韓國營養學會誌 26(2) : 196~201, 1993
Korean J Nutrition 26(2) : 196~201, 1993

菜蔬類 및 海藻類 食品의 食餌纖維 含量

김은희 · 맹영선* · 우순자

고려대학교 자연자원대학 식품공학과
한림대학교 한국 영양연구소*

Dietary Fiber Contents in Some Vegetables and Seaweeds

Kim, Eun-Hee · Maeng, Young-Sun* · Woo, Soon-Ja

Department of Food Technology, Korea University, Seoul, Korea
Korea Nutrition Institute, Hallym University*

ABSTRACT

In this study, dietary fiber contents in vegetables and seaweeds were determined by Mongeau-Brassard method and the AOAC official method. The average total dietary fiber(TDF) contents by AOAC official method were 6% for vegetables, and 33% for seaweeds. The average ratios of soluble dietary fiber(SDF) contents to TDF contents were 47% for vegetables and 57% for seaweeds. The differences between TDF values(dry basis) by two methods were 1.0%~9.0% for vegetables except bellflower root and 1.0%~8.0% for seaweeds. TDF± error boundary values by Mongeau-Brassard method were a little higher than those by AOAC official method. But, F/Fc of all samples were lower than 1.0. Therefore, Mongeau-Brassard method was evaluated as precisely as AOAC official method.

KEY WORDS : dietary fiber contents · total dietary fiber · soluble dietary fiber.

서 론

최근 당뇨병, 고혈압 및 대장암등의 성인병에 예방효과가 있다고 밝혀진 식이섬유(dietary fiber)에 대한 관심이 높아지고 있다[1]. 식이섬유는 영양적 가치가 없는 것으로 생각되어 왔으나, 1970년대 그 생리활성이 보고되면서[2][3] 식이섬유의 정의가 새롭게 제안되었다[4]. 또한, 식이섬유의 생리적 기능[5][6]에 대한 연구와 아울러 식이섬유 분석에 대한 연구도 활발하여져서 분석법은 점차 개선되고 있다[7].

그러나, 우리나라에서는 식이섬유에 대한 많은 관심에도 불구하고, 실제로는 1일 성인의 식이섬유 섭취량도 예상하지 못하고 있는 실정이다. 우리나라에서는 식이섬유 함량의 측정이 주로 채소류에 집중되어, 1987년 Van Soest 방법에 의한 채소류의 NDF값[8-11]의 보고에 이어, 1991년 식용버섯의 식이섬유 함량이 보고되었다[12]. 그러나, 이러한 보고들은 서로 다른 분석방법을 사용하였으므로, 본

채택일자 : 1992년 9월 18일

연구에서는 채소류와 해조류중에서 각각 5가지씩 식품을 선정하여 AOAC 공정법과 Mongeau-Brassard법에 의하여 식이섬유 함량을 측정하여 비교, 검토하였기에 이에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서는 시료로서 갓, 취, 냉이, 고구마줄기 및 도라지등의 채소류와 미역, 김, 파래, 다시마 및 톳등의 해조류를 가락시장(서울)에서 구입하여 사용하였다. 구입한 시료중 건조된 상태의 것(톳을 제외한 해조류)은 이물질을 제거한 후 마른 수건으로 깨끗이 닦고, 톳과 채소류는 동결 건조한 후, miller로 마쇄하여 20mesh 체로 쳐서 polycthylenc bottle에 담아 paraffin film으로 밀봉한 후 냉동고에 보존하여 사용하였다. 본 실험에서 사용한 식품들의 일반성분 분석결과는 Table 1과 같았다.

2. 실험 방법

1) AOAC 공정법에 의한 총 식이섬유 분석

전보에서와 같이 AOAC 공정법[13]을 사용하였다.

2) Mongeau-Brassard법에 의한 불용성, 수용성 및 총 식이섬유 분석

전보에서와 같이 Mongeau-Brassard법[14]을 약간 수정하여 실시하였다.

