

# 쌀을 이용한 식품신소재 개발에 관한 연구

김중욱·신해헌·변유량  
(연세대학교 공과대학 식품공학과)

Study on the development of new food material by using rice

Kim Jong-Wook, Shin Hae-Hun, Pyun Yu-Ryang

Dept. of Food Eng., Coll. of Eng., Yonsei University., Seoul 120-749. Korea

## Abstract

For the development of rice-derived fat replacing ingredient, low Dextrose equivalent(D. E.) maltodextrin was prepared by enzyme hydrolysis, and its physicochemical and rheological properties were studied.

The molecular sizes of rice maltodextrin were measured by gel permeation chromatography on Sephadex G-50. Gel permeation column chromatograms showed a large single peak, suggesting a limited hydrolysis, and the average degree of polymerization decreased from 72.8 for 3 D. E. maltodextrin to 48.7 for 6 D. E. maltodextrin. Cold water solubility of maltodextrin was increased with increasing D. E. value and its values ranged from 47.3% to 71.3%, 8% solution of rice maltodextrin showed pseudoplastic behavior. Flow behavior index was decreased as D. E. value was increased. Small particle starch was prepared by hydrolysis with hydrochloric acid in ethanol and then ball mill grinding. Starch treated with various concentration(0.26 1.8%) of HCl in absolute ethylalcohol yielded about 73% small particle starch.

## I. 서 론

일반적으로 5~12%의 전분수용액은 호화된 후 겔을 형성하는 성질을 가지고 있으나, 이 겔은 저온저장이나 장기간 저장하면 수분이 겔 밖으로 빠져 나와 딱딱한 겔로 변하게 된다.<sup>1)</sup> 이와 같이 온도에 불안정한 전분의 결점은 전분을 어떤 특정 D. E. value까지 가수분해하여 maltodextrin을 제조함으로써 해결할 수 있다.

Maltodextrin은 hydrocolloid의 하나로, 식품에 첨가시 점도증진 및 농후화 이외에도 유화성, 안정성, 포집성, 거품형성 등의 기능성을 제공한다. 이러한 기능성에 의해 D. E. value 5 이하의 maltodextrin은 지방대체물질로 사용되고 있으며,<sup>2,3)</sup> 무색, 무미, 무취하고 섭취시 수용성 식이섬유와 같은 생리작용을 나타내 여러가지 용

도의 식품첨가물로 주목받고 있다. 특히 maltodextrin을 이용한 지방대체물질의 개발은, 지방의 섭취가 점점 늘고 있는 현대인들의 지방 섭취를 줄여 동맥경화증, 심장병, 당뇨병, 비만 등 지방에 의한 질병을 예방할 수 있어 여러가지 상품이 제품화 되었으며, 좀 더 완벽한 지방의 물성을 갖도록 연구되고 있다.<sup>4)</sup>

또한 전분을 D. E. value 10~18로 가수분해 시키면 겔을 형성하지 않지만 저지방 식품 또는 다른 제품에 응용될 수 있으며, 이를 이용한 다양한 신소재의 개발이 가능하다.<sup>5,7)</sup>

평균 2 $\mu$ m 이하의 직경을 갖는 small granule starch와 small particle starch는 입안에서의 감촉이 지방과 유사하여 지방대체물질로 사용될 수 있다고 보고되고 있다.<sup>8)</sup> 그러나 small granule starch는 구하기 어렵고 가격이 비싸므로, 입자 크기가 큰 곡류전분을 분쇄하여

small particle starch를 제조하는 것이 경제적으로 유리하다.

전분은 amylose와 amylopectin으로 구성된 복잡한 반결정의 입자 구조를 가지고 있어<sup>9,10)</sup> 호화시키는데 많은 에너지가 필요하며, 단순한 물리적 조작 만으로는 분쇄하기 힘들다. 그러나 물리적 혹은 화학적 방법으로 전분의 입자 구조를 변형시켜 cold water soluble starch나 small-particle starch를 제조할 수 있다. 근래에 cold water soluble starch와 small-particle starch는 전자렌지용 식품과 즉석조리식품, 지방대체물질 등의 개발에 많은 장점을 가지고 있으며 그 응용 범위가 넓어 선진국에서 많이 연구되고 있다.<sup>11~14)</sup>

최근 국내 농산물 중에서 쌀의 이용성 증대는 가장 중요한 과제로서 다양한 쌀 가공 제품이 개발되고 있다. 쌀은 전통적인 우리의 주식이므로 쌀을 이용하여 개발한 다양한 신식품 소재는 소비자들에게 큰 관심과 호응을 얻을 수 있는 제품으로 활용될 수 있을 것으로 기대되며, 현재 당면한 국가적 과제의 하나인 잉여쌀 보관관리에도 해결점을 제시할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 쌀 이용성을 증대시켜 쌀에 대한 의존도가 큰 국내 농업 발전에 크게 기여하리라 생각된다.

