

찰성과 메성 쌀보리 전분의 이화학적 특성

김영수* · 이영택¹ · 석호문²

전북대학교 식품공학과 (농업과학기술연구소), ¹경원대학교 식품생물공학과, ²한국식품개발연구원

초 록 : 국내산 쌀보리중 β -glucan 함량이 비슷한 메성(무등) 및 찰성(찰쌀)보리를 선별한 후 이들 보리로부터 전분을 추출하여 이화학적 특성 및 호화 특성을 조사하였다. 전분입자의 크기는 0.1~30 μm 범위였고, 무등쌀보리가 찰쌀보리보다 전분입자가 다소 큰 것으로 나타났다. SEM에 의한 전분입자의 표면형태를 관찰한 결과 두 전분 모두 원형의 납작한 렌즈형태를 가진 작고 큰 전분입자들로 구성되어 있었고 형태학적으로 큰 차이는 없었다. 물결합력, 팽윤력, 용해도는 찰쌀보리 전분이 무등쌀보리 전분보다 높은 값을 나타냈다. 아밀로그래프에 의한 호화 특성중 호화개시온도는 무등쌀보리가 84°C로 찰쌀보리의 61.5°C보다 크게 높았다. 최고점도는 무등쌀보리가 535 BU로 찰쌀보리의 1,510 BU보다 크게 낮았으나 50°C에서의 점도는 무등쌀보리가 1030 BU로 찰쌀보리(620 BU)보다 높게 나타나 메성과 찰성전분사이에 아밀로그래프상의 호화특성에 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. DSC로 측정된 두 시료의 T_0 값은 57.0°C로 같은 값을 나타냈으나, T_p 값은 무등쌀보리가 60.6°C로 찰쌀보리의 62.2°C보다 낮은 값을 나타냈다. 엔탈피의 경우, 찰쌀보리가 13.09 J/g으로 무등쌀보리의 7.94 J/g보다 현저하게 높은 값을 나타냈다. (1999년 6월 17일 접수, 1999년 7월 30일 수리)

서 론

보리는 성숙후에도 껍질이 종실에서 밀착하여 분리되지 않는 겉보리와 성숙후 껍질이 종실에서 잘 분리되는 쌀보리로 나누어지며 쌀보리는 다시 구성전분의 아밀로오스와 아밀로펙틴의 비율에 따라 찰성과 메성 보리로 구분된다. 메보리에 찰보리 인자를 도입한 찰성보리는 아밀로오스 함량이 낮고 보리밥 맛 및 취반특성이 개선되어 식용보리로서 크게 각광을 받고 있다. 보리에는 주성분으로서 전분이 65%정도를 차지하지만 그 밖에도 수용성 식이섬유의 일종인 β -glucan [mixed-linked(1-3), (1-4)- β -D-glucan]이 3~11% 정도 존재¹⁾하는데 쌀의 50배, 밀의 7배 이상 함유되어 있다.

이와같은 보리는 1970년대만 하더라도 쌀과 더불어 우리 민족의 주식으로서 큰 몫을 차지하였고 농가소득증대는 물론 농지이용률 제고에도 크게 기여하여 왔으나, 최근에는 경제성장과 국민식생활 구조의 변화로 그 소비량이 줄어들고 있는 실정이다. 다행히 최근들어 β -glucan은 혈중 콜레스테롤의 저하 및 혈당의 감소^{2,3)}를 비롯하여 여러 가지 다양한 생리적인 기능을 가지는 것으로 밝혀져 점차 보리에 대한 관심이 높아져 가고 있다. 또한 β -glucan은 이와같은 영양생리적 특성외에도 물결합력 등의 물리적 성질 및 물성에도 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.⁴⁾ 뿐만 아니라 찰성보리는 메성보리에 비해 취반이 용이할 뿐 아니라 그밖의 가공적성에도 메성과 찰성보리 사이에는 차이가 큰 것으로 알려져 있으나 이와같은 차이가 단순히 보리전분의 아밀로오스와 아밀로펙틴의 구성비율만에 의한 것인지에 대해서는 명확히 밝혀져 있지 않다.

