

발효생강의 품질 특성

천용기 · 정하열*

한경대학교 식품생물공학과 및 식품생물산업연구소

Quality Properties of Fermented Gingers

Yong-Gi Chun and Ha-Yull Chung*

Department of Food Science & Biotechnology and Food & Biotechnology Research Center, Hankyong National University

Abstract Applying ginger to processed foods to improve health is limited due to its pungent odor. In this study, fermented gingers were prepared using lactic acid bacteria from dairy products or kimchi and their chemical and sensory properties were examined. Adding dried ginger or fermented gingers (GSt, GLa, GLm) to plain yogurt made them less tasty and lowered the overall acceptability of yogurt except GLp. For all fermented gingers including GLp, the characteristic flavors of the ginger decreased by fermentation so adding fermented ginger into yogurt did not affect its flavor significantly. Thus GLp would be expected to be a food ingredient instead of dried ginger without lowering organoleptic qualities. The content of 6-gingerol, a bioactive component in ginger, decreased in all fermented gingers. However, 6-shogaol, which increased in GSt, GLa, and GLm, was not detected in GLp.

Keywords: fermentation, ginger, gingerol, shogaol, sensory property

서론

생강(*Zingiber officinale* Roscoe)은 생강과에 속하는 아열대, 또는 열대 원산의 다년생 초본 식물의 하나이며, 그 근경은 특유의 맛과 향기를 지니고 있어 생생강(fresh ginger), 건생강(dried ginger), 울레오레진, 정유 등의 형태로 유통되며 식용, 약용, 또는 화장품용으로 널리 사용되고 있다(1,2). 생강의 80-90%는 수분이고, 전분이 전체 고형분의 40-60%를 차지하고 있으며(3,4), 생강의 주요 성분으로는 탄화수소류, 케톤류, 알콜류를 비롯하여 zingiberene, γ -cardinen 등의 휘발성 향기성분, 그리고 zingiberol, zingiberene 등의 정유성분이 보고되고 있는데 특히 정유성분 중 생강의 매운맛을 내게 하는 주 성분인 6-gingerol 및 6-shogaol은 항산화, 항염증의 특성을 가지고 있어 건강식품소재로서 많은 주목을 받고 있다(5,6). 생강에 함유된 6-gingerol은 아스코르브산의 95% 정도에 해당하는 항산화 활성을 갖으며(7), 또한 리놀렌산- β -카로틴-물의 에멀존에 0.02%(w/v) 농도로 첨가되었을 때 대조구보다 β -카로틴을 안정시킨다고 하였다(8). Hong(9)은 생강으로부터 에테르로 추출한 gingerol이 BHA, 토코페롤보다 강한 항산화효과를 나타내었다고 하였으며 Fujio 등(10)도 생강으로부터 분리한 shogaol과 zingerone도 유지의 산화를 억제하는 효과가 있다고 보고한 바 있다. 이 외에도 항산화 효과(11), 트립토판 생성(12), 대식세포의 활성화(13), NK세포의 활성화(14), COX-1 효소 활성의 저해(15),

NF- κ B 활성화(16) 등과 같이 생강에 대한 많은 연구가 진행되어 생강의 다양한 생리활성이 입증되고 있다. 하지만 생강의 자극적인 향과 맛으로 인해 생강을 직접 섭취하거나 가공식품의 소재로 사용하기에는 제한적이거나 불편함이 있는 것이 사실이다. 따라서 본 연구는 진세노사이드의 체내 흡수율을 증가시키기 위하여 제조된 발효생강의 경우와는 달리 생강의 유산균 발효과정을 통하여 자극적 향미가 완화된 발효생강을 제조함에 의해 생강의 가공 적성을 높이고 이에 따른 품질 특성을 조사하여 새로운 건강 식품 소재로서의 적합성을 검토하고자 한다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에서 사용한 생강은 경기도 안성시 석정동의 농협에서 구매한 국내산 생강을 수세한 후 껍질을 제거하여 사용하였다. 6-gingerol, 6-shogaol 표준품은 Wako사(Wako pure chemicals, Osaka, Japan) 제품을 사용하였으며, HPLC 분석 용매는 J. T. Baker사(Phillipsburg, NJ, USA)에서 구입하여 사용하였다.

