

열수 불용성 쌀 전분의 구조적 성질

강길진·김 관·김성곤*

전남대학교 식품공학과 및 농업과학기술연구소, *단국대학교 식품영양학과

Structure and Properties of Hot-Water Insoluble Rice Starch

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

Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, Kwangju 500-757 Korea

*Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

Abstract

Some structural characteristics of hot-water insoluble rice starch [3 varieties of Japonica type and 3 varieties of Tongil type(Japonica-Indica breeding type)]were investigated. The amylose contents of hot-water insoluble starches were 2.7-6.1%. The chain distributions of hot-water insoluble starches were composed of super long chain of above DP 55 (31.9-38.7%), B chain of DP 40-50 (12.3-18.0%) and A chain of DP 10-20 (48.5-50.4%). The chain distributions of hot-water insoluble starches and their β -limit dextrin were difference between rice varieties and their were differ from those of amylopectin and their β -limit dextrin. these result suggest that hot-water insolubility of rice starch was showed its characteristic on the varieties and it be responsible for the molecular structure of amylopectin.

Key words: Rice starch, hot-water insoluble starch, β -limit dextrin, amylopectin, chain distribution, molecular weight.

서 론

결정성 물질인 전분을 물과 함께 가열하면 그 결정성이 무정형으로 변하면서 아밀로오스와 약간의 아밀로펙틴이 입자 밖으로 용출되어 용출되지 않는 입자내의 전분을 애워 싸게 된다⁽¹⁾. 이러한 현상은 각 전분마다 그 특성이 다르며 전분의 물성 등에 큰 영향을 미쳐 전분질 식품의 가공 적성 및 품질에 중대한 인자로서 인식되고 있다. 그러나 아직까지 이에 대한 연구로는 Hansen⁽²⁾의 전분의 입자로 부터 용출되는 가용성 아밀로오스 함량이 많으면 전분 겔의 탄성은 증가하고 반면에, 가용성 아밀로펙틴 함량이 많으면 전분 겔 형성을 방해하고 탄성을 감소시킨다는 보고와 김 등⁽³⁾의 쌀의 열수 가용성 아밀로오스가 밥의 텍스처에 미치는 영향, 권과 안⁽⁴⁾의 두류 전분의 가용성 전분이 전분 겔의 특성에 미치는 영향에 대한 것 뿐으로 아직 미흡한 실정이다.

따라서 저자들은 쌀 전분을 이용하여 물과 열을 가할때 용출되는 열수 가용성 전분과 용출되지 않는 열수 불용성 전분을 분리하고, 그 전분의 분자 구조적 성질로서 쌀의 각 품종간 특성을 조사하고자 하였으며, 열수 가용성

전분과 전분의 분자 구조와의 관계, 그리고 밥의 텍스처와의 관련성에 대해서는 이미 전보에서 보고하였다. 본 연구에서는 전보⁽⁵⁾에 이어 열수 가용성 전분의 베타-아밀라아제 분해한도, 중합도, 사슬 분포, 한계 텍스트린의 사슬 분포 등의 구조적 성질에 대하여 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재료

시료 벼는 전보⁽⁵⁾에서와 마찬가지로 일반계인 동진벼, 추청벼, 탐진벼와 통일계인 삼강벼, 남영벼, 용주벼를 사용하였다.

열수 불용성 전분의 조제

열수 불용성 전분은 알칼리 침지법⁽⁶⁾으로 분리한 쌀 전분 200 mg을 98°C의 물 400 ml에 현탁시키고 같은 온도에서 8분간 유지시킨 다음 원심분리(1,000×g, 20 min) 하여 상정액을 완전히 버리고 그 침전물에 에탄올, 에테르로 반복 탈수시킨 다음 진공 건조하였다.

β -한계텍스트린의 조제

열수 불용성 전분에서의 β -한계텍스트린은 Hizukuri와 Maehara⁽⁷⁾의 방법에 의하여 조제하였다.

