J. Fd Hyg. Safety
Vol. 26, No. 1, pp. 36~42 (2011)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

초임계유체 추출에 의한 생강 (*Zingiber officinale* Roscoe) Oleoresin의 품질특성

이명희 · 이경혜[1] · 최상윤 · 김경탁*
한국식품연구원 지역특화산업연구단, [1]동남보건대학 식품생명과학과

Quality Properties of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Oleoresin by Supercritical Fluid Extraction

Myung-Hee Lee, Kyoung-Hae Lee[1], Sang-Yoon Choi, and Kyung-Tack Kim*
Region Food Industry Research Group, Korea Food Research Institute,
[1]Dept. of Food Science & Biotechnology, Dongnam Health College
(Received January 6, 2011/Revised February 9, 2011/Accepted February 26, 2011)

ABSTRACT - In order to optimize the supercritical fluid extraction (SFE) conditions of ginger oleoresin (GO), we conducted an evaluation of quality properties such as yield (%), color, volatile flavor compounds and gingerol components. The extraction yield gained by SFE increased as extraction pressure and temperature increased. The highest yield was 8.96 ± 0.68% at 500 bar 65°C extraction condition. The total color difference (ΔE) values decreased at high pressure. In case of the 100 bar pressure conditions, ΔE-values increased as the temperature went up. The analysis of the 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol, 6-shogaol and curcumin contents decreased at high temperature conditions of identical pressure and increased at high pressure conditions. The volatile flavor compounds were detected in zingiberene, β-sesquiphellandre, β-phellandre, αγ-curcumene, 2,3-butandiol, β-bisabolene and so on. Also volatile component contents showed difference in each of extraction conditions.

Key words : Supercritical fluid extraction (SFE), Ginger oleoresin (GO), Volatile flavor compounds

생강(*Zingiber officinale* Roscoe)은 생강과(Zingiberaceae)에 속하는 아열대 또는 열대 원산의 다년생 초본식물로 특유의 향과 맛을 함유하고 있어 광범위하게 애용되는 향신료 중 하나이다[1]. 생강은 생생강, 건생강, 생강페이스트, 생강다대기, 다량의 정유(essential oil)를 함유한 oleoresin 등의 형태로 식품, 화장품 및 약용으로 사용되고 있다[2,3].

Oleoresin은 생강을 acetone과 alcohol로 추출하여 얻은 자극성 성분을 함유하는 점성의 갈색물질로 휘발성기름, 트리글리세라이드, 수지물질의 복합체를 이루고 있다[4]. 특유의 자극성 맛을 나타내는 gingerol 등을 함유한 oleoresin은 생강 외에 고추, 마늘, 양파, 파프리카 등의 향신료로부터 추출하여 식품산업에서 널리 이용되고 있다[5,6].

Gingerol은 oleoresin의 약 1/3을 차지하고 있으며, aldehyde unit 길이가 다른 여러 동족체의 혼합물로 존재한다[7]. 생강에서 gingerol을 분리하여 aldehyde unit 길이에 따라 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol로 분류하여 53:17:30의 비율로 존재하고, side chain의 길이에 따라 자극성에도 다소 차이가 있는 것으로 알려져 있다[8]. 특히, 생강에 함유된 6-gingerol은 항산화와 항염증 효과 등과 같은 약리작용을 갖고 있음이 밝혀졌다[9-11]. 한편 생강에 함유된 shogaol과 zingerone은 신선한 생강에 존재하지 않으며, 생강의 가공, 저장 중에 탈수와 retro-aldol 반응에 의하여 생기는 물질로 gingerol보다 자극성이 떨어지는 것으로 알려져 있다[12].

향신료에 함유된 물질추출에 다용되는 용매추출법은 추출 후 용매를 분리 회수하기 위한 가열처리로 향 손실, 열에 민감한 성분의 파괴를 초래하고 표적물질에 용매의 일부가 잔존할 가능성도 있다[13,14]. 이런 단점을 보완하기 위해서 초임계유체의 용해력을 이용한 초임계유체 추출(supercritical fluid extraction, SFE)공정이 사용되고 있다[15,16].

초임계유체 추출(SFE)법은 무독성, 친환경, 저에너지 용매를 사용하는 녹색기술로 추출공정은 추출부, 분리부, 용매회수압축부로 구성된다[17,18]. 이는 물질의 기체상과 액체

*Correspondence to: Kyung-Tack Kim, Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi 463-746, Korea
Tel: 82-31-780-9096, Fax: 82-31-709-9876
E-mail: tack@kfri.re.kr

상의 상경계지점인 임계점 이상의 압력과 온도를 설정해 줌으로써 액체상의 용해력과 기체상의 확산계수와 점도의 특성을 지니게 하여 신속한 추출과 선택적 추출이 가능하게 하는 방법이다[19,20]. 초임계유체 중 이산화탄소(CO_2)는 환경에 대한 저부하, 불연성, 무독성, 저비용 등의 특성이 있으며, 임계온도는 31°C, 임계압력은 7.4 MPa으로 낮아 35~100°C의 온도와 25~30 MPa의 압력 조건에서 사용되어 열변성을 초래할 가능성이 적어 식품분야에서 추출, 건조 등의 용매로 이용이 확대될 전망이다[21,22].

