

투과도 조절 폴리에틸렌 필름의 절임배추 보존기간 연장효과

김영욱¹ · 정지강¹ · 이선미¹ · 강순아² · 이동선³ · 김소희⁴ · 박건영^{1*}

¹부산대학교 식품영양학과, ²서울벤처정보대학원대학교 발효식품학과
³경남대학교 식품생명학과, ⁴동주대학 외식조리영양계열

Effect of Permeability-Controlled Polyethylene Film on Extension of Shelf-life of Brined Baechu Cabbage

Young-Wook Kim¹, Ji-Kang Jeong¹, Sun-Mi Lee¹, Soon-Ah Kang²,
Dong Sun Lee³, So-Hee Kim⁴, and Kun-Young Park^{1*}

¹Dept. of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Busan 609-735, Korea

²Dept. of Fermented Food Science, Seoul University of Venture & Information, Seoul 135-090, Korea

³Division of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Gyeongnam 631-701, Korea

⁴School of Culinary Art & Baking Technology, Dong Ju College, Busan 604-715, Korea

Abstract

Brined Baechu cabbages were packed with different films of high density polyethylene (HDPE), aluminium polyethylene (Al/PE), nylon polyamide (Ny/PE), low density polyethylene (LDPE) and permeability-controlled polyethylene (Mirafresh (MF), US patent No. 5972815), and then stored at 4°C for 4 weeks. Changes in quality characteristics of pH, acidity, total bacteria counts, lactic acid bacteria counts, *E. coli* counts, texture and O₂ concentration were determined during the storage. The pH of brined Baechu cabbage packed with Mirafresh (MF) film was 6.25 after 4 weeks from initial pH of 6.80. The acidity of all brined Baechu cabbages increased, however, the increase of the cabbage in MF was the lowest. The levels of total bacteria, lactic acid bacteria and *E. coli* in the cabbages packed with MF were also lower than the other films. After 4 weeks, of all brined springiness Baechu cabbages decreased, but MF showed relatively high springiness. The O₂ concentrations by its permeation through MF were 0.35%~1.00% at 4~25°C after 1 week. In conclusion, MF was found to be the most effective packaging film for brined Baechu cabbage to extend shelf-life.

Key words: permeability-controlled, polyethylene film, Mirafresh, brined Baechu cabbage, shelf-life, O₂ concentration

서 론

김치는 전통적으로 각 가정에서 만들어 소비되어 왔지만 최근에 와서는 대량 생산으로의 김치 산업이 급진적으로 발전되어가고 있다. 특히 소포장된 포장 김치가 시장에 많이 공급되어 김치가 차츰 공업적인 생산으로 전환되어 가고 있다(1,2). 이에 따라 김치산업의 발전과 산업적인 생산에 알맞은 배추의 저장 및 유통 방법의 개선과 관련 연구가 필요하다(3).

배추의 저장 방법 개선을 위해서는 다양한 방법이 있는데 그중에서 배추를 절임배추로 제조하여 저장 및 유통하는 방법이 있다. 절임배추로 보관 시 생배추 보관 때보다 소금에 의한 부패 미생물 감소와 부피의 절감에 의한 저장성 연장 및 유통의 편리성을 가질 수 있다. 또 다른 방법으로는 배추 및 절임배추에 알맞은 포장재의 선택이 있다. 포장재는 내용물을 물리적 충격으로부터 보호해주는 역할을 할 뿐만 아니

라 수분, 산소, 미생물과 같이 신선도에 나쁜 영향을 주는 요소들로부터 차단하거나 변패미생물의 증식을 억제하여 신선도 유지기능을 한다. 이러한 포장재의 소재로서는 유리, 종이, 나무, 금속, 플라스틱 등이 있는데 이 중에서 플라스틱 소재가 비교적 가격이 저렴하고 여러 가지로 형태의 가공이 용이 할 뿐만 아니라 투명하고 가벼운 장점을 가지고 있어서 널리 사용되고 있다.

