

환경기체조절포장에 의한 참가자미 반건품(半乾品)의 Shelf-Life 연장

양승택 · 이현숙
경성대학교 식품공학과

Shelf-Life Extension of Semi-Dried Right-Eyed Flounder Using Modified Atmosphere Packaging

Seung-Taek Yang and Hyun-Sook Lee
Department of Food Science and Technology, Kyungshung University

Abstract

To extend the shelf-life of semi-dried right-eyed flounder (*Pseudopleuronectes herzensteini*), the products were packed in a Ny/PE/LDPE (0.015/0.045/0.040 mm) laminated film with 100% CO₂ gas, 100% N₂ gas, vacuum and air, respectively, and then stored at 5°C and 20°C. Quality attributes of the products during storage were assessed in terms of moisture content, pH, volatile basic nitrogen (VBN), viable cell count, thiobarbituric acid (TBA) value, peroxide value (POV), color value and organoleptic properties. Shelf-lives of the products stored at 5°C were 10 days, 7 days, 7 days and 5 days in CO₂, N₂, vacuum and air 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>N₂, vacuum>air packaging in order. Modified atmosphere packaging could give a positive effect on extending the shelf-life of the products during storage only at 5°C.

Key words: shelf-life, semi-dried right-eyed flounder, 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⁽¹⁾. MA 포장에 관해서는 주로 축육에 대하여 많이 행해졌으나 근년에 와서 선어를 대상으로 한 연구도 일부 수행되고 있다^(2,3) Gray 등⁽⁴⁾은 전갱이류(blue fish) 등 4종 해산어의 CO₂에 의한 정균효과를 보고하였으며, Banks⁽⁵⁾는 CO₂ 기체치환포장에 의한 지느러미 달린 어류(fin fish)의 유통기간 연장효과를 보고하였다. 또한 Molin 등⁽⁶⁾은 대서양산 청어(Atlantic herring)의 fillet에 대하여, 그리고 Mokhele 등⁽⁷⁾은 썸뱅이(rockcod)에 대하여, 각각 MA 포장에 의한 저장 중의 세균상을 검토하였다.

Villemure 등⁽⁸⁾은 대구 fillet를 CO₂ 25%+N₂ 75%의 혼합기체로 포장한 후 0±1°C에서 저장하였더니 20일간 품질이 양호하다고 하였으며, Parkin 등⁽⁹⁾은 썸뱅이(rockfish) fillet를 CO₂ 80%+N₂ 20%의 혼합기체로써 포장하여 1.7°C에 저장하였더니 유통기간이 13일이었다고 하였다. 또한 Reddy 등⁽¹⁰⁾은 MA 포장에 의한 틸라피아(tilapia) fillet의 유통기간 연장에 관한 연구에서 합기포장시료는 4°C 저장 시 9일째 부패하였으나 CO₂ 75%+N₂ 25%의 혼합기체로 포장한 경우는 유통기간이 25일이었다고 하였다. 한편 Przybylski 등⁽¹¹⁾은 메기를 방사선 처리한 후 CO₂ 80%+O₂ 20%의 혼합기체 및 CO₂ 100%로 각각 MA 포장한 후 유통기간을 조사한 결과 MA 포장효과는 나타나지 않았고 방사선 처리효과만 나타났다고 하였다. Fey와 Regenstein⁽¹²⁾은 붉은 헤이크(red hake)와 연어를 MA 포장하여 저장할 경우 1% potassium sorbate에 처리한 후 CO₂ 60%+N₂ 20%+O₂ 20%의 혼합기체로 포장할 때 품질이 양호하다고 하였다. 또한 Statham 등⁽¹³⁾은 어류를 polyphosphate 및 potassium sorbate 처리 후 CO₂ 100%로 MA 포장하는 것이 효과적인 포장방법이었으며, 진공포장된 어류에

Corresponding author: Seung-Taek Yang, Department of Food Science and Technology, Kyungshung University, 110-1 Daeyean-dong, Nam-gu, Pusan 608-736, Korea

대한 potassium sorbate의 처리효과는 CO₂ 100% 만으로써 포장한 것 보다 더 효과적이었다고 하였다.

소비자의 생활양식이나 기호성의 변화, 선어의 유통형태의 변화 등에 따라서 선어캐류나 수산가공식품도 여기에 대응한 새로운 형태의 품질유지 및 유통기술 개발이 요구되고 있다. 수산 반건품은 독특한 맛과 텍스처를 겸비함으로써 소비자의 기호성을 크게 증진시킬 수 있으나 실제로 산업체에서 반건품을 제조하여 상품화할 경우 저장수명이 짧아 문제점으로 지적되고 있으며 이에 대한 대책이 요구되고 있다. 한편 MA 포장에 의해 수산식품의 유통기간을 연장하려는 연구는 상당수 있으나 수산 반건품의 저장성을 향상시키려는 연구는 흔하지 않다. 따라서 본 연구에서는 MA 포장에 의해 수산 반건품의 저장성을 증진시킬 목적으로 우선 백색육 어류 중 참가자미를 소재로 하여 냉풍건조법으로 참가자미 반건품을 제조하고 제조한 제품을 각각 CO₂ 100%, N₂ 100%, 진공 및 합기포장하여 각각 냉장(5°C) 및 상온(20°C)에 저장하면서 제품의 유통기간을 검토하였다.

