

영양성분표시 중 식이섬유 함량 표기를 위한 새로운 분석방법 제안

New analytical method for labeling dietary fiber content

한 정 훈

Jung H. Han

펩시코 고등기술연구소

PepsiCo Advanced Research, PepsiCo Inc.

I. 서론

영양표시란 식품에 들어있는 영양소의 양(量) 등을 포함한 영양에 관한 정보를 표시하는 것으로(식품위생법 제2조 제8호) 영양성분 표시와 영양 강조표시로 분류할 수 있다. 영양성분 표시는 제품의 일정량에 들어있는 영양소의 함량을 표시하는 것이고(식품 등의 표시기준 제2조 제9호), 영양 강조표시는 제품에 포함된 영양소의 함유사실 혹은 함유 정도를 표시하는 것으로서 기준에 따라 특정 용어(무, 저, 고, 강화, 첨가, 감소 등)를 사용할 수 있다(식품 등의 표시기준 제2조 제10호). 식품 등의 표시기준(제9조 및 별지 1 제1호 가목 10)세목)에 의거한 영양표시 대상성분은 열량, 탄수화물(당류), 단백질, 지방(포화지방·트랜스지방), 콜레스테롤, 나트륨 및 그 밖에 강조표시를 하려는 영양성분이 있다. 따라서 식이섬유 함량은 대상 식품에서 식이섬유 함량을 강조하기 위해 특정 용어를 사용할 경우에만 의무

표기 대상성분이 된다. 반면에 미국과 캐나다에서는 식이섬유 함량이 강조표시를 위한 표기가 아니라 영양성분 표시를 위한 의무 표기 대상 성분으로 분류되고 있으며, 유럽연합에서는 우리나라의 경우와 같이 강조 성분일 경우에만 영양 강조표시로 표기하게 되어 있다.

1. 식이섬유의 정의

식이섬유란 식품 중에서 채소·과일·해조류 등에 많이 들어 있는 섬유질로 알려진 성분으로, 사람의 소화효소로는 소화되지 않고 몸 밖으로 배출되는 고분자 탄수화물이다. 식이섬유는 수용성 식이섬유와 불용성 식이섬유로 나뉘는데, 수용성과 불용성 모두 소화효소로 분해되지 않아 인체에 흡수되지는 않으나 수용성 식이섬유의 경우 장내 세균의 이용도가 불용성 식이섬유에 비하여 높으며, 수화된 형태를 지속하기 때문에 불용성 식이섬유에 비하여 생체적합성 및 이

Corresponding author: Jung H. Han
PepsiCo Advanced Research, PepsiCo Inc.
7701 Legacy Dr., Plano, TX 75024 USA
Tel: +1-972-334-4408
Fax: +1-972-334-4444
email: Jung.han@PepsiCo.com

