

일시 수확형 고추의 숙성도와 재배 요인에 따른 화학적 특성

김선아 · 김경선 · 박재복*

한국식품연구원

Changes of Various Chemical Components by the Difference of the Degree of Ripening and Harvesting Factors in Two Single-harvested Peppers (*Capsicum annuum*, L.)

Suna Kim, Kyung-Seon Kim, and Jae-Bok Park*

Korea Food Research Institute

Abstract Changes in chemical components caused by the degree of ripening and harvesting factors in Korean single-harvested peppers (SR211 vs. SR213 varieties) were analyzed. The ASTA color values of SR211 and SR213 were 104.23 and 189.66, respectively. Capsaicinoids contents of red, mixed, and green peppers of SR211 were 174.89, 157.00, and 192.01 mg/100 g, respectively. However, those in SR213 contained <5 mg/100 g. Free sugar contents of red, mixed, and green fruits were 15.99%, 14.85%, and 8.03% in SR211 and 21.44%, 19.43%, and 8.10% in SR213, respectively, and those in SR211 and SR213 increased positively with the degree of ripening. L-ascorbic acids contents of red, mixed and green fruits were 11.41, 11.04, and 6.71 mg/g in SR211, respectively and 7.47, 7.16, and 3.66 mg/g in SR213, respectively and those in SR211 and SR213 increased positively with the degree of ripening. Changes in ASTA color values, capsaicinoids and free sugars in two varieties were monitored for 3 years. The characteristics of pungency and high redness were maintained in two varieties. Most notably, capsaicinoid contents of SR211 harvested in 2004 were above 250 mg/100 g in both red and green fruits.

Key words: single-harvested pepper, capsaicinoids, ASTA color value, free sugar, L-ascorbic acid

서 론

한국인의 식이에 영향을 미치는 과채류 중 가장 대표적인 것이 고추이다. 한국인의 고추 소비량은 건고추 기준으로 2.5-3.5 kg에 이르며 이는 고추가 주요 수출국인 헝가리의 5배 이상의 높은 수준으로 세계적으로 가장 높은 소비량을 보이고 있다(1-2).

한국산 고추는 고유의 매운맛 뿐만 아니라 풍부한 색상과 단맛을 특징으로 하며 고유 성분에 의한 기능적인 효과가 매우 크다. 한국산 고추의 매운맛은 대표적인 capsaicinoids인 capsaicin과 dihydrocapsaicin에 기인하며 이는 항암활성을 갖는 것으로 보고되고 있다(3-4). 고추의 색상은 홍고추의 경우 capsanthin, capsorubin, beta-cryptoxanthin, zeaxanthin, beta-carotene 등의 색소를 포함하고 있으며(5) 활성 산소 소거 작용(6), LDL 산화 억제 작용(7), 항종양 작용(8) 등의 기능적인 특성을 갖는 것으로 보고되고 있다. 이외에도 과량의 vitamin C를 함유하고(9) 플라보노이드로 quercetin 과 luteolin이 과량 함유되어 있는 것으로 보고되고 있다(10).

그러나 한국의 고추 산업은 품질의 우수성에도 불구하고 저가

수입 물량의 증가와 농촌 인구 감소 및 노령화로 인한 생산 여건의 악화 등으로 인한 악재로 급속히 위축되어 가고 있다. 뿐만 아니라 내수시장 위주의 제품화 경향에 따라 국제시장에서의 제품에 대한 요구 및 품질에 대한 대처가 미흡한 실정이다.

이러한 문제점을 해결하고자 기계 수확 및 일시 수확에 적합한 품종과 세계적인 흐름에 부합할 수 있는 다양한 품질 특성을 갖는 우수한 품종의 육종연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 일시수확용 고추는 전통적으로 9월초에서 10월경 수차례에 나누어 수확하던 방식에서 벗어나 일시에 수확 가능한 품종으로 생산성 향상에 기여하는 바가 매우 높다. 그러나 일시수확한 품종은 모든 고추가 붉은색의 완숙과가 아니기 때문에 숙성단계에 따른 착색도와 색소의 안정성에 차이가 발생하여 색소 품질에 영향을 미칠 수 있으며 이외에도 매운맛과 유리당, 비타민 C와 같은 주요 유효 성분의 안정성에 차이가 발생할 것으로 예상된다.

일시수확형 고추에 대한 연구를 살펴보면, 일시수확용으로 육종 중이던 'HL' 품종의 품질특성(11)과 숙성 등급에 따른 품질 특성(12), 건조방법에 따른 특성(13) 연구를 통해 일반적으로 통용되는 품종보다 매운맛과 색소 함량이 다소 떨어져 품종의 개선이 필요하지만 일시수확형 고추의 상용화 가능성을 제시하였다.

본 연구에서는 수확율이 높고 과일 특성이 우수한 일시수확형 고추 두 품종을 선정하여 품종의 숙성정도과 재배지역 차이에 따른 capsaicinoids, 유리당, ASTA 색상값, L-ascorbic acid 함량 등 화학적 품질 특성을 파악하고 동일한 품종을 3년간 재배, 수확하여 주요 품질 지표인 capsaicinoids, 유리당, ASTA 색상값을 분석하여 품질 특성의 변화를 살펴보고자 하였다.

