

조식배양생강과 한국재래종 생강의 유효성분 비교

조만현*, 함인기, 이규희¹, 이종국, 이가순, 박상규, 김태일, 이은모충청남도농업기술원, ¹우송대학교 식품생물과학과Comparison of Active Ingredients between Field Grown and *In Vitro* Cultured Rhizome of Korean Native Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe)Man Hyun Jo*, In Ki Ham, Gyu Hee Lee¹, Jong Kug Lee, Ga Soon Lee, Sang Kyu Park,
Tae Il Kim and Eun Mo LeeChungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services, Yesan 340-861, Korea
¹School of Food Science and Biotechnology, Woo Song University, Daejeon 300-718, Korea

Abstract - This study was carried out to compare and analyze the active ingredients of Korean native ginger and rhizome derived from *in vitro* shoot-tip culture of Korean native ginger. Proximate compositions, mineral nutrients, free sugars, fatty acids, volatile components, 6-gingerol, and 6-shogaol were analysed and evaluated. Korean native ginger was proved to have a little more contents than *in vitro* rhizome in proximate compositions (crude ash, crude lipid, crude protein, carbohydrate). Mineral nutrient contents (Cu, Fe, Mn, Zn) of *in vitro* rhizome were higher than those of Korean native ginger. Among the mineral nutrients, the quantity of K was the highest, followed by P, Mg, Na, and Ca. Free sugar contents (fructose, glucose, sucrose) of *in vitro* rhizome were higher than those of Korean native ginger. Fatty acids containing less than C₁₄ was the major among the fatty acids in ginger. Citral ingredient of the unique aromatic compound of Korean native ginger was stronger than that of the rhizome derived from *in vitro* shoot-tip culture. Gingerol concentration was increased by shoot-tip culture.

Key words - Aromatic compounds, Tissue culture, Fatty acids, Gingerol, Shogaol, SPME

서 언

생강은 다년생 열대 허브작물로서 세계적으로 널리 재배되고 있다. 생강과에 속하는 식물은 세계적으로 약 85속 1,200여종에 이르고 있다고 알려져 있다. 옛날부터 생강은 건위, 발한, 복통, 설사, 해열제 등의 한약재와 조미료 등 다양한 용도로 이용되고 있다. 우리나라에서는 국민들의 식욕증진과 소화촉진 그리고 건강지향적인 목적으로 한국 고유차 중 특히 생강차는 내국인뿐만 아니라 외국인에게도 독특한 향기와 맛으로 많은 사랑을 받고 있다(Kim *et al.*, 1991). 근경에는 독특한 향과 매운맛이 있으며 zingerone, shogaol, gingerol과 같은 유효성분(Connell., 1970)과 유리당, 지방, 단백질, 무기물질 등 중요한 성분들을 함유하고

있다. 재배산지에 따른 26종의 생강에 함유된 일반성분들을 비교검토 하였다(Natarajan *et al.*, 1972). 특히 경정배양에 의해 생산된 근경의 휘발성 성분에 관한 보고(Sakamura, 1987)도 있지만, 지속적으로 생강의 주요 성분에 관한 연구가 활발히 진행되지 않고 있다.

생강 특유의 향기성분으로는 각종 monoterpene류 및 sesquiterpene류와 같은 방향성분과 생강 특유의 자극성 맛 성분인 gingerol, shogaol, zingerone 등을 함유하고 있어 식품의 향미증진 목적인 향신료로 세계적으로 활용되고 있다(Kim *et al.*, 2002; Mathew *et al.*, 1973). 또한 생강은 복통, 요통, 설사 등의 치료제 및 살균제로도 사용하였으며 식욕증진 및 소화촉진을 목적으로 사용되기도 한다(No *et al.*, 2005). 최근에 식품재료의 기능성분만을 추출하여 식품가공 및 건강기능성 식품제조에 활용하려는 시도가 다양하게 진행되고 있다.

*교신저자(E-mail) : manhyunjo@korea.kr

생강 중에 함유되어 있는 휘발성성분의 조성은 생강제품의 품질평가에 중요한 지표가 되므로 휘발성성분을 분석하였다. 휘발성성분의 분석 기술은 향의 농축 기술로 인해 더욱 많은 종류의 휘발성 성분을 분석할 수 있으며 분석의 목적에 따라 분석 및 추출 방법을 잘 선택하여야 원하는 결과를 얻을 수 있다. 현재 휘발성성분의 추출에는 용매추출(solvent extraction)법과 증류(distillation)법이 가장 널리 이용되고 있으나 용매 추출은 시료 중에 포함되어 있는 비휘발성 물질이 같이 추출되어 휘발성 성분만을 다시 포집해야 하는 문제점을 안고 있고, 증류법은 휘발성성분의 가열시 열에 민감한 성분들이 분해 또는 중합되는 문제점을 안고 있다(Jeong *et al.*, 1999; Seo *et al.*, 2006).

따라서 관능평가를 할 때처럼 실온에서 사람이 코로 맡을 수 있는 휘발성성분을 추출하고자 하는 경우에는 헤드스페이스 추출(headspace extraction)법을 적용하는 것이 바람직하다. Solid phase micro extraction(SPME) 방법은 dynamic headspace analysis가 흡착을 지연하기 위한 cryofocusing 등의 장치를 해야 하는 불편을 줄이기 위해 최근 개발된 방법으로 head space 성분을 짧은 시간에 고농도로 흡착시켜 간편하게 기체 크로마토그래피(gas chromatography)에 주입시킬 수 있는 새로운 휘발성성분 추출방법으로 시료를 밀폐된 용기에 넣고 온도를 가하면 시료로부터 휘발되는 헤드스페이스 성분은 SPME fiber에 연속적으로 흡착되는데 이를 기체 크로마토그래프 주입구에 삽입하면 헤드스페이스의 휘발성성분이 SPME fiber로부터 떨어져 나와 모세관 칼럼으로 들어가 분리 되는 방법으로 본 연구에서 휘발성성분 추출에 활용하였다.