배추의 경우 조직의 수분 함량 감소로 인해 품질저하가 유발될 수 있는데, 필름 포장은 수분 소모를 억제시켜 상품성을 유지하는 효과를 보인다(4). 과거에 플라스틱 필름에 의한 다양한 식품포장의 개발은 단순한 밀봉에 그쳤으나, 지금은 플라스틱 소재의 특성을 개량하고 식품의 특성에 맞게 최적화시키는 식품포장기술이 개발되어지고 있다(5). 그러나 아직까지는 절임 배추에 알맞은 플라스틱 포장필름의 선정에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

절임배추의 포장재질에 관한 연구로 저온(0±5°C)에서

*Corresponding author. E-mail: kunypark@pusan.ac.kr
Phone: 82-51-510-2839, Fax: 82-51-514-3138

polyethylene film으로 절임배추 포장 시 저장기간이 길어졌다는 연구가 있었고(6), LDPE(low density polyethylene), HDPE(high density polyethylene), PVC(polyvinyl-chloride) 용기로 절임배추를 상압포장 하여 4°C에 저장하면서 품질변화를 조사한 결과 LDPE으로 포장한 절임배추가 품질특성이 가장 우수하였다는 연구가 있었다(7). Mirafresh 필름의 경우 기체투과도를 제어시킨 폴리에틸렌 필름이며, US patent No. 5972815로 Kim 등(8)의 연구결과 절임배추를 포장할 경우 미생물수 증가율 감소 등 가장 품질특성 유지에 우수하다고 보고하였다. 그리고 Kim 등(1)은 현재 시판되고 있는 이산화탄소 투과성이 높고 산소 투과성이 낮은 필름을 사용하여 포장된 김치의 pH, 산도, 색도, 젖산균수, 기호도를 측정하였는데 이러한 포장재에 김치를 포장할 경우 우수한 품질특성을 보여주었다고 보고하였다.

본 연구는 절임배추에 가장 적합한 포장재질을 찾고자 시중에 유통되고 있는 플라스틱 필름을 조사하고, 그중에 대표적인 high density polyethylene 필름(HDPE), aluminium polyethylene 적층필름(Al/PE), nylon polyamide 적층필름(Ny/PE), low density polyethylene 필름(LDPE), Mirafresh (MF, permeability-controlled polyethylene) 필름을 사용하여 절임배추를 포장한 다음 4주간 4°C로 저장하면서 배추의 미생물, pH, 산도, 조직감, 필름안의 O₂ 조성을 측정해 품질특성을 평가하고 절임배추의 저장성 증진과 품질을 오랫동안 유지하게 하는 적합한 포장필름을 찾고자하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 배추는 2008년 전남해남군의 송지면과 산이면에서 생산된 겨울배추로 개체 당 생체 중량은 2.1 kg ~ 3.5 kg이었다. 소금은 천일염(NaCl 80% 이상, 한국염업조합)을 사용하였다.

절임배추 포장용 필름

포장필름으로는 HDPE필름, Al/PE필름과 Ny/PE필름, LDPE필름, MF필름을 사용하였다. HDPE필름과 LDPE필름은 가장 대표적인 김치용 polyethylene 필름으로 LDPE필름은 대중적으로 가장 많이 사용하는 김치포장필름이다. Al/PE필름과 Ny/PE필름은 일반적으로 시중에서 알려져 있

는 공기투과성이 없는 진공포장필름이며 또한 Mirafresh 필름(MF, US patent No. 5972815, (주)미라푸레시, Seoul, Korea)은 기체투과도가 조절된 기능성필름으로 포장재 내의 공기환경 조절 기능, 항균성, 맛과 신선도, pH, Brix 조절 기능 등의 특징을 가진다. 실험에 사용한 각 필름의 조건과 특성은 한국생활환경시험연구원에서 실험하였으며, O₂ permeability 실험은 Gas Transmission Rate, model BT-3 (Toyoseiki, Tokyo, Japan)의 기계를 사용하여 KS M ISO 2556:2006의 방법으로 측정하였다. 필름의 재질은 KS M 0024:2007 방법으로 측정하였고 필름의 두께는 KS M 3089:2004 방법으로 측정하여 측정결과는 Table 1에 나타내었다.

