

찰쌀고오지를 사용한 개량식고추장의 숙성과정 중 휘발성 향기성분의 특성

최진영 · 이택수* · 노봉수*

서울여자대학교 자연과학연구소, *식품 · 미생물공학과

Characteristics of Volatile Flavor Compounds in Improved *Kochujang* Prepared with Glutinous Rice *Koji* during Fermentation

Jin-Young Choi, Taik-Soo Lee* and Bong-Soo Noh*

The Natural Science Institute, *Department of Food and Microbial Technology, Seoul Women's University

Abstract

Volatile flavor components of glutinous rice *koji kochujang* made by an improved method were analyzed by using a purge and trap method during fermentation and identified with GC-MSD. Twenty-one volatile flavor components detected immediately after making *kochujang* including 6 alcohols, 6 esters and 2 aldehydes. Forty-six volatile flavor components including 15 alcohols, 15 esters, 5 acids, 5 aldehydes, 1 alkane, 1 amine, 1 alkene and 3 others were found in an improved *kochujang* after 150 day of fermentation. Twenty kinds of flavor components, 5 alcohols such as ethanol, 3-methyl-1-butanol, 2-methyl-1-propanol, 6 esters such as ethyl acetate, 2-methylpropyl acetate, ethylbutanoate, phenylacetate, 2 aldehydes and 7 others were commonly found through the fermentation period. Peak area(%) of ethenone was the highest one among the volatile flavor components at immediately after mashing, and ethyl acetate showed the highest peak area after 30~60 day of fermentation, and ethanol showed the highest peak area after 90~120 day of fermentation, and 3-methyl-1-butanol showed the highest peak area after 150 day of fermentation(as major components). 2-Methyl-1-propanol, 1-butanol and methylbenzene were detected in glutinous rice *koji kochujang* during the fermentation.

Key words : volatile flavor component, *koji kochujang*, fermentation

서 론

고추장은 우리 나라 고유의 전통발효식품으로서 전분질원의 주원료에 따라 쌀고추장, 보리고추장, 밀고추장, 고구마고추장 등으로 나누고 제조하는 방식에 따라 메주 사용의 재래식고추장과 고오지 사용의 개량식고추장으로 분류한다⁽¹⁾. 고추장은 메주나 고오지에서 유래되는 효소작용과 담금후 미생물의 발효작용으로 숙성되어 맛, 향, 색의 품질이 조화된다. 일반적으로 메주를 이용한 재래식고추장은 가정에서, 고오지를 이용한 개량식고추장은 공장에서 주로 제조되고 있으나 주거생활과 식생활 환경의 변화로 개량식고추장의 보급도 증가되고 있는 실정이다⁽²⁾. 고오지 사용의 개량

식고추장은 쌀고오지, 콩고오지 및 쌀고오지와 콩고오지의 혼용고오지가 발효원으로 고추장제조에 이용되고 있으며 이들 고오지의 종류에 따른 고추장의 품질특성에 관한 연구가 필요하다. 고추장의 과학적인 연구로 아미노산^(3,4), 유리당^(5,6), 유기산⁽⁷⁻⁹⁾, capsaicin⁽¹⁰⁻¹²⁾ 등의 맛성분에 관하여는 많은 연구가 있으며 향기에 관하여는 손⁽¹³⁾등의 미생물을 달리하며 제조한 고추장의 향기성분, 김⁽¹⁴⁾등의 보은, 순창, 사천지역의 재래식고추장 향기에 관한 연구, 재래식고추장 및 콩고오지 사용의 개량식고추장의 숙성과정 중 향기성분에 관한 연구보고가^(15,16) 있으나 쌀고오지를 사용한 고추장의 향기성분에 관한 연구는 없다. 저자⁽¹⁶⁾등은 고오지의 종류에 따른 고추장의 품질이나 향기성분을 검토한 목적으로 본보에서는 찰쌀고오지를 사용하여 담금한 고추장의 숙성과정 중 향기성분을 GC 및 GC/MSD로 분석, 동정하였기에 그 결과를 보고하는 바이다.

