

포장방법이 냉장어육의 품질에 미치는 영향

신완철[†] · 송재철 · 최석영 · 김미숙^{*}

울산대학교 식품영양학과

^{*}경성대학교 식품공학과

Effects of Packaging Method on Quality of Chilled Plaice Muscle

Wan-Chul Shin[†], Jae-Chul Song, Suck-Young Choe and Mi-Sook Kim^{*}

Dept. of Food Science and Nutrition, Ulsan University, Ulsan 680-749, Korea

^{*}Dept. of Food Science and Technology, Kyungsoong University, Busan 608-736, Korea

Abstract

The purpose of this study is to investigate the changes of physico-chemical properties of chilled plaice muscle, stored at 4°C for 0~21 days, with different packaging methods (vacuum packaged with PVDC and aerobic packaged with HDPE). pH value in aerobic packaged plaice muscle (APPM) decreased from 6.3 to 6.09 at first 2 day storage, and then increased gradually during storage time. Although pH pattern of vacuum packaged plaice muscle (VPPM) was similar to that of APPM, change of pH value during storage time was slower and lower than APPM. VBN value in aerobic packaged one increased during storage time. Especially, it increased significantly after 7 days of storage. While VBN value in VPPM increased only a little to 14 days. TBA value showed significant difference between APPM and VPPM. WHC of APPM was higher than that of VPPM after 7 days of storage. In electrophoretic pattern of myofibril of APPM stored for 14 days, hydrolysis of heavy chain and tropomyosin was observed. However, in VPPM, some hydrolysis occurred only in heavy chain. SDS-PAGE analysis showed that hydrolysis of VPPM occurs later than that of APPM.

Key words: plaice muscle, vacuum package, physico-chemical properties, myofibril, SDS-PAGE

서 론

식생활의 변천과 국민 소득수준이 높아짐에 따라 육류의 소비가 높아져 국민 1인당 연간 쇠고기 소비량은 1990년 4.1 kg에서 1999년 현재 8.1 kg으로(1), 돼지고기는 11.8 kg에서 15.1 kg으로(2) 높은 증가 추세를 나타내고 있다. 한편 어육의 경우는 2000년 현재 1인당 소비량이 38.3 kg으로 육류에 비해 연간 증가율은 높지 않지만, 연간 1인당 소비량은 쇠고기에 비해 약 4.5배로 높게 나타나고 있으며 품종별 수입량도 해를 거듭하면서 점차 늘고 있다(3).

이와 같은 생체식품들은 부패성 식품이므로 신선한 어육은 사후 미생물의 성장, 본래 존재하는 효소의 작용, 화학반응, 물리적인 분해와 건조현상 등에 의해 부패되기 쉽다. 특히 신선어육 단백질에 대한 미생물의 생육은 맛과 냄새에 큰 영향을 줌으로서, 저장수명을 단축시키고 더불어 심각한 경제적 손실을 일으킨다. 따라서 신선식품은 유통과정과 수급관계상으로 인한 일정기간 동안 선도를 유지시켜 품질저하를 방지시켜 주어야 한다.

식품을 안전하게 오래 보관할 수 없을까? 하는 것에 대한

편의성을 추구하기 위해 현대사회에서는 포장을 이용하고 있는데, 포장방법으로는 일반적으로 가정에서 흔히 사용하고 있는 랩이나 비닐봉지를 이용한 합기포장, 호기성 미생물에 의한 부패 그리고 지방산화를 막기 위한 진공포장(4-7), 향미생물에 영향을 주는 CO₂, 불활성기체인 N₂ 그리고 육색에 영향을 주는 O₂의 양을 적절히 혼합하여 사용하는 가스치환포장(MAP, modified atmosphere packaging) 등(8-11)이 있다.

이와 같은 포장방법에 의한 신선육 보존의 연구는 주로 우육을 중심으로 하여 이루어져 왔으며, 우리의 일상생활에서 보다 많이 식용되고 있는 어육에 대한 연구는 매우 미미한 실정이다.

따라서 본 연구는 어육의 유통 중 품질변화를 억제하기 위한 방법을 강구하고, 유통기간을 증진시키기 위한 기초자료로서 사용하기 위해 포장방법에 따른 신선어육을 4°C에서 저장하면서 pH, VBN, TBA가, 보수력, SDS-polyacrylamide gel electrophoresis 변화를 측정하여, 냉장 저장 중 어육의 품질변화를 살펴보고자 하였다.

