

결명자 종실의 볶음조건에 따른 향기성분 변화

김종국 · 허우덕* · 하재호* · 문광덕 · 정신교
경북대학교 식품공학과, *한국식품개발연구원

Changes of Volatile Flavor Components on Roasting Conditions in *Cassia tora* Seeds

Jong-Kuk Kim, Woo-Derck Haver*, Jae-Ho Ha*, Kwang-Deok Moon and Shin-Kyo Chung
Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University
*Korea Food Research Institute

Abstract

This study was conducted to investigate the change of volatile flavor components of *Cassia tora* seeds during roasting treatments. The flavor components of *Cassia tora* seeds were analyzed by gas chromatography(GC) and combined gas chromatography-mass spectrometry(GC/MS). Among the flavor compounds collected by simultaneous steam distillation and extraction(SDE) method, 38 components were separated and identified. They consisted of 3 pyrazines, 4 pyrroles or pyridine, 4 alcohols, 11 aldehydes or ketones, 9 furans or phenols and 7 others. The flavor compounds collected from unroasted *Cassia tora* seeds were 7 components. During roasting process, many other flavor components were formed and increased in their contents. The contents of pyrazines and furans were highest and increased conspicuously, whereas, the contents of aldehydes, ketones, alcohols and pyridines were not increased significantly.

Key words: *Cassia tora* seeds, volatile flavor components, roasting treatments

서 론

결명자(*Cassia tora* L.)는 콩과에 속하는 일년초로 북 아메리카가 원산지이고 우리나라 산야 각지에서 자생할 뿐만 아니라 민가에서도 재배되기도 한다. 그 종자는 불규칙한 육각 주상으로 견고하고 윤택이 나며 이것을 말려서 약용과 식용으로 이용하여 왔으며⁽¹⁾ 여러가지 약리작용이 있어 인도에서는 오래전부터 커피대신 결명자를 음료수로 상용하고 있으며 가까운 일본에서도 결명자를 애용하고 있고 우리나라에서도 약재로서 뿐만 아니라 결명자차로서 음용하여 왔다. 그 약리 작용으로는 급성결막염과 시신경, 망막위축에 기인하는 시력감퇴에 예방효과가 있으며 혈압강하, 콜레스테롤저하, 항균작용, 영양강장, 이뇨 완화작용이 있는 것으로 보고되고 있다⁽²⁾. 결명자에 대한 국내의 연구로는 김 등⁽³⁾이 인스턴트차 제조를 위하여 일반성분 및 적정 추출조건에 대한 연구를 수행한 바 있으며 장 등⁽⁴⁾은 사염화탄소에 의하여 유발되는 간장질환에 결명자 종실에서 추출한 알코올성 추

출물을 투여하여 이의 방지효과가 있음을 보고하였으며 도⁽⁵⁾는 결명자 추출성분의 기능특성이 ascorbic acid 보다 10배나 뛰어났으며 그의 여러 생화학적 기능특성을 나타내었음을 보고하였다. 외국의 경우 주로 생약학 분야에서 많은 연구가 이루어져 왔다^(6,7). 결명자는 볶음처리함에 따라 풋냄새가 제거되고 결명자의 성분중 탄수화물, 단백질 및 지질 등 여러가지 성분들간의 상호작용에 의하여 물리적 및 화학적인 여러가지 변화가 일어나게 되어 기호성이 높아지게 되며, 여기에는 Maillard 반응이 크게 관여하는 것으로 생각된다. 많은 가열식품에서 탄수화물(당)과 단백질(아미노산)의 상호작용으로 일어나는 Maillard 반응은 갈색색소와 향미생성 등을 통하여 식품품질에 중요한 영향을 미치므로 많은 연구가 이루어지고 있다^(8,9). 이와같이 결명자의 약리작용이나 추출방법에 관한 연구는 부분적으로 되어 있으나 결명자차의 제조에 있어 중요한 품질적 특성이라고 할 수 있는 향기성분의 분리 및 동정은 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 여러가지 약리작용을 나타내며 최근의 기호도의 변화에 따라 생약차로서 널리 이용되고 있는 결명자차의 중요한 품질적 특성인 향기성분을 조사하기 위하여 볶음전과 볶음 조건을 달리하여 그 향기성분을 비교 분석하였다.

