

보리와 귀리의 품종 및 입도 분획별 β -glucan 함량

정헌상* · 강태수 · 정익수¹ · 박희정² · 민용규²
충북과학대학 식품생명과학과, ¹(주)보락, ²충북대학교 식품공학과

β -Glucan Contents with Different Particle Size and Varieties of Barley and Oats

Heon-Sang Jeong*, Tae-Su Kang, Ick-Soo Jung¹,
Hee-Joeng Park² and Young-Kyoo Min²

Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University

¹Technical Research Institute, Bolak Company Limited

²Department of Food Science and Technology, Chungbuk National University

Five oats and 17 barley cultivars were ground, sieved (105, 210, 300, 425, 600 μ m) and we have analyzed the β -glucan contents to obtain grain fractions. The milling yields ranged 65.1~89.7% for barley and 53.4~73.5% for oat cultivars. Total β -glucan contents of barley and oats become higher than those of the flour increasing the particle size. The soluble and insoluble β -glucan contents of them were especially higher in medium and coarse particle size fractions. The contents of total, soluble and insoluble β -glucan of barley were 1.5, 1.7 and 2.0 times higher than the whole flour before sieving and these content of oats were 2.1, 1.6 and 2.0 times, respectively. In this study, larger particle size would enrich the β -glucan and it is desirable to consider the best particle size range to enrich the β -glucan level, the water-solubility of the β -glucan as well as cereal varieties.

Key words: barley, oat, β -glucan, particle size

서 론

최근 식생활의 서구화와 다양화에 따라식이섬유의 생리적 및 기능적 역할이 새롭게 평가되면서 각종 식품원료로부터 기능성식이섬유의 탐색 및 활용에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 특히식이섬유의 일종인 β -glucan은 보리 및 귀리와 같은 곡류 중에 다량 존재하며, 체내 혈중 콜레스테롤치를 저하시키고⁽¹⁾ 당류의 소화흡수를 저해시키며⁽²⁾, 대장암을 예방하는⁽³⁾ 등 다양한 생리활성 효과가 있는 것으로 알려져 있다.

β -Glucan은 보리 및 귀리의 세포벽에 다량 존재하지만 전분, 단백질 및 소량의 섬유소와 복잡하고 단단하게 결합⁽⁴⁾되어 있어 추출조건에 따라 추출율이 달라지므로 추출방법의 확립이 필요하다. β -Glucan의 추출 및 분리에 관한 연구를 살펴보면 Wood 등⁽⁵⁾은 추출온도를 높이면 β -glucan의 추출량은 증가하지만 전분의 오염이 문제가 된다고 하였는데, 이

후 Dawkins와 Nnanna⁽⁶⁾에 의해서 추출용매의 pH를 9~10으로 조절하여 전분으로 인한 오염문제를 해결할 수 있다고 하였다. Batty⁽⁷⁾는 pH를 조절하면 보리의 수용성 β -glucan의 추출율을 61%에서 72%로 증가시킬 수 있다고 하였으며, Carr 등⁽⁸⁾도 알칼리로 추출할 경우 β -glucan의 추출율이 높으며 산일 때보다 2배 이상 높다고 보고하였다. 그러나 이러한 방법은 용매의 pH를 조절하거나 용매를 제거해야 하는 등 추가적인 추출단계가 요구되어 식품용 소재로서의 β -glucan 가격을 상승시키는 요인이 되고 있다.

그러나 곡류의 입도를 조절하여 β -glucan의 함량을 농축하는 방법을 사용하면 비교적 저렴한 비용으로 고농도의 β -glucan 분획을 얻을 수 있게 되는데 이에 관한 연구들은 목 등⁽⁹⁾이 공기 분극법으로 보리 분말의 β -glucan을 8~10%로 농축한 바 있고 입도 조건에 따라서는 단백질과 전분도 농축할 수 있다고 하였으며, 이 등⁽¹⁰⁾은 체분리 방법으로 보리 분말의 β -glucan을 약 12~22%까지 농축하기도 하였다. Knuckles 등⁽¹¹⁾은 β -glucan의 함량이 높은 보리일수록 입도 분획에 의한 농축효과가 크다고 하였고, Knuckles와 Chiu⁽¹²⁾는 공기분극법보다 체분리 방법에 의한 농축효과가 크다고 하였다. 이러한 연구결과로 미루어 보아 입도나 품종에 따라 β -glucan의 농축효과는 달라지지만 국내에서 생산되는 보리

