

## 큰다닥냉이 어린잎채소의 MA저장 중 OTR 필름 종류가 품질에 미치는 영향

김주영<sup>1</sup> · 한수정<sup>1</sup> · 최인이<sup>1,2</sup> · 윤재수<sup>1</sup> · 문영현<sup>1</sup> · 김상민<sup>1</sup> · 강호민<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 원예·시스템공학부 원예과학전공, <sup>2</sup>강원대학교 농업생명과학연구원

### Effects of OTR Film Type on the Quality of *Lepidium sativum* L. Baby Leaf Vegetable during MA Storage

Ju Young Kim<sup>1</sup>, Su Jeong Han<sup>1</sup>, In-Lee Choi<sup>1,2</sup>, Jae Su Yoon<sup>1</sup>, Young Hyun Moon<sup>1</sup>,  
Sang Min Kim<sup>1</sup>, and Ho-Min Kang<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Horticulture and Systems Engineering, Program of Horticulture,  
Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

<sup>2</sup>Agricultural and Life Science Research Institute, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

**Abstract.** This study was conducted to examine the effect OTR film type on the quality of garden cress (*Lepidium sativum* L.) baby leaf during MA storage. Garden cress harvested at baby leaf size of 10cm plant height packed with 1,300 cc, 10,000 cc, 20,000 cc, 40,000 cc, and 80,000 cc·m<sup>-2</sup>·day<sup>-1</sup>·atm<sup>-1</sup> OTR (oxygen transmission rate) films and MP (micro-perforated) film, and then stored at 8°C for 10 days. All of the OTR film treatments showed a decrease of 0.5% fresh weight until the storage end date and a 1.3% decrease in the MP film treatment. The oxygen concentration in the packaging during storage was maintained at 18% or more in 20,000 cc, 40,000 cc, and 80,000 cc OTR film treatments, while the 1,300 cc OTR film treatment decreased to 11% at the storage end date. And the concentration of carbon dioxide was steadily increased in the 1,300 cc and 10,000 cc OTR film treatments to show the levels of 4.5% and 3.4%, respectively, and the other OTR film treatments showed a concentration of less than 1%. Ethylene concentration in the package was maintained at the highest level of 3-5 μL·L<sup>-1</sup> in the 1,300 cc treatment during the storage period. The lowest odor and the highest quality of appearance were observed in the 1,300 cc treatment, but the MP film treatment and the other OTR treatments lost marketable quality due to yellowing. The color of garden cress baby leaf was changed the lowest in 1,300 cc treatment that showed the highest chlorophyll content and Hue angle value, lowest b\* value, present of yellowing at end of storage date. Therefore, 1,300 cc treatment which was most effective for yellowing and odor suppression during storage is considered to be suitable for packaging of garden cress baby leaf.

**Additional key words :** off-odor, oxygen transmission rate, visual quality, yellowing

## 서 론

큰다닥냉이는 북한의 평안도와 함경도 화전지대에서 재배되어 온 귀화식물인데 고추냉이와 유사한 매운맛이 난다(Chae 등, 2011; Lee, 2003). 배추과 다닥냉이속 식물인 큰다닥냉이는 독특한 향과 맛을 가지고 있어 어린 잎 채소로의 이용 가능성과 재배 방법에 대한 연구가 진행되었다(Noh 등, 2013a; Noh 등, 2013b).

어린잎 채소는 맛, 영양, 색감이 우수하고 간편식으로

이용하기 용이하여 생산과 소비가 증가하고 있다 (Fallove 등, 2009). 그러나 어린잎채소는 조직이 연하고 호흡률이 높아 수분손실, 황화 등으로 인한 품질저하가 우려되어 수확 후 관리가 요구되고 있는 실정이다(Lee 등, 2009). 일반적으로 농산물의 저장성을 높이기 위해서는 작물의 수확 후 생리나 품질 저하 요인을 정확히 파악해야 하는데 현재 큰다닥냉이의 수확 후 관리 분야에 대한 보고는 없었으며, 배추과 식물에 대상으로 MA 저장을 통한 수분 손실 억제 및 황화 억제 효과 등이 보고된 바 있다(Choi 등, 2011; Cho 등, 2009). MAP (modified atmosphere packaging)는 식품 포장의 기체조성을 변경하여 저장 수명을 연장하고 품질 유지를 제공

