

포장재가 무순의 저장 중 품질특성에 미치는 영향

이현정 · 장지현 · 권중호 · 문광덕[†]
경북대학교 식품공학과

Effect of Packaging Materials on the Quality of Radish Sprout during Storage

Hyeon-Jeong Lee, Ji-Hyun Jang, Joong-Ho Kwon and Kwang-Deog Moon[†]
Department of Food Science and Technology Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Abstract

Radish sprout was packaged with different materials. PO and PC are both hard case PET(polyethyleneterephthalate) and has 6 holes and no holes, respectively. LO, LM and LH are anti-fogging OPP(oriented polypropylene) film which have different oxygen transmission rates. The oxygen concentration and weight loss rate in PO packaged were higher than any other packages. The soluble solid contents of radish sprouts packaged with PO showed much increased during storage. The pH increased during storage but pH of the samples packaged with high oxygen transmission rate was relatively low. Radish sprouts in LO had lower b value as compared to other samples. The result of ΔE value was generally high during storage period, especially at 7 days storage. The contents of total polyphenolic compounds and free radical scavenging activity of radish sprout packaged with PC and LO were high. Total aerobic bacteria of sprouts in PC and LO was much higher than others. The result of organoleptic qualities showed that the radish sprouts packaged with LM had a good score in terms of overall acceptability until 7 days storage.

Key words : sprout, radish, packaging materials, storage

서 론

새싹채소는 종자를 받아시켜 어린 싹을 이용하는 것으로, 싹이 트는 시기에 성장을 위해 여러 물질을 생합성하며 새싹채소의 비타민 및 미네랄 함량은 성채의 3~4배에 이르는 등 영양학적으로 우수한 것으로 알려져 있다. 또한 전반적인 산업의 고도화와 도시화로 식생활에 대한 소비자의 인식이 전환되어 웰빙(well-being)에 대한 관심 증가로 인한 건강지향의 식생활을 선호하게 됨에 따라 새싹채소에 관한 소비가 증대되고 있는 실정이다.

무순은 항암물질로 알려진 indole계 화합물이 존재할 뿐 아니라(1), 무순에 함유되어 있는 비타민 A, C 및 식이섬유 등이 항산화제로서의 기능을 한다(2). 또한 멜라닌 합성에

관여하는 tyrosinase 활성 저해효과가 다른 채소에 비해 높은 것으로 알려져 있으며(3), 당뇨병의 고혈당증 완화와 동물 실험에서 당뇨병의 초기예방에 효과가 있다고 보고된 바 있다(4).

시중에 유통되고 있는 새싹채소의 포장용기는 대부분 PET(polyethylen terephthalate)가 사용되고 있으나, 투습도 및 가스투과도가 낮아 호흡량이 많은 새싹채소의 경우 품질 저하가 빠르게 일어나는 문제점이 있다. 이러한 문제점의 보안을 위해 PET 포장재에 통기구멍을 만들었으나 이를 통한 이물질의 혼입 및 미생물 오염의 가능성과 수분손실에 의한 신선도 저하 등이 문제점으로 지적되고 있다. 새싹채소와 같은 신선편이 식품은 소비자들이 제품을 구입 후 바로 이용할 수 있는 장점이 있지만 가열처리를 하지 않고 주로 생식으로 섭취하기 때문에 미생물 오염이 일어날 수 있어 식중독 발병의 원인이 될 수 있다.

기존의 OPP film 표면에 결로현상이 생기지 않도록 만든

[†]Corresponding author. E-mail : kdmoon@knu.ac.kr,
Phone : 82-53-950-5773, Fax : 82-53-950-6772

방담(anti-fogging) OPP film은 고수분 상태에서 증식되기 쉬운 미생물 발생을 방지하여 제품의 신선도를 유지시켜 주는 것으로 알려져 있다. 포장재에 따른 품질 특성 연구로는 양상추(5), 상추(6), 샐러리(7), 느타리버섯(8), 숙주나물(9), 토마토(10) 등과 같은 다양한 신선편이 제품 및 농산물에 대하여 다수 보고되어 있으나 새싹채소에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 통기구멍의 유무를 달리한 PET 포장재와 산소투과도를 달리한 3종의 방담 OPP film 포장재를 선택하여 저장기간에 따른 무순의 품질변화를 조사하고 포장재에 따른 새싹채소의 품질 특성을 알아보았다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용한 무 종자는 (주)대농에서 제공받아 외관이 양호한 것을 선별하였으며, 새싹재배기(Model OV, EasyGreen MikroFarm™, USA)를 이용하여 4시간마다 15분씩 물을 주며 28±1℃에서 4일 동안 빛이 차단된 상태에서 받아시킨 것을 시료로 이용하였다.

