

## 1代雜種 벼의 發芽時 種實內 成分含量的 變化와 發芽率 및 初期生育

李德培\* · 權泰午\*\* · 朴錫洪\*\*\*

### Changes of Chemical Composition in Hybrid Seed during Germination and Seedling Growth of Hybrid Rice

D. B Lee\* · T. O. Kwon\*\* and S. H. Park\*\*\*

**ABSTRACT** : This study was carried out to investigate changes of chemical composition in seed, germination percentage, and seedling growth of two F<sub>1</sub> hybrid rices(V20A/Cheongcheongbyeo, IR62829A/Cheongcheongbyeo) during germination compared with their parents(V20B, IR62829B and Cheongcheongbyeo) and check variety(Samgangbyeo).

F<sub>1</sub> hybrid rice showed higher content of free amino acid, inorganic elements, (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO) and total sugar, and higher  $\alpha$ -amylase activity in brown rice than those of their parents and check variety during germination. Therefore F<sub>1</sub> hybrid rices showed hybrid vigor in germination percentage at 33 hour and 48 hour after sowing. F<sub>1</sub> Hybrid rices also showed /heterosis in seedling growth was different between V20A/Cheongcheongbyeo and IR 62829A/Cheongcheongbyeo.

There were positive significant correlation between  $\alpha$ -amylase activity and germination percentage, and seedling growth.

**Key word** : Rice, Heterosis, Nutrient content, Germination percentage, Seedling growth

廣意의 雜種強勢란 自殖弱勢를 나타내는 他家受精作物에서 雜種 1代가 兩親에 비해 보다 우수한 生活力, 生長力, 適應力, 抵抗力, 收量性을 가지고 있는 超親現狀을 말하는데, 자가수정 작물인 벼에 있어서 잡종강세 현상은 1926년 Jones<sup>8)</sup>에 의하여 처음으로 밝혀진 이후 실용화를 위한 많은 연구들이 이루어 졌으나, 雄性不稔系統의 育成, 種子生産, 回復親開發등 여러가지 문제로 실용화되지 못

하였다. 그러나 1970년 중국의 海南島에서 흔히 볼 수 있는 야생벼인 *O. sativa L. f. spontanea* 집단에서 꽃가루 형성이 제대로 되지 않는 응성불임 개체가 발견된 후 이를 WA(Wild Abortive)라 명명<sup>10)</sup>하고 이를 이용한 1대 잡종종자가 1977년 농가에 성공적으로 보급되었다는 것이 학계에 보고됨으로<sup>12)</sup>써 1대 잡종연구가 여러나라에서 활발하게 이루어지게 되었다. 중국에서의 1대잡종벼는 1985년 현

\* 湖南作物試驗場(Honam Crop Experiment Station, Iri 570-080, Korea)

\*\* 圓光大學校 農科大學(College of Agriculture, Wonkwang Univ., Iri 570-180, Korea)

\*\*\* 作物試驗場(Crop Experiment Station, Suwon 441-707, Korea)

재 전체 비재배 면적의 1/4에 해당하는 840만 ha에 재배되었다고<sup>15)</sup> 한다.

우량한 조합의 1대 잡종벼는 뿌리 분포가 넓고 근계<sup>9,12,13)</sup> 활성이 크며, 양분흡수능력이<sup>4,6,23)</sup> 높고, 양분의 이용율과 물질의 운반속도가 높으며, 엽면 적중대<sup>12,20,24,28)</sup> 및 광합성 능력이 높고, 호흡과 광호흡의 강도가 낮아<sup>19)</sup> 동화산물의 축적에 유리하기<sup>21,25,31)</sup> 때문에, 이같은 우량한 생리 생태적기능이 잘 발휘될수 있도록 재배관리 된다면 상당히<sup>9,22,24)</sup> 높은 수량을 나타낼 수 있다고 한다.

종자는 외적조건(수분, 온도, 산소 등)이 적당히 주어지면 발아하며, 種實로의 水分吸收, 貯藏養分の 可用化, 養分の 轉流 同化, 呼吸, 生長 등의 發芽 過程을 밟는데, 본 시험은 수도용성불임 계통을 모본으로 하고 우리나라 품종을 회복친으로 한 1대 잡종벼를 이용하여 발아기에 있어 양분함량변화, 발아율 및 초기 생육에 대한 잡종강세 현상을 구명하고자 수행되었다.

