

일라이트 시용량에 따른 삼백초 잎의 유효성분 및 향기성분 함량 비교

이가순*[†] · 김관후* · 성봉재* · 김선익* · 한승호* · 이석수* · 이민** · 유찬호**

*충남농업기술원 금산인삼약초시험장, **충북영동농업기술센터

Bioactive Components and Volatile Compounds According to Illite Addition in *Saururus chinensis* Baill Cultivation

Ka Soon Lee*[†], Gwan Hou Kim*, Bong Jae Seong*, Sun Ick Kim*,
Seung Ho Han*, Sox Su Lee*, Min Lee** and Chan Ho Yoo**

*Geumsan Ginseng & Medicinal Crop Experiment Station, CNARES, Geumsan 312-823, Korea.

**Yeongdong Agriculture Technology Center, Yeongdong 370-702, Korea.

ABSTRACT : This study was carried to investigate the effect of illite addition on the growth, bioactive components and volatile compounds of leaf on *Saururus chinensis* Baill cultivation in greenhouse. Illite addition on *Saururus chinensis* Baill cultivation resulted no significant effects on the aerial part. However, the root part was highest in 5% illite addition group. Crude oil and ash amount increased as illite additives was increased. Ca of inorganics and free sugars contents were highest in 5% and 20% illite addition, respectively. Hyperoside and isoquercetin of available component on leaf were highest in 5% illite addition group, 4.02 mg/g and 4.31 mg/g, respectively. The volatile compounds in *Saururus chinensis* Baill leaf cultured with illite addition amounts were isolated by solid-phase microextraction fiber (polydimethylsiloxane 65 μm) and identified by gas chromatography mass spectrometry. As the results, the 22 volatile compounds were identified from in *Saururus chinensis* Baill leaf and major volatile compounds were the α-cadinol (18.50%), myristicin (16.46%), methyl-9-methyl-tetradecanoate (10.22%), and γ-murolene (9.75%). Especially, the content of α-cadinol was highest in 5% illite addition group and γ-murolene on overall illite addition group was lower than no addition group.

Key Words : *Saururus chinensis* Baill, Illite, Quercetin, Volatile Compounds, α-Cadinol

서 언

삼백초 (*Saururus chinensis* Baill)는 다년생 초본으로 줄기 길이는 40~80 cm 정도로 곧게 자라고 잎은 녹색을 띠며 6월 하순경에 상위부 3~4개의 백색 잎이 출현하며 6~8월에 백색꽃을 피고 뿌리가 백색을 띠어 삼백초 (三白草)라고 한다 (Kim *et al.*, 2005). 삼백초는 우리나라, 중국 및 일본 등지에 분포하며 우리나라에서는 제주도와 남부지방에서 자생 및 재배되고 있으며, 해독, 소중 작용이 있어 수종, 각기, 간염 및 황달 등의 치료에 사용되어온 약재로 삼백초의 주성분은 quercetin, rutin (quercetin-3-rutinoside), quercitrin (quercetin-3-rhamnoside), isoquercetin (quercetin-3-glucoside), hyperoside (quercetin-3-galactoside) 등이 알려져 있다 (Kim *et al.*, 2006a). Quercetin

류는 채소류 중 양파에 많이 함유되어 있고 (Formica and Regelson, 1995), 항균효과 (Kimura and Hiromi, 1984), 항돌연변이 작용 (Edenhader and Tang, 1996) 등 각종 생리기능성을 가지고 있다. 이에 따라 최근 quercetin류의 성분을 함유하고 있는 삼백초 추출물에 대한 항균활성 (Lee *et al.*, 2013; Koh, 2004), 항아토피활성 (Choi *et al.*, 2010), 항산화활성 (Kim *et al.*, 2005, 2006b, 2012a; Seo *et al.*, 2008), 멜라닌색소합성 억제효과 (Kim *et al.*, 2012b) 등의 연구가 이루어지고 있다. 또한 Lee 등 (2011)은 약용식물자원 추출물에 대한 항염증활성을 측정하여 항염증활성 소재로 이용 가치가 있다고 보고한 바도 있다. 이와 같이 삼백초도 유용성분이 각종 생리기능성을 가지고 있는 것을 이용하고자 Park 등 (2012)은 삼백초를 씹은 채소로 이용가능성을 검토한 바 있고,

[†]Corresponding author: (Phone) +82-41-635-6482 (E-mail) lkasn@korea.kr

Received 2014 March 17 February 20 / 1st Revised 2014 April 8 / 2nd Revised 2014 May 9 / 3rd Revised 2014 May 22 / Accepted 2014 May 23

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Lee 등 (2002)는 삼백초 잎을 이용한 요쿠르트를 제조, Park 등 (2011)은 삼백초 근근을 이용한 국수제조 등 식품에 이용하는 연구가 보고되고 있다. 또한 삼백초의 생산량 및 유효성분 함량의 향상을 위한 재배조건을 보고한 연구로 Lee 등 (2001)은 퇴비 시용량에 따라, Kim 등 (2006c)은 토성별, Kim 등 (2006a)은 생육년수별, Nam 등 (2007)은 질소 추비 정도에 따라 검토하여 삼백초의 효율적인 재배조건을 제시하였으며 Nam 등 (2012)은 생육 및 수량 증대를 위한 삼백초 재배 시 식재밀도를 분석하였다. 작물의 재배생육에는 여러 환경조건 중 토양의 특성에 좌우된다 (Gupta, 1994; Kim *et al.*, 2006c). 토양 중 대표적인 점토광물인 일라이트는 층복 영동군에서 5억 톤 이상 추정되는 세계 최대의 일라이트 광맥을 보유하고 있는 지리적 특성과 항균, 탈취, 미백, 피부정화, 보습, 세포활성화 등의 특성 (Kim, 2013)을 이용하여 작물의 재배에 이용할 가치가 있을 것으로 생각된다. 일라이트를 작물 재배에 이용한 연구로는 고추 재배 (Lee *et al.*, 2010, 2012)와 방울토마토 (Kim *et al.*, 2010) 등이 있으며 이들 보고에 의하면 식물 생장에 도움이 되며 양이온 물질들의 성분이 증가한다는 보고가 있다. 따라서 본 연구는 일라이트를 삼백초의 화분 및 하우스 재배 시 이용하여 삼백초의 생육 특성과 유효성분의 함량을 비교함으로써 고품질의 삼백초 재배에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

