

미생물제제를 이용한 친환경 벼 생산체계에 관한 연구 -EM 등 친환경농자재 처리수준이 벼 생육 및 수량에 미치는 영향-

윤성탁* · 박상헌** · 김영휘**

Study on Environment-friendly Rice Production System by Use of Effective Microorganism

Yoon, Seong-Tak · Park, Sang-Hun · Kim, Young-Whi

Coming with the well-being era, consumer's demand for safe agricultural products is increasing. So, it is urgent to develop an environment-friendly rice production system. Accordingly, this study was conducted to develop an environment-friendly rice production system by using Amo known as EM(effective microorganisms) and also known as being effective in environment-friendly rice production with several other environment-friendly agricultural materials. The highest number of tillers per hill was obtained from level 2 of EM treatment (48.8 tillers per hill), while the lowest was obtained from the control plot (41.0 tillers per hill). Leaf area per hill at heading stage was the highest in level 3 of EM treatment (3228.5cm²), while control was the lowest leaf area (2264.7cm²), which is 70.2% compared to the level 3 of EM treatment. The highest effective tillers was obtained from the control (63.7%), while the lowest effective tillers was obtained from the level 3 of EM treatment (55.4%), which were treated with higher amounts of environment-friendly agricultural materials. Level 3 of EM treatment showed the highest number of panicles per hill (20.9), while the control showed the lowest number of panicles per hill (19.3). In the spikelets per panicle, level 2 of EM treatment showed the highest number of spikelets (85.2), while the control showed the lowest number of spikelets (81.9) and there was a statistically significant difference among the three levels and control. The highest grain filling ratio was obtained from the control (85.0%), while level 3 of EM treatment was the lowest grain filling ratio and there were no great difference between treatment levels. Regarding the 1000 grain weight, the control showed the highest 1000 grain weight (21.7g), which is heavier

* 대표저자, 단국대학교 생명자원과학대학

** 천안시 농업기술센터

by about 1g compared to treatment levels. Level 2 of EM treatment showed the highest rough rice yield per 10a, while level 3 of EM treatment was the lowest and they also showed a statistically significant difference among treatment levels.

Key words : *effective microorganisms, environment-friendly rice production system, environment-friendly agricultural materials, rice, cultivation, photo-synthetic bacteria*

I. 서 언

식량증산을 위하여 그동안 살포된 농약과 인구증가 및 산업발달에 따른 환경오염 속에서 생산된 농산물이 인간의 건강을 위협할 정도로 심각해짐에 따라 소비자들은 농산물 안전성에 관하여 그 어느 때보다도 많은 관심을 가지게 되었다. 최근 농업발달이 환경의 많은 부분을 훼손하였다는 인식과 함께 농업의 긍정적인 영향을 유지하는 환경친화적 지속 농업을 위한 노력들이 국내에서도 활발하게 이루어지고 있다(손 등, 2001). 오늘날 안전 농산물에 대한 국민의 욕구와 건강한 삶을 지향하는 사회적인 풍토는 환경문제가 주요 관심사가 되었고, 농업분야에서도 환경에 대한 부담을 적게 주면서 고품질 안전농산물을 추구하는 농업의 형태로 변화되어 가고 있다(이 등, 2006). 이는 우리의 주식으로 농산물중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 쌀의 경우도 예외일 수 없다. 농산물의 안전성은 농약·비료 등 인공적 화학물질을 배제한 친환경 재배생산은 물론 품질의 고급화와 연결된다. 따라서 앞으로 농산물 시장에서 경쟁력을 제고하기 위해서는 농산물안전성과 더불어 품질의 고급화는 필수적이며, 개방을 앞둔 쌀 시장에서의 차별화 방안의 하나가 될 수 있다. 또한 최근 국민 경제수준 향상과 친환경 웰빙시대의 도래와 함께 안전농산물에 대한 국민요구가 커짐에 따라 친환경 쌀 생산체계 개발이 절실한 실정이다. 또한 충청남도의 총생산(2004)은 약 43조 2천억 원으로서 전국의 786조 4천억 원의 5.5% 정도이나, 같은 해 충남의 농업인구는 453천명, 농가수는 161천호로 도 전체의 각각 24.6%, 27.3%로, 충남은 전국 최고의 농도(農道)이며, 또한 쌀은 충남지역에 있어서 농가의 주요 수입원이다.

