

콩나물의 저장 중 온도변이에 따른 품질변화

전승호* · 이세훈* · 김영주* · 오세윤* · 김경문*** · 정종일*** · 심상인***†

*경상대학교 농학과, **경상대학교 농업생명과학연구원,

Effects of Storage Temperature on Physicochemical and Sensory Characteristics of Soybean Sprouts

Seung-Ho Jeon*, Se-Hun Lee*, Young-Ju Kim*, Se-Yun Oh*,
Kyung-Moon Kim***, Jong-Il Chung***, and Sang-In Shim***†

*Dept. of Agronomy, Gyeongsang Natl. University, Jinju 660-701, Korea.

**Research Institute of Agriculture & Life Sci., Gyeongsang Natl. Univ., Jinju 660-701, Korea.

ABSTRACT Soybean sprouts produced at optimal temperature are placed or displayed for several days in market shelf of relatively cool temperature (ca. 13°C). During this period a number of changes occur including changes in color, smell, taste, nutritional quality, etc. In order to investigate the changes of these factors, soybean sprouts packed in plastic film bag (OPP+PE) were stored at the two different temperature (3°C and 13°C). Morphological characters, physicochemical changes and enzymes activity related to visible quality (color) of soybean sprouts were examined. The numbers of fine roots were greater and hypocotyls were longer in soybean sprouts stored at 13°C, although there was no significant difference in diameter, fresh weight and dry weight of hypocotyls between the two storage temperatures. Browning of hypocotyl, as an indicator of a typical deterioration in sprout quality, was highly dependent on the activity of polyphenol oxidase (PPO). Considering the low level of soluble protein in hypocotyls, the relatively higher activity of PPO suggested a critical role of PPO in stored soybean sprouts. PPO activity of sprouts stored at 13°C was 2-fold higher than that of sprouts stored at 3°C after 4 days. In sprouts stored at 13°C, the PPO activity was increased from day 0 until 6 days and since then, it was not detected. Crude protein content was increased to 30.9~35.4% based on dry weight with extended storage period. The change in crude protein was greater in sprouts stored at high temperature (13°C). Total free amino acid content was increased in both temperatures. However, the changing rate of free amino acid was greater in sprouts stored at 13°C.

Keywords : crude protein, free amino acid, PPO (Polyphenol oxidase), soybean sprouts

콩나물은 우리 몸에 필요한 무기성분과 필수 영양소 등을 함유하고 있으며, 특히 종자에 비해 vitamin A는 300%, vitamin C는 500~600% 이상 함량이 높으며 발아 과정에서 올리고당이 단당류로 전환되어 소화되기 쉽게 되는 등, 그 영양적 가치가 매우 높은 것으로 알려져 있다(Kim *et al.*, 1993; Lee *et al.*, 2005). 이로 인하여 예로부터 우리나라에서는 겨울철 비타민 공급원으로 애용하고 있으며, 최근에는 무침, 각종 찜, 해장국, 샐러드 등 아주 다양한 형태로 조리되어 이용되는 등 중요한 위치에 있다. 현재 우리나라 시장 규모는 7,000억원으로 추산되며, 생활수준 향상에 따른 식물성 식품에 대한 선호도 증가로 콩나물의 시장 규모가 증대되고 있는 추세이다.

이와 같이 시장의 규모가 커지고 건강식품으로서의 그 비중이 더욱 높아짐에도 불구하고 콩나물 생산에 여러 가지 문제점이 노출되고 있는데, 그 중 대표적인 것이 유통과정 중 품질저하로 인한 유통기한이 단축이다. 유통 과정 중 콩나물은 300~500 g 단위로 콩나물용 OPP+PE(폴리프로필렌에 PE로 코팅) 플라스틱 필름봉지에 소포장되어서, 개방형 냉장 진열대에 보관판매되고 있다. 이 과정에서 빛이나 온도의 영향으로 자엽의 녹화(greening)와 하배축의 변질 또는 갈변(necrosis)이 일어나 품질 저하와 유통기간 단축이 발생한다(Lee & Kim, 2004; Park *et al.*, 1995; Bae *et al.*, 2004; Cho *et al.*, 2006). 이 과정에서 일어나는 변화는 빛과 온도 뿐만 아니라 CO₂ 농도도 관여하는데, 갈변은 주로 효소적 갈변에 의한다. 효소적 갈변은 과실 및 채소류에서 많이 일어나는

