

일반계와 통일계 쌀 전분과 분획의 몇가지 구조적 성질 비교

김 관·강길진·김성곤*

전남대학교 식품공학과, *단국대학교 식품영양학과

Comparison of Some Structural Characteristics of Japonica and Tongil Rice Starches and their Fractions

Kwan Kim, Kil-Jin Kang and Sung-Kon Kim*

Department of Food Science and Technology, Chonnam National University

*Department of Food Science and Nutrition, Dankook University

Abstract

Some structural characteristics of Japonica and Tongil type rice starches and their fractions were investigated to elucidate the differences between the two rice types. Japonica rice starches showed broader gelatinization temperature ranges and had higher λ_{max} than those of Tongil ones. Intrinsic viscosity of starch, amylose and amylopectin for Japonica type were lower compared with those of Tongil type. β -amylolysis limit of rice starch were not different between two rice types, but those of amylose and amylopectin of Japonica type were lower than Tongil type. The average unit chain length(CL) and average outer chain length(\bar{OCL}) of Japonica type amylopectin were shorter than those of Tongil one. Sepharose CL-2B chromatography of hot water soluble starch revealed that each starch had unique elution profile.

Key words: amylose, amylopectin, chain length, β -amylolysis limit, intrinsic viscosity, soluble starch, gel chromatography

서 론

우리나라의 일반계와 통일계 쌀은 아밀로오스 함량에 큰 차이가 없음에도 밥맛은 일반계가 좋은 것으로 인식되고 있다^(1,2). Bhattacharya⁽³⁾는 전분의 열수 불용성 아밀로오스 함량이 높을수록 밥의 경도가 높고 부착성은 낮아져 미질 평가에 중요한 인자라고 하였다. Chinnaswamy와 Bhattacharya⁽⁴⁾도 비슷한 결과를 보고하였으며, Hibi⁽⁵⁾는 가용성 전분이 전분-지방질의 복합체와 밀접한 관계가 있다고 하였다. 최근 저자들⁽⁶⁾은 일반계와 통일계의 쌀 또는 쌀가루를 과량의 물로 가열했을 때 가용성 물질과 가용성 아밀로오스 함량은 일반계가 높았고, 가용성 아밀로오스 함량은 밥의 경도와는 부의 상관관, 부착성과는 정의 상관관 보임을 보고하였다. Takeda와 Hizukuri⁽⁷⁾는 일본형과 인도형쌀의 성질 차이는 주로 아밀로펙틴에 기인한다고 하였다. 이상의 여러 연구결과를 보면 쌀의 품질은 아밀로오스와 아밀로펙틴의 구조적 차이에 크게 영향을 받는 것으로 생각되나 우리나라 쌀에 대하여는 이에대한 연구는 아주 미비하여

일반계 1품종과 통일계 1품종을 대상으로한 아밀로오스의 구조⁽⁸⁾와 아밀로펙틴의 구조⁽⁹⁾에 대한 연구가 있을 뿐이다.

이 연구는 일반계와 통일계 쌀 전분의 분자구조적 차이에 대한 연구의 계속으로서 전보⁽⁶⁾에 이어 일반계와 통일계 쌀 전분의 호화온도, 효소에 의한 소화율, 아밀로펙틴의 구조, 열수 가용성 전분의 겔 크로마토그래피를 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

시료 벼는 전보⁽⁶⁾에서와 같은 일반계인 동진벼, 추청벼, 탐진벼와 통일계인 삼강벼, 남영벼, 용주벼를 사용하였다.

전분의 분리

전분은 알칼리 침지법⁽¹⁰⁾으로 분리하였으며, 전분의 일반성분은 Table 1과 같다.