따라서 본 연구는 농도인 충남에서의 친환경 쌀 생산기술과 관련하여 최근 일본에서 개발한 친환경 농자재 유효미생물제제인 Amo 등 몇 가지 친환경농자재를 이용하여 친환경 벼 생산체계를 수립코자 수행한 결과를 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 농자재 처리 및 재배관리

본 시험은 2006년 충남 천안시 병천면 가전 2리 소재 개인 논포장 600평을 임대하여 실시하였다. 벼 품종은 동진1호를 이용하였으며, 재식거리는 6조식 승용이앙기를 이용하여 재식거리 30×14cm로 하여 33일묘를 5월 28일 이앙하였다. 유효미생물제제 Amo 등 친환경 농자재 처리는 처리량을 3수준으로 하여 완전임의배치 3반복으로 하였다. 공시토양의 물리·화학적 특성은 Table 1에서와 같이 토성은 식양토이었으며, pH 6.4, 유기물 함량 3.1%이었으며, EC가 52.1로 평소에 비교적 관리가 잘된 논토양이었다.

친환경농자재 처리는 유효미생물제제인 Amo를 비롯한 Amo-bokasi, 규산액비, 광합성균 등 약 8가지 종류의 친환경농자재를 Table 2와 같이 주기적으로 처리하였다. 처리일은 토양 개량제 5월 20일, 발효균강 5월 23일 등 5월 중순부터 각 농자재별 그 효과가 기대되는 시기에 맞추어 처리하였으며, 또한 처리부위도 Table 2에서 보는 바와 같다.

기타 물관리 및 관행구의 병충해 방제, 잡초방제 등 본답관리는 농촌진흥청 표준재배법에 준하였다.

Table 1. Physico-chemical characteristics of soil used in this experiment.

pH (1:5)	O.M (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Electric conductivity (dS/cm)	Ex. cations(cmol ⁺ /kg)				Soil texture
				Na	Mg	K	Ca	
6.4	3.1	24.2	52.1	0.35	0.26	0.007	0.37	Clay loam

Table 2. Several environment-friendly agricultural materials including EM treated in this experiment.

Materials	Level of treatment		Date of treatment	Ingredients	Remarks
Amo-bokasi	I	200kg/10a	May 25	rice bran sesame dregs, bean cake, fish meal, shellfish	Soil treatment
	II	300kg/10a			
	III	400kg/10a			
Effective microorganisms	I	0.5 l /10a	Jun. 5	yeast fungus bacteria (<i>Candida Valida</i>) and lactic acid bacteria (<i>Lactobacillus paracasei</i>)	Paddy water treatment
	II	1 l /10a			
	III	1.5 l /10a			

Materials	Level of treatment		Date of treatment	Ingredients	Remarks
Photosynthetic bacteria	I	10 l /10a	Jun. 10	photosynthetic bacteria (<i>Rhodopseudomonas Palustris</i> , <i>Rhodopseudomonas Spheroides</i>)	Paddy water treatment
	II	20 l /10a			
	III	30 l /10a			
Amo-bokasi	I	200kg/10a	Jun. 20	rice bran sesame dregs, bean cake, fish meal, shellfish	Soil treatment
	II	300kg/10a			
	III	400kg/10a			
Effective microorganisms	I	0.5 l /10a	Jun. 29	yeast fungus bacteria (<i>Candida Valida</i>) and lactic acid bacteria (<i>Lactobacillus paracasei</i>)	Paddy water treatment
	II	1 l /10a			
	III	1.5 l /10a			
Photosynthetic bacteria	I	10 l /10a	Jun. 30	photosynthetic bacteria (<i>Rhodopseudomonas Palustris</i> , <i>Rhodopseudomonas Spheroides</i>)	Paddy water treatment
	II	20 l /10a			
	III	30 l /10a			
Calcium liquid manure	I	20cc/20 l	Jul. 7	Ca	Leaf treatment
	II	40cc/20 l			
	III	60cc/20 l			

2. 생육조사

생육특성 조사는 관행구 및 처리구의 3개 수준 처리구로부터 반복별 평균치에 해당하는 3개 입모를 채취하여 조사한 평균치를 1반복으로 하였다. 최종엽수 및 SPAD(SPAD-502, Minolta, Japan) 값은 수잉기(2006년 8월 17일)에 측정하였으며 초장, 알자수, 엽면적(LI-3000, USA LI-COR, Inc.) 및 지상부 건물중은 이앙 후 20일부터 10일 간격으로 주기적으로 조사 측정하였다. 수량 및 수량구성요소는 2006년 10월 13일 표본을 채취하여 주당수수, 수당립수, 1000립중 등을 조사·측정하였다.

