

## 귀리 수용성 추출물의 성분과 점도특성

정헌상 · 강태수 · 박희정\* · 정익수\*\* · 이항영\*\*\*

충북과학대학 식품생명과학과, \*충북대학교 식품공학과,  
\*\*(주)보락, \*\*\*농촌진흥청 작물시험장

### Characteristics of Viscosity and Components of Soluble Extract in Oats

Heon-Sang Jeong, Tae-Su Kang, Hee-Joeng Park\*, Ick-Soo Jung\*\* and Hang-young Lee\*\*\*

Dept. of Food Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University

\*Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University

\*\*Technical Research Institute, Bolak Company Limited

\*\*\*National Crop Experiment Station, RDA

#### Abstract

To examine the utilization of the soluble proteoglycan in oats as a nutraceutical ingredient, soluble components were extracted from Oat Bran Concentrate (OBC) by varying the experiment factors such as temperature (40~60°C), ethyl alcohol concentration (0~20%), and pH (5~9), and then analyzed for their compositions and viscosity. The total yield of oat soluble extracts ranged between 6.4~17.9 and the contents of  $\beta$ -glucan, protein, lipid, and ash in oat extracts were 21.4~38.3%, 23.2~29.0%, 8.3~11.8%, and 5.9~7.9%, respectively. The extraction yield increased with the extraction temperature, but decreased with the alcohol concentration and pH. The  $\beta$ -glucan and protein contents increased with increasing temperature and decreasing ethanol concentration. However, the pH level did not influenced those contents. The viscosity of 2% oat extract solution ranged between 8.6~83.1 cp at different share rates, showing the pseudo-plastic flow properties. Results suggested that extraction condition could be controlled the purity of  $\beta$ -glucan and protein and applied commercially to the large-scale process.

**Key words:** OBC (oat bran concentrate), extraction condition, composition, viscosity

#### 서 론

$\beta$ -glucan은 곡류의 호분층 세포벽의 주된 성분으로 존재하는 직쇄상의 비전분 다당류로서 보리와 귀리 등에 많이 함유되어 있으며, 혈중 콜레스테롤 수치를 저하시키고 식후 glucose 농도나 인슐린 량을 감소시킬 뿐 아니라 대장암 예방 등의 효과도 있는 것으로 알려져 있다(Klofendtein, 1988). 이러한 효능은 수용성이 불용성보다 더 우수한 것으로

보고되고 있어(Vachon *et al.*, 1988), 수용성  $\beta$ -glucan 함량이 높은 귀리에 대한 관심이 높아지게 되었다. 귀리는 수용성  $\beta$ -glucan 함량이 높을 뿐 아니라(Amen과 Graham, 1987) 단백질 함량(groat)이 17.8~37.1%로 높으며(Wood, 1993), 단백질을 구성하고 있는 아미노산들의 조성도 다른 곡류에 비하여 영양학적으로 우수한 것으로 보고되어 있어(Pomeranz *et al.*, 1973), 산업적인 활용 가치가 매우 높은 식품원료라고 할 수 있다.

$\beta$ -glucan에 관한 연구로 Newman *et al.*(1992)은 닭과 쥐를 대상으로 보리  $\beta$ -glucan을 섭취시킨 결과 총 콜레스테롤 수치가 낮아지는 결과를 얻었으며, Anderson *et al.*(1984)은 귀리 겨 섭취 후 성인 남자의 분변 중 담즙산 량이 증가하면서 혈중 총

Corresponding author: Heon-Sang Jeong, Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University, Kunguri 40, Okchon, Chungbuk 373-800, Korea.  
Phone: +82-43-730-6382, Fax: +82-43-730-6389  
E-mail: hsjeong@ctech.ac.kr

클레스테롤 함량이 감소한다고 하였다. Wood *et al.* (1990)은 귀리 gum의 glucose 흡수 지연효과를 *in vitro* 상에서 확인하였고 Kolata(1987)는 당뇨병에 미치는 식이섬유의 중요성에 대해서 보고한 바 있으며, Eastwood(1987)는 대장 내에서 생성되는 단쇄 지방산에 의하여 대장암 예방 효과가 나타난다고 보고하기도 하였다.

