

고추의 육성계통에 따른 Capsaicinoids와 Ascorbic Acid 분석

- 연구노트 -

정미리¹ · 황 영² · 김혜영^{B3} · 정현상¹ · 박지성⁴ · 박동복⁴ · 이준수^{1*}

¹충북대학교 식품공학과, ²농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 전통한식과

³용인대학교 식품영양학과, ⁴제일종묘 육종연구소

Analyses of Capsaicinoids and Ascorbic Acid in Pepper (*Capsicum annuum* L.) Breeding Lines

Miri Jung¹, Young Hwang², Hae Young Kim³, Heong-Sang Jeong¹,
Jisung Park⁴, Dongbok Park⁴, and Junsoo Lee^{1*}

¹Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

²Korean Food & Culture Division, Rural Development Administration, Gyeonggi 441-853, Korea

³Dept. of Food Science and Nutrition, Yong In University, Gyeonggi 449-714, Korea

⁴Jeil Seed Company, Chungbuk 368-812, Korea

Abstract

Peppers (*Capsicum annuum* L.) are a rich source of phytochemicals including polyphenolics, flavonoids, capsaicinoids and ascorbic acid. Capsaicinoids are a group of 12 or more related alkaloids responsible for the pungent sensation in the fruits of the genus *Capsicum*. Ascorbic acid is another functional and nutritional constituent of peppers. In this study, the contents of two major capsaicinoids (capsaicin and dihydrocapsaicin) and ascorbic acid in 131 pepper breeding lines were quantified by HPLC. In 131 pepper breeding lines, capsaicin and dihydrocapsaicin contents were in the range of 0.0 to 219.6 and 0.0 to 110.8 mg/100 g, respectively. The breeding lines with higher capsaicin content contained higher dihydrocapsaicin content as well. Ascorbic acid contents were 264.9 to 1695.5 mg/100 g for the 131 pepper breeding lines. The analytical method validation parameters including accuracy, repeatability, and reproducibility were calculated to ensure the method's validity. This study provides basic information to plant breeders and biotechnologists who are planning to breed genotypes with high content of phytochemicals.

Key words: pepper, capsaicinoids, ascorbic acid, HPLC, breeding lines.

서 론

고추(*Capsicum annuum* L.)는 가지과(Solanaceae)에 속하며 남미 유역이 원산지다. 한국인의 고추 소비량은 건고추 기준으로 4 kg에 이르며 이는 세계 최고 수준이다(1,2). 고추는 400년 전에 국내로 도입되었고 이후 매운맛을 내는 대표적인 향신 조미료로서 우리 식생활에서 중요한 위치를 차지하고 있다(3,4). 과거 고추는 음식의 매운맛과 고추 특유의 붉은색을 내는 향신료로 주로 사용되어졌지만 최근 신체와 정신의 건강한 삶을 모방하는 '웰빙(well-being)'이 하나의 중요한 문화적 패턴으로 떠오르면서 고추의 생리활성 성분과 그 활성에 관한 관심이 높아지고 있다. 고추는 고유의 매운맛뿐만 아니라 풍부한 색상과 단맛을 특징으로 하며 고유 성분에 의한 기능적인 효과가 매우 크다(5).

고추에는 일반적으로 capsaicinoid, ascorbic acid, β -carotene, polyphenol, flavonoid 등의 생리활성 phyto-

chemical들이 존재하는 것으로 알려져 있다(6-9). 고추의 매운맛의 주성분은 capsaicinoids라는 물질로, capsaicin, dihydrocapsaicin, nordihydrocapsaicin, homocapsaicin, homodihydrocapsaicin 등의 동족체로 구성되어있다. 이중 capsaicin과 dihydrocapsaicin이 매운맛의 주성분이다(10). Capsaicinoid는 항균작용, 통증완화 효과, 항암효과 및 항비만 효과를 나타내는 것으로 보고되어 있다(11,12). Ascorbic acid는 고추 100 g당 220 mg으로 사과보다 50배, 귤보다는 2~3배로 다량 함유되어 있다(13). 이처럼 고추의 다양한 생리작용이 밝혀지면서 고추에 대한 소비자의 수요가 증가하는 추세로 소비 형태와 기호성이 다양해짐에 따라 고추도 그 요구에 부응하도록 육성하는 것이 절실히 필요하다. 따라서 우수한 색상과 다양한 기능성을 가진 고추 품종을 위해 육성을 통한 품종개발 연구는 꾸준히 진행되고 있다(14,15). 그러나 각 품종에 따른 재배조건이나 고추의 외관 및 맛에 대한 특징은 보고되어 있으나 각 품종이나 육성계통

