

코끼리 조개육이 동결저장중 단백질 조성 및 Texture변화에 미치는 Blanching의 영향

유병진 · 정인학* · 이강호**

강릉대학교 식품과학과, *강릉대학교 수산자원개발학과, **부산수산대학교 식품공학과

Effect of Blanching on Protein Composition and Texture in Geoduck Muscle during Frozen Storage

Byeong-Jin YOU · In-Hak JEONG* · Kang-Ho LEE**

Department of Food Science, Kangreung national University

**Department of Fisheries Resource Development, Kangreung National University*

***Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan*

Pusan 608-737, Korea

Effects of blanching on protein composition and texture in geoduck muscle during frozen storage at $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ were investigated. In frozen muscle, sarcoplasmic protein and myofibrillar protein were decreased, while alkali-soluble protein increased rapidly. During the storage of the blanched muscle(at $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 2 min.), sarcoplasmic and myofibrilla protein showed slow decreases. The muscle blanched for 2 min(BM) showed the best texture among the samples treated with various blanching times(at $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 1, 2, 3, and mins). In comparing the textures of BM with raw muscle, hardness of BM was similar raw muscle, and elasticity and stress relaxation of BM revealed lower levels than those of raw muscle, but break elongation and toughness were higher. In the changes of texture of raw muscle and BM during the frozen storage, as the storage time lengthened, hardness and toughness of both muscles were stronger, and both stress relaxations showed greatly decreases during initial storage(7 days), and break elongation level of raw muscle showed rapid increases in 100 days but there were no changes in that of BM, Elasticity of raw muscle gradually reduced during storage while that of BM increased.

서 론

식품의 품질을 나타내는 인자의 하나인 texture는 수산물에 있어서는 그에 영향을 미치는 요인이 많은 것으로 알려져 있다. 특히 수산동물육의 texture는 동결온도(Dyer et al, 1950; Dyer, 1951). 동장온도의 변동(Love, 1983), 저장기간(Love, 1983) 및 수분의 변화(Hultin, 1985)에 의해서 영향을 받으며 이 같은 인자들에 의한 texture의 변화는 동

결로 인한 myosin단백질의 가교결합에 의한 myosin의 불용화 때문(Conell and Howgate, 1968; Ragnarsson, 1987)으로 보고하고 있다. 또한 Baranowski 등(1984)과 Nip 등(1985)은 어류에 있어서 냉장중에 어육의 조직을 연화시키는 인자로는 collagenase와 같은 단백분해효소들이라고 하고, crayfish육 조직의 개선을 위해서는 이러한 단백분해효소를 불활성화시키는 blanching조작이 필요하다(Marshall et al., 1987)고 발표하였다. 그리고 Sikorski

등(1976)은 동결저장중 얼음결정생성으로 인한 이온농도의 증가로 단백질의 변성이 일어나며, formaldehyde 및 지방산화생성물과 단백질의 상호반응으로 인한 단백질의 불용화로 어육의 texture가 변한다고 하여 단백질변성과 texture는 상호관련 있음이 밝혀져 있다.

Texture를 측정 및 표현하는 용어중 파괴신장율(break elongation)은 관능검사에서의 식품조직의 부드러움과 역상관관계를 나타내며(Wang et al., 1956), 탄성은 섬유상 단백질이 결정상태에서 무정형 혹은 무작위의 coiled state로 상태가 변하는 것과 관계있다(Hoeve and Willis, 1963)고 보고하고 있으며 경도, toughness 및 변형력 완화율(stress relaxation)은 어육과 축육의 texture의 성질중 물리적촉감이 단단해지는 경화와 점탄성이 감소정도를 나타내는 것(Song et al.: 1987, Stanley et al., 1971)으로, 축육의 texture를 표현하는데 적합한 것으로 알려져 있으므로 육의 texture에 큰 영향을 미치는 collagen의 함량이 축육과 유사한 패류의 texture를 조사하기 위하여는 파괴신장율, 탄성, 경도, toughness 및 변형력 완화율을 측정하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

