

레토르트 파우치 계육 모형식품의 휘발성분 분석

최준봉 · 정하열 · 공운영 · 문태화*

제일제당 식품연구소, *서울대학교 식품공학과

Analysis of Volatile Components of a Chicken Model Food System in Retortable Pouches

Jun-Bong Choi, Ha-Yull Chung, Un-Young Kong and Tae Wha Moon*

Foods R & D Center, Cheiljedang

*Department of Food Science and Technology, Seoul National University

Abstract

In order to investigate changes of flavor during food sterilization in retortable pouches, a model food system consisting of 50% chicken breast meat, 1% salt and 49% chicken stock was analyzed before and after retorting using GC and GC-MS. In the analysis of the volatile components collected by the nitrogen purge and trap technique before and after retorting, a total of 53 peaks were observed on chromatograms and 42 peaks were identified. Among the 42 peaks identified were 17 caused by aldehydes, 9 by hydrocarbons, 8 by alcohols, 6 by ketones, 1 by furan and 1 by terpene. Analysis of the data obtained from our model food system strongly suggested that the compounds responsible for retort flavor are 2-heptanone, 2-pentyl furan and various ketones.

Key words: retort sterilization, gas chromatography, retort flavor, volatile component, retortable pouch

서 론

레토르트 식품이라 하면 주로 레토르트 파우치(retort pouch) 제품을 지칭하는 것으로 살균시간 단축으로 품질저하를 최소화할 수 있고 상온에서도 장기간 안전하고 조리가 간단하며 휴대가 쉬운 등 여러가지 장점을 지니고 있어 현재 널리 소비되고 있다^(1,2).

그러나, 레토르트 가공공정은 식품의 향에 총체적으로 영향을 끼쳐 좋지 못한 향이 발생하는데, 레토르트 식품에서 이취가 생성되는 이유는 미생물의 사멸을 위해 일반적인 조리방법에 비하여 훨씬 심하게 열을 가함으로써 식품성분이 변하여 바람직하지 않은 휘발성 성분들이 발생하며, 이 성분들은 밀봉된 포장 내에서 제품 중에 그대로 남게 되기 때문이다⁽³⁾. 육류 통조림에서 off-flavor를 처음으로 논했던 Luh 등⁽⁴⁾은 retorted canning 공정과 aseptic canning 공정으로 각각 제조한 제품의 품질을 비교하여 레토르트 처리한 육류 통조림은 aseptic can에서 보다 3배 이상에 달하는

hydrogen sulfide를 함유하고 있으며, hydrogen sulfide는 본래 고기에 있는 화합물이나 열처리를 심하게 받을수록 증가한다고 밝혀 이것이 전형적인 육류 통조림의 냄새라고 판단하였다. Brennan과 Bernhard⁽⁵⁾는 122°C에서 90분간 가열 살균한 쇠고기 통조림의 headspace에서 hydrogen sulfide, methanethiol, ethanethiol, propanethiol과 butanethiol을 분리, 동정하였는데, 그 중에서도 조리된 쇠고기에는 나타나지 않는 propane-thiol과 butanethiol을 전형적인 off-flavor(레토르트취)라고 제안하였다. 레토르트 처리한 고기의 향에 대하여 전반적으로 광범위하게 연구한 연구자는 Persson과 von Sydow^(5,8,9)이었다. 이들은 쇠고기 통조림에서 headspace sampling 방법으로 95개의 휘발성 성분들을 분리하여 황 함유 화합물 21종, aldehyde 12종, ketone 16종, alcohol 8종과 furan 11종 등을 동정하였는데, 이 화합물들 중 ethylene sulfide, propylene sulfide, 2-methyl furan과 몇몇 thiophene유도체를 제외한 나머지는 이전에 조리된 쇠고기에서 동정되었던 화합물들이었으며, 황 함유 화합물 특히, hydrogen sulfide와 methyl mercaptan이 살균시간이 길어질수록 급격히 증가하였다. 한편, 국내에서는 구 등⁽¹⁰⁾이 레토르트 파우