[†]Corresponding author. E-mail: wcshin@mail.ulsan.ac.kr
Phone: 82-52-259-2371, Fax: 82-52-259-1669

재료 및 방법

재료

본 실험의 시료는 울산시 남구 무거동에 위치한 활어시장에서 구입하였다. 시료인 넙치(*Plaice, Paralichthys olivaceus*: 체장 25~30 cm, 체폭 12~14 cm, 체중 0.5~0.6 kg, 양식 1년생)를 헛칼로 즉살시킨 후 펠렛으로 만들어 HDPE(high density polyethylene)로 제조된 식품포장용 위생백인 크린랩으로 포장한 것을 합기포장육, PVDC(polyvinylidene chloride)를 사용하여 자동성형 진공포장기(한샘테크, KOREA)로 포장한 것을 진공포장육으로 하였으며, 이와 같은 포장육들을 4°C에서 0, 2, 4, 7, 10, 14, 21일 동안 저장하면서 냉장저장중의 이화학적 성질 변화를 조사하였다.

pH 및 보수성

pH측정은 마쇄된 시료 5 g에 증류수 50 mL를 가하여 균질기로 9,000×g에서 2분간 균질시킨 후 pH meter로 측정하였으며, 보수성에 대한 실험은 Yang의 방법(12)을 변형하여 이용하였다. 유리 원심관에 시료 10 g을 넣고 70°C에서 30분간 가열한 후, 실온에서 10분간 방치하였다가 1,000×g로 15분간 원심분리하여 유리된 수분의 양을 측정하여 계산하였다.

$$\text{보수력}(\%) = \frac{[1 - \text{분리된 수분량}(\text{g}) / \text{시료의 총수분량}(\text{g})] \times 100}$$

VCN(volatible basic nitrogen) 및 TBA(thiobabaturic acid)가

저장중 단백질의 산패정도를 조사하기 위한 휘발성 염기 질소 함량(VBN)은 식품공전에 나와 있는 Conway unit를 사용하는 미량확산법(13)을 이용하여 측정하였으며, TBA는 Yin 등의 방법(14)을 변형하여 다음과 같이 실시하였다. 마쇄시료 10 g에 20% TCA 용액 25 mL와 증류수 20 mL를 첨가하여 homogenizer로 10,000×g로 1분간 균질한 다음, 이 균질액을 0°C 암실에서 여과지(whatman No. 1)로 여과한 후, 여액 5 mL와 동량의 2-TBA 용액(0.005 M in water)을 시험관에 넣어 혼합한 뒤, 22°C에서 24시간 방치한 후 532 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다.

근원섬유단백질의 추출 및 전기영동

Myofibril의 추출은 Yang 등의 방법(15)에 의하여 추출하였으며, 단백질의 농도는 bovine serum albumin을 표준물질로 하여 biuret법으로 측정하였다.

0.1% SDS를 함유한 10% polyacrylamide gel의 전기영동은 Laemmli(16)의 discontinuous buffer system에 따라 slab gel apparatus에서 행하였으며 60 mA의 전류로 실온에서 40분간 수직 영동시켰다.

Marker로는 Bio-Rad사 제품인 prestained SDS-page standards(broad range)를 사용하였다.

결과 및 고찰

pH의 변화

넙치육의 포장방법에 따른 저장기간별 pH 값의 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 일반적으로 살아있는 어류의 근육의 pH를 7.2~7.4로 보고하고 있으나(12) 본 실험에서의 즉살된 신선한 넙치육은 pH 6.3으로 나타났다. 이는 넙치가 처사되기 전의 운동량으로 인해 생성된 유산 때문에 낮은 pH를 나타낸 것으로 사료된다. 한편 Kim 등(17)은 넙치육의 유산량의 변화에서 처사방법에 따라 다르지만, 즉살시켰을 때 처사 직후에 가장 낮았다가 36시간 후에 최대 축적량에 도달한다고 보고하였는데 본 실험의 합기포장육의 경우도 저장 2일째에 낮은 값을 나타내 유사한 경향을 보였다. 하지만 진공포장육의 경우 이보다 느리게 그리고 pH의 변화폭도 아주 작은 변화를 나타내 포장방법에 따른 차이를 보였다.

합기포장육의 경우 저장초기 pH 값이 6.3에서 저장 2일째에 6.09로 낮아졌다가 저장기간이 길어짐에 따라 조금씩 증가하여 저장 7일째에는 6.3까지 증가하였으며 그 이후부터는 점차 높은 증가를 나타내었다.

