

저탄소 친환경 PLA 필름으로 포장한 콩나물의 신선도

박형우[†] · 김상희 · 장종근

한국식품연구원

Freshness of Soybean Sprout Packed with PLA Films

Hyung Woo Park[†], Sang Hee Kim and Jong Gun Jang

Korea Food Research Institute, Seongnam, Korea

Abstract Soybean sprouts of 100 g were packed with commercial OPP/PE films and developed PLA films, and stored at 10°C for 6 days. Effects of packaging film were investigated. The weight loss of OPP/PE film was higher than that of the PLA film. Total cell count of PLA2 and PLA3 packages was the lowest among 5 packages. Off-flavor was strong at OPP/PE, but that in PLA2 was very little. Vitamin C content of PLA2 was highest and preference test of PLA2 was also highest among 5 packages. Finally, the PLA packages for soybean sprouts was more suitable than OPP/PE.

Keywords PLA film, Biomass, Quality, Soybean sprout

서 론

콩나물이 건강식품의 일종으로 알려 지면서 콩나물에 대한 소비 또한 꾸준히 늘고 있다. 콩나물은 고려시대 이전부터 식용되어 왔으며 재배가 쉽고 가격도 저렴하며 계절에 관계없이 년 중 공급이 가능한 무 계절성 채소로 비타민과 섬유질의 공급원으로 중요한 역할을 해왔다¹⁾. 영양성분도 종자에 비해 vitamin A는 300%, vitamin C는 500~600% 이상 함량이 높아지며 발아과정에서 올리고당이 단당류로 전환되어 소화가 쉬워지는 등, 그 영양적 가치가 높은 것으로 알려져 있다^{2,3)}. 우리나라에서는 겨울철 비타민 공급원으로 애용되고 있으며, 무침, 각종 찜, 해장국, 샐러드, 콩나물국밥 등 아주 다양한 형태로 조리되어 이용되는 등 중요한 위치에 있다. 이와 같이 시장의 규모가 커지고 건강식품으로서의 비중이 높아짐에도 불구하고 콩나물 유통에 여러 가지 문제점이 노출되고 있는데, 유통과정 중에 품질저하로 인한 유통기간 단축이다. 가정용 콩나물은 300~500 g 단위로 콩나물용 플라스틱 필름, OPP/PE 봉투에 소포장 되어 냉장 유통되고 있다⁴⁾. 이 과정에서 빛이나 온도의 영향으로 자엽의 녹화와 하배축의 변질이나 갈변이 일어나 품질

저하와 유통기간 단축이 발생 한다^{5,6,7,8)}. 이 과정에서 일어나는 변화는 빛과 온도뿐만 아니라 CO₂ 농도도 관여하는데, 갈변은 주로 효소적 갈변에 의한⁴⁾. 이외에도 콩나물은 유통과정 중 이취가 발생되며 이를 억제하고자 필름 표면에 기계적 펀칭이나 레이저로 구멍을 뚫어 활용되고 있으며 기계적 펀칭 시에는 펀칭되는 필름의 표면 부위가 매끄럽지 않아 소비자들로부터 기호성이 떨어지는 문제점이 있다. 대기업을 중심으로 영국 Amcor사 microperforated film(상품명: P-plus) 제품이 전량 수입되어 콩나물, 기타 나물 등 포장재에 적용되고 있는데, 일반 OPP film보다 약 3배 정도의 고가임에도 불구하고 선도유지 효과에 의해 그 시장이 급속도로 성장하고 있다. 따라서 국내에서 2007년에 약 100억원, 2013년에 약 200억원의 필름수입이 예상되어 국산화가 시급하다. 특히 야채의 수출에 있어 포장재의 원가 비중이 크다는 점에 비추어 볼 때 국산화가 절실하다. 일본의 경우는 Sumitomo bakelite가 영국 Amcor사로부터 기술을 도입한 제품이 거의 70% 수준의 시장점유율을 기록하고 있는데, 그 시장이 약 1,500억원에 이르고 있으며 전 세계적으로 약 8,000억원의 시장을 형성하고 있어 수출유망상품으로서도 그 전망이 매우 밝다. 한편 지구온난화의 주범인 이산화탄소(CO₂) 증가억제, 석유자원의 절약, 생분해성 등과 같은 친환경 특성을 가진다는 점에 착안하여 biomass에서 유래된 biomass plastic을 사용한 다양한 제품

