

취반미의 관능적 특성에 따른 쌀의 분류 및 쌀전분의 이화학적 특성

장경아 · 신명곤* · 홍성희** · 민봉기*** · 김광옥
이화여자대학교 식품영양학과, *중경산업대학교 식품과학과,
농산물가공기술연구소, *한국식품개발연구원

Classification of Rices on the Basis of Sensory Properties of Cooked Rices and the Physicochemical Properties of Rice Starches

Kyung-Ah Jang, Myung-Gon Shin*, Sung-Hee Hong**, Bong-Ki Min*** and Kwangok Kim*

Department of Foods and Nutrition, Ewha Womans University

**Department of Food Science, Joongkyoung Sanup University*

***Institute for Agricultural Food Technology, ***Korea Food Research Institute*

Abstract

Sensory properties of cooked rice were affected by the varieties and growing environments of the rice. Moistness, cohesiveness, and adhesiveness of cooked rice were highly and positively correlated each other, whereas firmness was negatively correlated with these attributes. Sixty rice samples which differed in varieties and/or growing environments were divided into four groups based on their textural properties through principal component analysis and cluster analysis. Quality type I showed the highest values for moistness, cohesiveness, and adhesiveness, and the lowest values for firmness of cooked rice. On the other hand, quality type IV showed just the opposite values. There was no significant difference among rice starches in amylose content ($P < 0.05$). A17 (type III) and A09 (type IV) had higher blue values for starch and amylopectin than the other samples (type I and II). On the amylogram, these samples showed lower values for breakdown and higher values for setback than the other samples. Average degree of polymerization, average chain length, and average number of chains for amylose and amylopectin were 597-878 and 2660-3140, 140-230 and 17-19, and 3.1-4.9 and 140-170, respectively.

Key words: rice, sensory properties, molecular structure

서 론

취반미의 이화학적 및 관능적 특성에 영향을 미치는 인자는 쌀의 유전인자(품종)와 재배환경(풍토 및 기후), 취급 및 저장조건, 쌀의 취반조건 등 여러가지가 있다^(1,2). 아밀로스 함량은 쌀의 취반 및 식미 특성과 밀접한 관계가 있는 중요한 인자로 보고되고 있으며⁽³⁾, 일반적으로 아밀로스 함량이 낮은 취반미는 촉촉하고 응집성이 있는 반면, 아밀로스 함량이 높은 취반미는 건조하고 응집성이 없다⁽⁴⁾. 아밀로스 함량은 기후 및 토양 조건에 상당히 민감하게 영향을 받으며⁽¹⁾ 같은 품종의 시료내에서도 아밀로스 함량이 6%까지 차이를 보일 수 있으며 이러한 차이는 곡식이 익을 때의

기온 차에 기인된다고 한다⁽⁵⁾.

쌀 품종간에 있어 특성 차이가 나타나는 것은 백미 고형분의 약 90%를 차지하는 전분의 분자구조적 차이에 주로 기인된다고 여겨지며, 특히 아밀로펙틴의 분자구조는 쌀의 점탄성에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다^(6,7). 아밀로스 함량이 유사하지만 gel consistency가 다르고, 아밀로스 함량이 높은 세 종류의 쌀에 관한 Juliano 등⁽⁸⁾의 연구 결과, 단단한 gel을 형성하는 쌀(더 단단하고 응집성 적은 취반미를 만드는 쌀)은 물렁물렁한 gel을 형성하는 쌀보다 아밀로펙틴 분자내에 더 긴 직선상의 사슬 부분을 지녔으며, 긴 사슬 아밀로펙틴은 요오드 결합력을 뚜렷하게 증가시켰다고 보고되었다. 또한 아밀로스 함량이 낮은 쌀과 높은 쌀간에 아밀로펙틴 구조에서 차이가 있다는 보고도 발표되고 있다⁽⁶⁾.

주성분분석⁽⁹⁾은 한 실험에서 측정변수가 많아 각 변

Corresponding author: Kwangok Kim, Department of Foods and Nutrition, Ewha Womans University, 11-1 Dahyun-dong, Seodaemun-ku, Seoul 120-750, Korea

수를 가지고 일정한 결론을 이끌어 내기 어려울 때, 상관관계가 높은 변수들을 하나의 다른 차원으로 묶어 줌으로써 자료에서 얻을 수 있는 정보의 큰 손실없이 원래 변수의 차원을 몇가지 차원으로 줄이는 데 그 목적이 있다. 군집분석⁽¹⁰⁾은 반응값이 근사한 시료들을 묶어줌으로써 비슷한 특성을 가지는 시료들을 분류할 수 있게 해 준다.

