

## 근적외 분광분석법에 의한 건조고추의 품질측정

조래광·홍진환·김현구\*·박무현\*

경북대학교 농화학과, \*한국식품개발연구원

### Rapid Quality Evaluation of Dried Red Pepper by Near-infrared Spectroscopy

Rae-Kwang Cho, Jin-Hwan Hong, Hyun-Koo Kim\* and Moo-Hyun Park\*

Department of Agricultural Chemistry, Kyungpook National University, Taegu,

\*Korea Food Research Institute, Suwon

#### Abstract

A near-infrared reflectance spectroscopic(NIRS) method which has been recently developed for a non-destructive method for measuring ingredients in foods and agricultural products especially was evaluated for the determination of capsanthin, total sugar, capsaicin and moisture contents in Korean domestic red peppers. A multiple linear regression analysis with the data obtained by standard-laboratory methods(capsaicin by GC, capsanthin by Colorimetry, total sugar by HPLC and moisture by Vacuum drying method) and NIRS method was carried out to make a calibration. The accuracy of the NIRS method was found to be adequate when the standard-laboratory values for a set of sample that were not included in the calibration, were compared. It is concluded that the NIRS method is suitable for the determination of total sugar and capsanthin.

Key words : capsicum annum, non-destructive quality evaluation, near-infrared spectroscopy

## 서 론

고추의 품질에 관한 종래의 보고로는 capsaicin의 분리 및 정량에 관한 연구<sup>(1, 2)</sup>, 녹색고추 및 건조고추의 향기성분에 관한 연구<sup>(3)</sup>, 녹색고추의 저장 중 씨앗의 갈변에 관한 연구<sup>(4)</sup>, 건조고추의 저장 중 적색색소의 변화에 관한 연구<sup>(5)</sup>, 개화 후의 감미성분 및 매운성분의 변화<sup>(6-8)</sup>, 및 고추장 제품의 제조과정 중에 일어나는 성분변화에 관한 연구<sup>(9-11)</sup> 등이 있다.

현재, 고추의 품질은 주로 시각, 후각, 촉각 등의 관능검사적인 평가방법에 의존하고 있는 실정이다. 그리고 일반 소비자들이 고추를 구입함에 있어서 고추의 건조정도, 매운정도 및 甘味도를 알 수 없어 식성이나 연령, 건강상태 등을 고려하여 구입할 수 있는 품질표시 제도가 실시되지 못하고 있는 실정이다.

이러한 배경으로부터 수확된 고추가 각 지역에서 수매 또는 가공되어 제품으로서 유통될 때 현장에서 신속하고 정확하게 측정할 수 있는 품질평가법을 개발해야 할 필요성이 요구되고 있다.

최근 선진제국의 식품 제조업체나 검사 및 연구기관에서는 원료 농산물 또는 가공제품의 품질성분을 화학

약품에 의한 이화학적 분석방법을 사용치 않고 단순히 물리적으로 분쇄한 시료를 사용하여 신속, 정확하게 분석하는 非파괴 측정법을 채택하고 있다<sup>(12)</sup>. 그 중에서도 특히 근적외 분광분석법은 약 1분 이내에 식품 중의 화학성분들을 동시에 측정할 수 있는 특징이 있어 주목을 끌고 있다. 근적외 분광분석법을 이용하여 고추의 수분, capsaicin, 당분 및 capsanthin 등의 품질성분을 측정하기 위한 가능성을 조사한 보고가 있다<sup>(13)</sup>.

본 연구에서는 매운정도, 감미도, 붉은정도, 건조정도 등 고추의 품질평가에 영향을 미치는 각각의 화학성분들을 근적외 분광분석법으로 신속히 측정할 수 있는 방법을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 전처리

1988년도 국내 각 지방에서 생산된 건조고추를 40점 구입하여 꼭지와 씨앗을 제거한 뒤 과육부분을 cyclone mill(체눈 0.5 mm, Retch社)로 분쇄하여 poly 용기에 넣어 냉장고에 보존하면서 이하의 실험에 사용하였다.

