

## Potato Yam(*Dioscorea bulbifera*) 전분의 이화학적 특성

석호문 · 박용곤 · 남영중  
한국식품개발연구원

### Some Physicochemical Properties of Potato Yam(*D. bulbifera*) Starches

Ho-Moon Seog, Yong-Kon Park and Young-Jung Nam

Korea Food Research Institute, Banwol

#### Abstract

The physicochemical properties of starches from aerial and subterranean tuber of yam were compared with those of rice and sweet potato. Aerial tuber yam contained higher level of amylose than others, whereas water binding capacity, swelling power and solubility was highest in subterranean tuber yam starch. Brabender amylograms of 5% starch suspensions indicated that the initial pasting temperature of yam starches were slightly higher than that of rice and sweet potato starches, the maximum viscosities of starches from subterranean and aerial tuber yam were 860 and 590 B.U., respectively. Yam starches were more difficult to hydrolyze by  $\alpha$ -amylase than rice and sweet potato starches.  $\beta$ -Amylolysis limits for yam starches and their amylose and amylopectin were higher than rice and sweet potato starches. The elution profiles of starches on Sepharose CL-2B were different from each other but they were similar between yam starches. Incomplete debranched fractions in the aerial tuber yam amylopectin was particularly higher than other samples. The weight ratio of short chains to long chains for debranched amylopectins was the lowest in aerial tuber yam.

Key words : potato yam starch, physicochemical properties

## 서 론

*Dioscorea*속에 속하는 yam은 열대 및 아열대지방에 널리 분포하는 식량작물의 하나로서<sup>(1)</sup> 연간 총 생산량은 2,700만톤에 달하며 이 중 70% 이상이 서아프리카 지역에서 생산된다<sup>(2)</sup>. Yam은 60~70%의 수분과 각각 1% 정도의 단백질, 당, 섬유소를 제외하면 거의 전분으로 구성되어 있어<sup>(1,3)</sup> 전분작물로서 가치가 크다. 한편 yam에는 종의 수가 600종 정도로 대단히 많고 이 중 *bulbifera*종인 potato yam은 지하부에 저장기관을 발달시키는 일반적인 yam과는 달리 지상부에 다수의 주아를 형성하고 이들 주아가 주된 저장기관인 것으로 알려져 있다<sup>(1)</sup>. 그러나 아프리카 가나로부터 국내에 도입, 시험 재배된 potato yam의 경우 지하부에도 괴경을 형성할 뿐 아니라 지하괴경이 차지하는 비중이 전체의 17% 정도로서 지하괴경 역시 저장기관으로서의 중요성이 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 시험 재배한 potato yam의 괴경 및 주아로부터 각각 전분을 분리하여 이들 전분의 특성을 지상 및 지하전분으로서 쌀 및 고구마전분과 비교하여 봄으로서 생육환경 즉,

지상 및 지하에서 생육함에 따른 전분의 특성차이를 이해하는 기초자료로 삼고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 시험에 사용한 potato yam(*Dioscorea bulbifera*)은 농촌진흥청 제주시험장, 쌀(Samgangbyeon) 및 고구마(Shinmi)는 작물시험장에서 분양받아 사용하였다.

### 전분제조

Yam전분은 Suzuki 등의 방법<sup>(4)</sup>으로, 쌀전분으로 Bhattacharya와 Chinnaswamy<sup>(5)</sup>, 고구마전분은 Willigen의 방법<sup>(6)</sup>에 따라 제조한 다음 풍건하여 60메쉬의 체를 통과시켜 시료로 사용하였으며, 분리전분의 일반조성은 수분 12.0~15.6%, 조단백 0.07~0.16%, 조지방 0.07~0.20%, 회분 0.11~0.27%의 범위이었다.

### 아밀로오스와 아밀로펙틴의 분획

분리전분으로부터 아밀로오스와 아밀로펙틴의 분리, 정제는 Suzuki 등의 방법<sup>(4)</sup>을 일부 변경시켜 다음과 같이 실시하였다. 전분 2g에 dimethyl sulfoxide 20 ml를 가하여 80°C에서 전분을 용해시킨 다음 60°C의 증류수 : 1-buta-

Corresponding author : Ho-Moon Seog, Korea Food Research Institute, Banwol, Hwaseong, Kyonggi-Do, 445-820

nol : isoamylalcohol 혼합액(320 : 20 : 20 ml)을 가하여 질소기류하에서 교반하면서 3시간 자비환류 시킨 후 서서히 60°C까지 냉각시키고 나서 보온상자에 넣어 실온에서 하룻밤, 냉실에서 하룻밤 각각 방치한 다음 원심분리(8,000 rpm, 20분)하여 얻은 상침액을 1/4 정도로 농축시킨 후 에탄올 200 ml를 가하여 냉실에서 하룻밤 방치하여 아밀로펙틴을 얻었다. 한편, 원심분리하여 얻은 침전물은 10% 1-butanol 200 ml에 현탁시킨 후 질소기류하에서 교반하면서 1시간 자비 환류시키고나서 실온에서 하룻밤, 냉실에서 하룻밤 각각 방치시켜 재결정화시킨 다음 원심분리(8,000 rpm, 20분)하여 아밀로오스를 얻었다.

### 색도

분리전분의 색도는 color & color difference meter (Model 600-UC-IV Yasuda Seiki, Seisakuso Ltd., Japan)를 이용하여 L, a, b값을 구하였다.

### 전분입자의 표면형태

분리전분 및  $\alpha$ -amylase (*Bacillus subtilis*, Sigma, 110 U/mg)로 부분분해<sup>(7)</sup>시킨 전분입자의 형태는 주사전자현미경(ESI-SS130 scanning electron microscopy, Akashi, Japan)을 사용하여 관찰하였다.

