

산 처리 쌀 전분의 성질

박양균 · 김성곤* · 김 관**

목포대학교 식품공학과 · *단국대학교 식품영양학과 · **전남대학교 식품공학과

Properties of Lintnerized Rice Starches

Yang-Kyun Park, Sung-Kon Kim* and Kwan Kim**

Department of Food Engineering, Mokpo National University,

**Department of Food Science and Nutrition, Dankook University,*

***Department of Food Science and Technology, Chonnam National University*

Abstract

The characteristics of Tongjinbyeo(Japonica) and Samgangbyeo(J×Indica) rice starches including physicochemical properties, differential scanning calorimetry and enzymatic digestion of lintnerized starches were investigated. Degree of hydrolysis of Tongjinbyeo starch with 2.2N HCl for 48 hr was higher than that of Samgangbyeo starch. Apparent first order reaction of starches was slow reaction for first period, and fast reaction second period on the datum point of acid treatment 24 hr. Absorbance at λ_{max} and 680 nm, and λ_{max} of iodine stained starch and amylose content decreased upon acid treatment. But water binding capacity, swelling power and solubility considerably increased as hydrolysis progressed. Relative crystallinity of two starches increased with acid treatment, and that of Tongjinbyeo starch was higher than that of Samgangbyeo starch. Differential scanning calorimetry(DSC) data continuously decreased for lintnerization periods, and those of Tongjinbyeo starch have higher than those of Samgangbyeo starch. The onset temperature of starch by DSC continuously decreased by treatment, but conclusion temperature increased until 24 hr and then decreased. The enthalpy for gelatinization decreased for both starches. Degree of hydrolysis of lintnerized Tongjinbyeo starch with glucoamylase was slightly higher than that of Samgangbyeo starch.

Key words : rice starch, lintnerization, DSC, enzymatic hydrolysis, physicochemical properties

서 론

우리나라 쌀의 품질 특성을 이해하기 위한 연구의 일환으로서 전보^(1,2)에서는 동진벼(일반계)와 삼강벼(다수계) 전분을 대상으로 호화 및 산 가수분해 특성⁽¹⁾과 가열 및 알칼리 호화액의 리올로지 특성⁽²⁾에 대하여 보고하였다. 쌀 전분을 2.2N HCl용액 중에서 16일동안 산 가수분해한 결과⁽¹⁾ 동진벼 및 삼강벼 전분의 가수분해율은 각각 2일에 30.5% 및 28.6%이었으며, 16일에 80.0% 및 78.6%이었다. 산처리에 따른 가수분해율과 가수분해 반응속도상수 값은 동진벼 전분이 삼강벼 전분보다 컸다. 또 가수분해 반응속도상수는 8일을 경계로 초기에는 빠르고 후기에는 늦어서 산처리 초기 단계에서는 전분입자내의 비결정 부분이 급속히 가수분해되고 후기 단계에서는 결정 부분이 완만히 분해^(3,4)되었다.

우리나라 쌀의 품질에 대한 연구 중 품질에 직접적인 영향을 주는 전분에 대하여는 일반성질^(5,6), 호화특성^(7,8),

호화 전분액의 리올로지 특성⁽⁹⁾, 전분 현탁액의 유동학적 성질⁽¹⁰⁾ 및 전분의 산처리⁽¹¹⁾ 등의 연구가 보고되어 있으나 쌀의 품질 특성을 비교하는 관점에서의 전분의 구조적 성질에 관한 연구는 매우 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 쌀 전분을 산 가수분해하여 전분 구조에 변화를 준 산처리 전분의 회수가 용이한 산 가수분해 초기 48시간 동안의 가수분해 특성과 산처리 전분의 이화학적 성질, differential scanning calorimetry 및 glucoamylase에 의한 가수분해율의 차이를 비교 검토하였다.

재료 및 방법

재료

전보⁽¹⁾에서와 같은 동진벼(일반계)와 삼강벼(다수계) 전분을 사용하였다.

