

## 쌀 품질 고급화 및 고 부가가치화를 위한 육종현황과 전망

최 해 춘

농촌진흥청 작물시험장

### Current Status and Perspectives in Varietal Improvement of Rice Cultivars for High-Quality and Value-Added Products

Hae-Chune Choi

National Crop Experiment Station, R.D.A., Suwon 441-100, Korea

**ABSTRACT :** The endeavors enhancing the grain quality of high-yielding japonica rice were steadily continued during 1980s~1990s along with the self-sufficiency of rice production and the increasing demands of high-quality rices. During this time, considerably great progress and success was obtained in development of high-quality japonica cultivars and quality evaluation techniques including the elucidation of interrelationship between the physicochemical properties of rice grain and the physical or palatability components of cooked rice. In 1990s, some high-quality japonica rice cultivars and special rices adaptable for food processing such as large kernel, chalky endosperm, aromatic and colored rices were developed and its objective preference and utility was also examined by a palatability meter, rapid-visco analyzer and texture analyzer. Recently, new special rices such as extremely low-amylose dull or opaque non-glutinous endosperm mutants were developed. Also, a high-lysine rice variety was developed for higher nutritional utility. The water uptake rate and the maximum water absorption ratio showed significantly negative correlations with the K/Mg ratio and alkali digestion value(ADV) of milled rice. The rice materials showing the higher amount of hot water absorption exhibited the larger volume expansion of cooked rice. The harder rices with lower moisture content revealed the higher rate of water uptake at twenty minutes after soaking and the higher ratio of maximum water uptake under the room temperature condition. These water uptake characteristics were not associated with the protein and amylose contents of milled rice and the palatability of cooked rice. The water/rice ratio (in w/w basis) for optimum cooking was averaged to 1.52 in dry milled rices (12% wet basis) with varietal range from 1.45 to 1.61 and the expansion ratio of milled rice after proper boiling was average to 2.63(in v/v basis). The major physicochemical components of rice grain associated with the palatability of cooked rice were examined using japonica rice materials showing narrow

varietal variation in grain size and shape, alkali digestibility, gel consistency, amylose and protein contents, but considerable difference in appearance and texture of cooked rice. The glossiness or gross palatability score of cooked rice were closely associated with the peak, hot paste and consistency viscosities of viscogram with year difference. The high-quality rice variety "Ipumbyeo" showed less portion of amylose on the outer layer of milled rice grain and less and slower change in iodine blue value of extracted paste during twenty minutes of boiling. This highly palatable rice also exhibited very fine net structure in outer layer and fine-spongy and well-swollen shape of gelatinized starch granules in inner layer and core of cooked rice kernel compared with the poor palatable rice through image of scanning electronic microscope. Gross sensory score of cooked rice could be estimated by multiple linear regression formula, deduced from relationship between rice quality components mentioned above and eating quality of cooked rice, with high probability of determination. The  $\alpha$ -amylose-iodine method was adopted for checking the varietal difference in retrogradation of cooked rice. The rice cultivars revealing the relatively slow retrogradation in aged cooked rice were Ipumbyeo, Chucheongbyeo, Sasanishiki, Jinbubyeo and Koshihikari. A Tongil-type rice, Taebaegbyeo, and a japonica cultivar, Seomjinbyeo, showed the relatively fast deterioration of cooked rice. Generally, the better rice cultivars in eating quality of cooked rice showed less retrogradation and much sponginess in cooled cooked rice. Also, the rice varieties exhibiting less retrogradation in cooled cooked rice revealed higher hot viscosity and lower cool viscosity of rice flour in amylogram. The sponginess of cooled cooked rice was closely associated with magnesium content and volume expansion of cooked rice. The hardness-changed ratio of cooked rice by cooling was negatively correlated with solids amount extracted during boiling and volume expansion of cooked rice. The major physicochemical properties of rice grain closely related to the palatability of cooked rice may be directly or indirectly associated with the retrogradation characteristics of cooked rice. The

†Corresponding author: (phone) +82-31-290-6818

(E-mail) hcchoi@rda.go.kr

<Received July 20, 2002>

softer gel consistency and lower amylose content in milled rice revealed the higher ratio of popped rice and larger bulk density of popping. The stronger hardness of rice grain showed relatively higher ratio of popping and the more chalky or less translucent rice exhibited the lower ratio of intact popped brown rice. The potassium and magnesium contents of milled rice were negatively associated with gross score of noodle making mixed with wheat flour in half and the better rice for noodle making revealed relatively less amount of solid extraction during boiling. The more volume expansion of batters for making brown rice bread resulted the better loaf formation and more springiness in rice breed. The higher protein rices produced relatively the more moist white rice bread. The springiness of rice bread was also significantly correlated with high amylose content and hard gel consistency. The completely chalky and large grain rices showed better suitability for fermentation and brewing. The glutinous rice were classified into nine different varietal groups based on various physicochemical and structural characteristics of endosperm. There was some close associations among these grain properties and large varietal difference in suitability to various traditional food processings. Our breeding efforts on improvement of rice quality for high palatability and processing utility or value-adding products in the future should focus on not only continuous enhancement of marketing and eating qualities but also the diversification in morphological, physicochemical and nutritional characteristics of rice grain suitable for processing various value-added rice foods.

**Keywords** : rice, physicochemical characteristics, grain quality, high-quality japonica, quality evaluation, palatability, retrogradation, suitability to food processing

**우리 쌀은** 아직도 농업 소득의 41%를 차지하고 국민 한 사람당 섭취 열량의 약 35%, 단백질 섭취량의 약 21%를 차지할 만큼 우리 농업 경제와 국민 영양에 미치는 영향이 매우 크다. 지난 30여년간 우리 쌀의 생산 증가와 침체가 바로 농업 생산의 성장 및 침체와 연계되어 지대한 영향을 미쳐왔음을 이미 경험한 터다.

우리가 오랜 벼 재배 역사를 가지고 있으면서 쌀을 마음껏 먹어 볼 수 있었던 자금 자족의 역사는 불과 최근 20여년의 짧은 시간 뿐이었다. 1990년대 들어서면서 벼 재배 면적이 급격히 감소하고 ha당 쌀 수량성의 정체와 더불어 이상 기상 등으로 총 쌀 생산량이 꽤 줄어들기도 하였지만 국민 한 사람당 쌀 소비량이 지난 '70년대 후반의 130 kg대에서 현재 90 kg대로 급격히 떨어져서 그동안 쌀 수급의 균형이 어느 정도 유지되어 왔었다. 지난 3~4년간 계속된 풍작과 더불어 최소시장 접근(MMA) 수입 물량의 증가로 쌀 재고량이 누적되어 급년 말에는 천만섬이 넘을 것으로 전망하고 있다.

아직 우리 쌀은 영농 규모 면에서 너무 영세하고 토지 용역 비 비중이 과중하기 때문에 미국·호주 등에 비해 생산비가 현저히 높아서 가격 경쟁이 되지 못한다. 우리 쌀의 국제 경쟁력을 높이는 길은 품질의 고급화 뿐이며 특수미 품종 개발과 이의 효율적 가공 이용을 통해서 쌀 상품의 가치를 크게 증대시키는 것이 우리의 살 길이다. 생활 수준이 향상되어 생활 패턴이 고급화됨에 따라 밥맛 좋고 안전하며 건강 기능이 높은 쌀 상품을 찾는 요구도가 크게 높아졌다. 이러한 시대적 흐름에 발 맞추어 각 지역별로 소비자 요구에 부응하는 얼굴 있는 양질 쌀이나 특수미 상품을 생산하여 판매하고자 하는 생산자 협동 운동이 점차 고조되고 있다.

이제는 단순히 밥 짓는 쌀의 생산에만 그칠 것이 아니라 쌀 식품 형태나 용도의 다양화를 기하기 위하여 여러 가지 특수 쌀 품종을 개발하고 이의 이용성에 관한 연구 검토를 병행하여 가공회사로 하여금 상품화할 수 있도록 도와주고 이것이 농민과의 계약 생산에까지 이를 수 있도록 하여 궁극적으로 농민의 소득 증대에 기여할 수 있게 하여야 할 것이다.

이에 그동안 우리의 밥맛 좋은 고품질 쌀과 특수미 품종 개발 현황과 더불어 식미 관련 이화학적 특성 및 특수미 가공적성 연구 현황을 살펴보고 우리 쌀 식품의 고급화 및 고부가가치의 다양화 개발을 위하여 양질미 및 특수미 육종과 가공 이용 연구 전략을 소개하고자 한다.

## 쌀 품질 고급화 및 다양화 육종 성과 및 현황

### 양질미 구비요건

미질을 구성하는 요인들은 어떠한 것인가를 Table 1에서 살펴 보면 우선 시장성의 결정은 주로 외관 품위 즉 쌀알 크기 및 모양, 투명도, 심복백정도, 선택, 신선도, 미등숙립 혼합률 등에 의하여 좌우되며 소비자의 기호성을 좌우하는 식미는 밥 모양 및 윤기, 밥 냄새, 맛, 찰기, 질감 등에 따라 결정된다. 또한 도정 특성은 벼 산물을 구매하여 이를 찧어 파는 업자에게는 바로 수익과 직결되기 때문에 매우 중요하게 취급되고 있는데 이는 정현 및 현백비율, 완전미율, 배아 부착율 및 씨

**Table 1.** Major components of rice grain quality

Item	Major quality components
Marketing quality	Grain size & shape, translucency, chalkiness, color, freshness, mixed ratio of poor ripened grains
Eating quality (Preference)	Appearance(glossiness), fragrance, stickiness, taste, texture
Processing quality	Milling recovery, head rice ratio, dehulled ratio, condition of eye (germ)
Nutritional quality	Digestion & utility efficiency, protein, lipid, vitamin, micro elements

는 상태 등이 주요 요소로 거론되고 있다(Park et al., 1994).

양질미는 기호성이나 도정 특성 뿐만 아니라 영양적인 우수성도 요구되는데 여기에는 쌀 식품의 소화 흡수·이용성과 더불어 단백질·지질·비타민·무기질 및 기타 미량 요소의 함유량을 들 수 있다.

쌀의 외관적인 품질은 시장에서 소비자들이 직접 눈으로 상품성을 판단하는데 결정적인 영향을 미치기 때문에 쌀이 흰티(심복백)가 없이 맑고 깨끗하며 윤택과 신선미가 있는 것이 무엇보다 중요하다. 또한 우리 소비자들은 쌀이 매우 열은 담황색을 띄우면서 투명하고 단립의 둥근 중소립인 것을 선호하는 경향이 있다.

우리 소비자들이 일반적으로 좋아하는 밥은 밥 모양이 매우 열은 담황색을 띄우면서 윤기가 있고 밥알이 온전한 모양을 갖추며 구수한 밥 냄새와 맛이 나고 찰기와 탄력이 있으며 씹히는 질감이 좋은 것이다. 밥의 물리성을 텍스처 분석기로 측정하거나 밥의 윤기로 평가되는 식미 검정계를 통하여 어느 정도 간접적인 판단 지표치를 얻을 수 있다. 그러나 비록 주관적인 판단이 꽤 작용할 수 있을지는 모르나 직접 잘 훈련된 평가 요원들에 의한 식미 관능검정을 통하여 식미의 좋고 나쁨을 올바르게 판정하는 것이 무엇보다 중요하다.

밥맛과 관련이 있는 주요 이화학적 특성은 아밀로스 함량, 단백질 함량, 취반용출액의 요드 정색도, 마그네슘(Mg)/칼륨(K)비율 등과 아밀로그램 특성 및 밥 조직 특성인 경도, 점성 등이다(Choi et al., 1997, Chikubu et al., 1995, Hsu & Song 1988, Juliano 1979, Horino 1990).

쌀의 탄수화물은 주로 녹말 형태로 축적되어 있고 전분은 주로 아밀로스와 아밀로펙틴이라는 다당류로 구성되어 있으며 이중 아밀로펙틴은 밥이 되었을 때 찰기를 나타내는 성분이

되는 것이다. 따라서 쌀의 아밀로스 함량이 낮을수록 대개 밥이 찰기를 나타내며 부드럽고 탄력이 있는 경향을 나타내는데, 우리가 재배하고 있는 품종들은 아밀로스 함량이 17~20% 범위에 분포하고 있어서 이것만으로 밥맛에 대한 간접적인 평가를 하기가 어렵다. 왜냐하면 과거 개량된 통일형 품종들이 일반 자포니카 품종들보다 아밀로스 함량이 낮았지만 식미 평가에서는 대체로 자포니카 품종들보다 더 나쁜 평가를 받았기 때문이다.

