

## 출수기 엽신 제거정도가 near isogenic 화청찰벼와 화청메벼의 줄기 건물중 변화와 수량구성요소에 미치는 영향

李秉珍\*† · 崔震龍\* · 安涼國\*\* · 金光鎬\*\*

\*경상대학교 농학과, \*\*건국대학교 식량자원 학과

### Effect of Leaf Removal Treatments at Heading on Vertical Distribution of Stem Dry weight and Yield Component of Near-isogenic lines, Waxy and Non-Waxy rice cultivars

Byung Jin Lee\*†, Zhin Ryong Cho\*, Joung Kuk Ahn\*\* and Kwang Ho Kim\*\*

\*Dept. of Agronomy, Gyeongsang Nat'l. Univ., Chinju 660-701, Korea

\*\*Dept. of Crop Science, Konkuk Univ., Seoul 143-701, Korea

**ABSTRACT :** With isogenic waxy and non-waxy rice cultivars, growth response as affected by leaf-removal treatment were examined in various fertilizer application. Vertical dry matter of culm was significantly decreased from ground upto 10 cm. Culm dry matter of waxy rice was more steadily decreased than that of non-waxy rice. Starch content of culm in non-waxy rice was higher than waxy rice, and that in waxy and non-waxy rice were the lowest in three leaf-removal but no difference in single leaf-removal. Flag leaf in waxy rice and 2 nd leaf in non-waxy rice were dominantly affected yield by leaf-removal. The 1000-grain weight and rippend grain ratio of non-waxy rice were more higher than waxy rice and that in waxy and non-waxy rice were the lowest value in three leaf-removal but no difference in single leaf-removal treatments.

**Keywords :** isogenic, sink-source, leaf-removal, waxy and non-waxyrice, starch content, dry matter.

**다양한** 기능성을 가진 찰벼에 대한 일반인의 관심이 증가되고 있으나 일반적으로 찰벼의 수량은 메벼에 비하여 낮다. 특히 찰벼는 그 기능성을 생각할때 다비조건보다는 저투입조건 또는 유기재배가 바람직할 경우도 있으며, 저투입 조건에서 재배할 찰벼가 갖추어야 할 이상적인 초형과 동화기관과 저장기관과의 관계에 대한 정보는 육종상 중요한 의미를 갖는다.

작물은 크게 광합성산물을 생성하는 source와 저장하는 sink로 나누어지며 source의 광합성 능력은 작물의 수량을

높이는데 중요한 역할을 한다(Seong and Park, 1993).

Sink와 source는 작물의 생육시기와 생육정도에 따라 기능이 달라지는데 잎의 생장과정에서 50%까지는 Sink로서 그 이후로는 Source로서 역할을 한다(Gardner, 1985).

대부분의 작물은 개화 수정 후 종실이 sink로 전환되며 영양생장기에 sink 역할을 담당했던 잎과 줄기는 source로 전환되고 영양생장기에 저장한 광합성산물과 새로 만들어진 광합성산물은 종실로 전류 된다(Nakano, 1995). 양분의 전류는 당의 형태로 이루어지며(Song, 1995) 벼에서는 전분의 형태로 sink에 저장된다. 한편 박 등(1968)은 벼의 수량은 광합성에 의해서 생성된 탄수화물이 이삭에 집적된 총량이라고 하였으며, 전분곡물의 전분 구성은 수확량과 밀접한 상관관계가 있다고 Crafts-Brandner 와 Egli(1987)이 보고하였다.

벼의 등숙은 상위 엽의 동화능력에 크게 영향을 받는데, 출수 후 광합성능력이 벼의 수량에 중요한 요인으로 작용한다. 이러한 source의 광합성 능력은 식물의 sinksource의 상태에 따라 크게 영향을 받는다(Nakano, 1995). 지금까지 콩(Crafts-Brandner, and Egli, 1987), 오이(Mayoral et al., 1985, Plaut et al., 1987)등에서 생식생장기에 source 부분을 조절하여 광합성능력을 평가한 많은 연구가 있었다. 특히, 벼의 종실 전분은 60~90%가 출수 후 광합성에 의해서 생성되며 지엽이 등숙에 가장 많은 영향을 준다고 Yoshida (1981)는 보고하였다. 출수기 상위 엽의 절엽은 천립중과 등숙율에 영향을 주어 수량이 낮아지는 원인으로 작용한다고 박 등(1968)이 보고하였다.

