

생고추와 고추 가공시의 Capsaicin 함량 변화

정 병 선 · 강 근 옥*

세종대학 식품과학과 · 세종대학 가정학과*
(1985년 10월 6일 접수)

The Changes of Capsaicin Contents in Fresh and Processed Red Peppers

Byung-Sun Chung and Kun-Og Kang*

Department of Food Science, King Sejong University

*Department of Home Economics, King Sejong University

(Received October 6, 1985)

Abstract

The contents of capicin according to the growth of fresh red peppers (*Capsicum annum*) and to brewing of 'kochujang' (fermented hot pepper-soybean paste) and 'kimchi' (a group of Korean seasoned pickles) were quantified by High Pressure Liquid Chromatography. Colors of the peppers were evaluated by Hunter Value and quantity of capsanthin. The content and chemical structure of capsaicin after heat treatment were traced by HPLC, GCMS, UV and NMR. It was found that the capsaicin content of red peper was highest 6 to 7 weeks after flowering and that peppers with high Hunter Value contained higher level of capsanthin. The content of capsaicin of kochujang and kimchi declined by 20% and 17% respectively, as they are brewed. Capsaicin content was decreased by heating. However, change in its chemical strcture was not occurred.

서 론

오늘날까지 발달해 온 우리나라의 전통적인 식문화중에서도 조선시대 중기부터 시작된 고추와 관련한 문화는 약 400여년 동안 꾸준히 발달하여 현재 우리 겨레의 기호식품으로서 특히 향신조미료로서는 없어서는 안될 중요한 위치를 차지하게 되었다. 특히 김치와 고추장 등의 발효식품을 탄생시켜 뛰어난 식생활을 영위하게 하였으며 또 식품의 보존과 저장에도 크게 기여하였다. 현재 우리나라에서 재배되고 있는 고추의 품종은 매우 많은편더러 채소류중에서 가장 많은 작물 재배 면적을 가지고 있으며(132,703 ha, 1980년도)¹⁾ 품종개량 등으로 인해 종류가 수시로 변하고는 있지만 고추의 수요량은 인구의 증가에 따라 매년 증가하여 국내 생산량은 거래상품으로서

약 13만 ton(1980년)¹⁾에 이르고 섭취량도 평균 一人當 약 8~9g(1981년)²⁾ 정도로 추산하고 있다.

고추의 매운성분을 Thresh³⁾가 처음 순수상태로 분리하여 capsaicin이라고 이름을 붙였으며 Micho⁴⁾가 분자식($C_{18}H_{28}NO_3$)을 밝혔다. 또 Nelson^{5,6)}이 capsaicin을 화학적으로 합성하여 구조를 확인하였다. 그 후 고추의 매운성분^{7,8)}, 색소⁹⁻¹²⁾ 및 최적 건조방법¹³⁻¹⁵⁾등에 대하여 많은 연구가 되어왔다. 그러나 고추 및 고추가공품중에서 capsaicin의 행동에 관한 연구는 많지 않은데 정¹⁶⁾의 고추장의 capsaicin 함량 측정, 이¹⁷⁾와 배¹⁸⁾의 고추장 숙성시 매운성분 감소를 보고한 것이 있으며 또 Huffman등¹⁹⁾은 고추 가공시 매운성분에 대하여 보고한 바 있다.

이에 본 연구에서는 생고추와 고추가공품의 매운성분의 함량변화를 보기위해 매운정도가 상, 중, 하

되는 3가지 고추 품종을 택하여 재배시 성장도에 따라 또 고추장과 김치의 숙성에 따른 매운 성분의 함량변화와 색의 변화를 측정하였으며 capsaicin의 가열에 의한 함량변화와 화학구조의 변화등을 살펴보기에 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 고추의 재배 및 수확

수원시 소재 원예시험장에서 1984년 2월에 파종하고 5월에 定植하여 6월에 開花한 신흥(매운 품종), 아람(중정도 매운 품종), 새로나(약간 맵고 감미가 있는 품종) 고추를 개화 후 10일에는 100개, 23일과 35일에는 50개, 45, 48, 54일에는 각각 30개씩 채취하였다. 이들의 꼭지와 씨를 제거하고 나머지 과피와 태좌만을 감압동결건조(VIRTIS, MODEL No. 25-SRC. -60°C)하여 같은 후(40mesh) 밀폐된 용기에 넣고 냉장고에 저장해 가면서 실험에 사용하였다. 그리고 이때의 과피색은 개화후 40~42일에서 적변하기 시작하여 52~54일에는 반정도 적변하고 52~45일에는 완전히 적변하였다.

2. 고추의 성숙에 따른 capsaicin 정량

고추의 성숙에 따른 매운맛의 형성정도를 알기위해 고추의 매운성분중의 하나인 capsaicin을 Hoffman²⁰⁾의 방법에 준하여 Fig.1과 같이 추출하고 정량하였다.

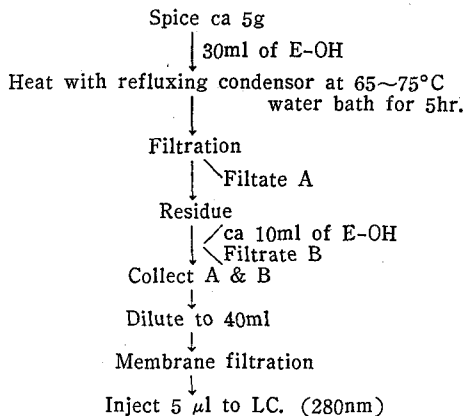


Fig.1. Procedure of sample preparation for capsaicin analysis dy HPLC

High Pressure Liquid Chromatography (Waters Ltd. Solvent delivery system, Model 440)에 주입한 capsaicin 표준액은 Fig.2와 같이 flow rate가 2.0ml/

/min일때 8~10분대에서 감지되었다.

