

감귤과육 및 과피의 식이섬유와 플라보노이드 검색 및 정량

은종방 · 정영민 · 우건조*

전남대학교 식품공학과, *이화여자대학교 식품영양학과

Identification and Determination of Dietary Fibers and Flavonoids in Pulp and Peel of Korean Tangerine (*Citrus aurantium* var.)

Jong-Bang Eun, Young-Min Jung and Gun-Jo Woo*

Department of Food Science and Technology, Chonnam National University

*Department of Foods and Nutrition, Ehwa Woman's University

Abstract

Potential health promoting effects such as antiallergic, anti-inflammatory, antiviral, anticancer and anticarcinogenic properties have been ascribed to citrus flavonoids. Dietary fibers have also been used as functional food components due to the various beneficial physiological activities. Two kinds of flavonoids, naringin and hesperidin, were identified both in the pulp and in the peel of Korean tangerine. The contents of naringin and hesperidin in the pulp were 2.95 mg/100 g and 6.53 mg/100 g, respectively. However, the contents of naringin and hesperidin in the peel were much higher (10.77 mg/100 g and 38.90 mg/100 g) than those of two identified flavonoids in the pulp. The content of soluble dietary fiber (SDF) in the pulp of tangerine was 1.90%, insoluble dietary fiber (IDF) 0.37%, and total dietary fiber (TDF) 2.27% based on wet matter, respectively. The content of SDF was 1.09%, IDF 4.77% and TDF 5.86% in the peel of tangerine. The total pectin content was 1.53% in the pulp and 0.94% in the peel of tangerine. The peel of Korean tangerine, a by-product in tangerine processing, would be a good source for the production of naringin, hesperidin and pectin.

Key words: flavonoids, dietary fibers, Korean tangerine

서 론

1993년 통계청에서 발표한 자료⁽¹⁾에 따르면 한국인에게 발생하는 각종 만성적 질병 중 암이 주요 사망원인으로 기록되고 있다. 남자의 경우 암(23.7%), 뇌혈관 질환(13.3%), 만성 간질환(7.8%), 심장병(7.3%) 순으로 여자의 경우는 뇌혈관 질환(19.6%), 암(18.4%), 심장병(9.6%), 고혈압성 질환(6.5%)이 그 원인인 것으로 밝혀지고 있으며, 특히 40대 이후의 연령층에서는 암이 사인의 1위를 차지하고 있는 실정이다. 식이의 구성성분 및 구성성분의 수준이 중앙발생에 미치는 영향에 대해서는 역학적 조사를 통해 밝혀져 오고 있으며, 식이 중 특히 과채류가 여러종류의 중앙 발생에 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 지금까지는 주로 β -carotene과 비타민 C에 대해서 연구가 이루어져 왔지만, 최근 각

종 과채류에 다량으로 존재하는 천연물질인 플라보노이드들이 항알러지성, 항암성, 항바이러스성, 항염성 등 다양한 생리활성 기능을 갖고 있는 것으로 밝혀지면서 이에 대한 관심이 고조되고 있다. 플라보노이드는 주로 anthocyanidins, flavonols, flavones, catechins 및 flavanones로 구성되어 있으며 그 구조에 따라 특정 플라보노이드는 항산화 및 항균성을 갖고 있는 것으로 보고되고 있다^(2,4). 특히 감귤과피 중의 naringin은 항균작용이 있으며⁽⁵⁾, hesperidin은 혈압저하 효과가 있음이 보고 되었다⁽⁶⁾.

항암성과 항돌연변이성을 갖는 플라보노이드로는 flavonol계의 quercetin, kaempferol, myricetin, flavone계의 apigenin, luteolin 그리고 limonin, nomilin 등이 알려져 있다^(4,7). Bilyk 등^(8,9)은 8종의 양파로부터 quercetin, kaempferol, myricetin을, 양상치류로부터는 quercetin, kaempferol을 분리 동정한 바 있다. 네덜란드에서는 자국민이 주로 소비하는 28종의 야채와 9종의 과일 성분으로 존재하는 quercetin, kaempferol, myre-

Corresponding author: Jong-Bang Eun, Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, 300 Yongbong-dong, Buk-gu, Kwangju 500-757, Korea.

cerin, apigenin, luteolin에 대한 정량 보고가 있었다^(7,10). Limonin에 대해서는 Hasegawa 등⁽¹¹⁾이 오렌지 숙성 중의 양적 변화에 대해서 보고한 바 있으며, Satsuma mandarin 가공시기별 limonoid glucoside 함량에 관해서는 Ozaki 등⁽¹²⁾의 분석 결과가 있다.

