

## 전분의 분자량 분포도에 관한 연구

김 경 이  
서일대학 식품가공과

### A Study on the Molecular Weight Distribution of Starch

Kyeong-Yee Kim

Department of Food Science and Technology Seoil College, Seoul 131-702, Koera

#### Abstract

Purified acorn starch was obtained from alkali precipitation method. Acorn amylose and acorn amylopectin were fractionated from purified acorn starch by butanol improvement method. Gel permeation chromatography (GPC) was used to measure molecular weight distribution of acorn starch, acorn amylose, acorn amylopectin and corn starch, corn amylose, corn amylopectin. GPC measurement diagrams were obtained by each retention time. And then, we used DMSO and DMF as solvent, pullulan as standard material. We calculated the Number-average molar mass (Mn), Weight-average molar mass (Mw) and polydispersity from molecular weight distribution of each sample. As a result of estimating molecular weight using GPC, Mw of amylose has small value than Mw of amylopectin. From this fact, the molecular structural aspects of amylose and amylopectin were predicted and it was in good agreement with the tendency of polydispersity by GPC. The polydispersity of starch had big value than amylose and amylopectin, from this result, it might be known that the range of molecular weight appeared broad by heterogeneous properties of two components. The viscosity of purified acorn starch, amylose, amylopectin seperated from acorn starch, was decreased by increasing the shear rate and raising the temperature exponentially. Acorn starch solutions exhibited pseudoplastic power law fluid behavior.

Key words : molecular weight distribution, polydispersity, intrinsic viscosity

## 서 론

전분입자는 히드록시기를 통해 서로 수소결합을 하거나 물 분자를 사이에 두고 간접적으로 수소결합을 하여 미세구조를 이루고 있으며 결정부분과 비결정부분으로 구성되어 있다. 전분의 구성성분은 대부분 amylose와 amylopectin으로 이루어져 있는데 amylose는 수천개의 glucose 분자가  $\alpha$ -1, 4 결합을 하고 있는 선형 결합체로서 결가지가 적으며 iodine, fatty alcohols, fatty acid 그리고 fructose, maltose, sacrose와 같은 당, 그 외 여러 가지 유기화합물과 강하게 결합하여 나선형을 포함하는 착물(1)을 형성한다. 전분은 식물로부터만 들어지는 중요한 고탄수화물(2)이며 전분겔의 겔화 메커니즘에 대하여 Hood 등(3)은 전분입자가 호화되면서 amylose가 입자밖으로 용출되어 나왔다가 냉각되면서 겔화가 일어나 연속적인 nongranular starch water matrix를 형성한다고 밝혔다. Morris(4)는 전분겔의 형성을 amylose로 구성된

겔 matrix와 팽윤된 전분립으로 이루어지는 변형이 가능한 filler간의 상호작용 특성으로 설명하였고, Biliaderis(5)는 전분겔의 호화메커니즘은 충분한 양의 수분이 존재할 때 무정형 영역에서 수화와 팽윤이 일어나고 가열하면 전분 결정체의 녹음이 촉진되어 helix-coil전이가 일어나고 이때 큰 엔트로피를 얻어서 분자내의 질서정연한 배열에서 자유로운 배열로 전이가 일어나면서 수소결합이 끊어지게 되는 과정이라고 하였다. 또한 Hansen 등(6)은 전분입자 내부에서 용출된 amylose와 amylopectin이 전분겔의 탄성에 미치는 영향에 대해 보고하였고, 전분겔들의 Shear modulus와 Young's modulus에 관한 자료(7)와 전분겔의 항가소제효과와 온도와 의 관계에 관한 연구(8)가 보고 되어있다.

도토리는 품종이 다양하고 식품으로써 여러가지 형태로 외국 및 우리나라에서 오래전부터 사용되어 왔고 특히 한국에서는 도토리 전분겔의 특이한 조직감을 갖는 목형태로 많이 이용되고 있다. 뿐만아니라 한의학에서는 도토리가 포함하고 있는 많은 양의 탄닌성분이 위와 장에 작용하여 수렴 작용 및 지사작용의 효능을 나타내고 aconnic acid는 간의 노폐물을 제거하는 효과가 있다고 하여 약재로써 이용된다

†Corresponding author. E-mail : kykim@seoil.ac.kr,  
Phone : 82-2-490-7461, Fax : 82-2-490-7456

(9). 지금까지 도토리 전분의 각종 특성에 대하여 많은 연구(10,11)가 이루어져 이화학적 성질과 유변학적 성질들이 밝혀져 있다.

