

수원 415호 유색미 전분의 이화학적 특성

이유석 · 조지미 · 이종욱*

전남대학교 식품공학과 및 농업과학기술연구소

(2002년 11월 27일 접수, 2003년 2월 12일 수리)

유색미는 다양한 천연색소를 함유하고 있으며 항산화기능의 효과가 알려져 이용이 증가하고 있는 추세이다. 이러한 이용을 증대시키고자 유색미 전분을 이용한 식품의 제조에 영향을 주는 여러 가지 이화학적 특성들에 대해 조사하였다. 수원 415호 유색미 전분의 평균입경과 중심입경은 각각 6.27 μm 와 5.23 μm , 일반미 전분은 각각 5.43 μm 와 4.71 μm 로 수원 415호 유색미 전분의 입경이 일반미 전분 보다 더 컸다. 수원 415호 유색미와 일반미의 물결합능력은 큰 차이를 보이지 않았으며, 요오드 반응은 일반미 전분이 수원 415호 유색미 전분보다 조금 높게 나타났다. 수원 415호 유색미 전분과 일반미 전분의 고유점도는 각각 107.5 ml/g, 145.8 ml/g으로 일반미 전분의 고유점도가 더 높은 값을 보였으며, X선 회절도에 의한 결정형은 전형적인 A형을 보였으며 상대결정도는 수원 415호 유색미 전분과 일반미 전분이 각각 0.43, 0.41로 수원 415호 유색미 전분이 큰 값을 보였다. 팽윤력과 용해도는 온도가 상승함에 따라 증가하였으나 수원 415호 유색미 전분이 일반미 전분 보다 각각의 온도에서 팽윤력과 용해도가 더 낮았다. 신속점도계를 이용하여 측정된 전분의 농도별 호화특성 측정결과 전분의 농도가 높아 질수록 호화온도가 낮아지는 경향이었으며, 수원 415호 유색미와 일반미 전분의 최고 점도와 최저 점도는 각 온도에서 큰 차이를 보이지 않아 식품재료로 사용시 일반미와 큰 차이를 보이지 않을 것이라 생각된다.

Key words: 수원 415호 유색미, 유색미, 전분, 이화학적특성

서 론

전분은 식물이 휴면, 발아 및 성장에 필요한 영양분 저장을 위해 뿌리, 줄기, 열매, 괴근 및 잎 등의 세포질 내부에 입자 형태로 존재하는 다당류의 일종으로 아밀로오스와 아밀로펙틴으로 이루어져 있다. 전분은 식물의 종에 따라 전체 크기와 형태가 다른 입자로 구성되어 있으며 대부분의 곡류 전분은 20~30%의 아밀로오스를 함유하고 있다. 아밀로오스는 α -1,4 글루코시드 결합으로 연결된 직쇄사슬의 중합체이며, 최근에는 α -1,6 결합에 의한 분지점도 존재하는 것으로 밝혀졌다.¹⁾ 아밀로오스의 중요한 특징 중의 하나는 직쇄상의 나선구조 안에 지질과 지질 유도체, 요오드와 알코올 등의 복합체와 inclusion complex를 형성할 수 있는 능력으로서 지질이나 지질 유도체가 결합되어 있으면 가열 중 아밀로오스가 용출되어 전분의 호화와 노화 특성을 변화시킨다.²⁾ 아밀로펙틴의 분지도와 사슬길이는 전분의 결정성에 영향을 주며 호화온도가 높은 쌀의 아밀로펙틴이 낮은 쌀 보다 분자 크기가 크다고 보고되었다.³⁾ 쌀의 조리성이나 식미는 단백질이나 지질 함량에 의하여 영향을 받는다는 보고⁴⁾가 있으나 전분이 쌀의 80~90%를 차지하고 있으므로 대부분 전분의 이화학적 성질과 호화특성을 연구하여 쌀 품종간의 품질차이를 규명하려는 노력들이 시도되고 있다.^{5,6)}

