

환경기체조절포장에 의한 자숙오징어의 Shelf-Life 연장

양 승 태*

경성대학교 식품공학과

Shelf-Life Extension of Cooked Squid Using Modified Atmosphere Packaging

Seung-Taek Yang*

Department of Food Science and Technology, Kyungsoong University, Pusan 608-736, Korea

Abstract

An experiment was conducted for extension of shelf-life of cooked squid (*Todarodes pacificus*) using modified atmosphere packaging. The products were packed in a Ny/PE/LLDPE (0.015/0.045/0.040 mm) laminated film with air, vacuum, CO₂ gas, and N₂ gas, respectively, and then stored at 5°C and 20°C. Keeping qualities of the products were investigated by measuring moisture content, pH, volatile basic nitrogen (VBN), viable cell count, thiobarbituric acid (TBA) value, peroxide value (POV) and color value. Good qualities of the products stored at 5°C were maintained at least 9 days, 11 days, more than 35 days and 24 days in air, vacuum, CO₂ gas and N₂ gas packaging products, respectively. In cases of 20°C storage, however, the shelf-lives of all the products were only one day. The shelf-life extension of the products were observed in CO₂ gas > N₂ gas > vacuum > air packaging in order.

Key words – Cooked squid, Shelf-life, Modified atmosphere packaging

서 론

환경기체조절포장 (Modified atmosphere packaging, MA 포장)은 밀봉포장 용기 내의 공기를 CO₂나 N₂ 등의 기체로써 치환시켜서 세균증식이나 곰팡이의 발육을 억제하고 지질의 산화를 방지하며 육색을 보존케 함으로써 식품을 저장하는 방법으로 종래의 저온저장법을 병용하면 유통기간 연장을 기대할 수 있다[6]. Gray 등[8]은 전갱이류 (blue fish) 등 4종 해산어의 CO₂에 의한 정균효과를 보고하였으며, Banks[3]는 CO₂ 기체치환포장에 의한 지느러미 달린

어류 (fin fish)의 유통기간 연장효과를 보고하였다.

Villemure 등[30]은 대구 fillet를 CO₂ 25% + N₂ 75%의 혼합기체로 포장한 후 0±1°C에서 저장하였더니 20일간 품질이 양호하다고 하였으며, Parkin 등[24]은 썸뱅이 (rock fish) fillet를 CO₂ 80% + N₂ 20%의 혼합기체로써 포장하여 1.7°C에 저장하였더니 유통기간이 13일이었다고 하였다. 한편 Przybylski 등[25]은 메기를 방사선 처리한 후 CO₂ 100% 및 CO₂ 80% + N₂ 20%의 혼합기체로 각각 MA 포장한 후 유통기간을 조사한 결과 MA 포장효과는 나타나지 않았고 방사선처리효과 만 나타났다고 하였다. 또한 Statham 등[27]은 어류를 polyphosphate와 potassium sorbate 처리 후 CO₂ 100%로 MA 포장하는 것이 효과적인 포장방법이며, 진공포장된 어류에 대한 potassium sorbate의 처리효과

*To whom all correspondence should be addressed
Tel: (051) 620-4715, FAX: (051) 622-4986
E-mail: scyang@star.kyungsoong.ac.kr

는 CO₂ 100% 만으로써 포장한 것 보다 더 효과적이었다고 하였다.

소비자의 생활양식이나 기호성의 변화, 선어의 유통형태의 변화 등에 따라서 선어개류나 수산가공식품도 여기에 대응한 새로운 형태의 품질 유지 및 유통기술개발이 요구되고 있다. 오징어는 한국인의 식미기호에 맞아 선어나 냉동어 등 조리용 원료로 소비되는 경우가 많고 견제품, 조미가공품, 훈제품, 젓갈, 통조림 등의 가공품 형태로도 이용되고 있다. 오징어에 관한 식품학적 연구로는 오징어 젓갈제조 및 품질유지[11,17], 오징어가공품의 냄새성분[18], 마른오징어의 품질평가[29], 오징어내장의 지방질 조성[12], 오징어식해개발[13-16], 유럽화살오징어의 저장성[22,23]에 관한 연구 등 많은 연구가 보고되어 있다. 그러나 자숙오징어를 제조하고 그 저장수명을 검토한 연구는 찾아 보기 힘들다. 따라서 본 연구에서는 가정이나 요식업소 등에서 간편하게 즉석에서 바로 먹을 수 있는 자숙오징어를 제조하고 이들의 저장수명을 연장하기 위하여 CO₂ 치환포장, N₂ 치환포장, 진공포장 및 합기포장을 실시한 후 각각 냉장(5℃) 및 상온(20℃)에 저장하면서 이들 포장방법이 자숙오징어의 저장수명에 미치는 효과를 검토하였다.

