

효소 처리된 닭고기 부산물에서 형성된 pyrazines의 비교

손성희 · 조인희 · 김영석*
이화여자대학교 식품영양학과

Comparison of Pyrazines Formed in Chicken By-Products Hydrolyzed by Enzymes

Sung Hee Shon, In Hee Cho, Young-Suk Kim*
Department of Food and Nutritional Sciences, Ewha Womans University

Abstract

To investigate the formation of pyrazines, by-products of chicken were hydrolyzed by protease/peptidase for 4, 8 and 24 hours, after which the hydrolysates were heated with glucose, fructose and xylose, respectively, at 180°C for 100min. The formation of pyrazines showed a significant difference by quality and quantity according to the degree of protein hydrolysis. Especially, the formation of 2-methyl pyrazine and 2-ethyl-5-methyl pyrazine was considerably affected by the degree of protein hydrolysis. Also, 3-ethyl-5-methyl pyrazine, 2-butyl-3-methyl pyrazine, 2-butyl-3,5-dimethyl pyrazine, methyl pyrazine, and 3-ethyl-5-methyl pyrazine were identified only in the hydrolysates for 24 hours.

Key words: protein hydrolysis, enzyme, pyrazine, processed flavor, Maillard reaction

I. 서 론

최근 식품 소비자들은 생활 수준의 향상으로 다양하고 고급화된 천연식품을 요구하고 있다. 식품의 향미(flavor) 또한 천연에서 유래된 향을 선호한다. 일반적으로 식품의 향미성분은 원재료에 존재하거나 효소나 미생물에 의해 거대분자인 식품의 성분들이 작은 분자로 분해되는 과정이나 발효되는 과정, 혹은 새로이 생성되는 중간물질들을 반응물질로 하는 열에 의한 비효소적 갈변반응, 즉 Maillard 반응에 의해 생성된다. 대부분 식품의 향미성분은 가공되거나 조리되기 이전에는 향이 거의 없거나 매우 약한 향을 나타내지만, 조리와 가공 중의 열처리 과정을 거치면서 강하고 독특한 향이 생성된다¹⁾. 따라서 식품의 가공향(processed flavor)을 만드는데 있어서 Maillard 반응은 중요한 과정 중 하나이다. 비효소적 갈변 반응인 Maillard 반응은 아미노산, 아민, 펩타이드, 단백질 등이 당류, 알데하이드, 케톤 등의 환원

당류와 일련의 화학반응을 거쳐 최종적으로 멜라노이딘(melanoidine)을 형성하는 것이다. 즉 아미노기와 카보닐기에 의한 갈색화 반응이기 때문에 아미노-카보닐 반응이라고도 한다. 일반적으로 대부분의 식품은 그 자체 내에 카보닐 화합물인 당류, 아미노기의 질소화합물인 단백질 등을 함유하고 있다. 따라서 Maillard 반응은 식품에서 흔히 일어날 수 있는 반응이다^{2,3)}. 이러한 Maillard 반응은 아미노산의 종류, 당의 종류, 반응 온도, 반응 시간, pH, 및 수분함량 등과 같이 여러 가지 요인에 따라 매우 다른 결과를 가져온다고 한다⁴⁻¹⁰⁾. 한편, 식품의 가공향이란 전구물질로부터 가공공정을 거쳐 생성된 flavor나 flavoring ingredient로서 정의될 수 있는데, 이는 생성 경로에 따라 reaction flavor, hydrolysates, fat flavor, autolysates, 및 enzyme modified flavor 등으로 분류된다. 이 중 주로 이용되는 가공공정은 열처리 공정과 효소처리 공정이며, 특히 열처리 공정은 고기향이나 savory flavor를 생산하는데 주로 이용된다¹¹⁾. 가공향의 중요한 특성인 savory-type의 향기특성을 나타내는 대표적인 화합물로는 pyrazine 화합물을 들 수 있으며, 주로 cooked, roasted, toasted 식품에서 형성되고, 일반적으로 meaty, baked, roasted, nutty, coffee,

