

자운영 환원답의 벼 품종간 생육특성과 수량에 관한 연구

이병진*[†] · 안중웅* · 황동용* · 오성환* · 김준환* · 김상열* · 구연총* · 최진룡**

*영남농업연구소, **경상대학교

Growth Characteristics of Six Rice Cultivars under Rice-Chinese Milk Vetch (*Astragalus sinicus* L.) Cropping System

Byung-Jin Lee*[†], Jong-Woong Ahn*, Dong-Yong Hwang*, Seong-Hwan Oh*, Joon-Hwan Kim*, Sang-Yeol Kim*, Yeon-Chung Ku*, and Zhin-Ryong Choi**

*Yeongnam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Miryang 627-823, Korea

**College of Agriculture and Life Sci., Gyeongsang Natl. University, Jinju 660-701, Korea

ABSTRACT This study was carried out to comparatively evaluate growth characteristics of rice cultivars under rice-mono (conventional) and rice-Chinese milk vetch (Vetch) cropping system. Six rice cultivars such as Geumobyeo, Pungmibyeo, Hwayeongbyeo, Sobibyeo, Junambyeo and Dongjinbyeo were tested in 2005. The results obtained are summarized as follows ; plant height and culm length of all the tested cultivars at heading and harvest time were shorter in rice-vetch cropping system than conventional, however, nitrogen content of rice plants at heading and harvesting time was higher in rice-vetch cropping system. The total amount of nitrogen of rice plants was higher in conventional than rice-vetch cropping system. Nitrogen content of rice plant and uptake of Pungmibyeo was the highest of all the tested cultivars in both cropping systems. Generally, grain yield of tested cultivars seemed to be higher in conventional than rice-vetch cropping system. And it was the highest in Junambyeo as compared to those of other cultivars. Head rice ratio and protein content were higher in rice-vetch cropping system.

Keywords : rice, chinese milk vetch, rice quality, cropping system

현대의 농업은 단순히 식량을 생산하는 것뿐만이 아니라 인간이 살아가는 환경과 건강을 함께 고려하게 되면서 농업에 대한 인식이 달라지고 농업방식도 변해가고 있다. 특히 벼농사에서 화학비료 대응으로 녹비작물을 활용하는 방법들이 많이 연구되고 있는데 한국, 중국, 그리고 일본에서는

자운영을 화학비료 사용이전부터 재배하였다(Yasue, 1991).

자운영(*Astragalus sinicus* L.)은 녹비작물로서 뿐만 아니라 사료작물로도 한국, 중국, 일본에서 많이 재배되어 왔다. 친환경 농업이 강조되면서 녹비작물(Jeong *et al.*, 1995; Jeong *et al.*, 1995; Yang *et al.*, 2002; Jeong *et al.*, 1996), 피복작물(Cho and Choe, 1999), 사료작물과 밀원(최, 1986; Seong *et al.*, 1991)으로써의 자운영에 대한 연구가 다양하게 이루어져왔다. 질소고정에 관한 최(1986)의 연구결과에 따르면 자운영의 공중질소 고정능력은 19 kg/10a로써 관행 벼 질소 시비량보다 많아 화학비료의 사용이 없어도 벼 재배가 가능하며, 자운영 재배답에서 질소시비량(Yang *et al.*, 2002; Cho and Choe, 1999; Jeong *et al.*, 1996)에 대한 많은 연구가 수행되었다.

Kim *et al.*(2001)은 자운영의 생초 생산량은 2000~4000 kg/10a이 가능하며, 무기양분 조성은 질소 2.92%, 인산 0.74%, 가리 4.28%로 자운영 재배답에서 벼 재배시 질소비료 50% 정도를 절감할 수 있다고 하였다(Yang *et al.*, 2002). Kim *et al.*(2001)은 자운영 재배답에서 비료의 3요소 중에 인산을 제외한 다른 두 비료의 사용없이 벼 재배가 가능하다고 하였으며, Jeong *et al.*(1995)은 자운영 재배답 무비구가 관행구에 비해 수량이 증가하였고, 토양에도 긍정적인 효과를 보였다고 하였으며, 질소비료 사용이 6 kg/10a까지 증가할 수록 수량이 증가하며, 자운영 부속에 따른 환원장에는 12 일 정도 지나면 감소한다고 하였으며, 이 결과는 조와 최(Cho and Choe, 1999)의 결과와 일치하였다.

