

일당귀 잎의 포장방법이 저장 중 품질 및 생리활성에 미치는 영향

최지원^{1*}, 이지현¹, 김원배², 김창국³, 정현경¹, 홍윤표¹, 김지강¹

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 저장유통과, ²강원도농업기술원 산채연구소, ³농촌진흥청 국립농업과학원 유전체과

Changes in the Quality and Physiological Activity of *Angelica acutiloba* Leaves in Various Packaging Materials during Storage

Ji-Weon Choi^{1*}, Ji Hyun Lee¹, Won Bae Kim², Chang-Kug Kim³, Hyun Kyung Jung¹,
Yoon Pyo Hong¹ and Ji Gang Kim¹

¹Postharvest Technology Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Wanju 55365, Korea

²Wild Vegetable Research Institute, Gangwondo Agricultural Research & Extension Services, Pyeongchang 25300, Korea

³Genomics Division, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Jeonju 54874, Korea

Abstract - The effect of packaging materials on the quality and physiological activity of *Angelica acutiloba* leaves during storage at 4°C for 20 days and after being transferred to room temperature for 2 days was studied. The experiment was conducted using three packaging materials: the corrugated box (control); corrugated box with 20 μm HDPE perforated film liner; and corrugated box with paraffin wax coated paper + 20 μm HDPE perforated film liner. Changes in weight, color, aroma, overall visual quality, antioxidant activity, and total flavonoids were investigated. Based on the result, the treatments using corrugated box with 20 μm HDPE perforated film liner and the corrugated box with paraffin wax coated paper + 20 μm HDPE perforated film liner, were effective in minimizing weight loss, and maintaining external color and overall quality as compared to corrugated box only (control). The corrugated box with paraffin wax coated paper + 20 μm HDPE perforated film liner was more effective in maintaining antioxidant activity and total flavonoids than other treatments. Prolonging the freshness using corrugated box with paraffin wax coated paper + 20 μm HDPE perforated film liner could increase the marketability of *Angelica acutiloba* leaves in the domestic market.

Key words - *Angelica acutiloba*, Antioxidant activity, Flavonoid contents, Postharvest

서 언

당귀는 미나리과에 속하는 다년생 초본식물로 기원에 따라 한국당귀는 참당귀(*Angelica gigas* Nakai)와 중국은 중국당귀(*Angelica sinensis* (Oliv.) Diels), 일본은 일당귀(*Angelica acutiloba* Kitagawa)로 구분하며 각각의 당귀는 외부형태가 다른 종의 식물이며 그 화학적 성분이나 약리적 효과에서 차이가 있는 것으로 알려져 있다(Han, 1988). 우리나라를 비롯한 아시아에서 당귀는 전통적으로 빈혈과 여성 질병 치료에 효과적인

식품으로 알려져 있으며 다년생 초본의 뿌리를 건조시켜 이용하는 주요 약용작물로 재배되어 왔다(Ju, 2002). 유럽, 미국 등 지에서는 이들과 같은 속인 *Angelica archangelica*의 잎, 줄기, 꽃, 열매, 뿌리 등을 차로 제조하거나 목욕제나 향신료의 재료로 이용하고 있다(Philippa, 1994). 최근 우리나라에서는 보혈 기능이 우수한 것으로 알려져 있는 일당귀의 줄기와 잎을 쌈채소로 이용할 수 있도록 하는 재배기술이 개발되어 새로운 수요가 증가하고 있다(Park *et al.*, 2015). 쌈채소는 상추, 깻잎이 주를 이루었으나 청경채, 치커리, 케일, 겨자잎 등과 함께 일당귀 잎이 잎에서 나는 독특한 향기가 진하여 쌈용 재료로 인기가 높아 쌈밥 전문식당이 많이 생겨나면서 외식업체와 거래하는 물

*교신저자: jwcnpri@korea.kr

Tel. +82-63-238-6530

량이 지속적으로 증가하고 있다. 최근 소비자의 생활 패턴이 간편화, 고급화, 서구화되어감에 따라 다양한 성인병을 예방하기 위한 방안으로 약초로부터 기능성 식품의 소재를 발굴하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있으며(Hong *et al.*, 2016), 식품의 품질을 증진시키기 위하여 셀러드, 스프, 차, 음료, 환, 과자 등 식품의 부재료로 활용도를 높이고자 하는 연구가 이루어졌다(Choi, 2009; Jung *et al.*, 2016; Shin *et al.*, 2015). 일당귀의 영양성분을 분석한 결과 정유성분은 줄기 0.153%, 잎 0.243%로 참당귀의 줄기나 잎에 비해 2배 이상 높고(Choi *et al.*, 2003), 상추와 비교하여 칼슘과 인은 2.8배, 4.5배 높고, 비타민 C가 8배 정도 높아 기능성 채소로서 개발 가능성이 매우 높은 작목이라고 평가되었다(Hong *et al.*, 2002). 참당귀 잎을 추출하여 강한 항산화 활성을 나타낸 분획에서 6종의 플라보노이드 화합물인 kaempferol, quercetin, luteolin, isoquercetin, avicularin, luteolin-7-O- β -D-glucopyranoside를 분리하여 보고하였고(Moon *et al.*, 2000) 일당귀 잎의 플라보노이드 성분에 대한 연구는 미흡한 편으로 충청 지역에서 재배된 참당귀와 일당귀의 항산화력은 비슷한 정도의 효과를 나타내었으며(Lee, 2008) 자생식물 26종과 생약식물 14종의 DPPH 라디칼 소거능과 플라보노이드 함량은 양의 상관관계라고 보고하였다(Kim *et al.*, 2012). 일당귀 잎을 비롯한 엽채류는 수확 후에도 생명활동을 유지하고 있어 호흡, 증산작용 등 생리대사를 지속하고 있다. 그 결과 황화, 짓무름, 중량감소 등의 변화가 생겨 신선도에 영향을 주게 된다. 일당귀 잎에 대한 장기간 품질 유지를 위한 구체적인 연구는 많지 않지만 일반적으로 엽채류의 저장이나 유통 시에 온도 및 습도 조절이 어렵고 수분 손실이 직접적으로 품질저하로 이어지기 때문에 필름을 이용한 포장을 하는 것이 효과적이다(Lee *et al.*, 2006). 일당귀 잎은 다른 쌈채소에 비해 소규모로 거래되며 시장에 납품된 후 바로 소비되지 못하고 판매까지 오랜 시간이 소요될 수 있으므로 수확 후 저장 및 유통 중 품질 유지가 필요하다. 국내 시장조사 결과 일당귀 잎은 유통 현장에서 대개 1 kg 단위로 포장되는데 포장재는 20 μ m 두께의 high density polyethylene (HDPE) 필름이 주로 이용되고 있으며 밀봉하게 되면 과습, 저산소 및 고이산화탄소 장애 등의 피해를 받을 수 있어 이로 인한 품질 저하를 방지하기 위해 밀봉하지 않거나 지름 1.5 cm의 구멍을 4~8개 정도 뚫어서 사용하고 있는 등 농가에 따라 상이한 포장방법을 사용하고 있으며 저장성 유지나 영양성분 변화에 대한 비교 연구 없이 경험에 의해 활용되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 일당귀 잎의 수확후 선도유지를 위한

