

유자, 대추, 감의 식이섬유 검색 및 정량

강민영 · 정운화* · 은종방

전남대학교 식품공학과 · 농업기술연구소, ¹단국대학교 식품영양학과

Identification and Determination of Dietary Fibers in Citron, Jujube and Persimmon

Min-Young Kang, Yoonhwa Jeong* and Jong-Bang Eun

Department of Food Science and Technology and Institute of Agricultural Science and Technology,
Chonnam National University,

*Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

Abstract

This paper was performed to identify and determine dietary fibers considered as nutraceuticals and/or pharmaceuticals in Korean fruits, citron, jujube and persimmon. In the pulp and peel of citron, jujube and persimmon, the contents of dietary fiber were determined by the method of AOAC and Van Soest et al. The contents of dietary fiber(DF) in the pulp of citron were 2.61% of insoluble dietary fiber (IDF) and 1.25% of soluble dietary fiber(SDF) based on wet weight. The contents of DF in the peel of citron were 7.32% of IDF and 0.71% of SDF. The total pectin contents in the pulp and in the peel of citron were 1.77% and 3.19% respectively. The contents of IDF in the pulp of jujube were 2.98%, SDF 0.91% calculated on wet weight basis. The contents of IDF were 16.88%, SDF 1.53% in the peel of jujube. The contents of DF in the pulp of persimmon were 1.95% of IDF and 0.31% of SDF based on wet weight. The contents of IDF were 15.71%, SDF 2.46% in the peel of persimmon. In dietary fibers of Korean fruits, citron, jujube and persimmon, IDF were much higher than SDF and mainly in the pulp. Therefore, they would be good source of dietary fibers.

Key words : dietary fibers, citron, jujube, persimmon

서 론

근래의 식생활 양식이나 현대인들의 건강에 대한 인식과 함께 기능성 식품에 대한 관심고조로 건강식품의 제조판매가 크게 늘면서, 기능성 성분으로서 식이섬유의 역할에 대한 기대가 높아지고 있다. 식이섬유는 식물의 세포벽 및 세포내에 함유된 성분으로서, 인간의 소화효소에 의해 소화되지 않는 난소화성 탄수화물로 정의되고, cellulose, hemicellulose, lignin, pectin, gum 등의 polysaccharide로 구성된다(1). 1950년대부터 식이섬유에 대한 연구가 꾸준히 진행되어 왔고 성인병 발생률과 식이섬유 섭취량 사이의 상관관계가 연구되면서, 식이섬유의 항상성 유지작용과 치료적 역할의 생리효과 등이 입증되고 있다. 식이섬유는 다양한 구조의 난소화성 다당류로서 장내에서 이온교환 기작을 통하여 불필요한 물질들을 matrix구조내로 흡착하여 제거하는 효과가 있고, 대

장운동을 활발하게 하여 변비개선 및 과민성 대장증세를 개선해 주는 생리활성기능이 있는 것으로 알려져 있다(2). 현재는 이미 식품의 제조가공에 다이어트식이나 음료등의 다양한 형태로 이용되고 있어 이들에 대한 인식이 새로워지고 있다.

식이섬유의 중요성이 강조됨에 따라 식이섬유의 분석방법이 요구되었다. 하지만 total dietary fiber는 식이섬유의 실제적 물리적 특성을 항상 예견할 수 없으며, 가장 이상적인 방법으로 확실한 식이섬유양, 각각의 섬유성분의 결정이 빠르고 간단해야 하지만 아직 이 모든 것을 충족시키는 방법은 없다. 식이섬유 분석방법은 용해도와 같은 구조적 특성에 따른 total dietary fiber(TDF)를 구성하는 insoluble dietary fiber(IDF), soluble dietary fiber(SDF), 또는 구성물질에 따라 crude fiber, neutral detergent fiber(NDF), acid detergent fiber(ADF) 등으로 구분되어 분석자의 목적에 부합된 방법으로 사용되고 있다(3). 본 실험에서는 TDF의 평가법으로 AOAC와 FDA에서 권장하고 있는 효소중량법과 NDF법, ADF법을 이용하여 식이섬유 함량을 구성성분별로 분석하였다.