표 1. 식이섬유정의에 대한 변천사

Year	Event
1953	Hipsley coins term “dietary fiber.”
1972-1976	Trowell and co-workers define constituent makeup as part of their “dietary fiber hypotheses.” This definition is used to describe the remnants of plant cell wall components that are resistant to hydrolysis by human alimentary enzymes.
1976	Trowell and co-workers. broaden definition to include all digestion-resistant polysaccharides (mostly plant storage saccharides), such as gums, modified celluloses, mucilages, oligosaccharides, and pectins. The broadened definition includes cellulose, hemi-cellulose, lignin, gums, modified celluloses, mucilages, oligosaccharides, and pectins, and associated minor substances, such as waxes, cutin, and suberin.
1976-1981	Researchers Asp, Schweizer, Furda, Theander, Baker, and Southgate, among others, develop methods aimed at quantifying food components included in the definition.
1979	Prosky begins process of developing an international consensus on definition of and methodology for dietary fiber.
1981	Consensus on dietary fiber definition and analytical approach at AOAC Spring Workshop in Ottawa, Ontario, Canada
1981-1985	Prosky, Asp, Furda, Schweizer, DeVries, and Harland validate consensus methodology in multinational collaborative studies.
1985	AOAC Official Method of Analysis 985.29, Total Dietary Fiber in Foods-Enzymatic-Gravimetric Method Adopted. Method and the equivalent AACC Approved Method 32-05 become de facto working definition for dietary fiber.
1985-1988	Methodology developed and collaboratively studied for insoluble and soluble dietary fiber.
1991	AOAC Official Method of Analysis 991.42, Insoluble Dietary Fiber in Foods and Food Products, Enzymatic-Gravimetric Method, Phosphate Buffer and the equivalent AACC Approved Method 32-07 first adopted.
1988-1994	Taking a variety of approaches, Lee, Mongeau, Li, Theander and co-workers develop, validate, and bring to official or approved method status other methods fitting the definition of dietary fiber.
1992	International survey reaffirms consensus on physiological dietary fiber definition.
1993	Second international survey reaffirms consensus on physiological dietary fiber definition and reaffirms inclusive components.
1995	AOAC International Workshop on Definition of Complex Carbohydrates and Dietary Fiber reaffirms consensus on physiological dietary fiber definition and inclusive components.
1997	Fructans including inulin were analyzed by AOAC 997.08 but for a while inulin assay has not generally been conducted due to it could be partially included in total dietary fiber through AOAC 985.29/991.43. Later AOAC 999.03 (2000) was developed for fructans.
1999	Definition of dietary fiber remains as “dietary fiber consists of the remnants of edible plant cells, polysaccharides, lignin and associated substances resistant to (hydrolysis) digestion by the alimentary enzymes of humans.” This definition identifies a macro-constituent of foods that includes cellulose, hemicellulose, lignin, gums, modified celluloses, mucilages, oligosaccharides, and pectins and associated minor substances, such as waxes, cutin, and suberin. AOAC 985.29/AACC 3205, AOAC 991.43/AACC32-07, and equivalent methods are being used as de facto defining methods for total dietary fiber. This methods have been published in year 2000.
2000	To check accurate amount of polydextrose which was formulated in the samples AOAC 2000.11 was introduced. Through this method polydextrose can be added in the total dietary fiber.
2001	Resistant oligosaccharides analysis method (AOAC 2001.03) was introduced to include resistant oligosaccharide such as Fibersol 2 content into total dietary fiber.
2002	Type 2 and 3 resistant starch assay method (AOAC 2002.02) was developed and the resistant starch content was included in the total dietary fiber.
2009	Total dietary fiber content (AOAC 2009.01) according to CODEX definition including all insoluble and soluble low-molecular weight fibers to support dietary fiber claim.

Modified and updated information of original table of DeVries et al. (1999).



용성이 높다고 할 수 있다. 수용성 식이섬유는 음료제품 개발에 있어, 용해도면에서 불용성 식이섬유보다 적합하며 제품의 품질에 긍정적인 영향을 미치는 이유로 많이 사용되고 있다. 이와 같이 인체 내에서의 소화과정을 바탕으로 한 식이섬유의 분류 방식은, 고전적으로 사용하고 있는 유기화학을 바탕으로 한 화합물의 분류 방식에 비해 합리적이기는 하나, 정의상 다소 불분명한 성격을 가지고 있어, 이와 같은 정의 방식에 의하면 모든 식이섬유의 성분표시는 인체 대사 실험이 필요하게 되고, 따라서 모두가 공통적으로 받아들일 수 있는 합리적이면서 정확한 식이섬유 성분 분석방법이 필요하게 된다. 1990년대에 사용되었던 분석방법들은 식이섬유의 정의상 포함되는 모든 식이섬유 성분을 분석하기에 적합하지 않게 되어있다. 표 1은 식이섬유에 대한 이해와 정의의 역사적인 변천사를 잘 보여주는 자료로, 현재의 정의에 이르기까지 분석방법에 대한 발전 과정을 잘 나타내주고 있다.

2. 식이 섬유의 종류

식품에 일반적으로 존재하면서 사람의 소화효소로 분해되지 않는 고분자 탄수화물로 대표적인 식이섬유 성분으로는, 셀룰로스, 헤미셀룰로스, 베타 글루칸, 이눌린, 천연 올리고당, 펙틴, 알긴산 및 각종 검류가 있다. 천연 식이섬유가 아닌 합성 또는 제조된 식이섬유로는 각종 합성올리고당, 변성전분, 변성말토덱스트린, 저항전분 등이 있다. 식이섬유의 정의에 해당되는 성분 중에서 가장 작은 분자량을 갖는 식이섬유로는 라피노스와 스타키오스와 같은 당류가 있으며, 가장 분자량이 큰 거대분자 식이섬유로는 셀룰로스와 변성전분을 그 예로 들 수 있다. 이와 같이 식이섬유는 종류가 많고 그 구조가 다양한 관계로, 이들 식이섬유 성분을 모두 정확하게 정량하여 전체 식이섬유의 총량을 제시한다는 것은 매우 어려운 실정이다.