적절한 포장방법을 구명하기 위하여 골판지상자 포장과 내포장을 위한 20 μ m 두께의 HDPE 필름이나 흡습지로 사용되는 파라핀왁스 코팅종이의 적용 등 국내 유통 현장에서 사용되고 있는 주요 포장방법이 품질, 항산화활성과 총 플라보노이드 함량의 변화에 미치는 영향을 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료 및 저장

2014년 10월 30일 경기도 남양주시 소재 비가림 시설에서 재배된 일당귀 잎을 수확 당일 상온으로 수원 소재 실험실로 옮겨 시험재료로 사용하였다. 본 연구에 사용한 일당귀는 미나리과(Umbelliferae)에 속하는 *Angelica acutiloba*로 강원도농업기술원 산채연구소의 김원배 박사로부터 식물학적 동정을 거쳤으며 경기도 소재 향기나물 농원에서 쌈용 산채로 재배되고 있다. 실험용 외포장 상자는 이중양면골판지로 구성된 통기공이 없는 골판지상자(34.0×22.5×13.5 cm)를 사용하였다. 골판지상자와 함께 내부 포장으로 사용하기 위한 내포장 필름은 20 μ m 두께의 HDPE으로 된 천공 필름 봉지(지름 1.5 cm 구멍 4개/면, 50×61.5 cm), 흡습종이는 파라핀왁스 코팅 종이(32×35 cm, Taeyoung industry, Pyeongtaek, Korea)를 사용하였다. 포장 처리는 골판지상자, 20 μ m HDPE 천공 필름, 파라핀왁스 코팅 종이를 이용하여 각 처리당 1 kg 썩의 일당귀 잎을 포장하였으며 파라핀왁스 코팅 종이는 각 내포장재를 넣고 아래쪽 바닥에 1장을 놓고 1 kg 일당귀 잎을 넣은 다음 위에 1장을 덮고 밀봉하였다. 전체적인 포장방법은 골판지상자에 바로 일당귀 잎을 포장한 무처리를 대조구로 하여 20 μ m HDPE 천공 필름, 20 μ m HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅 종이로 포장한 후 저장을 실시하였다. 저온저장은 4°C에서 20일간 저장하고 20일 후 상온으로 옮겨 2일간 추가 유통하면서 중량감소율, 색도, 외관품위 등 품질특성 변화를 조사하였고 동시에 항산화활성과 총 플라보노이드 함량 측정을 위하여 각 처리별로 균일한 크기의 일당귀 잎을 20엽씩 채취하여 동결건조 하였다. 각 포장방법별 온도와 상대습도 변화를 보기 위하여 일당귀 잎이 포장된 상자 내부 중앙 부분에 디지털 온습도기록계(SP-2000-20R, Veriteq Instruments Inc., Canada)를 고정한 후 측정하였다.

중량감소율, 색도 측정

무게변화는 저장기간 동안 동일한 개별상자에 포장된 일당귀 잎의 초기 중량에 대한 감소량을 백분율(%)로 환산하여 나타

내었다. 각 처리별 일당귀 잎의 표면 색도를 표준백판(L* 96.61, a* -0.11, b* 2.06)으로 보정된 색차계(CR-400, Minolta Co., Japan)를 이용하여 Hunter scale에 의한 L* (명도), a* (적색도), b* (황색도) 값으로 측정 한 후 Hue angle [$Hue = \tan^{-1}(b^*/a^*)$] 로 변환하였으며 클로로필색도는 chlorophyll meter (SPAD-502, Konica minolta sensing, Inc., Japan)를 이용하여 측정하였다.

관능적 품질 평가

일당귀 잎에 대한 관능적 품질 평가는 채소 품질평가에 경험이 많고 잘 훈련된 3명의 평가원에 의해 시료 포장을 개봉한 뒤 곧바로 이취를 평가하였고 이어 향기 및 외관품위를 Meilgaard *et al.* (1991)의 방법에 의해 평가하였다. 이취 점수 기준은 일당귀 잎의 향이 아닌 냄새에 대하여 5단계 점수를 부여하여(0점=이취가 전혀 없음, 1점=이취를 약간 발생, 2점=이취를 느낄 수 있으나 상품화 가능, 3점=이취 발생이 심함, 4점=매우 심한 이취 발생), 향기 점수 기준은 일당귀 줄기 중간부위를 손으로 끊어냈을 때 발생하는 향기 정도에 대하여 5단계 점수를 부여하여(5점=매우 강함, 4점=강함, 3점=보통임, 2점=약함, 1점=매우 약함) 평가하였다. 외관품위는 색, 형태변화 및 부패 등을 종합적으로 판단하여 5단계 점수를 부여하여(5점=매우 신선, 4점=신선, 3점=보통, 판매가능, 2점=나쁨, 식용 불가능, 1점=매우 나쁨, 부패 및 변질) 평가하였고 점수 3을 상품성의 한계로 간주하였다.

