

보리의 도정율에 따른 식이섬유 함량 변이에 관한 연구

Studies on the variation of diet fiber content according to pearling ratio of barley

서울보건전문대학 전통조리과

장 사 조 미 자

Dept. of Traditional Cuisine Seoul Health Junior College

Lecturer : Mi Za Cho

〈목 차〉

- | | |
|--------------|----------------|
| I. 서론 | II. 재료 및 방법 |
| III. 결과 및 고찰 | IV. 결론
참고문헌 |

〈Abstract〉

This study was carried out to know the proper pearling ratio for maximum utilization of barley diet fiber, especially beta-glucan. Beta-glucan content were 2.35%, 2.72% and 3.24% in pearling ratio of 75%, 70% and 65%, respectively, which means the lower of pearling ratio, the more chance for use of beta-glucan. The embryo was completely removed from barley grain in 65% pearling but it was partially removed or not removed in pearling ratio of 70% and 75%, respectively. Total diet fiber content was higher at 75% pearling ratio while beta-glucan content was the lowest. The higher level of total diet fiber in lower pearling ratio was due to relatively higher content of insoluble diet fiber. The difference of soluble fiber due to pearling ratio was negligible, however, beta-glucan content was higher in higher pearling ratio. The results implied that it is better way to lowering pearling ratio for maximum use of beta-glucan in barley.

I. 서론

식이섬유(dietary fiber)는 인간의 소화 효소에 의해 가수분해가 극히 어려운 식물 다당류와 리그닌(plant polysaccharides and lignin)이라고 정의하였으나 현재는 비 전분성 다당류에 리그닌이 포함된 non-

starch polysaccharides plus lignin이라고 화학적인 뜻으로 해석하고 있다.¹⁾

최근 식이섬유는 지질과 당질 대사의 개선이나 변비 방지 등의 생리적 기능이 알려지면서 건강식품으로 인식이 확산되었고 결과적으로 이에 대한 수요가 증가하고 있다.^{2,3,4,5)}

식이섬유의 이러한 생리적 기능은 식물 섬유소의 물리적, 화학적 조성에 따라 결정된다. 수용성 식이섬유의 점도(viscosity)는 위에서 소장으로의 음식물의 이동과 관련되어 각종 영양소와 식품 성분의 흡수를 조절한다. 예를 들면, 포도당의 흡수 속도를 저하시켜 혈당의 상승을 늦추어 주어서 인슐린 절약 작용을 가져온다. 반면 위벽을 보호하여 위궤양의 예방 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다.

식이섬유는 채소보다는 곡류에 많이 들어있으며 특히 보리에 가장 많이 들어있다. 식이섬유에는 대부분을 차지하고 있는 cellulose와 lignin 같이 비수용성인 부분과 pectin이나 gum 및 beta-glucan과 같은 수용성인 부분이 포함되어 있다.

특히 beta-glucan은 연맥(oat)과 보리에 많이 포함되어 있다. 연맥을 닭의 사료로 사용한 결과 혈중 콜레스테롤이 다소 낮아지는 경향이 있다고 하였으며,^{6,7,8)} 이러한 효과는 닭을 사용하여 실험한 보리에서도 인정되었다.⁹⁾

또한 식이섬유 42g에 해당되는 보리와 밀을 하루에 세번씩 섭취시킨 결과 보리를 섭취한 경우에는 고밀도 lipoprotein이 현저히 감소되었다고 하였다.⁹⁾ 이와 같이 보리와 연맥이 콜레스테롤을 낮추어 주는 기능은 beta-glucan이라고 Quereshi 등¹⁰⁾은 주장하였다.

Beta-glucan은 비영양성 다당류로서 동물의 소화관 내에서 흡수되지 않는 물질이다. 보리의 beta-glucan은 비전분성 다당류로서 배유(胚乳) 세포벽의 주된 구성 성분이며 호분층 세포에도 약간 존재하고 있다. 보리에는 평균적으로 3-6%의 베타글루칸이 함유되어 있는 것으로 알려져 있으나 보리의 종류나 품종 그리고 환경에 따라 함량이 차이가 있으며,^{11,12,13)} beta-glucan 함량은 유전된다고 하였다.¹²⁾

Beta-glucan은 glucose polymer 형태로 존재하며, beta 1-4-glucopyranosyl과 beta 1-3-glucopyranosyl이 약 7:3으로 섞여있는 glucan을 beta-glucan이라고 부르고 있다.^{14,15)}

