

보리의 이화학적 특성과 취반성에 관한 연구

장학길[†] · 정일희^{*}

경원대학교 식품가공학과

*경원대학교 교육학과

The Physicochemical Properties and Cooking Qualities of Barley

Hak-Gil Chang[†] and Ill-Hee Jung^{*}

Dept. of Food Science and Technology, Kyungwon University, Sungnam 461-701, Korea

*Dept. of Education, Kyungwon University, Sungnam 461-701, Korea

Abstract

The physicochemical properties and cooking qualities of six cultivars of covered barley, four malting barley and six naked barley were investigated. The 1,000 kernel weight was heavier in the malting barley and ash content was the highest in covered barley. The varietal variation of amylose content was 17.7 to 20.2%. β -Glucan viscosity was generally lower in the malting barley, and varied greatly among barley cultivars with 2.16 to 8.47 cSt. The pearling rate was highest in naked barley with a mean of 75.5% and protein content of raw and pearled barley was significantly different with cultivars. In the cultivars tested, Doosan 8, Youngsan and Iri 5 showed the higher milling rate. Amylogram patterns showed that the covered barley cultivars had lower gelatinization temperature and higher peak height and height at 50°C than the malting and naked barley. The water absorptions were highest in covered barley cultivars, and lowest in naked barley cultivars. The soluble solid was highest in naked barley cultivars.

Key words : barley, cooking quality, barley property

서 론

보리의 취반특성이나 밥맛에 관여하는 요인을 찾기 위하여 많은 연구가 이루어져 왔으나 식품의 식미특성은 복합적인 요인에 의하여 결정되므로 그 요인에 대하여 결론을 짓기는 매우 어렵다. 박 등^{1,2}은 보리의 취반성에 관여하는 요인을 찾기 위하여 쌀보리, 겉보리, 찰보리 등을 사용하여 아밀로오스 함량, 수분흡수율 및 호화조건에 관하여 연구하였고, 김 등^{3,4}은 동일 보리 품종에 대하여 정맥수율을 달리하였을 때의 품질 변화를 조사하였는데 정맥수율이 낮아짐에 따라서 백도, 흡수율, 페진성이 높아졌고 밥맛도 향상되었다고 하였다. 한편 장 등⁵은 가공방법이 다른 할맥 및 정맥과 쌀의 취반성을 비교한 바 할맥이 취반액의 용출고형물과 페침성이 정맥이나 쌀 보다 높았다고 보고하였다.

호화는 전분의 물리적, 화학적, 생물학적 특성 및 가공성에 영향을 미치는 중요한 특성으로서 호화온도의 측정방법 및 전분의 종류에 따른 변화, 호소활성과의 관계, 첨가물질의 영향 등에 관하여 많은 연구가 이루어졌다^{4~9}. 일반적으로 곡류의 종류에 관계 없이 찰성전분은 메설전분에 비하여 팽윤이 빨리 일어나고 점도가 높으나 break down이 빠르고 아밀로오스가 없어 set back이 아주 적은 것으로 보고되었다^{4~7,9}.

본 연구에서는 각 유전적인 형질 및 특성이 다른 보리에 대하여 이화학적 특성을 분석하고 전통적인 보리 용도인 취반에 관련된 제 특성을 조사하는 동시에 다양한 용도개발을 위해서 보리의 제분성에 대하여 검토함으로써 새로운 보리 수요에 적합한 품질의 보리를 육성하는데 필요한 기초자료를 얻고자 수행하였다.

[†]To whom all correspondence should be addressed

재료 및 방법

실험재료

본 연구에 사용한 공시재료는 결보리, 맥주보리 및 쌀보리로서 품종은 Table 1과 같다.

