

여러 아종 벼 품종들간 아밀로그래프 특성 비교

곽태순[†]

상지대학교 생명자원과학대학

Comparison of Amylogram Properties among Several Subspecies of Rice

Tae-Soon Kwak[†]

Life Science and Natural Resources College, Sangju University, Wonju 220-702, Korea

ABSTRACT : This experiment was conducted to collect the basic information on the varietal diversity in amylogram properties of 3 different rice sub-species under tropical conditions in IRRI 2001 wet season based upon correlation and principal component analysis. The peak viscosity and breakdown property of Tongil type, i.e., temperate Indica species showed higher similarity with Japonica type species rather than typical Indica and tropical japonica types. The amylogram properties such as final viscosity, pasting consistency and setback of Tongil type varieties were lower than those of typical Indica and tropical japonica types. The peak viscosity showed positive correlation with trough, while the breakdown showed negative correlation with setback in all tested 3 rice sub-species. The first principal component was applicable to increase the gelatinization temperature, final viscosity, pasting consistency and setback, and applicable to decrease the peak viscosity and breakdown. Varietal classification by the principal component score of each pedigree could be applied to the interpretation of the community by the scatter diagram for the amylogram properties to the different sub-species of rice at IRRI conditions.

Keywords: rice, sub-species, amylogram properties, principal component analysis

세계인구의 절반 이상이 쌀을 주식으로 하고 있고 이중에서 90% 이상이 아시아에서 생산되고 소비되고 있는 현재 우리의 사정은 1인당 쌀 소비량이 줄어들고 재고미가 많이 누적되어 “어떻게 하면 소비를 촉진 시킬 것인가?” 하는 것이 우리가 풀어야 할 과제인 것 같다. 국제적으로는 값싼 노동력에 의해서 생산되는 열대지방의 국가에서 품종과 재배조건만 갖추어 진다면 우리나라민이 선호하는 자포니카 벼 재배로 전환하

여 한국이 수입 개방되기를 바라는 지도 모르는 일이다. 이들 값싼 국제미와 경쟁에서 이기기 위해서는 품질개량으로 승부할 수밖에 없을 것 같다. 품질에 관련되는 여러 요인 가운데 특히 식미는 매우 큰 비중을 차지하는 요소로서 쌀의 아밀로그래프 특성과 식미와의 관계를 여러 학자(Lim *et al.*, 1995; Kim *et al.*, 1994; Juliano 1985; Suzuki 1979)들이 연구한바 일반적으로 식미가 양호한 자포니카 품종들은 호화온도가 낮고 최고점도와 강하점도가 높고 최종점도가 낮은 것으로 보고했고 인디카 품종이 자포니카 품종보다 최고점도가 높으며 이들은 단백질함량과 아밀로스함량과도 관련이 있다고 보고한바 있다. 따라서 생태형이 상이한 몇 가지 아종의 품종군에 대한 아밀로그래프 특성의 품종 다양성을 연구하는 것은 매우 뜻이 있다고 판단된다

재료 및 방법

공시재료는 Table 1에서 보는바와 같이 통일형 계통의 temperate indica 8계통, 전형적인 인디카 8계통, 그리고 최근 국제미작연구소에서 Peng & Khush 등(1999)이 개발한 신초형의 tropical japonica 8계통 등 24계통을 사용하였다. 공시 재료를 사용하여 2001년 wet season에 국제미작연구소 생리과의 표준재배법에 따라서 파종 육묘하여 B1포장에 1주4본씩 재식거리 20×20 cm로 이양하였다 생리적 성숙기(physiological maturity)에 수확 탈곡하여 도정한 후 국제미작연구소의 육종과 미질검정실에서 호화온도 등 아밀로그래프 특성을 국제미작연구소의 규정에 준하여 25 ml 증류수에 3g의 시료를 잘 섞은 후 50°C에서부터 호화를 시작하여 95°C까지 상승시킨 후 50°C로 다시 냉각시키면서 최고점도, 최저점도, 최종점도 등을 조사하였고 조사한 성적을 기준으로 상관 및 주성분 분석을 통해서 아밀로그래프 특성에 대한 품종 다양성을 파악하였다.