절임배추 제조

절임배추는 선행연구(9)에 따라 표준화된 방법으로 제조하였다. 생배추를 2절하여 12시간 동안 10% 염도의 염수로 절인 후, 3회 세척하여 3시간 탈수하였다. 이것을 각각 다른 5종류의 필름에 넣고 Hand sealer((주)하나, NT300, Kim-cheon, Korea)를 이용하여 sealing 한 다음 4주간 4°C에 저장하면서 품질 특성변화를 관찰하였다. 포장 필름을 48×56 cm 크기의 봉지단위로 3 kg에 해당되는 절임배추를 포장하여 4°C에서 저장하였다. 포장내의 산소 농도를 측정하기 위한 실험은 4°C, 15°C, 25°C에서 1주일간 저장하였다.

pH 및 산도 측정

절임배추를 균질기로 마쇄하여 여과한 후 여과액 10 mL을 취해 pH meter(TP-93, Toko Chemical Laboratories, Tokyo, Japan)를 이용하여 pH를 측정하였다. pH와 동일한 방법으로 여과액 1 mL을 취하여 증류수 19 mL에 희석하여 0.1 N NaOH로 pH 8.4가 될 때까지 적정한 후 소비된 NaOH의 부피를 %로 환산하여 산도를 측정하였다.

미생물수 측정

총 균수는 절임배추를 소독한 균질기로 마쇄하여 채취한 용액을 단계별로 희석한 다음 그 용액을 Plate count agar (Difco Co., Detroit, USA) 배지에 접종하고 37°C에서 48시간 배양한 후 집락수를 계수하였다. 젖산균수는 총균수와 동일한 방법으로 마쇄하고 희석한 절임배추 용액을 sodium azide MRS(Difco Co., Detroit, USA) 배지에 접종하여 30°C에서 48시간 배양한 후 집락수를 계수하였다. 총균수와 동일

Table 1. Plastic films used for packaging brined Baechu cabbages

Film	Material	Thickness (μm)	Barrier properties ¹⁾	O ₂ permeability (23±2°C, cm ³ /m ² ·day·atm)
High density polyethylene (HDPE)	Polyethylene	45	Poor gas barrier	8000
Aluminium/polyethylene laminate (Al/PE)	Polyethylene	95	Absolute gas and light barrier	3
Nylon/polyethylene laminate (Ny/PE)	Polyamide	76	High gas barrier	25
Low density polyethylene (LDPE)	Polyethylene	15	Poor gas barrier	2970
Mirafresh (MF)	P-C PET ²⁾	86	Moderate gas barrier	1640

¹⁾Based on general properties of plastic materials and specifications of the manufacturers (21).

²⁾Permeability-controlled polyethylene.

한 방법으로 마쇄하고 희석한 절임배추 용액을 대장균수는 3M™ Petrifilm™ Coliform Count Plate 배지에 접종하고 35°C에서 24시간 배양한 후 집락수를 계수하였다(10). 계수한 총균, 젖산균, 대장균수의 집락수는 log값으로 표시하였다.

조직감 측정

절임배추의 조직감은 Rheometer(Yamaden, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 10% 염수로 절인 배추의 겉에서 3~4번째 잎, 잎 끝에서부터 10 cm부분의 줄기부분을 크기는 4×4 cm로 Puncture test를 통해 탄력성(springiness)을 측정하고 %값으로 표시하였다. 기기조작 조건은 compression speed 1.0 mm/s 및 strain 90.0%였다.

필름 포장 안의 O₂ 조성 측정

절임배추는 일반적으로 보관온도가 증가할수록 발효 속도가 증가하는데 이점을 이용해서 짧은 시간 안에 발효과정 중 필름 안에 O₂ 조성 변화를 측정하기 위해서 보관온도를 4°C, 15°C, 25°C로 차이를 두어 포장 필름별로 보관하였다. 필름 포장 내의 O₂ 조성을 측정하기 위해서 각각의 필름 포장에서 기체를 채취하여 Gas chromatography(Varian Inc., Palo Alto, CA, USA)를 사용하여 필름 포장내의 O₂ 조성을 측정하였다. 분석을 위한 Gas chromatography의 실험조건은 Detector로는 Thermal conductivity detector를 사용하였고 Column으로는 CTRI(i.d. 0.32 mm, Alltech Co., Kentucky, USA)를 사용하였다 Carrier Gas로 He(50 Lm/min)을 사용하였고 Column Temp: 35°C, Injector Temp: 60°C, Detector Temp: 60°C의 온도로 조건을 주어 O₂ 조성을 측정하였다(11).