아밀로오스 및 아밀로펙틴의 분리

쌀의 아밀로오스와 아밀로펙틴은 Takeda와 Hizukuri⁽¹¹⁾의 방법으로 분리하였다. 전분 13g을 dimethylsulfoxide

Corresponding author: Kwan Kim, Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, Kwangju, 500-757, Korea

Table 1. Proximate composition of rice starches

	Moisture (%)	Protein (N×5.95)(%)	Ash (%)	Lipid (%)
Japonica type				
Tongjinbyeo	9.9	0.11	0.10	0.11
Chucheongbyeo	9.6	0.11	0.12	0.13
Tamjinbyeo	9.3	0.10	0.11	0.12
Tongil type				
Samgangbyeo	9.2	0.11	0.10	0.10
Namyongbyeo	9.5	0.13	0.11	0.12
Yongjubyeo	9.3	0.12	0.12	0.10

(DMSO) 400 ml에 녹이고 질소가스를 주입시키면서 가열한 다음 에탄올 400 ml과 함께 0°C에서 방치한 후 원심분리하여 침전물을 얻었다. 이 침전물을 80°C의 물에 녹이고 부탄올 130 ml와 이소아밀 알콜 130 ml를 넣어 전체를 물로 2,000 ml되게 하여 질소가스를 주입시키면서 3시간 동안 끓였다. 이를 다시 50°C로 냉각하고 상온에서 하루밤 방치후 다시 8°C 이하에서 48시간 방치하고 원심분리하고 침전물로부터 아밀로오스를, 상징액으로부터 아밀로펙틴으로 얻었다. 아밀로오스는 다시 10% 부탄올 1,300 ml에 녹이고 질소가스를 주입하면서 1시간 동안 끓인 다음 8°C에서 24시간 방치후 위심분리하는 과정을 4회 반복하여 정제하였다. 이때 상징액의 요오드반응은 나타나지 않았다. 아밀로펙틴은 40°C에서 1/5로 농축한 다음 10% 부탄올 1,000 ml에 녹이고 아밀로오스 정제 과정과 같이 2회 반복하여 정제하였다.

호화온도의 측정

전분의 호화온도는 시차주사열량기(DSC-4, Perkin-Elmer, U.S.A.)를 이용하여 전분에 대한 물의 비율은 2.0, 가열속도는 분당 10°C의 조건으로 측정하였다⁽¹²⁾.

요오드 반응

요오드 반응은 Williams들⁽¹³⁾의 방법에 따라 시료를 0.5 N KOH로 완전히 녹인 다음 0.1 N HCl로서 중화시키고 0.2% 요오드액으로 반응시켜 625 nm에서 흡광도와 최대흡수파장(λ_{max})을 측정하였다.

고유 점도

시료(0.5g/100 ml)의 고유점도는 Cannon-Ubbelohde 점도계(No.75)를 사용하여 30°C에서 측정하였다⁽¹⁴⁾.

β -아밀라아제 분해 한도의 측정

Suzuki들⁽¹⁵⁾의 방법에 따라 시료 3 mg을 한 방울의 에탄올에 적시고 0.5 N NaOH 용액 0.3 ml로 녹인 다음 0.5 M acetate buffer(pH 4.8) 3 ml와 고구마 β -아밀라아제(Sigma사) 100 unit를 가하고 37°C에서 48시간 반응시킨 다음 끓는 수조에서 30분간 가열하여 효소를 불활성화 시켰다. 총당량은 페놀-황산법⁽¹⁶⁾으로, 환원당

Table 2. Gelatinization temperatures and enthalpies of transition endotherms of rice starches

	T_o (°C)	T_p (°C)	T_c (°C)	$T_c - T_o$ (°C)	ΔH (cal/g)
Japonica type					
Tongjinbyeo	60.0	65.5	72.6	12.6	2.60
Chucheongbyeo	58.5	65.0	72.3	13.8	2.25
Tamjinbyeo	58.4	64.2	72.1	13.7	2.30
Tongil type					
Samgangbyeo	60.5	65.5	72.1	11.6	2.60
Namyongbyeo	60.6	66.0	72.4	11.8	2.53
Yongjubyeo	60.0	65.4	72.2	12.2	2.37

량은 소모기법⁽¹⁷⁾으로 구하고 그 비율로부터 β -아밀라아제 분해한도를 구하였다.