*Corresponding author. E-mail: junsoo@chungbuk.ac.kr
Phone: 82-43-261-2566, Fax: 82-43-271-4412

(breeding line)에 따른 고추의 기능성 성분에 관한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 육성계통에 따른 131종 고추의 capsaicinoids와 ascorbic acid 함량을 분석하였으며 이를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 실험에 사용된 고추는 제일종묘에서 재배하여 수확하였으며 재배관리는 표준재배에 준하여 관리하였다. 수확된 시료는 분석을 위해 고추의 꼭지 제거 후 과피를 2~3등분 절단하고 열풍건조기를 이용하여 건조하였으며 분쇄기를 이용하여 균질화한 뒤 -70°C 에 보관하면서 분석에 사용하였다. Capsaicinoids 측정에 이용된 표준물질은 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 혼합물로 Fluka(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였으며 L-ascorbic acid와 그 밖에 사용된 시약은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, acetonitrile, methanol, water은 J.T. Baker(Phillipsburg, NJ, USA)로부터 HPLC 등급을 사용하였다.

Capsaicinoids 함량

Capsaicin 및 dihydrocapsaicin 함량은 Attuquayefio와 Buckle(16)의 방법을 변형하여 실행하였다. 동결 건조된 고추시료 1 g을 acetonitrile 50 mL과 혼합하여 homogenizer(Ultra-Turrax T25, IKA Labortechnik Co., Staufen, Germany)로 2분간 교반하여 추출하였다. 균질화 후 100 mL mass flask에 깔대기를 놓고 Toyo No. 2 filter paper를 이용하여 여과 후 acetonitrile로 정용하였다. 정용 후 2 mL을 $0.45\ \mu\text{m}$ membrane filter로 여과하여 HPLC(Jasco, Tokyo, Japan)로 분석하였다. HPLC 조건은 Luna $5\ \mu\text{C}18(2)$ 100A column($5\ \mu\text{m}$, $4.6 \times 250\ \text{mm}$, Phenomenex Inc., Torrance, CA, USA)을 사용하였으며, fluorescence detector($\text{Ex}\lambda=280\ \text{nm}$, $\text{Em}\lambda=320\ \text{nm}$)를 이용하여 검출하였다. 이동상은 acetonitrile : water : glacial acetic acid(60:39:1, v/v/v)로 flow rate는 $1.0\ \text{mL}/\text{min}$ 이며 시료의 일회 주입량은 $20\ \mu\text{L}$ 이었다.

Ascorbic acid 함량

Ascorbic acid 함량은 Wang 등(17)의 방법을 변형하여 실행하였다. 건조된 시료 0.2 g에 3% metaphosphoric acid 용액 50 mL을 가하고 homogenizer로 2분간 균질화 시킨 후 100 mL mass flask에 3% metaphosphoric acid로 정용하였다. 정용 후 원심분리기를 이용하여 $12,000\ \text{rpm}(14,000 \times g)$ 에서 2분간 원심 분리하여 얻은 상등액 1 mL을 $0.45\ \mu\text{m}$ membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다. 컬럼은 CrestPak C18S($5\ \mu\text{m}$, $4.6 \times 150\ \text{mm}$, Jasco)을 사용하였고 flow rate는 $0.8\ \text{mL}/\text{min}$ 이었으며 이동상은 water : trifluoroacetic acid(99:1, v/v)를 사용하였다. 시료의 주입량은 $20\ \mu\text{L}$ 였으며 UV detector를 사용하여 $254\ \text{nm}$ 에서 측정하였다.