### 품질성분의 화학분석

화학분석에 사용한 시료의 조제과정은 Fig. 1과 같다.  
Capsanthin 함량 측정

Corresponding author : Rae-Kwang Cho, Department of Agricultural Chemistry, Kyungpook National University, 1370 Sankyuk-dong, Pook-gu, Taegu, 702-701 Korea

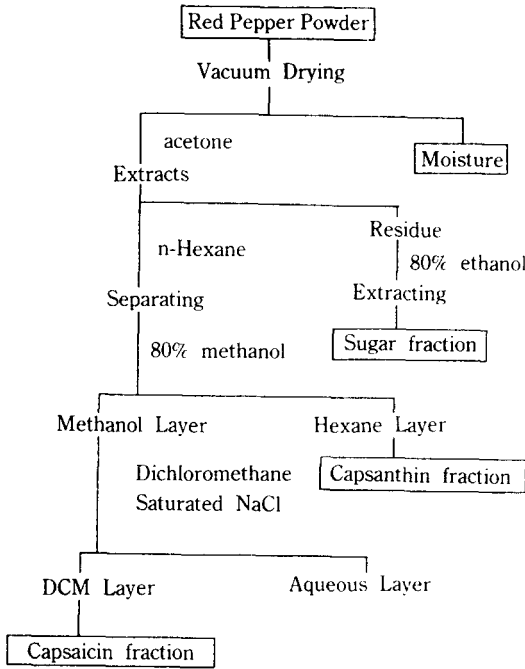


Fig. 1. Sample preparation for chemical analysis

분말시료 2g을 원통여지에 넣고 무수 acetone 100 ml로 10시간 동안 연속추출한 뒤 감압건고하여 n-hexane 50 ml에 녹여 분액여두에 옮기고 80% methanol 50 ml를 가하여 진탕한 뒤 n-hexane 층을 약 20 ml 취하여 무수망초로 탈수시킨 뒤 그 여과액을 비색계(Spectronic 21, Milton roy社)로 478 nm에서 흡광도를 측정하여 capsaanthin 함량을 계산하였다.

당함량 측정

분말시료 0.5g을 80% ethanol로 1시간 추출하여 환성탄으로 탈색한 뒤 ethanol을 증발시킨 다음 HPLC(Water社, Sugar-Pak 1 column)에 공시하여 측정하였다.

수분함량 측정

분말시료 약 10g을 50°C로 조정된 진공건조기 내에서 15시간 동안 건조시킨 뒤 그 중량감소로부터 수분함량을 계산하였다.

Capsaicin 함량 측정

許 등의 방법<sup>(16)</sup>에 준하여 capsanthin 함량 측정방법에서의 methanol층에 포화식염수 150 ml, dichloromethane 50 ml를 차례로 혼합한 후 dichloromethane 층을 모아 무수망초로 탈수한 뒤 dichloromethane을 휘발시키고 0.1% Squalene을 함유한 무수 chloroform에 녹여 gas chromatography(Hewlett Packard 5820, BP-10 capillary, 25 m×0.33 mm, FID)에 공시하여 capsaicin 표준용액의 면적치로부터 계산하였다.

근적외 분광분석

근적외 스펙트럼 측정

분말시료 약 5g을 근적외 스펙트럼 측정 전용 시료 용기에 넣고 일정체적이 되게 조정된 후 연구용 근적외 분광분석 장치(InfraAlyzer 500C型, Bran & Luebbe社)에 장착한 뒤 IDAS(InfraAlyzer Data Analysis Software) 프로그램을 사용하여 1100 nm에서 2500 nm까지 2 nm 간격으로 스펙트럼을 측정하여 그 흡광도 데이터를 컴퓨터(IBM PS/2, model 50)에 입력시켰다.

검량식 작성

근적외 분광분석법으로 고추의 각 품질성분을 측정하기 위해서는 근적외 파장의 선정 및 계수확정 조작 즉, 검량식의 작성이 필요하다.

검량식 작성용 시료 28점의 화학분석치와 근적외 스펙트럼 데이터와의 사이에 重回歸分析을 행하여 고추의 각 성분측정에 필요한 검량식 별로 重相關係數 및 기준분석치와 근적외 분석치간의 표준오차(standard error of estimation ; SEE)를 구하였다. 본 연구에서 채용한 중회귀 분석방법에서는 검량식의 항수를 증가시켜 갈수록 이론적인 중상관계수는 1에 가깝게 되고 SEE는 0에 가깝게 되므로 얻어진 후보 검량식들의 미지시료에 대한 실행정확도는 별도의 확인용시료 12점에 대한 근적외 분석치와 화학 분석치간의 표준오차(standard error of prediction ; SEP)로서 판단하였다.

