

# 高麗人蔘 (*Panax ginseng* C. A. Meyer) 澱粉의 理化學的 特性에 관한 研究

## 제 3 보 澱粉의 物理的 特性

金海中 · 曹哉統\*

株式會社一和 · 慶熙大學校食糧資源開發研究所\*

(1984년 11월 7일 접수)

## Physicochemical Properties of Korean Ginseng (*panax ginseng*, C. A. meyer) Root Starch

### 3. Physical properties of the starch

Hae-Jung Kim and Jae-Sun Jo\*

*Hwa Company. Institute of Food Development,  
Kyung Hee University\**

(Received November 7, 1984)

#### Abstract

Solubility and degree of swelling of the starch were about 15% and 30%, respectively when the starch in aqueous solution was heated at 90°C for 30 minutes. The starch showed no significant differences in the degree of swelling and solubility with a growing period of ginseng.

The starch was begun gelatinize at 50-55°C and completed at 65-70°C by the amylic methods of X-ray diffraction, disappearance of crystallinity. Brabender amylographic analysis and amylase digestion test.

The maximum and minimum peak viscosities of 10% starch solution were 5.500 B.U and 1960 B.U, respectively. The starch showed no significant differences in pasting temperature, maximum and minimum viscosities on amylogram with a growing period of ginseng.

The intrinsic viscosities of the starch and amylose were 0.54 and 1.5-1.9, respectively.

## I. 緒 論

人蔘을 건조, 저온저장, 또는 가공하는 조건에 따라 인삼자체내의 전분이 감소함과 동시에 유리당이 증가한 상태로 이용되고 있다.<sup>1,2)</sup> 이는 전분의 물리적 변화에 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다.

전분의 物理的 特性을 관찰하는 方法으로는 전분입자의 수분흡수 또는 가열에 따른 미셀구조의 치밀도나 파괴양상실험을 비롯하여 점도특성 및 전분gel의 rheology 특성 및 많은 연구가 이루어 졌다.<sup>3-6)</sup>

이에 가공에 따른 최종제품에 있어서 당의 조성비율 및 물성에 커다란 영향을 미치는 전분에 대하여 물리적 특성을 검토하였다.

## II. 材料 및 實驗方法

### 1. 材料

본 실험에 사용된 인삼전분의 시료는 83년 8월에 충남 금산삼포에서 채취하여 제 1보<sup>7)</sup>에서와 같은 방법으로 분리 정제하여 풍건한 다음 밀전하여 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

### 2. 實驗方法

1) 溶解度 膨潤 및 吸水度 측정; 1g의 시료전분에 75 ml의 증류수를 加해 분산시킨 다음 50℃부터 10℃ 간격으로 90℃까지 water bath上에서 저어주면서 30분씩 가열한후 전체 무게가 200g이 되도록 증류수를 채운다. 이것을 4,000rpm에서 15분간 원심분리하여 여기서 分離되는 투명한 상등액은 따로 取하여 증발건조 시키고 칭량하는 한편 원심분리에서 얻은 침전물도 칭량하여 다음식에 의하여 용해도 및 팽윤도를 각각 계산하였다.<sup>3,4)</sup>

$$\text{Solubility (\%)} = \frac{A}{1000} \times 100 = \frac{A}{10} \quad \text{Swelling power} = \frac{100B}{1000(100-S)} = \frac{B}{10(100-S)}$$

A : dry weight of supernatant,

B : weight of precipitate,

S : solubility

흡수도는 시료전분 5g에 75ml의 증류수를 加해 분산시키고 실온에서 1시간 진탕교반후 3,500rpm으로 15분간 원심분리하여 상등액은 버리고 남은 침전물의 중량 증가율을 백분율로 환산하여 흡수도를 구하였다.<sup>8)</sup>

2) 호화특성 시험; 현미경 관찰 및 X-線回折; 5%전분현탁액을 50℃부터 70℃까지 온도를 점차 올리면서 현미경으로 팽윤현상을 관찰하였다.

또한 전분현탁액을 50℃부터 5℃간격으로 65℃까지 각각 20분씩 가열처리한 다음 즉시 methanol과 ether로 탈수건조시킨 것을 X-ray diffractometer를 사용하여 X-線回折圖를 얻되 그 조작조건은 전분입자의 결정성 관찰에서의 경우와 같이 하였다.

• glucoamylase에 의한 호화도 측정; 전분 100mg 씩을 취하고 여기에 8ml의 물을 가하여 Voltex교반기로 잘 현탁시킨 다음 40℃부터 100℃까지 각 온도별로 20분간 가열하였다. 그중 2ml씩을 取하여 2M-초산완충액(pH 4.8) 1.6ml와 0.4ml의 물을 가한다. 여기에 glucoamylase-용액(1unit/1ml 生 化學Co.,) 1ml을 加하여 37℃에서 반응시킨후 반응액에 1/40N-HCl 10ml를 加하여 반응을 정지시키고 원심분리(3,000rpm, 10분)하여 상등액의 환원당량을,

Somogyi 변법으로 정량하여 다음식에 의하여 호화도를 계산하였다.<sup>(10)</sup>

$$\text{Degree of gelatinizations (\%)} = \frac{\text{glucose in suspension}}{\text{glucose after complete gelatinization}} \times 100$$

• Amylograph에 의한 호화특성시험; 각각의 전분시료의 농도를 4, 6, 8, 및 10%로 하고 연근별 시료는 모두 7%로 하여 증류수를 가하여 총 500ml의 현탁액을 만들었다.

조제된 각각의 현탁액을 Brabender amylograph의 cup에 옮기고 75rpm으로 회전하면서 1.5°C/min의 가열 속도로 25°C부터 95°C까지 가열하고 95°C에서 20분간 유지한 다음 다시 1.5°C/min의 속도로 50°C까지 냉각하였다. 점도변화는 얻어진 amylogram으로부터 庄司一郎<sup>(63)</sup>의 方法에 따라 특성치를 구하여 표시하였다.

3) 전분 및 그 분획물의 점도특성시험; 점도측정을 위해 Automatic kinematic viscometer (Taka Scientific Instrument Co., LTD Type V-404 w)로 20.0±1°C에서 증류수 및 전분용액의 流動時間을 자동기록 측정하였으며 溶媒와 溶液의 密度는 20°C에서 pycnometer로 측정 하였다. 이때 사용한 모든 시료는 dimethyl sulfoxide에 용해시켜 하루밤 방치한후 사용하였다.

Apparent viscosity, Relative viscosity, specific viscosity, Reduced viscosity 및 Intrinsic viscosity, Molecular weight는 다음식에 의하여 각각 산출하였다.<sup>(44, 65)</sup>

$$\text{Apparent viscosity} = \frac{d_1 t_1}{d_2 t_2} = \frac{\eta_1}{\eta_2}$$

$$\text{Relative viscosity } \eta_{rel} = \frac{\eta_1}{\eta_0}$$

$$\text{Specific viscosity } \eta_{sp} = \frac{\eta_1 - \eta_0}{\eta_0}$$

$$\text{Reduced viscosity } \eta_{red} = \frac{\eta_{sp}}{C}$$

$$\text{Intrinsic viscosity } [\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \left[ \frac{\eta_{sp}}{c} \right]$$

$$\text{Molecular weight } [\eta] = KM^\alpha$$

$d_1, d_2$  : density of sample solution and distilled water

$\eta_0, \eta_1, \eta_2$  : viscosity of solvent (DMSO), sample solution and distilled water

$t_1, t_2$  : flow time of sample solution and distilled water

$C$  : concentration of sample

$K$  :  $8.1 \times 10^{-6}$

$\alpha$  : 0.91

$M$  : molecular weight

4) gel의 rheology 측정; 시료전분을 농도, 가열시간, pH 및 생육연근별로 현탁액을 만들어

직경 1cm, 길이 10cm의 비닐튜브에 넣어 밀봉한 다음 전분입이 침강하지 않도록 교반하면서 70~75°C의 water bath에서 가열하여 gel을 만들었다. 이것을 실온으로 냉각한 다음 5mm의 길이로 절단하여 Rheometer (L & T Co, R-305D)를 사용하여 gel의 물성을 다음과 같은 조건으로 측정하였다.<sup>(6)</sup>