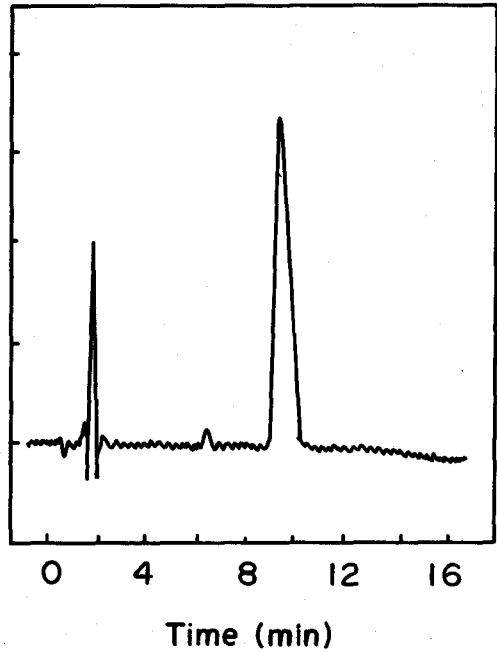


Fig. 2. Pick of capsaicin dy HPLC; column, Bondupak C18; Sample size, 5; flow rate, 2.0ml/min; solvent, acetonitrile-water (1% acetic acid) 40:60

3. 고추의 성숙에 따른 색 측정

1) 고추의 Hunter 표색치 측정,

고추를 color difference meter(MODEL-UC600-IV YASUDA SEIKI SEISAKUSHO Ltd.)로 3회 반복 측정하고 그 평균치로 나타내었다. 이때의 standard plate는 white로 Y:79.6, X:78.5, Z:92.8이고 L:89.2 a:0.921, b:0.78이었다.

2) 고추의 capsanthin 정량

고추의 capsanthin 정량은 Rosebrook²¹⁾의 방법에 준하여 하였다. 즉, 적변정도에 따라 시료 50~250 mg을 100ml 용량 플라스크에 넣고 acetone으로 정용한 후 암소(room temp.)에서 4시간 동안 추출하였다. 그리고 spectrophotometer(Sequoia-Turner Corporation μ 340)로 460nm에서 흡광도를 측정한 후 미리 작성한 표준곡선에 의하여 함량을 산출하였다.

4. 고추장의 숙성에 따른 capsaicin과 색측정

1) 고추장의 제조

고추장은 조²²⁾의 연구를 참고로하여 메주 450g,

참쌀가루 1,050g, 식염 300g, 고추가루 360g 그리고 물 750ml의 비율로 9월 초에 직접 담았는데 이때 고추가루는 capsaicin 정량이 용이하도록 배운 신흥고추를 사용하였으며 일반성분 분석은 基準味噌分析法²³⁾에 의하였다.

2) 고추장의 capsaicin 정량

고추장 담은 용기를 햇볕이 드는 옥외에 놓고 3개월 이상 숙성시켜가며 20일 간격으로 일정량을 동결시켜 실험에 사용하였다. capsaicin 정량은 총 6개의 시료를 감압동결건조한 후 전술한 방법으로 행하였다.

3) 고추장의 색 측정

숙성되어가는 고추장과 고추장속에 박은 고추 절편(1.5cm×1.5cm)의 색은 Hunter 표색치와 capsaicin 함량으로 나타내었다.

5. 김치의 숙성에 따른 capsaicin 정량

김치는 이²⁴⁾의 연구를 참고로 하여 배추 100g, 마늘 2g, 생강 1g, 고추가루(신흥) 3g, MSG 0.2g, 설탕 1g의 비율로 담았다. 김치 제조시 배추는 blender로 마쇄하였는데 이것은 보통의 배추김치와 숙성상태가 다소 다른점도 있겠으나 배추와 고추가 고루

섞여서 김치의 숙성시 capsaicin이 균일한 영향을 받거나 또 capsaicin의 추출이 용이하도록 하기위해서였다. 이후 동일한 량(200g)의 김치를 총 7개 용기에 각각 담고 10°C에서 13일간 숙성시켜가며 pH와 산도를 측정후 2일 간격으로 한 시료씩 동결시켰다. 이를 감압동결건조하고 각 시료의 전량을 사용하여 전술한 방법으로 capsaicin을 정량하였다.

* 10mg/20ml E-OH+80ml H₂O

-Not heated

* 10mg/20ml E-OH+80ml H₂O

Heating at 120°C, 1hr.

↓ Chloroform 50ml
Shaking
↓ Separation A
↓ Chloroform 20ml
Shaking
↓ Separation B
↓ Collect A & B
↓ Vacuum to 2-3ml
↓ Injection to GCMS, UV, NMR.