### 전분의 이화학적 특성

아밀로오스 함량은 iodimetric법<sup>(8)</sup>에 따라 실시하였고 blue value는 Gilbert와 Spragg의 방법<sup>(9)</sup>으로, 물결합능력은 Medcalf와 Gilles의 방법<sup>(10)</sup>에 따라 측정하였다. 또한, 팽윤력과 용해도는 50°C로부터 90°C까지의 온도 범위에서 조사하였고<sup>(11)</sup>, 0.3% 전분현탁액의 광투과도 변화는 온도범위를 50°C로부터 95°C까지 하여 625 nm에서 측정<sup>(12)</sup>하였으며, 분리전분의 점조성은 전분농도를 건량기준으로 5%로 하여 Brabender amylograph를 이용하여 측정하였다. 한편,  $\alpha$ -amylase에 의한 분리전분의 분해율은 Fukui 등의 방법<sup>(7)</sup>에 따라 가용화된 탄수화물을 페놀-황산법<sup>(13)</sup>으로 정량하여 구하였고, 2% 전분호화액의 저온저장 중 투과도의 변화는 Kainuma 등의 방법<sup>(11)</sup>에 따라 4°C의 냉장고에 보관하면서 시일별로 600 nm에서 측정하였다.

### 전분의 분자구조적 특성

전분 및 전분에서 분획한 아밀로오스와 아밀로펙틴의  $\beta$ -amylase(sweet potato  $\beta$ -amylase, Sigma, 980U/mg)에 의한 분해율은 Watanabe 등의 방법<sup>(14)</sup>에 의해 행하였고, 분리전분의 분자량분포는 Yamada와 Taki의 방법<sup>(15)</sup>에 따라 Sepharose CL-2B칼럼(1.6×95 cm)을 사용, 증류수를 이동상으로 하여 13.6 ml/hr의 속도로 용출하였고

**Table 1.** Color and color difference meter readings of various starches<sup>a)</sup>

Starch	L	a	b
Yam (Aerial)	88.9	-0.73	19.53
Yam (Subterranean)	90.0	-0.55	18.18
Rice	99.0	0.93	0.19
Sweet potato	95.0	-2.66	7.84

a) L : Whiteness, a : +Redness, -Greenness, b : Yellowness

용출액은 튜브당 3.4 ml씩 분취하여 페놀-황산법<sup>(13)</sup>으로 총당함량을, 나머지용액은 요드용액(0.2% I<sub>2</sub>, 2% KI)으로 발색시킨 뒤 600 nm에서의 흡광도와 최대흡수파장( $\lambda_{max}$ )을 측정하여 조사하였다. 한편, 아밀로펙틴의 사슬길이 분포는 Adbullah 등의 방법<sup>(16)</sup>에 따라 pullulanase (*Enterobacter aerogenes*, Sigma, 31 U/mg)로  $\alpha$ -1,6-glucoside 결합을 가수분해시킨 후 Sephadex G-75 칼럼(2.6×75 cm)을 사용, 증류수를 이동상으로 하여 24 ml/hr의 속도로 용출시켜 분취한 다음 총당<sup>(13)</sup> 및 환원당량<sup>(17)</sup>을 측정하여 용출곡선을 작성하였다. 이 때, 각 분획성분의 중합도(DP)는 Biliaderis 등의 방법<sup>(18)</sup>에 따라 구하였다.

## 결과 및 고찰

### 색도

Table 1은 분리전분의 색도를 조사한 결과로서 L값과 b값은 전분들 사이에 큰 차이가 없었으나, 황색도를 나타내는 b값의 경우 yam전분은 지상부가 19.53, 지하부가 18.18로 쌀 및 고구마전분에 비해 매우 높은 값을 나타내어 yam의 황색색소물질은 전분에 강하게 흡착되어 일반적인 전분의 정제방법으로는 쉽게 제거되지 않은 것으로 나타났다. 이와 같이 황색도가 높은 yam전분은 황색을 필요로 하는 가공식품 특히 과자, 요리 등에 사용할 경우 황색색소를 어느정도 대용할 수 있을 것으로 사료된다.

### 전분입자의 표면형태

주사전자현미경으로 분리전분의 형태를 관찰한 결과는 Fig. 1과 같다. 쌀 및 고구마전분은 전형적인 다각형의 형태를 나타내었으나 yam전분은 지상, 지하부 모두 입자의 한쪽 끝이 모서리가 난 형태를 하고 있었으며 표면은 매끈 하였다. 일반적으로 yam전분입자의 크기는 10~50  $\mu$ m사이로서 20  $\mu$ m 정도의 것이 많지만<sup>(19)</sup> 1~5  $\mu$ m의 작은 입자로 구성된 것도 존재하며 형태는 감자전분에 가까운 것과 모서리가 난 것 등 품종에 따라 서로 다른 것으로 알려져 있다<sup>(3,20)</sup>.