이화학적 특성

단백질과 회분합량은 AACC방법^[10]에 의하여 분석하였다. Amylose 함량은 Williams 등^[11]의 방법으로 측정하였으며, 정맥 및 취반액의 백도는 광전백도계(Kett. C-1)를 사용하여 측정하였다. β -Glucan viscosity는 sodium carbonate-bicarbonate buffer(pH 10) 용액으로 추출한 후 5ml를 취하여 Ostwald 점도계로 flow time을 측정한 후 Kinematic viscosity로 환산하여 표시하였다^[8,12].

정맥 및 제분특성

정맥율은 올보리(결보리)와 영산보리(쌀보리)를 표준 품종으로 하여 올보리 67%, 영산보리 72%를 기준하여 실험용 정맥기(Satake TM-5)로 도정하였다. 제분은 Buhler test mill(MLU-202)을 사용하여 제분하였다. 조곡의 종피와 배유가 쉽게 분리되도록 제분 12시간 전에 수분 함량이 13%가 되도록 tempering하였다. 제분율은 60mesh를 통과한 break분과 reduction분을 전부 혼합한 straight분으로 표시하였다.

열호화 및 취반특성

전분의 호화 양상은 Brabender/Visco/Amylograph를 사용하여 Medcalf와 Gilles 등의 방법^[13]에 따라 다음과 같이 실시하였다. 시료 45g(14% m.b.)을 500ml Amylograph bowl에 넣은 다음 효소의 활성을 억제시키기 위하여 212mg/L의 HgCl₂가 용해된 증류수를 첨가한 후 30°C로부터 94.5°C 까지 1.5°C/min의 일정한 속도로 가열하고 94.5°C에서 15분간 유지시킨 후 다시 1.5°C/min의 속도로 50°C 까지 냉각시켰다. 이와 같이 하여 얻어진 amylogram으로부터 호화개시 온도, 최고 점도 등을 산출하였다. 이때 호화 개시 온도는 점도가 10BU

Table 1. Barley cultivars used in this experiment

Covered barley	Malting barley	Naked barley
Olbori	Sachun 6	Youngsan
Chogang	Doosan 8	Bekdong
Milyang 6	Golden melon	Mokpo 51
Bekyoung	Betzes	Iri 4
Suwon 210		Iri 5
Milyang 22		Iri 6

에 도달하는 온도를 나타내었다. 취반에 따른 정맥의 수분흡수율, 페침성 및 용출고형물은 Shinjiro 등^[14]의 방법을 사용하였다. 5g의 정맥시료를 취반탕(3×6.5cm)에 담아서 100ml의 비커에 넣고 80ml의 열수를 가하여 150°C의 오븐에서 일정시간 가열한 후 무게와 부피를 측정하였다. 용출고형물의 양은 취반액 100ml을 평랑판에 취하여 100~110°C에서 18시간 건조 후 중량 차이를 취반액 중의 용출고형물로 표시하였다.

통계처리

각 측정치의 자료는 표준편차와 최소유의 차(L.S.D.)를 구하여 평균치 간의 유의성을 조사하였다.

결과 및 고찰

보리의 종실 특성

1차 가공 특성으로서 가장 중요한 공시품종의 천립 중은 맥주보리가 평균 43.4 ± 1.4 g, 결보리가 35.4 ± 3.1 g, 쌀보리가 32.9 ± 1.6 g으로서 맥주보리 > 결보리 > 쌀보리 순위로 천립중이 높았다 (Table 2). 결보리의 천립중을 보면 품종에 따라 고도(1%)의 유의적인 차이

Table 2. 1,000-kernel weight and ash content of the tested barley

Cultivar	1,000-kernel weight, g	Protein content, % (N × 5.83)	Ash content, %
Covered barley	Olbori	40.0	2.03
	Chogang	35.0	2.32
	Milyang 6	35.0	2.03
	Bekyoung	31.9	2.25
	Suwon 210	33.9	2.31
	Milyang 22	35.6	2.12
	Average	35.4 ± 3.1	2.18 ± 0.17
Malting barley	Sachun 6	43.3	1.95
	Doosan 8	43.6	1.93
	Golden melon	44.2	2.09
	Betzes	42.4	2.16
	Average	43.4 ± 1.4	2.03 ± 0.12
Naked barley	Youngsan	33.4	1.87
	Bekdong	32.6	1.63
	Mokpo 51	33.3	1.79
	Iri 4	32.0	1.77
	Iri 5	31.5	1.68
	Iri 6	34.3	1.83
	Average	32.9 ± 1.6	1.76 ± 0.12
L.S.D.	5%	3.6	0.25
	1%	4.9	0.35

가 있었으나 맥주보리와 쌀보리에서는 품종 간의 유의적인 차이가 없었다.