Corresponding author: Jong-kuk Kim, Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu, Korea

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 결명자(*Cassia tora* L.)는 1992년 경상북도 농촌진흥원 시험농장에서 재배 수확된 것을 구입하여 정선한 후 그늘에서 건조하여 실험재료로 사용하였다.

결명자 시료의 조제

결명자 종실을 볶음처리전과 볶음처리에 의해 조제되었다. 볶음장치는 열풍오븐(mechanical convection oven, Model C-DM3, (주)제일과학산업)을 사용하여 미리 소정의 온도까지 온도를 올린 다음 결명자를 하단이 스테인레스 망으로 되어 있는 용기(30×25×7 cm)에 담아 190°C, 210°C, 230°C에서 각각 10분, 20분, 30분, 40분간 가열하였다.

휘발성 향기성분의 추출

휘발성 향기성분의 추출은 각각의 조건에 처리된 결명자를 분쇄한후 Schultz 등¹⁰⁾의 방법에 따라 개량된 연속수증기증류추출법(simultaneous steam distillation and extraction, SDE)을 사용하여 상압하에서 2시간 동안 추출하였다. 이때 추출 용매로는 n-pentane과 diethyl ether 혼합용매(2:1, V/V)로 2시간 동안 향기성분을 추출하였으며 이 용매층에 무수황산나트륨을 가하고 냉

장고에서 12시간 방치시켰다. 이렇게 탈수한 추출액을 vigreux column을 부착시켜 1차 농축한 다음 질소 기류하에서 잔여 용매를 제거, 농축하여 분석용 시료로 사용하였다.

휘발성 향기성분의 분석

상기와 같이 하여 얻어진 휘발성 농축물을 Gas chromatography/Mass spectrometer(GC/MS)로 분석 비교하였다. 실험에 사용한 GC는 Hewlett-Packard 5890 series II이며, column은 DB-5 fused silica capillary(30m×0.32 mm i.d)를 사용하였고, column 온도는 40°C에서 1분간 유지한 다음 3°C/min.속도로 220°C까지 온도를 높여 10분간 유지하였다. 검출기는 FID를 사용하였고 검출기 및 주입구의 온도는 250°C, 220°C로 유지하였다. 운반기체인 질소가스는 split ratio를 1:100으로 주입하였다. 그리고 GC/MS분석을 위하여는 Concept II(Kratos Analytical, Manchester, UK)를 사용하였으며 MS 분석조건으로 ion source temperature는 250°C, ionization voltage는 70 eV, 그리고 mass range는 10~300 m/e로 하였다.

결과 및 고찰

볶음조건에 따른 결명자의 향기성분을 GC에 의하여 분리한 gas chromatogram은 Fig. 1, 2, 3, 4와 같다. 볶음처리 하지 않은 결명자의 향기성분은 7개의 peak가

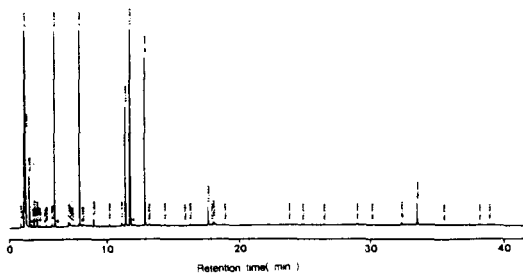


Fig. 1. Gas chromatogram of flavor compounds in un-roasted *Cassia tora* seeds

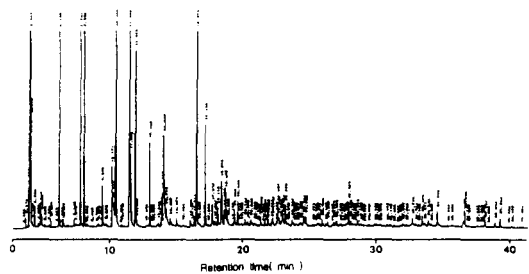


Fig. 3. Gas chromatogram of flavor compounds in *Cassia tora* seeds roasted at 210°C for 30 min