Corresponding author: Jun-Bong Choi, Foods R & D Center, Cheiljedang Co., 635 Guro-dong, Guro-ku, Seoul 152-050, Korea

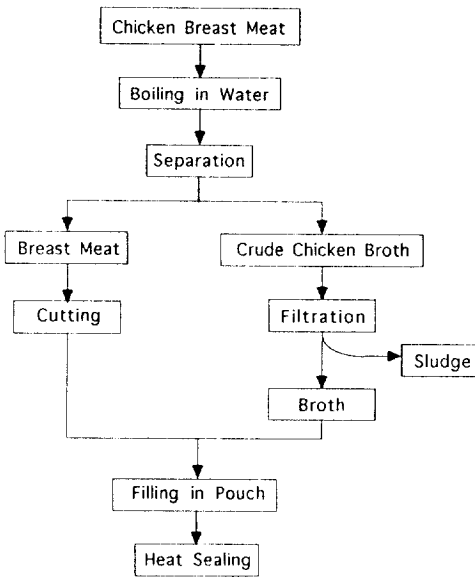


Fig. 1. Preparation procedure of chicken breast pouch sample for sterilization

치 카레의 전열특성을 연구하면서 카레 제품을 120°C에서 30분간 살균하고 살균 이후의 향기성분을 비교하여 살균 후에 저비점 화합물과 중비점 화합물은 감소한 반면 고비점 화합물은 증가하는 경향을 보고하였다.

본 연구에서는 닭고기 가슴살만으로 만든 모형식품을 구성하고 가열 살균에 따른 휘발성 향기성분을 실제 레토르트 식품을 소비할 때와 유사한 조건에서 포집한 후 GC 및 GC-MS로 분리, 동정함으로써 살균시 문제되는 레토르트취에 관여하는 화합물을 분석하고자 하였다.

재료 및 방법

모형식품의 제조

닭고기 가슴살을 구입하여 -18°C에서 보관하였다가 시료를 제조할 때는 닭고기를 해동한 후 지방과 결합 조직이 되도록 적게 남도록 처리하고 Fig. 1과 같은 방법으로 닭고기 파우치 시료를 제조하였다. 삶은 닭고기는 가정용 후드믹서를 사용하여 갈았으며, 육수는 고운 체(100 mesh)로 다시 한번 여과한 후 소금(한주 소금)을 넣어 2% (w/w)용액으로 만들었다. 처리한 닭고기와 육수를 50 g씩 알루미늄 파우치(13 cm×18 cm, 외층 polyethylene terephthalates 12 μm/aluminum foil 9 μm/casted polypropylene 70 μm 내층)에 충전하

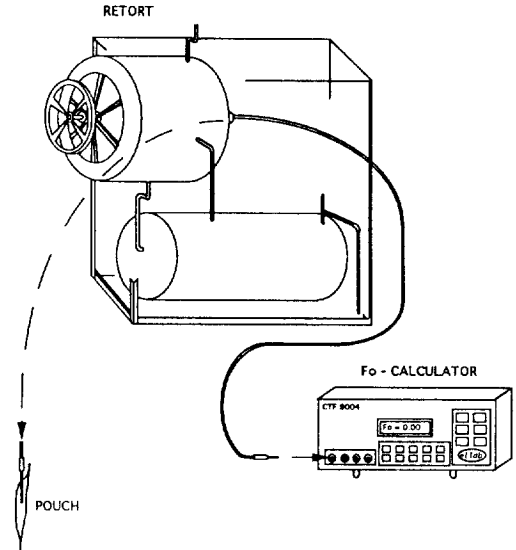


Fig. 2. Schematic diagram of retortable pouch sterilization system

고 열봉합기를 사용하여 파우치를 열밀봉하였다.

모형식품의 가열 살균

제조된 파우치 시료를 열수식 retort (Pilot-Rotor 900, Stock, 독일)를 이용하여 가열살균하였으며, 온도변화와 균 사멸정도의 변화는 시료 속에 센서를 고정시키고 이것을 Fo-calculator(CTF 9004, Ellab, 덴마크)에 연결하여 측정하였는데, 그 개요를 도시하면 Fig. 2와 같다. 대조 시료는 Fig. 1과 같은 방법으로 제조하여 즉시 -18°C 냉동고에 넣어 분석 전까지 보관하였으며, 가열살균 시료는 살균치(Fo-value) 15가 되게 열처리하여 냉동고에 보관하면서 분석시료로 사용하였다.

