

당유자 유래 Flavonoids 농축액이 첨가된 감귤 음료의 쥐 비만 및 혈중 지질에 미치는 영향

최영훈^{1*} · 이영재² · 이선이¹ · 채치원¹ · 박석만¹ · 김상숙¹ · 안현주³ · Dale King² · 한창훈² · 홍현주²

¹국립원예특작과학원 감귤시험장, ²제주대학교 수의과대학, ³국립원예특작과학원 기획조정과

Effect of Concentrated Dangyooja-derived Flavonoids Extract Added to Citrus Beverage on Obesity and Blood Lipids in Rats

Younghun Choi^{1*}, Young Jae Lee², Sunyi Lee¹, Chiwon Chae¹, Sukman Park¹, Sang Suk Kim¹, Hyunjoo An³, Dale King², Changhoon Han², and Hyunju Hong²

¹Citrus Research Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Seogwipo 699-946, Korea

²College of Veterinary Medicine, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea

³Planning and Coordination Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Suwon 440-706, Korea

Abstract. This study aimed to develop a new type of functional citrus beverage (Citrus-F) containing flavonoids extracted from the young fruits of satsuma mandarin (*Citrus unshiu*) and matured fruits of Jeju native dangyooja (*C. grandis*). We made beverages that contained 30% of satsuma mandarin extract with different percentages of concentrated dangyooja-derived flavonoid extracts. In sensory evaluation, the highest response indices of color, taste and aroma were from the beverages based on the 30% young fruit extracts plus 15% (Citrus-F-15) and 20% (Citrus-F-20) flavonoids extract from the dangyooja using the KILO prep. In the changes of body weight after oral administration of the Citrus-F, the rat group with HF diet plus the Citrus-F decreased the body weight compared to the rat group fed only HF diet. This effect was to be continued for 9 weeks until the end of experiment. In the lipid content in blood, the rat group with oral administration of citrus extractions merely tended to resolve it in serum test. However, all the 0.1% Citrus-F-15 and Citrus-F-20 treated rat groups from the beginning or after 5 weeks appeared the lowest lipid contents in the blood. In the cholesterol contents, the rat group feeding the KILO-prep's extraction from the beginning weren't significantly recognized them in the group but the rat group feeding 0.1% Citrus-F-15 acted to reduce in the cholesterol contents from 5 weeks. The results indicated that the Citrus-F-15 with rich flavonoids might be main source alleviating the vascular diseases and obesity in human diet.

Additional key words: cholesterol, citrus extract, diet, KILO prep, satsuma mandarin

서 언

예로부터 궁중에 진상되었으며 생식뿐만 아니라 약재로서의 활용도가 높았던 감귤은 비타민 공급원, 식이섬유 공급원, 유기산 공급원 및 유리당의 공급원으로서 활용되고 있으며, 감귤에 포함되어 있는 다량의 플라보노이드의 항암, 동맥 경화 예방 등의 효과가 알려지면서 그 가치가 더욱 높아지고 있다. 특히 진귤 및 당유자를 포함하는 제주 재래귤들은 고기능성 성분인 플라보노이드를 많이 함유하고 있는

것으로 알려져 있다(Kim et al., 2009).

대표적인 겨울 과실인 감귤에서 이미 확인된 플라보노이드는 약 60여종 이상이며(Horowitz and Gentili, 1977) 플라본류(flavones), 플라바논류(flavanones), 플라보놀류(flavonols), 플라반류(flavans) 및 안토시아닌(anthocyanins)으로 크게 5종으로 분류되고, 유럽 등에서는 주요 다이어트 급원으로 각광 받고 있다(Tripolie et al., 2007).

1930년대에 플라보노이드의 항산화 작용이 노벨의학상 수상자인 Albert Szent-Gyorgy에 의해 보고된 이래(Hodek

*Corresponding author: yhunchoi@korea.kr

※ Received 27 June 2011; Revised 6 February 2012; Accepted 16 February 2012.

