J East Asian Soc Dietary Life
23(4): 461 ~469 (2013)

포장재가 멸치조미가공품의 저장 중 이화학적 품질 특성에 미치는 영향

이의석[1] · 이형주[3] · 배재석[4] · 김용국[5] · 이종혁[2] · 홍순택[1†]

[1]충남대학교 농업생명과학대학 식품공학과, [2]충남농업기술원 농촌지원국 지도정책과,
[3]㈜남양유업 천안공장 임가공팀, [4]㈜농심 유지개발팀, [5]MGC 푸드

Effects of Packaging Materials on the Physicochemical Characteristics of Seasoned Anchovies During Storage

Eui-Seok Lee[1], Hyong-Ju Lee[3], Jae-Seok Bae[4], Yong-Kuk Kim[5], Jong-Hyeouk Lee[2] and Soon-Taek Hong[1†]

[1]Dept. of Food Science and Technology, College of Agriculture and Life Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea
[2]Chungnam Agricultural Research & Extension, Extension Service Bureau, Extension Planning Division, Chungnam 340-861, Korea
[3]O.E.M Team, Cheonan Plant, Namyang Dairy Products Co., Ltd. Cheonan 330-190, Korea
[4]Oil & Fats Development Nongshim Co., Ltd. Seoul 156-709, Korea
[5]MGC Food Co., Ltd., Daejeon 302-160, Korea

Abstract

This research is performed to investigate the changes in the physicochemical properties and microbial growths of seasoned anchovies with various packaging materials (PET/CPP : polyethylene terephthalate/cast polypropylene, PET/EVOH : polyethylene terephthalate/ethylene-vinyl alcohol, PET/AL/LDPE: polyethylene terephthalate/aluminum/low density polyethylene), which are stored at various temperatures (25, 35, 45℃) for 60 days. Generally, it is being observed that changes in physicochemical properties (i.e., moisture content, color, brown intensity, TBA value, TMA, VBN etc) of seasoned anchovies are significant when stored at higher temperatures. Particularly, the packaging materials are found to influence substantially on the physicochemical properties of seasoned anchovies. With packaging materials of high oxygen transmission rates and moisture vapor transmission rates (i.e., PET/CPP), the changes in physicochemical properties of seasoned anchovies are significant, while being low with low oxygen transmission rates and low moisture vapor transmission rates (i.e., PET/EVOH). In addition, results of microbial growths in seasoned anchovies show that significant increases in total aerobic bacteria counts (about 100-fold after 60 day of storage) are observed in samples with packaging materials of high oxygen transmission rates and moisture vapor transmission rates (i.e, PET/CPP), while with only small increases for samples of low oxygen transmission rates and low moisture vapor transmission rates (i.e., PET/EVOH). Based on the changes in the physicochemical properties and results of microbial growths, it is being concluded that PET/EVOH film is suitable for the packaging of seasoned anchovies.

Key words : Seasoned anchovies, physicochemical, package material, TBA, TMA.

서 론

멸치(*Engraulis japonica*)는 청어목(目), 멸치과(科)에 속하는 어류로 조단백질 45.5~53.0%, 조회분 14.3~17.7%, 조지방 7.6~16.9% 등으로 구성되어 있으며 특히, 칼슘, 아미노산, 비타민 및 고도불포화지방산 등과 같은 기능성 성분이 다량 함유되어 있는 우수한 수산 식량자원이다(Oh KS 1990). 멸치의 국내 연간 어획량은 최근 3년간 평균 23.8 만톤(2009년 20.4 만 톤에서 2011년 29.3 만 톤으로 43.6% 증가) 정도로 단일 어종으로서는 어획량이 많은 편이나(www.nfrdi.re.kr 2013), 육조직이 연하고 사후변화에 관여하는 자기 소화효소의 활성이 높아 신선도가 급속히 떨어지기 때문에, 어획 즉시 저장성 증진을 위한 가공 처리가 요구되는 어류이다 (Pyeun *et al* 1995).

한편, 멸치는 주로 건멸치의 형태로 유통되는데, 전술한 바와 같이 고도불포화지방산 함유량이 높기 때문에 저장, 유통 중 산화 변색을 일으키고, 저급 카르보닐 화합물의 생성으로 인한 갈변 및 off-flavor가 발생하여 품질이 저하되는 등 심각한 문제점을 가지고 있다(Labuza *et al* 1970, Min & Smouse 1985). 이러한 건멸치의 품질 저하를 억제하기 위한 방

† **Corresponding author** : Soon-Taek Hong, Tel : +82-42-821-6727, Fax : +82-42-821-8900, E-mail : hongst@cnu.ac.kr

법으로 천연 혹은 인공 항산화제 등의 첨가물을 사용하는 방법과 이와 동시에 포장방법의 개선 등을 고려할 수 있다(Lee *et al* 1985b, Nishna A 1991, Hayes *et al* 1977).

국내의 경우, 수산 건제품의 포장재는 골판지, 내지, 플라스틱 계열 등의 포장재가 주로 사용되고 있다(Oh KS 1990). 플라스틱 계열의 포장재는 polyethylene(PE), low density polyethylene(LDPE), polypropylene(PP), polyvinyl chloride(PVC), polyvinylidene chloride(PVDC), polyethylene terephalate(PET), nylon(NY), polycarbonates(PG), polystyrene(PS) 등의 플라스틱 필름이 있으며(Robertson GL 2012), 실제로는 이들을 적절히 조합한 여러 종류의 적층 필름이 가스투과성, 수분차단성, 내화학성, 투명성, 광차단성 등의 목적에 맞게 활용되고 있다. 이중 PET/cast polypropylene(CPP) 필름은 수분투과율은 낮으나 sealing 온도, 접착강도가 높으며, PET/aluminum (AL)/LDPE 필름은 수분투과율과 산소투과율이 매우 낮아 유통성 증진 등에는 매우 효과적으로 활용할 수 있으나, 불투명한 재질로 제품을 육안으로 확인할 수 없는 특징이 있다 (Seo *et al* 2012).

