

Comparison of Growth and Essential Oil Composition in Two Hydroponically Grown Species of Thymes at Different Nutrient Solution Strength¹⁾

Yea-Hee Kim · Moon-Jung Lee · Kuen-Woo Park*

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

Abstract

The growth and quality differences between common thyme (*Thymus vulgaris* L.) and lemon thyme (*Thymus × citriodorus*) were investigated. They were grown in a hydroponics culture system (DFT) with a nutrient solution developed by the European Vegetable R&D Center in Belgium. Nutrient solution ionic strength used were 1.2, 2.4, 4.8, and 7.2 mS · cm⁻¹. The dry matter of two thymes were increased with increasing ionic strength, while shoot length, root length and fresh weight were decreased. Chlorophyll content was higher in lemon thyme, while vitamin C content and essential oil content were higher in common thyme. The essential oil content showed a similar trend as those of growth. The main composition of essential oil were thymol and carvacrol in common thyme, and geraniol and α-citral in lemon thyme. The highest content of these compounds was obtained in 1.2 mS · cm⁻¹ treatment. Consequently, the ionic strength of 1.2 mS · cm⁻¹ was suitable for the production of quality thymes.

Key words : α-citral, chlorophyll, herb, hydroponics, thymol

* Corresponding author

¹⁾ 이 논문은 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과입니다.

서 론

최근 들어 관심과 소비가 증가되고 있는 허브는 음식의 맛과 향을 내는데 이용될 뿐만 아니라 조경 소재로써 사용되기도 한다. 또 식물에서 추출한 정유는 그 이용과 효능이 다양하여 여러 가지 의약품 및 가공품 생산, 그리고 아로마테라피 등에 사용된다 (Brown, 1995; Curtis, 1996; Ody, 1993).

허브의 세계적 소비에 대한 분석자료들에 의하면 백리향이 팽창하고 있는 허브시장에 중요한 자리를 차지하고 있다는 것을 알 수 있다 (Jackson and Hay, 1994; Letchamo and Gosselin, 1995). 국내에는 2종의 백리향이 자생하고 있는데, 특히 울릉도에서만 자생하고 있는 섬백리향(*Thymus magnus* Nakai)은 우리나라 특산으로 알려져 있으나, 일부가 관상용으로 재배되고 있을 뿐 약용이나 식용으로는 그다지 이용되지 않고 있는 실정이다 (Kim *et al.*, 1994). 그러나, 점차 허브는 정유 생산에 이용될 뿐만 아니라 채소로서의 이용도 증가하게 되어 농가의 소득증대를 꾀

할 수 있는 고소득 작물로 자리잡을 수 있을 것이다. 따라서 빠른 시일 내에 농가에 보급되기 위해서는 품질향상과 주년생산체계 확립을 위한 연구가 이루어져야 한다고 본다. 이를 위해서는 우선적으로 작물 특성에 대한 올바른 이해와 적합한 재배환경이 확립되어야 한다.

지금까지 국내에서는 바실에 대한 수경재배방법 (Lee, 1992)이나 배양액 환경에 관한 연구 (Suh and Park, 1999a, 1999b)는 보고된 바가 있으나 백리향의 재배에 관한 연구는 미비한 편이다. 이에 본 실험은 수경재배를 이용, 동일한 재배조건 하에서 재배시 백리향 두 종간의 품질의 차이를 비교해보고자 수행되었다. 더불어 백리향 수경재배시 생육 및 품질의 향상에 적합한 배양액 환경을 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

