

## 국내 육성 및 도입 향미자원의 이화학적 특성 평가

김정순\*<sup>\*\*</sup> · 안상낙\*<sup>\*\*</sup> · 강희경\*<sup>\*\*\*</sup> · 조양희\* · 곽재균\* · 이석영\*<sup>†</sup>

\*농촌진흥청 농업생명공학연구원 유전자원과, \*\*충남대학교 농업생명과학대학 농학과,

\*\*\*공주대학교 산업과학대학교 원예학과

## Estimation of Physico-Chemical Characteristics of Domestic Aroma Rice and Foreign Aroma Rice

Jeong-Soon Kim\*<sup>\*\*</sup>, Sang-Nag Ahn\*<sup>\*\*</sup>, Hee-Kyoung Kang\*<sup>\*\*\*</sup>, Yang-Hee Cho\*, Jae-Gyun Gwag\*,  
and Sok-Young Lee\*<sup>†</sup>

\*Genetic Resources Division, National Institute of Agricultural Biotechnology, RDA, Suwon 441-707, Korea

\*\*Department of Agronomy, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

\*\*\*College of Industrial Science, Kongju National University, Yesan, 340-802, Korea

**ABSTRACT** This study was conducted to provide the fundamental data based on the analysis of physico-chemical characteristics of domestic aroma rice and foreign aroma rice for breeding of aroma rice. The average amylose content of domestic aroma rice and widely cultured domestic traditional rice were 18.1% and 19.0% respectively. The Indica and the Japonica types were 25.6% and 25.0%. In the domestic rice of Tongil and Japonica type, the average protein content were 7.6% and 6.4% respectively. And the average protein content of foreign Indica and Japonica type were 7.6% and 7.0% respectively. And the average protein content of widely cultured domestic traditional rice was 5.6%. The Japonica type of rice shown a low protein content compared with Indica type of rice, and the foreign Indica types of rice exhibited a wide range of protein contents. The average alkali digestive value (ADV) of Tongil type of the domestic aroma rice was about 5.0 and the value of Japonica type was about 6.0. The average ADV of foreign Indica and Japonica type were 4.3 and 5.1 respectively. Also the average ADV of widely cultured domestic aroma rice was about 6.0. The foreign aroma rice were distributed a variable range of ADV value and lower than the both domestic aroma rice and widely cultivated domestic rice. In the whole aspect of the amylogram, the highest viscosity, the lowest viscosity and the last viscosity of the total resources, in domestic aroma rice were clearly lower with the next order, Japonica type of foreign aroma rice, Indica type of foreign aroma rice, Japonica type of domestic aroma rice,

widely cultured domestic traditional rice, and Tongil type of domestic aroma rice. It shown the difference aspect of amylograms according to the eco-type of the domestic and foreign aroma and the general rice, and it was distinguishable in difference of the aspect of the amylogram of the endosperm of rice as non-glutinous rice, waxy rice, and middle-waxy rice.

**Keywords** : aromatic rice, amylose content, protein content, ADV, RVA

벼는 세계적으로 농업생산에 큰 영향을 주는 중요 작물이다. 이러한 벼의 품질에 영향을 주는 요인으로 품종의 유전적 특성, 기상조건, 토양환경, 재배조건, 수확시기(Tamaki *et al.*, 1989), 저장조건, 및 도정, 취반조건 등이 있으며, 특히 밥맛을 결정하는 이화학적 특성(Juliano, 1985; Kim & Kim, 1987)으로는 벼의 아밀로스, 전분 및 단백질 함량(Gomez, 1979), Mg/K의 비율(Okamoto *et al.*, 1992), 아밀로그래프(Choi *et al.*, 1997) 및 경도, 점성 등이 있다(Son *et al.*, 2002).

또한 기능성 쌀 중에서도 향미에 대한 관심과 소비가 쌀을 주식으로 하는 동남아시아, 아프리카, 라틴아메리카 지역을 중심으로 늘고 있으며, 향미가 가지는 이화학적 특성과 기능성 쌀 품종으로써의 가공 등에 관한 연구를 하고 있다(Sharp, 1986; Buttery *et al.*, 1988; Fushimi & Ishitani, 1994; Choi *et al.*, 2001).

세계 각국에서 수집한 벼유전자원의 쌀의 크기와 모양, 향미, 색깔 등의 외관적 특성과 전분, 단백질, 지방질 등이

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-31-299-1821

(E-mail) lsy007@rda.go.kr <Received March 5, 2008>

화학적 특성에서 변이가 심하다고 보고 하였다(Cho, 1992; Park *et al.*, 1993). 또한 중국 길림성 벼 품종과 한국 벼 품종의 미질특성을 비교하였더니 알칼리붕괴도는 길림성 벼 품종이 유의하게 낮고 아밀로스함량은 한국 벼 품종이 유의하게 낮았으며 밥맛은 한국 벼 품종이 월등히 좋았고 호응 집성과 단백질함량은 거의 차이가 없었다고 보고 하였다(Han *et al.*, 1999).

본 시험은 우리나라에서 육성된 향미자원과 외국에서 도입된 향미 유전자원을 방향성 품종 및 국내에서 가장 널리 재배되어 온 재래종 자원들을 비방향성 품종으로 선발하여 현미의 이화학적 특성을 비교하여 향후 기능성 및 다양한 향미 품종의 육성에 필요한 기초 자료를 제공하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 공시재료

향미자원 64품종(국내 육성-5품종, 국외 육성-59품종) 및 국내에서 재배면적이 넓은 재래종 15품종을 비향미자원으로 하여 총 79품종을 사용하였으며, 시험재배관리는 농촌진흥청 농업생명공학연구원 유전자원과 답작포장에서 수행하였다(Table 1).

2007년 4월 20일 파종·육묘하여 이양은 5월 22일 주당 1본씩(15주/계통) 조간과 주간을 30×15 cm 간격으로 손이앙하였다. 각각의 계통은 생육조사를 위해 3 반복으로 이앙하였고, 시비량(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O)은 9-4-5 kg/10a수준으로 하였다. 질소는 기비(50%), 분얼비(30%), 이삭거름(20%)으로 분시 사용하였고, 인산은 전량 기비로 사용하였으며, 칼리는 기비(70%)와 수비(30%)로 나누어 사용하였다. 병충해 방제는 수시로 진단하여 예방위주로 6회 실시하였으며 제초작업 및 기타 재배관리는 농촌진흥청 농사시험연구 벼 표준 재배법에 준하여 실시하였다.

### 이화학적 특성 평가

공시재료 79품종 중 75품종에 대한 이화학적 특성은 포장에서 출수 50일 후에 수확하여 탈곡 후 수분 함량을 15% 이하로 자연 음건시켜 실험실용 현미기(Ssangyong, SY88-TH)로 탈영시켜서 사미, 피해립 등을 제거한 후, 백미기(Kett, H37252)로 도정하고 백미를 분쇄기로 90초 간 분쇄하여 100 Mesh의 채로 쳐서 균일한 백미가루를 이용하였으며, 다음의 이화학적 특성들을 농촌진흥청 쌀 품질 및 식미평가

서에 의거하여 조사하였다.

### 1) 아밀로스함량의 분석

아밀로스함량 분석은 Juliano(1971)의 비색 정량법에 따라 100 mg의 백미가루에 95% ethanol 1 ml와 1 N NaOH 9 ml를 가해 진탕항온수조에 10분간 호화시킨 후 20°C 증류수로 100 ml을 채운 다음, 그 중 5 ml를 취해 1 N CH<sub>3</sub>COOH (acetic acid) 1 ml와 2% I<sub>2</sub>-KI(Iodine solution) 2 ml를 가해 증류수로 100 ml까지 채우고 30°C에서 20분간 발색 반응시켜 620 nm의 파장에서 UV/Vis분광광도계(Shimadzu, UV-2450)로 측정하였다.

### 2) 단백질함량의 분석

단백질함량은 micro Kjeldahl 질소정량법(Juliano, 1985)을 이용하여 다음과 같이 구하였다. 시료 500 mg을 500 ml Kjeldahl 분해병에 넣고 진한 황산(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 20 ml을 가한 후 분해촉매제(Kjeltabs) 1 g을 넣고 400°C에서 2시간 동안 분해하였다. 실온에서 냉각 후 가스를 방출시키고 증류수를 300 ml 가하면서 분해병의 내벽을 세척 하고 45% NaOH 50 ml을 가하여 용액을 알칼리화 하여 Kjeldahl 증류장치로 75 ml까지 증류 한 후, 2% 붕산용액(H<sub>3</sub>BO<sub>4</sub>) 10 ml을 가하여 0.1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 표준용액으로 자동분석장치(FOSS, Kjeltec 2400)를 이용하여 질소함량(N)을 분석 후, 질소보정계수를 N×5.95(%)로 하여 단백질함량으로 환산하였다.

### 3) 알칼리붕괴도의 분석

Juliano(1985)의 방법을 응용하여 플라스틱용기(4.6×4.6×1.5 cm)에 백미 6립과 반으로 절단한 현미 3립을 1.4% KOH 용액에 침지하여 30°C 항온기에 24시간 반응 후 쌀알이 퍼지는 정도에 따라 알칼리붕괴도(ADV)를 1~7 등급으로 구분하여 조사하였다. 즉 쌀알이 불투명하거나 변화가 거의 없는 상태를 1로 하고 쌀알이 금이 가고 부풀리며 점차 터지는 정도에 따라 값이 높아지며, 7은 완전히 퍼져서 투명한 상태임을 나타내는 것으로 구분하였다.