본 실험에서는 유자, 대추, 감과 같은 국산 고유 과실의 과육과 가공후 발생하는 부산물에 존재하는 식이섬유의 부

Corresponding author : Jong-Bang Eun, Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, 300 Youngbong-Dong, Kwangju 500-757, Korea
e-mail : jbeun@chonnam.ac.kr

위별 함량을 조사하고자 하였다. 유자는 풍부한 비타민 및 무기물을 포함한 알칼리성 건강식품으로, 주로 약용이나 차용으로 이용되고 있고 대추는 옛부터 식용, 약용 및 관혼상제시에 빠지지 않는 고유과실중의 하나이다. 또한 감은 당분과 Vitamin C가 풍부하여 단감은 생식용으로, 짧은 감은 건시등의 가공품으로 널리 이용되고 있는 고유과실중 하나이다. 특히 이들 과실은 독특한 향과 맛 이외에도 자체적인 약리기능등을 가지고 있고 현대인들의 다양한 기호도에 따라 음료등의 가공품이 나오면서 폐박등의 부산물이 발생되는데, 이러한 폐기물에서 dietary fiber등의 기능성 식품소재 성분을 검색·정량하여 식품 신소제화할 수 있다면 자원재활용면에서 더 의미를 둘 수 있을 것이다. 따라서, 본 실험에서는 유자, 대추, 감을 대상으로 하여 과육과 과피에 존재하는 식이섬유를 검색·정량하고 다양한 식품신소재 개발 및 가공품 제조시 폐박등의 재활용에 따른 기초자료로서 이를 제시하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 유자, 대추, 감은 1996년에 생산된 것을 시중에서 구입하여 과육과 과피를 분리한후 동결건조하고 각각 분쇄기로 마쇄하여 0.5mm체로 분말화하였다. 이때 각각의 수분함량을 측정된 뒤 밀봉하여 -20℃냉동고에 보관하면서 시료로 하였다.

불용성 식이섬유(Insouble dietary fiber:IDF)와 가용성 식이섬유(Souble dietary fiber:SDF)

A.O.A.C.방법(4)에 따라 냉동건조를 거친 분말시료 1 g을 정확히 측정하여, 500 ml 코니칼 비이커에 취한 후, 여기에 0.08 M Phosphate buffer (pH 6.0) 50 ml를 첨가하였다. 이 용액의 pH를 측정하여 산성이면 0.275 N NaOH로, 알칼리면 0.275 N HCl을 이용하여 pH 6.0±0.2가 되도록 조절하였다. 여기에 0.1 ml Termamyl(heat stable α -amylase)solution을 첨가한 다음, 알루미늄 호일로 비이커를 덮어 끓는 water bath에서 약 95℃가 되게 한 후 5분 간격으로 흔들며 주면서 반응을 완료시켰다. 실온에서 이 용액을 30분간 방냉시킨 다음 0.275 N NaOH용액 10 ml 넣어 pH 7.5±0.1로 조정하고 protease 5 mg을 1 ml의 phosphate buffer에 넣어 조제한 protease용액 0.1 ml를 넣은 다음, 다시 beaker를 알루미늄 호일로 덮고 60℃ Shaking incubator에서 30분간 반응시켰다. 정확히 0.5 g의 celite를 coarse glass-frit(ASTM 40-60 μ m, 60 ml)에 담아 무게를 측정된 뒤, wash bottle을 이용해 celite를 고르게 하나의 막이 되도록 적신 후, filter funnel 위에

crucible을 장치하고, 반응완료 시킨 enzyme mixture를 흡인·여과시켰다. 여과가 완료되면 여기에 10 ml 증류수로 2회 세척한 뒤, 95% EtOH 10 ml로 2회 세척하고 계속해서 10 ml의 aceton으로 2회 세척하였다. 씻어내린 다음, 침전물이 담긴 crucible은 105℃ 건조기에서 하룻밤 건조시킨 후 dessicator에서 방냉한 후, 무게를 측정하였다. 두 개의 시료 중 하나는 Kjeldahl법으로 단백질을 정량하고 나머지 한 개는 525℃에서 5시간 회화시킨 후 회분을 정량한 후 IDF산출식에 적용하여 불용성 식이섬유 함량을 산출하였다.

위에서 얻어낸 여액에 증류수를 가하여 100 ml이 되도록 한 다음, 60℃로 가열된 EtOH 400 ml를 가하여 실온에서 60분간 방치하였다. 정확히 0.5 g의 celite를 coarse glass-frit (ASTM 40-60 μ m, 60 ml)에 담아 무게를 측정된 뒤, wash bottle을 이용, 78% EtOH로 celite를 고르게 하나의 막이 되도록 흡인하면서 적셔준 후, 침전 혼합물을 여과하였다. 여과가 완료되면, 20 ml의 78% EtOH로 3회 세척한 뒤, 95% EtOH 10 ml로 2회 세척한 다음, aceton 10 ml로 2회 세척하였다. 여과한 후, 침전물이 담긴 crucible을 105℃ 건조기에서 하룻밤 건조시켰다. 건조 후, desiccator에서 방냉후 무게를 측정하였다. 두 개의 시료 중 하나는 Kjeldahl법으로 단백질 정량을 하고, 나머지 한 개는 525℃에서 5시간 회화한 후, 회분정량을 한 후 SDF 산출식에 적용하여 가용성 식이섬유 함량을 산출하였다. IDF와 SDF 및 TDF의 산출식은 다음과 같다.