산 가수분해

전분의 산 가수분해는 전보⁽¹⁾와 같은 방법으로 48시간동안 가수분해하면서 일정 시간별로 꺼내어 원심분리한

Corresponding author : Yang-Kyun Park, Department of Food Engineering, Mokpo National University, Muangun, Chonnam 534-729, Korea

상징액에 함유된 당량을 구하고 이로부터 가수분해율과 가수분해 반응속도상수를 계산하였다. 산처리 전분은 원심분리한 침전물에 들어 있는 무기산과 가용성 전분을 제거하기 위하여 증류수로 세척한 후 에탄올로 탈수시키고 P₂O₅가 들어있는 진공건조기에서 건조한 다음 100 mesh로 분쇄하여 시료로 사용하였다.

이화학적 성질의 측정

산처리 전분의 요오드 반응은 Gilbert와 Spragg⁽¹²⁾의 방법, 아밀로오스 함량은 Williams 등⁽¹³⁾의 방법, 물결합능력은 Medcalf와 Gilles⁽¹⁴⁾의 방법 및 팽윤력과 용해도는 Leach 등⁽¹⁵⁾의 방법에 따라 측정하였다. 가열 호화에 의한 광투과도의 변화는 Wilson 등⁽¹⁶⁾의 방법에 따라 측정하였으며, 이 때 호화개시온도는 광투과도가 2% 증가하였을 때의 온도로 하였다. 상대결정도는 X-ray diffractometer(Rigaku, Japan)를 사용하여 X-선 회절도를 얻고, 이 X-선 회절도에서 intensity가 최소가 되는 점들을 부드러운 곡선으로 연결하여 윗 부분의 면적(Ac)을 결정 부분으로 하고 아래 부분의 면적을 비결정 부분(Aa)으로 나누어 Ac/(Aa+Ac)을 상대결정도로 계산하여 생전분에 대한 백분율로 나타내었다⁽¹⁷⁾.

Differential scanning calorimetry

DSC 분석은 Donovan 등⁽¹⁸⁾의 방법에 따라 Differential Scanning Calorimeter(Perkin-Elmer, DSC-4, USA)를 사용하여 측정하였다. 전분과 증류수의 비는 1 : 2 (w/w), 가열속도는 10°C/min로 하였다.

Glucoamylase에 의한 가수분해

전분 160 mg에 에탄올 0.5 ml를 가하여 분산시킨 후 0.1M acetate buffer(pH 4.3) 38.5 ml를 가하여 잘 현탁시켜 glucoamylase(AMG 300L, Novo Co.) 희석액 1.0 ml(3 units)를 가하고 37°C에서 120 rpm으로 교반하면서 60분간 반응시켰다⁽¹⁹⁾. 반응액을 경시적으로 취하여 3,000×g에서 10분간 원심분리한 후 상징액의 당함량을 phenol-sulfuric acid 방법⁽²⁰⁾으로 정량하여 가수분해율을 계산하였다.

결과 및 고찰

산 가수분해율

산처리에 따른 두 전분의 가수분해율은 산처리 초기에는 완만히 증가하여 산처리 24시간에 동진벼 전분은 6.6%, 삼강벼 전분은 5.4%이었고, 이후부터는 가수분해율이 큰 폭으로 증가하여 산처리 48시간에 전자가 30.5%, 후자가 28.6%이었다.

가수분해 반응속도상수는 산처리 24시간까지는 동진벼 전분이 1.63×10⁻³hr⁻¹, 삼강벼 전분이 1.22×10⁻³hr⁻¹이었고, 24시간 이후에는 전자가 12.2×10⁻³hr⁻¹, 후자가

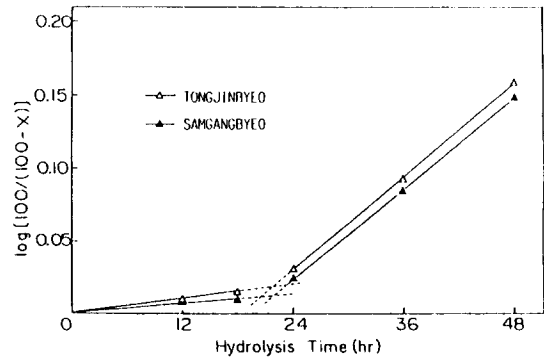


Fig. 1. Log[100/(100 - X)] vs. hydrolysis time of rice starches

11.7×10⁻³hr⁻¹이었다(그림 1). 즉, 산 가수분해 48시간 중 산처리 24시간을 경계로 초기에는 늦고 후기에는 빠른 2단계로 가수분해가 진행되는 결과였다.