Corresponding author : Taik-Soo Lee, Department of Food and Microbial Technology, Seoul Women's University, 126 Kongleung-dong Nowon-gu, Seoul 139-774, Korea

재료 및 방법

원료

고추장제조용 원료로 수분 13.8%, 조단백질 10.6%, 총당 72.4%의 1994년도산 통일참쌀, 수분 13.1%, 조단백질 36.1%, 총당 31.2%의 시판 국산대 두, 수분 13.1%, 조단백질 11.8%, 총당 25.4%의 충북 영동산 고춧가루, 97.0~98.0% 이상의 정제도를 갖는 소금(샘포(주))을 사용하였다.

참쌀고오지 제조

참쌀 1,400 g을 24시간 침지한 다음 물을 빼고 포에 싸서 고압 솥에서 0.7 kg/m²로 40분간 증자하였다. 증자된 참쌀은 실온으로 방냉하여 *Aspergillus oryzae*의 참쌀 종균을 20 g씩 파종하고 잘 섞은 후 일정량씩 고오지 상자에 담아 살균포를 덮어 30°C에서 3일간 배양하였다.

고추장 제조

참쌀 4,200 g, 콩 1,400 g을 24시간 침지한 다음 물을 빼고 참쌀은 가루로 분쇄하여 콩은 그대로 포에 싸서 고압 솥에서 0.7 kg/m²로 40~50분간 증자한 것에 상기의 방법으로 만든 참쌀고오지, 고춧가루 1,600 g, 소금 1,700 g 및 물 3,700 mL을 혼합하여 용기에 넣고 20±3°C에서 150일간 숙성하였다.

향기 성분의 분석

고추장 5 g에 증류수 10 g을 가해 시료병에 주입하여 purge and trap (Texmar, LSC 2000, USA) 장치에 연결시킨 후 질소를 분당 100 mL 속도로 30분간 purging하여 향기성분을 추출하였다. 추출한 향기성분을 60~80 mesh의 고분자물질(2,6-diphenyl-p-phenylene oxide가 주물질, Tenax GC, LSC 2000, USA)이 충전된 흡착관(12"×1/8" stainless steel)에 향기성분을 흡착시킨 후 dry purging을 3분간 실시하여 수분을 제거하였다. 흡착관을 50°C로 예비가열하고 180°C에서 3분간 가열하여 흡착된 향기성분을 탈착시켰다. Dynamic headspace 방법⁽¹⁷⁾으로 추출된 고추장의 휘발성 향기성분은 탈착과 동시에 GC에 자동적으로 주입되며 본 실험에 사용된 GC-FID의 분석조건은 다음과 같다. GC는 Hewlett-Packard 5890 Series II(USA)와 capillary column(CPWax-52CB fused silica, 50 m×0.25 mm I.D., 0.40µm, J&W, USA)을 사용하였다. 온도 프로그램은 35°C에서 3분간 유지한 후 1.5°C/min 속도로 250°C까지 승온시켜 30분간 유지하였다. Injector의 온

도는 230°C, detector의 온도는 250°C이며 carrier gas로는 helium을 사용하였다(1.2 mL/min). Make-up gas로는 helium을 사용하여 flow rate는 25 mL/min로 하였고 split ratio는 1:20으로 하였다. 질량분석은 GC/MS (Hewlett-Packard 5972 MSD, USA)를 사용하였으며 시료의 이온화는 electron impact ionization방법으로 행하였다. GC/MS의 분석조건으로 electron voltage를 70 eV로 하였고 ion source temperature는 230°C로 하였다. 또한 분석할 분자량의 범위는 50~300 m/e으로 분석하였다.

휘발성 향기성분의 확인

휘발성 향기성분의 확인은 ethanol, 1-propanol 등을 표준시료로 사용하여 표준크로마토그램을 구하였다. GC/MS의 분석에 의하여 Total ionization chromatogram에 분리된 각각의 peak의 성분분석은 mass spectrum library(Wiley NBS 138, USA)와 GC/FID에서 분석된 retention index와 비교하여 확인하였다.

