

## 묵 형성 전분의 특성에 관한 연구

권미라·김성란·임경숙·안승요

서울대학교 식품영양학과

**초록** : 묵의 원료로 사용되는 동부, 녹두, 도토리과 묵의 원료로 사용되지 않는 팥, 밀, 고구마로부터 전분을 분리하여 이화학적 특성과 분자구조적 특성을 비교하였다. 아밀로오스 함량은 두류인 동부, 녹두, 팥에서 높았고, 밀, 도토리, 고구마의 순으로 낮았다. 아밀로그램에 의한 호화양상은 동부와 녹두 전분이 유사하였고, 팥 전분의 냉각점도와 고구마 전분의 최고점도가 높았으며, 밀 전분은 전반적으로 점도가 낮았다. 아밀로오스의 분자량 분포는 묵 형성 전분이 팥이나 밀보다  $5 \times 10^5$  이상 큰 분자량의 것들이 많았으며, 예외로 고구마는 아밀로오스의 분자크기는 크나 아밀로오스 함량이 작아 묵을 형성하기 어려운 것으로 생각된다. 아밀로펙틴의 평균사슬길이는 23~27 포도당 단위로 시료간에 큰 차이를 보이지 않았으나 팥이 길었고 동부와 도토리가 짧았다. 아밀로펙틴의 peak II(DP 35~55)에 대한 peak III(DP 10~20)의 비율은 동부, 녹두, 도토리가 팥, 고구마, 밀 아밀로펙틴보다 컸다(1992년 3월 6일 접수, 1992년 3월 27일 수리).

녹두, 동부, 도토리 등의 전분을 이용하여 만드는 묵(전분 쥬)은 우리나라의 전통적인 음식의 하나로써 쌀, 밀, 옥수수, 감자, 고구마 전분 등으로 만든 쥬과는 다르게 탄성을 보유했 뿐 아니라 비교적 열에 비가역적인 안정한 전분 쥬이다.

지금까지 묵에 관한 연구는 문 등을 비롯한 여러 연구자들<sup>1-6)</sup>에 의한 동부, 녹두, 도토리, 메밀 등의 전분으로 만든 묵의 관능검사 및 텍스처에 관한 연구들이 있을 뿐이고 묵 형성 메카니즘이나 묵을 형성하는 전분 분자의 구조적 특성에 대해서는 아직 규명되지 못하고 있다. 김<sup>6)</sup>은 동부 전분의 아밀로펙틴은 묵의 탄성에 기여하고 아밀로오스는 묵의 강도에 기여한다고 하였다.

녹두, 동부, 도토리, 메밀 등의 전분이 곡류나 감자, 고구마 등의 전분과는 다르게 묵을 형성하는 것은 이 전분 분자들의 구조적 특성에 기인되는 것으로 생각되어 이에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 묵을 형성하는 녹두, 동부, 도토리와 묵을 형성하지 않는 팥, 밀, 고구마로부터 각각 전분을 분리하여 그들의 이화학적 특성 및 전분립을 구성하는 아밀로오스와 아밀로펙틴의 분자구조적 특성을 비교하기 위하여 시험하였다.

### 재료 및 방법

#### 실험재료

동부, 녹두, 팥(적두), 도토리, 밀, 고구마를 1991년 1월 진로도매센터에서 구입하여 사용하였다.

#### 전분의 제조

각 시료의 전분은 알카리 침지법<sup>7)</sup>에 의하여 분리하였다.

#### 전분의 이화학적 성질 분석

전분입자의 형태 및 크기는 광학현미경(Nikon Co.)을 사용하여 400배로 확대하여 관찰하였다.

전분의 아밀로오스 함량은 Williams 등<sup>8)</sup>의 비색법으로 정량하였고, 전분의 요오드와의 결합능력은 Schoch<sup>9)</sup>의 potentiometric titration 방법으로 측정하였다.

팽윤력은 Schoch<sup>10)</sup>의 방법을 개량하여 60~90℃의 온도 범위에서 5℃ 간격으로 측정하였다.

Brabender Visco/amylo/Graph를 이용하여 Medcalf와 Giles<sup>11)</sup>의 방법으로 건량기준 8% 전분 현탁액에 대하여 조사하였다.

