

백수 벼의 부위별 아미노산 조성 변화

최기춘* · 류재혁* · 정민웅 · 박형수 · 김천만 · 임영철 · 김다혜 · 최기준 · 김원호

Changes of Amino Acid Contents in White Panicked Rice (*Oryza sativa* L.)

Ki Choon Choi*, Jai Hyunk Ryu*, Min-Woong Jung, Hyung Su Park, Cheon Man Kim,
Young Chul Lim, Da Hye Kim, Gi Jun Choi and Won Ho Kim

ABSTRACT

We examined the contents of amino acids to provide the basic data for the utilization of white panicked rice (*Oryza sativa* L., WPR) cultured in reclaimed paddy field of Bigumdo of Korea in 2011. WPR used in this study were collected in 1000 ha of reclaimed paddy field of Bigumdo. Crude protein contents of whole rice have the highest in leaf blade, followed by whole grain, leaf sheath and stem. The contents of total amino acids showed the highest trend in region received the most severe damage, but the lowest trend in region of normal growth. The content of glutamic acid was the highest among amino acids in leaf blade, whole grain, leaf sheath and stem collected in all regions, but the content of methionine was the lowest. Therefore, the contents of amino acids showed a similar level between the region occurred WPR and the region of normal growth. Further research on the nutritional aspects of forage must be performed because nutritive values of WPR were influenced by the degree of damage of WPR

(**Key words** : Amino acid, Nutritive value, Reclaimed land, White panicked rice)

I. 서 론

지금까지 우리나라에서는 식량의 자급률을 향상시키기 위한 농경지 확보 대책으로 많은 간척사업이 진행되어 왔다. 간척지는 염 농도가 높고, 배수가 좋지 않을 뿐만 아니라 유기물 함량이 적어 대부분은 벼를 중심으로 한 쌀 생산지로 활용되어져 왔다. 벼는 우리나라 농가의 중요한 소득원 일 뿐 아니라 식량안보 측면에서도 중요한 위치를 차지하고 있다. 우리나라와 같이 재배기간에 비가 많이 오는 지역에서는 벼를 대체할 수 있는 논 작물이 극히

드물기 때문에 벼농사를 유지해야 함은 필연적인 현실이다. 그러나 근래 쌀 소비량 감소와 수입으로 인한 재고미 증가 등 농업여건 변화에 따라 상대적으로 한계 생산지역인 간척지를 쌀 재배 이외의 목적으로 활용코자 많은 연구자들은 다양한 연구를 수행하였다(Jo et al., 2010; Shin et al., 2007; Shin et al., 2006a; Shin et al., 2006b; Shin et al., 2005; Shin et al., 2004; Choung et al. 2002). 게다가 기상이변과 잦은 태풍 등으로 인하여 간척지에서 벼 피해 발생 빈도가 많아짐에 따라 이를 조사료원 생산단지로써의 역할이 제기되고 있다.

* This author equally contributed to this work

농촌진흥청 국립축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, Korea)

Corresponding author : Won Ho Kim, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, Korea.

Tel: +82-41-580-6747, Fax: +82-41-580-6779, E-mail: kimwh@rda.go.kr

최근 전남 신안군 비금도에 있는 약 1,000 ha의 논에서 벼가 백수현상을 일으킴에 따라 정상적인 수확이 불가능 하게 되었고, 이들을 조사료로 이용할 수 있는지의 검토가 요구되고 있다. 백수현상은 태풍이 불 때 발생하는 약간의 건풍이 주원인으로 해안지방에서 발생이 많고 (Lee and Kim, 1987), 지대별, 품종별, 출수시기 등에 따라 차이를 보이는 것으로 알려져 있다. 또한 평야지대보다 해안지대에서 발생하며 품종에 따라 차이가 크며, 특히 백수발생율과 수량감소율은 높은 상관관계가 있는 것으로 알려져 있다. 한편, Kim 등 (2012)은 백수 현상이 발생된 지역의 총체 벼를 이용하여 사일리지를 조제한 후 사료가치 및 사일리지의 품질을 조사한 결과 백수 총체 벼는 조사료원으로써 가치가 있다고 보고하였다. 그러나 작물의 생육과 가축의 생명을 지탱하고 결정하는 중요한 역할을 수행하는 단백질은 체성장과 유지를 위한 식이단백질의 능력으로써 단백질을 구성하고 있는 아미노산의 조성이나 양에 따라 결정되는데, 이제까지 쌀로써 백미와 현미에 함유된 아미노산 조성에 대해 연구 (Kim et al. 2003)가 진행되어졌을 뿐 가축사료용으로써 벼의 아미노산 조성에 대한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서 백수 현상이 발생된 지역의 총체 벼 내 아미노산 조성의 변화를 조사하여 작물의 생육과 가축의 단백질 이용에 대한 기초자료를 제공하기 위해서 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 벼 재배

