

콩나물 재배과정 중 기체 조성과 수확 후 저장온도에 따른 선도 변화

배경근*[†] · 남승우* · 김경남* · 황영현**

*(주)풀무원기술연구소, **경북대학교농업생명과학대학식물생명과학부

Difference in Freshness of Soybean Sprouts as Affected by CO₂ Concentration and Postharvest Storage Temperature

Kyung-Geun Bae*[†], Sung-Woo Nam*, Kyung-Nam Kim*, and Young-Hyun Hwang**

*Pulmuone R&D Center Seodaemun P.O.Box146, Seodaemun-ku, Seoul, Korea,120-600

**Division of Plant Biosciences, College of Agriculture and Life Science, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

ABSTRACT : When soybean sprouts are grown in the closed condition (where the ratio of O₂ and CO₂ is 7 : 3), amount of CO₂ is increased and O₂ is decreased with the passage of time. At the same time, the amount of ethylene is automatically increased. By increasing the concentration of ethylene gas up to 0.5-1.0 ppm in the growth room, the length of sprouts was restricted to 6-7 cm and the thickness of sprouts was increased to 2.70±0.30 mm. The production of good quality sprouts which were fat and short was possible without application of any growth regulators such as indole-3-acetic acid known to have accumulation problem in humane body. To maintain the freshness during the transportation and prevent sprouts from rotting and bad smell at market, cold storage at 2-5°C and airtightness which will restrict photosynthesis and respiration (higher than 10°C) are needed. The freshness of sprouts is depended on the increase of CO₂ and the depletion of O₂ in the package. When the sprouts were stored below 10°C (preferably below 8°C), the concentration of CO₂ in the package remained below 30% for more than 60 hours, which was possible to keep sprouts in freshness without any offensive odor. But sprouts were maintained at 13°C for more than 25 hours, the concentration of CO₂ increased over 30% and produced an offensive odor. The little amount of O₂ gas was existing for 30 hours at 5°C but it was disappeared completely within 7 hours over 10°C and the sprouts became rot and produced severe offensive odor.

Keywords: soybean, sprout, cold storage, ethylene, CO₂, O₂.

콩나물은 생명력을 가지고 있는 생명체로 대기중의 산소와 이산화탄소, 그리고 물을 이용하여 생장을 해나가는데, 산소는

발아에 절대적으로 필요한 것이고, 고농도의 이산화탄소는 발아에 유해하다(Hsu *et al.*, 1973). 또한 발아중에는 종자의 호흡이 크게 증가하며, 호흡은 일종의 산화과정이므로 발아에는 적당한 산소공급이 필요하다. 만일 산소농도를 대기중의 농도 이하로 저하시키면 종자발아가 크게 저해를 받으며, 반대로 이산화탄소의 영향은 대개 산소의 영향과는 반대로 대부분의 종자는 이산화탄소가 대기에서의 농도보다 적을 때에는 큰 지장을 받지 않는다. 또한 콩은 종실의 크기에 따라서 소립, 중립, 대립종으로 구분되고 있으며, 장류, 두부용 콩은 주로 중, 대립종인 20 g/100립 내외를, 나물콩은 종실의 12 g/100립 내외인 소립종을 사용하고 있다. 또한 콩의 생육시 CO₂의 이용효율은 초형과 잎의 특성에 의해 차이가 있으며 유전력도 높다고 알려져 있으며(Hail *et al.*, 1998), CO₂동화량과 기공전도도는 콩종자의 크기나 잎의 형태에 따라 다르다고 하였다. 콩의 순광합성율은 광량과 Rubisco의 활성이 높을수록 증가되며, 기공전도도 및 엽온과 밀접한 관계가 있고 식물체내의 수분함량에 의해서도 제한 받는다고 한다(Dornhoff *et al.*, 1970).

따라서 본 연구에서는 이러한 콩 재배로부터 발생되어지고 있는 CO₂의 이용효율에서와 같이 콩나물의 재배에서 필요한 CO₂와 O₂의 농도에 따른 생육의 특성을 비교하고, 식물의 생장시에 발생하는 성장호르몬중 유일하게 기체인 에틸렌(Ethylene)을 이용한 콩나물 재배방법을 실시하였으며, 또한 콩나물을 포장, 유통시 호흡으로 인해 발생하는 CO₂와 O₂의 농도에 따라 콩나물의 선도유지와 품질에 영향을 미치는 바 이에 대한 기초 자료를 얻었기에 보고하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구는 (주)풀무원 콩나물 생산공장에서 수행하였으며, 공시재료로는 (주)풀무원이 계약 재배하여 사용하는 원료콩인 준지리를 사용하였다. 본 연구에서 콩나물의 생육시 재배일차

