

유기농 쌀 생산을 위한 벼 포트육묘 이앙재배의 생육특성

권영립,* 최인영, 문영훈, 서경원, P.K.Sharma, 김대향

전라북도농업기술원

The Characteristics of Growth, Yield and Quality of Rice(*Oryza sativa* L.) on the Basis of Pot Seedling Raising Method in Eco-friendly Agriculture

Young-Rip Kwon,* In-Young Choi, Young-Hun Moon, Kyoung-Won Seo, Praveen Kumar Sharma and Dae-Hyang Kim (Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea)

Received: 25 August 2011 / Accepted: 23 September 2011
© 2011 The Korean Society of Environmental Agriculture

Abstract

BACKGROUND: The present study was conducted to find out the suitable method for organic rice production on the basis of different seedling raising methods at nine eco-friendly agricultural units of Samgi, Mangsung, Iksan and Sungsan, Gusan of Jeollabuk-do, during 2009-10.

METHODS AND RESULTS: On the basis of yield and physiological parameters, pot seeding method was found to be superior to drill seeding and broadcast seeding methods. The number of panicle, grain, the percent of ripened grains, and the 1,000 grain weight, were better in pot seeding method. Maximum yield and other attributes were recorded in rice, cultivated with seedlings raised by pot and broadcast seeding method. Number of panicle/hill and grain/panicle was 10.4% and 35.1% higher than the broadcast seeding method, respectively. Yield also showed 8.8% increase in pot seeding method as compare to broadcast seeding method. Higher grain yield was obtained when 56 hills/3.3 m² of rice seedlings were used as compare to 50 hills/3.3 m² raised by pot seeding method and 70 hills/3.3 m² of broadcast seeding method. Lodging was minimum in seedlings raised with pot seeding method as thickness of third internode was more (9.0%) than the seedlings, raised

with broadcast seeding method. Root length and dry weight also showed similar tendency i.e. 13.8% and 25.3% higher, respectively.

CONCLUSION(s): Quality and grade of rice, cultivated with pot seeding method was better than broadcast seeding method. Head rice was 4.4% higher; and protein content and broken rice grown by pot seeding method were 0.4% and 1.8% lower than broadcast seeding method, respectively.

Key Words: Broadcast seeding method, Different seedling raising methods, Eco-friendly agriculture, Pot seeding method, Rice

서 론

친환경농업의 벼 재초방법으로 그동안 오리농법, 우렁이농법 등과 감비효과를 겸한 쌀겨농법 등을 실천해왔으며, 병해충 방제를 위해 여러 친환경농자재를 사용하여 왔다. 그러나 친환경농업은 병해충 피해, 수량과 품질저하, 잡초방제 등의 문제점으로 많은 농가에서 실천하기가 어려운 현실이다. 친환경농업에서 벼 병해충의 경우 이삭도열병은 호품벼, 보석찰벼, 토네노메구미(일본품종)에서 11.6%로 심하다고 보고된 바 있으며(Kang *et al.*, 2008), 수량과 품질에 관하여서는 관행재배 대비 유기재배 1년차에서는 91~106%, 2년차에서는 약 8% 정도 수량 감소 및 품질이 저하하는 경향을 보인다고 보고되었다(Kwon *et al.*, 2008). 또한, 친환경 벼 재배는 잡초방제가 커다란 비중을 차지하고 있는데, 논 잡초에 대해서 다년생잡초 울방개는 발생시기가 길고, 토양중의 피경을 완전

*교신저자(Corresponding author),
Phone: +82-63-290-6081; Fax: +82-63-290-6198;
E-mail: 1954kwon@korea.kr

방제할 수 없어 지속적으로 재생되기 때문에 잡초의 방제가 매우 어렵다고 보고되었다(Hong *et al.*, 2001).

따라서 친환경농업으로 밭맛 좋은 쌀 생산을 위하여 품종 개량(Choi, 2002), 이앙시기(Back *et al.*, 2005), 수확시기(Kim *et al.*, 2005) 등에 관한 연구가 수행된 바 있으며, 작물생육과 밀접한 관계가 있는 질소소비량(Nam *et al.*, 2005)과 규산시용(Kang *et al.*, 1997) 등의 품질이나 품위에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있다. 예를 들면, Na 등(2007)은 친환경재배에서 단백질 및 아미노산함량은 일반재배와 큰 차이가 없었으며, 밥의 조직감으로 탄력성, 응집성, 경도, 점성 등이 친환경재배에서 더 높다고 보고하였다.

