

시판 라면스프류 중의 매운맛 성분 분석 최적화 및 활용

김현위* · 김영준

오투기 중앙연구소

Optimization in Analytical Method and Quantitation of Major Heat Principles from Soup Base of Commercial Ramens

Hyeon-Wee Kim* and Young-Jun Kim

Ottogi Research Center

Effective methods for extraction of hot taste component in red (capsaicin) and black (piperine) peppers and simultaneous HPLC analysis were established to estimate level of peppers used. Capsaicin and piperine contents of red and black peppers were 48.75-87.58 and 2900-5520 mg/100 g, respectively. Contents of capsaicin and piperine in ramen soup base were 2.47±1.49 and 46.20±16.10 mg/100 g, and estimated levels of red and black peppers were 4.02±2.37 and 1.23±0.43%, respectively. In bowl ramens contents of capsaicin and piperine were 2.02±1.18 and 41.98±23.12 mg/100 g, and estimated levels of red and black peppers were 3.28±1.92 and 1.09±0.60%, respectively. Capsaicin and piperine contents of hot ramens were 4.83±2.69 and 69.49±20.03 mg/100 g, and estimated levels of red and black peppers were 8.62±4.42 and 1.79±0.58%, respectively. In bibimmen, capsaicin content was 14.29±5.72 mg/100 g, and piperine was not detected, an indication that only red pepper was used as hot condiment.

Key words: commercial ramen, capsaicin, piperine, simultaneous determination, HPLC

서 론

식용식물소재 중에 매운맛(辛味)을 띠는 물질은 ①산 아마이드류(acid amides), 고추의 캡사이신(capsaicin), 후추의 피페린(piperine) 등, ②와사비와 겨자의 이소티오시안산류(isothiocyanates), ③양파와 마늘의 설파이드류(sulfides), ④생강의 바닐린 케톤류(vanilline ketones), ⑤세스쿼터페노이드(sesquiterpenoids) 등 5가지가 알려지고 있으며, 이들의 매운맛 물질 화학구조와 매운맛 성질간에 상관성은 전혀 없다. 매운맛이라고 하는 것은 맛이라기보다는 혀의 미각수용기와 구강 내 점막에 대한 강한 자극으로서 이들 중 고추, 후추, 와사비, 겨자, 생강은 그 매운맛 때문에 향신료로서 식품의 가공과 조리엔 널리 이용되고 있다(1-3). 고추 중의 매운맛 물질은 캡사이신 동족체로 약 0.5% 함유되어 있으며 주요성분은 캡사이신(capsaicin), 디하이드로캡사이신(dihydrocapsaicin), 노디하이드로캡사이신(nordihydro capsaicin) 등으로, 각각 70%, 20%, 10% 조성비로 구성되고 강도는 캡사이신>디하이드로캡사이신>노디하이드로캡사이신 순서로 매운

맛이 강하다(2). 한편 후추의 매운맛 주요 성분은 피페린(piperine)이고, 2개의 이중결합에 의해 기하이성체(E,Z)로서 4종류(2-E,4-E; piperine, 2-Z,4-E; isopiperine, 2-E,4-Z; isocapsicin, 2-Z,4-Z; cavinin)로 나뉘어지며 매운맛의 본체는 E,E-piperine이지만, 빛에 노출되면 이성화가 일어나서 Z체로 이행되고 매운맛은 저하하며, 강도는 piperine이 월등히 강하고 그 다음이 cavinin이며, isopiperine과 isocapsicin은 거의 비슷하다(2,4). 이러한 매운맛 성분을 함유하고 있는 고추, 후추 등은 가장 널리 이용되는 대표적인 조미 향신료로서 최근 매운맛의 선호경향에 따라 그 사용량이 증가하고 있으며(5) 병행 사용되는 경우가 많다. 현재까지 이들에 관련한 연구 중에는 천 등(6)은 고추장 제조와 숙성기간에 따른 capsaicinoid 함량의 변화를 보고하였고 이 등(7)은 한국산 고추의 맛 성분과 선호도의 상관관계를, 구 등(8)은 김치에 사용하는 고추의 색상과 매운맛의 특성을, 신 등(9)은 재배지역에 따른 한국산 고추의 품질특성을, Huffmann 등(4)은 후추의 가공처리에 따른 매운맛의 변화를, 박 등(10)은 후추의 종류별 품질특성 등을 보고하여 고추와 후추 또는 이들의 가공식품을 대상으로 한 개별성분 분석에 관한 내용들이 대부분이다. 그러나, 짠맛, 단맛, 감칠맛과 매운맛 성분의 조화로 이루어지는 혼합조미소재인 라면스프의 경우는 고추와 후추가 분말화한 형태로 혼합해서 이용되는 대표적인 식품으로 이들에 의해 국물 맛이 결정될 뿐만 아니라 인스턴트 라면의 얼큰한 매운맛이 좌우되는 품질요소로 작용하기 때문에 동시에 분석할 필요가 있다. 따라서, 본 연구에서는 매운맛 물질의 분석