결과 및 고찰

숙성과정 중 휘발성향기성분

참쌀고오지 사용의 개량식고추장은 수분 57.12~65.34%, 조단백질 9.56~19.32 g%(dry basis), 식염 8.14~8.66%, 환원당 8.51~15.77%, pH 4.69~5.41, 산도 7.60~14.80 mL(NaOH 소비 mL)였다.

참쌀고오지를 사용한 개량식 고추장의 숙성과정 중 휘발성 향기성분을 GC와 GC/MS로 분석 동정한 결과는 Fig. 1 및 Table 1과 같다. 참쌀고오지 사용의 개량식 고추장의 숙성과정 중 alcohol 15종, ester 15종, acid 5종, aldehyde 5종, alkane 1종, alkene 1종, ketone 3종, benzene 1종, amine 1종, 기타 1종 등 48종의 휘발성 향기성분이 동정되었다. 동정된 향기성분수는 담금 직후에 alcohol 6종, ester 6종, aldehyde 2종 등 총 21종이었으나 30일에는 alcohol 3종, ester 5종을 비롯한 14종이 추가되어 34종으로 증가되었고 150일에는 46종으로 향기성분수가 최대에 달하였다. 동정된 향기성분 중 alcohol 5종, ester 6종, aldehyde 2종, 기타 7종 등 20종은 고추장 숙성 전 과정을 통하여 검출되었다. 향기성분의 면적비율은 담금 직후에 ethenone, 30~60일에 ethyl acetate, 90~120일에 ethanol, 150일에는 3-methyl-1-butanol의 면적비율이 각각 가장 높았고 숙성기간에 따라서는 2-methyl-1-propanol, 1-butanol, methyl benzene 등도 면적비율이 높아 이들 성분이 참쌀고오지 개량식고추장의 주요한 휘발성향기

성분들 일 것으로 여겨진다. 물론 각 물질마다 검출기에서 나타나는 감응정도가 물질에따라 다르고 sniffing 시험결과나 aroma value와 함께 비교되어야 구체적인 주성분을 알 수 있을 것이다. 여기서는 단지 peak면적만을 토대로하여 판단한 것으로 주요한 향기성분인지 여부는 위에서 언급한 방법을 도입하여 추후 검토되

어야 할 것으로 보인다.

참쌀고오지 사용의 개량식 고추장 향기는 원료, 참쌀고오지 및 담금 후 숙성과정 중 미생물의 발효과정과 대사작용으로 생성된다고 추측된다. 본 실험에서 동정된 ester류 15종 중 10종이 ethyl ester류 였다. Ester류 중 ethyl acetate, 2-methyl propyl acetate, ethyl lactate, phenyl acetate, ethyl-3-hydroxy butanoate의 5종은 고추장 숙성 전 과정을 통하여 검출된 성분이다. Ethyl acetate는 참쌀고오지 개량식고추장의 숙성과정 중 ester의 주성분으로 나타났고 숙성 30일에는 고추장의 전체 향기성분 중 면적비율이 가장 높았다. 과실 향의 ethyl acetate는 재래식고추장과 개량식고추장의 주 향기성분으로 보고되었다^(15,16). 담금 직후에 면적비율이 높게 나타난 ethyl butanoate는 숙성 전 과정을 통하여 ester 중 ethyl acetate 다음으로 높은 경향으로 이는 콩고오지 개량식고추장의 보고⁽¹⁶⁾와 부합되었다. 파인애플향의 ethyl butanoate는 감미성이 강한 과실 향의 특색으로 본 실험에서 면적비율이 높아 고추장 향미생성에 영향이 큰 ester로 추측된다. Phenyl acetate는 30~60일의 숙성기에 면적비율이 높은 편이나 고추장의 향미성분으로는 보고된바 없다. 과실 향의 methyl acetate 및 ethyl hexanoate, 파인애플 향의 ethyl octanoate, 벌꿀 향의 2-phenyl ethyl acetate는 본 실험에서 숙성 30일 이후에 검출된 ester류이다. 이들 ester는 재래식과 콩고오지 개량식고추장의 향기성분이며^(15,16) 특히 2-phenylethyl acetate는 맥주의 방향족 ester 중 가장 중요한 향기성분으로 보고되어 있다⁽¹⁸⁾. 이들 과실 향의 ester류는 고추장의 장기숙성시에도 검출되는 사실로 보아 고추장의 향미조화에 관여하는 성분으로 추측된다. Congac 향의 ethyl nonanoate는 재래식이나 콩고오지 개량식 고추장 성분으로 보고되어 있지 않으나 본 실험의 참쌀고오지 개량식 고추장에서 숙성 60일 이후 검출되었고 면적비율은 낮았다.