#### 아밀로오스와 아밀로펙틴의 분리

전분으로부터 아밀로오스와 아밀로펙틴은 Montgomery와 Senti<sup>12)</sup>의 방법으로 분리하였다.

### 아밀로오스와 아밀로펙틴의 $\beta$ -amylolysis limit(%)

아밀로오스와 아밀로펙틴의  $\beta$ -amylolysis limit는 Biliaderis 등<sup>13)</sup>의 방법으로 측정하였다. 아밀로오스와 아밀로펙틴 각각 4 mg을 정량하여 cap test tube에 넣고 dimethyl sulfoxide(DMSO) 1 ml로 적서 끓는 수조에서 흔들면서 잘 녹인 후 0.1 N acetate buffer(pH 4.8)를 넣고  $\beta$ -amylase(EC 3.2.1.2 E. Merck사) 280 unit를 가하였다. 37 °C로 유지되는 항온 수조에서 48시간 반응시킨 후 100 °C에서 30분간 가열하여 효소활성을 정지시켰다. 용액 중의 총 당의 함량과 환원당의 양을 각각 phenol-sulfuric acid 방법<sup>14)</sup>과 Somogyi-Nelson 방법<sup>15)</sup>으로 정량하여  $\beta$ -amylolysis limit(%)를 구하였다.

### 아밀로펙틴의 평균사슬길이

아밀로펙틴의 End Group Analysis는 Potter 등<sup>16)</sup>의 방법을 수정한 Greenwood와 Thomson<sup>17)</sup>의 Periodate 산화법으로 평균사슬길이를 구하였다. 아밀로펙틴의 바깥사슬길이와 안쪽사슬길이는 Lee 등<sup>18)</sup>의 방법에 따라 구하였다.

### 아밀로오스의 겔 크로마토그래피

아밀로오스 40 mg을 끓는 물 5 ml에 완전히 녹이고 Whatman No. 42 filter paper로 여과한 후 여액에 1 N NaOH 0.05 ml를 넣었다. 이 액 중 1 ml를 취하여 Sepharose 2B-CL Column(2.5 mm×100 cm)에 주입시키고 0.02% Sodium azide를 포함하는 0.01% NaOH로 20 ml/hr 속도로 용출시켰다. 용출액은 fraction collector를 이용하여 4 ml씩 분획하였으며 각 분획 중의 총 당량은 Phenol-Sulfuric Acid<sup>14)</sup> 방법으로 측정하였다. 또한 Biliaderis 등<sup>13)</sup>의 방법으로 각 분획중의 전분은 요오드 complex를 만들어 최대흡수 파장을 측정하였다.

한편 Void volume은 dextran(Sigma Co., 분자량: 5,000,000~40,000,000)을 이용하여 위와 동일한 조건으로 용출시켜 조사하였으며 total volume은 glucose를 주입시킨 후 용출되어 나올 때까지의 용출액으로 정하였다. Column의 보정은 Dextran T-10(분자량 10,000), Dextran T-40(분자량 40,000), Dextran T-500(분자량 500,000)(Pharmacia Co.)을 사용하여 구하였으며, 분자량과  $K_{av}$ 간의 관계는 Biliaderis 등<sup>13)</sup>의 방법에 따라 구하였다.

### 아밀로펙틴의 겔 크로마토그래피

아밀로펙틴 25 mg을 cap test tube에 넣고 DMSO 1 ml와 pH 4.8의 acetate buffer 4 ml를 가하여 끓는 수

조에서 흔들면서 녹였다. 완전히 녹지않는 부분은 여과하여 제거하고 이 용액에 Enterobactor pullulanase(EC 3.2.1.41, Sigma Chemical Co.) 3 unit를 가하고 37 °C에서 48시간 반응시킨 후 끓는 수조에서 30분간 가열하여 반응을 종결시켰다. 효소 처리한 시료중 2 ml를 Sephadex G-50 Column에 주입하여 0.02% sodium azide를 포함한 pH 7.0의 0.01 M phosphate buffer로 용출시켰다. 용출액은 4 ml씩 분획하여 각 분획의 전 당량은 phenol-sulfuric acid 방법<sup>14)</sup>으로, 환원당량은 Somogyi-Nelson 법<sup>15)</sup>으로 구하였으며 각 분획의 사슬길이는 전 당량을 환원당량으로 나누어 구하였다.

