

냉동조건에 따른 반건조 홍고추의 물리·화학적 특성 변화

김보연 · 이경혜^{1†}

중앙대학교 식품공학과, ¹동남보건대학 식품생명과학과

Effect of Freezing on the Physicochemical Properties of Semi-dried Red Pepper

Bo-Yeon Kim and Kyoung-Hae Lee^{1†}

Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University, Ansong 456-756, Korea

¹Department of Food Science and Biotechnology, Dongnam Health University, Suwon 440-714, Korea

Abstract

Quality changes in semi-dried red pepper (SRP) treated with ozone water were observed upon storage (at -18°C) after freezing at -10°C, -20°C, and -40°C. Drip loss after treatment was greater than in control peppers, but no significant difference was evident between treatments ($p < 0.05$). We observed that differences between samples decreased as storage time increased. Texture after treatment did not change significantly over a 3-month period. The redness (a-value) after treatment was greater than in the control, but no sample showed significant color alteration after the 3-month period. The capsaicinoid content decreased as storage time increased, and was also affected by the freezing temperature. However, carotenoid content was not influenced by freezing or storage temperature. Ascorbic acid and free sugar contents showed decreases of 47% and 6.5%, respectively, after semi-drying. The results of sensory evaluation indicated no significant difference between samples in terms of color appearance.

Key words : semi dried red pepper(SRP), freezing, frozen storage, quality change

서 론

고추(*Capsicum annuum* L.)는 가지과(Solanaceae) 다년생 초본식물로 한국인 식생활의 주요한 조미채소로 양념류, 김치류 등에 널리 사용되는 소재이다(1). 일반적으로 고추는 수분함량이 많아 수확 후 건조, 분쇄하여 사용된다(2). 홍고추는 수확 후 태양건조와 열풍건조 또는 이 두가지 방법을 병행한 방법으로 수분함량 15% 정도로 건조하여 저장 유통되고 있다(3). 태양건조 고추는 건조 중 미생물이나 먼지 등의 오염으로 위생적인 제품을 생산할 수 없는 것이 단점이다(4). 고추를 열풍건조할 경우 carotenoid계 색소 파괴 및 비효소적 갈색화로 품질을 저하시킨다(5,6). 따라서 생홍고추를 신선한 상태로 장기간 저장 및 유통하면서 품질을 유지할 수 있는 방안이 필요하다.

생 홍고추의 가공 및 저장에 관한 국내의 연구로 MA(modified atmosphere) 또는 CA(controlled atmosphere) 저장(7,8), 생고추 페이스트 저장(9), 동결방지에 의한 붉은 생고추 페이스트의 저온저장(10), 건조방법에 따른 건조고추의 품질평가(11), 김치품질에 미치는 반건조 고춧가루의 영향(12), hot pepper paste 제조기술(13), pulsed electric field 처리와 고추 건조속도(14) 등이 있다. 그 외 고추의 carotenoid 색소(15,16), 항암작용(17), 신미성분(18-20) 등의 보고가 있다. 또한 생홍고추의 살균방법으로 오존수, 과산화수소 등에 관한 연구가 보고된 바 있다(21).

과채류를 냉동할 경우 수분함량이 많아 품질뿐만 아니라 경제적으로도 적합하지 않다. 따라서 수분함량이 많은 과채류는 냉동 전에 수분의 일부를 제거하여 냉동하는 방법이 제시되고 있다(22). 이러한 탈수동결(dehydro-freezing)은 식품을 전처리하여 냉동으로 인한 품질저하 요인으로서 빙결정생성인자인 수분의 일부를 탈수하여 냉동으로 인한

[†]Corresponding author. E-mail : khlee@dongnam.ac.kr,
Phone : 82-31-249-6433, Fax : 82-31-249-6430

조직손상을 최소화할 수 있는 저장방법이다(22). 그러므로 탈수동결식품은 냉동 중 냉동적재량 감소, 포장·운송·저장의 비용 절감 및 건조로 인한 수분제거된 제품과 비교하여 품질손상을 최소화할 수 있다(23).

따라서 본 연구의 목적은 생 홍고추의 품질특성을 유지하면서 위생적으로 장기저장 가능한 방법을 개발하기 위하여, 생고추의 자유수를 열풍건조로 제거하고 냉동한 후 냉동저장 중 품질변화를 측정하여 품질수명을 설정하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 홍고추(*Capsicum annuum* L.)는 2006년 강원도 정선에서 재배 수확된 녹광홍초를 구입하여 공시재료로 사용하였다.

시료의 전처리, 냉동 및 냉동저장 조건

홍고추를 수세한 후 꼭지를 제거한 다음 양분하여 씨를 제거하고 Yang 등(21)의 살균처리 방법으로 0.5 ppm 오존수로 6분간 처리한 후 70°C에서 60분 건조하여 자유수를 50% 제거하여 LDPE 필름으로 포장하였고, 대조구는 홍고추를 수세한 후 꼭지를 제거하여 동일하게 포장하였다. 시료는 각각 -10°C, -20°C, -40°C에서 24시간 냉동한 후, -18°C로 냉동저장하면서 시료로 사용하였다.

드립손실

냉동저장된 시료를 5°C에서 24시간 해동하여 분리되는 드립을 측정하였다. 드립손실은 유출분리된 액을 해동 전 시료채취량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

Texture

홍고추 시료의 조직감분석은 texture analyser(TAHDi/500, Stable Micro Systems, England)를 사용하여 관통테스트(puncture test)를 실시하였다. 시료는 과육의 중간부위를 2×3 cm로 잘라 내피부분이 위로 향하게 하여 20회 이상 반복 측정하여 이중 15개의 데이터의 평균을 puncture force 값으로 하였다.

Carotenoids

홍고추 시료의 carotenoids 함량은 Kwon 등(24)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 5 g을 50 mL falcon tube에 담고 20 mL benzene으로 30분간 추출하여 상층액을 포집하였고, 15 mL benzene을 상층액에 첨가하고 30분간 추출하여 총 추출액을 50 mL로 정용하였다. 추출액의 흡광도를 486 nm에서 UV/VIS spectrophotometer(Uvikon933, Kontron Instrument,

Italy)를 이용하여 흡광도를 측정하였다.

