

## 쌀의 품질평가 현황과 금후 연구방향

손종록<sup>†</sup> · 김재현 · 이정일 · 윤영환 · 김제규 · 황홍구 · 문헌팔

농촌진흥청 작물시험장

## Trend and Further Research of Rice Quality Evaluation

Jong-Rok Son, Jae-Hyun Kim, Jung-Il Lee, Young-Hwan Youn, Jae-Kyu Kim,  
Hung-Goo Hwang and Hun-Pal Moon

National Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea

**ABSTRACT :** Rice quality is much dependent on the pre- and post harvest management. There are many parameters which influence rice or cooked rice qualities such as cultivars, climate, soil, harvest time, drying, milling, storage, safety, nutritive value, taste, marketing, eating, cooking conditions, and each nations' food culture. Thus, rice evaluation might not be carried out by only some parameters. Physicochemical evaluation of rice deals with amylose content, gelatinizing property, and its relation with taste. The amylose content of good rice in Korea is defined at 17 to 20%. Other parameters considered are as follows; ratio of protein body-1 per total protein amount in relation to taste, and oleic/linoleic acid ratio in relation to storage safety. The rice higher Mg/K ratio is considered as high quality. The optimum value is over 1.5 to 1.6. It was reported that the contents of oligosaccharide, glutamic acid or its derivatives and its proportionalities have high correlation with the taste of rice. Major aromatic compounds in rice have been known as hexanal, acetone, pentanal, butanal, octanal, and heptanal. Recently, it was found that muco-polysaccharides are solubilized during cooking. Cooked rice surface is coated by the muco-polysaccharide. The muco-polysaccharide are contributing to the consistency and collecting free amino acids and vitamins. Thus, these parameters might be regarded as important items for quality and taste evaluation of rice. Ingredients of rice related with the taste are not confined to the total rice grain. In the internal kernel, starch is main component but nitrogen and mineral compounds are localized at the external kernel. The ingredients related with taste are contained in 91 to 86% part of the outside kernel. For safety that is considered an important evaluation item of rice quality, each residual tolerance limit for agricultural chemicals must be adopted in our country. During drying, rice quality can decline by the reasons of high drying temperature, overdrying, and rapid drying. These result in cracked grain or decolored kernel. Intrinsic

enzymes react partially during the rice storage. Because of these enzymes, starch, lipid, or protein can be slowly degraded, resulting in the decline of appearance quality, occurrence of aging aroma, and increased hardness of cooked rice. Milling conditions concerned with quality are paddy quality, milling method, and milling machines. To produce high quality rice, head rice must contain over three fourths of the normal rice kernels, and broken, damaged, colored, and immature kernels must be eliminated. In addition to milling equipment, color sorter and length grader must be installed for the production of such rice. Head rice was examined using the 45 brand rices circulating in Korea, Japan, America, Australia, and China. It was found that the head rice rate of brand rice in our country was approximately 57.4% and 80-86% in foreign countries. In order to develop a rice quality evaluation system, evaluation of technics must be further developed : more detailed measure of qualities, search for taste-related components, creation and grade classification of quality evaluation factors at each management stage of treatment after harvest, evaluation of rice as food material as well as for rice cooking, and method development for palatability. On policy concerns, the following must be conducted : development of price discrimination in conformity to rice cultivar and grade under the basis of quality evaluation method, fixation of head rice branding, and introduction of low temperature circulation.

**Keywords :** rice quality, preharvest, postharvest consumption, safety, nutritive value, taste, economy

**최근** 우리나라의 쌀 수급현황은 6년 연속 풍년 및 MMA 수입량 등으로 쌀의 재고량이 증가되는 반면 1인당 연간 쌀 소비량은 88.9 kg으로 매년 감소되고 있는 실정이다(통계청 통계연보, 2001). 또한 세계적으로 농산물은 자급자족적 식량 생산 개념에서 국제적으로 교역 상품화되어 가고 있으며 양적 확보로부터 질적 개선시대로 변화하여 소비자들의 식품 소비

<sup>†</sup>Corresponding author: (phone) +82-31-290-6857

(E-mail) son736@rda.go.kr

<Received April 8, 2002>

양상은 고급화, 국제화, 건강기능식화 되어 가는 추세이다. 한편 우리나라의 경우 WTO 재협상을 앞둔 상황에서 쌀의 국제 경쟁력을 높이기 위해서는 생산비 절감으로는 어려움이 있으므로 고품질화로 외국산과 차별화하는 것이 유일한 방법이라고 생각한다. 벼는 수확후 건조, 저장, 도정, 유통 등의 과정을 거쳐 소비되고 있으나 이러한 과정 중 품질에 대한 적절한 평가기준이 충분히 설정되지 못한 실정으로 벼를 정부에서 구매시 적용하는 검사규격 및 출하규격 등 단순한 물리적 성상만을 가지고 등급화 되고 있다. 쌀은 주식으로서 매일 먹기 때문에 농약이나 유해성분으로부터 안전성이 확보되어야 하며 또한 전분, 단백질, 지방, 무기질 등의 공급원으로서 영양이 풍부하게 함유되어 있어야 한다. 또한 생산 농가의 수입원으로서의 경제성, 건강과 식미에 영향을 주는 기호성 및 기능성도 점점 중요시되고 있다.

쌀에 대한 품질평가는 생산에서 소비에 이르는 과정 중 어느 부분에서는 식물종자로서의 생물학적 평가, 그리고 도정된 이후 백미로 유통될때는 양곡 및 식품으로서 이화학적 평가를 받게 된다. 또한 쌀은 밥으로서만의 평가만이 아닌 식품 소재로서의 평가개념도 도입되어야 하며 이를 이용, 쌀에 대한 적절한 평가를 해서 생산자, 유통업자, 소비자 등에게 유용한 품질정보를 전달할 필요가 있다. 쌀에 대한 소비자들의 요구가 고급화, 다양화, 편의화 되어 가고 있는 현 시점에서 쌀의 품질평가에 대한 기술 개발에서 식미에 관여하는 각종성분 및 특성 구명 그리고 품질평가를 과학적으로 정량화하는 기술개발이 요구되며 정책적인 면에서는 개발된 품질 평가방법을 기초로 등급화 된 쌀을 상품화 할 수 있도록 경쟁 생산체계를 유도해야 된다고 생각된다.

**쌀 품질의 개념**

쌀 품질 및 밥맛에 영향을 미치는 요인은 품종, 기상, 토양, 재배, 수확시기, 건조, 도정, 저장 및 취반조건 등 여러 가지가 있는데 이들 요인 중 산지(기상, 토양, 지형), 논의 건습, 질소 사용량, 예취시기 및 도복 등이 비교적 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며(竹生, 1988) 또한 쌀의 품질은 수확전 재배관리와 수확후의 건조, 저장, 도정, 유통등의 기술에 크게 좌우한다고 알려져 있다(執行, 1991).

그러나 쌀에 대한 맛은 식문화, 식환경, 기호성, 경제성, 소비연령, 영양상태 등 개인의 특성과 기호에 따라 달라지므로 특정한 몇 가지의 요소로 판단하기가 매우 어렵다. 일반적으로

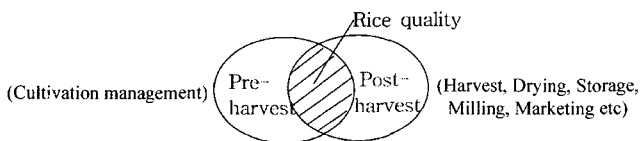


Fig. 1. Determination of rice quality.

Table 1. Importance of rice quality depending on the concerned person

Concerned person	Main items of quality evaluation
Crop scientist	cultivar, quantity, tolerance, shape, palatability
Producer	quantity, price, grade, palatability
Inspector	grade, palatability
Storage worker	storability, whiteness, disease and insect pest
Rice miller	recovery of milled rice
Seller	price, palatability
Processor	processing adaptability, price
Nutrition scientist	nutritive value
Food scientist	character of ingredient, palatability
Consumer	palatability, price

고품질 쌀의 개념은 “난알이 충실하고 정립의 이물질이 없으며 투명도와 윤기가 나고 고유의 향미가 있는 쌀로서, 단백질과 아밀로스 함량이 적정 수준으로 낮은 쌀” 또는 “쌀알이 맑고 균일하며 흰티가 없고 수득률이 높아 상품성이 높으며 식품의 안전성을 가지면서 밥맛이 우수한 쌀” 등으로 정의하는데(문, 2002) 취급하는 사람의 직업이나 입장, 관심도에 따라 품질에 대한 사고, 품질평가 항목의 중요성 등이 매우 틀리다.

예를 들면 작물학 관계의 연구자는 쌀의 품질은 식물학상의 미립의 형상, 형질을 우선 생각하고, 영양학자라면 쌀 단백질의 라이신 함량 등이 큰 관심사일 수 있다. 그리고 정미업자에게는 정미적성, 도정수율 등이 의미가 있다.

한편 쌀의 수확후 소비자의 입에 들어갈 때까지 과정을 나타내면 Fig. 2와 같다. 도정을 거치기 전에는 벼 또는 현미이고 그 이후에는 백미가 된다. 도정 이전 벼 상태에서는 “식물종자”의 입장에서 육안으로 판정되고 그 이후에는 식품으로서의 식미, 영양가, 가공적성 등을 이화학적으로 평가한다.

쌀의 품질 구성요소는 Fig. 3과 같다(大坪, 1996). 쌀은 주식으로서 매일 먹기 때문에 먼저 안전성의 확보가 중요하여 마이코톡신과 같은 유해성분이 함유되어 있지 않아야 하며, 농약이나 수확후 약제처리제는 전혀 함유되어 있지 않거나 있어도 최소한 기준치이하이어야 한다. 또한 피해립, 착색립 등도 가능한 적게 있어야 하며 전분, 단백질, 지방, 무기성분 등의 영양성분이 풍부하게 함유되어 있어야 한다.

한편 쌀은 생산농가의 수입원이기 때문에 상품으로서 경제성도 중요하다. 따라서 수량, 도정수율 등이 높고, 외관품질이나 유통, 저장중에 저장성이 양호한 것이 요구된다. 최근에는

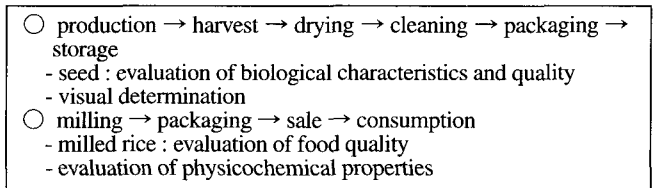


Fig. 2. Procedure of rice consumption.

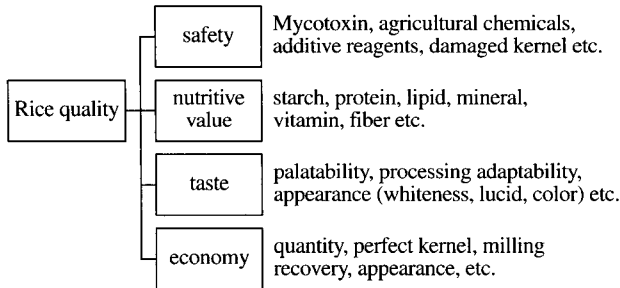


Fig. 3. Some parameters constituting rice quality

쌀밥의 식미나, 가공식품의 경우 식감, 기호성, 건강에의 영향을 주는 기능성 측면도 점점 중요시 되어 쌀의 가격에도 반영되고 있다.

또다른 개념에서의 품질 관련 인자는 Table 2와 같이 외관 특성, 취반 및 식미 특성, 도정특성 및 영양특성 등으로 구분되고 있다.

그리고 최근 우리나라의 벼 육종분야에서 양질 쌀 선발기준

Table 2. Some important categories for rice quality evaluation

Category	Important factors constituting rice quality
Marketing	size, shape, uniformity, transparency, white core and belly, color and gloss, freshness, head rice
Cooking	cooking method(electric or pressure kettle etc.) absorptive rate of water, total solid in residual liquid, iodine blue value, expanded volume, gelatinization temperature etc.
Eating	visual, olfactory, hearing and tactual sense - color, lucid, scent, chewing noise, texture and consistency taste sense; sweet, salty, sour and bitter taste
Milling	milling ratio(brown/rough, milled/brown rice ratio), head rice, rice bud state
Nutrition	digestion and absorption, utility, protein, lipid, vitamine, mineral

Table 3. Selection standard of high quality rice

Classification	Character	Standard
Appearance	grain shape white core and belly color	bold type: length/width, 1.7-2.0 none or little transparent, lucid, slightly yellow
Milling property	milling recovery head rice ratio	over 75% over 90%
Physicochemical property	chalkiness gelatinizing temperature protein content mineral	amylose content 17-20% 65-72°C, alkali digestion value;5-7 7-9% high ratio of Mg/K
Property of cooked rice	appearance scent texture	perfect grain shape, lucid good scent appropriate elasticity, hardness, texture

으로 외관, 도정도, 이화학 및 취반특성을 Table 3과 같이 규정하고 있다.(농촌진흥청, 고품질쌀 생산기술, 2001).

### 품질평가 현황

#### 물리적 평가

##### 1) 미립의 형태

미립의 형태를 표시하는 방법은 여러 가지로 생각해 볼 수 있으나 일반적으로는 입장/입폭으로 표시되어지는 경우가 많다. 우리나라의 농산물 품질관리원의 수출·입 농산물 검사규격상 현미 및 백미는 Table 4와 같이 분류하고 있다(국립농산물품질관리원, 농산물검사기준, 2001).

우리나라 양질쌀 품종 선발기준은 단원형인 장폭비 1.7~2.0을 정하고 있으며, 국제 미작연구소(IRRI)의 벼품종 입형의 분류기준은 Table 5와 같다(Barber *et al.*, 1979). 이 기준에 의하면 우리나라 품종은 대부분 단립형의 중원립(bold)으로 분류되어진다.

Table 4. Classification of grain shape by length/width ratio in Korea

Type	Long	Medium	Short
Brown Rice	>3.1	2.1~3.0	2.0<
Milled Rice	>3.0	2.0~2.9	1.9<

Table 5. Classification standard of milled rice type by length and length/width (IRRI)

Type	Grain length		Length/width	
	length(mm)	Shape	length/width	
Extra long	7.51~	Slender	3.1	
Long	6.61~7.50	Medium	2.1~3.0	
Medium	5.51~6.60	Bold	1.1~2.0	
Short	~5.50	Round	~1.0	

일본에서는 장폭비가 1.8 이상은 장형, 1.6~1.79는 중형, 1.59 이하인 것은 원형으로 구분하여 왔다. 또한 외국산 쌀의 검사규격으로는 장폭비가 2.0 이하인 것은 단립종, 2.0 이상의 인디카종을 장립종으로 분류하고 있다(竹生, 1975).

