

토마토 품종 및 부위별과 토마토 가공제품의 ascorbic acid, lycopene, β -carotene과 α -carotene 함량 비교

최석현·김동호¹⁾·김동석[¶]

서원대학교 외식산업학과, 서원대학교 산학협력단¹⁾

Comparison of Ascorbic Acid, Lycopene, β -carotene and α -carotene Contents in Processed Tomato Products, Tomato Cultivar and Part

Suk-Hyun Choi · Dong-Ho Kim¹⁾ · Dong-Seok Kim[¶]

Dept. of Food Service Industry, Seowon University
Institute of Industry-Academy Collaboration, Seowon University¹⁾

Abstract

For tomatoes containing valuable nutrients and biological active substances, this study examined differences in the ascorbic acid, lycopene, β -carotene, and α -carotene contents in processed tomato products according to tomato cultivar and the part of fully ripened tomatoes. According to the results, the ascorbic acid content was different among tomato cultivars, and it was far higher in jelly than in pulp among the parts of tomatoes. The ascorbic acid content in processed tomato products was higher in tomato juice than in other types of tomato products, but the difference was mainly from various additives used in addition to tomatoes; therefore, it was somewhat unreasonable to compare the ascorbic acid content among the products. It was found that the lycopene content was not significantly different between pulp and jelly in each cultivar. In most of the cultivars, the β -carotene content was not significantly different according to the parts, but in cultivar *yeoyong*, the content was 2.7 times higher in jelly than in pulp. The α -carotene content was highest in both pulp and jelly for all the cultivars, and the lycopene and β -carotene contents were lowest regardless of parts for cultivar Yellow Carol. α carotene was not detected in either pulp or jelly. The lycopene, β -carotene, and α -carotene contents showed significant difference among processed tomato products, and the difference came mainly from the type of processing and additives. Tomatoes have superior characteristics, but they are usually consumed uncooked in Korea. Thus, this study aimed to contribute to the various forms of consumption of tomatoes, that is, the development of various nutritionally excellent cooking methods using processed tomato products.

Key words: tomato, lycopene, α -carotene, β -carotene, ascorbic acid, tomato products

I. 서 론

토마토(tomato)의 학명은 *Lycopersicon esculentum* MILL.이며, *Lycopersicon*은 복숭아 *persicon*과 카로티노이드계 색소인 *lycopene*의 합성어

이며 *esculentum*은 먹을 수 있다는 뜻을 가지고 있다(Kim JH 2009). 토마토는 온대지방에서 주로 재배되는 가지과의 일년생 작물로서, 2002년 미국 시사주간지 Time지에 10대 건강식품으로 선정될 정도로 세계적인 건강식품이며 세계 각국에

서 해마다 생산량이 증가하고 있고 우리나라에서도 기후풍토가 적합하여 전국에 걸쳐 재배되고 있는 대표적인 과채류이다(Moon KD et al 1992, 농촌진흥청 2007). 국내에서 재배되고 있는 토마토의 품종은 완숙토마토와 cherry형 토마토로 구분되는데, 그 중 완숙 토마토는 과실의 착색 정도에 따라 도색계와 적색계로 나뉘고 성장습성에 따라 무한 성장형과 유한 성장형으로 나뉘며 종류로는 서광, 영광, 광수, 강육, 광명, 풍영, 선명, 호영, 토마토 등이 있다. 또한, 개당 중량이 20 g 정도가 되며 풍미와 질감과 미각, 색채면에서 우수한 cherry형 토마토(*Lycopersicon esculentum mill ssp.*)의 종류로는 꼬꼬, 빼빼, 미니캐롤, 산체리엑스트라, 케롤 7, 체루시미니, 미니카프리, 옐로우 케롤, 금방울, 꿀, 다다기, 루비, 뽀뽀 등이 있다(농촌진흥청 2007, Seo BH 2006, Kim HY 2009). 토마토의 주요 소비 형태는 서양에서는 토마토를 올리브오일과 함께 오븐에 굽거나 팬에 익혀 섭취하기도 하고, 소스의 형태로 고기나 파스타에 많이 이용하며, 주스 및 케찹, 퓨레 등 음료와 조미 등의 가공용으로 많이 이용하고 있고, 덜 익은 토마토는 피클로도 이용되는 등 소비량이 많다(Lee JS et al 2008). 그러나 우리나라의 경우는 주로 생식용이나 주스로 먹는 경우가 많으며, '요리 및 샐러드'로 먹는 비중이 약간씩 증가되는 추세이다(Kim KS · Chae YK 1997).

토마토의 일반성분은 가식부 100 g당 수분 95.2%, 단백질 0.9 g, 지질 0.1 g, 당질 2.9 g, 섬유소 0.4 g, 칼슘 9 mg, 인 19 mg, 철 0.3 mg, 나트륨 5 mg, 칼륨 178 mg, 베타카로틴 542 μ g, 비타민 B1 0.04 mg, B2 0.01 mg, 나이아신 0.6 mg, 비타민 C 11 mg이다(Seo BH 2006). 그 중에서도 비타민 C는 채소작물 가운데 가장 많은 양을 함유하고 유기산, 무기산 및 당분이 많아 고기 및 지방의 소화를 돕는 일을 하고 있다(최관순 1987, Miladi S et al 1969). 또한 citric acid는 0.5~21%, 유리 아미노산이 0.07~0.09% 함유되어 독특한 맛을 주며 유리 아미노산 중에서는 glutamic acid가 가

장 많이 함유되어 있다(Lee BH et al 1972, Lee JS et al 2008).