GC 분석

냉동 보관된 시료들을 꺼내어 25°C 수도물에 담가 해동한 후 파우치를 뜯고 가아제에 내용물을 부어 압착 여과하여 그 여액을 휘발성분 분석에 사용하였다.

시료의 휘발성분은 Dynamic Thermal Stripper (Dynatherm Co., USA) 장치를 사용하여 NPT (nitrogen purge and trap) 방법으로 포집하였다. 분석시료 5 g을 20 ml strip vial에 넣고 60°C에서 10분간 예열한 후 대류를 통하여 질소를 220 ml/min의 속도로 시료 속으로 흘려 보냈다. 시료로부터 빠져 나온 휘발성분을 200 mg의 Tenax-TA (Alltech Co.)로 채워진 유리튜브 (15 cm×4 mm I.D., Supelco Co.)로 60°C에서

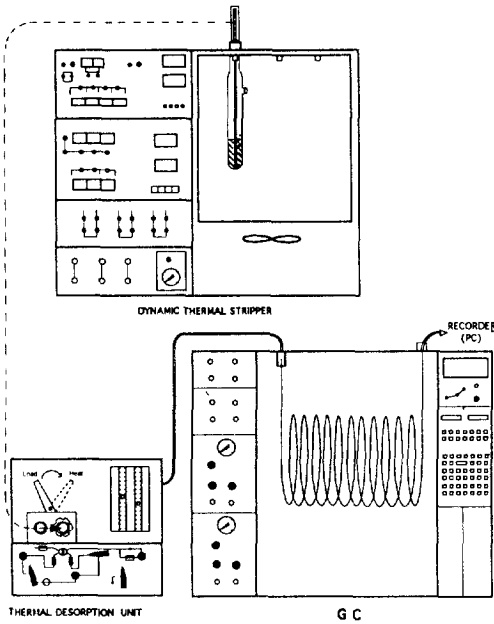


Fig. 3. Schematic diagram of analytical instrument system for food volatiles

Table 1. Operating conditions of GC in analysis of volatiles from a chicken model food system

Instrument	Hewlett Packard 5890 with a FID
Column	SE-54 fused silica capillary column (60 m × 0.32 mm I.D., 0.25 μm film thickness)
Detector temp.	265°C
Injector temp.	220°C
Flow rate	Helium 5 ml/min Hydrogen 30 ml/min Air 270 ml/min
Column temp.	programmed from 35°C to 250°C, 8°C/min initially hold up for 2 min at 35°C finally hold up for 5 min at 250°C

3분간 통과시켜 포집하였고, 포집후 Tenax 튜브의 수증기를 제거하기 위해 튜브를 70°C로 2분간 가열하였다. Tenax 튜브는 Thermal Desorption Unit (Dyna-therm Co.)에 위치시켜 포집되었던 휘발성분을 250°C에서 탈착하여 20 ml/min 속도의 helium 가스와 함께 200°C로 미리 가열된 stainless steel 선을 통하여 GC에 직접 주입하여 분석하였다. 이상의 분석 시스템을 간략히 도시하면 Fig. 3과 같으며, GC의 분석조건은 Table 1과 같았다. GC 분석은 가열살균, 대조 시료 각각 30개씩을 시료당 2회 반복하여 시행하였으며, 정량 분석을 위해 내부 표준물(internal standard)로 2-decanone 2 mg을 isoctane 25 ml에 녹여 그 중 5 μl를 취하여 사용하였고, 내부표준물의 면적에 대한 각

Table 2. Operating conditions of GC-MS in analysis of volatiles from a chicken model food system

Instrument	GC: Fisons GC 8000 MS: VG Platform II
Column	SE-54 fused silica capillary column (60 m × 0.32 mm I.D., 0.32 μm film thickness)
Column temp.	35°C → 250°C
Injector temp.	250°C
Transfer temp.	250°C
Split ratio	1 : 25
Ionizing potential energy	70 eV
Ionization model	EI ⁺
Carrier gas	He