코끼리조개는 가식부인 수관부의 크기 및 비율이 다른 패류에 비하여 월동히 높기때문에 가공적성이 비교적 뛰어난 패류로서, 동해안에서 채집되고 있는 유망수산자원의 하나로 알려져 있다(강원도, 1990). 그러나 코끼리 조개의 적당한 가공품이 개발되어 있지 않고 가열조리를 잘못하면 조직이 질겨지는 단점 때문에 주로 횡감으로 소비되고 있다. 또한 코끼리 조개는 잠수기어벌로 채취하고 생물학적 특성과 작업환경의 특성 때문에 년중 채취되지 않고 일정시기에 대량 채취되므로 연료의 공급이 지속적으로 이루어져야 하는 가공품의 원료로서 이용하기 위하여는 동결저장이 필수적이다. 그러므로 본 연구는 코끼리조개육의 texture 변화와 단백질조성변화와의 연관성을 조사하였고, 또한 코끼리조개육의 texture를 개선할 목적으로 코끼리조개를 blanching하여 blanching조각이 동결저장중 texture와 단백질조성의 변화에 미치는 영향을 조사하여 코끼리조개의 가공품을 제조하기 위한 기초자료를 검토하였으므로 보고하는 바이다.

재료 및 방법

시료의 처리

시료로 사용한 코끼리 조개는 1991년 강원도 옥계면 금진해역에서 6월 하순에 채취한 것으로서 blanching조건을 구하기 위하여 95 ℃ 물에 1, 2, 3 및 5분동안 가열한 후, 즉시 5 ℃ 물에 담그고 패각과 외피를 제거하여 texture를 측정하는 시료로 사용하였다. 동결저장중의 texture 및 단백질조성변화를 측정하기 위하여 2개의 군으로 구분하여 처리하였다. 제 1군은 95 ℃ 물에 2분간 blanching한 코끼리조개를 패각과 외피를 제거한 것이고 제 2군은 blanching하지 않고 코끼리조개를 패각과 외피를 제거한 것이다. 두개군 모두 -20 ℃에 저장하면서 시료로 사용하였다.

실험방법

(1) 단백질조성: Pyeun 등(1981)의 방법에 따라 분석하였다.

(2) texture의 측정: 동결된 시료를 5 ℃에서 해동시킨 후 시료의 수관부 장축을 따라 길이 80 mm, 폭 8mm의 크기로 절단하여 Stanley 등(1971)의 방법에 따라 rheometer(Fudoh, Kogyo Co.)의 jaw로써 10kg의 힘과 5cm/min의 속도로 시료가 파열되 때까지 한쪽을 신장시켜 force-distance curve를 구하였다. 이 그래프로 부터, 파괴신장율은 끊어질 때까지 늘어난 길이에 대한 원래 시료길이의 비로써 표시하였고, 탄성은 force-distance curve의 면적으로 나타내었다. 변형력 완화율, 경도 및 toughness는 위에서 사용한 것과 크기가 같은 시료를 직경 80mm 구형대의 plunger로 10kg의 힘으로 table을 5 cm/min의 속도로 deformation율이 70%가 되도록 가압하고 가압된 직후 부터는 plunger에 힘을 제거하여 4분동안 나타내는 시료의 응력을 측정된 force-time curve로 부터 구하였다. 이 curve로부터, 변형력 완화율은 시료의 최대응력과 4분동안 감소된 응력의 차이값에 대한 최대응력값의 백분율로 나타내었다. 경도는 시료의 최대응력으로 표시하였고, toughness은 force-time curve의 면적으로 계산하였다. 이때 사용한 record의 chart속도는 모두 2cm/min이었다.

(3) 관능검사: Triangle test를 통하여 선발된 검사요원 10명을 대상으로 9단계 평정법으로 시료의 texture를 측정하였다. 시료의 texture는 “연하다, 약간 연하다, 매우 약간 연하다, 연하지도 질기지도 않다, 매우 약간 질기다, 약간 질기다, 질기다, 매우 질기다”로 묘사하였고 매우 연하다를 1점으로 하여 차례대로 1점씩 더하여, 매우 질기다는 9점으로 평가하였다.

