

국내산 맥류의 식이섬유 조성 및 이들 추출물의 점성 비교

이 영 택

경원대학교 식품생물공학과

Dietary Fiber Composition and Viscosity of Extracts from Domestic Barley, Wheat, Oat, and Rye

Young-Tack Lee

Dept. of Food and Bioengineering, Kyungwon University, Seongnam 461-701, Korea

Abstract

Selected barley, wheat, oat, and rye varieties grown in Korea were analyzed for soluble, insoluble, and total dietary fiber contents. Average total dietary fiber contents of whole barley, rye, wheat, oat groat, and pearled barley were 19.9%, 18.0%, 15.9%, 15.5%, and 9.7%, respectively. Average soluble dietary fibers in the grains were abundant in the following order of whole barley(6.6%), rye(6.4%), pearled barley(5.4%), oat groat(5.0%), and wheat(3.8%). Wheat and rye bran, milling by-product, contained higher amount of soluble and insoluble dietary fiber than whole grain, suggesting a good source of dietary fiber. Averaged across varieties, total β -glucan content of barley and oat groat was similar(4.4~4.5%), and soluble β -glucan content was greater in oat groat than in barley. Rye and wheat had considerably lower total β -glucan content, and the ratio of soluble to total β -glucan was also lower than in barley and oat. Viscosity of alkaline extracts was high in the following order of rye, oat groat, pearled barley, and wheat. The viscosity of grain extract was associated with the amount of soluble fiber present in the grain.

Key words: barley, oat, wheat, rye, dietary fiber, viscosity.

서 론

동계 유희지에 맥류작물을 재배하는 것은 국내 부존자원의 보존이용을 극대화할 수 있으며 대기정화효과 등 환경보전과 국내 농업을 보호한다는 측면에서도 그 중요성이 크게 인식되고 있다. 예로부터 보리는 쌀 다음으로 중요한 주곡작물로서 큰 비중을 차지해 왔으나 국민의 식량소비구조가 변화함에 따라 보리쌀의 국민 1인당 연간 소비량도 65년 36.8 kg에서 95년에는 1.5 kg으로 격감하게 되었다¹⁾. 밀은 식생활 패턴의 변화로 수요가 급증하여 1인당 소비량이 쌀 다

음으로 많지만 1984년 정부의 국산밀 수매 중단으로 인해 국내 생산 기반이 거의 소멸되어 막대한 양의 밀을 수입에 의존하여 왔으며, "우리밀 살리기 운동"에 힘입어 국산 밀 생산이 증가하기 시작했지만 1997년도 국산 밀 생산량은 7,000톤으로 자급률이 0.2% 밖에 안되는 아주 미미한 실정이다. 귀리와 호밀은 국내에서 주로 겨울철 사료작물로서 종자를 도입에 의존하여 재배하고 있으며 알곡은 아침식사용, 제과, 제빵용 등으로 이용하고 있다²⁾.

식생활이 서구화되고 다양화됨에 따라서 생리기능적 측면에서 식이섬유는 중요하게 평가받고 있으며,

† Corresponding author : Young-Tack Lee

변비, 비만증, 당뇨병, 고혈압, 대장암 등의 발병은 식이섬유의 섭취와 관련이 있다고 알려져 있다. 맥류에는 세포벽을 구성하는 다당류들, 즉 β -glucan과 arabinoxylan 등의 식이섬유가 다량 함유되어 있어 식이섬유의 중요한 공급원으로 이용할 수 있다. 수용성 식이섬유는 체내 혈중 콜레스테롤을 강하시키는 효과가 있으며, 이때 수용성 식이섬유의 점도가 중요하다는 것이 보고³⁾된 바 있다. 특히 β -glucan은 콜레스테롤 저하효과 뿐만 아니라 혈중 포도당 농도를 조절하는데 유용하게 작용하며 암 예방효과 등 생리적 기능성을 갖는 것으로 알려져 있다⁴⁾.