*Corresponding author: Jae-bok Park, Post-harvest technology research Group, Strategic Divisions, San 46-1, Bakhyun-dong, Bundang-gu, Sungnam-si, Kyunggi-do, 463-746

Tel: 82-31-780-9135

Fax: 82-31-709-9876

E-mail: jbpark@kfri.re.kr

Received June 26, 2006; accepted September 21, 2006

재료 및 방법

재료

일시수확형 고추 'SR211' (Redlands Sweet Sue × HDA295) / Cayenne Cajun, 착과방향: 하향, 중대과중, 과중 8.8 g, 과장 8.2 cm, 과경 1.6 cm, 일시수확율 82%}과 'SR213' (Jalapeno × 인도 Sel.(911020), 착과방향: 상향, 중과중, 과중 7.6 g, 과장 8.1 cm, 과경 1.3 cm, 일시수확율 95%} 품종을 2003년(고창(GC), 경주(GJ), 평택(PT)), 2004년(괴산(GS), 영월(YW), 영양(YY)), 2005년(음성(ES), 임실(IS))에 재배하여 일시 수확하였다.

수확한 시료는 숙성도의 차이에 따라 과피 색상을 기준으로 녹색과, 혼합과, 적색과로 구분하였고, 분석을 위해 색상별 고추의 꼭지 제거 후 과피를 2-3등분 절단하고 농가형 열풍건조기를 이용하여 60°C에서 5시간 건조하고 롤밀로 분쇄 후 입자크기를 10 mm 이하(Cheonggesa CG-213, Seoul, Korea)의 분말 시료로 제조하였다.

표준물질인 capsaicin, dihydrocapsaicin, fructose, glucose, L-ascorbic acid와 이외에 분석에 이용된 시약은 Sigma 사(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)의 제품을 이용하였다.

수분함량

평균 수분함량은 AOAC 방법(14)에 따라 상압 가열 건조법으로 측정하였다.

ASTA color value

ASTA color 값은 ASTA-20.1 방법(15)으로 측정하였다. 고춧가루 70-100 mg을 100 mL 용량 플라스크에 담아 아세톤을 첨가하여 추출하고 0°C, 암소에서 16시간 동안 방치하였다. 아세톤 추출물의 상층액을 취한 후 용액의 흡광도를 uv/vis 분광광도계(V-550, Jasco, Japan)를 이용하여 460 nm에서 흡광도를 측정하였고 아래의 식에 의해 계산하였다.

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

If: instrument correction factor

CIE Lab value

고추 시료의 색도는 분광광도계(CE 300, Macbeth, Japan)를 이용하였다. 시료는 반사광을 측정하였고 illuminant와 observer는 CIE Standard Illuminant C 와 CIE 10 Standard Observer로 측정하였다. CIE Lab 계(L*, a*, 와 b*)의 값은 채도, 적색과 녹색, 황색과 청색의 정도를 측정하기 위해 이용되었고, 이차적인 색상 변수로는 고추 색상의 선명도(색상의 포화도나 순도)의 지표로서 Chroma(C*)와 고추 품종간의 색상 차이값(ΔE*_{ab})이 L*, a*, 와 b* 값에 의해 계산되었으며 계산식은 아래와 같다.

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + ((\Delta L^*))^2}$$

Capsaicinoids

고추의 capsaicinoids 분석은 Vincent 등(16)의 방법에 의해 측정하였다. 고춧가루 시료 4g을 50 mL 튜브에 넣고 acetonitrile 20 mL를 가한 뒤 vortex mixer로 2분간 추출하였다. C18 Sep-pak

(Waters, Milford, MA, USA)은 acetonitrile 5 mL와 methanol 5 mL를 차례로 통과시켜 활성화 시키고, 고춧가루 추출액은 1 mL를 취해 증류수 9 mL를 가하여 잘 섞은 후, 미리 활성화시킨 C18 Sep-pak(Waters, Milford, MA, USA)에 통과시켜 통과액은 버렸다. Sep-pak에 흡착된 capsaicinoids를 탈착시키기 위해 acetonitrile 4 mL와 1% acetic acid를 함유한 acetonitrile 1 mL을 차례로 통과시켜 용출하였다. 용출된 capsaicinoids는 HPLC(PU 980, Jasco, Japan)를 이용하여 정량하였다. 총 capsaicinoids 함량은 capsaicin 과 dihydrocapsaicin의 합으로 산출하였으며, 분석시 사용된 칼럼은 guard-column(Waters Guard-Pak™ Milipore Co., USA)이 장착된 μ-Bondapak C18(Waters, 3.9 × 300 mm, 10 μm, Milipore Co., USA), 용매는 MeOH: water(70:30), 유속 0.8 mL/min., 과장 280 nm, 오븐온도 35°C, 주입량은 20 μL였다.