[†]Corresponding Author : Hyung Woo Park
516 Baekhyeon-dong, Bundang-gu, Gyeonggi-do 463-420 R.O.K
E-mail : <hwpark@kfri.re.kr>

개발이 활발히 진행되고 있다. 그중 PLA(Polylactide)의 특성은 강성면에서 PP보다 우수하나 toughness가 취약한 품질적 단점이 있지만 PP와 가격이 비슷하다는 경제성이 탁월하여 이를 이용한 제품개발이 자동차, 전자부품 등 여러 분야에서 급속히 진행되고 있다. 결국 toughness가 개선된 PLA를 이용한 야채포장용 선도유지 microperforated film 개발이 성공적으로 달성되면 CO₂ 저감형 환경 친화적인 요소와 선도유지 성능을 가지며 동시에 경제성이 우수한 실로 획기적인 세계 최초의 제품으로서 수입대체는 물론 수출유망상품으로서도 그 전망이 매우 밝다고 하겠다. 본고에서는 LPA필름과 기존에 사용 중인 영국 아모코사의 OPP 필름과 신선도 비교시험을 수행하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 시료는 양평산 콩나물을 가락시장에서 구입하여 크기와 색이 일정한 것으로 선별하여 사용하였다.

2. 필름

콩나물의 포장은 폴리사엔텍(경기 화성, 한국)에서 iPET 과제로 개발한 PLA 필름과 수입되어 사용중인 OPP 필름을 사용하였다. PLA1은 펀칭하지 않은 필름이며, PLA2는 8.5 mm 간격으로 펀칭, PLA3는 12.5 mm 간격으로 펀칭한 필름이다. OPP1은 펀칭하지 않는 것이며, OPP2는 펀칭되었고 영국 A사 수입제품이다. 필름의 두께는 0.05 mm이며

, 사이즈는 20 × 20 cm로 하였다.

3. 저장방법

콩나물은 각각 필름에 100 g씩 일정하게 담아 포장하여 10°C에서 6일간 2일 간격으로 측정하였다.

4. 포장된 콩나물 외관

아래 Fig. 1은 5종의 포장재로 포장된 콩나물의 외관을 나타낸 것이다.

5. 분석방법

1) 중량감소율

중량감소율은 포장 후 초기 값에 대한 중량에서 측정시 중량을 뺀 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

2) 수분함량 측정 및 외관변화

수분함량은 무작위로 시료 5 g씩 취하여 105°C에 가열하는 상압가열건조법으로 측정하였다.

3) 총균수 측정

미생물 총균수는 일정량의 시료를 채취하여 멸균수 10배를 가해 1분간 균질화 한 다음 단계별로 희석하여 1 mL씩 배지에 도말하고 37°C에서 48시간 배양 후 colony수를 측정하였으며, log colony CFU/g으로 나타내었으며, 미생물 검출에는 총균수 측정용 배지(Petrifilm™ plate, 3M Co., USA)를 사용하였다.

