

고추 Oleoresin의 가열조리중 휘발성 성분 및 Capsaicin의 변화

최옥수[†] · 하봉석

경상대학교 식품영양학과

Changes in Volatile Components and Capsaicin of Oleoresin Red Pepper during Cooking

Ok-Soo Choi[†] and Bong-Seuk Ha

Dept. of Food and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract

Changes of volatile components in modified oleoresin red pepper during cooking at high temperature were investigated. Dried red pepper was milled to 100mesh of size particle and oily compounds were extracted by reduced pressure steam distillation. The rest part was reextracted and concentrated. The extracts were combined. The same volume of water and 4% of polyglycerol condensed ricinoleate (PGDR) were added to the combined extract, and emulsified to make oleoresin red pepper. 119 volatile compounds were separated from the dried red pepper and oleoresin and 35 components were identified in both samples. The major flavor compounds were identified to be 2-methoxy-phenol, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-phenol, 1,4-dimethylbenzene, 1,2-benzenedicarboxylic acid, 2-methoxy-4-methylphenol, 4-ethyl-2-methoxy-phenol, and 5-methyl-2-furancarboxaldehyde, and their transferral from raw red pepper to oleoresin was low. 93 volatile compounds were isolated after 3 hours cooking at 100° C and 82 volatile compounds were separated after that at 150° C. Degeneration of volatile compounds was peculiarly proportional to the temperature of cooking. Capsaicin was relatively stable during cooking, and remaining ratio after cooking at 100 and 150° C was 84.7 and 73.3%, respectively. Oleoresin from red pepper had a little antioxidation effect at 100° C cooking, but, antioxidation effect at 150° C cooking was not shown due to degradation of capsaicin.

Key words : oleoresin, red pepper, volatile component

서 론

한국인의 식생활에서 전통적으로 중요한 위치를 차지하며 최근에 들어서는 sausage, bologna 등의 육류 가공품과 또한 외식산업의 발달로 크게 수요가 늘어나는 spaghetti, pizza 등에 중요한 향신료로서도 이용되는 고추는 산업적인 대규모의 수요에 부응하여 통고추보다는 분말형태로 가공되어 저장 및 유통이 이루어지며 이 때 분말고추는 표면적의 증가로 산화가 일어나기 쉬워 심각한 품질저하를 초래하게 된다^{1,2}. 따라서 향신료로서 고추의 저장 및 유통중 품질유지를 고려하여 고추를 용매로 추출시켜 본래의 맛과 향미, 색택을 그대로 가지면서 장기저장 및 유통중 품질저하를 최소화시킬 수 있는 oleoresin으로의 가공이 이루어지며

oleoresin은 비교적 비점이 낮은 용매로 추출하기 때문에 향신료중의 휘발성 및 비휘발성의 맛과 향미성분을 동시에 지니게 된다^{3,4}.

본 연구에서는 향미를 강화시키기 위하여 고추중의 정유성분을 먼저 추출하여 oleoresin에 첨가한 것을 분말고추의 대용으로 하여 고온에서 조리를 하였을 때 일어나는 고추 oleoresin의 휘발성 및 맛 성분의 변화를 검토하였다.

재료 및 방법

시료

시료고추 (*Capsicum annum* L.)는 경남 창녕 지역에서 재배, 수확되어 일광건조시킨 것을 1992년 11월 경에 구입하여 꼭지를 제거, 분쇄시키고 100mesh 체를

[†]To whom all correspondence should be addressed

통과시켜 폴리에틸렌 필름으로 이중밀봉한 뒤 -25°C 정도의 동결고에 보관하여 두고 실험에 사용하였다.

고추 oleoresin의 제조

전보⁵⁾에 따라 고추 oleoresin을 추출, 제조하였다.

가열조리 실험

전보⁵⁾에 따라 고추 oleoresin의 가열조리 실험을 행하였다.

Capsaicin의 정량

Gonzalez와 Tamirano⁶⁾에 따라 정량하였다. 즉 oleoresin 0.5g에 isopropanol 150ml를 가해 용해한 뒤 다시 charcoal 7g을 가해 3분간 끓이고 여과하였다. 여액을 40°C에서 진공농축시켜 oil residue는 petroleum ether로 용해한 뒤 분액깔대기에 옮겨 증류수로 수회 세정하였다. 이때 ether층만을 농축시켜 25ml로 정용한 후 280nm에서 흡광도를 측정하여 검량선으로 부터 capsaicin양을 구하였다.

