

Quality characteristics of soybean sprouts packaged with different packaging materials during their storage

Tae-Young Hwang*

Department of Food Science and Industry, Jungwon University, Goesan 367-805, Korea

포장 필름의 종류에 따른 저장 중 콩나물의 품질특성

황태영*

중원대학교 한방식품산업학과

Abstract

Correct packaging enables processors to pack fresh produce and extend its shelf life. This study was carried out to investigate the effect of different packaging materials on the weight loss, pH, O₂, CO₂ and sensory characteristics of soybean sprouts during their storage at 5°C for seven days. Soybean sprouts (320±20 g) were packaged with oriented polypropylene (OPP) and cast polypropylene (CPP) films, respectively. The O₂ transmission rate of the packaging materials was set to have a control of 10,000 cc/m².day.atm, and an OP15 and CP15 with 15,000 cc/m².day.atm through a pre-screening test. The average weight loss of the soybean sprouts during their storage was less than 10%, and that of the soybean sprouts with a CPP film was higher than that of the OPP film. The pH of the soybean sprouts increased during their storage regardless of their packaging materials; but compared to the pH of the soybean sprouts packaged with OPP, those packaged with CPP were higher. The CO₂ content of the packaging increased with a decrease in the O₂ content. The ratio of CO₂ to O₂ in the soybean sprouts with the OPP film was 3.5 times higher than in the soybean sprouts with the CPP film. The results of the overall sensory test showed that the marketability of the soybean sprouts packaged with OPP film and stored at 5°C seemed to have been maintained effectively for six days (at a 15,000 cc/m².day.atm O₂ transmission rate). When the correlation coefficients of the control, OP15 and CP15 were analyzed, the highest correlation was shown between a control and OP15 (0.986; p<0.01).

Key words : soybean sprouts, packaging material, oriented polypropylene, cast polypropylene, O₂ transmission rate

서 론

콩나물은 대두를 발아시킨 전통식품으로, 콩의 발아 과정 중 단백질, 비타민 A, C와 섬유소 등 영양성분의 함량은 증가하고 trypsin 저해작용 등 단점은 감소하여 소화율이 증가하므로 영양적 가치가 우수한 식품이다(1).

현재 콩나물의 유통형태는 재배에 사용한 용기 그대로 판매되는 벌크(bulk)형 제품과 플라스틱 필름 포장지에 300~500 g 중량으로 개별 포장되어 판매되는 소포장 제품으로 대별될 수 있다. 최근 편의성을 중시하는 소비자 수요에 맞춘 포장 콩나물 제품의 판매가 증가하고 있는데, 2011

년 기준 2,500억 원 정도의 시장을 형성하고 있는 것으로 추정되고 있다(2).

콩나물은 대기 중의 산소와 이산화탄소, 물을 이용하여 성장하였다가 수확 후 유통 중에도 호흡을 계속 진행하는 신선식품이다. 특히 플라스틱 필름으로 밀봉 포장하는 콩나물 제품의 경우 부적절한 필름의 선정으로 인해 유통 중 품질저하로 인한 유통기한 단축이 발생할 수 있다. 실제 수확 후 콩나물 포장 내부의 산소는 소모되고 이산화탄소가 빠르게 축적되면서 알콜취 및 이취가 발생하는 것으로 보고되고 있다(3).

콩나물에 대한 연구로는 주로 재배 방법에 대한 연구(4-6), 식품으로써 콩나물에 대한 연구(7-9) 등이 주를 이루고 있으며, 수확 후 포장에 관련된 연구로는 필름 포장된

*Corresponding author. E-mail : hty301@jwu.ac.kr
Phone : 82-43-830-8617, Fax : 82-43-830-8679

콩나물의 유통 중 이취에 대한 연구(3), 특정 필름에 포장한 콩나물의 온도변화에 따른 품질변화 연구(10) 등이 보고되고 있다. 특히 콩나물과 같은 신선식품의 유통 중 품질유지를 위해서는 적합한 포장을 선택하는 것이 매우 중요한데 (11), 콩나물에 대한 관련 연구는 활발하지 않다.

