

## 화학적 처리방법에 의한 변성전분의 이화학적 특성<sup>+</sup>

송은승 · 우나리아\*  
호서대학교 식품영양학과

### The Physico-Chemical Characteristics of Modified Starch Made by Chemical Treatment

Eun Seung Song, Na Ri Yah Woo\*  
Department of food and Nutrition, Hoseo University

#### Abstract

Developing carbohydrate fat replacer as materials for low-calorie and low-fat food made of Korean potato, it is expected that the new demand of fat replacer will be created. Potato starch was modified by chemical modification. Observing modified starch (treated in different method) by SEM, EZ(treated by enzyme) showed shape of deformed round oval, AC(treated by acetylation, HPR(treated by hydropropylation) showed shape similar to that of NL(N-Lite), the commercial fat replacer. In the modified starch such as AC, peak in B and C type similar to those of general starch was found, but EZ showed non-crystalline shape. Compared to other modified starch, HPR, the chemically produced denatured starch showed very peculiar peak and structure in V-form. While the order of contents of amylopectin was in the order HPR > EZ > AC showed extremely high contents. Measuring the degree of gelatinization per the modified method, the degree of gelatinization of HPR as much higher than others. The water binding activity of modified starch was 240% in HPR. Measuring viscosity by producing general starch and modified starch as gel of 10% concentration, the GPS showed very high viscosity of  $30.30 \times 10^3$  cp. Showing viscosity of  $38.60, 31.60 \times 10^3$  cp, the modified starch was in the order of HPR. While the calorie of starch of GPS was measured to be 3.0 Kcal/g, very low calorie those of chemically modified starch, HPR showed 2.5 Kcal/g respectively, suggesting that calorie is decreased by modified treatment. The appropriateness of processing food was experimented by substituting the existing oil and fat containing food with saturated gel of starch and modified starch in constant rate through utilization of modified starch. Therefore, research and development for materials and related products which maintain the existing quality and reduce fat contents will be constantly performed in the future.

Key Words : potato starch, modified starch, fat replacer, low-fat, low calorie

## 1. 서 론

감자는 AD 200년경 페루에서 처음 재배된 이래 오랫동안 안 인류가 이용해온 식량자원 중 하나이다. 감자전분은 1811년 미국 New England에서 전분으로 처음 생산되었으며 19세기에는 가장 중요한 전분이었다. 그 후 20세기 초반부터 감자는 주로 포테이토칩, 프렌치 프라이 등의 기호식품의 원료로 사용되면서 값싸고 구하기 쉬운 옥수수 전분이 그 자리를 차지하게 되었다(Alexander NJ 1995). 그러나 감자전분이 갖는 독특한 성질로 인해 그 필요성은 식품산업에서 매우 중요한 위치를 가지고 있다. 즉 감자전분은 옥수수 전분에 비해 증점제(thickening agent)로 이용하기 좋으며, 호화액이 매우 투명하고 젤이 잘 형성된다. 또한 대부분의 곡류전분과는 달리 특유의 향과 맛을 지니

지 않아 향이 얇은 식품(mild flavored foods)에 사용하기 적합한데, 이는 감자전분에 잔존하는 단백질 함량이 적기 때문이다. 감자전분을 변형시킨 변성전분은 견고한 망상구조를 형성하여 내열성, 내산성 등의 특성을 가지며 (Rutenberg MU & Solarek D 1984), 젤 강도를 증가시킨다(Kim HS & Lee YE 1996).

적절한 건강과 영양, 유지에 대한 관심의 고조로 총지방 섭취량을 줄일 수 있는 대체물질에 대한 요구가 지속적으로 있었으나 오랜 기간 익숙해져온 식사습관을 변화시키는 것이 개발의 가장 큰 어려움이며, 특히 지방 대체물질을 사용함으로써 나타나는 식품의 외형, 풍미, 맛, 물성의 변화에 기인하여 지방이 제공하는 독특한 식감이 상실되는 문제점이 있다. 그러나 소비자들은 식품에 지방 대체물질을 사용하여 열량 및 지방의 섭취를 줄이는 동시에 식품의 물

