Korean J. Food Preserv.
Vol. 17, No. 1. pp. 1-8, February 2010

사단법인 한국식품저장유통학회
THE KOREAN SOCIETY OF FOOD PRESERVATION

반건조 고추의 냉동저장 중 품질 특성

성정민 · 한영실[1] · 정진웅†
한국식품연구원, [1]숙명여자대학교

Quality Characteristics of Semi-dried Red Pepper During Frozen Storage

Jung-Min Sung, Young-Sil Han[1] and Jin-Woong Jeong†
Korea Food Research Institute, Sungnam 463-746, Korea
[1]*Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea*

Abstract

We investigated the effect of freezing on changes in the chemical components of semi-dried red pepper (SDRP). We used storage temperatures of 0℃, -10℃, -20℃, and -70℃. After 30 days of storage, capsaicin content had decreased by 40% at 0℃ and by 21% at -20℃. Initial vitamin C content was 1,358.02 mg%. Compared with control, the 0℃ storage group showed a significant decrease in vitamin C content but no such decrease was noted in the -20℃ and -70℃ storage groups after 30 days. ASTA values were not influenced by storage temperature or period, in agreement with previous results. We concluded that storage was effective at temperatures of less than -20℃. Next, both dried red pepper (DRP) and SDRP were stored at -20℃ for 12 months. DRP had the lower level of capsaicinoids (55.01 mg%) owing to the long drying time. After 12 months, SDRP capsaicinoid had decreased by 30 - 33%, compared with a decrease of 54% in DRP. Initial vitamin C contents were 721.48 and 955.25 mg% in DRP and SDRP, respectively, and, after 12 months, vitamin C loss in the SDRP group (37%) was less than that in fresh red pepper (FRP) samples (45%). Initial β-carotene content was greatest in the FRP group (259.82 mg%), and that of DRP decreased by 20% after 12 months. The color a/b value of SDRP (1.40) was greater than that of DRP (1.00).

Key words : semi-dried red pepper, freezing condition, frozen storage, vitamin C

서 론

고추(*Capsicum annuum* L.)는 가지과(Solanaceae)에 속하는 단일작목으로(1) 국내 채소류 생산액의 1.12%를 차지하는 원예작물이다(2). 색상과 매운 맛은 고추의 주요 성분으로 신미를 주는 capsaisinoids와 색의 성분인 carotenoids, 당, 비타민, 유기산 등이 있다. 붉은색 과피 색도는 중요한 품질 요인으로 인식되어 상품성을 결정하는 기준이 되며 고추 과피의 적색 색소는 capsanthin과 capsorubin이며, 노란색 색소는 β-carotene, β-cryptoxanthin과 zeaxanthin이 주요 성분으로 알려져 있다(3). 고추 매운 맛의 주성분인 capsaicinoids는 생리활성 물질로 에너지 대사 항진작용, 항산화 활성, 혈중 지질 개선 작용, 면역조절활성, 항암 활성과 관련이 있는 것으로 보고되었다(4-6). 또한 비타민 C 는 고추의 중요한 항산화 성분으로 중금속 이온을 킬레이트하며 singlet oxygen과 자유라디칼과 결합을 하여 과산화를 억제하여 심혈관계 질환 및 암을 예방한다고 보고하고 있다(7).

고추는 가뭄이나 홍수 등의 환경적 요인에 의해 생산량의 변동이 심한 작물이다. 수확시기인 8월에서 10월 초순까지는 대량 생산이 이루어져 공급과 수급이 원활하지만 수확시기 이후인 11월에서 다음해 7월까지 물량확보가 어려워 생고추 양념류가 비싼 가격에 공급되는 문제점이 있다. 수확 후 장기간 저장을 위해 건조한 다음 비닐이나 PP 필름 포대에 넣은 후 대부분 상온의 일반형 창고에 보관되고

†Corresponding author. E-mail : jwjeong@kfri.re.kr,
Phone : 82-31-780-9331, Fax : 82-31-780-9333

있어 고추 과피의 곰팡이류 생성이나 고추 색상이 검게 변질되는 현상이 발생하여 이를 원료로 사용하는 김치 및 고추장 등의 제품에 품질을 저하시키는 요인이 되고 있다. 이러한 품질저하를 방지하기 위하여 생고추와 고춧가루의 중간형태의 제품으로서 색의 유지가 좋고 제조 시 원가를 절감하며, 영양소의 파괴를 보다 최소화할 수 있는 반건조 고추에 대한 연구(8)가 일부 진행되고 있다.

수확 후 고추의 저장성을 향상시키기 위한 저장 방법으로 냉장(9) 냉동(10-11), 열처리(12), CA 저장법(13) 등의 다양한 방법이 연구되어 왔으나 반고추의 저장성 향상에 대한 연구는 미미한 실정이다. 이에 본 연구에서는 저장 방법 중 하나인 냉동 저장의 효율을 높이기 위해 초기 동결 조건을 설정한 후 저장 중 품질 변화를 측정하여 반건조 고추의 저장 가능성과 이용가능성을 알아보고자 한다.

재료 및 방법

재 료

사용된 홍고추(*Capsicum annum* L.)는 진주산 목광과 정선산 왕대박 품종으로 2006년 8월과 10월에 서울 소재 가락동 농수산물 시장에서 신선한 홍고추 상태로 구입하여 사용하였다.

냉동온도 설정 및 저장조건

고추의 냉동 조건을 설정하기 위해 전보(14)의 조건과 같이 붉은 생고추를 4절하여 수분함량을 50%수준으로 건조 하였고 200 g씩을 PE(polyethylene)필름으로 포장하였다. 저장온도는 각각 0, -10, -20 와 -70℃ 로 구분하여 저장하였으며 저장 1일과 30일 후에 각 시료들을 항온기(I30B, 효성 중공업 주식회사 Seoul, Korea)에서 온도 0℃ 로 고정하여 24시간 해동 후 성분을 비교・분석하였다. 냉동저장 실험은 -20℃에 실시하였으며 비교구로 생고추와 건조 고추를 제조하여 2개월 단위로 12개월 동안 평가하였다. 분석을 위한 시료는 동결건조기(TD5508 Freeze dryer, Ilshin lab, Co., LTD, Seoul, Korea)를 이용하여 72시간 동결건조 하여 blender(KA-2600, Kaiser, Seoul, Korea)로 1분간 중속으로 분쇄한 후 20 mesh 분체기(Testing sieve chung kye sang gong sa, Seoul, Korea)에 통과시킨 후 사용하였다.