†Corresponding author: (Phone) +82-55-751-5423

(E-mail) sishim@gsnu.ac.kr <Received June 10, 2010>

현상으로, 식물내에 존재하는 페놀화합물이 polyphenol oxidase(EC 1.10.3.1., PPO)의 작용에 의해 퀴논으로 산화된 후 중합되어 갈색의 멜라닌을 생성하기 때문에 일어나는 것으로 알려져 있다(Eskin, 1990; Joslyn & Ponting, 1955). PPO는 가용성과 불용성의 형태로 존재하며 PPO의 가용화는 과실의 숙성이나 노화과정에서 활성 증가가 일어나고 바이러스, 세균, 균류에 의한 감염 및 기계적인 손상 시 방어를 위해 그 활성이 증가하는 효소이다(Eskin, 1990).

본 연구는 현재 콩나물용 플라스틱 필름봉지(OPP+PE)에 포장되어 유통되는 콩나물을 냉장고 온도인 3°C와 대형 마트 진열대의 일반적인 온도 조건인 13°C에서 저장한 콩나물의 품질변화 차이를 확인하여 저장 조건의 최적화를 위한 자료를 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

콩나물 재배

본 시험에 이용된 콩나물은 제주도 한경면 소재 고산농협에서 구입한 국내산 콩(cv. Pungsannamulkong)을 6일간 재배하여 생산된 것을 이용하였다. 종자 10 kg을 5시간동안 침종 후, 3시간 풍건시킨 후 하면담수식 콩나물재배기(대덕기계공업사)에서 재배하였다. 재배실의 온도는 20±5°C를 유지하였고, 관수는 3시간 간격으로 3분간 실시하였다.

포장 및 저장

콩나물은 수확 직후 흐르는 수돗물에 30초간 세척하고, 상품성이 우수한 시료 300 g을 취하여 콩나물용 OPP+PE(폴리프로필렌에 PE로 코팅) 플라스틱 필름봉지(20.5×29 cm, 두께 40 µm)에 봉지 당 300±30 g의 콩나물을 넣은 후 가열 밀봉기로 입구를 밀봉 포장하여 저장하였다.

콩나물 품위조사

저장 온도별 콩나물의 특성 변화를 측정하기 위하여 포장된 콩나물을 냉장고 온도인 3°C, 대형 마트의 5곳의 진열대의 평균온도인 13°C에 저장하였다. 시간 경과에 따라 하배축 길이가 7 cm 이상인 상품성이 우수한 30개체를 취하여 세근 수, 하배축 길이 및 직경, 뿌리길이 등을 측정하고, 자엽, 하배축 및 뿌리로 분리하여 생체중을 조사하였다. 건물중은 시료를 80°C 건조기에서 48시간 건조시킨 후 측정하였다. 하배축의 경도는 콩나물 5개체를 모아 hook 3 cm 아래 지점을 기준으로 Texture Analyzer (TA-XT2, Haslemere Co., England)에 Warner-Bratzler blade를 정착시켜 전단력을 10회 측정 후 평균값으로 나타내었다. 색도는 동결건조

조시켜 마쇄한 자엽과 하배축 분말을 백색지에 1 mm 이상 높게 쌓고 50 cm 높이에서 20 W 형광등 2개를 설치 후 디지털 카메라(α-380, Sony)로 촬영 후 얻어진 디지털 영상을 Adobe Photoshop CS4를 이용하여 L, a, b 값을 구하였다.