색도

홍고추 시료의 색도는 color difference meter(Ultrascan PRO, Hunterlab, USA)를 사용하여 L(명도, black 0 to light 100), a(적색도, red 60 to green -60), b(황색도, yellow 60 to blue -60), ΔE (total color difference, 총색차 $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$)로 나타내었으며, 측정값은 각각 4회 측정된 수치를 평균한 값으로 하였다. 이때 표준백판(L=95.28, a=-0.97, b=0.28)으로 보정하여 색도를 측정하였다.

Capsaicinoids

Capsaicin과 dihydrocapsaicin의 정량은 Vincent와 Ken(25)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 5 g을 50 mL falcon tube에 넣고, acetonitrile 20 mL를 가한 후 vortex mixer로 10분간 추출하였다. 추출액 1 mL에 증류수 5 mL를 가하여, 증류수 5 mL와 acetonitrile 5 mL, methanol 5 mL로 활성화시킨 C₁₈ Sep-pak에 흡착시킨 후 이를 탈착시키기 위해 acetonitrile 4 mL와 1% acetic acid를 함유한 acetonitrile 1 mL을 통과시켜 매운 성분을 용출시켰다. 용출된 시료 1 mL를 농축한 후 acetonitrile 100 μ L에 녹여 membrane filter(pore size 0.45 μ m)로 여과하여 HPLC(high performance liquid chromatograph, 305 System, Gilson, France)를 이용하여 정량하였다. 표준물질은 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 혼합물(Sigma Co., USA)을 사용하였다.

유리당

홍고추의 유리당은 Gancedo와 Luh(26)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 20 g을 95% ethyl alcohol로 추출하고 추출액은 40°C에서 감압농축을 시킨 후 증류수를 가하여 20 mL로 정용하였다. 이를 원심분리한 후, Sep-pak C₁₈ cartridge (Waters Co., USA) 및 membrane filter(pore size 0.45 μ m)로 연속적으로 여과하여 HPLC(305 System, Gilson, France)로 분석하였다.

Ascorbic acid

식품공전에 따른 2,6-dichlorophenyl indophenol법에 의해 측정하였다. 시료 50 mL과 메타인산-초산용액 25 mL, 묽은 메타인산-초산 용액 50 mL를 혼합 후 homogenizer로 균질화한 후 여과하였다. 이 여액 중 20 mL를 취해서 미리 만들어진 indophenol용액으로 측정하였다.

관능검사

냉동저장한 시료의 색과 외관에 대한 관능검사는 7점 평점법으로 측정하였다(27). 관능검사원 선발은 3점 검사법으로 고추의 색깔, 외관 등에 대한 차이식별 능력이 우수

한 패널 30명을 선정하여 총 3회에 걸쳐 훈련시킨 후 판능검사를 실시하였다.

통계분석

모든 실험은 최소 4회 반복 측정된 평균치로 나타내었고, 통계분석은 SAS(Statistical Analytical System) 프로그램을 사용하여 Duncan의 다중검정법으로 시료간의 유의성 검정은 $p < 0.05$ 수준에서 실시하였다(28).

결과 및 고찰

드립손실

냉동온도와 냉동저장온도 및 고추처리별 드립손실의 변화를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 처리구는 홍고추를 오존수로 처리하고 유리수를 제거한 반건조고추를 -10°C , -20°C , -40°C 에서 각각 냉동한 후 -18°C 로 냉동저장하여 3개월마다 채취하여 사용하였으며, 대조구는 홍고추를 수세한 후 꼭지를 제거하여 동일하게 조건에서 처리하였다. 냉동저장 3개월 시 대조구와 처리구의 드립손실은 각각 5.8%와 16.4%로 반분 반건조고추가 대조구에 비해 드립손실이 약 3배 정도 많게 발생하였다. 이는 반분 반건조고추가 전처리 공정 중에 열에 의하여 조직손상을 받아 냉동저장 후 해동 시 세포조직내의 수분이 조직 밖으로 유출된 결과로 사료된다.

Table 1. Changes in drip loss of frozen whole red pepper and partially-dried red pepper as affected by the freezing temperatures during frozen storage for 12 months

		(Unit : %)				
Freezing temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Storage period (month)	Storage period (month)				
		0	3	6	9	12
Control	-10	^A 0 ^a	^A 6.31 ^b	^A 9.33 ^c	^{AB} 9.49 ^c	^A 13.15 ^d
	-20	^A 0 ^a	^A 5.97 ^b	^{AB} 7.77 ^c	^{AB} 9.57 ^d	^{AB} 10.47 ^d
	-40	^A 0 ^a	^A 5.00 ^b	^B 5.72 ^b	^B 8.38 ^c	^B 8.85 ^c
	Dehydro-freezing	-10	^A 0 ^a	^B 17.97 ^b	^C 16.75 ^b	^C 20.47 ^b
Dehydro-freezing	-20	^A 0 ^a	^{BC} 17.06 ^b	^C 16.89 ^b	^{CD} 16.75 ^b	^C 17.21 ^b
	-40	^A 0 ^a	^C 14.10 ^b	^D 13.38 ^b	^{AD} 14.60 ^b	^{AB} 10.59 ^b

^{A-D} Means with different superscripts in the same column are significantly different at $p < 0.05$.

^{a-d} Means with different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$.

대조구와 처리구 모두 -10°C 와 -20°C 에서 냉동한 홍고추에 비해 -40°C 에서 급속냉동한 시료의 드립손실이 적게 나타났다. 이는 급속동결로 생성된 미세한 얼음입자가 홍고추 조직에 손상을 적게 주었기 때문인 것으로 판단된다(29).

대조구에서는 -10°C 와 -40°C 에서 냉동한 시료의 경우 6개월에서 각각 9.3%와 5.7%이었고, 12개월에서는 13.2%와 8.9%로 약 2배정도의 차이를 나타냈다. 반분 반건조고추의 경우는 -10°C 와 -40°C 에서 냉동한 시료는 3개월에서 12개월 사이에 뚜렷한 유의적 차이($p < 0.05$)를 보이는 것으로 분석되었다.