현재 콩나물 포장을 위해 주로 사용되고 있는 필름은 oriented polypropylene(OPP) 재질로 냉장조건 하에서 평균 6일 내외로 유통된다고 알려져 있다. OPP 필름의 경우 polypropylene(PP) 재질을 연신처리 한 것으로 차단성이 뛰어나 다양한 식품에 사용되고 있으며, 특히 방담기능(anti-fog)을 부가하여 과일 및 채소류의 포장에 널리 사용되고 있다. 이 외에도 신선식품에 사용할 수 있는 플라스틱 필름은 OPP에 비해 내열성이 뛰어나 자동포장기 적성이 좋은 cast polypropylene(CPP) 재질이 있는데 연신처리를 하지 않기 때문에 OPP에 비해 가스 투과율이 좋은 것으로 알려져 있다(12). 콩나물과 같은 신선식품의 경우 포장 후에도 지속적으로 호흡을 하기 때문에 제품의 특성에 적합한 가스 투과율을 고려하여 상품화하고 있다.

따라서 본 연구에서는 필름 재질 종류에 따른 콩나물의 저장 중 품질 특성을 조사하여 포장 콩나물 제품의 유통 중 품질향상을 위한 기초자료로 활용 할 수 있도록 하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 포장용 필름 선정

실험재료인 콩나물은 서울 소재 대형할인점에서 구입한 동일한 제조일자의 시판 중인 벌크 콩나물(제조일로부터 1일, 비포장제품)로 보냉하여 이동하였다. 콩나물은 각각 OPP와 CPP재질의 봉투형 필름(21×29 cm, 두께 30 μm)에 320±20 g씩 담고 가열 실링기로 밀봉 포장하여 5℃에서 냉장저장 하면서 실험에 사용하였다. 필름의 적정 산소투과율을 선정하기 위한 예비 실험으로 산소투과율 및 재질이 다른 필름 4종으로 콩나물을 동일하게 포장하고 냉장 5℃에서 7일간 산소 및 이산화탄소의 변화를 측정하였다(Table 1). 그 결과 산소의 유지율이 높고, 이산화탄소 축적율이 낮은 10,000~15,000 cc/m²·day·atm의 산소투과율을 나타내는 필름을 포장 재질로 선정하였다(Fig. 1).

Table 1. O₂ transmission rate of packaging films

Packaging film	O ₂ transmission rate ¹⁾ (cc/m ² ·day·atm)	
Control	10,000	
OP3	Oriented polypropylene	
OP15		3,000
CP10	Cast polypropylene	
CP15		15,000
LD5	Low density polyethylene	5,000

¹⁾Measured at 23±2℃.