본 연구에서는 국내에서 생산되는 산지와 품종이 다른 60종류 쌀에 대해 취반미의 관능적 특성을 평가하여 이들 특성간의 상관관계를 알아 보고 관능적 특성을 기준으로 하여 쌀을 분류해 보고자 하였다. 또한 관능적 특성에 따라 분류된 쌀을 몇가지 선택하여 쌀 전분의 이화학적 및 분자구조적 특성을 조사하고 관능적 특성과의 관계를 알아 봄으로써 쌀의 품질과 관련된 기초자료를 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 I. 산지와 품종이 다른 취반미의 관능적 특성 및 분류

실험재료

본 실험에 사용된 쌀은 산지와 품종이 다른 60종류 쌀(11지역 33품종)로 각 도의 농촌진흥청 및 작물시험장에서 1992년 가을에 수확한 것이었다(Table 1). 모든 쌀 시료는 1회 실험용으로 나누어 폴리에틸렌 주머니에 넣고 밀봉하여 실험 전까지 4°C에서 보관하였다.

취반미의 제조

600 g의 쌀을 가볍게 저으면서 물로 6회 수세한 후 쌀과 물의 총무게가 수세전 쌀(수분함량 13.5% 기준) 무게의 2.45배에 해당되게 물을 가하여 취반/보온겸용 전기보온밥솥(MAMA, MHC-510, 마마전기)으로 취반하였다. 뜸 신호가 보온 신호로 바뀌면 즉시, 밥솥 중심부의 밥을 다른 용기에 옮겨 담고 밥알이 부서지지 않도록 주의하면서 고루 섞은 후, 약 50 g씩의 시료를 뚜껑이 있는 사기용기에 담아서 스티로폼 보온기에 넣어 칸막이가 되어 있는 개인검사대 위에 제시하였다. 각 시료에는 난수표를 사용하여 선택한 세자리 숫자를 표시하였으며 평가 사이사이에 입을 헹굴 수 있도록 증류수를 제공하였다.

관능검사

관능검사에 관심과 경험이 있는 식품학 전공 대학

원생 10명을 관능검사원으로 선정하여 주 4회씩 약 6개월에 걸쳐 취반미의 특성과 강도에 대한 훈련을 실시한 후, 취반미의 색깔(황색도), 윤기, 밥알간의 뭉치는 정도(agglomeration), 밥알의 온전도(intactness), 부푼 정도(plumpness), 단냄새, 경도, 응집성, 부착성, 촉촉한 정도 및 단맛 등 11가지 관능적 특성을 9점척도로 평가하게 하였다. 각 특성은 척도상에 점수가 작을수록 강도가 약해지고 점수가 클수록 강해지는 것을 나타내도록 하였다.

통계분석

본 검사는 시간이 지남에 따른 시료의 변화와 관능검사원에 의한 미각의 둔화현상을 최소화하기 위해, 제한된 형태의 균형 불완비 블록 디자인(balanced incomplete block design)을 이용하여 수행하였다. 즉, 1회 관능검사시 각 관능검사원이 평가하는 시료의 수를 3개로 제한하였고 10명의 관능검사원을 10개의 블록으로 취급하였으며 10회에 걸친 관능검사를 실시함으로써 결과적으로 각 시료당 평가회수는 5회가 되었다. 산지 및 품종별로 일원분산분석(one-way analysis of variance)을 하였으며 특성들간의 상관관계를 알아 보았다. 또한 60종류 시료에 대해 11가지 관능적 특성의 강도에 대한 평균값을 적용하여 주성분분석(principal component analysis)⁽⁹⁾과 군집분석(cluster analysis : Ward's minimum variance method)⁽¹⁰⁾을 하였다. 모든 통계분석은 통계패키지 SAS(statistical analysis system)⁽¹¹⁾를 사용하여 수행되었다.

실험 II. 쌀 전분의 이화학적 및 분자구조적 특성

실험재료

취반미의 관능적 특성을 기준으로 하여 분류된 4군에서 각각 선택된 4종류의 시료 : 품질군 I (H13, 전북오대), 품질군 II (H17, 전북추청), 품질군 III (A17, 작시추청), 품질군 IV (A09, 작시화진)에 한하여 전분의 이화학적 및 분자구조적 특성을 조사하였다.

전분의 분리

쌀 전분은 알칼리 침지법⁽¹²⁾에 의해 분리하였으며 분리된 전분은 40°C에서 열풍건조하여 60 mesh 표준망을 통과할 정도로 분쇄한 후 4°C에서 보관하였다.

전분의 분획

Montgomery와 Senti⁽¹³⁾, 정⁽¹⁴⁾의 방법에 따라 전분을 85%의 n-butanol 용액으로 전처리한 후 아밀로스와 아

Table 1. Coding of 60 rice samples

Variety (code)	Region (code)											
	Suwon (A)	Iri (B)	Milyang (C)	Kyunggi (D)	Gangwon (E)	Choong book(F)	Choong nam(G)	Jeon book(H)	Jeon nam(I)	Kyung book(J)	Kyung nam(K)	Standard (L)
01	A01											
02	A02											
03	A03											
04	A04											
05	A05											
06	A06											
07	A07											
08	A08											
09	A09											
10	A10											
11	A11											
12	A12											
13	A13			D13	E13	F13		H13		J13		
14	A14											
15	A15											
16	A16											
17	A17			D17		F17	G17	H17		J17	K17	
18		B18				F18	G18	H18	I18	J18	K18	
19			C19									
20			C20									
21			C21					H21				
22			C22									
23			C23									
24			C24									
25			C25				G25	H25	I25	J25	K25	L25
26					E26							
27					E27							
28							G28		I28	J28	K28	
29								H29				
30								H30				
31								H31				
32								H32				
33								H33				