영양 성분 분석

각 시료는 성분 분석을 위해 -75°C에서 얼린 후 동결건조를 실시하였다. 동결건조 시료는 막자로 곱게 간 후 시료 100 mg을 취하여 시험관에 넣고 80% EtOH 5 ml 가하여 혼합시킨 후 80°C의 항온조에서 20분간 침지 후 초음파 세정기(SH-2100, 새한초음파산업) 이용하여 5분간 추출하고 원심분리(3,000 rpm, 10 min)하였다. 상정액 3 ml을 0.45 µm syring filter로 이물질 제거한 여과액을 분석용 시료로 사용하였다. 환원당 함량은 DNS 법으로 분석하였고(Miller, 1959), 유리당 조성은 HPLC(Shimadzu LC10A, Japan)로 분석하였다(Valverde *et al.*, 1984).

유리 아미노산은 시료 100 mg을 취하여 EtOH 80% 1 ml을 가하여 원심분리(1,400 rpm, 20 min)하고 상정액 0.1 ml에 증류수 0.4 ml와 ninhydrin 용액과 SnCl₂을 각각 0.25 ml을 혼합하여 80°C의 항온수조에 30분간 증탕시킨 후 얼음에 넣어 반응을 중지시킨다. 반응 정지 후에 570 nm에서 흡광도를 측정하고, glutamic acid 표준 용액의 흡광도로부터 농도를 구하였다(Moore and Stein, 1954). 조단백질은 micro-kjeldahl법에 따라 정량하였다(AOAC, 1990).

PPO (polyphenol oxidase) 활성 측정

PPO 활성은 Chung & Lee(1995)를 응용하여 생체시료 400 mg에 0.1 M의 인산 완충용액(pH 6.5) 2 ml을 가하여 마쇄한 후 원심분리(1,200 rpm, 10 min)하였다. 상등액 1 ml을 취하여 1 mM catechol 40 ml에 인산염 완충용액 (pH 6.5) 10 ml 혼합한 기질용액 2.5 ml 가하여 30°C 항온조에서 20 분간 반응시킨 후 1 N HCl 용액 0.5 ml로 반응을 정지시킨 후 400 nm에서 흡광도를 측정하였다.

결과 및 고찰

콩나물 품질변화

생산업체에서 생산된 콩나물의 유통과정 중 환경에 의해 콩나물의 품위 변화에 대해 알아보하고자, 먼저 콩나물의 유통과정 중 저장 조건에 의한 형태의 변화를 조사 결과는 표 1과 표 2이다. 콩나물의 품질에 큰 영향을 미치는 세근의 발생수는 저장 기간이 길어질수록 증가하였고, 냉장 저장인 3°C에 비해 13°C에서 증가하였으며, 0일차에 비해 개체당

Table 1. Effects of storage temperature on morphological characteristics of soybean sprouts.

Storage temperature	Lateral root		Length		Diameter	
	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	No.	cm		mm		
3°C	0.4	9.0	6.5	15.5	2.35	1.33
13°C	1.2	9.3	6.6	15.9	2.39	1.27
T test	**	*	ns	ns	*	ns

*: significant at 0.05 level, **: significant at 0.01 level, ns: not significant.

Table 2. Effects of storage period on morphological characteristics of soybean sprouts.

Storage period	Lateral root		Length		Diameter	
	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	No.	cm		mm		
control	0.2d [†]	8.6c	6.2a	14.8c	2.33b	1.30ab
1	0.6c	8.8c	6.6a	15.4bc	2.40ab	1.34ab
2	0.8b	9.0bc	6.6a	15.5abc	2.47a	1.37a
3	0.9b	9.4ab	6.6a	16.0ab	2.38ab	1.29ab
4	1.1a	9.6a	6.6a	16.2ab	2.33b	1.25b
5	1.2a	9.6a	6.7a	16.3a	2.31b	1.25b

[†]The same letters are not different at 0.05 level of DMRT.

1개가 증가하였다. 저장 기간이 증가할수록 하배축 길이가 늘어남에 따라 전체 길이도 길어지는 결과를 보였다.

콩나물의 수분 함량 변화 조사에서는 3°C에서는 거의 변화가 일어나지 않았으나, 13°C에서는 3°C에 비해 4일차 까지 증가하는 것으로 나타났다. 콩나물의 생산 수율과 연관이 있는 생체중은 13°C에서 저장 기간 4일차까지 증가하는 경향을 보였으며, 수분함량 변화와 비슷한 3°C에 비해 크게 변화하였다(그림 1). 이는 앞의 하배축과 뿌리 길이의 증가로 인한 전체 생체중 증가가 영향을 주었기 때문으로 사료된다.