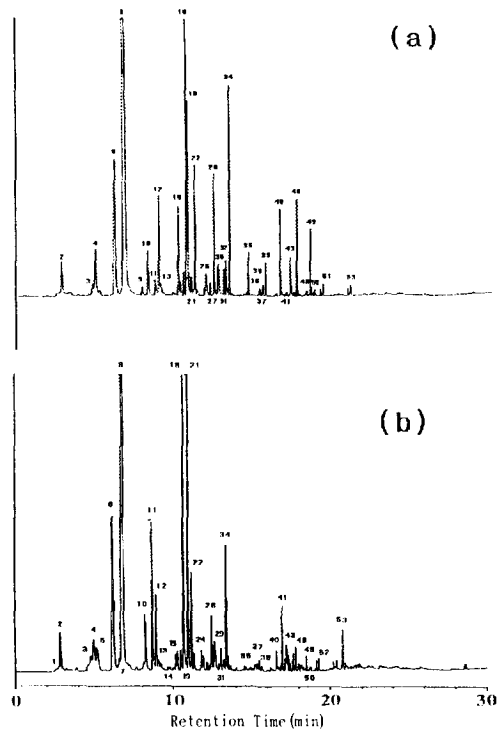


Fig. 4. Gas chromatograms of volatiles from a chicken model food system (a) unsterilized (b) sterilized (Fo=15)

GC peak 면적의 비율로 계산하였다.

GC-MS 분석

모형식품의 휘발성분 동정은 GC-MS로 하였다. 먼저 GC 분석때와 같은 방법으로 모형식품에서 휘발성분을 포집한 후 GC에 주입하고 GC와 연결된 MS로 각 peak의 물질을 동정하였는데, 이 때 분석조건은 Table 2와 같았다.

결과 및 고찰

모형식품의 설정

본 연구에서는 레토르트취가 가장 문제시되는 육류로 구성된 모형식품을 설정하였는데, 모형식품은 같은 가열살균처리 조건에서는 일관성 있는 실험결과를 재현할 수 있도록 균질화하였으며, 살균조건 이외의 요인에 의해 생길 수 있는 실험결과와의 오차 가능성이 거의 없도록 설정하였다. 즉, 육류 자체의 향기성분은 고기의 종류에 따라 달라지는 것은 물론이고 같은 고기에서도 부위, 사육조건, 사료, 성별, 연령 및 도살조건 등 여러 요인에 따라서 달라질 수 있으므로 이러한 요인들을 모형식품의 설정시 고려하여 원료육으로서 특성이 거의 같은 닭고기의 가슴살 만을 사용하여 모형식품을 구성하였다.

가열살균에 따른 모형식품의 GC profile

열처리하지 않은 모형식품과 살균치 15로 가열살균한 모형식품의 휘발성분을 GC로 분석한 결과는 Fig. 4와 같았다. 그림에서 볼 수 있듯이 살균에 의해 11번, 21번 peak가 매우 커졌으며 15번, 19번, 28번, 40번, 49번 peak들이 많이 작아지는 등 가열살균에 따라 휘발성분의 뚜렷한 차이를 나타내었다.

전체적으로 보아서 가열살균한 (b)시료가 살균하지 않은 (a)시료보다 각 성분 peak의 높이는 낮았으나, (a)시료의 GC profile에서는 찾아 볼 수 없는 새로운 peak가 생겨 휘발성분의 peak수는 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 가열 살균시 모형식품이 고온고압에 노출됨에 따라 모형식품이 원래 가지고 있던 휘발성분들이 소실되고 모형식품의 성분들이 열분해되면서 각종 반응을 일으켜 많은 수의 휘발성분이 생성되는데 기인한다고 추정된다. 특히, 가열살균 후 모형식품에는 늘 같은 휘발성분이 발견되는 것은 아니나, 많은 수의 작은 고비점 휘발성분 peak들이 관찰되었다. 이는 구 등⁽¹⁰⁾이 레토르트 파우치 카레의 휘발성분을 분석한 결과 가열살균 후에는 저비점 및 중비점 화합물은 감소하나 고비점 화합물은 증가하였다고 보고한 것과 일치하였다.