이에 본 연구에서는 초임계 유체 추출에 의한 생강 중의 oleoresin을 효율적으로 추출하기 위하여 압력과 온도 조건을 달리하여 oleoresin을 추출하였을 때, 각 추출조건에 따른 oleoresin의 추출수율, gingerol 등의 생강 유효성분 및 휘발성 향기성분 등의 품질 특성을 분석하여 최적의 추출조건의 확립하고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 생강(*Zingiber officinale* Roscoe)은 2010년 11월 전북 봉동산지에서 수확된 것으로 수세 후 슬라이스하여 열풍건조한 분말을 시료로 사용하였다.

생강 oleoresin의 추출 및 수율 측정

생강 중의 oleoresin 성분의 추출을 위해 초임계 이산화탄소 추출장치(Greentek21 Co., Ltd., Anyang, Korea)를 이용하여 추출하였다. 추출조는 내용량 500 mL의 용량으로 생강분말 200 g을 투입하여 energized seal로 밀봉하였으며, extractor의 head 부분과 본체는 clamp 채결 방식을 사용하였다. 초임계 유체로 사용한 이산화탄소는 CO_2 cylinder에서 가스상태로 나와 condenser를 거쳐 CO_2 펌프에서 압축되어 추출조로 유입된다. 추출조에서 나온 이산화탄소와 추출물은 압력이 상압으로 낮아지면서 이산화탄소는 날아가고 receiver에 모인 추출물을 시료로 하였다. 생강 oleoresin (GO)의 추출은 추출압력(100 bar, 250 bar, 500 bar)과 추출온도(35°C, 50°C, 65°C)를 각각 달리하여 추출하였다.

각 추출물들의 수율은 투입한 생강분말의 중량 대비, 추출된 oleoresin의 함량에 대한 백분율(w/w%)로 나타내었다.

색도측정

생강 oleoresin (GO)의 색도 측정은 color and color difference meter (color QUEST II, Hunter, U.S.A.)를 이용하여 각 처리구에 대한 생강 oleoresin의 L값(lightness), α값(+: red, −: blue), b값(+: yellow, −: green) 그리고 총색차 ΔE (total color difference, $\Delta E = \sqrt{(\Delta L^2 + \Delta \alpha^2 + \Delta b^2)}$)값을 측정하였다. 색도측정 시 추출물 0.1 g을 dimethyl sulfoxide (Sigma-Aldrich Co. USA) 10 mL에 용해하여 사용하였다. 측정값은 각각 3회 측정한 수치를 평균한 값으로 나타내었으며, 이때 사용한 표준 백색판($L = 100.01$, $\alpha = -0.02$, $b = -0.00$))으로 보정하여 색도를 측정하였다.

Oleoresin 추출물의 분석

생강 oleoresin에 함유된 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol, 6-shogaol, curcumin의 함량을 Schwertner 등[23]의 방법에 따라 high performance liquid chromatography (HPLC, PU-980, Jasco Co., Japan)를 사용하였다. 이때 사용한 컬럼은 Waters symmetry C-8 reversed phase column (150 × 3.9 mm, Cat. No. WATO 54235)이고, 이동상은 methanol-water (65:35 v/v)를 1 mL/min의 속도로 용출하였다. 시료는 20 μL 주입하여 48분간 전개시켰으며 시료의 검출은 UV detector (MD-2010, Jasco Co., Japan)를 사용하여 282 nm에서 측정하였다. 분석 표준물질은 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol, 6-shogaol은 ChromaDex Co. (USA)에서 구입하여 사용하였고, curcumin은 Sigma-Aldrich Co. (USA)에서 구입하여 사용하였다. 시료액은 생강추출물을 5 mg/mL로 메탄올에 녹인 후 0.45 um syringe filter (Millipore, USA)로 여과하여 분석용 시료로 사용하였다.