본 시험의 목적은 근동질 유전자 계통인 화청메벼와 화청찰벼를 이용하여 출수기 엽 제거에 따른 찰벼와 메벼 줄기의 수직 건물중 변화와 절위별 엽이 수확기 수량구성요소 중 천립중과 등숙율에 미치는 영향을 평가하여 새로운 찰벼 품종 육

†Corresponding author: (Phone) +82-591-751-5425 (E-mail) san770@hanmail.net

<Received April 28,2000>

종의 기초 자료로 활용하고자 함이다.

材料 및 方法

본시험은 경상대학교 실습농장에서 1/2000a pot를 이용하여 수행되었다. 공시재료는 근동질 유전자 계통인 화청메벼와 화청찰벼(고 등, 1998)를 사용하였다. 5엽기 모를 동일한 pot에 찰벼와 메벼 각각 2주2본씩 교호로 이양하였다.

시험구는 유기물 시용구, 기비시용구, 추비시용구로 나누고 시비수준별로 15개 pot를 엽신 처리에 따라 3반복 완전임의 배치하였다. 유기물 시용구에는 자운영 고간(100 g/pot)을 이양 후 투입하고, 기비시용구에는 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, 4-7-4 kg/10a, 추비시용구에는 기비구에 유수형성기 이삭거름으로N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- K<sub>2</sub>O, 4-0-4 kg/10a를 각각 분시하였다.

완전 출수기에 상위 1엽, 상위 2엽, 상위 3엽, 상위 1엽+상위 2엽+상위 3엽 그리고 무처리로 엽신을 제거하였으며, pot 별로 출수기가 일정하지 않아 8월 28일부터 9월 2일까지 매일 엽신을 제거하였다. 주당 분얼 5개만을 남기고 출수기에 출수하지 않은 것은 모두 제거하였다. 수확 후 엽신과 줄기(엽초+경)를 분리하고 줄기를 지표에서부터 10 cm 간격으로 잘라 80°C dry oven에 48시간 건조 후 건물중을 측정하였다. 엽초+경의 건물중은 주당 건물중을 각각의 분얼수로 나누어 평균값과 표준오차로 나타내었다.

질소함량은 Kjeldhal 분석법으로 분석하였다. 시료 150 mg을 Kjeldhal 플라스크에 농황산 8 ml와 촉매제 황산염 분말 1 g를 넣고 380°C에서 분해(Tecator 2020 Digestor)한 후 증류장치(Tecator 1002 Distilling Unit.)에서 증류하여 0.01N의 황산용액으로 적정하여 측정하였다.

당과 전분함량은 Anthrone 분석법으로 분석하였다. 시료 100 mg을 microvial에 넣고 80% EtOH 0.9 ml첨가 후 온탕수조(80°C)에 30분간 반응시키고, 원심분리기(Vision VS-15000) (15000 rpm)로 5분간 분리 상등액과 잔여물의 분리, 2회 반복해서 당을 추출하였다. 당을 추출한 후 알코올을 모두 증발시키고 4.5N HClO<sub>4</sub> 0.9 ml를 첨가하여 실온에서 30분간 반응시키고, 원심분리기(15000 rpm)로 5분간 분리 상등액과 잔여물을 분리, 2회 반복해서 전분을 추출하였다. 추출된 당과 전분 분석 시료를 2% Anthrone 용액과 1:2의 비율로 섞고 온탕수조(80°C)에서 7분30초간 반응시키고 실온에서 냉각시킨 후 분광광도계(Spectronic 20 Genesys, USA)에서 630 nm로 측정하였다. Glucose 1M을 이용하여 표준회귀직선을 작성하

였다.

통계분석은 SAS 통계 프로그램을 이용하였다.

結果 및 考察

수직건물중변화

시비법별 출수기 엽신 제거에 따른 수확기 엽초+경의 수직 건물중 분포는 Fig. 1, 2, 3에 나타내었다. 기비구(Fig. 1)와 유기물 시용구(Fig. 3)의 엽신 처리에 따른 수직 건물중 변화는 지표에서 30 cm까지, 추비시용구(Fig. 2)는 20 cm까지 차이를 보였다. 그 이상의 높이에서는 엽신 처리간 차이를 보이지 않았다. 특히 지표에서 10 cm사이의 건물중 감소가 크게 나타나 출수기의 절엽은 하위 절간의 약화를 초래하여 수확기 도복의 위험성을 보였다.