삼백초는 다년생 작물로서 환경조건만 충족되면 생육이 가능하므로 본 실험은 연중 채취 수확하여 이용하기 위한 재배조건을 설정하기 위하여 층복 영동군 용산면 농가 하우스포장에서 화분재배로 수행하였다. 사용한 화분크기는 Ø35 cm × H 40 cm로 상토량이 35 L, 대조구로 기본상토는 원예육묘상토 45%, 마사 45%, 유기질비료 10%를 이용하였으며 일라이트 혼합비율은 기본 상토량에 5, 10 및 20%를 대체하여 혼합 사용하였다. 또 화분재배 시 삼백초 종근은 평균 32 ± 2 g의 것을 사용, 처리구당 30화분을 2013년 4월중하순에 정식하였으며, 수확은 10월 중하순에 실시하여 지상부와 지하부의 생육 특성을 조사하였다. 지상부는 9월에서 수확전인 10월 초순까지 조사하여 초장과 엽수를 측정하였고, 지하부는 10월 중하순에 수확하여 조사하였다.

또한 일라이트 첨가량에 따라 재배한 후 삼백초의 유효성분 등을 분석하기 위해서는 10월 중하순에 수확하여 세척건조한 후 분쇄하여 분석시료로 이용하였다.

2. 시 약

삼백초의 유효성분 중 주된 성분을 분석하기 위하여 rutin,

quercitrin, quercetin-3-glucoside, quercetin 등의 표준시약 은 sigma사 (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, Mo, USA) 제품을 사용하였고 추출용매인 methanol과 HPLC의 이동상 용매인 acetonitrile 및 물은 HPLC용 B & J (Burdick & Jackson Research Chemicals, Morristown, NJ, USA) 제품을, acetic acid는 sigma사 (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, Mo, USA) 제품을 사용하였다.

3. 일반성분 및 무기이온분석

삼백초의 일반성분 분석은 AOAC방법 (1995)에 준하여 분석하였다. 즉 조회분은 회화로를 이용하여 650°C에서 회화시킨 후 중량법으로, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet추출법으로 정량하였다. 가용성 무질소물 (탄수화물)은 100°C에서 조단백질, 조지방 및 조회분의 함량을 제외한 값으로 하였다. 무기이온분석은 건조시료 1 g을 질산, 과염소산과 질산액의 혼합액 및 염산을 순차적으로 이용하여 분해시킨 후 일정량으로 희석, 여과한 후 ICP analyzer (Thermo iCAP 6500, ICP-OES Dual View Spectrometer, Thermo Fisher Scientific Co, London, UK)를 사용하여 원자흡광광도법으로 정량하였다 (Won *et al.*, 2013).

4. 유리당 및 유기산 조성 및 함량

삼백초 잎에 함유되어있는 유리당과 유기산의 조성 및 함량은 Lee 등 (2008)의 방법에 준하여 분석하였다. 즉 건조분말 시료 1 g을 증류수 100 mL로 추출 여과한 후, 0.2 µm membrane filter (Whatman Co., Kent, England)로 여과한 것을 HPLC (Agilent 1200, Agilent Technologies Inc., Philadelphia, USA)에 10 µL씩 주입하여 유리당 및 유기산 함량을 분석하였다. HPLC의 분석 조건은 사용한 칼럼은 MetaCarb 87H (7.8 × 300 mm, Varian Co., USA)이었고, 칼럼온도는 35°C, 유출용매는 0.008 N H₂SO₄를 0.7 mL/min로 흘려보냈으며, 검출기는 유리당은 Refractive Index detector (Agilent 1200, Agilent Technologies Inc., Philadelphia, USA)를 사용하였고, 유기산은 Diode Array detector (Agilent 1200, Agilent Technologies, Philadelphia, USA)을 사용하여 210 nm에서 3회 반복하여 측정하였다.

5. 유효성분 분석

건조시료 1 g을 70% 메탄올로 30°C에서 500 rpm으로 추출한 후 원심분리기로 원심분리하여 상등액을 취한 다음 0.2 µm membrane filter (Whatman Co., Kent, England)로 여과하여 Nam 등 (2007)의 방법을 일부 변형하여 HPLC로 분석하였다. HPLC분석 기기는 Agilent 1200 (Agilent Technologies Inc., Philadelphia, USA)를 사용하였고, 칼럼은 Pack Pro RS C₁₈ column (5 µm, 80A, 4.6 × 150 mm, YMC, Kyoto, Japan)을,

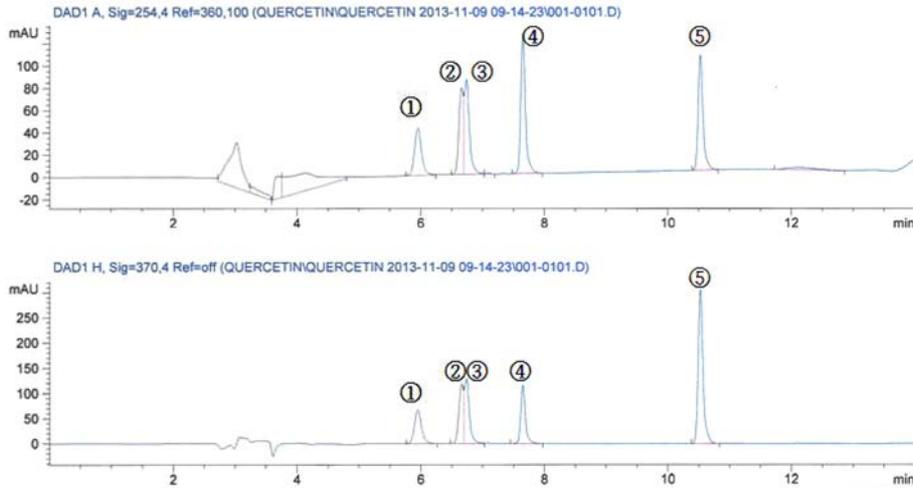


Fig. 1. HPLC chromatography of standard quercetin glucosides. ①; rutin, ②; quercetin-3-galactoside, ③; quercetin-3-glucoside, ④; quercitrin ⑤; quercetin.