본 연구에 사용된 시료는 전남 신안군 비금도에서 재배한 벼로 품종은 이 지역에서 가장 많이 재배되는 ‘원광’ 이었다. 벼는 4월 중순 육묘상자에 파종하고 6월 초순에 30×15 cm 간격으로 기계이앙을 하였다. 시비량은 hg당 질소, 인산, 칼리가 각각 150, 50, 70 kg이었으며,

질소질 비료는 밀거름, 새끼칠비료, 이삭비료, 알비료를 5:2:2:1의 비율로 분시를 하였다. 인산은 전량을 기비로, 칼리는 기비와 이삭거름을 7:3의 비율로 분시하였다. 일반적인 재배관리는 관행에 준하였다.

2. 시료 준비 및 분석

전남 신안군 비금도에서 벼 백수 피해가 일어난 1,000 ha중에 가장 심한지역 (쌀 수확이 불능), 중간정도 피해지역 (쌀 수확 40~50%) 및 정상생육지역 (쌀 수확 90% 이상)에서 각각 시료 300~500 g를 준비한 다음, 이삭, 엽부, 줄기, 잎집 등으로 분류하였다. 분류 후 바로 65℃ 순환식 송풍 건조기 내에서 72시간 이상 건조시킨 다음 전기믹서로 1차 분쇄 후 20 mesh mill로 다시 분쇄하여 준비하였다. 시료는 이중 마개가 있는 플라스틱 시료 통에 넣고 직사광선이 들지 않는 곳에서 분석 시까지 보관하였다. 시료의 조단백질 함량은 AOAC법 (1990)으로 분석하였다. 아미노산 함량 분석을 위하여 시료 5 g과 6 N HCl 40 mL를 둥근 플라스크에 넣고 혼합한 다음 110℃에서 24시간 동안 질소가스를 주입하여 가수분해하였다. 염산을 50℃에서 증발·농축시킨 다음 농축시료는 0.2 N sodium citrate buffer (pH 2.2) 50 mL를 넣어 희석시키고 여과지 (0.45 μm)로 여과하였다. 여과한 시료 (30 μL)는 아미노산 분석기 (Model 835, Hitachi, Japan)를 이용하여 분석하였다.

III. 결 과

1. 백수 피해 정도에 따른 부위별 조단백질 함량

벼 백수 피해가 심한지역 (severe), 중간지역 (intermediate) 및 없는 지역 (undamaged)에서 채취된 벼의 부위별 조단백질 함량은 Table 1에서 보는 바와 같다. 벼의 조단백질 함량은 일

Table 1. Crude protein contents of whole crop rice according to the extent of damage of white panicked rice

Items	Growth of whole crops rice		
	Undamaged ¹⁾	Intermediate ²⁾	Severe ³⁾
Grain	7.43	8.19	10.88
Leaf blade	11.70	13.14	13.56
Leaf sheath	3.85	6.26	4.29
Stem	2.66	4.41	5.52

¹⁾ Undamaged: region of normal growth.

²⁾ Intermediate: region occurred 50% of white panicles of rice.

³⁾ Severe: region received the most severe damage.

몸, 알곡, 잎집, 줄기 순으로 높은 경향을 보였다. 백수정도에 따른 총 아미노산 함량은 가장 심한지역 > 중간지역 > 정상생육 지역 순으로 나타났다.

2. 알곡의 아미노산 함량

Table 2에서 보는 바와 같이, 벼 백수 피해가 심한지역에서 알곡의 아미노산 함량은 백수 피해가 없이 정상생육지역 및 중간 피해지역 보

Table 2. Effect of levels of white panicked rice on the contents of crude protein in the grain of whole crop rice

Amino acids	Grain		
	Undamaged ¹⁾	Intermediate ²⁾	Severe ³⁾
Cystine	0.168	0.194	0.233
Methionine	0.139	0.163	0.177
Asparagine	0.634	0.771	0.944
Threonine	0.250	0.312	0.403
Serine	0.360	0.423	0.512
Glutamic acid	1.160	1.362	1.623
Glycine	0.327	0.393	0.511
Alanine	0.391	0.462	0.583
Valine	0.330	0.378	0.466
Isoleucine	0.219	0.263	0.307
Leucine	0.549	0.640	0.788
Tyrosine	0.252	0.290	0.342
Phenylalanine	0.322	0.371	0.479
Lysine	0.255	0.323	0.448
Histidine	0.159	0.190	0.228
Arginine	0.542	0.591	0.666
Proline	0.316	0.397	0.473

¹⁾ Undamaged: region of normal growth.