[†]Corresponding author. (Phone) +82-33-730-0512 (E-mail) tskwak@sangju.ac.kr <Received March 2, 2005>

Table 1. Cross combination of materials used in varietal diversity analysis for amylogram properties of the different sub-species of rice.

No. Designation	Cross	Sub-species
1. Milyang21	Suweon231/IR24	Temperate indica
2. Milyang23	Suweon232/IR24	Temperate indica
3. Yongmunbyeo	Taebaekbyeo/Milyang29	Temperate indica
4. Yongjubyeo	SR9393/Pungsanbyeo	Temperate indica
5. Dasanbyeo	Suweon332/Suweon333	Temperate indica
6. Andabyeo	SR11532-4/SR14502F2	Temperate indica
7. Areumbyeo	SR3299-34-2/Suweon318	Temperate indica
8. Namcheonbyeo	YR3299/Suweon318	Temperate indica
9. IR43	IR305-3-17-1-3/IR24	Indica
10. IR44	IR1529-680-3/CR94-13/IR480-5-9-3	Indica
11. IR50	IR2153-14-1-6-2/IR28//IR36	Indica
12. IR58	IR28/Kwang Chang A1//IR36	Indica
13. IR60	IR4432-53-33/PTB33//IR36	Indica
14. IR72	IR19661-9/IR15795-199//IR9129-209	Indica
15. PSBRc30	IR72/IR24632-34-2	Indica
16. IR68284H	IR58025A/IR34686-179-1-2-1R	Indica
17. IR66160-5-2-3-2	Shen Nung89-366/Jimbrug	Tropical japonica
18. IR68011-15-1-1-3	IR65602-44-1/Gundil Kuning	Tropical japonica
19. IR68544-29-2-1-3	IR66154-52-2/Gundil Kuning	Tropical japonica
20. IR68552-55-3-2	IR66159-52-2/Gundil Kuning	Tropical japonica
21. IR68552-57-3-2-1	IR66159-52-2/Gundil Kuning	Tropical japonica
22. IR68552-100-1-2-2	IR66159-52-2/Gundil Kuning	Tropical japonica
23. IR70485-15-3-2	IR65564-44-2-3/P.I.Q.QI.Qinteneggen	Tropical japonica
24. IR71214-48-2-1	IR67966-44-2/IR65564-44-5-1	Tropical japonica

결과 및 고찰

아종에 따른 품질관련 아밀로그래프 특성변이 및 상관

쌀 전분립자의 호화가 완료되는 호화온도는 품종 및 재배환경에 따라 55~79°C사이에서 변이를 보인다고 Kim 등(1994)이 보고했지만 본 시험에서는 인디카 계통의 호화온도 범위는 71.20~82.70°C였고 평균 77.20°C를 나타내었고 신초형의 tropical japonica계통은 71.80~79.85°C의 범위에 분포하여 평균 75.35°C를 나타내었다 통일형계통의 temperate indica계통은 71.80~74.90°C 범위의 호화온도에서 평균 73.45°C로 낮았다(Table 2) 일반적으로 호화온도가 높은 쌀의 품종은 밥을 짓는데 많은 물과 시간이 요구되며 식미와는 관계가 확실치 않지만 우리나라 사람들은 호화온도가 낮은 것을 좋아하는 편이므로 호화온도 측면에서만 본다면 사용한 3개 아종의 품종군에서 한국의 통일형인 temperate indica계통이 신초형의 tropical japonica계통과 전형적인 인디카 품종군 보다 상대적으로 밥맛이 좋을 것으로 판단된다

일반적으로 쌀가루의 현탁액은 가열에 의하여 전분이 호화되면서 점도가 급격히 증가하다가 이액이 온도가 어느 수준 이상으로 올라가면 점도가 떨어지며 이를 냉각시키면 점도가 다시 증가하는 아밀로그래프 특성은 최고점도(peak viscosity), 최저