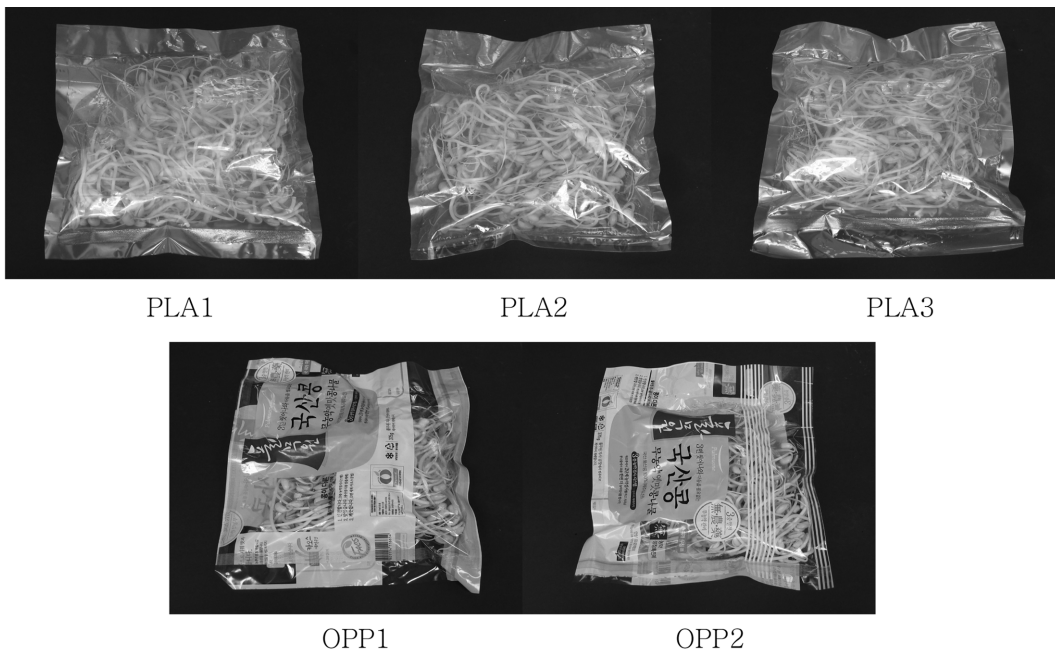


Fig. 1. Appearance of calyx of soybean sprout packed with OPP/PE and PLA pouches.

4) 비타민 C 함량

2,4-DNP 비색법에 준하여 측정하였으며, 일정량의 시료를 5% metaphosphoric acid 용액과 혼합하여 여과 후 여과액을 각각 희석하여 2 mL씩 시험관에 취한 후 indophenol 용액을 첨가하고, DNP 용액을 가해 osaxone을 형성, 용해, 흡광도 측정의 순서로 조작하여 spectrophotometer(V-530, Jasco, Japan)을 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

5) 기호도 조사

기호도 조사는 저장기간 동안 패널 10명을 대상으로 실시하였으며, 조사항목은 외관, 이취, 조직감, 전반적인 기호도를 9점법을 이용하여 조사하였다. 이취는 점수가 낮은 수록 높은 평가를 받은 것으로 하였다.

결과 및 고찰

1. 콩나물의 중량변화

저온저장 중 콩나물의 포장재에 따른 중량 감소율은 Fig. 2와 같이 저장기간이 지날수록 모든 처리구에서 중량감소를 보였다. OPP 포장구에 비해 PLA 포장구의 감소율이 더 높은 것으로 나타났지만 0.025%이하의 적은 변화로 두 포장구간에 큰 차이가 없었다. 이는 사과를 염화칼슘처리와 MA 포장한 처리구가 대조구에 비해 중량 감소율이 적었다⁹⁾는 박 등의 보고와 유사한 경향을 나타내었다.

2. 총균수 측정

포장재 종류에 따라 포장한 콩나물의 저장 중 총균수 변화를 조사한 결과는 Fig. 3과 같이 저장 기간이 지남에 따라 총균수는 증가하는 경향을 보였다. PLA 포장구 모두

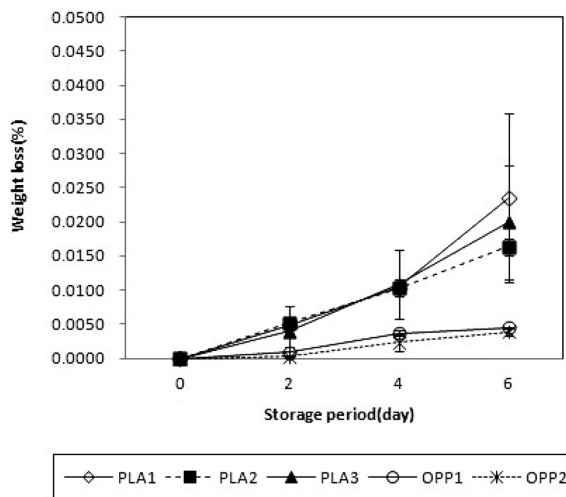


Fig. 2. Weight loss of soybean sprout packed with PLA and OPP/PE pouches.