유리당

유리당 함량은 고춧가루 2g에 80% ethanol 40 mL를 가하여 vortex mixer로 2분간 추출한 후 상층액을 0.45 μm filter(PVDF, Whatman, Clifton, NJ, USA)으로 거른 후 RI 검출기(830-RI, Jasco, Japan)가 장착된 HPLC (PU 980, Jasco, Japan)로 분석하였다. 유리당 함량은 fructose와 glucose의 합으로 산출하였으며, 분석칼럼은 carbohydrate analysis column(Waters, 3.9 × 300 mm, 10 μm, Milipore Co., USA), 분석조건은 오븐온도 35°C, 분석용매 acetonitrile : water(87 : 13), 유속 1.2 mL/min., 주입량은 20 μL였다.

L-Ascorbic acid

비타민 C 함량은 L-ascorbic acid의 함량을 측정하여 분석하였다. 시료 5g에 4% metaphosphoric acid 용액을 첨가하여 총 무게를 75 g으로 정용하였다. L-ascorbic acid의 추출은 교반배양기를 이용하여 4°C에서 2시간 동안 교반한 후 원심분리기(Centrifon T-324, Italy)로 9,000 × g에서 10분 동안 원심분리하였다. 분리된 상층액을 0.45 μL filter(PVDF, Whatman, Clifton, NJ, USA)로 여과한 후 적당한 배수로 희석하여 HPLC에 주입하였다. 분석시 사용된 칼럼은 YMC-Pack Polyamine II column(4.6 × 250 mm, Japan), 용매 acetonitrile: 50 mM NH₄H₂PO₄(70:30, v/v), 유속 1.0 mL/min., 과장 254 nm, 오븐온도 40°C, 주입량은 20 μL였다.

통계분석

분석에 이용된 시료는 3회 이상 반복 측정하여 건조중량을 기본으로 분석을 수행하였고, 실험결과와 통계처리는 SAS program을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하고 각 시료간의 유의성은 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

결과 및 고찰

품종 및 숙성도에 따른 화학적 특성

ASTA 색상값과 CIE Lab values: 일시수확형 고추(SR211 vs. SR213, 2003년도 수확)의 건조 분말 제조 후 수분함량은 9.71 ± 1.57% 로 분석에 이용된 모든 시료의 수분 함량이 11% 이하의 값으로 분석되었다. 수확한 시료는 과피 색상에 따라 숙성정도를 파악하여 색상에 따라 적색과, 혼합과, 녹색과로 분류한 결과, SR211은 63.0 ± 3.60%, 13.0 ± 4.38%, 23.0 ± 1.26%, SR213은 55.4 ± 18.51%, 16.18 ± 10.86%, 28.4 ± 11.92%로 주로 이용되는 적색과와 녹색과가 약 85%로 분석되었다.

일시수확형 고추(SR211 vs. SR213, 2003년도 수확)의 색상값을 품종별, 숙성단계별, 재배지역별로 분석하여 비교한 결과(Fig. 1),

