

찰전분류의 이화학적 특성(점성)비교

김형수 · 우자원 · 윤계순 · 허문회*

연세대학교 식생활학과, *서울대학교 농과대학
(1985년 7월 8일 수리)

Viscometric Properties of Waxy Starches

Hyong-Soo Kim, Ja-Won Woo, Gae-Soon Yoon and Mun-Hue Heu*

Dept. of Food and Nutrition, Yonsei Univ., Seoul

*College of Agriculture, Seoul National Univ., Suwon, Korea

Abstract

The viscometric properties of six kinds of waxy starches of *Olchal* and *Hankang* (waxy rice), *Chalborie* (waxy barley), *Yullmoo* (waxy Job's tears), *Chajoe* (waxy foxtail millet), *Chalsusu* (waxy great millet) and *Chalocsusu* (waxy corn) were investigated.

The increase in optical transmittance of 0.1% starch suspensions occurred at 55°C for *Hankang*, 60°C for *Olchal*, *Chalborie*, *Chajoe* and *Yullmoo* and 65°C for *Chalsusu* and *Chalocsusu*, and further increased 70°C for *Hankang* and *Olchal*, 75°C for *Chajoe*, *Chalsusu*, *Chalocsusu* and *Yullmoo* and above 85°C for *Chalborie*.

Amylogram on 5% starch suspensions showed that gelatinization temperature and maximum peak height were 850 B.U. at 62°C for *Hankang*, 65°C and 980 B.U. for *Olchae*, 64°C and 1,080 B.U. for *Chalborie*, and 1,410 B.U. at 69°C for *Yullmoo*, and 1,280 B.U. at 71°C for *Chajoe*, and 1,260 B.U. at 71°C for *Chalsusu* and 1,420 B.U. at 70°C for *Chalocsusu*.

Swelling power of starches was 38~55, and *Hankang*, *Olchal*, *Chajoe*, *Chalocsusu* and *Yullmoo* starches had higher swelling power than *Chalsusu* and *Chalborie* starches.

Intrinsic viscosity of them was 1.43~1.75 and hardness of them was highly relevant to the gelatinization properties.

서론

阪本¹⁾에 의하면 지금까지 알려진 바 곡류계의 찰전분을 저장 당류로 갖고 있는 것은 찰벼, 찰보리, 차조, 찰수수, 찰옥수수, 울무, 기장등 7종

만 알려져 있으며, 주로 아시아 지역에서 재배되고 있다고 한다. 찰전분을 가진 곡류들은 밥을 지어 먹었을 때 현저하게 조적감이 다르며, 즉 찰기가 강하게 느껴지고, 떡을 만들었을 때도 粘性 특성이 현저하게 다르다.

김등²⁾은 찰쌀의 품종(울찰, 백운, 한강)사이에

amylogram 특성이 다소 다르고, 특히 팽화력(raising power)이 차이가 난다고 보고하였고 윤등⁸⁾은 찰보리 품종(창영, 스피레) 전분에는 4%의 amylose가 함유되었다고 한다. 우등⁴⁾은 울무전분이 찰전분으로 되었고 그것의 팽화력은 찰쌀보다 높다고 보고하였으며, 大坪⁵⁾은 경백울무의 팽화성상에 관하여 보고하였다. 송등⁶⁾은 찰벼중 3품종(한강, 수원 317, 울찰)간에 점성의 차이가 있다고 하고, 양등⁷⁾은 찰쌀로 부수게 제조에 관하여, 이등⁸⁾은 찰쌀의 품종에 따른 찰쌀떡의 조직감이 다르다고 보고하였다.

찰전분을 간직한 2종의 찰벼, 찰보리, 차조, 찰수수, 찰옥수수, 울무등 6종의 곡류에서 찰전분을 분리하고, 이들의 몇가지 점성특성에 관하여 상호비교하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

찰쌀 2품종(waxy rice); 한강(Hankang)과 울찰(Olchal); 농촌진흥청 작물시험장, 찰보리(waxy barley, Chalborie); 농촌진흥청 맥류연구소, 울무(waxy Job's tears, Yullmoo); 경기도 가평군 차조(waxy foxtail millet, Chajoe), 찰수수(waxy great millet, Chalsusu) 및 찰옥수수(waxy corn, Chalocsusu)는 서울대학교 농과대학 시험농장등에서 생산한 것을 분양받았다.