칼럼온도는 30°C, 유출용매는 A용매 (5% acetic acid) 80%와 B용매 (acetonitrile) 20%를 0분에 시작하여 14분 동안 A용액과 B용액을 20%:80%의 혼합비율이 되도록 gradient로 0.5 mL/min로 흘려보냈으며, 검출은 Diode Array detector (Agilent 1200, Agilent Technologies Inc., Philadelphia, USA)를 사용하여 254 nm와 370 nm의 파장에서 3회 반복하여 측정하였다. 표준시약의 RT는 Fig. 1에서 보는 바와 같이, 본 HPLC분석조건에서 rutin은 6.3분대, hyperoside (quercetin-3-galactoside)는 6.92분대, isoquercetin (quercetin-3-glucoside)는 7.00분대, quercitrin (quercetin-3-rhamnoside)는 7.86분대 그리고 quercetin 10.66분대에 검출되었으며, hyperoside와 isoquercetin은 피크가 약간 겹치는 현상을 보였다.

6. 향기성분 분석

삼백초 잎의 향기성분 분석은 Lee 등 (2012a) 및 Lee 등 (2012b)의 방법을 이용하여 향기성분 추출을 SPME (Solid Phase Micro-Extraction) 방법으로 행하였다. 즉, 1 ppm의 2,3,6-trimethyl pyridine (TMP)의 내부표준물질을 첨가한 시료 5 g을 round flask에 넣고 초순수물 25 mL를 넣은 다음, septum으로 입구를 막은 후 30°C에서 40분간 1,000 rpm에서 stir시켜 SPME fiber (PDMF 65 μm)에 head space 향을 흡착시킨 후, 포집된 향 성분을 1 mm (i.d.) direct liner가 장착된 GC 주입구 온도를 250°C로 하여 탈착 분리시켜 splitless 방법으로 injection하여 분석하였다. 향기성분을 분석하기 위하여 사용한 기기는 FID가 장착된 GC (Agilent 7890, Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA)에 HP-5MSI (30m × 0.25 μm × 30 0.250 mm, Agilent 19091S, Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA) 칼럼을 장착시켜 사용하였으며 칼럼 oven 온도는 60°C에서 3분간 유지시킨 후

240°C까지 분당 3°C씩 증가시켜 40분간 유지시켰다. Carrier gas는 30 mL/min 유속의 N₂를 사용하였고, injector 온도와 detector 온도는 각각 250°C로 하였다. 휘발성 성분 분석에는 HP 7890A GC/5975 MS (Agilent Technologies Inc., Chandler, AZ, USA)을 사용하였으며 MSD 분석 조건은 capillary direct interface 온도 250°C, ion source 온도 230°C, ionization energy 70 eV; mass range, 35~450 amu로 설정하였다. GC/MSD상에서 분리된 휘발성 화합물의 동정은 저장된 mass library database (Wiley7 library)와 RI (Retention Indices)를 비교하여 동정하였다.

7. 통계처리

본 연구의 실험결과들은 각 처리구 시료 10점에 대하여 3회 반복 측정하여 이루어졌으며 모두 평균 ± 표준편차값으로 나타내었다. 모든 자료의 통계분석은 SAS (Statistical Analysis System) software package (SAS 9.1.3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 일원분산분석 (one-way ANOVA)를 통해 그 값을 구하였으며 평균값의 차이는 $p < 0.05$ 의 조건에서 유의성을 인정하였다.

결과 및 고찰

1. 줄기와 잎의 생육

삼백초 화분재배 시 일라이트 첨가량별에 따라 재배한 후 삼백초의 생육특성을 조사한 결과 Table 1과 같다. 삼백초의 초장, 개체당 질수 및 분지수는 일라이트 시용량에 따른 차이가 나타나지 않았으며 엽수는 일라이트를 첨가함에 따라 무첨가에 비하여 약간 증가하는 경향이었고 일라이트 첨가량의 증가에 따른 차이는 보이지 않았다. 또한 지상부의 생산량은 일

삼백초잎의 유효성분 및 향기성분

라이트를 첨가하지 않은 화분 재배구에서 가장 높은 생산량을 보였고 일라이트의 첨가량이 증가할수록 지상부의 생산량은 감소하는 경향을 보였다. 그러나 지하부의 뿌리 생산량은 일라이트를 5% 사용하였을 때 가장 높은 생산량을 보였고 그 이상의 첨가량에서는 감소하는 경향을 보여 20% 첨가구에서는 대조구와 비슷한 경향을 보였다. 일라이트를 식물재배에 이용한 연구로는 Lee 등 (2010, 2012)이 고추 육묘의 초기생육 증진 및 생장 시 일라이트 첨가량에 따라 K 등의 양이온 흡수량이 증가하였다고 하였으며, 또 Lee 등 (2012)은 고추 재배 시 일라이트를 사용하였을 경우 줄기조직에서 에너지대사 물질인 NAD-dependent formate dehydrogenase, K운송단백질 및 GIA/RGA 단백질이 무처리구보다 더 많이 발현되어 고추 생장에 도움을 주는 것으로 보고하였으며, Kim 등 (2010)도 방울토마토 재배 시 일라이트 처리를 하므로서 방울토마토 내 양이온 함량이 증가함과 동시에 줄기 및 잎의 생장이 촉진되었다고 보고한 바 있다. 이와 같이 일라이트가 식물생장에 도움이 있을 것으로 생각되지만 본 연구에서는 줄기와 잎에서는

크게 차이가 나타나지 않았으나 지하부의 뿌리에서는 5% 및 10% 시용 시 대조구보다 효과적임을 볼 수 있었다.