점도(trough), 최종점도(final viscosity), 강하점도(breakdown), 응집점도(pasting consistency), 및 취반점도(setback) 등으로 구분되며 그들의 벼 아종에 따른 아밀로그래프 특성의 변이 및 평균치는 Table 2에서 보는 바와 같다 아밀로그래프 특성은 벼 품종의 등숙기간중의 온도 및 저장기간에 따라서 차이가 크지만 최고점도 및 최고점도와 최저점도의 차이인 강하점도는 한국의 통일형 계통인 temperate indica계통이 전형적인 인디카 계통과 신초형의 tropical japonica계통보다 높아 통일형 계통이 보다 자포니카 계통의 혈통에 가까울 것으로 추측 된다. 이것은 Choi 등(1989)이 연구한 아밀로그래프 특성과 식미총평과의 상관연구에서 최고점도 및 강하점도는 식미총평과 고도의 정상관을 보였고 응집점도 및 취반점도 그리고 최종점도는 식미총평과 부의 상관을 보였다는 내용과 일치하였고 본 시험에서도 최종점도, 응집점도 및 취반점도는 통일형의 temperate indica계통이 전형적인 인디카 계통과 신초형의 tropical japonica계통보다 낮게 분포하였다.

각 아종별 아밀로그래프 특성의 상관관계는 Table 3에서와 같다. 최고점도와 최저점도는 3아종에서 다같이 고도의 정상관으로 유의성을 보였고 강하점도와 취반점도에서는 3아종에서 다같이 고도의 부상관을 나타내었다. 응집점도와 취반점도에서는 통일형의 temperate indica를 제외한 전형적인 인디카 계

Table 2. Distribution of amylogram properties in the different 3 sub-species of rice.

Properties	Sub-species	Range	Mean
Gelatinization temp.	TI	74.90~71.80	73.45
	I	82.70~71.20	77.20
	TJ	79.85~71.80	75.35
Peak viscosity	TI	308~236	258
	I	258~142	217
	TJ	247~138	211
Trough	TI	131~93	104
	I	168~80	112
	TJ	104~74	94
Final viscosity	TI	209~169	188
	I	414~184	292
	TJ	241~188	205
Breakdown	TI	177~138	153
	I	147~62	104
	TJ	149~64	117
Pasting consistency	TI	100~76	84
	I	246~88	180
	TJ	141~90	112
Setback	TI	-43~-99	-65
	I	156~-59	75
	TJ	55~-59	-6

TI:Temperate indica I:Indica TJ:Tropical japonica

통과 신초형의 tropical japonica계통의 품종군에서는 고도의 유의한 정상관을 보였다. 이 결과는 Lim 등(1995)이 백미와 현미상태에서 아밀로그래프 특성간의 상관연구에서 보고한 최고 점도와 최저점도, 강하점도와 취반점도 간에는 고도의 유의성을 보였다는 내용과 같은 경향을 보였다.

몇 가지 이종에 대한 품질관련 아밀로그래프 특성에 따른 품종 분포

3 이종의 24계통에 대한 호화온도, 최고점도, 최저점도, 최종 점도, 강하점도, 응집점도, 및 취반점도 등의 아밀로그래프 특성을 기준으로 주성분 분석하여 품종군을 해석코자 시도한 결과는 Table 4, Table 5 및 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 이들 품질관련 아밀로그래프 특성으로 주성분 분석한 제1고유치의 값은 4.220, 제2고유치는 2.015 그리고 제3고유치는 0.690으로서 제3고유치 값까지의 누적 설명 가능치로 전체변이의 98.938%의 정보를 설명할 수 있었다 특히 제1고유치의 값이 매우 뚜렷한데 제1주성분에 해당하는 아밀로그래프 특성은 호화온도, 최종점도, 응집점도 및 취반점도는 증가하는 방향으로 작용했고 최고점도 및 강하점도는 감소시키는 방향으로 작용했다. 주성분 분석으로 Jang 등(2001)이 보리 품종군 분류에서 형태적 특성과 PCR마크간의 효율성을 분석하였고 Kwak(2003, 2004)은 주성분 분석으로 GUV주요 벼 계통의 수량관련 형질의 품종간 차이와 서로 다른 이종의 벼 품종에 대한 이화학적 특성의 품종 다양성을 분석한 바 있어 주성분 분석법이 활용한 형질 특성으로 전체 품종에 대한 정보 파악에 매우 효과적이라 생

Table 3. Correlation coefficients among several amylogram properties in the different 3 sub-species of 24 rice pedigrees.