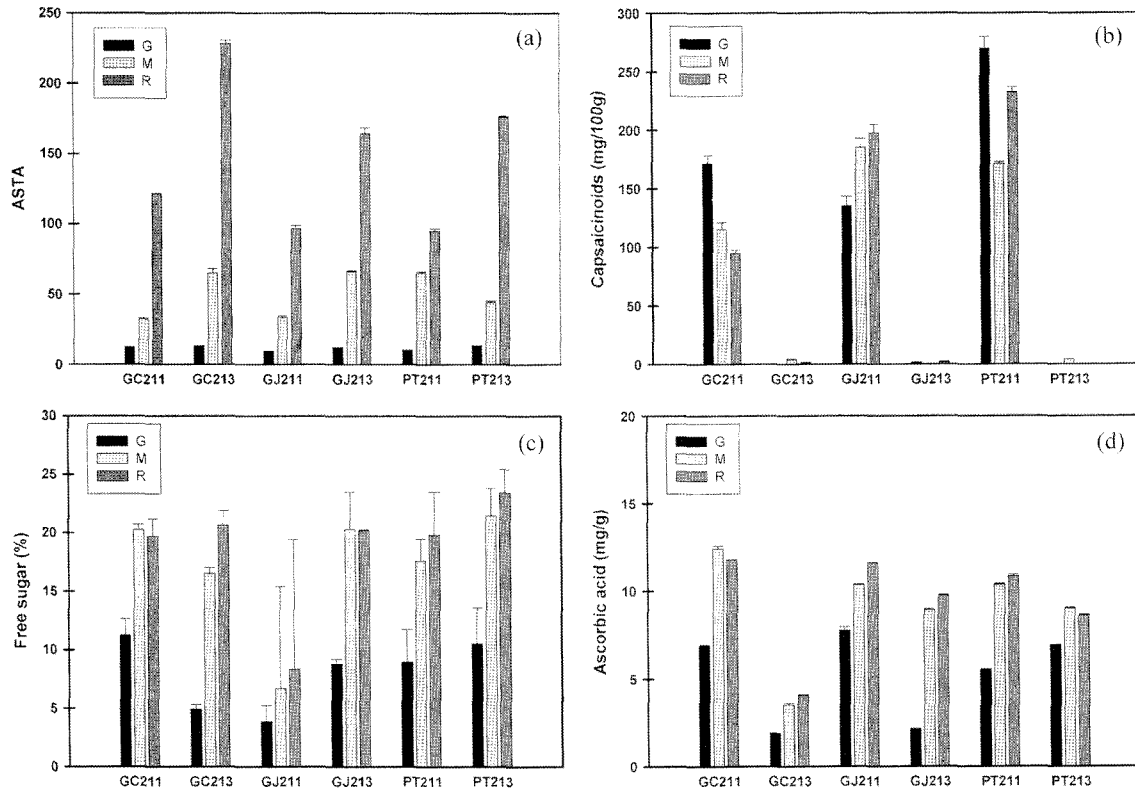


Fig. 1. Comparison of ASTA color values (a), capsaicinoids (b), free sugars (c), and L-ascorbic acids contents (d) of two varieties (SR211 vs. SR213 harvested in 2003) in the difference of the degree of ripening and harvesting areas.

SR211과 SR213 적색과의 ASTA 색상값은 각각 104.23 ± 14.70 와 189.66 ± 34.02 로 분석되었는데, 선행연구에서 한국산 고추 47종에 대한 ASTA 색상값의 분포를 탐색한 결과, 64.55-124.07의 값을 갖는 것으로 분석되었던 집(17)을 감안한다면 색소 함량이 매우 높음을 알 수 있다. ASTA 색상값은 올레오레진, 분말 등을 포함한 capsicum 류의 국제적인 수출입에서 색상의 품질 기준으로 (15) 국제적으로 통용되고 있는 헝가리산 고춧가루 제품의 색상 기준은 ASTA 색상값 130(Extra Delicatesse)이 가장 색상 함량이 높은 제품으로 이를 고려할 때 국제적인 규격보다도 높은 색소 함량을 갖는 것으로 나타났다. 품종간 비교에서는 SR213은 SR211에 비해 색소 함량이 유의적으로 높은 것으로 나타났으며($p < 0.05$, Table 1), GC 지역에서 생산된 SR213의 경우 적색과의 ASTA 색상값이 228로 가장 높게 분석되었는데 이는 통용되고 있는 품종의 고추 시료보다 2배 이상 높은 수준이다(17). 지역별 특성에서는 동일한 품종일지라도 GJ와 PT에 비해 GC 지역에서 수확한 품종에서 높은 색상값을 갖는 것으로 나타났다($p < 0.05$, Table 1).

ASTA 색상값은 환경요인 보다는 품종에 따른 함량 차이가 매우 크다. New Mexico 지역에서 수확한 NuMex R Naky와 New

Mexico 6-4품종을 수확시기별로 분류하여 그 ASTA color 값을 측정된 결과, NuMex R Naky 품종은 94.83~138.33, New Mexico 6-4품종은 120.67~178.50의 색상값을 갖는 것으로 보고하였고(18), 스페인산 12품종과 미국산 1품종의 ASTA color 값의 측정 결과, 162-370의 높은 값을 갖는 것으로 보고되었으며(19), 스페인산, 헝가리산, 불가리아산 홍고추 과피의 ASTA color 값을 측정된 결과, 1차 수확 시 298-398, 2차 수확 시 244-384의 값을 보고하였다(20). 이는 한국산 고추가 분말로 가공되어 세계시장에 진출할 경우 색소 함량을 감안한다면 고품질의 제품 수준과 유사하지만 올레오레진과 같은 가공용 품종으로 이용하기에는 색소함량이 떨어지는 것을 보여준다.

색도값은 품종별 적색과를 기준으로 보면 SR211은 L*값 47.41-53.49, a*값 39.52-42.47, b*값이 46.54-50.75, SR213은 L*값 45.59-54.97, a*값 38.87-41.65, b*값 47.41-53.51로 분석되었고 녹색과와 혼합과는 Table 2와 같다. 한국산 고추 47품종의 a*값을 측정된 결과, 31.04-34.71의 분포를 보이는 것으로 보고(17)하였으며 이와 비교해 볼 때 SR211과 SR213의 두 품종 모두 a*값이 상당히 높은 것으로 나타났다.

Table 1. Statistical differences of chemical components between two varieties and among harvesting areas of peppers harvested in 2003

Chemical components	Mean		F value	Mean			F value
	SR211	SR213		GC	GJ	PT	
ASTA color value	52.66 ^b	86.94 ^a	5.74*	78.52 ^a	63.58 ^a	67.31 ^a	0.16
Capsaicinoids (mg/ 100g d.w.)	174.63 ^b	1.38 ^a	85.71***	64.30 ^a	112.97 ^a	86.75 ^a	2.28
Free sugar (% d.w.)	12.94 ^a	16.32 ^a	2.47	15.55 ^{ab}	11.37 ^b	16.97 ^a	3.32
L-ascorbic acid (mg/ g d.w.)	9.740 ^a	6.096 ^b	10.40*	6.76 ^a	8.41 ^a	8.54 ^a	1.24

* $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

Means with different letters within the same columns significantly different at $p < 0.05$.