## 材料 및 方法

본 시험은 細胞質의 雄性不稔系統 V20A, IR62829A에 稔性回復親인 靑靑벼와 교잡한 1대 잡종벼와 이들의 兩親品種(維持親 및 回復親) 및 비교품종으로 三剛벼를 공시하여 수행하였다.

이 종자들은 왕겨를 제거후 70% Ethanol에 90초, 3% Sodium hypochlorite에 10분간 표면살균하고 4회 멸균증류수로 씻은 다음 샤페에 濾紙를 깔고 샤페당 100립씩 치상하여 25℃의 항온조건에서 발아시켰다.

발아율은 幼根이 돌출한 것을 기준으로 하여 치상 33시간 및 48시간째 조사하였으며 치상중인 玄米를 채취하여 증류수를 넣고 유발로 갈아서 遊離아미노산 함량은 Glutamic acid를 표준액으로 한 Ninhydrin법<sup>29)</sup>, NH<sub>4</sub>-N은 Indophenol Blue법<sup>17)</sup> NO<sub>3</sub>-N과 NO<sub>2</sub>-N은 安騰과 尾形의 방법<sup>2)</sup>, 현미 중 무기성분 분석은 시간별로 채취 후 건조 마쇄하여 인산은 Vanadate법, 칼리, 칼슘, 마그네슘은 원자흡광분석법으로 측정하였고<sup>17)</sup> 전당, 전분함량 조사는 Anthrone-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>法<sup>30)</sup>, α-amylase 활성은

발아된 종자 10립을 시간별로 채취하여 생중을 달고 幼芽와 幼根을 제거하여 Williams와 Peterson의<sup>26)</sup> 방법에 의해 측정하였다.

또한 이들 1대잡종 및 품종을 5월 10일 묘판에 파종하여 10일 후에 묘의 건물중, 초장, 근장 등을 조사하였다.

잡종강세의 표현은 다음 과 같은 식으로 계산하였다.

Heterosis(%)=

$(F_1 - \text{양친의 평균치} / \text{양친의 평균치}) \times 100$

Heterobeltiosis(%)=

$(F_1 - \text{우수친의 평균치} / \text{우수친의 평균치}) \times 100$

Standard Heterosis(%)=

$(F_1 - \text{비교품종의 평균치} / \text{비교품종의 평균치}) \times 100$

## 結果 및 考察

### 1. 發芽率

표 1은 치상후 33시간과 48시간째 발아율과 잡종강세 정도를 나타낸 것인데, V20A/청청벼나 IR62829A/청청벼의 1대잡종은 양친계통이나 비교품종보다 초기발아율이 높고 그 이후 발아율도 높았으며, 잡종강세 정도는 발아초기가 발아후기보다 훨씬 컸고, 1대 잡종간에는 IR62829A/청청벼가 V20A/청청벼보다 더 컸다. Li<sup>11)</sup> 등은 1대 잡종벼는 종래의 품종보다 發芽速度와 같은 初期生長이 높다고 하였으며 1대잡종벼 Nan-You 2와 兩親系統의 발아속도는 雜種벼가 가장 높고 다음으로 回復親, 維持親, 不稔親順이라고 하였는데 본 시험에서는 유지친이 회복친보다 두 시기 모두 발아율이 높았다. 한편 Masanobu는<sup>14)</sup> 1대잡종옥수수가 양친보다 발아속도가 빠른 것은 胚細胞의 活性化속도가 양친보다 높기 때문이라고 하였다.

### 2. 遊離아미노酸 및 無機態 窒素 含量

발아중 玄米內 유리아미노산 및 窒素 化合物의 經時的 含量變化는 표 2에서와 같이 置床後 24시간보다 48시간에서 遊離아미노酸, 窒酸態窒素 및 亞窒酸態窒素含量은 감소되는 경향이나 암모니아태

Table 1. Heterosis in germination percentage at 33hr and 48hr after sowing

Variety	Germination percentage 33hr	HS**	HB	SH	Germination percent 48hr	HS	HB	SH
----- % -----								
V20B	10.8	—	—	—	94.0	—	—	—
V20A/CCB*	12.1	56	12	124	95.4	12	1	30
CCB	4.7	—	—	—	76.9	—	—	—
IR62829A/CCB	23.3	361	331	331	97.5	13	2	33
IR62829B	5.4	—	—	—	96.0	—	—	—
Samgangbyeol	5.4	—	—	—	73.3	—	—	—
LSD(0.05)	7.3	—	—	—	9.2	—	—	—

