosin 간의 불가역적 가교 결합이 이루어지기 때문이며, 침지시간이 길어지면 사후경직의 시간이 짧아지는 것은 파괴강도에서 언급된 것과 같이, 강한 수축으로 인한 collagen의 붕괴로 판단되어 진다. 그리고 우럭은 즉살구가 24시간 후 90% 였으며, 2.5분은 22시간 후 84.8%, 5분은 19시간 후 78.8%, 7.5분은 17시간 후 75%, 10분은 13시간 후 69%, 15분은 8시간 후 60%의 결과를 나타내었다.

### 3. 젖산(lactate)함량의 변화

치사직후에는 어류의 근육에는 젖산이 거의 축적되어 있지 않으며, ATP 함량이 감소하기 시작하는 시점에서 경직이 개시되는데, 이 시점에서 젖산량도 증가하기 시작한다. 사후경직도가 100%에 도달한 완전 경직기 시점에서 creatine phosphate 및 ATP가 거의 완전히 소실됨과 동시에 젖산의 축적량은 최대값에 도달하게 된다(Kim, 1998). 브라인 온도를  $-12.5^{\circ}\text{C}$ 로 고정하고 침지시간은 2.5분, 5분, 7.5분, 10분, 15분으로 하여 넙치, 우럭의 젖산 함량 변화를 Table 1에 나타내었다. 넙치의 경우 즉살구가  $7.5 \pm 0.2 \mu\text{mole/g}$ 이었으며, 2.5분은  $8.0 \pm 0.2 \mu\text{mole/g}$ , 5분은  $8.7 \pm 0.2 \mu\text{mole/g}$ , 7.5분은  $8.2 \pm 0.6 \mu\text{mole/g}$ , 10분은  $7.8 \pm 0.5 \mu\text{mole/g}$ , 15분은  $7.7 \pm 0.3 \mu\text{mole/g}$ 으로 5분 침지시 가장 높은 함량을 나타내었다. 우럭도 이와 유사한 경향을 보였다.

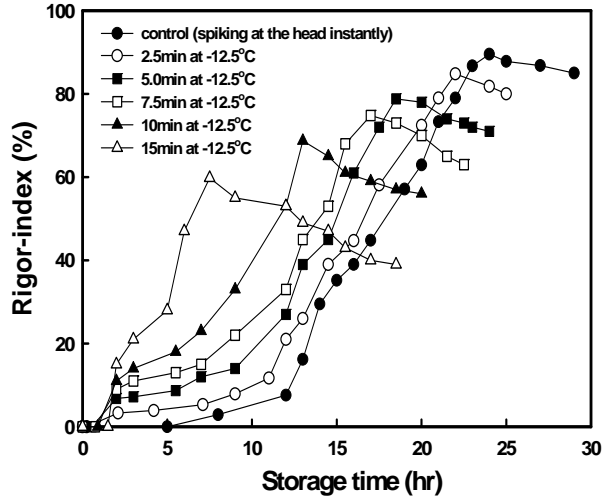


Fig. 4. Changes of rigor-index in korean rockfish muscle by immersion time.

Table 1. Effects of immersion time on the lactate contents in olive flounder and korean rockfish muscle

Immersion time(min)	Lactate contents( $\mu\text{mole/g}$ )	
	olive flounder	korean rockfish
Control <sup>a)</sup>	7.5 ( $\pm 0.2^{\text{e1}}$ )	6.1 ( $\pm 0.3^{\text{f}}$ )
2.5	8.0 ( $\pm 0.2^{\text{c}}$ )	7.4 ( $\pm 0.3^{\text{b}}$ )
5	8.7 ( $\pm 0.2^{\text{a}}$ )	7.7 ( $\pm 0.2^{\text{a}}$ )
7.5	8.2 ( $\pm 0.6^{\text{b}}$ )	7.1 ( $\pm 0.5^{\text{c}}$ )
10	7.8 ( $\pm 0.5^{\text{d}}$ )	6.6 ( $\pm 0.3^{\text{d}}$ )
15	7.7 ( $\pm 0.3^{\text{d}}$ )	6.3 ( $\pm 0.5^{\text{e}}$ )

<sup>1)</sup>Means with the same alphabet are not significantly by Duncan's multiple range test( $\alpha=0.05$ )

<sup>a)</sup>Control is the sample which was killed by a spike at the head instantly.

