

포장방법에 따른 신선 편의가공 양파의 저장품질 변화

홍석인* · 손석민¹ · 정명수² · 김동만

한국식품개발연구원, ¹호서대학교 식품생물공학과, ²(주)오뚜기 중앙연구소

Storage Quality of Minimally Processed Onions as Affected by Seal-Packaging Methods

Seok-In Hong*, Seok Min Son¹, Myong-Soo Chung² and Dongman Kim

Korea Food Research Institute

¹Department of Food and Biotechnology, Hoseo University

²Research Center, Ottogi Corporation

The effects of packaging methods on the storage quality of minimally processed (prepeeled) onions were investigated to determine the optimal packing design. Various packaging treatments used for modifying headspace atmospheres included two passive MAP using LDPE and PP films, two active MAP using a gas mixture of 20% O₂/10% CO₂/balance N₂ and an ethylene scavenging sachet, and moderate vacuum packaging (MVP). The quality attributes of onion samples were evaluated periodically in terms of flesh weight loss, color of cut surface, decay ratio, microbial counts, and sensory properties during storage at 10°C for 28 days. Packaging methods did not significantly influence surface color, weight loss, and microbiological populations of mesophiles, psychrotrophs, and lactic acid bacteria. They did, however, affect sensory characteristics as well as decay occurrence. Results indicated that seal-packaging with a gas-permeable plastic film under a mild vacuum condition could retain better onion quality in terms of microbial decay and visual sensory aspects as compared with the other packages.

Key words: minimally processed product, ready-to-use vegetable, prepeeled onion, packaging, produce quality

서 론

과일이나 채소류를 원료로 한 신선 편의식품(minimally processed products)이 점차 시장에서 일반화됨으로서 이들 제품의 보존성 연장을 위한 유통기술의 개발이 활발히 이루어지고 있다⁽¹⁻³⁾. 이와 관련하여 최근에는 기존의 한, 두 가지 처리방법에 의존한 미생물의 완전 사멸 또는 변패 방지를 추구하기보다는 몇 가지 개별공정을 복합 적용함으로써 미생물의 점진적 감소 및 품질변화 억제를 지향하는 소위 hurdle concept의 도입이 제안되고 있다⁽⁴⁾. 이들 과일, 채소류 신선 편의식품의 저장성을 향상시키기 위해서는 가공기술 이외에 적절한 포장과 저온유통이 필수적이다. 기본적으로 환경온도를 낮추어 생체인 과일, 채소류의 호흡률을 감소시키고 선택적 기체투과성이 있는 플라스틱 필름을 이용하여 포장내 이

산화탄소 농도를 높이고 산소 농도를 낮추어줌으로서 미생물 번식과 호흡관련 생리 대사작용을 억제시킬 수 있다⁽⁵⁾. 이때 포장내부 O₂와 CO₂의 적정 농도는 대상 신선 편의식품의 품목과 품종에 따라 차이가 있는데, 원료 농산물의 최적 CA 저장조건에 기준 하되 O₂와 CO₂ 농도가 내용물인 생체에 해를 끼칠 정도가 되어서는 안 되므로 주로 사용되는 기체 조성은 2-5% O₂, 5-20% CO₂, 나머지는 질소가 되도록 하는 것이 일반적이다^(5,6). 포장내 기체농도의 조절방법으로 흔히 활용되는 이러한 MAP(modified atmosphere packaging) 기술은 내용물 자체의 호흡률과 포장재의 기체투과성을 이용하여 O₂와 CO₂ 농도가 평형에 도달하도록 하는 수동적 방법과 적정 조성의 혼합기체를 내용물과 함께 포장내부에 주입, 밀봉하여 기체조성이 평형에 도달하는 시간을 단축시키는 능동적 방법으로 구분되며, 이와는 별개로 진공포장도 적용되고 있다^(7,8).

과일, 채소류 신선 편의식품의 포장에 사용할 수 있는 플라스틱 필름 포장재는 선택적 기체투과성이 있어서 포장 내용물의 호흡에 의해 생성되는 CO₂가 포장재 밖으로 배출되고 O₂가 적절히 유입되는 것이 바람직하다. 특히 플라스틱 필름의 O₂ 및 CO₂ 투과도는 필름의 종류와 재질, 밀도, 면

*Corresponding author : Seok-In Hong, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Seongnam-si, Kyonggi-do 463-746, Korea
Tel: 82-31-780-9053
Fax: 82-31-709-9876
E-mail: sihong@kfri.re.kr

적, 두께, 공기압, 온도 등에 의해 영향을 받으며, 신선 농산물의 포장에는 O₂에 대한 CO₂ 투과 비율이 약 2~6배 가량 높은 재질을 사용하고 이러한 필름으로는 LDPE, HDPE, PP, EVA 등이 사용되고 있다⁸⁾. 또한 과일, 채소류를 원료로 한 신선 편의식품의 저장성 연장을 위한 포장기법으로서 포장재의 선택적 기체투과에만 의존하지 않고 내용물의 신선도를 저하시키는 인자들을 불활성화시킬 수 있는 각종 기능성 물질들을 사용하는 기능성 포장방법이 적용되기도 하는데, 이에 사용되는 기능성 물질들은 포장내 O₂, CO₂, 에틸렌, 미생물, 수분 등 내용물의 품질에 영향을 미치는 인자의 작용을 억제 또는 제거하는 물질로서 작은 봉지(sachet) 형태로 포장내부에 밀봉하거나 포장재 자체에 혼입하여 사용한다⁹⁾.