\* CCB : Cheongcheongbyeol \*\* HS : Heterosis, HB : Heterobeltiosis, SH : Standard heterosis

Table 2. Content of free amino acid, ammonia-, nitrate- and nitrite-N in the brown rice at 24hr and 48hr after sowing

Variety	Free amino acid			Ammonia-N		Nitrate-N		Nitrite-N	
	24hr	48hr	Dif. **	24hr	48hr	24hr	48hr	24hr	48hr
----- $\gamma$ g/g · DW -----									
V20B	53.3	30.4	22.9	28.7	32.4	13.2	13.8	0.8	0.5
V20A/CCB*	57.7	31.0	26.7	20.5	25.3	13.0	13.3	0.7	0.8
CCB	32.6	15.7	16.9	21.0	27.6	16.9	15.0	1.0	0.8
IR62829A/CCB	56.5	34.9	21.6	32.9	33.6	17.3	16.7	1.1	0.9
IR62829B	42.8	26.9	15.9	30.4	31.2	15.6	13.9	0.9	1.0
Samgangbyeol	50.5	30.9	19.6	31.2	31.8	15.0	14.4	1.1	0.9
LSD(0.05)	4.6	6.9	5.4	6.5	6.8	4.5	3.6	0.5	0.5

\* CCB : Cheongcheongbyeol \*\* Dif : Difference between 24hr and 48hr

질소함량은 약간 증가하는 경향이였다. 질소 형태별로는 암모니아태질소함량이 가장 높고 다음으로 질산태질소, 아질산태질소 순이였다.

품종별로는 유리아미노산 함량에 있어서 1대 잡종벼가 양친이나 비교품종보다 치상후 24시간, 48시간에 모두 높았으며, 또한 24시간에서 48시간사이에 감소되는 양도 1대 잡종벼가 양친이나 비교품종보다 많았다. 종자내에 저장된 단백질은 Proteinase에 의해 아미노산으로加水分解되어 발아과정중 幼根과 幼芽의 생장에 이용되어지는데 1대 잡종벼의 발아가 빨랐던 것은 초기 유리아미노산의 생성량이 많고 경시적 이용량(소모량)이 많았던 것과 관련이 있는 것으로 생각된다.

암모니아태, 질산태 그리고 아질산태 질소함량에 있어 V20A/청청벼 조합은 양친품종이나 비교품종보다 대체로 낮은 함량을 보였으나 IR62829

A/청청벼 조합은 양친품종이나 비교품종보다 높은 함량을 보이는 경향이어서 조합간에 상이한 결과가 나타났다.

한편 Ingle에<sup>7)</sup> 의하면 옥수수 種實에서 水分吸收후 시간이 지남에 따라 전질소함량은 약간 감소되고 부분적으로는 24시간 후 胚乳에 있는 질소는 감소되나 胚軸이나 胚盤에 있는 질소함량은 증가되는 경향이라 하였다.

### 3. 無機成分含量

置床前後 玄米中 무기성분 함량은 표 3에서와 같이 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>가 가장 높고 다음으로 K<sub>2</sub>O, MgO, CaO 순으로 낮았으며 치상전보다 치상후 시간이 지날수록 현미중 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>의 함량은 증가되었으나 K<sub>2</sub>O, MgO의 함량은 감소되는 경향이며 CaO의 함량은 큰 변화가 없었다. 1대 잡종벼의 인산함량은 치상

전은 양친의 중간치 이상을 나타내었으나 치상 48 시간후는 양친이나 비교품종보다 높은 함량을 보였고 置床前對比 치상 48시간후 증가된 양도 양친이나 비교품종보다 많았다. 치상전후 K<sub>2</sub>O, MgO의 함량은 1대 잡종벼가 양친이나 비교품종보다 높았으나 CaO의 함량에서는 잡종강세 현상이 나타나지 않았다. 귀리에서 발아하는 동안 전인산함량은 胚乳에서는 감소되고 幼芽나 幼根에서는 증가되었고, 무기인산함량은 胚乳, 幼芽 및 幼根에서 증가되어 전 식물체에서도 증가되었고 옥수수에서도 흡수시간이 지남에 따라 胚乳內의 Phytin 함량은 감소되고 phytase 활성 및 무기인산의 함량은 증가하였다는 보고<sup>16)</sup>도 있다.