특히 같은 beta-glucan이라고 하더라도 beta 1-4-glucan은 linear sequence 구조를 하고 있다. 여기에 beta 1-3-glucan이 공존하게 되면 다소 불규칙적인

configuration을 가지게 되어 부분적으로 수용성이 되며 가수분해도 비교적 쉽게 된다. 베타글루칸은 진분이나 세트로즈 및 기타 다당류와 구조가 비슷하여 분식이 어렵다. 이러한 구조와 성분 때문에 도정과 소화에 영향을 주며 결과적으로 보리의 영양가에도 영향을 한다고 하였다.¹⁶⁾

이 beta-glucan을 rats에 투여하여 실험한 결과 혈중 콜레스테롤 함량이 동맥경화증 대조군에 비하여 크게 감소하였는데, 특히 고밀도 리포프로틴 함량은 처리간에 차이가 없었으나 고혈압과 동맥경화증에 주 원인이 되는 저밀도 리포프로틴 콜레스테롤 함량이 크게 감소하였다. 또한 총지질 함량, 인지질 함량 및 중성 지방 함량은 모두 베타글루칸 처리군에서 감소하였다고 하였다.¹⁷⁾

보리는 전통적으로 우리나라의 식량 공급원으로서 중요한 위치를 가지고 있었으나 국민소득 증대와 보리 혼식제의 완화 등으로 보리의 생산과 이용이 급격히 감소되는 반면 쌀의 소비량은 크게 증가되어 왔다. 이러한 식생활 패턴의 변화는 쌀을 주식으로 하기 때문에 비타민 B1, 갈슘, 철분 결핍 등의 영양상의 결함과 체질의 산성화 등 많은 문제점이 뒤따르게 된다.

Beta-glucan은 주로 보리의 배유를 싸고 있는 세포벽을 구성하고 있으며 여기에 70% 이상이 존재하고 있다. 또한 호분층에도 다수가 존재하고 있다. 따라서 도정 정도에 따라 이용할 수 있는 베타글루칸 함량이 변하게 된다. 그러므로 베타글루칸을 최대로 이용하기 위해서는 도정을 최소화하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 고혈압이나 동맥경화증의 예방 효과가 있는 보리의 beta-glucan을 최대로 이용할 수 있는 방법을 알아보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료 및 기기

- (1) 분석시료 : 1992년산 쌀보리 1Kg 및 남도할매 공장의 보리기울 1Kg
- (2) 분석기기 : Sadake mill, Cold chamber, Water

bath, Bench-top centrifuge,

(3) 사용효소 : Papain, Crude papain, Bromelain, Pepsin

2. 실험방법

(1) 가공형태에 따른 beta-glucan 함량

수확한 쌀보리 종자를 정선한 다음 200g씩 취하여 사다게 정밀 도정기로 보리의 껍질을 벗겨가면서 도정하였다. 도정율은 중량비로 하여 75%, 70% 및 65%로 하였다. 여기서 도정하여 얻은 보리기울은 수용성 베타글루칸 추출 시료로 사용하였다.

수용성 베타글루칸 추출은 보리기울 시료 1g에 80% 에탄올 30ml을 가하고 beta-glucanase 효소를 불활성화하기 위하여 85℃에서 1시간 가열한 다음 3,000rpm으로 10분간 원심분리하여 상등액을 제거하였다.

여기에 1% papain 용액 10ml을 가하여 1시간 동안 40℃의 항온수조에서 비 전분성 베타글루칸을 추출하고 3,000rpm으로 10분간 원심분리하였다.

침전물을 제거하고 상등액에 10% TCA 용액 1ml을 넣고 3,000rpm으로 10분씩 3번 원심분리하여 파와인과 다른 단백질을 침전시켜 제거한 다음 상등액의 3배에 해당하는 70% 에탄올 30ml을 가한 뒤 4℃에서 1시간 동안 방치한 후 3,000rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 제거함으로써 침전되는 잔유물 즉 베타글루칸을 얻었다.

이 잔유물에 0.7N HCl로 2시간 동안 가열하여 산 가수분해한 후에 100ml로 정용하였으며 포도당의 양은 Anthrone법으로 측정하여 수용성 베타글루칸 함량을 분석하였다.¹⁸⁾

(2) 효소 종류에 따른 beta-glucan 추출효율

수용성 beta-glucan 함량이 사용 효소에 따라 달라 나타나는지를 알기 위하여 bromelain, pepsin, crude papain 및 papain 등 4개 효소를 사용하여 베타글루칸 추출 효율을 비교 분석하기 위하여 남도활맥 공장서 가지고 온 보리기울을 완전히 섞어서 균질하

게 만든 다음 분석 시료로 사용하였다.