본 연구에서는 생강의 성분을 비교 분석하기 위하여 한국재래종 생강과 경정배양을 통한 조직배양생강의 일반성분, 무기성분, 유리당, 지방산, 휘발성 성분, 그리고 6-gingerol 과 6-shogaol 등을 분석하여 평가하였다.

재료 및 방법

생강재료

본 실험에 사용한 재료는 충청남도 서산지역의 한국재래종 생강과 경정배양을 통한 조직배양 생강의 맹아가 2~3 개 최아 되었을 때 2004년 5월 13 일 충청남도농업기술원 비가림하우스에 파종하였다. 그리고 재배관리는 작물별 시비처방기준(국립농업과학원, 1999)을 준용하였다. 수확은

2004년 10월 20일 수확하였다(Jo *et al.*, 2009). 수확한 생강은 동결건조한 시료를 사용하였다.

냉동보관 된 한국재래종 생강과 조직배양생강 100 g을 동결 건조(Ilshin model No. FD 5510, Korea)시켜 분쇄기를 이용하여 분쇄하여 30 mesh 체를 통과한 시료를 지방산 및 gingerol과 shogaol 분석에 이용하였고, 휘발성성분 분석은 냉동된 시료를 해동하여 사용하였다.

분석방법

일반성분 분석

생강 시료를 blender mixer로 마쇄하여 사용하였다. 수분은 105℃에서 건조법으로, 조회분은 550℃에서 회화법으로, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 정량하였다. 조단백질은 Kjeldahl 법으로 총질소 함량을 구한 후 단백질계수 6.25를 곱하여 환산하였다.

무기성분 분석

마쇄한 시료 1 g을 진한 HNO₃와 HClO₄로 습식분해 한 다음 정용하여, 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 유도플라즈마 분석기(ICP Vista-PRO, Netherlands)로 분석하였다.

당 분석

마쇄한 생체시료 10 g을 99.5% ethanol 40 mL과 80% ethanol 40 mL을 첨가하여 30℃ water bath에서 4시간 추출하였고, filter paper(Toyo No.2)로 여과한 후 100 mL로 정용하였다. 이 추출액을 다시 원심분리(10,000 rpm, 20 min)하고 그 상등액을 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 HPLC(Waters 2690, USA)로 분석하였다. 분석조건은 Table 1 과 같다.

Table 1. HPLC conditions for carbohydrates analysis

Parameter	Condition
Column	Supelcosil LC-NH ₂ (250 × 4.6 mm, 5 μm)
Detector	RI
Injection volume	20 μl
Flow rate	1.0 mL/min
Column temperature	40℃
Mobile phase	Acetonitrile : Water (75:25)

지방산 분석

건조된 시료 3 g을 취하여 soxhlet 추출기로 ether를 이용해 6시간 동안 추출한 다음 추출 지방 0.2 mg에 0.5N NaOH-methanol 용액 4 mL를 첨가해 환류추출기에 부착하여 끓는 물에 1시간 동안 비누화 반응을 시킨 다음 실온으로 냉각 후 15% BF₃-methanol(Supelco, USA) 용액 1 mL를 넣고 vortexing 하고 환류냉각기에 부착하여 5분간 80°C로 반응시키고 n-hexane 3 mL를 가해 2분간 반응을 시킨 다음 NaCl 포화용액 3 mL를 가하고 강하게 vortexing 후 n-hexane 층을 취해 Na₂SO₄ anhydrous로 건조 시킨 후 gas chromatography(GC)로 분석을 했다. GC(Younglin M600D)분석 조건은 SUPELCOWAX™ Fused Silica Capillary Column(30 m length × 0.53 μm id. × 0.5 μm film thickness)을 사용하여 inject temp.:230°C, detect temp.:240°C, oven temp.:220°C에서 60분 동안 분석하였다. 지방산 methyl ester의 확인은 표준품의 methyl ester를 구입하여 retention time을 비교하여 확인하였고 결과 표시는 전체 지방산 함량에 대한 %로 표시하였다. 결과는 세 번 반복 실험하여 평균 ± 표준편차로 표시하였다.

휘발성성분 분석

생강의 휘발성성분은 solid phase micro extraction (SPME)을 이용하여 GC로 분석하였다. SPME apparatus (Supelco Co, Bellefonte, PA, USA)는 SPME fiber와 SPME holder로 구성되어 있으며 65 μm polydimethylsiloxane-divinylbenzene으로 coating된 fiber를 이용하였다. 생강을 mixer를 이용해 조직을 파괴한 후 aqueous phase 1 mL을 amber vial에 넣고 teflon-faced septa로 밀봉한 후 40°C에서 40분간 방치하여 평형상태에 도달시켰다. 평형상태에 도달한 sample에 SPME fiber를 1 cm 노출시켜 15분 동안 휘발성 성분을 흡착하였다. SPME fiber에 흡착된 휘발성 성분은 gas chromatography(GC)에서 분리시키기 위해 200°C injection port에서 fiber를 노출시켜 1분 동안 탈착시켰다. 향의 분리를 위해 사용된 GC는 Younglin M600D(Kyungki-do, Korea)을 사용하였으며 detector는 flame ionization detector (FID)를 사용하였다. Column은 SUPELCOWAX Capillary Column(30 m length × 0.53 mm i.d. × 0.5 μm film thickness : Supelco, Bellefonte, PA, USA)를 사용하였다. Column temperature program은 50°C에서 3분간 유지한 후 130°C까지 5°C/min 속도로 1차 승온 시킨 후 130°C