Corresponding author: Young-Suk Kim, Ewha Womans University,
11-1 Daehyun-dong, Seodaemun-gu, Seoul 120-750, Korea
Tel : 82-2-3277-3091
Fax : 82-2-3277-2862
E-mail : yskim10@mm.ewha.ac.kr

cocoa, woody, 및 fishy와 같은 향기 특성을 가진다. 한편, 가공향의 초기 형태 중 하나인 hydrolyzed vegetable protein(HVP)은 식물성 단백질을 산으로 가수분해하여 생성되는 것으로 주로 아미노산으로 구성된다. 단백질을 가수분해하는 방법으로는 산, 알칼리, 효소를 이용하는 등 여러 가지 방법이 있는데, 영양적인 측면에서 볼 때 효소로 가수분해하는 것이 산과 알칼리로 가수분해한 것보다 우수하고 좋은 질의 웹타이드를 얻을 수 있으며, 최근에는 protease로 가수분해한 enzyme hydrolyzed vegetable protein(E-HVP)가 HVP의 대체로 개발되고 있다^{12,13)}. 한편, 가공향을 제조하는데 있어 식품을 제조하고 남은 부산물을 이용하기도 한다. 백¹³⁾은 홍제살의 부산물을 protease를 이용하여 가수분해시킨 후, 여러 가지 전구체와 함께 반응시켜서 가공향을 제조하는 연구를 보고하였다. 이러한 부산물을 이용한 가공향의 제조는 식품 제조 시 나오는 부산물의 처리 비용을 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 고부가가치 산물로써 새로운 가치를 창출해낸다.

따라서 본 연구에서는 닭고기 열수 추출물의 부산물을 이용하여 단백질의 가수 분해율에 따른 Maillard 반응의 주된 산물의 하나인 pyrazine 화합물의 형성을 비교하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료 및 시약

닭고기 부산물은 주식회사 정풍(Seoul, Korea)에서 제공받았다. 닭고기 부산물은 닭고기 추출물을 만들고 남은 잔사를 냉동상태로 받아서 고기 부산물의 뼈부분과 살부분을 분리하고, 살부분을 분쇄기(HMC-400T, Hanil electron Co., Seoul, Korea)를 이용하여 분쇄하였다.

D-glucose, D-fructose, D-xylose, formaldehyde, 2-isobutyl-3-methoxy pyrazine은 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, sodium hydroxide, sodium chloride 및 hydrochloric acid는 Duksan(Gyeonggi-do, Korea)으로부터 구입하였다. Protease P "Amano 6"과 peptidase R는 Amano Enzyme(Nagoya, Japan)으로부터 구입하였고, dichloromethane과 sodium sulfate anhydrous은 Fisher Scientific(Vineland, NJ, USA)에서 구입하였다.

2. 닭고기 부산물의 효소 가수분해

분쇄된 닭고기 부산물 600g에 중류수 99ml를 첨가

하고, protease P "Amano 6"과 peptidase R을 5:1의 비율로 3.708g 첨가하였다. 이때 첨가되는 효소는 먼저 약간의 중류수로 충분히 녹인 후 시료에 넣어 잘 섞었다. 물로 중탕하면서 시료의 내부 온도가 50°C가 될 때까지 가열한 후 50°C, 150rpm의 shaking incubator(KMC-8480SF, Vision Scientific Co. LTD., Seoul, Korea)에서 효소 가수분해 처리를 하였다. 가수분해 시간은 각각 4시간, 8시간, 24시간이었다.

3. 단백질 가수 분해율 측정

단백질의 가수분해 정도를 측정하기 위하여 아미노산태 질소 정량방법을 사용하였다¹⁴⁾. 효소로 처리한 가수 분해물 3.0g에 중류수 50ml를 넣어서 잘 섞은 후 0.1 N NaOH를 사용하여 pH를 7.0으로 맞추고, 0.1 N NaOH로 중화시킨 formaldehyde(pH 7.0)를 25ml 넣어서 10분간 교반시켰다. 0.1 N NaOH를 사용하여 시료의 pH를 8.9가 될 때까지 적정하였으며, 이 때 소비된 0.1 N NaOH의 양을 측정하였다. 닭고기 부산물을 6 N HCl로 110°C에서 24시간 가열시킨 것을 100% 가수분해된 것으로 간주하여 아래의 식과 같이 단백질 가수분해율을 계산하였다.