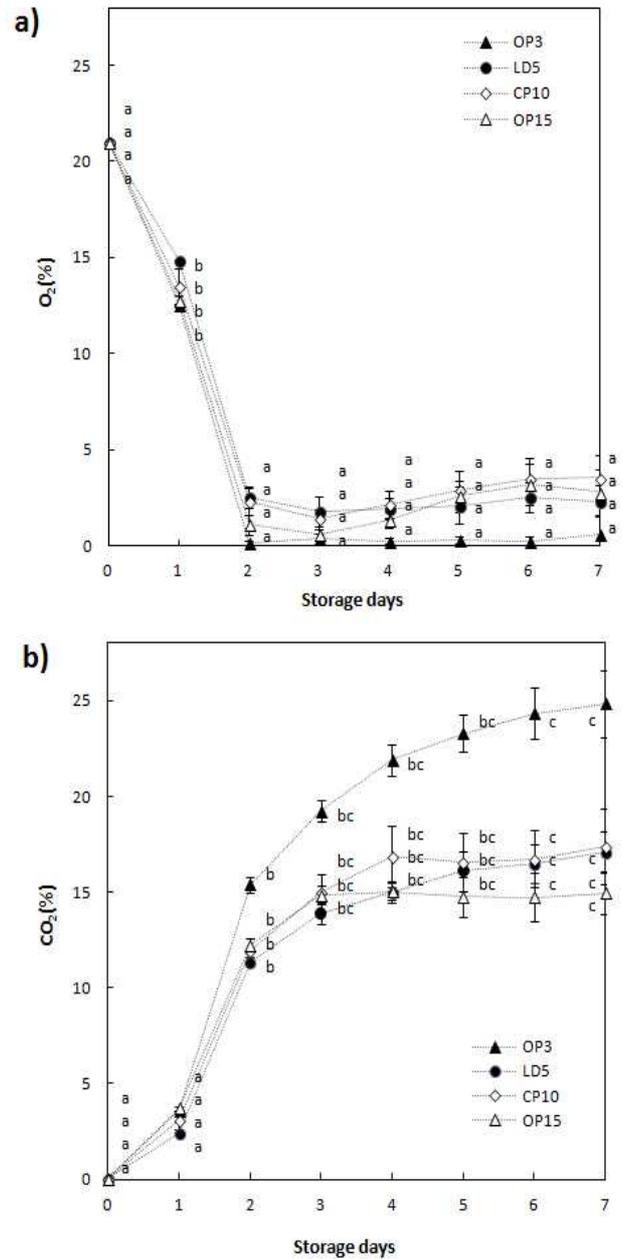


Fig. 1. Changes of O₂ (a) and CO₂ (b) concentrations in the packages during storage at 5℃.

OP3; oriented polypropylene with O₂ transmission rate of 3,000 cc/m²·day·atm, LD5; low density polyethylene with O₂ transmission rate of 5,000 cc/m²·day·atm, CP10; cast polypropylene with O₂ transmission rate of 10,000 cc/m²·day·atm, OP15; oriented polypropylene with O₂ transmission rate of 15,000 cc/m²·day·atm. Values represent the mean±SD (n=3). Means with different letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

콩나물의 중량 변화 및 pH 측정

필름 종류에 따른 콩나물의 저장 중 중량 변화는 초기 중량에 대한 측정시의 감량비율을 계산하여 중량감소율(%)로 나타내었다. 저장 중 콩나물의 pH 변화는 시료와 증류수를 1:1로 혼합하여 균질화한 다음 여과하여 pH meter (420A, Orion, Beverly, MA, USA)로 측정하였다.

포장 내부 기체 분석

저장 중 포장 내부의 CO₂, O₂의 농도는 가스분석기 (Checkmate 3, PBI Dansensor Co., Rønnedevej, Ringsted, Denmark)를 활용하여, 콩나물 포장의 필름표면에 부착한 septum을 통해 가스분석기와 연결된 실린지를 삽입하여 측정하였다.

이취 및 관능평가

저장 중 콩나물의 품질 및 녹변과 이취는 8명의 패널에 의한 관능평가로 조사하였다. 외관 품질, 녹변 및 이취의 발생정도를 평가하여 가장 좋은 상태의 품질을 5점, 상품성을 유지한 상태를 3점, 상품성을 완전히 상실한 상태를 1점으로 하였으며, 가장 강한 녹변이나 이취를 느낀 경우 5점, 거의 느끼지 못하는 상태를 1점으로 하였다.

통계처리

실험은 3회 반복 실시하였으며, 유의성 검증을 위하여 SPSS Ver. 12(SPSS Institute, Chicago, IL, USA)를 이용하여 ANOVA analysis와 Duncan's multiple range test로 p<0.05 수준에서 유의성을 분석하였다.