조직감

냉동 후 냉동저장 중 홍고추의 조직감 변화를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 냉동저장 전 대조구의 puncture force는 3405.8 g이었으며, 반분 반건조의 전처리 공정을 거친 처리구는 3349.4 g으로 대조구에 비해 약간 낮았지만 두 시료간의 유의적인 차이($p < 0.05$)는 보이지 않았다. 냉동온도가 조직감에 미치는 영향을 살펴보면 대조구의 3개월 시료의 경우 -10°C 와 -40°C 간의 유의성 있는 차이를 보이는 것을 제외하고 나머지 대조구와 처리구 모두 냉동온도가 낮을수록 조직감 변화가 적었지만 각 온도별 유의적 차이는 없었다. 12개월 저장 시 대조구와 처리구의 puncture force 감소율이 각각 11.5-13.6%와 7.3-9.7%로 나타나 반분 반건조고추의 조직감이 생홍고추의 조직감보다 잘 유지되는 것을 알 수 있었다. 저장기간에 따라 분산 분석한 결과 처리구의 경우 냉동저장 3개월까지는 유의성 있는 차이를 보였지만, 냉동저장 3개월부터 12개월까지는 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보이지 않았다.

Table 2. Changes in texture of frozen whole red pepper and partially-dried red pepper as affected by the freezing temperatures during storage for 12 months

		(Unit : g)				
Freezing temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Storage period (month)	Storage period (month)				
		0	3	6	9	12
Control	-10	^A 3405.75 ^a	^A 3059.60 ^b	^A 3031.07 ^b	^A 3018.51 ^{bc}	^A 2942.58 ^c
	-20	^A 3405.75 ^a	^{AB} 3105.84 ^b	^A 3096.58 ^b	^A 3063.86 ^{bc}	^A 2989.02 ^c
	-40	^A 3405.75 ^a	^B 3210.02 ^b	^A 3152.35 ^{bc}	^A 3083.39 ^{bd}	^{AB} 3013.07 ^d
Dehydro-freezing	-10	^A 3349.44 ^a	^{AB} 3068.48 ^b	^A 3044.44 ^b	^A 3060.85 ^b	^{AB} 3023.30 ^b
	-20	^A 3349.44 ^a	^{AB} 3126.55 ^b	^A 3099.25 ^b	^A 3117.14 ^b	^B 3073.39 ^b
	-40	^A 3349.44 ^a	^{AB} 3153.02 ^b	^A 3075.24 ^b	^A 3129.03 ^b	^B 3104.78 ^b

^{AB} Means with different superscripts in the same column are significantly different at $p < 0.05$.

^{a-d} Means with different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$.

색

냉동저장한 생 홍고추와 반분 반건조고추를 냉장고(5°C)에서 24시간 해동 후 측정된 색은 Table 3과 같다. 명도를 나타내는 L값은 대조구와 처리구의 경우 각각 23.5, 24.0로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 3개월 냉동저장 시 대조

구와 처리구 각각 32.9와 33.0으로 유의성 있는 증가를 보였으나 냉동저장 3개월 이후부터 12개월 냉동저장까지 L값의 변화가 거의 없는 것을 알 수 있었다. 또한 대조구와 처리구 모두에서 냉동온도와 저장온도가 L값에 별 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. Sul 등(6)의 연구에서는 마쇄고추를 -40℃에서 급속냉동하여 -20℃에서 180일 냉동저장하여 색도의 변화를 측정한 결과 냉동저장하는 동안 모두 감소하는 경향을 보였다고 보고하였다.

a값은 반분 반건조시료가 37.3, 대조구가 34.0으로 처리구보다 낮게 나와 반분 반건조시료가 선명한 적색을 보임을 알 수 있었다. 반건조고추를 냉동저장하면 12개월까지 생홍고추의 붉은색이 유지되는 것을 알 수 있었다.

Table 3. Changes in surface color of frozen whole red pepper and partially-dried red pepper as affected by the freezing temperatures during storage for 12 months

Color	Sample	Freezing temp. (°C)	Storage period (month)				
			0	3	6	9	12
L-value	Control	-10	^A 23.51 ^a	^A 33.02 ^b	^A 32.06 ^b	^A 30.75 ^b	^A 31.89 ^b
		-20	^A 23.51 ^a	^A 32.99 ^b	^A 31.65 ^b	^A 30.83 ^b	^A 31.99 ^b
		-40	^A 23.51 ^a	^A 32.75 ^b	^A 31.94 ^b	^A 30.52 ^b	^A 32.27 ^b
	Dehydro-freezing	-10	^A 23.98 ^a	^A 32.96 ^b	^A 32.90 ^b	^A 29.79 ^b	^A 33.15 ^b
		-20	^A 23.98 ^a	^A 32.98 ^b	^A 32.91 ^b	^A 29.68 ^b	^A 32.76 ^b
		-40	^A 23.98 ^a	^A 32.92 ^b	^A 32.85 ^b	^A 29.54 ^b	^A 32.80 ^b
a-value	Control	-10	^A 33.83 ^a	^A 31.29 ^b	^A 29.94 ^b	^A 30.05 ^b	^A 30.55 ^b
		-20	^A 33.83 ^a	^A 31.16 ^b	^A 29.37 ^b	^A 30.60 ^b	^A 30.93 ^b
		-40	^A 33.83 ^a	^A 30.92 ^b	^A 29.79 ^b	^A 30.41 ^b	^A 30.73 ^b
	Dehydro-freezing	-10	^B 37.26 ^a	^A 30.78 ^b	^A 29.82 ^b	^A 30.89 ^b	^A 30.91 ^b
		-20	^B 37.26 ^a	^A 30.78 ^b	^A 29.82 ^b	^A 30.88 ^b	^A 30.91 ^b
		-40	^B 37.26 ^a	^A 30.72 ^b	^A 29.87 ^b	^A 30.16 ^b	^A 29.77 ^b
b-value	Control	-10	^A 13.31 ^a	^A 11.85 ^b	^A 11.46 ^{bc}	^A 11.71 ^b	^A 11.19 ^c
		-20	^A 13.31 ^a	^A 11.76 ^b	^A 11.57 ^b	^A 11.89 ^b	^A 11.49 ^b
		-40	^A 13.31 ^a	^A 11.79 ^b	^A 11.09 ^b	^A 11.25 ^b	^A 11.33 ^b
	Dehydro-freezing	-10	^B 14.81 ^a	^A 11.71 ^b	^A 11.62 ^b	^A 11.93 ^b	^A 11.77 ^b
		-20	^B 14.81 ^a	^A 11.69 ^b	^A 11.80 ^b	^A 11.01 ^b	^A 11.16 ^b
		-40	^B 14.81 ^a	^A 11.73 ^b	^A 11.76 ^b	^A 11.57 ^b	^A 11.33 ^b
ΔE	Control	-10	^A 9.96 ^a	^A 9.58 ^{ab}	^A 9.27 ^b	^A 9.25 ^b	^A 11.19 ^c
		-20	^A 9.98 ^a	^A 9.60 ^{ab}	^A 9.04 ^b	^A 9.16 ^b	^A 11.49 ^b
		-40	^A 9.82 ^a	^A 9.67 ^{ab}	^A 9.72 ^b	^A 9.51 ^b	^A 11.33 ^b
	Dehydro-freezing	-10	^B 11.53 ^a	^B 12.06	^B 11.27	^B 11.57	^A 11.77 ^b
		-20	^B 11.59 ^a	^B 11.87	^B 10.98	^B 12.17	^A 11.16 ^b
		-40	^B 11.51 ^a	^B 11.99	^B 11.67	^B 12.13	^A 11.33 ^b

^{AB}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p < 0.05.