분석법의 검증

Capsaicinoid 및 ascorbic acid 표준용액을 시료에 spike하고, 시료 전처리 과정에 따라 추출한 후 HPLC에 주입하여 얻은 피크 면적의 비를 이용하여 회수율을 구하였다. 분석법의 반복성(repeatability)을 평가하기 위하여 하루 3반복 실험을 실시하였으며 재현성(reproducibility)은 3일간 동일 실험을 반복수행 하였다.

결과 및 고찰

Capsaicin 함량 및 dihydrocapsaicin 함량

고추의 맛 성분 중 가장 중요한 성분은 매운맛을 가진 지용성 성분인 capsaicin(*trans*-8-*N*-vanillyl-6-nonenamide)이며 한국산 고추의 매운맛은 capsaicin과 dihydrocapsaicin에 기인한다고 보고되고 있다(18). 매운맛 정도에 따라 식품 소재로의 활용도가 다양하므로 미리 검토해야하는 품질 특성으로 capsaicin과 dihydrocapsaicin을 분석하였다. 육성계통 고추의 capsaicinoids 함량은 Table 1에 나타내었다. 선행 연구에서 국산 고추 47종의 capsaicinoids 분석 결과, $10.5 \sim 250.9\ \text{mg}/100\ \text{g}$ 의 값을 갖으며 47품종 중 85% 이상이 $100\ \text{mg}/100\ \text{g}$ 이하의 capsaicinoids 함량을 갖는 것으로 보고하였다(19). 또 다른 연구에 의하면 국내산 고춧가루의 capsaicin 함량은 $3 \sim 33\ \text{mg}/100\ \text{g}$ 의 범위이며(20), capsaicinoids의 함량이 $7.0 \sim 57.4\ \text{mg}/100\ \text{g}$ 으로 매우 광범위하다고 보고하였다(21). 본 연구에서 분석한 고추의 capsaicinoids 분석 결과는 $0.0 \sim 219.6\ \text{mg}/100\ \text{g}$ 으로 나타났다. Capsaicin의 평균 함량은 $29.0\ \text{mg}/100\ \text{g}$ 이었으며 dihydrocapsaicin은 $15.8\ \text{mg}/100\ \text{g}$ 의 함량을 나타내어 선행 연구결과와 유사한 분석치를 나타내었다. 또한 분석시료 중 No. 2687이 capsaicin 함량 $219.6\ \text{mg}/100\ \text{g}$, dihydrocapsaicin 함량 $110.8\ \text{mg}/100\ \text{g}$ 으로 가장 높게 분석되었다. Capsaicinoid 함량의 빈도 분포도를 분석해 본 결과 본 연구에서 분석된 육성계통 고추 대부분이 $40\ \text{mg}/100\ \text{g}$ 이하의 함량을 나타내는 것을 알 수 있었다(Fig. 1).

Ascorbic acid 함량

Ascorbic acid는 고추의 대표적인 수용성 비타민 및 항산화 성분으로 본 연구에서 HPLC로 분석한 육성계통 고추의 ascorbic acid 함량은 Table 1에 나타내었다. 분석 결과 ascorbic acid 함량은 $264.9\ \text{mg}/100\ \text{g}$ 에서 $1695.5\ \text{mg}/100\ \text{g}$ 으로 넓은 분포 범위를 보였다. 평균값은 $809.8\ \text{mg}/100\ \text{g}$ 이었으며 분석시료 중 No. 2524가 ascorbic acid 함량 $1695.5\ \text{mg}/100\ \text{g}$ 으로 가장 높은 함량을 보였고 No. 2687이 $264.9\ \text{mg}/100\ \text{g}$ 으로 가장 낮게 분석되었다. Choi(22)는 한국산 고추의 ascorbic acid를 분석한 결과에 의하면 평균 $84.07\ \text{mg}/100\ \text{g}$ (fresh weight) 함량을 갖는 것으로 보고하였다. 또한 Kye 등(23)의 HPLC를 이용한 ascorbic acid의 분석 결과는 $63.4\ \text{mg}/100\ \text{g}$ 수준으로 보고하였으며 본 연구의

Table 1. Contents of capsaicinoids in pepper (*Capsicum annuum* L.) breeding lines