\*Corresponding author: hominkang@kangwon.ac.kr

Received March 15, 2018; Revised April 27, 2018;

\*Accepted April 30, 2018

하는 포장 기술로 알려져 있으며(Brody 등, 2011), 조직이 연하여 품질저하가 빠르게 나타나는 어린잎 채소는 저장성 향상을 위한 방법으로 MA포장이 추천되고 있다(Jeong 등, 2015). 그러나 현재 국내에서 유통되는 소포장 농산물은 저산소나 고이산화탄소 장해를 피하기 위해 천공포장재의 이용이 많은데, 포장의 천공도가 지나치게 높아지면 MA포장 효과는 기대할 수 없다(Kim 등, 2014). 이에 본 연구는 레이저로 가공하여 산소투과도를 조절한 OTR(oxygen transmission rate)필름을 이용하여(Sohn 등, 2008), 큰다닥냉이 어린잎채소로서 MA저장 중 OTR필름이 품질에 미치는 영향을 알아보기로 수행하였다.

### 재료 및 방법

배추과 채소인 큰다닥냉이(*Lepidium sativum* L.)를 원예용 상토(바로커, 서울바이오)로 충진한 128공 육묘용 플러그트레이에서 2017년 9월 중순부터 2주간 재배하여 초장이 10cm일 때 수확하였다. MAP을 위한 포장재로는 산소투과도가 각각 1,300cc, 10,000cc, 20,000cc, 40,000cc, 그리고 80,000cc·m<sup>2</sup>·day<sup>-1</sup>·atm<sup>-1</sup>인 OTR(oxygen transmission rate) 필름과 대조구로 미세천공필름(MP-micro perforated film : Ø 0.06cm, 36ea/100cm<sup>2</sup>)을 사용하였다. 수확한 큰다닥냉이 어린잎을 각각의 포장재로 포장한 후 8±1°C의 저장 온도와 상대 습도 80±5%의 조건에서 10일간 저장하였다.

저장 기간 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소 및 에틸렌 농도 변화를 조사하였는데, 생체중 감소율은 초기 중량에서 감소하는 중량을 백분율로 표현하였다. 포장내 이산화탄소 및 산소 농도는 infrared sensor (Checkmate, PBI, Denmark)로, 에틸렌 농도는 gas chromatography (GC-2010, Shimadzu, Japan)를 사용하여 측정하였다(Park 등, 2000). 저장 최종일에 엽록소 함량은 chlorophyll meter(SPAD-502 plus, Konica Minolta, Japan)로 조사하였고, 색도는 색차계(CR-400, Konica Minolta, Japan)로 측정하였다. 외관상 품질과 이취는 5명의 패널에 의한 관능평가로 조사하여 외관상 품질의 등급은 저장 전 가장 좋은 상태를 5점, 상품성을 유지한 상태를 3점, 그리고 완전폐기 상태를 1점으로 하였다(Loaiza와 Cantwell, 1997; Lopez-Galvez 등, 1997). 이취는 Lopez-Galvez 등 (1997)의 방법을 응용하여 이취를 느끼지 못하는 수준을 0점, 이취가 매우 강한 수준을 5점으로 하였다. 모든 실험은 5반복으로 진행하였으며, 통계분석은 Microsoft Excel 2010 program을 이용한 표준편차 및 SPSS(IBM SPSS Statistics version 22) program을 이용한 각 처리간의 유의성 검정을 실시하였다.