발효조건

생강의 발효는 Fig. 1과 같이 행하였는데 *Streptococcus thermophilus*(KCTC 3779)와 *Lactobacillus acidophilus*(KCTC 3171)를 MRS 배지(Difco Co., Detroit, MI, USA)에서 배양하여 초기 균수가 4.5×10^5 에 도달하면 D.W 75%(w/w)에 전지분유 15%(w/w)와 마쇄된 생강 10%(w/w)이 혼합된 멸균배지(GM-1)에 2%(v/v) 접종한 후 배양(25°C, 24 h)하고 동결건조하여 각각 GSt(Ginger fermented with *Streptococcus thermophilus*)와 GLa(Ginger fermented with *Lactobacillus acidophilus*)를 제조하였다. 최종 발효종료 시점의 GSt 발효배양액의 pH는 4.06 ± 0.15 , 산도는 0.52 ± 0.12 , GLa 발효배양액의 pH와 산도는 각각 3.54 ± 0.20 , 0.54 ± 0.10 이었다. 또한

*Corresponding author: Ha-Yull Chung, Department of Food Science & Biotechnology, Hankyong National University, Anseong, Gyeonggi 456-749, Korea
Tel: 82-31-670-5156
Fax: 82-31-677-0990
E-mail: chy@hknu.ac.kr
Received November 15, 2010; revised March 10, 2011; accepted March 22, 2011

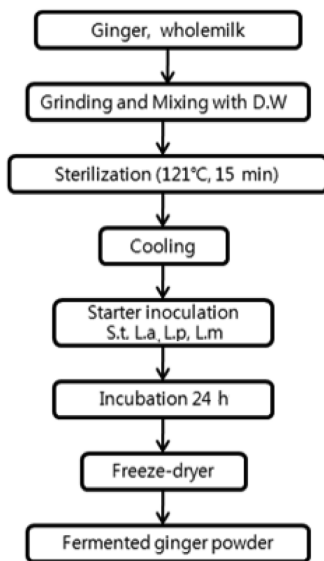


Fig. 1. Manufacturing process of fermented ginger.

Lactobacillus plantarum(KCTC 3108)와 *Leuconostoc mesenteroides*(KCTC 3100)를 MRS 배지(Difco Co.)에서 배양하여 초기 균수가 4.5×10^5 에 도달하면 D.W 79.5%(w/w)에 말토덱스트린 9%(w/w)와 이스트 1.5%, 마쇄된 생강 10%(w/w)이 혼합된 멸균배지(GM-2)에 2%(v/v) 접종한 후 배양(37°C, 24 h)하고 동결건조하여 각각 GLp(Ginger fermented with *Lactobacillus plantarum*)와 GLm(Ginger fermented with *Leuconostoc mesenteroides*)를 제조하였다. 발효종료 시점의 GLp발효배양액의 pH는 3.67 ± 0.17 , 산도는 0.53 ± 0.14 , GLm 발효배양액은 pH와 산도가 각각 3.94 ± 0.14 , 0.45 ± 0.13 이었으며 모든 발효배양액에는 $1-2 \times 10^7$ 의 유산균이 확인되었다. 발효가 완료된 각 균주의 발효배양액을 동결건조하여 발효생강을 얻었으며 건생강(dried ginger, DG) 및 발효생강 추출물은 각각의 동결건조된 발효생강을 80% EtOH로 추출하여 제조하였다. 관능평가용 요구르트는 12% 탈지분유를 살균(90°C, 30 min) 및 냉각 후 ABT-C(Rhone-Poulenc Inc., Madison, WI, USA) 균주를 접종(3%)하여 37°C에서 24시간 발효시켜 제조하였으며(17), 발효가 끝난 요구르트는 냉장고에서(4°C) 보관하며 관능 평가에 사용하였다.

일반 성분 분석

AOAC법(18)에 따라 수분은 105°C 상압건조법, 조지방은 soxhlet 추출법, 조단백은 semi micro kjeldahl법($N \times 6.25$), 조회분은 550°C 회화법, 조섬유는 H_2SO_4 -KOH법으로 정량 하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 조지방, 조단백, 조회분, 조섬유를 뺀 값으로 하였다.