지금까지 국내에서 이루어져 온 보리 등 맥류를 위한 연구는 주로 식량난을 해결하고 품질을 향상시키기 위한 육종연구와 재배기술 개발 등에 역점을 두어왔으며 가공을 통한 이용율의 다각화에 대한 연구에 있어서는 다소 미흡하였다. 따라서 본 연구에서는 국내산 맥류 품종들의 수용성, 불용성 및 총식이섬유 함량을 분석하고 식이섬유 추출물의 점성을 비교하여 건강 기능성 식품소재로서의 활용성을 모색하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

국내산 맥류로서 장려품종으로 재배되고 있는 보리 5품종(올보리, 진양보리, 찰보리, 찰쌀보리, 새쌀보리), 귀리 2품종(올귀리, 식용귀리), 밀 5품종(그루밀, 탑동밀, 은파밀, 올그루밀, 우리밀), 호밀 2품종(두루호밀, 칠보호밀)을 선정하여 사용하였다. 맥류시료는 농촌진흥청 작물시험장으로부터 제공받아 4°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

2. 도정 및 제분

보리는 정맥수율이 중량비로 67.5%가 되도록 Satake Test Mill(Satake Engineering Co., Ltd, Japan)로 도정하였으며, 귀리는 Dehuller를 사용하여 걸귀리의 껍질을 제거한 groat로 제조하였다. 밀과 호밀의 제분은 Brabender sample mill을 사용하였으며 가루와 bran으로 분리하였다.

3. 일반성분 분석

일반성분 분석은 AACC 방법⁵⁾에 따라, 수분함량은 Air-oven법(AACC 44-15A)으로, 조단백질은 Kjeltac Auto 1030 Analyzer(Tecator Co., Sweden)를 사용하여 Micro-Kjeldahl법(AACC 46-13)으로, 회분은 건식회화법(AACC 08-01)으로 분석하였으며 조지방은

Soxhlet법으로 측정하였다. 전분함량은 starch-glucosylase 방법(AACC 76-11)에 의해 측정하였다.

4. 수용성, 불용성 및 총 식이섬유 분석

수용성 식이섬유(SDF), 불용성 식이섬유(IDF), 총식이섬유(TDF) 함량은 Prosky 등⁶⁾의 방법에 따라 total dietary fiber assay kit(Sigma Chemical Co., USA)를 사용하여 측정하였다.

5. 수용성, 불용성 및 총 β -glucan 분석

총 β -glucan 함량은 McCleary와 Glennie-Holmes⁷⁾의 효소적 방법에 의하여 β -glucan assay kit(Megazyme Pty, Ltd., Ireland)를 사용하여 측정하였다. 불용성 β -glucan은 수용성 β -glucan을 Aman과 Graham⁸⁾의 방법에 준하여 추출한 다음 측정하였으며, 수용성 β -glucan의 함량은 총 β -glucan 함량에서 불용성 β -glucan의 함량을 뺀 수치로 산출하였다.

6. 식이섬유 추출물의 점도

보리쌀, 밀, 귀리 groat, 호밀을 분쇄한 가루를 알칼리 조건(pH 10)에서 slurry로 조제한 후 $45 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 30분간 교반하여 추출하였다. 이를 원심분리(15,000×g, 15분; 5°C)한 후 상정액을 Haake Rotovisco RV20 점도계(Germany, sensor system NV)를 사용하여 23°C, 전단속도 0~800 1/s에서 겔보기 점도를 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 국내산 맥류품종의 일반성분

