

## 일품벼 도정 및 쌀 품질 향상을 위한 분시비율 개선연구

원종건\*<sup>†</sup> · 안덕종\* · 김세종\* · 최충돈\* · 이상철\*\*

\*경상북도 농업기술원, \*\*경북대학교 농업생명과학대학 식물생명과학부

### Improving Grain Quality by Controlling Top Dressing of Nitrogen Application Ratio

Jong Gun Won\*<sup>†</sup>, Duok Jong Ahn\*, Se Jong Kim\*, Chung Don Choi\*, and Sang Chul Lee\*\*

\*Gyeongbuk Agricultural Research & Extension Services, Taegu 702-708, Korea

\*\*Division of Plant Bioscience, College of Agriculture and Life Science, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

**ABSTRACT** This study was carried out to improve the rice grain quality of Ilpum cultivar, especially to reduce the chalky rice rate by controlling top dressing of nitrogen application ratio at the tillering and panicle initiation stage. In the rice plant growth, the number of tiller and leaf area index of maximum tillering stage were influenced by basal dressing and top dressing at tillering stage; however those of heading stage were mainly influenced by top dressing at panicle initiation stage. In yield and yield components, they were influence by the top dressing at panicle initiation stage and the rice yield was increased by percentage of the top dressing. The protein content of rice grain was increased as the rate of top dressing at panicle initiation stage was increased. The rate of chalky and damaged rice was remarkably increased as the top dressing ratio was increased, resulting in reducing the rate of head rice rate. As the results, the characteristics of milling and rice quality was improved when the amount of top dress was reduced as 50% at the panicle initiation stage, and the yield of head rice also increased.

**Keywords** : mill quality, protein content, top dressing ratio

**쌀**의 단백질 함량은 아밀로즈와 함께 쌀의 품질을 결정짓는 이화학적 특성 중 가장 중요한 요소로서 질소 시비, 특히 수전기간중의 질소추비에 의해 많은 영향을 받고 있으며 (Honjyo & Hirano, 1979b; Tamaki *et al.*, 1989; Imabayashi *et al.*, 1998; Kim *et al.*, 2007), 처리회수가 다른 요소 엽면 시비와 유안추비에 따른 현미 단백질 함량 증가에 대한 효

과도 있다고 한다(Honjyo *et al.*, 1980; Honjyo & Fujise, 1982). 수수에 집적된 질소의 내력은 수전시기에 추비를 사용한 경우는 성숙기의 수수에 있는 질소의 60~70%가 추비 후에 흡수된 것이며, 한편, 무추비에서는 대부분 수전기까지 흡수된 질소의 식물체내에서 일어난 재전류에 의한 것으로 보고하였으며, 현미의 단백질 함량은 수전기의 엽신질소 함량과 상관이 있다고 하였다(Honjyo & Hirano, 1979a; 1979b). 또한 유수분화기의 엽색도(SPAD-502)와 쌀 단백질함량의 상관에서 엽색도에 의한 단백질 함유율의 간접적추정에 의한 질소 추비 사용량 결정에 관한 연구도 시도되었다(Kim *et al.*, 2006). 한편 심복백미 등 분상질미는 이앙시기가 늦어질수록 심복백 발생이 많았고 특히 6월 중순이후 이앙시는 더욱 큰 폭으로 증가한다고 하였다(오 등, 1991). 미질의 외관적 특성은 무비, 무질소, 무인산구에서 수량은 크게 낮았던 반면, 완전미율은 높았고, 동할미, 심복백미율이 현저히 낮아 양질의 외관을 보였다는 보고가 있다(이와 오, 1991).

한편, 경상북도 벼 품종별 재배면적은 일품벼가 약 30%를 차지하면서 최근 5년간 계속 가장 많이 재배되고 있으며, 2006년도 탐라이스 단지 5개소에 있어서도 전지역에 일품벼가 단일품종으로 심겨져 좋은 반응을 얻고 있다(이, 2007). 경북지방에서 일품벼는 '95년 이후 지역을 대표하는 벼품종으로 지난 '03년에는 전체면적의 33.8%까지 재배되었으나 '04년 이후 재배면적이 줄어들어 약 30%내외로 재배되고 있다(손, 2007). 그러나 일품벼는 밥맛 면에서는 많은 장점과 강점이 있지만, 병해충에 약한 면이 있으며 분상질미의 다발로 인한 외관상 품위의 저하, 그리고 도정수율이 저하됨으로 인해 채산성 악화, 등숙기간중 영화 속색의 불량 등 개선해야할 점이 많이 존재하고 있다(Kwak *et al.*, 2005). 따라서 본 시험은 일품벼에서 다발되고 있는 분상질미 발생

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-53-320-0271  
(E-mail) jgwon67@gba.go.kr <Received November 28, 2008>

을 경감시켜 외관상 품위 및 도정수율을 향상시키고 쌀의 단백질 함량을 경감시킬 수 있는 재배방법을 개발하고자 질소 분시비율을 조정하여 그 효과를 검증하였다.

