

식용버섯 중 식이 섬유소의 함량 측정

임 수 빈·김 미 옥·구 성 자

경희대학교 식품영양학과

Determination of Dietary Fiber Contents in Mushrooms

Soo-Bin Yim, Mi-Ok Kim and Sung-Ja Koo

Dept. of Food and Nutrition, Kyung Hee University

Abstract

Recent epidemiological observations suggested beneficial effects of dietary fiber on man's health. The objective of this study was to obtain the dietary fiber reference data of mushrooms. The dietary fiber contents of six different mushrooms (*Cornelius edodes*, *Auricularia auricula-judae*, *Gyrophora esculanta*, *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus*, *Collybia velutipes*) were analyzed by Southgate method, modified neutral detergent fiber (NDF) method and Food Research Institute (FRI) method.

Duplicate sample were used for each determination. The mean values of total dietary fiber by Southgate method, modified NDF method and FRI method were respectively 20.08 ± 1.45 g/100 g dry weight, 20.24 ± 1.85 g/100 g dry weight and 27.5 ± 2.70 g/100 g dry weight.

The mean values of all mushroom samples by FRI method were significantly different from the mean values of the samples by modified NDF method and Southgate method. However, there was no difference in the mean values of the samples between modified NDF method and Southgate method.

By Southgate method, total dietary fiber of mushrooms composed of 1.7–3.1% soluble fiber, 47.0–66.6% hemicellulose, 28.4–57.7% cellulose and 0.9–3.3% lignin. By modified NDF method, total dietary fiber of mushrooms composed of 61.8–79.1% hemicellulose, 5.4–32.9% cellulose and 4.5–15.5% lignin.

Therefore, dietary fiber contents of mushrooms were mainly hemicellulose.

Our values for total dietary fiber for six mushrooms were 2–4 times higher than crude fiber in textbook.

I. 서 론

식생활이 다양해짐에 따라 식품중 섬유소의 역할이 주목되고 있다. 최근까지 식품중의 섬유소 및 불소화 성분은 체내에 흡수되지 않을 뿐더러 energy원으로도 이용되지 못하여 영양적으로 가치가 없다는 이유로 해서 오랫동안 무시되어왔기 때문에, 이 분야에 대한 연구가 적었다^{1,2)}. 따라서, fiber, cellulose, lignin 등의 용어들을 일상식품이나 영양학책에서 쉽게 찾아볼 수 없었고 정확하지 못한 정보를 제공하곤 하였으나, 식이중 fiber의 중요성이 의사, 영양학자, 식품공업계 종사들에 의해서 재평가되고 있다^{3,4)}

비 영양소로 알려져왔던 dietary fiber의 건강적효용이 차차 알려지고 있으며, 문명이 발달한 서구와 일본에 사망요인의 상위를 차지하고 있는 암, 심장병, 뇌졸중, 당뇨병등의 비 감염성질환과 변비, 게실염, 담석, 충치 등의 증상도 식이섬유 부족과 관련되다고 보고되고 있다⁵⁾.

현대 서구 사회의 여러 질병들은 100여년전만 해도 드문 일들이었으나, 수년동안 도시화, 서구화등 새로운 환경에 접하게 되면서 증가하고 있으며, fiber섭취 감소경향과도 관련된다고 보고됨에 따라 fiber섭취가 질병의 증가를 감소시켜왔다는 가정이 제시되었고, 1970년대에 Burkitt등⁶⁾도 dietary fiber를 서구화된 사회의 여러 질병에 대한 예방인자라고 가정하였다. 또한, 1970년대에는 fiber의 물리화학적 성질, 식이중의 fiber함량, fiber의 생리적 기능, fiber와 여러질병과의 관계에 대하여 많은 연구가 이루어져 왔다^{6~10)}.