토마토 관련 연구로는 토마토와 토마토 가공식품 중 lycopene이 암과 항산화에 미치는 영향(Edward G 1999, Edward G et al 2002), 토마토 과실이 성숙하는 동안의 색 변화, 경도, 무기성분의 변화, 비타민 함량의 변화, 감압 저장 시 토마토과실의 향기 및 지질성분의 변화에 대한 연구(Gram EH et al 1983) 등이 있으며 토마토 가공 관련 연구로는 토마토 죽 제조(Seo BH 2006), 토마토 파우더의 lycopene 안정성(Anguelova T · Warthesen 2000), 토마토와 토마토 가공 제품의 영양 성분(Mendel F et al 2000) 등의 연구가 보고되었다. 한편, 토마토는 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있는데 항산화력과 항암작용이 우수한 라이코펜(lycopene)이 풍부하며(Pannala AS et al 1998), 과피에는 다량의 페놀물질이 존재하고 이들 가운데 플라본(flavone)류의 quercetin은 전립선암의 예방에 효과가 있다고 알려져 있다(Xing N et al 2001, Culing Z et al 2002, Friedman M 2002). 뿐만 아니라, 생육단계 중에 각종 영양소(비타민류)나 색소류(carotene, lycopene) 및 제2차 대사산물(페놀류)을 생성하고 이러한 성분을 섭취하는 동물이나 사람들에게 유익한 영양성분을 제공하며(Chen GP et al 2001) 생육단계 과정에서 토마토 열매는 비대해지고 색깔도 녹색(클로로필)에서 황색(β -carotene), 붉은색(lycopene)으로 변화한다.

이처럼 우수한 영양성과 생리활성 물질을 가지고 있는 토마토에 대해서 국내에서 생산 판매되어지는 품종별 완숙 토마토의 부위에 따른 ascorbic acid, lycopene, β -carotene, α -carotene를 비교 분석해 보고자 한다. 또한 국내에서 널리 판매되고 토마토 가공제품에 대하여 ascorbic acid, lycopene, β -carotene, α -carotene의 함량 차이를 조사하여 우수한 특성을 가진 토마토의 다양한 형태의 섭취, 즉 국내에서 생육형태로만 섭취되어지고 있는 토마토에 대하여 다양한 토마토 가공

제품과 함께 사용하여 영양적으로 우수한 다양한 조리법을 개발하는데 도움이 되고자 한다.

II. 연구내용 및 방법

완숙한 토마토의 품종별 과육(pulp)과 씨를 둘러싸고 있는 부분(jelly)을 구분하여 비타민 C와 lycopene, β -carotene, α -carotene의 차이와 토마토 가공제품 13종에 대한 lycopene, β -carotene, α -carotene 차이를 조사하고자 한다.

1. 실험재료

실험재료는 2009년 6월 경북 의성 단촌면의 하우스재배산지에서 완숙한 5가지 종류의 토마토 (여용, carovita, picolino, yellow, pepe)를 채취하였으며, 토마토 가공제품은 대구에 소재한 H마트에서 구입하여 실험시료로 사용한다.

2. 물리적 특성

토마토의 물리적 특성은 각 품종별(여용, carovita, picolino, yellow, pepe)로 20개의 과실에 대하여 조사하였다. 토마토의 외관적 특성은 vernier caliper(Mittoy. CO., Japan)로 토마토과실의 최장 길이(length; mm)와 토마토과실의 수직인 최장 길이(heigth; mm)를 측정하여 평균값을 구하였다. 무게(weight; g)는 balance(PAG, Switzerland)로 무게를 측정하여 평균값을 구하였다.

3. Ascorbic acid의 추출 및 분석

시료 2 g을 막자사발에 넣고 5 % metaphosphoric acid을 첨가하고 마쇄한 후 glass filter 를 이용하여 흡입 여과한 다음 추출한 용액을 25 mL 메스플라스크에 정용하였다. 정용한 추출액을 여과지로서 다시 여과한 후(여과지: Advantec NO. 2) 원심분리(12,000 rpm, 4 $^{\circ}$ C, 10 min)하여 상등액 40 μ L를 직접 HPLC에 주입하여 분석하였다 (Kim DS et al 2004). Ascorbic acid의 총 함량은 reduced standard ascorbic acid(Wako chemical CO., Japan)의 retention time과 비교하여 동정하였으며, peak면적에 의하여 산출된 값을 기준으로 총 함량을 구하였다. HPLC의 분석조건은 <Table 1>과 같다.

