Journal of Life Science 2007 Vol. 17. No. 4. 510~514 ©JLS / ISSN 1225-9918

정조 저장조건에서 식미관련특성에 대한 상관성 정도

황필성* · 이점식[1] · 김기종[1] · 손종록[1] · 정원복 · 오주성

동아대학교 생명자원과학대학, [1]농촌진흥청 작물과학원

Received January 28, 2007 / Accepted March 7, 2007

Relation of Correlation about Rice quality related Characters in Condition storage of Unhulled rice. Pil Seong Hwang*, Jeom Sig Lee[1], Kee Jong Kim[1], Jong Rok Son[1], Won Bok Chung and Ju Seong Oh. *College of Natural Resources and Life Science of Donga University, Busan 602-714, [1]National Institute of Crop Science of Rural Development Administration, Suwon 441-857, Korea* – This study was carried on cool and RT(room temperature) storage of unhulled rice. In RT storage of an analysis of coefficient relation, high significant positive coefficients were observed in toyo index and breakdown, setback and protein content. high significant negative coefficients were showed setback and breakdown, breakdown and protein content. In cool storage of an analysis of coefficient relation, high significant positive coefficients were observed in toyo index and amylose content and gelatinization start temperature and protein content and high significant negative coefficients were showed toyo index and whiteness, toyo index and gelatinization start temperature, gelatinization start temperature and amylose content. In RT storage of a path coefficient analysis, a highest positive direct influence was observed in amylose content and a highest negative direct influence was protein content. Positive indirect influence was high revealed breakdown and protein content and negative indirect influence was gelatinization start temperature and Mg/K ratio. In cool storage of a path coefficient analysis, a highest positive direct influence was whiteness and a highest positive indirect influence was gelatinization start temperature. Positive indirect influence was high revealed gelatinization start temperature and amylose content, negative indirect influence was whiteness and gelatinization start temperature. In RT storage of Multiple regression equation of Toyo index based on physicochemical properties of unhulled rice, a highest coefficient of determination was revealed among five facters of whiteness, protein content, Mg/K ratio, amylose content and gelatinization start temperature. In cool storage of Multiple regression equation of toyo index based on physicochemical properties of unhulled rice, highest coefficient of determination was revealed among five facters of moisture content, amylose content, gelatinization start temperature, breakdown and setback.

Key words – RT storage, cool storage, coefficient, toyo index

서 론

과거 식량증산에 주력하여 많은 다수성 품종을 육성해왔으나 우루과이라운드에 따른 농산물 수입개방과 아울러 지속적인 풍작과 동시에 쌀 소비량은 매년 감소되어 미곡의 잉여분이 계속 증가되는 추세에 있다. 또한 국민의 식생활 향상으로 양적인 면에서 질적인 면으로 변화되어 주식인 쌀에 대해서도 양질에 상당한 선호도를 보이고 있다. 따라서 쌀의 고품질 품종 육종과 함께 수확 후 저장기술의 중요성이 매우 높아지고 있다. 쌀의 저장형태는 정조저장, 현미저장, 백미저장으로 나뉘며 국내에서는 양곡의 저장방식이 대부분 상온저장방식으로 운영되고 정조저장이 대부분을 차지하고 있다.

쌀의 품질은 물리적 특성과 이화학적 특성으로 나누어지며 이들에 관련된 미질은 품종의 유전적 요인과 재배 환경적 요인 그리고 가공적 요인 및 소비자의 기호 등 여러 가지 요인들이 복합적으로 작용하므로 정확한 평가 및 개량에 어려움이 따른다[4]. 그러나, 미질의 평가기준은 쌀알의 구조적 특성과 이화학적 특성에 큰 비중을 두고 식미검정을 통하여 양질미를 평가하게 된다[12-14,19]. 특히 Juliano는 수분함량, 아밀로스 함량[1-3,5,18], 호화점도[6,9,10] 등의 특성에 따라 식미가 결정된다고 하였다.

그러나 정조저장조건에서의 이화학특성간의 상관관계에 대한 연구가 미흡한 실정에 있으므로 본 연구는 정조의 저장조건에 따른 이화학적 특성과 식미치와의 상관성을 분석하여 벼 고품질 관리의 기초적 자료로 삼고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료는 2003년에 수확한 주남벼, 상미벼, 화영벼품종을 정조로 일반 상온창고와 저온창고(4℃)에 저장하였으며 2004년 9월부터 10일간격으로 시료를 채취하여 이화학특성을 조사하였다.