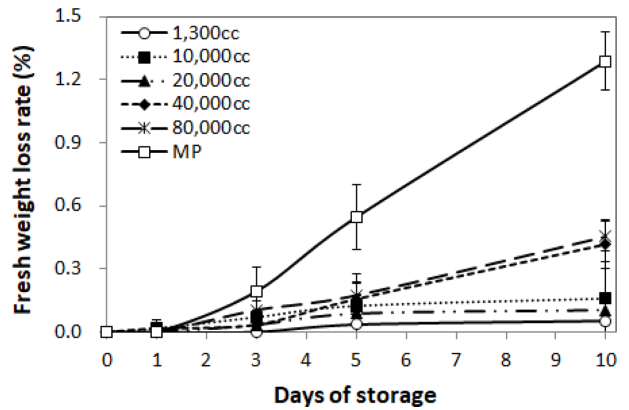
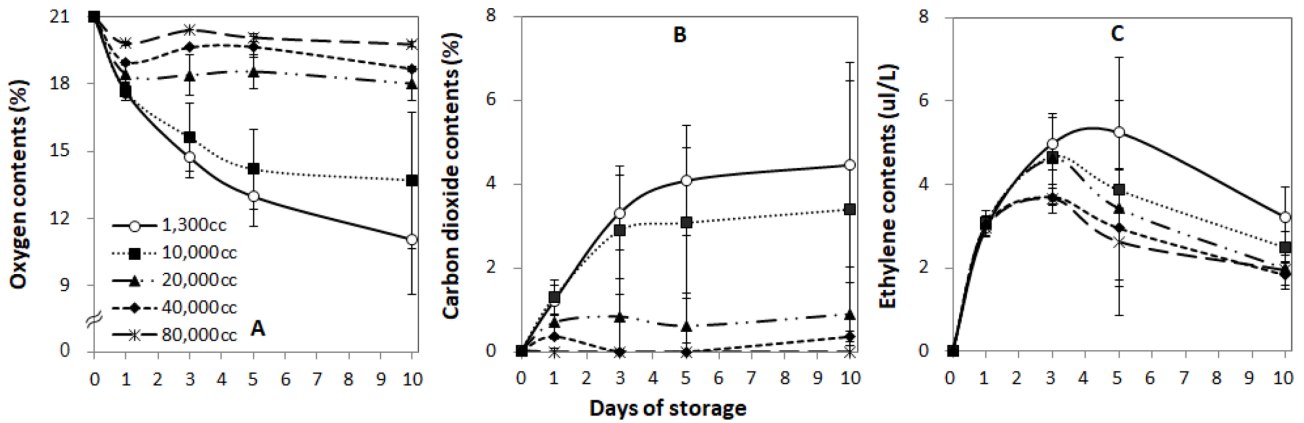


Fig. 1. The change of fresh weight loss rate of garden cress baby leaf vegetable packed with several OTR (oxygen transmission rate) film and MP (micro-perforated) film treatments stored for 10 days. Vertical bars represent ± SD (n=5).

### 결과 및 고찰

저장 중 큰다닥냉이 어린잎의 생체중 감소율은 저장 종료일까지 모든 MA저장 처리구는 0.5%를 보였고, 대조구인 미세천공 필름은 1.3% 수준이었다(Fig. 1). 큰다닥냉이의 최대 허용 생체중 감소율에 대한 보고는 없었으나, 수분 손실로 인한 품질저하가 큰 시금치 등이 3%의 최대허용 생체중 감소율을 보이는 것으로 볼 때(Kays와 Paull, 2004), 미세천공 필름 포장에서도 수분 손실로 인한 품질저하는 나타나지 않은 것으로 판단된다. 0.59mm의 천공 필름은 사과 소포장내 대기조성을 MA조건으로 만들 수는 없으나, 저장 중 수분손실은 0.3%의 수준으로 4%를 나타낸 무포장에 비해 억제효과는 있었다고 한다(Kim 등, 2014). 포장 내 산소농도는 20,000cc, 40,000cc, 그리고 80,000cc MA저장 처리구에서 저장기간 동안 18% 이상을 유지하였고, 1,300cc와 10,000cc MA저장 처리구는 저장 3일째부터 감소하여 저장 종료일 14% 이하로 감소하였다(Fig. 2A). 이산화탄소 농도는 1,300cc, 10,000cc MA저장 처리구에서 꾸준히 증가하여 저장종료일 각각 4.5%, 3.4%의 수준을 보였고, 나머지 OTR필름 처리구는 저장기간 동안 1% 미만의 농도를 유지하였다(Fig. 2B). 본 실험의 미세천공 처리구는 저장종료일 20% 이상의 산소농도와 0.1% 이하의 이산화탄소 농도를 보였는데(자료 미제시), Kim 등(2014)도 3-8mm 천공 필름으로 사과를 소포장 하였을 때, 포장내 산소와 이산화탄소 농도는 대기와 유사한 수준이었다고 보고한바 있다. 또한 Kader(2002)는 배추과 채소인 양배추의 최대 이산화탄소 허용량을 5%로 보고하였는데, 본 실험의 모든 처리구는 양배추의 최대 이산화탄소 허용량을 넘지 않는 수준이었다. 포장 내 에틸렌 농도는



**Fig. 2.** The change of oxygen contents (A), carbon dioxide contents (B), and ethylene contents (C) of garden cress baby leaf vegetable packed with several OTR (oxygen transmission rate) film treatments stored for 10 days. Vertical bars represent  $\pm$  SD (n=5).