따라서 본 연구에서는 효소 가수분해를 이용하여 낮은 D. E. value를 갖는 rice maltodextrin을 제조하고 이의 일반적 특성과 유독특성을 검토하였으며, small particle starch를 제조하여 다양한 식품첨가제와 지방대체물질로서의 이용 가능성을 알아보고자 하였다.

## II. 실험 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

실험에 사용한 쌀전분은 Sigma Chemical Co. 에서 구입한 쌀전분을 사용하였다.

$\alpha$ -amylase는 Novo Nordisk사의 내열성  $\alpha$ -amylase인 Termamyl, Type LS를 사용하였으며 debranching enzyme은 동사의 Promozyme을 사용하였다.

## 2. 실험 방법

### (1) Maltodextrin의 제조

쌀전분 45g을 증류수 255g과 혼합한 후  $Ca^{2+}$  40ppm을 첨가하고 응축기가 달린 삼구플라스크 내에서 800rpm으로 교반시키며 95°C 까지 가열하였다. 내열성  $\alpha$ -amylase인 Termamyl, Type LS를 10 $\mu$ l 가하여 특정 시간까지 가수분해한 후 0.3N HCl을 가하여 pH를 3으로 떨어뜨려 효소를 불활성화 시켰다. 이를 즉시 냉각시킨 후 0.1N NaOH 용액으로 중화하였고 동결건조하였다.

### (2) 소입자 전분의 제조

쌀전분 30g과 95% ethanol 200ml를 응축기가 달린 500ml 삼구플라스크 내에서 교반하며 80°C까지 가열한 후 진한 염산을 첨가하였다. 적당시간 반응을 진행시킨 후 냉각하고 1N NaOH 용액으로 중화하였다. 전분을 증류수로 두 번 세척하고 ethanol로 탈수시킨 후 80°C dry oven에서 건조하였다. 산처리한 전분을 ball mill(0.5cm glass bead)을 이용하여 ethanol 상에서 70rpm으로 8시간 분쇄하였다.

### (3) 당의 정량

환원당은 Somogyi-Nelson 등<sup>15,16)</sup>의 방법을 사용하여 정량하였다.

적당히 희석한 시료 1ml에 동량의 alkaline-copper reagent를 1ml 가한 뒤 끓는 물에서 10분간 가열하고 즉시 냉각한 후 Nelson's reagent를 1ml 가하고 520nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선(Fig. 1)은 포도당을 사용하여 작성하였다.

총당은 phenol-sulfuric acid 방법<sup>17)</sup>을 사용하여 정량하였다.

적당히 희석한 시료 1ml에 5%(w/v) phenol 1ml를 첨가한 후 교반하고 즉시 5ml의 conc-sulfuric acid를 첨가하였다. 10분간 방치 후 교반하고 30분 후 470nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선(Fig. 1)은 포도당을 사용하여 작성하였다.

### (4) D. E. value의 측정

시료의 환원당과 총당을 정량한 후 다음 식에 의하여 D. E. (Dextrose equivalent) value를 구하였다.

$$D. E. \text{ value} = \frac{\text{환원당량}}{\text{총당량}} \times 100$$

(5) 중합도 분포의 측정

각 시료의 중합도(degree of polymerization)의 분포는 Robin 등<sup>18)</sup>의 GPC(Gel Permeation Chromatography)를 이용하여 측정하였다.

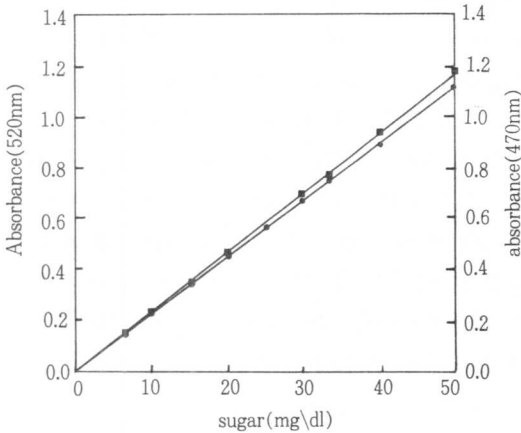


Fig. 1. Standard curve for the determination of reducing and total sugar.

■ reducing sugar      ● total sugar

시료 1g 을 DMSO(dimethylsulfoxide) 0.2ml에 녹이고 증류수 1.8ml를 넣어 기질용액으로 사용하였다. GPC는 Pharmacia Fine Chemicals에서 구입한 Sephadex G-50 (1.5×100cm)을 이용하여 4°C 에서 증류수를 16ml/h 유속으로 용출시키며 행하였다. 용출곡선은 용출액 4ml 씩을 fraction collection에 취한 후 총당량을 구하여 작성하였다. 각 fraction의 평균 중합도는 쌀전분을 debranching enzyme인 Promozyme을 이용하여 debranching 시킨 후 용출시켜 구하였다. Void volume 은 blue dextran 20,000을 사용하여 결정하였다.

(6) 찬물(25°C)에 대한 용해도의 측정

찬물에 대한 용해도의 측정은 Lesch 등(19)의 방법에 의하였다.