²⁾ Intermediate: region occurred 50% of white panicles of rice.

³⁾ Severe: region received the most severe damage.

다 약간 높은 경향을 보였으며, 중간 피해지역의 알곡 아미노산 함량도 정상생육지역 보다 약간의 높은 경향을 보였다. 정상생육 지역 벼의 잎몸 아미노산 함량은 glutamic acid가 가장 높은 함량을 보였으며 asparagine, leucine, arginine, alanine 순으로 나타났다. 그리고 glutamic acid의 함량은 methionine (8.4배), histidine (7.3배), cystine (6.9배), isoleucine (5.3배), threonine (4.6 배) 등 보다 높은 경향을 보였다. 벼 백수 피해가 중간정도 피해지역에서 잎몸 내 아미노산은 glutamic acid가 가장 높은 함량을 보였으며 asparagine, leucine, arginine, alanine 순으로 나타났다. 그리고 glutamic acid의 함량은 methionine (8.3배), histidine (7.2배), cystine (7.0배), isoleucine (5.2배), tyrosine (4.7배) 등 보다 높은

경향을 보였다. 벼 백수 피해가 가장 심한지역에서 잎몸 내 아미노산은 glutamic acid가 가장 높은 함량을 보였으며 asparagine, leucine, arginine, alanine, 순으로 나타났다. 그리고 glutamic acid의 함량은 methionine (9.2배), histidine (7.1배), cystine (7.0배), isoleucine (5.3배) 등 보다 높은 경향을 보였다.

3. 잎몸의 아미노산 함량

Table 3에서 보는 바와 같이, 백수현상 없이 정상 생육한 잎몸의 아미노산 함량은 벼 백수 피해가 중간 피해지역 및 심한지역보다 약간 낮은 함량을 보였으며, 중간피해지역과 가장 심한 지역은 비슷한 수준을 보였다. 벼 백수

Table 3. Effect of levels of white panicked rice on the contents of crude protein in the leaf blade of whole crop rice

Amino acids	Leaf blade		
	Undamaged ¹⁾	Intermediate ²⁾	Severe ³⁾
Cystine	0.192	0.223	0.257
Methionine	0.147	0.178	0.159
Asparagine	0.987	1.124	1.144
Threonine	0.516	0.564	0.630
Serine	0.577	0.638	0.627
Glutamic acid	1.606	1.952	1.500
Glycine	0.575	0.632	0.775
Alanine	0.786	0.779	0.816
Valine	0.557	0.617	0.578
Isoleucine	0.393	0.418	0.382
Leucine	0.876	0.908	0.980
Tyrosine	0.322	0.358	0.323
Phenylalanine	0.534	0.656	0.629
Lysine	0.545	0.710	0.759
Histidine	0.213	0.262	0.225
Arginine	0.574	0.610	0.566
Proline	0.596	0.650	0.671

¹⁾ Undamaged: region of normal growth.

²⁾ Intermediate: region occurred 50% of white panicles of rice.

³⁾ Severe: region received the most severe damage.

피해가 없는 정상생육지역에서 잎몸 내 아미노산은 glutamic acid가 가장 높은 함량을 보였으며 asparagine, leucine, alanine, proline 순으로 나타났다. 그리고 glutamic acid의 함량은 methionine (10.9배), cystine (8.4배), histidine (7.5배), tyrosine (5.0배) 등 보다 높은 경향을 보였다. 벼 백수 피해가 중간정도 피해지역에서 잎몸 내 아미노산은 glutamic acid가 가장 높은 함량을 보였으며 asparagine, leucine, alanine, lysine 순으로 나타났다. 그리고 glutamic acid의 함량은 methionine (11.0배), cystine (8.8배), histidine (7.5배), tyrosine (5.5배) 등 보다 높은 경향을 보였다. 벼 백수 피해가 가장 심한지역에서 잎몸 내 아미노산은 glutamic acid가 가장 높은 함량을 보였으며 asparagine, leucine, alanine, glycine 순으로 나타났다. 그리고 glutamic acid

의 함량은 methionine (9.4배), cystine (6.7배), histidine (5.8배), tyrosine (4.6배) 등 보다 높은 경향을 보였다.

