

양액재배 시 selenium의 첨가가 basil의 저장에 미치는 영향

김민순 · 박권우*

고려대학교 원예학과

Effect of Selenium on Storability of Basil (*Ocimum basilicum*) in Hydroponics

Min-Soon Kim and Kuen-Woo Park*

Department of Horticultural Science, Korea University, Seoul 136-701, Korea

*corresponding author

ABSTRACT The aim of this study was to select the proper temperature for MA storage and to study the effect of sodium selenate (Na_2SeO_4) on storability of hydroponically grown sweet basil. Sweet basil was cultured with 1 fold using the nutrient solution developed by European Vegetable R & D Center in Belgium. Three-weeks before harvest, sodium selenate (Na_2SeO_4) was treated 2, 4, 6 and 8 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ in the nutrient solution. Although electrolyte leakage of sweet basil was remarkably increased because of chilling injury at 5°C MA storage, storage life was extended for three more days by selenium supplement. The weight loss was lower at 10°C than at 5°C and vitamin C content was higher at 10°C than 5°C storage treatment. Se treatment increased vitamin C content and decreased ion leakage in the plant. Accumulation of Se in the leaves of basil was increased with Se concentration of the nutrient solution. Se accumulation was 66 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ dry mass at 2 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ treatment and 422 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ dry mass at 8 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ treatment. The results suggest that storage at 10°C is good for reduction of chilling injury and maintain marketability of basil. Less than 2 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ sodium selenate treatment is acceptable for human health.

Additional key words: chilling injury, herb, MA storage, Se

서 언

허브(herbs)는 온대지방에서 자라는 초본성 식물로 음식에 향과 풍미를 더해 주는 데 사용하며 최근 보건적 효능이 증명되면서 기능성 채소로서 그 소비가 증가되고 있는 추세이다(Park, 1998). 바실(*Ocimum basilicum* L.)은 원산지가 열대 인도지방인 꿀풀과(Labiatae) 1년생 식물로 매우 인기 있는 허브 작물 중 하나이다(Park, 1998). 어린 잎은 주로 토마토 요리에 많이 사용되며 정유는 신경통이나 호흡곤란, 두통, 구내염 등의 치료에 효과적으로 사용되어 왔다(Marotti 등, 1996). 허브는 일반 다른 엽채류에 비하여 아주 적은 규모로 유통되는데, 비교적 허브의 소비가 많은 유럽, 북미에서도 4-5°C의 저온고에서 엽채류와 함께 유통된다. 바실은 이러한 낮은 온도에서 저온 장해를 일으킨다고 Lange와 Cameron(1997)에 의해 보고된 바 있다. 따라서 이용 목적상 신선한 바실은 단기간 저장되어 유통되어야 하므로 저장 시 저온 장해에 의한 피해를 줄이면서 저장 기간을 늘리는 것이 큰 관건이 되고 있다.

Selenium(Se)은 생체조절기능을 가지는 기능성 원소로서 체내 균

형을 잃으면 Se결핍증이나 독성을 나타내는데(Mikkelsen과 Wan, 1990) 아직까지 국내 수경재배에서는 기본영양소로 공급되지 않고 있다. 또 Se은 glutathion peroxidase(GSH-Px)의 구성성분으로써 항산화제의 활성을 갖는다(Brzesinska-Slebodzinska 등, 1994). Se 처리에 따라 식물체내의 항산화 활성이 증가되어 저장성이 증진될 뿐만 아니라 기능성 허브의 생산 가능성을 기대할 수 있다고 생각된다.

따라서 본 연구는 바실의 수경재배 시 작물의 품질향상을 위해 첨가한 Se이 바실의 저장수명 및 저장 중 품질에 미치는 영향을 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

본 실험은 고려대학교 채소학실험실 하우스에서 바실(*Ocimum basilicum* L.)을 공시작물로 시행하였다. 바실(*Ocimum basilicum* L.)은 1998년 6월 10일에 파종하여 육묘를 정식한 7월 5일부터 10일간 허브 배양액 0.5배에서 순화하였다. 허브 배양액은 Belgium의 European Vegetable R & D Center(Benoit와 Ceusternans,

* Received for publication 19 October 2000. Accepted for publication 9 January 2001. This research was funded in 1996 by the MAF-SGRP (Ministry of Agriculture and Forestry-Special Grants Research Program) in Korea.

