

## 조미김 포장을 위한 PET/PVA-BA/OPP 다층필름 제조 및 특성분석

임미진<sup>1,2</sup> · 김도완<sup>1</sup> · 서종철<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 과학기술대학 패키징학과, <sup>2</sup>한국건설생활환경시험연구원(KCL), 융합기술본부, 물류안전평가반

### Preparation and Characterization of PET/PVA-BA/OPP Multi-layer Films for Seasoned-laver Packaging

Mijin Lim<sup>1,2</sup>, Dowan Kim<sup>1</sup>, and Jongchul Seo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Packaging, Yonsei University, Wonju 26493, Korea

<sup>2</sup>Safe Logistics Testing Unit, Convergence Technology Division, Korea Conformity Laboratories, Seoul 08503, Korea

**Abstract** To identify applicability for packaging material of polyvinyl alcohol (PVA)/boric acid (BA) coating solution with highly-enhanced water vapor and oxygen barrier properties, the PET/PVA-BA/OPP multi-layer films were prepared through comma coating and lamination process. The oxygen and water vapor permeabilities, and tensile strength of as-prepared multi-layer films were investigated before and after pressure cooker test (PCT). Although oxygen and water vapor permeabilities, and mechanical properties of PET/PVA-BA/OPP multi-layer films was decreased after PCT, their properties were highly enhanced as increase of BA contents in PVA matrix. This is strongly related with enhanced cross-linking density in PVA-BA layer. In storage test of seasoned-laver, the PET/PVA-BA/OPP multi-layer films were comparatively effective to suppress the increase in peroxide value originating from oxidation of seasoned-laver. Comparing the commercially available PP/Al-metallized PP for seasoned-laver packaging, however, PET/PVA-BA/OPP multi-layer films did not show any advantage in water activity. This is due to higher water vapor permeation properties of as-prepared multi-layer films. Therefore, further studies are required to enhance the water vapor permeation in PET/PVA-BA/OPP multi-layer films.

**Keywords** Poly(vinyl alcohol) (PVA), Boric acid (BA), Multi-layer film, Oxygen and water vapor permeabilities, Seasoned-laver

## 서 론

포장되는 제품에 따라 수분, 산소, 탄산가스, 질소, 자외선, 빛, 미생물, 열 등은 제품의 품질에 영향을 줄 수 있는 요소이며, 특히, 유통, 물류, 저장환경 하에서 식품, 의료기기, 전자기기 등의 제품의 보관수명을 향상시키기 위하여 수분 및 산소와 같은 투과 물질에 대한 차단성 포장 소재에 대한 관심과 연구가 지속적으로 증가하고 있다<sup>1-3</sup>. 특히, 김, 육류, 건조 식품 등의 식품산업에 있어 산소 및 수분과 같은 투과 물질의 포장재 내 이동하는 것을 방지하는 것은 제품의 지방 산화, 조직감 유지, 미생물의 성장 감소 등의 품질 변화를 제어하여, 보관 수명 연장을 가능하게 한다<sup>4-6</sup>. 이때, 투

과 물질의 투과 현상은 포장재 표면의 흡·탈착 현상, 내부에서 일어나는 확산 현상, 포장재의 화학 조성 및 성질, 형태학적 특성 등을 포함하는 종합적인 결과이다. 따라서, 높은 수분 및 기체 차단성을 갖는 포장재를 설계하기 위해서는 이에 대한 철저한 고려가 필요하다<sup>3</sup>.

수분 및 기체 차단성을 갖는 포장재 설계를 위하여 폴리 에틸렌(PE) 및 폴리프로필렌(PP) 필름 위에 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>x</sub> 등의 금속 산화물을 증착 코팅하는 방법, 차단성이 높은 에틸렌비닐알코올(EVOH)과 범용 고분자와 혼합(Blend)하는 방법, clay와 같은 나노 물질을 복합화하여 투과 물질의 이동 경로를 복잡하게 하는 방법, 기체 및 수분차단성이 우수한 소재를 PE, PP와 같은 필름의 중간층에 구성하여 다층필름을 형성하는 방법에 관한 연구가 지속적으로 진행되어오고 있다<sup>1,7-9</sup>.