**Table 1.** The spad, color, visual quality, off-odor of garden cress baby leaf vegetable packed with several OTR (oxygen transmission rate) film and MP (micro-perforated) film treatments at 8°C in last storage day (10 days).

Film treatments	Chlorophyll (SPAD)	Color index		Visual quality	Off-odor <sup>z</sup>
		b*	Hue angle		
1,300cc	23.8 a <sup>y</sup>	24.5 c	125.5 a	3.3 a	1.4 c
10,000cc	20.4 a	25.6 c	123.5 ab	3.1 a	2.6 b
20,000cc	14.7 b	29.9 b	120.2 bc	2.4 b	3.0 b
40,000cc	10.3 bc	34.9 a	114.5 d	1.9 c	2.9 b
80,000cc	9.2 c	30.9 b	115.4 cd	1.4 d	3.3 a
MP	8.5 c	31.1 b	109.6 e	1.4 d	2.9 b

<sup>z</sup>Off-odor was measured that 5 was most severe; unmarketable, 4 was severe, 3 was moderate, 2 was traceable, 1 was little, 0 was fresh condition.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

저장 5일째 산소투과도가 높아질수록 감소하는 경향을 보였고, 그중 1,300cc MA저장 처리구가 3-5 $\mu$ L·L<sup>-1</sup>로 가장 높았으나 통계적 유의성은 없었다(Fig. 2C). 큰다다냉이는 에틸렌 발생율이 매우 낮고 민감도는 높은 작물로 알려져 있는데(Kader, 2002), 저장 중 에틸렌 농도가 가장 높았던 1,300cc처리에서 황화와 같은 에틸렌에 의한 품질 저하 현상이 나타나지 않았다. 일반적으로 엽채류의 에틸렌에 의한 품질저하 현상은 엽록소 감소에 의한 황화, 노화 촉진이라고 알려져 있다(Kader, 2002). 그러나 엽채류의 황화와 노화촉진을 유도하는 에틸렌의 작용은 고농도 이산화탄소 농도에 의해 억제된다고 한다(Kays 와 paull, 2004).

큰다다냉이 어린잎의 황화 정도를 파악하기 위해 엽록소 함량과 색도 지표를 측정하였는데(Table 1), 저장 종료일에 엽록소 함량은 모든 처리구가 초기값에 비해 감소하였고, 그 중 1,300cc, 10,000cc MA저장 처리구가 감소폭이 가장 낮았다. 청색에서 황색을 나타내는 b\*값

은 모든 처리구가 초기값에 비해 증가하였는데, 그중 1,300cc, 10,000cc MA저장 처리구가 가장 적게 증가하였다. 또한 Hue angle 값은 90도에 가까울수록 노란색을 나타내는데(Kong과 Lee, 2010), 산소투과도가 높아질수록 90도에 가까워졌으며, 1,300cc와 10,000cc MA저장 처리구에서 초기값과 유사한 수준의 높은 값을 유지하였다. 십자화과 작물인 청경채의 MA저장 효과로서 황화억제와 저장기간 연장 효과가 보고된 바 있는데(Lu, 2007), 큰다다냉이 어린잎도 이러한 황화 억제 효과를 볼 수 있었다. 외관은 1,300cc, 10,000cc MA저장 처리구에서 저장 10일째까지 3점 이상을 나타내어 상품성을 유지하였고, 이를 제외한 모든 MA저장 처리구와 대조구인 미세천공 필름 처리구에서는 황화현상으로 인한 품질 저하로 상품성을 상실하였다(Table 1). 큰다다냉이 어린잎은 저장 중 황화현상이 문제가 되는 작물인데, 고농도의 에틸렌은 노화를 자극하며 엽채류의 황화현상을 촉진한다고 하였다(Kader, 2002). 1,300cc OTR필름 처리구