1994)에서 개발한 것으로 1배액($EC=2.4mS \cdot cm^{-1}$)을 기본으로 하였다. 재배방식은 비가림 방식의 비닐하우스에서 DFT(deep flow technique)로 하였으며 수확 3주 전에 Se를 sodium selenate (Na_2SeO_4)의 형태로 각각 2, 4, 6, 그리고 $8mg \cdot L^{-1}$ 처리하였다. Se 희석에 따른 양액내의 화학적 변화는 처리간에 큰 차이가 없어서 무시하였다.

1998년 8월 17일에 수확한 바질을 $10^\circ C$ 에서 예냉시킨 후 8월 18일에 포장하였다. 저장 온도는 저온장해에 미치는 Se처리 효과를 알아보기 위한 $5^\circ C$ 와 예상 적정 저장온도인 $10^\circ C$ (Lange와 Cameron, 1994)로 하였으며, 포장재는 Park 등(1998)에 의해 엽채소용으로 적합하다고 선정된 $40\mu m$ ceramic film($20 \times 25 cm$)을 사용하여 MA(modified atmosphere)저장하였다.

저장 기간 중 생체중 감소와 포장재 내 CO_2 , C_2H_4 함량을 측정하였으며, 저장 전과 저장 종료일에 식물체의 엽록소 함량, 비타민 C 함량, 전해질 용출량, Se 함량을 분석하였다. CO_2 , C_2H_4 함량은 gas chromatography(Hewlett Packard 5890 II)로 측정하였다(Park과 Kang, 1998). 작물 내 엽록소 함량은 N,N-diethyl formamide(DMF)을 이용하여 추출하였고(Inskeep과 Bloom, 1985), 비타민 C 함량은 O-phenylene diamine(OPDA)을 사용하여 spectrofluoro(SFM-25, Kontron, Swiss)로 측정하였다(AOAC, 1995). 전해질 용출량은 electric conductivity meter(Suntex SC-12)를 이용하여 측정하였다(Lafuente 등, 1991). Se 함량은 2,3-diaminonaphthalene(DAN)을 사용해서 spectrofluoro로 측정하였다(Whetter와 Ullrey, 1978).

결과 및 고찰

바질의 상품성 유무의 정도에 따라 저장 종료일을 결정하였다. 저

장 종료일은 $5^\circ C$ 와 $10^\circ C$ 에서 무처리구의 경우는 모두 10일이었으며 $5^\circ C$ 저장 시 Na_2SeO_4 $2mg \cdot L^{-1}$ 처리구는 11일, 4, 6 그리고 $8mg \cdot L^{-1}$ 처리구는 모두 13일이었다(Table 1). $10^\circ C$ 의 경우 $2mg \cdot L^{-1}$ 와 $8mg \cdot L^{-1}$ 처리구는 13일간 저장하였으며 4와 $6mg \cdot L^{-1}$ 처리구는 15일 동안 저장 가능하였다. Lange와 Cameron(1994)은 바질 저장 시 $10^\circ C$ 이상에서 약 12일 정도 저장이 가능하였으며, 작물 저장 온도 설정 시 수분손실 억제를 통한 저장성 향상을 고려하는 것이 중요하다 하였다. 본 실험 결과, 모든 Se 처리구들에서 작물의 저장 기간이 평균 2일 정도 연장되고 외관상 품질도 더 높게 유지되었던 $10^\circ C$ 가 바질의 MA 저장에 효과적이라고 생각된다. $10^\circ C$ Se $8mg \cdot L^{-1}$ 처리구의 경우 고농도의 Se에 의한 양액재배시 생육저하가 원인이 되어 다른 처리에 비해 저장 수명이 단축된 것으로 생각된다.