## 결과 및 고찰

### 전분입자의 형태와 크기

입자의 형태 및 크기는 Table 1과 같다. 밀, 동부와 녹두는 크기가 비슷하나 팥은 매우 큰 것이 특징이었으며 도토리과 고구마는 8~12  $\mu$ m 크기의 작은 입자들의 수가 많았다.

전분 입자의 형태는 고구마가 특징적인 다각형이었고 도토리 전분은 타원형에 가까우나 부분적으로 각이 져 있으며, 그외 시료 전분들은 둥근형과 타원형이 섞여 있었다. 두류인 팥, 녹두, 동부전분은 hilum에 균열이 있었다.

### 아밀로오스 함량 및 요오드 친화도

시료 전분의 아밀로오스 함량과 요오드 친화도는 Table 1과 같이 두류인 동부, 녹두, 팥에서 상대적으로 높았고 밀, 도토리, 고구마의 순으로 낮았다. 이 결과는 전분 시료 종간의 차이를 보였으나 목 형성 전분이 목을 형성하지 않는 전분보다 요오드 친화도와 아밀로오스 함량이 더 높다고 보고한 정<sup>19)</sup>의 결과와는 차이를 보였다.

Table 1. Phycochemical characteristics of various starches

Variety	Granule size ( $\mu$ m)	Granule shaped	Amylose content (%)	Iodine affinity (%)
Cow pea	5~30	oval	26.6	6.17
Mung bean	8~35	oval	28.9	6.32
Acorn	5~15	polygonal	19.9	5.37
Red bean	13~50	oval	25.6	5.72
Sweet potato	3~26	polygonal	16.6	3.85
Wheat	3~30	round	20.5	5.57

**팽윤력과 용해도**

팽윤력과 용해도 결과는 각각 Fig. 1과 Fig. 2와 같다. 도토리과 고구마는 초기 팽윤력이 다른 전분에 비해 컸으며, 밀은 팽윤력의 증가가 매우 느려서 80℃ 이후부터 증가하는 양상을 보였다. 두류 중에서는 동부 전분의 팽윤력이 77℃까지는 팥보다 낮았으나 이후 급격히 증가하는 양상을 보여 다른 전분보다 컸다. 팥은 75℃까지는 다른 시료에 비해 훨씬 크게 증가하나 그후

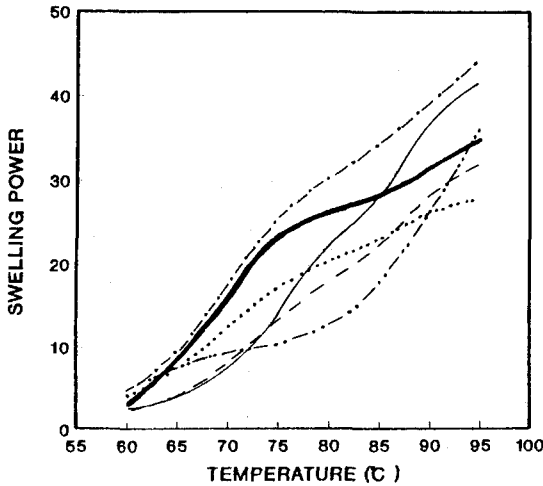


Fig. 1. Swelling power of various starches.  
 — : Cow pea, --- : Mung bean, ..... : Red bean,  
 - · - : Sweet potato, — — : Acorn, - · - · - : Wheat

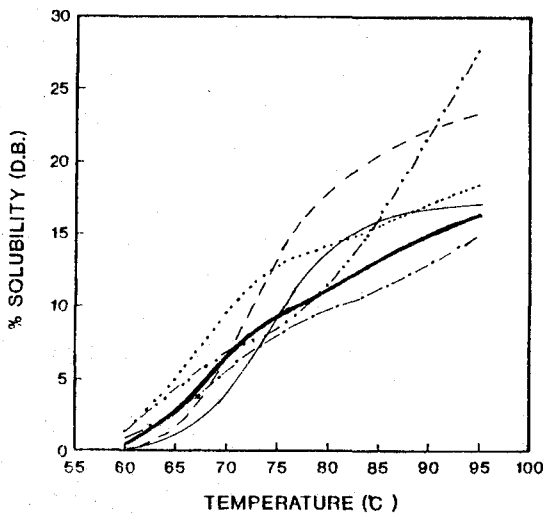


Fig. 2. Solubility of various starches.  
 — : Cow pea, --- : Mung bean, ..... : Red bean,  
 - · - : Sweet potato, — — : Acorn, - · - · - : Wheat

증가폭이 완만하여 86℃ 이상에서는 녹두보다 팽윤력이 낮았다. Deatherage 등<sup>20)</sup>은 일반적으로 두류 전분에서는 직쇄상 부분의 함량이 높고 요오드 친화력이 커서 팽윤에 제한을 받는다고 하였다.