본 연구팀은 선행연구에서, 폴리비닐알코올(PVA)과 붕산(BA)의 가교반응을 이용하여 PVA-BA 복합필름을 제조하였

\*Corresponding Author : Jongchul Seo  
Department of Packaging, Yonsei University, Wonju 26493, Korea  
Tel : +82-33-760-2697, Fax : +82-33-760-2954  
E-mail : jcseo@yonsei.ac.kr

다<sup>10)</sup>. 이때, BA함량이 증가함에 따라 제조한 PVA-BA복합 필름내 가교밀도가 증가하여, 수증기 및 산소에 대한 차단 성이 개선되는 것을 확인하였다. 본 연구의 목적은 제조한 PVA-BA복합필름의 개선된 수증기 및 산소 특성을 안전하고 편리하게 사용하기 위하여 다양한 포장소재와 다층구조로 만든 후 포장 소재로의 적용 가능성을 연구하는 것이다. 이를 위하여 제조한 PVA-BA 코팅액을 콤파코팅을 이용하여 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET)에 코팅한 다음, 연신 폴리프로필렌(OPP)와 라미네이션 공정을 통하여 PET/PVA-BA/OPP 다층필름을 제조하였다. 제조한 PET/PVA-BA/OPP 다층필름의 포장 분야 내 응용 가능성을 살펴보기 위하여 Pressure cooker test (PCT) 후 산소 및 수증기 투과 특성 및 기계적 강도와 함께 조미김에 대한 저장 특성 분석을 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

본 연구에서 사용된 실험물질은 다음과 같다. 98.0~99.5%의 가수분해도와 74,800 g/mol을 가진 PVA (㈜OCI주식회사, 서울, 대한민국), BA (MW: 61.83 g/mol, 시그마알드리치코리아(유), 용인, 대한민국), 염화수소(Hydrogen chloride: HCl, MW: 36.46 g/mol, 시그마알드리치코리아(유), 용인, 대한민국)를 구입하였다. 또한, 다층필름 제조 시 PET와의 접착성 향상을 위하여, primer 코팅제인 Unitran-PO333 (Union Continental Co., 대전, 대한민국)을 구입하였다. 본 연구에 사용한 PET필름(25  $\mu$ m)과 OPP필름 (18  $\mu$ m)은 (주)수정실업(이천, 대한민국)으로부터 공급받았다. 제조한 다층필름의 식품 포장재로써 적용가능성을 확인하기 위하여 높은 산소 및 수증기 차단성을 필요로 하는 조미김을 적용 제품으로 선정하였고, (주)동원 F&B Co., Ltd. (서울, 대한민국)에서 조미김을 구입하였고, 조미김 포장재인 PP/Al-metallized PP (52  $\mu$ m)를 대조군으로 사용하였다. PCT 시험 시 대조군으로 사용하기 위하여 PA/PA/EVOH/PP필름(58  $\mu$ m)은 (주)CJ 제일제당(서울, 대한민국)으로부터 제공받았다.

### 2. 방법

#### 1) PVA-BA 코팅액 제조

본 연구의 PVA-BA 코팅액은 Table 1의 조성으로 구성하였고, 제조과정은 본 연구진의 선행연구의 방법을 따라 진행

하였다<sup>10)</sup>. BA를 탈이온수에 녹인 후, HCl을 pH 2가 될 때까지 적정하여 BA수용액을 제조하였다. 제조한 BA수용액에 PVA를 첨가한 다음 4시간 동안 90°C에서 항온수조(MCB-3011D, (주) 모노텍, 대구, 대한민국)를 이용하여 녹인 다음, 23°C에서 식혔다. PO333을 혼합한 후 30분 동안 23°C에서 자기교반기(IKA<sup>®</sup>C-MAG HS7, 이카코리아(유), 서울, 대한민국)를 이용하여 교반하여 PVA-BA코팅액을 제조하였다.

#### 2) PVA-BA 코팅액을 이용한 다층필름제조

콤파 코팅기(㈜씨오텍, 시흥, 대한민국)를 이용하여 제조한 PVA-BA 코팅액을 400 mm 폭을 가진 PET 표면에 1.3 g/m<sup>2</sup>·min의 속도로 코팅을 하였다. 가교결합과 용매를 제거하기 위하여 90°C (Zone 1)와 130°C (Zone 2~4)의 열풍 건조기를 사용하였고, 송풍기(Blower)의 진동수는 25~38 Hz였다. 이때, 용매로 사용된 물과 가교결합 시 발생하는 물이 제거된다. 핫프레스(QM900A, (주)큐머시스, 군포, 대한민국)를 이용하여 PVA-BA코팅한 PET에 OPP를 라미네이션 시켜, PET/PVA-BA/OPP 구조를 가진 다층필름을 제조하였다 (Fig. 1). 이때, 가열온도는 150°C, 가열시간은 60초로 유지하였다. 제조한 다층필름 내 PET필름의 두께는 25  $\mu$ m, OPP필름의 두께는 18  $\mu$ m 이며, PVA-BA코팅 층의 두께는 1  $\mu$ m로 하여, 다층필름의 두께가 44±1  $\mu$ m이 되게 유지하였다. 필름의 두께는 디지털 두께측정기(Digimatic Micrometers 747-401, Mitutoyo Co., 카와사키, 일본)로 확인하였다.