아밀로펙틴의 사슬길이 측정

아밀로펙틴의 평균사슬 길이(CL)는 과요오드산 산화법⁽¹⁸⁾으로 측정하였다. 시료를 0.37 M sodium metaperiodate와 0.3% NaCl로 녹인 다음 광차단하의 2°C에서 반응시킨 후 0.01 N barium hydroxide로 적정하여 평균사슬 길이를 측정하였다.

아밀로펙틴의 바깥 사슬길이(\overline{OCL})와 안쪽 사슬길이(\overline{ICL})는 Lee들⁽¹⁹⁾이 보고한 다음 식으로 계산하였다.

$$\overline{OCL} = (\overline{CL}) \times \beta\text{-아밀라아제 분해한도} + 2$$

$$\overline{ICL} = (\overline{CL}) - (\overline{OCL}) - 1$$

열수 가용성 및 불용성 전분의 분자구조적 성질

열수 가용성 전분은 전보⁽⁶⁾에서와 같이 분리하였다. 전분 200 mg을 98°C의 물 40 ml에 현탁시키고 곧바로 98°C에서 8분간 가열하고 1,000×g에서 20분간 원심분리하여 상징액은 가용성 전분으로 침전물은 불용성 전분으로 하였다. 상징액으로부터 가용성 전분은 페놀-황산법⁽¹⁶⁾으로, 가용성 아밀로오스는 Williams 방법⁽¹³⁾으로 측정하였다. 가용성 전분의 분자량 분포는 상징액 20 ml를 1/5로 농축하여 1 ml를 Sepharose CL-2B 칼럼으로 분석하였으며, 불용성 전분의 분자량 분포는 침전물을 에테르와 에탄올로 탈수, 진공건조하고 10 mg을 DMSO 0.5 ml와 물 1.5 ml로 녹이고 1 ml를 Sepharose CL-2B 칼럼으로 분석하였다. 분석조건은 컬럼(1.6×95 cm)에 0.02% sodium azide를 함유한 증류수로 시간당 12.5 ml 속도로 20°C에서 용출시키면서 3 ml씩 분획하였다. 각 획분에서 0.5 ml를 취하여 총당을 페놀-황산법⁽¹⁶⁾으로 측정하고 요오드 반응⁽⁴⁾은 획분 나머지에 대해 0.2% 요오드액 0.03 ml로 반응시켜 625 nm와 520 nm에서 흡광도와 최대흡수파장(λ_{max})을 측정하여 용출패턴을 조사하였다.

결과 및 고찰

호화온도

Table 3. Iodine reaction of rice starch, amylose and amylopectin

	Starch		Amylose		Amylopectin	
	A ₆₂₅ ¹⁾	λ _{max} ²⁾	A ₆₂₅	λ _{max}	A ₆₂₅	λ _{max}
Japonica type						
Tongjinbyeo	0.250	594	1.180	630	0.085	520
Chucheongbyeo	0.255	594	1.166	630	0.091	520
Tamjinbyeo	0.252	594	1.170	632	0.086	520
Tongil type						
Samgangbyeo	0.244	584	1.205	634	0.090	518
Namyongbyeo	0.240	584	1.202	634	0.080	516
Yongjubyeo	0.238	584	1.204	640	0.089	516

