

제분방법별 쌀가루의 이화학적 특성

박용곤·석호문·남영중·신동화*
한국식품개발연구원, *전북대학교 식품가공학과

Physicochemical Properties of Various Milled Rice Flours

Yong-Kon Park, Ho-Moon Seog, Young-Jung Nam and Dong-Hwa Shin*

Korea Food Research Institute, Banwol, Kyonggi-do

** Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University, Chonju*

Abstract

The physicochemical properties of rice flours which were obtained by dry milling (blade, hammer, test and micro mill) and wet & dry milling (roller & micro mill) were investigated. The resulting flour particle sizes were reduced in the order that of blade, hammer, test, micro and roller & micro mill. Scanning electron microscopic examination showed that the starch granules were freed from the imbedding matrix as the particles became finer. The test-milled flour had the highest levels of starch damage, maltose value and hot-water soluble amylose content, and the blade-milled flour showed the lowest levels. Amylograph viscosity and gelatinization temperature of the flours decreased as the particles became finer, and the addition of Hg^{+2} increased the peak viscosity of the dry-milled flour pastes, whereas the wet & dry-milled flour did not show any changes. The blue values and λ max values of the iodine complex of the cold-water extractable α -D-glucan from flours were in the range of 0.023-0.029 and 518-522nm, respectively, indicating these materials were shown to be mainly composed of amylopectin-like polymer.

Key words: rice flour, milling, physicochemical properties

서 론

쌀은 세계적으로 가장 중요한 식량자원의 하나⁽¹⁾로서 우리나라에서는 오래 전부터 주식으로 이용되어 왔다. 그러나 근년들어 국민식생활 패턴이 변화됨에 따라 국민 1인당 쌀소비량은 매년 감소추세⁽²⁾에 있으며 이와 같은 경향은 앞으로도 계속될 전망이다. 따라서 쌀을 밥의 형태가 아닌 가공식품의 원료로서도 소비해야 할 필요성이 높아지고 있다.

이와 같은 쌀을 가공원료로서 이용하기 위해서는 우선 쌀을 분말화시켜야 할 경우가 많으며 분말화된 쌀가루의 90% 이상은 전분으로 구성⁽³⁾되어 있으므로 그 특성은 기본적으로 쌀전분의 특성에 의존하게 된다⁽⁴⁾. 따라서 쌀가루의 제조를 위해서는 전분의 아밀로오스와 아밀로펙

틴의 비율 및 호화양상등의 이화학적특성⁽⁵⁾등을 고려하여야 하지만 사용되는 제분기의 종류와 제분방법 또한 쌀가루의 기능성에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다⁽⁶⁾.

본 연구에서는 국내에서 이용가능한 제분기를 사용하여 쌀가루를 제조하고 제분방법이 쌀가루의 이화학적 특성에 미치는 영향을 검토하여 쌀가루의 기능적 특성을 살린 쌀가공 제품의 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

1986년도에 수확된 다수제 품종의 쌀인 삼강을 전북 정주시에서 구입하여 10분도미로 도정한 후 시료로 사용하였다.

Corresponding author: Yong-Kon Park, Korea Food Research Institute, 148-1, Dangsoo-ri, Banwol-myun Whasung-gun, Kyonggi-do 445-820

쌀가루의 제조

본 시험에 사용한 제분기 및 제분방법은 표 1과 같다. 즉 blade, hammer, test, micro mill 을 사용하여 건식으로 쌀가루를 제조하였고, roller mill 과 micro mill 을 병용한 경우에는 쌀을 실온에서 3시간 수침한 다음 탈수시키고 roller mill 로 1차 분쇄한 뒤 60°C 송풍건조기에서 건조시킨 후 micro mill 로 재분쇄하였다.