한편 유색미는 백미보다 단백질 1.5배, 인 3배, 비타민 2배 정도 더 많으므로 유색미가 백미보다 영양적 가치가 높아 특수 용도미로서 이용가치가 큰 것을 알 수 있다.⁷⁾ 또한 유색미는

백미에 비하여 저장성이 강하며 항산화 효과가 있는 것으로 알려져 있는데 이는 유색미 특유의 색소 성분 때문이라 추측되고 있다. 지금까지 진행된 유색미의 연구는 유색미의 이화학적 특성과 호화특성에 관한 연구,^{8,9)} 유색미 색소의 특성,¹⁰⁾ 식혜의 원료⁷⁾와 유과의 원료¹¹⁾로서 유색미의 이용, 혼용밥의 취반 특성¹²⁾ 등에 관한 연구들이 보고되고 있다.

따라서 본 연구에서는 양질의 유색미로 가공적성에 알맞은 특성을 가지고 있는 수원 415호 유색미 전분의 이화학적 특성을 일반미 전분과 비교하여 유색미의 이용을 위한 기초가 되는 연구자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

재료. 유색미(1999년산, 수원415호, 메성)는 시중에서 구입하였으며, 일반미(1999년산, 일미벼, 메성)는 전라남도 농촌진흥원에서 분양받아 현미로 도정(한성공업주식회사, HSMC-4)하여 정선하여 냉장실(4±1°C)에 보관하면서 실험에 사용하였다. 수원 415호 유색미와 일반미의 전분 분리는 이 등⁹⁾의 방법으로 분리하여 100 mesh로 마쇄한 후 냉장실(4±1°C)에 보관하면서 사용하였다.

입도분석. 전분의 입도 분포는 particle size analyser(Malven PSA, England)를 사용하여 조사하였다. 증류수를 이용하여 농도 0.15~0.3%가 되도록 분산시킨 후 focal length: 100 mm, beam length: 2.2 mm의 조건으로 분석하였다.⁸⁾

이화학적 성질. 물결합능력은 Medcalf와 Gilles의 방법¹³⁾에 따라 행하였으며 요오드 반응은 Williams 등¹⁴⁾의 방법에 따라 측정하였고 고유점도는 미국 옥수수 산업 협회의 방법¹⁵⁾에 따라 측정하였다. X선 회절도에 의한 결정형 특성을 조사하기

*연락처

Phone: 82-62-530-2142, Fax: 82-62-530-2149
E-mail: corhee@chonnam.ac.kr

Table 1. Percent particle size distribution of Suwon-415 pigmented rice and non-glutinous rice starches

Starches	Range of particle size (μm)					Median (μm)	Mean (μm)
	<1.0	1.0~<2.0	2.0~<5.0	5.0~<10	>10		
Suwon-415 pigmented rice	10.3%	14.3%	22.4%	52.0%	1.0%	5.23	6.27
non-glutinous rice	9.3%	15.9%	32.7%	41.8%	0.3%	4.71	5.43

Table 2. Physicochemical properties of Suwon-415 pigmented rice and non-glutinous rice starch

Sample	Water binding capacity (%)	λ_{max} (nm)	Absorbance at λ_{max}	Absorbance at 625 nm	Relative crystalline [Ac/(Ac+Aa)]	Intrinsic viscosity (ml/g)
Suwon-415 pigmented rice	87.04	593	0.248	0.183	0.43±0.01	107.5
non-glutinous rice	88.48	596	0.292	0.214	0.41±0.02	145.8

위해 X-ray diffractometer(D/MAX-1200, Rigaku Co., Japan)를 사용하여 target: Cu-K α , filter: Ni, voltage: 35 kV, current: 15 mA, time constant: 1 sec, F.S.R.: 1×10^3 cps 조건으로 회절각도(2θ) 4-40°까지 회절하여 분석하였다. 결정성 영역(Ac)과 무정형 영역(Aa)으로 나누어 [Ac/(Ac+Aa)]로 상대결정도를 구하였다.¹⁶⁾