본 실험은 고려대학교 플라스틱하우스에서 common thyme(*Thymus vulgaris* L.)과 lemon thyme

(*Thymus*×*citriodorus*)을 공시작물로 하여 수행하였다. 1998년 6월 4일 삼목하여, 4주 후 육묘베드(스티로폴제, 가로 30×세로 120×높이 10 cm)로 옮겨 6월 25일부터 2주간 순화시켰다. 배양액은 벨기에의 European Vegetable R&D Center에서 Benoit와 Ceuster-nans(1994)이 개발한 허브 배양액으로 농도는 1/4배 (EC=0.51 mS · cm⁻¹)로 하였다. 7월 16일에 실험베드(스티로폴제, 가로 30×세로 90×높이 10 cm)에 정식한 후부터 허브 배양액을 0.5, 1(EC=2.4 mS · cm⁻¹), 2, 또는 3배 농도별로 처리하여 공급하였다. 재배방식은 담액순환시스템(DFT)으로 처리기간 중 연속 순환시켰다. 실험기간동안 실험 베드 상단부위에 최고최저 온도계(Hygrothermograph, NS307, SATOKEIRYOKI)를 설치하여 측정된 온실 내 평균온도는 30±2°C/21±2°C(day/night)였다. 실험용 하우스는 비가림 온실로써 습도는 외부조건과 같다. 재배기간 중 평균상대 습도는 73%였다(Hygrorometer, S/N5202, DAGATRON). 정식 후 15주간 재배하여 수확하였다. 정식 후 15주간 재배하여 수확하였다.

수확 후 외적품질을 측정하기 위해 초장, 엽장, 엽폭, 생체중과 건물중을 조사하였다. 내적품질은 엽록소(William and Paul, 1985), 비타민 C(AOAC, 1995), NO₃-N(Cataldo *et al.*, 1975) 및 P, Ca, K, Mg의 함량을 원자흡광분광광도계(Model 13208, HPSF AAS, Hewlett Packard)를 이용하여 분석하였다. 정유는 증류법(Chales and Simon, 1990)을 이용하여 추출하였고 성분분석은 GC/MS(5890 II GC/MS, Hewlett Packard)를 이용하여 분석(Suh and Park, 1999a)하였다.

결과 및 고찰

두 종의 백리향의 생육에 적합한 배양액 조건과 중간 품질의 차이를 알아보고자 실험을 수행한 결과, 초장과 근장, 건물율은 큰 차이는 없었고 생체중은 전반적으로 common thyme이 lemon thyme보다 높았다. 배양액내 이온농도에 따른 생육양상은 두 종 모두 배양액내 이온 농도가 0.5~1배의 낮은 처리구에서 좋은 생육을 보이고 있었다(Table 1). 본 실험에서 배양액 이온 농도에 따른 생육의 변화를 보면 초장과 근장에 있어서는 이온 농도가 높아질수록 두 종 모두 완만한 감소를 보였고, 지상부 생체중은 0.5 배에서 가장 높았다(Table 1). 배양액 이온 농도에 따른 두 종의 생체중 감소폭의 차이로 lemon thyme이 common thyme에 비해 높은 염에 대한 내성이 더 크다는 것을 추측할 수 있었다.

허브 식물에 있어서 정유의 생합성이 색소체에서 이루어진다고 보고되어(McCaskill and Croteau, 1995) 엽록소 함량은 매우 중요하다고 할 수 있다. 배양액 이온 농도에 따른 엽록소 함량의 변화를 보면, lemon thyme이 common thyme보다 많았고 common thyme의 경우 처리간에 유의성이 적었다. Lemon thyme의 경우는 배양액 이온농도를 2배까지 처리하는 엽록소 함량이 계속 증가하다 3배 처리구에서 감소하는 경향을 보였다(Fig. 1).

비타민 C의 함량은 엽록소 함량과는 달리 common thyme에서 더 높았다(Fig. 2). Mozafar(1993)는 식물마다 비타민의 함량에 차이가 있는데, 이러한 차이는

Table 1. Effect of species and nutrient solution strength on the growth of thymes at 15 weeks after planting²

Plant	Strength of nutrient solution ³	Shoot length (cm)	Root length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight (g per plant)	
						Shoot	Root
Common thyme	0.5	43.1a	38.9ab	0.8de	0.4bc	87.12a	38.64a
	1.0	40.0a	42.1a	0.9cd	0.5b	71.86b	28.48b
	2.0	42.2a	40.1a	0.8de	0.4cd	42.61c	17.85cd
	3.0	30.4b	19.7e	0.6e	0.3d	12.93d	4.01e
Lemon thyme	0.5	39.6a	33.5c	1.1ab	0.6a	77.04ab	23.83bc
	1.0	40.6a	39.2ab	1.1a	0.7a	76.71ab	23.19bc
	2.0	30.7b	34.1bc	1.0abc	0.6a	40.17c	17.83d
	3.0	26.4b	27.6d	0.9bcd	0.6a	32.15c	14.60d

² Means separation within columns by DMRT at 5% level.