¹⁾A₆₂₅: Absorbance at 625 nm

²⁾λ_{max}: Maximum absorbance wave

시차 주사열량기에 의한 쌀 전분의 호화성질은 Table 2와 같다. 호화개시 온도는 일반계인 추청벼와 탐진벼는 58.5°C로서 다른 시료의 60°C 보다 1.5°C 정도 낮았으나, 호화 완료온도는 품종간에 차이를 보이지 않았다. 호화 온도범위는 일반계가 통일계 보다 1~2°C 정도 넓었다. 이⁽²⁰⁾는 일반계(13품종)와 통일계(12품종) 현미로부터 분리한 전분의 호화개시 온도는 통일계가 약 2°C 정도 높았고, 호화온도 범위는 일반계가 약 1.5°C 정도 넓었다고 하였다. 박 들⁽²¹⁾도 이와 비슷한 결과를 보고하여 Table 2와 같은 경향을 보였다. 한편 현 들⁽²²⁾은 일반계와 통일계 백미 각 5품종의 쌀 가루를 수분 50%에서 시차 주사열량기로 분석한 결과 호화개시 온도는 차이가 없었으나 호화온도 범위는 통일계가 2°C 정도 넓었다고 보고하였다. Biliaderis⁽²³⁾은 곡류 전분의 아밀로펙틴의 경우 가지 정도가 클수록 호화온도의 범위가 넓어진다고 보고하였다. 따라서 시차 주사열량기에 의한 호화온도 범위가 일반계가 통일계 보다 넓은 것은 아밀로펙틴의 가지점 함량이 서로 다르다는 것을 암시한다고 볼 수 있다.

호화엔탈피는 2.25~2.60 cal/g으로서 품종간에 차이를 보이지 않았으며(Table 2), 이⁽²⁰⁾가 보고한 현미 전분의 2.43~3.13 cal/g과 비슷한 값이었다.

요오드 반응

전분, 아밀로오스와 아밀로펙틴의 요오드 반응 결과는 Table 3과 같다. 전분의 경우 625 nm에서의 흡광도는 일반계가 통일계 보다 높았으나, 아밀로오스의 경우에는 통일계가 높았고 아밀로펙틴은 차이가 없었다.

최대 흡수파장은 전분의 경우에는 일반계가 594 nm, 통일계가 584 nm이었고, 아밀로오스는 일반계가 630~632 nm, 통일계가 634~640 nm, 아밀로펙틴은 일반계가 520 nm, 통일계는 516~518 nm이었다. Cura와 Krisman⁽²⁴⁾은 요오드 반응의 최대 흡수파장은 가지점(α-1,6결합)의 함량(%)과 부의 상관관계를 보인다고 하였다. 따라서 Table 3의 결과 즉, 일반계와 통일계 아밀로펙틴의 최대

Table 4. Intrinsic viscosity of rice starch, amylose and amylopectin (0.5 g/100 ml)

	Intrinsic viscosity (dlg ⁻¹)		
	Starch	Amylose	Amylopectin
Japonica type			
Tongjinbyeo	1.18	0.70	0.87
Chucheongbyeo	1.16	0.69	0.67
Tamjinbyeo	1.06	0.65	0.85
Tongil type			
Samgangbyeo	1.29	0.84	1.16
Namyongbyeo	1.44	1.04	1.28
Yongjubyeo	1.43	1.08	1.20

Table 5. β-Amylolysis limit (%) of rice starch, amylose and amylopectin

	Starch	Amylose	Amylopectin
Japonica type			
Tongjinbyeo	68.4	85.2	57.5
Chucheongbyeo	68.7	87.2	56.7
Tamjinbyeo	66.1	85.4	56.5
Tongil type			
Samgangbyeo	68.9	87.5	58.9
Namyongbyeo	68.0	88.8	59.3
Yongjubyeo	66.5	87.5	58.8

흡수파장이 서로 다른 것은 이들의 가지 구조가 서로 차이가 있음을 나타낸다고 생각된다.

고유 점도

전분의 고유점도는 일반계가 1.05~1.18 dl g⁻¹, 통일계가 1.29~1.44 dl g⁻¹으로서 일반계가 낮았다(Table 4). 그러나 이⁽²⁰⁾는 일반계(13품종)와 통일계(12품종) 현미 전분의 경우 고유점도는 1.64~1.98 dl g⁻¹으로서 일반계와 통일계 사이에 유의적인 차이가 없다고 하였다.

아밀로오스와 아밀로펙틴의 고유점도는 모두 통일계가 일반계 보다 높았다.

β-아밀라아제 분해 한도

전분, 아밀로오스, 아밀로펙틴의 β-아밀라아제 분해 한도는 Table 5와 같다. 전분의 β-아밀라아제 분해한도는 66.1~68.9%로서 일반계와 통일계 사이에 큰 차이가 없었으며, 조 들⁽²⁵⁾이 보고한 73% 보다는 약간 낮은 값을 보였다.