Corresponding author: Kang Kil-Jin, Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, Kwangju, 500-757 Korea

Table 1. Properties of hot-water insoluble rice starches

	Amylose	Iodine reaction		Inherent viscosity (ml/g)	β -amylolysis limit(%)	\overline{DP}_n ³⁾
		A ₆₂₅ ¹⁾	λ_{max} (nm) ²⁾			
Japonica type						
Tongjinbyeo	3.0	0.167	560	239	58.3	4100
Chucheongbyeo	3.0	0.185	565	235	59.0	3900
Tamjinbyeo	2.7	0.170	560	243	59.0	4200
Tongil-type						
Samgangbyeo	5.6	0.152	560	235	60.3	3900
Namyongbyeo	5.5	0.124	545	231	61.8	4400
Yongjubyeo	6.1	0.132	545	230	61.7	4200

¹⁾Absorbance at 625 nm.

²⁾Wave of maximum absorption for iodine complex.

³⁾Number-average degree of polymerization.

*all data are mean value of three determinations.

분자구조적 성질 측정

열수 불용성 전분의 요오드반응은 Williams들⁽⁸⁾의 방법에 따라 측정하였다. 시료(0.5 g/100 ml)의 고유점도는 Cannon-Ubbelohde 점도계(No. 75)를 사용하여 30°C에서 측정하였다⁽⁹⁾. β -아밀라아제 분해한도는 Suzuki들⁽¹⁰⁾의 방법에 의하여 전당과 환원당의 비율로서 구하였다. 시료의 중합도는, 전당량을 Phenol-sulfuric acid법⁽¹¹⁾, 환원력을 Park-Johnson법을 개량한 Hizukuri들⁽¹²⁾의 방법으로 측정하고, 그 비로서 구하였다.

열수 불용성 전분의 사슬 분포는 pullulanase로 α -1,6 결합을 절지한 후 Sephadex G-50 칼럼을 이용하여 조사하였다⁽¹³⁾. 열수 불용성 전분의 β -한계 덱스트린의 분자량 분포는 Sepharose CL-2B 칼럼(1.6×95 cm)을 이용하여 조사하였다⁽¹⁴⁾.

결과 및 고찰

구조적 일반성질

열수 불용성 전분의 요오드 반응, 고유점도, β -아밀라아제 분해한도와 중합도는 Table 1과 같다. 열수 불용성 전분의 아밀로오스 함량은 일반계가 2.7~3.0%, 통일계가 5.6~6.1%로서 통일계가 2~3% 더 높았다. 열수 불용성 전분-요오드 복합체의 625 nm에서 흡광도는 대체로 일반계가 통일계 보다 높았는데, 추정비가 0.185로 가장 높았으며 남영비가 0.124로 가장 낮았다. 통일계 품종 중 삼강벼는 일반계의 동진벼나 탐진벼와 비슷한 값에 접근하였다. 최대흡수파장은 일반계가 560~565 nm, 통일계가 545~560 nm이었는데, 추정비는 565 nm로 다른 품종 보다 다소 높았으며, 남영벼와 용주벼가 545 nm로 가장 낮았다. 통일계 품종 중 삼강벼는 560 nm로서 일반계의 동진벼와 탐진벼의 결과와 같았다. 통일계의 삼강벼가 요오드 반응에서 일반계와 비슷한 결과를 보인 것은 삼강벼의 불용성 전분의 분자 구조가 일반계와 큰 차이가 없음을 의미한다. 불용성 전분의 요오드 반응은

흡광도와 최대 흡수파장 모두 아밀로펙틴(0.080~0.091, 516~520 nm)⁽¹³⁾ 보다는 약간 높은 값을 보이고, 생전분(0.238~0.255, 584~594 nm)⁽¹⁴⁾ 보다는 훨씬 낮은 값을 보였는데, 이것은 불용성 전분이 약간의 불용성 아밀로오스와 대부분의 아밀로펙틴으로 되어 있음을 의미하고 있다. 고유점도는 탐진벼가 다른 품종 보다 약간 높았을 뿐, 품종간에는 큰 차이가 없었다. 불용성 전분의 β -아밀라아제 분해 한도는 일반계 58.3~59.0%, 통일계가 60.3~61.8%로 통일계가 약 2% 정도 높았으며, 아밀로펙틴의 경우 보다는 약 2~3% 높은 값이었다. 평균중합도(\overline{DP}_n)는 3900~4400 글루코오스 단위로 남영벼가 다른 품종 보다 약간 높은 뿐, 품종간에 큰 차이는 없었다.