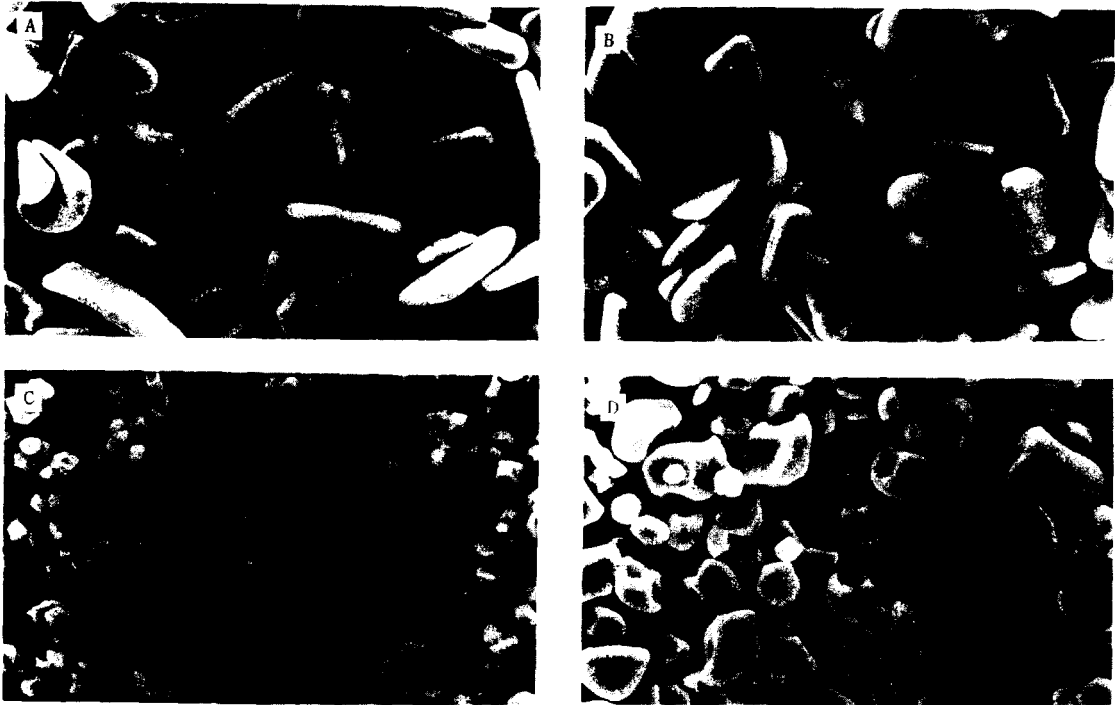


Fig. 1. SEM of various starch granules( $\times 1,000$ )  
 A : Yam(aerial), B : Yam(subterranean), C : Rice, D : Sweet potato

Table 2. Physicochemical properties of various starches

Starch	Amylose (%)	Blue value	Water binding capacity(%)
Yam(Aerial)	32.02	0.40	123.7
Yam (Subterranean)	30.14	0.36	126.1
Rice	18.01	0.24	112.9
Sweet potato	27.03	0.33	87.7

전분의 이화학적 특성

분리전분의 아밀로오스함량, blue value 및 물결합능력을 측정 한 결과는 Table 2와 같다. Yam전분의 아밀로오스함량은 30~32%의 범위로서 쌀 및 고구마전분보다 높은 값이었고, yam전분 중에서도 지상부의 것이 지하부전분보다 다소 높은 경향이었으나 전류적정법에 의한 결과<sup>(4)</sup>보다는 높은 값을 나타내었는데 이는 측정 방법에 따른 차이로 사료된다. 한편, 직쇄상 성분의 양을 상대적으로 나타내는 blue value에 있어서도 유사한 경향이였다. 또한, 물결합능력의 측정결과 yam전분은 지하 및 지상부가 각각 126.1 및 123.7%로서 쌀 및 고구마전분보다 높은 값을 나타내었다.

Fig. 2는 0.3% 전분현탁액의 온도변화에 따른 광투과

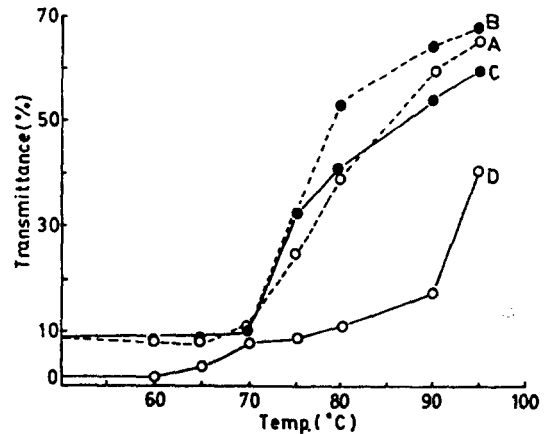


Fig. 2. Changes in transmittance of various starch suspension(0.3%)  
 A : Yam(aerial), B : Yam(subterranean), C : Sweet potato, D : Rice

도의 변화를 조사한 결과로서 yam 및 고구마전분은 70°C까지는 변화가 없었으나 그 후 입자가 수화, 팽윤되면서 급격하게 광투과도가 증가하였고, yam 중에서도 지하부의 것이 보다 높은 값을 나타내었다. 그러나 쌀전분의 경우 65°C 이후부터 서서히 광투과도가 증가하기 시작

**Table 3.** Amylogram characteristics of various starches (5% dry basis)

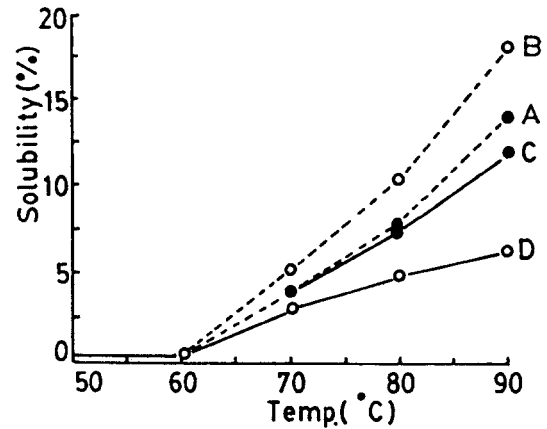
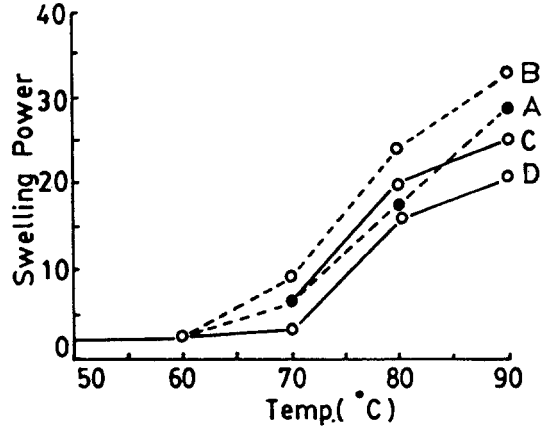
Starch	Initial pasting temp. (°C)	Maximum viscosity (B.U.)	Height at 95°C (B.U.)	15 min hold height (B.U.)
Yam(Aerial)	74.0	590	400	590
Yam (Subterranean)	73.2	860	660	850
Rice	69.0	400	370	330
Sweet potato	72.8	540	530	540