Capsaicinoids 함량

동결 건조한 시료 2 g를 취해 50 mL 시험관에 넣고 acetonitrile 20 mL를 가한 뒤 vortex mixer (VXR B, JANKO & KUNKEL, RJ, Brasil)로 2분간 교반하여 추출하였다. 추출액 1 mL를 취해 증류수 9 mL를 교반한 후 미리 acetonitrile 5 mL와 5 mL로 활성화시킨 C18 sep-pak (Waters Co., Milford, MA, USA)로 여과하여 capsaicinoids를 흡착시켰으며 sep-pak에 acetonitrile 4 mL와 1% acetic acid를 함유한 용액을 1 mL 통과시켜 흡착된 capsaicinoids를 용출하였다. 용출된 capsaicinoids는 HPLC를 이용하여 정량하였다. 표준물질은 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 혼합물(Fluka Chemical Co., Buchs, Switzerland)을 사용하였다. Column은 Eclipse XDB-C18(Agilent, 4.6 x 250 mm, 5 μm)을 사용하였고 이동상으로는 methanol : water(70 : 30)을 사용하였으며 flow rate는 0.8 mL/min였다. UV 조건은 280 nm였으며 injection volumn 20 μL였다(15).

유리당 함량

동결 건조 시료 2 g에 80% ethanol 40 mL를 가하여 vortex mixer (VXR B, JANKO & KUNKEL, RJ, Brasil)로 2분간 교반하여 추출한 후 상층액을 0.45 μm filter로 여과하여 HPLC에 주입하여 분석하였다. 이때 표준물질은 fructose와 glucose(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO., USA)를 사용하였다. Column은 Carbohydrate analysis (Waters, 3.9 x 300 mm, 10 μm)를 사용하였고, 이동상은 acetonitrile : water(87 : 13)를 사용하였으며 flow rate는 1.2 mL/min이었다. RI detector를 사용하였으며 injection volumn은 20 μL였다(15).

비타민 C 함량

비타민 C 함량은 식품공전(16)에 의한 방법으로 동결건조된 시료 0.2 g에 5% meta -phosphoric acid(HPO3)용액 20 mL을 가하고 blender (KA-2600, Kaiser, Seoul, Korea)로 1분간 중속으로 균질화 시킨 후 원심분리기(Centrikon T-324, Kontron Instruments, Milano, Italy)를 이용하여 8,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 얻은 상등액을 0.45 μm filter로 여과한 후 적당히 희석하여 HPLC에 주입하여 분석하였다. 표준물질은 L-ascorbic acid (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO., USA)를 사용하였다. Column은 Waters Corporation μ-Bondapak C18 (125 Å, 3.9×300 mm, 10 μm)를 사용하였고, 이동상 조건은 water 1 L에 methanol, acetic acid를 각각 10 mL 씩, 1-hexane sulfate sodium을 1 g 첨가하였다. Flow rate는 0.8 mL 이며 UV 조건은 254 nm, injection volumn은 20 μL였다

ASTA color 값

ASTA 값은 김의 방법(15)을 변형하여 측정하였다. 즉, 시료를 동결 건조 한 후 blender (KA-2600, Kaiser, Seoul, Korea)로 분쇄한 후 30 mesh 분체기를 이용하여 시료를 균질화 하였다. 균질화 된 시료 0.1 g에 acetone을 가하여 100 mL로 정용한 후 암소에서 16시간 추출하였다. 그 후 추출물을 Whatman No. 2 여과지로 여과하여 460 nm에서 분광광도계(Spectrophotometer, V-570, Jasco, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정한 후 다음 식을 이용하여 ASTA 값을 산출하였다.

$$\text{ASTA value} = \frac{\text{Absorbance of acetone extracts} \times 16.4}{\text{Sample weight (g)}}$$

Carotenoids 함량

β-carotene 함량은 동결 건조 시료 0.1 g을 acetone 50 mL에 용해시켜 460 nm에서 흡광도를 측정하였으며 표준물질은 β-carotene (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)로 표준곡선을 작성하여 계산하였다(17). Capsanthin 함량은 김 등(18)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 동결건조된 시료 0.1 g을 50 mL 튜브에 담고 40 mL 벤젠으로 30분간 추출한 다음 다시 30 mL 벤젠 용액으로 30분간 추출하여 Whatman No. 1 로 여과한 다음 100 mL로 정용하였다. 이 추출 용액은 분광광도계(Spectrophotometer, V-570, JASCO, Tokyo, Japan)를 이용하여 483 nm에서 흡광도를 측정한 후 다음 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{Capsanthin(mg\%)} = \frac{\text{Absorbance} \times 1000 \times \text{volume (mL)}}{E^{1\%}_{1\ mL}(2072) \times \text{Sample weight (g)}}$$

색도 측정

색도는 표준백판(L=97.75, a=-0.49, b=1.96)으로 보정된 색도계(CR-200, Minolta Co.,Tokyo Japan)를 사용하여 측정하였다. 시료는 blender (KA-2600, Kaiser, Korea)로 분쇄하여 측정하였다.

관능검사

관능 평가는 한국식품연구원에서 10명 훈련된 관능검사원을 대상으로 고추의 향, 외관, 및 색의 기호도에 대해 평가하였다. 고추는 blender (KA-2600, Kaiser, Seoul, Korea)로 갈아 9점 평점법으로 실시하였다. 결과의 유의성 검증은 Statistical Analysis System (SAS)를 이용하여 Duncan's multiple range test 방법을 사용하여 0.05% 수준에서 유의성을 분석하였다.