결과 및 고찰

포장 필름의 산소투과율 범위 선정을 위한 스크리닝 결과

산소투과율이 각각 3,000, 5,000, 10,000, 15,000 cc/m² · day · atm에 해당하는 서로 다른 재질의 필름(Table 1)으로 포장한 콩나물의 5°C 저장 중 산소 및 이산화탄소의 변화는 Fig. 1과 같다. 저장일의 경과에 따라 산소의 농도는 감소하고 이산화탄소의 농도는 증가하고 있으며 필름 재질에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았고 저장 일수에 따른 유의적 차이가 나타났다(Fig. 1). 저장 7일경 OP3, LD5, OP15, CP10의 산소함량은 각각 0.57, 2.34, 2.79 및 3.53%로 나타나 필름 재질의 종류에 상관없이 산소투과율이 10,000 cc/m² · day · atm 이상일 때 산소유지율이 크게 나타났다. 서로 다른 필름에 포장한 콩나물의 저장 중 이산화탄소와 산소의 비율은 저장 초기 0.16~0.29 수준이었으나 저장후기로 갈수록 증가하여 저장 7일경 산소투과율이 낮은 OP3는 가장 높은 수준인 43.61을 나타내었다. 반면, 산소투과율이 높은 CP10과 OP15의 경우 각각 4.92와 5.36의 이산화탄소와 산소 비율을 나타내어 저장 중 콩나물의 선도유지에 효과적일 것으로 판단되었다.

포장 필름의 종류에 따른 저장 중 중량감소율 및 pH변화

서로 다른 재질의 필름에 포장한 콩나물의 저장 중 중량 감소율은 Fig. 2와 같다. 저장 중 중량감소율은 평균 10% 미만으로 가장 낮은 감소율을 나타낸 필름은 OP15였다.

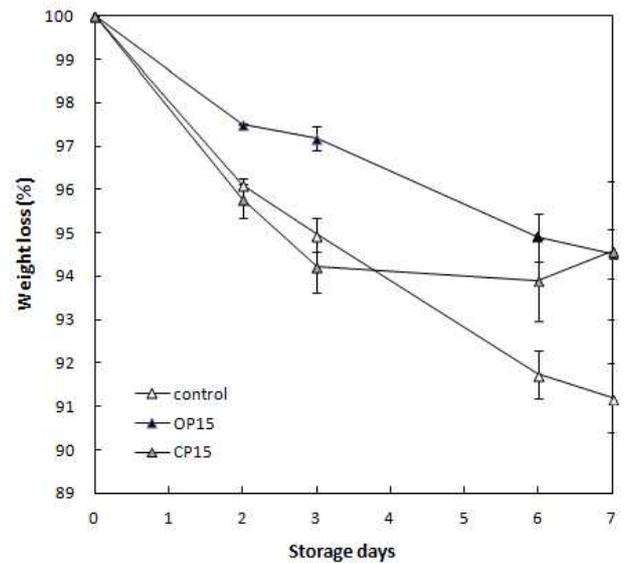


Fig. 2. Weight loss (%) of soybean sprouts packaged with different films during storage at 5°C.

Control; oriented polypropylene with O₂ transmission rate of 10,000 cc/m² · day · atm, OP15; oriented polypropylene with O₂ transmission rate of 15,000 cc/m² · day · atm, CP15; cast polypropylene with O₂ transmission rate of 15,000 cc/m² · day · atm. Values represent mean±SD (n=3).

저장 2일까지의 중량감소율은 모든 구에서 5% 미만이었으나, 저장 3일경부터 대조구와 CP15에서 5% 이상의 중량감소율을 나타내었다. 즉, 동일 재질에서는 산소의 투과율이 높고, 동일한 산소투과율에서는 CP15에 포장한 경우 중량감소율이 크게 나타났다. 일반적으로 신선식품의 중량감소는 수확 후 생리작용인 증산 및 호흡에 의한 결과로 나타나는 것으로 알려져 있으며 저온저장, MA포장 등 이러한 생리작용을 최대한 억제시켜 유통 중 중량감소를 막고 신선

Table 2. Changes of pH in soybean sprouts packaged with different films during storage at 5°C

Packaging film	Storage days	pH
Control ¹⁾	0	6.06±0.01 ^{a2)}
	2	6.27±0.03 ^b
	3	6.24±0.02 ^b
	6	6.37±0.04 ^c
	7	6.46±0.05 ^d
OP15	0	6.06±0.01 ^a
	2	6.30±0.05 ^b
	3	6.31±0.05 ^b
	6	6.37±0.06 ^c
	7	6.41±0.04 ^d
CP15	0	6.06±0.01 ^a
	2	6.25±0.03 ^b
	3	6.32±0.04 ^b
	6	6.41±0.03 ^c
	7	6.49±0.02 ^d