친환경농업의 한 형태로 지속 가능한 농업과 안전한 농산물의 생산을 유지시키면서 환경부담 물질의 투입량을 절감시킬 수 있는 큰모(성묘) 생산이 가능한 포트육묘 이앙재배가 각광받고 있다. 관행 산파육묘 이앙재배는 밀식 때문에 30일 증묘 이상 기르기가 어렵고, 본 논에 모내기한 다음 초기 잡초 제거와 도열병·물바구미 방제에 큰 노력이 필요하다. 그러나 포트육묘는 35~50일 동안 큰모로 기를 수 있어 병해충 회피는 물론 친환경농법인 쌀겨·오리·왕우렁이농법에도 유리하다. 어린모를 이앙했을 때 쌀겨농법의 경우 쌀겨로 인한 가스 피해가 종종 발생하며, 오리농법의 경우 오리가 모를 쓰러뜨리고, 왕우렁이 농법의 경우 왕우렁이가 모까지 먹어치우는 문제가 있어 친환경농업 실천에 어려움이 큰 게 현실이다.

따라서 본 연구에서는 친환경농법으로 이용되고 있는 벼 포트육묘 이앙재배에 대한 생육 및 수량, 그리고 쌀의 품위 및 품질을 비교 분석하여 포트육묘 이앙재배가 친환경농법에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

시험포장 조건

본 시험은 친환경농업단지인 전북 익산시 삼기면과 망성면, 군산시 성산면의 3개 지역에서 수행하였다. 시험농가는 단지 당 3농가씩 9농가로, 2009년 4월부터 2010년 10월까지 생육조사와 농가 기록방법에 의한 기장조사 방법을 병행하였다. 6월 10일에서 20일 사이에 이앙했으며, 시험포장의 시비 방법은 친환경 유기농자재인 축분발효 퇴비를 이앙 전 30일 전에 살포하였으며, 이삭거름도 동일한 방법으로 시용하였다. 기타 병해충 관리방법은 유기농법에 준하였다. 시험포장의 토양화학성은 농업과학기술원 토양화학분석법에 준하여 분석하였다. 즉 pH(Istec 460CP) 및 EC(TOACM-40S)는 토양과 증류수의 비율을 1:5로 하여 측정하였으며, 유기물은 Tyurin 법으로, 유효인산은 Lancaster법을 이용한 비색법(HP 8452A)으로 하였고, 치환성 양이온(K^+ , Ca^{++} , Mg^{++})은 1N- NH_4OAC 침출액으로 침출한 여액을 ICP(ICP-AES; GBC, Integra)로 측정하였다.

육묘방법별 생육특성 및 품질 조사

시험포장에 이앙을 위한 모판준비는 포트육묘, 조파육묘,

산파육묘로 구분하여 범씨를 파종하였다. 호품벼를 공시품종으로 포트육묘는 30×60 cm 크기의 448구 육묘상자에 구당 2~3개씩(40~50 g/상자) 범씨를 파종하여 육묘장에서 40~45일간 육묘하였다. 육묘과정은 부직포 못자리 육묘와 같은 방법이며, 이앙은 포트육묘 상자를 포트이앙 전용기(Minoru, Japan)로 50주/3.3㎡씩 일반관행보다 20주 적게 이앙하였다. 조파육묘는 육묘상자에 전용파종기로 60~80 g씩 18~20줄로 파종하여 30~35일간 부직포 못자리 육묘와 같이 생육하였으며, 이앙은 산파육묘이앙기로 70주/3.3㎡씩 심었다. 산파육묘는 육묘상자에 180~220 g씩 파종하여 20일간 부직포 못자리 육묘와 같이 생육하였으며, 이앙은 일반이앙기로 70주/3.3㎡씩 심었다.