포장 및 저장

포장재로는 PET 용기와 방담OPP film을 사용하였으며, PET 용기의 경우 통기구멍이 6개 있는 것(PO)과 통기구멍이 없는 것(PC)의 2종을 선정하였다. 방담OPP film는 산소투과도가 5,000 cc/m²·24 h인 포장재(LO), 20,000 cc/m²·24 h인 포장재(LM) 및 40,000 cc/m²·24 h인 포장재(LH) 등 산소투과도에 따라 3종을 선정하여 총 5종의 포장재를 사용하였다. 방담 OPP film의 두께는 30 μm이며 20×20 cm 크기로 절단한 다음 열접합하여 사용하였다. 재배한 무순은 증류수로 5회 세척하여 이물질을 제거하고 탈수한 후 각 포장재에 60 g씩 포장하여 10℃에서 7일간 저장하였다.

포장 내의 기체 측정

Gas analyser(280 COMBO, England)를 이용하여 대기 중 기체조성에 대한 포장 내의 headspace gas를 측정하였으며, 이때 대기의 기체조성(O₂ 21.0%, CO₂ 0.0%)을 기준으로 하였다.

중량감소를 측정

각 포장재별로 한 개를 선택하여 저장기간 중 중량을 측정하고, 저장 1일째의 중량에 대한 백분율로 계산하여 중량감소율을 나타내었다.

가용성고형분 함량 및 pH 측정

시료 20 g과 증류수 40 mL을 마쇄한 후 여과한 액을 사용하여 굴절당도계(Atago Master, Japan)와 pH meter

(Mettler toledo delta 320, China)로 가용성고형분 함량 및 pH를 측정하였다.

색도 측정

마쇄한 무순을 표준 백색판(L=97.78, a=-0.39, b=+2.05)으로 보정한 colorimeter(CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 색도를 측정하고, 그 결과를 각각 Hunter's color value인 L(lightness), a(redness) 및 b(yellowness) value로 나타내었다. 또한 저장 1일째 색도에 대한 색차를 ΔE value로 나타내었으며 ΔE value는 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$\Delta E \text{ value} = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$

총 페놀 함량 측정

총 페놀화합물은 Folin-Ciocalteu 시약을 이용한 비색법으로 정량하였다(11,12). 새싹채소 5 g에 50% ethanol 50 mL를 가하여 overnight 추출한 액 0.1 mL에 증류수 3.9 mL와 Folin-Ciocalteu 시약 0.5 mL을 가하여 반응시킨 후 포화 sodium carbonate 용액 0.5 mL을 첨가한 용액을 spectrophotometer(Optizen 2120UV, Mecasys, Korea)를 이용하여 725 nm에서 측정하였고 gallic acid를 사용한 표준곡선으로부터 환산하여 나타내었다.

전자공여능 측정

전자공여능은 시료의 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl(DPPH)에 대한 전자공여 효과로서 시료의 환원력을 측정하였다(13). 무순 5 g과 50% ethanol 50 mL을 함께 overnight 추출 후 여과한 액 1 mL과 미리 제조한 DPPH 용액 4 mL을 가하여 40초간 반응시킨 다음 spectrophotometer를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하여 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{Free radical scavenging activity(\%)} = (1 - \frac{Abs}{Abs}) \times 100$$

Abs: Absorbance of DPPH solution with sample

Abs: Absorbance of DPPH solution without sample

미생물 농도 측정

무순 5 g에 0.1% 멸균 펩톤수 45 mL을 가하여 각 단계별로 희석한 액 1 mL을 petri dish에 분주한 후 40~50℃인 PCA(plate count agar, Difco™, America)를 부어 shaking한 다음 35℃에서 48시간동안 배양, 계수하여 log CFU/g으로 나타내었다. 시료채취 및 실험과정에서 사용되는 모든 기구는 autoclave를 이용하여 121℃, 15분간 가압멸균한 것을 이용하였다.