보리 종실의 회분 함량은 결보리가 평균 $2.18 \pm 0.17\%$, 맥주보리가 $2.03 \pm 0.12\%$, 쌀보리가 $1.76 \pm 0.12\%$ 으로서 결보리가 가장 높았다. 한편 품종간 회분 함량의 유의적인 관계를 보면 결보리, 맥주보리, 쌀보리 모두 품종에 따라서 5% 또는 1%의 유의성이 있었다. 이와 같은 결과는 이 등¹⁵⁾의 실험결과 유사하였으며, 쌀보리가 결보리나 맥주보리에 비하여 회분 함량이 낮은 원인은 형태적으로 겹질이 없기 때문이다. 단백질 함량은 각 품종 간에는 큰 차이가 있었으나 품종간에는 큰 차이가 없었다.

전분의 이화학적 특성을 결정지워 주는 가장 큰 요인은 전분 입자내의 아밀로오스와 아밀로페틴의 구성비율이다. 우리나라 보리 품종에 대하여 아밀로오스 함량을 조사한 결과를 보면 쌀보리 18.1~23.3%, 찰보리가 6.6~9.5% 정도로 알려져 있는데¹⁶⁾, 본 연구에 공시된 보리의 아밀로오스 함량은 결보리가 17.7~19.7%, 맥주보리가 17.7~19.8%, 쌀보리가 18.1~20.2%로서 품종간에 유의적인 차이가 있었다(Table 3).

한편 맥종별, 품종별 β -Glucan viscosity 보면 Table 3과 같다. 평균 β -Glucan viscosity를 보면 맥종별은 결

보리 > 쌀보리 > 맥주보리의 순위였으나 일정한 경향은 없었다. 품종별로 비교해 보면 밀양 22호가 8.47cSt인데 비해서 맥주보리는 최고 2.96cSt로서 품종 간에 차이가 심하였다. 정¹⁷⁾의 실험결과를 보면 β -Glucan viscosity는 동일 품종내에서 재배지역에 따라서 2배 이상의 차이가 있었으나 viscosity가 높은 품종이 항상 높게 나타났다.

정맥 및 제분특성

보리는 정맥을 함으로써 식용이 가능하게 된다. 정맥 비율은 양적인 품질의 특성으로서, 그리고 회분 함량과 백도는 질적인 품질적 특성으로서 중요한 형질인데 공시 품종인 결보리, 맥주보리 및 쌀보리에 대한 정맥율, 단백질 및 보리쌀의 백도를 보면 다음과 같다 (Table 4). 즉 결보리는 올보리를, 쌀보리는 영산보리를 표준품종으로 하여 올보리 67%, 영산보리 72%의 정맥시간을 기준으로 하여 정맥율을 결정한 결과 정맥율은 결보리에서는 수원 210과 밀양 22, 맥주보리에서는 Betzes, 그리고 쌀보리에서는 영산, 목포 51, 이리 6가 가장 높았고, 보리쌀의 백도는 백영, 밀양 22, Golden melon, Betzes가 40 이상으로 가장 높았다. 한편 정맥