$$\text{Amino nitrogen (\%)} = (V_1 / V_0) \times 100$$

V_1 : 시료의 0.1 N NaOH 적정소비량(ml)

V_0 : 산 가수분해물의 0.1 N NaOH 적정소비량(ml)

4. Model system에서의 pyrazine 화합물 형성

4시간, 8시간, 24시간 효소 처리된 닭고기 가수 분해물 25g에 glucose, fructose, xylose를 각각 2.5g 넣고, 50% NaOH로 pH를 10.0으로 맞추었다. 이들 9가지의 model system을 200ml의 stainless steel bottle에 각각 넣은 후, 180°C로 유지시킨 열풍 건조기(EYELA NDO-600SD, Sunil Eyela Co., Seoul, Korea)에서 100분 동안 반응시켰다.

5. Pyrazine 화합물의 분리

500ml 용량의 3-neck 둥근 플라스크에 반응물과 중류수 50ml를 혼합한 후 내부표준물질로 사용된 200ppm의 2-isobutyl-3-methoxy pyrazine(v/w, in dichloromethane) 1.5ml과 sodium chloride 5g을 첨가하였다. 시료가 들어있는 둥근 플라스크로 40ml/min 속도의 질소가스를 흘려주고, trap은 11.7%의 hydrochloric acid(w/w) 25ml을 넣고 열음물에서 유지시키면서 pyrazine 등의 휘발성 성분을 trap으로 purge하였다(Fig. 1). 휘발성 향기 성분이 포집된 11.7

%의 hydrochloric acid를 30% sodium hydroxide를 이용하여 추출물의 pH를 13.0으로 조정하였다. 여기에 dichloromethane 25ml을 넣어 400rpm에서 20분간 교반하였다. 이를 분액여두에 넣어 총 분리시킨 후 용매층은 받아 내고 남은 부분을 다시 dichloromethane 25ml으로 20분간 재용매추출 하였다. 추출물에 남아 있는 불순물을 씻어내기 위해서 중류수 25ml을 넣고 1분간 흔들어 준 후 총 분리하여 용매층을 얻었다. 무수 sodium sulfate를 사용하여 용매층에 남아있는 수분을 제거한 후 질소가스를 이용하여 0.05ml까지 농축하였다.

6. Gas chromatographic analysis (GC)

Pyrazine 화합물의 정량분석에는 HP 5890 gas-chromatograph(Hewlett Packard, Little Falls, PA, USA)가 사용되었으며, flame ionization detector(FID)와 극성칼럼인 fused silica GC capillary DB-innowax column(25m length 0.2mm i.d., 0.25m film-thickness) (J & W Scientific, Folsom, CA, USA)이 사용되었다. 용매로 추출된 시료 1 μ l를 splitless mode로 주입하였다. 이동상 기체로는 헬륨(He)이 사용되었고, 1ml/min의 유속으로 흐르게 하였다. GC 오븐 온도는 40 °C에서 200°C까지 5°C/min로 높혔으며, 200°C에서 5 분 동안 유지하였다. 주입부와 검출기의 온도는 각각 230°C와 250°C였다.

7. Gas chromatography/Mass spectrometry (GC/MS) Analysis

Pyrazine류 화합물의 정성적인 분석을 위해서 HP

6890 gas chromatograph에 연결된 mass selective detector(MSD) (Hewlett Packard Little Falls, PA, USA)가 사용되었다. 이동상 기체는 GC의 정량분석과 동일한 헬륨이었으며, 유속은 0.8ml/min이었다. GC 오븐의 온도 및 주입구의 온도, 사용된 칼럼, 시료 주입량은 모두 GC 조건과 동일하였다. Mass spectra는 70eV에서 electron ionization (EI)에 의해 얻어졌으며, 스캔 범위는 33~350amu이었다.

8. Pyrazine 화합물의 동정 및 정량

각 화합물은 on-computer library (Wiley 2751, 1995) (Hewlett-Packard Co., Palo Alto, CA, USA)의 mass spectra와 비교하거나 매뉴얼 해석을 통하여 동정되었다. 화합물의 retention index (RI)는 *n*-paraffins C7-C22을 사용하여 표준물질과 비교하여 결정하였으며¹⁵⁾, 문헌을 통하여 비교되었다¹⁶⁻¹⁸⁾. 동정된 화합물들의 정량은 내부표준물질에 대한 각각의 화합물의 GC peak의 상대적인 면적비로 결정하였다.