국내의 포장재에 관한 연구로는 Jo *et al*(1987)은 건멸치를 크라프트지(KP), KP/PE 적층필름(0.3 mm), PE 필름에 포장할 경우 PE > KP/PE > KP 순으로 품질이 우수하였음을 보고하였고, Kwon *et al*(1995)은 골판지와 NY/PE 적층 필름을 이용하여 다양한 온도에서 저장 품질 특성을 조사한 결과, NY/ PE 적층 필름이 지방질 산화 및 색택 변화를 지연시킬 수 있다고 보고하였다. 외국의 경우 Srinivasa Gopal *et al*(1998)은 건멸치를 LDPE와 LDPE/polyether 적층필름을 이용하여 포장한 후 유통기한을 조사하였을 때, LDPE는 12주, LDPE/polyether 적층필름은 32주로 polyether 적층필름 처리한 것이 유통기한이 20주 정도 더 연장되었음을 보고하였다. 하지만 이상의 연구들은 주로 가공 전의 건멸치 포장에 관한 연구가 대부분이었으며, 멸치 가공품 포장에 관한 연구는 거의 수행되지 않은 것으로 조사되었다.

따라서, 본 연구에서는 세멸치를 이용하여 멸치가공품(조미멸치)을 제조하고, PET/CPP, PET/ethylene vinyl alcohol (EVOH), PET/AL/LDPE 등의 다양한 적층필름 포장재에 포장한 후, 이를 일정한 온도에 저장하면서 저장기간에 따른 조미멸치의 이화학적 품질 특성 변화를 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 멸치는 세멸치(평균 체장 16 mm 미만, 수분 20% 이하)로 2010년산 충남 서천 소재 누리영어조합법인에서 자연 건조한 시료로 −20℃에서 저장한 것을 사용하였다. 설탕(제일제당, 한국), 물엿(콘프로덕츠코리아, 한국), 소금(한주, 한국), 꿀(동서식품(주), 한국) 등을 실험에 사용하였고, 포장재는 D사에서 제공받아 실험에 사용하였다.

2. 조미멸치의 제조

조미멸치 제조는 Table 1과 같은 배합비로 Fig. 1의 제조공정에 따라 제조하였다. 건멸치(세멸치) 1 kg에 물 2 L를 넣고, 25±1℃에서 30분간 침지한 후(탈염과정), 체에 받혀 수분을 제거한 후 열풍 건조기(HB502LP, Hanbaek Co., Ltd, Korea)를 이용하여 건멸치를 제조하였다(25±1℃, 1시간). 건조된 멸치는 드럼형 코팅기에서 코팅재료(Table 1)를 넣고 100℃에서 3분간 코팅하고, 다시 열풍 건조기 내에서 30±1℃, 8~10시간 건조하여 조미멸치 제조를 완성하고, 본 실험 시료로 사용하였다.

3. 포장 및 저장

조미멸치는 Table 2와 같은 포장재(170×130 mm)를 이용하여 30 g씩 포장한 후 항온항습기(VS-1203P3N, Vision Scientific Co., Ltd., Korea)에서 규정된 온도(25, 35, 45℃), 습도(RH 85%) 조건에서 2개월간 저장하여 품질 변화를 조사하였다.

Table 1. Formula for seasoned anchovy

Ingredient	Weight (%)
Anchovy	89.03
Sugar	7.5
Starch syrup	2.89
Salt	0.28
Honey	0.3
Total	100.0

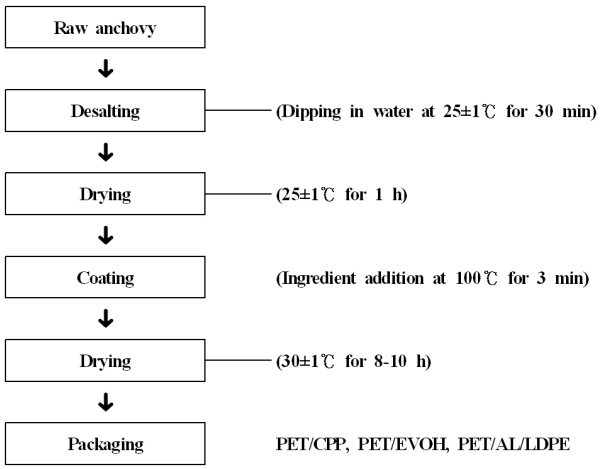

Fig 1. Schematic diagram for the preparation of seasoned anchovy.

저장된 시료를 ball mill(super mill 1500, Newport scientific, Australia)로 분쇄하여 표준체(32 mesh)에 통과된 분말시료를 사용하였다.

4. 포장재의 산소투과도 및 투습도 측정

산소투과도(oxygen transmission rate)와 투습도(moisture vapor transmission rate)는 각각 OX-TRAN®(Model-2/61, Moncon, USA)과 PERMATRAN(Model-3/33, Mocon, USA)을 이용하여 ASTM D3985 및 ASTM E96-95에 의거하여 측정하였다.

5. 이화학 분석

1) 수분함량 및 색도

수분은 적외선 수분측정기(FD-240-2, Ketto electric laboratory, Japan)를 이용하여 시료 1 g을 정확히 칭량하여 넣고 105℃에서 10분간 측정하였고, 색도는 Color meter(CR-400, Minolta, Japan)에 의해 Hunter scale에 의한 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하였다.

2) 갈색도

지질 산화에 의한 갈색물질(lipophilic brown pigment)은 Han *et al*(1973)의 방법을 이용하여 chloroform:methanol (2:1, v/v) 용매로 추출하여 얻었으며, Maillard 반응에 의한 갈색물질(hydrophilic brown pigment)은 Chung & Toyomizu (1976)의 방법에 따라 H_2O-methanol(1:1, v/v) 용매를 이용하여 획득한 후 이를 420 nm에서 분광광도계(Optizen 2120UV plus, Mecasys Co., Ltd., Korea)를 이용하여 흡광도를 측정하였다.