3. 잡초발생 조사

잡초발생 조사는 이앙 후 35일 관행구 및 3개 수준 처리구로부터 반복별 평균치에 해당하는 1㎡ 3개소를 선정하여 1년생 및 영년생 잡초를 채집하여 채집된 잡초를 45℃의 건조

기에 건조하여 무게를 측정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 생장특성

처리구와 관행구의 생육특성은 Table 3에서 보는 바와 같다. 수잉기(8월 17일)에 조사한 초장은 관행구와 처리구의 3수준 모두 110cm 내외로 대차 없었다. 주당 분얼수는 유효미생물처리 2, 3 수준이 각각 48.8, 47.3개로 많았으며, 관행구가 41.0개로 가장 적었다. 이는 몇 가지 Amo-bokasi 등 친환경농자재 처리에 의한 생육조장의 결과라고 생각된다. 수잉기의 엽면적은 유효미생물 처리구의 3 수준이 3228.5cm²로 가장 많았으며, 1, 2수준과 큰 차이는 없었다. 관행구는 2264.7cm²로 가장 엽면적이 큰 처리구 3수준과 비교하여 70.2%에 불과하여 차이가 컸는데, 이도 마찬가지로 몇 가지 친환경농자재 처리에 의한 때문이라고 생각된다. 지상부 건물중은 관행구가 55.7g으로 가장 적었으며, 처리구의 처리수준 간에는 대차 없었다. 엽색(SPAD)은 처리구의 3수준구가 39.2로 가장 많았으며, 관행구가 36.6으로 가장 적었으나, 전체적으로는 Choi 등(2000)의 시험결과와 비교하면 SPAD 값은 높은 편이었다. 최 등(2006)은 질소소비량에 따른 엽색이 질소소비량이 많을수록 SPAD 값이 높았고, 품종 간에는 소비벼가 남평벼보다 높았다고 하였는데, 본 시험에서도 Amo-bokasi 등 유기물이 함유된 친환경농자재를 많이 처리한 구가 SPAD 값이 높았다. 최종엽수는 관행 및 처리구 간에 유의성이 없었다. 유효분얼수는 관행구가 63.7%로 가장 높았으며, 친환경농자재가 가장 많이 처리된 처리 3수준구가 55.4%로 가장 적었다. 다른 연구자의 결과(원 등, 1997)를

Table 3. Growth characteristics of paddy rice as influenced by EM treatment.

		Plant height(cm)	No. of tiller per hill	Leaf area (cm ² /hill)	Top dry matter (g/hill)	Leaf color (SPAD)	Final number of leaves	% of effective tillers
Control		111.3	41.0	2264.7	55.7	36.6	15.2	63.7
EM treatment	1 level	108.5	45.5	3157.0	60.2	37.6	15.5	58.5
	2 level	111.8	48.8	3200.2	60.1	37.7	15.5	58.9
	3 level	110.3	47.3	3228.5	60.5	39.2	16.0	55.4
LSD(0.05)		ns [†]	2.54	593.36	4.23	1.23	ns	3.86

[†] ns : not significant.

보면 유효분얼의 비율이 74~88%의 범위를 보였던 것을 감안하면 본 시험의 경우는 영양생장이 조장됨에 따라 유효분얼의 비율이 상대적으로 적었다. 이들 전반적인 생육특성의 결과를 종합 고찰해 볼 때 유효미생물 등 친환경농자재 처리에 의하여 벼의 영양생장이 조장되었으며(photo 1), 이에 따라 분얼수 및 엽면적 지수가 커졌다. 반면 이에 따라 유효분얼수 비율은 감소하는 경향이였다.

