

보리(*Hordeum vulgare* L.)의 전분생산에 관한 연구

서 호 찬

고려대학교 생명공학연구소

Studies on the production of Starch of Barley (*Hordeum vulgare* L.)

Ho-Chan Seo

Institute of Biotechnology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

Abstract

In order to develop the techniques for isolation and production of barley starch from Youngsan variety, optimum conditions of isolation processes of barley starch was investigated. The effect of steeping temperature and time in wet-milling process was examined and the results showed that optimal steeping temperature and time were 30°C and 12 hr. The barley starch isolated under these conditions contained 5.7% crude protein, 69% starch content and 83% white value by 100 mesh process. The optimum condition of alkali treatment was showed that concentration of NaOH and treating time were 0.2% and 6 hr, respectively. To remove the fat content of barley starch, after alkali process obtained barley starch with the addition of 10% (v/v) EtOH was attempted. As the result, the barley starch contained 0.1% of crude fat. Under the optimized isolation conditions, the barley starch finally contained 0.1% protein and 95% starch content. The isolated barley starch were superior to commercial corn starch in purity and white value.

Key words: barley, starch, isolation, production

I. 서 론

전분은 식품을 비롯한 제약, 피혁, 의류공업의 원료로부터 농업용 비닐, 철강 산소재 등의 원료까지 광범위하게 사용되고 있으며 최근 전분당 공업의 급진적인 발전에 힘입어 그 수요가 점차 늘어나고 있다. 1995년 전분업계의 총 생산량은 1,566,518톤으로 94년에 비해 약 5%가 증가했으며 지난 90년도 이후 연평균 10%에 이르는 높은 성장세를 나타내고 있다¹⁾.

보리는 일부 산간지대를 제외한 전국에서 재배가 가능하며 단보당 수확량이 높고 맥류 중에서 수확기가 가장 빨라 두류와 이모작이 가능하고 답리작으로 논을 효과적으로 이용할 수 있는 장점²⁾을 가지고 있어 보리로부터의 전분분리 및 생산에 관한 기술과 용도개발은 전분당 공업 및 농가의 부가가치 증대에 크게 기여할 것으로 생각된다. 보리는 배유세포 내에 존재하는 전분입자가 불규칙적으로 깔려있는 단백질에 싸여 있으며 배유세포간의 matrix 물질이 일반적으로 다른 식물의 경우에 pectin인데 비해 보리의 경우는 단백질이 middle lamella의 형태로 되어 있어 전분을 분리하기 위해서는 배유세포 바깥의 단백질을 분해시킨 후 전분입자를 노출시켜야 하는

문제점이 있다^{3,5)}. 이러한 난점을 극복하기 위해 wet-milling법⁶⁾, 온수 추출법⁷⁾, autoclave법⁸⁾, alkali 처리법^{9,10)}, perchloric acid 처리법¹¹⁾ 등의 개발이 진행되고 있다. 국내에서는 보리 전분의 이용을 위한 기초분야인 보리 전분의 특성에 관한 연구^{12,13)}, 쌀보리 전분의 성질비교¹⁴⁾, 쌀보리 전분의 화학적 호화^{15,16)}, 보리전분 수용계의 리올로지적 연구¹⁷⁾ 등이 보고되었다.

본 연구에서는 보리로부터 전분의 분리 및 생산공정을 개발하기 위한 일환으로 wet-milling, alkali 및 ethanol 처리를 병행한 전분 분리공정을 최적화하고 표준전분과 비교함으로써 보리 전분의 이용 가능성을 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 재료는 쌀보리 품종인 영산보리(*Hordeum vulgare* L.)로서 쌀보리 생산량의 약 67%를 차지하고 내병성이 강하며 다수종의 특성을 갖고 있다. 1997년 7월에 전라남도 보성군에서 구입하여 저장 중 변질을 방지하기 위해 일광 건조시킨 후 4°C의 저온실에서 보관하여 사용하였다.

2. 도정 및 제분

쌀보리의 도정은 국립농산물 검사소에 소재하고 있는 Satake grain testing mill(Satake Co., Japan)를 사용하여 85%로 도정하였으며 시료의 성분에 사용한 맥분은 0.5 mm screen이 부착된 Cyclone sample mill(UDY Co., USA)로 제분하여 시료로 사용하였다.