팽윤력과 용해도. Leach 등¹⁷⁾의 방법에 따라 시료 0.5 g(건량기준)을 50 ml의 원심분리관에 취한 후 증류수 25 ml를 가하여 잘 분산시켜 50~80°C의 교반 항온 수조에서 각각 30분간 가열한 후 3,000 rpm에서 40분간 원심분리하여 침전된 시료의 무게와 상정액을 120°C 건조기에서 항량이 될 때까지 건조시켜 얻은 무게를 얻어 팽윤력은 원심분리 후 침전물의 중량을 측정하였고 용해도는 상정액을 건조한 고형물의 중량으로부터 구하였다.

신속 점도계에 의한 호화. 가열에 의한 쌀가루와 전분의 점도 특성은 신속 점도계(Rapid Visco Analyser, Model RVA-3D+, Newport Sci., Australia)를 사용하여 측정하였다. 시료 2~4 g(건량기준)을 증류수 25 ml에 분산시키고 0~1분은 26°C를 유지한 다음 1~20분은 95°C까지 가열하고, 20~30분은 95°C를 유지시킨 다음, 30~40분 동안 50°C로 냉각시키고, 40~50분은 50°C를 유지하면서 점도를 측정하였다.

결과 및 고찰

입자크기분포. 수원 415호 유색미와 일반미 전분의 입자 크기를 5구간으로 나누어 보면 Table 1과 같다. 수원 415호 유색미 전분은 1.42 μm 와 5.64 μm 에서 피크를 보였으며 일반미 전분은 1.42 μm 와 5.07 μm 에서 피크를 보였다. 가장 작은 입자는 두 전분 모두 0.26 μm 이었고 가장 큰 입자는 수원 415호 유색미 전분이 13.2 μm , 일반미 전분은 11.8 μm 이었다. 수원 415호 유색미와 일반미 전분의 2~10 μm 입자가 각각 74.4%와 74.5%를 차지하여 서로 비슷한 값을 보였다. 수원 415호 유색미 전분의 평균입경과 중심입경은 각각 6.27 μm 와 5.23 μm , 일반미 전분은 각각 5.43 μm 와 4.71 μm 로 나타나 수원 415호 유색미 전분의 입자 크기가 일반미 전분보다 다소 큰 경향을 보였다.

이화학적성질. 수원 415호 유색미와 일반미 전분의 물결합 능력은 Table 2와 같이 각각 87.04%, 88.48%로 큰 차이를 보

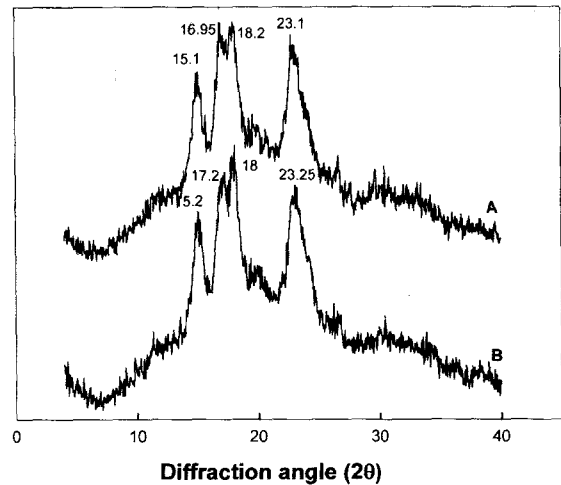


Fig. 1. X-ray diffraction patterns of Suwon-415 pigmented rice and non-glutinous rice starches. A: Suwon-415 pigmented rice. B: non-glutinous rice.

이지 않았다. 물결합능력은 전분입자의 수분흡수의 정도를 나타내는 것으로 전분입자 내에 분자들의 관여정도를 나타내며, 전분입자의 내부 치밀도가 낮은 것이 수분흡수가 크다고 하여¹⁸⁾ 수원 415호 유색미와 일반미 전분의 내부치밀도가 비슷함을 알 수 있었다.