Fig. 3. Procedure of sample preparation for capsaicin analysis by FCMS

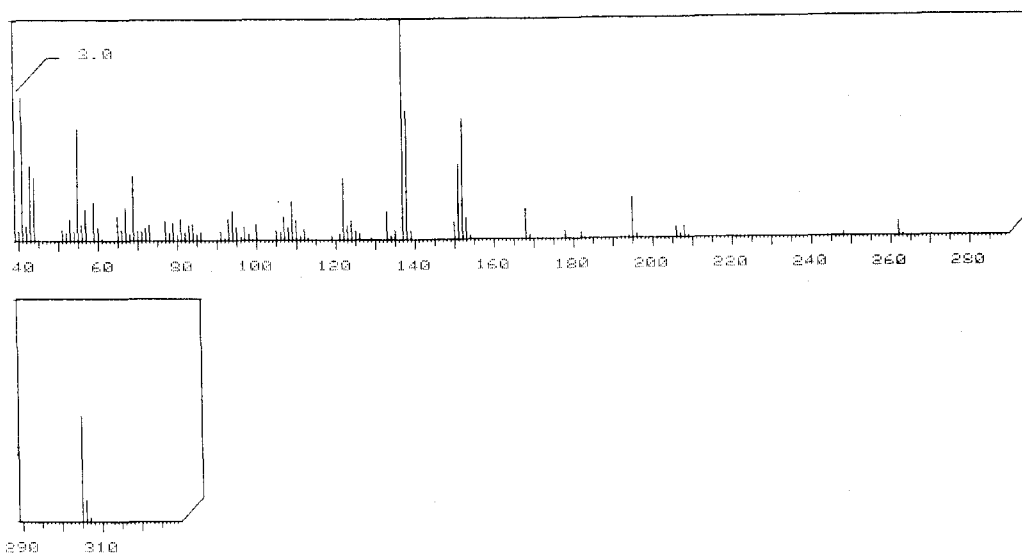


Fig. 4. Mass spectrum of capsaicin

INSTRUMENT: SHIMADZ GC/MS-QP1000

COLUMN TEMP: 60(0)-10-240(8)

COLUMN: BP-1, SGE CO.

INJECTOR TEMP.: 240

SPLIT RATIO: 1/100

ION SOURCE TEMP.: 260

VACUUM: 3.2×10E-6

ENERGY: 70EV

6. 가열에 의한 capsaicin 함량변화

10 ml 용량 플라스크에 standard capsaicin solution (20mg capsaicin/10ml E-OH)을 1 ml 넣고 산성용액 (0.04% citric acid soln., pH 3.7)과 약 알칼리용액 (4g 된장/100ml buffer 7, pH 7.2)으로 각각 표선 까지 채운 후 100°C와 120°C에서 15분과 30분씩 가열 하였다. 다음에 이를 상온으로 식힌 후 LC로 정량하였다.

7. 가열에 의한 capsaicin의 화학구조 변화 측정

시료를 Fig. 3과 같은 방법으로 전처리한 후 GCMS, UV와 NMR에 각각 주입하고 가열에 의해 capsaicin 이 분해되어 이성체가 생성되었는지를 측정하였다.

- UV: Perkin-Eimer UV-VIS Spectrophotometer, Wave length 380~180nm
- NMR: Varian, Spectrum ampl 100, Filter 0.1 sec, RF power 0.05mg, Sweep time 5 min, Sweep width 10ppm or Hz, End of sweep 0 ppm or Hz.

결과 및 고찰

1. 고추의 성숙에 따른 중량 변화

성숙에 따른 一果當 신선중량과 건물중량을 측정 하였던 바 Table 1과 같이 새로나가 가장 무거웠는데 신흥과 새로나는 42일까지 신선중량이 증가하다가 48일경부터 감소하기 시작하였고 아람은 48일까지 계속 증가하다가 54일에 감소하였다. 건물중량은 개화 후 42일까지 크게 증가하다가 54일경에 신흥과 새로나가 약간 감소하였고 아람은 54일까지 계속 조금씩 증가하였다. 그리고 수분함량은 Table 2와 같이 계속 감소하였는데 그 감소율이 48일경부터는 점차 둔화되었고 다만 새로나는 54일에 약간 증가하였다. 이러한 결과는 고추의 종류는 다르지만 고추

의 각 부위별로 성숙에 따른 중량과 수분함량을 측정 한 이²⁵⁾의 연구와 비교할때 함량의 차이는 조금씩 있으나 전체적인 경향은 같은 것을 볼 수 있었다.

2. 고추의 성숙에 따른 capsaicin 함량 변화

일반적으로 채소나 과일의 성분은 재배조건에 따라 차이가 있는데 특히 고추가 가진 매운맛에 있어서는 품종, 지역적 조건, 재배방법 그리고 수확시기 등에 따라 큰 차이가 있다. 현재 매운 향신재로 가장 널리 쓰이고 있는 고추의 매운성분은 완숙된 고추에 대해서는 PPC^{26,27)}, TLC^{7,28)}, GLC²⁹⁻³¹⁾등으로 분리 및 정량이 많이 행해져왔다. 그러나 고추의 성숙에 따른 매운성분의 함량변화등을 측정 한 것은 오래전에 몇몇 연구가 보고되었을 뿐 최근에 이루어지고 또 HPLC로 간단히 정량한 것은 보이지 않는데 중전에 이루어진 연구들로는 小管³²⁾, Rangoonwala³³⁾, 太田³⁴⁾, 嵯峨³⁵⁾ 그리고 이와 조²⁵⁾가 한 것이 있으나 보고마다 다 달라서 일정한 경향을 볼 수 없었다.