2. 전분의 조제와 일반성분

전분은 Dubois⁹⁾의 알칼리 침지법에 따라 분리 정제하였으며, 조제된 전분의 수분과 조단백질의 함량은 AOAC¹⁰⁾ 법에 따랐다.

3. 호화온도

호화온도는 Wilson¹¹⁾의 방법으로 측정하였다. 즉 0.1% 전분현탁액을 각 설정 온도에서 10분간 가열호화시켜 그의 투광도를 spectrophotometer (Baush & Lomb Spectronic 20)로 625nm에서 비교하였다.

4. Amylogram 특성¹²⁾

Brabender amylograph(Sensitivity Cartridge: Duisburg/Rh 350cmg)를 사용하여 전분시료의 호화양상을 관찰하였다.

5. 팽윤력과 용해도

팽윤력과 용해도는 Leach¹³⁾의 방법으로 측정하였다.

6. 고유점도¹⁴⁾

고유점도는 30°C에서 점도계(Cannon Fenske, No. 50)를 사용하여 측정하였다. 시료용액의 농도를 0.05~0.30%로 제조하였으므로 용매(1N KOH액)와 시료용액의 밀도는 동일한 것으로 간주하였다.¹⁵⁾

7. 질감 측정¹⁶⁾

전분 gel의 질감 특성은 Instron(Instron Model 1132)을 사용하여 측정하였다. 직경 3.75cm의 plunger를 crosshead에 부착하여, crosshead speed; 10cm/min, recording chart speed; 20cm/min, clearance; 0.2cm의 조건으로 했다. 전분 5g(무수물)을 aluminum foil을 부착한 알미늄용기(직경 3cm, 높이 3cm)에 넣고 증류수를 가하여 45% 전분농도로 한 후, oven에서 45°C에서 92°C까지 45분내에 온도를 상승시켜 전분을 호화시킨 후 상온에서 20분간 냉각시켰다. aluminum foil을 제거한 sample의 높이는 1.5cm였으며 직경은 2.8cm였다. full scale load range는 50kg이었으며, 2회 반복 압착으로 얻은 force-distance curve를 분석하여 4가지 질감변수들을 평가하였으며, 3회 반복하였다. Data는 one-way ANOVA를 사용하여 분석하였으며, sample간의 유의적인 차이를 Duncan's Multiple Range Test²⁰⁾로써 결정하였다.

결과 및 고찰

1. 조제전분의 일반성분

조제한 전분의 수분 및 단백질 함량분석 결과

Table 1. Proximate composition of starches prepared from six kinds of waxy starches

Sample	(unit: %)	
	Moisture	Crude protein
Olchal	14.7	0.04
Hankang	14.8	0.07
Chalborie	15.7	0.06
Yullmoo	12.9	0.03
Chajoe	13.6	0.01
Chalsusu	12.8	0.08
Chalocsusu	14.0	0.06

는 Table 1과 같다. 단백질은 0.1% 이하로써 아주 낮은 값을 보였다.

2. 호화온도 및 Amylogram 특성

0.1% 전분현탁액의 광투과도에 의한 호화양상

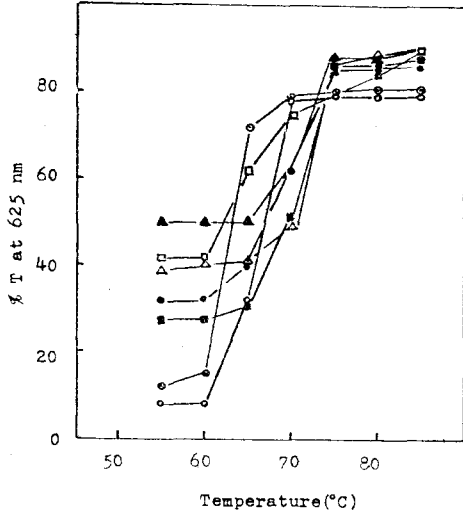


Fig. 1. Changes in transmittance of 0.1% waxy starch suspensions.