이상과 같이 침지시간에 따른 근육중의 젖산 축적량의 변화는 ATP분해와 상관이 깊다는 Watabe et al.(1991)의 보고와 일치하였으며, 넙치와 우럭은 ATP분해가 가장 많은 5분 침지시 가장 높은 젖산함량을 보였다.

#### 4. ATP 관련물질(ATP related compounds)의 변화

어육의 사후, ATP의 분해 속도는 저장온도, 치사 조건, 방혈유무등에 영향을 받으며, 저장온도가 낮을수록 분해가 촉진되며, 치사 조건은 전기자극시킨 것이 분해가 가장 촉진됨이 알려져 있다(Cho et al., 1995). 그리고, 방혈유무는 어종에 따른 차이는 있지만, 넙치를 시료로한 실험에서는 무방혈이 방혈보다 ATP의 분해가 억제된다고 보고하고 있다(Cho et al., 1997).

-12.5°C의 저온 브라인에 침지시간 따른 넙치, 우럭

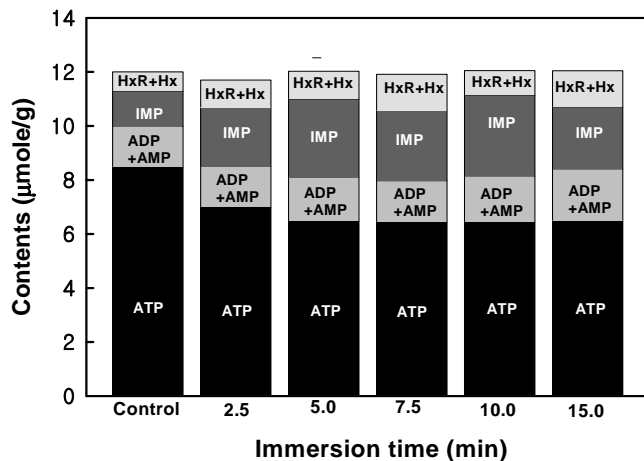


Fig. 5. Effects of immersion time on the ATP related compounds in olive flounder muscle.

의 ATP 관련물질의 변화를 Fig. 5, 6에 나타내었다. ATP 관련물질의 전체함량은 넙치가 약 12.0  $\mu\text{mole/g}$ 이었고, 우럭 약 8.3  $\mu\text{mole/g}$  함유되어 있었다. 즉살 시킨 넙치육은 전체 ATP 관련물질 중 ATP가 8.5  $\mu\text{mole/g}$ 이었고, 2.5분은 7.0  $\mu\text{mole/g}$ , 5분은 6.5  $\mu\text{mole/g}$ , 7.5분은 6.4  $\mu\text{mole/g}$ , 10분은 6.4  $\mu\text{mole/g}$ , 15분은 6.5  $\mu\text{mole/g}$ 으로 나타났으며, 우럭의 경우 대조구가 6.9  $\mu\text{mole/g}$ 이었고, 2.5분은 6.5  $\mu\text{mole/g}$ , 5분은 5.9  $\mu\text{mole/g}$ , 7.5분은 5.9  $\mu\text{mole/g}$ , 10분은 5.9  $\mu\text{mole/g}$ , 15분은 5.9  $\mu\text{mole/g}$ 으로 나타났다. 두 어종 모두, 침지시간 5분 이후에는 ATP 함량의 차이는 크게 없었다. 즉, 근수축의 에너지원으로 사용되는 ATP 함량의 변화가 없다는 것은 5분 이후에도 강한 수축이 일어나고 있다는 것을 뒷받침해주고 있다. 그러나, 5분 이후의 침지시간에서 파괴강도가 5분 보다 낮은 것은 collagen으로 되어있는 세포의 matrix가 붕괴되어 background toughness가 저하된 것으로 판단된다. 그러므로, 넙치와 우럭의 저온브라인에 5분동안 침지하는 것이 육질향상을 위한 최적 침지 조건이다.