보리에 관한 그동안의 연구로서는 보리중에 함유되어 있는 영양성분들의 함량,⁵⁾ 보리의 취반특성,⁶⁾ 보리를 이용한 가공식

품의 개발^{7,8)} 등이 있고, 그밖에도 보리에서 추출한 전분에 대한 연구로서 전분의 입자크기별 이화학적 성질,⁹⁾ 수분-열처리에 의한 이화학적 성질,¹⁰⁾ 쌀보리전분의 이화학적 성질¹¹⁾ 등이 보고되어 있다. 한편, 보리의 β -glucan은 수용액 상태에서 점도가 높기 때문에 식품첨가시에 점증제로서 상업적 가치를 가지고 있는 것으로 제시되었으며, 쌀보리로부터 추출한 β -glucan이 밀전분의 호화에 의한 점도증가에 높은 상승효과를 나타내 전분과의 상호작용이 매우 큰 것으로 연구된 바 있다.

따라서 본 연구에서는 찰성과 메성보리의 가공시 일어나는 물성차이의 원인을 구명하기 위하여 일차적으로 여러 품종의 국내산 쌀보리중 β -glucan 함량이 유사한 메성 쌀보리와 찰성 쌀보리 각각 한 품종씩을 선별한 다음 이들 보리로부터 전분을 추출하여 이화학적 특성 및 호화특성을 비교, 분석하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 쌀보리 시료는 메성인 무등쌀보리와 찰성인 찰쌀보리로 농촌진흥청으로부터 구입하였다. 이들 두 쌀보리는 전라남도에서 1996년 재배, 수확되었으며, 비슷한 함량의 β -glucan을 함유한 것으로 예비실험을 통하여 선별하였다. 이들 시료는 선별, 정선한 후 증류수로 수세하여 사용하였다.

보리전분의 추출 및 정제

보리전분의 추출 및 정제는 MacGregor방법¹²⁾을 사용하였다. 즉, 0.02 M acetate buffer (pH 6.5)에 HgCl_2 를 0.01 M되게 첨가한 용액에 세척한 보리를 20°C에서 24시간 동안 침지하였다. 침지한 보리는 증류수로 4~5회 수세한 후 믹서기를 사용하여 마쇄하였고, 얻어진 마쇄용액을 100과 200 mesh의 체를 사용하여 sieving하였다. 체에 남은 잔사는 믹서기를 사용하여

찾는말 : 찰성보리, 쌀보리, 보리전분, 베타 글루칸
*연락처자

재마쇄한 후 sieving을 하고 위에서 얻어진 액과 합하여 일정 시간 방치한 다음 여액을 버리고 증류수를 가하는 과정을 3번 반복하였다. 침전된 조전분은 5000×g에서 10분간 원심분리를 한후 상정액을 버리고 전분유액의 1/8(v/v)에 상당하는 toluene을 가하여 진탕기에서 200 rpm의 속도로 8시간 동안 진탕하였다. 진탕한 전분유액을 원심분리한 후 상정액을 버리고 toluene을 가하는 조작을 1회 더 반복하였다. 원심분리하여 toluene을 제거한 전분에 증류수를 가하고 현탁시킨 후 원심분리하였고 이 과정은 최소 10회이상 반복하였다. 이렇게하여 얻어진 전분을 실온에서 2일 동안 건조한 후 유발을 사용하여 조심스럽게 분쇄한 다음 60 mesh 체를 통과시켜 플라스틱 시료통에 밀봉하여 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

전분 입자의 이화학적 특성

전분의 일반성분으로서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분은 AACC법¹³⁾에 따라 측정하였으며, 아밀로오스 함량은 Williams 등¹⁴⁾의 방법에 따라 측정하였다. 전분의 물결합능력은 Medcalf와 Gilles¹⁵⁾의 방법, 팽윤력과 용해도는 Schoch와 Maywald¹⁶⁾의 방법에 따라 측정하였다.

전분의 입자크기분포도 측정

전분의 입자크기분포는 particle size analyser(CILAS model 1064L, France)를 사용하여 측정하였다.

전분입자의 표면형태

전분입자의 표면형태는 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, Hitachi Model S-2380N, Japan)으로 1000배 확대하여 관찰, 비교하였다.

아밀로그래프

전분의 아밀로그래프에 의한 호화양상은 Medcalf와 Gilles¹⁵⁾의 방법에 준하였다. 즉, Brabender Visco Amylograph를 사용하여 전분시료용액(8%, 건물량기준) 450 g을 amylograph bowl에 넣은 다음 30°C부터 94.5°C까지 1.5°C/min의 속도로 가열하고 94.5°C에서 15분간 유지시킨 후 다시 1.5°C/min의 속도로 50°C까지 냉각시켰다. 이와같이 하여 얻은 아밀로그래프로부터 점도측정치치를 구하였다.