et al., 2002), 플라보노이드는 항산화 기능뿐만 아니라 순환기계 질환의 예방, 항염증, 항알레르기, 항균, 항바이러스, 지질 저하 작용, 면역증강 작용, 모세혈관 강화 작용 등 다수의 보고 및 관련 연구가 늘어나고 있는 추세이다. 감귤은 플라보노이드 등 기능성 성분의 함유량이 높은 과실로(Hasegawa and Maier, 1972), 그 성분의 함량은 감귤 과실의 특정 발육 단계에서 더욱 높아진다(Benavente-Garcia et al., 1993; Berhow and Vandercook, 1991; Castillo et al., 1992, 1993; Del Rio and Ortuño, 1994; Del Rio et al., 1992; Hasegawa and Maier, 1981; Jourdan et al., 1985; Ortuño et al., 1995; Vandercook and Tisserat, 1989). 즉 플라보노이드는 감귤과실의 초기 발육단계에서 왕성한 합성이 일어나기 때문에 완숙된 과실보다는 유과에서 더 높은 함량을 나타낸다. 그 중 감귤 과피 부위에 풍부하게 함유된 플라보노이드 중 헤스페리딘은 모세혈관의 수축 작용에 따른 혈압강화로 고혈압 예방을 가능케 하고, 나린진 또한 혈액 내 LDL 콜레스테롤의 함량을 낮추는 효능이 있는 것으로 알려져 있다(Demonty et al., 2010).

감귤 재배 기술이 발달하여 감에 따라서 그 생산량은 매년 늘어나고, 이로 인한 가격 하락은 농가 소득과 직결되므로 제주특별자치도에서는 매년 적정 생산량을 유지하기 위하여 적과를 적극 장려해 오고 있다. 따라서 적과되는 청과의 적극 활용 시 농가 소득 증진뿐만 아니라 감귤 산업 1조원 시대를 여는데 이바지 할 수 있을 것으로 여겨진다. 이에 제주 감귤의 이용성을 확대하기 위하여 1996년에 들어서부터 점차적으로 제주의 학계 및 연구기관 등지에서 가공품 개발에 본격적인 연구를 시작하여 현재까지 감귤 발효주, 청과음료, 식초산 음료, 젤리 등 잼류, 기능성 물질인 플라보노이드를 첨가한 기능성 음료 등이 개발되었으며 식품 관련

제품 외에 향장품 원료로서의 청과를 활용한 연구 역시 지속되고 있다(Kim et al., 2008).

따라서 본 연구에서는 제주 재래귤인 당유자 유래 플라보노이드 농축액의 플라보노이드 성분을 대량 추출하여 그 기능적 특성 연구를 통하여 온주 밀감 청과즙에 첨가함으로써 새로운 타입의 고기능성 감귤 음료를 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

온주밀감 청과즙 제조

제주도 서귀포시 하례리에 위치한 감귤시험장 시험포장에 재식되어 있는 13년생 온주밀감(*Citrus unshiu*)인 ‘궁천조생’ 품종에서 과실 비대생장 시기가 끝난 시점인 9월에 미숙 청과를 수확하였다. 수확한 청과는 세척 후 수작업을 통해 과피와 과육을 분리한 다음 과육 부분만 압착방법으로 착즙하였으며, 이를 한외여과기(SK-2, $\Phi 0.45\mu\text{m}$)를 이용하여 여과한 후 청과즙을 준비하였다.

당유자 유래 플라보노이드 농축액 제조

당유자 유래 플라보노이드 농축액을 제조하기 위해 청과를 수확한 동일 포장에 재식된 20년생 당유자(*C. grandis*)에서 10-12월에 걸쳐 수확하여 준비하였다. 수확된 과실은 과피와 과육을 분리한 다음 과피를 98°C 열수에 20분간 침지한 후 압착방법을 이용하여 과피 추출물을 획득하였다. 이번 시험에 이용된 당유자 추출물은 KILO prep(특허등록번호 10-0979524)을 이용하여 Fig. 1에서와 같은 공정으로 추출하여 사용하였다. KILO prep의 주요공정은 연속식으로 추출물을 컬럼에 흡탈착시키면서 순도를 높이는 방식으로