관능검사

훈련된 경북대학교 식품공학과 학생 10명을 대상으로 실시하였으며, 외관(appearance), 뿌리변색(yellowness of

root), 새싹냄새(sprout smell), 이취(off-odor), 조직감(texture), 시듦(withering) 및 종합적기호도(overall acceptability) 등의 항목에 대해 9점 채점법으로 실시하였다. 채점 기준은 외관이 양호할 경우, 뿌리변색이 약할 경우, 새싹냄새가 강할 경우, 이취가 약할 경우, 조직감이 좋을 경우, 시듦이 약할 경우 및 조직감이 양호할 경우를 9점으로 평가하였다.

통계처리

본 실험의 실험 결과는 평균과 표준편차로 나타내었다. 또한 유의성을 검정하기 위해 SAS 9.1 program을 이용하였으며 Duncan's multiple range test를 실시하여 $p < 0.05$ 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

포장 내 기체 조성 변화

저장기간 동안 다른 포장재로 포장한 무순의 포장 내 headspace gas를 측정된 결과를 Fig. 1에 나타내었다. PO 포장재 내부는 O_2 16.9% 및 CO_2 4.1%로 저장기간 동안 일정 수준으로 유지되었으며, 이는 다른 포장재에 비해 상

대적으로 높은 O_2 농도와 낮은 CO_2 농도를 나타내었다. 또한 PO, LH, LM, LO, PC 포장재 순으로 O_2 농도가 감소하였으며 CO_2 농도는 증가하였다. Hwang 등(14)은 산소투과도가 낮은 포장재 내의 산소 고갈이 빠르게 진행되었다고 보고하였는데, 본 실험에서도 이와 같은 경향을 보여 산소투과도가 낮은 포장재 내부의 O_2 농도는 낮고 CO_2 농도는 높게 나타났다.

중량감소를 변화

중량 감소는 시듦 현상을 보여주는 것으로, 중량의 보존은 외관 품질을 유지하는데 필수적인 사항이다. 무순의 포장재별 저장 중 중량감소율의 변화를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. PO 포장재에서 저장 7일째 중량감소율이 19.7%로서 가장 높았으며, PC 및 LO 포장재는 PO 포장재에 비해 중량 감소가 작았다. 또한 LM 및 LH 포장재의 경우 저장기간에 따른 중량감소는 나타나지 않았다. Jung 등(15)은 토마토 저장 시 필름 포장을 하면 수분의 증발이 억제된다고 보고하였고, Cho 등(5)은 포장방법에 따라 무공포장, 유공포장, 무포장 순으로 중량감소가 컸다고 보고하였는데, 무순의 경우도 이와 동일한 결과를 보여 통기구멍이 있는 PO 포장재에서의 중량감소율이 높게 나타났다.

Fig. 2. Change in weight loss rate of radish sprout packaged with different materials during storage at 10°C.

PO: 6 holes(PET), PC: no holes(PET),
LO: oxygen transmission rate 5,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
LM: oxygen transmission rate 20,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
LH: oxygen transmission rate 40,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP).

가용성고형분 함량 변화

무순의 저장기간 중 포장재에 따른 가용성고형분 함량을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. PO 포장재에서의 가용성고형분 함량의 증가폭이 가장 컸는데, 이는 중량감소가 많은 것에 기인한 것이라 생각된다. 저장기간이 길어짐에 따라 가용성 고형분의 함량은 증가하거나 동일하게 측정되었는데, 이는 Park 등(10)의 토마토 실험에서 저장기간에 따라 가용성고형분의 함량이 증가한다고 보고한 것과 유사한 결과였다. Salunke와 Wu(16)는 저장기간에 따라 토마토의 환원당 함량이 증가하고 산소 농도가 낮을수록 그 변화는 지연되었다고 하였는데, PC 및 LO 포장재의 가용성고형분 함량이 작게 나타나 이와 유사한 결과를 보였다.

Fig. 1. Change in gas composition of radish sprout packaged with different materials during storage at 10°C.

PO: 6 holes(PET), PC: no holes(PET),
LO: oxygen transmission rate 5,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
LM: oxygen transmission rate 20,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
LH: oxygen transmission rate 40,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP).