그러므로 본 연구에서 고추의 성장과 매운성분의 증가되는 capsaicin 형성과의 관계를 보기위해 capsaicin을 정량한 결과 신흥은 이와 조²⁵⁾의 연구와 같이 개화후 함량이 계속 증가하다가 48일경에 최고에 달했고 완전적변한 54일경에는 감소된 것을 볼 수 있었다. 또 아람은 嵯峨³⁵⁾과 같이 완전적변때까지 함량이 계속 증가하였고 새로나는 함량이 최고에 이른 42일까지는 아람보다도 많이 많았으나 완전적변한 54일에는 capsaicin 함량이 다른 품종보다 현저히 감소하였다.

Table 2. Changes in water contents(%) of red peppers during the ripening period (days)

Variety	10	23	35	42	48	54
Shin-hong	91.29	88.79	88.11	84.11	83.90	83.69
A-ram	91.69	89.11	88.98	85.01	84.95	82.73
Sae-ro-na	91.99	90.09	88.92	85.43	85.15	86.51

Table 1. Changes in weight per fruit during the ripening period of red peppers

(g)

Variety	Days after flowering											
	10		23		35		42		48		54	
	F. W.	D. W.	F. W.	D. W.	F. W.	D. W.	F. W.	D. W.	F. W.	D. W.	F. W.	D. W.
Shin-hong	3.33	0.29	5.08	0.57	7.82	0.93	7.99	1.27	7.70	1.24	7.42	1.21
A-ram	3.49	0.29	7.07	0.77	9.62	1.06	10.54	1.58	10.63	1.60	10.42	1.80
Sae-ro-na	3.62	0.29	10.39	1.03	12.18	1.35	14.55	2.12	12.28	2.12	14.01	1.89

* : fresh weight ** : dry weight

Table 3. Changes in capsaicin contents of red peppers during the ripening period
(mg %* dry wt.)

Variety	Days after flowering					
	Pre-cli. stage		Cli. onset stage		Cli stage	Post-cli. stage
	10	23	35	42	48	54
Shin-hong	66.43	125.67	138.44	165.17	201.07	92164
A-ram	trace	8.93	9.82	10.77	21.54	37.34
Sae-ro-na	9.00	28.58	33.75	46.68	25.85	17.96

$$* \text{ mg \%} = \text{P. H.} \times \frac{5.7 \text{ mg/10ml}}{63.5} \times 40 \text{ ml} \times \frac{1}{S}$$

Table 4. Changes in color values of ground dry peppers during the ripening period

Variety		Days after flowering					
		Pre-cli. stage		Cli. onset stage		Cli. stage	Post-cli. stage
		10	23	35	42	48	54
Shin-hong	L	56.10	63.40	55.90	56.40	55.00	46.65
	a	-5.88	-7.43	-9.05	8.85	19.30	37.35
	b	19.00	23.27	22.00	24.37	26.20	24.05
	E	38.30	35.23	40.10	41.13	46.45	60.65
A-ram	L	52.80	62.57	58.10	53.70	51.90	45.15
	a	-5.47	7.59	-8.47	5.06	19.30	37.20
	b	19.00	22.70	22.60	22.95	24.25	22.70
	E	40.70	35.60	39.13	42.00	47.75	61.10
Sae-ro-na	L	50.90	60.34	61.00	57.77	54.75	45.35
	a	-2.22	-6.03	-6.28	3.66	17.55	37.20
	b	17.10	22.40	21.90	23.93	26.50	23.65
	E	41.60	35.80	36.60	39.10	46.10	61.35

L: visual lightness a: red (+), green(-) b: yellow (+), blue(-)

$$E: \{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2\}$$

이상에서 본 것과 같이 품종에 따라 조금씩 차이는 있었지만 capsaicin 함량은 적변초기에서 부터 중간정도 적변한 시기인 6~7 주경이 가장 높다고 할 수 있다. 따라서 이 시기의 고추를 수확하면 재배 면적당 매운성분 수율이 커지며, 또 이때의 매운성분을 추출하여 가공하면 유통에도 편리할 뿐만 아니라 식품 산업에도 도움이 될 것으로 기대된다.

3. 고추의 성숙에 따른 색 변화

1) Hunter 표색치에 의한 색 변화

고추의 성숙에 따른 색 변화를 Hunter 표색치로 보면 Table 4와 같은데 L값은 3시로 모두 10일에 비해 23일에 크게 증가하였다가 완전히 적변할때까지 점차 감소하는 경향이었고 a값은 35일까지 -로서 성숙함에 따라 감소하다가 42일부터 +로 나타나면서 급격히 증가하였다. 또 b값은 48일까지 대체로 증가하다가 54일에는 42일경과 비슷한 수준으로 감소하

였다. 그리고 품종별로 볼 때는 완전적변시 a값은 제일 매운 신흥이 37.35로 가장 높았고 다음 아람과 새로 나는 37.2로 거의 비슷하였다.