원예 산물의 신선한 상태를 오래 지속하기 위해서는 수확 후에도 계속되는 호흡작용을 억제하고 증산을 막는 것이 중요하다. 대부분 수분함량이 90% 이상 되는 채소류의 경우, 온도가 높아지고 상대 습도가 낮아질수록 증산이 왕성해진다. 바질의 경우에는 2% 정도의 생체중의 감소가 외관상 품질 저하와 생리적인 손상을 일으킨다고 보고된 바 있다(Kang, 1999). 본 실험에서 수확한 산물의 생체중 감소를 보면 $5^\circ C$ 에서 저장한 바질의 생체중 감소율은 모든 처리구가 2% 내외였으며 저장 13일째 Na_2SeO_4 $8mg \cdot L^{-1}$ 처리구에서 1.59%로 가장 컸다(Fig. 1). 대조구인 Se 무처리구의 경우 저장 10일째 저온장해 발생으로 저장을 종료하였다. $10^\circ C$ 저장에서의 생체중 감소율은 1% 이내로 $5^\circ C$ 에서보다 적었으며 그 중 저장 15일째 Na_2SeO_4 $4mg \cdot L^{-1}$ 처리구가 0.59%로 가장 적은 생체중의 감소율을 보였다. $10^\circ C$ 에서 $5^\circ C$ 보다 생체중 감소가 적었던 것은 저온장해를 받지 않았기 때문으로 생각된다. 본 실험에서 저장 중 생체중 감소율은 저장온도와 Se 처리에 따른 완화 효과가 있었다.

MA 저장 시 포장재 내에 발생한 이산화탄소, 에틸렌, 그리고 아

Table 1. Effects of selenium supplement in nutrient solution on the shelf life, visual quality, ion leakage, chlorophyll, vitamin C, and Se contents of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.).

Storage temp.	Na_2SeO_4 ($mg \cdot L^{-1}$)	Shelf life (day)	Visual quality ^z	Chlorophyll ($\mu g \cdot cm^{-2}$)	Vitamin C ($g \cdot kg^{-1}$ Fresh wt)	Ion leakage (%/total)	Se conc. ($\mu g \cdot g^{-1} DM$)
Initial	0	-	5.0	30.4	21.0	20.6	1
	2	-	5.0	31.9	28.7	21.3	67
	4	-	5.0	32.8	43.2	23.1	117
	6	-	5.0	27.4	36.4	17.7	251
	8	-	5.0	27.1	41.9	16.7	423
$5^\circ C$	0	10	2.8 b ^y	27.6 c	2.7 f	36.8 a	0
	2	11	2.8 b	28.6 b	0.8 h	33.2 bc	39 f
	4	13	2.9 ab	25.5 e	1.5 g	32.3 c	47 f
	6	13	3.0 a	21.3 f	7.3 b	33.9 b	251 b
	8	13	3.0 a	26.4 d	6.0 c	37.3 a	315 a
$10^\circ C$	0	10	2.9 ab	30.5 a	4.4 e	27.2 d	0
	2	13	2.8 b	27.2 c	5.2 d	22.6 f	47 f
	4	15	3.1 a	28.4 b	4.5 e	25.2 e	69 e
	6	15	3.1 a	27.4 c	4.4 e	22.3 f	202 d
	8	13	2.8 b	26.3 d	11.2 a	28.2 d	231 c

^zVisual quality: 5=excellent, 4=good, 3=moderate, 2=poor, 1=very poor.

^yMeans separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

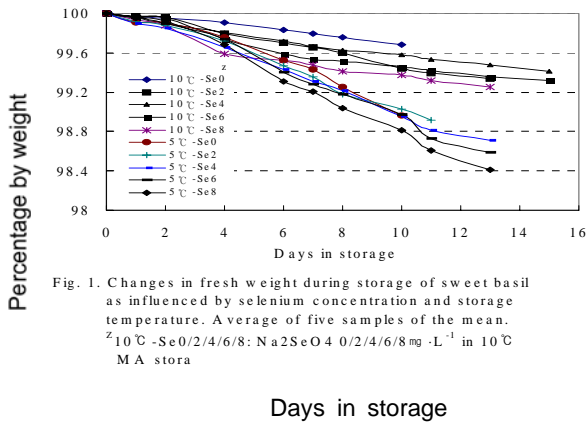


Fig. 1. Changes in fresh weight during storage of sweet basil as influenced by selenium concentration and storage temperature. Average of five samples of the mean. ^z10°C-Se0/2/4/6/8: Na₂SeO₄ 0/2/4/6/8 mg · L⁻¹ in 10°C MA stora