또한, 포트육묘의 단위면적당 적정 이앙주수를 설정하기 위해서는 포트이앙 전용기로 50주/3.3㎡와 56주/3.3㎡로 구분하여 이앙을 실시하였고, 관행재배인 산파육묘의 70주/3.3㎡와 비교하였다. 도복형질은 출수 후 20일에 간장, 절간장을 조사하였고, 3절 간테는 Dial Gage로 측정하였다. 뿌리의 건물중은 뿌리길이를 조사한 후 80℃에서 48시간 건조하여 측정하였다.

벼 생육 및 수량 조사는 간장, 수장, 수수, 립수 등을 지역별 3반복 20주씩 조사하였고, 수량 조사는 육묘방법별 3반복 100주씩을 예취하여 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준에 준하였다. 쌀 품위조사는 미립관별기(RN-500, Kett, Japan)로 측정하였다. 단백질, 아미노산, 지방산 등의 성분분석은 근적외선분광분석 방식인 성분분석계(AN-700, Kett, Japan)를 이용하여 기계적 방법으로 측정하였다. 백미의 도정은 전자동정미기(SY94+RAT2+2400, Ssangyong, Korea)를 이용하여 현미 100~400 g을 정백률 91.5%가 되도록 중량비로 계산하여 입력 한 후 동일한 압력으로 도정하였다. 식미 측정은 식미계(味度메타, TOYO MA-30A, Japan)를 이용했다. 통계분석은 SAS 9.1.3(Statistical Analysis System Institute Inc., 2002) package를 이용하여 분석하였으며, 처리간 유의성은 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 검정하였다.

결과 및 고찰

벼 육묘방법별 생육 및 수량

시험포장의 토양 화학성분으로 pH는 조사지역 모두 적정범위였다. 유기물함량은 성산단지에서는 적정범위였으나 삼기와 망성단지에서는 적정범위를 초과했다. 이는 삼기와 망성지역에서 친환경 쌀 생산을 위해서 매년 지속적으로 유기물을 투여한 결과라고 생각된다. 인산함량은 성산단지에서 높았으며, 규산은 3지역 모두 미달되었다(Table 1). 육묘방법별 생육 특성 조사에 사용된 육묘에 대한 묘소질의 차이는 Table 2와 같이 포트육묘에서 조파육묘 및 산파육묘보다 생육상황이 다소 우수하였다. 육묘형태별 벼 생육상황은 관행재배인 산파육묘 이앙재배에 비해 포트육묘 이앙재배와 조파육묘 이앙재배에서 양호하였는데, 특히 포트육묘 이앙재배가 가장 좋았다.

또한, 수수, 립수, 등숙비율, 천립중도 포트육묘 > 조과육묘 > 산과육묘 이앙재배 순으로 우수하였으며, 특히 립수의 경우 산과육묘 이앙재배 대비 조과육묘 이앙재배에서 수당 18.8개(21.9%), 포트육묘 이앙재배에서 수당 30.1개(35.1%)가 많았다. 또한, 수수도 포트육묘 이앙재배에서 산과육묘 이앙재배 대비 주당 1.6개(10.4%)가 많았다. 따라서 쌀 수량은 포트육묘 이앙재배에서 10a당 506 kg로 관행재배인 산과육묘 이앙재배에 비해 10a당 41 kg(8.8%) 증수되었다(Table 3).

이는 산과육묘 이앙재배에 비해 포트육묘 이앙재배에서 주당 수수, 수당 립수가 많았고, 등숙비율이 높고, 천립중이 무거운 결과라고 생각된다. 이러한 결과는 산과육묘 이앙재배에 비해 포트육묘 이앙재배에서 육묘일수가 길고 파종량이 적어 큰 묘로 기를 수 있는 장점이 있었기 때문으로 생각된다. 육묘일수는 관행재배인 산과육묘의 경우 육묘조건에 따라 적정육묘일수가 다른데, 온실이나 하우스에서는 8~10일이 적정일수이며, 노지에서는 20~30일이 적정하다. 포트육묘는 다공 포트를 이용해 한구멍에 벌써 2~3개를 파종하기 때문에 일반 밀식 산과육묘에 비해 적정 육묘일수가 길다. 또한, 벼의 수량은 영양생장기간의 발육 및 질소영양정도와 유수분화기의 시비량에 의해 결정되는데, 이는 영양생장기에서 생식생장으로 전환이 이루어지는 유수분화기에 수비를 사용하면

