

## 수경재배시 Ca 및 K 이온의 조성비율 차이가 마조람과 오레가노의 생육 및 품질에 미치는 영향<sup>1)</sup>

박권우\* · 나철욱 · 김호민  
고려대학교 생명환경과학대학 생명산업과학부

### Effects of Ca<sup>2+</sup> : K<sup>+</sup> Ratio in Nutrient Solution on the Growth and Quality of Marjoram(*Origanum majorana*) and Oregano(*Origanum vulgare*) Grown in Hydroponic Culture

Park, Kuen Woo\*, Cheol Wook Na, and Ho Min Kang

Division of Bioscience and Technology, College of Life and Environmental Sciences,  
Korea University, Seoul 136-701, Korea

**Abstract.** The purpose of this study was to investigate a proper Ca<sup>2+</sup>:K<sup>+</sup> ratio in nutrient solution to produce marjoram and oregano by hydroponics. Two herbs were grown for 40 days with the Ca<sup>2+</sup>:K<sup>+</sup> ratio of 3.5:13, 4.5:11(standard herb's nutrient solution), 5.5:9, and 6.5:7 mM·L<sup>-1</sup> of herb's nutrient solution developed by European Vegetable R & D Center, Belgium. The ratio of 5.5:9, and 6.5:7 mM·L<sup>-1</sup> showed better results in growth of marjoram than other treatments. Vitamin C contents and amounts of essential oil were the highest in the ratio of 5.5:9 and 6.5:7, respectively. In oregano, the growth and vitamin C contents were the highest in the ratio of 5.5:9, and 6.5:7 mM·L<sup>-1</sup>, respectively. The content (%) and amount (mg/plant) of essential oil were the highest in the ratio of 6.5:7 mM·L<sup>-1</sup>. These results indicated that 5.5:9 and 6.5:7 mM·L<sup>-1</sup> were proper Ca<sup>2+</sup>:K<sup>+</sup> ratio of nutrient solution in production of marjoram and oregano, respectively, by hydroponics.

**Key words :** amount of essential oil, chlorophyll, essential oil content, herb, vitamin C

\*Corresponding author

<sup>1)</sup>본 연구는 농림부 시행 농림부특정연구사업과제의 일부로 수행된 것임

## 서 언

채소의 품질은 외적요인으로는 크기, 색깔 등이 중요하고 내적요인으로는 비타민 C, 무기염류, 향기, 그리고 맛 등이 큰 의미를 가진다. 이들 품질 요인은 다양한 환경 요인에 의하여 변화하게 되는데, 그 가운데 시비량과 비료성분은 기후적인 조건, 예를 들어 광도, 기온, 강우 등과 더불어 내외적 품질 변화 요인으로 작용한다(Park, 1983). 그러나 시비에 의한 품질의 변화는 적절한 토양 비옥도 하에서는 시비량을 증가시켜도 품질은 향상되지 않는다(Minotti, 1975). 오히려 과다 시비는 품질을 떨어뜨린다. 따라서 적정범위 내에서는 특수한 비료성분의 첨가나 비료성분비의 변화를

가함으로서 품질요인을 변화 시킬 수 있다. 토양 내에서는 토양입자나 유기물의 치환 또는 상호작용에 의해 영양소의 조성비교시험은 실시하기 어렵다. 그러므로 수경재배 등을 통한 연구가 많이 이루어져 왔다. Ikeda와 Osawa(1981)는 20종의 채소에 대해 양액내의 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>와 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>의 흡수량을 비교했다. 국내에서는 중국 채소인 탐채(Park과 Shin, 1993), 파(Park 등, 1994), 그리고 Japanese mint(Park 등, 1999)에서 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>와 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>가 생장과 품질에 미치는 영향에 대해 보고된 바 있다. 양액 내에서 S, Mg 등의 개개 영양원소가 품질에 미치는 영향은 Suh와 Park(1999)이 basil을 대상으로 연구하였고, Se는 Korean mint에 처리한 연구가(Lee 등, 2001) 수행된 바 있었다.