휘발성 향기성분 포집 및 분석

초임계 이산화탄소 추출장치로 처리한 생강추출물에 대한 휘발성 향기성분의 분리 농축은 휘발성 성분 포집기 (DHS ; dynamic headspace sampler, Gerstel Gmbh & Co. KG, Ruhr, German)를 사용하였다. 시료 0.1 g을 20 mL의 vial에 담아 30°C로 가열하였고, 질소가스를 250 mL/min 불어넣어 휘발성 향기성분을 Tenax TA 흡착튜브에 포집하였다. 이때 trap의 온도는 30°C로 유지시켰으며, drying purging을 동일한 온도조건에서 질소가스를 250 mL/min 주입하여 수분을 제거한 후 액화질소를 사용하여 냉각주입시스템의 온도를 −60°C로 유지하여 향기성분을 응축시킨 후 inlet온도를 280°C로 높여 GC에 주입하였다.

시료분석에 gas chromatography (GC, Agilent 6890, Palo Alto, CA, USA)를 사용하였으며, 이때 column은 DB-5 (0.25 mm × 60 m, film thickness 0.25 μm)이었고, 오븐의 온도는 50°C에서 2분간 유지한 다음 5°C/min의 속도로 220°C까지 상승시켰고, 280°C에서 4분간 유지시켰다. 운반가스로 사용한 He의 유속은 1.1 mL/min로 유지하였다. 분리된 화합물의 이온화는 electron impack 이온화 방법으로 72 eV와 230°C로 설정하였고, 분석할 분자량의 범위는 40~350(m/z)로 설정하였다. GC 주입기의 온도는 250°C로 설정하여 시료 1 μL를 split ratio 1:1의 비율로 주입하여 분석하였다.

휘발성 향기성분 동정

생강추출물의 휘발성 향기성분의 동정은 HP 5972 mass selective detector (MSD, Agilent 5972 MSD, Palo Alto, CA,

USA)를 사용하였다. gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS)에 의해 얻은 total ionization chromatogram (TIC)의 각 피크성분 분석은 mass spectrum library (Wiley 275&7N, NBS, 75K)와 mass spectral data의 스펙트럼과의 일치, 문헌상 retention index와의 일치 및 내부표준물질로 첨가된 *n*-butylbenzene과 동정된 향기성분의 peak area를 이용하여 휘발성 향기성분을 상대적으로 정량하였다.

결과 및 고찰

생강 oleoresin 추출 수율

생강 중의 유효성분의 추출을 위하여 초임계유체를 이용하여 압력 및 온도를 달리한 9개 처리구의 추출 결과는 Table 1과 같다. 초임계 장치의 추출압력 100 bar조건에서 추출온도 35°C에서의 수율은 3.77 ± 0.67%이었고, 65°C온도에서 처리한 처리구는 6.08 ± 0.75%로 나타났다. 추출압력 500 bar, 추출온도 65°C로 추출할 경우 수율은 8.96 ± 0.68%로 가장 높았다. 따라서 생강의 초임계 추출 수율은 추출압력이 증가할수록 그리고 추출온도가 높아질수록 추출수율이 높아지는 것을 알 수 있었다. 이는 Woo 등[21]에 의한 초임계유체를 이용한 솔 추출물의 결과와 일치함을 보였다.

Table 1. Yield of ginger oleoresin by supercritical fluid extraction

Extraction condition		Yield (%)
Extraction pressure (bar)	Extraction temperature (°C)	
100	35	3.77 ± 0.67
100	50	4.17 ± 0.90
100	65	6.08 ± 0.75
250	35	7.36 ± 0.61
250	50	7.60 ± 1.04
250	65	8.09 ± 0.77
500	35	7.80 ± 0.98
500	50	7.90 ± 0.89
500	65	8.96 ± 0.68

Table 2. Hunter color values of ginger oleoresin by supercritical fluid extraction at initial stage

Extraction condition	L	α	*b*	⊿E
100 bar, 35°C	17.78 ± 0.17	−5.87 ± 0.04	12.73 ± 0.60	0.00
100 bar, 50°C	10.88 ± 0.24	−2.35 ± 0.10	4.25 ± 0.19	11.49
100 bar, 65°C	10.48 ± 0.30	−1.60 ± 0.19	2.65 ± 0.25	13.16
250 bar, 35°C	17.66 ± 0.74	−6.15 ± 0.15	19.33 ± 0.32	6.61
250 bar, 50°C	18.26 ± 0.12	−6.14 ± 0.18	19.29 ± 0.21	6.58
250 bar, 65°C	17.38 ± 0.22	−5.86 ± 0.02	18.42 ± 0.12	5.71
500 bar, 35°C	20.18 ± 0.87	−6.68 ± 0.10	21.98 ± 0.29	9.59
500 bar, 50°C	19.82 ± 0.26	−6.35 ± 0.13	21.67 ± 0.21	9.18
500 bar, 65°C	22.39 ± 0.40	−6.91 ± 0.02	23.31 ± 0.07	11.59