하였고 90°C 이후 급격한 증가를 보여 흔히 곡류전분에서 볼 수 있는 2단계의 호화양상을 나타내었다. 그러나 쌀 전분현탁액의 광투과도는 50°C 이후부터 서서히 증가하지만 90°C 이상에서는 증가 경향이 둔화된다는 보고<sup>(21)</sup>와는 차이를 나타내었다.

Table 3은 분리전분의 아밀로그램특성을 조사한 결과로서 호화개시온도는 yam전분의 경우 지하부 및 지상부의 것이 각각 73.2°C 및 74.0°C로서 쌀 및 고구마전분의 69.0, 72.8°C에 비해 다소 높았다. 한편, 최고점도는 yam전분 중 지하부가 860 B.U.로 가장 높았고 지상부는 590 B.U.로서 고구마전분과 유사하였으며 특히 95°C에서 계속 가열시에도 breakdown현상을 보이지 않아 yam전분은 열 및 전단에 대한 안정성이 높은 것으로 나타났고 이와 같은 결과는 Rasper와 Coursey<sup>(3)</sup> 및 Moorthy와 Nair<sup>(22)</sup>의 보고와 잘 일치하였다.

분리전분의 팽윤력과 용해도를 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 각 전분 모두 60°C까지는 큰 변화가 없었으나 그 후 온도가 높아짐에 따라 팽윤력과 용해도 모두 점차 증가하였고 90°C에서의 팽윤력과 용해도에 있어서도 yam전분 중 지하부의 것이 가장 높았고 쌀전분이 가장 낮은 값을 나타내어 전분현탁액의 호화양상과 비슷한 경향이였다. 일반적으로 전분의 팽윤력과 용해도패턴의 차이는 전분입자내의 미셀구조의 강도와 특성<sup>(23)</sup>, 아밀로오스와 아밀로펙틴의 비율 및 분자량 등<sup>(24)</sup>에 의해 영향을 받기 때문인 것으로 알려져 있으나 팽윤력과 아밀로그램상의 점조도와와의 사이에는 아무런 상관관계가 없다고 한다.<sup>(25,26)</sup>

Table 4는 2% 전분호화액을 4°C에 저장하면서 경시별로 광투과도의 변화를 조사한 결과이다. 초기의 광투과도에서는 yam전분의 경우 40.5~46.6%로써 고구마 및 쌀 전분보다 높았으며 특히 지하부가 지상부에 비해 보다 높은 값을 보여 전분현탁액의 광투과도의 변화결과(Fig. 2)와 잘 일치하는 경향이였다. 한편 각 전분 모두 저장시일이 경과함에 따라 점차 광투과도는 감소경향을 나타내지만 특히 yam전분은 지상, 지하부 모두 저장 1일에 4.0~4.7%로 급격히 감소하여 다른 전분에 비해 저온에



**Fig. 3.** Swelling power and solubility patterns of various starches

A : Yam(aerial), B : Yam(subterranean), C : Sweet potato, D : Rice

**Table 4.** Changes in transmittance at 625 nm of various starch pastes during cold storage at 4°C (2% dry basis)

Starch	Days						
	0	1	2	3	5	7	10
Yam(Aerial)	40.5	4.0	3.0	2.9	2.7	2.7	2.7
Yam (Subterranean)	46.6	4.7	3.5	3.3	3.0	3.0	3.0
Rice	26.7	25.5	26.1	25.7	23.8	23.1	23.8
Sweet potato	35.9	29.7	22.1	13.1	6.2	4.7	4.2

서의 노화경향이 대단히 신속하다는 Suzuki 등의 보고<sup>(4)</sup>와 같은 경향이였다.

분리전분립에 α-amylase를 작용시켜 반응시간별 분해의 양상을 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 쌀전분의 경우 반응초기부터 빠른 분해율을 나타내어 반응 2시간에 거

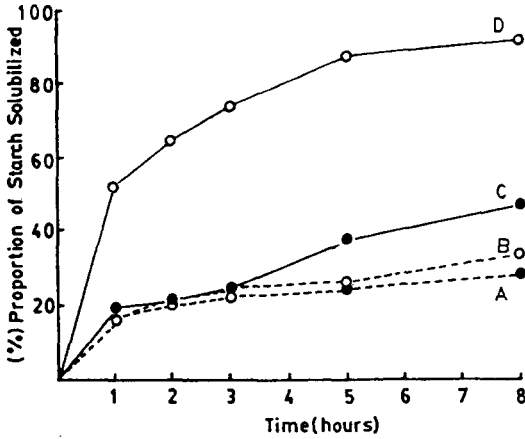


Fig. 4. Time courses of digestion of various starch granules with α-amylase  
 A : Yam(aerial), B : Yam(subterranean), C : Sweet potato, D : Rice

의 70%의 분해율을 나타낸 반면 yam 및 고구마전분은 20% 정도에 불과하였고, 특히 yam전분은 반응 8시간 후에도 30% 미만의 분해율을 나타내어 쌀전분에 비해 분해성이 매우 낮은 것으로 나타나 yam전분은 효소에

의해 분해를 받기 어렵다는 보고<sup>(19)</sup>와 유사한 경향이 있다. 그러나 곡류와 같은 지상전분은 감자와 같은 지하전분보다 효소에 의한 분해성이 높은 것으로<sup>(27)</sup> 알려져 있어 yam전분의 경우에도 지상부와 지하부사이에 분해성에 있어 차이가 있을 것으로 생각되었지만 시료사이에 큰 차이를 보이지 않고 오히려 지상부의 것이 다소 낮은 것으로 나타났다. α-amylase에 의한 전분입자의 분해성은 blue value가 높을수록 낮고<sup>(19)</sup> 전분입자의 크기, 형태에 따라서도 각기 다를 뿐 아니라 전분의 구성성분 중 아밀로오스가 아밀로펙틴보다 분해성이 낮은 점 등 여러 요인들이<sup>(7,28,29)</sup> 관여하며 일반적으로 지하전분립 중에서도 토란전분립은 분해를 받기 쉬운 것으로 보고<sup>(30)</sup> 되어 있다.

