

## 아밀로오스 함량이 다른 산처리 옥수수전분의 형태학적 특성

이신경 · 신말식<sup>†</sup>

전남대학교 식품영양학과

## Morphological Properties of Lintnerized Maize Starches with Different Amylose Content

Shin-Kyung Lee and Mal-Shick Shin<sup>†</sup>

Dept. of Food and Nutrition, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

### Abstract

Morphological properties on lintnerized maize starches with different amylose content were investigated. With increasing the lintnerization periods and decreasing the amylose content, hydrolysis rate was increased. As amylose content of starch was increased, the degree of damage with acid treatment was decreased by SEM. With increasing hydrolysis, iodine affinity, apparent amylose content and  $\lambda_{max}$  of lintnerized starches were decreased. Water binding capacities of lintnerized starches were higher than those of native starches.

**Key words:** lintnerized maize starch, different amylose content, physicochemical property

### 서 론

우리나라의 옥수수 사용량은 1973년에 원료 옥수수 6만 7천톤에서 증가하여 1996년에는 170여만톤을 사용하기 이르렀다 옥수수는 평균 70~72%의 전분이 함유되어 있어 전분을 생산할 수 있는 중요한 자원의 하나로(1), 다른 전분질 식품보다 가격이 저렴하여 이를 이용한 생전분과 화학적, 물리적 방법으로 성질을 변화 시킴으로써 바람직한 특성을 갖는 변성전분을 만들어 이용하고 있다. 화학적인 방법으로 제조된 변성전분에는 가교결합 전분(2,3), 안정화 전분(4,5), 산화전분(6) 및 산처리 전분(7,8) 등이 있다. 그중 산처리 전분은 전분을 산으로 분해함으로 점도가 감소되고 부착성이 향상되며 용해도가 증가하는 반면 결화 현상은 소실되는 데, 식품에는 사탕 생산 등에 이용하고 있다(9,10). 산에 의한 가수분해는 2단계로 일어나며 초기에는 전분입자내의 비결정부분이 급속히 가수분해되고 후기에는 결정부분의 완만한 분해가 일어난다고 하였으나(7), 최근에 약산으로 전분을 가수분해하면 3단계로 가수분해가 진행된다는 연구보고도 있다(11,12).

다른 곡류와는 달리 옥수수는 아밀로오스 함량을 다

양하게 조절한 품종이 개발되어 성질이 다른 전분을 여러 방면에 이용할 수 있게 되었다. 찰옥수수 전분은 투명하고 끈적하며 긴 조직감의 페이스트나 약한 필름을 형성하고, 보통전분은 비교적 불투명하고 강한 겔을 만들며, 고아밀로오스 전분은 강한 필름을 형성하나 높은 호화온도를 갖는다고 한다(13).

산처리한 전분의 성질에 관한 연구는 주로 쌀(14,15), 고구마(16,17) 및 두류전분(18)에 관한 보고로 아밀로오스 함량에 따른 산처리 전분의 특성에 관한 연구는 없는 실정이다.

전보(19)에서는 2.2N HCl로 산처리하여 산처리 전분의 결정도와 효소저항전분 수율을 비교하였으며, 본 연구에서는 아밀로오스 함량이 다른 전분으로 산처리하여 얻은 전분의 이화학적 특성과 형태적인 특성을 비교하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

본 실험에 사용한 옥수수 전분은 찰옥수수 전분인

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

Amioca, 보통 옥수수 전분인 PFP, 고아밀로오스 옥수수 전분인 Amaizo 5, Amylomaize VII을 American Maize Products Co.(Hammond, IN)에서 CMS(commercial maize starch)는 삼양제넥스에서 구하여 시료로 사용하였으며, 아밀로오스 함량은 각각 0%, 28.7%, 55.6%, 71.6% 및 25.8%였다.