휘발성 성분의 분석

전휘발성 성분의 추출을 위하여 고추 200g 또는 고추 oleoresin 30g을 감압증기 증류하여⁷⁾ 유출액 2L를 포집하였다. 유출액을 NaCl로 포화시킨 후, 재증류시킨 ethyl ether로써 3회 추출하고, 얻어진 ether추출액을 모아 무수망초를 가하여 실온에서 하룻밤 방치한 후,

탈수된 ether층을 여과하였다. 이 여액을 농축시켜 5ml의 전휘발성 성분농축물 (whole volatile concentrate)을 얻었으며, 전휘발성 성분의 동정은 GLC(HP 5890 series I) 분석에서 표준물질과의 retention time을 비교하고 GC-MS(HP 5890 GC-HP 5790MSD) 분석을 병행하였다. 이때 GLC의 분석조건으로 column은 supelcowax 10 fused silica capillary column(30×0.32mm i.d.)로서 column온도는 60°C에서 5분간 머문 후 250°C까지 5°C/min 승온 후 5분간 머물렀다. Injector 및 detector 온도는 각각 250°C, carrier gas는 He(1ml/min), split ratio는 1 : 60이었다. 또한 GC-MS의 분석조건으로 칼럼은 capillary column filmed with crosslinked 5% diphenyl-95% dimethyl polysiloxane(25m×0.2mm i. d., 0.5µm film thickness), carrier gas는 He(1ml/min)이었다. 오븐온도는 60°C에서 5분간 머문 후 250°C까지 5°C/min 승온 후 5분간 머물렀다. Ion source 온도는 250°C, ionization voltage는 70eV, split ratio는 1 : 60이었다. 그리고 동정을 위한 표준물질은 Aldrich(U.S.A), Fluka(Switzerland) 및 F.Hoffman-La Roche(Switzerland)에서 구입하여 사용하였고, MS library data(Wiley/NBS database)도 이용하였다.

결과 및 고찰

고추 oleoresin의 휘발성성분

일반적으로 향신료는 색 및 맛 성분 뿐만 아니라 향

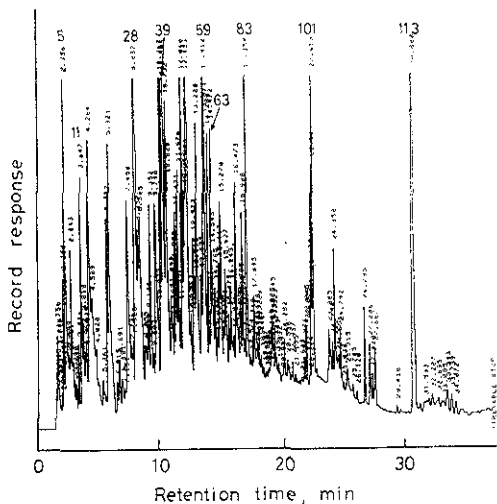


Fig. 1. Gas chromatogram of volatile components in dried red pepper. The peak number correspond to those listed in Table 1.

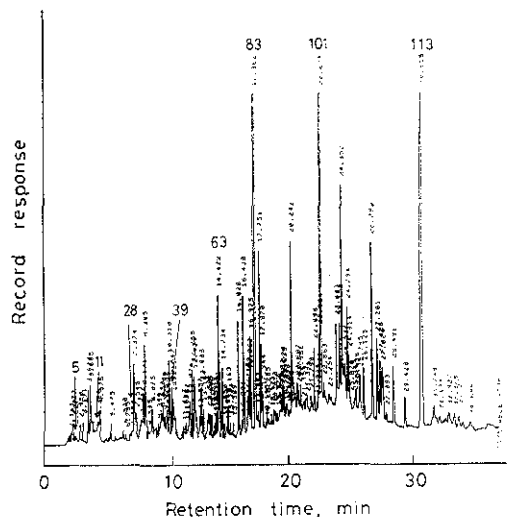


Fig. 2. Gas chromatogram of volatile components in oleoresin red pepper. The peak number correspond to those listed in Table 1.