결과 및 고찰

냉동온도 설정을 위한 반건조 고추의 이화학적 성분 분석

냉동온도 설정을 위해 4절하여 수분함량 50% 수준으로 건조한 반건조 고추를 0, -10, -20와 -70℃에서 냉동한 후 capsaicinoids, free sugars, vitamin C, ASTA 함량을 살펴본 결과는 Table 1과 같다. Capsaicin 함량은 1일 저장 후의 경우 저장온도와 관계없이 7.83~8.66 mg% 수준으로 초기 함량인 8.48 mg%과 큰 차이를 보이지 않았다. 저장 30일 후의 경우 0℃ 저장 시 4.97 mg% 수준으로 40% 이상 감소를 보였으나 -20℃ 이하 저장 시 6.42~6.60 mg% 수준으로 22~24% 감소하였다. Dihydrocapsacin 함량의 경우도 capsaicin과 비슷한 경향을 나타내었다. 저장 30일 후 -20℃와 -70℃ 저장구는 4.28, 3.92 mg% 수준으로 초기에 비해 18~26 % 감소하였으며 두 처리구 사이에 유의적인 차이는 없었다. Fructose의 경우 초기 8.02% 수준으로 저장 30일 경과 후 6.25~6.80%으로 15~22% 감소하였으나 저장 온도별 경향은 나타나지 않았다. Glucose의 경우 1일 저장 시 처리구들간의 경향을 나타내지 않았으며 30일 저장 시 -10℃ 저장구에서 가장 큰 감소를 보였으나 다른 시료들과

Table 1. Changes in chemical components of semi-dried red pepper by different storage conditions

		Temperature	Storage time	
			1 day	30 days
Capsaicinoid (mg%)	Capsaicin	Initial	8.48±0.33[1)a2)]	8.48±0.33[a]
		0℃	8.66±0.35[a]	4.97±0.37[c]
		-10℃	8.20±0.19[ab]	5.46±0.65[c]
		-20℃	8.00±0.61[ab]	6.42±1.28[b]
		-70℃	7.83±0.35[b]	6.60±1.02[b]
	Dihydrocapsaicin	Initial	5.38±0.28[a]	5.38±0.28[a]
		0℃	5.25±0.36[a]	2.76±0.11[c]
		-10℃	4.73±0.03[b]	3.75±0.16[bc]
		-20℃	4.49±0.41[b]	4.28±0.47[b]
		-70℃	4.66±0.06[b]	3.92±1.04[b]
Free sugar (%)	Fructose	Initial	8.02±0.26[a]	8.02±0.26[a]
		0℃	6.55±0.21[b]	7.56±0.79[ab]
		-10℃	6.55±0.21[b]	5.55±0.73[b]
		-20℃	7.85±0.11[ab]	6.80±0.70[ab]
		-70℃	6.90±0.29[ab]	6.25±0.02[ab]
	Glucose	Initial	20.09±0.38[a]	20.09±0.38[a]
		0℃	19.79±0.54[b]	19.29±1.63[a]
		-10℃	17.46±0.65[b]	14.91±1.49[b]
		-20℃	20.54±0.17[ab]	17.61±1.34[a]
		-70℃	18.38±0.18[ab]	16.68±0.30[b]
Vitamin C (mg%)		Initial	1,358.02±74.36[a]	1,358.45±74.20[a]
		0℃	1,222.32±20.26[b]	859.55±13.78[c]
		-10℃	1,096.33±34.75[c]	1,074.20±22.67[b]
		-20℃	1,259.46±49.34[ab]	1,302.52±53.23[a]
		-70℃	1,325.24±38.22[ab]	1,254.55±42.34[a]
ASTA value		Initial	134.39±1.11[bc]	134.39±1.11
		0℃	134.14±3.12[bc]	133.77±2.76
		-10℃	140.03±1.13[a]	131.67±1.83
		-20℃	131.11±1.70[b]	135.47±9.48
		-70℃	138.39±3.45[ab]	137.54±1.30

[1)]Average± standard deviation of triplicate determinations.
[2)]Means with different letters[(a~c)] in a column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

유의적인 차이를 보이지 않았다. 비타민 C는 가공, 유통, 냉동 저장되는 동안 산화되어 dehydroascorbic acid 로 전환되어 더 이상 비타민 C로 작용하지 못한다(19). 저장온도별 냉동 브로콜리, 시금치, 레몬 쥬스, 딸기의 비타민 C 함량은 급격하게 감소하여 -5℃ 저장 시 한달 후 0% 에 도달하였으며 딸기의 냉동저장 연구에서도 저장한달 후 -12℃ 저장 시 37% 수준, -24℃ 저장 시 3% 수준 감소하여 저장온도에 따라 변화가 큰 영양 성분으로 냉동식품 품질의 중요한 지표가 됨을 알 수 있었다(20). 반건조 고추의 비타민 C 함량은 초기 1,358 mg% 수준이었으며 저장기간에 1일이 지난 후 0, -10℃에서 1,222, 1,096 mg% 수준으로 유의적으로 감소하였으며 -20℃ 이하에서는 초기 함량과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 30일 저장 후의 경우 0℃ 저장구의 비타민 C 함량은 859 mg%수준으로 37% 감소하여 초기와 가장 큰 차이를 보였으며 -20℃이하 저장구는 초기 비타민 C 함량과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 반건조 고추의 초기 ASTA 값은 134.39 수준으로 저장기간과 저장온도에 상관없이 비슷한 수준을 유지하였다. 이상의 결과들을 종합하여 보면 반건조 고추의 성분변화를 최소화 할 수 있는 효율적인 저장 방법으로 -20℃이하 냉동이 필요하다고 생각된다. 이에 -20℃ 저장하여 저장 중 품질 변화를 살펴보았다.