온도의 증가에 따라 용해도가 증가하는 것은 직쇄상 부분이 용출되기 때문이라고 알려져 있는데 녹두와 팥, 동부가 고구마나 도토리보다 고온에서 용해도가 큰 것은 이들의 아밀로오스 함량이 높기 때문인 것으로 생각된다. 밀은 다른 전분에 비해 용해도 증가가 매우 커서 90℃ 이상에서는 아밀로오스 함량치가 갖는 값보다 높은 용해도를 나타내었다. 이것은 아밀로오스와 함께 아밀로펙틴도 용출된 것을 나타내는 것이며, 전분 입자내의 결합력이 약하기 때문이라고 생각된다. 다른 전분들은 온도에 따라 용해도가 증가해도 아밀로오스 함량치와 비슷하거나 그 이하였다.

이상의 이화학적 성질은 전분의 종류에 따라서 달랐고, 목 재료로 사용되는 전분과 다른 전분들 사이에 뚜렷한 차이를 볼 수 없었다.

**아밀로그래프**

아밀로그래프에 의한 시료 전분의 호화양상은 Fig. 3과 Table 2에 제시하였다. 호화개시온도는 도토리, 동부, 녹두가 69~71℃로 비슷하고, 고구마, 팥, 밀이 약간 낮았

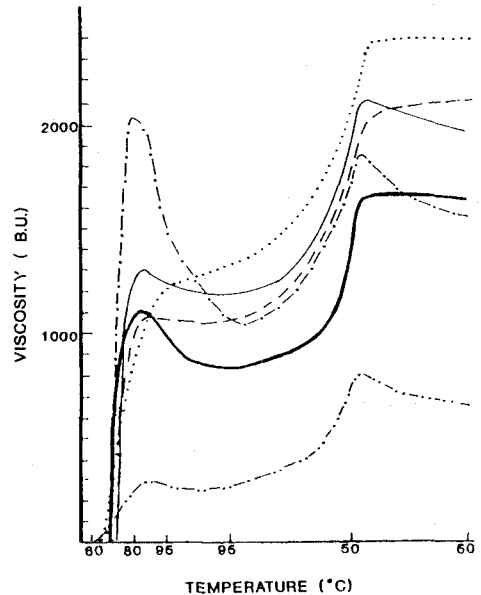


Fig. 3. Visco/amylo/graph pasting curves of 8%(w/w) slurries of various starches.  
 — : Cow pea, --- : Mung bean, ..... : Red bean,  
 - · - : Sweet potato, — — : Acorn, - · - · - : Wheat

Table 2. Characteristic values(Brabender Units) of various starches by Brabender Visco/amylo/Graph

Variety	Initial pasting temperature (°C)	Peak Viscosity (P)	Height at 95 °C 15 min (H)	Height at 50 °C (C)	Breakdown (P-H)	Consistency (C-H)	Setback (C-P)
Cow pea	71	1325	1205	2140	120	935	815
Mung bean	71	1075	1055	2025	20	970	950
Acorn	69	1115	850	1615	265	765	500
Red bean	67	—	1350	2600	—	1250	—
Sweet potato	68	2035	1060	1870	975	810	-165
Wheat	65	283	320	785	-37	465	502

Table 3.  $\beta$ -Amylolysis limit(%) and average unit chain length of various amyloses and amylopectins

Variety	$\beta$ -Amylolysis (%)		Average unit chain length of amylopectin		
	Amylose	Amylopectin	CL <sup>a)</sup>	OCL <sup>b)</sup>	ICL <sup>c)</sup>
Cow pea	79.74	65.87	23.89	17.74	5.15
Mung bean	74.76	64.65	24.42	17.79	5.63
Acorn	82.57	64.99	23.89	17.38	5.36
Red bean	73.65	66.76	26.80	19.89	5.91
Sweet potato	74.00	57.63	24.82	16.30	7.52
Wheat	81.61	61.60	24.97	17.38	6.59