결과 및 고찰

시료고추의 품질성분 분포

시료로 사용한 고추의 수분, capsaicin, capsanthin 및 당함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다.

모든 함량치는 乾物%로서 나타내었는데 수분함량은 4.9%에서 9.1%의 분포로 그 평균치는 6.6% 이었다. capsaicin은 10.8 mg%에서 264.8 mg%까지의 분포를 보였다. capsanthin은 3.6%에서 13.4%의 분포를 나타내었으며 糖 조성으로서는 sucrose, glucose 및 fructose가 존재하였는데 그 중 fructose가 6.4%에서 14.0%의 분포를 나타내었으며 전체의 약 70%를 차지하였다. 본 연구에서는 이들 당함량의 합계로서 total sugar를 나타내었다.

근적외 분광분석법에 의한 고추의 품질성분 측정

Fig. 2에 분말고추와 capsanthin, 시약 capsaicin의 근적외 스펙트럼을 나타내었는데 분말고추의 스펙트럼에는 capsanthin에서 유래되는 1700 nm 및 2300 nm 부근의 흡수와 糖에서 유래되는 2100 nm 부근의 흡수가 혼존하고 있음을 보아 고추시료의 근적외 스펙트럼에는 품질과 관련된 화학성분 유래의 정보가 담겨있음을 알 수 있었다.

**Table 1.** Contents of moisture, capsaicin, capsanthin, sucrose, glucose, fructose and total sugar of dried red pepper used in the present study (Dry weight(%))

Components <sup>a)</sup> Sample No.	Mois(g%)	CPS(mg%)	CPST(g%)	SUC(g%)	GLU(g%)	FRU(g%)	TS(g%)
1	6.99	100.92	11.63	1.923	3.351	10.213	15.487
2	6.34	106.04	12.53	1.106	4.175	11.649	16.930
3	6.21	50.88	13.38	1.827	2.989	8.085	12.901
4	6.82	14.98	12.58	1.009	5.515	12.500	19.024
5	4.89	18.16	6.25	2.356	3.351	9.787	15.494
6	7.50	264.78	11.52	2.067	1.443	6.383	9.893
7	7.50	19.75	9.29	0.865	4.433	11.755	17.053
8	8.70	194.31	9.94	1.346	2.010	8.245	11.601
9	9.06	22.85	6.65	0.962	7.268	12.819	21.049
10	8.33	10.79	10.42	0.769	3.196	10.372	14.337
11	7.46	55.20	8.51	0.433	3.608	10.319	14.360
12	7.73	76.00	5.00	0.721	4.794	11.968	17.483
13	7.58	71.98	6.13	1.346	3.505	9.681	14.532
14	6.53	173.98	7.56	1.298	5.103	10.479	16.880
15	6.20	166.32	9.90	1.490	2.474	7.926	11.890
16	5.93	26.50	5.59	0.385	4.124	11.170	15.679
17	6.50	19.64	5.47	0.433	4.485	11.117	16.035
18	5.16	16.77	6.72	0.240	3.144	8.404	11.788
19	4.97	37.97	5.67	0.144	1.907	8.085	10.136
20	5.11	29.76	4.34	1.154	5.052	11.170	17.376
21	5.63	28.56	7.61	1.683	1.134	6.915	9.732
22	4.96	21.97	3.92	0.529	3.557	8.723	12.809
23	5.89	41.25	6.95	0.192	2.732	8.830	11.754
24	5.69	255.51	9.84	2.644	1.495	6.543	10.682
25	5.91	42.92	5.02	0.337	3.093	8.351	11.781
26	6.04	25.12	4.36	1.106	3.093	9.840	14.039
27	6.37	81.98	11.86	1.635	3.196	9.468	14.299
28	6.92	20.08	9.71	0.625	4.175	10.532	15.332
29	5.89	138.74	13.40	2.356	9.485	10.851	22.692
30	7.12	29.91	11.01	0.673	3.711	9.681	14.065
31	6.91	27.94	12.30	0.577	3.196	10.106	13.879
32	6.87	47.69	10.20	0.577	3.557	10.053	14.187
33	8.67	35.56	6.44	1.442	5.773	14.043	21.258
34	7.03	111.11	10.89	2.308	1.186	9.149	12.643
35	7.19	174.24	7.40	1.442	4.124	10.532	16.098
36	7.01	55.96	6.37	0.433	3.299	9.149	12.881
37	5.79	18.64	4.73	0.433	3.659	8.564	12.656
38	6.53	35.99	6.58	0.529	2.629	7.979	11.137
39	5.71	33.34	5.26	0.288	3.041	8.989	12.318
40	6.14	37.38	3.63	0.144	4.691	8.723	13.558