항산화활성 측정

항산화활성과 총 플라보노이드 함량은 각 처리별 3반복 상자에서 20개씩의 엽을 채취하여 동결건조 후 사용하였다. 항산화활성은 Blois (1958)의 방법에 준하여 DPPH에 대한 전자공여능을 측정하였다. 동결건조된 일당귀 잎의 마쇄된 분말 50 mg을 칭량하고 50 ml 80% (v/v) ethyl alcohol을 가해 교반 후 70°C에서 1시간 동안 초음파 추출한 후 원심분리(3,000 rpm, 5분) 하여 상등액을 취하였다. 시료액을 2.0 ml 씩 시험관에 취하여 ethyl alcohol로 용해시킨 0.2 mM DPPH 용액 2.0 ml 를 첨가하여 10 초간 혼합한 뒤 30분 동안 암실에서 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. Positive control로 0.1 mg/ml ascorbic acid (Sigma-Aldrich, USA)를 이용하여 활성을 비교하였으며 각 시료의 항산화활성은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

DPPH 라디칼 소거활성(%)=(1-시료 첨가구의 흡광도/시료

무첨가구의 흡광도)×100

총 플라보노이드 함량 측정

항산화활성 측정을 위한 동일한 방법으로 일당귀 잎의 추출물을 조제하였다. 총 플라보노이드 함량은 건강기능식품공전의 질산알루미늄법에 준하여 측정하였으며 시료액을 1.0 ml 씩 시험관에 취하여 1.0 ml ethyl alcohol, 0.1 ml 10% (v/v) aluminum nitrate (Sigma-Aldrich, Chemical Co., USA) 용액, 0.1 ml 1 M potassium acetate (Sigma-Aldrich, Chemical Co., USA) 용액, 2.8 ml 증류수를 순차적으로 가하여 충분히 교반하고 실온에서 40분간 정치 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin (98%, Sigma-Aldrich, Chemical Co., USA)을 사용하여 작성한 표준검량곡선에 의해 총 플라보노이드 함량을 계산한 후 건조 시료 중량 g당 mg quercetin equivalent (mg QE/g dw)로 나타내었다.

데이터 분석

중량감소율, 외관품위 측정은 각 처리별 3반복 조사하였고 색도는 일당귀 잎을 3반복 상자에서 5개씩 채취한 잎에 대하여 조사하였으며 모든 실험결과는 평균값을 구한 후 표준오차 (standard error, SE)로 나타내었다. 처리 간의 유의성을 검정하기 위하여 SAS 통계 프로그램(version 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여 Duncan's multiple range test ($p=0.05$)로 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

포장내부의 온도변화

포장한 후 4°C에 20일간 저온저장하고 20일 후 상온에 2일간 추가 유통하는 동안 일당귀 잎 포장상자 내부의 온도와 상대습도 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 4°C 저장고에 입고한 후 20일 동안 대조구로 사용한 골판지상자의 내부 온도는 평균 4.5°C였으며 20 μm HDPE 천공 필름과 골판지상자를 함께 처리한 내부 온도는 4.9°C였고, 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅종이와 골판지상자를 함께 처리한 내부 온도는 5.0°C로 대조구에 비해 각각 0.4°C, 0.5°C 높게 유지되었다. 상온에 2일간 추가 유통하는 동안 대조구로 사용한 골판지상자의 내부 온도는 평균 18.4°C였으며 20 μm HDPE 천공 필름 처리와 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅종이 처리 모두 평균 18.7°C로 대조구에 비해 0.3°C 높았다. 4°C 저장고에 입고한 후 20일 동안 골

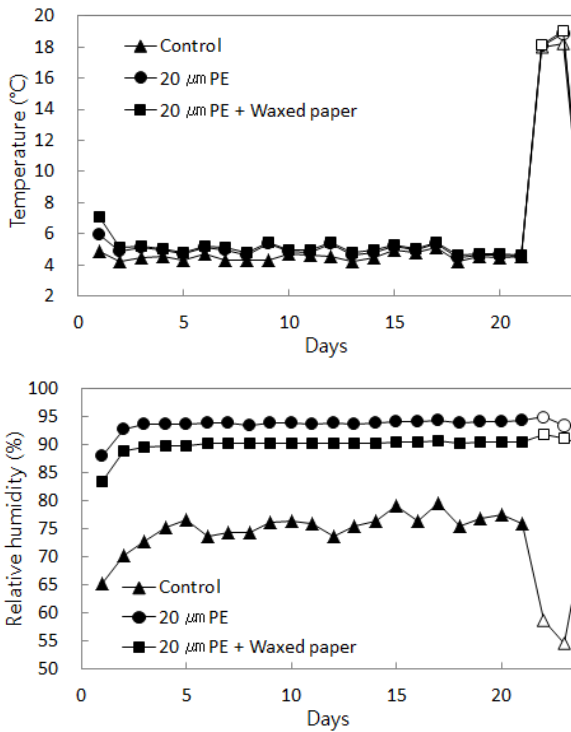


Fig. 1. Change in temperature and relative humidity within the packages of *Angelica acutiloba* leaves by the different treated boxes for 20 days storage at 4°C (full symbols) and additional shelf life for 2 days at room temperature (open symbols).