Differential scanning calorimetry

전분의 DSC측정은 Unix Operating System을 부착한 Perkin-Elmer Differential Scanning Calorimeter-7을 사용하였고 Kim 등¹⁷⁾의 방법에 준하였다. 즉, 3~3.5 mg(건물량기준)의 전분을 aluminium sample pan에 취하고 여기에 70%의 수분함량이 되게 증류수를 가하여 밀봉한 다음 1시간동안 실온에 방치한 후 10°C/min의 속도로 30°C부터 140°C까지 가열하여 흡열peak를 얻었다. Reference로는 빈 sample pan을 사용하였다. 흡열peak로부터 호화개시온도(To), 호화정점온도(Tp) 및 호화엔탈피(ΔH)를 구하였다.

결과 및 고찰

Table 1. Proximate composition and water binding capacity of starches from waxy and non-waxy hull-less barleys

Characteristics	Mudeung	Chalssal
Moisture(%)	9.92	11.76
Protein(N×6.25)	0.07	0.02
Lipid(%)	0.20	0.05
Ash(%)	1.00	0.05
Amylose(%)	24.82	3.40
Water Binding Capacity(%)	83.53	97.13

전분의 일반성분

메성 및 찰성 쌀보리 전분의 일반성분 함량은 Table 1에 나타난 바와 같이 무등쌀보리가 수분 9.92%, 지방 0.20%, 단백질 0.07%, 회분 1.00%였고, 찰쌀보리가 수분 11.76%, 지방 0.11%, 단백질 0.02%, 회분 0.05%로 메성과 찰성 쌀보리 전분간에 차이를 보였으며, 특히 찰쌀보리가 무등쌀보리에 비해 지방, 단백질, 회분의 양이 현저히 적은 것으로 나타났다. 이 결과는 Song과 Shin¹¹⁾이 보고한 결과와 비슷한 경향을 보였으나, 단백질의 값에 있어서는 본 연구의 결과가 더 낮은 값을 나타내 더욱 잘 정제된 전분을 얻었음을 시사하였다. 한편, 아밀로오스함량은 무등쌀보리가 24.82%, 찰쌀보리가 3.40%로 Song과 Shin¹¹⁾이 보고한 값(29.2%와 4.3%) 보다는 약간 낮았으나 전형적인 메성과 찰성보리의 아밀로오스함량 값을 나타내었다.

입자크기 분포 및 형태

쌀보리전분의 입자크기(Fig. 1)는 0.1~30 μm범위에 속했으며, 대소 두 집단의 입자크기로 구성되어 있었다. 즉, 8 μm이하의 소립자와 그 이상의 크기를 가진 대립자로 구분되었으며, 8 μm이하의 소립자는 약 16%를 차지하였다. 특히 찰쌀보리는 0.1~4 μm범위에서 무등쌀보리보다 3.6%나 많은 양의 소립자를 함유하였다. 이 범위의 전분입자에서 특이할 만한 것은 6.1 μm에서 8 μm사이의 전분입자가 매우 적어 무등쌀보리는 2.1%를, 찰쌀보리는 0%를 차지하여 무등쌀보리가 찰쌀보리보다 소립자 중에서도 크기가 큰 소립자로 구성되어 있음을 알 수 있었다. 10 μm이상의 대립자의 경우, 두 시료는 비슷한 분포의 경향을 보였으나, 무등쌀보리는 10~18 μm의 범위에서 찰쌀보리보다 약 8% 낮은 입자분포도를 보였고 18 μm이상의 범위에서는 무등쌀보리가 약 8% 높은 입자분포도를 보여 무

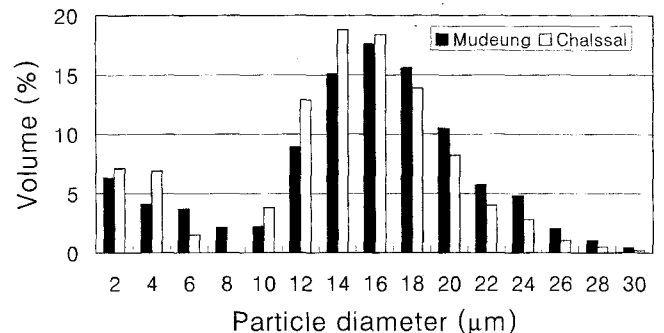


Fig. 1. Particle size distribution of barley starches. Mudeung(■); Chalssal(□).