Table 1. Grinding methods

Type of mill	Grinding method
Blade (Myong Jong Machine Co., Korea)	Dry milling
Hammer (Dae Ga Machine Co., Korea)	Dry milling
Test (Bühler, No.20068, Switzerland)	Dry milling
Micro (Yakushin KV-50-6, Japan)	Dry milling
Roller & (Sam Jin Machine Works, Korea)	Wet & dry
Micro (& Yakushin, KV-50-6, Japan)	milling

입도분포

쌀가루 100g 을 표준메쉬 (60, 80, 100, 120, 140, 170, 200 및 230 메쉬) 가 연속적으로 올려진 진탕기 위에서 10분간 진탕한 후 각 메쉬에 통과하는 쌀가루의 양을 칭량하여 산출하였다.

색도

쌀가루의 색도는 color and color difference meter (Yasuda Seiki 사, UC 600 IV) 를 이용하였으며 이때 표준색판으로는 백색판 (L=89.2, a=0.921, b=0.78) 을 사용하였다.

표면구조

쌀가루의 표면구조는 scanning electron microscope (Akashi ISI-SS130, Japan) 를 사용하여 15KV 의 가속전압에서 1,000배로 관찰하였다.

이화학적 특성

전분손상도 및 말토오스 값은 AACC 법⁽⁷⁾에 따라, 물보유력은 Yamazaki 의 방법⁽⁸⁾에 따라 측정하였다. 열수가용성 아밀로오스의 함량은 Shanthy 등의 방법⁽⁹⁾에 따라 실시하였으며 이때 표준아밀로오스 용액은 감자 아밀로오스 (Sigma 사, U. S. A.) 를 사용하였다.

쌀가루의 호화특성은 Brabender amylograph 를 사용, 시료농도를 8%로 하여 전체적인 호화특성을 조사하였고, 편광현미경 하에서 전분의 복굴절성 소실온도에 가까운 온도를 조사하기 위해 시료농도를 15%로하여 호화개시 온도를 측정하였다. 유리아미노산은 최의 방법⁽¹⁰⁾에 따라 시료의 전처리를 행한 다음 아미노산 자동분석기 (LKB 4151 Alpha Plus Amino Acid Analyser) 를 사용하여 분리, 정량⁽¹¹⁾하였다.

쌀가루의 냉수추출 α -D-glucan 의 제조 및 특성

쌀가루의 냉수추출 α -D-glucan 은 Craig 등의 방법⁽³⁾에 의하여 정제하였다. 즉, 쌀가루에 1.67% 트리클로로아세트산 용액을 가하여 1시간 교반시킨 다음 원심분리 (4,000rpm, 20분) 하여 상정액을 얻었다. 상정액에 2배량의 에탄올을 가하고 원심분리하여 침전물을 모은 뒤 침전물을 증류수에 용해시키고 20% 염화나트륨 용액과 요드용액을 가하여 20분간 방치시킨 다음 원심분리하였다. 침전물을 에탄올성 염화나트륨 용액에 용해시킨 후 원심분리하여 침전물을 얻는 조작을 반복하여 얻은 침전물에 에탄올성 가성소오다 용액을 가하여 나타난 청색을 소실시킨 다음 원심분리 하였다. 얻어진 침전물을 에탄올성 염화나트륨 용액으로 잘 씻은 후 동결건조하여 α -D-glucan 을 분리, 정제하였다.

얻어진 α -D-glucan 은 Bourn 등의 방법⁽¹⁴⁾에 따라 요드용액 (0.2% I₂, 2% KI) 과 반응시켜 blue value 와 극대흡수파장 (λ max) 을 측정하였다.

결과 및 고찰

입도분포

제분방법별로 제조한 쌀가루의 입도분포를 측정된 결과의 그림 1과 같다.