콩나물의 품질 특히, 저작감과 관련이 있는 콩나물 경도를 측정 한 결과는 그림 2와 같다. 저장 기간이 길어질수록 3°C에서 경도의 변화가 작는데 반하여 13°C에서는 저장 1일차부터 경도가 높았으며 저장 기간 6일차에서는 2,060 g cm⁻²에서 2,601 g cm⁻²로 높았다. 이는 소비자가 콩나물을 씹었을 때 특유의 아삭거리는 저작감이 사라지고 질겨져 상품성이 크게 저하되는 것을 의미한다.

동결건조 후 곱게 마쇄한 자엽과 하배축 분말의 색도를 측정 한 결과는 그림 3과 같다. 자엽과 하배축 모두 저장온도에 따라 차이를 보였다. 밝기를 나타내는 L값은 3°C에 비해 13°C에서 하배축과 자엽이 보다 어둡게 변화였으며, 붉은색을 나타내는 a값은 3°C의 자엽과 하배축에서는 거의 변화를 보이지 않았으나, 13°C에서는 하배축은 더 붉게 변하고 자엽은 푸르게 변하는 녹화현상이 일어났다. 황색도인 b값의 경우도 3°C에 비해 13°C에서 변화가 심하였으며, 특

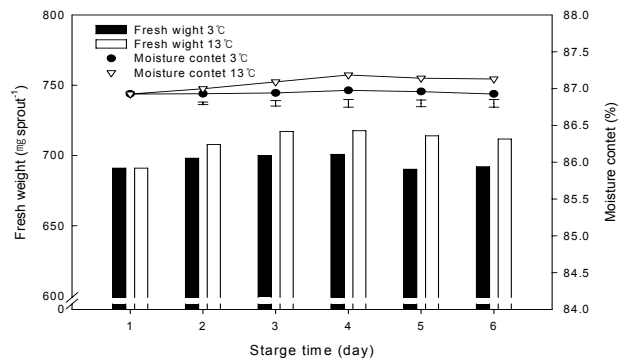


Fig. 1. Changes of fresh weight and moisture content of soybean sprouts stored at the two different temperatures (3°C and 13°C). The vertical bars indicate values of T test.

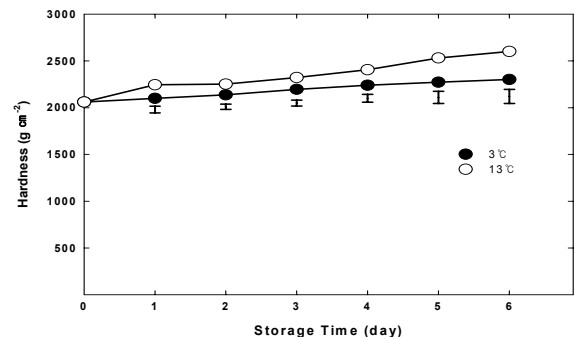


Fig. 2. Changes of hardness of hypocotyl of soybean sprouts stored at the two different temperatures (3°C and 13°C). Hardness was measure by shearing test. The vertical bars indicate values of T test.