쌀의 단백질 함량은 주로 쌀알 외층에 많이 분포하며 전분입자 사이에 분포하여, 쌀의 수분 흡수 및 취반시에 투수성이나 전분입자의 호화 팽창에 지대한 영향을 미친다. 따라서 쌀이 단백질 함량이 높으면 밥을 지었을 때 밥이 더욱 딱딱하게 느껴지고 탄력과 점성이 떨어지는 경향을 보이는 것으로 알려져 있다.

이 이외에도 식미와의 관계가 뚜렷하지는 않지만, 일반적으로 쌀의 호화온도와 관련이 깊은 알칼리 붕괴도가 낮을수록, 아밀로그램 특성 중 최고점도나 강하점도가 클수록, 쌀가루 겔의 응집성이 연질일수록, 마그네슘/칼륨 비율이 높을수록 밥맛이 양호한 경향을 나타내는 것으로 알려져 있다. 또한 쌀을 끓는 물속에 넣어서 15분여 동안에 용출된 액의 요드 정색도를 조사한 경우 대체로 요드 정색도가 낮은 쌀이 밥맛이 좋은 경향인 것으로 알려져 있다(Choi 2001).

**쌀 품질 및 식미에 영향을 미치는 요인**

쌀 품질 및 밥맛에 영향을 미치는 요인은 품종, 기상, 토양, 재배, 수확 시기, 건조, 도정, 저장 및 취반 조건 등 여러가지가 있는데 이들 요인 중 벼 품종에 따라서 가장 크게 좌우되고 재배 조건 중에는 산지(기상토양 및 지형), 논의 건설, 질소 시

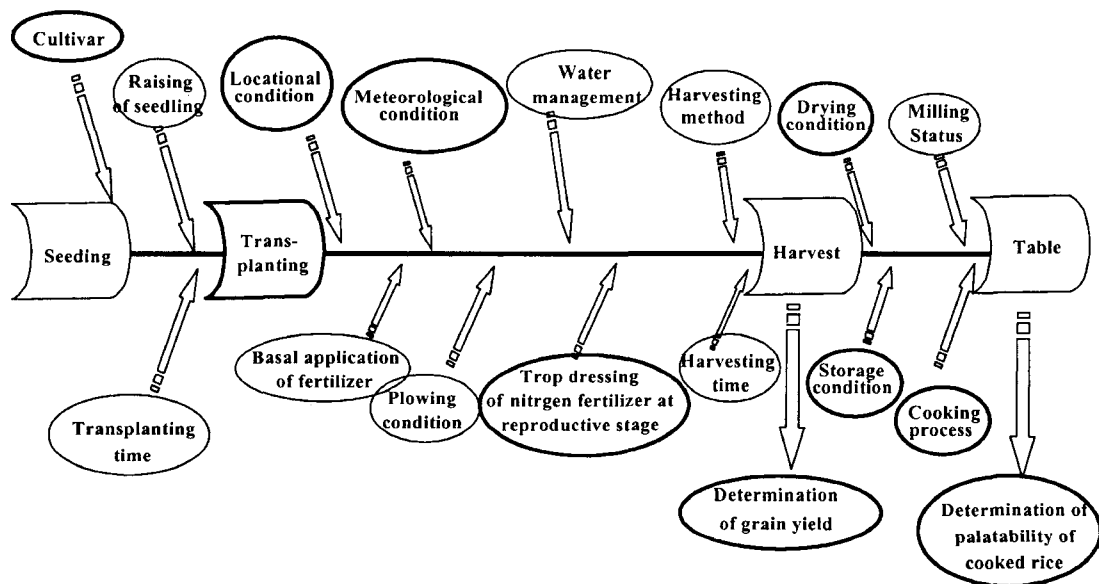


Fig. 1. Various factors affecting the palatability of cooker rice.

용량, 예취 시기 및 도복 등이 비교적 영향하는 정도가 큰 것으로 알려져 있다(Fig. 1).

품종에 따라서는 일품벼나 오대벼와 같이 어느 지역에 재배하여도 식미의 변화가 크지 않는 품종도 있지만, 산지의 환경 조건 및 재배 방법에 따라 식미가 크게 달라지는 품종들이 많다. 따라서 품종과 산지를 함께 고려하여 그 지역별로 식미가 양호한 품종을 선택하여 재배하지 않으면 안된다.

산지에 따른 식미의 변화는 기상적인 조건과 토양적인 조건에 따라 주로 좌우되는데, 특히 기상적인 조건은 등숙 기간 중의 기온과 일조 시수가 주로 영향을 미치는 요인이 되며 등숙에 가장 좋은 평균 기온은 21~25°C로 알려져 있다. 토양은 화산회토 보다는 화강암이 모재인 토양에서 생산된 쌀이 더 맛이 있고 간척지토양에서 생산된 쌀이 우수한 것으로 알려져 있다. 우리나라의 경우 평야지보다 약간 경사가 있는 곡간답으로 배수가 다소 불량한 경향인 논에서 생산된 쌀이 더 밥맛이 좋은 것으로 평가되고 있다(Choi *et al.*, 1994b).

재배 관리에서는 질소 시용량과 추비 시기, 물대는 방법과 등숙기의 물 때는 시기, 수확 시기 등이 식미에 주된 영향을 미치는 요인이며, 건조는 건조 방법, 건조 온도 및 속도, 현미 수분 함량(건조 정도)에 따라 식미의 양부가 결정된다.

저장은 저장 온도, 저장시 벼 또는 현미의 수분함량, 저장 형태 및 저장고 내의 건조 정도와 밀폐 정도 등에 따라 크게 쌀 품질과 식미가 달라진다. 쌀은 저온 건조 밀폐 상태로 저장하지 않고 상온에 오래 두면, 쌀 속에 함유된 1% 정도의 지질이 공기 중 산소와 결합, 산화되어 헥사날(hexanal)이나 펜타날(pentanal) 등 알데하이드나 케톤류 물질이 증가하면서 묵은내가 나며, 지질의 산화는 단백질류의 변성과 더불어 증가된 유리 지방산의 영향으로 밥의 찰기와 질감에 나쁜 영향을 주는 것으로 알려져 있다.

벼를 도정할 경우 현미의 겨층, 씨눈 및 배유(흰쌀 부분)의 중량 비율은 5 : 3 : 92여서 이론적인 현백 비율은 92%이지만

일반적으로 실제 시판되는 쌀의 현백 비율은 91%전후 인 것으로 알려져 있는데, 밥의 외관과도 연계된 쌀의 외관은 이러한 도정도와 도정 기술에 따라 크게 좌우되며, 이러한 도정 정도는 식미에도 영향을 미치게 된다.

밥을 지을 때는 쌀을 물에 충분히 담그었는가 여부, 가수량, 취반 용기, 가열 방법 및 뜸들이는 시간 등에 따라 밥맛이 결정된다.

**양질미 육종 성과**

1970년대에 쌀의 자급 달성을 위하여 통일형 다수성 품종이 많이 개발 보급되었을 때 재래의 자포니카 품종에 비해서 식미보다도 쌀알이 다소 가름하고 맑고 깨끗하지 못했던 것이 시장성 열세의 큰 흠이었다.

현미의 장/폭비가 자포니카 품종들은 대개 1.8~1.9인데 비해 통일형 품종들은 2.2~2.5로 뚜렷한 차이를 보였다. 따라서 통일형 외관 품질이 양호한 양질미 품종을 개발하는 데에 많은 노력을 기울였다. 이러한 노력의 결과 통일형 품종으로 장/폭비가 2.0 이하이면서 심복백이 적은 중원벼, 칠성벼 등이 개발 보급되었으나 미립의 폭이 좁고 두께가 얇아서 자포니카 품종과는 명확하게 구분되었다. 그 동안 통일형 품종은 미질면에서 쌀 외관 품위 뿐만 아니라 저 아밀로스, 저 호화온도 방향으로 선발되어 식미가 크게 개선되었다(Table 2).

자포니카 품종은 1970년대까지는 미질 특성상 별로 개선되지 못하였다가 1980년 이후부터 쌀 외관 품질과 식미 개선에 크게 힘을 기울이기 시작하였다. 미립의 크기나 형태는 지난 60여년간 거의 변화없이 현미 장/폭비 1.7~1.9, 현미 천립중 19~23 g 범위의 변이를 가진 중소립종 단원립의 형태를 벗어나지 못했다. 도봉벼를 제외하고는 모든 품종이 호화온도가 낮았고 아밀로스 함량이 17~20% 범위로 낮았다. 1980년대 이후 개발된 자포니카 품종들이 그전 품종에 비해 쌀 외관 품질이 다소 개량되었고 특히 밥맛이 현저하게 좋아졌다(Table 2).

**Table 2.** Achievement in grain quality improvement of Tongil-type and japonica rices

Eco-type	Cultivar	Bred year	Brown rice grain (mm)				WC/WB (09)	GT	Amylose	Protein	PC
			Length	Width	Thick-ness	L/W ratio					
Tongil-type	Tongil	1971	5.54	2.62	1.93	2.24	0/5	IL	23.3	8.7	A
	Milyang 23	1976	6.15	2.55	1.97	2.41	1/0	"	19.1	7.9	F
	Samgangbyeo	1982	5.51	2.48	1.88	2.22	1/2	"	17.4	7.6	F
	Jungwonbyeo	1984	5.10	2.68	1.79	1.90	1/1	"	16.7	7.8	G
	<b>Average</b>		<b>5.57</b>	<b>2.58</b>	<b>1.89</b>	<b>2.19</b>	-	-	<b>19.1</b>	<b>8.0</b>	
Japo-nica	Pungok	1936	5.16	2.91	2.06	1.77	1/1	L	18.2	7.6	F
	Jinheung	1962	4.88	2.58	2.18	1.89	1/1	"	19.8	7.7	F
	Dongjinbyeo	1981	5.05	2.94	2.00	1.72	0/1	"	18.0	7.3	G
	Ilpumbyeoo	1990	4.96	2.71	2.07	1.83	0/1	"	18.9	6.7	E
	<b>Average</b>		<b>5.01</b>	<b>2.78</b>	<b>2.07</b>	<b>1.80</b>	-	-	<b>18.8</b>	<b>7.3</b>	

WC/WB : White-core and white-belly (chalkiness), GT : Gelatinization temperature, IL : Intermediate low, L : Low, PC : Palatability of cooked rice, A : Acceptable, F : Fairly good, G : Good, E : Excellent

최근(90년대)에 자포니카 양질미 육종은 기본적으로 잎이 직립 또는 반직립성이고 중단간의 양호한 초형을 가지면서 도복에 강한 특성과 500 kg/10a 이상의 수량성을 갖춤과 동시에 쌀 외관 품질이 양호하고 추청벼 수준이상의 밥맛을 가진 고품질 쌀을 많이 개발하여 보급하였다. 내병성 면에서는 다소 미흡한 점이 많지만 소출과 미질 면이 동시에 크게 개량되어 양질 쌀의 자급 생산에 크게 기여하였다.

그 중에는 삼평벼, 화신벼, 대안벼 등과 같이 밥맛이 좋으면서 복합 내병성과 내재해성을 갖춘 우수한 품종들이 육성 보급되어 그 동안 풍흉의 기복이 적은 쌀의 안정 생산과 유기농 재배 등에 많은 역할을 하였다. 과거에는 조생종이 중생이나 중단생종에 비해서 쌀 품위와 밥맛이 크게 떨어지는 것으로 인식되었으나 '80년대 오대벼를 비롯하여 '90년대에 육성 보급된 양질미 조생품종 재배로 중단간지 및 산간지 쌀의 품질을 크게 향상시켰다. 고품질 품종들의 주요 특성은 Table 3과 같다.

**특수미 육종 현황**

가공용 특수미 품종 개발 연구가 시작된 것은 1980년대에

들어되면서 부터였지만 본격적인 품종 개발 연구가 활발히 추진된 것은 1990년대에 들어서서였다. 하지만 찰벼 품종 개발은 1970년대부터 활발히 추진되어 와서 그 동안 통일형 품종에서 통일찰, 한강찰벼, 백운찰벼 등 자포니카 품종에서 신선찰벼, 화신찰벼, 진부찰벼, 상주찰벼, 동진찰벼 등 우수한 찰벼 품종들이 많이 개발 보급되어 찰쌀이 과잉 생산되기도 하였다.