Table 3. Amylose content and β -Glucan viscosity of the tested barley

Cultivar	Amylose content, %	β -Glucan viscosity, cSt
Covered barley	Olbori	19.7
	Chogang	17.7
	Milyang 6	18.2
	Bekyoung	19.3
	Suwon 210	18.5
	Milyang 22	18.5
Average		18.7 ± 0.7
		5.62 ± 2.01
Malting barley	Sachun 6	17.7
	Doosan 8	18.5
	Golden melon	19.3
	Betzes	19.8
	Average	18.8 ± 3.1
		2.77 ± 0.29
Naked barley	Youngsan	18.1
	Bekdong	20.2
	Mokpo 51	18.6
	Iri 4	19.3
	Iri 5	20.2
	Iri 6	19.1
	Average	19.3 ± 0.8
L.S.D	5%	0.5
	1%	0.7

Table 4. Pearlizing characteristics of the tested barley

Cultivar	Pearling yield %	Pearled barley		
		protein %	Ash %	Whiteness
Covered barley	67.5	11.1	0.80	34.5
	67.5	11.6	0.83	35.0
	69.7	12.0	0.89	37.5
	67.6	11.9	1.05	40.5
	70.0	11.2	0.93	34.5
	69.9	11.9	0.92	41.5
Average		68.7 ± 2.0	11.6 ± 0.4	0.90 ± 0.11
Malting barley	65.3	10.6	0.84	39.5
	65.0	10.6	0.88	37.0
	66.3	10.9	0.85	42.5
	71.0	10.1	0.81	40.0
Average		66.9 ± 2.7	10.6 ± 1.1	0.85 ± 0.03
Naked barley	76.5	10.7	0.98	39.5
	75.3	11.7	0.89	38.0
	76.7	12.9	0.91	37.0
	73.3	11.9	0.84	37.0
	74.2	11.4	0.92	34.5
	76.8	9.8	0.92	39.0
	Average	75.5 ± 2.0	11.4 ± 1.1	0.91 ± 0.05
L.S.D	5%	3.9	0.7	1.1
	1%	5.4	0.9	1.6

의 단백질 함량의 변이를 조곡과 비교해 보면 조곡 평균 13.6%에서 11.3%로 감소되었으며, 회분 함량은 조곡 평균 1.99%에서 0.89%로 감소되었다.

각 품종에 대한 제분율 등의 제분특성을 조사한 바 그 결과는 Fig. 1 및 Table 5와 같다. Milling fraction을

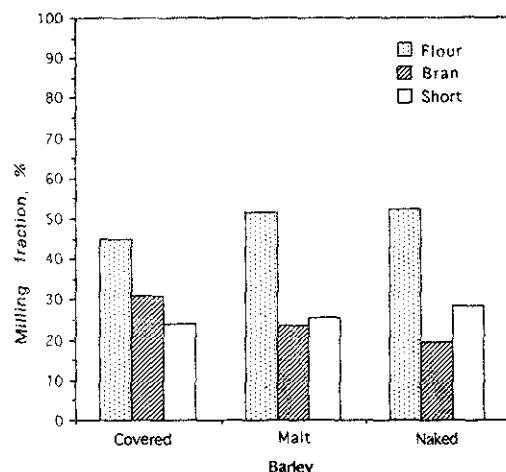


Fig. 1. Comparisons of average Buhler milled fractions for the tested barley.

Table 5. Milling characteristics of the tested barley

Cultivar	Milling rate, %	Ash of flour, %	Ash value*
Coverd barley	Olbori	45.5	0.66
	Chogang	42.7	0.72
	Milyang 6	49.8	0.74
	Bekyoung	39.3	0.75
	Suwon 210	49.7	0.75
	Milyang 22	42.8	0.72
Average		45.0±4.4	0.72±0.04
Malting barley	Sachun 6	48.8	0.71
	Doosan 8	55.0	0.70
	Golden melon	50.7	0.71
	Betzes	50.5	0.80
	Average	51.3±2.8	0.73±0.05
Naked barley	Youngsan	54.0	0.70
	Bekdong	47.7	0.68
	Mokpo 51	50.0	0.76
	Iri 4	53.9	0.72
	Iri 5	55.1	0.67
	Iri 6	52.8	0.69
Average		52.3±3.0	0.70±0.03
L.S.D	5%	4.4	0.06
	1%	6.1	0.09
* Ash value=Ash content / Milling rate × 10,000			

