

방울토마토 첨가량을 달리한 당화 방울토마토죽의 항산화 및 ACE 저해 효과

김진숙[†] · 김자영 · 장영은

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Physiological Activities of Saccharified Cherry Tomato Gruel Containing Different Levels of Cherry Tomato Puree

Jin Sook Kim[†], Ja Young Kim and Young Eun Chang

Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration

Abstract

This study was conducted to investigate the physiological activities of saccharified cherry tomato gruel containing different levels(0, 15, 30, and 45%) of cherry tomato puree. The total phenolic compound and flavonoids contents of saccharified cherry tomato gruel with cherry tomato puree were 1.73-5.09 mg/g and 0.28-7.01 mg/g, respectively. DPPH radical scavenging activities of saccharified cherry tomato gruel with cherry tomato puree were 8.67-92.58%, respectively. The ABTS radical scavenging activities of saccharified cherry tomato gruel with cherry tomato puree ranged from 6.02 to 61.59%. The ACE inhibitory activity of cherry tomato rice gruel increased with cherry tomato puree showed a range of 38.85-62.15%, respectively. With increasing additions of cherry tomato puree, the total phenolic compound and flavonoid contents, DPPH and ABTS radical scavenging activities and, ACE inhibitory activities were increased significantly ($p < 0.05$). In conclusion, saccharified cherry tomato gruel could be used as a gruel processing method to in order to increase the functional values of gruels.

Key words : gruel, cherry tomato, antioxidant activities, ACE inhibitory activity.

1. 서론

고령화 시대에 진입하게 되면서 젊고 건강한 삶 영위를 위해 일상적으로 섭취하는 식품의 중요성에 대한 인식 전환이 일어나 항산화성, 항암 등의 기능성이 알려진 식품에 대한 소비가 증가되고 있는 추세이다. 과일이나 채소에 함유된 비타민 C, α -tocopherol과 같은 천연 화합물은 산화억제 기능이 생체 내에서도 발현된다고 알려지고, 이들 비타민을 포함한 sulfuroxide, 총 페놀성 화합물 등은 nitrosamine 생성을 억제하는 기능으로 항암성 화합물로 인정을 받고 있어 영양과 건강기능적인 측면에서 관심의 대상이 되고 있다(Frankel EN

1996).

방울토마토(cherry tomato, *Lycopersicon esculentum* var.)는 일반 토마토에 비해 당도가 2-3도 높고, 유기산의 함량도 많은 채소이다(Na YP 등 2007). 방울토마토의 성분은 비타민 A와 C 뿐만 아니라 카로틴, 아데닌, 토마틴, 코린 등을 함유하고 있어 이들이 콜레스테롤 수치와 혈압을 낮추는 역할을 한다고 한다(Roh KS 2010, Agarwol S와 Rao AV 1998). 방울토마토의 붉은 색소인 lycopene과 flavone류의 강력한 항산화능이 알려지면서 각종 암을 비롯한 뇌졸중, 심장질환 및 당뇨병 등의 성인병 예방에 효과적으로 나타나 그 소비량이 늘고 있다(Ahrens MJ와 Huber DJ 1990, Friedman M 2002). 방울토마토를 포함한 토마토는 우리나라에서는 20여 종이 재배되고 있고 소비자의 기호에 맞게 생식하거나 소스, 케첩 및 통조림 등으로 이용되고 있다. 현재까지 토마토를 이용한 식품 제조 및 기능성에 관한 선행 연구로는 토마토를 첨가한 배추김치(Kim EJ 2005), 저지방 유허형 소시지(Park NY 등 2006), 허브와 토마토 퓨레의 기능성을 이용한 토마토 소스(Kim JH

[†]Corresponding author: Kim Jin Sook, Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-853, Korea
Tel: +82-31-299-0470
Fax: +82-31-299-0454
E-mail: preetyjs@korea.kr

2008), 방울토마토 열매로부터 분리된 lectin의 생화학적 특성 (Na YP 등 2007), 토마토 추출액 복합체가 전립선 암세포와 전립선 비대증에 미치는 영향(Kang HS 등 2007), 토마토로부터 N-nitrosodium-ethylamine 생성 억제 유효성분 검색(Choi SY 등 2006), 토마토가 마우스의 면역활성에 미치는 영향(Lim SD 등 2006), 토마토와 라이코펜이 전립선암의 예방과 치료에 미치는 영향(Hwang ES와 Bowen PE 2004) 등이 있다.