2) Capsanthin 함량 변화

고추의 carotenoid 색소중에서 capsanthin이 차지하는 비율은 약 35%⁹⁾로 고추의 가장 대표되는 색소

Table 5. Changes in capsanthin contents of red peppers during the ripening period
(mg %)

Variety	Days after flowering		
	Cli. onset stage	Cli. stage	Post-cli. stage
	42	48	54
Shin-hong	27.50	40.77	126.4
A-ram	22.00	40.36	83.57
Sae-ro-na	24.79	39.69	80.00

인데 대부분 이를 정량하여 고추의 품질평가등^{11,12,36)}에 이용하고 있다. 고추의 적변과 capsanthin 함량과의 관계를 보면 capsanthin 함량은 신흥이 가장 높아 완전적변시 126.4 mg%, 아랍은 83.57 mg%로 다음이며 새로나는 80.00 mg%로 가장 낮았다. 이로써 Hunter 표색치 a값이 높은 품종일수록 capsanthin 함량도 높은 것을 알 수 있었으며 매운성분 함량과 적변도와의 상관계수는 $p > 0.05$ 로 이 두 성분간에는 뚜렷한 관계가 없었다.

4. 고추장의 숙성에 따른 capsanthin 함량과 색 변화

1) 고추장의 숙성에 따른 물리, 화학적 변화.

고추장의 일반성분은 Table 6에 나타나 있는데 같은 제조법에 의한 조등²²⁾의 결과와 거의 같으나 단지 수분함량이 조금 많았다.

Table 6. Proximate composition of raw kochujang

Composition	Contents
Moisture (%)	55.56
Crude ash (%)	7.58
Crude protein (%)	5.94
Crud fat (%)	3.61
Salt (%)	8.91
pH	5.58
Acidity (ml)*	68.1

* ml 0.1 N NaOH/100g sample.

또 고추장을 100일 동안 숙성시켜가며 물리, 화학적 변화를 측정한 결과 Fig.5와 같이 수분은 담금 직후에 비하여 20일 이후부터는 증가하였는데 이것은 조등²²⁾과 같이 고추장 원료중 전분질이 국균의 액화효소 작용으로 액화하여 증가한 것으로 보아지며 100일간 숙성후 80일에 비해 수분이 다소 감소한 것은 숙성과정중 수분이 증발된 관계라고 보아진다. pH를 보면 초기 고추장의 pH는 5.58로 높게 나타났으나 20일 후에는 5.3으로 급격히 떨어졌고 60일에는 5.6까지 상승하였다가 이를 기점으로 다시 감소하여 100일에는 pH 5.2로 떨어져 전체적으로 포물선 형태를 이루었다. 그리고 계속 pH 5.2 이상을 유지한 것은 이와 박³⁷⁾이 재래식 고추장의 pH는 90일간 숙성시켰을때까지 5.0 이상을 유지한다고한 보고와 비슷하다. 또 pH가 다소 높게 나타난 것은 식염만으로 고추장을 담금하여 식염에 의해 산 생성균의 생육이 저해되었다고 생각할 수 있으며 또 고추장을 9월에

담금하여 숙성기간중 다소 낮았던 외제기온과도 관계 있었으리라 짐작된다. 산도는 초기에는 68 ml(0.1 N NaOH) 였는데 20일경에 조금 증가했다가 그 후 64 ml 까지 감소하였고 100일에는 70 ml로 다시 증가하여 pH와 반대 현상을 나타내었다. 염도는 초기 8.41%에서 20일에는 고추장 표면에 뿌렸던 소금의 용해로 염도가 8.91%가 되었고 이후 계속 조금씩 증가하여 100일에는 9.5%를 나타내었다. 특히 100일에 고추장의 염도가 만 기간에 비해 비교적 크게 증가한 것은 수분의 증발에 의한 농축에 기인된 것이라 짐작된다.

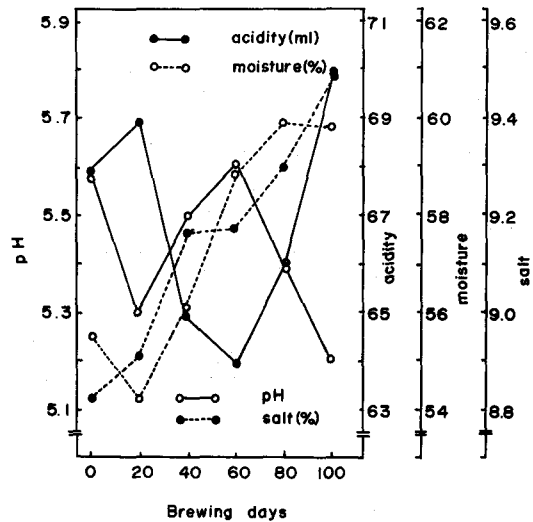


Fig. 5. Changes in moisture, pH, acidity and salt contents of kochujang during the brewing.

2) 고추장의 capsaicin 함량변화

고추의 매운성분에 대해서는 이제껏 많은 연구가 되어왔지만 우리의 고유 식품이면서도 널리 식용되고 있는 고추장에 있어서는 거의 밝혀지고 있지 않다. 이에 고추장의 숙성에 따른 capsaicin 함량변화를 알아 본 결과 Table 7과 같이 숙성되어 감에 따라 capsaicin 함량이 점차 감소하였는데 100일 숙성 때는 약 20% 정도 감소하였다. 이로써 숙성된 고추장이 덜 맵게 느껴지는 것은 고추장이 숙성됨에 따라 매운성분 함량이 감소되어 생긴 결과임이 밝혀졌다. 이외에도 매운맛은 통감이기때문에 어느 정도까지 영향을 미치는지는 확실하지 않지만 고추장에 들어 있는 여러물질이 숙성됨에 따라 내는 starch로 부터의 당류의 생성이나 단백질의 가수분해로 인한 여러 아미노산의 생성등 정미성분의 형성등과 어울려 맛

에 상호작용하여 미각상으로는 매운성분의 양적 감소보다 훨씬 매운맛을 덜 느끼게 되리라고 생각된다.