3) TBA가

Turner *et al*(1954) 방법에 따라 지방질의 산화시 생성되는 malonaldehyde의 양을 2-thiobarbituric acid(TBA)와의 정색반응을 통하여 비색정량하였다. 즉, 시료 1 g을 2 N phosphoric aicd(H_3PO_4)에 용해한 20% TCA(Trichloroacetic acid)용액 2.5 mL와 0.01 N TBA(2-Thiobarbituric acid) 용액 5 mL을 가하여 열탕조(100℃)에서 흔들어주면서 30분 가열한 후 ice bath에서 10분간 냉각시킨다. 완전히 냉각시킨 후 isoamyl alcohol : pyridine(2:1, V/V)용액 7.5 mL를 가한 뒤 2분간 혼합하였다. 상층액을 paper filter(Whatman No. 41)로 여과한 후 그 여액을 UV-visible spectrophotometer(Optizen 2120UV plus, Mecasys Co., Ltd., Korea)를 사용하여 538 nm에서 흡광도를 측정하였다.

4) Trimethylamine (TMA-N) 측정

Trimethylamine(TMA-N)은 Murray & Gibson(1973) 방법에 따라 비색정량하였다. 시험관에 분말시료 5 g에 4배(w/v)의 증류수를 가하여 5분간 혼합하고 원심분리(3000 rpm, 10분)한 후, 상징액 4 mL에 50% formaline 1 mL, anhydrous tol- uene 10 mL를 순서대로 가하여 shaking water bath(150 rpm, 60℃)에서 1분간 혼합하고, 10분간 방치한다. 여기에서 상등액 5 mL(toluene layer)를 취하고 sodium sulphate 100 mg을 넣어 수분을 제거한 후 0.02% picric acid-toluene 용액 5 mL를 혼합하여 10분간 방치한 후 410 nm에서 흡광도를 측정하였다.

5) 휘발성 염기질소 함량 (Volatile Basic Nitrogen, VBN)

휘발성 염기질소 함량은 Conway unit를 사용하는 미량 확산법으로 정량하였다(AOAC 1985, Conway 1950). 시료 2 g에 증류수 16 mL와 10% TCA 2 mL를 첨가하여 5분 동안 혼합한 후, 원심분리(3000 rpm, 10분)하여 상등액 1 mL를 취하였다. 이를 Conway 수기 외실에 넣고, 내실에는 0.01 N H_3BO_3 1 mL를 넣은 후 K_2CO_3 1 mL를 빠르게 외실에 주입한다. 그리고 뚜껑으로 완전히 밀폐한 다음, 조심스럽게 흔들어 항온기(37℃, 60분)에서 방치한 후, 0.02 N H_2SO_4 용액으로 녹색에서 미홍색이 될 때까지 적정하여 VBN가로 나타내었다.

6) 미생물 검사

총균수(total aerobic bacteria)는 APHA 표준 방법에 따라 멸균 peptone 수를 이용하여 10배수씩 연속 희석한 다음 plate count agar(Difco Lab., USA)를 사용하여 37℃에서 20시간 이상 배양한 후 생성된 미생물의 집락을 계수하여 시료 1 ml당 미생물 수(colony forming unit, CFU)로 나타내었다(APHA, 1979).

7) 통계처리

모든 실험 결과들은 3회 이상 반복 측정하여 평균치와 표준편차로 나타내었으며, 각 처리별 평균치간의 유의성 검정은 SAS(statistical analysis system version 9.3)을 이용하여 ANOVA 분석 후 $p<0.05$에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성 검증을 하였다.

결과 및 고찰

1. 수분함량의 변화

포장재를 달리하여 포장한 조미멸치를 60일 동안 저장하면서 측정한 수분함량의 변화 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 전반적으로 조미멸치의 수분함량은 저장기간의 경과와 더불어 감소하였으며, 그 감소폭은 포장재 별로 다르게 나타났다. PET/AL/LDPE 포장재의 경우, 모든 저장온도에서 저장 60일

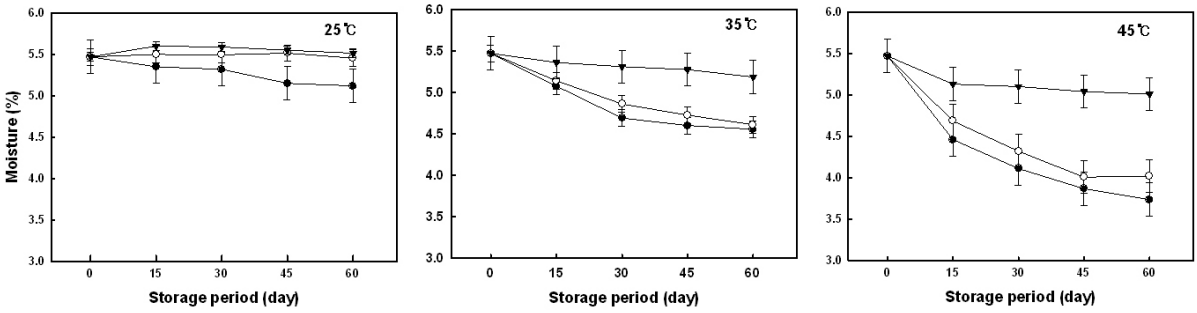

Fig 2. Changes in the moisture content of seasoned anchovy during storage as influenced by temperature and different packaging materials(●, PET/CPP; ○, PET/EVOH; ▼, PET/AL/LDPE). All values are mean±S.D. (n=5).

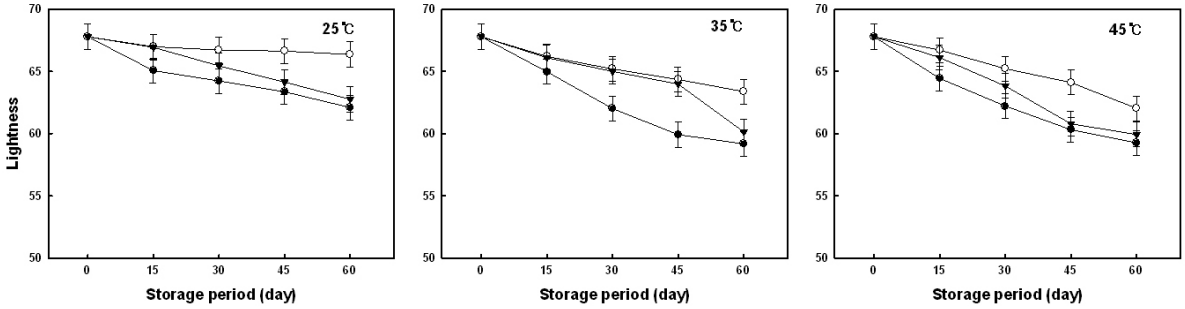

Fig. 3. Changes in lightness of seasoned anchovy during storage as influenced by temperature and different packaging materials(●, PET/CPP; ○, PET/EVOH; ▼, PET/AL/LDPE). All values are mean±S.D. (n=5).