<sup>+</sup> This paper was supported by ARPC in 2005

\* Corresponding author : Na Ri Yah Woo, Department of food and Nutrition, Hoseo University, 29-1, BaeBang Myeon, SeChul Ri, Asan, ChungCheongNam Do, 336-789, Korea Tel : 82-41-540-5634 Fax: 82-41-548-0670 E - mail : woonari@hoseo.edu

성이나 기호성 등이 크게 변하지 않는 새로운 지방 대체물질을 원하게 되었다. 이러한 요구에 부응하여 학계와 식품산업계는 지방의 기능을 유지하면서 이상적인 낮은 열량의 새로운 유지대체물의 개발과 실용화에 많은 노력을 기울이게 되었다. 따라서 지방함량, 열량 감소, 우수한 품질 그리고 경제적인 가격에 부응하는 제품이 절실히 요구되며 이에 적합한 제품을 제조하기 위해서는 우수한 가공적성, 원가절감, 소비자의 욕구충족과 같은 여러 요인에 적합한 제품의 개발이 필요하게 되었다. 지방 대체물질은 제품의 안전성과 품질을 유지할 수 있으며 또한 여러 분야에서 적용되고 실용화된 식품으로 개발되어야 하고 아주 다양한 용도로 사용될 수 있어야 하는 것으로 앞으로 상업화될 새로운 분야의 신소재자원이 될 수 있을 것으로 예상된다.

지방대체물질은 일반적으로 유지 고유의 특성인 향미, 조직, 유화성, 응집성, 부착성, 윤활성 및 크림성 등 유지와 비슷한 texture를 나타내며, 열량을 공급하지 않거나, 저 열량의 소재를 의미한다. 현재 미국에서는 지방 열량의 1/2에 이하인 4 Kcal/g의 칼로리를 가진 전분변형제품 즉 쌀, 옥수수, 보리 및 밀로부터 각종 효소 및 화학약품을 이용한 지방대체물질이 개발되어 실제 식품산업체에서 응용하고 있다. 지방대체물질의 종류로는 단백질계 지방대체물질(protein-based fat substitutes), 탄수화물계 지방대체물질(carbohydrate-based fat substitutes), 지방계 지방대체물질(fat-based fat substitutes), 합성계 지방대체물질(synthetic-based fat substitutes)로 분류되며, 탄수화물계 지방대체물질의 응용 가능한 식품은 주로 salad dressing, cheese, cake, mayonnaise 등의 제품을 대체 하는데 사용되어 지고 있으나, 우리나라에는 아직 매우 미흡한 실정이다(Choi EO 1998).

따라서 본 연구에서는 감자로부터 지방대체물로 사용할 수 있는 변성전분을 제조하여 식품산업에서 저열량 식품, 저지방 식품의 개발가능성을 제시하고자 하였다. 즉, 천연감자전분의 특성을 개선하고 화학적 처리에 의한 변성전분을 제조하여 식품에 응용하며, 변성전분의 지방대체가능성을 모색하였다. 탄수화물계의 대표적인 지방대체물질인 변성전분은 저열량 식품 가공에 이용되며, 물성 향상과 저장성 향상 및 비용절감의 효과를 기대할 수 있다. 특히 주식이 탄수화물인 우리나라에서는 탄수화물계 식품의 생산량은 많으나, 가공에 이용되는 식품은 수입에 의존하고 있어 탄수화물계 식품을 이용, 지방대체물 개발 및 이를 이용한 저지방 식품을 개발이 필요하며, 본 연구를 통한 기초자료를 제시하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 침지법을 이용한 감자전분의 제조

감자전분의 제조는 강원도 고령시 시험장에서 재배된 감자에 수분을 가하여 마쇄 후 전분무게의 약 10배의 물을

<Table 1> List of used starch

Starch for fat replacer		Treatment Method
Natural potato starch	GPS	Treated by soaking
Commercial starch (fat replacer)	NL	N-LITE L (National starch&Chemical Co., Singapore)
Chemical modified starch	AC	Treated by acetylation
	EZ	Treated by enzyme
	HPR	Treated by propylation

가한 후 전분을 침지시켰다. 전분이 침지되면 상층수를 버리고 침전물에 물을 부어 희석하여 재 침지 시킨다. 이 과정을 3-4회 반복하여 전분이 더 이상 침전되지 않을 때까지 침지시킨 후 침전된 전분을 자연 건조시켰다.