^{ab}Means with different superscripts in the same row are significantly different at p < 0.05.

황색도를 나타내는 b값은 저장 초기 대조구와 처리구의 경우 각각 13.3과 14.8로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 냉동저장 3개월차에 채취한 대조구와 처리구의 경우 각각 11.8과 11.7로 냉동직후의 시료와 비교하면 유의성 있는 감소를 보였으나, 냉동저장 3개월 이후부터 12개월 냉동저장까지 b값의 변화는 거의 없는 것을 알 수 있었다. 또한 대조구와 처리구 모두에서 냉동온도와 저장온도가 b값에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

Lee 등(30)에 따르면 고추의 표면색은 저장일수가 증가할수록 갈색화 경향을 나타냈으며, b값은 유사한 경향을 보였다.

냉동저장 중 총색차인 ΔE를 측정한 결과, 반분 반건조시료의 경우 크게 나타났고, ΔE값의 증가는 주로 건조에 의한 a값의 증가에 의한 것임을 알 수 있었다. 또한 냉동온도는 홍고추의 ΔE값에 별 영향을 주지 않았으며, 냉동저장기간 중 ΔE값의 변화에서 대조구와 반분 반건조처리구 간에 유의성 있는 차이가 없는 것으로 나타났다.

Carotenoids

홍고추 시료의 carotenoids 함량을 spectrophotometry법으로 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 냉동직후 홍고추의 carotenoids 함량은 129.28 mg%로 나타났고, 반분 반건조고추는 105.21 mg%로 분석되었다. 이는 냉동 전 반분 반건조 처리에 의해 홍고추의 carotenoids 함량이 18.6% 손실된 것을 알 수 있다. Choi 등(31)의 한국산 고춧가루의 품종별 carotenoid 함량을 분석한 연구에 따르면 286.0~627.6 mg%로 본 연구결과와 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 고추의 carotenoids 색소는 anthocyan 등과 달리 가공 또는 저장 중에 안정한 색소이나(32), 가공된 제품의 상태, 건조 및 저장환경 등에 의해 안정도의 차이를 나타낸 것으로 판단된다. Park(33)에 의하면 carotenoid 색소가 일광건조한 것이 신선한 것보다 4% 증가하였고 60℃와 90℃에서 건조시킨 것은 약 30% 정도의 감소를 보인다고 보고한 바 있다.

홍고추를 -10, -20, -40℃에서 냉동한 시료를 12개월간 냉동저장한 결과, 대조구의 carotenoids 손실률이 각각 26.9, 22.0 및 18.5%로 냉동온도가 낮을수록 적었으며, 3개월과 12개월 저장 시 -10℃와 -20 및 -40℃ 간의 유의적 차이를 나타내었다. 처리구의 경우는 그 손실률이 각각 14.7, 10.6 및 12.4%로 12개월 저장동안 온도 간 유의적 차이를 보이지 않았다. 반분 반건조고추 처리구에서 carotenoid의 손실률은 대조구에 비하여 더 낮지만, 그 함량은 처리구가 대조구에 비하여 더 낮게 나타났다. 이는 홍고추를 반건조처리하여 유리수를 제거함에 따라 carotenoids의 일부가 함께 손실된 것임으로 판단된다.

Capsaicinoids

Capsaicinoids는 고추의 매운맛 성분으로 한국산 고추인

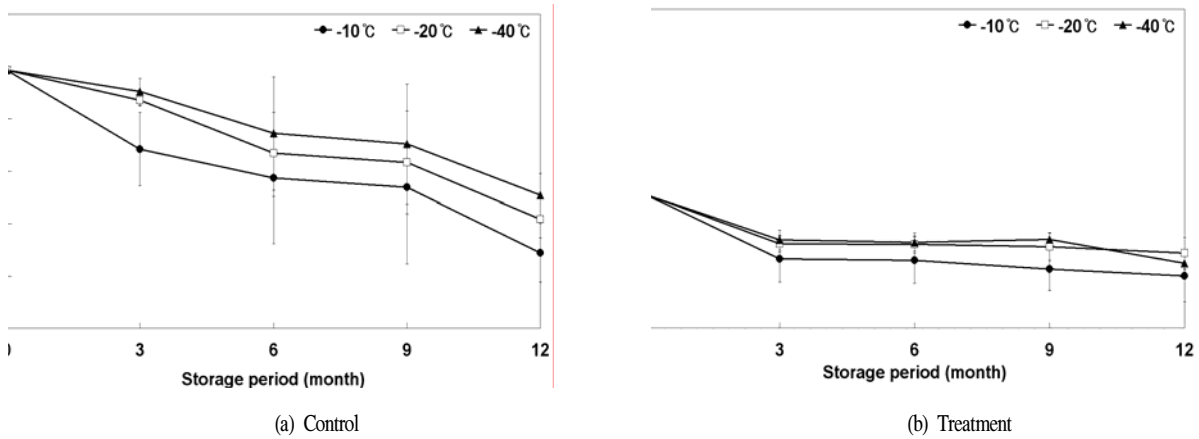


Fig. 1. Changes in carotenoids of frozen whole red pepper and partially-dried red pepper as affected by the freezing temperatures during storage for 12 months.