[†]Corresponding author. (Phone) +82-2-3277-8577 (E-mail) kgbae@pulmuone.co.kr <Received February 10, 2004>

어 따른 산소(O₂)와 이산화탄소(CO₂)의 발생량을 알아보기 위하여 생육시 소비되는 gas의 농도를 측정하였으며, 이때 발생되어지는 산소와 이산화탄소의 발생량을 측정하기 위하여 밀폐된 용기(재질 PE, 용량 970 ml)를 준비하여 재배 1일차부터 5일차까지 시료를 100 g씩 넣고 24시간경과 후 내부gas를 추출하여 Gas chromatography로 측정하였으며 GC condition은 Table 1과 같다.

또한, 콩나물 재배 중에 발생하는 에틸렌의 발생량과 처리 농도에 따른 콩나물의 생육 및 형태를 측정하기 위하여 순도가 99.9%의 상용에틸렌을 사용하였으며, 농도를 설정하기 위하여 완전 밀폐된 재배실(5 m×13 m×3 m)에서 실시하였다. 또한 정확한 농도의 에틸렌 량의 주입과 제어를 위해 컴퓨터 program과 에틸렌 조절장치 1set(STEC사, 일본산)의 mass flow control(SEC-310), 표시장치(DU-102E), 설정장치(SU-502E), 전원조절용(PAC-E)등과 3way valve를 장착 사용하였으며, 에틸렌 주입농도는 Table 2와 같이 설정된 농도를 컴퓨터에 의해 실시하였고, 농도체크는 일 2회(오전/오후) GASTEC (No.172L) 또는 Gas chromatography를 사용하여 측정하였으며 GC condition은 Table 3과 같다.

그리고 포장된 콩나물의 보관온도(5°C, 10°C, 15°C, 20°C)에 따른 경과시간별 산소와 이산화탄소의 농도를 측정(O₂&CO₂ analyser : model 1637-5, 오스트리아산)하였고 측정방법은 체크 30분전에 측정기기를 가동시킨 후 대기중의 산소농도 21%와 이산화탄소 농도 0.03%에 도달하게 한 후 0.5µ필터가 부착된 injection syringe를 이용하여 콩나물 봉지

Table 1. Gas chromatography condition for analysis of CO₂ and O₂ composition.

Condition	
Column	CTR1(Alltech, 3m)
Injector temperature	120°C
Detector temperature	120°C(TCD)
Colum oven temperature	35°C
Flow rate	30 mL/min
Carrier gas	He(30 mL/min)

Table 3. Gas chromatograph condition for analysis of ethylene (C₂H₄) composition.

Condition	
Column	CTR1(Alltech, 3 m)
Injector temperature	250°C
Detector temperature	250°C
Colum oven temperature	60°C-140°C-180°C(22 min)
Flow rate	10 psi

내 gas를 흡입 경과시간별 산소와 이산화탄소의 발생량을 측정하였다.

결과 및 고찰

콩나물 생육시 재배일수별 산소(O₂)와 이산화탄소(CO₂) 발생량

콩나물 생육중 발생하는 O₂와 CO₂의 발생량을 살펴본 결과 Table 4와 같으며, CO₂의 경우 1일차에는 5.80%, 2일차는 10.49%로 급격히 증가후 3일차 부터는 11.5%정도로 평형을 유지하다가 5일차이후에는 감소하는 경향을 나타내었으며, 일차간의 유의적 차이는 2일차, 3일차, 4일차에서 나타나지 않았으나 1일차와 5일차에서는 차이를 나타내었다. O₂의 경우 일차별 유의차는 나타나지 않았으나 1일차 11.5%이후 급격하게 감소한 후 2일차 이후부터는 서서히 감소 후 5일차에는

Table 4. Concentration of CO₂ and O₂ produced in cultivation box of soybean sprouts.

Cultivation duration (hr)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
24	5.80c	11.55a
48	10.49ab	5.72b
72	11.20ab	4.65c
96	11.95a	4.42c
120	9.48b	4.90c
LSD(0.05)	1.83	0.60

† Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

Table 2. Ethylene density and treatment duration in the growth room of soybean sprouts.

Ethylene concentration(ppm)								
0.1-0.5			0.6-1.5			1.6-3.0		
Treat. (day)	Injection time (min:sec)	Close time (min:sec)	Treat. (day)	Injection time (min:sec)	Close time (min:sec)	Treat. (day)	Injection time (min:sec)	Close time (min:sec)
2	0:00	30:00	1	0:02	29:58	1	0:02	29:58
2	0:30	29:30	2	0:50	29:10	3	1:15	28:45
2	0:15	29:45	4	0:30	29:30	3	0:50	29:10

4.90%로 약간의 증가추이를 나타내었다.