### 2. 화학적 처리에 의한 변성전분 제조

침지법에 의해 분리된 전분은 다음과 같은 화학적 처리에 의해 전분을 변성하였으며(Kim EG 2005), 시판 탄수화물계 지방 대체물질인 N-LITE L(National Starch&Chemical Co., Singapore)을 구입하여 이화학적 특성을 비교하였다(Table 1).

#### 1) Modified starch I (AC)

감자전분 100 g에 증류수 400 mL을 가하고 균질한 현탁액을 만들기 위해 25℃에서 1시간 동안 교반하였다. 1 N-NaOH로 pH 8.0 으로 조정후 3% NaOH용액으로 pH 8.0-8.4를 유지하면서 acetic anhydride를 전분량의 10%를 첨가하고 계속 교반하면서 10분간 더 반응시켰다. 반응이 끝난 후 slurry를 0.5N-HCl로 pH 4.5가 되도록 조절하고 여과한 후 시료에 95% ethanol 300 mL를 가하여 부분적으로 건조시키고 산을 제거하였으며 여기서 얻어진 acetylation 감자전분을 건조하여 AC 변성 전분을 제조하여 시료로 사용하였다.

#### 2) Modified starch II(EZ)

수분에 침지시켜 수분을 흡수시킨 전분을 중량에 대해 3배의 물을 가한 뒤 온도를 50-55℃로 조절한 다음 glucoamylase(Sumizyme, 新日本化學, Japan)를 중량의 0.075%가 되게 첨가하고 일정시간 반응시키고 나서 -70℃에서 동결시킨 다음 냉동건조시켜 EZ 변성전분으로 제조하였다.

#### 3) Modified starch III(HPR)

감자전분 100 g을 플라스크에 취하여 증류수 120mL에 NaOH 1.3 g, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 15 g을 가하여 혼합한 후 water bath에서 40℃로 유지하면서 propylene oxide를 전분량의 10%(v/w) 첨가하고 밀폐하여 40℃ shaking incubator에서

24시간동안 반응시켜 d-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 중화한 후 원심분리 하였다. 여기서 생긴 starch cake을 1M-BaCl<sub>2</sub>를 indicator로 하여 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>가 없어질 때 까지 수세하여 건조시켜 HPR 변성전분으로 제조하여 변성전분의 시료로 사용하였다.

3. 변성전분의 이화학적 특성

1) X-ray 회절도 및 주사전자현미경(scanning electron microscopy) 촬영

감자 전분을 300 mesh로 마쇄한 후 Owusu 등 (Owusu *et al* 1982)의 방법에 따라 측정하였다. 즉 X-ray diffraction meter를 이용하여 target : Cu-K $\alpha$ , filter : Ni, scanning speed : 5.0°/min의 조건으로 회절각도(2 $\theta$ ) : 5°부터 40°까지 회절시켜 회절각도에 따른 피크의 위치로부터 결정형을 분석하였다. 또한 감자전분을 100 mesh로 마쇄한 후 140 Å 두께로 금도금을 한 후 주사전자현미경을 이용하여 15 kV에서 1000배의 비율로 입자의 형태를 분석하였다.

2) 아밀로오스와 아밀로펙틴의 함량

감자전분의 아밀로오스와 아밀로펙틴 함량은 Williams 등 (Williams PC *et al* 1970)의 방법에 따라 측정하였다. 감자전분 20 mg을 100 mL 플라스크에 취하고, 0.5N KOH용액 10 mL를 가하여 시료를 잘 분산시킨 다음 증류수를 가하여 100 mL로 정용하였다. 이 용액 10 mL 취하여 0.1N HCl 5 mL로 중화시킨 후 증류수를 가하여 4 mL가 되게 하였다. 요오드 용액(0.2% I<sub>2</sub>와 2% KI 혼합액) 0.5 mL를 가하고 증류수로 전체가 50 mL가 되게 한 후 실온에서 5분간 방치한 다음 625 nm에서 흡광도를 측정하여 표준 곡선으로부터 아밀로오스 함량과 아밀로펙틴 함량을 구하였다.