재료 및 방법

재료

선도가 양호한 참가자미(*Pseudopleuronectes herzensteini*, 체장: 28.3 cm, 체중: 286.8 g)를 시중에서 구입하여 시료어로 사용하였다.

참가자미 반건품의 제조

참가자미의 내장과 아가미를 제거하고 물로 씻은 다음 물기를 빼고 냉풍건조용 시료로 하였다. 냉풍건조는 자체 제작한 냉풍건조기(금성산전 (주), 부산시)를 이용하여 건조온도 20°C, 습도 60±5%, 풍속 2 m/sec 및 건조시간 3시간의 조건에서 건조하여 참가자미 반건품을 제조하였다.

제품의 포장 및 저장

제조한 제품을 나일론+폴리에틸렌+선형 저밀도폴리에틸렌(Ny/PE/LDPE, 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°C 및 20°C에 저장하면서 저장 중의 품질을 측정하였다.

밀봉포장 필름용기 내부의 기체 조성 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 관, carrier gas: He 30 mL/min, oven temp.: 70°C, injector temp.: 100°C, detector: TCD, detector temp.: 80°C이었다. N₂의 분석은 GC (도남 GC, DS-6200, 도남인스트루먼트)로 다음과 같은 조건하에서 실시하였다. 즉, column: molecular sieve (Alltech., U. S. A), 6 ft stainless steel 관, carrier gas: He 30 mL/min, oven temp.: 90°C, injector temp.: 80°C, detector: TCD, 그리고 detector temp.: 120°C이었다.

분석방법

수분함량은 적외선수분측정기(Denver, model 200, U.S.A.)를 이용하여 측정하였으며 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 조회분은 전식회화법, 그리고 탄수화물은 100-(수분+조단백질+조지방+조회분)으로 구하였다. pH는 근육 10 g에 증류수 40 mL를 넣어 마쇄한 시료육을 유리전극 pH meter (Corning, model 10)로 측정하였으며 휘발성 염기질소(volatile basic nitrogen, VBN)는 Conway unit를 사용하는 미량확산법⁽⁴⁾으로 측정하였다. 생균수는 표준한천평판배양법⁽⁵⁾으로 측정하였다. 즉, 시료 1 g을 멸균한 생리식염수 용액(0.85% NaCl)에 넣고 충분히 혼합한 후 멸균된 표준한천배지(DIFCO, U.S.A.)에 접종하여 35~37°C에서 2일간 배양한 다음 colony를 계수하였다. TBA가 (Thiobarbituric acid value)는 시료 5 g을 정평하여 Tarladgis 등⁽⁶⁾의 수증기증류법으로 측정하였으며 과산화물가(peroxide value, POV)의 측정은 A.O.A.C.법⁽⁷⁾에 따라 측정하였다. 색도의 측정은 색차계(Minolta Camera Co., model CR-200b)를 사용하여 제품 배육(背肉)의 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. 관능검사는 대학원생으로 구성된 7인의 숙련된 panel member에 의하여 제품의 냄새, 색, 텍스처 및 종합평가에 대하여 5단계 평점법(5점: 매우 양호, 4점: 양호, 3점: 보통, 2점: 불량, 1점: 매우 불량)으로 하였고 자료의 분석은 SAS⁽⁸⁾로써 GLM (General Linear Model)을 사용하였으며 Duncan의 다중범위검정으로 처리하여 LSD (유의수준 0.05)를 구하였다. 각종 측정실험데이터는 3회 반복하여 평균값으로 나타내었으며 관능검사 결과는 3회 반복하여 평균값±STD로써 나타내었다.

결과 및 고찰

포장방법이 참가자미 반건품의 저장 중 수분함량, pH 및 VBN함량에 미치는 효과

참가자미 생시료 및 반건품의 일반성분은 Table 1에 나타낸 바와 같으며 반건품의 수분함량은 69.0% (생시료, 76.9%)로써 생시료 보다 10.3% 감소하였다. 제조한 참가자미 반건품을 각각 합기포장, CO₂ 치환포장, N₂ 치환포장 및 진공포장하여 각각 5°C 및 20°C에 저장하면서 저장 중 각 제품의 수분함량, pH 및 VBN 함량을 측정하여 각각 Fig. 1과 2에 나타내었다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 5°C 저장 시료의 수분함량은 전체의 저장기간을 통하여 68.0~69.0%이었고 20°C 저장

시료의 경우 68.5~69.2%로써 포장방법 및 저장기간에 따른 큰 변화는 없는 것으로 나타났다.