색도측정

초임계유체를 이용하여 압력 및 온도를 달리한 9개 처리구의 색깔을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 결과에 나타난 것과 같이 추출압력이 높아질수록 명도 L값과 황색도 b값은 증가하였고, 적색도 a값은 감소하는 경향을 보여주었다. 추출압력 250 bar와 500 bar 조건의 경우 같은 압력조건에서 추출온도에 따른 차이를 보이지 않은 반면, 추출압력 100 bar의 경우 추출온도가 높아질수록 밝기 L값과 황색도 b값은 감소하였고, 적색도 a값은 증가하는 경향을 나타내었으며, 이는 갈변에 의한 것으로 판단된다. 전반적인 색도(ΔE)의 경우 100 bar 35°C를 기준으로 분석한 결과, 500 bar 65°C 추출조건에서 처리한 경우 11.59로 가장 큰 차이를 나타내었다. Jo 등[24]은 생강에 함유된 gingerol이 생강 페이스트의 비효소적인 갈변반응을 억제시킨다고 보고한 바 있다. 동일한 추출온도 조건에서 추출압력이 증가할수록 L-value와 b-value는 증가하였고 a-value는 감소하는 경향을 나타낸 것으로 보아 갈변의 진행이 감소된 것을 알 수 있었다.

생강 Oleoresin 분석

생강 oleoresin의 주요 유용성분인 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol, 6-shogaol 및 curcumin을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 초임계 추출물의 경우 동일 압력 조건에서는 추

Table 3. Components of ginger oleoresin by supercritical fluid extraction (%)

Components	Extraction condition								
	100 bar			250 bar			500 bar		
	35°C	50°C	100°C	35°C	50°C	100°C	35°C	50°C	100°C
6-gingerol	18.76 ± 0.09	10.88 ± 0.09	5.35 ± 0.08	18.38 ± 0.08	18.95 ± 0.07	14.35 ± 0.05	13.76 ± 0.04	14.98 ± 0.03	11.35 ± 0.05
8-gingerol	5.34 ± 0.06	2.69 ± 0.06	1.30 ± 0.05	5.35 ± 0.09	5.46 ± 0.03	4.06 ± 0.05	3.93 ± 0.07	4.30 ± 0.04	3.35 ± 0.03
10-gingerol	4.31 ± 0.07	1.79 ± 0.11	0.64 ± 0.07	4.60 ± 0.06	4.79 ± 0.10	3.52 ± 0.08	3.39 ± 0.06	3.84 ± 0.05	2.96 ± 0.11
6-shogaol	2.42 ± 0.08	2.99 ± 0.02	1.76 ± 0.13	2.50 ± 0.07	2.42 ± 0.08	1.91 ± 0.06	1.81 ± 0.09	1.98 ± 0.07	1.54 ± 0.06
curcumin	0.63 ± 0.07	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	1.24 ± 0.05	1.56 ± 0.07	1.17 ± 0.03	1.07 ± 0.01	1.19 ± 0.02	1.10 ± 0.04

Table 4. Comparison of volatile flavor compounds identified in ginger oleoresin by supercritical fluid extraction

Peak No.	Flavor compounds	MF[1)]	MW[2)]	Peak area(%)			
				A[3)]	B[4)]	C[5)]	D[6)]
1	Acetic acid	$C_2H_4O_2$	60.05	3.66	2.19	4.95	5.32
2	2,3-Butanediol	$C_4H_{10}O_2$	90.12	31.18	13.91	14.10	24.34
3	6-Methyl-5-hepten-2-one	$C_8H_{14}O$	126.20	0.49	0.74	0.98	0.81
4	β-Phellandrene	$C_{10}H_{16}$	136.24	4.66	6.26	8.20	6.52
5	Eucalyptol	$C_{10}H_{18}O$	154.25	0.95	1.27	1.53	1.31
6	Terpinolene	$C_{10}H_{16}$	136.23	0.43	0.66	0.68	0.54
7	Cumic alcohol	$C_{10}H_14O$	150.22	0.32	0.47	0.57	0.48
8	Borneol	$C_{10}H_{18}O$	154.25	0.08	0.11	0.12	0.09
9	α-Terpineol	$C_{10}H_{18}O$	154.25	0.64	1.34	1.13	0.83
10	Bornyl acetate	$C_{12}H_{20}O_2$	196.29	0.43	0.64	0.49	0.43
11	2-Undecanone	$C_{11}H_{22}O$	170.29	0.22	0.39	0.29	0.24
12	Cycloisosativene	$C_{15}H_{24}$	204.35	0.87	1.09	1.08	0.92
13	α-Cubebene	$C_{15}H_{24}$	204.35	1.25	1.52	1.17	1.36
14	2,4-Diisoprophenyl-1-methyl-1-vinyl cyclohexane	$C_{15}H_{24}$	204.35	0.95	1.30	1.16	0.97
15	γ-Elemene	$C_{15}H_{24}$	204.35	0.84	1.13	1.04	0.87
16	β-Farnesene	$C_{15}H_{24}$	204.35	0.76	0.79	0.75	0.72
17	αγ -Curcumene	$C_{15}H_{22}$	202.34	9.41	12.32	10.92	9.58
18	Zingiberene	$C_{15}H_{24}$	204.35	24.40	31.60	29.05	25.48
19	α-Farnesene	$C_{15}H_{24}$	204.35	5.45	5.35	6.90	6.13
20	β-Bisabolene	$C_{15}H_{24}$	204.35	4.09	5.34	5.09	4.39
21	β-Sesquiphellandre	$C_{15}H_{24}$	204.35	8.92	11.56	9.79	8.66