B.L ⁴⁾	Capsaicinoids ¹⁾			B.L	Capsaicinoids			B.L	Capsaicinoids			B.L	Capsaicinoids		
	C ⁵⁾	DHC ⁶⁾	AsA ^{2),7)}		C	DHC	AsA		C	DHC	AsA		C	DHC	AsA
2412-1	17.29 ³⁾	19.86	632.31	5333	0.17	0.07	916.50	2433	16.16	7.48	1078.88	2531	67.93	26.01	880.54
2413	18.97	14.30	570.40	4432	43.86	19.13	754.71	1760-3	7.90	4.40	1201.37	2497	0.16	0.06	722.09
5332	0.33	0.25	743.72	3214	0.33	0.43	716.30	2549	135.61	109.26	796.63	2536	61.91	29.91	755.05
5312	10.15	6.08	762.26	2501	0.07	0.00	1199.60	2545	172.81	60.12	504.87	3211	47.83	43.40	782.17
3201	86.75	49.65	279.13	1310	17.61	12.30	860.29	2537	0.98	0.66	645.07	2417	51.29	41.85	632.92
2408-1	0.24	0.06	480.71	2523	0.33	0.22	1479.28	2483	0.17	0.00	701.31	3943	125.16	80.93	891.19
5326	0.23	0.00	919.86	1327	18.66	20.46	923.01	3889-1	0.05	0.00	1421.06	1367	18.69	10.21	786.65
2519	0.16	0.03	652.40	4283	28.11	22.37	1013.34	2456	96.09	49.05	610.43	2541	30.88	9.17	630.54
3212	21.96	10.63	518.40	2689	0.17	0.15	584.88	2471	7.59	4.58	783.92	2484	0.46	0.16	738.90
2404	109.53	42.88	388.91	3150	6.06	1.98	839.95	2416	7.14	3.84	625.44	2481	0.07	0.03	821.45
3216	42.12	18.67	368.44	3222	75.73	41.79	994.60	3217	10.31	10.41	540.96	2685	23.95	9.53	1127.63
2505	0.54	0.20	531.79	2513	12.01	9.72	911.24	2415	6.72	7.69	559.74	2512	0.18	0.04	1169.76
2561	0.52	0.16	409.57	2546	85.68	35.41	603.03	3224	0.09	0.07	840.79	3206	1.30	0.84	1310.58
3233	3.31	1.50	310.92	1874	169.62	102.75	823.45	2472	34.53	14.41	819.84	4429	35.11	21.89	914.38
1368	141.86	93.17	607.73	2042	43.80	16.24	1055.09	4328	6.39	6.85	424.59	2557	95.99	55.38	754.67
5314	13.10	6.09	575.28	2418	4.78	1.74	820.47	1271	7.65	4.69	881.63	5337	5.78	2.52	756.74
2469	33.65	32.81	498.52	2508	23.35	19.85	1102.00	2409	2.27	1.45	646.41	3228	0.50	0.06	717.07
1382	47.64	17.75	382.24	5317	0.42	0.20	1056.52	5330	32.04	27.63	955.79	3218	17.64	10.85	850.50
2147	9.74	5.15	339.65	2550	197.58	97.77	751.17	2533	110.86	67.78	851.58	2690	0.12	0.05	1019.66
2554	15.00	10.70	617.56	2401	61.40	40.69	528.07	3203	16.61	15.67	800.53	2473	157.81	48.29	637.02
2486	0.02	0.03	946.86	2458	16.04	12.30	671.75	2470	59.57	32.66	292.09	2482	0.94	0.14	867.98
2509	0.03	0.02	623.42	2476	0.27	0.08	1092.44	1214	3.68	2.75	757.01	5315	0.59	0.35	849.17
4423	149.10	55.09	425.09	3205-1	30.58	19.63	824.99	2455	34.71	26.03	662.50	1915	13.79	9.48	837.07
3220	0.08	0.02	1320.80	1762-1	47.85	16.89	997.31	2485	0.17	0.03	422.19	2522	0.56	0.57	1028.73
5335	12.90	7.56	1179.60	5322	0.46	0.30	841.35	5321	2.97	1.51	751.14	2687	219.59	110.83	264.91
4438	14.48	8.99	967.04	5316	7.90	4.27	960.53	4413	8.54	3.11	502.93	5327	0.05	0.06	1427.06
2514	0.29	0.10	575.70	1270	7.55	6.54	1037.93	5331	0.02	0.00	993.34	2411	87.74	55.68	915.25
5185-1	0.20	0.03	1302.90	2528	0.08	0.00	735.21	2521	0.00	0.02	1468.42	3213	35.94	13.41	680.16
2474	63.48	19.48	718.81	2427	0.17	0.11	939.89	2516	0.00	0.00	818.28	3731	9.13	8.94	623.74
3232	0.33	0.04	1117.13	2500	1.65	2.32	514.66	5329	0.00	0.00	1211.67				
5323	0.40	0.05	1344.51	2524	1.52	0.91	1695.52	2548	5.38	3.32	671.75	Max	219.59	110.83	1695.52
2518	0.28	0.16	827.72	4021	7.60	10.13	666.89	2468	5.80	4.17	711.21	Min	0.00	0.00	264.91
3152	108.83	38.15	866.50	5336	19.99	12.63	1016.58	2520	0.02	0.05	959.47	Mean	28.99	15.77	809.77
3151	24.61	8.14	866.50	2421	14.15	7.84	824.73	5319	0.00	0.00	1347.56				