pH는 5°C 저장의 합기포장시료의 경우 저장 5일까지 pH 6.6~6.7로써 큰 변화가 없다가 그 이후 pH 7.0~7.3으로 상승하였으며 진공포장시료에서는 저장 7일까지 큰 변화가 없다가 그 후 점차 증가하였다. CO₂ 및 N₂ 치환포장시료에서는 모두 저장 10일까지 큰 변화가 없다가 그 후 점차 증가하였다. 20°C 저장 시료에서는 전반적으로 저장기간의 경과에 따라 pH 6.6 (대조구)~7.1로 점차 증가하였다. Reddy 등⁽¹⁰⁾은 신선한 틸라피아(tilapia) fillet를 합기포장하고 4°C에 저장 시 저장기간의 경과에 따라 pH가 6.22 (대조구)에서 점차 상승하여 저장 9일 이후에는 pH가 6.6 이상으로 되었는데 pH가 상승한 주 원인은 부패세균에 의해 ammonia와 같은 알칼리성 화합물이 생성되기 때문이며, CO₂ 75%+N₂ 25%의 혼합기체로써 포장한 시료의 경우 pH가 6.0 (대조구, 6.22)으로 다소 감소하였는데

Table 1. Chemical composition of right-eyed flounder(%)

Sample	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash	Carbohydrate
Raw	76.9	17.2	4.7	0.9	0.3
Semi-dried	69.0	22.9	6.5	1.3	0.3

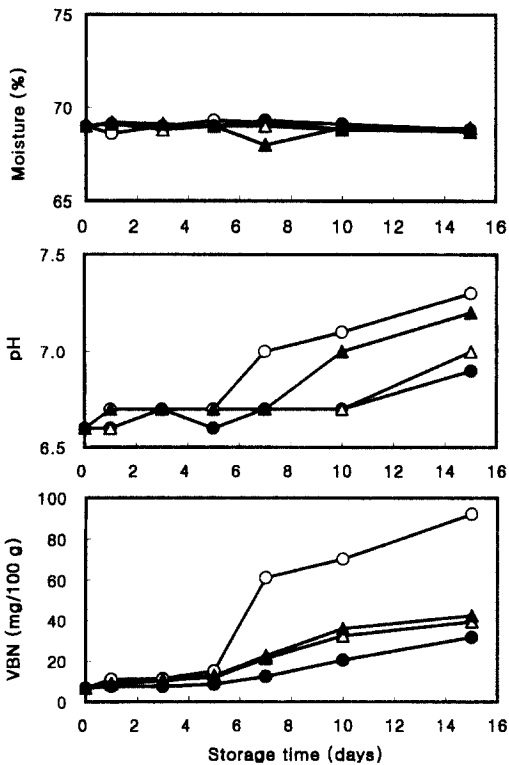


Fig. 1. Changes in moisture content, pH and VBN of semi-dried right-eyed flounder during storage at 5°C. ○—○: air package, ●—●: CO₂ package, △—△: N₂ package, ▲—▲: vacuum package.

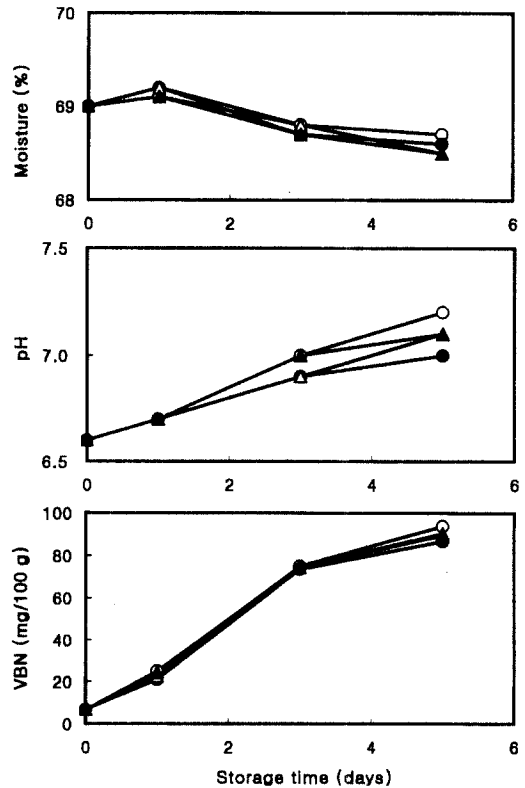


Fig. 2. Changes in moisture content, pH and VBN of semi-dried right-eyed flounder during storage at 20°C. ○—○: air package, ●—●: CO₂ package, △—△: N₂ package, ▲—▲: vacuum package.

그 원인은 CO₂가 어육의 수용성 구간 중에 용해되었기 때문이라고 하였다. 한편 Fey와 Regenstein⁽¹²⁾은 신선한 붉은 헤이크(red hake)와 연어의 MA 포장에 의한 유통기간 연장에 관한 연구에서 CO₂ 60%+O₂ 20%+N₂ 20%의 혼합기체로써 포장하여 1°C에 저장했을 때 CO₂에 의한 pH의 저하 현상은 없었다고 하였다. 본 실험에서는 전반적으로 보아 합기포장 및 MA 포장에서 모두 저장기간의 경과에 따라 pH가 다소 증가하는 경향이였다.