*Corresponding author
Tel : +82-31-290-6790, Fax : +82-31-290-6782
E-mail : cycerse@hanmail.net

조사방법으로는 수분함량은 Kett 수분측정기로 측정하였고, 백도도 Kett사의 C-300으로 측정하였다. 아밀로스 함량은 Juliano의 습식 방법[6,7]을 사용하였고, 단백질 함량과 Mg/K 비는 근적외 분광분석기로 실시하였다., 그리고 아밀로 그램 특성은 Rapid Visco Analysis(RVA)로 측정하였다. 그리고 분석방법은 Robinson 등[11]과 Grafius 등[15]의 분석법으로 상관관계를 산출하였고 Dewey and Lu[17]의 편회귀계수 분석법으로 경로계수를 산출하였으며 중회귀 분석을 통하여 결정계수를 산출하였다.

결과 및 고찰

식미관련 특성들의 상관관계

정조의 저장조건에 따른 식미관련 특성들의 상관관계를 살펴보면 Table 1과 같이 표현형 상관과 유전 상관의 정도가 정, 부의 부호로서 다양한 분포를 보이나 대부분의 상관조합들은 표현형과 유전상관이 같은 부호를 나타내고, 대부분의 유전 상관값이 표현형 상관값보다 높았다.

상온저장에서 식미관련 특성들간의 상관관계를 보면 식미치와 강하점도간에는 0.6739**로 높은 정의 상관치를 나타내었고, 식미치와 수분함량, 식미치와 호화개시 온도간에는 정의 상관관계를 보였다. 식미치와 백도, 식미치와 단백질함량, 식미치와 Mg/K비, 식미치와 아밀로스함량, 식미치와 취반점도 간에는 부의 상관을 보였으나 유의성이 인정되지 않았고, 취반점도와 강하점도 간에는 -0.8987**로 유의한 부의 상관을 나타났으며 이는 김의 보고[16]와 유사한 경향을 보였다. 그리고 취반점도와 단백질함량 간에는 0.8710**로서 유의한 정의 상관을 보인 반면 강하점도와 단백질함량 간에는 -0.7342**로서 유의한 부의 상관을 보였다.

저온저장에서의 식미관련특성간의 상관관계를 살펴보면 정의 상관을 보인 식미관련특성 간의 조합은 식미치와 아밀로스함량, 호화개시 온도와 단백질함량, 취반점도와 단백질함량, 취반점도와 Mg/K비 간에서 0.6996**0.9032**, 0.5918*, 0.5491*로 유의한 정의 상관을 나타내었고, 부의 상관을 보인 식미관련특성간의 조합은 식미치와 백도, 식미치와 호화개시 온도, 식미치와 단백질함량, 호화개시 온도와 아밀로스함량 간에서 각각 -0.8954**, -0.8321**, -0.6418**, -0.9534**로서 유의한 부의 상관치를 나타내었다. 그 외에 식미치와 취반점도 간에 정의 상관을 나타내었다.

식미관련 특성들이 식미치에 미치는 경로계수

정조의 저장조건에 따라 식미치에 영향을 주는 식미관련 특성의 직접효과와 간접효과에 대한 경로계수를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 상온저장에서 식미치에 직접적으로 영향을 주는 정의 효과로는 아밀로스함량이 48.632로 가장 높았다. 직접적인 부의 효과로는 단백질함량이 -105.566으로 가

Table 1. Phenotypical and genotypical coefficients of unhulled rice under storage in 2003