¹⁾Control; oriented polypropylene with O₂ transmission rate of 10,000 cc/m² · day · atm, OP15; oriented polypropylene with O₂ transmission rate of 15,000 cc/m² · day · atm, CP15; cast polypropylene with O₂ transmission rate of 15,000 cc/m² · day · atm

²⁾Values represent the mean±SD (n=3). Means with different letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

도를 오래 유지하려는 노력을 하고 있다(13,14). 따라서 본 실험 결과에서도 가스투과성을 가지는 포장 필름의 특성상 저장에 따른 중량 감소가 발생한 것으로 보인다. 콩나물의 pH는 저장 중에 경시적으로 증가하고 있는데, 필름 종류에 따른 유의적인 차이는 없으나 OP15에 비해 CP15로 포장한 콩나물에서 더 크게 나타났다(Table 2). 즉, 동일한 가스투과율을 나타내는 OP15에 비해 CP15에서 중량감소 및 pH 변화가 크게 나타난 것은 서로 다른 포장 필름의 재질 특성이 반영된 것으로 보인다.

포장 필름의 종류에 따른 저장 중 산소 및 이산화탄소의 변화

콩나물의 저장 중 포장 내부의 산소 및 이산화탄소의 변화는 다음의 Fig. 3과 같다. 저장에 따라 모든 처리구에서 산소의 감소와 함께 이산화탄소의 증가를 나타내고 있으며, 저장초기 산소유지율은 CP15, OP15 및 대조구의 순서였다. 즉 CPP 재질(CP15)이 OPP(대조구, OP15)에 비해 산소유지에 유리하며, 산소투과율이 높을수록 저장 중 높은 산소 유지율을 나타내었다. 콩나물은 1% 미만의 산소 조건 하에서 혐기적 호흡을 통한 에탄올 및 다양한 지방분해 산물이 발생하고 이에 의해 알코올취 및 콩나물 고유의 이취가 발생할 수 있다(15). 또한 Kim 등(16)에 따르면 이러한 혐기적 조건에 의한 이취발생을 억제하기 위해서는 2% 이상의 산소농도를 유지해야 하며 이를 위해서는 6,000 cc/m² · day · atm 이상의 산소투과율을 가진 필름을 사용하는 것이 좋다고 보고하였다. 본 연구의 스크리닝 실험 결과에서도 산소투과율이 5,000 cc/m² · day · atm 이상인 경우 저장 7일까지 2% 이상의 산소농도를 유지하였다. 또한 산소투과율이 10,000 이상인 대조구와 OP15, CP15의 저장 7일경 산소 함량은 각각 4.73%, 5.04%, 5.26%를 나타내어 모든 처리구에서 이취발생 억제 가능성을 시사하였다. 저장 중 포장 내부의 이산화탄소 농도는 저장일에 따라 증가하고 있으며, 모든 처리구에서 저장 7일경 15% 내외의 축적률을 나타내고 있는데, 대조구와 OP15, CP15 각각에서 15.6%, 15.4% 및 14.3%로 산소투과율이 가장 낮은 대조구에서 가장 높은 수준의 이산화탄소 축적률을 나타내었다. 콩나물 포장 내부의 이산화탄소 농도가 30% 이상이 될 경우 급속한 품질저하로 인한 이취 및 짓무름이 발생 되는 것으로 보고(3)되고 있는데, 본 실험에 사용된 포장 필름에서는 모두 이보다 낮은 15% 수준의 축적률을 나타내고 있어 포장 콩나물의 저장 중 품질유지에 효과적일 것으로 판단된다.