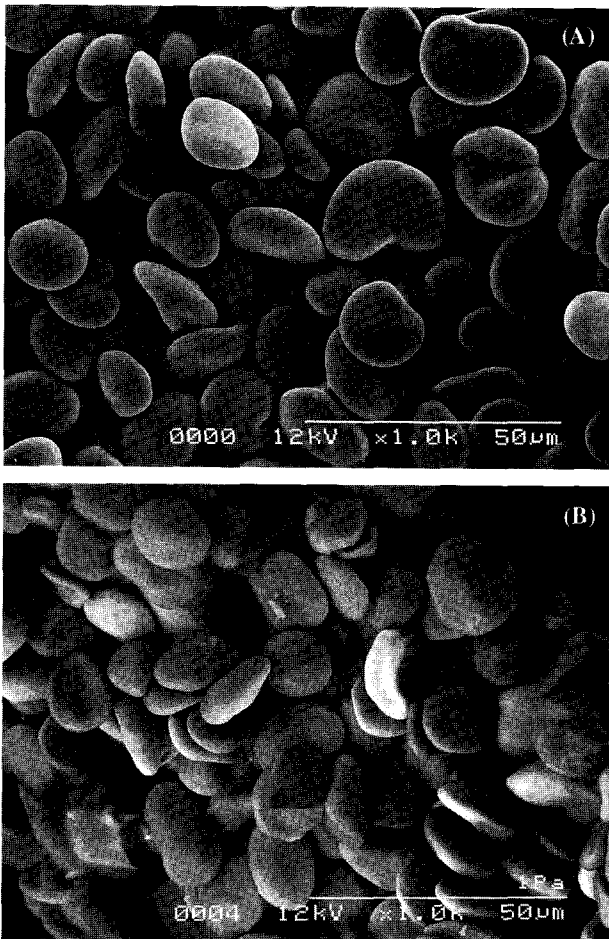


Fig. 2. Scanning electron microscopy of barley starches. (A) Mudeung; (B) Chalssal.

등쌀보리가 찰쌀보리보다 다소 큰 전분입자로 구성되어 있는 것으로 나타났다. 또한, 무등쌀보리의 전분입자는 90% 이상이 22 μm 이하의 입자를 함유하였고, 찰쌀보리는 20 μm 이하의 입자를 함유하였다.

본 연구에서 얻어진 두 보리전분의 입자분포에 대한 결과는 기존에 보고된 결과들과 비슷한 경향을 나타냈다. MacGregor와 Morgan¹⁸⁾은 보리전분은 5 μm 이하의 입자와 10~20 μm 사이의 전분 입자의 두 그룹으로 분류되며, 주를 이루는 입자크기는 10~20 μm 사이의 전분 입자로 무게를 기준으로 할 때 약 90%를 차지하지만 입자 수로는 10%에 불과하다고 한 점을 미루어 볼 때 본 시험의 경우 5 μm 이하의 미세 소립자들은 상당수 전분의 분리정제시 유실되어진 때문으로 사료된다. Vasanthan과 Bhatt¹⁹⁾에 의하면 보리전분은 소립과 대립 전분 입자의 두 그룹으로 분류되며, 그들의 이화학적 성질에 있어서도 차이를 보인다. Morrison과 Scott²⁰⁾은 아밀로오스 함량이 높은 보리는 더 많은 소립전분을 함유하며, 따라서 찰쌀보리보다는 메성보리가 더 많은 소립전분을 함유한다고 보고하였다. 또한, Oh⁹⁾은 새쌀, 늘쌀, 무등쌀보리 전분의 입자크기 분포가 3~34 μm 범위로 16~24 μm 크기의 입자가 가장 많이 분포하고 있으며, 무등쌀보리는 11~20 μm 크기의 입자가 약 73%를 차지하였다고 보고하여 본 실험결과(약 68%)와 약 5%의 차이를

Table 2. Swelling power and solubility of starches from waxy and non-waxy hull-less barleys

Temp.(°C)	Mudeung		Chalssal	
	swelling power	solubility	swelling power	solubility
50	2.42	0.97	2.83	0.97
60	6.08	1.27	9.10	1.08
70	7.73	4.25	17.43	4.77
80	9.49	13.62	23.50	18.45
90	13.49	24.38	36.29	30.07

보였다.