효소반응 조건은 시료 1g에 대하여 효소 농도는 0.1%로 하였다. Bromelain은 25℃에서 pH 6.0으로 반응시켰고, crude papain과 papain은 40℃에서 pH 6.0으로, 그리고 pepsin은 40℃에서 pH 2.0으로 반응시키고, 앞의 방법으로 수용성 베타글루칸을 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 가공형태에 따른 beta-glucan 함량

보리의 식이섬유인 베타글루칸을 최대한 이용하기 위하여 보리 도정율에 따른 베타글루칸 함량을 조사한 결과는 <표 1>과 같다.

표에서 1g씩 3회 시험한 베타글루칸 함량의 평균치를 보면 도정율 75%(보리 종실에서 중량비로 25%를 도정한 것)에서는 2.35%이었으며 도정율 70%(30%를 도정한 것)에서는 도정율 75% 때 보다 16%가 증가된 2.72%로 나타났다. 그러나 도정율 65%(35%를 도정한 것)에서는 평균 3.24%로 도정율 75%와 70% 때보다 각각 38%와 19%가 증가되었다.

시료를 5g으로 증량하였을 경우 베타글루칸 함량에 차이가 있는지를 알고자 베타글루칸을 분석한 결과(표 1) 1g씩 3회 분석하는 대신 5g을 사용하여 1회 분석하여도 큰 차이가 없다고 생각된다. 여기서도 도정율 65%에서 베타글루칸 함량이 가장 높았다. 따라서 베타글루칸을 최대한 이용하기 위해서는 쌀보리에서 도정율을 75% 정도로 낮게 사용하는 것이 바람직한 것으로 생각된다.

2. 도정 후 쌀보리의 형태

도정 후 쌀보리의 형태는 그림 1과 같다. 도정 후 쌀보리의 형태를 그림에서 보면 도정율 75%에서는 배아는 완전히 보리쌀에 부착되어 있음을 볼 수 있다(그림 1). 도정율 70%에서는 배아의 일부가 떨어져 나가고 일부는 아직도 보리쌀에 부착되어 있음을 알 수 있다. 그러나 도정율 65%에서는 배아가 완전

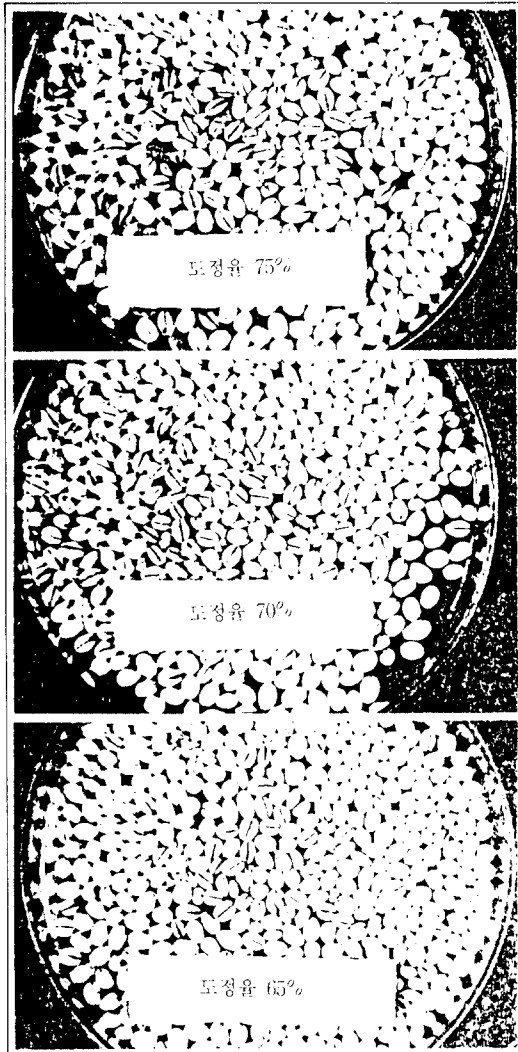


Fig.1. The appearance of barley grain according to the pearling ratio.

히 제거되었음을 보여준다. 따라서 쌀보리의 식이섬유를 최대한 이용하기 위해서는 배아가 완전히 제거되지 않게 도정한 보리를 사용하는 것이 중요하다고 생각된다.

