

가열처리에 의한 콩나물과 시금치의 식이섬유 함량변화

이은영 · 김영아

인하대학교 식품영양학과

Effects of Heat Treatment on the Dietary Fiber Contents of Soybean sprout and Spinach

Eun-Young Lee and Young-A Kim

Dept. of Food and Nutrition, Inha University, Incheon

Abstract

The dietary fiber contents of soybean sprout and spinach were changed by heat treatment. Before heat treatment, soybean sprout and spinach had larger amount of insoluble dietary fiber than soluble, and similar proportions of insoluble v/s soluble dietary fibers. After heat treatment, the value of insoluble dietary fiber of soybean sprout and spinach was increased significantly, except for microwave heating short time treatment. It is believed that the increment of insoluble dietary fiber is due to Maillard reaction products and resistant starch after heat treatment. The change of soluble dietary fiber contents of soybean sprout and spinach were not consistent in heat treatment. It is supposed that some soluble dietary fiber was destroyed by heat treatment, and some insoluble dietary fiber was hydrolysed or destroyed to be soluble. Total dietary fiber of soybean sprout and spinach was significantly increased by all heat treatment, except for microwave heating short time of spinach.

I. 서 론

식이섬유는 인간의 소화기관에서 분비되는 내분비 효소에 의해 분해되지 않는 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 펙틴, 검류 등의 다당류와 비탄수화물성 물질인 리그닌의 합으로 정의되어진다¹⁾. 비영양소로 알려져 왔던 식이섬유가 심장순환계 질환²⁾, 당뇨병³⁾, 비만⁴⁾과 같은 질병을 예방, 치료하는 효과가 있음이 밝혀짐에 따라 그 중요성이 점차 인식되어졌다. 따라서 이를 분석하는 방법도 다양하게 제안⁵⁻¹⁰⁾ 되어졌는데 이들은 각각 장점과 제한점을 가지므로 분석목적에 따라 적합한 분석방법을 선택해야 하나 식이섬유의 생리적 효과를 고려해 볼때 인간의 소화체계를 응용한 효소중량법으로 불용성 식이섬유, 수용성 식이섬유를 구별하여 정량하는 것이 바람직하다고 여겨진다.

우리가 섭취하는 대부분의 식품은 소비되기 전에 끓이기, 굽기, 튀기기, 초단파가열, 통조림법, 익스트루전 등 다양한 가열처리 과정을 거치게 된다. 이는 식이섬유의 화학적 조성에 영향을 주게 되고 따라서 인체내 생리적 효과에 변화를 초래하리라 생각된다. 가열처리 과정이 식이섬유를 함유하는 식품의 효율성을 변화시킨다는 보고¹¹⁾가 있고 여러 문헌들¹¹⁻¹⁴⁾에서 가열처리에

의해 식이섬유 함량이 변화된다고 하였으나, 또 다른 연구^{15,16)}에서는 별다른 효과가 없다고 하여 상반된 결과를 보이고 있으므로 식품의 식이섬유에 대한 가열처리의 효과는 아직 분명하지 않다. 따라서 식품내에 존재하는 식이섬유의 가열처리에 대한 효과를 보다 명확히 규명해볼 필요가 있겠다.

이에 본 연구에서는 한국인의 식품 및 영양 섭취 현황¹⁷⁾을 근거로, 식이섬유의 주요 급원인 채소류 중 시금치와 콩나물을 우선적으로 선정하여 이들의 식이섬유 함량을 Prosky 등의 효소중량법¹⁰⁾에 의해 측정하고자 한다. 특히, 시금치와 콩나물이 조리과정을 거쳐 섭취되어짐을 고려하여 가정에서 일반적으로 사용하는 끓이기, 통조림이나 가공식품 공정에서 많이 쓰이는 고압가열, 조리조건을 보다 정확히 조절할 수 있고 조리시간이 절약되어 최근 이용도가 급증하고 있는 초단파가열 등의 3가지 가열처리 방법을 사용하였다. 또한, 단시간과 장시간의 시간적 차이를 두어 가열처리 시간에 따른 식이섬유의 변화양상도 살펴보고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

경기도 하남산 시금치와 풀무원 콩나물을 1993년 3월 동인천 백화점에서 구입하여 사용하였다.