한편 최근에는 순수한 다당체보다는 단백질과 결합된 형태인 단백 다당체일 때 생리활성이 더 우수하다는 보고가 일부에서 제시되고 있어(Ooi와 Liu, 2000), 귀리 중의 수용성  $\beta$ -glucan과 단백질을 동시에 추출하여 단백 다당체로써의 활용 가능성을 검토하는 것은 중요한 의미가 있을 것으로 생각된다. 그러나 귀리에 대한 연구는 순수한  $\beta$ -glucan 추출을 목적으로 추출 온도 및 용매 등의 변수에 대한 추출특성을 조사하거나(Wood *et al.*, 1978; Bhatti, 1993), 전분이나 단백질 등 세포벽의 다른 성분들의 오염을 최소화하여  $\beta$ -glucan의 순도를 높이기 위한 추출 방법(Dawkins와 Nnanna, 1993; Wood, 1989)을 제시하고 있을 뿐 귀리 중의  $\beta$ -glucan과 단백질을 동시에 활용할 목적으로 추출조건을 설정한 연구 사례는 찾아보기 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 귀리에 함유된 단백 다당체의 활용 가능성을 검토하기 위한 기초 자료로써 귀리 겨로부터 수용성  $\beta$ -glucan 및 단백질을 중심으로한 추출특성을 조사하고자 저농도 에탄올을 추출 용매로 사용하고 pH와 온도를 조합하여 설계한 추출조건에서 귀리 추출물을 얻은 후 이화학적 특성을 분석한 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에서는 귀리의  $\beta$ -glucan 함량을 증대시킨 시판 OBC(oat bran concentrate, Finland) 분말을 (주)보락으로부터 공급받아 사용하였다. 귀리 겨 농축물은 원료귀리의 껍질을 제거한 다음 건식 제분하여  $\beta$ -glucan 함량이 높은 분획을 분리하여 모은 것으로, 그 성분함량은 총  $\beta$ -glucan 15%, 단백질 22.9%, 지방 7.8% 및 회분 6.4% 이었다.

### 귀리 수용성 성분 추출

귀리의 수용성 성분을 추출하기 위하여 추출온도(40~60°C), 추출용매의 에탄올농도(0~20%) 및 추출

용매의 pH(5~9)를 변화시키며 추출을 실시하였으며, 중심합성계획법에 의하여 Table 1과 같이 16개 실험 구간으로 설정하였다. 추출방법은 원료 500 g에 pH와 에탄올농도를 조절한 용매를 10배량(5000 mL) 가한 다음 항온수조(HB-205WM, 한백과학)에 넣고 1시간동안 교반기(Eyela Mazela, Tokyo, Rikakikai co. Ltd., Japan)로 교반 추출하고 2000×g에서 10분간 원심분리(VS-6000CHN, 비전과학)하여 잔류물은 제거하고 상등액에 동일한 부피의 주정(95%, 대한주정)을 가하여 골고루 교반한 다음 저온(0~4°C)에서 하룻밤 동안 보관하여 침전시키고 면포로 여과한 후 진공 건조기(VO 20X, JEIO Tech., Japan)에서 에탄올을 제거하고 동결 건조(FD 5512, 일신과학)하여 귀리 추출물 시료를 얻었다.

### 귀리 추출물 수율 측정

각 조건에서 얻어진 귀리 추출물의 수율은 3회 반복 추출하여 얻은 평균값을 원료시료인 OBC분말에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

**Table 1. Values of independent variables and extraction conditions by the central composite experimental design**

Variables	Level				
	-2	-1	0	+1	+2
Extraction temperature, °C( $X_1$ )	40	45	50	55	60
Ethanol concentration, % ( $X_2$ )	0	5	10	15	20
pH ( $X_3$ )	5	6	7	8	9

Run	Code variables			Real variables		
	X1	X2	X3	X1	X2	X3
1	+1	-1	-1	55	5	6
2	+1	-1	+1	55	5	8
3	+1	+1	-1	55	15	6
4	+1	+1	+1	55	15	8
5	-1	-1	-1	45	5	6
6	-1	-1	+1	45	5	8
7	-1	+1	-1	45	15	6
8	-1	+1	+1	45	15	8
9	-2	0	0	40	10	7
10	+2	0	0	60	10	7
11	0	+2	0	50	20	7
12	0	-2	0	50	0	7
13	0	0	+2	50	10	9
14	0	0	-2	50	10	5
15	0	0	0	50	10	7
16	0	0	0	50	10	7

### 성분분석

원료 및 귀리 추출물 중의 수분은 적외선 수분 측정기(FD 600, Kett Electronic Lab., Japan)를 사용하여 분석하였고, 단백질 함량은 Kjeldahl 법으로, 지방 함량은 soxhlet 법으로, 회분은 직접 회화법으로 분석하였다(AOAC, 1990).  $\beta$ -glucan의 정량은 McCleary와 Codd (1991)의 방법에 따라 Megazyme  $\beta$ -glucan assay kit (Magazyme Pty. Ltd., Australia)를 사용하여 정량하였고, 각 성분의 함량은 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하여 추출물 단위에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

### 귀리 추출물 수용액 제조

귀리 추출물 수용액은 일정량의 추출물에 증류수를 가하여 0.5~2.0% 농도범위로 조절하여 100°C에서 30분간 중탕 가열하고 균질화시킨 다음 95°C 진탕항온수조 (VS-12055SWI-C, 비전과학)에서 하룻밤 동안 교반하여 용해시키고 농도를 보정한 후 원심분리(2000×g, 10 min)하여 얻었고 그 상등액을 점도 측정용 시료로 사용하였다.