#### 4. 全糖 및 澱粉 含量

발아시 현미중 전당 및 전분 함량 변화는(표 4)

발아가 진행되면서 전당함량은 증가되었으나 전분 함량은 감소되었고, 전당은 1대잡종벼가 양친이나 비교품종 보다 치상전과 그후 함량이 높았으며 V20A/청청벼는 IR62829A/청청벼보다 치상전에는 함량이 높았으나 치상후 시간이 지남에 따라 IR62829A/청청벼가 V20A/청청벼보다 함량이 높았다. 치상 48시간후 전당 증가율에 있어서도 1대잡종벼가 양친이나 비교품종보다 높았으며, 그 정도는 IR62829A/청청벼가 월등히 컸다. 전분함량은 1대 잡종벼가 양친품종보다 치상전 함량이 높았으나 치상 24시간 후에는 큰 차이가 없었고 치상 후 48시간에서는 IR62829A/청청벼가 양친이나 비교품종보다 낮은 경향이며 치상전에 비하여 전분감소율도 월등히 컸다.

종자발아시 胚안에 있는 糖은 발아의 에너지源으로써 중요한 역할을 한다. 胚안의 당함량 증가는

Table 3. Inorganic element content in the brown rice before sowing, at 25hr, and 48hr after sowing

Variety	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O			MgO			CaO		
	BS**	24hr	48hr	BS	24hr	48hr	BS	24hr	48hr	BS	24hr	48hr
	----- % -----											
V20B	0.94	1.01	1.06	0.31	0.27	0.21	0.19	0.18	0.10	0.12	0.12	0.09
V20A/CCB*	0.88	1.07	1.20	0.32	0.25	0.24	0.21	0.21	0.12	0.11	0.09	0.09
CCB	0.76	0.76	0.95	0.26	0.17	0.13	0.17	0.18	0.10	0.13	0.12	0.12
IR62829A/CCB	0.76	1.04	1.29	0.28	0.21	0.21	0.28	0.23	0.20	0.12	0.12	0.12
IR62829B	0.65	0.89	0.95	0.24	0.17	0.16	0.14	0.12	0.08	0.13	0.13	0.13
Samgangbyeol	0.92	1.07	1.12	0.23	0.18	0.14	0.15	0.09	0.09	0.14	0.15	0.14
LSD(0.05)	0.16	0.17	0.14	0.05	0.03	0.05	0.06	0.06	0.04	0.03	0.06	0.05

\* CCB : Cheongcheongbyeol, \*\* BS : Before sowing

Table 4. Content of total sugar and starch in the brown rice before sowing, at 24hr, and 48hr after sowing

Variety	Total sugar			Starch		
	BS**	24hr	48hr	BS	24hr	48hr
	----- % -----					
V20B	1.02	1.18(116)	2.57(252)	67.7	63.0(93)	62.3(92)
V20A/CCB*	1.04	1.58(152)	2.92(281)	69.3	66.5(96)	63.1(91)
CCB	0.86	1.01(117)	1.88(219)	65.1	64.4(99)	61.8(95)
IR62829A/CCB	0.90	1.69(188)	3.22(358)	71.2	64.8(91)	61.2(86)
IR62829B	0.87	1.09(125)	2.16(248)	69.5	64.6(93)	63.2(91)
Samgangbyeol	0.83	0.88(106)	2.00(241)	68.7	65.3(95)	62.5(91)
LSD(0.05)	0.15	0.49	0.34	4.1	4.4	2.0

\* CCB : Cheongcheongbyeol, \*\* BS : Before sowing, ( ) : Increased or decreased ratio compared to 0 hr

저장된 糖이나 糖 生産 代謝體系를 조절하는 酸素의 활동에 의해서 유도된다고 하며, 여기에는 胚乳의 Amylalytic 효소나 저장된 脂質을 脂肪酸의  $\beta$ 酸化와 胚의 glycoxylate cycle을 통하여 糖으로 전환시키는 효소들이 포함된다. Masanobu<sup>14)</sup>에 의하면 옥수수에서 1대잡종은 胚안의 당함량이 흡수 48시간후 양친보다 증가했다고 하였으며 비환원당의 대부분은 sucrose이고, 발아가 진행됨에 따라 sucrose 함량은 감소하고 glucose가 증가하나 78 시간후에는 다시 sucrose가 증가하였다고 하였다.