4. Carotene과 lycopene의 추출 및 분석

Carotene과 lycopene의 추출 및 분석은 Kozukue의 방법(Nobuyuki K · Fridman F 2003)을 사용하였다. 시료 2 g에 butyl hydroxytoluene 0.05 g, MgCO₃ 0.1 g에 acetone 용액을 가하여 교반, 추출하고 acetone 여과액에 색소 성분이 추출되지 않을 때까지 이 조작을 반복하였다. 색소가 제거된 잔사에 다시 hexane 용액을 넣어 잔사의 색이 완전히 탈색될 때까지 추출, 여과하였다. 이렇게 얻어진 용액을 büchner funnel에 옮겨 증류수를 첨가 분리 정제한 후 20% KOH/Methanol 용액을 넣어 5 $^{\circ}$ C의 냉암소에서 24시간 동안 검화시켰다. 검화 할 수 없는 화합물은 증류수로 씻어서 검화

<Table 1> Apparatus and conditions for analysis of ascorbic acid by HPLC

Column	Inertsil NH ₂ (5 μ m, 4 \times 250 mm, GL Science)
Pump	Hitachi L-6000
Solvent	Acetonitrile:10mM KH ₂ PO ₄ (85:15,v/v)
Detector	SHIMADZU UV-VIS SPD-10Avp
Injector	HITACHI 655A-40 Auto Sampler
Integrator	HITACHI D-2500
Column temperature	40 $^{\circ}$ C(SHIMADZU Column oven CTO-10vp)
Flow rate	0.7 mL/min
Injection volume	40 μ L
Detection wavelength	254 nm(SHIMADZU UV-VIS SPD-10Avp)

된 용액을 분리, 정제하는 조작을 3-4회 반복한 후 rotary evaporator로 농축하였으며, 이들 색소 농축물에 hexane 5 mL를 가하여 용해한 후 HPLC에 20 uL를 주입하여 분석하였다. Carotene과 lycopene의 동정은 standard carotene(Sigma, carotene mixed isomers, from carrots, $\alpha:\beta=1:2$, USA), standard lycopene(Sigma, USA)의 retention time과 비교하였으며, 표준시료의 peak 면적에 의해 산출된 값을 기준으로 하여 총 함량을 구하였다. Carotene과 lycopene을 분석하기 위한 HPLC분석 조건은 <Table 2>와 같다.

5. 통계처리 방법

토마토 품종 및 부위별과 토마토 가공제품의

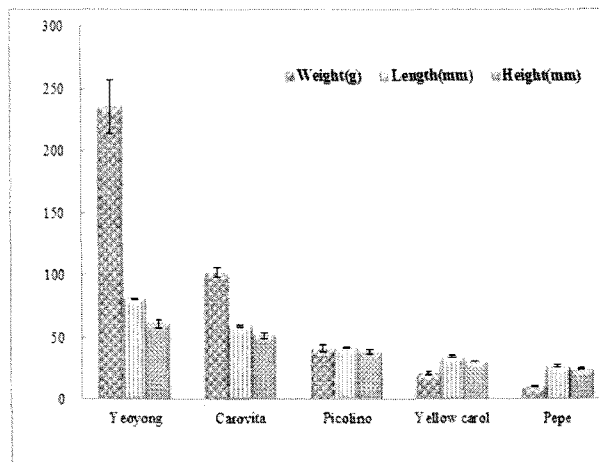
분석 결과는 SPSS 12.0을 이용하여 통계 분석하였다. 시료 간의 유의성 검증은 단일분산분석(one-way ANOVA)을 이용하여 분석하였으며, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 각 시료 간의 유의적 차이를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

<Fig. 1>은 토마토 품종별 크기 및 무게를 나타낸 것이다. 토마토의 무게(weight/g)와 크기(length/mm, height/mm)는 여용이 weight(234.82 mm), length(80.91 mm), height(60.87 mm)가 가장 높은 수치를 나타내었으며, pepe는 weight(10.38 mm), length(27.05 mm), height(24.28 mm)가 가장

<Table 2> Apparatus and conditions for analysis of carotene and lycopene by HPLC

Column	Li Chrospher RP-18(5 μ m, 4.0×250 mm, Merck)
Pump	Hitachi L-6000
Solvent	Acetonitrile:Methanol:Dichloromethane:n-hexan (50:40:5:5, v/v)
Detector	HITACHI 655A
Injector	HITACHI 655A-40 Auto Sampler
Integrator	HITACHI D-2500
Column temperature	30°C(SHIMADZU Column oven CTO-10vp)
Flow rate	1 mL/min
Injection volume	20 uL
Detection wavelength	453 nm(SHIMADZU SPD-10Avp)



<Fig. 1> Physical characteristics of different tomatoes

낮은 수치를 나타내어 토마토 품종별 물리적 특성의 차이가 있었다. 이는 picolino, yellow, pepe 품종은 cherry형 토마토 품종으로 완숙형 토마토와 크기에 대한 차이가 존재함을 알 수 있었다.