Properties	Sub-species	Peak viscosity	Trough	Final viscosity	Breakdown	Pasting consistency	Setback
Gel.temp.	TI	-0.309	-0.262	0.038	-0.444	0.478	0.548
	I	-0.497	-0.019	0.319	-0.724*	0.460	0.577
	TJ	0.338	-0.208	-0.519	0.487	-0.445	-0.503
Peak viscosity	TI		0.931**	0.778*	0.942**	-0.144	-0.877**
	I		0.849**	0.342	0.590	0.092	-0.121
	TJ		0.854**	-0.146	0.975**	-0.636	-0.911**
Trough	TI			0.817**	0.783*	-0.186	-0.806**
	I			0.860**	-0.094	0.692*	0.547
	TJ			0.450	0.588	-0.129	-0.454
Final viscosity	TI				0.559	0.414	-0.536
	I				-0.534	0.964**	0.892**
	TJ				-0.333	0.828**	0.540
Breakdown	TI					-0.283	-0.907**
	I					-0.705*	-0.848**
	TJ					-0.740*	-0.968**
Pasting consistency	TI						0.359
	I						0.974**
	TJ						0.885**

Table 4. Principal component analysis performed on the amylogram properties for 24 pedigrees composed by 3 different sub-species of rice.

Properties	Principal component			
	1 component	2 component	3 component	4 component
Gel. temperature	0.609**	-0.157	0.776**	0.043
Peak viscosity(P)	-0.507**	0.849**	0.141	-0.032
Trough(T)	0.370	0.912**	-0.073	0.160
Final viscosity(F)	0.891**	0.447*	-0.050	-0.057
Breakdown(P-T)	-0.861**	0.440*	0.216	-0.136
Pasting consistency(F-T)	0.968**	0.209	-0.035	-0.132
Setback(F-P)	0.991**	-0.034	-0.110	-0.040
Eigen value	4.220	2.015	0.690	0.070
Contribution	60.281	28.793	9.864	0.993
Cumulative contribution	60.281	89.074	98.938	99.931

Table 5. Component score of 24 used materials composed by 3 different sub-species of rice grown at the IRRI farm in the wet season of 2001.

No	Designation	Component score	
		1st component	2nd component
1	Milyang 21	-1.137	0.368
2	Milyang 23	-0.983	0.640
3	Yongmunbyeo	-1.174	1.828
4	Yongjubyeo	-0.779	0.218
5	Dasanbyeo	-0.764	0.012
6	Andabyeo	-0.696	-0.110
7	Areumbyeo	-0.659	0.316
8	Namcheonbyeo	-0.881	-0.143
9	IR43	-0.811	-0.004
10	IR44	1.716	1.494
11	IR50	1.451	0.880
12	IR58	2.233	2.281
13	IR60	1.801	-1.877
14	IR72	1.042	-0.618
15	PSBRc30	0.382	-0.550
16	IR68284H	-0.014	-0.111
17	IR66160-5-2-3-2	-0.337	-0.003
18	IR68011-15-1-1-3-2	0.542	-2.256
19	IR68544-29-2-1-3-1-2	-0.511	-0.041
20	IR68552-55-3-2	-0.102	-0.302
21	IR68552-57-3-2-1	-0.022	-0.603
22	IR68552-100-1-2-2	-0.227	-0.694
23	IR70485-15-3-2	-0.571	-0.034
24	IR71214-48-2-1	0.502	-0.689

각된다 서로 다른 3아종군에 속하는 24계통에 대하여 아밀로그래프 특성을 기준으로 제1주성분값과 제2주성분값을 각각 x, y축에 놓고 평면상에 표시한 것은 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 사용한 3개 아종군간의 아밀로그래프 특성들의 평균치에서도 뚜

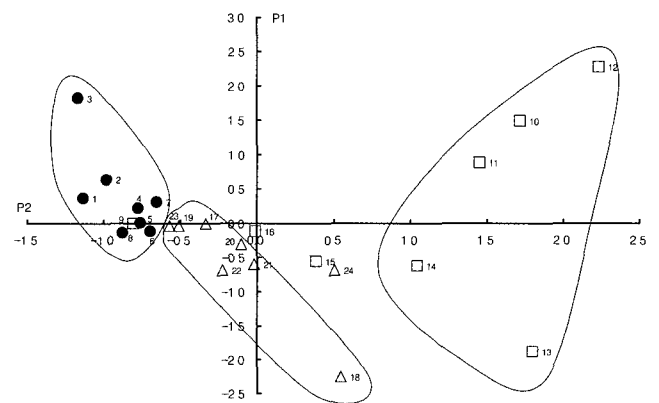


Fig. 1. Scatter diagram of scores in each pedigree of the first two principal components deduced from the principal component analysis of amylogram properties with 24 rice pedigrees. ● : Temperate indica, □ : Indica, △ : Tropical japonica. The numbers are shown in Table 1.