관능검사

발효가 완료된 요구르트에 건생강 및 각각의 발효 생강을 0.5%(w/w) 첨가하여 균질화 시킨 후 관능평가원 20명을 예비실험을 통해 훈련시킨 후 검사원으로 하여 생강이 첨가된 요구르트의 색(color), 맛(taste), 향미(flavor) 및 전체적인 기호도(overall acceptability)에 대하여 최저 1점, 최고 5점의 5단계 평가법으로 선호도를 평가하였다(19,20). 이 때 평가 요령은 각각의 평가항목에 대하여 “1: 대단히 나쁘다, 2: 나쁘다, 3: 보통이다, 4: 좋다, 5: 대단히 좋다”로 표시하도록 하였다. 이 때 실험결과는 SAS package (release 8.01)를 이용하여 $mean \pm SEM$ 로 표시하였고, 평균값의 통

Table 1. Operating conditions of GC/MS in analysis of volatiles from gingers

Items	Condition
Instrument	GC: HP 5890 (Agilent, Palo Alto, CA, USA) MS: HP 5973 (Agilent, Palo Alto, CA, USA)
Column	DB-1, fused silica capillary column 60 m×0.53 mm×3.0 μm
Transfer temp.	250°C
Injector temp.	250°C
Flow rate	Helium 5 mL/min
Column temp.	Programmed from 40°C to 240°C, 10°C/min 240°C to 300°C, 20°C/min initially hold up for 5min at 40°C finally hold up for 10min at 300°C
Ionization	EI (70 eV)

Table 2. Operating conditions of HPLC in analysis of 6-gingerol and 6-shogaol

Items	Condition
Instrument	Younglin M930 (Young lin Instrument Co., Ltd, Anyang, Korea)
Column	LiChrosorb RP18 (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) 4.6×250 mm, 5 μm
Column oven	25°C
Detector	UV detector
Absorbance	282 nm
Flow rate	1.0 mL/min
Mobile phase	Isocratic (MeOH:D.D.W=80:20)
Injection volumn	10 μL

계적 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test(21)에 의해 검정하였다.

향기 분석

건생강은 DG 0.1g과 발효생강은 GLp 0.73 g(생강양은 0.1 g)을 각각 10mL의 D.W에 녹인 후 Dynamic Thermal Stripper (Dynatherm Analytical Instruments Inc., Oxford, PA, USA) 장치를 사용하여 NPT(nitrogen purge and trap) 방법으로 Tenax-TA (Alltech Inc., Nicholasville, KY, USA)로 채워진 APK sorbent tube(KnR Co., Uijeongbu, Korea)로 40°C에서 5분간 통과시켜 포집하였고, 포집 후 APK sorbent tube를 Thermal Desorption Unit (Donam Instruments Co., Seongnam, Korea)에 위치시킨 후 포집되었던 휘발성분을 300°C에서 탈착시켜 20 mL/min 속도의 헬륨가스와 함께 GC/MS에 직접 주입하여 분석하고 NIST library를 사용하여 확인하였다(22). 이 때 GC/MS의 분석조건은 Table 1과 같았다.

HPLC 분석

생강의 지표성분이라 할 수 있는 6-gingerol과 6-shogaol의 함량의 분석은 Jo의 방법(23)을 참고하여 발효생강 2g을 MeOH 5 mL에 넣어 초음파 추출(1 h)을 한 후에 원심분리(3,000 rpm, 20

Table 3. Approximate composition of gingers (%)

Approximate composition	Moisture	Crude fat	Crude protein	Crude ash	Crude fiber	Carbo-hydrate
DG ¹⁾	12.2	8.1	7.8	5.4	6.2	60.3
GSt ²⁾	2.9	26.6	23.9	5.2	0.7	40.7
GLa ³⁾	3.4	26.9	24.3	5.3	0.8	39.3
GLp ⁴⁾	2.5	0.7	10.2	3.0	2.0	81.6
GLm ⁵⁾	2.9	0.4	9.9	2.8	1.0	83.0

¹⁾DG: Dried ginger
²⁾GSt: Ginger fermented with *Streptococcus thermophilus*
³⁾GLa: Ginger fermented with *Lactobacillus acidophilus*
⁴⁾GLp: Ginger fermented with *Lactobacillus plantarum*
⁵⁾GLm: Ginger fermented with *Leuconostoc mesenteroides*

min) 하고 여과한 상등액 10 µL를 HPLC에 주입하여 Table 2와 같은 조건에서 각각의 표준곡선을 작성하여 정량분석 하였다.