본 연구는 1993년도 인하대학교 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

2. 시료

(1) 가열처리 방법 및 시간

구입한 재료는 즉시 이물질을 제거하고 가식부위만을 취해 300 g씩 나누어 증류수로 세척하였다. 이들을 각각 끓이기, 고압가열 및 초단파가열의 방법으로 열처리하였으며 가열시간도 단시간과 장시간으로 구분하였다. 단시간은 예비실험중 관능검사를 거쳐 가장 적당한 무르기를 갖는 시간으로 시료별로 정하였고, 장시간은 단시간의 2배로 하였다. 가열처리 조건은 Table 1과 같았다.

초단파가열은 300 g의 시료를 P.E. 랩으로 싸 뒤 전자 레인지(대우전자, KOR-9000K, Korea)에서 열처리하였으며, 끓이기는 길이 20 cm, 직경 20 cm인 스테인레스 냄비(키친아트)에 300 g의 시료와 증량의 6배인 1800 ml의 증류수를 넣어 재료가 충분히 잠기게 한 뒤 가열하였다. 고압가열은 300 g의 시료를 500 ml의 비이커에 나누어 넣고 알루미늄 호일로 덮은 후 오토클레이브(Hanjin medical co., HS-132, Korea)에서 121°C로 열처리하였다.

(2) 동결건조

가열처리 과정을 거친 시료들은 즉시 증류수로 3회 헹구어 실온으로 냉각시킨 후 믹서로 균질화시켜 동결 건조기(Virtis co. Inc., Genesis, America)로 냉동건조하였다.

동결건조 후 회수한 시료를 18 mesh체에 내려 실리카겔 봉지가 들어 있는 폴리에틸렌봉에 담아 입구 주위를 파라필름으로 밀봉한 뒤 알루미늄 봉지에 넣어 -20°C 냉동고에 보관하며 시료로 사용하였다.

3. 이화학적 분석

(1) 일반성분

수분, 조회분, 조단백, 조지방의 함량을 AOAC방법¹⁰⁾에 따라 분석하였다.

(2) 식이섬유

Prosky 등의 방법¹⁰⁾을 수정하여 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유 함량을 구하였으며, 이들의 합을 총식이섬유 값으로 하였다.

4. 통계처리

실험 데이터들은 통계분석용 소프트웨어인 SAS를 이용하여 분산분석, Duncan의 다중범위검정을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분

콩나물과 시금치의 일반성분 함량은 Table 2와 같았다.

시금치의 경우 조회분과 수분 함량이 콩나물에 비해 조금 많았으며 조단백과 조지방은 콩나물에서 다소 많게 나타났다.

2. 식이섬유 함량변화

Table 1. Cooking conditions

	Condition		Time	
	heating condition	water added (ml)	short (min)	long (min)
Microwave heating	539 Watt	×	3	6
Boiling	Gas range (strong fire)	1,800	20	40
Autoclaving	121°C	×	5	10

Table 2. Proximate composition of soybean sprout and spinach (% fresh basis)

	Soybean sprout	Spinach
Crude ash	0.56	1.46
Crude protein	4.24	2.77
Crude lipid	1.28	0.30
Moisture	91.43	92.08

Table 3. Dietary fiber analysis of soybean sprout and spinach (% dry basis)

Sample	Dietary fiber*		
	Insoluble	Soluble	Total
Soybean sprout	18.33±2.47	1.81±0.75	20.14±1.72
Spinach	17.93±3.40	4.50±1.16	22.54±4.70

* Mean± standard deviation

(1) 가열처리 전 식이섬유 함량

가열처리 전 콩나물과 시금치의 불용성 식이섬유, 수용성 식이섬유 및 총식이섬유 함량은 Table 3과 같았다.

두 시료 모두 불용성 식이섬유 함량이 수용성 식이섬유 함량에 비해 월등히 많게 나타났으나 콩나물과 시금치의 불용성 식이섬유, 수용성 식이섬유 및 총식이섬유 함량은 두 시료간에 유의차가 나타나지 않았다($\alpha=0.05$).

(2) 가열처리에 의한 식이섬유 함량 변화

1) 불용성 식이섬유

가열처리에 의한 콩나물과 시금치의 불용성 식이섬유 측정치 변화는 Table 4와 같았다.