후 수분함량의 감소폭이 가장 낮았으며, PET/EVOH 포장재는 중간 정도의 감소폭을 PET/CPP 포장재는 가장 높은 감소폭을 나타내었다(즉, 저장기간 동안 수분 증발량이 가장 높았다). 수분 함량의 감소 정도를 저장온도별(25, 35, 45℃)로 검토하였을 때, 25℃ 저장 시료는 포장재 종류와 관계없이 수분함량의 감소 정도는 적었으며, 포장재별로 유의적 차이를 나타내지 않았으나, 저장온도를 증가할 경우(35, 45℃) 수분함량의 감소폭은 급격히 증가하는 경향[PET/AL/LDPE : 5.21±0.2%(35℃) → 8.41±0.2%(45℃), PET/ EVOH : 15.72±0.2%(35℃) → 26.51±0.2%(45℃), PET/CPP : 16.64±0.2%(35℃) → 31.63±0.2%(45℃)]을 나타내었고, 그 정도는 PET/EVOH 및 PET/CPP 포장 시료가 PET/AL/ LDPE 포장 시료에 비하여 유의적으로 높았다. 이러한 결과는 Table 2에 나타난 바와 같이 각 적층필름 포장재의 수증기 투과도 자료(Table 2)와 전반적으로 일치하고 있으며, 조미멸치가 실제로 저장 · 유통되는 온도 조건(냉장 혹은 상온)을 감안한다면 본 실험에서 평가한 모든 적층필름(3종류)이 수분함량 유지 측면에서 사용 가능하지만, 고온 저장 안전성 등을 고려할 때 PET/AL/LDPE 적층필름이 조미멸치 포장에 적합할 것으로 사료된다.

2. 색도 변화

저장 중 조미 멸치의 색도 변화는 색차계를 사용하여 각 처리구의 L값(lightness), a값(redness), b값(yellowness)을 측정하였다(Fig. 3). 전반적으로 저장기간 및 저장온도가 증가할수록 모든 포장 시료의 L값과 a값은 감소하고, b값은 증가하였다. 그중 PET/EVOH 포장 시료는 모든 저장온도에서 다른 포장 시료에 비해 L값과 a값이 높고, b값이 낮은 우수한 저장 특성을 나타내었다. L값은 포장재질에 따라 PET/EVOH > PET/AL/LDPE > PET/CPP 순으로 높았으며, 이때 PET/AL/LDPE 포장 시료와 PET/CPP 포장 시료 간에 유의적 차이는 없었다. a값은 PET/EVOH > PET/CPP > PET/AL/LDPE 순으로 나타났지만, 포장 시료 간의 유의적 차이는 없었다. 반면에 갈변과 직접 관련된 b값은 저장온도 25℃에서 포장 시료

Table 2. Characteristics of packaging materials used in the study

Symbols	Materials	Size (㎜)	OTR[1)]	MVTR[2)]
PET/CPP	PET(19㎛)+CPP(80㎛)	170×130	60～85	7～8
PET/ EVOH	PET(12㎛)+EVOH(110㎛)	170×130	20	5
PET/AL/ LDPE	PET(12㎛)+Aluminum(7㎛) +LDPE(80㎛)	170×130	30～35	5～7

1) OTR: oxygen transmission rate(cc/m^2 · 24 hr).
2) MVTR: moisture vapor transmission rate(g/m^2 · 24 hr).
PET : polyethylene terephthalate, CPP: cast polypropylene.
EVOH : ethylene vinyl alcohol, LDPE: low density polyethylene.

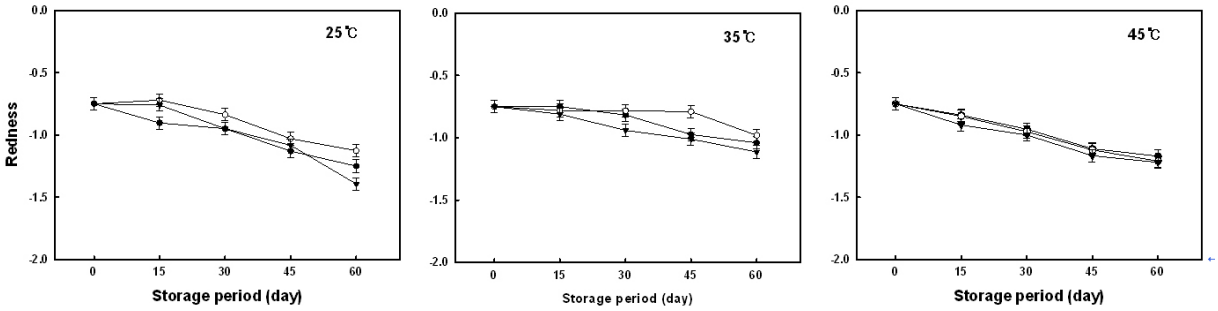

Fig. 4. Changes in redness of seasoned anchovy during storage as influenced by temperature and different packaging materials(●, PET/CPP; ○, PET/EVOH; ▼, PET/AL/LDPE). All values are mean±S.D. (n=5).