3. 문제 제시

현재 가공식품의 식이섬유 함량표시는 다른 영양 성분 함량표시와 마찬가지로 공인된 식이섬유의 정의에

따른 함량을 측정해서 영양성분 표시를 하는 것이 아니라, 정의에 따른 식이섬유 함량을 잘 표현해 줄 수 있다고 인정된 분석방법에 의해 측정된 함량을 공식적 영양성분분석 표시를 위한 자료로 이용하고 있다. 즉, 일반적으로 사용되고 있는 식이섬유 함량 분석방법들은 상기에 기록된 모든 종류의 식이섬유 성분을 한번에 측정할 수 있는 방법이 아니다. 따라서 정확한 식이섬유성분 분석을 위해서는 각종 식이섬유 성분 별로 다른 분석 방법을 사용하여 각각의 식이섬유 함량을 분석한 후, 각각의 분석치를 합산한 총식이섬유 함량을 구하여야 한다. 현재 공인된 식이섬유 함량 분석방법이 모든 식이섬유 성분을 정량할 수 없는 관계로, 식이섬유의 정의에 따른 이론적 함량보다 실제적으로 적게 측정되는 경우가 많다. 본 보고서는 현재 일반적으로 사용되고 있는 공인된 식이섬유 함량 분석방법들의 특징을 이해하여 실제 함량보다 적게 정량되고 있음을 밝히고, 이로부터 보다 정확하게 정량할 수 있는 실질적인 방법을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다.

II. 본론

식이섬유 분석 방법은 매우 다양하다. 특히 2001년 이후 식이섬유 분석에 대한 공식적인 방법이 광범위하게 변한 이후, 분석용 재료와 분석하고자 하는 성분의 특징에 맞게 매우 다양한 분석방법을 채택하여 사용할 수 있게 되었다. 그러나 현재 국내외를 망라한 대부분의 식품업계에서 영양성분표시를 위한 식이섬유 분석에 2000년에 공인된 AOAC 985.29와 AOAC 991.43 방법에 의한 효소처리법(그림 1)만을 사용하고 있는 것이 현실이다.

I. 식이 섬유 분석 방법

식이섬유의 분석 방법은 당연히 식이섬유의 정의를 가장 잘 표현하는 방법을 사용하여야 한다. 그러나 정의를 가장 잘 표현하기 위해 방법을 개선하는 것 이외에도 실질적으로 분석에 따른 비용과 시간을 잘 살펴야 한다. Asp(2001)는 목적에 따라 다른 분석방법을 제시하였는데, 예를 들면 과학적인 연구를 목적으로 한