아밀로오스의 β-아밀라아제 분해 한도는 일반계가 85.2~87.2%, 통일계가 87.5~88.8%로서 일반계가 약 2% 정도 낮았다. Takeda와 Hizukuri⁽¹¹⁾는 쌀 전분 아밀로오스의 β-아밀라아제 분해 한도는 일본형이 77~81%, 인도형은 73~87%로서, 완전히 분해되지 않는 이유는 아밀로오스가 글루코오스 1000 단위당 2~6개의 사슬을 가진 가지 구조를 갖기 때문이라고 하였다. Cura와 Kris-

man⁽²⁴⁾도 쌀을 포함한 곡류 아밀로오스는 대부분이 직선상의 구조를 가지나 1.0~2.0% 정도의 분지상 구조를 가진다고 하였다.

아밀로펙틴의 β-아밀라아제 분해 한도를 보면 일반계는 56.5~57.5%, 통일계는 58.8~59.3%로서 통일계가 2% 정도 높은 값을 보였다. Takeda와 Hizukuri⁽⁷⁾는 일본형 쌀 아밀로펙틴의 β-아밀라아제 분해 한도는 58~59%, 인도형은 56~59%라고 하여 본 실험결과와 비슷한 값을 보였다. 그러나 김과 안⁽⁹⁾은 우리나라 쌀 두 품종의 경우 55% 정도라고 하였다.

아밀로펙틴의 평균 사슬 길이

아밀로펙틴의 사슬 길이를 분석한 결과는 Table 6과 같다. 평균 사슬 길이는 일반계가 20.8~21.9 글루코오스 단위, 통일계가 22.5~22.7 글루코오스 단위이었다. Takeda와 Hizukuri⁽⁷⁾는 쌀 아밀로펙틴의 평균 사슬 길이는 일본형이 19~20 글루코오스 단위, 인도형이 21~22 글루코오스 단위라고 하였고, 김과 안⁽⁹⁾은 우리나라 쌀 두 품종의 경우 아밀로펙틴의 평균 사슬 길이는 23~24 글루코오스 단위라고 하였다. 바깥 사슬 길이(\overline{OCL})는 일반계가 13.8~14.6 글루코오스 단위, 통일계가 15.2~15.4 글루코오스 단위로서 통일계가 약간 길었고, 안쪽 사슬 길이(\overline{ICL})는 일반계와 통일계 모두 6.0~6.4 글루코오스 단위로서 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 아밀로펙틴의 평균 사슬 길이는 주로 바깥 사슬 길이에 영향을 받는 것으로 생각된다.

통일계 아밀로펙틴의 바깥 사슬 길이가 일반계 보다 길다는 것은 앞에서 설명한 β-아밀라아제 분해 한도가 통일계가 일반계 보다 높다는 것(Table 4)과 부합되는 것이었다.

가용성 전분의 성질

전분을 98°C에서 8분간 가열했을 때 용출된 가용성 성분을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 가용성 전분은 일반계가 23.8~25.8%, 통일계가 17.6~19.5%로서 일반

계가 4~8% 정도 높았다. 가용성 아밀로오스 함량도 일반계가 17.8~18.0%, 통일계가 13.3~14.0%로서 일반계가 4% 정도 높았다. 이러한 결과는 쌀 가루를 98°C에서 8분간 가열했을 때 일반계가 통일계 보다 가열에 의한 가용성 물질의 용출이 쉬우며 또한 가용성 아밀로오스의 함량도 높다는 전보⁽⁶⁾의 결과와 같은 것이었다.