Capsaicinoids 변화

4절로 절단하여 수분함량 50% 수준으로 건조한 반건조 고추를 12개월 동안 냉동저장 하면서 capsaicin 함량 변화를 살펴본 결과는 Fig. 1과 같다. 초기 capsaicin의 함량은 55.01~77.32 mg% 수준이며 건조 시간이 가장 길었던 DRP의 함량이 가장 낮았다($P<0.05$). 건조 방법에 따른 고추의 capsaicinods 안전성 연구(21)에서 70℃에서 수분함량 11.0~12.0% 수준으로 건조 시킨 고춧가루의 capsaicinoids 함량이 초기에 비해 30.0% 감소하였다고 보고하였으며 Schweiggert 등의 연구(22)에서도 고추를 80℃ 이상에서 5분간 blanching한 결과 21.7~28.3% 감소하여 capsaicinoids는 열에 의해 파괴되는 것으로 나타났다. 저장기간이 지날수록 capsaicin 함량은 감소하였으며 SDRP(반건조 고추)의 경우 저장 12개월째 43.29~44.23 mg% 수준으로 초기에 비해 30~33% 정도 감소하였다. 반면 FRP(생고추)는 저장 2개월째 급격히 감소하였으며 저장 12개월째 54.00% 수준 감소하여 다른 처리구에 비해 높은 감소를 보였다. 저장 12개월째 DRP(건조 고추)의 capsaicin 함량은 32.05 mg%으로 다른 처리구들 35.03~47.32 mg% 보다 낮은 수준을 나타내었는데 이는 초기 건조에 의한 파괴로 다른 시료보다 capsaicin 함량이 낮았기 때문이라고 생각된다. Dihydrocapsaicin 함량은 초기 20.03~34.11 mg% 수준이었으며 capsaicin과 같이 건조 시간이 길어질수록 낮은 함량을 나타내었다. 저장 12개월째 15.62~21.38 mg% 수준으로 25~55% 정도 감소하였으며 SDRP 처리구에 비해 FRP 처리구의 감소 정도가 높았다. 설의 연구(23)에서 냉동 저장한 마쇄고추의 capsaicin과 dihydrocapsacin 함량은 180일 경과 후 각각 11.90%와 18.32% 감소되었다고 보고하였으며 이의 연구(24)에서 고춧가루는 저장온도와 포장재에 관계없이 1년 후에 capsaicinoids 함량은 15% 수준 감소되어 저장온도와 시간이 capsaicinoids 함량에 영향을 미치는 것으로 보고되었다. 우리나라 고춧가루의 capsaicinoids 함량 연구에서 40 품종 중 85% 이상이 100 mg/100 g 수준 미만으로 보고되었으며(15) 고추의 매운맛은 품종뿐만 아니라 그 해의 일조량과 강수량 등의 의해 영향을 받는 것으로 나타났다. 본 연구의 생고추 capsaicinoids 함량은 111.43 mg% 수준으로 보통의 수준보다 다소 높았다.

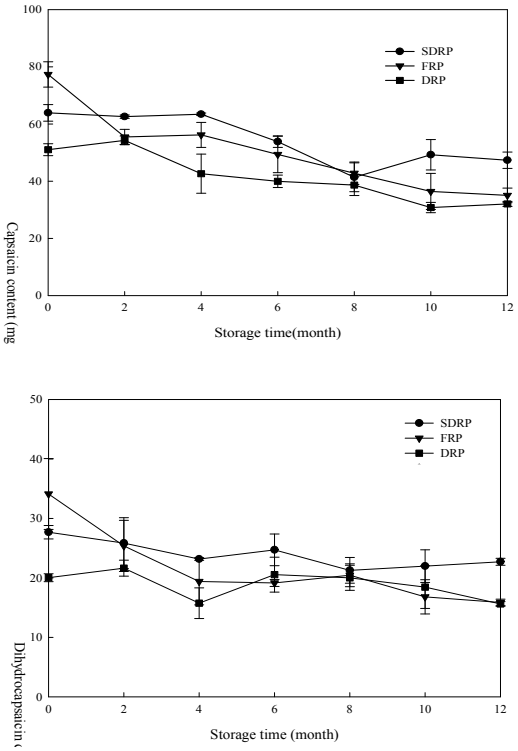

Fig. 1. Changes in capsaicinoids content of red pepper during storage at -20℃.

SDRP : Semi-dried red peppers, FRP : Fresh red peppers, DRP : Dried red peppers.

유리당 변화

4절로 절단하여 수분함량 50% 수준으로 건조한 반건조 고추를 12개월 동안 냉동저장 하면서 유리당 함량의 변화를 살펴본 결과는 Fig. 2와 같다. 고추의 유리당은 glucose, fructose, sucrose, maltose 등이 있으나 sucrose 함량은 1% 미만으로 대부분은 fructose와 glucose가 차지하며(25) 고추의 단맛은 전반적인 기호도와 깊은 관계가 있는 것으로 보고되었다(26). 초기 fructose 함량은 FRP 처리구의 경우 17.64% 수준이었으며 건조하면서 감소하여 완전히 건조된 DRP 처리구는 14.67% 수준으로 17% 감소하였다. 저장 8개

월째 12.78~14.71% 수준으로 FRP의 경우 29% 수준 감소되었으며 그 외 처리구는 10% 내외로 감소하여 수분함량이 많을수록 감소폭이 컸으며 8개월 이후 fructose 함량은 처리구들 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. glucose 함량은 초기 7.40~12.05% 수준에서 저장 12개월이 지난 후 4.67~7.41% 수준으로 감소하였다. 감소율은 FRP는 49% 감소로 가장 컸으며 반건조 고추가 18~25% 수준 감소하여 생고추에 비해 비교적 감소가 적었다. 국내산 고추는 중국산 고추에 비해 유리당 함유량이 2배 이상 높게 나타났으며(27) 생고추의 냉동저장 연구 결과 온도가 높을수록 유리당 감소가 높은 결과를 보여(28) 고추의 유리당 함량의 차이는 품종의 형질적 차이뿐만 아니라 건조 온도 및 저장의 차이로 인한 것으로 생각된다. 그러므로 냉동저장은 반건조 고추의 유리당 함량을 장기간 유지할 수 있는 좋은 저장 방법임을 확인하였다.