근동질계통인 화청벼의 찰벼와 메벼의 품종간 수직 건물중 감소는 상위 3엽 모두를 제거한 것이 가장 크게 나타났다. 찰

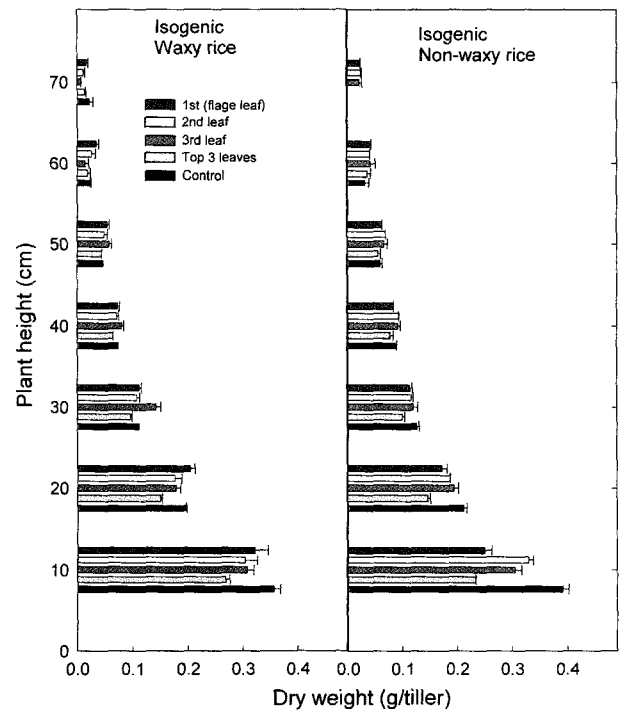


Fig. 1. Vertical dry matter distribution rice plant of isogenic non-waxy and waxy rice cultivars as affected by leaf-removal of rice grown under the basal N fertilized (4 kg/10a) (Pot experiment). horizontal bars indicate means ± S.E. (n=3).

Table 1. Agricultural characters of testing cultivars.

Cultivars	Transplanting date	Heading date	Plant height	Tiller no./hill	Spiclet no./panicle	Ammylose %
Waxy rice	June 12	Aug 22	114 ± 5.2	14.0 ± 2.2	72 ± 3.2	6~8
Non-waxy rice	June 12	Aug 23	112 ± 3.0	15 ± 2.2	70 ± 2.1	16~18

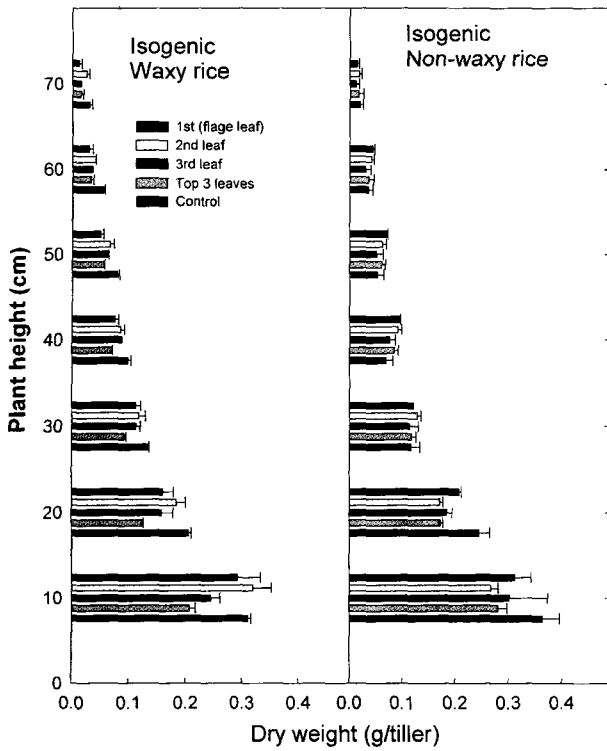


Fig. 2. Vertical dry matter distribution rice plant of isogenic non-waxy and waxy rice cultivars as affected by leaf-removal of rice grown under the basal and top dressed N fertilized (8 kg/10a) (Pot experiment). Horizontal bars indicate means  $\pm$  S.E. (n=3).

