

## 벼 種子 出芽時 溫度差異가 Amylase와 Peroxidase활성에 미치는 영향\*\*

蘇昌鎬\* · 盧泳德\* · 尹進一\* · 金英彩\*

### Response of Amylase and Peroxidase Activity of Emerging Rice Seeds to Different Temperatures\*\*

Chang Ho Soh\*, Yeong Deok Rho\*, Jin Il Yun\* and Young Chae Kim\*

**ABSTRACT:** The periods of germination and seedling emergence, epidermal cell size and the activities of peroxidase and amylase of 6 rice cultivars were examined to clarify the response to 3 temperature conditions, constant temperatures of 27°C and 17°C and alternating temperature of 24/10°C, in the dark condition. The periods of germination and seedling emergence were increased and the germination was delayed greater than the seedling emergence under 17°C and 24/10°C, compared with 27°C. Lengths of epidermal cell of coleoptile and first leaf were reduced, but the widths were increased in the 17°C and 24/10°C, compared with 27°C. The activities of peroxidase in the emerging shoots and amylase in the germinating seeds were reduced in 17°C and 24/10°C. There were significant correlations between peroxidase activities and the widths of epidermal cell of first leaf and between amylase activities and periods of germination. Varietal differences of all observations were remarkable in 17°C and 24/10°C.

**Key words:** Amylase and peroxidase activity, Emerging rice seeds.

벼 直播適應 품종은 低溫發芽性이 높고 出芽要所日數가 짧아야 하는데<sup>12)</sup> 수원지방에서는 건답직과 播種適期로 4월 하순부터 5월 중순까지<sup>5)</sup>가 권장되고 있다. 그러나 이 기간의 평균기온은 14~16°C 정도이며 地中 2~5cm의 온도는 기온보다 약 3°C 높지만 온도의 日變異가 심하여 발아나 출아에 부적합한 온도가 출현할 가능성이 높다. 李 등<sup>15)</sup>은 포장실험의 결과 호모에 가장 적합한 播種深度는 3cm라고 하였는데, 중배축, 저위절간 및 초엽의 伸長度가 큰 품종이 출아와 입모에 유리하였다<sup>21)</sup>. 중배축과 초엽의 신장은 品種, 光, 溫

度 및 空氣의 조성 등에 따라 다르고<sup>15)</sup>, GA나 에틸렌에 의해서도 신장이 촉진된다<sup>20)</sup>. 한편, 細胞의 伸長은 細胞壁에 리그닌(lignin)이 형성되면 중지되는데, 이는 peroxidase에 의하여 isodityrosine이나 diferulic acid가 생성됨으로써 세포벽에서 phenolic link가 형성되기 때문이다<sup>3)</sup>. 따라서 세포벽의 extensibility와 peroxidase의 활성과는 負의 상관관계<sup>2,9,11)</sup>가 있는데, peroxidase의 활성은 온도와 光<sup>7)</sup> 등에 의해서 영향을 받고, GA<sup>8)</sup>와 오옥신<sup>4)</sup>에 의해서 세포벽의 extensibility가 영향을 받는다. 벼 종자의 발아중 澱粉을

\* 慶熙大學校 食糧資源開發研究所(Institute of Food Resources Development, Kyung Hee University, Suwon 449-701)

\*\* 이 論文은 1994년도 경희대학교 교비 지원에 의한 연구 결과임

〈'95. 6. 17 接受〉

분해하는 주효소는 amylase로  $\alpha$ -amylase와  $\beta$ -amylase의 두 종류가 있는데, 일반적으로  $\alpha$ -amylase는 호분층에서 생성되고  $\beta$ -amylase는 胚乳에 존재하며 특히  $\alpha$ -amylase는 GA에 의해서 유도된다<sup>6,17,19</sup>. 벼 종자가 발아시 水分 흡수 후 7~8일까지 amylase의 활성이 증가하고<sup>16</sup>,  $\alpha$ -amylase는 품종간 차이가 있고, 발아율과  $\alpha$ -amylase활성과는 正의 상관관계<sup>14</sup>가 있는 것으로 알려지고 있다.