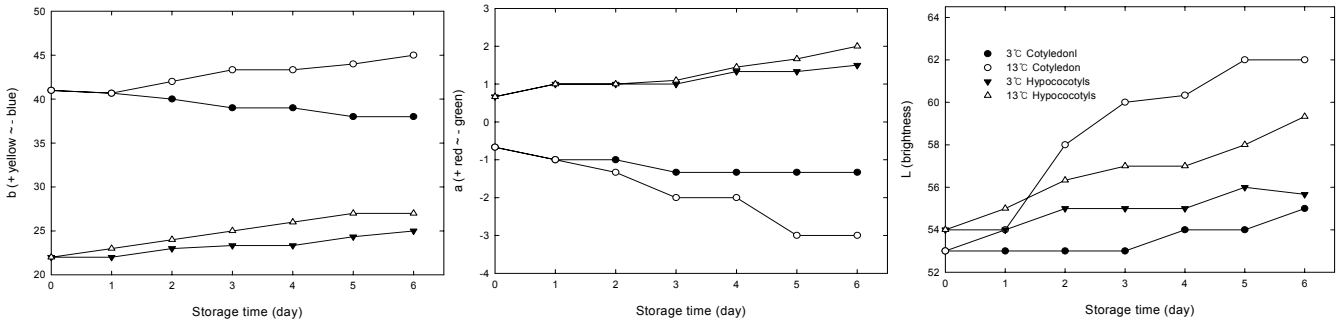


Fig. 3. Changes of L, a, b value of soybean sprouts stored at the two different temperatures (3°C and 13°C).

Table 3. Changes of free sugars content in cotyledon of soybean sprouts stored at the two different temperatures.

Storage days	Cotyledon							
	Sucrose		Glucose		Galactose		Fructose	
	3°C [†]	13°C	3°C	13°C	3°C	13°C	3°C	13°C
	mg/g							
control	20.9	20.9	0.0	0.0	58.8	58.8	55.4	55.4
1	20.3	17.8	0.0	0.0	67.6	74.1	85.6	82.1
2	18.9	13.5	0.0	0.0	70.1	77.2	98.2	105.2
3	16.3	8.6	0.0	0.0	74.7	82.3	104.3	112.8
4	15.8	4.7	0.0	0.0	83.3	86.5	105.4	116.4
5	11.5	3.2	0.0	0.0	84.3	88.6	105.4	121.2

[†] Storage temperature.

Table 4. Changes of free sugars content in hypocotyl of soybean sprouts stored at the two different temperatures.

Storage days	Hypocotyl							
	Sucrose		Glucose		Galactose		Fructose	
	3°C	13°C	3°C	13°C	3°C	13°C	3°C	13°C
	mg/g							
control	37.9	37.9	60.4	60.4	231.1	231.1	124.5	124.5
1	34.3	26.8	50.2	56.1	244.9	396.4	153.8	146.1
2	27.9	15.2	46.6	31.6	270.2	456.3	167.1	177.2
3	21.2	5.3	43.4	28.2	351.2	533.5	175.3	187.6
4	17.0	0.0	33.1	25.0	399.0	562.0	186.7	233.4
5	14.0	0.0	23.3	21.3	533.4	622.4	230.0	234.8

히 자엽에서 큰 변화를 보였다. 저장 기간 동안 변화의 정도는 차이는 있으나, 대부분 3 일차부터 큰 폭의 변화가 일어나는 것으로 나타났다.

영양 성분 분석

콩나물의 자엽과 하배축의 환원당 함량은 저장 기간이 길어짐에 따라 감소하였다. 저장 기간 0일차에 함량은 10.7 mg g⁻¹과 45 mg g⁻¹으로 하배축의 함량이 높았다(그림 4). 자엽의 경우 저장온도 3°C에서 그 함량은 7.5 mg g⁻¹이었고 13°C에서는 6.7 mg g⁻¹로 높은 온도에서 변화의 폭이 컸으며, 하배축의 경우도 마찬가지로 3°C에서 30 mg g⁻¹이었고

13°C에서는 17.5 mg g⁻¹로 13°C에서 함량 감소가 크게 나타났다. 특히 저장 기간 3일차부터 이러한 차이는 뚜렷해지는 결과를 보였다. 이는 콩나물 재배 기간 동안 환원당의 함량이 감소한다는 보고(Park & Kim, 2003)와 같은 결과로서 저장 기간 중의 콩나물의 호흡으로 인해 에너지가 계속 소비되며, 특히 저장 온도가 높을수록 호흡속도의 증가(Cho *et al.*, 2006)로 인한 에너지 소비가 차이는 나타내는 주된 이유인 것으로 사료된다.

