

시금치 포장 및 보관온도가 품질보존에 미치는 영향

최동진^{1*} · 이숙희¹ · 윤재탁¹ · 심용구¹ · 오석귀² · 전하준³

¹경상북도농업기술원, ²원광대학교 원예·애완동식물학부, ³대구대학교 원예학과

Effect of Polypropylene Film Package and Storage Temperature on the Shelf-life Extension of Spinach (*Spinacia oleracea* L.)

Dong Jin Choi^{1*}, Suk Hee Lee¹, Jae Tak Yoon¹, Yong Gu Sim¹, Seok Gui Oh², and Ha Joon Jun³

¹Kyeongbuk Agricultural Research and Extension Services, Daegu 702-320, Korea

²Division of Horticulture and Pet Animal-Plant Science, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

³Dept. of Horticulture, Daegu University, Gyungsan 712-714, Korea

Abstract. To extend the shelf-life of spinach after harvest, we investigated the effect of various packaging methods and storage temperature. In case of polypropylene film package, there was no weight loss, but in non-package, remarkably weight loss occurred as storage period extended and storage temperature risen. Content of vitamin C was decreased rapidly at early stage of storage, and decrease of vitamin C in low temperature storage was lower than that of room temperature storage, but its large difference according to packaging method was not observed. In hunter's value on spinach, b value in room temperature storage was higher than that of low temperature storage. In terms of freshness, shelf-life of spinach by low temperature storage (1~3°C) after PP film packaging lasted 34 days, and that by room temperature storage (10~15°C) after PP film packaging lasted 8 days, but that by room temperature storage after non-packaging lasted 3 days.

Key words : film package, freshness, spinach, storage temperature

*Corresponding author

서 언

채소작물은 거의 대부분 수확 후 신선한 상태로 판매, 유통되고 있다. 생체 상태로 수확된 작물들은 수확 후에도 호흡, 증산 등의 생리활동을 왕성하게 계속하며, 이러한 생리활동은 유통 및 저장 중 생산물의 품질을 저하시키는 큰 원인이 된다(Sacher, 1973). 특히 파, 시금치, 상추, 양파 등은 수확 후 상온에서 평균 보존기간이 1주 미만(Park, 1994)으로 유통과정에서 선도 유지와 손실방지에 어려움이 매우 큰 작물이다. 그러므로 수분함유 비율이 높은 엽채류 같은 신선채소는 유통 및 저장기간 동안 호흡, 증산작용 등을 가급적 억제시켜 수분의 손실을 줄이는 동시에 신선도를 유지시키는 것이 중요하다. 그 방법으로 수확 후 예냉, 저온 처리, modified atmosphere packaging(MAP) 등이 효과

적이다(Aharani와 Ben-Yehoshua, 1973; Ben-Yehoshua, 1985; Golomb 등, 1984; Park과 Kim, 2000; Yang 등, 1993). 본 실험은 신선채소인 시금치의 포장 및 저장 온도별 적정 품질보존기간을 구명함으로써 고품질의 상품을 소비자에게까지 유통시킬 수 있는 기초자료를 얻고자 수행하였다.

재료 및 방법

시금치는 포항 흥해 주산단지에서 동계 노지재배한 '오까메'(타키이 종묘) 시금치를 3월 26일에 현지 수확하여 300 g씩 1단으로 묶은 후 박스에 담아 경상북도 농업기술원 저장고로 운반하여 실험에 이용하였다. 포장재료는 30 µm의 polypropylene(PP) film을 사용하였고, 포장봉지의 크기는 30×40 cm으로 하였다. 포장

Table 1. Changes of weight loss in spinach during storage by packaging method and storage temperature.

| Storage temperature | Packaging method ^z | % of weight loss | | | | | |
|---------------------|-------------------------------|--------------------|------------------|-------|------|------|------|
| | | 3 day ^y | 6 | 8 | 11 | 14 | 16 |
| 1~3°C | PP I | 0 | 0 f ^x | 0 f | 0 | 0 | 0 |
| | PP II | 1.2 | 1.9e | 2.4e | 3.3 | 4.0 | 4.9 |
| | Control | 4.4 | 7.5c | 8.9c | 11.3 | 13.1 | 15.2 |
| 8~10°C | PP I | 0.1 | 0.3ef | 0.3f | 0.2 | 0.3 | - |
| | PP II | 2.4 | 3.9d | 4.4d | 5.2 | 5.7 | - |
| | Control | 10.2 | 13.9b | 15.5b | 17.3 | - | - |
| Room temperature | PP I | 0.2 | 0.4ef | 0.7f | - | - | - |
| | PP II | 4.6 | 7.8c | 10.0c | - | - | - |
| | Control | 12.2 | 23.6a | 29.1a | - | - | - |

^zPP I, sealing (30 µm polypropylene film sack); PP II, 1% hole of surface (30 µm polypropylene film sack); control, non-package.