국내에서 재배된 맥류 가운데 보리, 귀리, 밀, 호밀의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 품종별 보리의 평균 전분 함량은 원맥이 55.73%였으며 도정한 후에는 67.69%로 10% 이상 증가하였으며 평균 단백질 함량에서는 원맥과 보리쌀이 각각 14.92%, 11.90%로 보리쌀이 원맥에 비해 낮았다. 보리의 회분 함량은 원맥에서 1.86%였으며 도정 후에는 껍질과 겨층이 제거되어 0.76%로 감소하였다. 지질 함량은 원맥에서 3.07%였으며 보리쌀에서는 0.76%로 크게 감소하였다. 귀리로부터 껍질을 제거한 groat는 전분 52.75%, 단백질 15.82%, 회분 1.75%를 함유하였으며, 지질 함량은 9.25%로 타 곡류에 비해 아주 높게 나타났다. 귀리 groat는 일반적으로 단백질이 12.4~24.4%, 지질이 3.1~11.6%의 범위로 타 곡류에 비해 높은 것으로 보고되었다⁹⁾.

품종별 밀의 전분 함량은 62.25%였으며 단백질 함

Table 1. Chemical composition of domestic barley, oat, wheat, and rye¹⁾

	Starch	Protein	Lipid	Ash
Barley(whole)	55.73±5.20	14.92±1.50	3.07±0.48	1.86±0.30
Barley(pearled)	67.69±5.73	11.90±1.69	1.23±0.32	0.76±0.05
Oat(dehulled)	52.75±0.78	15.82±1.84	9.25±0.66	1.75±0.04
Wheat	62.25±3.59	16.56±2.03	1.95±0.20	1.68±0.04
Rye	58.76±1.21	14.41±0.63	1.76±0.21	1.92±0.01

¹⁾ Values are means±standard deviation.

Table 2. Soluble, insoluble, and total dietary fiber contents of domestic barley, wheat, oat, and rye¹⁾

	Dietary fiber(% dry basis)		
	Soluble	Insoluble	Total
Barley(whole)	6.62±1.48	13.24±3.37	19.86±4.59
Barley(pearled)	5.39±1.35	4.26±0.70	9.65±1.98
Oat(dehulled)	4.94±0.88	10.51±1.77	15.45±0.90
Wheat	3.80±0.13	12.07±0.45	15.87±0.41
Rye	6.42±0.27	11.56±1.20	17.98±1.31

¹⁾ Values are means±standard deviation.

Table 3. Dietary fiber contents of brans obtained from domestic wheat and rye¹⁾

	Dietary fiber(% dry basis)		
	Soluble	Insoluble	Total
Wheat	4.64±0.52	21.68±3.60	26.32±3.88
Rye	9.05±0.23	21.77±0.30	30.82±0.07

¹⁾ Values are means±standard deviation.

량은 16.56%, 회분 함량은 1.68%로 나타났다. 국내산 밀은 단백질 함량이 약 11~15% 였고 회분 함량이 수입산 밀 품종에 비해 약간 높은 것으로 분석된 바 있다¹⁰⁻¹²⁾. 품종별 호밀의 전분과 단백질 함량은 각각 58.76%, 14.41%로 밀에 비해 약간 낮았으며 회분함량은 1.92%로 밀보다 약간 높았다.

2. 국내산 맥류의 수용성, 불용성 및 총 식이섬유

국내산 보리, 귀리, 밀, 호밀 품종의 수용성, 불용성 및 총 식이섬유 함량을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 품종별 보리의 평균 총 식이섬유 함량은 19.86%였으며 수용성 식이섬유 함량은 6.62%로 불용성 식이섬유 함량 13.24%에 비해 훨씬 낮았다. 보리의 수용성, 불용성 및 총 식이섬유 함량은 각각 3.3~5.9%, 11.1~

19.2%, 15.0~24.1% 범위로 보고^{13,14)}한 바 있다. 보리는 도정처리에 의해 껍질과 강층이 제거됨에 따라 불용성 식이섬유가 4.26%로 감소한 결과 보리쌀에서는 총 식이섬유 함량이 9.65%로 현저하게 줄어들었다. 귀리 groat의 수용성, 불용성 및 총 식이섬유는 각각 4.94%, 10.51%, 15.45%로 조사되었으며, 이는 귀리 groat의 수용성, 불용성 식이섬유 함량을 각각 6.0~7.1%, 4.1~4.9%로 분석한 결과¹⁵⁾와 비교할 때 불용성 식이섬유 함량이 다소 높은 것으로 나타났다. 귀리 bran은 hot 또는 cold cereal에 수용성 식이섬유의 급원으로 사용되고 있으며 혈중 콜레스테롤을 저하시키는 효과가 큰 것으로 알려져 있다¹⁶⁾.