따라서 본 연구는 溫度反應이 상이한 벼 품종을 대상으로 發芽와 出芽에 미치는 온도의 영향을 밝히고, 발아시에는 amylase의 활성을, 출아시에는 peroxidase의 활성을 분석하여 出芽 속도가 빠른 품종의 특성을 밝히고자 한다.

## 材料 및 方法

### 1. 벼 品種의 發芽 및 出芽에 관한 실험

벼 18개 품종을 대상으로 3개의 온도 조건에서 예비 실험 결과, 溫度 反應이 상이한 6품종을 선택하여 공시품종으로 하였다. 일반계 품종으로 서해벼와 화성벼를, 통일계 품종으로 백양벼를, 그리고 indica품종으로 원산지가 다른 Shoa-Nan-Tsan, Lenkwang 및 Newbonnet을 사용하였다. 온도조건은 植物生長箱을 이용하여 27와 17℃는 항온조건으로, 24/10℃는 12시간씩 變溫 조건(평균온도 17℃)으로 하였고, 暗狀態를 유지하였다. 토양은 논토양(사양토)을 체로 친 후 토양수분이 35% 정도를 유지하도록 하여 사용하였다. 50% 出芽所要日數는 선별한 乾燥 種子를 포트에 25립씩에 파종하여 2.5cm 깊이로 복토한 후 각 온도조건에 置床하여 出芽 개체수를 조사하여 산출하였다. 90% 發芽所要日數는 각 온도조건에서 종자소독을 한 후 페트리디쉬에 치상한 후 조사하여 산출하였다. 90% 출아소요일수는 종자 消毒 후 최아시켜 催芽된 종자를 포트에 파종하고 2.5cm 깊이로 복토한 후 각 온도조건에 치상하여 出芽個體數를 조사·산출하였다. 이 실험은 2반복으로 수행하였다.

### 2. 莖葉部(shoot)의 길이 및 細胞의 크기 檢鏡

催芽된 6품종의 종자를 포트에 파종하고 2.5cm 깊이로 복토한 후, 각 온도 조건에 치상하여 表土 위로 1~5mm 정도 출아하였을 때 뽑아 10개체는 固定液(FAA)에 넣어두고, 15개체는 초엽의 길이와 1엽의 길이를 조사하였다. 細胞의 크기는 고정시킨 莖葉부를 초엽과 초엽에 쌓여 있는 1엽을 분리하여 각각 중간 부위를 취하여 表皮細胞의 길이와 폭을 현미경(400배)으로 개체당 10개 세포를 3개체씩 檢鏡하였다.

### 3. 酵素 活性의 測定

Amylase는 페트리디쉬에 種子를 넣고 각 온도 조건에 치상한 후 1, 2, 4, 6 및 8일에 10립씩 3반복으로 분석하였다. Peroxidase는 암상태가 유지되도록 하고, 최아된 6품종의 종자를 파종, 2.5cm 깊이로 복토한 후, 27℃에 44시간 두어 莖葉부의 길이가 약 1cm 정도 되었을 때 각 온도조건으로 옮겨 치상한 후 0, 1 및 3일에 莖葉부만 10~15개체씩 취하여 3반복으로 분석하였다. Amylase활성은 Soh 등<sup>19</sup>의 방법에 의하여 측정하였는데, 반응 buffer(pH 5.3)는 50mM acetate buffer, 5mM CaCl<sub>2</sub> 및 0.05% starch(Sigma社 제품)로 여기에 粗酵素液을 넣어 30℃에서 반응시킨 후 IKI액으로 반응을 종료, 발색하여 620nm에서 吸光度를 측정하였다. Peroxidase활성은 반응 buffer(pH 5.4)로 70mM acetate buffer, 25mM guaiacol을, 그리고 粗酵素液을 넣은 후 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 최종 200 $\mu$ M이 되도록 가하여 반응을 시작하여 3분 30초간 460nm에서 吸光度를 정기적으로 측정 한 후, 直線的인 증가를 보인 1분간의 흡광도를 활성 산출에 사용하였다<sup>11</sup>. 또한 蛋白質含量을 protein assay kit(Bio-Rad社)으로 분석하여 peroxidase活性를 최종 계산하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 벼 種子의 發芽 및 出芽所要日數