이들 전분입자의 표면형태를 SEM을 사용하여 관찰(Fig. 2)한 결과 두 전분 모두 타원형 내지 원형의 납작한 렌즈(lens) 형태를 가진 작고 큰 전분입자들로 구성되어 있었으나 형태학적으로는 큰 차이가 없었다. 또한, 작고 큰 전분입자의 표면은 모두 매끄럽게 보여 전분의 추출시 손상을 입지 않은 것으로 나타났다.

물결합력, 팽윤력과 용해도

분리전분의 물결합력은 무등쌀보리가 83.53%로 찰쌀보리의 97.13%보다 약 14%가량 낮았다(Table 1). 무등쌀보리 전분의 낮은 물결합력은 무등쌀보리 전분의 높은 아밀로오스 함량에 기인되며, 직쇄상의 아밀로오스 분자에 hydrogen bond의 형성으로 물과 결합할 hydroxyl group이 그만큼 더 적어지기 때문으로 해석된다.²¹⁾ 즉 전분의 물결합력은 전분구조(분자의 배열, 무정형과 결정형 영역) 및 전분의 조성(아밀로오스와 아밀로펙틴) 차이에 기인된다.

50°C에서 90°C까지 조사한 보리전분의 팽윤력(Table 2)의 경우, 무등쌀보리 전분은 50°C에서 80°C까지 온도가 증가함에 따라 완만한 증가를 보이다가 80°C 이상에서는 급격한 증가를 보인 반면, 찰쌀보리는 50°C에서 90°C의 전체 온도영역에서 급격한 증가를 보였다. Tester와 Morrison²²⁾에 의하면 팽윤력은 주로 아밀로펙틴의 작용에 의하여 크게 영향을 받지만 아밀로오스 함량에 의해서는 저해를 받는다.

보리전분의 용해도와 온도 관계(Table 2)는 두 전분 모두 50°C~70°C 사이에서 완만하게 증가하다가 그 이상의 온도범위에서는 급격하게 증가하는 경향을 보였으며, 증가의 정도는 찰쌀보리가 무등쌀보리보다 더 큰 것으로 나타났다. 이 결과는 Song과 Shin¹¹⁾이 보고한 결과와 비슷한 경향을 보였는데, 그들은 찰쌀보리의 전분입자의 결합력이 약하기 때문이라고 보고하였다. 그러나, Lorenz²³⁾는 보리전분의 용해도는 온도의 증가에 따라서 아밀로오스가 용출되어 나오기 때문에 전분의 아밀로오스 함량에 비례한다고 주장하여 본 연구 결과와는 상이하였다.

아밀로그래프에 의한 호화

아밀로그래프에 의한 2품종 쌀보리 전분의 호화특성(Fig. 3)은 현저한 차이를 보였다. 즉, 호화개시온도는 무등쌀보리가 84°C로 찰쌀보리의 61.5°C보다 크게 높아 전분입자가 팽윤에 저항성이 강한 것으로 나타났으며, 이는 팽윤력의 결과를 뒷받침하였다. 즉, 팽윤력이 높은 전분입자는 전분과 물의 현탁액

Table 3. Amylograph characteristics of starches from waxy and non-waxy hull-less barleys

Starches	P.T.(°C)	P.V.(BU) ^b	Viscosity at 95°C(BU)	Viscosity at 50°C(BU)
Mudeung	84.0	535	480	1030
Chalssal	61.5	1510	560	620

^aValues obtained using 8% starch(d.b.) and averaged over two determinations.

^bBrabender Units.

P.T.: initial pasting temperature; P.V.: peak viscosity.

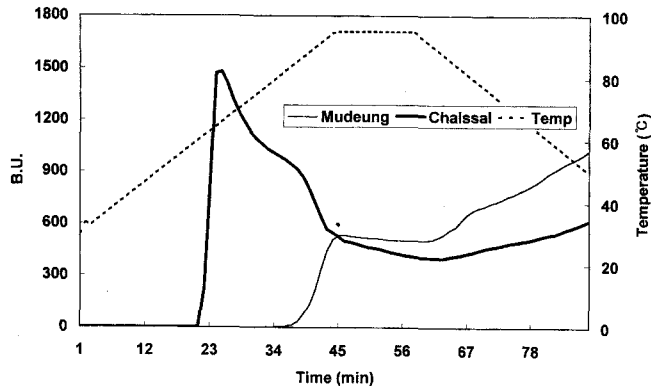


Fig. 3. Pasting properties of barley starches by Viscoamylograph.