신선 편의식품의 포장은 이들 제품을 생산하는 마지막 공정으로 그 중요성은 다른 어느 공정에 못지 않다. 그러나 과일, 채소류의 신선 편의식품은 원료 농산물과는 달리 박피, 절단, 분할 등의 가공공정을 거치는 과정에서 식물조직과 세포의 파손을 겪게 되어 호흡대사 및 각종 효소반응의 증대, 미생물 오염 증가에 따라 제품의 안전성과 품질에 큰 영향을 받고 결과적으로 유통기간의 단축을 초래한다¹⁰⁾. 따라서 신선 편의식품을 일정 수준의 유통기간을 갖도록 만들기 위해서는 여러 공정 가운데서도 적정 포장기술의 적용이 가장 절실히 요구되는 것으로 평가된다¹¹⁾. 한편 국내에서는 일부 샐러드, 쌈 채소제품이 대형 유통업체를 중심으로 판매되고 있으나, 대부분의 과일, 채소류 신선 편의식품이 간이 수작업에 의한 단순 가공품(절단, 박피 등) 형태로 소규모 판매되고 있으므로 고부가가치 상품으로서 신선 편의식품의 제품화를 위해서는 많은 기초 연구가 필요한 상황이다.

양파는 국내에서 재배 생산되는 대표적인 조미 채소의 하나로 종래에는 밭에서 수확한 다음 예건(curing) 등의 처리를 거쳐 저장하거나 그물 망대에 담아 상온 유통 판매되어 왔으나, 최근에는 박피 등 일차 다듬질을 거친 후 단위 포장하여 저온 유통하는 형태의 상품이 점차 늘고 있다. 그러나 이러한 신선 편의가공 양파의 상품성 제고 또는 품질 유지를 위한 기본 자료는 매우 부족한 실정으로 이에 본 연구에서는 다양한 포장처리에 따른 박피 양파의 저장중 품질특성 변화를 살펴봄으로서 적정 포장방법을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

신선한 양파(*Allium cepa* L.)는 전남 함평에서 재배된 것으로 서울 가락동 농수산물 도매시장에서 구입하였으며, 가공하기 전까지 4°C로 유지되는 저장고(95~97% RH)에 일시 보관하였다.

전처리

양파는 크기가 일정하고 표면에 상처가 없는 건전한 것을 선별하여 상단의 엽부와 하단의 근부를 절단 제거하고 건조 표피를 벗겨 흰색의 과육이 노출되도록 하였다. 이러한 박피 양파는 약 5°C의 냉수로 2~3초간 세척한 다음 종이 타월로 표면의 물기를 건조한 후 포장하였다.

포장 및 저장

환경기체조성을 조절하기 위한 포장방법으로서 수동형 MAP(MAP-P1, MAP-P2), 능동형 MAP(MAP-A1, MAP-A2), 감압 포장(MVP) 등을 적용하였다. 구체적으로 ① MAP-P1 포장구는 두께 63 μm 저밀도 polyethylene(LDPE) 필름(O₂ 및 CO₂ 투과율 = 600±72, 2520±240 mL/m²·day·atm at 10°C, 95% RH) 봉투에 상압 포장한 것, ② MAP-P2 포장구는 두께 18 μm 연신 polypropylene(PP) 필름(O₂ 및 CO₂ 투과율 = 730±29, 2450±120 mL/m²·day·atm) 봉투에 상압 포장한 것, ③ MAP-A1 포장구는 상기 LDPE 필름봉투에 20% O₂/10% CO₂/70% N₂ 혼합기체를 충전 포장한 것, ④ MAP-A2 포장구는 상기 LDPE 필름봉투에 상용 에틸렌 흡수제(Purafil®, 40g)를 첨가하여 상압 포장한 것, ⑤ MVP 포장구는 진공포장기(TurboVac, SB260, The Netherlands)를 이용하여 상기 LDPE 필름봉투에 30.3 kPa의 진공도(0.3 atm으로 감압)를 가하여 포장한 것으로 구분된다. 전처리를 마친 박피 양파를 개별 필름봉투(20×30 cm)에 약 600g씩 나누어 담아 각각 상기의 방법으로 밀봉 포장한 후 10°C(95±5% RH)에 28일간 저장하면서 품질특성 변화를 측정하였다.

품질특성 분석

기체조성: 포장내 기체조성은 gas-tight syringe를 이용하여 포장내부의 기체를 200 μL씩 채취한 다음 GC(Shimadzu GC-14A, Japan) injector에 주입하여 이로부터 얻은 크로마토그램으로 조성을 분석하였다. 이때 GC의 분석조건은 detector: TCD, column: Alltech CTR I, column temp.: 35°C, injector temp.: 60°C, detector temp.: 60°C, carrier gas: 50 mL He/min이었다. 또한 저장중 포장내부에 발생한 에틸렌의 분석은 HP-PLOT S column이 장착된 GC(Hewlett-packard 5890 series II, USA)를 사용하였으며, 분석조건은 detector: FID, column temp.: 175°C, injector temp.: 200°C, detector temp.: 220°C, carrier gas: 1.0 mL He/min, split ratio: 1/100이었다.

생체 중량감소: 필름 포장을 제거한 후 시료의 중량만을 측정하여 그 감소량을 저장 초기값에 대한 백분율(%)로 표시하였다.

색: 양파 시료 상·하단의 절단부 단면 색을 Chroma Meter (Minolta CR-200, Japan)로 측정된 후 Hunter L 값과 hue 각도로 표시하였다. 백색 표준판(L=97.75, a=-0.49, b=1.96)을 사용하여 색차계를 보정한 후 색 측정에 이용하였다.