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

및 귀리 품종에 대한 입도별 품종별 β -glucan 함량에 대한 연구는 찾아보기 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 일반적으로 농축효율이 높은 것으로 알려진 체분리 방법을 이용하여 입도 분획한 다수의 국내산 보리 및 귀리 품종에 대하여 β -glucan 함량의 변화를 살펴보기 위하여 분쇄 및 체질 공정이 용이한 입도로 분획한 다음 총, 수용성 및 불용성 β -glucan의 함량을 측정하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서는 농촌진흥청 작물시험장에서 시험 재배한 국내산 보리 17종(두산 8호, 두산 29호, 사천 6호, 진광, 새강, 강, 진양, 서둔찰, 찰, 울, 제주, 남향, 탑골, 새찰쌀, 두원찰쌀, 찰쌀)과 귀리 5종(식용귀리, 말귀리, 울귀리, 메귀리, 아리 #80)을 시료로 사용하였다.

보리 및 귀리시료 제조

보리 및 귀리를 깨끗한 물로 세척한 다음 수분함량 9~10%(w.b)가 되도록 50°C 이하에서 풍건하여 시료로 사용하였다. 보리는 정맥기(SADAKE, Japan)로 750 rpm에서 4분간 정맥 후 40 mesh(425 μ m)를 통과하지 못하는 시료를 맥피, 통과한 시료를 맥강, 그리고 알곡으로 분리한 다음 알곡만을 0.5 mm screen이 설치된 cyclone sample mill(Model 3010-030, UDY Co. LTD., USA)로 분쇄하여 시료로 사용하였다. 귀리는 정미기(Model MS 101, 진영공업)로 탈각한 후 roll mill(명성기계)로 분쇄하여 시료로 사용하였다. 분쇄된 시료는 표준망이 설치된 로타시험기(Saehwa Testing Machine Co. LTD.)로 20분간 진동체별하여 30, 40, 50, 65, 150 mesh (600, 425, 300, 210 및 105 μ m)의 입자크기로 분획하여 시료로 사용하였다. 자세한 분획공정을 Fig. 1에 나타내었다.

시료 전처리

마개 달린 원심분리용 테프론 튜브에 시료 0.1 g과 80% EtOH 30 mL를 넣은 후, boiling water bath에서 1시간 동안 가열하여 β -glucan 분해 효소인 β -glucanase를 불활성화시키고 수용성 당류를 제거한 다음⁽¹³⁾ 냉각하고 원심분리하여 상등액을 제거하고 남은 잔류물을 시료로 사용하였다.

β -Glucan의 추출

수용성 및 총 β -glucan의 추출은 Carr 등⁽⁸⁾의 방법을 변형하여 추출하였다. 즉, 수용성 β -glucan은 전처리한 시료에 20 mL의 증류수를 넣은 후 65°C에서 한 시간 추출한 다음 원심분리한 상등액의 일부를 취하여 정량하였고, 총 β -glucan은 전처리한 시료에 1 N NaOH 20 mL를 가하고 16시간동안 실온에서 추출한 후 1 N HCl로 중화한 다음 원심분리한 상등액의 일부를 취하여 시료로 사용하였다.

β -Glucan의 정량

추출한 수용성 및 총 β -glucan 시료를 McCleary and Codd⁽¹⁴⁾의 방법에 의하여 Megazyme β -glucan assay kit (Megazyme Pty. Ltd., Australia)를 사용하여 정량하였다. 즉,

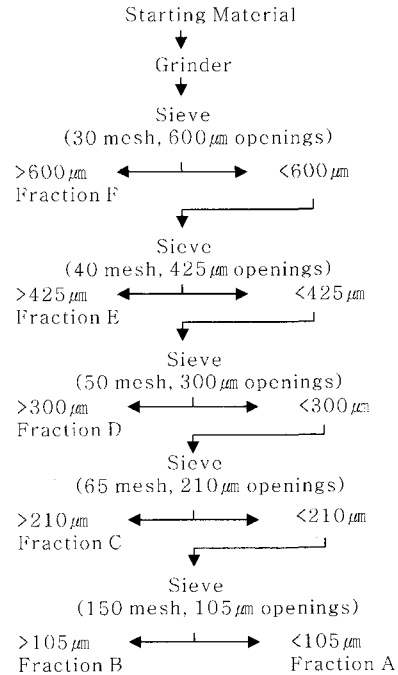


Fig. 1. Grinding and sieving of barley and oat materials.