에서 많은 부피를 점유하게 되어 입자들 사이의 간격이 매우 좁아지게 되기 때문에 전분입자들 사이에 마찰이 심하게 되고, 계속적인 팽윤력의 증가로 인하여 전분입자는 아밀로그래프에 의해 작동되는 전단력에 쉽게 파괴되기 때문이다. 또한, 전분의 호화개시온도는 아밀로오스함량의 차이, 전분입자의 크기 분포 차이 및 아밀로펙틴의 분자구조의 차이에 기인하는 것으로 알려져 있다.²⁴⁾ Jane 등²⁵⁾은 아밀로펙틴의 긴 가지사슬이 호화개시온도에 영향을 주며 이들의 양이 적을수록 호화개시온도가 낮아지고 팽윤력이 더 커진다고 보고하였다.

찰성보리인 찰쌀보리 전분은 가열온도 영역인 66°C에서 최고점도에 도달한 후 급속한 감소를 보였고, 95°C 유지영역에서는 완만한 감소를 보이다가 50°C로의 냉각영역에서는 점진적으로 완만한 점도의 증가를 보였다. 이에 반하여, 메성보리인 무등쌀보리 전분은 온도 및 시간의 증가에 따라 점진적인 점도의 증가를 보인 다음 50°C로의 냉각영역에서는 꾸준한 증가를 보였고 그 정도는 찰쌀보리보다 더욱 심한 것으로 나타났다. 최고점도는 무등쌀보리가 535 BU로 찰쌀보리의 1,510 BU보다 크게 낮았으며, 50°C에서의 점도는 무등쌀보리가 1,030 BU로 찰쌀보리의 620 BU보다 높게 나타나 메성과 찰성전분 사이에 아밀로그래프상의 호화특성에 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 차이는 두 전분의 팽윤력에 의해서도 알 수 있는 것처럼 팽윤력이 큰 찰성쌀보리 전분입자는 최고점도에 쉽게 도달하지만 입자내의 intermolecular force가 약하여 온도가 증가하는 동안에 계속 작용하고 있는 전단력에 더욱 민감하기 때문에 쉽게 부서지게 되며, 냉각과정에서도 아밀로오스 함량이 적기 때문에 set back의 정도가 낮은 것으로 사료되었다.

DSC에 의한 호화

Table 4. DSC characteristics of starches from waxy and non-waxy hull-less barleys

Starches	Transition temperatures (°C) ^a		$\Delta H(J/g)$ ^b
	To	Tp	
Mudeung	57.0 ± 0.08	60.6 ± 0.16	7.9 ± 0.22
Chalssal	57.0 ± 0.21	62.2 ± 0.12	13.1 ± 0.08

^aTransition temperatures: To (onset); Tp (peak).

^bEnthalpy of gelatinization.

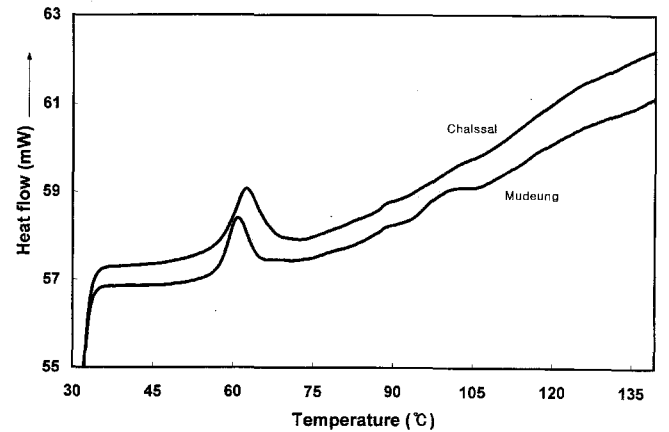


Fig. 4. DSC thermograms of barley starches.