결과 및 고찰

동결저장중의 단백질조성의 변화

동결저장중의 단백질 조성의 변화를 알아보기 위하여 시료를 -20°C 에 저장하면서 저장기간중 근형질 단백질, 근원섬유 단백질, 알칼리가용성 단백질 및 기질단백질의 함량변화를 조사한 결과를 Fig. 1과 2에 나타내었다. Fig. 1에 나타낸 결과와 같이 생육에 있어서, 근형질 단백질은 동결저장 직전에 37.09%이었던 것이 저장 84일까지는 38.56%로 큰 변화를 보이지 않다가 그 이후 급격히 감소하여 저장 140일 후에는 21.71%로 되었다. 근원섬유 단백질은 저장 직전 16.19%이던 것이 저장 21일 이후에는 10.52%로 감소율이 비교적 크게 나타났으나 그 이후는 감소폭이 다소 완만하여 저장 140일 후에는 2.92%를 나타내었다. 이와는 반대로 알칼리가용성 단백질은 저장직전 35.37%에서 저장 84일까지는 41.23%로 큰 변화를 보이지 않다가 그 이후 급격히 증가하여 140일 후에는 62.28%를 나타내 근형질 단백질의 변화와는 반대되는 경향을 나타내었다. 위와 같은 결과를 미루어 볼 때 알칼리가용성 단백질이 저장 84일 이후 크게 증가하는 것은 주로 근형질 단백질과 근원섬유 단백질이 변성하여 이행된 것으로 사료되어진다. 이와 같이 근형질 단백질과 같은 수용성 단백질이 동결저장중 급속히 감소하는 현상은 crayfish의 동결저장중에도 일어나며(Godber et al., 1989) 그 원인은 동결저장중 발생하는 지방산화생성물이 단백질과 반응하여 불용성화합물로 되기 때문인 것(Karel, 1973; Karel et al., 1975)으로 보고하고 있다. 또한 기질단백질에서는 저장직전 11.35%이던 것이 저장 140일 후에 12.42%로 저장기간중 거의 변화가 없는 것으로 나타났다.

Blanching 육의 경우(Fig. 2) 근형질 단백질은 저장직전 14.02%였던 것이 저장 140일 후에는 5.46%로 완만한 감소를 나타내었으며 근원섬유 단백질도 각각 7.01 및 1.6%로 비슷한 경향을 보였다. 이와는 달리 알칼리가용성 단백질은 각각 67.64 및 79.17%로 완만한 증가경향을 보였다. 기질단백질은 10.78%~12.96%로서 저장중 거의 변하지 않았으며 그 함량도 생육과 비슷하였다.

Blanching시간에 따른 texture의 변화

95°C 에서 blanching 시간을 달리했을 때 시료의 texture의 변화를 Fig. 3~5에 도시하였다. 시료의 경도와 변형력 완화에 있어서(Fig. 3) 경도는 2

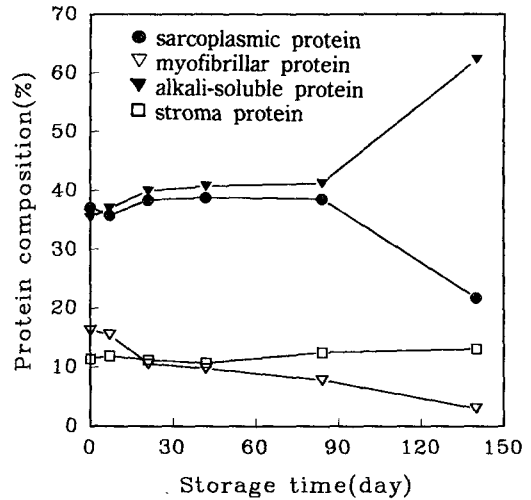


Fig. 1. Changes of protein compositions in raw geoduck muscle during storage at -20°C .

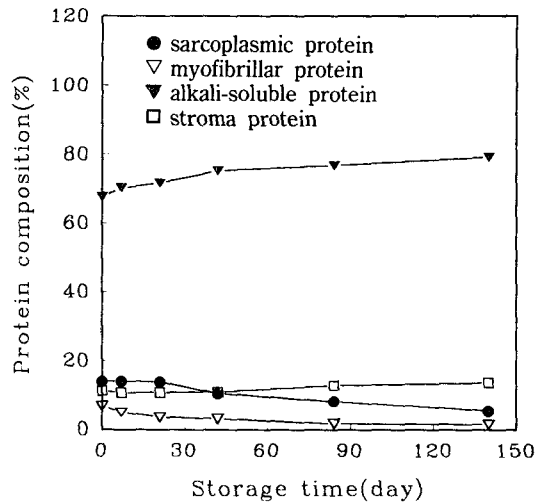


Fig. 2. Changes of protein compositions in blanched geoduck muscle during storage at -20°C .