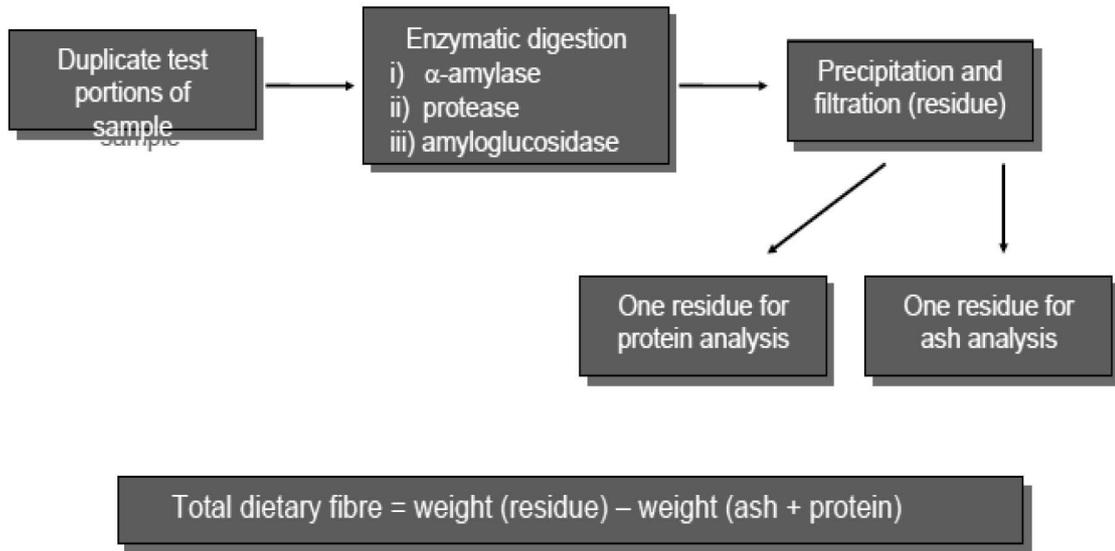


그림 1. AOAC 985.29 총식이섬유 함량 분석방법

분석일 경우와 산업적 목적으로 분석할 경우를 구분하여 표준 분석방법을 다르게 사용하는 것을 제안하였다. 실제로 1999년 이후에 채택된 모든 식이섬유 분석방법은 기본적으로 AOAC 985.29 효소처리법을 개량한 방법들이다. 개량된 식이섬유 분석방법의 원리는 효소처리법을 기본적인 조섬유질 분석방법으로 사용하고, 이외에 효소처리법으로 측정이 불가능한 식이섬유 성분을 다른 분석법으로 정량하여 조섬유질 분석치에 합산시키는 방법을 기본적인 원리로 사용하고 있다. 주로 HPLC를 사용하며 각종 식이섬유 성분을 개별적으로 측정 후 효소처리법으로 정량한 조섬유질 함량에 합산을 하는데, 이 같은 방법으로 효소처리법만으로는 측정이 불가능하였던 polydextrose, Fibersol, 저항 올리고당, 저항 전분, galacto/fructo-올리고당의 정량이 가능해 졌다. 그림 2는 효소처리법만으로 측정한 총식이섬유 함량에는 각종 식이섬유 성분이 포함되고 있지 못함을 보여주며, 따라서 효소처리법이 측정하지 못하던 식이섬유 성분을 HPLC를 사용하여 개별적으로 분석한 후 총식이섬유 함량에 포함시킨 AOAC 2009.1 방법이 보다 많은 총식이섬유 함량을 정의에 가깝게 정량할 수 있음을 보여주고 있다.

2. 분석 방법의 특징 및 문제점

2.1. 효소 처리법

상기에 기록된 바와 같이 효소처리법은 2000년에 공식 발표된 AOAC 985.29와 AOAC 991.43 방법을 뜻하며 영어로는 enzymic-gravimetric method라고 불린다. AOAC 985.29 방법은 총식이섬유함량을 분석하는 방법이고 AOAC 991.43 방법은 수용성 식이섬유함량과 불용성 식이섬유함량을 분리하여 분석하는 방법으로 이방법에 의해 측정된 수용성 식이섬유함량과 불용성 식이섬유함량의 합산은 AOAC 985.29 방법에 의해 측정된 총식이섬유함량의 분석치와 같아지게 된다. 그림 1에서 보여주는 AOAC 985.29방법 중에서 효소처리후 침전/여과단계에서 효소처리후 분해되지 않은 식이섬유 침전물을 유기용매를 사용하여 침전시킨다. AOAC 991.43 방법은 이단계에서 유기용매 처리전에 효소처리액을 여과지를 사용하여 투과된 상등액 즉 수용액과 여과침전물을 분리한 후 수용액과 여과침전물을 따로 유기용매처리를 하여 수용액 침전물로 부터는 수용성 식이섬유 성분을 여과침전물에서는 불용성 식이섬유 성분을 분석하게 된다. 따라

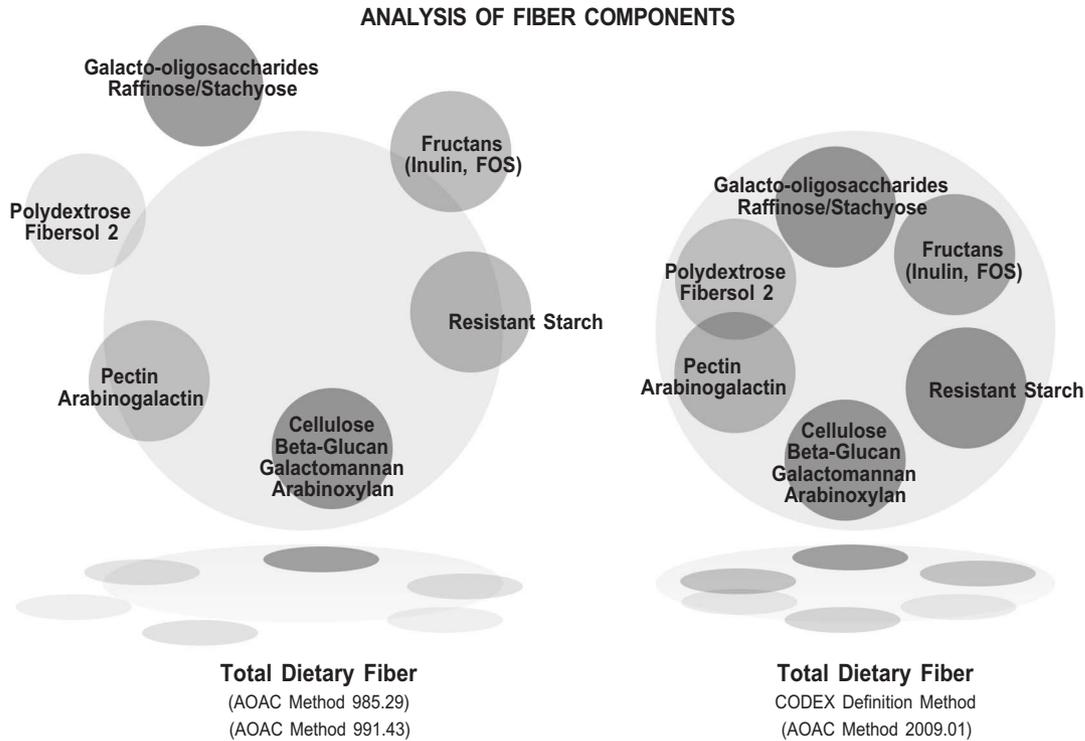


그림 2. 분석방법에 따른 식이섬유성분의 차이 (자료 제공: Medallion Laboratories)