3)  $\beta$ -amylase pullase(BAP)법을 이용한 호화도 측정

전분의 호화도를 측정하기 위하여 과량의 80% 알코올로 탈수한 후 감압 여과하여 상온에서 풍건하고 마쇄하였다. 이와 같이 건조 탈수된 시료를 알칼리로 재호화시키고 대조군은 그대로 분산시킨 후  $\beta$ -amylase와 pullulase로 분해하여 생성된 maltose를 Somogyi-Nelson법으로 정량하고 두 처리구의 흡광도와 당함량의 차이에서 호화도를  $\beta$ -amylase pullulase(BAP)법(具照圭二 1981)에 의해 호화도를 측정하였다.

4) 변성전분 수분결합능력 및 gel 점도 측정

감자 전분의 수분결합능력은 Medcalf & Gilles(1965)의 방법에 따라 측정하였다. 즉 전분 2 g을 칭량하여 비이커에 취한 후 증류수 30 mL를 가한 다음 1시간 동안 교반하였다. 현탁액을 항량한 튜브에 옮기고 증류수로 비이커를 세정하면서 50 mL로 정용하여 원심분리(1000 rpm, 30 min)후 상정액은 제거하고 거꾸로 세워 1분 정도 유지

<Table 2> Yield of modified potato starches of various treated method

Modified starches	Yield(%)
AC	77.54 ± 0.18 <sup>a</sup>
EZ	77.87 ± 2.11 <sup>a</sup>
HPR	93.08 ± 1.75 <sup>b</sup>

ab : different letter indicate significant difference at  $\alpha=0.05$

AC : treated by acetylation

EZ : treated by enzyme

HPR : treated by propylation

시켰다. 침전된 전분의 무게를 측정하여 시료전분의 중량비로부터 수분결합능력을 계산하였다.

또한 변성전분의 gel 점도는 변성전분에 증류수를 첨가하여 10w/w% 농도의 반고체형으로 제조하여 gel화 된 각각의 전분의 점도를 Brookfield viscometer(Model DV-I, Stoughton, MA, England)로 측정하였다

5) 변성 전분의 칼로리 측정

변성전분 시료 1g을 Bomb Calorimeter(1266 Calorie meter, Parr instrument company, U.S.A.)를 이용하여 칼로리를 측정하였다.

4. 통계 처리

본 연구의 결과는 SAS system를 이용하여 ANOVA 분석 후  $\alpha=0.05$ 에서 Duncan's multiple range test로 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 화학적 처리에 의한 감자 변성전분의 이화학적 특성

1) 변성전분의 수율

화학적 변성 처리 방법을 달리하여 제조한 변성전분의 수율은 HPR > EZ > AC 순으로 HPR변성전분이 93.08%의 가장 높은 수율을 나타내었다(Table 2).

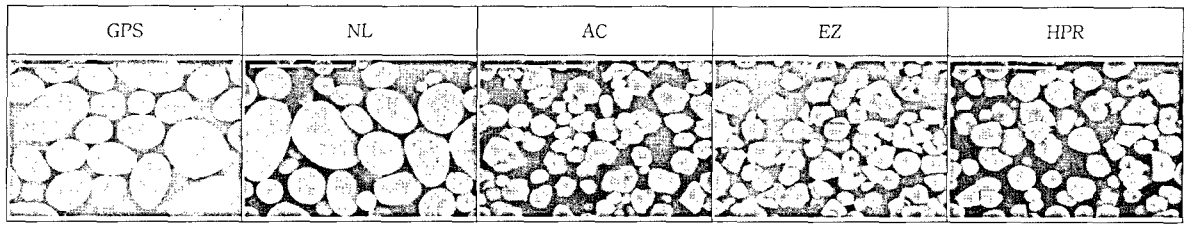
2) 주사전자현미경에 의한 전분의 형태 관찰

화학적 처리에 의한 변성 전분의 각각의 형태는 SEM의 촬영 결과 크게 다르지 않았으며, 일반적인 전분의 형태인 둥근 타원형 모양을 관찰 할 수 있었다.

처리방법을 달리한 변성전분을 전자현미경으로 관찰한 결과 EZ는 둥근 타원의 모형이 주그러진 듯한 형태를 관찰 할 수 있었다. 화학적 처리, 즉 산과 열에 의해 변성 처리한 AC, HPR 변성전분은 시판 지방대체물인 NL과 유사한 형태를 보였다(Figure 1).