4. 줄기의 아미노산 함량

Table 4에서 보는 바와 같이, 벼 백수 피해가 심한지역, 중간지역 및 없는 지역에서의 줄기 내 아미노산은 함량은 벼 백수 피해가 없는 정상생육지역 보다 현저하게 높은 함량을 보였으며, 벼 백수 피해가 중간정도 피해지역과 벼 백수 피해가 없는 정상생육지역은 비슷한 수준을 보였다. 벼 백수 피해가 없는 정상생육지역에서 줄기 내 아미노산은 glutamic acid가 가장 높은 함량을 보였으며 asparagine, alanine, proline, leucine 순으로 나타났다. 그리고 glutamic

Table 4. Effect of levels of white panicked rice on the contents of crude protein in the leaf sheath of whole crop rice

Amino acids	Leaf sheath		
	Undamaged ¹⁾	Intermediate ²⁾	Severe ³⁾
Cystine	0.106	0.131	0.099
Methionine	0.045	0.081	0.050
Asparagine	0.458	0.642	0.432
Threonine	0.172	0.261	0.187
Serine	0.193	0.307	0.257
Glutamic acid	0.474	0.711	0.512
Glycine	0.165	0.264	0.187
Alanine	0.210	0.323	0.251
Valine	0.160	0.247	0.191
Isoleucine	0.117	0.156	0.121
Leucine	0.264	0.347	0.258
Tyrosine	0.090	0.128	0.139
Phenylalanine	0.157	0.242	0.183
Lysine	0.205	0.250	0.198
Histidine	0.095	0.106	0.092
Arginine	0.208	0.290	0.229
Proline	0.176	0.278	0.225

¹⁾ Undamaged: region of normal growth.

²⁾ Intermediate: region occurred 50% of white panicles of rice.

³⁾ Severe: region received the most severe damage.

acid의 함량은 methionine (11.7배), tyrosine (5.7배), histidine (5.5배), isoleucine (4.5배), cystine (4.1배) 등 보다 높은 경향을 보였다. 벼 백수 피해가 중간정도 피해지역에서 줄기 내 아미노산은 glutamic acid가 가장 높은 함량을 보였으며 asparagine, leucine, alanine, serine 순으로 나타났다. 그리고 glutamic acid의 함량은 methionine (9.9배), histidine (5.7배), tyrosine (5.3배), cystine (5.3배), isoleucine (3.8배), proline (2.8배) 등 보다 높은 경향을 보였다. 벼 백수 피해가 가장 심한지역에서 줄기 내 아미노산은 asparagine이 가장 높은 함량을 보였으며 glutamic acid, arginine, leucine, alanine, 순으로 나타났다. 그리고 asparagine의 함량은 methionine (24.5배), cystine (8.7배), histidine (8.1배), isoleucine (7.5배) 등 보다 높은 경향을 보였다.

5. 잎집의 아미노산 함량

Table 5에서 보는 바와 같이, 벼 백수 피해가 중간정도 피해지역의 잎집 내 아미노산은 함량은 벼 백수 피해가 없는 정상생육지역 및 가장 심한지역 보다 약간 높은 함량을 보였으며, 벼 백수 피해가 가장 심한지역의 잎집 내 아미노산도 벼 백수 피해가 없는 정상생육지역 보다 약간의 높은 함량을 보였다. 벼 백수 피해가 없는 정상생육지역에서 잎집 내 아미노산은 glutamic acid가 가장 높은 함량을 보였으며 asparagine, leucine, alanine, arginine 순으로 나타났다. 그리고 glutamic acid 함량은 methionine (10.5배), tyrosine (5.3배), histidine (5.0배), cystine (4.5배), isoleucine (4.0배) 등 보다 높은 경향을 보였다. 벼 백수 피해가 중간정도 피해지역에

Table 5. Effect of levels of white panicked rice on the contents of crude protein in the stem of whole crop rice

Amino acids	Stem		
	Undamaged ¹⁾	Intermediate ²⁾	Severe ³⁾
Cystine	0.079	0.100	0.113
Methionine	0.028	0.057	0.040
Asparagine	0.266	0.545	0.979
Threonine	0.107	0.206	0.218
Serine	0.141	0.252	0.258
Glutamic acid	0.327	0.565	0.568
Glycine	0.117	0.214	0.216
Alanine	0.160	0.295	0.273
Valine	0.109	0.216	0.204
Isoleucine	0.073	0.148	0.131
Leucine	0.151	0.310	0.277
Tyrosine	0.057	0.107	0.141
Phenylalanine	0.104	0.209	0.207
Lysine	0.134	0.240	0.215
Histidine	0.060	0.107	0.121
Arginine	0.149	0.251	0.296
Proline	0.153	0.201	0.221

¹⁾ Undamaged: region of normal growth.