재료 및 방법

재료

선도가 양호한 연안산 오징어 (*Todarodes pacificus*, 몸통길이 24~26 cm, 중량 210~225 g)를 어시장에서 구입하여 내장을 제거하고 수세한 다음 끓는 물 중에서 2분간 가열하여 자숙오징어를 제조하였다.

제품의 포장 및 저장

자숙한 오징어를 나일론+폴리에틸렌+선형 저밀도 폴리에틸렌 (Ny/PE/LLDPE, 0.015/0.045/0.040 mm)의 적층필름봉투 (45×25 cm)를 가지고 진공포장기 (Leepack, Mark 6TM, 한국)로써 각각 CO₂ 100% 치환포장, N₂ 100% 치환포장, 진공포장 및 합기포장을 실시한 후 각각 5℃ 및 20℃에 저장하면서 저장 중의 품질을 측정하였다.

밀봉포장 필름용기 내부의 기체조성 분석

밀봉포장 직후 필름용기 내부의 CO₂ 100% 및 N₂ 100%의

기체조절에 대해서는 GC로 각각 분석 확인하였다. CO₂의 분석은 GC (영인 GC-680D, 영인과학)를 사용하여 다음과 같은 조건에서 실시하였다. 즉, column : Porapak (Alltech, U.S.A.), 6 ft stainless steel, carrier gas : He 30 mL/min, oven temp. : 70℃, injector temp. : 100℃, detector : TCD, detector temp. : 80℃이었다. N₂의 분석은 GC (도남 GC, DS-6200, 도남 인스트먼트)로 다음과 같은 조건하에서 실시하였다. 즉, column : molecular sieve (Alltech, U.S.A.), 6 ft stainless steel, carrier gas : He 30 mL/min, oven temp. : 90℃, injector temp. : 80℃, detector : TCD, detector temp. : 120℃이었다.

분석방법

수분함량은 적외선 수분측정기 (Denver, model 200, U.S.A.)를 이용하여 측정하였고, pH는 근육 10 g에 증류수 40 mL를 넣어 마쇄한 시료육을 유리 전극 pH meter (Corning, model 10)로 측정하였으며 휘발성 염기질소 (volatile basic nitrogen, VBN)는 Conway unit를 사용하는 미량확산법[19]으로 측정하였다. 생균수는 표준 한천평판배양법[2]으로 측정하였다. 즉 시료 1 g을 멸균한 생리 식염 수용액 (0.85% NaCl)에 넣고 충분히 혼합한 후 멸균된 표준 한천배지 (DIFCO, U.S.A.)에 접종하여 35~37℃에서 2일간 배양한 다음 colony를 계수하였다. TBA가 (Thiobarbituric acid value)는 시료 5 g을 정평하여 Tarladgis 등[28]의 수증기 증류법으로 측정하였으며 과산화물가 (peroxide value, POV)의 측정은 A.O.A.C.법[1]에 따라 측정하였다. 색도의 측정은 색차계 (Minolta Carama Co., model CR-200b)를 사용하여 오징어 몸통살의 L값 (명도), a값 (적색도), b값 (황색도) 및 ΔE값 (색차)을 나타내었다. 이 때 사용한 표준 백색판의 L값 (명도), a값 (적색도) 및 b값 (황색도)은 각각 93.9, 0.31 및 0.32이었다. 각종 측정 실험데이터는 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

결과 및 고찰

포장방법이 자숙오징어의 저장 중 수분함량, pH 및 VBN 함량에 미치는 효과

제조한 자숙오징어를 각각 합기포장, 진공포장, CO₂ 치환포장 및 N₂ 치환포장하여 각각 5℃ 및 20℃에 저장하면서 저장 중 각 시료의 수분함량, pH 및 VBN함량을 측정

하여 각각 Fig. 1과 2에 나타내었다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 5°C 저장시료의 수분함량은 전체 저장기간을 통하여 74.7~77.5%이었고, 20°C 저장시료의 경우 73.9~76.9%로써 포장방법에 따른 큰 차이는 없었으나, 전체적으로 저장기간이 길어지면 수분함량이 다소 떨어지는 경향이 있었다. pH는 5°C 저장의 경우 저장기간의 경과에 따라 함기포장시료에서 6.5 (대조구)~7.0, 진공포장시료에서 6.5 (대조구)~7.1, CO₂ 치환포장시료에서 6.5 (대조구)~6.7 그리고 N₂ 치환포장시료에서 6.5 (대조구)~7.0으로써 전체적으로 포장방법에 따라 다소 차이가 있었으며 전반적으로 저장기간이 경과할수록 pH가 점차 증가하는 경향이 있었다. 20°C 저장시료에서는 전체적으로 pH 6.5 (대조구)~7.1로써 역시 저장