부패육의 pH 값의 상승은 대체로 부패세균에 의한 암모니아와 같은 알칼리성 화합물의 생성 때문인 것으로 알려지고 있으며(11), 또한 어육의 초기부패는 대략 pH 6.5 이상으로 알려지고 있어(12) 합기포장의 경우 pH의 변화로만 본다면 4°C에서 7~10일 정도 경과하면 부패가 시작되는 것으로 보인다.

한편 진공포장육의 pH 값은 저장초기 6.3에서 저장 4일째에는 6.11로 낮아졌다가 조금씩 증가하여 14일째에는 6.33을 그리고 저장 21일째에는 6.6을 나타내었다. 따라서 진공포장을 할 경우 4°C에서 2~3주정도의 저장이 가능한 것으로 나타나 진공포장이 합기포장에 비해 높은 저장성을 갖는 것으로 나타났다.

VBN(Volatile basic nitrogen)의 변화

포장방법과 저장기간에 따른 휘발성 염기태 질소 함량의

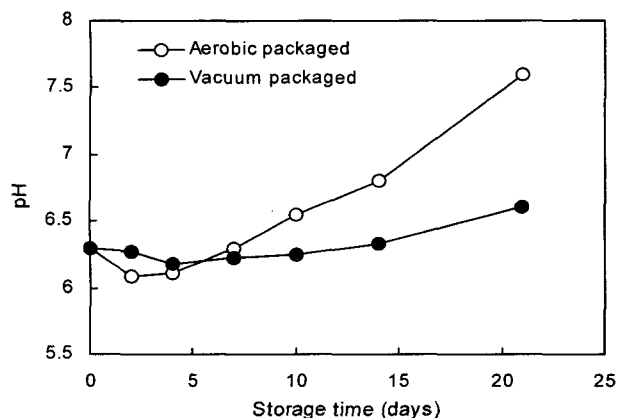


Fig. 1. pH changes of plaice muscle during storage at 4°C with different packaging methods.

변화를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다.

진공포장육은 즉살후 10.4 mg%에서 저장 14일째에 14.6 mg%로 매우 낮은 증가 추세를 나타내다가 14일 이후 21일째에는 31.6 mg%로 상대적으로 높은 증가를 나타내었다.

한편 합기포장육은 이미 저장 4일째에 16.1 mg%로 진공포장의 14일째의 값보다도 약간 높게 나타났으며, 그 이후부터는 급격한 증가를 나타내 진공포장에 비해 휘발성 염기태질소의 생성에 대한 상승폭이 상당히 높은 것으로 나타났다.

저장에 따른 일반적인 VBN의 생성은 사후변화의 초기에는 주로 AMP의 탈아미노반응에 따른 암모니아에 의한 것이고, 이어서 TMAO에 의한 TMA나 DMA의 생성, 아미노산 등의 합질소화합물들의 분해에 의한 암모니아 및 각종 아민류 때문인 것으로 보고(18)되고 있어 어육의 신선도를 판정하는 가장 일반적인 방법으로 사용되고 있다.

우리나라 식품공전(13)에는 축육의 신선육인 경우 VBN 함량을 20 mg% 이하로 규정하고 있으나, 어육의 경우는 규정하고 있지 않지만, 일반적으로 30 mg%이면 부패되기 시작하는 것으로(19), 그리고 10~15 mg%/이하면 비교적 신선한 것으로 간주하고 있다(12). 따라서 합기포장의 경우 4°C의 저장에서는 10일까지 저장하지 말아야 하며, 보다 나은 신선도를 유지하려면 2일 이상을 넘기지 않는 것이 좋은 것으로 나타났다. 그러나 진공포장육의 경우는 14일째에도 14.6 mg%/로 낮게 나타나 신선도를 유지하는 것으로 나타났다.

TBA(thiobabutaric acid)가의 변화

지방산화에 의해서 생기는 malonaldehyde와 thiobarbituric acid가 반응하여 생성되는 복합체를 분광광도계를 이용하여 TBA가를 측정된 결과는 Fig. 3과 같다.