또한 국내 생산 과실류 중 연간 생산량이 제 2위인⁽¹³⁾ 감귤로부터 얻을 수 있는 중요한 식품소재로 식이섬유가 있는데 식이섬유에는 혈중 콜레스테롤 함량을 낮추고, 장계실증(diverticulitis), 대장암, 비만증 예방의 생리활성 기능이 있는 것으로 알려져 있다^(14,15). 식이섬유의 함량에 대해서는 Marlett⁽¹⁶⁾가 117종의 다양한 식이섬유원을 대상으로 하여 보고한 바 있으며, 국내에서는 이 등⁽¹⁷⁾이 54종의 식물성 식품의 식이섬유 함량을 분석한 바 있다.

이상에서 살펴본 플라보노이드와 식이섬유에 대한 연구는 지금까지 주로 가식부분인 과육에 대해서만 이루어져 왔으며 비가식부인 과피나 씨에 대해서는 별로 보고된 결과가 없다.

그런데 감귤 가공시에는 부산물로 과피가 많이 발생하여 이의 처리가 문제점으로 대두되고 있으며 또한 이의 활용에 대한 필요성이 대두되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 감귤과피로부터 식품용 신소재 개발을 위해 플라보노이드와 식이섬유의 종류별 함량을 분석하고자 하였으며 신소재 개발 원료로서의 이용 가능성을 모색하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용한 감귤은 1995년 8월 하순에 생산된 신선한 제주산 조생종 감귤(*Citrus aurantium* var.)로 흐르는 물에서 3 분 동안 수세한 후 -20°C 냉동고에 저장하면서 실험재료로 사용하였다.

Flavonoid 분석용 시료처리

동결된 감귤에서 과육과 과피를 분리한 후 세절하였다. 각각을 분쇄기로 마쇄한 후 냉동건조시킨 시료를 0.5 mm 체로 분말화 하였다. 이때 각각의 수분 함량을 측정된 뒤 -20°C 냉동고에 보관하면서 시료로 하였다⁽¹⁸⁾.

식이섬유 분석용 시료처리

분리된 과육과 과피를 Ross 등⁽¹⁹⁾의 방법에 따라 각각을 분쇄기로 2분동안 마쇄 후 냉동건조하였다. 냉동건조된 시료를 1 mm의 체를 통과시킨 후 밀봉하여

-20°C 냉동고에 보관하였다.

감귤 과피와 과육에서 플라보노이드의 추출

과피와 과육에서 플라보노이드의 추출은 Perfetti⁽²⁰⁾ 방법을 참조하여 다음과 같이 하였다. 분말화된 시료 1 g을 취하여 20% DMF methanol (n,n-dimethylformamide와 methanol을 20 : 80의 부피비로 혼합) 용액 20 ml 씩을 가하여 4시간동안 90°C 수욕상에서 환류추출하였다. 추출액을 냉각한 후 여과하고 20% DMF methanol용액을 사용하여 25 ml로 정용하였다. 이 액을 0.45 µm filter로 여과하여 HPLC 분석용 시료로 하였다.

HPLC에 의한 플라보노이드의 정량

표준품 중에서 kaempferol은 Fluka사 제품을, 그 외의 표준품은 Sigma사 제품을 사용하였다. 각 표준품을 최종농도가 200 µg/ml가 되도록 20% DMF methanol 용액에 용해하여 조제된 용액을 분광광도계(CECIL, England)로 스캐닝하여 흡광도가 높은 파장을 선택하였다.

HPLC에 이용되는 이동상은 methanol/acetic acid (1000/5, v/v), 증류수/acetic acid (1000/5, v/v)를 사용하였으며, 정량은 integrator에 의해 계산된 시료의 peak 면적을 표준품의 면적과 비교하여 결정하였다. 감귤류의 플라보노이드를 HPLC로 분석할 때 Rouseff⁽¹⁸⁾와 Perfetti⁽²⁰⁾의 방법을 변형시켜 검출기의 감도를 높이기 위해서 이동상인 methanol/acetic acid (1000/5, v/v), 증류수/acetic acid (1000/5, v/v)에 대해 5분에서 60분까지 선형 기울기 분석 방법을 이용하였다. 플라보노이드 분석시의 HPLC 운용조건은 Table 1과 같다.