일반적으로 어육 중의 VBN 함량이 30~40 mg/100 g을 부패초기점⁽¹³⁾으로 보기 때문에 30 mg/100 g을 기준으로 하여 살펴 보면, 5°C 저장 시 합기포장시료는 저장 5일 째 15.1 mg/100 g, CO₂ 치환포장시료는 저장 10일 째 20.5 mg/100 g, N₂ 치환포장시료는 저장 7일 째 21.3 mg/100 g, 그리고 진공포장시료는 저장 7일 째 22.5 mg/100 g으로써 품질이 양호하였다. 20°C 저장의 경우를 보면 Fig. 2에서 보는 바와 같이 저장 1일 째 포장방법에 따라 20.9~25.0 mg/100 g으로써 품질이 양호하였다. 따라서 저장가능기간을 보면 5°C 저장의 합기포장시료는 저장 5일, CO₂ 치환포장에서는 10일, N₂ 치환포장 및 진공포장에서는 모두 7일이었으며 20°C 저장의 경우 포장방법에 관계없이 전반적으로 모두 1일이었다.

포장방법이 참가자미 반건품의 저장 중 생균수, TBA 가 및 POV에 미치는 효과

제조한 참가자미 반건품을 각각 합기, CO₂ 치환, N₂ 치환 및 진공포장하여 5°C 및 20°C에 각각 저장하면서 저장 중의 생균수, TBA값 및 POV를 측정하여 각각 Fig. 3과 4에 나타내었다. 일반적으로 어육 중의 생균수가 10⁵⁻⁶/g을 부패초기점⁽¹³⁾으로 보기 때문에 10⁵/g을 기준으로 하여 저장기간을 살펴 보면 5°C 저장의 경우 Fig. 3에 나타낸 바와 같이 합기포장시료는 저장 5일 째 4.0×10³/g, CO₂ 치환포장시료는 저장 10일 째 6.7×10³/g, 그리고 N₂ 치환포장과 진공포장시료는 모두 저장 7일 째 각각 3.8×10⁴/g과 4.9×10⁴/g으로써 품질이 양호하였다. 20°C 저장에서는 Fig. 4에 나타낸 바와 같이 저장기간의 경과에 따라 급격히 증가하였으며 초기부패점을 고려하여 생균수가 10⁵/g 미만의 저장기간을 보면 전체의 포장방법을 통하여 모든 시료에서 저장 1일이었다. 藤井 등⁽²⁰⁾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

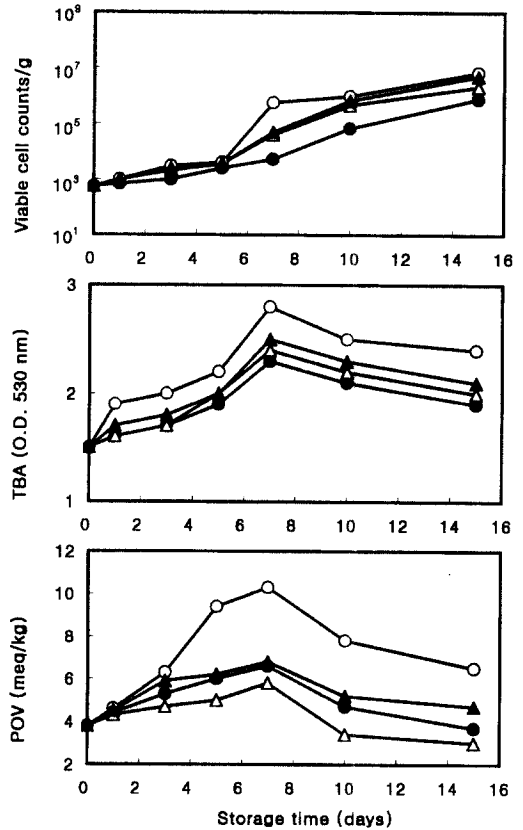


Fig. 3. Changes in viable cell content, TBA and POV of semi-dried right-eyed flounder during storage at 5°C. ○—○: air package, ●—●: CO₂ package, △—△: N₂ package, ▲—▲: vacuum package.

또한 혐기성균에 대한 CO₂의 정균작용(bacteriostatic effect)은 작았다고 하였다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 본 실험의 CO₂ 치환포장하여 5°C에 저장한 시료에서 저장 7일째 생균수 8.0×10³/g (합기포장, 8.5×10³/g)으로써 합기포장 시료에 비하여 저장 중 일반 생균수가 적은 것으로 보아 CO₂ 기체에 의한 정균효과가 있음을 알 수 있다. 한편 20°C 저장의 경우, Fig. 4에서 보는 바와 같이 저장 1일째 CO₂ MA 포장시료에서 8.7×10⁴/g (합기포장, 8.9×10⁴/g)으로써 포장방법에 따른 차이가 거의 없는 것으로 나타났으며 저장 3일 이후에는 전반적으로 부패초기점인 10⁵/g을 훨씬 넘어 부패에 달한 것으로 나타났다. 일반적으로 CO₂ 기체의 물에 대한 용해도는 저온에서가 고온에서 보다 높으며 0°C에서가 20°C에서 보다 2배 정도 더 높다고 알려져 있다⁽²¹⁾. 따라서 본 실험에서 5°C에 저장한 시료가 20°C에 저장한 것 보다 미생물의 생육억제 효과가 양호하게 나타난 것은 시료어육의 수용성 구간에 대한 CO₂