(○ : Olchal ● : Hankang □ : Chalborie
 ● : Yullmoo ■ : Chajoe ▲ : Chalsusu
 △ : Chalocsusu)

은 Fig. 1과 같다. 올찰의 경우 60°C까지는 거의 변화가 없으나 60°C이후부터 수화가 시작되면서 급격히 증가하였으며, 한강 찰쌀은 55°C부터 수화가 시작되어 역시 60°C이후부터 급격히 증가하여 두 품종 모두 70°C이후부터 거의 최고의 투과도를 보였다. 이는 김등²⁾ 및 송동⁶⁾의 보고와 일치하는 경향이였다.

찰보리전분은 60°C부터 급격히 증가하기 시작하여 70°C 이후에는 비교적 서서히 증가하는 호화양상을 보였는데, 이는 윤동³⁾의 보고와 유사한 경향이였다.

차조전분과 울무전분의 광투과도 곡선은 60°C부터, 찰수수전분과 찰옥수수전분은 65°C부터 증가하기 시작하여 75°C에는 최고의 투과도에 도달하였다.

이들 전분의 광투과도는 호화되는 점에서 차이를 뚜렷이 나타냈으나, 온도상승에 따라 비슷한 경향을 나타내어 최고의 광투과도는 큰 차이를 보이지 않았으며, 올찰과 한강전분의 최대값이 다른 찰진분에 비해 다소 낮았다. 그리고 찰쌀전분이 다른 찰진분에 비해 다소 빨리 호화가 완료된 반면 찰보리 전분은 가장 늦게 호화가 완료되었다.

6종의 찰진분에 대한 amylograph은 Fig. 2와

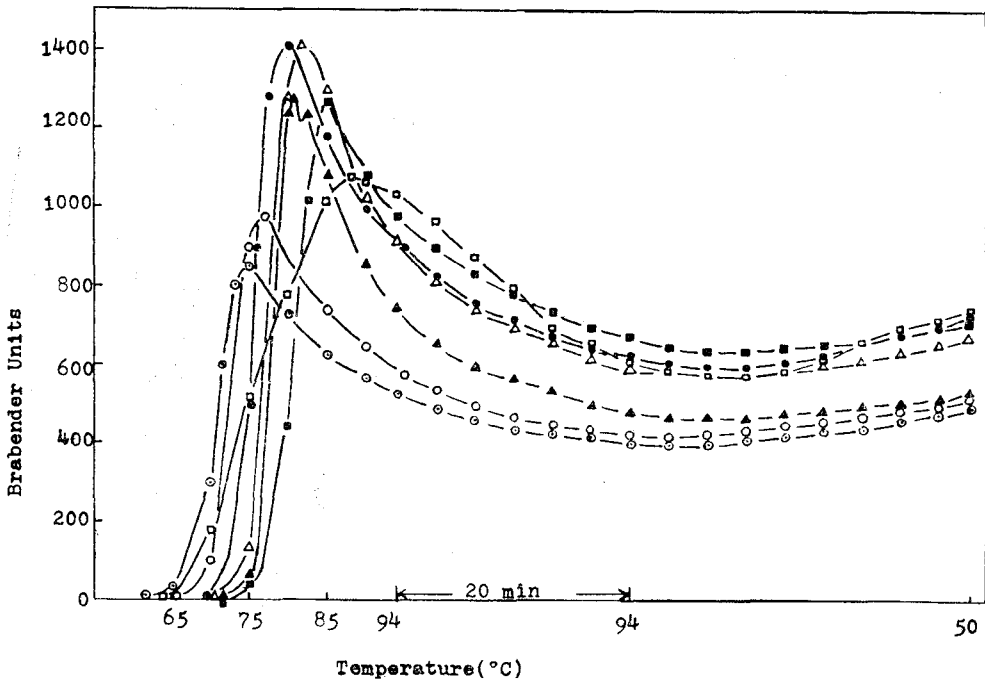


Fig. 2. Brabender's amylograms of six kinds of waxy starches (5% starch slurry).