a) Mois : Moisture, CPS : Capsaicin, CPST : Capsanthin, SUC : Sucrose, GLU : Glucose, FRU : Fructose, TS : Total sugar

#### Capsanthin 함량 측정

비색법으로 측정된 capsanthin 함량치와 근적외의 스펙트럼 데이터간에 중회귀분석을 행한 결과는 Table 2와 같다. capsanthin 측정을 위한 검량식에 채용된 1700 nm는 capsanthin 색소성분의 주된 골격을 이루는 C-H 기준신축신동의 1차배음에 귀속되는 것으로 판단되었다<sup>(23)</sup>. 2파장에서 5파장으로 구성되는 각각의 검량식을 미지시료 12점에 적용시켜 측정정확도를 조사한 결과,

1700, 1768, 1164 및 2420 nm의 4파장으로 구성되는 검량식이 측정오차(SEP) 1.622%로서 가장 정확도가 높음을 알 수 있었다. 이 때 근적외 분석법에 의한 capsanthin 함량치와 비색법에 의한 함량치를 상호 비교한 결과는 Fig. 3과 같다.

#### Total sugar 함량 측정

HPLC法으로 측정된 total sugar 함량치와 근적외 스

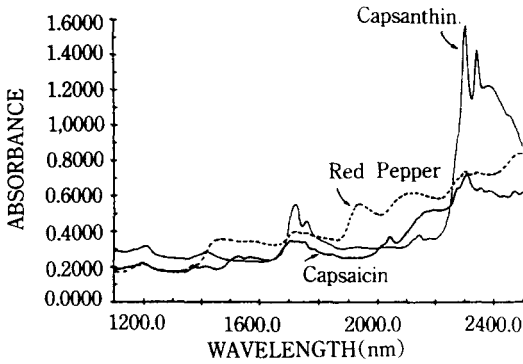


Fig. 2. Near-infrared spectra of dried red pepper sample, pure capsaicin and crude capsanthin

Table 2. Result of multiple regression analysis of capsanthin content in dried red pepper sample<sup>a)</sup>

Wavelength used(nm)	MCC <sup>b)</sup>	SEE <sup>c)</sup> (%)	SEP <sup>d)</sup> (%)
1700, 1768	0.824	1.646	1.783
1700, 1768, 1164	0.834	1.639	1.725
1700, 1768, 1164, 2420	0.850	1.606	1.622
1700, 1768, 1164, 2420, 1160	0.879	1.489	1.998

- a) Number of samples n=28  
(Capsanthin content range was from 3.63% to 13.4% and mean value was 8.21%)
- b) MCC : Multiple correlation coefficient between chemically analyzed and NIR estimated values
- c) SEE : Standard error of estimation
- d) SEP : Standard error of prediction(n=12)

펙트럼 데이터간에 중회귀분석을 행한 결과는 Table 3과 같다. total sugar 측정을 위한 검량식에 채용된 1430 nm는 starch, sucrose 등의 O-H 기준신축진동의 1차 배음에 귀속되는 것으로 판단되었다. 그리고 2500 nm는 C-H 및 C-C 기준신축진동으로 귀속되는 파장으로서 종래부터 전분의 함량측정에 흔히 채용되는 파장이다<sup>(23)</sup>. 각각의 후보 검량식들을 12점의 미지시료에 적용시켜 측정정확도를 조사한 결과, 1428 nm와 1432 nm로 구성된 검량식에서 SEP가 1.338%로서 정확도가 높음을 알 수 있었다. 이때 근적외 분석법에 의한 total sugar 함량치와 HPLC에 의한 함량치를 상호 비교한 결과는 Fig. 4와 같다.