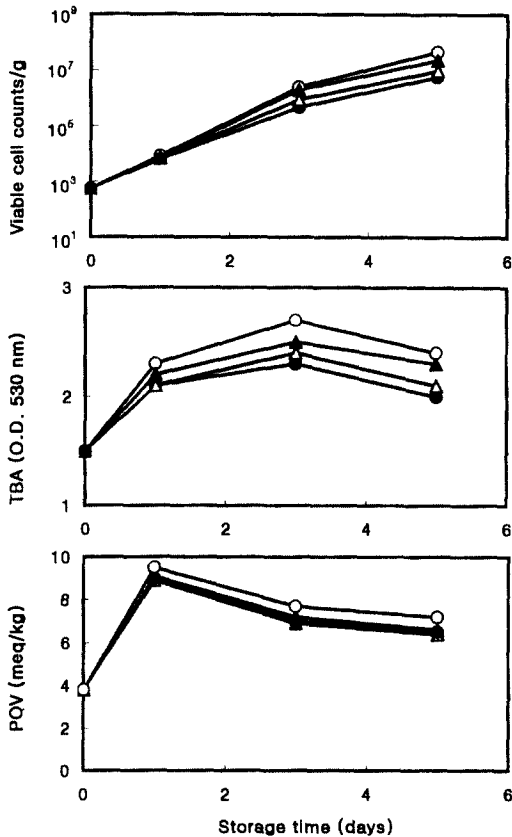


Fig. 4. Changes in viable cell content, TBA and POV of semo-dried right-eyed flounder during storage at 20°C. ○—○: air package, ●—●: CO₂ package, △—△: N₂ package, ▲—▲: vacuum package.

기체의 용해도가 상온(20°C)에서 보다 낮은(5°C)에서 더 높게 나타났기 때문이라고 추정된다.

TBA값을 보면, 5°C 저장의 경우 전반적으로 저장 7일까지는 점차 증가하다가 그 후 점차 감소하였으며 합기포장시료가 다른 포장시료들 보다 다소 높게 나타났다. 20°C 저장에서는 Fig. 4에 나타낸 바와 같이 TBA값이 전반적으로 저장 3일까지 증가하다가 그 후 감소하였다. Fletcher와 Hodgson⁽²²⁾은 도미를 0°C에 저장했을 때의 TBA값은 저장 11일째 최고값에 도달하였다가 그 후 감소한다고 하였으며 Przybylski 등⁽¹¹⁾은 차빌 메기 fillet 저장 중 CO₂ 80%+공기 20%의 MA 포장에 의해서 TBA 생성이 크게 억제되었다고 하였다. 한편 藤井 등⁽²⁰⁾은 CO₂와 N₂의 혼합기체조절포장에 의한 정어리 유통기간 연장에 관한 연구에서 저장 중의 TBA값은 관능검사 결과와 높은 상관관계가 있다고 하였다. 본 실험에서는 Fig. 3과 4를 통하여 전반적으로 MA 포장한 시료가 합기포장한 시료 보다 TBA값

이 다소 낮게 나타났다.

POV는 5°C 저장의 경우 Fig. 3에 나타낸 바와 같이 전반적으로 저장 7일까지는 증가하다가 그 후 감소하였으며 20°C 저장에서는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 저장 1일째 전반적으로 급격히 증가하여 합기, CO₂, N₂ 및 진공포장시료에서 각각 9.5, 9.0, 8.9 및 9.1 meq/kg이었으며 그 후 전반적으로 점차 감소하였다. 이 등⁽²³⁾은 탈산소제에 의한 반염건 고등어의 저장성에 관한 연구에서 5°C에 저장 시 POV는 저장 9일째 최고값을 나타내었다가 그 후 감소한다고 하였으며 石川 등⁽²⁴⁾은 전갱이 건제품을 합기포장한 후 5°C에 저장하였을 때 POV가 저장 8~12일 사이에 최고값을 나타내었다가 그 후 감소한다고 하였다. 본 실험의 POV 측정결과를 보면 5°C 저장 시료는 전반적으로 저장 7일째 최고값을 나타내고 있어 이 등⁽²³⁾의 결과 보다 최고값에 도달 시간이 다소 짧은 것으로 나타났는데 이는 염장처리 및 시료의 차이에 따라 산화속도가 서로 다르기 때문이라고 생각된다.

포장방법이 참가자미 반건품의 저장 중 색도 및 관능 검사 결과에 미치는 효과

제조한 참가자미 반건품을 각각 합기, CO₂ 치환, N₂ 치환 및 진공포장하여 5 및 20°C에 저장하였을 때 저장 중 색도의 변화는 Table 2와 3에 나타낸 바와 같다. 5°C에 저장한 시료의 색도의 변화를 보면 Table 2에서 보는 바와 같이 저장기간의 경과에 따라 전반적으로 명도(L값)는 점차 감소하고 색차(ΔE값)는 증가하는 경향이였다. 적색도(a값)와 황색도(b값)는 저장기간의 증가에 따라 점차 증가하는 것으로 보아 시료가 점차 갈변되는 것을 알 수 있다. 20°C 저장의 경우에서도 Table 3에서 보는 바와 같이 저장기간의 경과에 따라 전반적으로 명도는 감소하고 색차는 증가하는 경향이였으며 그 변화의 정도는 5°C 저장에서 보다 더 큰 것으로 나타났다.