가열처리 후 콩나물과 시금치의 불용성 식이섬유 측정치는 가열처리하지 않은 시료에 비해 유의적으로 높아졌으나, 초단파가열 단시간처리만은 유의적인 차이가 없었다. 초단파가열보다는 끓이거나 고압가열이 더 큰 영향을 주는 가열방법으로 여겨지며 콩나물과 시금치 모두 끓이기와 고압가열간에는 유의적인 차이가 없었는데, 이는 감자에 같은 가열처리를 했을때 유의차가 없었다는 Johnston 등¹⁰⁾의 연구결과와 일치한다.

각 가열방법별로 가열처리 시간에 따른 차이를 비교한

Table 4. Insoluble dietary fiber contents in raw and cooked samples (% , dry basis)

Cooking condition		Soybean sprout*	Spinach*
Control		18.33± 2.47 ^a	17.93± 3.40 ^a
Microwave heating	short time (3 min)	21.09± 0.57 ^{ab}	22.48± 0.92 ^{ab}
	long time (6 min)	24.23± 0.23 ^{bc}	24.73± 2.74 ^b
Boiling	short time (15 min)	29.32± 0.61 ^{cd}	28.36± 0.65 ^{bc}
	long time (30 min)	28.33± 4.12 ^{cd}	32.46± 4.03 ^c
Autoclaving	short time (5 min)	25.54± 2.10 ^{bcd}	28.43± 1.62 ^c
	long time (10 min)	29.92± 1.82 ^d	27.65± 0.91 ^{bc}

* Mean± Standard deviation

Control: No cooking

abcd: Means with the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$)

Table 5. Soluble dietary fiber contents in raw and cooked samples (% , dry basis)

Cooking condition		Soybean sprout*	Spinach*
Control		1.81± 0.75 ^a	4.50± 1.16 ^b
Microwave heating	short time (3 min)	3.06± 0.90 ^{abc}	5.34± 1.12 ^b
	long time (6 min)	4.05± 0.62 ^{cd}	4.83± 0.60 ^b
Boiling	short time (15 min)	2.12± 0.78 ^{abc}	9.12± 0.09 ^c
	long time (30 min)	3.46± 0.16 ^{bc}	4.07± 0.88 ^b
Autoclaving	short time (5 min)	1.95± 0.53 ^{ab}	4.91± 1.43 ^b
	long time (10 min)	1.52± 0.06 ^a	1.39± 0.09 ^a

* Mean± Standard deviation

Control: No cooking

abcd: Means with the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$)

결과, 콩나물과 시금치의 불용성 식이섬유 측정치는 대체적으로 가열처리 시간이 길어질수록 측정치가 다소 높아졌으나 유의적인 차이는 없었다.

따라서 콩나물과 시금치 모두 가열처리로 인해 불용성 식이섬유 측정치가 높아졌으나, 가열시간에 의한 영향은 없는 것으로 나타났다.

본 실험결과, 가열처리에 의해 불용성 식이섬유 측정치가 높아진 것은 가열처리중에 생성된 비효소적 갈변반응 산물들이 불용성 식이섬유 측정치의 증가를 초래했다고 생각된다. Van Soest 등¹⁹⁾과 Brandt 등²⁰⁾은 가열처리동안 비소화성 물질이 형성된다고 하였는데 이때 비소화성 물질이란 탄닌과 비효소적 갈변반응인 마이알 반응 생성물들의 총칭이며 이 비소화성 물질들이 리그닌과의 상승을 유발한다고 했다. 본 실험에서도 가열처리중에 갈변반응이 일어남을 육안으로 확인할 수 있었는데 특히, 끓이기와 고압가열처리를 거친 시료의 색이 검어지고 진해졌으며, 가열처리 시간이 길어질수록 이런 현상이 더 뚜렷이 나타났다. 그리고 가열처리 과정동안 생성된 resistant starch로 인해 식이섬유 함량이 높게 측정될 수 있다²¹⁾. Resistant starch는 소장내에서 소화되지 않아 효소중량법인 Prosky 등의 방법에 의해 식이섬유에 포함되어 측정되므로 가열처리 과정을 거친 시료는 resistant starch로 인해 식이섬유 측정치가 높게 나타날 수 있다. 또한, 가열처리 과정에서 비섬유성 성분들이 손실됨으로써 상대적으로 식이섬유 함량이 높게

측정되어질 수 있겠다. 특히 시료 자체내의 수분을 이용해 가열처리되는 초단파가열보다는 물이나 증기를 가열처리 매개체로 하는 끓이기, 고압가열처리가 비섬유성 성분의 손실을 더 많이 한다고 생각된다.