각 시료 1g 과 증류수 100ml를 250ml 원심분리용 병에 넣은 후 25°C를 유지하여 낮은 rpm으로 15초간 교반하고 높은 rpm으로 2분간 교반하였다. 이를 3100rpm

에서 15분간 원심분리한 후 상등액 25ml를 취하여 110°C dry oven에서 건조한 후 건조중량을 측정하였다. 그리고 다음 식에 의하여 C. W. S(Cold water solubility)를 측정하였다.

$$C. W. S. = \text{건조중량} \times 400$$

(7) 온도에 따른 translucency의 측정

온도에 따른 translucency는 Wilson 등<sup>20)</sup>의 방법을 이용하여 측정하였다.

0.1%의 시료 현탁용액을 30~90°C의 범위에서 일정 온도 간격으로 30분간 교반 및 가열하였다. 이것을 각 온도에서 즉시 취하고 625nm에서 translucency를 측정하였다.

(8) 유동특성 측정

Maltodextrin 8%(w/v) 용액의 온도에 따른 유동성 변화를 Haake RV-12 Viscometer를 사용하여 측정하였다. MV I sensor system을 이용하였으며 각 온도에서 10분간 열평형 시킨 후 점도를 측정하였다. 전단속도 변화에 따른 torque값은 x-y-t 기록계를 이용하여 자동 기록하였다.

전단응력(shear stress)과 전단속도(shear rate)는 실험으로부터 구한 회전속도에 따른 torque로부터 아래의 관계식을 이용하여 구하였다.

$$\tau = A \times S \times 0.3$$

$$\gamma = M \times n$$

여기서 S는 torque의 눈금값, A는 shear stress factor(A = 3.22), M은 shear rate factor(M = 2.34), n은 회전속도(min<sup>-1</sup>), 0.3은 보정상수이다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. Maltodextrin의 제조

효소를 이용한 전분의 가수분해에는 여러가지 방법이 있다. 그러나 당당류나 이당류 등 중합도가 낮은 가수분해물의 생성을 억제하며 비교적 중합도가 높고 중합도의 분포가 한정된 maltodextrin을 제조하기 위해서는, 전분을 먼저 소화시켜 전분 내부에 효소의 접근을 용이하게

한 후, 전분 사슬의 중앙에서  $\alpha$ -1,4 결합을 끊어주는 효소를 사용하여야 한다. 이러한 목적에 가장 적합한 효소는 고온에서 안정하며 높은 활성을 나타내는 내열성  $\alpha$ -amylase이다. 본 연구에서는 이러한 목적에 가장 부합하는 효소로 내열성  $\alpha$ -amylase인 Termamyl, Type LS를 선택하였다.

특정한 D. E. value를 갖는 maltodextrin을 제조하기 위해서는 효소의 양과 가수분해 시간을 적절히 조절하여야 한다. 특히 낮은 D. E. value를 갖는 maltodextrin을 제조하기 위해서는 약간의 가수분해 만이 일어나도록 그 조건을 잘 선정하여야 한다. 효소의 첨가량이 많은 경우 가수분해 속도가 너무 빨라 낮은 D. E. value를 갖는 maltodextrin을 제조하기 힘들고, 반대로 효소 첨가량이 적은 경우에는 반응시간이 상당히 길어지는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 15%(w/v) 전분 호화용액 100ml에 효소량을 변화시켜가며 첨가하고 2분 간격으로 D. E. value를 측정하였다. 그 결과 효소 첨가량은  $10\mu\text{l}$ 가 적당한 것으로 판단되어 효소 가수분해 실험은 모두 이 조건에서 행하였다.

효소 가수분해 시간에 따른 D. E. value의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이 가수분해 시간에 따라 D. E. value는 거의 직선적으로 증가하였다.

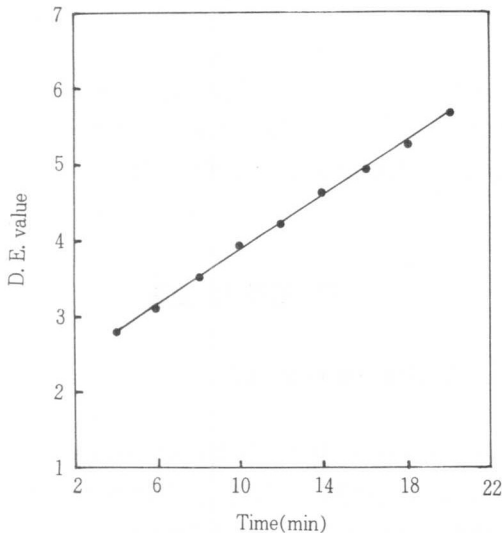


Fig. 2. D. E. value of rice maltodextrin hydrolysed with Termamyl for different hydrolysis time.