### 점도측정

귀리 추출물 수용액의 점도 측정은 온도 jacket과 소량의 시료 측정용 adapter가 부착된 점도계 (Brookfield DV-II\*, Brookfield engineering laboratory, Inc. USA)를 사용하여 spindle no. 18로 측정하였고, rpm

값은 환산계수 1.32를 곱하여 전단속도로 환산하였다. 농도별 걸보기 점도는 4°C, 30 rpm일 때, 0.5~2.0% 농도 범위에서 측정하였고, 온도별 점도는 1% 농도, 30 rpm일 때 4, 10, 20°C에서 측정하였으며, 전단 속도별 점도는 4°C, 1% 농도일 때 12~100 rpm 범위에서 측정하였다. 모든 점도 값은 3회 반복 측정한 평균값으로 나타내었다.

### 통계분석

실험결과의 통계분석은 SAS(Statistical analysis system) program을 이용하였다. 성분과 수율에 대한 유의성은 분산분석(Anova)과 Duncan의 다범위 검정으로 해석하였고, 추출변수가 추출물의 수율 및 성분에 미치는 영향은 반응표면분석법(response surface methodology, RSM)을 사용하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 귀리 추출물 회수율

추출조건에 따른 귀리 추출물의 회수율 결과는 Table 2와 같다. 귀리 추출물의 수율은 Table 2에서 보는 바와 같이 6.4~17.9% 범위에서 유의성이 인정되었으며, 12번(50°C, 0%, pH 7)과 1번(55°C, 5%, pH 6) 처리구가 가장 높고, 9번, 8번 및 11번 처리구가 가장 낮게 나타났다. 귀리의  $\beta$ -glucan 추출에

**Table 2. The yield(%) and chemical composition(%) of oat extracts isolated from oat bran concentrate under different extraction conditions**

Sample No.	Temp(°C)	EtOH(%)	pH	Yield*	Glucan*	Protein*	Lipid*	Ash*
1	55	5	6	17.0 <sup>a</sup>	22.9 <sup>gh</sup>	23.2 <sup>j</sup>	8.4 <sup>g</sup>	5.9 <sup>e</sup>
2	55	5	8	15.2 <sup>b</sup>	22.5 <sup>gh</sup>	23.9 <sup>ij</sup>	10.2 <sup>cd</sup>	6.1 <sup>de</sup>
3	55	15	6	10.2 <sup>c</sup>	29.6 <sup>cde</sup>	27.3 <sup>bc</sup>	11.8 <sup>a</sup>	6.8 <sup>bcde</sup>
4	55	15	8	8.7 <sup>f</sup>	31.7 <sup>bcd</sup>	29.0 <sup>a</sup>	10.9 <sup>abc</sup>	6.8 <sup>bcde</sup>
5	45	5	6	13.5 <sup>cd</sup>	27.8 <sup>def</sup>	25.3 <sup>fgh</sup>	9.4 <sup>ef</sup>	7.1 <sup>abcd</sup>
6	45	5	8	14.6 <sup>bc</sup>	26.7 <sup>efg</sup>	25.7 <sup>defg</sup>	11.5 <sup>ab</sup>	7.3 <sup>ab</sup>
7	45	15	6	7.1 <sup>gh</sup>	38.3 <sup>a</sup>	25.6 <sup>efg</sup>	10.9 <sup>abc</sup>	7.9 <sup>a</sup>
8	45	15	8	6.6 <sup>h</sup>	34.8 <sup>ab</sup>	26.8 <sup>cd</sup>	10.8 <sup>bcd</sup>	7.9 <sup>a</sup>
9	40	10	7	6.8 <sup>h</sup>	32.8 <sup>bc</sup>	26.4 <sup>cde</sup>	10.9 <sup>abc</sup>	6.3 <sup>bcde</sup>
10	60	10	7	13.8 <sup>cd</sup>	21.4 <sup>h</sup>	24.6 <sup>hi</sup>	10.8 <sup>bc</sup>	6.5 <sup>bcde</sup>
11	50	20	7	6.4 <sup>h</sup>	35.3 <sup>ab</sup>	27.8 <sup>b</sup>	11.2 <sup>ab</sup>	5.9 <sup>e</sup>
12	50	0	7	17.9 <sup>a</sup>	22.8 <sup>gh</sup>	23.6 <sup>j</sup>	8.8 <sup>fg</sup>	6.7 <sup>bcde</sup>
13	50	10	9	10.8 <sup>c</sup>	28.2 <sup>def</sup>	25.1 <sup>gh</sup>	8.3 <sup>g</sup>	7.2 <sup>abc</sup>
14	50	10	5	13.0 <sup>d</sup>	24.5 <sup>fgh</sup>	25.4 <sup>efg</sup>	9.9 <sup>de</sup>	6.6 <sup>cde</sup>
15	50	10	7	8.5 <sup>ef</sup>	25.5 <sup>efgh</sup>	26.1 <sup>def</sup>	11.1 <sup>abc</sup>	6.4 <sup>bcde</sup>
16	50	10	7	8.6 <sup>ef</sup>	25.4 <sup>efgh</sup>	26.2 <sup>def</sup>	11.0 <sup>abc</sup>	6.4 <sup>bcde</sup>