죽(gruel)은 현대인의 바쁜 생활 속에서 간단하게, 편하게, 건강하게 식사를 해결할 수 있는 음식이고, 다양한 부재료 첨가에 의해 건강보양식, 별미식, 식사대용식으로 다양하게 변화하고 있어 죽 시장점유율도 높아지고 있다(June JH 등 1998a). 죽의 선행 연구로는 '임원십육지'에 나타난 죽의 문헌적 고찰(Kim GY 등 1998), 쌀죽의 종류 및 조리방법(Lee HJ 등 2003, Shin HS와 Cho EJ 1996), 죽에 관한 견해 설문조사(June JH 등 1999), 수입쌀과 국내산 쌀로 제조한 죽(Han SH와 Oh MS 2001), 수침시간 및 마쇄시간에 따른 흰죽 평가(Lee JH 등 2005), 쌀 입자크기에 따른 죽(Yang YH 2007), 잣(Zhang X 등 2003), 호도(June JH 등 1998b), 감국(Yoon OH 2005) 및 결명자(Kim JH 2006) 등 여러 부재료를 넣고 조리한 죽, 죽의 유형별 조리법에 고찰(Lee HJ와 Jung MS 2000) 등으로 제조법과 그에 관한 품질특성 조사가 대부분이다. 하지만 최근에 Hwang IG 등(2011)과 Kim JS 등(2011)은 전통 식혜압죽의 옛기름 사용원리를 응용한 새로운 죽 조리법으로 당화 잡곡죽과 당화 쌀죽의 품질특성에 대해 보고한 바 있다. 즉 잡곡 또는 쌀의 전분을 분해할 수 있는 효소제 역할을 하는 맥아(옛기름) 대신에 쌀코지(rice koji)를 이용하여 당화시켜 만든 쌀 당화액(rice mash)을 조제하여 죽의 조리수(물) 대체로 rice mash를 사용하여 당화 죽을 제조한 것이다. 쌀을 기본재료로 하여 물을 넣고 끓여 조리하는 전통적인 쌀죽의 조리방법에 비해 rice mash을 물 대신에 조리수로 쓰는 당화 죽은 영양적, 기호적 특성이 향상되었다고 한다(Hwang IG 등 2011, Kim JS 등 2011). 이와 같은 원리를 응용하여 Kim JS 등(2012)은 rice mash에 딸기를 넣은 당화 딸기죽에 있어 품질이 좋아지고 항산화 효과가 있음을 보고하였다. 또한 Kim JS 등(2011)은 방울토마토를 0-45% 범위에서 첨가량을 달리하여 제조한 당화 방울토마토죽의 품질특성은 첨가량에 따라 의존적으로 영양적, 기호적 특성이 향상됨을 보고하였다. 이와 같은 맥락에서 본 고에서는 항산화 효과 및 ACE 저해 효과를 검토하여 방울토마토 첨가에 의한 당화 방울토마토죽의 건강기능적 향상을 꾀할 수 있는 새로운 죽 조리법의 기초자료로 활용되길 바란다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

실험에 사용한 쌀, 방울토마토는 경기도 수원시 대형마트에서 구입하였다. 이때 쌀은 물에 2시간 불린 후에 상법에 준하여 습식쌀가루를 제조하여 죽의 제조 원료로 사용하였다.

방울토마토는 꼭지를 제거 후 세척하여 믹서기(Philips, HR1378, Slovenia)로 2분간 갈아 1컵의 면포(거즈 형태)로 걸러내고 냄비에 15분간 걸쭉해질 때까지 끓여 퓨레 형태로 완성하여 냉동보관하여 죽의 첨가 재료로 사용하였다. 이때 퓨레의 농도는 디지털당도계(Atogo, Tokyo, Japan) 당도 8.4° Brix % 수준으로 고정화하였다.

2. 당화 방울토마토죽의 제조

Kim JS 등(2011)의 방법에 따라 rice koji에 호화된 쌀을 넣고 54°C에서 6시간 당화하여 rice mash을 조제한 후 다시 이를 이용하여 당화 방울토마토죽을 제조하였다(Fig. 1). 이때 방울토마토죽의 재료배합은 Table 1과 같이 rice mash에 쌀가루를 일정량(20 g) 넣은 다음 그 무게 대비(w/w) 방울토마토 퓨레(이하 방울토마토로 명명)를 각각 0, 15, 30, 45%(w/w)로 첨가한 후 끓기 시작하면 약한 불에서 3분간 더 가열하여 죽을 완성하였다.