3. 도정율에 대한 총 식이섬유

도정율에 대한 총 식이섬유를 분석한 결과는 표 2와 같다. 도정율 75%에서는 총 식이섬유 함량이 45.95%이었으며, 이 중에서 불용성 식이섬유가 33.35%를 차지하였고 수용성 식이섬유는 12.6%이었다. 수용성 식이섬유 중에서 베타글루칸은 2.35%로 나타났다. 그러나 도정율이 70%인 경우에는 총 식이섬유 41.2% 중에서 불용성이 27.63% 그리고 수용성이 13.55%이었다. 베타글루칸은 2.89%이었다. 도정율이 많은 도정율 65%에서는 총 식이섬유 함량이 35.9%이었고 여기에는 불용성 식이섬유가 23.85% 그리고 수용성 식이섬유가 12.05%이었다. 수용성 식이섬유 중에서 베타글루칸 함량은 3.31%로 나타났다.

도정율 75%에서는 총식이섬유 함량이 도정율 70%나 65%보다 높았으나 베타글루칸 함량은 가장 낮았다. 도정율 70%와 65%에서의 총 식이섬유는 각각 41.2%와 35.9%로 도정 정도가 낮을수록 총식이섬유는 높아졌음을 보여주고 있다. 이와 같이 도정 정도가 낮아질수록 총 식이섬유 함량이 높아진 것은 여기에는 불용성 식이섬유의 함량이 차지하는 비율이 높기 때문이다.

도정율에 따른 수용성 식이섬유에는 큰 차이를 보이지 않았으며 더욱이 수용성 베타글루칸은 도정율이 많은 수록 높았다. 이러한 결과는 도정 정도가 낮을수록 베타글루칸 이외에 gum이나 pectin질이 많이 포함되었음을 의미한다. 따라서 도정율 70-75%가 베타글루칸의 이용 효율이 높다고 판단된다.

보리에서 베타글루칸의 수용성은 유전과 환경의 영향을 받아 결정되는 세포벽 구성 요인에 따라 달라지고 있다. Aman and Graham(1986)은 64개 보리

Table 1. Content of beta-glucan (%) due to pearling ratio in naked barley

반복(시료량)	1(1g)	2(1g)	3(1g)	평균	1(5g)
도정율 75%	2.35	2.28	2.41	2.35	2.25
70%	2.70	2.88	2.58	2.72	2.65
65%	3.08	3.49	3.16	3.24	3.16

품종을 공시하여 베타글루칸을 분석한 결과 총 베타글루칸의 1/2 정도가 수용성이라고 하였으며, 분석 조건에 따라서도 달라질 수 있다고 하였다.

Table 2. Kind and content of diet fiber due to pearling ratio in naked barley

(unit : %w/w)

구 분	불용성 식이섬유	수용성 식이섬유	총식이섬유	베타글루칸
도정율 75%	33.35	12.60	45.95	2.35
70%	27.65	13.55	41.20	2.89
65%	23.85	12.05	35.90	3.31

4. 효소 종류에 따른 beta-glucan 추출 효율

효소에 따라 베타글루칸 추출 효율이 차이가 있는지를 실험한 결과를 표 3에 나타내었다.

Pepsin을 사용하였을 때는 베타글루칸 함량이 평균 2.07%로 일반적으로 사용하고 있는 crude papain의 3.0%보다 낮아 추출 효율이 떨어지는 것으로 생각되었다. 그러나 bromelain과 papain은 crude papain과 차이가 없었다. 표에서 보면 효소에 따른 베타글루칸 함량은 크게 변하지 않으므로 앞의 실험 결과는 정확한 비교가 되었다고 생각되었다.

결과적으로 사용 효소에 따른 베타글루칸의 추출량에 약간의 차이가 있을 뿐 보리에서 베타글루칸 함량 그 자체가 변이하는 것은 아니라는 것을 알 수 있었다.

Table 3. Beta-glucan content according to different enzymes used

(단위 : %, W/W)

효소 종류	반복 1	반복 2	반복 3	평균
Bromelain	3.08	3.09	2.93	3.03
Pepsin	2.15	1.99	2.06	2.07
Crude papain	3.03	3.04	2.93	3.00
Papain	3.00	2.97	3.02	3.00

IV. 결 론

보리에서 최대로 수용성 beta-glucan을 이용하기 위

하여 도정 정도와 효소 종류에 따른 추출 효율을 실험한 결과는 다음과 같다.