*Corresponding author : Hyeon-Wee Kim, Ottogi Research Center, 166-4 Pyeongchon-dong, Dongan-gu, Anyang, Gyeonggi-do 430-070, Korea
Tel: 82-31-421-2139
Fax: 82-31-421-2133
E-mail: hwkim@ottogi.co.kr

법에 있어서 현재 많이 적용되고 있는 방법(11-18)을 중심으로 고추와 후추의 매운맛 성분을 동시 분석할 수 있는 최적조건을 설정하고, 이에 근거하여 시판되고 있는 라면스프류 중의 캡사이신, 피페린 함량을 보다 과학적인 방법으로 수치화하고 아울러 고추와 후추의 대략적인 사용량의 추정을 시도하였다.

재료 및 방법

재료

고추 8종(청량초 4종, 호초 4종), 후추 7종(인도네시아산, 말레이시아산, 인도산, 베트남산, 시판 후추 2종) 및 제조일 2001년 1월-3월인 시판 라면스프류 51종(봉지면 24종, 용기면 17종, 매운라면 5종, 비빔면 5종)을 시료로 하였다.

표준품 제조 및 검량선 작성

캡사이신(Fluka Co. S/N 21750, 순도 약 65%) 10 mg을 HPLC용 methanol에 녹이고 이것을 모표준용액으로 하여 0.1, 0.5, 1.0 mg/mL로 검액을 만들어 검량선용 표준용액으로 하였다. 피페린(Sigma Co. P-7253, 순도 97%)은 5 mg을 HPLC용 methanol에 녹이고 이것을 모표준용액으로 하여 0.05, 0.125, 0.25 mg/mL로 검액을 만들어 검량선용 표준용액으로 하였다. 각 표준용액 10 μ L을 취하여 HPLC분석하여 얻은 크로마토그램으로부터 면적을 구하여, 이들 면적과 표준용액의 농도를 변수로 하여 검량선을 작성하였다.

캡사이신 및 피페린 정량

고추, 후추 및 라면스프류 중의 캡사이신, 피페린의 함량은 HPLC분석하여 얻은 각 성분의 피크면적으로부터 농도별 표준용액을 분석하여 얻은 검량선을 기준으로 구하였으며, 이 때 실험에 사용한 시료의 양과 희석배수를 고려하여 다음 식에 따라 정량하였다.

$$\text{Amount of capsaicin or piperine (mg/100 g)} = \frac{\text{PA sample} \times \text{Conc. std}}{\text{PA std}} \times \text{Dilution ratio} \times 100$$

PA sample: Peak area of capsaicin or piperine in sample.

PA std: Peak area of standard capsaicin or piperine.

Conc. std: Concentration of standard capsaicin or piperine (mg/mL).

Dilution ratio: Final volume (mL)/weight of sample (g).

회수율실험

시료전처리 및 분석조건에 있어서의 캡사이신 및 피페린의 회수율을 확인하기 위하여 캡사이신, 피페린을 methanol에 용해한 후 각각 10 mg/mL, 2.5 mg/mL 농도를 인위적으로 1 mL 씩 시판 라면스프류에 첨가한 후 실험하고 이론값과 실제값을 비교하여 구하였다.