이상에서와 같이, 외국의 dietary fiber연구는 무척 활발하게 진행되었음에도 불구하고 국내에서는 연구자료를 거의 찾아 볼수 없었다. 또한 dietary fiber에 대하여는 그 정의도 명확치 않고 측정 방법도 확립되어 있지 않으므로, 식품중에 어느정도 함유되어 있는지 어느정도 섭취해야 되는지에 대하여 data가 나타난 것은 그리 많지 않으며¹¹⁾, 국민영양권장량표등 식생활의 지표가 되는 자료에도 crude fiber의 함량만이 제시되어 있을 뿐이다. 그러므로, 인간의 생체에 보다 적합한 개념인 dietary fiber의 함량이 보다 더 바람직한 식생활의 fiber필요량으로 제시되어야 할것이다. 현재, 우리나라에서는 몇가지의 soluble dietary fiber 음료가 시판되

어지고 있으나 식품 분석표 등에 dietary fiber가 기재되어 있지 않는등 dietary fiber에 대한 data가 부족하므로 dietary fiber reference data를 얻기 위해서 우선 버섯중의 dietary fiber함량을 Southgate방법, neutral detergent fiber (NDF)방법, Food Reseach Institute (FRI)방법으로 분석하여 측정치들을 비교 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재 료

본 실험에 사용된 6종류의 버섯(표고버섯, 목이버섯, 석이버섯, 양송이버섯, 느타리버섯, 팽이버섯)은 경동시장에서 구입하여 실험에 사용하였다. 흙을 제거하기 위해서 deionized water로 세척한 후 freezing dryer (Thermovac. PO-4)로 냉동 건조하였다. 건조된 시료를 분쇄한 후, 0.277~0.84 mm의 입자를 취하였다.

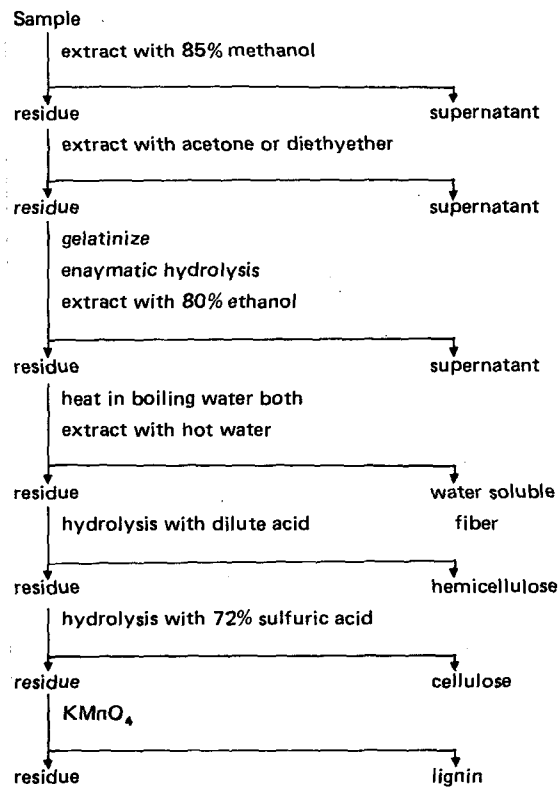


Fig. 1. Fractionation Scheme by Southgate Method.

2. 실험방법

Dietary fiber 는 Southgate 방법 (Fig. 1)^{11,12)} modified NDF 방법 (Fig. 2)¹³⁾ FRI 방법 (Fig. 3)¹⁴⁾ 으로 측정하였으며, 수분 함량은 적외선 수분계 (OHAUS, M-031-011)를 이용한 상압 가열 건조법¹⁵⁾으로 측정하였

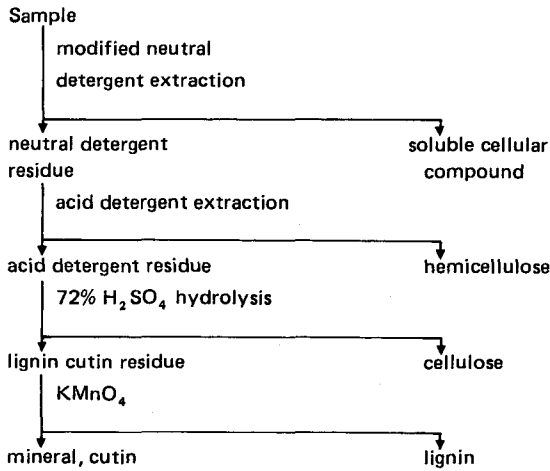


Fig. 2. Fractionation Scheme by Modified NDF Method.