GC profile peak의 정성 및 정량분석

가열살균에 따른 휘발성분은 GC-MS로 동정하였고, 각 화합물의 변화 정도는 2-decanone(머무는 시간: 15.28 min)을 내부 표준물로 하여 내부 표준물의 peak 면적에 대한 각 peak 면적의 비율로써 측정하였는데, 그 결과는 다음 Table 3과 같았다.

GC분석에 있어서 향기 성분의 포집방법으로 시료를 가열한 후 NPT방법을 사용하였는데, 우리가 식품을 먹을 때의 온도를 고려하고 예비실험에서 향이 어느 정도 발생하는 것이 확인된 온도인 60°C에서 3분간 향을 포집하였다. 이 방법은 우리가 직접 식품을 먹을 때 느끼는 것과 거의 같은 향을 분석할 수 있는 장점을 지니고 있으나, 용매 추출방법에 비교하면 검출되는 화합물의 숫자 및 그 농도가 약하다는 단점을 지니고 있다. 본 실험에서도 위의 방법으로 향 포집을 했을 때 GC profile에서 각 peak가 작아 GC-MS를 사용하여 휘발성분을 동정하는 것이 상당히 어려웠다. 그 결과 Table 3에서 볼 수 있듯이 53개 peak가 검출되었고 그 중 42개 peak만이 동정되었는데, 여기에는 aldehyde류 17종, hydrocarbon류 9종, alcohol류 8종, ketone류 6종 및 furan과 terpene이 각각 1개 화합물씩 있는 것으로 나타났다. 동정된 42개 화합물 중에서 hexanal, 2-heptanone, heptanal, 2-heptenal, 1-octen-3-ol, 3-octanone, octanal, limonene, undecane, 2-decanone 및 nonadienal은 이전에 Nonaka 등⁽¹¹⁾과 Wilson 등⁽¹²⁾에 의해 닭고기의 휘발성분으로 동정된 바 있는 화합물들이며, 2-hexanone, hexanal, 2-heptanone, heptanal, benzaldehyde, 1-octen-3-ol, 3-octanone, 2-pentyl-furan, nonanal 및 2-decanone은 Persson 등⁽⁶⁾에 의해 쇠고기통조림의 head-space로부터 동정된 화합물들이었다.

일반적으로 식품의 구성성분들은 가열처리를 받으면 물리적, 화학적으로 변화가 일어나 flavor가 달라지게 되는데, 가열처리 조건에 따라 그 flavor 양상도 달라진다. 탄수화물은 300°C이상의 고온에서 열처리를 받으면 furan, alcohol, hydrocarbon 등을 생성하나⁽¹³⁾, 비교적 열에 안정하여 일반적인 가열처리로는 거의 영향을 받지 않는다⁽⁹⁾. 다만 아미노산류와 반응하면 pyrazine화합물과 갈색화 반응물을 생성한다. 단백질은 열을 받아 30°C 이상이 되면 분해가 시작되며 35-50°C에서는 고기의 근육섬유가 개열되어 imidazolium 그룹이 증가하며 이때 -SH 그룹도 증가하게 된다. 아미노산은 열분해 되면 아미노산의 종류에 따라 3-methyl-butanol, 2-methyl-propanol 등과 갈색화 반응으로 고기향으로 알려진 화합물들이 생성되며, 그 밖에 benzene, toluene, ethylbenzene, -OH 화합물 및 imidazole 유도체 등이 생성될 수 있는 것으로 알려져 있다⁽¹⁴⁾. 조리된 고기향에서는 황합유 화합물들을 빼놓을 수 없는데, 가장 대표적인 화합물인 H₂S는 보통의 동물성 단백질로부터 70~125°C의 열에 의해 온도가 높을수록 많이 생성되는 것으로 알려져 있는데, 농도가 높을 때는 유독하고 불쾌한 냄새를 내나 농도가 낮을