통계분석

대조군과 각 시료로부터 얻은 실험 결과들의 유의성을 검정하기 위하여 분산분석(ANOVA)을 행한 후 p<0.05 수준

에서 Duncan's multiple range test를 실시하였으며, 그 결과는 평균(mean)±표준편차(standard deviation)로 표시하였다. 모든 통계분석은 Statistic Analysis System(v9.1 SAS Institute Inc., NC, USA) 통계프로그램을 이용하여 처리하였다.

결과 및 고찰

포장필름에 따른 절임배추의 pH 및 산도 변화

플라스틱 포장필름에 따른 절임배추의 pH 및 산도의 변화는 Fig. 1에 나타난 바와 같다. MF필름은 포장한 절임배추의 pH(Fig. 1A)의 경우 6.63에서 4주 후 6.25로 감소하였고 HDPE필름으로 포장한 절임배추의 경우 6.63에서 4주 후 5.85로 감소하는 결과를 보여서 MF필름으로 포장한 절임배추에서 pH 변화가 가장 적어서 가장 높은 수준에 있었다. LDPE필름으로 포장한 절임배추의 경우에도 MF필름과 비슷한 pH 감소를 보여서 MF필름으로 포장할 경우보다는 다소 낮았지만 HP필름, Al/PE필름, Ny/PE필름에 포장한 경우보다는 pH가 높았다. 그러므로 MF필름과 LDPE필름으로 포장할 경우 절임배추의 pH 감소를 지연시켜주는 효과가 있음을 보여주었다. Kim 등(12)은 0°C에 최종염도가 3%인 절임배추를 저장할 경우 30일 이후에 pH가 5.2로 빠르게 감소되었다고 보고하였는데, MF필름과 LDPE필름으로 포장한 절임배추의 경우에는 pH가 5.9수준으로 4주간 유지하였다. 보통 김치를 판매하는 매장에서의 쇼 케이스는 10°C내외로 이 조건에서는 10일 정도가 경과되면 pH가 4.0이하로 감소되어 산미가 높은 김치가 되고, 또한 표면의 갈변현상이 나타나 품질이 현저히 감소되었다고 보고하였다(13,14). 본 연구의 결과 MF필름이나 LDPE필름을 이용하여 포장한 절임배추의 경우에는 pH가 5.9 수준으로 4주간 유지되어 김치의 경우도 pH 감소를 지연시켜주는 효과를 나타낼 것이라

A

B

Fig. 1. pH (A) and acidity (B) changes of brined Baechu cabbages packaged with different plastic films at 4°C. HDPE: high density polyethylene, AL/PE: aluminium polyethylene, Ny/PE: nylon polyamide, LDPE: low density polyethylene, MF: Mirafresh (permeability-controlled polyethylene, US patent No. 5972815). ^{a-d}Means with the different letters in the same storage period (weeks) are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

예상할 수 있다.

산도(Fig. 1B)는 4주 동안 점점 증가하였는데 MF필름으로 포장한 절임배추의 경우 0.10%에서 4주 후 0.28%로 증가하였고, HDPE필름으로 포장한 절임배추의 경우 0.10%에서 4주 후 0.38%로 증가하였다. 본 연구 결과 MF필름으로 포장한 절임배추의 산도가 가장 낮았고 HDPE필름으로 포장한 절임배추의 경우가 가장 높았다. Kim 등(15)은 밀폐용기로 저장하여 공기를 차단한 김치의 경우 개방용기에 저장하여 공기를 개방시킨 김치보다 산도가 높았다고 보고하였는데 이는 본 연구에서도 밀폐용기인 Al/PE필름과 Ny/PE필름에 포장한 절임배추의 경우가 개방용기인 MF필름과 LDPE필름에 4주간 포장한 절임배추의 경우보다 산도가 더 높았다. 밀폐용기는 공기 투과성이 적어 포장필름 안에 산소가 줄어들어서 혐기성균인 젖산균이 증가하는데 이러한 젖산균의 증가에 의해 산도가 더 높아진 것으로 볼 수 있다.