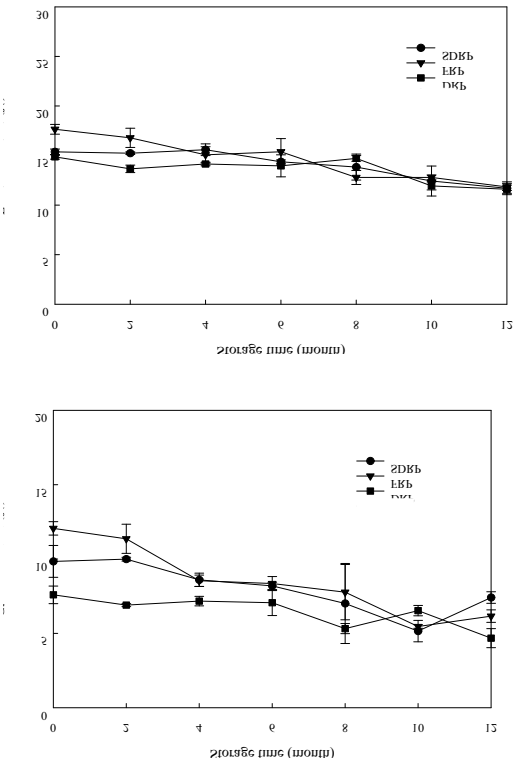

Fig. 2. Changes in free sugars content of red pepper during storage at -20℃.

SDRP : Semi-dried red peppers, FRP : Fresh red peppers, DRP : Dried red peppers.

비타민 C 변화

비타민 C 는 고춧가루의 산화안전성과 관련된 요소로 4절로 절단하여 수분함량 50% 수준으로 건조한 반건조 고추를 12개월 동안 냉동저장 하면서 비타민 C 함량의 변화를 살펴본 결과는 Fig. 3과 같다. 초기 비타민 C 함량은 721.48~955.25 mg% 수준으로 C 처리구는 FRP 처리구에 비해 24% 수준 손실된 것으로 나타났다. 저장 기간 동안 비타민 C 함량의 변화는 FRP 처리구의 경우 저장 2 개월째에 급격한 감소를 보였으며 저장 6개월 이후부터는 SDRP 처리구보다 낮은 함량을 보였다. 저장 10 개월째부터는 처리구들 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 비타민 C는 저장동안 항산화 작용을 수행하면서 농도가 크게 감소하며 자연 건조방법이 열풍건조에 비해 많이 파괴된다. Osuna-Garcia 등(29)에 의하면 비타민 C의 파괴는 수분함량이 30% 이하 일 때 가장 크다고 보고 하였는데 본 연구에서 냉동 저장시 수분함량 15% 함량인 DRP 처리구의 비타민 C 함량이 초기에 비해 12개월 후에 26% 수준 감소되어 가장 적은 감소를 보였다. Sahari 등(20)의 연구에서 냉동 딸기의 저온 저장 조건 평가 결과 -12℃와 -24℃에서 3개월 저장 후 각각 65%와 9% 수준으로 감소되었다고 보고 하여 저장온도에 의한 비타민 C의 감소에 큰 차이가 있음을 알 수 있었다. 김의 연구(15)에서 고춧가루를 6개월 동안 0℃에 저장하였을 경우 50% 수준으로 20℃ 저장 시 80% 정도 수준 파괴되었음을 보고한 것에 비해 반건조 고추를 -20℃에서 12개월 저장 시 42~50% 수준 감소를 보여 -20℃ 이하의 냉동저장이 비타민 C의 파괴를 최소화됨을 알 수 있었다.

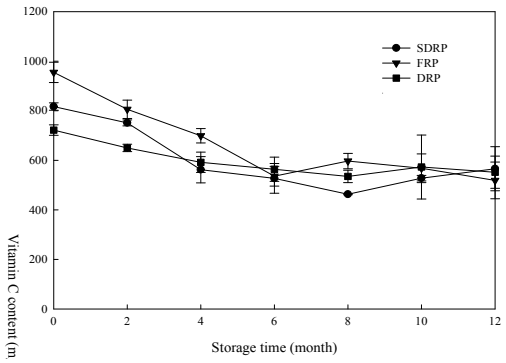

Fig. 3. Changes in vitamin C content of red pepper during storage at -20℃.

SDRP : Semi-dried red peppers, FRP : Fresh red peppers, DRP : Dried red peppers.

Carotenoids 변화

고추 품질 평가의 중요한 외적 요소인 색깔은 일반적으로 적색소로 묘사되는데 빨간색의 capsanthin과 capsorubin 노란색의 β-carotene 는 고추의 대부분을 차지하는 색소이다. 홍고추를 4절로 절단하여 수분함량 50% 수준으로 건조한 반건조 고추를 12개월 동안 냉동저장 하면서 β-carotene 함량의 변화를 살펴본 결과는 Fig. 4~5와 같다. 초기 SDRP, FRP와 DRP는 각각 234.4, 232.7 및 241.7 mg%으로 DRP가 가장 높았으며, SDRP와 FRP 처리구간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다($p<0.05$). Pro-vitamin A로서 가장 중요한 역할을 하는 β-carotene은 Baloch 등의 연구(30) 에서 건조 당근을 121℃에서 30분간 가열 조리하였더니 총 carotenoid