진공포장육의 경우 4일째까지는 저장 첫날과 마찬가지로 0.042 mgMA/kg이었으나, 7일 이후부터는 0.073~0.081 mgMA/kg으로 약간의 증가를 나타냈을 뿐 더 이상 증가하지 않았다. 이는 진공포장을 하게 되면 제거되지 않고 남은 소량의 산소만이 자동산화과정에 관여하므로, 상대적으로

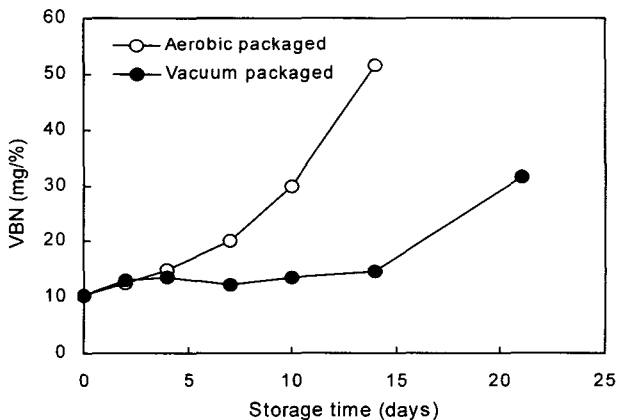


Fig. 2. VBN value changes of plaice muscle during storage at 4°C with different packaging methods.

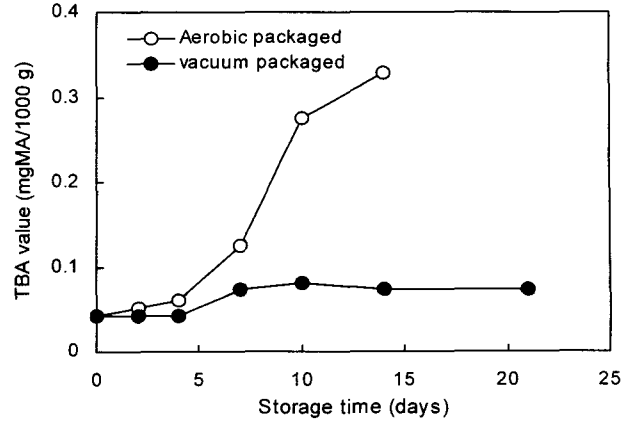


Fig. 3. TBA value changes of plaice muscle during storage at 4°C with different packaging methods.

적은 양의 과산화물만이 생성되기 때문에 TBA가의 변화에 큰 영향을 주지 않은 것으로 추정된다.

한편 합기포장육의 경우는 저장 초기부터 진공포장육의 TBA가보다 높았으며 비교적 완만하게 증가되다가 7, 10일째에는 0.125, 0.276 mgMA/kg으로 상당히 급격하게 증가하였다.

이와 같은 결과는 저장기간이 지날수록 TBA가가 증가하여 일반포장이 진공포장보다 유의하게 높아진다고 보고한 Kim 등(20)과 Park 등(4)의 보고와 유사한 결과였다. 하지만 김 등이 일반포장이 9일째부터 진공포장보다 TBA가가 높아진다는 보고와는 달리, 본 실험에서는 4일째부터 현저하게 높아졌는데, 이는 우육류와 어육에 따른 시료의 차이 때문인 것으로 사료된다. 따라서 본 실험의 결과로 보아 일반포장은 4일까지, 그리고 진공포장은 실험이 진행된 21일까지 지방산패가 큰 영향을 주지 않는 것으로 판단되며, 또한 진공포장이 넘치육의 지방 산패를 크게 억제시킨다는 것도 알 수 있다.

보수력(water holding capacity, WHC)의 변화

저장기간에 따른 넘치어육의 보수력을 측정된 결과는 Fig. 4와 같다.

보수력은 진공포장육의 경우 저장초기 71.9%에서 저장 2, 4일째에 67.6%로 낮아졌다가 저장시간이 길어짐에 따라 점차 서서히 증가하는 경향으로 나타났으며 21일째에는 저장초기와 거의 같은 값의 보수력을 나타내었다. 한편 합기포장육도 저장 2, 4일째에 66.4, 66.8%로 낮아졌다가 그 후 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. 이와 같이 진공포장육과 합기포장육이 저장기간에 따른 보수력의 값이 초기에는 유사한 경향을 나타내지만, 저장 7일 이후부터는 급격한 차이를 나타내 합기포장육과 진공포장육 사이에 증가폭이 상당한 차이를 나타내었다.