본 연구에서는 복합다당류의 성질을 분자량별로 분리하고자 하여 정제된 도토리 전분으로부터 다양한 분자량을 가진 amylose와 amylopectin을 분획하고 GPC(Gel Permeation Chromatography)를 이용하여 지연시간으로부터 분자량 분포도를 측정된 후 각각의 수평균분자량(Mn)과 중량평균 분자량(Mw) 및 다분산도를 구하고 이미 분획되어 시판되는 Corn starch, Corn amylose, Corn amylopectin과 비교하여 분자구조적인 측면도 함께 검토하였다. 분자량 분포도에 관한 실험 결과를 확인하기 위하여 각 재료의 고유점도 및 점도에 미치는 전단속도와 온도와의 관계를 관찰하였다.

### 재료 및 방법

#### 도토리 전분의 정제

도토리 가루는 속리산에서 재배된 분말을 시중에서 구입하였고 이 분말은 알칼리로 침전 시키면서 다음과 같이 정제하였다. 도토리 분말에 0.2% NaOH 용액을 가하여 교반하면서 하룻밤 방치하고 상층액을 경사법으로 제거한 다음 다시 0.2% NaOH 용액으로 침출, 세척하고 Biuret 반응이 나타나지 않을 때까지 반복하였다. 원심분리기 (Sorvall RC-5B, dupont Instruments, France)에 의하여 침전물을 얻은 후 증류수와 메탄올로 2회 세척하고 회전증발기(VV2000, Heidolph Co., USA)로 용매를 증발시킨 후에 진공 오븐(Vacuum Oven : Model 5831, Precision Scientific Inc., USA)에서 80℃로 2시간동안 건조한 후, 60 mesh체로 분말화 하여 정제된 도토리 전분을 얻었다.

#### 도토리 전분종의 amylose와 amylopectin의 분획

Acorn amylose와 acorn amylopectin은 butanol 개량법(12)에 의하여 acorn starch로부터 다음과 같이 분획하였다. 정제된 전분 40 g을 부탄올 200 mL와 증류수 2 L 혼합액에 가하고 70-80℃ 항온수조에서 30분간 호화하였다. 이 호화액을 autoclave에서 125℃, 15 lb의 조건하에서 2시간 재호화 하였고 원심분리(3000 rpm, 5-15℃, 20 min)하여 잔사를 제거하였다. 상층액에 부탄올과 isoamyl alcohol을 각각 200 mL를 가하여 92-95℃에서 30분간 물 증탕한 후 용기표면을 탈지면으로 싸서 24시간 방치하여 서서히 냉각하였다. 이 용액을 원심분리(2000 rpm, 5℃, 1 hr)하여 침전물을 분리하였다. 침전된 amylose는 부탄올로 3회 재결정 하였으며 메탄올로 세척하고 진공건조하여 분말화 하였다. 위의 원심분리한 상층액에 메탄올을 가하여 amylopectin을 침전시키고 원심분리하

여 메탄올로 2회 세척하여 탈수한 후 동결건조기(Freeze-Dryer : Labconco Co., USA)에서 건조하여 분말화 하였다.

#### GPC에 의한 분자량 분포도 측정

0.05 M LiBr을 첨가한 HPLC용 용매 DMSO(Dimethylsulfoxide)와 DHF(Dimethylformamide)를 3:1의 부피비율로 만들고 하루 동안 교반하여 용매로 사용하였다. 이 용매로 각 시료 1%용액을 제조하고 50℃에서 한 시간 교반한 후 Filter(0.5 μm, Waters Co.) 시킨 후에 200 μL 주입하여 GPC(Gel Permeation Chromatography : Waters, USA)로 분자량 분포도 실험을 하였다. 이때 흐름속도는 0.8 mL/min 이었고 column 온도 (Internal온도)는 35℃, RI detector온도 (External 온도)는 40℃로 고정하였고 표준온도로는 pullan을 1%제조하여 사용하였다. Acorn starch와 amylose, amylopectin의 chromatogram을 Fig. 1에 나타내었고 또한 Corn starch와 amylose, amylopectin의 chromatogram도 Fig. 2에 나타내었다.