2) 벼

벼에 대한 등급 및 품위 결정요소는 Table 6에서와 같이 제한을 최저한도는 특등 82, 1등 78, 2등 74, 3등을 65%로 규정하고 있다. 제한율은 벼의 겹질을 벗겨 이를 1.6 mm줄체로 쳐서 체를 통과하지 아니하는 현미의 비율을 말한다. 피해립은 발아립, 병해립, 부패립, 충해립 등 손상된 낱알이며, 착색립은 표면의 전부 또는 일부가 착색된 낱알 및 앵미를 말한다(2002. 농림부).

한편 미국의 벼 품위 규격은 벼의 색깔, 장립종, 단립종간의 혼입율, 잡쌀 혼입율 등에 의해 7등급으로 구분하고 있다(Juliano, 1985).

3) 현미

현미에 대한 등급은 우리나라와 일본은 1~3등급, 미국은 1~6등급으로 구분하고 있는데 우리나라 현미의 등급 및 품위는 Table 7에서와 같이 용적중은 1등이 810 g, 2등이 800 g, 등외가 780 g인데 용적중은 부라웰 곡립계로 측정된 현미 1 l

의 무게를 말한다. 정립은 1등이 75%, 2등 70%, 등외 60%로서 피해립, 사미, 착색립, 미숙립, 누(벼), 이중곡립 및 이물을 제외한 낱알로 정의된다. 사미는 체적의 3/4 이상이 분상질 상태인 낱알, 미숙립은 사미를 제외한 성숙하지 아니한 낱알을 말한다.

한편 일본의 경우 현미품위는 최고한도 및 최저한도를 Table 8과 같이 정하여 활용하고 있지만 1등급 완전립 비율은 각 현에 따라 달리 적용하는 예도 있다(일본 식량청, 1986).

또한 미국 현미의 규격은 벼 혼입율, 열 손상립, 적미, 찰벼 혼입율, 백미 혼입율 등에 따라 6등급으로 구분하고 있다(Juliano, 1985).

또한 농산물 품질관리원에서 제정된 농산물 표준 출하규격 중 식용현미에 대한 규격은 Table 9와 같이 특, 상, 보통으로 구분하고 있다(농산물품질관리원. 농산물표준출하규격, 2001). 그러나 앞에서 언급한 현미 품위 검사규격과 현미 출하규격사이에는 등급의 명칭이 다르며, 용적중은 동일하고 정립율은 등외와 보통등급에서 약 5%의 차가 나고 있으며 사미, 착색립, 피해립 등에서는 약간의 차이가 있다.

4) 쌀(백미)

쌀에 대한 등급은 Table 10에서와 같이 우리나라는 1등급,

Table 6. Standards of paddy inspection in Korea

Grade	Items	Minimum limit		Maximum limit (%)			
		brown rice recovery (%)	moisture	damaged, colored kernel		foreign kernel	foreign material
				total	colored kernel		
Special grade		82.0	15.0	1.0	0.0	0.2	0.2
1st grade		78.0	15.0	4.0	0.0	0.5	0.5
2nd grade		74.0	15.0	7.0	0.1	1.0	1.0
3rd grade		65.0	15.0	10.0	0.5	2.0	2.0

Table 7. Inspection standard of brown rice quality in Korea

Grade	Item	Minimum limit			Maximum limit						
		apparent specific gravity (g/l)	perfect kernel (%)	moisture (%)	damaged, immature, colored rice kernel			unhulled rice (%)	foreign kernel (%)	foreign kernel	
					total (%)	immature kernel (%)	colored kernel (%)			total (%)	stone per 1.5 kg
1st grade		810	75.0	15.0	10.0	7.0	0.0	0.2	0.3	0.1	2
2nd grade		800	70.0	15.0	20.0	10.0	0.1	0.3	0.5	0.2	2
Under grade		780	60.0	15.0	25.0	15.0	0.5	0.5	1.0	0.7	2

Table 8. Inspection standard of brown rice in Japan

Grade	Apparent specific gravity (g/l)	Perfect kernel (%)	Moisture (%)	Mixture of damaged and foreign kernel(%)			
				immature opaque rice kernel	colored kernel	foreign material	foreign kernel
2nd grade	790	60	15.0	10	0.3	0.4	1.3
3rd grade	770	45	15.0	20	0.7	0.6	2.7

**Table 9.** Marketing standard of brown rice in Korea

Item	Grade		
	Excellent	Good	Fair
apparent specific gravity (g/l)	>810	>800	>780
perfect kernel	>75%	>70%	>65%
moisture	<16.0%	<16.0%	<16.0%
immature opaque kernel	<3.0%	<6.0%	<10.0%
colored kernel	0.0%	<0.1%	<0.3%
damaged kernel	<5.0%	<7.0%	<10.0%
unhulled rice, foreign kernel/1.5 kg	0.0%	0.0%	<3%
foreign material	0.0%	0.0%	<0.1%

※Condition: Mixed rice which contains the products of different years and the rice produced last year can not be of special grade.

**Table 10.** Inspection standard of rice quality in 3 countries

Item	Korea	Japan	USA
Grade range	1	1~4	1~6
Moisture (%)	15	15	-
Deg. of milling	standard	standard	WM.RWM.LM
Feature	Maximum limit of damaged, colored kernel and foreign materials		White core and belly, foreign material

※WM: Well milled, RWM: Reasonably well milled, LM: Lightly milled

일본은 1~4등급, 미국은 1~6등급으로 분류하고 있다. 우리나라의 품위검사규격은 최저한도를 표준품 기준으로 정하고, 수분, 분상질, 피해립, 착색립, 찌라기 등에 대한 최고한도를 정하여 합격, 불합격으로 규정하고 있다. 쌀에서의 분상질립은 체적의 3/4 이상이 분상질 상태인 낱알을 말하고, 찌라기중에서 큰 찌라기는 1.7 mm 그물체(1호체)를 통과하지 아니하는 찌라기로서 그 길이가 완전한 낱알평균 길이의 1/2 미만인 것을 말한다. 잔찌라기는 1호체로 치면 통과하지 1.4 mm 그물체(2호체)로 치면 통과하지 아니하는 찌라기를 말한다. 또한 이종곡립은 쌀 이외의 다른 곡립, 이물은 곡립외의 것과 1.4 mm 그물체(2호체)로 치면 체를 통과하는 것을 말하며, 누는 탈부가 안된 벼를 말한다.

한편 농산물 표준 출하규격 중 쌀(멥쌀)에 대한 출하규격은

**Table 11.** Inspection standard of milled rice in Korea

Item	Minimum limit		Maximum limit									
	degree of milling	moisture (%)	white core and belly · damaged, colored kernel						unhulled rice (number /1.5 kg)	foreign kernel (number /1.5 kg)	foreign material	
			total (%)	damaged, colored kernel		large broken rice (%)	small broken rice (%)	total (%)			stone (number /1.5 kg)	
				total (%)	colored kernel (%)							
pass	standard	15.0	6.0	2.0	0.1	5.0	0.0	3	3	0.0	1	

**Table 12.** Marketing standard of nonglutinous rice in Korea

Item	Grade		
	Excellent	Good	Fair
moisture	<16%	<16%	<16%
content of glutinous rice	<1.0%	<2.0%	<3.0%
damaged kernel	<0.5%	<1.0%	<2.0%
white core and belly	<2.0%	<5.0%	<7.0%
colored kernel	0.0%	<0.1%	<0.2%
broken rice	<5.0%	<7.0%	<10.0%

※Condition: Mixed rice which contains the products of different years and the rice produced last year can not be of special grade

Table 11와 같다. 출하규격상 항목에는 형질, 냄새, 제강정도, 수분, 피해립, 분상질립, 착색립, 찌라기, 돌, 누, 이물 등에 따라 특, 상, 보통으로 등급을 정하고 있다. 특등급은 Table 12의 최고한도 규격보다 더욱 엄격히 규정하고 있으나 상등급 및 보통등급은 이들 규격보다 미달되고 있다.

일본의 백미 검사규격은 우리나라와 달리 Table 13와 같이 1등, 2등, 3등 및 규격외로 구분하고 있다(日本食糧廳, 1986).

**이화학적 평가**

쌀의 이화학적 특성을 보면(Table 14) 현미, 5분도미, 백미, 배아미에 따라 약간씩 다르다. 단백질, 섬유소, 무기질, 비타민 등의 성분이 현미에서 백미로 갈수록 감소하는 경향인데 이는 이들 성분이 주로 미강층이나 배아에 많이 함유되어 있다는 것을 의미한다(日本科學技術廳, 1982).

1) 수분

쌀의 수분함량은 저장성은 물론 도정특성이나 밥의 식미에도 관계가 깊다. 도정과정에 있어서 원료벼의 수분함량이 낮을 때에는 찌라기 발생이 많아지며, 취반전 수침중에 파손이 쉽게 일어나 밥의 식미에 영향을 주고 있다. 동일 품종의 쌀이라도 수분함량이 서로 다를 경우 같은 양의 물을 넣고 취반시 밥의 물성이 변화하여 수분함량이 높은 쌀은 흡수가 적어 약간의 경도가 있는 물성이 된다. 한편 수분이 적은 쌀은 미립이 파열되어 미반의 형태를 잃어 식미를 저하시킨다(柳瀨 等, 1986).

2) 전분

전분은 포도당이 α-1,4 결합에 의해 직쇄상으로 연결된 아

**Table 13.** Inspection standard of milled rice in Japan

Grade	Item	Minimum limit			Maximum limit			
		degree of milling	moisture (%)	white core and belly (%)	damaged kernel (%)	colored kernel (%)	broken rice	foreign material
1st grade	1st standard		15	10	1	0	5	0
2nd grade	2nd standard		15	20	2	0.2	10	0.1
3rd grade	3rd standard		15	25	4	0.2	15	0.2
under grade	Milled rice which is not from 1st-3rd grade and does not contain over 50% of foreign kernel or materials.							

**Table 14.** Major components of rice

Rice type	Major nutritive components of rice edible portion/100g														
	Energy	Moisture	Protein	Lipid	Carbohydrates		Ash	Mineral					Vitamin		
					Starch	Fiber		Ca	P	Fe	Na	K	B1	B2	Niacin
	Kcal			(g)				(mg)					(mg)		
Brown rice	351	15.5	7.4	3.0	71.8	1.0	1.3	10	300	1.1	2	250	0.54	0.06	4.5
Half-polished rice	353	15.5	7.1	2.0	73.9	0.6	0.9	8	220	0.8	2	170	0.39	0.05	3.5
Milled rice	356	15.5	6.8	1.3	75.5	0.3	0.6	6	140	0.5	2	110	0.12	0.03	1.4
Rice with germ	354	15.5	7.0	2.0	74.4	0.4	0.7	7	160	0.5	1	140	0.30	0.05	2.2

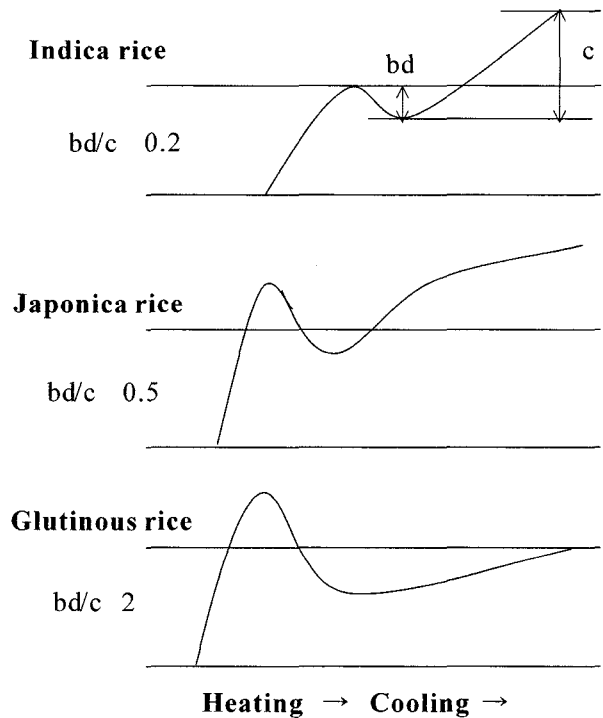
밀로스과 α-1.4 결합직쇄상에서 α-1.6 결합에 의해 분지가 생긴 아밀로펙틴의 2성분으로 구성되어 있다.

쌀의 아밀로스 함량과 취반성, 미반의 물성등의 관계에 의한 많은 연구가 보고되고 있는데, 아밀로스 함량이 높으면 취반시 흡수량이 많고 점도가 낮아지며 경도가 높은 밥이 된다. 반대로 아밀로스 함량이 낮으면 밥의 체적증가가 낮고, 부드럽고 점도가 있는 밥이된다고 한다(Juliano, 1965). 고품질 우리나라 양질쌀 품종 선발기준에서는 아밀로스 함량이 17~20% 수준으로 규정하고 있다(농촌진흥청 2001). 쌀 전분의 호화특성시험은 물에 현탁되어진 쌀가루 또는 쌀전분을 일정속도 교반하면서 가열에 의한 팽윤호화 과정 및 냉각에 의한 호화액의 노화 과정에 있어서 점도 변화를 연속적으로 측정하는 방법에 의해 쌀가루의 호화특성을 평가한다. 대표적인 측정기기는 아미로그래프인데 최고점도, breakdown 등이 식미와 높은 관련성이 있다고 보고되고 있다. 호화 최고 점도가 높고 breakdown(호화전분립이 파괴되기 쉬운 것이 큰 쌀이 대체로 밥맛 좋은 쌀인 경향이 있다고 보고하고 있다(Fig. 4).

최종점도가 높고, consistency(최종점도-최저점도)의 차가 큰 쌀은 아밀로스 함량이 높고, 호화전분이 노화되기 쉬운 경향이 있다. 이와 같이 쌀가루의 아밀로스함량으로 밥의 호화특성, 식미의 추정이 어느 정도 가능하다(堀内, 1969).