가용성 전분에 대한 가용성 아밀로오스와 아밀로펙틴의 비율은 각각 70.0~76.1%와 23.9~30%로서 품종마다 약간의 차이를 보였다. 전체 아밀로오스 함량에 대한 가용성 아밀로오스 함량의 비율은 일반계는 86% 정도, 통일계는 70% 정도로서 일반계가 높은 값을 보였다. 이것은 쌀 가루를 대상으로 한 전보⁽⁶⁾와 같은 경향이였다. 가용성 전분 중 아밀로펙틴의 함량은 일반계가 통일계 보다 높았다(Table 7). 따라서 Table 7의 결과는 일반계는 가열에 따라 아밀로오스와 아밀로펙틴의 용출 정도는 통일계보다 높으며 이에 따라 불용성 아밀로오스 함량은 통일계가 높음을 가리킨다.

가용성 전분의 Sepharose CL-2B에 의한 용출곡선은 Fig. 1과 같이 모두 3개의 피크를 보였다. 각 획분의 요오드 최대 흡수파장으로 보아 피크 I은 주로 아밀로펙틴, 피크 II와 피크 III는 주로 아밀로오스로 피크 II는 피크 III보다 큰 아밀로오스, 혹은 분지상 아밀로오스와 사슬 길이가 짧은 아밀로펙틴으로 추정된다^(11,27). Fig. 1에서

Table 6. Average chain length(glucose units) of rice amylopectin

	Chain length	Out chain length	Inner chain length
Japonica type			
Tongjinbyeo	21.9	14.6	6.3
Chucheongbyeo	20.8	13.8	6.0
Tamjinbyeo	21.1	13.9	6.2
Tongil type			
Samgangbyeo	22.5	15.2	6.3
Namyongbyeo	22.7	15.4	6.3
Yongjubyeo	22.7	15.3	6.4

Table 7. Hot water soluble and insoluble components of rice starches heated at 98°C for 8 min

	Soluble (%)					Total amylose (TA) (%)	SA/TA	Insoluble amylose ²⁾ (%)
	Starch (SS)	Amylose (SA)	SA/SS	Amylopectin ¹⁾ (AP)	AP/SS			
Japonica type								
Tongjinbyeo	25.5	18.0	70.6	7.5	29.4	21.0	85.7	3.0
Chucheongbyeo	25.8	17.8	70.0	8.0	30.0	20.8	85.6	3.0
Tamjinbyeo	23.8	17.8	74.8	6.0	25.2	20.4	87.2	2.7
Tongil type								
Samgangbyeo	19.5	14.0	71.7	5.5	28.3	19.6	71.4	5.6
Namyongbyeo	18.0	13.3	73.8	4.7	26.2	18.8	70.7	5.5
Yongjubyeo	17.6	13.4	76.1	4.2	23.9	19.5	68.7	6.1

¹⁾Difference between soluble starch and amylose

²⁾Difference between total amylose and soluble amylose

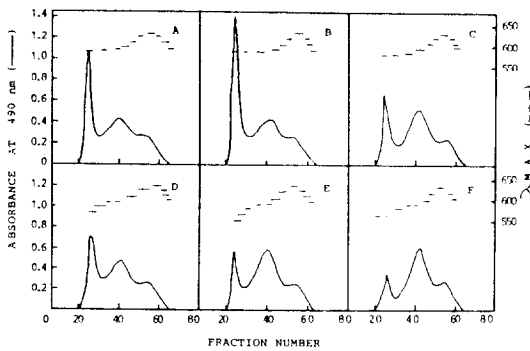


Fig. 1. Elution profiles on Sepharose CL-2B of hot water soluble rice starches

A; Tongjinbyeo, B; Chucheongbyeo, C; Tamjinbyeo, D; Samgangbyeo, E; Namyongbyeo, F; Yongjubyeo

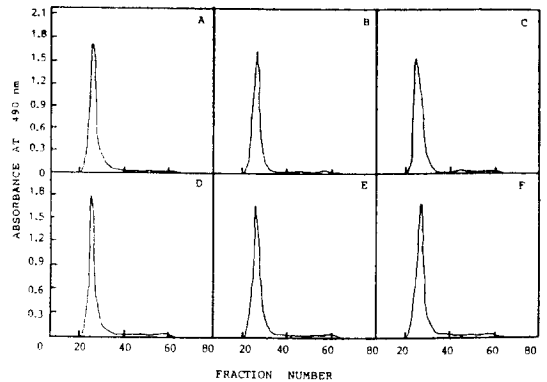


Fig. 2. Elution profiles on Sepharose CL-2B of hot water insoluble rice starches

A; Tongjinbyeo, B; Chucheongbyeo, C; Tamjinbyeo, D; Samgangbyeo, E; Namyongbyeo, F; Yongjubyeo