²⁾ Intermediate: region occurred 50% of white panicles of rice.

³⁾ Severe: region received the most severe damage.

서 잎집 내 아미노산은 glutamic acid가 가장 높은 함량을 보였으며 asparagine, leucine, alanine, serine 순으로 나타났다. 그리고 glutamic acid 함량은 methionine (8.8배), histidine (6.7배), tyrosine (5.6배), cystine (5.4배), isoleucine (4.7배) 등 보다 높은 경향을 보였다. 백수현상이 가장 심한지역에서 잎집 내 아미노산은 glutamic acid가 가장 높은 함량을 보였으며 asparagine, leucine, serine, alanine, 순으로 나타났다. 그리고 glutamic acid 함량은 methionine (10.2배), histidine (5.6배), cystine (5.2배), isoleucine (4.2배) 등 보다 높은 경향을 보였다.

IV. 고 찰

최근 이상 기후에 의한 잦은 해풍에 의해 백수 현상이 빈번히 발생됨에 따라서 간척농지에서 벼 재배의 어려움이 한층 증가되고 있고 (Lee and Kim, 1987). 벼 백수 피해도 매년 지속적으로 증가되고 있다. 설상가상으로 쌀 수요 감소에 따른 벼 재배 면적 감소 추세 그리고 수입쌀의 재고 증가 등으로 인하여 휴경 간척농지의 발생이 예상되고 있기 때문에 정부에서는 이러한 휴경농지를 활용하기 위한 방법으로 간척지 휴경농지에 동계·하계 사료작물을 재배하여 양질 조사료를 연중 공급할 수 있는 체계를 구축하고 쌀 수급 안정 및 부족한 조사료원을 확보하고자 많은 노력을 기울이고 있다 (Jo et al., 2010; Shin et al., 2007; Shin et al., 2004). 최근 전남 신안군 비금도에 약 1,000 ha의 벼에서 백수현상이 일어나 쌀 수확이 불가능한 상황이 발생함에 따라 정부에서는 이 벼를 조사료원으로 이용할 수 있는 방법의 검토를 요구하고 있다. 본 연구는 벼 백수 등에 의해 양질의 쌀로 이용이 불가능할 경우 벼를 조사료 자원으로 활용하기 위한 기초자료로써 백수 벼의 조단백질과 아미노산 조성을 조사한 결과, 벼 백수 피해가 가장 심한지역에서 조단백질 함량과 아미노산 함량이 중간정도 피

해지역 및 정상생육지역에서 높은 함량은 보였는데, 쌀 수확이 40~50% 가능한 지역 및 쌀 수확이 90% 이상 되는 지역에 있는 벼는 지속적인 생식생장이 이루어져 조단백질 함량이 감소되었고, 쌀 수확이 불가능한 지역(벼 백수 피해가 가장 심한지역)의 벼는 초기에 이미 생육이 정지되어 더 이상 생식생장이 진행되지 않고 멈추어 있었기 때문에 사료작물이나 식물은 생육이 진행됨에 따라 질소 성분이 감소가 일어나는 현상 즉 질소성분 회석효과인 것으로 해석된다. 흥미로운 것은 이삭, 잎몸, 줄기 및 잎집의 아미노산 중 glutamic acid의 함량이 가장 높았으며 methionine 및 Cystine 함량이 가장 낮다는 것이다. 그리고 총 아미노산 함량은 백수 피해가 심할수록 높았으며, 부위별로는 엽, 이삭, 잎집, 줄기 순으로 높았다.

이상의 결과에서 보는 바와 같이 백수 피해가 심한 벼나 정상적으로 생육한 벼의 부위별 아미노산 함량 간에 약간의 차이는 있지만 백수현상이 심하게 일어난 벼라고 할지라도 조단백질 함량이 7% 이상 되기 때문에 조사료원으로써 충분한 가치가 있는 것으로 보인다. 그러나 조사료는 사료가치도 중요하지만 가축의 기호성이 중요하기 때문에 벼 백수 피해가 일어난 지역의 벼와 정상생육이 진행된 벼 간의 기호성 비교실험을 통해서 벼 백수피해 정도에 따라 조사료원으로써 이용가치가 있는지에 대한 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것으로 생각된다.