### 5. $\alpha$ -Amylase 生活의 經時的 變化

발아중 현미내  $\alpha$ -amylase활성을 보면(표 5) 시간이 경과됨에 따라 그 활성이 증가 되었으며 그 증가 정도는 1대잡종벼가 양친이나 비교품종보다 훨씬 컸고, 1대잡종벼 중에는 V20A/청청벼 보다는 IR62829A/청청벼가 더 컸다.

발아과정은 수분흡수와 효소의 합성 및 활성화 후 진행되며  $\alpha$ -amylase는 종자내 전분을 可用化하

Table 5.  $\alpha$ -Amylase activity in the brown rice during germination

Variety	12hr	24hr	36hr	48hr	72hr
---- (mg glucose/g·FW·30min.) ----					
V20B	7.5	26.0	91.7	91.9	152.3
V20A/CCB*	9.8	29.8	92.7	102.7	162.3
CCB	3.2	15.3	49.1	68.7	107.7
IR62829A/CCB	12.9	37.4	137.5	178.7	228.5
IR62829B	5.4	22.3	70.9	83.5	146.4
Samgangbyeol	5.2	23.2	53.2	59.1	94.9
LSD(0.05)	1.2	5.3	8.5	10.1	14.2

\* CCB : Cheongcheongbyeol

Table 7. Seedling growth at 10 day after sowing

Variety	Dry wt. shoot+root (mg/plant)	HS			Plant height (cm)	Root			HS (%)	HB (%)	SH (%)	
		HS	HB	SH		HS	HB	SH				
V20B	18.3	-	-	-	18.0	-	-	-	135.9	-	-	-
V20A/CCB*	24.2	43	32	57	19.3	17	7	30	199.7	68	47	155
CCB	15.5	-	-	-	15.0	-	-	-	102.5	-	-	-
IR62829A/CCB	21.0	30	25	36	18.6	19	14	25	152.1	50	48	94
IR62829B	16.8	-	-	-	16.3	-	-	-	100.9	-	-	-
Samgangbyeol	15.4	-	-	-	14.9	-	-	-	78.3	-	-	-
LSD(0.05)	2.7	-	-	-	1.1	-	-	-	38.2	-	-	-

\* CCB : Cheongcheongbyeol

는데 중요한 효소중 하나이다. 종자내 amylase의 함량과 그 활성이 크면 클수록 胚乳에 있는 전분을 빨리 加水分解 시켜 胚發達을 위해 에너지를 준비하고 동화할 수 있도록 한다. Hunan농업대 報告<sup>4)</sup>에 의하면 발아속도는  $\alpha$ -amylase의 활성과 관계가 깊다고 하며 1대 잡종벼의  $\alpha$ -amylase 활성은 그 양친계통(R line, B line, A line)의 평균치보다 20%높다고 하였다. Lu에 의하면<sup>13)</sup> 수분흡수후 7~8일까지 amylase의 활성은 증가되나 이후 감소되었고, 發芽初期(0~3일) 1대잡종벼의 amylase 함량은 202%,  $\alpha$ -amylase활성은 433% Heterobeltiosis를 나타낸 보고<sup>3)</sup>도 있다.

표 6은 치상후 33시간 및 48시간의 발아율과 시간별  $\alpha$ -amylase 활성은 발아율과 유의한 정의 상관관계가 인정되었다.

$\alpha$ -amylase활성이 클수록 胚乳의 澱粉이 빨리 가수분해되어 胚發達을 위한 에너지 공급이 容易하였음을 알 수 있으며 그 결과 1대잡종의 발아율이 빠르고 높았던 것으로 생각된다.

### 6. 幼苗 生育狀況

표 7은 파종 후 10일묘의 생육량을 나타낸 것으로

Table 6. Correlation between germination percentage and  $\alpha$ -amylase activity

Germination percentage	$\alpha$ -amylase activity				
	12hr	24hr	36hr	48hr	72hr
33hr	0.833**	0.703**	0.890**	0.892**	0.843**
48hr	0.654**	0.547*	0.755**	0.725**	0.779**

\*, \*\*: Statistically significant at 5% and 1%, respectively.