3) 단백질

국제 미작연구소(IRRI)에서 현미에 포함되어 있는 단백질함량을 조사한 결과 그 범위는 5~17%(건물 기준) 범위에 분포되어 있으며 평균치는 10.6%라고 하였다(Gomez, K.A., 1979). 우리나라의 품종에 대한 연구보고에서 일반계는 평균



**Fig. 4.** Amylographic analysis of Indica, Japonica and glutinous rice

약 8.25%, 통일계는 평균 9.03%라고 보고하고 있으며 양질미 품종 선발기준에서 단백질 함량 범위는 7~9% 범위이다(Lee, 1987).

한편 일본식품표준성분표(日本科學技術廳, 1982)에 의하면

단백질 함량은 현미 7.4%, 백미 6.8%로서 세계의 쌀과 비교해 볼 때 우리나라와 일본은 단백질이 적은 그룹에 속한다.

쌀에 함유되어 있는 저장단백질은 albumin(순수가용성), prolamín(알콜가용성), globulin(식염수가용성), 및 glutelin(알칼리가용성) 등이 있는데 이 중에서 albumin, globulin은 효소에 의해 분해되는 경우가 많으며 현미의 외층에 많이 분포되어 있고 백미의 내층부에는 그 양이 적다(김, 1998). 한편 prolamín이나 glutelin은 백미 외층에서 내부에 걸쳐 많이 존재한다. 이들 2종류의 단백질은 발아시 protease나 peptidase에 의해 분해되어 발생도중의 영양분으로서 이용되어 진다. prolamín, glutelin 및 globulin의 일부는 세포내에서 단백질 과립(protein body)을 형성하는데 그 중 protein body-1(PB-1)은 주로 prolamín으로부터 구성되며, 취반후에도 소화되기 어렵다고 보고되고 있다.

또한 쌀 단백질 함량은 품종, 시비, 토양, 물관리 등에 의해서 변동되고 동일품종에 있어서도 질소시비량의 증가에 의해

현미의 단백질 함량이 증가된다. 그러나 단백질 함량이 많으면 영양적으로 우수하다고 생각되어지나, 식미의 관점으로 보면 단백질 함량이 높은 쌀은 경도가 높고, 점도가 낮은 밥이 되는 경향이 있다. 백미중의 단백질 함량이 높으면 식미관능 검사에 있어서 식미평가가 낮다는 많은 보고도 있다(石間 등, 1974).

최근에는 쌀의 총 단백질 함량에 대한 protein body-1의 비율이 높으면 식미평가가 낮아지는 경향이 있다는 매우 흥미로운 결과를 보고한 예도 있다(益重 등, 1994, 田中 등 1995). 한편 양조미에 있어서도 단백질 함량이 적은 쌀이 양조적성에 맞으며 취반용 쌀의 백도도 단백질 함량이 높으면 백도가 낮아진다. 이러한 결과를 종합하여 보면 쌀의 단백질 함량이 높으면 영양면에서는 우수하나, 취반·가공이용 관점에서는 색깔, 흡수성의 저하, 전분의 호화, 팽화가 억제되기 때문에 단백질 함량이 적은 쌀이 미질에서는 우수하다고 볼 수 있다(柳瀬, 1984).

4) 지방 및 지방산

미립의 지방함량은 대개 현미의 경우 2~3%정도이며 백미에서는 약 0.8~1.3%정도 된다. 지질은 배아호분층, subaleurone 층에 많이 포함되어 있으며 세포내에서 0.7~3 μ의 지방구조로서 존재하며 그 중 일부는 전분결합 지질로서 존재한다(日本科學技術廳, 1982). 쌀의 지질은 대부분 중성지질로서 glycerol 에 oleic, linoleic acid 등의 각종 고급지방산 3개가 에스테르 결합한 triglyceride 형태이며, 지방산 조성은 oleic acid와 linoleic acid가 가장 많고 다음으로 palmitic acid가 많다(Lee, 1987).

쌀의 지질은 전분이나 단백질에 비교하여 볼 때 함량이 적

Table 15. Classification of rice storage protein by solubility

Protein	Solubility	Contents (%)
Albumin	water soluble	0.2~0.3
Prolamin	ethanol soluble	0.3~0.4
Globulin	salt soluble	0.9~1.1
Glutelin (oryzenin)	alkali soluble	3.2~5.4

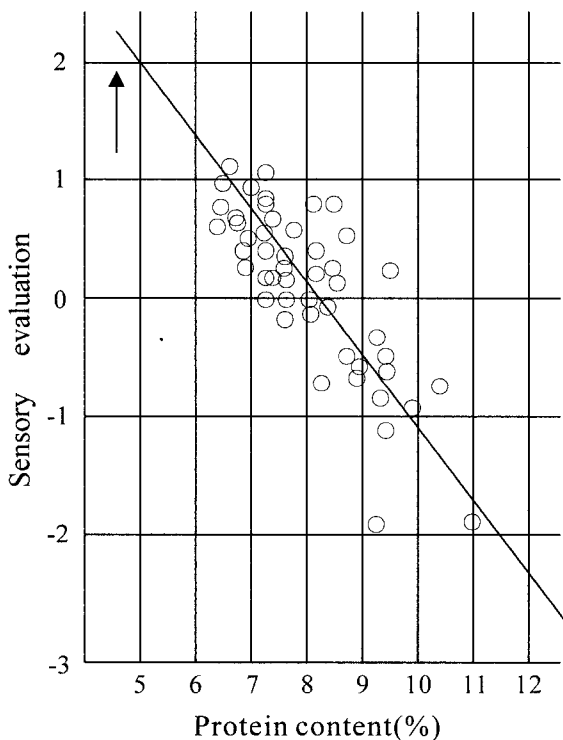


Fig. 5. Relationship between sensory evaluation and protein content of milled rice.

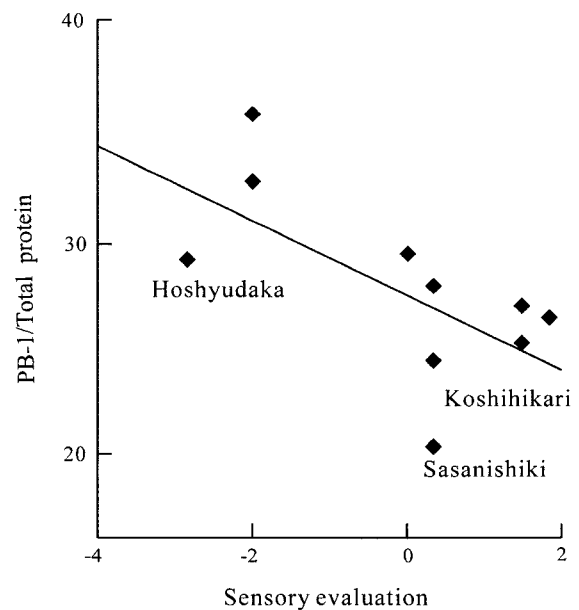


Fig. 6. Rate of protein body-1 per total protein content.

으며 품질과 관련된 보고가 비교적 적으나 고미취의 생성과 전분의 호화나 향 등에 지방이 관련되어 있다. 쌀의 세포가 도정이나 고온처리 등의 물리적 손상이나 저장 중의 효소분해 등의 생물적 손상을 받으면 지질과 lipase 등이 접촉하여 glycerin과 지방산으로 분해된다(高野, 1989). 그 유리지방산은 전분의 나선구조와 결합하여 취반시의 호화를 억제하며 고미쌀의 밥의 경도를 증가시킨다. 또한 유리지방산은 lipoxygenase에 의해 효소적 산화나 효소에 의한 자동산화를 받아 과산화지질로 되어 hexanal 등의 aldehyde, ketone 류를 생성하여 이들이 쌀의 고미취의 주 원인이 되고 있다(Yasumatsu *et al.*, 1966). 쌀의 저장에 있어서 주요성분 중 단백질이나 전분에 비해 지질의 분해가 가장 빨리 진행되기 때문에 품질열화의 지표로서 미분 100g 중의 유리지방산을 중화하는데 필요로 하는 KOH양을 mg으로 표시하는 지방산도를 사용하고 있다. 또한 쌀의 저장성에서 oleic acid/linoleic acid의 값이 크면 저장안정성이 높다고 한다(Lee, 1987). 이상과 같이 지질은 저장성, 고미취의 원인으로 밝혀진 바 있으나, 취반미의 식미와 어떤 관계가 있는가는 아직까지 미해명된 분야이다.

5) 무기성분

미립중의 무기성분은 왕겨, 미강, 배아에 집중되어 있고 백미중에는 그 함량이 적은데 P, K, Mg, Cl, Ca, Si 순으로 많다. 일본에서는 쌀의 식미와 무기질과의 관계에 주목하여 Mg/K · N이라는 식미 지표를 제안하였다(Horino *et al.*, 1992).

일본에서 양질쌀 그룹에 속하는 품종은 주로 고시히카리, 사

사니시끼, 농립 22호 등의 중생종으로 Mg/K · N지수가 120~140 범위였고, 조생종이나 만생종은 80~100수준이었다.

또한 화분과 곡물 644종류의 무기성분 조성을 분석하여 Mg와 K의 관계를 분석한 결과 식용곡물은 Mg이 풍부한 Mg형 곡물로 Mg/K비가 최소 1.5이거나 그 선보다 위에 위치한다. 사료용은 반대로 1.5선 아래에 위치하며 K가 풍부한 K형 곡물이다. Mg형 곡물, K형 곡물 또는 중간형의 분류는 곡물의 종이나 품종의 특성에 의한 것이며 쌀에 있어서는 양질쌀 또는 저급쌀인가를 구분한다(Horino *et al.*, 1992, Okamoto *et al.*, 1992).

이 밖에 또 하나의 식미지표로서 Mg/K · N · Aml비로 점성과 0.79의 상관을 나타내고 있다.

이상과 같이 무기성분은 식미에 많은 영향을 주고 있으며 양질미의 품질특성에 이들 성분이 정·부의 상관관계, 적정량 등에 대하여 이를 종합적으로 표현한 것이 Table 17과 같다(堀野, 1988).

이 밖에 무기성분들이 전분의 합성, 호화, 노화에 어떻게 관여하고 식미에 영향을 주는 기작에 대하여는 금후 더욱 연구해야 될 과제라고 생각된다.

6) 당

백미중에는 유리당으로서 glucose, sucrose, fructose, maltose 등이 있는데 관능검사에 의한 식미와의 관계에서 높은 상관은 인정되지 않고 있다(竹生, 1983). 그러나 일부 보고에서는 glucose, fructose와 식미와의 사이에 유의한 상관이 있다고 한다(丸山, 1983). 또한 추정벼 미립 각층의 당을 분석한 결과 백미 표층이 강한 지미성분(旨味成分)을 갖는다고 하였으며, 다시 그 백미표층에 함유되어 있는 지미성분을 column chromatogram에 의해 다당, 소당 등을 분리하여 오리고 당은 배유외층(sapio층)의 수추출물(水抽出物) 및 취반미에 함유되어 있으며 양질미 품종이 이들 당이 많다고 보고하고 있다(堀野 등, 1992; 田島 등, 1992).

Table 16. Classification of rice palatability by mineral content

Sensory evaluation rank	Mineral content (% , d.b)				Mg/K (molar ratio)	Mg/K · N
	N	P	K	Mg		
High quality	1.2	0.33	0.25	0.13	1.7	140
Fair quality	1.3	0.33	0.28	0.12	1.4	105
Poor quality	1.5	0.33	0.30	0.11	1.2	80

\*Mg/K · N = mEq ÷ (mEq × %) × 100

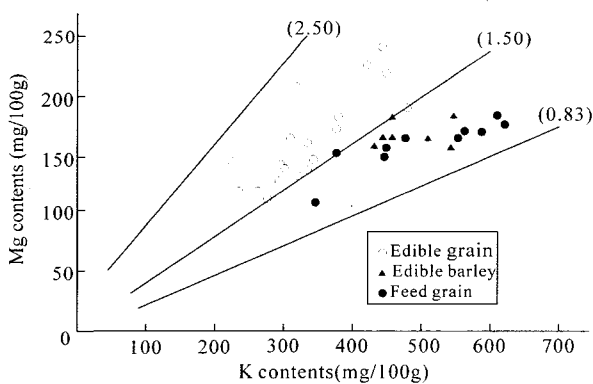


Fig. 7. Amount of K, Mg and distribution of Mg/K molar ratio in the grain

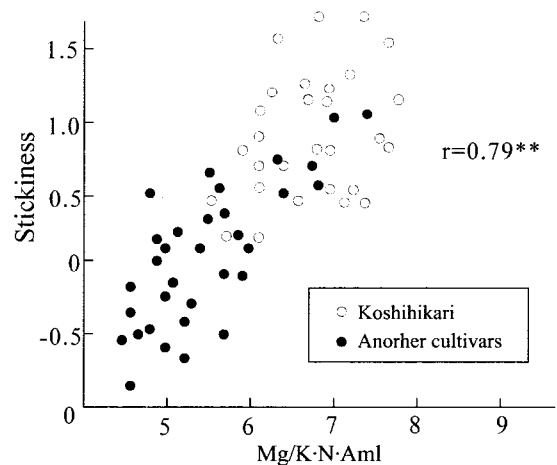


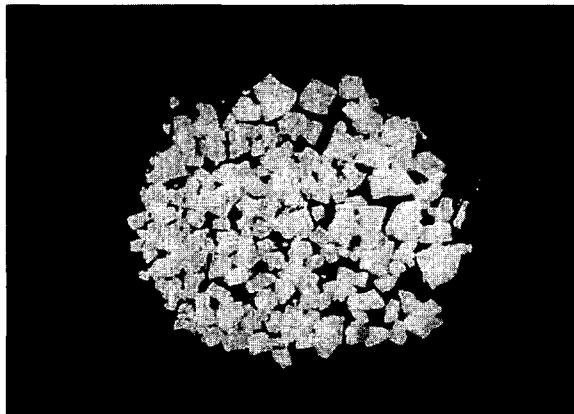
Fig. 8. Relation of Mg/K · N · Aml ratio and Stickiness.