Blade mill 을 사용하여 제조한 쌀가루가 가장 입도가 큼을 알 수 있으며 hammer, test, micro mill 의 순으로 입자가 미세하였다. 또한 roller mill 과 micro mill 을 병용하여 제조한 쌀가루는 micro mill 만을 사용한 시료와 전체적으로는 유사한 입도분포를 나타내었으나 200 및 230 메쉬에서의 분포도가 각각 40.7%, 17.0%로 다소 높았다. 일반적으로 쌀가루의 입도는 쌀가루의 기능성에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다⁽¹⁶⁾.

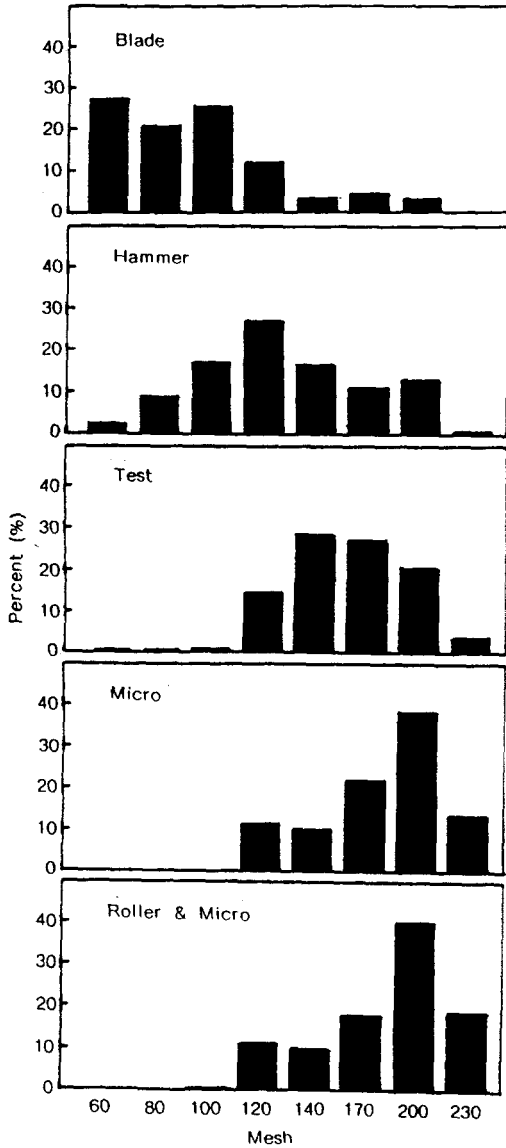


Fig. 1. Particle size distribution of rice flours.

색도

표 2는 제분방법별 쌀가루의 색도를 조사한 결과이다. 쌀가루의 색도는 쌀가루의 입자가 미세하여 짐에 따라 색의 밝기를 나타내는 L 값은 blade mill의 85.5에서 roller & micro mill의 93.4로 증가하였고, a(적색도)와 b(황색도)값은 감소하여 쌀가루의 입도와 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었으며, Nishita 등의 시험결과⁽¹⁶⁾

Table 2. Color & color difference meter readings of rice flours

Mill	L	a	b
Blade	85.5	1.61	7.02
Hammer	87.9	1.56	5.22
Test	91.3	1.23	5.20
Micro	92.2	1.29	4.54
Roller & Micro	93.4	1.03	2.88

L: Whiteness a: Redness b: Yellowness

와 유사한 경향이였다.

표면구조

그림 2는 쌀가루의 표면구조를 주사전자현미경으로 관찰한 결과이다. 쌀가루의 입도가 가장 큰 blade mill의 경우에는 전분입자들이 단백질 및 기타 세포물질들에 의해 두꺼운 막으로 덮혀 있어 개개의 전분입자를 관찰하기 어려웠으나 쌀가루의 입자가 미세하여 짐에 따라 이들 물질들 역시 미세하여져 전분입자의 관찰이 용이하였다.