서 효소처리법으로 측정된 총식이섬유 성분은 전분 및 단백질 분해 효소 처리후에 남아있는 물질중에서 유기용매에 의해 침전된 물질을 포함하게 된다.

2.2. 효소-화학분석법

최초의 효소-화학분석법으로 두가지(효소처리법과 화학분석법) 방법을 병행하여 수용성 식이섬유 함량을 정확하게 제시한 방법은 2000년에 공인된 Uppsala의 GLC 방법이다(AOAC 994.13). Uppsala는 gel chromatography 방법을 사용하여 효소처리후 상등액에 용해되어 있는 저분자 수용성 식이섬유성분을 분리하여 함량을 측정하였다. 이방법에 의해 효소처리법으로 분석이 불가능하였던 각종 난소화성 저분자 화합물이 식이섬유 함량에 포함되게 되었다. 이후로 다양한 chromatography 방법과 화학반응을 병용한 효소-화학분석법은 더욱 발전되어서 galacto-/fructo-oligosaccharides와 poly-dextrose, Fibersol 2와 같은 난소화성 올

리고당(non-digestable oligosaccharides, NDO)의 분석이 가능하여졌고(AOAC 999.03; AOAC2000.11; AOAC 2001.03) 이에 따라 NDO 성분이 수용성 식이섬유의 함량에 포함되게 되었다.

효소-화학분석법으로 가장 분석이 어려웠던 난제로 남아있던 저항 전분의 함량분석이 가능해졌다. AOAC 2002.02방법으로 전분분해 효소처리후 남아있는 불용성 전분물질에서 저항 전분과 일반 소화성 전분을 분리 분석할 수 있게 됨으로서 공식적으로 인정되어 있는 식이섬유의 정의에 보다 가까운 의미를 가진 식이섬유함량의 분석이 가능해 졌다. 이후 분석방법이 개량되면서 CODEX 정의법이라 불리는 AOAC 2009.01 방법까지 공식발표되면서 앞으로도 지속적으로 정의에 걸맞는 식이섬유함량 분석법이 개발될 전망이다.

이와같이 국제적으로 공인된 새로운 식이섬유 분석방법이 발표되었음에도 불구하고 개량된 식이섬유분석방법은 주로 과학적인 목적으로만 사용되고 있다. 식

품영양성분표시를 위한 공식적인 방법으로는 국내외 업체와 정부공인기관에서 아직도 효소처리법을 표준 분석방법으로 사용하고 있음이 현실이다. 그러나 식품 과학분야를 주도하고 있는 여러 식품관련 학회에서 효소처리법에 대한 분석방법의 개선을 요구하는 연구발표 역시 아직은 미미한 형편이다. 식이섬유 분석방법에 대해 업계와 학계 그리고 정부기관의 공동 심의가 필요한 시점이다.

3. 가공공정이 식이섬유 분석결과에 미치는 영향

지금까지는 효소처리법과 이에 대한 개선방법에 대하여 AOAC와 AACC로 부터 공인된 식이섬유 함량 분석방법에 대해 알아보았다. 이제부터는 식품의 가공공정이 식이섬유분석에 미치는 영향을 살펴봄으로서, 공인된 방법에 의한 분석을 실시하기 전에 주의하여야 할 시료의 처리방법에 대하여 살펴보겠다.