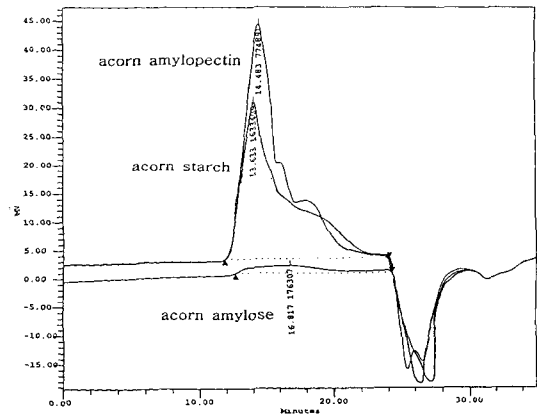


Fig. 1. Gel permeation chromatogram of acorn starch, acorn amylose, acorn amylopectin.

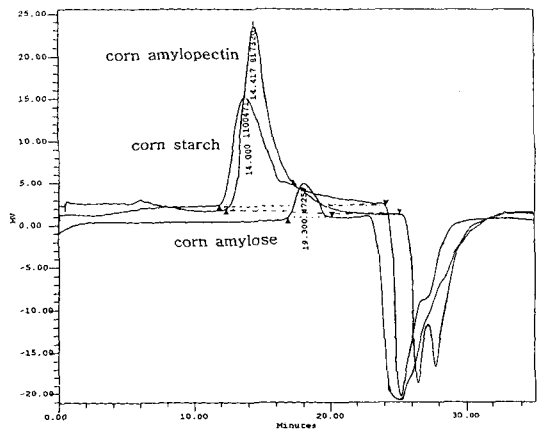


Fig. 2. Gel permeation chromatogram of corn starch, corn amylose, corn amylopectin.

### Ubbelohde viscometer에 의한 고유점도 측정

정제하여 분획된 acorn starch, amylose, amylopectin을 각각 1 N KOH용액에 용해시켜 0.2%(w/w)용액을 제조하여 항온 수조에서 25℃로 유지하면서 Ubbelohde 점도계를 사용하여 모세관을 흘러내리는 시간을 측정하였다. 이 값으로부터 Huggins식을 이용하여 각각의 환산점도를 계산하고 외삽하여 고유점도를 구하였다.

$$\eta_{sp}/C = [\eta] + K' [\eta]^2 C \quad (1)$$

이때  $\eta_{sp}$ 는 고유 점성도,  $K'$ 는 Huggins상수,  $C$ 는 농도이다.

### Brookfield viscometer에 의한 점도 거동 측정

상대 점도가 2.5 이상인 농도의 용액에서는 전단속도 효과가 크므로 시료전체에 동일한 전단속도를 줄 수 있는 cone and plate type인 Brookfield viscometer(Brookfield Engineering Lab. Inc. German)를 사용하여 acorn starch, amylose, amylopectin의 각 9% DMSO용액을 시료로 하여 shear rate에 따르는 shear stress로부터 점도거동을 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### Starch, amylose, amylopectin의 분자량 분포도

GPC를 이용하여 acorn starch와 corn starch, 이를 분획한 amylose와 amylopectin의 지연시간으로부터 분자량 분포도를 측정하고 이로부터 각각의 수평균분자량( $M_n$ ), 중량평균 분자량( $M_w$ )과 다분산도를 결정하였고 그 결과는 Table 1과 Table 2에 나타내었다.

**Table 1. Molecular weight of acorn starch, amylose and amylopectin by GPC**

Sample	GPC characteristics				
	Retention time(min.)	$M_n^{1)}$ (g/mol)	$M_p^{2)}$ (g/mol)	$M_w^{3)}$ (g/mol)	Polydispersity
Acorn starch	13.633	137,201	1,633,409	1,220,432	8.895182
Acorn amylose	16.817	76,133	176,307	429,818	5.645633
Acorn amylopectin	14.483	178,882	774,891	857,461	4.793449

<sup>1)</sup> Number-average molar mass, <sup>2)</sup> Peak frequency molar mass,

<sup>3)</sup> Weight-average molar mass.

**Table 2. Molecular weight of corn starch, amylose and amylopectin by GPC**

Sample	GPC characteristics				
	Retention time(min.)	$M_n^{1)}$ (g/mol)	$M_p^{2)}$ (g/mol)	$M_w^{3)}$ (g/mol)	Polydispersity
Corn starch	14.000	177,393	1,100,471	1,064,893	6.003029
Corn amylose	19.300	38,698	47,257	44,455	1.148774
Corn amylopectin	14.417	186,694	817,821	707,821	3.781349

<sup>1)</sup> Number-average molar mass, <sup>2)</sup> Peak frequency molar mass,

<sup>3)</sup> Weight-average molar mass.