Table 8. Carbohydrate proportion(%) of each peak in gel chromatography of hot water soluble starches

	Peak I	Peak II	Peak III
Japonica type			
Tongjinbyeo	32.1	49.5	18.4
Chucheongbyeo	43.3	41.3	15.4
Tamjinbyeo	29.1	53.7	17.2
Tongil type			
Samgangbyeo	27.4	53.2	19.4
Namyongbyeo	19.6	60.2	20.2
Yongjubyeo	14.6	62.6	22.8

보는 것과 같이 용출곡선은 품종마다 독특한 모양을 보였다. Juliano 등⁽²⁸⁾도 인도형 쌀의 경우 가용성 전분의 피크 I은 품종에 따라 독특한 모양을 보인다고 하였다.

각 피크에 대한 면적 비율을 보면 Table 8과 같다. 아밀로펙틴에 해당하는 피크 I의 면적은 일반계가 29.1~43.3%, 통일계가 14.6~27.4%로서 일반계가 컸다. 주로 아밀로오스인 피크 II와 III는 일반계가 통일계보다 더 작았다.

불용성 전분의 용출곡선은 Fig. 2와 같다. 주 피크는 아밀로펙틴이고 분획 50~60에서의 조그만 피크는 아밀로오스이었다. 분획 50~60 부분의 피크가 통일계가 일반계 보다 약간 크게 보이는데 이는 Table 7에서 설명한 바와 같이 통일계가 가용성 아밀로오스 함량이 낮고 불용성 아밀로오스 함량이 높기 때문으로 생각된다.

요 약

일반계와 통일계 쌀 전분에 대한 구조적 성질을 조사하고 그 차이점을 비교하였다. 쌀 전분의 호화온도 범위는 일반계가 통일계보다 넓었고 쌀 전분의 최대 흡수파장은 일반계가 통일계 보다 높았다. 고유점도는

전분, 아밀로오스와 아밀로펙틴 모두 일반계가 통일계 보다 낮았다. β -아밀라아제 분해 한도는 전분에서는 차이가 없으나 아밀로오스와 아밀로펙틴은 일반계가 통일계 보다 약간 낮았다. 아밀로펙틴의 평균 사슬 길이와 바깥 사슬 길이는 일반계가 통일계 보다 짧았으나 안쪽 사슬 길이는 차이가 없었다. 열수 가용성 전분과 아밀로오스 함량은 일반계가 통일계 보다 높았다. 또한 열수 가용성 전분을 겔 크로마토그래피한 결과는 품종마다 독특한 용출모양을 보였다.

감사의 글

이 논문은 "쌀전분의 분자구조적 특성에 의한 미질 평가"의 일부로 1990년도 문교부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구 조성비에 의하여 연구된 것으로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 김성근, 한기영, 박홍현, 채재천, 이정행 : 백미의 수분 흡수 속도. 한국농화학회지, 28, 62(1985)
2. Lee, B.Y., Iwasaki, T., Kamoi, I. and Obara, T.: Cooking quality and texture of japonica-indica breeding type and japonica type Korea rice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21, 613(1989)
3. Bhattacharya, K.R., Sowbhagya, Y.M. and Indudhara Swamy, C.M.: Importance of insoluble amylose as a determinant of rice quality. *J. Sci. Food Agri.*, 29, 359(1978)
4. Chinnaswamy, R. and Bhattacharya, K.R.: Characteristics of gel-chromatographic fractions of starch in relation to rice and expended rice product qualities. *Stærk*, 38, 51(1986)
5. Hibi, Y., Kitamura, S. and Kuga, T.: Effecton of lipid on the retrogradation of cooked rice. *Cereal Chem.*,