Takashi(1985)가 보고한 내용에 의하면 CO₂를 처리하여 콩나물, 숙주나물을 재배해본 결과 CO₂처리구(1000 ppm)가 기준구에 비해 길이생장이 급격하게 빨라졌으며, 반면, 회전박스(5 rpm, 40 min/day)에 넣어 회전을 하면서 재배한 경우 생장이 기존 또는 CO₂를 처리구보다 급격하게 둔화됨을 나타낸 반면, 두께 및 경도는 증가되었다. 이는 본 실험의 생육초기 이후 급격하게 증가하는 이산화탄소의 농도와 일반적인 콩나물 생육시 길이생장과 두께의 상관관계를 비교해 볼 때 유사한 경향을 나타낸다고 할 수 있겠다.

에틸렌 농도에 따른 콩나물 생육특성 및 아미노산 성분변화 콩나물 재배중 에틸렌적용 농도별 형태비교

콩나물 재배시 원료콩의 침지 또는 재배시에 화학적으로 제조한 농약이나 생장조정제를 사용하여 콩나물의 생육 또는 부패를 방지하는 방법을 이용하고 있으나, 본 실험에서는 식물의 생장시 분비되는 생장호르몬인 에틸렌(Ethylene)을 이용하여 콩나물의 생육상태 및 형태를 살펴보았다. 본 실험에 이용한 에틸렌은 화학구조가 H₂C=H₂C의 간단한 기체인 탄화수소이며(Bufler *et al.*, 1984), 에틸렌은 기체로 존재하므로 액체형 호르몬과는 달리 체내에 축적되지 않는 특징을 지니고 있

Table 5. Effect of low concentration of ethylene (0.1-0.5 ppm) on growth of soybean sprouts.

Cultivation duration (days)		Length(cm)		Thick-ness (mm)	100EA weight (g)	Moisture (%)	pH
		hypocotyl	root				
2	Control	1.24±0.11			20.7±0.25	65.6±0.42	6.38±0.22
	Treat.	0.82±0.47			20.8±0.25	63.5±0.36	6.34±0.11
3	Control	4.50±0.35		1.92±0.08	29.2±0.57	76.2±0.56	6.20±0.12
	Treat.	4.38±0.22		2.26±0.04	31.6±0.41	75.3±0.57	6.18±0.08
4	Control	3.74±0.25	3.50±0.35	2.27±0.07	40.3±0.40	83.5±0.36	6.26±0.05
	Treat.	3.08±0.08	4.50±0.14	2.57±0.06	41.2±0.83	83.0±1.45	6.22±0.04
5	Control	6.26±0.25	5.40±0.41	2.31±0.04	49.2±0.25	88.3±0.56	6.16±0.11
	Treat.	4.10±0.22	5.40±0.42	2.65±0.04	47.2±0.18	88.3±0.83	6.10±0.10
6	Control	8.24±0.25	6.30±0.31	2.16±0.04	54.6±1.98	89.4±0.89	6.06±0.11
	Treat.	6.10±0.27	7.36±0.54	2.74±0.05	58.8±0.25	89.4±0.42	6.12±0.08
7	Control	8.82±0.86	6.82±0.54	2.15±0.07	64.5±0.61	91.6±0.74	6.20±0.07
	Treat.	7.60±0.54	7.26±0.25	2.72±0.02	63.2±0.56	91.4±0.74	6.14±0.09

† Each values represent mea±S.D.

Table 6. Effect of medium concentration of ethylene (0.6-1.5 ppm) on growth of soybean sprouts.

Cultivation duration (days)		Length(cm)		Thick-ness (mm)	100EA weight (g)	Moisture (%)	pH
		hypocotyl	root				
2	Control				19.9±0.80	61.2±0.85	6.46±0.29
	Treat.				18.6±0.79	60.5±1.47	6.42±0.29
3	Control	1.44±0.22			22.1±0.39	66.1±0.44	6.38±0.11
	Treat.	2.20±0.36			24.4±0.35	68.5±1.03	6.36±0.09
4	Control	3.26±0.25	4.24±0.25	1.92±0.05	34.6±0.74	76.8±0.90	6.18±0.08
	Treat.	3.10±0.42	3.62±0.84	2.33±0.06	34.6±0.44	80.1±0.42	6.14±0.09
5	Control	5.08±0.08	4.92±0.45	2.08±0.06	42.0±0.61	86.3±0.56	6.12±0.15
	Treat.	4.76±0.57	6.16±0.23	2.34±0.07	44.8±1.15	85.8±0.56	6.04±0.11
6	Control	7.62±0.74	5.82±0.54	2.05±0.06	54.5±0.61	88.6±0.74	6.10±0.10
	Treat.	7.12±0.42	7.52±0.36	2.50±0.08	59.2±0.56	88.4±0.42	6.02±0.06
7	Control	8.62±0.74	6.82±0.54	2.15±0.07	64.5±0.61	91.6±0.74	6.20±0.07
	Treat.	8.12±0.42	7.94±0.09	2.55±0.06	63.2±0.56	92.5±0.36	6.14±0.09