#### 3) 특성분석

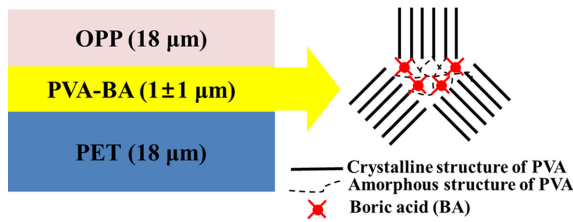
##### ① PCT

고온, 고압, 고습의 포장 환경하에서 제조한 PET/PVA-BA/OPP 다층필름의 내구성을 확인하기 위하여, ASTM F 1484-04 규격에 따라 PCT를 실시하였다<sup>11-13)</sup>. 제조한 다층필름을 고압멸균기(HST-506-6, (주)한백과학, 부천, 대한민국)에 넣은 다음, 121°C 온도, 2 atm 증기압의 조건으로 2시간 동안 PCT를 실시하였다.

PCT 전과 후의 PET/PVA-BA/OPP 다층필름의 기체 및 수증기 투과 특성을 확인하기 위하여 산소 투과도 분석(OTR 8001: Systech Instruments Co. Ltd., 일리노이, 미국)과 수증기 투과도 분석(WVTR 7001: Systech Instruments Co. Ltd., 일리노이, 미국)을 각각 실시하였고, PA/PA/EVOH/PP 다층필름과의 성능을 비교하였다. 산소 투과도 분석의 경우 산소와 질소의 유량은 20 cc/min와 10 cc/min으로 각각 유

**Table 1.** Composition of PVA-BA coating solutions

Sample Code	PVA (g)	Boric acid (g)	PO333 (g)	Distilled water (g)
PVA-BA 0%	5	0.00	0.05	95
PVA-BA 1%	5	0.05	0.05	95
PVA-BA 5%	5	0.25	0.05	95



**Fig. 1.** Scheme of PET/PVA-BA/OPP multi-layer films containing cross-linked structure in the amorphous region of PVA.

지하였고, ASTM D 3985-02 규격에 따라 23°C와 0% 상대습도 조건에서 측정하였다<sup>14)</sup>. 수증기 투과도 분석의 경우 ASTM F 1249-13 규격에 따라 38°C와 90% 상대습도 조건에서 측정하였고, 질소가스가 사용되었다<sup>15)</sup>. 질소는 장비 상단의 습식 챔버와 하단의 건조챔버로 이동하게 된다. 습식 챔버로 이동한 질소는 수증기와 혼합되어 질소/수증기 혼합 가스를 만든 다음, 혼합가스가 시험 시편을 통해 확산되며, 건조 챔버의 유입된 질소가스와 혼합되어 수증기 투과율을 측정하였다. 혼합 가스(질소, 수증기)와 질소의 유량은 20 cc/min와 10 cc/min으로 각각 유지하였다. 산소투과도 및 수증기 투과도 분석을 3회 반복 측정하였다.

PCT후 PET/PVA-BA/OPP 다층필름의 인장강도를 확인하기 위하여 만능시험기(QM100T, ㈜큐머시스, 군포, 대한민국)을 이용하였고, ASTM D 3826-98 규격에 따라 20 kg의 로드셀과 500 mm/min 인장속도 조건으로 실시하였다. 시편은 덤벨형태로 제작하여 실시하였다<sup>16)</sup>.

#### ② 조미김에 대한 저장특성

대조군인 PP/Al-metallized PP 다층필름(산소투과도: 0.28 cc/m<sup>2</sup>·day, 수분투과도: 0.18 g/m<sup>2</sup>·day)과 실험군인 PET/PVA-BA 0%/OPP 다층필름과 PET/PVA-BA5%/OPP 다층필름을 이용하여 [8 cm (가로) × 15 cm (세로)] 규격의 파우치를 제조하였다. 조미김을 PET트레이 [7 cm (가로) × 10 cm (세로)]에 넣은 다음, 제조한 파우치로 포장하여 임펄스 접착기(Model ISS 350-5, ㈜가성팩, 광주, 대한민국)으로 밀봉하였다. 23°C, 50% 상대습도와 38°C, 80% 상대습도 조건에서 30일간 조미김의 과산화물가(PV) 및 수분활성도(Aw) 측정을 통하여 품질 변화를 확인하였다.