이화학적 특성

제분방법별 쌀가루의 전분손상도, 말토오스값, 물보유력 및 열수가용성 아밀로오스의 함량을 측정된 결과는 표 3과 같다. 전분손상도의 경우에 있어서는 blade mill이 16.2%로 가장 낮았고 test mill이 30.4%로 가장 높은 값을 나타내었다. 특히 test mill의 경우 쌀가루의 입자가 가장 미세한 것으로 나타난 micro mill보다 전분의 손상도가 큰 것은 test mill은 밀의 제분에는 적합하나 전분손상도의 측면에서 살펴볼 때 쌀의 제분에는 적합하지 못한 것임을 말해주는 것으로 생각된다. 한편 roller mill과 micro mill을 병용한 쌀가루의 경우 전분의 손상도가 21.6%로서 micro mill만을 사용한 경우보다 낮은 값을 나타내어 건식제분은 습식제분 보다 전분의 손상도가 높아지게 된다는 일반적인 사실⁽¹⁴⁾과 관련이 있는 것으로 생각된다. 또한 말토오스값의 측정결과에 있어서도 test mill이 150으로 가장 높고 blade mill이 106으로 가장 낮은 값을 나타내어 전분의 손상도 측정결과와 잘 일치하는 경향이였다.

쌀가루의 물보유력을 측정된 결과 전분의 손상도가 가장 높은 test mill이 증류수에서 194.1, 알카리 조건하에서 185.3으로서 가장 높은 값을 보였으며, roller &