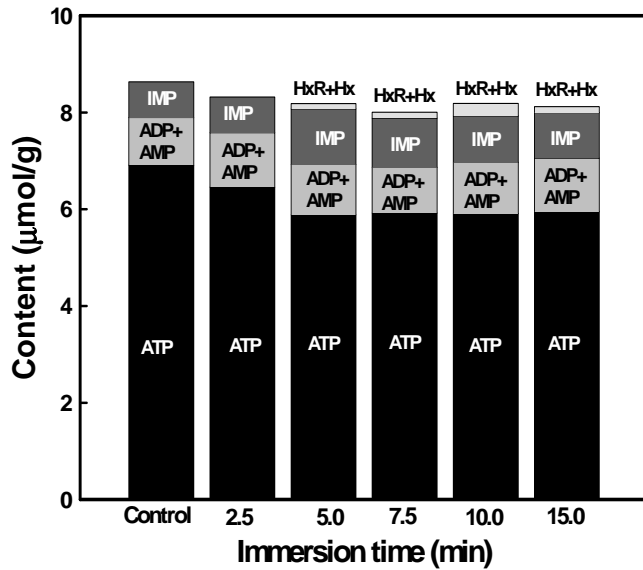


Fig. 6. Effects of immersion time on the ATP related compounds in Korean rockfish muscle.

#### IV. 결 론

생선회의 품질을 높이기 위하여 저온 브라인에 침지한 활어의 최적 처리시간을 구명하고자 하였다. 넙치와 우럭의 파괴강도는 즉살구에서 각각 1.48kg과 1.57kg이었으며, 저온 브라인 온도  $-12.5^{\circ}\text{C}$ 에서 5분 침지시 최대치를 나타내어(1.95kg 및 1.97kg) 각각 약 30%와 25% 가량 상승률을 나타내었다. 그러나, 침지시간이 5보다 침지온도가 높거나 낮아지면 파괴강도의 상승률이 낮게 나타났다. 침지시간에 따른 사후 경직의 진행은 넙치와 우럭 모두 침지시간이 길어짐에 따라 최고경직까지 도달시간이 짧아지고 최대 경직도도 낮아지는 결과를 나타내었다. 근육 중의 젖산함량은  $-12.5^{\circ}\text{C}$ 에서 5분 침지시킨 넙치와 우럭에서 최대값을 보였다.  $-12.5^{\circ}\text{C}$ 에서 침지시



간에 따른 ATP의 함량은 넙치와 우럭 모두 즉살구에서 가장 높았으며, 브라인 침지시간이 길어질수록 ATP함량이 감소하였으며, 침지시간 5분 이후에는 ATP 함량의 차이는 보이지 않았다.

그러므로, 넙치와 우럭의 육질향상을 위한 브라인의 최적 침지조건은  $-12.5^{\circ}\text{C}$ 에서 5분동안 침지할 경우에 가장 좋았다.

