

## 우리나라 재래종 벼 유전자원의 미질관련 특성

이정로\* · 마경호\* · 이기안\* · 곽재균\* · 이점식\*\* · 강희경\*\*\* · 김연규\* · 조진웅\*\*\*\*<sup>†</sup> · 이석영\*<sup>†</sup>

\*국립농업과학원, \*\*국립식량과학원, \*\*\*공주대학교, \*\*\*\*충남대학교

### Analysis of Grain Quality Related Properties in Korean Rice Land-races Germplasm

Jung-Ro Lee\*, Kyung-Ho Ma\*, Gi-An Lee\*, Jae-Gyun Gwag\*, Jeom-Sik Lee\*\*, Hee-Kyoung Kang\*\*\*, Yeon Kyu Kim\*, Jin-Woong Cho\*\*\*\*<sup>†</sup>, and Sok-Young Lee\*<sup>†</sup>

\*National Academy of Agricultural Science, Suwon 442-807, Korea

\*\*National Institute of Crop Science, Suwon 442-807, Korea

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

\*\*\*\*College of Agricultural & Life Sciences, Chungnam National University, Deajeon 305-764, Korea

**ABSTRACT** This study was conducted to make clustering analysis based on major physicochemical characteristics related to palatability of 394 Korean rice land-races. The items investigated were protein content, Mg content, K content, Mg/K ratio, Toyo-taste value, ADV (alkali digestion value) and amylose content. The range of the physicochemical characteristics such as amylose, protein, magnesium, potassium was from 12.4 to 28.9%, from 5.2 to 9.9%, from 12.7 to 37.7 mg and from 60.0 to 125.9 mg, respectively. In this experiment, the grain quality, properties significantly associated with the estimates of Toyo taste meter, were protein and amylose contents and hot viscosity. Also, at the expected taste as a cooking rice, using Toyo taste meter, a total 16 accessions were selected as good taste as "Ilpumbyeo". Also, IT173444, IT008530 and IT006554 were selected as remarkable sources for the cooking rice, in terms of gelatinated temperature and Toyo taste meter value.

**Keywords** : rice, variety, grain quality, amylose, protein, viscosity

**최근** 쌀 시장 개방으로 인해서 우리 쌀의 시장 경쟁력 향상방안으로 고 품질 쌀 육종에 대한 관심이 더더욱 높아졌다. 밥을 주식으로 하여온 우리들의 정서에서는 밥을 지었을 때 윤기 및 찰기가 있는 품종을 주로 고 품질의 쌀로 여겨지고 있다.

재래종 유전자원은 조상들에 의하여 오랫동안 재배되어

온 품종으로 생태적으로 안정된 특성을 보일 뿐 아니라 오랜 식생활 습관에 따른 높은 기호 적응성을 갖고 있다고 할 수 있다. 우리나라는 일본과 더불어 자포니카 벼를 주식으로 하는 나라이나 일본과의 문화적, 역학적인 관계로 우리나라의 재래종을 육성종 개발에 활용한 바는 크지 않다. 따라서 우리나라 벼 재래종 유전자원에 대해 유전자원의 특성 조사 및 가치평가를 통한 활용제고 방안이 필요하다.

본 연구는 농촌진흥청 농업유전자원센터에 보존되고 있는 대표적인 재래종 벼 유전자원 394 품종을 이용하여 미질관련 특성에 관한 여러 조사 항목 즉, 단백질, 아밀로스, 마그네슘과 칼슘의 함량, Mg/K 비율, Toyo 식미계를 이용한 식미검정, 알카리 붕괴도 등에 대해 조사하였고, 이들 성분함량과 Toyo 식미계를 이용한 식미값과의 관계에 대하여 알아보았다.

### 재료 및 방법

#### 공시재료

본 시험에 사용된 공시품종은 재래종 벼 유전자원 394 품종으로, 농촌진흥청 농업생명공학연구원의 유전자원과에 보존하고 있는 우리나라 벼 재래종 유전자원으로부터 394 점을 대표자원으로 선발한 것으로, 2007년 수확한 종자를 4℃ 저온저장고에 보존하며 사용하였다(Table 1).