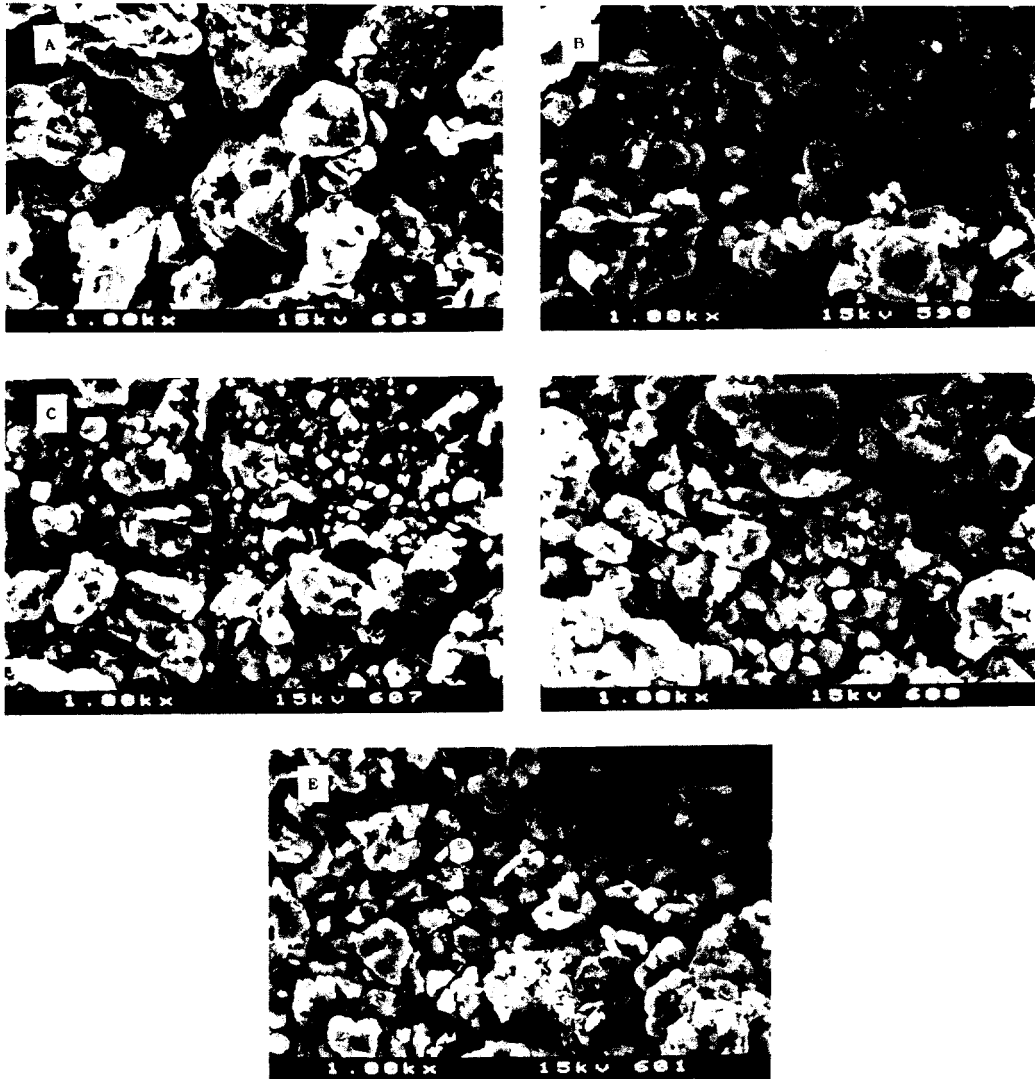


Fig. 2. Scanning electron micrographs of rice flours(X 1, 000)
 A, Blade; B, Hammer; C, Test; D, Micro E, Roller & Micro

Table 3. Some physicochemical properties* of rice flours

Mill	Damaged starch (%)	Maltose value (mg/10g)	Water retention capacity		Hot-water soluble amylose (%)
			Distilled	Alkaline	
Blade	16.2	106	163.4	154.3	9.16
Hammer	19.8	110	167.5	158.5	9.67
Test	30.4	150	194.1	185.3	10.26
Micro	25.4	140	176.9	163.0	9.82
Roller & Micro	21.6	128	158.5	156.7	9.40

* Each value is the average 5 separate determinations.

micro mill 이 각각 158.5 및 156.7로서 가장 낮은 값을 나타내었고, 전체적으로 살펴볼 때 알카리 조건이 증류수 조건 보다 다소 낮은 수치를 나타내었다. 물보유력은 제빵적성에 큰 영향을 미치는 인자로서 전분의 손상도와 밀접한 관련을 갖고 있으며, 전분의 손상도가 클수록 빵의 부피와 질은 저하되는 것으로 알려져 있다⁽¹⁵⁾.

열수가용성 아밀로오스 함량의 측정결과에 있어서도 blade mill 이 9.16%로 가장 낮고 test mill 이 10.26%로 가장 높아 전분의 손상도가 증가함에 따라 아밀로오스의 추출이 다소 용이하게 된다는 보고⁽¹⁶⁾와 같은 경향이 었다.

표 4는 쌀가루의 호화특성을 아밀로그래프를 사용하여 조사한 결과이다.

쌀가루의 농도를 8%로 하여 호화개시 온도를 측정 한 결과 blade mill 이 71.7°C로 가장 높았고 roller & micro mill 이 65.7°C로 가장 낮았으며, 쌀가루의 농도를 15%로 하여 측정 한 결과에서는 8%로 한 경우에 비해 6~10°C정도 호화개시 온도가 낮아지게 됨을 알 수 있다. 최고점도의 경우 hammer 와 blade mill 이 840~853 B.U. 정도로 가장 높고 roller & micro 와 micro mill 이 535~725 B.U.로 가장 낮아 대체적으로 쌀가루의 입자가 미세하여 짐에 따라 최고점도가 감소하는 경향이 었다. 그러나 습식과 건식을 병용한 roller & micro mill 의 경우 호화개시 온도 및 최고점도가 다른 처리구에 비해 특히 낮은 점은 흥미있는 사실로 생각된다.

표 5는 제분방법별 쌀가루 현탁액의 아밀로그래프상 최고점도에 대한 쌀가루에 잔존하는 α-아밀라아제의 영향을 증류수와 염화수은용액 (10⁻³ M)의 존재하에서 비교한 결과이다.