보면 겉보리의 평균 제분율 45.0%, 보리기울 31.0%, shorts 24.0%로서 제분율이 가장 낮았으며, 맥주보리와 쌀보리의 제분율은 각각 평균 51.3%, 52.3%로서 제분율은 비슷하였으나 보리기울과 shorts가 차지하는 비율은 차이가 있다. 한편 보리가루의 회분 함량은 올보리가 0.66%로서 가장 낮았으며, 제분율과 회분 함량의 관계로 나타나는 회분기를 보면 쌀보리가 평균 135.1로 제분특성이 가장 우수하였으며 품종별로는 이리 5호, 영산, 두산 8호가 제분성이 좋았다. 죄 등^[1]은 보리는 밀과는 달리 가루가 둉쳐지기 때문에 제분이 어렵고, 제분시 가루가 mill fraction의 뒷쪽으로 밀린다고 하였는데, 본 실험에서는 이를 완화하기 위해서 60mesh체로 교체하여 사용하였다. 한편 Chung^[2]은 배유 점성 물질의 양이 제분과 밀접한 관계가 있다고 밝혔는데, 제분과정 중 점성이 높은 배유의 세포벽 물질이 전분으로부터 분리되고 이것이 shorts fraction으로 모여지므로 배유 점성물질이 많으면 shorts가 많아지고 아울러 가루의 양은 줄어서 결과적으로 제분율이 낮아지는 것으로 결론을 내리고 있다.

열호화 및 쥐반특성

Brabender amylograph에 의한 맥종별 전분의 호화 양상은 Table 6과 같다. 전체 시료의 호화온도는 일반 보리전분의 호화온도와 비슷한 50~66°C이었으며, 맥종별로 비교해 보면 겉보리가 평균 53.9±2.9°C, 맥주보리가 63.9±1.3°C, 쌀보리가 61.1±3.4°C로서 겉보리가 호화온도가 가장 낮았다. 한편 최고 점도, 15분 후의 점도 및 50°C에서의 점도 평균치를 보면 맥종 또는 품종 간에 있어서 일정한 경향이 없었다. Amylogram 각 측정치 간의 상관관계를 보면 호화온도와 최고 점도와는 $r=0.708$, 15분 후의 점도는 $r=-0.607$ 및 50°C에서의 점도와는 $r=-0.706$ 의 고도의 유의상관이 있었다.

대부분의 전분이 60°C 부근의 온도에서 호화가 일어나기 시작하는데 전분의 종류에 따라서 호화온도가 다른 것은 전분 입자간의 결합력에 차이가 있기 때문으로 생각되고 있다^[18]. 또한 송^[19]은 부정형 전분이 원형 전분에 비하여 전체적으로 호화 개시 온도가 약간 높은 것은 전분립의 크기가 작은 것과 전분립의 결합력이 약하고 전분 입자내의 결정구조도 약한 것에 기인된다고 밝힌 바 있다.

보리에 있어서 수분 흡수력과 펴침성은 쥐반 특성을 결정짓는 가장 중요한 요인들로 생각되고 있다. 맥종별 그리고 품종별 변이를 구명하기 위한 보리쌀의 쥐반 특성을 보면 Table 7과 같다. 즉 수분 흡수력은 맥종

* Ash value=Ash content / Milling rate × 10,000

별로는 결보리가 평균 $255.6 \pm 7.5\%$ 로서 가장 높았으며, 쌀보리 평균 $244.8 \pm 11.8\%$ 와는 5%의 유의적인 차이가 있었으며, 품종별로는 1%의 유의적인 차이가 인정되었다. 이와 같은 유의적인 차이는 맥창용적에서도 볼 수 있었다. 한편 용출고형물량과 보리밥의 백도는 쌀보리가 결보리, 맥주보리에 비하여 훨씬 높았으며 아울러 고도의 유의적인 차이가 인정되었다.