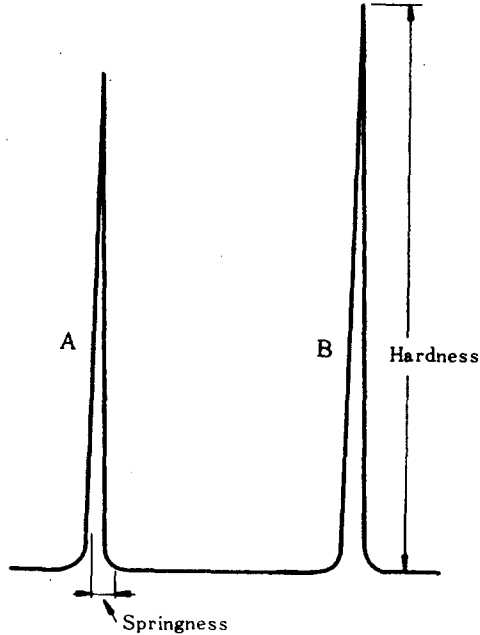


Fig. 1. The force distance curve of ginseng starch gel measured by Rheometer.

Sample diameter : 10mm, Sample height : 5mm, Table speed : 86mm/min,  
Chart speed : 120mm/min, Adaptor : No 14 diameter 25mm, Clearance : 0.87mm,  
Stop position : 50mm, Base position : 30mm,

측정하여 얻은 Fig. 1 과 같은 curve로부터 Hardness, Springness 및 Cohesiveness는 다음과 같이 계산하였다.

Hardness (compression force  $g/cm^2$ ); height of A curve

Springness; recovered height(mm)

Cohesiveness = area of B curve / area of A curve

A, B ; first and second bite

5) gel의 노화특성시험; 전분gel의 저장온도 및 시간에 따른 노화특성은 전분농도를 40%로 한 후 water bath에서 75°C로 20분간 가열하여 gel을 만들었다. 이 전분gel을 5°C와 30°C에서 6일동안 저장하면서, gel의 경도를 Rheometer로 10회 반복 측정한 후 평균치를 구하였다.<sup>(6)</sup>

이때 얻어진 전분gel의 경도변화는 Avrami방정식<sup>(67)</sup>에 따라 노화과정을 분석하였다.

즉  $\log[-\log_e(E_L - E_t)/(E_L - E_0)] = \log k + n \log t$

여기에  $E_0$ 와  $E_t$ 는 각각 시간 0와 t에 있어서의 modulus이고,  $E_L$ 은 이론적으로 무한시간 후의

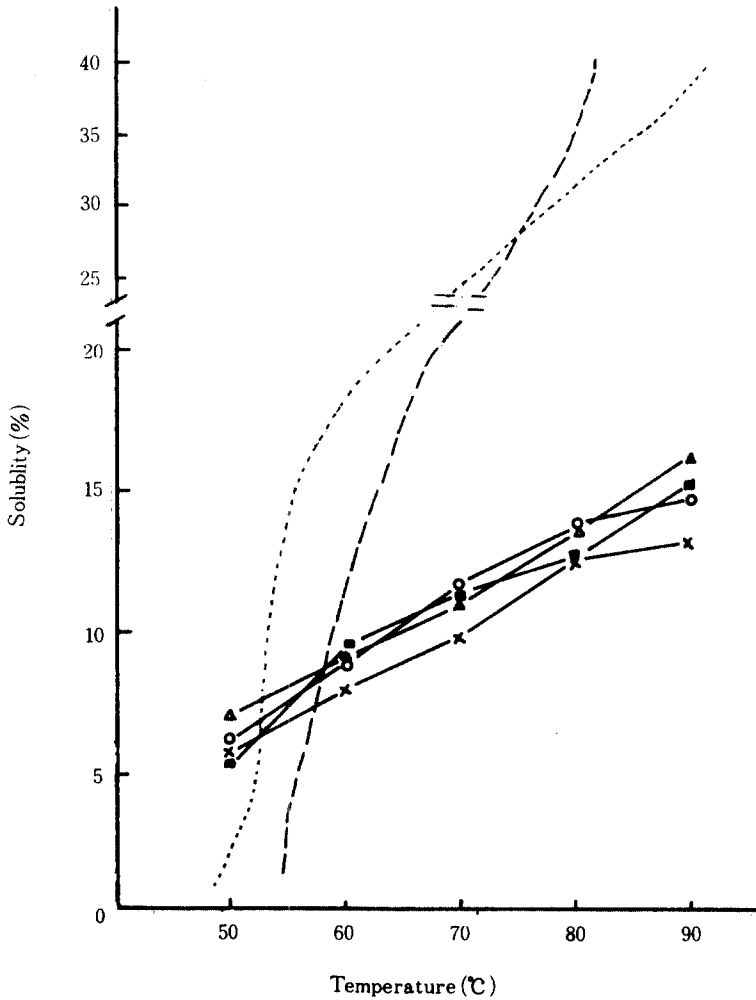


Fig. 2. Solubilities of ginseng root starch.

▲-▲, ×-×, ■-■, ●-●, ..... and ..... are curves of 3, 4, 5, 6 year old ginseng root starch, potato starch and tapioca starch, respectively.

limiting modulus이며,  $k$ 는 결정화속도  $n$ 는 Avrami 指数이다.

위 식에서  $\log_e$ 에 대한  $\log [-\log_e (E_L - E_t) / (E_L - E_0)]$ 의 곡선으로부터  $n$ 을 구하고  $\log (E_L - E_t) = \log_e (E_L - E_0) - kt^n$ 에서  $n = 1$ 일때  $\log (E_L - E_t)$ 와  $t$ 의 상관 곡선으로부터  $k$ 를 구하였으며 time constant는  $1/k$ 로 표시하였다.

### Ⅲ. 結果 및 考察

1. 전분의 溶解, 膨潤 및 吸水度: 2% 전분 현탁액을 50~90°C로 가열처리한 후 원심분리하여 얻은 상등액과 침전물의 중량변화로부터 얻은 온도별 용해도는 Fig. 2에서 보는 바와같이 가열온도에 비례하여 증가하며 생육연근 간에는 별 차이가 없는것을 알수있다.

이들은 90°C로 가열하더라도 20%이하의 용해도를 나타내고있다. 이는 80°C에서 40% 이상을

나타내는 감자전분이나 90℃에서 40%의 용해도를 나타내는 타피오카 전분보다<sup>12)</sup> 현저하게 떨어짐을 알수있다.

한편 팽윤력은 Fig. 3에서 보는바와 같이 가열온도가 증가함에 따라 급격한 증가를 보이다가 80℃이상의 온도에서는 증가율이 다소 완만하였다. 이러한 팽윤력은 감자의 경우 65℃에서 70이상을 파피오카는 90℃에서 70 인데 인삼전분은 훨씬 낮은 수치이다. 따라서 인삼전분은 미세구조내에 전분사슬이 강하게 결합되어 있음을 알수있고 타피오카나 옥수수전분이 팽윤력이 온도에 따라 2 단계로 진행되는데 반해서 인삼전분은 1 단계로 증가함을 알수있다. 또한 20℃에서 측정된 흡수도는 160%였다.