수분함량 측정

진공건조법에 의한 수분함량치와 근적외 스펙트럼 데이터와의 사이에 중회귀분석을 행한 결과는 Table 4와 같다. 2파장에서 5파장까지의 다항식으로 구성된 각각의 검량식을 12점의 미지시료에 적용시켰을 때 1240 nm와 1328 nm로 구성된 검량식에서 SEP가 0.5616%로서 가장

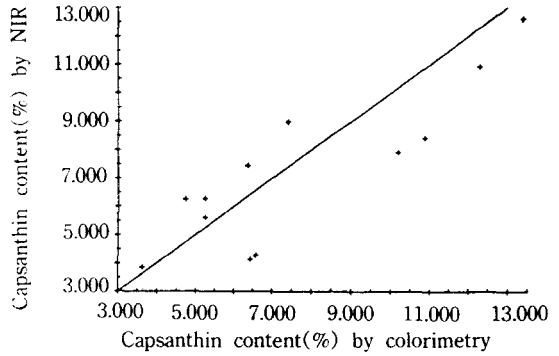


Fig. 3. Relationship between NIR data predicted by use of four wavelengths 1700 nm, 1768 nm and 1164 nm and 2420 nm and capsanthin content analyzed by colorimetry for 12 samples

Table 3. Result of multiple regression analysis of total sugar content in dried red pepper sample<sup>a)</sup>

Wavelength used(nm)	MCC <sup>b)</sup>	SEE <sup>c)</sup> (%)	SEP <sup>d)</sup> (%)
1428, 1432	0.935	1.062	1.338
1428, 1432, 2500	0.951	0.951	1.449
1428, 1432, 2472, 1700	0.961	0.865	1.438
1428, 1432, 2472, 1700, 2476	0.966	0.829	1.600

- a) Number of samples n=28  
(Total sugar content range was from 9.73% to 22.69% and mean value was 14.32%)
- b) MCC : Multiple correlation coefficient between chemically analyzed and NIR estimated values
- c) SEE : Standard error of estimation
- d) SEP : Standard error of prediction(n=12)

작았다.

Capsaicin 함량 측정

GC法으로 측정된 capsaicin 함량치와 근적외 스펙트럼 데이터와의 사이에 중회귀분석을 행한 결과는 Table 5와 같다. capsaicin 측정을 위한 검량식에 채용된 파장 중 2212 nm는 C-H 및 C=O 기준신축진동으로 귀속되는데 이는 capsaicin의 화학구조 중 phenol基 및 methoxy基와 관련이 있는 것으로 판단되었다<sup>(23)</sup>. 2파장에서 5파장까지로 구성되는 각각의 검량식을 미지시료 12점에 적용시켰을 때 그 어느 식에서도 측정오차가 약 45 mg%로서 큼을 알 수 있는데 그 이유로서는 고추 중의 capsaicin 함량이 너무 적어서 근적외 영역에서의 흡수강도가 미약하기 때문일 것이라는 것과 현행 화학분석 공정이 너무 길고 오차를 일으킬 가능성이 많기 때문이라고 생각되는데 금후 개선되어야 할 것으로 사료된다.

이상의 결과를 볼때 고추의 total sugar 및 capsanthin

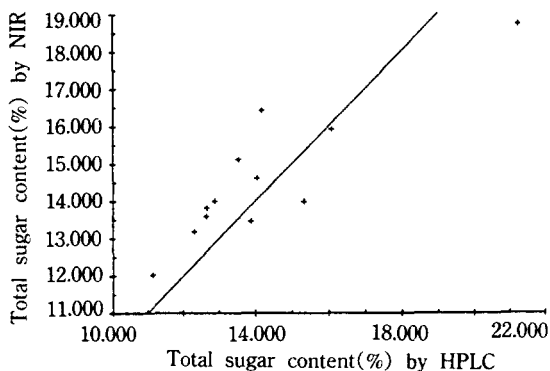


Fig. 4. Relationship between NIR data predicted by use of two wavelengths 1428 nm and 1432 nm and total sugar content analyzed by HPLC for 12 samples

Table 4. Result of multiple regression analysis of moisture content in dried red pepper sample<sup>a)</sup>