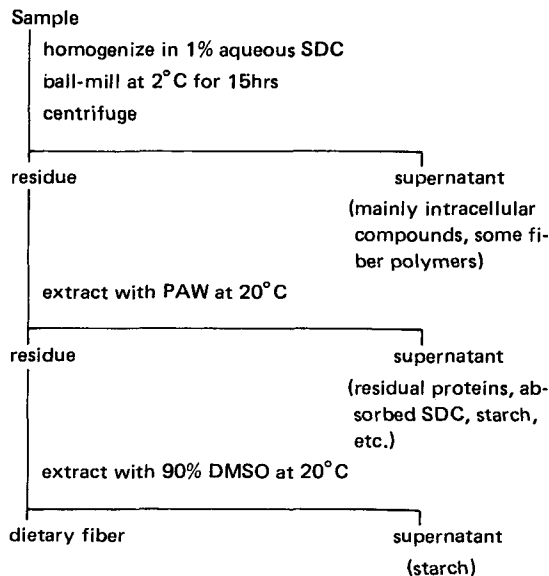


Fig. 3. Fractionation Scheme by FRI Method.

다.

1) Southgate 방법

(1) 85% methanol 처리와 효소적 가수분해

유리당, 지질, 색소, 상피 왁스를 제거하기 위해서 3~5g의 시료를 뜨거운 85% methanol로 추출한 후, 다시 acetone으로 추출하여 건조하였다. 건조된 잔사 200~300 mg을 취하여 centrifuge tube에 담아 잔사를 더운물에 현탁시키고 전분을 호화시키기 위해서 10분간 가열하였다. 전분을 가수분해시키기 위해서 2M acetate buffer (pH 5.0)와 amyloglucosidase (Boehringer 10 mg/ml)을 넣고 37°C에서 12시간 방치한 후, 4배의 ethanol을 가하고 3000 rpm에서 10분간 원심 분리하였다. 잔사를 80% ethanol로 세척 분리하였다.

(2) Water-soluble fraction 추출

starch-free 잔사를 더운물로 추출하여 상등액과 잔사를 각각 취하였다.

(3) Water-insoluble fraction 추출

잔사를 1N H₂SO₄로 2¹/₂시간 동안 가수분해하였다. 동량의 ethanol을 첨가하여 원심 분리하고 상등액을 따로 취하였다. 잔사를 50% ethanol로 세척하고 원심 분리한 다음, ethanol로 세척하고 diethylether로 다시 세척하고 건조시켜서 무게를 측정하였다.

(4) Cellulose fraction 추출

건조 잔사에 72% H₂SO₄를 첨가하고 24시간 동안 0~4°C에 방치하면서 가끔 저어주었다. 가수분해된 산물을 deionized water로 재빨리 희석하고 원심 분리한 잔사를 ethanol로 세척한 다음 diethylether로 세척 건조시킨 후 무게를 측정하였다. 이 과정에서의 무게 감소분을 cellulose량으로 측정하였다.

Lignin fraction 추출

포화 KMnO₄용액 25 ml를 넣고 덩어리진 잔사를 유리봉으로 부수어서 용액이 잔사에 스며들게 한후, 90±10분 동안, 20~25°C의 forced air oven에 방치한 다음 demineralizing solution을 첨가하고 10분간 방치 후 용액을 제거 하였다. 80% ethanol로 세척하고 acetone으로 세척한 후 100°C forced air oven에서 하룻밤 방치하였다. 잔사의 무게를 측정하였고, 이 과정에서의 무게 감소분을 lignin량으로 측정하였다.

2) NDF 방법

(1) 변형한 neutral detergent 추출

시료 1.0 g에 50 ml의 cold neutral detergent solu-

tion을 첨가하여 hot plate위에서 30분간 가열한 후 50 ml의 cold neutral detergent solution과 2 ml의 2% enzyme (α -amylase) solution을 첨가하여 hot plate위에서 1시간 가열한 후 sintered glass crucible이나 whatman #54로 여과 하였다. detergent를 제거하기 위해서 잔사를 더운물로 2회 세척하고 다시 acetone으

로 2회 세척한 다음 105°C forced air oven에서 하룻밤 건조한 후 무게 측정하였다.