에서 200°C까지 3°C/min 속도로 승온 시켜 200°C에서 10분간 유지하면서 휘발성성분을 분리하였다. Injector 온도는 230°C, detector 온도는 250°C이며 carrier gas로는 nitrogen을 사용하였고 유속은 1.0 mL/min이었다. 생강의 휘발성성분을 확인하기 위해 사용된 표준시료로는 bisabolene, citronellol, citral isomers, β-eudesmol, (6)-gingerol, (R)-(+)-limonene, myrcene, 6-shogaol, (-)-α-terpinene의 retention time을 확인 한 후 생강의 휘발성 성분과 일치되는 retention time의 성분을 같은 성분으로 하여 peak area(%)로 표시하였으며, 실험은 3회 반복 실시하였다.

6-gingerol과 6-shogaol 분석

준비된 시료 2 g에 80% ethanol 20 mL을 넣고 30°C에서 30분간 초음파 추출을 했으며 6,000 rpm으로 10분간 원심분리한 후 상등액 5 mL를 취해 감압농축(EYELA Rotary evaporator N-1000, Japan) 한 다음 methanol 10 mL로 희석한 후 0.45 μm membrane filter(Target-RC 13 mm)를 통과시킨 액을 HPLC(Hewlett Packard 1100 series, USA)를 이용해 분석했다. 물질의 분리는 역상 컬럼인 Zorbax Eclipse XDB-C₁₈(4.6 × 250 mm, 5 μm)를 이용하였고 UV detector(282 nm)로 검출하였다. 분리를 위한 이동상 조건은 acetonitrile : water = 60 : 40 비율로 등용매(isocratic) 방법으로 전개 하였으며 유속은 1 mL/min, 컬럼 온도는 30°C로 일정하게 유지시켜 30분 동안 분석했다. 표준물질로 사용된 6-gingerol과 6-shogaol은 Wako사(Wako Pure Chemical Industries, Ltd, Japan) 제품을 이용하여 methanol (HPLC Grade)로 희석하여 검량곡선(calibration curve)을 작성하여 3회 반복 실험하여 정량 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분

일반성분함량은 약간의 차이는 있으나 대부분 비슷하였다(Table 2). 한국재래종 생강의 열량, 조회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물의 함량이 조직배양생강 보다 높은 것이 특징적이었다. 수분함량은 조직배양생강은 80.48%로 높은 반면에 한국재래종은 77.43%로 함량이 낮았다. 조회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물 등은 조직배양생강보다 높은 경향을 보였다. 생강은 수분이 84%, 건물중 기준으로 조단백질 11%, 조지방 3.4%, 조회분 5.6%, 전분 49.3% 조섬유

Table 2. The comparison of proximate compositions between Korean native ginger and rhizome derived from *in vitro* shoot-tip culture (Unit: %, fresh weight)

Elements	Korean native ginger	<i>In vitro</i> rhizome
Kcal	78.68 ± 1.71 ^z	69.12 ± 0.74
Moisture	77.43 ± 0.43	80.48 ± 0.10
Crude Ash	1.29 ± 0.04	0.99 ± 0.04
Crude lipid	0.13 ± 0.01	0.11 ± 0.05
Crude protein	3.42 ± 0.12	2.40 ± 0.09
Carbohydrate	17.74 ± 0.16	16.02 ± 0.31

^zAverage ± standard deviation (n=3).

6.0%가 함유되어 있었다(정 등, 1999). 본 실험의 일반성분은 정 등(1999)의 결과보다 상당히 낮게 함유되어 있었으나 성분함량 순위는 유사 하였다. 이러한 결과의 원인은 정 등(1999)의 실험재료는 건물이었고 본 실험재료는 생체이었기에 성분함량이 차이 나는 것으로 생각된다. 생강근경의 서로 다른 품종과 성숙시기에 따른 조단백질(6.2~19.8%)과, 조지방(5.7~14.5%), 조섬유(1.1~7.0%)를 비교하였다(Jogi *et al.*, 1972). 한국에서 재배하는 생강과 열대아시아의 인도에서 재배하는 생강의 유효성분이 차이 나는 것은 재배환경(지역, 재배법)과 수확시기 등 여러 가지 복합 요인에 의하여 상당한 영향이 있을 것으로 생각된다.

무기성분

생강의 무기성분으로 Al, B, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, P, Zn 등 12종의 분석결과 한국재래종과 조직배양생강은 다소 함량차이를 보였다(Table 3). Al, B, Ca, K, Mg, Na, P의 함량은 한국재래종 생강이 조직배양생강보다 높았으나 Cu, Fe, Mn, Zn의 함량은 한국재래종 생강이 조직배양생강보다 낮았으며, Mo는 한국재래종 생강과 조직배양생강이 모두 없었고, 생강의 근경에서 가장 많이 함유된 무기성분은 K이었으며, P와 Mg, Ca, Na 순으로 많이 함유되었다고 보고한 바 있다(Chang와 Lee, 1999). 그러나, 본 시험에서는 Na이 Ca의 함량보다 높은 경향을 나타내었는데, 이는 재배환경 및 수확시기 차이에 의한 것으로 생각된다.