\*Value with different letters in the same column are significantly different(p<0.001)

대한 연구들은 대부분 소량의 시료를 대상으로 이루어졌으며, 수율은 추출조건에 따라 다양한 것으로 나타났다(Bhatty, 1993; Dawkins와 Nnanna, 1993).

추출조건에 따른 귀리 추출물의 수율은 추출온도, 에탄올 농도 및 pH 등의 3가지 변수 모두에 대하여 유의적으로 영향을 받는 것으로 나타났다(Table 3). 즉, 추출온도가 높아질수록, 에탄올 농도는 낮을수록, pH는 중성일 때보다는 알칼리성이나 산성일수록 추출 수율이 증가하는 경향을 보였다. 이와 같이 추출온도가 증가할수록 수율이 증가하는 현상은 Wood *et al.*(1978)이 지적한 대로 온도에 따른 전분의 호화로 인하여 추출량이 증가했기 때문으로 생각되며, 에탄올 농도가 높을수록 수율이 감소하는 이유는 에탄올이 추출액 중의 단백질 및 펙틴 등의 식이섬유와 반응하여 일부 침전되어 원심분리 과정에서 손실이 일어났기 때문으로 판단된다(이규환, 2000). 한편 pH에 의한 수율 변화는 전분의 호화온도는 pH 5-7일 때 52-78°C범위이지만 산성이나 알칼리성일 때는 더 낮은 온도에서도 쉽게 호화되므로(Leach, 1965), 중성일 때보다 산성이나 알칼리성일 때 전분의 추출량이 증가했기 때문으로 생각되며, 이는 pH 10일 때 보리 추출물의 수율이 7일 때보다 높았다는 Bhatty(1993)의 보고와 Dawkins와 Nnanna(1993)의 50~60°C 범위에서는 pH 8.0보다 10.5일 때 귀리 gum의 수율이 향상되었다는 보고와도 유사한 결과이다.

#### 귀리 추출물의 성분분석

추출조건에 따른 귀리 수용성 성분의 추출특성을 조사하기 위하여 귀리 추출물의 성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다.

총  $\beta$ -glucan 함량은 Table 2에서 보는 바와 같이 21.4~38.3% 범위에서 유의성이 있는 것으로 나타났는데, 7번(45°C, 15%, pH 6) 처리구가 가장 높고, 10번(60°C, 10%, pH 7) 처리구가 가장 낮은 함량을 보였다. 추출 조건에 따른 영향은 추출온도는 낮을

수록 에탄올 농도는 높을수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였으나 pH에 의한 영향은 거의 없는 것으로 나타났다(Table 3). Wood *et al.*(1978)에 의하면 전분의 오염을 고려한 귀리  $\beta$ -glucan 추출온도를 45°C라고 하여 온도증가에 따라  $\beta$ -glucan의 순도가 감소하는 것을 시사한 바 있으며, Woodward *et al.*(1988)에 의하면 추출온도에 따라 추출된  $\beta$ -glucan의 구조가 다소 다르다고 하여 추출조건에 따라 다른 특성의  $\beta$ -glucan이 얻어질 수 있음을 시사한 바 있다. 한편 Dawkins와 Nnanna(1993)는 50°C에서 추출했을 때 귀리 추출물중의  $\beta$ -glucan 순도가 pH 10일 때는 77.8% 정도에서 pH 8일 때는 86%로 증가하였으나 그 이상의 온도에서는 일정한 경향을 보이지 않는 것으로 보고하였으므로 단일조건일 때와 여러 변수를 조합한 조건일 때의 추출특성이 달라지는 것을 알 수 있었다.

단백질 함량은 Table 2에서 보는 바와 같이 23.8~29.8% 범위에서 유의성이 있는 것으로 나타났고 4번(55°C, 15%, pH 8) 처리구가 가장 높고 12번(50°C, 0%, pH 7) 및 1번(55°C, 5%, pH 6) 처리구가 가장 낮은 것으로 나타났다. 추출 조건에 대한 영향은 추출온도는 낮을수록 에탄올 농도는 높을수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였고, pH에 의한 영향은 없는 것으로 나타나  $\beta$ -glucan의 함량과 유사한 결과를 보였다(Table 3). 이는 Beer *et al.*(1996)이 귀리 겨의 대량 추출물의 단백질을 침전시켜 일부 제거했을 때의 단백질 함량(17.55%)과 원료 귀리 겨의 함량(22.7%)보다 높은 값으로 본 추출조건에 의하여 단백질이 일정수준 유지되는 것으로 판단된다.