판지상자 내부 상대습도는 범위 70.2~79.6%로 평균 75.6%였고 20 μm HDPE 천공 필름과 함께 처리한 골판지상자 내부 상대 습도는 범위 92.9~94.3%로 평균 93.9%, 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅종이와 골판지상자를 함께 처리한 내부 상대습도는 범위 88.9~90.7%로 평균 90.3%였다. 상온에 2일간 추가 유통하는 동안 골판지상자 내부 상대습도는 평균 57.0%였고 20 μm HDPE 천공 필름 처리는 평균 93.4%, 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅종이 처리는 평균 92.8%였다. 원예작물에 적용되는 포장 온도와 습도 관리를 위해 적절하게 선택되어야 하는데 일반적으로 사용되는 골판지 상자는 원예작물에서 증발되는 수분을 흡수하는 소재로 저장기간 동안 작물의 수분 손실을 가져오기 때문에 수분을 보존하기 위해서는 가스교환이 되도록 일정한 크기의 천공을 가진 PE liner 이용이 권장된다(Thompson and Mitchell, 2002). 20 μm HDPE 천공필름이나 파라핀왁스 코팅종이 처리에 의해 공기의 흐름을 막아 냉기 이동이 저해 되어 온도가 다소 높게 유지되었으며 20 μm HDPE 천공필름 처리에 의해 일당귀 잎에서 방출된 수증기가 증가하여 필름포장 내의 평균 상대습도가 가장 높았고 파라핀왁스 코팅

종이 처리에 의해 평균 상대습도가 3.7% 낮았는데 일당귀 잎의 증산에 의해 발생된 수분을 파라핀왁스 코팅종이가 흡수하였기 때문인 것으로 판단된다.

중량감소를 측정

4°C 저장시 대조구로 사용한 일반 골판지상자에 포장한 일당귀 잎은 5일 경과시 중량감소율이 4.6%에 도달하였고 저장 15일째 11.3%까지 크게 감소하였다. 20 μm HDPE 천공 필름 처리와 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅종이 처리는 저장 20일까지 중량감소율의 변화가 없는 것으로 나타났으며 상온에 2일간 추가 유통하는 동안 1% 미만의 변화를 보였다(Fig. 2). 농산물의 수확 후 중량 감소는 직접적인 상품성 저하를 초래하며 증산과 호흡에 의한 것으로 특히 주로 증산작용의 영향을 많이 받는데 포장재의 기밀 정도의 밀폐가 높을수록 낮아지는 것으로 알려져 있으며(Bhowmik and Pan, 1992) 특히 엽채류는 잎이 연하고 큐티클층의 발달이 적어 저장 중 증산량이 타 채소에 비해 많다고 보고되어있다(Lee *et al.*, 2009). 허브 엽채류의 상품성을 유지 할 수 있는 한계 생체중량 감소는 품목에 따라 5~40%로 다르게 나타났지만 10% 정도로 보는 것이 적절할 것이라고 하였다(Lopresti and Tomkins, 1997). 중량감소율에 영향을 주는 요인은 표면적, 호흡율, 저장온도와 상대습도라고 하였으며 호흡률이 높은 엽채류는 중량감소를 억제하기 위해 가장 적절한 포장 방법으로 천공된 PE 봉지에 포장하는 것이며 이때는 일정한 온도를 유지하거나 흡습지를 함께 동봉하여 고습도 환경에서 자유 수분을 흡수하는 것이 봉지내부에서 물방울이 맺

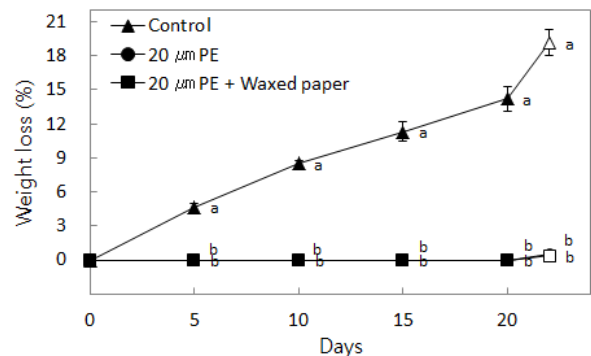


Fig. 2. Change in weight loss of *Angelica acutiloba* leaves by the different treated boxes for 20 days storage at 4°C (full symbols) and additional shelf life for 2 days at room temperature (open symbols). Values represent the mean±SE (n=3) and mean separation within storage date by Duncan's multiple range test at $p = 0.05$.

혀 그러한 조건에서 증식되기 쉬운 미생물 발생을 방지하여 신선도를 유지시켜 준다고 하였다(Cantwell and Reid, 2002). 이러한 천공 필름 조건하에서는 포장내부 기체 조성이 대기와 거의 같기 때문에 산소 농도를 낮추어 호흡을 억제하는 MA (Modified Atmosphere) 효과를 기대하는 것은 어렵지만 증산에 의한 수분손실로 인한 시들음을 막는 효과는 충분하고 고습도 조건에서 일당귀 잎과 포장재 안에 물방울이 생기는 것을 파라핀왁스 코팅종이가 흡수하여 물기로 인한 품질저하를 억제하는 효과가 있음을 알 수 있었다.

색상 및 엽록소 수치의 변화

포장한 후 4°C 에 20일간 저온저장하고 20일 후 상온에 2일간 추가 유통하는 동안 일당귀 잎의 SPAD 값에 의한 엽록소 수치와 색도를 측정 한 Hue angle 값의 변화를 Fig. 3에 나타내었다. SPAD 값에 의한 일당귀 잎의 엽록소 수치 변화는 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅종이 처리가 가장 높게 유지되었고