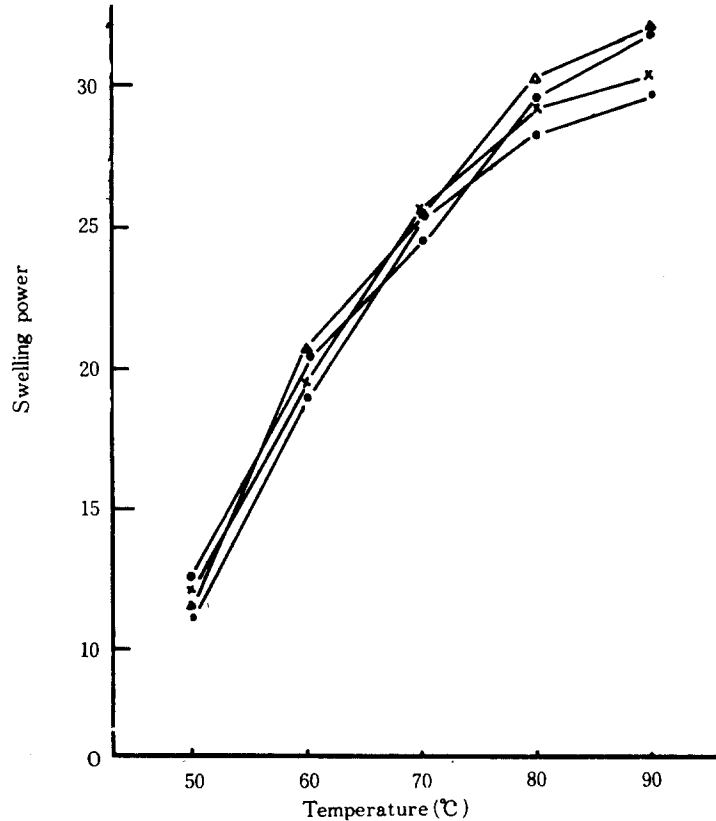


Fig. 3. Swelling power of ginseng root starch

△-△, x-x, ○-○ and ●-● are 3,4,5 and 6 year old ginseng root starch, respectively

2. 호화특성 : 팽윤된 전분을 계속해서 가열하여 전분의 미세구조가 파괴되는 양상을 알기 위하여 전분현탁액을 50℃ 부터 5℃ 간격으로 70℃까지 가열 후 광학현미경으로 전분입자의 형태를 살펴 본 결과는 Fig. 4, X-線回折에 의한 결정성소실 양상은 Fig. 5, amylase소화 시험에 의한 호화도 측정은 Fig. 6 그리고 amylogram을 사용하여 전분의 가열에 따른 점도 특성을 본 결과는 Fig. 7와 같다.

즉 광학현미경 관찰인 Fig. 4에서 보면 50℃에서는 약간 팽윤되기 시작하고 55~60℃에서 팽윤이 최대를 이루어 미세 구조가 파괴되었으며 65~70℃에서는 호화된 전분이 젤상을 이루고 있음을 볼 수 있었다.

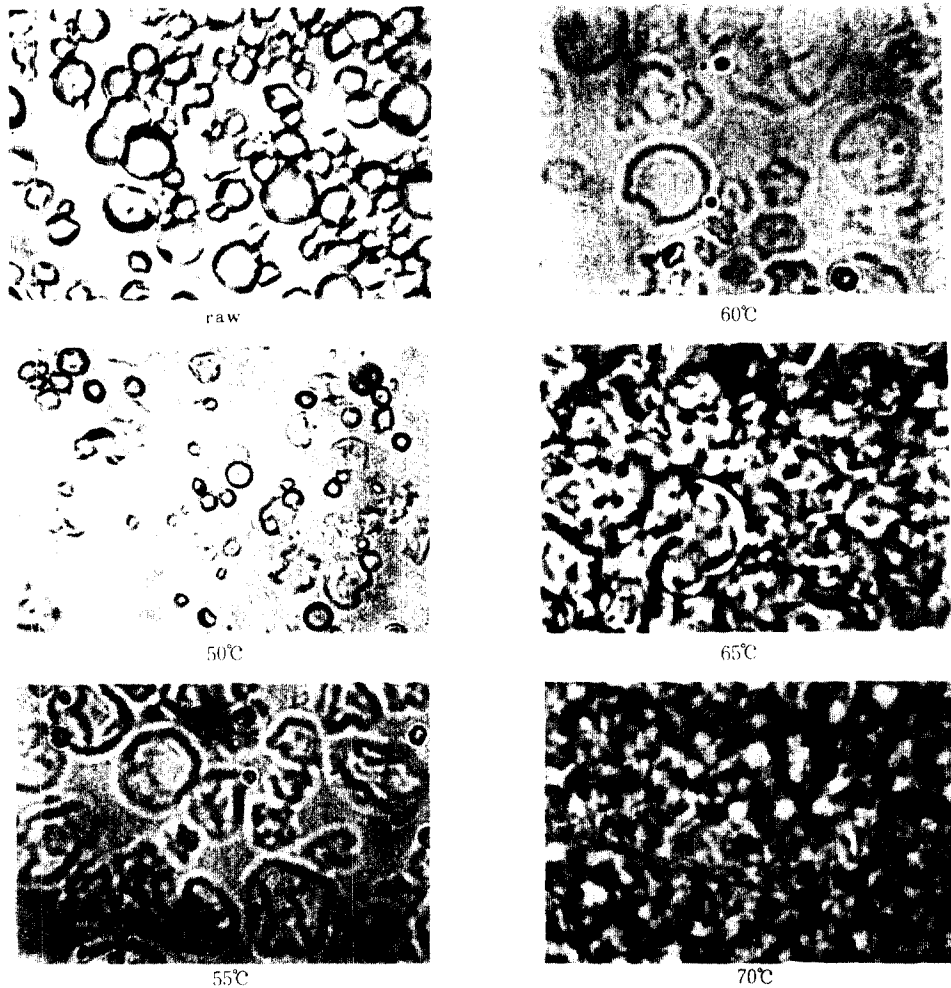


Fig. 4. Morphological change of ginseng root starch granule on heating

한편 加熱에 따른 전분입자의 결정성 소실은 Fig. 5에서 보는 바와 같이 50°C부터 결정성이 점차 상실되기 시작하여 55°C에서는 거의 상실되었다.

glucoamylase에 의한 전분의 호화도를 보기 위하여 전분현탁액을 40°C부터 100°C까지 각각 20분간씩 가열처리한 다음 glucoamylase를 작용시켜 전분의 호화도를 측정 한 결과는 Fig. 6과 같다. 즉 약 50°C 전후에서 호화가 되기 시작하여 53°C에서는 61%였고 55°C에서는 95%, 60°C에서는 98%로 대부분이 호화되었다.

한편 7%전분 현탁액을 가열하면서 시험하여 얻은 amylogram 특성치는 Fig. 7, 8 및 Table 1에서 보는 바와 같이 호화양상은 2년근과 3~6년근 간에 다소 차이가 있다. 즉 pasting temperature는 3~6년근 전분이 51~52°C이고 2년근 전분은 이보다 약간 높은 55°C였다. 최고점도는 3~6년근 전분이 1,140~1,260B.U이고 2년근은 그 보다 작은 910B.U였고 이와같은 최고점도에 달하는 온도는 3~6년근 전분은 70°C부근인데 반하여 2년근 전분은 81°C였다. 한편 최고점도와 최저점도 차이는 3~6년근 전분이 600B.U 이상인데 반해서 2년근 전분은 360B.U였다. 95°C의 온도에서 20분간 유지하면서 측정 한 점도는 모든 전분이 150~190B.U로 큰 차이가 없었다.