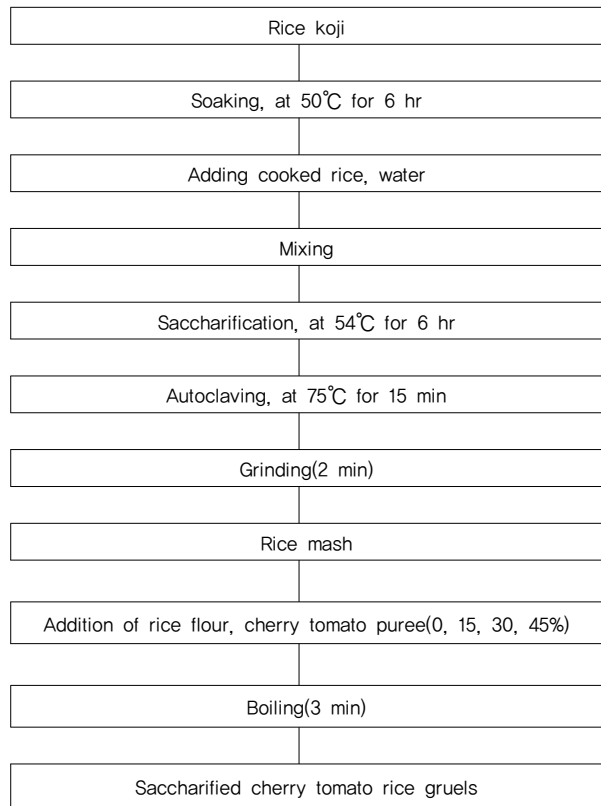


Fig. 1. Procedures of preparation of saccharified cherry tomato rice gruels.

Table 1. Formula for preparation of saccharified cherry tomato rice gruels with cherry tomato puree

Sample ¹⁾	Ingredients(g)			Total
	Rice flour	Rice mash	Cherry tomato puree	
CT0	20	250.0	0	270.0
CT15	20	209.5	40.5	270.0
CT30	20	169.0	81.0	270.0
CT45	20	128.5	121.5	270.0

¹⁾ CT0 : saccharified cherry tomato gruel containing 0% cherry tomato puree.
 CT15 : saccharified cherry tomato gruel containing 15% cherry tomato puree.
 CT30 : saccharified cherry tomato gruel containing 30% cherry tomato puree.
 CT45 : saccharified cherry tomato gruel containing 45% cherry tomato puree.

3. 당화 방울토마토죽의 추출물 조제

방울토마토 첨가량을 달리하여 제조한 당화 방울토마토죽에 함유된 유용성분을 추출하기 위하여 시료를 10배 물로 희석하여 향온수조기(Wisebath, wsb-30, Seoul, Korea)에 넣고 60℃, 3시간씩 2회 진탕 추출한 다음 원심분리기(Hitachi, himacr 21G II, Japan)에 10,000 rpm으로 30분간 원심분리 후 상층액을 얻었다. 상층액은 진공농축기(Buchi, DE R-205V, Flawil 1, Switzerland)에서 40℃로 농축하고 1% 농도로 정량하여 당화 방울토마토죽의 추출물 시료로 사용하였다.

1) Total polyphenol 함량 측정

당화 방울토마토죽의 추출물에 대한 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu법에 준하여 측정하였다(Dewanto V 등 2002). 즉 추출물 시료 0.1 mL에 증류수 8.4 mL와 2 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) 0.5 μL를 넣고 20% Na₂CO₃와 1시간 반응 후 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 garlic acid(Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 이용하여 검량선을 작성한 다음 정량하여 계산하였다.

2) Total Flavonoid 함량 측정

당화 방울토마토죽의 추출물에 대한 총 플라보노이드 함량은 추출물 시료 250 μL에 증류수 1 mL와 5% NaNO₂ 75 μL를 가한 다음, 5분후 10% AlCl₃ 6H₂O 150 μL를 가하여 6분간 방치하고 1 N NaOH 500 μL를 가하여 반응하게 하였다. 반응액은 510 nm에서 흡광도를 측정하였고 표준물질은 catechin hydrate를 0.02-0.1%로 희석하여 검량선을 작성하고 총 플라보노이드 함량을 계산하였다(Dewanto V 등 2002).