### 4) 아밀로그램의 특성 분석

Amylogram 특성 분석은 Rapid Visco Analyser(Newport, RVA-3D)를 이용하여 3 g의 쌀가루를 2 ml 증류수로 현탁액을 만들어 mixing bowl에 넣고 50°C에서 1분, 50~95°C까지 1분당 12°C씩 상승시키고 95°C에서 2.5분 정도 유지시켰다가 50°C로 냉각시키면서 호화개시온도(gelatinization

**Table 1.** List of domestic breeding and foreign breeding aroma rice and widely cultured domestic rice varieties.

Accession Number	IT Number <sup>†</sup>	Varieties	Origin	Accession Number	IT Number <sup>a</sup>	Varieties	Origin
WAR01	900526	Hyanggaengdo	Chaina	WAR41	005502	Noinjo	Korea
WAR02	K037322	Muhyang99-8	Chaina	WAR42	005681	Dadajo	Korea
WAR03	K037323	Jahyangna861	Chaina	WAR43	005931	Donnado	Korea
WAR04	210864	Daebunhyangdo2	Japan	WAR44	006182	Nagdongbeo	Korea
WAR05	900724	Hyangdo	Japan	WAR45	006973	Paldal	Korea
WAR06	213081	Iranbeopshi	Iran	WAR46	008927	Tongil	Korea
WAR07	003406	Iranbeopshi	Iran	WAR47	157335	Koshihikari	Japan
WAR08	003410	Iranbeopshi	Iran	WAR48	174759	Dongjinbeo	Korea
WAR09	207665	Basmati 370	Pakistan	WAR49	191781	Ilpumbeo	Korea
WAR10	K037775	Jasmine 85	USA	WAR51	212508	Nampengbeo	Korea
WAR11	K037773	Dellmont	USA	WAR52	212522	Shindongjinbeo	Korea
WAR12	000895	Aroma	USA	WAR53	212532	Dongjin 1 ho	Korea
WAR13	215237	Ds20	Vietnam	WAR54	213235	Joonambeo	Korea
WAR14	K016876	415 X Ir352	Vietnam	WAR57	010205	AZUCENA	Philippines
WAR15	177080	Shiyayuuine	Japan	WAR58	212959	KINANDANG PAT	Philippines
WAR16	192023	Hyangmibeo 1 ho	Korea	WAR59	000347	Binicol	Philippines
WAR17	191971	Hyangnambeo	Korea	WAR60	009882	Milfor 6	Philippines
WAR18	191962	Hyangmibeo 2 ho	Korea	WAR66	155923	Basmati 5836	Pakistan
WAR19	203705	Arahyangchal	Korea	WAR67	155925	Basmati 5854	Pakistan
WAR20	196276	Mihayangbeo	Korea	WAR68	155927	Basmati 5875	Pakistan
WAR21	043511	A-2, 9/3	Butan	WAR69	155929	Basmati 6113	Pakistan
WAR22	113892	A-3, Choh Chang	Butan	WAR74	-	Kung-ShanWu-Shen-Ken	Taiwan
WAR23	102310	Seratus Malam	India	WAR75	143478	Iari 7447	India
WAR24	207636	Goolarath	Australia	WAR76	-	Masino Basmati	Nepal
WAR25	122941	Ir841-85-1-1-2	Philippines	WAR77	-	Inaguhu	Philippines
WAR26	165761	Daw Dam	Thailand	WAR81	K056304	Basmati 1	Pakistan
WAR27	009496	Seratus Malam	Malreisyia	WAR82	155906	Basmati 213 C	Pakistan
WAR28	136185	TALLI	Nepal	WAR83	155910	Basmati 372	Pakistan
WAR29	074744	05-Irri-M-46	Philippines	WAR84	K056308	Chahora 144	Pakistan
WAR30	155899	Basmati 107	Philippines	WAR85	123302	Dinorado	Philippines
WAR31	155915	Basmati 405	Philippines	WAR86	K056366	Domsiah	Iran
WAR32	155924	Basmati 5853	Philippines	WAR87	-	Mulai	Iran
WAR33	155926	Basmati 5874	Philippines	WAR88	-	Tareme	Iran
WAR34	155930	Basmati 6129	Philippines	WAR89	-	Uprb28	India
WAR35	155932	Basmati 6311	Philippines	WAR92	-	Basmati Dhariwal	India
WAR36	155933	Basmati 6313	Philippines	WAR94	-	Pakistani Fine	Pakistan
WAR37	155934	Basmati 6141	Philippines	WAR96	-	Flores	Philippines
WAR38	K046513	Gerdeh	Philippines	WAR97	-	Rasomotrafotsy	Madagascar
WAR39	005260	Poongwoog	Korea	WAR98	-	Basmati Dhan	Nepal
WAR40	005318	Palgoyng	Korea				

<sup>†</sup>; Korean Genebank's Identity Number (K-, Temporary IT Number).

-; It is not allowed the Korean Genebank's Temporary Identity Number.

temperature; °C), 최고점도(peak viscosity; RUV), 최저점도(hot viscosity; RUV), 최종점도(cool viscosity; RUV)를 구하고, 이것을 이용하여 강하점도(breakdown)는 최고점도와 최저점도의 차이(P-H)로, 응집점도(consistency)는 최종점도와 최저점도의 차이(C-H)로, 그리고 치반점도(setback)는 최종점도와 최고점도의 차이(C-P)로 산출하여 측정하였다(Deffenbaugh & Walker, 1989; Newport Scientific, 1991).

## 결과 및 고찰

### 공시재료의 선발

본 실험에 사용한 공시재료는 2007년, 농촌진흥청 농업생명공학연구원 유전자원과 답작포장에서 국내육성 향미자원으로 “Hyangmibyeo 1 ho” 외 4품종을 대조 향미자원으로 재배하였고, 국내에서 년도별 재배면적이 넓은 “Ipumbyeo” 외 재래종 14품종과 일본이 원산지인 “Koshihikari” 1품종을 비향미자원으로 재배하였다. 또한 우수한 향미 자원의 육성을 위해 외국으로부터 도입한 다양한 종류의 원산지를 갖는 향미자원 55품종을 선발 이화학적 특성을 분석하였다(Table 1).

### 이화학적 특성평가

국내, 외래 향미자원 및 국내에서 다년간 넓은 면적에서 재배되었던 재래자원의 이화학적 특성을 알아보기 위하여 아밀로스함량, 단백질함량, 알칼리붕괴도(ADV), 수분함량 및 호화점도(RVA)등을 농촌진흥청 쌀 품질 및 식미평가서에 의거하여 분석하였다(Table 2).

#### 1) 아밀로스함량의 특성 비교

Juliano(1985)에 의하면 아밀로스 함량과 취반성은 밀접한 관련성이 있어 높은 아밀로스 함량은 취반시 흡수량이 많아 점도가 낮아지고 경도가 높아지며, 낮은 아밀로스 함량은 밥의 체적 증가가 맞고 부드럽고 점도가 있는 밥이 된다고 보고하였다.

국내에서 육성한 향미 자원 중 통일계 및 자포니카형 품종의 평균 아밀로스 함량은 18.1(±0.51)%이었고 17.2~18.7%의 변이 폭을 보였으며, 자포니카형 품종 중 아라향찰벼(WAR19)의 아밀로스 함량은 8.5(±0.28)%로 찰벼의 특성을 보였다(Table 2).

외국으로부터 도입한 인디카형 향미자원 중에서 WAR38은 아밀로스함량이16.3(±0.06)%로 낮은 편이었으며, WAR23

외 13품종의 평균 아밀로스함량은 25.6(±1.03)%로 높은 경향을 나타냈었고 24.3~27.6(±1.03)%의 변이폭을 보였다. 또한 WAR06 외 5품종은 고품질쌀의 아밀로스함량(17~20%인)을 가진 자원으로 평균 아밀로스함량이 21.2%이었고 17.9~23.7(±1.72)%의 변이폭을 보였다. 또한 자포니카형 도입 향미자원 중, WAR03 외 6품종의 평균 아밀로스함량이 10.0(±2.81)%로 낮은 경향을 보였으며 변이폭이 8.3~17.0%이었다. WAR58, WAR76, WAR77의 평균 아밀로스함량은 25.0(±0.97)%로 높은 경향을 나타내었고 24.2~26.5(±0.97)%의 변이폭을 보였다. WAR02 외 4품종의 평균 아밀로스함량은 20.7(±2.07)%이었고 18.2~23.4%의 변이폭을 보였다.

국내에서 재배면적이 가장 넓었던 재래자원(자포니카형), 15품종의 평균 아밀로스함량은 19.0(±1.51)%이었고 16.5~21.8%의 변이폭을 보였다. 또한 WAR46(통일) 자원은 통일계 품종으로 아밀로스함량이 21.7%이었고, 일본의 대표적인 쌀품종인 WAR47(Koshihikari)의 아밀로스함량은 17.7%로 국내 육성 재래자원에 비해 낮은 함량을 나타내었다.