#### 식미 관련 특성조사 방법

단백질 함량 분석은 단백질 자동분석기(2400KJ2LTEC,

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-42-821-5725, +82-31-299-1821 (E-mail) jwcho@cnu.ac.kr, lsy007@korea.kr

<Received 29 October, 2013; Accepted 18 November, 2013>

Table 1. List of 394 accession of Korean rice land-races used for the experiment.

No.	IT No.	No.	IT No.	No.	IT No.	No.	IT No.	No.	IT No.	No.	IT No.	No.	IT No.
1	009065	51	007286	101	010627	151	008982	201	k026158	251	008798	301	007801
2	008897	52	009265	102	010727	152	005677	202	k026159	252	k026167	302	008355
3	008850	53	005660	103	010728	153	008286	203	k026160	253	007464	303	k026176
4	006119	54	008289	104	010726	154	155896	204	k026161	254	007999	304	k026177
5	008983	55	005970	105	006556	155	006005	205	006385	255	009123	305	k026178
6	006114	56	005679	106	010374	156	155895	206	k026162	256	009117	306	005993
7	007532	57	007486	107	010721	157	k026150	207	006089	257	k026168	307	005142
8	006242	58	006129	108	010340	158	007633	208	004899	258	008413	308	008891
9	006116	59	006376	109	010376	159	007578	209	007687	259	010161	309	005835
10	008895	60	008717	110	008700	160	009128	210	005762	260	007446	310	005216
11	006087	61	005754	111	010582	161	006538	211	009173	261	009056	311	006260
12	008438	62	006298	112	008385	162	007559	212	007436	262	010577	312	009180
13	007807	63	006366	113	008296	163	173444	213	006577	263	010704	313	008831
14	006151	64	006354	114	005205	164	005509	214	009138	264	009182	314	009177
15	004694	65	008382	115	008295	165	173445	215	008469	265	010339	315	006010
16	009264	66	007975	116	007742	166	005068	216	005946	266	006622	316	006066
17	006397	67	4811	117	008310	167	009221	217	005987	267	009057	317	007592
18	004768	68	005044	118	004692	168	005678	218	010625	268	008986	318	007278
19	006064	69	009069	119	005040	169	008743	219	006410	269	010375	319	008255
20	005908	70	k026145	120	008590	170	004753	220	007598	270	006000	320	009120
21	008984	71	008888	121	008408	171	006768	221	004914	271	006776	321	k026179
22	006103	72	005057	122	010417	172	k026151	222	006578	272	006424	322	006084
23	008599	73	005070	123	009073	173	005994	223	007604	273	007688	323	008277
24	008580	74	006663	124	007660	174	007792	224	007274	274	009191	324	010274
25	006138	75	009077	125	005681	175	008267	225	006520	275	006404	325	006554
26	006372	76	008672	126	007717	176	004771	226	008804	276	k026169	326	006735
27	004775	77	004697	127	009118	177	004770	227	005742	277	005743	327	006687
28	k026144	78	006078	128	008992	178	173446	228	005689	278	008749	328	008579
29	008401	79	006684	129	008951	179	006818	229	007442	279	007903	329	006772
30	007631	80	008357	130	007245	180	005500	230	005223	280	009189	330	009078
31	004839	81	007460	131	006559	181	004861	231	k026163	281	004760	331	005716
32	007684	82	k026146	132	008741	182	008530	232	009169	282	008883	332	008390
33	008996	83	k026147	133	005693	183	203619	233	008806	283	007714	333	008981
34	007721	84	006302	134	007389	184	k026152	234	008816	284	008453	334	007254
35	006560	85	010275	135	009267	185	k026153	235	k026164	285	k026170	335	007290
36	005504	86	010151	136	005893	186	004769	236	007629	286	k026171	336	005691
37	007693	87	110944	137	007746	187	009060	237	009174	287	006125	337	005046
38	006386	88	010276	138	007630	188	k026154	238	006258	288	007570	338	005989
39	005133	89	010565	139	009023	189	k026155	239	006380	289	k026172	339	009172
40	008361	90	010345	140	008189	190	k026156	240	005882	290	009129	340	005718
41	006243	91	010628	141	007634	191	006620	241	008293	291	k026173	341	006247
42	006400	92	010480	142	006483	192	004688	242	008820	292	005126	342	k026180
43	008471	93	151696	143	005508	193	005756	243	006522	293	005915	343	009187
44	007596	94	k026148	144	005095	194	005736	244	k026165	294	k026174	344	005682
45	007622	95	k026149	145	008799	195	008388	245	007487	295	008725	345	007605
46	008268	96	010630	146	007282	196	008710	246	008591	296	k026175	346	008344
47	006310	97	010631	147	005505	197	008196	247	009059	297	007270	347	k026181
48	006551	98	005206	147	006657	198	006100	248	010707	298	005948	348	006596
49	005694	99	010612	149	005683	199	k026157	249	008999	299	008734	349	005076
50	006266	100	010555	150	008528	200	008732	250	k026166	300	005506	350	005980