Days in storage

Fig. 1. Changes in fresh weight during storage of sweet basil as influenced by selenium concentration and storage temperature. Average of five samples of the mean. ^z10°C-Se0/2/4/6/8: Na₂SeO₄ 0/2/4/6/8 mg · L⁻¹ in 10°C MA stora.

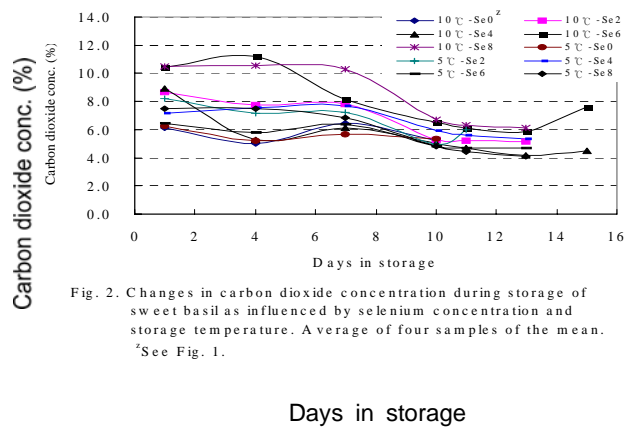


Fig. 2. Changes in carbon dioxide concentration during storage of sweet basil as influenced by selenium concentration and storage temperature. Average of four samples of the mean. ^zSee Fig. 1.

Days in storage

Fig. 2. Changes in carbon dioxide concentration during storage of sweet basil as influenced by selenium concentration and storage temperature. Average of five samples of the mean. ^zSee Fig. 1.

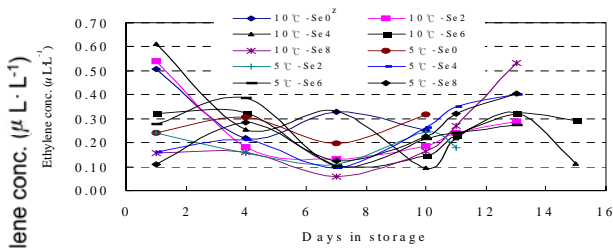


Fig. 3. Changes in ethylene concentration during storage of sweet basil as influenced by selenium concentration and storage temperature. Average of four samples of the mean. ^zSee Fig. 1.

Days in storage

Fig. 3. Changes in ethylene concentration during storage of sweet basil as influenced by selenium concentration and storage temperature. Average of five samples of the mean. ^zSee Fig. 1.

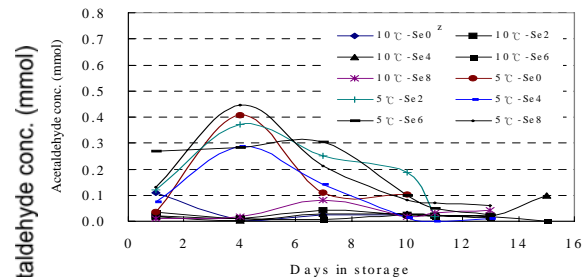


Fig. 4. Changes in acetaldehyde concentration during storage of sweet basil as influenced by selenium concentration and storage temperature. Average of four samples of the mean. ^zSee Fig. 1.

Days in storage

Fig. 4. Changes in acetaldehyde concentration during storage of sweet basil as influenced by selenium concentration and storage temperature. Average of four samples of the mean. ^zSee Fig. 1.