가용성 식이섬유 (soluble dietary fiber, SDF)

AOAC⁽²¹⁾ 방법을 참조하여 냉동건조된 분말시료 1.0 g에 0.08 M phosphate buffer (pH 6.0) 50 ml를 첨가하

Table 1. Analytical conditions for flavonoids by HPLC

Instrument : Waters Associates HPLC system (Detector Model 486)
Column: µ-Bondapak C-18 (3.9 mm I.D. × 300 mm L., 10 µm)
Detector wave length : 280 nm
Flow rate : 1.0 ml/min
Injection volume : 10 µl
Calibration curve range : 0.5~25 µg/ml
Sample injector : 10 µl
Column temp. : room temp.

였다. 이 용액의 pH를 6.0 ± 0.2 가 되도록 조절하였다. 여기에 열에 안정한 α -amylase인 Termamyl 액 0.1 ml를 첨가한 다음 95°C 에서 15분간, 100°C 에서 15분간 가열하여 반응을 완료시켰다. 실온에서 방냉시킨 후 0.275 N NaOH 용액으로 pH를 7.5 ± 0.1 로 조정하고 protease 용액 0.1 ml를 넣었다. 이 용액을 다시 60°C 진탕 항온기에서 30분간 반응시켜 방냉한 후 0.275 N HCl 용액을 가하여 pH를 4.0-4.6으로 조절하였다. 여기에 0.3 ml amyloglucosidase를 첨가하고, 다시 60°C 진탕 항온기에 넣고 30분간 반응시켰다. 0.5 g의 celite를 coarse glass-frit (ASTM 40-60 μm 60 ml)에 담아 무게를 측정 한 뒤 반응 완료시킨 효소 혼합액을 여과시켰다. 여과가 완료되면 여기에 증류수, 95% ethyl alcohol 및 acetone 각각 10 ml씩으로 2회 세척하였다. 이 여액에 증류수를 가하여 100 g이 되도록 한 다음 60°C 로 가열된 ethyl alcohol 400 ml를 가하여 실온에서 60분간 방치하였다. 전술한 방법과 같이 coarse glass-frit으로 침전혼합물을 여과하였다. 여과가 완료되면 20 ml의 78% ethyl alcohol로 3회 세척한 뒤, 95% ethyl alcohol, acetone 각각 10 ml로 2회 세척하였다. 여과후 침전물이 담긴 crucible을 105°C 건조기에서 하룻밤 건조시킨 후 desiccator에서 방냉한 후의 무게를 측정하였다. 두 개의 시료중 하나는 Kjeldahl 법으로 단백질을 정량하였고, 나머지 한개는 525°C 에서 5시간 회화시킨 후 회분함량을 결정하였다. SDF는 아래의 식을 이용하여 산출하였다.

$$\text{SDF}(\%) = [\text{mg residue} - (\text{mg protein in residue} + \text{mg ash in residue}) - \text{blank}] \times 100/\text{mg sample}$$

불용성 식이섬유 (insoluble dietary fiber, IDF)

AOAC⁽²¹⁾ 방법을 참조하여 가용성 식이섬유 분석 방법과 coarse glass-frit으로 여과하여 10 ml의 acetone으로 2회 세척하는 단계까지는 같았고, 씻어준 후 침전물이 담긴 crucible을 105°C 건조기에서 하룻밤 건조시켜 dessicator에서 방냉한 후 무게를 측정하였다. 두 개의 시료중 하나로는 단백질을 정량하였고 나머지 한개는 525°C 에서 5시간 회화시킨 후 회분 정량용으로 하였다. TDF는 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{IDF}(\%) = [\text{mg residue} - (\text{mg protein in residue} + \text{mg ash in residue}) - \text{blank}] \times 100/\text{mg sample}$$

$$\text{TDF}(\%) = \text{SDF} + \text{IDF}$$

시료의 섬유질 함량은 신선물 기준(fresh matter

basis)으로 표현하였으며 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{시료의 신선물 기준 섬유질 함량}(\%) =$$

$$\frac{\text{건조시료의 섬유질함량}(\%) \times [100 - \text{신선물의 수분함량}(\%)]}{100 - \text{건조시료의 수분함량}(\%)}$$