3) x-ray 회절도

x-ray 회절도는 피크의 위치와 높이에 따라서 결정형이



<Figure 1> Scanning electron microphotographs of modified starches, potato starches, and commercial fat replacer(×1,000)  
 GPS : general potato starch NL: N-LITE L AC: treated by acetylation EZ : treated by enzyme HPR :treated by propylation

나 강도를 나타내므로 전분의 결정성을 측정하는 대표적인 방법이다. x-ray 회절도로 구분된 결정형구조로 전분의 형태를 분류할 수 있으며, 곡류전분은 A형, 괴(tuber), 과일(fruit), 줄기(stem)전분은 B형, 고구마 전분은 A와 B형의 혼합형인 C형의 패턴을 나타낸다(Imberty A & Perez SA 1988). 또한 전분의 결정성은 짧은 사슬들이 평형하게 집합체를 이루기 때문이며 주로 아밀로펙틴에서 기인한다고 하였다(French D 1972).

전분의 처리방법을 달리하여 제조한 변성전분의 결정형 정도에 차이가 나타나지 않았으며 일반적으로 B형의 피크를 관찰할 수 있었다(Figure 2). 변성전분 AC는 일반전분과 유사한 B, C형의 회절피크를 관찰할 수 있었으나 열처리에 의해 변성된 EZ 변성전분은 비결정 형태를 나타내었다. 화학적 처리방법으로 제조된 변성전분 HPR은 다른 변성전분에 비해 매우 특이한 피크를 나타냈으며, v형의 구조를 나타내었다. 즉 일반 전분의 입자는 표면이 매끄럽고 규칙적이었으나 변성 전분의 대부분이 전분 입자가 불규칙한 작은 조각형태의 모습을 띠거나 구형이 손실되었다. 이러한 모양이 나타나는 것은 효소, 산, 온도에 의해 전분입자의 규칙적인 helical 구조를 변형하여 형태의 변화가 있는 것으로 여겨진다.

4) 변성전분의 아밀로오스와 아밀로펙틴 함량

전분의 이화학적 특성을 결정지어주는 가장 큰 요인 중 하나는 전분 입자내의 아밀로오스와 아밀로펙틴의 구성 비율이다. 일반적으로 아밀로오스 함량이 80-97%이면 고 아밀로펙틴, 75-80%이면 중 아밀로펙틴, 75% 이하이면 저 아밀로펙틴으로 분류되고, 고 아밀로펙틴의 전분 입자는 약하고 부서지기 쉬워서 조리시 쉽게 팽윤, 분해된다

<Table 3> Amylose and amylopectin contents of starch, commercial and modified starches (%)

	Amylose	Amylopectin
GPS	14.28	85.72
NL	31.26	68.74
AC	29.36	70.64
EZ	18.53	81.47
HPR	15.04	84.96

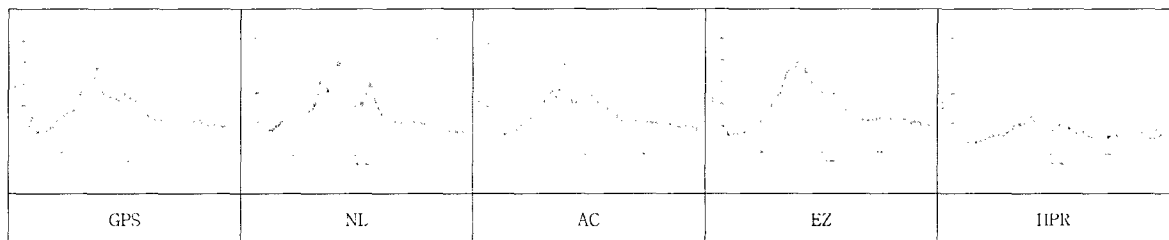
GPS : general potato starch  
 NL: N-LITE L  
 AC: treated by acetylation  
 EZ : treated by enzyme  
 HPR :treated by propylation

(Sandhya RMR 1995).

전분 처리방법에 따라 아밀로펙틴 함량은 다소 차이를 나타내었으며, 일반전분인 GPS의 아밀로펙틴이 85.72% 함량이 이었으며, 화학적 처리방법에 의해 제조된 변성전분 중 HPR이 84.96%로 매우 높은 함량으로 측정되었고, EZ, AC가 각각, 81.47, 70.64%로 측정되었으며, NL은 68.74%로 가장 낮은 아밀로펙틴 함량을 나타내었다 (Table 3).