2. 삼백초 잎의 일반성분 및 무기이온 함량

일라이트 첨가량을 달리하여 화분 재배한 삼백초 잎의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같이, 수분함량은 89% 정도로 일라이트 처리구간별에 따른 차이가 나타나지 않았으며 회분과 조지방 함량에서는 일라이트 첨가량별 처리간에는 차이가 인정되지 않았으나 무처리구와는 차이가 근소하게 나타남을 볼 수 있었고, 조단백질 함량은 일라이트 첨가량이 증가할수록 약간씩 증가하여 20% 처리구간에서 유의수준이 인정되었다. Park 등 (2012)이 약용식물을 찻차로 이용하고자 삼백초의 일반성분을 분석한 결과, 조지방 0.13%, 조회분 2.26% 및 조단백은 1.62%인 것과 비교해보면 본 실험에서 화분 재배된 삼백초 잎의 조지방 함량은 상당히 높았고 조회분 및 조단백질함량은 낮게 나타났다. 이는 하우스 화분재배의 차이일 것으로 생각된다. 또한 Kim 등 (1998)이 보고한 삼백초 잎의

Table 1. The growth characteristics of aerial parts of *Saururus chinensis* cultivated at different illite addition amounts in greenhouse.

Illites Ratio	Plant Height	No. of Nodes per Stem	No. of Leaves per Stem	No. of Stems per Rhizome	Fresh Weight of Aerial Part (g/pot)	Fresh Weight of Roots Part (g/pot)
0%	61.4 ± 2.0 ^a	10.4 ± 0.5 ^a	12.0 ± 1.5 ^b	5.0 ± 0.5 ^a	330.4 ± 10.2 ^a	582.5 ± 15.2 ^{c**}
5%	62.2 ± 1.8 ^a	10.3 ± 0.4 ^a	13.3 ± 1.0 ^a	5.2 ± 0.6 ^a	325.1 ± 9.7 ^b	650.2 ± 10.4 ^a
10%	61.9 ± 1.7 ^a	10.9 ± 0.4 ^a	13.0 ± 1.2 ^a	5.3 ± 0.3 ^a	303.6 ± 8.5 ^c	610.4 ± 12.5 ^b
20%	60.9 ± 1.5 ^a	10.1 ± 0.3 ^a	13.1 ± 0.8 ^a	5.1 ± 0.3 ^a	290.2 ± 8.0 ^c	580.6 ± 10.7 ^c

*Values are mean ± SD (n = 10) of triplicate determinations.

**Means with different letters within the same column are significantly different (p < 0.05) according to one-way ANOVA and the Tukey' HSD test.

Table 2. General components of *Saururus chinensis* leaf cultivated at different illite addition amount in greenhouse.

Illite Ratio	(%)				
	Moisture	Crude ash	Crude protein	Crude lipid	Nitrogen free extract
0%	89.21 ± 1.01 ^a	0.87 ± 0.05 ^b	0.53 ± 0.02 ^b	0.80 ± 0.05 ^b	8.59 ± 0.33 ^{a***}
5%	89.05 ± 1.47 ^a	0.94 ± 0.03 ^a	0.57 ± 0.02 ^b	1.09 ± 0.04 ^a	8.35 ± 0.22 ^b
10%	89.18 ± 1.03 ^a	0.98 ± 0.08 ^a	0.57 ± 0.04 ^b	1.10 ± 0.06 ^a	8.17 ± 0.25 ^c
20%	89.12 ± 0.86 ^a	0.95 ± 0.11 ^a	0.65 ± 0.12 ^a	1.11 ± 0.11 ^a	8.17 ± 0.17 ^c

*Values are mean ± SD (n = 10) of triplicate determinations.

**Means with different letters within the same column are significantly different (p < 0.05) according to one-way ANOVA and the Tukey' HSD test.

Table 3. Inorganic elements of *Saururus chinensis* leaf cultivated at different illite addition amount in greenhouse.

Illite Ratio	(mg%, drybasis)								
	K	P	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
0%	2575.2 ± 23.2 ^c	216.2 ± 10.1 ^a	1491.8 ± 18.6 ^b	554.2 ± 16.2 ^a	191.8 ± 6.3 ^a	20.3 ± 1.2 ^b	3.7 ± 0.0 ^a	7.5 ± 1.0 ^b	6.3 ± 0.2 ^{a***}
5%	2622.4 ± 40.1 ^b	202.4 ± 9.8 ^b	1532.6 ± 22.4 ^a	458.0 ± 14.6 ^b	136.4 ± 2.2 ^c	22.3 ± 1.0 ^a	1.7 ± 0.0 ^b	7.6 ± 0.7 ^a	4.4 ± 0.3 ^b
10%	2880.2 ± 33.4 ^a	218.2 ± 11.2 ^a	1444.4 ± 10.7 ^c	445.3 ± 15.3 ^c	130.5 ± 8.2 ^c	19.2 ± 1.0 ^c	1.3 ± 0.0 ^c	7.7 ± 0.8 ^a	4.0 ± 0.2 ^c
20%	2692.0 ± 26.4 ^b	205.6 ± 8.6 ^b	1407.8 ± 25.3 ^d	443.4 ± 14.1 ^c	152.1 ± 7.4 ^b	17.2 ± 1.1 ^d	1.1 ± 0.0 ^d	7.0 ± 1.0 ^c	2.3 ± 0.2 ^d

*Values are mean ± SD (n = 10) of triplicate determinations.

**Means with different letters within the same column are significantly different (p < 0.05) according to one-way ANOVA and the Tukey' HSD test.

향기성분 및 정유성분이 많다고 보고한 것을 참고하면 조지방 부분에서 정유성분이 많이 함유되어 있을 것으로 생각되며 식품으로 이용할 경우 향신료 대체용으로도 이용할 가치가 있을 것으로 생각된다.

일반적으로 식물체는 이온 중 K이 가장 많고 Na, Mg, P 등이 어느 정도 함유되어 있다 (RDA, 2011). 이와 같이 삼백초도 K이 가장 높게 함유되어 있었으며 또 Ca이온이 K의 약 50% 이상을 차지할 정도로 많은 함량을 가지고 있었다. 일라이트 처리화분재배에서 무처리 구간보다 K의 함량이 높은 수치를 보였으며, Ca의 함량은 5% 처리구에서 무처리구보다 높은 함량을 보였다 (Table 3). 식품성분표 (RDA, 2011)에 의하면 삼백초 뿌리에서 칼륨과 칼슘의 함량이 높았고, 잎에서는 그다지 높게 나타나지 않은 것으로 보고되어 있는데 본 실험에서 삼백초 잎에서 칼륨과 칼슘의 함량이 높게 나타난 것은 일라이트 시용에 의한 본 실험에 재배된 토양의 특성 때문인지 아니면 일라이트를 시용함에 따라 재배 시 생리적인 특성에 의한 것인지는 더 검토해볼 필요가 있을 것으로 생각된다.