## 2. Maltodextrin의 일반적 특성

### 1) 중합도 분포의 측정

제조한 maltodextrin의 중합도 분포를 알아보기 위해 행한 GPC 결과를 Fig. 3~6에 각각 나타내었다. 모두 중합도 29 이상에서 폭이 좁으며 높은 peak가 나타나 한정된 중합도 분포를 갖는다는 것을 알 수 있었다. D. E. value가 증가함에 따라 peak가 낮은 중합도 쪽으로 이동하며 높이가 낮아지는 경향을 보였으며, 평균 중합도도 72.78, 64.73, 56.34, 48.72로 감소하였다.

D. E. 3과 4를 갖는 maltodextrin은 평균 중합도가 69, 55인 분획 11과 12에서 가장 많이 검출되었는데, 두 분획의 합은 전체량의 64.9%, 53.2%에 해당한다. 또한 D. E. 5와 6을 갖는 maltodextrin은 평균 중합도가 55, 43인 분획 12와 13에서 가장 많았으며, 두 분획의 합은 전체량의 49.1%, 46.3%에 해당한다.

식품에 첨가시 단맛을 부여하는 중합도 7 이하의 oligosaccharide와 glucose의 양은 D. E. value의 증가에 따라 약간씩 증가하였으나, 그 양은 전체 maltodextrin의 1%, 4.5%, 5.7%, 8.1%로 매우 낮았다.

### 2) 찬물에 대한 용해도

각 시료의 25°C의 찬물에 대한 용해도를 쌀전분과 비교하여 Table 1에 나타내었다. 쌀전분의 찬물에 대한 용해도가 0.4%로 거의 0에 가까운데 비해, 제조한 maltodextrin은 D. E. value가 3에서 6으로 증가함에 따라 찬물에 대한 용해도는 각각 47.3%에서 71.5%로 현저히 증가하였다.

찬물에 대한 용해도의 현저한 증가는 호화와 부분가수분해에 기인한 것으로 생각된다. 본 실험에서는 한정된 중합도 분포를 갖는 maltodextrin을 제조하기 위하여 전분을 95°C에서 미리 호화시켰는데, 이로 인해 찬물에 대한 용해도가 많이 증가한 것으로 보인다. 또한 D. E. value가 증가함에 따라 점차적으로 찬물에 대한 용해도가 증가한 것은 중합도 분포를 측정된 결과에서 볼 수 있듯이, 효소 가수분해 시간이 길어짐에 따라 중합도가 감소하였기 때문인 것으로 생각된다.

### 3) 온도에 따른 translucency

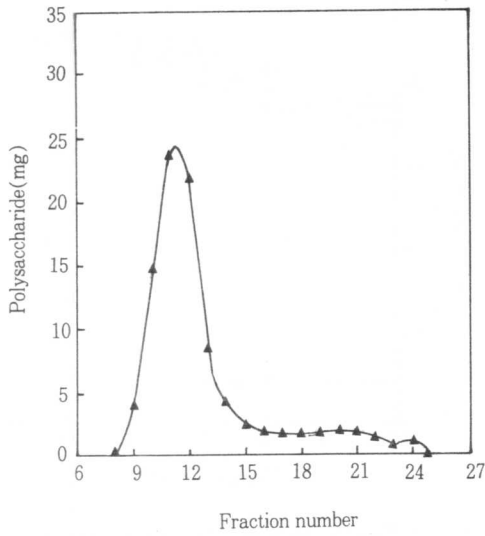


Fig. 3. Gel permeation chromatography of D. E. 3 rice maltodextrin on Sephadex G-50.

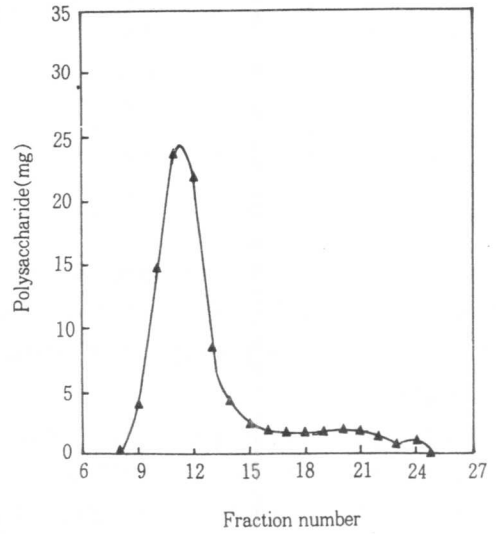


Fig. 5. Gel permeation chromatography of D. E. 5 rice maltodextrin on Sephadex G-50.

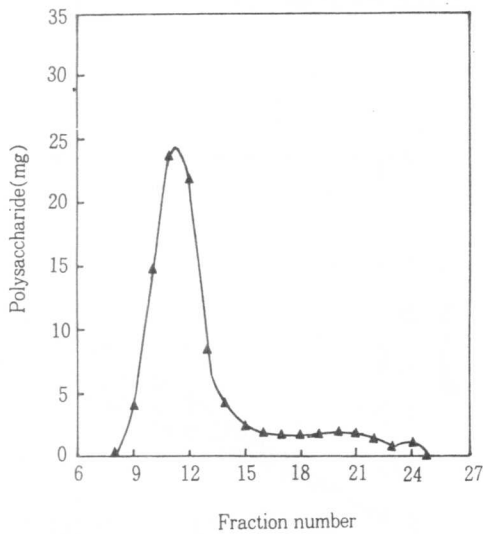


Fig. 4. Gel permeation chromatography of D. E. 4 rice maltodextrin on Sephadex G-50.