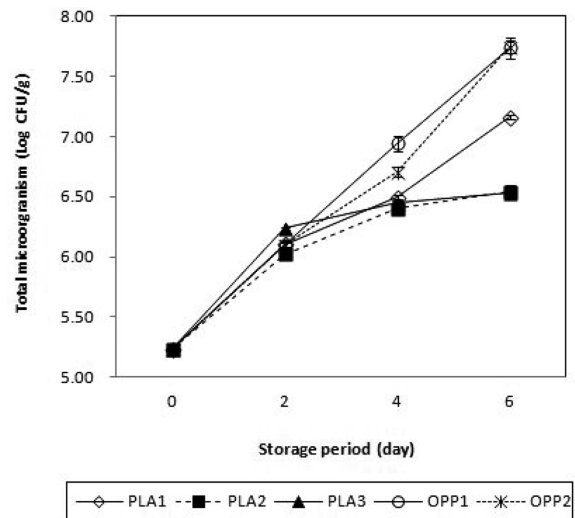


Fig. 3. Total microorganism of soybean sprout packed with PLA and OPP/PE pouches.

OPP 포장구보다 균의 증식이 적어 부패에 따른 미생물 증식 억제에 효과적인 것으로 나타났다. 초기 값에서 저장 6일째 PLA1구는 27%, PLA2구는 20%, PLA3구는 29.7%, OPP1구는 32.4%, OPP2구는 32.5%의 증가율을 나타내었으며, PLA2, PLA3 포장구가 가장 적은 균의 증식율을 보였다. 이는 세척콩나물을 25°C에 5일간 저장하면서 일반세균 변화를 조사한 결과 초기치 4.5 log CFU/g에서 저장 5일 후 6.3 log CFU/g로 보고¹⁰⁾한 것과 유사한 경향을 보여 주었다. 또 꽃감을 LDPE 포장재로 포장한 후 18°C에 저장하면서 곰팡이 발생정도를 조사한 것¹¹⁾과도 유사한 경향을 나타냈다.

3. 비타민 C 함량 측정

포장재 종류에 따라 포장한 후 10°C 저장한 콩나물의 저장 중 비타민 C 함량 변화를 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 모든 처리구에서 저장기간의 경과에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며, 초기 13.6 mg%에서 저장 6일째 PLA1구는 11.97 mg%, PLA2구는 13.05 mg%, PLA3구는 12.74 mg%로 각각 14.1%, 4.7%, 7.2%의 감소율을 보였다. OPP1구는 11.75 mg%, OPP2구는 11.85 mg%로 각각 16.3%, 15.3% 감소율을 나타내었으며, 포장구 중 PLA2 포장구에서 가장 변화가 적은 것으로 나타났다. 콩나물을 오존수로 처리하여 10°C에 저장하면서 vitamin C 함량 변화를 조사한 결과 저장기간이 경과함에 따라서 감소된다는 것¹²⁾과 같은 경향을 나타내었다.

4. 수분함량

저장기간 동안 콩나물의 수분함량 변화는 Fig. 5와 같다. 저장초기 수분함량은 88.4%로 저장기간이 지남에 따라 모든 처리구의 콩나물 수분함량은 감소하여 저장 6일째 PLA1

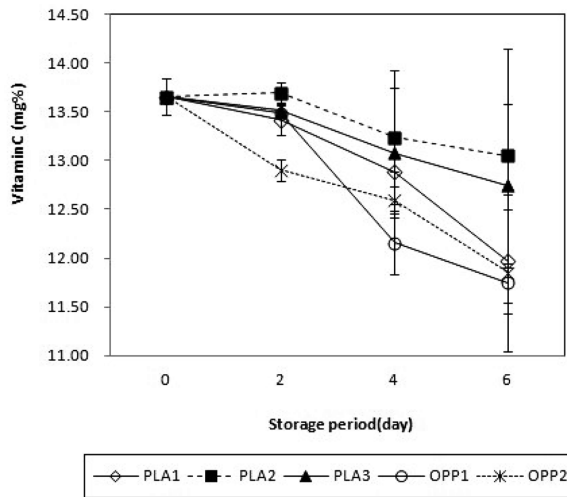


Fig. 4. Vitamin C content of soybean sprout packed with PLA and OPP/PE pouches.

