

수분-열처리에 따른 쌀보리 전분의 물리화학적 성질

강길진 · 박양균 · 노일환 · 김관 · 김성곤*

진남대학교 식품가공학과, *단국대학교 식품영양학과

Modification of Physicochemical Properties of Naked Barley Starch by Heat-Moisture Treatment

Kil-Jin Kang, Yang-Kyun Park, Il-Hwan Lho, Kwan Kim and Sung-Kon Kim*

Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, Kwangju

* Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul

Abstract

Physicochemical properties of heat moisture (18, 21, 24 and 27%) treated naked barley (*Youngsanbori*) starch indicated that crystallinity of the starch was decreased upon treatment and water-binding capacity drastically increased as the moisture level increased. The swelling power was decreased, but the solubility increased by heat-moisture treatment. Apparent viscosity in aqueous sodium hydroxide solution was repressed as moisture-treatment level increased. Amylograph hot paste viscosities were decreased upon treatment except initial pasting temperature.

서론

보리는 쌀 다음가는 중요한 식량자원이나 국민생활 수준의 향상과 식생활 습관의 변천에 따라 지금까지의 입식(粒食) 형태 소비를 저해하고 있어 그 생산량이 감소추세(1)에 있다. 이에 보리가공 식품을 개발 보급하여 수요를 증진시키기 위해 보다 많은 연구가 정신했어 요구되고 있다.

보리에 관한 연구로는 국내에서 김(2)·김(3)·김(4), 문(5) 및 성분(6-11), 보리가공 식품(12-14)에 관한 연구가 보고되어 있고, 그 밖의 보리 전분에 대한 연구(15-21)가 있다. 보리 전분의 수분-열처리(16)에 관하여는 Lorenz와 Kulp(22)에 의해 일부 연구가 있을 뿐이다.

본 연구에서는 쌀 보리 전분을 수분-열처리하고 이에 따른 물리화학적 특성을 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용한 쌀보리 품종은 1985년도에 수확된 영산보리이며 전라남도 농산물원종장에서 분양받아 사용하였다. 전분은 Yamamoto 등(23)의 알칼리 침지법에 의해 분리하였으며, 정제된 전분은 수분 10.80%, 조지방 0.03% 및 회분 0.03%이었다. 전분의 수분-열처리는 Sair(24)의 방법에 따라 수분함량 18, 21, 24 및

27%로 조절한 다음 100°C에서 16시간 처리하였다.

X-선 회절도

전분의 X-선 회절도는 X-선 회절기(Rigaku Co., Japan)를 사용하여 조사하였다.

물 결합능력

전분의 물 결합능력은 Medcalf와 Gilles(25)의 방법에 따라 그 측정치를 분석하였다.

팽윤력 및 용해도

전분의 팽윤력 및 용해도는 Schoch(26)등의 방법에 따라 행하였다.

전분 현탁액의 열화화

호화도 0~100%인 쌀보리 전분의 X-선 회절도는 Owusu-Ansah(27)의 방법에 따라 행하였다. 즉 물과 전분이 5:2가 되게 하여 autoclave에서 120°C, 1시간 동안 완전히 호화시킨 다음 진공 oven속에서 건조하여 유발로 마쇄한 다음 120mesh의 체로 쳐서 100% 호화 전분을 비례적으로 혼합하여 얻었다. 호화도가 다른 시료의 X-선 회절은 위에서와 같이 행하였으며 회절 각도(2θ) 22.8°에서의 peak 높이의 감소로부터 호화도 계산을 하였다.

전분 현탁액을 45°C부터 5°C 간격으로 75°C까지 각

온도에서 20분간씩 가열 처리한 다음 즉시 메탄올과 에칠에테르로 탈수시키고 진공데시케이터내의 P₂O₅ 하에서 건조하여 X-선 회절기를 이용하여 표준시료와 같은 방법으로 호화도를 계산하였다.

알칼리 점도

Brookfield(Model LVF)점도계를 사용하여 김등⁽²⁸⁾의 방법에 따라 Spindle No.4로 12rpm에서 30분간 점도변화를 측정하였다.

아밀로그래프 측정

6%전분 대조구 및 수분-열처리 전분의 호화양상은 Medcalf와 Gilles⁽²⁹⁾의 방법으로 아밀로그래프를 사용하여 측정하였다.