쌀의 아밀로스함량은 조리특성과 밥의 치밀감 등 식미 및 찰기를 결정하는 주된 물질이다(Juliano, 1985; Hamaker *et al.*, 1991; Kim, 1994). 쌀의 아밀로스 함량에 의한 쌀의 분류방법은 연구자들에 따라 조금씩 차이가 있으나, Son *et al.*(2002)에 의하면 고품질의 양질쌀의 품종 선발 기준으로 아밀로스 함량을 17~20%로 보고하였고 Yeo *et al.*(1994)에 의하면 아밀로스 함량이 17% 미만을 ‘저아밀로스’로 하였고 28% 이상을 ‘고아밀로스’로 보고하였다. 또한 Kim *et al.*(1991)에 의하면 저아밀로스의 변이체인 중간찰벼의 아밀로스함량의 변이를 7.1~13.6%로 보고하였다.

Table 2에서 분석한 전체 자원 중에서 국내 육성향미 자원(18.1%) 및 연도별로 재배면적이 넓은 재래종(19.0%) 각각의 저아밀로스 자원을 제외하면 평균 아밀로스 함량이 비슷하였으나, 외국에서 도입한 인디카형(25.6%) 및 자포니카형(25.0%) 향미자원의 평균 아밀로스 함량보다 매우 낮은 경향을 보였다.

Choi *et al.*(2006)의 보고에 의하면 국내 육성 품종들의 아밀로스 함량의 연도별 변화는 '80년대(17.9%) < 2000년대(18.4%) < '90년대(19.2%) 순으로 평균적으로 약간 높아졌으나 평균 20%를 넘지 않음을 알 수 있었다. 또한 Heu *et al.*(1976)은 중만생종이 조생종에 비해 아밀로스 함량이 약간 높은 경향이 있음을 보고하였는데 Table 3에서 볼 수 있듯이 도입향미 자원의 출수일수가 국내 육성 자원에 비해 다소 지연되어 그 원인이 있을 것으로 추정된다.

**Table 2.** Amylose content, protein content, and alkali digestive value (ADV) of domestic and foreign aroma rice and widely cultured domestic rice varieties.

	Ecotype	Seedling Number	Amylose (%)	Protein (%)	ADV (1-7)
Domestic aroma rice	Tongil	WAR16	18.2±0.22	7.4±0.10	4.8±0.45
		WAR18	18.5±0.09	7.8±0.04	5.8±0.45
	Japonica	WAR17	17.4±0.14	5.8±0.06	6.0±0.00
		WAR19	8.5±0.16	6.5±0.05	5.5±0.00
		WAR20	18.5±0.09	6.9±0.05	7.0±0.00
		WAR01	22.6±0.19	7.6±0.05	2.0±0.00
WAR05	23.4±0.15	8.7±0.06	6.0±0.00		
WAR06	20.3±0.14	9.3±0.09	2.4±0.55		
WAR07	20.7±0.15	9.2±0.11	3.2±0.45		
WAR08	21.5±0.17	9.3±0.15	4.2±0.45		
WAR09	21.4±0.14	7.7±0.06	5.0±0.00		
WAR10	18.2±0.15	4.6±0.15	6.0±0.00		
WAR11	19.7±0.11	7.0±0.08	2.4±0.55		
WAR12	21.5±0.14	4.6±0.04	2.0±0.00		
WAR13	18.9±0.13	7.0±0.04	6.0±0.00		
WAR23	27.4±0.10	8.1±0.05	7.0±0.00		
WAR24	18.1±0.13	7.4±0.11	2.2±0.45		
WAR25	17.9±0.04	6.7±0.08	6.4±0.55		
WAR27	24.6±0.07	7.4±0.08	2.2±0.45		
WAR28	24.8±0.04	7.5±0.04	3.0±0.00		
WAR29	26.1±0.07	7.1±0.04	3.4±0.55		
WAR30	21.1±0.08	8.8±0.04	5.2±0.45		
WAR31	22.5±0.11	8.4±0.05	5.2±0.45		
WAR32	22.5±0.09	6.6±0.07	5.2±0.45		
Foreign aroma rice	Indica	WAR33	22.8±0.08	7.6±0.07	5.2±0.45
		WAR34	22.8±0.05	7.4±0.05	5.0±0.00
		WAR35	22.0±0.08	7.2±0.18	5.0±0.00
		WAR36	22.6±0.08	6.6±0.05	5.0±0.00
		WAR37	21.0±0.03	8.0±0.14	6.0±0.00
		WAR38	16.4±0.03	8.7±0.04	4.8±0.45
		WAR57	23.3±0.02	7.2±0.05	5.0±0.00
		WAR59	24.5±0.02	7.6±0.13	5.0±0.00
		WAR60	24.6±0.02	7.9±0.04	6.0±0.00
		WAR66	24.3±0.00	6.8±0.03	3.8±0.45
		WAR67	23.6±0.03	8.0±0.04	5.0±0.00
		WAR68	21.6±0.03	8.8±0.04	5.2±0.45
		WAR84	24.4±0.00	8.4±0.04	4.0±0.00
		WAR85	25.7±0.02	7.4±0.03	4.0±0.00
		WAR86	26.0±0.02	7.6±0.03	2.6±0.55
		WAR87	23.2±0.02	6.4±0.06	2.8±0.45
		WAR88	26.2±0.03	8.6±0.12	3.6±0.55
		WAR89	26.5±0.02	9.0±0.03	3.6±0.55
WAR92	27.2±0.04	8.4±0.04	3.2±0.45		
WAR94	23.4±0.04	8.4±0.06	4.0±0.00		
WAR98	25.8±0.04	7.2±0.10	3.4±0.55		

Table 2. Continued.

Ecotype		Seedling Number	Amylose (%)	Protein (%)	ADV (1-7)
Foreign aroma rice	Japonica	WAR02	18.5±0.15	5.8±0.05	6.0±0.00
		WAR03	8.9±0.17	6.4±0.06	4.8±0.45
		WAR04	18.4±0.13	6.0±0.05	6.0±0.00
		WAR14	9.3±0.19	7.1±0.06	5.0±0.00
		WAR15	16.7±0.14	7.8±0.04	6.0±0.00
		WAR21	8.5±0.14	7.9±0.08	5.8±0.45
		WAR22	9.0±0.18	7.1±0.06	5.0±0.00
		WAR26	9.2±0.11	6.8±0.04	5.0±0.00
		WAR58	24.7±0.02	4.5±0.03	5.0±0.00
		WAR74	22.0±0.03	8.3±0.06	7.0±0.00
		WAR75	8.8±0.03	8.1±0.04	4.2±0.45
		WAR76	26.3±0.09	7.8±0.12	3.4±0.55
		WAR77	24.2±0.02	7.7±0.06	5.0±0.00
		WAR96	21.5±0.02	6.3±0.07	5.0±0.00
		WAR97	23.4±0.00	6.9±0.04	3.8±0.45
Widely cultivated domestic rice	Japonica	WAR39	17.0±0.09	6.0±0.13	6.2±0.45
		WAR40	17.6±0.09	5.4±0.14	6.0±0.00
		WAR41	21.0±0.04	6.2±0.15	6.0±0.00
		WAR42	19.4±0.02	5.9±0.06	6.0±0.00
		WAR43	19.3±0.03	5.4±0.06	6.0±0.00
		WAR44	16.6±0.04	6.2±0.09	6.0±0.00
		WAR45	17.3±0.03	6.5±0.04	6.0±0.00
		WAR46	21.8±0.03	7.4±0.10	6.0±0.00
		WAR47	17.7±0.03	4.1±0.04	6.0±0.00
		WAR48	20.7±0.03	5.5±0.06	6.0±0.00
		WAR49	18.8±0.03	3.8±0.05	6.0±0.00
		WAR51	19.4±0.02	6.1±0.05	6.0±0.00
		WAR52	18.8±0.03	5.5±0.04	6.0±0.00
		WAR53	19.0±0.03	6.0±0.04	6.0±0.00
		WAR54	20.3±0.00	4.4±0.46	6.0±0.00

Choi(1998)의 보고에 의하면 아밀로스, 단백질함량 및 호응집성(RVA) 등은 벼 품종의 육종시 가장 중요시되는 이화학적 특성으로 특히 밥맛과 상관관계가 매우 높은 것으로 알려져 있다.

## 2) 단백질함량의 특성 비교

쌀의 단백질 함량은 아밀로스의 함량과 같이 각 나라의 식습관에 따라 크게 좌우된다. IRRI(국제미작연구소)에서 제시한 현미의 단백질함량은 7.3~15.4%이었으며(Juliano *et al.*, 1964a; Juliano *et al.*, 1964b) 일본식품표준성분표(日本科學技術廳, 1982)에 의하면 현미의 단백질 함량은 7.4%였으며, 우리나라의 경우 일반계는 평균 8.3%, 통일계는 9.0%이

며 고품질쌀의 경우는 7~9%라고 보고 하였다(Lee, 1987).

그러나 石間紀男 등(1974)에 의하면 쌀의 단백질함량이 증가하면 영양적으로 우수하나 식미의 관점에서 보면 쌀의 경도가 높아지고 점도가 낮은 밥이 되어 식미 평가가 낮아진다고 보고하였다.

국내에서 육성한 향미자원 중, 통일계 품종의 평균 단백질함량은 7.6(±0.27)%이었으며, 자포니카형 품종의 평균 단백질함량은 6.4(±0.51)%로 통일계 품종의 향미자원에 비해 1.2%정도 단백질함량이 낮았다.