Table 7. Changes in capsaicin contents ratio of kochujang during the brewing

Brewing days	Ratio of capsaicin contents
0	100.00
20	91.67
40	87.67
60	86.67
80	83.33
100	80.00

3) 고추장의 색 변화

고추장 숙성시 초기의 L값은 23.1, a값은 17.7, 그리고 b값은 14.2였는데 숙성되어감에 따라 Hunter 표색치 L, a, b값은 모두 Table 8과 같이 감소하였다. 특히 고추장이 숙성되어감에 따라 a값이 저하된 것은 고추장의 액화로 수분이 많아져 고추장색이 연해졌기 때문이라고 생각된다.

Table 8. Changes in color values of kochujang during the brewing

Brewing days	L	a	b	E	Capsanthin (mg %)
0	23.1	17.7	14.2	69.5	27.51
20	20.1	16.0	12.4	71.6	23.90
40	20.1	14.85	12.2	71.4	25.33
60	21.2	14.5	11.4	70.1	26.57
80	19.3	11.3	11.15	71.4	27.17
100	17.2	10.55	11.0	73.2	28.85

L, a, b, E: as same as in Table 4

그리고 고추장숙에 막아두었던 고추 절편의 색은 Table 9와 같이 고추장의 변색과는 달리 L, a, b값이 대체로 증가하였는데 a값은 초기에 비해 20일 경과 때는 거의 변화가 없었고 40일경부터 변하기 시작하였는데 이때는 약 2.00정도 증가하였으며 100일에는

7.00~8.00 정도 증가하였다.

5. 김치의 숙성에 따른 capsaicin 함량변화

1) 김치의 숙성시 pH와 산도의 변화

김치의 숙성시 pH와 산도의 변화는 Fig. 6과 같은데 pH는 초기에는 5.8이었고 3일 경과시에는 5.4로 감소

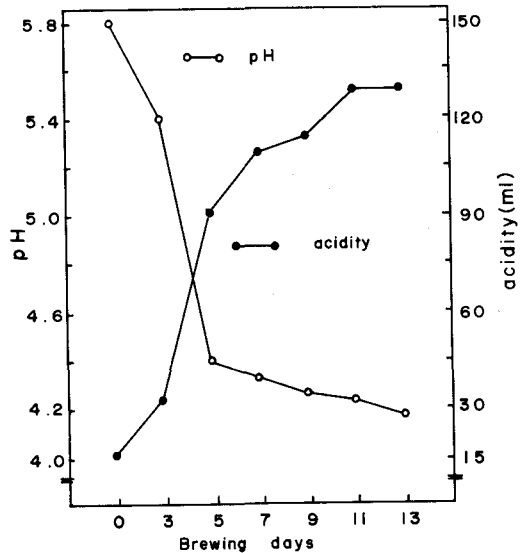


Fig. 6. Changes in pH and acidity of kimchi during the brewing.

되었으며 김치의 풋냄새가 없어지고 발효된 김치맛이 조금 나타난 4일경부터는 pH가 갑자기 떨어져 5일째는 4.4를 나타내었다. 이후 감소가 둔화되어 9일까지 거의 4.3에 머물러 있다가 신맛이 강해 식용 곤란한 10일부터는 다시 pH가 내려가 말기의 pH는 4.2였으며 그 이후는 거의 평행을 이루었다. 또 산도는 초기에 15 ml 정도였다가 3~4일부터는 크게 증가하여 5일에는 90 ml를 나타내었다. 그리고 계속 약간씩 증가하여 11일에는 130 ml 정도되었고 그 다음부터는 pH와

Table 9. Changes in color values of red pepper particles (1.5cm×1.5cm) in kochujang during the brewing

Brewing days	R ₁				R ₂				R ₃			
	L	a	b	E	L	a	b	E	L	a	b	E
0	15.6	4.0	5.4	73.7	15.6	4.3	6.1	73.8	15.6	6.0	6.4	73.9
20	16.2	4.0	6.5	73.2	16.8	4.8	6.4	72.7	17.8	6.2	6.3	71.7
40	17.9	6.6	6.8	71.7	19.5	6.8	7.2	70.2	18.6	6.3	7.0	71.0
60	19.5	8.7	7.7	70.3	20.2	8.6	7.8	69.7	19.4	7.5	7.0	70.2
80	20.2	10.2	9.8	70.1	20.2	9.5	9.2	70.3	19.6	9.2	8.8	70.7
100	21.5	13.4	12.5	69.8	20.3	13.3	12.8	70.9	19.9	12.7	12.1	71.2

R₁, R₂, R₃: 3 samples of red peppers

L, a, b, E: as same as in Table 4

마찬가지로 평행을 나타내었다. 또 숙성기간중 가장 맛이 좋다고 느껴지는 때는 4~6일경이었다.

2) 김치의 capsaicin 함량변화

김치를 숙성시켜가며 capsaicin 함량을 측정할 결과 Table 10과 같이 감소하는 경향을 나타내었다. 그 감소는 김치가 익기시작하는 5일경부터 커졌고 10일경부터는 더 많이 감소하여 최종 13일에는 약 17% 정도 감소되었다. 이로써 고추장에서와 같이 김치도 발효, 숙성되어감에 따라 함량이 감소된다는 것이 밝혀졌는데 김치가 숙성됨에 따라 매운맛을 덜 느끼는 것은 매운성분의 양적 감소뿐만 아니라 발효시 생성되는 각종 유리아미노산과 유기산등과도 관계 있는 것으로 보인다.