벼 종자를 播種하여 出芽할 때까지의 과정을 발

아와 출아의 단계로 나누어 검토하기 위하여 乾燥 종자를 직접 파종하여 50% 출아하는데 소요된 日數와 건조 종자가 90% 발아하는데 소요된 日數, 그리고 催芽된 종자를 파종하여 출아하는데 소요된 일수를 溫度別로 조사하여 表 1에 나타내었다. 乾燥 종자가 50% 출아하는 데까지는 27℃에서는 Shoa-Nan-Tsan과 Lenkwang은 4.5~4.7일, 나머지 4품종은 6.2~6.6일이 소요되었다. 그러나 17℃에서는 소요일수가 길어졌는데, 특히 백양벼와 Newbonnet이 현저하였다. 24/10℃에서는 백양벼가 22.4일로 가장 길었고, 서해벼와 화성벼가 13.2~13.7일로 짧았다. 이러한 기간은 화성벼의 경우 25/15℃이 조건에서는 13일, 20/10℃에서는 17일 소요되었던 結果<sup>13)</sup>와 비슷하였다. 한편 발아와 출아까지의 日數를 비교하여 보면 27℃에서는 품종간 차이도 크지 않았을 뿐더러 발아와 출아까지의 기간도 큰 차이를 보이지 않은 반면, 17℃와 24/10℃에서는 발아까지보다 出芽까지 더 많은 시간이 소요되었는데, 24/10℃보다는 17℃의 조건에서 발아까지의 日數와 출아까지의 日數가 더 많이 소요되었다. 품종별로는 Shoa-Nan-Tsan과 Lenkwang은 낮은 온도에서 發芽까지는 다른 품종에 비하여 짧았지만 출아까지 많은 시간이 所要되는 경향을 보였다. 또한 Newbonnet은 발아에서는 온도에 따라 차이가 있지만 出芽에서는 차이를 보이지 않았다. 따라서 온도조건에 따라 품종의 반응이 상이하고 平均 溫度가

같더라도 恒溫과 變溫조건에서의 반응도 상이하여 直播 適應品種은 발아와 출아 모두 活性이 높은 품종이 요구된다고 할 수 있다.

## 2. 溫度에 따른 초엽과 1엽의 길이 및 表皮細胞의 크기 變化

催芽 종자를 土深 2.5cm에 파종하여 각 온도 조건에 치상한 후 表土 위로 1~5mm 출아했을 때 초엽과 1엽의 길이를 조사하여 그림 1에 나타내었다. 27℃에서는 6품종 모두 覆土深까지 초엽이 伸長되었으나, 17℃와 24/10℃에서는 초엽의 길이가 짧아진 반면 1엽의 길이가 길어져 실제 출아하는 1엽이 表土 위로 나왔다. 그러나 품종간 차이가 현저하여 서해벼, 화성벼 및 Newbonnet은 온도조건에 따른 차이가 적었으나, 나머지 품종은 낮은 온도에서 초엽장이 감소되었는데 특히 백양벼의 경우 현저하게 초엽의 伸長이 줄어들었다.