또한 이앙 후 20일부터 10일 간격으로 표본을 채취하여 조사 측정한 초장 및 분얼수는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 초장은 이앙 후 30일부터 60일까지 왕성하게 성장하였으며, 이

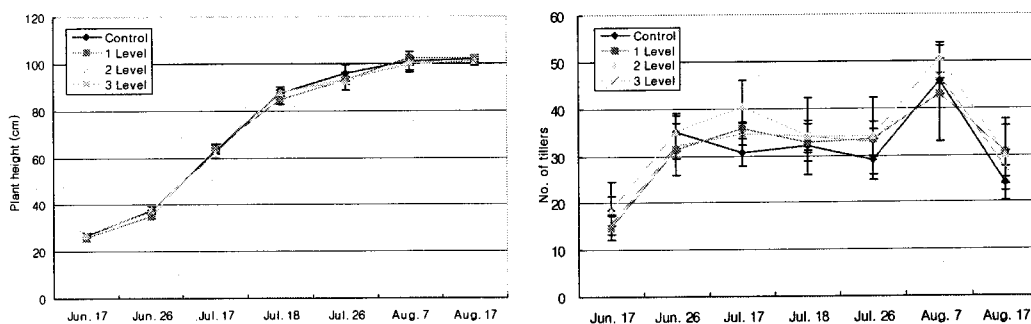


Fig. 1. Time course changes of plant height and number of tillers during rice growing periods as influenced by EM treatment.

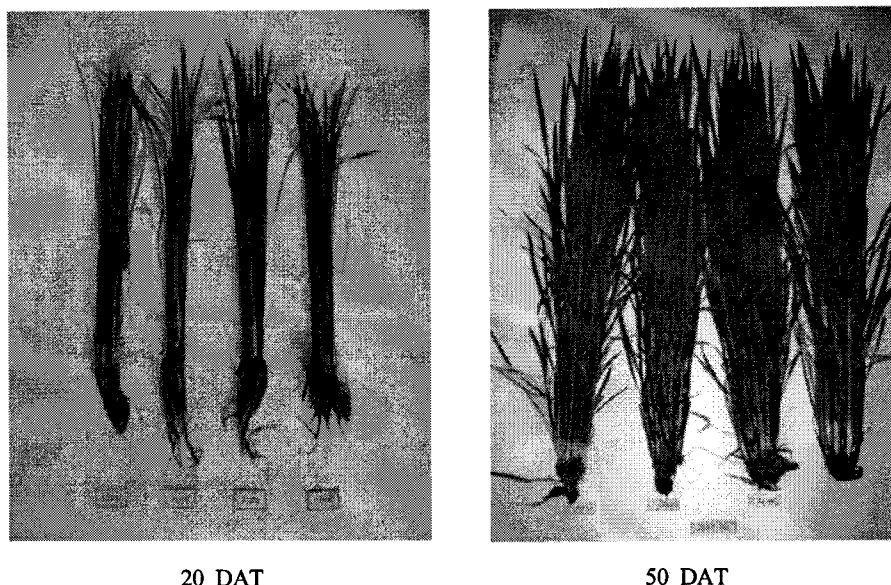


Photo 1. State of growth of control and treatment at 20 and 50 days after transplanting respectively.

양 후 60일부터는 성장이 둔화되어 70일 이후부터는 초장신장이 거의 중지하였다. 관행구 및 처리구간 초장은 Fig. 1에서와 같이 거의 유사한 형태로 신장하였다. 분얼수는 이양 후 20일 이후 급격히 늘어나다가 60일까지 완만한 증가경향을 보였으나, 이양 후 60일부터 70일까지 급격하게 증가하다가 80일에는 분얼수 증가가 급격히 감소하였는데, 이는 금후 좀 더 많은 검토가 필요하리라 생각된다.

처리 간 분얼수 증가경향은 처리구의 2, 3수준이 많은 경향을 보였으며, 관행구가 적은 경향이었다.