### 산처리전분의 제조

전분의 산처리는 전보(19)와 같은 방법으로 전분 1g에 2N HCl 40ml를 가하여 35°C 항온수조에서 실시하였으며, 산처리 기일은 0, 1, 2, 4, 7일 경과된 때 항온수조에서 꺼내어 감압여과하고 중류수와 에탄올로 반복 씻은 후 전조사켜 시료로 사용하였다. 산처리전분의 산가수분해율은 페놀-황산법(20)과 Robin 등(7)의 방법에 따라 측정하였다.

### 산처리전분의 형태 변화

생전분과 산처리전분의 형태 및 표면 구조는 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, JEOL JSM-5400, Japan)을 사용하여 가속전압 25KV, Phototime 85초, 2000배의 배율로 관찰하였다.

### 산처리전분의 요드반응과 최대흡수파장

산처리전분의 요드반응은 Williams 등(21)의 방법에 따라 분광광도계(8452A Diode array spectrophotometer, Hewlett-packard Asia LTD., USA)로 최대흡수파장과 680nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 산처리전분의 걸보기 아밀로오스 함량과 물결합 능력

걸보기 아밀로오스 함량은 Montgomery와 Senti의 방법(22)으로 옥수수 전분에서 분리한 아밀로오스와 아밀로펙틴으로 얻은 표준곡선을 이용하여 계산하였으며, 물결합 능력은 Medcalf와 Gilles의 방법(23)으로 측정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 산처리전분의 가수분해율

아밀로오스 함량이 다른 옥수수전분을 산처리한 결과는 Table 1과 같이 모든 시료에서 산처리 기일이 증가할수록 가수분해율은 증가하였으며, 날짜별 가수분해율은 1일 산처리시 9.96~15.65%였고 4일 산처리시 31.09~62.16%를 나타내었으며, 7일 산처리시 찰옥수

Table 1. Extent of hydrolysis of maize starches with 2.2N HCl at 35°C (%)

Starches	Linterization periods (days)			
	1	2	4	7
Amioca	15.65	42.72	62.16	77.93
CMS	13.67	34.75	58.70	68.83
PFP	12.33	24.81	57.73	63.29
Amaizo 5	10.61	15.44	33.28	39.25
Amylomaize VII	9.96	15.28	31.09	38.25

CMS: Commercial maize starch

수전분인 Amioca는 77.93%가 가수분해된 반면에 고아밀로오스인 Amaizo 5와 Amylomaize VII은 39.25%와 38.20%로, 아밀로오스 함량이 증가할수록 산가수분해율은 감소하였다

### 산처리전분의 형태

산처리한 전분입자의 형태 변화는 Fig. 1과 같이 산처리 기일이 증가할수록 전분의 변형정도가 커졌다. 아밀로오스 함량이 높은 Amioca는 산처리 1일에 전분입자의 표면이 흐소의 공격을 받은 것과 같이 변형이 되었고, 입자와 입자 사이에 산에 의해 잘려진 부분들이 용출되어 나왔으며, 4일 산처리시켰을 때는 전분입자가 많이 손상되어 있었고 풍쳐있음을 알 수 있었다. 7일째에는 전분입자의 형태가 거의 없이 풀어져 큰 덩어리를 이루고 있었다.

보통 옥수수전분인 CMS와 PFP의 경우는 산처리 1일째 입자 모양은 그대로 유지되어 있었으며 입자 표면만 공격을 받아 작은 구멍들이 생겼고, 4일째에는 입자들이 잘게 잘려졌으며 4일 째에는 전분입자의 모양이 거의 없이 큰 덩어리를 이루고 있었다.

반면, 아밀로오스 함량이 높은 Amaizo 5와 Amylomaize VII의 경우 산처리 1일째에는 전분입자의 모양을 그대로 유지하고 있어 산에 의해 공격을 거의 받지 않았으며 산처리 7일째 되어서야 산에 의해 잘려진 부분들이 용출되어 나왔고, 7일째에는 입자들이 산에 의해 잘려졌으나 일부는 전분입자의 모양을 그대로 유지하고 있었다.