이상과 같이 이유들로 인해 가열처리된 콩나물과 시금치의 불용성 식이섬유 측정치가 높게 나타난 것으로 사료된다.

2) 수용성 식이섬유

가열처리에 의한 콩나물과 시금치의 수용성 식이섬유 측정치 변화는 Table 5와 같았다.

콩나물은 끓이기 장시간, 초단파가열 장시간처리시에는 각각 3.46%, 4.05%로 가열처리하지 않은 시료에 비해 수용성 식이섬유 측정치가 유의적으로 높게 나타났으나 그 외의 가열처리 조건에서는 유의적인 차이가 없었다. 시금치는 가열처리 후 수용성 식이섬유 측정치를 가열처리 전과 비교하면 대부분의 경우 유의적인 차이가 없었으나 끓이기 단시간처리에서만 수용성 식이섬유 측정치가 증가했다.

콩나물의 수용성 식이섬유 측정치는 가열시간에 의한 영향을 받지 않았으나, 시금치의 수용성 식이섬유 측정치는 끓이기 단시간처리시 유의적으로 증가하였고, 고압가열 장시간처리시에는 유의적으로 감소하였다. 이와 같이 고압가열 장시간처리 후 시금치의 수용성 식이섬유 측정치가 가열처리하지 않았을 때보다 유의적으로 낮아진 것은 토마토에 같은 처리를 했을때 나타난 Varo 등²²⁾

Table 6. Total dietary fiber contents in raw and cooked samples

(% , dry basis)

Cooking condition		Soybean sprout*	Spinach*
Control		^a 20.14 ± 1.72 ^a	^a 22.54 ± 4.70 ^a
Microwave heating	short time (3 min)	^a 24.16 ± 0.33 ^b	^a 27.81 ± 2.04 ^{ab}
	long time (6 min)	^a 28.28 ± 0.85 ^{bc}	^a 29.56 ± 3.33 ^b
Boiling	short time (15 min)	^a 31.44 ± 1.39 ^c	^a 37.48 ± 0.56 ^c
	long time (30 min)	^a 31.88 ± 3.95 ^c	^a 36.52 ± 3.15 ^c
Autoclaving	short time (5 min)	^a 27.50 ± 1.57 ^{bc}	^a 33.34 ± 0.20 ^{bc}
	long time (10 min)	^a 31.44 ± 1.87 ^c	^a 29.04 ± 0.82 ^b

* Mean ± Standard deviation

Control: No cooking

abcd: Means with the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$)x,y: Means with the same letter in a row are not significantly different by Duncan's multiple range test($\alpha=0.05$)

의 결과와 일치하며 이는 과도한 고압가열동안 상당량의 헤미셀룰로오스가 용출되거나 펙틴물질의 구성단위인 갈락트유론산 사슬들이 일부 분해되어 용해성이 증가되다가 점차로 붕괴, 손실되었을 것으로 생각된다. 또한, 시금치를 15분간 끓였을 때의 수용성 식이섬유 측정치가 30분간 끓였을 때 보다 월등히 높은 것은 가열처리동안 수용성 식이섬유의 일부가 가수분해될 수 있지만 불용성 식이섬유를 구성하는 일부 분자들이 붕괴됨으로써 수용성 식이섬유에 포함되어 측정될 가능성이 더 컸을 것으로 생각되며, 증가된 수용성 식이섬유는 가열처리 시간이 길어지면서 점차로 가수분해됨에 따라 측정치가 감소되었으리라 여겨진다.

이와 같이 수용성 식이섬유 측정치가 불용성 식이섬유에 비해 일관성이 없게 나타난 것은 가열처리동안 수용성 식이섬유가 가수분해되어 손실되거나 일부 불용성 식이섬유의 분자들이 끊어져 수용성 식이섬유로 정량될 수 있겠고, 수용성 식이섬유 자체의 함량 또한 매우 적기 때문인 것으로 여겨진다.