콩나물의 유통과정 중 저장 조건에 의한 유리당 함량을 조사한 결과는 표 3과 표 4이다. 콩나물에서 유리당은 sucrose, glucose, galactose 및 fructose로 구성되어 있었으

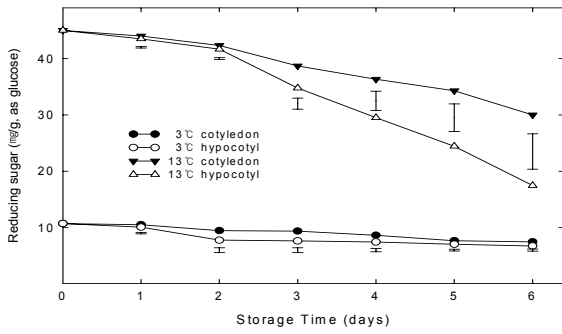


Fig. 4. Changes of reducing sugar content of soybean sprouts stored at the two different temperatures (3°C and 13°C). The vertical bars indicate values of T test.

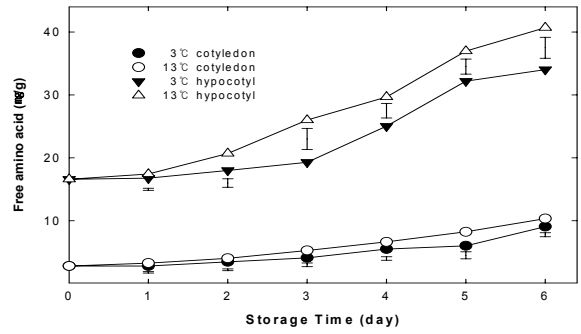


Fig. 5. Changes of free amino acid content in cotyledon and hypocotyl of soybean sprouts stored at the two different temperatures (3°C and 13°C). The vertical bars indicate values of T test.

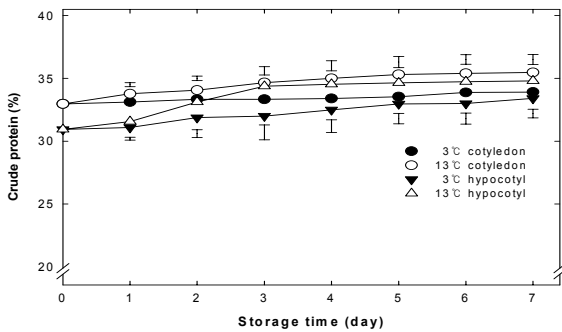


Fig. 6. Changes of crude protein content in cotyledon and hypocotyl of soybean sprouts stored at the two different temperatures (3°C and 13°C). The vertical bars indicate values of T test.

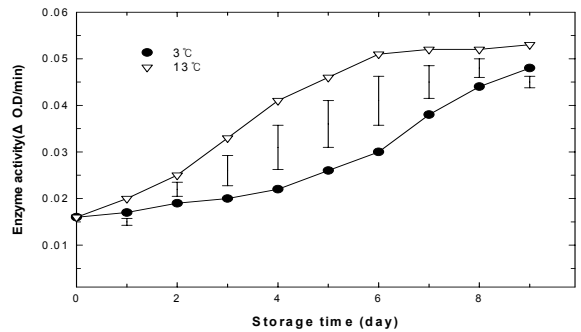


Fig. 7. Changes of PPO activity of soybean sprouts stored at the two different temperatures (3°C and 13°C). The vertical bars indicate values of T test.

며, 그 중 galactose(231.1 mg g⁻¹)와 fructose(124.5 mg g⁻¹)의 함량이 높았다. 특히 galactose의 경우 0일차를 기준으로 자엽보다는 하배축에서 4배 이상 함량이 높았으며, 자엽에서는 glucose가 확인되지 않았다. 저장 기간이 길어짐에 따라 sucrose 함량은 자엽에서는 20.9 mg g⁻¹에서 3°C와 13°C 조건에서 5일 후에 11.5 mg g⁻¹와 3.2 mg g⁻¹으로 감소하였다. 하배축에서는 0일차 37.9 mg g⁻¹에서 3°C 조건에서 5일 후에 14.0 mg g⁻¹로 변화하였으나, 13°C에서는 4일 후부터 검출되지 않았다. 반면 galactose와 fructose의 함량은 저장기간이 길어짐에 따라 저장 온도에 관계없이 약 2~3배 증가하였다. 유리당 함량의 변화는 3°C에 비해서 13°C에서 더욱 민감하게 나타났다. 저장 기간이 길어짐에 따라 나타나는 sucrose 감소는 Abrahamsen(1966)의 보고와 같이 단당류로 분해되어 감소되기 때문인 것으로 보여진다. 저장 기간이 길어짐에 따라 galactose의 함량이 증가하는 것은 세포벽을 구성하는 비섬유 단당류 중 galactose가 많은 함량을 차지하므로 저장기간동안 세포벽 형성이 늘어나 galactose의 상대적 함량이 증가하였기 때문인 것으로 사료된다(Lee and Rhee, 1999).