특수미 품종으로 맨 처음 보급된 것은 1993년에 육성한 '대립벼 1호'였다. 이 품종은 현미 천립중이 34.8 g으로 기존 일반 품종의 쌀알의 1.7배나 되는 대립종이며 튀김용 쌀이나 양조용으로 이용될 수 있다. 또한 같은 해에 통일형 품종으로 구수한 냄새가 강한 향미 품종인 '향미벼 1호'가 육성 보급되어 5~10% 섞었을 때 밥의 구수한 냄새와 맛을 증진시킬 수 있는 새로운 소재의 쌀로 이용될 수 있고 식혜나 엿, 떡 등에도 구수한 맛을 낼 수 있게 되었다. 이에 이어 향기나는 쌀로 자포니카 품종인 '향남벼'가 '95년도에 육성되었는데 이는 향미벼 1호에 비해 구수한 냄새정도가 좀 열은 경향이다. 다수성 통일형 향미 품종인 '향미벼 2호'가 '96년에 육성 보급되었고 그 이후 계속하여 구수한 찰쌀인 '아랑향찰벼' 및 '설향찰벼', 흑자색 향미인 '흑향벼'가 개발 보급되었다(Table 4).

**Table 3.** Major characteristics of high-quality japonica rice cultivars

Maturity	Cultivar	Heading date	Culm length (cm)	Diseases resistance				CT	LR	Milled rice yield (t/ha)
				BL	BB	SV	BSDV			
Early	Odaebyeo	July 29	77	M	S	S	S	R	R	4.81
	Sambaegbyeo	Aug. 5	61	MR	S	S	S	R	R	5.07
	Sangmiby eo	Aug. 8	66	R	S	S	S	MR	R	5.31
	Jungsanbyeo	Aug. 2	70	MR	S	S	S	R	R	5.63
	Junghwabyeo	July 31	77	MR	S	S	S	R	MR	5.03
	Samcheonbyeo	July 30	68	MR	S	S	S	R	R	5.22
	Taebongbyeo	July 26	74	MR	S	S	S	MR	R	5.44
Medium	Hwaseongbyeo	Aug. 6	82	S	S	R	S	R	M	4.93
	Seoanbyeo	Aug.13	80	MS	S	S	S	R	R	5.05
	Gwanganbyeo	Aug.15	86	M	S	R	S	R	MR	5.43(5.08)
	Hwajungbyeo	Aug.14	80	MS	S	R	S	R	R	4.81
	Juanbyeo	Aug.11	71	MS	S	S	S	MR	R	5.04(5.03)
	Sampyeongbyeo	Aug.13	86	MR	R	MR	S	MR	R	5.62
	Geumoby eo 2	Aug.28	75	M	S	R	S	M	M	5.11
Medium-late	Ilpumbyeo	Aug.14	79	MS	S	S	S	R	R	5.34
	Saechucheongbyeo	Aug.19	95	M	S	S	S	R	S	5.58
	Hwashinbyeo	Aug.17	87	M	MR	MR	S	S	M	5.32
	Mangeumbyeo	Aug.16	85	M	S	R	S	S	M	4.78
	Shindongjinbyeo	Aug.14	80	S	R	R	S	MR	M	5.96
	Dacanbyeo	Aug.16	76	M	R	R	S	M	R	5.11
	Chucheongbyeo	Aug.16	100	S	S	S	S	M	S	4.53
	Nampyeongbyeo	Aug.15	80	M	S	R	S	M	R	5.47
	Geumnambyeo	Aug.17	79	M	S	R	S	M	MR	5.21

( ) : Milled rice yield in direct seeding, BL : Blast, BB : Bacterial blight, SV : Stripe virus, BSDV : Black-streaked dwarf virus, CT : Cold tolerance, LR : Lodging resistance, R : Resistant, MR : Moderately resistant, M : Medium, MS : Moderately susceptible, S : Susceptible

**Table 4.** Major characteristics of newly-developed special rice cultivars suitable for food processing and functional utility

Cultivar	Bred year	Heading date	Culm length (cm)	Milled rice yield (t/ha)	1000-grain weigh (g)	Brown rice L/W ratio	WC/WB (09)	Pericarp color	Aroma (09)	Amylose (%)
Daeribbyeo 1	93	Aug.15	88	4.45	34.8	1.94	1/0	YW	0	19.5
Hyangmibyeo 1	93	Aug.15	72	4.93	20.6	2.46	1/1	"	5	18.3
Hyangnambyeo	95	Aug.11	82	5.03	21.3	1.81	0/0	"	3	17.7
Hyangmibyeo 2	96	Aug.4	77	6.14	22.8	2.44	1/2	"	3	19.0
Yangjobyeeo	94	Aug.14	71	5.11	25.4	1.78	7/0	"	0	20.2
Aranghyang-chalbyeo	97	Aug.13	88	5.37	20.5	1.90	wx	"	3	0
Heuginjubyeeo	97	July 25	80	4.05	17.0	2.22	-	BP	1	15.1
Heugnabyeeo	97	Aug.13	73	4.97	23.5	2.14	-	"	1	16.7
Mihyangbyeeo	98	Aug.16	79	5.57	22.6	1.86	0/0	YW	3	19.0
Seolhyangchalbyeo	99	Aug. 8	89	5.23	24.2	2.10	wx	"	3	0
Goamibyeo	00	Aug.18	85	5.38	20.8	1.77	0/2	"	0	26.7
Heughyangbyeeo	00	Aug.23	77	5.28	23.1	1.96	-	BP	3	18.0
Jeoginiubyeeo	00	July 26	81	5.54	22.1	1.79	-	RB	0	18.3
Baegjinjubyeeo	01	Aug.21	77	5.18	19.2	1.62	dull	YW	0	9.1
Seolgaengbyeeo	01	Aug.19	83	5.27	20.3	1.63	opaque	YW	0	19.3
Yeonganbyeeo	'01	Aug.13	83	5.45	22.4	1.79	0/1		HL	18.9

WC:WB : White core/White belly, YW : Yellowish white, BP : Blackish purple, RB : Reddish brown, HL : High lysine

심백이 심하게 차 있는 ‘양조벼’는 쌀 누룩과 청주 제조용 쌀로 적합하며 지난 해에 새로 육성한 ‘설갱(雪梗)벼’는 뽕안 맵쌀로 식혜·술 등 발효 쌀 식품에 양조벼보다 더 좋은 가공 적성을 가지고 있는 것으로 밝혀졌다. 검은 자색 쌀인 ‘흑진주벼’와 ‘흑남벼’는 아직은 혼반용으로 주로 이용되고 있지만 주색소인 안토시아닌 색소는 식품 첨가용 천연 색소로 활용 가치가 높으며 유색 술 및 떡 제조에도 이용될 수 있다(Choi & Oh, 1995). 적갈색 쌀인 ‘적진주벼’도 절갈색 식품 색소원으로 이용될 수 있다. 아밀로스 함량이 27%로 높은 ‘고아미벼’ 품종은 떡볶이용·떡이나 쌀국수·빵 등 분식용 쌀로 활용될 수 있으며 아밀로스 함량이 찹쌀과 맵쌀의 중간인 9%로 낮은 중간찰 품종인 ‘백진주벼’는 현미밥 용이나 떡·과자·식혜·술 등 다양한 식품 소재로 활용 될 수 있을 것이다. ‘영안벼’는 아밀로스 함량이나 단백질 함량은 일반품종과 비슷하나 특히 라이신 함량이 4.31%로 보통 품종에 비해 약 11%정도 높은 고 라이신 쌀이다. 특히 어린이 이유식으로 적합할 것으로 생각된다.

## 식미 및 가공적성 관련 이화학적 특성과 품종 변이

### 양질미 선발 기준

한국 사람들은 4천년 이상의 긴 벼 재배 역사를 통해서 점진적으로 쌀알이 둥글면서 밥이 상당히 찰기가 있는 쪽으로 선호하는 습성이 이루어져 왔으며 이는 특히 쌀을 주로 밥의 형태로 만들어 여러 가지 반찬과 함께 숟가락이나 젓가락으로 먹게 되면서 더욱 찰기와 탄력이 있는 쪽을 선호하게 된 것으로

**Table 5.** Selection criteria for developing a high-quality rice in Korea

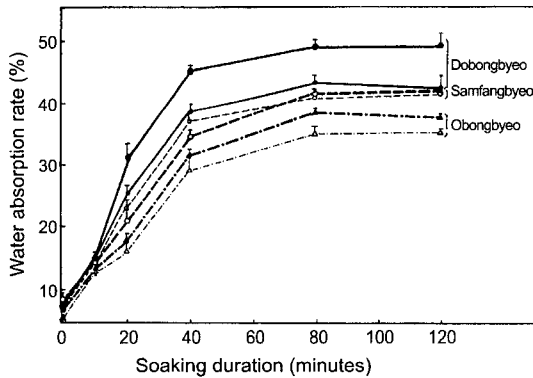
Item	Quality components & Selection criteria
Grain appearance	Length/width ratio of brown rice : 1.7~2.0 1000-grain weight of milled rice : 172~2 g Chalkiness (White-core & white-belly) (0-9) : 0~1 Translucency & gloss (1-9) : 1~2
Physicochemical properties	Amylose content : below 20% Protein content of brown rice : 7~9% Alkali digestion value (KOH 1.4%) (1-7) : 5~7
Palatability of cooked rice	Appearance : Glossy & intact Fragrance : Weak aromatic Stickiness : Considerably sticky Taste & Texture : Good Retrogradation of cooked rice : Slow
Processing	Milling recovery from rough to polishing : Above 75% Head rice ratio : Above 90%

로 생각된다. 따라서 우리가 선호하는 양질미의 개발은 시장성을 좌우하는 쌀 외관품위와 식미의 양부에 따른 선발에 의해 이루어진다. 우리의 양질미 선발 기준을 보면(Table 5), 외관품위에서 현미 장폭비는 1.7~2.0, 백미 천립중은 17~22 g, 심복백 정도(0~9)는 0~1, 투명도 및 선택이 양호한 것이다. 식미와 관련된 이화학적 특성에서는 아밀로스 함량은 20% 이하, 현미 단백질 함량은 7~9%, 알칼리 붕괴도(1~7)는 5~7 범위에서 선발이 이루어지고 있다. 식미는 밥이 윤기가 있고 밥알이 매끈하며 열은 구수한 냄새가 있고 상당히 찰기가 있으면서 씹는 조직감이 부드럽고 탄력이 있으며 밥이 식어도 쉬

이 굳어지지 않는 특성을 지닌 것이 바람직하다. 도정 특성면에서는 정미율이 75% 이상이 되면서 완전미율이 90% 이상인 것을 선발 기준으로 삼고 있다.

**식미 관련 이화학적 특성과 품종 변이**

품종에 따라서 상온이나 가열조건에서 물을 흡수하는 양의 경시적 양상이 차이가 나며 신·고미 간이나 산지 및 연차간 변이가 큰 것으로 알려져 있다. Fig. 2에서 보면 벼 품종간 및 신·고미간에 저온흡수율의 경시적 변화 양상의 차이가 현저함을 알 수 있다. 저온의 포화흡수는 대개 수침후 80분 경이지만 수침후 40분이면 거의 포화상태에 이르게 된다. 취반 가수량의 품종 변이를 Table 6에서 보면 물에 불린 쌀일 경우 마른 쌀 무게의 약 1.1~1.3배, 마른 쌀일 경우 약 1.4~1.6배



**Fig. 2.** Comparison of water absorption rate of milled rice during 120 minutes after soaking in cool tap water(10°C) among three typical rice varieties, and between new and old rices harvested in 1990 and in 1989, respectively. Thick lines indicate the water absorbabilities of the new rice and thin lines point out those of the old one.

가 되어 품종에 따라 취반시 가수량이 크게 차이를 나타내고 있음을 알 수 있다.

가열 흡수량은 품종 변이가 마른 쌀 무게의 약 1.18~1.27배가 되어 불린 쌀의 취반 가수량과 거의 비슷한 경향을 보였다. 이러한 상온 및 가열 흡수율은 쌀의 호화 특성 및 식미와 밀접한 관계를 나타낸다(Choi *et al.*, 1996b).

쌀의 이화학적 특성과 밥의 물리성 및 식미 간에는 Table 7에서 보는 바와 같이 여러 연구자들의 결과에서 비슷한 경향으로 밀접한 관계를 나타내었다. 여기에서 특히 식미 총평과 밀접한 관계를 나타낸 이화학적 특성은 아밀로스 함량, 단백질 함량, 알칼리 붕괴도, 비스코그램 특성, 취반 용출액 요드 정색도 및 용출 고형물량, Mg/K · N · A 등이었다. 아밀로스 함량은 주로 밥의 경도와 찰성, 호응집성과 Mg/K · N · A는 밥의 찰기, 단백질 함량은 밥의 경도와 밀접한 상관을 나타내었다. 이러한 미질 특성 간 상관관은 자포니카와 통일형 품종군 별로 나누어 살펴 보면(Table 8), 단백질 함량과 알칼리 붕괴도 간이나 식미 총평과 아밀로스 함량 간 상관관을 제외하고는 품종군에 따라 그 경향을 크게 달리하고 있음을 알 수 있다(Choi *et al.*, 1990, 1991).