는 10.5% 감소하였으며 그 중 β-carotene은 66.6%가 감소하여 열에 민감하다고 보고하였다. 저장 기간 동안 처리구에 관계없이 2, 4개월째 약간 증가하다가 그 이후 완만한 감소를 보였으며 이는 양 등의 연구(31)에서처럼 연시의 냉동저장 시 carotenoids 함량은 저장 후 다소 증가하였다가 감소하였다는 결과와 일치하였다. SDRP는 8개월째 유의적인 차이를 보이며 급격하게 감소하였으며 저장 12개월 후 12~14% 수준 감소한 것에 반해 C는 20% 이상 감소 경향을 보였는데 이는 β-carotene 의 구조적 불안정으로 건조 과정에서 파괴된 것으로 생각된다. Capsanthin 색소는 고추의 붉은 색소로 30% 이상을 차지하는 주요 성분으로 초기 함량은 256.3~286.0 mg% 수준으로 건조 시간에 따라 파괴되는 것으로 나타났다. SDRP는 저장 6개월까지는 차이를 보이지 않다가 그 이후 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 초기에 가장 적은 함량을 보인 DRP도 저장 6개월째부터 유의적인 감소를 보였으며 다른 처리구들에 비해 낮은 수준을 나타냈다. 이는 건조 시 capsaithin 파괴와 관련이 있는 것으

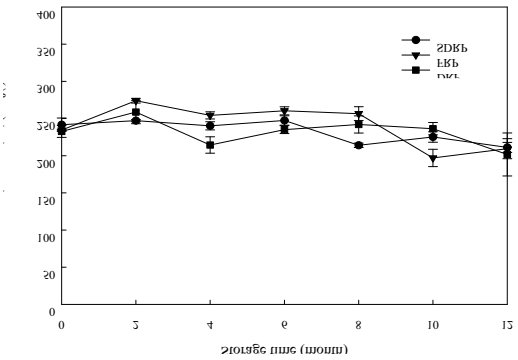

Fig. 4. Changes in β-carotene content of red pepper during storage at -20℃.

SDRP : Semi-dried red peppers, FRP : Fresh red peppers, DRP : Dried red peppers.

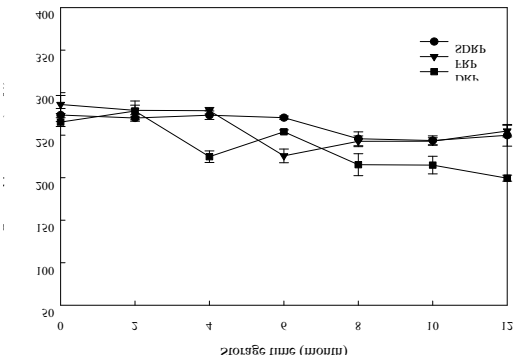

Fig. 5. Changes in capsanthin content of red pepper during storage at -20℃.

SDRP : Semi-dried red peppers, FRP : Fresh red peppers, DRP : Dried red peppers.

Table 2. Changes in color value of red pepper during storage at -20℃

Storage time (month)	Color value	Treatments[1)]		
		SDRP	FRP	DRP
0	L	$^{A2)}37.56\pm2.26^{c3)}$	$^{A}42.24\pm0.58^{b}$	$^{A}57.25\pm0.65^{a}$
	a	$^{B}24.24\pm2.00^{c}$	$^{AB}29.74\pm0.51^{a}$	$^{C}27.50\pm0.35^{b}$
	b	$^{BC}14.36\pm2.06^{a}$	$^{A}27.88\pm048^{b}$	$^{A}34.97\pm1.09^{a}$
	△E	7.59±1.89	1.15±0.31	17.49±0.92
	a/b	1.46±0.09	1.07±0.02	0.79±0.02
2	L	$^{AB}38.41\pm1.79^{c}$	$^{A}42.51\pm1.98^{b}$	$^{C}54.72\pm0.44^{a}$
	a	$^{AB}26.44\pm2.25^{c}$	$^{BC}29.13\pm1.74^{a}$	$^{C}27.70\pm0.38^{ab}$
	b	$^{C}16.39\pm0.85^{c}$	$^{A}28.18\pm2.50^{a}$	$^{C}30.39\pm1.42^{a}$
	△E	9.09±0.90	2.03±0.53	13.57±0.57
	a/b	1.60±0.07	1.04±0.12	0.91±0.04
4	L	$^{A}40.27\pm1.04^{b}$	$^{B}39.28\pm0.90^{b}$	$^{B}55.73\pm0.90^{a}$
	a	$^{C}22.86\pm1.57^{c}$	$^{C}28.46\pm0.89^{a}$	$^{D}26.29\pm0.28^{b}$
	b	$^{C}15.83\pm3.01^{c}$	$^{B}23.88\pm1.22^{b}$	$^{A}35.41\pm1.00^{a}$
	△E	8.93±1.58	4.67±1.05	16.61±1.06
	a/b	1.46±0.07	1.20±0.08	0.74±0.02
6	L	$^{B}38.72\pm2.56^{c}$	$^{C}36.64\pm0.61^{c}$	$^{BC}55.08\pm0.56^{a}$
	a	$^{A}26.68\pm1.89^{b}$	$^{A}30.63\pm0.57^{a}$	$^{A}31.70\pm0.41^{a}$
	b	$^{A}16.32\pm2.23^{c}$	$^{B}22.17\pm1.01^{b}$	$^{A}34.79\pm1.16^{a}$
	△E	7.31±1.43	7.28±1.09	15.39±1.06
	a/b	1.41±0.07	1.38±0.06	0.91±0.02
8	L	$^{CD}30.75\pm1.46^{c}$	$^{D}32.69\pm0.70^{b}$	$^{D}48.35\pm0.55^{a}$
	a	$^{D}23.25\pm1.07^{b}$	$^{D}26.43\pm0.73^{b}$	$^{B}28.89\pm0.34^{a}$
	b	$^{AB}15.86\pm0.31^{c}$	$^{CD}24.32\pm0.64^{b}$	$^{B}31.75\pm0.49^{a}$
	△E	12.81±0.80	10.24±1.07	8.05±0.67
	a/b	1.23±0.04	1.09±0.01	0.91±0.01
10	L	$^{D}29.41\pm0.34^{c}$	$^{D}31.92\pm0.60^{b}$	$^{D}48.42\pm0.87^{a}$
	a	$^{D}22.80\pm0.75^{b}$	$^{D}25.27\pm0.82^{b}$	$^{B}28.88\pm0.40^{a}$
	b	$^{AB}15.73\pm0.53^{c}$	$^{B}23.55\pm0.49^{b}$	$^{B}31.59\pm0.73^{a}$
	△E	13.31±0.67	11.60±0.85	8.03±1.06
	a/b	1.22±0.05	1.07±0.03	0.91±0.01
12	L	$^{C}31.27\pm1.29^{b}$	$^{D}32.18\pm0.99^{b}$	$^{D}48.62\pm0.53^{a}$
	a	$^{E}24.73\pm0.33^{c}$	$^{D}25.70\pm0.99^{b}$	$^{C}29.09\pm0.26^{ac}$
	b	$^{C}19.69\pm0.41^{c}$	$^{D}21.81\pm0.95^{b}$	$^{BC}30.73\pm0.33^{a}$
	△E	14.04±0.98	11.89±1.50	7.73±0.61
	a/b	1.26±0.04	1.18±0.03	0.95±0.01