포장필름에 따른 절임배추의 미생물수의 변화

포장필름에 따른 절임배추의 미생물수 변화는 Fig. 2에 나타난 바와 같다. 총 균수(Fig. 2A)의 경우 MF필름으로 포장한 절임배추의 경우 8.2×10^5 cfu/g에서 4주 후 1.3×10^7 cfu/g으로 증가하였고 HDPE필름으로 포장한 절임배추의 경우 8.2×10^5 cfu/g에서 4주 후 6.1×10^9 cfu/g으로 증가하였다. MF필름으로 포장한 절임배추의 경우가 총 균수의 증가율이 가장 낮았고, HDPE필름으로 포장한 절임배추의 경우가 총 균수의 증가율이 가장 높았다. Shin(16)은 김치에서의 최대 총 균수는 $10^8 \sim 10^{10}$ cfu/mL로 공기의 혼입이 없는 포장재로 저온에서 김치를 보관할 경우 김치의 총 균수의 증가가 시간이 늦어졌다고 하였는데 본 연구 결과는 공기의 혼입

을 완전히 막는 것보다 적당한 필름의 공기투과가 절임배추의 총 호기성 미생물수 증가를 줄여주는 것으로 나타났다.

젖산균수(Fig. 2B) 역시 총 균수와 동일하게 MF필름으로 포장한 절임배추에 경우 3.2×10^5 cfu/g에서 4주 후 1.4×10^7 cfu/g으로 가장 낮은 증가율을 보였고 HDPE필름으로 포장한 절임배추에 경우 8.3×10^5 cfu/g에서 4주 후 7.2×10^8 cfu/g으로 가장 높은 증가율을 보였다. Al/PE필름과 Ny/PE필름으로 포장한 절임배추의 경우 다른 기체투과성이 좋은 필름으로 포장한 절임배추에 비해 젖산균수가 많은데 (6.1×10^7 cfu/g) 이것은 공기 투과성이 적어 포장필름 내에 산소가 줄어들어서 혐기성균(통성)인 젖산균수가 증가한 것으로 보인다. Yoon 등(17)에 보고에서도 진공필름에서 공기 투과성이 적어 젖산균수가 증가한다는 연구결과와 일치한다. 한편 O_2 농도가 가장 높은 HDPE필름에서 젖산균수가 증가하여 적당량의 O_2 투과성과 젖산균의 성장과 연관이 있는 것으로 나타나 앞으로 이와 관련된 더 자세한 연구가 필요하다.

대장균수(Fig. 2C) 역시 MF필름으로 포장한 절임배추의 경우 1.1×10^5 cfu/g에서 4주 후 4.1×10^5 cfu/g으로 증가율이 가장 낮았고 HDPE필름으로 포장한 절임배추의 경우 1.1×10^5 cfu/g에서 4주 후 6.2×10^8 cfu/g으로 증가율이 가장 높았다. 4주 후에 MF필름으로 포장한 절임배추의 경우 HDPE필름으로 포장한 절임배추에 비해 3 log 수 가량 적은 대장균수를 보였다.