**Table 17.** Quality characteristics of high grade rice

Mineral	Palatability Factor	Appropriate value	Optimum value	Major variations
N	-	<1.3%	<1.2%	fertilization
P	+	> 320 mg (Correlation with K,Mg)	up to 360 mg	climate
K	-	<270 mg	250 mg	cultivar
Mg	+	120 mg	about 130 mg	cultivar
K+Mg	+	(Strong correlation with P) (Strong negative correlation with Aml)		cultivar
Ca	?	Cooked rice is hard under the condition of over 10 mg		cultivar
Mn	?	3.0 mg	2.5 mg	soil pH
Aml	-	19.5%	<18%	cultivar
Mg/K	+	> 1.5	> 1.6	cultivar
Mg/K · N	+	> 100	> 130	cultivar, fertilization
Mg/K · N · Aml	+	> 5.0	> 6.5	cultivar, fertilization

※ Unit is represented as d.b.(dry weight)%, mg/100 g d.b.; Aml, air-dry matter (%) in milled rice; Constant-temperature of the average for 30 days after heading



Starch

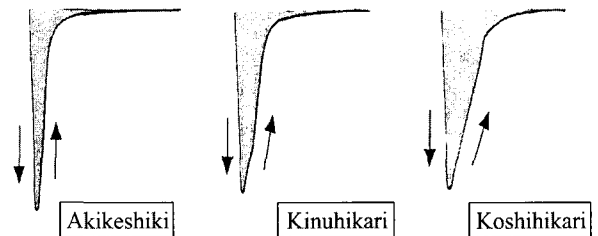
(white power after solubilization in water and drying)



Muco-polysaccharide

(transparency formation after solubilization in water and drying)

**Fig. 9.** Photograph of starch and muco-polysaccharide extracted from rice.



**Fig. 10.** Example of viscosity test from muco-polysaccharides (Rheometer).

최근 쌀의 전분립(직경 수  $\mu$ 의 소립)을 다시 분쇄 후 그 내 부로부터 물에 잘 용해되는 강한 점성 다당류 성분이 발견되었다. 이 점성 다당류성분은 멥쌀에는 약 20%, 찰쌀에는 약 40% 함유되어 있다. 취반시 점성 다당류성분은 용해되어 미반의 립을 둘러싸서 「밥의 점도」를 형성한다. 이 성분은 유리 아미노산이나 비타민 등을 모으는 기능이 있다고 한다. 이 물질은 향후 쌀의 품질 및 식미평가에 있어서 주요한 평가항목이 될 것이다(堀野, 2002).

7) 아미노산

쌀의 유리 아미노산 함량은 품종, 재배방법, 시비조건에 따라 차이가 있으며 일반적으로 식미가 좋은 쌀은 유리 아미노산 함량이 많다고 알려져 있다(玉置雅, 1986, Taira *et al.*, 1964).

쌀에서 주종을 이루는 유리 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, arginine, r-ABA glycine, alanine, serine, tyrosin 등이다. 취반미와 유리 아미노산에 대한 연구에서 취반미는 백미보다 2~3.6 배의 유리 아미노산을 함유하고 있으며 그 종류는 유사하다는 보고와 양질미를 결정하는 것은 백미종의 다른 성분보다 취반과정에서 용출되어지는 고형물 중 취반미에 부

착되는 유리 아미노산이며 그 가운데 약 30%를 점유하는 것은 glutamic acid이며 양질미에 있어서는 그 비율이 높다고 알려져 있다(江幡, 1988; 高野, 1991).

추청벼, 고시히카리 및 삼강벼의 유리아미노산을 분석한 결과 현미에 있어서 총 유리 아미노산에 대한 glutamic acid 계열 아미노산 함량비는 고시히카리가 57.24%, 추청벼가 48.92%로서 고시히카리가 높았고, glutamic acid만의 함량비도 약 8% 높았다. 특히 삼강벼는 추청벼 및 고시히카리에 비하여 낮은 비율을 보였다(손, 1992).

이와 같이 유리 아미노산의 품종간 차이와, 지미성분으로서 금후 쌀의 품질평가와 식미에 대한 관계를 검토해야 할 필요성이 있다.

8) 향기성분

취반미의 향기성분은 식미의 중요한 구성요소로서 이들 성분에 대한 많은 연구가 진행되어 왔으며 특히 취반중에 발생하는 증기를 포집 GC에 의해 분석한 결과 200개 이상의 peak를 얻어 그 중에서 100종 이상의 성분을 동정한 바 있다(이 등 1991; 문 등 1996, 김 등 1999). 쌀밥의 휘발성 성분

은 주로 유화수소, 암모니아, 아세트알데이드, 메틸머캅, 헥사날 등의 각종 카보닐화합물이 존재하며 고미에는 카보닐화합물의 총량이 증가되고 특히 헥사날 등이 증가된다는 연구가 보고되고 있다(Yasumatsu *et al.*, 1966).

또한 미반의 향기성분을 GC-MS에 의한 향기성분 100 이상을 확인하였으며 휘발성 성분은 백미 표층부에 많이 함유되어 있으며 그 중 40성분을 분류하였는데 대표적 성분은 acetone, butanal, pentanal, hexanal 이었다고 했으며 최근에는 전자코시스템을 이용한 향기성분의 동정, 분류 등도 활발히 보고되고 있다(문 등, 1996). 우리나라의 일본형과 통일계 품종을 취반 후 Tenax GC관으로 휘발성 성분을 포집하여 GC로 분석한 결과 100여개가 넘는 peak가 나타났는데 이 중에는 acetone, butanal, pentanal, toluene, hexanal, heptanal이 전체 peak 면적의 55% 정도를 차지했다고 한다. 그리고 이들 휘발성 성분 중 발생량이 가장 많은 것은 hexanal이었으며, 다음으로 acetone, pentanal, butanal, octanal, heptanal순이었다. 또한 일본형과 통일형간의 휘발성 성분 발생량은 취반 직후에는 통일형이 일본형보다 많았으나 1시간후 부터는 일본형이 많았다

Table 18. Amount of free amino acids contained in the brown rice

Amino acid	Amino acid (µg/g rice)		
	Chucheongbyeo	Koshihikari	Samgangbyeo
Aspartic acid	125( 9.41)	103(10.96)	19( 2.63)
Anserine	52( 3.91)	122(12.98)	59( 8.16)
Glutamic acid	154(11.59)	122(19.15)	78(10.79)
Glutamine	45( 3.39)	180( 1.49)	-
r-gaba	129( 9.71)	34( 3.62)	26( 3.60)
Alanine	106( 7.98)	71( 7.55)	129(17.84)
Prolamine	39( 2.93)	14( 1.49)	11( 1.52)
Total	1329(48.92)	940(57.24)	723(44.54)

※ ( ) represents amino acid per total free amino acid (%)

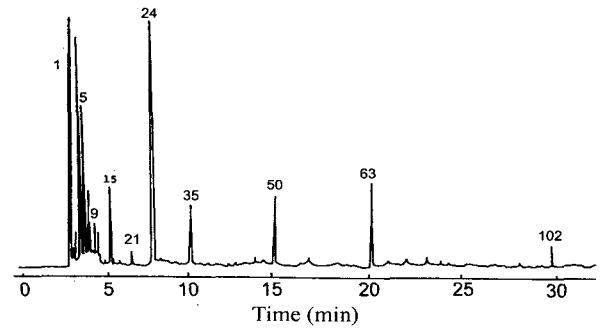


Fig. 12. Gas chromatograms of volatiles of cooked rice. Peak No. 6: Acetone, 9: Butanal, 15: Pentanal, 21: Toluene, 24: Hexanal, 35: Heptanal, 50: Octanal, 63: Nonanal

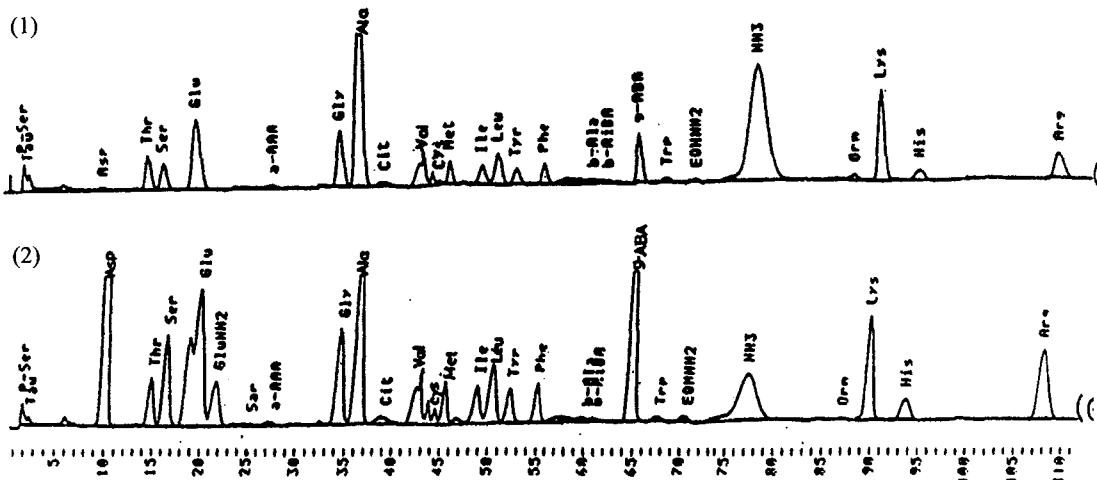


Fig. 11. Chromatogram on free amino acid analyzer of brown rice. (1) Samgangbyeo, (2) Chucheongbyeo.

또한 최근에 육성된 향미의 주요한 휘발성 성분으로는  $\alpha$ -pyrrolidone과 2-acetyl-1-pyrroline으로 동정되었다(Buttery, R.G 1983). 이상과 같이 최근에는 분석기술의 진보에 의해 향기성분의 분류동정이 진행되고 있다. 그러나 이들 향기성분과 식미평가와의 직접적인 관계에 대해서는 향후 많은 연구가 필요하다.

**미립내 성분 분포**

쌀의 품질 및 식미평가에 관한 종래의 연구는 미립 전체 또는 그 분말속에 함유되어 있는 맛에 관련된 성분을 분석하였다. 한편 미립의 내부조직 구조의 등숙과정 중 형태학적 연구에 의하면 미립은 과피 아래 호분층, 배유 중심부에 전분세포가 있으며 그 중간에 전분세포가 되는 아호분층이 존재하는 다층구조로 되어 있다(松尾, 1990).

그런데 쌀의 맛과 관련된 성분은 미립전체에 일정하게 존재하는 것이 아니고 편재하여 존재하기 때문에 이들 성분의 분포에 대한 연구가 필요하다. Photo 1은 추청벼 현미를 횡으로 절단하여 요오드 염색 후 촬영한 현미경 사진으로 현미표층은 염색되지 않으며 내층은 적자색으로 염색되어 지는 것으로 보아 중심부에는 아밀로오스 함량이 많으나 표층으로 나아갈수록 비아밀로스, 비전분질이 존재하는 것으로 추정된다. 특히 Fig. 13의 미립의 91~86%층에는 맛을 내는 성분들이 풍부하게 들어 있는 것으로 추정되고 실제 맛은 아주 단맛을 내고 있어 이를 「sapio 층」이라고 명명했다(田島眞 등 1992, 손종록 등 1994).

미립의 외층으로부터 연삭하여 얻은 미분의 각층별 성분의 표시는 Table 19과 같다. 미립내부는 전분이 주성분이나 외층부에는 전분 외에 질소성분 및 금속성분 등이 편재하여 존재하는 것으로 밝혀졌다. 이 밖에 지방, 올리고당, 유리아미노산의 함량 등도 Table 19와 같이 미립의 층별로 그 함량이 다르게 분포한다(손, 1992).

또한 백미 표층(sapio 층)은 식미를 결정한다고 하여 堀野(1998)은 백미 표층분말에 약 6배의 물을 가해 전자렌지에 90초 가열후 시식하여 평가한 결과는 Table 20과 같이 양질미 계층은 감미가 강하다는 평가를 받았다. 이 밖에도 백미 표층에는 유리아미노산, 당 등 맛에 관련된 성분이 풍부하게 존재

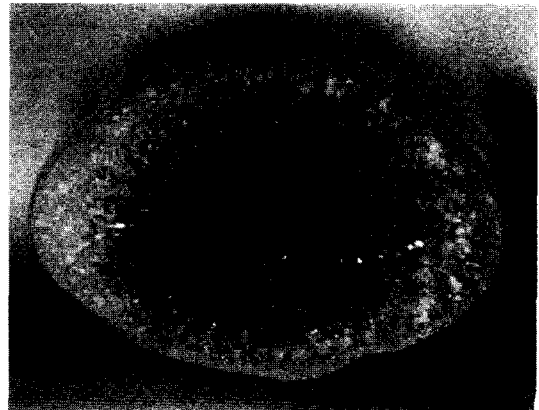


Photo 1. Microscopic photograph of cross section of brown rice by iodine staining

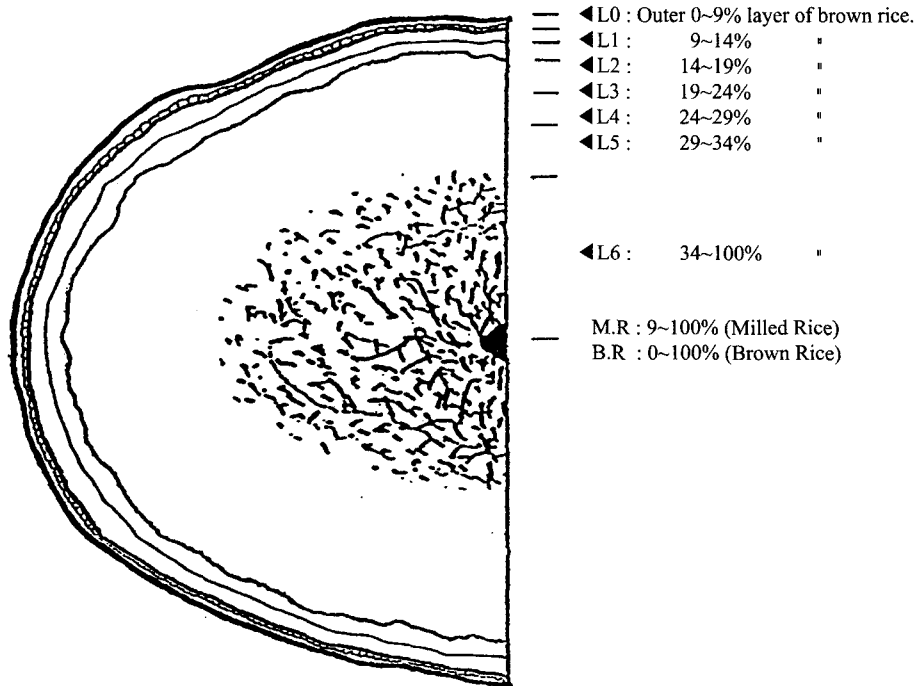


Fig. 13. Schematic profiles of rice grain.