DSC에 의한 보리전분의 열적 호화특성은 Table 4 및 Fig. 4에 나타나 있다. Fig. 4에서 보는 것처럼 이들의 DSC 커브는 90°C 이하에서는 예리한 단일피크로 나타났으나 무등쌀보리의 경우, 약 100°C 부근에서 2차 피크로 보이는 작고 완만한 커브를 나타냈다. 이는 아밀로오스-지방 복합체에 의한 피크로 사료되나 지방의 양이 적었기 때문에 정확한 데이터를 얻을 수 없었다. 또한, DSC에 의해 나타난 호화성질은 아밀로그래프에 의한 호화성질과는 달리 To 및 Tp의 값이 두 전분사이에 큰 차이를 보이지 않았다. 즉, 두 시료의 To값은 57.0°C로 같은 값을 나타냈으나, Tp값은 무등쌀보리가 60.6°C로 찰쌀보리의 62.2°C보다 낮은 값을 나타냈다. 이는 전분입자의 결정형 및 무정형 영역의 구조적인 차이에 기인하는 것으로 찰성인 찰쌀보리가 많은 양의 결정형 영역을 가져 구조적인 안정성을 부여하기 때문^{26,28)}인 것으로 해석된다.

엔탈피의 경우, 찰쌀보리가 13.09 J/g으로 무등쌀보리의 7.94 J/g보다 현저하게 높은 값을 나타냈다. DSC에 의한 전분의 호화는 아밀로오스보다는 아밀로펙틴에 의해 일어나는 것으로 알려져 있으며, 아밀로펙틴은 결정형 영역을 이루는데 일차적으로 관여한다.^{29,30)} 따라서 거의 아밀로펙틴만으로 구성되어 있는 찰쌀보리 전분입자는 상대적으로 높은 함량의 아밀로오스를 함유하는 메성보리 전분입자와는 다른 결정형-무정형의 구조관계를 갖게 되며, 결정형 영역이 많이 함유되어 있기 때문에 전분입자내의 intermolecular bond를 파괴하기 위해 더 많은 에너지를 요하기 때문인 것으로 사료되었다.