질소영양상태의 변화에 의해 sink size가 결정되기 때문이다(Schnier *et al.*, 1990). 또한, 생식생장이 시작되는 유수분화기는 질소요구도가 가장 큰 시기이고, 이 시기에 질소부족은 결국 성장량 감소뿐만 아니라 퇴화 영화수 증가로 인하여 potential sink size를 저하시켜 엽의 노화를 촉진시키며, 이로 인해 등숙기 광합성능력의 감소로 이어져 결국 등숙률과 천립중을 저하시켜 수량을 크게 감소시킨다(Hinzman *et al.*, 1986). 따라서 관행재배인 산과육묘 이앙재배에 비해 포트육묘 이앙재배의 경우 영양생장기간의 발육이 훨씬 왕성하여 질소이용 효율이 높아 수량증가 원인으로 작용한 것으로 생각된다.

포트육묘의 단위면적당 적정 이앙주수 설정을 위한 연구 결과는 Table 4와 같다. 포트육묘 이앙 후 재식밀도별 생육 상황은 3.3m²당 56주에서 50주보다 등숙비율은 낮았으나 수수, 립수는 많고 천립중이 약간 무거워 수량지수가 2.6% 증가한 10a당 555 kg이었다. 이는 관행인 산과육묘 이앙재배보다 10a당 49 kg 증수되었으며, 수량지수로는 109.7%를 나타냈다. 이러한 결과는 포트육묘 이앙재배에서 산과육묘 재배에 비해 주당 수수, 수당 립수가 많았고, 등숙비율이 높고, 천립중이 무거운 결과였다.

Table 1. Chemical properties of soil from the experimental units of Iksan and Gusan

Local area	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Av. SiO ₂ (mg/kg)	Ex. cation (Cmol _c /kg)		
						Ca	Mg	K
Samgi in Iksan	6.4	0.86	32	105	120	6.8	1.7	0.23
Mangsung in Iksan	5.9	0.82	36	113	151	5.9	2.1	0.18
Sungsan in Gusan	6.2	0.83	26	126	110	6.5	1.8	0.16
Optimum range	5.5~6.5	-	25~30	80~120	157~180	5.0~6.0	1.5~2.0	0.25~0.30

Table 2. Physiological parameters of rice on the basis of different seedling raising patterns

Seedling raising pattern	Plant height (cm)	No. of leaf (no.)	Seedling dry weight (mg/hill)	Seedling dry weight /Plant height(mg/cm)
Pot seeding method	16.2	4.2	21.5	1.32
Drill seeding method	12.3	3.6	7.4	0.60
Broadcast seeding method	11.7	3.0	6.8	0.58

Table 3. Yield and yield components of rice on the basis of different seedling raising patterns at eco-friendly agricultural units

Seedling raising pattern	Plant height (cm)	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicle /hill	No. of grain /panicle	Ripened grain (%)	Wt. of 1,000 grains(g)	Yield (kg/10a)
Pot seeding method	66.9	74.1	19.7	17.0 a ^{a)}	115.9 a	70.8 a	21.5 a	506 a
Drill seeding method	59.6	79.5	18.6	16.8 a	104.6 a	69.2 a	21.3 a	492 a
Broadcast seeding method	55.9	74.3	15.3	15.4 a	85.8 b	68.4 a	21.0 a	465 a

^{a)} Means by the same letter within a column are not significantly at 0.05 probability level according to Duncan's multiple range test.

Table 4. Yield and yield components of rice on the basis of number of transplanting seedling with different seedling raising patterns at eco-friendly agricultural units

Seedling raising pattern	Number of transplanting seedling(No.) ^{a)}	No. of panicle (ea./m ²)	No. of grain (ea./m ²)	Ripened grain (%)	Wt. of 1,000 grains(g)	Yield (kg/10a)	Yield index
Pot seeding method	50	287.9 ab	29,076 a ^{b)}	72.4 a	23.0 ab	542 ab	107.1
	56	356.4 a	33,854 a	68.2 b	24.0 a	555 a	109.7
Broadcast seeding method	70	339.4 b	28,848 a	64.9 c	22.0 b	506 b	100.0

^{a)} Number of transplanting seedling per 3.3 square meter.