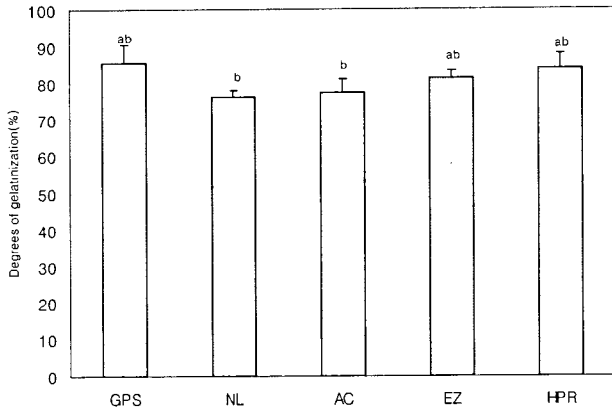
5) BAP(β-amylase pullulase)에 의한 호화도

효소소화법인 BAP법에 의한 전분의 호화도 측정 결과는 다음 <Figure 3>과 같다. 전분변성 방법에 따른 호화도 측정의 결과는 GPS가 86.72%로 높은 호화특성을 보였다. 변성전분 HPR, EZ의 순으로 호화도가 높았다. 호화특성이 높은 경향을 보인 것과 아밀로펙틴의 함량이 높은 변성전분과 유사한 경향을 보여 아밀로펙틴과 호화특성간의 상관관계가 있음을 알 수 있었다.



<Figure 2> X-ray patterns of potato starches, commercial fat replacer and modified starches

GPS : general potato starch NL: N-LITE L AC: treated by acetylation EZ : treated by enzyme HPR :treated by propylation



<Figure 3> Degrees of gelatinization and the comparison of potato starch and modified potato starch

ab : different letter indicate significant difference at  $\alpha=0.05$   
 GPS : general potato starch NL: N-LITE L  
 AC: treated by acetylation  
 EZ : treated by enzyme HPR :treated by propylation

<Table 4> Degrees of water binding activity of potato starch, modified potato starch and fat replacer

	Water binding activity(%)
GPS	250 ± 14.14 <sup>a</sup>
NL	190 ± 14.14 <sup>b</sup>
AC	200 ± 14.14 <sup>c</sup>
EZ	210 ± 14.14 <sup>c</sup>
HPR	240 ± 14.14 <sup>a</sup>

abc : different letter indicate significant difference at  $\alpha = 0.05$   
 GPS : general potato starch  
 NL: N-LITE L  
 AC: treated by acetylation  
 EZ : treated by enzyme  
 HPR :treated by propylation

6) 변성전분의 수분결합 능력

수분결합능력은 전분입자의 수분흡수의 정도를 나타내는 것으로 같은 종류의 전분은 비슷한 수분결합능력을 가진다고 하였다. 일반적으로 아밀로펙틴은 아밀로오스보다 수분흡수력이 커서 매전분에 비해 찰전분의 수분결합능력이 크며, 이러한 특성은 아밀로펙틴의 구조상의 특징이라고 하였다(Kim HS *et al* 1983). 수분결합능력은 일반감자전분인 GPS는 250%이었으며 HPR > EZ > AC > NL의 순으로 수분결합력을 나타내었다(Table 4). 수분결합능력이 전분입자의 결정질 부분과 비결정질 부분의 비율에 따라 결정되며, 전분입자의 비결정부분이 많이 포함되면 더 많은 수분을 흡수할 수 있기 때문에 수분흡수율이 크다고 하였다.

7) 변성전분의 호화 gel 점도

전분호화액의 점도는 전분 입자의 팽윤도와 팽윤된 입자의 열 및 전단에 의한 안정성, 입자의 크기와 모양, 아밀

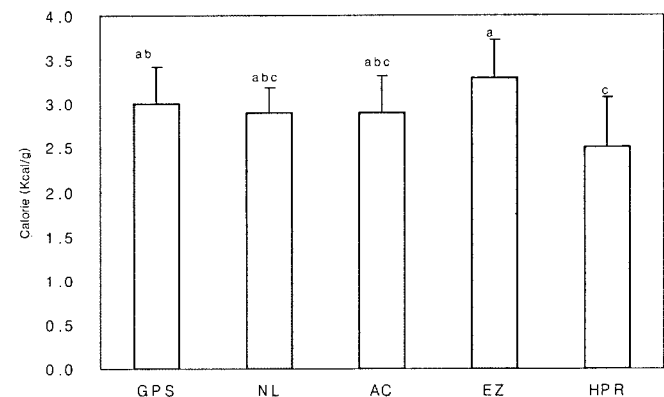
<Table 5> The viscosity properties of starch and modified starch gel