동정된 15종의 alcohol류 중 ethanol, 1-propanol, 2-methyl-1-propanol, 1-butanol, 3-methyl-1-butanol, 1-hexanol, 2-furanmethanol은 숙성 전 과정을 통하여 검출되었다. Ethanol은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 담금 직후 크로마토그램상의 peak 면적이 작았으나 60~120일에는 증가되는 경향을 보여 전체 향기성분 중 면적비율도 가장 높게 나타났다. 고추장 중의 ethanol은 0.2~3%(13,14)이며 본 실험에서 ethanol을 정량하지 않았으나 면적비율이 타알코올류보다 높은 결과로 나타나 참쌀고오지 개량식고추장의 알코올이나 향기의 주 성분임을 알 수있다. Fusel oil 성분의 3-methyl-1-butanol과 2-methyl-1-propanol은 ethanol 다음으로 면적

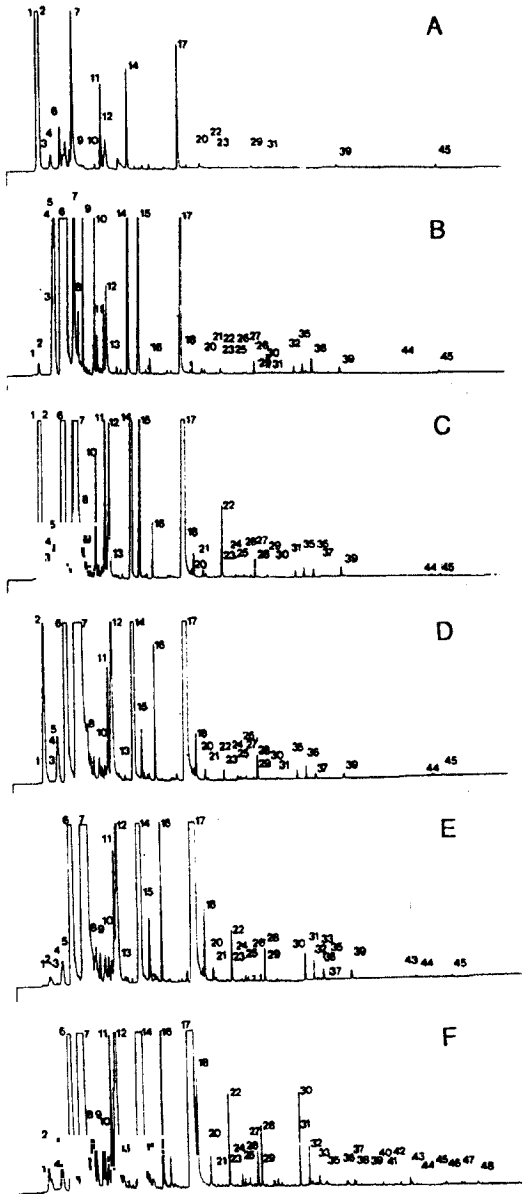


Fig. 1 Chromatogram of volatile flavor compounds in an improved *kochujang* with rice *koji* by GC at various fermentation time.