부패율: 시료의 절단부 조직에서 점액질 유출여부를 근거로 짓무름 부패(soft rot) 현상을 나타내는 시료 개수를 육안으로 확인하여 각 포장구별 전체 시료 수에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

미생물 생균수: 미생물 균수를 측정하기 위해 약 50g의 양파 시료를 무균적으로 채취하여 균질기(Waring Blender 7010, USA)로 분쇄한 후 0.1% peptone(DIFCO Lab., USA) 수용액으로 적절히 희석하여 호기균은 PCA(DIFCO Lab., USA) 배지에, 젖산균은 MRS(DIFCO Lab., USA) 배지에 도말하고 저온성 호기균은 5°C에서 7일 이상, 중온성 호기균과 젖산균은 30°C에서 2일 이상 배양한 다음 균집을 형성한 생

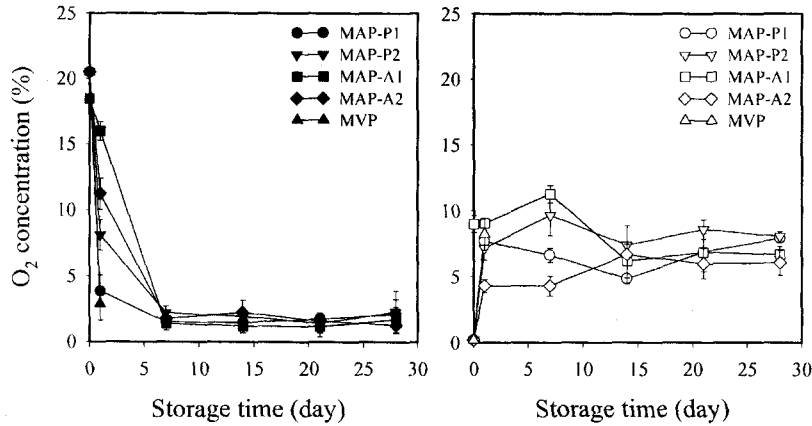


Fig. 1. Changes in gas concentration within packages of prepeeled onions by various packaging methods during storage at 10°C.

균수를 확인하여 CFU/g로 표시하였다^(11,12). 모든 이화학 및 미생물 품질특성은 포장구별로 3 단위씩 시료를 채취하여 최소 3회 이상(색은 5회 이상) 반복 측정하였으며, 실험 결과는 평균값과 표준오차로 나타내었다.

관능검사: 시료의 관능적 평가는 채소류의 외관 품질평가에 경험이 많고 잘 훈련된 관능검사 요원 8-10명을 대상으로 저장중 박피 양파의 변색, 시들, 부패, 외관품질 항목에 대해 9점 척도의 차이식별 검사를 실시하였다⁽¹³⁾. 이때 변색, 시들, 부패 항목은 평가점수가 클수록 변화정도가 심한 것을 의미하며 각각의 초기값(저장 0일)을 1.0으로 정하였고, 외관품질 항목은 점수가 낮아질수록 품질이 저하된 것을 의미하며 초기값을 9.0으로 설정하였다. 이러한 관능평가 결과는 SAS 프로그램(SAS Institute Inc., USA)의 ANOVA(Duncan's multiple range test)로 통계 처리하여 유의차(P<0.05)를 검증하였다.

결과 및 고찰

기체조성 변화

저장중 포장내부 기체조성 변화는 Fig. 1에 나타난 바와 같이 O₂는 저장 7일 후 1.0~2.5%, CO₂는 저장 14일 이후 5.0~8.5%의 평형농도에 도달하였다. 이러한 포장내 기체조성은 이미 잘 알려진 양파의 적정 CA 저장(1~3% O₂+ 5~10% CO₂) 조건⁽¹⁴⁾과 비교해 볼 때 거의 동일한 수준임을 알 수 있다. 포장방법에 따른 O₂와 CO₂ 평형농도의 유의적 차이를 구분하기는 어려웠으나, MAP-P2는 비교적 다른 포장구에 비해 다소 높은 평형 CO₂ 농도를 유지하였는데 아마도 이는 밀봉포장에 사용된 LDPE 필름보다 PP 필름의 CO₂ 투과율이 다소 낮았는데 기인하는 것으로 생각된다. 양파는 호흡급등형(climacteric) 작물이 아니기 때문에 Fig. 2에 나타난 바와 같이 저장중 MAP-A2 포장구에서 가스 흡수제(Purafil®, 40g)에 의해 에틸렌이 완전히 제거되더라도 포장내부의 O₂와 CO₂ 평형농도는 전혀 영향을 받지 않았다. 한편 MVP 포장구의 경우 저장 1일만에 O₂ 농도는 약 3.0%로 감소하고 CO₂ 농도는 약 8.2%로 증가하였으나, 이후로는 저장중 포장내부에 진공상태가 유지되어 기체시료 채취가 어려워졌으며 그

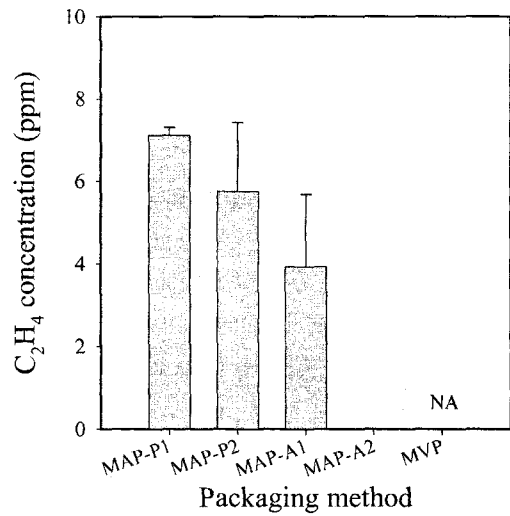


Fig. 2. Ethylene concentration within packages of prepeeled onions by various packaging methods after storage of 7 days at 10°C (NA = not available).