결과 및 고찰

AOAC 공정법[13]에 의하여 총 식이섬유(total dietary fiber, TDF) 함량을 측정한 결과는 Table 2와 같았다.

채소류의 경우 건량기준(dry basis)으로 보면, 갓, 취 및 냉이는 각각 33.97%, 37.18% 및 37.73%의 비슷한 수준의 총 식이섬유를 함유하고 있었다. 고구마줄기의 총 식이섬유 함량은 74.66%로서 본 실험에 사용한 식품중 가장 높았으며, 도라지의 총 식이섬유 함량은 23.24%로서 채소류중 가장 낮았다. 해조류의 경우에는 미역이 48.43%로 가장 높았고 그 외에는 31.43%~36.96%로서 비슷한 함량을 나타내었다. 채소류와 해조류는 고구마줄기와 미역을 제외하고는 총 식이섬유 함량이 비슷하였다.

그러나 실제 섭취하는 상태(as-received basis)로 하면 식품군간의 평균 총 식이섬유 함량은 채소류는 6%, 해조류는 건조되지 않았던 톳(3.67%)을 제외하고는 33%를 함유하고 있었으므로 채소류의 식이섬유 함량이 해조류의 평균 식이섬유 함량보다 적었다. AOAC 공정법에 의한 채소류와 해조류의 총 식이섬유 함량의 CV(coefficient of variation) 값은 각각 0.60%~1.56% 및 0.90%~3.59%로써 채소류보다 해조류가 약간 오차가 컸다. AOAC 공정법에 의한 총 식이섬유 측정의 error boundary는 해조류의 경우 채소류에 비하여 컸었다.

Table 1. Proximate percent compositions of some vegetables and seaweeds

Sample	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Total carbohydrate
갓(Mustard leaf)	84.9	4.4	0.3	2.1	8.2
취(Chwi)	79.1	4.9	0.5	1.9	13.8
냉이(Shepherd's purse)	76.5	7.4	0.5	1.7	13.9
고구마줄기(Sweet potato stalk)	93.7	0.5	0.1	0.4	13.3
도라지(Bellflower root)	85.0	1.9	0.2	0.5	12.4
미역(Tangle)	11.3	20.2	2.0	24.4	42.1
김(Laver)	7.1	43.8	1.2	8.3	39.6
파래(Sea laver)	6.8	34.3	1.5	15.4	42.0
다시마(Dashima)	9.0	7.5	1.6	21.7	60.2
톳(Tod)	90.1	1.2	0.1	3.5	5.1

*Values are the mean of triplicates

Table 2. Total dietary fiber contents by AOAC method (%)

Sample	TDF[a]		SD[b]	CV[c]	Error[d]
	Dry basis	AR basis			boundary
Mustard leaf	33.97	5.13	0.24	0.71	1.02
Chwi	37.18	7.77	0.58	1.56	2.51
Shepherd's purse	37.73	8.87	0.37	0.98	1.59
Sweet potato stalk	74.66	4.70	0.46	0.62	1.96
Bellflower root	23.24	3.46	0.14	0.60	0.60
Tangle	48.43	42.97	1.74	3.59	4.85
Laver	33.97	31.56	0.49	1.44	2.11
Sea laver	31.85	29.68	0.35	1.10	1.52
Dashima	31.43	28.59	0.51	1.62	2.20
Tod	36.96	3.67	0.35	0.95	1.49

a : All average are the mean of triplicates. AR basis : as-received basis
b : Standard deviation based on dry basis
c : The coefficient of variation=(SD/Average dietary fiber)×100
d : The error boundary indicates 95% confidence limits by T-test

Table 3. Insoluble, soluble and total dietary fiber contents by Mongeau-Brassard method (%, dry basis)