마성분도 중요한 품질평가의 한 기준이 되며 식품에 첨가하여 향미 개선 및 식욕 증진의 역할을 한다⁸⁾.

시료고추 200g 또는 고추 oleoresin 30g을 감압수증기 증류시켜 2L의 유출액을 포집, 재증류시킨 ethyl ether로 휘발성 성분을 추출, 농축시켜 얻은 전휘발성성분을 GLC로 분석하여 얻은 크로마토그램을 Fig. 1 및 Fig. 2에 나타내었고, 여기서 119성분이 분리되었다. 그리고 주요 peak들을 동정한 결과를 Table 1에 나타내었다. 고추 및 고추 oleoresin의 전휘발성 성분을 GLC로 분리한 119성분중 GC-MS에서 각각 35성분이 동정되었다. 시료고추의 휘발성 성분 중 상대적 함량은 2-methoxy-phenol이 현저히 높았고, 다음으로는 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-phenol, 1,4-dimethyl

benzene, 1,2-benzenedicarboxylic acid, 2-methoxy-4-methylphenol, 4-ethyl-2-methoxy-phenol, 3-methyl-phenol, 5-methyl-2-furan carboxaldehyde의 순으로 전체의 50% 이상을 차지하였다. 또한 고추 oleoresin의 휘발성 성분들 중에서 각 성분들이 차지하는 상대적 함량은 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-phenol, 5-methyl-2-furancarboxaldehyde, 1,4-dimethylbenzene, 1,2-benzenedicarboxylic acid, 2-methoxy-4-methylphenol, 3-methyl-phenol, 2-methoxy-phenol, 2-methyl-1-prophenyl-cyclopentane의 순으로 시료고추의 상대적 함량 순서와는 다소 차이를 보였다. 이러한 상대적 함량의 차이를 시료고추 및 고추 oleoresin 휘발성 성분의 GLC크로마토그램인 Fig. 1과

Table 1. Identified components of whole volatile compounds obtained from red pepper and oleoresin red pepper

Peak no.	Components	Peak area (%)		Evidences
		Red pepper	Oleoresin	
3	1-methyl-1H-pyrrole	0.27	0.36	MS
5	1H-pyrrole	1.53	1.17	MS, GC
11	2-furancarboxaldehyde	1.38	0.27	MS, GC
15	Limonene	3.00	0.18	MS, GC
19	2-methyl-2-cyclopentene	1.32	0.19	MS, GC
20	1-(2-furanyl)-ethanone	2.79	0.33	MS
25	5-methyl-2-furancarboxaldehyde	3.51	6.48	MS, GC
28	1,4-dimethyl benzene	6.42	6.31	MS, GC
34	2,3-diethyl-2-cyclopenten-1-one	1.83	1.08	MS
35	Hexanol	0.63	0.54	MS, GC
36	2-methyl-1-prophenyl-cyclopentane	2.97	2.16	MS
38	3-methyl-phenol	4.08	3.69	MS
39	2-methoxy-phenol	10.29	2.25	MS, GC
40	4,4-dimethyl-2-cyclohexen-1-one	2.58	0.81	MS
45	2-hexanal	1.92	0.80	MS, GC
46	2,4-dimethyl-phenol	1.92	0.18	MS, GC
48	3-hexanal	3.12	1.71	MS
49	d-fenchyl alcohol	1.47	0.54	MS, GC
50	Octanoic acid 1,2,3,-propanetriyl ester	1.32	0.16	MS
51	2-methoxy-4-methylphenol	5.67	3.87	MS, GC
57	Benzenepropanenitrile	2.31	1.26	MS
58	Nonanoic acid	0.99	0.44	MS, GC
59	4-ethyl-2-methoxy-phenol	4.20	0.27	MS
61	Indole	1.23	1.98	MS, GC
63	2-(1,1-dimethylethyl)-phenol	1.26	1.36	MS
69	2-methoxy-4-propyl-phenol	1.23	0.72	MS
74	2,2,4-trimethyl-1,2,3,4-tetrahydroquinoline	0.45	0.80	MS
76	1,2-dihydro-2,2,4-trimethyl-quinoline	1.20	0.99	MS
81	Pentadecane	0.69	0.52	MS, GC
83	2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-phenol	7.56	6.95	MS
100	9,12-octadecadienoic acid	1.26	1.01	MS, GC
101	1,2-benzenedicarboxylic acid bis(2-methylpropyl)ester	3.66	3.26	MS
103	Tetracosamethylcyclododecasiloxane	1.31	0.74	MS
104	5,10-dimethyl-benz[c]acridine	0.99	0.77	MS
113	1,2-benzenedicarboxylic acid bis(2-ethylhexyl)ester	6.42	5.79	MS