분까지의 시료에서는 32.0~33.0kg으로 크게 변하지 않았으나 3분 및 5분동안 blanching할 때에는 각각 34.9와 40.8kg로 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 이것은 Kanoh 등(1988)이 참치육을 60°C 에서 가열할 때 가열시간 4분까지는 가열시간이 증가함에 따라 육의 전단력이 증가한다고 하여 비슷한 결과를 보고하였다. 이와 같이 전단력이 변하는 것은 myofibrillar의 A-band가 수축하므로 밀도가 증가되어 근섬유의 크기와 초미세구조가 변하기

때문(Kanoh et al., 1988)이라고 하였다.

변형력 완화율은 blanching 시간 2분까지는 104%에서 66%로 급격히 감소하였다가 그 이상의 시간 동안 blanching할 경우에는 큰 변화를 나타내지 않아 경도의 변화양상과는 반대되는 결과를 나타내었다.

탄성에 있어서는(Fig. 4) blanching하기 전에 7.73cm^2 이던 것이 1분간 blanching한 후 2.96cm^2 으로 최저값을 나타내고 3분 및 5분에서는 5.56cm^2 및 7.49cm^2 로 오히려 증가하는 경향을 보였다.

파괴신장율과 toughness에 있어서는 blanching 직전에 각각 343% 및 1.07cm^2 이던 것이 blanching 시간이 증가함에 따라 거의 비례적으로 증가하여 5분의 경우에는 각각 1033% 및 2.86cm^2 을 나타내었다.

Blanching 시간에 따른 시료의 texture에 대한 관능검사 결과를 Table 1에 나타내었다. 2분간 blanching한 시료가 51점으로 물리지거나 질기지도 않은 상태로서, 가장 조직감이 좋은 것으로 나타났는데 이 시료의 경도는 생시료와 비슷한 값을 보였고 변형력 완화율과 탄성은 다른 시료보다 낮은 값을 나타내었다. 관능검사 결과를 미루어 볼 때 코끼리조개의 동결저장을 위한 blanching 시간은 2분간으로 하는 것이 적합할 것으로 사료되었다.

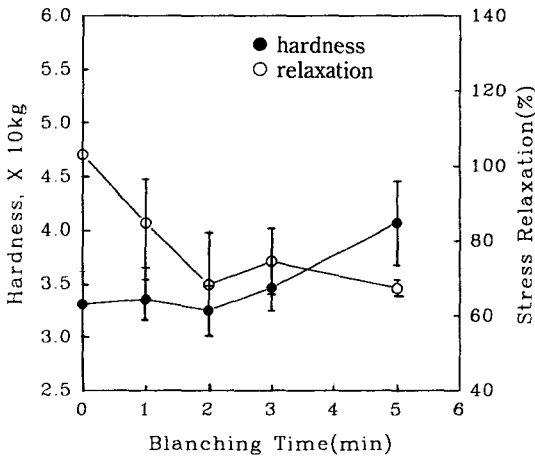


Fig. 3. Effect of blanching time on hardness and relaxation in geoduck muscle. The muscle samples were blanched in hot water of $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ for indicated blanching times.

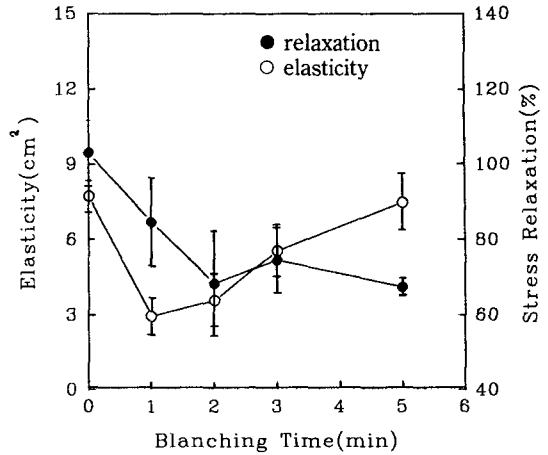


Fig. 4. Effect of blanching time on elasticity and stress relaxation in blanched geoduck muscle. Blanching condition: refer to the footnote of Fig. 3.