<Table 3>은 토마토의 품종 및 부위별 ascorbic acid의 함량을 분석한 결과이다. Pulp 부위는 picolino (12.27 mg/100g)가 다른 품종에 비해 월등히 높은 수준을 나타내었으며, jelly 부위는 yellow carol (16.67 mg/100g), picolino(14.34 mg/100g)가 높은 함량 수준을 나타내었다. pulp와 jelly 모두 $p<0.001$ 수준에서의 유의함을 나타내었다. 또한 pulp와 jelly의 ascorbic acid 함량 수준의 차이는 pepe 9.3배, yellow carol 6.6배, carovita 5.9배, 여용 3.9배, picolino 1.2배 수준으로 pulp보다 jelly가 월등히 높음을 알 수 있었다. Kim DS

et al.(2004)의 연구에서 토마토(품종명: momotaro)의 ascorbic acid는 완숙 된 50일째의 시료에서 21.48 mg/100g 으로 나타났으며, 이는 본 연구에서 사용된 여용, carovita, pepe, yellow carol의 pulp와 jelly 함량을 더한 함량 보다는 높은 수준이지만, picolino 보다는 다소 낮은 함량 수준이었다. 또한 Seo BH(2006)의 연구에 의하면 토마토의 가식부 100 g당 ascorbic acid는 11 mg으로 여용과 carovita의 경우 pulp와 jelly의 합친 함량이 이 보다 낮은 수치를 나타내었다. 이는 품종별 ascorbic acid의 함량 수준의 차이가 존재하므로 토마토의 조리 시 ascorbic acid의 최대한 섭취할 수 있도록 품종별 특징을 고려하여 조리를 하여야 하겠다.

<Table 4>는 토마토 가공제품의 ascorbic acid

<Table 3> Ascorbic acid contents of fresh tomatoes

(mg/100g f.w.)

Variety	Pulp	Jelly	Pulp+Jelly
Yeoyong	2.24±0.78 ^b	8.64±0.93 ^d	10.88
Carovita	1.31±0.30 ^b	7.72±0.06 ^d	9.03
Picolino	12.27±1.53 ^a	14.34±0.29 ^b	26.61
Yellow carol	2.54±0.36 ^b	16.67±0.89 ^a	19.21
Pepe	1.22±0.36 ^b	11.31±0.40 ^c	12.53
F-value	101.111 ^{***}	112.988 ^{***}	-

*** $p<0.001$, average±SD.

^{abcd} Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

<Table 4> Ascorbic acid contents of tomato products

(mg/100g f.w.)

Variety	Ascorbic acid
Hunt's whole peeled tomatoes	7.25±0.05 ^c
Longobardi fratelli whole peeled tomatoes	4.90±0.23 ^{fg}
Hunt's diced tomatoes	6.91±0.70 ^{ef}
Menu polpavera tomato pulp	3.66±0.64 ^g
Great value tomato puree	1.03±0.24 ^h
Hunt's tomato paste	12.94±0.81 ^c
Hunt's tomato sauce	10.03±0.89 ^d
Great value mexican style hot tomato sauce	6.45±0.28 ^{ef}
Great value tomato juice	13.04±0.51 ^c
Gaya tomato juice	22.63±3.66 ^a
Lotte tomato juice	11.83±0.37 ^{cd}
Heinz tomato ketchup	5.97±0.51 ^{ef}
Chungjungwon tomato ketchup	15.87±1.17 ^b
F-value	100.850 ^{***}

*** $p<0.001$, average±SD.

^{abcdefgh} Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

의 함량을 분석한 결과이다. 토마토 가공제품별 ascorbic acid의 가장 높은 함량 수준을 나타낸 것은 gaya사의 토마토주스 제품이 22.63 mg/100g f.w.로서 가장 낮은 함량 수준을 나타낸 great value사의 토마토피레 제품이 1.03 mg/100g f.w.로 가장 낮은 수준으로 gaya사의 토마토주스 제품보다 22배 가량 낮은 함량 수준이다. 토마토 가공제품별 ascorbic acid의 함량 수준은 제품 형태에 따른 일정한 특징을 가지는 것이 아니지만, 토마토 주스 제품들이 타 제품들보다는 ascorbic acid 함량 수준이 높았다. Seo BH(2006)의 연구에 의하면 토마토의 가식부 100 g당 ascorbic acid는 11 mg으로 토마토 가공제품 13품목 중 8개의 품목이 이보다 낮은 함량 수준을 나타내었다. 하지만 이는 가공 시 토마토 이외에 첨가되는 다양한 첨가제의 영향에 따른 것으로 ascorbic acid 함량 수준에 따라 제품을 평가하기에는 다소 무리가 있었다.