III. 결과 및 고찰

닭고기 열수 추출물의 부산물을 가수 분해한 후 아미노산태 질소정량방법으로 가수 분해율을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 즉 4시간, 8시간, 24시간 효소처리한 시료는 각각 35.28%, 43.69%, 54.31%의 가수 분해율을 보였으며, 가수 분해율은 급격히 증가하다 점차적으로 완만히 증가하는 경향을 나타내었다. 각각의 가수 분해물에 glucose, fructose, xylose를 첨가한 후, 180°C에서 100분간 반응시켜 pyrazine 등의

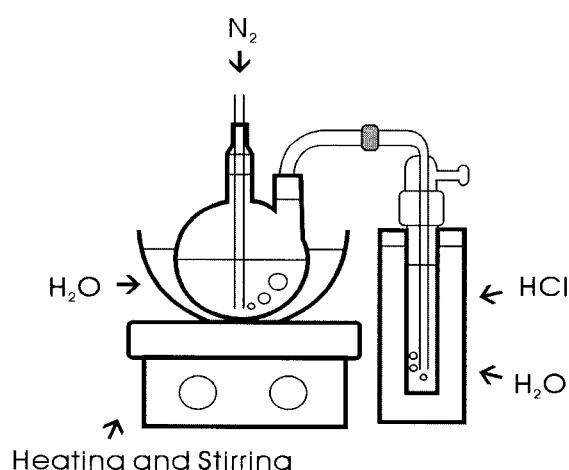


Fig. 1. The apparatus of selective purge and trap (Kuo et al., 1989)

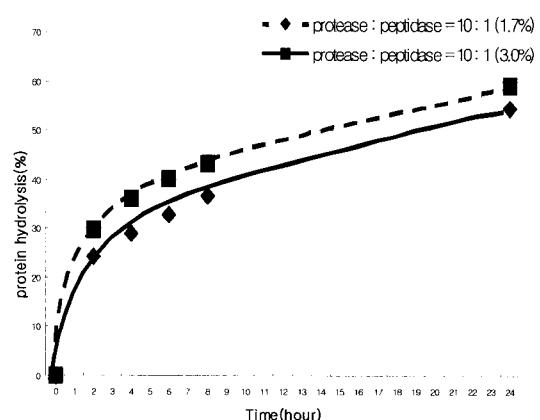


Fig. 2. Degree of protein hydrolysis according to time.

염기성 성분만을 선택적으로 추출한 후 비교 분석한 결과는 Table 1-3과 같았다. 가수분해 정도에 따라 가수 분해물과 glucose를 반응시켰을 때 검출된 pyrazine은 Table 1에 나타내었다. 총 8개의 pyrazine이 동정되었으며, 전반적인 pyrazine의 생성량은 가수분해가 진행됨에 따라 증가하였다. 8개의 화합물 중 2-ethyl-5-methyl pyrazine(No.4)과 2,3,5-trimethyl pyrazine(No.5)은 4시간, 8시간, 24시간 효소 처리한 시료 모두에서 확인되었으며, 가수분해가 진행됨에 따라 생성되는 양 또한 크게 증가하였다. 한편, 2-methyl pyrazine(No.1)과 3-methylbutyl pyrazine(No.8)은 4시간과 24시간 가수분해한 시료에서만 발견되었으며, 8시간 효소 처리한 시료에서는 확인되지 않았다.