[1)]SDRP : Semi-dried red peppers, FRP : Fresh red peppers, DRP : Dried red peppers.
[2)]Means with different letters$^{(A\sim D)}$ in a column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
[3)]Means with different letters$^{(a\sim d)}$ in a row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

로 생각되어진다. 최 등의 연구(32)에서도 고추 oleoresin의 가열 조리중 색소의 변화를 살펴본 결과 100℃에서 1시간 가열시 capsanthin의 잔존률이 60% 수준으로 열에 다량 파괴되는 것으로 나타났다.

색도 변화

홍고추를 4절로 절단하여 수분함량 50% 수준으로 건조한 반건조 고추를 12개월 동안 냉동 저장 하면서 색도 변화를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 초기 L, a, b 값은 37.56~57.25, 24.24~29.74와 14.36~34.97 수준으로 L과 b값은 DRP가 가장 높은 값을 보인 반면 SDRP가 가장 낮게 나타났다. DRP는 황색도 증가로 인해 a/b값은 1이하로 시료들 중 가장 낮은 값을 보였으며 반건조 고추는 1.40 이상으로 높은 수준으로 나타나 반건조 고추가 붉은 색이 강함을 나타내었다. 색상의 차이를 살펴보기 위해 △E값을 측정하였으며 생고추(L 41.80, a 30.05, b 27.24)를 기준으로 계산하였다. △E값이 0.0~0.5이면 색차가 거의 없으며 0.5~1.5는 근소한 차이, 1.5~3.0은 감지할 수 있을 정도의 차이, 3.0~6.0은 현저한 차이, 6.0~12.0은 극히 현저한 차이가 있는 것으로 알려져 있다(33). △E값은 초기 SDRP, FRP와 DRP는 각각 7.59, 1.15 및 17.49 로 시료들 간에 큰 차이를 보여 수분함량이 색도에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 저장기간 동안 색도 변화는 L 과 a 값은 감소 경향을 보였으며 b값은 거의 변화가 없었다. 이 등의 연구(28)에서 홍고추의 냉동저장 시 저장기간 동안 L, a 및 b값이 감소하였다고 보고하였으며 김의 연구(15) 결과 고춧가루는 저장기간이 길수록 L, a 및 b값의 감소 경향을 보였다고 하였다. 고추의 품질을 평가하는 요소로 a × L값을 제안하며 500이상이면 외관적으로 적색으로 300~500 사이는 중간적색, 300 이하면 어두운 적색으로 평가하여 냉동 생고추가 저장기간이 길어질수록 밝은 적색에서 중간 적색을 나타내었다고 보고하였다(28). 본 연구에서 냉동 초기 생고추의 a × L값은 1256.21과 저장 12개월 후 806.61로 저장기간이 경과할수록 밝은 정도가 감소하였다.

요 약

반건조 고추의 냉동조건 설정을 위해 0℃, -10℃, -20℃와 -70℃에서 냉동한 후 실험한 결과, 0℃ 저장구의 경우 capsaicin 함량은 저장 30일 후에 초기 함량 대비 40% 이상 감소를 보인 반면, -20℃ 이하 저장에서는 21% 수준으로 감소하였다. 초기 비타민 C 함량은 1,358.45 mg%으로 30일 경과 후 0℃ 저장구의 경우 859.55 mg% 수준으로 가장 큰 감소를 보였으며 -20℃ 저장구의 경우 초기 함량과 유의적인 차이가 없었다. ASTA 값은 저장온도 및 저장 기간과 관계없이 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이와 같은 결과 -20℃ 이하 온도에서 저장하는 것이 효율적으로 판단된다. 이에 반건조 고추(SDRP)를 제조하여 -20℃에 냉동 저장하면서 실험한 결과 초기 capsicinoids 함량은 건조 고추(DRP) 처리구가 55.01 mg% 으로 가장 낮게 나타났다. 저장기간에 따른 capsaicinoids 함량의 변화는 저장 12개월째 생고추(FRP) 처리구는 초기에 비해 54.0% 수준 감소하여 SDRP 처리구 30.0~33.0% 수준에 비해 더 큰 감소를 보였다. 초기 비타민 C 함량은 721.48~955.25 mg% 으로 나타났으며 저장 12개월째 FRP 처리구는 45% 감소한 519 mg%으로 약 37% 감소한 SDRP 처리구보다 비타민 파괴 속도가 빠르게 진행되었다. 초기 β-carotene 함량은 FRP 처리구가 259.82 mg% 수준으로 가장 높게 나타났으며, 저장 12개월째 DRP 처리구는 초기에 비해 20% 감소하여 가장 감소폭이 큰 것으로 나타났다. 색도 측정 결과, DRP의 a/b값은 1이하로 시료들 중 가장 낮은 값을 보였으며 SDRP는 1.40 이상으로 붉은 정도가 높았다.