로 인해 기체조성 분석결과가 부정확하게 나타났다(data 생략). 양파의 CA 저장시 최저 O₂ 한계농도가 약 1.0%이고 최고 CO₂ 한계농도가 10% 내외⁽¹⁴⁾임을 감안할 때 포장방법에 관계없이 모든 밀봉상태의 양파시료는 전체 저장기간동안 평형 O₂ 농도 1.0% 이상, 평형 CO₂ 농도 10% 이하에서 유지 되었으므로 무산소 호흡에 따른 생리적 이상증세를 겪지 않았으리라 생각된다. 따라서 본 연구에서 사용된 LDPE와 PP 필름의 기체투과성은 유통중 온도가 급격히 변하지 않는다는 전제조건 하에 박피 양파의 밀봉포장에 적합한 것으로 판단되었다. 실제로 이들 필름은 파우치나 봉투 형태로 제작되어 신선 편의식품의 포장재로 많이 활용되고 있으며^(15,16), 일반적으로 PE에 비해 연신 PP의 광택도, 투명성, 기계적성 등이 우수하여 선호도가 높은 편이다⁽¹⁷⁾. 그러나 일부 신선 편의제품의 경우 적절치 못한 필름 포장재 사용으로 인해 포장내부의 O₂ 농도가 너무 낮게 형성된 사례가 있으므로⁽¹⁸⁾, 유통중 발생 가능한 온도변화에 대비하기 위해서 지나치게 낮은 O₂ 조건은 지양할 필요가 있다.

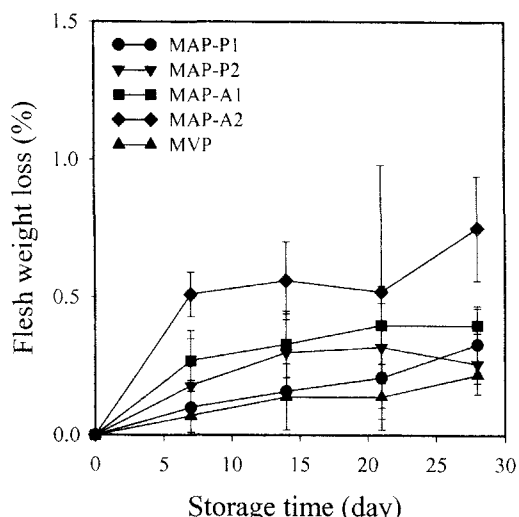


Fig. 3. Changes in flesh weight loss of prepeeled onions by various packaging methods during storage at 10°C.

중량감소, 색, 부패율 변화

포장방법을 달리하여 10°C에 저장한 박피 양파의 생체 중량감소는 Fig. 3에 나타난 것과 같이 모든 포장구에서 저장기간 중 1.0% 미만을 유지하였다. 포장구별로는 MAP-A2가 다른 시험구에 비해 유의적으로 높은 중량감소를 나타내었는데, 이는 밀봉포장 내부에 투입한 에틸렌 가스흡수제 입자의 흡수성에 기인한 결과로 이해되었다. 전체적으로 양파시료의 중량감소는 매우 미미하였으며, 이러한 생체 중량의 보존은 유통 및 판매과정에서 신선 편의제품의 시듦 현상을 방지하여 외관품질을 우수하게 유지하는데 필수적인 사항으로 요구된다. 잘 알려진 바와 같이 PE, PP 등의 polyolefin계 고분자 필름은 우수한 수분차단성을 가지므로(17), 이들 소재를 포장재로 사용하여 신선 농산물을 포장하면 수분 손실억제 및 고수분 유지로 인해 생체 중량감소를 효과적으로 방지할 수 있다.

저장중 박피 양파의 절단부 단면 색은 Fig. 4에 나타난 바와 같이 Hunter L 값이 초기 79에서 저장 28일 후 73~75로 점차 감소하였고, hue 각도는 초기 110도에서 저장 7일 후

95~103도로 낮아진 다음 이후 비슷한 수준을 유지하였다. 비록 개별 포장방법에 따른 유의적인 차이를 구분할 수 없었으나 다른 포장구에 비해 MVP에서 저장중 Hunter L 값과 hue 각도가 다소 높게 유지되었다. 상단의 엽부와 하단의 근부가 제거된 양파시료의 절단 표면에서는 식물 세포조직의 체액유출 및 효소반응 등에 의해 갈변 현상이 일어나기 쉽고 그로 인해 Hunter L 값과 hue 각도가 감소되었을 것으로 이해된다. 그러나 저장기간동안 전체적인 양파시료의 변색 정도는 육안으로 확연히 구분될 만한 수준이 아니었으며, 시듦, 부패 등의 다른 외관 품질인자에 비해서도 그 변화의 폭이 적게 나타났다(Table 1). 이러한 색택 유지는 아마도 밀봉 포장에 따른 수분 손실억제와도 관련이 있으며, 특히 포장내 낮은 O₂와 높은 CO₂ 농도의 MA 조성에 의해 식물체의 호흡대사는 물론 갈변관련 효소반응 등이 상당히 억제되었기 때문에 가능한 것으로 생각된다(6).