하고 있어 이 부분에 대한 분석결과와 식미와의 관계를 계속 검토할 필요성이 요망된다.

**기기 측정에 의한 평가**

1) 이화학 측정에 의한 식미시험

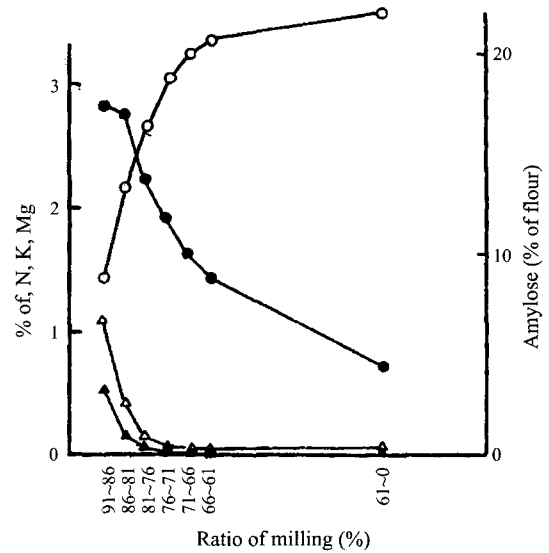
이화학 측정이란 물리적 또는 화학적 측정의 의미로서 쌀의 성분이나 미반의 물리적 특성 등 관능검사 결과와 상관이 높

은 특성을 객관적으로 측정하는 방법에 의해 식미를 측정하는 방법이다. 이러한 방법은 식미평가로서 정밀도가 관능검사에 따라가지 못하는 점, 그리고 고가의 측정장치를 요하는 등의 문제점이 있으나 시료의 조제방법이나 측정방법 등을 통일하

**Table 19.** Nutritional characteristics of different layers from brown rice of Chucheungbye

Layer	Fat (%)	M.O <sup>1)</sup> (mg/g)	F.A.A <sup>2)</sup> (mg/g)
L0	4.54	17.44	6464
L1	2.60	130.65	2725
L2	2.21	73.39	1260
L3	1.85	47.69	569
L4	1.59	38.24	477
L5	1.54	27.90	11
L6	0.21	34.32	287
BR <sup>3)</sup>	2.00	72.10	1329
MR <sup>4)</sup>	1.36	53.63	506

1) Malto Oligosaccharide (DP2-7), \*DP: Degree of Polymerization, 2) F.A.A: Free Amino Acids, 3) BR: Brown rice, 4) MR: Milled Rice



**Fig. 14.** Contents of N, K, Mg and amylose in each layer of rice grain. ●; N, △; K, ▲; Mg, ○; Amylose.

**Table 20.** Taste comparison from milled rice surface of Japonica and Indica rice

Cultivars	Characteristic	Ingredient of brown rice				Taste of milled rice surface powder		Taste evaluation
		Mg	K	Ca	Mg/K	sweet taste	bitter taste	
		mg/100g		mEq		Sensual value of taste		
<b>Japonica</b>								
Koshihikari	non waxy	136	240	9	1.83	A	D	◎
Sasanishiki	"	135	264	7	1.64	A	-	◎
Nihonbare	"	123	244	8	1.62	B	-	○
Alkawa 1	"	140	318	10	1.41	C	B	△
Milkyqueen	low amylose	143	260	9	1.76	B	-	○
Ouu	"	121	309	11	1.26	D	B	△
Mochiminori	waxy	134	297	9	1.45	A	-	◎
Himenomochi	"	141	281	11	1.61	E	B	△
<b>Indica</b>								
Hoshiyudaka	high amylose	110	231	13	1.54	E	-	×
Yumetoiro	"	113	230	12	1.58	C	D	△
MR84	"	123	237	8	1.68	-	A	×
STETAN	"	137	262	10	1.68	D	B	△
BAXMATI 370	scented rice	150	268	14	1.80	B	A	×
KHAODAWK BC	"	145	249	11	1.88	D	B	△
Odorokimochi	waxy	150	346	11	1.39	E	-	×
Okubane 349	"	133	301	14	1.42	A	E	△

A, very strong; B, strong; C, moderate; D, slightly weak; E, weak  
 ◎, excellent ; ○, good ; △, faint ; ×, poor

면 비교적 소량의 시료로 적은 인원으로 측정이 가능한 객관적 평가방법으로 밥의 물리적인 경도 및 점성 등은 *texturometer*, *plastometer*, *tensipresser*, *amylogram*, *rheometer* 등에 의해 측정한다. 이러한 방법은 ① 미반의 상태로서 경도나 점도 측정 ② 미분 또는 미전분의 호화특성 측정 ③ 식미에 관련된 화학성분인 단백질, 아밀로스 등 측정 ④ 취반시의 흡수율이나 용출 아밀로스 등을 측정한다. 현재로서는 관능검사와 반드시 일치하는 측정방법은 확립되어 있지 않으나 상기의 몇가지의 측정을 조합하면 쌀의 식미의 측정이 가능하리라고 생각된다(大坪研一, 1996, 1999). 지금까지의 연구결과를 보면 위에서 언급한 측정방법에 의해 얻어진 성분과 식미치와의 관계는 Table 21과 같이 정리되고 있다.

2) 식미판정식

미립의 이화학적 특성에 따른 중회귀 분석에 의해 각 특성을 인자로 하는 식미평가의 계량화가 최근 일본에서 진전되고 있다. 竹生 등(1983, 1985)은 단백질, 아밀로스, 아미로그래프 특성 중 최고점도, 최저 점도, *breakdown*, 취반 특성 중 요오드 정색도, *texturometer* 특성 중 경도, 부착성 등을 식미판정에 중요한 지표로 선정하였다.

식미평가(종합평가)의 목적변수(Y)는 쌀 단백질(X1), 아미로그래프 특성중 최고점도(X2), 최저 점도(X3), *breakdown*(X4), 취반액의 요오드 정색도(X5) 등 5항목의 측정치로부터 식미판정식을 얻었다. 이들은 1983년 18점의 백미를 가지고 판정식의 타당성을 조사한 결과 관능검사 종합치와 0.843\*\*의 상관이었으며 판정의 정도는 71%이었는데, 일본에서 처음으로 식미의 양적인 측정이 가능하였다.

한편 堀野(1992) 등은 Mg/K, Mg/K · N비에 주목하고 현미 중 N의 적정치는 1~3% 이하, Mg의 적정치는 120 mg/100 g,

K의 적정치는 270 mg/100 g, Mg/K의 적정치는 1.5 이상, Mg/K · N의 적정치는 100 이상이어야 한다고 하였다. 岡本(1992) 등은 N, 아밀로스, K, Mg를 변수로 하여 중회귀분석을 한 결과 중상관계수 0.80\*\*을 얻었다. 또한 이들은 N(%), K(mg/100 g), Mg(mg/100 g)을 설명변수로 하여 식미종합 측정식을 얻었다. 또한 정미쇄립율(M), 밥의 요오드 정색도(N), 밥의 팽창용적(P), 밥의 부착성(R), 밥의 점착력(S)을 설명변수로 하여 식미판정식을 얻었으나 상관관계가 낮아 금후검토가 요구된다고 하였다(安達, 1984, 1985, 奥野 1985, 1989).

吉川(1992) 등은 아밀로스(A), 단백질(P), Mg/K 당량비(E)을 지표로 하여 식미평가 추정식(APES)을 얻었는데 관능검사치와 r=0.760의 상관이 있다고 하였다. 또한 櫻田(1988) 등은 조단백질 함량, 아밀로스 함량, 정미수분, 현미품질 및 정미백도를 설명변수로 하는 식미판정식을 작성하였다. 이들 설명변수에 대한 중회귀계수는 0.8005, 기여율 64.07%로 조단백질 함량 및 아밀로스 함량의 표준편향계수가 크므로 이 두가지 특성을 중요시 해야 한다고 하였다. 大坪(1987, 1988) 등은 가열흡수율, 팽창용적, *breakdown*, 동적탄성율, 동적손실, 단백질 함량의 설명변수에 의한 식미판정식을 작성하였다. 또한 일본의 북북지역에서 북북 4현의 공동연구로 지역공동의 식미판정식을 작성하였는데 설명변수로는 백미 조단백질 함량, Mg/K당량비, *breakdown*을 이용한 식미판정식을 작성하였다(黒田, 1995). 이상의 중회귀분석에 의해 얻어진 설명변동율은 약 60~70% 범위내에 있다. 보다 높은 설명변동율을 구하기 위해서는 새로운 특성을 첨가할 필요가 있다.

3) 식미 평가 기기

쌀의 식미를 평가하는 기계는 사다께 제작소가 근적외분광 분석에 의한 식미계를 1986년에 개발하였는데 이 기계는 종래의 이화학분석과 같은 많은 노력이나 시간을 요하지 않고 성분을 비파괴적으로 측정하여 많은 주목을 받고 있다. 그 후 NIRECO, 静岡製機, 山本製作所, 東洋精米機製作所가 독자적인 기법으로 식미기를 개발하여 시판하고 있다. 일본정미공업회의 조사에 의하면 이러한 기계들은 정미공장에 있어서 원료현미의 검사, 품종별 식미치의 경향조사, 브랜드에 대응하여 출하되는 백미검사 등과 식미검사에 병용하여 활용되고 있다. 쌀의 생산, 유통 단계 뿐만 아니라 외식산업 분야 등에도 식미평가 장치의 이용이 확대되고 있으며 기계의 정밀도 향상도 앞으로 기대된다. 식미계의 종류와 그 특성은 Table 23와 같다.

이들 식미 측정기기는 TOYO 식미계를 제외하고 대부분이 근적외 분광분석장치를 이용하여 근적외선(700~1200 nm)에서의 흡수 · 반사 특성에 따라 이미 이들과 쌀의 주요 이화학적 특성 및 식미 평점간의 상관성에 근거한 중회귀식이 내장된 컴퓨터를 통해 식미가 점수로 표시되는 것이며 TOYO 미도계는 백미가 단시간내 취반이 가능한 원판상의 반증자판을 개발하여 밥의 보수막에 특수한 전자파의 조사에 의해 그 시료의 식미를 측정하게 되어 있다(竹生, 1995). 이들 식미계가 실제

Table 21. Relation between each ingredient and taste properties

Classification	Charateristics	Excellent	Poor
Amylogram	gelatinizing temperature	low	high
	maximum viscosity	high	low
	break down	high	low
	final viscosity	low	high
	consistency	low	high
Texturogram	hardness (H)	low	high
	viscosity(-H)	high	low
	H/-H	low	high
Cooking Quality	heating absorptance rate	low	high
	expanded volume	low	high
	iodin blue value	low	High
	total solid in residual liquid	low	high
Component of milled rice	amylose content	low	high
	protein content	low	high
	Mg/K	high	low

**Table 22.** Development of an equation for palatability determination

Major parameters	Equation of palatability	Researcher	Year
protein(X1), maximum viscosity(X2) minimum viscosity(X3) breakdown(X4) iodine blue value(X5)	$Y = -0.12716X1 - 0.09285X2$ $+ 0.09020X3 + 0.09457X4$ $- 6.59552X5 + 2.645251$	Chikubu <i>et al</i>	1985
N(%), K(mg/100g) Mg(mg/100g)	$Y = 3.625 - 2.274N$ $- 0.00972K + 0.02197 Mg$ * R=0.755	Horino <i>et al</i>	1992
broken rice ratio(M) iodine blue value(N) expanded volume(P) adhesiveness(R) viscosity(S)	$Tt = -0.159M + 0.161P + 7.181N$ $+ 3.054R - 0.583S - 6.405$	Okuno <i>et al</i>	1989
amylose(A) protein(P) Mg/K molar ratio(E)	$APES' = (25-A) \times 50/9+50 \times 0.3$ $+ \{(8-P) \times 50/4+50\} \times 0.5$ $+ \{(E-1) \times 50/1.5+50\} \times 0.2$	Yoshigowa	1992
amylose content(X1) crude protein content(X2) moisture content of milled rice(X4) brown rice quality(X3) whiteness of milled rice(X5)	$Y = -0.2073X1 - 0.4370X2$ $- 0.222X3 - 0.2341X4$ $+ 0.1356X5 + 6.5312$	Sakurata	1998
heating absorbance rate(X1) expanded volume(X2) breakdown(X3) dynamic elasticity(X4) dynamic loss(X5) crude protein content(X6)	$Y = -0.25X1 + 0.11X2 + 0.34X3$ $- 0.74X4 + 0.33X5 + 0.27X6 + 0.13$ * R=0.79 *coefficient = 0.62	Ohtsubo	1993
crude protein content(X1) Mg/K molar ratio(X2) breakdown(X3)	$Y = -0.0973 - 0.414X1$ $+ 1.72X2 + 0.719X3$ *R = 0.827 *coefficient = 0.684	Kuroda	1995

**Table 23.** Some equipment for palatability evaluation and test item

Company	Test item	Composition of equipment
Satake	amylose, protein, moisture fat acidity	milling machine, grinder, thermostat, near infrared rays analyzer, computer etc.
NIRECO	Mg, K, N complex amylose, iodine-blue value	near infrared rays analyzer, computer
Shizuoka	protein, iodine blue value	grinder, near infrared rays analyzer
Yamamoto	protein, iodine blue value	grinder, near infrared rays analyzer
Kuboda	protein, moisture, amylose	near infrared rays analyzer, computer
TOYO	water holding membrane	high temperature chamber, tester of water holding membrane, computer

관능검사 평가치와의 적중율이 아직 낮은 단계이며 쌀의 도정 정도나 수분함량 등에 따라 상당한 차이를 보이고 있어 이들 기계에 대한 식미에 영향을 주는 새로운 인자의 입력, 측정방법의 개선 등이 필요하다.