3. 삼백초 잎의 유리당과 유기산의 조성 및 함량

삼백초 잎에 구성하고 있는 주된 유리당과 유기산함량은 Table 4 및 5와 같다. 즉 유리당은 fructose와 glucose이며 2당류로 sucrose가 0.41 ~ 0.57%를 함유하고 있었다. 유리당의 가장 많이 함유되어 있는 처리구는 20% 처리구이고, 그 다음이 5% > 무처리구 > 10% 처리구 순으로 높았으며, 유기산은 oxalic acid, citric acid, succinic acid, fumaric acid 등 4종이 검출되었으며 과일이나 야채에 많이 함유되어 있는 malic acid와 tartaric acid는 검출되지 않았다. 유기산 4종 중 succinic acid이 주된 유기산이었고 그 다음이 oxalic acid이었으며 citric acid가 소량 검출되었고 fumaric acid의 함량은 극미량 검출되었다. 유기산 함량은 시비량이 5%일 때는 대조구인 무처리구보다 낮은 함량을 보였으나 그 이상에서는 시비량이 클수록 높은 함량을 보였다.

4. 유효성분 함량

삼백초의 유효성분을 분석한 결과는 Table 6과 같다.

Table 4. Free sugar content of *Saururus chinensis* leaf cultivated at different illite addition amount in greenhouse.

	(mg%, dry basis)			
	Sucrose	Glucose	Fructose	Total
0% Illite	0.41 ± 0.14 ^c	2.37 ± 0.20 ^c	2.90 ± 0.22 ^b	5.68 ± 0.20 ^{*c**}
5% Illite	0.54 ± 0.10 ^b	2.55 ± 0.15 ^b	3.08 ± 0.16 ^a	6.17 ± 0.15 ^b
10% Illite	0.51 ± 0.21 ^b	2.27 ± 0.11 ^c	2.78 ± 0.17 ^b	5.56 ± 0.18 ^c
20% Illite	0.57 ± 0.15 ^a	2.68 ± 0.23 ^a	3.20 ± 0.20 ^a	6.45 ± 0.19 ^a

*Values are mean ± SD (n = 10) of triplicate determinations.

**Means with different letters within the same column are significantly different (p < 0.05) according to one-way ANOVA and the Tukey' HSD test.

Table 5. Organic acid content of *Saururus chinensis* leaf cultivated at different illite addition amount in greenhouse.

Illite Ratio	(mg%, dry basis)				
	Oxalic acid	Citric acid	Succinic acid	Fumaric acid	Total
0%	1.69 ± 0.12 ^c	0.43 ± 0.02 ^b	2.63 ± 0.03 ^a	0.01 ± 0.00	4.76 ± 0.10 ^{*b**}
5%	1.58 ± 0.08 ^c	0.27 ± 0.02 ^{bc}	2.42 ± 0.02 ^b	0.01 ± 0.00	4.28 ± 0.05 ^{bc}
10%	2.24 ± 0.21 ^b	1.09 ± 0.03 ^a	2.69 ± 0.04 ^a	0.01 ± 0.00	6.03 ± 0.18 ^a
20%	2.56 ± 0.18 ^a	1.14 ± 0.05 ^a	2.46 ± 0.02 ^b	0.01 ± 0.00	6.17 ± 0.12 ^a

*Values are mean ± SD (n = 10) of triplicate determinations.

**Means with different letters within the same column are significantly different (p < 0.05) according to one-way ANOVA and the Tukey' HSD test.

Table 6. Quercetin glucosides content of *Saururus chinensis* leaf cultivated at different illite addition amount in greenhouse.

Illite Ratio	(mg/g, dry basis)					
	Rutin	Hyperoside	Isoquercetin	Quercitrin	Quercetin	Total
0%	0.55 ± 0.02	3.77 ± 0.22 ^c	3.91 ± 0.22 ^c	0.82 ± 0.03 ^{bc}	0.01 ± 0.00	9.06 ± 0.17 ^{*c**}
5%	0.55 ± 0.03	4.02 ± 0.18 ^a	4.31 ± 0.20 ^a	0.86 ± 0.05 ^b	0.01 ± 0.00	9.75 ± 0.14 ^a
10%	0.52 ± 0.04	3.57 ± 0.24 ^d	3.92 ± 0.24 ^c	0.76 ± 0.07 ^c	0.03 ± 0.00	8.80 ± 0.21 ^d
20%	0.56 ± 0.02	3.91 ± 0.16 ^b	4.09 ± 0.19 ^b	0.96 ± 0.09 ^a	0.01 ± 0.00	9.53 ± 0.16 ^b

*Values are mean ± SD (n = 10) of triplicate determinations.

**Means with different letters within the same column are significantly different (p < 0.05) according to one-way ANOVA and the Tukey' HSD test.