지방 함량과 회분 함량은 각각 Table 2에서 보는 바와 같이 각각 8.3~11.5%와 5.9~7.9% 범위에서 유의성이 있었다. 지방은 3번 처리구가 가장 높고 1번과 13번 처리구가 가장 낮게 나타났고, 회분은 7, 8번 시료가 가장 높고 11번이 가장 낮은 것으로 나타났다. 지방은 추출 조건에 따라 유의적으로 영향

Table 3. Analysis of variance showing the significance of the effect of the extraction conditions

Factor	DF	F-value				
		Yield	$\beta$ -Glucan	Protein	Fat	Ash
Temperature(°C)	4	27.48**	11.82**	12.53**	2.87*	1.49
EtOH (%)	4	123.72**	21.84**	45.19**	20.01**	0.22
pH	4	11.76**	0.66	1.99	11.72**	0.59

\*: p<0.05, \*\*: p<0.001

을 받았지만 큰 폭은 아니었으며, 회분은 추출조건에 대하여 영향을 받지 않는 것으로 나타났다(Table 3).

이상의 결과로부터 추출온도, 에탄올 농도 및 pH의 조합에 의하여 귀리 추출물의 수율, 단백질 및  $\beta$ -glucan 순도를 효과적으로 조절할 수 있음을 알 수 있었다. 특히 에탄올 사용시 귀리 추출물의 수율은 다소 감소하지만 추출온도와 함께 조합했을 때  $\beta$ -glucan의 순도는 유의적으로 증가되고 단백질 함량은 20~30% 범위가 유지되므로 저농도 에탄올은 단백 다당체 추출 용매로 새롭게 제안될 수 있을 것이다.

한편 수율과 단백질 다당체의 순도 관계를 살펴본 결과 단백질 다당체의 함량이 63.9%로 가장 높았던 7번(50°C, 20%, pH7) 처리구의 수율은 7.1%로 낮은 경향을 보였고, 단백질 다당체의 함량이 46.4%로 가장 낮았던 12번(50°C, 0%, pH 7) 처리구의 수율은 17.9%로 가장 높게 나타났다. 두 처리구 간의 수율과 단백질 다당체 차이는 각각 약 2.8배와 1.4배로 수율 차이가 더 크게 나타났다. 이처럼 수율은 대량으로 추출공정을 산업화하고자 할 때 경제성과 효율성 면에서 간과할 수 없는 부분이고, 단백질 다당체의 순도 또한 생리활성을 나타내는 중요한 지표가 될 것으로 예상되므로(Ooi와 Liu, 2000) 이 후 생리활성을 검토하여 그 결과를 토대로 산업적인 용도의 추출조건을 선정하는 것이 바람직할 것이다.

#### 귀리 추출물 수용액의 점도

점도는 수용성  $\beta$ -glucan이 나타내는 생리활성 효과의 중요한 요소로써 점성이 없는 가수분해된 수용성 식이섬유는 혈중 glucose 함량이나 인슐린을 감소시키는 효과가 없을 뿐 아니라(Jenkins *et al.*, 1978), 식품 첨가시에는 섭취시 입안에서 느끼는 감촉을 좋게 하며 식품 제조시 증점제로써도 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Krumel과 Sarkar, 1975). 일반적으로 용액의 점도는 단일성분에 의해 결정되는 특성은 아니며, 단백질의 경우는 분자내의 S-S결합이 형성되거나 분해하는 과정이 용해도와 유변학적 특성에 영향을 미친다고 한다(이규환, 2000). 따라서, 각 조건에서 추출한 귀리 추출물을 식품 산업분야에서 활용하게 될 할 경우 필요한 기초 자료를 얻고자 온도별 및 농도별 점도를 측정하였으며, 그 결과는 Table 4 및 5 와 같다.

귀리 추출물 수용액(1%)의 온도별 점도는 Table 4에서 보는 바와 같이 4°C일 때 3.9~13.0 cP 범위

**Table 4. The apparent viscosity of 1% oat extract solution with different temperatures at the shear rate of 39.6(1/s)**