Wavelength used(nm)	MCC <sup>b)</sup>	SEE <sup>c)</sup> (%)	SEP <sup>d)</sup> (%)
1240, 1328	0.937	0.427	0.516
1240, 1324, 1236	0.941	0.421	0.611
1240, 1324, 1788, 1796	0.959	0.365	0.581
1240, 1324, 1788, 1796, 1804	0.967	0.333	0.562

- a) Number of samples n=28  
(Moisture content range was from 4.89% to 9.06% and mean value was 6.65%)
- b) MCC : Multiple correlation coefficient between chemically analyzed and NIR estimated values
- c) SEE : Standard error of estimation
- d) SEP : Standard error of prediction(n=12)

Table 5. Result of multiple regression analysis of capsaicin content in dried red pepper sample<sup>a)</sup>

Wavelength used(nm)	MCC <sup>b)</sup>	SEE <sup>c)</sup> (%)	SEP <sup>d)</sup> (%)
2212, 2032	0.874	32.21	44.33
2212, 2032, 1104	0.886	31.41	48.24
2212, 2032, 1104, 1108	0.905	29.61	44.75
2200, 2184, 1104, 1108, 1988	0.931	26.04	48.66

- a) Number of samples n=28  
(Capsathin content range was from 10.79 mg% to 264.78 mg% and mean value was 63.48 mg%)
- b) MCC : Multiple correlation coefficient between chemically analyzed and NIR estimated values
- c) SEE : Standard error of estimation
- d) SEP : Standard error of prediction(n=12)

함량은 근적외 분광분석법으로 신속히 측정할 수 있다고 판단되며, 수분 및 capsaicin 함량의 측정은 정확도가 낮은 것으로 판단된다. 본 실험에 사용한 고추시료는 시장에서 무작위로 구입하였으므로 화력전조한 고추와 자연건조한 고추가 함께 구입되었을 가능성이 있는데

이러한 요인을 장차의 연구에서 구체적으로 검토한다면 보다 광범위하고 적용성이 큰 측정방법이 얻어질 것으로 생각된다.

일본의 대규모 녹차 제조업체에서는 종래의 관능검사 위주의 품질평가법을 탈피하여 현재 근적외 분석법으로 녹차의 수분, 소질소, 카페인 등의 품질성분을 하루에 300점 내지 500점 정도 분석하여 원료차 및 가공차의 객관적인 품질검사를 하고 있는데<sup>24)</sup> 장차 우리나라에서도 전통향신료인 고추의 품질성분을 신속하고 정확하게 비파괴적으로 측정하여 매운정도, 감미도, 붉은정도, 건조정도 등을 3단계 내지 5단계 정도로 분류하여 제품의 포장용기에 표기해 줄 수 있는 제도가 도입될 것으로 기대된다.

## 요 약

관능검사에 의존하여 오던 종래의 고추 품질평가법을 탈피하여 매운맛 성분인 capsaicin, 적색색소인 capsanthin, total sugar 및 수분함량을 근적외 분광분석법으로 화학약품을 사용하지 않고 신속, 정확하게, 동시에 측정할 수 있는 방법을 조사하였다. 기존의 화학분석 방법에 의해 측정된 상기 성분들의 함량치와 근적외 스펙트럼 데이터간에 중회귀분석을 행하여 각각의 성분측정을 위한 검량식을 작성하였다. 이들 검량식을 미지의 고추시료에 적용시켜 구한 분석치와 기존 분석법으로 구한 분석치를 비교한 결과, capsanthin과 total sugar는 근적외 분광분석법에 의해 정량적으로 측정할 수 있음을 알 수 있었다.

## 문 헌

1. Lee, K.R., Suzuki, T., Kobashi, M., Hasegawa, K. and Iwai, K. : Quantitative microanalysis of capsaicin, dihydrocapsaicin and nordihydrocapsaicin using mass fragmentography. *Journal of Chromatography*, 123, 119 (1976)
2. Saria, A., Lembeck, F. and Skofitsch, G. : Determination of capsaicin in tissues and separation of capsaicin analogues by High-Performance Liquid Chromatography. *Journal of Chromatography*, 208, 41(1981)
3. Iwai, K., Suzuki, T. and Fujiwake, H. : Simultaneous microdetermination of capsaicin and its four analogues by using High-Performance Liquid Chromatography and Gas Chromatography-Mass spectrometry. *Journal of Chromatography*, 172, 303(1979)
4. Harrison, M.K. and Harris, N.D. : Effects of processing treatments on recovery of capsaicin in jalapeno