Acid detergent fiber (ADF)의 정량

Van Soest⁽²²⁾의 방법에 준하여 과피와 과육 각 시료 1.0 g씩을 500 ml 플라스크에 넣고 acid-detergent 용액 (20 g의 cetyl trimethyl ammonium bromide를 1 N H₂SO₄ 1.0 l에 녹인용액) 100 ml를 가하였다. 여기에 환류냉각기를 달아 가열장치에 연결하고 10분동안 끓인 다음 열을 줄여서 60분간 가열하였다. 가열된 용액을 미리 항량을 구한 funnel로 여과하고 뜨거운 증류수와 acetone으로 수차례 씻어 105°C 건조기에서 하룻밤 건조하여 무게를 측정 한 후 다음식에 의해 ADF를 계산하였다.

$$\text{ADF}(\%) = \frac{(W_1 - W_2)}{S} \times 100$$

W₁: 미리 측정 한 funnel의 항량

W₂: 건조 후 funnel의 항량

S : 시료 무게 (mg)

Neutral detergent fiber (NDF)의 분석

NDF의 분석은 Van Soest⁽²²⁾의 방법에 따라 정량하였다. 과피와 과육 시료 각 1.0 g에 N.D. 용액(sodium lauryl sulfate 30 g과 EDTA 18.61 g, sodium borate decahydrate 6.81 g, disodium hydrogen phosphate anhydrous 4.56 g, 2-ethoxy ethanol 10 ml를 혼합한 것을 증류수 1 l로 정용한 용액) 100 ml를 첨가하고, 1시간 동안 환류냉각기에서 추출하여 여과지 (Whatman 1G2)로 여과한 후 acetone과 열수로 각각 2-3회 씻어 내렸다. 이것을 105°C 에서 하룻밤 동안 건조시킨 후 무게를 칭량하여 NDF를 산출하였다.

리그닌 분석

ADF를 분석한 후 72% 황산을 이용하여 Ross 등⁽¹⁹⁾의 방법에 따라 리그닌을 분석하였다.

펙틴 분석

펙틴은 McComb⁽²³⁾의 방법에 준하여 분석하였다. 즉, 마쇄된 각각의 시료를 끓는 ethyl alcohol에서 15분간 추출한 후, 최종 농도가 70%가 되도록 ethyl alcohol을 가하여 열탕 중에서 환류 냉각장치를 부착시켜, Molish반응으로 당이 검출되지 않을때까지 70%

ethyl alcohol로 침출을 계속하였다. 이것을 alcohol로 세정한 다음 추출액을 여과하고 24시간 동안 건조(30 mmHg, 40°C)한 후 AIS (alcohol insoluble solid) 1.0 g에 증류수 250 ml를 가하고 20°C에서 24시간 방치한 후 여과하였다. 수용성 펙틴(water soluble pectin, WSP)은 여액으로부터 얻었다. WSP 추출 잔사에 0.4% hexametaphosphate 용액 25 ml를 가하고 증류수를 첨가하여 250 ml로 정용하였다. 20°C에서 2시간 방치한 다음 여과하여 헥사메타인산 가용성 펙틴(hexametaphosphate soluble pectin, HMP)를 얻었다. HMP 추출잔사에 다시 0.05 N HCl용액 250 ml를 가하여 85°C에서 1시간 동안 2회 추출을 행하여 염산 가용성 펙틴(hydrochloric acid soluble pectin, HSP)을 얻었다. Carbazole 비색법에 따라 각 시료 2 ml를 시험관에 취한 후 냉각상태하에서 진한 황산 12 ml를 가한 후 84°C에서 10분간 가열하였다. 이것을 실온에서 15분간 방냉시킨 후 0.15% carbazole 1 ml를 가하고 실온에서 90분간 방치하여 발색시켜, 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. Galacturonic acid monohydrate를 사용하여 작성한 표준곡선으로부터 각각의 흡광도에 대한 펙틴의 양을 산출하였다.

결과 및 고찰

플라보노이드 분석

감귤 과육 및 과피 중의 플라보노이드를 분석한 HPLC 크로마토그래프는 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었으며, 각 플라보노이드의 함량은 Table 2와 같다.