이화학적 성질

산처리 전분을 요오드 반응시켜 최대흡수파장, 최대흡수파장에서의 흡광도 및 680 nm에서의 흡광도를 측정된 결과는 표 1과 같다. 최대흡수파장은 산처리하지 않은 동진벼 전분은 605 nm, 삼강벼 전분은 600 nm이었으나 산처리 24시간에는 580과 583 nm로 급격히 blue shift 하였으며, 이후 산처리 48시간까지는 변화가 없었다. 최대흡수파장에서의 흡광도도 산처리 24시간까지는 급격히 감소하였고 이후 48시간까지는 완만히 감소하였다.

청가를 나타내는 680 nm에서의 흡광도는 동진벼 전분의 경우 초기에는 0.242에서 산 가수분해가 진행됨에 따라 감소하여 산처리 24시간에 0.079를 나타낸 이후에는 변화가 없었으나 삼강벼 전분은 초기에 0.213에서 산처리 24시간에 0.112로 크게 감소하였고 이후에도 감소하는 경향을 보였다.

Maningat와 Juliano⁽²¹⁾는 아밀로오스 함량이 16.0~33.0%인 쌀 전분의 경우 16일간 산처리한 전분의 blue value는 0.03~0.15범위이며, 최대흡수파장은 560~565 nm 범위이었다고 보고하였다. 이러한 산처리에 따른 요오드 결합의 감소는 Naegeli 전분에서도 보고⁽³⁾되어 있다.

아밀로오스 함량의 변화(표 2)는 동진벼 전분은 산처리하지 않았을 때 21.2%에서 산처리 48시간에 12.5%로 감소하였으며, 삼강벼 전분은 초기 18.5%에서 산처리 48시간에 10.1%로 감소하였다. 이 등⁽²²⁾은 전분의 아밀로오스 함량은 동진벼가 21.8%, 삼강벼가 19.3%라고 보고하였는데 본 실험의 결과와 같은 것이었다.

산처리에 따라 청가(표 1)와 아밀로오스 함량(표 2)이 감소되는 것은 아밀로오스가 아밀로펙틴보다 먼저 분해된다는 것을 가르킨다. Robin 등^(23,24)은 감자 전분의 경

Table 1. Changes in λ_{max} , absorbance at λ_{max} , and blue value of rice starches during lintnerization

Starch	Hydrolysis		$A\lambda_{max}$	Blue value
	time (hr)	λ_{max} (nm)		
Tongjinbyeo	0	605	0.286	0.242
	12	594	0.227	0.173
	24	580	0.154	0.079
	36	580	0.148	0.079
	48	580	0.142	0.080
Samgangbyeo	0	600	0.262	0.213
	12	594	0.226	0.162
	24	583	0.171	0.112
	36	584	0.169	0.109
	48	583	0.168	0.106

Table 2. Changes in amylose content, water binding capacity, swelling power and solubility of rice starches during lintnerization

Starch	Hydrolysis time (hrs)	Amylose content (%)	Water binding capacity (%)	Swelling power	Solubility (%)
Tongjinbyeo	0	21.2	84	5.3	2
	6	—	—	6.2	47
	12	18.6	91	6.5	62
	24	15.7	100	6.8	71
	36	14.2	119	6.9	74
	48	12.5	139	6.9	75
Samgangbyeo	0	18.5	87	5.3	3
	6	—	—	6.5	53
	12	16.0	94	6.7	63
	24	13.6	102	7.0	74
	36	11.7	123	7.0	77
	48	10.1	145	7.0	77

우에도 요오드 정색도를 기준으로 아밀로오스가 아밀로펙틴보다 더 빠른 속도로 분해된다고 하였다.

물결합 능력의 변화(표 2)는 산처리하지 않은 동진벼 전분은 84%, 삼강벼 전분은 87%이었으나 산처리에 따라 증가하여 24시간에는 각각 100% 및 102%였다. 산처리 48시간에 동진벼는 139%, 삼강벼는 145%로 산처리 24시간 이후 크게 증가하였으나 산처리에 따른 두 전분의 증가 경향은 같았다.