Fig. 5는 2시간 α-amylase작용을 받은 전분입자의 형태를 주사전자현미경으로 관찰한 결과이다. α-amylase에 의한 분해율이 가장 높은 쌀전분의 경우 거의 대부분의 전분입자가 효소의 작용에 의해 형성된 다수의 구멍이 관찰되어 보리<sup>(31)</sup>, 옥수수<sup>(32)</sup>, 쌀<sup>(33)</sup> 등 곡류의 발아시에 나타나는 현상과 유사한 경향이였다. 그러나 yam 및 고구마전분의 경우 비록 전분입자의 표면에 효소의 공격을 받은 흔적이 다소 관찰되었으나 많은 전분입자들이 원래의 형태를 지니고 있어 이들 전분립은 효소에 의한



Fig. 5. SEM of various starch granules after 2 hours incubation with α-amylase (×1,500)  
 A : Yam(aerial), B : Yam(subterranean), C : Rice, D : Sweet potato

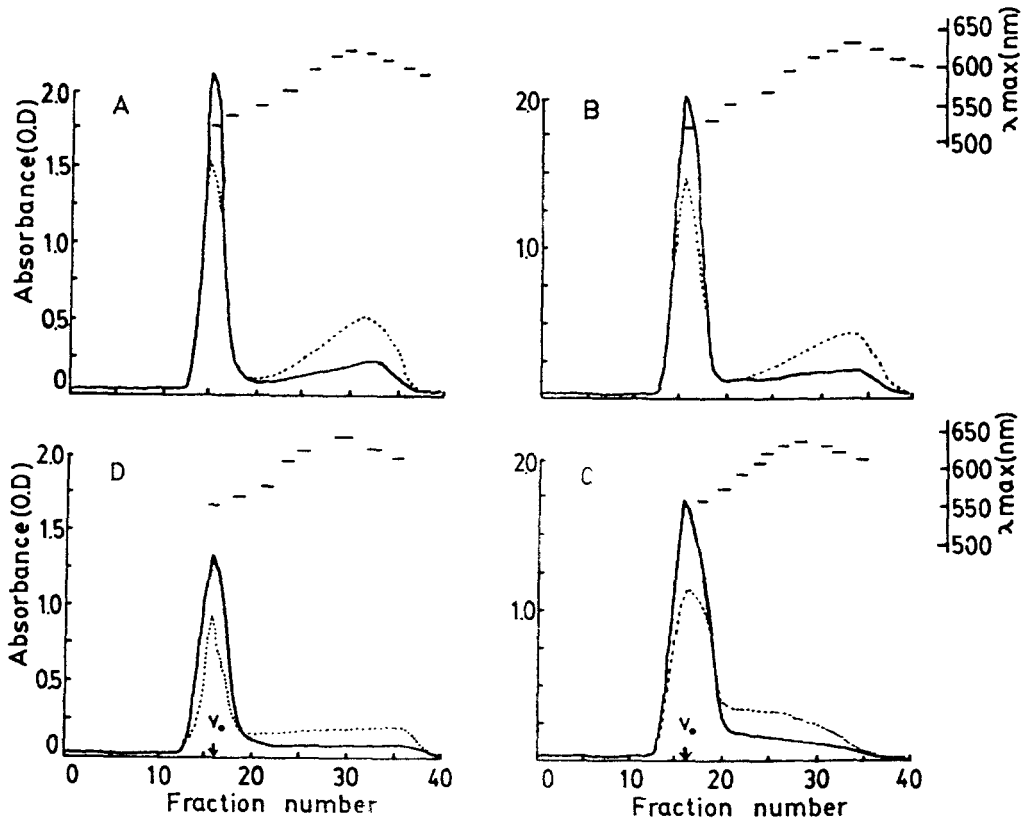


Fig. 6. Elution patterns of various starches on Sepharose CL-2B column

A : Yam(aerial), B : Yam(subterranean), C : Sweet potato, D : Rice

— Total carbohydrate(490 nm), ..... Iodine complex(600 nm)

분해성이 낮음을 잘 반영해 주는 결과로 생각된다.

전분의 분자구조적 특성

Fig.6은 분리전분을 Sepharose CL-2B column으로 겔 크로마토그래피한 결과이다. 이 중 void volume상의 peak는 총당함량 및 요드복합체의 최대흡수파장 등의 결과로 미루어 볼 때 전분의 구성성분 중 아밀로펙틴에 해당하고, 이후의 peak는 요드복합체의 최대흡수파장이 610~630 nm인 점 및 총당값이 요드복합체의 흡광도보다 낮은 점 등으로 미루어 아밀로오스에 해당함을 알 수있었다. 한편 yam전분 아밀로오스분획의 경우 지상부, 지하부 모두 유사한 경향으로 fraction No.30~35사이에 요드복합체에 의한 뚜렷한 peak를 나타내었고 쌀 아밀로오스의 경우에는 분자량분포의 폭이 대단히 넓은 반면 peak는 보다 분자량이 낮은 fraction No.35~40사이에 나타났다. 그러나 고구마의 경우에는 명확한 peak는 보이지 않았을 뿐 아니라 아밀로펙틴 분리 이후의 비교적 분자량이 높은 부분에 분포되어 있었다. 이와 같은 사실은 아밀로오스 분획의 경우 시료전분들 사이에 양적인

면에서 뿐만 아니라 분자량분포에 있어서도 차이가 있음을 말해주는 것으로 생각되며 일반적으로 곡류전분의 아밀로오스는 서류전분에 비해 분자량이 낮은 것으로 알려져 있다<sup>(34)</sup>.