A, B, C=Crop Experiment Station in Suwon, Kyunggi; Iri, Honam; Milyang, Kyungnam, respectively. D, E, F, G, H, I, J, K, L=Rural Development Administration in Hwasung, Kyunggi; Chooncheon, Gangwon; Chungju, Choongbook; Daejeon, Choongnam; Iri, Jeonbook; Naju, Jeonnam; Daegu, Kyungbook; Jinju, Kyungnam, respectively (K=L). 01=Jangan, 02=Hwasung, 03=Obong, 04=Gumoo, 05=Jinbu, 06=Ilpum, 07=Chungmyung, 08=Jinmi, 09=Hwajin, 10=Seoan, 11=Jinbuol, 12=Soback, 13=Odae, 14=Sangpoong, 15=Anjoong, 16=Seohae, 17=Chuchung, 18=Dongjin, 19=Sangju, 20=Youngnam, 21=Palgong, 22=Youngduck, 23=Donghae, 24=Hwayoung, 25=Nagdong, 26=Yeomyung, 27=Bonggwang, 28=Seomjin, 29=Tamjin, 30=Youngsan, 31=Daechung, 32=Woonbong, 33=Gyehwa.

밀로펙틴으로 분획하였으며 Takeda 등^(6,15)의 방법으로 결정화하여 회수하였다.

아밀로스 함량

쌀 전분의 아밀로스 함량은 Williams 등⁽¹⁶⁾의 요오드 비색법에 따라 spectrophotometer (Spectronic 601, Milton Roy Co., U.S.A.)를 이용하여 625 nm에서 흡광도를 측정하여 구하였다.

청가(Blue value)

쌀 전분의 청가는 Gilbert와 Spragg⁽¹⁷⁾의 방법으로 측

정하였다. 즉, 시료 10 mg을 5 ml의 dimethyl sulfoxide (DMSO)에 용해시킨 후 2 ml의 요오드 용액을 가하고 증류수로 100 ml로 정용한 후, spectrophotometer를 이용하여 680 nm에서 흡광도를 측정하였다.

아밀로그래프 특성

시료의 호화양상은 Bhattacharya와 Sowbhagya⁽¹⁸⁾의 방법에 따라 다음과 같이 Brabender/Visco/Amylograph (Brabender, Model 800200, West Germany)를 이용하여 측정하였다. 시료의 농도를 8%(db, w/w)로 하여 1.5°C/

min의 가열속도로 35°C에서 95°C까지 가열하고 95°C에서 30분간 유지한 후 다시 같은 속도로 50°C까지 냉각하였다. 이때 얻어진 아밀로그래프으로부터 호화개시 온도, 최고점도, 95°C에서의 최종점도, breakdown 및 setback를 구하였다.

평균 중합도

아밀로스와 아밀로펙틴의 평균 중합도(D.P.n)는 포도당을 표준당으로 하여 phenol-sulfuric acid 방법⁽¹⁹⁾에 의해 측정된 총 탄수화물의 양을 변형된 Park-Johnson 방법⁽²⁰⁾으로 측정된 환원력으로 나누어 계산하였다.

평균 사슬길이

아밀로스와 아밀로펙틴의 평균 사슬길이는 iso-amylolysis⁽¹⁴⁾를 이용하여 측정하였다. 즉 시료 5 mg을 함유하는 시료용액 5 ml에 0.2 M acetate buffer (pH 3.5) 1 ml와 isoamylase (I-2758, from Pseudomonas amyloclavata, Sigma) 200 units (1 unit : 1 시간에 0.1 A610을 증가시키는 양)를 첨가하여 45°C에서 24시간 반응시킨 후 끓는 수욕조에서 5분간 가열하여 효소를 불활성화시켰다. 이때 침전된 효소를 여과하여 제거하고 상층액 1 ml를 10배 희석하여 phenol-sulfuric acid 방법⁽¹⁹⁾에 의해 측정된 총탄수화물의 양을 Somogyi-Nelson 방법⁽²¹⁾에 의해 측정된 환원당량으로 나누어 계산하였다.

통계분석

아밀로스 함량 및 청가는 각 시료당 3회 반복 측정하였고 아밀로그래프 특성, 평균 중합도 및 평균 사슬길

이는 각 시료당 2회 반복 측정하였으며 일원분산분석을 한 후 Tukey's studentized range test로 시료간의 평균값들을 다중비교하였다. 모든 통계분석은 통계패키지 SAS를 사용하여 수행되었다.

결과 및 고찰

실험 1. 산지와 품종이 다른 취반미의 관능적 특성 및 분류

산지와 품종이 다른 60종류 취반미의 관능적 특성

산지와 품종이 다른 60종류 취반미에 대해 평가한 11가지 관능적 특성 중 밥알의 온전도(IN)를 제외한 모든 특성들에 있어 시료간에 유의적인 차이가 나타났다(Table 2). 응집성(CO), 부착성(AD) 및 촉촉한 정도(MO)는 서로 높은 양의 상관관계를 나타냈고, 경도(FI)는 이들 특성과 높은 음의 상관관계를 나타냈다(Table 3).