삼백초잎의 유효성분 및 향기성분

Hyperoside와 isoquercetin의 함량이 주로 높은 함량을 나타냈고, 그 다음이 rutin이었으며 quercetin은 미량 검출되었다. Kim 등 (2006a)에 의하면 삼백초의 생육년수 및 부위별에 따른 유효성분을 분석한 결과 1년생 잎에서 isoquercetin의 함량이 4.4 mg%로 가장 많이 함유되어 있다고 보고한 것과, Kim 등 (2006c)이 토성에 따른 유효성분을 분석한 것을 본 연구결과와 비교하면 훨씬 더 많이 함유되어 있는 것으로 나타났다. 이는 Kim 등 (2005)이 추출조건에 따른 삼백초의 유효성분을 분석한 결과 추출용매조건에 따라 quercetin류의 함량에 차이가 있다고 보고한 것 등을 고려하면 차이가 있을 것으로 생각된다. 이와 같이, 삼백초의 주된 유효성분은 주로 rutin을 포함하여 quercetin류의 배당체로 구성되어 있다. 현재까지 rutin은 항균 (Elmarie and Johan, 2001) 및 항산화작용 (Bouffira *et al.*, 2012)을 하는 것으로 알려져 있으며, quercetin은 우리들이 늘 섭취하는 양파, 토마토 등과 같은 채소류에 다량 함유되어 있는 성분으로 항산화작용을 가지고 있는 플라보노이드구조물질이다 (Justesen and Knuthsen, 2001). 또 quercetin에 포도당을 배당체로 갖고 있는 isoquercetin은 망고나 차로 먹고 있는 허브종류에 함유되어 있는 물질이며 (Sakakibara *et al.*, 2003), quercetin에 galactose를 배당체로 갖고 있는 hyperoside

는 배양세포인 PC12cell에 항산화작용을 보호해주는 역할을 하는 기능 (Liu *et al.*, 2005)을 가지고 있으며 일반적으로 항산화 및 항균작용(Elmarie and Johan, 2001)을 가지고 있다고 보고되고 있다. 이에 따라 삼백초 잎에 hyperoside나 isoquercetin이 많이 함유되어 있고 삼백초를 이용한 식품개발 연구 (Lee *et al.*, 2002; Park *et al.*, 2011; Park *et al.*, 2012)가 이루어지고 있어 삼백초를 이용한 식품의 경우 항산화 및 항균작용에 기여할 것으로 생각되어 그 기능성이 추가 될 것으로 생각된다.

5. 삼백초의 향기성분 비교분석

삼백초 잎의 향기성분을 분석한 결과 26종의 peak가 검출되었으며 향기성분의 조성은 Table 7과 같이 22종이 동정되었다. 일라이트를 시용하지 않은 재배구에서는 α -cadinol (18.50%), myristicin (16.46%), methyl-9-methyl-tetradecanoate (10.22%), 및 γ -muurolene (9.75%)의 순으로 함유하고 있었다. 이는 Kim 등 (1998)이 보고한 22종의 검출결과와 비슷한 결과를 보여주었으나 주된 향기성분의 조성은 1,6-octadien-3-ol (9.7%), 1,3-benzodioxole (11.8%), myristicin (14.3%), α -cadinol (16.7%), patchoulene (9.8%) 등이라고 보고한 것과

Table 7. Volatile flavor compounds of *Saururus chinensis* leaf cultivated at different illite addition amount in greenhouse.

Peak No.	Components	Peak area (%)			
		0% Illite	5% Illite	10% Illite	20% Illite
1	3-Carene	0.30 ± 0.02 ^b	0.41 ± 0.06 ^a	0.31 ± 0.03 ^b	0.33 ± 0.03 ^{*b**}
2	Ocimene	0.33 ± 0.01	0.30 ± 0.01	0.30 ± 0.02	0.30 ± 0.01
3	1,6-Octadien-3-ol	0.73 ± 0.17 ^a	0.41 ± 0.10 ^a	0.25 ± 0.08 ^c	0.65 ± 0.12 ^a
4	1,3-Benzodioxole	0.48 ± 0.06 ^b	0.42 ± 0.05 ^b	0.41 ± 0.04 ^b	0.60 ± 0.06 ^a
5	α -Cubebene	0.40 ± 0.03 ^b	0.37 ± 0.02 ^b	0.40 ± 0.04 ^b	0.51 ± 0.05 ^a
6	Copaene	1.66 ± 0.04 ^a	1.45 ± 0.03 ^b	1.44 ± 0.04 ^b	0.97 ± 0.02 ^c
7	Naphthalene	2.29 ± 0.05 ^a	1.88 ± 0.04 ^b	1.88 ± 0.01 ^b	1.27 ± 0.01 ^c
8	Azulene	1.14 ± 0.06 ^{bc}	1.23 ± 0.05 ^b	1.09 ± 0.02 ^c	1.32 ± 0.03 ^a
9	Cycloundecatriene	1.31 ± 0.11 ^c	1.43 ± 0.12 ^b	1.31 ± 0.09	1.60 ± 1.20 ^a
10	γ -Muurolene	9.75 ± 0.35 ^a	2.89 ± 0.04 ^c	7.58 ± 0.14 ^b	7.47 ± 0.16 ^b
11	Myristicin	16.46 ± 1.20 ^b	19.94 ± 0.85 ^a	16.00 ± 0.63 ^b	16.12 ± 0.47 ^b
12	α -Cadinol	18.50 ± 1.42 ^c	22.77 ± 1.13 ^a	21.41 ± 1.04 ^b	20.99 ± 1.12 ^b
13	α -Copaene	2.52 ± 0.02 ^b	2.76 ± 0.03 ^a	2.44 ± 0.01 ^b	2.40 ± 0.01 ^b
14	γ -Eudesmol	1.63 ± 0.03 ^a	1.64 ± 0.02 ^a	1.57 ± 0.02 ^b	1.55 ± 0.03 ^b
15	Patchoulene	7.06 ± 0.18 ^c	7.45 ± 0.20 ^b	7.72 ± 0.22 ^a	7.80 ± 0.17 ^a
16	2-Butanone	1.30 ± 0.02	1.31 ± 0.02	1.28 ± 0.01	1.27 ± 0.01
17	Hinesol	1.41 ± 0.02	1.38 ± 0.03	1.40 ± 0.03	1.36 ± 0.02
18	Cubenol	2.14 ± 0.03	2.20 ± 0.12	2.07 ± 0.08	2.11 ± 0.10
19	Methyl-9-methyltetradecanoate	10.22 ± 1.10 ^b	11.22 ± 0.89 ^a	10.76 ± 0.77 ^{ab}	9.84 ± 0.63 ^b
20	Cedrane-diol	7.68 ± 0.52 ^a	7.50 ± 0.34 ^b	7.56 ± 0.30 ^b	7.49 ± 0.32 ^b
21	Heneicasane	1.58 ± 0.03	1.53 ± 0.02	1.52 ± 0.02	1.48 ± 0.01
22	Benzene acetic acid	7.17 ± 0.66 ^b	7.56 ± 0.28 ^a	7.37 ± 0.45 ^b	6.45 ± 0.38 ^c

*Values are mean ± SD (n = 10) of triplicate determinations.