초엽과 1엽의 表皮細胞의 크기를 길이와 폭으로 측정하여 나타낸 것이 表 2이다. 표피세포의 길이는 초엽 및 1엽 모두 27℃에 비하여 17℃ 및 24/10℃의 경우 減少되었는데, 초엽의 세포 길이는 백양벼가 28~38% 감소되어 가장 현저하였고 1엽의 경우는 백양벼와 Newbonnet의 감소 정도가 컸다. 세포의 幅은 길이와 반대로 27℃에 비하여 증가하여 전체적인 세포의 모양이 길다란 직사각형에서 짧은 직사각형의 모양으로 바뀌었다. 따

Table 1. Effect of temperature on the germination and emergence of rice cultivars

Cultivar	Days to 50% emergence <sup>1)</sup>			Days to 90% germination <sup>2)</sup>			Days to 90% emergence <sup>3)</sup>		
	27 <sup>4)</sup>	17	24/10	27	17	24/10	27	17	24/10
Seohae	6.3	15.0	13.7	2.7	6.7	4.2	3.6	8.5	7.0
Hwasung	6.2	15.8	13.2	2.4	6.9	4.0	3.4	10.3	6.8
Shoa-Nan-Tsan	4.5	16.1	15.8	2.0	5.8	3.3	2.8	9.6	7.4
Lenkwang	4.7	16.7	16.2	2.1	5.5	3.2	3.7	12.0	10.0
Baekyang	6.4	21.3	22.4	3.0	10.4	6.9	3.8	14.7	13.6
Newbonnet	6.6	22.1	16.8	3.3	9.6	5.6	3.7	9.8	10.4
LSD <sub>.05</sub>	0.8	1.6	1.8	0.3	1.1	0.9	0.6	1.6	2.1

<sup>1)</sup> Seeding depth: 2.5cm, dry seed sown, <sup>2)</sup> Pertridish trial

<sup>3)</sup> Seeding depth: 2.5cm, germinated seed sown

<sup>4)</sup> Temperature: 27℃ and 17℃ were constant temperatures, respectively and 24/10 indicated temperature cycle by 24℃ for 12 hours and 10℃ for 12 hours.

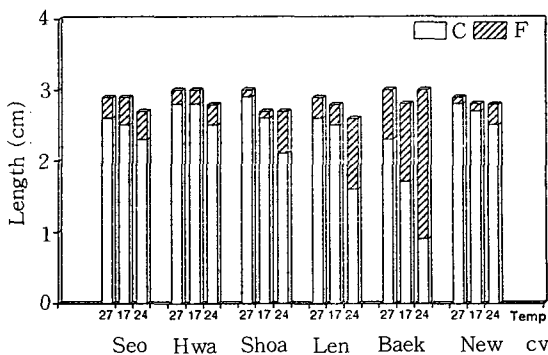


Fig. 1. Lengths of coleoptile (C) and first leaves (F) of rice seedling. Germinated seeds were sown at 2.5cm soil depth and measured the length when they emerged.

Temp: the same as Table 1. cv: cultivar, Seohae(Seo), Hwasung(Hwa), Shoa-Nan-Tsan(Shoa), Lenkwang(Len), Baekyang(Baek), Newbonnet(New)

라서 細胞의 크기가 변함에 따라 초엽의 길이가 감소되었고 1엽의 길이도 짧아질 것으로 생각되었다. 초엽의 길이와 초엽 表皮細胞의 길이, peroxidase 活性과 초엽과 1엽의 세포의 길이와 폭, 90% 발아소요일수와 amylase 活性과의 관계를 表 5에 나타내었는데, 초엽의 길이와 초엽 細胞의

길이와는 正의 상관관계를 보였다.