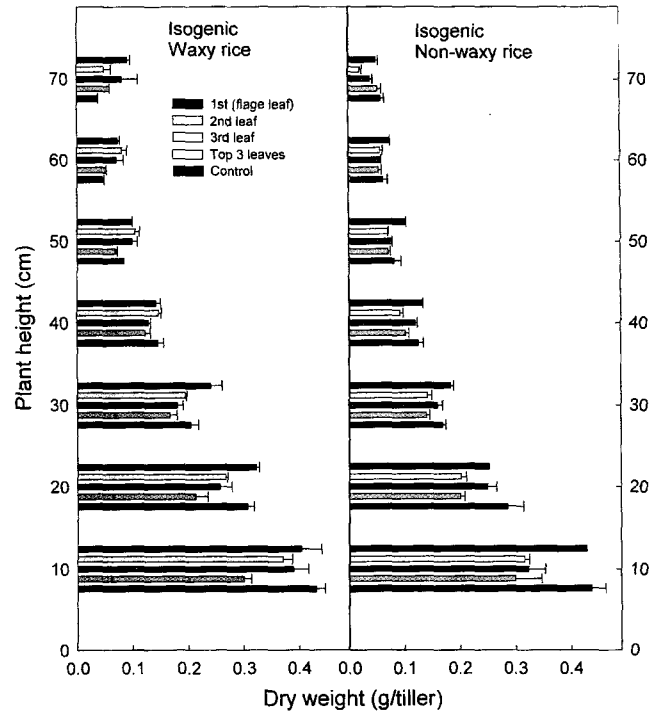


Fig. 3. Vertical dry matter distribution rice plant of isogenic non-waxy and waxy rice cultivars as affected by leaf-removal of rice grown under chinese milkvetch straw returned (100 g/pot) (Pot experiment). Horizontal bars indicate means  $\pm$  S.E. (n=3).

벼는 기비구와 추비시용구에서 제 2엽을 제거한 것이 가장 많이 감소하였고 유기물 시용구는 제 3엽을 제거한 것이 가장 많이 감소한 것으로 나타났다. 메벼는 세 처리 모두 제 3엽을 제거한 것이 가장 많이 감소하였다. 찰벼는 박 등(1968)과 Yoshida(1981)가 보고한 출수기 단엽 처리에서 제 3엽이 건물중 변화에 가장 큰 영향을 미친다는 내용과는 일치하지 않았지만 메벼는 유사한 결과를 보였다.

찰벼는 지엽의 역할이 다른 엽에 비해 중요하며, 메벼는 지

엽 보다 제 2엽이 중요한 것으로 사료된다. 공시품종별 엽 처리에 따른 줄기의 건물중 변화는 찰벼 보다 메벼가 크게 나타났다(Table 2). 출수 후 탄소동화물질의 전류능력은 찰벼보다 메벼가 크게 나타났다. 또한 출수 후 상위 엽의 기능은 찰벼 보다 메벼에서 더 크게 작용하는 것으로 사료된다.

당, 전분 및 질소함량과 수량구성요소

Table 3은 출수기 절엽에 따른 수확기 줄기의 당, 전분 및 질소 함량과 수량구성요소 중 천립중과 등숙율을 나타낸 것이

Table 2. Dry weight rate of culm of near isogenic waxy and non-waxy rice as affected by leaf-removal treatments of rice grown under different fertilizer application.

Leaf removal	Basal application		Top dressing		Chinese milkvetch	
	Waxy rice	Non-waxy rice	Waxy rice	Non-waxy rice	Waxy rice	Non-waxy rice
Flag leaf	98	81	100	100	80	86
2nd leaf	89	94	97	74	91	86
3rd leaf	95	92	96	84	78	85
Top3leaves	79	71	78	75	87	85
Means	90.2	84.5	92.7	83.2	84.0	85.5
Check	100	100	100	100	100	100

**Table 3.** Sugar, starch and N contents and yield component of near isogenic waxy and non-waxy rice as affected by leaf-removal treatments of rice grown under different fertilizer application.