Table 5. Effect of α-amylase on peak viscosity of rice flour slurry

Mill	(8%, dry basis)	
	Peak viscosity (B.U.)	
	Distilled water	10 ⁻³ M mercuric chloride
Blade	835	960
Hammer	840	960
Test	740	860
Micro	750	850
Roller & micro	535	535

Blade, hammer, test 및 micro mill 을 이용하여 건식제분한 쌀가루의 경우, 수은의 존재하에서 125~100 B. U. 정도 점도가 높아짐을 보였으나 roller & micro mill 의 경우에는 점도의 차이를 나타내지 않았다. 이와 같은 사실은 α-아밀라아제의 활성이 강한 찹쌀가루의 경우, 수세하게 되면 잔존하는 α-아밀라아제가 유실되게 되어 최고점도가 상승하게 되며⁽¹⁷⁾, 멥쌀의 경우에도 α-아밀라아제를 불활성화 시키게 되면 최고점도가 상승하게 된다는 연구결과⁽¹⁸⁾로 미루어 볼 때 쌀에 소량 잔존하여 있던 α-아밀라아제가 습식제분을 위해 쌀을 수침하는 과정에서 유실되었기 때문인 것으로 생각된다.

제분방법별 쌀가루의 유리아미노산 함량을 측정 한 결과는 표6과 같다.

쌀가루의 주된 아미노산으로는 세린, 알라닌, 글루탐산, 글리신, 아스파르트산등의 순으로 그 함량이 높았고, 건식제분한 쌀가루는 전분의 손상도가 높아짐에 따라 유리아미노산의 함량이 다소 증가하는 경향이 었다. D'Appollonia 등⁽¹⁹⁾에 의하면 과도한 제분은 밀단백질의 약

Table 4. Amylogram characteristics of rice flours

Mill	Initial pasting temp. (°C)		Maximum viscosity (B.U.)	Height at 95°C (B.U.)	15min hold height (B.U.)	Break-down (B.U.)
	8%	15%				
	Blade	71.7				
Hammer	70.1	63.7	840	840	590	250
Test	67.2	57.6	740	740	485	255
Micro	68.7	60.0	725	725	495	230
Roller & Micro	65.7	55.5	535	535	355	180

Table 6. Free amino acid composition of rice flours

Amino acid	Mill				
	Blade	Hammer	Test	Micro	Roller & Micro
Aspartic acid	0.60	0.71	0.78	0.78	0.24
Threonine	-	-	-	-	-
Serine	3.44	3.56	3.89	3.69	0.99
Glutamic acid	1.10	1.23	1.49	1.42	1.43
Proline	0.40	0.42	0.48	0.50	0.47
Glycine	0.77	0.82	0.96	0.87	0.40
Alanine	2.61	2.69	2.84	3.31	1.10
Cystine	0.19	0.17	0.25	0.31	0.08
Valine	0.45	0.48	0.52	0.49	0.35
Methionine	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09
Isoleucine	0.19	0.32	0.43	0.30	0.20
Leucine	0.36	0.43	0.52	0.41	0.44
Tyrosine	0.27	0.29	0.34	0.29	0.31
Phenylalanine	0.26	0.33	0.37	0.33	0.30
Histidine	0.24	0.24	0.31	0.23	0.21
Lysine	0.17	0.18	0.17	0.16	0.16
Arginine	0.32	0.33	0.26	0.29	0.30
Total amino acid	11.44	12.28	13.69	13.46	6.07

한 결합부위와 펩티드 및 이황화 결합의 절단을 야기시킴으로서 아미노그룹 및 저분자량 단백질의 함량이 증가하게 됨을 보고한 바 있다. 그러나 습식과 건식을 병용한 roller & micro mill의 경우 비록 입자가 미세함에도 불구하고 총유리아미노산의 함량이 건식제분에 비해 50%정도의 낮은 수준을 나타내는 것은 쌀을 수침, 탈수하는 과정에서 유실되어진 결과로 생각된다.