³ Strength of solution by European vegetable R & D Center.

수경재배시 배양액 내 이온농도에 따른 두 종의 백리향 생육 및 정유 성분 비교

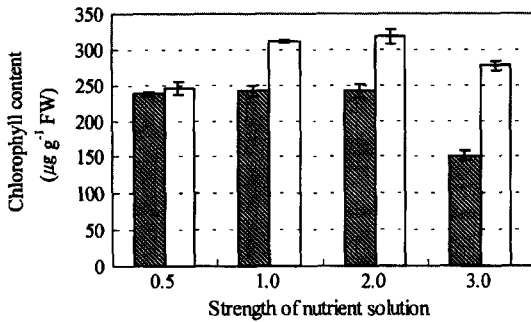


Fig. 1. Comparison in chlorophyll content of common and lemon thymes as affected by nutrient solution strength at 15 weeks after planting. Vertical bars represent \pm standard deviation (n=4).

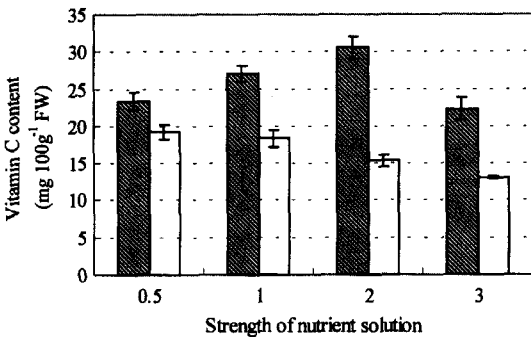


Fig. 2. Comparison in the vitamin c content of common and lemon thymes as affected by nutrient solution strength at 15 weeks after planting. Vertical bars represent \pm standard deviation (n=4).

같은 속의 품종간에서도 나타나며 토마토에서는 품종 간에 15배까지 차이가 나는 경우도 있다고 하였다. 본 실험에서는 수확 시 배양액내 이온 농도 2배처리에서 common thyme과 lemon thyme의 비타민 함

량은 약 2배에 달하였고 전체적으로 common thyme에서 비타민 C 함량이 더 높았다. 배양액내 이온 농도에 따른 비타민 C의 함량 변화는 common thyme은 2배 농도 처리까지는 함량이 증가하고 3배에서 감소하였으나, lemon thyme은 이온농도가 높아질수록 계속적으로 감소하는 경향을 보였다. 일반적으로 알맞은 영양분 하에서는 시비의 증가에 따라 비타민 C의 함량이 증가하는 반면, 질소원의 시비가 계속적으로 증가하면 비타민의 함량은 감소하는 경향이 있다고 한다(Mozafar, 1993).

작물 체내의 영양원소들의 균형은 식물 생육에도 중요하지만 인간에게 무기물 급원으로도 중요하다 (Varis and George, 1985). 두 종의 백리향에서 무기물 함량을 분석한 결과, NO₃-N과 P은 lemon thyme에서 흡수가 더 높았으나 K와 Ca은 common thyme에서 높은 함량을 보였다. 그러나 Mg의 흡수는 두 종간에 차이가 적었다(Table 2). Common thyme의 K 함량과 lemon thyme의 P 함량만이 배양액농도에 따라 증가하였으며, 다른 무기물에 있어서는 처리에 따라 일정한 경향이 없었다. Common thyme의 식물체내 NO₃-N함량은 처리간에 차이가 크지 않았으나 3배 처리에서는 집적량이 크게 증가하였다. Lemon thyme은 2배 처리구까지 집적량이 점차 감소하다가 3배 처리구에서는 함량이 증가하였다. 이는 3배(EC=7.2 mS · cm⁻¹)의 과잉시비에 따른 식물체의 생육저하로 질소원이 소비되지 않고 그대로 체내에 집적된 것으로 추정된다.