3. 일반성분 분석

쌀보리 및 전분시료의 일반성분의 분석은 AOAC법¹⁸⁾에 따라 수분은 상압가열 건조법, 단백질은 micro kjeldahl 법, 지방은 soxhlet 추출법, 회분은 직접 회화법, 섬유는 직열 감량법으로 각각 측정하였다. 전분의 백색도는 백색 tile를 표준물질로 하여 spectrophotometer(Hunterlab Co., USA)로 측정하였다.

4. 전분함량 측정

전분함량은 Suzuki 등¹⁹⁾이 보고한 편광계법에 따라 측정하였다. 전분 1g에 pH 1.8로 조정된 0.54% CaCl₂ 용액을 30 ml 가하고 역류냉각기가 부착된 전열기에 100°C에서 30분간 가열하고 냉각시킨 후 4% SnCl₄·5H₂O 용액 5 ml를 가해 5분 동안 정치하여 여과시킨 여액을 편광계로 선광도를 측정한 후 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$\text{Starch content (\%)} = \frac{\text{선광도} \times 100}{203^{\circ} \times 2 \times S / 100}$$

203°: 전분의 비선광도.

S: Sample (g)

각 공정의 회수율은 보리시료의 건조중량에 대한 각 공정의 건조중량 비를 백분율(%)로 계산하였다.

$$\text{회수율(\%)} = \frac{\text{각 공정의 건조중량(g, dry weight)}}{\text{보리의 건조중량(g, dry weight)}} \times 100$$

5. Wet-milling 처리

Wet-milling은 De Haas 등⁶⁾의 방법을 변형하여 실시하였다. 85% 도정된 쌀보리 100 g에 0.2% sodium metabisulfite 용액 500 ml를 가하고 침지온도 및 침지시간의 환경인자를 달리하여 얻은 침지물을 증류수로 5회 세척한 후 2배의 증류수를 가해 Waring blender(Biohomo-genizes Co., Switzerland)로 처리하고 100 mesh체로 통과시켜 통과되지 않은 잔존물은 회수하여 다시 Waring blender로 처리하였다. 이 공정을 3회 반복하여 얻은 전

분유액을 원심분리(5,000 rpm×10분)한 후 백색전분층을 회수하여 건조하였다.

6. Alkali 처리

Alkali 처리는 Yamamoto 등²⁰⁾이 보고한 방법에 따라 실험하였다. Wet-milling에서 얻어진 조건분 100 g에 0.2% NaOH 용액 500 ml에 현탁시키고 실온에서 100 rpm의 교반속도로 1 시간 동안 처리하였다. Alkali 처리 후 원심분리(5,000 rpm, 10분)하여 백색 전분층만 회수하고 phenolphthalein 지시약에 대해 무색이 될 때까지 증류수로 수세하여 얻어진 전분을 100 mesh 체로 여과하여 건조시켰다.

7. Ethanol 처리

조건분의 지방 제거 및 정제를 하기 위해 Alan 등²¹⁾의 방법에 따라 alkali 처리 전, 후에 각 시료 100 g을 10%(v/v) EtOH에 현탁시켜 30°C의 수조에서 100 rpm의 교반조건으로 10분 처리한 전분을 증류수로 수세한 후 건조시켰다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분

시료의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 조곡과 85% 도정된 정맥을 비교하여 볼 때 피층에 해당하는 15%가 도정에 의해 제거되어 모든 성분이 감소된 것을 알 수 있었으나 조섬유 함량이 2.2%로 남아 있었다. 이는 쌀보리의 종구가 다른 곡물에 비해 깊어서 도정을 해도 제거되지 않은 것으로 사료된다. 전분함량의 경우는 도정에 의해 전분층(배유부)이 차지하는 비율이 상대적으로 높아진 정맥이 조곡 보다 약 3% 정도 증가되었다. 이의 결과는 Bhatti 등²²⁾이 85% 도정율에 따른 쌀보리 품종의 전분함량에서 약 54%를 나타낸 보고와 일치함을 알 수 있었다.

Table 1. Approximate composition of naked barley

Composition	Unit: %	
	Unpearled barley	85% pearled barley
Moisture	12.2±1.1	11.9±1.8
Crude protein	12.3±0.2	10.1±0.3
Crude fat	2.3±0.2	2.1±0.3
Crude fiber	3.2±0.6	2.2±0.1
Ash	1.8±0.2	1.1±0.3
Starch*	50.7±0.2	53.7±0.4

All data calculated on dry basis.

*Starch content was measured in barley flour 100 g.