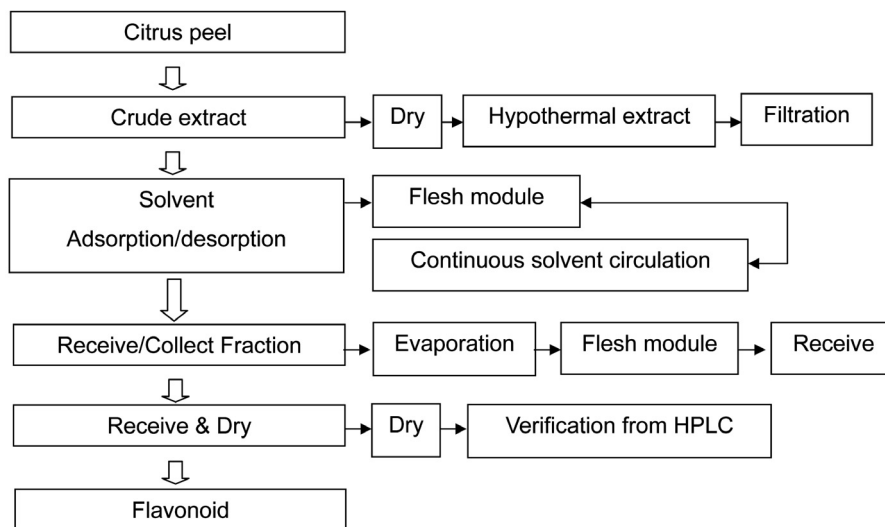


Fig. 1. KILO prep flow chart.

SDVB컬럼을 사용하여 플라보노이드를 연속적으로 흡착시킨 후 회수제인 EtOH를 이용하여 탈착시키는 것이다. 이전 실험에서 60-100% 에탄올을 이용하여 SDVB 컬럼에 흡착되어 있는 플라보노이드를 탈착시켰을 때 에탄올 80%와 90% 농도로 탈착시켰을 때 회수되는 플라보노이드 함량이 가장 높아 본 연구에서는 80%와 90% 에탄올로 컬럼에 흡착되어 있는 플라보노이드를 탈착시켜 플라보노이드 농축액을 얻었다(특허번호 10-0979524). 얻어진 플라보노이드 농축액의 정량분석은 YMC-Pack Pro C18 RS컬럼(4.6 × 250mm; 5µm; YMC, USA)과 UV/Visible detector(Waters 2489, USA)가 장착된 HPLC system(Alliance e2695, Waters, USA)를 이용하여 수행하였다.

당유자 유래 플라보노이드 농축액을 첨가한 온주밀감 음료 (Citrus-F) 제조 및 식미조사

기능성 성분의 첨가 기준은 KILO prep으로 얻어진 당유자 유래 농축액으로 감귤의 주요 플라보노이드인 루틴, 나린진과 hesperidin을 분석하여 기준량을 설정하고 음료를 제조하였다. 음료제조 시 온주밀감 추출액 30%과 함께 당유자 유래 농축액 5, 10, 15, 20, 25%를 함유하는 음료를 각각 제조하여 색깔, 향, 맛에 대한 관능검사를 실시하였다. 관능검사는 제주대학교 학생 100명을 대상으로 실시하였다.

실험동물 및 사육조건

4주령의 Sprague-Dawley(SD)계 수컷 쥐를 (주)대한바이오텍에서 구입하여, 1주일간 환경에 적응시킨 후 실험에 사용하였다. 사육환경은 온도 23 ± 2°C, 습도 50-60%를 유지하였으며, 명암주기는 12시간 단위로 조절하였다. 실험동물은 wire-drop bottom cage에 한 마리씩 넣어 사육하였으며, 물과 사료는 자유 급이하였다.

실험 급이 및 처리

실험동물인 쥐에 섭취시킬 Citrus-F는 플라보노이드 농축액 함량에 따른 관능평가에서 우수한 성적을 나타낸 음료

두 종류를 정하여 Citrus-F-15(당유자유래 농축액 15% 포함)과 Citrus-F-20(당유자유래 농축액 20% 포함)로 명명하여 사용하였다.

Citrus-F-15와 Citrus-F-20의 비만 예방 효과를 확인해 실험동물을 정상 식이(ND-normal diet), 고지방 식이(HF diet-high-fat diet)로 나누어 실험을 수행하였다. 대조군은 다른 첨가물 없이 9주 동안 정상 식이(ND diet)와 고지방 식이(HF diet)를 공급하고 각 군마다 4마리로 나누어 사육 케이지에 한 마리씩 분리하여 9주간 사육하였다. 실험 급이는 두 가지로 실시하였다. 첫 번째는 Citrus-F-15와 Citrus-F-20을 0.1%로 음수와 혼합하여 9주간 자유로이 섭취하도록 하고 두 번째는 4주간은 대조군과 같이 정상 식이와 고지방 식이만을 공급하다가 5주째부터 Citrus-F-15와 Citrus-F-20을 0.1%로 음수와 혼합하여 공급하였다. 식이 섭취량은 2일 간격으로 측정하였고, 실험기간 중 체중의 변화는 일주일 간격으로 측정하였다.