2에서 비교하면 확연한 차이를 볼 수 있다. Fig. 2의 크로마토그램을 보면 전반부에서 중반부에 이르기까지의 성분들은 거의 검출이 되지 않거나 또는 전휘발성 성분중 상대적으로 차지하는 비율이 매우 낮게 검출되고 있다. 즉 시료고추로부터 oleoresin을 제조할 때 사용하는 용매에 저분자의 휘발성 성분들은 거의 추출이 되지 않거나 또는 적은 양만이 추출되어 저분자의 휘발성 성분은 oleoresin으로의 이행율이 매우 낮음을 볼 수 있다.

고추 oleoresin의 가열조리 중 휘발성성분의 변화

고추 oleoresin은 주로 carotenoid색소에 기인하는 색택과 매운 맛 성분 뿐만 아니라 향미성분도 중요한 품질요인이 된다. 식품중의 carotenoid색소가 파괴되면 색택 및 영양가의 저하 뿐만 아니라 향미성분의 저하도 동시에 일어나게 된다.^{9,10} Tompkins¹¹은 건조채소의 저장 중 총 carotenoid가 20~45% 정도 파괴되면 off-flavor를 유발한다고 하며, Falconer¹²은 동결건조시킨 당근의 저장 중 off-flavor와 carotenoid파괴와는 서로 밀접한 관계를 가진다고 하였다.

고추 oleoresin을 100°C에서 3시간 가열조리시킨 후 휘발성 성분을 추출, 농축한 전휘발성 성분의 GLC크로마토그램을 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 2에서 처럼 가열을 시키지 않은 고추 oleoresin의 경우는 119개의 peak가 분리되었으나 100°C에서 3시간 가열조리 후에는 93개의 peak만 인지되었으며 크로마토그램상의 경향도 큰 차이를 보였다. 또한 조리온도 150°C에서 3시간 가

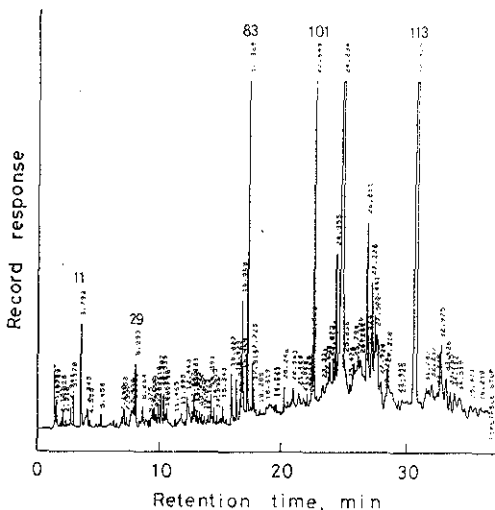


Fig. 3. Gas chromatogram of volatile components in oleoresin red pepper during cooking for 3 hours at 100°C. The peak number correspond to those listed in Table 1.

Table 2. Retentions of whole volatile compounds obtained from oleoresin red pepper cooked at 100°C and 150°C for 3 hours