Table 10. Changes in capsaicin contents ratio of kimchi during brewing

Brewing days	Ratio of capsaicin contents
0	100.00
3	94.67
5	88.89
7	86.11
9	86.11
11	83.33
12	82.78

6. 가열에 의한 capsaicin 함량변화

Capsaicin의 가열시 열에 의한 함량변화를 알기 위해 가열한 결과 Table 11과 같이 함량이 감소하였다. 특히 100°C 보다 120°C에서 또 알칼리용액보다 산성용액내에서 더 많이 감소하였다.

이상에서 미루어 볼 때 매운성분의 다량섭취시 위와 간장을 손상시키며^{38,39)} 감미신경세포를 파괴한다⁴⁰⁾는 연구가 보고되었고 또 우리나라 사람들이 고추를 많이 섭취하고는 있지만 가열과 발효, 숙성등의 조리법에 의한 capsaicin 함량저하로 실질적인 capsaicin의 섭취는 감소되어 그 만큼 capsaicin의 유효를 덜 받아왔다고 사료된다.

7. 가열에 의한 capsaicin의 화학구조의 변화

Capsaicin을 가열하면 분해되어 다른 화학물질이

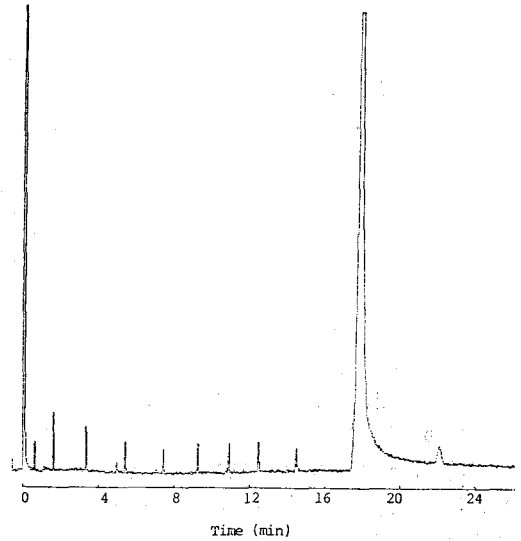


Fig. 7. Pick of not heated capsaicin by GCMS.

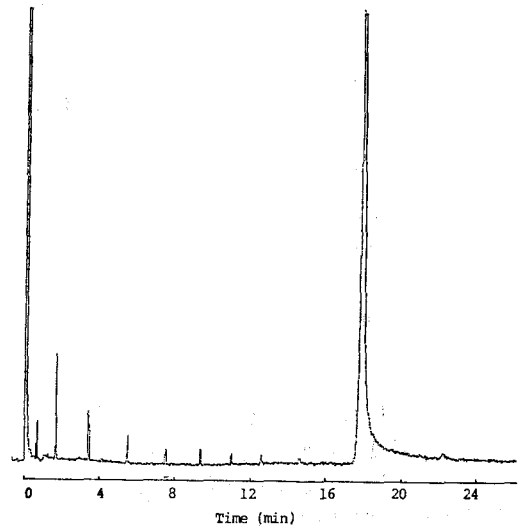


Fig. 8. Pick of heated capsaicin by GCMS.

생성되는지를 알아보기 위해 가열한 capsaicin을 GCMS로 측정할 결과 Fig. 7, 8과 같이 가열전이나 가열후 다른 물질이 생성되었음을 확인하지 못하였

Table 11. Changes in capaicin contents ratio by time and temperature of heating

Soln.	Ethanol		Citric acid (pH 3.7)				Doenjang (pH 7.2)				
	20°C	20°C	100°C	120°C	15	30	20°C	100°C	120°C		
Temp.											
Time of heating (min.)	0	0	15	30	15	30	0	15	30	15	30
%	100	89	82	80	73	71	87	82	81	76	75
		100	92	90	82	80	100	94	93	87	86

다. 또 UV와 NMR에서도 역시 가열전과 가열후 capsaicin의 화학구조의 차이점을 발견하지 못하였다. 이것으로 봐서 capsaicin 가열시(120°C, 1hr) 함량이 감소된 것은 capsaicin이 분해되어 다른 물질이 생성되어서가 아니고 capsaicin의 m. p. (64~65°C)와 b. p. o. (210~220°C)⁴¹⁾가 낮은 것으로 봐서 가열시 capsaicin이 휘발되었기 때문인 것으로 사료된다.