참 고 문 헌

1. Newman, R. K., Newman, C. W. and Graham, H (1989) The

- hypocholesterolemic function of barley β -glucan. *Cereal Food World* **34**, 883-886.
2. Prentice, N., Bable, S. and Faber, S. (1980) Enzymatic analysis of β -D-glucans in cereal grains. *Cereal Chem.* **57**, 198-202.
 3. Ranhotra, G. S., Gelroth, J. A., Astroth, K., and Batty, R. S. (1991) Relative lipidemic responses in rats fed barley and oat meals and their fractions. *Cereal Chem.* **68**, 548-551.
 4. Kim, M.I., Cha, H.S. and Kim, S. J. (1993) Studies on rheological characterization of β -glucan [mixed-linked (1-3),(1-4)- β -D-glucan]. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **25**, 15-21.
 5. Jung, E. Y., Yum, C. A., Kim, S. K. and Jung, M. S. (1987) The chemical composition of pearled, cutted and pressed barleys. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **19**, 290-294.
 6. Chang, H. G. and Jung, I. H. (1994) The physicochemical properties and cooking qualities of barley. *J. Kor. Soc. Food Nutr.* **23**, 816-821.
 7. Bhatti, R. S. (1986) Physicochemical and functional (bread-making) properties of hull-less barley fractions. *Cereal Chem.* **63**, 31-35.
 8. Berglund, P. T., Fastnaught, C. E. and Holm, E. T. (1992) Food uses of waxy hull-less barley. *Cereal Food World* **37**, 687-714.
 9. Oh, K. S., Kang, K. J., Kim, K. and Kim, S. K. (1992) Physicochemical properties of large and small granules of naked barley starches. *J. Kor. Agric. Chem. Soc.* **35**, 10-13.
 10. Kang, K. J., Park, Y. K., Lho, I. H., Kim, K. and Kim, S. K. (1987) Modification of physicochemical properties of naked barley starch by heat-moisture treatment. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **19**, 97-101.
 11. Song, E. and Shin, M. S. (1991) Physicochemical properties of naked barley starches. *J. Kor. Agric. Chem. Soc.* **34**, 94-101.
 12. MacGregor, A. W. (1979) Isolation of large and small granules of barley starch and a study of factors influencing the adsorption of barley malt α -amylase by these granules. *Cereal Chem.* **56**, 430-434.
 13. American Association of Cereal Chemists.: Approved Methods of the AACC. Method 46-13. Approved October 1976; revised October 1982, revised October 1986. The Association: St. Paul, MN. 1983.
 14. Williams, P. C., Kuzina, F. D. and Hlynka, I. (1970) A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem.* **47**, 411-420.
 15. Medcalf, D. G. and Gill, K. A. (1965) Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.* **42**, 558-568.
 16. Schoch, T. J. and Maywald, E. C. (1968) Preparation and properties of various legume starches. *Cereal Chem.* **45**, 564-573.
 17. Kim, Y. S., Wiesenborn, D. P., Orr, P. H. and Grant, L. A. (1995) Screening potato starch or novel properties using differential scanning calorimetry. *J. Sci. Food Agr.* **60**, 1060-1065.
 18. MacGregor, A. W. and Morgan, J. E. (1984) Structure of amylopectins isolated from large and small starch granules of normal and waxy barley. *Cereal Chem.* **61**, 222-228.
 19. Vasanthan, T. and Bhatti, R. S. (1995) Starch purification after pin milling and air classification of waxy, normal, and high amylose barleys. *Cereal Chem.* **72**, 379-384.
 20. Morrison, W. and Scott, D. C. (1986) Measurement of the dimensions of wheat starch granule populations using a coulter counter with 100 channel analyzer. *J. Cereal Sci.* **4**, 13-20.
 21. Wootton, M. and Bamunuarachchi, A. (1978) Water binding capacity of commercial produced native and modified starches. *Starch/Starke* **30**, 306-309.
 22. Tester, R. F. and Morrison, W. R. (1990) Swelling and gelatinization of cereal starches. I. Effects of amylopectin, amylose, and lipids. *Cereal Chem.* **67**, 551-557.
 23. Lorenz, K. (1995) Physicochemical characteristics and functional properties of starch from a high β -glucan waxy barley. *Starch/Starke* **47**, 14-18.
 24. Hoover, R. and Vasanthan, T. (1994) The flow properties of native, heat-moisture treated and annealed starches from wheat, oat, potato and lentil. *J. Food Biochem.* **17**, 303-325.
 25. Jane, J. -L., Shen, L. and Aguilar, F. (1992) Characterization of peji-baye starch. *Cereal Chem.* **69**, 96-100.
 26. Barichello, V., Yada, R. Y., Coffin, R. H. and Stanley, D. W. (1990) Low temperature sweetening in susceptible and resistant potatoes: Starch structure and composition. *J. Food Sci.* **55**, 1054-1059.
 27. Hoover, R. and Sosulski, F. (1985) Studies on the functional characteristics and digestibility of starch from *Phaseolus vulgaris* biotypes. *Starch/Starke* **37**, 181-191.
 28. Leszkowiat, M. J., Yada, R. Y., Coffin, R. H. and Stanley, D. W. (1990) Starch gelatinization in cold temperature sweetening resistant potatoes. *J. Food Sci.* **55**, 1338-1340.
 29. Robin, J. P., Mercier, C., Charbonniere, R. and Guilbot, A. (1974) Linterized starches. gel titration and enzymatic studied of insoluble residue from prolonged acid treatment of potato starch. *Starch/Starke* **27**, 36-41.
 30. Stevens, D. J. and Elton, G. A. H. (1971) Thermal properties of the starch water system. Part I. Measurement of heat of gelatinization by differential scanning calorimetry. *Starch/Starke* **23**, 8-11.

Physicochemical Properties of Starches from Waxy and Non-waxy Hull-less Barleys

Young-Soo Kim*, Young-Tack Lee¹ and Ho-Moon Seog². (*Department of Food Sci. and Technology, Chonbuk National University; ¹Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University; ²Korea Food Research Institute*)

Abstract : The starches were isolated from normal (Mudeung) and waxy (Chalssal) hull-less barleys which contained similar contents of β -glucan and amylose. Their water binding capacity, swelling power and solubility were analyzed. Scanning electron microscopy showed most starch granules had predominant lense shape granules. The particle size of starch granules was in the range of 0.1~30 μ m. The higher pasting temperature was found for Mudeung(84°C) than for Chalssal(61.5°C). However, Mudeung barley had a lower peak viscosity(535 BU) than that of Chalssal(1,510 BU). Differential scanning calorimetry analysis showed that T_o and T_p for two starches were 57.0, 60.6°C for Mudeung, and were 57.0 and 62.2°C for Chalssal, respectively. Enthalpy changes were 7.9 and 13.2 J/g for Mudeung and Chalssal, respectively.

Key words : waxy barley, hull-less barley, barley starch, β -glucan

*Corresponding author