결과 및 고찰

X-선 회절도

수분-열처리에 따른 쌀보리 전분의 X-선 회절도는 그림1과 같다. X-선 회절도는 전분입자의 개략적인 결정구조와 결정도를 알수 있는데 쌀보리 전분의 결정구조는 수분-열처리하지 않은 것과 수분-열처리 한 것 모두 A형을 나타냈고 그 결정 정도는 수분-열처리 정도가 높아질수록 약해졌다. 이는 곡류 전분(보리, 수

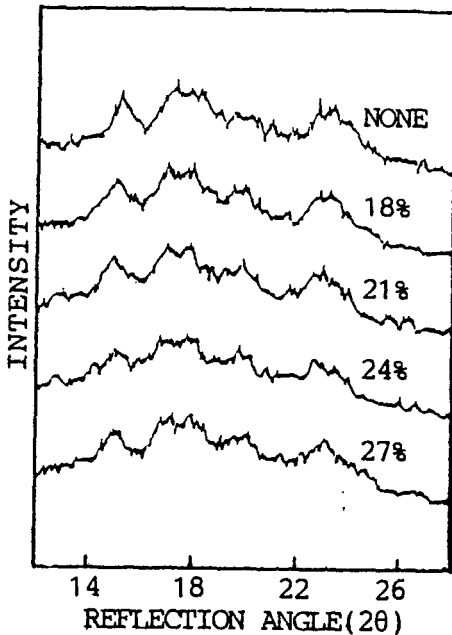


Fig. 1. X-ray diffraction pattern of heat-moisture treated naked barley starch

수, 밀, triticale을 수분(24%)-열처리한 후에, 결정 정도는 다소 감소하였으나 특징적인 A형을 유지하였고 보고한 Lorenz와 Kulp⁽²²⁾ 및 Sair⁽³⁰⁾의 결과와 일치하였다.

물 결합능력

수분-열처리한 쌀보리 전분의 물 결합능력은 표1에 나타난 바와 같이 수분-열처리 정도가 높을수록 증가하였다. 이러한 증가 현상은 수분-열처리 정도가 높아질수록 더욱 현저하였다. 이와 같은 결과는 지하전분인 칩 전분⁽³¹⁾에서도 관찰되었다. 한편 Lorenz와 Kulp⁽²²⁾의 결과에서는 겔보리 전분의 수분-열처리에 따른 증가율이 낮았다. 이는 쌀보리 및 겔보리 품종에 따른 성질의 차이에서 기인된다고 생각된다.

팽윤력 및 용해도

수분-열처리한 쌀보리 전분의 팽윤력은 표2와 같다. 수분-열처리하지 않은 쌀보리 전분의 팽윤력은 온도가 상승함에 따라 점차 증가하였으나, 수분-열처리 정도가 높아질수록 같은 온도에서 팽윤력은 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 현상은 지하전분^(22,30,33)(칩, cassava, 감자) 및 곡류 전분^(22,32,33)(보리, 밀, 수수등)에서도 일어나는 것으로 보고되었다.

수분-열처리한 쌀보리 전분의 용해도는 표3과 같다. 온도상승에 따라 용해도는 점차 증가하였고, 수분-열처리 수준이 높아질수록 같은 온도에서 용해도는 점차 증가하는 경향을 보였는데 이는 Lorenz와 Kulp⁽²²⁾의 겔보리의 결과와 일치하는 경향을 보였다.

전분 현탁액의 열호화

호화도 0~100%인 쌀보리 전분의 X-선 회절각도 22.8°에서의 peak높이의 감소비율과 호화도와의 직선적인 상관 관계를 보였다(그림2). 수분-열처리하지 않은 쌀보리 전분과 27%로 수분-열처리한 쌀보리 전분의