전분 및 전분에서 분리, 정제한 아밀로오스와 아밀로펙틴의 β-amylase에 의한 분해율을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 전분의 경우에는 yam의 지상부 및 지하부의 것이 각각 72.8% 및 73.5%로서 Suzuki 등이 보고<sup>(4)</sup>한 73%와 비슷하였고 쌀전분의 63.6%, 고구마전분의 67.0%보다 높았다. 아밀로오스에 있어서도 yam은 90.6~91.7%로서 쌀 및 고구마에 비해 다소 높았으나 지상부, 지하부 사이에 큰 차이는 보이지 않았다. 아밀로오스의 경우 시료간에 다소의 차이는 있으나 β-amylase에 의해 완전히 분해되지 않은 것은 이들 시료 모두 분지결합이 일부 존재<sup>(34)</sup>하거나 또는 아밀로펙틴이 혼입<sup>(35)</sup>된 때문일 것으로 추정되어지며 김자, 타피오카아밀로오스의 β-amylase 분해한도는 71~75%로 알려져 있다<sup>(36)</sup>. 한편 아밀로펙틴의 경우에는 yam 및 고구마가 65.7~63.3%의 범위로서 시료간에 큰 차이를 나타내지 않았으나 쌀의

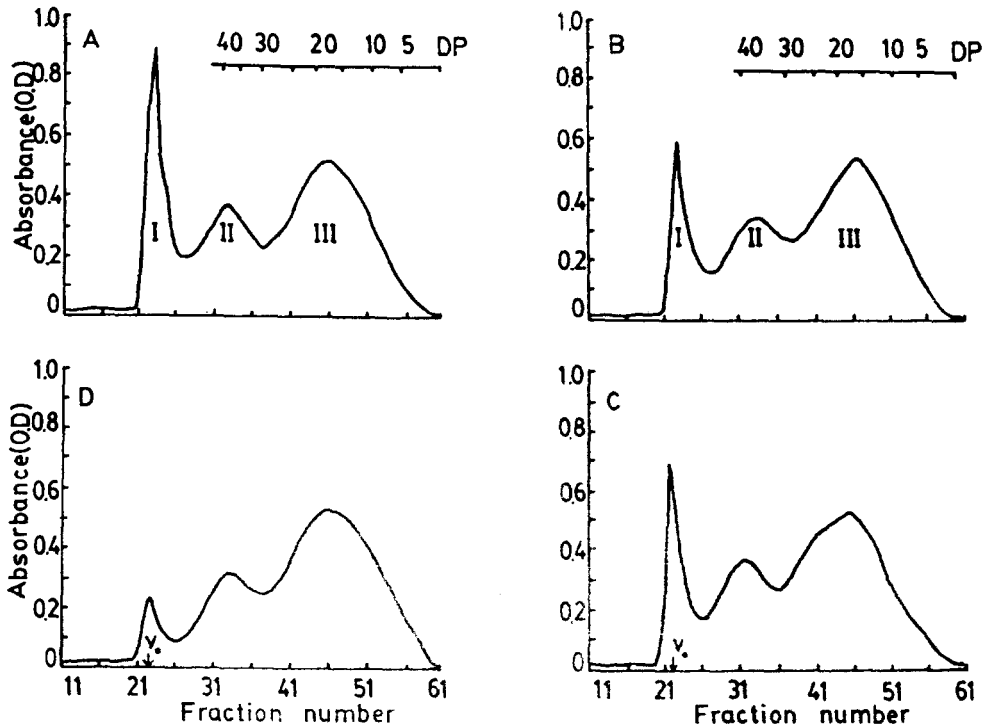


Fig. 7. Elution patterns of various amylopectin after debranching with pullulanase on Sephadex G-75 column

A : Yam(aerial), B : Yam(subterranean), C : Sweet potato, D : Rice  
 — Total carbohydrate

Table 5.  $\beta$ -Amylolysis limit(%) of various starches and starch fractions

Source	Yam (Aerial)	Yam (Subterranean)	Rice	Sweet potato
Starch	72.8	73.5	63.6	67.0
Amylose	90.6	91.7	86.0	88.2
Amylopectin	65.7	64.3	55.0	63.3

Table 6. Relative sizes of groups of unitn chains from various debranched amylopectins<sup>a)</sup>

Starch	Peak No.			Peak III/ Peak II <sup>b)</sup>
	I	II	III	
Yam(Aerial)	19.7	25.5	54.8	2.15
Yam (Subterranean)	13.9	25.0	61.1	2.44
Rice	7.2	23.5	69.3	2.95
Sweet potato	14.8	26.6	58.6	2.20

55%에 비해서는 높았다.