혈청 지질 함량 측정

실험 최종일 모든 실험동물의 복대정맥에서 혈액을 채취하여 혈청 중 triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol 등을 biochemistry analyzer(Express 550/PLUS, Bayer Co., U.S.A.)를 사용하여 측정하였다.

통계처리

모든 실험결과는 평균 ± 표준오차로 나타내었고, 통계검정은 ANOVA에 의한 F-검정으로 수행하였으며 평균간 비교는 Duncan's multiple range test를 사용하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

당유자 유래 플라보노이드 농축액 제조

KILO prep 방식으로 얻어진 당유자 유래 플라보노이드 농축액의 HPLC 분석을 실시한 결과 총 플라보노이드 성분(rutin, hesperidin, naringin, etc.)이 건물 중 기준 30%이상 함

Table 1. Flavonoid contents (based on dry percent) of concentrated Dangyooja extract at the different harvest time and solvent concentration.

Harvest time	Solvent (EtOH)	Rutin	Hesperidin	Naringin	Others ^z	Total
Early October	80%	0.45 ± 0.03 ^y	1.51 ± 0.07	14.0 ± 2.0	2.31 ± 0.55	18.27 ± 2.5
	90%	0.81 ± 0.07	1.54 ± 0.2	18.10 ± 3.2	3.22 ± 0.1	23.67 ± 4.2
Early November	80%	2.38 ± 0.32	2.73 ± 0.11	19.67 ± 2.3	5.30 ± 0.78	30.08 ± 1.9
	90%	2.02 ± 0.09	2.02 ± 0.09	19.22 ± 2.1	2.22 ± 0.12	24.98 ± 3.0

^zNarirutin, hesperitin, naringenin, quercetin, neohesperidin, and unknown total.

^yValues are the mean ± SE (n = 3).

유되어 있음을 확인할 수 있었다(Table 1). 또한 탈착된 추출물을 분석한 결과 회수제 농도에 따른 처리간 차이는 그리 높지 않았지만 에탄올 80%를 사용하여 회수하였을 때 10월 상순보다는 11월 상순에 수확한 시료에서 회수되는 플라보노이드 함량이 더 많은 것을 확인할 수 있었다. 이는 당유자 과피에 있는 주요 플라보노이드의 함량은 과실 비대기가 끝나고 배당체로 변하기 직전인 11월 상순에 더 높아지는 것으로 여겨진다. 이후 실험에서는 플라보노이드 함량이 가장 높게 추출된 11월 상순에 수확한 당유자 과피를 80% 에탄올로 추출한 시료를 시험에 사용하였다.

당유자 유래 플라보노이드 농축액을 첨가한 온주밀감 음료 (Citrus-F) 제조를 위한 관능검사와 외관검토

모든 음료의 기초적인 상품화 조건은 식미도로 이것은 소비자들의 호감도를 높이는 매우 중요한 요소이다(Koh, 2007). 본 연구에서는 당유자 유래 플라보노이드 농축액의 첨가 농도조건을 설정기 위해 엄선된 패널들을 이용해 식미조사를 실시하였다. Table 2에서 보는 바와 같이, KILO prep을 이용하여 얻어진 당유자 유래 플라보노이드 농축액을 온주밀감 청과 착즙액 30%에 첨가한 음료 색상, 맛, 향기에 대한 관능검사를 실시하여 15%와 20%의 당유자 유래 플라보노이드 농축액을 포함하는 음료가 좋은 평가를 받았다.

그러나 맛 조사에서는 농도가 높을수록 호응도가 낮아지는 결과를 얻었고, 이는 감귤 플라보노이드류의 쓴 맛 때문이라 여겨진다. 특히, 감귤 과피, 종자 및 과즙 내 모든 조직에서 발견되는 리모닌과 나린진(naringenin 7 β -neohesperidose)은 가장 강하게 쓴맛을 느끼게 하는 성분들로(Cook, 1983; Yusof et al., 1990), 나린진은 그레이후르츠, 포멜로, 샤워오렌지, 탕자 그리고 금감에 주요한 쓴 성분으로 작용한다(Horowitz and Gentili, 1969).