시험관에 시료 0.1 mL와 lichenase, 0.1 mL(5 U)를 넣고 40°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 냉각하고, 여기에 다시 β -glucosidase 0.1 mL(0.2 U)를 가하여 40°C에서 15분간 반응시켜 냉각한 다음 glucose oxidase/peroxidase/4-amino-antipyrin (GOPOD) 3 mL를 가한 후 40°C에서 20분간 반응시킨 후 냉각하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 100~500 ppm 농도의 β -glucan용액을 사용하였고, 불용성 β -glucan 함량은 총 β -glucan과 수용성 β -glucan간의 함량 차이로 계산하였다.

결과 및 고찰

보리와 귀리의 도정율과 입도분포

겉보리 9품종, 맥주보리 5품종 및 쌀보리 3품종 등 17품종의 국내산 보리를 정맥기로 정맥한 후 분리된 맥피, 맥강, 알곡의 비율과 알곡을 분쇄한 다음 입도별로 분획하여 얻은 비율을 나타낸 결과는 Table 1과 같다. 보리의 알곡비율은 65.1~89.7% 범위였으며 두원찰쌀 보리가 89.7%로 가장 높았고 제주보리가 65.1%로 가장 낮았다. 품종별 알곡비율은 대부분의 찰쌀 보리품종이 겉보리에 비하여 높게 나타났다. 일반적으로 B번 분획에 해당하는 입도(105~210 μ m) 분획이 가장 많은 비율을 차지하고 있었으며, 몇 가지 품종은 C번 분획(210~300 μ m)이 상대적으로 많은 비율을 차지하였다.

국내산 귀리 5종에 대한 도정 분획 및 입도 분획의 분포는 Table 2와 같다. 귀리의 알곡비율은 53.4~73.5% 범위였으며, 아리 #80종이 73.5%로 가장 높았고, 메귀리가 53.4%로 가장 낮았다. 즉 왕겨층의 비율은 약 23~43%였는데, 이는 Deane과 Commers⁽¹⁵⁾가 보고한 25~30%보다 약간 높은 결과였으며, 보리(약 7~11%)와도 상당한 차이를 보였다. 이와 같이 귀리의 알곡비율이 보리보다 낮게 나타난 이유는 귀리 호

Table 1. Weight (%) fractions from pearling and sieving of barley

Varieties	Hull	Bran	Pearled	Fraction ¹⁾			
				A	B	C	D
Doosan #8	7.1	20.3	70.9	3.8	75.0	15.2	5.9
Doosan #29	6.7	20.6	71.5	-	75.5	17.2	6.1
Sacheon #6	7.0	20.3	71.6	-	42.3	50.9	6.7
Jinkwang	6.9	21.7	70.1	-	50.6	32.1	16.2
Saegang	8.6	18.3	71.6	-	44.1	36.5	18.4
Gang	7.5	16.2	75.2	-	17.9	47.0	34.3
Jinyang	7.1	20.2	70.5	34.6	43.0	13.8	8.0
Seodunchal	9.6	16.6	72.5	15.2	48.0	20.5	13.9
Chal	-	11.0	88.2	-	19.1	51.0	22.8
Saeol	8.2	16.8	71.5	21.9	1.9	53.9	20.3
Ol	7.4	20.1	71.1	-	55.4	22.5	15.0
Jeju	10.9	22.7	65.1	5.2	68.9	19.5	-
Namhyang	7.8	22.9	68.1	21.2	43.3	20.2	12.8
Tapgol	7.5	17.3	74.3	-	0.4	70.2	18.6
Saechalssal	-	10.6	87.9	-	62.8	17.6	13.1
Duwonchalssal	-	9.4	89.7	-	53.3	34.1	9.9
Chalssal	8.2	15.1	74.2	36.3	34.4	16.1	11.8

¹⁾The same as shown in Fig. 1.

Table 2. Weight (%) fractions from pearling and sieving of oats

Varieties	Hull	Pearled	Fraction ¹⁾					
			A	B	C	D	E	F
Sikyong	37.9	58.5	9.0	16.4	13.7	32.6	24.3	2.7
Mal	24.9	66.0	8.0	11.7	13.0	32.2	31.8	3.2
Ol	32.4	64.7	3.0	19.5	9.2	2.0	28.3	11.9
Mae	42.9	53.4	6.6	13.0	9.3	23.2	35.0	12.2
Ari #80	22.7	73.5	9.4	14.6	8.9	26.3	29.6	9.7

¹⁾The same as shown in Fig. 1.