세트알데히드의 농도를 측정된 결과는 다음과 같다. 포장재 내 이산화탄소의 농도는 저장기간동안 감소하는 경향을 보였다(Fig. 2). 온도별로는 10°C에서 5°C보다 포장 내 집적농도가 더 높았다. Se 처리간에 큰 차이는 보이지 않았지만 5°C의 경우 저장 종료 시 무처리구에 비해 Se 처리구에서 약 1% 정도 그 함량이 낮았다. 10°C의 경우 Na₂SeO₄ 6mg · L⁻¹ 처리구에서 7.6%로 가장 높았다. Kader(1986)에 의하면 5% 이상의 이산화탄소 농도에서 가스장해가 발생한다고 하였는데 바실에서는 그 이상의 농도에서도 가스장해는 발생하지 않았으며, 바실의 경우 높은 이산화탄소의 해에 대한 기존의 보고는 없었다(Kang, 1999). 포장재 내 에틸렌의 농도는 저장 초기에 감소하다가 대체로 저온장해가 발생하기 시작한 10일 전후로 다시 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 3). 그리고 저장 종료 시 5°C는 0.3-0.4µL · L⁻¹으로 0.3µL · L⁻¹ 이내인 10°C보다 포장재 내 에틸렌 농도가 높았는데 이는 5°C에서의 저온장해

가 더 먼저 나타났기 때문으로 생각된다. Knee 등(1983)에 의하면 저온에서 에틸렌 생성은 억제되지만 효과적으로 억제되지 못하는 경우 오히려 산물의 조직이 에틸렌에 더 민감해진다고 한다. 저장 중 포장재 내 아세트알데히드의 농도는 10°C에서는 Na₂SeO₄ 8mg · L⁻¹ 처리구를 제외하고 모든 처리구가 0.02mmol 수준이었으며, 5°C의 경우 저장 종료 시 무처리구가 Se 처리구에 비해 높은 0.1mmol로 나타났(Fig. 4). 그리고 10°C는 5°C에 비해 포장재 내 아세트알데히드의 농도가 낮았다.

저장 온도별로 저장 후의 엽록소 함량을 비교해 보면 전체적으로 10°C에서 5°C보다 함량이 높게 유지되었다(Table 1). Se 처리별로 보면 5°C에서는 Na₂SeO₄ 2mg · L⁻¹ 처리구에서 엽록소의 함량이 0.029mg · cm⁻²로 가장 높게 유지되었으며 10°C의 경우에는 처리별 유의차를 나타내지 않았다. 포장된 허브의 수분 손실이 적을 경우 엽록소 감소는 온도에 의존적이며, 특히 저온이 엽록소 함량의

유지에 효과적이다. Sankat와 Maharaj(1996)에 의하면 허브 중의 하나인 shado beni 저장 시 3°C와 10°C가 엽록소 함량의 유지에 효과적이었으며 특히 3°C에서는 저장 중 엽록소가 거의 감소하지 않았다고 한다. 그러나 바실의 경우는 비교적 호온성 허브에 속해 5°C에서 저온장해가 발생하여 그 함량이 10°C보다 낮았던 것으로 생각된다. 또한 이산화탄소의 증가는 broccoli의 저장 중 색과 엽록소 보유력을 향상시킬 수 있다고 하였는데(Lebermann 등, 1968), 바실의 경우 5°C보다 10°C에서 이산화탄소의 농도가 높아 엽록소 함량을 높게 유지시킬 수 있었던 것으로 생각된다.

Se 처리에 의한 저장 전 비타민 C 함량은 Na_2SeO_4 $6\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서 약간 감소하였으나 대체로 Se 처리 농도가 증가함에 따라 비타민 C 함량도 증가하는 경향을 나타내었다(Table 1). Lee (1999)도 여러 엽채류에 Se 처리 농도를 증가시킬수록 비타민 C 함량이 증가하였다고 보고한 바 있다. 이는 작물이 Se를 다른 중금속 속에 대한 반응처럼(Burke와 Orzech, 1988), 외부의 stress로 받아들여 여기에 대한 식물체의 항산화 기작의 결과로 볼 수 있다. 저장 후 비타민 C 함량은 5°C보다 10°C 저장에서 더 높게 유지되었으며 10°C의 Na_2SeO_4 $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구가 $11.6\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ fresh wt으로 가장 높았다.