본 연구에서는 양이온으로서 상호결항관계가 있는  $Ca^{2+} : K^{+}$  조성비가 신선허브 생육과 품질요인으로 중요한 비타민 C, 정유 함량 등에 어떤 영향을 미치는가를 알아보고자 마조람과 오레가노를 대상으로 시험하였다.

### 재료 및 방법

공시재료로 마조람과 오레가노(영국 Uffolk Herbs co.)를 선택하여 고려대학교 플라스틱 온실에서 담액순환방식(Deep Flow Technique, DFT)으로 재배하였다. 배양액은 30분 간격으로 공급/중단을 반복하여 24시간 순환시켰다. 배양액은 벨기에의 유럽채소연구센터(European vegetable R&D center)가 조성한 허브용 양액(Benoit와 Censtermans, 1994,  $NO_3-N$  18.0,  $PO_4$  P 6.0,  $K^{+}$  11.0,  $Ca^{2+}$  4.5,  $Mg^{2+}$  1.0,  $SO_4^{2-}$  1.0  $me \cdot L^{-1}$ , Fe-EDTA 21.1,  $Mn^{2+}$  0.29,  $Cu^{2+}$  0.05,  $Zn^{2+}$  0.53,  $BO_3^{3-}$  0.81,  $MoO_4^{2-}$  0.03  $mg \cdot L^{-1}$ )으로 하여 두 작물 수경재배시 적절한 농도를 나타난 0.5배 농도로 하여 사용하였다(Kang 등, 2003). 마조람은 50공 트레이에 6월 17일 파종하여 7월 22일 순화하였고 8월 5일 정식하여 9월 16일 최종 수확하였다. 오레가노는 5월 7일 모래배지에 삼목하여 5월 28일에 순화시킨 후 6월 4일 정식하였고 최종수확은 7월 16일에 실시하였다. 양액의  $Ca^{2+} : K^{+}$ 의 비율은 3.5:13, 4.5:11 (1.0배 표준액), 5.5:9, 6.5:7  $mM \cdot L^{-1}$ 의 4처리로 하였다. 수확시에 초장, 엽장, 엽폭, 측지수, 최장근장, 지하부 및 지하부 생체중과 건물율(%)을 관행적인 방법

에 의해 조사하였다. 엽록소 함량은 William과 Paul (1985)방법에 따라, 비타민 C의 함량은 spectrophluorometer(SFM-25 Kontron)를 이용하여 분석하여(AOAC, 1995)  $mg \cdot 100 g^{-1}$  FW로 표시하였다. 전질소, 무기함량을 분석하였고, 정유함량은 Letchamo와 Gosselin (1995)의 방법에 따라 증류수로 추출하여 생체중에 대한 %로 계산하였다. 통계분석은 SAS 프로그램을 이용하여 Duncan의 다중검정법으로 실시하였다.

### 결과 및 고찰

마조람과 오레가노의 생육에 미치는 배양액내  $Ca^{2+} : K^{+}$ 의 비율은 처리간에 차이가 나타났는데 두 허브식물에서 표준액인 4.5:11 보다 6.5:7  $mM \cdot L^{-1}$ 과 같이  $Ca^{2+} : K^{+}$ 의 비율이 1:1에 가까워질수록 초장, 엽폭, 근장, 생체중, 지하부중 등에서 좋은 성장결과를 보였다(Table 1). 다만, 엽장, 분지수에서는 유의적인 차이가 없었고, 건물율에서는 처리간 일정한 경향이 없었다. 생육에 있어  $K^{+}$ 의 비율이 높은 3.5:13  $mM \cdot L^{-1}$ 에서는 두 식물 모두 지하부 생체중이 6.5:7  $mM \cdot L^{-1}$ 의 절반 정도에 지나지 않아 배양액내 성분조성이 생장에 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 이와 같이 배양액이나 토양내 몇 가지 원소의 변화에 따른 생장의 차이는 Japanese mint(Muni 등, 1996)와 basil에 대해(Suh와 Park, 1999) 보고된 바 있다. 본 연구에서  $Ca^{2+} : K^{+}$ 의 비율에서 6.5:7  $mM \cdot L^{-1}$ 로 Ca 농도가 높은 구에서 생육이 좋은 것은 마조람과 오레가노의 식물적인 특징일수도 있다고 추측된다. 아울러 일반적

Table 1. The effects of  $Ca^{2+}:K^{+}$ ratio in nutrient solution on the growth of marjoram and oregano.