팽윤력을 60°C에서 측정한 결과(표 2) 산처리하지 않은 동진벼와 삼강벼 전분 모두 5.3에서 산처리 6시간에 동진벼는 6.2, 삼강벼는 6.5로 크게 증가하였다. 또 산처리 24시간에 동진벼는 6.8, 삼강벼는 7.0으로 증가하였으나 이후 증가량은 극히 적었다. 모든 처리구에서 삼강벼 전분이 높은 값이었으나 두 전분의 증가 경향은 같았다.

용해도의 변화를 60°C에서 측정한 결과(표 2) 산처리하지 않은 동진벼는 2%, 삼강벼는 3%였으나 산처리 6

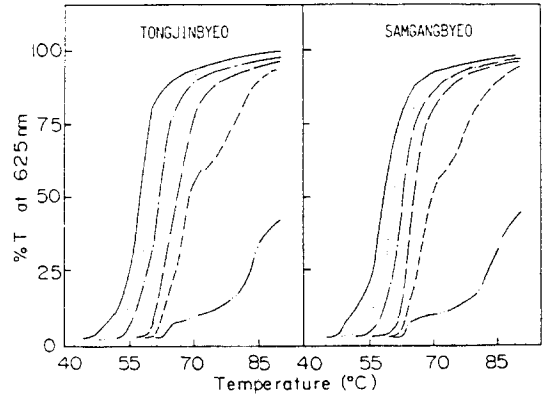


Fig. 2. Changes in transmittance of 0.2% lintnerized rice starch solutions at various temperature

— control ; - - - 6 hr ; - - - 12 hr
- · - 24 hr ; · · · 36 hr ; —·— 48 hr

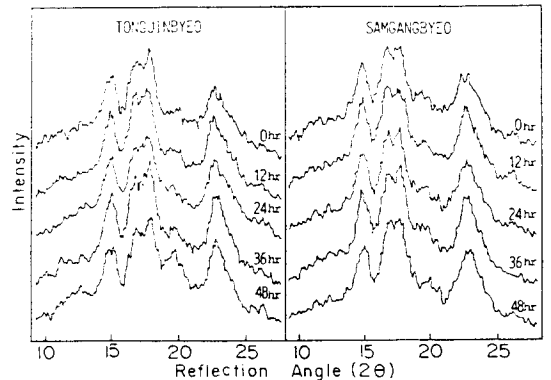


Fig. 3. X-ray diffraction patterns of lintnerized rice starches for 48 hr

시간에 각각 47%와 53%로 크게 증가하였고, 산처리 24시간에 동진벼는 71% 및 삼강벼는 74%였으나 이후 증가량은 극히 적었다. 모든 처리구에서 삼강벼 전분이 높은 값이었으나 증가 경향은 같았으며, 이같은 결과는 팽윤력(표 2)의 결과와 같았다.

전분 현탁액(0.2%)을 40°C부터 90°C까지 가열하면서 625 nm에서 광투과도의 변화를 측정한 결과(그림 2) 산처리하지 않은 동진벼와 삼강벼 전분의 90°C에서의 광투과도는 각각 42% 및 45%이었으나 산처리에 따라 광투과도가 증가하였다. 호화개시온도의 변화는 산처리하지 않은 동진벼와 삼강벼 전분에서 각각 62°C 및 62.5°C였으나 산처리에 따라 직선적으로 감소하여 산처리 48시간에 각각 47°C 및 48°C였다.

X-선 회절도(그림 3)는 산처리에 관계없이 회절각도 15.0°, 17.0°, 17.7°, 22.8°에서 peak가 나타나 A형의 결정형태였으며, 산처리에 따른 결정형태의 변화는 나타나지 않았다. 이 결과는 산처리 쌀 전분은 원래의 A형을