엽면적 및 지상부 건물중의 경시적 증가경향은 Fig. 2에서와 같다. 엽면적의 증가경향은 관행구를 비롯한 처리구 3수준 모두 비슷한 경향을 나타내었다. 처리간에는 처리 3수준이 가장 증가경향이 컸으나, 관행구는 이양 후 50일 이후에는 상대적으로 완만한 증가경향을 나타내었다. 가장 엽면적의 증가경향이 큰 구는 처리 3수준으로서 이양 후 70일까지 증가경향이 뚜렷하였으며, 또한 이양 후 70일 가장 큰 값을 보였으나, 이후에 감소하는 경향을 보였다. 관행구도 이양 후 70일 이후 감소하는 경향을 나타내었다. 지상부 건물중은 이양 후 20일부터 80일까지 직선적인 증가경향을 나타내었으며, 처리간에는 처리 1수준이 가장 높은 건물중을 나타내었다.

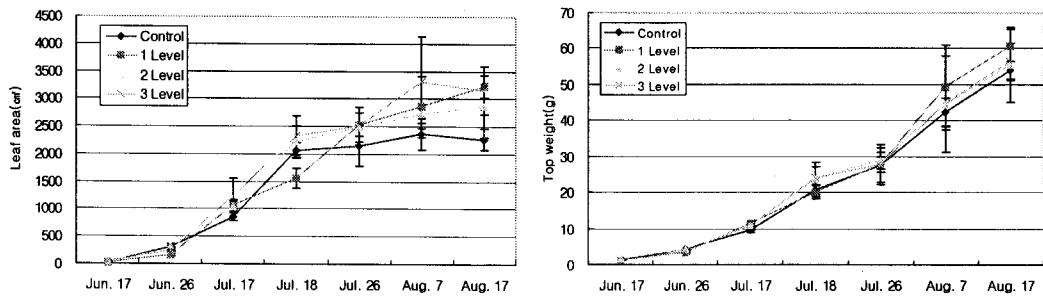


Fig. 2. Time course changes of leaf area and top dry weight during rice growing periods as influenced by EM treatment

2. 수량 및 수량구성요소

처리간 출수기, 수량 및 수량구성요소는 Table 4에서 보는 바와 같다. 출수기는 관행구가 8월 20일로 처리구의 8월 21일보다 1일 일찍 출수하였다. 큰 차이는 없지만 이는 처리구에서 친환경농자재에 의한 양분투입이 많아 영양성장기간이 증가한 때문이 아닌가 생각된다. 주당수수는 처리의 3수준구가 20.9개로 가장 많았으며, 관행구가 19.3개로 가장 적었으며 통계적으로도 유의한 차이를 나타내었다. Table 3에서 보는 바와 같이 처리구는 관행구에 비해 전체 분얼수는 많았으나, 유효경수의 차이가 크지 않았던 것은 친환경농자재 처리에

의한 양분의 투입으로 영양생장이 왕성하여 무효분얼이 처리구에서 상대적으로 높았기 때문인 것으로 판단된다. 최 등(2006)은 소비재배시 적정재식밀도 시험에서 소식(hill/3.3m²)구에서 유효분얼수가 14.8~19.6개 이었는데, 이와 비교하면 본 시험에서의 유효분얼수는 비교적 많은 편이었다. 또한 채 등(2000)은 오리농법 시험결과에서 주당수수는 17.2개였다고 하였는데, 같이 농약과 비료를 처리하지 않은 수량으로 보면 본 시험은 주당수수가 약 2~3개 많았다.

Table 4. Yield and yield components of paddy rice as influenced by EM treatment.

		Heading date	No. of panicles per hill	No. of spikelets per panicle	Grain filling ratio(%)	1000grain weight(g)	Rough rice yield (kg/10a)	Yield index
Control		Aug. 20	19.3	81.9	85.0	21.7	643.6	100.0
EM treatment	1 level	Aug. 21	20.3	83.6	82.9	20.9	648.6	100.7
	2 level	Aug. 21	20.7	85.2	82.5	20.4	654.3	104.3
	3 level	Aug. 21	20.9	81.7	81.8	20.6	636.1	98.8
LSD(0.05)			0.61	1.87	0.86	0.73	14.59	-

수당립수는 처리구의 2수준구가 85.2로 가장 많았으며, 관행구가 81.9개로 가장 적어 유의한 차이를 나타내었으며 처리간에도 유의한 차이가 인정되었다. 그러나 최 등(2006)의 소비재배시 적정 재식밀도 구명시험의 결과와 Chung 등(2003)의 유전자 이식벼 시험 연구결과를 보면 평균적으로 수당립수가 각각 90개 내외 그리고 80.6~91.1개의 범위와 비교하면 본 시험에서의 수당립수는 적은 편이었다.