Crops	$Ca^{2+}:K^{+}$ (mmol/l)	Total length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of lateral shoot	Root length (cm)	Fresh weight (g/plant)		Dry weight ratio (%)	
							Top	Root	Top	Root
Majoram	3.5:13	50.1 b <sup>z</sup>	3.3 a	1.4 b	57.0 a	23.3 b	29.3 c	5.5 b	14.15 a	5.55 a
	4.5:11 <sup>y</sup>	51.1 b	3.9 a	1.8 ab	47.3 b	22.7 b	42.9 b	5.7 b	12.67 a	6.57 a
	5.5:9	50.7 b	3.3 a	1.7 ab	56.3 a	23.3 b	54.6 a	6.4 a	13.00 a	5.52 a
	6.5:7	53.7 a	3.3 a	2.1 a	50.3 b	27.0 a	56.8 a	6.6 a	13.87 a	6.12 a
Oregano	3.5:13	29.8 c	1.6 c	0.9 b	32.0 b	22.0 b	27.3 b	2.0 b	18.27 a	7.80 a
	4.5:11	30.1 c	1.8 c	1.1 b	34.8 ab	19.0 c	21.1 b	2.3 b	18.05 a	6.58 b
	5.5:9	40.7 b	2.1 b	1.2 b	44.3 a	21.7 b	51.4 a	5.2 a	15.50 b	6.27 b
	6.5:7	53.7 a	3.1 a	2.0 a	50.3 a	27.0 a	49.8 a	6.1 a	18.00 a	5.93 b

<sup>z</sup>Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

<sup>y</sup>The standard ratio of herb's solution developed by European vegetable R&D center.

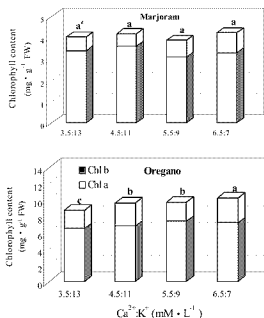


Fig. 1. The effect of Ca<sup>2+</sup>:K<sup>+</sup> ratio in nutrition solution on the chlorophyll a, b in marjoram and oregano. \*Means separation within treatments by DMRT at the 5% level.

으로 유럽의 물에는 석회의 함량이 많다는 것이 잘 알려진 만큼 배양액 조성시에 Ca<sup>2+</sup>의 함량을 적게 넣어 배양액을 조성한 것이 한 원인으로 생각할 수 있겠다. 예를 들어 한국원시배양액의 Ca<sup>2+</sup> : K<sup>+</sup>의 비율은 8:6, 일본의 원시 배양액은 8.8 인데 비하여 네덜란드 온실작물연구소의 꽃상추 배양액은 3.25:5.75, 그리고 국화배양액은 2.5:7.5로 Ca<sup>2+</sup>의 비율이 K<sup>+</sup>의 1/3에 불과하기도 한다. 따라서 국내에서 유럽 허브 배양액을 이용하여 재배할 때는 양액 내의 Ca<sup>2+</sup>의 농도와 K<sup>+</sup>의 농도비를 조정할 필요가 있음을 알 수 있다.