다. 24시간 가수분해한 시료에서는 8개의 pyrazine이 모두 동정되었으며, 그 가운데 2-methyl pyrazine(No.1), 2-ethyl-6-methyl pyrazine(No.3), 3-methylbutyl pyrazine(No.8)은 4시간 가수분해한 시료에서만 확인되었고, 2,3-dimethyl pyrazine(No.2), 3-ethyl-2,5-dimethyl pyrazine(No.6), 2-ethyl-3,5-dimethyl pyrazine(No.7)은 8시간 가수분해한 시료에서만 검출되는 등 4시간과 8시간 가수분해한 시료에서 서로 다른 pyrazine이 동정되었다. 또한 Fig. 3처럼 가수분해 정도에 따라 pyrazine이 점차적으로 증가하는 것도 있었으나, 큰 차이를 보이지 않는 것도 있었다. 이는 glucose와 다양한 종류의 아미노산을 반응시켰을 때 대부분의 pyrazine 화합물은 아미노산의 종류에 관계

Table 1. Comparison of pyrazines identified in model system composed of glucose and protein hydrolysates

Peak No.	R.I. ^{a)}	Possible Compounds	GC Peak Area (%) ^{b)}			Identification ^{c)}
			4hr	8hr	24hr	
1	1290	2-methyl pyrazine	0.61±0.094	- d)	1.98±0.701	MS
2	1375	2,3-dimethyl pyrazine	-	0.26±0.089	0.64±0.014	MS/RI
3	1413	2-ethyl-6-methyl pyrazine	1.90±0.243	-	3.89±0.196	MS/RI
4	1421	2-ethyl-5-methyl pyrazine	0.04±0.017	0.08±0.075	0.16±0.041	MS/RI
5	1433	2,3,5-trimethyl pyrazine	0.04±0.020	0.09±0.102	0.13±0.102	MS
6	1470	3-ethyl-2,5-dimethyl pyrazine	-	0.03±0.005	1.45±0.096	MS/RI
7	1490	2-ethyl-3,5-dimethyl pyrazine	-	0.25±0.039	0.49±0.175	MS
8	1613	3-methylbutyl pyrazine	0.04±0.011	-	0.05±0.002	MS

a) Retention indices were determined using *n*-paraffins C7-C22 as external references.

b) Relative GC peak areas to that of internal standard.

c) Tentative identification was performed as follows: MS/RI, mass spectrum was identical with that of Wiley mass spectral database (1995) (HewlettPackard Co., Palo Alto, CA, USA), and retention index was consistent with that of the literatures [A, Kondjoyan and Berdague (1996); B, Adams (2002); C, Acree and Arn (1997); D, Kubec et al. (1997); E, Ansorena et al. (2001); F, Kerler and Grosch (1996)]; MS, mass spectrum was consistent with that of Wiley mass spectrum database.

d) not detected.

Table 2. Comparison of pyrazines identified in model system composed of fructose and protein hydrolysates

Peak No.	R.I. ^{a)}	Possible Compounds	GC Peak Area (%) ^{b)}			Identification ^{c)}
			4hr	8hr	24hr	
9	1135	methyl pyrazine	- ^{d)}	-	0.66±0.006	MS
10	1291	2,5-dimethyl pyrazine	0.99±0.016	2.15±0.064	3.09±0.338	MS
11	1351	2,6-dimethyl pyrazine	-	0.86±0.121	1.47±0.138	MS/RI
12	1355	2,3-dimethyl pyrazine	0.11±0.017	0.54±0.065	0.59±0.049	MS/RI
13	1374	2-ethyl-6-methyl pyrazine	-	0.8 ±0.062	1.19±0.046	MS
14	1414	3-ethyl-5-methyl pyrazine	-	-	0.55±0.042	MS
15	1421	2,3,5-trimethyl pyrazine	0.18±0.007	0.72±0.121	0.77±0.176	MS
16	1433	3-ethyl-2,5-methyl pyrazine	0.25±0.038	0.32±0.053	0.54±0.061	MS
17	1488	2-methyl-3-(2-methylpropyl) pyrazine	0.04±0.019	0.06±0.009	0.06±0.026	MS

a) Retention indices were determined using *n*-paraffins C7-C22 as external references.

b) Relative GC peak areas to that of internal standard.

c) Tentative identification was performed as follows: MS/RI, mass spectrum was identical with that of Wiley mass spectral database (1995) (HewlettPackard Co., Palo Alto, CA, USA), and retention index was consistent with that of the literatures [A, Kondjoyan and Berdague (1996); B, Adams (2002); C, Acree and Arn (1997); D, Kubec et al. (1997); E, Ansorena et al. (2001); F, Kerler and Grosch (1996)]; MS, mass spectrum was consistent with that of Wiley mass spectrum database.

d) not detected.