Fig. 3. Change in soluble solid contents of radish sprout packaged with different materials during storage at 10°C.

PO: 6 holes(PET), PC: no holes(PET),
 LO: oxygen transmission rate 5,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
 LM: oxygen transmission rate 20,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
 LH: oxygen transmission rate 40,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
^{a-d}Values within the same day with different letters are significantly different (p<0.05).

pH 변화

저장기간에 따라 무순의 pH를 측정한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. PO 포장재에서 pH 증가가 가장 작고 PC 포장재의 경우 큰 것으로 나타났으며, 대체로 포장재의 산소투과도가 높을수록 pH의 값이 더 낮았다. 이는 과실의 경우 호흡으로 인해 유기산이 당으로 전환되어 산도가 떨어지는데 새싹채소에서 같은 원인으로 인해 포장재의 산소투과도에 따른 pH의 차이가 나타난 것이라 사료된다. 모든 포장재에서 pH는 유의적으로 증가하였으며, 이는 Lee 등(17)의 신선절단 단호박의 저장기간에 따라 pH의 증가에 관한 연구 및 Basic와 Watada(18)에 의한 5°C에서 저장한 최소가공 시금치의 저장기간에 따른 pH 증가 경향과 일치하였다.

Fig. 4. Change in pH of radish sprout packaged with different materials during storage at 10°C.

PO: 6 holes(PET), PC: no holes(PET),
 LO: oxygen transmission rate 5,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
 LM: oxygen transmission rate 20,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
 LH: oxygen transmission rate 40,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
^{a-d}Values within the same day with different letters are significantly different (p<0.05).

색도 변화

5종의 포장재로 포장한 무순의 저장기간별 L, a, b 및 ΔE value의 변화를 Table 1에 나타내었다. 전반적으로 PO

및 LH 포장재의 L value가 낮았고, LO 포장재의 경우 다소 높게 나타났으나, 포장재간의 뚜렷한 유의적 차이는 보이지 않았다. 대부분의 포장재에서 b value는 저장기간에 따라 증가하였는데, 특히 LO 포장재의 경우 저장 7일째 크게 증가하여 다른 포장재에 비해 황색을 많이 띄는 것으로 나타났다. Cho 등(9)은 숙주나물의 저장실험에서 L value의 경우 저장기간 동안 큰 변화가 없었고 b value의 경우 황색화를 나타내면서 이취와 함께 부패를 나타내었다고 보고하였는데, PC 및 LO 포장재에서 이와 동일한 결과를 보였다. 저장기간에 따라 ΔE value는 증가하였고, LO 포장재의 저장 7일째 ΔE value가 높게 나타나 다른 포장재에 비해 색변화가 큰 것으로 나타났다.

총 페놀 함량 변화

포장된 무순의 저장기간에 따른 총 페놀 함량을 측정된 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 총 페놀 함량은 저장 1일째 값에 비해 저장 3일째 감소하였으나 저장 7일째까지 다시 증가하는 경향을 보여, Ryu 등(19)의 최소가공 양송이버섯의 총 페놀함량이 저장기간에 따라 증가하는 경향을 보였다는 보고와 상이한 경과가 나타났다. LM 및 LH 포장재의 총 페놀 함량은 저장 1일째보다 저장 7일째 다소 감소한 것으로 나타났으나 PO, PC 및 LO 포장재의 경우 저장 7일째 증가한 것으로 측정되었다. 전반적으로 PC 및 LO 포장재의 총 페놀 함량이 다른 포장재에 비해 더 높았다.

Fig. 5. Change in total polyphenolic compounds of radish sprout packaged with different materials during storage at 10°C.

PO: 6 holes(PET), PC: no holes(PET),
 LO: oxygen transmission rate 5,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
 LM: oxygen transmission rate 20,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
 LH: oxygen transmission rate 40,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
^{a-d}Values within the same day with different letters are significantly different (p<0.05).