† Each values represent mea±S.D.

어 생성후 확산에 의해 쉽게 배출되어 체내에서의 이동성이 거의 없어 일반적인 식물호르몬의 정의에는 부합되지 않는다고 하였다(홍, 1995). 또한 에틸렌은 종자의 발아촉진, 눈의 표면탈피억제, 정단우세현상의 감소, 뿌리의 발생유도, 노화촉진등의 특성 및 적정농도의 사용시 식물체의 형태(부피증가, 길이생장억제)변화와 과실에서의 노화를 촉진하는 특성을 나

타낸다고 하였다(Bufer *et al.*, 1984). 따라서 이러한 특성을 이용하여 콩나물 재배시 인체에 유해한 농약이나 액체호르몬제를 사용하지 않고 식물의 성장과정에서 발생하는 에틸렌의 활용으로 안전하고 품질이 향상된 콩나물의 재배방법 및 차별화된 형태의 콩나물을 개발하기 위해서 실시하였으며, 콩나물 재배기간 내 인위적으로 농도별 처리하여 재배한 결과 Table

Table 7. Effect of high density of ethylene(1.6-3.0ppm) on growth of soybean sprouts.

Cultivation duration (days)		Length(cm)		Thick- ness (mm)	100EA weight (g)	Moisture (%)	pH
		hypocotyl	root				
2	Control				19.2±0.25	62.1±0.42	6.36±0.22
	Treat.				19.2±0.18	62.9±0.96	6.44±0.18
3	Control	2.84±0.09		2.05±0.06	25.9±0.42	72.4±0.42	6.14±0.11
	Treat.	3.10±0.07		2.26±0.04	27.9±0.74	72.5±0.35	6.28±0.08
4	Control	3.24±0.25	3.60±0.22	2.02±0.06	34.2±0.57	81.1±1.02	5.62±0.48
	Treat.	2.24±0.25	3.80±0.21	2.53±0.04	35.7±1.08	82.0±1.54	6.22±0.04
5	Control	7.28±0.56	6.40±0.55	2.01±0.10	53.9±0.65	88.7±1.10	6.20±0.12
	Treat.	4.76±0.25	6.12±0.42	2.63±0.05	52.5±0.35	86.2±0.56	6.18±0.11
6	Control	9.74±0.56	6.58±0.37	2.17±0.06	60.7±0.56	90.9±0.74	6.04±0.09
	Treat.	6.62±0.55	7.60±0.74	2.65±0.04	61.5±0.93	91.4±0.82	6.12±0.08
7	Control	8.82±0.86	6.82±0.54	2.15±0.07	64.5±0.61	91.6±0.74	6.20±0.07
	Treat.	7.60±0.54	7.26±0.25	2.66±0.04	63.2±0.56	91.4±0.74	6.14±0.09

Each values represent mea±S.D.