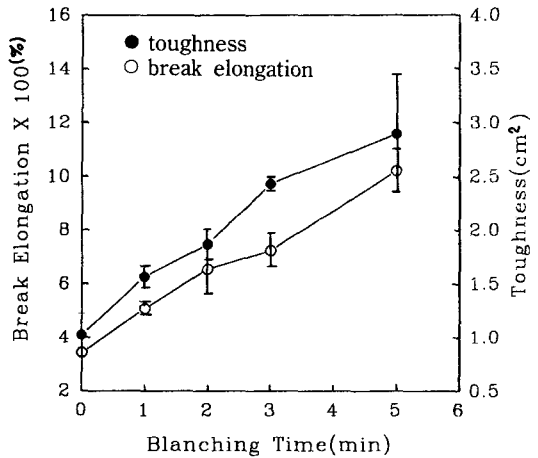


Fig. 5. Effect of blanching time on toughness and break elongation in blanched geoduck muscle. Blanching condition: refer to the footnote of Fig. 3.

동결저장중의 texture변화

Fig. 6~9는 코끼리조개를 관능검사 결과 가장 조직감이 좋은 조건인 $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ 에서 2분간 blanching한 육과 생육을 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 에 동결저장할 때 저장기간에 따른 texture의 변화를 도시한 것이다. Fig. 6에 나타난 경도이 경우 저장직전에 생육과 blanching한 육이 각각 34.2 및 32.3kg 이던 것이 저장 148일 후에는 46.1과 52.0kg 으로 계속하여 증가하는 경향을

Table 1. Sensory evaluation scores of texture in geoduck muscle blanched for various times at 95 °C.

Judges	Blanching Time(min)				
	0	1	2	3	5
1	3	3	5	7	8
2	4	3	4	7	9
3	3	4	5	6	8
4	3	4	6	7	9
5	4	4	5	8	9
6	4	3	5	6	8
7	5	5	5	7	8
8	3	4	6	6	8
9	4	5	5	7	9
10	4	5	5	8	8
total	37	40	51	69	84

F value 100.94¹

¹; significant at the 1% level

보였다. 이와 같이 어육이나 식육을 동결하거나 동결저장하는 경우 신선상태와 비교하여 육의 경도가 증가하는 데 이것은 pH와 동결에 의한 단백질 변성에 의한 것으로 보고(Cowie et al: 1966, 1967) 되어 있다. 또한 Yoon 등(1991)에 의하면 어육의 동결저장중에 단백질 변성으로 인하여 경도가 증가하는 이유는 sarcomere unit가 수축되기 때문이라고 하였다.

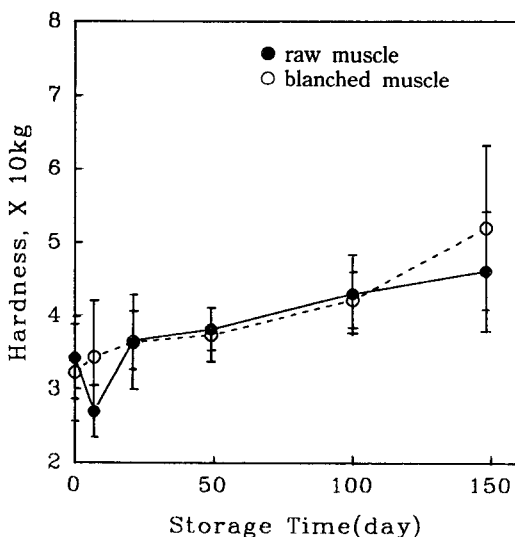


Fig. 6. Changes of hardness in raw and blanched geoduck muscle during storage at -20 °C.