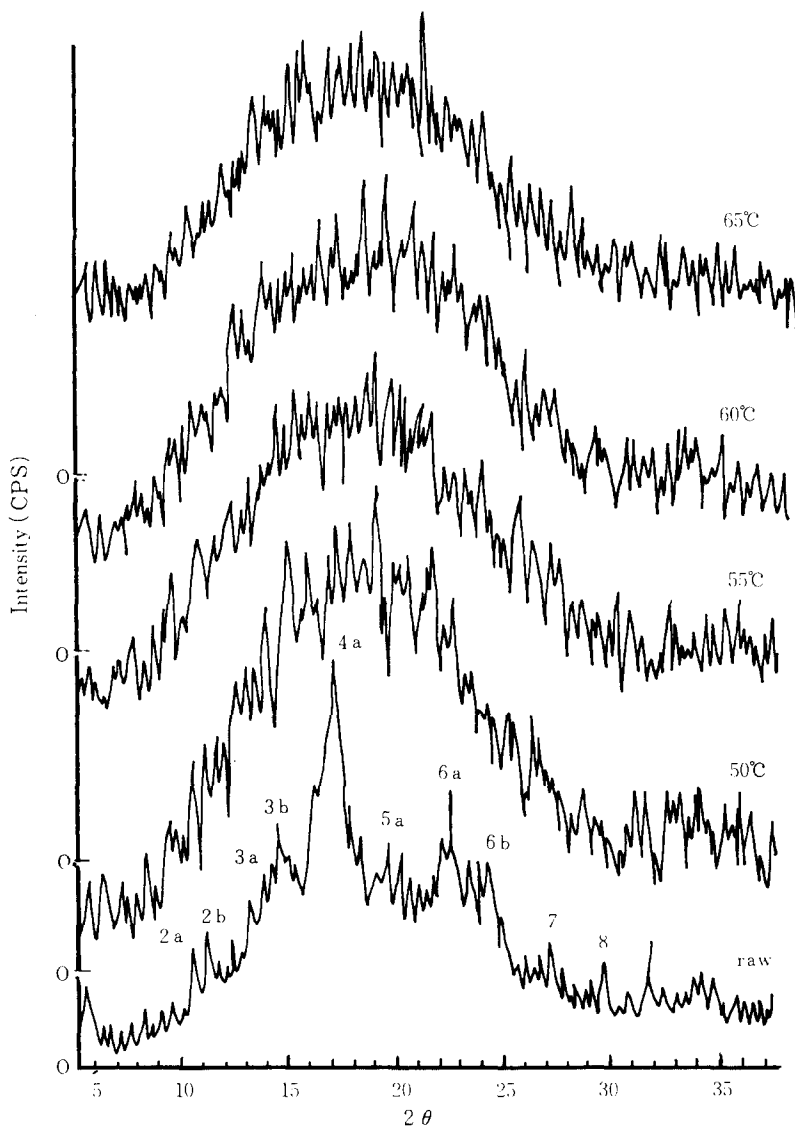


Fig. 5. X-Ray diffraction patterns of ginseng root starch heated at various temperatures.

이상의 결과는 이미 고찰한 전분입자의 크기, amylopectin의 조성비율, 용해도 및 팽윤도 시험결과에서와 마찬가지로 년근별 전분간에 큰 차이가 없음을 알수있고 호화개시 온도는 50~55°C에서 시작하여 65~70°C에서 완전 호화됨을 알수있었다.

한편 4~10%로 전분농도를 달리 하여 측정한 amylogram에서 얻은 amylogram 특성치를 종합한 Fig. 9 및 Table 2을 보면 호화개시 온도는 전분농도가 증가할수록 다소 낮아지는 경향이지만 대체적으로 51~55°C였다.

농도증가에 따른 호화개시온도의 저하는 감자전분, 쌀전분<sup>63</sup> 등에서도 같은 경향을 나타냈다. 최고점도는 4%의 경우 150B.U인데 10%의 경우는 5,500B.U로 농도에 따라 증가함은 당연한 결과이다. 최고점도에 달하는 온도는 농도에 반비례하여 4%경우 95°C인데 10%의 경우는



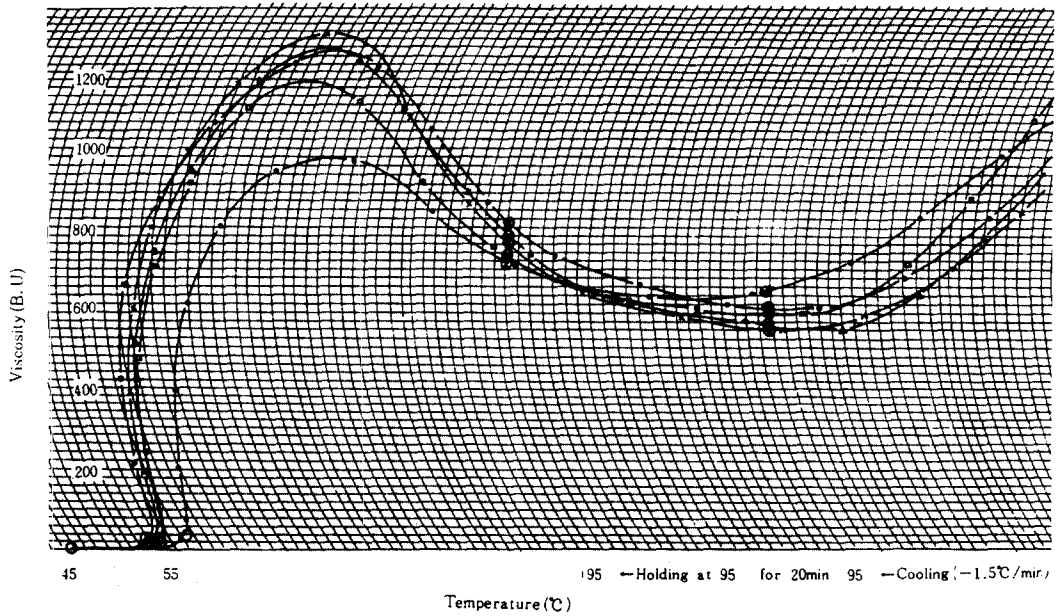


Fig. 7. Amylograms of ginseng root starch at various cultivated years.

○-○, △-△, ◇-◇, □-□ and ×-× are curves of 2, 3, 4, 5 and 6 year old-root starches, respectively.

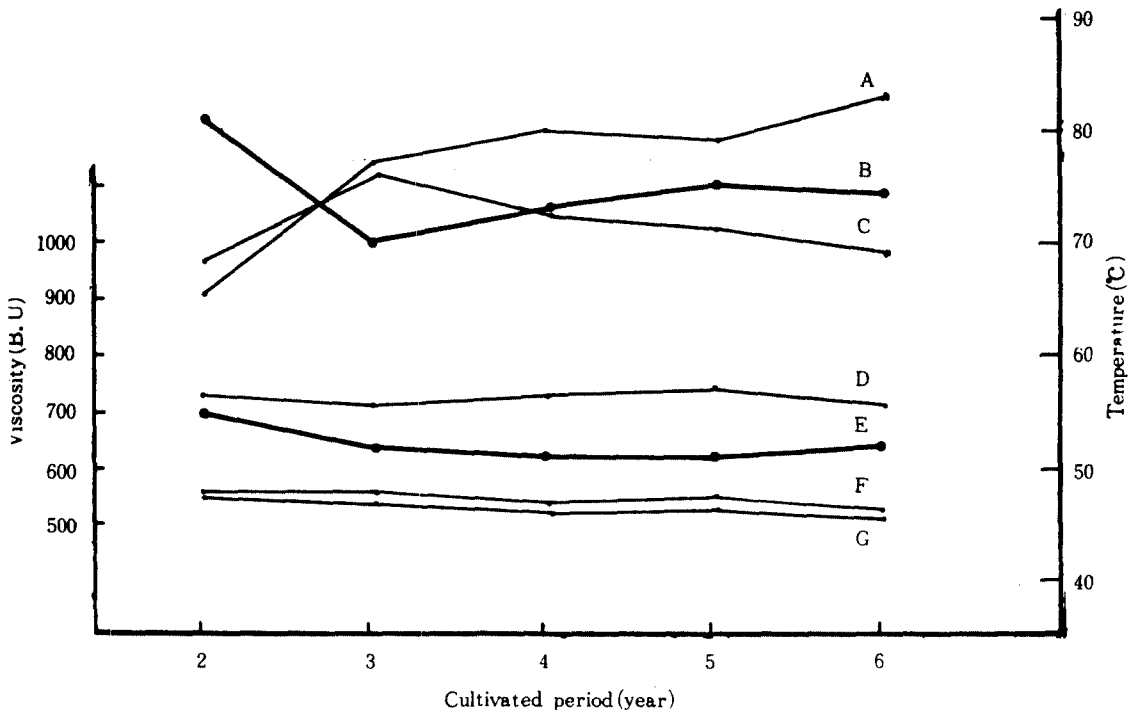


Fig. 8. Graphical analysis of amylographic parameters on ginseng root starch.