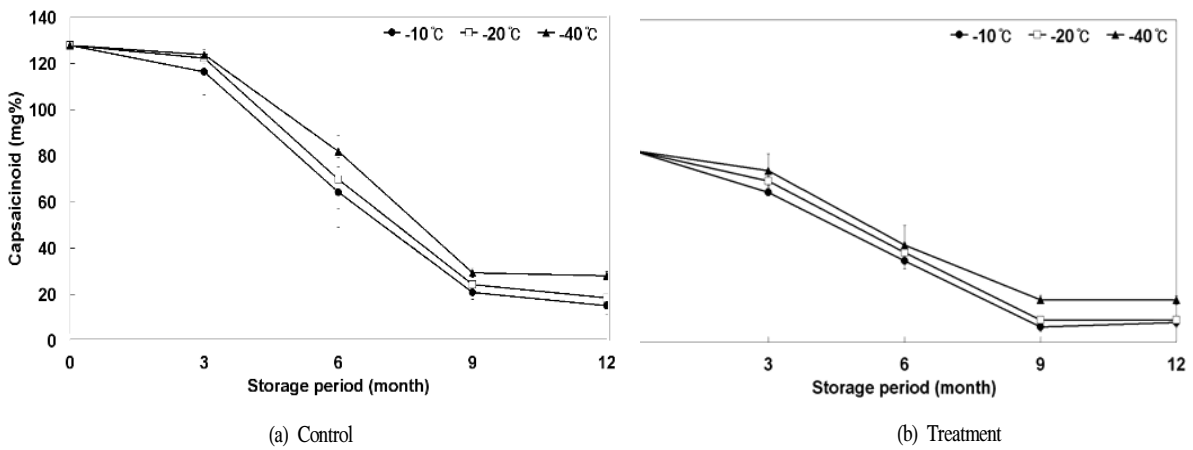


Fig. 2. Changes in capsaicinoids of frozen whole red pepper and partially-dried red pepper as affected by the freezing temperatures during storage for 12 months.

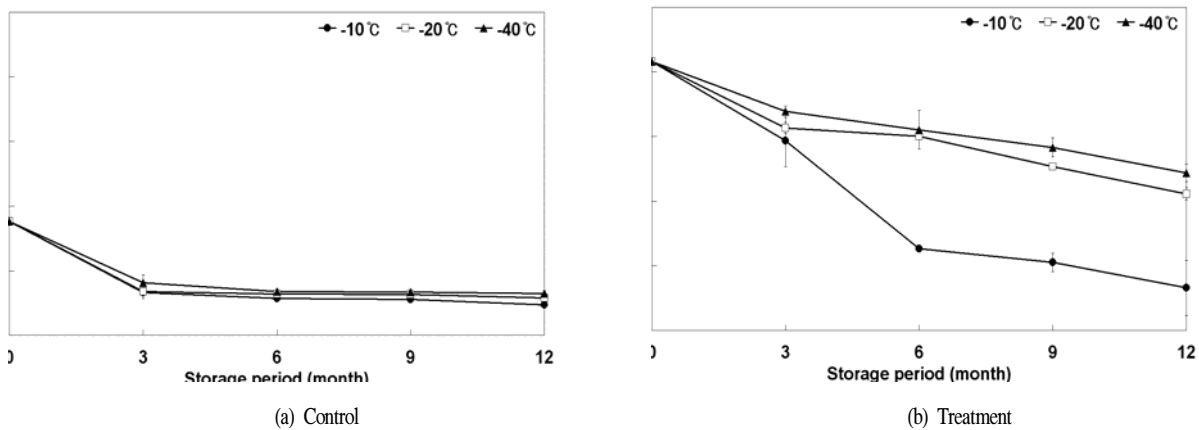


Fig. 3. Changes in ascorbic acid of frozen whole red pepper and partially-dried red pepper as affected by the freezing temperatures during storage for 12 months.

Capsicum annuum 종의 매운맛 조성은 capsaicin과 dihydrocapsaicin이 주요 성분이다(34). Capsaicinoids는 태좌에서 생성되며, 주로 격벽과 태좌에 함유되어 있고, 과피와 종자에도 격벽 또는 태좌에서 분비된 capsaicin의 일부가 휘산되어 부착되는 것으로 알려져 있다(35-37).

홍고추 시료의 냉동저장 중 capsacinoid 함량 변화는 Fig. 2와 같다. 저장초기 대조구의 capsacinoid의 함량은 127.88 mg%이었고, 반분 반건조고추는 83.36 mg%로 대조구보다 신미가 낮은 것으로 나타났다. 따라서 고추의 전처리공정에 의해 반분 반건조고추의 capsacinoid가 34.8% 소실되었음을 알 수 있었다. Shin과 Lee(38)에 의하면 국내 고추 품종 간에도 capsacinoids 함량에 차이가 있었으며 최고와 최저의 차이는 약 4.5배 정도라 보고하고 있다.

Choi 등(31)의 한국산 고춧가루의 capsacinoid 함량은 41.7~78.3 mg%로 지역에 따라 차이를 보였다. 그러나, 반분 반건조시료는 83.36 mg%로 완전히 건조된 고춧가루에 비해 capsacinoids 함량이 약간 높게 나타났다.

-10, -20 및 -40℃에서 냉동한 대조구는 12개월 후 각각 88.2, 85.5 및 78.0% 감소하였으며, 반분 반건조고추는 87.7, 88.5 및 78.0% 감소로 대조구와의 큰 차이는 없었으며, -40℃에서 급속냉동한 시료의 capsacinoids 손실률이 적음을 알 수 있었다. 반분 반건조고추 처리구의 carotenoid 함량은 대조구에 비하여 더 적었으며, 이는 반건조처리로 유리수를 제거함에 따라 carotenoids의 일부가 손실된 것임을 알 수 있었다. 또한 -40℃에서 냉동한 반분 반건조시료와 -40℃에서 6개월간 냉동 저장한 반분 반건조시료의 capsacinoids 함량이 각각 42.3과 44.7 mg%로 Choi 등(31)의 연구와 비교하면, -40℃에서 냉동한 반분 반건조시료가 6개월 저장까지 건조고춧가루와 비슷한 capsacinoids 함량을 유지하는 것을 알 수 있었다. 또한 Lee 등(37)은 저장 온도와 기간에 따른 매운맛 성분의 변화를 조사한 결과 저장온도나 습도에 관계없이 저장 6개월부터 모든 고춧가루 시료에서 매운성분 함량이 점진적으로 감소한다고 하였다.