동일한 산지에 있어 품종에 따른 취반미의 관능적 특성

비교적 다양한 품종이 재배된 수원, 밀양 및 전북지역에 한하여 같은 재배지역에서 생산된 다양한 벼품종들 사이의 관능적 특성 차이를 알아보기 위해 일원분산분석한 결과 수원산의 경우 모든 특성에 있어, 밀양산의 경우 밥알의 온전도(IN)와 단맛(ST)을 제외한 모든 특성들에 있어, 그리고 전북산의 경우는 윤기(GL), 밥알의 온전도(IN), 단냄새(SO) 및 단맛(ST)을 제외한 모든 관능적특성에 있어 품종간에 통계적으로 유의적 차이를 나타내어 품종이 취반미의 관능적 특

Table 2. F-values¹⁾ for sensory attributes of cooked rice samples of different varieties and/or growing regions

Sensory ²⁾ attributes samples	Among 60 rice Suwon	Among varieties in the same region			Among regions for the same variety			
		Milyang	Jeonbook	Odae	Chuchung	Dongjin	Nagdong	
CL	3.15***	2.27*	3.44*	3.79**	4.41**	3.43*	2.40 ^{NS}	2.74*
GL	3.53***	2.83**	6.92***	1.76 ^{NS}	0.73 ^{NS}	0.70 ^{NS}	3.00**	2.27 ^{NS}
AG	6.32***	7.05***	11.81***	2.48*	1.59 ^{NS}	4.21**	10.33***	6.81***
IN	1.34 ^{NS}	1.86*	1.21 ^{NS}	0.95 ^{NS}	0.93 ^{NS}	0.59 ^{NS}	1.14 ^{NS}	1.58 ^{NS}
PL	4.52***	4.08**	8.54***	2.27*	0.64 ^{NS}	4.33**	3.35*	2.93*
SO	1.74***	1.91*	3.22*	1.77 ^{NS}	0.78 ^{NS}	0.56 ^{NS}	1.95 ^{NS}	1.24 ^{NS}
FI	5.30***	6.91***	4.84**	3.35**	2.51 ^{NS}	3.81**	4.60**	7.08***
CO	6.70***	7.49***	14.00***	4.33***	0.94 ^{NS}	6.18***	6.39***	4.05**
AD	5.95***	8.71***	5.50***	4.43***	2.02 ^{NS}	7.74***	3.85**	3.26*
MO	4.96***	6.37***	5.58***	4.42***	3.25*	6.40***	6.86***	2.97*
ST	2.17***	2.41**	2.40 ^{NS}	1.96 ^{NS}	1.52 ^{NS}	1.05 ^{NS}	4.43**	3.46*

¹⁾*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, NS=not significant

²⁾CL=Color, GL=Glossiness, AG=Agglomeration, IN=Intactness of grains, PL=Plumpness, SO=Sweet odor, FI=Firmness, CO=Cohesiveness, AD=Adhesiveness, MO=Moistness, ST=Sweet taste

Table 3. Correlation coefficients among sensory attributes of 60 cooked rice samples

CL ²⁾	GL	AG	IN	PL	SO	FI	CO	AD	MO	ST
CL	-.107 ^{NS}	.042 ^{NS}	.020 ^{NS}	.029 ^{NS}	-.168**	.156**	-.122*	-.076 ^{NS}	-.221***	-.160**
GL		.451***	-.046 ^{NS}	.439***	.252***	-.337***	.452***	.326***	.316***	.265***
AG			.197***	.586***	.187*	-.508***	.526***	.458***	.460***	.300***
IN				-.228***	.017 ^{NS}	.120*	-.151**	-.218***	-.099 ^{NS}	-.094 ^{NS}
PL					.376***	-.417***	.530***	.495***	.437***	.468***
SO						-.187**	.198***	.147*	.203***	.456***
FI							-.613***	-.553***	-.612***	-.408***
CO								.756***	.621***	.412***
AD									.561***	.397***
MO										.541***
ST										

¹⁾*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, NS=Not significant

²⁾CL=Color, GL=Glossiness, AG=Agglomeration, IN=Intactness of grains, PL=Plumpness, SO=Sweet odor, FI=Firmness, CO=Cohesiveness, AD=Adhesiveness, MO=Moistness, ST=Sweet taste

성을 결정하는 중요한 인자임을 보여 주었다(Table 2).