조미김의 지방산화를 확인하기 위해서 PV 측정방법을 사용하였고, AOCS 표준에 따라 실시하였다<sup>4,17)</sup>. 서로 다른 다층필름으로 구성된 파우치 내 저장된 조미김 샘플 1 g을 100 mL 메스플라스크에 각각 옮겨 담았다. 아세트산-클로로폼(3:2) 용액 25 mL를 각각의 샘플에 첨가하였다. 포화 요오드화칼륨 수용액 31 mL를 각각의 샘플에 첨가하였다. 준비된 각각의 샘플의 색이 청남색이 될 때까지 탈이온수 30 mL와 1% 전분수용액을 넣어 혼합하였다. 마지막으로, 제조한 샘플의 색이 녹색으로 변할 때까지 0.01 N 티오황산나트

륨(Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)을 적정하였다. PV값은 식 (1)을 통하여 계산을 실시하였다.

$$PV\left(\frac{\text{meq}}{\text{kg}}\right) = \frac{(a-b) \times f \times 10}{S} \quad (1)$$

이때, a는 본 시험의 0.01 N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 적정값, b는 공 시험의 0.01 N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 적정값, f는 0.01 N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 표준 농도, S는 샘플의 무게를 나타낸다.

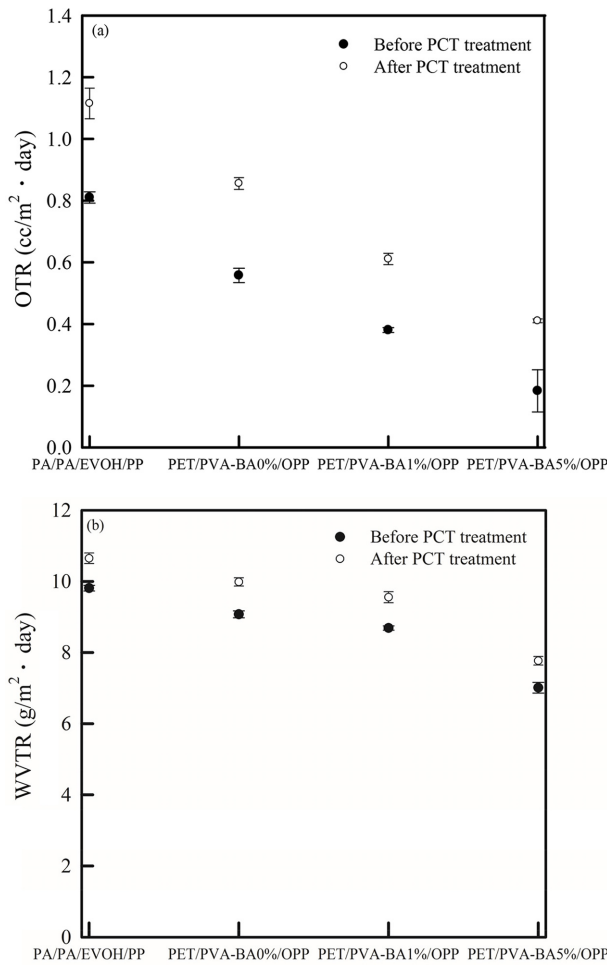
수분활성도 측정장비를 이용하여(Hydropalm 23-Aw, Rotronic AG Co., 바사스도르프, 스위스) 서로 다른 다층필름으로 저장한 조미김 내 Aw 변화를 확인하였다. 각 샘플별로 5번 반복 시험을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. PCT처리 전·후의 다층필름의 산소 및 수증기 투과특성

본 연구에서는 고온, 고압, 고습도의 환경 하에 대조군인 PA/PA/EVOH/PP다층필름(㈜CJ제일제당, 서울, 대한민국)과 제조한 PET/PVA-BA 0%/OPP, PET/PVA-BA 1%/OPP, PET/PVA-BA 5%/OPP 다층필름을 노출시킨 다음, 산소 및 수증기 투과특성을 확인하였고 그 결과를 Fig. 2에 나타내었다. PA/PA/EVOH/PP 다층필름의 경우 PCT전 0.8 cc/m<sup>2</sup>·day의 산소 투과도 값과 9.8 g/m<sup>2</sup>·day의 수증기 투과도 값, PCT 후 1.1 cc/m<sup>2</sup>·day의 산소 투과도 값과 10.7 g/m<sup>2</sup>·day의 수증기 투과도 값을 나타내었다. 본 연구에서 제조한 PET/PVA-BA/OPP 다층필름들의 경우, PCT 전 대조군에 비해 상대적으로 높은 산소 차단성과 유사한 수준의 수증기 차단 특성을 나타내었다. PCT 전 PET/PVA-BA 0%/OPP 다층필름의 경우 0.56 cc/m<sup>2</sup>·day의 산소투과도 값과 9.1 g/m<sup>2</sup>·day의 수증기 투과도 값, PCT 후 0.86 cc/m<sup>2</sup>·day의 산소투과도 값과 9.9 g/m<sup>2</sup>·day의 수증기 투과도 값을 나타내었다. PCT 전 PET/PVA-BA 1%/OPP 다층필름의 경우 0.38 cc/m<sup>2</sup>·day의 산소투과도 값과 8.7 g/m<sup>2</sup>·day의 수증기 투과도 값, PCT 후 0.61 cc/m<sup>2</sup>·day의 산소투과도 값과 9.5 g/m<sup>2</sup>·day의 수증기 투과도 값을 나타내었다. PCT 전 PET/PVA-BA 5%/OPP 다층필름의 경우 0.18 cc/m<sup>2</sup>·day의 산소투과도 값과 7.0 g/m<sup>2</sup>·day의 수증기 투과도 값, PCT 후 0.41 cc/m<sup>2</sup>·day의 산소투과도 값과 7.7 g/m<sup>2</sup>·day의 수증기 투과도 값을 나타내었다.