Table 1. Water-binding capacity of heat-moisture treated naked barley starch

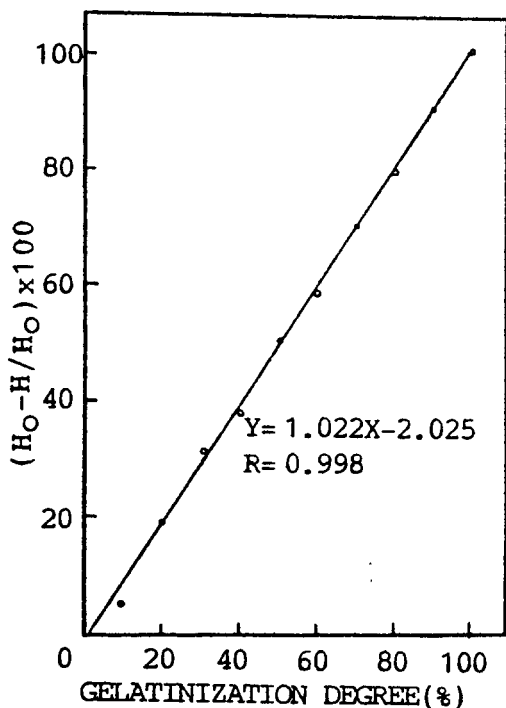
Heat-moisture treatment	Water-binding capacity
None	57.50
18% _{H₂O}	74.60
21% _{H₂O}	91.25
24% _{H₂O}	120.50
27% _{H₂O}	126.75

Table 2. Swelling power of heat-moisture treated naked barley starch

Temperature (°C)	Heat-moisture treatment				
	None	18% H_2O	21% H_2O	24% H_2O	27% H_2O
50	3.78	3.47	3.53	3.51	3.50
55	5.75	4.49	4.70	3.81	3.75
60	6.86	6.74	6.29	5.15	4.61
65	7.47	7.07	6.80	6.58	5.94
70	8.21	7.90	7.69	7.35	7.32
75	9.08	8.77	8.43	7.62	7.55
80	10.50	10.23	10.15	9.85	9.62

Table 3. Solubility of heat-moisture treated naked barley starch (%)

Temperature (°C)	Heat-moisture treatment				
	None	18% H_2O	21% H_2O	24% H_2O	27% H_2O
50	1.39	1.48	1.61	1.92	2.19
55	2.40	2.69	2.82	2.74	3.02
60	2.82	3.32	3.41	3.49	3.66
65	3.04	3.40	4.10	4.28	4.37
70	3.66	4.71	4.56	4.67	4.73
75	4.85	5.31	5.73	6.58	6.88
80	9.09	9.43	9.67	9.85	10.19

**Fig. 2. Percentage ratio of peak decrease for mixture of 0~100% naked barley starch**

6%현탁액을 여러 온도에서 호화시킨 시료의 X-선 회절도 결과로부터 표준곡선(그림2)을 이용하여 호화도를 계산한 결과는 표4와 같다.

수분-열처리하지 않은 쌀보리 전분의 경우 45°C에서 9.10%, 50°C에서 52.30%로 급격히 증가하여 그 이후에는 호화도의 증가가 완만하였고, 수분(24%)-열처리한 경우에는 45°C에서 13.60%, 50°C에서 50.00%로 급격히 증가하였으나 그후에는 비처리구와 같은 경향이었다. 45°C에서 수분(24%)-열처리한 전분의 호화도는 수분-열처리하지 않은 전분에 비하여 컷지만 이외의

Table 4. Degree of gelatinization of heat-moisture treated naked barley starch (6%) at various temperatures

Temperature (°C)	Degree of gelatinization (%)	
	untreated	24% H_2O
45	9.10	13.60
50	52.30	50.00
55	77.30	59.10
60	81.80	68.18
65	95.50	88.60

온도에서는 오히려 작았다.

알칼리 점도

수분-열처리한 5% 쌀보리 전분을 0.14~0.18N NaOH용액으로 30분간 호화시키면서 겔보기 점도의 변화를 측정된 결과는 그림3과 같다. 일정한 알칼리 농도에서 수분-열처리 정도가 증가할수록 겔보기점도는 감소하였다. 그러나 수분-열처리하지 않은 경우는 0.14N에서 20분에 거의 호화되었으나 그밖의 처리구에서는 수분-열처리 정도가 증가함에 따라 호화에 필요한 알칼리 농도도 계속 증가하여 18%처리구에서 0.16N, 21%처리구에서는 0.18N NaOH에서도 완전히 호화되지 않았다.

겔보기 점도가 평형에 도달할때는 호화에 필요한 알칼리의 임계농도로 본다면 수분-열처리하지 않은 쌀보리 전분의 임계농도는 2.8meq/g으로서 이는 김⁽¹⁷⁾, 박⁽²⁰⁾ 및 Maher⁽³⁴⁾의 결과와 비슷한 경향이였다.