이때  $M_n$ 은 수평균 분자량으로 물질의 절단성과 흐름성질에 영향을 미치는 값이며,  $M_p$ 는 분자량 분포도에서 최대 빈도수의 분자량을 나타내고,  $M_w$ 는 중량평균 분자량으로 인장강도와 경도에 영향을 미치며 polydispersity는 다분산도로 이 값이 클수록 그 계는 불균일하게 가지가 많거나 분자량이 넓게 분포되어 있음을 의미한다. 이 값들을 관찰해 보면 acorn amylose나 corn amylose의 중량평균 분자량( $M_w$ )이 429, 818과 44,455 g/mol로 나타나 amylopectin에 비해서 뚜렷이 작은데 이는 amylopectin이  $\alpha$ -1,4 선형 결합에 가지를 친  $\alpha$ -1,6 결합을 하고 있고  $\alpha$ -1,4 선형결합만 하고 있는 amylose에 비해 회합정도도 많기 때문인 것으로 사료된다. 다분산도는 acorn starch와 corn starch가 amylose와 amylopectin에 비해 크게 나타났으며 이는 전분의 분자량 분포범위가 넓은 것을 의미하고 또한 amylose와 amylopectin 두성분에 의해서 불균일성이 크다는 것을 의미한다. 그리고 amylose와 amylopectin은 전분에서 분획한 것으로 전분보다는 작은 분자량을 가지고 있으며 두 성분중 amylopectin의 분자량이 크게 나타나는데 이는 비록 짧은 사슬이지만 많은 긴 가지를 가진 분자의 분포가 전분의 분자량 크기에 영향을 미치고 있기 때문이다. 또한 다분산도는 starch, amylose, amylopectin 순으로 작아지며 이로부터 전분입자는 amylose 및 amylopectin에 비해 불균일성이 크다고 할 수 있으며 분자량과 역학적 성질 및 점도와와의 관계로부터 높은 분자량을 갖는 전분은 amylose, amylopectin에 비해 분자량이 커서 인장강도, 신장률, 견고성, 충격강도, 절단성, 항복세기, 탄성률 등은 증가하고 점착성과 용해도는 상대적으로 낮아서 전분은 비교적 높은 온도에서 팽윤된다. Acorn starch와 amylose, amylopectin의 분자량 분포도를 Fig. 3-Fig. 5에 나타내었고 또한 Corn starch와 amylose, amylopectin의 분자량 분포도도 Fig. 6-Fig. 8에 나타내었다. 실제로 분획한 acorn과 시판된 corn의 분자량 분포도 실험으로부터 같은 경향을 관찰 하였으며 그 결과 acorn amylose와 amylopectin의 분획실험이 잘 이루어졌음을 확인하였다.

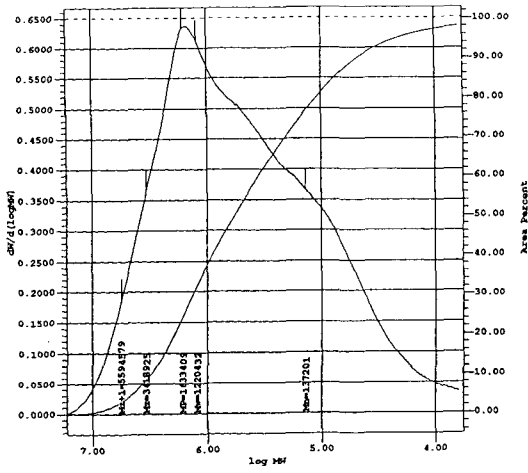


Fig. 3. Molecular weight distribution diagram of acorn starch by GPC.

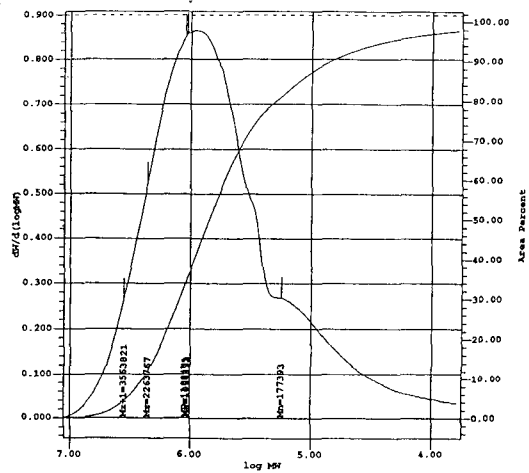


Fig. 6. Molecular weight distribution diagram of corn starch by GPC.