### 3. 温度에 따른 peroxidase와 amylase 活性의 變化

종자가 발아 후 土壤속에서 경엽부가 신장할 때 온도조건에 따른 peroxidase 活性의 變化를 보기 위하여 27℃에서 發芽시킨 후 2.5cm 깊이로 播種하여 경엽부가 약 1cm 정도되었을 때 27, 17 및 24/10℃의 온도 조건으로 옮겨 0, 1 및 3일에 분석한 결과를 表 3에 제시하였다. 단백질 mg당 peroxidase 活性은 0 DAT, 즉 각 온도조건에 처리하기 전의 活性보다 日數가 진전됨에 따라 活性이 증가하였으며, 그 增加幅은 17와 24/10℃의 조건에서 더 컸다. 품종별로는 Shoa-Nan-Tsan과 Newbonnet의 증가폭이 다른 품종보다 적었다. 일반적으로 低溫에서 peroxidase의 活性이 增加<sup>7)</sup>하고, peroxidase에 의하여 細胞壁의 리그닌화를 촉진시켜 결과적으로 경엽부의 伸長을 정지<sup>2,9,11)</sup>시키는 데, 본 실험의 결과 온도가 낮아졌을 때 酵素의 活性은 높아졌으나, 효소의 活性과 초엽과 1엽의 세포의 길이와는 상관관계를 보이지 않았다. 다만, 1엽 세포의 幅과는 유의적인 正의 상관관계를 보였다(표 5). 이는 peroxidase는 細胞質과 細胞壁에 공존하는데 세포의 크기와 관련된 peroxidase는 細胞壁에 존재하기 때문에 細胞質의 酵素 活性과 細胞壁의 活性으로 구분<sup>8)</sup>해야 하는데, 본

Table 2. Subepidermal cell size of coleoptile(Coleop) and first leaf(First) of emerging seedlings under the different growth temperatures.

(unit:  $\mu\text{m}$ )

Cultivar	27 <sup>1)</sup>				17				24/10			
	Coleop		First		Coleop		First		Coleop		First	
	L <sup>2)</sup>	W	L	W	L	W	L	W	L	W	L	W
Seohae	139	33	113	17	137	28	96	24	131	33	72	16
Hwasung	146	29	115	21	135	23	91	21	142	33	75	18
Shoa-Nan-Tsan	155	24	110	11	127	27	86	21	133	31	79	15
Lenkwang	154	25	92	13	133	31	64	17	119	33	73	18
Baekyang	158	30	104	19	114	31	69	21	99	34	63	17
Newbonnet	141	27	98	12	121	24	62	14	123	32	59	13
LSD <sub>.05</sub>	18	4	14	6	13	5	11	5	13	ns	6	ns

<sup>1)</sup> Temperatures: the same as Table 1.

<sup>2)</sup> L: length, W: width

Table 3. Peroxidase activity in rice shoots during emergence

Cultivar	0 DAT <sup>1)</sup>	1 DAT			3 DAT		
	27 <sup>2)</sup>	27	17	24/10	27	17	24/10
		- unit /mg protein -					
Seohae	1.38	1.49	1.62	1.42	1.54	1.84	1.61
Hwasung	1.24	1.56	1.66	1.39	1.63	1.75	1.67
Shoa-Nan-Tsan	1.37	1.46	1.64	1.45	1.52	1.56	1.63
Lenkwang	1.11	1.43	1.46	1.29	1.57	1.73	1.78
Baekyang	1.30	1.56	1.65	1.38	1.59	1.78	1.69
Newbonnet	1.17	1.42	1.61	1.39	1.49	1.58	1.51
LSD <sub>.05</sub>	0.17	ns	0.13	0.08	0.10	0.09	0.11

<sup>1)</sup> DAT: days after temperature treatment. Germinated seeds were sown at soil depths 2.5cm and grown under 27°C constant temperature condition for 44 hours and transferred to three temperature conditions.

<sup>2)</sup> Temperature: the same as Table 1.