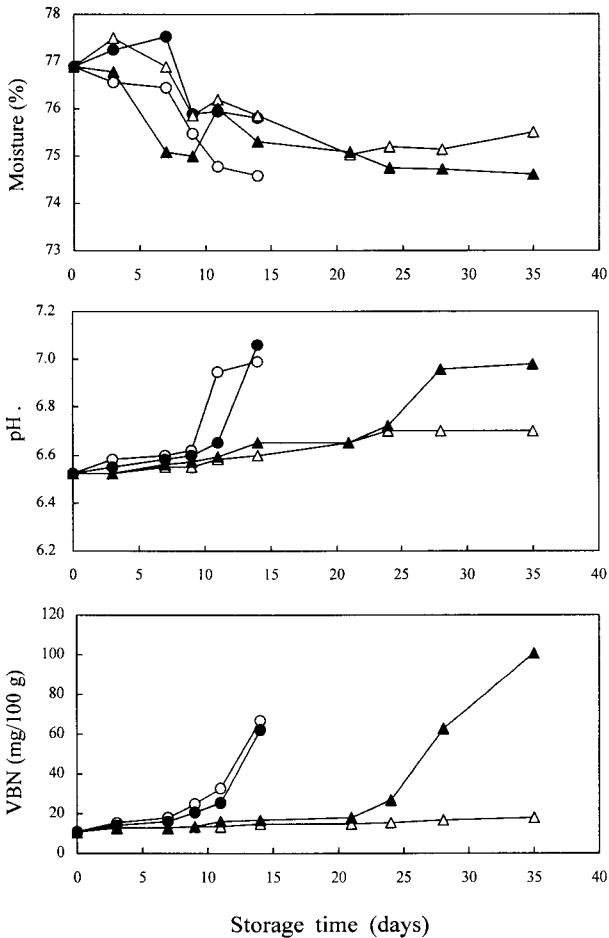


Fig. 1. Changes in moisture content, pH and VBN of cooked squid during storage at 5°C.
○—○: air package, ●—●: vacuum package, △—△: CO₂ package, ▲—▲: N₂ package.

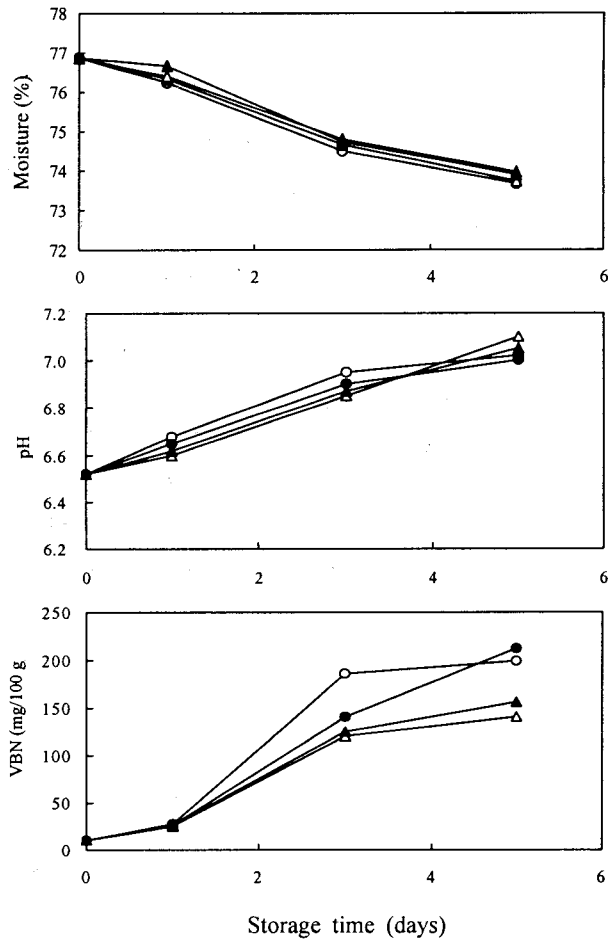


Fig. 2. Changes in moisture content, pH and VBN of cooked squid during storage at 20°C.
○—○: air package, ●—●: vacuum package, △—△: CO₂ package, ▲—▲: N₂ package.