FOSS)를 이용하였으며, 쌀가루 500 mg을 평량하여 200 mL 분해관에 넣고 여기에 분해촉매제(K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3.5 g + Se 3.5 mg) 1정과 진한 황산 10 mL를 가하여 420°C 분해열판에서 40분간 분해하고, 분해완료 후 냉각한 분해관을 자동 증류, 적정장치로 옮겨 증류 및 적정하였다.

Mg, K 분석 및 Mg/K 함량 비율은 ICP spectrometer를 이용하여 시료 100g 중의 Mg 함량과 K 함량을 mg 단위로 ICP를 이용하여 측정하였고, Mg/K 함량 비율도 측정하였다.

알카리붕괴도는 Petri dish에 반복당 백미완전립 6립씩 넣고 3반복으로 1.4% KOH 용액에서 30°C에서 23시간 처리 후 Litte *et al.* (1958)방법과 IRRI방법에 따라 쌀알의 붕괴 정도를 1~7단계로 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 나타낸다.

아밀로스 함량 분석은 Juliano(1985)의 비색 정량법에 따라 100 mg 백미가루에 95% ethanol 1 mL 와 1 N NaOH 9 mL을 가해 끓는 물속에 8분간 호화 시킨 후 냉각시켜 그 중 5 mL를 취해 1 N acetic acid 1 mL와 2% I<sub>2</sub>-KI solution 2 mL를 가해 증류수로 100 mL까지 채우고 620 nm의 파장에서 spectrophotometer로 읽어 흡광도를 측정하여 계산하였다.

아밀로그래프 특성 분석은 Rapid Visco Analyser III 기기를 이용하여 3 g의 쌀가루를 25 mL 증류수를 현탁액을 만들어 mixing bowl에 넣고 50°C로 다시 냉각시키면서 호화 특성을 조사하였다. 아밀로그래프에서 최고점도(P), 최저점도(H), 최종점도(C)를 구하고, 이것을 이용하여 강하점도(breakdown)는 최고점도와 최저점도의 차이(P-H)로, 응집점도(consistency)는 최종점도와 최저점도의 차이(C-H)고, 그리고 치반점도(setback)는 최종점도와 최고점도의 차이(C-P)로 산출하였다. 점도 단위는 RVU(Rapid Visco Unit)로 표시하였다.

Toyo 식미분석은 기계적인 식미치 분석으로, 백미기(Stake THV, Yamamoto, Japan)를 이용하여 도정된 시료 33g을 취하여 취반용 셀에 넣은 후 취반기 취반기(MB90A, Toyo, Japan)에서 10분간 취반한 후 꺼내어 실온에 두고 5분 경과되면 부속장치에서 platefmf 분리하여 토요식미계 식미 측정장치(MB90B, Toyo, Japan)에 넣어 식미지수를 측정하였다.

## 결과 및 고찰

Fig. 1은 재래종 394품종의 단백질 함량을 나타낸 것이

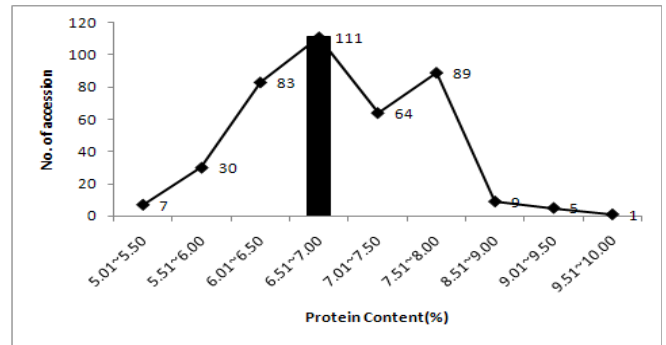


Fig. 1. Distribution of protein content on 394 accessions of Korean rice land-races.

