

육질향상처리가 생선횃감용 어류 근육의 물리·화학적 변화에 미치는 영향 연구

5. 저장 중 넙치육의 ATPase 활성 변화

이기봉·심길보·조민성·김태진*·조영제

부경대학교 식품생명공학부·*국립수산과학원 식품위생과

서론

근육이 수축하면 근원섬유의 sarcomere (筋節)의 길이가 경직의 진행과 함께 짧아지는 것을 볼 수 있다. 즉, thick filament (myosin filament)와 thin filament (actin filament) 사이에 서로 미끌어져 들어가는 현상이 일어나게 되는 것이다. 골격근은 보통 때는 이완상태에 있으나 필요할 때 신경자극에 의해서 수축을 하게 된다. 이러한 수축⇌이완의 전환은 세포내의 Ca^{2+} 농도의 조절을 통해서 제어되며, 이완시의 세포질내의 Ca^{2+} 농도는 $10^{-6}M$ 정도의 낮은 상태로 유지된다. 이 때에 대부분의 Ca^{2+} 은 세포내의 저장장소인 근소포체 (筋小胞體, sarcoplasmic reticulum)에 수용되어 있다. 한편, 근육이 수축할 때는 근소포체내의 Ca^{2+} 유리 channel로 부터 Ca^{2+} 이 세포질내로 유리되어 세포질의 Ca^{2+} 농도는 $10^{-4}M$ 정도로 높아진다. Ca^{2+} 농도의 증가는 근수축의 직접지령이 되는데, 이 지령은 thin filament상에 존재하는 수축조절단백질인 troponin과 tropomyosin을 통해서 이루어진다. 즉, Ca^{2+} 은 troponin의 subunit의 하나인 troponin C에 결합하는데, 이 신호가 tropomyosin을 통하여 thin filament중의 actin으로 전달되어 actin과 myosin의 상호작용을 일으켜서 actin에 의하여 ATPase활성이 촉진되어 근육을 수축하게 된다. 근세포의 흥분이 끝나면 Ca^{2+} 은 다시 근소포체에 수용되어 세포질 중의 Ca^{2+} 농도는 저하하여 근육은 이완하게 된다. 이를 응용한 치사방법중 하나인 전기자극은 근소포체내의 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 된다. 이와 같이, 생선회의 맛에 직결되는 육질은 단단한 어종일수록 양질의 횃감으로 선호되기 때문에 육질을 개선하기 위한 일련의 연구가 진행되고 있다. 즉, 운동사육에 의하여 근육의 장력을 발생시키는 방법, 사육수온을 변화시키는 방법, 한약재를 사료에 투여하여 육 중의 결합조직의 함량을 증대시키는 방법 및 절식사육에 의하여 양식어의 육질을 개선하는 방법 등으로, 이 방법들은 어육의 actomyosin toughness나 background toughness를 향상시키는 방법들이다. 즉, 사후 육의 background toughness를 저하시키지 않고 actomyosin toughness를 증가시켜 효과적으로 육질의 개선하고자 하는 것이다. 그러므로, 본 발표에서는 육질향상의 일환으로 연구된 저온브라인 용액에 침지시킨 넙치육에서 근수축메카니즘을 확립하고자 근원섬유를 제조하여 ATPase활성을 측정하였다.

재료 및 방법

가. 실험재료

넙치(평균체중 700g, 양식산)를 도군수산(부산시 수영구 소재)에서 활어 상태로 실험실로 운반하여, 상온의 해수에서 약 2시간 정도 피로를 회복시킨 후 사용하였다.

나. 실험방법

1) 근원섬유의 조제

브라인 온도를 $-12.5^{\circ}C$ 로 고정하고 침지시간은 2.5분, 5분으로 처리한 후 $5^{\circ}C$ 에서 저장하

면서 근원유를 Perry and Grey(1965)의 방법을 일부 개량하여 조제하였으며, 추출을 위한 모든 조작은 별도의 언급이 없는 한 4°C 이하에서 행하였다.