^yDays of storage.

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 2. Vitamin C content of spinach during storage by packaging method and storage temperature.

| Storage temperature | Packaging method ^z | Vitamin C contents (mg/100 g FW) | | | | |
|---------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------|--------|------|------|
| | | 0 day ^y | 3 | 8 | 14 | 34 |
| 1~3°C | PP I | 77.9 | 57.7a ^x | 51.0a | 30.2 | 23.5 |
| | PP II | 77.9 | 55.2ab | 53.8a | 56.5 | - |
| | Control | 77.9 | 56.6a | 49.2ab | - | - |
| 8~10°C | PP I | 77.9 | 53.2abc | 38.9c | 28.7 | - |
| | PP II | 77.9 | 54.9ab | 46.1b | - | - |
| | Control | 77.9 | 53.2abc | - | - | - |
| Room temperature | PP I | 77.9 | 51.2bcd | 25.1 | 15.2 | - |
| | PP II | 77.9 | 47.5d | - | - | - |
| | Control | 77.9 | 48.5cd | - | - | - |

^zSee table 1.

은 1단(300 g)씩 넣어 각각 밀봉, 밀봉 후 비닐봉지 표면에 1% 구멍, 무포장(관행)으로 구분하였으며 처리별 5반복으로 하였다. 저온저장은 온도 1~3°C, 8~10°C의 저온실에 두었으며, 상온저장은 약 10~15°C 정도의 저장고의 준비실에 두었다. 저장 중 증산 및 호흡에 의한 중량감소를 저장시 중량에 대한 백분율로 표시하였다. 비타민 C함량 분석은 Choi 등(2000)과 같은 방법으로, 생체시료 2 g을 2% metaphosphoric acid용액 50 mL로 추출한 뒤 추출액 2 mL에 indophenol 0.2 mL, 2% metaphosphoric acid 2 mL를 가하여 충분히 혼합하였다. 여기에 2,4-dinitrophenyl(DNP) 1 mL를 첨가한 뒤 37°C에서 3시간 방치시키고, 즉시 방냉 후 85% H₂SO₄용액 5 mL를 가한 뒤 vortex mixer로 혼합하고 실온에서 30분간 방치

후 540 nm에서 흡광도를 측정하여 검량선에 의거 함량을 산출하였다. 시금치 엽 색도(Minolta CM-100)는 Hunter's value L, a, b로 표시하였다. 신선도 평가는 포장 및 온도를 달리하여 보관한 시금치에 대해 시들음, 부패, 황화, 무름 등을 종합 평가하여 신선도 점수(9: 매우 좋음~3: 매우 나쁨)를 표기하였다.

결과 및 고찰

시금치 저장 중 중량 감소율은 Table 1과 같다. Polypropylene(PP)필름 밀봉포장은 저온저장에서 저장기간이 경과하여도 중량감소가 거의 없었으며, PP필름 포장 후 봉지 표면에 1%의 천공 처리도 저온저장(1~3°C)에서는 저장 16일에도 5%정도만 감소되었다.

시금치 포장 및 보관온도가 품질보존에 미치는 영향

Table 3. Changes of Hunter's value in spinach during storage by packaging method and storage temperature.

| Storage temperature | Packaging method ^{b)} | Hunter's value | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------------|---------------------|---------|------|-------|----------|-------|-------|-------|------|
| | | 3 day ^{a)} | | | 8 | | | 14 | | |
| | | L | a | b | L | a | b | L | a | b |
| 1~3°C | PP I | 24.56 | -3.86ab | 6.46 | 26.30 | -4.33ab | 7.47 | 23.82 | -3.63 | 6.34 |
| | PP II | 25.19 | -3.84ab | 6.73 | 25.74 | -4.01bcd | 7.03 | 24.84 | -3.83 | 7.23 |
| | Control | 22.87 | -3.67ab | 6.21 | 24.11 | -3.47d | 6.08 | 23.84 | -3.50 | 6.85 |
| 8~10°C | PP I | 24.25 | -3.70ab | 6.27 | 24.48 | -4.50ab | 7.82 | 24.06 | -4.07 | 7.59 |
| | PP II | 24.73 | -4.05a | 7.05 | 25.22 | -3.65cd | 6.62 | 26.18 | -3.91 | 8.76 |
| | Control | 22.38 | -3.42b | 6.36 | 24.78 | -4.16abc | 7.30 | 25.83 | -3.66 | 9.05 |
| Room temperature | PP I | 24.12 | -4.02a | 6.89 | 28.95 | -4.72a | 9.71 | - | - | - |
| | PP II | 24.88 | -3.97a | 7.22 | 28.41 | -4.03bcd | 9.71 | - | - | - |
| | Control | 23.80 | -3.56ab | 6.89 | 27.89 | -3.53d | 10.62 | - | - | - |

^{a)}See table 1.