또한 같은 공시 품종들의 생산 연도에 따른 미질 특성 간 상관관을 Table 9에서 보면, 알칼리 붕괴도, 아밀로스 및 단백질 함량간이나 쌀의 호화도와 취반 용출 고형물량 간의 상관관을 제외하고는 연차 간에 미질 특성 간 상관관이 크게 달라짐을 알 수 있다. 이러한 미질 특성과 식미 간 상관 관계를 바탕으로 식미추정 중회귀식을 얻은 결과를 Table 10에서 보면 주요 설명 변수로 채택된 것이 '91년산미는 최저점도, 최고점도시 온도, 취반 용출액 요드 정색도, 호화 팽창률, 최고점도였지만 '92년산미는 밥의 점착성, 단백질 함량, 아밀로펙틴 단/장쇄 비율, 응집점도를, Mg/K을 등으로 연차에 따라 큰 차이를 나타

**Table 6.** Classification of tested rice cultivars by proper water amount for rice cooking

Proper water amount adding on soaked milled rice (ml for 100g 12% moisture milled rice)	Corresponding rice cultivars
110~115	Sasanishiki
116~120	Dobongbyeo, <u>Cheongcheongbyeo</u> , Yongjubyeo, Chucheongbyeo
121~125	Ilpumbyeo, Hwaseongbyeo, Nagdongbyeo, <u>Samgangbyeo</u> , Odaebyeo, Anjungbyeo, <u>Chilseongbyeo</u> , Kinuhikari, Jimmibyeo
126~130	Jinbubyeo, <u>Nampungbyeo</u> , Gwanagbyeo
Proper water amount adding on 12% moisture dry milled rice (ml)	Corresponding rice cultivars
141~145	Cheongcheongbyeo
146~150	Odaebyeo, Anjungbyeo, <u>Yongjubyeo</u> , Obongbyeo, Chucheongbyeo, <u>Chilseongbyeo</u> , Jimmibyeo
151~155	Sasanishiki, <u>Nampungbyeo</u> , Ilpumbyeo, Dongjinbyeo, Hwaseongbyeo, <u>Samgangbyeo</u> , Kinuhikari
156~160	Gwanagbyeo, Nagdongbyeo
161~165	Dobongbyeo, Jinbubyeo

\*The cultivars underlined are Tongil-type rices.

**Table 7.** Interrelationships between the physicochemical properties of milled rice and palatability components of cooked rice

Relevant characters	Correlation coefficients	Source
WUB - GPS	-0.33*	Choi <i>et al.</i> (1991)
IBV - GPS	-0.75**	Chikubu <i>et al.</i> (1985)
ESA - GPS	-0.57**	"
Amylose content - Hardness	0.56**	Choi <i>et al.</i> (1991)
" - "	0.59**	Juliano (1985)
" - "	0.49*	Hsu & Song (1988)
Amylose content - Adhesiveness	-0.60**	Choi <i>et al.</i> (1991)
" - "	-0.82**	Juliano (1985)
" - "	-0.89**	Hsu & Song (1988)
Gel consistency - Adhesiveness	0.58**	Choi <i>et al.</i> (1991)
" - "	0.40**	Juliano (1985)
" - "	0.91**	Hsu & Song (1988)
ADV - Adhesiveness	-0.51*	Choi <i>et al.</i> (1991)
" - "	-0.53*	Hsu & Song (1988)
Protein content - Hardness	0.29*	Choi <i>et al.</i> (1991)
" - "	0.18*	Juliano (1985)
Hardness - GPS	-0.80**	Choi <i>et al.</i> (1991)
Adhesiveness - GPS	0.79**	"
" - GPS	0.88**	Hsu & Song (1988)
GPS - Protein content	-0.60**	Choi <i>et al.</i> (1990)
" - "	-0.37*	Chikubu <i>et al.</i> (1985)
" - "	-0.63**	Hsu & Song (1988)
" - "	-0.62**	Lee (1990)
GPS - amylose content	-0.41*	Choi <i>et al.</i> (1989)
" - "	-0.56**	Chikubu <i>et al.</i> (1985)
" - "	-0.83**	Hsu & Song (1988)
" - "	-0.40**	Lee (1990)
GPS - ADV	-0.28*	Choi <i>et al.</i> (1990)
" - "	-0.50*	Hsu & Song (1988)
" - Crude ash	-0.50**	Lee (1990)
" - Breakdown	0.42*	Choi <i>et al.</i> (1989)
" - "	0.68**	Chikubu <i>et al.</i> (1985)
" - "	-0.36**	Lee (1990)
" - Consistency	-0.57**	Choi <i>et al.</i> (1989)
" - Setback	-0.49**	"
" - Peak viscosity	0.61**	Chikubu <i>et al.</i> (1995)
Mg/K · N · A - Stickiness	0.79**	Horino (1990)

WUB : Water uptake ratio of boiled rice, GPS : Gross palatability score of cooked rice, IBV : Iodine blue value of cooking water, ESA : Extracted solid amount of cooking water. Hardness, Adhesiveness, Stickiness : Hardness, Adhesiveness and Stickiness of cooked rice. ADV : Alkali digestion value.

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

내었다(Choi *et al.*, 1997).

알칼리 붕괴도, 아밀로스 및 단백질 함량이 거의 비슷하면서 밥맛에 차이를 나타내는 벼 품종들을 식미 총평에 따라 구분한 다음 군간에 유의한 차이를 나타낸 여타 미질 특성을 Table 11에서 살펴 보면 식미가 양호한 품종들이 보통인 품종들에 비해 양년 모두 호응집성이 약간 높으면서 강하점도는 높고 응집점도와 치반점도는 낮은 경향을 나타내어 비스코그램 특성이 중요한 지표 특성임을 알 수 있다(Choi *et al.*, 1997).

**Table 8.** Difference in interrelationships among palatability and physicochemical properties of milled rice between japonica and Tongil-type rices

Relevant characters	Correlation coefficients	
	Japonica	Tongil-type
Mg - GPS	-0.093	-0.519**
K/Mg ratio - ADV	0.012	-0.424**
" - Amylose	0.393**	-0.004
" - Retrogradation	0.134	-0.490**
Protein - ADV	-0.385**	-0.366*
" - Amylose	-0.602**	0.174
" - Retrogradation	-0.073	-0.583**
" - ADV D	0.022	0.425**
" - Panel's var.	-0.251	-0.461**
ADV - GPS	-0.408**	0.095
" - ADV D	0.418**	-0.428**
" - Retrogradation	0.024	0.556**
" - Amylose	0.658**	0.327*
Amylose - GPS	-0.357*	-0.594**
" - Panel's var.	0.360*	0.292*
GPS - Panel's var.	-0.590**	-0.508**
Panel's var. - Retrogradation	0.387**	0.215

GPS : Gross palatability score of cooked rice, ADV : Alkali digestion value, ADV D : Difference between ADV in 1.0% and 1.4% KOH solutions, Retrogradation : Difference of GPS between hot and cool cooked rice

Panel's var. : Panel's variation of GPS.

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

식미가 차이나는 세 품종의 아밀로펙틴 분획에서 글루코스 쇄장별 분포가 비슷한 경향을 보였지만(Fig. 3), Table 12에서 보면 매우 미미한 차이 이기는 하지만 자포니카와 인디카 품종 모두 아밀로스 함량이 낮은 밥맛이 좋은 품종일수록 아밀로펙틴의 단장쇄 비율이 약간 높은 경향을 보였다(Choi, 2001).

쌀알의 외곽층으로부터 층위별로 아밀로스 및 단백질 함량의 미립평균 함량 대비 지수로 나타낸 성적을 보면(Table 13) 식미가 양호한 일품벼가 다른 품종들에 비해 특히 쌀알의 외곽층에 아밀로스 함량이 상대적으로 낮은 경향을 보였는데 이는 우리가 씹을 때 찧기와 탄력성을 많이 느끼게 되는 밥 외곽층의 호화된 전분립이 일품벼가 다른 품종들에 비해서 더욱 미세한 그물모양의 스펀지상을 나타내고 있는 것과 무관하지 않는 것 같다(Choi *et al.*, 1997, RDA, 1992).

쌀을 철망 시험관에 넣고 끓는 물에 담그어 물에 들어있는 용출액 요도 정색도의 경시적 변화율을 보면(Fig. 4) 식미 양호한 품종일수록 침지 20분까지 요도정색도의 상대적 변화율이 낮음을 알 수 있다. 용출액 중 단백질 함량의 변화는 동진 벼를 제외하고는 유의한 경시적 변화가 인정되지 않았고 식미와의 관계도 발견할 수가 없었다(RDA, 1992, Choi 2001).

#### 밥의 노화관련 이화학적 특성

밥의 노화는 호화된 전분립자가 다시 굳어지면서 맛과 찧기



**Table 9.** Correlation coefficients (r) between physicochemical or structural properties of milled rice and physical characteristics or sensory evaluating score of cooked rice in 1991 and 1992

Concerned characters	r		Concerned characters	r	
	1991	1992		1991	1992
GPS - Hot paste	-0.62*	0.34	ESA - Cohesiveness	0.65*	-0.21
- Consistency	-0.58**	0.06	Break down - Cohesiveness	0.62*	0.34
AP - Peak	-0.66*	0.59*	- Chewiness	0.58*	0.16
- Hot paste	-0.74**	0.31	Mg/K - Protein	0.04	0.63*
- Consistency	-0.64	-0.04	GC - Cool paste	-0.41	-0.58*
ADV - Amylose	0.72**	0.72**	- Peak	-0.55	-0.50
- Mg/K	-0.44	-0.84**	- Cool/Hot	0.60*	0.26
- Balance	0.15	0.59*	- Breakdown	-0.24	0.64*
- Peak	-0.58*	0.36	- Hot/Peak	-0.07	-0.62*
- GT	-0.71**	-0.20	- Consistency	-0.02	-0.70*
- Cool/Hot	0.65*	0.10	- Setback	0.20	-0.72*
Amylose - Mg/K	-0.56	-0.59*	- Cool/Peak	0.16	-0.72*
- Protein	-0.60*	-0.60*	Fr. I - Protein	-0.63*	-0.34
Mg - VER	0.67*	0.33	- IBV	-0.16	-0.75**
K - Fr. III	-0.59*	-0.15	- GPS	-0.30	-0.44
VER - ESA	0.56	0.28	Fr. II - Hot/Peak	-0.30	-0.62*
- Cohesiveness	0.75*	-0.31	- Setback	-0.39	-0.60*
- Chewiness	0.68*	-0.39	Fr. III - GT	-0.39	-0.67**
- TPI	0.64*	-0.34	- K	-0.63*	0.07
DG - ESA	0.60*	0.87**	- Adhesiveness	0.09	-0.80**
- IBV	0.15	0.60*	- Stickiness	-0.08	0.69*
- GT	-0.61*	0.07	- TPI	0.09	0.58*
- Cohesiveness	0.65*	-0.17	Fr. IV - Cohesiveness	-0.20	-0.60*
IBV - ESA	0.33	0.78**	Fr. IV/Fr. - GT	0.33	0.54
- Hardness	0.86**	-0.49	- Cohesiveness	-0.17	0.63*
- Balance	0.65*	0.49	- TPI	-0.08	-0.58*
- Chewiness	0.64*	-0.47			

GPS : Gross palatability score of cooked rice, AP : Appearance of cooked rice, ADV : Alkali digestion value, GT : Starting temp. of gelatinization, VER : Volume expansion rate of cooked rice, ESA : Extracted solid amount of cooking water, TPI : Textural palatability index, DG : Degree of gelatinization after short cooking, IBV : Iodine blue value of cooking water, GC : Gel consistency.  
 \*,\*\* : Significant at 5% and 1% levels, respectively.

**Table 10.** Multiple liner regression formula for indirect estimation of gross palatability score (GPS) of cooked rice

Year	Multiple linear regression formula	R <sup>2</sup>
1991	Y=-0.0106 X <sub>1</sub> +0.3092 X <sub>2</sub> -4.2392 X <sub>3</sub> +0.3877 X <sub>4</sub> +0.00145 X <sub>5</sub> -21.839 Y : GPS, X <sub>1</sub> : Hot paste, X <sub>2</sub> : Temperature of peak viscosity, X <sub>3</sub> : IBV, X <sub>4</sub> : VER, X <sub>5</sub> : Peak	0.895
1992	Y=-3.648 X <sub>1</sub> +0.0264 X <sub>2</sub> -0.247 X <sub>3</sub> -0.855 X <sub>4</sub> +1.986 X <sub>5</sub> +0.986 Y : GPS, X <sub>1</sub> : Adhesiveness, X <sub>2</sub> : Protein, X <sub>3</sub> : Short/long chian ratio of amylopectin, X <sub>4</sub> : Consistency ratio X <sub>5</sub> : Mg/K ratio	0.974

GPS, IBV, VER : See Table 9. R<sup>2</sup> : Coefficient of determination.