결과 및 고찰

일반성분

건생강과 발효생강의 일반성분을 측정된 결과는 Table 3과 같았으며 시료간의 성분 함량 차이는 시료의 제조에 사용한 배지의 조성 차이에 의한 것으로 예측되었다. 낙농제품 유래 유산균으로 발효한 생강의 경우는 건생강에 비해 조지방 함량은 약 18%, 조단백 함량은 약 16% 높았으며 김치유래 유산균 발효생강인 GLp, GLm의 당 함량은 각각 81.6, 83.0%로 건생강에 비해 20% 정도 많이 함유되어 있었는데 이는 배지 중 말토덱스트린에 기인한 것으로 판단된다.

관능 특성

가공식품의 소재로서 발효생강의 관능적 적합성을 보기 위해 호상의 플레인 요구르트에 발효생강을 0.5%씩 첨가한 후 색, 맛, 향미 및 전체적인 기호도 등을 무첨가구와 비교 한 결과는 Table

Table 4. Sensory evaluation scores of yoghurt containing various gingers (0.5%)

	Sample					
	Blank	Y-DG ¹⁾	Y-GSt ²⁾	Y-GLa ³⁾	Y-GLp ⁴⁾	Y-GLm ⁵⁾
Color	1.70±0.22 ^b	3.63±0.48 ^a	2.05±0.91 ^b	2.55±0.76 ^{ab}	1.89±0.93 ^b	2.75±1.02 ^{ab}
Taste	3.42±0.17 ^a	1.83±0.19 ^b	3.05±0.85 ^{ab}	2.90±0.85 ^{ab}	3.33±1.0 ^a	2.75±1.02 ^{ab}
Flavor	3.37±0.09 ^a	2.32±0.21 ^a	2.95±0.91 ^a	3.10±1.21 ^a	3.56±0.88 ^a	2.85±1.18 ^a
Overall acceptability	3.51±0.06 ^a	1.52±0.08 ^b	3.05±0.71 ^{ab}	2.95±1.19 ^{ab}	3.44±0.88 ^a	2.25±1.25 ^{ab}

^{a-b}Means in the same column not sharing a common letter are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple test
¹⁾Y-DG: Yoghurt containing dried ginger
²⁾Y-GSt: Yoghurt containing ginger fermented with *Streptococcus thermophilus*
³⁾Y-GLa: Yoghurt containing ginger fermented with *Lactobacillus acidophilus*
⁴⁾Y-GLp: Yoghurt containing ginger fermented with *Lactobacillus plantarum*
⁵⁾Y-GLm: Yoghurt containing ginger fermented with *Leuconostoc mesenteroides*

Table 5. Identification of characteristic compounds from ginger

Peak No.	Components	Mass fragments (m/z)	Abundance (×10 ⁵)	
			DG	GLp
1	Alpha-pinene	(136, 121, 105, 93, 79, 77, 67, 53, 41)	21.1	11.9
2	Camphene	(136, 121, 107, 93, 79, 67, 53, 41)	72.7	23.5
3	6-Methyl-5-hepten-2-one	(126, 108, 93, 83, 77, 69, 55)	27.8	28.9
4	Beta-myrcene	(136, 121, 107, 93, 79, 69, 53, 41)	56.4	14.8
5	α-Phellandrene	(136, 93, 77, 65)	27.2	15.3
6	1,8-Cineole	(154, 139, 125, 108, 96, 81, 71, 55, 43)	434.8	153.0
7	Linalool	(154, 136, 121, 107, 93, 80, 71, 55)	50.8	4.9
8	Borneol	(154, 139, 121, 110, 95, 81, 67, 55, 41)	61.3	25.2
9	α-Terpineol	(136, 121, 107, 93, 81, 77, 67, 59, 43)	25.1	11.7
10	2,6-Octadienal	(152, 137, 119, 109, 94, 84, 69, 53)	32.6	5.3
11	Citral	(152, 137, 123, 119, 109, 105, 94, 84, 77, 68, 57, 53, 41)	32.7	5.1
12	2-Undecanone	(170, 155, 127, 112, 85, 71, 58, 43)	14.7	9.6
13	Bornyl acetate	(196, 154, 136, 121, 108, 95, 80, 67, 55)	8.2	6.0
14	1,2,4-Metheno-1H-Indene	(204, 189, 175, 161, 147, 133, 119, 105, 94, 79, 67, 55, 41)	9.5	7.7
15	α-Copaene	(204, 161, 119, 105, 93, 77, 67, 55)	13.4	7.7
16	α-Curcumene	(202, 145, 132, 113, 105, 91, 83, 77, 69)	97.4	25.9
17	Zingiberene	(204, 161, 105, 93, 77, 69, 56)	105.0	28.8
18	β-Bisabolene	(204, 189, 161, 119, 107, 93, 79, 69, 55)	55.9	10.2
19	β-Sesquiphellandrene	(204, 161, 133, 120, 109, 93, 77, 69, 55)	99.7	11.8