Table 4. Changes in freshness of spinach during storage by packaging method and storage temperature.

| Storage temperature | Packaging method ^z | Freshness score ^y | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------------|------------------------------|---|---|----|----|----|----|--|
| | | 3 day ^x | 6 | 8 | 11 | 14 | 16 | 34 | |
| 1~3°C | PP I | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | |
| | PP II | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 5 | |
| | Control | 9 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | |
| 8~10°C | PP I | 9 | 9 | 9 | 9 | 7 | 7 | - | |
| | PP II | 9 | 9 | 9 | 7 | 5 | 5 | - | |
| | Control | 7 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | - | |
| Room temperature | PP I | 9 | 9 | 9 | 5 | - | - | - | |
| | PP II | 9 | 5 | 5 | - | - | - | - | |
| | Control | 7 | 3 | 3 | - | - | - | - | |

^{z)}See table 1.

^{y)}Freshness score: 9, excellent; 7, good; 5, poor; 3, very poor.

그러나 무포장구는 저장 3일째 조사 시 1~3°C 저장에서는 4%, 8~10°C 저장에서는 10%이상 중량이 감소되었다. 저온저장에 비해 상온저장에서는 빠른 시일 내에 상품성이 저하하였으며 특히 무포장구는 급격한 중량감소를 나타내었다. 필름포장에서 중량감소가 적은 것은 필름포장으로 수분의 투과도가 낮아 증산에 의한 수분의 손실이 거의 없었기 때문으로 생각되며, 무포장에서 급격한 중량감소는 호흡 및 증산작용 등에 의한 수분의 감소가 그 원인으로 생각된다. 이는 산채류 (Park 등, 1993), 양상추(Pak 등, 1993) 등의 MA저장 결과와 유사한 경향이였다.

시금치 저장 중 비타민 C의 함량변화(Table 2)에서 저장당시의 비타민 C함량은 77.9 mg/100 g이었다. 저장 3일 후에 조사한 결과 PP필름 포장 후 1~3°C에 저장한 것은 비타민 C 함량이 약 58 mg/100 g이었으

나, 상온 보관한 것은 포장방법에 관계없이 모두 저장 당시의 함량보다 27~30 mg/100 g정도 감소되었다. 저장 8일째에도 1~3°C 저장에서는 49~54 mg/100 g정도 유지되었으나, 8~10°C 저장에서는 비타민 C함량이 45% 정도 감소되었다. 비타민 C 함량은 저장온도가 높을수록 그리고 포장을 하지 않았을 때 급격하게 감소하였다. 이와 같이 비타민 C함량의 감소가 1~3°C 저장보다 8~10°C 또는 상온저장에서 많은 것은 비타민 C(ascorbic acid) 산화효소가 저온에서보다는 고온에서 더욱 높은 활성을 가졌으며(Mozafar, 1993), 고온에서 호흡의 증대와 생체조직의 붕괴가 빨라진 것이 그 원인으로 생각된다. Ascorbic acid의 손실은 장기 저장, 고온, 식물체의 물리적 손상 등에 의해서 촉진된다(Lee, 1997).

시금치 저장 중 엽색의 변화는 저장 3일까지는 처



PP I PP II Control

Fig. 1. Freshness of spinach after 8 day storage in room temperature.

PP I, sealing (30 μm polypropylene film sack); PP II, 1% hole of surface (30 μm polypropylene film sack); control, non-package.

리 간에 큰 차이가 없었으나, 저장 8일 후에는 저장시보다 Hunter a, b 모두 높아졌다. 특히 저온(1~3°C) 저장보다 상온저장에서 blue(-b) ↔ yellow(+b)를 표시하는 b값이 더욱 높아졌다(Table 3). 상온저장에서 이러한 외관상의 황화현상은 저장 중 조직의 붕괴에 따른 엽록소의 파괴 등이 그 원인으로 추정된다. Yang 등(1991)도 잎상추 저장 시 나타나는 황화현상은 카로티노이드 함량의 변화보다는 엽록소의 파괴에 의한 것이라고 하였다.