동일한 품종에 있어 산지에 따른 취반미의 관능적 특성 비교적 여러 지역에서 재배되고 있는 오대, 추청, 동진 및 낙동 품종에 한하여 각 특성별로 일원분산분석한 결과 오대 품종의 경우 산지가 다른 시료들간에 색깔(CL)과 촉촉한 정도(MO)를 제외한 모든 특성들에 있어 유의적 차이를 나타내지 않았으나, 추청, 동진 및 낙동 품종의 경우에는 밥알의 온전도(IN), 응집성(CO), 부착성(AD) 및 촉촉한 정도(MO)와 같은 텍스처 특성과 외관 특성인 밥알간의 뭉치는 정도(AG)에 있어 산지가 다른 시료들간에 유의적 차이를 나타내었으며 밥알의 온전도(IN) 및 단냄새(SO)에 있어서는 세 품종 모두 산지가 다른 시료들간에 유의적 차이를 나타내지 않았다(Table 2). 이상의 결과에서 취반미의 관능적 특성은 품종을 좌우하는 유전사적 인자에 의해서 뿐만 아니라 재배환경에 의해서도 크게 영향을 받을 수 있음을 알 수 있었다.

주성분분석 및 군집분석에 의한 쌀의 분류

산지와 품종이 다른 60종류 취반미에 대해 평가한 11가지 관능적 특성의 강도에 대한 평균값에 대해 적용된 주성분 분석결과에서 주성분 1 (PC1)과 주성분 2 (PC2)가 총 변동의 56%와 13%를 각각 설명해 주어 두 주성분에 의해 총 변동의 69%가 설명되었다(Table 4). 결과 해석에 사용되는 주성분의 수는 Kaiser's rule에 따라 유의성이 있는 eigenvalue가 1 이상인 주성분으로 결정하였다. Fig. 1은 PC1 (X축)과 PC2 (Y축)에 대한 각 특성들의 부하된(loading)성도를 보여주는데, PC1에 대해 양(+)으로 높게 부하된 촉촉한 정도(MO), 응집성(CO) 및 부착성(AD) 등은 서로 양의 상관관계가

Table 4. Eigenvalues of the correlation matrix and proportion of variation explained by principal components

Principal component	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
PC1	6.19022	0.56	0.56
PC2	1.43762	0.13	0.69

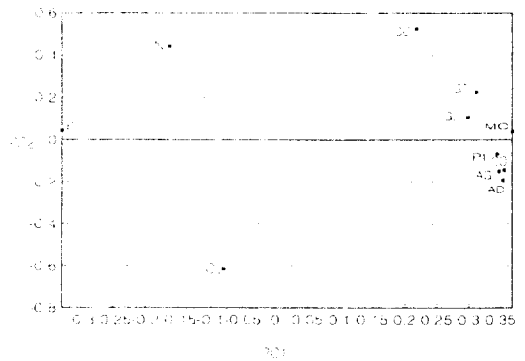


Fig. 1. Sensory attributes' loading for principal components 1 and 2 CL=Color, GL=Glossiness, AG=Agglomeration, IN=Intactness of grains, PL=Plumpness, SO=Sweet odor, FI=Firmness, CO=Cohesiveness, AD=Adhesiveness, MO=Moistness, ST=Sweet taste

있고 음(-)으로 높게 부하된 경도(FI)는 이들 특성과 음의 상관관계가 있음을 알 수 있으며 PC1은 주로 텍스처 특성을 설명해주는 주성분임을 알 수 있다. 또한 PC1에 대해서 텍스처 특성 외에 부푼 정도(PL)와 밥알간의 뭉치는 정도도 비교적 높은 값으로 부하되어 있으며, PC2에 대해서는 색깔(CL)은 음(-)으로, 단냄새(SO)와 밥알의 온전도(IN)는 양(+)으로 부하되어 주로 외관 특성을 설명해 주는 주성분임을 알 수 있다.

Fig 2는 PC1과 PC2에 대한 각 시료들의 점수와 군

집분석결과 나뉘어진 4 군을 함께 보여주고 있다. 여기서 PC1에 대해서 양의 방향으로 분포되어 있는 시료들(품질군 I)은 PC1(Fig. 1)에 대해 양의 방향으로 부하된 특성들인 촉촉한 정도(MO), 응집성(CO) 및 부착성(AD) 등은 높은 값을 가지고 음의 방향으로 부하된 정도(FI)는 낮은 값을 가지는 시료들이며, 반대로 PC1에 대해 음의 방향으로 분포되어 있는 시료들(품질군 IV)은 촉촉한 정도(MO), 응집성(CO) 및 부착성(AD) 등은 낮은 값을 가지고 정도(FI)는 높은 값을 가지는 시료들이다. 군집분석을 통해 나뉘어진 각 군은 PC1을 따라 분포되어 있어 취반미의 분류가 주로 텍스처 특성에 의해 이루어졌음을 알 수 있다.