정유 함량에 있어서는 common thyme이 lemon thyme보다 높았으며, 두 종 모두 배양액내의 이온농

Table 2. Effect of species and nutrient solution strength on the mineral content at 15 weeks after planting^z

Plant	Strength of nutrient solution ^y	NO ₃ -Ncontent (µg · g ⁻¹ FW)	Mineral content (mg · g ⁻¹ FW)			
			P	K	Ca	Mg
Common thyme	0.5	769cd	0.799e	10.5b	0.308a	0.810a
	1.0	641d	0.846d	11.4b	0.253c	0.674d
	2.0	767cd	0.670f	14.6a	0.279b	0.760b
	3.0	1111b	0.651g	15.0a	0.307a	0.600e
Lemon thyme	0.5	1416a	0.665f	4.5cd	0.205d	0.805a
	1.0	871c	0.858c	4.1d	0.188de	0.715c
	2.0	750cd	0.958b	4.6cd	0.180e	0.756b
	3.0	1137b	1.100a	5.4c	0.246c	0.707c

^z Means separation within columns by DMRT at 5% level.

^y Strength of solution by European Vegetable R & D Center.

도가 증가할수록 정유 함량은 증가하다가 생육이 저하되었던 3배 처리구에서는 다시 감소하는 동일한 경향을 보였다. Japanese mint의 경우도 식물체당 정유의 함량은 NO₃의 시비량을 높여 생육이 좋아질수록 증가했다고 한다(Park *et al.*, 1999; Singh and Singh, 1978). Common thyme의 경우 배양액 이온농도에 따른 처리간의 정유 함량 차이가 매우 컸으나 lemon thyme은 완만한 변화폭을 보였고 2배 처리구에서는 common thyme이 약 2배 정도 많은 정유 함량을 보였다(Fig. 3). Franz *et al.*(1986)은 방향식물의 경우, 세포조직의 유전성이 정유 함량을 결정한다고 보고하였는데, lemon thyme과 common thyme간의 정유 함량의 차이도 이러한 요인에 기인한다고 보여진다. 엽록소와 정유 함량 사이의 정의 상관관계는 lemon thyme은 엽록소 함량의 배양액 이온농도에 따른 변화가 정유 함량의 변화와 같았으나 common thyme에서는 연관성을 볼 수 없었다. 그러나 엽록소 함량은 lemon thyme이 많은 반면 정유의 함량은 common thyme에서 더 많았다(Fig. 1). Jackson and Hay(1994)도 정유의 함량과 성분의 차이는 유전적인 요인이 가장 크다고 보고한 바 있다. 그들은 학명이 *Thymus vulgaris* L로 같으나 6가지의 다른 재배종 백리향을 가지고 동일한 재배환경 하에서 실험한 결과, 6종 모두 잎의 건물물과 정유 함량 및 그 조성이 매우 다른 특성을 가지고 있었다고 보고하였다.

Senatore(1996)는 *Thymus pulegioides* L의 정유를 분석하여 총 63종의 화합물을 검출하였으며 정유 성분 중 γ -terpinene, p -cymene, thymol, 그리고 car-

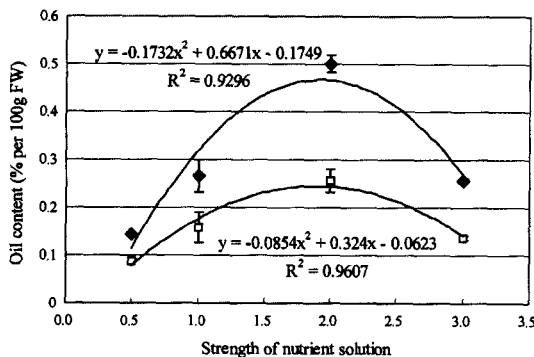


Fig. 3. Comparison in the essential oil content of common and lemon thymes as affected by nutrient solution strength at 15 weeks after planting. Vertical bars represent \pm standard deviation (n=3).