인디카형 도입 향미자원의 평균 단백질 함량은 7.6(±1.1)%이었으며, 각 자원이 갖는 단백질함량은 4.4~9.6%까지 변이폭이 컸으며, 이들 중 WAR10과 WAR12은 미국이 원산

지인 자원으로 각각 4.5%, 4.6%의 낮은 단백질함량을 보였다. 또한 원산지가 이란과 인도인 WAR06, WAR07, WAR08은 단백질함량이 9%이상이었다.

자포니카형 도입 향미자원의 평균 단백질함량은 7.0(±1.0)%이었으며 각 자원들이 갖는 단백질함량의 변이폭은 4.6~8.5%이었다. 중국이 원산지인 WAR02의 단백질함량은 5.8%였으며 필리핀이 원산지인 WAR58은 단백질함량이 4.6%로 낮은 경향을 보였다.

국내 다면적 재래자원(자포니카형)들의 평균 단백질함량은 5.6(±0.9)%이었으며, 각 자원들이 가지는 단백질함량의 변이폭도 3.7~7.6%로 다른 향미자원들에 비해 낮은 경향을 보였다.

Table 2에서 나타난 결과에서 전체 향미자원 및 재래자원들에서 자포니카형의 자원들이 갖는 단백질 함량이 인디카형 자원에 비해 다소 낮은 경향을 나타내었는데, 이것은 Juliano (1985)가 보고한 쌀의 단백질함량은 품종, 기후, 재배조건에 따라 변이가 심하나 대체로 인디카형이 자포니카형보다 높고 멍쌀보다 찰쌀이 많다는 결과와 유사하며, Choi *et al.*(2006)이 우리나라의 육성 품종 중 자포니카형 품종의 평균 단백질함량이 6.6~7.0%라고 보고한 범위 안에 있었다.

외국에서 도입한 향미자원의 경우 단백질함량의 변이폭이 넓었으며 9% 이상의 단백질 함량을 보이는 자원들도 있었다. 이러한 결과는 쌀의 단백질 함량은 품종, 시비량, 토양의 특성, 물 관리 등 환경적인 변이한 의한 단백질함량의 차이가 크며 동일품종에 있어서도 질소시비량의 증가에 의해 현미의 단백질 함량이 증가한다는 보고로 설명할 수 있다(石間紀男, 1974; Gomez *et al.*, 1975). 또한 현미가 백미보다 1~2%정도 높은 단백질 함량을 보이며(Juliano *et al.*, 1964a), 조생종이 중만생종에 비해, 소립이면서 다수계인 품종일수록 높은 경향을 보였으며 아밀로스함량이나 밥의 물리성과 상관이 있는 것으로 보고되었다(Choi *et al.*, 1997; Cho, 1974; Juliano *et al.*, 1985).

쌀은 적은 단위 무게당 높은 단백질함량을 가지는 장점이 있어 기아를 해결할 수 있는 중요 자원으로 관주되고 있으나 쌀의 단백질 함량이 높으면 영양면에서는 우수하나, 취반가공이용의 관점에서는 색깔, 흡수성의 저하, 전분의 호화, 팽화가 억제되기 때문에 단백질 함량이 적은 쌀의 미질이 우수하다고 보고(Kim, 1994; Lee *et al.*, 1989; Park *et al.*, 1993)되어 있으므로 향후 향미자원들의 선발에 유의하여야 할 것이다.

### 3) 알칼리붕괴도의 특성 비교

알칼리붕괴도(ADV)는 밥짓는 과정에서 미립에 수분이 흡수되어 전분입자들이 결정성을 상실하여 풀어지게 하는 물리적 특성인 호화온도를 간접적으로 측정할 수 있는 방법으로 쌀의 품질을 평가하는 중요한 기준이 되고 있다(Juliano *et al.*, 1964b).

국내에서 육성한 향미 자원 중 통일계 품종의 평균 알칼리붕괴도는 5.0(±0.67)이었고 각 자원들이 가지는 알칼리붕괴도는 4.0~6.0이었으며, 자포니카형 품종의 평균 알칼리붕괴도는 6.0(±0.49)이었고 각 자원들이 가지는 알칼리붕괴도는 6.0~7.0의 변이 폭을 나타내었다.

인디카형 도입 향미자원의 평균 알칼리붕괴도는 4.3(±1.39)이었고 각 자원들이 가지는 알칼리붕괴도는 2.0~7.0로 변이 폭이 컸으며, 자포니카형 도입 향미자원의 평균 알칼리붕괴도는 5.1(±0.93)이었고 각 자원들이 가지는 알칼리붕괴도는 3.0~7.0로 변이 폭이 컸다.

국내 다면적 재래자원(자포니카형)들의 평균 알칼리붕괴도는 6.0(±0.12)이었으며, 각 자원들이 가지는 알칼리붕괴도의 변이 폭은 6.0~7.0으로 다른 자원들에 비해 변이 폭이 낮은 경향을 보였다.

쌀의 ADV값은 벼의 유전자형과 재배적인 환경의 양쪽의 영향에 의해서 결정되어지며(Heu & Park, 1979), 특히 재배적인 환경 중에서도 출수기의 대기온도에 의한 영향이 가장 큰 것으로 보고되었다(Heu *et al.*, 1979; Kim *et al.*, 1994).

Table 2에서 분석한 전체 자원 중에서 자포니카형 벼의 ADV 값이 통일계나 인디카형벼의 ADV 값보다 상대적으로 높았으며, 인디카형의 평균 ADV값이 통일계나 자포니카형의 평균 ADV값보다 낮았다. 이러한 결과는 4수준의 알칼리농도(KOH)에서 모두 자포니카형 품종이 통일형보다 알칼리붕괴도의 평균치가 높았으며 인디카형 품종의 가장 낮은 수치를 보였다는 보고와 동일하다(Kim & Oh, 1992).

또한 인디카형(2.0~7.0)과 자포니카형(3.0~7.0) 도입 향미 자원의 ADV 값의 분포가 국내 육성 향미 자원(4.0~6.0)이나 국내 재래자원(6.0~7.0)보다 그 변이 폭이 넓었으며 평균 값도 낮게 보였다. 이러한 결과는 표 5에서 나타난 국내 육성 벼 자원의 평균 아밀로스 함량이 도입 자원에 비해 낮은 경향을 보인 것으로 그 원인을 설명할 수 있으며, Beachell(1967)과 Somrith(1974)는 알칼리붕괴도가 낮으면서(호화온도가 높음) amylose함량이 낮은 것은 아직 알려져 있지 않으며 호화온도는 amylose 함량 선택의 지표로서 이용될 수 있다고 보고하였다.

#### 4) 아밀로그래프의 특성

쌀 전분의 호화특성을 시험하는 대표적인 방법은 아밀로그래프인데 최고점도(Peak), 강하점도(breakdown) 등이 식미와 높은 관련성이 있다고 보고하였고, Son *et al.*(2002)은 호화 최고 점도가 높고 강하점도(breakdown)가 큰 쌀이 대체로 밥맛이 좋은 경향이 있다고 보고하였다.

Table 2에 나타난 아밀로그래프의 특성 중 아밀로그래프에서 온도가 증가함에 따라 처음으로 점도가 증가하기 시작하는 시점의 온도인 호화개시온도(Initial pasting temperature)를 자원별로 살펴보면, 국내에서 육성한 향미 자원 중 통일계 품종 71.1(±0.89)°C이었으며 자포니카형 향미자원은 68.7(±2.01)°C로 약 3°C 정도가 통일계 품종의 호화개시온도가 높았다. 인디카형 도입 향미자원과 자포니카형 도입 향미자원의 평균 호화개시온도는 각각 78.2(±4.66)°C, 73.8(±6.40)°C로 인디카형 품종의 호화개시온도가 약 5°C 정도가 높았다. 국내 다면적 재래자원들은 자포니카형 벼 자원들로 평균 호화개시온도는 70.5(±1.18)°C로 국내 육성 향미자원 중 통일계 품종과 비슷한 경양치를 보였다. 국내육성 향미자원 및 다면적 재래자원의 평균 호화개시온도가 도입 향미자원의 평균 호화개시온도보다 약 3~8°C 정도 낮은 경향을 보였다.

이러한 결과들은 Kwon *et al.*(1990)이 우리나라에서 재배한 일반형 품종 중에서 식미가 양호한 품종들의 호화개시온도가 낮다고 보고한 것과 일치한다. 또한 Table 2에서 국내 육성 향미자원 및 다면적 재래자원의 아밀로스 함량이 도입향미 자원에 비해 약 6% 정도 낮게 나타났으며, 단백질 함량은 전체 시험재료에서 인디카형 자원들의 평균 단백질 함량이 자포니카형 자원들의 평균 단백질 함량이 다소 높은 경향을 보였는데, Lee *et al.*(2000)이 단백질함량이 낮으면 호화온도가 낮은 것으로 보고 한 바와 일치한다.