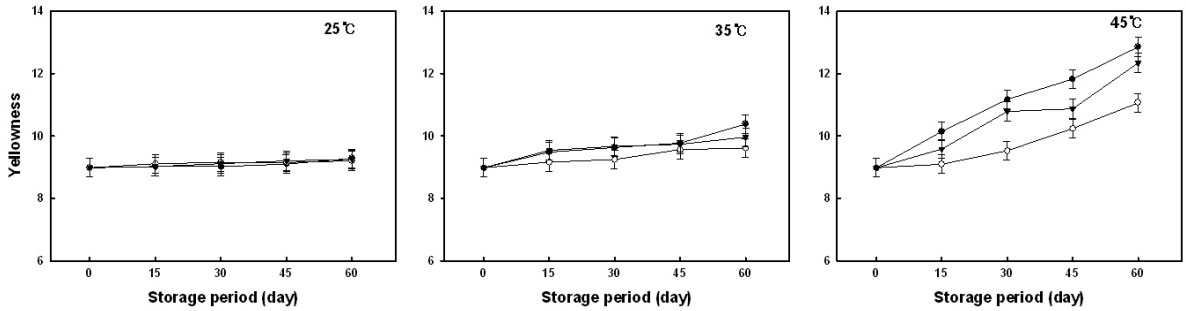

Fig. 5. Changes in yellowness of seasoned anchovy during storage as influenced by temperature and different packaging materials(●, PET/CPP; ○, PET/EVOH; ▼, PET/AL/LDPE). All values are mean±S.D. (n=5).

간 차이는 없었고, 35, 45℃에서 PET/CPP > PET/AL/LDPE > PET/EVOH 순으로 높게 나타났으며, 이때 PET/CPP 포장 시료와 PET/AL/LDPE 포장 시료간 유의적 차이는 없었다(Fig. 4, Fig. 5). 저장 60일후 PET/CPP 포장 시료로 포장된 조미 멸치의 경우, 다른 포장 시료에 비해 외관 및 갈변이 심해 상품성 가치가 현저히 떨어지는 것으로 알 수 있었다. 이 결과는 Lee *et al*(1985a)이 반염건 고등어를 저장 시 L값은 감소하고, b값은 서서히 증가하였다는 보고와 유사한 것으로, 산소 투과율이 PET/CPP 포장 시료가 다른 포장 시료에 비해 높고(Table 2), 이로 인해 조미 멸치 내 불포화지방산이 산소와 결합하여 산화가 가속화되어 PET/CPP 포장 시료의 갈변 현상에 영향을 미친 것으로 사료된다.

3. 갈변도의 변화

건어류의 저장 및 유통 시 품질 저하를 유발하는 중요 품질지표는 색택의 변화이다. Fig. 6, 7은 지질에 의한 갈변과 비효소적 Maillard 반응에 의한 갈변으로 구분하여 저장 중 포장재 및 저장온도별 조미멸치의 색택 변화를 측정한 결과이다. Fig. 6에서 나타난 바와 같이 지질에 의한 갈변(이하 친유성 갈변)은 저장기간 및 저장온도가 증가할수록 모든 포장 시료에서 증가하였는데, 저장 온도가 높을수록 변화가 심하였고, PET/CPP와 PET/AL/LDPE 포장 시료의 갈변도가 PET/EVOH 포장 시료에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 특히, 저장온도 35, 45℃에서는 45일후 갈색도가 급격히 증가하는 것을 관찰할 수 있었으며, PET/CPP와 PET/Al/LDPE 포장시

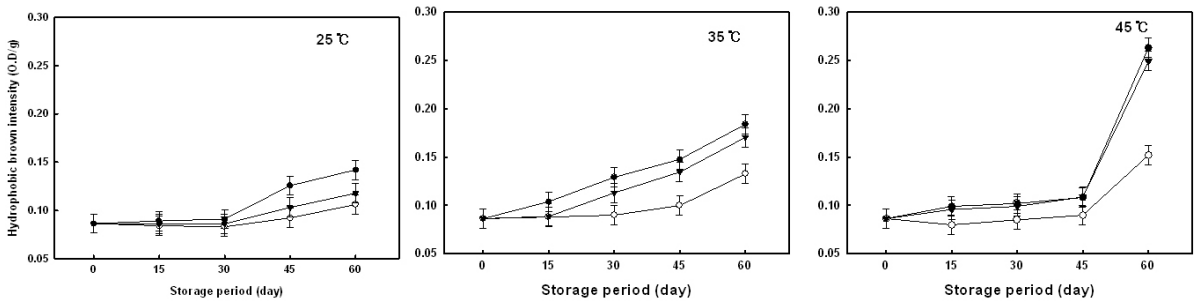

Fig. 6. Changes in hydrophobic brown intensity of seasoned anchovy during storage as influenced by temperature and different packaging materials(●, PET/CPP; ○, PET/EVOH; ▼, PET/AL/LDPE). All values are mean±S.D. (n=5).

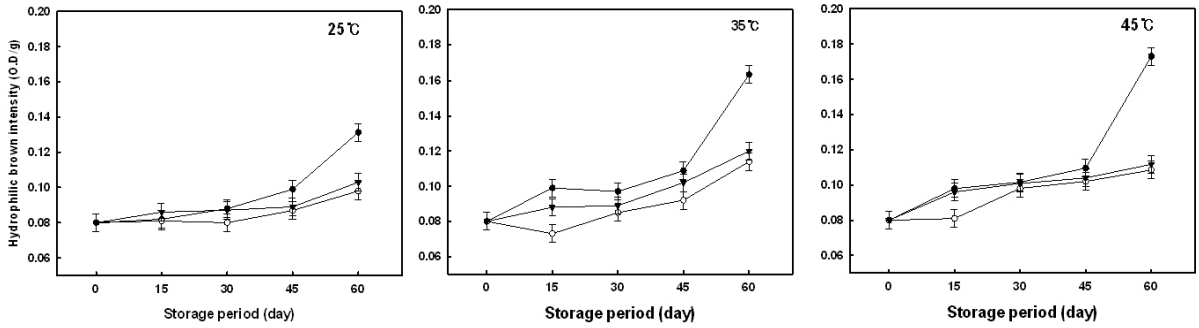

Fig. 7. Changes in hydrophilic brown intensity of seasoned anchovy during storage as influenced by temperature and different packaging materials(●, PET/CPP; ○, PET/EVOH; ▼, PET/AL/LDPE). All values are mean±S.D. (n=5).