요 약

보리의 종실특성을 구명하고 그 이용성을 검토하기 위하여 결보리 6품종, 맥주보리 4품종 및 쌀보리 6품종을 공시재료로 하여 이를 보리에 대한 이화학적 특성과 취반 및 제분에 관하여 일련의 실험을 수행하였다. 천립중은 맥주보리가 평균 43.4g으로 가장 무거웠고, 종실의 회분 함량은 결보리가 가장 높았다. 아밀로오스 함량은 품종에 따라 17.7~20.2%로 유의적인 차이가 있었다. β -Glucan viscosity는 일반적으로 맥주백이 낮았으며, 품종에 따라 2.16~8.47cSt로서 큰 차이가

있었다. 정백율은 쌀보리가 75.5%로 가장 높았으며, 조곡과 정곡의 단백질 함량은 품종간에 차이가 커다. 제분율은 맥주보리에서 두산 8호, 쌀보리에서 영산보리와 이리 5호가 가장 높았으며 제분평가의 기준이 되는 회분가는 두산 8호, 이리 5호가 가장 좋았다. Amylogram에서 결보리는 맥주보리나 쌀보리에 비하여 호화온도가 낮고 최고 점도와 50°C 에서 점도가 높았다. 취반 특성 중 수분흡수력은 일반적으로 결보리가 높았고 쌀보리가 가장 낮았으며 용출고형물량은 쌀보리가 가장 높았다.

문 현

- 박문웅, 조장환, 김후배 : 보리품종의 amylose 함량, 수분흡수율 및 호화 조건에 관한 연구. 한국작물학회지, 23, 88(1978)
- 김영상, 김복영, 송현숙, 장학길, 박노풍 : 정백율에 따른 물리성 및 취반성에 관한 연구. 농시보고, 23(농기, 농가, 농경), 81(1981)
- 장학길, 김영상, 송현숙, 박노풍, 김재욱 : 이화학적 품질특성과 취반성에 관한 연구. 농시보고, 24(토비, 작보, 군이, 농가), 100(1982)
- Goering, K. J., Eslick, R. F. and DeHaas, R. W. : Barley starch V. A comparison of the properties of waxy compana barley with starches of its parents. Cereal

Table 6. Amylogram characteristics of the tested barley

Cultivar	Initial pasting temp($^{\circ}\text{C}$)*	Peak height (BU)	15-min height (BU)**	Height at 50°C (BU)***
Coverd Olbori barley	55.8	1,315	630	1,030
Chogang	52.8	1,260	715	1,450
Milyang 6	58.0	1,035	630	1,260
Bekyoung	55.0	1,150	715	1,365
Suwon 210	49.8	1,260	855	1,635
Milyang 22	52.0	1,160	720	1,410
Average	53.9 ± 2.9	$1,197 \pm 103$	711 ± 87	$1,358 \pm 200$
Malting Sachun barley	664.8	1,065	695	1,280
Doosan 8	63.3	1,075	730	1,250
Golden melon	64.8	980	635	1,080
Betzes	62.5	1,140	710	1,225
Average	63.9 ± 1.3	$1,065 \pm 62$	692 ± 40	$1,209 \pm 98$
Naked Youngsan barley	65.5	995	555	980
Bekdong	58.0	1,045	615	1,110
Mokpo 51	64.0	990	645	1,085
Iri 4	58.0	1,210	725	1,220
Iri 5	58.0	935	580	995
Iri 6	63.3	1,105	640	1,120
Average	61.1 ± 3.4	$1,047 \pm 96$	627 ± 61	$1,085 \pm 91$
L.S.D	5%	1.9	73	77
	1%	2.6	101	106
				159