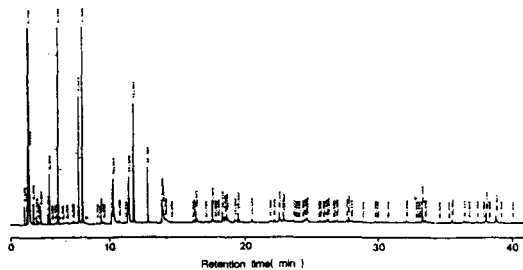


Fig. 2. Gas chromatogram of flavor compounds in *Cassia tora* seeds roasted at 190°C for 30 min

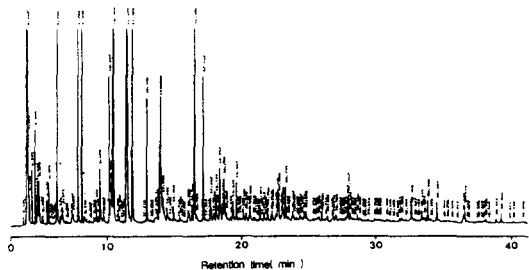


Fig. 4. Gas chromatogram of flavor compounds in *Cassia tora* seeds roasted at 230°C for 30 min

분리되었으며 그 retention time은 6분에서 12분 사이로 나타났다. 볶음처리함에 따라 새로 많은 성분들이 발견되기 시작하였으며 190°C에서는 13종, 210°C에서는 22종, 230°C에서는 32종이 분리되었고 볶음온도가 높아지고 볶음시간이 길어짐에 따라 많은 수의 향기성분이 새로 발견되었음을 알 수 있었다. 그 발견되는 향기성분을 화학적 특성별로 살펴보면 pyrazine류가 3성분, pyrrole 및 pyridine류가 4성분, alcohol류가 2성분, aldehyde 및 ketone류가 9성분, furan 및 phenol류가 9성분, 기타 6성분이었다.

Table 1은 190°C에서 볶음처리한 결명자의 향기성분 함량의 변화를 나타낸 것으로 볶지 않은 결명자의 향

기성분이 7종인데 비하여 190°C 10분에는 10종, 20분에는 13종, 30분에는 24종, 40분에는 35종류의 성분이 분리 확인되었다. Heptane, methylbenzene, 2-furanmethanol, 1,4-dimethylbenzene, 1,3-dimethylbenzene, 1H-1,2,4-triazole, 5-Methyl-2-(1-methylethyl)-phenol이 볶지 않은 결명자의 주요한 향기성분이었으며 이중 heptane, methylbenzene, 1,4-dimethylbenzene의 상대적인 함량이 높았다. 볶음시간이 길어질수록 그 상대적 함량이 증가되었고 1H-pyrrole, 2-furfural, 2,5-dimethylpyrazine, 5-methyl-2-furfural, methylpyrazine등은 볶음처리전에는 나타나지 않았으나 볶음처리시에 나타나 볶음온도가 높아지고 볶음시간이 길어짐에 따라 그 함량이 크게 증가하였다.

Table 1. Changes in volatile flavor compounds with roasting time of *Cassia tora* seeds roasted at 190°C
(Area counts/1000)