포장 필름의 종류에 따른 저장 중 관능품질의 변화 및 품질특성 간의 상관관계

저장에 따른 콩나물의 관능품질 변화는 Table 3에 나타내었다. 저장 6일 이후부터 모든 처리구에서 상품성이 상실되

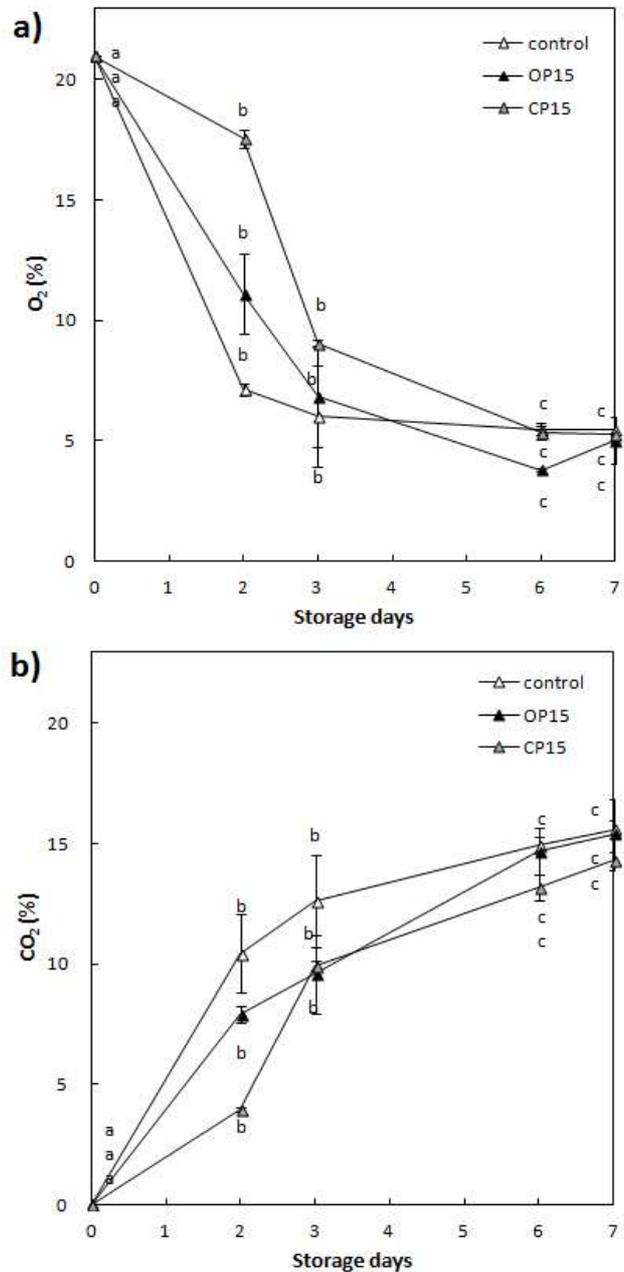


Fig. 3. Changes of O₂ (a) and CO₂ (b) concentrations in the packages during storage at 5°C.

Control; oriented polypropylene with O₂ transmission rate of 10,000 cc/m² · day · atm, OP15; oriented polypropylene with O₂ transmission rate of 15,000 cc/m² · day · atm, CP15; cast polypropylene with O₂ transmission rate of 15,000 cc/m² · day · atm. Values represent the mean±SD (n=3). Means with different letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

기 시작하였으며, 이취 및 녹변의 경우 저장 6일경부터 감지되기 시작하여 저장 7일경 이취의 경우 OP15에서, 녹변의 경우 CP15에서 더 강하게 나타났다. 이는 포장 재질의 산소투과율이 높을 경우 저장 중 높은 수준의 산소함량을 유지함으로써 이취의 발생을 줄일 수 있으나 산소로 인한 녹변은 촉진되기 때문인 것으로 판단된다. 저장 중 관능품질 조사 결과를 바탕으로 본 실험에서 제조 후 1일된 콩나물을

포장하여 저장한 점을 감안 할 때 OP15 및 CP15로 포장한 콩나물의 유통기한은 6일~7일 정도로 생각된다. 즉, 15,000 cc/m² · day · atm의 산소투과도에서는 OPP 필름(OP15)이 CPP 필름(CP15)보다 좀 더 효과적으로 관능품질을 유지하는 것으로 보이나 포장종류에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았다.