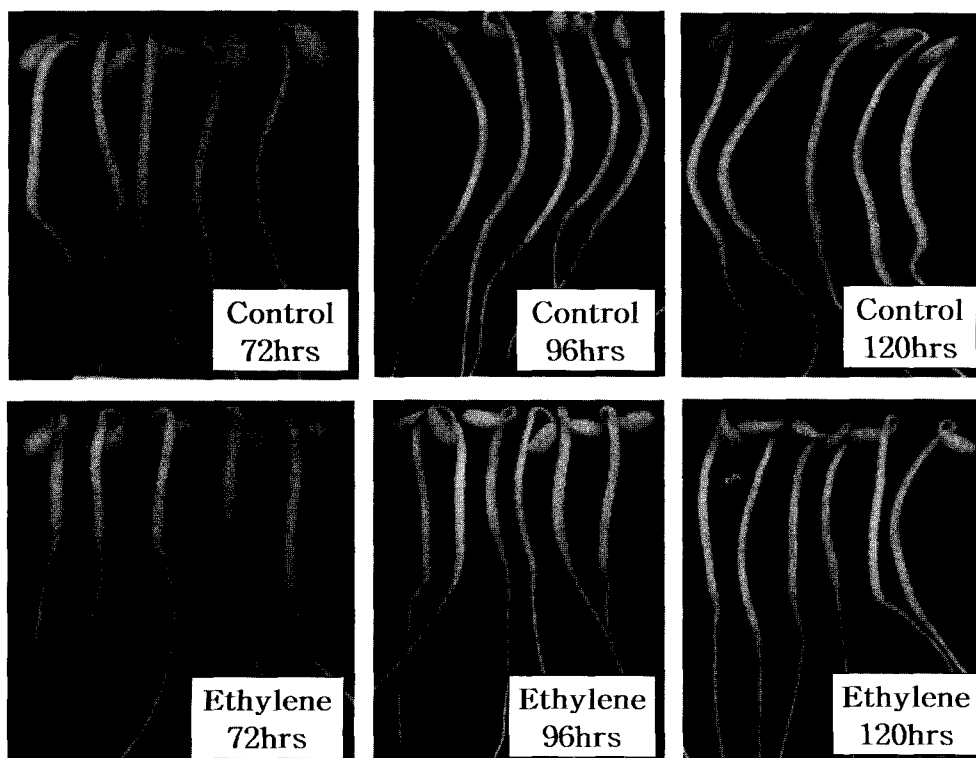


Fig. 1. Later growth of soybean sprouts treated with 1.5ppm ethylene.

5, Table 6, Table 7과 같이 나타내었다. 또한, 그에 따른 콩나물의 형태는 Fig. 1과 같으며 그 내용은 다음과 같다.

방법 1: 에틸렌 농도를 0.1-0.5 ppm로 처리하여 재배일차별 콩나물의 성상을 비교해본 결과 Table 5와 같으며, 일차별 성상은 재배 3일차까지는 처리구의 길이 성장속도가 2.20 cm로 기준구 1.44 cm보다 빨랐으나(Yang *et al.*, 1984), 4일차 이후 둔화 되었고 두께는 기준구의 경우 일차가 경과함에 따라 감소되었고(7일차 2.15 mm) 처리구에서는 반대로 일차가 경과함에 따라 두터워짐(7일차 2.55 mm)을 알 수 가 있었다. 또한 몸통길이는 6일차에 기준대비 0.5 cm감소 하였고, 몸통두께는 0.45 mm 증가하는 차이를 나타내었으며, 각 특성별 유의적 차이를 살펴보면 길이에서는 5일차 이후 일차별 처리간 차이가 나타났으며, 두께에서도 재배일차와 처리간에 유의적 차이를 나타내었다. 100개체 중량에서는 처리간 차이는 없었으나 재배일차와 처리간에는 유의적인 차이를 나타내었다.

방법 2: 재배방법을 동일하게 하고 에틸렌의 농도를 0.6-1.5 ppm으로 처리하여 콩나물의 특성을 살펴본 결과 Table 6과 같이 나타났으며, 특히 3일차까지 길이생장이 기준구보다 빠르게 나타나는 현상은 에틸렌의 초기생육 촉진현상으로 두께의 경우도 일차가 경과됨에 따라 두터워져 7일차의 경우 기준구 2.15 mm, 처리구 2.66 mm로 기준구보다 두께가 0.5 mm이상 통통하게 나타났다. 특히 5일차 이후부터는 길이차이가 기준구 7.28 cm, 처리구 4.76 cm로 기준구 대비 2 cm 이상의 차이를 나타내어 생육후기의 길이생장 억제효과를 나타내었

며, 또한 각 특성별 유의적인 차이를 살펴본 결과 길이 및 두께, 100개체 중량에서 재배일차와 처리간에 차이를 나타내었다.

방법 3: 동일한 재배방법에 의해 에틸렌처리 농도 1.6-3.0 ppm으로 재배한 결과 Table 7과 같으며, 이때 재배실내 산소농도는 19~20%수준 이었다. 이를 본 실험상에서는 고농도 처리구라 표현하였으며, 본 처리구에서는 콩나물형태가 짧고 매우 두터운 형태로 변하였으며 조직감도 좋았다.