¹⁾Contents expressed as mg/100 g sample as dry weight basis.

²⁾Contents expressed as mg/100 g sample as dry weight basis.

³⁾All samples were assayed in duplicates.

⁴⁾B.L: breeding lines. ⁵⁾C: capsaicin. ⁶⁾DHC: dihydrocapsaicin. ⁷⁾AsA: ascorbic acid.

분석치와 상당한 차이를 나타내었다. 이는 고추에 함유된 ascorbic acid 함량은 품종 간의 변이뿐만 아니라 재배 지역

의 기후 및 토양조건, 재배시기, 저장 조건의 차이에서 비롯 되는 것으로 생각된다(5,22,24). 131종의 육성계통 고추에 존

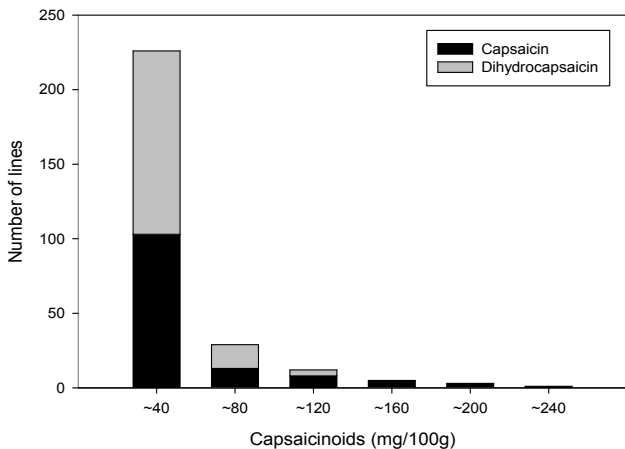


Fig. 1. Frequency distribution of capsaicin and dihydrocapsaicin contents in pepper (*Capsicum annuum* L.) breeding lines.

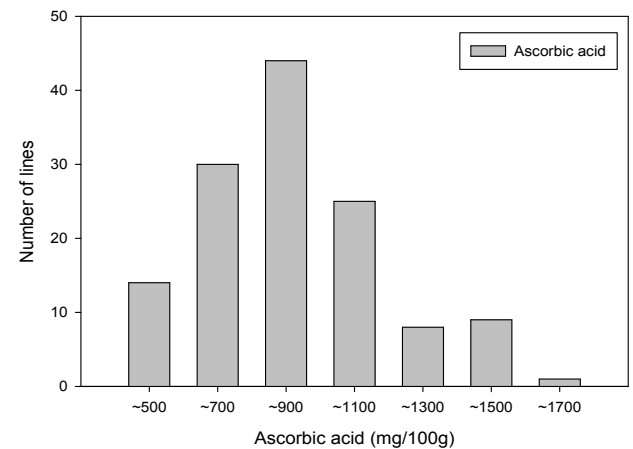


Fig. 2. Frequency distribution of ascorbic acid contents in pepper (*Capsicum annuum* L.) breeding lines.