- A : maximum peak
- B : temperature at maximum peak height
- C : peak height at 50°C
- D : peak height at 95°C
- E : pasting temperature
- F : peak height at 95°C for 20min. holding
- G : minimum peak

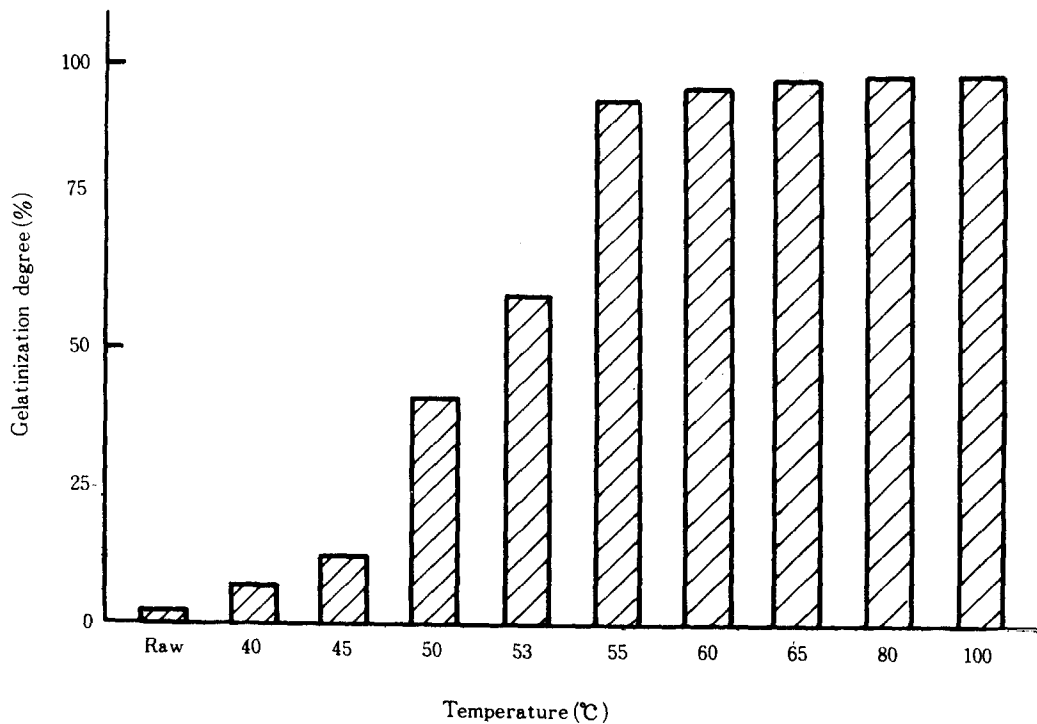


Fig. 6. Gelatinizing degree of ginseng root starch determined by amylase digestibility treated at various temperatures.

Table 1. Amylographic parameters of ginseng root starch at various cultivated years.

Parameters Cultivated years	Pasting temperature (°C)	Maximum peak (B. U)	Temp. at max. peak height (°C)	Minimum peak (B. U)	Peak height at 95°C (B. U)	Peak height at 95°C after 20min. hold (B. U)	Peak height at 50°C (B. U)
2	55	910	81	550	730	560	970
3	52	1,140	70	540	710	560	1,120
4	51	1,200	73	520	730	540	1,050
5	51	1,180	75	530	740	550	1,030
6	52	1,260	74.5	510	710	530	990

64°C였다.

한편 90°C에서 20분간 유지하였을때의 점도는 4%의 경우 처음부터 150B. U를 유지하여 안

Table 2. Amylographic parameters of ginseng root starch at various concentration.

Parameters Conc. of starch (%)	Pasting temperature (°C)	Maximum peak (B. U)	Temp. at peak Maximum (°C)	Minimum peak (B. U)	Peak height at 95°C (B. U)	Peak height 95°C after 20min hold (B. U)	Peak height at 50°C (B. U)
4	55	150	95	150	150	150	290
8	53	440	86	340	420	340	620
6	51	2,160	71.5	640	1,420	1,150	1,730
10	51	5,500	64	1,980	1,600	1,410	2,750

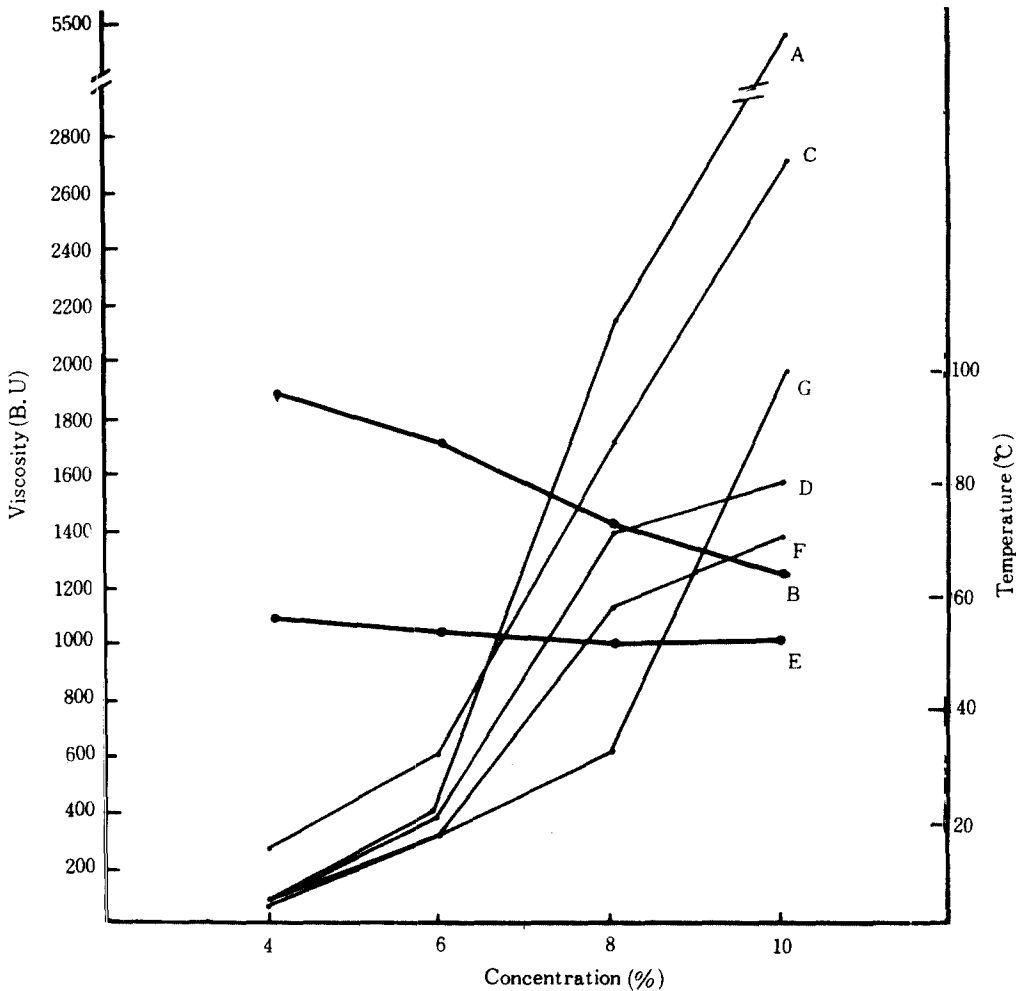


Fig. 9. Graphical analysis of amylographic parameters on ginseng root starch at various concentration.

- A : maximum peak
- B : temperature at maximum peak height.
- C : peak height at 50°C
- D : peak height at 95°C
- E : pasting temperature
- F : peak height at 95°C for 20min. holding
- G : minimum peak

정성을 보였지만 10%의 경우는 차이가 심하여 3,520B. U로 큰폭을 나타내어 농도가 증가함에 따라 붕괴가 심하게 이루어짐을 알수있었다.