벼의 수량과 미질은 질소공급(Alison *et al.*, 2000; Peng *et al.*, 1999; Kundu, 1999)과 경운방식(Singh *et al.*, 2001)

[†]Corresponding author: (Phone) +82-55-350-1176
(E-mail) leebj04@rda.go.kr

에 영향을 받고, 질소이용효율(Park, 1974), 물 이용능력, 병해충, 수광태세 그리고 유전자형 등에 의해서도 영향을 받는다고 하였다. 작물의 질소이용효율을 최대한 높이기 위해서는 질소비료의 공급시기(Gina *et al.*, 2000), 시용방법(Cassman *et al.*, 1996), 시용 비료의 종류(Cho and Choe, 1999; Whitbread *et al.*, 1999)가 중요하다고 하였다.

본 시험은 자운영담에서 6 개 주요 벼 품종의 생육, 질소 흡수량 및 미질 등을 조사하였다.

재료 및 방법

본 시험은 2004~2005년까지 자운영이 재배된 작물과학원 영남농업연구소 답작 포장에서 수행하였으며, 생태형이 서로 다른 금오벼, 품미벼(조생종), 소비벼, 화영벼(중생종), 주남벼, 동진벼(중만생종)등 6개 품종을 사용하였다.

벼 재배방법은 자운영 재배담과 자운영 무재배담으로 하였으며, 자운영 재배담에서 자운영 토양 환원시기는 고속기(6월 10일)에 로타리 정지작업 후 6월 13일에 25일묘를 30×14 cm로 1주 1본으로 손 이앙 하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 시비체계는 자운영 재배담은 무비, 자운영 무재배담은 농촌진흥청 표준시비법에 준하여 질소-인산-가리, 11-4.5-5.7 kg/10a을 사용하였으며, 기비-분얼비-수비(50-20-30%)로 사용하였고, 재배·관리는 농촌진흥청 표준재배법에 준하였다. Table 1은 공시 토양의 시험전후 이화학적 특성을 나타내었다.

시험토양에 투입된 자운영 환원량은 개화성기(5월23일)에 건물중으로 300 kg/10a이었으며, 성분함량으로는 질소 2.96, 인산 0.54 가리 3.23%이었다(Table 2).

관행재배 담에서의 잡초방제는 썩레질 직후 마세트 유제를 살포하고, 이앙 후 15일에 노난매 입제를 3 kg/10a로 살포하였다. 자운영담은 이앙 후 30일에 밧사그란 액제를 200 배 희석하여 살포하였다.

벼 생육조사는 이앙 후 15일, 출수기 그리고 수확기(출수 후 50-55일)에 초장, 경수, 건물중, 엽색도 그리고 식물체 질소함량을 조사하였다. 건물중은 시료를 75℃에 48시간이상 건조 후 수분함량이 더 이상 감소하지 않는 상태에서 측정하고, 분쇄기(Super mill HM-180, Korea)로 분쇄(40 mesh 이상)하여 Kjeldahl법으로 전질소함량을 분석하였다. 엽색도는 SPAD-502 (Minolta, Japan)를 이용하여 조사하였다. 수확 후 수량 및 수량구성요소는 농촌진흥청 조사기준(2003)에 준하여 조사하였다.

쌀의 미질특성은 수확 후 탈곡기(Kiya TS-190, Japan)로 탈곡하여 수분 15%가 되도록 양건한 벼 300 g을 시험용 현미기를 사용하여 제현하고, 백미는 현미에서 무제비로 8%를 더 도정하였고, 백미의 품위는 완전미, 미숙립, 사미, 청미 그리고 쇠미 비율로 품위판정기(Shizuok Seiki, RS-2000X, Japan)를 사용하여 조사하였으며, 쌀의 단백질 함량은 근적외선 분석기(NIRSystem 6500, Foss, Sweden)를 이용하여 조사하였고 data 분석은 SAS 프로그램을 사용하였다.

결과 및 고찰

벼 생육

공시된 6개의 벼 품종에 대한 이앙 후 15일과 출수기의 벼 품종별 생육특성은 Table 3과 같다.

자운영 재배담에서 로타리 정지 3일후 이앙에 따른 환원

Table 1. Soil physico-chemical properties before rice transplanting and after harvesting on rice-vetch cropping system.

| Elements | | pH (1:5) | OM (%) | Av. P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹) | CEC (cmol kg ⁻¹) | Ex.cation (cmol kg ⁻¹) | | |
|----------------------|------|----------|--------|--|------------------------------|------------------------------------|-------|------|
| | | | | | | K | Ca | Mg |
| Before transplanting | MC* | 6.4 | 1.4 | 77 | 12.58 | 0.36 | 10.48 | 1.52 |
| | Con. | 6.2 | 1.1 | 78 | 8.68 | 0.61 | 6.27 | 1.28 |
| After harvesting | MC | 5.4 | 1.4 | 67 | 6.85 | 0.36 | 4.98 | 0.82 |
| | Con. | 6.5 | 1.0 | 76 | 9.33 | 0.42 | 7.56 | 1.48 |