아밀로그래프 호화양상

일반적으로 전분의 팽윤력과 아밀로그래프에 의한 호화양상은 관계가 없는 것으로 알려져 있다.^(22,33) 따라서 전분의 기능적인 특성을 알기위하여는 이 두가지는 별도로 측정하게 된다.⁽³⁵⁾

쌀보리 전분의 수분-열처리에 따른 아밀로그래프 특성값은 표5와 같다. 초기호화온도는 수분-열처리에 영향을 받지 않았으나, 점도는 수분-열처리 정도가 증가할수록 점차 감소하였다. 이러한 결과는 알칼리 점도에서와 같은 경향이였다. Donovan들⁽³⁶⁾은 수분-열처리한 밀 및 감자 전분은 differential scanning calorimeter에 의한 endothermal transition이 생전분에 비하여 고온으로 이동되며, biphasic endotherm을 보여 두가지의 구조가 존재함을 보고하였다. 따라서 수분-열처리에 의한 쌀보리 전분의 점도감소현상과 구조의 변화와의 관계는 앞으로 연구되어야 할 과제이다.

요 약

쌀보리인 영산보리 전분의 결정구조는 수분-열처리하지않은 것과 수분-열처리 한것 모두 A형을 나타냈고, 그 결정 정도는 수분-열처리 정도가 높아질수록 약해졌다. 물 결합능력은 수분-열처리 정도가 높아질수록 증가하였다. 팽윤력 및 용해도는 온도상승에 따라 증가하였으며 수분-열처리 정도가 높아질수록 같은 온도에서 팽윤력은 감소, 용해도는 점차 증가하는 경향을 나타냈다. 가열에 따른 호화도의 변화는 수분-열처리하지않은 것과 수분-열처리 한것 모두 45°C 이후 호화도

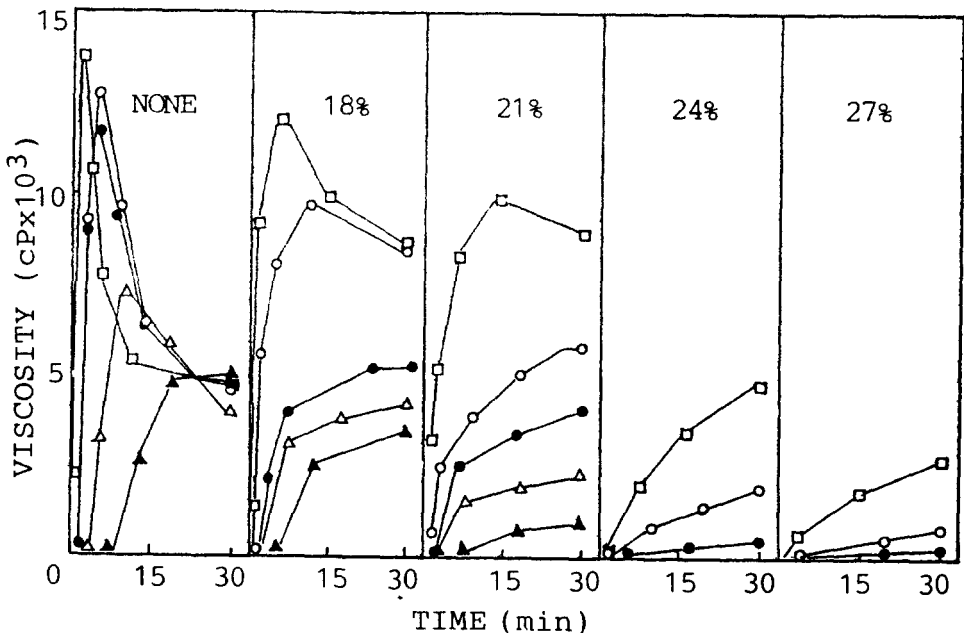


Fig. 3. Time vs. viscosity development of heat-moisture treated naked barley starch at various concentration of NaOH

—▲— 0.14N, —△— 0.15N, —●— 0.16N, —○— 0.17N, —□— 0.18N NaOH

Table 5. Amylograph data for naked barley starch by heat-moisture treatment (6% starch slurry)