2. Wet-milling에 의한 전분분리

침지는 수용성 단백질 및 각종 가용성 물질을 추출하여 전분에 결합된 단백질을 제거함으로써 전분의 분리를 용이하게 하는 공정으로 De Haas 등⁶⁾ 보고한 침지조건을 변형하여 실시하였다. 85% 도정한 쌀보리 100 g에 미생물의 오염을 방지하기 위해 0.2% sodium metabisulfite 용액 500 ml를 가하고 온도를 20°C, 30°C, 40°C로 달리하여 6시간 침지한 결과(Fig. 1) 단백질 함량은 침지온도 30°C에서 5.6%로 정맥(10.1%)에 비해 약 2배가 제거되었으며 20°C의 침지조건 단백질 함량(7.4%) 보다 약 24.3%가 증가된 것을 알 수 있었으나 40°C에서는 별다른 차이를 보이지 않았다. 전분 함량은 30°C에서 67.1%로 가장 높았으며 정맥(54%)에 비해 약 20%가 증가되었다. Lorenz 등²³⁾은 Glacier 품종에서 침지온도 30°C로 하였을 때 단백질 함량이 5.5%, 전분함량이 71.2%를 나타내었다고 보고함으로써 거의 일치하는 결과를 나타내었다. 한편 최적 침지온도를 30°C로 고정하고 침지시간에 따른 단백질 및 전분함량을 검토한 결과는 Fig. 2와 같다. 전분함량은 침지 6시간부터 증가하여 12시간 침지시 최대치(69.0%)를 나타내었으나 그 후의 침지시간에서는 별다른 영향이 없었다. 단백질 함량은 침지시간이 증가됨에 따라 감소되는 것을 알 수 있었는데 albumin, globulin 등의 수용성 단백질이 용이하게 용출이 된 것으로 사료된다²⁴⁾.

상기의 wet-milling의 최적 환경조건에서 단백질을 제거하였음에도 불구하고 단백질 함량이 5.7%로 상당량이 잔존함에 따라 보다 효율적인 2차 단백질 제거공정이 필요함을 알 수 있었다.

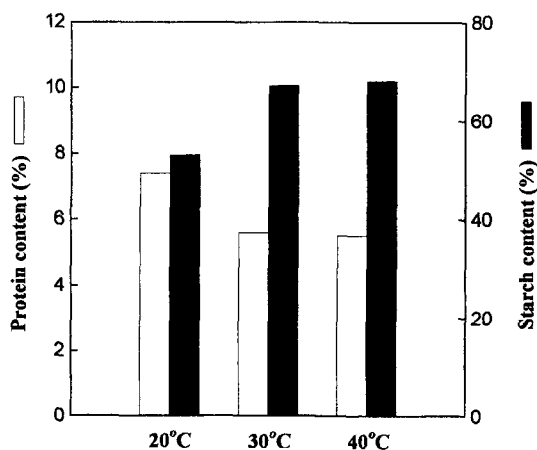


Fig. 1. Effect of steeping temperature on protein and starch content in wet-milling.
Barley was steeped at various temperature for 6 hrs. Starch content was measured in white starch flour.

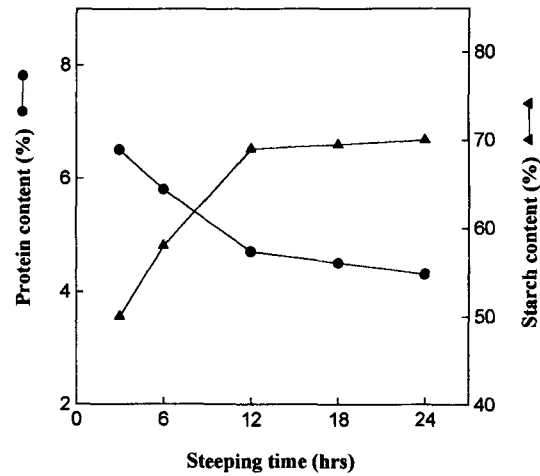


Fig. 2. Effect of steeping time on protein and starch content in wet-milling.
Starch content was measured in white starch flour.