변형력 완화율의 변화에 있어서는(Fig. 7) 생육의 경우 저장직전 104.6%이던 것이 동결저장 7일 후에는 43.1%로 급격히 감소하고 그 이후에는 큰 변화없이 저장 148일 후에는 59.7%를 나타내었다. Blanching육도 생육과 비슷한 경향으로 저장직전에는 68.4%를 보였다가 저장 7일에는 37.4%로 빠르게 감소되었다가 그 이후 거의 변화없는 경향을 나타내었다.

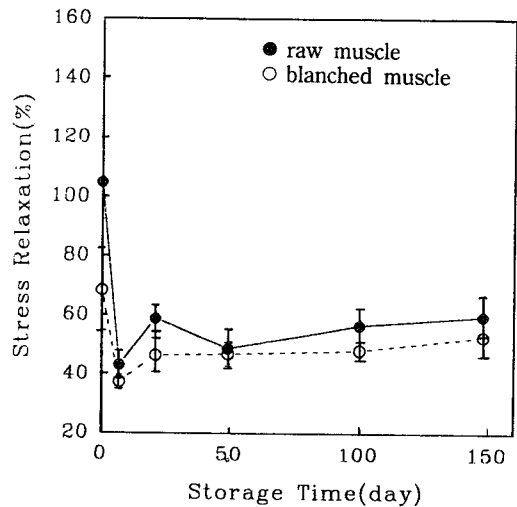


Fig. 7. Changes of stress relaxation in raw and blanched geoduck muscle during storage at -20 °C.

파괴신장율의 변화에 있어서(Fig. 8) 생육은 저장 7일까지는 358~364%이었으나 그 이후 급격히 증가하여 저장 49일에는 817%를 나타내었고 저장 148일에는 884%으로 큰 변화를 보이지 않았다. Blanching 육에서는 저장초기인 21일까지는 358~364%으로 거의 변화하지 않다가 저장 49일째 583%으로 감소되고 그 이후 다소 증가하는 추세를 보였으나 저장 49일째 583%으로 감소되고 그 이후 다소 증가하는 추세를 보였으나 저장 148일에는 678%으로 전체 저장기간중에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 파괴신장율이 식품조직의 부드러움과 역상관관계를 나타낸다는 보고(Wang et al., 1956)를 미루어 볼 때 저장기간중 파괴신장율이 증가한 생육의 경우는 동결저장기간이 길수록 코끼리조개육의 texture가 질겨지는 것으로 보이지만 blanching한 육은 동결저장중에 질긴 정도는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

Toughness에 있어서는(Fig. 9) 생육의 경우 저장

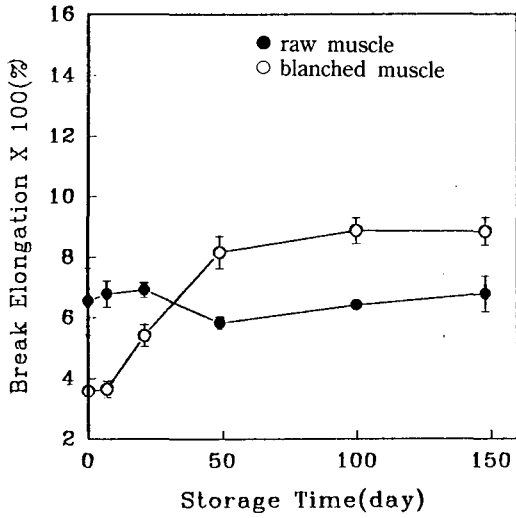


Fig. 8. Changes of break elongation in raw and blanched geoduck muscle during storage at -20°C .

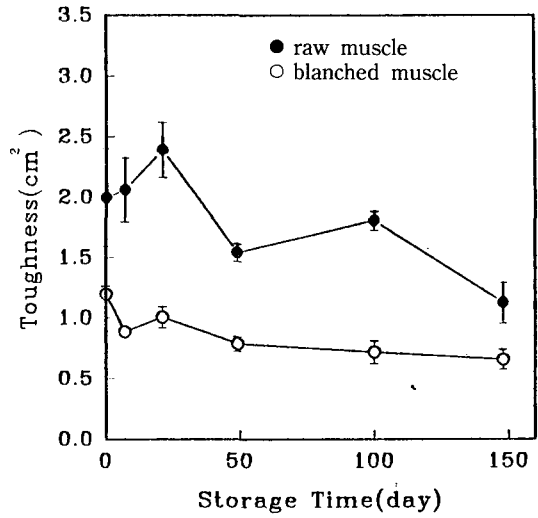


Fig. 9. Changes of toughness in raw and blanched geoduck muscle during storage at -20°C .