¹⁾DG: Dried ginger
²⁾GLp: Ginger fermented with *Lactobacillus plantarum*

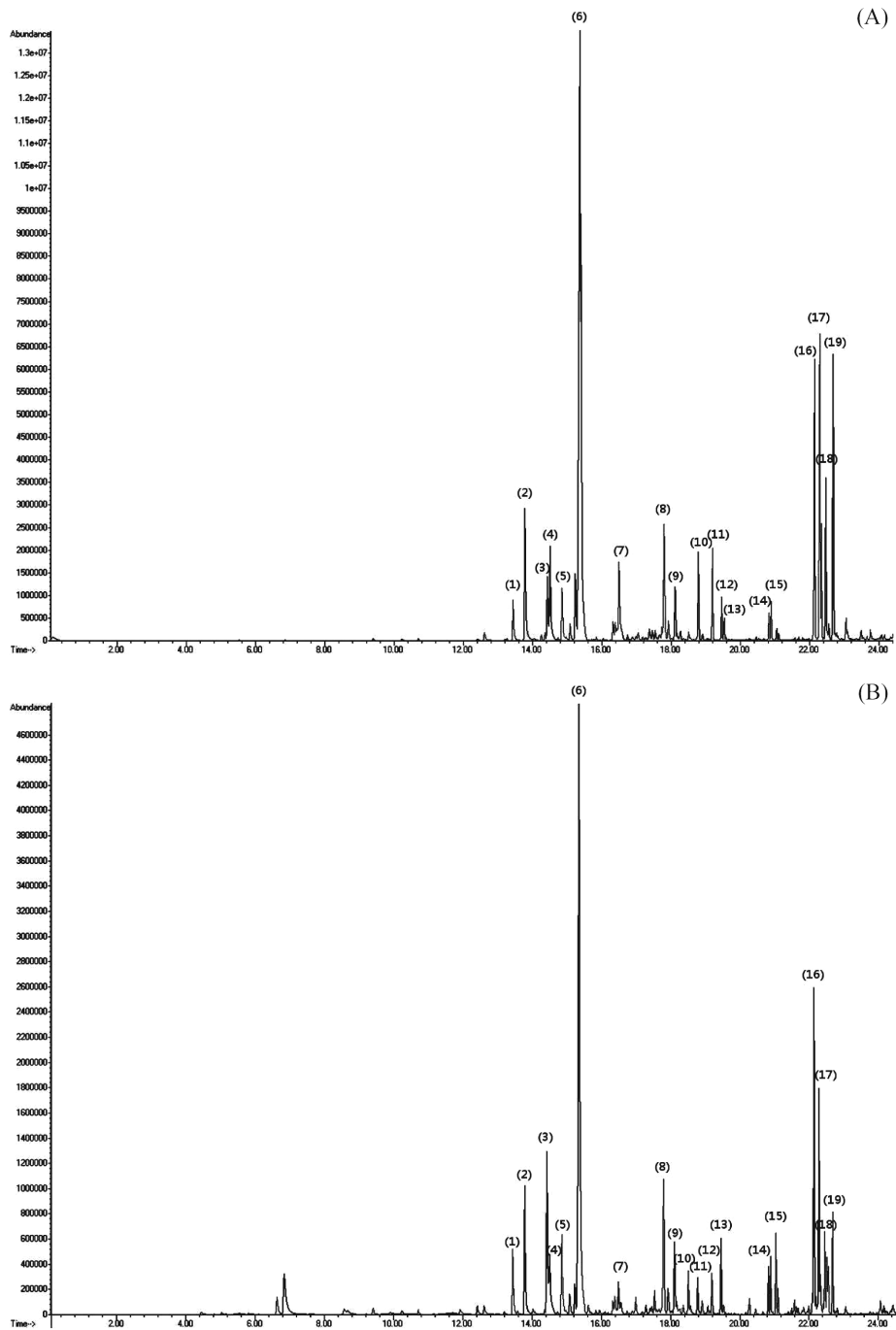


Fig. 2. Total ion chromatogram of volatile compounds from gingers and Fermented ginger. (A) DG: Dried ginger; (B) GLP: Ginger fermented with *Lactobacillus plantarum*