A : 0, B : 30, C : 60, D : 90, E : 120, F : 150 day

Table 1. Volatile compounds in *kochujang* made of rice *koji* at various fermentation time (unit: peak area %)

Peak No.	Fermentation period (day)					
	0	30	60	90	120	150
Alcohols						
7. Ethanol	8.79	9.20	24.64	36.84	36.45	14.67
8. 1-Propanol	-	0.17	0.28	0.09	0.04	0.21
14. 2-Methyl-1-propanol	3.07	3.99	10.35	13.98	17.08	24.72
16. 1-Butanol	0.12	0.06	0.15	0.34	0.49	0.01
17. 3-Methyl-1-butanol	3.21	4.80	14.77	18.97	22.55	24.66
19. 3-Methyl-3-buten-1-ol	-	-	-	-	0.01	-
21. 2-Ethyl-1-butanol	-	0.01	trace	trace	0.01	0.01
23. 1-Hexanol	0.04	0.05	0.24	0.02	0.15	0.21
24. 3-Ethoxy-1-propanol	-	-	0.01	trace	0.01	0.01
30. 2,3-Butanediol	-	0.03	0.03	0.03	0.07	0.09
34. 2-Hexanol	-	-	-	-	-	0.01
39. 2-Furanmethanol	0.10	0.04	trace	0.03	0.03	0.01
41. 3-Methylthio-1-propanol	-	-	-	-	-	0.01
47. Benzeneethanol	-	-	-	-	-	0.01
48. 2-Ethenyloxyethanol	-	-	-	-	-	0.01
Esters						
5. Methyl acetate	-	2.44	0.34	0.35	0.19	0.18
6. Ethyl acetate 8.79 71.80	28.88	20.39	17.48	15.96		
9. 2-Methylpropyl acetate	0.17	0.69	0.11	0.03	0.07	0.15
11. Ethyl butanoate	2.35	0.33	0.67	0.61	0.58	0.54
13. Ethyl pentanoate	-	0.03	0.01	0.01	0.03	0.06
15. Phenyl acetate	0.10	2.33	1.44	0.23	0.24	0.05
18. Ethyl hexanoate	-	0.05	0.10	0.16	0.19	0.37
22. Ethyl 2-Hydroxy propanoate	0.08	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01
25. Ethyl Octanoate	-	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03
29. Ethyl 3-Hydroxy butanoate	0.10	0.06	0.06	0.07	0.09	0.14
32. Methyl 2-Hydroxy- 4-methylpentanoate	-	-	-	-	0.01	0.02
37. Ethyl nonanoate	-	-	0.04	0.03	0.03	0.01
40. Diethyl butanedioate	-	-	-	-	-	0.01
42. 4-Ethylphenyl acetate	-	-	-	-	-	0.01
44. Ethyl 2-Phenylacetate	-	0.01	trace	trace	trace	0.01
Aldehydes						
1. Acetaldehyde	8.90	0.03	1.44	0.25	0.02	0.20
3. Butanal	0.04	0.25	0.01	0.01	0.03	0.02
28. Furfural	-	0.01	0.01	0.01	0.02	0.08
35. 3-Hydroxybutanal	-	0.04	0.03	0.04	0.05	0.01
43. 2-Hexanal	-	-	-	-	0.01	0.02
Acids						
26. Acetic acid	-	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
31. Propanoic acid	0.03	0.01	0.01	trace	0.01	0.01
33. 2-Methylpropanoic acid	-	-	-	-	0.01	0.01
36. Butanoic acid	-	0.08	trace	trace	0.01	0.04
45. Hexanoic acid	0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
Alkanes						
20. 1-Methoxy-2-methyl propane	0.20	0.03	0.04	0.05	0.05	0.09
Alkenes						
4. Ethoxyethene	0.96	1.09	0.18	0.14	0.09	0.09
Ketones						
2. Ethenone	60.30	0.14	11.61	1.58	0.06	0.08
27. 3-Hydroxy-2- pentanone	-	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04
38. Dihydro-2(3H)- furanone	-	-	-	-	-	0.02