제조한 참가자미 반건품을 5°C에 저장하면서 7인의 관능검사원에 의해서 제품의 냄새, 색깔, 조직감 및 종합평가를 5단계 평점법으로 실시한 결과는 Table 4와 같다. 제품의 품질이 비교적 양호하다고 생각되는 관능평점 3점을 기준으로 하여 살펴 보면, 합기포장시료는 저장 5일, CO₂ 치환포장시료는 저장 10일, N₂ 치환 포장 및 진공포장시료는 모두 저장 7일까지는 품질이 양호한 것으로 나타났다. 관능검사 결과 CO₂ 치환포장한 시료가 합기포장, N₂ 치환포장 및 진공포장한 시료 등 전체의 포장시료 중 품질이 가장 양호한 것으로 나타났다.

Table 2. Changes in color values of semi-dried right-eyed flounder during storage at 5°C

Storage time (days)	Air				CO ₂				N ₂				Vacuum			
	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
0	55.6	0.6	0.5	60.2	55.6	0.6	0.5	60.2	55.6	0.6	0.5	60.2	55.6	0.6	0.5	60.2
1	51.7	0.7	0.6	63.9	54.1	0.6	2.8	60.2	53.5	1.6	3.2	62.5	52.6	3.2	1.5	63.5
3	50.7	0.5	3.3	64.2	53.0	1.9	4.1	62.0	52.3	1.8	3.0	62.9	50.9	2.8	5.2	63.5
5	48.2	0.9	2.3	66.5	51.9	2.2	3.7	64.3	50.5	2.2	3.3	65.0	48.7	3.5	6.4	65.6
7	47.4	1.2	2.6	66.9	50.8	0.6	4.8	65.4	49.5	1.7	3.5	65.9	48.6	2.9	4.6	66.0
10	46.8	3.1	5.4	68.2	47.6	2.5	6.0	66.4	47.2	4.0	8.2	67.3	47.5	3.6	6.3	68.0
15	45.4	2.8	8.1	75.1	46.5	2.6	6.9	70.0	46.0	4.5	9.7	69.3	45.0	3.8	8.1	74.5

Table 3. Changes in color values of semi-dried right-eyed flounder during storage at 20°C

Storage time (days)	Air				CO ₂				N ₂				Vacuum			
	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
0	55.6	0.6	0.5	60.2	55.6	0.6	0.5	60.2	55.6	0.6	0.5	60.2	55.6	0.6	0.5	60.2
1	48.0	4.8	7.5	66.5	49.8	4.5	5.0	62.6	49.0	6.8	6.4	64.6	48.6	6.5	8.9	64.9
3	46.8	2.8	6.5	69.6	48.5	0.6	3.9	68.4	47.4	3.8	5.7	69.0	47.0	3.1	6.2	69.6
5	45.5	3.2	6.7	70.5	47.3	2.8	4.5	69.0	47.0	3.5	4.8	69.4	46.8	2.7	6.0	69.0

Table 4. Results¹⁾ of sensory evaluation in semi-dried right-eyed flounder during storage at 5°C