(2) Acid detergent 추출

앞서 얻은 잔사에 acid detergent solution 100 ml를 첨가하여 5~6분간 끓이고 다시 60분간 환류 가열한 후 여과 하였다. 잔사를 더운물로 세척하여 산을 제거하였

Table 1. Individual Values^a for Dietary Fiber (g/100g dry matter basis)

Sample	Method	Components of dietary fiber				Total dietary fiber	CF	DF/CF
		Water-soluble fiber	Hemicellulose	Cellulose	Lignin			
표고버섯 (Cortnellus edodes)	SG	0.41±0.01	7.86±1.22	8.14±1.19	0.30±0.12	16.72±0.12		2.93
	NDF		10.44±0.64	2.78±1.10	0.69±0.94	15.38±1.60		2.70
	FRI					37.96±5.37 (18.2)*	5.7	6.66 3.19
목이버섯 (Auricularia auricula-judae)	SG	0.39±0.43	9.18±0.35	13.31±2.59	0.20±0.11	23.08±2.79		1.79
	NDF		20.40±1.14 (34.8)**	1.38±0.85 (10.4)**	4.00±1.30 (5.3)**	25.79±3.28 (55.5)**		2.00 (8.67)**
	FRI					38.84±0.85		3.01
						12.9 (6.4)**		
석이버섯 (Gyrophora esculanta)	SG	0.53±0.10	15.93±0.72	15.17±0.93	0.85±0.06	32.18±1.43		3.35
	NDF		15.61±0.80	1.82±0.14	2.59±0.96	19.84±1.29		2.67
	FRI					16.93±1.62		1.76
						9.6		
양송이버섯 (Agaricus bisporus)	SG	0.43±0.02	10.79±0.60	7.03±0.30	0.63±0.03	18.88±0.27		23.60
	NDF		16.45±0.39	5.35±1.57	2.88±0.67	23.89±0.94		29.86
	FRI					21.92±4.21		27.40
						0.8		
느타리버섯 (Pleurotus ostreatus)	SG	0.42±0.00	10.01±2.57	4.26±0.54	0.35±0.07	15.02±1.97		2.38
	NDF		10.87±1.35 (27.8)**	5.15±0.84 (11.6)**	0.98±0.10 (2.0)**	17.59±1.84 (47.5)**		2.79 (5.94)**
	FRI					29.21±1.11		4.64
						6.3 (8.0)**		
팽이버섯 (Collybia velutipes)	SG	0.45±0.00	7.77±0.15	6.12±2.25	0.23±0.01	14.57±2.10		
	NDF		12.46±1.43 (24.2)**	6.18±0.55 (11.4)**	1.17±0.70 (1.9)**	18.91±2.59 (38.5)**		
	FRI					20.61±3.02		(3.16)**
						-(12.2)**		

Superscript a : Mean ± SD

SG : Southgate method

NDF : Neutral detergent fiber method

FRI : Improved method at Food Research Institute

CF : Crude fiber

DF : Dietary fiber

()* : Mean value of Ref. 1

()** : Mean value of Ref. 16

고 다시 acetone으로 2회 세척하였다. 105°C forced air oven에서 하룻밤 건조하고 무게를 측정하여 Acid Detergent Residue (ADR)이라 하였으며 무게 감소분을 hemicellulose량으로 측정하였다.

(3) 72% H₂SO₄에 의한 가수 분해

ADR을 함유한 crucible의 3/4정도까지 72% H₂SO₄를 첨가 하였다. 1시간간격으로 저어 주면서 3시간 방치한 후 산이 제거될 때까지 더운물로 세척 여과 하였다. 105°C forced air oven에서 하룻밤 건조 한후 무게를 측정 하였다. 무게 감소분을 cellulose량으로 측정하였다.

(4) KMnO₄에 의한 처리

덩어리 진 잔사를 유리봉으로 부순 다음 포화 KMnO₄ 용액 25 ml를 첨가하여 90±15분동안 방치하였다. 방치 후, 용액을 제거하고 demineralizing solution 20 ml로 2회 처리 하였다. 잔사가 하얗게 되면, 잔사를 80% ethanol로 2회 세척하고 다시 acetone으로 2회 세척하였다. 105°C forced air oven에서 하룻밤 건조 한후 무게를 측정하였다. 무게 감소분을 lignin으로 측정하였다.

3) FRI 방법

시료 1.0 g에 1% aqueous SDC 20 ml를 넣고 1~4°C에서 15시간 동안 균질화 한후 원심 분리하고 증류수로 세척 하였다. 잔사를 phenol: acetic acid: water (PAW) (2 : 1 : 1, v : v : v)로 추출한 후 원심분리하고 증류수로 세척 하였다. 90% aqueous dimethyl sulfoxide (DMSO)로 추출하고 원심분리한 후 증류수로 세척한 잔사를 건조하여 무게를 측정하였다.