	Viscosity (10 <sup>3</sup> centi poise)
GPS	29.55 ± 3.44 <sup>ab</sup>
NL	17.10 ± 0.99 <sup>c</sup>
AC	14.10 ± 2.83 <sup>c</sup>
EZ	24.50 ± 2.31 <sup>b</sup>
HPR	31.60 ± 3.49 <sup>a</sup>

abc : different letter indicate significant difference at  $\alpha=0.05$   
 GPS :general potato starch  
 NL: N-LITE L  
 AC: treated by acetylation  
 EZ : treated by enzyme  
 HPR :treated by propylation

로오스와 아밀로펙틴 함량 및 구조의 차이, 결정정도에 의한 것이다. 또한 전분의 호화는 전분과 물분자의 상호작용의 결과로서 물은 수소결합에 의하여 회합되어 있으나 온도가 높아질수록 단분자의 비율이 증가하고 회합정도가 낮은 물분자가 전분의 미세한 결정 가까이 까지 침입하여 고온에서 불안정하게 된 전분 분자의 수소결합에 파괴를 일으키는 것으로 알려져 있다. 이러한 과정에서 전분입자의 팽윤이 일어나고 아밀로오스 분자들이 용출되어 나오면서 전분의 분산액은 점도가 매우 큰 유백색의 콜로이드를 형성하여 일정한 전분농도 이상에서 냉각하면 반고체 겔을 형성하게 된다.

일반 감자전분인 GPS는  $29.55 \times 10^3$  cp의 점도가 측정되었으며, 변성전분 HPR은  $31.60 \times 10^3$  cp으로 매우 높은 점도를 측정할 수 있었다(Table 5). 변성전분은 분자사슬을 가교시켜 전분입자내의 견고한 고분자 망상구조를 형성하고 겔 강도를 증가시킨다는 결과와 일치하였다(Kim HS & Ahn SY 1994)



<Figure 4> The calorie of starch and modified starch pastes

abc : different letter indicate significant difference at  $\alpha=0.05$   
 GPS : general potato starch NL: N-LITE L  
 AC: treated by acetylation  
 EZ : treated by enzyme HPR :treated by propylation

## 8) 변성전분의 열량

Bomb calorie meter로 전분의 열량을 측정한 결과는 다음 <Figure 4>와 같았다. 일반전분인 GPS가 3.0 Kcal/g으로 측정되었다. 또한 화학적 변성처리에 의해 제조된 HPR도 2.0, 2.5 Kcal/g로 낮은 열량이 측정되어 이들 변성전분을 저지방, 저열량 가공식품에 응용한다면 식품의 열량을 저하시킬 수 있을 것으로 예상된다.

## IV. 요약 및 결론

감자로부터 지방대체물로 사용할 수 있는 변성전분을 제조하여 식품산업에서 저열량 식품, 저지방 식품의 개발가능성을 제시하고자 하였다. 수분침지법에 의해 감자전분을 제조하였으며, 이를 각각 화학적 처리에 의해 변성전분을 제조하고, 이화학적 특성을 비교하였다.

