

재래 흑돼지육의 진공포장 숙성중 지방산 조성과 SPME-GC/MS에 의한 향기성분 분석

강선문 · 김용선¹ · 이성기*

강원대학교 축산식품과학과, ¹강원대학교 동물자원공동연구소

서 론

Cameron 등⁽³⁾은 돼지의 *longissimus dorsi*의 지방산 조성중 포화지방산과 단가불포화지방산이 돈육의 풍미를 향상시키고 다가불포화지방산은 풍미에 악영향을 미친다고 보고하였다. 식품의 향기 성분을 분석하고자 이전부터 다공성의 중합 흡착제를 이용하여 headspace 농도를 측정하는 기술이 향기 성분의 분석에 폭넓게 사용되어왔다⁽⁸⁾. 하지만 최근에 solid-phase microextraction(SPME)라 불리는 새로운 흡착 기술이 Pawliszyn 등에 의해 개발되어⁽²⁾, 현재 상업적으로 매우 유용하게 이용되고 있다. 따라서 본 연구는 재래흑돼지육의 진공포장 숙성중 지방산 조성과 SPME-GC/MS에 의한 향기성분을 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

Table 1. Analysis method of fatty acid composition using GC

Instrumentation	
Chromatographic system	Agilent 6890N (Agilent technologies, USA)
Automatic sampler	Agilent 7683
Experimetal conditions GC	
Column	HP-Innowax (30 m×0.32 mm id×0.25µm film, Agilent Technologies, USA)
Injector	Split 1:10, 1 µL, 220°C
Carrier	Helium at 1 mL/min
Oven temperature	40°C for 5 min 40~230°C at 4°C/min 230°C for 5 min
Detector	FID, 275°C

Table 2. Analysis method of the volatile compounds using SPME-GC/MS

Sampling	
Equilibration	Incubated at 40°C for 15 min
Extraction, absorption	Incubated at 40°C for 30 min
Solid-phase micro-extraction (SPME) fiber	65 µm PDMS/DVB
Experimental conditions GC	
GC instrument	8000 top series (CE instrument, USA)
Column	Supelcowax 10 (30 m×0.32 mm id×0.25 µm film, Supelco, USA)
Desorption	In inlet port for 2 min at 260°C
Split mode/carrier	Splitless/Helium at 1.5 mL/min
Oven temperature	40°C for 5 min 40~230°C at 4°C/min 230°C for 5 min
Experimental conditions MS	
MS instrument	Autospec 365 series (Micromass, UK)
Transfer line temperature	250°C
Ion source/voltage	EI/70 eV
Scan range	29~500 m/z

생시체중이 평균 64.7 kg인 재래흑돼지 3두와 평균 114.7 kg인 개량종 돼지 3두를 도축하고 2°C 암실에서 24시간 동안 예냉한 다음 발골하였다. 본 실험에는 등심(*M. longissimus*) 부위를 이용하였으며, 3 cm 두께로 절단하고 폴리에틸렌 포장지에 진공포장하여 1°C 암실에서 12일 동안 숙성하면서 실험하였다. 실험방법으로 지방산은 Folch 등⁽⁴⁾의 방법에 의해 고기로부터 지질을 추출하고 AOAC⁽¹⁾ 방법에 따라 fatty acid methyl ester화시킨 다음 GC에 의해 분석하였으며, 조건은 Table 1과 같다. 숙성중 향기분석은 시료 2 g을 50 mL glass vial에 넣고 PTFE septa로 capping한 다음 SPME-GC/MS에 분석하였으며, 조건은 Table 2와 같다. 또한 각각의 향기성분들은 NIST/NISTREP/ WILEY 6 libraries에 의한 MS 데이터와 retention time standard(n-alkanes, Sigma, USA), 인터넷 문헌⁽⁵⁾에 의한 kovats index를 이용하여 정성하였다. 지방산의 실험결과에 대한 통계처리는 SAS program⁽⁷⁾의 ANOVA procedure에 따라 처리되었으며, 각 처리구간에 유의성 검증을 위해 분산분석을 실시한 후 Duncan's multiple range test로 유의적 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

진공포장 숙성중 재래흑돼지육과 개량종 돼지육의 지방산 조성은 Table 3과 같다. C14:0

Table 3. Comparison of the fatty acid composition of the Korean native black pork and modern genotype pork