* Temperature at which the initial increase in viscosity by 10 BU

** Viscosity at the end of the 15-min period of holding at 95°C

*** Viscosity at 50°C during the cooling cycle

Table 7. Cooking properties of the pearled barley

Cultivar	Water abs. %	Soluble solid, %	Expan- sibility, %	Whiteness of cooked barley
Coverd Olbori barley	261.6	5.8	456	42.5
Chogang	252.5	4.8	449	42.8
Milyang 6	245.6	4.9	417	43.5
Bekyoung	249.2	5.7	417	44.0
Suwon 210	262.6	4.8	438	42.0
Milyang 22	262.1	4.1	42.0	
Average	255.6 ± 7.5	5.0 ± 0.6	436 ± 16	43.0 ± 0.8
Malting Sachun 6 barley	253.3	5.8	431	41.0
Doosan 8	245.9	4.1	449	43.5
Golden melon	258.6	5.9	438	40.0
Betzes	248.3	5.1	417	43.0
Average	251.5 ± 7.2	5.2 ± 0.8	434 ± 13	41.9 ± 1.5
Naked Youngsan barley	254.8	6.3	426	44.0
Bekdong	245.5	5.9	426	47.0
Mokpo 51	239.0	6.4	405	44.0
Iri 4	250.6	6.4	441	45.3
Iri 5	255.0	6.7	441	44.5
Iri 6	223.9	5.0	389	44.5
Average	244.8 ± 11.8	6.1 ± 0.6	421 ± 20	44.9 ± 1.1
L.S.D	5%	9.7	0.8	13
	1%	13.4	1.1	18
				1.3

- Chem.*, **50**, 322(1973)
5. Bean, M. M., Esser, C. A. and Nishitaa, K. D. : Some physicochemical and food application characteristics of California waxy rice varieties. *Cereal Chem.*, **61**, 475 (1984)
 6. 최인숙, 이서래 : 지방질성분이 보리가루의 amylograph 특성에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **16**, 99 (1984)
 7. Chung, T. Y. : Isolation, description, inheritance, associated traits and possible uses of three barley (*Hordeum vulgare L.*) starch mutants. *Ph. D. Thesis.*, Montana State University(1982)
 8. Fox, G. J. : The effect of the waxy endosperm, shorts awn, and hulless seed genes upon biochemical and physiological seed characteristics important in barley (*Hordeum vulgare L.*) utilization. *Ph. D. Thesis.*, Montana State University(1981)
 9. 김남수, 석호문, 남영중 : 국내산 조전분의 이화학적 특성. *한국식품과학회지*, **19**, 245(1987)
 10. American Association of Cereal Chemists : Cereal laboratory methods. St. Paul, Minnesota, U.S.A.(1983)
 11. Williams, P. C., Kuzima, F. D. and Hiynka, I. : A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem.*, **47**, 411(1970)
 12. 정동희 : 보리의 Beta-Glucan viscosity 측정방법 및 변이에 관한 연구. 전남대학교대학원 석사논문(1984)
 13. Medcalf, D. F. and Gilles, K. A. : Effect of a lyotropic ion series on the pasting characteristics of wheat and corn starch. *Staerke*, **18**, 101(1966)
 14. Shinjiro, C., Endo, I. and Tani, T. : Qualities of rices by early seasonal cultivation or early sowing depend upon rice varieties and growing regions. II. Cooking qualities of rice grains. *Report of the Food Research Institute*, Tokyo, Japan, **20**, 13(1965)
 15. 이홍석, 이영호, 김영래 : 보리의 품질 및 식미개선에 관한 연구. *과학기술처 연구보고서*, R-76-37(1976)
 16. 김용휘, 김형수 : 보리전분의 특성에 관한 연구. I. 보리전분의 입경분포, amylose 함량, blue value에 대하여. *한국식품과학회지*, **6**, 30(1974)
 17. 최홍식, 권태완, 김희갑, 김동원 : 쌀보리 단독제분 및 혼합제분 방법에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **17**, 99(1984)
 18. 송현숙 : 보리에서 육성된 몇 가지 전분 isogenic lines의 이화학적 및 이용적 특성 비교. 서울대학교대학원 석사논문(1988)

(1994년 7월 12일 접수)