<Table 5>는 품종별 토마토의 부위별 lycopene, β -carotene and α -carotene의 함량을 분석한 결과이다. 품종별 lycopene의 함량은 pulp 부위의 경우

picolino(2057.50 ug/100g f.w.) 품종이 jelly 부위는 여용(1950.27 ug/100g f.w.) 품종이었다. Picolino 품종은 jelly 부위보다 pulp 부위의 함량 수준이 2.3배였으며, jelly 부위 중 가장 높은 함량 수준을 나타낸 여용 품종은 pulp 부위보다 1.7배 수준이었다. 이는 각 품종별 pulp와 jelly 부위 간의 lycopene의 함량 수준은 일정한 차이가 존재하지 않음을 알 수 있었다. 품종별 β -carotene의 함량은 pulp 부위의 경우 carovita(793.80 ug/100g f.w.), picoline(747.31 ug/100g f.w.)가 가장 높은 함량 수준을 나타내었으며, jelly 부위의 경우는 여용(1292.21 ug/100g f.w.)이 가장 높은 함량 수준을 나타내었다. Carovita와 picolino 품종은 pulp 부위와 jelly 부위의 β -carotene의 함량 수준의 큰 차이를 나타내지 않았지만, 여용 품종은 pulp 부위 보다 jelly 부위가 2.7배 높은 함량 수준을 나타내었다. 품종별 α -carotene의 함량은 pulp 부위의 경우 carovita(174.18 ug/100g f.w.), picoline (163.56 ug/100g f.w.)가 가장 높은 함량 수준을 나타내었으며, jelly 부위의 경우는 carovita(242.34

<Table 5> Lycopene, β -carotene and α -carotene contents of fresh tomatoes

(ug/100g f.w.)

	Variety	Pulp	Jelly	Pulp+Jelly
Lycopene	Yeoyong	1148.34±28.18 ^b	1950.27±63.94 ^a	3098.61
	Carovita	1260.72±5.16 ^b	1025.98±0.32 ^b	2286.70
	Picolino	2057.50±51.50 ^a	909.96±19.32 ^b	2967.46
	Yellow carol	291.48±3.47 ^c	218.40±8.22 ^c	509.88
	Pepe	1358.11±11.89 ^b	837.82±18.80 ^b	2195.93
	F-value	11838.220 ^{***}	11724.638 ^{***}	
β -carotene	Yeoyong	475.15±15.08 ^b	1292.21±13.72 ^a	1767.36
	Carovita	793.80±116.84 ^a	742.72±213.99 ^b	1536.52
	Picolino	747.31±113.71 ^a	688.39±47.84 ^b	1428.70
	Yellow carol	137.38±58.28 ^c	117.05±11.83 ^c	254.43
	Pepe	738.99±92.84 ^a	868.78±163.76 ^b	1607.77
	F-value	229405.653 ^{***}	534181.112 ^{***}	
α -carotene	Yeoyong	52.71±1.19 ^b	146.92±20.33 ^b	199.63
	Carovita	174.18±50.72 ^a	242.34±28.84 ^a	416.53
	Picolino	163.56±28.94 ^a	114.07±21.64 ^b	277.63
	Yellow carol	n.d.	n.d.	n.d.
	Pepe	97.31±16.70 ^b	124.87±8.11 ^b	1095.18
	F-value	16317.506 ^{***}	22494.223 ^{***}	

***p<0.001, average±SD, n.d.=not detected,

^{abc} Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

ug/100g f.w.)가 가장 높은 함량 수준을 나타내었다. 특히 yellow carol 품종의 경우 lycopene, β -carotene 함량의 경우 부위별과 상관없이 가장 낮은 함량 수준을 나타내었으며, α -carotene의 경우는 pulp 및 jelly 부위 모두 검출되지 않았다. 이상의 결과에서 품종별 및 각각의 pulp와 jelly 부위 모두 lycopene, β -carotene α -carotene 함량에 대한 $p < 0.001$ 수준에서의 유의한 차이를 나타내었다. Kim DS et al.(2004)의 연구에서 토마토(품종명: momotaro)의 lycopene은 완숙 된 50일째에 5991.97(ug/100g f.w.)을 나타내어 본 연구에 사용된 토마토품종들 보다는 함량 수준이 높음을 알 수 있었다.

<Table 6>은 토마토 가공제품의 lycopene, β -carotene과 α -carotene의 함량을 분석한 결과이다. 토마토 가공제품별 lycopene의 가장 높은 함량 수준을 나타낸 것은 hunt사의 토마토페이스트 제품이 11,500.49 ug/100g f.w.로서 가장 낮은 함량 수준을 나타낸 heinz사의 토마토케찹 제품이 1540.08 ug/100g f.w.로 가장 낮은 수준으로 hunt사의 토마토페이스트 제품보다 7.5배 가량 낮은 함량 수준이다. 토마토 가공제품별 β -carotene의 가장 높은 함량 수준을 나타낸 것은 great value사

의 토마토펬레 제품으로 1926.97 ug/100g f.w.로서 가장 낮은 함량 수준을 나타낸 heinz사의 토마토케찹 제품 보다 약 38배 가량 높은 함량 수준이다. 토마토 가공제품별 α -carotene의 가장 높은 함량 수준을 나타낸 것은 hunt사의 토마토페이스트 제품으로 382.61 ug/100g f.w.이었으며, 가야사의 토마토주스, 롯데사의 토마토주스, heinz사의 토마토케찹, 청정원사의 토마토케찹의 경우 α -carotene이 분석되지 않았다. 이처럼 토마토 가공제품은 토마토의 가공 형태 및 첨가제로서의 역할에 따른 lycopene, β -carotene, α -carotene의 함량 수준의 차이가 존재함을 알 수 있었다.