## 재료 및 방법

본 시험은 일품벼에서 다발되고 있는 분상질미 발생을 경감시켜 외관상 품위 및 도정수율을 향상시킬 수 있는 재배방법을 개발하고 질소 분시비율을 조정하여 그 효과를 검증코자 2006년과 2007년에 식양토 신흥통인 경상북도 농업기술원 포장에서 수행하였다. 시험재료로는 중만생종인 일품벼를 4월 30일에 파종하여 보온절충 못자리를 이용하여 30일간 중묘로 육묘하였다. 육묘한 묘는 재식거리 30×14 cm로 주당 4-5본씩 5월 31일에 기계로 이앙하였다.

질소질 비료 분시비율 조절은 기비-분얼비-수비(%)를 표준재배에서는 50-20-30를 사용하였고 질소질 비료 시비 총량은 100%로 일정하게 하고 분얼비 50% 감비 및 100%시비와 수비 0%, 50% 감비와 100% 사용을 조합하여 90-10-0, 75-10-15, 60-10-30, 80-20-0, 65-20-15%로 조정하여 시비하였다.

벼 생육은 출수후 20일경에 반복당 20주를 임의 선정하여 간장, 수장, 수수를 조사하였다. 영화수와 등숙비율을 수확전 반복당 3주를 채취하여 조사하였으며, 수량조사는 반복당 100주를 수확한 후 10a 당 수량으로 환산하였다.

미질 조사는 경상북도 농업기술원 미질종합분석실에서 실시하였으며, 외관상 쌀 품위조사는 Grain Inspector(Cervitec TM 1625, Foss, Sweden)를 이용하여 완전미, 설패미, 심복백미, 착색립, 피해립 등으로 구분하였으며, 쌀의 단백질 함량 및 아밀로즈 함량은 Grain Analyzer(1241, Foss, Sweden)를

이용하여 조사하였다. 식미치 분석은 쌀 시료 33 g을 10분간 취반한 후 Toyo 미도미터(MA90A, Toyo, Japan) 분석기기를 이용하여 분석하였다. 도정특성은 쌍용 기계에서 개발한 완전미도정수율 판정기(SY2000, Korea)를 이용하여 조사하였다.

## 결과 및 고찰

Table 1은 질소질 비료의 분시 방법에 따른 최고분얼기와 출수기의 경수, 식물체 건물중 그리고 엽면적 지수를 나타낸 것이다. 최고 분얼기의 경수는 분얼비 보다는 기비 비율이 상대적으로 많았던 처리에서 분얼 수가 많게 증가되었으며, 출수기의 경수는 기비 보다는 분얼비의 영향을 많이 받았던 것으로 나타났다. 이는 최고분얼기의 경수는 무효경수가 많이 발생됨으로 인해 비록 경수는 많았지만 최종 유효경수로 연결되는 비율은 오히려 기비량이 적었던 처리에서 더 많이 조사되었다. 건물중은 경수(분얼수)와 같은 경향으로 나타나 최고분얼기는 기비의 영향을, 출수기에는 분얼비의 영향을 더 받았던 것으로 나타났다. 엽면적지수 또한 경수가 증가할수록 높아지게 되므로 같은 경향으로 나타났다. 엽면적 지수는 단위면적당 엽면적을 지수로 표시한 것으로 최적엽면적은 기상조건, 작물의 종류 및 품종지력 등에 따라 다르고, 특히 기상조건에 있어서는 일사량과 깊은 관계가 있다. 벼는 출수기 및 등숙기의 일사량이 360~380 cal/cm<sup>2</sup>/일에서 최적엽면적은 단위면적의 6.5~7.5배(엽면적지수 6.5~7.5)가 된다고 하는데, 우리나라에 있어서의 최적엽면적지수는 그보다 높다고 한다(이 등, 1981).