Table 3. Changes in sensory quality of soybean sprouts packaged with different films during storage at 5°C

Packaging film	Storage days	Control ¹⁾	OP15	CP15
Overall acceptability	0	5.00±0.00 ²⁾	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	2	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	3	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	6	3.00±0.71 ^b	4.25±0.35 ^b	4.00±0.00 ^b
	7	2.00±0.00 ^c	2.00±0.03 ^c	1.75±0.35 ^c
Off-flavor	0	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a
	2	2.00±0.30 ^a	1.50±0.05 ^b	1.50±0.70 ^b
	3	2.50±0.45 ^a	2.29±0.78 ^b	2.00±0.82 ^b
	6	3.65±0.35 ^b	3.52±0.06 ^c	3.00±0.56 ^c
	7	4.35±0.58 ^c	4.50±0.76 ^d	3.75±0.76 ^d
Greening	0	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a
	2	2.00±0.50 ^a	1.48±0.61 ^a	1.00±0.50 ^a
	3	3.50±0.65 ^a	2.86±0.56 ^a	3.80±0.50 ^a
	6	3.75±0.79 ^b	3.50±0.65 ^b	4.01±0.14 ^b
	7	4.10±0.50 ^c	4.00±0.60 ^c	4.56±0.89 ^c

¹⁾Control; oriented polypropylene with O₂ transmission rate of 10,000 cc/m² · day · atm, OP15; oriented polypropylene with O₂ transmission rate of 15,000 cc/m² · day · atm, CP15; cast polypropylene with O₂ transmission rate of 15,000 cc/m² · day · atm

²⁾Values represent the mean±SD (n=3). Means with different letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

포장 필름의 종류에 따른 콩나물의 품질특성 간의 상관관계를 분석한 결과 필름의 종류가 동일한 경우 및 산소투과율이 동일한 필름 간에 높은 상관관계를 나타내었다 (Table 4). 동일 재질의 필름을 사용한 경우(대조구와 OP15)의 상관계수는 0.968, 동일 산소투과도의 서로 다른 재질의 필름을 사용한 경우(OP15와 CP15)의 상관계수는 0.948, 서로 다른 필름 종류 및 산소투과도를 가지는 경우(대조구와 CP15)의 상관계수는 0.866을 나타내어 필름 종류가 콩나물의 저장 중 품질특성에 미치는 영향이 가장 큰 것으로 판단되었다. 이는 포장 콩나물의 유통 중 품질 확보를 위해서는 포장재질의 산소투과율 및 재질별 특성 이해를 바탕으로 한 포장 필름의 선정이 매우 중요함을 시사하고 있다.

Table 4. Correlation coefficients among different packaging films

	Control	OP15	CP15
Control ¹⁾	1.000	0.968 ^{**2)}	0.866 ^{**}
OP15		1.000	0.948 ^{**}
CP15			1.000

¹⁾Control; oriented polypropylene with O₂ transmission rate of 10,000 cc/m² · day · atm, OP15; oriented polypropylene with O₂ transmission rate of 15,000 cc/m² · day · atm, CP15; cast polypropylene with O₂ transmission rate of 15,000 cc/m² · day · atm