Table 1. Continued

Peak No.	Fermentation period (day)					
	0	30	60	90	120	150
Amines						
46. 1-Octanamine	-	-	-	-	-	0.01
Benzenes						
12. Methylbenzene	0.24	0.76	1.13	2.37	2.06	2.13
Others						
10. Pyrrolidine	0.22	0.78	0.59	0.13	0.03	0.13
Non-identified compound	9.83	0.68	2.82	2.13	1.73	14.83

비율이 높아 고추장 alcohol의 주성분의 하나로 추측된다. 3-Methyl-1-butanol은 숙성 150일에 ethanol 보다도 면적비율이 높은 편이다. 1-Propanol은 fusel oil 성분 중 면적비율이 극히 낮았다. Fusel oil 성분의 alcohol류는 재래식 고추장과 콩고오지개량식 고추장의 주요 알코올 성분이고^(15,16) 특히 주류의 고급 알코올 성분으로 중요시되고 있다^(18,19). 1-Butanol은 콩에서 유래되는 청취성분⁽¹⁸⁾으로 재래식고추장의 알코올 주성분의 일종이나⁽¹⁵⁾ 본 실험의 참쌀고오지의 개량식고추장에서는 면적비율이 낮았다. 2-Furanmethanol은 초취성의 향기로 참쌀고오지의 개량식고추장에서 숙성 전 과정을 통하여 검출되었으나 면적비율은 낮은 편이다. 이 알코올은 개량메주의 향기성분으로 알려져있다⁽¹⁶⁾. 이외 3-methylthio-1-propanol 및 벌꿀 향의 2-hexanol 면적비율이 낮고 장기숙성시에 만 검출되어 고추장의 향미형성에 영향이 적은 알코올성분으로 추측된다.

5종의 aldehyde 중 녹색플랑의 acetaldehyde, melon 향의 butanal, 계피유향의 2-furancarboxyaldehyde의 3종은 숙성 전 과정을 통하여 검출된 성분으로 재래식과 콩고오지의 개량식고추장에도 존재한다^(15,16). 자극취의 acetaldehyde는 담금 직후에 면적비율이 상당히 높았으나 숙성기간의 경과에 따라 저하가 컸다. 이는 생성된 acetaldehyde가 초산으로 산화되거나 알코올로 환원되어 저하된 것으로 추측된다. 참쌀고오지 개량식고추장의 휘발성 산류로 propionic acid 와 hexanoic acid는 숙성 전 과정을 통하여, acetic acid와 butanoic acid는 30일 이후에 각각 검출되었다. 자극 취의 acetic acid는 대부분의 발효식품에 함유되는 미생물의 산화생성물이나 본 실험의 참쌀고오지의 개량식고추장에서는 면적비율이 낮았다. Butanoic acid는 낙산균 발효로 생성되는 부패취로 본 실험의 참쌀고오지 개량식고추장은 재래식이나 콩고오지의 개량식고추장보다 면적비율이 극히 낮았다. Ethenone은 담금 직후에만 향기성분 중 면