**Means with different letters within the same column are significantly different (p < 0.05) according to one-way ANOVA and the Tukey' HSD test.

비교해보면 약간 차이가 나타나는 것을 볼 수 있었다. 이 차이는 향기성분을 스팀추출에 의하여 향기를 포집한 후 농축하는 방법으로 향기조성을 분석한 것에 비하여 본 연구결과는 headspace법으로 향을 직접 SPME fiber에 흡착시킨 후 탈리 분석시킨 결과의 차이일 것으로 생각된다. 그러나 일라이트를 사용한 재배구에서는 α -cadinol의 함량이 무처리구에 비하여 높은 함량을 보였으며 특히 5% 처리구가 가장 많은 함량을 보였고, γ -muurolene은 오히려 일라이트를 사용한 재배구에서 더 낮은 함량을 보였다. 이와 같이 일라이트를 시험토양에 혼용할 경우 삼백초의 향기성분에 차이가 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 삼백초에 가장 많이 함유되어있는 α -cadinol은 Ho 등 (2011)에 의하면 항균작용이, Tung 등 (2011)에 의하면 간 보호작용이 있다고 보고된 바 있다. 삼백초 잎의 기능성을 보면 Koh (2004)은 삼백초 잎의 에탄올 추출물에서, Lee 등 (2013)은 삼백초 잎의 n-hexane 용매층에서 항균작용이 있다고 하였으며, Kim 등 (2012)은 생약자원 14종의 추출물 중 삼백초가 항산화활성이 가장 높았다고 하였고, Kim 등 (2012)은 삼백초 약침액이 멜라닌 색소합성을 저해한다고 하였으며, Lee (2001)는 삼백초 열수추출물이 항암효과가 있다고 보고하였고, Choi 등 (2010)은 삼백초 열수추출물 및 발효물이 아토피 피부염 동물모델에서 히스타민의 농도를 감소시켜 항히스타민제 개발에 이용가치가 있을 것으로 보고되기도 하였다. 이와 같이 삼백초 잎은 항산화효과를 비롯하여 각종 기능성을 가지고 있다고 보고한 것들을 보면 삼백초 잎에 함유되어 있는 quercetin류도 작용하겠지만 삼백초가 가지고 있는 정유성분도 같은 기능성을 가지고 있어 복합적으로 기능성을 상승시키는 것으로 생각된다. 따라서 삼백초의 정유성분에 대한 기능성을 앞으로 더 검토해볼 필요가 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- Association of Official Analytical Chemists(AOAC).** Official Methods of Analysis(16th ed.). (1995). Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg. Maryland, USA. p.69-74.
- Blois MS.** (1958). Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature*. 181:1199-1200.
- Bouftira I, Chedly A and Souad S.** (2012). Antioxidant and antibacterial properties of *Mesembryanthemum crystallinum* and *Carpobrotus edulis* extracts. *Advances in Chemical Engineering and Science*. 2:359-365.
- Choi MJ, Jung HK, Jeong YS, Park SC and Hong JH.** (2010). Anti-allergic activities of fermented *Eriobotrya japonica* and *Saururus chinensis* extracts in 2,4-dinitrochlorobenzene-induced BALB/c mice. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 39:1611-1618.
- Edenhader R and Tang X.** (1996). Inhibition of the mutagenicity of 2-nitrofluorene, 3-nitrofluorene and 1-nitropyrene by flavonoids, coumarins, quinones and other phenolic compounds. *Food and Chemical Toxicology*. 35:357-372.
- Elmarie van der Watt L and Johan CP.** (2001). Purification and identification of active antibacterial components in *Carpobrotus edulis*. *Journal of Ethnopharmacology*. 76:87-91.
- Formica JV and Regelson W.** (1995). Review of the biology of quercetin and related bioflavonoids. *Food and Chemical Toxicology*. 33:1061-1080.
- Gupta RP.** (1994). Physical rating of coarse textured soil to quantify production potential for sorghum. 15th World Congress of Soil Science Symposium Transactions. Acapulco, Mexico. p.306-311.
- Ho CL, Liao PC, Wang EI and Su YC.** (2011). Composition and antifungal activities of the leaf essential oil of *Neolitsea parvigemma* from Taiwan. *Natural Product Communications*. 6:1357-1360.
- Justesen U and Knuthsen P.** (2001). Composition of flavonoids in fresh herbs and calculation of flavonoid intake by use of herbs in traditional Danish dishes. *Food Chemistry*. 73:245-50.
- Kim EJ, Choi JY, Yu MR, Kim MY, Lee SH and Lee BH.** (2012a). Total polyphenols, total flavonoid contents and antioxidant activity of korean natural and medicinal plants. *Korean Journal of Food Science Technology*. 44:337-342.
- Kim HJ.** (2013). A comparative study of the effects of illite and illite-iron hydroxide(Goethite) mixture on the improvement of oily skin conditions in adults of the 20s and 30s. Master Thesis. Dongduk University. p.17-24.
- Kim HJ, Kim HK, Kwon SM, Lee SE, Woo SH, Park M and Chung KY.** (2010). Effect of the clay mineral illite on the growth of cherry tomato in the bed soil. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*. 43:322-328.
- Kim IJ, Kim MJ, Nam SY, Yun T, Kim HS, Hong SS and Hwang BY.** (2006a). Contents of quercetin glycoside and lignans according to the cultivated years and plant parts in *Saururus chinensis* Baill. *Korean Journal of Pharmacognosy*. 37:42-47.
- Kim IJ, Kim MJ, Nam SY, Yun T, Kim HS, Jong SK, Hong SS and Hwang BY.** (2006b). Growth characteristics and available component of *Saururus chinensis* Baill in different soil texture. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 14:143-147.
- Kim MJ, Kim IJ, Nam SY, Lee CH, Yun T and Song BH.** (2006c). Effects of drying methods on content of active components, antioxidant activity, and color values of *Saururus chinensis* Baill. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 14:8-13.
- Kim SK, Ban SY, Kim JS and Chung SK.** (2005). Change of antioxidant activity and antioxidant compounds in *Saururus chinensis* by extraction conditions. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. 48:89-92.
- Kim SK, Kim DS, Woo WH and Mun YJ.** (2012b). Effect of *Saururus chinensis* Baill extract for pharmacopuncture on the melanogenesis in B16F10 cells. *Korean Journal of Acupuncture*. 29:117-130.
- Kim SK, Kim YH, Kang DK, Chung SH, Lee SP and Lee SC.** (1998). Essential oil content and composition of aromatic constituents in leaf of *Saututus chinensism*, *Angelica dahurica* and *Cnidium officinale*. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 6:299-304.
- Kimura M and Hiromi Y.** (1984). Interaction in the antibacterial