전해질 용출량은 저장 중 저온장해의 지표로 사용되는데, 저장 후 5°C가 10°C보다 증가폭이 컸다. 특히 Na_2SeO_4 $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구 초기에는 16.66% 였는데 저장 후 5°C와 10°C에서 각각 37.82%와 28.32%로 크게 증가하였다(Table 1). 이는 저장온도가 저장수명에 미쳤던 결과와도 상관성이 있다. 따라서 저온장해를 줄이기 위해서는 5°C보다는 10°C에서 저장하는 것이 효과적이라고 생각된다.

Se 함량은 Se 처리 농도가 높아짐에 따라 증가하였으며 저장 종료 시 함량도 처리 농도가 증가함에 따라 높게 유지되었다(Table 1). 양액 내 Se 처리 농도가 상승함에 따라 작물내 Se 함량의 증가는 Park 등(1996)의 중국 엽채류와 Lee(1999)의 몇 가지 양채류 실험을 통해서도 보고된 바 있다. 또한 Barak와 Goldman(1997)도 양액 재배 시 Se 처리 농도가 증가함에 따라 DM(dry mass)에서의 Se 함량이 증가하였다고 한다. 무처리구에서는 Se이 거의 함유되어 있지 않았으며 Na_2SeO_4 2와 $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구는 10°C에서 47과 $69\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}\text{DM}$ 로 5°C보다 높게 유지되었다. 10°C가 5°C보다 저장기간이 길었음에도 불구하고 5°C에서 저온장해로 인한 품질저하가 Se 축적함량 감소에 영향을 미쳤던 것으로 생각된다. Na_2SeO_4 6과 $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구는 5°C에서 각각 251과 $315\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}\text{DM}$ 로 10°C보다 높게 유지되었는데, 이는 저장 기간과 저장온도에 따른 작물의 Se 휘발 결과로 생각된다.

이상의 결과로, 바실의 MA 저장 시 저온장해를 방지할 수 있는 적온은 10°C이며 작물 재배 시 Na_2SeO_4 $6\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이하의 처리는 저장 기간 연장과 저장 중 품질 유지 모두에 효과가 있었다. 그러나 소비자가 수경재배 바실을 통해 Se를 섭취하기 위해서는 Na_2SeO_4 $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이하의 처리가 Se 결핍증 및 과잉증을 방지할

수 있는 적정 농도이다. 더불어 Se 처리가 바실의 저장기간 연장에 미치는 원인과 다양한 품질 변화를 조사하기 위한 추가 실험이 요구된다.

초 록

본 연구는 수경재배 바실의 MA 저장시 적정 저장 온도를 선정하고 기능성 배가를 위해 양액 내 첨가한 Se이 바실의 저장성에 미치는 영향을 조사하고자 수행하였다. 바실은 European Vegetable R & D Center에서 개발한 허브 배양액 1배액을 사용하여 담액 순환식으로 재배하였으며, Se을 sodium selenate(Na_2SeO_4)의 형태로 수확 3주 전 2, 4, 6, $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 농도로 양액 내 첨가하였다. 바실의 MA 저장 시 5°C에서는 저온장해가 발생하여 전해질 용출량이 크게 증가하였다. 그러나 Se 처리에 의해 저장기간을 무처리구에 비해 3일간 연장시킬 수 있었다. 10°C 저장 시 5°C보다 생체중 감소율이 적었으며, 비타민 C 함량도 더 높았다. Se 처리는 작물 내 비타민 C 함량을 증가시키고 전해질 용출량은 감소시켰다. 작물 내 Se 함량은 Se 처리 농도에 따라 증가하였으며 저장 전 $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서는 $67\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}\text{DM}$, $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서는 $423\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}\text{DM}$ 을 함유하였다. 이상에서 바실의 MA 저장 시 저온장해를 줄이고 여러 가지 내적 품질을 유지하기 위해서는 10°C 저장 온도가 적합하다. 또 보다 안전하게 Se 함유 바실을 섭취하기 위한 적정 Se 처리농도는 Na_2SeO_4 $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이하가 효과적이라고 생각된다.