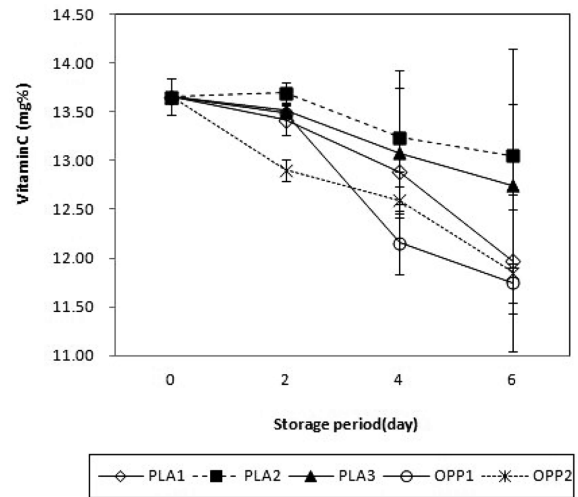


Fig. 6. Sensory of soybean sprout packed with PLA and OPP/PE pouches.

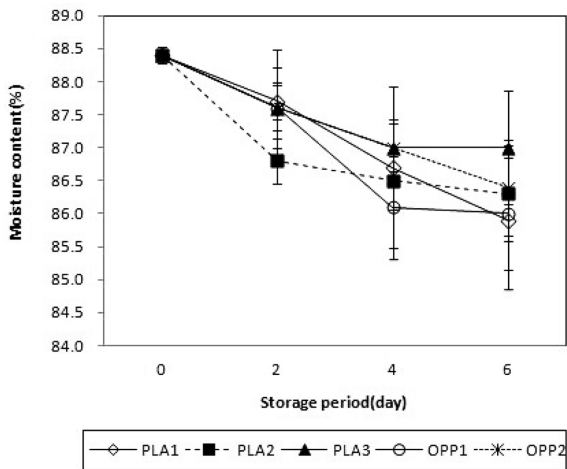


Fig. 5. Moisture content of soybean sprout packed with PLA and OPP/PE pouches.

처리구는 85.9%, PLA2 처리구는 86.3%, PLA3 처리구는 87%, OPP1 처리구는 86%, OPP2 처리구는 86.4%로 처리구간 뚜렷한 차이를 보이지 않았으나, PLA3 처리구가 저장 초기보다 저장 6일째 1.4% 이하의 가장 적은 감소율을 나타내고 있었다. 이는 대추를 MA 필름으로 포장하여 8°C에 저장하면서 수분함량변화를 조사한 결과 저장기간이 지남에 따라, 필름두께가 얇은 포장구에서 수분함량 변화가 심하게 나타났다¹³⁾는 보고와 일치하였다.

5. 기호도 조사

포장재 종류에 따라 저장기간 동안 콩나물의 기호도 조사 결과는 Fig. 6과 같다. 저장 6일째 전반적으로 PLA2 포장구가 높은 기호도를 나타내었다. 저장 6일째 외관과 조

직감에서는 모든 포장구가 비슷한 기호도를 보였다. 하지만 이취항목에서 PLA1은 4점, PLA2는 1점, PLA3 1점으로 거의 이취가 발생하지 않았다고 하였고, OPP1은 8점, OPP2는 7점으로 이취가 심한 것으로 나타났다. 종합적기호도에서도 이취항목으로 인해 OPP1과 OPP2는 각각 4점과 3점으로 나타났고 PLA1, PLA2, PLA3는 각각 6점, 8점, 7점으로 PLA2 포장구가 가장 높은 기호도를 나타내어 저장 6일째까지 상품성이 있는 것으로 판단된다. 또, 콩나물의 냄새는 초기에는 콩나물 고유의 냄새를 유지하다가 포장 후 저장 기간이 경과함에 따라서 알콜취가 감지되기 시작하고 알콜취가 강해지면 콩나물취는 감지되지 않는다. 이는 알콜취 및 이취의 자극정도가 상대적으로 강해 콩나물취가 관능적으로 감지되지 못하는 masking 효과 때문이며, 포장구 내 산소농도가 6%이하부터 알콜취가 느껴지며, 1% 이하에서는 그 생성량이 급격히 증가하며 이취도 감지되기 시작한다¹⁴⁾는 보고에서도 언급하듯, 저장 6일 후 기존의 OPP 포장구들에서는 이취가 심했으나 PLA 개발 포장구들에서는 이취 발생이 현격히 적었다.