Table 3. Concentrations of characteristic compounds identified from unsterilized and sterilized chicken model food systemUnit : $\mu\text{g/g}$

Peak No.	Retention Time (min)	Compound	Sterilization	
			Unsterilized	Sterilized
1	2.73	Unknown	-	0.0055
2	2.87	Cyclopentanol	0.0176	0.0169
3	4.81	2-Hexanone	0.065	0.0106
4	5.00	Unknown	0.0294	0.0318
5	5.22	2-Hydroxy-2-methyl propanol	-	0.0222
6	6.22	3-Methyl-1-butanol	0.0772	0.0862
7	6.64	2-Hexanone	-	0.0041
8	6.82	Hexanal	1.3620	0.5980
9	7.94	<i>cis</i> -3-Hexenal	0.0029	-
10	8.31	6-Methyl-1-heptene	0.0188	0.0232
11	8.75	2-Heptanal	0.0053	0.0404
12	9.00	Heptanal	0.0232	0.0198
13	9.12	3-Methyl cyclopentanol	0.0043	0.0038
14	9.26	Unknown	-	0.0028
15	10.22	2-Heptenal	0.0189	0.0054
16	10.34	2,3-Dimethyl-2-hexene	0.0051	0.0053
17	10.55	Benzaldehyde	0.0053	0.0050
18	10.74	1-Octen-3-ol	0.1060	0.0916
19	10.82	2-Methyl-3-octanone	0.0486	0.082
20	10.91	3-Octanone	-	0.032
21	11.03	2-Pentyl-furan	0.0035	0.0748
22	11.25	Octanal	0.0195	0.0183
23	11.38	Unknown	0.0004	0.0004
24	11.85	2-Ethyl-1-hexanol	0.0033	0.0035
25	11.94	DL-Limonene	0.0040	0.0004
26	12.00	3-Ethyl-2-methyl-1,3-hexadiene	0.0037	0.0043
27	12.21	Benzeneacetaldehyde	0.0031	0.0022
28	12.47	2-Octenal	0.0206	0.0086
29	12.63	Unknown	-	0.0021
30	12.71	3,5,5-Trimethyl-1-hexene	0.0070	0.0081
31	13.10	α,α -Dimethyl-benzenemethanol	0.0051	0.0048
32	13.22	1-Methyl- <i>trans</i> -1,2-cyclohexanediol	0.0042	0.0017
33	13.28	Undecane	0.0018	0.0031
34	13.48	Nonanal	0.0286	0.0147
35	14.62	2-Nonenal	0.00051	0.0015
36	15.30	2-Decanone	0.0016	0.0021
37	15.44	1-Methylene-1H-indene	0.0010	0.0016
38	15.54	Decanal	0.0025	0.0019
39	15.72	<i>trans, trans</i> -Nona-2,4-dienal	0.0036	0.0007
40	16.65	2-Decenal	0.0096	0.0025
41	17.02	Unknown	0.0012	0.0046
42	17.18	6-Ethyl-2-methyl-octane	-	0.0012
43	17.27	2,4-Decadienal, (E,E)-	0.0071	0.0046
44	17.36	Unknown	0.0021	0.0037
45	17.45	Unknown	-	0.0012
46	17.70	2,4-Decadienal, (E,Z)-	0.0134	0.0035
47	17.87	Unknown	-	0.0026
48	18.31	Unknown	0.0013	-
49	18.56	2-Undecenal	0.0071	0.0016
50	18.81	Unknown	0.0014	-
51	19.18	Hexadecane	0.0018	0.0018
52	19.34	Dodecanal	0.0026	0.0023
53	20.89	Heptadecane	0.0019	0.0040