유리당

생강의 fructose, glucose, sucrose 등 3종의 유리당을 분석한 결과, 조직배양생강이 한국재래종 생강보다 월등히

Table 3. The comparison of mineral nutrient contents between Korean native ginger and rhizome derived from *in vitro* shoot-tip culture (Unit: mg%, fresh weight)

Elements	Korean native ginger	<i>In vitro</i> rhizome
Al	0.82 ± 0.06 ^z	0.64 ± 0.10
B	0.22 ± 0.02	0.21 ± 0.00
Ca	14.22 ± 1.08	7.48 ± 0.91
Cu	0.67 ± 0.00	0.69 ± 0.01
Fe	1.74 ± 0.09	2.14 ± 0.48
K	155.19 ± 3.76	143.67 ± 7.27
Mg	32.03 ± 2.62	30.03 ± 0.63
Mn	0.85 ± 0.09	2.27 ± 0.19
Mo	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Na	16.63 ± 3.96	11.72 ± 2.36
P	43.92 ± 2.43	31.00 ± 2.52
Zn	0.00 ± 0.00	0.31 ± 0.00

^zAverage ± standard deviation (n=3).

Table 4. The comparison of free sugar contents between Korean native ginger and rhizome derived from *in vitro* shoot-tip culture (Unit: %, dry weight)

Free sugar	Korean native ginger	<i>In vitro</i> rhizome
Fructose	0.44 ± 0.02 ^z	2.10 ± 0.06
Glucose	0.45 ± 0.05	1.92 ± 0.01
Sucrose	4.28 ± 0.08	8.81 ± 0.28

^zAverage ± standard deviation (n=3).

높았다(Table 4). Fructose의 함량은 조직배양생강이 2.10%인데 비하여, 한국재래종 생강은 0.44%로 4.7배, glucose의 함량은 조직배양생강이 1.92%인데 비하여, 한국재래종 생강은 0.45%로 4.2배, sucrose의 함량은 조직배양생강이 8.81%인데 비하여 한국재래종 생강은 4.28%로 2.0배로 각각 높게 나타났다.

생강의 glucose, fructose 그리고 sucrose가 각각 2.1%, 1.8%, 9.1%로서, sucrose가 가장 많이 함유되어 있으며(정 등, 1999), 국내산의 경우, fructose와 glucose의 합친 양보다 sucrose 함량이 높다고 보고한 바 있다(이 등, 1994; 남 등 1988). 본 실험에서 조직배양생강의 유리당은 정 등(1999)의 결과와 유사였지만, 한국재래종 생강의 경우, 유리당이 상당히 낮게 나타났는데 이는 종강이 퇴화되었기 때문인 것으로 생각된다.

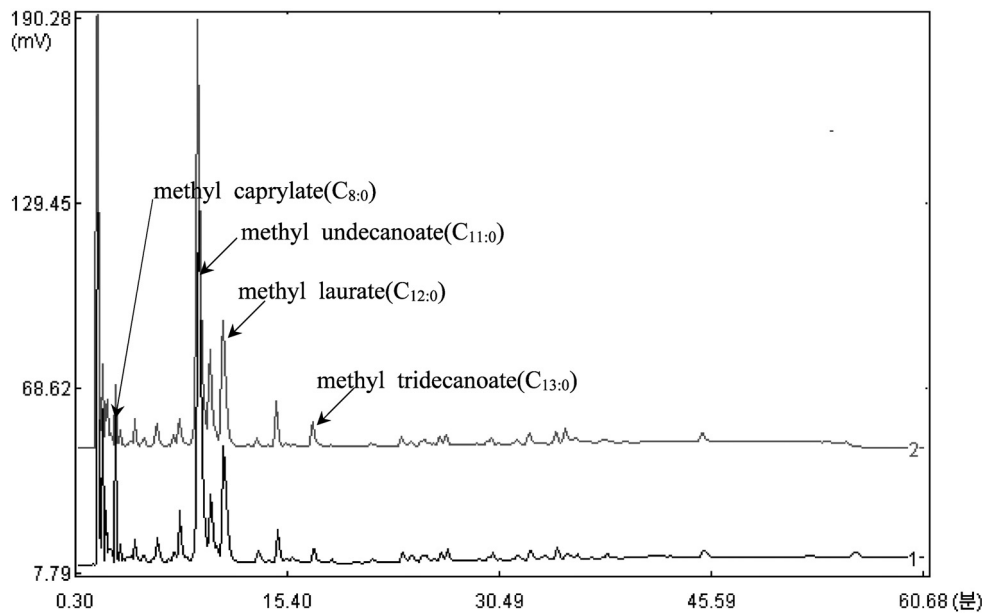


Fig. 1. Gas chromatograms of fatty acid methyl-ester in ginger. Upper line: rhizome derived from *in vitro* shoot-tip culture; lower line: Korean native ginger.

지방산 분석

지방산 분석결과는 표준시료가 있는 peak에 대하여는 retention time을 비교하여 표시하였고 표준시료가 없는 peak에 대하여는 retention time이 빠른 순서로 번호를 표시하였다(Fig. 1).