		MC	WN	PC	MK	AC	GT	BD	SB	TI
MC	rPh	-	-0.1954	0.5932*	-0.1093	-0.2853	0.8998**	0.1257	-0.1406	-0.3224
	rG		-0.2218	-0.1003	-0.3452	-0.3029	0.2198	0.2889	-0.1531	-0.3294
WN	rPh	-0.5263*	-	0.8511**	0.2270	-0.8088**	0.9336**	-0.0813	0.2882	-0.8954**
	rG	-0.2196		0.9799	0.6698	-0.9068	0.9324	-0.1891	0.2978	-0.9099
PC	rPh	-0.0887	-0.2559	-	0.3498	-0.8140**	0.9032**	-0.4429	0.5918*	-0.6418**
	rG	0.2737	-0.5873		0.5248	-0.9045	0.9813	-0.5185	0.6289	-0.7244
MK	rPh	-0.3013	0.5011	-0.4258	-	-0.4834	0.3893	-0.6201*	0.5491*	-0.0323
	rG	-0.5507	0.6537	-0.2655		-0.8234	0.7186	-0.7179	0.5961	-0.1754
AC	rPh	-0.2243	0.7733**	0.1488	0.2396	-	-0.9534**	0.3454	-0.3798	0.6996**
	rG	-0.7594	0.9077	-0.3639	0.9494		-0.9881	0.2713	-0.4480	0.8855
GT	rPh	0.1200	-0.4187	0.0330	-0.6470	-0.1822	-	-0.2425	0.3577	-0.8321**
	rG	0.1373	-0.5051	-0.5570	-0.7280	-0.9504		-0.2196	0.3665	-0.8839
BD	rPh	0.2815	0.0830	-0.7342**	-0.1932	-0.2016	0.1338	-	-0.7855**	-0.2572
	rG	0.8546	0.0125	-0.9669	-0.0990	-0.3993	0.2291		-0.9109	-0.2915
SB	rPh	-0.2727	-0.0436	0.8710**	-0.0127	0.1965	-0.2588	-0.8987**	-	0.1386
	rG	-0.6223	-0.1417	0.9636	0.0405	0.2803	-0.7553	-0.9026		0.1389
TI	rPh	0.2126	-0.0723	-0.2331	-0.3393	-0.1051	0.0023	0.6739**	-0.4769	-
	rG	0.6287	-0.7525	-0.7773	-0.7407	-0.5532	0.5251	0.9824	-0.5072	

MC; Moisture content; WN;Whiteness, PC;Protein content, MK; Mg/K ratio, AC; Amylose content, GT; Gelatinization start temp, BD; Breakdown, SB; Setback, TI; Toyo index. *, P<.05; **, P<.01.
Upper, Cool storage; down, RT storage.

Table 2. Path coefficient analysis for the direct and indirect influences of each characters upon unhulled rice storage in 2003

	RT storage															
	X_1		X_2		X_3		X_4		X_5		X_6		X_7		X_8	
CF	r_{1t}=	0.629	r_{2t}=	-0.752	r_{3t}=	0.777	r_{4t}=	-0.741	r_{5t}=	-0.553	r_{6t}=	0.525	r_{7t}=	0.982	r_{8t}=	-0.507
DE	X_1=	-27.604	X_2=	-53.961	X_3=	-105.566	X_4=	-85.208	X_5=	48.632	X_6=	-52.735	X_7=	-64.493	X_8=	-0.685
	X_2=	28.400	X_1=	14.528	X_1=	2.448	X_1=	8.317	X_1=	6.191	X_1=	-3.312	X_1=	-7.770	X_1=	7.527
	X_3=	9.364	X_3=	27.014	X_2=	13.809	X_2=	-27.040	X_2=	-41.728	X_2=	22.593	X_2=	-4.479	X_2=	2.353
	X_4=	25.673	X_4=	-42.698	X_4=	36.282	X_3=	44.950	X_3=	-15.708	X_3=	-3.484	X_3=	77.507	X_3=	-34.604
IE	X_5=	-10.908	X_5=	37.607	X_5=	7.236	X_5=	11.652	X_4=	-20.416	X_4=	-54.775	X_4=	16.462	X_4=	1.082
	X_6=	-6.328	X_6=	22.080	X_6=	-1.740	X_6=	34.119	X_6=	9.608	X_5=	-8.861	X_5=	-9.804	X_5=	9.556
	X_7=	-18.155	X_7=	-5.353	X_7=	47.351	X_7=	12.460	X_7=	13.002	X_7=	-8.629	X_6=	-7.056	X_6=	13.648
	X_8=	0.187	X_8=	0.030	X_8=	-0.597	X_8=	0.009	X_8=	-0.135	X_8=	0.177	X_8=	0.616	X_7=	0.616
	Cool storage															
	X_1		X_2		X_3		X_4		X_5		X_6		X_7		X_8	
CF	r_{1t}=	0.166	r_{2t}=	-0.910	r_{3t}=	-0.724	r_{4t}=	-0.175	r_{5t}=	0.885	r_{6t}=	-0.884	r_{7t}=	-0.291	r_{8t}=	0.139
DE	X_1=	-0.936	X_2=	52.753	X_3=	34.256	X_4=	8.527	X_5=	-63.848	X_6=	-140.673	X_7=	4.235	X_8=	-10.690
	X_2=	-10.308	X_1=	0.183	X_1=	0.424	X_1=	-0.266	X_1=	-0.233	X_1=	0.257	X_1=	-0.234	X_1=	0.066
	X_3=	-15.514	X_3=	29.155	X_2=	44.898	X_2=	11.975	X_2=	-42.666	X_2=	49.250	X_2=	-4.289	X_2=	15.203
	X_4=	2.426	X_4=	1.936	X_4=	2.984	X_3=	11.983	X_3=	-27.884	X_3=	30.940	X_3=	-15.172	X_3=	20.273
IE	X_5=	-15.898	X_5=	51.641	X_5=	51.973	X_5=	30.866	X_4=	-4.123	X_4=	3.320	X_4=	-5.289	X_4=	4.683
	X_6=	38.587	X_6=	-132.242	X_6=	-127.559	X_6=	-54.764	X_6=	134.118	X_5=	60.873	X_5=	-22.053	X_5=	24.250
	X_7=	1.060	X_7=	-1.254	X_7=	-1.876	X_7=	-2.626	X_7=	1.463	X_7=	-1.027	X_6=	34.113	X_6=	-50.319
	X_8=	0.750	X_8=	-3.081	X_8=	-6.327	X_8=	-5.870	X_8=	4.060	X_8=	-3.824	X_8=	8.397	X_7=	-3.327