(○ : Olchal ● : Hankang □ : Chalborie ● : Yullmoo ■ : Chajoe
 ▲ : Chalsusu △ : Chalocsusu)

같다. Amylograph에 의한 호화개시온도는 62~71°C의 범위로서 광투과도에 의한 것보다 다소 높았다. 한강, 울찰 및 찰보리전분이 다른 찰전분에 비해 더 낮은 온도에서 호화가 시작되었는데, 이는 다른 전분들의 입자내에 더 강한 결합력을 시사하는 것이라고 볼 수 있다.

한강과 울찰전분은 74~76°C에서 최고점도를 보여 가장 신속히 최고점도에 도달하였으나, 최고점도는 이들 중 가장 낮았다. 찰보리전분은 88°C에서 최고점도를 나타내 가장 느리게 팽윤하는 것으로 나타났으며, 팽윤된 전분입자의 붕괴도 가장 적었다. 울무전분과 찰옥수수전분의 최고점도는 1,400 B.U. 정도로서 가장 높았으며, 차조와 찰수수전분의 최고점도도 상당히 높았다.

Brabender 점도의 양상은 전분입자의 팽윤정도 및 가열에 대한 부풀어오른 전분입자간의 마찰에 의해 결정되며, Goering¹⁶⁾은 입자의 크기도 점도에 관계하며 큰입자가 높은 점도를 갖는다고 하였다.

또한 냉각시에 이들 찰전분은 set back이 적어서 gel이 잘 형성되지 않음을 알 수 있고, 따라서 노화현상도 대단히 느릴 것으로 추정된다.

3. 팽윤력과 용해도

6종의 찰전분의 팽윤력은 Fig. 3과 같다. 한강 찰쌀이 60°C에서부터 가장 신속히 팽윤하기 시작하고, 울찰과 함께 75°C이상에서는 완만한 증가를 보였다. 울무, 차조, 찰수수 및 찰옥수수전분은 대체로 비슷한 팽윤현상을 보여, 65°C이상에서부터 신속히 팽윤하기 시작하다가 80°C이상에서 비교적 완만한 증가를 나타냈다. 이들중 찰수수전분의 팽윤력이 다소 낮았다. 또한 찰보리전분은 60°C에서부터 신속히 팽윤하기 시작하여 75°C에서 완만한 증가를 보이고 다시 80°C이상에서 신속히 증가하였는데, 이는 윤등²⁾의 결과와 대체로 일치하는 경향이였다. 한편 찰보리전분의 팽윤력은 다른 찰전분에 비해 훨씬 낮았다.

전분의 용해도는 Fig. 4와 같다. 울찰 및 한강은 온도상승에 따라 용해도가 가장 신속히 증가하였으나 70°C이상에서는 완만한 증가하였으며 한강이 다소 높았다. 차조전분은 75°C이상에서 급속한 증가를 보여 가장 용해도가 높았고, 찰보리전분은 온도상승에 따라 균등한 증가를 보였으며 울찰보다 훨씬 낮았다. 한편 찰수수, 찰옥수수, 울무전분은 65°C에서 용해도가 증가하기 시작하였으며, 찰옥수수전분이 찰수수전분보다 다소 높

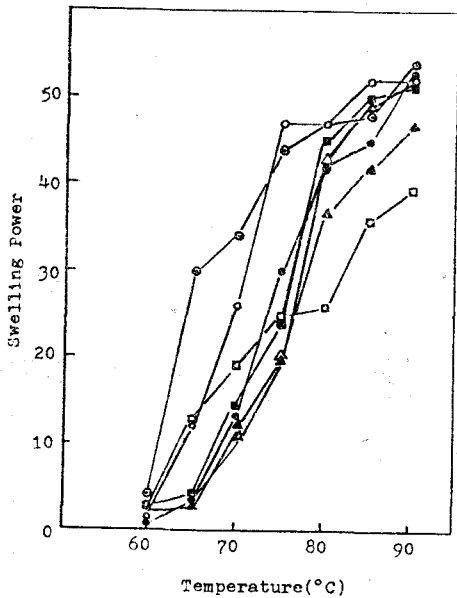


Fig. 3. Swelling power of six kinds of waxy starches.