Edward G(1999), Edward G et al.(2002) 연구에서는 토마토에 들어 있는 lycopene은 비타민 A의 전구체인 카로티노이드계의 붉은 색을 띠고, 좋지 않은 생활 습관에 의해 걸리게 되는 병과 노화의 원인이 되는 활성 산소를 없애주는 항산화작용 뿐만 아니라 전립선암, 폐암, 대장암의 예방과 치료에 효과가 있다고 보고되어 최근 크게 주목을 받고 있는 성분이며, 또한 lycopene은 올리브 오일 등과 같은 기름과 함께 조리하면 흡수율이 훨씬 높다는 보고가 있다. 또한 토마토는 항산화력과 항암작용이 우수한 라이코펜의 주요 급원식

<Table 6> Lycopene, β -carotene and α -carotene contents of tomato products

(ug/100g f.w.)

Variety	Lycopene	β -carotene	α -carotene
Hunt's whole peeled tomatoes	6970.06±408.82 ^{bc}	1522.18±632.89 ^b	220.55±0.68 ^b
Longobardi fratelli whole peeled tomatoes	3570.58±84.31 ^{de}	1222.39±31.42 ^c	83.99±24.00 ^{ef}
Hunt's diced tomatoes	5150.45±269.87 ^d	713.62±54.78 ^{def}	84.81±1.26 ^f
Menu polpavera tomato pulp	6600.85±136.27 ^{bc}	856.55±51.17 ^{de}	74.83±2.45 ^f
Great value tomato puree	8570.73±126.62 ^c	1926.29±37.50 ^a	83.01±9.92 ^{ef}
Hunt's tomato paste	11500.49±35.91 ^a	1692.97±27.33 ^{ab}	382.61±8.72 ^a
Hunt's tomato sauce	9340.91±76.31 ^{ab}	999.64±50.28 ^{cd}	159.00±7.41 ^d
Great value mexican style hot tomato sauce	6740.68±68.12 ^{bc}	657.94±29.09 ^{efg}	193.01±38.14 ^c
Great value tomato juice	8700.34±195.02 ^{ab}	560.37±0.89 ^{efg}	109.91±24.74 ^c
Gaya tomato juice	3660.07±13.10 ^{de}	343.44±32.35 ^{gh}	n.d
Lotte tomato juice	3010.79±18.51 ^{de}	477.49±7.95 ^{fg}	n.d
Heinz tomato ketchup	1540.08±12.56 ^e	50.64±1.55 ^h	n.d
Chungjungwon tomato ketchup	2630.59±12.20 ^{de}	339.70±7.19 ^{gh}	n.d
F-value	273747.152 ^{***}	977127.387 ^{***}	36848.609 ^{***}

*** $p < 0.001$, average±SD, n.d.=not detected,

abcdehgh Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

품으로 미국인들의 경우, 약 80%의 라이코펜을 토마토나 토마토 가공식품들로부터 공급받다고 하였다(Rock CL et al. 1997). Hwang ES · Phyllis EB(2005)은 신선한 토마토에서 과량의 lycopene을 효율적으로 공급받기 위해서는 적절한 매개체가 필요하며, 토마토와 lycopene의 항암활성을 입증할만한 충분한 연구가 되어 있지만, 이들 효과가 lycopene에 근거하는지, lycopene의 산화물질 혹은 lycopene의 카로티노이드 전구물질인 phytoene과 phytoflyene의 상승효과에 의한 것인지는 아직까지 보고된 바가 없다고 하였다. 또한 토마토 가공식품과 lycopene의 섭취와 전립선암의 치료와의 상호관계에 대한 좀 더 많은 연구와 이해가 요구된다고 하였다. 이는 lycopene와 토마토에 포함되어 있는 다른 성분들 간의 상호작용 및 섭취 방법에 관한 좀 더 구체적인 연구가 필요하다.

IV. 요약 및 결론

국내에서 생육형태로만 섭취되어지고 있는 토마토에 대하여 다양한 토마토 가공제품과 함께 사용하여 영양적으로 우수한 다양한 조리법을 개발하는데 도움이 되고자 우수한 영양성과 생리활성 물질을 가지고 있는 토마토에 대해서 품종별 완숙 토마토의 부위와 토마토 가공제품에 대하여 ascorbic acid, lycopene, β -carotene, α -carotene의 함량 차이를 조사한 결과는 다음과 같다.