전자공여능 변화

저장기간에 따른 포장한 무순의 전자공여능을 측정된 결과는 Fig. 6과 같다. PO 및 LH 포장재의 경우 저장 5일째까지 감소하였으나 저장 7일째 다소 증가하였고, PC 포장재의 경우 증가 추세를 보였다. LO 포장재는 저장 1일째에 비해 저장 3일째에는 다소 감소하였으나 저장 7일째에는 증가하였고, 다른 포장재에 비해 높은 전자공여능을 보였

Table 1. Change in Hunter's L, a, b and ΔE value of radish sprout packaged with different materials during storage at 10°C

		Storage period (day)			
		1	3	5	7
L value	PO ¹⁾	63.39±0.30 ^{2)d}	65.17±0.48 ^c	63.37±0.76 ^c	62.39±0.56 ^d
	PC	66.83±0.18 ^b	68.05±0.74 ^a	66.23±0.59 ^b	65.28±0.39 ^b
	LO	67.85±0.34 ^a	68.57±0.28 ^a	67.67±0.29 ^a	67.08±0.62 ^a
	LM	66.28±0.26 ^c	66.83±0.88 ^b	66.43±0.46 ^b	64.79±0.27 ^{bc}
	LH	66.78±0.16 ^b	65.64±0.18 ^c	63.54±0.45 ^c	64.50±0.35 ^c
a value	PO	-10.66±0.18 ^d	-9.16±0.21 ^c	-7.63±0.34 ^c	-8.31±0.27 ^d
	PC	-9.67±0.36 ^b	-9.97±0.13 ^a	-9.73±0.27 ^b	-9.19±0.33 ^b
	LO	-9.53±0.28 ^a	-9.66±0.26 ^a	-9.62±0.19 ^a	-9.91±0.22 ^a
	LM	-9.94±0.12 ^c	-10.24±0.56 ^b	-9.91±0.17 ^b	-9.33±0.34 ^{bc}
	LH	-10.15±0.18 ^b	-9.31±0.18 ^c	-9.12±0.19 ^c	-9.92±0.36 ^c
b value	PO	31.65±0.52 ^a	32.66±0.50 ^b	33.50±1.32 ^b	35.39±0.96 ^b
	PC	31.06±1.06 ^a	34.09±0.43 ^a	33.72±0.31 ^b	33.47±1.07 ^c
	LO	31.39±0.65 ^a	33.02±0.49 ^b	43.73±0.81 ^a	43.51±0.60 ^a
	LM	30.34±0.50 ^a	34.32±1.29 ^a	33.93±0.68 ^b	32.25±1.43 ^c
	LH	31.22±0.58 ^a	31.49±0.46 ^c	33.21±0.76 ^b	36.03±1.13 ^b
ΔE value	PO		2.55±0.14 ^c	3.66±0.33 ^b	4.56±0.31 ^c
	PC		3.36±0.48 ^b	2.75±0.81 ^c	2.92±0.38 ^d
	LO		1.79±0.44 ^d	12.33±0.19 ^a	12.15±0.21 ^a
	LM		4.07±0.89 ^a	3.60±0.21 ^b	2.57±0.69 ^d
	LH		1.45±0.10 ^d	3.95±0.27 ^b	5.34±0.61 ^b

¹⁾PO: 6 holes(PET), PC: no holes(PET),

LO: oxygen transmission rate 5,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),

LM: oxygen transmission rate 20,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),

LH: oxygen transmission rate 40,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),

²⁾Mean±S.D.,

^{a-d)}Values within the same column with different superscript letters are significantly different (p<0.05).

다. 전반적으로 산소투과도가 낮은 PC 및 LO 포장재의 전자공여능이 다른 포장재에 비해 높은 것으로 나타났으나 다른 포장재와 유의적인 차이는 없었다.

미생물 농도 변화

수확 후 유통단계에서 일반미생물 및 부패미생물에 의한 오염이 일어나며 일반적으로 채소류에서 검출되는 총균수는 10⁴~10⁷ CFU/g으로 알려져 있다. 5종의 포장재로 포장된 무순의 저장기간별 총균수를 측정된 결과를 Fig. 7에 나타내었다. 총균수는 저장기간에 따라 증가하였으며 PC 및 LO 포장재의 미생물수가 다른 포장재에 비해 상대적으

로 많았다. Brackett(20)은 낮은 O₂ 농도에서 *Listeria* spp. 및 젖산균과 같은 미호기성 미생물이 잘 자란다고 보고한바 있는데, PC 및 LO 포장재의 산소투과도가 낮아 무순의 호흡에 의해 포장 내 O₂ 농도가 낮아져 미호기성 미생물에 의한 총균수가 많았던 것이라 사료된다.