이와 같은 결과는 고기의 pH가 높으면 drip 발생이 적으며 높은 pH에서는 완만한 해동이라도 drip이 거의 생기지 않는다고 한 Honikel의 보고(21)와 보수력의 변화는 pH의 변

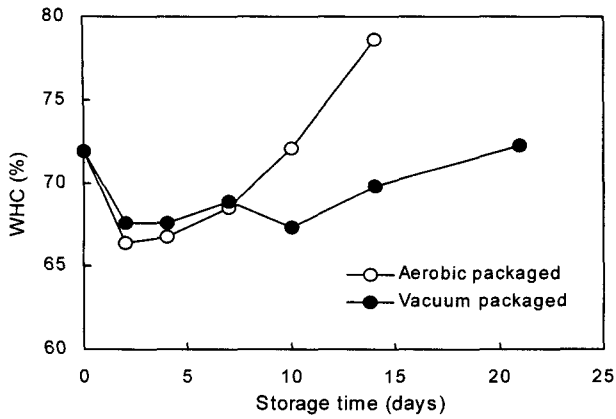


Fig. 4. WHC changes of plaice muscle during storage at 4°C with different packaging methods.

화에 의해 크게 영향을 받으며, 또한 protease에 의한 z-disk 분해가 영향을 준다는 Hamm 등(22)의 보고로 미루어 볼 때 본 실험 결과에서 나타낸 pH 변화의 경향은 유사한 결과이다.

따라서 어육의 보수력도 pH의 변화에 따라 많은 영향을 받는 것으로 나타나, 본 실험의 pH와 보수력의 결과로 보면 합기포장육은 진공포장육에 비해 7일 이상 저장하게 되면 급격한 분해가 일어나면서 수분 결합자리가 많이 생겨 보수성이 높아지는 것으로 판단되며, 실제 이 때부터 부패가 급격해지는 것으로 사료된다. 그러나 진공포장육의 경우는 저장 21일의 보수력이 저장초기와 유사한 값을 나타내 합기포장육에 비해 육 분해가 천천히 일어남을 알 수 있었다.

Myofibril(MF)의 전기영동상의 변화

다종의 단백질로 구성된 근원섬유는 근세포의 대부분을 차지하는 거대분자이므로, 근세포의 특성을 알아내기 위하여 근원섬유단백질을 많이 이용하고 있다. 따라서 4°C에 저장된 넙치육의 포장방법과 저장기간에 따라 어떠한 변화를

갖는지에 대한 넙치육의 myofibril의 전기영동상을 조사한 결과를 Fig. 5에 나타내었다

합기포장육의 경우 7일간 저장된 넙치육으로 조제된 MF의 전기영동상이 저장초기 MF의 전기영동상에 비해, myosin heavy chain이 약간의 분해를 나타내었을 뿐 거의 유사한 양상을 나타내, 4°C에서 7일동안의 저장은 MF의 구성단백질에 큰 영향을 주지 않음을 알았다. 그러나 14일 MF의 경우는 myosin heavy chain이 상당히 분해되고 있음을 나타내며, 또한 35 kDa인 tropomyosin의 band도 분해되어 band 상에 나타나지 않았다.

진공포장의 경우에 있어서는 MF의 전기영동상이 10일까지 거의 차이를 나타내지 않았으며, 14일이 되어서 myosin heavy chain의 분해가 미약하게 일어남을 나타내었다. 분해되는 정도도 합기포장에 비해 매우 적었으며, tropomyosin의 분해도 14일이 지나서야 이루어지는 것으로 나타났다.

따라서 본 실험의 전기영동상으로부터 어육저장시 MF의 구성단백질 중 myosin heavy chain의 분해가 제일 먼저 일어남을 알 수 있었는데, 이는 myosin이 생체내에서 actin보다 가수분해에 더 예민하다고 보고한 Crupkin 등의 보고(23)와 일치하는 것이었으며, 또한 합기포장육의 MF이 진공포장육의 MF보다 myosin heavy chain과 tropomyosin의 분해가 빨리 일어남을 알 수 있었다.

한편 우육을 2°C에서 저장할 경우 MF의 전기영동상에서 30 kDa 성분이 나타나며, 30 kDa가 우육의 숙성의 지표가 된다고 보고하고 있고(24), 또한 어육의 경우는 연화과정 중에 근원섬유내에 38 kDa 성분이 나타난다고 보고(25)하고 있으나 본 실험에서는 30 kDa나 38 kDa에 해당하는 성분들이 저장과정 중에 나타나지 않고 있다. 따라서 이와 같은 관계를 분명히 하기 위해서는 더욱더 조사가 필요할 것으로 사료된다.