- 67, 7(1990)
6. 김 관, 강길진, 김성곤 : 쌀의 열수 가용성 물질과 밥의 텍스처와의 관계. 한국식품과학회지, **23**, 498(1991)
 7. Takeda, Y. and Hizukuri, S.: Structure of rice amylopectin with low and high affinities for iodine. *Carbohydr. Res.*, **168**, 79(1987)
 8. 노은숙, 인승요 : 밥의 텍스처와 쌀 아밀로오스의 분자량 분포에 관한 연구. 한국식품과학회지, **21**, 486(1989)
 9. 김봉찬, 안승요 : 쌀 아밀로펙틴의 분자구조적 성질. 한국농화학회지, **33**, 34(1990)
 10. Yamamoto, K., Sawada, S. and Onogaki, T.: Properties of rice starch prepared by alkali method with various conditions. *Denpun Kagaku*, **20**, 99(1973)
 11. Takeda, Y. and Hizukuri, S.: Purification and structure of amylose from rice starch. *Carbohydr. Res.*, **148**, 299(1986)
 12. 김성곤 : 발벼 찹쌀의 겨층 구조와 전분의 호화 성질. 한국농화학회지, **34**, 75(1991)
 13. Williams, P.C., Kuzina, F.D. and Hlynka, L.: A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem.*, **47**, 411(1970)
 14. Corn Refiners Association: Standard Analytical Methods, Method B-61. The Association, Washington, D. C.(1982)
 15. Suzuki, A., Hizukuri, S. and Takeda, Y.: Physicochemical studies of Kuzu starch, *Cereal Chem.*, **58**, 266(1981)
 16. Dubois, M., Gilles, K., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F.: Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, **28**, 350(1956)
 17. Nelson, N.: A photometric adaption of the Somogyi method the determination of glucose. *J. Biol. Chem.*, **153**, 375(1944)
 18. Potter, A.L. and Hassid, W.Z.: End-group determination of amylose and amylopectin by periodate oxidation. *J. Am. Chem. Soc.*, **70**, 3488(1948)
 19. Lee, E.Y.C., Carter, J.H., Nielsen, L.D. and Fischer, E.H.: Purification and properties of yeast amylo-1,6-glucosidase-oligo-1,4-glucotransferase. *Biochemistry*, **9**, 2347(1970)
 20. 이수정 : 일반제와 다수제 현미의 몇가지 특성 비교. 단국대학교 석사학위논문(1991)
 21. 박양균, 김성곤, 김 관 : 산 처리 쌀 전분의 성질. 한국식품과학회지, **23**, 62(1991)
 22. 현창기, 박관화, 김영배, 윤인화 : 쌀 전분의 Differential Scanning Calorimetry. 한국식품과학회지, **20**, 331(1988)
 23. Biliaderis, C.G., Page, C.M., Maurice, T.J. and Juliano, B.O.: Thermal characterization of rice starches: a polymeric approach to phase transitions of granular starch. *J. Agric. Food Chem.*, **34**, 6(1986)
 24. Cura, J.A. and Krisman, C.R.: Cereal grains: A study of their α -1,4, α -1,6 glucopolysaccharide composition. *Stärke*, **42**, 171(1990)
 25. 조형용, 이신영, 양 용, 변유량 : 쌀 전분과 그 구성성분의 분자구조적 성질. 한국식품과학회지, **19**, 371(1987)
 26. Robin, J.P., Mercier, C., Charbonniere, R. and Guilbot, A.: Lintnerized starches. Gel filtration and enzymatic studies of insoluble residues from prolonged acid treatment of potato starch. *Cereal Chem.*, **51**, 389(1974)
 27. Hizukuri, S. and Takeda, Y.: Molecular structures of rice starch. *Carbohydr. Res.*, **189**, 227(1989)
 28. Juliano, B.O., Villareal, R.M., Perez, C.M., Villareal, C.P., Takeda, Y. and Hizukuri, S.: Varietal difference in properties among high amylose rice starch. *Stärke*, **39**, 390(1987)

(1992년 3월 2일 접수)