수원 415호 유색미와 일반미 전분의 요오드 반응 결과(Table 2), 전분-요오드 복합체에 대한 625 nm에서 흡광도는 일반미가 수원 415호 유색미 보다 약간 높았으며, 최대흡수파장은 수원 415호 유색미 전분이 593 nm, 일반미 전분은 596 nm이었다. 요오드 반응은 전분의 직쇄상 분자의 상대적인 양을 나타내는 지표이므로 요오드 반응이 높다는 것은 직쇄상 분자가 많으므로 이들의 결과에 의해 수원 415호 유색미 전분은 일반미 전분 보다 요오드 반응이 낮으므로 직쇄상 분자가 적다는 것을 의미한다.

수원 415호 유색미 전분과 일반미 전분의 고유점도(Table 2)는 각각 107.5 ml/g, 145.8 ml/g으로 일반미 전분의 고유점도가 더 높게 나타났다. 고유 점도란 수용액내의 homogeneous high polymeric 분자들의 이동에 대한 내부 마찰이나 저항의 측정으로 주로 분자량, 사슬의 강직도, 용매의 성질에 따라 좌우되며 상대적인 분자크기에 대한 정확한 기준을 제공해주는 것으로

Table 3. Comparison of swelling power and solubility of Suwon-415 pigmented rice and non-glutinous rice starches

Sample	Swelling power					Solubility (%)				
	50°C	60°C	65°C	70°C	80°C	50°C	60°C	65°C	70°C	80°C
Suwon-415 pigmented rice	1.80	4.20	11.08	16.53	23.46	1.21	2.36	4.43	6.77	10.12
non-glutinous rice	2.41	5.62	12.67	17.07	25.13	0.98	3.25	4.87	7.76	13.03

Table 4. RVA pasting viscosity of rice starches

Sample	Weight (g)	Pasting temp. (°C)	Viscosity (RVU)					
			Peak viscosity	Trough	Final viscosity	Breakdown ¹⁾	Setback ²⁾	Consistency ³⁾
Suwon-415 pigmented rice	2.0	72.93	93.25	48.50	108.83	44.42	15.58	60.33
	2.5	71.68	192.08	76.08	152.54	116.00	-39.54	76.46
	3.0	70.53	304.96	93.71	181.42	211.25	-123.54	87.71
	3.5	70.23	532.21	123.09	246.25	409.13	-285.96	123.16
	4.0	69.63	753.13	157.54	309.59	595.59	-443.54	152.05
non-glutinous rice	2.0	71.30	76.00	36.29	90.13	39.71	14.13	53.84
	2.5	70.60	164.38	58.09	138.25	106.29	-26.13	80.16
	3.0	70.30	295.13	83.59	183.96	211.54	-111.17	100.37
	3.5	69.63	483.17	111.22	225.39	371.94	-257.78	114.17
	4.0	68.15	708.00	141.58	284.42	566.42	-423.58	142.84

¹⁾Difference between peak and trough.
²⁾Difference between final viscosity and peak.
³⁾Difference between final viscosity and trough (Total setback).

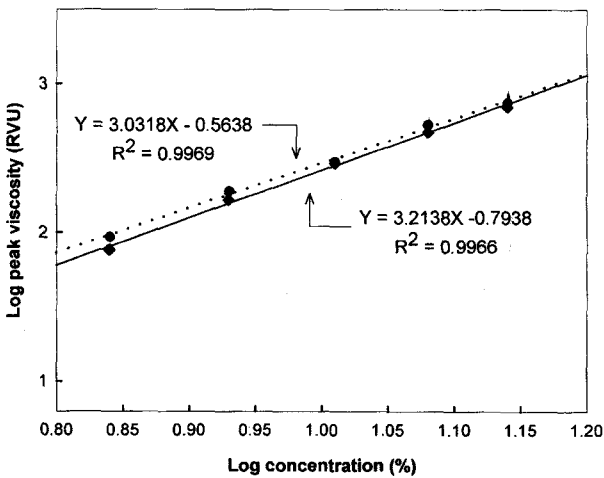


Fig. 2. Relationship between log peak viscosity and log concentration of rice starches. -●- : Suwon-415 pigmented rice. -▲- : non-glutinous rice.