다. 단백질 함량은 장려품종 “일품”이 6.2%였는데, 일품보다 약간 높은 6.5~7.0%를 중심으로 정규분포와 유사한 분포를 하였으나 5.2~9.9%까지 다양한 분포를 보였다.

국제 미작연구소에서(IRRI)에서 현미에 포함되어 있는 단백질 함량을 조사한 결과 그 범위는 5~17% 범위에 분포되어 있으며 평균치는 10.6%라고 하였다. 우리나라의 품종에 대한 연구보고에서는 일반계는 평균 약 8.25% 통일계는 평균 9.03%라고 보고하고 있으며 양질미 품종 선발기준에서 단백질 함량 범위는 7~9% 범위이다. 일본식품표준성분표에 의하면 단백질 함량은 현미 7.4%, 백미 6.8%로서 세계의 쌀과 비교해 볼 때 우리나라와 일본은 단백질이 적은 그룹에 속한다. 단백질 함량이 많으면 영양적으로 우수하다고 생각되어지나, 식미의 관점으로 보면 단백질 하량이 높은 쌀은 경도가 높고, 점도가 낮은 밥이 되는 경향이 있다. 백미중의 단백질 함량이 높으면 식미관능 검사에 있어서 식미평가가 낮다는 보고도 있다(Song *et al.*, 2002)

Mg함량은 12.7mg에서 37.7mg까지의 넓은 범위의 분포를 가졌고, K함량 또한 60.0mg에서 125.9mg까지의 넓은 범위의 분포를 나타냈다(Fig. 2, 3). 차진정도와 관련되는 Mg/K 비율은 일품벼는 0.83이었는데 일품벼보다 주로 높게 분포하였다(Fig. 4). 미립중의 무기성분은 왕겨, 미강, 배아에 집중되어 있고 백미중에는 그 함량이 적는데 P, K, Mg, Cl, Ca, Si 순으로 많다. 일본에서는 쌀의 식미와 무기질과의 관계에 주목하여 Mg/K·N 이라는 식미지표를 제안하였다. Mg형 곡물, K형 곡물 또는 중간형의 분류는 곡물의 종이나 품종의 특성에 의한 것이며 쌀에 있어서는 양질 쌀 또는 저급쌀인가를 구분하기도 하였는데 무기성분들이 전분의 합성, 호화, 노화에 어떻게 관여하고 식미에 영향을 주는 기작에 대해서는 차 후 더욱 연구해야 할 과제라고 생각된다.(Son *et al.*, 2002).

Toyo 식미계를 이용한 식미 검정에서는 현재 양식미 품

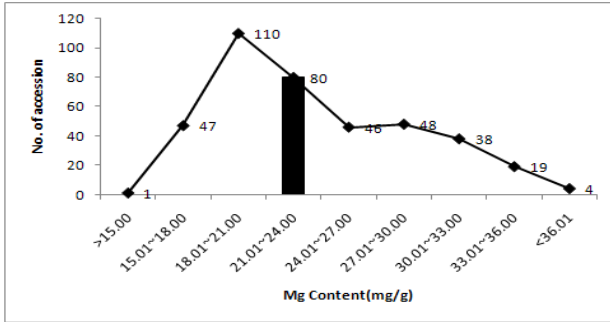


Fig. 2. Distribution of magnesium content on 394 accessions of Korean rice land-races.

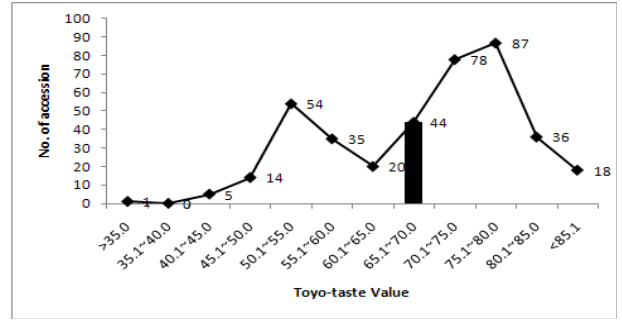


Fig. 5. Distribution of Toyo-taste value on 394 accessions of Korean rice land-races.