*MC : Milk vetch cultivation, Con. : conventional (means non-milk vetch cultivation)

Table 2. Nutrient contents of milk vetch at maximum blooming stage

(unit : %)

| | | |
|------|-------------------------------|------------------|
| T-N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 2.96 | 0.54 | 3.23 |

Table 3. Growth characteristics of 6 rice cultivars at early and heading stage under rice-milk vetch cropping system.

| Treatment | Variety | 15 days after transplanting | | | Heading stage | | |
|-----------|--------------|-----------------------------|-------------------------|---|------------------|--------------------|--------------------------------|
| | | Plant height (cm) | No. of tiller (no/hill) | CGR ¹⁾ (g/m ² /day) | Culm length (cm) | Leaf color (SPAD) | Dry weight (g/m ²) |
| MC | Geumbyeo | 40 ^{abc} | 3.2 | 0.7 | 68 ^b | 43.8 ^a | 450 ^b |
| | Pungmibyeo | 43 ^a | 3.5 | 1.0 | 68 ^b | 42.7 ^{ab} | 623 ^b |
| | Sobibyeo | 42 ^{ab} | 3.2 | 1.1 | 73 ^a | 43.8 ^a | 627 ^b |
| | Hwayeongbyeo | 38 ^{bcd} | 4.0 | 0.9 | 68 ^b | 41.4 ^b | 625 ^b |
| | Junambyeo | 33 ^{cd} | 4.1 | 0.7 | 63 ^c | 43.8 ^a | 703 ^a |
| | Dongjinbyeo | 35 ^{cd} | 3.3 | 0.8 | 75 ^a | 38.4 ^c | 727 ^a |
| | Avg. | 38.5 | 3.6 | 0.9 | 69.2 | 42.3 | 626 |
| Con | Geumbyeo | 46 ^b | 4.9 | 1.6 | 80 ^{ab} | 40.2 ^a | 660 |
| | Pungmibyeo | 48 ^a | 4.9 | 1.3 | 80 ^{ab} | 40.5 ^a | 752 |
| | Sobibyeo | 43 ^c | 4.4 | 1.6 | 84 ^a | 40.2 ^a | 841 |
| | Hwayeongbyeo | 40 ^{de} | 5.4 | 1.4 | 75 ^{bc} | 36.5 ^b | 771 |
| | Junambyeo | 39 ^e | 5.4 | 1.3 | 74 ^c | 41.6 ^a | 772 |
| | Dongjinbyeo | 41 ^{cd} | 5.1 | 1.5 | 80 ^a | 35.5 ^b | 899 |
| | Avg. | 43 | 5.0 | 1.5 | 78.8 | 39.1 | 783 |
| Treatment | | ** | ** | ** | ** | ** | ** |

¹⁾MC : Milk vetch cultivation, Con. : conventional (means non-milk vetch cultivation).

²⁾CGR : Crop Growth Rate.

Means with the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test

장애(-180 mV)(Cho & Choe, 1999)의 영향으로 자운영 재배답의 초장과 경수는 무재배답에 비해 감소하는 경향을 보였으며, 단위면적당 1일 건물생산량인 개체군성장률도 떨어지는 경향 나타내었으며, 초기와 출수기 생육특성에서 자운영재배 유무에 따른 처리간 차이가 있었다. 이는 Yun *et al.*(2004)의 결실기 자운영 처리에서 부숙 처리를 하지 않은 것이 부숙 처리한 것에 비해 생육이 저조하다고 한 내용과 Cho & Choe(1999)가 발표한 환원장애를 감소를 위해서는 자운영답에서 답수 후 12일 정도 경과되어야 한다는 결과와 유사한 경향을 보였다.

품종별 생육특성은 품미벼와 소비벼, 화영벼가 다른 품종에 비해 초장 및 개체군성장률의 감소가 적었다. 자운영 무재배답의 출수기 간장과 건물중은 자운영 재배답에 비해 높았고, 자운영 재배답에서는 출수기 건물중이 품종간 차이가 인정되었지만 자운영 무재배답에서는 품종간 유의성이 인정되지 않았다. 동진벼가 다른 품종에 비해 건물중이 높은 경향을 보였다. 엽색도는 자운영 재배답이 무재배답 보다 높게 나타났는데, 이것은 자운영 재배답의 벼 개체 생산량이 적어 비교적 엽색도가 높았던 것으로 사료된다.