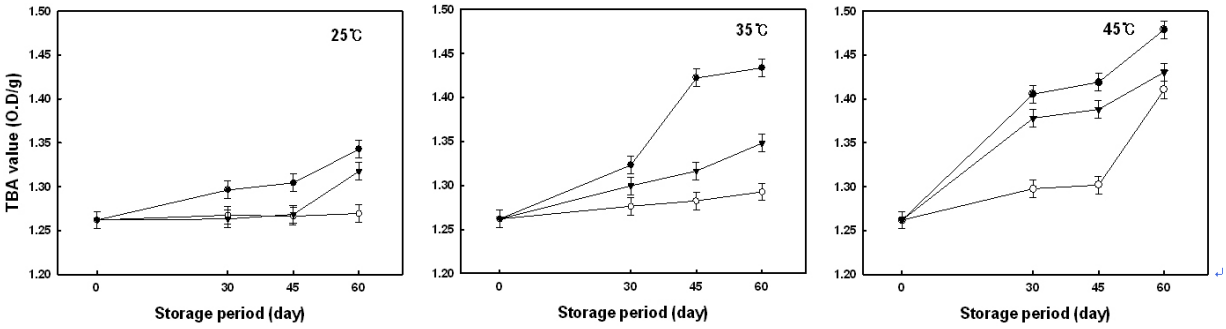

Fig. 8. Changes in TBA value of seasoned anchovy during storage as influenced by temperature and different packaging materials(●, PET/CPP; ○, PET/EVOH; ▼, PET/AL/LDPE). All values are mean±S.D. (n=5).

료가 PET/EVOH 포장 시료에 비해 2배 이상의 높은 갈변도를 나타내었다. 이러한 결과는, 저장온도가 높을수록 친유성 갈색도가 현저히 증가하여 품질 저하가 빠른 반면, 저온 저장시 갈변도의 증가는 극히 미미하여 품질 저하속도가 완만하였다고 보고한 Oh KS(1990)의 결과와 일치하는 것으로 사료되었다. Fig. 7은 Maillard 반응에 의한 갈변(이하 친수성 갈변)의 변화를 나타낸 것으로 저장기간이 증가할수록 친수성 갈변도가 증가하였으며, 증가 정도는 포장재에 따라 다르게 나타났다. 특히, 저장 60일후 PET/AL/LDPE와 PET/EVOH 포장 시료는 저장기간 동안 비교적 낮은 갈변도를 유지했지만, PET/CPP 포장 시료는 저장 45일 이후 급격한 갈변도의 증가가 관찰되었다. 친수성 갈변은 기본적으로 산소의 존재에 의해 반응 속도가 증가되는 산화반응이므로(Kim DH 2009), 본 결과는 Table 2에서 기술한 각 적층필름의 산소 투과 특성과 관련이 있는 것으로 추정하였다. 즉, PET/CPP 포장재는 PET/AL/LDPE와 PET/EVOH에 비하여 산소투과도가 높았으며, 따라서 PET/CPP 포장 시료는 저장 기간의 증가와 더불어 친수성 갈변도의 현저한 증가를 예상할 수 있다.

4. TBA가, TMA 및 VBN의 변화

포장 조미멸치의 TBA가는 저장기간 및 저장온도가 증가할수록 모든 포장 시료에서 증가하였으며(Fig. 8) 특히, 저장 30일후 증가폭이 높아지는 특징을 나타내었다(PET/EVOH 저장 시료 제외). 포장 재질별로 검토하였을 때 모든 저장온도에서 PET/CPP 포장 시료의 증가폭이 가장 높았으며(25℃ ΔTBA : 0.034, 35℃ ΔTBA : 0.061, 45℃ ΔTBA : 0.144), PET/EVOH 포장 시료가 가장 낮았다(25℃ ΔTBA : 0.006, 35℃ ΔTBA : 0.015, 45℃ ΔTBA : 0.036). 이러한 결과는 사용된 포장재의 산소 및 수분 투과도의 차이에 의한 것으로 사료되며(Table 2), 특히 PET/EVOH 포장 시료가 낮은 산소 및 수분 투과 특성으로 인하여 저장기간 중 지방 산패가 상대적으로 낮게 진행되었다. 이는 Kwon *et al*(1995)의 포장재 종류에 따른 건멸치 저장 특성 변화에 대한 연구에서 Nylon/PE 적층필름 포장의 경우가 종이포장에 비하여 저장 기간 중 낮은 TBA값을 나타내었다는 보고와 잘 일치하고 있다.

TMA(Trimethylamine)는 어패류의 신선도 측정의 지표물질로서 생선 비린내의 원인이 되는 것으로 알려져 있다. 조미멸치의 TMA 함량은 Table 3에 나타낸 바와 같이, 저장기간과 더불어 증가하였으며(저장 초기에 비해 2.8~3.5배), 증가폭은 저장온도 및 포장재질에 따라 유의적으로 차이가 있었다(PET/CPP > PET/EVOH > PET/AL/LDPE).

어육 등 단백질이 풍부한 식품은 저장 중 휘발성 염기질소

Table 3. Changes in trimethyl amine(TMA) content of seasoned anchovy during storage as influenced by different packaging materials and temperature

Temp.	Packaging materials	Storage period (day)				
		0	15	30	45	60
25℃	PET/CPP	7.28±0.02[1)a2)]	10.21±0.04[c]	13.62±0.12[b]	17.59±0.12[b]	22.12±0.32[a]
	PET/EVOH	7.28±0.02[a]	10.87±0.02[b]	13.71±0.02[b]	17.48±0.04[c]	20.49±0.12[b]
	PET/AL/LDPE	7.28±0.02[a]	11.31±0.05[a]	14.71±0.22[a]	18.15±0.31[a]	20.11±0.12[c]
35℃	PET/CPP	7.28±0.02[a]	11.49±0.06[b]	14.14±0.21[c]	19.18±0.11[b]	23.94±0.22[a]
	PET/EVOH	7.28±0.02[a]	10.24±0.12[c]	14.32±0.02[b]	19.24±0.12[b]	22.09±0.06[b]
	PET/AL/LDPE	7.28±0.02[a]	12.88±0.22[a]	15.33±0.52[a]	19.93±0.55[a]	21.94±0.02[b]
45℃	PET/CPP	7.28±0.02[a]	12.15±0.12[b]	15.59±0.02[b]	20.59±0.02[b]	25.44±0.04[a]
	PET/EVOH	7.28±0.02[a]	11.23±0.22[c]	15.42±0.12[b]	21.50±0.12[a]	24.52±0.07[b]
	PET/AL/LDPE	7.28±0.02[a]	13.42±0.42[a]	16.45±0.11[a]	20.21±0.03[c]	24.35±0.06[c]

[1)] Values are mean±S.D. (n=3).
[2)] Different superscripts in the same column(a~c) are significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05).