Sample	Insoluble dietary fiber	Soluble dietary fiber	Total dietary fiber			Error[b]
			TDF	SD	CV[a]	boundary
Mustard leaf	15.81	11.62	27.43	0.32	1.17	1.28
Chwi	14.98	21.20	36.18	1.58	4.37	5.03
Shepherd's purse	17.63	11.99	29.62	0.90	3.04	2.86
Sweet potato stalk	52.06	13.81	65.87	0.87	1.32	3.69
Bellflower root	10.92	26.42	37.34	0.43	1.15	1.57
Tangle	14.61	26.16	40.77	0.82	2.01	2.40
Laver	19.24	22.28	41.52	1.09	2.63	3.11
Sea laver	17.41	18.04	35.45	0.82	2.31	2.20
Dashima	8.88	21.12	30.00	0.98	3.27	2.54
Tod	22.30	20.49	42.79	1.05	2.45	2.70

a : The coefficient of variation=(SD/Average dietary fiber)×100
b : The error boundary indicates 95% confidence limits by T-test

한편, AOAC 공정법에 의한 미역의 총 식이섬유 분석은 상당한 어려움이 있었다. 즉, 미역의 총 식이섬유 함량 측정시 amyloglucosidase의 최적 pH를 맞추기 위하여 0.325N HCl을 넣었을 때 시료가 우무처럼 되어 pH 조절이 힘들었으며, 효소가 작용하기도 어려운 상태가 되었다. 따라서, 당질의 제거가 완전하지 못하여 미역의 총 식이섬유 값은 그 오차가 컸던 것으로 생각된다.

Mongeau-Brassard법에 의한 불용성 식이섬유 함량과 수용성 식이섬유 함량을 측정하여 총 식이섬유 함량을 구한 결과는 Table 3과 같았다.

Mongeau-Brassard법에 의한 불용성 식이섬유(Insoluble dietary fiber, IDF) 함량의 경우, 채소류는 고구마줄기(52.06%)를 제외하고는 10.92%~17.63%를 나타내었으며, 도라지가 10.92%로 가장 낮았다. 해조류의 불용성 식이섬유 함량은 다시마가 8.88%로 가장 낮았고, 톳이 22.30%로 가장 높은 함량을 나타내었으며, 그외 미역, 김 및 파래는 15%~19%로서 비슷한 불용성 식이섬유 함량을 나타내었다. 해조류의 불용성 식이섬유 측정시 여과가

용이하지 않았으므로 미리 α-amylase를 넣어 12시간 preincubation하여 전분을 제거한 후 neutral detergent를 처리하여 줌으로써 여과의 문제점을 해결하였다.

Mongeau-Brassard법에 의한 수용성 식이섬유(soluble dietary fiber, SDF) 함량은 채소류의 경우 취와 도라지가 각각 21.10%와 26.42%를 나타내었으며, 갓, 냉이 및 고구마줄기는 각각 11.62%, 11.99% 및 13.81%의 수용성 식이섬유를 함유하고 있었다. 해조류의 경우에는 미역이 26.16%로서 가장 높은 수용성 식이섬유 함량을 나타내었고, 파래가 18.04%로서 그 함량이 가장 낮았다. 김, 다시마 및 톳은 각각 22.28%, 21.12% 및 20.49%의 비슷한 함량을 나타내었다.

예비실험 결과 도라지의 수용성 식이섬유에 당류가 많이 포함되어 나왔으므로 이 문제점을 해결하기 위하여 12시간 α-amylase 처리를 하여 preincubation 하였다. 이 처리를 하지 않으면 수용성 식이섬유 함량이 41.13%로 실제값보다 15% 이상 더 측정되었다.

또한 채소류중 총 식이섬유 함량이 가장 많은 고구마줄기는 시료의 양이 증가함에 따라 수용성 식이섬유 함량이 증가하는 경향(0.5g : 13.81%, 0.25g : 16.90%, 0.1g : 26.35%)을 나타내었다. 그 이유를 확실히는 알 수 없지만, 고구마줄기의 총 식이섬유 함량이 65%나 되며 그 중 80%가 불용성 식이섬유이므로, 시료의 양이 감소되면 될수록 수용성 섬유 성분이 보다 더 많이 녹아 나오는 것이 아닌가 생각되었다.