<sup>a)</sup> Average unit chain length(glucose unit)

<sup>b)</sup> Average outer chain length(glucose unit)

<sup>c)</sup> Average inner chain length(glucose unit)

다. 가열온도가 증가함에 따라 밀은 전반적으로 낮은 점도를 보였고 다른 시료에서는 점도의 증가가 매우 컸으며, 특히 고구마는 특이하게 높은 최고점도를 보였다. 팥은 최고점도는 나타내지 않았으나 95 °C 이후 점도의 감소(breakdown)없이 계속 점도가 증가해 매우 높은 냉각점도를 보였다. 냉각중에는 동부와 녹두 전분의 점도가 비슷하게 큰 증가를 보였고, 밀은 점도의 증가가 미약했다.

50 °C의 냉각점도(C), consistency(C-H), setback(C-P)은 전분의 노화경향을 반영하며 그 값이 클수록 노화가 쉽다고 보고되었다.<sup>21)</sup> 따라서 시료 전분의 노화경향은 팥의 초기 노화가 클 것으로 보이며, 동부와 녹두는 비슷한 양상을 보일 것으로 생각된다.

#### 아밀로오스와 아밀로펙틴의 $\beta$ -amylolysis limit(%)

시료 전분의 아밀로오스와 아밀로펙틴의  $\beta$ -amylolysis limit(%)는 Table 3과 같다. 아밀로오스의 경우 동부, 도토리, 밀이 다른 시료에 비해 다소 높으나 유의적인 차

이는 없었고, 아밀로펙틴은 밀과 고구마가 조금 낮았다. 이들은 Biliaderis 등<sup>13)</sup>이 보고한 아밀로오스 및 아밀로펙틴의  $\beta$ -amylolysis limit값 결과인 72~89% 및 50~67%와 거의 비슷한 결과를 보였다. 최쇄상이라고 알려진 아밀로오스의  $\beta$ -amylolysis limit(%)가 100%에 이르지 못하는 것은 아밀로오스도 소량의  $\alpha$ -1,6 결합의 가지를 가지고 있기 때문으로 설명되어진다. 아밀로펙틴의 경우 두류 시료인 동부, 녹두, 팥이 다른 시료보다  $\beta$ -amylolysis limit가 높은 값을 보이는 것은 가지가 더 적기 때문이라고 생각된다.

#### 아밀로펙틴의 평균사슬길이

시료 전분의 아밀로펙틴의 평균사슬길이는 Table 3과 같다. 평균사슬길이는 23~27 포도당단위로 시료간에 큰 차이를 보이지 않았으나 팥이 좀 긴편이었고, 동부와 도토리가 약간 짧았다. 대체로 시료 전분의 결과는 Biliaderis 등,<sup>22)</sup> Takeda 등,<sup>23)</sup> 김 등<sup>24)</sup>이 보고한 결과들과 거의 일치되었다. 바깥사슬길이는 팥이 가장 길고 고구마가 가장 짧았으며, 안쪽사슬길이는 목 형성 전분인 동부, 녹두, 도토리의 아밀로펙틴이 약간 짧았고, 목을 형성하지 않는 고구마, 밀, 팥의 아밀로펙틴이 대체로 길었다.

#### 아밀로오스의 겔 크로마토그래피

Sepharose 2B-CL column은 분자량이 알려진 dextrans를 사용하여 보정을 하였고 이들의 겔 크로마토그래피 용출 곡선은 Fig. 4와 같으며, 분자량과  $K_{av}$ 간의 관계는 Fig. 5와 같다. 시료 아밀로오스의 용출곡선은 Fig. 6과 같고, 겔 크로마토그래피에 의한 분자량 분포는 Table 4와 같다. 모든 시료 아밀로오스가 단일 peak를 나타냄으로써 순수한 아밀로오스임을 알 수 있고, 요오드와의 복합체들이 나타내는 최대흡수파장도 612~670 nm의 범위인 것으로 보아 아밀로펙틴의 혼입이 없는