(○: Olchal ○: Hankang □: Chalborie
●: Yullmoo ■: Chajoe ▲: Chalsusu
△: Chalocsusu)

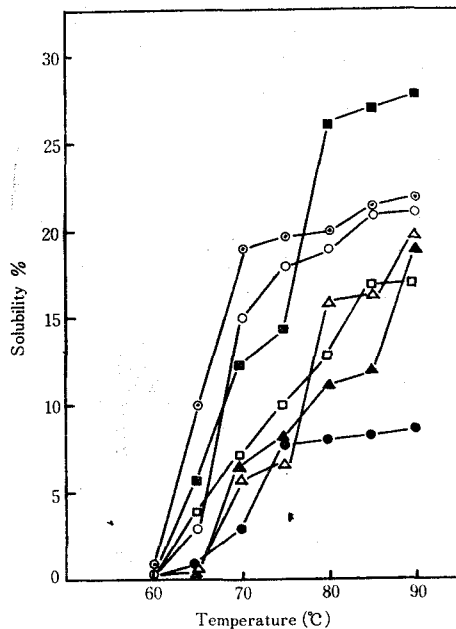


Fig. 4. Solubility of six kinds of waxy starches.

(○: Olchal ○: Hankang □: Chalborie
●: Yullmoo ■: Chajoe ▲: Chalsusu
△: Chalocsusu)

있고 울무전분은 75°C이후 거의 용해도가 증가하지 않아 찰보리전분의 1/2배 정도에 머물렀다.

이들 찰전분의 팽윤력과 용해도와의 관계를 보면, 동일한 팽윤수준에서 차조전분의 용해도는 상당히 높으며 울무전분의 용해도는 현저히 낮았다.

Fig. 5의 결과는 이들 찰전분이 공통적으로 micelle 결합력이 약하나, 입자내의 전분물질을 고정하는 성질의 차이에 의해 높은 팽윤상태에서 용해도에 차이가 크게 나타난 것으로 추정된다.

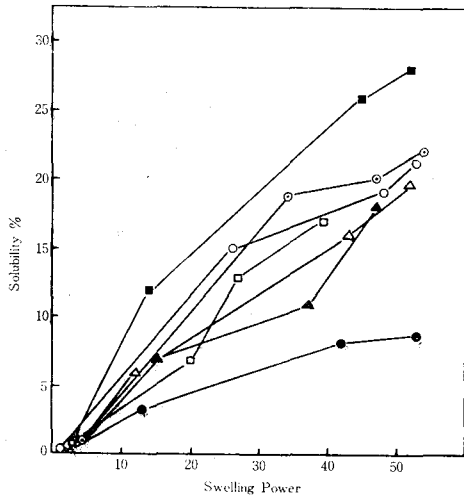


Fig. 5. Relationship between swelling power and solubility of six kinds of waxy starches.

(○ : Olchal ○● : Hankang, □ : Chalborie ● : Yullmoo ■ : Chajoe ▲ : Chalsusu △ : Chalocsusu)

4. 고유점도

고유점도란 수용액내의 homogenous highpolymeric 분자들의 이동에 대한 내부마찰이나 저

항의 측정으로, 상대적인 분자 크기에 대한 정확한 기준을 제공해준다¹⁷⁾.

차조전분의 고유점도가 1.43으로 가장 작았으며 울무, 올찰, 한강, 찰수수, 찰옥수수의 순서로 증가하고 찰보리전분의 경우가 1.75로 가장 큰 값을 보였다.

전분의 점도는 amylose보다는 amylopectin이 주로 기여하는 것으로 생각되며, amylopectin의 점도는 분자의 크기에 따라 좌우된다고 하였으므로¹⁸⁾ 이들 찰전분의 분자크기가 각각 다를 것으로 추정할 수 있다.

Table 2. The values of intrinsic viscosity for six kinds of waxy starch pastes gelatinized in water at 100°C

Sample	[η]
Olchal	1.58
Hankang	1.60
Chalborie	1.75
Yullmoo	1.49
Chajoe	1.43
Chalsusu	1.61
Chalocsusu	1.68

[η] : dl/g : Intrinsic viscosity

5. 전분 gel의 질감

Hardness는 올찰 및 한강전분 gel이 다른 찰전분에 비해 현저히 낮은 값을 보였다. 한편 울무전분은 상당히 큰 힘을 필요로 하나 차조, 찰수수, 찰옥수수전분에 비해 약간 작은 값을 나타냈으며, 찰보리전분이 제일 큰 힘을 요했다.