사슬 분포

열수 불용성 전분을 pullulanase로 분지한 후 Sephadex G-50에 의한 용출 패턴은 그림으로 나타내지는 않았지만 세 개의 회분으로 나누어 졌는데, 회분 1은 \overline{DP} 55 이상, 회분 2는 \overline{DP} 40~50, 회분 3은 \overline{DP} 10~20 부분이었다. 이러한 패턴은 아밀로펙틴의 결과⁽¹³⁾와 비슷하였다. 각 회분에 대한 탄수화물 분포는 Table 2와 같다. 회분 1은 열수 불용성 아밀로오스와 아밀로펙틴의 초장쇄 부분으로 일반계가 31.9~33.2%로 통일계의 35.8~38.7%보다 낮았는데, 이것은 통일계가 일반계 보다 초장쇄가 더 많이 분포하고 불용성 아밀로오스 함량이 더 많기 때문으로 생각된다. 회분 2는 열수 가용성 전분에서는 분획되지 않는 부분으로 일반계가 17.8~18.0%, 통일계가 12.3~15.7% 용출되었다. 회분 3은 일반계가 통일계 보다 낮았는데, 이는 아밀로펙틴의 회분 3이 일반계가 통일계 보다 높은 것⁽¹³⁾과 상반된 결과였다. 회분 2에 대한 회분 3의 비율은 일반계가 2.69~2.81로 통일계의 3.08~3.98보다 낮았는데, 이는 아밀로펙틴의 회분 2에 대한 회분 3의 비율은 일반계가 3.15~3.36로 통일계의 2.90~3.00 보다 높다는 보고⁽¹³⁾와 상반된 것으로서,

Table 2. Carbohydrate proportion(%) of each fraction in gel chromatography of hot-water insoluble starches(HWIS) debranched by pullulanase and β -limit dextrin of HWIS

	Debranched HWIS ¹⁾ (by Sephadex G-50)				β -limit dextrin of HWIS ²⁾ (by Sepharose CL-2B)		
	F1	F2	F3	F3/F2	F1	F2	F2/F1
Japonica type							
Tongjinbyeo	31.9	17.9	50.2	2.81	38.9	61.1	1.57
Chucheongbyeo	33.2	17.8	49.0	2.69	36.0	64.0	1.77
Tamjinbyeo	32.4	18.0	49.6	2.76	38.7	61.3	1.58
Tongil type							
Samgangbyeo	35.8	15.7	48.5	3.08	53.0	47.9	0.89
Namyoungbyeo	36.8	12.8	50.4	3.93	55.5	44.5	0.80
Yongjubyeo	38.7	12.3	49.0	3.98	56.4	43.6	0.77

¹⁾Fraction F1, F2 and F3 of debranched HWIS are above \overline{DP} 55, \overline{DP} 40~50 and \overline{DP} 10~20 respectively

²⁾Fraction F1 and F2 of β -limit dextrin of HWIS are above MW 2×10^7 and below MW 2×10^7

*all data are mean value of three determinations.

불용성 아밀로펙틴과 아밀로펙틴의 분자 구조가 서로 다를 수 있었다. 즉, 이것은 일반계 열수 가용성 전분의 획분 2(\overline{DP} 10~20) 부분이 통일계보다 더 많이 용출된 것⁶⁾과도 부합되는 것이었다.

열수 불용성 전분 β -한계 덱스트린의 Sepharose CL-2B에 의한 용출 패턴은 두 개의 획분으로 나누어 졌으며, F1은 분자량 2×10^7 이상의 void volume 부분 그리고 F2는 그 이하의 분자량에서 부분에서 피크를 보였다. 각 획분에 대한 탄수화물 분포는 Table 2와 같다. 획분 1에 대한 획분 2의 비율은 일반계가 1.57~1.77, 통일계가 0.77~0.89로 일반계는 통일계 보다 분자량 크기가 더 작음을 알 수 있었다. 불용성 전분 β -한계 덱스트린의 분자량 크기는 아밀로펙틴의 β -한계 덱스트린¹³⁾에 비해 일반계의 추청벼와 동진벼는 더 증가 하였으며, 일반계의 탐진벼와 통일계는 약간 감소하였다.