고온, 고압, 고습도의 환경의 PCT 후, 대조군과 PET/PVA-BA/OPP 다층필름 모두 산소 및 수분차단특성은 감소하였지만, PET/PVA-BA/OPP 다층필름의 차단특성의 변화가 대조군에 비해 우수하였다. 선행연구에서, BA도입은 PVA 사슬 내에서 PVA의 수산기(-OH)와 BA간 B-O-C결합을 형성하여 PVA의 무정형 영역과 친수성을 감소시킨다는 보고가 있다<sup>10,18)</sup>. 본 연구에서, BA 함량의 증가에 따른 PET/PVA-BA/

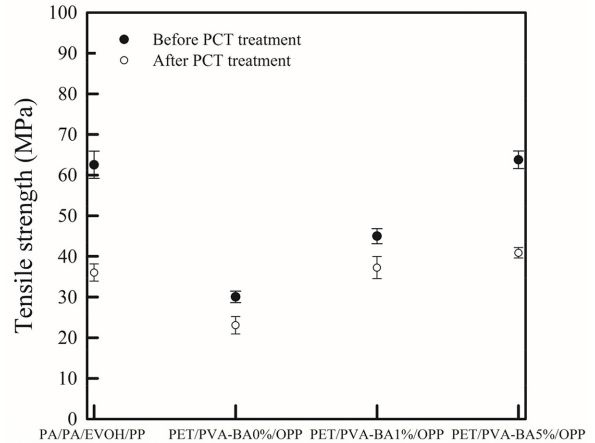


**Fig. 2.** (a) OTR and (b) WVTR values of PA/PA/EVOH/PP (Control) multi-layer film and PET/PVA-BA/OPP multi-layer films before and after PCT.

OPP 다층필름 내 산소 및 수증기에 대한 차단성의 증가는 PVA-BA 내 가교밀도가 증가로 인해 발생된 형태학적 특성과 표면의 화학적특성의 변화 때문으로 사료된다.

## 2. PCT 처리 전·후의 다층필름의 기계적 강도

PA/PA/EVOH/PP 다층필름과 제조한 PET/PVA-BA/OPP 다층필름의 PCT 전·후 인장강도를 확인하였고 그 결과를 Fig. 3에 나타내었다. PA/PA/EVOH/PP 다층필름의 경우 PCT 전 62.5 MPa의 인장강도 값을 나타내었고 PCT 후 인장강도(36.0 MPa)가 크게 감소하는 것을 확인하였다. PCT 전, 제조한 PET/PVA-BA 0%/OPP 다층필름의 경우 PA/PA/EVOH/PP 다층필름에 비해 낮은 인장강도 값(30.0 MPa)을 나타내었다. BA 함량이 증가함에 따라 PET/PVA-BA 1%/OPP 다층필름과 PET/PVA-BA 5%/OPP 다층필름에서 인장강도 값이 45.0 MPa 과 63.8 MPa로 크게 증가하는 것을



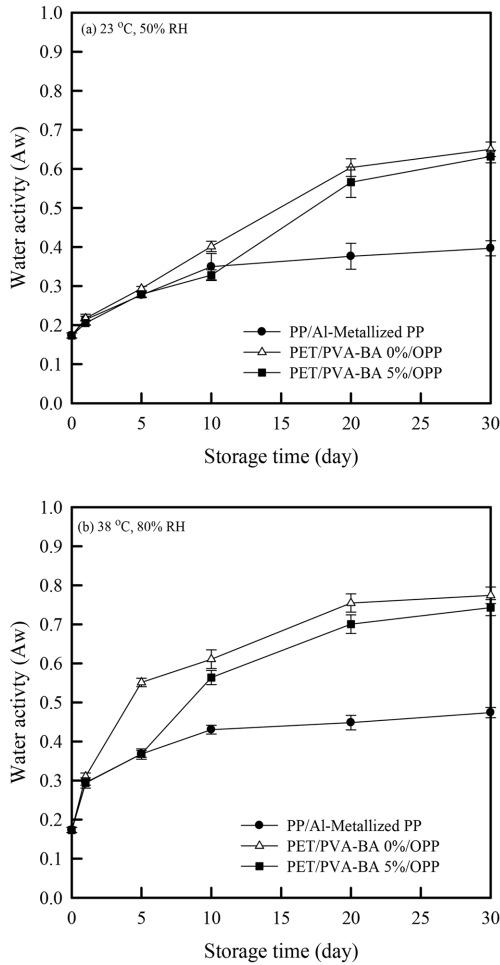
**Fig. 3.** Tensile strength of PA/PA/EVOH/PP (Control) multi-layer film and PET/PVA-BA/OPP multi-layer films before and after PCT.