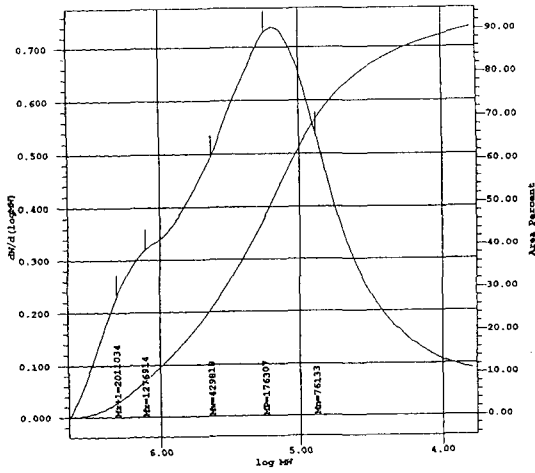


Fig. 4. Molecular weight distribution diagram of acorn amylose by GPC.

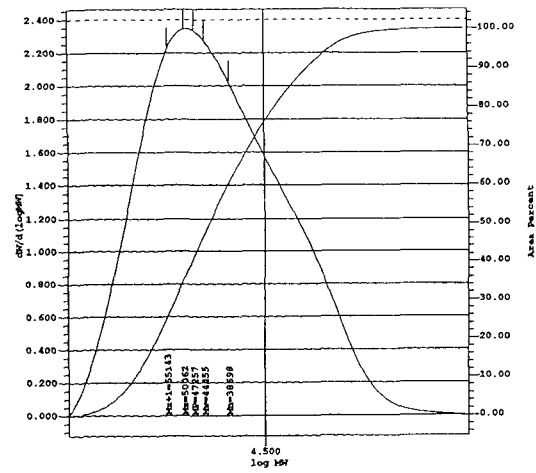


Fig. 7. Molecular weight distribution diagram of corn amylose by GPC.

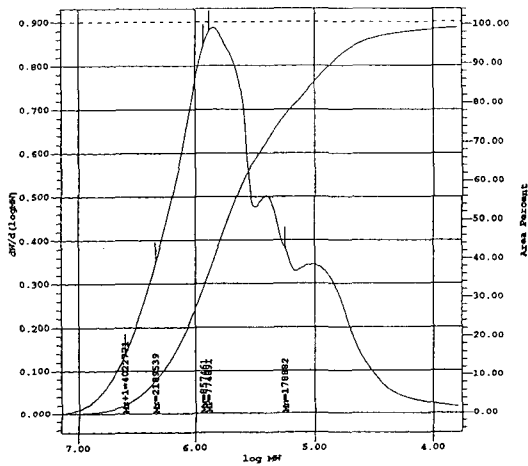


Fig. 5. Molecular weight distribution diagram of acorn amylopectin by GPC.

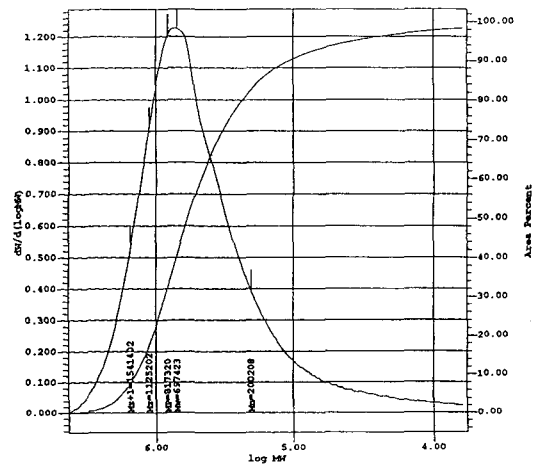


Fig. 8. Molecular weight distribution diagram of corn amylopectin by GPC.

고유 점도

Acorn starch, amylose, amylopectin의 고유점도를 구하기 위하여 환산점도와 농도와의 관계를 Fig. 9에 도시하였고 각 시료의 고유점도 값은 Table 3에 나타내었다. Starch와 amylopectin은 다 분산도가 커서 불균일성이 크므로 가치를 많이 가지고 있으리라 생각되며 이 가지 때문에 분자의 회전력이 감소하여 점도가 작아지게 된다. 모세관을 흘러내리는 묽은 용액은 모세관 벽에서의 거리에 따라 흐름속도, 즉 전단속도가 다르게 나타나는데 starch, amylose, amylopectin분자는 각기 다른 크기를 가지므로 코일의 다른 부분에 서로 차이가 나는 전단속도가 미치게 된다. 이러한 전단속도의 차이 때문에 분자에 미치는 마찰 끌림과 회전력이 변화하게 되어 용액에 있는 고분자에 의하여 점도가 나타나게 된다. 앞에서 분석한 GPC 결과에 의하면 starch와 amylopectin은 다분산도가 커서 불균일성이 크므로 가치를 많이 가지고 있으리라 생각되며 이 가지 때문에 분자의 회전력이 감소하여 점도가 감소하게 된다. 도토리 전분으로부터 분획된 amylose의 고유점도가 높은 것은 amylose가 선형분자이므로 용액 중에서 분자사슬의 풀림이, 가치를 가진 amylopectin이나 starch에 비해 용이해서 분자 끝 간 거리가 증가하여 높은 고유점도를 나타낸다고 볼 수 있고 또는 선형분자인 amylose는 회전력이 증가하여 상대적으로 다른 두 분자에 비해 높은 점도를 나타낸다.