Items	Treatments	
	KNP ¹⁾	MGP ²⁾
C14:0 (Myristic acid)	1.32 ^b	1.61 ^a
C16:0 (Palmitic acid)	24.52	25.96
C16:1n7 (Palmitoleic acid)	3.10 ^b	3.49 ^a
C18:0 (Stearic acid)	16.68	14.09
C18 1n9 (Oleic acid)	41.78	43.92
C18:1n7 (<i>trans</i> -Vaccenic acid)	1.11 ^a	0.68 ^b
C18:2n6 (Linoleic acid)	8.75	7.79
C18:3n6 (γ -linolenic acid)	0.07	0.07
C18:3n3 (Linolemic acid)	0.29	0.41
C20:1n9 (<i>cis</i> -11-Eicosenoic acid)	0.75	0.80
C20:4n6 (Arachidonic acid)	1.19	0.81
C20:5n3 (<i>cis</i> -5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid)	0.14	0.18
C22:4n6 (<i>cis</i> -7,10,13,16-Docosatetraenoic acid)	0.23 ^a	0.14 ^b
C22:5n3 (<i>cis</i> -7,10,13,16,19-Docosapentaenoic acid)	0.12	0.13
C22:6n3 (<i>cis</i> -4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic acid)	0.36	0.27
SFA ³⁾	18.00	15.71
UFA ⁴⁾	57.52	58.42
MUFA ⁵⁾	46.74	48.89
PUFA ⁶⁾	11.14	9.80
UFA/SFA	3.41	3.77
MUFA/SFA	2.74	3.15
PUFA/SFA	0.69	0.63
n6	10.37	8.94
n3	0.90	0.99
n6/n3	11.37	9.07
PI ⁷⁾	20.71	17.79

^{a-b} Means in same row with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾ Korean native black pork. ²⁾ Modern genotype pork. ³⁾ Saturated fatty acid, ⁴⁾ Unsaturated fatty acid. ⁵⁾ Monounsaturated fatty acid. ⁶⁾ Polyunsaturated fatty acid.

⁷⁾ Peroxidability index: (% monoenoic \times 0.025) + (% dienoic \times 1) + (% trienoic \times 2) + (% tetraenoic \times 4) + (% pentaenoic \times 6) + (% hexaenoic \times 8).

(myristic acid), C16:1n7 (palmitoleic acid)는 재래흑돼지육이 개량종 돼지육보다 유의적으로 낮게 나타났으며 ($p < 0.05$), C18:1n7 (*trans*-vaccenic acid), C22:4n6 (*cis*-7,10,13,16-docosatetraenoic acid)는 재래흑돼지육이 유의적으로 높게 나타났다 ($p < 0.05$). Table 4는 진공포장 숙성종 재래흑돼지육과 개량종 돼지육의 향기 성분을 SPME-GC/MS에 의해 분석한 결과를 나타낸 것으로 숙성중 검출된 향기 성분들은 Table 4에서와 같이 각각 특유의 관능적 특성을 가지고 있으며, 특히 limonene, acetoin, 2-ethyl hexanoic acid, 2,3-butanediol, butanoic acid,

Table 4. Comparison of the volatile compounds of the vaccum-packaged Korean native black pork and modern genotype pork during aging

Compounds	Sensory characterization ³⁾	ID ⁴⁾	Day 0		Day 6		Day 12	
			KP ¹⁾	MP ²⁾	KP	MP	KP	MP
<i>m</i> -Xylene	Plastic	MS/KI	D	D	D	D	D	D
Limonene	Lemon, orange	MS/KI	D	D	-	-	-	-
3-Methyl-1-butanol	Whisky, malt, burnt	MS/KI	-	-	-	D	D	D
Acetoin	Butter, cream	MS/KI	-	-	D	D	D	D
2-Decanone	-	MS	D	-	D	D	D	D
2-Ethyl hexanol	Rose, green	MS/KI	D	-	D	D	-	-
1-Octanol	Chemical, metal, burnt	MS/KI	D	D	D	-	-	D
2,3-Butanediol	Fruit, onion	MS/KI	-	-	-	-	D	-
Benzaldehyde	-	MS	-	-	-	-	D	-
4-Methyl-4-vinylbutyrolactone	-	MS	-	D	-	-	-	-
Butanoic acid (butyric acid)	Rancid, cheese	MS	-	-	D	-	D	-
3-Cyclohexenyl-benzene	-	MS	D	D	-	-	-	-
2-Methylpropanoic acid	-	MS	D	D	D	-	-	-
Hexanoic acid	Fatty, sweat, cheese,	MS/KI	D	-	D	D	D	-
Tetramethyl thiourea	-	MS	D	D	-	-	-	-
Benzeneethanol	Strong	MS/KI	-	-	-	-	D	-