관능검사

포장재에 따른 무순의 저장기간 동안 관능검사의 결과를 Table 2에 나타내었다. PO 포장재의 외관, 뿌리변색, 조직감, 시늬 등의 항목에서 다른 포장재에 비해 낮은 점수를 받았으나 새싹냄새가 강하고 이취가 약하다는 평가를 받았

Table 2. Organoleptic qualities of radish sprout packaged with different materials during storage at 10°C

		Storage period (day)			
		1	3	5	7
Appearance	PO ¹⁾	5.4±1.9 ^{2)b}	4.0±1.0 ^c	3.4±1.3 ^c	2.9±1.5 ^b
	PC	7.4±1.3 ^a	5.9±0.9 ^b	6.0±1.6 ^{ba}	4.3±0.9 ^{ba}
	LO	8.1±1.1 ^a	6.6±1.0 ^{ba}	5.8±1.1 ^{ba}	5.5±1.3 ^a
	LM	7.9±1.3 ^a	7.2±0.8 ^a	6.5±0.8 ^a	5.4±1.8 ^a
	LH	7.3±0.9 ^a	6.4±1.3 ^{ba}	5.2±1.1 ^b	4.4±1.3 ^a
Yellowness of root	PO	4.4±1.6 ^b	4.1±1.2 ^b	2.0±0.8 ^b	2.3±1.2 ^c
	PC	6.6±1.1 ^a	6.6±0.9 ^a	6.0±1.5 ^a	4.6±1.4 ^b
	LO	7.9±0.4 ^a	6.6±0.5 ^a	5.6±1.1 ^a	6.5±1.5 ^a
	LM	7.1±1.6 ^a	6.3±0.5 ^a	5.8±1.5 ^a	4.0±1.5 ^b
	LH	6.9±1.1 ^a	5.9±0.6 ^a	4.9±0.9 ^a	4.1±1.1 ^b
Sprout smell	PO	7.0±1.3 ^a	7.1±1.5 ^a	6.7±0.7 ^a	6.6±1.7 ^a
	PC	5.3±1.5 ^b	5.5±2.0 ^a	2.6±1.4 ^c	3.3±1.4 ^{cb}
	LO	6.0±1.5 ^{ba}	5.9±1.2 ^a	3.6±1.5 ^c	2.0±0.8 ^{cb}
	LM	7.1±1.1 ^a	6.0±1.6 ^a	5.2±1.1 ^b	4.8±1.2 ^b
	LH	6.3±1.3 ^{ba}	6.6±0.5 ^a	5.3±1.3 ^b	4.3±1.8 ^b
Off-odor	PO	6.0±1.5 ^a	7.3±1.5 ^a	7.2±1.0 ^a	6.4±2.0 ^a
	PC	5.8±1.5 ^a	5.9±1.3 ^b	2.3±1.5 ^c	4.0±1.2 ^b
	LO	6.5±1.0 ^a	4.4±1.3 ^c	3.4±1.1 ^c	1.1±0.4 ^c
	LM	6.2±1.3 ^a	5.1±0.9 ^{cb}	6.8±1.2 ^{ba}	5.3±1.6 ^{ba}
	LH	5.5±0.8 ^a	5.7±0.8 ^{cb}	5.6±1.9 ^b	6.7±1.5 ^a
Texture	PO	7.1±0.9 ^a	4.7±1.1 ^c	5.8±1.0 ^{ba}	3.6±0.9 ^c
	PC	6.9±0.9 ^a	6.3±1.6 ^{ba}	5.7±0.8 ^{ba}	4.6±1.5 ^{cb}
	LO	8.0±1.2 ^a	5.6±1.3 ^{bc}	4.9±1.4 ^{ba}	4.9±0.8 ^b
	LM	7.4±1.0 ^a	7.3±1.5 ^a	6.0±0.9 ^a	6.9±1.1 ^a
	LH	7.6±1.1 ^a	7.0±1.0 ^{ba}	6.4±1.0 ^a	6.1±0.6 ^a
Withering	PO	6.1±1.1 ^b	3.9±1.4 ^b	3.1±1.4 ^b	2.9±1.5 ^b
	PC	6.7±1.1 ^b	6.9±1.4 ^a	5.6±1.3 ^a	4.9±1.6 ^a
	LO	8.1±0.9 ^a	6.8±0.9 ^a	5.6±1.1 ^a	3.9±2.0 ^{ba}
	LM	8.0±0.6 ^a	7.4±0.7 ^a	6.6±1.3 ^a	5.5±1.1 ^a
	LH	7.1±0.9 ^{ba}	6.9±1.0 ^a	5.8±1.2 ^a	5.3±1.8 ^a
Overall acceptability	PO	5.7±1.4 ^c	5.0±1.2 ^b	3.1±1.3 ^d	2.6±1.5 ^b
	PC	6.7±0.8 ^b	7.1±1.1 ^a	3.7±1.7 ^{dc}	4.3±1.0 ^a
	LO	8.0±0.6 ^a	7.0±1.6 ^a	4.5±1.2 ^{bc}	2.5±1.1 ^b
	LM	7.4±1.0 ^{ba}	7.8±1.0 ^a	6.6±1.2 ^a	5.0±1.1 ^a
	LH	7.4±0.5 ^{ba}	6.9±0.8 ^a	5.4±1.6 ^{ba}	4.8±1.3 ^a