Table 8. Correlation between  $\alpha$ -amylase activity and seedling growth at 10 day after sowing

$\alpha$ -amylase activity	Dry weight	Plant height	Root (no. $\times$ length)
12hr	0.834**	0.753**	0.878**
24hr	0.703**	0.571**	0.818**
36hr	0.890**	0.741**	0.894**
48hr	0.892**	0.658**	0.980**
72hr	0.843**	0.754**	0.953**

\*\* : Statistically significant at 1%

1대 잡종벼가 양친이나 비교품종보다 苗乾物重(地上+地下)이 무겁고, 草長과 根生長量(根數  $\times$  根長)도 많았으며 1대잡종간에는 V20A/청청벼가 IR62829A/청청벼보다 생육량이 많았다.

1대잡종식물의 특징 중 하나는 양친보다 종자 발아가 빠르고 잎이 빨리 출현해 초기 생육이 왕성하다고 하며 이는 배의 크기에 의해 결정된다고<sup>1,20,27)</sup> 한다.

한편 파종 10일후 묘의 생육량과  $\alpha$ -amylase 활성 간 상관관계(표 8)를 보면 초기의  $\alpha$ -amylase 활성과 묘의(지상+지하) 건물중, 초장, 근생장량(근수  $\times$  근장) 간에는 유의한 정의 상관관계가 인정되었는데 Williams과 Peterson<sup>26)</sup>의 연구결과도 품종간에 차이는 있으나 본시험 결과와 유사하였다.

## 摘 要

發芽期에 있어 1대 잡종벼의 種實內 성분함량 변화, 발아율 및 생육에 대한 Heterosis현상을 구명하기 위하여 1대잡종벼인 V20A/靑靑벼, IR62829A/靑靑벼와 이들의 兩親(維持系統:V20B, IR62829B, 回復系統:靑靑벼) 및 비교품종으로 三剛벼를 공시하여 시험한 결과는 다음과 같다.

- 1대잡종벼는 양친(유지계통, 회복계통)이나 비교품종보다 발아율이 높아 발아잡종강세를 나타내었으며 잡종강세 정도는 발아초기가 발아후기보다 컸고, 1대잡종벼 조합간에는 IR62829 A/청청벼가 V20A/청청벼보다도 컸다.
- 발아 중 현미내 遊離아미노酸 含量에 있어 1대잡종벼는 양친이나 비교품종보다 높았으며 또한

치상후 24시간에서 48시간 사이에 감소되는 양도 많았다. 窒素含量(Ammonia-N, Nitrate-N, Nitrite-N)에 있어서는 IR62829A/청청벼 조합은 양친이나 비교품종보다 대체로 높으나 V20A/청청벼 조합에서는 뚜렷한 차이가 없었다.

3. 玄米中 無機成分含量은 치상전보다 치상후 시간이 지남에 따라 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>함량은 증가하였으나 K<sub>2</sub>O, MgO함량은 감소되었고 CaO함량은 변화가 없었으며, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 치상후, K<sub>2</sub>O, MgO함량은 치상전후 1대잡종벼가 양친이나 비교품종보다 잡종강세를 보였으나 CaO함량에 있어서는 차이가 없었다.
4. 置床前, 後 全糖含量은 1대잡종벼가 양친이나 비교품종보다 높게 나타났으며 置床前에 비하여 置床後 48시간째 증가율에 있어서도 높았는데 V20A/청청벼 보다는 IR62829A/청청벼 조합이 전당 증가율 및 전분 감소율이 월등히 컸다.
5. 치상후 현미중  $\alpha$ -amylase활성에 있어 1대잡종벼가 양친 및 비교품종보다 활성이 커 잡종강세를 나타내었으며 발아율과  $\alpha$ -amylase 활성과는 고도의 정의 유의상관이 있었다.
6. 파종 10일후 묘의 생육에 있어서도 1대잡종벼가 양친이나 비교품종보다 건물중, 초장 등에서 잡종강세를 나타내었으며 묘의 생육과  $\alpha$ -amylase 활성간에는 유의한 정의상관이 있었다.

## 引用文獻

1. Akita, S., L. Blanco, and S. S. Virmani. 1986. Physiological analysis of heterosis in rice plant. Japan J. Crop Sci. 55(Extra Issue 1):14-15.
2. 安藤忠男, 尾形昭逸. 1980. 窒酸態窒素의 微量迅速定量法. 日土肥誌 51(1):48-54
3. Deng H. 1988. Biochemical basis of heterosis in rice. Hybrid Rice. IRRI. p 177-212.
4. Hunan Agriculture College. 1977. A physiological and biochemical comparison between Nan-You 2 and its parents.