질소분시비율에 따른 수량 및 수량구성요소 차이는 Table 2에서 보는 바와 같다. 출수후 성숙기의 간장, 수장, 수수는

**Table 1.** Tillers number, rice dry weight and leaf area index at maximum tillering and heading stage as affected by nitrogen split ratio.

N split ratio (%)	Maximum tillering stage			Heading stage		
	Tiller (no. hill <sup>-1</sup> )	Dry weight (g hill <sup>-1</sup> )	LAI	Tiller (no. hill <sup>-1</sup> )	Dry weight (g hill <sup>-1</sup> )	LAI
90-10-0	32.0a <sup>†</sup>	13.6ab	5.70a	16.0b	55.7ab	5.45b
75-10-15	30.0a	13.1ab	5.17ab	16.7ab	55.3ab	5.73ab
60-10-30	28.7a	12.8ab	4.58bc	20.7a	57.6ab	6.91a
80-20-0	31.8a	14.7a	5.14ab	18.2ab	54.7b	5.90ab
65-20-15	29.2a	13.1ab	4.57bc	20.0ab	61.4a	6.78ab
50-20-30	26.3a	12.2b	4.01c	20.5ab	60.1ab	7.06a

<sup>†</sup>Values with the same letter in a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

주로 분얼비와 수비의 영향을 받아 분얼비가 50% 증비될수록, 그리고 수비가 무비에서 50%, 100% 시비에 이르면서 점차 간장 및 수장은 길어지고, 수수는 증가하는 경향을 보였다. 영화수 또한 수비의 영향을 많이 받았던 것으로 사료되었다. 이와는 반대로 등숙비율은 분얼비가 50% 시비와 수비의 시비량이 적을수록 등숙비율이 향상되었다. 쌀 수량은 엽면적 지수가 높고 수수 및 영화수가 많았던 분얼비 100%시용과 수비시용량이 상대적으로 많았던 처리에서 높게 나타나, 60-10-30%, 65-20-15% 그리고 50-20-30% 분시한 처리에서 수량이 높았다.

질소질비료 분시 방법에 따른 쌀의 이화학적 특성에서는 수비가 증가될수록 단백질 함량이 증가되었으며, 기비나 분얼비의 영향은 거의 없었다(Table 3). 아밀로즈 함량은 단백질함량과는 달리 수비의 시용량이 증가될수록 줄어드는 경향을 보였다. 따라서 단백질 함량으로 본 미질은 수비의 시용량이 줄어들수록 향상되었고, 아밀로즈 함량으로 본 미질은 수비의 시용량이 많을수록 향상되는 경향을 보여 적절한 수량이 확보되면서 미질도 향상되는 분시비율을 조절하는 것이 중요할 것으로 생각된다. 이와 같은 결과는 쌀의 단백질 함량은 질소시비량이 많을수록(Patrick *et al.*, 1974; Souza *et*

*al.*, 1993), 동일한 시비량이라도 수비중점 시비일 경우나 알거름을 줄 경우(De Datta *et al.*, 1972; Perez *et al.*, 1996; Kim *et al.*, 2007), 그리고 수비시기가 늦어질수록(Islam *et al.*, 1996; Nguyen *et al.*, 2006) 증가한다는 내용과 일치하였다.

Table 4는 질소질 비료의 분시비율에 따른 외관상 벼 품위를 나타낸 것으로, 완전미 비율은 수비를 고정시키고 기비에서 분얼비를 증가할수록, 수비의 시용을 감비할수록 증가하였다. 이는 Table 4에서 보는 바와 같이 분상질미가 수비의 시용이 증가할수록 유의적으로 증가하였으며, 또한 피해립도 이와 같은 경향을 보여 완전미 비율을 떨어뜨리는 큰 요인으로 작용하였다. 이러한 결과는 Table 3에서 언급한 바와 같이 등숙비율이 높았던 처리구에서 분상질미와 피해립 발생이 줄어들었던 결과에 기인한 것으로 사료되었다. 이에 따른 완전미 수량은 Table 2에서의 수량과는 달리 수비를 100% 시용한 처리에서 완전미율이 급격히 저하됨으로 인해 비록 쌀 수량은 높았지만 완전미 수량은 가장 낮았으며, 분얼비는 100% 시용하고, 수비를 50% 감비한 65-20-15% 분시구에서 완전미 수량이 가장 높게 나타났다. 본 시험의 처리와 약간 다른 연구 결과(Shin *et al.*, 2004)에 의하