SEM에 의한 산처리전분의 양상은 아밀로오스 함량이 높은 전분일수록 산에 의해 저항성을 보여 산처리 기일이 증가하여도 전분의 손상을은 적음을 알 수 있었다

### 산처리전분의 요드반응과 최대흡수파장

요드와 반응시킨 생전분 및 산처리전분의 요드반응과 최대흡수파장의 변화는 Table 2와 같다.

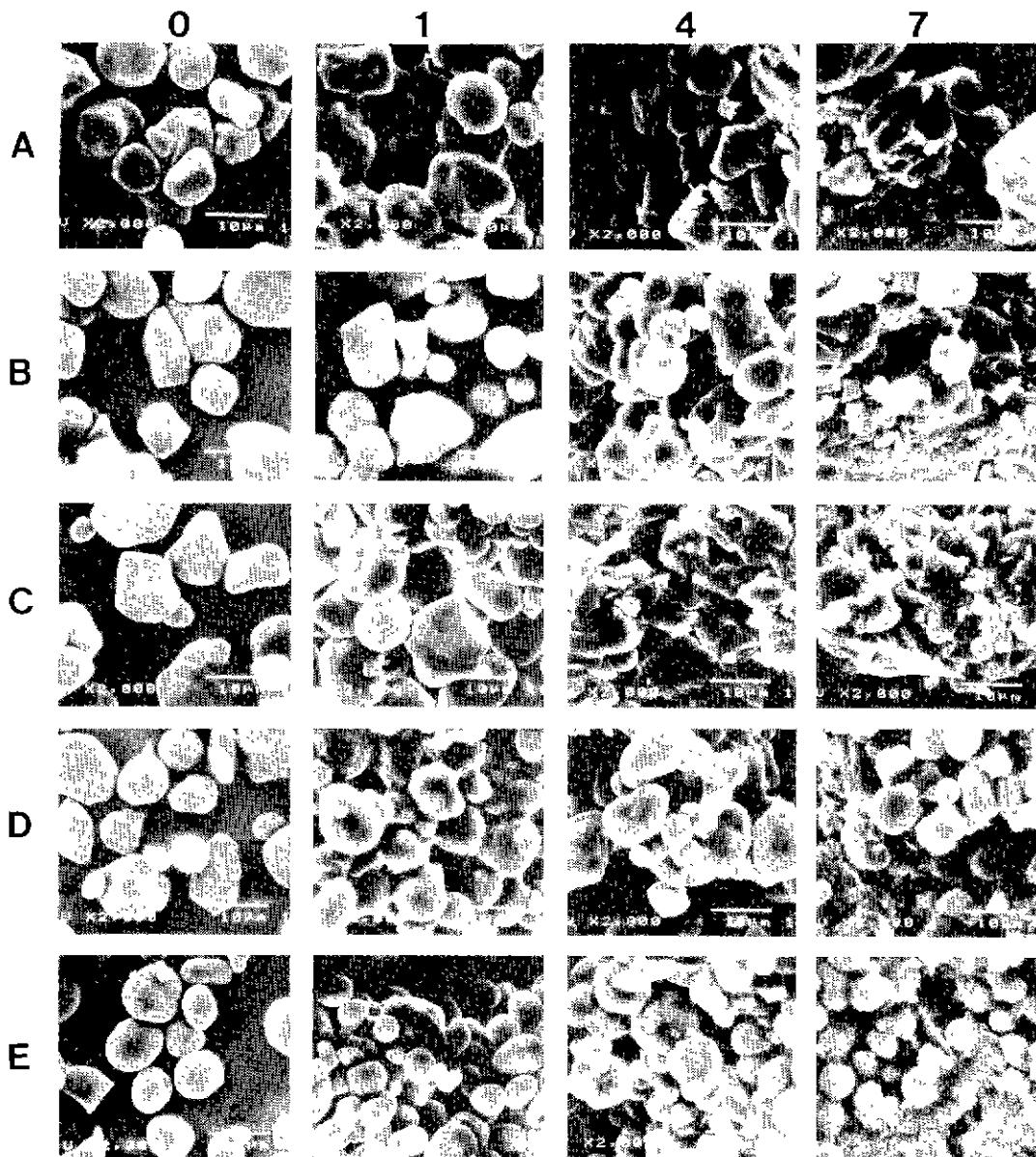


Fig. 1. Scanning electron microphotographs of linterized maize starches.  
A: Amioca, B: CMS(commercial maize starch), C: PFP, D: Amaizo 5, E: Amylomaize VII