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

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

$$*TDF(\%) = SDF + IDF$$

또한, 시료의 섬유질 함량은 신선물 기준(fresh matter basis)으로 표현하였으며 다음과 같이 산출하였다.

시료의 신선물 기준 섬유질의 함량(%)

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

Acid detergent fiber(ADF)의 정량

Van soest의 방법(5)에 따랐다. 즉, 과피와 과육 각각의 Sample 1 g 씩을 500 ml 플라스크에 넣고 acid-detergent 용액 (20 g의 cetyl trimetyl ammonium bromide를 1N-H₂SO₄ 1 l에 녹인 용액) 100 ml를 가하였다. 여기에 환류냉각기를 달아 가열장치에 연결하고 10분동안 끓인 다음 열을 줄여서 60분간 가열하였다. 가열된 용액을 미리 항량을 구한 funnel로 여과하고 뜨거운 증류수와 aceton으로 여러 번 씻은 다음

105℃ 건조기에서 하룻밤 건조하여 무게를 측정 한 후, 다음 식에 의해 ADF를 계산하였다.

$$**ADF(\%) + \frac{(W_1 - W_2)}{S} \times 100$$

W₁ : 미리 측정 한 funnel의 항량 (mg)

W₂ : 건조 후 funnel의 항량 (mg)

S : Sample 무게 (mg)

Lignin의 분석

Acid detergent 잔사가 분석된 뒤 72% 황산을 이용하여 Ross등의 방법(6)에 따라 Lignin을 분석하였다.

Pectin 분석

McComb의 방법(7)에 따라 펙틴을 분석하였는데 먼저 시료과실의 과육과 과피를 일정량을 취해 마쇄하였다. 마쇄된 각각의 시료를 끓는 EtOH중에서 15분간 추출한 후, 최종 농도가 70%가 되도록 EtOH을 가하여 열탕 중에서 환류 냉각 장치를 부착시켜 1시간 가온·추출한 뒤, Molish 반응으로 세정한 다음, 추출액을 여과하고 하루동안 건조(30 mmHg, 40℃)하여 AIS(alcohol insoluble solid)를 얻는다. AIS 1 g에 증류수 250 ml를 가하고 20℃에서 하루동안 방치한 후 여과하였다. 여액을 모아 WSP(water soluble pectin)을 얻었다. WSP 추출잔사에 0.4% hexametaphosphate 용액 25 ml를 가하고 증류수를 첨가하여 250ml로 정용하였다. 20℃에서 2시간 방치한 다음 여과하여 HMP (hexametaphosphate soluble pectin)을 얻었다. HMP 추출잔사에 다시 0.05 N HCl용액 250 ml를 가하여 85℃에서 1시간, 2회 추출을 행하여 HSP(hydrochloric acid soluble pectin)을 얻었다. Cabazole 비색법에 따라 각 시료 2 ml를 시험관에 취한 후 빙수중 냉각상태하에서 진한 황산 12 ml를 가하고 84℃에서 10분간 가열하였다. 이것을 실온에서 15분간 방냉 시킨 후, 0.15% cabazole 1 ml를 가하고 실온에서 90분간 방치하여 발색시킨 후, 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. Galacturonic acid monohydrate를 사용하여 작성한 표준곡선에 의거하여 각각의 흡광도에 대한 펙틴의 양을 산출하였다.

결과 및 고찰

유자, 대추, 감에 존재하는 식이섬유의 종류별 함량의 분석결과는 Table 1~3에 나타내었다.

유자에 존재하는 식이섬유로는 Table 1에 나타낸 바와 같이 유자과육부위에는 불용성 식이섬유가 2.61%, 가용성 식이섬유가 1.25%, 총 식이섬유가 3.47% 이었다. 유자과피의

식이섬유 함량은 각각 7.32%, 0.71%, 8.03%로 분석되었다. 은 등(8)은 한국산 감귤의 식이섬유 함량은 총 식이섬유의 경우 과육에서 2.27%, 과피에서 5.86%로 보고한 바 있는데 이에 비해 유자의 식이섬유 함량이 높으므로 유자 폐과나 가공시 착즙박등은 식이섬유 생산의 좋은 원료로서의 가능성이 높은 것으로 보여진다.