요 약

고추의 성숙시, 또 고추장과 김치의 숙성시 capsaicin 함량과 색의 변화 그리고 capsaicin을 가열했을때의 함량변화와 화학구조의 변화를 측정하였다. 고추의 성숙에 따른 capsaicin 함량은 대체로 적변초기에서부터 중간정도 적변한 시기인 6~7주경이 가장 높았는데 품종별로 보면 신흥은 개화후 48일경에 가장 함량이 높아 201.07 mg% 였고 아랍은 54일경으로 37.34 mg%였으며 새로나는 적변초에는 48.68 mg%로 나타났으나 점차 감소하여 완전적변시에는 17.96 mg%로 가장 적었다. 고추의 Hunter 포색치 a 값은 35일까지 -로서 성숙함에 따라 감소하다가 42일부터 +로 나타나면서 크게 증가하였다. 완전적변시 신흥의 a값은 37.35로 가장 높았고 아랍과 새로나는 37.2로 비슷하였으며 capsanthin 함량은 신흥이 126.4 mg%였고 아랍은 83.57 mg% 그리고 새로나는 80.00 mg%였다. 고추장은 숙성함에 따라 매운성분이 감소되어 capsaicin은 100일 숙성후 초기에 비해 약 20% 정도 감소 되었다. 고추장의 색은 숙성에 따라 L, a, b값이 모두 감소하였고 capsanthin 함량은 초기에 27.51 mg%였으나 이후 감소되다가 100일에는 조금 증가하여 28.85mg%를 나타내었다. 김치는 숙성함에 따라 매운맛이 감소하였는데 capsaicin 함량은 13일 경과시 약 17%정도 감소하였다. Capsaicin은 가열함에 따라 함량이 감소되었는데, 100°C보다 120°C에서 더 많이 감소되었고 가열시 capsaicin의 분해는 일어나지 않았다.

謝 意

본 연구는 1984년도 아산재단 지원 연구비에 의하여 이루어진 연구로 아산재단에 깊은 사의를 드리는 바입니다.

문 헌

1. 농수산부 : 농림통계연보(1980)

2. 시장조사보 : 3(1), 74 (1981)
3. Thresh: *Pharm. J. Trans.* **3**, 473(1876)
4. Micko Z. : *Nahr. Genussm.* **1**, 818(1898)
5. Nelson E. K. : *J. Ind. Eng. Chem.* **2**, 419 (1910)
6. Nelson E.K. : *J. Chem. Soci.* **41**, 1115(1919)
7. Leete E. and Loudon Mary C.L. : *J. Amer. Chem. Soci.*, **90**(24), 6837(1968)
8. 小管貞良, 稔垣幸男, 西邦雄 : *日農化誌*, **33**, 915 (1958)
9. Curl A.L. : *J. Agr. Food Chem.*, **10**, 504(1962)
10. Cooper R. D. G., Jackman L. M. and Weedon B. C. L. : *Proc. Chem. Soci.*, **215**(1962)
11. 전재근·박상기 : *한국농화학회지*, **22**(1), 18 (1979)
12. 김동연·이종구 : *한국식품과학회지*, **12** (1), 53 (1980)
13. Lease J. G. and Leuse E. J. : *Food Tech.*, **16**, 104(1962)
14. 김공환·전재근 : *한국식품과학회지*, **7**, 69(1975)
15. 전재근·김공환 : *한국농화학회지*, **17**, 42(1974)
16. 정지훈·조백현·이춘영 : *한국농화학회지*, **4**, 43(1963)
17. 이상섭·유인순 : *한국생화학회지*, **10**(3), 135 (1977)
18. 백철열 : *서울대학교 석사학위논문*(1982)
19. V. L. Huffman, E. R. Schadle, B. Villalon, and E. E. Burns: *J. of Food Science*, **43**, 1809 (1978)
20. Patric G. Hoffman, Mary C. Lego and William G. Galetto: *J. Agric. Food Chem.*, **31**, 1326 (1983)
21. D. D. Rosebrook, C. C. Bolge, and J. E. Barney: *J. of A. O. A. C.*, **51**(3), 637(1968)
22. 조한옥·박승애·김종근 : *한국식품과학회지*, **13** (4), 319(1981)
23. 日全國味技術會編 : *基準味噌分析法*, (平滄堂, 東京), 1 (1968)
42. 조영·이혜수 : *한국식품과학회지*, **11**(1), 26 (1979)
25. 이성우·조수열 : *한국원예학회지*, **10**, 31(1970)
26. 이태녕·박성오 : *한국농화학회지*, **4**, 111(1963)
27. V. S. Gonindarajan and S. M. Ananthkrishna: *The Flavour Industry*, **65**, 176(1974)

28. M.S. Karawya: *Analyst*, **92**, 581(1967)
29. Yoshiro Masada: *J. of Food Science*, **36**, 359 (1971)
30. Todd, P. H. M. G. Bensing and T. Biftu: *J. of Food Science*, **42** (3), 660(1977)
31. Todd, P.H., Jr. and Czeslaw P. *Food Tech.*, **15**, 270(1961)
32. 小管貞良, 稻垣幸助: *日農加技研誌*, **8**(6), 281 (1958)
33. Rangoonwala R. and Schart E.: *Sci. Pharm. Proc.*, 365 (1966)
34. 太田泰雄: *日遺傳學雜誌*, **37**, 86(1962)
35. 嵯峨紘一, 田村勉: *日北海道大學農學部訪問紀要*, **7**(2), 290(1970)
36. 박춘란: *한국영양학회지*, **8**(4), 27(1975)
37. 이계호 · 박성오: *한국농화학회지*, **19**(2), 82 (1976)
38. 李世都: *대한내과학회잡지*, **6**, 383(1963)
39. 윤익섭 · 이갑상 · 김현오: *한국농화학회지*, **19** (1), 57(1976)
40. U. Otten, H.P. Loreny and F. Busigre: *New Scientist*, **24**, 803(1983)
41. The Merck Index: An Encyclopedia of Chemicals and Drugs, 10th ed. Merck & Co. Inc., Rahway, 243(1983)