것으로 생각된다. Table 4의 결과에서 아밀로오스의 분자량 분포는 동부, 녹두, 도토리 아밀로오스가 팔이나 밀보다  $5 \times 10^5$  이상 큰 분자량의 것들이 많았다. 대체로 목이 형성되는 전분의 아밀로오스가 목이 형성되지 않는 전분의 아밀로오스보다 컸으며, 예외로 고구마는 아밀로오스의 크기는 크나 아밀로오스 함량이 작아 목을 형성하기 어려운 것으로 생각된다. 아밀로오스의 분획에 따라 최대흡수파장이 다른 것에 대하여 Bilideris 등<sup>13</sup>은 아밀로오스의 중합도와 아밀로오스의 구조적 차이로 설명하였고, Bailey 등<sup>25</sup>은 요오드와의 결합에 의해 나타나는 색의 강도가 아밀로오스의 사슬 길이와 관계가 있으며 중합도 350 이상에서만 최대흡수파장이 645 nm

Table 4. Percentage distribution of molecular weight of various amyloses

Variety	$>5 \times 10^6$	$5 \times 10^6 \sim 5 \times 10^5$	$5 \times 10^5 \sim 4 \times 10^4$	$<4 \times 10^4$
Cow pea	25.12	65.37	8.85	0.66
Mung bean	28.40	61.70	9.05	0.85
Acorn	22.83	66.73	9.44	1.00
Red bean	27.98	60.97	10.10	0.95
Sweet potato	26.87	65.15	7.14	0.83
Wheat	27.74	55.49	14.21	2.57

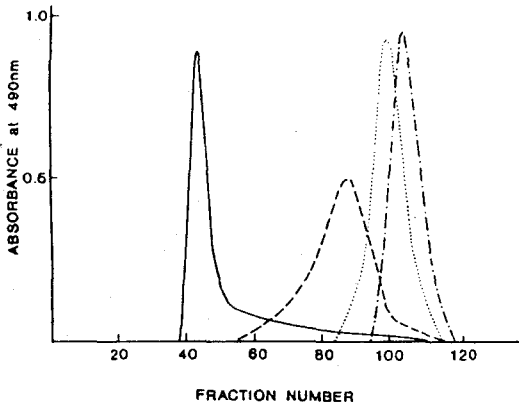


Fig. 4. Gel chromatography of dextran. Column : Sepharose 2B-CL, Flow rate : 18 ml/hr  
 — : Dextran  $5 \times 10^6 \sim 4 \times 10^5$ , --- : Dextran T-500, ..... : Dextran T-40, -.- : Dextran T-10

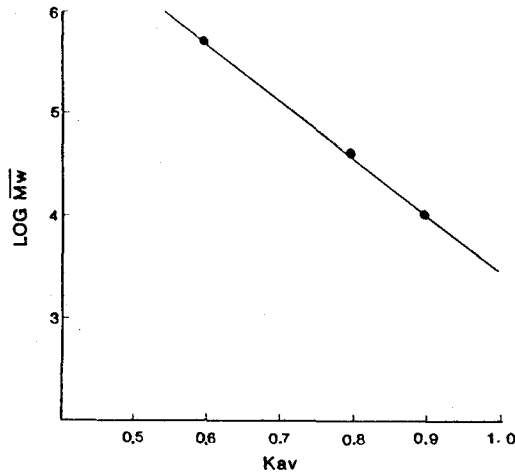


Fig. 5. Calibration curve based the molecular weight values of dextran standards.

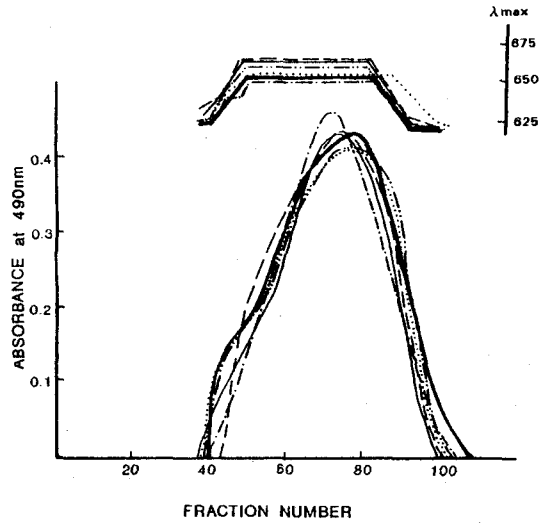


Fig. 6. Gel chromatography of amyloses. Column : Sepharose 2B-CL, Flow Rate : 18 ml/hr  
 — : Cow pea, --- : Mung bean, ..... : Red bean, -.- : Sweet potato, — : Acorn, -.- : Wheat