vacrol이 수확시기에 따라 다르지만 57.3~62.5%를 차지하고 있었다고 보고한 바 있다. 본 실험에서 두 종의 백리향에서 추출한 정유의 성분을 비교해 본 결과, common thyme의 정유에서는 총 82종, lemon thyme에서는 총 50여종의 성분들이 검출되었다. Common thyme의 정유를 구성하는 주성분은 자극적인 향과 매운 맛을 가진 thymol로 배양액농도에 따라 50~70%를 차지하고 있었으며, 그 외에도 thymol의 이성질체인 carvacrol과 p -cymene, linalool, borneol, thymyl methyl ether, β -caryophyllene, thymyl acetate, caryophyllene oxide 등의 성분들이 16~28%를 이루고 있었다(Table 3). Lemon thyme의 정유에서는 레몬향을 내는 α -citral과 geraniol이 배양액 농도에 따라서 각각 44~54%와 20~24%로 주성분을 이루고 있었으며, common thyme의 주성분인 thymol도 6~8% 정도 함유되어 있었다. 그 외에도 borneol, nerol, β -caryophyllene, geranyl acetate 등의 성분들이 4~7%를 차지하고 있었다(Table 3). 정유성분의 배양액 이온농도에 따른 변화를 보면 common thyme의 정유에서 thymol의 함량은 배양액 이온농도에 따른 정유 함량의 변화와는 달리 점차적으로 감소하는 경향을 보이고 있었다. 그러나 linalool, thymyl methyl ether, thymyl acetate, caryophyllene oxide, carvacrol, p -cymene, borneol, β -caryophyllene 등은 주성분인 thymol과는 달리 3배 처리구에서 가장 높은 함량을 보였다. Lemon thyme 정유의 주성분인 α -citral도 배양액 이온농도가 증가함에 따라 정유 함량과는 달리 감소하는 경향을 보였으나, geraniol은 정유 함량과 같은 경향으로 변화하였다(Table 3). Kim 등(1994)은 국내에서 자생하고 있는 백리향(*Thymus quinquecostatus*)과 섬백리향(*Thymus magnus*)의 정유성분을 분석한 결과 thymol과 carvacrol의 함량이 백리향에서는 각각 39.8%와 2.6%인데 비하여 섬백리향에서는 54.7%와 3.2%이었다고 보고하였으며, 이러한 백리향의 정유 성분 조성은 품종이나 재배지역의 기후적 조건에 따라 크게 달라진다고 하였다.

본 실험에서 common thyme과 lemon thyme의 정유 함량과 조성이 배양액내 이온농도에 따라 크게 달랐으며 두 종의 주성분 또한 함량에 있어서 큰 차이를 보이고 있었다.

Table 3. Comparison in the essential oil composition between common and lemon thymes as affected by nutrient solution strength at 15 weeks after planting (unit : peak area, %)

Plant	Components of essential oil	Strength of nutrient solution			
		0.5	1.0	2.0	3.0
Common thyme	p-cymene	8.417	9.062	6.331	9.811
	Linalool	1.943	1.768	1.593	4.006
	Borneol	1.264	1.500	1.431	3.047
	Thymyl methyl ether	0.582	0.338	0.250	1.134
	Thymol	70.596	64.470	56.418	49.536
	Carvacrol	3.648	3.728	3.285	4.216
	β -caryophyllene	3.546	3.628	2.214	3.240
	Thymyl acetate	0.136	0.112	0.115	0.116
	Caryophyllene oxide	2.400	2.028	1.137	3.257
Others	7.469	13.365	27.225	21.634	
Lemon thyme	Borneol	0.923	0.703	0.576	0.840
	Nerol	1.069	1.215	1.103	1.290
	Geraniol	21.685	23.530	24.572	22.900
	α -Citral	54.739	52.935	47.468	44.325
	Thymol	7.062	8.314	6.688	8.885
	β -caryophyllene	2.252	1.709	1.297	3.095
	Geranyl acetate	1.186	1.437	1.817	2.125
	Others	10.834	9.657	15.479	15.040