생강자체에 함유되어 있는 지방의 함량이 약 0.1%인 점을 고려 할 때에 성분으로의 중요성에 대한 해석은 어려울 것으로 판단되며 지방산의 함량비교를 통한 비교 또한 큰 의미를 갖지 않는 것으로 생각된다.

Salzer(1975)는 생강의 지방산은 불포화지방산과 포화 지방산 비율이 53:46으로서 palmitic, oleic, linoleic acids 가 각각 23%로 동량 함유되어 있으며, caprylic, capric, lauric, myristic, pentadecanoic, hepta-decanoic, stearic, linolenic와 arachidonic acid가 소량 함유되어 있다고 하였다. 본 실험결과에서는 myristic, stearic, linoleic, linolenic acid가 검출되지 않았으며, undecanoate(C_{11:0})가 다량 함유되어 있는 것이 특징이었다.

천연에 존재하는 지방산의 경우 대부분 고급지방산(C₁₆ 이상)인데 비해, 본 실험결과에서는 생강에 존재하고 있는 지방산은 C₁₄ 미만의 지방산이 주를 이루고 있다는 점이 특이한 결과로 해석할 수 있다. 또한 천연에 존재하는 지방산은 탄소수가 짝수로 구성되어 있는 것으로 알려져 있는데

반해, 생강의 지방산은 C₁₁의 홀수 지방산이 약 60%에 달한다는 것이 특이한 결과 이었다(Table 5).

본 실험에서는 한국재래종 생강과 조직배양생강의 지방산 함량의 차이를 비교해보면, methyl caprylate(C_{8:0})와 C₁₁~C₁₂ 사이의 지방산 유사물질(unknown 1)의 함량이 한국재래종 생강에서 높게 나타났으며, methyl caprate(C_{10:0}), C₁₁~C₁₂ 사이의 지방산 유사물질(unknown 3), C₁₁~C₁₂ 사이의 지방산 유사물질(unknown 5)과 methyl tridecanoate(C_{13:0})이 조직배양생강에서 높게 나타났으나, 지방산분석을 통해 종의 특성을 결정지을 만한 결과는 유도해낼 수는 없었다.

휘발성성분 분석

현재까지 보고된 논문에서 생강 향 성분의 추출은 simultaneous distillation extraction(SDE) 방법을 이용해 건조된 생강의 향을 분석한 것(Kim *et al.*, 1991)이 대부분이며, 건조되지 않은 생 생강에서의 향을 추출하여 SPME 방법으로 향을 추출한 경우의 논문은 찾아보기 어려웠다. 향 추출방법 중 SPME 방법은 모든 향의 초기향과 실제향을 추출하기에는 적합한 방법이므로, 본 실험에서 조직배양생강에 대한 특성을 상대적으로 비교하기에는 적절한 방법이라고 판단되었다. GC-MS를 사용하지 않고 알고 있는 표

Table 5. The comparison of fatty acid compositions between Korean native ginger and rhizome derived from *in vitro* shoot-tip culture

Fatty acid name	%	
	Korean native ginger	<i>In vitro</i> rhizome
methyl caprylate(C _{8:0})	3.90 ± 0.93 ^z	1.39 ± 0.01
methyl nonanate(C _{9:0})	1.31 ± 0.00	1.45 ± 0.01
methyl caprate(C _{10:0})	0.79 ± 0.01	1.67 ± 0.01
unknown 1	0.64 ± 0.01	0.72 ± 0.00
unknown 2	4.13 ± 0.03	2.35 ± 0.01
methyl undecanoate(C _{11:0})	55.83 ± 2.54	55.93 ± 0.15
unknown 3	6.00 ± 0.03	8.57 ± 0.02
methyl laurate(C _{12:0})	17.99 ± 0.51	18.45 ± 0.11
unknown 4	0.24 ± 0.06	0.38 ± 0.02
unknown 5	3.17 ± 0.06	4.15 ± 0.02
methyl tridecanoate(C _{13:0})	1.42 ± 0.06	2.24 ± 0.01
unknown 6	0.53 ± 0.24	0.44 ± 0.09
unknown 7	0.38 ± 0.07	0.58 ± 0.14
methyl pentadecanoate(C _{15:0})	0.69 ± 0.28	0.06 ± 0.00
methyl palmitate(C _{16:0})	0.49 ± 0.22	0.80 ± 0.24
methyl heptadecanoate(C _{17:0})	0.80 ± 0.33	0.71 ± 0.10
methyl oleate(C _{18:1})	0.21 ± 0.02	0.11 ± 0.01
methyl arachidonate(C _{20:4})	0.02 ± 0.00	0.00 ± 0.00
methyl behenate(C _{22:0})	1.46 ± 6.38	0.00 ± 0.00

^zAverage ± standard deviation (n=3).