Scan No ¹⁾	Flavor compounds	Unroasted	Roasting time(min)			
			10	20	30	40
90	Heptane	2381	3647	4623	4728	7907
117	1H-pyrrole	—	—	309	1484	5358
121	Methylbenzene	1853	2192	2568	3805	4593
124	3-Methyl-1-butanol	—	—	—	—	97
146	Dihydro-2-methyl-3(2H)-furanone	—	—	—	166	997
160	Methylpyrazine	—	—	—	398	2412
166	2-Furfural	—	86	209	802	4868
188	2-Furanmethanol	1354	1577	2400	3028	4995
193	1,4-Dimethylbenzene	1915	2218	2353	2062	4371
213	1,3-Dimethylbenzene	697	833	924	814	1803
233	1-(2-Furanyl)-ethanone	—	—	—	73	465
235	2,5-Dimethylpyrazine	—	—	145	349	3887
252	2-Cyclohexen-1-one	—	—	—	—	146
279	Benzaldehyde	—	—	—	64	198
285	5-Methyl-2-furfural	—	53	65	296	4667
306	1H-1,2,4-triazole	311	537	590	660	799
313	Tetrahydro-2-aminoethyl-pyran	—	—	—	—	84
323	4-Amino-2,6-dimethyl-pyridine	—	—	—	276	1265
329	Trimethylpyrazine	—	—	—	300	1244
347	4-Ethyl-2,6-dimethyl-pyridine	—	61	68	171	803
352	6-Methyl-2-pyrimidinone	—	—	—	—	89
363	6-Methyl-4(1H)-pyrimidinone	—	—	—	—	168
381	3-Butyl-pyridine	—	—	—	—	164
387	4-Pyridinemethanol	—	—	—	59	319
414	2,2'-Methylenebis-furan	—	—	55	256	867
420	2-Methoxy-phenol	—	—	—	149	596
439	3-Methylbenzofuran	—	—	—	—	84
520	2-(2-Furanylmethyl)-5-methyl-furan	—	—	—	107	595
525	1-Methyl-2(1H)-pyridinone	—	—	—	51	332
541	2-Hexyl-pyridine	—	—	—	—	184
570	Hexanal	—	—	—	57	252
606	6-Quinazolinol	—	—	—	—	192
649	2,2'-Oxybis(methylene) ! bis-furan	—	—	—	—	361
653	5-Methyl-2-(1-methylethyl)-phenol	120	200	213	314	658
663	2,4-Dodecadienal	—	—	—	—	369
	Total	8631	11404	14522	20469	56189

¹⁾Scan number of peak in total ion chromatography

또한 볶음처리에 따라 Maillard반응으로 생성되는 sweet aroma에 관여하는 furan유도체들은 볶음시간 10분 이후에 발현되었으며 이들중 2-furfural, 5-methyl-2-furfural의 상대적인 함량이 80% 이상을 차지하였다. 10분간 볶음처리 하였을때 보다 40분간 볶음처리시 furan류의 상대적인 총 함량은 80배 이상의 증가를 나타내었다. 210℃에서 볶음시간에 따른 향기성분의 상대적인 함량의 변화는 Table 2와 같이 190℃에서 볶음처리한 경우 보다 더 짧은 시간에서 많은 향기성분이 생성되어 10분간 볶음처리 하였을때에는 10종, 20분에는 22종, 30분에는

33종, 40분에는 38종의 향기성분이 분리, 확인되었다. Pyrazine류는 190℃보다 짧은 시간에 더 많이 생성되었으며 2,5-dimethylpyrazine, methylpyrazine, trimethylpyrazine의 순이었다. 이는 볶음온도가 높아짐에 따라서 Maillard 반응 등이 더 활발하게 일어나 당과 아미노산의 함량의 감소가 크게 나타나며 이러한 반응의 결과로 pyrazine화합물의 생성이 증가된 것으로 생각된다^(11,12). Pyrazine류는 Maillard 반응으로 생성되는 주요 휘발성 향기성분으로 알려져 있으며 이는 barley⁽¹¹⁾, peanut⁽¹²⁾, coffee⁽¹³⁾, beef⁽¹⁴⁾ 등 가열식품의 구수한 향기의 주요한

Table 2. Changes in volatile flavor compounds with roasting time of *Cassia tora* seeds roasted at 210°C
(Area counts/1000)