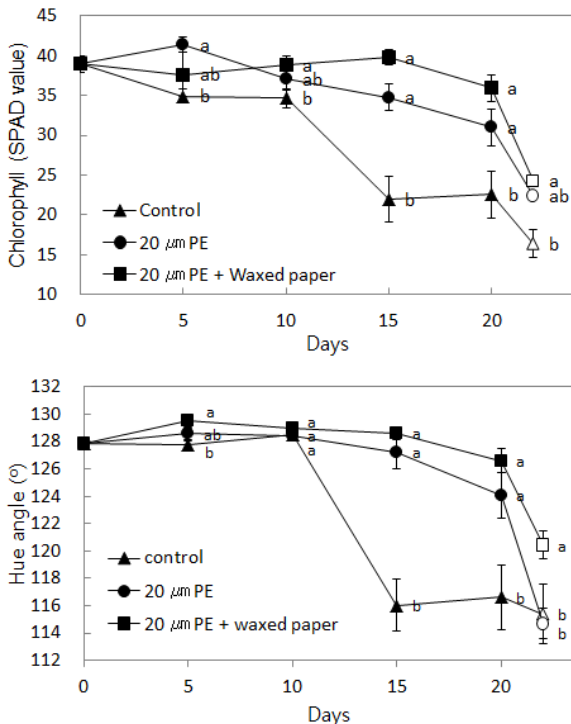


Fig. 3. Change in chlorophyll and hue angle of *Angelica acutiloba* leaves by the different treated boxes for 20 days storage at 4°C (full symbols) and additional shelf life for 2 days at room temperature (open symbols). Values represent the mean±SE (n=15) and mean separation within storage date by Duncan's multiple range test at $p = 0.05$.

4°C 저장 20일까지 20 μm HDPE 천공 필름 처리와 유의적인 차이가 없는 수준으로 유지가 되었다. 반면에 대조구로 사용한 일반 골판지상자에 포장한 일당귀 잎의 엽록소는 4°C 저장 15일 째 SPAD 값이 초기치의 56%까지 크게 감소하였다. 일반적으로 저장 기간이 경과함에 따라 엽록소 손실로 인한 황화가 진행되어 SPAD 값이 감소하는데 포장형태는 저장 기간 중의 수분손실 뿐 아니라 색소 함량의 변화 등 일당귀의 품질에 크게 영향을 미치는 것이 확인되었다(Fig. 4). 저장 중 일당귀의 Hue angle 값은 포장형태에 따라 차이를 보였으며 SPAD 값과 일치하는 경향을 나타내고 있었다. Hue angle 값에 의한 일당귀 잎의 색상은 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅종이 처리가 가장 높아 녹색이 유지되었고 4°C 저장 20일까지 20 μm HDPE 천공 필름 처리와 유의적인 차이가 없는 수준으로 유지가 되었으나 20일 후 상온에 2일간 추가 유통시 20 μm HDPE 천공 필름 처리에서 115°로 감소하였고 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅종이 처리는 120°로 상품성을 갖는 색도를 나타내었다. 또한, 대조구로 사용한 일반 골판지상자에 포장한 일당귀 잎의 Hue angle 값은 저장 15일 째 SPAD 값이 감소하였던 것 같이 116°로 감소하였다. 일당귀 잎의 황화현상은 엽록소 손실로 인해 나타나는 일당귀 잎의 노화에 대한 첫 번째 가시적인 현상이며 엽록소 손실은 브로콜리의 경우 엽록소 손실은 황화에 비례하여 감소하기 때문에 비파괴적인 품질 지표가 될 수 있다고 하였다(Finger *et al.*, 1999). 청경채의 엽 황화는 Hue angle 값이 120°에 도달한 후부터 눈에 띄기 시작하였으며 당함량은 저장기간 동안 감소하였는데 특히 글루코오스를 비롯한 당분이 주요 호흡기질로 사용되어 임계수준까지 감소된 후 잎의 세포내 엽록체에 포함된 지질과 단백질 등을 호흡기질을 사용하게 되면서 잎의 초록색을 유지하는 엽록소가 파괴된 결과 'degreening'되어 황화로 나타나게 된다고 하였으며(O'Hare *et al.*, 2001) 황화하여 노화

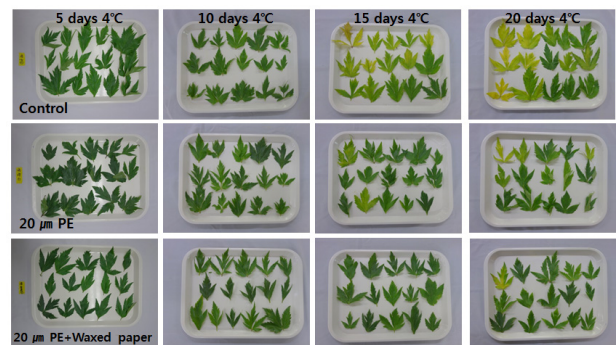


Fig. 4. Change in color of *Angelica acutiloba* leaves by the different treated boxes for 20 days storage at 4°C.

된 잎은 세포막의 결합력이 느슨해져 부패미생물에 약한 상태가 된다고 하였다(Cantwell and Reid, 1993).

관능평가

포장한 후 4°C 에 20일간 저온저장하고 20일 후 상온에 2일간 추가 유통하는 동안 향기와 외관품질 변화를 Fig. 5에 나타내었다. 모든 처리구에서 이취는 없다고 평가 되었는데(data not shown) 본 실험에서는 밀폐포장이 아닌 천공이 된 20 μm HDPE 필름을 사용하여 개방포장이었기 때문에 일당귀 잎의 호흡으로 산소가 소비되면서 포장 내부의 산소가 부족한 상태에서 발생하는 이취의 원인 물질인 에탄올과 아세트알데하이드가 생성될 수 없는 조건으로 이취가 관찰되지 않았던 것으로 판단된다. 일당귀 잎에서 발생하는 전형적인 향기와 외관품질은 점점 감소하는 경향이었으며 20 μm HDPE 천공 필름 처리와 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅종이가 높은 평가를 받아 저장 20일째까지 상품성을 유지하고 있었으나 대조구로 사용한 일반 골