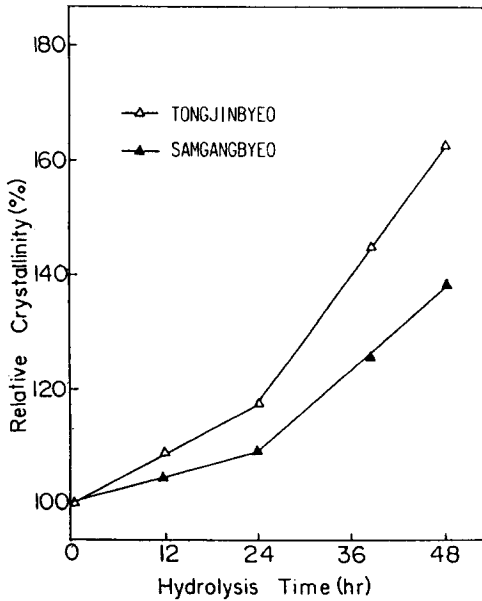


Fig. 4. Changes in relative crystallinity of rice starches during lintnerization

유지한다는 보고⁽²¹⁾와 일치하였다. 그러나 회절각도 22.8°에서의 peak 높이는 산처리 시간의 경과에 따라 동진벼와 삼강벼 전분 모두 증가하였으며, 동진벼 전분의 경우는 회절각도 19.5°의 peak가 산처리 시간의 증가에 따라 커졌으나 삼강벼 전분은 변화가 없었다. 이러한 결과는 쌀전분에 대한 Maningat와 Juliano⁽²¹⁾의 보고와 같은 결과였으며, 산처리에 따라 X-선 peak의 강도가 증진되는 현상은 Naegeli 전분과 산처리 전분의 특징으로 알려져 있다⁽²³⁻²⁵⁾.

산처리 전분의 X-선 회절도(그림 3)로부터 구한 상대결정도는 그림 4와 같다. 산처리 24시간에서 동진벼 전분은 118%, 삼강벼 전분은 109%였으나 이후에는 급

격히 증가하여 산처리 48시간에서 동진벼는 163%, 삼강벼는 138%였다.

Differential scanning calorimetry

산처리 전분의 DSC분석 결과는 표 3과 같다. 산처리에 따라 두 전분 모두 호화개시온도와 호화정점온도는 감소하였으나 호화종료온도는 산처리 24시간까지 증가하였고 그 이후에는 다시 감소하였다. 산처리에 따라 호화개시온도가 감소되는 현상은 광투과도에 의한 호화온도의 변화(그림 2)와 같은 결과였다. 그러나 호화 엔탈피는 산처리에 의하여 계속 감소하였다. 또한 호화온도 범위는 산처리 시간에 관계없이 동진벼 전분이 삼강벼 전분보다 1°C정도 큰 값을 보였다.

산처리 중 전분의 상대결정도는 산처리 24시간까지 서서히 증가하나 그 이후에는 급격히 증가하며 이러한 현상은 동진벼 전분의 경우가 더욱 현저하였다(그림 4). 따라서 산처리에 의하여 전분의 상대결정도가 증가함에도 불구하고 호화 엔탈피가 감소 되는 것은 호화에 필요한 에너지가 감소된다는 것을 가르킨다.

Glucoamylase에 의한 가수분해

산처리 전분을 효소 가수분해시킬 때 가수분해 시간에 따른 분해율은 그림 5와 같다. 산처리하지 않은 전분은 가수분해율이 10%였으나 산처리에 따라 점점 증가하여 48시간에 동진벼는 59%, 삼강벼는 56%였다. 모든 처리구에서 동진벼 전분의 가수분해율이 다소 높았으나 시간에 따른 가수분해율은 시료간에 큰 차이를 보이지 않았다.

Leach와 Schoch⁽²⁶⁾은 전분의 효소에 대한 소화성은 미셀구조, 내부 분자회합 및 결정형태 등을 고려한 물리화학적 성질에 영향을 받지 않는다고 하였다. 또 효소는 전분입자의 무정형 부분을 우선적으로 분해하지 못하며 선형분자의 존재는 효소에 의한 가용화를 억제한다고 하였다⁽²⁶⁾. 한편, Badenhuizen⁽²⁷⁾은 효소분자 크