Mongeau-Brassard법에 의한 총 식이섬유 함량은 채소류의 경우, 고구마줄기가 65.87%로서 가장 높은 값을 나타내었으며, 갓과 냉이가 각각 27.43%와 29.65%, 취와 도라지가 각각 36.18%와 37.34%의 총 식이섬유를 함유하고 있었다. 해조류 중에서는 미역, 김 및 톳이 각각 40.77%, 41.52% 및 42.79%로서 높은 총 식이섬유 함량을 나타내었고 다시마가 30.00%로서 총 식이섬유 함량이 가장 낮았다. Mongeau-Brassard법에 의한 채소류와 해조류의 총 식이섬유 함량의 CV는 취가 4.37%로 가장 컸으며 그 외에는 1%~3%였다.

Fig. 1은 Mongeau-Brassard법에 의한 총 식이섬유 함량에 대한 수용성 식이섬유 함량비(SDF/TDF)를 보여주고 있다. Fig. 1에 의하면 채소류와 해조류의 상당 부분이 수용성 식이섬유로 구성되어 있으며, 총 식이섬유 중 20.96%의 수용성 식이섬유가 들어 있는 고구마줄기를 제외한 나머지 식품은 40% 이상의 수용성 식이섬유를 함유하고 있었다. 채소류중 취와 도라지, 해조류중 미역, 김, 파래 및 다시마등은 50% 이상의 수용성 식이섬유를 함유하고 있었다. 또한 총 식이섬유에 대한 수용성 식이섬유의 평균 함량비율은 채소류 47%, 해조류 57%를 각각 나타내었다. 이상의 결과에서 볼 수 있듯이, 해조류는 총 식이섬유 함량도 높았으며, 총 식이섬유 함량에 대한 수용성 식이섬유의 비율(47%~70%)도 높은 양질의 식이섬유원이라 할 수 있었다.

AOAC 공정법과 Mongeau-Brassard법에 의한 총 식이섬유 함량을 비교하여 보면 채소류는 도라지를

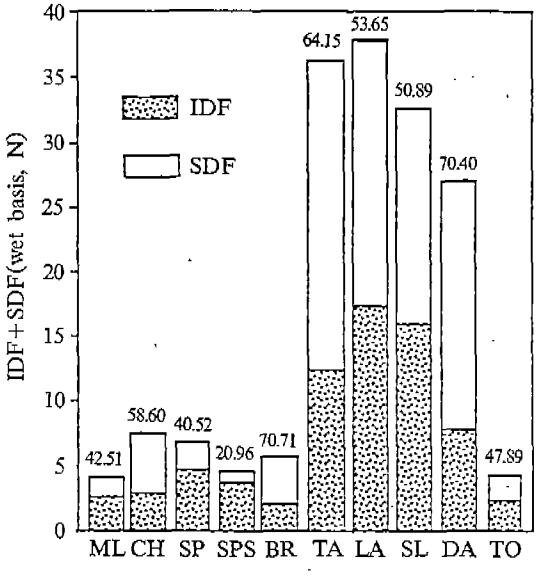

Fig. 1. Insoluble, soluble and total dietary fiber contents of vegetables and seaweeds by Mongeau-Brassard method. The numbers above the bar graph show the percent ratio of SDF to TDF.
Abbreviation : ML ; mustard leaf, CH ; chwi, SP ; shepherd's purse, SPS ; sweet potato stalk, BR ; bellflower root, TA ; tangle, LA ; laver, SL ; sea laver, DA ; dashima, TO ; tod.