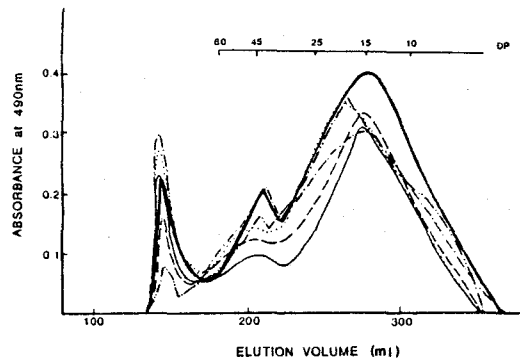


Fig. 7. Elution profiles of pullulanase-debranched amylopectins. Column : Sephadex G-50, Flow rate : 18 ml/hr  
 — : Cow pea, --- : Mung bean, ..... : Red bean, -.- : Sweet potato, — : Acorn, -.- : Wheat

Table 5. Characteristic of pullulanase-debranched various amylopectins

Variety	Distribution of chains(% by weight)			Ration of III/II chains	Chain length of each peak	
	I	II	II		II	III
Cow pea	13.17	13.36	74.07	5.54	37.84	15.15
Mung bean	5.77	14.19	79.79	5.62	40.15	15.68
Acorn	8.88	13.78	77.34	5.61	38.90	14.76
Red bean	13.95	15.52	71.78	4.63	42.56	17.17
Sweet potato	16.02	21.14	62.84	2.97	40.60	15.13
Wheat	3.21	15.79	81.00	5.13	40.95	17.17

에 이른다 고 하였다. Column으로부터 초기에 용출된 분자량이 큰 아밀로오스 분획에서 약간 낮은  $\lambda_{max}$  값을 나타낸 것은 분지된 정도가 큰 분자들이 용출된 것으로 생각된다.

#### 아밀로펙틴의 겔 크로마토그래피

시료 아밀로펙틴을 pullulanase로 debranching한 후 Sephadex G-50에 의한 용출 곡선은 Fig. 7과 같고, 각 분획의 특성은 Table 5에 나타내었다. Fig. 7의 용출곡선의 3 peak를 분자량의 순으로 peak I(void volume), peak II(Degree of polymerization DP 35~55) 및 peak III(10~20)으로 표시하였다. 각 시료 아밀로펙틴의 용출분포는 서로 유사하였다. 각 peak들이 나타내는 중합도 범위는 Biliaderis,<sup>13)</sup> Takeda 등<sup>23)</sup>의 보고와 유사하였다. Peak II와 peak III는 debranching 후의 아밀로펙틴 성분으로 길이가 다른 두 종류의 사슬로 구성되어 있음을 알 수 있다. 용출 곡선의 peak I 부분은 시료 아밀로펙틴의 3.21~13.95%를 차지하였다. 이는 Biliaderis 등<sup>22)</sup>의 아밀로펙틴 연구에서와 거의 비슷한 결과를 보였다. 이 부분에 대한 설명은 아밀로오스의 혼입때문이거나<sup>26)</sup> 아밀로오스와 유사한 다른 직쇄상의 분자로 phosphate group이 부착된 것이 분리과정중 butanol이나 thymol과 복합체를 이루지 못하고 아밀로펙틴 부분에 남은 것이거나<sup>27)</sup> 아밀로펙틴의 표면 밀도가 커서 Pullulanase가 내부로 침투하지 못해 생긴 분해되지 않은 전분<sup>28)</sup>이라고 보고되어 있다. Peak II에 대한 peak III의 비율이 동부, 녹두, 도토리, 아밀로펙틴이 쌀, 고구마, 밀 아밀로펙틴보다 약간 더 큰 것으로 나타났다. Mervyn<sup>29)</sup>에 의하면 DP 15 부근의 아밀로펙틴 사슬이 사슬간 상호작용에 관여하여 전분겔의 결정도 및 전분립의 rigidity를 높인다고 하였는데 이는 전분겔의 특성 차이에 관계한다고 시사하였다.

#### 감사의 글

이 논문은 1990년도 문교부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모 과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었습니다.