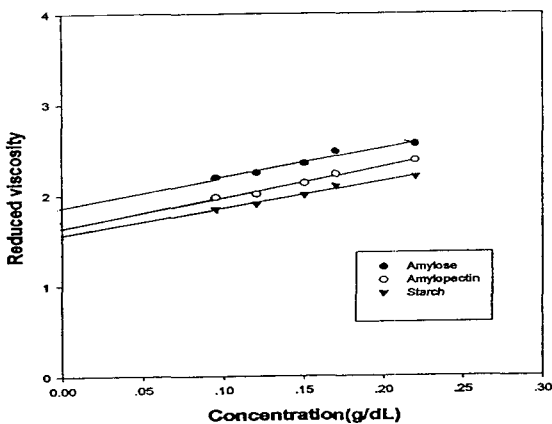


Fig. 9. Reduced viscosity ( $\eta_{red} = \eta_{sp}/C$ ) versus concentration of acorn starch, amylose and amylopectin solution in 1 N KOH.

Table 3. Intrinsic viscosities of acorn starch, amylose and amylopectin solution in 1 N KOH measured by ubbelohde viscometer at 25 °C

Acorn	Starch	Amylose	Amylopectin
Intrinsic viscosity	1.6111	1.9872	1.6872

점도 거동

전분의 좋은 용매인 DMSO에 acorn starch, amylose, amylopectin 일정량을 용해시켜 shear rate에 따르는 각 용액의 점도수치를 Table 4에 도시하였다. 이 용액들은 전단속도가 증가함에 따라 점도가 감소하는 현상을 나타내었다. 전단 변형속도에 따라 전분입자는 흐름의 방향으로 배향하려 하지만 입자의 회전 브라운 운동 또는 회전 확산이 있어 이 배향을 방해하려 한다. 전단속도가 증가함에 따라 점도가 감소하는 물질의 성질은 입자의 분자운동이 가해지는 응력보다 작아서 molecular disentanglement, stretching 등과 같은 방향성이 생겨나기 때문이다. 일반적으로 액체의 점도는 온도가 상승하면 감소하는데 이는 분자 상호의 운동량의 전달이 분자의 접촉에 의한 일시적 결합에 의한 것이라 볼 때 온도가 높아지면 열운동에 의한 교란으로 결합하는데 방해 받는다. 따라서 충돌은 하지만 결합은 일어나지 않으며 온도가 높을수록 이동하는 확률은 크나 결합하기 위해 머물러야 하는 시간은 짧아진다. 어떤 분자가 다른 상태로 이동할 때 이동할 확률은 Boltzmann인자로 나타내며 이때 넘어야 할 에너지 장벽을 활성화 에너지라고 한다. 분자가 일시적 결합 상태에 머무르는 시간이 길 다면 내부 마찰은 커지게 되며 따라서 점성은 증가한다. 즉 온도가 높아지면 열운동이 심하게 되어 양 층의 점착 결합이 교란되어 계동 작용이 약해져서 점성이 감소하는 것이다. 다시 말해서 온도가 올라감에 따라 결합 상태에 머무르는 시간이 짧아지므로 내부마찰은 작아지게 되어 점성은 감소한다. 본 실험의 모든 시료는 온도가 상승하면 점도가 감소하였고 이 감소는 지수함수 적이어서 Arrhenius일반식과 일치하였다.

$$\eta = A \cdot e^{E/RT} \tag{2}$$

이때  $\eta$  는 점도, E 는 활성화 에너지, R 은 기체상수이다. 분자간 분자내 회합으로 제안되는 갑자기 점도가 감소하는 현상이 25-30°C에서 전이 온도가 관찰되었다.