Table 4. Continued

Compounds	Sensory characterization ³⁾	ID ⁴⁾	Day 0		Day 6		Day 12	
			KP ¹⁾	MP ²⁾	KP	MP	KP	MP
Benzothiazole	Gasoline, rubber	MS/KI	D	D	-	-	-	-
4-Methyl phenol (<i>p</i> -cresol)	Medicine, phenol, smoke	MS/KI	-	-	D	D	-	-
2-Hexadecanol	-	MS	-	-	-	-	D	-
2,4-di- <i>tert</i> - butyl phenol	-	MS	-	-	-	D	-	-
3,6-Dianhydro- α -D-glucopyranose	-	MS	-	-	-	D	-	-

¹⁻²⁾ The same as in Table 3, ³⁾ Cited from Sánchez-Peña, et al.⁶⁾ and internet literature⁽¹⁾, ⁴⁾ MS: Mass spectrum tentatively identified using NIST/NISTREP/WILEY 6 libraries, KI: Kovats index in agreement with retention time standard (*n*-alkanes, Sigma, USA) and internet literature⁽⁴⁾, ⁵⁾ D: Detected.

hexanoic acid는 이미 잘 알려져 있는 풍미물질들이다. 숙성기간 동안 향기 성분들의 변화를 살펴보면, *m*-xylene은 숙성기간 동안 모든 처리구에서 검출되었고, acetoin은 숙성 6일부터 모든 처리구에서 검출되었으며, 2-decanone의 경우 숙성 0일에는 재래흑돼지육에서만 검출되었으나 숙성 6일부터 모든 처리구에서 검출되었다. 2-Ethyl hexanol은 0일에는 재래흑돼지육에서, 6일에는 모든 처리구에서 검출되었다. 2,3-butanediol, benzenacetaldehyde, benzeneethanol, 2-hexadecanol은 12일에 재래흑돼지육에서 검출되었으며, butanoic acid의 경우 6일부터 재래흑돼지육에서 검출되었다. Hexanoic acid의 경우 0일에 재래흑돼지육에서 검출되었고 6일에는 모든 처리구에서 검출되었으나 12일에는 재래흑돼지육에서만 검출되었다. 4-Methyl-4-vinylbutyrolactone, 2,4-di-*tert*-butyl phenol, 3,6-dianhydro- α -D-glucopyranose는 0, 6일에 개량종 돼지육에서만 검출되었다. 3-cyclohexen-1-yl-benzene, tetramethyl thiourea, benzothiazole, *p*-cresol은 숙성 0, 6일에 모든 처리구에서 검출되었다.

요 약

본 연구는 재래흑돼지육의 진공포장 숙성중 지방산 조성과 SPME-GC/MS에 의한 향기성분을 구명하고자 실시하였다. 지방산 조성으로 C14:0, C16:1n7은 재래흑돼지육이 개량종 돼지육보다 낮았으며($p < 0.05$), C18:1n7, C22:4n6는 재래흑돼지육이 높았다($p < 0.05$). 숙성기간 동안 향기성분은 숙성 0일에 2-decanone, 2-ethyl hexanol, hexanoic acid가 재래흑돼지육에서만 검출되었으며, 숙성 6, 12일에는 butanoic acid, 2,3-butanediol, benzenacetaldehyde, benzeneethanol, 2-hexadecanol, hexanoic acid가 재래흑돼지육에서만 검출되었다.

참고문헌

1. AOAC. (1990) Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC., USA.
2. Arthur, C. L. et al. (1990) *Anal. Chem.* 62: 2145–2148.
3. Cameron, N. D. et al. (1991) *Meat Sci.* 29: 295–307.
4. Folch, J. et al. (1957) *J. Biol. Chem.* 226, 497–509.
5. [http //flavornet.org/flavornet.html](http://flavornet.org/flavornet.html)
6. Sánchez-Peña, C. M. et al. (2005) *Meat Sci.* 69: 635–645.
7. SAS. (1999) SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
8. Teranishi, R. et al. (1993) American Chemical Society, Washington, DC., USA.