품종별 밀의 식이섬유를 분석한 결과 수용성 식이섬유는 3.80%로 맥류 중 가장 낮았지만 불용성 식이섬유 함량이 12.07%로 높아 총 식이섬유 함량에서는 귀리 groat와 유사하게 나타났다. 호밀의 경우 수용성 식이섬유 함량이 6.42%로 높게 나타났다.

국내산 밀과 호밀을 Brabender test mill을 사용하여 제분하였으며 이때 생성된 bran에 대하여 식이섬유를 분석한 결과는 Table 3과 같다. 밀 bran의 수용성 및 불용성 식이섬유는 원맥보다 다소 증가하였으며 호밀 역시 bran의 식이섬유 함량이 원맥에 비해 높아졌다. 제분 부산물인 bran은 대부분 사료로 사용되는 실정임을 감안할 때 식이섬유 소재로서 매우 적절한 것으로 확인되었다.

3. 국내산 맥류의 수용성, 불용성 및 총 β -glucan

품종별 보리, 귀리, 밀, 호밀의 수용성, 불용성 및 총 β -glucan 함량을 측정된 평균값은 Table 4와 같다. 보리원맥의 총 β -glucan 함량은 4.45%로 나타나 보리는 약 2~8%의 총 β -glucan을 함유하고 있다는 연구결과⁷⁾와 유사하였다. 보리쌀의 경우 총 β -glucan 함량은 5.13%로 도정처리에 의해 증가함을 보여주었으며, 이는 β -glucan이 보리의 외부층인 강층보다 배유세포벽에 더 많이 존재하기¹⁷⁾ 때문인 것으로 판단

Table 4. Soluble, insoluble, and total β -glucan of barley, oat, wheat, and rye¹⁾

	β -Glucan (% dry basis)			Solubility(%) ²⁾
	Soluble	Insoluble	Total	
Barley(whole)	2.43 \pm 0.73	2.02 \pm 0.27	4.45 \pm 0.90	54.6 \pm 7.39
Barley(pearled)	2.45 \pm 1.08	2.68 \pm 0.32	5.13 \pm 1.37	47.8 \pm 8.97
Oat(dehulled)	3.69 \pm 0.52	0.68 \pm 0.04	4.37 \pm 0.56	84.4 \pm 1.20
Wheat	0.11 \pm 0.03	0.42 \pm 0.08	0.53 \pm 0.08	20.8 \pm 1.20
Rye	0.23 \pm 0.26	1.30 \pm 0.18	1.53 \pm 0.08	15.0 \pm 16.33

¹⁾ Values are means \pm standard deviation.

²⁾ Soluble β -glucan as percent of total β -glucan.

되었다. 원맥보리의 수용성 및 불용성 β -glucan 함량은 각각 2.43%, 2.02%였으며 보리쌀의 수용성 및 불용성 β -glucan의 함량은 각각 2.45%, 2.68%로 β -glucan의 용해성은 대략 반 정도인 것으로 나타났다. 귀리 groat의 총 β -glucan 함량은 4.37%로 분석되었으며, 귀리 groat는 3.9~6.8%, 귀리 bran에서는 5.8~8.9%의 β -glucan을 함유하고 있다고 보고한 결과¹⁸⁾와 유사하였다. 귀리 품종의 불용성 β -glucan 함량이 0.68%로 보리 품종에 비해 훨씬 낮은 반면에 수용성 β -glucan은 3.69%로 높아 용해성에 있어서 맥종 중 가장 높게 나타났다.