이러한 결과로 보아, 열수 불용성 쌀 전분의 분자 구조가 품종에 따라 서로 그 특성의 차이를 보이는 것은 아밀로펙틴의 분자 구조에 따라 열수에 의한 가용화가 다르기 때문으로 생각된다.

또한, 이러한 열수 불용성 전분의 특성으로 보아, 밥의 텍스처에도 상당한 영향을 미칠것으로 생각된다.

요 약

계통이 다른 쌀 전분(일반계 3품종, 통일계 3품종)에서 열수 불용성 전분을 분리하고 그 전분의 구조적 성질을 조사하였다. 열수 불용성 전분의 아빌로오스 함량은 2.7~6.1%였다. 열수 불용성 전분의 사슬 분포는 \overline{DP} 55 이상의 부분이 31.9~38.7%, \overline{DP} 40~50 부분이 12.3~18.0% 그리고 \overline{DP} 10~20 부분이 48.5~50.4%로서 각 품종별로 차이를 보였으며, β -한계 덱스트린의 분자 크기도 품종에 따라 차이를 보였다. 쌀의 열수 불용성 아밀로펙틴 분자 구조는 쌀 아밀로펙틴의 것과는 서로

달랐다. 이러한 결과는 쌀 전분의 열수 불용화는 각 품종에 따라 그 특성을 보이고, 아밀로펙틴의 분자 구조에 영향을 받고 있음을 알 수 있었다.

문 헌

1. Harper, J.M.: Extrusion of foods, Vol.II. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, U.S.A., Chap.11 (1981)
2. Hansen, L.M., Hoseney, R.C. and Faubion, J.M.: Oscillatory rheometry of starch-water systems: Effect of starch concentration and temperature. *Cereal Chem.*, **68**, 347 (1991)
3. 김 관, 강길진, 김성곤: 쌀의 열수 가용성 물질과 밥의 텍스처와의 관계. *한국식품과학회지*, **23**, 498 (1991)
4. 권미라, 안승요: 가열 온도가 두류 전분의 가용성 탄수화물의 용출 양상과 전분 겔의 특성에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **25**, 698 (1993)
5. 강길진, 김 관, 김성곤: 열수 가용성 쌀 전분의 구조와 전분의 구조 및 밥의 텍스처와의 관련성. *한국식품과학회, 투고중*
6. Yamamoto, K., Sawada, S. and Onogaki, T.: Properties of rice starch prepared by alkali method with various conditions. *Denpun Kagaku*, **20**, 99 (1973)
7. Hizukuri, S. and Maehara, Y.: Fine structure of wheat amylopectin: the mode of A to B chain binding. *Carbohydr. Res.*, **206**, 145 (1990)
8. 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)
9. Corn Refiners Association: Standard analytical methods, Method B-61. The Association, Washington, D. C. (1982)
10. Suzuki, A., Hizukuri, S. and Takeda, Y.: Physicochemical studies of Kuzu starch. *Cereal Chem.*, **58**, 286 (1981)
11. Dubois, M., Gilles, K., Hamilton, J.K., Revers, P.A. and Smith, F.: Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, **28**, 350

- (1956)
12. Hizukuri, S., Takeda, Y., Yasuda, M. and Suzuki, A.: Multi-branched nature of amylose and the action of debranching enzymes. *Carbohydr. Res.*, **94**, 205 (1981)
 13. 강길진, 김 관, 김성곤: 쌀의 아밀로펙틴 분자 구조와 밤의 텍스처. *한국식품과학회*, **27**, 105 (1995)
 14. 김 관, 강길진, 김성곤: 일반계와 통일계 쌀 전분과 그 분획의 몇가지 구조적 성질 비교. *한국식품과학회지*, **24**, 187 (1992)
-
- (1995년 5월 23일 접수)