토마토의 무게(weight)와 크기(length, height)는 토마토 품종별 물리적 특성의 차이는 picolino, yellow, pepe 품종은 cherry형 토마토 품종으로 완숙형 토마토와 크기에 대한 차이가 존재함을 알 수 있었다. 토마토의 품종 및 부위별 ascorbic acid의 함량을 분석한 결과 pulp와 jelly와 ascorbic acid 함량 수준의 차이는 pepe 9.3배, yellow carol 6.6배, carovita 5.9배, 여용 3.9배, picolino 1.2배 수준으로 pulp보다 jelly가 월등히 높음을 알 수 있었다. 토마토 가공제품의 ascorbic acid의 함량

은 토마토 주스 제품들이 타 제품들보다는 ascorbic acid 함량 수준이 높았지만, 가공 시 토마토 이외에 첨가되는 다양한 첨가제의 영향에 따른 것으로 ascorbic acid 함량 수준에 따라 제품을 평가하기에는 다소 무리가 있었다.

품종별 lycopene의 함량은 pulp 부위의 경우 picolino(2057.50 ug/100g f.w.) 품종이 jelly 부위는 여용(1950.27 ug/100g f.w.) 품종이었다. Picolino 품종은 jelly 부위보다 pulp 부위의 함량 수준이 2.3배였으며, jelly 부위 중 가장 높은 함량 수준을 나타낸 여용 품종은 pulp 부위보다 1.7배 수준이었다. 이는 각 품종별 pulp와 jelly 부위 간의 lycopene의 함량 수준은 일정한 차이가 존재하지 않음을 알 수 있었다. carovita와 picolino 품종은 pulp 부위와 jelly 부위의 β -carotene의 함량 수준의 큰 차이를 나타내지 않았지만, 여용 품종은 pulp 부위 보다 jelly 부위가 2.7배 높은 함량 수준을 나타내었다. 품종별 α -carotene의 함량은 pulp 부위의 경우 carovita(174.18 ug/100g f.w.), picolino(163.56 ug/100g f.w.)가 가장 높은 함량 수준을 나타내었으며, jelly 부위의 경우는 carovita(242.34 ug/100g f.w.)가 가장 높은 함량 수준을 나타내었다. 특히 yellow carol 품종의 경우 lycopene, β -carotene 함량의 경우 부위별과 상관없이 가장 낮은 함량 수준을 나타내었으며, α -carotene의 경우는 pulp 및 jelly 부위 모두 검출되지 않았다.

토마토 가공제품별 lycopene의 가장 높은 함량 수준을 나타낸 것은 hunt사의 토마토페이스트 제품이 11,500.49 ug/100g f.w.로서 가장 낮은 함량 수준을 나타낸 heinz사의 토마토케찹 제품이 1540.08 ug/100g f.w.로 가장 낮은 수준으로 hunt사의 토마토페이스트 제품보다 7.5배 가량 낮은 함량 수준이다. 토마토 가공제품별 β -carotene의 가장 높은 함량 수준을 나타낸 것은 great value사의 토마토포레 제품으로 1926.97 ug/100g f.w.로서 가장 낮은 함량 수준을 나타낸 heinz사의 토마토케찹 제품 보다 약 38배 가량 높은 함량 수준이

다. 토마토 가공제품별 α -carotene의 가장 높은 함량 수준을 나타낸 것은 hunt사의 토마토펜이스트 제품으로 382.61 ug/100g f.w.이었으며, 가야사의 토마토주스, 롯데사의 토마토주스, heinz사의 토마토케찹, 청정원사의 토마토케찹의 경우 α -carotene이 분석되지 않았다. 이처럼 토마토 가공제품은 토마토의 가공 형태 및 첨가제로서의 역할에 따른 lycopene, β -carotene, α -carotene의 함량 수준의 차이가 존재함을 알 수 있었다.

한글 초록

우수한 영양성분과 생리활성 물질을 함유하고 있는 토마토에 대해서 품종별 완숙 토마토의 부위와 토마토 가공제품에 대하여 ascorbic acid, lycopene, β -carotene과 α -carotene의 함량 차이를 조사한 결과 토마토의 품종에 따른 ascorbic acid 함량 수준의 차이가 존재하며, 부위별에서는 pulp보다 jelly가 월등히 높은 함량 수준을 나타내었다. 토마토 가공제품의 ascorbic acid의 함량은 토마토 주스 제품들이 타 제품들보다는 ascorbic acid 함량 수준이 높았지만, 가공 시 토마토 이외에 첨가되는 다양한 첨가제의 영향에 따른 것으로 ascorbic acid 함량 수준에 따라 제품을 평가하기에는 다소 무리가 있었다. 품종별 lycopene의 함량은 품종별 pulp와 jelly 부위 간의 lycopene의 함량 수준은 일정한 차이가 존재하지 않음을 알 수 있었다. 대부분의 품종의 부위별 β -carotene의 함량 수준의 큰 차이를 나타내지 않았지만, 여용 품종은 pulp 부위 보다 jelly 부위가 2.7배 높은 함량 수준을 나타내었다. 품종별 α -carotene의 함량은 pulp와 jelly 부위 모두 가장 높은 함량 수준을 나타내었으며, yellow carol 품종의 경우 lycopene, β -carotene 함량의 경우 부위별과 상관없이 가장 낮은 함량 수준을 나타내었으며, α -carotene의 경우는 pulp 및 jelly 부위 모두 검출되지 않았다. 토마토 가공제품별 lycopene, β -carotene, α -carotene의 함량 수준은 전체적으로 유의성 있는 차이를

보였는데 이는 토마토 가공제품은 토마토의 가공 형태 및 첨가제로서의 역할에 따른 lycopene, β -carotene, α -carotene의 함량 수준의 차이가 존재함을 알 수 있었다. 본 연구를 통하여 우수한 특성을 가진 토마토의 다양한 형태로의 섭취, 즉 국내에서 생육형태로만 섭취되어지고 있는 토마토에 대하여 다양한 토마토 가공제품과 함께 사용하여 영양적으로 우수한 다양한 조리법을 개발하는데 도움이 되고자 한다.