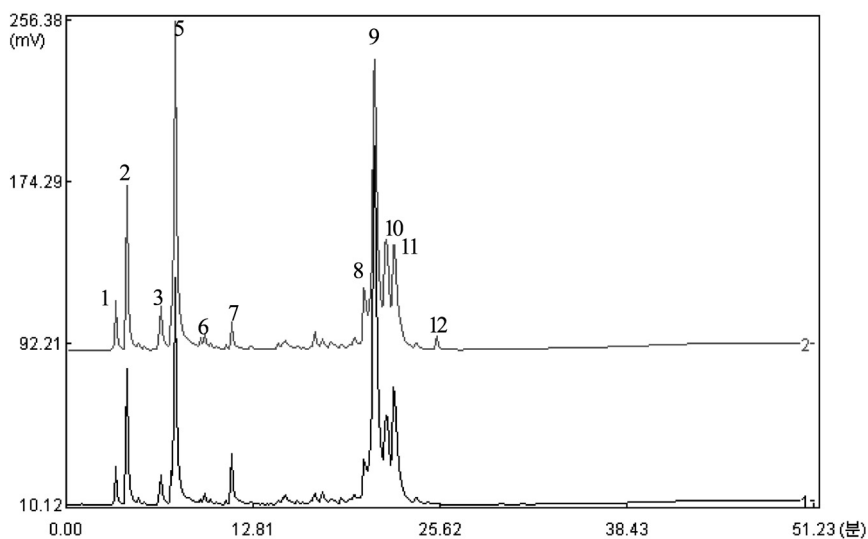


Fig. 2. Gas chromatograms of volatile compounds in ginger extracted using solid phase micro-extraction (SPME). Upper line: rhizome derived from *in vitro* shoot-tip culture; lower line: Korean native ginger.

준 시료만을 이용하여 GC로 향을 분석하였기 때문에, 알 수 없는 휘발성 성분은 unknown으로 표시하였고 이에 대하여 retention time이 빠른 것을 우선번호로 하여 표시하

였다(Fig. 2).

조직배양생강은 초기에 휘발되는 성분(peak no. 1~5)의 peak area(%)가 높은 것을 알 수 있었으며, 한국재래종

Table 6. The comparison of volatile flavor components between Korean native ginger and rhizome derived from *in vitro* shoot-tip culture (Unit: peak area %)

Peak No.	RT (min)		Korean native ginger	<i>In vitro</i> rhizome
1	3.19	(-)- α -pinene	1.28 \pm 0.47 ^z	2.52 \pm 0.87
2	3.95	unknown 1	5.70 \pm 2.46	10.91 \pm 2.20
3	6.28	myrcene	1.49 \pm 0.51	3.17 \pm 0.39
4	7.02	unknown 2	1.32 \pm 0.39	2.29 \pm 0.11
5	7.27	citronellol	15.65 \pm 1.94	22.04 \pm 2.31
6	9.29	bisabolene	0.33 \pm 0.16	0.02 \pm 0.00
7	11.13	unknown 3	2.68 \pm 0.44	0.99 \pm 0.16
8	20.23	unknown 4	1.87 \pm 1.20	2.33 \pm 0.89
9	20.92	citral isomers	41.41 \pm 2.36	31.96 \pm 2.46
10	21.79	unknown 5	11.00 \pm 1.77	9.87 \pm 1.29
11	22.25	citral isomers	13.81 \pm 1.81	10.94 \pm 0.81
12	25.21	unknown 6	ND ^y	0.44 \pm 0.40

^zAverage \pm standard deviation (n=3).

^yNot detected.

생강은 중반에 휘발되는 성분(peak no. 9~12)의 peak area(%)가 높은 것을 알 수 있어, 조직배양생강은 초기에 냄새는 강하지만 건조과정 중에 냄새가 약해 질 수 있는 가능성이 높을 것으로 생각된다(Table 6).

(-)- α -pinene(1*S*,5*S*-2,6,6-trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene)은 주로 소나무과 식물의 휘발성성분으로 알려져 있으며, 생강 중에는 약 1.3%정도(Yoo *et al.*, 2006)가 함유 되어 있다는 보고와 비교해볼 때, 한국재래종 생강의 함유량과는 유사한 경향을 나타냈으나, 조직배양생강에서는 높은 값을 나타내었다.

Myrcene(7-methyl-3-methylene-1,6-octadiene)은 올레핀계열의 terpene류로 식물에 citrolleol, citral 등과 같이 존재하는 물질로 향수를 제조하는 기본 물질로 쓰이는 것으로 알려져 있으며, 본 실험에서는 조직배양생강에 다량 함유 되어 있음을 알 수 있었다.

Citronellol(3,7-dimethyloct-6-en-1-ol)은 장미나 제라늄에 함유되어 있는 성분으로 향수의 원료로 사용되고 있으며, Yoo *et al.*(2006)은 생강의 essential oil 중에 약 0.51 peak area(%)를 나타냈다고 보고하였고, Kim *et al.*(1994)은 fresh ginger에서 citronellool과 β -sesquiphellandrene의 peak area(%)가 약 11%에 달한다고 보고한 바 있는데, 본 실험에 사용된 생강에서는 Kim *et al.*(1994)의 결과와 유사한 함유량을 나타냄을 알 수 있었으며, 조직배양생강에서 더 높은 peak area(%)를 나타내었다.

Citral(3,7-dimethyl-2,6-octadienal)은 trans-isomers인 geranial과 cis-isomers인 neral을 통칭하는 용어로, 본 실험에서도 두 개의 peak로 나타나 이들 이성체를 citral isomers로 표시하였다. Citral은 생강 냄새 발현에 가장 크게 영향을 주는 물질(Kim *et al.*, 1994)로, 본 실험에서도 가장 높은 peak area(%)를 나타냈으며, 한국재래종 생강이 조직배양생강에서 보다 높은 값을 나타내었다. Sakamura (1987)는 생강의 저장 및 배양 과정 중 휘발성성분의 변화에 대한 보고에서 생 생강에서 citral isomers(neral : 9.7%, geranial : 20.0%)가 steam distillation 방법으로 추출했을 때 약 30% 정도가 함유되어 있다고 보고하였는데, 본 실험에서는 약 40~50%로 약간 높은 함유량을 나타냈는데, 이는 생강의 배양조건 및 토양조건의 차이와 휘발성성분 추출방법의 차이로 기인한 것으로 생각된다.