시료전처리 및 HPLC분석조건(11-18)

시료를 분쇄기(Cyclootec 1093 Sample Mill, Tecator Co., USA)로 처리한 다음, 일정량(고추분 1g, 후추분 0.5g, 라면스프류 10g)을 정확히 달고 chloroform을 추출용매로 하여 Soxhlet 장치(Soxtex system HT 1043, Tecator Co., USA)로 추출(130°C, 2시간)한 후 여과(Whatman No. 2)하였다. 여과물을

Rotary Evaporator(Rotavapor RE121, Buchi, Swiss)로 50°C에서 감압 농축한 후 이를 chloroform 소량에 녹인 다음, 다시 methanol에 재용해하여 HPLC(HP 1100 Series, Hewlett Packard, USA)로 분석하였다. 이 때 컬럼은 HP Hypersil ODS(200 \times 4.6 mm, Hewlett Packard P/N 799160D 574)를 사용하였으며, acetonitrile과 1% citric acid 수용액을 45/55(v/v)의 비율로 조제한 혼합용매를 이동상(유속: 1 mL/min)으로 하여 다이오드어레이 검출기(DAD)로 파장 280 nm에서 분리하였다.

고추, 후추 및 라면스프류 중의 캡사이신, 피페린 분석

상기한 분석방법을 고추 8종 및 후추 7종, 시판 라면스프류 51종(봉지면 24종, 용기면 17종, 매운라면 5종, 비빔면 5종)에 적용하여 캡사이신 및 피페린의 함량을 구하였으며, 특히 고추 및 후추의 캡사이신, 피페린 평균함량으로부터 시판 라면스프류 중의 캡사이신, 피페린 함량을 상대 비교하여 고추 및 후추의 사용량을 추정해 보았다.

결과 및 고찰

캡사이신, 피페린의 HPLC 동시분석에 있어서의 직선성 및 분리도

농도를 달리하여 조제한 표준용액을 HPLC분석한 후, 크로마토그램으로부터 얻은 이들의 면적과 표준용액의 농도를 변수로 하여 구한 회귀직선방정식(Fig. 1)은 캡사이신은 $Y = 3544.3X (R^2 = 1.000)$, 피페린은 $Y = 29615X (R^2 = 0.997)$ 로 직선성이 우수하였고, 표준품 혼합용액의 크로마토그램은 Fig. 2와 같이 캡사이신은 RT(retention time; 머무름 시간) 10.4-10.5분 부근, 피페린은 RT 10.8-11.0분 부근으로서 두 성분간의 분리도(Resolution = $2\Delta T/W_a + W_b$, ΔT : 두 성분간의 머무름 시간 차이, W : 각 성분의 피크 폭)가 약 0.9 정도로 고추와 후추를 혼합 사용하는 식품 중의 매운맛의 분석에 적용할 수 있는 것으로 나타났다. 한편 두 성분을 만족시키는 최대흡수파장을 결정하기 위하여 캡사이신과 피페린 표준품을 혼합하여 scanning한 결과, 캡사이신은 최대흡수파장이 280 nm, 피페린은 340 nm임을 확인할 수 있었다. 스펙트럼상에서 피페린 최대흡수파장이 340 nm이지만 캡사이신 최대흡수파장인 280 nm에서도 동일한 농도의 경우 피페린이 캡사이신에 비해 피크감응도가 10배 이상 높게 검출되고, 또한 농도별 실험에서도 RSD가 1%이하로서 재현성이 높았기 때문에 280 nm를 선택하여 실험하였다.

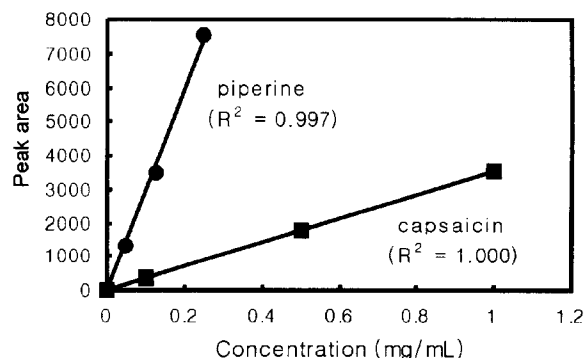


Fig. 1. Calibration curves of capsaicin and piperine.