기간의 경과에 따라 점차 증가하였다. Reddy 등[26]은 신선한 틸라피아 fillet를 함기포장하고 4°C에 저장시 저장기간의 경과에 따라 pH가 6.2 (대조구)에서 점차 상승하여 저장 9일 이후에는 pH가 6.6 이상으로 되었는데 pH가 상승한 주원인은 부패세균에 의해 암모니아와 같은 알칼리성 화합물이 생성되기 때문이며, CO₂ 75%+N₂ 25%의 혼합기체로써 포장한 시료의 경우 pH가 6.0 (대조구, 6.2)으로 다소 감소하였는데 그 원인은 CO₂가 어육의 수용성 구간 중에 용해되었기 때문이라고 하였다. 한편 Fey와 Regenstein [4]은 신선한 붉은 헤이크와 연어의 MA 포장에 의한 유통기간연장에 관한 연구에서 CO₂에 의한 pH 저하현상은 없었다고 하였다. 본 실험에서는 함기포장 및 MA 포장시료

에서 모두 저장기간의 경과에 따라 pH가 조금 증가하는 경향이였다.

일반적으로 어육 중의 VBN함량이 30~40 mg/100 g을 초기부패점[20]으로 보기 때문에 30 mg/100 g을 기준으로 하여 살펴 보면, 5℃ 저장 시 합기포장시료는 저장 9일 쯤 24.7 mg/100 g, 진공포장시료는 11일 쯤 25.7 mg/100 g, CO₂ 치환포장시료는 35일 쯤 17.8 mg/100 g, 그리고 N₂ 치환포장시료는 24일 쯤 26.8 mg/100 g으로써 품질이 양호하였다. 20℃ 저장의 경우를 보면 Fig. 2에서 보는 바와 같이 저장 1일 쯤 포장방법에 따라 24.8~27.8 mg/100 g으로써 품질이 양호하였다. 따라서 저장가능기간을 보면 5℃저장의 합기포장시료는 적어도 저장 9일, 진공포장시료는 적어도 저장 11일, CO₂ 치환포장시료는 적어도 35일 이상, 그리고 N₂ 치환포장시료는 적어도 저장 24일이었으며 20℃ 저장의 경우는 포장방법에 관계 없이 전반적으로 모두 1일이였다.

포장방법이 자숙오징어의 저장 중 생균수, TBA가 및 POV에 미치는 효과

제조한 자숙오징어를 각각 합기, 진공, CO₂ 치환 및 N₂ 치환포장하여 5℃ 및 20℃에 각각 저장하면서 저장 중의 생균수, TBA가 및 POV를 측정하여 각각 Fig. 3과 4에 나타내었다. 일반적으로 어육 중의 생균수가 10⁵⁻⁶/g을 부패초기점으로 보기 때문에 10⁵/g을 기준으로 하여 저장 가능기간을 살펴 보면 5℃ 저장의 경우 Fig. 3에 나타낸 바와 같이 합기포장시료는 저장 9일 쯤 3.2×10⁴/g (대조구, 5.6×10²/g), 진공포장시료는 저장 11일 쯤 3.5×10⁴/g, CO₂ 치환포장시료는 35일 쯤 4.5×10³/g 그리고 N₂ 치환포장시료에서는 24일 쯤 6.2×10⁴/g으로써 품질이 양호하였다. 20℃ 저장에서는 Fig. 4에 나타낸 바와 같이 저장기간의 경과에 따라 급격히 증가하며 초기 부패점을 고려하여 생균수가 10⁵/g 미만의 저장기간을 보면 전체의 포장방법을 통하여 모든 시료에서 저장 1일이였다. 藤井 등[7]은 MA 포장에 의한 정어리의 유통기간 연장에 관한 연구에서 CO₂의 농도를 80%로 하여 포장한 시료에서는 호기성균에 대한 정균효과가 있었으나, CO₂의 농도를 20%로 낮추어 포장한 시료의 경우 합기포장시료와 별 차이가 없었으며 또한 혐기성균에 대한 CO₂의 정균작용 (bacteriostatic effect)은 작았다고 하였다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 본 실험의 CO₂