4와 같다. 발효생강을 요구르트에 0.5% 첨가했을 경우 GLP첨가구의 전체적인 기호도(3.44)와 맛(3.33)이 다른 발효생강 첨가구에 비하여 우수하였다. GLP첨가구의 전체적인 기호도와 맛은 무첨가구(기호도: 3.51, 맛: 3.42)와 다르지 않았으나 건생강인 DG첨가구(기호도: 1.52, 맛: 1.83)에 비하여 우수한 것으로 나타났다. 따라서 생강의 건강기능적인 특성을 활용하기 위하여 요구르트에 첨가할 때 DG 보다는 GLP를 첨가하는 것이 바람직할 것으로 예측되었다. 반면에 향미에 대한 선호도는 시료들 간에 차이가 없었으며 색은 DG 첨가구가 무첨가구나 모든 발효생강 첨가구들 보다 좋은 것으로 나타났다.

향기 성분

생강의 향기성분을 분석한 결과는 Fig. 2와 같았으며 각 성분을 동정한 결과는 Table 5와 같았다. Bednarczyk과 Karmer(24)와 등과 Macleod와 Pieris(25)는 등은 생강의 특징적인 냄새 성분으로 α -terpineol, neral, geranial, β -Sesquiphellandrene, α -curcumene, nerolidol, bornyl acetate, zingiberene, β -eudesmol, trans- β -sesquiphellandrene 등을 보고하였는데 본 연구에서는 주요 성분으로 총 19개의 피크를 확인하였다. 발효생강에서 6-shogaol이 분해되는 것으로 예측된 GLP의 분석 결과도 건생강의 결과와 전체적 패턴은 유사하였으나 상대적 양은 감소한 것으로 나타났다.

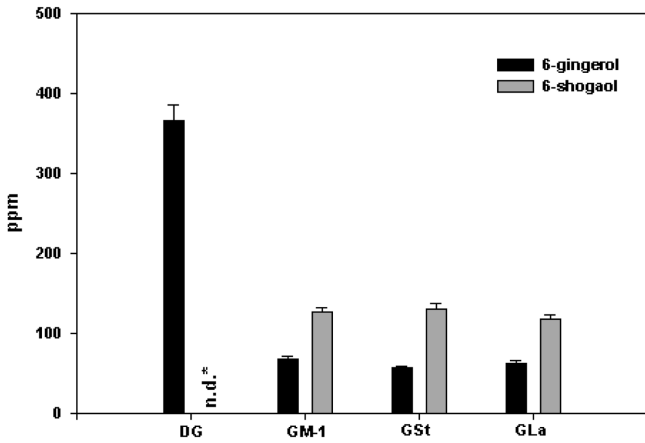


Fig. 3. Contents of 6-gingerol and 6-shogaol in DG, GM-1, GS and GLa.

* n.d. means "Not detected".

¹DG-1: Dried ginger medium-1 before sterilization

²GM-1: Ginger medium-1 after sterilization

³GS : Ginger fermented with *Streptococcus thermophilus*

⁴GLa: Ginger fermented with *Lactobacillus acidophilus*

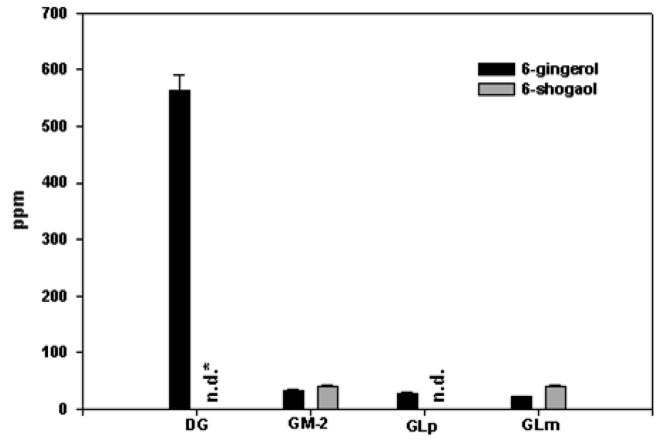


Fig. 4. Contents of 6-gingerol and 6-shogaol in DG, GM-2, GLp and GLm.

* n.d. means "Not detected".