동일한 식이섬유 분석방법을 사용해서 가공공정전 원재료와 가공공정후 원재료의 식이섬유 함량을 분석한 결과, 가공공정후 원재료의 식이섬유 함량이 공정전 원재료의 함량에 비하여 유의적으로 다른 결과를 보이는 경우가 많이 발견되고 있다. 한국에서도 한국 식품과학회를 통해 농산품류 원재료의 가공공정이 완제품 식이섬유의 함량에 유의적 영향을 주는 연구 결과를 발표한 바 있다. 곡류의 경우 증류수에 침지 수화시킨 후 20분간 전기 밥솥에서 가열한 보리의 불용성 식이섬유가 가열조리전 5.3%에서 가열조리후 6.2%로 증가하였고, 이로 인해 총식이섬유의 함량도 1%가 증가하였다고 보고하였다(이원중 1992). 그러나 수용성 식이섬유와 베타 글루칸의 함량은 가열조리에 의해 영향을 받지 않았다. 야채와 과일의 경우에서도 같은 경향이 보고되었다. 당근, 양배추, 표고버섯, 양송이버섯, 미역, 김을 50 - 60°C에서 열풍건조 시킨 결과를 냉동건조시킨 시료와 비교할 때 3%에서 5%까지 총식이섬유함량이 증가하였다(김철암 2006). 실험에 사용된 모든 종류의 시료에서 수용성 식이섬유와 불용성 식이섬유 모두가 열처리에 의해 함량이 증가한 것으로 보고되었다. 이와 같은 결과를 통해 우리는 원재료의 가공공정, 주로 열처리공정이 공정후 식이섬유 함량을

증가시키는 경우를 확인할 수 있었다. 그렇다면 가공공정후 식이섬유 함량이 달라진 결과에 대해, 현단계에서 최소한 두 가지 가설을 세워볼 수 있다. 첫번째 가설은 열처리공정이 식이섬유의 함량 자체를 증가시켰다는 가설이고 두번째 가설은 열처리공정전후, 시료에 포함된 식이섬유 함량 자체에는 변화가 없으나, 열처리공정이 식이섬유 분석 방법에 영향을 미쳐 다른 함량결과를 유도한다는 가설이다. 저자가 제시한 두 가지 가설 이외에도 다양한 가설이 분석화학 및 식품학 전문가들에 의해 추후 제시되길 기대한다.

열처리 공정이 식이섬유의 함량을 증가시킨다는 첫번째 가설은, 정밀한 화학적 성분분석을 열처리 전과 후에 실시하여 그 차이점을 분석해 보면 쉽게 증명할 수 있는 가설로, 첫째, 주로 열처리 공정이 maillard 반응을 촉진시켜서 그 반응생성물과 기타 탄닌과 같은 성분이 리그닌 함량으로 포함되기 때문에 총식이섬유 함량이 증가한다는 이론과, 둘째, 가열에 의한 변성전분 및 저항전분의 생성으로 식이섬유함량이 증가한다는 이론이 존재하고 있다. 그러나 이같은 화합물들은 정밀한 화학성분분석을 실시해야지만 정량할 수 있는 성분으로, 효소처리법으로는 정확하게 측정할 수 없는 성분들이다. 따라서 단순히 효소처리법만으로 측정하였을 때에 관찰할 수 있는 열처리후 식이섬유함량의 증가 현상(이원중 1992; 김철암 2006)을 설명하기에는 적합하지 않다.

두번째 가설로, 분석용 시료의 열처리공정이 효소처리법에 영향을 주어 다른 함량결과를 나타낸다는 가설은 본인의 가설로서, 특히 천연재료의 경우 상식선에서 상당한 공감을 갖는 가설이다. 자연의 모든 야채, 과일, 곡류와 두류는 천연적으로 존재하는 효소를 가지고 있다. 많은 종류의 천연효소는 주로 가수분해 효소이다. 두번째 가설은 효소처리법의 첫단계인 탄수화물 분해효소와 단백질분해효소를 이용하여 분석용 시료를 처리하는 과정 중에 시료에 존재하는 천연효소들도 시료의 분해에 관여한다는 사실로부터 도출되었다. 천연효소들의 작용은 첨가된 탄수화물분해효소와 단백질분해효소가 분해할 수 없는 식이섬유성분을 분해시켜 효소처리법의 원리와 목적에 없는 반응을 발생시키고 총식이섬유함량을 감소시킨다. 대표적인 예로, 펙틴을 분

해시키는 pectinase는 거의 모든 야채과일에 포함되어 있다. 펙틴은 식이섬유성분으로, 효소처리법에서 사용하는 탄수화물분해효소와 단백질분해효소에 의해 분해가 되지 않고 수용성식이섬유로 검출이 되어야 한다. 그러나 실질적으로 각종 야채과일 시료를 분석 의뢰할 경우, 효소처리법의 첫단계인 효소분해과정에서 천연적으로 함유되어 있는 pectinase에 의해 펙틴이 자가 분해되게 된다. 따라서 시료에 포함되어있던 펙틴은 식이섬유함량에서 제외되게 된다. 이런 현상은 완전 살균을 하지 않는 천연주스류 제품과 생야채과일의 분석일 경우 발생하게 되는데, 생야채과일 및 품질을 위해 저온살균을 한 주스류 제품은 pectinase가 충분히 열 변성되지 않는 온도에서 열처리가 되기 때문이다. 따라서 이 같은 제품을 고온에서 열처리를 한 후 식이섬유 분석을 실시하면 천연적으로 포함되어있던 pectinase와 같은 가수분해 효소가 완전 변성이 되어, 효소처리법의 첫 단계인 효소처리과정 중에 포함되어있는 펙틴과 같은 식이섬유성분의 기질을 분해하지 못하게 됨으로써, 열처리를 하지 않아 pectinase가 존재하고 있는 시료에 비해 식이섬유함량이 증가하게 된다. 따라서 업계와 학계에서 일반적으로 분석 의뢰용 시료의 준비과정으로 하고 있는 시료의 냉동건조가 pectinase