Table 2. Comparison of CIE lab color values of single-harvested peppers (SR211 vs. SR213) harvested in Gochang (GC), Gyeongju (GJ), and PyeongTaek (PT) at 2003

Surface color of peppers	sample	L*	a*	b*	C*	ΔE*
RED	GC211	47.41	42.47	48.63	64.56	
	GJ211	53.49	40.64	50.75	65.02	
	PT211	48.88	39.52	46.54	61.06	
	GC213	45.59	38.87	47.42	61.32	4.21
	GJ213	54.97	40.18	53.51	66.92	3.17
	PT213	47.86	41.65	50.77	65.67	4.84
MIX	GC211	56.64	31.95	51.36	60.49	
	GJ211	57.61	25.18	50.70	56.61	
	PT211	53.30	30.10	49.95	58.32	
	GC213	53.69	27.11	49.58	56.51	5.94
	GJ213	55.93	24.45	49.59	55.29	2.13
	PT213	56.49	27.91	52.88	59.79	4.85
GREEN	GC211	62.75	-4.85	38.51	38.81	
	GJ211	59.67	-7.30	37.48	38.19	
	PT211	62.09	-6.31	39.67	40.17	
	GC213	62.08	-1.75	33.90	33.95	5.60
	GJ213	63.87	-1.81	34.84	34.89	7.40
	PT213	64.50	-4.69	35.82	36.13	4.82

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}, \Delta E^* = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2}.$$

C*값은 색상의 포화도(saturation), 즉, 색상의 생생한 정도를 의미하는 값으로 고추의 a*와 b*값에 의해 계산된 C*은 고추 색상의 선명도를 설명하는데 적합한 변수이다(17,19). 적색과의 경우 지역에 상관없이 60이상의 높은 값을 보였는데 이는 한국산 고추 47품종의 C*값을 측정한 결과 약 45 정도로 나타난 점을 고려(17)한다면 두 품종 모두 색상 포화도가 매우 높은 것을 알 수 있다. 동일지역에서 생산된 SR211과 SR213의 적색과의 색상 차이(ΔE*)는 GC지역 고추 4.21, GJ 지역 3.17, PT지역 4.84의 값으로 현저한 차이를 보였다. 즉, 일시수확형 고추인 SR211과 SR213의 적색과는 ASTA색상값과 a*값을 비교할 때 통용되는 고추 품종보다 색소 함량이 매우 높으며 색상의 선명도 역시 높아 고색소 우량 품종으로서의 활용도가 매우 큰 것으로 나타났다.

Capsaicinoids

신미성분의 함량은 SR211과 SR213 사이에 확연한 차이를 보였다(Table 1, Fig. 1). SR211의 적색과, 혼합과, 녹색과의 capsaicinoids 함량은 각각 174.89 ± 71.60 mg/100 g, 157.00 ± 37.12 mg/100 g, 192.01 ± 69.64 mg/100 g으로 매운맛 함량이 매우 높게 나타났다. 반면 SR213 품종은 capsaicinoids 함량이 <5 mg/100 g의 매우 낮은 수준으로 분석되었다. 선행 연구에서 국산 고추 47종의 capsaicinoids 분석 결과, 10.54~250.87 mg/100 g의 값을 갖으며 평균값은 73.20 ± 58.07 mg/100 g으로 47품종 중 85%이상이 100 mg/100 g 이하의 capsaicinoids 함량을 갖는 것으로 보고하여(17) 본 연구의 SR211은 매우 강한 매운맛을, SR213은 매우 약한 매운맛을 갖는 특성을 가진 것으로 분석되었다.

지역별 특성을 살펴보면 숙성단계와 상관없이 PT지역 고추의 capsaicinoids 함량이 GC, GJ 지역 보다 매운맛 함량이 다소 높았으며 특히 녹색과의 capsaicinoids 함량은 269.62 ± 10.16 mg/100 g으로 매우 높은 수준이었다(Fig. 1b).

지역적 특성에 따른 고추의 capsaicinoids 함량에 대한 연구에

따르면, 음성지역과 영양지역에서 재배하여 수확한 동일 품종의 매운맛을 비교한 결과, 음성지역에서 생산된 고추의 capsaicinoids 함량이 높은 것으로 보고하였으며(17) Choi 등(21)의 연구에서도 정읍, 영광, 순창 지역의 capsaicinoids 함량보다 영양, 안동, 창녕 등 경상도 지역에서 생산된 고추의 capsaicinoids 함량이 낮게 나타나는 경향을 보고하였다. 그러나 Shin과 Lee(22)의 연구에서는 같은 품종이더라도 남쪽으로 갈수록 매운맛이 커지는 결과를 보고하여 다소 상반된 경향을 보고하였으나 capsaicinoids 함량은 동일 품종이더라도 생산지역의 지리적, 환경적 요인에 의해 큰 영향을 받는 것을 확인할 수 있다.