3) 전분 및 그 분획물의 점도특성; 인삼전분시료를 농도별, 가열 온도별 및 생육 연근별로

Table 3. Viscosity and physical properties of ginseng root starch at various concentration.

Concentration (%)	Flow time (sec)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Apparent viscosity (cp)	Relative-viscosity	Specific viscosity	Reduced viscosity	Intrinsic viscosity
0.05	115.0	1.1038	2.5844	1.0286	0.0286	0.5720	
0.1	123.1	1.1039	2.8157	1.1207	0.1207	1.2070	
0.3	150.3	1.1040	3.4382	1.3684	0.3684	1.2282	0.54
0.4	165.6	1.1053	3.7926	1.5095	0.5095	1.2738	
0.5	198.6	1.1058	4.5506	1.8112	0.8112	1.6224	

조제한 시료의 流動速度, 밀도 및 점도를 측정된 결과는 Table 3, 4 및 5와 같다. 즉 4년근 전분을 0.05%에서 0.5%까지 DMSO에 용해시킨후 점도를 측정된 결과는 Table 3과

**Table 4. Viscosity and other physical properties of ginseng root starch at various temperatures.**

Temperature (°C)	Flow time (sec)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Apparent viscosity (cp)	Relative viscosity
20°C	144.3	1.1040	3.3009	1.3138
30°C	130.5	1.0919	2.9525	1.1751
50°C	99.7	1.0730	2.2166	0.8822
70°C	74.5	1.0533	1.6260	0.0475
80°C	69.4	1.0429	1.4997	0.5969

**Table 5. Viscosity and other physical properties of ginseng root starch at cultivated years.**

Cultivated years	Flow time (sec)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Apparent viscosity (CP)	Relative viscosity
3	141.7	1.1045	3.2429	1.2907
4	144.6	1.1045	3.3093	1.3171
5	154.1	1.1046	3.5070	1.4038
6	166.1	1.1046	3.8017	1.5132
dimethylsulfoxide	110.2	1.1002	2.5125	—
distilled water	48.6	—	—	—

The viscosity was determined with 0.3% of ginseng starch in DMSO.

같이 流体의 流動速度는 농도에 반비례하여 감소하고, 각종점도는 농도에 비례하여 완만하게 증가하였다. 가열하면서 점도를 측정하는 amylograph 시험에서는 농도에 따라 현저히 증가하

**Table 6. Viscosity and other physical properties of amylose in ginseng root starch at various concentration and cultivated years**

Cultivated years	Concentration (%)	Flow time (sec.)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Apparent viscosity (cp)	Relative-viscosity	Specific viscosity	Reduced viscosity	Intrinsic viscosity	Molecular weight
3	0.1	186.3	1.1023	2.1540	1.1799	0.1799	1.7989	1.50	614579
	0.3	255.4	1.1032	2.9553	1.6188	0.6188	2.0627		
	0.5	349.0	1.1037	4.0402	2.2131	1.2122	2.4262		
	0.7	476.5	1.1050	5.5227	3.0251	2.0246	2.8931		
4	0.1	188.0	1.1024	2.1738	1.1907	0.1907	1.9074	1.54	632613
	0.3	260.0	1.1044	3.0475	1.6693	0.6693	2.231		
	0.5	374.2	1.1067	4.3437	2.3793	1.3033	2.7587		
	0.7	532.8	1.1077	6.1903	3.3908	2.3908	3.4155		
5	0.1	191.2	1.1024	2.2108	1.2110	0.2110	2.1100	1.86	778465
	0.3	287.6	1.1059	3.3360	1.8273	0.8273	2.7578		
	0.5	419.6	1.1074	4.8738	2.6697	1.6697	3.3394		
	0.7	584.0	1.1078	6.7858	3.7170	2.7170	3.8814		
6	0.1	192.0	1.1026	2.2205	1.2163	0.2163	2.1630	1.91	801492
	0.3	292.0	1.1041	3.3816	1.8523	0.8523	2.841		
	0.5	422.4	1.1046	4.8939	2.8807	1.6807	3.3614		
	0.7	591.2	1.1055	6.8552	3.7550	2.7534	3.9334		

Table 7. Viscosity and other physical properties of amylopectin from ginseng root starch at various concentration and cultivated years.

Cultured years	Concentration (%)	Flow time (sec.)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Apparent viscosity (cp)	Relative viscosity
3	0.1	176.9	1.1016	2.0440	1.1196
	0.3	224.0	1.1018	2.5887	1.4181
	0.5	423.0	1.1022	4.8902	2.6787
	0.7	693.2	1.1027	8.0175	4.3917
4	0.1	179.0	1.1016	2.0682	1.1329
	0.3	248.3	1.1019	2.8697	1.5719
	0.5	447.5	1.1024	5.1744	2.8344
	0.7	712.3	1.1028	8.2392	4.5131
5	0.1	185.2	1.1016	2.1399	1.1722
	0.3	287.4	1.1019	3.3216	1.8195
	0.5	488.0	1.1025	5.6432	3.0911
	0.7	745.0	1.1028	8.6174	4.7203
6	0.1	190.2	1.1017	2.1979	1.2039
	0.3	367.5	1.1021	4.2482	2.3270
	0.5	520.2	1.1025	6.0155	3.2951
	0.7	878.5	1.1030	10.1635	5.5672

는 것과 대조를 이루고 있다. 또한 온도의 변화에 따른 점도의 차이를 보기 위해 0.3% 전분용액의 점도를 측정 한 결과는 Table 4과 같이 온도가 높아질수록 流動速度는 빠르므로 점도는 감소하였다. 특히 70℃ 이상에서는 감소율이 둔화되었다. 한편 생육 연근별 전분 점도 차이는 Table 5와 같이 3, 4년근이 거의 비슷하였으며 5, 6년근이 약간 높았지만 대체적으로 성장기간이 길수록 점도가 약간 높아지는 경향을 보이고 있다.

한편 각 생육 연근별 전분에서 분획한 amylose와 amylopectin의 농도에 따른 流動速度, 밀도 점도 및 분자량을 측정하여 산정한 결과는 Table 6, 7 및 Fig. 10와 같다. 즉 유동속도나 각종점도는 전분의 경우와 유사한 경향이였다. 다만 amylose보다 amylopectin의 경우 농도에 따른 변화폭이 큰것이 다를 뿐이다. 또한 amylose의 분자량은  $6.15 \times 10^5 \sim 8.01 \times 10^5$ 으로 성장기간에 따라 증가되었다.

4) gel의 rheology특성; 전분 gel의 物理的 特性을 살피기 위하여 10~16%의 전분 현탁액을 75℃로 30분간 가열하여 gel의 경도 탄력성 및 응집성을 Rheometer를 사용하여 측정 한 결과는 Fig. 11 및 Table 8과 같다. 즉 전분의 농도가 증가할수록 gel의 경도와 탄력성이 증가하였으며 응집성은 큰 차이가 없었다.

12%전분 현탁액을 water bath에서 가열시간을 달리하여 만든 gel의 texture 특성은 Table 9와 같다.

Table 8. Textural parameters of ginseng root starch gel at various concentration.