¹DG-2: Dried ginger medium-2 before sterilization

²GM-2: Ginger medium-2 after sterilization

³GLp: Ginger fermented with *Lactobacillus plantarum*

⁴GLm: Ginger fermented with *Leuconostoc mesenteroides*

는데 1,8-cineole은 약 65%, α -curcumene과 zingiberene은 73%, β -sesquiphellandrene은 88%가 감소하였다. 다른 발효생강에서도 생강 향기성분의 감소는 유사하게 나타났는데 이는 발효생강의 제조과정 중 멸균공정에 의한 영향과 유산균 발효에 의한 것으로 예측되며 다른 이취 성분들의 생성이나 관능검사의 향미 선호도에도 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

6-gingerol과 6-shogaol의 함량 변화

건생강과 발효생강의 6-gingerol과 6-shogaol의 함량을 분석한 결과는 Fig. 3, 4와 같았는데 건생강을 추출(180 mg/5 mL)하여 366.9 ppm의 6-gingerol이 검출되었으며 6-shogaol은 검출되지 않았다. 동일량(180 mg)의 생강을 포함한 배지(GM-1)를 추출(2 g/5 mL)한 결과 6-gingerol이 67.9 ppm이 함유되어 멸균 공정에 의해서 6-gingerol이 81.5% 정도가 변환된 것으로 보여진다. GS와 GLa의 경우는 각각 57.2, 63.1 ppm으로 GM-1와 유의적 차이가 없어 건생강과의 함량 차이는 배지 제조 중 멸균공정에 의한 감소로 판단된다. 이와 관련하여 6-shogaol의 함량을 보면 건생강을 제외한 나머지 GM-1, GS, GLa의 경우 각각 127.1, 131.4, 117.9 ppm의 6-shogaol이 검출되어 감소한 gingerol이 shogaol로 전환됨을 알 수 있었다. 이는 Connell(6), Hong(9), Lee와 Ahn(26)이 등이 shogaol과 zingerone이 신선한 생강 중에는 존재하지 않으며 생강의 제조, 가공, 저장 중에 탈수와 레트로-알돌 반응에 의하여 생긴다고 한 것과 일치하는 경향을 보였다. 김치유산균 발효 생강인 GLp와 GLm 및 생강배지(GM-2)를 추출(2 g/5 mL)하여 분석한 결과는 Fig. 4와 같았는데 건생강을 추출(0.27 g/5 mL)하여 562.6 ppm의 6-gingerol이 검출되었으며 6-shogaol은 검출되지 않았다. 생강배지인 GM-2에서는 6-gingerol이 32.6 ppm이 검출되어 멸균에 의해서 6-gingerol이 94.2% 정도가 변환된 것으로 보여진다. GLp와 GLm의 경우 6-gingerol의 경우를 보면 각각 28.8, 22.3 ppm 농도로 GM-2와 유의적 차이가 없었는데 이는 멸균공정에 의한 성분변화(27)로 판단된다. 건생강을 제외한 경우 6-shogaol이 검출된 반면에 GLp에서는 건생강과 같이 검출되지 않았다(Fig. 4). 이는 GLp 생강발효 중 6-shogaol이 분해되는 것으로 예측되었으며 GM-2와 GLm의 경우는 6-shogaol이 약 40 ppm

정도 검출되었다.

요 약

생강은 다양한 생리활성이 보고되고 있으나 자극적인 향미로 인하여 건강식품 소재로의 사용에는 제약을 받아왔다. 본 연구에서는 낙농제품 및 김치 유래 유산균으로 발효생강을 제조하고 요쿠르트에 첨가하여 관능적 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 건생강의 첨가는 플레인 요쿠르트의 맛과 전체적 선호도를 저하시켰으며, GS, GLa, GLm(발효 생강)의 첨가도 저하시키는 경향을 나타낸 반면에 GLp 첨가구는 저하되지 않았다. 또한 모든 발효생강은 제조과정 중 생강의 특징적 향기성분이 감소하여 이들을 첨가한 요쿠르트의 향미에는 유의적인 영향을 주지 않았으므로 GLp 첨가는 건생강을 대신한 건강식품 소재로서 사용될 수 있을 것으로 기대된다. 한편 생강의 생리활성 성분의 하나인 6-gingerol은 모든 발효생강에서는 발효 전에 비하여 감소하고 6-shogaol은 증가하였으나, GLp 발효생강에서는 6-shogaol이 거의 검출되지 않은 점이 특이하였다.