Scan No ^{b)}	Flavor compounds	Roasting time(min)			
		10	20	30	40
90	Heptane	3148	3272	4168	8822
117	1H-pyrrole	102	2433	3791	5374
121	Methylbenzene	3769	5436	3737	7817
124	3-Methyl-1-butanol	—	—	76	291
136	Cyclopentanone	—	—	—	129
146	Dihydro-2-methyl-3(2H)-furanone	—	229	669	1202
160	Methylpyrazine	—	755	1172	3840
166	2-Furfural	136	1705	9082	17432
174	3-Methyl-2-butenoic acid	—	—	—	125
188	2-Furanmethanol	1106	1158	4366	13120
193	1,4-Dimethylbenzene	2277	3579	2970	5883
213	1,3-Dimethylbenzene	1211	1442	1216	1305
233	1-(2-Furanyl)-ethanone	—	95	569	1037
235	2,5-Dimethylpyrazine	—	748	768	4853
252	2-Cyclohexen-1-one	—	—	224	370
279	Benzaldehyde	—	102	232	476
285	5-Methyl-2-furfural	130	504	4469	6907
306	1H-1,2,4-triazole	—	299	517	821
313	Tetrahydro-2-aminoethyl-pyran	—	—	91	240
323	4-Amino-2,6-dimethyl-pyridine	—	406	983	1818
329	Trimethylpyrazine	—	410	953	1524
347	4-Ethyl-2,6-dimethyl-pyridine	86	225	483	645
352	6-Methyl-2-pyrimidone	—	—	—	151
363	6-Methyl-4(1H)-pyrimidinone	—	—	158	291
381	3-Butyl-pyridine	—	—	201	415
387	4-Pyridinemethanol	—	—	190	319
407	2,3-Dihydro-benzofuran	—	—	105	245
414	2,2'-Methylenebis-furan	—	302	488	793
420	2-Methoxy-phenol	—	162	344	530
439	3-Methylbenzofuran	—	—	—	219
520	2-(2-Furanylmethyl)-5-methyl-furan	—	142	466	695
525	1-Methyl-2(1H)-pyridinone	—	65	185	320
541	2-Hexyl-pyridine	—	—	133	257
570	Hexanal	—	—	—	124
606	6-Quinazolinol	—	—	118	226
649	2,2'-Oxybis(methylene) ! bis-furan	—	—	165	608
653	5-Methyl-2-(1-methylethyl)-phenol	45	61	81	484
663	2,4-Dodecadienal	—	—	378	776
	Total	12010	23530	43548	90484

^{b)}Scan number of peak in total ion chromatography

구성성분으로 보고되고 있다. Furan류는 2-furfural, 5-methyl-2-furfural 및 2,2'-methylenebis-furan 등 5종류가 확인되었으며 190°C와 비교해 볼때 더 짧은 볶음시간에 이러한 성분들이 새로이 발현되었다. 당과 아미노산을 가열하였을때 caramel반응에서와 비슷한 sweet aroma가 생성되는데 이러한 향기의 대부분이 furan류로 알려져 있는데⁽¹⁵⁾ 본 실험에서는 이들 furan류 중에서는 2-furfural과 5-methyl-2-furfural의 함량이 가장 많았으며 볶음 온도가 높아짐에 따라서 이러한 성분들이 급격하게 증가하였다. 230°C에서 볶음시간에 따른 향기성분의 상대

적인 함량의 변화는 Table 3에서 보는 바와 같이 10분간 볶음처리하였을 때에는 21종, 20분에는 30종, 30분과 40분에서는 각각 38종의 향기성분이 분리 확인되었다. 볶음온도에 따라서 발현되는 향기성분 및 상대적인 함량이 상당한 차이를 보였으며 온도가 높을수록 발현되는 향기성분의 종류도 많았으며 볶음시간이 길어짐에 따라 향기성분의 급격한 증가를 나타내었다. Pyrazine류는 10분간 볶음처리 하였을때 부터 발현되기 시작해서 시간이 길어짐에 따라서 급격한 증가를 나타내어 40분에서는 상대적인 총 함량이 50배 이상의 증가를 나타내었으며

Table 3. Changes in volatile flavor compounds with roasting time of *Cassia tora* seeds roasted at 230°C
(Area counts/1000)