Concentration (%)	Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	Springness (mm)	Cohesiveness
10	1080	2.8	0.73
12	1620	3.1	0.80
14	2180	3.6	0.79
16	2450	4.1	0.79

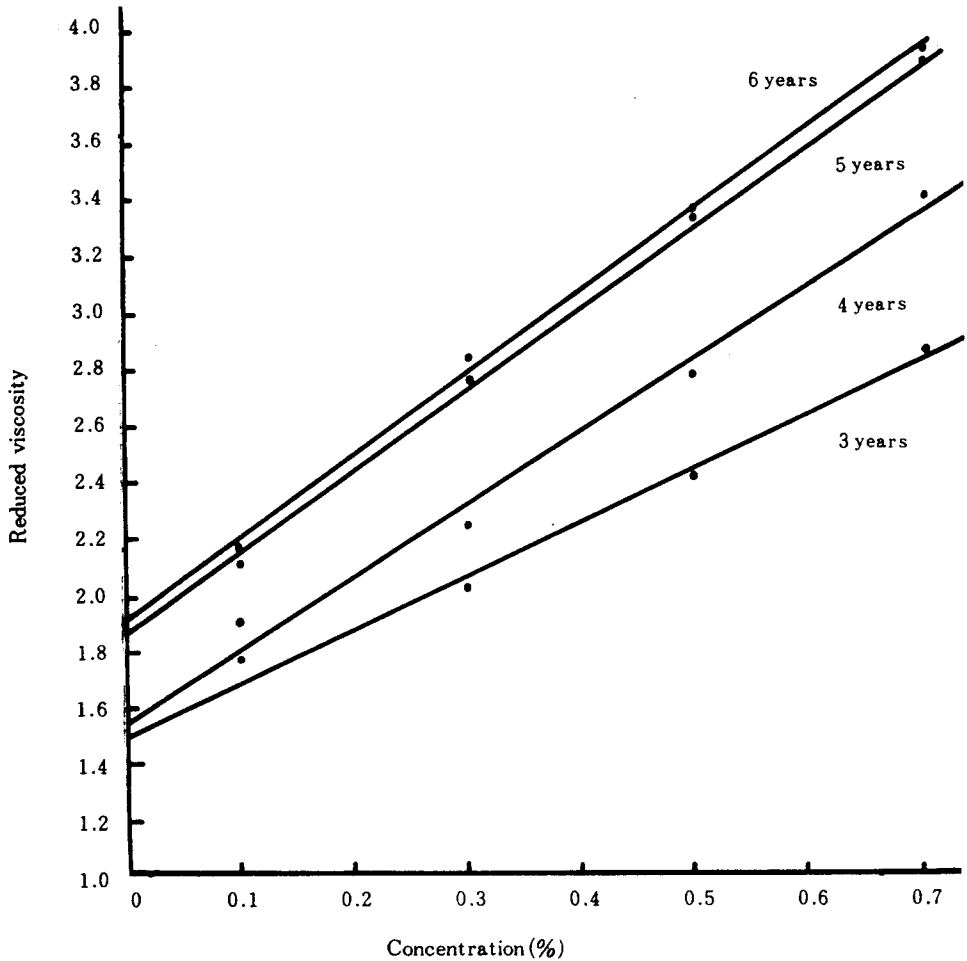


Fig. 10. Changes in reduced viscosity at various concentrations of amylose in ginseng root starch.

즉 가열시간 10분부터 시작하여 55분까지는 가열시간이 길어짐에 따라 gel의 경도가 증가하였으나 70분에 이르러서는 오히려 저하되었다. 옥수수 전분이나 밀 전분은 10분 가열하였을 때 최고의 경도를 나타내고<sup>(6)</sup> 가열시간이 길수록 경도가 낮아졌다. 이것은 전분입자의 미셀의 치밀도 차이에 기인한 것으로 생각된다.

탄력성 역시 경도와 같은 경향을 나타냈으며 또한 응집성의 경우도 가열시간이 길수록 높아지는 경향이였다.

또한 1/10N-NaOH로 pH를 3.0~7.0으로 조절한 12%전분 현탁액을 가열하여 만든 gel의 texture는 Table 10와 같다.

즉 pH가 높을수록 경도가 높아지지만 pH 7에서는 약간 낮아졌는바 이는 Smith등<sup>(13)</sup>이 지적한바와 같이 가열할때 酸이 함께 있으면 전분입자가 쉽게 붕괴되는 것으로 생각된다. 또한 응집성과 탄력성은 큰 차이가 없었다.

한편 연근별 전분겔의 texture 특성은 Table 11에서 보는 바와같이 큰 차이가 없었다.

#### 5. gel의 노화특성

일단 노화된 전분gel을 5°C와 30°C로 1~6일간 저장하면서 Rheometer로 경도변화를 측정

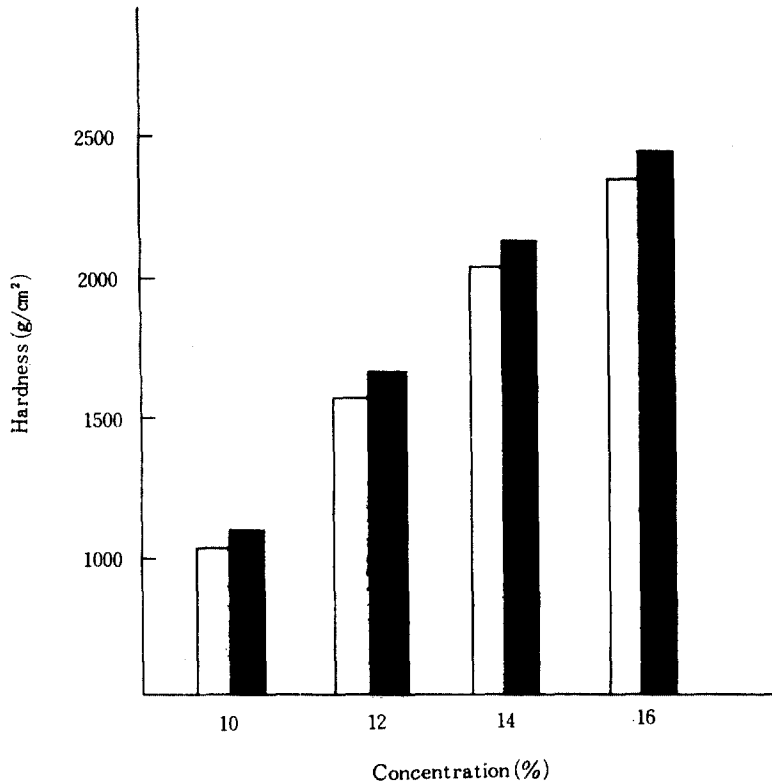


Fig. 11. Hardness of ginseng root starch gel at various concentration  
(white and black bars are first and second bite, respectively)

Table 9. Textural parameters of ginseng root starch at various heating time.

Heating time (min)	Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	Springness (mm)	Cohesiveness
10	1330	3.0	0.43
25	1600	3.1	0.47
40	1660	3.3	0.58
55	1658	3.2	0.68
70	1650	3.1	0.70

Table 10. Textural parameters of ginseng root starch at various pH value.

pH	Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	Springness (mm)	Cohesiveness
3	1300	2.9	0.69
4	1500	3.1	0.70
5	1610	3.2	0.70
6	1650	3.2	0.75
7	1620	3.1	0.73

한 결과는 Fig. 12와 같이 경시적으로 측정된 경도변화로 부터 Avrami식과<sup>(14)</sup> Conford<sup>(15)</sup> 식으로 계산한 노화특성치 관계는 Fig. 13, 14과 같다. 즉 전분의 노화는 다른 전분과 같이 negative temperature coefficient를 가지며 Avrami지수는 5°C저장 gel과 30°C저장 gel의 경우 각각 1.005와 0.965로서 1에 가까우므로 전분노화가 instantaneous nucleation으로 진행됨을 알수있었다.