(VBN)가 생성되며, 따라서 이는 식품의 신선도를 측정하는데 중요한 지표가 된다. Table 4에 나타낸 바와 같이 포장 조미멸치의 경우 모든 포장 시료에서 VBN이 발생하였으며, 그 정도는 저장 온도 및 저장기간의 증가와 더불어 증가하는 경향이었다. 건어류에 있어서 VBN 발생은 여러 가지 가공공정(자숙, 건조 등)을 거치면서 암모니아를 비롯한 휘발성 염기질소들이 다량 생산되기 때문으로 알려져 있으며(The korean society of food science and nutrition 2000), Park *et al*(1989)은 여러 종류의 적층필름을 사용하여 비엔나 소세지를 포장하였을 때 저장온도 및 저장 기간의 경과와 더불어 VBN의 발생량이 증가하였음을 보고하였다.

5. 미생물학적 품질변화

포장 조미멸치 시료를 25, 35, 45℃ 조건에 2개월간 저장하면서 미생물의 생육상태를 조사하였다. Fig. 9에 나타난 바와 같이 PET/CPP 포장시료의 경우 저장에 따른 호기성 총 균수의 증가가 다른 포장시료에 비해 가장 높았으며, 저장 초기에 2.82 log 수준이던 호기성 총 균수는 25℃에 저장한

Table 4. Changes in volatile basic nitrogen(VBN) content of seasoned anchovy during storage as influenced by different packaging materials and temperature

Temp.	Packaging materials	Storage period (day)				
		0	15	30	45	60
25℃	PET/CPP	1.40±0.03[1)a2)]	1.40±0.02[a]	1.40±0.01[b]	2.25±0.01[a]	2.40±0.04[a]
	PET/EVOH	1.40±0.03[a]	1.40±0.04[a]	1.40±0.02[b]	2.18±0.03[b]	2.40±0.01[a]
	PET/AL/LDPE	1.40±0.03[a]	1.42±0.03[a]	1.47±0.05[a]	2.25±0.02[a]	2.40±0.03[a]
35℃	PET/CPP	1.40±0.03[a]	1.40±0.01[a]	1.40±0.01[a]	2.48±0.02[a]	2.60±0.01[a]
	PET/EVOH	1.40±0.03[a]	1.40±0.05[a]	1.40±0.04[a]	2.42±0.04[a]	2.43±0.05[a]
	PET/AL/LDPE	1.40±0.03[a]	1.40±0.02[a]	1.40±0.06[a]	2.54±0.02[a]	2.60±0.01[a]
45℃	PET/CPP	1.40±0.03[a]	1.70±0.02[a]	2.10±0.03[a]	2.80±0.05[a]	2.90±0.01[a]
	PET/EVOH	1.40±0.03[a]	1.40±0.01[a]	2.10±0.04[a]	2.60±0.01[a]	2.77±0.04[a]
	PET/AL/LDPE	1.40±0.03[a]	1.40±0.06[a]	2.10±0.03[a]	2.77±0.03[b]	2.77±0.02[a]

[1)] Values are mean±S.D. (n=3).
[2)] Different superscripts in the same column(a~b) are significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05).

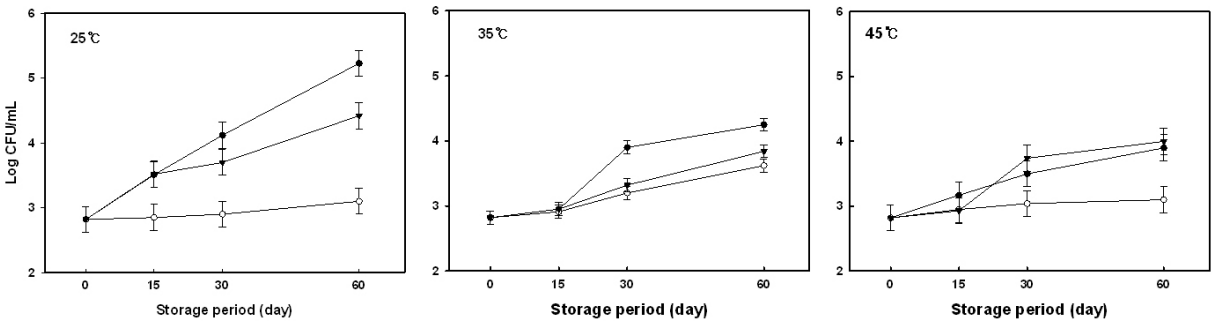

Fig. 9. Changes in total aerobic bacteria count of seasoned anchovy during storage as influenced by temperature and different packaging materials(●, PET/CPP; ○, PET/EVOH; ▼, PET/AL/LDPE). All values are mean±S.D. (n=5).

경우 2개월 후 5.23 log 수준이었고, 35, 45℃에서는 증가폭이 다소 감소하는 경향을 나타내었다. PET/EVOH 포장 시료는 미생물 생육이 다른 포장 시료(PET/CPP 및 PET/AL/LDPE)에 비해 다소 낮은 수준으로 관찰되었는데, 이는 PET/EVOH 포장재의 낮은 산소 및 수증기 투과도로 인해 호기성균들이 생육이 저해된 결과로 사료되었다(Noh *et al* 2002).