요 약

포장재별로 처리한 콩나물의 저장 중 품질변화를 살펴보았다. 중량 감소율은 OPP필름에 비해 PLA 필름이 더 높은 것으로 나타났으나 0.025% 이하의 감소율로 큰 차이를 보이지 않았다. 수분함량의 경우 PLA3 포장구가 다른 처리구보다 가장 적은 감소율을 보였으며, 총균수 변화에서는 PLA2, PLA3 포장구가 가장 적은 증가율을 나타내었으며, 외관 상태에서 OPP 포장구는 봉투 개봉시 모든 포장구에서 부패취가 발생하였다. 비타민C 함량 변화는 PLA2 포장

구가 변화율이 적었으며, PLA3 필름구가 그 다음으로 나타났으며, 기호도 조사에서는 PLA2 포장구가 모든 항목에서 높은 점수를 나타냈다. 결과적으로 OPP 포장구 보다는 PLA 포장구의 변화가 적었음을 알 수 있었으며, 그 중 PLA2와 PLA3 필름이 콩나물 저장에 가장 효과적임을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업 (project no. GA0947)의 연구비 지원에 의해 수행된 과제에 이에 감사 드립니다.

참고문헌

- Kim, S.Y., Lee, K. A., Yun, H. T., Kim, J. T., Kim, U. H., and Kim, Y. H. 2011. Analysis of fatty acids and dietary fiber in soy sprouts. *Korean J. Crop Sci.* 56(1): 29-34.
- Kim, S. D., Kim, S. H., and Hong, E. H. 1993. Composition of soybean sprouts and its nutritional value. *Korean Soybean Dig.* 6: 1-9.
- Lee, Y. S., Kim, Y. H., and Kim, S. B. 2005. Changes in the respiration, growth and vitamin C content of soybean sprouts in response to chitosan of different molecular weights. *HortSci.* 40(4): 1333-1335.
- Jeon, S. H., Lee, S. H., Kim, Y. H., Oh, S. Y., Kim, K. M., Chung, J. I., and Shim, S. Y. 2010. Effect of storage temperature on physicochemical and sensory characteristics of soybean sprouts. *Korean J. Crop Sci.* 55(3): 220-225.
- Lee, Y. S., and Kim, Y. H. 2004. Changes in postharvest respiration, growth, and vitamin C content of soybean sprouts under different storage temperature conditions. *Korean J. Crop Sci.* 49: 410-414.
- Park, M. H., Kim, D. C., Kim, B. S., and Nahmgoong, B. 1995. Studies on pollution-free soybean sprouts production and circulation market improvement. *Korean Soybean Dig.* 31: 421-426.
- Bae, K. G., Nam, S. W., Kim, K. N., and Hwang, Y. H. 2004. Difference in freshness of soybean sprouts as affected by CO₂ concentration and postharvest storage temperature. *Korean J. Crop Sci.* 49: 172-178.
- Cho, H. Y., Kim, Y. H., and Lee, Y. S. 2006. Characterization of off-flavors from film packed soybean sprouts. *Korean J. Crop Sci.* 51: 220-226.
- Park, H. W., Lee, S. A., Kim, Y. H., Kim, Y. M., Cha, H. S., and Park, J. D. 2007. Effects of calcium chloride treatment and modified atmosphere packaging on the quality change of 'Fuji' apple. *Korean J. Food Preserv.* 14(5): 457-461.
- Yoo, J. Y., and Jang, K. I. 2011. Changes in quality of soybean sprouts washed with electrolyzed water during storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 40(4): 586-592.
- Kim, S. H., Park, H. W., Lee, S. A., Kim, Y. H., and Cha, H. S. 2004. Quality change of dried persimmon depending on pre-treatment and packaging materials during storage. *Korean J. Food Preserv.* 11(4): 437-440.
- Kim, I. D., and Kim, S. D. 2001. Changes in quality of soybean sprouts grown by ozone water treatment during storage. *Korean J. Postharvest Sci. Tech.* 8(4): 379-384.
- Park, H. W., Guan, J. F., Kim, S. H., Cha, H. S., Park, H. R., and Kim, Y. H. 2006. Development of functional modified atmosphere film for Winter Date. *Korean J. Food Preserv.* 13(2): 125-130.
- Cho, K. S., Kim, Y. H., and Lee, Y. S. 2006. Characterization of off-flavors from film-packed soybean sprouts. *Korean J. Crop Sci.* 51(3): 220-226.