²⁾**p<0.01

요 약

포장 콩나물의 유통 중 품질향상을 위한 기초연구를 실시하고자 포장 필름의 종류 및 산소투과도에 따른 저장 중 포장 콩나물의 품질 변화를 조사하였다. 시판 중인 비포장 벌크 콩나물(제조일로부터 1일) 각 320±20 g을 산소투과율 3,000~15,000 cc/m² · day · atm 범위의 다양한 포장 필름으로 밀봉포장하고 5°C에서 7일간 저장하면서 품질변화를 측정하였다. 품질유지에 적합한 산소투과도 선정을 위한 예비 실험 결과 산소유지율이 높은 10,000 cc/m² · day · atm의 산소투과도를 가지는 OPP 필름(대조구)과 15,000 cc/m² · day · atm의 산소투과도를 가지는 OPP(OP15) 및 CPP(CP15) 필름을 선정하였고, 이들 필름으로 포장한 콩나물의 저장 중 중량감소율, pH, 산소, 이산화탄소 및 관능적 품질변화를 조사하였다. 저장 중 중량감소율은 모든 구에서 10% 미만으로 OP15의 중량감소율이 가장 작게 나타났다. 저장 중 pH는 저장일의 증가에 따라 증가하고 있으며 유의적인 차이는 없으나 CP15에서 더 크게 나타났다. 저장에 따른 포장 내부의 산소함량은 감소하고 이산화탄소의 함량은 증가하고 있는데, 산소투과율이 높을수록 저장 중 높은 산소유지율을 나타내었다. 이산화탄소의 축적률은 저장 7일경 대조구와 OP15, CP15 각각에서 15.6%, 15.4% 및 14.3%로 대조구에서 가장 높은 수준의 축적률을 나타내었다. 저장 중의 관능품질은 저장 7일경 상업적 품질이 상실되어 OP15의 경우 강한 이취가 CP15에서 강한 녹변이 발생하였다.

References

- Collins JL, Sand GG (1976) Changes in trypsin inhibitory activity of Korean soybean varieties during maturation and germination. *J Food Sci*, 41, 168-172
- Seo JM, Min JG, Kwon SH, SHin SJ, Kang CS, Son SS, Yeo IH (2012) Practices and strategies of tofu-sprout products of soy-products processing company. *Korea Soybean Digest*, 29, 17-24
- Cho KS, Kim YH, Lee YS (2006) Characterization of off-flavors from film-packed soybean sprouts. *Korean J Crop Sci*, 51, 220-226
- Song BS, Kim MJ, Kim GS (2010) Amino acid composition changes in soybean sprouts during cultivation. *Korean J Food Preserv*, 17, 681-687
- Park WM, Kim JH (1998) Effects of watering on yield of soybean sprout. *Korea Soybean Digest*, 15, 46-57
- Bae KG, Yeo IH, Hwang YH (1999) Methods of water supply of growth technology on best soybean sprouts.

Korea Soybean Digest, 16, 57-63

7. Lee SH, Chung DH (1982) Studies on the effects of plant growth regulator on growth and nutrient compositions in soybean sprout. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol*, 25, 75-82
8. Yang CB, Park SK, Yoon SK (1984) Changes of protein during growth of soybean sprout. *Korean J Food Sci Technol*, 16, 472-474
9. Kim YH, Hwang YH, Lee HS (2003) Analysis of isoflavones for 66 varieties of sprout beans and bean sprouts. *Korean J Food Sci Technol*, 35, 568-575
10. Jeon SH, Lee SH, Kim YJ, Oh SY, Kim KM, Chung JI, Shim SI (2010) Effects of storage temperature on physicochemical and sensory characteristics of soybean sprouts. *Korean J Crop Sci*, 55, 220-225
11. Exama A, Arul J, Lencki RW, Lee LZ, Toupin C (1993) Suitability of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *J Food Sci*, 58, 1365-1370
12. Cho BI, Yoon JH (2011) Product OPP film. Report on Market Trend Survey of Korea trade commission
13. Kader AA (2003) A perspective on postharvest horticulture. *Hortsci*, 38, 1004-1008
14. Kader AA (1985) Ethylene-induced senescence and physiological disorders in harvested horticultural crops. *Hortsci*, 20, 54-57
15. Cho KS, Kim YH, Lee YS (2006) Characterization of off-flavors from film-packed soybean sprouts. *Korean J Crop Sci*, 51, 220-226
16. Kim YH (2002) Development of environment-friendly production and postharvest handling methods for soybean sprouts. Final Report of MAFRA, 11-1380000-001344-01-20021127

(접수 2013년 7월 4일 수정 2013년 8월 3일 채택 2013년 8월 8일)