등숙율은 관행구가 85.0%로 가장 높았으며, 처리의 3수준구가 81.8%로 가장 낮았으며, 처리간에는 대차 없었다. 이와 같이 처리구가 관행구에 비해 등숙율이 낮았던 것은 처리구가 상대적 양분과다에 의한 등숙저해를 받았던 때문이 아니라고 생각되며, 금후 좀 더 많은 연구검토가 필요하리라고 생각된다. Bhuiyan 등(2006)은 생물 및 화학비료의 혼합처리가 벼의 생육 및 수량에 미치는 영향에서 등숙율은 처리간에 71.4~86.1%의 범위를 보였는데, 본 시험결과는 이들의 평균치에 비하여는 1~2% 높았다. 박 등(1996)은 벼 수량을 높이기 위해서는 단위면적당 영화수를 많게 하는 것이 중요한데, 영화수가 많게 되면 등숙율이 저하되는 부의 상관관계가 있다고 하였는데, 본 시험에서도 같은 양상을 나타내었다. 1000립중도 마찬가지로 관행구가 21.7g으로 가장 무거웠으며, 처리구가 전반적으로 약 1g 정도 낮은 경향을 보였는데, 이도 마찬가지로 처리구가 양분투입으로 인하여 영양체 성장이 컸던 결과로 1000립중이 낮아진 것으로 생각된다. 그러나 박 등(1966)의 결과를 보면 1000립중은

23.6~24.0g 범위를 나타내었으며, 최 등(2006), 조 등(2006), Lee 등(2002) 그리고 Chung 등(2003)의 결과에서는 21.3~28.1g의 범위를 나타내었는바, 본 시험의 1000립중은 약간 낮은 결과를 나타내었다. 그러나 Hong 등(2000)의 육묘방법에 따른 벼 시험결과(20.1~20.3g/1000립)와 김 등(2001)의 육묘일수 연장에 따른 수량성의 시험결과(20.9~21.5g)와 비교하면 비슷한 수준이었다.

10a당 정조 수량은 처리구의 2수준구에서 654.3kg으로 가장 많았으며, 가장 적은 구는 처리구의 3수준구에서 636.1kg이었으며 이들 간에는 유의적인 차이가 인정되었다. 따라서 수량지수를 보면 관행구를 100으로 볼 때, 처리구의 2수준구가 104.3으로 가장 수량이 많았으며, 그 다음이 1수준구로서 100.7, 그리고 가장 적었던 구는 처리구의 3수준구로서 관행구보다도 낮은 98.8을 나타내었다. 채 등(2001)은 토성별 생육 및 지하삼투량 시험에서 추청벼의 정조수량은 토성에 따라 차이는 있으나 613~798kg/10a의 범위를 나타내었는데, 본 시험의 수량은 이들의 평균치 정도에 해당하였다. 그러나 채 등(2000)의 오리논벼에서의 정조수량을 보면 432kg/10a로서 본 시험의 수량은 이와 비교하면 48%가 많은 수량이다.