### 관능검사에 의한 식미 평가

#### 1) 맛을 감지하는 인체구조

맛은 결국 인간의 구강내에서 감지되기 때문에 맛에 대한 연구를 위해서는 이를 이해해야 할 필요가 있다. 인체의 구강 내에는 Fig. 15와 같이 수종류의 미각 탐지세포가 분포되어 있다. 일반적으로 혀의 전단은 저분자물질이 나타내는 단순한 맛에 대응하고, 혀의 중앙과 양단은 중분자 물질에서 유래하는 어느 정도 복잡한 맛에 반응한다. 인후부는 고분자 분자물질이 갖는 점성감각에 반응한다. 이 밖에 위턱은 코에서 맡게

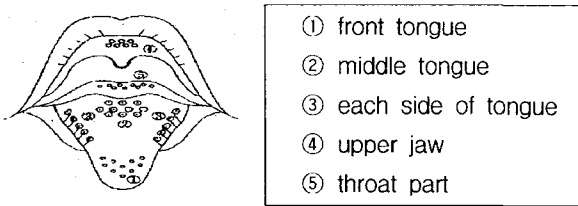


Fig. 15. Distribution of sensory promontory in oral cavity.

되는 휘발성 유지와 같은 것을 감지하는 세포로 구성되어 있다. 맛의 분류는 대단히 어려우나, 쌀의 주요한 맛은 단맛, 신맛, 쓴맛, 떼은 맛 등이 있다. 이 맛들은 구강내의 여러 곳에서 분담 감지되어 종합평가된 결과가 미각이다.

구강 내에는 이 밖에도 또 다른 감각이 있어 밥을 입에 넣어 씹을 때 치아에 느끼는 감촉, 혀로 돌릴 때의 입맛이나 점성 등의 물리적인 감각을 저작성이라고 하며 이를 분류하면 촉각에 속한다. 또한 입의 주위에는 외부기간이 있어 코에서는 밥의 향기나 냄새를 맡을 수 있는데 이것을 후각이라 하고, 눈으로는 색채나 광택을 판단하며 이를 시각이라 한다. 귀에서는 씹는 음을 분간하는데 이는 청각이다. 이와 같이 미각, 촉각, 후각, 시각, 청각의 5개를 총칭해 인간의 오각이라고 하며 오각을 전부 움직여서 판단하고 종합평가한 결과를 식미라고 정의된다. 미질의 식미검사시에 이점을 유의하여 조사·분석하여야만 될 것이다. 이 밖에 맛은 Fig. 16에서와 같이 식미뿐만 아닌 식문화, 식환경을 종합화한 것으로 판단 결정되어 진다(堀野, 1998).

2) 관능검사

취반미를 시료로서 인간의 오감에 의해 식미 평가를 행하는

방법을 관능검사라 한다. 통상 10~24명의 panel에 의해 외관, 향기, 맛, 경도, 점도, 종합 등의 항목으로 평점을 하여 그 결과를 집계, 통계 처리하여 시료간의 차이등을 평가한다. 인간의 오감에 의해 평가하기 때문에 Panel의 기호나 환경 등에 의한 결과의 변동, 서로 다른 국가, 지역, 시대 등의 직접 비교의 불가능, 300~600 g정도의 시료량과 20명 전후의 시식자를 필요로 하고 시험에 노력과 시간이 걸린다는 문제점이 있으나 밥이 맛있고 맛없음은 인간이 직접 먹어 평가하기 때문에 관능검사가 식미평가의 기본적인 방법인 점, 또한 종합평가 이외에 맛, 향기, 외관, 경도, 점도 등의 항목이 포함되어 다면적 평가가 가능하다는 장점도 있다. 평가기준은 국가마다 다르며 우리나라의 경우 1~5, 1~9의 등급으로 구분되고 있다. 일본의 경우 곡물검정협회에서 실시하는 식미 평가법은 Table 24과 같다.

일본의 경우 원칙적으로 각현별로 작부면적 2,000ha이상의 벼에 대하여는 매년 관능검사를 실시하여 A~C 3등급으로 발표하고 있다.

특히 표준품종은 니혼바레로, 표준지역은 사가현으로 하는데, 니혼바레를 기준으로 하는 것은 작부면적이 많고, 식미는 중간 광역 적응성, 내병해충, 내도복성 및 미질의 변화가 적기 때문이며 사가현은 일본의 거의 중앙에 위치해서 태풍이나 냉해 등의 기상재해를 받지 않는 지역이기 때문이다. 관능검사는 정미나 쇠미 등의 전처리 조건, 가수량과 침지시간, 취반기 및 취반조건, 시식자의 선정, 시식환경, 시식순서 지정, 평가항목이나 평가기준 등에 유의, 재현성이 높은 과학적 검사를 행하는 것이 중요하다.

일본곡물협회의 평가방법 및 평가의 정도는 다음과 같다(日

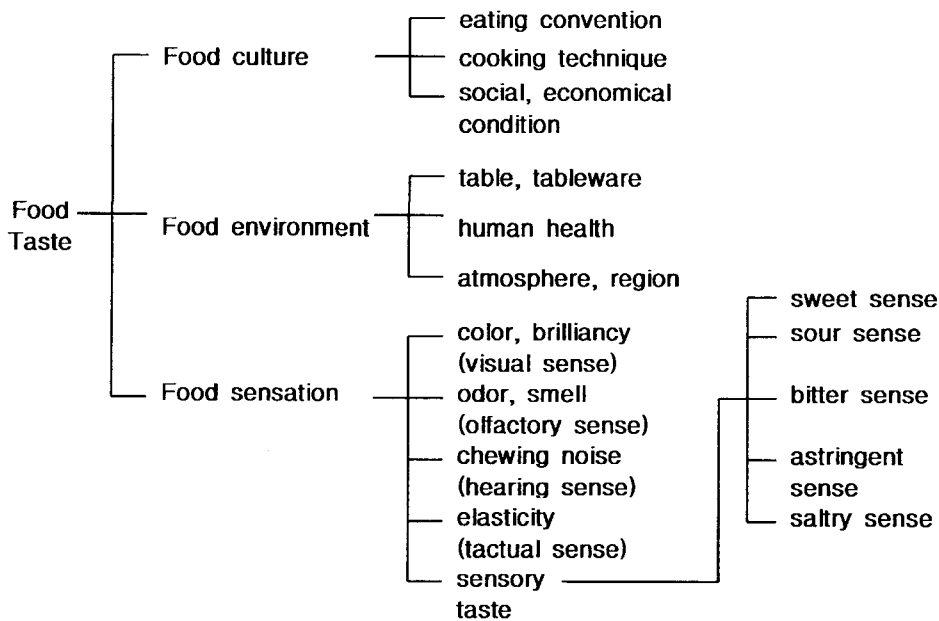


Fig. 16. Composition of food taste.

**Table 24.** Evaluation method of rice taste according to Japanese organization

Test rice	major rices from each province, city, or village (product region, cultivar)
Standard rice	saga prefecture product Nihonbare(1st grade)
Moisture content	798 g water in 600 g rice (water addition by 1.33 times), standard of 13.0% moisture. Upon increase or decrease of 0.1% moisture, water 1.2 g increases or decreases.
Cooking	electric kettle
Test items	appearance, odor, taste, stickiness, total evaluation: 6 items standard rice: 0 point little variation from standard: ± 1 some variation from standard: ± 2 much variation from standard: ± 3
grade	A excellent over standard A' equal to standard rice B little inferior to standard rice B' some inferior to standard rice C much inferior to standard rice

本農林水産技術會議事務局, 1991).

<식미 평가의 방법>

① 외관 : 백도, 배아의 정도, 취반립의 구성(짜라기, 증자에 의한 붕괴 상태), 입형의 정립, 입면의 광택을 종합적으로 판단한다.

② 향기 : 밥을 짓가락으로 집어 코를 가까이 대어 냄새를 맡아 밥 특유의 햅쌀 향기상태를 평가하고 제 2단계로서 밥을 먹을 때 입으로부터 코로 흐르는 향기를 평가한다.

③ 맛 : 밥의 맛으로 목에 넘어갈 때 느끼는 좋은 느낌, 씹을 때 느끼는 약간의 감미 등을 말한다.

④ 점도 : 밥을 씹을 때 치아나 구강의 감각으로 기준미와의 점도와 비교하여 판단한다.

⑤ 경도 : 밥을 씹을 때 치아와의 느낌으로 기준미와 비교하여 시료미의 경도를 평가한다.

⑥ 종합 : 기준미와 비교하여 공시된 쌀의 식미를 종합적으로 판단한다. 종합평가는 외관 등 5항목의 개별 평가를 평균하는 것이 아니고 어디까지나 Panel 자신이 기준미와 비교하여 좋고 나쁨을 종합적으로 판단한다.

<평가의 정도(Table 25)>

① 매우 : 첫 번째 시도로 명확하게 다르다고 확신되는 경우

② 조금 : 첫 번째 시도로써 명확하지 않으나 어느 정도 차이가 있다고 느껴지는 정도

③ 약간 : 첫 번째 시도로 확실하지 못하고 두 번째 시도로써 차이를 느끼는 정도

④ 기준과 동일 : 두 번째 시도로도 차이가 있는지 없는지

**Table 25.** Evaluation method and related index

Evaluation index	Poor			Equal to standard	Good		
	much	some	low		low	some	much
Total appearance scent taste							
Stickiness	Weak			Equal to standard	Strong		
	much	some	low		low	some	much
Hardness	Soft			Equal to standard	Hard		
	much	some	low		low	some	much

판단하기 어려운 정도를 말한다.

**쌀의 안전성**

쌀의 품질평가 항목으로 중요시되는 안전성은 잔류농약, 중금속, 독성물질 등이 없거나 있어도 기준치 이하이어야 한다. 농약안전 사용기준 설정에 필요한 잔류허용기준은 현재 식품의약품 안전청에서 농산물별 섭취량, 국민평균체중 및 작물별 잔류성 시험성적을 토대로 잔류허용량을 설정하고 있다 또한 쌀에서의 중금속은 카드뮴 0.2 mg/kg을 잔류허용기준으로 하고 있으며(식품의약품 2000) 쌀중의 잔류농약 허용기준(식품의약품, 2002)은 Table 26와 같이 규정하고 있다.

**수확후 관리와 품질**

곡물의 품질은 동할립율, 수분함량, 용적중 등의 1차적 품질과 식미, 도정특성, 저장성 등 소비자가 요구하는 2차적 품질이 있는데 여기에서는 건조, 저장 및 도정과정 중의 품질과 관련된 변화에 대하여 소개하고자 한다.

1) 건조

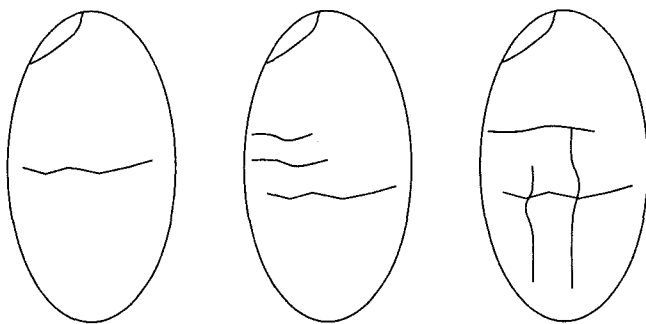
벼 건조시 품질지표로서 동할립율과 발아율이 가장 중요하다. 동할립의 발생의 가장 큰 원인은 건조속도이다. 동할립은 Fig 17와 같이 여러형태로 발생되는데 현미에 동할립이 있으면 도정시 짜라기가 증가되어 도정수율이 떨어지며, 짜라기가 많으면 식미가 저하된다. 또한 발아율도 식미에 관계하여 발아율이 높으면 식미가 양호하다

벼 건조시 동할립율을 억제시키기 위하여는 벼의 초기수분함량이 높으면 높을수록 송풍온도를 낮게 할 필요가 있으며 또한 절대습도가 낮으면 송풍습도를 낮게 해야한다. 또한 건조시 동할립 이외에 품질열화의 원인은 고온건조, 과건조, 급속건조에 의해 이취, 변색립의 발생이다. Table 27은 건조온도별 동할립 및 발아율을 나타낸 것으로 45°C 이하에서 건조하는 것이 적당하였다(이 등 1991, 大坪 등 1996).



**Table 26.** Residual agricultural chemical tolerance limit

Chemicals	Tolerance limit (mg/kg)	Chemicals	Tolerance limit (mg/kg)	Chemicals	Tolerance limit (mg/kg)
2,4-D	0.05	Chlorothalonil	0.2	Fenobucarb	0.5
Aldicarb	0.02	Chlorpropham	0.1	Fenoxaprop-ethyl	0.05
Aldrin & Dieldrin	0.01	Chlorpyrifos	0.1	Fenthion	0.1
Alunium phosphide	0.1	Chlorpyrifos-methyl	0.1	Fentin	0.05
Azinphos-methyl	0.1	Cypermethrin	1	Fenvalerate	1
BHC	0.2	DDT	0.1	Fludioxonil	0.02
Bendiocarb	0.02	Daminozide	0	Glufosinate-ammonium	0.5
Benfuracarb	0.01	Deltamethrin	1	Glyphosate	0.1
Benfuresate	0.1	Diazinon	0.1	Guazatine	0.1
Benomyl	0.1	Dichlorvos	0.1	Imazalil	0.05
Bensulfuron-methyl	0.02	Dimethylvinpos	0.1	Imedachoprid	0.05
Bentazone	0.05	Diquat dibromide	0.02	Iprobenfos	0.2
Bifenox	0.05	Disulfoton	0.5	Iprodione	3
Buprofezin	1	Edifenphos	0.2	Isofenphos	0.05
Carbaryl	1	Endosulfan	0.1	Isoprocarb	0.3
Carbendazim	0.1	Endrin	0.01	Isoprothiolane	0.5
Carbofuran	0.2	Epn	0.1	MCPB	0.1
Carbosulfate	0.1	Esprocarb	0.1	Malathion	0.3
Carboxin	0.2	Ethofenprox	0.5	Metalaxyl	0.05
Cartap hydrochloride	0.1	Etoprophos	0.005	Methiocarb	0.05
Chinomethionat	0.1	Ethylenedibromide	0.5	Methomyl	0.1
Chlordane	0.02	Etrimfos	0.1	Methoprene	5
Chlorfenvinphos	0.05	Fenitrothion	0.2	Methoxychlor	2
Methyl bromide	50	Phenothrin	0.1	Pyridaphenthion	0.2
Metolachlor	0.1	Phenthoate	0.05	Silafluofen	0.1
Metribuzin	0.05	Phosmet	0.5	Tebufenozide	0.3
Omethoate	0.01	Phoxim	0.05	Terbufos	0.005
Oxadiazon	0.05	Pirimicarb	0.05	Thiabendazole	0.2
Oxadixyl	1	Pirimiphos-methyl	1	Thiobencarb	0.2
Oxamyl	0.02	Procymidone	1	Thiometon	0.05
Paraquat dichloride	0.5	Propamocarb	0.1	Thiophanate-methyl	0.1
Parathion	0.1	Propanil	0.2	Trichlorfon	0.1
Parathion-methyl	1	Propiconazole	0.1	Triclopyr	0.3
Pendimethalin	0.05	Propoxur	0.1	Triforine	0.01
Permethrin	2	Pyrethrins	3	Vamidothion	0.2



**Fig. 17.** Diagrammatic figure of cracked kernels.

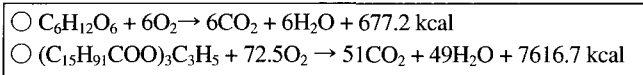
2) 저장

벼는 종자 또는 살아있는 생명체로서 수분이나 온도 조건이 맞으면 발아하여 차세대 의 식물체를 형성한다. 따라서 저장중에도 이러한 환경조건에 의하여 호흡 및 각종 효소적 변화를 진행하여 생명력을 저하시킨다. 고미화에 의해 생명력의 지표인 발아능력이 저하되고 각종 효소활성을 저하시킨다. 예를 들면 탄수화물(포도당)이나 지질을 기질로 하는 호흡의 화학변화는 Fig 18과 같이 유기물과 산소를 소비하여 CO<sub>2</sub>, 물 그리고 열을 생성한다.