따라서, 콩나물과 시금치의 수용성 식이섬유에 가장 뚜렷한 영향을 주는 가열방법을 본 실험의 처리조건에서는 특정하게 선별할 수 없었다.

3) 총식이섬유

가열처리에 의한 콩나물과 시금치의 총식이섬유 측정치 변화는 Table 6과 같았다.

가열처리 후 콩나물의 총식이섬유 측정치는 모든 가열처리 조건에서 유의적으로 증가하였으며 시금치는 초단파가열 단시간처리만을 제외한 모든 가열처리 조건에서 유의적으로 높은 측정치를 나타냈다. 이는 가열처리 동안 일어난 비효소적 갈변반응에 의해 리그닌가가 상승되거나 resistant starch가 생성됨으로써, 콩나물과 시금치의 총식이섬유중 높은 비율을 차지하는 불용성 식이섬유 측정치가 높아졌기 때문으로 여겨진다. 끓이기의 가열처리에 의해 채소류의 NDF, ADF 및 셀룰로오스 함량은 월등히 증가하고 헤미셀룰로오스 함량은 약간 증가되었다는 실험결과²⁰⁾와 감자를 고압가열, 굽기 및 초단파가열처리했을 때 셀룰로오스 함량의 큰 증가로

총식이섬유 측정치가 높아졌다고 한 보고²⁰⁾는 본 실험 결과와 유사한 경향이였다.

콩나물과 시금치의 총식이섬유 측정치 증가에 가장 큰 요인이 된 가열방법은 끓이기였으며 그 다음은 고압가열, 초단파가열 순으로 나타났다. 두 시료 모두 가열처리 시간에 의한 차이는 나타나지 않았다.

IV. 요 약

식이섬유의 주요 공급원인 채소류중 우리나라에서 소비량이 많은 콩나물과 시금치의 불용성 식이섬유, 수용성 식이섬유 및 총식이섬유의 측정치가 다양한 가열처리 방법 및 시간에 의해 변화되는 양상을 Prosky 등의 방법으로 분석하여 살펴보았다.

가열처리 전 콩나물과 시금치의 불용성 식이섬유 함량은 수용성 식이섬유에 비해 월등히 높게 나타났다.

가열처리 후 콩나물과 시금치의 불용성 식이섬유는 초단파가열 단시간처리만을 제외한 모든 가열처리 조건에서 유의적으로 측정치가 높게 나타났다. 가열방법중 끓이기와 고압가열이 초단파가열보다 불용성 식이섬유 측정치 증가에 더 큰 영향을 주었고, 대체적으로 가열 시간이 길어질수록 측정치가 다소 높아졌으나 유의적인 차이는 없었다. 가열처리에 의해 불용성 식이섬유 측정치가 높아진 것은 가열처리 동안 비효소적 갈변반응인 마이알반응 생성물들과 resistant starch가 생성되었기 때문으로 여겨진다.

가열처리 후 수용성 식이섬유 측정치는 콩나물과 시금치 모두 가열방법 및 시간에 따른 일관성이 없었다. 이는 가열처리 과정에서 수용성 식이섬유의 일부가 가수분해됨으로써 손실되기도 하고 불용성 식이섬유중 일부는 분자구조가 끊어져 수용성 식이섬유에 포함되어 측정되기도 하는 등 가열처리에 의해 수용성 식이섬유의 감소 및 증가가 유발된 것으로 여겨진다.

콩나물의 총식이섬유 측정치는 모든 가열처리 조건에서 유의적으로 증가하였고, 시금치는 초단파가열 단시간처리만을 제외한 모든 가열처리조건에서 높은 측정치

를 나타냈다. 이는 콩나물과 시금치의 총식이섬유중 불용성 식이섬유가 높은 비율을 차지하기 때문이라고 여겨진다.