참고문헌

1. Hong, J.S., Park, H.Y., Park, R.S., Myung, C.O., Shin, M.H., Choi, E.J. and Chung, H.J. (2005) Food Material Science. Kyomunsa, Seoul, Korea, p. 107
2. Hwang, S.Y., Park, S.H., Kang, G.O., Lee, H.J and Bok, J.H. (2005) The physico- chemical changes and sensory characteristics of *kimchi* added with the mashed red pepper. Korean J. Food Culture, 2, 221-231.
3. Hornero-Mendez, D. and Minguez-Mosquera, M.I. (2001) Rapid spectrophotometric determination of red and yellow isochromic carotenoid fractions in paprika and red pepper oleoresins. J. Agric. Food Chem., 49, 3584-3588.
4. Watanabe, T., Kawada, T. and Iwai, K. (1998) Enhancement by capsaicin of energy metabolism in rat through secretion of catecholamine from adrernal medulla. Agric. Biol. Chem., 51, 75-79.
5. Pulla, R.C. and Lokesh, B.R. (1992) Studies on spice principles as antioxidants in the inhibit of lipid peroxidation of rat liver microsomes. Mol. Cell. Biochem., 11, 117-121
6. Kim, K.M., Teuro, K., Kengo, I., Touro, I. and Siiming, F. (1998) Capacity of mice is increased by oral administration of a nonpungent capanalo, stearoyl vanillylaminde. J. Nutr., 128, 1978-1983
7. Hasler, C.M. (1998) Functional foods -their role in disease prevention and health Food Technol., 52, 63-69
8. 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
9. Chul, G.A., Hwang, H.J., Shim, J.S., Chong, B.M., Shon, G.M., Song, G.W., Lim, C.S. and Cho, J.L. (2006) Changes of fruit quality in response to storage on sweet pepper(*Capsicum annuum* L.) cultivars in summer. J. Bio-Environ Cont., 15, 177-183
10. 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 Culture, 19, 209-216
11. Kwon, D.J., Kim, M.H., Lee, N.H., Kwon, D.H., Son, D.H. and Choi, U.K. (2006) Quality characteristics of frozen maesil(*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) according to thawing method. Korean J. Food Culture, 21, 426-432
12. Jeong, J.H. (1998) Quality changes of fresh green pepper paste during storage. Korean J. Food Nutr., 11, 216-220
13. Lee, S.W. (1971) Physico-chemical studies on the seed-browning in mature green peppers stored at low-temperature. Korean J. Food Sci. Technol., 3, 44-47
14. Jeong, J.W., Seong, J.M., Park, K.J. and Lim, J.H. (2007) Quality characteristics of semi-dried red pepper (Capsicum Annuum L.) using hot-air drying. Korean J. Food Preserv., 14, 591-597
15. Kim, S.A. (2002) Pigment compositions of Korean red pepper(*Capsicum annuum* L.) and pigment stability under drying and storage conditions. Doctoral Dissertation, Seoul National University, Seoul, Korea.
16. Korean Food and Drug Administration Food standards Codex. (2001) Korean Foods Industry Association, Seoul, Korea, p. 827-828
17. Lee, H.D. and Lee, C.H., (1992) Studies on the quality evaluation of Korean red pepper by color measurement. Korean J. Diet. Cult., 7, 105-112
18. Kim, D.Y. and Chong, O.R. (1980) Color and carotenoid changes during storage of dried red pepper. Korean J. Food Sci. Technol., 12, 53-58
19. Giannakourous, M.C. and Taoukis, P.S. (2003) Kinetic modeling of vitamin C loss in frozen green vegetable under variable storage conditions. Food Chem., 83, 33-41
20. Sahari, M.A., Mohsen Boostani, F. and Zehreh Hamidi, E. (2004) Effect of low temperature on the ascorbic acid content and quality characteristics of frozen strawberry. Food Chem., 86, 357-363
21. Topuz, A. and Ozdemir, F. (2004) Influences of gamma irradiation and storage on the capsaicinoids of sun-dried and dehydrated paprika. Food Chem., 8, 509-515
22. Schweiggert. U., Schieber, A. and Carle, R. (2006) Effects of blanching and storage on capsaicinoids stability and peroxidase activity of hot chilli peppers(*Capsicum frutescens* L.). Innovative Food Sci. Emerg. Technol., 7, 217-224
23. 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 Culture, 19, 209-216
24. Lee, S.M. (2000) Changes in the Components of Red Pepper Powder on Storage Conditions and the Application of Near Infra-Red Spectroscopy. Doctoral Dissertation, Seoul National University, Seoul, Korea.
25. Chung, S.K., Shin, J.C. and Choi, J.U. (1992) The blanching effects on the drying rates and the color of hot red pepper. J. Kor. Soc. Food Nutr,. 21, 64-69
26. Son, S.M., Lee, J.H. and Oh, M.S. (1995) A comparative study of nutrition and taste components on korean and imported red pepper. Korean J. Nutr., 28, 53-60
27. Lee, S.S., Choi, C.G. and Kang, J.K. (2004) The prestige product brand Strategies and suggestions on the domestic red pepper. Korean J. Agric. Manage. Policy, 31, 496-513
28. Lee, H.E., Lim, C.I. and Do, K.R. (2007) Changes of characteristics in red peppers by various freezing and thawing methods. Korean Food Preserv., 14, 227-232
29. Osuna-Garcia, J.A., Wall, M.M. and Wadell, C.A. (1998) Endogenous levels of tocopherols and ascorbic acid during fruit ripening of new mexican-type chile (*Capsicum annuum* L.) cultivals. J. Agric. Food Chem., 46, 5093-5096
30. Baloch, A.K., Buckle, K.A. and Edwards, R.A. (1977) Stability of β-carotene in model systems containing sulphite. J. Food Technol., 12, 223-229
31. Yang, H.S. and Lee, Y.C. (2000) Changes in physico-chemical properties of soft persimmon and puree during frozen storage. Korean J. Food Sci. Technol., 32, 335-340
32. Choi, O.S. and Ha, B.S. (1994) Changes in carotenoid pigments of oleoresin red pepper during cooking. J. Korean Soc. Food Nutr., 23, 225-231
33. Song, J.C. and Park, H.J. (2005) Physical, Functional, Textural and Rheological Properties of Foods. UUP Ulsan, Korea, p. 82

(접수 2009년 9월 12일, 채택 2010년 1월 8일)