알려져 있다.¹⁹⁾

수원 415호 유색미와 일반미 전분의 X-선 회절도에 의한 결정형은 Fig. 1과 같이 전형적인 A형을 보여 대부분의 곡류는 A형을 보인다고 발표한 Zobel²⁰⁾의 연구와 일치하는 결과였으며, 수원 415호 유색미와 일반미 간에 결정 강도의 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았다.

한편 Fig. 1를 이용하여 상대결정도를 면적비로 계산한 결과 (Table 2), 수원 415호 유색미와 일반미 전분은 각각 0.43, 0.41로 수원 415호 유색미가 더 높은 상대결정도를 보였다. 길 등²¹⁾은 상대결정도가 큰 품종의 전분은 열, 산, 알칼리 처리에 강

한 저항성을 보이고, 내부치밀도가 커서 수분흡수가 느리다고 하였다. 따라서 수원 415호 유색미 전분이 일반미 전분보다 내부치밀도가 크고 수분흡수가 느릴 것으로 예상된다.

팽윤력과 용해도. 수원 415호 유색미와 일반미 전분의 팽윤력과 용해도는 Table 3과 같이 온도가 상승함에 따라 증가하였다. 수원 415호 유색미 전분이 일반미 전분 보다 각각의 온도에서 팽윤력과 용해도가 더 낮은 것으로 나타났는데 이는 수원 415호 유색미 전분의 내부 치밀도가 크기 때문인 것으로 사료된다. 온도의 상승에 따른 용해도의 증가는 전분 분자의 linear fraction의 용출을 의미하는 것으로 알려져 있으며 입자 크기가 작을수록 팽윤력이 크고 비슷한 크기에서는 입자내의 결정성이 클수록 팽윤력이 낮은 것으로 알려져²²⁾ 수원 415호 유색미 전분의 팽윤력과 용해도 증가가 일반미 전분 보다 낮은 것은 입자크기의 영향도 있을 것이라 사료된다.

신속점도계에 의한 호화양상. 신속점도계를 이용하여 측정 한 전분의 농도별 호화특성 측정결과는 Table 4와 같다. 전분의 농도가 높아질수록 호화온도가 낮아지는 경향이었으며, 수원 415호 유색미와 일반미 전분의 최고 점도와 최저 점도는 각 농도에서 큰 차이가 없었다.

Breakdown 값이 낮은 것은 가열 호화되어 팽윤된 후에도 입자가 붕괴되지 않고 어느 정도 입자의 형태를 유지할 수 있음을 의미하는 것이므로 일반미 전분의 breakdown이 수원 415호 유색미 보다 낮기 때문에 팽윤된 후에도 입자의 형태를 유지할 수 있을 것이라 생각된다.

전분의 농도에 따른 최고점도와의 관계는 Fig. 2와 같이 직선관계를 보였으며, 수원 415호 유색미와 일반미 전분의 R²값은 각각 0.9969와 0.9966이었다.