X_1; Moisture content, X_2; Whiteness; X_3; Protein content, X_4; Mg/K ratio, X_5; Amylose content. X_6; Gelatinization start temp; X_7; Breakdown, X_8; Setback, CF; Coefficient; DE;Direct effect, IE; Indirect effect.
Note: r,Genotypical correlation.

장 높았고, 다음이 Mg/K비로 -85.208의 수치를 나타났다. 단백질함량이 낮을수록 식미치는 높아지나 저장 중 호흡에 의한 저장단백질의 소모에 의한 것으로도 생각된다. 간접적인 정의 효과로는 강하점도와 단백질 함량이 77.507이 가장 높았으며, 다음이 단백질 함량과 강하점도, 단백질 함량과 Mg/K비의 순이었다. 간접적인 부의 효과로는 호화개시 온도와 Mg/K비가 -54.775로 나타났으며, 백도와 Mg/K비, 아밀로스 함량과 백도의 순으로 나타났다.

정조 저온저장에 따라 식미치에 영향을 주는 식미관련특성의 직접효과와 간접효과에 대한 경로계수를 분석한 것을 살펴보면 직접적인 정의 효과로는 백도가 52.753으로 가장 높았으며, 단백질 함량이 34.256의 순으로 관여하였다. 직접적인 부의 효과로는 호화개시 온도가 -140.673으로서 가장 높게 나타났으며, 다음으로 아밀로스 함량이 -63.848의 수치를 보였다. 특히 상온저장에서는 단백질함량이 식미치에 미치는 직접효과가 부로서 가장 큰 값으로 관여하는 것으로 보아 저온저장보다 상온저장이 단백질 함량의 감소가 컸던 것으로 평가된다. 그리고 상온저장이나 저온저장에서 식미치나 단백질 함량간이 모두부의 상관을 갖는 것으로 보아 단백질 함량이 낮을수록 식미치가 높아진다고 볼 수 있다. 따라서 단백질 함량이 낮을수록 밥맛이 좋아진다는 보고[17]와 일치하였다. 그리고 직접적인 부의 효과를 나타낸 호화개시 온도는 낮은 호화온도일수록 식미가 좋아지며, 아밀로스 함량은 낮을수록 밥맛이 좋아진다고 하였다[7]. 간접적인 정의 효과로는 호화개시온도와의 관련 조합으로 아밀로스 함량과 호화개시온도가 134.118로 가장 높았으며, 단백질함량과 아밀로스함량 백도와 아밀로스함량의 순으로 영향을 미쳤다. 간접적인 부의 효과도 호화온도 조합이었으며, 백도와 호화개시온도가 -132.242로 나타났으며, 단백질 함량과 호화개시온도, Mg/K비와 호화개시온도의 순이었다.