저장 21일 후 짓무름 부패 현상을 일으킨 양파시료 개수를 세어 부패율을 측정된 결과, Fig. 5에서 보는 바와 같이 4개의 MAP 포장구는 67~100%의 부패율을 나타내었으나 MVP 포장구는 56%로 가장 낮은 부패율을 나타내었다. 이러한 결과는 저장중 MVP 포장구가 진공상태로 유지되어 O₂ 분압이 낮고 그로 인해 호기성 미생물의 증식 및 절단 부위 식물조직의 산화반응이 억제되기 때문에 가능할 것으로 추정된다. 한편 양파는 비호흡급등형(non-climacteric) 작물이지만 포장내 축적된 에틸렌에 노출될 경우 새싹 발생과 부패 미생물의 생육을 촉진시킬 수 있으므로(14) 가스흡수제를 사용하여 에틸렌을 제거하면 박피 양파의 품질보존에 긍정적인 효과를 미칠 것으로 기대되었다. 예를 들어 Howard 등(19)은 과망간산칼륨과 활성 알루미늄 소재의 상업용 가스흡수제를 사용하여 사각 세절 양파의 저장품질 변화를 살펴본 바 있는데, 이들 가스흡수제는 포장내 에틸렌을 효과적으로 제거하였고 휘발성 황화합물은 물론 CO₂ 농도도 감소시켰으며 2°C에서 10일 동안 양호한 상태로 세절 양파의 품질을 유지할 수 있었다고 한다. 그러나 본 연구에서는 예상과 달리 MAP 포장구 가운데서도 에틸렌 흡수제를 봉입한 MAP-A2의 부패율이 100%로 가장 높게 나타났다. 이는 양파의 절대적인 에틸렌 발생량이 매우 낮고(<0.1 μL/kg·hr at 0~5°C)(14) 아울러 품종에 따라 에틸렌 감수성이 달라서 기대했던 에틸

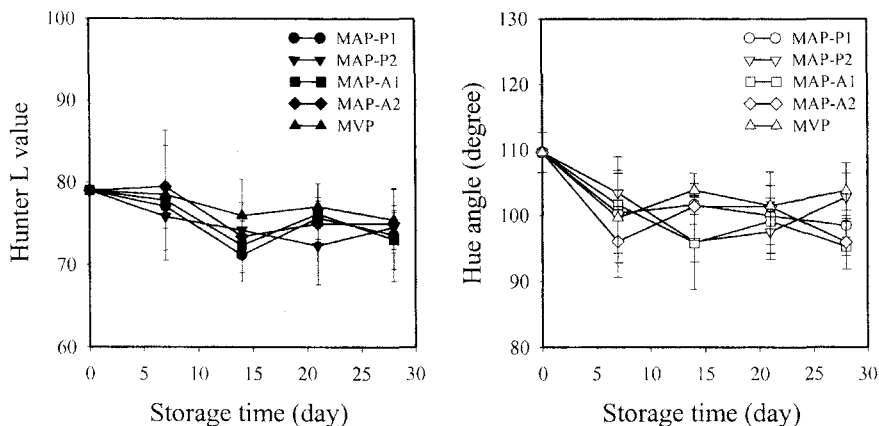


Fig. 4. Changes in Hunter L and hue angle of cut surface of prepeeled onions by various packaging methods during storage at 10°C.

Table 1. Changes in sensory properties of prepeeled onions as affected by various packaging methods during storage at 10°C

Storage time (day)	Packaging method	Attributes ¹⁾			
		Discoloration	Wilting	Decay	Visual quality
7	MAP-P1 ²⁾	2.5 ^{bc}	2.4 ^b	1.6 ^a	6.8 ^a
	MAP-P2 ³⁾	3.7 ^{ab}	3.7 ^{ab}	2.1 ^a	5.4 ^b
	MAP-A1 ⁴⁾	4.1 ^a	4.3 ^a	2.3 ^a	4.4 ^b
	MAP-A2 ⁵⁾	3.1 ^{abc}	3.2 ^{ab}	1.8 ^a	5.7 ^{ab}
	MVP ⁶⁾	1.9 ^c	2.4 ^b	1.3 ^a	6.8 ^a
14	MAP-P1	4.4 ^a	4.5 ^a	3.4 ^a	4.3 ^b
	MAP-P2	4.6 ^a	4.7 ^a	3.1 ^a	4.2 ^b
	MAP-A1	4.9 ^a	4.8 ^a	3.4 ^a	4.1 ^b
	MAP-A2	4.4 ^a	4.4 ^a	2.4 ^a	4.9 ^{ab}
	MVP	2.5 ^b	4.5 ^a	1.8 ^b	5.9 ^a
21	MAP-P1	4.9 ^a	5.4 ^a	5.7 ^a	4.0 ^a
	MAP-P2	5.4 ^a	5.8 ^a	5.5 ^a	4.0 ^a
	MAP-A1	5.1 ^a	5.2 ^a	5.6 ^a	4.3 ^a
	MAP-A2	5.6 ^a	6.2 ^a	6.0 ^a	3.2 ^a
	MVP	4.5 ^a	4.7 ^a	4.8 ^b	4.3 ^a
28	MAP-P1	5.1 ^a	6.0 ^a	7.2 ^a	2.2 ^a
	MAP-P2	5.4 ^a	6.2 ^a	6.8 ^a	2.3 ^a
	MAP-A1	5.4 ^a	5.5 ^a	6.5 ^{ab}	2.1 ^a
	MAP-A2	5.1 ^a	5.9 ^a	6.8 ^a	2.3 ^a
	MVP	4.8 ^a	5.6 ^a	5.2 ^b	3.2 ^a

¹⁾The values are means of eight replicates at least. Means followed by the same letter within cells are not significantly different ($p < 0.05$, Duncan's test). As the value increases from 1 to 9, the intensity of sensory characteristics increases.

^{2,3)}Packaged in 63 μm low density polyethylene and 18 μm polypropylene films.

⁴⁻⁶⁾Packed in 63 μm low density polyethylene film and then filled with a gas mixture of 20% O_2 /10% CO_2 /balance N_2 ; and then sealed with a ethylene scavenger sachet (Purafil[®], 40 g); and then vacuumized moderately to 0.3 atm.