3. Alkali 처리에 의한 전분분리

1) Mesh체에 의한 영향

Alkali 처리의 전처리 공정으로 쌀보리의 맥강이 전분에 혼입되어 전분의 백색도가 낮아지는 문제점을 해결하기 위하여 wet-milling 공정에서 얻어진 전분유액에 각종 mesh체를 달리하여 전분의 백색도를 조사하였다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 mesh체가 증가함에 따라 맥강이 전분에 혼입되는 비율이 적음으로써 전분의 백색도가 증가함을 알 수 있었고 100 mesh 처리시 83의 백색도를 나타내어 80 mesh로 처리하였을 때보다 약 30%가 증가하였으며 120 mesh로 처리하였을 때에는 백색도에는

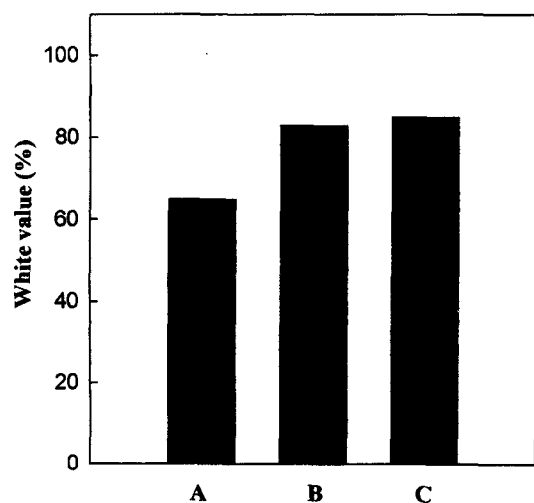


Fig. 3. Effect of white value of starch by various mesh.
A: 80 mesh, B: 100 mesh, C: 120 mesh.

별다른 영향을 미치지 못하였으나 전분수율 및 함량이 감소하는 점을 감안하여 볼 때 100 mesh로 결정하였다.

2) NaOH 농도 및 처리시간의 영향

Wet-milling 공정의 전분에 잔존해 있는 단백질을 효율적으로 제거하고 전분의 분리를 용이하게 하기 위한 목적으로 Yamamoto 등²⁰⁾이 보고한 방법에 따라 wet-milling에서 얻어진 조건분 100 g를 각각 농도를 달리한 NaOH 용액 500 ml에 현탁시키고 실온에서 100 rpm의 교반속도로 1시간 처리한 결과(Fig. 4) 0.2% NaOH 농도로 처리하였을 때 단백질 함량 1.4%, 전분 함량 82%로 각각 나타냄으로써 가장 높은 효과를 보였으며 0.3% NaOH 농도로 처리시에는 별다른 영향을 미치지 못했다. Dimler 등²⁴⁾은 KOH, Na₂CO₃ 및 NaOH의 각종 알칼리 용액을 농도별 처리한 실험에서 0.2% NaOH로 처리시 약 95%의 단백질을 제거하였다고 보고하였다.

Fig. 5는 0.2% NaOH의 최적 농도로 고정하고 처리시간에 따른 단백질 및 전분 함량을 검토하였다. 처리시간이 증가함에 따라 단백질 제거 및 전분의 함량이 증가하는 경향을 보였으며 4시간 처리군과 6시간 처리군을 비교하여 볼 때 단백질 함량은 0.5%에서 0.29%로 약 2배의 제거율을 보였고 전분함량도 85%에서 93%로 약 8.6%가 증가되었다. 이는 쌀보리 단백질의 12% 중 약 7%를 차지하는 알칼리 가용성 단백질인 glutelin이 alkali 용액에 용출되는 것으로 생각되었고 그에 따른 전분의 분리가 용이한 것으로 사료된다²⁴⁾.

4. Ethanol 처리

전분에 함유되어 있는 조지방 성분을 제거하여 순수한

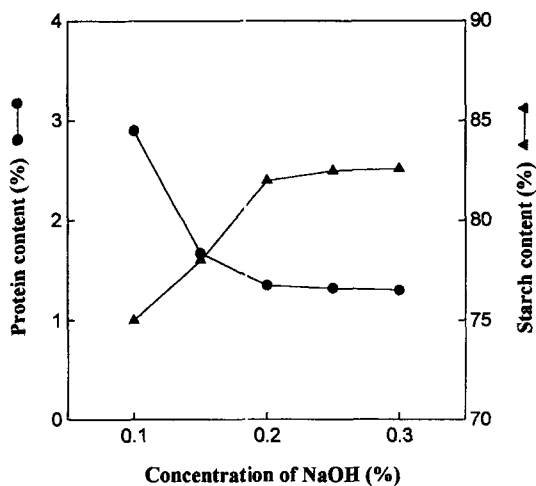


Fig. 4. Effect of NaOH concentration on protein and starch content in alkali treatment. Starch content was measured in white starch flour.