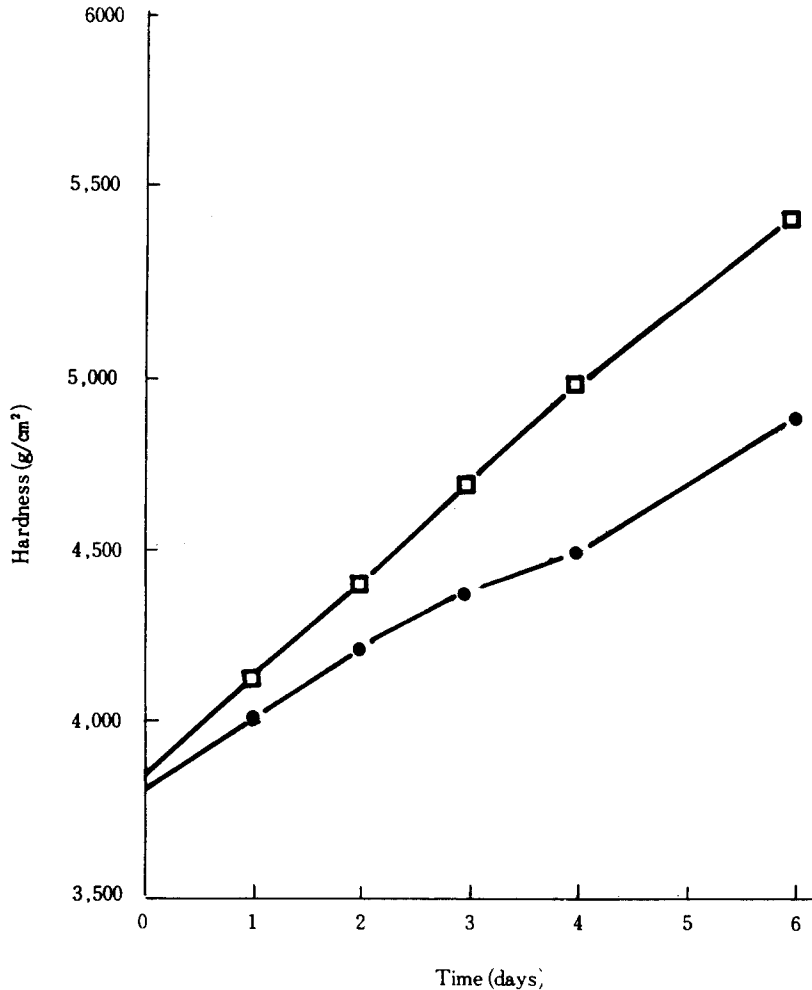


Fig. 12. Aging of ginseng root starch gels at 5°C(-◇-) and 30°C(-●-)

Table 11. Textural parameters of ginseng root starch at various cultivated period.

Cultivated years	Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	Springness (mm)	Cohesiveness
3	1690	3.3	0.65
4	1620	3.2	0.64
5	1600	3.1	0.60
6	1580	3.1	0.60



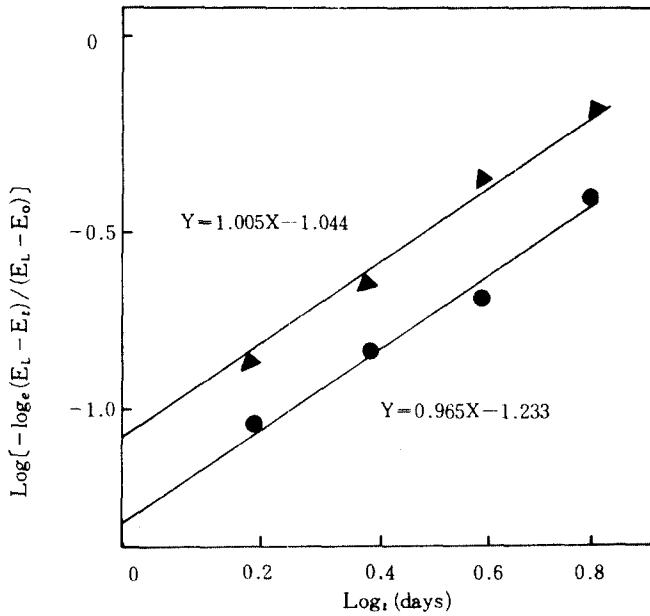


Fig. 13. Plot of  $\log\left[-\log_e \frac{E_L - E_t}{E_L - E_0}\right]$  against  $\log_t$  of ginseng root starch gels at 5°C (-▲-) and 30°C (-●-)

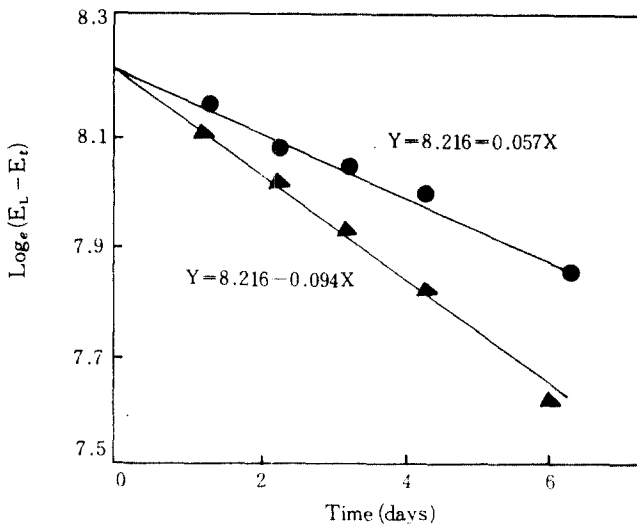


Fig. 14. Plot of  $\log_e(E_L - E_t)$  against time of ginseng root starch gels at 5°C (-▲-) and 30°C (-●-)

要 約

人蔘澱粉의 物理的 特性을 고찰한 결과는 다음과 같다.

1. 人蔘澱粉을 90°C로 가열하면 용해도는 약 15%이고 팽윤력은 30%전후로서 연근별로 큰 차이가 없었으며, 흡수율은 160%였다.

2. 人蔘澱粉의 호화개시온도는 현미경관찰, X-선소실,  $\alpha$ -amylase 소화시험 및 amylograph 분석시험 등으로 볼때 50~55°C로 시작하여 65~70°C에서 완전 호화되었다.
3. 人蔘전분과 amylose의 고유점도는 0.54 및 1.5~1.9였고, 상대점도는 0.3%농도의 경우 전분 1.3~1.5, amylose 1.6~2.9, amylopectin은 1.4~2.3이었다.
4. 전분현탁액이 농도가 증가할수록 gel의 경도와 탄력성이 증가하였으며 ph 5~6에서 55분 가열했을때 최고경도를 나타냈다. 전분의 노화는 다른 전분과 같이 전분겔의 Avrami지수는 5°C 30°C 저장시 1,005와 0,965로 1에 가까우므로 전분노화가 instantaneous nucleation으로 진행됨을 알 수 있었다.

#### REFERENCES

1. Kim, H.J., Jo, J.S., Nam, S.H., Park, S.H. and Mheen, K.C.: *Korean J. Ginseng Sci.* 7 (1), 44 (1983).
2. Kim, S.K., Hiyama, C., Yamasak, K., Hirako, R., Tanaka, O., Kim, J.H. and Kim, I.H.: *Sho-yakugaku Zasshi*, 33 (4), 245 (1979).
3. 鈴木繁男, 中村道徳: 澱粉科學實驗法, 朝創書店, pp. 149 (1979)
4. Leach, H.W., McCowen, L.D. and Schoch, T.J.: *Cereal Chem.*, 36 (11), 534 (1959).
5. 庄司一郎, 倉澤文夫: *Net Food Industry*, 24 (7), 67 (1982)
6. 高橋礼治, 小林信夫, 山本正樹: 澱粉工業學會誌, 16 (4), 139 (1969)
7. 金海申, 曹裁銑: 高麗人삼학회지 8 (2) (1984)
8. Netchalfe, L.D. and Schmitz, A.A.: *Anal. Chem.*, 33, 363 (1961).
9. Takeda, C. and Hizukuri, S.: *Japan J. Agri. Chemical Soc.*, 48 (12), 663-669 (1974).
10. Fuji, M., Honda, K. and Fujita, H.: *Biopolymers*, 12, 1177 (1973).
11. 鄭基相: 프라스틱, 寶晉劑, 서울 pp. 13 (1979)
12. Kalenga, K., Lamartine, F. Hood and Peter, J. Vansoest: *J. of Food Science*, 46, 1885 (1981).
13. Smith, D.E. and Andrews, J.S.: *Cereal Chem.*, 92, 1 (1952).
14. Avrami, O.M.: *J. Chem. Phys.*, 9, 177 (1941).
15. Conford, S.J., Axofrd, D.W.E. and Elton, *Cereal Chem.*, 41 216 (1964).