3) DPPH(1, 1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) radical 소거능 측정

당화 방울토마토죽의 추출물에 대한 DPPH(Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA)의 환원력을 측정하였다(Tepe B 등 2006). 즉 0.2 mM DPPH 용액 0.8 mL에 각각의 시료 0.2 mL를 첨가한 후에 실온에서 30분 동안 방치하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 무첨가구에는 시료 대신 시료를 녹인 용매 0.8 mL를 첨가하여 시료 첨가구에 대한 흡광도를 측정하였다. 시료 첨가구와 무 첨가구의 흡광도의 차이를 백분율로 표시하여 전자공여능을 측정하여 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity(\%)} = \left[1 - \frac{(1 - \text{absorbance value of sample})}{\text{absorbance value of control}} \right] \times 100$$

(1) ABTS radical 소거능 측정

당화 방울토마토죽에 대한 추출물의 ABTS radical 소거능은 Van den 등(1999)의 방법을 변형하여 측정하였다. 0.1 mM의 2,2'-azobis(2-amidinopropane dihydrochloride)(AAPH, Wako)는 100 mM PBS(pH 7.4)에 녹인 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) 2.5 mM ABTS와 혼합한 후 빛을 차단시키면서 68℃에서 12분간 반응시켰다. ABTS 용액의 농도는 734 nm에서 0.65±10.2 정도가 되도록 조정하였다. 추출물 시료 20 μL와 ABTS solution 980 μL를 넣어 37℃에서 10분간 반응시켜 735 nm에서 측정하였다. ABTS 라디칼 소거능은 시료 처리구와 무처리구의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity(\%)} = \left[1 - \frac{(1 - \text{absorbance value of sample})}{\text{absorbance value of control}} \right] \times 100$$

(2) ACE(angiotensin converting enzyme) 저해활성 측정

당화 방울토마토죽의 추출물에 대한 ACE 저해활성은 Cushman DW와 Cheung HS (1971)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 0.05 M Na₂B₄O₇ 135 mL와 0.2 M H₃BO₃ 165 mL를 혼합하고 pH 8.3으로 조정된 완충용액의 10 mL에 1 g의 rabbit lung acetone powder(ACE, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 4℃에서 24시간 동안 교반한 후, 30분간 원심분리(4℃, 12,000 rpm, 30분)하여 ACE 조효소액을 얻었다. 시료 50 μL에 12.5 mM Hip-His-Leu(HHL, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 100 μL를 첨가하여 ACE 조효소액 100 μL를 가하고 37℃에서 60분간 반응시켰다. 1 M HCl 250 μL를 넣고 반응을 정지한 다음 ethyl acetate 1.5 mL를 넣고 잘 혼합 후 원심분리(3,000 rpm, 4℃)를 15분간 실시하여 상등액 500 μL를 얻었다. 이 상등액은 80℃에서 30분간 완전히 건조시켜 증류수를 넣은 후에 228 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구로서는 추출물 대신 추출용매 50 μL를 가해 실험하였으며, ACE 저해활성 효과는 다음 계산식을

이용하여 계산하였다.

$$\text{ACE inhibition activity(\%)} = \left[1 - \frac{(1 - \text{absorbance value of sample})}{\text{absorbance value of control}} \right] \times 100$$

4. 통계처리

실험결과는 SAS(Statistical analysis system, Verison 8.1, SAS Institute Inc.)를 이용하여 분산분석과 Duncan's multiple range test로 각 시료간의 유의성을 검정하였다($p < 0.05$).

III. 결과 및 고찰

1. Total Polyphenol 함량

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물로서 이는 항산화 효과를 갖는 생리활성 물질로 알려져 있어(Ferrers F 등 2009) 방울토마토 첨가량을 달리하여 제조한 당화 방울토마토죽의 total polyphenol 함량을 분석하였다(Table 2). 따라서 방울토마토를 각각 0, 15, 30, 45% 수준으로 첨가하여 제조한 방울토마토죽의 총 폴리페놀 함량은 각각 1.73, 3.42, 3.95, 5.09 mg/g으로서 방울토마토 첨가량에 따라 총 폴리페놀 함량이 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 감국죽의 폴리페놀 함량에서도 감국의 추출물(25-100%)과 분말(2-8%) 첨가량이 증가할수록 값이 높아지는 경향이였다(Yoon OH 2005). 또한 방울토마토 50%를 첨가한 배추김치가 방울토마토를 넣지 않은 배추김치보다 총 폴리페놀함량이 5배나 많다고 보고하였다(Kim EJ 2005). 따라서 방울토마토는 자체 함유하는 페놀화합물(Friedman M 2002)로 인하여 방울토마토죽의 첨가량에 의해 당화 방울토마토죽의 폴리페놀 함량이 증가되는 것으로 보인다.