직전 1.20cm^2 이었던 것이 전체적으로 저장기간이 길어질수록 감소하여 저장 148일에는 0.66cm^2 을 나타내었으며 blanching육에서는 저장 21일까지 2.39cm^2 으로 다소 증가하다가 그 이후 감소하는 경향을 보여 저장 148일에는 1.15cm^2 으로 되었다. Godber 등(1989)에 의하면 crayfish를 -23°C 에 저장할 때 저장기간의 경과에 따라 toughness와 수용성단백질 함량이 감소한다고 하여 수용성단백질의 변성을 toughness 변화의 요인으로 지적하고 있으므로, 동결저장중의 texture의 변화에서 toughness의 감소와 Fig. 1과 2에 표시한 단백질조성의 변화에서 근형질 단백질함량이 감소한 것을 미루어 볼 때 저장기간중 toughness의 감소는 수용성단백질의 변성과도 관계있을 것으로 사료된다.

탄성은(Fig. 10) 생육의 경우 저장직전의 7.73cm^2 에서 저장 148일만에 4.05cm^2 로 저장기간이 경과함에 따라 감소하였고 blanching육에 있어서는 저장 직전 2.44cm^2 에서 저장 100일에는 6.02cm^2 로서 증가하는 경향을 나타내었다.

요 약

코끼리 조개의 동결저장중 단백질조성 및 texture변화에 미치는 blanching의 영향에 대하여 조사한 결과는 다음과 같다.

생육에 있어서 근형질 단백질과 근원섬유 단백

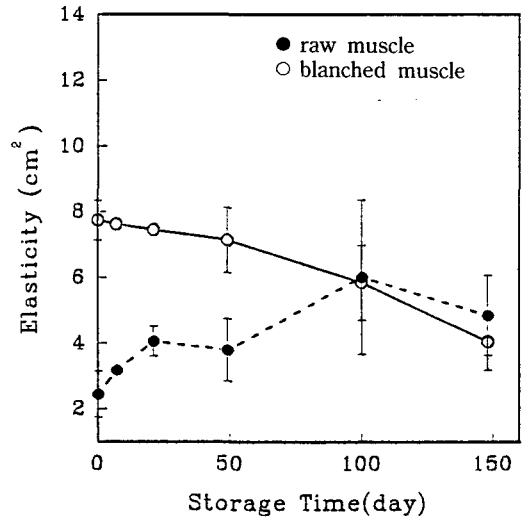


Fig. 10. Changes of elasticity in raw and blanched geoduck muscle during storage at -20°C .

질은 급격한 감소현상을 보였으나 알카리가용성 단백질은 급격히 증가하였다. Blanching육에서는 근형질 단백질과 근원섬유 단백질은 완만하게 감소하였다. Blanching 시간에 있어서 2분간 처리한 시료가 관능검사에 의해 가장 texture가 우수하였는데 생육과 비교할 때 경도는 차이가 없었으나 탄성, 변형력 완화율은 낮은 값을 보였고 파괴신장율과 toughness은 높은 값을 나타내었다. 동결저장

중의 texture의 변화에 있어서 저장기간이 증가함에 따라 경도와 toughness는 생육과 blanching육 모두 증가하였으며 변형력 완화율은 저장초기 모두 급격히 감소되었다가 그 후로는 큰변화를 보이지 않았으며 파괴신장율은 생육의 경우 저장초기에 급속히 증가하였고 blanching육은 큰 변화가 없었다. 탄성에서는 생육은 점차적으로 감소하였고 blanching육은 증가하는 경향을 나타내었다.

감사의 글

이 연구는 한국과학재단 1991년도 지원(project No. 911-1508-055-2)에 의해 수행된 것으로 지원해 주신 재단에 심심한 사의를 표합니다.