생성되는 CO<sub>2</sub>와 소비한 산소의 mol 비율인 호흡상

**Table 27.** Effect of drying temperature on the cracked kernels and germination of dried paddy

Item	Drying temperature(°C)						
	40	45	50	55	60	65	70
Cracked kernels (%)	3	5	7	10	19	28	38
Germination (%)	98	93	86	82	75	60	30



**Fig. 18.** Chemical change by respiration.

(respiratory quotient)은 기질에 의해 다르나 포도당을 기질로 하는 호기적 호흡상이 1.0, 글리세린의 팔미틴산에스테르는 0.7이다. 벼의 호흡량은 온도와 수분이 높을수록 호흡이 왕성하게 진행되어 곡온의 상승과 수분함량을 증가시켜 영양성분이 소모된다(大坪 등 1996).

또한 쌀의 저장중에 내재성 효소의 작용에 의해 전분, 단백질, 지질 등의 성분의 분해가 진행되는데 가장 빨리 분해가 진행되는 것은 지질로서 lipase에 의해 glycerin과 유리지방산으로 분해된다. 전분은 amylase의 작용에 의해 dextrin이나 maltose로 분해되어 환원당이 증가한다. 그리고 단백질은 protease나 peptidase의 작용에 의해 peptide나 amino산으로 분해된다. 특히 지방 및 유리지방산은 산화 분해를 거쳐 pentanal이나 hexanal로 되어 고미취의 원인이 된다. 또한 효소 작용에 의한 분해이외에도 공기산화에 의한 색깔의 변화, 비타민의 감소 및 무기성분의 미립내 이동이 일어난다. 벼 저장중 물리적 변화로는 도정수율의 저하, 흡수율의 저하, 취반시

팽창용적의 증가 그리고 미반립의 경화 및 광택 감소가 일어난다. 따라서 저장중에 발아율, 지방산도, 효소활성, 고미취의 주성분인 hexanal, 환원당 및 비타민 등이 품질변화의 지표로 사용되어 진다(Yasumatsu 1966).

3) 도정

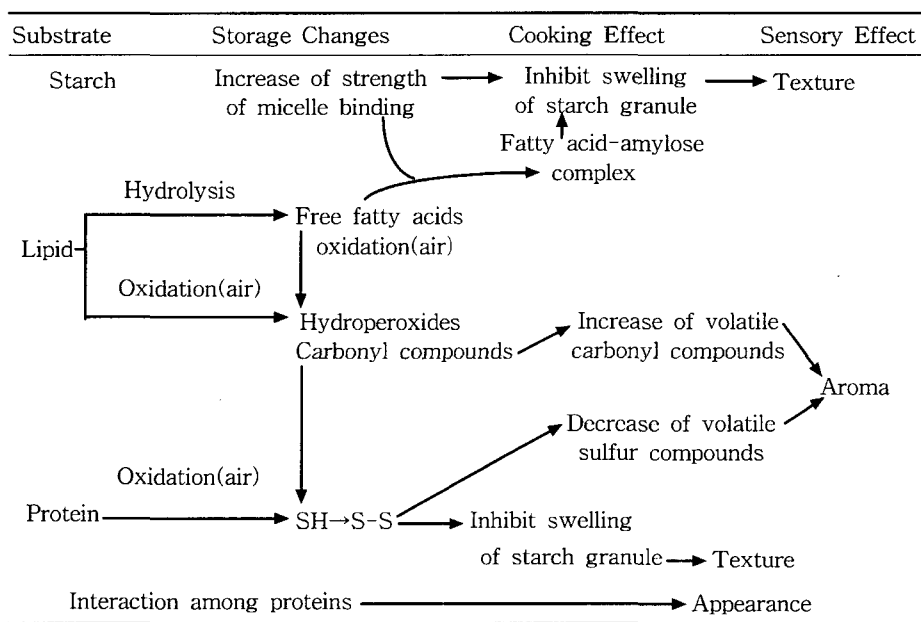
벼알은 왕겨층, 미강층, 배, 배유로 구성되어 있으며 현미기로 왕겨층을 제거한 것을 현미라 하고 현미에서 배유이외의 미강층을 제거한 것을 백미라 한다. 이와 같이 벼에서 백미까지를 생산하는 공정을 도정이라 하며 이 과정중에서 쌀과 부산물인 왕겨, 미강, 싸라기 등이 발생한다. 도정은 여러 가지 기계장치가 설치되어 복잡한 과정을 거치는데 일반적으로 벼 →정선→제현→현미분리→현백→싸라기 분리→제품 순으로 이루어진다. 이러한 과정을 거쳐 생산되는 쌀은 Table 28와 같이 여러 인자의 영향에 따라 품질이 결정된다.

또한 도정과정 중 도정도를 정확하게 판단하는 것은 대단히 어려우나 이를 결정하는 방법으로 숙련된 도정기사가 육안에 의해 결정하는 방법과 New.M.G법에 의한 방법이 있다.

최근에 관심이 되고 있는 배아미는 각 품종별로 매우 다른 배아 보존율을 보이고 있다. 일반적으로 배아보존율은 도정 정도에 따라 차이가 있으나 품종별로 특성을 지니고 있다. 우리나라에서 생산된 19개 일반형 품종을 10분도로 도정시 배아 보존율을 조사한 결과 Table 29에서와 같이 오봉벼와 일품벼가 각각 96.70 및 92.48%로 높은 품종이었으며 다음으로 상풍벼가 85.26%, 밀양 93호가 82.59%였고 수원 313호는 59.84%, 추청벼는 58.86%였다(이 등 1991).

4) 완전미 생산 및 유통

우리나라의 쌀 수급현황은 6년 연속 풍년 및 MMA 수입량



**Fig. 19.** Summary of aging mechanisms from rice grain.

등으로 쌀의 재고량이 증가되는 반면 국민 1인당 연간 쌀 소비량은 88.9kg으로 매년 감소되고 있는 실정이다. 따라서 쌀 생산정책도 증산위주에서 고품질쌀 자급 생산으로 전환되었다.

한편 쌀의 유통형태를 보면 완전미와 불완전미가 혼합된 상태로 유통되어 품질차별화가 어려운 실정이다. 2001년 농촌진흥청에서 발표한 완전미(head rice)는 “정상적인 쌀의 3/4 이상의 형태를 가지고 있는 쌀로서 찌라기, 착색립, 피해립, 불

완전립 등 미숙립을 제거한 쌀”이라고 정의하였다. 완전미의 생산공정은 Fig. 20와 같이 일반 도정시설에 색채선별기 및 입형분리기를 설치하여 착색, 피해립, 찌라기 등을 제거, 완전미(head rice)를 생산한다.

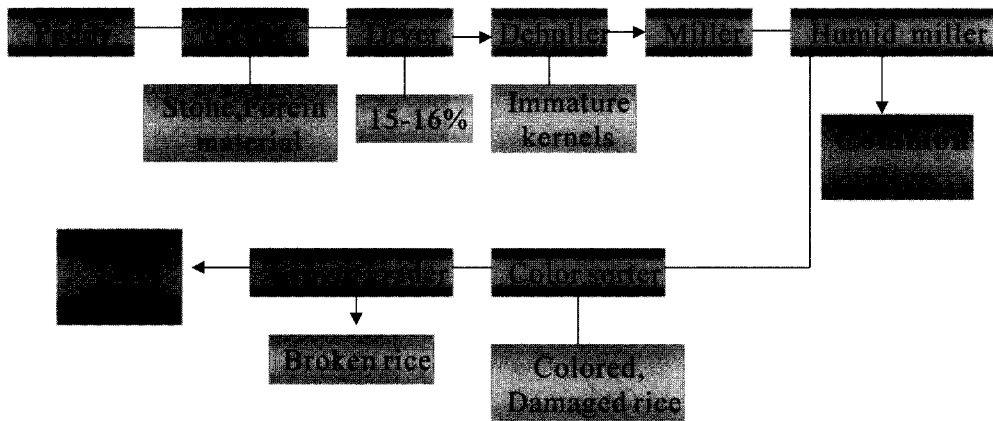
한편 우리나라 26종 및 일본, 미국, 호주, 중국 등지에서 유통되는 브랜드쌀 19종의 완전미율을 조사한 결과는 Table 30와 같이 국내유통 브랜드의 완전미율은 평균 57.4%인 반면 외국쌀의 완전미율은 80~86%였다(손, 2001).

**Table 28.** Some factors related with milled rice recovery

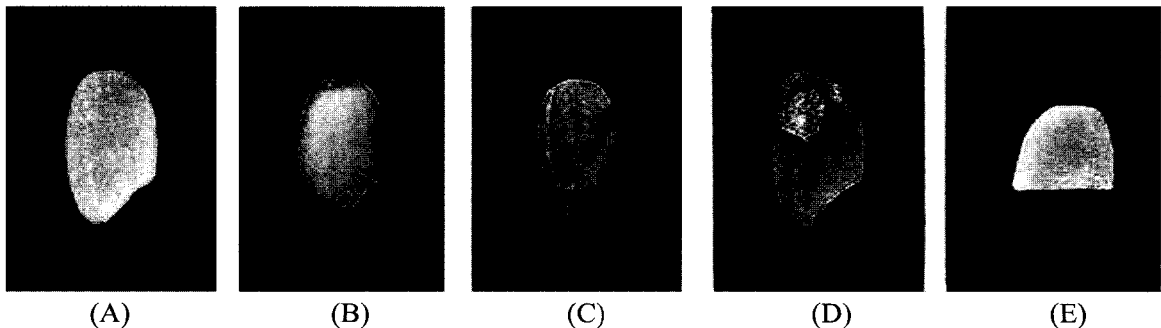
Factor	Detailed item
Quality of Paddy	○ Moisture content, Cracked kernels
	○ Immature and damaged kernels, Degree of purity
	○ Hardness
Milling Systems	○ Rice Bran(thickness, color)
	○ Paddy cleaner, Dehuller
	○ Paddy separator
	○ Miller(Frictional, Abrasive)
	○ Color sorter
Milling Methods	○ Length grader
	○ Flow rate paddy
	○ Pressure, Milling times
	○ Combination of milling machine

**Table 29.** Proportion of rice grain with embryo parts by common milling method in 19 rice cultivars and breeding lines

Proportion of rice with embryo part	Rice genotype
more than 90%	Obongbyeo 96.7, Ilpumbyeo 92.4
between 80 and 89%	Sangpumbyeo, Milyang 93
between 70 and 79%	Suweon 351, Yeomyeoungbyeo
between 50 and 59%	Suweon 313, Chucheolngbyeo
	Palgongbyeo, Odaeyeo, Sobaegbyeo, Iri 374,
less than 30%	Gyehwa 3, Iri 373, Iri 384, Milyang 94, Milyang 95, Nagdongbyeo, Yeongdeog 7



**Fig. 20.** Processing of head rice production.



**Fig. 21.** Photography of different rice shapes occurred during culture or processing: A, head rice; B, white core and belly; C, damaged rice; D, colored rice; E, broken rice.

**Table 30.** Distribution of rice brands according to head rice ratio in different countries

Country	Number of brands according to head rice ratio(%)						Total brands	head rice ratio (%)
	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100		
Korea	8	10	4	4	—	—	26	57.4
Japan	—	—	—	1	1	2	4	86.0
U.S.A	—	—	—	4	3	—	7	80.5
Australia	—	—	—	—	4	1	5	85.2
China	—	—	—	2	1	—	3	79.6

### 쌀 품질 평가의 급후 연구방향

최근의 우리나라의 쌀 수급현황은 6년 연속 풍년 및 MMA 수입량 등으로 쌀의 재고량 증가와 중국의 WTO 가입 등으로 인하여 쌀의 국제경쟁력이 떨어질 것으로 예측되고 있다. 따라서 쌀 생산정책도 증산위주에서 고품질쌀 자급생산으로 전환된 실정이다.

한편 쌀의 유통형태는 미국, 일본 등은 완전미 브랜드화 유통을 하고 있으나 우리나라의 경우는 완전미와 불완전미 등이 혼합된 혼합미로 유통 외관적 품질이 저하되어 상품의 가치를 떨어뜨리고 있다. 따라서 쌀의 상품성 제고를 위하여는 쌀 브랜드화로 미질과 가격을 향상시키고 쌀의 경쟁력을 향상시켜야 한다.

쌀의 품질평가에 중요한 항목은 시대에 따라 크게 변하고 있다. 쌀은 또한 주식으로서 매일 먹기 때문에 안전성의 확보가 중요한데 유해성분이나 농약 등이 전혀 함유되어 있지 않거나 최소한 기준치이하이어야 한다. 또한 전분, 단백질, 지방, 무기성분 등의 공급원으로 영양성분이 풍부하게 함유되어 있어야 하며 생산농가의 수입원으로서 경제성, 기호성과 건강에 영향을 주는 기능성도 점점 중요시 되고 있다. 따라서 쌀의 품질평가 구성요소로서 크게 안전성, 영양성, 기호성, 경제성을 들 수 있다. 이러한 쌀은 생산에서 소비까지 거치면서 어느 부분에서는 식물종자로서 생물학적 품질평가 그리고 도정된 이후 백미로 유통될 때는 식품으로서 이화학적 평가를 실시하는데 쌀을 취급하는 사람의 직업이나 입장, 관심도에 따라 품질평가 항목의 중요성도 매우 다르다는 문제점을 가지고 있다.