적비율이 가장 높았으나 숙성기간에 경과에 따라 현저히 저하되었다. Ethenone의 생성이나 담금초 고추장에서 높은 원인은 알 수 없으나 고추장 숙성과 더불어 알코올, 아민물 등이 ethenone과 반응하여 초산, ester, amide 등의 화합물형성에 이용되므로 면적비율이 저하된 것으로 추측된다. 숙성후기에 면적비율이 다소 높은 methylbenzene은 콩고오지의 개량식고추장에도 존재하나⁽¹⁶⁾ Natto균을 이용한 된장에서 함유율이 높은 성분이다⁽²¹⁾. 과일 향의 dihydro-2(3H)-furanone은 숙성후기에만 검출된 ketone류로 면적비율은 극히 낮았다. 이 성분은 개량식고추장이나 맥주에도 존재한다⁽¹⁶⁾. 이외 1-octanamine, 3-hydroxy-2-pentene, ethoxyethane 등의 향기성분도 참쌀고오지 개량식고추장에서 숙성기간에 따라 검출되었으나 면적비율은 낮은 편이다. 손⁽¹³⁾은 미생물의 종류를 달리하여 제조한 90일 숙성고추장에서 36종의 향기성분을 동정하였다. 이들 성분 중 ethanol, 3-methyl-1-butanol등 12종의 향기성분은 본 실험의 참쌀고오지 개량식 고추장과 같은 성분이었다. 김 등⁽¹⁴⁾은 180일 숙성된 순창, 보은 등의 재래식 고추장에서 112종의 향기성분을 분리, 동정하였으며 이 중 ethylacetate, ethanol, benzaldehyde 등 24종의 향기성분이 본 실험의 결과와 공통의 성분이었다. 최 등⁽¹⁴⁾은 콩고오지 사용의 개량식고추장의 숙성과정에서 51종 향기성분을 동정하였으며 이 중 ethylacetate, 3-methyl-1-butanol, ethanol 등 21종이 숙성 전 과정을 통하여 검출된 성분으로 보고하였다. 또한 ethylacetate, ethanol, ethylbutanoate, 2-methyl-1-propanol, 3-methyl-1-butanol이 콩고오지개량식 고추장의 휘발성 향기의 주성분으로 보고하였다⁽¹⁶⁾. 본 실험의 참쌀고오지 개량식고추장은 향기성분의 종류나 주요성분이 최 등⁽¹⁶⁾의 콩고오지 개량식고추장과 유사한 결과를 보였고 김 등⁽¹⁴⁾, 손⁽¹³⁾의 보고와는 많은 차이를 보여 고추장의 원료배합, 발효조건, 분석방법에 따라 휘발성 향기성분에

많은 차이가 있음을 알 수 있었다. 이상의 결과와 같이 찹쌀고오지를 사용하여 제조한 개량식고추장은 여러 종류의 향기물질이 존재하나 알코올류와 에스테르류를 주성분으로 하여 aldehyde, acid, ketone류 등의 화합물에서 유래되는 미량의 향기가 복합되어 찹쌀고오지 고추장의 향미를 형성함을 알 수 있다. 고추장 담금 초에는 향기성분의 종류가 적었으나 숙성기간의 경과와 함께 효모나 젖산균 등의 발효작용으로 여러 종류의 향기물질이 생성되면서 각 향기성분의 면적비율이나 주요 향기성분에도 차이를 보이므로 숙성기간에 따른 찹쌀고오지 고추장의 향미품질도 차이가 예상된다.

요 약

찹쌀로 담금한 찹쌀고오지 사용의 개량식고추장 숙성과정 중 휘발성향기성분을 purge and trap 장치로 포집하여 GC-MSD로 분석, 동정한 결과 alcohol 15종, ester 15종, acid 5종, aldehyde 5종, ketone 3종, alkane 1종, amine 1종, alkene 1종 등 46종의 향기성분이 동정되었다. 동정된 향기성분수는 담금 직후에 alcohol 6종, ester 6종, aldehyde 2종 등 21종이었으나 30일에 alcohol 3종, ester 5종을 비롯한 14종이 추가, 검출되어 34종으로 증가되었다. 150일에는 46종으로 향기성분수가 최대에 달하였다. 숙성 전 과정을 통하여 검출된 향기성분은 ethanol, 3-methyl-1-butanol, 2-methyl-1-propanol 등 alcohol류 5종, ethyl acetate, 2-methylpropylacetate, ethylbutanoate, phenylacetate 등 ester 6종, aldehyde류 2종, 기타 7종 등 20종이었다. 향기성분의 면적비율은 고추장 담금 직후 ethenone, 30~60일에 ethylacetate, 90~120일에 ethanol, 150일에 3-methyl-1-butanol 이 가장 높았고 숙성기간에 따라서는 2-methyl-1-propanol, 1-butanol, methylbenzene 등도 면적비율이 높아 이들 성분이 찹쌀고오지 개량식고추장의 주요 휘발성향기성분으로 여겨진다.