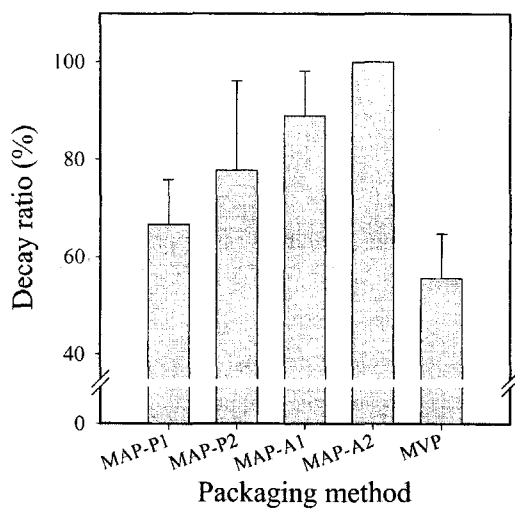


Fig. 5. Incidence of decay in prepeeled onions by various packaging methods after storage of 21 days at 10°C.

렌 제거의 긍정적 효과를 볼 수 없었으며, 오히려 저장중 상대적으로 다소 낮게 유지된 CO_2 농도(Fig. 1) 때문에 부패율이 높았던 것으로 생각된다. 실제로 10°C에서 저장 7일 후 측정된 밀봉포장 내부의 에틸렌 농도는 8 ppm 이하로 매우 낮은 수준이었다(Fig. 2).

미생물품질 변화

박피 양파의 증온성 호기세균은 Fig. 6에 나타난 바와 같이 초기 3×10^1 CFU/g에서 저장 28일 후 대략 $10^5 \sim 10^6$ CFU/g 수준으로 증가하였고, 저온성 호기세균도 초기 균수가 다소 낮았지만 동일한 양상으로 저장중 증가하여 최종적인 세균수는 거의 동등한 수준을 유지하였다. 그러나 포장방법을 달리한 양파시료의 호기세균은 저온성 또는 증온성에 관계없이 포장구별 세균수의 유의적인 차이를 구분할 수 없었다. 일반적으로 신선 편의제품의 가공과정에서 절단 처리시 표면에 묻어 있던 미생물이 과육 부위로 옮겨지면서 식물 세포조직의 체액을 영양분으로 활용하여 급격히 증식함으로써 미생물에 의한 부패가 촉진될 수 있다⁽²⁰⁾. 따라서 세척, 소독처리 등을 통해 반듯이 초기 미생물수를 낮출 필요가 있으며⁽¹⁾, 절단 대파의 경우 단순히 세척만으로도 초기 세균수를 50-90% 가량 감소시킬 수 있었다^(21,22). 본 양파시료의 초기 세균수가 약 10^1 CFU/g 수준으로 시판 제품(대략 $10^4 \sim 10^5$ CFU/g)⁽²³⁾에 비해 매우 낮은 것은 가공과정이 위생적인 실험실 조건에서 이루어졌을 뿐만 아니라 냉수 세척과정을 거쳤기 때문으로 생각된다.

모든 밀봉 포장구에서 양파의 증온성 및 저온성 호기세균은 저장 7일만에 약 $10^4 \sim 10^5$ CFU/g 수준에 도달한 다음 그 이후 미생물 증식이 매우 느리게 진행되었는데, 이는 포장내부에 형성된 저농도 O_2 (1.0~2.5%)와 고농도 CO_2 (5.0~8.5%)의

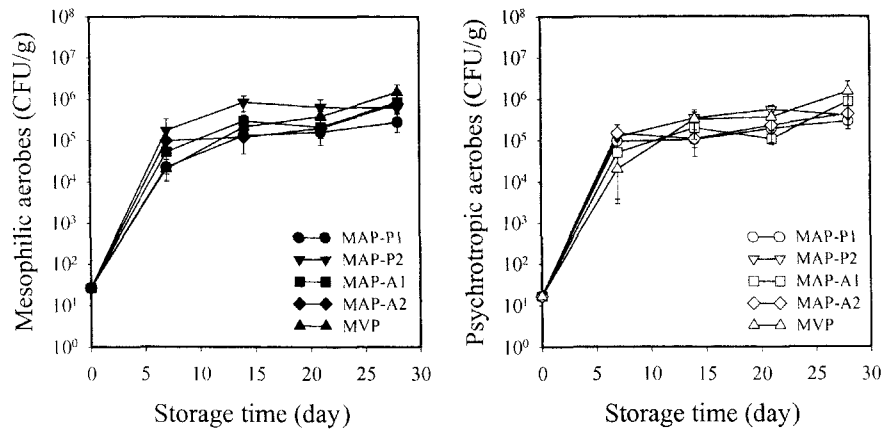


Fig. 6. Changes in mesophilic and psychrotrophic aerobes of prepeeled onions by various packaging methods during storage at 10°C.

MA 조건(Fig. 1)에 기인하는 결과라고 판단된다. 잘 알려진 바와 같이 적정 기체조성이 형성된 MAP 시스템에서는 신선 산물의 미생물 증식이 지연될 수 있으며, 5% 이상의 CO₂는 다수의 식품 부패균, 특히 저온성 균주의 생육을 억제하는 효과가 있다⁽²⁴⁾. 이러한 고농도 CO₂는 미생물의 생육 유도기를 연장하거나 또는 대수 증식기에서 세대시간을 증가시키는 역할을 하는데, 부가적으로 O₂ 농도가 낮을 때 더 현저한 기능을 발휘한다^(25,26). 일반적으로 *Pseudomonas*와 같은 Gram 음성 호기균은 무산소 조건에서 생육이 제한되지만, *Lactobacillus*와 같은 Gram 양성 미세 호기균은 산소가 없더라도 왕성하게 증식한다⁽²⁷⁾. 그러나 양파시료는 MVP 포장구에서만 젖산균수가 6×10³ CFU/g 수준에 도달하였을 뿐 다른 포장구에서는 전체 저장기간동안 10³ CFU/g 이하의 젖산균수를 유지함으로써(data 생략), 이취 발생, 산미 등의 품질저하는 전혀 발견되지 않았다. 한편 채소류를 가공한 신선편의식품에서는 통상 *Pseudomonas*와 *Erwinia* spp.가 우점균을 이루며, 이들 제품의 저온저장중 흔히 발생하는 썩무름 부패 현상은 *Pseudomonas* 계통의 펙틴 분해균주에 의해 유발되는 것으로 알려져 있다^(28,29).