Capsaicinoids는 구조에 따라 매운맛과 강도에 차이를 보인다. Capsaicinoids는 구조에 따라 capsaicin, dihydrocapsaicin, norhydrocapsaicin, homocapsaicin, homodihydrocapsaicin 이 대표적이며 매운맛의 강도를 capsaicin을 기준으로 비교할 때 100, 63, 11, 5, 3의 강도를 갖는다(16). 따라서 수입산 고추와의 매운맛 차이는 capsicum 종의 capsaicinoids 함량 차이에 따른 강도의 차이뿐만 아니라 조성 및 비율의 차이와 관련성이 높을 것으로 사료된다. 일반적으로 한국산 고추인 *Capsicum annuum* 종의 매운맛 조성은 capsaicin과 dihydrocapsaicin이 주요 성분으로 재배 지역 차이에 따른 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 조성비를 분석한 결과, Fig. 2와 같이 숙성 단계와 상관없이 GC와 PT지역에서 생산된 고추는 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 비율이 약 55% 대 45%의 수준으로 유사하였다. 그러나 GJ 지역에서 생산된 고추는 약 49%: 51%의 수준으로 dihydrocapsaicin의 비율이 다소 높은 것으로 분석되었다. 이는 capsaicinoids 함량이 유사하더라도 매운맛과 강도에 차이를 유발하는 요인으로 고려할 수 있다.

유리당과 L-ascorbic acid

유리당 함량은 적색과, 혼합과, 녹색과로 분류한 결과, SR211 품종은 15.99 ± 6.60%, 14.85 ± 7.18%, 8.03 ± 3.77%, SR213 품종

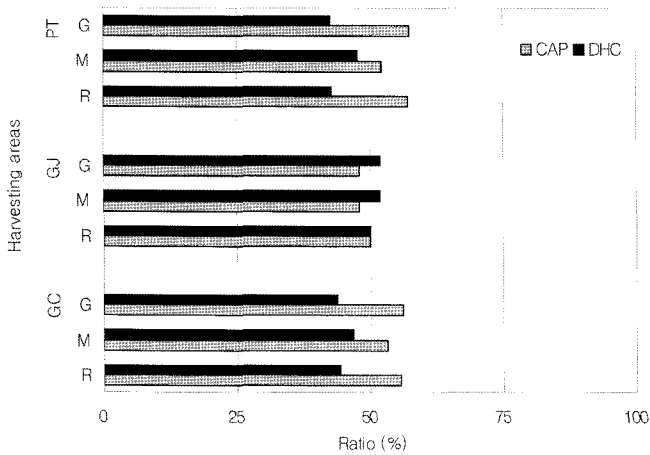


Fig. 2. Ratios of capsaicin (CAP) and dihydrocapsaicin (DHC) of green, mixed and red pepper (SR211 variety) harvested in PT, GJ, and GC areas at 2003.

은 $21.44 \pm 1.76\%$, $19.43 \pm 2.59\%$, $8.10 \pm 2.83\%$ 으로 분석되어 두 품종 모두 녹색과 상태에서는 10 % 미만의 유리당 함량을 보였으나 숙성이 진행되면서 유리당 함량의 현저한 증가 현상을 보였다(Fig. 1c). SR211과 SR213의 유리당 함량은 재배지역에 상관없이 SR213이 다소 높게 나타났으나 통계적으로 유의적인 차이를 보이지는 않았으며 지역별 비교에서도 품종에 상관없이 PT에서 생산된 고추의 유리당 함량이 다소 높았으나 유의적인 차이를 보이지는 않았다($p > 0.05$). 그러나, 품종과 재배 지역을 고려한 비교에서는 GJ에서 생산된 SR211 품종의 유리당 함량이 유의적으로 낮은 함량을 보이는 것으로 나타났다($p < 0.05$, Table 1).

L-ascorbic acid 함량은 SR211의 경우 적색과, 혼합과, 녹색과에서 각각 11.41 ± 0.49 mg/g, 11.04 ± 1.18 mg/g, 6.71 ± 1.13 mg/g, SR213은 7.47 ± 2.99 mg/g, 7.16 ± 3.14 mg/g, 3.66 ± 2.82 mg/g으로 분석되었고(Fig. 1d) SR211의 L-ascorbic acid 함량이 SR213보다 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$, Table 1). 지역별 비교에서는 GJ와 PT 지역 고추의 L-ascorbic acid 함량이 다소 높았으나 통계적으로 유의적이지는 않는 것으로 나타났다($p > 0.05$). 식품성분표(23)에서는 건조된 홍고추의 ascorbic acid 함량을 26 mg/100 g으로 제시하고 있고, 시판되고 있는 고춧가루의 식품성분 표시를 보면 비타민 C 함량 역시 < 10 mg/100 g 혹은 검출 수준 미만으로 제시하고 있는 등 본 실험에서 분석된 결과와 매우 큰 차이를 보인다. 그러나 이는 단순히 품종의 차이보다는 수확 후 가공 과정에서 ascorbic acid의 파괴로 인한 차이로 사료된다. 현재 한국에서 주로 이용되는 고추 건조 방식은 통고추를 고온에서 장시간 건조하기 때문에 ascorbic acid의 파괴율이 매우 높다. Howard 등(24)은 건조 동안 전체 ascorbic acid의 75%가 파괴되어 $12.0-44.4$ mg/100 g의 값을 갖는 것으로 보고하였으나 Markus 등(25)은 위에 제시한 값의 100배 이상의 ascorbic acid 함량을 가지며 그 이유는 수확시기와 가공 공정에 의한 파괴 현상일 것으로 보고하였다. 선행연구에서도 동일한 품종의 한국산 홍고추의 ascorbic acid 함량이 통고추 형태로 열풍 건조할 경우 3.05 ± 0.39 mg/100 g, 절단하여 건조할 경우 12.41 ± 2.15 mg/100 g의 함량을 가지며 그에 따른 항산화 활성의 차이가 발생할 수 있다는 결과를 보고한 바 있다(26).