질소함량 및 흡수량

출수기와 수확기의 자운영 재배답과 무재배답에서 벼 품종들의 각 부위별 질소함량은 Table 4와 같다. 출수기 엽과 줄기의 질소함량은 처리간 차이가 있었으며, 수확기에는 이삭의 질소함량에서 처리간 차이가 있었다. 출수기와 수확기 벼 질소함량은 엽과 줄기에서 자운영 재배답이 무재배답에 비해 높게 나타났으며, 출수기의 엽색도와 같은 경향을 나타내었다. 출수기 엽과 줄기의 질소 함량은 처리간에 차이가 없었지만 이삭의 질소함량은 처리간 차이가 있었다. Lee *et al.*(2005)은 자운영 재배시 쌀의 단백질 함량 증가한다는 보고와 유사한 결과를 얻었다. 품종별 수확기 이삭의 질소함량은 품미벼가 두 처리 모두에서 다른 품종에 비해 높은 질소 함량을 유지한 반면, 금오벼와 주남벼는 낮은 경향을 보였다.

출수기와 수확기의 자운영 재배답과 무재배답에서 벼 품종들의 각 부위별 질소흡수량은 Table 5에서와 같다. 처리간에는 출수기 엽, 수확기 엽과 줄기에서 유의성이 인정되었다. 질소흡수량은 질소함량과는 반대로 출수기와 수확기 모두 자운영 무재배답이 재배답에 비해 높은 경향을 보였다.

Table 4. Nitrogen content of rice plant parts at heading and harvesting stage.

(unit : %)

| Treatment | Variety | Heading stage | | | Harvesting stage | | |
|-----------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|---------|
| | | Leaf | Culm | Panicle | Leaf | Culm | Panicle |
| ↓ MC | Geumobyeo | 2.6 ^b | 0.9 ^b | 1.4 ^a | 1.6 | 0.8 | 1.2 |
| | Pungmibyeo | 3.0 ^a | 1.1 ^a | 1.2 ^b | 1.4 | 0.9 | 1.5 |
| | Sobibyeo | 2.9 ^{ab} | 1.0 ^{ab} | 1.1 ^b | 1.5 | 0.7 | 1.3 |
| | Hwayeongbyeo | 2.9 ^a | 1.1 ^a | 1.1 ^b | 1.6 | 0.9 | 1.3 |
| | Junambyeo | 2.8 ^{ab} | 0.9 ^b | 1.1 ^b | 1.6 | 0.8 | 1.2 |
| | Dongjinbyeo | 2.6 ^b | 0.9 ^b | 1.0 ^b | 1.4 | 0.8 | 1.2 |
| | Avg. | 2.8 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 0.9 | 1.3 |
| Con | Geumobyeo | 2.5 ^{ab} | 0.9 | 1.3 ^a | 1.5 ^{ab} | 0.7 | 1.1 |
| | Pungmibyeo | 2.8 ^a | 1.0 | 1.3 ^a | 1.6 ^a | 0.7 | 1.3 |
| | Sobibyeo | 2.7 ^a | 0.8 | 1.1 ^b | 1.4 ^{ab} | 0.7 | 1.2 |
| | Hwayeongbyeo | 2.6 ^{ab} | 0.8 | 1.1 ^{bc} | 1.3 ^b | 0.7 | 1.2 |
| | Junambyeo | 2.7 ^a | 0.8 | 1.0 ^{bc} | 1.5 ^{ab} | 0.8 | 1.1 |
| | Dongjinbyeo | 2.4 ^b | 0.8 | 0.9 ^c | 1.2 ^b | 0.8 | 1.2 |
| | Avg. | 2.6 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 0.7 | 1.2 |
| Treatment | | ** | ** | ns | ns | ns | ** |

↓ MC : Milk vetch cultivation, Con. : conventional (means non-milk vetch cultivation).

Means with the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test

Table 5. Nitrogen uptake of rice plant parts at heading and harvesting stage.