확인할 수 있었다. 이는, BA도입으로 인해 PVA 사슬 내에서 PVA의 수산기(-OH)와 BA간 B-O-C결합을 형성으로 분자간 상호작용이 증가하여 분자사슬의 움직임 제한되어 기계적 강도가 증가한 것으로 보인다<sup>10,18</sup>. 하지만, PCT 후 PET/PVA-BA/OPP 다층필름에서 인장강도 값이 감소하는 것을 확인할 수 있었고, PET/PVA-BA 5%/OPP 다층필름에서 PCT 전·후 인장강도 차이가 크게 나타났다. 이는, 온도, 습도, 압력과 같은 환경적 요인이 다층필름 내 고분자와 계면에 크게 영향을 미치는 것을 의미한다. 따라서, PET/PVA-BA/OPP 다층필름을 포장 소재로 응용하기 위해서 계면 간 접착력 향상을 위한 추가적인 연구가 필요하다.

## 3. 조미김의 저장특성 분석

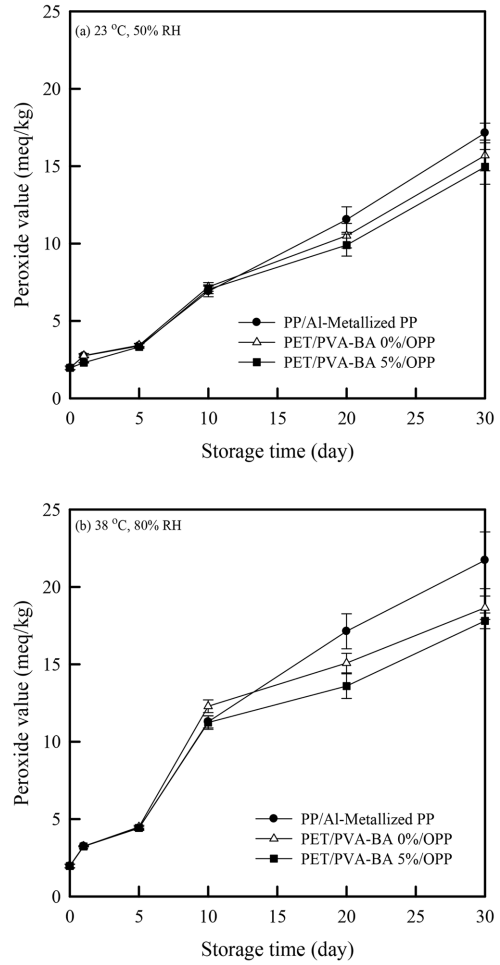
조미김은 저장 중 산소, 수분 흡수 및 산화 등에 의해 변색, 조직감 감소, 맛의 변화가 발생된다고 보고되고 있다<sup>4,6,19</sup>. 조미김의 보관 및 품질 유지를 위해서는 산소의 유입으로 인한 지방산화 및 수분의 유입으로 인한 미생물 발생, 조직감 감소에 대한 방지가 중요하다<sup>4,6,19</sup>. 선행연구에서는 조미김 보관수명 향상을 위하여 알루미늄 증착 소재 사용, 고흡수성 포장재 개발 및 항산화성을 가진 기능성 첨가제를 김에 첨가하는 연구가 이루어지고 있다<sup>4,6,19</sup>. 본 연구에서는 대조군인 PP/Al-metallized PP 다층필름과 PET/PVA-BA 0%/OPP 다층필름, PET/PVA-BA 5%/OPP 다층필름을 사용하여, 조미김을 포장한 후, 저장기간에 따라 Aw와 PV를 확인하여, 산소 및 수분에 대한 고 차단성이 필요한 조미김의 보관수명 연장의 가능성을 확인하였다.

조미김은 저장 및 유통 환경하에서 수분에 의한 조직감의 감소, 변색, 이취 발생에 따라 품질이 급격히 저하된다. 또한, 조미김에 사용되는 지방류는 산화과정에서 카르보닐 화합물,



**Fig. 4.** Water activity of seasoned-laver packaged at (a) 23°C and 50% relative humidity and (b) 38°C and 80% relative humidity.