Heat-moisture treatment	Initial pasting temp. (°C)	Peak viscosity (B.U)	Height at 95°C (B.U)	Height at 95°C after 15 min (B.U)	Height at 50°C (B.U)
None	75.0	520	500	460	1300
18%H ₂ O	75.0	500	490	440	1210
21%H ₂ O	75.0	470	440	420	1160
24%H ₂ O	75.0	460	430	410	1100
27%H ₂ O	76.5	380	370	350	1050

가 급격히 증가하였다. 알칼리 호화에 의한 점도는 수분-열처리 정도가 증가할수록 겉보기 점도가 감소하였다. 아밀로그람 특성값은 수분-열처리 정도가 높을수록 호화온도는 약간 높은 값을 나타냈으며 점도는 약간씩 낮은 값을 나타냈다.

문 헌

1. 농촌진흥청 : 보리 품종 해설(1984)
2. 이종숙, 김성곤 : 한국식품과학회지, **15**, 220(1983)
3. 목철균, 이현유, 남영중, 민병용 : 한국식품과학회지, **15**, 136(1983)
4. 김혜란, 김성곤, 최홍식 : 한국식품과학회지, **12**, 122(1980)
5. 이홍석, 이영호, 김영래 : 과학기술처 연구보고서 R-76-37(1976)
6. 김형수, 이기열, 최이순 : 한국식품과학회지, **4**, 77(1972)
7. 최홍식, 이남순, 권태완 : 한국식품과학회지, **8**, 260(1976)
8. 박 훈, 양차범 : 한국식품과학회지, **8**, 129(1976)
9. 이동석, 박 훈 : 한국식품과학회지, **4**, 90(1972)
10. 김희갑 : 한국식품과학회지, **10**, 109(1978)
11. 박 훈 : 한국농화학회지, **19**, 31(1976)
12. 목철균, 이상효, 이현유, 남영중 : 한국농화학회지, **28**, 115(1985)
13. 이 철, 배승환, 양한철 : 한국식품과학회지, **15**, 112(1982)
14. 유정희, 최홍식, 권태완 : 한국식품과학회지, **9**, 81(1977)
15. 목철균, Pyler, R.E., McDonald, C.E. : 한국식품과학회지, **6**, 429(1984)
16. 김용휘, 김영수 : 한국식품과학회지, **6**, 30(1974)
17. 김오목, 김 관, 김성곤 : 한국식품과학회지, **17**,

- 25(1985)
18. 목철균, 이현유, 남영중, 민병용 : 한국식품과학회지, **17**, 409(1985)
19. 최순복 : 강원대학교 석사학위 논문(1984)
20. 박양균, 노일환, 김 관, 김성곤 : 한국식품과학회지, **18**, 192(1986)
21. 윤계순, 강옥주, 김형수 : 한국식품과학회지, **27**, 79(1984)
22. Lorenz, K. and Kulp, K.: *Stärke*, **34**, 50(1982)
23. Yamamoto, K., Sawada, S. and Onogaki, T.: *Denshan Kagaku*, **20**, 99(1973)
24. Whistler, R.L.: *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Academic Press, New York, Vol.4, 283(1964)
25. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: *Cereal Chem.*, **42**, 558(1965)
26. Whistler, R.L.: *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Academic Press, New York, Vol.4, 106(1964)
27. Owusu-Ansah, J., van de Voort, F.R. and Stanley, D. W.: *Cereal Chem.*, **59**, 167(1982)
28. 김성곤, 정혜민, 조만희 : 한국농화학회지, **27**, 214(1984)
29. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: *Stärke*, **4**, 101(1966)
30. Sair, L.: *Cereal Chem.*, **40**, 8(1967)
31. Cha, H.S., Kim, K. and Kim, S.K.: *J. Korean Agr. Chem. Soc.*, **27**, 252(1984)
32. Lorenz, K. and Kulp, K.: *Stärke*, **35**, 123(1983)
33. Kulp, K. and Lorenz, K.: *Cereal Chem.*, **58**, 46(1981)
34. Maher, G.G.: *Stärke*, **35**, 226(1983)
35. Miller, B.S., Derby, R.I., and Trimbo, H.B.: *Cereal Chem.*, **50**, 271(1973)
36. Donovan, J.W., Lorenz, K. and Kulp, K.: *Cereal Chem.*, **60**, 381(1983)

(1986년 11월 12일 접수)