3. 통계처리

분석 방법에 의한 차이를 One way ANOVA를 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's test에 의해 유의성을 검증하였으며, 모든 통계 처리는 SPSS package를 사용 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. Dietary fiber 성분의 측정치

6종류의 식용 버섯을 시료로 하여 Southgate 방법, 변형한 NDF 방법, FRI 방법에 의해서 dietary fiber를 분석한 결과는 Table 1에 나타내었다. 표고 버섯의 total dietary fiber 함량은 15.38 ± 1.60 - 37.96 ± 5.37 g/100 g dry weight 이었고, 목이 버섯에서는 $23.08 \pm$

2.79 - 38.84 ± 0.85 g/100 g dry weight, 석이 버섯에서는 16.93 ± 1.62 - 32.18 ± 1.43 g/100 g dry weight, 양송이 버섯에서는 18.88 ± 0.27 - 23.89 ± 0.94 g/100 g dry weight, 느타리 버섯에서는 15.02 ± 1.97 - 29.21 ± 1.11 g/100 g dry weight, 팽이 버섯에서는 14.57 ± 2.10 - 20.61 ± 3.02 g/100 g dry weight으로 나타났다. 이제까지 조사된 연구로 NDF 방법으로 菅原龍幸¹⁶⁾이 보고한 목이 버섯의 total dietary fiber함량은 55.5 g/100 g dry weight, 느타리 버섯이 47.5 g/100 g dry weight 및 팽이 버섯이 38.5 g/100 g dry weight로써, 본 실험의 결과와 현저한 차이를 보였으나, Prosky AOAC방법으로 地方衛生研究所全國協議會¹⁾에서 보고한 표고 버섯의 total dietary fiber함량은 18.2 g/100 g dry weight로써, 본 실험의 분석 결과와 근사한 분석치였다. 따라서, Prosky AOAC법에 대한 검토가 더 이루어져야 된다고 생각 되었다.

식품 분석표에 나타난 crude fiber함량과 본 실험에서 분석한 dietary fiber함량과의 비는 양송이를 제외하고는 2~4배정도로 dietary fiber함량이 높았다.

2. 실험 방법간의 비교

식용 버섯중에 함유되어 있는 dietary fiber함량 (Table 2)을 실험 방법별로 비교하여 보면, Southgate 방법으로는 버섯의 total dietary fiber의 평균치가 20.28 ± 1.45 g/100 g dry weight, NDF 방법으로는 20.24 ± 1.85 g/100 g dry weight, FRI 방법으로는 27.58 ± 2.70 g/100 g dry weight이었다.

위의 세가지 실험 방법간의 측정치를 비교하여 본 결과, 석이 버섯을 제외하고는 Southgate방법과 NDF방법과는 유의적인 차이가 없었으나, FRI 방법과는 유의적인 차이가 컸으며, 양송이 버섯과 팽이 버섯에서는 세가지 방법 모두 유의적인 차이가 없었다.

여기서, Southgate방법이나 NDF방법이 FRI방법과 유의적인 차이가 큰 이유는 Selvendran¹⁴⁾에 의하면, Southgate방법으로 측정하면 공침현상이 일어나 dietary fiber성분이 불완전 하게 분석되며 NDF방법으로는 pectic substances와 다른 polysaccharide의 용해가 일어나 오차가 생긴다고 한것과 두 가지 실험방법은 모두 dietary fiber구성 성분을 따로 정량하기 때문에 실험오차가 생길 가능성이 높으므로 유의차가 크다고 생각된다. 또, FRI방법으로 실험한 측정치에는 pectic sub-

Table 2. Values^a of Total Dietary Fiber : Comparison of Southgate Method, NDF Method and FRI Method (g/100g dry matter basis)

Sample	SG	NDF	FRI
표고버섯 (<i>Cortnellus edodes</i>)	16.72 ± 0.12 ^b	15.38 ± 1.60 ^b	37.96 ± 5.37 ^c
목이버섯 (<i>Auricularia auricula-judae</i>)	23.08 ± 2.79 ^b	25.79 ± 3.28 ^b	38.84 ± 0.85 ^c
석이버섯 (<i>Gyrophora esculanta</i>)	32.18 ± 1.43 ^b	19.85 ± 1.29 ^c	16.93 ± 1.62 ^d
양송이버섯 (<i>Agaricus bisporus</i>)	18.88 ± 0.27	23.89 ± 0.94	21.92 ± 4.21
느타리버섯 (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	15.02 ± 1.97 ^b	17.59 ± 1.84 ^b	29.21 ± 1.11 ^c
팽이버섯 (<i>Collybia velutipes</i>)	14.57 ± 2.10	18.91 ± 2.59	20.61 ± 3.02
Mean	20.08 ± 1.45	20.24 ± 1.85	27.58 ± 2.70