온도 별 저장 기간 중의 유리 아미노산의 함량 변화는 그림 5와 같다. 자엽의 경우 그 함량은 2.8 mg g⁻¹이었으며 하배축에서는 16.6 mg g⁻¹의 함량을 나타냈다. 저장 기간이 길어짐에 따라 3°C 자엽과 하배축에서는 각각 9.1 mg g⁻¹와 34.3 mg g⁻¹으로 증가하였으며, 13°C에서는 10.3 mg g⁻¹과 40.7 mg g⁻¹으로 앞의 유리당과 더불어 크게 증가하였다. 특히 저장 기간 3일차에서 변화의 폭이 크게 증가하였다. 온도별 저장 기간 중 조단백질의 함량변화는 그림 6과 같다. 하배축의 조단백질 함량은 30.9%로 나타났으며, 자엽의 조단백질 함량은 32.9%로 나타났다. 저장 기간이 길어짐에 따라 조단백질 함량 변화에도 3°C에 비해 13°C에서 증가폭이 컸으나 조단백질의 함량은 1.0%~3.9% 증가하였다.

PPO (polyphenol oxidase) 활성

콩나물의 유통과정 중 저장 기간이 길어지거나 온도 스트레스로 인해 하배축이 갈변하는 정도를 알아보기 위해서 polyphenol oxidase (PPO) 활성을 측정된 결과는 그림 7과 같다. 0일차에서는 PPO 활성은 0.016 O.D min⁻¹였으나, 3°C에서는 4일차부터 크게 증가하여 저장 9일차에서 0.048

인용문헌

O.D min⁻¹ 로 계속 증가되었으며, 13°C에서는 저장 1일차부터 PPO 활성 증가정도가 크게 증가하여 저장 7일차부터는 0.052 O.D min⁻¹로 더 이상의 증가가 없었다. 앞의 색도 조사와 마찬가지로 하배축이 변색하는 즉, 갈변정도가 컸던 13°C에서 PPO 활성이 크게 나타났다. PPO 활성은 불량한 조건에서 그 활성이 대체적으로 증가하므로(Eskin, 1990), 본 시험에서는 13°C에서는 활성 증가정도가 크고 저장 7일차에서는 PPO 활성의 변화가 일어나지 않는 것으로 보아, 13°C의 7일차에서는 대사활동이 정지되어 콩나물의 상품적 가치가 급락하는 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 콩나물용 플라스틱 필름봉지(OPP+PE)에 포장되어 유통되는 콩나물을 냉장고 온도인 3°C와 대형 마트의 진열대 온도인 13°C로 저장한 콩나물의 품질변화에 미치는 요인을 분석하여, 유통 기간 중 콩나물의 품질변화에 대한 기초 자료를 알아보려고 하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 플라스틱 필름 봉지에 포장된 콩나물은 냉장 온도인 3°C에 비해 마트 진열대 온도인 13°C에서 세근의 발생수가 많았으며, 하배축과 뿌리의 길이도 더 길어졌으며, 수분함량과 생체중에서도 13°C에서 더 늘어났다. 경도 조사에서는 13°C에서 경도 값의 증가로 하배축이 질겨졌으며, 색도 조사에서도 3°C의 자엽과 하배축에서는 거의 변화를 보이지 않았으나, 13°C에서는 하배축은 갈색으로 변하고, 자엽은 푸르게 변하였다.
2. 자엽과 하배축의 환원당 함량변화에서는 저장 기간이 경과함에 따라 감소하였는데, 저장 기간 3일차부터 13°C 저장조건에서 하배축에서 변화 폭이 크게 나타났다.
3. 유리당의 성분 중에서는 galactose와 fructose의 함량이 높았고, 유리당 함량의 변화는 3°C에 비해서 13°C에서 더욱 민감하게 나타났으며, galactose와 fructose의 함량은 2~3배정도 증가하였다.
4. 유리 아미노산의 함량 변화도 13°C에서 크게 증가하였으며, 저장 3일차부터 변화의 폭이 크게 조사되었다.
5. 조단백질의 함량 변화에서는 30.9~35.4%로 증가하였으며, 13°C에서 변화의 폭이 크게 나타났다.
6. PPO 활성에서는 3°C에서는 4일차부터 크게 증가하여 저장 9일차에서 계속 증가되었으나, 13°C에서는 저장 1일차부터 PPO 활성이 크게 증가하여 저장 7일 차부터는 더 이상의 증가가 없었다.