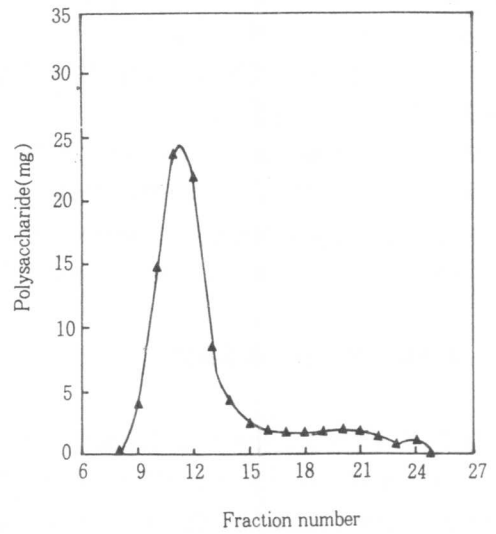


Fig. 6. Gel permeation chromatography of D. E. 6 rice maltodextrin on Sephadex G-50.

Table 1. Cold water solubility of rice maltodextrin

Maltodextrin	Cold Water Solubility(%)
Native Starch	0.4
D. E. 3	47.3
D. E. 4	60.2
D. E. 5	66.8
D. E. 6	71.5

각 maltodextrin의 온도에 따른 translucency의 변화를 쌀전분과 비교하여 Fig. 7에 나타내었다. 각 온도에서의 translucency는 그 온도에서의 용해도를 나타낸다고 볼 수 있다.

쌀전분의 경우 translucency가 60°C까지는 거의 일정한 값을 유지하다가 60°C를 경계로 급격히 증가하기 시작하였다. 이러한 결과로부터 사용한 쌀전분의 호화개시 온도가 60°C 부근임을 알 수 있었다.

각 maltodextrin의 translucency는 쌀전분보다 월등히 높았으며, 가수분해 시간의 증가에 따라 점점 높은 값을 나타내었다. D. E. value가 높을수록 일정 온도에서의 translucency가 높게 나타나는 것으로 보아, 저온에서만 아니라 고온에서도 가수분해 정도가 용해도에 많은 영향을 미치는 것으로 생각된다.

모든 시료의 translucency가 40~60°C 사이에서는 급격히 증가하고, 다른 온도 범위에서는 거의 변화를 보이지 않았다. 즉 찬물에 용해되는 성분 이외의 나머지 성분은 대부분이 40~60°C 범위에서 물에 녹는 것으로 보인다.

#### 4. Maltodextrin의 유동특성

D. E. 를 달리하여 조제한 각 maltodextrin 8%(w/v) 용액의 전단속도에 따른 전단응력의 변화를 30~70°C의 온도범위에서 Haake RV-12 viscometer로 측정하였다. D. E. 5인 maltodextrin 현탁액의 각 온도에서의 전단속도와 전단응력의 관계를 대표적으로 Fig. 8에 나타내었다. 8% 현탁액의 경우 항복응력은 없는 것으로 나타났으나 뉴우턴성 유체에서 다소 벗어나는 의가소성 유동특성을 보였다. 따라서 maltodextrin 현탁액의 유동특성을 Power law model<sup>21)</sup>로 해석하였다.

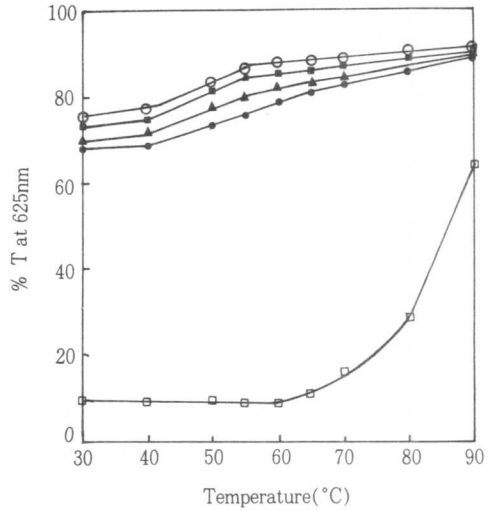


Fig. 7. Translucency of 0.1% rice starch and rice maltodextrins at various temperatures.