참고문헌

1. Hizukuri, H., Shirasaka, K. and Juliano, B. O. (1983) Phosphorous and amylose branching in rice starch granules. *Starch* **35**, 348-353.
2. Maningat, C. C. and Juliano, B. O. (1980) Starch lipids and their effect on rice starch properties. *Starch* **32**, 76-81.
3. Juliano, B. O. (1982) Properties of rice starch in relation to varietal differences in processing characteristics of rice grain. *J. Jap. Soc. Starch Sci.* **29**, 305-309.
4. Shin, H. S. and Rhee, J. Y. (1986) Comparative studies on the lipid content and neutral lipid composition in nonglutinous and glutinous rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* **18**, 137-142.
5. Bhattacharya, K. R., Sowbhagya, C. M. and Indudhara-Swamy, Y. M. (1978) Importance of insoluble amylose as a determinant of rice quality. *J. Sci. Food Agric.* **29**, 359-364.
6. Kalichevsky, M. T., Orford, P. D. and Ring, S. G. (1990) The retrogradation and gelation of amylopectins from various botanical sources. *Carbohydr. Res.* **198**, 49-55.
7. Kim, M. S., Hahn, T. R. and Yoon, H. H. (1999) Saccharification and sensory characteristics of *Sikhe* made of pigmented rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**, 672-677.
8. Lee, Y. S., Cho, J. M. and Rhee, C. O. (2002) Physicochemical properties of pigmented rice (Suwon-415). *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**, 842-845.
9. Lee, Y. S., Cho, J. M. and Rhee, C. O. (2001) Gelatinization characteristics of pigmented rice starch (Suwon-415). *Food Sci. Biotechnol.* **10**, 397-402.
10. Yoon, H. H., Paik, Y. S., Kim, J. B. and Hahn, T. R. (1995) Identification of anthocyanins from Korean pigmented rice. *Agri. Chem. and Biotechnol.* **38**, 581-583.
11. Lee, Y. S., Jung, H. O. and Rhee, C. O. (2002) Quality characteristics of *Yukwa* added with pigmented rice. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* **18**, 529-533.
12. Kim, D. W., Eun, J. B. and Rhee, C. O. (1998) Cooking conditions and textural changes of cooked rice added with black rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* **30**, 562-568.
13. Medcalf, D. G. and Gilles, K. A. (1965) Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.* **42**, 558-568.
14. Williams, D. C., Kuzina, F. D. and Hlynka, I. (1970) A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem.* **47**, 411-420.
15. Corn Refiners Association (1982) In *Standard analytical methods. Method B-61* Washington D.C., USA.
16. Komiya, T. and Nara, S. (1986) Changes in crystallinity and gelatinization phenomena of potato starch by acid treatment. *Starch* **38**, 9-13.
17. Leach, H. W., McCowen, L. D. and Schoch, T. J. (1959) Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chem.* **36**, 534-544.
18. Halick, J. V. and Kelly, V. J. (1959) Gelatinization and pasting characteristics of rice varieties as related to cooking behavior. *Cereal Chem.* **36**, 91-94.
19. Leach, H. W. (1963) Determination of intrinsic viscosity of starches. *Cereal Chem.* **40**, 593-600.
20. Zobel, H. F. (1964) In *Method in Carbohydrate Chemistry*. Vol. 4. Academic Press, Inc., New York, p. 109.
21. Gil, B. I., Im, Y. S. and Ahn, S. Y. (1988) Physicochemical properties of rice starch and cooked rice hardness. *Agri. Chem. Biotechnol.* **31**, 249-254.
22. Wong, R. B. K. and Lelievre, J. (1982) Comparison of the crystallinities of wheat starches with different swelling capacities. *Starch* **34**, 159-164.

Physicochemical Properties of Pigmented Rice Starch (Suwon-415)

You-Seok Lee, Ji-Mi Cho and Chong-Ouk Rhee* (*Department of Food Science and Technology & Institute of Agricultural Science and Technology, Chonnam National University, Gwang-ju 500-757, Korea*)

Abstract: Physicochemical and gelatinization properties of Suwon-415 pigmented rice starch were determined. The median and mean particle sizes of Suwon-415 pigmented rice starch were 5.23 and 6.27 μm , whereas those of non-glutinous rice starch were 4.71 and 5.43 μm respectively. Water-binding capacity, iodine reaction and intrinsic viscosity of Suwon-415 pigmented rice starch were lower than those of non-glutinous rice starch. X-ray diffraction patterns showed traditional A type of cereals and relative crystalline of both samples showed no difference. Peak viscosity, breakdown and setback were increased with increasing weight of starches.

Key words: Suwon-415 pigmented rice, pigmented rice, starch, physicochemical properties

*Corresponding author