감귤 과육중의 중요 플라보노이드는 hesperidin과 naringin이었으며 이들의 함량은 각각 6.53, 2.95 mg/100 g이었다. 감귤 과피에서는 이 두 종류 플라보노이드의 양이 현저히 높은 것으로 나타났는데, hesperidin과 naringin이 각각 38.90, 10.77 mg/100 g이었다. Ogawa 등⁽²⁴⁾이 다른 감귤류 과실 주스의 hesperidin을 조사한 실험에서 레몬은 20-39 mg/100 g, valencia orange는 25-39 mg/100 g, 유자는 11-17 mg/100 g을 함유하고 있는 것으로 보고한 바 있다. 즉, 감귤 주스 보다는 다른 과실 주스에서 hesperidin 함량이 높은 것을 알 수 있다. 그러나 본 실험에서 대상으로 한 제주 산 감귤과피에서의 hesperidin 함량은 감귤류 중 그 함량이 가장 많은 레몬에 준할 만큼의 양이 존재하는 것으로 나타났다. 이는 앞으로 원재료 가격에 기준을 둘 때 산업적으로 대량 생산 가능성과 가격 경쟁성이 있는 플라보노이드로 판단된다.

일본감귤의 naringin 함량⁽²⁵⁾은 과육에서 24-78 mg/

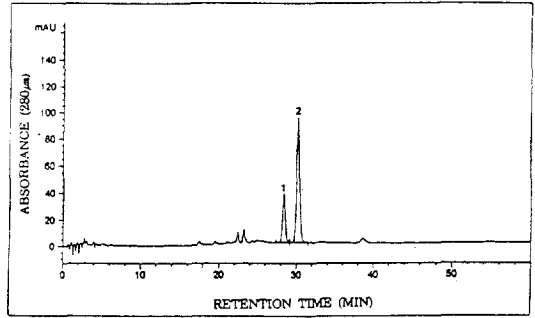


Fig. 1. Chromatogram of flavonoids in the pulp of tangerine pulp by HPLC 1. naringin 2. hesperidin

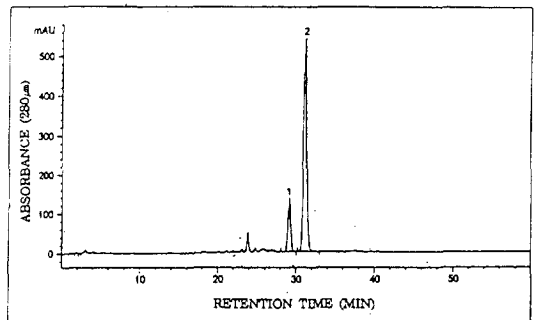


Fig. 2. Chromatogram of flavonoids in the peel of tangerine peel by HPLC 1. naringin 2. hesperidin

Table 2. Composition of flavonoids in the pulp and in the peel of tangerine (mg/100 g, wet weight basis)

Flavonoids	Pulp	Peel
Naringin	2.95	10.77
Hesperidin	6.53	38.90
Neohesperidin	N.D. ¹⁾	N.D.
Naringenin	N.D.	N.D.
Quercetin	N.D.	N.D.
Hesperetin	N.D.	N.D.
Neohesperidin dihydrochalcon	N.D.	N.D.
Apigenin	N.D.	N.D.

¹⁾Not detected

100 g, 과피에서 452-720 mg/100 g으로 우리나라 감귤의 naringin 함량보다 훨씬 높은 것으로 나타났다. 그러나 두 실험에서 이동상과 검출기의 이용과장 등 분석조건이 달라 각각의 결과를 일률적으로 비교하기는 어려울 것으로 생각된다. 감귤과피의 주요 플라보노이드는 hesperidin과 naringin이므로 감귤 부산물인 과피로부터 플라보노이드의 개발은 hesperidin과 naringin의 대량 생산에 초점을 맞추어야 할 것으로 생각된다. 또한 이들 플라보노이드의 생리활성 기능도 함께 연구되어 기능성 식품 소재로의 이용 가능성도 모

색되어져야 한다. 그외 감귤류 과실에서 플라보노이드에 대한 보고를 보면 오렌지 주스에서 플라보노이드의 일종인 methoxylated flavone계 sinesetin, nobiletin, heptamethoxy flavone, scutellaretin, tangeretin도 동정된 바 있었다⁽²⁶⁾. 자몽에서의 플라보노이드로는 쓴맛이 없는 naringenin-7-β-rutinoside의 발견도 보고된 바 있다⁽²⁷⁾.