결 론

본 연구는 조미 멸치를 여러 종류의 적층필름(PET/CPP, PET/EVOH, PET/AL/LDPE)에 포장한 후 일정한 온도(25, 35, 45℃)에서 60일간 저장하면서 포장재 종류에 따른 조미멸치의 이화학적 및 미생물학적 변화를 조사하였다. 일반적으로 저장온도가 높을수록 포장 조미멸치의 이화학적 변화는 크게 나타났으며, 포장재별로는 포장재의 투습도 및 산소투과도 특성에 따라 변화의 폭이 다르게 나타났다. 즉, 투습도 및 산소투과도의 특성이 열세한 PET/CPP 포장재를 이용하여 포장한 경우, 저장 기간 중 조미멸치의 수분함량, 색도, 갈변도, TBA가, TMA, VBN 등의 이화학적 성질의 변화가 크게 나타났으며, 반면 투습도 및 산소투과도 특성이 우수한 PET/EVOH 포장재를 사용한 경우, 이화학적 성질 변화의 폭이 상대적으로 낮았다. 또한 미생물학적 품질변화에 있어서 저장 기간 중 각 포장 시료의 호기성 총균수 변화를 측정한 결과, 전술한 이화학적 변화 경향과 유사한 경향으로 즉, 투습도 및 산소투과도의 특성이 열세한 PET/CPP 포장 시료의 총균수 변화가 컸으며(저장 초기 대비 약 100배 증가), PET/EVOH 포장 시료는 이보다 다소 낮은 수준의 변화를 보였다. 결론적으로 조미 멸치 포장에 적합한 포장재는 PET/EVOH 적층필름으로 판단되었다.

감사의 글

본 논문은 중소기업진흥공단의 지역 특화 선도 기업 지원 사업의 지원에 의해 이루어진 것이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

AOAC (1985) Official methods of analysis. 16th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. pp 35-36.

ASTM (2010) Standard test method for oxygen gas transmission rate through plastic film and sheeting using a coulometric sensor. Designations(D3985-05). pp 656-661.

ASTM (1995) Standard test methods for water vapour transmission of materials. In: Standards Designations: E96-95. Annual Book of ASTM Standards. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, USA. pp 406-413.

APHA (1976) Compendium of methods for the microbiological examination of foods. (M. Speak ed.), American Public Health Association, Washington DC. pp 663-681.

Chung CY, Toyomizu M (1976) Studies on the browning of dehydrated foods as a function of water activity. *Bull Japan Sco Sci Fish* 42: 697-702.

Conway EJ (1950) Microdiffusion analysis and volumetric error. Crosby, Lockwood and Son, London. pp 342- 348.

Hayes RE, Bookwalter GN, Bagley EB (1977) Antioxidant activity of soybean flour and derivatives - A review. *J Food Sci* 42: 1527-1532.

Jo KS, Kim YM, Kim HK, Kang TS (1987) Effect of packaging method on the storage stability of boiled-dried anchovy. *Korean J Food Sci Technol* 19: 195-199.

Kim DH (2009) Food chemistry. Tamgusa, Korea. pp 401-447.

Kwon JH, Jung HW, Byun MW, Kim JS (1995) Effects of storage temperature and packaging methods on the physicochemical quality of boiled-dried anchovies. *J Fd Hyg Safety* 10: 97-102.

Labuza TP, Tannenbaum SE, Karel M (1970) Water content and stability of intermediate moisture foods. *Food Tech* 24: 543-549.

Lee EH, Chung YH, Joo DS (1985a) The storage stability of semi-salted and dried mackerel by free-oxygen absorber. *Bull Korean Fish Soc* 18: 131-138.

Lee KH, Kim CY, You BJ, Jea YG (1985b) Effect of packaging on the quality stability and shelf-life of dried anchovy. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 14: 229-234.

Min DB, Smouse TM (1985) Flavor chemistry of fats and oils. American Oil Chemists' Society, Chicago. pp 39-60.

Murray CK, Gibson DM (1973) An investigation of the method of determining trimehtylamine in fish muscle extracts by the formation of its picrate salt-Part Ⅰ. *J Food Technol* 7: 35-46.

Nishina A (1991) Antioxidant effects of tocopherol, BHA, and L-ascorbic acid for the model system of boiled and dried sardine and salted and dried sardine. *B Jpn Soc Sci Fish* 57: 2073-2076.

Noh JE, Byun MW, Kwon JH (2002) Quality and thermoluminescence properties of γ-irradiated boiled-dried anchovies during storage. *Korean J Food Preserv* 9: 19-27.

Oh KS (1990) Improvements and status of anchovy processing. *Bulletin of the Institute of Fisheries Sciences* 2: 107-116.

Park HW, Kim BS, Park MH (1989) Comparison of shelf-life of vienna sausage packed with polyvinylidene chloride and nylon lamminated film. *Korean J Food Sci Technol* 21: 252-257.

Pyeun JH, Heu MS, Cho DM, Kim HR (1995) Proteolytic properties of cathepsin L, chymotrypsin, and trypsin from the muscle and viscera of anchovy(*Engraulis japonica*). *J Korean Fish Soc* 28: 557-568.

Robertson GL (2012) Food packaging: principles and practice. CRC Press, New York. pp 11-46.

Seo HJ, Han SY, Choi HS, Han GJ, Park HY (2012) Quality Characteristics of cabbage kimchi by different packaging materials. *Korean J Food Cookery Sci* 28: 207-214.

Srinivasa Gopal TK, Viswanathan N, Kandorna MK, Prabhu PV, Gopakumar K (1998) Shelf-life of dried anchoviella in flexible packaging materials. *Food Control* 9: 205-209.

Turner EW, Paynter WD, Montie EJ, Bessert MW, Struck GM, Olson FC (1954) Use of the 2-thiobarbituric acid reagent to measure racidity in frozen pork. *J Agric Food Chem* 8: 326-330.

The Korean Society of Food Science and Nutrition (2000) Handbook of experiments in food science and nutrition. Hyoil Press, Seoul. pp 256-261.

http://www.nfrdi.re.kr. Accessed July 13, 2013.

접 수: 2013년 07월 25일
최종수정: 2013년 08월 29일
채 택: 2013년 08월 30일