These fittings equations are; $Y = 3544.3X (R^2 = 1.000)$ for capsaicin, $Y = 29615X (R^2 = 0.997)$ for piperine.

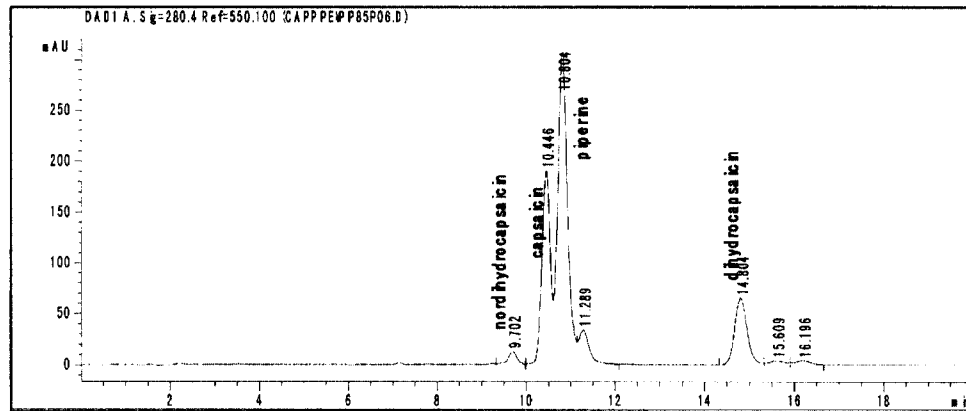


Fig. 2. HPLC chromatogram of capsaicin and piperine homologues at 280 nm.

Table 1. Recovery of capsaicin and piperine analyzed by HPLC

	Capsaicin	Piperine
Original amount in sample (mg/100 g)	1.04	44.92
Amount added (mg/mL MeOH)	10.00	2.50
Total (mg/100 g)	11.04	47.42
Detected (mg/100 g)	11.98	41.74
Recovery ¹⁾ (%)	108.54	88.03

¹⁾Recovery = [Detected/Total (= Original amount in sample+Amount added)] × 100.

Values are mean of triplications.

회수율

회수율을 구하기 위하여 시판 라면스프(캡사이신 1.04 mg/100 g, 피페린 44.92 mg/100 g)에 캡사이신 10 mg/mL MeOH, 피페린 2.5 mg/mL MeOH를 인위적으로 첨가하여 동일한 추출과정을 거쳐 HPLC분석한 결과(Table 1), 검출된 분석값이 각각 11.98 mg/100 g, 41.74 mg/100 g으로 이론상 수치인 캡사이신 11.04 mg/100g, 피페린 47.42 mg/100 g과 비교하였을 때 캡사이신의 회수율은 108.54% 이었고, 피페린은 88.03%로 다소 낮게 나타났다. 캡사이신과 피페린의 용점 및 용매에 따른 용해도, UV스펙트럼상의 최대흡수파장(UV max)은 차이가 있는데 즉, 캡사이신의 용점은 65°C, 피페린의 용점은 130°C, 용매에 따른 용해도의 차이에 있어서는 캡사이신은 methanol, ether, benzene, chloroform에 잘 녹는 반면, 피페린은 acetic acid, benzene, ethylene dichloride, chloroform, alcohol에 잘 녹는다^(2,19). 이러한 두 성분 고유의 특성을 최대한 고려하면서 캡사이신과 피페린이 공존하는 식품에 응용하기 위하여 이를 개별 분석하지 않고 동시에 추출, 분석하는 효율적인 분석법으로서 추출온도 130°C, 추출용매 chloroform, HPLC분석 280 nm를 적용했기 때문에 피페린의 회수율이 상대적으로 다소 낮게 나타난 것으로 판단되며, 이는 두 성분의 동시 분석과정에서 불가피했던 것으로 향후 회수율 향상을 위해 추가 검토 예정이다.