화학적 변성 처리 방법을 달리하여 제조한 변성전분의 수율은 HPR 전분의 수율이 가장 높았다. 전분 처리법에 따라서는 전분의 형태에 SEM의 촬영 결과 크게 다르지 않았으며, 일반적인 전분의 형태인 둥근 타원형 모양을 관찰할 수 있었다. 처리방법을 달리한 변성전분을 전자현미경으로 관찰한 결과 EZ는 둥근 타원의 모양이 주그러진 듯한 형태를 관찰할 수 있었다. 화학적 처리, 즉 산과 열에 의해 변성 처리한 AC, HPR 변성전분은 시판 지방대체물인 NL과 유사한 형태를 보였다. 또한 피크의 위치와 높이에 따라서 결정형이나 결정형의 강도를 나타내므로 결정성을 측정하는 방법인 x-ray 회절도로서 전분의 형태를 분류한 결과, 일반적으로 B형의 피크를 관찰할 수 있었다. 변성전분 AC는 일반전분과 유사한 B, C형의 회절피크를 관찰할 수 있었으나 열처리에 의해 변성된 EZ 변성전분은 비결정 형태를 나타내었다. 화학적 처리방법으로 제조된 변성전분 HPR은 다른 변성전분에 비해 매우 특이한 피크를 나타냈으며, v형의 구조를 나타내었다. 전분의 이화학적 특성을 결정지어주는 가장 큰 요인은 전분 입자내의 아밀로오스와 아밀로펙틴의 구성 비율은 전분 처리방법에 따라 아밀로펙틴 함량은 다소 차이를 나타내었으며, 일반전분인 GPS의 아밀로펙틴이 85.72% 함량이 이었으며, 변성전분 HPR, EZ, AC가 각각 84.96, 81.47, 70.64%로 측정되었고, NL은 68.74%로 가장 낮은 아밀로펙틴 함량을 나타내었다.

효소소화법인 BAP법에 의한 전분의 소화도 측정 결과는 GPS가 86.72%로 높은 소화특성을 보였으며, HPR, EZ의 순으로 소화도가 높았다. 소화특성이 높은 경향을 보인 것과 아밀로펙틴의 함량이 높은 변성전분과 유사한 경향을 보였다. 수분결합능력은 HPR > EZ > AC > NL의 순으로 수분결합능력을 나타내었다. 일반 감자전분 GPS는  $29.55 \times 10^3$  cp의 점도가 측정되었으며, 변성전분 HPR은  $31.60 \times 10^3$  cp으로 매우 높은 점도를 측정할 수 있었다

Bomb calorie meter로 전분의 열량을 측정한 결과, 일반전분인 GPS가 3.0 Kcal/g으로 측정되었다. 또한 화학적 변성처리에 의해 제조된 변성전분 HPR은 각각 2.5 Kcal/g로 낮은 열량이 측정되어 이들 변성전분을 저지방, 저열량 가공식품에 응용한다면 식품의 열량을 저하시킬 수 있을 것으로 예상된다.

## ■ 참고문헌

- Alexander NJ. 1995. Potato starch new prospects for an old product. *Cereal Foods World*, 40(10): 763-769
- Choi EO. 1998. The kind of fat replacer and application for food. *Korean J. Food Cookery Sci*, 14(4): 453-457
- French D. 1972. Fine structure of starch and its relationship to the organization of starch granules. *J. Japanese Soc Starch Sci.*, 19(1): 8-13
- Imberty A, Perez SA. 1988. Revisit to the three-dimensional structure of B-type starch. *Biopolymers*, 27(6): 1205-1211
- Kim EG. 2005. The physicochemical characteristics of low fat food made with modified potato starch. The thesis of Hoseo University master degree
- Kim HS, Kang OJ, Yoon KS. 1983. Physicochemical properties of waxy rice starches prepared from three different cultivars. *Kor J. Agric Chem Soc.*, 26(2): 211-216
- Kim HS, Lee YE. 1996. Physicochemical Properties of Crosslinked Potato Starch. *Korean J Food Sci Technol.*, 28(3): 573-579
- Kim HS, Ahn SY. 1994. Gelatinization Properties of Legume. Cereal and Potato Starches. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 10(1): 80-85
- Medcalf DG, Gilles KA. 1965. Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.*, 42(6): 558-568
- Owusu AJ, Stanley DW. 1982. Determination of starch gelatinization by X-ray diffractometry. *Cereal Chem.*, 59(2): 167-171
- Rutenberg MU, Solarek D. 1994. Starch derivatives production and uses. *Starch and Technology*, Academic Press New York, p 324
- Sandhya RMR, Bhattacharya KR. 1995. Microscopy of rice starch granules during cooking. *Starch*, 46(3): 334-342
- Williams PC, Kuzina FD. 1970. A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem*, 47(5): 411-419
- 具照圭二, 松泳焼子, 板川正秀, 小林昭一. 1981. 澱粉科學. 28: 235