분층은 2~3개의 세포두께로 이루어진 보리외는 달리 1개의 세포로만 되어 있어서 경도가 상대적으로 낮고 부드러우며 지방 함량이 높아 배유부로부터 겉겨(bran)를 분리하기가 어렵기 때문이라 판단되며⁽¹⁶⁾ 품종간에 알곡비율의 차이를 보이는 것은 Hoseney⁽¹⁷⁾가 수분함량이 제분과 체별 분획 특성에 영향을 준다고 한 것으로 미루어 보아 시료의 성분차이 때문인 것으로 사료된다.

보리의 품종별, 입도별 β -glucan 함량

겉보리 9종, 맥주보리 5종 및 쌀보리 3종 등 국내산 보리 17종의 맥피와 맥강을 제거한 다음 알곡을 분쇄하고 입도별로 분획하여 β -glucan 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 보리의 총, 수용성 및 불용성 β -glucan 함량은 분말일 때 각각 4.7~9.7, 1.5~6.4 및 1.9~3.9% 범위였으나, 입자 크기가 달라짐에 따라 각각 2.7~16.1, 0.5~11.0 및 0.2~9.0% 범위로 다양하게 나타났다. 보리 분말의 총 β -glucan 함량은 5.3~9.7% 범위로 Amen과 Graham⁽¹⁸⁾의 3.0~6.9% (평균 4.5%) 보다 높은 결과였다.

보리의 입도별 총 β -glucan의 함량은 품종에 따라 300 μ m 이상 또는 300~425 μ m 범위에서 4.8~16.1% 범위로 가장 높

았으며, 105 μ m 이상의 입도에서는 2.7~3.1% 범위로 낮게 나타났다. 입자 크기별로 분획한 후에 총 β -glucan 함량의 최대 증가율은 평균 43.2%이었는데 특히 두원찰쌀 보리가 210~300 μ m 입자크기에서 66.0%(9.7%)로 가장 크게 증가하였고 두산 29호 보리가 같은 입도에서 29.8%(6.1%)로 가장 적게 증가하였다. 이 결과는 Wu 등⁽¹⁹⁾이 보고한 총 β -glucan의 함량이 17.4%와 19.6%로 높은 보리를 각각 64~500 μ m와 43~500 μ m의 입도로 체분리하였을 때 각각 36% 및 41%의 증가된 결과보다는 약간 높은 값이었고, Knuckles 등⁽¹¹⁾이 보고한 5.1~7.2%의 β -glucan을 함유한 보리를 건식 제분 후 45~147 μ m 범위로 체분리하여 얻은 농축효과(2.3~4.3배)와 Knuckles와 Chiu⁽¹²⁾가 45 μ m 이상으로 체분리하여 얻은 농축효과(2.6~4.2배)보다는 낮은 결과였다. Knuckle 등⁽¹¹⁾은 또한 β -glucan 뿐 아니라 단백질의 함량이 높은 보리에서도 농축효과가 높다고 보고한 바 있어, 입도 분획법에 의한 β -glucan 농축시 다른 성분과의 상호작용을 고려해서 농축조건을 설정하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

한편 공기분극법을 사용한 농축효율을 비교하면, 목 등⁽⁹⁾은 보리입자를 약 6 μ m 크기로 하여 8~10% 범위의 β -glucan 함량을 얻었고, Knuckles와 Chiu⁽¹²⁾는 45 μ m 이하에서 9%를

Table 3. Contents of β -glucan (dry basis %) with different barley cultivars having various particle sizes