(kg/10a)

| Treatment | Variety | Heading stage | | | Harvesting stage | | |
|-----------|--------------|---------------|------------------|---------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | | Leaf | Culm | Panicle | Leaf | Culm | Panicle |
| ↓ MC | Geumobyeo | 3.3 | 2.4 ^b | 0.8 | 5.7 | 9.2 ^{ab} | 6.2 |
| | Pungmibyeo | 4.8 | 4.2 ^a | 1.1 | 5.4 | 14.2 ^b | 8.1 |
| | Sobibyeo | 3.9 | 3.9 ^a | 1.0 | 5.4 | 7.8 ^b | 5.6 |
| | Hwayeongbyeo | 4.9 | 4.1 ^a | 1.0 | 6.1 | 12.0 ^a | 6.4 |
| | Junambyeo | 5.0 | 4.0 ^a | 1.1 | 6.4 | 10.2 ^{ab} | 6.4 |
| | Dongjinbyeo | 4.9 | 4.0 ^a | 0.9 | 6.4 | 11.9 ^a | 5.5 |
| | Avg. | 4.5 | 3.8 | 1.0 | 5.9 | 10.9 | 6.4 |
| Con. | Geumobyeo | 4.9 | 3.4 | 1.1 | 5.1 ^c | 7.2 ^b | 5.7 ^c |
| | Pungmibyeo | 6.2 | 4.4 | 1.0 | 8.6 ^a | 11.5 ^a | 7.1 ^{bc} |
| | Sobibyeo | 6.1 | 4.3 | 1.1 | 8.4 ^a | 11.9 ^a | 9.3 ^a |
| | Hwayeongbyeo | 4.3 | 3.2 | 0.8 | 5.2 ^c | 11.0 ^a | 7.7 ^{ab} |
| | Junambyeo | 5.7 | 4.0 | 1.1 | 7.9 ^{ab} | 11.6 ^a | 7.5 ^{abc} |
| | Dongjinbyeo | 5.5 | 4.4 | 0.8 | 7.0 ^b | 12.6 ^a | 7.0 ^{bc} |
| | Avg. | 5.5 | 4.0 | 1.0 | 7.0 | 11.0 | 6.4 |
| Treatment | | ** | ns | ns | ** | * | ns |

↓ MC : Milk vetch cultivation, Con. : conventional (means non-milk vetch cultivation).

Means with the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test

이러한 결과는 자운영 무재배답에서 단위면적당 건물중이 많은 원인으로 질소 수지는 자운영 무재배답이 높았다. 자운영 답에서의 질소 흡수량을 높이기 위해서는 벼 전체의 건물양을 늘릴 수 있는 방안이 모색 되어져야 할 것으로 사료된다. 출수기 질소 흡수량은 자운영 재배답에서 품미벼와 주남벼가 자운영 무재배답에서 품미벼와 소비벼가 다른 품종에 비해 많았으며, 수확기 질소 흡수량은 자운영 재배답에서 품미벼가 자운영 무재배답에서 소비벼가 다른 품종에 비해 많았다. 품미벼는 줄기의 질소함량이 높고 이삭은 적은 경향을 보였고, 소비벼는 이삭의 질소함량이 높은 경향을 보였다. Cho *et al.*(1999)와 Inthapanya(2000)은 질소흡수량은 품종에 따라 차이를 나타내며, 출수기 엽의 질소가 이삭으로 전이된다고 보고 하였는데, 본 시험에서도 금오벼를 제외한 나머지 품종에서 이와 유사한 경향을 보였고, 금오벼 이삭의 질소함량은 출수기 이후 수확기에 감소하는 경향을 보였다.

수량 및 수량구성요소

자운영 재배답과 무재배답의 수량 및 수량구성요소는 Table 6과 같다. 자운영 재배답과 무재배답에서 단위면적당

수량과 수량에서 처리간 차이가 있었지만, 수당립수, 등숙율 그리고 천립중은 처리간 차이가 없었다. Yun *et al.*(2003)은 자운영 재배답에서 사질답과 보통답에 질소비료 사용을 각각 30%, 50% 그리고 Yang *et al.*(2003)은 50% 감비에서 벼 수량이 관행재배보다 증수되었다고 보고 하였지만, 본 시험은 자운영 재배시 벼 품종별 생육특성을 파악하기 위해 자운영 재배답에서 무비재배를 실시하여 자운영 재배답의 수량 감소요인으로는 이삭수 감소가 가장 크게 영향을 미쳤다. 이러한 결과는 초기의 환원장애에 의한 생육저하가 후기의 수량에도 영향(Kim *et al.*, 2001)을 미친 것으로 생각된다.