- : Rice starch
- : D. E. 3 maltodextrin
- △ : D. E. 4 maltodextrin
- : D. E. 5 maltodextrin
- : D. E. 6 maltodextrin

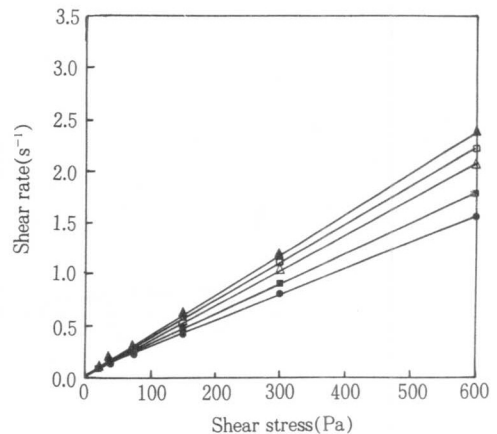


Fig. 8. Flow curves for D. E. 5 rice maltodextrin at various temperatures.

- : 30°C
- △ : 40°C
- ▲ : 50°C
- : 60°C
- : 70°C

Power law model은 다음식으로 주어진다.

$$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n$$

$$\log \tau = \log K + n \cdot \log \dot{\gamma}$$

여기서 n은 뉴우턴성 유체 성질에서 벗어나는 정도를 나타내는 수치로 유동거동지수(flow behavior index)라 하며, K는 뉴우턴성 유체의 점도에 상응하는 값으로 유체의 점조도지수(consistency index)라 한다.

모든 시료가 측정 전단속도 범위 내에서 log $\tau$ 를 log $\dot{\gamma}$ 에 대해 도시한 결과 직선관계를 보여 Power law model에 잘 적용됨을 알 수 있었다. 대표적으로 Fig. 9에 D. E. value가 5인 maltodextrin의 전단속도에 따른 전단응력의 변화를 양대수좌표에 도시한 것을 나타내었다.

각 시료의 각 온도에서의 유동거동지수 n값 및 점조도지수 K값을 구한 결과를 Table 2와 3에 나타내었다. Table 2에서 볼 수 있듯이 D. E. value와 온도에 상관없이 모두 유동거동지수값이 1보다 작은 의가소성 유체(pseudoplastic fluid)의 성질을 나타내었으며, D. E. value가 증가할수록 n값은 감소하였다. 한편 Table 3에 나타낸 바와 같이 점조도지수값은 온도, 가수분해 정도에 따라 모두 다르게 나타났다.

각 시료의 겔보기 점도(apparant viscosity)는 전단응력을 전단속도로 나누어 구하였으며, 대표적으로 D. E. 5인 maltodextrin 현탁액의 각 온도에서의 겔보기 점도를 Fig. 10에 나타내었다. 온도가 높을수록 의가소성 성질이 현저하여 낮은 전단속도에서는 전단속도의 증가에 따라 겔보기 점도가 급속히 감소하다가 전단속도가 커짐에 따라 일정한 값에 접근하였으며, 겔보기 점도는 2~7

mPa·s의 범위였다.

D. E. value가 다른 각 maltodextrin의 겔보기 점도를 60°C, 전단속도 150s<sup>-1</sup>에서 측정하여 Fig. 11에 비교하여 나타내었다. 낮은 D. E. 일 때는 D. E. value가 증가함에 따라 겔보기 점도가 현저히 감소하는 경향을 보였으나 D. E. 5 이상에서는 비교적 완만히 감소하였다. 이는 가수분해 시간이 길어짐에 따라 평균 중합도가 감소하는데 그 원인이 있다고 생각된다.

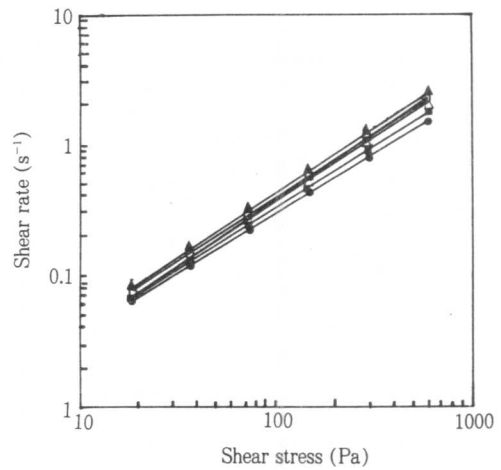


Fig. 9. Plot of shear stress vs shear rate for D. E. 5 rice maltodextrin in logarithmic coordinates.

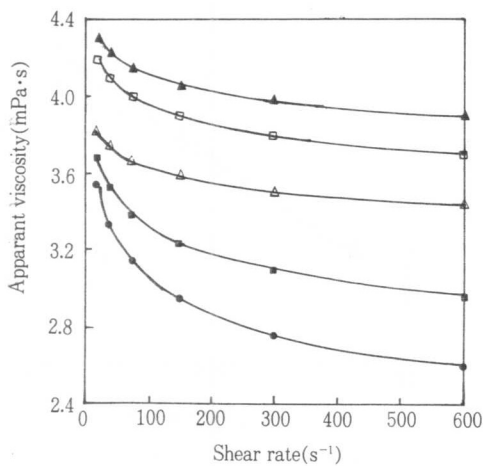
□ : 30°C    △ : 40°C    ▲ : 50°C  
 ■ : 60°C    ● : 70°C