Table 3. Hardness, Cohesiveness, Springiness and Gumminess of six kinds of waxy starch samples

Sample	Hardness(kg/cm ²)	Cohesiveness	Springiness(cm)	Gumminess
Olchal	1.16±0.07d	1.17±0.18a	1.45±0.07f	1.36±0.29d
Hankang	1.01±0.08d	1.28±0.05a	1.60±0.01e	1.29±0.20d
Chalborie	3.96±0.14a	0.69±0.03b	2.66±0.11a	2.75±0.15a
Yullmoo	3.18±0.25c	0.72±0.03b	2.00±0.00d	2.28±0.25b
Chajoe	3.71±0.07b	0.64±0.02bc	2.15±0.21cd	2.39±0.12b
Chalsusu	3.72±0.10b	0.62±0.01bc	2.25±0.07bc	2.30±0.12b
Chalocsusu	3.72±0.31b	0.52±0.02c	2.33±0.05b	1.95±0.25c

Each value is a mean ± S.D. (n=3, p=0.05)

Cohesiveness는 울찰 및 한강이 다른 찰전분보다 상당히 큰 값을 보였으며, 찰옥수수 전분이 가장 낮은 값을 보였다.

Springeness는 찰보리가 가장 컸으며, 한강 및 울찰이 가장 낮았고 다른 전분에서는 유의적으로 큰 차이는 없었다.

Gumminess는 한강과 울찰이 현저히 낮은 값을 보였고, 찰보리가 가장 많은 힘을 필요로 했다. 또한 차조, 찰수수 및 울무도 상당히 큰 힘을 요했으며, 찰옥수수는 이들보다 다소 적은 힘을 요했다.

이 결과는 울찰 및 한강찰쌀의 경우, 전분 gel의 조직이 무르면서 끈기가 강한 성질을 나타내는 반면, 다른 찰전분들 즉 찰보리, 울무, 차조, 찰수수 및 찰옥수수 전분의 경우는 찰쌀보다 훨씬 더 단단하면서 끈기는 덜하고 탄력성은 더 높았다.

6종의 찰전분에 대한 이상의 몇가지 점성특성의 비교에서 다음과 같은 사실을 알 수 있었다.

한강 및 울찰등 찰쌀전분은 가장 신속히 호화하며, 높은 팽윤상태에서 용해도가 매우 높았는데, gel 상태에서는 질감이 대단히 무르고, 끈기가 매우 강한 것으로 나타났다.

찰보리전분은 가장 분자크기가 클 것 같고, 호화완료가 가장 느렸다. 온도상승에 따른 팽윤력의 증가도 가장 적고 팽윤된 전분의 붕괴 및 용해도도 찰쌀전분에 비해 훨씬 낮았다. 이 찰보리 전분 gel은 질감이 가장 단단하고 탄력성도 높았으며, 끈기는 찰쌀전분의 경우보다 현저히 낮았다.

울무전분은 팽윤정도가 높았으나, 용해도는 매우 낮아 찰보리전분보다 현저히 낮았으며 분자크기가 찰쌀전분보다 작을 것으로 추정된다. 이 울무전분 gel은 찰쌀전분들 경우보다 훨씬 더 단단했으나 다른 찰전분들보다는 다소 덜 단단하였고, 탄력성은 차조와 비슷한 경향을 보였다.

차조전분의 경우는 팽윤이 비교적 느리나, 높은 팽윤상태에서는 용해도가 찰쌀전분보다 더 높았다. 차조전분의 분자 크기는 찰전분중 가장 작았으며, 그 gel은 비교적 단단하여 찰수수 및 찰옥수수전분과 비슷하였다.

찰수수전분은 호화가 더디고 입자의 팽윤력 및 용해도가 울찰보다 다소 낮았다.

찰옥수수 전분은 호화는 느렸으나 팽윤력이 높고 용해도는 찰수수보다 다소 높았으며, 분자의

크기는 비교적 클것으로 추정된다.

요 약

6종의 찰곡류, 즉 찰벼(한강 및 울찰), 찰보리, 차조, 찰수수, 찰옥수수 및 울무에서 전분을 분리하여 그들의 몇가지 점성특성에 관하여 분석 비교하였다.