참고문헌

농촌진흥청(2007). 토마토 가공에 관한 실용화 연구. 연구보고서. pp 7-39

최관순(1987). 고추 토마토 다수확재배 이론과 실제. 오성출판사, 서울. pp252-253

Angueloya T, Warthesen(2000). Lycopene stability in tomato powder. *J Food Sci.* 65(1):67-70

Chen GP, Wilson ID, Kim SH, Grierson D(2001). Inhibiting expression of a tomato ripening-associated membrane protein increases organic acids and reduces sugar levels of fruit. *Planta.* 212(5):799-807

Culig Z, Klocker H, Bartsch G, Hobisch A(2002). Androgen receptors in prostate cancer. *Endor Relat Cancer* 9(3):155-170

Edward G(1999). Tomatoes, tomato-based products, lycopene and cancer. *J National Cancer Institue* 91(4):317-331

Edward G, Eric BR, Yan L, Meir JS, Walter CW (2002). A prospective study of tomato products, lycopene and prostate cancer risk. *J National Cancer Institue* 94(5):391-398

Friedman M(2002). Tomato glycoalkaloids: Role in the plant and in the diet. *J Agric Food Chem* 50(21):5751-5780.

Gram EH, Peter A, Timothy JD(1983). Assessing the coulor of tomato fruit during repening. *J*

- Sci Food Agric* 34(3): 286-292
- Hwang ES, Phyllis EB (2004). Effects of tomatoes and lycopene on prostate cancer prevention and treatment. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33(2):455-462
- Kim DS, Kozukue N, Han JS, Kim MH(2004). The changes of components by maturity stage of tomato II. *Korean J Food Culture* 19(6): 605-610
- Kim HY(2009). Studies on detection of functional materials and antitumor activities in tomato. Ph. D Uiduk University. pp 1-7
- Kim JH(2009). Quality characteristics of tomato sauce prepared with functional herbs and tomato puree. Graduate school of Sejong University Ph. D. Thesis. pp 12-15
- Kim JH, Kim HC, Song BH(2009). Quality Characteristics of Tomato Sauces Prepared using Different Tomato Varieties. *Korean J Food Culture* 24: 433-439.
- Kim KS, Chae YK(1997). The effects of addition of oligosaccharide on the quality characteristics of tomato jam. *Korean J Soc Food Sci* 13(3):348-355.
- Lee BH, Yang CB, Yu TJ(1972). Studies on the Chemical Composition of Some Fruit Vegetables and Fruits in Korea (I). On the Free Amino Acid and Sugar Contents in Tomato, Watermelon, Muskmelon, Peach and Plum. *Korean J Food Sci Technol* 4(1):27-32
- Lee JS, Cho MS, Hong JS(2008). Quality characteristics of sulgidduk containing added tomato powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24(3): 375-381.
- Mendel F, Fitch TE, Yokoyama WH(2000). Lowering of plasma LDL cholesterol in hamsters by the tomato glycoalkaloid tomatine. *Food Chem Toxicol* 38(7):549-553.
- Miladi S, Gloud WA, Clements RL(1969). Heat processing effect on starch, sugars, proteins, amino acids, and organic acids of tomato juice. *Food Technol* 23: 93-95
- Moon KD, Lee CH, Kim JK, Sohn TH(1992). Storage of tomatoes by polyethylene film packaging and CO₂ Treatment. *Korean J Food Sci Technol* 24(6):603-609.
- Nobuyuki K, Friedman M(2003). Tomatine, chlorophyll, β -carotene and lycopene content in tomatoes during growth maturation. *J Sci Food Agric* 83(3):1-6
- Pannala AS, Rice-Evans C, Sampson J, Singh S(1998). Interaction of peroxynitrite with carotenoid and tocopherols within low density lipoprotein. *FEBS letters* 423(3):297-301
- Rock CL, Flatt SW, Wright FA(1997). Responsiveness of carotenoids to high vegetable diet intervention designed to prevent breast cancer recurrence. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 6(1):617-623
- Seo BH(2006). A study of preparing gruel and quality characteristics of tomato gruel. Masters degree thesis. Sejong University, Seoul. pp 1-2
- Xing N, Chen Y, Mitchell SH, Young CV(2001). Quercetin inhibits the expression and function of the androgen receptor in LNCaP prostate cancer cells. *Carcinogenesis* 22(3):409-414

2011년 04월 12일 접수
 2011년 05월 30일 1차 논문수정
 2011년 06월 14일 게재확정