3. 잡초발생

포장에 출현한 우점 잡초종은 1년생 5~6종, 영년생 3~4종 정도로 1년생 잡초는 피, 물달개비, 사마귀풀 및 마디꽃 등이었으며 영년생 잡초종은 나도겨풀, 올방개 및 매자기 등이었다. 잡초발생량은 제초제를 처리한 관행구에 비하여 유효미생물제제 등 친환경 농자재를 처리한 처리구에서 전 잡초종에 걸쳐서 발생량이 많았다(Table 5). 박 등(1996)은 호남농업시험장에서의 무경운 조건하에서의 시험결과, 1년생 잡초발생은 사마귀풀, 독새풀이 많았으며, 다년생 잡초는 나도겨풀 발생이 많았다고 하였는데, 본 시험에서도 발생 잡초종은 비슷한 결과를 나타내었다. 특히 피의 경우는 이앙 후 35일 측정된 건물중은 관행구가 1.91g/m²에 비해 처리구의 1수준 처리구는 0.34g/m²으로 관행구에 비해 2배 가까운 많은 발생량을 보였으며, 이들 간에 유의성도 인정되었다. 권 등(1996)은 토양경도에 따른 벼와 피의 출아율 시험결과 2kg/cm² 이상으로 토양경도가 높아지면 벼 보다는 피의 출아율 저하가 심하였다고 하였는데, 본 시험과는 처리내용이 다르긴 하나 유효미생물과 당밀을 통한 피의 발아억제를 위한 좀더 많은 연구 검토가 필요하리라고 생각된다. 물달개비 역시 관행구에 비해 친환경농자재 처리구의 1, 2수준구의 경우에는 약 45% 정도 많은 발생량을 보였으며, 사마귀풀도 처리구의 1, 2수준구의 경우 관행구에 비해 약 60% 이상 많이 발생하였다. 기타 잡초종은 관행구에 비하여 대차 없었으며, 또한 처리구의 1~3 처리수준별 잡초발생량은 대차 없었다.

영년생잡초 중 나도겨풀은 관행구에 비해 친환경농자재 처리구가 약 69% 정도, 올방개는 28~51% 정도 그리고 매자기는 200~252% 정도 각각 많이 발생하였다. 1년생 잡초는 특

히 쌀겨 및 발효균강의 잡초발생억제 효과는 있었다고 보여지나, 피의 경우는 발생억제효과가 적었다. 이는 다른 연구결과에서도 비슷한 양상임을 알 수 있다(Choi et al., 2006). 그러나 영년생 잡초종에 대해서는 제초제를 처리하지 않은 점을 고려하면 잡초발생억제효과가 약간은 있었던 것으로 판단된다.

Table 5. Weed dry weight of paddy rice field as influenced by EM treatment.

		Weed growth(Dry weight, g/m ²) [†]							
		Annuals					Perennials		
		E. crusgali	M. vaginalis	A. japonica	R. indica	Others	L. japonica	E. ruroguwai	S. maritimus
Control		1.91	0.16	0.20	0.12	0.09	0.13	0.65	0.25
EM treatment	1 level	3.41	0.22	0.35	0.18	0.11	0.22	0.95	0.54
	2 level	3.24	0.23	0.30	0.20	0.11	0.23	0.98	0.63
	3 level	3.32	0.19	0.27	0.24	0.08	0.22	0.83	0.50
LSD(0.05)		0.48	0.04	ns [‡]	ns	-	0.03	0.07	0.07

† : 35 days after transplanting

‡ : ns : not significant

IV. 적 요

웰빙시대의 도래와 함께 안전농산물에 대한 국민요구가 커져가고 있으며, 이에 따라 친환경 쌀 생산체계 개발이 절실한 실정이다. 따라서 본 연구는 최근 효과가 큰 것으로 알려지고 있는 유효미생물제제인 Amo, 발효자재인 Amo-bokasi 등 몇 가지 친환경농자재를 이용하여 친환경 벼 생산체계를 수립코자 수행한 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 주당 분얼수는 유효미생물처리 2, 3수준이 각각 48.8, 47.3개로 많았으며, 관행구가 41.0개로 가장 적었다.
2. 수잉기의 엽면적은 유효미생물처리구의 3수준이 3228.5cm²로 가장 많았으며, 관행구는 2264.7cm²로 가장 엽면적이 큰 처리구 3수준에 비하여 70.2% 이었다.
3. 유효분얼수는 관행구가 63.7%로 가장 높았으며, 친환경농자재가 가장 많이 처리된 처리 3수준구가 55.4%로 가장 적었다.
4. 주당수수는 처리구의 3수준구가 20.9개로 가장 많았으며, 관행구가 19.3개로 가장 적

었으며 유의한 차이를 나타내었다. 수당립수는 처리구의 2수준구가 85.2로 가장 많았으며, 관행구가 81.9개로 가장 적어 통계적으로도 유의한 차이를 나타내었으며, 처리간에도 유의한 차이가 인정되었다.