2. Total Flavonoid 함량

방울토마토에는 다량의 페놀물질 중에 플라보류에 속하는 quercetin은 전립선 암 예방 및 항산화 효과가 있는 것으로 보고(Kim JH 2006)된 바 있다. 죽은 전통적으로 조리수로서 물을 첨가하여 조리하는 방식이고 당화죽은 물 대신에 rice mash를 넣고 조리하는 것으로 죽의 섭취 후 건강기능적 효과의 간접적 해석을 위해 수용성 물질에 중점을 두고 분석하였다. 또한 신동빈(2012)은 식품의 조리 가공 또는 저장 시에 제조 원료와 배합특성, 열처리방식 등에 따라 갈변 등의 색소변화가 폴리페놀, 플라보노이드 함량에 영향을 준다고 한다. 따라서 방울토마토 첨가량 수준을 달리하여 제조한 당화 방울토마토죽에 대한 물 추출물의 total flavonoid 함량을 분석하였다(Table 2). 방울토마토를 각각 0, 15, 30, 45% 수준으로 제조한 당화 방울토마토죽의 총 플라보노이드 함량은 0.28, 2.07, 3.65, 7.01 mg/g으로서 방울토마토 첨가 수준에 따라

총 플라보노이드 함량이 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 방울토마토 25-45% 첨가구(CT15, CT30, CT45)에 있어서 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량은 방울토마토가 함유하고 있는 라이코펜, 플라본 등의 항산화성 물질에 의해 첨가 수준에 따라 높아지는 것(Ahrens MJ와 Huber DJ 1990, Friedman M 2002)으로서 방울토마토를 첨가한 죽은 건강지향의 죽 조리제품 개발에 활용할 수 있을 것으로 보인다.

Table 2. Total polyphenol, flavonoid contents of water extracts¹⁾ from saccharified cherry tomato gruels, (mg/g, Mean±SD, n=3)

Sample ²⁾	Total polyphenol	Total flavonoid
CT0	1.73± 0.00 ^{db)}	0.28±0.00 ^d
CT15	3.42± 0.00 ^c	2.07±0.00 ^c
CT30	3.95± 0.00 ^b	3.65±0.01 ^b
CT45	5.09± 0.01 ^a	7.01±0.01 ^a

¹⁾1% extract of saccharified cherry tomato rice gruels

²⁾Sample : refer to Table 1

^{3)a-d} Means with different letters within the same column are significantly different from each other at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

3. DPPH(1, 1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) radical 소거활성 효과

DPPH는 페놀성 물질과 플라보노이드 물질 등에 대한 항산화 작용의 지표(Torel J 등 1986)로 보고되고 있으며, 이러한 물질들은 활성산소를 비롯하여 인체 내의 free radical 소거능이 뛰어나다(Oh SJ 등 1997). 방울토마토를 0-45% 수준으로 첨가하여 제조한 당화 방울토마토죽의 DPPH 라디칼 소거활성 효과를 분석하였다(Table 3). 방울토마토 무첨가구(CT0)의 DPPH 라디칼 소거활성이 8.67%인 반면, 방울토마토를 각각 15, 30, 45% 첨가한 구(CT15, CT30, CT45)에서는 34.84, 56.22, 92.58%로 높게 나타났다($p < 0.05$). Kim JH(2006)은 결명자죽의 연구결과에서 결명자 추출물의 첨가량이 증가할수록 전자공여능 값은 증가하였고, 대조군과 큰 차이를 나타내었다고 한다. 당화 방울토마토죽에서 방울토마토 첨가량에 따라 DPPH 라디칼 소거활성 효과가 높아지는 것은 페놀화합물, 플라보노이드 함량이 증가되는($p < 0.05$) 경향과 같다. Kim EJ(2005)은 토마토 50%를 첨가한 배추김치가 토마토를 첨가하지 않은 배추김치 보다는 DPPH 라디칼 소거활성 효과가 좋았다고 한다. 이러한 결과로부터 방울토마토에는 lycopene과 같은 카로티노이드 색소가 함유되어 있고 그밖에도 비타민 C, flavone류 등의 생리활성 물질의 영향이라고 사료된다.