Table 2. Flow behavior index of rice maltodextrin at various temperature. (8%, w/v, maltodextrin concentration)

Maltodextrin	Flow behavior Index				
	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C
D. E. 3	0.952	0.960	0.944	0.963	0.957
D. E. 4	0.959	0.954	0.952	0.958	0.951
D. E. 5	0.963	0.970	0.971	0.938	0.910
D. E. 6	0.943	0.912	0.908	0.907	0.905

**Table 3.** Consistency index of rice maltodextrin at various temperature.  
(8%, w/v, maltodextrin concentration)

Maltodextrin	Consistency Index				
	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C
D. E. 3	0.0048	0.0043	0.0060	0.0064	0.0047
D. E. 4	0.0049	0.0047	0.0050	0.0045	0.0041
D. E. 5	0.0047	0.0042	0.0047	0.0044	0.0046
D. E. 6	0.0047	0.0050	0.0049	0.0045	0.0042



**Fig. 10.** Plot of apparrant viscosity vs shear rate for D. E. 5 rice maltodextrin at various temperatures.

□ : 30°C    △ : 40°C    ▲ : 50°C  
 ■ : 60°C    ● : 70°C

**5. 소입자 전분의 제조**

평균 2 μm 이하의 직경을 갖는 small granule starch 와 small particle starch는 입안에서의 감촉이 지방과 유사하여 지방대체물질로 사용될 수 있다고 보고되고 있다.<sup>8)</sup> 그러나 small granule starch는 구하기 어렵고 가격이 비싸 입자 크기가 큰 곡류전분을 분쇄하여 small particle starch를 제조하는 것이 경제적으로 유리하다.

자연에 존재하는 전분은 내부 결정 구조가 주로 amylopectin으로 구성된 무정형의 외부로 둘러싸인 복잡한

반결정 구조의 입자<sup>9,10)</sup>로 매우 단단하여 단순한 물리적 조작 만으로는 분쇄하기 어렵다. 따라서 평균 입자 크기가 5 μm 이상의 직경을 갖는 쌀전분을 2 μm 이하의 직경을 갖도록 분쇄하기 위해서는 호화가 일어나지 않는 조건에서 전분입자의 무정형 부분에 손상을 주어 분쇄가 용이하도록 전처리하여야 한다. 이러한 전처리 과정으로 산을 이용한 가수분해가 사용되고 있는데 이는 산처리가 α-amylase를 이용한 가수분해와는 달리 무정형 부분의 대부분을 이루고 있는 amylopectin의 분자부분에 해당하는 α-1, 6 결합까지 끊어줄 수 있기 때문이다. 산가수분해를 이용하여 small particle starch를 제조할 경우 수율과 입자크기는 산처리 조건에 크게 의존하므로 적당한 산처리 조건의 선정은 매우 중요하다.

적절한 산처리 조건을 구하기 위하여 산첨가량과 가수분해 시간을 다양하게 변화시켜 가며 쌀전분을 가수분해한 후, ball mill을 이용하여 8시간 분쇄하고 광학현미경을 통해 크기 감소를 관찰하였다. 가수분해가 너무 많이 일어나면 분쇄는 빠른 시간에 일어나지만 모두 찬물에 용해되어 syrup이 되었고, 반대로 가수분해가 너무 조금 일어나면 오랜 시간 분쇄에도 별다른 크기 감소가 보이지 않았다.

HCl 첨가량에 따른 적절한 가수분해 시간은 0.26%, 0.78, 1.29, 1.8(w/w) HCl-ethanol 용액의 경우 각각 2시간, 40분, 25분, 15분으로 측정되었다. 이들 각각의 수율은 Table 4에 나타내었다. 수율은 가수분해로 인해 생성되는 glucose와 oligosaccharide로 인한 손실을 반영한다. 수율은 모두 76~71%로 별다른 차이가 없었다. 이러한 결과로부터 전분의 분쇄가 용이하게 일어나기 위해서는 무정형 부분이 어느 정도 이상 가수분해가 되어야



한다는 것을 알 수 있었다.

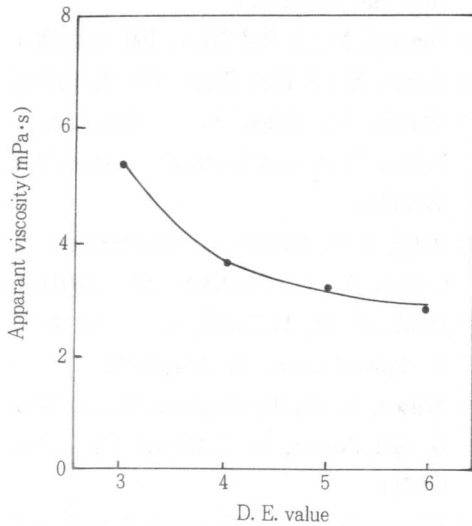


Fig. 11. Apparant viscosity of 8% rice maltodextrin as a function of degree of hydrolysis (D. E. value) at shear rate  $150 \text{ s}^{-1}$  and  $60^\circ\text{C}$ .