광투과도에 의한 호화온도는 대략 55~65°C 범위로서 한강이 55°C, 울찰, 찰보리, 차조 및 울무는 60°C, 그리고 찰수수와 찰옥수수는 65°C에서 호화가 시작되었고, 한강 및 울찰전분은 70°C, 차조, 찰수수, 찰옥수수 및 울무전분은 75°C, 그리고 찰보리 전분은 85°C 이상에서 호화가 완료되었다. Amylogram에 의한 호화개시온도는 62~71°C이며, 차조, 찰수수, 찰옥수수 및 울무가 다소 높았다.

각 전분의 팽윤력은 38~55로서, 한강, 울찰, 차조 및 울무가 높은 편이고, 찰수수와 찰보리는 다소 낮았다. 용해도는 9~27%의 범위로 차조가 매우 높고, 한강 22, 울찰 21, 찰수수와 찰옥수수는 18~19, 찰보리 17, 울무가 매우 낮아 9였다.

고유점도는 차조 1.43, 울무 1.49, 울찰 1.58, 한강 1.60, 찰수수 1.61, 찰옥수수 1.68, 찰보리 1.75였다. 전분 gel의 질감은 울찰 및 한강이 대단히 무르고 끈기가 높았으며, 찰보리는 가장 단단하고 탄력성이 높았다. 또한 차조, 찰수수, 찰옥수수 및 울무전분 gel도 찰쌀에 비해서 상당히 단단했는데, 그중 울무가 다소 덜 단단했다.

謝 意

본 연구는 1984년도 문교부 학술연구 조성비에 의하여 이루어졌으며, 재료를 제공하여 주신 농촌진흥청 작물시험장 이정일 박사에게 심심한 사의를 표하며, amylogram을 도와주신 한국과학기술원 김길환실장과 신명곤선생에게 감사를 드리는 바이다.

참 고 문 헌

1. 阪本寧男: 澱粉科學, 29: 41(1982).
2. 김형수, 강옥주, 윤계순: 한국농화학회지, 26: 211(1983).
3. 윤계순, 강옥주, 김형수: 한국농화학회지,

- 27 : 79(1984).
4. 우자원, 윤계순, 김형수 : 한국농화학회지, 27 : 2(1985) (인쇄중).
 5. 大坪研一, 柳瀬肇, 橋本勝彦, 豊島英親, 戸谷昭夫 : 日本農化誌, 31 : 596(1984).
 6. 송범호, 김성곤, 이규한, 변유량, 이신영 : 한국식품과학회지, 17 : 107(1985).
 7. 양희철, 홍재식, 김중만 : 한국식품과학회지, 14 : 141(1982).
 8. 이인의, 이혜수, 김성곤 : 한국식품과학회지, 15 : 379(1983).
 9. Dubois, M.: Anal. Chem., 28 : 350(1956).
 10. AOAC: Official method of analysis, 10th ed. (1976).
 11. Wilson, L.A., V.A. Birmingham, D.P. Moon and H.F. Snyder: Cereal chem., 55 (5) : 661(1978).
 12. Mazurs, E.G., T.J. Schoch and F.E. Kite: Cereal chem., 34(3) : 142(1957).
 13. Leach, H.W., L.D. McCowen and T.J. Schoch: Cereal chem., 36 : 534(1959).
 14. 鈴木繁男, 中村道徳 : 希薄溶液の固有粘度, 澱粉科學實驗法, p. 153, 朝倉書店(1979).
 15. Greenwood, C.T.: Viscosity-Molecular weight Relations, Method in Carbohydrate Chemistry(IV), p. 179, Academic Press (1964).
 16. Goering, K.J., Eslick, R. and De Haas, B.W.: Cereal chem., 50 : 322(1973).
 17. Leach, H.W.; Determination of Intrinsic viscosity of starches, cereal chem., 40(6) : 593(1963).
 18. 김영숙 : 찰전분 희석호화액의 유동학적 특성에 관한 연구, 연세대학교 대학원(1982).
 19. Yang, C.S.T. and M.V. Taranto: J. Food Sci., 47 : 906(1982).
 20. Elizabeth Larmond: Methods for Sensory Evaluation of Food, Canada Department of Agriculture(1967).