이러한 결과는 약간의 산소투과성을 가진 MF필름은 일반세균, 젖산균수 및 대장균수의 성장을 억제하여 절임배추를 장기간 보관하는데 효과가 가장 크다고 하겠다. 반면에 공기투과성이 높은 HDPE필름과 거의 없는 Ny/PE필름,

A

B

C

Fig. 2. Changes in counts of total aerobic bacteria (TAB, A), lactic acid bacteria (LAB, B) and *Escherichia coli* (*E. coli*, C) of brined Baechu cabbages packaged with different plastic films at 4°C. HDPE: high density polyethylene, Al/PE: aluminium polyethylene, Ny/PE: nylon polyamide, LDPE: low density polyethylene, MF: Mirafresh (permeability-controlled polyethylene, US patent No. 5972815). ^{a-d}Means with the different letters in the same storage period (weeks) are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

Fig. 3. Springiness (puncture test) changes of brined Baechu cabbages packaged with different plastic films at 4°C. HDPE: high density polyethylene, Al/PE: aluminium polyethylene, Ny/PE: nylon polyamide, LDPE: low density polyethylene, MF: Mirafresh (permeability-controlled polyethylene, US patent No. 5972815). ^{a-d}Means with the different letters in the same storage period (weeks) are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

Al/PE 필름은 억제효과가 낮았다.

포장필름별 절임배추의 조직감

절임배추 보관 시 포장필름별 탄력성 변화는 Fig. 3에 나타난 바와 같다. 4주 후 탄력성은 감소하였는데 MF 필름으로 포장한 절임배추에 경우 70.9%에서 4주 후 44.3%로 감소하였고 HDPE 필름으로 포장한 절임배추의 경우는 70.9%에서 4주 후 38.2%로 감소하였다. 그리고 대부분의 포장필름으로 포장한 절임배추의 경우에는 초기에 70%에서 4주 후 40%까지 감소하였다. 본 연구 결과 MF 필름으로 포장한 절임배추의 경우에 탄력성 감소율이 가장 낮았고 HDPE 필름으로 포장한 절임배추가 탄력성 감소율이 가장 높았다. 그러나 Puncture test를 통한 탄력성 측정 한가지만으로는 절임배추의 조직감을 완전하게 표현할 수 없기 때문에 절단장도나 압착장도 및 관능검사 등에 대한 추가적인 연구가 필요하다(18).

절임배추 보관 시 필름별 포장안의 O₂ 조성 변화

절임배추 보관 시 필름별 포장안의 O₂ 조성 변화를 Fig. 4에 나타내었다. 짧은 시간 안에 절임배추의 발효과정 중 필름 안에 O₂ 조성 변화를 알기 위해서 보관온도를 각각 4°C, 15°C, 25°C로 차이를 두어 절임배추를 포장별로 1주일간 보관하였다. MF 필름에 절임배추를 포장할 경우 보관온도가 4°C일 때 필름 안에 O₂ 조성이 0.66%, 15°C일 때는 0.35%, 25°C일 때는 1%로 보관온도가 25°C일 때 가장 높은 O₂ 조성을 보였다. Ny/PE와 Al/PE 필름에 절임배추를 포장할 경우 보관 온도와 상관없이 필름 안에 O₂ 조성이 0% 이하로 나타났는데 이것은 필름의 O₂ 투과성이 없기 때문에 나타난 결과로 보인다. LDPE 필름과 HDPE 필름의 경우는 보관 온도가

Fig. 4. O₂ concentration changes of brined Baechu cabbages packaged with different plastic films and stored at different temperatures for 1 week. HDPE: high density polyethylene, Al/PE: aluminium polyethylene, Ny/PE: nylon polyamide, LDPE: low density polyethylene, MF: Mirafresh (permeability-controlled polyethylene, US patent No. 5972815). ^{a-d}Means with the different letters in the same storage temperature are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