Varieties	β -Glucan	Fraction ¹⁾				
		Flour	A	B	C	D
<i>Doosan #8</i>	Total	5.4	2.9	5.3	7.7	7.4
	(Soluble)	3.4	0.6	3.2	3.7	2.0
	(Insoluble)	2.0	2.3	2.1	4.0	5.4
<i>Doosan #29</i>	Total	4.7	-	4.5	6.1	5.8
	(Soluble)	1.5	-	1.1	1.4	1.1
	(Insoluble)	3.2	-	3.4	4.7	4.7
<i>Sacheon #6</i>	Total	4.9	-	3.3	6.6	5.9
	(Soluble)	1.7	-	1.0	2.7	1.3
	(Insoluble)	3.2	-	2.3	3.9	4.6
<i>Jinkwang</i>	Total	4.8	-	3.5	6.8	5.8
	(Soluble)	1.7	-	1.7	3.2	2.1
	(Insoluble)	3.1	-	1.8	3.6	3.7
<i>Saegang</i>	Total	6.5	-	3.3	8.8	8.5
	(Soluble)	2.7	-	1.8	5.0	4.1
	(Insoluble)	3.8	-	1.5	3.8	4.4
<i>Gang</i>	Total	6.7	-	3.1	7.3	10.4
	(Soluble)	3.5	-	0.9	5.3	6.0
	(Insoluble)	3.2	-	2.2	2.0	4.4
<i>Jinyang</i>	Total	5.4	2.8	8.0	8.5	8.9
	(Soluble)	2.8	0.6	7.8	6.2	3.1
	(Insoluble)	2.6	2.2	0.2	2.3	5.8
<i>Seodunchal</i>	Total	7.7	3.1	8.3	11.2	10.9
	(Soluble)	3.8	1.0	6.1	5.6	4.9
	(Insoluble)	3.9	2.1	2.2	5.6	6.0
<i>Chal</i>	Total	7.4	-	4.5	8.3	11.7
	(Soluble)	3.8	-	2.8	5.7	6.2
	(Insoluble)	3.6	-	1.7	2.6	5.5
<i>Saeol</i>	Total	5.5	2.8	3.2	4.8	5.8
	(Soluble)	2.1	0.5	0.6	2.0	1.8
	(Insoluble)	3.4	2.3	2.6	2.8	4.0
<i>Ol</i>	Total	7.5	-	5.3	10.6	8.9
	(Soluble)	3.9	-	3.3	6.7	3.4
	(Insoluble)	2.0	-	2.0	3.9	5.5
<i>Jeju</i>	Total	5.4	2.7	5.0	8.2	-
	(Soluble)	2.4	0.5	2.5	3.7	-
	(Insoluble)	3.0	2.2	2.5	4.5	-
<i>Namhyang</i>	Total	5.3	3.0	6.5	7.8	6.5
	(Soluble)	2.8	0.6	3.2	4.1	3.1
	(Insoluble)	3.2	2.4	3.3	3.7	3.4
<i>Topgol</i>	Total	7.1	-	2.9	8.0	11.1
	(Soluble)	3.2	-	0.6	5.8	5.0
	(Insoluble)	3.1	-	2.3	2.2	6.1
<i>Saechalssal</i>	Total	7.9	-	8.2	12.0	12.2
	(Soluble)	3.3	-	4.1	4.5	3.2
	(Insoluble)	3.8	-	4.1	7.5	9.0

얻었다고 하였으며, Danielson 등⁽²⁰⁾은 최고 23%의 농축 효율을 보고하기도 하였다. 체분리와 공기분극법간의 농축효과는 Knuckles와 Chiu⁽¹²⁾는 체분리 방법이 공기분극법보다 더

효과적이라고 하였으나, 일부 보리품종에서는 체분리 방법보다 공기분극에 의한 농축효과가 더 우수하다고 보고⁽¹¹⁾되기도 하였다. 이와 같이 공기분극법과 체분리법으로 얻을 수 있

Table 3. Continued

Varieties	β -Glucan	Fraction ¹⁾				
		Flour	A	B	C	D
<i>Duwonchalssal</i>	Total	9.7	-	5.4	16.1	15.3
	(Soluble)	6.4	-	4.6	11.0	8.2
	(Insoluble)	3.2	-	0.8	5.0	7.1
<i>Chalssal</i>	Total	7.3	3.1	9.7	9.5	9.7
	(Soluble)	5.4	1.6	8.0	7.5	6.1
	(Insoluble)	1.9	1.5	1.7	2.0	3.6

¹⁾The same as shown in Fig. 1.

Table 4. Contents of β -glucan (dry basis %) with different oat cultivars having particle sizes

Varieties	β -Glucan	Fraction ¹⁾						
		Flour	A	B	C	D	E	F
<i>Sikyong</i>	Total	7.4	3.2	4.1	5.5	7.3	8.9	15.2
	(Soluble)	1.5	0.8	2.2	2.5	2.7	2.4	3.6
	(Insoluble)	5.9	2.4	1.9	3.0	4.6	6.5	11.6
<i>Mal</i>	Total	4.8	2.7	3.8	4.6	6.5	6.4	10.0
	(Soluble)	2.9	0.8	3.0	3.9	4.1	3.4	3.9
	(Insoluble)	1.9	1.9	0.8	0.7	2.4	3.0	6.1
<i>Ol</i>	Total	9.9	3.0	3.9	4.5	8.7	9.5	11.8
	(Soluble)	3.1	0.7	2.3	3.1	3.6	3.4	3.1
	(Insoluble)	6.8	2.3	1.6	1.4	5.1	6.1	8.7
<i>Mae</i>	Total	7.6	2.8	3.5	5.9	7.2	7.0	9.5
	(Soluble)	3.8	0.9	3.0	5.6	4.2	3.3	3.4
	(Insoluble)	3.8	1.9	0.5	0.3	3.0	3.7	6.1
<i>Ari #80</i>	Total	5.7	3.0	3.4	5.5	6.4	6.5	9.1
	(Soluble)	1.6	0.4	1.3	1.8	2.0	0.9	2.3
	(Insoluble)	4.1	2.6	2.1	3.7	4.4	5.6	6.8

¹⁾The same as shown in Fig. 1.