- activity of flavonoid from *Sophora japonica* L. to *Propioni bacterium*. Yakugaku Zasshi. 104:340-346.
- Koh MS.** (2004). Antimicrobial activity of *Saururus chinensis* Baill extract. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 33:1098-1105.
- Lee DG, Lee SE, Kim DH, Hong HK, Nam JH, Choi JS, Lee MS, Woo SH and Chung KY.** (2012). Effects of the applications of clay minerals on the early growth of red pepper in growing medium. Korean Journal of Horticultural Science and Technology. 30:463-470.
- Lee IS.** (2001). Effect of water extract from *Saururus chinensis* (Lour.) Baill water extracts on the cancer cells and antioxidative activity in cytotoxicity. Korean Journal of Postharvest Science and Technology. 8:213-216.
- Lee IS, Lee SO and Kim HS.** (2002). Preparation and quality characteristics of yogurt added with *Saururus chinensis*(Lour) Baill. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 31:411-416.
- Lee JH, Choe YH, Park YJ, Zhang XW and Kim BS.** (2013). Antimicrobial and antiviral activity of *Saururus chinensis* extract by n-hexane. Korean Journal of Veterinary Service. 36:87-93.
- Lee KS, Kim GH, Kim HH, Sung BJ, Lee HC and Lee YG.** (2008). Physicochemical characteristics on main and fine root of ginseng dried by various temperature with far-Infrared drier. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 16:211-217.
- Lee KS, Kim GH, Kim HH, Chang YI and Lee GH.** (2012a). Volatile compounds of *Panax ginseng* C. A. Meyer cultured with different cultivation methods. Journal of Food Science. 77:C805-C810.
- Lee KC, Sa JY, Wang MH and Han SS.** (2012b). Comparison of volatile aroma compounds between *Symurus deltoides* and *Aster scaber* leaves. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:54-62.
- Lee SE, Kim DH, Hong HK, Kwon SM, Lee MS, Woo SH and Chung KY.** (2012). Effect of different levels of applications of illite on the growth of red pepper in soil. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 45:339-343.
- Lee SE, Kim HK, Kwon SM, Kim HJ, Yoo RB, Baek KT, Lee MS, Woo SH, Park M and Chung KY.** (2010). Effect of different levels of applications of illite on the growth of red pepper(*Capsicum annuum* L.) in bed soil. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 43:852-857.
- Lee SE, Lee JH, Kim JK, Kim GS, Kim YO, Soe JS, Choi JH, Lee ES, Noh HJ and Kim SY.** (2011). Anti-inflammatory activity of medicinal plant extracts. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19:217-226.
- Lee ST, Lee YH, Choi YJ, Lee YH, Cho JS and Heo JS.** (2001). Yield and bioactive component on different compost amounts and cultural methods of *Saururus chinensis* Baill. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 9:220-224.
- Liu Z, Tao X, Zhang C, Lu Y and Wei D.** (2005). Protective effects of hyperoside(querccetin-3-*o*-galactoside) to PC12 cells against cytotoxicity induced by hydrogen peroxide and tert-butyl hydroperoxide. Biomedicine and Pharmacotherapy. 59:481-490.
- Nam SY, Choi SY, Kim YH, Jeon JO, Lee JK, Lim SC and Song BH.** (2012). Seasonal changes in growth and yields according to planting density of *Saururus chinensis* Baill. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21(S-1):73-74.
- Nam SY, Kim IJ, Kim MJ, Yun T and Lee CH.** (2007). Changes of yield and bioactive components according to nitrogen topdressing in *Saururus chinensis* Baill. Korean Journal of Plant Resources. 20:129-132.
- Park JE, Kim MJ, Park SH and Lee HS.** (2011). Quality characteristics of noodle added with dried *Saururus chinensis* Baill. root powder. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 40:1764-1768.
- Park SI, Kim TS, Park CG and Kang MH.** (2012). Nutritional and sensory of green leafy vegetables cultivated from medicinal plant seed. Journal of the East Asian Society of Dietary Life. 22:271-277.
- Rural Development Administration(RDA).** (2011). Food Composition Table(8th Revision). II. National Rural Living Science Institute. Rural Development Administration. Suwon, Korea, p.506
- Sakakibara H, Honda Y, Nakagawa S, Ashida H and Kanazawa K.** (2003). Simultaneous determination of all polyphenols in vegetables, fruits, and teas. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51:571-581.
- Seo HS, Chung BH and Cho YG.** (2008). Antioxidant and anticancer effects of agrimony(*Agrimonia pilosa* L.) and Chinese lizardtail(*Saururus chinensis* Baill.). Korean Journal of Medicinal Crop Science. 16:139-143.
- Tung YT, CC Huang CC, Ho ST, Kuo YH, Lin CC, Lin CT and Wu JH.** (2011). Bioactive phytochemicals of leaf essential oils of *Cinnamomum osmophloeum* prevent lipopolysaccharide/ D-galactosamine(LPS/D-GalN)-induced acute hepatitis in mice. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 59:8117-8123.
- Won JY, Yoo YC, Kang EJ, Yang H, Kim GH, Seong BJ, Kim SI, Han SH, Lee SS and Lee KS.** (2013). Chemical components, DPPH radical scavenging activity and Inhibitory effects on nitric oxide production in *Allium hookeri* cultivated under open field and greenhouse conditions. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 42:1351-1356.