관능품질 변화

포장방법을 달리하여 10°C에서 28일간 저장하면서 박피 양파의 변색, 시늬, 부패 및 외관품질 항목에 대해 관능검사를 실시한 결과, Table 1에서 보는 바와 같이 전체적으로 포장구별 관능평가 결과가 앞서 언급한 생체 증량감소, 색, 부패율의 변화(Fig. 3-5) 경향과 잘 일치하였다. 변색 평가점수는 포장구에 따라 저장 7일 후 1.9~4.1에서 저장 28일 후 4.8~5.4로 증가하였는데 이는 양파시료의 절단 부위가 효소반응 등에 의해 갈변되었기 때문이며, 저장중 Hunter L 값과 hue 각도의 감소(Fig. 4)와도 일치하는 것으로 포장구 가운데서는 MVP가 가장 낮게 평가되었다. 시늬 항목의 경우에도 저장 7일째에 2.4~4.3 범위를 나타내다가 저장 28일째에는 5.5~6.2로 증가하였으나, 실제 생체 증량감소는 전체 저장기간동안 1.0% 미만이었으므로(Fig. 3) 박피 양파의 종합적 품질변화에 미치는 영향은 다소 미미한 것으로 판단되었다. 또한 미생물 증식에 따라 부패 정도도 점차 심해졌으며, 저장 21일 후 MVP를 제외하고 다른 모든 포장구는 5.0 이상으로 평가

되어 부패율 측정값(Fig. 5)에서와 동일한 양상을 나타내었다. 결과적으로 MVP 포장구는 변색, 부패, 외관품질의 측면에서 다른 밀봉 포장구에 비해 박피 양파의 저장품질을 더 양호하게 유지하였다.

신선 농산물의 유통기간을 연장시킬 수 있는 포장방법으로서 MVP의 장점은 이미 알려진 바 있는데, Gorris 등⁽³⁰⁾은 여러 가지 과일, 채소류에 대해 상압 및 감압 조건으로 포장을 달리하여 저장성을 비교했을 때 감압을 적용한 MVP 포장구가 살구, 오이, 숙주나물, 샐러드용 혼합 채소의 미생물 및 관능적 품질을 잘 보존한다고 보고하였다. Heimdal 등⁽³¹⁾도 세절한 iceberg 양상추를 80 μm PE 필름에 46 kPa의 감압을 적용하여 MVP 처리하고 3가지 다른 포장방법(59 μm 공압출 필름에 상압포장 및 80% O₂/20% CO₂로 기체충진포장, PE 필름에 80% O₂/20% CO₂로 기체충진포장)과 비교한 결과, MVP와 PE 기체충진포장은 5°C, 10일간의 저장기간동안 효소적 갈변을 방지하였으나 공압출 필름 포장구에서는 저장 3일 후 외관품질이 매우 저하되었다고 한다. 한편 종합적 외관품질에 대한 평가점수 5.0을 기준으로 상품성의 한계를 가정하고 포장방법별로 박피 양파의 유통기간(비포장 대 조구의 경우 3일 미만)을 각각 비교해보면, MAP-A1은 7일 미만, MAP-P2는 7일 이상, MAP-P1과 MAP-A2는 약 10일, MVP는 약 15일 가량임을 알 수 있었다. 이는 본 연구에서 양파시료를 10°C에 저장했던 점을 감안할 때 가스흡수체와 MAP를 병용하여 2°C에서 10일 동안 세절 양파의 품질을 양호하게 유지할 수 있었다는 Howard 등⁽¹⁹⁾의 결과와도 잘 비교되었다.

요 약

신선 편의가공 양파제품의 적정 포장방법을 탐색하고자 polyolefin계 유연 필름(LDPE, PP)을 이용한 수동 MAP, 20% O₂/10% CO₂/70% N₂ 혼합기체 또는 에틸렌 흡수체를 첨가한 능동 MAP, LDPE 필름으로 감압 포장한 MVP 등의 적용 가능성을 조사하였다. 박피 양파의 포장방법을 달리하여 10°C에서 28일간 저장하면서 이화학적, 미생물, 관능적 품질변화를 측정하여 개별 품질인자에 대한 포장처리 효과를 검토하였다. 전체적으로 포장방법에 따른 저장중 박피 양파의 표면

색, 중량 감소, 미생물 증식은 차이를 분명하게 구분하기 어려웠으나, 외관품질과 부패율 측면에서는 일정한 차이를 식별할 수 있었다. 결과적으로 기체투과성 LDPE 필름에 일정 수준의 진공을 적용하여 밀봉 포장한 MVP가 다른 포장구에 비해 상대적으로 박피 양파의 저장품질을 우수하게 유지하는 것으로 확인되었다.

감사의 글

본 연구는 보건복지부 보건의료기술연구개발사업(HMP-98-F-3-0008)의 지원에 의해 수행한 연구결과의 일부로서 이에 감사 드립니다.