^{b)} Means by the same letter within a column are not significantly at 0.05 probability level according to Duncan's multiple range test.

도복형질

산파육묘 이앙재배와 포트육묘 이앙재배 모두 포장에서 시험연구기간 동안 도복은 발생하지 않았다. 그러나 도복형질은 포트육묘 이앙재배에서 3절 두께가 산파육묘 이앙재배에 비해 0.31 mm(9.0%) 양호하였다. 절간장은 포트육묘와 산파육묘 이앙재배 간에 큰 차이가 없었으나 뿌리길이 및 건물중은 포트육묘에서 산파육묘 이앙재배에 비해 각각 2.8 cm(13.8%), 1.8 g(25.3%) 양호하였다. 이러한 결과는 포트육묘 이앙재배가 도복형질이 우수한 결과로 태풍 등에 대한 외부 저항에도 도복이 되지 않는다는 것을 알 수 있다(Table 5). 도복형질은 쌀 수량과 품질에 미치는 영향이 대단히 클 뿐만 아니라 벼 수확작업에도 많은 불편을 초래하여 주곡의 지속적인 안정생산과 양질미 생산 및 생산비 절감 측면에서 매우 중요하게 다루어져야 할 기상재해이다. 도복의 발생원인은 크게 두 가지로 태풍, 폭우 등과 같이 기상환경에 의해 직접적으로 물리적 피해를 주는 것과 품종, 시비량, 시비시기, 분시방법, 재식밀도, 물관리, 병충해 피해 등과 같은 재배방법에 따라 간접적으로 발생하는 것으로 구별 될 수 있다(Lim *et al.*, 1992). 직접적인 요인인 기상환경은 인위적으로 조절할 수 없으나 간접적인 요인인 재배방법은 인위적으로 조절이 가능하므로 포트육묘 이앙재배 방법이 더욱 필요하다. 도복과 관련 있는 벼의 특성은 하위절간의 길이, 간벽의 두께, 줄기에 포함된 세포벽 구성물질의 함량 등으로 도복과 상관이 높은 것으로 알려져 있고, 뿌리의 분포율에도 많은 영향을 받는 것으로 보고되었다(Lee *et al.*, 1989; Lim *et al.*, 1991; Kim *et al.*, 1993).

쌀 품위 및 품질 평가 비교

포트육묘와 산파육묘 이앙재배의 쌀 품위 및 품질을 평가한 결과 품위관련 특성 중 백미의 완전미율은 두 가지 재배방법에서 평균 90%이상으로 조사되었다. 특히 포트육묘 이앙재배에서 산파육묘 이앙재배에 비해 완전미율이 4.4% 높았고, 찌라기비율이 1.8% 낮았다. 품질관련 특성으로 단백질 함량은 포트육묘 이앙재배에서 0.4% 낮은 결과를 얻었다(Table

6). 포트육묘 이앙재배의 경우 완전미율이 높은 원인은 산파육묘 이앙재배보다 수량 및 수량구성요소가 우수하였고, 도복형질도 양호한 결과로 판단된다. 또한, Nam 등(2005)은 백미 완전미율은 질소 시비량이 많을수록 낮다고 보고하였는데 포트육묘 이앙재배의 경우 친환경농법으로 질소 시비량이 상대적으로 적었기 때문으로 생각된다. Won 등(2008)은 분시비율 연구에서 완전미율은 수비시용량이 많을수록 단백질 함량이 높고 완전미율이 낮다고 하였는데, 포트육묘 이앙재배의 경우 친환경재배 농법으로 관행재배에 비해 수비를 사용하지 않았기 때문에 완전미율이 높고 단백질 함량이 낮은 결과를 얻은 것으로 생각된다. 단백질은 약 50개 이상의 L- α -아미노산이 펩티드결합으로 연결된 고분자질소함유화합물의 총칭이라고 말할 수 있다. 단백질 함량은 쌀의 품질과 밥의 찰기에 영향이 있어 단백질이 많을수록 밥이 단단하고 부착성이 떨어져 식미가 저하된다(Ishima *et al.* 1974).