[1)]Molecular formula
[2)]Molecular weight
[3)]A : Ginger oleoresin treated by SFE at 100 bar, 35ºC
[4)]B : Ginger oleoresin treated by SFE at 100 bar, 65ºC
[5)]C : Ginger oleoresin treated by SFE at 500 bar, 35ºC
[6)]D : Ginger oleoresin treated by SFE at 500 bar, 65ºC

출온도가 높을수록 유용성분 함량이 다소 감소하는 경향을 나타냈고, 추출압력이 높을수록 유용성분의 함량이 높은 경향을 나타냈다. 추출물 중 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol 6-shogaol 및 curcumin 등 모든 유용성분 함량이 가장 높게 나타난 추출 조건은 추출압력 250 bar 추출온도 50ºC에서 처리한 시료였다. Lee 등[25)]에 의하면 생강에서 분리된 6-gingerol (1-4'-hydroxy-3'-methoxyphenyl-5-hydroxy-3-decanone)은 분자량이 294인 항산화 물질로 생강의 정유성분 중 생강의 매운맛을 내게 하는 주성분으로 항산화, 항염증의 특성을 가지고 있다고 보고 한 바 있다.

생강 추출물의 향기성분

초임계유체 추출 조건이 각각 100 bar 35ºC 추출물, 100 bar 65ºC 추출물, 500 bar 35ºC 추출물, 500 bar 65ºC 추출물의 향기성분 조성을 GC/MS로 분석하였으며, GC/MS 분석에 의하여 동정된 휘발성 향기성분의 조성과 함량은 Table 4에 나타내었고, Fig. 1에 chromatogram을 도식화하였다. Connell[7)]과 Chen 등[26)]에 의하면 생강 중 휘발성 정유성분은 50~65% 이상의 sesquiterpene hydrocarbons와 소량의 monoterpenoid compound, oxygenated sesquiterpenoids 및 miscellaneous compound 등으로 구성되어 있는 terpenoid의 복잡한 화합물이라 하였다. 생강의 향기성분은 대부분이 monoterpene, sesquiterpene, oxygenated monoterpene 및 oxygenated sesquiterpene 등과 같은 terpene류에 기인하는 것으로 알려져 있는데, 이들 essential oil의 조성은 생강품질 평가에 중요한 지표가 되고 있다[27)].

초임계 추출물 중 100 bar 35ºC 추출물의 주요 휘발성 향기성분은 2,3-butanediol, zingiberene, αγ-curcumene, β-sesquiphellandre, β-phellandrene으로 각각 확인된 총 향기성분의 31.18%, 24.40%, 9.41%, 8.92%, 4.66%를 차지하였으며, 다른 초임계 추출조건의 추출물과 비교하였을 때 2,3-butanediol의 함량이 높게 나타난 것을 확인할 수 있었