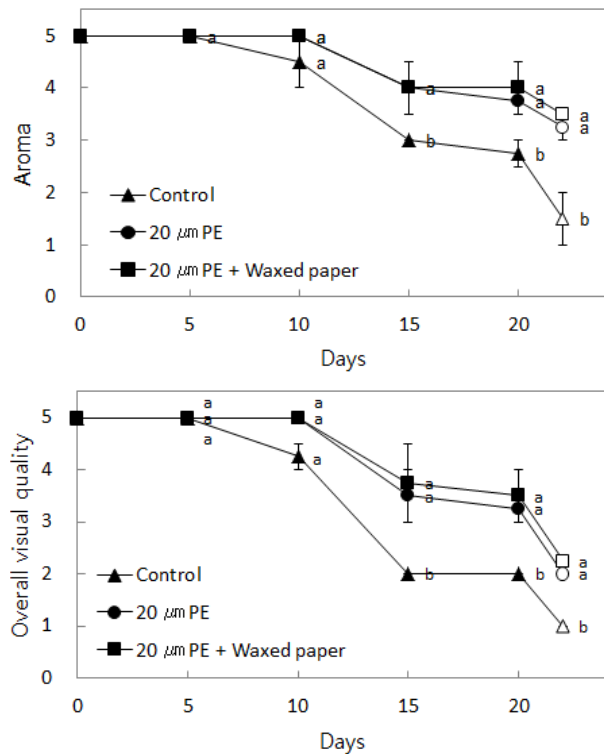


Fig. 5. Change in aroma and overall visual quality of *Angelica acutiloba* leaves by the different treated boxes for 20 days storage at 4°C (full symbols) and additional shelf life for 2 days at room temperature (open symbols). Values represent the mean±SE (n=3) and mean separation within storage date by Duncan’s multiple range test at p = 0.05.

판지상자에 포장한 일당귀 잎은 저장 15일 째 상품성을 상실하였다. 이는 색상 및 엽록소 수치와 외관품위의 변화 간의 높은 상관관계가 있음을 보여주었다. 신선채소는 색택만으로도 신선도를 판단할 수 있다고 하였으며(Nam, 1996) 잎의 외관품위의 차이를 가져와 상품의 가치를 하락시키는 원인으로 황화와 같은 색깔의 변화가 신선도 차이를 인지하는데 크게 영향을 주어 상품의 가치를 하락시키는 원인이 된다고 하였다(Lee et al., 2009). 일당귀는 주요 성분인 ligustilide와 n-butyridene phthalide가 휘발성 오일로 향을 내는 주요성분으로 알려져 있으며(Park et al., 2011) 품질 지표로 향기 유지도 분명히 고려되어야 하지만 일당귀 잎뿐만 아니라 다른 허브에 대해서도 수확 후에 투입되는 기술과 휘발성 오일 성분 유지와 관련된 연구는 대체적으로 미흡한 편으로 일당귀 잎의 포장을 비롯한 저장 및 유통 기술 개발을 통한 신선도 유지기간을 연장하는 데 있어서 향기성분을 최대화하여 풍미를 유지하는 연구가 필요할 것으로 보인다.

항산화활성 변화

Jang et al. (2015)은 DPPH 라디칼 소거활성을 이용하여 제주 자생 식물 11종으로부터 항산화 기능이 좋은 식물을 선별하였으며 항산화 물질 검색에 유용하다고 하였다. 포장한 후 4°C 에 20일간 저온저장하고 20일 후 상온에 2일간 추가 유통하는 동안 일당귀 잎의 전자공여능을 측정하여 항산화활성의 변화를 조사한 결과는 Fig. 6에 나타내었다. Positive control로 사용한 0.1 mg/ml ascorbic acid의 항산화활성은 94.6% 였으며, 일당

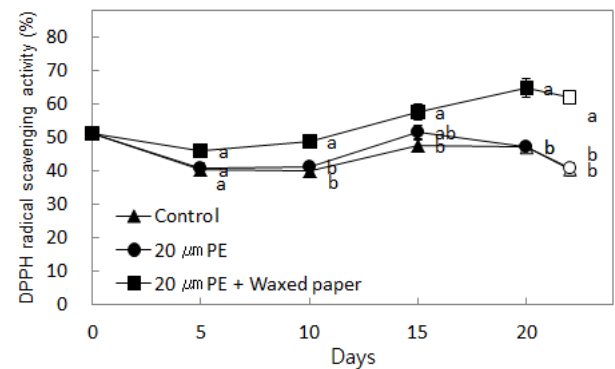


Fig. 6. Change in DPPH radical scavenging activity of *Angelica acutiloba* leaves by the different treated boxes for 20 days storage at 4°C (full symbols) and additional shelf life for 2 days at room temperature (open symbols). Values represent the mean±SE (n=3) and mean separation within storage date by Duncan’s multiple range test at p = 0.05.

귀 잎의 항산화활성 초기 값(수확 후 익일)은 51.3%로 나타났다. 4°C 저장 후 감소하기 시작하여 저장 10일째 대조구로 사용한 일반 골판지상자는 40.1%, 20 μm HDPE 천공 필름 처리는 41.4%, 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅종이 처리는 48.9%로 감소하였다. 그러나, 4°C 저장 15일째 모든 처리에서 항산화활성이 다소 증가하였으며 저장 20일째 골판지상자와 20 μm HDPE 천공 필름 처리 47.1%로 감소한 반면 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅종이 처리는 64.9%로 증가하였다. 또한, 4°C 저장 20일 후 상온에 2일간 추가 유통 시 골판지상자와 20 μm HDPE 천공 필름 처리의 항산화활성은 각각 40.5%, 41.1%로 감소한 반면 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅종이 처리는 62.1%로 다른 처리에 비하여 높게 유지되었다.