추가 주요어 : 저온장해, 허브, MA 저장, 셀레늄

인용문헌

- AOAC. 1995. Vitamin C(total) in vitamin preparations. AOAC Official Methods of Analysis 2:967.22.
- Barak, P. and I.L. Goldman. 1997. Antagonistic relationship between selenate and sulfate uptake in onion (*Allium cepa*): Implications for production of organosulfur and organoselenium compounds in plants. J. Agric. Food Chem. 45:1290-1294.
- Benoit, F. and N. Ceusternans. 1994. Hydroponic culture kitchen herbs. ISHS-Symposium on growing media and plant nutrition in horticulture. Glasshouse Crops Research Station, NAALD-WIJK, the Netherlands.
- Brzezinska-Slebodzinska, E., J.K. Miller, J.D. Quigley, and J.R. Moore. 1994. Antioxidant status of dairy cows supplemented prepartum with vitamin E and selenium. J. Dairy Sci. 77:3087-3095.
- Burke, J.J. and K. A. Orzech. 1988. The heat shock response in higher plants: A biochemical model. Plant Cell Environ. 11: 441-444.
- Inskip, W.P. and P.R. Bloom. 1985. Extinction coefficients of

- chlorophyll a and b in N,N-dimethylformamide and 80% acetone. *Plant Physiol.* 77:483-485.
- Kader, A.A. 1986. Biochemical and physiological basis for effect of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology* 40:99-104.
- Kang, H.M. 1999. Chilling stress alleviation effect of pre-harvest heat treatment during cultivation in warm-season vegetables at low temperature storage. Ph.D Diss., Korea University.
- Knee, M., N.E. Looney, S.G.S. Hatfield, and S.M. Smith. 1983. Indication of rapid ethylene synthesis by apple and pear fruits in relation to storage temperature. *J. Exp. Bot.* 34:1207-1215.
- Lafuente, M.T., A. Belver, M.G. Guye, and M.E. Saltveit, Jr. 1991. Effect of temperature conditioning on chilling injury of cucumber cotyledons. *Plant Physiol.* 95:443-449.
- Lange, D.L. and A.C. Cameron. 1994. Postharvest shelf life of sweet basil (*Ocimum basilicum*). *HortScience* 29:102-103.
- Lange, D.L. and A.C. Cameron. 1997. Pre- and postharvest temperature conditioning of greenhouse-grown sweet basil. *HortScience* 32:114-116.
- Lebermann, K.W., A.I. Nelson, and M.P. Steinberg. 1968. Postharvest changes of broccoli stored in modified atmospheres. 1. Respiration of shoots and color of flower heads. *Food Technology* 22:143-146.
- Lee, G.P. 1999. The highly functional leafy vegetables and their physiological mechanism by selenium and germanium in hydroponics. Ph.D Diss., Korea University.
- Marotti, M., R. Piccaglia, and E. Giovanelli. 1996. Differences in essential oil composition of basil (*Ocimum basilicum* L.) italian cultivars related to morphological characteristics. *J. Agric. Food Chem.* 44:3926-3929.
- Mikkelsen, R.L. and H.F. Wan. 1990. The effect of selenium on sulfur uptake by barley and rice. *Plant and Soil* 121:151-153.
- Park, K.W., J.H. Lee, and B. Geyer. 1996. Effects of selenium concentrations in nutrient solution on the growth and contents of inorganic substances of chinese leaf vegetables. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37:47-51.
- Park, K.W. 1998. The cultivation and use of herb. pp. 4-8, 106-110. Press of Korea Univ. Seoul.
- Park, K.W. and H.M. Kang. 1998. Effects of the sources and thickness of plastic films on the shelf life and quality of cucumber during modified atmosphere storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39:397-401.
- Park, K.W., H.M. Kang, and E.M. Yang. 1998. Effect of the film packages, anion concentration and pre-treatments on the quantities of basil in MA storage. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 67:322.
- Sankat, C.K. and V. Maharaj. 1996. Shelf life of the green herb 'shado beni' (*Eryngium foetidum* L.) stored under refrigerated conditions. *Postharvest Biol. and Technol.* 7:109-118.
- Whetter, P.A. and D. Ullrey. 1978. Improved fluorometric method for determining selenium. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 61:927-930.