Table 3에 나타난 아밀로그래프의 특성 중 최고점도(Peak), 최저점도(Hot), 최종점도(Cool)를 자원별로 살펴보면, 국내에서 육성한 향미 자원 중 통일계 품종의 평균 최고점도, 최저점도, 최종점도는 각각 430.6(±20.83), 172.6(±10.55), 285.7(±19.18)이었으며 국내 육성 자포니카형 향미자원의 평균 최고점도, 최저점도, 최종점도는 각각 274.8(±81.60), 124.7(±60.11), 223.6(±11.96)으로 국내 육성통일계 품종보다 낮은 경향을 보였는데 특히 최고점도는 2배 이상 낮았다.

인디카형 도입 향미자원의 평균 최고점도, 최저점도, 최종점도는 각각 274.6(±51.21), 149.1(±32.30), 333.0(±50.65)이었으며 자포니카형 도입 향미자원의 평균 최고점도, 최저점도, 최종점도는 각각 233.1(±80.68), 110.5(±58.09), 215.5

(±12.34)으로 인디카형 도입 향미자원에 비해 다소 낮은 경향을 보였으며 최종점도에서 큰 차이를 보였다. 국내 다면적 재래자원(자포니카형)의 평균 최고점도, 최저점도, 최종점도는 각각 342.1(±27.87), 163.8(±18.70), 295.3(±26.81)이었다.

쌀의 가공 중의 안정도를 나타내는 지표로 사용되는 강하점도(Breakdown)를 살펴보면, 국내에서 육성한 향미 자원 중 통일계 품종 및 자포니카형 품종의 평균값은 각각 257.9(±23.21), 150.2(±28.94)으로 통일계 품종이 약 100 정도 낮은 값을 나타내었다. 도입 향미자원의 평균 강하점도를 생태형별로 살펴보면 인디카형은 125.5(±33.37)이었고, 자포니카형은 122.6(±32.70)으로 도입 향미자원의 강하점도는 생태형별로는 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 도입 향미자원의 인디카형과 자포니카형의 강하점도의 변이폭은 각각 79~225.6과 56.6~191.0으로 매우 넓게 나타났다. 국내 다면적 재래자원(자포니카형)의 평균 강하점도는 178.4(±23.85)이며 변이 폭은 120.0~236.0으로 나타났다.

국내 다면적 재래자원의 강하점도는 국내 육성 통일계 향미자원보다는 약 80 정도 낮게 나타났으나 국내 육성 자포니카형 향미자원보다는 약 20정도, 도입 향미자원보다도 약 50정도 높게 나타났다.

아밀로그래프에서 호화된 전분입자들이 재결정화가 일어나 경도가 증가하는 노화 정도를 나타내는 침하점도(Setback)를 살펴보면, 국내에서 육성한 향미 자원 중 통일계 품종 및 자포니카형 품종의 평균값은 각각 -144.8(±33.66), -51.2(±49.98)으로 통일계 품종이 약 90 정도 낮은 값을 나타내었다. 도입 향미자원의 평균 침하점도를 생태형별로 살펴보면 인디카형은 58.4(±51.87)이었고, 자포니카형은 -17.5(±74.58)으로 인디카형 도입 향미자원의 침하점도가 약 75정도 높은 값을 보였으며 그 변이 폭도 커서 자포니카형 도입향미자원은 -106.4~185.4이었고 인디카형 도입 향미자원은 -140.9~90.4이었다. 국내 다면적 재래자원(자포니카형)의 평균 침하점도 -46.8(±31.88)이었고 -130.7~6.8의 변이 폭을 보였다.

국내 육성 향미자원의 침하점도는 도입 향미자원의 평균값보다 약 100 정도 낮게 나타났으며 국내 다면적 재래자원과 비교하면 통일계 품종은 약 40 정도 낮고 같은 자포니카형은 비슷한 값을 보였다. 도입 향미자원과 국내 다면적 재래자원의 평균 침하점도를 비교하면 인디카형 도입향미자원과 자포니카형 도입향미자원이 각각 국내 다면적 재래자원의 평균값보다 각각 약 29~100 정도 높게 나타났다.

이러한 전분의 노화에 영향을 주는 인자들에 대한 연구는



**Table 3.** Amylogram characteristics of domestic and foreign aroma rice and widely cultured domestic rice varieties.

	Ecotype	Seedling Number	Pasting temp. (°C)	Peak Time	Viscosity (RVU)					
					Peak	Hot	Cool	Breakdown	Setback	Consistency
Domestic aroma rice	Tongil	WAR16	70.5±0.00	5.6±0.04	413.0±7.23	176.6±8.57	299.0±10.89	236.8±1.64	-114.4±3.81	122.4±2.34
		WAR18	71.7±0.54	5.5±0.04	447.7±2.68	168.6±1.86	272.4±3.33	279.0±1.06	-175.2±1.75	103.7±1.59
	Japonica	WAR17	70.5±0.03	5.7±0.04	352.6±1.36	164.5±2.29	295.6±2.32	188.0±1.63	-57.0±1.45	131.0±0.26
		WAR19	66.3±0.27	3.1±0.02	170.3±2.95	44.8±3.62	64.5±3.36	125.4±0.96	-105.7±1.03	19.7±0.44
		WAR20	69.5±0.56	5.9±0.00	301.5±4.58	164.5±4.96	310.6±5.60	137.0±1.40	9.0±2.77	146.0±1.32
Foreign aroma rice	Indica	WAR01	77.6±0.45	5.8±0.04	327.7±3.04	217.4±3.28	422.0±9.33	110.3±2.77	94.3±6.25	204.6±7.76
		WAR05	76.5±5.00	6.0±0.02	280.1±4.43	187.7±4.09	362.8±5.51	92.3±1.53	82.7±3.29	175.0±1.56
		WAR06	79.1±0.45	5.9±0.06	276.3±3.25	145.3±4.79	349.1±4.16	131.0±1.51	72.7±5.16	203.8±3.67
		WAR07	77.8±0.54	5.8±0.02	276.0±4.39	155.1±3.87	369.7±6.97	120.8±1.25	93.7±4.66	214.6±3.81
		WAR08	74.7±0.24	5.6±0.04	215.8±4.40	106.6±5.92	257.7±9.07	109.2±0.25	41.9±5.93	151.1±3.90
		WAR09	87.0±0.02	6.0±0.04	255.5±2.49	161.1±6.64	413.7±15.81	94.3±4.34	158.2±13.66	252.6±9.90
		WAR10	71.3±0.78	5.8±0.04	333.8±1.87	153.9±3.38	302.3±2.68	179.9±1.63	-31.5±1.32	148.3±1.97
		WAR11	77.6±0.03	5.4±0.02	305.3±2.21	134.3±1.72	304.2±4.95	170.9±0.94	-11.3±2.76	169.8±3.31
		WAR12	80.2±0.33	5.9±0.00	385.6±1.28	215.0±1.97	427.5±4.73	170.6±1.51	41.8±5.28	212.5±3.97
		WAR13	83.1±0.06	5.7±0.08	307.8±2.77	143.1±4.91	279.9±5.89	164.7±4.38	-27.9±5.08	136.8±1.02
		WAR23	80.2±5.21	6.0±0.02	339.8±3.96	203.2±22.47	432.2±40.09	136.6±16.63	92.4±3.44	229.0±17.64
		WAR24	80.8±0.42	5.6±0.06	372.3±3.47	154.8±8.49	279.4±11.17	217.5±5.49	-92.9±8.35	124.6±2.77
		WAR25	76.1±3.94	5.7±0.04	368.1±1.79	151.1±2.49	271.8±2.58	217.0±3.10	-96.3±3.32	120.6±0.38
		WAR27	77.1±0.54	5.5±0.02	329.0±3.74	152.9±2.60	307.0±4.17	176.0±1.35	-21.9±1.23	154.1±1.89
		WAR28	78.0±0.25	5.4±0.02	188.2±2.56	90.7±2.07	245.5±1.15	97.5±4.91	57.2±1.45	154.8±0.94
		WAR29	76.5±0.31	5.6±0.04	248.6±2.77	112.7±4.53	296.2±3.92	135.8±1.82	476.7±1.32	183.5±0.68
		WAR30	78.3±3.93	5.8±0.04	236.4±7.20	133.2±7.40	328.1±12.43	103.2±2.18	917.0±5.23	194.9±5.04
		WAR31	79.7±2.88	5.8±0.02	236.4±0.40	130.7±2.10	301.5±2.62	105.7±1.75	65.1±2.23	170.8±1.88
		WAR32	78.7±3.38	5.6±0.07	249.0±15.27	133.2±11.22	321.5±20.66	115.8±4.17	72.4±5.35	188.3±9.48
		WAR33	86.2±0.45	5.7±0.02	192.3±4.15	109.6±3.24	281.7±5.24	82.7±2.28	89.3±1.74	172.0±2.28
		WAR34	73.4±0.26	5.6±0.02	206.7±4.75	104.6±4.57	257.8±5.85	102.1±0.38	51.1±1.15	153.2±1.24
		WAR35	82.5±3.62	6.1±0.02	269.5±0.51	167.8±1.12	385.8±1.44	101.6±0.73	116.3±1.07	218.0±1.41
		WAR36	78.4±3.84	5.9±0.04	256.0±20.56	143.4±12.89	337.1±24.65	112.5±8.74	81.1±6.38	193.6±11.88
		WAR37	81.6±4.81	6.0±0.04	252.1±1.30	149.0±1.60	349.9±1.71	103.1±1.48	97.7±1.95	200.8±0.72
WAR38	73.1±0.23	6.3±0.04	337.2±8.53	236.6±2.91	422.7±4.78	100.6±6.37	85.5±3.92	186.1±2.54		
WAR57	75.2±0.02	5.7±0.00	299.0±1.77	165.8±1.60	343.6±3.61	133.2±0.96	44.5±2.18	177.8±2.46		
WAR59	81.2±2.62	5.7±0.02	212.9±2.89	117.3±2.89	299.5±5.04	95.6±0.82	86.5±2.59	182.1±2.30		
WAR60	73.2±0.25	5.6±0.02	308.3±1.41	168.6±2.41	356.5±2.16	139.6±1.17	48.2±1.67	187.9±2.42		
WAR66	85.4±0.04	5.8±0.02	246.2±1.23	135.3±0.81	346.6±2.62	110.9±1.04	100.4±2.20	211.3±1.34		
Indica	WAR67	77.8±3.41	5.8±0.02	237.5±2.99	139.0±2.43	323.7±5.17	98.5±1.26	86.2±5.32	184.7±4.58	
	WAR68	73.5±0.03	5.7±0.04	248.6±0.00	138.2±0.00	307.9±0.00	110.4±0.00	59.3±0.00	169.7±0.00	
	WAR84	80.0±3.18	5.9±0.02	237.1±4.67	147.4±5.39	327.2±7.48	89.7±0.63	90.1±2.71	179.8±2.78	
	WAR85	74.7±0.58	5.9±0.00	286.3±3.43	164.8±4.19	359.8±6.00	121.5±1.62	73.4±4.98	194.9±3.14	
	WAR86	78.9±0.27	5.8±0.02	308.6±1.23	163.4±2.51	367.2±2.40	145.1±1.85	58.5±1.20	203.7±1.06	
	WAR87	79.2±0.03	5.9±0.00	301.5±0.97	161.5±0.99	368.7±3.40	139.9±0.89	67.2±2.77	207.2±2.27	
	WAR88	75.2±0.46	5.9±0.04	279.8±2.53	161.8±2.02	368.0±2.45	118.0±0.79	88.1±0.69	206.2±1.50	
	WAR89	77.4±0.55	5.5±0.00	212.5±3.47	114.5±3.64	319.7±8.10	98.0±0.16	107.2±5.25	205.2±5.13	
	WAR92	78.1±0.28	5.6±0.02	204.7±3.22	108.9±2.05	275.5±1.22	95.7±1.38	70.7±2.11	166.5±0.84	
	WAR94	75.6±0.26	5.9±0.06	288.4±1.15	146.1±4.37	318.7±5.24	142.2±3.16	30.3±4.10	172.5±1.72	
	WAR98	76.6±0.70	5.7±0.04	264.1±2.23	136.2±1.96	327.7±5.09	127.9±0.38	63.5±2.94	191.5±3.15	