2) 근원섬유 ATPase 활성 측정

근원섬유 ATPase 활성은 25°C에서 다음과 같은 조건으로 측정하였는데, 즉 Mg^{2+} -ATPase 활성은 5mM $MgCl_2$, 0.1M KCl, 20mM Tris-maleate buffer(pH 7.0), 2mM ATP, 0.5mg myofibril/ml 및 0.25mM $CaCl_2$, 또는 1mM EGTA(ethylene glycol bis(β -amino ethylether)-N,N,N',N'- tetra acetic acid)의 반응액으로 측정하였다. Ca^{2+} - 및 K^+ (EDTA)-ATPase 활성은 25mM Tris-maleate(pH 7.0), 2mM ATP 및 0.5mg myofibril/ml에 각각 5mM $CaCl_2$ 및 0.05M KCl, 또는 1mM EDTA 및 0.5M KCl을 첨가한 반응액에서 측정하였다. ATP를 가하여 2분간 반응시킨 후 2ml씩을 취하여 15%TCA 1ml를 가하여 반응을 정지시켰다. ATPase 활성은 반응으로부터 유리된 v -무기인산을 Fiske and Subbarow(1925)의 방법에 따라 측정하여 계산하였다.

결과 및 요약

1. 즉살한 넙치 근원섬유의 Mg^{2+} -ATPase 활성은 0.35Pi/min · mg였으며, 2.5분 침지 시에는 0.39Pi/min · mg, 5분 침지 시에는 0.43 Pi/min · mg 나타나 저온 브라인 용액에 침지한 것이 즉살에 비하여 높은 ATPase 활성을 나타내었다. 저장시간에 따라 ATPase 활성은 서서히 감소하였으며, 2.5분 침지한 넙치육은 3시간에, 5분 침지한 넙치육은 5시간 이후에 현저히 저하하였다.

2. EGTA-ATPase 활성은 즉살 및 저온 브라인 용액에 침지시간을 2.5분, 5분 처리하였을 때 각각 0.10Pi/min · mg, 0.18Pi/min · mg, 0.14Pi/min · mg 나타나 즉살에 비하여 저온 브라인 용액에 침지시킨 것의 Mg^{2+} (- Ca^{2+})-ATPase 활성이 높았으며 2.5분 침지시킨 것이 가장 높았다. 또한 5°C에 저장 중 ATPase 활성을 살펴본 결과, 저온 브라인 용액에 침지시킨 경우 활성은 감소하는 경향을 보였으며, 즉살은 처사 직후와 비교하여 거의 차이를 나타내지 않았다.

3. 즉살 및 저온 브라인 용액에 침지시간을 2.5분, 5분 처리하였을 때 각각 0.23Pi/min · 0.25mg, Pi/min · 0.33mg, Pi/min · mg 로 즉살과 저온 브라인 용액에 침지한 것 사이에 큰 차이를 보이지 않았으나, 5분 침지시킨 넙치육의 활성이 가장 높았다.

4. 넙치 근원섬유의 Ca^{2+} -감수성에 대한 저온 브라인 용액 침지의 영향을 살펴본 것이다. 저온 브라인 용액에 침지한 넙치 근원섬유의 Ca^{2+} -감수성은 즉살의 경우와 비교하여 큰 차이를 보이고 있다. 즉살의 경우는 저장시간에 따라서도 유의성 있는 변화를 보이지 않으나, 저온 브라인에 침지시킨 넙치육의 Ca^{2+} -감수성은 감소하였다.

그러므로, 저온 브라인 용액의 침지에 의하여 근원섬유의 Ca^{2+} -감수성이 차이를 나타내고 있으므로, 저온 브라인 용액에 의한 조절계단백질의 영향이 크다고 판단된다.

참고문헌

- Cho, Y. J. 1992. Relationship between temperature dependency and breaking strength of plaice muscle during low temperature storage. Bull. Korean Fish. Soc., 25, 322-323.
- Ando M, Toyohara H, Shimizu Y, Sakaguchi M. 1991. Post-mortem tenderization of fish muscle proceeds independently of resolution of rigor mortis. Nippon Suisan Gakkaishi, 57, 1165~1169.