본 실험의 향기성분 분석 결과를 분석해보면, 조직배양 생강이 좀 더 초기냄새는 강하고 상큼한 생강 향을 나타내기는 하지만, 한국재래종 생강이 조직배양생강에 비해 생강의 고유 향기는 더 강한 것을 알 수 있었다.

Gingerol과 Shogaol의 함량 분석

SPME를 이용하여 휘발성 성분을 분석한 결과, 표준시료의 농도를 높게 하였을 때 생강 매운맛의 중요성분인 gingerol은 3분 이전(peak no. 1 보다 빠른 RT를 나타냄)에 나타남을 알 수 있었으나, 분석시료에서는 peak를 발견

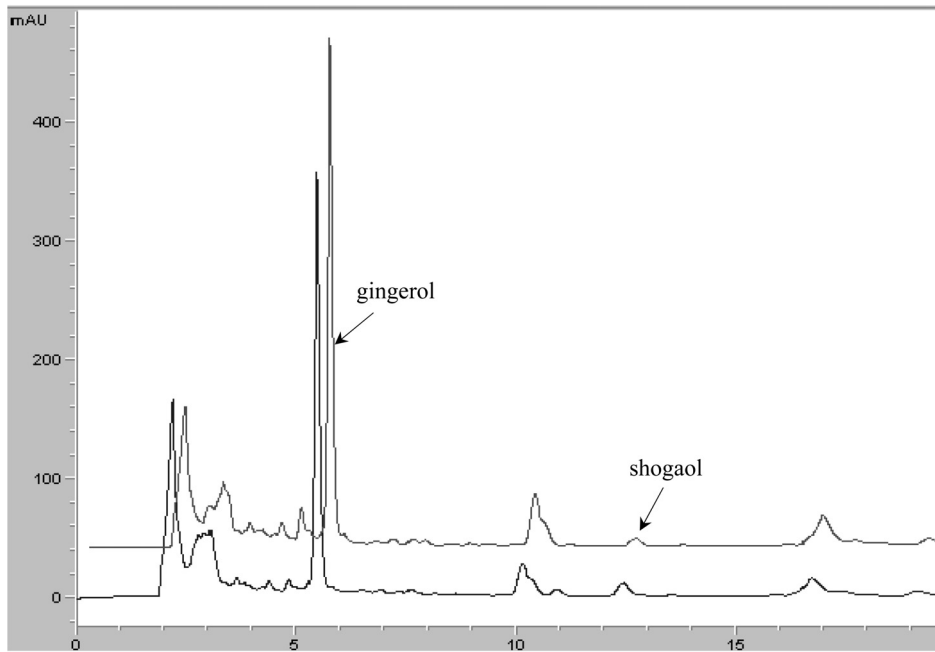


Fig. 3. HPLC chromatograms of gingerol and shogaol in ginger.
Upper line: rhizome derived from *in vitro* shoot-tip culture; lower line: Korean native ginger.

Table 7. The comparison of gingerol and shogaol components between Korean native ginger and rhizome derived from *in vitro* shoot-tip culture (Unit: mg/100 g)

Elements	Korean native ginger	<i>In vitro</i> rhizome
Gingerol	604.6 ± 10.7 ^z	692.9 ± 23.0
Shogaol	21.7 ± 3.6	22.8 ± 8.9

^zAverage ± standard deviation (n=3).

할 수 없어 HPLC로 분석하였다(Fig. 3).

6-Gingerol(1-4'-hydroxy-3'-methoxyphenyl-5-hydroxy-3-decanone)은 생강의 매운맛을 내는 주요성분으로, 생강의 종에 따라 0.1~0.3%가 함유되어 있으며, 염화철-아스코베이트(FeCl₃-ascorbate)시스템에 의한 인지질의 산화를 막는 항산화 물질로 알려져 있고, 활성산소의 발생에 영향을 미치는 xanthine oxidase에 대하여 저해효과를 내는 것으로 보고된 바 있다(Aeschbach *et al.*, 1994; Chang *et al.*, 1994). Lee *et al.*(2006)은 생강으로부터 6-gingerol의 분리 효율을 높이기 위해 80% ethanol로 초음파 처리 하였을 때 1 g 당 5.711 mg을 얻을 수 있었다고 보고하였는데, 본 실험에 사용된 시료는 Lee *et al.*(2006)이 실험에 사용한 시료보다 조직배양생강에서는 1 g

당 약 1.2 mg 이상 높은 함량을 나타내었다. 또한, 조직배양생강의 시료에서 1 g당 약 6.9 mg 이상의 gingerol을 함유하고 있어, 경정배양에 의한 gingerol의 함량은 증가되었음을 알 수 있었다(Table 7).

적 요

본 연구에서는 생강의 유효성분을 비교분석하기 위하여 한국재래종생강과 조직배양생강의 일반성분, 무기성분, 유리당, 지방산, 휘발성 성분, 그리고 6-gingerol과 6-shogaol 등을 분석하여 평가하였다.