실험 II. 쌀 전분의 이화학적 및 분자구조적 특성

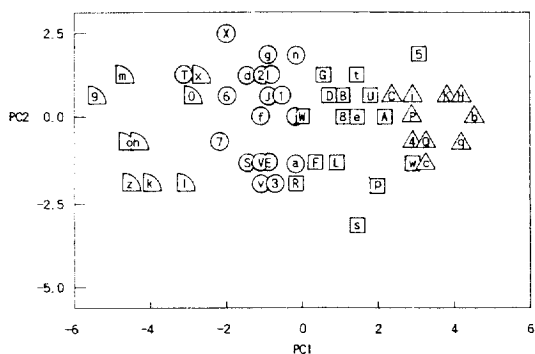


Fig. 2. Component scores of cooked rice samples for principal components 1 and 2 △=Quality type I, □=Quality type II, ○=Quality type III, ▣=Quality type IV. 1=A01, 2=A02, 3=A03, 4=A04, 5=A05, 6=A06, 7=A07, 8=A08, 9=A09, 0=A10, a=A11, b=A12, c=A13, d=A14, e=A15, f=A16, g=A17, h=B18, i=C19, j=C20, k=C21, l=C22, m=C23, n=C24, o=C25, p=D13, q=D17, r=E13, s=E26, t=E27, u=F17, v=F18, w=F13, x=G17, y=G28, z=G25, A=G18, B=H29, C=H25, D=H17, E=H30, F=H18, G=H31, H=H13, I=H32, J=H21, K=H33, L=I28, M=I25, N=I18, O=J17, P=J13, Q=J18, R=J28, S=J25, T=K25, U=K18, V=K28, W=K17, X=L25

관능적 특성에 따라 분류된 4군에서 각각 선택한 4 종류 쌀시료에 대한 이화학적 및 분자구조적 특성은 다음과 같다.

아밀로스 함량

쌀 전분의 아밀로스 함량은 17.42-18.55%로 나타나 모든 시료가 아밀로스 함량이 낮은 쌀⁽²³⁾에 속하였고 시료간에 유의적인 차이를 나타내지 않았으나(P<0.05) 전북오대가가 가장 낮은 값을 나타냈고 수원화진이 가장 높은 값을 나타내었다(Table 5).

청가(Blue value)

직쇄상 분자의 함량을 반영하는 청가^(7,17)는 전분과 아밀로펙틴의 경우는 시료간에 유의적인 차이가 있었으나 아밀로스의 경우에는 시료간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다(Table 5). 수원화진과 수원추청은 다른 두 시료에 비해 전분과 아밀로펙틴의 청가가 모두 다른 두 시료에 비해 유의적으로(P<0.05) 높게 나타났는데 이는 전분의 청가가 아밀로펙틴 분자내 가지길이에 의해 영향 받은 것으로 추측된다. Takeda 등⁽²⁴⁾의 보고에서도 요오드 친화도가 높은 전분에서 추출한 아밀로펙틴이 긴 사슬 부분의 비율이 더 높게 나타나 본 실험 결과와 유사하였다.

Amylogram 특성

Brabender/Visco/Amylograph에 의한 호화 양상을 분석한 결과 초기 점성증가 온도, 최고점도, 50°C까지의 냉각점도, breakdown 및 setback에 있어서는 시료간에 유의적 차이를 나타내었으며 95°C에서의 최종 점도에서는 시료간에 유의적 차이를 나타내지 않았다(Table 6). 쌀 전분의 초기 점성증가 온도는 수원추청이 전북추청보다 낮게 나타났는데 이는 재배지역의 기온차에 기인된 것이 아닌가 추측된다. 아밀로스 함량이 낮거나 중간인 쌀 품종에서 아밀로스 함량은 재배환경에 크게 영향을 받으며 곡식이 무리익을 때의 기온이 그 중요한 인자로 알려져 있다. 낮은 기온은

Table 5. Physicochemical properties of rice starches¹⁾

Quality type	Sample ²⁾	Amylose content (%)	Blue value		
			Starch	Amylose	Amylopectin
I	H13	17.42 ^a	0.116 ^c	0.948 ^a	0.091 ^c
II	H17	18.01 ^a	0.116 ^c	0.946 ^a	0.078 ^d
III	A17	18.20 ^a	0.132 ^b	0.958 ^a	0.119 ^a
IV	A09	18.55 ^a	0.140 ^a	0.963 ^a	0.109 ^b

¹⁾Means of triplicates: means having the common letter in the same column are not significantly different(P<0.05, Tukey's test)

²⁾H13=Jeonbook-Odad, H17=Jeonbook-Chuchung, A17=Suwon-Chuchung, A09=Suwon-Hwajin.

Table 6. Amylogram data¹⁾ of different rice staches²⁾

Quality type	Sample ³⁾	Initial pasting temperature (°C)	Amylograph viscosity (BU) ⁴⁾				
			Peak (P)	Final at 95°C (H)	Cooled to 50°C (C)	Breakdown (P-H)	Setback (C-P)
I	H13	65.0 ^a	890 ^b	368 ^a	545 ^b	522 ^a	-345 ^c
II	H17	65.0 ^a	985 ^a	423 ^a	703 ^a	563 ^a	-282 ^b
III	A17	62.4 ^b	828 ^c	385 ^a	573 ^b	443 ^b	-255 ^{ab}
IV	A09	64.3a ^b	810 ^c	373 ^a	560 ^b	438 ^b	-250 ^a

¹⁾Means of duplicates: means with the same letter in the same column are not significantly different(P<0.05)

²⁾at a concentration of 8%(w/w)