¹⁾PO: 6 holes(PET), PC: no holes(PET),

LO: oxygen transmission rate 5,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),

LM: oxygen transmission rate 20,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),

LH: oxygen transmission rate 40,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),

²⁾Mean±S.D.,

^{a-d)}Values within the same column with different superscript letters are significantly different (p<0.05).

Fig. 6. Change in free radical scavenging activity of radish sprout packaged with different materials during storage at 10°C.

PO: 6 holes(PET), PC: no holes(PET),
 LO: oxygen transmission rate 5,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
 LM: oxygen transmission rate 20,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
 LH: oxygen transmission rate 40,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
^{a,d} Values within the same day with different letters are significantly different (p<0.05).

Fig. 7. Change in total aerobic bacteria counts of radish sprout packaged with different materials during storage at 10°C.

PO: 6 holes(PET), PC: no holes(PET),
 LO: oxygen transmission rate 5,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
 LM: oxygen transmission rate 20,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP),
 LH: oxygen transmission rate 40,000 cc/m²·24h (Anti-fogging OPP).

다. PC 및 LO 포장재의 경우 대체로 뿌리변색이 적었으나 새싹냄새가 약하고 이취가 강하게 나타났으며, LH 포장재의 경우 뿌리변색이 강했으나 이취가 약하고 시늬이 적은 것으로 평가되었다. 종합적 기호도에서 LM 포장재가 저장 7일까지 다른 포장재에 비해 높은 관능적 평가를 받았다.

요 약

무순의 포장재에 따른 저장기간 중 품질특성 변화를 알아보기 위해 PET 포장재는 통기구멍의 유무에 따라 PO 및 PC 포장재를 사용하였고, 방담OPP film은 산소투과도에 따라 LO, LM 및 LH 포장재를 이용하였다. 포장 내 가스 조성의 경우 PO 포장재에서는 비교적 높은 O₂ 농도와 낮은 CO₂ 농도를 나타내었다. 중량감소율은 PO 포장재 경우 가

장 높았으며, 가용성고형분의 함량은 PO 포장재의 경우가 가장 많았으며, 저장기간에 따라 증가하는 경향을 보였다. pH의 경우 유의적으로 증가하였으며 대체로 산소투과도가 높을수록 pH의 값이 더 낮았다. b value는 LO 포장재에서 다른 포장재에 비해 높게 나타났고, 저장 7일째 LO 포장재에서 ΔE value가 높게 나타나 다른 포장재에 비해 색변화가 컸다. 뚜렷한 경향을 보이지 않았으나 저장기간 동안 PC와 LO 포장재의 총 페놀함량 및 전자공여능이 다른 포장재에 비해 더 높게 측정되었다. 총균수는 저장기간에 따라 증가하였으며, PC 및 LO 포장재의 미생물수가 다른 포장재에 비해 상대적으로 많았으며 관능검사 결과, 종합적 기호도에서 LM 포장재가 저장 7일까지 다른 포장재에 비해 높은 관능적 평가를 받았다.