재배시기에 따른 화학적 특성 변화

SR211과 SR213을 2003년, 2004년, 2005년까지 3년 동안 재배,

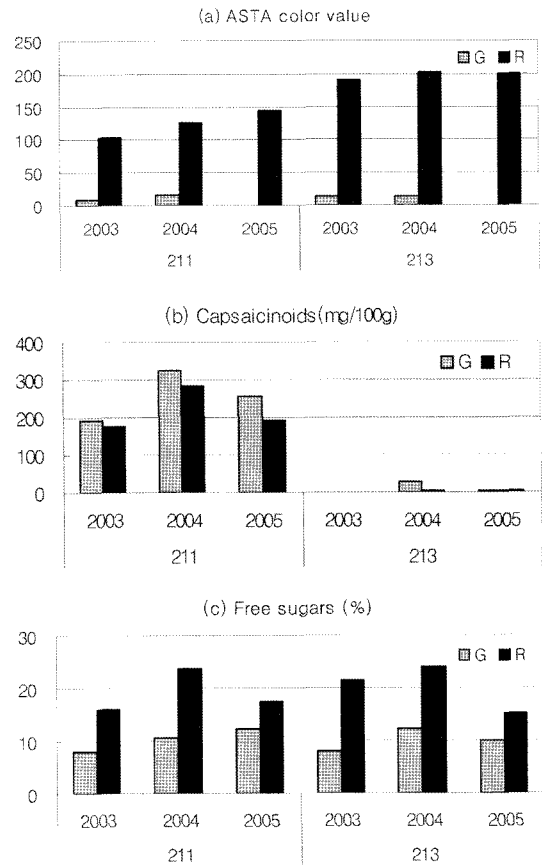


Fig. 3. Changes of ASTA color values (a), capsaicinoids (b), and free sugars (c) of SR211 and SR213 peppers by the difference of harvesting times.

수확하여 고추의 주요 품질 지표인 capsaicinoids, ASTA 색상값, 유리당 함량의 변화를 모니터링하여 비교하였다(Fig. 3). 그 결과, ASTA 색상값은 모든 시기에서 SR213이 SR211보다 유의적으로 높은 값을 갖는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 재배기간이 거듭될수록 두 품종 모두 색상값의 증가 경향을 보였으나 동일 품종에서 재배년도에 따른 유의적인 차이를 보이지는 않는 것으로 나타났다($p > 0.05$).

Capsaicinoids 함량은 SR211 품종은 2003년도, 2004년도, 2005년도 각각 녹색과에서 192.0, 322.3, 256.2 mg/100 g, 적색과에서 174.8, 283.7, 192.0 mg/100 g의 매우 높은 함량을 갖는 것으로 분석되었으며 특히 2004년도에는 녹색과와 적색과 모두 250 mg/100 g의 매우 높은 capsaicinoids 함량을 갖는 특성을 보였다. 반면 SR213 품종은 2004년도 녹색과가 27.0 mg/100 g의 함량을 갖는 것으로 분석된 것을 제외하고는 모두 6 mg/100 g 미만의 매우 낮은 함량의 capsaicinoids를 함유하는 것으로 분석되어 두 품종의 큰 대비를 보였다.

유리당 함량은 SR211과 SR213의 품종간에 유의적인 함량의 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다($p > 0.05$). 유리당 함량은 녹색과보다는 적색과에서 높은 함량을 갖는 것으로 분석되었고 재배년도에 의한 함량 변화가 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$).

요 약

SR211과 SR213은 모두 색소 함량이 매우 높았으며 매운맛 특성을 좌우하는 capsaicinoids 함량은 SR211의 경우 숙성도와 상관

없이 150 mg/100 g 이상의 매우 높은 함량을 갖는 것으로 분석된 반면, SR213은 5 mg/100 g 미만의 매우 낮은 함량을 갖는 것으로 분석되었다. 재배시기에 따른 품질 특성 변화를 3년간 모니터링 한 결과, 두 품종 모두 고유의 매운맛과 색상 특성을 안정적으로 유지하는 경향을 보여 SR211은 고색소의 강한 매운맛 고추, SR213은 고색소의 약한 매운맛 고추를 생산하는데 적합한 품질을 갖는 것으로 나타났다. 또한 두 품종 모두 유리당 함량과 ascorbic acid 함량이 높아 화학적 품질이 매우 높은 것으로 나타났다. 따라서 이러한 고품질의 일시수확형 고추의 개발 및 보급이 이루어진다면 한국산 고추 특유의 맛뿐만 아니라 영양학적, 상품적 가치가 매우 높은 고품질 제품화가 가능할 것이며, 이는 국제적인 브랜드 상품으로 발전하기 위한 원동력이 될 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2005년도 농촌진흥청 국제기술개발사업의 지원에 의해 수행된 연구이며 이에 감사 드립니다.