Table 3. Comparison of pyrazines identified in model system composed of xylose and protein hydrolysates

Peak No.	R.I. ^{a)}	Possible Compounds	GC Peak Area (%) ^{b)}			Identification ^{c)}
			4hr	8hr	24hr	
18	1291	2-methyl pyrazine	0.05±0.017	0.23±0.179	2.41±0.054	MS
19	1349	2,5-dimethyl pyrazine	- ^{d)}	0.04±0.024	0.67±0.093	MS/RI
20	1355	2,6-dimethyl pyrazine	0.02±0.002	-	0.03±0.022	MS/RI
21	1374	2,3-dimethyl pyrazine	0.27±0.013	0.47±0.115	0.61±0.051	MS/RI
22	1412	2-ethyl-6-methyl pyrazine	-	-	0.81±0.225	MS/RI
23	1420	3-ethyl-5-methyl pyrazine	-	-	0.22±0.071	MS
24	1431	2,3,5-trimethyl pyrazine	-	0.07±0.036	0.11±0.012	MS
25	1460	2,6-diethyl pyrazine	-	0.06±0.049	0.15±0.044	MS
26	1470	3-ethyl-2,5-dimethyl pyrazine	-	0.03±0.002	0.05±0.015	MS/RI

a) Retention indices were determined using *n*-paraffins C7-C22 as external references.

b) Relative GC peak areas to that of internal standard.

c) Tentative identification was performed as follows: MS/RI, mass spectrum was identical with that of Wiley mass spectral database (1995) (HewlettPackard Co., Palo Alto, CA, USA), and retention index was consistent with that of the literatures [A, Kondjoyan and Berdague (1996); B, Adams (2002); C, Acree and Arn(1997); D, Kubec et al. (1997); E, Ansorena et al. (2001); F, Kerler and Grosch (1996)]; MS, mass spectrum was consistent with that of Wiley mass spectrum database.

d) not detected

없이 형성되었던 항⁴⁾의 보고와 일치하는 결과였다.

서로 다른 가수분해물에 fructose를 반응시켰을 때의 pyrazine을 비교한 것은 Table 2와 같다. 총 9개의 pyrazine이 동정되었으며, 24시간 가수분해물 반응 시에 9개의 화합물이 모두 동정되었다. 2,5-dimethyl pyrazine(No.10), 2,3-dimethyl pyrazine(No.12), 2,3,5-trimethyl pyrazine(No.15)은 4시간, 8시간, 24시간의 가수분해물 순으로 그 생성량이 증가하였으며, methyl pyrazine(No.9), 3-ethyl-5-methyl pyrazine(No.14)은 4시간과 8시간 가수분해물에서는 동정되지 않았고, 2,6-dimethyl pyrazine(No.11), 2-ethyl-6-methyl pyrazine(No.13)은 4시간 가수분해물에서만 확인되지 않았다. 구운 땅콩의 향기 특성을 가진 2,5-dimethyl pyrazine(No.10)은 가수분해 시간과 상관없이 가장 많은 양을 나타내었다(Fig. 4). 2-ethyl-3,5-dimethyl pyrazine(No.6, 14)과 같은 trialkylated pyrazine는 커피의 중요한 향기 성분으로, 8시간과 24시간 가수분해물에서 확인되었다.

가수분해 정도에 따라 xylose를 반응시켰을 때의 pyrazine을 비교한 결과는 Table 3에 나타내었다. 총 15개의 pyrazine이 동정되었으며, 2-methyl pyrazine(No.18), 2,3-dimethyl pyrazine(No.21), 3,5-diethyl-2-methyl pyrazine(No.28)은 가수분해 정도에 따라 그 생성량이 점차 증가하였다. 이 경우에도 Fig. 5와 같이 glucose, fructose와의 반응 결과에서처럼 4시간, 8시간, 24시간 순으로 pyrazine의 생성량이 증가하였으며, 특히 2-methyl pyrazine(No.18)의 경우에는 4시간(0.05±0.017%), 8시간(0.23±0.179%), 24시간