는 최대 β -glucan 함량을 보이는 입자구간이 서로 다른 이유는 두 방법 간에 주된 분리변수가 다르기 때문인 것으로 생각된다. 즉, 체분리는 입자크기에 의해서 분획이 얻어지는데 비하여 공기분극법은 입자 크기 외에도 입자 모양, 밀도 및 입자에 미치는 힘의 종류 등 여러 가지 다른 요인들의 상호작용에 의하여 분획이 얻어지게 된다⁽²¹⁾.

보리품종의 β -glucan 함량을 살펴보면, 대부분의 찰성 보리의 총 β -glucan 함량이 맥주보리나 매성 보리보다 높게 나타나 Ullrich 등⁽²²⁾의 연구결과와 유사하였고, 보리 품종에 따라 최대 β -glucan 농축 영역에는 약간 차이가 있었으나, 보리 품종보다는 입도 차이에 따라 β -glucan 함량이 더 크게 달라지는 것으로 나타났다.

수용성 β -glucan은 특히 콜레스테롤 저하효과가 우수한⁽²⁴⁾ 것으로 알려져 있어 입도별 β -glucan 함량 변화에서 가장 주목할 만한 부분이다. 보리의 수용성 β -glucan 함량은 105 μ m 이상에서 가장 높게 나타났는데, 특히 17종 가운데 11종의 보리가 210~300 μ m 범위에서 가장 높은 값을 보였다. 이 중 두원찰쌀보리가 11.0%로 가장 높았고 세울 보리와 제주보리가 0.5%로 가장 낮았으며, 특히 진양보리는 105~210 μ m 범위일 때 178%(7.8%)로 최대 증가율을 보였으며 총 β -glucan

함량의 97%가 수용성으로, 평균 수용성 β -glucan 함량 비율(56.5%)보다 월등히 높게 나타났다. 보리 입도별 평균 수용성 β -glucan 함량(56.5%)은 Knuckles 등⁽¹¹⁾이 45~147 μ m 범위로 체분리하여 얻은 값인 55%와 유사하였으며, Knuckles와 Chiu⁽¹²⁾가 45 μ m 이상으로 체분리하여 얻은 결과인 40~51%보다는 약간 높게 나타났다. 한편 불용성 β -glucan의 함량이 가장 높은 입도 범위는 300 μ m 이하일 때 나타나, 수용성 β -glucan의 함량이 대부분 높았던 210~300 μ m 범위와는 약간 차이를 보였으므로, 목적하는 β -glucan에 따라 최대 농축 효율을 보이는 입도 범위가 달라진다는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서 β -glucan의 농축효과가 높게 나타난 210 μ m 이상의 입도구간은 이 등⁽¹⁰⁾, Knuckles 등⁽¹¹⁾ 및 Knuckles와 Chiu⁽¹²⁾가 보고한 147 μ m 이상의 입도구간 보다 큰 것으로, 체분리나 체질시 소요되는 시간을 다소 단축시킬 수 있을 것으로 기대된다.

귀리의 품종별, 입도별 β -glucan 함량

귀리의 총, 수용성 및 불용성 β -glucan 함량은 분말일 때 각각 4.8~9.9, 1.5~3.8 및 1.9~6.8% 범위였다가, 입자 크기에

따라 각각 2.7~15.2, 0.4~5.6 및 0.3~11.6% 범위로 증가하거나 감소하였다. 귀리 분말의 총 β -glucan 함량은 말귀리가 4.8%로 가장 낮았고 올귀리가 9.9%로 가장 높았는데, 이 값은 Welch와 Lloyd⁽²⁵⁾의 3.2~6.3%와 Amen과 Graham⁽¹⁸⁾의 2.3~4.2%(평균 3.2%)보다 각각 약 1.5 및 2배 정도 높은 결과였다.