Table 3. DSC data of rice starches during lintnerizaation

Starch	Hydrolysis time (hr)	Temperature(°C)			Tc - To (°C)	Gelatinization enthalpy (cal/g)
		Onset (To)	Peak (Tp)	Conclusion (Tc)		
Tongjinbyeo	0	60.95	66.66	73.55	12.60	2.60
	12	60.43	65.88	76.24	15.81	2.35
	24	54.60	65.58	78.42	23.82	2.32
	36	53.34	61.92	73.85	20.51	1.93
	48	50.94	59.33	72.69	21.75	1.66
Samgangbyeo	0	60.47	66.37	71.97	11.50	2.54
	12	59.13	64.75	74.02	14.89	2.40
	24	53.63	64.33	76.76	23.13	2.33
	36	52.62	60.33	71.84	19.22	1.48
	48	50.30	58.33	70.53	20.23	1.27

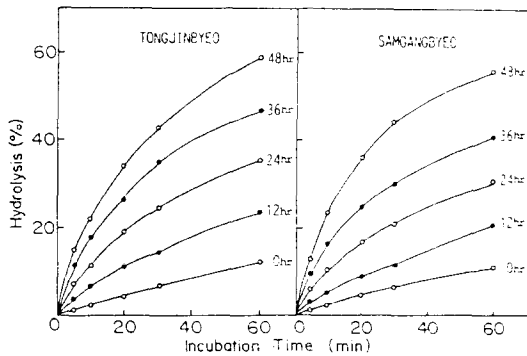


Fig. 5. Glucoamylase digestion of rice starches lintnerized at various times

기보다 충분히 큰 다공성 또는 스폰지 구조를 갖는 전분 입자일수록 효소에 의해 분해되기 쉽다고 하였다.

따라서 산처리에 따른 효소 가수분해율의 증가는 산처리로 무정형의 아밀로오스가 먼저 분해되어 선형분자에 의한 효소의 가용화가 억제되지 않았으며, 또 산처리로 전분 표면에 흡이 있는 기질 표면이 증가하여 효소의 흡착이 쉬워졌기 때문이라고 생각된다.

요 약

동진벼(일반계)와 삼강벼(다수계) 전분의 구조적 성질의 차이를 알아보고자 전분용 2.2N HCl로 48시간 산처리한 가수분해율과 산가수분해하여 전분 구조에 변화를 준 산처리 전분의 이화학적 성질, DSC 및 glucoamylase에 의한 가수분해율의 차이를 비교 검토하였다. 산가수분해율은 동진벼가 약간 높았으며, 가수분해속도는 산처리 24시간을 기준으로 초기에는 늦고 후기에는 빠른 2단 거동을 보였다. 산처리에 따라 λ_{max} , 청가 및 아밀로오스 함량은 감소하였고, 불결합 능력, 팽윤력, 용해도 및 결정도는 증가하였다. 요오드 반응에 의한 최대흡수파장은 동진벼가 높았으며 최대흡수파장 및 680 nm에서의 흡광도도 동진벼가 높았으나 산처리 24시간 후에는 삼강벼가 높았다. 아밀로오스 함량은 모든 산처리구에서 동진벼가 높았고, 불결합 능력, 팽윤력 및 용해도는 삼강벼가 높았다. 산처리 중 전분의 결정형태는 A형이 유지되었으며 상대결정도는 동진벼가 높았다. DSC특성값은 산처리에 따라 감소하였으며, glucoamylase에 의한 가수분해율은 산처리에 따라 증가하여 산처리 48시간에 동진벼는 59%, 삼강벼는 56%로 전체적으로 동진벼가 높았다.

문 헌

1. 박양균: 쌀 전분의 호화 및 산 가수분해 특성. 한국영양식품과학회지, 19, 443(1990)

2. 박양균, 김성근, 이신영, 김관: 가열 및 알칼리 호화에 의한 쌀 전분의 리올로지 특성. 한국식품과학회지, 23, 57(1991)

3. Kainuma, K. and French, D.: Naegli amylopectin and its relationship to starch granule structure. I. Preparation and properties of amylopectin from various starch types. *Biopolymers*, 10, 1673(1971)

4. Biliaderis, C. G., Grant, D. R. and Vose, J. R.: Structural characterization of legume starches. II. Studies on acid-treated starches. *Cereal Chem.*, 58, 502(1981)