Table 2. Precision and accuracy of the methanol extraction method

	Parameters ¹⁾	Precision		Accuracy ²⁾
		Repeatability ³⁾	Reproducibility ⁴⁾	Recovery (%)
Capsaicin	Mean	150.41	153.55	93.24
	SD	1.65	2.99	3.86
	CV (%)	1.10	1.95	4.14
Dihydrocapsaicin	Mean	70.80	69.98	93.85
	SD	1.09	1.92	3.96
	CV (%)	1.54	2.74	4.22
Ascorbic acid	Mean	1911.01	1857.99	95.24
	SD	17.92	87.33	2.68
	CV (%)	0.92	4.70	2.81

¹⁾Mean, n=3 (mg/100 g); SD, standard deviation; CV, coefficient of variation.

²⁾A measure of the closeness of the analytical result to value evaluated by analyzing a spike sample.

³⁾Refers to the results of independent determinations carried out on a sample by analyzing 3 replicates of the sample on the same day.

⁴⁾Refers to the results independent determination carried out a sample by analyzing 3 replicates of the sample at periods of time.

재하는 ascorbic acid 함량 분포도는 Fig. 2에 나타내었으며 분포도에서 보는 것처럼 80% 이상이 500에서 1100 mg/100 g 사이의 함량 분포를 보였다(Fig. 2).

분석 방법의 검증

Capsaicinoids와 ascorbic acid의 회수율은 모두 90% 이상으로 우수하였으며 또한 capsaicinoids 및 ascorbic acid의 반복성과 재현성의 CV(coefficients of variation)는 모두 5% 이하로 우수하였다(Table 2).

요 약

본 연구에서는 130여종의 육성계통 고추의 capsaicinoids와 ascorbic acid 등의 기능성 성분의 함량을 분석함으로써 부가가치 높은 우수 고추 품종 개발을 위한 database를 제공하고자 하였다. Capsaicinoids 및 ascorbic acid 분석을 위해 역상 HPLC를 이용하였다. 연구 결과 capsaicin의 평균함량은 29.0 mg/100 g, dihydrocapsaicin은 15.8 mg/100 g으로 나타났으며 ascorbic acid의 평균 함량은 809.8 mg/100 g이었다. 육성계통 고추 No.2687의 capsaicin 함량은 219.6 mg/100 g, dihydrocapsaicin 함량은 110.8 mg/100 g으로 가장 높게 분석되었으나 ascorbic acid 함량은 264.9 mg/100 g으로 가장 낮게 분석되었다. 또한 육성계통 고추 No. 2524가 ascorbic acid의 함량이 1695.5 mg/100 g으로 가장 높았으나 capsaicinoid 함량은 평균 이하로 낮게 나타났다. 분석 방법을 검증하기 위해 재현성, 반복성 및 회수율을 구하였으며 그 결과 재현성과 반복성의 CV는 5% 이하였으며 회수율은 90% 이상으로 우수하였다. 본 연구 결과는 고추의 육성계통별 기능성 성분의 함량을 분석하고 그 결과를 토대로 우수품종 개발을 위한 기초자료를 제공함에 그 의미가 있다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 연구비 지원(과제번호