쌀가루 냉수추출 α -D-glucan의 특성

쌀가루 냉수추출물의 α -D-glucan 과 쌀에서 분리한 아밀로오스와 아밀로펙틴의 몇가지 성질을 비교한 결과는 표 7과 같다.

α -D-glucan의 추출율은 blade mill이 0.32%로 가장 낮고 roller & micro mill이 1.47%로 가장 높은 값을 나타내었다. 한편 전분의 직쇄상성분의 양을 상대적으로 비교할 수 있는 blue value의 측정결과 쌀가루에서 추출된 α -D-glucan은 0.023~0.029정도이였으며, 아밀로오스 및 아밀로펙틴의 경우에는 각각 0.78 및 0.045를 나타내어 α -D-glucan은 아밀로펙틴에 가까운 것임을 알 수 있다. 또한 극대흡수과장의 측정결과에 있어서

Table 7. Properties of cold water extractable α -D-glucan in rice flours and rice starch fractions

Mill	Extraction yield (g/100g rice flour)	Blue value	λ_{max} (nm)	Optical density at λ_{max}
Blade	0.32	0.026	518	0.160
Hammer	0.64	0.029	521	0.176
Test	1.24	0.029	522	0.178
Micro	1.10	0.026	520	0.168
Roller & Micro	1.47	0.023	522	0.151
Starch	-	0.227	604	0.348
Amylose	-	0.780	640	0.979
Amylopectin	-	0.045	531	0.218

도 α -D-glucan은 518~522nm의 범위로서 아밀로펙틴의 531nm에 가까운 값을 나타내어 쌀가루에서 냉수 추출된 α -D-glucan은 아밀로펙틴에 유사한 성질을 지닌 물질임을 알 수 있다.

실제 전분은 냉수에 불용이지만 전분에 과도한 손상을 가할 경우 냉수에 추출되어지는 물질은 대부분 아밀로펙틴에 해당되는 것으로서 따라서 냉수에 추출되지 않는 성분의 경우에는 아밀로펙틴의 함량이 상대적으로 감소됨에 따라 요드와의 친화력이 더욱 높아지게 되며⁽¹²⁾, 제분을 장시간 실시할 경우에도 전분중의 아밀로오스 성분에는 큰 변화를 일으키지 않지만 아밀로펙틴의 분지점에 주로 영향을 미치는 것으로⁽²⁰⁾ 알려져 있다.

본 시험의 결과, 냉수추출 α -D-glucan의 추출율은 제분방법에 따라 상당한 차이를 나타내었으나 blue value 및 극대흡수 과장에 있어서는 뚜렷한 경향을 볼 수 없어 향후 이에 대한 보다 면밀한 검토가 필요한 것으로 사료된다.

요 약

여러 종류의 제분기를 사용하여 건식(blade, hammer, test, micro mill) 및 습식과 건식병용(roller & micro mill)으로 제조한 쌀가루의 이화학적 특성을 조사하였다. 쌀가루의 입자는 blade, hammer, test, micro mill 및 roller & micro mill의 순으로 점차 미세하였으며, 입자가 미세하여 짐에 따라 색의 밝기를 나타내는 L값은 증가한 반면 a값(적색도) 및 b값(황색도)은 감소하였다. 쌀가루의 표면구조를 주사전자현미경

으로 관찰한 결과 입자가 미세하여 집에 따라 개개의 전분입자의 관찰이 용이하였다. 전분의 손상도, 말토오스 값 및 열수가용성 아밀로오스의 함량은 blade mill 이 가장 낮았고 test mill 이 가장 높았다.

아밀로그람상 호화개시 온도와 최고점도는 입자가 미세하여 집에 따라 점차 낮아졌으며, 건식제분한 쌀가루 현탁액의 최고점도는 잔존하는 α -아밀라아제에 의해 감소경향을 나타내었으나 습식과 건식을 병용한 쌀가루에서는 최고점도의 변화가 없었다. 건식제분의 경우 유리아미노산의 함량은 전분의 손상도가 증가함에 따라 다소 증가하였다.