³⁾H13=Jeonbook-Odae, H17=Jeonbook-Chuchung, A17=Suwon-Chuchung, A09=Suwon-Hwajin

⁴⁾BU=Brabender unit

Table 7. Molecular structural properties of amylose and amylopectin¹⁾

Quality type	Sample ²⁾	D.P.n ³⁾		C.L. ⁴⁾		N.C. ⁵⁾	
		Amylose	Amylopectin	Amylose	Amylopectin	Amylose	Amylopectin
I	H13	859 ^a	2660 ^b	180 ^a	17 ^a	4.8	160
II	H17	878 ^a	3140 ^a	210 ^a	18 ^a	4.2	170
III	A17	691 ^b	2950 ^{ab}	230 ^a	19 ^a	3.0	160
IV	A09	597 ^b	2670 ^b	140 ^a	19 ^a	4.3	140

¹⁾Means of duplicates: means with the same letter in the same column are not significantly different (P<0.05)

²⁾H13=Jeonbook-Odae, H17=Jeonbook-Chuchung, A17=Suwon-Chuchung, A09=Suwon-Hwajin

³⁾Number average degree of polymerization

⁴⁾Average chain length

⁵⁾Average number of chain, calculated from D.P.n and C.L.

아밀로스 함량을 증가시키고 이와는 무관하게 호화온도를 낮추는 경향이 있으며, 또한 아밀로스함량과 호화온도는 높은 음의 상관관계가 있는 것으로도 보고되고 있다¹⁾. 최고점도는 전복추청이 가장 높게 나타났고 수원화진이 가장 낮은 값을 나타내어 아밀로스 함량이 상대적으로 많은 시료가 더 낮은 최고 점도를 보여 주었으나 최고 점도와 아밀로스와의 상관관계는 일정하지 않은 것으로 보고되고 있다^{25,26)}. Breakdown은 전복추청과 전복오대가 수원추청과 수원화진보다 더 높은 값을 나타내 아밀로스 함량과 음의 상관관계를 나타낸다는 다른 보고²⁶⁾와 유사한 결과를 보여 주었다. Setback은 수원화진 > 수원추청 > 전복추청 > 전복오대 순으로 높게 나타나 아밀로스 함량과 양의 상관관계를 나타냈다는 다른 보고²⁶⁾와 일치하였다.

평균중합도

아밀로스와 아밀로펙틴의 평균 중합도는 597-878와 2660-3140 glucose units로 시료간에 유의적인 차이를 나타내었다(Table 7). 아밀로스의 평균 중합도는 Hizukuri 등²⁷⁾의 보고(530-790 glucose units)와 비슷한 범위를 나타내었으나, 아밀로펙틴의 평균중합도는 Hizukuri 등²⁷⁾의 보고(4700-15000 glucose units)에 비해서는

낮은 값을 나타냈지만 Juliano²⁸⁾의 reducing end method에 의한 측정값(260-1050 glucose units)에 비해서는 높은 값을 나타냈다. Reducing end method에 의해 측정된 아밀로펙틴의 평균 중합도는 low molecular weight amylopectin의 오염으로 인해 더 낮은 값을 나타낼 수 있다고 지적된 바²⁹⁾있으며 본 실험결과에서 아밀로펙틴의 중합도가 낮게 측정된 것은 이러한 방법 상의 문제에 기인된다고 생각된다.

평균 사슬길이

아밀로스와 아밀로펙틴의 평균 사슬길이는 모두 시료간에 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 각각 140-230와 17-19 glucose units로 나타나 Hizukuri 등^{27,30)}의 보고와 (100-444와 17.5-22 glucose units) 유사한 결과를 보여주었다(Table 7).

분자당 평균가지수

분자당 평균 가지수는 평균 중합도를 평균 사슬길이로 나누어 계산하였으며, 아밀로스와 아밀로펙틴의 분자당 평균 가지수는 각각 3.0-4.8과 140-170로 나타났다(Table 7). Hizukuri 등²⁷⁾의 보고에서는 아밀로스의 분자당 가지수가 2.3-4.3으로 나타나 본 결과와 유사

하였으나 아밀로펙틴의 분자당 가지수는 220-670으로 본 결과보다 높은 값을 나타냈다.

요 약

산지 및 품종별 특성 평가 결과 축축한 정도(MO), 응집성(CO), 부착성(AD) 및 경도(FI)와 같은 여러 특성들에 있어 시료간에 유의적 차이를 나타내어 취반미의 관능적 특성은 품종과 재배환경에 의해 크게 영향 받음을 알 수 있었다. 축축한 정도(MO), 응집성(CO) 및 부착성(AD)은 서로 높은 정의 상관관계를 나타냈고 경도(FI)는 이들 특성과 높은 부의 상관관계를 나타냈다. 60종류 쌀전분 시료는 주성분 분석과 균질분석을 통해 관능적 특성중 주로 텍스처 특성에 의해 다음과 같이 4 품질군으로 나뉘어졌다. 품질군 I은 응집성(CO), 부착성(AD) 및 축축한 정도(MO)에 있어서는 높은 값을 나타내고 경도(FI)에 있어서는 낮은 값을 나타내었으며, 반대로 품질군 IV는 응집성(CO), 부착성(AD) 및 축축한 정도(MO)에 있어서는 낮은 값을 나타내고 경도(FI)에 있어서는 높은 값을 나타냈다. 4군에서 선택된 4종류 쌀 전분의 이화학적 및 분자 구조적 특성에 있어서도 첨가, 아밀로그램 특성 및 평균 중합도 등에 있어 시료간에 유의적 차이를 보여주었다.