총 플라보노이드 함량 변화

포장한 후 4°C에 20일간 저온저장하고 20일 후 상온에 2일간 추가 유통하는 동안 일당귀 잎의 총 플라보노이드 함량의 변화를 조사한 결과는 Fig. 7에 나타내었다. Jeon *et al.* (2015)의 연구에 의하면 일당귀 잎의 총 플라보노이드 함량은 8.96 mg/g 이었으며 본 연구에서는 일당귀 잎의 총 플라보노이드 함량의 초기 값(수확 후 익일)은 건조중량/g당 20.6 mg quercetin equivalent (QE)로 나타났다. 일당귀 잎의 4°C 저장 15일째 대조구로 사용한 일반 골판지상자는 16.4 mg QE/g, 20 μm HDPE 천공 필름 처리는 17.2 mg QE/g로 저장기간이 지남에 따라 감소하였고 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅종이 처리는 22.3 mg

QE/g로 높게 나타났다. 4°C 저장 20일 후 상온에 2일간 추가 유통하였을 때 총 플라보노이드 함량이 감소하였으나 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅종이 처리는 19.2 mg QE/g로 플라보노이드 함량 유지에 유리한 것으로 판단된다. Park *et al.* (2014)의 연구에 의하면 50 μm PE 필름 밀봉에 의해 총 플라보노이드 함량의 변화가 적고 저온저장에서 상온저장에 비해 높아 포장하여 저온에 저장하는 것이 콜라비의 총 플라보노이드 함량 유지에 유리하다고 제시한 바 있다. 작물의 항산화활성은 총 플라보노이드 함량과 연관성이 높은 것으로 알려져 있으며(Sun *et al.*, 2002), 항산화활성의 지표로 총 플라보노이드 함량의 변화를 측정하는 것은 수확 후 저장기간 동안 중요한 품질요인이 될 수 있다고 하였다(Erkan *et al.*, 2008). 곰취 수확시기별 생리활성을 비교한 실험에서 플라보노이드류가 증가하는 기간에 항산화 활성의 증가양상을 확인한 바 있다(Suh *et al.*, 2015). 4°C 저장 20일 후까지 색상과 외관품위에 있어 유의적인 차이가 없는 것으로 평가되었던 20 μm HDPE 천공 필름 처리와 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅종이 처리의 총 플라보노이드 함량을 비교해보면 4°C 저장 15일 후부터 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅종이 처리가 유의적으로 높게 나타나 외관품위와 총 플라보노이드 함량이나 항산화활성 간에 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과로부터 일당귀 잎의 품질 판단에 있어 외관품위가 우선적으로 고려되는 품질 요소이지만 총 플라보노이드 함량과 같은 2차대사물질을 저장수명 구명을 위한 품질 지표로 활용할 수 있을 것으로 제시한다.

적 요

본 연구는 유통현장에서 다양한 포장 형태로 이용되는 일당귀 잎의 포장방법별 선도유지 효과를 구명하고자 하였다. 현장에서 이용되는 일당귀 잎의 1 kg 단위로 포장 형태를 골판지상자에 바로 일당귀 잎을 포장한 무처리를 대조구로 하여 20 μm HDPE 천공 필름, 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅 종이와 같이 3가지로 분류하였다. 4°C 저온에서 20일간 저장하고 20일 후 상온으로 옮겨 2일간 추가 유통하면서 중량감소를, 색도, 외관품위, 항산화활성과 총 플라보노이드 함량 변화를 조사하였다. 그 결과, 포장 형태에 따른 일당귀 잎의 중량 감소는 봉지 형태의 20 μm HDPE 천공 필름 포장과 20 μm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅 종이 포장에 의해 가장 적었으며 저장 중의 엽색, 외관 및 중량의 변화폭도 적어 상품성이 20일간 유지되었다. 대조구로 사용한 일반 골판지상자에 포장한 일당귀 잎은 저

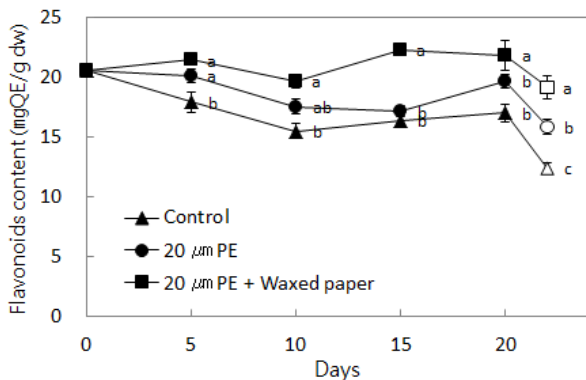


Fig. 7. Change in total flavonoids content of *Angelica acutiloba* leaves by the different treated boxes for 20 days storage at 4°C (full symbols) and additional shelf life for 2 days at room temperature (open symbols). Values represent the mean±SE (n=3) and mean separation within storage date by Duncan's multiple range test at $p = 0.05$.

장 15일 째 상품성을 상실하였다. 향산화활성과 총 플라보노이드 함량은 4°C에 20일간 저온저장 및 상온에 2일간 추가 유통하는 동안 20 µm HDPE 천공 필름+파라핀왁스 코팅종이 처리가 다른 처리에 비하여 높게 유지되어 생리활성 물질 함량 보존에 유효하였으며, 국내 유통현장에서 사용하기에 가장 적절한 포장방법으로 나타났다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01201002)의 지원에 의해 이루어진 것임