산화물들이 축적되어 중량이 증가한다는 보고가 있다<sup>4,19-21</sup>). 본 연구에서는 23°C, 50% 상대습도와 38°C, 80% 상대습도 조건에서 30일간 저장하면서 Aw를 분석하였다. PP/Al-metallized PP 다층필름에 포장된 조미김의 Aw값은 23°C, 50% 상대습도 조건에서는 0.17 Aw에서 0.40 Aw, 38°C, 80% 상대습도 조건에서는 0.17 Aw에서 0.47 Aw로 증가하였다. PET/PVA-BA 0%/OPP 다층필름에 포장된 조미김의 Aw값은 23°C, 50% 상대습도 조건에서는 0.17 Aw에서 0.65 Aw, 38°C, 80% 상대습도 조건에서는 0.17 Aw에서 0.77 Aw로 증가하였다. PET/PVA-BA 5%/OPP 다층필름에 포장된 조미김의 PV값은 23°C, 50% 상대습도 조건에서는 0.17 Aw에서 0.63 Aw, 38°C, 80% 상대습도 조건에서는 0.17 Aw에서 0.74 Aw로 증가하였다. 저장 기간 동안, 포장된 모든 조미김의 Aw값은 온도 및 습도가 증가함에 따라 증가하는 것을 확인하였다(Fig. 4). 상대적으로 높은 수분차단특성을 가진



**Fig. 5.** Peroxide value (PV) of seasoned-laver packaged at (a) 23°C and 50% relative humidity and (b) 38°C and 80% relative humidity.

PP/Al-metallized PP 다층필름으로 포장한 조미김의 Aw값은 PET/PVA-BA/OPP 다층필름에 포장된 Sample에 비해 낮은 Aw값을 보였다.

산화에 대한 안전성은 조미김의 품질에 영향을 미치는 중요한 요인 중 하나이며, 과산화물의 생성은 지방산화와 독성의 관점에서 중요하며, 특히 과산화물과 같은 지방 산화 생성물이 많을수록 심장병의 유발과 동맥경화증의 가속화시키는 것으로 보고되고 있다<sup>4,19,20</sup>). 본 연구에서는 23°C, 50% 상대습도와 38°C, 80% 상대습도조건에 30일간 저장하면서 PV를 분석하였다. PP/Al-metallized PP 다층필름에 포장된 조미김의 PV값은 23°C, 50% 상대습도 조건에서는 2.0 meq/kg에서 17.1 meq/kg, 38°C, 80% 상대습도 조건에서는 2.0 meq/kg에서 21.7 meq/kg로 증가하였다. PET/PVA-BA 0%/OPP 다층필름에 포장된 조미김의 PV값은 23°C, 50% 상대습도 조건에서는 2.0 meq/kg에서 15.7 meq/kg, 38°C,

80% 상대습도 조건에서는 2.0 meq/kg에서 18.7 meq/kg로 증가하였다. PET/PVA-BA 5%/OPP 다층필름에 포장된 조미김의 PV값은 23°C, 50% 상대습도 조건에서는 2.0 meq/kg에서 15.0 meq/kg, 38°C, 80% 상대습도 조건에서는 2.0 meq/kg에서 17.8 meq/kg로 증가하였다. 저장기간 동안, 포장된 모든 조미김의 PV값이 온도 및 습도가 증가함에 따라 증가하는 것을 확인하였다(Fig. 5). 제조한 PET/PVA-BA 0%/OPP, PET/PVA-BA 5%/OPP 다층필름으로 포장한 조미김의 PV값은 PP/Al-metallized PP 다층필름으로 포장한 조미김에 비해 낮은 PV값을 보였다. 이는 대조군에 비해 높은 산소차단특성이 조미김의 지방산화를 야기시키는 요인을 억제하는 것으로 사료된다.

## 요 약

수증기 및 산소에 대한 차단성이 개선된 PVA-BA 코팅 조성액의 포장소재로의 적용가능성을 확인하기 위하여 콤팩트 코팅과 라미네이션 공정을 이용하여 PET/PVA-BA/OPP 다층필름을 제조하였다. PCT 전·후의 PET/PVA-BA/OPP 다층필름의 기체, 수증기 차단특성 및 인장강도를 확인하였고 이를 PA/PA/EVOH/PP 다층필름의 물성과 비교하였다. PVA내 BA 함량이 증가함에 따라 물성이 증가하는 것을 확인할 수 있었지만, PCT 후 PET/PVA-BA/OPP 다층필름의 산소, 수증기 차단특성 및 인장강도는 감소하는 경향을 보였다. 이는 PVA-BA층 내 증가한 가교밀도와 관련이 있는 것으로 판단된다. 또한, 조미김을 이용한 저장특성분석에서, PET/PVA-BA/OPP다층필름은 PP/Al-metallized PP 다층필름에 비해 조미김의 지방산화를 야기시키는 요인을 효과적으로 억제하는 것으로 판단된다. 하지만, PP/Al-metallized PP 다층필름에 비해 PET/PVA-BA/OPP 다층필름의 상대적으로 높은 수분투과특성 때문에 Aw에 큰 장점을 확인하지 못하였다. 따라서, 물성 극대화 및 포장소재로 적용을 위해서는 PET/PVA-BA/OPP 다층필름 내 수분 차단성 향상에 대한 추가적인 연구가 필요하다는 것을 확인하였다.