입자크기별 귀리의 총 β -glucan 함량은 600 μm 이상일 때 9.1~15.2% 범위로 가장 크게 나타났는데 이중 아리 #80이 9.1%로 가장 낮았고, 식용귀리가 15.2%로 가장 높았다. 이는 분말일 때 보다 1.2~2.1배 증가한 값이었다. Knuckles 등⁽¹¹⁾은 147 μm 이상으로 체분리 했을 때 귀리분말(4.7%)의 β -glucan 함량이 21.2~23.6%(4.5~5배)로 가장 높았고, 45 μm 이하일 때는 0.6~4.5%로 가장 낮았다고 보고하여 입자가 커질수록 β -glucan 함량이 증가하는 경향을 보고한 바 있다. 일반적으로 β -glucan의 함량은 귀리의 입자크기가 커질수록 증가하였으나, Knuckles 등⁽¹¹⁾이 β -glucan은 입자크기보다는 전분함량에 따라 더 크게 달라진다고 하였으므로 추출시 다른 성분과의 상호작용에 대한 연구가 추가되어야 할 것이다.

귀리의 수용성 β -glucan 함량은 일반적으로 210~300 μm 입도에서 1.8~5.6%로 나타났는데, 분말일 때 함량(1.5~3.8%)에 비하여 약간 증가하였고, 총 β -glucan 함량에 대한 수용성 β -glucan 함량비는 33~95%로 분말일 때 함량(20~61%)보다 증가하였는데, 특히 메귀리, 말귀리, 올귀리가 70% 이상으로 높게 나타났다. 이 값은 Amen과 Graham⁽¹⁸⁾이 보고한 평균 80%보다는 약간 낮았으나, Knuckles 등⁽¹¹⁾이 보고한 45~147 μm 범위일 때 함량인 44~64%보다는 높은 결과였다. 한편, 불용성 β -glucan의 함량은 입도가 커질수록 증가하는 경향을 보이다가 600 μm 이상의 분획에서 6.1~11.6%로 가장 높았고, 이 값은 분말일 때(1.9~6.8%)보다 증가한 것이었다. 총 β -glucan 함량에 대한 불용성 β -glucan 함량 비도 입자가 커질수록 증가하였으나 600 μm 분획에서 61~75%로 분말일 때(40~80%)보다 약간 증가하였다. Wood⁽¹⁶⁾에 의하면 귀리의 불용성 식이섬유의 주된 공급원은 호분층의 phenolic acid라고 하였으므로, 귀리의 입도가 증가할수록 phenolic acid의 추출이 용이해지는 것으로 판단된다. 또한, 귀리 품종에 관계없이 β -glucan 함량이 높았던 입도 영역은 유사하게 나타나 보리에서와 같이 품종보다는 입도에 의한 농축효과가 더 큰 것으로 나타났고, 농축효율이 우수한 입도 영역은 β -glucan의 용해 특성에 따라 다소 달라지는 것을 알 수 있었다. 한편, 현재까지 입도별 귀리 β -glucan 함량에 관한 연구는 많지 않으므로 β -glucan 추출율과 관련된 추출온도, pH, 효소활성 등의 여러 가지 요인⁽⁶⁾과 관련지어 입도별 귀리 β -glucan 함량 특성을 규명한다면 보다 적절한 최적 농축조건을 선정할 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

국내산 보리 17종과 귀리 5종을 정맥하고 분쇄한 후 105~600 μm 범위의 입도로 분획하여 총, 수용성 및 불용성(1-3),(1-4)- β -D-glucan(β -glucan)의 함량을 분석하였다. 정맥시 보리의 알곡비율은 65.1~89.7% 범위였고, 귀리의 알곡비율은 53.4~73.5% 범위로 보리가 높게 나타났다. 입도별 분획에 따른 보