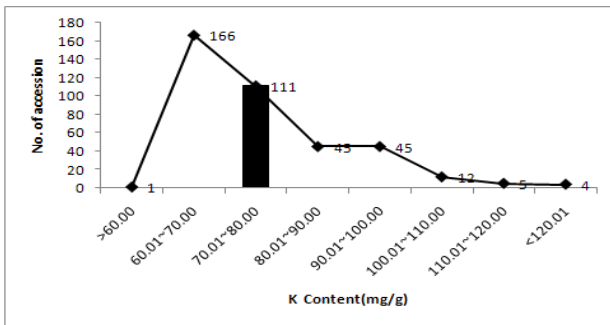


Fig. 3. Distribution of potassium content on 394 accessions of Korean rice land-races.

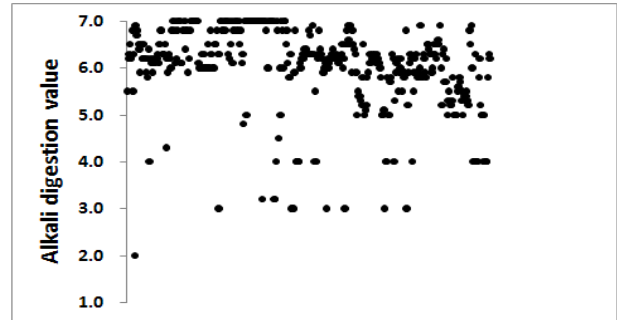


Fig. 6. Distribution of alkali digestion value of 394 accessions of Korean rice land-races.

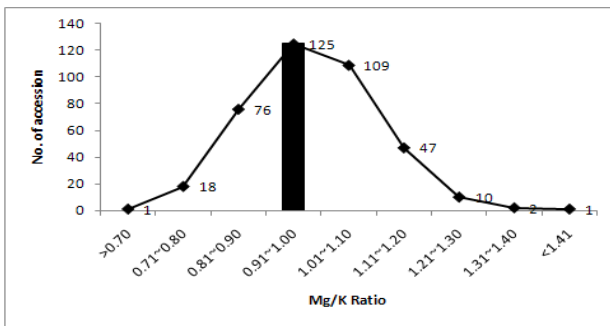


Fig. 4. Distribution of Mg/K ratio on 394 accessions of Korean rice land-races.

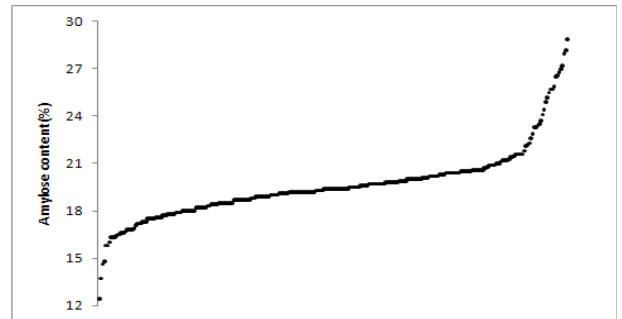


Fig. 7. Distribution of amylose content on 295 accessions of non-glutinous Korean rice land-races.

종으로 평가받고 있는 “일품”은 85.3이었는데, 일품과 유사한 품종도 16품종이나 되었다(Fig. 5). Toyo 식미치는 34.9~88.2까지 다양한 분포를 나타냈는데, 평균 68.6을 중심으로 70.0~80.0의 분포가 가장 많았다. 쌀밥의 식미 평가를 객관적으로 신속하게 수행하기 위해서 여러 종류의 식미계가 개발되어 이용되고 있는데, 그중에서도 Toyo-미도 메타 식미계는 백미를 단시간에 취반한 반증미판에 전자파를 조사하여 반사되는 밥의 윤기로부터 식미치를 제시해 주며 실제 식미관능 평가치와 80% 이상의 적중률을 나타내어 식

미의 객관적 평가에 유용하게 이용되고 있다(Choi *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2007; Yoon *et al.*, 2007).