자운영 재배답과 무재배답의 수량 및 수량구성요소간의 상관관계는 Table 7에서와 같다. 완전미율은 자운영 재배답에서 천립중과 단위면적당 영화수와 유의적인 부의 상관관계를 나타냈고, 자운영 무재배답에서는 완전미 쌀수량과는 고도의 정의 상관관계를, 천립중과 단위면적당 이삭수는 부의 상관관계를 나타냈다. 완전미 쌀수량은 자운영 재배답에서는 수량구성요소간의 상관관계가 유의하지 않았으나, 자운영 무재배답에서 단위면적당 이삭수와 정의 상관관계를, 천립중과 부의 상관관계를 나타내었다. 천립중은 자운영 재배답에서 등숙율, 단위면적당 이삭수, 영화수가 증가할수록 천립

Table 6. Yield and yield components of rice cultivars under rice-milk vetch cropping system.

| Treatment | Variety | No. of panicle (no./m ²) | No. of spikelets (no./m ²) | Ripening ratio (%) | Wt. of 1,000 grains (g) | Milled rice (kg/10a) |
|-------------------|--------------|---|---|-----------------------|----------------------------|-------------------------|
| J ¹ MC | Geumobyeo | 227 | 109 | 87.0 ^b | 19.4 ^c | 346 ^c |
| | Pungmibyeyo | 257 | 108 | 91.1 ^{ab} | 18.7 ^c | 339 ^c |
| | Sobibyeyo | 221 | 107 | 82.4 ^b | 23.9 ^a | 410 ^{ab} |
| | Hwayeongbyeo | 251 | 89 | 85.2 ^b | 20.1 ^c | 398 ^b |
| | Junambyeo | 250 | 110 | 85.1 ^b | 20.3 ^{bc} | 430 ^a |
| | Dongjinbyeo | 250 | 98 | 95.4 ^a | 22.3 ^{ab} | 414 ^{ab} |
| | Avg. | 242 | 87.17 | 87.1 | 20.8 | 388 |
| Con. | Geumobyeo | 262 ^{ab} | 114 ^a | 94.7 ^{ab} | 18.8 ^d | 404 ^c |
| | Pungmibyeyo | 269 ^{ab} | 101 ^{ab} | 76.5 ^{ab} | 18.4 ^d | 406 ^c |
| | Sobibyeyo | 239 ^b | 109 ^a | 94.0 ^{ab} | 24.5 ^a | 455 ^{ab} |
| | Hwayeongbyeo | 275 ^{ab} | 96 ^{ab} | 85.0 ^{ab} | 19.8 ^c | 430 ^{bc} |
| | Junambyeo | 275 ^a | 112 ^a | 71.3 ^{ab} | 20.4 ^{bc} | 463 ^a |
| | Dongjinbyeo | 268 ^a | 93 ^{ab} | 78.0 ^{ab} | 20.9 ^b | 431 ^{bc} |
| | Avg. | 265 | 103.19 | 83.3 | 20.5 | 434 |
| Treatment | | ** | ns | ns | ns | ** |

¹JMC : Milk vetch cultivation, Con. : conventional (means non-milk vetch cultivation).

Means with the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 7. Correlation coefficients between yield and yield components of rice plants tested.

| Items | HR | | YH | | WG | | NP | | RR | |
|-------|-----------------|---------|------|--------|--------|--------|--------|------|--------|---------|
| | MC ^J | Con. | MC | Con. | MC | Con. | MC | Con. | MC | Con. |
| YH | -.171 | .798** | | | | | | | | |
| WG | -.397* | -.545* | .394 | -.482* | | | | | | |
| NP | -.256 | -.585** | .031 | .526** | .068** | -.040* | | | | |
| RR | .268 | .199 | .244 | -.202 | .068** | -.040* | .560** | .298 | | |
| NS | -.619** | -.343 | .229 | -.196 | .057** | -.041* | .560** | .298 | -.482* | -.058** |

^JMC : Milk vetch cultivation, Con. : conventional (means non-milk vetch cultivation),
 HR : Head rice ratio (%), YH : Yield of head rice (kg/10a),
 WG : Wt. of 1,000 grains (g), NP : No. of panicle (no./m²),
 RR : Ripening ratio (%), NS : No. of spikelets.
 *,** : significant at 5% and 1% level, respectively.

Table 8. Head rice ratio, protein content and palatability value of rice cultivars under rice-milk vetch cropping system.

| Variety | Head rice ratio (%) | | Protein content (%) | | Palatability value by rice tester | |
|--------------|---------------------|------|---------------------|------|-----------------------------------|------|
| | MC ^J | Con. | MC | Con. | MC | Con. |
| Geumobyeo | 94.7 | 94.7 | 7.6 | 7.4 | 56.0 | 61.5 |
| Pungmibyeo | 95.1 | 94.0 | 7.5 | 7.4 | 64.2 | 69.6 |
| Sobibyeo | 85.7 | 76.5 | 7.1 | 6.5 | 60.7 | 64.7 |
| Hwayeongbyeo | 92.1 | 85.0 | 7.3 | 6.8 | 64.8 | 58.0 |
| Junambyeo | 83.9 | 71.3 | 7.2 | 6.6 | 61.8 | 61.0 |
| Dongjinbyeo | 92.3 | 78.0 | 7.0 | 6.6 | 56.1 | 57.1 |
| Avg. | 90.6 | 83.3 | 7.3 | 6.9 | 60.6 | 62.0 |

^JMC : Milk vetch cultivation, Con. : conventional (means non-milk vetch cultivation).