문 헌

1. Cho YS, Cho MC, Suh HD. Current status and projects of national hot pepper industry in Korea. J. Korean Capsicum Res. Coop. 6: 1-27 (2000)
2. Park JB, Lee SM, Kim S. Capsaicinoids control of red pepper powder by particle size. J. Korean Capsicum Res. Coop. 6: 51-62 (2000)
3. Surh YJ, Lee SS. Capsaicin, a double-edged sword: toxicity, metabolism, and chemopreventive potential. Life Sci. 56: 1845-1855 (1995)
4. Surh YJ. Cancer chemoprevention with dietary phytochemicals. Nature 3: 768-780 (2003)
5. Kim S, Park JH, Wang IK. 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 (2004)
6. Chen CW, Lee TC, Ho CT. Antioxidative effect and kinetics study of capsanthin on the chlorophyll-sensitized photooxidation of soybean oil and selected flavor compounds. pp. 188-198 In: Spices, Flavor Chemistry and Antioxidant Properties. Risch SJ, Ho CT. (eds). ACS, Washington DC, USA. (1996)
7. Medvedeva NV, Andreenkov VA, Morozkin AD, Sergeeva EA, Prokofev II, Misharin AI. Inhibition of oxidation of human blood low density lipoproteins by carotenoids from paprika. Biomed Khim. 49: 191-200 (2003)
8. Murakami A, Nakashima M, Koshiba T, Maoka T, Nishino H, Yano M, Sumida T, Kim OK, Koshimizu K, Ohigashi H. Modifying effects of carotenoids on superoxide and nitric oxide generation from stimulated leukocytes. Cancer Lett. 149: 115-123 (2000)
9. Daood HG, Vinkler M, Markus J, Hebshi EA, Biacs PA. Antioxidant vitamin content of spice red pepper (paprika) as affected by technological and varietal factors. Food Chem. 55: 365-372 (1996)
10. Lee Y, Howard LR, Villalon B. Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annuum*) cultivars. J. Food Sci. 60: 473-476 (1995)
11. Chung KM, Kwon SK, Hwang JM. Quality of single-harvested red peppers. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 128-131 (2002)
12. Chung KM, Hwang JM. Quality of single-harvested red peppers by harvest time and fruit grade. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 919-923 (2002)
13. Chung KM, Hwang JM. Quality of single-harvested red peppers by drying methods. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 329-333 (2003)
14. AOAC. Official methods of analysis of AOAC Intl. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA (1995)
15. ASTA Analytical Method 20.1. Official Analytical Method of the American Spice Trade Association. 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ, USA (1986)
16. Vincent KA, Ken AB. Rapid sample preparation method for oleoresins. J. Agric. Food Chem. 35: 777-779 (1987)
17. Kim S, Park JH, Wang IK. 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 (2002)
18. Isidoro E, Cotter DJ, Fernandez GCJ, Southward GM. Color retention in red chile powder as related to delayed harvest. J. Food Sci. 60: 1075-1077 (1995)
19. Guevara RGL, Pardo-Gonzalez JE. Evolution of color during the ripening of selected varieties of paprika pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Agric. Food Chem. 44: 2049-2052 (1996)
20. Reverte S, Carbonell-Barrachina AA, Gimenez JL, Carvajal M. Colour content and stability in red pepper as affected by cultivar, harvest time, and titanium spray. Acta Alimentaria 29: 9-23 (2000)
21. Choi SM, Jeon YS, Park KY. Comparison of quality of red pepper powders produced in Korea. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 1251-1257 (2000)
22. Shin HH, Lee SR. Quality attributes of Korean red pepper according to cultivars and growing areas. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 296-300 (1991)
23. Food Composition Table. 6th ed. National rural living science institute. R.D.A. Republic of Korea (2001)
24. Howard LR, Smith RT, Wagner AB, Villalon B, Burens EE. Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annuum*) and processed jalapenos. J. Food Sci. 59: 362-365 (1994)
25. Markus F, Daood HG, Kapitany J, Biacs PA. Change in the carotenoid and antioxidant content of spice red pepper (Paprika) as a function of ripening and some technological factors. J. Agric. Food Chem. 47: 100-107 (1999)
26. Kim S, Lee KW, Park J, Lee HJ, Hwang IK. Effect of drying in antioxidant activity and changes of ascorbic acid and colour by different drying and storage in Korean red pepper (*Capsicum annuum*, L.). Int. J. Food Sci. Technol. 41: S90-95 (2006)