쌀가루로부터 추출한 냉수가용 α -D-glucan 의 blue value 는 0.023~0.029, 극대흡수파장은 518~522nm 정도의 범위를 나타내어 이들 물질은 아밀로펙틴에 유사한 성질을 지니고 있었다.

문 헌

1. Juliano, B.O. : Rice *J. Plant Foods*, **6**, 129(1985)
2. 농업협동조합중앙회 : 농협연감, p.67(1986)
3. Juliano, B.O. : Polysaccharides, protein and lipids of rice, In *Rice Chemistry and Technology*, 2nd ed., A.A.C.C., St. Paul, MN., p.59(1985)
4. Bean, M.M. : Rice flour ; Its functional variations. *Cereal Foods World*, **31**(7), 477(1986)
5. Bean, M.M. and Nishita, K.D. : Baking flours. In *Rice Chemistry and Technology*, 2nd ed., A.A.C.C., St. Paul, MN., p.540(1985)
6. Nishita, K.D. and Bean, M.M. : Grinding methods : Their impacts on rice flour properties. *Cereal Chem.*, **59**(1), 46(1982)
7. A.A.C.C. : *Approved methods*, 8th ed., American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN., 76-30A(1983)
8. Yamazaki, W.T. : An alkaline water retention capacity test for the evaluation of cookie baking potentialities of soft winter wheat flours. *Cereal Chem.*, **30**, 242(1953)
9. Shanthy, A.P., Sowbhagya, C.W. and Battacharya, K.R. : Simplified determination of water-insoluble amylose content of rice. *Stärke*, **32**(12), 409(1980)
10. 최홍식 : 쌀밥의 향미에 관한 연구, 동국대학교 박사학위논문 (1976)
11. 석호문 : Roasting 온도가 쌀보리 맥아의 향기생성에 미치는 영향, 중앙대학교 박사학위논문 (1987)
12. Craig, S.A.S. and Stark, J.R. : The effect of physical damage on the molecular structure of wheat starch, *Carbohydrate Research*, **125**, 117(1984)
13. Hassid, W.Z. and Neuffld, E.F. : Quantitative determination of starch in plant tissues, In *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R.L.(ed.), Academic Press, New York, Vol. 4, p.33(1964)
14. Bourne, E.J., Haworth N., Macey, A. and Peat, S. : The amylolytic degradation of starch. *J. Chem. Soc.*, 924(1948)
15. Takano, H., Toyoshima, H., Watanabe, A., Koyanagi, Y. and Tanaka, Y. : Effect on rheological properties and bread making properties of composite rice-wheat flour in relation to the difference in particle size of the rice flour. *Rept. Matl. Food Res. Inst.*, **48**, 43(1986)
16. Evers, A.D. and Stevens, D.J. : Starch damage, In *Cereal Science and Technology*, Pomeranz, Y. (ed.), A.A.C.C., St. Paul, MN., Vol. 7, p.335(1986)
17. Horiuchi, H. : Studies on the cereal starches : Part VII. Correlation among the amylograph characteristics of rice starch and flour. *Agr. Biol. Chem.*, **31**(9), 1003(1967)
18. Shibuya, N., Suzuki, N. and Iwasaki, T. : Effect of endogenous α -amylase on the amylogram of milled rice flour. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.*, **30**(3), 284(1983)
19. D'Appolonia, B.L. and Gilles, K.A. : Protein alteration in flour damaged by balling-milling and roller milling. *Cereal Chem.*, **44**, 324(1967)
20. Meuser, F., Klingler, R.W. and Niediek, E.A. : Separation of starch molecules by high performance liquid chromatography. *Getreide Mehl. Brot.*, **33**, 295(1979)

(1988년 3월 18일 접수)