Literature cited

1. AOAC. 1995. Vitamin C (total) in vitamin preparations. AOAC Official Methods of Analysis 2:967-22.
2. Benoit, F. and N. Ceustermans. 1990. The use of recycled polyurethane as an ecological growing medium. *Plasticulture* 88:41-48.
3. Brown, D. 1995. Encyclopedia of herbs & their uses. Dorling Kindersley, New York. p. 212-213, 362-363.
4. Cataldo, D.A., M. Harroon, L.E. Schrader, and V.L. Youngs. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commun. Soil Science and Plant Analysis* 6:71-80.
5. Chales, J.D. and J.E. Simon. 1990. Comparison of extraction methods for the rapid determination of essential oil content and composition of basil. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(3):458-462.
6. Curtis, S. 1996. Essential oil. Aurum. UK. p. 120-121.
7. Franz, C., K. Hardh, S. Haelvae, E. Mueller, H. Pelzmann, and A. Ceylan. 1986. Influence of ecological factors on yield and essential oil of chamomile (*Chamomilla recutita* L., *Rauschert Syn.*, *Matricara chamomilla* L.). *Acta Hort.* 188:157-162.
8. Jackson, S.A.L. and R.K.M. Hay. 1994. Characteristics of varieties of thyme (*Thymus vulgaris* L.) for use in the UK: Oil content, composition and related characters. *J. Hort. Sci.* 69(2):275-281.
9. Kim Y.H., J.C. Lee, and Y.H. Choi. 1994. Essential oils of *Thymus quinquecostatus* Celakov. and *Thymus magnus* Nakai. *Korean. J. Medicinal Crop Sci.* 2(3): 234-240.
10. Lee, B.S. 1992. Effects of hydroponic system, ionic strength and shading materials on the growth and essential oil contents of sweet basil (*Ocimum basilicum*). Thesis for the Degree of Master. Chun-nam University. Kwang-Ju.
11. Letchamo, W. and A. Gosselin. 1995. Root and shoot growth and chlorophyll content of *Taraxacum officinale* provenances as affected by defoliation and debudding under organic and hydroponic cultivation. *J. Hort. Sci.* 70(2):279-285.
12. McCaskill, D. and R. Croteau. 1995. Monoterpene and sesquiterpene biosynthesis in glandular trichomes of peppermint (*Mentha × piperita*) rely exclusively on plastid-derived isopentenyl diphosphate. *Planta* 197(1):49-56.
13. Mozafar, A. 1993. Plant vitamins; Agronomic, physiological, and nutritional aspects. CRC Press. p. 43-54.
14. Ody, P. 1993. The complete medicinal herbal. Dorling Kindersley, New York. p. 104.
15. Park, K.W., J.H. Jeong, and M.J. Lee. 1999. Effect of solution concentration and nitrogen form on the content of internal quality of Japanese Mint grown in

- hydroponics. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40(3):341-344.
16. Senatore, F. 1996. Influence of harvesting time on yield and composition of the essential oil of thyme (*Thymus pulegioides* L.) growing wild in Campania (southern Italy). J. Agric. Food Chem. 44:1327-1332.
17. Singh, J.P. and J.N. Singh. 1978. Nitrate and ammonium as sources of nitrogen for Japanese mint and their influence on the uptake of other ions. Indian J. Agr. Sci. 48:274-278.
18. Suh, E.J. and K.W. Park. 1999a. Composition and content of essential oil in hydroponically-grown basil at different seasons. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40(3):331-335.
19. Suh, E.J. and K.W. Park. 1999b. Effect of magnesium on the content and composition of essential oil of basil cultivars grown in hydroponics. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40(3):336-340.
20. Varis, S. and R.A.T. George. 1985. The influence of mineral nutrition on fruit yield and quality in tomato. J. Hort. Sci. 60:373-376.
21. 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.

수경재배시 배양액 내 이온농도에 따른 두 종의 백리향 생육 및 정유 성분 비교

김예희 · 이문정 · 박권우

고려대학교 원예과학과

적 요

*Thymus*속의 common thyme과 lemon thyme의 담액수경 재배시 배양액의 이온농도를 달리하여 두 종의 생육과 품질을 비교하였다. 배양액의 이온농도는 1.2, 2.4, 4.8 그리고 $7.2 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 로 하였다. 두 종 모두 0.5($\text{EC}=1.2 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$)배와 1배의 낮은 배양액 이온농도 처리에서 생육이 좋았다. Common thyme과 lemon thyme의 생육은 배양액내 이온농도가 높아질수록 건물율은 증가했으나 초장, 근장과 생체중은 감소하였다. 엽록소 함량은 lemon thyme에서 더 높았으나 비타민 C의 함량과 정유함량은 common thyme에서 더 높았다. 두 종간의 주요 정유 성분 차이를 보면, common thyme의 주성분은 thymo과 carvacrol이고, lemon thyme은 geraniol과 α -citral로 각각 정유 성분의 50~70%를 차지하고 있다. 이들의 각 주성분의 함량은 생육이 좋았던 0.5배에서 가장 많았다. 결과적으로 수경재배시 common thyme과 lemon thyme 모두 허브 배양액 0.5배액으로 재배시 우수한 품질의 작물을 생산할 수 있었다.

주제어 : 알파 시트랄, 엽록소, 수경재배, 허브, 티몰