식이섬유 분석

최근 각종 심장혈관계 성인병 및 장질환 환자가 증가하면서 식이섬유에 대한 인식을 새롭게 하고 식이섬유를 이용한 여러 종류의 식품들이 개발되고 있다. 감귤에 존재하는 식이섬유로는 Table 3에 나타난 바와 같이 가식부위인 과육에 가용성식이섬유가 1.90%, 불용성식이섬유가 0.37%, 총식이섬유가 2.27%이었다. 이 등⁽¹⁷⁾은 감귤 가식부위의 총식이섬유를 1.40%, 조섬유를 0.24%로 보고하였는데 본 연구 결과의 총식이섬유 2.27%와 차이가 있는것은, 정확한 품종명이 명시되지 않아 확실한 구분이 불가능하지만, 품종의 차이나 재배지역 등의 차이에서 유래된 것으로 생각된다. 이 등⁽¹⁷⁾의 보고에 의하면 감의 총식이섬유가 2.91%로 가장 많았으며 본 연구결과의 감귤의 함량보다 약간 높았으나 감귤도 과실중 이용성이 높은 식이섬유원으로 사료된다. 그외 한국산 과실들은 수박이 0.19%로 가장 낮은것을 비롯하여 대개의 경우 1.0-1.5%를 함유하고 있다. 한편, 감귤과피의 식이섬유는 불용성 식이섬유가 4.77%, 가용성 식이섬유가 1.09%, 총식이섬유가 5.86%로 상당히 많은 양이 존재하여 부산물인 감귤과피가 식이섬유 생산의 원료로 이용 가능성이 높다는 것을 시사하고 있다.

Table 4는 감귤의 각 종류별 식이섬유인 리그닌, NDF, ADF, 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스의 함량을 보여 주고 있다. ADF는 과육에 1.59%, 과피에 3.99%로 과피에 더 많았고 NDF 역시 과육에 0.45%, 과피에 6.06%로 과육에 비해 과피에 훨씬 많은 양이 존재하였다.

우리나라 채소에⁽²⁸⁾ 있어서 NDF와 ADF의 함량은 13-24%로 부추 이외에는 분포가 비슷하나 전체적으로 NDF가 ADF보다 함량이 높은 것으로 나타나고 있는데, 본 연구결과 감귤 과육에서는 ADF가 더 많았으나 과피에 있어서는 NDF가 더 많은 것으로 분석되었다. 또한 감귤의 리그닌함량(Table 4)은 과육이 1.33%로 과피의 0.43%보다 많았으며 우리나라 채소의 함량과 비교해 보면 고구마순이 0.56%로 가장 낮았으나 대부분 2-3%⁽²⁸⁾로 감귤이 이들 채소보다는 함량이 적

Table 3. Contents of insoluble and soluble dietary fibers in the pulp and in the peel of tangerine (wet weight basis)

	Contents of dietary fiber (%)	
	Pulp	Peel
Insoluble dietary fiber (IDF)	0.37±0.95	4.77±1.08
Soluble dietary fiber (SDF)	1.90±0.25	1.09±0.06
Total dietary fiber	2.27±1.20	5.86±1.14

Table 4. Contents of acid detergent fiber, neutral detergent fiber, lignin, cellulose and hemicellulose in the pulp and in the peel of tangerine (wet weight basis)

	Content (%)	
	Pulp	Peel
Acid detergent fiber	1.59±0.06	3.99±0.15
Neutral detergent fiber	0.45±0.01	6.06±0.07
Lignin	1.33±0.03	0.43±0.02
Cellulose	0.26±0.03	3.56±0.17
Hemicellulose	1.14±0.05	2.07±0.08

Table 5. Contents of pectins in the pulp and in the peel of tangerine (wet weight basis)

	Content: of pectin (g/100 g)	
	Pulp	Peel
Total pectin	1.53±0.11	0.94±0.10
Water soluble pectin	0.14±0.04	0.18±0.03
Hexametaphosphate pectin	0.25±0.03	0.28±0.03
Hydrochloric acid soluble pectin	1.14±0.03	0.48±0.04

었다. 셀룰로오스 함량은 과육에 0.26%, 과피에 3.56%이었고, 헤미셀룰로오스의 함량은 과육에 1.13%, 과피에는 2.07%이었다. 다른 감귤류 과일인 오렌지에 있어서 셀룰로오스 함량은 과피 3.8%⁽²⁹⁾, 과육 0.6%⁽¹⁹⁾로 과피의 경우 감귤보다 많으며 과육의 경우는 감귤이 더 많았다. 또한 오렌지의 헤미셀룰로오스의 함량은 과육에 0.08%⁽¹⁹⁾, 과피에는 1.8%⁽²⁹⁾로 과육은 감귤보다 현저히 적었으며 과피는 감귤보다 약간 적었다. 또한 자몽은 과피의 셀룰로오스 함량이 1.4%로 감귤보다 훨씬 적었으며 헤미셀룰로오스는 2.6%로 감귤보다 약간 많았다⁽²⁹⁾.