## 감사의 글

본 연구는 2001년부터 2002년 까지 해양수산 중소·벤처기술개발지원사업으로 수행된 연구 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

## 참고 문헌

- Ando, M., H. Toyohara, Y. Shimizu and M. Sakaguchi, Post-mortem tenderization of fish muscle proceeds independently of resolution of rigor mortis, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57, 1165~1169, 1991.
- Ando, M., H. Toyohara and M. Sakaguchi, Post-mortem tenderization of rainbow trout muscle caused by the disintegration of collagen fibers in the pericellular connective tissue, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58, pp. 567~570, 1992a.
- Ando, M., H. Toyohara and M. Sakaguchi, Three-dimensional structure of collagen fibrillar network of pericellular connective tissue in association with firmness of fish muscle, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58, pp. 1361~1364, 1992b.
- Baker, S.B. and W.H. Summerson, The Calorimetric determination of lactic acid in biological material, *J. Biol. Chem.*, 138, pp. 538~542, 1941.
- Bito, M. K. Yamada, Y. Mikumo and K. Amano, Studies on the rigor mortis of fish 1. Difference in the mode of rigor mortis among some varieties of fish by modified Cutting's method, *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, 109, 89(in Japanese), 1983.
- Cho, Y.J, K.W. Lee. Early Changes after Death of Plaice, *Paralichthys olivaceus* Muscle 5. Effect of storage temperature on morphological changes of myofibrils and histological changes of muscle, *Bull. Kor. Fish. Soc.*, 27, 114~120(in Korean), 1994.
- Cho, Y.J., N.G. Lee and H.M. Yang, Effects of electrical stimulation on physicochemical and rheological properties of plaice, *Paralichthys olivaceus* muscle at early period after death, *Bull. Kor. Fish. Soc.* 28, pp. 23~30(in Korean), 1995.

- Cho, Y.J., M.S. Cho., S.M. Kim and Y.J. Choi, Effect of anesthesia killing and non-bleeding on physicochemical properties of plaice, *Paralichthys olivaceus* muscle at early period after death, *J. Kor. Fish. Soc.*, 30. pp. 589~594(in Korean), 1997.
- Iwamoto, M., H. Yamanaka, S. Watabe and K. Hashimoto, Effects of storage temperature on rigor-mortis and ATP degradation in plaice *Paralichthys olivaceus* muscle, *J. Food Sci.*, 52, pp. 1514~1517, 1987.
- Kim, T.J. Effect of electrical stimulation on physicochemical properties of muscle protein from plaice, Pukyong National Univ. Ph. D. Thesis, 1998.
- Kim T.J., Y.J. Choi, D.S. Kim and Y.J. Cho, Effects of electrical stimulation on the biochemical properties of plaice, *Paralichthys olivaceus*, sarcoplasmic reticulum and myofibrils, *J. Kor. Fish. Soc.*, 31. pp. 545-552(in Korean), 1998.
- Song, J.H. A study on the actual condition of import for a japanese fresh and live fish, *J. of Fish. Business Administration*, 33, pp. 153~167(in Korean), 2002.
- Shim, K.B., K.B. Lee, T.J. Kim and Y.J. Cho, Improvement of sliced raw fish texture 1. Effect of cold brine temperature on sliced raw fish texture, *J. Kor. Fish. Soc.*, 36. pp. 69~73(in Korean), 2003.
- Tachibana, K., T. Doi, M. Tsuchimoto, T. Misima, M. Ogura, K. Matsukiyo and M. Yasuda, The effects of swimming exercise on flesh texture of cultured red sea-bream, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54, pp. 677~681, 1988.
- Watabe, S., M. Kamal and K. Hashimoto, Postmortem changes in ATP, creatine phosphate and lactate in sardine muscle, *J. Food Sci.*, 56, pp. 151~153, 1991.
- Whiting, R. C., E. D. Strange, A. J. Miller, R. C. Benedict, S. M. Mozersky and C. E. Swiift, Effect of electrical stimulation on the functional properties of lamb muscle, *J. Food Sci.*, 46, pp. 484~490, 1981.
- 山本啓一, 丸山工作, 筋収縮の制御. 筋肉, 105-120, 1988.
- 豊原治彦, 魚類における死後硬直の生化学と應用上の諸問題, 魚類の死後硬直(山中英明 編), 水産學シリーズ 86, 恒星社厚生閣, 東京, 42, 1991.
- 한국수산회, 수산연감, 삼신인쇄, pp. 117~125, 2003.