때는 고기향으로 필수적이다⁽¹⁵⁾. 식품의 가공에서 이취로 널리 알려진 황 함유 화합물로는 쇠고기통조림에서 분리한 2-methyl-thiophene, dimethyl sulfide, dimethyl disulfide, thiophene 및 methyl mercaptan이 있다⁽⁵⁾. 지방은 쇠고기, 돼지고기, 양고기 등 고기의 종류에 따라 구성 화합물이 달라 가열함에 따라 그 고기 고유의 특징적인 향을 낸다. 지방은 열산화되면 60°C에서 수종의 free radical이 생성되고 그 이상의 온도에서 이들이 반응하여 lactone, alcohol, ketone 및 저급지방산이 생성된다. 또한, 어떤 종류의 지방은 100°C에서의 가열로 carbonyl 화합물, 유리지방산 및 2-enal과 2,4-dienal 등이 생성되는가 하면 ketone, aldehyde 및 methyl이 치환된 aldehyde류도 많이 생성되는 것으로 알려져 있다⁽¹⁶⁾. 지방에 의한 이취성분으로는 쇠고기와 양고기의 지방을 가열했을 때 생성되는 4-cis- 및 4-trans-heptanal과 2-trans,6-cis- 및 2-trans,6-trans-nonadienal이 보고되어 있다⁽¹⁷⁾.

모형식품은 레토르트 처리에 의해서 1, 5, 7, 14, 20, 29, 42, 45, 47번 peak가 새로이 생성되었고 9, 48, 50번 peak가 소실된 것으로 나타나 대체적으로 휘발성분들이 열처리에 의해 생성되는 것을 알 수 있었으나, 가열살균에 따른 각 peak의 상대적인 양을 비교하였을 때는 모형식품 본래의 휘발성분들이 감소된 것을 알 수 있었다. 이는 본래 모형식품이 가지고 있던 휘발성분들이 열에 노출됨에 따라 그 양이 줄어드는 반면 이들 휘발성분들끼리 혹은 휘발성분과 기타 성분들 간의 반응으로 새로운 물질로 변환되거나 아예 소실되는데 기인하는 것으로 생각된다. 모형식품을 살균함에 따라 그 양이 크게 변하는 peak 중 증가한 것은 11번의 2-heptanone과 21번의 2-pentyl-furan 및 41번의 unknown peak 등 3종 뿐인 반면, 8, 15, 19, 25, 28, 32, 35, 39, 40, 46, 49번 peak 등 11종의 화합물은 감소하였다. 크게 증가한 화합물인 2-heptanone과 2-pentyl-furan은 Persson 등⁽²⁹⁾이 쇠고기 통조림의 head-space에서 분리, 동정한 바 있는 화합물로서 그 관능 특성도 자극적이고 불쾌한 냄새로 분류되어 닭고기를 레토르트 처리했을 때 이취로 작용할 가능성이 높은 것으로 추정되었다. 크게 줄어든 화합물들은 거의 모두 aldehyde류로서 닭고기 제조한 레토르트 식품에서의 이취에는 aldehyde가 크게 작용하지 않음을 시사하였다. 또한, 증가한 화합물의 대부분은 ketone과 hydrocarbon류이었는데 그 중에서도 가열 살균에 따라 증가하는 비율이 큰 것은 ketone 화합물이었으며, 특히 7번의 2-hexanone과 20번의 3-octanone은 레토르트 살균에 의해 생기는 것을 알 수 있었다.

동정된 화합물 중 유일한 terpene인 25번 peak의 dl-limonene은 Nonaka 등⁽¹¹⁾에 의해 조리된 닭고기의 휘발성분으로 동정되었던 물질로서, 주로 썩 등의 나물류에 존재하여 그 향기특성이 풋내가 나며 들뜬 냄새가 나는 등의 특징을 지니고 있는데 레토르트 처리에 의하여 매우 감소된 것으로 나타났다. 닭고기 원료는 그 자체가 약간 비릿하고 조리시 풋토마토와 같은 채소의 풋내가 나는 특성을 지니고 있는데, 레토르트 처리를 하면 그 냄새가 줄어드는 바 dl-limonene 화합물은 닭고기 열처리 정도의 지표물질로 사용하는 것이 가능하리라 생각된다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 닭고기를 모형식품으로 레토르트 처리했을 때 이취인 레토르트취가 발생하며 그 원인물질로는 가열 살균에 의해 크게 증가하는 2-heptanone과 2-pentyl-furan 그리고 ketone 화합물인 것으로 추정된다.