Peak no.	Components	Retention (%)	
		100°C	150°C
3	1-methyl-1H-pyrrole	-	-
5	1H-pyrrole	43.5	32.1
11	2-furancarboxaldehyde	28.2	26.7
15	Limonene	40.6	35.3
19	2-methyl-2-cyclopentene	0.8	-
20	1-(2-furanyl)-ethanone	-	-
25	5-methyl-2-furancarboxaldehyde	24.7	19.9
28	1,4-dimethylbenzene	40.3	21.4
34	2,3-diethyl-2-cyclopenten-1-one	30.9	24.8
35	Hexanol	51.7	33.1
36	2-methyl-1-propenyl-cyclopentane	40.6	32.7
38	3-methyl-phenol	61.7	44.3
39	2-methoxy-phenol	59.3	51.8
40	4,4-dimethyl-2-cyclohexen-1-one	69.6	55.4
45	2-hexanal	39.7	33.6
46	2,4-dimethyl-phenol	-	-
48	3-hexanal	49.8	37.2
49	d-fenethyl alcohol	-	-
50	Octanoic acid 1,2,3-propanetriyl ester	0.1	-
51	2-methoxy-4-methylphenol	53.9	50.5
57	Benzenepropanenitrile	38.3	36.6
58	Nonanoic acid	77.8	70.1
59	4-ethyl-2-methoxy-phenol	-	-
61	Indole	21.7	18.3
63	2-(1,1-dimethylethyl)-phenol	72.4	67.3
69	2-methoxy-4-propyl-phenol	70.3	63.1
74	2,2,4-trimethyl-1,2,3,4-tetrahydroquinoline	61.7	57.5
76	1,2-dihydro-2,2,4-trimethylquinoline	66.7	55.2
81	Pentadecane	73.2	69.6
83	2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-phenol	60.5	52.3
100	9,12-octadecadienoic acid	45.3	29.8
101	1,2-benzenedicarboxylic acid bis(2-methylpropyl)ester	80.1	73.7
103	Tetracosamethylcyclododecasiloxane	72.7	66.3
104	5,10-dimethyl-benz[c]acridine	70.3	50.1
113	1,2-benzenedicarboxylic acid bis(2-ethylhexyl)ester	79.2	65.9

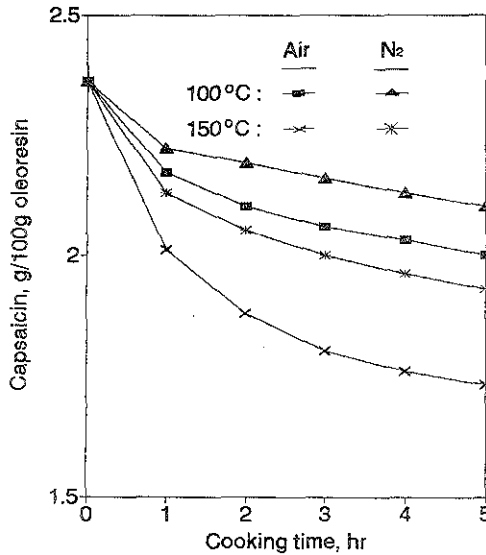


Fig. 4. Changes in capsaicin of oleoresin red pepper during cooking at 100°C under air circumstance.

열한 고추 oleoresin은 82개의 peak만 인지되었다. Nanz와 Cartwright¹³⁾은 천연 향신료를 이용한 조리에서 조리온도에 의하여 향기성분이 휘발되며 동시에 향기성분의 파괴도 일어난다고 하였으며, 본 연구에서도 가열조리중 휘발성 성분이 소실되며 가열온도가 높을수록 휘발성 성분의 소실율이 높았다. 그리고 100°C 및 150°C에서 3시간 가열조리시킨 고추 oleoresin의 전휘발성 성분을 GC-MS에서 분석하여 주요 peak를 동정하여 Table 2에 나타내었다. 100°C에서 가열한 경우 상당량이 가열조리 중 소실되었으며 가열전 휘발성 성분의 peak 면적에 대한 상대적인 잔존율은 각각의 성분에 따라 크게 달랐다. 특히 nonanoic acid, 2-(1,1-dimethylethyl)-phenol, pentadecane, 1,2-benzenedicarboxylic acid 등은 70% 이상의 높은 잔존율을 보였고, 2-furancarboxaldehyde, 5-methyl-2-furancarboxaldehyde 및 1H-indole은 30% 이하의 낮은 잔존율을 보였으며, 1-methyl-1H-pyrrole, 1-(2-furanyl)-ethanone, 2,4-dimethyl-phenol, d-fenethyl alcohol 및 4-ethyl-2-methoxy-phenol 성분은 검출되지 않았다. 또한 150°C에서 가열조리시킨 고추 oleoresin의 휘발성 성분은 100°C보다도 상대적 잔존율이 더욱 낮았다. 특히 nonanoic acid와 1,2-benzenedicarboxylic acid만 70% 이상의 잔존율을 보였고, 30% 이하의 잔존율을 나타낸 성분으로서는 2-furancarboxaldehyde, 5-methyl-2-furancarboxaldehyde, 1,4-dimethylbenzene, 2,3-diethyl-2-cyclopenten-1-one, 1H-indole 및

9,12-octadecadienoic acid였다. 그리고 100°C 가열에서의 미검출성분과 흔적량을 보이던 2-methyl-2-cyclopenten 및 octanoic acid은 검출되지 않았다.