와 같은 천연 가수분해효소의 활성을 유지시켜, 실제 포함되어있는 식이섬유함량을 감소시키고 있다는 사실을 주지하여야 한다. 비타민과 같이 열안정성이 낮은 성분의 분석을 위해서 시료의 냉동건조가 적합한 전처리 방법이라면, 식이섬유와 같이 가수분해 안정성이 낮은 성분의 분석을 위해서는, 분석용 시료의 고온 열처리가 적합한 전처리 방법이 될 수 있겠다.

그림 3의 경우 다량의 펄프가 들어있는 두 대표 회사의 오렌지주스 식품성분분석표를 보여주고 있다. 단순히 효소처리법을 사용하였을 때 포함되어 있는 다량의 펄프가 식이섬유성분으로 분석되지 못하고 0%의 식이섬유함량으로 표기되어 있음을 볼 수 있다. 실제 두 제품 모두 고온살균후 식이섬유 분석을 하면 상당량의 식이섬유가 정량 된다. 현재 공식적으로 사용되고 있는 효소처리법은 실제 포함되어있는 식이섬유의 함량보다 적게 정량이 되고 있으며, 또한 업계와 학계에서 일상적으로 사용되고 있는 분석용 시료의 냉동건조방법이 실제 포함되어 있는 식이섬유함량보다 적게 정량이 되게 하는 원인이 되고 있음을 알 수 있다. 그리고 이 같은 현상은 야채, 과일, 곡류와 두류 제품에서 더욱 심각하게 나타나며, 상기에 인용한 이원중(1992) 및 김철암(2006) 보고서에 나타난 야채, 과



Nutrition Facts	
Serving Size: 8 oz	
Amount per Serving	
Calories 110	Calories from Fat 0
Total Fat 0g 0%	
Saturated Fat 0g 0%	
Monounsaturated Fat 0g	
Polyunsaturated Fat 0g	
Trans Fat 0g	
Cholesterol 0mg	0%
Sodium 0mg	0%
Potassium 450mg	13%
Total Carbohydrate 26g	9%
Dietary Fiber 0g	0%
Sugars 22g	
Protein 2g	4%
Vitamin A	120%
Calcium	0%
Vitamin D	25%
Folic Acid (Folate)	15%
Est. Percent of Calories from: Fat 0.0% Carbs 94.5% Protein 7.3%	



Nutrition Facts	
Serving Size: 8 fl oz / 240 mL	
Amount per Serving	
Calories 110	Calories from Fat 0
Total Fat 0g 0%	
Saturated Fat 0g 0%	
Monounsaturated Fat 0g	
Polyunsaturated Fat 0g	
Cholesterol 0mg	0%
Sodium 15mg	1%
Potassium 450mg	13%
Total Carbohydrate 27g	9%
Dietary Fiber 0g	0%
Sugars 24g	
Protein 0g	0%
Vitamin A	0%
Vitamin C	100%
Calcium	2%
Thiamin (B1)	10%
Est. Percent of Calories from: Fat 0.0% Carbs 98.2% Protein 0.0%	

그림 3. 펄프가 다량 함유된 Tropicana 오렌지 주스(펩시코 제품)와 Minute Made 오렌지 주스(코카콜라 컴퍼니 제품)의 영양성분표(다량의 펄프가 포함되어 있음에도 불구하고 두 회사 제품 모두 식이섬유 0g(0% DV)로 표기되어 있음).

일, 곡류의 열처리가 식이섬유의 함량을 증가시키는 결과를 잘 설명해 준다.