문 헌

1. Morrison, W.R. and Azudin, M.N.: Variation in the amylose and lipid contents and some physical properties of rice starches. *J. Cereal Sci.*, **5**, 35 (1987)
2. Charastil, J.: Chemical and physicochemical changes of rice during storage at different temperatures. *J. Cereal Sci.*, **11**, 71 (1989)
3. Sowbhagya, B.S., Ramesh, B.S. and Bhattacharya, K.R.: The relationship between cooked-rice texture and the physicochemical characteristics of rice. *J. Cereal Sci.*, **5**, 287 (1987)
4. Juliano, B.O., Onate, L.U. and Del Mundo, A.M.: Relation of starch composition, protein content and gelatinization temperature to cooking and eating qualities of milled rices. *Food Technol.*, **119**, 1006 (1965)
5. Resurreccion, A.P., Hara, T. and Juliano, B.O.: Effect of temperature during ripening on grain quality of rice. *Soil. Sci. Plant Nutr. Tokyo*, **23**, 109 (1977)
6. Juliano, B.O. Villareal, R.M., Villareal, C.P., Takeda, Y. and Hizukuri, S.: Varietal differences in properties among high amylose rices. *Starch*, **39**, 390 (1987)
7. Hizukuri, S., Takeda, Y. and Maruta, N.: Molecular structures of rice starch. *Carbohydr. Res.*, **189**, 227 (1989)
8. Takeda, Y., Hizukuri, S. and Juliano, B.O.: Structures of rice amylopectins with low and high affinities of iodine.

Carbohydr. Res., **168**, 79 (1987)

9. Johnson, J. and Vickers, Z.: Sensory-specific satiety for selected bread products. *J. Sensory Stud.*, **6**, 65 (1991)
10. Ward, J.H.: Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. American Statistical Association.*, **58**, 236 (1963)
11. 성내경 : SAS/STAT-분산분석. 자유아카데미 (1990)
12. Juliano, B.O.: *Starch Chemistry and Technology*, 2nd ed., Whistler, R.L.(ed.), Academic Press, New York. p. 513 (1984)
13. Montgomery, E.M. and Senti, F.R.: Separation of amylose from amylopectin of starch by an extraction-sedimentation procedure. *J. Polymer Sci.*, **28**, 1 (1958)
14. 정구민 : 목 제조용 전분의 분자구조와 지방질. 한국식품과학회지, **23**, 633 (1991)
15. Takeda, Y., Hizukuri, S. and Juliano, B.O.: Purification and structure of amylose from rice starch. *Carbohydr. Res.*, **148**, 299 (1986)
16. Williams, P.C., Kuzina, F.D. and Hlynka, I.: A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem.*, **47**, 411 (1969)
17. Gilbert, G.A. and Spragg, S.P.: Iodimetric determination of amylose. *Physical analysis.*, **4**, 168 (1963)
18. Bhattacharya, K.R. and Sowbhagya, C.M.: Pasting behavior of rice: A new method of viscosography. *J. Food Sci.*, **44**, 797 (1979)
19. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F.: Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.*, **28**, 350 (1956)
20. 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)
21. Nelson, N.: A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.*, **153**, 375 (1944)
22. Webb, B.D.: Criteria of rice quality in the United States. In *Rice Chemistry and Technology*. Juliano, B.O.(ed.), The American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA. p.414 (1985)
23. Juliano, B.O.: The chemical basis of rice grain quality. In *Proceedings of the Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality*, International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, The Philippines. p.69 (1979)
24. Takeda, Y., Maruta, N. and Hizukuri, S.: Structure of indica rice starches (IR48 and IR64) having intermediate affinities for iodine. *Carbohydr. Res.*, **187**, 287 (1989)
25. Halick, J.V. and Kelly, V.J.: Gelatinization and pasting characteristic of rice varieties related to cooking behavior. *Cereal Chem.*, **36**, 91 (1959)
26. Juliano, B.O., Cagampang, G.B., Cruz, L.J. and Santiago, R.G.: Some physicochemical properties of rice in Southeast Asia. *Cereal Chem.*, **41**, 275 (1964)
27. Hizukuri, S., Shirasaka, K. and Juliano, B.O.: Phosphorus and amylose branching in rice starch granules. *Starch*, **35**, 348 (1983)
28. Juliano, B.O.: Physicochemical studies of rice starch and protien. *Int. Rice Comm. Newsl. (Spec. issue)*, **93** (1967)

29. Juliano, B.O.: Properties of rice starch in relation to varietal differences in processing characteristics of rice grain. *J. Japan. Soc. Starch Sci.*, **29**, 305 (1982)
30. Juliano, B.O.: Properties of rice starch and its fractions. In *Rice Chemistry and Technology*, American As-

sociation of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota, USA, p.80 (1985)

(1995년 7월 12일 접수)