리와 귀리의 총 β -glucan 함량은 보리와 귀리 모두 입자가 커질수록 증가하는 경향을 보였으나, 수용성 β -glucan 함량은 중간 입도 범위에서 높은 경향을 보였고, 불용성 β -glucan 함량은 큰 입도 범위에서 높은 경향을 보였다. 총, 수용성 및 불용성 β -glucan 함량은 원료분말 일 때 보다 보리는 1.5배, 1.7배 및 2.0배 증가하였고, 귀리는 각각 2.1배, 1.6배 및 2.0배 증가하였다. 이러한 결과로부터 β -glucan을 기능성 식품 제조 원료로 활용하기 위해서는 곡류의 품종과 목적하는 β -glucan의 용해 특성을 고려하여 최적 농축 입도 영역을 결정하는 것이 비교적 경제적이고 용이하게 많은 양의 β -glucan을 얻을 수 있는 효과적인 방법임을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 보건복지부의 연구비지원(O2-PJ1-PG4-PT04-0003)에 의해 수행되어 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Newman, R.K., Newman, C.W. and Graham, H. The hypercholesterolemic function of barley β -glucans. *Cereal Foods World* 34: 883-886 (1989)
2. Vachon, C., Jones, J.D., Wood, P.J. and Savoie, L. Concentration effects of soluble dietary fibers on postprandial glucose and insulin in the rat. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 66: 801-806 (1988)
3. Klofenstein, C.F. The role of cereal β -glucans in nutrition and health. *Cereal Foods World* 33: 865-869 (1988)
4. Forrest, I.S. and Wainwright, T. The mode of binding of β -glucans and pentosans in barley endosperm cell walls. *J. Inst. Brew.* 83: 279-286 (1977)
5. Wood, P.J., Siddiqui, I.R. and Paton, D. Extraction of high-viscosity gums from oats. *Cereal Chem.* 55: 1038-1049 (1978)
6. Dawkins, N.L. and Nnanna, I.A. Oat gum and β -glucan extraction from oat bran and rolled oats: Temperature and pH effects. *J. Food Sci.* 58: 562-566 (1993)
7. Batty, R.S. Extraction and enrichment of (1-3),(1-4)- β -D-glucan from barley and oat brans. *Cereal Chem.* 70: 73-76 (1993)
8. Carr, J.M., Glatter, S., Jeraci, J.L. and Lewis, B.A. Enzyme determination of β -glucan in cereal-based food products. *Cereal Chem.* 67: 226-229 (1990)
9. Mok, C.K., Park, D.J. and Ku, K.H. Air classification of barley flour. *Food Sci. Biotechnol.* 4: 22-24 (1995)
10. Lee, Y.T., Seog, H.M. and Cho, M.K. β -Glucan enrichment from pearled barley and milled barley fractions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 888-894 (1997)
11. Knuckles, B.E., Chiu, M.M. and Betschart, A.A. β -Glucan-enriched fractions from laboratory-scale dry milling and sieving of barley and oats. *Cereal Chem.* 699: 198-202 (1992)
12. Knuckles, B.E. and Chiu, M.M. β -Glucan enrichment of barley fractions by air classification and sieving. *J. Food Sci.* 60: 1070-1074 (1995)
13. Henry, R.J. A simplified enzymic method for the determination of (1-3)(1-4)- β -glucans in barley. *J. Inst. Brew.* 90: 178-180 (1984)
14. McCleary, B.V. and Codd, R. Measurement of (1-3),(1-4)- β -D-glucan in barley and oats: A streamlined enzyme procedure. *J. Sci. Food Agric.* 55: 303-312 (1991)
15. Deane, D. and Commers, E. Oat cleaning and processing, pp. 371-421. In: *Oats Chemistry and Technology*. Webster, F.H. (eds.). American Association Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA (1986)
16. Wood, P.J. Oat Bran. American Association Cereal Chemists, St.

- Paul, MN, USA (1993)
17. Hosney, R.C. Cereal starch, pp. 33-68. In: Principles of Cereal Science and Technology. American Association Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA (1986)
 18. Amen, P. and Graham, H. 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 (1987)
 19. Wu, Y.V., Stringfellow, A.C. and Inglett, G.E. Protein and β -glucan enriched fractions from high-protein, high β -glucan barleys by sieving and air classification. *Cereal Chem.* 71: 220-223 (1994)
 20. Danielson, A.D., McGuire, C.F., Newman, R.K., Newman, C.W. and Schwarz, P.B. Dietary fiber content of air classified fractions of hull-less waxy barley. *Barley Newsl.* 33: 147-153 (1989)
 21. Iinoyo, K., Gotoh, K. and Higashitani, K. Powder Technology Handbook. Marcel Dekker, Inc., New York, USA (1991)
 22. Ullrich, S.E., Clancey, J.A., Eslick, R.F. and Lance, R.C.M. β -Glucan content and viscosity of extracts from waxy barley. *J. Cereal Sci.* 4: 279-275 (1986)
 23. Bamforth, C.W. Barley β -glucans: Their role in malting and brewing. *Brewers Dig.* 58: 22-35 (1982)
 24. McIntosh, G.H., Whyte, J., McArthur, R. and Nestle, P.J. Barley and wheat foods: Influence on plasma cholesterol concentrations in hypercholesterolemic men. *Am. J. Clin. Nutr.* 53: 1205-1209 (1991)
 25. Welch, R.W. and Lloyd, J.D. Kernel (1-3)(1-4)- β -D-glucan content of oat genotypes. *J. Cereal Sci.* 9: 35-40 (1989)
-
- (2003년 1월 20일 접수; 2003년 6월 30일 채택)