고추, 후추 및 라면스프류의 캡사이신, 피페린 함량

고추 및 후추 원료를 대상으로 분석한 결과(Table 2), 고추(n=8)에는 캡사이신 함량이 48.75-87.58 mg/100 g, 후추(n=7)에는 피페린의 함량이 2900-5520 mg/100 g으로서 범위가 다소 크게 나타났다. 동일한 산지와 품종의 고추 및 후추 중의 capsaicin, piperine 함량을 분석했다면 범위를 훨씬 줄일 수 있었겠지만, 이러한 데이터를 라면스프류 중의 고추 및 후추 사용량 추정

Table 2. Contents of capsaicin and piperine in red pepper and black pepper

No.	Red pepper	Capsaicin (mg/100 g)
1	Cheongrangcho	60.32
2	Cheongrangcho	69.96
3	Cheongrangcho	87.58
4	Cheongrangcho	63.41
5	Hocho	48.75
6	Hocho	56.58
7	Hocho	49.78
8	Hocho	55.34

No.	Black pepper	Piperine (mg/100 g)
1	Indonesia (Lamong)	5520
2	Malaysia (Sarawak)	3840
3	Indian	5470
4	Indian	3000
5	Vietnam	3150
6	commercial (grind, bottle)	3100
7	commercial (whole)	2900

Values are mean of triplications.

사용할 경우 이는 실제로 라면스프류에 첨가되는 고추 및 후추 원료가 일정하지 않기 때문에 알아내고자 하는 대략적인 사용량의 추정값에서 더욱 오차가 커질 것이라고 판단되어 가능한 이들의 평균값 범위 내에서 라면 중의 이들 성분의 함량으로부터 대략적인 사용량을 추정하였다. 라면스프류를 대상으로 캡사이신 및 피페린의 함량을 분석한 결과는 Table 3 및 Fig. 3과 같다. 라면스프류의 경우 매운맛을 강조하는 라면(n=5)에서는 캡사이신이 4.83±2.69 mg/100 g, 피페린이 69.49±20.03 mg/100 g으로 Table 2에 근거하여 사용량을 추정해 본 결과, 고추 8.62±4.42%, 후추 1.79±0.58%이었다. 또한 비빔면류(n=5)의 경우 캡사이신이 14.29±5.72 mg/100 g, 피페린은 불검출되어 고추사용량 추정치는 24.73±10.05%인 반면 후추는 사용하지 않음을 알 수 있었다. 전반적으로 봉지면(n=24)의 경우 캡사이신이 2.47±1.49 mg/100 g, 피페린이 46.20±16.10 mg/100 g으로 사용량 추정치는 고추 4.02±2.37%, 후추 1.23±0.43% 이었고, 용기면(n=17)의 경우는 캡사이신이 2.02±1.18 mg/100 g, 피페린이 41.98±23.12 mg/100 g으로 사용량 추정치는 고추 3.28±1.92%, 후추 1.09±0.60%이었다. 따라서 대체로 용기면의 경우 캡사이신이나 피페린 함량이 낮은 것으로 나타났으며, 고추

Table 3. Estimated contents of red pepper and black pepper in soup base of commercial ramens based on analyzed content of capsaicin and piperine