이의 재배조건으로는 재배실의 완전밀폐와 산소농도의 적절한 조정이 필요하며(19-20%정도) 원료투입 후 재배완료일(7일간)까지 재배실을 개방하지 않고 재배하는 것으로 이는 기존의 성장조정제(인돌비 등)를 사용하지 않고 콩나물의 형태를 변형할 수 있는 신기술로서 콩나물을 기준과는 차별화된 통통하고 조직감이 좋은 형태로 제조할 수 있는 획기적인 방법이라고 할 수 있겠다. 그 결과로는 길이 및 두께가 7일차의 경우 기준구 8.82 cm, 2.15 mm와 처리구 7.60 cm, 2.72 mm로 기준구 대비 길이는 1.2cm정도 짧았으나, 두께는 0.6 mm 이상의 두터운 차이를 나타내었다. 따라서 각 특성별 유의적 차이를 살펴보면 길이에서는 처리간의 차이가 없었으나 뿌리길이, 두께에서는 처리간, 일차별 유의적 차이를 나타내었고, 또한 100개체 중량이나 몸통길이에서도 차이를 나타내었다. 이는 에틸렌이 뿌리생장에 기인한다는 내용과 일치하였으며, 이는 Fig. 1에서와 같이 전체길이, 몸통길이, 두께에서 기준구 대비 차이가 나타남을 알 수 있다. 특히 처리구의 경우 재배통내의 중간부위의 콩나물이 재배통 상부보다 길이가 길게 나

Table 8. Effect of ethylene on amino acid contents of soybean sprouts (Pungsan-namulkong) (unit : µg/g DW)

Amino acid	Growing period(days)									
	3		4		5		6		7	
	A ¹⁾	B ²⁾	A	B	A	B	A	B	A	B
Asp	7.89	6.22	6.16	56.95	56.00	49.26	23.84	54.06	34.84	38.10
Glu	21.33	19.86	16.58	85.03	63.26	62.47	21.56	46.81	32.55	37.38
Ser	6.67	8.59	5.89	23.04	19.79	20.62	7.24	16.65	11.43	13.59
His	tr	tr	tr	33.81	23.90	24.70	8.21	21.72	13.26	15.67
Gly	tr	tr	tr	11.57	8.92	9.02	3.72	8.69	6.05	7.37
Thr	tr	tr	tr	13.43	14.82	12.15	3.60	7.73	4.89	4.48
Ala	7.34	7.76	6.71	20.27	16.66	17.51	7.90	15.04	12.07	12.17
Arg	10.38	14.14	12.89	40.05	27.87	25.64	10.99	19.94	17.56	19.02
Tyr	18.72	21.86	14.60	17.21	13.59	13.20	6.00	10.55	9.18	8.81
Cys	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Val	8.77	10.73	7.96	25.04	19.93	20.38	7.85	17.96	11.42	14.44
Met	10.28	14.78	12.88	8.71	6.49	8.08	3.36	6.87	5.03	5.87
Phe	9.38	11.85	10.05	26.06	18.83	18.44	6.70	14.35	10.49	12.17
Ileu	4.96	8.07	7.18	10.70	16.93	16.32	6.01	14.35	9.49	11.59
Leu	7.22	11.44	9.73	26.32	20.11	19.61	6.93	16.20	10.98	12.89
Lys	7.92	12.94	10.45	42.86	31.32	29.40	9.65	22.96	13.40	18.00
Pro	1.19	0.99	1.59	17.92	13.79	18.56	8.53	22.58	11.67	16.76
Total	122.05	149.24	121.96	459.33	372.19	365.36	142.08	316.45	214.30	248.32

1) A: Control
2) B: Treatment

타나는 특이한 형태를 보여 현재 콩나물 재배시 사용하는 재배통(대형 재배통:1200×750×1040 mm)의 재배통 상부 옷자람에 따른 콩나물 품질 및 수율저하 요인을 감소시킬 수 있는 획기적인 방안이라 할 수 있겠다.

콩나물 에틸렌적용 콩나물에 대한 아미노산 함량변화

콩나물 재배시 에틸렌사용에 따른 아미노산 함량의 변화를 살펴본 결과 Table 8과 같으며, 각 측정치는 콩나물생체(자엽부, 배측부 전체)를 미쇄하여, µg/g DW로 나타내었다. 총아미노산의 경우 무처리구는 재배 5일차에 급격히 증가 후 6일차 이후 감소하였으나, 에틸렌 처리구에서는 4일차까지 급격하게 증가 후 5일차이후 서서히 감소하는 경향을 나타내었다. 특히, 총아미노산 함량이 무처리구는 생육 5일차에 372.19 µg, 에틸렌처리구는 4일차에 459.33 µg으로 최고치를 나타내었고, 처리구가 무처리구에 비해 총아미노산 함량이 빠르게 증가하는 특징을 나타내었으며 함량 또한 높게 나타내었다. 전반적으로 볼 때 총아미노산 함량은 무처리구는 생육일수별 일정한 수치를 나타내지 않는 반면, 처리구는 생육초기(4일차)에 증가 후 일정하게 감소하는 경향을 나타내었다.