Sample No.	Temperature(°C)		
	4*	10(NS)	20(NS)
1	5.2 <sup>bc</sup>	4.4	3.5
2	4.2 <sup>c</sup>	4.0	3.3
3	5.2 <sup>bc</sup>	5.8	4.1
4	7.9 <sup>b</sup>	7.4	5.3
5	5.7 <sup>bc</sup>	6.4	4.8
6	6.0 <sup>bc</sup>	3.5	3.0
7	8.1 <sup>b</sup>	5.7	4.3
8	13.0 <sup>a</sup>	5.5	4.0
9	6.1 <sup>bc</sup>	6.6	5.1
10	3.9 <sup>c</sup>	3.9	2.8
11	6.4 <sup>bc</sup>	5.5	4.2
12	5.9 <sup>bc</sup>	3.7	3.2
13	8.0 <sup>b</sup>	4.4	3.4
14	4.9 <sup>bc</sup>	4.4	3.7
15	5.3 <sup>bc</sup>	3.7	2.9
16	5.3 <sup>bc</sup>	3.7	3.0

NS: non-significant

\*Value with different letters in the same column are significantly different(p<0.001)

**Table 5. The apparent viscosity of oat extract solutions with different concentrations at 4°C and the shear rate of 39.6(1/s)**

Sample No.	Concentration(%)			
	0.5(NS)	1.0*	1.5*	2.0*
1	1.5	5.2 <sup>bc</sup>	12.5 <sup>cde</sup>	21.8 <sup>c</sup>
2	1.6	4.2 <sup>c</sup>	10.2 <sup>de</sup>	10.3 <sup>ij</sup>
3	2.0	5.2 <sup>bc</sup>	10.0 <sup>de</sup>	17.9 <sup>def</sup>
4	2.7	7.9 <sup>b</sup>	11.6 <sup>de</sup>	17.4 <sup>def</sup>
5	2.1	5.7 <sup>bc</sup>	13.6 <sup>bcd</sup>	20.3 <sup>cd</sup>
6	1.9	6.0 <sup>bc</sup>	12.0 <sup>de</sup>	19.3 <sup>cde</sup>
7	2.4	8.1 <sup>b</sup>	18.5 <sup>b</sup>	25.7 <sup>b</sup>
8	2.3	13.0 <sup>a</sup>	26.2 <sup>a</sup>	83.1 <sup>a</sup>
9	2.3	6.1 <sup>bc</sup>	8.4 <sup>de</sup>	16.5 <sup>efg</sup>
10	1.5	3.9 <sup>c</sup>	7.3 <sup>e</sup>	8.6 <sup>j</sup>
11	2.5	6.4 <sup>bc</sup>	18.1 <sup>b</sup>	15.1 <sup>fg</sup>
12	2.3	5.9 <sup>bc</sup>	7.9 <sup>de</sup>	12.6 <sup>hi</sup>
13	3.0	8.0 <sup>b</sup>	17.6 <sup>bc</sup>	28.0 <sup>b</sup>
14	2.2	4.9 <sup>bc</sup>	9.1 <sup>de</sup>	15.5 <sup>fg</sup>
15	2.5	5.3 <sup>bc</sup>	7.7 <sup>e</sup>	14.0 <sup>gh</sup>
16	2.4	5.3 <sup>bc</sup>	7.5 <sup>e</sup>	14.1 <sup>gh</sup>

NS : non-significant

\*Value with different letters in the same column are significantly different(p<0.001)

를 보이다가 20°C일 때는 2.8~5.3 cP 범위로 감소하여 온도가 증가할수록 감소하는 경향을 보였고, 4°C일 때만 처리구간의 유의성이 인정되었다. 농도별 점도는 Table 5에서 보는 바와 같이 0.5% 농도일 때 1.5~3.0 cP의 점도를 보이다가 2.0% 농도일 때 8.6~83.1 cP로 급격히 증가하는 경향을 보였고, 처리구 간에는 0.5% 농도를 제외한 모든 농도에서 유의적인 차이가 있는 것으로 보아  $\beta$ -glucan 함량이 일정 농도 이상일 때 점도에 대한 유의적인 변수가 될 것으로 사료된다. 이와 같은 점도 범위는 Dawkins와 Nnanna(1995)가 보고한 0.5%  $\beta$ -glucan (70~80%) 용액에 대한 0°C, 20 s<sup>-1</sup> 전단속도 일 때의 점도(약 500 cP)보다 매우 낮은 값으로, 그 이유는  $\beta$ -glucan 순도(약 20~40%)가 낮을 뿐 아니라 Beer *et al.*(1996)의  $\beta$ -glucan 회수시 투석방법보다 한외여과와 알코올 침전법을 사용했을 때 용액의 점도가 낮아졌다는 보고와 Wood *et al.*(1989)의 원심분리공정에서 점도 손실이 가장 컸다는 보고에서 지적인 바와 같이 추출 및 침전 방법 등이 다르기 때문으로 생각된다. 한편, 점도와  $\beta$ -glucan 및 단백질 함량간의 관계를 조사하고자 2% 농도에서 높은 점도를 보인 8, 7, 13번 시료를 대상으로  $\beta$ -glucan 과 단백질 함량을 살펴본 결과,  $\beta$ -glucan 함량은 모두 높은 경향을 보였으나, 단백질 함량은 높거나 낮은 경향을 보여 함량비에 대하여 점도 특성을 설명하는데는 한계가 있었으므로 추가적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