제외하고는 AOAC 공정법의 함량이 높았다. 두 방법에 의한 총 식이섬유 측정치의 차이는 1%~9%였고, 해조류의 경우 김과 파래는 Mongeau-Brassard 법이, 미역, 다시마 및 톳은 AOAC 공정법에 의한 함량이 높게 나왔으며 측정치의 차이는 1%~8%였다.

이상의 결과는 단백질 함량과 관계가 있었으며, 단백질 함량이 36.8% 이상인 김, 파래는 Mongeau-Brassard 법에 의한 함량이 높았다. 한편, 단백질이 22.5%~36.8% 들어 있는 냉이, 갓, 취 및 미역등은 AOAC 공정법에 의한 함량이 높았으며 이들 식품의 경우에는 단백질보다는 전분의 제거가 총 식이섬유 값에 더 큰 영향을 주는 것으로 생각되었다. 단백질이 22.5% 이하 들어 있었던 식품인 다시마는 두 방법간의 값이 비슷하였으며 도라지, 고구마줄기는 앞에서 지적한 바와 같이 문제점이 있었다.

AOAC 공정법과 Mongeau-Brassard 법의 정확도를 비교하여 보면 Fig. 2에서와 같이 미역을 제외하고는 AOAC 공정법의 총 식이섬유 함량인 가로축보다 Mongeau-Brassard 법에 의한 총 식이섬유 함량인 세로축이 길게 나타났으므로 AOAC 공정법이 Mongeau-Brassard법보다 오차가 좀 더 적은 방법인 것으로 나타났다.

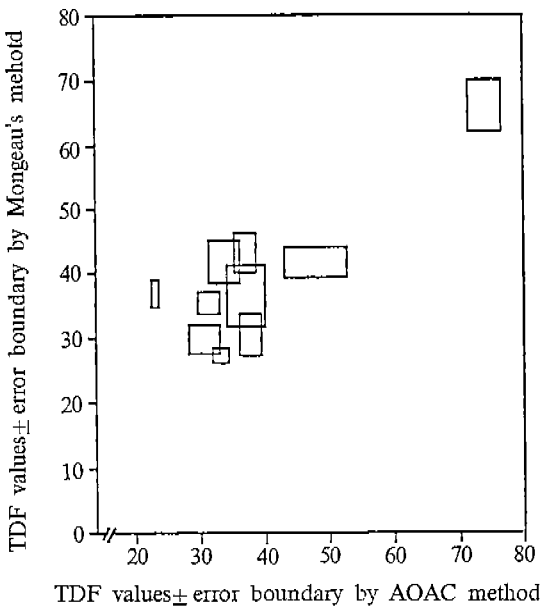

Fig. 2. Comparison of total dietary fiber values between AOAC method and Mongeau's method.

Table 4. Comparison of precision of Mongeau-Brassard method

Sample	$F=S_2^2/S_1^{2a}$	F/Fc^b
Mustard leaf	1.78	0.09
Chwi	7.42	0.39
Shepherd's purse	5.92	0.31
Sweet potato stalk	3.58	0.19
Bellflower root	9.43	0.49
Tangle	0.22	0.01
Laver	4.95	0.26
Sea laver	5.62	0.29
Dashima	3.69	0.19
Tod	9.00	0.47

a : S_1 : Standard deviation of AOAC's TDF
S_2 : Standard deviation of Mongeau's TDF
b : Fc : Critical values for F at the 5% level

또한 AOAC 공정법에 대하여 Mongeau-Brassard 법이 얼마나 정확한가를 확인하기 위하여 F/Fc의 값을 구하여 본 결과는 Table 4와 같았다. 이때 모든 식품은 F/Fc<1였으므로 Mongeau-Brassard법은 AOAC 공정법에 비하여 덜 정확한 방법은 아니었다[15].