Table 3. Continued.

Ecotype	Seedling Number	Pasting temp. (°C)	Peak Time	Viscosity (RVU)						
				Peak	Hot	Cool	Breakdown	Setback	Consistency	
Foreign aroma rice	Japonica	WAR02	70.0±0.92	5.6±0.02	227.3±4.03	116.6±3.88	249.4±6.38	110.6±0.41	22.1±2.38	132.7±2.70
		WAR03	68.3±0.27	3.1±0.00	155.3±2.97	42.4±2.30	60.6±2.76	112.9±0.80	-94.6±0.00	181.7±0.38
		WAR04	86.3±0.46	5.9±0.08	244.8±2.86	148.1±2.95	311.3±3.35	96.6±2.22	66.5±3.80	163.2±1.72
		WAR14	67.7±0.29	3.3±0.00	268.0±3.25	95.8±0.91	128.9±1.72	172.2±2.35	-139.1±1.56	33.0±0.96
		WAR15	72.0±0.52	5.9±0.12	401.3±0.62	219.6±9.53	331.4±15.53	181.7±5.14	-69.9±9.46	111.7±6.46
		WAR21	66.9±0.26	3.0±0.02	145.5±21.17	24.1±4.71	406.7±7.27	121.4±16.38	-104.9±13.92	16.5±2.41
		WAR22	67.3±0.48	3.1±0.00	139.9±3.51	373.3±27.20	563.7±26.26	1025.7±13.59	-83.5±1.94	19.0±0.58
		WAR26	68.6±0.24	3.1±0.00	114.9±0.89	27.2±0.47	43.9±0.43	87.6±0.87	-71.0±0.76	16.6±0.15
		WAR58	79.2±4.30	5.8±0.12	248.9±52.58	138.2±2.53	286.6±48.51	110.7±27.17	37.7±4.93	148.4±22.94
		WAR74	85.9±0.22	6.0±0.00	254.7±0.15	146.5±1.15	327.8±1.51	108.2±1.09	73.1±1.36	181.3±0.36
		WAR75	74.4±0.02	3.9±0.00	178.0±1.74	78.3±1.85	104.9±1.77	99.7±0.41	-73.1±0.10	26.5±0.57
		WAR76	78.4±0.03	5.7±0.20	226.2±1.55	118.1±1.73	311.3±3.96	108.1±0.39	85.0±2.67	193.1±2.38
		WAR77	72.6±0.25	5.6±0.00	313.4±3.65	159.4±2.53	330.8±1.61	154.0±1.02	17.4±2.71	171.4±1.85
		WAR96	74.9±0.25	5.7±0.02	232.3±2.44	132.7±2.63	300.4±2.16	99.57±0.21	68.1±0.64	167.7±0.99
WAR97	75.2±0.02	5.8±0.06	344.9±0.99	172.4±1.77	348.1±2.71	172.5±2.33	3.2±2.55	175.7±2.37		
Widely cultured domestic rice	Japonica	WAR39	70.8±0.71	5.9±0.04	323.1±37.58	155.1±13.4	296.6±20.99	168.0±24.30	-26.5±17.7	141.5±7.64
		WAR40	69.5±0.29	5.9±0.07	339.5±2.57	171.7±7.31	313.9±13.16	167.8±5.03	-25.6±10.74	142.2±5.82
		WAR41	70.5±0.02	5.9±0.04	315.8±1.84	167.1±6.61	307.6±8.39	148.7±5.13	-8.2±0.67	140.4±1.79
		WAR42	71.6±0.26	5.9±0.02	326.4±0.77	159.1±1.40	293.5±2.49	167.3±1.90	-32.9±3.06	134.4±1.12
		WAR43	71.7±0.53	5.7±0.04	323.2±10.5	160.3±7.55	287.9±9.34	162.8±3.47	-35.2±1.82	127.5±1.81
		WAR44	71.3±0.04	5.8±0.04	346.5±3.29	147.9±3.93	270.5±4.62	198.5±0.75	-76.0±1.47	122.5±0.64
		WAR45	72.1±0.04	5.7±0.04	344.7±1.43	164.5±5.25	286.6±6.54	180.2±4.23	-58.1±5.49	122.1±1.35
		WAR46	71.5±0.31	5.7±0.07	362.3±1.42	175.5±5.26	322.9±3.88	186.7±5.08	-39.3±3.32	147.4±1.81
		WAR47	70.7±0.41	5.5±0.04	401.4±3.81	180.1±11.00	287.9±12.94	221.2±7.36	-113.4±9.15	107.7±3.47
		WAR48	69.8±0.51	6.0±0.06	317.5±1.72	122.2±4.76	238.9±4.63	195.2±3.13	-78.5±2.82	116.7±1.58
		WAR49	69.8±0.94	6.0±0.02	339.1±1.45	190.4±6.42	330.0±5.83	148.7±5.20	-9.1±4.93	139.6±1.74
		WAR51	70.6±0.02	5.6±0.02	320.8±3.92	171.9±5.96	316.5±7.11	148.9±2.97	-4.3±4.68	144.5±1.77
		WAR52	68.7±0.25	5.9±0.04	334.8±3.48	147.9±3.30	267.1±3.47	186.9±1.27	-67.7±1.23	119.1±0.88
		WAR53	70.5±0.02	5.7±0.04	375.3±2.61	174.5±5.97	314.7±7.34	200.8±6.84	-60.6±7.96	140.2±1.51
WAR54	68.7±0.23	5.6±0.00	360.6±2.02	167.6±5.25	294.4±6.37	192.9±3.86	-66.1±5.06	126.8±1.15		

전분의 사슬길이, 수분함량, 저장온도 및 기간뿐만 아니라 전분의 농도(Matsunaga & Kainuma, 1986), 당(Katsuta *et al.*, 1992), 단백질(Takahashi *et al.*, 1983), 지방(Hibi *et al.*, 1990), sugar alcohol(Miura *et al.*, 1992) 등에 관한 것들이었다.

Table 3에 나타난 아밀로그래프의 특성 중 응집점도(Consistency)에 관한 특성을 살펴보면, 국내에서 육성한 향미자원의 평균값은 통일계 품종이 113.1(±10.68)이었으며 자포니카형 품종은 98.9(±59.79)이었는데, 자포니카형의 변이폭이 19.2~148.1로 매우 컸으며 평균적으로 통일계 품종보다 낮은 값을 보였다. 도입 향미자원의 평균 응집점도를 생태형별로 살펴보면 인디카형은 183.9(±28.30)이었으며 자

포니카형은 105.0(±72.04)이었다. 도입 향미자원도 자포니카형의 변이폭이 심하여 13.5~197.8이었으며 인디카형에 비해 평균적으로 낮은 값을 보였다. 국내 다면적 재래자원(자포니카형)의 평균 응집점도는 131.5(±12.43)이었다.