#### 참 고 문 헌

1. 배광순, 손경희, 문수재 : 한국식품과학회지, 16(2) : 185(1984)
2. 문수재, 손경희, 박혜원 : 대한가정학회지, 15(4) : 31(1977)
3. 김영아, 이혜수 : 한국식품과학회지, 17 : 345(1985)
4. 김영아, 이혜수 : 한국조리과학회지, 1 : 53(1985)
5. 이혜성, 이혜수 : 한국조리과학회지, 7(1) : 11(1991)
6. 김향숙 : 서울대학교 박사학위 논문(1987)
7. 김향숙, 권미라, 안승요 : 한국식품과학회지, 19 : 18(1987)
8. Williams, P. C., Kuzina, F. D. and Hlynka, L. : Cereal Chem., 47 : 411(1970)
9. Schoch, T. J. : In Methods in carbohydrate chemistry, Vol. IV, Academic Press, p. 157(1964).
10. Schoch, T. J. : In Methods in carbohydrate chemistry, Vol. IV, Academic Press, p. 106(1964).
11. Medcalf, D. G. and Giles, K. A. : Cereal Chem., 42 : 558(1965)
12. Montgomery, E. M. and Senti, F. R. : J. Polymer Sci., 28 : 1(1964)
13. Biliaderis, C. G., Grant, D. R., Vose, J. R. : Cereal Chem., 58(6) : 496(1981)
14. Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Robers, P. A. and Smith, F. : Anal. Chem., 25 : 1656(1953)
15. Nelson, N. : J. Biol. Chem., 153 : 375(1944)
16. Potter, A. L. and Hassid, W. Z. : J. Am. Chem. Sci., 70 : 3488(1948)

17. Greenwood, C. T. and Thomson, J. : J. Chem. Soc., 222(1962)
18. Lee, E. Y. C., Carter, J. H., Nielson, L. D. and Fischer, E. H. : Biochem., 9 : 2347(1970)
19. 정구민 : 한국식품과학회지, 23(5) : 633(1991)
20. Deatherage, W. L., Macmasters, M. M. and Rist, C. E. : Trans. Am. Assoc. Cereal Chemists, 13(1) : 31(1955)
21. Leelavathi, K., Mysore, D. I. and Ludhiana, J. S. S. : Stärke, 39(11) : 378(1987)
22. Biliaderis, C. G., Grant, D. R. and Vose, J. R. : Cereal Chem., 56(5) : 475(1979)
23. Takeda, Y., Tokunaga, N., Takeda, C. and Hizukuri, S. : Stärke, 38 : 345(1986)
24. 김성란, 안승요 : 한국농화학회지, 34(1) : 26(1991)
25. Bailey, J. M. and Whelan, W. J. : J. Biol. Chem., 236(4) : 969(1961)
26. McGregor, A. W. and Morgan, J. E. : Cereal Chem., 61 : 222(1984)
27. Takeda, C., Takeda, Y. and Hizukuri, S. : Cereal Chem., 60(3) : 212(1983)
28. Hood, C. F. : Carbohydr. Res., 61 : 53(1978)
29. Mervyn, J. M., Victor, J. M., Paul, D. O. and Stephen, G. R. : Carbohydr. Res. : 135 : 271(1985)

### Characterization of mook(starch-gel food) forming starches

Mee-Ra Kweon, Sung-Ran Kim, Kyung-Sook Lim and Seung-Yo Ahn(Department of Food and Nutrition, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea)

**Abstract** : Some physicochemical properties and molecular structure of cow pea, mung bean and acorn starches(mook-forming starches) and red bean, wheat and sweet potato starches(mook-unforming starches) were investigated. Amylose contents of cow pea, mung bean and acorn starch were higher than the others. Cow pea starch was similar to mung bean starch in gelatinization characteristics by Brabender amylogram but cold viscosity of red bean starch and peak viscosity of sweet potato starch were especially high. Whereas viscosity of wheat starch was low in whole temperature range. Amylose molecules of larger molecular size(above  $5 \times 10^5$  molecular weight) of three mook-forming starches were more than those of red bean and wheat starch. Chain distribution ratios(DP 35~55 to DP 10~20) of cow pea, mung bean and acorn amylopectin were higher than those of red bean, sweet potato and wheat amylopectin.