KOH에 의한 알카리붕괴도는 1.0~7.0까지의 분포하였는데 “일품”의 6.4와 유사한 품종이 95품종이나 되었다(Fig. 6). 쌀의 찰기를 결정하는 주된 인자이며 미질을 나타내는 척도의 하나인 아밀로스 함량은 현재 우리나라 수도장려품종들이 대체로 18~20% 수준에 있는데 비하여 재래종 유전자원에서 메벼의 범위가 12.4~28.9%였고 18~20% 범위에 있는 품종은 144 품종이나 되었다(Fig. 7). 재

래종 자포니카 계통의 호화온도 범위는 65.3~79.9℃였는데, 일반적으로 우리나라 사람들이 양식으로 선호하는 것은 호화온도가 낮은 품종인데, 호화온도는 낮고 Toyo 식미치가 높은 품종은 IT 173444번, 008530번, 006554번이 대표적이었다. 호화온도는 쌀알 내 전분의 물리적 특성의 하나로서 밥짓는 정도에서 쌀알에 수분이 흡수되어 전분입자들이 결합성을 상실하여 풀어지게 되는 온도를 말하는데, 백미의 알카리붕괴도와 상관성이 높아 쌀알의 알카리 붕괴성 정도로 호화온도를 추정하기도 한다. 호화온도는 쌀 배유 전분입자의 강도에 영향하며 일반적으로 호화온도가 높은 것(알카리 붕괴도가 낮은 것)은 낮은 것에 비하여 밥짓는데 보다 많은 양의 물과 시간을 요구하므로 소비자들이 기피하는 불량한 형질로 취급되고 있다. 이러한 이유들로 호화온도는 아밀로스 함량 선발의 지표로서 이용되기도 한다(Heu & Park, 1979; Park & Hue, 1981).

일반적으로 쌀가루의 현탁액은 가열에 의하여 전분이 호화되면서 점도가 급격히 증가하다가 이약이 온도가 어느 수준 이상으로 올라가면 점도가 떨어지며 이를 냉각시키면 점도가 다시 증가하는 아밀로그래프 특성은 최고점도(peak viscosity), 최저점도(trough), 최종점도(final viscosity), 강하점도(breakdown), 응집점도(pasting consistency), 및 취반점도(setback) 등으로 구분된다. Kwak(2005)의 보고에 의하면, 최고점도 및 강하점도는 식미총평과 고도의 정상관을 보였고 응집점도 및 취반점도 그리고 최종점도는 식미총평과 부의 강관을 보였다. 최종점도, 응집점도, 취반점도는 통일형의 temperate indica 계통이 전형적이 인디카 계통과 신초형의 tropical japonica 계통보다 낮게 분포하였다.

## 적 요

농촌진흥청 농업유전자원센터에 보존되고 있는 우리나라 재래종 벼 유전자원 중 선발된 394품종의 미질과 관련된 특성을 분석하고 상호관계에 대한 결과는 다음과 같다.

1. 단백질 함량은 5.2~9.9%까지 다양한 분포를 보였고, Mg함량은 12.7 mg에서 37.7 mg까지의 넓은 범위의 분포를 보였으며, K함량 또한 60.0 mg에서 125.9 mg까지의 넓은 범위의 분포를 나타냈고, 차진정도의 지표로 사용되는 Mg/K 비율은 일품벼보다 높게 분포하였다.
2. 쌀의 차진정도를 결정하는 주된 인자이며 미질을 나타내는 척도의 하나인 아밀로스 함량은 현재 우리나라 밥쌀용 수도 장려품종들이 대체로 18~20% 수준에

있는데 비하여 재래종 유전자원에서 메벼의 범위가 12.4~28.9%였고 18~20% 범위에 있는 품종은 144 품종이었다.

3. KOH에 의한 알카리붕괴도는 0.0~7.0까지 분포하였는데 일품벼의 6.4와 유사한 품종이 95품종이었다.
4. Toyo 식미계를 이용한 식미 검정에서 현재 양식미 품종으로 평가받고 있는 일품벼와 유사한 품종이 16품종이고, 우리나라 사람들이 양식으로 선호하는 호화온도가 낮고 Toyo 식미치가 높은 품종은 IT 173444번, 008530번, IT 006554번이 대표적이었다.