렷한 차이를 보였지만(Table 2) 주성분 분석결과 나타난 평면상의 주성분치의 품종별 분포상황에서도 전형적인 인디카 계통들은 제1상한과 제4상한의 상단부에 주로 위치했고 통일형의 temperate indica계통들은 제2상한과 제3상한의 상단부에 위치하여 3개의 상이한 아종군이 뚜렷하게 다른 품종군으로 분류될 수 있어 주성분 분석법으로 아밀로그래프 특성을 기준으로 한 품종군을 해석하는 것은 매우 의미가 클 것으로 생각된다

적 요

서로 다른 벼 3아종의 품종군에 대한 아밀로그래프 특성을 상관 및 주성분 분석으로 품종의 다양성을 파악한바 결과를 요약하면 아래와 같다

1. 최고점도와 강하점도에서 나타난 성적으로 보아 통일형의 temperate indica 품종군이 전형적인 인디카 품종군과 신초형의 tropical japonica 품종군보다 자포니카 혈연에 가까웠다.
2. Temperate indica 품종군이 전형적인 인디카 품종군과

tropical japonica 품종군보다 최종점도, 응집점도 및 취반점도는 낮게 나타났다

3. 최고점도와 최저점도는 3이종의 품종군에서 다같이 고도의 정상관을 보였고 강하점도와 취반점도는 3이종에서 다같이 고도의 부상관을 보였다.

4. 제1주성분은 호화온도, 최종점도, 응집점도 및 취반점도를 증가시키는 방향으로 그리고 최고점도 및 강하점도는 감소시키는 방향으로 작용했다.

5. 주성분치로서 평면상 도표를 그린 품종군 분류로 품질관련 아밀로그램 특성의 공통된 품종의 특성을 파악할 수 있었다

사 사

이 논문은 2004년도 상지대학교 교내 연구비 지원으로 연구되었으며 이에 감사드립니다.

인용문헌

- Choi, H. C., J. S. Lee, and J. H. Ji. 1989 Experimental research reports of rice grain quality. Research Report of Crop Experiment Station(Rice) 334-354.
- Jang, D. H., S. J. Suh, S. B. Baek, J. G. Kim, and J. H. Nam. 2001 Efficiency of morphological traits and DNA markers in classification of Korean barley cultivars. Korean J. Breeding 33(4) : 300-305
- Juliano, B. O. 1985. Criteria and tests for rice grain qualities. Rice Chemistry and Technology 443-524
- Kim, K. H. and H. C. Choi. 1994. Crop breeding for quality improvement. Commemoration research papers for Park R. K. retirement. pp57-80/
- Kwak, T. S., M. H. Lee, and Visperas, Romeo. 2003. Varietal difference of rice grain yield related characters for the GUYA elite lines at the IRRI. Korean J. of International Agriculture 15(1) : 71-78/
- Kwak, T. S. 2004. Varietal diversity of physicochemical properties for the different sub-species of rice. Korean J. of International Agriculture 16(3) : 267-272
- Lim, S. J., D. U. Kim, J. K. Sohn, and S. K. Lee. 1995. Varietal variation of amylogram properties and its relationship with other eating quality characteristics in rice. Korean J. of Breeding. 27(3) : 268-275.
- Peng, S., K. G. Cassman, S. S. Virmani, J. Sheehy, and G. S. Khush. 1999. Yield potential trends of tropical rice since the release of IR8 and the challenge of increasing rice yield potential. Crop Science 39 : 1552-1559.
- Suzuki, H. 1979. Amylography and alkali viscography of rice. Proceeding of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. IRRI. Philippines : 261-282.