**Table 2.** Rice yield and yield components as affected by nitrogen split ratio.

N split ratio (%)	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Panicle (no. hill <sup>-1</sup> )	Spikelet (no. panicle <sup>-1</sup> )	Ripening rate (%)	1000-G weight (g)	Rice yield (t ha <sup>-1</sup> )
90-10- 0	67	19.5	13.6	88.7b <sup>†</sup>	85.6ab	21.9a	4.89b
75-10-15	70	19.7	14.2	91.4ab	83.1ab	22.0a	5.17ab
60-10-30	71	20.2	14.0	110.2a	81.5b	21.7a	5.41a
80-20- 0	69	20.1	14.0	86.6b	86.1a	22.0a	4.97b
65-20-15	70	20.0	14.7	97.5ab	85.4ab	21.8a	5.41a
50-20-30	72	20.1	14.5	97.9ab	81.7b	22.0a	5.43a

<sup>†</sup>Values with the same letter in a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

**Table 3.** Physicochemical characteristics of milled rice as affected by nitrogen split ratio.

N split ratio (%)	Moisture (%)	Protein (%)	Amylose (%)	Whiteness
90-10- 0	12.4	6.5c <sup>†</sup>	17.9a	42.9a
75-10-15	12.9	6.7b	17.7ab	41.9a
60-10-30	12.6	7.2a	17.4b	43.7a
80-20- 0	12.4	6.5c	18.0a	42.4a
65-20-15	12.2	6.7b	17.9a	40.6a
50-20-30	12.9	7.1a	17.6ab	41.8a

<sup>†</sup>Values with the same letter in a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

**Table 4.** Appearance quality of milled rice as affected by nitrogen split ratio.

N split ratio (%)	Appearance quality (%)					Cracked (%)	Head rice yield (t ha <sup>-1</sup> )
	Head	Broken	Chalky	Damaged	Colored		
90-10- 0	83.4ab <sup>†</sup>	4.3a	8.8cd	3.5b	0.1b	19.4a	4.08b
75-10-15	81.0b	2.6b	10.3bc	5.9ab	0.3b	19.8a	4.19ab
60-10-30	73.6c	3.4ab	15.6a	6.9ab	0.5ab	18.2a	3.98b
80-20- 0	86.2a	2.6b	7.6d	3.5b	0.2b	19.6a	4.28ab
65-20-15	82.2ab	3.0b	8.1d	6.4ab	0.4b	20.1a	4.45a
50-20-30	74.7c	2.7b	11.9b	9.6a	1.2a	20.0a	4.06b

<sup>†</sup>Values with the same letter in a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

**Table 5.** Milling characteristics of milled rice as affected by nitrogen split ratio.

N split ratio (%)	Hulling recovering (%)	Milled /brown rice rate (%)	Milling recovering (%)	Color separation (%)	Colored rice (%)	Head rice (%)	Broken rice (%)
90-10- 0	82.7b <sup>†</sup>	89.2a	73.8a	65.3ab	8.7ab	64.8ab	0.5a
75-10-15	82.6b	88.7b	73.2abc	65.2ab	7.7bc	64.7ab	0.5a
60-10-30	82.4b	88.0c	72.5c	63.3b	9.4a	62.8b	0.5a
80-20- 0	82.7b	88.6b	73.2abc	65.9a	6.9cd	65.4a	0.4a
65-20-15	82.7b	87.9c	72.8bc	65.7a	6.1d	65.1a	0.5a
50-20-30	83.9a	87.8c	73.4ab	64.0ab	8.3abc	63.2ab	0.5a

<sup>†</sup>Values with the same letter in a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

면 알거름의 시용한 처리에서 현미의 청미 함량이 증가하였으며, 백미의 피해률이 증가하였다는 보고가 있으나, 한편으로 질소 추비량의 증가에 따라 복백미 발현율이 저하된다는 보고(Tashiro & Ebata, 1979)도 있어 더 자세한 검토가 필요하였다.