Superscript a : Mean ± SD

Superscript b, c, d : Means in a row followed by different super scripts are significantly different at the p < 0.05 level

SG : Southgate method

NDF : Neutral detergent fiber method

FRI : Improved method at Food Research Institute

Table 3. Constituents of Dietary Fiber in Mushrooms (%)

Sample	Method	Water-soluble fiber	Hemicellulose	Cellulose	Lignin	Total dietary fiber
표고버섯 (<i>Cortnellus edodes</i>)	SG	0.41 (2.5)	7.86 (47.0)	8.14 (48.7)	0.30 (1.8)	16.72 (100.00)
	NDF		10.44 (67.9)	2.78 (18.1)	0.69 (4.5)	15.38 (100.00)
목이버섯 (<i>Auricularia auricula-judae</i>)	SG	0.39 (1.7)	9.18 (39.8)	13.31 (57.7)	0.20 (0.9)	23.08 (100.00)
	NDF		20.40 (79.1) (62.7)**	1.38 (5.4) (18.7)**	4.00 (15.5) (9.6)**	25.79 (100.00) (100.00)**
석이버섯 (<i>Gyrophora esculanta</i>)	SG	0.53 (1.7)	15.93 (49.5)	15.17 (47.1)	0.85 (2.6)	32.18 (100.00)
	NDF		15.61 (78.7)	1.82 (9.2)	2.59 (13.1)	19.84 (100.00)
양송이버섯 (<i>Agaricus bisporus</i>)	SG	0.43 (2.3)	10.79 (57.2)	7.03 (37.2)	0.63 (3.3)	18.88 (100.00)
	NDF		16.45 (68.9)	5.35 (22.4)	2.88 (12.1)	23.89 (100.00)
느타리버섯 (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	SG	0.42 (2.8)	10.01 (66.6)	4.26 (28.4)	0.35 (2.3)	15.02 (100.00)
	NDF		10.87 (61.8) (58.5)**	5.15 (29.3) (24.4)**	0.98 (5.6) (4.2)**	17.59 (100.00) (100.00)**
팽이버섯 (<i>Collybia velutipes</i>)	SG	0.45 (3.1)	7.77 (53.3)	6.12 (42.0)	0.23 (1.6)	14.57 (100.00)
	NDF		12.46 (65.9) (61.3)**	6.18 (32.7) (29.6)**	1.17 (6.2) (4.96)**	18.91 (100.00) (100.00)**

% : Dry weight basis

() : Ratio in total

SG : Southgate method

NDF : Neutral detergent fiber method

()** : Mean values of Ref. 16

stances, gums등이 포함될 가능성이 높으므로 Southgate방법이나 NDF방법에 의한 측정값보다 FRI방법에 의한 측정값이 높았다고 생각된다. dietary fiber의 구성 성분을 각기 정량하는 방법으로 오차가 따르겠지만 Southgate방법이나 NDF방법을 선택하는 것이 바람직하고, total dietary fiber량만을 측정한다면 FRI방법이나 Prosky AOAC방법이 적당하다고 사료 된다.

3. 버섯중의 dietary fiber조성 비율

버섯중의 dietary fiber조성 비율은 다음 Table 3에 나타 내었다.

Southgate방법에 의한 버섯중의 water-soluble fiber함량은 total dietary fiber에 대해 1.7~3.1%, hemicellulose는 47.0~66.6% cellulose는 28.4~57.7%, lignin은 0.9~3.3%로 나타났다. 표고 버섯과 목이 버섯에는 cellulose함량이 hemicellulose보다 많은 것으로 나타났으며 그외는 hemicellulose가 다소 많게 나타났다. NDF방법에 의한 버섯중의 hemicellulose량은 total dietary fiber의 61.8~79.1%, cellulose는 5.4~32.7%, lignin은 4.5~15.5%로 hemicellulose 함량이 cellulose에 비해 훨씬 높게 나타났다. 그 이유는 72% H₂SO₄ 처리시, Southgate방법에서는 0~4°C에서 24시간 방치한데 비해 NDF방법에서는 상온에서 3~4시간의 짧은 시간 동안 추출시켰기 때문에 cellulose량이 Southgate방법에서 훨씬 많이 측정된 것으로 시료되었다. 이와 같이 cellulose측정치가 높았으므로 Southgate방법에 의한 lignin함량은 낮게 나타났고 반대로 NDF방법에 의한 lignin함량은 Southgate방법보다 대략 2.4~5배정도 높게 나타났지만 total dietary fiber량에는 큰 변화가 없었다.