문 헌

- Kim, Z.U. Food Processing. p.41. Moonwoondang, Seoul, Korea (1985)
- Woo, D.H. and Kim, Z.U. Characteristics of improved kochujang. J. Kor. Agric. Chem. Soc. 33: 161-168 (1990)
- Lee, T.S., Cho, H.O. and Ryoou, M.K. Approach to the taste components of kochujang(part 1), Content of amino acids and other nitrogen compounds. Kor. J. Nutr. 13: 43-50 (1980)
- Lee, T.S., Park, S.O. and Kung, S.S. Free amino acid and free sugar contents of liquid koji kochujang. Kor. J. Food Sci. Technol. 16: 7-10 (1984)
- Chung, W.C., Lee, T.S. and Nam, S.H. Changes in free sugars of kochujang during aging. J. Kor. Agric. Chem. Soc. 29: 16-21 (1986)
- Chun, M.S. Characteristics of kochujang by brewing method and gamma irradiation. Ph. D Thesis, Seoul Women's Univ. Seoul, Korea (1989)
- Lee, T.S., Park, S.O. and Lee, M.W. Determination of organic acids of kochujang prepared from various starch sources. J. Kor. Agric. Chem. Soc. 24: 120-125 (1981)
- Chun, M.S., Lee, T.S. and Noh, B.S. The changes in organic acids and fatty acids in kochujang prepared with different mashing methods. Kor. J. Food Sci. Technol. 27: 25-29 (1995)
- Han, Y.R. Quality of kochujang using *Monascus anka*. Ph. D Thesis, Seoul Women's Univ. Seoul, Korea (1989)
- Han, K.D. and Lee, S.S. Enzymatic studies on the capsaicin, the hot component of capsicum annum: A method of assaying capsaicin in kochujang. J. Pharm. Soc. 4: 56-66 (1958)
- Han, K.D., Lee, S.S. and Choi, S.C. Enzymatic studies on the capsaicin, the hot component of Capsicum annum: Studies on the capsaicin in kochujang. J. Pharm. Soc., 4: 60-68 (1958)
- Chun, M.S., Lee, T.S. and Noh, B.S. The change in capsaicin, dihydrocapsaicin and capsanthin in kochujang with different mashing methods. Foods Biotechnol. 3: 104-108 (1994)
- Shon, S.H. Studies on the quality of kochujang prepared with mix *Aspergillus oryzae*, *Bacillus licheniformis* and *Saccharomyces rouxii* during fermentation. MS Thesis, Sejong Univ. Seoul, Korea (1992)
- Kim, Y.S. and Oh, H.I. Volatile flavor components of traditional and commercial kochujang. Kor. J. Food Sci. Technol. 25: 494-501 (1993)
- Choi, J.Y., Lee, T.S., Park, S.O. and Noh, B.S. Characteristics of volatile flavor compounds in meju kochujang prepared with soybean koji during fermentation. Kor. J. Food Sci. Technol. 29: 745-751 (1997)
- Choi, J.Y., Lee, T.S. and Park, S.O. Characteristics of volatile flavor compounds in improved kochujang prepared with soybean koji during fermentation. Kor. J. Food Sci. Technol. 30: 638-643 (1998)
- Sasson, A.Y., Erner, T. and Monselis, S.P. GLS of organic acid in citrus tissues. J. Agric. Food Chem. 24: 652-660 (1976)
- Yuda, J.I. Volatile compounds from beer fermentation. J. Soc. Brew. 71: 819-830 (1977)
- Hara, S.D. Charateristics of Sake. Ch. 9. Alcohol. J. Soc. Brew. 62: 1195-1205 (1967)