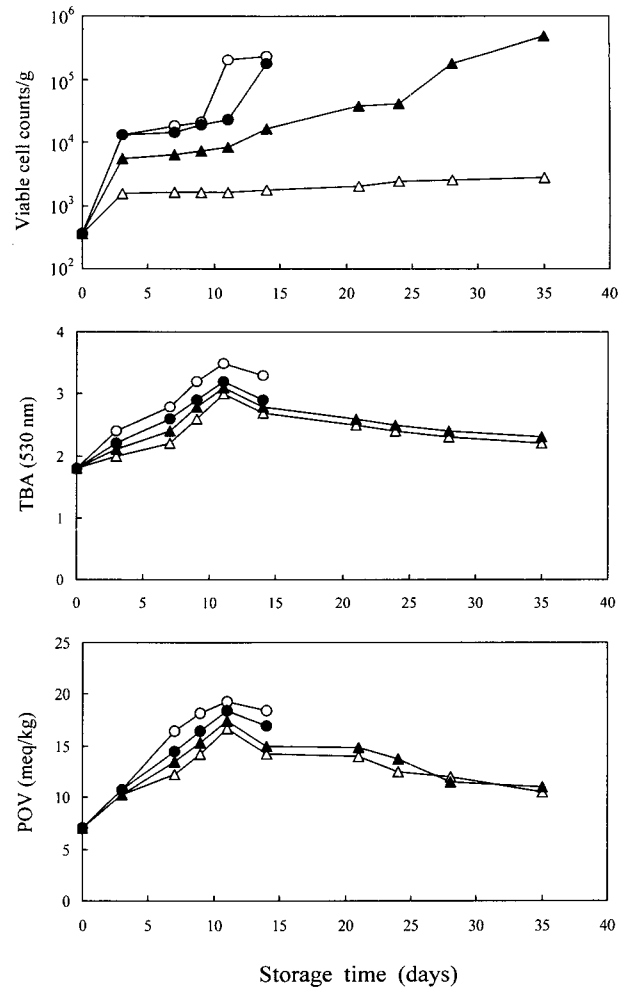


Fig. 3. Changes in viable cell count, TBA and POV of cooked squid during storage at 5℃.

○-○: air package, ●-●: vacuum package, △-△: CO₂ package, ▲-▲: N₂ package.

치환포장하여 5℃에 저장한 시료에서 저장 14일 쯤 2.5×10³/g (합기포장, 3.6×10⁵/g)으로써 합기포장시료에 비하여 저장 중 일반 생균수가 적은 것으로 보아 CO₂ 기체에 의한 정균효과가 있음을 알 수 있다. 한편, 20℃저장의 경우, Fig. 4에서 보는 바와 같이 저장 1일 쯤 CO₂ 치환포장시료에서 2.8×10⁴/g (합기포장, 3.5×10⁴/g)으로써 포장방법에 따른 큰 차이는 없었으며, 저장 3일 이후에는 전반적으로 초기부패점인 10⁵/g을 훨씬 넘어 부패에 달한 것으로 나타났다. 일반적으로 CO₂ 기체의 물에 대한 용해도는 저온에서가 고온에서 보다 높으며 0℃에서가 20℃에서 보다 2배 정도 더 높다고 알려져 있다[10]. 따라서 본 실험에서

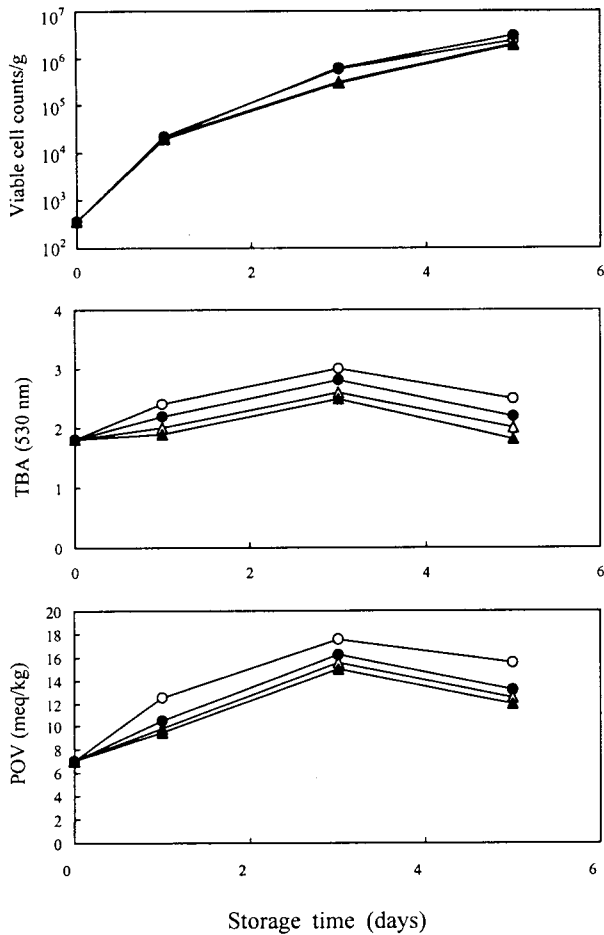


Fig. 4. Changes in viable cell count, TBA and POV of cooked squid during storage at 20°C.
 ○—○: air package, ●—●: vacuum package,
 △—△: CO₂ package, ▲—▲: N₂ package.