양 등(1981)의 콩나물 생육에 따른 총아미노산 조성변화에 대한 보고내용에 의하면 생육 2일차까지는 변화가 거의 없었으나, 그 이후부터는 감소하였고, 자엽부는 감소되나, 배측부에서는 증가되어, 이는 자엽의 저장단백이 분해되어 생긴 아미노산들이 뿌리쪽으로 이행되어진 것으로 추정된다고 보고하였고, 정(1998)의 보고에서는 콩나물 품종별 총아미노산 함량 변화에서 생육 5-7일째에 최고치를 나타낸다고 하였다.

아미노산중 aspartic acid와 glutamic acid는 생육 4일차에 급격히 증가하였으며, 이는 발아초기에 aspartic acid와 glutamic acid가 질소대사에 관여함을 나타낸다고 볼 수 있으며 arginine과 serine의 경우 에틸렌처리구는 생육 4일째에 최고치를 나타낸 반면, 무처리구는 생육 5일째에 최고치를 나타낸 후 감소하는 경향을 보였다. methionine과 tryptophan은 처리 무처리구 공히 생육초기부터 증가 후 감소하는 경향을 나타내었다, 따라서 아미노산의 이용측면에서 볼 때 무처리구는 생육 5일경에, 에틸렌 처리구는 4일경에 콩나물의 재배일수를 정하는 것이 타당할 것으로 판단되어진다.

콩나물 저장온도에 따른 CO₂ 및 O₂ 발생량과 선도와의 관계

콩나물은 살아있는 식물로 항상 외부 환경에 의해 호흡과 생명력을 유지하려고 하는 현상을 갖는다. 따라서 재배 완료된 콩나물의 신선도를 어떻게 유지하느냐가 품질의 중요한 관건이 되고 있으며, 이를 위해 콩나물의 초기 품온 저하 및 저온저장 방법 등을 이용하여 유통기간까지 신선도를 유지시키기 위한 많은 노력들을 하고 있다. 그러나 선도유지를 위해 가장 많이 적용하고 있는 냉장 System이 현재로서는 가장 유

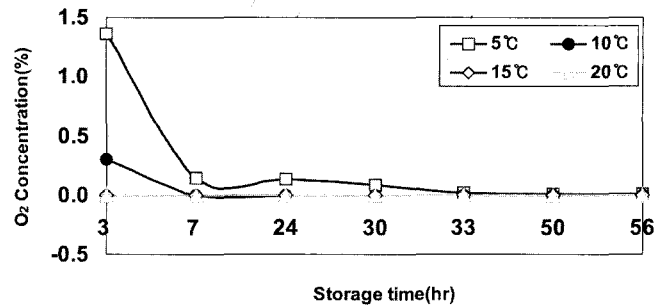


Fig. 2. Change of O₂ content in sprout package at 4 different storage temperature.

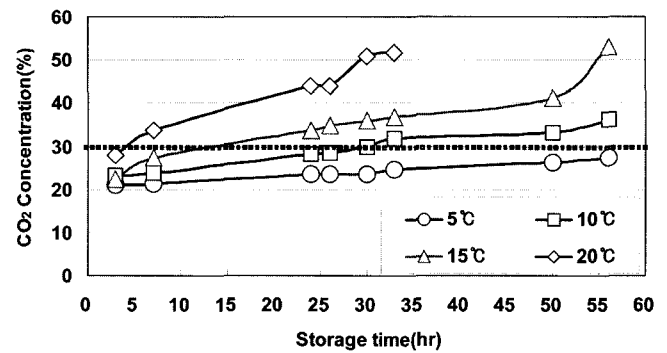


Fig. 3. Change of CO₂ content in sprout package at 4 different storage temperatures.

용하게 적용되고 있으며, 최근에는 초저온 냉장 또는 감압냉장 등 다양한 방법에 의해 신선도를 유지하기 위한 많은 연구가 이루어지고 있다. 본 실험에서는 콩나물 유통중 저장온도에 따라 호흡으로 발생하는 산소, 이산화탄소 농도에 따른 콩나물의 이취, 짓무름의 발생을 억제하기 위한 기준을 설정코자 실시하였으며 그 결과는 Fig. 2 및 Fig. 3과 같다. 콩나물 포장후 저장온도에 따른 산소변화를 살펴보면 5°C 저장에서는 7시간까지 급격한 감소후 33시간까지 소량의