#### 귀리 추출물 용액의 유체특성

각 조건에서 얻은 귀리 추출물 수용액의 유체특성을 조사하기 위하여, 1% 농도, 4°C의 온도 조건에서 전단속도를 15.8~132 s<sup>-1</sup>로 증가시키면서 점도를 측정하였고, 몇가지 처리구의 점도변화를 Fig. 1에 나타내었다. 점도는 15.8 s<sup>-1</sup>의 전단속도일 때, 4.3~14.1 cP를 보이다가 전단속도가 132 s<sup>-1</sup>로 빨라졌을 때 3.0~11.9 cP로 감소하는 경향을 보이는 의소성 유체 특성을 보였다. 이러한 특성은 Autio *et al.*(1987), Dawkins와 Nnanna(1995) 및 Doublier와 Wood(1995)에 의해 이미 보고된 바 있는 귀리  $\beta$ -glucan 수용액의 특성과 유사한 결과로써 귀리 추출물 수용액이 식품용으로 사용하기에 적합함을 시사하는 것이라 할 수 있을 것이다. 용액의 유변학적 특성은 분자량의 크기와 분포 등에 의해 크게 영향을 받으며(Krumel과 Sarkar, 1975) 가수분해된

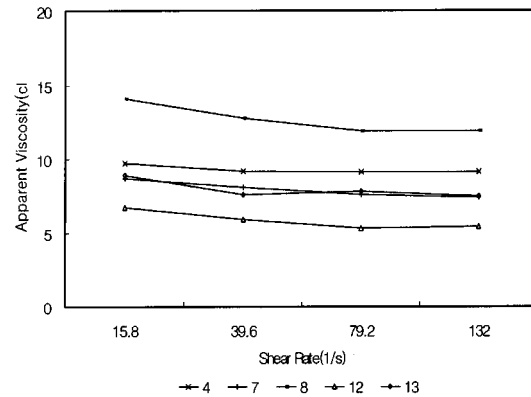


Fig. 1. The apparent viscosity of 1% oat extract solution with different shear rates at 4°C

저분자 형태일지라도 낮은 전단속도에서는 단백질 등의 다른 성분간의 응집으로 인하여 고분자일 때와 유사한 유체 특성을 보인다고 하였으므로(Doublier와 Wood, 1995) 용액 중의 성분(특히, 단백질)이나 분자량과 비교한 추가적인 연구를 통하여 유체 특성을 분석할 필요가 있을 것으로 생각된다. 특히 20 s<sup>-1</sup> 이하의 전단속도에서의 점도변화는 입안에서 음식을 씹을 때와 유사한 속도로(Dawkins와 Nnanna, 1995) 식품의 식감을 나타내는 중요한 품질지표가 될 수 있으므로 낮은 전단속도에서의 점도분석이 진행되어야 할 것이다.

#### 요 약

귀리 단백질 다당체의 산업적 활용 가능성을 검토하고자 추출온도(40~60°C), 에탄올 농도(0~20%) 및 pH(5~9) 조건을 조합하여 중심합성계획법에 따라 얻은 귀리 추출물의 이화학적 특성을 분석하였다. 귀리 추출물의 수율은 6.4~17.9% 범위로 추출온도는 증가할수록 에탄올 농도는 감소할수록 증가하였고 중성일 때 보다 알칼리성이나 산성일 때 수율은 증가하는 경향을 보였다.  $\beta$ -glucan 및 단백질 함량은 각각 21.8~38.3% 및 23.8~29.0% 범위였고 추출온도는 낮을수록 에탄올농도는 높을수록 증가하는 경향을 보였으나 pH에 의한 영향은 없는 것으로 나타났다. 귀리 추출물 수용액은 저온 및 고농도일수록 점도가 증가하였으나 일반적으로 낮은 범위였으며, 전단속도에 따라 감소하는 의소성을 나타내었다. 본 연구결과 저농도 에탄올을 용매로 사용하여

귀리 추출물중의 단백 다당체 함량비를 조절할 수 있었고, 그 수용액 또한 식품용으로 적합한 유체 특성을 갖는 것으로 나타나 산업적인 활용가치가 높을 것으로 기대된다.

### 감사의 글

본 연구는 보건복지부의 연구비지원 (02-PJ1-PG4-PT04-0003)에 의해 수행되어 이에 감사드립니다.