4. ABTS radical 소거활성 효과

방울토마토의 첨가량을 각각 0, 15, 30, 45%로 첨가하여 제조한 당화 방울토마토죽의 추출물에 대한 ABTS radical 소거활성을 분석하였다(Table 3). ABTS radical 소거활성에 있어 방울토마토 무첨가구(CT0)에서는 6.02%였고 방울토마토 45%

첨가구(CT45)에서는 61.59%로 다른 처리구(CT 15, CT30)에 비해 높았다($p < 0.05$). 이는 lycopene, 비타민 C, 플라보노이드, 폴리페놀 화합물을 함유한(Ahrens MJ와 Huber DJ 1990, Friedman M 2002) 방울토마토의 첨가량에 기인하여 ABTS radical 소거능이 따라서 높아진 것이다. 이상의 결과로부터 총 폴리페놀 함량과 DPPH라디칼 소거능, ABTS radical 소거능과의 항산화 활성에 있어 상관관계를 갖는다는 보고(Kim JH 2006, Kim JH 2008)와 유사하였다.

Table 3. DPPH, ABTS radical scavenging activity and ACE inhibition activity of water extracts¹⁾ from saccharified cherry tomato gruels, (% , Mean \pm SD, n=3)

Sample ²⁾	DPPH radical scavenging activity	ABTS radical scavenging activity	ACE inhibitory activity
CT0	8.67 \pm 0.02 ^{db}	6.02 \pm 0.01 ^d	38.85 \pm 0.59 ^d
CT15	34.84 \pm 0.04 ^c	12.58 \pm 0.01 ^c	40.63 \pm 0.29 ^c
CT30	56.22 \pm 0.04 ^b	44.16 \pm 0.01 ^b	43.30 \pm 0.88 ^b
CT45	92.58 \pm 0.02 ^a	61.59 \pm 0.00 ^a	62.15 \pm 1.30 ^a

¹⁾1% extract of saccharified cherry tomato rice gruels

²⁾Sample : refer to Table 1

^{3)a-d} Means with different letters within the same column are significantly different from each other at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

5. ACE(angiotensin converting enzyme) 저해활성 효과

ACE 저해제는 ACE 효소저해에 의해 angiotensin II의 생성 저해, 알도스테론의 감소, 혈관확장제 bradykinin 증가로 신장혈관을 확장시켜 나트륨 배설을 촉진함으로써 혈압을 낮출 수 있는 역할을 한다(Oh SJ 등 1997). 방울토마토의 첨가량을 달리하여 제조한 당화 방울토마토죽의 ACE 저해활성을 측정하였다(Table 3). ACE 저해활성은 방울토마토 무첨가구(CT0)가 38.85%인 것에 비해 방울토마토 15, 30, 45% 첨가구(CT15, CT30, CT45)에서는 각각 40.63, 43.30, 62.15%로 다소 증가되는 경향이였으나($p < 0.05$) DPPH 라디칼 소거 효과에 비해 낮았다. 만약 항고혈압 효과를 목적으로 하는 경우는 방울토마토 첨가량을 더 넣은 진한 죽을 제조해야 할 것으로 보인다. 토마토의 lycopene에 의한 LDL 콜레스테롤과 관련하여 산화를 방지하고 관상동맥질환과 동맥경화의 위험을 낮춘다거나(Agarwal S와 Rao AV 1998) lycopene 섭취가 심혈관계 질환 기능에 영향을 준다는 보고(Koh MS 등 2010)와 관련된다는 것을 간접적으로 확인하였다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 당화과정을 거쳐 생성된 쌀 당화액(rice mash)에 방울토마토를 각각 0-45% 수준으로 첨가하여 제조한 당화 방울토마토죽의 항산화능과 ACE 저해 효과를 측정하여