요 약

레토르트 처리시 일어나는 휘발성분 변화를 관찰하고자 닭고기 50%, 식염 1%, 닭고기 육수 49%로 구성된 모형식품을 설정하고, 가열살균에 따른 휘발성분 변화를 GC (gas chromatography)로 조사하고, GC-MS (mass spectrometry)로 각 GC peak의 휘발성분을 분석하였다. 살균 전, 후의 모형식품에서 NPT (nitrogen purge and trap)방법으로 휘발성분을 포집한 후 이를 분석한 결과 총 53개 peak가 검출되었고 그 중 42개 peak를 동정하였다. 동정된 42개 peak는 aldehyde류 17종, hydrocarbon류 9종, alcohol류 8종, ketone류 6종 및 furan과 terpene이 각 1종씩이었다. 살균에 따른 휘발성분의 변화량을 비교하고, 동정된 휘발성분의 향기특성 등을 고려해 볼 때 레토르트취에 관여하는 화합물은 2-heptanone, 2-pentyl furan 및 ketone류인 것으로 추정되었다.

문 헌

1. Mermelstein, N.H. : The retort pouch in the U.S. *Food Technol.*, **30**, 28 (1976)
2. Mermelstein, N.H. : Retort pouch earns 1978 IFT food technology industrial achievement award. *Food Technol.*, **23**, 22 (1978)
3. 清水潮, 横山理雄 : レトルト食品の理論と實際. 株式会社辛書房 (1979)
4. 林武鉉 : 레토르트 식품. 敎學硏究社 (1982)
5. Persson, T. and von Sydow, E. : Aroma of canned beef : Gas chromatographic and mass spectrometric analysis of the volatiles. *J. Food Sci.*, **38**, 377 (1973)

6. Luh, B.S., Gonzalez-Acuna, C.G., Leonard, S. and Simone, M. : Aseptic canning of foods VI. Hematin and volatile sulfur compounds in strained beef. *Food Technol.*, **18**, 94 (1964)
7. Brennan, M.J. and Bernhard R.A. : Headspace constituents of canned beef. *Food Technol.*, **18**, 149 (1964)
8. Persson, T., von Sydow, E. and Akesson, C. : Aroma of canned beef : Sensory properties. *J. Food Sci.*, **38**, 386 (1973)
9. Persson, T. and von Sydow, E. : The aroma of canned beef : Processing and formulation aspects. *J. Food Sci.*, **39**, 406 (1974)
10. 구분열, 박성준, 변유량, 손세형 : 레토르트파우치 카레의 전열특성 및 품질안정성. *한국식품과학회지*, **25**, 63 (1993)
11. Nonaka, M., Black, D.R. and Pippen, E.L. : Gas chromatographic and mass spectral analyses of cooked chicken meat volatiles. *J. Agric. Food Chem.*, **15**, 713 (1967)
12. Wilson, R.A. and Katz, I. : Review of literature on chicken flavor and report of isolation of several new chicken flavor components from aqueous cooked chicken broth. *J. Agric. Food Chem.*, **20**, 741 (1972)
13. Heyns, K., Stute, R. and Paulsen, H. : Browning reaction and fragmentations of carbohydrates (I): Volatile products from the degradation of D-glucose. *Carbohydr. Res.*, **2**, 132 (1966)
14. Merritt, C. and Jr. Robertson, D.H. : Analysis of proteins, peptides, and amino acids by pyrolysis-gas chromatography and mass spectrometry. *J. Chromatogr.*, **5**, 96 (1967)
15. Hamm, R. : *Physiology and Biochemistry of Muscle as a Food*. U.Wis. Press, Madison Wis., p363 (1966)
16. Sanderson, A., Pearson, A.H. and Schweigert, B.S. : Effect of cooking procedure on flavor components of beef carbonyl compounds. *J. Agr. Food Chem.*, **14**, 245 (1966)
17. Hoffmann, G. and Meijboom, P.W. : Isolation of two isomeric 2,6-nonadienals and two isomeric 4-heptenals from beef and mutton tallow. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **45**, 468 (1968)

(1996년 6월 3일 접수)