국내산 밀 품종의 총 β -glucan 함량은 평균 0.53%로 보리와 귀리에 비해 현저하게 낮았으며 수용성 β -glucan 함량 또한 0.11%로 매우 낮은 것으로 측정되었다. 호밀의 경우에는 총 β -glucan 함량이 1.53%로 보리와 귀리에 비해서는 낮았지만 밀보다는 높았으며, 주로 불용성의 함량이 높은 것으로 분석되었다. 국내산 밀과 호밀 품종의 총 β -glucan 함량은 외국산 밀과 호밀에서 각각 0.54~0.65%, 1.65~1.93%로 보고한 분석 결과^{8,19,20)}와 비슷한 것으로 나타났다. 국내산 맥류 품종의 평균 β -glucan 함량은 보리가 가장 많았으며 다음으로 귀리, 호밀, 밀의 순이었다.

4. 맥류 식이섬유 추출물의 점성

국내산 맥류 품종들을 알칼리 추출한 후 식이섬유 추출물에 대한 점도를 측정된 결과, 수용성 식이섬유 함량이 증가함에 따라 추출물의 점도가 증가하는 경향을 보여주었다(Fig. 1). 호밀의 식이섬유 추출물이 가장 점도가 높았고 보리와 귀리의 점도가 그 다음 순으로 높았으며 밀이 가장 낮은 것으로 측정되었다. 이들 식이섬유 추출물은 전단속도가 증가할수록 점도가 감소하는 외가소성의 유동특성을 보여주었다(Fig. 2). 곡류에서 추출한 β -glucan은 높은 점성을 나타내는

데 이는 β -glucan 함량이 높은 보리와 귀리 gum의 점성에 대하여 조사한 실험결과^{21,22)}에 나타난 바 있다. 보리와 귀리 gums의 유동 특성에 관한 실험에서 확인된 바와 같이 추출물은 전단응력에 의해 탄력적인 β -glucan 분자가 유동방향에 따라 정렬되어 점도가 감소하게 되는 외가소성의 유동특성을 보여주는 것으로 사료되었다. 곡류의 주요 비전분 다당류로서 β -glucan과 함께 밀과 호밀의 배유세포벽을 구성하는 pentosan(arabinoxylan)은 추출물의 점도에 관여할 수 있으며, 수용성 pentosan의 함량이 점도를 높이는 요소인 것으로 보고^{23,24)}된 바 있다. 호밀은 β -glucan 뿐만 아니라 수용성 pentosan과 같은 수용성 식이섬유의 함량이 높아 추출물의 점도를 높이는데 크게 관여한 것으로 판단되었다.

점성이 높은 국내산 맥류의 식이섬유소는 섭취시 인체내 소화기관에서 분해되지 않고 점도를 유지함으

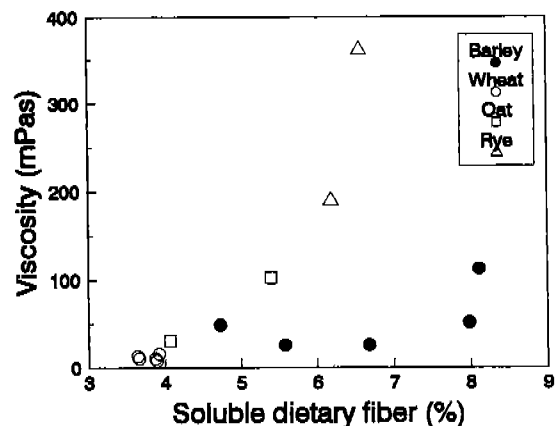


Fig. 1. Relationship between viscosity of the soluble dietary fiber and its content in barley, wheat, oat, and rye varieties grown in Korea.