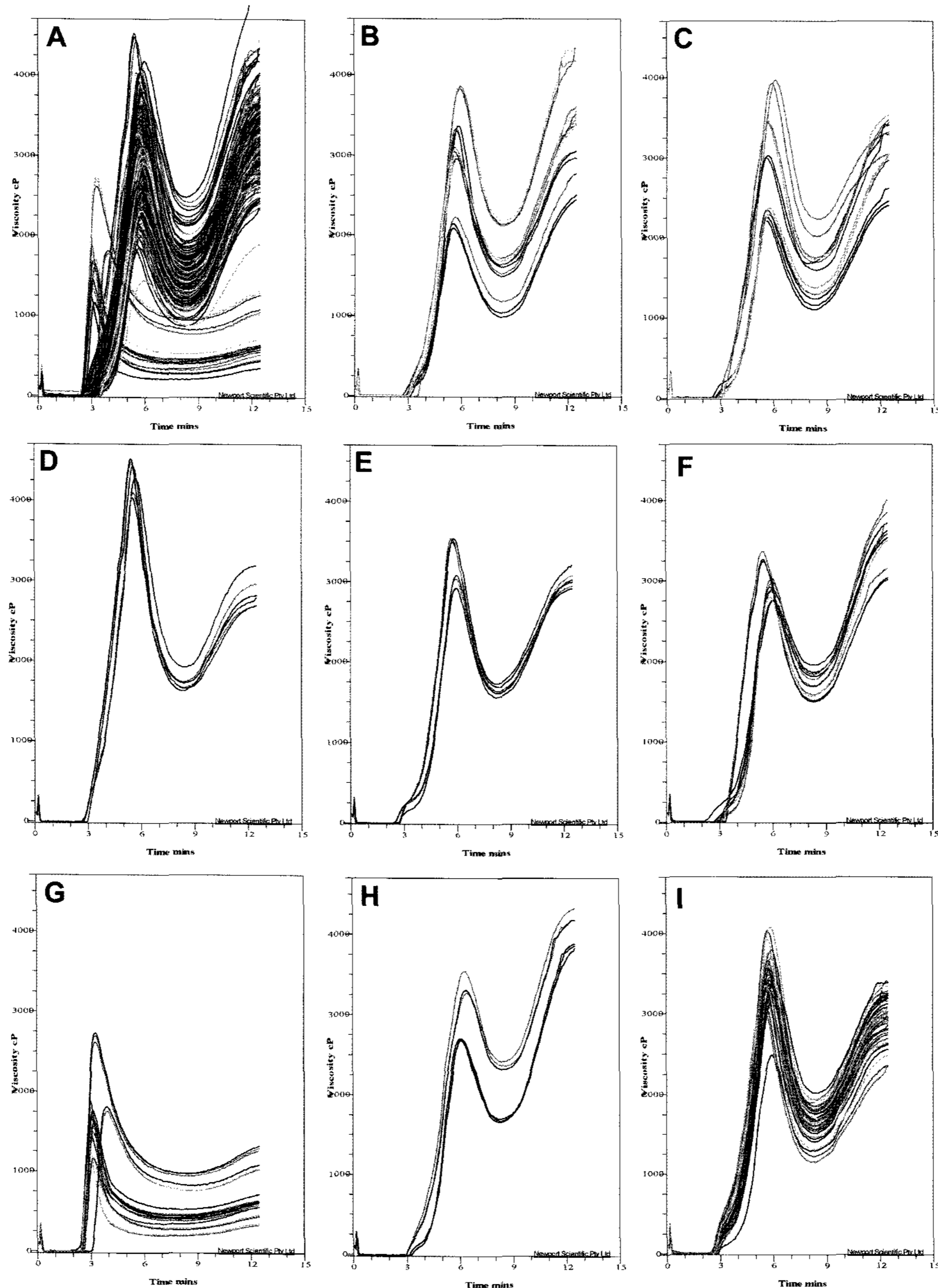
외국에서 도입한 향미자원의 응집점도의 변이폭이 다른 자원들에 비해 컸으며 특히 자포니카형의 변이폭이 매우 컸다. 그런데 국내에서 다년간 재배되어온 자포니카형 재래종은 그 변이폭이 매우 작았다. 도입 향미자원 중 인디카형의 평균 응집점도가 가장 높았으며 국내에서 육성한 자포니카형 향미자원의 응집점도가 가장 낮았다.

Choi *et al.*(1997)과 Kim & Kim(1987)는 쌀가루의 아밀로스함량으로 밥의 호화특성, 식미의 추정이 어느 정도 가

능하다는 것과 최종점도가 높고, Consistency의 차가 큰 쌀은 아밀로스 함량이 높고 호화전분이 노화되기 쉬운 경향이 있다고 보고하였다.

Fig. 1과 같이 Amylogram의 전체적인 양상을 살펴보면, 전체 자원의 최고점도, 최저점도, 최종점도를 비교해 보면 국내육성 향미 자원 중 통일계 품종 > 국내 다면적 재래자

원(자포니카형) > 국내 육성 자포니카형 향미자원 > 인디카형 도입 향미자원 > 자포니카형 도입 향미자원 순으로 낮은 평균 값을 보였다. 또한 국내외 향미 자원 및 일반 벼의 생태형(ecotype)에 따라 아밀로그래프의 양상이 뚜렷하게 차이를 나타내었으며, 특히 배유의 amylose와 amylopectin의 구성조합의 차이에 따른 메벼, 찰벼, 중간찰벼의 아밀로그래프



**Fig. 1.** Amylogram patterns of RVU value of ecotype of aroma rice (B~F) and characteristics of brown rice endosperm (G~I). A, totally amylogram graphs of samples; B, glutinous and aromatic rice of foreign indica type; C, glutinous and aromatic rice of foreign japonica type; D, domestic aroma rice of tongil type; E, domestic aroma rice of japonica type; F, colored brown rice type; G, waxy rice; H, middle waxy rice; I, widely cultured domestic rice.

의 양상이 구분이 가능하였으며, 특히 찰벼의 경우 메벼나 일반미(자포니카형)에 비해 뚜렷한 차이를 보였다.

이러한 결과들은 Table 2에 나타난 아밀로스 함량 및 단백질 함량 데이터와 비교해 보면 Lee *et al.*(2000)이 단백질 함량이 낮으면 최고점도와 강하점도는 높으며 최종점도 및 치반점도가 낮은 것으로 보고 한 바와 일치하며, amylose 함량이 높아지면 최고점도와 강하점도는 낮아지고 치반점도가 높아진다는 보고와 일치한다(Lee *et al.*, 1983; Kwon *et al.*, 1990). 또한 Choi *et al.*(2006)에 의하면 알칼리붕괴도(ADV)와 호화개시온도 간에는 고도로 유의한 부의 상관관계를 나타내었다고 보고하였다.

Son *et al.*(2002)은 우리나라에서는 오랫동안 쌀을 주로 밥 짓는데 이용하여왔기 때문에 재배품종 쌀의 외관이나 배유의 이화학적 특성이 비교적 단순하다고 보고 하였고, 그러나 세계 각국에서 수집한 벼유전자원의 쌀의 크기와 모양, 향미, 색깔 등의 외관적 특성과 전분, 단백질, 지방질 등 이화학적 특성에서 변이가 심하다고 보고 하였다(Cho, 1992; Park *et al.*, 1993).

본 실험에서 얻어진 결과들은 향미 유전자원을 중심으로 쌀의 이화학적 특성이 갖는 다양성을 이용한다면 기능성과 품질이 우수한 향미 쌀 육종을 위한 육종재료 선발의 기초 자료로 이용할 수 있을 것이다.

## 적 요

본 시험은 국내 육성 5품종, 국외 도입 61품종 등 향미자원 66품종 및 국내에서 재배면적이 넓은 재래종 14품종을 비향미자원의 이화학적 특성을 평가하고자 아밀로스함량, 단백질함량, 알칼리붕괴도(ADV) 및 호화점도(RVA)등을 분석 향후 기능성 및 다양한 향미 품종의 육성에 필요한 기초 자료를 제공하고자 실시하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 국내 육성향미 자원(18.1%) 및 국내 다면적 재래종(19.0%) 각각의 저아밀로스 자원을 제외하면 평균 아밀로스함량이 비슷하였으며, 외국에서 도입한 인디카형(25.6%) 및 자포니카형(25.0%) 향미자원의 평균 아밀로스함량보다 매우 낮은 경향을 보였다.

2. 국내에서 육성한 통일계와 자포니카형 향미품종 각각의 평균 단백질함량은 7.6%와 6.4%이었고 인디카형 도입 향미자원 및 자포니카형 도입 향미자원의 평균 단백질함량은 각각 7.6%와 7.0%이었으며, 국내 다면적 재래자원(자포니카형)들의 평균 단백질함량은 5.6%이었다. 자포니카형의

품종들이 인디카형 자원에 비해 다소 낮은 단백질함량을 나타내었으며, 외국에서 도입한 향미자원의 경우 단백질함량의 변이 폭이 넓었다.