감사의 글

본 논문은 농림기술개발사업에 의해 수행된 연구 결과이며, 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- Robertson, L.J., Johannessen, G.S., Gjerde, B.K. and Loncarevic S. (2002) Microbiological analysis of seed sprouts in Norway. *Int. J. Food Microbiol.*, 75, 119-126
- Han, J.H., Moon, H.K., Kim, J.K., Kim, G.Y. and Kang, W.W. (2003) Changes in chemical composition of radish bud(*Raphanus sativus L.*) during growth stage. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 19, 596-602
- Jung, S.W., Lee, N.K., Kim, S.J. and Han, D.S. (1995) Screening of tyrosinase inhibitor from plants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 891-896
- Cristina, M.V., Juana, F., Piotr, G., Krzysztof, G. and Concepción, V.V. (2008) Food safety evaluation of broccoli and radish sprouts. *Food Chem. Toxicol.*, 46, 1635-1644
- Cho, S.D., Youn, S.J., Kim, D.M. and Kim, G.H. (2008) Quality evaluation of fresh-cut lettuce during storage. *Korean J. Food Nutr.*, 21, 28-34
- Lee, J.S., Chung, D.S., Choi, J.W., Jo, M.A., Lee, Y.S. and Chun, C.H. (2006) Effects of storage temperature and packaging treatment on the quality of leaf lettuce. *Korean J. Food Preserv.*, 13, 8-12
- Rizzo, V. and Muratore, G. (2008) Effects of packaging on shelf life of fresh celery. *J. Food Eng.*, 90, 124-128
- Choi, M.H. and Kim, G.H. (2003) Quality changes in

- oyster mushrooms during modified atmosphere storage as affected by temperatures and packaging materials. Korean J. Food Sci. Technol., 35, 1079-1085
9. Cho, S.H., Lee, S.D. and Choi, Y.J. (2005) Effects of packaging and storage temperature on quality during storage of mung bean sprouts. Korean J. Food Preserv., 12, 522-528
 10. Park, H.W., Park, J.D. and Kim, D.M. (1999) Freshness extension of tomatoes by packaging methods. Korean J. Postharvest Sci. Technol., 6, 255-259
 11. Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M. (1999) Analysis of total phenols and other oxidants substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocateu reagents. Oxidants Antioxidants, Part A, 299, 152-178
 12. Ferrara, L., Montensano, D. and Senatore, A. (2001) The distribution of mineral and flavonoids in the tea plant(*Camellia sinensis*). Il Farmaco, 56, 397-401
 13. Blois, M.S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 4617, 1198-1199
 14. Hwang, T.Y., Son, S.M., Lee, C.Y. and Moon, K.D. (2001) Quality changes of fresh-cut packaged Fuji apples during storage. Korean J. Food Sci. Technol., 33, 469-473
 15. Jung, G.T., Lee, G.J., Ryu, J., Na, J.S. and Ju, I.O. (1995) Effect of packaging methods on the shelf-life of tomato. Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. Agri. Products, 2, 147-154
 16. Salunke, D.K. and Wu, M.T. (1973) Effect of low oxygen atmosphere storage on ripening and associated biochemical changes of tomato fruits. J. Am. Soc. Hort. Sci., 98, 12-14
 17. Lee, Y.R., Kim, S.T., Cheo, M.G. and Moon, K.D. (2008) Effect of different types of cutting on the quality of fresh-cut sweet pumpkin(*Cucurbita maxima* Duchesne). Korean J. Food Preserv., 15, 191-196
 18. Basic, I. and Watada, A.E. (1996) Microbial populations of fresh-cut spinach leaves affected by controlled atmosphere. Postharvest Biol. Thchnol., 9, 187-193
 19. Ryu, J.M., Park, Y.J., Choi, S.Y., Hwang, T.Y., Oh, D.H. and Moon, K.D. (2003) Browning inhibition and quality characteristics of minimally processed mushroom (*Agaricus bisporus* Sing) using extracts from natural materials during storage. Korean J. Food Preserv., 10, 11-15
 20. Brackett, R.E. (1987) Microbiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. J. Food Quality, 10, 195-206

(접수 2008년 12월 30일, 채택 2009년 3월 13일)