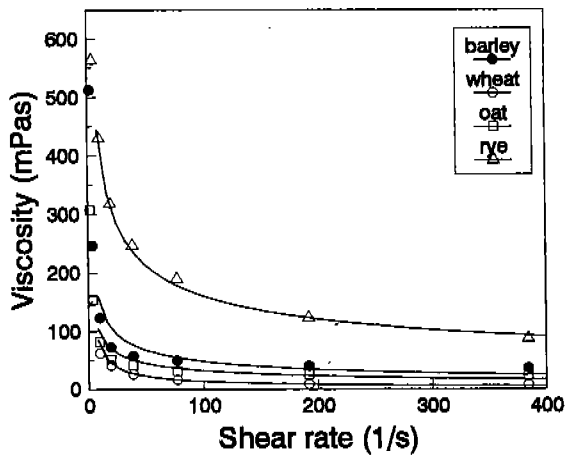


Fig. 2. Viscosity of alkaline extracts from pearled barley, wheat, oat groat, and rye.

로써 그 생리적 기능이 우수한 것으로 간주되었으며, 이는 콜레스테롤 함량 저하와 인슐린에 대한 반응 조절의 효과^{25,26)}에서 잘 나타나 있다. 따라서 국내산 맥류에 함유되어 있는 식이섬유 소재의 점성 및 리올로지 특성을 이용한다면 여러 식품산업 분야에서 유용하게 활용할 수 있을 것으로 사료되었다.

요 약

국내산 품종별 보리, 귀리, 밀, 호밀의 식이섬유 함량과 추출물의 점성을 분석하여 생리적 기능이 높은 식품 소재로서의 활용성을 모색하였다. 평균 총 식이섬유함량은 보리 19.9%, 호밀 18.0%, 밀 15.9%, 귀리 groat 15.5%, 보리쌀 9.7%의 순이었다. 수용성 식이섬유의 함량은 보리 6.6%, 호밀 6.4%, 보리쌀 5.4%, 귀리 groat 4.9%, 밀 3.8%의 순이었으며, 밀과 호밀의 제분부산물인 bran은 경제적인 측면에서 활용성이 높은 식이섬유소재인 것으로 확인되었다. β -Glucan 함량은 보리와 귀리에서 4.4~4.5%로 유사하게 높았으며 호밀과 밀에서는 낮게 나타났다. 총 β -glucan에 대한 수용성 β -glucan의 비율로 나타낸 용해성은 귀리와 보리순으로 높았으며 밀과 호밀에서는 낮은 것으로 나타났다. 식이섬유 추출물의 점도는 호밀, 보리쌀, 귀리 groat, 밀의 순으로 높았으며, 맥류 품종의 수용성 식이섬유 함량이 높을수록 점도가 높은 경향을 보여주었다. 국내산 맥류의 고점도 식이섬유는 생리 기능이 높은 건강식품소재로서의 활용가치가 클 것으로 사료되었다.

감사의 말

본 연구는 2000년도 경원대학교 학술연구비의 지원을 받아 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 농림부 : 농림수산통계연보 (1996).
2. 허화영: 동계작물로서 귀리의 이용, *한국맥류연구회지*, 3, 44~47 (1995).
3. Vahouny, G.V. and Kritchevsky, E.: Dietary Fiber Basics and Clinical Aspects, Plenum Press Corporation, New York (1986).
4. Klopfenstein, C. F.: The role of cereal β -glucans in nutrition and health. *Cereal Foods World*, 33, 865 (1988).
5. American Association of Cereal Chemists: Approved Methods of the AACC, St. Paul, Minnesota (1983).
6. Prosky, L., Asp, N., Sweizer, T. F., Devries, J. and Furda, I.: Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: Interlaboratory study, *JAOAC*, 71, 1017~1023 (1988).
7. McCleary, B. V. and Glennie-Holmes, M.: Enzymatic quantification of (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -D-glucan from barley and malt, *J. Inst. Brew.*, 91, 285~295 (1985).
8. Åman, P. and Graham, H.: Analysis of total and insoluble mixed-linked (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -glucans in barley and oats, *J. Agric. Food Chem.*, 35, 704~709 (1987).
9. Youngs, V. L., Peterson, D. M., and Brown, C. M.: Oats, In *Advances in Cereal Science and Technology*, V, Pomeranz Y. (ed), AACC, St. Paul, Minnesota (1982).
10. Kim, C. T., Cho, S. J., Hwang, J. K. and Kim, C. J.: Composition of amino acids, sugars and minerals of domestic wheat varieties, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 26(2), 229~235 (1997).
11. Koh, B. K.: A comparison of protein characteristics of Korean and imported wheat varieties, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31(3), 586~592 (1999).
12. Lee, S. Y., Hur, H. S., Song, J. C., Park, N. K., Chung, W. K., Nam, J. H. and Chang, H. K.: Comparison of noodle-related characteristics of domestic and imported wheat, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29(1), 44~50 (1997).
13. Aalto, T., Lehtonen, M. and Varo, P.: Dietary fiber content of barley grown in Finland, *Cereal Chem.*, 65, 284 (1988).