건강지향성 죽으로서 이용가능성을 제시하고자 하였다. 방울토마토를 0, 15, 30, 45%씩 첨가한 처리구(CT0, CT15, CT30, CT45)의 총 폴리페놀 함량은 각각 1.73, 3.42, 3.95, 5.09 mg/g이었고, 총 플라보노이드 함량은 0.28, 2.07, 3.65, 7.01 mg/g로서 모두 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 당화 방울토마토죽의 DPPH 라디칼 소거능에 있어 방울토마토 무첨가구(CT0)가 8.67%이었고 나머지 15, 30, 45% 첨가구에서는 각각 34.84, 56.22, 92.58%로서 방울토마토 첨가량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거활성 효과가 급하게 높아지는 경향이였다($p < 0.05$). ABTS radical 소거활성에서도 방울토마토 무첨가구(CT0)가 6.02%인 것에 비해 15, 30, 45% 첨가구(CT15, CT30, CT45)에서는 12.58, 44.16, 61.59%로 높게 나타났다($p < 0.05$). 방울토마토 무첨가구(CT0)에서 ACE 저해 활성능이 38.85%인 것에 비해 방울토마토 15, 30, 45% 첨가구(CT15, CT30, CT45)에서는 각각 40.63, 43.30, 62.15%로 나타나 방울토마토의 첨가량이 증가할수록 ACE 저해활성이 높아지는 경향이였다($p < 0.05$). 라이코펜, 페놀 및 플라보노이드계 화합물을 지닌 방울토마토의 첨가 수준에 따라 당화 방울토마토죽의 항산화 및 항고혈압 효과가 증가되는 경향이였다($p < 0.05$). 따라서 전보에서 밝힌 Kim JH 등(2011)이 당화 방울토마토죽의 섭취로 얻을 수 있는 영양성, 기호성 등의 품질향상 결과와 더불어 볼 때, 본 고의 방울토마토 첨가량에 따라 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량이 상대적으로 많아지고 ACE 저해활성 효과에 증가되는 것으로 항산화 및 항고혈압에 관한 건강지향적 효과를 방울토마토죽에서 기대할 수 있다. 향후 현대인의 식품 섭취로서 관심의 대상이 지속될 수 있게 토마토가 지닌 lycopene, carotenoid 등의 지용성 성분의 흡수 이용을 최대한 살릴 수 있는 조리법을 접목한 음식의 기능성 고찰에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 보인다.

V. 감사의 글

본 연구는 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ0075512012)에 의해 이루어진 것으로서 감사드립니다.

참고문헌

신동빈. 2012. 전문유통기한 설정시험법. 한국식품정보원. 서울. pp 105

Agarwal S, Rao AV. 1998. Tomato lycopene and low density lipoprotein oxidation: a human dietary intervention study. J Food Lipids 33(10): 981-984

Ahrens MJ, Huber DJ. 1990. Physiology and firmness determination of ripening tomato fruit. Physiol Plant 78(1):8-14