Table 4. The yield of small particle starch treated with HCl-ethanol solution.

Acid treatment	Yield(%)
0.26% HCl, $80^\circ\text{C}$ (120min)	74.5
0.78% HCl, $80^\circ\text{C}$ ( 40min)	73.7
1.29% HCl, $80^\circ\text{C}$ ( 25min)	71.8
1.80% HCl, $80^\circ\text{C}$ ( 15min)	76.1

#### IV. 결 론

쌀전분을 이용한 지방대체소재의 개발을 목적으로  $\alpha$ -amylase를 이용하여 가수분해도가 낮은 rice maltodextrin을 제조하고 이의 일반적인 특성과 유동특성을 검토하였으며, 아울러 산처리와 기계적 분쇄법으로 small particle starch를 제조하기 위한 기초실험을 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 쌀전분을 고온에서 호화시킨 후 내열성  $\alpha$ -amylase

로 가수분해 시킨 rice maltodextrin의 평균 중합도는 D. E. value가 3, 4, 5, 6일 때 각각 72.78, 64.73, 56.34, 48.72였으며, 상당히 한정된 중합도 분포를 나타내었다.

2. D. E. 3~6의 maltodextrin의 찬물에 대한 용해도는 D. E. value의 증가에 따라 47.3%에서 71.5%로 현저하게 증가되었다.

3. Rice maltodextrin 8%(w/v) 용액은 의가소성 유체 거동을 보였으며, D. E. value가 증가함에 따라 유동거동지수 n가 감소하였고, 겔보기 점도는 2~7mPa·s 범위의 값을 가졌다.

4. Small particle starch의 제조시 HCl 첨가량에 따른 적절한 가수분해 시간은 0.26%, 0.78, 1.29, 1.8(w/w) HCl-ethanol 용액의 경우 각각 120분, 40분, 25분, 15분으로 측정되었다. 수율은 모두 76~71%로 별다른 차이가 없었으며, 이러한 결과로부터 전분의 분쇄가 용이하게 일어나기 위해서는 무정형 부분이 어느 정도 이상 가수분해가 되어야 한다는 것을 알 수 있었다.

#### 참고 문헌

- 1) Radley, J. A. : "Starch and its Derivatives" 3rd ed., p. 216, John Wiley and Sons, Inc., New York(1954)
- 2) Morehouse, A. L. and Lewis, C. J., US Patent 4,536,408(1985)
- 3) Lenchin, J. M. and Trubiano, P. C., US Patent 4, 510,166(1985)
- 4) 목철균, 국내외기술정보 식품기술, 제5권 제2호, 61 (1992)
- 5) Armbruster, F. C. and Kool, E. R., US Patent 3,849,194(1974)
- 6) Richter, M. and Schierbaum, F., US Patent 3, 986,890(1976)
- 7) Armbruster, F. C. and LaGrange, III, US Patent 4,298,400(1981)
- 8) Daniel, J. R. and Whistler, R. I., Fatty sensory qualities of polysaccharides(Abstr.) *Cereal Foods World*, 35, 825(1990)

- 9) French, D. : *Starch, Chemistry and Technology* (2nd ed n.) (Whistler, R. L. ed.), p. 184~247, Academic Press(1984)
- 10) Galiard, T. : *Starch, Properties and Potential*, Society of Chemical industry, p. 16~54(1987)
- 11) Jay-lin, J. : Preparation and food application of physically modified starch. *Trends Food Sci. Technol.*, 3(2) (1992)
- 12) Powell, E. L. : *Starch, Chemistry an Technology* (Whistler, R. L. and Paschall, E. F., edn.), p 523~536, Academic Press
- 13) Eastman, J. E. and Moore, C. O., EP Patent 0, 110, 549A2(1984)
- 14) MA, W. P. and Robyt, J. F. : Preparation and characterization of soluble starches having different molecular sizes and composition by acid hydrolysis in different alcohols. *Carbohydr. Res.*, 166, 283~297(1987)
- 15) Somogyi, M. : *J. Biol. Chem.*, **160**, 61(1945)
- 16) Nelson, N. : *J. Biol. Chem.*, **153**, 375(1944)
- 17) Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A. and Smith, F. : *Anal. Chem.*, **28**, 350(1956)
- 18) Robin, J. P., Mercier, C., Charbonniere. R. and Guilbot, A. : *Cereal Chem.*, **51**, 389(1974)
- 19) Leach, H. W., McCowen, L. D. and Schoch, T. J. : *Cereal Chem.*, **36**, 534(1959)
- 20) Wilson, L. A., Birmingham, V. A., Moon, D. D. and Snyder, H. E. : *Cereal Chem.*, **55**, 661 (1978)
- 21) Geankoplis, C. J. : *Transport Process and unit operations*, Allyn and Bacon, inc.(1983)