이상의 결과에 의하면, Mongeau-Brassard법에 의한 총 식이섬유 측정은 AOAC 공정법보다 시간이 더 걸리는 단점이 있고 오차는 좀 더 크지만, 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유를 분리하여 측정할 수 있는 방법이었다. 그러므로 측정 과정이 간단하여 국내에서 널리 사용되고 있는 NDF 방법에 효소처리 과정을 넣어 주고 수용성 식이섬유 측정법을 첨가하면 AOAC 공정법과 근사한 결과를 얻을 수 있다고 판단되었다.

요 약

본 연구에서는 채소류와 해조류의 식이섬유 함량을 측정하였다. 즉, AOAC 공정법에 의한 총 식이섬유 함량과 Mongeau-Brassard법에 의한 불용성, 수용성 및 총 식이섬유를 측정하고, 두 방법에 의한 식이섬유 함량을 비교 검토하였다.

채소류 및 해조류의 AOAC 공정법에 의한 평균 총 식이섬유 함량은 채소류는 6%, 그리고 톳을 제외한 해조류는 33% 내외를 함유하고 있었다. 한편, Mongeau-Brassard법에 의한 총 식이섬유에 대한 수용성 식이섬유의 평균 함량비율은 채소류는 47%이었으며 해조류는 57%이었다. 총 식이섬유량(건량기준)에 대한 AOAC 공정법과 Mongeau들의 방법에 의한 측정치의 차이는 채소류는 도라지를 제외하고 1%~9%, 해조류는 1%~8%로 나타났다. TDF± error boundary값은 Mongeau-Brassard법에 의한 값이 약간 컸으나, 모든 식품의 경우 F/Fc<1.0 이었다. 그러므로 Mongeau-Brassard법은 AOAC 공정법에 비하여 덜 정확한 방법은 아니었다.

본 연구는 1990년도 한림대학교 교비 연구비에 의하여 이루어진 것이므로 깊은 감사를 드립니다.

Literature cited

1) Reiser S. Metabolic effects of dietary pectins related to human health. *Food Technol* 41(2) : 91-99, 1987
2) Scala J. Fiber. *Food Technol* 28(1) : 34-36, 1974
3) Scala J. Has fiber a role to play in preventive medicine ? *Cereal Foods World* 21 : 356-357, 1976
4) Trowell H. Definition of dietary fiber and hypothesis that it is a protective factor in certain diseases. *Am J Clin Nutr* 29 : 417-425, 1976
5) Lund ED. Cholesterol binding capacity of fiber from tropical fruits and vegetables. *Lipids* 19 : 85-90, 1984
6) Kies C. Non-soluble dietary fiber effects on lipid absorption and blood serum lipid patterns. *Lipids* 20 : 802-807, 1985
7) Mongeau R, Brassard R. A comparison of three methods for analyzing dietary fiber in 38 foods. *J Food Comp Anal* 2 : 189-199, 1990
8) 강태순 · 윤형식. 채소류의 식이성 섬유소의 함량과 물리적 특성. 한국영양식량학회지 16 : 49-54, 1987
9) 이경숙 · 이서래. 과일, 채소중 식이 섬유소의 분석법 검토 및 함량 분석. 한국식품과학회지 19 : 317-323, 1987
10) 서효정 · 윤형식. 채소류의 식이성 섬유소의 함량과 이화학적 특성. 한국영양식량학회지 18 : 403-409, 1989
11) 박원기 · 김선희. 채소류의 식이 섬유 함량 및 물리적 특성. 한국영양식량학회지 20 : 167-172, 1991
12) 임수빈 · 김미옥 · 구성자. 식용버섯중 식이 섬유소의 함량 측정. 한국조리과학회지 7 : 69-76, 1991
13) AOAC. *Official method of analysis,* 15th ed., 1990
14) Mongeau R, Brassard R. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber : Collaborative study of a rapid gravimetric method. *Cereal Foods World* 35 : 319-324, 1990
15) Skoog DA, West DM. "*Fundamentals of Analytical Chemistry*", Chap. 3, 4th ed., Holt-Saunders, Philadelphia, 1982