및 조직감이 나빠지는 현상을 말하며 여기에 전분립을 구성하고 있는 아밀로스나 아밀로펙틴 분자의 결정화에 기인되지만 더욱 급속한 밥조식의 경화는 단백질 입자에 의하여 야기된다.

이러한 노화정도의 측정에는 α-amylase-iodine 법이나 β-amylase-pullulanase 법 등 효소적인 방법으로 호화도를 측정하여 나타낼 수 있고 밥을 냉장 또는 상온 상태로 2~4시간 보관한 다음 texture 분석기를 이용하여 더운 밥에 대한 찬밥의 경화 정도를 비교 계산한 지수를 나타낼 수도 있다.

주사 전자현미경 사진으로 보아 일품벼와 같이 밥노화가 느

린 품종의 밥은 농백과 같이 밥노화가 빠른 품종에 비해 냉장 보관 상태에서 밥이 차게 되면서 특히 밥알 바깥층의 호화전분립자의 결정화 및 그물망의 응축 정도가 덜 진전되었다.

찬밥의 노화 정도가 찬밥의 탄력성이나 냉장 보관에 따른 밥 경도의 변화율과 유의한 상관성을 나타내지 않았지만 대개 밥 맛이 좋은 품종의 쌀일수록 찬밥의 노화 정도가 적은 경향이었고 찬밥의 탄력성이 높은 경향이였다(Table 14). 찬밥의 노화 정도가 심한 품종 쌀은 쌀가루의 신속 점도 측정계에서 측정된 최저점도는 낮은 경향이었고 최종점도는 높은 경향이였다. 또

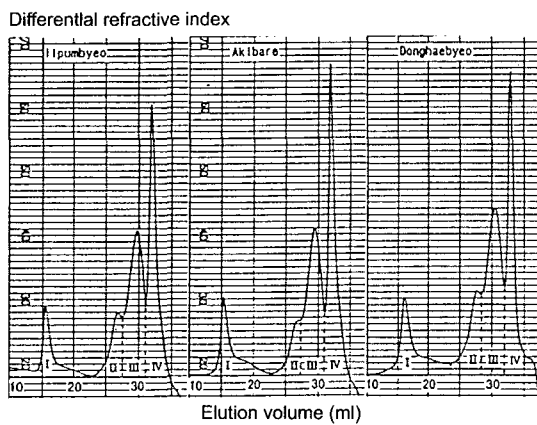
**Table 11.** The physicochemical properties of rice grain related with the eating quality of cooked rice

Palatability of cooked rice	Corresponding cultivars	Grown year	Panel test (-3~3)		A.D.V (1~7)	Amylose (%)
			Appearance	Palatability		
Excellent	Ilpum, Dongjin, Hwaseong, Koshihikari	'91	0.72	0.65	6.8	18.6
		'92	0.34	0.41	6.8	19.5
		<b>Mean</b>	<b>0.53</b>	<b>0.53</b>	<b>6.8</b>	<b>19.1</b>
Good	Jangan, Seoan, Bonggwang, Chucheong	'91	0.25	0.25	6.8	19.0
		'92	0.13	0.04	6.7	19.2
		<b>Mean</b>	<b>0.19</b>	<b>0.15</b>	<b>6.8</b>	<b>19.1</b>
Fair	Yeongsan, Donghae, Palgong, Daecheong	'91	-0.26	-0.34	6.8	18.9
		'92	-0.06	-0.31	6.7	18.9
		<b>Mean</b>	<b>-0.16</b>	<b>-0.33</b>	<b>6.8</b>	<b>18.9</b>

Protein (%)	Mg/K	Gel consistency (mm)	ESA (mg/g)	Amylogram properties (BU)		
				Breakdown	Consistency	Setback
6.89	0.263	58.4	39.9	501	413	-88
6.84	0.221	72.5	61.0	479	406	-74
<b>6.87</b>	<b>0.242</b>	<b>65.5</b>	<b>50.5</b>	<b>490</b>	<b>410</b>	<b>-81</b>
6.86	0.248	57.6	44.0	463	446	-16
7.13	0.225	70.9	66.8	440	407	-33
<b>7.00</b>	<b>0.237</b>	<b>64.3</b>	<b>55.4</b>	<b>452</b>	<b>427</b>	<b>-25</b>
6.82	0.268	57.6	50.0	453	454	0.8
7.30	0.238	65.8	49.8	421	419	-2.8
<b>7.06</b>	<b>0.253</b>	<b>61.7</b>	<b>49.9</b>	<b>437</b>	<b>437</b>	<b>-1.0</b>

A.D.V. : Alkali digestion value, ESA : Extracted solid amount during cooking



**Fig. 3.** Varietal difference in distribution of debranched starch fractions. The rice starch was debranched by isoamylase treatment and weak alkali gelatinization and fractionized by HPLC.

한 찬밥의 탄력성이 높은 쌀은 마그네슘 함량이 높은 경향이었고 밥이 용적팽창률이 낮았다. 밥의 냉장에 따른 경도 변화율은 취반 중 밥알의 용적팽창 정도나 용출 고형물량과는 부의 상관관계를 나타내었다(Table 15) (Choi *et al.*, 1999a).

**쌀 가공적성 관련 이화학적 특성**

(1) 쌀 튀김성 관련 이화학적 특성

쌀의 형태, 크기, 심복백 정도 및 투명도와 이화학적 특성이 다양한 벼 품종을 사용하여 현미 및 백미 튀김성과 여러가지 미질 특성과의 상관 관계를 살펴 보았다. 튀김성은 튀김현미 및 튀김백미의 용적중, 평균 튀김률, 튀김현미 정립률과 튀김백미 용적 팽창률 등으로 나타내었는데 품종간 변이가 매우 컸다.

대개 튀김률이 높은 품종일수록 튀김쌀의 용적중이 가벼워 튀김성이 좋았으며 현미강도가 높은 경향이였다. 쌀가루 호화젤(gel)이 냉각시에 빨리 굳어지지 않는 연질을 보이거나 아밀로스 함량이 낮은 품종일수록 현미 및 백미의 튀김률이 높고 튀김쌀 용적중이 가벼우며 튀김백미 용적 팽창률이 높은 경향이였다. 아밀로스 함량이 낮은 품종 중에도 지질 함량이나 단백질 함량 등의 영향으로 튀김성이 좋지 않은 품종도 있었다.

튀김현미 정립률은 튀김률과는 다른 특성으로 찹쌀이나 심복백정도가 심한 품종일수록 낮은 경향을 나타내었다. 즉 배유에 공극이 많은 쌀일수록 고압에서 팽창시 지나치게 튀겨져서 모양이 크게 일그러진 것이 많았다(Table 16) (Choi *et al.*, 1992).

(2) 쌀국수 적성 관련 이화학적 특성

쌀가루와 밀가루를 반반씩 섞은 시료에 1% 소금물을 시료량의 40~45% 비율로 첨가한 다음 반죽기로 반죽하여 수동식 제면기로 국수를 제조하여 제면 및 조리면 특성을 조사하였다.

제면 특성은 면대형성 정도(1~9)를 달관으로 조사하고 마른 국수의 강인성(1~9)을 측정하여 나타내었다. 조리면 특성은 조

**Table 12.** Comparison of amylose, protein, and distribution of starch fractions debranched by isoamylase between rice varietal groups or rice cultivars

Eco-type	Cultivar	Amylose (%)	Protein (%)	Distribution of starch fractions debranched by isoamylase				Fr.IV/Fr.III
				Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	
Jap.	Odaebyeo	19.0	7.7	5.8	12.3	36.9	44.9	1.22
	Hwaseongbyeo	20.9	6.8	13.0	9.7	35.0	42.3	1.21
	Chucheongbyeo	21.2	6.5	16.1	11.1	33.6	38.2	1.14
	<b>Average</b>	<b>20.4</b>	<b>7.0</b>	<b>11.6</b>	<b>11.0</b>	<b>35.2</b>	<b>41.8</b>	<b>1.19</b>
Ind.	Jungweonbyeo	17.8	7.9	7.8	8.7	36.2	47.3	1.31
	Yongjubyeo	18.0	8.3	9.3	10.1	37.3	43.1	1.16
	IR841-76-1	20.6	8.5	16.1	12.8	35.6	35.4	0.99
	<b>Average</b>	<b>18.8</b>	<b>8.3</b>	<b>11.1</b>	<b>10.5</b>	<b>36.4</b>	<b>41.9</b>	<b>1.15</b>

**Table 13.** Varietal difference in the relative proportion of amylose and protein content to average content of whole brown rice kernel on endosperm layers stratified by milling degree

Layer of endo-sperm	Milled part from outer layer of rice grain (W/W, %)	Relative proportion of amylose content to average amylose content of whole brown rice kernel (%)						
		Ilpumbyeo	Dongjinbyeo	Akibare	Minehikari	Donghaebyeo	Palgongbyeo	Average
L1	100-92	12.1	12.6	9.6	10.5	15.2	12.5	12.1 e
L2	92-87	51.0	62.3	57.9	57.0	62.8	63.1	59.0 d
L3	87-83	56.1	66.3	59.6	64.0	64.6	63.1	62.3 d
L4	83-78	72.0	70.3	67.4	68.0	70.7	67.5	69.3 c
L5	78-74	64.3	75.4	73.0	69.8	77.4	67.5	71.2 c
L6	74-65	71.3	83.4	77.5	74.4	82.3	75.6	77.4 b
L7	65-60	75.2	86.3	79.8	77.3	82.9	80.0	80.3 b
L8	60-0	126.1	120.6	124.7	125.0	120.7	123.8	123.5 a

Relative proportion of protein content to average protein content of whole brown rice kernel (%)							
Ilpumbyeo	Dongjinbyeo	Akibare	Minehikari	Donghaebyeo	Palgongbyeo	Average	
161.1	163.9	161.4	169.7	167.1	159.3	163.8 a	
157.6	151.4	148.2	155.3	155.7	153.5	153.6 b	
148.2	151.4	148.2	147.4	149.4	153.5	149.7 bc	
148.2	147.2	144.6	147.4	145.6	150.0	147.2 cd	
144.7	144.4	144.6	139.5	138.0	150.0	143.5 de	
141.2	144.4	138.6	139.5	138.0	143.0	140.8 ef	
135.3	144.4	134.9	136.8	134.2	139.5	137.5 f	
60.0	58.3	61.4	59.2	60.8	59.3	59.8 g	

Same character in average column indicates nonsignificance at 5% level by Duncan's multiple range test.

리면 이질성(易切性)(1~9), 국수물 탁도(1~9) 및 용출 고형물량을 조사하여 나타내었으며 조리면은 밀국수와 비교하여 외관, 냄새, 탄력, 맛 및 총평에 대한 관능 검사를 실시하였다. 이러한 쌀국수 관련 특성과 쌀의 여러 가지 이화학적 특성과의 관계를 분석하여 보았으나 거의 유의한 상관성을 나타내 보이지 않았고, Table 17에서 보는 바와 같이 쌀의 칼륨(K) 및 마그네슘(Mg)함량이 높은 품종일수록 제면 총평이 낮은 경향이었고 제면이 양호한 것이 국수물의 용출 고형물량이 적은 경향이였다. 면대 형성이 나쁜 쌀 일수록 반죽하는 데 시간이 더 오래 걸렸고 마른 국수의 강인성이 컸다. 제면 특성과 조리면 품질 특성은 서로 독립적인 특성으로서 두가지 특성이 모두 양호한 품종은 아밀로스 함량이 비교적 높은 인디카나

열대 자포니카 품종 중에서 찾을 수 있었다(Choi *et al.*, 1991).

(3) 쌀빵 적성 관련 이화학적 특성

벼 품종 간에는 제빵성의 차이가 있으나 현미와 백미 간에 뚜렷한 차이는 없었다. 그러나 품종에 따라서는 현미와 백미 쌀빵 특성에서 현저한 차이를 나타내는 것도 있었다. 예를 들면 찰벼인 한강찰벼는 백미로는 쌀빵을 만들 수 없었지만 현미로는 제빵성이 매우 양호하였다. 대체로 백미로 제빵성이 좋지 않은 품종들이 현미 제빵성이 양호한 경향이였다(Kang *et al.*, 1997b).