Storage time (days)	Package	Odor	Color	Textute	Overall acceptance
1	Air	4.13±0.18 ^{bd}	4.09±0.20 ^c	4.16±0.22 ^{bc}	4.16±0.21 ^{bc}
	CO ₂	4.67±0.10 ^a	4.73±0.14 ^a	4.71±0.15 ^a	4.71±0.12 ^a
	N ₂	4.54±0.14 ^a	4.51±0.13 ^b	4.57±0.13 ^a	4.53±0.14 ^a
	Vacuum	4.23±0.16 ^{bc}	4.31±0.16 ^b	4.34±0.18 ^b	4.27±0.14 ^b
3	Air	3.39±0.23 ^{hi}	3.44±0.18 ^{fi}	3.46±0.17 ^{fe}	3.44±0.18 ^{fi}
	CO ₂	4.30±0.17 ^b	4.27±0.13 ^{bc}	4.33±0.17 ^b	4.31±0.15 ^b
	N ₂	3.80±0.19 ^c	3.76±0.20 ^d	3.77±0.21 ^d	3.79±0.18 ^d
	Vacuum	3.60±0.13 ^{ef}	3.60±0.13 ^{df}	3.60±0.13 ^{df}	3.60±0.13 ^{df}
5	Air	3.11±0.20 ^{hkl}	3.16±0.22 ^{ji}	3.23±0.21 ^{ji}	3.20±0.19 ^{ji}
	CO ₂	4.04±0.28 ^{cd}	3.99±0.38 ^c	4.01±0.23 ^c	4.04±0.28 ^c
	N ₂	3.51±0.13 ^{efh}	3.49±0.15 ^{efg}	3.56±0.10 ^{ef}	3.49±0.11 ^{efg}
	Vacuum	3.31±0.16 ^{hij}	3.29±0.20 ^{ghi}	3.33±0.15 ^{ghi}	3.29±0.15 ^{ghi}
7	Air	2.16±0.26 ^{mn}	2.20±0.26 ^k	2.19±0.24 ^k	2.19±0.25 ^k
	CO ₂	3.66±0.21 ^{ef}	3.66±0.21 ^{de}	3.67±0.21 ^{de}	3.66±0.21 ^{de}
	N ₂	3.26±0.22 ^{kl}	3.26±0.18 ^l	3.26±0.16 ^l	3.27±0.18 ^{hi}
	Vacuum	3.03±0.11 ^l	3.04±0.11 ^l	3.06±0.11 ^l	3.03±0.11 ^j
10	Air	1.47±0.27 ^p	1.47±0.26 ^m	1.47±0.26 ^m	1.47±0.26 ^m
	CO ₂	3.46±0.10 ^{ghi}	3.49±0.12 ^{gh}	3.46±0.11 ^f	3.47±0.13 ^{efh}
	N ₂	2.21±0.20 ^m	2.26±0.19 ^k	2.23±0.20 ^k	2.26±0.19 ^k
	Vacuum	1.93±0.15 ^o	1.94±0.10 ^l	1.94±0.13 ^l	1.93±0.11 ^l
15	Air	1.13±0.16 ^{qr}	1.09±0.15 ^{op}	1.09±0.15 ^{oo}	1.09±0.15 ^{op}
	CO ₂	2.20±0.22 ^m	2.20±0.22 ^k	2.21±0.23 ^k	2.20±0.22 ^k
	N ₂	1.96±0.36 ^{oo}	1.96±0.36 ^l	1.26±0.34 ⁿ	1.96±0.36 ^l
	Vacuum	1.26±0.34 ^q	1.26±0.34 ^o	1.11±0.20 ^{oo}	1.26±0.34 ^o

¹⁾Mean ± standard deviation.

^{**}The same letters in the same column indicate no significant difference at the 5% level using Duncan's multiple range test. Scale: 5=very good, 4=good, 3=acceptable, 2=poor, 1=very poor.

이상의 관능검사 결과(Table 4)와, VBN (Fig. 1과 2) 및 생균수(Fig. 3과 4) 등의 측정결과를 종합하여 본 실험에서 제조한 참가자미 반건품의 저장수명을 보면 5°C 저장에서 합기포장시료는 적어도 5일, CO₂ 치환 포장시료는 적어도 10일, N₂ 치환포장 및 진공포장시료는 모두 적어도 7일이었으며 20°C 저장의 경우는 포장방법에 관계없이 모두 적어도 1일이었다. 한편 岡 등⁽²⁵⁾은 명태 fillet를 각각 합기, N₂ 및 CO₂ 포장하여 4°C에 저장하였을 때 그 저장수명은 각각 4일, 10~12일 및 20일 이상이라고 하였다. Stier 등⁽²⁶⁾은 연어 fillet를 합기포장하여 22.2°C에 저장 시 저장수명은 1일 미만이고 CO₂ 60%+O₂ 25%+N₂ 15%의 혼합기체로써 포장했을 경우는 저장수명이 1일이며 혼합기체로써 포장하여 4.4°C에 저장했을 때는 저장 8일까지 식용가능하다고 하였다. 또한 Hong 등⁽²⁷⁾은 고등어 fillet를 CO₂ 94.1%+O₂ 1.2%+N₂ 4.7%의 혼합기체로써 포장하고 -2°C에서 저장했을 때의 저장수명은 21일이라고 하였다.

요 약

참가자미 반건품의 저장수명을 연장하기 위한 기초 자료를 얻을 목적으로 냉풍건조법으로 제조한 참가자미 반건품을 나일론+폴리에틸렌+선형 저밀도폴리에틸렌(0.015/0.045/0.040 mm)의 적층필름으로 각각 합기포장, CO₂ 치환포장, N₂ 치환포장 및 진공포장하여 5°C 및 20°C에 각각 저장하면서 저장 중의 품질을 검토하였다. 저장수명 측면에서, 5°C저장 시 합기포장시료는 5일, CO₂ 치환포장시료는 10일, 그리고 N₂ 치환포장 및 진공포장시료는 모두 7일까지는 품질이 양호하였으며, 20°C 저장의 경우 포장방법에 관계없이 모두 1일까지는 품질이 양호하였다. 5°C 저장의 경우 포장방법에 따른 저장수명 연장효과는 CO₂ 치환포장>N₂ 치환포장, 진공포장>합기포장의 순이었으며 MA 포장의 저장수명 연장효과는 저온(5°C) 저장 시에만 나타났다.