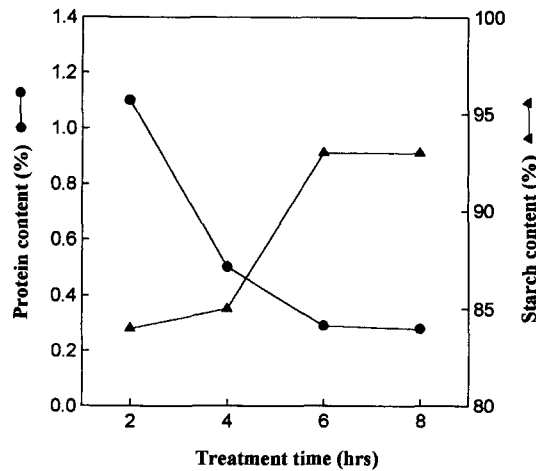


Fig. 5. Effect of treatment time on protein and starch content in alkali treatment with 0.2% NaOH. Starch content was measured in white starch flour.

전분을 얻기 위한 공정으로 Alan 등²¹⁾의 방법에 따라 10%(v/v) EtOH 용액을 사용하여 alkali 전, 후처리 공정에서 얻어진 조건분을 대상으로 30°C에서 100 rpm의 교반속도로 처리하여 비교한 결과(Table 2) alkali 처리 전에 10%(v/v) ethanol을 가해 처리를 하였을 경우 조지방 함량은 1.5%으로 나타났지만 alkali 처리 후에 ethanol로 처리하였을 때 0.1%로 약 93%가 감소되었으며 정맥의 조지방 함량(2.1%)과 비교하여 볼 때 약 95%가 감소되었음을 알 수 있었다. 또한 단백질 함량 0.1% 및 전분 함량 95%를 나타냄으로써 전분에 함유되어 있는 조지방을 용출되어 최종 정제된 것으로 생각된다.

5. 옥수수 전분 규격과 쌀보리 전분의 비교

Wet-milling, alkali 및 ethanol 처리에 의해 분리된 쌀보리 전분의 이용 가능성을 타진하기 위해 시판되는

Table 2. Approximate composition of starch isolated from naked barley by ethanol treatment

Composition	Naked barley starch	
	A	B
Crude protein	0.2±0.1	0.2±0.1
Crude fat	1.5±0.1	0.1±0.0
Crude fiber	1.3±0.2	0.07±0.01
Ash	0.07±0.01	0.06±0.02
Starch*	91.7±0.3	95.3±0.4

A: Added with 10% (v/v) EtOH before alkali process.

B: Added with 10% (v/v) EtOH after alkali process.

All data calculated on dry basis.

*Starch content was measured in white starch flour.

Table 3. Comparison of composition between corn starch and naked barley starch

Composition	Corn starch	Naked barley starch		
		Wet-milling	Alkali process	Ethanol treatment
Moisture	12.5±0.5	8.9±0.3	8.6±0.1	7.2±0.1
Crude protein	0.4±0.1	5.7±0.1	0.3±0.1	0.1±0.1
Crude fat	0.2±0.1	0.3±0.1	0.2±0.0	0.1±0.0
Ash	0.1±0.0	0.4±0.1	0.1±0.0	0.06±0.01
White value	90.0±0.0	81.0±0.0	93.0±0.0	97.0±0.0
Grits	0.1±0.0	0.2±0.1	0.1±0.1	0.09±0.02
Starch*	99.0±0.5	69.0±0.3	93.0±0.3	95.0±0.1
Yield**	-	57.3±0.4	72.6±0.2	78.3±0.3

All data calculated on dry basis.

*Starch content was measured in white starch flour.

**g/barley flour 100 g.

옥수수 전분의 규격과 쌀보리 전분의 성분을 비교한 결과는 Table 3과 같다. Wet-milling법으로 분리한 전분은 단백질, 회분, 백색도 및 전분 함량 등의 대부분 성분이 옥수수 전분 규격에 미치지 못하였으나 alkali 및 ethanol 처리를 거친 전분은 단백질이 각각 0.3%, 0.1%, 전분은 각각 93%, 95%의 함량을 나타냈으며 기타 성분의 순도나 백색도 등에서 옥수수 전분규격과 비교하여 볼 때 손색이 없으므로써 보리전분의 이용 가능성을 시사하였다.