문 헌

- Ahvenainen, R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends Food Sci. Technol.* 7: 179-187 (1996)
- Alzamora, S.M., Tapia, M.S. and Lopez-Malo, A. Minimally Processed Fruits and Vegetables: Fundamental Aspects and Applications. pp. 1-62. Aspen Publishers Inc., Gaithersburg, MD, USA (2000)
- Lamikanra, O. Fresh-cut Fruits and Vegetables: Science, Technology, and Market. pp. 1-43. CRC Press, Boca Raton, FL, USA (2002)
- Leistner, L. Principles and applications of hurdle technology, pp. 1-21. In: *New Methods of Food Preservation*. Gould, G.W. (ed.). Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK (1995)
- Kader, A.A., Zagory, D. and Kerbel, E.L. Modified atmosphere packaging of fruit and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 28: 1-30 (1989)
- Day, B.P.F. Modified atmosphere packaging active packaging of fruits and vegetables, pp. 173-207. In: *Minimal Processing of Foods*. VTT Symposium Series 142. Ahvenainen, R., Mattila-Sandholm, T. and Ohlsson, T. (eds.). Technical Research Centre of Finland (VTT), Espoo, Finland (1994)
- Brody, A.L. Controlled/Modified Atmosphere/Vacuum Packaging of Foods. pp. 67-100. Food and Nutrition Press Inc., Trumbull, CT, USA (1989)
- Parry, R.T. Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods. pp. 1-100. Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK (1993)
- Rooney, M.L. Active Food Packaging. pp. 1-37. Blackie Academic & Professional, London, UK (1995)
- Wiley, R.C. Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables. pp. 1-35. Chapman & Hall, New York, NY, USA (1994)
- Manzano, M., Citterio, B., Maifreni, M., Paganessi, M. and Comi, G. Microbial and sensory quality of vegetables for soup packaged in different atmospheres. *J. Sci. Food Agric.* 67: 521-529 (1995)
- Pirovani, M.E., Piagentini, A.M., Guemes, D.R. and Di Pentima, J.H. Quality of minimally processed lettuce as influenced by packaging and chemical treatment. *J. Food Qual.* 22: 475-484 (1998)
- Kader, A.A., Lipton, W.J. and Morris, L.L. Systems for scoring quality of harvested lettuce. *HortScience* 8: 408-409 (1973)
- Cantwell, M. Properties and Recommended Conditions for Storage of Fresh Fruits and Vegetables. In: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/Storage/index.shtml>. University of California, Davis, CA, USA (2001)
- Powrie, W.D. and Skura, B.J. Modified atmosphere packaging of fruit and vegetables, pp. 169-245. In: *Modified Atmosphere Packaging of Food*. Oraikul, B. and Stiles, M.E. (eds.). Ellis Horwood Ltd., West Succex, UK (1991)
- Al-Ati, T. and Hotchkiss, J.H. Application of packaging and modified atmosphere to fresh-cut fruits and vegetables, pp. 305-338. In: *Fresh-cut Fruits and Vegetables: Science, Technology, and Market*. Lamikanra, O. (ed.). CRC Press, Boca Raton, FL, USA (2002)
- Hernandez, R.J., Selke, S.E.M. and Culter, J.D. Plastic Packaging: Properties, Processing, Applications, and Regulations. pp. 21-134. Hanser Gardners Publications Inc., Cincinnati, OH, USA (2000)
- Hong, G., Peiser, G. and Cantwell, M.I. Use of controlled atmospheres and heat treatment to maintain quality of intact and minimally processed green onions. *Postharvest Biol. Technol.* 20: 53-61 (2000)
- Howard, L.R., Yoo, K.S., Pike, L.M. and Miller, G.H.Jr. Quality changes in diced onions stored in film packages. *J. Food Sci.* 59: 110-112, 117(1994)
- O'Connor-Shaw, R.E., Roberts, R., Ford, A.L. and Nottingham, S.M. Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and cantaloupe. *J. Food Sci.* 59: 1202-1206, 1215 (1994)
- Hong, S.I., Jo, M.N. and Kim, D.M. Quality attributes of fresh-cut green onion as affected by rinsing and packaging. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 659-667 (2000)
- Park, W.P., Cho, S.H. and Lee, D.S. Effect of minimal processing operations on the quality of garlic, green onion, soybean sprouts and watercress. *J. Sci. Food Agric.* 77: 282-286 (1998)
- Francis, G.A., Thomas, C. and O'Beirne, D. The microbiological safety of minimally processed vegetables. *Int. J. Food Sci. Technol.* 34: 1-22 (1999)
- Hendricks, M.T. and Hotchkiss, J.H. Effect of carbon dioxide on the growth of *Pseudomonas fluorescens* and *Listeria monocytogenes* in aerobic atmospheres. *J. Food Protec.* 60: 1548-1552 (1997)
- Dixon, N.M. and Kell, D.B. The inhibition by CO₂ of the growth and metabolism of microorganisms. *J. Appl. Bacteriol.* 67: 109-136 (1989)
- Hong, S.I. and Pyun, Y.R. Antimicrobial effect of carbon dioxide on microorganisms. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 26: 1258-1267 (1997)
- Jay, J.M. *Modern Food Microbiology*. 5th ed., pp. 38-176. Chapman & Hall, New York, NY, USA (1996)
- Nguyen-The, C. and Carlin, F. The microbiology of minimally processed fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 34: 371-401 (1994)
- Heard, G.M. Microbiology of fresh-cut produce, pp. 187-248. In: *Fresh-cut Fruits and Vegetables: Science, Technology, and Market*. Lamikanra, O. (ed.). CRC Press, Boca Raton, FL, USA (2002)
- Gorris, L.G.M., de Witte, Y. and Bennik, M.J.H. Refrigerated storage under moderate vacuum. *ZFL Focus Int.* 45: 63-66 (1994)
- Heimdal, H., Kuhn, B.F., Poll, L. and Larsen, L.M. Biochemical changes and sensory quality of shredded and MA-packaged iceberg lettuce. *J. Food Sci.* 60: 1265-1268, 1276 (1995)

(2003년 9월 1일 접수; 2003년 10월 22일 채택)