따라서 루틴 80.58ppm과 헤스페리딘 129.44ppm(data not shown)을 포함하는 온주밀감 청과과즙 30%에 당유자 유래 플라보노이드 농축액의 첨가량에 따른 색상, 맛, 향기에 대

한 관능검사를 우수한 평가를 받은 당유자 유래 플라보노이드 농축액을 15%와 20%를 함유하는 음료 Citrus-F-15와 Citrus-F-20을 제조하여 이후 실험에 사용하였다.

Citrus-F-15와 Citrus-F-20이 쥐의 증체량에 미치는 영향

본 연구에서는 Citrus-F-15와 Citrus-F-20을 경구 투여하여 쥐의 체중 감량 효과를 관찰하였다. HF diet(고지방사료)와 Citrus-F-15와 Citrus-F-20을 병행하여 급이한 군의 경우 HF diet만 단독으로 급이한 군에 비하여 체중의 증가가 감소하는 경향을 나타내었다. 특히 Citrus-F-20을 급이한 군의 경우 체중의 증가가 더욱 감소하는 경향을 보였다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 HF diet 와 Citrus-F-15와 Citrus-F-20을 병행하여 급이한 군의 경우 5주차부터 HF diet만 단독으로 급이한 군에 비하여 체중증가율이 낮아짐을 확인하였다. 특히 7주 이후부터는 뚜렷하게 체중이 감소되어 그 효과는 실험이 끝나는 9주째까지 지속되었다. 체중 감소 효과는 HFD + 0.1%

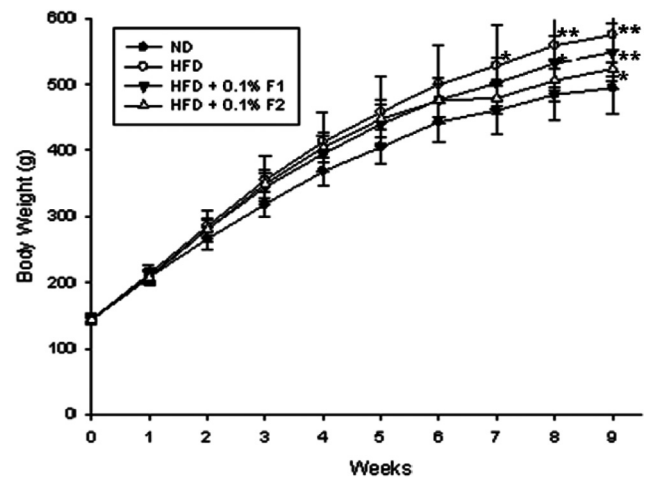


Fig. 2. Changes of body weights in normal and high fat diet rats treated with or without citrus extract. ND, normal diet for 9 weeks; HFD, high fat diet with water for 9 weeks; HFD + 0.1% F1: high fat diet with 0.1% Citrus-F-15 for 9 weeks; HFD + 0.1% F2: high fat diet with 0.1% Citrus-F-20 for 9 weeks. Data are mean \pm SE (n = 4). *** p < 0.05, p < 0.01 vs. ND.

Table 2. Sensory evaluation of citrus beverage contain concentrated Dangyooja-derived flavonoids extracts (n = 11).

Percent of added flavonoid concentrate	Inquiry factor			Total score ^z
	Color	Aroma	Taste	
5	2.8 b ^y	3.5 ns	3.4 a	3.2 ns
10	2.8 b	3.4	3.5 a	3.2
15	3.5 ab	3.4	3.5 a	3.5
20	4.0 a	3.4	3.0 a	3.5
25	4.1 a	3.1	2.6 b	3.3

^zVery good, 5; good, 4; medium, 3; bad, 2; very bad, 1.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test, $P \leq 0.05$.

Citrus-F-15를 급이한 군에 비하여 HFD + 0.1% Citrus-F-20을 급이한 군에서 좀 더 체중이 감소하는 것을 확인할 수 있었으나 음료의 장시간 섭취를 고려하여 맛에 대한 관능 검사에서 평가가 높았던 당유자 유래 플라보노이드 농축액 15%를 함유하는 Citrus-F-15의 조건으로 고기능성 음료 Citrus-F를 제조하였다.