PJ0075242010)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Cho YS, Cho MC, Suh HD. 2000. Current status and projects of national hot pepper industry in Korea. *J Korean Capsicum Res Coop* 6: 1-27.
2. Park JB, Lee SM, Kim S. 2000. Capsaicinoids control of red pepper powder by particle size. *J Korean Capsicum Res Coop* 6: 51-62.
3. Kang IH. 1983. *Hankook Shikseghwalsa*. Samyongsa, Seoul, Korea. p 190.
4. Park CR, Lee KJ. 1975. A study on the influence of drying methods upon the chemical change in red pepper, part 2, changes of free amino acid, free sugar. *Korean J Nutr* 8: 27-31.
5. Kim S, Kim KS, Park JB. 2006. Changes of various chemical components by the difference of the degree of ripening and harvesting factors in two single-harvested peppers (*Capsicum annuum* L.). *Korean J Food Sci Technol* 38: 615-620.
6. Lee SW. 1979. Gas liquid chromatographic studies on sugars and organic acid in different portions of hot pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). *Korean J Food Sci Technol* 11: 278-282.
7. Kawaguci Y, Ochi T, Takaishi Y, Kawazoe K, Lee KH. 2004. New sesquiterpenes from *Capsicum annuum* L. *J Nat Prod* 67: 1893-1896.
8. Davis BH, Mathews S, Kirk JTO. 1970. The nature and biosynthesis of the carotenoids of different colour varieties of *Capsicum annuum* L. *Phytochemistry* 9: 797-800.
9. Materska M, Piacente S, Stochmal A, Pizza C, Olezek W, Peruka I. 2003. Isolation and structure elucidation of flavonoid and phenolic acid glycosides from pericarp of hot pepper fruit *Capsicum annuum* L. *Phytochemistry* 63: 893-898.
10. Chiang GH. 1986. HPLC analysis of capsaicins and simultaneous determination of capsaicins and piperine by HPLC-ECD and UV. *J Food Sci* 51: 499-505.
11. Zhang WY, Po ALW. 1994. The effectiveness of topically applied capsaicin. *Eur J Clin Pharmacol* 46: 517-522.
12. Mori A, Lehman S, O'Kelly J, Kumagai T, Desmond JC, Pervan M, McBride WH, Kizaki M, Koeffler P. 2006. Capsaicin, a component of red pepper, inhibits the growth

- of androgen-independent, p53 mutant prostate cancer cells. *Cancer Res* 66: 3222-3229.
13. Howard LR, Smith RT, Wagner AB, Villalon B, Burns EE. 1994. Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) and processed jalapeños. *J Food Sci* 59: 362-365.
 14. Topuz A, Ozdemir F. 2007. Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) grown in Turkey. *J Food Compos Anal* 20: 596-602.
 15. Deepa N, Kaur C, George B, Singh B, Kapoor HC. 2007. Antioxidant constituents in some sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes during maturity. *Food Sci Technol* 40: 121-129.
 16. Attuquayefio VK, Buckle KA. 1987. Rapid sample preparation method for HPLC analysis of capsaicinoids in capsicum fruits and oleoresins. *J Agric Food Chem* 35: 777-779.
 17. Wang HF, Tsai YS, Lin ML, Ou AS. 2006. Comparison of bioactive components in GABA tea and green tea produced in Taiwan. *Food Chem* 96: 648-653.
 18. Shin HH, Lee SR. 1991. Quality attributes of Korean red pepper according to cultivars and growing areas. *Korean J Food Sci Technol* 23: 296-300.
 19. Kim S, Park JH, Wang IK. 2002. Quality attributes of various varieties of Korean red pepper powders (*Capsicum annuum* L.) and color stability during sunlight exposure. *J Food Sci* 67: 2957-2961.
 20. Park JS, Kim MH, Yu RN. 1999. Approximative study of nutrients and intakes determined from capsaicin contents in powdered soups of Korean instant noodles and hot pepper. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 501-504.
 21. Chai JY, Kim MS, Han IK, Lee SY, Yeo IH. 1994. Relationships between the content and sensory evaluation of pungent principles in red pepper. *J Korean Soc Anal Sci* 7: 541-545.
 22. Choi SH. 2006. Ascorbic acid of Korean pepper by cultivating season, region and cooking method. *J East Asian Soc Dietary Life* 16: 578-584.
 23. Kye SH, Lee JD, Paik HY. 1993. Analysis of ascorbic acid contents in raw, processed and cooked foods by HPLC. *J Korean Home Assoc* 31: 201-208.
 24. Cho BC, Park KW, Kang HM, Lee WM, Choe JS. 2004. Correlation between climatic elements and internal characteristics of red pepper fruit in different growing periods. *J Bio-Env Con* 13: 67-72.

(2010년 6월 14일 접수; 2010년 11월 8일 채택)