Fig. 7 및 Table 5는 pullulanase로 아밀로펙틴의  $\alpha$ -1,6-glucoside 결합을 가수분해시킨 후 Sephadex G-75로 겔 크로마토그래피한 결과이다. 각 시료 모두 3개의 peak로 분리되었고 이 중 void volume 상의 peak I이 차지하는 비율은 yam 중 지상부의 것이 19.7%로 가장 높았고 지하부의 것은 13.9%로서 고구마의 14.8%와 비슷한 수준이었으나 쌀은 7.2%로 가장 낮은 값을 나타내었다. 이와 같은 peak I의 성분은 pullulanase로 분해되지 않는 즉, 아밀로펙틴의 분리시 혼입된 아밀로오스<sup>(37)</sup> 또는 아밀로오스와 아밀로펙틴의 중간적인 성질을 지닌 물질 (intermediate material)<sup>(38)</sup>이거나 아밀로펙틴의 구조 중

a) As a percentage of total material eluted from columns of Sephadex G-75  
 b) Proportions by weight

인산화된 단위사슬<sup>(39,40)</sup>일 것으로 추정되어지며 백합(3.4%)<sup>(39)</sup>, 두류(3.1~20.2%)<sup>(18)</sup>, 보리(5.4%)<sup>(37)</sup>, 감자(14.7%)<sup>(39)</sup> 아밀로펙틴에서도 보고되어 있다. 한편 peak II에 대한 peak III의 중량비는 쌀이 2.95로서 가장 높고 yam 중 지상부의 것이 2.15로서 고구마의 2.20에 가까운 값 으로서 가장 낮았고 지하부는 이 보다 다소 높은 2.40을 나타내었으며 이는 전분 구성성분 중에 아밀로펙틴의 긴 사슬이 짧은 사슬에 대한 중량비가 yam 중 지상부의

것이 지하부보다 크다는 것을 의미한다. 이와 같은 peak III/peak II의 값으로서 아밀로펙틴의 A사슬과 B사슬의 분포를 유추할 수 있으며<sup>(34,41)</sup> 이들 값은 전분의 종류에 따라 각기 달라 고구마 2.5~2.6, 쌀 2.6~3.5, yam 2.9, 감자 1.9로서<sup>(41)</sup> 감자아밀로펙틴의 경우 특히 낮으며 이 값이 3보다 작은 것은 효소에 의한 분해성이 낮은 것으로 알려져 있다<sup>(19)</sup>. 이상과 같이 yam 중 지상부의 아밀로펙틴은 다른 전분에 비해 pullulanase에 의해 분해되지 않는 물질이 특히 많이 존재하며 전분 구성성분 중에 아밀로펙틴의 긴사슬이 짧은 사슬에 대한 중량비가 지하부보다 크다는 것은 생육환경에 따라 yam 지상부와 지하부의 아밀로펙틴사이에 구조적인 차이가 있음을 잘 반영해 주는 결과로 생각된다.

## 요 약

Potato yam의 괴경(지하부) 및 주아(지상부)로부터 전분을 분리하고 이들 전분의 특성을 쌀 및 고구마 전분과 비교하였다. 아밀로오스함량은 지상부의 yam 전분이 가장 높았으나 물침합능력, 팽윤력, 용해도에서는 지하부의 yam 전분이 가장 높았다. 5% 전분현탁액의 아밀로그래프에 의한 호화개시 온도는 yam 전분이 쌀 및 고구마 전분보다 다소 높았으나 최고점도에 있어서는 지하부 및 지상부 yam 전분이 각각 860 B.U. 및 590 B.U.로서 쌀 및 고구마 전분에 비해 높을 뿐만 아니라 yam 전분사이에 큰 차이를 나타내었다. Yam 전분은 지상, 지하부 모두  $\alpha$ -amylase에 의한 분해성이 쌀 및 고구마 전분보다 낮았다. Yam 전분 및 이로부터 분리한 아밀로오스와 아밀로펙틴의  $\beta$ -amylolysis limit는 쌀 및 고구마의 것에 비해 다소 높았으나 yam 전분사이에 큰 차이는 없었다. 분리전분을 Sepharose CL-2B로 겔 크로마토그래피한 결과 yam 전분사이에 용출패턴의 차이는 없었으나 pullulanase로 아밀로펙틴의  $\alpha$ -1,6-glucoside 결합을 가수분해 시킨 후 Sephadex G-75로 겔 크로마토그래피한 결과에서는 지상부 yam의 것이 pullulanase에 의해 분해되지 않는 성분이 특히 많았고 아밀로펙틴의 짧은 사슬이 긴 사슬에 대한 중량비는 지상부 yam의 것이 가장 낮은 것으로 나타났다.

## 문 헌

- Purseglove, J.W. : Dioscoreaceae. In *Tropical Crops. Monocotyledons*. I, Longman, London, p.97(1972)
- FAO : FAO statistics series No.76, p.97 (1986)
- Rasper, V. and Coursey, D.G. : Properties of starches of some west african yams. *J. Sci. Food Agric.*, 18, 240(1967)
- Suzuki, A., Kanayama, M. and Takeda, Y. : Physico-chemical properties of nagaimo(yam) starch. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.*, 33, 191(1986)
- Bhattacharya, K.R. and Chinnaswamy, R. : Characteristics of gel chromatographic fractions of starch in relation to rice and expanded rice product qualities. *Stärke*, 38, 51(1986)
- Willigen, A.H.A. : Potato starch. In *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R. L.(ed), Academic Press, New York, Vol.4, p.9(1964)
- Fukui, T., Fujii, M. and Nikuni, Z. : Digestion of raw starch granules by the action of amylase, particularly on the rice starch granule. *Nippon Nogeikagaku Kai-shi*, 38, 262(1964)
- Fukuba, H. and Kainuma, K. : *Starch Science Handbook*, Nikuni, Z., Nakamura, M. and Suzuki, S.(ed), Asakura Publishing Co., Tokyo, p.174(1980)
- Gilbert, G.A. and Spragg, S.P. : Iodimetric determination of amylose. In *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R.L.(ed), Academic Press, New York. Vol.4, p.168(1968)
- Medcalf, D.G. and Gilles, K.A. : Wheat starches, I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.*, 42, 558(1965)
- Kainuma, K., Miyamoto, S., Yoshioka, S. and Suzuki, S. : Studies on structure and physico-chemical properties of starch. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.*, 23, 59(1976)
- Wilson, L.A., Birmingham, V.A., Moon, D.D. and Snyder, H.E. : Isolation and characterization of starch from mature soybeans. *Cereal Chem.*, 55, 661(1978)
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F. : A colorimetric method for the determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28, 350(1956)
- Watanabe, Y., Ayano, Y. and Obara, T. : Studies on gamma irradiation of high amylose corn starch ; Part II. Some effects of gamma irradiation on physicochemical properties of amylose and amylopectin fractionated from amylo maize starch. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.*, 23, 77(1976)
- Yamada, T. and Taki, M. : Fractionation of maize starch by gelchromatography. *Stärke*, 28, 374(1976)
- Adbullah, M., Catley, B.J., Lee, E.Y.C., Robyt, J., Wallenfels, K. and Whelan, W.J. : The mechanism of carbohydrate action : II. Pullulanase, an enzyme specific for the hydrolysis of alpha-1-6-bonds in amylose oligo- and polysaccharides. *Cereal Chem.*, 43, 111 (1966)
- Nelson, N. : A photometric adaptation of the somogyi method for the determination of glucose. *J. Biol.*