- peppers. *J. Food Sci.*, 50, 1764(1985)
5. Todd Jr, P.H., Bensinger, M.G. and Biftu, T. : Determination of pungency due to capsicum by Gas-Liquid Chromatography. *J. Food Sci.*, 42, 660(1977)
  6. Pankar, D.S. and Magar, N.G. : New method for the determination of capsaicin by using Multi-Band Thin-Layer Chromatography. *Journal of Chromatography*, 144, 149(1977)
  7. Kawada, T. and Iwai, K. : Effective separation of capsaicin and its analogues by Reversed-Phase High-Performance Thin-Layer Chromatography. *Journal of Chromatography*, 198, 217(1980)
  8. Hoffman, P.G., Lego, M.C. and Galetto, W.G. : Separation and quantitation of red pepper major heat principles by Reverse-Phase High-Pressure Liquid Chromatography. *J. Agric. Food Chem.*, 31, 1326(1983)
  9. Woobury, J.E. : Determination of capsicum pungency by High Pressure Liquid Chromatography and spectrofluorometric detection. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 63, 556(1980)
  10. Huffman, V.L., Schadle, E.R., Villalon, B. and Burns, E.E. : Volatile components and pungency in fresh and processed jalapend peppers. *J. Food Sci.*, 43, 1809(1978)
  11. Lee, S.W. : Physio-Chemical studies on the seed browning in mature green peppers stored at low-temperature. *Kor. J. Food Sci. Tech.*, 3(1), 29(1971)
  12. Kim, D.Y. and Rhee, C.O. : Color and carotenoid change during storage of dried red pepper. *Kor. J. Food Sci. Tech.*, 12(1), 53(1980)
  13. Iwai, K., Lee, K.R., Kobashi, M. and Suzuki, T. : Formation of pungent principles in fruits of pepper, capsicum annuum L. Var. grossum during post-harvest ripening under continuous light. *Agric. Biol. Chem.*, 41(10), 1873(1977)
  14. 小菅貞良, 稻垣幸男, 上原 勤 : 蕃椒 辛味 成分に関する研究(第1報). 日本農藝化學會誌, 32, 578(1957)
  15. 嵯峨絃一 : トウカラシ果實の 辛味成分に関する 研究. 日本園藝學會 要旨集, 164(1978)
  16. Hawer, W.D., Ha, J.H., Nam, Y.J. and Shin, D.H. : 고추 및 고추加工製品的 辛味成分에 관한 연구. 한국 식품 개발연구원 사업보고, 제 13호, 5(1986)
  17. Lee, K.H., Lee, M.S. and Park, S.O. : Studies on the microflora and enzymes influencing on Korea native kochuzang(red pepper soybean paste)aging. 한국 농화학회지, 19(2), 82(1976)
  18. Lee, T.S. : Studies on the brewing of kochuzang(red pepper paste)by the addition of yeasts. 한국 농화학회지, 22(2), 65(1979)
  19. Kim, M.S. : Effects of red pepper powder on the growth and fermentation of *Saccharomyces rouxii*. 고려대학교 석사학위 논문(1981)
  20. Lee, T.S. and Park, Y.J. : The effects of concentration of red pepper powder added. 한국 농화학회지, 19(4), 227(1976)
  21. 조래광 : 식품공업에 있어서 근적외 분석법의 응용. 식품과학, 20(4), 4(1987)
  22. Iwamoto, M., Cho, R.K., Uozumi, J. and Iino, K. : Near infrared reflectance spectrum of red pepper and its applicability to determination of capsaicin content. 일본 식품공업학회지, 31(3), 200(1984)
  23. Osborne, B.G. and Fearn, T. : *Near Infrared spectroscopy in Food Analysis*. Longman Scientific & Technical, England, p.36(1986)
  24. Ikegaya, K., Takayanagi, H., Anan, T., Iwamoto, M., Wozumi, J., Nishinari, K. and Cho, R.K. : Determination of the content of total nitrogen, caffeine, total free amino acids, theanine and tannin of sencha and maccha by near infrared reflectance spectroscopy. *Bull. Natl. Res. Inst. Veg. Orn. Plants & Tea, Ser. B*(2), 47(1988)

---

(1990년 6월 25일 접수)