백미와 현미의 이화학적 특성과 제빵 적성간의 상관성을 살펴보면(Table 18), 현미의 경우 반죽의 부피증가율이 큰 쌀일

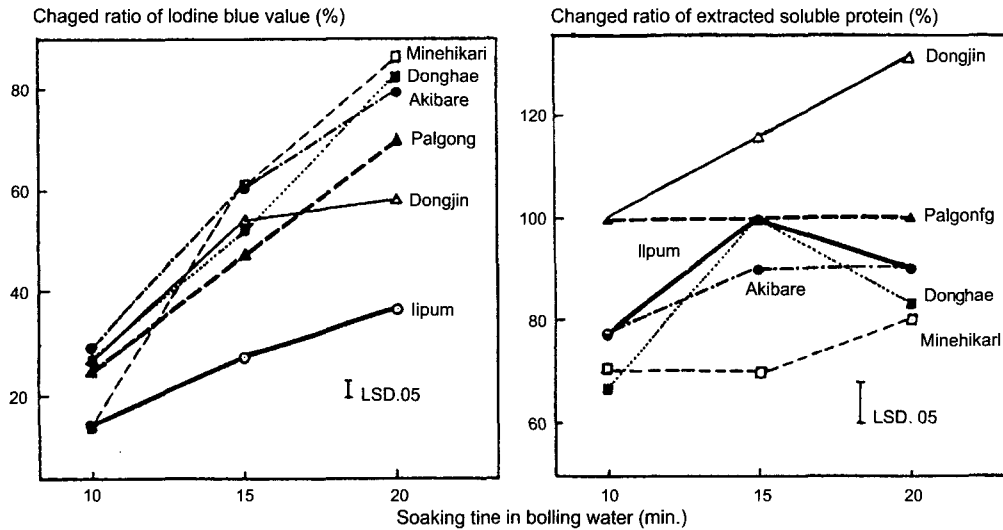


Fig. 4. Varietal difference in changed ratio of iodine blue value of extracted soluble amylose and of extracted soluble protein in cooking test of milled rice. The changed ratio was represented by the relative ratio to those at twenty five minutes after soaking the milled rice in boiling water.

Table 14. Correlation coefficients between retrogradation properties and palatability of cooked rice

Character	HARD	RI	HDR	PA
Degree of retrogradation of cooled cooked rice (DR)	-0.393	0.720**	-0.296	-0.628*
Sponginess of cooled cooked rice (HARD)		-0.314	0.014	0.554*
Retrogradation index (RI)			-0.214	-0.373
Hardness-changed ratio of cooked rice by cooling (HDR)				0.274
Palatability of cooked rice (PA)				

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

Table 15. Interrelationship between retrogradation components of cooked rice and physicochemical properties

Relevant characters	Correlation coefficients
Degree of retrogradation of cooled cooked rice	- Hot viscosity: -0.527*
	- Cool viscosity: 0.636*
Sponginess of cooled cooked rice	- Magnesium content: 0.556*
	- Volume expansion of cooked rice: -0.666**
Hardness-changed ratio of cooked rice by cooling	- Volume expansion of cooked rice: -0.581*
	- Solids amount extracted during cooking: -0.574*

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

Table 16. Correlation coefficients between popping characteristics and morphological or physicochemical properties of rice grain

Relevant characters	Correlation coefficients
Chalkiness (WB or WC)	- Ratio of intact popped brown rice: -0.585**
Translucency	- " : -0.456*
Hardness	- Ratio of popped rice: 0.472*
Gel consistency	- Bulk density of popped brown rice: -0.706**
"	- Bulk density of popped milled rice: -0.776**
"	- Ratio of popped rice: 0.792**
Amylose content	- Bulk density of popped milled rice: 0.512*
"	- Ratio of popped rice: -0.484*
"	- Expansion rate in length of milled rice: -0.477*
"	- Expansion rate in volum of milled rice: -0.475*

WB : white-belly, WC : white-core in rice grain, \*, \*\*: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

**Table 17.** Correlation coefficients between suitability for rice noodle and physicochemical properties of milled rice

Relevant Characters	Correlation coefficients
K content - Gross score of noodle making	-0.603*
Mg content - "	-0.553*
Extracted solid amount - "	-0.522
Doughing time - Acceptability to noodle formation	0.905**
Toughness of dried noodle - "	0.798**

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% levels, respectively. Gross score of noodle making is mean estimate of acceptability to noodle formation and toughness of dried noodle.

수목 폭신한 감이 있는 쌀빵 제조가 가능하였으며 백미의 경우 단백질 함량이 높을수록 촉촉한 느낌의 쌀빵이 되는 경향이었고, 지질함량이 높을수록 빵 기공의 크기가 작고 균일하며 탄력성이 떨어지는 쌀빵이 만들어지는 경향이였다(Kang et al., 1997a).

아밀로스 함량이 높을수록 호응집성이 경질일수록 쌀빵의 탄력성이 큰 경향이었고 호응집성이 연질인 쌀일수록 알칼리 붕괴도가 높은 즉 호화 온도가 낮을 쌀일수록 쌀빵의 노화 정도가 다소 큰 경향이였다(Table 18) (Kang et al., 1997b, 1997c).

(4) 발효 적성과 관련된 미질 특성

쌀의 발효 적성은 황국균(*Aspergillus oryzae*)이나 홍국균

**Table 20.** Pigment concentration of fermented rice using *Monascus anka*

Variety	Absorbance		
	400nm (yellow)	470nm (orange)	500nm (red)
Baegjinjubyeo	7.32	4.21	10.42
Seolgaengbyeo	13.72	11.50	19.70
Ilpumbyeo	14.34	9.31	14.84

(*Monascus anka*)의 균사 활착상태 및 홍색소 생성과 발효 과정 중 당화 효소 역가로서 평가할 수 있다. 보통쌀(일품벼)이나 중간찰(백진주벼)보다 쌀 배유전체가 뽀얀 멧쌀(설강벼)이 균사활착 밀도가 높고 발효향이 좋으며 당화 효소 역가도 높은 경향이였다(Table 19).

홍국 발효미의 발효 상태와 색상이 뽀얀 메인 설강벼에서 가장 우수하였고 특히 red와 orange 색상의 색소 생성량이 각각 32%, 25%정도 높았다(Table 20). 이와같이 심백이 많이 차있는 불투명한 쌀일수록 쌀누룩이나 발효미 제조와 더불어 양질의 약타주 생산에 알맞은 쌀이며 또한 쌀알이 굵고 단백질 함량이 낮은 쌀이 더욱 양조에 유리한 것으로 알려져 있다.

(5) 찰벼 품종의 종실 이화학적 특성 및 아밀로펙틴 구조와 몇가지 가공적성 변이

생태형이 다른 자포니카, 자바니카 및 인디카 찰벼 38품종에 대한 미립 형태, 물리·화학적 특성 및 아밀로펙틴 구조 특성을 조사하여 품종적 변이에 따라 품종군을 분류하고 군별

**Table 18.** Correlation coefficients among chemical properties of rice grain and various characteristics related to processing quality of rice bread

Relevant characters	Correlation coefficients	
	Brown rice	Milled rice
Protein content - Moistness of rice bread	-0.547	-0.783*
Fat content - Uniformity of porous cell size in rice bread	0.537	0.824*
- Sized of porous cell in rice bread	-0.637	-0.898**
- Springiness of rice bread	-0.351	-0.875**
Expansion of batters - Loaf formation of rice bread	0.859**	0.720*
- Size of porous cell in rice bread	0.301	0.703*
- Springiness of rice bread	0.761*	0.204
Amylose content - Springiness of rice bread	-	0.571*
Gel consistency - Springiness of rice bread	-	-0.652*
- Retrogradation of rice bread	-	0.572*
Alkali digestibility - "	-	-0.625*

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

**Table 19.** Mycelia rooting density and saccharogenic power during the processing of fermented rice using *Aspergillus oryzae*

Variety	Endosperm characteristics	Rooting density of mycelia		Saccharogenic power (mg/glucose/hr/g)	
		Brown rice	Milled rice	Brown rice	Milled rice
Baegjinjubyeo	milky, amylose ; 9%	++	++	37.4	38.2
Seolgaengbyeo	opaque, amylose ; 19.3%	+++	+++	41.6	45.4
Ilpumbyeo	translucent, amylose ; 18.9%	++	+++	39.3	42.6

**Table 21.** Varietal variation of morphological and physical properties in glutinous milled and cooked rice

Trait	Mean	Standard deviation	Coefficients of variation (%)	Range
L/W	1.97	0.365	18.5	1.56~2.97
HDG(kg)	11.38	0.612	5.4	9.21~12.19
WAN(%)	30.6	4.74	15.5	19.5~39.6
WAB(%)	137	10.4	7.6	118~158
GVE(%)	206	2.72	13.2	104~266
ADV(1~7)	6.2	0.18	3.0	5.9~6.7
GIT(°C)	68.5	2.06	3.0	62.5~74.8
Peak(RVU)	177	37.8	21.4	115~258
Hot (RVU)	85	19.7	23.1	36~120
Cool (RVU)	111	25.0	22.5	51~160
Breakdown (RVU)	92	23.4	25.5	53~148
Consistency (RVU)	26	5.8	22.2	15~41
Setback (RVU)	-66	20.7	31.5	-120~-30
Hardness (g)	998	249	25.0	671~2,131
Adhesiveness (g)	118	67	57.1	42~376
Balance (-H/H)	0.114	0.047	41.6	0.046~0.251

L/W : Length/width ratio of brown rice, HDG : Hardness of brown rice, WAN : Water absorption rate of milled rice at room temperature, WAB : Water absorption rate of milled rice after 15 minutes soaking in boiling water, GVE : Volume expansion rate of milled rice after 15 minutes soaking in boiling water, ADV : Alkali digestion value, GIT to Setback : Initial temperature of gelatinization, Peak, Hot, Cool, Breakdown, Consistency, Setback viscosities of rice flour checked by Rapid Visco-Analyzer, Hardness to Balance : Hardness, Adhesiveness and the Balance of adhesiveness and hardness of cooked rice checked by Texture analyzer.

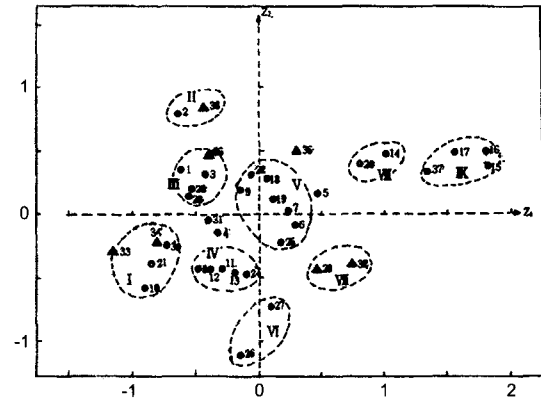
**Table 22.** Varietal variation in frequency ratios among short, intermediate and long glucose chains composing amylopectin structure of glutinous rice endosperms

Trait	Mean	Standard deviation	Coefficients of variation (%)	Range
Fr. II (%)	18.6	2.684	14.4	14.7~25.2
(Fr.III+IV)/Fr. II	4.47	0.729	16.3	2.97~5.79
Fr. IV/Fr. II	1.78	0.460	25.9	1.09~2.72
Fr. III/Fr. II	2.70	0.505	18.7	1.42~3.59
Fr. IV/Fr. III	0.68	0.234	34.3	0.41~1.31

Fr. II, III and IV are the long, intermediate and short glucose chains of amylopectin, respectively.

대표 품종을 중심으로 몇가지 가공 적성을 살펴보았다.

쌀알 모양은 현미 장폭비 1.56인 단립에서 2.97인 세장립에 이르기까지 다양하였고 특히 상온 흡수율과 취반 용적 팽창에서 품종 변이가 컸는데 상온 침지 20분후 평균 흡수율이



**Fig. 5.** Scatter diagram of tested glutinous rice cultivars on the plane of 1st ( $Z_1$ ) and 2nd ( $Z_2$ ) principal components contracted from eleven quality properties (○ : Japonica, ● : Indica, ▲ : Javanica).

30.6%, 가열 흡수율 및 취반용적 팽창률이 각각 137% 및 206%였다(Table 21). 또한 쌀가루의 모든 비스코그램 특성과 밥의 물리적 특성들이 변이계수 21% 이상의 현저한 품종 변이를 보였는데 여기서 특히 인디카 찰벼 품종들이 자포니카 및 자바니카 찰벼 품종에 비해 두드러지게 높은 최고점도, 강하점도, 최저점도, 최종점도 및 치반점도를 보였다. 치반점도와 찰밥의 점성 및 균형도에서 특히 높은 변이계수를 보여 이들이 찰벼 배유 특성의 품종 변이를 가름하는 중요한 요소임을 시사하였다(Table 21) (Choi *et al.*, 1999c).

찰벼 품종들은 아밀로펙틴의 구조적 차이를 나타내는 글루코스 쇄장별 분포에서 꽤 큰 품종 변이를 보였는데 특히 단쇄(Fr. IV), 중쇄(Fr. III) 및 장쇄(Fr. II)의 빈도간 비율에서 단/중쇄(Fr. IV/Fr. III) 빈도간 비율이 변이계수가 가장 커서 이것이 아밀로펙틴의 구조를 표현하는 가장 중요한 요소임을 짐작할 수 있었다(Table 22).