Capsaicin함량의 변화

고추의 매운 맛 성분인 capsaicinoid는 물에 녹지 않고, 무색, 무취로 주로 고추의 격막부분에 존재하며 품종, 속도에 따라 함량이 달라진다¹⁴⁾. 이것은 서로 유사한 5종의 동족체인 vanillyl amide로 capsaicin (69%), dihydrocapsin (22%), nordihydrocapsin (7%), homocapsin (1%) 및 homodihydrocapsin (1%)의 혼합물로 capsaicinoid라 총칭한다¹⁵⁾. 이 중에서 capsaicin과 dihydrocapsin이 고추의 주된 매운 맛 성분¹⁶⁾으로 다른 동족체에 비하여 매운 맛을 2배 이상 가진다¹⁷⁾.

고추 oleoresin의 가열조리 중 capsaicin의 변화를 Fig. 4에 나타내었다. 가열온도 100°C 및 150°C에서 대기하의 조건에서 5시간 가열조리 후 잔존율은 각각 84.7% 및 73.3%로 조리 중 열에 대하여 비교적 안정하였으며, 질소가스 통기하에서는 잔존율이 각각 88.9% 및 81.8%로 더욱 안정하였다. 김과 전¹⁸⁾은 55~65°C의 열풍으로 고추를 건조시켰을 때 capsaicin의 함량 변화는 온도에 그다지 영향을 받지 않는다고 하였으며 김 등¹⁹⁾은 120°C, 2시간 가열 후 capsaicin 잔존율은 87%로 열에 상당히 안정하다고 하여 본 연구의 결과와 비슷한 경향을 보였다. 한편 정과 강²⁰⁾은 100~120°C에서 30분 가열시 capsaicin의 잔존량이 86~93%로 capsaicin 함량의 감소는 분해되어 다른 물질이 생성되는 것이 아니고, m.p.(64~65°C)와 b.p.(210~220°C)가 낮아서 가열 중 capsaicin이 휘발되어 그 함량이 감소한다고 하였다.

요 약

진조 고추를 100mesh의 입자이하로 분쇄하여 먼저 감압증류시켜 정유성분을 추출하고, 다시 3배량의 ethyl alcohol을 가하여 25°C에서 3시간 동안 진탕 추출 후 여과, 농축시켜 정유성분을 합하였다. 여기에 같은 양의 물과 유화제를 첨가하여 유화시킨 고추 oleoresin을 고온에서 가열조리 중 일어나는 휘발성 성분 및 capsaicin의 변화를 검토하였다. 고추 및 고추 oleoresin의 휘발성 성분은 119성분이 분리되어 그중 35성분이 동정되었다. 2-methoxy-phenol, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-phenol, 1,4-dimethylbenzene, 1,2-benzenedicarboxylic acid, 2-methoxy-4-methylph-

enol, 4-ethyl-2-methoxy-phenol 및 5-methyl-2-furancarboxaldehyde 등이 주요 향기 성분이었으며, 시료로부터 oleoresin으로의 이행율은 저분자의 휘발성성분의 경우는 매우 낮았다. 온도 100°C에서 3시간 가열조리 후 휘발성 성분은 93성분이 분리되었고 150°C 가열조리의 경우는 82성분만 분리되었다. 가열조리 중 휘발성 성분의 소실은 극심하였으며 가열온도가 높을수록 더욱 심하였다. 100°C에서 가열한 경우 상당량이 가열조리 중 소실되었으며 잔존율은 각각의 휘발성 성분에 따라 크게 달랐다. 특히 nonanoic acid, 2-(1,1-dimethylethyl)-phenol, pentadecane, 1,2-benzenedicarboxylic acid 등은 70% 이상의 높은 잔존율을 보였고, 1-methyl-1H-pyrrole, 1-(2-furanyl)-ethanone, 2,4-dimethyl-phenol, d-fenchyl alcohol 및 4-ethyl-2-methoxy-phenol 성분은 검출되지 않았다. 또한 150°C에서 가열시킨 고추 oleoresin의 휘발성 성분은 100°C보다도 상대적 잔존율이 더욱 낮았다. Nonanoic acid와 1,2-benzenedicarboxylic acid만 70% 이상의 잔존율을 보였고, 30% 이하의 잔존율을 나타낸 성분으로서는 2-furancarboxaldehyde, 5-methyl-2-furancarboxaldehyde, 1,4-dimethylbenzene, 2,3-diethyl-2-cyclopenten-1-one, 1H-indole 및 9,12-octadecadienoic acid였다. 그리고 100°C 가열에서의 미검출성분과 혼적량을 보이던 2-methyl-2-cyclopenten 및 octanoic acid는 검출되지 않았다. 가열조리 중 capsaicin은 비교적 열에 안정하여 대기하의 100°C 및 150°C에서 5시간 가열조리 후 잔존율은 각각 84.7% 및 73.3%였고, 질소가스 통기하에서는 잔존율이 88.9% 및 81.8%로 더욱 안정하였다.