4°C에서는 각각 0.96%, 2.18%, 15°C에서는 각각 6.00%, 9.23%, 그리고 25°C에서는 필름 안의 O₂ 조성이 각각 1.51%, 4.96%로 보관온도 15°C에서 각각 가장 높은 O₂ 조성을 보였다. LDPE 필름과 HDPE 필름의 경우에는 다른 필름인 Al/PE 필름과 Ny/PE 필름에 비해 O₂ 조성이 많은데 O₂ 투과성이 높아 필름 안에 O₂ 조성이 많아진 것으로 보인다. MF 필름의 경우 보관온도가 25°C였을 때 1주 후 발효가 상당히 진행되었지만 MF 필름 안의 O₂ 조성은 1.00%를 유지하고 있었다. MF 필름에 절임배추를 포장한 경우 포장필름의 투과성과 절임배추의 호흡에 의해 1주 후 필름 안에 4°C와 25°C에서 O₂ 조성이 0.66%와 1.00%를 나타내었는데 이러한 필름포장 안의 O₂ 조성 결과와 미생물수, pH, 산도의 결과를 비교해보면 포장필름 안에 O₂ 조성이 0.35~1.00%에 있을 때 절임배추의 품질특성이 가장 우수하다고 하겠다. Wang(19,20)은 1%의 O₂ 농도가 필름 포장 안에 저장된 배추의 품질특성이 가장 우수하다고 보고하였고, 또한 O₂ 1~5%, CO₂ 2~5% 공기조성이 배추의 황변을 억제하는 것으로 보고하였는데 본 연구 결과 절임배추 경우에는 배추에 저장에서보다는 다소 낮은 필름 안의 O₂ 농도가 0.35~1.00%일 때 가장 품질특성이 우수하였다. 그러나 절임배추 포장지 안에서의 O₂ 농도가 절임배추의 보존기간을 연장하는가에 대한 연구는 아직 없지만 O₂ 농도가 절임배추의 품질 및 관련 미생물성장과 연관이 있는 것으로 보인다. Al/PE 필름과 Ny/PE 필름은 공기가 완전히 차단되어 호기성 총 균수 양은 적었지만 젖산균수는 증가하였다. 반면 O₂ 농도가 가장 높았던(2.18~9.23%) HDPE 필름에 경우 총 균수, 젖산균수, *E. coli* 균수 모두가 증가하였고 O₂ 농도가 그보다는 낮았던(0.96~4.96%) LDPE

필름의 경우는 총 균수, 젖산균수, *E. coli* 균수의 증식을 모두 감소하였다. 그러나 MF필름에 O₂ 농도(0.35~1.00%)에서는 모든 균수에서 증가율이 가장 감소하여 절임배추 보존기간 연장에 가장 좋은 필름으로 나타났다. 앞으로 이와 관련된 더 자세한 연구가 필요하다고 하겠다.

요 약

절임배추를 각각 다른 5종류의 필름에 sealing 한 다음 4주간 4°C로 저장하면서 품질 특성을 평가하였다. 기체투과도 조절 필름인 MF필름(US patent No. 5972815)으로 포장한 절임배추의 경우에는 미생물의 성장수가 가장 적었고 HDPE필름으로 포장한 절임배추의 경우가 미생물수가 가장 많았다. MF필름으로 포장한 절임배추의 경우 다른 필름으로 포장한 절임배추보다 pH가 천천히 감소하였고 산도의 경우에는 모든 필름에서 포장한 절임배추에서 4주 동안 점진적으로 증가하지만 MF필름으로 포장한 절임배추의 산도가 가장 낮았다. MF필름으로 포장한 절임배추의 경우 탄력성의 감소율이 가장 낮았고 HDPE필름으로 포장한 절임배추의 경우에 탄력성의 감소율이 가장 높았다. MF필름에 절임배추를 포장한 경우 포장 필름의 투과성과 절임배추의 호흡에 의해 4°C에서 1주 후 필름 안에 O₂ 조성이 0.66%로 나타났는데, 이러한 필름 안의 O₂ 조성 결과와 미생물수, pH, 산도의 결과를 비교해보면 포장필름 안에 O₂ 조성이 1%에 가까울 때 절임배추의 품질특성이 가장 우수하게 유지되었다. 본 연구 결과로 절임배추의 저장성 증진과 품질특성의 유지를 위한 필름으로 MF필름이 가장 적합하였다. 그리고 LDPE필름 역시 MF필름보다는 저장성 증진과 품질특성 유지 면에서 성능은 떨어졌지만 가격 면이나 대중적인 면에서 고려해 보았을 때 LDPE필름의 사용도 가능하다고 하겠다.

감사의 글

본 연구는 2009년 농촌진흥청의 농업과학기술개발 공동 연구사업의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사를 드립니다.