유리당

환원당인 glucose와 fructose는 특히 고춧가루의 단맛에 관여하며, 전반적인 기호도에 유의적인 상관관계를 가진다고 보고된 바 있다(38). Lee 등(39)에 따르면 sucrose는 미량 검출되거나 검출되지 않아 glucose와 fructose만 정량하여 고추의 유리당으로 나타내었다.

홍고추시료 중 유리당 함량변화를 조사한 결과는 Table 4, Table 5와 같다. 냉동저장 전 glucose와 fructose의 함량은 대조구의 경우 각각 1713.9 및 1961.2 mg%으로 총 유리당 함량은 3675.1 mg%로 분석 되었으며, 전처리 공정을 거친 처리구의 glucose와 fructose의 함량은 각각 1658.2 및 1778.7 mg%로 나타났으며 총 유리당 함량은 3437.0

Table 4. Changes in glucose sugars of frozen whole red pepper and partially-dried red pepper as affected by the freezing temperatures during storage for 12 months

(Unit : mg/100g)

	Freezing temp. (°C)	Storage period (month)				
		0	3	6	9	12
Control	-10	^A 1713.89 ^a	^A 1362.44 ^b	^A 1320.90 ^b	^A 1178.36 ^c	^A 1136.44 ^c
	-20	^A 1713.89 ^a	^A 1366.61 ^b	^{AB} 1343.16 ^b	^A 1200.63 ^c	^A 1159.25 ^c
	-40	^A 1713.89 ^a	^A 1452.91 ^b	^B 1373.86 ^c	^A 1241.75 ^d	^A 1178.16 ^c
Dehydro-freezing	-10	^B 1658.22 ^a	^A 1428.26 ^b	^A 1311.65 ^c	^A 1159.26 ^d	^A 1145.46 ^d
	-20	^B 1658.22 ^a	^B 1516.30 ^b	^B 1371.73 ^c	^A 1171.46 ^d	^A 1158.09 ^d
	-40	^B 1658.22 ^a	^B 1525.51 ^b	^B 1374.81 ^c	^A 1177.84 ^d	^A 1168.45 ^d

^{A,B}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p < 0.05.

^{a-d}Means with different superscripts in the same row are significantly different at p < 0.05.

mg%로 나타났다. 이것으로 반분 반건조고추의 전처리 공정에 의해 총 유리당 함량이 6.5% 손실된 것을 알 수 있었으며, 본 연구에서 다른 품질측정 항목에 비해 가장 낮은 손실률을 보였다. Jeong 과 Shim(40)의 연구에서 따르던 적색고추의 glucose 함량이 67.9 mg%, fructose 함량이 1852.0 mg%로 본 연구와 fructose 함량은 유사하게 나타났으나, glucose 함량에서는 상당한 차이를 보였다. 총 유리당 함량이 차이가 나는 것은 품종간의 형질적 차이와 건조 저장 시 분해, 산화, 갈변 등의 차이에 기인하기 때문인 것으로 사료된다.

냉동온도에 따른 유리당 함량은 9개월 시료와 12개월 시료 간 모든 온도에서 유의성 있는 차이를 보이지 않았으며, 처리구의 경우 3개월 시료와 6개월 시료에서 -10℃와 -20 및 -40℃간에 유의성 있는 차이를 보였다.

Table 5. Changes in fructose of frozen whole red pepper and partially-dried red pepper as affected by the freezing temperatures during storage for 12 months

(Unit : mg/100 g)

	Freezing temp. (°C)	Storage period (month)				
		0	3	6	9	12
Control	-10	^A 1961.19 ^a	^A 1486.93 ^b	^A 1335.64 ^c	^A 1252.23 ^d	^A 1173.44 ^c
	-20	^A 1961.19 ^a	^A 1484.41 ^b	^{AB} 1357.90 ^c	^A 1259.19 ^d	^A 1194.64 ^d
	-40	^A 1961.19 ^a	^C 1653.89 ^b	^B 1402.72 ^c	^A 1301.63 ^d	^A 1201.36 ^c
Dehydro-freezing	-10	^B 1778.73 ^a	^B 1575.41 ^b	^A 1337.66 ^c	^A 1197.75 ^d	^A 1184.33 ^d
	-20	^B 1778.73 ^a	^C 1666.49 ^b	^B 1396.16 ^c	^A 1213.69 ^d	^A 1196.93 ^d
	-40	^B 1778.73 ^a	^C 1689.16 ^{ab}	^B 1405.19 ^c	^A 1245.49 ^d	^A 1226.36 ^d

^{A,C}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p < 0.05.

^{a-d}Means with different superscripts in the same row are significantly different at p < 0.05.

Ascorbic acid

고추는 향신료지만 ascorbic acid가 채소류 중에서 풍부하다(41). 홍고추시료 중의 ascorbic acid 함량을 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 냉동저장 전에 대조구와 반분 반건조고추 중의 vitamin C 함량은 각각 1032.40 및 552.49 mg%로 나타났다.

Kim 등(34)은 고추에 함유된 ascorbic acid는 건조 및 분쇄 과정에서 99%이상이 감소하였으며, 열풍건조가 천일건조보다 훨씬 많은 양이 감소하였다고 보고하였으며, Park(33)은 양건 시 vitamin C의 손실이 76%, 화력건조 시 약 89%의 손실이 있었다고 보고하였다.

저장초기 대조구의 ascorbic acid 함량은 1032.40 mg%이고 반건조된 처리구의 경우 552.49 mg%로 손실률은 약 46.5%로, 비교적 많은 양 손실된 것을 알 수 있었다. Bang 등(12)의 결과와 비슷한 경향을 보였으며, 반분 반건조고추가 일광건조나 화력건조에 비해 ascorbic acid 손실이 월등히 적은 것으로 판단되었다.

냉동온도에 따른 ascorbic acid의 변화를 측정한 결과 -10, -20 및 -40°C 각 냉동온도에서 냉동한 시료의 12개월 냉동저장 후 ascorbic acid 손실률은 대조구의 경우는 68.0, 39.7 및 33.4%로 -10°C에서 냉동한 시료가 -40°C에서 냉동한 시료에 비해 약 2배정도 손실률이 많은 것으로 나타났으며, 12개월 냉동저장동안 -10°C와 -40°C에서 냉동한 시료간의 뚜렷한 유의적 차이를 나타내었다. 처리구는 46.8, 43.0 및 40.3%로 각 온도별 손실률의 차이가 크지 않았으며 유의성 있는 차이를 보이지 않는 것으로 분석되었다.