5°C에 저장한 시료가 20°C에 저장한 시료 보다 미생물의 생육억제효과가 양호하게 나타난 것은 시료어육의 수용성 구간에 대한 CO₂ 기체의 용해도가 상온 (20°C)에서 보다 저온 (5°C)에서 더 높게 나타났기 때문이라고 추정된다.

TBA값을 보면, 5°C 저장의 경우 전반적으로 저장 11일까지는 저장기간의 경과에 따라 점차 증가하다가 그 후 점차 감소하였으며 동일한 저장기간에서는 합기포장시료가 다른 포장시료들 보다 다소 높게 나타났다. 20°C 저장에서는 Fig. 4에 나타난 바와 같이 TBA값이 전반적으로 저장 3일까지는 증가하다가 그 후 감소하였다. Fletcher와 Hodgson [5]은 0°C에서 도미를 저장했을 때의 TBA값은 저장 11일째 최고값에 도달하였다가 그 후 감소한다고 하였으며 Pr-

zybylski 등[25]은 차넬 메기 fillet 저장 중 CO₂ 80%+공기 20%의 혼합기체포장에 의해 TBA생성이 크게 억제되었다고 하였다. 본 실험에서는 Fig. 3과 4를 통하여 전반적으로 MA 포장한 시료가 합기포장한 시료 보다 TBA값이 다소 낮게 나타났다.

POV는 5°C 저장의 경우 Fig. 3에 나타난 바와 같이 저장 11일까지는 점차 증가하다가 그 후 감소하였으며 20°C 저장에서는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 전반적으로 저장 3일까지는 증가하다가 그 후 감소하였다. 石川 등[9]은 전갱이 건제품을 합기포장한 경우 5°C에 저장하였을 때 POV가 저장 8~12일 사이에 최고값을 나타내었다가 그 후 감소한다고 하였는데 이는 본 실험결과와 유사한 경향이다.

포장방법이 자숙오징어의 색도에 미치는 효과

제조한 자숙오징어를 각각 합기, 진공, CO₂ 치환 및 N₂ 치환포장하여 5°C 및 20°C에 저장했을 때 저장 중 색도의 변화는 Table 1과 2에 나타난 바와 같다. 5°C와 20°C에 저장한 시료의 색도의 변화를 보면 Table 1과 2에서 보는 바와 같이 저장기간의 경과에 따라 전반적으로 명도 (L값)는 점차 감소하고 색차 (ΔE값)는 증가하는 경향이었다. 그러나 적색도 (a값)와 황색도 (b값)의 경우 저장기간의 경과에 따른 규칙적인 증감현상을 나타내지 않았다.

이상의 VBN (Fig. 1과 2)과 생균수 (Fig. 3과 4) 등의 측정결과를 종합하여 본 실험의 자숙오징어 저장수명을 보면, 5°C 저장에서 합기포장시료는 적어도 9일, 진공포장시료는 적어도 11일, CO₂ 치환포장시료는 적어도 35일 이상, 그리고 N₂ 치환포장시료는 적어도 24일이었으며, 20°C 저장시료의 경우 포장방법에 관계없이 모두 적어도 1일이었 다. 한편 岡 등[21]은 명태 fillet를 각각 합기, N₂ 및 CO₂ 치환포장하여 4°C에 저장했을 때의 저장수명은 각각 4일, 10~12일 및 20일 이상이라 하였는데 저장수명이 본 실험 결과에서가 훨씬 길게 나타난 것은 본 실험의 경우 생시료의 자숙에 의한 살균 및 효소의 불활성화 효과에 기인한 것이라 생각된다.

요 약

자숙오징어의 저장수명을 연장하기 위한 기초 자료를 얻 을 목적으로 제조한 자숙오징어를 나일론+폴리에틸렌+

Table 1. Changes in color values of cooked squid during storage at 5°C

Storage time (days)	Air				Vacuum				CO ₂				N ₂			
	L	a	b	△E	L	a	b	△E	L	a	b	△E	L	a	b	△E
0	81.7	1.8	7.5	50.5	81.7	1.8	7.5	50.5	81.7	1.8	7.5	50.5	81.7	1.8	7.5	50.5
3	69.7	2.3	5.0	53.9	76.9	2.4	3.6	54.5	81.2	1.4	8.3	51.4	81.5	1.5	6.8	50.7
7	68.1	4.0	8.1	53.5	74.2	0.3	6.4	55.7	78.5	1.6	7.8	51.9	80.2	1.8	6.2	51.7
9	68.0	3.5	6.5	54.0	73.6	1.8	4.5	56.7	77.3	2.6	4.5	52.3	78.5	2.6	5.8	51.9
11	67.8	1.2	6.0	54.8	72.5	1.7	3.8	57.0	75.5	3.2	4.9	52.5	76.8	3.2	4.9	52.5
14	67.5	-0.4	5.6	55.9	71.5	1.5	4.8	57.5	73.2	6.8	7.2	53.9	74.2	2.8	4.5	52.9
21	-	-	-	-	-	-	-	-	70.0	7.3	6.8	54.5	72.9	3.8	4.9	53.7
24	-	-	-	-	-	-	-	-	68.0	4.8	7.5	55.9	70.0	3.5	5.6	54.5
28	-	-	-	-	-	-	-	-	67.9	2.5	5.8	56.2	69.2	5.2	6.4	54.7
35	-	-	-	-	-	-	-	-	67.7	3.2	4.9	56.8	69.0	2.9	3.8	55.0