Table 1. Content of dietary fibers in the pulp and peel of fresh persimmon (wet weight basis)

	Content of dietary fiber (%)	
	Pulp	Peel
Insoluble dietary fiber (IDF)	1.95±0.18	15.71±0.09
Soluble dietary fiber (SDF)	0.31±0.01	2.46±0.53
Total dietary fiber (TDF)	2.25±0.18	18.16±0.62
Acid detergent fiber (ADF)	1.24±0.08	8.79±0.09
Neutral detergent fiber (NDF)	1.25±0.06	11.87±0.49
Lignin	N.D.	7.52±1.04
Cellulose	N.D.	1.28±1.12
Hemicellulose	0.02±0.00	3.08±0.57
Total pectin	1.22±0.04	3.37±0.16
Water soluble pectin	0.91±0.03	1.99±0.00
Hexametaphosphate pectin	0.13±0.01	0.32±0.06
Hydrochloric acid soluble pectin	0.18±0.01	1.07±0.11

건조시키지 않은 생대추 과육부분에 존재하는 식이섬유는 Table 2와 같이 불용성 식이섬유 2.98%, 가용성 식이섬유 0.91%, 총 식이섬유 3.98% 이었으며, 과피부분에 존재하는 식이섬유는 불용성 식이섬유 16.88%, 가용성 식이섬유 1.53%, 총 식이섬유 18.41%로 분석되었다.

Table 2. Content of dietary fibers in the pulp and peel of fresh jujube (wet weight basis)

	Content of dietary fiber (%)	
	Pulp	Peel
Insoluble dietary fiber (IDF)	1.95±0.18	16.88±1.07
Soluble dietary fiber (SDF)	0.91±0.21	1.53±0.35
Total dietary fiber (TDF)	3.89±0.39	18.41±1.42
Acid detergent fiber (ADF)	1.72±0.05	8.79±0.09
Neutral detergent fiber (NDF)	2.03±0.02	14.46±0.40
Lignin	N.D.	N.D.
Cellulose	N.D.	N.D.
Hemicellulose	0.02±0.00	1.50±0.60
Total pectin	1.41±0.02	3.37±0.16
Water soluble pectin	0.96±0.01	1.99±0.00
Hexametaphosphate pectin	0.08±0.00	0.15±0.01
Hydrochloric acid soluble pectin	0.38±0.01	1.39±0.01

감과육과 과피부분에 존재하는 식이섬유는 Table 3에 나타낸 바와 같이 가식부위인 과육의 불용성 식이섬유가

1.95%, 가용성 식이섬유 0.31%, 총 식이섬유 2.25%로 나타났다. 감과피 부분은 과육부분보다 훨씬 많은 불용성 식이섬유 15.71%, 가용성 식이섬유 2.46%, 총 식이섬유 18.16%이었다. 이 등(9)은 한국산 과실중 감가식부위에서 2.91%의 식이섬유가 함유된 것으로 보고한 바 있는데, 본 실험 결과 비슷한 결과임을 알 수 있었다.

Table 3. Content of dietary fibers in the pulp and peel of citron (wet weight basis)

	Content of dietary fiber (%)	
	Pulp	Peel
Insoluble dietary fiber (IDF)	2.61±0.11	7.32±0.46
Soluble dietary fiber (SDF)	1.25±0.13	0.71±0.17
Total dietary fiber (TDF)	3.47±0.54	8.03±0.38
Acid detergent fiber (ADF)	1.41±0.04	4.03±0.20
Neutral detergent fiber (NDF)	2.04±0.04	3.73±0.06
Lignin	1.22±0.05	3.35±0.01
Cellulose	0.19±0.01	0.43±0.05
Hemicellulose	0.63±0.01	0.30±0.02
Total pectin	1.77±0.14	3.19±0.36
Water soluble pectin	0.97±0.09	1.67±0.04
Hexametaphosphate pectin	0.17±0.01	0.66±0.14
Hydrochloric acid soluble pectin	0.63±0.04	0.86±0.18