찰벼 38품종을 11개의 물리화학적 및 구조적 특성을 이용한 주성분 분석에서 제 1 및 제 2 주성분치 상의 품종 분포도에 따라 품종군 분류를 실시한 결과 9개 품종군으로 대별해 볼 수 있었다(Fig. 5) (Choi *et al.*, 1999c).

백미 상온 흡수율은 밥의 균형도와 부의 상관성을 보였고 가열 흡수율은 밥 용적 팽창율과 밀접한 상관성을 나타내었다. 알칼리 붕괴도가 낮을수록 신속 점도 측정계에서 쌀가루 호화개시 온도와 치반점도가 높은 경향을 나타내었고 강하점도는 떨어지는 경향을 보였다.

현미 장폭비는 모든 비스코그램 특성과 취반 장축 팽창률 등과 밀접한 연관을 보였는데 이는 이들 물리적 특성이 인디카와 자포니카 찰벼 품종간 배유특성의 차이를 나타내는 중요 지표 특성임을 말해준다(Table 23). 특히 자포니카 찰벼에서 쌀가루의 강하점도가 높을 수록 치반점도가 낮을수록 찰밥의 점성 및 균형도가 떨어지고 백미 알칼리 붕괴도가 높은 경향이었다.

아밀로펙틴의 구조를 나타내는 단/중쇄 빈도율 또는 중/장쇄 빈도율과 단쇄 및 중쇄 빈도율이 쌀 가루 호화점도 특성인 강하점도 및 치반점도와 밥의 점성과 밀접한 상관성을 나타내었다(Table 24) (Choi *et al.*, 1999c).

품종군별로 대표적 찰벼 품종들의 전통 유과 제조시 가공 적성을 보면(Table 25), 외관상 팽화도는 화선찰, Onnemochi, 진부찰, 육도농립나 1호가 현저히 좋았고 특히 육도농립나 1호와 강원나로 만든 유과가 가장 부드러웠으며 한강찰벼를 제

**Table 23.** Correlation coefficients among various quality components of tested glutinous rices

Relevant characters	Correlation coefficients	
	Total	Japonica
WAN - Balance	-0.580**	-0.589**
WAB - GVE	0.516	0.344
ADV - GIT	-0.620**	-0.492**
ADV - Breakdown	0.516**	0.522**
ADV - Setback	-0.573**	-0.570**
L/W - Peak	0.518**	-0.066
L/W - GE	-0.613**	-0.735**
Breakdown - Setback	-0.972**	-0.962**
Breakdown - Adhesiveness	-0.126	-0.466*
Breakdown - Balance	-0.184	-0.443*

GE : Grain elongation after boiling. Others refer to notes in Table 21. \*, \*\*: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

**Table 25.** Suitability of glutinous rice for processing oil-puffed rice cake

Variety	Bulk density (ml/g)	Hardness (kg)	Sensory evaluation (15)	
			Crispness	Total
IR29	2.880	0.810	2.10	2.45
Hangangchalbyeo	2.930	1.030	1.80	1.90
Malakitsinaguing	4.525	0.806	3.25	2.75
Onnemochi	5.985	0.705	3.90	3.35
Gangwonna	2.900	0.382	4.25	3.80
Rikuto				
Norinmochi 1	5.120	0.220	3.70	3.90
Jinbuchalbyeo	5.950	0.668	3.00	2.60
Hwaseonchalbyeo	7.665	0.644	4.05	3.85
Ilpumbyeo (Nonwaxy)	2.435	1.684	1.70	1.45

**Table 26.** Correlation coefficients between some physicochemical properties of glutinous rice grain and suitability for processing an oil-puffed rice cake

Relevant characters	Correlation coefficients
Gel consistency - Water absorption	0.690**
Sensory evaluation - Water absorption	0.635*
" - Reducing sugar	0.616*
" - Crispness	0.863**

\*, \*\*: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

**Table 24.** Correlation coefficients between some indicators of amylopectin structure and other physicochemical properties of glutinous rice

Relevant Characters	Fr. II (%)	Fr. III (%)	Fr. IV (%)	(Fr. IV+III)/Fr. II	Fr. IV/Fr. II	Fr. III/Fr. II	Fr. IV/Fr. III
WBA	0.492*	0.054	-0.270	-0.476*	-0.441*	-0.284	-0.151
GVE	0.467*	0.009	-0.197	-0.453*	-0.381	-0.307	-0.105
Breakdown	-0.339	0.657**	-0.498*	0.340	-0.216	0.687**	-0.541*
Setback	0.376	-0.683**	0.509*	-0.369	0.206	-0.719**	0.568**
Adhesiveness	-0.234	0.430*	-0.322	0.208	-0.153	0.439*	-0.372
Balance	-0.275	0.543*	-0.417	0.246	-0.206	0.541*	-0.473*

Refer to Table 21 for abbreviations. \*, \*\*: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

**Table 27.** Varietal difference of glutinous rices in hardness and retrogradation of steamed rice cake (*injeolmi*)

Variety	Hardness of <i>injeolmi</i> (kg)			Degree of retrogradation (B-A/A)
	1 days after (A)	5 days after (B)	Difference (B-A)	
IR29	1.095	4.175	3.08	2.81
Hangangchalbyeo	5.490	10.200	4.71	0.86
Malagkitsinaguing	0.900	4.470	3.57	3.97
Onnemochi	5.641	8.008	2.37	0.42
Gangwonna	2.323	6.265	3.94	1.70
RikutoNorinmodi 1	0.217	4.124	3.91	18.0
Jinbuchalbyeo	1.895	5.434	3.54	1.87
Hwaseonchalbyeo	1.874	5.251	3.38	1.80
Ilpumbyeo(Nonwaxy)	5.443	8.329	2.89	0.53

외하고는 모두 아삭아삭한 정도가 양호하였다. 관능검정에서도 인디카와 자바니카 찰을 제외하고는 모두 부드럽고 좋은 평가를 받았다.

이러한 유과의 가공적성은 주로 찰쌀의 상온흡수율, 호응집성 및 수침시 용출 환원당 함량과 밀접한 상관성을 보였다 (Table 26) (Kim *et al.* 2000).

또한 찰쌀로 만든 인절미의 노화 정도에 대한 품종간 차이를 살펴보면 (Table 27), 실은 저장 5일 후 경도 변화가 가장 컸던 품종은 통일형인 한강찰벼였고 강원나, 육도농립나 1호, 진부찰벼 등이 다음으로 빨리 굳어졌으며 Onnemochi가 노화가 가장 느리게 나타났다. 그러나 1일째와 5일째 인절미의 경도가 Onnemochi와 한강찰벼가 멍쌀인 일품벼의 인절미와 거의 비슷하게 현저히 높았다.

1일째 인절미 경도가 낮으면서 노화도가 비교적 적은 품종은 화선찰벼, 진부찰벼 등이었다 (Kim *et al.*, 2000).

### 고품질 및 고부가가치 쌀 품종 개발 전망

앞으로 세계 쌀 생산량은 2010년까지 벼 재배면적 1억5천4백만ha에서 약 4억4천5백만톤이 될 전망이며 쌀 재고율은 12~13% 정도 유지될 것으로 추정된다. 국내 쌀 생산은 2004년에 벼 재배면적을 1,006천 ha 수준으로 유지할 수 있다면 쌀 생산량은 약 500만톤 수준이 유지되어 96% 정도의 자급률과 약 17% 정도 재고율을 유지시킬 수 있을 것으로 전망된다.

벼 재배환경은 지구 온난화와 국지적 기상변화가 지속되어 쌀 생산에 대한 불안정적 요소는 상존할 것으로 예상되며, 공기 및 수질 오염의 심화에 따른 논 토양 오염도 더욱 심해질 것으로 예상된다. 논은 거의 대부분 수리안전답화 되었다고는 하지만 가뭄이 계속될 경우 한해가 우려되는 논이 아직도 많이 있으며, 70% 가까이 경지정리가 되었다고는 하지만 물 관리나 기계화 작업 효율면에 미흡한 상태이다. 정부에서 앞으로 농업생산 기반 개선을 위한 지속적인 투자가 이루어질 것으로 예상되며 점차 대단위 벼농사 경영 면적의 비중이 크게 높아 질 것으로 전망된다.

또한 쌀의 국제개방화 압력은 점차 거세어 질 것이며 벼농사에 의한 메탄가스 발생이 지구 온난화에 영향을 미칠 것이라는 압력도 더욱 커질 것으로 예상된다.

그러면 우리는 앞으로 이와 같은 여건 변화에 대응하여 우리의 쌀 산업을 육종적인 측면에서 어떻게 발전시켜 나갈 것이며 우리가 추구하고자 하는 벼 육종개발의 청사진을 어떻게 그려야 할 것인가?

최근에 많은 분자 생물학적 표지인자를 이용한 염색체 미세구조의 해석과 정밀 유전자 지도 작성 등을 통하여 신속하게 효율적으로 유용한 작물학적 특성에 대한 선발을 추진할 수 있게 되었고, 유용 유전자의 염색체 위치를 파악하여 유전자

조작을 통하여 연쇄된 불량 형질을 제거한 유망한 유전자 재조합 개체를 만들어 내는 일이 차츰 실용화되어 가고 있다. 따라서 육종적으로 유용한 형질에 대한 정밀한 유전 정보들이 DNA 표지를 이용하여 자세하게 구명되고 이를 실제 육종 선발에 효율적으로 활용할 수 있게 될 것이다.

어떤 형질의 발현에 관여된 유전 요소들이 명확히 구명되고 그 생화학적 경로와 기작이 밝혀지게 되면 우리는 유전자 조작을 통하여 다양한 육종 소재를 개발할 수 있고 이를 이용한 우량한 실용 품종을 육성 보급할 수 있을 것이다. 앞으로 우리 쌀의 국제 경쟁력을 높이면서 안정적 자급 생산을 유지하기 위하여 먼저 수량성을 세계 최고 수준으로 지속적으로 향상시키면서 쌀 품질의 고급화와 재배 안전성의 증진을 꾀해 나가야 할 것이다. 양질미 품종의 수량성은 단기적으로는 6.0 t/ha, 장기적으로는 6.5 t/ha 까지, 가공용 초다수 품종은 장기적으로 10 t/ha 수준으로 끌어 올릴 계획으로 있다.

### 양질미 육종 전망

취반용 양식미 품종은 현재 식미가 양호한 일품벼나 수라벼 등이 지닌 식미특성을 그대로 유지하면서 숙색을 개량하고 등숙률을 향상시키며 도정수율을 높이는 방향으로 개선시켜 나가야 한다. 또한 우리 재래종 중에서 새로운 양식미원 품종을 발굴하여 이용하고, 기존 양식미 품종에서 인위적 돌연변이의 유거나 전분구조를 변경시킬 수 있는 이종유전자를 도입시키는 생물공학적 방법을 적용하여 아밀로펙틴의 구조를 변화시키면서 저 아밀로스 저 단백질 저 호화온도 방향으로 선별해 간다면, 앞으로 더욱 한 단계 개선된 양식미 품종 개발이 가능해 질 것이다.

### 가공용 및 건강기능성 특수미 육종 전망

앞으로 쌀이 밥 이외의 다양한 가공식품으로 발전되어 소비될 추세를 내다 보고 쌀의 크기 및 형태와 배유 특성변이의 확대를 도모하는 육종적인 노력을 점차 높여 가야 하겠다. 쌀알의 크기는 길이를 3.0~10.0 mm, 천립중은 10~70 g, 아밀로스 함량은 0~37%, 단백질 함량은 4.0~18.0%, 현미 색깔은 황백~적갈~흑자로 변이를 넓히고 쌀의 향취성, 배아의 거대화, 아밀로펙틴의 구조 변화, 건강 기능성의 증진 등 다양한 육종적 조작이 가능하리라 전망된다.

가공용 특수미는 그 용도에 따라 쌀의 형태나 이화학적 특성을 달리하여 가공적성 방향으로 개발하여야 한다. 따라서 식품의 종류에 따라 가공 적성과 관련이 깊은 미질 특성을 먼저 구명해 두지 않으면 소기의 육종적 성과를 얻기가 어렵다. 현재까지 부분적으로 연구 검토한 결과에 따라 양조미는 약간 대립이면서 심백이 많은 쌀이 쌀누룩용으로 적당한 것으로 알려져 있어서 그 방향으로 품종이 개발되었고 또한 진행 중에 있다. 찰쌀이나 저 아밀로스 중간찰과 뽕안멥쌀은 또 다른 면에서의 양조용이나 식혜용으로 활용될 수 있을 것으로 전망된



다. 튀김과자용은 저 아밀로스 대립미나 찹쌀 및 저 아밀로스 중간찰 등이 개발 이용될 예정이며 쌀국수용은 중고 아밀로스 이면서 호응집성이 연질인 품종 개발이 추진되고 있다.