영양소의 함량은 마조람에서는 처리간 차이가 없었으나 오레가노에서는 6.5:7 mM · L<sup>-1</sup>에서 높았는데(Fig. 1) 이는 근권부의 양분조성 개선에 따른 생육속진의 결과로 본다. 비타민 C의 함량은 마조람에서 6.5:7 처리구에서 약 37 mg으로 다른 처리구보다 높았고 오레가노에서도 Ca<sup>2+</sup> : K<sup>+</sup>의 비율이 5.5:9와 6.7:5 mM · L<sup>-1</sup>에서 다소 높았다(Fig. 2). 지금까지 재배 중에 처리한 Ca<sup>2+</sup>와 비타민과의 관계에 대한 연구는 미비하였고 수확 전 후에 처리가 과실, 과채류의 저장성에 관련된 것으로 Ca<sup>2+</sup> 처리시 저장성 향상과 비타민 C

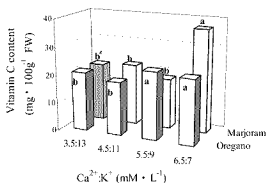


Fig. 2. The effect of Ca<sup>2+</sup>:K<sup>+</sup> ratio in nutrition solution on the vitamin C content in marjoram and oregano. \*Means separation within treatments of each herb by DMRT at the 5% level.

함량의 증가경도가 보고된 바 있었다(Mozafari, 1994). 이에 비해 K<sup>+</sup>의 경우에 사금지 등 엽채류를 포함한 수신품지의 작물에서 재배 중 시비량 증가에 따라 비타민 C 함량이 증가하였다는 보고가 있었다(Mozafari, 1994; Park, 1983). 여기서는 K<sup>+</sup>가 6:7.5 mM · L<sup>-1</sup>에서 용액내의 함량은 상대적으로 낮기는 하지만 Fig. 1에서와 같이 영록소의 함량이 다른 처리구보다 같거나(마조람), 많아서(오레가노) 이들에 의한 비타민 C 함량이 촉진되지 않았으나 추측할 수 있다. 오레가노보다 마조람에 있어서 Ca<sup>2+</sup> : K<sup>+</sup>의 비율이 비타민 C 함량에 크게 영향을 미치고 있어 앞으로 배양액농도 조성 변화에 따른 고 비타민 기능성 허브 연구의 기초 자료로 사용할 수 있으리라 생각된다.

두 허브 식물의 무기물 함량을 보면, 전질소의 경우 두 작물 모두 생육이 좋았던 5.5:9 mM · L<sup>-1</sup>에서 가장 높은 함량을 보였다. 대체로 Ca<sup>2+</sup>와 K<sup>+</sup>의 함량은 배양액내의 Ca<sup>2+</sup> : K<sup>+</sup>의 비율변화에 따라서 증감하였는데, 오레가노의 K<sup>+</sup>의 함량은 Ca<sup>2+</sup> : K<sup>+</sup>의 비율에 영향을 받지 않았다. Mg와 Fe의 함량은 오레가노 3.5:11 mM · L<sup>-1</sup>에서 Fe가 마조람 4.5:11 mM · L<sup>-1</sup>에서는 Mg가 높았다(Table 2). 전반적으로 Mg와 Fe 함량은 생육이 부진하였던 3.5:13과 4.5:11 mM · L<sup>-1</sup>에서 높게 나타났다. 이는 전물용 차이에 따른 질적 효과가 아닌가 생각된다(Park, 1983).

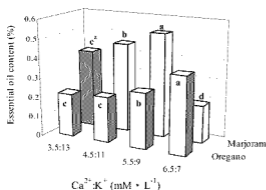
정유함량(%)은 마조람의 경우 5.5:9 mM · L<sup>-1</sup>에서 그리고 오레가노는 6.5:7 mM · L<sup>-1</sup>에서 가장 높은 함량을 보였다. 대체로 Ca가 증가하고 K가 감소하면 정유

**Table 2.** The effects of Ca<sup>2+</sup>:K<sup>+</sup> ratio in nutrient solution on the mineral content of marjoram and oregano.