- Choi SY, Lee IS, Lee SJ, Shon MY, Shin JH, Seo JK, Kang MJ, Sung NJ. 2006. Screening for components to inhibit N-nitrosodimethylamine formation from tomato. *J Life Sci* 16(5):794-798
- Cushman DW, Cheung HS. 1971. Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem Pharmacol* 20(7):1637-1648
- Dewanto V, Wu X, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50(18): 4959-4964
- Ferrers F, Gomes D, Valentano P, Goncalves R, Pio R, Chagas EA, Seabra RM, Andrade PB. 2009. Improved loquat (*Eriobotrya japonica Lindl*) cultivars : variation of phenolics and antioxidative potential. *Food Chem* 114(3):1019-1027
- Frankel EN. 1996. Antioxidants in lipid foods and their impact on food quality. *Food Chemistry* 57(1):51-56
- Friedman M. 2002. Tomato glycoalkaloids ; role in the plant and in the diet. *J Agric Food Chem* 50(20):5751-5760
- Han SH, Oh MS. 2001. A comparative study on quality characteristics of jook (traditional korean rice gruel) made of imported and domestic rices (*chuchung byeo*). *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17(6):604-610
- Hwang ES, Bowen PE. 2004. Effects of tomatoes and lycopene on prostate cancer prevention and treatment. *J Korean Food Sci Nutr* 33(2): 455-462
- Hwang IG, Kim JS, Yoo SM, Kim JY, Yang JW. 2011. The quality characteristics of saccharified minor cereal prepared with different grain kojis. *Korean J Food Cookery Sci* 27(6):661-669
- June JH, Yoon JY, Kim HS. 1998a. A study on the preference of korean traditional 'jook' . *Korean J Dietary Culture* 13(5):497-507
- June JH, Yoon JY, Kim HS. 1998b. A study on the development of 'Hodojook' . *Korean J Dietary Culture* 13(5):509-518
- June JH, Yoon JY, Kim HS. 1999. Perception of 'jook' by the individual characteristics of korean. *Korean J Soc Food Sci* 15(6):565-578
- Kang HS, Kim GY, Jung I, Oh SD, Kim CH, Shim BS, Park KH, Oh SJ. 2007. The effect of the compound of tomato extract to the prostatic cancer cell and the prostate of the rat model of benign prostatic hyperplasia. *Korean J Pharmacogn* 38(2):197-203
- Kim EJ. 2005. Preparation of tomato-added kimchi and its characteristics. *Korean J Food Cookery Sci* 22(4):535-544
- Kim GY, Lee CJ, Park HW. 1998. A comparative study on the literature of the cooking product of grain (rice, gruel) in Imwonshibyukhi(I). *J East Asian Dietary Life* 8(4):360-378
- Kim JH. 2006. Optimization of preparation condition on cassia tora L. Jook by response surface methodology. Masters degree thesis. Myong-ji University, Gyeonggi, Korea. pp 57-58
- Kim JH. 2008. Quality characteristics of tomato sauce prepared with functional herbs and tomato. Doctorate thesis. Sejong University. Seoul, Korea. p 12-99
- Kim JS, Kim JY, Chang YE. 2012. The quality characteristics and antioxidant properties of saccharified strawberry gruels. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41(6):752-758
- Kim JS, Kim JY, Yang JW. 2011. The quality characteristics of saccharified cherry tomato rice gruel prepared with rice mash. *Korean J Food Cookery Sci* 27(6):758-762
- Koh MS, Hwang JS, Moon A. 2010. Lycopene inhibits proliferation invasion and migration of human breast cancer cells. *Biomolecules and therapeutics* 18(1):92-98
- Lee HJ, Chang PS, Lee YH. 2003. Classification and category determination of korean traditional cereal foods. *Food Sci Industry* 36(1): 47-65
- Lee HJ, Jung MS. 2000. Research of kinds of rice porridges and recipes of it. *Korean J Food & Nutr* 13(3):281-290
- Lee JH, Seo HS, Kim SH, Lee JR, Hwang IK. 2005. Soaking properties and quality characteristics of korean white gruel with different blending time of high-dietary fiber rice 'Goami 2' . *Korean J Food Cookery Sci* 21(6):927-935
- Lim SD, Han CK, Sung KS, Kim KS. 2006. Effect of dietary fats and tomato on the immune functions of BALB/c mice. *Korean J Food Sci Technol* 38(2):273-278
- Na YP, Lee SM, Roh KS. 2007. Biochemical characterization of lectin isolated from cherry tomato. *J Life Sci* 17(2):254-259.
- Oh SJ, Kim SK, Bake YJ, Cho KH. 1997. Angiotensin I converting enzyme inhibitory activity of the K-casein fragments hydrolyzed by chymotrypsin, pepsin and trypsin. *Korean J Food Sci Technol* 29(6):1316-1318
- Park NY, Park KN, Lee SH. 2006. Effect of tomato ketchup on fermentation and quality of kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 38(5):655-658
- Roh KS. 2010. Antifungal activity and biochemical characterization of lectin isolated from locular fluid of cherry tomato fruit. *KSBB Journal* 25(3):289-296
- Shin HS, Cho EJ. 1996. Analytical study of jook(korean gruel) appeared in the books. *Korean J Dietary Culture* 11(5):609-619
- Tepe B, Sokmen M, Akpulat HA, Sokmen M. 2006. Influence of heat

- treatment on the antioxidant potentials of six salvia species from Turkey. *Food Chem* 95(2):200-2004
- Torel J, Gillard J, Gillard P. 1986. Antioxidant activity of flavonoid and reactivity with peroxy radical. *Phytochem* 25: 383-385
- Van den Berg R, Haenen GR, Van den Berg H, Bast A. 1999. Applicability of an improved Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures. *Food Chem* 66(4):511-517
- Yang YH, Oh SH, Kim MR. 2007. Effect of grain size on the physicochemical properties of rice porridge. *Korean J Food Cookery Sci* 23(3):314-320
- Yoon OH. 2005. Quality characteristics of porridge prepared by adding chrysanthemum indicum L. Masters degree thesis. Myong-ji University, Gyeonggi, Korea. pp 100-101
- Zhang Xian, Lee FZ, Kum JS, Ahn TH, Eun JB. 2003. The effect of processing condition on preference in sensory quality of pine nut gruel. *Korean J Food Sci Technol* 35(1):33-37