	No.	Analyzed content (mg/100 g)		Estimated content (g/100 g)	
		Capsaicin	Piperine	Red pepper	Black pepper
Ramens (n=24)	1	1.10	44.92	1.79	1.17
	2	2.26	54.51	3.68	1.41
	3	2.78	72.65	4.52	1.88
	4	0.88	35.85	1.43	0.93
	5	3.48	53.78	5.66	1.40
	6	5.26	72.48	8.56	1.88
	7	3.04	60.40	4.95	1.57
	8	2.81	54.07	4.57	1.40
	9	1.74	35.83	2.83	0.93
	10	2.23	54.86	3.63	1.42
	11	0.41	30.48	0.67	0.79
	12	0.92	59.32	1.50	1.54
	13	1.21	32.90	1.97	0.85
	14	2.30	37.95	3.74	0.98
	15	3.86	82.43	6.28	2.14
	16	4.95	43.80	8.05	1.14
	17	1.03	43.31	1.68	1.12
	18	1.26	34.81	2.05	0.90
	19	3.60	43.72	5.86	1.13
	20	2.34	16.65	3.81	0.43
	21	0.39	36.59	0.63	0.95
	22	3.78	36.02	6.15	0.93
	23	5.13	25.30	8.35	0.66
	24	2.51	71.94	4.08	1.87
		2.47 ± 1.49	46.20 ± 16.10	4.02 ± 2.37	1.23 ± 0.43
Hot ramens (n=5)	25	3.07	86.76	5.00	2.25
	26	1.95	77.21	3.17	2.00
	27	7.83	45.74	12.74	1.19
	28	5.72	90.78	9.31	2.36
	29	7.91	44.50	12.87	1.15
		4.83 ± 2.69	69.49 ± 20.03	8.62 ± 4.42	1.79 ± 0.58
Bibimmens (n=5)	30	8.67	N.D.	14.11	N.D.
	31	16.79	N.D.	27.32	N.D.
	32	23.01	N.D.	37.44	N.D.
	33	12.32	N.D.	20.05	N.D.
	34	10.64	N.D.	17.31	N.D.
		14.29 ± 5.72	N.D.	24.73 ± 10.05	N.D.
Bowl ramens (n=17)	35	0.91	42.99	1.48	1.12
	36	3.02	71.48	4.91	1.85
	37	1.07	27.47	1.74	0.71
	38	0.74	50.58	1.20	1.31
	39	4.00	42.67	6.51	1.11
	40	4.28	98.71	6.96	2.56
	41	3.02	76.78	4.91	1.99
	42	1.69	33.80	2.75	0.88
	43	0.89	35.95	1.45	0.93
	44	2.45	28.77	3.99	0.75
	45	2.78	30.39	4.52	0.79
	46	1.63	24.73	2.65	0.64
	47	0.61	53.52	0.99	1.39
	48	0.93	8.00	1.51	0.21
	49	1.30	11.87	2.12	0.31
	50	3.18	41.99	5.17	1.09
	51	1.78	33.98	2.90	0.88
		2.02 ± 1.18	41.98 ± 23.12	3.28 ± 1.92	1.09 ± 0.60

Bold letter values are Mean ± S.D..

Values are mean of triplications.

나 후추의 사용량이 봉지면에 비해 상대적으로 적음을 확인할 수 있었다. 이러한 가공식품류 중의 매운맛 성분 함량 분석치와 이에 근거한 향신료 사용량의 추정값들은 다양한 식품들의

매운맛 유형별(매운맛, 중간매운맛, 순한맛) 분류에 적용할 경우 매운맛을 나타내는 과학적인 지표화 및 표준화를 위한 수단으로 관능평가결과와 함께 제품개발 시 참고자료로서 뿐만

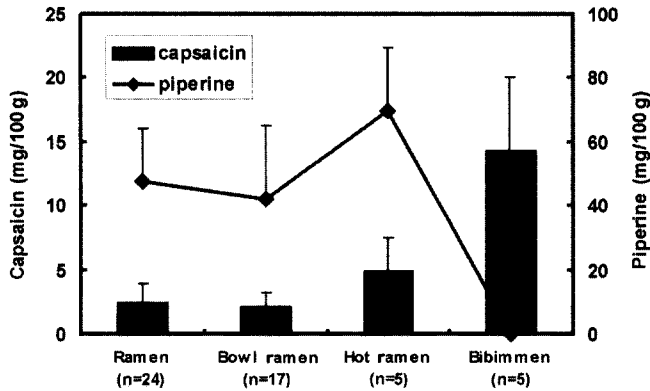


Fig. 3. Contents of capsaicin and piperine in soup base of commercial ramens.

아니라 가공식품표시에 도입할 경우는 소비자를 위한 정보로도 활용될 수 있을 것이다.