향미는 취반의 식미 증진용이나 식혜용과 과자, 빵, 크림 등의 드레싱용으로 계속 발전시키며, 유색미는 적갈색에서 흑자색에 이르는 다양한 개발로 여러 가지 쌀 식품의 천연색소원으로 활용할 수 있도록 할 것이며 고급 화장품, 아이스크림이나 의약품 코팅 첨가 색소로 활용하는 길도 모색하고 있다.

또한 건강 기능성 쌀을 개발하는 연구도 추진되고 있는데 예를 들면 아토피성 피부염의 원인 단백질이 제거된 저 알러진 쌀이라든지, 황(S) 함유 필수아미노산 함량이나 라이신 함량 등이 높은 특수미나 신장병 환자에게 적당한 저 단백미라든지, 현미밥용으로 식미가 양호한 저 아밀로스 중간찰이나 뽕안팍쌀, 비타민이나 생리활성 물질이 풍부한 거대배아미, 식이 섬유 함량이 높은 다이어트용 쌀, 저 알러진 쌀, 셀로틴 함량이나 철분이 많은 쌀 등 다양하게 개발될 전망이다.

제배 안정성은 주요 병해충에 대한 안정적 저항성의 집적과 환경재해에 대한 내성을 강화시키는 데에 힘쓰면서 대체로 지대별로 요구되는 적응 특수성을 고려한 육종적 선발이 추진되어야 할 것이다. 여기에는 이미 전 세계적으로 많은 유전자원을 확보하고 있고 야생벼를 활용하는 장기적 대책의 육종연구도 추진되고 있기 때문에 앞으로 지구환경 변화에 대응한 우량한 벼 품종들이 꾸준히 개발 보급될 것이다.

## 적 요

1980~90년대에 쌀의 자급생산이 지속되고 생활수준 향상에 따른 양질미 수요가 증대되면서 자포니카 다수성 품종의 미질 개선에 힘을 크게 기울이게 되었고 식미향상을 위한 육종연구와 효율적 평가 기술개발 연구에 박차를 가하게 되어 쌀의 이화학적 특성과 식미 및 밥 물리성간 상관과 식미의 객관적 평가방법 개발, 양식미 쌀 및 가공적성 특수미 개발 등 그 동안 많은 연구성과를 올리게 되었다.

1990년대에 밥맛이 매우 좋은 고품질 자포니카 품종과 대립, 심백미, 향미, 유색미 등 가공용 특수미 품종을 개발 보급하였고 식미와 용도에 대하여 식미검정계, 신속점도측정계 및 texture 분석계 등을 이용하여 검토하였다.

최근에는 아밀로스 함량이 9%로 찹쌀과 멥쌀의 중간 성질을 가진 중간찰 품종인 '백진주벼'와 배유가 보안 멥쌀인 '설개벼'를 비롯하여 라이신 함량이 높은 '영안벼'도 육성하여 쌀의 가공 이용성과 기능성을 한층 높혀 놓았다.

식미와 여러 가지 미질 특성간 관련성에 관한 연구 결과를 요약해 보면 다음과 같다.

쌀의 상온흡수율 및 최대흡수율은 K/Mg을 및 알칼리 붕괴도와 유의한 부의 상관성을 나타내었으며 가열흡수율이 높은 품종일수록 밥의 용적팽창률이 컸다. 수분함량이 낮은 경질인

쌀일수록 침지 20분후의 상온흡수율과 최대흡수율이 더 높은 경향이었으며 이러한 흡수 특성은 쌀 단백질 함량이나 아밀로스 함량 및 식미와는 유의한 상관성이 없었다. 취반 적정가수량은 품종에 따라 마른 쌀 무게의 1.45~1.61배의 변이를 나타내었고 평균은 1.52배였으며 알맞게 취사된 밥의 부피는 평균 쌀 부피의 2.63배가 되었다.

쌀 형태, 알칼리붕괴도, 호응집성, 아밀로스 및 단백질 함량은 거의 비슷하지만 식미에 차이가 있는 자포니카 품종들을 사용하여 식미와 관련된 쌀의 이화학적 특성을 검토한 결과, 밥의 윤기와 식미 총평은 생산 연도에 따라 호화점도 특성 중 최고점도, 최저점도 및 응집점도와 밀접한 관계를 나타내었다.

밥맛이 가장 좋은 일품벼는 쌀의 외층에 아밀로스 함량 분포가 낮고 쌀을 열탕에 담근 20분간 우려난 용출액의 요드 정색도가 낮고 증가정도도 완만하였다.

일품벼는 밥맛이 떨어지는 동해벼에 비해 밥알 횡단면의 주사형 전자현미경 사진에서 밥알 외층의 호화전분의 그물망이 매우 치밀하고 속층의 전분립의 호화정도가 양호하였다.

식미총평은 식미관련 이화학적 특성과의 관계를 이용한 중회귀식에 의해 매우 높은 결정계수로 추정이 가능하였다.

밥노화의 품종간 차이는  $\alpha$ -amylase-iodine 법으로 비교할 수 있었는데 노화정도가 적었던 품종은 일품벼, 추청벼, 사사니시끼, 진부벼 및 고시히카리였다. 통일형 품종인 태백벼와 자포니카 품종 중 섬진벼가 비교적 밥노화가 빨랐다. 일반적으로 밥맛이 좋은 품종이 밥의 노화정도가 느렸으며 찬밥의 탄력성이 큰 경향이였다. 또한 밥노화가 느렸던 품종은 최저점도가 높았고 최종점도가 낮았다. 찬밥의 탄력성은 쌀의 마그네슘함량과 밥의 용적팽창률과 밀접한 관계를 나타내었다. 식은밥의 더운밥 대비 경도 변화율은 취반용출액의 고형물량과 취반용적 팽창률과 부의 상관을 나타내었다. 식미관련 주요 이화학적 특성은 밥의 노화와도 직접 간접으로 상관이 있는 것으로 평가되었다.

쌀의 여러 가지 식품 가공적성과 관련된 형태 및 이화학적 특성은 가공식품 종류에 따라 매우 다르다. 쌀 튀김성은 호응집성이 연질이거나 아밀로스 함량이 낮을수록 양호하며 지질 함량이나 단백질 함량이 높으면 좋지 않은 경향이다. 심복백정도가 심할수록 튀김현미 정립률이 떨어지며 현미 강도가 높을수록 튀김률은 높은 경향이였다. 쌀국수는 밀가루와 50% 혼합시에 쌀의 칼륨 및 마그네슘 함량이 높은 품종일수록 제면 총평이 낮은 경향이였고 제면이 양호한 것이 국수물의 용출고형 물량이 적은 경향이였다.

쌀빵 가공적성은 품종에 따라서 현미와 백미간에 현저한 차이를 나타내는 것이 있는데 현미에서 반죽의 부피 증가율이 큰 쌀일수록 폭신한 감이 있는 쌀빵 제조가 가능하였으며 백미에서 단백질 함량이 높은 품종일수록 쌀빵이 더욱 촉촉한 느낌이 있는 경향이였다. 아밀로스 함량이 높고 호응집성이 경질인 쌀일수록 쌀빵의 탄력성이 더 높은 경향이였다.

쌀의 발효 및 양조적성은 심복백이 심한 쌀이나 새로운 들 연변이인 뽕안 뽕쌀이 황국균이나 홍국균의 균사활착 밀도가 높고 당화 효소 역가도 높은 경향이었으며 쌀알이 대립이면서 단백질 함량이 낮은 쪽이 양조에 유리한 것으로 알려져 있다.

찰벼 품종도 여러 가지 이화학적 특성과 전분구조 특성의 차이에 따라 9개의 품종군으로 나누어 볼 수 있을 만큼 품종적 변이가 크며 이들 이화학적 및 구조적 특성간에 상호 밀접한 연관성을 나타내었으며 유과·인절미·식혜·미숫가루 등에 상당한 가공적성의 차이를 보였다.

WTO 체제 출범이후 생산비와 가격면에서 경쟁력이 약한 우리 쌀이 살아남기 위해서는 품질의 고급화와 쌀 가공식품의 다양화 및 고기능성 개발을 추구할 수 밖에 없다. 따라서 이와 같은 노력은 벼 품종개발만으로 소기의 성과를 올리기 어렵고 쌀 식품의 고급화 및 다양화를 위한 여러 분야의 긴밀한 연구협력이 수반되지 않으면 안된다.

### 참고문헌

- Chikubu, S., S. Watanabe, T. Sugimoto, F. Sakai, Y. Taniguchi, N. Manabe. 1985. *Tenpun Kagaku (Starch Sci.)* 32(1) : 51-60.
- Chikubu, S. 1987. Eating quality of rice. National Federation of Rice, Tokyo.
- Choi, H. C. 1990. Breeding strategy for enhancing the utility of rice. *The Research and Extension* 31(3) : 23-28.
- Choi, H. C., J. S. Lee, J. H. Ji. 1990. 1989 Agricultural Research Reports of National Crop Experiment Station, R.D.A. (Rice) : 334-354.
- Choi, H. C., J. H. Ji, J. S. Lee, 1991. 1990 Agricultural Research Reports of National Crop Experiment Station, R.D.A. (Rice) : 365-393.
- Choi, H. C. *et al.* 1992. 1st ACSC and 30th anniversary symposium of KSCS, Abstracts : 140.
- Choi, H. C., J. H. Ji, J. S. Lee, Y. B. Kim, S. Y. Cho. 1994a. *Korean J. Crop Sci.* 39(1) : 27-37.
- Choi, H. C., J. H. Ji, J. S. Lee, Y. B. Kim, S. Y. Cho. 1994b. *Korean J. Crop Sci.* 39(1) : 15-26.
- Choi, H. C. & S. K. Oh. 1995. *Korean J. Breeding* 27 (Suppl. 1) : 16-17.
- Choi, H. C., H. C. Hong and B. H. Nahm. 1997. *Korean J. Breeding* 29(1) : 15-27.
- Choi, H. C., H. C. Hong, S. Y. Cho. 1999a. *Korean J. Crop Sci.* 44(4) : 355-363.
- Choi, H. C., J. H. Chi, S. Y. Cho. 1999b. *Korean J. Crop Sci.* 44(3) : 288-295.
- Choi, H. C. H. C. Hong, Y. G. Kim, and B. H. Nahm. 1999c. *Korean J. Crop Sci.* 44(3) : 207-213.
- Choi, H. C. 2001. Physicochemical characteristics and varietal improvement related to palatability of cooked rice or suitability to food processing in rice. *Symposium of the East Asian Society of Dietary Life* : 55-80.
- Horino T. 1990. *J. Japan. Crop Sci.* 59(3) : 605-611.
- Hsu, A. N. and S. Song. 1988. Proceedings of a symposium on rice grain quality : 91-104.
- Juliano, B. O. 1979. Proceedings of the workshop on chemical aspect of rice grain quality. IRRI, Philippines.
- Juliano, B. O. 1985. Rice Chemistry and Technology. AACC. 774p.
- Kang, M. Y., H. C. Choi. 1993. *Korean J. Crop Sci.* 38(6) : 513-523.
- Kang, M. Y., Y. H. Choi, H. C. Choi. 1997a. *Journal of Korean Soc. Food Sic. Nutr.* 26 (4) : 886-891.
- Kang, M. Y., Y. H. Choi, H. C. Choi. 1997b. *Korean Journal of Soci. Food Sci.* 13(1) : 64-69.
- Kang, M. Y., Y. H. Choi, H. C. Choi. 1997c. *Korean J. Crop Science* 42(3) : 344-351.
- Kim, K. H., H. C. Choi. 1990. '90 Counterplan for Open Trade 45 : 85-94. National Crop Experiment Station, R.D.A.
- Kim, K. H., S. Y. Cho, H. P. Moon, H. C. Choi. 1994. *Korean J. Breed.* 26(Supp.) : 1-15.
- Kim, K. H. *et al.* 2000. Development of new glutinous rice suitable for processing, Research report of special agricultural research project. 416p. Ministry of Agriculture & Forestry
- Lee, Y. E. 1987. Physicochemical factors affecting cooking and eating quality of nonwaxy rice. Ph.D. thesis. Iowa State Univ. Ames, Iowa, U.S.A.
- Park, R. K. *et al.* 1994. Crop quality improvement breeding. Rural Development Administration. 537p.
- Rural Development Administration. 1992. Development of new rice varieties and techniques improving the palatability of cooked rice to increase the consumption of rice. RDA Special Research Report. 143p.