따라서 본 시험의 포트육묘 이앙방법은 농가에서 친환경농법의 실천에 따른 병해충 피해, 수량과 품질저하, 잡초방제 등의 어려움을 해결하기 위한 새로운 방법으로 농가보급이 절실한 기술이다. 특히 친환경농법에서 관행재배인 산파육묘 이앙재배의 문제점인 중묘이상 기르기 힘들고, 본답초기 잡초방제와 병해충 관리를 보다 손쉽게 해결할 수 있을 것으로 판단된다. 그동안 친환경농법 중 쌀겨농법의 경우 어린모 이앙에 따른 가스피해와 잡초방제를 위한 심수관리가 어려울 뿐만 아니라 이앙전 균평작업에 많은 노동력이 소모되어왔다. 오리농법의 경우도 모가 너무 어리면 오리에 의해 모가 쓰러지기도 하고 종종 오리가 모까지 먹는 문제가 발생하였으며, 왕우렁이농법의 경우 어린모가 왕우렁이에 의해 섭식되므로 친환경농업에 많은 어려움이 있었는데, 포트육묘 이앙재배로 이와 같은 문제점들이 해결될 것으로 기대된다. 다만, 포트육묘 이앙에 있어서는 육묘를 위한 파종기와 트레이 그리고 전용이앙기가 아직 국산화되지 않아 비용부담이 큰 것이 문제인데, 수요가 증대되어 국산화가 실행되기 이전까지는 지방자치단체의 예산을 지원 받는다든지 작목반별로 공동 구입하게 되면 이와 같은 문제점이 해결될 것으로 본다.

Table 5. Internode thickness, length, root length and weight of rice on the basis of different seedling raising patterns in eco-friendly agricultural units

Seedling raising pattern	3 rd Internode thickness(mm)	Internode length(cm)					Total	Root length (cm)	Root dry weight (g/hill)
		1	2	3	4	5			
Pot seeding method	3.75 a ^{a)}	0.8	8.6	12.7	19.4	34.9	76.4	23.1 a	8.9 a
Broadcast seeding method	3.44 b	2.2	9.2	11.8	19.5	32.8	75.5	20.3 b	7.1 b

a) Means by the same letter within a column are not significantly at 0.05 probability level according to Duncan's multiple range test.

Table 6. Quality parameters of rice on the basis of different seedling raising patterns in eco-friendly agricultural units

Seedling raising pattern	Head rice (%)	Broken rice (%)	Others (%)	Protein (%)	Whiteness
Pot seeding method	94.5 a ^{a)}	1.0 b	4.7	5.8 a	36.9
Broadcast seeding method	90.1 a	2.8 a	7.2	6.2 a	36.0

a) Means by the same letter within a column are not significantly at 0.05 probability level according to Duncan's multiple range test.

요 약

본 연구는 전라북도 친환경농업실천 농가포장에서 벼 육묘방법별 생육, 도복형질, 쌀의 품위 및 품질 등을 비교 분석하여 친환경쌀 생산에 적합한 이앙방법을 구명하였다. 육묘방법별 생육특성으로 수수, 립수, 등숙비율, 천립중은 포트육묘 > 조파육묘 > 산파육묘 이앙재배 순으로 우수하였으며, 특히 수수, 립수의 경우 산파육묘 이앙재배 대비 포트육묘 이앙재배에서 각각 1.6개/주(10.4%), 30.1개/수(35.1%)가 많아 쌀 수량이 41 kg/10a(8.8%) 증수되었다. 포트육묘의 단위면적당 적정 이앙주수는 56주/3.3m²로 50주/3.3m²보다 등숙비율은 낮았으나 수수, 립수는 많아 수량지수가 2.6% 증가한 555 kg/10a이었다. 이는 관행인 산파육묘 이앙재배보다 49 kg/10a 증수된 109.7%이었다. 도복형질은 포트육묘 이앙재배에서 3절 두께가 산파육묘 이앙재배에 비해 0.31 mm(9.0%) 양호하였다. 뿌리길이 및 건물중은 포트육묘에서 산파육묘 이앙재배에 비해 각각 2.8 cm(13.8%), 1.8 g(25.3%) 우수하였다. 쌀 품위 및 품질은 포트육묘 이앙재배에서 산파육묘 이앙재배에 비해 완전미율이 4.4% 높았고, 찌라기비율이 1.8% 낮았다. 단백질 함량은 포트육묘 이앙재배에서 0.4% 낮았다.