요 약

고추의 매운맛 성분(캡사이신)과 후추의 매운맛 성분(피페린)의 효율적인 추출방법과 동시분석 할 수 있는 HPLC분석조건을 확립하였으며, 이를 이용하여 시판 라면스프류를 대상으로 하여 매운맛 성분들을 과학적인 방법으로 수치화한 후 향신료의 사용량을 알아보았다. 즉, 고추(n=8)에는 캡사이신 함량이 48.75-87.58 mg/100 g, 후추(n=7)에는 피페린의 함량이 2900-5520 mg/100 g 함유되어있는 것으로부터 라면 중의 고추와 후추의 사용량을 추정할 수 있었다. 라면스프류를 분석한 결과는 봉지면(n=24)의 경우 캡사이신이 2.47±1.49 mg/100 g, 피페린이 46.20±16.10 mg/100 g로 사용량 추정치는 고추 4.02±2.37%, 후추 1.23±0.43%이었고, 용기면(n=17)의 경우는 캡사이신이 2.02±1.18 mg/100 g, 피페린이 41.98±23.12 mg/100 g로 사용량 추정치는 고추 3.28±1.92%, 후추 1.09±0.60%이었다. 대체로 용기면의 경우 캡사이신이나 피페린 함량이 낮은 것으로 보아 고추나 후추의 사용량이 적음을 알 수 있었다. 매운맛을 강조하는 라면(n=5)에서는 캡사이신이 4.83±2.69 mg/100 g, 피페린이 69.49±20.03 mg/100 g로 사용량을 추정해 본 결과는 고추 8.62±4.42%, 후추 1.79±0.58%이었다. 또한 비빔면류(n=5)의 경우 캡사이신이 14.29±5.72 mg/100 g, 피페린은 불검출 되었으며, 이에 고추사용량 추정치는 24.73±10.05%로서 고추분만을 사용함을 확인하였다.

문 헌

1. Kim DH. Food Chemistry. Tamkudang, Seoul, Korea. pp. 103-

170 (1994)

- Nippon Shokuhin Kagaku Kougakukai, Methods of New Food Analysis. Kourin Publishing Co., Tokyo, Japan. pp. 617-622 (2000)
- Jang YS. Seasoning and blending technology of food flavor. Food Sci. Ind. 30: 52-61 (1997)
- Huffman VL, Schadle ER, Villalon B, Burns EE. Volatile components and pungency in fresh and processed JALAPENO peppers. J. Food Sci. 43: 1809-1811 (1978)
- Bensinger M. How Hot Is That 'Devil'sauce?' Fiery Foods Magazine, New Mexico, NM, USA (1997)
- Chun MS, Lee TS, Noh BS. The changes in capsaicin, dihydrocapsaicin and capsanthin in Kochujangs with different mashing methods. Foods Biotechnol. 3: 104-108 (1994)
- Lee HD, Kim MH, Lee CH. Relationships between the taste components and sensory preference of Korean red peppers. Korean J. Food Sci. Technol. 24: 266-271 (1992)
- Ku KH, Kim NY, Park JB, Park WS. Characteristics of color and pungency in the red pepper for Kimchi. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 231-237 (2001)
- Shin HH, Lee SR. Quality attributes of Korean red pepper according to cultivars and growing areas. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 296-300 (1991)
- Park WK, Yoon JH, Choi CU. Studies on quality evaluation of pepper (*Piper nigrum* L.). Korean J. Food Sci. Technol. 23: 15-18 (1991)
- Weaver KM, Luker RG, Neale ME. Rapid quality control procedure for the determination of Scoville heat units and the detection of chillies in black pepper, via high-performance liquid chromatography. J. Chromatogr. 301: 288-291 (1984)
- Kenneth MW, Donald BA. Rapid high-performance liquid chromatographic method for the determination of very low capsaicin levels. J. Chromatogr. 367: 438-442 (1986)
- Hoffman PG, Lego MC, Galetto WG. Separation and quantitation of red pepper major heat principles by reverse-phase high-pressure liquid chromatography. J. Agric. Food Chem. 31:1326-1330 (1983)
- Leo MLN. Food Analysis by HPLC. Marcel Dekker, New York, NY, USA pp. 664-667 (1992)
- Official Analytical Methods of the ASTA. 3rd ed. American Spice Trade Association, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, NY, USA (1985)
- AOAC. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1990)
- Betts TA. Pungency quantitation of hot pepper sauces using HPLC. J. Chem. Edu. 76: 240-244 (1999)
- Chiang GH. HPLC analysis of capsaicins and simultaneous determination of capsaicins and piperine by HPLC-ECD and UV. J. Food Sci. 51: 499-503 (1986)
- MCI. The Merck Index, 10th ed. Merck & Co., Inc., Rahway, New Jersey, NY, USA (1983)

(2003년 8월 13일 접수; 2004년 2월 17일 채택)