요 약

도토리 가루를 알칼리로 침전시키면서 정제하여 도토리 전분을 얻었다. 다시 이 starch를 부탄올 개량법으로 분획하여 도토리 amylose와 amylopectin을 얻었고 Corn starch와 corn amylose, corn amylopectin은 시판되는 시약을 사용하였다. 이 시료들의 분자량 분포도를 관찰하기 위하여 GPC측정을 하였다. GPC 측정은 DMSO와 DMF의 용매사용과 표준물질로 pullulan을 사용하여 검정하고 각 시료들의 지연시간으로부터 행하여졌다. 분자량분포도로부터 수평균분자량 ( $M_n$ )과 중량평균분자량( $M_w$ ) 및 다 분산도를 얻었다. 그 결

Table 4. Viscosity of 9 wt% acorn solution in DMSO at various temperatures

acorn solution	Temp. (°C)	Shear rate(sec <sup>-1</sup> )							
		1	2	5	10	20	40	100	200
starch	25	1.06×10 <sup>3</sup>	6.51×10 <sup>2</sup>	2.65×10 <sup>2</sup>	1.48×10 <sup>2</sup>	6.77×10 <sup>1</sup>	2.98×10 <sup>1</sup>	1.13×10 <sup>1</sup>	4.54×10 <sup>0</sup>
	35	9.54×10 <sup>2</sup>	5.75×10 <sup>2</sup>	2.24×10 <sup>2</sup>	1.31×10 <sup>2</sup>	6.67×10 <sup>1</sup>	3.09×10 <sup>1</sup>	1.04×10 <sup>1</sup>	4.85×10 <sup>0</sup>
	45	1.00×10 <sup>3</sup>	5.09×10 <sup>2</sup>	2.04×10 <sup>2</sup>	1.02×10 <sup>2</sup>	5.03×10 <sup>1</sup>	2.39×10 <sup>1</sup>	9.16×10 <sup>0</sup>	4.45×10 <sup>0</sup>
	55	1.09×10 <sup>3</sup>	5.53×10 <sup>2</sup>	2.20×10 <sup>2</sup>	1.10×10 <sup>2</sup>	5.55×10 <sup>1</sup>	2.54×10 <sup>1</sup>	9.40×10 <sup>0</sup>	4.57×10 <sup>0</sup>
	65	1.13×10 <sup>3</sup>	5.61×10 <sup>2</sup>	2.28×10 <sup>2</sup>	1.15×10 <sup>2</sup>	5.65×10 <sup>1</sup>	2.76×10 <sup>1</sup>	9.52×10 <sup>0</sup>	4.50×10 <sup>0</sup>
amylose	25	1.80×10 <sup>3</sup>	5.49×10 <sup>2</sup>	2.22×10 <sup>2</sup>	1.15×10 <sup>2</sup>	5.58×10 <sup>1</sup>	2.61×10 <sup>1</sup>	1.00×10 <sup>1</sup>	4.83×10 <sup>0</sup>
	35	1.06×10 <sup>3</sup>	5.33×10 <sup>2</sup>	2.14×10 <sup>2</sup>	1.12×10 <sup>2</sup>	5.41×10 <sup>1</sup>	2.59×10 <sup>1</sup>	9.74×10 <sup>0</sup>	4.74×10 <sup>0</sup>
	45	1.01×10 <sup>3</sup>	5.30×10 <sup>2</sup>	2.08×10 <sup>2</sup>	1.06×10 <sup>2</sup>	5.37×10 <sup>1</sup>	2.49×10 <sup>1</sup>	9.52×10 <sup>0</sup>	4.74×10 <sup>0</sup>
	55	1.07×10 <sup>3</sup>	5.54×10 <sup>2</sup>	2.20×10 <sup>2</sup>	1.18×10 <sup>2</sup>	5.59×10 <sup>1</sup>	2.76×10 <sup>1</sup>	1.05×10 <sup>1</sup>	4.86×10 <sup>0</sup>
	65	1.23×10 <sup>3</sup>	6.38×10 <sup>2</sup>	2.43×10 <sup>2</sup>	1.24×10 <sup>2</sup>	6.24×10 <sup>1</sup>	2.87×10 <sup>1</sup>	1.08×10 <sup>1</sup>	4.83×10 <sup>0</sup>
amylopectin	25	1.06×10 <sup>3</sup>	5.42×10 <sup>2</sup>	2.17×10 <sup>2</sup>	1.07×10 <sup>2</sup>	5.58×10 <sup>1</sup>	2.42×10 <sup>1</sup>	9.36×10 <sup>0</sup>	4.65×10 <sup>0</sup>
	35	9.66×10 <sup>2</sup>	5.38×10 <sup>2</sup>	2.18×10 <sup>2</sup>	1.10×10 <sup>2</sup>	5.35×10 <sup>1</sup>	2.48×10 <sup>1</sup>	9.44×10 <sup>0</sup>	4.60×10 <sup>0</sup>
	45	9.96×10 <sup>2</sup>	5.43×10 <sup>2</sup>	2.23×10 <sup>2</sup>	1.14×10 <sup>2</sup>	5.56×10 <sup>1</sup>	2.53×10 <sup>1</sup>	9.88×10 <sup>0</sup>	4.84×10 <sup>0</sup>
	55	1.04×10 <sup>3</sup>	5.46×10 <sup>2</sup>	2.25×10 <sup>2</sup>	1.18×10 <sup>2</sup>	5.60×10 <sup>1</sup>	2.76×10 <sup>1</sup>	9.90×10 <sup>0</sup>	4.87×10 <sup>0</sup>
	65	1.06×10 <sup>3</sup>	5.47×10 <sup>2</sup>	2.26×10 <sup>2</sup>	1.19×10 <sup>2</sup>	5.65×10 <sup>1</sup>	2.83×10 <sup>1</sup>	1.01×10 <sup>1</sup>	4.93×10 <sup>0</sup>