## 사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구비 지원(PJ008623)에 의해 수행된 결과이며 이에 감사드립니다.

## 인용문헌

- Cheng F. M., Q. F. Zhang, H. J. Zhu, N. C. Zhao, F. Wang, K. M. Chen, and G. P. Zhang. 2007. The difference in amylose content within a panicle as affected by the panicle morphology of rice cultivars. *Journal of Cereal Science*. 46 : 49-57.
- Choi, H. C., C. H. Ha, and H. N. Baek. 1997. Physicochemical and structural characteristics of grain associated with palatability in *Japonica* rice. *Korean Journal of Breeding*. 29(1) : 15-27.
- Choi, S. J., R. K. Park, and H. O. Choi. 1979. Studies on inheritance and variability of amylose content of rice kernels. *Korean J. Breed.* 11(3) : 213-221.
- 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 grain quality properties in Korea-bred Japonica rice cultivars. *Korean J. Crop Sci.* 51(7) : 624-631.
- Heu M. H. and S. Z. Park. 1976. Dosage effect of Wx allele on the amylose content of rice grain. (I. Amylose content of hybrid seeds obtained from isogenic lines for glutinous and base color). *Korean J. Breed.* 8(1) : 48-54.
- Heu M. H. and S. Z. Park. 1979. Genetic behavior of alkali digestibility in rice endosperm. (I. Alkali digestibility of hybrid seeds (F<sub>1</sub>) and F<sub>2</sub> grains in the cross between low and high ADV parents). *Korean J. Breed.* 11(3) : 196-200.
- Hiratsuka M., Y. H. Jeong, H. C. Hong, H. J. Koh, and H. C. Choi. 2006. *Korean Journal of Breeding*. 38(4) : 231-235.
- Kim, C. E., J. K. Sohn, and M. Y. Kang. 2007. Relationship between palatability and physicochemical properties of carbohydrate component in rice endosperm. *Koeran J. Crop Sci.* 52(4) : 421-428.

- Kim, K. H. and H. S. Lee. 1990. Gel consistency of Korean rice varieties. *Korean J. Breed.* 21(4) : 275-282.
- Kim, S. K., J. C. Chae, M. S. Lim, and J. H. Ree. 1985. Interrelationship between amylose content and physical properties of milled rice. *Korean J. Crop Sci.* 30(3) : 320-325.
- Kim Y. D., K. Y. Ha, S. J. Yang, H. T. Shin, S. Y. Lee, and S. Y. Cho. 1996. Comparison of physicochemical properties between japonica and indica waxy rice. *Korean Journal of Breeding.* 28(4) : 429-435.
- Kwak, T. S. 2005. Comparison of amylogram properties among several subspecies of rice. *Korean J. Crop Sci.* 50(3) : 186-190.
- Li, Y., C. F. Shoemaker, J. M., X. S., and F. Zhong. 2008. Paste viscosity of rice starches of different amylose content and carboxymethylcellulose formed by dry heating and the physical properties of their films. *Food Chemistry.* 109 : 616-623.
- Liu, Z., F. Cheng, and G. Zhang. 2005. Grain phytic acid content in japonica rice as affected by cultivar and environment and its relation to protein content. *Food Chemistry.* 89 : 49-52.
- Liu Z. H., F. M. Cheng, W. D. Cheng, and G. P. Zhang. 2005. Positional variations in phytic acid and protein content within a panicle of japonica rice. *Journal of Cereal Science.* 41 : 297-303.
- Madhusudana, R. G. and E. A. Siddiq. 1976. Studies on induced variability for amylose content with reference to yield components and protein characteristics in rice. *Environmental and Experimental Botany.* 16 : 177-188.
- Park S. Z. and M. H. Heu. 1981. Genetic behavior of alkali digestibility in rice endosperm. (II. Alkali digestibility of hybrid seeds (F<sub>1</sub>) and F<sub>2</sub> grains in the crosses among low, intermediate and high ADV parents). *Korean J. Breed.* 13(1) : 14-19.
- 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.
- Takayuki, U., Y. Nakamura, and N. Ishikura. 1995. Activity of starch synthase and the amylose content in rice endosperm. *Phytochemistry.* 40(6) : 1613-1616.
- Yoon, M. R., C. E. Kim, H. J. Koh, and M. Y. Kang. 2007. Physicochemical properties of rice kernels affected on palatability. *Koeran J. Crop Sci.* 52(1) : 45-50