5. 등숙율은 관행구가 85.0%로 가장 높았으며, 처리의 3수준구가 81.8%로 가장 낮았으며, 처리간에는 대차 없었다. 1000립중도 마찬가지로 관행구가 21.7g으로 가장 무거웠으며, 처리구가 전반적으로 약 1g 정도 낮은 경향을 보였다.
6. 10a당 정조중은 처리구의 2수준구에서 654.3kg으로 가장 많았고, 처리구의 3수준구에서 636.1kg으로 가장 적었으며, 이들 간에는 유의적인 차이가 인정되었다.

[논문접수일 : 2007. 3. 20. 최종논문접수일 : 2007. 5. 25.]

참 고 문 헌

1. 권용웅·이변우·김도순. 1996. 건답직파에서 토양경도가 벼와 피의 출아에 미치는 영향. 한 작지 41(4): 489-495.
2. 김덕수·김정곤·김제규·한희석·강양순. 2001. 벼 어린모 육묘일수 연장에 따른 모소질, 본답, 생육 및 수량성. 한작지 46(3): 184-188.
3. 농촌진흥청. 1995. 농사시험연구조사기준 pp. 485-510.
4. 박홍규·김상수·최원형·이기상·이재길. 1996. 벼 무경운 기계이앙 및 건답직파 연속재배 년수가 토양특성 잠초발생 및 벼 생육에 미치는 영향. 한작지 47(3): 167-173.
5. 손상목·임경수·김영호. 2001. 오리제초 수도작의 벼 수량, 경제성 및 환경친화성 평가. 한국유기농업학회지 9(3): 45-71.
6. 원종건·최충돈·이외현·김칠용·이상철. 1997. 벼 건답직파 재배시 심수관개가 생육 및 수량에 미치는 영향. 한작지 42(2): 166-172.
7. 이용환·이상민·성좌경·최두희·김한명·류갑희. 2006. 유기 논농업 토양관리 기술개발. 한국유기농업학회지 14(2): 205-217.
8. 조영순·전원태·박창영·박기도·강위금. 2006. 중질소 순수규산 시비수준이 벼의 양분 흡수 및 생리적 특성에 미치는 영향. 한작지 51(5): 408-419.
9. 채제천·김성원. 2001. 라이시미터 조건하에서 토성이 벼의 생육 및 논토양의 지하삼투 수량에 미치는 영향. 한작지 46(3): 236-240.
10. 채제천·손상목·안태영·민병미·이경숙. 2000. 대호 환경농업시범지구 친환경농업 시행 효과 및 생태계 변화 조사 연구. 농업기반공사 p. 152.

11. 최원영·문상훈·박홍규·최민규·김상수·김정곤. 2006. 벼 기계이앙 소비재배시 적정 재식밀도 구명. *한작지* 51(5): 379-385.
12. Bhuyan, M. K. I., C. M. Rico, L. O. Mintah, M. K. Kim, T. K. Shon, I. K. Chung, and S. C. Lee. 2006. Effects of biofertilizer on growth and yield of rice. *Korean J. Crop Sci.* 51(4): 282-286.
13. Choi, C. D., J. G. Won, W. H. Lee and B. S. Choi. 1996. Weed occurrence and its effective control measures in no-tillage paddy field. *RDA. J. Agri.* 38(2): 414-420.
14. Choi, W. Y., S. Y. Kang, H. K. Park, S. S. Kim, K. S. Lee, K. S. Lee, H. T. Shin, and S. Y. Choi. 2000. Effects of water stress by PEG on growth and physiological traits in rice seedlings. *Korean J. of Crop Sci.* 45(2): 112-117.
15. Chung, J. S., Y. I. Kuk, S. Y. Jung, K. W. Back, H. Y. Kim and J. O. Guh. 2003. Growth and yield response of transgenic rice plants expressing protoporphyrinogen oxidase gene from *bacillus subtilis*. *Korean J. Crop Sci.* 48(4): 326-333.
16. Hong, K. P., J. Y. Kim, D. J. Kang, Y. G. Kim, W. K. Joung, G. W. Song, and Z. R. Choe. 2000. Nursing method with polypropylene spunbonded fabric in rice. *Korean J. Crop Sci.* 45(2): 118-122.
17. Lee, H. J., J. S. Lee, and J. H. Seo. 2002. Decomposition and N release of hairy vetch applied as a green manure and its effects on rice yield in paddy field. *Korean J. Crop Sci.* 47(2): 137-141.