### 문헌

- 이규환. 2000. 식품화학. 형설출판사, 서울, 대한민국
- Amen, P. and H. Graham. 1987. Analysis of total and insoluble mixed-linked (1→3),(1→4)-β-D-glucans in barley and oats. *J. Agric. Food Chem.* **35**: 704-709
- Anderson, J.W., L. Story, B. Sieling, W.J.L. Chen, M.S. Petro and J. Story. 1984. Hypocholesterolemic effects of oat bran or bean intake for hypercholesterolemic men. *Am. J. Clin. Nutri.* **40**: 1146-1155
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed., Association of Official Chemists, Virginia, USA
- Autio, K., O. Myllymaki and Y. Malkki. 1987. Flow properties of solutions of oat β-glucans. *J. Food Sci.* **52**: 1364-1366
- Beer, M.U., E. Arrigoni and R. Amado. 1996. Extraction of oat gum from oat bran: effects of process on yield, molecular weight distribution, viscosity and (1-3)(1-4)-β-D-glucan content of the Gum. *Cereal Chem.* **73**: 58-62
- Bhatty, R.S. 1993. Extraction and enrichment of (1→3),(1→4)-β-D-glucan from barley and oat brans. *Cereal Chem.* **70**: 73-77
- Doublier, J.L. and P.J. Wood. 1995. Rheological properties of aqueous solutions of (1→3)(1→4)-β-D-glucan from oats (*Avena Sativa* L.). *Cereal Chem.* **72**: 335-340
- Dawkins, N.L. and I.A. Nnanna. 1993. Oat gum and β-glucan extraction from oat bran and rolled oats: temperature and pH effects. *J. Food Sci.* **58**: 562-566
- Dawkins, N.L. and I.A. Nnanna. 1995. Studies on oat gum [(1→3, 1→4)-β-D-glucan]: composition, molecular weight estimation and rheological properties. *Food Hydrocolloids.* **9**: 1-7
- Eastwood, M. 1987. Dietary fiber and the risk of cancer. *Nutri. Rev.* **45**: 193-198
- Jenkins, D.J., T.M.S. Wolever, A.R. Leeds, M.A. Gassull, P. Haisman, J. Dilawari, D.V. Goff, G.L. Metz and K.G.M.M. Alberti. 1978. Dietary fibers, fiber analogues, and glucose tolerance: importance of viscosity. *Brit. Med. J.* **1**: 1392-1394
- Klofenstein, C.F. 1988. The role of cereal β-glucans in nutrition and health. *Cereal Foods World* **33**: 865-869
- Kolata, G. 1987. Diabetics should lose weight, avoid diet fads. *Science* **235**: 163-164
- Krumel, K.L. and N. Sarkar. 1975. Flow properties of gums useful to the food industry. *Food Tech.* **29**: 36-44
- Leach, H.W. 1965. Gelatinization of starch In *Starchy Chemistry and Technology*, Whilster, R.L. and Paschall, E.F. Academic Press, New York, USA
- McCleary, B.V. and R. Codd. 1991. Measurement of (1→3),(1→4)-β-D-glucan in barley and oats: A streamlined enzyme procedure. *J. Sci. Food Agric.* **55**: 303-312
- Newman, R.K., C.F. Klopfenstein, C.W. Newman, N. Guritno and P.J. Hofer. 1992. Comparison of the cholesterol-lowering properties of whole barley, oat bran, and wheat red dog in chicks and rats. *Cereal Chem.* **69**: 240-244
- Ooi, V.E. and F. Liu. 2000. Immunomodulation and anti-cancer activity of polysaccharide-protein complexes. *Curr. Med. Chem.* **7**: 715-729
- Pomeranz, Y., V.L. Youngs and G.S. Robbins. 1973. Protein content and Amino acid composition of oat species and tissues. *Cereal Chem.* **50**: 702-707
- Vachon, C., J.D. Jones, P.J. Wood and S. Laurent. 1988. Concentration effect of soluble dietary fibers on postprandial glucose and insulin in the rat. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* **66**: 801-806
- Wood, P.J. 1993. Oat Bran. Am. Assoc. *Cereal Chem.*, St. Paul, Minnesota, USA
- Wood, P.J., J.T. Braaten, F.W. Scott, L.D. Riede and L.M. Poste. 1990. Comparison of viscous properties of oat and guar gum and the effects of these and oat bran on glycemic index. *J. Agric. Food Chem.* **38**: 753-757
- Wood, P.J., I.R. Siddiqui and D. Paton. 1978. Extraction of high-viscosity gums oats. *Cereal Chem.* **55**: 1038-1049
- Wood, P.J., J. Weisz, P. Fedec and V.D. Burrows. 1989. Large-scale preparation and properties of oat fractions enriched in (1-3)(1-4)-β-D-glucan. *Cereal Chem.* **66**: 97-103
- Woodward, J.R., D.R. Phillips and G.B. Fincher. 1988. Water-soluble (1→3,1→4)-β-D-glucans from barley (*Hordeum vulgare*) endosperm. IV. comparison of 40°C and 65°C soluble fractions. *Carbohydrate Polymers.* **8**: 85-97