Table 5는 완전미 도정수율 판정기 장비를 이용하여 제현율, 현백율, 도정율, 색채선별율, 유색미율, 완전미율 그리고 싸라기 비율을 나타낸 것으로 제현율은 처리간 통계적 유의성은 없었으나 50-20-30% 시용구에서 예외적으로 높았다. 현백율은 수비의 시용이 적었던 처리에서 높았고 도정율도 현백율과 같은 경향이었으나 50-20-30% 시용구에서 예외적인 결과가 있어 추후 면밀한 검토가 요구되었다. 싸라기와 피해률 등을 제거한 후 색채선별기를 거친 시료에 대한 유색미는 수비의 시용이 증가 할수록 늘어났으나 수비를 50% 시용한 처리구에서 대체적으로 낮게 나타나 색채선별율은 수비를 0, 50% 시용한 처리구에서 수비 100% 시용구에 비해 높았다. 이러한 결과로 인해 도정수율판정기의 완전미 비율도 색채선별율과 같은 경향을 얻을 수 있었다. 이러한 결과는 곽 등(2005)에 의해 보고된 도정수율 향상과

완전미수율을 높이기 위한 재배법으로 소식이앙, 수비절감(25% 감비) 및 규산 검정시비, 중간낙수를 실시하는 것이 좋다는 내용과 일치하는 경향을 보였다.

Table 6은 분상질립 발생과 관련된 여러 가지 요인에 대한 상관관계를 나타낸 것으로서 최고분얼기의 분얼수, 건물중, 엽면적 지수와는 부의 상관관계가 있었고, 출수기의 분얼수, 건물중, 엽면적 지수와는 정의 상관관계가 있어 출수기의 식물체 생육의 의해 영향을 많이 받았던 것으로 분석되었다. 한편 수량구성요소의 등숙율과는 부의 상관관, 분상질립이 많이 발생할수록 완전미 비율은 떨어지는 것으로 나타나 분시 비율조절을 통한 출수기 생육을 어느 정도 억제하는 시비방법이 요구되었다.

## 적 요

일품벼에서 많이 발생되고 있는 분상질립을 경감시켜 외관상 품위 및 도정수율을 향상시키고, 쌀의 단백질 함량을 줄여 품질을 향상시킬 수 있는 재배방법을 개발코자 질소 분시비율을 조정하여 시험한 결과는 다음과 같다.

**Table 6.** Relationship between various factors of rice and chalky rice appearance (n=36).

Related factor	Correlation coefficient(r)
Tiller number at MTS <sup>†</sup>	-0.58**
Plant dry weight at MTS	-0.52**
Leaf area index at MTS	-0.61**
Tiller number at HS <sup>‡</sup>	0.51**
Plant dry weight at HS	0.34
Leaf area index at HS	0.53**
Ripened grain rice	-0.44*
Protein content	0.77**
Head rice rate	-0.81**
Broken rice rate	-0.16
Colored rice rate	-0.23
Cracked rice rate	0.64**

<sup>†</sup>MTS: maximum tillering stage, <sup>‡</sup>HS: heading stage,  
\*, \*\*Significant at 0.05 and 0.01 probability levels.

1. 최고 분얼기의 경수는 기비와 분얼비의 영향을 많이 받았으며 엽면적지수 또한 같은 경향을 보였으나, 출수기의 경수 및 엽면적 지수 등은 수비의 영향을 많이 받았다.
2. 수량 및 수량구성요소는 대체로 수비의 영향을 많이 받아 수장, 영화수, 백미 수량 등은 수비 시비량의 증감과 일치하는 경향이였다.
3. 쌀의 이화학적 특성은 단백질 함량이 수비 시비량이 많을수록 높아졌고, 특히 분상질미, 피해립이 차지하는 비율이 현저히 높아져 완전미율은 낮아지는 경향이였다.
4. 따라서 쌀의 외관상 품위 및 도정 특성은 총질소 시비량이 동일할 경우 수비의 시비량을 50% 감비하여 사용한 구에서 향상되었으며, 완전미 수량도 높았다.

### 인용문헌

오용비, 김정일, 박정화, 이숙제, 오윤진, 박래경. 1991. 미질에 관한 연구 - (1) 심복백미의 식미특성과 재배환경 요인에 따른 변이. 농사시험연구논문집(수도) 33(3) : 91-98.

이선형. 2007. 경북의 쌀 산업 경쟁력 제고방안. 수도작특화전문경영. 경북대학교 최고농업경영자과정.

이은웅. 1981. 수도작. 향문사. pp. 91-93.

이종훈, 오윤진. 1991. N, P, K 및 유기물의 23년간 연용이 수도의 수량생산성과 미질에 미치는 영향. 한국작물학회지 36(4) : 332-339.