감귤에 존재하는 펙틴의 각 종류별 함량은 Table 5와 같다. 총 펙틴의 양은 과육에 1.53%, 과피에 0.94%로 과육이 더 많았으며 WSP는 과육 0.14%, 과피 0.18%로 거의 비슷한 함량을 나타내었고 HMP는 과육 0.25%, 과피 0.29%로 큰 차이가 없었으며 HSP는 과육 1.14%, 과피 0.48%로 과육이 과피보다 더 많았다. 오

렌지 펙틴 함량⁽¹⁹⁾은 과육의 경우 0.57%이고 자몽 과육과 비교했을 때 Braddock 등⁽²⁰⁾이 보고한 0.26%보다 제주산 감귤이 더 많은 양을 함유하고 있었다. Braddock 등⁽²⁰⁾에 의하면 주로 오렌지의 경우 펙틴이 오렌지 sac과 membrane에 존재한다고 했듯이 감귤에서도 펙틴은 주로 sac과 membrane에 있을 것으로 생각된다.

결론적으로 총식이섬유는 감귤 과피에 상당량이 존재해 있으므로 감귤과피를 식이섬유 원료로 이용해야 할 필요성이 제고된다. 불용성 식이섬유를 이용할 경우는 전통식품인 떡류, 한과류나 건강식빵, 케이크, 과자류 등의 식이섬유원으로 공급이 가능할 것이고, 감귤 과피의 가용성 식이섬유는 새로운 천연식이섬유 음료 개발의 원재료로 효용성이 높을 것으로 기대된다.

요 약

감귤류에 존재하는 플라보노이드는 항알러지성, 항염성, 항바이러스성, 항암성 등의 활성을 갖고 있는 것으로 알려져 있다. 또한 감귤 유래 식이섬유도 다양한 생리조절 기능때문에 기능성 식품소재로 이용되어 왔다. 한국산 조생종 감귤의 과육과 과피에 나린진과 헤스페리딘이라는 두종류의 플라보노이드가 존재하고 있는 것으로 분석되었다. 과육부의 나린진과 헤스페리딘 함량은 각각 100 g 당 2.95 mg, 6.53 mg이었으며, 과피에서는 과육부보다 함량이 높아 10.77 mg, 38.90 mg으로 나타났다. 과육부의 가용성 식이섬유, 불용성 식이섬유, 총식이섬유량은 신선물 기준으로 1.90%, 0.37%, 2.27%이었으며, 과피에는 각각 1.09%, 4.77%, 5.86% 함유되어 있는 것으로 분석되었다. 총펙틴 함량은 과육에 1.53%, 과피에 0.94% 존재하는 것으로 나타났다.

감사의 말씀

본 연구는 1995년도 보건복지부에서 시행한 보건의료기술개발사업비의 지원으로 수행된 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 통계청 : 1993 사망원인 통계연보 (1994)
2. Lam, L.K.T., Zhang, J. and Hasegawa, S.: Citrus limonoid reduction of chemically induced tumorigenesis. *Food Technol.*, **48**, 104 (1994)
3. Miller, E.G., Gonzales-Sanders, A.P., Couvillion, A.M., Binnie, W.H., Hasegawa, S. and Lam L.K.T.: Citrus limonoids as inhibitors of oral carcinogenesis. *Food*