는 저장 중 에틸렌 농도가 가장 높게 유지되었으나 이와 동시에 이산화탄소 농도가 높게 유지됨으로써 상품성을 유지한 것으로 판단되는데, Kays와 Paull (2004)는 저장 중 이산화탄소 농도 증가는 클로로필 분해 억제, 에틸렌 작용 억제를 유도할 수 있다고 하였다. 이취는 산소투과도가 가장 낮았던 1,300cc OTR필름 처리구에서 가장 적었으며, 미세천공한 대조구는 처리구들의 평균 수준이었다(Table 1). 일반적으로 저산소와 고이산화탄소 조건에서 혐기성 호흡, 발효에 의한 이취가 발생하는데(Kader 등, 2002), 본 실험은 저장 기간 중 산소농도는 최저 11% 이상을 유지하여 혐기성 호흡에 의한 이취발생은 없었던 것으로 판단된다. Løkke 등(2012)은 양배추 이취는 노란 잎, 잎 끝 갈변과 관련 있다고 보고하였는데, 큰다당당이 어린잎의 이취도 잎의 황화에 의한 것으로 판단된다. 본 연구의 결과, 큰다당당이 어린잎은 1,300cc·m<sup>2</sup>·day<sup>-1</sup>·atm<sup>-1</sup> 필름을 이용한 MA저장으로 황화현상 및 이취를 억제할 수 있었고, 7-10일간 품질 유지 및 저장 기간 연장 효과를 볼 수 있었다.

### 적 요

본 연구는 큰다당당이 어린잎 채소의 MA저장 중 OTR 필름 종류가 품질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 수행하였다. 플라스틱하우스에서 2주간 재배한 초장 10cm 내외의 큰다당당이 어린잎을 산소투과도가 1,300cc, 10,000cc, 20,000cc, 40,000cc, 그리고 80,000cc·m<sup>2</sup>·day<sup>-1</sup>·atm<sup>-1</sup>인 OTR필름과 대조구인 미세천공필름(Ø 0.06cm, 36ea/100cm<sup>2</sup>)을 사용하여 포장하여 8°C에서 10일간 저장하였다. 저장 종료일 모든 OTR필름 처리구의 생체중 감소율은 0.5%를 보였고, 대조구인 미세천공 필름은 1.3%의 감소를 나타냈다. 포장 내 산소농도는 20,000cc, 40,000cc, 그리고 80,000cc OTR필름 처리구에서 저장 중 18%이상의 농도를 유지하였고, 1,300cc OTR필름 처리구는 저장 종료일 11%의 농도로 가장 낮게 유지되었다. 이산화탄소 농도는 1,300cc와 10,000cc OTR필름 처리구에서 각각 4.5%와 3.4%의 수준으로 꾸준히 증가하였고, 다른 OTR필름 처리구는 1% 미만의 농도를 유지하였다. 포장 내 에틸렌 농도는 저장 기간 중 1,300cc OTR 필름 처리구에서 3-5µL·L<sup>-1</sup>로 가장 높게 유지되었다. 1,300cc OTR필름 처리구에서 가장 낮은 이취와 가장 높은 외관상 품질을 보였는데, 대조구를 포함한 다른 처리구들은 황화현상으로 인한 품질저하로 상품성을 상실하였다. 저장 종료일에 조사한 엽록소 함량과 Hue angle값은 1,300cc OTR필름 처리구에서 가장 높았으며, 황색도를 나타내는 b\*값은 1,300cc OTR필름 처리구에서 가장 낮았다. 따라서 MA저장 중 황화와 이취 억제

효과가 우수한 1,300cc OTR필름이 큰다당당이 어린잎 채소의 포장에 적합하다고 판단된다.

**추가 주제어** : 이취, 산소투과도, 외관, 황화현상

### 사 사

본 연구는 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품 기술기획평가원의 농생명산업기술개발사업(117038-03)과 2016년도 강원대학교 대학회계 학술연구조성비(520160309)의 지원으로 수행되었음.