과 acorn amylose와 corn amylose의 중량평균 분자량이 amylopectin에 비해서 뚜렷이 작게 나타나  $\alpha$ -1,4 선형결합을 갖는 amylose와  $\alpha$ -1,4 선형결합에  $\alpha$ -1,6 결합가지가 있는 amylopectin의 구조상의 차이를 확인할 수 있었다. 또한 분획한 acorn과 시판되는 corn과의 분자량분포도 측정을 비교한 결과 같은 경향을 나타내어 도토리 전분의 분획이 잘 이루어졌음을 확인하였다. 다분산도는 acorn starch와 corn starch 모두 amylose와 amylopectin에 비해 크게 나타났으며 이는 전분이 분획되기전 두 성분의 불균일성에 의한 성질로 분자량분포 범위가 넓게 나타났음을 알 수 있었다. 또한, 전단속도와 온도에 따르는 점도를 관찰하였더니 전단속도가 증가하면 점도는 감소하는 현상을 나타내는 pseudo plastic power law fluid 거동(13)을 보였으며 온도가 증가하면 점도는 지수 함수적으로 감소하였다.

### 감사의 글

이 논문은 2003년도 서일대학 학술연구비 지원과제의 연구결과이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Rutschmann, M.A. and Solms, J. (1990) Helical complex of amylose with saccharides, *J. Food Sci. Technol.*, 23, 70-74
2. Nishinari, K. (1991) Society for the study of food quality presentation. *Food Hydrocolloids*, 1-22
3. Hood, L.F. and Liboff, M. (1983) The gelation mechanism of starch, Bechtal, D. B(ed), AACC, 341-354
4. Morris, V.J. (1990) Rheological and organoleptic properties of food hydrocolloids. *Trends in Food Sci. Technol.*,
5. Biladeris, C.G. (1984) Thermal analysis of foods, Elsevier Applied Science p.246-257
6. Hansen, L.M, Hosney, R. C. and Faubion, J. M. (1991) The rule of water in the retrogradation of wheat starch gels and bread crumb. *Cereal chem.*, 68, 347-355
7. Sperling, L.H. (1990) Introduction to physical polymer science, John Wiley & Sons, p.271-288
8. Slade, L. and Levin, H. (1994) In advances in food and nutrition research, vol. 38, Academic press, New York, 170-174
9. Jung, D.H., Yoo, T.K. and Choi, B.G. (1975) Studies on the utilization of acorn starch. *J. Korean Agri., Chem. Soc.*,

- 18, 102-108
10. Jung, G.M. (1991) Molecular Structure and lipid in starches for mook. Korean J. Food Sci. Technol., 23, 633-641
11. Gu, S.J., Jang, J.O., Nakahama, N. and Kobayash, (1985) Study on the rheological properties of acorn starch gel, J.Korean Home Economics Asso., 23, 1-15
12. Schoch, J.J. (1964) Swelling power and solubility of granular starch, vol. 4, Academic press, New York, 106-110
13. Wallkenstrom, P. and Hermansson, A.M. (1998) Effect of shear on pure and of mixed gels gelatin, Food hydrocolloids, 12, 77-87

---

(접수 2004년 9월 17일, 채택 2004년 11월 20일)