참 고 문 헌

- Baranowski, E.S., W.K. Nip. and J.H. Moy, 1984. Partial characterization of a crude enzyme extract from the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. J. Food Sci. 49, 1494~1499.
- Connell, J. J. and P. E. Howgate, 1968. Sensory and objective measurements of the quality of frozen stored cod of different initial freshness. J. Sci. Food Agri. 19, 342~347.
- Cowie W.P. and W.T. Little. 1966. The relation between the toughness of cod stored at -29°C and -40°C it's muscle protein solubility and pH. J. Food Technol. 1, 335~343.
- Cowie W.P. and W.T. Little, 1967. The relation between the toughness of cod stored at -7°C and -14°C it's muscle protein solubility and pH. J. Food Technol. 2, 217~222.
- Dyer, W.J. 1951. Protein denaturation in frozen and stored fish. Food Res. 16, 522~527.
- Dyer, W.J. H.V. French, and J.M. Snow. 1950. Proteins in fish muscle of cod. Int. Inst. Froid. Int. Refrig. Commissions C2, D1, D2, D3, Boston, MA. p. 349.
- Godber J.S., J. Wang, M.T.Cole and G.A. Marshall, 1989. Textural attributes of mechanically and cryogenically frozen whole crayfish(*Procambarus clarkii*). J. Food. Sci. 3, 564~566.
- Hoeve, C.A.J. and Y.A. Willis, 1963. Elasticity of the fibrous muscle proteins. Biochemistry. 2, 279~283.
- Hultin, H.O. 1985. Characteristics of muscle tissue. In "Food Chemistry." Fennema, O.R.(Ed.), p. 725, Marcel Dekker, Inc., New York.
- Kanoh S., J.M.A. Polo, Y. Kariya, T. Kaneko, S. Watabe and K. Hashimoto, 1988. Heat-induced textural and histrological changes of ordinary and dark muscles of yellowfin tuna. J. Food Sci. 3, 673~678.
- Karel, M. 1973, Protein-lipid interactions. J. Food Sci. 38, 756~760.
- Karel, M., K. Schaich. and R.B. Roy, 1975. Interaction of peroxidizing methyl linoleate with some proteins and amino acids. J. Agric. Food Chem. 23, 159~163.
- Love, R.M. 1983. Texture and the fragility of fish muscle cells. J. Text. Stud. 14. 323~328.
- Marshall, G.A., M.W. Moody., C.R. Hackey, and J.S. Godber, 1987. Effect of blanch time on the development of mushiness in ice-stored crawfish meat packed with adhering hepatopancreas. J. Food Sci. 50, 1187~1190.
- Nip. W.K., C.Y. Lan. and J.H. Moy, 1985. Partial characterization of a crude enzyme extract from the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. J. Food Sci. 52, 1504~1506.
- Pyeun. J.H. and T.J. Nam. 1981. Change in protein composition of file fish muscle during post-mortem Lapse. Bull. Korean Fish. Soc. 14, 15~21.
- Ragnarsson, K. 1987. the effect of various salts on the chemical and texture changes in frozen gadoid and non-gadoid fish minces. Ph. D. thesis, Cornell Univ., Ithaca, NY.
- Sikorski, Z., J. Olley, and S. Kostudch. 1976. Protein changes in frozen fish. CRC. Rev. Food Sci. Nutr. 8, 97~101.
- Song, D.J., J.H. Ha, and Y.J. Kang. 1987. Studies on freezing of shell-fish. (V)-Quality changes of pen shell during rozen storage. Cheju Natl. Univ. J. 24, 75~83.
- Stanley D.W., G.P. Pearson and V.E. Coxworth. 1971. Evaluation of certain physical properties of mest using a universal testing machine. J. Food Sci. 256~260.

- Wang, H., D.M. Doty, F.J. Beard, J.C. Pierce, and O. G.Hankins. 1956. Extensibility of single beef muscle fibers. *J. Animal Sci.* 15, 97~102.
- Yoon, K.S., C.M. Lee and L.A. Hufnagel. 1991, Effect of washing on the texture and microstructure of frozen fish mince. *J. Food Sci.* 2, 294~298.
- 강원도, 1990. 강원연안 주요 패류자원 분포 조사 보고서. 대성문화출판사, 103~157.
-
- 1993년 9월 18일 접수
1994년 1월 5일 수리