*Not determined

Table 2. Changes in color values of cooked squid during storage at 20°C

Storage time (days)	Air				Vacuum				CO ₂				N ₂			
	L	a	b	△E	L	a	b	△E	L	a	b	△E	L	a	b	△E
0	81.7	1.8	7.5	50.5	81.7	1.8	7.5	50.5	81.7	1.8	7.5	50.5	81.7	1.8	7.5	50.5
1	69.5	3.2	4.7	52.3	72.4	4.9	5.5	51.9	77.8	2.6	7.0	51.5	78.5	2.5	6.5	51.0
3	65.3	5.0	8.1	55.3	75.5	0.4	4.7	53.5	76.5	2.5	6.8	53.8	77.5	4.7	5.5	52.8
5	62.5	4.8	7.8	56.8	68.2	4.0	6.5	55.0	70.2	3.1	6.2	55.3	71.8	3.8	6.8	53.5

선형 저밀도폴리에틸렌 (0.015/0.045/0.040 mm)의 적층 필름으로 각각 합기포장, 진공포장, CO₂ 치환포장 및 N₂ 치환포장하여 5°C 및 20°C에 각각 저장하면서 저장 중의 품질을 검토하였다. 저장수명 측면에서, 5°C 저장시 합기포장 시료는 적어도 9일, 진공포장시료는 적어도 11일, CO₂ 치환포장시료는 적어도 35일 이상, 그리고 N₂ 치환포장시료는 적어도 24일까지는 품질이 양호하였으며, 20°C 저장의 경우 포장방법에 관계 없이 모두 저장 1일까지는 품질이 양호하였다. 5°C 저장의 경우 포장방법에 따른 저장수명 연장효과는 CO₂ 치환포장>N₂ 치환포장>진공포장>합기포장의 순이었다.

감사의 글

이 논문은 1999년도 경성대학교 학술지원연구비에 의해 연구되었음.

참고 문헌

1. A.O.A.C. 1975. *Official method of analysis*. p.489, 12th

ed., Association of official analytical chemist., Washington, D. C.

2. A.P.H.A. 1970. Recommended procedures for the bacteriological examination of sea water and shellfish. pp.17-20, 3rd ed., Am. Pub. Health Assoc. Inc.
3. Banks, H. R. 1980. Shelf-life studies on carbon dioxide packaged finfish from the Gulf of Mexico. *J. Food Sci.* **45**, 157-162.
4. Fey, M. S. and J. M. Regenstein. 1982. Extending shelf-life of fresh wet red hake and salmon using CO₂-O₂ modified atmosphere and potassium sorbate ice at 1°C. *J. Food Sci.* **47**, 1048-1054.
5. Fletcher, G. C. and H. A. Hodgson. 1988. Shelf-life of sterile snapper (*Chrysophrys auratus*). *J. Food Sci.* **53**, 1327-1332.
6. Fuji, T. 1995. Advantages of modified atmosphere packaging and its history (in Japanese). *Nippon Suisan Gakkaishi* **61**, 89-90.
7. Fuji, T., M. Hitayama, M. Okuzuki, M. Yasuda, H. Hishino and M. Yokoyama. 1989. Shelf-life studies on fresh sardine packaged with carbon dioxide-nitrogen gas mixture (in Japanese). *Nippon Suisan Gakkaishi* **55**, 1971-1975.