5. 김성근, 한태봉, 이양희, 비엘 나포로니아: 통일 및 팔달쌀 전분의 이화학적 성질에 관한 연구. 한국식품과학회지, 10, 157(1978)

6. 성해민, 안승요, 김성근: 아끼바레 및 밀양 23호 쌀 전분의 이화학적 성질 비교. 한국농화학회지, 25, 67(1982)

7. Kim, S. K. and Chung, H. M.: Alkali gelatinization of starches isolated from various hydration groups of milled rice. *J. Korea Agr. Chem. Soc.*, 29, 309(1986)

8. 김남수, 석호분, 남영중, 민병용: 멧쌀 전분의 호화특성. 한국농화학회지, 30, 24(1987)

9. 이신영, 조형용, 김성근, 이상규, 변유량: 쌀 전분 호화 중의 리올로지 특성. 한국식품과학회지, 16, 273(1984)

10. 김일환, 김성근, 이신영: 인산염이 쌀 전분 현탁액의 리올로지에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 19, 239(1987)

11. 김복임, 임양순, 안승요: 쌀 전분의 이화학적 성질과 쌀밥의 정도. 한국농화학회지, 31, 249(1988)

12. Gilbert, G. A. and Spragg, S. P.: Iodimetric determination of amylose. In *Methods in Carbohydrate Chemistry*. Whistler, R. L.(ed). Academic Press, New York, 4, p.168(1964)

13. Williams, P. C., Kuzina, F. D. and Hlvnka, I.: A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem.*, 47, 411(1970)

14. Medcalf, D. G. and Gilles, K. A.: Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.*, 42, 558(1965)

15. Leach, H. W., McCowen, L. D., and Schoch, T. J.: Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chem.*, 42, 558(1965)

16. Wilson, L. A., Birmingham, V. A., Moon, D. P. and Snyder, H. E.: Isolation and characterization of starch from mature soybeans. *Cereal Chem.*, 55, 661(1978)

17. Komiya, T. and Nara, S.: Changes in crystallinity and gelatinization phenomena of potato starch by acid treatment. *Starch*, 38, 9(1986)

18. Donovan, J. W., Lorenz, K. and Kulp, K.: Differential scanning calorimetry of heat-moisture treated wheat and potato starches. *Cereal Chem.*, 60, 381(1983)

19. Lorenz, K., Fong, R. Y., Mossman, A. P. and Saunders, R. M.: Long, medium and short grain rices-Enzyme activities and chemical and physical properties. *Cereal Chem.*, 55, 830(1978)

20. Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A. and Smi, F.: Colorimetric method for determina-

- tion of sugars and related substances, *Anal. Chem.*, **28**, 359(1956)
21. Maningat, C. C. and Juliano, B. O. : Properties of linterized starch granules from rice differing in amylose content and gelatinization temperature. *Starch*, **31**, 5 (1979)
22. 이정행, 김성곤, 채재천 : 물리적 특성에 의한 미질 group별 전분의 특성. 산학협동 85-33, 농촌진흥청 (1985)
23. Robin, J. P., Mercier, C., Charbonniere, R. and Guilbot, A. : Linterized starches. Gel filtration and enzymatic studies of insoluble residue from prolonged acid treatment of potato starches. *Cereal Chem.*, **51**, 398 (1974)
24. Robin, J. P., Mercier, C., Duprat, F., Charbonniere, R. and Guilbot, A. : Amidons linterises. Etudes chromatographique et enzymatique des residus insolubles provenant de l'hydrolyse chlorhydrique d'amidons de cereales, en particulier de maïs cireux. *Starch*, **27**, 36(1975)
25. Hizukuri, S., Kobayashi, M. and Takeda, Y. : Structure and retrogradation of Naegeli type amyloextrin prepared by the rapid process. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, **50**, 573(1976)
26. Leach, H. W. and Schoch, T. J. : Structure of the starch granule. II. Action of various amylose on granular starches. *Cereal Chem.*, **38**, 34(1961)
27. Badenhuizen, N. P. : Chemistry and biology of the starch granule. In *Protoplasmatogia*, Heilbrunn, L. V. and II, F. W. (ed), Springer-Verlag, Vienna, Austria (1959)

(1990년 9월 28일 접수)