문 헌

1. Lease, J. G. and Lease, J. E. : Effect of drying conditions on initial color, color retention and pungency of red pepper. *Food Technol.*, **16**, 104 (1962)
2. Lease, J. G. and Lease, J. E. : Factors affecting the retention of red color in peppers. *Food Technol.*, **10**, 368 (1956)
3. Pajington, J. S. : A review of oleoresin black pepper and its extraction solvents. *Perfumer & Flavorist*, **8**, 29 (1983)
4. Farrell, K. T. : Spices, condiments, and seasonings. Van Nostrand Reinhold Company, New York, p.261 (1985)
5. 최옥수, 하봉석 : 고추 oleoresin의 가열조리중 carotenoid 색소의 변화. *한국영양식량학회지*, **23**, 225 (1994)
6. Gonzalez, A. T. and Tamirano, C. W. : A new method for the determination of capsaicin in capsicum fruits. *J. Food Sci.*, **38**, 342 (1973)
7. 鄭泰泳, 倉田忠男, 加藤博通, 藤卷正生 : トマト果實の追熟過程におけるフレバー成分の變化について. *日本農藝學會誌*, **53**, 391 (1979)
8. 福場博保, 小林彰夫 : 調味料, 香辛料の事典. 朝倉書店, p.404 (1991)
9. Chou, H. E. and Breene, W. M. : Oxidative decoloration of beta-carotene in low-moisture model systems. *J. Food Sci.*, **37**, 66 (1972)
10. Arya, S. S. : Stability of β -caroten isolated systems. *Food Technol.*, **14**, 57 (1979)
11. Tompkins, P. G. : The drying of vegetables. *J. Soc. Chem. Ind.*, **65**, 384 (1946)
12. Falconer, M. E. : Carotene oxidation and off-flavor development in dehydrated carrot. *J. Sci. Food Agr.*, **15**, 897 (1964)
13. Nanz, R. A. and Cartwright, L. C. : Comparative evaluation of spices. III. Flavor retention of natural spices and of spice oils and spice extractives after boiling and baking. *Food Technol.*, **4**, 246 (1950)
14. 정병선, 장근옥 : 생고추와 고추 가공시의 capsaicin 함량 변화. *한국영양식량학회지*, **14**, 409 (1985)
15. Bennett, D. J. and Kirby, G. W. : Constitution and biosynthesis of capsaicin. *J. Chem. Soc.*, **17**, 442 (1968)
16. Iwai, K., Suxuki, T. and Fujiwake, H. : Formation and metabolism of pungent principle of capsicum fruits Part. IV. Formation and accumulation of pungent principle of hot pepper cv. Karayatabusa at different growth stages after flowering. *Agric. Biol. Chem.*, **43**, 2493 (1979)
17. Todd, P. H., Bensinger, M. G. and Biftu, T. : Determination of pungency due to capsicum by gasliquid chromatography. *J. Food Sci.*, **42**, 660 (1975)
18. 김공환, 전재근 : 고추의 열풍건조가 품질에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **7**, 69 (1975)
19. 김치무, 이규희, 배정설, 오만진 : 고추 oleoresin의 품질 안정성. *한국영양식량학회지*, **16**, 85 (1987)

(1994년 1월 7일 접수)