Crops <sup>a</sup>	Ca <sup>2+</sup> :K <sup>+</sup> (mmol/l)	Total N (% DW)	Mineral content (µg <sup>-1</sup> DW)				
			Ca	K	P	Mg	Fe
Majoram	3.5:13	23.83 c <sup>x</sup>	53.80 c	722.4 a	11.94 d	18.40 b	3.59 a
	4.5:11 <sup>y</sup>	24.19 bc	69.24 b	708.8 b	15.00 c	21.44 a	3.47 a
	5.5:9	27.78 a	118.28 a	704.0 b	19.37 a	18.16 b	3.22 a
	6.5:7	25.44 b	122.28 a	576.4 c	17.30 b	18.48 b	3.47 a
Oregano	3.5:13	29.00 b	43.44 c	895.6 a	20.57 a	28.80 a	4.53 a
	4.5:11	28.74 b	44.44 c	819.6 a	19.64 b	27.52 a	3.35 b
	5.5:9	30.40 a	78.60 a	846.8 a	19.62 b	28.32 a	3.18 b
	6.5:7	28.25 b	64.08 b	874.4 a	19.76 b	27.60 a	3.24 b

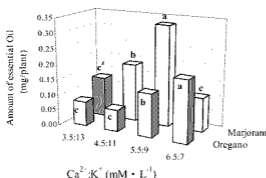
<sup>a</sup>Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

<sup>y</sup>The standard ratio of herb's solution developed by European vegetable R&D center.



**Fig. 3.** The effect of Ca<sup>2+</sup>:K<sup>+</sup> ratio in nutrition solution on the essential oil content in marjoram and oregano.

<sup>a</sup>Means separation within treatments of each herb by DMRT at the 5% level.



**Fig. 4.** The effect of Ca<sup>2+</sup>:K<sup>+</sup> ratio in nutrition solution on the amount of essential oil of marjoram and oregano.

<sup>a</sup>Means separation within treatments of each herb by DMRT at the 5% level.

의 함량(%)과 총 생산량이 두 허브식물에서 모두 증가하는 경향을 보였다(Fig. 3, 4). 다만 마조람만 예외

적으로 6.5:7 mM·L<sup>-1</sup>에서 낮아졌다.

지금까지 연구에서 Ca<sup>2+</sup>:K<sup>+</sup>의 비율에 따른 정유 함량에 대한 연구는 별로 많지 않아서 이틀 기적에 대한 연구는 계속되어야 한다고 본다. Suh와 Park (1999)은 동일한 시설의 품종간에 S농도 차이에 따른 정유 생성량을 조사한 바 sweet basil은 S농도가 1 mM·L<sup>-1</sup>일때 정유함량이 가장 높았으나 bush basil과 purple basil은 3 mM·L<sup>-1</sup>에서 높았다고 하였다. 이와 같이 품종 간에도 반응의 차이가 있는 만큼 오레가노와 마조람의 작물 간에 서로 다른 경향은 예상할 수 있는 결과라 하겠다.

이상의 결과로 보아 마조람의 생육과 정유함량은 Ca<sup>2+</sup>:K<sup>+</sup>의 비율이 5.5:9 mM·L<sup>-1</sup>에서 우수하였고 오레가노에서는 생육은 6.5:7과 5.5:9 mM·L<sup>-1</sup>에서 정유함량은 6.5:7 mM·L<sup>-1</sup>에서 좋았다. 이들 두식물의 수량과 품질을 고려하면 기존의 Ca<sup>2+</sup>:K<sup>+</sup> 4.5:11 mM·L<sup>-1</sup>의 비율로 한 유럽채소연구소 배양액보다 Ca<sup>2+</sup> 함량을 높이는 비율로 조정하는 것이 수량과 품질적인 측면에서 좋다고 본다.

## 적 요

마조람과 오레가노 수경재배시에 생육과 정유함량에 미치는 양액내 Ca<sup>2+</sup>:K<sup>+</sup>의 적정비율을 구명하고자 시험을 수행하였다. 양액은 유럽채소연구소의 0.5배액을 사용하였다. Ca<sup>2+</sup>:K<sup>+</sup>의 비율은 3.5:13, 4.5:11(표준용액), 5.5:9, 6.5:7 mM·L<sup>-1</sup> 4가지 농도로 처리하였다. 그 결과 마조람의 생육은 5.5:9와 6.5:7 mM·L<sup>-1</sup> 구에서 우수하였다. 비타민 C는 6.5:7구에서 그리고

정유함량(%)과 정유수량은 5.5:9구에서 높았다. 오레가노의 경우는 생육과 비타민 C의 함량은 5.5:9와 6.5:7구에서, 정유성분과 수량은 6.5:7구에서 높았다. 따라서 마조람은 5.5:9 그리고 오레가노는 6.5:7로 조절하여 가꾸는 것이 생육과 수량 그리고 정유 생산량을 증가시킬 수 있다고 본다.