관능검사

홍고추와 반분 반건조홍고추의 색과 외관에 관한 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 색에 대한 관능검사 결과, 대조구인 홍고추와 처리구인 반분 반건조고추는 저장기간에 따른 유의적 차이를 보이지 않았으며, 시료 간에도 유의적 차이를 보이지 않았다. 즉 반분 반건조처리기가 홍고추의 관능적 색깔에 유의성 있는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

냉동온도가 저장 중 홍고추의 관능적 색깔에 미치는 영향은 다음과 같다. 대조구의 경우 3개월 저장한 -10°C와 -20°C 간, 6개월 저장한 모든 냉동온도 (-10, -20, 40°C)에서 유의적 차이를 보이지 않았다.

Yang 등(21)의 연구결과에 의하면 건조고춧가루를 25°C에서 12개월간 저장했을 때 저장 6개월 이후에 현저한 관능적 색깔의 손실이 있었다고 보고하였는데 이것으로 냉동저장한 홍고추의 관능적 색깔이 월등히 우수한 것으로 비교되었다.

관능적 외관검사 결과 대조구인 홍고추와 반분 반건조고추는 저장기간, 냉동온도, 냉동저장온도, 시료별 유의적 차이를 보이지 않았다. 또한 모두 4점(외관이 R과 유사)대를 보이며 12개월 저장동안 외관이 우수하게 유지되는 것을

알 수 있었다.

위의 관능검사 결과로 보아 반분 반건조고추를 12개월간 냉동저장하면 통홍고추와 유사한 색깔과 외관을 유지할 수 있을 것이라고 생각된다.

Table 6. Changes in sensory evaluation of frozen whole red pepper and partially-dried red pepper as affected by the freezing temperatures during frozen storage for 12 months

Sample	Freezing temp. (°C)	Storage period (month)				
		3	6	9	12	
Color	Control	-10	^A 4.2 ^a	^A 3.9 ^a	^A 4.1 ^a	^A 4.9 ^a
		-20	^{AB} 3.8 ^a	^A 3.3 ^a	^{BC} 3.5 ^a	^{BC} 3.5 ^a
		-40	^C 2.4 ^a	^A 3.2 ^a	^C 3.0 ^a	^C 3.0 ^a
	Dehydro-freezing	-10	^{AB} 3.8 ^a	^A 3.9 ^a	^{AB} 3.8 ^a	^B 3.9 ^a
		-20	^B 3.6 ^a	^A 3.2 ^a	^C 3.2 ^a	^{BC} 3.4 ^a
		-40	^B 3.5 ^a	^A 3.7 ^a	^{BC} 3.4 ^a	^B 3.8 ^a
Appearance	Control	-10	^A 4.4 ^a	^A 4.4 ^a	^A 4.7 ^a	^A 4.4 ^a
		-20	^A 4.4 ^a	^A 4.1 ^a	^A 4.2 ^a	^A 4.4 ^a
		-40	^A 4.0 ^a	^A 4.5 ^a	^A 4.3 ^a	^A 4.2 ^a
	Dehydro-freezing	-10	^A 4.3 ^a	^A 4.4 ^a	^A 4.5 ^a	^A 4.3 ^a
		-20	^A 4.1 ^a	^A 4.0 ^a	^B 4.0 ^a	^A 4.0 ^a
		-40	^A 4.2 ^a	^A 4.4 ^a	^B 4.0 ^a	^A 4.1 ^a

^{A-C}Means with different superscripts in the same column are significantly different at $p < 0.05$.

^aMeans with different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$.

요 약

오존수로 살균처리한 반건조홍고추를 -10, -20 및 -40°C로 각각 냉동하여 -18°C로 냉동저장하면서 품질변화를 살펴보았다. 드립손실은 처리구가 대조구에 비해 많았으나, 처리구간에서는 저장기간에 따른 유의적 차이를 보이지 않았으며, 저장일수가 길어질수록 두 시료간의 차이가 감소하는 경향을 보였고, 냉동온도에 의해 유의적인 차이를 보였다. 텍스처는 처리구에서 저장 3개월 이후부터 저장기간 별 유의적 차이가 나타나지 않았다. a값은 냉동 전 반분 반건조 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었으며, 냉동저장 3개월 후부터는 두 시료 모두 유의성 있는 차이를 나타내지 않았다. Capsaicinoids 함량은 저장일수가 길어질수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었으며, 냉동온도에 영향을 받는 것으로 판단되었다. Carotenoids 함량은 냉동온도와 저장온도에 영향을 받지 않았으며, 반분 반건조처리구는 3개월 이후부터 carotenoids 함량의 변화가 없는 것으로 나타났다. Ascorbic acid 함량은 반건조처리 후 약 47%의 손실을 보였고, 유리당은 약 6.5%

손실되었다. 관능검사 결과 색깔과 외관에서도 대조구와 반분 반건조 처리구간의 유의적 차이가 없게 나타났다.