References

- Bhowmik, S.R. and J.C. Pan. 1992. Shelf life of mature green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. *J. Food Sci.* 57:948-953.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200.
- Cantwell, M. and M.S. Reid. 1993. Postharvest physiology and handling of fresh culinary herbs. *J. Herbs, Spices & Medicinal Plants* 1(3):93-127.
- _____. 2002. Postharvest handling systems: fresh herbs. *In* Kader, A.A. (ed.), *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, 3rd ed. Univ. Calif. Press, Oakland, California (USA). pp. 327-331.
- Choi, M.G., J.K. Bang and Y.A. Chae. 2003. Comparison of volatile compounds in plant parts of *Angelica gigas* Nakai and *A. acutiloba* Kitagawa. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 11(5):352-357 (in Korean).
- Choi, S.H. 2009. Quality characteristics of cookies prepared with *Angelica gigas* Nakai powder. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 15(2):309-321 (in Korean).
- Erkan, M., S.Y. Wang and C.Y. Wang. 2008. Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 48:163-171.
- Finger, F.L., L. Endres, P.R. Mosquim and M. Puiatti. 1999. Physiological changes during postharvest senescence of broccoli. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 34:1565-1569.
- Han, D.S. 1988. *Pharmacognosy*. Myung Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 201-203 (in Korean).
- Hong, E.Y., J.H. Kim, J.S. Yun and T. Yun. 2002. Selection of optimum hydroponics to produce leaves of *Angelica acutiloba*. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 20(S1):64 (in Korean).
- Hong, S., D.W. Kim, Y.S. Choi, D.S. Kim and O. Kim. 2016. Effect of *Acorus gramineus* water extract on the blood lipid profiles in high fat diet-fed mice. *Korean J. Plant Res.* 29(4):355-362 (in Korean).
- Jang, H.J., H.J. Bu and S. Lee. 2015. Screening for antioxidative activity of Jeju native plants. *Korean J. Plant Res.* 28(2):158-167 (in Korean).
- Jeon, T.Y., J.S. Kim and C.H. Lee. 2015. Change of antioxidant activities and phenolic compounds on leaves of *Angelica acutiloba* according to several pre-treatments. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 33(II):260-261 (in Korean).
- Ju, Y.S. 2002. *Ungok Herbology*. Seolimjae Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 377-391 (in Korean).
- Jung, H.K., M.O. Sim, J.H. Jang, T.M. Kim, B.K. An, M.S. Kim and W.S. Jung. 2016. Anti-obesity effects of *Peucedanum japonicum* Thunberg L. on 3T3-L1 cells and high-fat diet-induced obese mice. *Korean J. Plant Res.* 29(1):001-010 (in Korean).
- Kim, E.J., J.Y. Choi, M. Yu, M.Y. Kim, S. Lee and B.H. Lee. 2012. Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44(3):337-342 (in Korean).
- Lee, H.E., J.S. Lee, J.W. Choi, D.H. Pae and K.R. Do. 2009. Effects of mechanical stress on postharvest quality of baby leaf vegetables. *Korean J. Food Preserv.* 16(5):699-704 (in Korean).
- Lee, J.S., D.S. Chung, J.W. Choi, M.A. Jo, Y.S. Lee and C. Chun. 2006. Effects of storage temperature and packaging treatment on the quality of leaf lettuce. *Korean J. Food Preserv.* 13(1):8-12 (in Korean).
- Lee, S.G. 2008. Comparison of activity of *Angelica gigas* and *Angelica acutiloba* from Kangwon. *Korean J. Orient. Physiol. Pathol.* 22(5):1158-1162.
- Lopresti, J. and B. Tomkins. 1997. *Postharvest Handling and Packaging of Fresh Herbs*. Rural Industries Research and Development Corporation, Kingston, Australia. p. 23.
- Meilgaard, M., G.V. Civille and B.T. Carr. 1991. *Sensory Evaluation Techniques*, 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, Fla (USA).
- Moon, H.I., K.T. Ahn, K.R. Lee and O.P. Zee. 2000. Flavonoid compounds and biological activities on the aerial parts of *Angelica gigas*. *Yakhak Hoeji* 44(2):119-127

- (in Korean).
- Nam, S.Y. 1996. Qualitative changes in leaf lettuce by cultural and postharvest storage conditions. Department of Horticulture, Ph.D. Thesis, Seoul National Univ., Korea. pp. 36-75 (in Korean).
- O'Hare, T.J., A.J. Able, L.S. Wong, A. Prasad and R. McLauchlan. 2001. Fresh-cut Asian vegetables pak choi as a model leafy vegetable. In O'Hare, T., J. Bagshaw, W. Li and G. Johnson (eds.), Postharvest Handling of Fresh Vegetables, ACIAR, Beijing, China. pp. 113-115.
- Park, M.H., M.S. Jeong, S.J. Kim, W.B. Kim, J.S. Lee and J.W. Choi. 2014. Changes in the quality and secondary metabolites of kohlrabi during storage. Korean J. Food Preserv. 21(5):601-608 (in Korean).
- Park, T.Y., K.J. Kim, S.W. Jin, B. Choi, Y.S. Kim, Y.W. Koh, J.K. Kim, K.B. Whang, A. Kim, C.K. Huh, Y.J. Choi and K. Seo. 2015. Characteristics and growth response of *Angelica acutiloba* Nakai by different shading rate. Symposium of the Plant Resources Society of Korea. p. 91 (in Korean).
- Park, Y.C., J.S. Lee, M.H. Kim, D.Y. Kim and S. Lee. 2011. Pharmacological action and toxicity of *Angelica sinensis*. Korean J. Orient. Med. Prescr. 19(2):93-108 (in Korean).
- Philippa, B. 1994. The Illustrated Herbal. Hamlyn Press, London, UK. pp. 20-21.
- Shin D.Y., K.H. Hyun, Y.I. Kuk, D.W. Shin and S.S. Chun. 2015. Flavor characteristics and consumer acceptance of yacon (*Smalanthus sonchifolius* Poepp & Endl) leaf tea by different processes. Korean J. Plant Res. 28(6):743-742.
- Suh J.T., E.Y. Choi, D.L. Yoo, K.D. Kim, J.N. Kee, S.Y. Hong, S.J. Kim, J.H. Nam, H.M. Han and M.J. Kim. 2015. Comparative study of biological activities at different harvesting times and new varieties for highland culture of Gom-chwi. Korean J. Plant Res. 28(4):391-399 (in Korean).
- Sun, J., Y.F. Chu, X.Z. Wu and R.H. Liu. 2002. Antioxidant and anti proliferative activities of common fruits. J. Agric. Food Chem. 50:7449-7454.
- Thompson, J.F. and F.G. Mitchell. 2002. Packages for horticultural crops. In Kader, A.A. (ed.), Postharvest Technology of Horticultural Crops, 3rd ed. Univ. Calif. Press, Oakland, California (USA). pp. 85-95.

(Received 12 September 2016 ; Revised 17 October 2016 ; Accepted 1 November 2016)