또한 품질에 영향을 주는 요소로 품종, 재배관리, 기상조건 등의 수확전 관리와 건조, 저장, 도정, 유통 등의 수확후 관리 등 여러 복합적인 인자가 작용하는 것도 쌀의 품질평가를 어렵게 하는 요인이라고 할 수 있다.

따라서 쌀의 품질평가지 체반 요인들의 적절한 평가방법 및 기준설정으로 적정한 평가를 하여 쌀의 상품성 및 좋은 쌀에 대한 인식을 높이도록 생산자, 유통업자, 소비자들에게 유용한 정보로서 전달할 필요가 있다.

이러한 차원에서 쌀품질 평가에 대한 몇 가지의 연구방향을 다음과 같이 정리하여 제시하고자 한다. 평가 기술개발적인 측

면에서 첫째로 숫자화 되어 있지 않은 품질 관련형질의 정량화를 위한 연구가 필요하다. 예를 들어 투명도, 색깔, 광택, 구수한 향 등은 색차계, 백도계, 향기성분의 GC 분석 등을 통하여 과학적인 자료를 작성하여야 한다. 둘째로 식미에 관련된 각종 성분, 식미기여도, 아밀로스와 아미로펙틴의 양과 분지상태 등의 구조와 미반의 물리성과 식미와 관계의 해명이 필요하다 또한 단백질의 종류와 분포 그리고 구조와 기능에 대하여 검토하고 식미저하의 원인을 밝힐 필요가 있다. 그리고 전분의 호화를 방해하는 결합지질이나 유리지방산이 벼 품종, 재배조건 및 저장조건 등에 의한 변동과 식미에의 영향 등이 검토되어야 한다.

셋째로 식미에 관련되어 영향을 주는 미지물질의 탐색이다. 이러한 물질들은 무기성분과 오리고당, Peptide 등과의 복합체, 전분과 인, Ca, 등으로서 이러한 물질들의 분리, 동정과 식미에의 영향 등을 밝혀야 한다.

넷째로 벼 수확후 처리단계인 건조, 저장 중의 품질평가 요소 설정 및 방법 확립으로 각 단계별로 평가하여 등급화 하는 방법이다. 예를 들어 건조에서는 수분이 높은 상태에서 고온 건조하면 식미가 저하되는 것은 알려져 있지만 어느 정도 식미가 저하되는 것인지의 연구와 품질저하를 최소화하기 위한 방법 등이 필요하다. 따라서 건조에서는 수분함량, 건조온도, 동할림율, 발아율 등이 식미에 기여하는 정도의 등급화 및 정량화가 요구된다. 저장 중에서는 수분함량, 저장온도 등이 식미저하에 관계하는데 저장 중의 단백질, 전분의 질적 변화, 지방산도, 발아율 등을 정량적으로 파악하는 방법이 검토되어야 한다.

다섯째 최근에 쌀은 미반으로 뿐만 아니라 쌀가공 제품으로 이용되어 가공적성이 품질요소로서 중요하다. 따라서 획일적인 밥으로서의 평가뿐만 아니라 다른 식품소재로서의 이용하는 물리적 특성이나 인간의 건강 생리에 영향을 주는 기능성 측면에서도 새로운 평가기준이 설정되어야 하며 쌀의 브랜드화에 대한 품종, 산지, 신선도 등을 판정하는 기술의 확립이 필요하다.

여섯째로 잔류농약, 중금속, 독성물질 및 마이코톡신 등에 대한 안전성평가 연구개발이다.

일곱째로는 취반미의 관능검사에 의한 식미검사의 개선이다. 관능검사는 인간의 오감에 의해 식미를 평가하는 방법으로

가수량, 침지시간, 취반기, 시식자 선정, 평가항목 및 기준 등을 유의하여 재현성이 높은 과학적인 검사를 행해야 한다. 특히 우리나라도 일본과 같이 관능검사용 기준미의 설정을 제안하고 싶다.

여덟번째로 간이 신속측정법 및 간이측정기구의 개발과 이용으로 현재의 복잡한 분석법 및 분석기구의 간이화와 또한 여러 분석법을 조합하여 효율높은 품질평가 시스템을 설계하는 것으로, 가능한 간이, 신속한 측정법을 사용, 식미의 판정이 가능한 식미 판정식을 책정하고 이것을 이용하는 시스템을 구축하는 것이다.

정책적인 면에서는 개발된 품질평가 방법을 기초로 하여 현재 벼 수매제도를 단순 물리적 검사에서 이화학 검사를 추가하고 쌀 품종 및 품질 등급에 따른 쌀 가격을 차등화하여 생산자도 소비자를 지향한 쌀의 상품화 할 수 있도록 경쟁생산체계를 도입하도록 유도해야 한다. 또한 쌀 유통 질서의 개선으로 완전미 브랜드화 정착을 유도해야 하는데 이는 품종, 산지, 생산자, 재배방법, 도정일자 등의 명기, 포장규격의 다양화, 저온 유통 시스템 제도의 도입이다.

이상과 같이 쌀의 품질평가의 방향은 식미에 관여하는 각종 성분 및 특성을 밝히고 이들의 측정법을 개량, 개발하여 품질평가를 과학적으로 정량화 할 필요가 있다. 또한 동시에 양질의 육종, 재배, 수확, 건조, 저장, 유통 등을 위한 기초연구와 기술개발이 요구된다.

참고문헌

食糧廳. 1986. 農産物 検査に 關する 質料. 科學技術廳. 1982. 四訂 日本食品標準成分表. 농산물검사기준표. 2001. 농산물 품질관리원. 227-268. 安達 朗. 1984. メシの “うまさ”食味を コメ・メシの 各種の理化學的特性より 理論 式で 導き出す試み 日中中國支部研究集録 26 : 23-24. 安達一朗. 1985. 炊飯の 食味を 理論式によって 評定する 試み(1), 日中紀. 別2, 114-115. 배중하. 2002. 쌀 산업추진 대책방향. 쌀산업 발전 방향과 경기미 특성화 방안 세 미나. (사)한농연. 29-41. Barber, S and C, Benedito De Barber. 1979. Buttery, R. G. 1983 *Agric. Food. Chem* 31 : 823. 竹生新治郎. 1975. 米. 地球社. 156-167. 竹生新治郎. 1983. 米の食味と 理化學的性質의 關連 澱粉科學 30(4) : 333-341 竹生新治郎. 1985. 多種回歸分析による 米の食味の判定式の設定 澱粉科學 32(1) : 51-60. 竹生新治郎. 1988. 稻と米 品質玄 巡って (社)農林水産技術情報協會. 竹生新治郎. 1988. 米の 食味と 理化學的 性質의 關連 澱粉科學 30(4) : 333-341. 竹生新治郎. 1995. 米の科學. 朝倉書店. 135-137. 玉置雜産. 1986. 白米ならびに 米飯付着の 遊離 アミノ酸 日中紀 55(2) : 137-138. 江幡守衛. 1988. 米の 品質形成に 關する 研究. 1987年度 文部省 科學研究費 補助金 (一般研究A) 研究成果報告書.

식품의약품. 2000. 고시 제 2000-18호. 식품의약품. 2002. 고시 제 2002-1호. Gomez, K. A. 1979. Effect of environment on protein and amylose content of rice. chemical aspects of rice grain quality. IRRI. 59-68. Taira, H. and Taira, H. 1964. Studies on amino acid content in food crops. Effect of the difference of transplanting and ripening stage on total and free amino acids in rice. *J. Japan. Sci. Food Nutr.* 16(5) : 89-91. Taira, H., Taira H., Hoshino, N. and Sugimura, K. 1963. Amino acid composition of rice protein. amino acids of protein of rice imported into Japan. *J. Japan. Sci. Food Nutr.* 16(1) : 46-47. Taira, H., Taira H., Hoshino, N. and Sugimura, K. 1964. Studies on amino acid contents in food crops. Effects of fertilization on the amino acids in rice. *J. Japan. Sci. Food Nutr.* 16(5) : 86-88. 堀内久弥. 1969. 食糧—その 科學と 技術. 榮養と 食糧 12 : 1-19. 堀野俊郎. 1988. 米の三ネラル成分と 食味 稻と米. 67-86. 堀野俊郎. 1998. おいしい お米の 栽培指針. 農山漁村文化 協會. 21. 堀野俊郎. 孫種録. 1992. 米粒各層から 得た 米粉の 水抽出液中の 糖類 日中紀 61(別 1) : 178-179. 堀野俊郎. 2002. 未 發表 Data. Horino, T. and Okamoto, M. 1992. Relationship between nitrogen and mineral contents in rice grain and it's palatability after cooking. *The Bulletin of the Chugoku National Agricultural Experiment Station* 10 : 1 -15. IRRI report. Outlook for rice milling quality evaluation systems chemical aspects of rice grain quality, IRRI. 209-222. 石間紀男, 平宏和, 平春枝. 1974. 精白米の タンパク質含量と 食味 評価. 食總研報. 29. 9. 益重博, 田中國介. 1994. プロテインポデイ I, IIの 分布含量と 米の食味. 育種學雜誌. 44(2) : 238. Juliano, B. O. 1985. Criteria and tests for rice grain qualities. Rice : Chemistry and technology. American Association of Cereal Chemists. 443-524. Juliano, B. O., L. U. Onate, and A. M. Del Mundo, 1965. *Food Technol.* 19 : 1006. 김광호, 채제천, 임무상, 조수연, 박내경. 1988. 쌀품질의 연구현황, 문제점 및 방향. *한작지(품질연구 1호)* : 1-17. 김동훈. 1998. 식품화학. 탐구당 668-670. Kim, C. Y., Lee, J. C., Kim, Y. H. and Lee, S. G., 1999. Volatile flavor components of scent, colored and common rice cultivars in Korea. *Korean J. Crop. SC* 44(3) : 181-185. 黒田 晃. 1995. 北陸地域における 米の理化學特性に 基づく食味推定式 北陸農業の 新技術 8 : 130-135. Lee, B. Y. 1987. Studies on properties of high yield line korean rice Ph. D Thesis : 100-110. 이병영, 손종록. 1991 쌀의 취반후 휘발성 성분 발생량 변화. *한국 식품과학회지* 23(5) : 610-613. 이병영, 손종록, 김영배, 윤인화. 1991. 미곡의 건조 적정온도에 관한 연구. *한국농화학회지*. 341 : 258-261. 이병영, 손종록, 김영배. 1991. 배아미 오봉벼의 영양가. *한작지*. 36(4) : 366-369. 丸山悦子. 1983. 米飯の 特理化學的 特性と 食味評價の 關係 家政學雜誌 34(12) : 819-825. 松屈孝嶺. 1990. 稻學大成筆卷. 農文協 293. 문현팔. 2002. 소비자가 원하는 고품질 농산물 생산방안(토론회자료) 농촌진흥청 7-9 문형인, 이제학, 이동진. 1996. 전자코시스템에 의한 향미의 방향

- 성 성분분석. *한작지* 41(6): 672-677.
- 大坪研一. 1993. 米食味評価のための理化學的測定とその解析 北陸農業の新技術 6: 19-23.
- 大坪研一. 1995. 米食の理化學的測定による 食味評価. 農林水産技術研究ジャーナル 18(1): 10-16.
- 大坪研一. 1996 米の 美味しさを 測る. 米の美味しさの 科學. 32-34
- 大坪研一. 1999. 米の 品質評価について. 食品工學. 42(17): 55-61.
- Okamoto, M., Horono, T. and Sakai, Ma. 1992. Relation of nitrogen content and Mg/K ratio of brown rice to stickiness of cooked rice. *Japan. J. Breed.* 42: 595-603.
- 奥村彰生. 1995 お米を かんく 食べる お米 ギャラリー 6-7.
- 奥野元子. 1989 炊飯の 食味を 理論式で 平定する 試み(5)新・吉々米混合の食味 評価とパネルの安定度 *日昨中國支部研究集録* 30: 13-14.
- 奥野元子. 1985 炊飯の 食味を 理論式で 評定する 試み(2) 58年 島根縣産米の 官能検査 *日昨中國支部研究集録* 27: 38-39.
- 農林水産技術會議事務局. 1991. 品質評価基準に 關する 研究會報告書 : 98-113.
- 농촌진흥청 2001, 고품질 쌀생산기술 14.
- 按田 博. 1988. 米の食味と理化學的特性に 關する 育種的 研究 第1報 食味特性の 評価と 品種間差異 *日昨東北支部報* 31: 1-4.
- 執行盛主. 1991, 九川産米食味の 飛躍的向上に むはて. 107.
- 통계청 통계연보 2001.
- 손종록. 1992. 미립 각층별 분말의 이화학적 성질. 박사학위논문 : 34-42.
- 손종록. 2001. 미발표 Data.
- 손종록, 오만진, 이병영, 윤인화. 1994. 미립의 층별 이화학적 성질. *농진청 농업논문집* 36(2): 78-84.
- 田島眞, 堀野俊郎, 前田万里, 孫鍾錄. 1992. 米粒外層から 抽出される オリゴ 糖類, 食工. 39(10): 857-861.
- 田中國介. 1995. 米蛋白質の 化學-プロテインポデイの 構造と 分布. 農林水産研究. *ジャーナル* 18(1): 33-40.
- 高野哲夫, 松崎照夫. 1991. 栽培イネの 登熟特性. 殺粒品質の 遺傳的制御. 栽培 條件による イネ種子中遊離アミノ酸の變異. 文部省科學研究費補助金(一般研究A) 研究成果報告書. 68-76.
- 谷達雄. 1969. 米の 食味評価に 關する 理化學的 要因 營養と食糧. 22(7): 452-461.
- 高野克己. 1989. *日食工誌*. 36: 519-524.
- 柳瀬肇. 大坪研一. 1986. 精米水分と 米飯テクスチャーの 關係 食總研報. 49: 1-5.
- 柳瀬肇. 大坪研一. 橋本勝産. 1984. 食總研究. 45: 1-8.
- Yasumatsu. K, Moritaka, S and Wada. S 1996. *Agric. Biol. Chem.* 30: 483-486.
- 吉川年産. 1992. 近赤外分光法による 農産物の 非破壊品質評価 第4報 米の 食味 評価 近畿中國農業研究 83: 86-89.