식미관련 특성들의 식미치에 대한 회귀 분석

정조 저장조건별의 식미관련 각 특성을 회귀변수 X로, 식미치를 반응변수인 Y로 하여 단계적인 중회귀 분석법에 의한 회귀식을 설정한 결과는 Table 3과 같다. 상온저장에 대한 회귀식에서 1단계 변수는 백도(X_2)와 호화개시온도(X_6)로 정하였으며, 결정계수는 0.733으로 이를 측정하면 73.3%의 식미를 설명할 수 있다. 단계적으로 단백질 함량(X_3), Mg/K비(X_4), 아밀로스 함량(X_5)을 포함하여 5개의 요인을 증가시켰을 때 결정계수는 0.823으로 높아졌다. 따라서 식미관련 주요 요인으로 단백질 함량, Mg/K비, 아밀로스 함량, 호화개시온도로 생각된다.

저온저장에 대한 회귀식에서 1단계 변수는 수분함량(X_1)과 아밀로스 함량(X_5)로 정하였으며, 결정계수는 0.623으로

Table 3. Multiple regression equation of Toyo index based on physicochemical properties of unhulled rice stored in 2003 by the stepwise analysis

RT storage	
Multiple regression equation (Y)	R-Squares
$Y=0.84X_2-1.05X_6+95.92$	0.733
$Y=0.85X_2-0.30X_5-1.17X_6+109.47$	0.746
$Y=0.85X_2+0.01X_3-0.30X_5-1.17X_6+109.57$	0.746
$Y=1.00X_2+0.37X_3-0.87X_4-0.57X_5-1.34X_6+125.97$	0.823
$Y=0.96X_2+0.44X_3-8.87X_4-0.53X_5-1.33X_6-0.005X_7+126.46$	0.825
$Y=1.20X_2+0.24X_3-10.26X_4-0.71X_5-1.13X_6-0.02X_7-0.05X_8+108.80$	0.863
Cool storage	
Multiple regression equation (Y)	R-Squares
$Y=-12.15X_1+4.82X_5+119.67$	0.623
$Y=-11.50X_1+3.85X_5-0.79X_6+185.51$	0.657
$Y=-11.40X_1+3.95X_5-0.97X_6-0.06X_7+200.77$	0.694
$Y=-10.35X_1+3.34X_5-1.34X_6+0.01X_7+0.10X8+221.63$	0.712
$Y=-7.27X_1-20.52X_4+0.884X_5-2.33X_6+0.10X_7+0.25X_8+310.76$	0.763
$Y=-7.79X_1+0.54X_3-19.02X_4+1.10X_5-2.47X_6+0.08X_7+0.22X_8+319.08$	0.765

X_1; Moisture content, X_2; Whiteness; X_3; Protein content, X_4; Mg/K ratio, X_5; Amylose content. X_6; Gelatinization start temp; X_7; Breakdown, X_8; Setback.

이를 측정하면 62.3%의 식미를 설명할 수 있다. 단계적으로 호화개시온도, 강하점도 및 취반점도를 추가하여 5개의 요인을 증가시켰을 경우 결정계수는 0.712로서 71.2%의 식미를 설명할 수 있게 된다. 따라서 식미 관련 주요 요인으로는 수분함량, 아밀로스 함량, 호화개시온도, 취반점도로 생각되며, Mg/K비는 7개 요인 조합이상에서 나타나므로 많은 요인으로 인하여 선발에 어려움이 클 것으로 생각된다. 그러므로 상온 및 저온저장에서 공통적으로 식미와 관련된 요인은 아밀로스 함량과 호화개시온도로 나타나 고 저장성 품종 육성 시 중요한 특성으로 감안하여야 할 것으로 판단된다.

요 약

정조의 저장조건에 따른 이화학적 특성의 변화에 대한 상관성을 분석한 결과는 다음과 같다.

식미관련 특성들의 상관관계에서 상온저장은 식미치와 강하점도, 취반점도와 단백질 함량 간이 유의한 정의 상관관계를 보였고, 치반점도와 강하점도, 강하점도와 단백질 함량간은 유의한 부의 상관관계를 나타내었다. 저온저장에서는 식미치와 아밀로스 함량, 호화개시온도와 단백질함량간이 유의한 정의 상관을 보였고, 식미치와 백도, 식미치와 호화개시온도, 식미치와 단백질함량 간은 유의한 부의 상관관계를 나타내었다.