Table 4. Effect of temperatures on the amylase activity of rice seeds during germination

Temp. (°C)	Cultivar	Days after treatment				
		1	2	4	6	8
27	Seohae	4.4	19.3	51.2	64.5	80.0
	Hwasung	3.4	13.9	47.0	63.7	71.3
	Shoa-Nan-Tsan	9.1	15.8	63.3	72.9	82.5
	Lenkwang	9.7	16.3	65.4	76.8	85.6
	Baekyang	1.7	7.8	33.1	42.0	52.5
	Newbonnet	5.9	10.4	44.2	54.2	74.6
	LSD <sub>.05</sub>		1.8	2.4	3.6	7.3
17	Seohae	3.0	2.4	10.7	27.7	37.2
	Hwasung	1.7	2.3	11.7	24.9	30.1
	Shoa-Nan-Tsan	1.7	4.6	20.4	26.2	36.7
	Lenkwang	1.2	5.9	24.4	33.2	54.6
	Baekyang	1.5	1.9	7.3	20.1	28.1
	Newbonnet	1.3	2.4	9.6	20.4	27.6
	LSD <sub>.05</sub>		ns	1.6	2.4	3.7
24/10	Seohae	4.2	3.2	18.4	32.5	49.9
	Hwasung	2.8	4.1	14.4	29.4	43.3
	Shoa-Nan-Tsan	2.7	9.5	14.7	36.6	61.1
	Lenkwang	2.0	11.6	21.8	42.3	70.5
	Baekyang	1.8	1.7	8.3	20.9	25.9
	Newbonnet	1.1	3.8	11.5	22.3	27.2
	LSD <sub>.05</sub>		1.6	4.3	5.4	7.1

실험에서는 이를 구분하지 않고 총 醱素의 활성을 분석하였기 때문인 것으로 생각되었다. 그러나 실험의 결과 27°C보다 온도가 낮아졌을 때 peroxidase의 활성이 증가하였고, 品種差를 감안하면

온도가 낮아질 경우 효소의 활성이 높아지고 더불어 세포벽에 존재하는 醱素의 활성이 증가하는 정도가 品種에 따라 다를 것으로 판단되었다.

화곡류의 종자가 발아시 澱粉을 분해하는 主 醱

素는 amylase인데, amylase는  $\alpha$ -amylase와  $\beta$ -amylase로 구분할 수 있다<sup>6,17)</sup>. 그러나 통상의 分析方法인 전분의 분해량 또는 maltose의 生成量에 의한 방법으로는 두 종류의 효소를 정확하게 분리하여 분석하기가 어렵지만,  $\alpha$ -amylase 활성 측정에는  $\beta$ -limit dextrin으로,  $\beta$ -amylase 활성 측정에는 합성 基質인 p-nitrophenyl maltopentose 등<sup>18)</sup>을 이용하거나, 각각의 抗體<sup>6)</sup>를 이용하면 비교적 정확하게 측정할 수 있다. 따라서 본 실험에서는 澱粉 分解量에 따라 효소의 활성을 측정하는 방법을 사용하고 효소의 종류를 구분하지 않았다. 벼 종자의 발아시 日數가 경과함에 따라 amylase 활성은 각 온도조건 모두 증가하였으나, 增加程度는 온도에 따라 달랐다. 27°C에 비하여 17°C와 24/10°C에서 활성이 낮아졌는데 특히 17°C에서 더 낮았다. 한편 품종별로는 27°C에서 Shoa-Nan-Tsan과 Lenkwang의 활성이 가장 높았고, 그 다음이 서해벼, Newbonnet, 화성벼, 백양벼의 순이었다. 그러나 17°C에서는 Lenkwang이 가장 높았으며 백양벼와 Newbonnet이 낮았고, 24/10°C에서는 Shoa-Nan-Tsan과 Lenkwang이 가장 높았고, 서해벼와 화성벼가 그 다음이었고, Newbonnet과 백양벼가 현저하게 낮았다. Amylase의 活性과 發芽率과는 李 등<sup>14)</sup>의 결과와 같이 正의 상관관계를 보였다(표 5). 따라서 Amylase의 활성이 높은 품종이 발아속도가 빠른 것으로 나타나 Amylase의 活性이 높은 특성을 갖는 품종이