시금치 저장기간 중 선도 저하, 부패, 황화, 무름 증상 등의 외형적 변화에 대한 품질변화를 선도점수로 표시한 결과는 Table 4 및 Fig. 1과 같다. 시금치 수확 후 저장온도가 낮을수록 품질의 변화가 적었으며, PP포장 후 저장할 경우 1~3°C에서는 최대 34일, 8~10°C에서 14일, 상온(10~15°C정도)에서도 8일정도 상품성이 유지되었다. 그렇지만 무포장으로 보관할 경우는 3일 정도만 상품성이 유지되었고 그 이후는 상품성이 급속하게 떨어졌으며 저장 6일째에는 상품성이 없었다. 이와 같이 포장할 경우 무포장에 비해 상품성이 오래 유지된 것은 저온 및 MA포장에 의한 호흡작용과 증산작용 등의 생리활동 억제 및 수분 손실의 방지에 의한 것으로 생각된다. 무포장시 상품성이 빨리 떨어지는 것은 과도한 수분감소로 인한 시들음이 그 원인으로 여겨진다. 이상의 결과들을 종합해보면 동계 시금치 수확 후 저장 유통 시 신선도를 유지하면서 상품성을 연장하기 위해서는 수확산물을 필름으로 포장하여 저온 유통시키는 것이 효과적인 것으로 생각된다.

적 요

신선 엽채류인 시금치의 수확 후 포장, 저장유통온도별 품질보존 및 상품성에 미치는 영향을 조사하였다. 저장 중 중량의 변화에서 포장 후 저장 시는 증량감소가 거의 없었으나, 무포장은 저장기간이 길어질수록 그리고 저장온도가 높을수록 감소율이 현저하였다. 비타민 C함량은 저장 초기에 감소가 컸으며, 저장온도가 낮을수록 감소가 적었고, 비닐포장 간에는 큰 차이가 없었다. 시금치에서 Hunter's value는 저장온도가 높을수록 b값이 높아지는 경향이였다. 시금치 저장 중 외관 신선도에서 polypropylene 비닐포장 후 저온(1~3°C)저장은 최고 34일, 상온(10~15°C)저장은 8일까지 상품성이 유지되었으나, 무포장 상온보관은 3일 밖에 유지되지 않았다.

주제어 : 저장온도, 필름포장, 신선도, 시금치

인 용 문 헌

- Aharoni, N. and S. Ben-Yehoshua. 1973. Delaying deterioration of romaine lettuce by vacuum cooling and modified atmosphere produced in polyethylene packages. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98:464-468
- Ben-Yehoshua, S. 1985. Individual seal-packaging of fruits and vegetables in plastic film, a new postharvest technique. *HortScience* 20:32-37
- Choi, D.J., C.B. Kim, S.H. Lee, J.T. Yoon, B.S. Choi, and H.K. Kim. 2000. Effect of precooling and packaging film materials on quality of water dropwort (*Oenanthe stolonifera* DC.) at low temperature storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 41:379-382.
- Golomb, A.S., S. Ben-Yehoshua, and Y. Sarig. 1984. Polyethylene wrap improves healing and lengthens shelf life of mechanically-harvested grapefruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109:155-159.
- Lee, S.K. 1997. Postharvest physiology of horticultural crops: . Maturation and ripening. 2nd ed. Sung Gun Sa. Suwon.
- Mozafar, A. 1993. Plant vitamins. p. 104-108. CRC press.
- Pak, H.Y., K.C. Son, I.K. Lee, and G.S. Han. 1993. Effect of gas permeability and LCA conditioner on postharvest quality of bagged lettuce during a short-term storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 34:412-420.
- Park, H.W. and D.M. Kim. 2000. Effect of functional MA packaging film on freshness extension of 'Fuji'

시금치 포장 및 보관온도가 품질보존에 미치는 영향

- apples. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 29(1):80-84.
9. Park, K.W., S.J. Choi, J.C. Jeong, and K.W. Park. 1993. Storage of several wild vegetables in Korea. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34:191-198.
 10. Park, M.H. 1994. Present status of storage and marketing on fruits and vegetables. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 1:67-79.
 11. Sacher, T.A. 1973. Senescence and postharvest physiology. Ann. Rev. Plant Physiol. 24:197-224.
 12. Yang, Y.J., J.C. Jeong, T.J. Chang, S.Y. Lee, and U.H. Pek. 1993. Marketability affected by cultivars and packaging methods during the long-term storage of Chinese cabbage grown in autumn. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34:184-190.
 13. Yang, Y.J., K.W. Park, and J.C. Jeong. 1991. The influence of pre- and post-harvest factors on the shelf-life and quality of leaf lettuce. Kor. J. Food Sci. Technol. 23:133-140.