**주제어** : 정유 총 생산량, 엽록소, 정유 함량, 허브, 비타민 C

## 인용문헌

1. AOAC. 1995. Vitamin C (total) in vitamin preparations. AOAC official methods of analysis 2, 967. 22.
2. Benoit, F. and N. Ceustermans. 1994. Hydroponic culture kitchen herbs. ISHS-Symposium in growing media and plant nutrition in horticulture. Glasshouse Crops Research Station, NAALDWIJK, the Netherlands.
3. Ikeda, H. and T. Osawa. 1981. Nitrate-and ammonium-N absorption by vegetables from nutrient solution containing ammonium nitrate and the resultant change of solution pH. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 50:225-230.
4. Kang, H.M., C.W. Na, K.W. Park. 2003. Effects of nutrient solution concentration on the growth and the essential oil content of marjoram(*Origanum majorana*) and oregano(*Origanum vulgare*) J. Bio-Env. Cont. 12(4):235-239 (In Korean).
5. Lee, M.J., G.P. Lee, K.W. Park. 2001. Effect of selenium on growth and quality in hydroponically grown Korean mint (*Agastache rugosa*). J Kor. Soc. Hort. Sci. 42:483-486 (In Korean).
6. Letchamo, W. and A. Gosselin. 1995. Effects of HPS supplemental lighting and soil water leaves on growth, essential oil content and composition of two thyme (*Thymus vulgaris* L.) clonal selections. Can. J. Plant Sci. 75:231-238.
7. Minotti, P.L. 1975. Plant nutrition and vegetable crop quality. HortScience 10:54-56.
8. Mozafar, A. 1994. Plant Vitamins: Agronomic, physiological and nutritional aspects, pp. 173-175. CRC Press, Boca Raton, FL.
9. Muni, R., R. Dusa, K. Sushil, M. Ram, D. Ram, and S. Kumar, 1996. Response of Japanese mint to zinc and iron at different fertility gradients and method of micronutrient application in sandy loam soil. J. Med. Arom. Pl. Sci. 18:274-275.
10. Park, K.W. 1983. Effects of fertilization, irrigation and harvesting period on the quality of vegetable crops. J Kor. Soc. Hort. Sci. 24:325-337 (In Korean).
11. Park, K.W. J.H. Jeong, M.J. Lee. 1999. Effects of solution concentration and nitrogen form on the content of internal quality of Japanese mint grown in hydroponics. J Kor. Soc. Hort. Sci. 24:325-337 (In Korean).
12. Park, K.W., and J.H. Lee. M.H. Chiang. 1994. Effects of NO<sub>3</sub>-N:NH<sub>4</sub>-N ratio in nutrient solution on the growth of welsh onion. J Bio. Prod. Facil. & Environ. Cont. 3:99-105 (In Korean).
13. Park, K.W., and Y.J. Shin. 1993. Effects of NO<sub>3</sub>-N:NH<sub>4</sub>-N ratio in nutrient solution on the growth of chinese flat cabbage (*Brassica chinensis* L. var. *rosularis*). J Kor. Soc. Hort. Sci. 34:320-329 (In Korean).
14. Suh, E.J. and K.W. Park. 1999. Effect of S-ionic strength in nutrient solution on the growth and the content and composition of essential oil of basil. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40(2):193-199 (In Korean).
15. William, P.I. and R.B. Paul. 1985. Extinction coefficients of chlorophyll a and b in N, N-dimethylformamide and 80% acetone. Plant Physiol. 77:483-485.