IV. 요 약

보리로부터 전분분리 및 생산기술을 개발하기 위해 wet-milling, alkali 및 ethanol 처리를 병행한 전분 분리공정의 최적조건을 검토하였다. Wet-milling에서 최적 침지온도 및 시간을 검토한 결과 30°C, 12시간으로 처리하였을 때 단백질 5.7%, 전분함량이 69%를 나타내었으며 wet-milling에서 얻어진 조전분을 대상으로 100 mesh체로 처리시 전분의 백색도는 87%를 나타내었다. Alkali 처리에서의 최적조건은 0.2% NaOH로 6시간 처리하였을 때 가장 높은 단백질 제거(0.3%)와 전분함량(93%)을 나타내었으며 10%(v/v) ethanol처리로 0.1% 조지방 함량을 나타냄으로써 잔존해 있는 조지방 성분이 제거되었음을 알 수 있었다. 상기의 최적조건에서 얻어진 전분의 성분은 단백질 0.1%, 전분함량 95%를 나타냈으며 기타의 성분의 순도 및 백색도가 시판되고 있는 옥수수 전분 규격과 비교하여 볼 때 손색이 없었다.

참고문헌

1. 한국식품연감: 전분, 농수축산신보, pp. 151(1997).

2. 조재영: 전작, 향문사, pp. 30(1986).
 3. 권태완, 최홍식, 최원상, 김종태: 대맥으로부터 대맥분, 대맥전분, 배아 및 기타 유용성분의 분리제조 방법, 특허제 20572호, pp. 107(1985).
 4. 최원상, 최홍식, 권태완: 보리곡립의 조직구조와 화학적 성분 조성, 한국영양식량학회지 12(4): 420(1983).
 5. Fincher, G.B.: Morphology and chemical composition of barley endosperm cell walls. *J. Inst. Brew.*, 81: 116(1975).
 6. De Haas, B.W. and Goering K.J.: Chemical structure of barley starches. *Die Stärke*, 24(5): 145(1972).
 7. Fleming, I.A. and Kawakami K.: Studies of the fine structure of β -D-glucans of barley extracted at different temperature. *Carbohydrate Research*, 57: 15(1977).
 8. 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(1978).
 9. Palmer, G.H. and Mackenzie, C.I.: Levels of alkali-soluble β -D-glucan in cereal grains. *J. Inst. Brew.*, 92: 461(1986).
 10. Wood, P.J., Paton, D. and Siddiqui, I.R.: Determination of β -glucan in oats and barley. *Cereal Chem.*, 54(3): 524(1983).
 11. Ahluwalia, B. and Ellis, E.E.: A rapid and simple method for the determination of starch and β -glucan in barley and malt. *J. Inst. Brew.*, 90: 254(1984).
 12. 김용휘, 김형수: 보리전분의 특성에 관한 연구 제1보. 보리전분의 입경분포, amylose 함량, blue value에 대하여. 한국식품과학회지, 8(1): 42(1974).
 13. 김용휘, 김형수: 보리전분의 특성에 관한 연구 제2보. 보리전분의 호화온도 및 알칼리수에 대하여. 한국식품과학회지, 8(1): 42(1976).
 14. 김오목, 김관, 김성곤: 쌀보리 전분의 성질 비교. 한국식품과학회지, 17(1): 33(1985).
 15. 박양균, 노일환, 김관, 김성곤: 쌀보리 전분의 화학적 호화. 한국식품과학회지, 18(3): 192(1986).
 16. 박양균, 노일환, 김관, 김성곤, 이신영: 쌀보리 전분 호화액의 리올로지 특성. 한국식품과학회지, 18(4): 278(1986).
 17. 이신영, 최준복, 천병익: 보리전분 수용액계의 리올로지적 연구. 한국식품과학회지, 17(3): 131(1985).
 18. A.O.A.C., Official methods of analysis. Association of official analytical chemists. Washington D.C. 14th (1984).
 19. 鈴木繁男, 中村道徳: 澱粉科學實驗法, 朝倉書店, pp. 11(1979).
 20. Yamamoto, K., Sawada, S. and Onogaki, T.: Properties of rice starch prepared by alkali method with various conditions. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.*, 20(3): 99(1973).
 21. Alan, H.S. and Karl, K.H.: Purification of barley starch by protein extraction. *Starch/Stärke*, 43(10): 387(1991).

22. Bhatt, R.S. and Rossnagel, B.G.: Comparison of pearled and unpearled canadian and japanese barleys. *Cereal Chem.*, **75**(1): 15(1998).
23. Lorenz, K., Collins, F. and Manhattan, K.K.: Steeping of barley starch. *Starch/Stärke*, **36**(4): 116(1984).
24. Dimler, R.J., Davis, H.A., Rist, C.E. and Hilbert, G.E.: Production of starch from wheat and other cereal flours. *Cereal Chem.*, **21**(6): 430(1944).
-

(1999년 4월 8일 접수)