V. 요 약

본 연구에서는 간척 논에서 재배된 벼의 백수를 조사료 자원으로 활용하기 위한 기초자료를 제공하기 위해 백수 벼의 아미노산 조성을 조사하였다. 본 연구에 분석된 벼 시료는 전남 신안군 비금도 벼 백수 피해가 일어난 약 1,000 ha의 벼에서 채취하였다. 총체 벼의 조단백질 함량은 엽 > 알곡 > 잎집 > 줄기 순으로 나

타났으며, 백수정도에 따른 총 아미노산 함량은 가장 심한지역>중간지역>정상생육 지역 순으로 나타났다. 그리고 심한지역, 중간지역 및 정상생육지역 모두 엽, 알곡, 잎집 및 줄기 내 아미노산은 glutamic acid가 가장 높은 함량을 보였으며 methionine이 가장 낮은 함량을 보였다. 따라서 벼 백수 피해가 일어난 지역의 벼와 정상생육이 진행된 벼의 아미노산 함량은 비슷한 수준을 보였지만 벼 백수피해 정도에 따라 조사료원으로써 영양적인 가치가 차이가 있을 것으로 보여지기 때문에 조사료의 영양적 측면에 관한 연구가 추가적으로 진행되어야 한다.

VI. 인 용 문 헌

- Kim, W.H., J.H. Ryu, D.H. Kim, H.S. Park, M. W. Jung, S. Seo, G.J. Choi and K.C. Choi. 2012. Study on nutritive values of white paniced rice silage. J. Kor. Crop. Sci. J. Kor. Grassl. Sci. 32(2): In press.
- Kim, M.J., I. Jeong and Y. Jeong. 2003. Amino Acid Composition of Milled and Brown Rices. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32(8):1385-1389.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis (15th ed.). Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Choung, J.I., S.J. Yu, M.K. Oh, N.H. Baek, J.K. Ko and J.K. Lee. 2002. Varietal responses of rice growth and field to soil salt content. J. Kor. Crop. Sci. 47(6):422-426.
- Jo, N.C., J.S. Shin, S.H. Kim, S.H. Yoon, S. Hwangbo, M.W. Jung, K.D. Lee, W.H. Kim, S. Seo, J.G. Kim, C.E. Song and K.C. Choi. 2010. Study on summer forage crop cultivation using SCB (Slurry Composting-Biofiltration) liquid fertilizer on reclaimed land. J. Kor. Grassl. Sci. 30(2): 121-126.
- Lee, H.D. and J.K. Kim. 1987. Characteristics of typhoon-induced white panicles of rice (*Oryza sativa* L.) in Gyeongnam province. J. Jeongnam Nat. Univ., 26(2):115-126.
- Lee, K.S. 1995. Variability and genetics of salt tolerance in japonica rice (*Oryza sativa* L.). Los Baños, Laguna, Philippines. 112.
- Shin, J.S., S.H. Lee, W.H. Kim, S.H. Yoon, J.G. Kim and J.W. Nam. 2005. Comparison of dry matter and feed value of major winter forage crops in the reclaimed tidal land. J. Kor. Grassl. Sci. 25(2):113-118.
- Shin, J.S., W.H. Kim, S.H. Lee, S.H. Yoon, E.S. Chung and Y.C. Lim. 2004. Comparison of dry matter and feed value of major summer forage crops in the reclaimed tidal land. J. Kor. Grassl. Sci. 24(4):335-340.
- Shin, J.S., W.H. Kim, S.H. Lee and H.Y. Shin. 2006a. Comparison of forage yield and feed value of millet varieties in the reclaimed tidal lands. J. Kor. Grassl. Sci. 26(4):215-220.
- Shin, J.S., W.H. Kim, S.H. Yoon and S. Seo. 2007. Study on optimum forage cropping system in reclaimed tidal land. J. Kor. Grassl. Sci. 27(2): 117-122.
- Shin, J.S., W.H. Kim, S.H. Lee and Y.C. Lim. 2006b. Effects of urea and ammonium sulfate application on yield and nutritive value of whole crop barley in reclaimed tidal land. J. Kor. Grassl. Sci. 26(1):25-30.

(Received February 1, 2012/Accepted June 12, 2012)