- Chem.*, 153, 375(1944)
18. Biliaderis, C.G., Grant, D.R. and Vose, J.R. : Structural characterization of legume starches ; I, Studies on amylose, amylopectin and beta-limit dextrin. *Cereal Chem.*, 58, 496(1981)
  19. Sugimoto, Y., Nishihara, K., and Fuwa, H. : Some properties of taro(ishikawa-wase and takenokoimo) and yam(iseimo and nagaimo) starches. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.*, 33, 169(1986)
  20. Rasper, V. : Investigation on starches from major starch crops grown in Ghana. III. Particle size and particle size distribution. *J. Sci. Food Agric.*, 22, 572(1971)
  21. 이상효, 한억, 이현유, 김성수, 정동효 : 아밀로오스 함량별 쌀전분의 이화학적 특성. *한국식품과학회지*, 21, 766(1989)
  22. Moorthy, S.N. and Nair, S.G. : Studies on Dioscorea rotundata starch properties. *Stärke*, 41, 81(1989)
  23. Leach, H.W., McCowen, L.D. and Schoch, T.J. : Structure of the starch granule. I. Swelling power and solubility patterns of various starches. *Cereal Chem.*, 36, 534(1959)
  24. Hahn, D.M., Jones, F.T., Akhavan, I. and Rockland, L.B. : Light and scanning electron microscope studies on dry beans ; intracellular gelatinization of starch in cotyledons of large lima beans(*Phaseolus lunatus*). *J. Food Sci.*, 42, 1208(1977)
  25. Goering, K.J., Eslick, R. and DeHaas, B.W. : Barley starch. 5. A comparison of the properties of waxy Compana barley starch with the starches of its parents. *Cereal Chem.*, 50, 322(1973)
  26. Miller, B.S., Derby, R.I. and Trimbo, H.B. : A pictorial explanation for the increase in viscosity of a heated wheat starch-water suspension. *Cereal Chem.*, 50, 271(1973)
  27. Fuwa, H., Nakajima, M. and Hamada, A. : Comparative susceptibility to amylases of starches from different plant species and several single endosperm mutants and their double-mutant combination with opaque-2 inbred Oh 43 maize. *Cereal Chem.*, 54, 230(1977)
  28. Kiribuchi, S. and Nakamura, M. : Some properties of starch granules from the endosperm of germinating barley seeds (Studies on germination of barley seeds Part II). *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, 47, 341(1973)
  29. Kano, Y., Kunitake, N., Karakawa, T., Taniguchi, H. and Nakamura, M. : Structural changes in starch molecules during the malting of barley. *Agric. Biol. Chem.*, 45, 1969(1981)
  30. Sugimoto, Y., Ohnishi, K., Takaya, T. and Fuwa, H. : Comparative susceptibility to pancreatin of starch granules from different plant species. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.*, 26, 182(1979)
  31. Kiribuchi, S. and Nakamura, M. : Studies on germination of barley seeds (part 3) Scanning electron microscopic observations of the starch granules isolated from the germinated barley. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.*, 20, 193(1973)
  32. 양영국, 이신영, 최국지 : 발아옥수수전분의 이화학적 성질. *한국농화학회지*, 29, 333(1986)
  33. Kiribuchi, S. and Nakamura, M. : Mechanism of decomposition of starch in germinating rice seeds. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.*, 21, 299(1974)
  34. Hizukuri, S. : Fine structure of starch molecules and action of amylases. *Kagaku to Seibutsu*, 25, 714(1987)
  35. Takeda, Y. and Hizukuri, S. : Purification and structure of amylose from rice starch. *Carbohydr. Res.*, 148, 299(1986)
  36. Suzuki, A., Takeda, Y. and Hizukuri, S. : Relationship between the molecular structures and retrogradation properties of tapioca, potato and kuzu starches. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.*, 32, 205(1985)
  37. MacGregor, A.W. and Morgan, J.E. : Structure of amylopectins isolated from large and small starch granules of normal and waxy barley. *Cereal Chem.*, 61, 222(1984)
  38. Greenwood, C.T. : Observations on the structure of the starch granule. In *Polysaccharides in Food*, Blanshard, J.M.V. and Mitchell, J.R.(ed), Butterworths, London, p.129(1979)
  39. Takeda, C., Takeda, Y. and Hizukuri, S. : Physicochemical properties of lily starch. *Cereal Chem.*, 60, 212(1983)
  40. Takeda, C., Takeda, Y. and Hizukuri, S. : Structure and properties of chestnut starch. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.*, 34, 31(1987)
  41. Hizukuri, S. : Relationship between the distribution on the chain length of amylopectin and the crystalline structure of starch granules. *Carbohydr. Res.*, 141, 295(1985)

---

(1990년 7월 12일 접수)