3. 국내에서 육성한 향미 자원 중 통일계 품종의 평균 알칼리붕괴도는 5.0이었고 자포니카형 품종의 평균 알칼리붕괴도는 6.0이었다. 인디카형 도입 향미자원의 평균 알칼리붕괴도는 4.3이었고 자포니카형 도입 향미자원의 평균 알칼리붕괴도는 5.1이었다. 국내 다면적 재래자원(자포니카형)의 평균알칼리붕괴도는 6.0이었다. 알칼리붕괴도 값은 자포니카형 > 통일계 > 인디카형의 순서로 낮았으며 도입 향미자원의 알칼리붕괴도 값의 분포가 국내 육성 향미 자원이나 국내 재래자원보다 넓었으며 평균값도 낮게 보였다.

4. Amylogram의 전체적인 양상을 살펴보면, 전체 자원의 최고점도, 최저점도, 최종점도는 국내육성 향미 자원 중 통일계 품종 > 국내 다면적 재래자원(자포니카형) > 국내 육성 자포니카형 향미자원 > 인디카형 도입 향미자원 > 자포니카형 도입 향미자원 순으로 낮은 평균값을 보였다. 또한 국내외 향미 자원 및 일반 벼의 생태형(ecotype)에 따라 아밀로그램의 양상이 뚜렷하게 차이를 나타내었으며, 배유의 amylose와 amylopectin의 구성조합의 차이에 따른 메벼, 찰벼, 중간찰벼의 아밀로그램의 양상이 구분이 가능하였으며, 특히 찰벼의 경우 메벼나 자포니카형에 비해 뚜렷한 차이를 보였다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 농업생명공학연구원의 기본과제로 수행되었으며 주저자의 박사학위논문 수행을 위한 산학연과정으로 도움을 받아 수행하였다.

## 인용문헌

- Agency of Science and Technology, Resource Research Committee Standard Food Composition Table of Japan. 1982 Printing Bureau, Ministry of Finance, 5rd Edit.
- Beachell, H. M. 1967. Breeding rice for accepted cooking and eating quality. Int. Rice Comm. Newslet. Spec. Issue, 161-165.
- Buttery, R. G., J. G. Turnbaugh, and L. C. Ling. 1988. Contribution of volatiles to rice aroma. J. Agric. Food Chem. 36 : 1006-1009.
- Cho, S. J. 1974. Studies on the changes of amylose content and quality of rice. Thesis of Master's degree. Chungnam National University.

- Cho, S. Y. 1992. Rice for the principal food and health. Symposium of RDA : 43-72.
- Choi, H. C. 1998. Current achievement and prospect of grain quality improvement in rice breeding. Proceedings of the Korean Society of Crop Science Conference. 1-10.
- Choi, H. C., H. C. Hong, and B. H. Nahm. 1997. Physicochemical and Structural Characteristics of Grain Associated with Palatability in Japonica Rice. Korean J. Breeding. 29(1) : 15-27.
- Choi, Y. H., K. H. Kim, and M. Y. Kang. 2001. Physicochemical properties of starches from flavored glutinous rice varieties. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30(5) : 765-769.
- Choi, Y. H., K. H. Kim, H. C. Choi, H. G. Hwang, Y. G. Kim, K. J. Kim, and Y. T. Lee. 2006. Analysis of quality properties in Korea-bred rice cultivars. Korean J. Crop Sci. 51(7) : 224-231.
- Deffenbang, L. B. and C. E. Walker. 1989. Comparism of starch pasting properties in the Brabender-Viscoamylograph and the Rapid Visco analyzer. J. of Cereal Chemistry. 66 : 493-499.
- Fushimi, T. and T. Ishitani. 1994. Scented rice and its aroma compounds. Koryo, 183 : 73-80.
- Gomez, K. A. 1979. Effect of environment on protein and amylose content of rice, chemical specs of rice grain quality. IRRI. 59-68.
- Gomez, K. A. and S. K. De Datta. 1975. Influence of environment on protein content of rice. Agrono. Jour. 67 : 565-568.
- Han, L. Z., H. J. Koh, Y. J. Won, H. C. Choi, Z. H. Nan and M. H. Heu. 1999. Comparison of grain quality characteristics between japonica rices of Korea and Jilin province of China. Korean J. Breed. 31(1) : 48-56.
- Heu, M. H., and S. Z. Park. 1979. Genetic behavior of alkali digestibility in rice endosperm. I. Alkali digestibility of hybrid seeds (F1) and F2 grains in the cross between low and high ADV parents. Korean J. Breed. 11(3) : 196-200.
- Heu, M. H., H. S. Suh, K. H. Kim, S. Z. Park, and H. P. Moon. 1976. The environmental variation of protein content, amylose content and akali digestibility of rice grain. Seoul Nat'l Univ., Coll. of Agric. Bulletin 1(1) : 21-37.
- Heu, M. H., S. Z. Park, and H. S. Suh. 1979. Changes in amylose content and alkali digestibility value of rice grain during ripening period. Korean J. Crop Sci. 24(3) : 1-6.
- Hibi, Y., S. Kitamura, and T. Kuge. 1990. Effect of lipids on the retrogradation of cooked rice. Cereal Chem., 67 : 7.
- Juliano, B. O. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. Cereal Sci. Today 16 : 334-340.
- 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., G. B. Cagampang, L. J. Cruz, and R. G. Santiago. 1964a. Some properties of rice in Southeast Asia Cereal Chem. 41 : 275-286.
- Juliano, B. O., G. M. Bautista. J. C. Lugay. and A. C. Reyes. 1964b. Studies on the physicochemical properties of rice. Jour. Agric. & Food Chem. 12 : 131-138.
- Katsuta, K., K. Nishimura, and M. Miura. 1992. Effects of saccharides on stabilities of rice starch gels. 2, Oligosaccharides. Food Hydrocoll., 6 : 399.
- Kim, K. H., M. H. Heu, S. Z. Park, and H. J. Koh. 1991. New mutants for endosperm and embryo characters in rice. Korean J. Crop. Sci. 36(3) : 197-203.
- Kim, K. H., S. Y. Cho, H. P. Moon, and H. C. Choi. 1994. Breeding strategy for improvement and diversification of grain quality in rice. Korea J. Breed. 26(2) : 3-19.
- Kim, K. J., and K. H. Kim 1987. Study on the physicochemical properties of rice grains harvested from different regions. Korea J. Crop Sci. 32(2) : 234-242.
- Kim, S. K. 1994. Effects of cooking conditions on the retrogradation of cooked rice. Thesis of Doctor's degree. Chonnam National University.
- Kwon, Y. W., E. W. Lee and B. W. Lee. 1990. Climate, soil and cultural technology of the areas producing high quality rice in Korea with emphasis on the difference between Ichon and other regions-RDA. J. Crop Sci. 33, 291-303.
- Lee, B. Y., I. H. Yoon, I. Tetsuya, K. Ikuji, and O. Tesujiro. 1989. Cooking quality and texture of japonica-indica breeding type and japonica type, Korea rice. Korean J. Food Sci. Technol. 21(5) : 613-618.
- Lee, C. H., S. G. Kim, and J. C. Chae. 1983. Basic Studies on the Establishment of Methodology for Rice Quality Determination. Res. Reports RDA. pp. 83-94.
- Matsunaga, A. and Kainuma, K. Studies on the retrogradation of starch in starchy foods. starch, 38, 1 (1986).
- Miura, M., A. Nishimura, and K. Katsuta. 1992. Influence of addition of polyols and Food emulsifiers on the retrogradation rate of strach. Food Structure 11 : 225.
- Okamoto, M., T. Horono, and Ma Sakai. 1992. Relation of nitrogen content and Mg/K ratio of brown rice to stickiness of cooked rice. Japan J. Breed. 42 : 595-603.
- Park, S. J., H. C. Choi, M. H. Hue, and H. J. Koh. 1993. Improvement of eating quality of rice and development of new materials. Special report of the Rural Development Agricultural. pp. 88-143.
- Sharp, R. N. 1986. Quality evaluation of miled aromatic rice from India, Thailand and the united states. J. Food Sci., 52 : 634-636.
- Somrith, B. 1994. Genetic analysis of traits related to grain yield and quality in two crosses of rice (*Oryzae sativa* L.). Ph. D. thesis, Post Graduate School. Indian Agri. Res. Inst.
- Son, J. R., J. H. Kim, J. I. Lee, Y. H. Youn, J. K. Kim, H. G. Hwang, and H. P. Moon. 2002. Trend and further research of rice quality evaluation. Korean J. crop Sci. 47(s) : 33-54.
- Takahashi, S., R. Kobayashi, T. Watanabe, and K. Kainuma.

1983. Effects of addition of soybean protein on gelatinization and retrogradation of starch. *J. Jnp. Soc. starch Sci.*, 30 : 276.
- Tamaki M, M. Ebata, T. Tashiro, and M. Ishikawa. 1989. Physico-ecological Studies on Quality Formation of Rice Kernel. III. Effects of ripening stage and some ripening conditions on free amino acids in milled rice kernel and in the exterior of cooked rice. *Japan J. Crop Sci.* 58(4) : 695-703.
- 石間紀男, 平宏和, 平春枝, 御子柴穆, 吉川誠次. 1974. 米の食味に及ぼす窒素精施肥および白米中のタンパク含量有率の影響. *食總研報* 29 : 9-15.