- Abrahamsen, M. and T. W. Sudia. 1996. Studies on the soluble carbohydrate and carbohydrate precursors in germination soybean seed. *Am. J. Bot.* 53 : 108-114.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. Washington DC, Association of Official Analytical Chemists.
- Bae, K. G., S. W. Nam, K. N. Kim, and Y. H. Hwang. 2004. Difference in freshness of soybean sprouts as affected by CO₂ concentration and postharvest storage temperature. *Kor. J. Crop Sci.* 49 : 172-178.
- Cho, K. S., Y. H. Kim, and Y. S. Lee. 2006. Characterization of off-flavors from film-packed soybean sprouts. *Kor. J. Crop Sci.* 51 : 220-226.
- Chung, H. Y. and G. J. Lee. 1995. Changes in polyphenol oxidase activity, phenol concentration and browning degree of potato slices with different cultivars during cold storage. *Kor J. Diet. Culture* 10 : 89-95.
- Eskin, N. A. M. 1990. *Biochemistry of foods*. 2nd Edition, Academic Press, New York. 557 p.
- Joslyn, M. A. and J. D. Ponting. 1955. Enzyme-catalyzed oxidative browning of fruits products. *Adv. Food Res.* 3 : 1-44.
- Kim, S. D., S. H. Kim, and E. H. Hong. 1993. Composition of soybean sprouts and its nutritional value. *Korean Soybean Dig.* 6 : 1-9.
- Lee Y. S. and C. O. Rhee. 1999. Changes of free sugars, lipoxygenase activity and effects of chitosan treatment during cultivation of soybean sprouts. *Kor. J. Food Sci. Tech.* 31 : 115-121.
- Lee, Y. S., and Y. H. Kim. 2004. Changes in postharvest respiration, growth, and vitamin C content of soybean sprouts under different storage temperature conditions. *Kor. J. Crop Sci.* 49 : 410-414.
- Lee, Y. S., Y. H. Kim, and S. B. Kim. 2005. Changes in the respiration, growth, and vitamin C content of soybean sprouts in response to chitosan of different molecular weights. *HortSci.* 40 : 1333-1335.
- Park, I. K., and S. D. Kim. 2003. Sugar and free amino acid content of chitosan-treated soybean sprouts. *J. Chitin Chitosan.* 8 : 105-110.
- Park, M. H., D. C. Kim, B. S. Kim, and B. Nahmgoong. 1995. Studies on pollution-free soybean sprout production and circulation market improvement. *Korean Soybean Dig.* 12 : 51-67.
- Miller, G. L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31 : 426-426.
- Moore, S. and W. H. Stein. 1954. A modified ninhydrin reagent for the photometric determination of amino acids and related compounds. *J. Biol. Chem.* 212 : 907-913.
- Valverde, C. V., C. M. Valverde, and J. Herranz. 1984. Determination of soluble carbohydrate in yogurts by HPLC. *J. Dairy Sci.* 67 : 759-764.