8. Gray, R. J. H., D. G. Hoover and A. M. Muir. 1983. Attenuation of microbial growth on modified atmosphere package fish. *J. Food Prot.* **46**, 610-618.
9. Ishigawa, G., K. Nakamura and T. Fuji. 1983. Gas-exchanged packaging of marine processed foods-I. Effects of gas exchanged packaging on the shelf-life of dried horse mackerel fillet (in Japanese). *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.* **110**, 59-68.
10. Jones, M. V. 1989. Modified atmospheres. In *Mechanism of food preservation procedures*, pp. 247-284, Gould, G. W. (ed.), Elsevier applied science.
11. Kim, D. S., Y. M. Kim, J. G. Koo, Y. C. Lee and J. R. Do. 1993. A study on shelf-life of seasoned and fermented squid (in Korean). *Bull. Korean Fish. Soc.* **26**, 13-20.
12. Kim, E. M., J. H. Jo, S. W. Oh and Y. M. Kim. 1997. Characteristics of squid viscera oil (in Korean). *J. Korean Fish. Soc.* **30**, 595-600.
13. Kim, S. M., I. H. Jeong and Y. J. Cho. 1994. The development of squid (*Todarodes pacificus*) sik-hae in Kang-Nung district 1. The effects of fermentation temperatures and periods on the properties of squid sik-hae (in Korean). *Bull. Korean Fish. Soc.* **27**, 215-222.
14. Kim, S. M., Y. J. Cho and K. T. Lee. 1994. The development of squid (*Todarodes pacificus*) sik-hae in Kang-Nung district 2. The effects of fermentation temperatures and periods on chemical and microbial changes, and the partial purification of protease (in Korean). *Bull. Korean Fish. Soc.* **27**, 223-231.
15. Kim, S. M., O. D. Baek and K. T. Lee. 1994. The development of squid (*Todarodes pacificus*) sik-hae in the Kang-Nung district 3. The effects of garlic concentrations on the properties of sik-hae (in Korean). *Bull. Korean Fish. Soc.* **27**, 357-365.
16. Kim, S. M., O. D. Baek and K. T. Lee. 1994. The development of squid (*Todarodes pacificus*) sik-hae in the Kang-Nung district 4. The effects of red pepper and grain contents on the properties of squid sik-hae (in Korean). *Bull. Korean Fish. Soc.* **27**, 366-372.
17. Kim, Y. M., Y. M. Jeong and J. H. Hong. 1993. Processing conditions for low-salted squid jeotkal. *Bull. Korean Fish. Soc.* **26**, 312-320.
18. Koijumi, C., T. Ohshima and E. H. Lee. 1990. Volatile constituents of processed squid product (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.* **19**, 547-554.
19. Nippon Kouseishow. 1973. Micro diffusion method. In *Food sanitation index (I)* (in Japanese). pp.30-32, *The Japanese Society of Food Hygiene*.
20. Nonaka, J., H. Hashimoto, H. Takabashi and M. Suyama. 1971. Freshness determination method of fish and shellfish. In *Seafood science* (in Japanese). pp.72-77, Koseishow Koseigak.
21. Oka, S., Y. Nishizawa and K. Takama. 1989. Putrefactive profiles of fish-fillets packed in plastic container under different modified atmosphere (in Japanese). *Bull. Fish. Res. Hokkaido Univ.* **40**(2), 138-146.
22. Park, H. Y. and J. W. Hur. 1990. A study on the processing aptitude and storage of common-European squid (*Loligo vulgaris*) 1. Changes of freshness during storage (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.* **19**, 168-174.
23. Park, H. Y. and J. W. Hur. 1990. A study on the processing aptitude and storage of common-European squid (*Loligo vulgaris*) 2. The skin stripping, freezing and thawing conditions (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.* **19**, 175-179.
24. Parkin, K. L., M. J. Wells and W. Duane Brown. 1981. Modified atmosphere storage of rockfish fillets. *J. Food Sci.* **47**, 181-184.
25. Przybylski, L. A., M. W. Finerty, R. M. Grodner and D. L. Gerdes. 1989. Extension of shelf life of iced fresh channel catfish fillets using modified atmospheric packaging and low dose irradiation. *J. Food Sci.* **54**, 269-273.
26. Reddy, N. R. 1994. Shelf-life of fresh tilapia fillets packaged in high barrier film with modified atmospheres. *J. Food Sci.* **59**, 260-264.
27. Statham, J. A., H. Allan Bremmer and A. R. Quarmby. 1985. Storage of morwong (*Nemadactylus macropterus* Bloch and Schneider) in combinations of polyphosphate, potassium sorbate and carbon dioxide at 4°C. *J. Food Sci.* **50**, 1580-1587.
28. Tarladgis, B. G., A. M. Pearson and L. R. Dugan. 1962. The chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for the determination of oxidative rancidity in foods. I. Some important side reactions. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **39**, 34-41.
29. You, B. J. and K. H. Lee. 1988. Quality evaluation and shelf-life of dried squid (in Korean). *Bull. Korean Fish. Soc.* **21**, 169-176.
30. Villemure, G., R. E. Simard and G. Picard. 1986. Bulk Storage of cod fillets and gutted cod (*Gadus morhua*) under carbon dioxide atmosphere. *J. Food Sci.* **51**, 317-320.