참고문헌

1. Trowell, H., Definition of dietary fiber and hypotheses that is a protective factor in certain diseases, *Am. J. Clin. Nutr.*, 29: 417 (1976).
2. Marianne Sgrass-Wolthuis F.F., Hugo and Albers, Influence of dietary fiber from vegetables and fruits, bran or citrus pectin on serum lipids, colonic function, *Am. J. Nutr.*, 33: 1756 (1980).
3. Hagander, B., Asp, N., Efendic, S., Nilsson-Ehle and Schersten, B., Dietary fiber decreases fasting blood glucose levels and plasma LDL concentration in noninsulin-dependent diabetes mellitus patients, *Am. J. Clin. Nutr.*, 47: 857 (1988).
4. Mickelsen, O., Madani, D., Cotton, R., Titcomb, S., Colmey, J and Gatty, R., Effects of high fiber bread diet on slight loss in college age males, *Am. J. Clin. Nutr.*, 32: 1703 (1979).
5. Southgate, D.A.T., Determination of carbohydrates in foods. II. Unavailable carbohydrates, *J. Sci. Food Agric.*, 20: 331 (1969).
6. Theander, O. and Westlund, E.A., Studies on dietary fibers. 3. Improved procedure for analysis of dietary fiber, *J. Agric. Food Chem.*, 34: 330 (1988).
7. Englyst, H. and Cummings, J., Improved method for measurement of dietary fiber as non-starch polysaccharides in plant foods, *J. AOAC*, 71: 808 (1988).
8. Van Soest, P.J. and Wine, R.H., Use of detergents in the analysis of fibrouseeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents, *J. AOAC*, 50: 50 (1967).
9. Asp, N.G., Johnsson, C.G., Hallmer, H. and Siljestrom, H., Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber, *J. Agric. Food Chem.*, 31: 476 (1983).
10. Prosky, L., Asp, N.G, Schweizer, T., De Vries, J. and Furda, L., Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods and food products: Collaboratory study, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 75: 360 (1992).
11. Herranz, J., Vidal-Valverde, C. and Rojas-Hidalga, E., Cellulose, hemicellulose and lignin content of raw and cooked spanish vegetables, *J. Food Sci.*, 46: 1927 (1981).
12. Mathee, V. and Appledorf, H., Effect of cooking on vegetable fiber, *J. Food Sci.*, 43: 1344 (1978).
13. Herranz, J., Vidal-Valverde, C. and Rojas-Hidalga, E., Cellulose, hemicellulose and lignin content of raw and cooked processed vegetables, *J. Food Sci.*, 48: 274 (1983).
14. Johnston, D.E. and Oliver, W.T., The influence of cooking technique on dietary fiber of boiled potato, *J. Food Technol.*, 17: 91 (1982).
15. Nyman, M., Palsson, K.E. and Asp, N.G., Effect of processing on dietary fiber in vegetables, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 20: 29 (1987).
16. Zyren, J., Elkins, E., Dudek, J. and Hagen, R., Fiber content of selected raw and processed vegetables, fruits and fruits juices as served, *J. Food Sci.*, 48: 600 (1983).
17. 문현경, 박미아, 김윤상, 송인정, 한국인의 식품 및 영양섭취상태추이 (1969-1978)-제 1 보, 국민영양조사보고서의 조사방법을 중심으로, *한국영양학회지*, 21: 502 (1992).
18. AOAC, 14th Ed. (1985).
19. Van Soest, P.J., Use of detergents in analysis of fibrous feeds. 3. Study of effects of heating and drying on yield of fiber and lignin in forages, *J. Assoc. Agr. Chem.*, 48: 785 (1965).
20. Brandt, L.M., Jeltema, M.A., Zabik, M.E. and Jeltema, B.D., Effects of cooking in solutions of varying pH on the dietary fiber components of vegetables, *J. Food Sci.*, 49: 900 (1984).
21. Jones, G.D., Briggs, D.R., Wahlqvist, M.L. and Flentje, L.M., Dietary fiber contents of Australian foods. 1. Potatoes, *Food Technol. (Australia)*, 37: 81 (1985).
22. Varo, P., Veijalainen, K., and Koivistoinen, P., Effect of heat treatment on the dietary fiber contents of potato and tomato, *J. Food Technol.*, 19: 485 (1984).
23. Anderson, N.E. and Clydesdale, F.M., Effects of processing on the dietary fiber content of wheat bran, pureed green beans, and carrots, *J. Food Sci.*, 45: 1533 (1980).