참고문헌

1. Kwon, J.H., Lee, G.D., Byun, M.W. and Choi, K.J. (1998) Changes in water activity and fatty acid composition of dried red pepper during post irradiation period. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 1058-1063
2. Kwon, D.J., Kim, J.H., Kim, H.K. and Park, M.H. (1990) Establishment of long-term storage condition of fresh red pepper paste. Korean J. Food Sci. Technol., 22, 415-420
3. Govindarajan, V.S. (1985) Capsicum-production, technology, chemistry and quality. Part I. History, botany, cultivation and primary processing. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 22, 109-176
4. Kim, D.Y., Rhee, C.O. and Shin, S.C. (1982) Color changes of red pepper by drying and milling method. Korean J. Agric. Chem. Sci., 25, 1-7
5. Park, J.B. and Koh, H.K. (1999) Development of drying system for fresh red pepper as processing material. Korean J. Capsicum Res. Coop., 5, 25-29
6. Sul, M.S., Hwang, S.Y., Lee, H.J., Park, S.H. and Kim, J.G. (2004) The Physico-chemical changes of the mashed red pepper during frozen storage. Korean J. Food Cul., 19, 209-216
7. Choi, J.H., Bae, R.N. and Mok, I.G. (2002) Effects of storage temperature and film packaging on the storability of fresh red pepper (*Capsicum annuum L.*). Korean J. Hort. Sci., 43, 293-296
8. Lee, G.H. and Jeong, C.S. (2001) Effects of CA storage of red peppers and red bell peppers for long-term storage. J. Food Eng., 5, 52-57
9. Kwon, D.J., Jo, J.H., Kim, H.K. and Park, M.H. (1990) Establishment of long-term storage condition of fresh red pepper paste. Korean J. Food Sci. Technol., 22, 415-420
10. Jeong, J.W., Jo, J.H., Kwon, D.J. and Kim, Y.B. (1990) Studies on the low-temperature storage of strawberry pulp and ped pepper paste by cryoprotectants. Korean J. Food Sci. Technol., 22, 434-438
11. Kim, J.Y., Keum, D.H. and Park, J.H. (1996) Evaluation of quality of red pepper with variations in drying methods. Korean J. Post-harvest Sci. Technol. Agric. Products, 3, 137-143
12. Bang, B.H., Seo, J.S. and Jeong, E.J. (2005) Effect of semi-dry red pepper powder on quality of Kimchi. Korean J. Food Nutr., 18, 146-154
13. Bozkurt, H. and Erkmén, O. (2004) Effects of production techniques on the quality of hot pepper paste. J. Food Eng., 64, 173-178
14. Ade-Omowaye, B.I.O., Rastogi, N.K., Angersbach, A. and Knorr, D. (2003) Combined effects of pulsed electric field pre-treatment and partial osmotic dehydration on air drying behaviour of red bell pepper. J. Food Eng., 60, 89-98
15. Curl, A.L. (1962) The carotenoids of red bell peppers. J. Agric. Food Chem., 10, 504-509
16. Kim, S., Park, J.H. and Wang, I.K. (2004) Composition of main carotenoids in Korean red pepper (*Capsicum annuum, L.*) and changes of pigment stability during the drying and storage process. J. Food Sci., 69, 39-44
17. Murakami, A., Nakashima, M., Koshiba, T., Maoka, T., Nishino, H., Yano, M., Sumida, T., Kim, O.K., Koshimizu, K. and Ohigashi, H. (2000) Modifying effects of carotenoids on superoxide and nitric oxide generation from stimulated leukocytes. Cancer Lett., 149, 115-123
18. De La Mar, R.R. and Francis, F.J. (1969) Carotenoid degradation in bleached paprika. J. Food Sci., 34, 287-288
19. Surh, Y.J. (2003) Cancer chemoprevention with dietary phytochemicals. Nature, 3, 768-780
20. Chung, B.S. and Kang, K.O. (1985) The changes of capsaicin contents in fresh and processed red peppers. Korean J. Food Sci. Nutr., 14, 409-418
21. Yang, J.H., Lee, Y.C. and Lee, K.H. (2007) Optimization for the process of sanitization condition for long-term storage of fresh red pepper. Korean J. Food Sci. Technol., 39, 419-424
22. Robbers, M., Singh, R.P., Cunha, L.M. (1997) Osmotic-convective dehydro freezing process for drying kiwifruit. J. Food Sci., 62, 1039-1042
23. Biswal, R.N., Bozorgmehr, K., Tompkins, F.D. and Liu, X. (1991) Osmotic concentration of green beans prior to freezing. J. Food Sci., 56, 1008-1011
24. Kwon, D.J., Kim, Y.J., Lee, S. and Yu, J.Y. (1998) Technical development of hot sauce with red pepper. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 391-396
25. Vincent, K.A. and Ken, A.B. (1987) Rapid sample preparation method of HPLC analysis of capsaicinoids in Capsicum fruits and oleoreins. J. Agric. Food Chem., 35, 777-779
26. Gancedo, M.C. and Luh, B.S. (1986) HPLC analysis of organic acid and sugars in tomato juice. J. Food Sci., 51, 571-573

27. Lawless, H.T. and Heymann H. (1998) Sensory evaluation of food. Chapman & Hall, NY, U.S.A., pp. 230-233
28. SAS (1998) SAS User's Guide Statistics, 3th ed., Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA
29. Yang, C.Y. (1997) Fundamentals and application of food freezing. Sejinosa. Korea. pp. 230-239
30. Lee, H.E., Lim, C.I. and Do, K.R. (2007) Changes of characteristics in red pepper by various freezing and thawing methods. Korean J. Food Preserv., 14, 227-232
31. Choi, S.M., Jeon, Y.S. and Park, K.Y. (2000) Comparison of quality of red pepper powders produced in Korea. Korean J. Food Sci. Technol., 32, 1251-1257
32. Tan, C.T. and Francis, F.J. (1962) Effect of processing temperature on pigments and color of spinach. J. Food Sci., 27, 232-234
33. Park C.R. (1975) A study on the influence of drying methods upon the chemical changes in red pepper. Korean J. Food Nutr., 8, 167-172
34. Kim, S.A., Kim, K.S. and Park, J.B. (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
35. Iwai, K.T. and Suzuki, F.H. (1979) Formation and accumulation of pungent principle of hot pepper fruits, capsaicin and its analogues in *Capsicum annuum* var. *annuum* cv. Karayatsubusa at different growth stage after flowering. J. Agric. Biol. Chem., 43, 2493-2496
36. Kim, M.W. (2000) Molecular cloning and expression analysis of cDNA clones deferentially expressed in placenta of pungent and nonpungent pepper. Thesis for the degree of MS. Seoul National University
37. Lee, S.M., Park, J.B., Kim, S. and Hwang, I.K. (2003) The changes of capsaicinoids and ASTA color value of red pepper powder packed with different packaging materials. Korean J. Food Cookery Sci., 19, 439-446
38. Shin H.H. and Lee, S.R. (1991) Quality attributes of Korean red pepper according to cultivars and growing areas. Korean J. Food Sci., Technol., 23, 296-300
39. Lee, H.D., Kim, M.H. and Lee, C.H. (1992) Relationships between the taste components and sensory preference of korean red peppers. Korean J. Food Sci. Technol., 24, 266-271
40. Jeong, C.H. and Shim, K.H. (2001) Chemical components of unripe red and green pepper. J. Agric. Life Sci., 35, 39-45
41. Lee, S.W. (1971) Physio-chemical studies on the after-ripening of hot pepper fruits. Korean J. Agric. Chem. Sci., 14, 43-50

(접수 2009년 1월 20일, 채택 2009년 4월 17일)