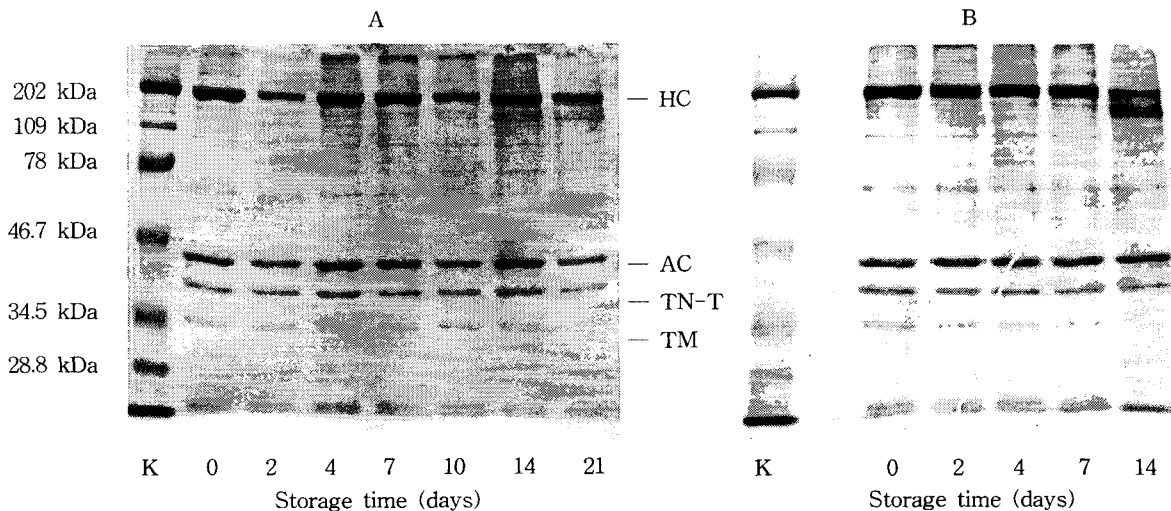


Fig. 5. 10% SDS-PAGE patterns of MF from plaice muscle during storage at 4°C with different packaging methods. K: Marker, HC: Heavy chain, AC: Actin, TN-T: Troponin-T, TM: Tropomyosin, A: Vacuum package, B: Aerobic package.

요 약

본 연구는 신선어육의 저장효과를 높이기 위하여 포장방법을 달리하여 이화학적 성질을 조사한 결과이다. 신선한 넙치육의 pH는 6.3에서 합기포장한 경우 냉장 2일에 6.09로 낮아졌다가 그 이후 지속적인 상승을 보였으며, 진공포장의 경우는 경향은 비슷하나 합기포장에 비해 저장기간에 따른 pH의 변화가 매우 느리고 상승속도도 작았다. VBN값은 합기포장의 경우 저장기간에 따라 증가하였으며 특히 7일 이후부터는 매우 급격한 증가를 나타냈다. 반면에 진공포장육은 저장 14일까지는 저장초기에 비해 약간의 증가를 나타낸 이후 급격한 증가를 나타내 합기포장과는 뚜렷한 차이를 나타내었다. TBA가는 저장 전기간 동안 진공포장의 경우 상당히 낮게 나타났지만, 합기포장은 저장 4일 이후 급격한 증가를 나타내 포장에 따른 차이를 뚜렷하게 나타내었다. 보수성에서는 합기포장과 진공포장 둘 다 저장 7일까지는 유사한 변화를 나타내었지만, 저장 7일 이후부터는 합기포장이 진공포장에 비해 상당히 높은 증가를 보이며 유의적인 차이를 나타내었다. 근원섬유단백질의 전기영동상에 있어서는 합기포장육의 경우 저장 14일 MF의 heavy chain과 35 kDa인 tropomyosin이 분해됨을 나타내었는데 비해, 진공포장육은 저장 14일에도 heavy chain의 분해만이 조금 일어나 근원섬유단백질의 분해가 합기포장에 비해 천천히 일어남을 보였다.