Citrus-F-15와 Citrus-F-20이 쥐의 혈중 지방함량에 미치는 영향

지질은 세포막과 호르몬, 담즙의 주요 성분이면서 세포 에너지원이지만, 혈중 지질 성분이 높을 경우 관상동맥질환 등 각종혈관질환의 위험도를 높인다는 것이 널리 알려져 있다.

유형 병학 연구 중 심장병 관련 연구에서 플라보노이드 섭취는 저밀도 리포단백질 산화(low density lipoprotein oxidation) 작용을 억제한다고 알려져 있으며, 네덜란드와 미국에서는 매일 각각 23, 170mg 정도를 섭취할 것을 권장하고 있다 (Cook and Samman, 1996). Citrus-F-15와 Citrus-F-20이 혈중 지방 함량에 미치는 효과를 확인하기 위해 경구 투여한 쥐를 대상으로 혈청검사에서 혈중지방 함량을 측정한 결과 Table 3에서 보는 바와 같이, Citrus-F-15와 Citrus-F-20을 0.1% 경구 투여한 쥐의 경우 혈중 지방 함량이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 특히 triglyceride의 경우 고지방식에 의해서 비만이 유도된 쥐에 초기부터 0.1% Citrus-F-15를 처리했을 때와 5주 후 처리했을 때 모두 triglyceride 수치가 30% 이상 현저히 낮아짐을 확인하였다. 그러나 total cholesterol 및 HDL-cholesterol의 수치는 고지방식을 제공한 쥐에 5주 후부터 Citrus-F-15를 경구 투여하였을 때 그 수치가 낮아짐을 확인할 수 있었다. Citrus-F-15의 적정 처리 농도를 알기 위해 0.1%와 0.2%로 Citrus-F-15를 처리한 결과 0.1% Citrus-F-15를 처리하였을 때 triglyceride, total cholesterol 및 HDL-cholesterol의 수치가 더 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 KILO

prep을 통해 추출한 당유자 유래 플라보노이드 농축액 15%를 포함하는 온주밀감 음료가 혈중 지질 수치를 낮추는데 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

새롭게 제조된 당유자 유래 플라보노이드 농축액 15%를 포함하는 온주밀감 음료에 많이 포함되어 있는 플라보노이드는 동맥 내 지방 침적을 억제하는 항아테롬성 동맥경화 작용을 하는 것으로 알려져 있다(Hertog et al., 1993). Kim et al.(2003)은 천연 헤스페리틴이 hypolipidemic 특성을 갖고 있으며 헤스페리틴 및 그 대사물들을 투여한 경우 plasma cholesterol과 triglyceride 수치가 유의하게 낮아졌고 in vivo에서 plasma lipid를 낮추는 작용도 하며 HMG-CoA reductase와 acyl-CoA:cholesterol acyltransferase HMG-CoA reductase 활성을 감소시켜 콜레스테롤 합성을 줄이는 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 또한 이러한 작용의 적정농도는 0.066 mmol·100g⁻¹이라고 보고하였다. Lee et al.(1999)도 고콜레스테롤식 군에서 감귤 나린제닌 투여는 HMG-CoA reductase의 활성을 억제할 뿐만 아니라 plasma 콜레스테롤 수준도 낮춘다고 하였다.

본 연구 결과 당유자 유래 플라보노이드 농축액 15%를 포함하는 새로운 타입의 고기능성 온주밀감 음료는 체중 감소 및 각종 혈중지질 관련 질병의 예방에 효과가 있을 것으로 사료된다.

초 록

본 연구에서는 제주산 청과즙과 제주 재래굴인 당유자 과즙 내의 기능성 성분을 대량 추출하여 새로운 타입의 고기능성 감귤 음료를 개발코자 기능성 연구를 실시하였다. 관능 검사를 통해 청과 착즙액 30%에 KILO Prep을 이용하여 얻은 당유자 유래 플라보노이드 농축액 15%를 포함하는 Citrus-F 음료를 제조하였다. 새롭게 제조된 Citrus-F를 경구

Table 3. Effect of citrus beverage contained flavonoid concentrate 15% (citrus-F-15) and 20% (Citrus-F-20) on plasma lipid concentrations in rats fed on a high-fat diet.