생전분의 최대흡수파장은 칼옥수수 전분인 Amioca는 542nm, PFP는 602nm였으며, CMS와 고아밀로오스 전분인 Amaizo 5와 Amylomaize VII는 610nm에서 최고 흡광도를 나타내었으며, 가수분해가 진행됨에 따라 요드와 반응한 산처리전분의 파장은 각각 감소하여 Amioca의 경우 산처리 7일째 484nm까지 감소하였고, 그 외의 전분은 560~570nm쪽으로 이동되었다.

최대흡수파장과 680nm에서의 흡광도는 아밀로오스 함량이 높은 전분일수록 흡광도도 높았으며, 산처리

가 진행됨에 따라 흡광도는 점차 감소하였고, 그 감소 정도는 산처리 1일째 흡광도가 급격히 감소되었고, 그 이후에는 완만한 감소를 나타내었다.

산처리에 의한 흡광도의 변화는 강남콩(18)과 쌀(11)의 경우에서 산처리 1일까지는 흡광도값이 급격한 감소를 보이다가 그 이후에는 완만한 감소를 보인다고 하여 본 실험과 같은 경향이었다. 산처리로 인한 전분의 요드반응의 감소는 전분 중  $\alpha$ -1,4결합으로 연결된 직선 구조를 가진 분자의 사슬 길이가 분해되어 짧아짐으

Table 2. Characteristics of iodine-stained native and ligninized maize starches with 2.2N HCl at 35°C

Starch	Hydrolysis period(day)	Extent of hydrolysis(%)	$\lambda_{\text{max}}$	Absorbance at	
				$\lambda_{\text{max}}$	680nm
Amioca	0	0	542	0.5141	0.0995
	1	15.65	522	0.2141	0.0282
	4	62.16	500	0.0665	0.0159
	7	77.93	484	0.0191	0.0017
CMS	0	0	610	0.3947	0.3378
	1	13.67	580	0.2765	0.1875
	4	58.70	572	0.1925	0.1325
	7	68.83	558	0.1357	0.0841
PFP	0	0	602	0.4016	0.3603
	1	12.33	580	0.2889	0.1837
	4	57.73	576	0.2007	0.1425
	7	63.29	572	0.1981	0.1425
Amaizo 5	0	0	610	0.6692	0.6025
	1	10.61	580	0.5150	0.3829
	4	33.28	570	0.3681	0.2307
	7	39.25	562	0.3127	0.1861
Amylomaize VII	0	0	610	0.9062	0.7467
	1	9.96	584	0.6014	0.4265
	4	31.09	574	0.4028	0.2483
	7	39.25	568	0.3154	0.2076

CMS: Commercial maize starch

Table 3. Physicochemical properties of ligninized maize starches with 2.2N HCl at 35°C

Starch	Hydrolysis period (day)	Apparent amylose content(%)	Water binding capacity(%)
Amioca	0	0	113.8
	1	0	127.7
	4	0	165.7
	7	0	117.6
CMS	0	25.76	88.5
	1	9.50	131.6
	4	3.39	147.7
	7	0	135.5
PFP	0	28.70	90.1
	1	9.08	130.6
	4	4.50	194.0
	7	4.50	159.5
Amaizo 5	0	55.61	130.2
	1	25.56	157.5
	4	14.30	183.9
	7	9.34	153.2
Amylomaize VII	0	71.63	121.2
	1	36.06	143.3
	4	16.26	181.9
	7	11.73	181.5

CMS: Commercial maize starch

로써 요드와의 친화력이 감소하는 것으로 생각되었다. 아밀로페틴만으로 구성된 Amioca와 아밀로오스를 함유한 다른 전분들의 산처리 후 최대흡수파장은 다른 경향을 보여주어 아밀로오스의 유무에 따라 전분의 무정형, 결정형 부분을 이루는 구조가 다름을 추측할 수 있었다. 또한, 보통 아밀로오스 함량을 갖는 전분(CMS와

PFP)과 고아밀로오스전분의 가수분해율이 차이가 나는 것은 아밀로오스의 사슬길이와 아밀로오스 사슬의 배열에 차이로 인한 것으로 생각된다.