- Hunan Agri. Sci. Technol. 1:16-17.
5. 池橋宏. 1987. ハイブリッドライス國際會議報告. 農業技術 42:246-250.
  6. 一井眞比古, 中村雅彦. 1990. F<sub>1</sub> 幼植物の養分吸収におけるヘロテッス. 日作紀 59(1):140-145
  7. Ingle, J., L. Beeversd, and R. M. Hageman. 1964. Plant Physiol. 39:735-740.
  8. Jones, J. W. 1926. Hybrid vigor in rice. J. Am. Soc. Agron. 18:423-428.
  9. 金鍾昊. 1985. 水稻雄性不稔系統을 이용한 1代雜種의 雜種強勢에 관한 研究. 農試論文集(作物) 27(1):1-33
  10. Li, Y. C. and L. P. Yuan. 1985. Genetic analysis of fertility restoration in male sterile lines of rice. IRGS. p. 24
  11. Li, Z. B., W. H. Shao, Y. K. Zhu, R. J. Li., Z. L. Liu, and J. M. Wan. 1982. The study and practice of hybrid rice. Shanghai Academic and Technical Press, Shanghai, China.
  12. Lin, S. C. and L. P. Yuan. 1980. Hybrid rice breeding in China. Innovative approach to rice breeding. IRRI. p 35-51
  13. Lu D. 1987. Relationship between physiological heterosis of root and shoot system of hybrid rice Shan-You 6. China J. Rice Sci. 1(2):81-94.
  14. Masanobu M. 1980. Hybrid vigor found in some characters of maize seedlings. Japan J. Breed. 30(2):131-138.
  15. Mc Donald, D. J., E. C. Gilmore, and J. W. Stancel. 1971. Heterosis for rate of gross photosynthesis in rice. Agro. abst. 11-12
  16. Murray, D. R. 1984. Seed physiology. Academic Press, Volume 2, p 182-193.
  17. 農村振興廳. 1988. 土壤化學分析法. 農業技術研究所
  18. Seiichi Murayama, Kiyomatsu Miyazato, and Akihiro Nose. 1987. Studies on matter production of F<sub>1</sub> hybrid in rice. I. Heterosis in the single leaf photosynthetic rate. Japan J. Crop Sci. 56(2):198-203
  19. Shanghai Plant Physiology Research Institute. 1977. Index of physiology and biochemistry in hybrid rice. Hunan Agri. Sci. Technol. 1:40-51
  20. Sinha, S. K. and R. Khanna. 1975. Physiological, biochemical and genetic basis of heterosis. Adv. Agron. 27:123-174
  21. 宋祥甫, 縣和一, 川滿芳信. 1990. 中國彥 ハイブリッドライスの 物質 生産に 關する研究. 第1報 乾物生産特性. 日作記 59(1):19-28
  22. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. 1990. 中國彥 ハイブリッドライスの 物質 生産に 關する研究. 第2報 收量生産特性, 日作記 59(1):29-33
  23. Suzuki, Y., M. Yoshida, and M. Morooka. 1988. Heterosis for rate of nitrogen uptake in F<sub>1</sub> rice hybrid. Soil Sci. Plant Nutr. 34:89-97
  24. Virmani, S. S., R. C. Chandhary, and G. S. Khush. 1981. Current outlook on hybrid rice. Oryza 18:67-84
  25. Wang Y., Z. Liu, Z. Deng, and K. Chen. 1988. Using radioactive tracers to predict grain yield of hybrid rice. Hybrid Rice. IRRI. pp282
  26. Willians, J. F. and M. L. Peterson. 1973. Relations between alpha-amylase activity and growth of rice seedling. Crop Sci. 13:612-615
  27. Yamada, M., M. Ishige, and Y. Ohkawa. 1985. Reappraisal of Ashby's hypothesis on heterosis of physiological traits in maize, Zea mays L. Euphytica 34:593-598
  28. Yamauchi, M. and S. Yoshida. 1985. Heterosis in new photosynthetic rate, leaf area, tillering and some physiological characters of 35 F<sub>1</sub> hybrid rice. J. Exp. Bot. 36:274-280
  29. Yemm, E. W. and E. C. Cocking. 1955.

- The determination of amino acid with ninhydrin. *The Analyst*. Vol. 80:209-213.
30. Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock and K. A. Gonez. 1976. Laboratory manual for physiological studies of rice. 3rd ed. IRRI. pp 46-49
31. Yuan L. 1986. Hybrid rice in China. *China J. Rice Sci.* 1:8-18.