1. 도정율 75%, 70% 및 65%에서 beta-glucan 함량은 각각 2.35%, 2.32% 및 3.24%로 나타나서, 베타글루칸을 최대로 이용하기 위해서는 도정율을 75% 정도로 낮게 도정한 보리를 이용하는 것이 가장 바람직하다.

2. 도정율 65%에서는 종실에서 배아가 완전히 제거된 반면 70% 도정에서는 일부가 그리고 75% 도정에서는 배아가 종실에 그대로 부착되어 있었다.

3. 도정율 75%에서 총 식이섬유 함량이 46%로 가장 높았으나 베타글루칸 함량은 가장 낮았다.

4. 도정 정도가 낮을수록 총 식이섬유의 함량이 높아진 것은 불용성 식이섬유가 차지하는 비율이 높기 때문이었다.

5. 도정율에 따른 수용성 식이섬유에는 큰 차이를 보이지 않았으나 수용성 베타글루칸은 도정 정도가 높을수록 함량이 높았다.

6. 따라서 도정율을 75%로 하는 것이 보리에서 식이섬유의 이용 효율이 높을 뿐만 아니라 수용성 beta-glucan의 이용율도 높일 수 있다.

7. Beta-glucan 추출 효율에서 pepsin이 상대적으로 추출율이 낮았으나 bromelain, papain 및 crude papain 사이에는 차이가 없었다.

【참 고 문 헌】

- 1) Theander O. and Westerlund E. Handbook of dietary fiber in human nutrition, ed. Spiller GE. CRC Press, 1986.
- 2) Caragay A.B. Designer food program phytochemicals experiment food for cancer prevention. Food and Development(Japan), 26, 45-50. 1991.
- 3) Harris S.S. Health claims for foods in the international market. Food Tech., 46,92-94. 1992.
- 4) Raj S. and Clancy K.L. Development of standards for natural foods. Cereal Food Words, 37, 319-324. 1992.
- 5) Schmidl N.K., and Labuza T.P. Medical foods.

- Food Tech., 46(4), 87-96. 1992.
- 6) Chen W, Anderson J.W. and Gould M.R. Effects of oat gum and pectin on lipid metabolism of cholesterol fed rats. *Nutr. Rep. Int.* 24, 1093-1098. 1981.
 - 7) Kirby R.W., Anderson J.W., Sieling B., Rees E., D, Chen W.L., Miller R.F. and Kay R.M. Oat-bran intake selectively lowers serum low-density lipoprotein cholesterol concentration of hypercholesterolemic men. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 34, 824-828. 1981.
 - 8) Anderson J.W., Story L., Sieling B, Petro M.S. and Story J. Hypocholesterolemic effect of oat-bran or bean intake for hypercholesterolemic men. *Amer. J. Clin. Nutr.* 40, 1146-1155. 1984.
 - 9) Newman R.K., Newman C.W., Fadel J. and Graham H. Nutritional implications of beta-glucans in barley. *Barley Genet.*, V, 773-780. 1987.
 - 10) Quereshi A., Burger W.C., Prentice N., Bird H. R., and Sunde M.L. Regulation of lipid metabolism in chick liver by dietary cereals. *J. Nutr.*, 110, 388-393. 1980.
 - 11) Munck L. Breeding for quality in barley experimences and perspectives. *Barley Genet.*, V, 753-762. 1987.
 - 12) Lance R.C.M., Chevalier P., Bogyo T.P., and Nilan R.A. Genetic studies of the beta-glucan content of barley. *Barley Genet.*, V, 841-850. 1987.
 - 13) Hockett E.A., McGuire C.F., Newman C.W., and Prentice N. The relationship of barley beta-glucan content to agronomic and quality characteristics. *Barley Genet.*, V, 851-860. 1987.
 - 14) Prentice N., Babler S., and Faber S. Enzymatic analysis of beta-glucan in cereal grains. *Cereal Chem.*, 57, 198-202. 1980.
 - 15) Wood P.J., Paton D. and Siddiqui I.R. Determination of beta-glucan in oats and barley. *Cereal Chem.*, 54, 524-533. 1977.
 - 16) Aman P. and Graham H. Analysis of total and insoluble mixed-linked beta-glucan in barley and oats. Cited from *Barley Genet.*, V, p.773-780. 1986.
 - 17) Jung E.B and Lee Y.S. Preventive effect of beta-glucan on the experimental atherosclerosis rats. *Kor. J. Food Hygiene* 1, 1-12. 1986.
 - 18) Djurotoft R. Non-starchy polysaccharides in barley, malt and beer. *The Brewers Digest* 33, 38-42. 1958.