Scan No ¹⁾	Flavor compounds	Roasting time(min)			
		10	20	30	40
90	Heptane	5001	2756	2468	2610
117	1H-pyrrole	328	2174	4736	5918
121	Methylbenzene	3623	1641	6186	5867
124	3-Methyl-1-butanol	—	—	251	295
136	Cyclopentanone	—	68	111	126
146	Dihydro-2-methyl-3(2H)-furanone	—	296	869	1356
160	Methylpyrazine	—	432	4145	6847
166	2-Furfural	273	4041	11975	26182
174	3-Methyl-2-butenic acid	—	—	107	222
188	2-Furanmethanol	875	2675	12863	15383
193	1,4-Dimethylbenzene	1087	1445	4838	7912
213	1,3-Dimethylbenzene	1217	622	1787	1996
233	1-(2-Furanyl)-ethanone	205	427	944	1292
235	2,5-Dimethylpyrazine	146	1037	4060	6408
252	2-Cyclohexen-1-one	—	63	334	474
279	Benzaldehyde	57	109	420	629
285	5-Methyl-2-furfural	350	1849	5527	7935
306	1H-1,2,4-triazole	263	302	686	984
313	Tetrahydro-2-aminoethyl-pyran	—	128	208	583
323	4-Amino-2,6-dimethyl-pyridine	82	517	1229	1931
329	Trimethylpyrazine	128	509	1143	1751
347	4-Ethyl-2,6-dimethyl-pyridine	81	284	762	938
352	6-Methyl-2-pyrimidone	—	—	142	237
363	6-Methyl-4(1H)-pyrimidinone	57	148	320	429
381	3-Butyl-pyridine	—	86	340	624
387	4-Pyridinemethanol	—	94	323	568
407	2,3-Dihydro-benzofuran	—	12	212	456
414	2,2'-Methylenebis-furan	101	886	565	1320
420	2-Methoxy-phenol	75	180	410	609
439	3-Methylbenzofuran	—	8	150	436
520	2-(2-Furanylmethyl)-5-methyl-furan	80	232	523	1579
525	1-Methyl-2(1H)-pyridinone	—	69	215	522
541	2-Hexyl-pyridine	—	—	85	586
570	Hexanal	—	—	87	338
606	6-Quinazolinol	—	—	158	259
649	2,2'-Oxybis(methylene) ! bis-furan	72	75	449	954
653	5-Methyl-2-(1-methylethyl)-phenol	61	85	111	161
663	2,4-Dodecadienal	—	135	456	805
	Total	14162	23385	70245	107522

¹⁾Scan number of peak in total ion chromatography

특히 methyl pyrazine과 2,5-dimethyl pyrazine의 증가가 크게 나타났다. 이러한 methyl pyrazine은 참깨 등에서 검출되었고⁽¹⁶⁾ 2,5-dimethyl pyrazine은 감자의 주요한 향기성분이었으며⁽¹⁷⁾ 가열조리한 식품의 향기성분에 주요한 영향을 미치는 것으로 널리 보고되고 있다. Furan류는 5종류의 성분들이 분리, 확인되었는데 볶음시간이 20분안에 모든성분들이 발견되어 가장 큰 함량의 증가를 나타내었다. 이들 furan류는 개별적으로는 좋은 향기에 속하지 않으나 다른 향기성분들과 혼합되어져 독특한 향기를 나타내며 식품의 향기성분으로 대단히 중요한 화합물로 보고되고 있다⁽¹⁵⁾. 한편 aldehyde류, ketone류, alcohol류 및 pyridine류는 그 상대적인 함량은 많지 않았으나 볶음온도가 높아지고 볶음시간이 길어짐에 따라서 각각의 온도에서 일정시간 이후 새로 생성되어 계속 증가하였다. 奥村⁽¹⁵⁾는 식품의 가열에 따른 휘발성 향기성분 생성은 가열온도, 가열시간, pH, 계의 수분함량, 유지의 존재유무 등에 따라 다양하게 변화한다고 보고하였으며 본 연구에서도 볶음온도 및 시간이 결명자차의 향기의 생성에 중요한 영향을 미치는 것으로 생각되었다.