중도 증가하는 정의 상관관계를 보였으나, 자운영 무재배답에서는 반대로 위의 요소들이 증가할수록 천립중이 감소하는 경향을 보였다. 자운영 재배답에서 단위면적당 이삭수는 등숙율과 영화수에 영향을 크게 끼친 반면에 자운영 무재배답에서는 유의성이 인정되지 않았다. 결론적으로 자운영 재배답에서 쌀 수량에 크게 영향을 미친 요소는 단위면적당 영화수였으며, 자운영 무재배답에서는 등숙율과 천립중(박 등, 1968; 이 등, 2000)이었다.

미질특성

벼 품종별 미질특성인 완전미율, 단백질함량, 식미값을 Table 8에 나타내었다. 처리간에는 자운영 재배답이 무재배답에 비해 완전미율과 단백질 함량이 높게 나타났고, Lee *et al.*(2005)은 자운영재배답에서 쌀의 단백질 함량과 완전미율이 증가한다고 하였으며, 본 시험에서도 이와 유사한 결

과를 얻었다. 식미치는 낮은 경향이였다. 품종별 완전미율은 품미벼와 금오벼가 높았으며, 소비벼와 주남벼는 크게 떨어지는 경향이였고 식미치는 품미벼가 양호하였다. Cho *et al.*(1999)은 자운영답 직파재배용 품종특성으로 이삭이 크고 분얼이 많으면 수량에 유리하다고 하였고, Sohn *et al.*(2004)은 녹비작물 재배답에서 수비 30% 감비에서 표준 시비구의 수량을 확보할 수 있다고 보고하였다. 하지만 수량이 아니라 품질면에서 녹비작물 재배 후 벼 재배시 질소 비료를 사용하면 쌀의 단백질 함량이 증가 (Sohn *et al.*, 2004) 되어 미질을 떨어뜨리는 요인으로 작용 할 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 2004-5년도 농촌진흥청 작물과학원 영남농업연구소 박사후연수과정 지원사업에 의해 수행되었으며 본 연구를 지원해주시고 도와주신 분들께 깊은 감사를 드립니다.

적 요

자운영답에서 벼의 생육특성 등을 조사하여 벼-자운영 작부체계에 적합한 품종의 생리생태적 특성을 구명하고자 영남농업연구소 답작 포장에서 실시한 시험결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 자운영 재배답은 무재배답에 비해 이앙 후 환원장애에 의한 초기 활착이 떨어졌으나, 풍미벼, 소비벼, 화영벼가 초장 및 개체근생장률 감소가 적은 편이었다.

2. 부위별 질소함량은 자운영 재배답이 무재배답에 비해 높았고, 반대로 질소흡수량은 단위면적당 건물중이 높았던 자운영 무재배답에서 높았다.

3. 자운영 재배답이 무재배답에 비해 수량이 낮았던 원인은 단위면적당 수수가 적었기 때문이다.

4. 수량에 영향을 미친 수량구성요소로서 자운영 재배답에서는 단위면적당 영화수가, 자운영 무재배답에서는 등숙율이 크게 작용하였다.

5. 쌀의 완전미율과 단백질 함량은 자운영 재배답이 자운영 무재배답에 비해 높게 나타났으며, 식미값은 유의적인 차이가 인정되지 않았다.