14. Knudsen, K. E., Åman, P. and Eggum, B. O.: Nutritive value of Danish-grown barley varieties. I. Carbohydrates and other major constituents, *J. Cereal Sci.*, 6, 173~186 (1987).
15. Hareland, G. A. and Huseby, D. J.: Soluble and insoluble dietary fiber content and composition in oat, *Cereal Chem.*, 76(3), 417~420 (1999).
16. Seibert, S. E.: Oat bran as a source of soluble dietary fiber, *Cereal Foods World*, 32(8), 552~553 (1987).
17. Miller, S. S. and Fulcher, R. G.: Distribution of (1→3),(1→4)- β -D-glucan in kernels of oats and barley using microspectrofluorometry, *Cereal Chem.*, 71, 64 (1994).
18. Wood, P. J., Wiesz, J. and Fedec, P.: Potential for β -glucan enrichment in brans derived from oat (*Avena sativa* L.) cultivars of different (1→3),(1→4)- β -D-glucan concentrations, *Cereal Chem.*, 68, 48~51 (1991).
19. Anderson, M. A., Cook, J. A. and Stone, B. A.: Enzymatic determination of 1,3:1,4- β -glucans in barley grain and other cereals, *J. Inst. Brew.*, 84, 233~239 (1978).
20. Henry, R. J.: A comparison of the non-starch carbohydrates in cereal grains, *J. Sci. Food Agric.*, 36, 1243~1253 (1985).
21. Autio, K., Myllymaki, O. and Malkki, Y.: Flow properties of solutions of oat beta-glucans, *J. Food Sci.*, 52(5), 1364~1366 (1987).
22. Doublier, J. and Wood, P. J.: Rheological properties of aqueous solutions of (1→3),(1→4)- β -D-glucan from oats (*Avena sativa* L.), *Cereal Chem.*, 72(4), 335~340 (1995).
23. Fengler, A. I. and Marquardt, R. R.: Water-soluble pentosans from rye: I. Isolation, partial purification and characterization, *Cereal Chem.*, 65, 291~297(1988).
24. Boros, D., Marquardt, R. R., Slominski, B. A. and Guenter, W.: Extracts viscosity as an indirect assay for water-soluble pentosan content in rye, *Cereal Chem.*, 70, 575~580 (1993).
25. Wood, P. J., Braaten, J. T., Scott, F. W., Riedel, K. D., Wolynetz, M. S. and Collins, M. W.: Effect of dose and modification of viscous properties of oat gum on blood glucose and insulin following as oral glucose load, *Brit. J. Nutr.*, 72, 731~743 (1994).
26. Rieckhoff, D., Trautwein, E. A., Malkki, Y. and Erbersdobler, H. F.: Effects of different cereal fibers on cholesterol and bile acid metabolism in the Syrian golden hamster, *Cereal Chem.*, 76(5), 788~795 (1999).

(2001년 5월 27일 접수)