### Literature cited

- Brody, A.L., H. Zhuang, and J.H. Han. 2011. Modified atmosphere packaging for fresh-cut fruits and vegetables. Blackwell Publishing Ltd. Oxford, UK.
- Chae, Y.H., D.Y. Shin, C. Park, Y.T. Lee, S.G. Moon, and Y.H. Choi. 2011. Induction of apoptosis in human colon carcinoma HCT116 cells using a water extract of *Lepidium virginicum* L. J. Korean Soc Food Sci Nutr. 40:649-659.
- Cho, M.A., Y.P. Hong, J.W. Choi, Y.B. Won, and D.H. Bae. 2009. Effect of packaging film and storage temperature on quality maintenance of broccoli. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 27:128-139.
- Choi, J.W., W.M. Lee, J.H. Kwak, W.B. Kim, J.G. Kim, S.K. Lee, and M.A. Cho. 2011. Recent research status of postharvest management of broccoli. Korean J. Intl. Agri. 23:497-502.
- Falovo, C., Y. Roupael, E. Rea, A. Battistelli, and G. Colla. 2009. Nutrient solution concentration and growing season affect yield and quality of *Lactuca sativa* L. var. acephala in floating raft culture. J. Sci. Food Agric. 89: 1682-1689.
- Jeong, M.J. I.L. Choi, H.S. Yoon, J.P. Baek and H. M. Kang. 2015. Determination of suitable film for several compositae baby leaf vegetables MAP (modified atmosphere packaging) using OTR film. Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences 27:56-60.
- Kader, A.A. 2002. Postharvest technology of horticultural crops. 3rd Ed. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. USA.
- Kays, S.J. and E.R. Paull. 2004. Postharvest biology. Exon Press, Athens, GA, USA.
- Kim, S.J., Y.M. Park, and T.M. Yoon. 2014. Perforation adjustment of unit package for 'Fuji' apples during short-term cold storage and export simulation. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 32:184-192.
- Kong S.Y., and J. Lee. 2010. Quality characteristics and changes in GABA content and antioxidant activity of noodle prepared with germinated brown rice. J Korean Soc Food Sci Nutr. 39:274-280.

- Lee, H.E., J.S. Lee, J.W. Choi, D.H. Pae, and K.R. Do. 2009. Effect of Mechanical Stress on Postharvest Quality of Baby Leaf Vegetables. *Korean. J. Food. Preserv.* 16:699-704.
- Lee, T.B. 2003. *Coloured Flora of Korea*. Vol. 1. Hyangmoonsa, Seoul, Korea.
- Loaiza, J. and M. Cantwell. 1997. Postharvest physiology and quality of cilantro (*Coriandrum sativum* L.). *HortScience*. 32:104-107.
- Lopez-Galvez, G., G. Peiser, X. Nie, and M. Cantwell. 1997. Quality changes in packaged salad products during storage. *Zeitschrift Lebensmittel-Untersuchung Forschung*. 205:64-72.
- Lu, S. 2007. Effect of packaging on shelf-life of minimally processed bok choy (*Brassica chinensis* L.). 2007. *Swiss Soc. Food Sci. Technol.* 40:460-464.
- Løkke, M.M., H.F. Seefeldt, and M. Edelenbos. 2012. Freshness and sensory quality of packaged wild rocket. *Postharvest Biology and Technology*. 73:99-106.
- Noh, H.S, and J.W. Kim. 2013a. *Lepidium sativum* wild vegetable lance asiabell (*Codonopsis lanceolata* (siebold & zucc.) trautv.), tangshen (*Codonopsis pilosula* (franch.) nannf.) and garden cress (*Lepidium sativum* L.) to be used by bab. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 31:51(Abstr.).
- Noh, H.S., J.W. Kim, S.W. Kim, and I.J. Kim. 2013b. Proper depth of medium, temperature, and light intensity for box-culture in garden cress (*Lepidium sativum* L.) to be used by baby vegetable. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 31:55-56(Abstr.).
- Park, K.W., H.M. Kang, and C.H. Kim. 2000. Comparison of storability on film sources and storage temperature for fresh Japanese mint in MA storage. *J. Bio-Environ. Cont.* 9:40-46.
- Sohn, I.B., Y.C. Noh, S.C. Choi, D.K. Ko, J. Lee, and Y.J. Choi. 2008. Femtosecond laser ablation of polypropylene for breathable film. *Applied Surface Science*. 254: 4919-4924.