유리한 것으로 생각되는데 특히 indica품종인 Shoa-Nan-Tsan과 Lenkwang이 다른 품종보다 활성이 높고 發芽速度가 빨랐던 점이 示唆하는 바가 크다고 하겠다. 그러나 出芽速度는 發芽速度와는 다른 반응을 나타내어, 直播適應性을 판단하는데 단순히 출아소요일수나 출아율을 기준으로 하는 것보다 발아와 신장성을 나누어 조사하여 가장 좋은 조합을 갖는 품종을 선정하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

## 摘 要

벼 품종 서해벼, 화성벼, Shoa-Nan-Tsan, Lenkwang, 백양벼 및 Newbonnet을 공시하여, 벼 종자를 土深 2.5cm 깊이로 播種하여 出芽할 때까지 발아와 출아의 2과정으로 나누어 발아와 출아까지 所要日數를 조사하였고 발아시는 amylase 활성을, 출아시는 초엽과 1엽의 길이와 세포의 크기 및 peroxidase活性을 恒溫條件의 27와 17°C, 變溫條件의 24/10°C의 조건에서 조사, 측정하여 온도에 대한 반응을 검토하였다.

1. 發芽所要日數와 出芽所要日數는 공시 품종 모두 27°C에서는 큰 차이를 보이지 않았으나, 17°C와 24/10°C에서는 27°C에 비하여 所要日數가 길어졌고 品種간 차이를 보였다. 17°C와 24/10°C의 조건에서 발아소요일수보다 출아소요일수가 더 길어졌는데 24/10°C보다 17°C에서 日數가 많이 所要되었다.
2. 초엽의 길이는 覆土深과 비슷하였으나, 17°C와 24/10°C에서는 초엽의 길이가 감소되고 대신 1엽이 伸長하여 出芽하는 경향을 보였으며 품종간 차이가 있었다. 서해벼, 화성벼 및 Newbonnet은 온도에 따른 초엽장의 차이를 보이지 않았으나 백양벼는 溫度에 대한 반응이 뚜렷하였다. 초엽과 1엽의 表皮細胞의 크기는 온도에 따라 길이와 幅의 반응이 상이하였다. 27°C에 비하여 17°C와 24/10°C에서는 細胞 길이는 감소한 반면 幅은 증가하였다.
3. 경엽부의 peroxidase 活性은 17°C와 24/10°C의 조건에서 增加하였는데, Shoa-Nan-Tsan과

Table 5. Correlations between parameters

Parameters	Correlation coefficient
Length of coleoptile and	
length of coleoptile cell	0.515*
Peroxidase activity (3DAT) and	
length of coleoptile cell	0.083 <sup>ns</sup>
width of coleoptile cell	0.064 <sup>ns</sup>
length of of first leaf cell	0.183 <sup>ns</sup>
width of of first leaf cell	0.611*
Days to 90% germination and	
amylase activity, 2DAT	0.631**
amylase activity, 4DAT	0.567*
amylase activity, 6DAT	0.648**
amylase activity, 8DAT	0.726**

Newbonnet은 增加幅이 적었다. Peroxidase 활성과 1엽의 세포 폭과 正의 상관관계를 보였을 뿐, 다른 것과는 유의적인 관계를 보이지 않았다.

4. 發芽시 amylase 活性은 溫度가 낮을수록 감소하였고, 品種별로는 27℃에서는 Shoa-Nan-Tsan과 Lenkwang이, 17℃에서는 Lenkwang이, 그리고 24/10℃에서는 Shoa-Nan-Tsan과 Lenkwang이 가장 높았으며 백양벼는 3 온도 조건 모두에서 活性이 낮았다. 發芽所要日數와 amylase 活性과는 유의적인 正의 상관관계를 보였다.