#### 산처리전분의 겉보기 아밀로오스 함량과 물결합 능력

산처리전분의 겉보기 아밀로오스 함량과 물결합 능력의 변화는 Table 3과 같다.

산처리전분의 겉보기 아밀로오스 함량은 산처리 기일이 증가됨에 따라 감소하였으며, 산처리 1일에 급격히 감소하여 CMS와 PFP는 생전분의 25.76%와 28.70%에서 9.50%와 9.08%로, 고아밀로오스 전분인 Amaizo 5와 Amylomaize VII은 55.61%와 71.63%에서 25.56%와 36.06%로 급격히 감소하였으며, 그 이후에는 완만한 감소를 보였다. 산처리에 따라 아밀로오스 함량이 감소되는 것은 아밀로오스가 아밀로페틴보다 먼저 분해된다는 것을 가르키며, Robin 등(7)은 감자전분의 경우에도 아밀로오스가 아밀로페틴보다 더 빠른 속도로 분해된다고 하였다.

물결합 능력의 변화(Table 3)는 생전분의 경우 찰옥수수전분인 Amioca는 113.5%였으며, 보통 옥수수전분인 CMS와 PFP는 88.5%와 90.1%였고, 고아밀로오스 전분인 Amaizo 5와 Amylomaize VII은 130.2%와 121.2%를 나타내었다. 산처리에 따른 물결합 능력은 모든 시료에서 산처리 1일과 4일까지 증가하여 산처리 4일에는 147.7~194.0%를 보이다가, 산처리 7일째는 다시 감소하여 117.6~181.5%의 물결합 능력을 나타내었다. 산

처리전분의 물결합 능력은 무처리전분의 아밀로오스 함량이나 산가수분해율과는 상관성이 없었다. 그러나 산처리 4일을 경계로 증가하였으며 그 이후에는 전분의 종류에 따라 그 정도는 차이가 나지만 모두 감소하였다. 산처리전분에 의해 전분이 유리당으로 분해되면 물에 용해되므로 물결합 능력이 감소하는 것으로 생각되었다. 박 등(15)은 쌀전분을 48시간 산처리시켰을 때 물결합 능력이 생전분의 경우 84~87%에서 산처리시간을 증가시킴에 따라 물결합 능력이 증가하였다고 하였다.

## 요 약

아밀로오스 함량이 다른 산처리전분의 특성을 알아보기 위해 2.2N HCl로 7일까지 처리한 산처리 옥수수전분의 형태학적 특성과 이화학적 성질의 변화를 측정하였다. 산처리 기일이 증가할수록 산가수분해율은 증가하였으며 아밀로오스 함량이 높은 전분일수록 산가수분해율은 감소하였다. 전분입자의 형태 변화는 산처리 기일이 증가할수록 전분의 변형정도가 커졌으며 아밀로오스 함량이 높은 전분일수록 산에 의한 전분의 손상을은 적었다. 요드와 반응시킨 산처리전분의 요드반응과 겉보기 아밀로오스 함량 및 최대흡수파장의 변화는 산처리가 진행됨에 따라 각각 감소하였고, 그 감소정도는 산처리 1일째 급격히 감소되었고, 그 이후에는 완만한 감소를 나타내었다. 산처리에 따른 물결합 능력의 변화는 산처리 1일과 4일까지는 증가하다가 7일째는 다시 감소하였다.

## 감사의 글

이 연구는 1996년도 보건복지부 보건의료기술 연구과제(과제번호 HMP-96-F-3-1-15)에 의한 결과이며 이에 감사드립니다.