Van Soest 법에 의한 NDF는 insoluble dietary fiber로 간주되는데 cellulose, hemicellulose, lignin을 포함하는데 NDF추출 방법은 식물세포벽의 구성물질을 측정하기 위하여 개발된 방법으로 추출 여과공정중 수용성과 비소화성 다당류가 손실될 수 있고 수용성 pectin이 일부 손실되는 문제점이 있는 것으로 알려져 있다. 하지만 Van Soest에 의한 이들 방법은 비교적 식품에 대해 신속하고 재현성이 좋아 인정받고 있다(10). 본 실험결과에서 나타난 유자, 대추, 감의 NDF함량은 각각 Table 1,2,3에 나타난 바와 같이 유자과피의 NDF함량은 3.73%로 다소 낮게 조사되었고 대추와 감은 15%미만으로 과피가 과육보다 약 10배가량의 높은 함량을 나타내었다. 서 등(11), 박 등(12)이 보고한 우리나라 채소류 식이섬유 함량을 보면, 13-50%의 NDF함량을 나타내고 있는 것을 알 수 있지만, 과실을 대상으로한 연구보고는 없어 그 결과에 대한 정확한 비교에 어려움이 있었다. 유자, 대추, 감에서 분석된 펙틴함량 역시 대부분 과피부분이 과육부분보다 많은 양으로 조사되었으며 수용성 펙틴함량이 총 펙틴함량 중 약 50%를 차지하였다.

결론적으로, 현재까지 달리 이용되지 못하고 폐기물로 버려지는 유자과피와 유자폐박, 감과피와 뚫은 감, 또한 현재 건강음료로서 각광받고 있는 대추음료 생산시 발생하는 대추 착즙박은 식이섬유원으로써, 특히 젤라틴등 가공에 이용될 수 있는 pectin의 공급이 가능할 것으로 보인다.

요 약

주로 약용이나 차(茶)용으로 종래 이용되고 있는 유자와 대추, 당과 Vitamin C등이 풍부하여 생식 뿐 아니라 가공품 등으로 널리 이용되고 있는 감등의 국내 고유 과실중 근래 기능성 식품소재로 활용되고 있는 식이섬유를 종류별로 과육과 과피로 분리하여 분석하였다. 유자과육과 과피의 식이섬유 함량은 과육부에서 불용성 식이섬유, 가용성 식이섬유, 총 식이섬유량이 신선물 기준으로 각각 2.61%, 1.25%, 3.47%이었으며, 과피부분에서는 각각 7.32%, 0.71%, 8.03% 함유된 것으로 분석되었다. 생대추 과육부분에 존재하는 식이섬유는 불용성 식이섬유 2.98%, 가용성 식이섬유 0.91%, 총 식이섬유 3.98% 이었으며, 과피부분에 존재하는 식이섬유는 불용성 식이섬유 16.88%, 가용성 식이섬유 1.53%, 총 식이섬유 18.41%로 조사되었다. 감과육과 과피부분에 존재하는 식이섬유는 불용성 식이섬유가 1.95%, 가용성 식이섬유 0.31%, 총 식이섬유 2.25%로 나타났다. 감과피 부분은 과육부분보다 훨씬 많은 불용성 식이섬유가 15.71%, 가용성 식이섬유 2.46%, 총 식이섬유 18.16% 이었다.

참고문헌

1. Trowell, H. (1976) Definition of dietary fiber and hypotheses that it is a protective in certain disease. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 29, 417
2. 승정자 (1995) 식이섬유의 생리활성과 이용. *식품과학과 산업*, 28, 2-23
3. Nielsen, S.S. (1994) *Introduction to the chemical analysis of foods*. Jones and Barlett Publishers. p 171
4. A.O.A.C. (1995) *Official Methods of Analysis*, 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
5. Van Soest, P.T. and Wine, R.H. (1967) Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituent. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 50, 50
6. Ross, J.K., English, C. and Perlmutter, C.A. (1985) Dietary fiber constituents of selected fruits and vegetables. *J. Am. Dietetic Assoc.*, 85, 1111
7. McComb, E.A. and McCready, R.M. (1952) Colorimetric determination of pectic substances. *Anal. Chem.* 24, 1630
8. Eun, J.B., Jung, Y.M. and Woo, G.J. (1996) Identification and determination of dietary fibers and flavonoids in pulp and peel of Korean tangerine(*Citrus aurantium* var.)(in Korean). *Korean J. Food Sci Technol.*, 28, 371-377
9. Lee, K.S. and Lee, S.R. (1993) Analysis of dietary fiber

- content in Korean vegetable foods(in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 25, 225-231
10. Nielsen, S. Suzanne. (1994) Food Analysis. Lecture and Laboratory Handouts. FS 467
11. Suh, H.J. and Yoon, H.S. (1989) Quantative analysis and physico-chemical properties of dietary fiber in vegetables(in Korean). *J. Korean. Soc. Food Nutr.*, 18, 403-409
12. Park, W.K. and Kim, S.H. (1991) Quantitative analysis and physical properties of dietary fiber in vegetables(in Korean). *J. Korean. Soc. Food Nutr.*, 20, 167-172

(접수 2003년 1월 8일, 채택 2003년 1월 28일)