문 헌

- Fuji, T.: Advantages of modified atmosphere packaging and its history (in Japanese). *Nippon Suisan Gakkaishi*, **61**, 89-90 (1995)
- Wolfe, S.K.: Use of CO- and CO₂- enriched atmospheres for meats, fish and produce. *Food Technol.*, **34**(3), 55-58 (1980)
- Parkin, K.L. and Duane Brown, W.: Preservation of seafood with modified atmospheres. In *Chemistry and biochemistry of marine food products*. Martin, R.E. (Ed.), Westport, p.453-465 (1982)
- Gray, R.J.H., Hoover, D.G. and Muir, A.M.: Attenuation of microbial growth on modified atmosphere-package fish. *J. Food Prot.*, **46**, 610-618 (1983)
- Banks, H.R.: Shelf-life studies on carbon dioxide packaged finfish from the Gulf of Mexico. *J. Food Sci.*, **45**, 157-162 (1980)
- Molin, G., Stenstrom, I. and Ternstrom, A.: The microbial flora of herring fillets after storage in carbon dioxide, nitrogen or air at 20°C. *J. Appl. Bacteriol.*, **55**, 49-58 (1983)
- Mockhele, K., Johnson, A.R., Barrett, E. and Ogrydziak, D.M.: Microbiological analysis of rockcod (*Sebastes* sp.) stored under elevated carbon dioxide atmospheres. *Appl. Environ. Microbiol.*, **45**, 878-887 (1983)
- Villemure, G., Simard, R.E. and Picard, G.: Bulk storage of cod fillets and gutted cod (*Gadus morhua*) under carbon dioxide atmosphere. *J. Food Sci.*, **51**, 317-320 (1986)
- Parkin, K.L., Wells, M.J. and Duane Brown, W.: Modified atmosphere storage of rockfish fillets. *J. Food Sci.*, **47**, 181-184 (1981)
- Reddy, N.R., Schreiber, C.L., Buzard, K.S., Skinner, G. E. and Armstrong, D.J.: Shelf-life of fresh tilapia fillets packaged in high barrier film with modified atmospheres. *J. Food Sci.*, **59**, 260-264 (1994)
- Przybylski, L.A., Finerty, M.W., Grodner, R.M. and Gerdes, D.L.: Extension of shelf life of iced fresh channel catfish fillets using modified atmospheric packaging and low dose irradiation. *J. Food Sci.*, **54**, 269-273 (1989)
- Fey, M.S. and Regenstein, J.M.: 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 (1982)
- Statham, J.A., Allan Bremner, H. and Quarmbly, A.R.: 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 (1985)
- Nippon Kouseisho: Micro diffusion method. In *Food sanitation inspection index* (I) (in Japanese). p.30-32 (1973)
- A.P.H.A.: Recommended procedures for the bacteriological examination of sea water and shellfish. 3rd ed., *Am. Pub. Health Assoc. Inc.*, p.17-20 (1970)
- Tarladgis, B.G., Pearson, A.M. and Dugan, L.R.: 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 (1962)
- A.O.A.C.: *Official Method of Analysis*. 12th ed., Association of Official Analytical Chemist., Washington, D.C., p.489 (1975)
- SAS: SAS User's Guide. Statistical Analysis System Institute, Inc., Cary, NC. (1988)
- Nonaka, J., Hashimoto, H., Takabashi, H. and Suyama, M.: Freshness determination method of fish and shellfish. In *Seafood science* (in Japanese), Koseisho Koseigak,

- p.72-77 (1971)
20. Fuji, T., Hirayama, M., Okuzumi, M., Yasuda, M., Nishino, H. and Yokoyama, M.: Shelf-life studies on fresh sardine packaged with carbon dioxide-nitrogen gas mixture (in Japanese). *Nippon Suisan Gakkaishi*, **55**, 1971-1975 (1989)
 21. Jones, M.V.: Modified atmospheres. In *Mechanism of action of food preservation procedures*, Gould, G.W. (Ed.), Elsevier Applied Science, p.247-284 (1989)
 22. Fletcher, G.C. and Hodgson, J.A.: Shelf-life of sterile snapper (*Chrysophrys auratus*). *J. Food Sci.*, **53**, 1327-1332 (1988)
 23. Lee, E.H., Chung, Y.H., Joo, D.S., Kim, J.H. and Oh, K.S.: The storage stability of semi-salted and dried mackerel by free-oxygen absorber (in Korean). *Bull. Korean Fish. Soc.*, **18**, 131-138 (1985)
 24. Ishigawa, G., Nakamura, K. and Fuji, T.: 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 (1983)
 25. Oka, S., Nishizawa, Y. and Takama, K.: Putrefactive profiles of fish-fillets packed in plastic container under different modified atmosphere (in Japanese). *Bull. Fish. Res. Hokkaido Univ.*, **40**(2), 138-146 (1989)
 26. Stier, R.F., Bell, L., Ito, K.A., Shafer, B.D., Brown, L.A., Seeger, M.L., Allen, B.H., Porcuna, M.N. and Lerke, P.A.: Effect of modified atmosphere storage on *C. Botulinum* toxigenesis and the spoilage microflora of salmon-fillets. *J. Food Sci.*, **46**, 1639-1642 (1981)
 27. Hong, L.C., Leblanc, E.L., Hawrysh, Z.J. and Hardin, R. T.: Quality of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) fillets during modified atmosphere storage. *J. Food Sci.*, **61**, 646-651 (1996)

(1999년 2월 4일 접수)