## 문 헌

- 최성관 : 옥수수정련기술과 전분화학. 한국전분당협회 (1996)
- Wurzburg, O. B 'Cross-linked starches. In "Modified starches: properties and uses" Wurzburg, O.B.(ed.), CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, p.41(1987)
- Lim, S. and Seib, P. A. : Preparation and pasting properties of wheat and corn starch phosphates. *Cereal Chem.*, **70**, 137(1993)
- Wu, Y. and Seib, P. A. : Acetylated and hydroxypropylated distarch phosphates from waxy barley. Paste properties and freeze-thaw stability. *Cereal Chem.*,

- 67, 202(1990)
- Kim, H. R., Muhrbeck, P. and Eliasson, A. C. : Changes in rheological properties of hydroxypropyl potato starch pastes during freeze-thaw treatments. III. Effect of cooking conditions and concentration of the starch paste. *J. Sci Food Agric.*, **61**, 109(1993)
- Henriksnas, H. and Bruun, H. . Molecular weight distribution in starch solution when hydrolyzed with alpha-amylase and when oxidized with sodium hypochlorite. *Stärke*, **30**, 233(1978)
- Robin, T P , Macia, C., Charbonniere, R. and Guilbot, A. : Lintnerized starches gel filtration and enzymatic studies of insoluble residue from prolonged acid treatment of potato starch. *Cereal Chem.*, **51**, 389(1974)
- Inouchi, N., Glover, D. V. and Fuwa, H. Properties of residual maize starches following acid hydrolysis. *Stärke*, **39**, 284(1987)
- Pessa, E., Suortti, T , Autio, K. and Poutanen, K. . Molecular weight characterization and gelling properties of acid-modified maize starches. *Stärke*, **44**, 64(1992)
- Langan, R. E. Food industry. In "Modified Starches . Properties and Uses" Wurzburg, O.B.(ed.), CRC Press, Inc, Boca Raton, Florida, p 199(1987)
- Kang, K. J., Kim, K. and Kim, S. K. : Three stage hydrolysis pattern of rice starch by acid-treatment. *J. Applied Glycosci.*, **41**, 211(1994)
- 진성곤, 김관, 신말식, 이신영, 변시밍, 이애랑 : 쌀전분의 노화과정 중 전분 구조의 변화 연구. 국방과학연구소(1995)
- 옥수수 이용에 관한 시찰 보고서, 한국전분당협회, 미국 사료곡물협회(1996)
- 박양균 : 쌀 전분의 호화 및 산 가수분해 특성. 한국영양 식량학회지, **19**, 443(1990)
- 박양균, 김성곤, 김관 : 산처리 쌀전분의 성질. 한국식품 과학회지, **23**, 62(1991)
- 임서영, 신말식, 안승요 : 세 품종 고구마 전분의 이화학적 특성 및 산처리에 의한 비교. 한국농화학회지, **28**, 156 (1985)
- 진성란, 안승요 : 고구마전분의 산처리 특성과 산분해 잔사의 구조적 특성. 한국농화학회지, **35**, 196(1992)
- 김관, 강길진, 진성곤 : 강남콩 전분의 분자 구조적 특성. 한국식품과학회지, **28**, 520(1996)
- 이신경, 신말식 : 아밀로오스 함량이 다른 옥수수전분의 산처리 특성 및 효소저항전분의 수율. 한국농화학회지, **40**, 395(1997)
- Dubois, M., Gilles, K A., Mamilton, J. K., Rebers, P. A. and Smith, F. : Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, **28**, 350 (1956)
- Williams, P. C., Kuzina, F D. and Hlynka, I : A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours *Cereal Chem.*, **47**, 411(1970)
- Montgomery, E. M. and Senti, F R. : Separation of amylose from amylopectin of starch by an extraction-sedimentation procedure. *J. Polymer Sci.*, **28**, 1(1964)
- Medcalf, D. F. and Gilles, K. A. : Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.*, **42**, 558(1965)