- Technol.*, **48**, 110 (1994)
4. Middleton, E.Jr. and Kandaswami, C.: Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Food Technol.*, **48**, 115 (1994)
5. 안성순, 유일준 : 한국산 천연 naringin의 항균작용 및 안정성에 관한 연구. *한국균학회지*, **16**, 1 (1988)
6. 손홍수, 김현숙, 권태봉, 주진순 : 감귤류의 Bioflavonoids분리, 정제 및 혈압강하효과. *한국영양식량학회지*, **21**, 136 (1992)
7. Hertog, M.G.L., Hollman, P.C.H. and Katan, M.B.: Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J. Agric. Food Chem.*, **40**, 2379 (1992)
8. Bilyk, A., Cooper, L. and Sapers, G.M.: Varietal differences in distribution of quercetin and kaempferol in onion (*Allium cepa* L.) tissue. *J. Agric. Food Chem.*, **32**, 274, (1984)
9. Bilyk, A. and Sapers, G.M.: Distribution of quercetin and kaempferol in lettuce, kale, chive, garlic chive, leek, horseradish, red radish, and red cabbage tissues. *J. Agric. Food Chem.*, **33**, 226 (1985)
10. Hertog, M.G.L., Hollman, P.C.H. and Venema, D.P.: Optimization of a quantitative HPLC determination of potentially anticarcinogenic flavonoids in vegetables and fruits. *J. Agric. Food Chem.*, **40**, 1591 (1992)
11. Hasegawa, S., Ou, P., Pong C.H., Herman, Z. Coggins, C.W.Jr. and Atkin, D.R.: Changes in the limonate A-ring and limonin 17-β-D-glucopyranoside content of naval oranges during fruit growth and maturation. *J. Agric. Food Chem.*, **39**, 262 (1991)
12. Ozaki, Y., Ayano, S., Miyake, M., Maeda, H. Ifuku, Y. and Hasega, S.: Limonoid glucosides in juices of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). *Biosci. Biotech. Biochem.*, **56**, 836 (1992)
13. 농림수산부 : 농림수산통계연보, p.116 (1995)
14. Gordon, D.T.: Functional properties vs physiological action of total dietary fiber. *Cereal Foods World*, **34**, 517 (1989)
15. Schneeman, B.O.: Physical and chemical properties, methods of analysis, and physiological effects. *Food Technol.*, **40**, 104 (1986)
16. Marlett, J.A.: Content and composition of dietary fiber in 117 frequently consumed foods. *J. Am. Diet Assoc.*, **92**, 175 (1992)
17. 이경숙, 이서래 : 국내산 식물성 식품중 식이섬유 함량의 분석. *한국식품과학회지*, **25**, 225 (1993)
18. Rouseff, R.L.: Liquid chromatographic determination of naringin and neohesperidin as a detector of grapefruit juice in orange juice. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **7**, 798 (1988)
19. Ross, J.K., English, C. and Perlmutter, C.A.: Dietary fiber constituents of selected fruits and vegetables. *J. Am. Dietetic Assoc.*, **85**, 1111 (1985)
20. Perfetti, G.A., Joe, F.L., Fazio, T. and Page, S.W.: Liquid chromatographic methodology characterization of orange juice. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **71**, 469 (1988)
21. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., ch.12 p.7, ch.14 p.70, ch.32 p.7 (1995)
22. Van Soest, P.T. and Wine, R.H.: Use of detergents in

- the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituent. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **50**, 50 (1967)
23. McComb, E.A. and McCready, R.M.: Colorimetric determination of pectic substances. *Anal. Chem.*, **24**, 1630 (1952)
 24. Ogawa, H., Fukuhisa, K., Fukumoto, H. and Fukutani, K.: Changes in soluble hesperidin content in clarified satsuma mandarin juice. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **37**, 214 (1990)
 25. Fukutani, K. and Miyamoto, H.: The contents of bitter substances and their seasonal changes in citrus fruits. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **30**, 642 (1983)
 26. Ting, S.V., Rouseff, R.L., Dougherty, M.H. and At-taway, J.A.: Determination of some methoxylated flavones in citrus juices by high performance liquid chromatography. *J. Food Sci.*, **44**, 69 (1979)
 27. Mizelle, J.W., Dunlap, W.J. and Wender, S.H.: Isolation and identification of two isomeric naringenin rhamnoglucosides from grapefruit. *Phytochem.*, **6**, 1305 (1967)
 28. Suh, H.J. and Yoon, H.S.: Quantitative analysis and physico-chemical properties of dietary fiber in vegetables. *J. Korean. Soc. Food Nutr.*, **18**, 403 (1989)
 29. Braddock, R.J. and Graumlich, T.R.: Composition of fiber from citrus peel, membranes, juice vesicles and seeds. *Lebensmittel Wissenschaft u. Technol.*, **14**, 229 (1981)
-
- (1996년 2월 21일 접수)