요 약

결명자의 볶음조건이 결명자의 휘발성 향기성분 생성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 볶음처리전의 결명자와 볶음온도를 190℃, 210℃, 230℃에서 각각 10, 20, 30, 40분간 볶음처리한 결명자로부터 연속수증기증류추출법(SDE)으로 포집하여 GC 및 GC-MS로 향기성분을 분리, 확인하였다. 볶음처리하지 않은 결명자의 향기성분은 methylbenzene, 2-furanmethanol, 1,4-dimethylbenzene 등 7종의 성분이 확인되었으며 볶음처리함에 따라 새로 많은 성분들이 발견되기 시작하였으며 볶음온도가 높아지고 볶음시간이 길어짐에 따라 향기성분의 수 및 상대적인 함량도 증가하였다. 그 발견되는 향기성분은 pyrazine류가 3성분, pyrrole 및 pyridine류가 4성분, alcohol류가 4성분, aldehyde 및 ketone류가 11성분, furan 및 phenol류가 9성분, 기타 7성분이었다. 특히 현저한 증가를 보인 성분은 1H-pyrrole, methylbenzene, 2-furfural, 2,5-dimethylpyrazine, 5-methyl-2-furfural, methylpyrazine 등이었다. aldehyde류, ketone류, alcohol류 및 pyridine류는 그 상대적인 함량이 많지 않았으나 볶음온도가 높아지고 볶음시간이 길어짐에 따라서 각각의 온도에서 일정시간 이후 새로 생성되어 계속 증가하였다. 볶음처리함에 따라 볶음처리전에는 나타나지 않았으나 볶음온도가 높아지고 볶음시간이 길어짐에 따라 새로 생성되는 성분들중 pyrazine류와 furan류의 상대적 함량이 크게 증가하였으며 향기성분의 전체적인 함량의

변화에 가장 큰 변화를 미치는 것으로 생각되었다.

문 헌

1. 金三甫: 소독자원 식물재배기술. p.380 (1993)
2. 陳存仁: 漢方醫學大辭典(中國藥學辭典), p.192 (1992)
3. 김중만, 김형태, 황신옥: 결명자로부터 인스턴차 제조. 한국식품과학회지, 22, 241 (1990)
4. 장대자, 주현규, 조영자: 결명자가 사염화탄소로부터 유발된 흰쥐의 간장장애에 미치는 방어 효과. 한국분석학회지, 2, 331 (1989)
5. 도정룡: 전통기호음료성분의 생화학적 기능특성. 부산수산대학교 대학원 박사학위 논문 (1992)
6. Koshioka, M., Ikemoto, C., Nishimura, M., Ishii, Y. and Takino, Y.: Studies on the evaluation of crude drug(VII); Separation and quantitative estimation of anthraquinones in Cassia seeds on column of Sephadex LH-20. *Shoyakugaku Zasshi*, 32, 267 (1978)
7. Kaneda, M., Morishita, E. and Shibata S.: Chemical studies on the oriental plant drugs(XXI); The constituents of Cassia tora L.(II), A glycoside of rubrofusarin. *Chem. Pharm. Bull.*, 7, 458 (1968)
8. Kato, H., Doi, Y., Ysugita, T., Kosai, K., Kamiya, T. and Kurata, T.: Changes in volatile flavour components of soybeans during roasting. *Food Chem.*, 7, 87 (1981)
9. Wang, P.S., Kato, H. and Fujimaki, M.: Studies on flavor components of roasted barley(IV); The volatile sulfur compounds, fatty acids and neutral non-carbonyl oxygenated compounds. *Agr. Biol. Chem.*, 34, 561 (1970)
10. Schultz, T.H., Flath, R.A., Mon, T.R., Enggling, S.B. and Teranishi, R.: Isolation of volatile components from a model system. *J. Agric. Food Chem.*, 25, 466 (1977)
11. Collins, E.: Steam volatile components of roasted barley. *J. Agric. Food Chem.*, 19, 533 (1971)
12. Ho, C.T., Lee, M.H. and Chang, S.S.: Isolation and identification of volatile compounds from roasted peanuts. *J. Food Sci.*, 47, 127 (1981)
13. Maga, J.A. and Sizer, C.E.: Pyrazines in Foods. *J. Agric. Food Chem.*, 21, 22 (1973)
14. MacLeod, G. and Coppock, B.M.: A comparison of the chemical composition of boiled and roasted aromas of heated beef. *J. Agric. Food Chem.*, 25, 113 (1977)
15. 奥村 燕司: メイラド反應によるフレバ成分の生成. 食品工業, 1, 41 (1992)
16. Shuichi Nakamura, Osamu Mishmura, Hideki Masuda and Satoru Mihara: Identification of Volatile Flavor Components of the Oil from Roasted Sesame Seeds. *Agric. Biol. Chem.*, 53, 1891 (1989)
17. Coleman, E.C., Ho, C.T. and Chang, S.S.: Isolation and identification of volatile compounds from baked potatoes. *J. Agric. Food Chem.*, 29, 42 (1981)

(1995년 4월 6일 접수)