Treatment ^z	Triglyceride (mg·dl ⁻¹)	Total cholesterol (mg·dl ⁻¹)	HDL-cholesterol (mg·dl ⁻¹)
ND	84.0 ± 32.9	85.5 ± 20.9	22.3 ± 3.6
HFD	173.0 ± 114.8	127.3 ± 55.7	30.5 ± 12.8
Initial start	HFD + 0.1% Citrus-F-15	118.8 ± 31.7	32.2 ± 7.1
	HFD + 0.1% Citrus-F-20	200.7 ± 11.4*	162.7 ± 11.5**
After 5 weeks	HFD + 0.1% Citrus-F-15	102.8 ± 33.5	24.0 ± 3.8
	HFD + 0.1% Citrus-F-20	128.3 ± 8.1*	117.8 ± 4.5**

^zND, normal diet for 9 weeks; HFD, high fat diet with water for 9 weeks. HFD + 0.1% Citrus-F-15, high fat diet with 0.1% Citrus-F-15 for 9 weeks; HFD + 0.1% Citrus-F-20, high fat diet with 0.1% Citrus-F-20 for 9 weeks.

*** $p < 0.05$, $p < 0.01$ vs HFD. Each data is presented as the mean ± SE (n = 4).

투여하여 쥐 체중의 변화를 관찰한 결과 HF diet(고지방사료)와 Citrus-F를 병행하여 급이한 군의 경우 급이 7주차부터 HF diet만 단독으로 급이한 군에 비하여 뚜렷하게 체중이 감소되어 그 효과는 실험이 끝나는 9주째까지 지속되었다. 또한 Citrus-F가 혈중지질에 미치는 영향을 알아보기 위해 경구 투여한 쥐를 대상으로 한 혈청검사에서 혈중 지방함량은 Citrus-F 처리군에서 감소하는 경향을 보였다. 특히 급이 시점을 초기부터 시작한 경우에는 triglycerid의 수치는 감소하였지만 total cholesterol과 HDL-cholesterol의 수치에는 별다른 영향을 미치지 못했다. 그러나 5주 후부터 0.1% Citrus-F를 급이한 처리군에서 triglyceride, total cholesterol과 HDL-cholesterol의 수치가 모두 감소함을 확인할 수 있었다. 본 연구 결과 당유자 유래 플라보노이드 농축액을 15% 포함하는 고기능성 Citrus-F 음료는 비만 및 각종 혈중지질 관련 질병의 예방에 효과가 있을 것으로 사료된다.

추가 주요어 : 콜레스테롤, 감귤추출물, 다이어트, KILO prep, 온주밀감

인용문헌

Benavente-García, O., J. Castillo, and J.A. Del Río. 1993. Changes in neodiosmin levels during the development of *Citrus aurantium* leaves and fruits. Postulation of neodiosmin biosynthetic pathway. *J. Agric. Food Chem.* 41:1916-1919.

Berhow, M.A. and C.E. Vandercook. 1991. Sites of naringin biosynthesis in grapefruit seedlings. *J. Plant Physiol.* 138:176-179.

Castillo, J., O. Benavente-García, and J.A. Del Río. 1992. Naringin and neohesperidin levels during development of leaves, flower buds, and fruits of *Citrus aurantium*. *Plant Physiol.* 99:67-73.

Castillo, J., O. Benavente-García, and J.A. Del Río. 1993. Hesperetin 7-O-glucoside and prunin in Citrus species (*C. aurantium* and *C. paradisi*). A study of their quantitative distribution in immature fruits and as immediate precursors of neohesperidin and naringin in *C. aurantium*. *J. Agric. Food Chem.* 41:1920-1924.

Cook, N.C. and S. Samman. 1996. Flavonoids-Chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. *J. Nutr. Biochem.* 7:66-76.

Cook, R. 1983. Quality of citrus juices as related to composition and processing practices. *Food Technol.* 133:68-71.

Del Río, J.A., A. Ortuño, F.R. Marín, D. García Puig, and F. Sabater. 1992. Bioproduction of neohesperidin and naringin in callus cultures of *Citrus aurantium*. *Plant Cell Rep.* 11:592-596.