감사의 글

본 연구는 2002년도 울산대학교 학술연구비의 지원에 의하여 수행된 결과의 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. <http://www.alric.org/statisticks/list/s0501-0999/s534.htm>.
2. <http://www.alric.org/statisticks/list/s0501-0999/s538.htm>.
3. <http://www.suhyup.co.kr/stat/document/st02.xls>.
4. Park CI, Kim YK, Kim YJ. 2000. Effect of vacuum packaging and aerobic packaging on the physico-chemical properties of vention. *Korean J Food Sci Ani Resour* 20: 214-221.
5. Kim DG, Lee SH, Kim SM, Seok YS, Sung SK. 1996. Effects of packaging method on physico-chemical properties of korean beef. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 944-950.
6. Kim BC, Han CY, Joo ST, Lee S. 1999. Effects of displaying conditions of retail-cuts after vacuum packed storage on pork quality and shelf-life. *Korean J Animal Sci* 41: 75-88.
7. Kim IS, Min JS, Lee SO, Shin DK, Lee JI, Lee M. 1998. Physicochemical and sensory characteristics of domestic vacuum packaged pork loins for export during chilled storage. *Korean J Animal Sci* 40: 401-412.
8. Lee KT, Lee KJ, Yoon CS. 1999. Quality changes of hanwoo beef packaged on modified atmosphere. *Korean J Food Sci Ani Resour* 19: 27-35.
9. Yang ST, Lee HS. 1999. Shelf-life extention of semi-dried right-eyed flounder using modified atmosphere packaging. *Korean J Food Sci Technol* 31: 712-719.
10. Phillips CA. 1996. Review; Modified atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce. *I J Food Sci & Tech* 31: 463-479.
11. Reddy NR, Schreiber CL, Buzard KS, Skinner GE, Armstrong DJ. 1994. Shelf life of fresh tilapia fillets packaged in high barrier film with modified atmospheres. *J Food Sci* 59: 260-264.
12. Yang CY. 1997. *Processing of marine food*. Sejinosa, Seoul. p 48, 53, 72.
13. Korean Food & Drug Administration. 2000. *Official Book for Food*. Moonyungsa, Seoul. p 212.
14. Yin MC, Faustman C, Reisen JW, Williams SN. 1993. α -Tocopherol and ascorbate delay oxymyoglobin and phospholipid oxidation *in vitro*. *J Food Sci* 58: 1273-1277.
15. Yang R, Kim CJ, Moon YH, Yu JH. 1974. Studies on the myofibrillar proteins. 1. Phase microscopy of myofibrils from rabbit muscle. *Korea J Food Sci Technol* 6: 79-85.
16. Laemmli UK. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 227: 680-685.
17. Kim JH, Lee NG, Kim YY, Lee KW, Cho YJ. 1993. Early changes after death of plaici, *paralichthys olivaceus* muscle. 3. Effect of killing methods on changes in content of ATP and its compounds and lactate. *Bull Korean Fish Soc* 26: 403-408.
18. Park YH, Chang DS, Kim SB. 1994. *Marine products processing*. Hyung-Sul Publishing Co., Seoul, Korea. p 51.
19. Nonaka J, Hashimoto H, Takabashi H, Suyama M. 1971. Freshness determination method of fish and shellfish. In *seafood science (in japanese)*. *Koseishow Koseigak* p 72-77.
20. Kim YB, Kim YS, Rho JH, Sung KS, Yoon CS, Lee NH. 1996. A study on the shelf life of vacuum packaged imported chilled beef. *Korean J Anim Sci* 38: 411-422.
21. Honikel KO. 1987. How to measure the water holding capacity of meat? Recommendation of standardized methods. In *Evaluation and control of meat quality in pigs*. Tarrant PV, Eikelenboom G, Monin G, eds. Martinus Nijhoff, Dordrecht. p 129.
22. Hamm R. 1986. Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. In *Muscle as food*. Bechtel PJ, ed. Academic Press, Inc., Orlando. p 164.
23. Crupkin M, Montecchia CL, Trullco RE. 1990. Seasonal variations in gonadosomatic index, liversomatic index and myosin-actin ratio in actomyosin of mature hake. *Comp Biochem Physics* 89: 7-10.
24. Jung IC, Kim MS, Shin WC, Moon YH. 1997. Physico-chemical properties for utilization of aging index of cold storage beef tender loin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 647-653.
25. Toyohara H, Ando M, Shimizu Y. 1990. Appearance of a 38,000 dalton component possibly associated with the post-mortem tenderization of rainbow trout muscle. *Agric Biol Chem* 54: 1575-1576.

(2003년 6월 17일 접수; 2003년 10월 13일 채택)