IV. 요 약

6종류의 식용 버섯에 함유되어 있는 dietary fiber를 Southgate방법, NDF방법, FRI방법으로 측정된 결과는 다음과 같았다.

식용 버섯중에 함유되어 있는 dietary fiber를 Southgate방법, NDF방법, FRI방법으로 측정된 결과는 각각 20.08±1.45 g/100 g dry weight, 20.24±1.85 g/100 g dry weight, 27.5±2.7 g/100 g dry weight이었고, 세 가지 실험 방법간의 측정치 차이를 보면, 대체로

Southgate방법과 NDF방법과는 유의적인 차이가 없었던 반면, FRI방법과는 유의적인 차이가 크게 나타났다.

버섯중의 dietary fiber성분 비율은 Southgate방법에 의한 water-soluble fiber성분이 1.7~3.1%, hemicellulose가 47.0~66.6%, cellulose가 28.4~57.7%, lignin 0.9~3.3%였고, NDF방법에 의해 측정된 hemicellulose는 61.8~79.1%, cellulose는 5.4~32.7%, lignin은 4.5~15.5%였다.

일반적으로 버섯류의 dietary fiber성분은 hemicellulose가 가장 많았고 그 다음으로 cellulose가 많이 함유되어 있었다.

Dietary fiber와 crude fiber의 함량비(DF/CF)는 2~4배 정도로 dietary fiber가 높았다.

참 고 문 헌

- 1) 地方衛生研究所 全國協議會: 食物纖維成分表, 第一出版, 東京 pp. 1-9(1990)
- 2) Burkitt, D.P. and Painter, N.S.: Dietary fiber and disease., *J. Am. Med. Assoc.*, **229**(8), 1068-1074(1974)
- 3) Van Soest, P.J.: Dietary fiber: their definition and nutritional properties., *Am. J. Clin. Nutri.* **31**, S12-S20(1978)
- 4) Ehle, F. R., Robertson, J.B. and Van Soest, P.J.: Influence of dietary fibers on fermentation in the human large intestine., *J. Nutri.* **112**, 158-166(1982)
- 5) 辻啓介: 食物纖維と健康, 日本家政學會誌, **38**(4), 339-342(1987)
- 6) Burkitt, D.P.: Some disease characteristic of modern western civilization., *Brit. Med. J.*, **3**, 274-278(1973)
- 7) Trowell, H.: The development of the concept of dietary fiber in human nutrition., *Am. J. Clin. Nutri.*, **31**, S3-S11(1978)
- 8) Heller, S.N.: Changes in the crude fiber content of the American diet., *Am. J. Clin. Nutri.*, **31**, 1510-1514(1978)
- 9) Lanza, E. and Butrum, R.R.: A critical review of food fiber analysis and data., *J. Am. Diet. Assoc.*, **86**(6), 732-740(1986)
- 10) Eastwood, M.A. and Passmore, R.: Nutrition: the changing scene dietary fiber., *Lancet*, **23**, 202-205(1983)
- 11) Southgate, D.A.T.: Determination of carbohydrate in foods II-unavailable carbohydrates., *J. Sci. Food*

- Agric.*, 20, 331-335(1969)
- 12) James, W.P.T. and Theander, O.: The analysis of dietary fiber in foods., Marcel deckker, New York, pp. 1-20(1981)
- 13) James, W.P.T. and Theander, O.: The analysis of dietary fiber in foods., Marcel deckker, New York, pp. 123-158(1981)
- 14) James, W.P.T. and Theander, O.: The analysis of dietary fiber in foods., Marcel deckker, New York, pp. 95-121(1981)
- 15) 한국 식량 영양 학회 : 식품 화학 실험, 수학사, 서울, pp 107-113(1986)
- 16) 菅原 龍幸:キノコについて, 調理 科學, 17(2), 63-74(1984)
- 17) 농촌 영양 개선 연구원 : 식품 분석표 제 2 개정판, 농촌, 진흥청, pp 40-41(1981)