Del Río, J.A. and A. Ortuño. 1994. *Citrus paradisi* Macf. (Grapefruit): In vitro culture and the bioproduction of sesquiterpenes nootkatone, valencene and other secondary metabolites, p. 123-138. In: *Medicinal and Aromatic Plants VII YPS Bajaj* (ed.). *Biotechnology in Agriculture and Forestry* Vol. 28. Springer, Heidelberg, Germany. 편집자, 발행지 확인??

Demonty, I., Y. Lin, Y.E.M.P. Zebregs, M.A. Vermeer, H.C.M. van der Knaap, M. Jäkel, and E.A. Trautwein. 2010. The citrus flavonoids hesperidin and naringin do not affect serum cholesterol in moderately. *J. Nutr.* 140:1615-1620.

Hasegawa, S. and V.P. Maier 1972. Cinnamate hydroxylation and the enzymes leading from phenylpyruvate to p-coumarate synthesis in grapefruit tissues. *Phytochemistry* 11:1365-1370.

Hasegawa, S. and V.P. Maier. 1981. Some aspects of Citrus biochemistry and juice quality. *Proc. Int. Soc. Citric.* 2:914-918.

Hertog, M.G., P.C.H. Hollman, M.B. Katan, and D. Kromhout, 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: The Zutphen Elderly Study. *Lancet* 342:1007-1011.

Hodek, P., P. Trefil, and M. Stiborova. 2002. Flavonoids-potent and versatile biologically active compounds interacting with cytochromes P450. *Chem. Biol. Interact.* 139:1-21.

Horowitz, R.M. and B. Gentili. 1969. Taste and structure in phenolic glycosides. *J. Agric. Food Chem.* 17:696-700.

Horowitz, R.M. and B. Gentili. 1977. Flavonoids constituents of citrus, p. 397-426. In: S. Nagy, P.E. Shaw, and M.K. Vedhuis (eds.). *Citrus science and technology*. AVI Publishing, Westport, CT.

Jourdan, P.S., C.A. McIntosh, and R.L. Mansell 1985. Naringin levels in citrus tissues. II. Quantitative distribution of naringin in *Citrusparadisi* Macfad. *Plant Physiol.* 77:903-908.

Kim, H.K., T.-S. Jeong, M.-K. Lee, Y.B. Park, and M.-S. Choi. 2003. Lipid-lowering efficacy of hesperetin metabolites in high-cholesterol feed rats. *Clin. Chim. Acta.* 327:129-137

Kim, S.S., J.S. Baik, T.-H. Oh, W.-J. Yoon, N.H. Lee, and C.-G. Hyun. 2008. Biological activities of Korean *Citrus obovodes* and *Citrus natsudaidai* essential oils against acne-inducing bacteria. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 72:2507-2513.

Kim, Y.D., W.J. Ko, K.S. Koh, Y.J. Jeon, and S.H. Kim. 2009. Composition of flavonoids and antioxidative activity from juice of Jeju native citrus fruits during maturation. *Korean J. Nutr.* 42:278-290.

Lee, S., Y.B. Park, K.H. Bae, S.H. Bok, Y.K. Kwon, and E.S. Lee. 1999. Cholesterol-lowering activity of naringenin via inhibition of 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme a reductase and acyl coenzyme A: Cholesterol acyltransferase in rats. *Ann. Nutr. Metabolism* 43:173-180.

Ortuño, A., D. García Puig, M.D. Fuster, M.L. Pérez, F. Sabater, I. Porras, A. García Lidón, and J.A. Del Río. 1995. Flavanone and nootkatone levels in different varieties of grapefruit and pummelo. *J. Agric. Food Chem.* 43:1-5.

Tripoli, E., M.L. Guardia, S. Giammanco, D.D. Majo, and M. Giammanco. 2007. Citrus flavonoids: Molecular structure, biological activity and nutritional properties: A review. *Food Chem.* 104:466-479.

Vandercook, C.E. and B. Tisserat. 1989. Flavonoid changes in developing lemons grown in vivo and in vitro. *Phytochemistry* 28:799-803.

Yusof, S., H.M. Ghazali, and G.S. King. 1990. Naringin content in local citrus fruits. *Food Chem.* 37:113-121.

Zhang, X., F.Z. Lee, and J.B. Eun. 2008. Physicochemical properties and glucose transport retarding effect of pectin from flesh of Asian pear at different growth stages. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40:491-496.