문 헌

1. Lee YN. Flora of Korea. Kyohaksa, Seoul, Korea. pp. 1107-1109 (1996)
2. Lee CB. Illustrated Flora of Korea. Hyangmoon Publish Co., Seoul, Korea. p. 231 (1979)
3. Kim JS, Koh MS, Kim MK, Hong JS. Volatile flavor components of Korean ginger. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 141-149 (1991)
4. Shin DH. Survey on consumer concept and acceptability of convenient ginger product. Korea J. Diet. Culture 9: 323-327 (1994)
5. Connell DW, Sutherland MD. A re-examination of gingerol, shogaol, and zingerone the pungent principle of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). Aust. J. Chem. 22: 1033-1043 (1969)
6. Connell DW. The chemistry of the essential oil and oleoresin of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). Flavour Ind. 1: 677-693 (1970)
7. Lee BS, Ko MS, Kim HJ, Kwak IS, Kim DH, Chung BW. Separation of 6-gingerol from ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and

- antioxidative activity. Korean J. Biotechnol. Bioeng. 21: 484-488 (2006)
8. Lee IK, Ahn SY. The antioxidant activity of gingerol. Korean J. Food Sci. Technol. 17: 55-59 (1985)
 9. Hong JH. Studies on the antioxidant activity of natural spices. MS thesis. Korea University, Seoul, Korea (1989)
 10. Fujio H, Hiyoshi A, Asari T, Suminoe K. Studies on the preventive method of lipid oxidation in freeze dried foods. Nippon Shokuhin Kogyo Gakka. 16: 241-246 (1969)
 11. Kim EJ, Ahn MS. Antioxidative effect of ginger extracts. Korean J. Food Soc. Food Sci. 9: 37-42 (1993)
 12. Srivastava KC. Effect of onion and ginger consumption on platelet thromboxane production in humans. Prostag. Leukot. Ess. 35: 183-185 (1989)
 13. Ryu HS, Kim J, Park SC, Kim HS. Enhancing effect of *Zingiber officinale* Roscoe extracts on mouse spleen and macrophage cells activation. Korean J. Nut. 37: 780-785 (2004)
 14. Park KY, Lee SJ, Lee KI, Rhee SH. The antitumor effect in sarcoma-180 tumor cell of mice administered with Japanese apricot, garlic, or ginger *doenjang*. Korean J. Food Cookery Sci. 21: 599-606 (2005)
 15. Van HT, Colin CD. Effective anti-platelet and COX-1 enzyme inhibitors from pungent constituents of ginger. Thromb. Res. 111: 259-265 (2003)
 16. Kim JJ, Ahn SI, Lee JS, Yun SM, Lee MY, Youn HS. Suppression of the expression of cyclooxygenase-2 induced by toll-like receptor 2, 3, and 4 agonists by 6-shogaol. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 332-336 (2008)
 17. Cho JR, Kim JH, In MJ. Effect of garlic powder on preparation and quality characteristics of yogurt. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 50: 48-52 (2007)
 18. AOAC. Official methods of Analysis of the Association of Analytical Chemical. 15th ed. Method 970.64. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1990)
 19. Sung YM, Cho JR, Oh NS, Kim DC, In MJ. Preparation and quality characteristics of curd yogurt added with chlorella. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 48: 60-74 (2005)
 20. Cho EJ, Nam ES, Park SI. Effect of chlorella extract on quality characteristics of yoghurt. Korean J. Food Nutr. 17: 1-7 (2004)
 21. SAS: SAS/STAT Guide for Personal Computer. version 6th ed. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. p. 60 (1987)
 22. Moon TW, Choi JB, Chung HY, Kong UY. Analysis of volatile components of a chicken model food system in retortable pouches. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 772-778 (1996)
 23. Jo KS. Analysis of gingerol compounds of raw ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and its paste by HPLC-mass spectrometry (LC/MS). J. Korea Soc. Food Sci. Nutr. 29: 747-751 (2000)
 24. Bednarczyk A, Kramer A. Identification and evaluation on the flavor significant components of ginger essential oil. Chem. Sens. Flav. 1: 377-386 (1975)
 25. Macleod AJ, Pieris NW. Volatile aroma constituents of Sri Lankan ginger. Phytochemistry 23: 353-359 (1984)
 26. Lee IK, Ahn SY. The antioxidant activity of gingerol. Korean J. Food Sci. Technol. 17: 55-59 (1985)
 27. Connell DW. The pungent principles of ginger and their importance in certain ginger products. Food Technol. Aust. 21: 570-571; 573-575 (1969)