손재근. 2007. 경북지역 특수성에 기반한 쌀 산업 발전전략. 수도작특화전문경영. 경북대학교 최고농업경영자과정.

De Datta, S. K., W. N. Obcemea, and R. K. Jana. 1972. Protein content of rice grain as affected by nitrogen fertilizer and some triazines and substituted ureas. Agron. J. 64 : 785-788.

Honjyo, K. and K. Fujise. 1982. Studies of Protein Content in Rice Grain. VI. Effects of the foliar application of urea on the translocation of nitrogen to the ear and the protein content of brown rice. Jpn. J. Crop Sci. 51(2) : 196-204.

Honjyo, K. and M. Hirano. 1979a. Studies on Protein Content in Rice Grain. III. Effect of nitrogen top-dressing at full heading time translocation of nitrogen to the ear. Jpn. J. Crop Sci. 48(4) : 517-524.

Honjyo, K. and M. Hirano. 1979b. Studies on Protein Content in Rice Grain. IV. Varietal differences of the effect of nitrogen top-dressing at full heading time on the protein content of rice. Jpn. J. Crop Sci. 48(4) : 525-530.

Honjyo, K., M. Hirano, and K. Fujise. 1980. Studies on Protein Content in Rice Grain. V. Effects of topdressing of ammonium sulfate and foliar application of urea at full heading time on the translocation of nitrogen to the ears and the protein content of blown rice. Jpn. J. Crop Sci. 49(3) : 467-474.

Imabayashi, S., T. Ogata, and Y. Matsue. 1998. Annual and locational variations in physicochemical properties of rice. Jpn. J. Crop Sci. 67(1) : 30-35.

Islam, N., S. Inanaga, N. Chishaki, and T. Horiguchi. 1996. Effect of N top-dressing on protein content in Japonica and Indica rice grains. Cereal Chem. 42 : 225-235.

Kim, M. H., J. D. Fu, and B. W. Lee. 2006. Determining nitrogen topdressing rate at panicle initiation stage of rice based on vegetation index and SPAD reading. Korean J. Crop Sci. 51: 386-395.

Kim, M. H., K. J. Lee, and B. W. Lee. 2007. Response of grain protein content to nitrogen topdressing rate at panicle initiation stage under different growth and plant nitrogen status of rice. Korean J. Crop Sci. 52: 104-111.

Kwak, K. S., J. I. Lee, J. C. Shin, J. K. Kim, J. R. Son, J. H. Kim, H. K. Park, and J. H. Seo. 2005. The improvement of the grain color during the ripening stage and head rice recovery of Ilpumbyeo. Treat. of Crop Sci. 6: 207-217.

Nguyen, T. H., M. H. Kim, and B. W. Lee. 2006. Response of grain yield and milled-rice protein content to nitrogen topdressing timing at panicle initiation stage of rice. Korean J. Crop Sci. 51 : 1-13.

Patrick, R. M., F. H. Hoskins, E. Wilson, and F. J. Peterson. 1974. Protein and amino acid content of rice as affected by application of nitrogen fertilizer. Cereal Chem. 51 : 84-95.

Perez, C. M., B. O. Juliano, S. P. Liboon, M. Alcantara, and K. G. Cassman. 1996. Effects of late nitrogen fertilizer application on head rice yield, protein content, and grain quality of rice. Cereal Chem. 73 : 556-560.

Shin, O. K., C. D. Whang, S. T. Park, and S. Y. Kim. 2004.

- Evaluation of a proper nitrogen splitting method in machine transplanting rice. *Korean J. Intl. Agri.* 16 : 191-195.
- Souza, S. R., E. M. L. M. Stark, and M. S. Fernandes. 1993. Effect of supplemental nitrogen on the quality of rice proteins. *J. Plant Nutr.* 16 : 1739-1751.
- Tamaki, M., M. Ebata, T. Tashiro, and M. Ishikawa. 1989. Physico-ecological Studies on quality formation of rice kernel. I. Effects of nitrogen top-dressed at full heading time and air temperature during ripening period on quality of rice kernel. *Jpn. J. Crop Sci.* 58(4) : 653-658.
- Tashiro, T. and M. Ebata. 1979. Studies on white-belly rice kernel. VI. Effect of nitrogen top dressing at heading stage on the occurrence of white-belly kernel. *Jpn. J. Crop Sci.* 48(1) : 99-106.