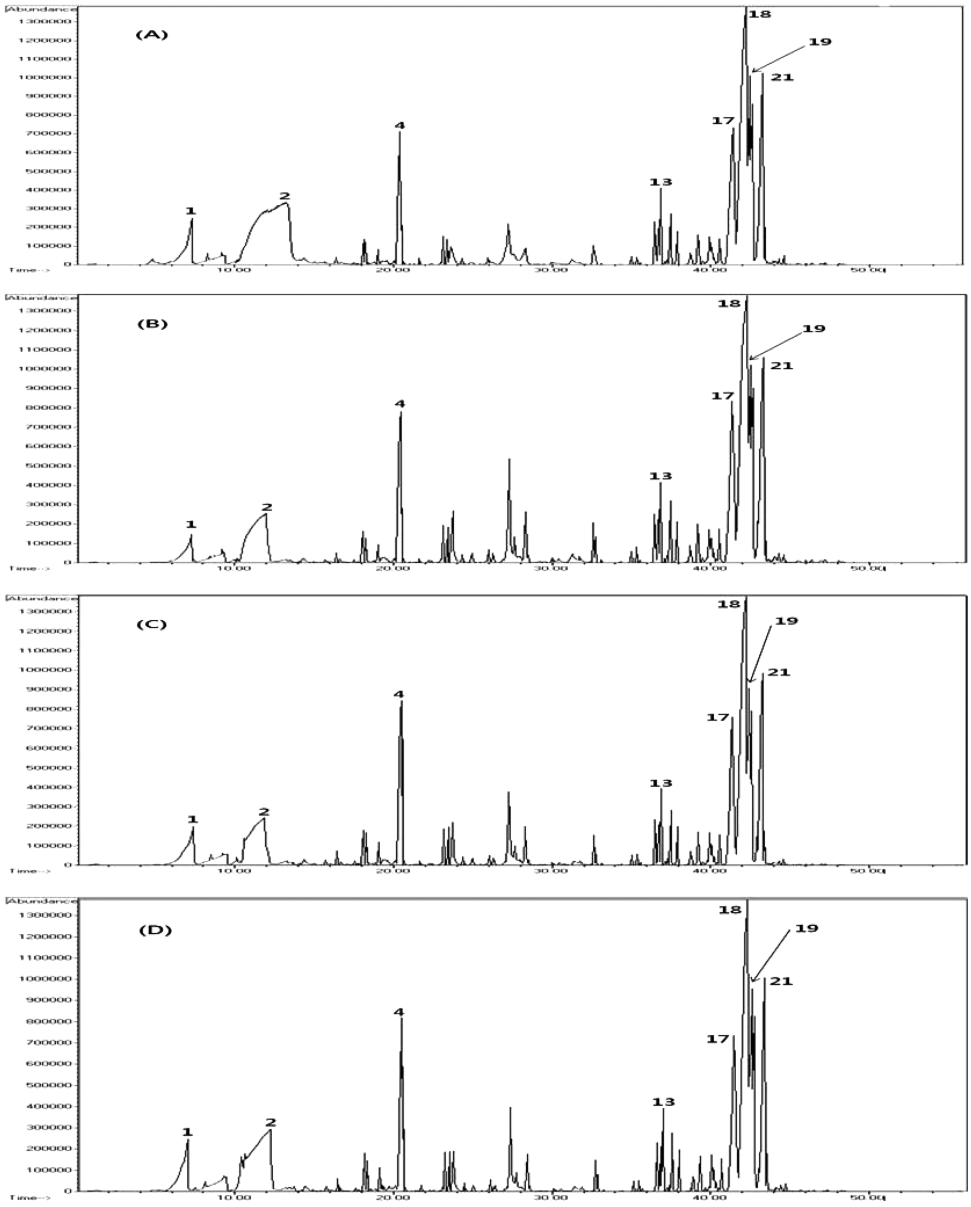

Fig. 1. GC/MS chromatogram of volatile flavor compounds identified in ginger oleoresin by supercritical fluid extraction.
A : Ginger oleoresin treated by SFE at 100 bar, 35°C
B : Ginger oleoresin treated by SFE at 100 bar, 65°C
C : Ginger oleoresin treated by SFE at 500 bar, 35°C
D : Ginger oleoresin treated by SFE at 500 bar, 65°C

다. 초임계 추출 100 bar 35°C의 조건에서 가장 높게 검출된 2,3-butanediol의 경우 acetaldehyde, ethyl acetate와 함께 저비점 휘발성 성분으로 수증기 증류법(simultaneous steam distillation extraction, SDE)에서 분리하기 어려운 휘발성이 강한 물질로 알려져 있다[28]. 초임계 추출조건 100 bar 65°C 추출물의 주요 휘발성 향기성분은 zingiberene, 2,3-butanediol, αγ-curcumene, β-sesquiphellandre, β-phellandrene로 각각 31.60%, 13.91%, 12.32%, 11.56%, 6.26%로 나타났다. 이 중 zingiberene의 경우 다른 초임계 추출물 중 가장 높게 나타난 것을 확인하였다. Zingiberene은 화장품 및 향료에 널리 사용되어 왔으며, 최근 연구에서 항바이러스성, 항위궤양성 및 피임효과가 확인된 바 있다[29]. 또한 생강 특유의 주요한 향기성분들로 알려진 neral, geranial, α-terpineol, bornyl acetate, zingiberene, β-eudesmol, β-sesquiphellandrol 등이 있으며[28], 이 중 본 실험에서 확인된 α-terpineol, bonyl acetate와 zingiberene의 함량이 각각 1.34%, 0.64%, 31.60%로 초임계 추출조건 중 100 bar 65°C 조건에서 가장 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 500 bar 35°C 추출물의 주요향