식미관련 특성들이 식미치에 미치는 경로계수는 상온저장에서 직접적인 정의 효과로는 아밀로스 함량이 가장 높았으며 직접적인 부의 효과로는 단백질 함량이 가장 높았으며 다음으로 Mg/K비로 나타났다. 간접적 정의 효과로는 강하점도와 단백질 함량이 가장 높았으며 단백질 함량과 강하점도, 단백질 함량과 Mg/K비의 순이었고 간접적 부의 효과로는 호화개시온도와 Mg/K비로 가장 높았으며 백도와 Mg/K비의 순이었다. 저온저장에서 직접적인 정의 효과로는 백도가 가장 높았으며 단백질함량의 순이었고, 직접적 부의 효과로는 호화개시온도가 가장 높았으며 아밀로스 함량의 순이었다. 간접적인 정의 효과로는 호화개시온도와 아밀로스 함량이 가장 높았으며 호화개시온도와 강하점도의 순이었고 간접적인 부의 효과는 백도와 호화개시온도로 나타났으며 호화개시온도와 단백질함량의 순이었다.

식미관련특성들의 식미치에 대한 중회귀분석은 상온저장에서 단백질 함량, Mg/K비, 아밀로스 함량, 호화개시온도의 5개 요인에서 0.823의 결정계수로 가장 높게 나타났고, 저온저장에서는 수분함량, 아밀로스함량, 호화개시온도, 치반점도의 5개 요인에서 0.712의 결정계수로 가장 높게 나타났다.

참 고 문 헌

1. Cagampang, G. B., C. M.Perez and B. O. Juliano. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. *J. Sci Food Agric.* **24**(1). 589.
2. Crop science of Rural development administration. 2002. grain and eating quality test in rice, Workshop of grain and eating quality test method of rice.
3. Dewey, D. R. and K. H. Lu. 1959. A correlation and Path-coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. *Agronomy J.* **51**, 515-518.
4. Grafius, J. E., W. L. Nelson and Dirks. 1952. The heritability of yield in barley as measured by early generation

bulked progenie. *Agron. J.* **44**, 253-257.
5. Horino, T. and M. Okamoto. 1992. Relationship between nitrogen and mineral contents in rice grain and its palatability after cooking. *Bull. Chugoku Natl, Exp. stu.* **10**, 1-15.
6. Juliano, B. O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. *Cereal Sci. Today.* 16, 334, 340, 360.
7. Juliano, B, O. 1979. Amylose analysis in rice. - A review. in Chemical aspects of rice grain quality. *Int. Rce Res. Inst., Los Banos, Laguna, Pilippines.* p. 251.
8. Juliano, B. O., L. U. Onate and A. M. Delmondo. 1965. Relation of starch composion, Protein content and gelatinization temperature to cooking and eating qualities of milled rice. *Food Technology.* **19**(6). 116(1006).
9. Juliano, B. O., C. M. Perez, E. T. Blakeney, V. S. Murty, C. M. Paule and B. D. Webb. 1981. International cooperative testing on the amylose content of milled rice. *Staerke.* **33**. 157.
10. Kim, K. H., J. C. Chae, M. S. Lim, S. Y. Cho and R. K. Park. 1988. Research status and prospects in rice quality. *Korean. J. Crop Sci.* 1-17.
11. Merca, F. E. and B. O. Juliano. 1981. Physicochemical properties of starch of intermediate amylose and waxy rices differing in grain quality. *Staerke.* **33**. 253.
12. Paule, C. M., K. A. Gomez, B. O. Juliano and W. R Coffman. 1979. Variability in amylose content of rice. *Riso,* **28**. 15.
13. Perez, C. M. 1979. Gel consistency and viscosity of rice, in chemical aspects of rice grain quality. *Int. rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Pilippines.* p293.
14. Robinson, H. F., R. E. Comstock and P. H. Harvey. 1951. Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implications in selection. *Agronomy J.* **45**. 412-420.
15. Shozo Y. and M. Kido. 1973. Studies on the effect of fertilizer application of nitrogen on fat content on rice kernel. *Japan Crop Sci.,* **42**(1). 24-28.
16. Taira, H. H. Taira, A. Motszaki and S. Motsusima. 1974. Effect of nitrogen fertilizer application on chemical composition of lowland brown rice. *Japan Crop Sci.* **43**(2). 144-150.
17. Taira, H., H. Taira and S. Irour. 1974. effect of soil moisture after young panicle formation stage mineral composition in lowland brown rice. *Japan Crop Sci.* **43**(2). 135-143.
18. Taira, H., H. Taira and T. Sano. 1979. Chemical composion of lowand brown rice and its milled rice form miyagi prefeeture. *Japan Crop Sci.* **148**(1). 25-33.
19. Williams, V. R., W. T. Wu, H. Y. Tsai and H. G. Bates. 1958. Varietal differences in amylose content of rice starch. *J. Agric food Chem.* **6**. 47.