		Waxy rice					Non waxy rice				
		Sugar	Starch	N	1000 grain weight	Ripened grain ratio	Sugar	Starch	N	1000 grain weight	Ripened grain ratio
		mg/g			%	g	%	mg/g			%
Basal application	Leaf removed										
	flag leaf	25.2	23.0	0.36	22.7	92	24.0	34.7	0.37	23.4	94
	2nd leaf	26.8	32.3	0.36	22.7	92	25.9	28.0	0.35	22.8	96
	3rd leaf	23.7	23.0	0.40	22.5	93	31.9	25.4	0.33	22.3	89
	Top 3 eaves	14.0	13.6	0.34	21.7	84	35.7	11.4	0.35	21.9	78
	Check	31.5	34.6	0.32	23.2	96	30.2	32.1	0.34	23.6	95
LSD <sub>.05</sub>		7.15	16.20	ns	1.03	7.8	11.06	19.28	ns	ns	12.9
Top dressing	flag leaf	26.5	29.5	0.35	20.9	82	25.8	33.7	0.35	22.3	89
	2nd leaf	30.1	26.7	0.37	21.9	84	29.3	23.3	0.32	21.9	91
	3rd leaf	30.2	26.9	0.38	21.3	91	27.1	14.4	0.32	22.3	87
	Top 3 leaves	11.4	8.8	0.35	20.5	63	11.7	9.3	0.35	20.2	77
	Check	22.8	15.6	0.33	21.2	91	30.2	33.1	0.44	22.8	93
	LSD <sub>.05</sub>		9.18	ns	0.044	1.44	9.3	7.71	10.22	ns	1.62
Chinese milkvetch	flag leaf	27.6	36.1	0.42	17.7	46	40.0	50.9	0.41	18.8	80
	2nd leaf	30.4	30.8	0.38	20.8	90	40.0	39.4	0.41	21.6	76
	3rd leaf	13.2	40.4	0.33	20.2	77	38.9	33.0	0.40	20.7	85
	Top 3 leaves	13.5	32.2	0.42	16.4	53	24.1	33.7	0.40	20.9	72
	Check	30.0	41.7	0.37	18.8	84	31.6	45.0	0.39	23.0	90
	LSD <sub>.05</sub>		8.85	7.92	0.042	1.44	9.3	8.62	11.09	0.051	2.37

다. 수확기 엽초+경의 당과 전분함량은 찰벼보다 메벼가 높게 나타났으며 절엽에 따른 당과 전분 함량은 상위 3엽을 모두 제거한 것이 가장 낮았고, 단엽 처리는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 수확기 줄기의 질소 함량은 메벼에 비해 찰벼가 높았다. 두 공시품종의 질소함량은 추비시용구와 유기물 투입구에서 엽신 처리간 차이를 보였다. 추비시용구의 질소 함량은 제1엽 제거구와 대조구에서 가장 낮았고, 유기물 시용구는 제 3엽을 제거한 것이 가장 낮게 나타났다. 메벼의 질소 함량은 유기물 투입구만 엽신 처리별 유의성이 인정되었고 다른 두 처리는 상위 3엽을 제거 한 것이 다른 처리에 비해 낮은 값을 나타내었지만 유의성은 인정되지 않았다. 이런 결과는 출수기 엽신을 제거함으로 줄기의 질소가 이삭으로 이동(Cho *et al.*, 1999) 된 것으로 사료된다.

수량구성요소 중 등숙율은 상위엽의 영향을 받는다고 Nakano 등(1995)이 보고하고 있으며 박 등(1968)은 등숙율과 천립중이 가장 많은 영향을 받는다고 하였으며 본 시험에서도 이와 유사한 결과를 얻었다. 찰벼의 천립중과 등숙율은 상위 3엽을 제거 한 것이 가장 낮게 나타났으며 단엽 처리는 유의성이 나타나지 않았다. 메벼의 천립중과 등숙율은 찰벼와 같이 상위 3엽을 제거한 것이 가장 낮게 나타났다. 품종간 등숙율과 천립중은 찰벼에 비해 메벼가 높게 나타났다. 찰벼의

**Table 4.** Analysis of variance for sugar, starch and yield component of waxy and non-waxy isogenic rice as affected by leaf-removal of rice grown under different fertilizer application.

	Sugar	Starch	N	1000 grain weight	Ripened grain ratio
Main (F <sup>‡</sup> )	**	ns	ns	**	**
Subplot (C <sup>‡</sup> )	*	**	*	**	**
F*C	**	ns	ns	**	*
Sub-subpodt (LR <sup>§</sup> )	**	**	ns	**	*
C*LR	**	ns	ns	*	*
F*LR	*	*	*	ns	*
C*F*LR	**	ns	*	*	**

<sup>‡</sup>F: Fertilizer, <sup>‡</sup>C: Cultivar, <sup>§</sup>LR: Leaf removed, \*Significant at 5% level, \*\* Significant at 1% level.