인용문헌

- Alison, J. J., A. Bird, W. R. Horwath, B. A. Linqvist, S. M. Brouder, and C. van Kessel. 2000. Rice yield and nitrogen utilization efficiency under alternative straw management practices. *Agronomy J.* 92 : 1096-1103.
- Cho, Y. S. and Z. R. Choe. 1999. Effects of mulching and nitrogen fertilization on the growth of direct seeded rice in no-tillage rice/vetch cropping system. *Korean J. Crop Sci.* 44(2) : 97-101.
- Gina, V. P. B. Graeme, and R. Lefroy. 2000. Measurement of decomposition and associated nutrient release from straw of different rice varieties using a perfusion system. *Plant & Soil.* 223 : 1-11.
- Inthapanya, P., Sipaseuth, P. Sihavong, V. Sihathep, M. Chanphengsay, S. Fukai, and J. Basnayake. 2000. Genotype difference in nutrient uptake and utilisation for grain yield production of rainfed lowland rice under fertilised and non-fertilised conditions.
- Jeong, J. H., J. D. So., G. S. Rhee., and H. J. Kim. 1995. Soil improvement and rice yield productivity by Milk vetch in paddy soil. *RDA. J. Agri. Sci.* 37(1) : 255-258.
- Jeong, J. H., S. Y. Choi, B. W. Shin, and J. D. So. 1996. Effect of Chinese milk vetch (*Astragalus sinicus* L.) cultivation on reduction of nitrogen fertilizer application rate in paddy soil. *RDA. J. Agri. Sci.* 37 : 255-258.
- Kim Y. G., K. P. Hong, W. K. Joung, Y. J. Choi, G. W. Song, and J. H. Kang. 2001. Rice cropping methods for natural reestablishment of chinese milk vetch. *Korean J. Sci.* 46(6) : 473-477.
- Kundu, D. K., and Ladha. 1999. Sustaining productivity of lowland rice soil. Issues and options related to N availability. *Nut. Cyc. Agroecosyst.* 53 : 19-33.
- Lee, B. J., Y. S. Cho, J. W. Ahn, J. H. Park, J. H. Kang, and Z. R. Choe. 2005. Milled rice quality and physicochemical of Korean native rice cultivars grown in different crop residue and tillage management. *Korean J. Sci.* 50(s) : 77-84.
- Park, H. 1974. Relationship among grain yield, nitrogen efficiency and nitrogen uptake amount in rice plant. *J. Korean Soc. Soil. Fert.* 7(3) : 147-154.
- Peng, S., K. G. Cassman, S. S. Virmani, J. Sheehy, and G. S. Khush. 1999. Yield potential trends of tropical rice since the release of IR8 and the challenge of increasing rice yield potential. *Crop Sci.* 39 : 1552-1559.
- Seong, R. C. and K. Y. Park. 1991. Forage productivity of collected Chinese milk vetch varieties. *Korean J. Crop Sci.* 36(1) : 7-11.
- Singh S., S. N. Shama, and R. Prasad. 2001. The effect of seeding and tillage methods on productivity of rice-wheat cropping system. *Soil & Tillage Research.* 61 : 125-131.
- Shon, B. K., J. S. Cho, D. J. Lee, Y. J. Kim, S. Y. Kim, S. Y. Jin, and G. S. Cha. 2004. Paddy rice growth and yield as affected by incorporation of green barley and chinese milkvetch. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 37(3) : 156-164.
- Whitbread, A., G. Blair, K. Naklang, R. Lefroy, S. Wonprasaid, Y. Konboon, and D. S. Aarunroj. 1999. The management of rice straw, fertilizer and leaf litters in rice cropping system in Northwest Thailand. *Plant&Soil.* 209 : 29-36.
- Yang, C. H., C. H. Yoo, S. W. Kang, and S. S. Han. 2002. Effect of milk vetch utilization rice cultivation to reduce application amount of nitrogen at plowing time in paddy field. *Journal of the KSSSF.* 35(6) : 352-360.
- Yasue, T., 1991. The change of cultivation and utilization of Chinese milk vetch (*Astragalus sinicus* L.), and the effect of fertilizer and soil fertility on paddy field as a green manure. *Jpn. J. Crop Sci.* 60(4) : 583-592.
- Yun, B. K., H. K. Kim, I. Lee, H. K. Choe, I. J. Park, and Y. W. Kim. 2003. Effects of paddy field type and nitrogen levels on growth of rice plant and chemical properties of soil in milk vetch cultivation of paddy field of the southern plains. *Korean J. Intl. agri.* 15(3) : 189-197.
- Yun, B. K., H. K. Kim, H. K. Choe, and I. J. Park. 2004. Effect of nitrogen and lime on growth of rice and decomposition of milk vetch in transplanting rice. *Korean J. Intl. agri.* 16(2) : 168-173.

농촌진흥청. 2003. 농업과학기술 연구조사 분석기준.

박재규, 김영신, 이종기. 1968. 수도에 있어 절엽이 등숙에 미치는 영향. 한토비지. 1(1) : 125-128.

이병진, 최진룡, 안종국, 김광호. 2000. 출수기 엽신 제거 정도가

near isogenic 화청찰벼와 화청메벼의 줄기건물중 변화와 수량구성요소에 미치는 영향. 한작지 45(6) : 356-360.

최승윤. 1986. 녹비 사료작물 밀원. 신제양봉학. 집현사. p : 104-106.