산소를 유지하였으나, 10°C이상 저장에서는 7시간이후 산소가 고갈되었으며, 15°C, 20°C구간에서는 저장초기부터 산소가 고갈되었다. 포장지내 산소가 부족시 혐기상태로 되어 혐기성 미생물의 급격한 증식과 식물의 경우 유기호흡이 무기호흡으로 전환되며 따라서 발효과정을 나타내어 개봉시 이취(acetaldehyde 취) 및 짓무름의 원인이 된다. 또한 저장온도별 경과시간에 따른 봉지내 CO₂변화에서도 5°C구간에서는 60시간 이후까지 내부의 CO₂농도가 30%를 넘지 않았으나, 10°C구간에서는 30시간내 CO₂농도가 30%도달하였고, 20°C구간은 저장 약 4시간이내 30%이상을 초과하여, 콩나물의 경우 외기 온도 10°C이상에서는 급격한 호흡으로 인해 CO₂의 증가를 발생시켰으며, 아울러 산소의 고갈을 가져와 콩나물의 품질저하의 원인이 되었다. CO₂농도가 30%이상일 경우 급속한 품질저하로 이취 및 짓무름의 속도가 빠르게 나타났다.

적 요

콩나물 재배에서의 생리적인 현상과 포장이후의 선도유지 방법을 위한 특성을 호흡이라는 현상에서 비교해 본 결과 다음과 같다.

1. 콩나물의 생육중에 발생하는 CO₂의 경우 1일차에는 5.80%, 2일차에는 10.49%로 급격하게 증가 후 3일차 이후부터는 11.5%로 평형을 유지하다가 5일차 이후부터는 감소하는 경향을 나타내었다. O₂의 경우는 일차별 유의차는 나타나지 않았으나 1일차 11.5%이후 급격하게 감소한 후 2일차 이후부터는 서서히 감소하다가 5일차에는 4.90%로 약간의 증가 추이를 나타내었다.

2. 콩나물을 밀폐된 장소(산소와 이산화 탄소의 비율을 7:3 정도)에서 생육을 시키면 식물 생육시 필요로 하는 CO₂량이 증가(대기중 0.035%)하고 O₂량이 감소(19-20%)하여 성장조정 물질인 에틸렌gas량이 자연적으로 발생된다. 따라서 이에 인위적으로 일정량의 에틸렌(농도 0.5-1.0 ppm)gas를 처리하면 콩나물의 길이생장이 억제(6-7 cm)되고 부피가 증가(2.70±0.30 mm)하였으며, 이러한 성장조정제를 적절하게 이용하면 성장 물질이 체내에 잔류되지 않으면서 통통하고 짧은 양질의 콩나물이 생산된다.

3. 콩나물은 10°C이하(8°C)에서 보관하면 약 60 시간 이상 까지도 내부의 CO₂농도가 30%이상을 넘지 않아 이취발생이 되지 않고 선도가 유지되나, 13°C에서는 25시간 경과시 CO₂ 농도가 30%를 넘어 이취 발생이 심하게 나타났다. O₂ 함량도

5°C에서는 30시간까지 소량의 산소가 존재하였으나 10°C 이상에서는 7시간 이후 산소가 소멸되어 이취 및 짓무름의 원인이 되었다.

인용문헌

- Bufler, G. 1984. Ethylene-enhanced 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase activity in ripening apples. *Plant Physiol.* 75 : 192-195.
- Domhoff, G. M. and R. M. Shibles. 1970. Varietal differences in net photosynthesis of soybean leaves. *Crop Sci.* 10 : 42-451.
- Hail, F. J., L. G. Higley, J. E. Specht, and S. M. Spomer. 1998. Soybean leaf morphology and defoliation tolerance. *Agronomy J.* 90(3) : 353-362.
- Hsu, S. H., H. H. Hadley, and Hymowitz, T. 1973. Changes in carbohydrate contents of germination soybean seed. *Crop Sci.* 13 : 407-410.
- Kimura, M. and Tozuka, T. 1982. Production process of plant. (Chairman of Ecology, 9th), Kyoritsu Shuppan, Tokyo, 96. (39)
- Takahashi, T. 1985. Improvement of bean sprouts cultivation by the combined treatment with artificial sunlight lamp, ethylene and carbon dioxide. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi.* 32(5) : 317-325.
- 양차범. 1981. 콩나물 제조중 질소화합물의 변화와 그 영양학적 연구 제2보. 총아미노산 조성의 변화. *한국농화학회지* 24(2) : 94-100.
- 정우경. 1998. 나물콩의 품종과 재배기간에 따른 콩나물의 물리화학적 및 관능특성. 서울 대학교 대학원 박사학위논문.
- 홍윤표. 1995. 원예산물과 에틸렌. *식품기술* 제 8권 1호 : 27-33.