천립중과 등숙율이 메벼와 비교해 낮은 원인은 수직 건물중 분포(Fig. 1, 2, 3)에서와 같이 출수 후 동화물질의 전류에 문제가 있었다. Craft-Brandner 등(1987)의 보고에 의하면 전분 곡물의 전분 구성은 수량과 밀접한 관계가 있다고 하였다. 따라서 본 시험의 이러한 결과는 출수 후 동화물질의 전류와 종실 전분 구성의 차이에 의한 것으로 사료된다.

출수기 절엽에 따른 수확기 줄기의 당, 전분 및 질소 함량과 수량구성요소의 상호 유의성은 Table 4와 같다. 엽초+경의 당, 전분 및 질소 함량은 품종간에 유의성을 나타내었다. 시비법에 따른 유의성은 엽초+경의 당 함량, 천립중 및 등숙율만 나타내었다. 절엽에 따른 엽초+경의 당, 전분 함량, 천립중 및 등숙율만 유의성을 나타내었다. 당 함량과 등숙율은 처리에 대해 모든 상호작용이 차이를 나타내었으며, 전분 함량은 시비와 절엽에 대한 상호작용만 차이를 보였다. 질소 함량은 시비와 절엽 그리고 품종, 시비와 절엽에 대해서 각각 상호작용이 차이를 보였다. 천립중은 시비와 절엽에 대한 상호작용을 제외한 다른 처리간 상호작용이 차이를 보였다.

### 摘 要

근동절계통인 화청벼의 찰벼와 메벼를 이용하여 출수기 엽신 제거에 따른 찰벼와 메벼 줄기의 수직 건물중 변화와 상위 절 엽신이 수확기 수량구성요소 중 천립중과 등숙율에 미치는 영향을 평가한 시험의 결과는 아래와 같다.

1. 출수기 엽신 제거에 따른 줄기의 수직 건물중 변화는 10 cm 까지가 가장 많이 감소하였다.
2. 공시 품종별 줄기의 건물중 감소는 찰벼보다 메벼가 크게 감소하는 것으로 나타났다.
3. 수확기 엽초+경의 전분함량은 waxy rice 보다 non-waxy rice가 높았고 공시품종 모두 엽초+경의 전분함량은 상위 3엽을 모두 제거한 것이 가장 낮았고 단엽제거 처리에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다.
4. 천립중과 등숙율은 찰벼보다 메벼에서 높았고 천립중과 등숙율은 공시품종 모두 상위 3엽을 모두 제거한 것이 가장

낮게 나타났다.

### 引用文獻

- Cho, Y. S., B. J. Lee, and Z. R. Choe. 1999. Nitrogen translocation and dry matter accumulation of direct seeded rice in no tillage rice-vetch cropping. *Korean J. Crop Sci.* **44**(1): 44-48.
- Crafts-Brandner, S. J. and D. B. Egli. 1987. Sink removal and leaf senescence in soybean. Cultivar effects. *Plant Physiol.* **85**: 662-666.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R. L. Mitchell. 1985. *Phylogeny of crop plant.* Iowa state Univ. press. p 64.
- 고희중, 차건완, 허문희. 1998 벼에서 저 아밀로스 배유 돌연변이체의 유전과 몇가지 이화학적 특성. *한국육종학회지* **29**(3): 368-375.
- Mayoral, M. I., Z. Plaut, and I. Reinhold. 1985. Effect of translocation-hindering procedures on source leaf photosynthesis in cucumber. *Plant Physiol.* **77**: 712-717.
- Nakano, H., A. Makino, and T. Mae. 1995. Effects of panicle removal on the photosynthetic characteristics of the flag leaf of rice plants during the ripening stage. *Plant Cell Physiol.* **36**(4): 653-659.
- 박재규, 김영신, 이종기. 1968. 수도에 있어 절엽이 등숙에 미치는 영향. *한토비지* **1**(1): 125-128.
- Plaut, Z., M. I. Mayoral, and I. Reinhold. 1987. Effect of altered sink:source ratio on photosynthetic metabolism of source leaves. *Plant Physiol.* **85**: 786-791.
- Seong, R. C. and J. H. Park. 1993. Effects of leaf and pod removal on dry matter accumulation of soybean plant. *Korean J. Crop. Sci.* **38**(4): 324-329.
- Song, B. H. 1995. Carbohydrate metabolism and nitrogen assimilation rate on activities of glutamine synthase and nitrate reductase at different nitrogen levels in two rice varieties. *Korea. J. Soil Sci and Fertilizer.* **28**(1): 54-65.
- Yoshida, S. 1981. *Fundamentals of rice crop science.* International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. p269.