문 헌

1. Kim KS, Kang YK, Kim JD, Eun JB, Park CY. 1998. Storage of Kimchi in LDPE film containing antibiotic ceramic. *Korean J Food Sci Technol* 30: 811-816.
2. Lee YH, Yang IW. 1970. Studies on the packaging and preservation of Kimchi. *Korean J Agric Chem Sci* 13: 207-218.
3. Han ES, Seok MS, Park JH. 1998. Quality changes of salted Baechu with packaging methods during long term storage.

- Korean J Food Sci Technol* 30: 1307-1311.
4. Yang YJ, Park KW, Jeong JC. 1991. The influence of pre-and post-harvest factors on the quality of leaf lettuce. *Korean J Food Sci Technol* 23: 133-140.
5. Kim KS, Cho DL. 2008. Improvement of barrier property of LDPE food packaging film by plasma polymerization. *Korean Polymer* 32: 38-42.
6. Kang EJ, Jeong ST, Lim BS, Jo JS. 1999. Quality changes in winter Chinese cabbage with various storage methods. *Korean J Post Harvest Sci Technol* 6: 173-178.
7. Han ES, Seok MS, Park JH, Lee HJ. 1996. Quality changes of salted cabbage with the package pressure and storage temperature. *Korean J Food Sci Technol* 28: 650-656.
8. Kim YK, Jung JK, Cho YJ, Lee SJ, Kim SH, Park KY, Kang SA. 2009. Quality changes in brined Baechu cabbage using different types of polyethylene film and salt content during storage. *Korean J Food Preserv* 16: 605-611.
9. Cho EJ, Lee SM, Park KY. 1998. Standardization of kinds of ingredient in Chinese cabbage Kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 9: 1228-1235.
10. Kim KS, Bae EK, Ha SD, Park YS, Mok CK, Hong KP, Kim SP, Park JY. 2004. Evaluation of dry rehydratable film method for enumeration of microorganisms in Korean traditional foods. *J Food Hyg Safety* 19: 209-216.
11. Hong SI, Lee MY, Park WS. 2000. Gas composition within Kimchi package as influenced by temperature and seasonal factor. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1326-1330.
12. Kim JM, Kim IS, Yang CH. 1987. Storage of salted Chinese cabbages for Kimchi. I. Physicochemical and microbial changes during salting of Chinese cabbages. *J Korean Soc Food Nutr* 16: 1075-1084.
13. Ku KH, Kang KO, Kim WJ. 1998. Some quality changes during fermentation of Kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 20: 476-482.
14. Shim ST, Kyung KH, Yoo YJ. 1990. Lactic acid bacteria isolated from fermented Kimchi and their fermentation of Chinese cabbage juice. *Korean J Food Sci Technol* 22: 373-379.
15. Kim MK, Kim SY, Woo CJ, Kim SD. 1994. Effect of air controlled fermentation on Kimchi quality. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 268-273.
16. Shin DW. 1998. Physicochemical and microbial properties of market Kimchi during fermentation in different containers. *Final Report Ministry Science Technol* 08-04-25, p 82-136.
17. Yoon KY, Kang MJ, Shin SR, Yoon KS. 1998. Effects of gas-absorbent on the storage of Kimchi. *Korean J Post Harvest Sci Technol* 5: 363-367.
18. Lee CH, Hwang IJ. 1988. Comparison of cutting and compression tests for the texture measurement of Chinese cabbage leaves. *Korean J Food Sci Technol* 20: 749-754.
19. Wang CY. 1983. Postharvest responses of Chinese cabbage to high CO₂ treatment or low O₂ storage. *J Amer Hort Sci* 108: 125-129.
20. Wang CY. 1985. Effect of low O₂ atmosphere on postharvest quality of Chinese cabbage, cucumber and eggplants. Proc Fourth Nat C A Research Conference, Raleigh, NC, USA. 23-26 July. p 142-149.
21. Lee DS, Yam KL, Piergiovanni L. 2008. *Food Packaging Science and Technology*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. p 141-176.

(2009년 1월 9일 접수; 2009년 12월 15일 채택)