(2.41±1.854%) 사이에서 큰 차이를 보였다. 한편, 2-ethyl-6-methyl pyrazine(No.22), 3-ethyl-5-methyl pyrazine(No.23), 2-buthyl-3-methylpyrazine(No.31), 2-buthyl-3,5-dimethyl pyrazine(No.32)은 24시간 가수분해물에서만 발견되었다. 이는 가수분해 정도가 증가함에 따라 펩타이드가 아미노산으로 분해되어 Maillard 반응을 더 가속화시키기 때문인 것으로 여겨진다. 또한 아미노산 뿐만 아니라 펩타이드도 반응에 직접적으로 관여하는데, 펩타이드를 구성하는 아미노산의 R-group이 향기 성분을 만드는 전구체로 사용되기 때문이라고 하였다^{9,10)}.

한편, 당의 변화를 관찰하여 보면 Fig. 6과 같다. 즉, 4시간 가수 분해물에서는 glucose와 fructose에서 모두 5개의 pyrazine이, xylose에서는 6개의 pyrazine이 동정되었다. Fig. 7에서 8시간 가수 분해물에 대한 당의 변화를 보면 glucose는 5개, fructose는 7개, xylose는 8개의 pyrazine이 동정되었으며, 24시간 가수분해물에서는 Fig. 8과 같이 glucose는 8개, fructose는 9개, xylose는 15개의 pyrazine이 동정되었다. 즉, 당에 따라 동정된 pyrazine의 수는 5탄당인 xylose가 가장 많았고, 6탄당인 glucose와 fructose 사이에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 당의 종류가 Maillard 반응에 영향을 미치기 때문으로, 일반적으로 5탄당이 6탄당보다 반응이 더 잘 일어나는 것과 유사한 결과였다⁵⁾. 2,3-Dimethyl pyrazine(No.2,12,21), 2-ethyl-6-methyl pyrazine(No.3,13,22), 2,3,5-trimethyl pyrazine(No.5,15,24), 3-ethyl-2,5-methylpyrazine(No.6,16,

26)은 glucose, fructose, xylose에서 모두 발견되었다. Glucose, fructose, xylose에서 발견된 대부분의 pyrazine은 alkylpyrazine으로, 이는 아미노산과 당에 따른 화합물을 비교한 연구에서 glucose, fructose, ribose와의 반응에서 대부분 alkylpyrazine이 발견된 것과 같은 결과로 여겨진다.

IV. 요약 및 결론

닭고기 단백질의 가수분해 정도와 당의 종류에 따른 pyrazine 화합물의 생성을 고찰하였다. 단백질의 가수분해 정도에 따른 pyrazines의 형성을 비교한 결과, 가수분해시간이 증가할수록, 즉, 4시간<8시간<24시간 순으로 생성되는 pyrazine의 종류와 양이 대체로 증가하였다. 특히, 가수분해물과 glucose를 반응시켰을 때 생성된 2-ethyl-5-methyl pyrazine(No.4)은 4시간(0.04 ± 0.020)<8시간(0.09 ± 0.102)<24시간(0.13 ± 0.102)으로 가수분해 정도에 따라 약 3배가 증가하였으며, xylose를 반응시켰을 때 생성된 2-methyl pyrazine(No.18)은 4시간(0.05 ± 0.02) 가수분해물에서는 각각 4배와 40배로 증가하였다. 또한 2,3,5-trimethyl pyrazine (No.5), 2-ethyl-5-methyl pyrazine(No.4), 2-methyl pyrazine (No.18), 2,3-dimethyl pyrazine(No.21), 3,5-diethyl-2- methyl pyrazine(No.28), 3-methylbutyl pyrazine(No.29), 2,5-dimethyl pyrazine(No.10), 2-methyl-3-(2-methyl propyl) pyrazine (No.17)의 생성량도 가수분해가 진행될수록 증가하였다. 이는 가수분해물 중 단백질이 분자량이 작은 펩타이드 및 아미노산으로 분해가 진행되어 Maillard 반응속도를 증가시키기 때문으로 여겨진다. 한편, 3-methyl-butyl pyrazine(No.8), 2,6-dimethyl pyrazine (No.20)은 4시간(0.04 ± 0.011 , 0.02 ± 0.002)과 24시간 (0.05 ± 0.002 , 0.03 ± 0.022)에서 큰 차이를 보이지 않았고, 3-ethyl-5-methyl pyrazine(No.23), 2-butyl-3-methyl pyrazine(No.31), 2-butyl-3,5-dimethyl pyrazine(No.32), methyl pyrazine(No.9), 3-ethyl-5-methyl pyrazine(No.14)은 24시간 가수분해물에서만 형성되었다.