기성분 조성의 경우 zingiberene 29.05%, 2,3-butanediol 14.10%, αγ-curcumene 10.92%, β-sesquiphellandre 9.79%, β-bisabolene 5.09%로 나타났으며, 특히 β-phellandrene과 α-farnesene이 각각 8.20%와 6.90%로 다른 추출조건과 비교하여 높게 검출되었다. 500 bar 65℃ 추출물의 주요향기성분 조성의 경우 zingiberene, 2,3-butanediol, αγ-curcumene, β-sesquiphellandre, β-phellandrene이 각각 25.48%, 24.34%, 9.58%, 8.66%, 6.52%의 조성을 나타내었고, 다른 추출조건과 비교하여 acetic acid의 함량이 5.32%로 높게 나타난 것을 확인하였다. SFE법으로 처리하여 얻은 생강 추출물의 휘발성 향기성분은 열변성 및 열분해를 일으키지 않아 생강특유의 향기성분을 함유하고 있음을 알 수 있었으며, 이는 SFE법으로 처리한 딸기 추출물에서도 유사한 결과를 보였다[22].

요 약

본 연구에서는 압력(100 bar, 250 bar, 500 bar)과 온도(35℃, 50℃, 65℃)조건을 달리하여 초임계 유체 추출한 생강 oleoresin의 각 추출조건에 대한 수율, 색도, 향기성분 및 유용성분을 살펴보았다. 초임계 유체 추출한 생강 oleoresin의 수율은 추출압력이 증가할수록 그리고 추출온도가 높을수록 추출수율이 높게 나타났고, 가장 높은 추출 수율을 보인 조건은 500 bar 65℃ 조건에서 추출한 추출물로 수율이 8.96%로 나타났다. 생강 oleoresin의 색도를 측정한 결과 추출압력이 높을수록 전반적인 색도(ΔE)값이 감소하였고, 추출압력 100 bar 조건의 경우에는 추출온도가 높을수록 전반적인 색도(ΔE)값이 증가하는 경향을 보였다. 초임계 유체 추출한 생강 oleoresin 중의 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol, 6-shogaol 및 curcumin을 분석한 결과 동일 압력 조건에서는 추출온도가 높을수록 유용성분이 다소 감소하는 경향을 나타냈고 추출압력이 높을수록 유용성분의 함량이 높은 경향을 나타내었다. 생강 oleoresin 중의 향기성분을 분석한 결과 주요 성분으로 zingiberene, β-sesquiphellandre, β-phellandrene, αγ-curcumene, 2,3-butanediol 및 β-bisabolene 등이 검출되었고, 각 추출조건에 따라 향기성분 함량의 차이를 나타내었다.