감사의 글

This study was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. PJ00631401005)", Rural Development Administration, Republic of Korea.

참고문헌

- Back, N.H., Choi, W.Y., Ko, J.C., Nam, J.K., Park, H.K. Jeong, J.I., Kim, S.S., Park, K.G., 2005. Proper nitrogen fertilizer level for improving the rice quality at reclaimed saline land in the southwestern area, *Korean J. Crop Sci.* 50, 46-50.
- Choi, H.C., 2002. Current status and perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value-added products, *Korean J. Crop Sci.* 47, 15-32.
- Hinzman, L.D., Bauer, M.E., Daughtry, C.S., 1986. Effects of nitrogen fertilization on growth and reflectance characteristics of winter wheat. *Remote Sensing of Environment* 19, 47-61.
- Hong, K.S., Kim, T.J., Lee, J.J., Kwon, Y.W., 2001. Current status and research direction of weed science in Korea; Ecology of perennial weed species in rice paddy field in Korea, *Korean J. Weed. Sci.* 21, 110-121.
- Ishima, T., Taira, H., Taira, H., Mikoshiba, K., 1974. Effects of nitrogenous fertilizer and protein content in milled rice on organoleptic quality of cooked rice. *Rep. Nat. Food Res. Inst.* 29, 9-15.
- Kang, B.Y., Kim, S.G., Kwon, O.D., 2008. The study of disease control in organic rice culture, *Jeonnam ARES Study* 1, 159-175.
- Kang, Y.S., Lee, J.H., Kim, J.L., Lee, J.S., 1997. Influence of Silicate Application on Rice Grain Quality, *Korean J. Crop Sci.* 42, 800-804.
- Kim, J.K., Lee, M.H., Oh, Y.J., 1993. Lodging pattern

- of rice plant in broadcast-seeded and hand transplanted cultivation. *Korean J. Crop Sci.* 38, 219-227.
- Kim, S.S., Lee, J.H., Nam, J.K., Choi, W.Y., Back, N.H., Park, H.K., Choi, M.K., 2005. Proper harvesting time considering the quality of rice in honam plain area, *Korean J. Crop Sci.* 50, 164-165.
- Kwon, O.D., An, G.N., Park, H.G., 2008. Selection of cultivar and development of cultivation methods in organic rice culture, *Jeonnam ARES Study* 1, 342-327.
- Lee, D.O., Kwon, H.O., Park, K.H., 1989. Influence of nitrogen and silicate on yield and lodging related traits of paddy rice, *Korean J. Crop Sci.* 34, 57-60.
- Lim, J.T., Kwon, B.S., Jung, B.G., 1991. Relationship between lodging-related characteristics and field lodging in rice, *Korean J. Crop Sci.* 36, 319-323.
- Lim, J.T., Lee, H.J., Cho, K.S., Song, D.S., 1992. Analysis of lodging related characteristics in rice plants, *Korean J. Crop Sci.* 37, 78-85.
- Na, G.S., Lee, S.K., Kim, S.Y., 2007. Antioxidative effects and quality characteristics of the rice cultivated by organic farming and ordinary farming, *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 50, 36-41.
- Nam, J.K., Kim, S.S., Lee, J.H., Choi, W.Y., Back, N.H., Park, H.K., Choi, M.G., Kwon, T.H., 2005. Proper nitrogen application level for improving the rice quality in honam plain area, *Korean J. Crop Sci.* 50, 56-61.
- Schnier, H.F., Dingkuhn, M., De Datta, S.K., Mengel, K., Faronilo, J.E., 1990. Nitrogen fertilization of direct-seeded flooded vs. transplanted rice : I. Nitrogen uptake, photo-synthesis, growth, and yield. *Crop Sci.* 30, 1276-1284.
- Won, J.G., Ahn, D.J., Kim, S.J., Choi, C.D., Lee, S.C., 2008. Improving grain quality by controlling top dressing of nitrogen application ratio, *Korean J. Crop Sci.* 53, 47-52.