### 引用文獻

1. Bergmeyer, H.U. 1971. Methods of Enzymatic Analysis. Vol. 2. Academic Press, pp. 685-690.
2. Birecka, H. and A.W. Galston. 1970. Peroxidase ontogeny in a dwarf pea stem as affected by gibberellin and decapitation. J. Exp. Bot. 21:735-745.
3. Brett, C. and K. Waldron. 1990. Physiology and Biochemistry of Plant Cell Walls. Unwin Hyman, pp. 89-113.
4. Carpita, N.C. 1984. Cell wall development in maize coleoptiles. Plant Physiol. 76: 205-212.
5. 催嫩香, 尹景民. 1994. 벼 乾畚直播栽培의 播種早限期에 의한 農業氣候地帶 구분. 韓作誌. 39(5):444-452.
6. Daussant, J., S. Miyata, T. Mitsui and T. Akazawa. 1983. Enzymic mechanism of starch breakdown in germination rice seeds. 15. Immunochemical study on multiple forms of amylase. Plant Physiol. 71:8 8-95.
7. De Jong, D.W. 1973. Effect of temperature and daylength on peroxidase and malate dehydrogenase isozyme composition in tobacco leaf extracts. Amer. J. Bot. 60:846-852.
8. Faye, L., B. Mouatassium and A. Ghorbel. 1986. Cell wall and cytoplasmic isozymes of radish  $\beta$ -fructosidase have different N-linked oligosaccharides. Plant Physiol. 80:27-33.
9. Fry, S.C. 1979. Phenolic components of the primary cell wall and their possible role in the hormonal regulation of growth. Planta. 146:343-352.
10. Gaspar, T., C. Pernel, T. Thorpe and H. Greppin. 1982. Peroxidase 1970~1980. A survey of their biochemical and physiological roles in higher plants. Univ. of Geneve, Switzerland.
11. Johnson-Flanagan, A.M. and J.N. Owens. 1985. Peroxidase activity in relation to suberization and respiration in white spruce seedling roots. Plant physiol. 79:1 03-107.
12. 이변우, 명을재. 1994. 乾畚直播에서 土壤水分條件에 따른 벼 품종의 出芽特性. 韓作誌. 39(5):502-511.
13. 李哲遠, 尹用大, 吳潤鎭, 趙相烈. 1992. 벼 건담 직파에서 溫度 및 播種深度가 종자의 出芽와 증배축 신장에 미치는 영향. 韓作誌. 37: 534-540.
14. 李德淳, 權泰午, 朴錫洪. 1994. 1대 잠종벼의 발아시 種實내 성분함량의 변화와 발아율 및 초기 생육. 韓作誌. 39:412-419.
15. 李錫淳, 白俊鎬, 金台柱, 洪承範. 1993. 건담 직파재배에서 覆土深에 따른 벼 품종의 생육과 수량. 韓作誌. 38:174-182.
16. Lu, D. 1987. Relationship between physiological heterosis of root and shoot system of hybrid rice Shan-You 6. China J. Rice Sci. 1:81-94.
17. Okamoto, K. and T. Akazawa. 1980. Enzymic mechanism of starch breakdown in germinating rice seeds. 9. *de novo* syn-

- thesis of  $\beta$ -amylase. *Plant Physiol.* 65:81-84.
18. Sirou, Y., D. Lecommandeur and C. Lauriere. 1990. Specific enzymatic microassays of  $\alpha$ -amylase and  $\beta$ -amylase in cereals. *J. Agric. Food Chem.* 38:171-174.
  19. Soh, C.H., Y. Kamiya, S. Yoshida, H. Yamane and N. Takahashi. 1994. Effects of gibberellins and prohexadione on the activities of oryzain and  $\alpha$ -amylase in rice seeds. *Plant Cell Physiol.* 35(7):1037-1042.
  20. Suge, H. 1974. Synergistic action of ethylene with gibberellins in the growth of rice seedlings. *Proc. Crop Sci. Soc. Japan.* 43:83-87.
  21. Turner, F.T., C.C. Chen and C.N. Bolllich. 1982. Coleoptile and mesocotyl lengths in semidwarf rice seedlings. *Crop Sci.* 22:43-46.