감사의 글

본 연구논문은 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구비 지원으로 수행된 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Kim, D.H. and Lee, Y.C.: Quality changes in minced ginger prepared with frozen ginger during storage. *Korean J. Food Sci. Technol*., **36**, 943-951 (2004).
2. Kim, J.S., Koh, M.S., Kim, Y.H., Kim, M.K. and Hong, J.S.: Volatile flavor component of korean ginger (*Zingiber officinale Roscoe*). *Korean J. Food Sci. Technol*., **23**, 141-149 (1991).
3. Lee, J.Y. and Ahn, M.S.: Changes of antioxidative properties according to the heat-treatment of ginger extracts. *Korean J. Soc. Food Sci*., **10**, 63-70 (1994).
4. Chen, C.C., Roesenm R.T. and Ho, C.T.: Chromatographic analysis of gingerol compounds in ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) extracted by liquid carbon dioxide. *J. Chromatog*., **36**, 163-169 (1986).
5. Lee, C.H., Chung, K.Y., Lim, S.C., Choi, D.Y., Kim, C.J. and Choi, B.K.: Studies on the antioxidant activity of capsacin and oleoresin from red pepper in grounded bacon belly meat. *Korean J. Soc. Food Sci*., **26**, 496-499 (1994).
6. Kim, Y.P., Lee, G.W. and Oh, H.I.: Optimization of extraction conditions for garlic oleoresin and changes in the quality characteristics of oleoresin during storage. *Korean J. Food & Nutr*. **19**, 219-226 (2006).
7. Connell, D.W.: The chemistry of the essential oil and oleoresin of ginger. *The flavor industry*. **1**, 677-693 (1970).
8. Lee, J.Y.: Changes of antioxidative properties according to the heat-treatment of ginger extracts. Sungshin women's Univ. MS thesis (1994).
9. Kim, M.H., Kim, M.K, Yu, M.S., Song, Y.B., Seo, W.J. and Song, K.B.: Dehydration of sliced ginger using maltodextrin and comparison with hot-air dried and freeze-dried ginger. *Korean J. Food Sci. Technol*., **41**, 146-150 (2009).
10. Suckawa, M., Ishige, A., Yuasa, K., Sudo, K., Aburada, M. and Hosoya, E.: Phamacological studies on ginger. . Pharmacological actions of pungent constituents, 6-gingerol and 6-shogaol. *J. Pharm. Dyn*., **7**, 836-848 (1984).
11. Kim, E.J. and Ahn, M.S.: Antioxidative effect of ginger extracts. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **9**, 37-42 (1993).
12. Connell, D.W. and Sutherland, M.D.: A re-examination of ginger, shogaol, zingerone. The pungent principles of ginger. *Aust. J. Chem*., **22**, 1033-1043 (1969).
13. McHugh, M.A. and Krukonis, V.J.: Supercritical fluid extraction, principle and practice. Butterworths Publishers, London, UK, p181-195 (1986).
14. Dzievak, J.D.: Innovative separation process finding it's way into the food industry. *Food Technol.*, **40**, 66-69 (1986).
15. Brunner, G.: Gas extraction. Steinkopff Darmstadt Springer. New York. USA, pp 179-192 (1994).
16. Lee, S.H., Cheon, J.K. and Ju, C.S.: Lipid extraction of sea tangle with supercritical carbon dioxide. *Korean J. Food Eng. Prog*., **4**, 19-24 (2000).
17. Kim, K.J. and Lee, Y.W.: Supercritical fluid technology for green food processing. *Food Sci. Industry*, **43**, 35-52 (2010).
18. Ari, K., Smith, R..J.. Aida, T.M.: Decetralized chemical prcesses with supercritical fluid technology for sustainable society. *J. Supercritical Fluids*, **47**, 628-636 (2009).
19. Jung, S.H., Chang, K.S. and Ko, K.H.: Physiological effects of curcumin extracted by supercritical fluid from turmeric

(*Curcuma longa* L.). *Korean J. Food Sci. Technol*., **36**, 317-320 (2004).
20. Reverchon, E.: Supercritical fluid extraction and fractionation of essential oils and related products. *J. Supercritical Fluids*, **10**, 1-37 (1997).
21. Woo, G.Y., Kim, K.H., Lee, M.J., Lee, Y.B. and Yoon, J.R.: A comparison of volatile compounds in pine extracts obtained by supercritical fluid extraction with those by simultaneous steam distillation and solvent extraction. *Korean J. Food Sci. Technol*., **31**, 1268-1274 (1999).
22. Lee, H.C., Seo, H.Y,, Shin, D.B., Park, Y.K., Kim, Y.S., Ji, J.R.. and Choi, H.D.: Supercritical fluid extracted of volatile components from strawberry. *Korean J. Food Sci. Technol*., **41**, 615-621 (2009).
23. Schwertner, H.A. and Rios, D.C.: High-performance liquid chromatography analysis of 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol and 6-shogaol in ginger-containing dietary supplements, spices, teas and beverages. *J. Chromatogr. B*., **856**, 41-47 (2007).
24. Jo, K.S., Kim, J.H. and Shin, H.S.: Major components affecting nonenzymatic browning in ginger(*Zingiber officinale Roscoe*) paste during storage. *Korean J. Food Sci. Technol*., **28**, 433-439 (1996).
25. Lee, B.S., Ko, M.S., Kim, H.J., Kwak, I.S., Kim, D.H. and Chung, B.W.: Separation of 6-gingerol from ginger(*Zingiber officinale Roscoe*) and antioxidative activity. *Korean J. Biotechnol. Bioeng*., **21**, 484-488 (2006).
26. Chen, C.C. and Ho, C.T.: Gas chromatographic analysis of volatile components of ginger oil (*Zingiber officinale Roscoe*) extracted with liquid carbon dioxide. *Korean J. Agric. Food Chem*., **36**, 322 (1988).
27. Kim, M.G., Lee, B.E., Yun, S.E., Hong, J.S., Kim, Y.H. and Kim, Y.K.: Changes in volatile constituents of *Zingiber officinale* Roscoe Rhizomes during storage. *Korean J. Agri. Chem*., **37**, 1-8 (1994).
28. Lee, J.G., Jang, H.J., Kwag, J.J. and Lee, D.W.: Comparison of the volatile components of korean ginger (*Zingiber officinale Roscoe*) by different extraction methods. *Korean J. Food & Nutr*., **13**, 66-70 (2000).
29. Millar, J.G.: Rapid and simple isolation of zingiberene from ginger essential oil. *J. Nat. Prod*., **61**, 1025-1026 (1998).