4. 식이섬유의 열량

현재 식품성분표시를 위해 식이섬유분석을 할 경우, 총식이섬유는 그 정의에 의해 총탄수화물 함량에 포함된다. 이와 같은 이유로 식이섬유에 대한 열량에 관해 별도로 기준치가 정하여 있지 않을 경우, 인체의 소화기관에서 소화흡수될 수 없는 식이섬유가 그램당 4 kcal의 열량을 가진 것으로 계산이 되어서 총 열량에 포함되게 된다. 섭취된 식이섬유는 인간의 소화효소에 의해 분해가 되지 않지만 장내 세균에 의해 일부 분해되기도 한다. 장내 세균에 의해 분해되는 식이섬유는 열량을 가질 수 있다. 이 같은 문제를 보완하기 위해서는 장내 세균에 의한 식이섬유의 평균분해율을 알아야 하며, 또한 분해된 식이섬유의 인체 흡수율을 알아야만 평균보정치를 이용해서 사실에 가장 가까운 식이섬유의 열량을 채택할 수 있다. 일본에서는 대장에서 완전히 분해되는 식이섬유는 그램당 2 kcal의 열량을 갖는 것으로 인정하고 대장에서 전혀 분해가 되지 않는 식이섬유는 열량이 전혀 없는 것으로 하여 식이섬유가 총탄수화물에 포함되어 그램당 4 kcal의 열량을 갖게 되는 계산상의 문제를 해결하였다. 또한 17가지의 일반적인 식이섬유성분에 대하여 일일이 0-2 kcal 범위에서 표준열량을 제시하였다. 미국과 유럽의 경우 일본과 같이 각각의 식이섬유성분에 대하여 표준열량을 제시하기 보다는 대장에서 분해가 되지 않는다는 증빙자료를 제출한 경우, 총식이섬유 그램당 2 kcal의 열량을 갖는 것을 인정하고 있다. 우리나라의 경우 식품 등의 세부표시기준(식품 등의 표시기준 별지 1)에 의거하여 탄수화물 중 당알콜이나 식이섬유 등을 별도로 표기할 경우 그램당 식이섬유는 2 kcal, 당알코올은 2.4 kcal, 에리스리톨은 0 kcal, 알코올은 7 kcal, 유기산은 3 kcal를 사용하도록 되어 있으며 이외의 모든 탄수화물은 그램당 4 kcal의 열량을 가진 것으로 총열량을 계산하고 있다. 그러나 역시 모든 식이섬유가 그램당 2 kcal의 열량을 갖는 것은 아니므로, 일반적으로 식이섬유에 대한 열량표시기준은 식이섬유가 다량 포함되어 있는 경

우 열량이 과대평가 될 가능성이 매우 높다.

III. 결론 및 제안

상기에서 알아본 결과에 의하면 현행 식이섬유분석 방법인 효소처리법을 사용할 경우, 천연적으로 포함된 가수분해 효소로 인해 식이섬유성분의 일부가 가수분해되어 식이섬유의 함량에 포함되지 않게 된다. 이를 방지하기 위해 식이섬유 성분분석용 시료의 경우에 한하여, 시료전처리 과정으로 천연적으로 포함되어 있는 효소를 불활성화 하기 위한 고온 열처리 과정이 있어야 하며, 이런 고온 열처리 과정의 조건을 표준화하는 공식적인 시료 전처리 방법을 효소처리법에 포함 시켜야 한다. 또한 이외는 별도로 AOAC 2009.1 방법을 국내 식이섬유분석방법으로 공식화 하는 작업을 시작하여야 한다. 식이섬유에 대한 열량표시는, 현재 사용하고 있는 그램당 2 kcal의 획일화된 계산방법을 개선하여 식이섬유성분별로 0 kcal에서 2 kcal까지 실질적인 열량을 조사하여 식품의 총열량이 식이섬유에 의해 과대평가되는 문제를 최소화 할 수 있는 방법을 찾아야 한다. 더불어, 학계와 업계 그리고 정부가 합동으로 식이섬유에 관한 총체적인 리뷰를 하는 과제를 시행하여 식품의 연구개발 및 성분표시에 관한 통찰력있는 가이드라인을 제시해 줄 수 있어야 한다.

IV. 참고문헌

- DeVries JW, Prosky L, Li B, Cho S. A historical perspective on defining dietary fiber. *Cereal Food World*. 44(5): 367-369 (1999)
- 이원중. 도정 및 가열조리중 보리의 식이섬유 함량변화. *한국식품과학회지*. 24: 180-182 (1992)
- 김철암, 오덕환, 은종방. 건조방법에 따른 생식 원료의 이화학적 특성 및 기능성 성분의 변화. *한국식품과학회지*. 38: 188-196 (2006)
- Asp N-G. Development of dietary fibre methodology. In: *Advanced Dietary Fibre Technology*, pp. 77-88 [BV McCleary and L Prosky, editors]. Oxford: Blackwell Science Ltd. (2001)
- McCleary BV. Dietary fibre analysis. *Proceedings of the Nutrition Society*. 62: 3-9 (2003)
- 승정자. 식이섬유의 생리활성과 이용. *식품과학과 산업*. 28(3): 2-23 (1995)