일반성분(조회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물)함량은 한국재래종 생강이 조직배양생강보다 다소 높게 나타났다. 무기성분(Cu, Fe, Mn, Zn) 함량은 조직배양생강이 한국재래종 생강보다 높게 나타났다. 무기성분 중에서 가장 많은 것이 K이었으며, P와 Mg, Na, Ca 순으로 많았다. 유리당(fructose, glucose, sucrose)은 조직배양생강이 한국재래종 생강보다 높게 나타났다. 생강은 C₁₄ 미만의 지방산이 주요 지방산이었다. Citral 성분은 한국재래종 생강이 조직배양생강 보다 생강의 고유향이 더 강하게 나타났으며, gingerol 함량은 경정배양에 의하여 증가하였다.

인용문헌

- Aeschbach, R.J., B.C. Loliger, A. Scott, J. Murcia, B. Butler, H. Alliwel and O.I. Aruoma. 1994. Antioxidant actions of thymols, carbacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. *Food Chem. Toxicol.* 32:31-36.
- Chang, K.M. and M.S. Lee. 1999. A study on mineral contents of the underground vegetables produced in Korea harvested in different times. *Korean J. Soc. Food. Sci.* 15:545-549 (in Korean).
- Chang, W.S., Y.H. Chang, F.J. Lu and H.C. Chiang. 1994. Inhibitory effects of phenolics on xanthine oxidase. *Anticancer Res.* 14:501-506.
- Connell, D.W. 1970. The chemistry of the essential oil and oleoresin of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Flavour Industry* 1:677.
- Jeong, M. C., S. W. Jeong and Y. C. Lee. 1999. Quality of ginger powder as affected by concentration and dehydration method of ginger extracts. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 31: 1589-1595 (in Korean).
- Jeong, M.C., S.E. Lee and Y.C. Lee. 1999. Yield and quality of ginger extracts produced by enzymatic hydrolysis. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31:391-398 (in Korean).
- Jo, M.H., I.K. Ham, M.A. Lee, S.K. Park, K.H. Kwon and E.M. Lee. 2009. Efficient production of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) rhizome by shoot-tip culture. *Korean J. Plant Res.* 22:518-521.
- Jogi, B.S., I.P. Singh, H.S. Dua and P.S. Sukhija. 1972. Changes in crude fibre, fat and protein content in ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) at different stages of ripening. *Indian J. Agric. Sci.* 42:1011-1015.
- Kim, J.S., M.S. Koh, Y.H. Kim, M.K. Kim and J.S. Hong. 1991. Volatile flavor components of Korean ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Korean J. Food Sci. Technol.* 23:141-149 (in Korean).
- Kim M.K., B.E. Lee, S.E. Yun, Y.H. Kim, Y.K. Kim and J.S. Hong. 1994. Changes in volatile constituents of *Zingiber officinale* Roscoe rhizomes during storage. *Agric. Chem. and Biotechnol.* 37:1-8 (in Korean).
- Kim, W.J. and H.S. Choi. 2002. *Natural spice*, Hyoil Publishing, Seoul, Korea.
- Ko, S.R., K.J. Choi, H.G. Kim and K.W. Han. 1996. Comparison of proximate composition, mineral nutrient, amino acid and free sugar contents of several *Panax* species. *Korean J. Ginseng Sci.* 20:36-41 (in Korean).
- Lee, S.E., M.C. Jeong and T.Y. Chung. 1994. Studies on the development of storage technology for ginger. *Korea Food Research Institute*, E1294-0538.
- Lee B.S., M.S. Ko, H.J. Kim, I.S. Kwak, D.H. Kim and B.W. Chung. 2006. Separation of 6-gingerol from ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and antioxidative activity. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* 21:484-488.
- Mathew, A.G., N. Krishnamurthy, E.S. Nambudiri and Y.S. Lewis. 1973. Oil of Ginger. *Flavour Ind.* 4:226-232.
- Nam, Y.J., W.D. Hawer, H.M. Seog and J.H. Ha. 1988. Study on the flavour components to improve the quality of Korean traditional teas. *Agricultural and Fishery Marketing Corporation Report*.
- Natarajan, C.P., R. Padama Bai, M.N. Krohnamurthy, B. Raghavan, N.B. Shnkaracharya, S. Kuppaswamy, G.V.S. Govindarajan and Y.S. Lewis. 1972. Chemical composition of ginger varieties and dehydration studies on ginger. *J. Food Sci. Technol.* 9:120.
- National Academy of Agricultural Science. 1999. Fertilization prescription standard with each crop. *Rural development administration*. pp. 41-42.
- No, K.M., H.Y. Seo, R. Gyawali, S.L. Shim, S.H. Yang, S.J. Lee and K.S.J. Kim. 2005. Effect of gamma-irradiation on the volatile flavor compounds from dried ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 34:892-898 (in Korean).
- Sakamura, F. 1987. Changes in volatile constituents of *Zingiber officinale* rhizomes during storage and cultivation. *Phytochemistry* 26:2207-2212.
- Salzer, U.J. 1975. Analytical evaluation of seasoning extracts (oleoresins) and essential oils from seasoning. II. *Int. Flavors Food Addit.* 6:206-210.
- Seo H.Y., K.M. No, S.L. Shim, Y.K. Ryu, K.J. Han, R. Gyawali and K. S.J. Kim. 2006. Analysis of enantiomeric composition of flavor components from dried ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) *Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 35:874-880 (in Korean).
- Yoo M.J., Y.S. Kim and D.H. Shin. 2006. Antibacterial effects of natural essential oils from various spices against *Vibrio* species and their volatile constituents. *Korean J. Food Sci. Technol.* 38:438-443 (in Korean).

(접수일 2010.7.16; 수정일 2010.12.21; 채택일 2011.6.13)