## 감사의 글

이 논문은 2015년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2013R1A1A2057674).

## 참고문헌

- Fereydoon, M. and Ebnesajjad, S. 2013. Plastic films in food packaging. Oxford: William Andrew Publishing, USA, 71~92.
- Petersen, K., Nielsen, P.V., Bertelsen, G., Lawther, M., Olsen, M.B., Nilsson, N.H. and Mortensen, G. 1999. Potential of biobased materials for food packaging. Trends. Food Sci. Tech. 10: 52~68.
- Kim, D., Kim, I., Seo, J. and Han, H. 2013. Water sorption behaviors of poly(propylenecarbonate)/exfoliated graphite nanocomposite films. Appl. Chem. Eng. 24: 621~627
- Choi, H. and Lee, Y. 2013. Characteristics of moisture-absorbing film impregnated with synthesized attapulgite with acrylamide and its effect on the quality of seasoned laver during storage. J. Food Eng. 116: 829~839.
- Jo, K. 2003. Effect of storage conditions on quality stability of dried laver (*Porphyra tenera*). Korean J. Food preserv. 10: 32~36.
- Jo, K., Kim, J. and Shin, H. 1995. Effect of storage conditions on the oxidative stability of lipid in roasted and roasted-seasoned laver (*Porohyra tenera*). Korean J. Food Sci. Technol. 27: 902~908.
- Lange, J. and Wyser, Y. 2003. Recent innovations in barrier technologies for plastic packaging - a review. Packag. Technol. Sci. 16: 149~158.
- Faisant, J., Ait-Kadi, A., Bousmina, M. and Deschenes, L. 1998. Morphology, thermomechanical and barrier properties of polypropylene-ethylene vinyl alcohol blends. Polymer 39: 533-545.
- Gusev, A.A. and Lusti, H.R. 2001. Rational design of nanocomposites for barrier applications. Adv. Mater. 13: 1641~1643.
- Lim, M., Kwon, H., Kim, D. Seo, J. Han, H. and Khan, S. B. 2015. Highly-enhanced water resistant and oxygen barrier properties of cross-linked poly(vinyl alcohol) hybrid films for packaging applications. Prog. Org. Coat. 85: 68~75.
- Teverovsky, A. 2003. Effect of moisture on characteristics of surface mount solid tantalum capacitors. In Carls-Conference. Componets Technology Institute Inc. 96~111
- Hirahara, T., Tanaka, K. and Mino. K. 1993. Copolyester and hollow container and oriented film comprising the copolyester. U.S. Patent No. 5,239,045.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) F1484-04, Standard test method for performance of steam cookers, 2004.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D3985-02, Standard test method for oxygen gas transmission rate through plastic film and sheeting using a coulometric sensor, 2001.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) F1249-13, Standard test method for water vapor transmission rate through plastic film and sheeting using a modulated infrared sensor, 2013.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 3826-98, Standard practice for determining degradation end point in degradable polyethylene and polypropylene using a tensile test, 1998
- Laubli, M.W. and Bruttel, P.A. 1986. Determination of the oxidative stability of fats and oils: Comparison between the active oxygen method (AOCS Cd 12-57) and the rancimat

- method. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 63: 792~795.
18. Miyazaki, T., Takeda, Y., Akane, S., Itou, T., Hoshiko, A. and En, K. 2010. Role of boric acid for a poly (vinyl alcohol) film as a cross-linking agent: Melting behaviors of the films with boric acid. *Polymer* 51: 5539~5549.
  19. Jeon, Y-S., Kang, M-H and Choi, M-K. 2015. Manufacture and storage characteristics of onion seasoned laver. *J East Asian Soc. Dietary Life* 25: 146~152.
  20. Bendini, A., Cerretani, L., Vecchi, S., Carrasco-Pancorbo, A. and Lercker, G. 2006. Protective effects of extra virgin olive oil phenolics on oxidative stability in the presence or absence of copper ions. *J. Agric. Food Chem.* 54: 4880~4887.
  21. Koh, H., Park, H. Kang, T. and Kwon, Y. 1987. Simulation of quality changes and prediction of shelf life in dried laver packaged with plastic films. *Korean J. Food Sci. Technol.* 19: 463~470.
- 투고: 2016.12.30 / 심사완료: 2017.03.27 / 게재확정: 2017.04.19