당에 따른 pyrazines의 형성에서는 가수분해물과 xylose와의 반응에서 가장 많은 수의 pyrazine이 동정되어, glucose와 fructose가 정성 및 정량적으로 큰 차이를 나타내지 않은 반면, xylose와는 정량적인 차이를 나타내었다. 한편, 2,3-dimethyl pyrazine(No.2, 12,21), 2-ethyl-6-methyl pyrazine(No.3,13,22), 2,3,5-trimethylpyrazine(No.5,15,24), 3-ethyl-2,5-methyl pyrazine (No.6,16,26) 등은 glucose, fructose, xylose에서 공통적으로 발견된 pyrazine이었다.

V. 참고문헌

- Yu, SS : Reaction flavor technique for generation of food flavor. *Food Ind. Nutr.*, 6(1):27, 2001
- Ashoor, SH and Zent, JB : Maillard browning of common amino acids and sugars. *J. Food Sci.*, 49(2): 1206, 1984
- Hodge, JE : Dehydrated foods: Chemistry of browning reaction in model systems. *J. Agric. Food Chem.*, 1(15): 928, 1953
- Hwang, HI, Hartman, TG and Ho, CT : Relative reactivities of amino acids in pyrazine formation. *J. Agric. Food Chem.*, 43(1):179, 1995
- Jing, H and Kitts, DD : Chemical and biochemical properties of casein-sugar maillard reaction products. *Food Chem. Toxicol.*, 40(7):1007, 2002
- Chen, J and Ho, CT : Comparison of volatile generation in serine/threonine/glutamine-ribose/glucose/fructose model systems. *J. Agric. Food Chem.*, 47(2):643, 1999
- Takayuki, S and Richard, AB : Effect of time, temperature, and reactant ratio on pyrazine formation in model systems. *J. Agric. Food Chem.*, 24(4):847, 1976
- Oh, YC, Shu, CK and Ho, CT : Some volatile compounds formed from thermal interaction of glucose with glycine, diglycine, triglycine, and tetraglycine. *J. Agric. Food Chem.*, 39(9):1553, 1991
- Oh, YC, Hartman, TG and Ho, CT : Volatile compounds generated from the maillard reaction of pro-gly, gly-pro, and a mixture of glycine and proline with glucose. *J. Agric. Food Chem.*, 40(10):1878, 1992
- Zhang, Y, Dorjpalam, B and Ho, CT : Contribution of peptides to volatile formation in the maillard reaction of casein hydrolysate with glucose. *J. Agric. Food Chem.*, 40(12):2467, 1992
- Kim, KW : Development of burnt beef flavor from HVP using reaction flavor technology. Master's thesis. Dankook University of Korea, 2001
- Lahl, WJ and Braun SD : Enzymatic production of protein hydrolysates for food use. *Food Technol.*, 48(3): 68, 1994
- Baek, HH, Kim, CJ, Ahn, BH, Nam, HS and Cadwallader, KR : Aroma extract dilution analysis of a beeflike process flavor from extruded enzyme-hydrolyzed soybean protein. *J. Agric. Food Chem.*, 49(2):790, 2001
- 채수규, 강갑석, 마상조, 방광웅, 오문현, 오성훈 : 표준 식품분석학. p.299, 지구문화사, 서울, 2002
- van den Dool, H and Kratz, PD : A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. *J. Chromatogr. A*, 11:463, 1963
- Adams, RP : Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy. Allured Publishing Co., Carol Stream, 2001
- Acree, TE and Arn, H : Flavornet. <http://www.nysaes.cornell.edu/flavornet/>. Cornell University, Geneva, 1997
- Kondjoyan, N and Berdague, JL : A Compilation of Relative Retention Indices for the Analysis of Aromatic Compound, Laboratoire Faveur, Clermont-Ferrand, 1996

(2004년 5월 19일 접수, 2004년 5월 28일 채택)