

벼 기계이앙시 상토종류와 파종량이 묘생육에 미치는 영향

김왕경* · 손재근**

경상북도 칠곡군 농업기술센터 · 경북대학교 농과대학 농학과

Effect of Different Nursery Soils and Seeding Amounts on Seedling Growth of Rice

Wang Kyung KIM* · Jae Keun SOHN**

**Kyungbuk Provincial, Chilgok County Agricultural Development & Technology Center*

***Department of Agronomy, College of Agriculture, Kyungpook National University*

Abstract

This experiment was conducted to determine the effect of nursery soils and seeding density on seedling growth characteristics in automatic facility for raising of rice seedlings. The seedling characteristics were evaluated for the 10-day and 15-day old seedlings grown in six different nursery soils including farm-made soils. Two levels of seeding amount, 250 g and 300 g / tray (60×30×2.5 cm), were applied to compare the seedling characteristics according to seeding density on different nursery soils. There were wide difference in soil components among the nursery soils tested. In acidity of nursery soils, 'Bunong 2' was the highest, pH 5.1, and 'Samkyung' was the lowest, pH 8.6. The content of available phosphate was the highest value, 843 ppm, in 'Bunong 1' and the lowest (74 ppm) in farm-made soils. The total nitrogen content of 'Bunong 1, 2, 3' and 'Weonjo' soils was higher than those of 'Samkyung' and farm-made soils. There was no difference in plant height among three types of 'Bunong' soils (Bunong 1, 2, 3), but the seedling height grown in farm-made soils was shorter than those in other nursery soils. The plant height was slightly taller as the increase of seeding amount from 250 g to 300 g / tray, and the difference in plant height was larger in 15-day old seedlings as compared with 10-day old seedlings. Dry weight of seedlings grown for 15 days in three 'Bunong' soils was heavier than those in other nursery soils. Based on the growing characteristics of seedlings grown in different nursery soils, the best result was obtained from a nursery soil, 'Bunong 2', among six marketing nursery soils tested.

Key words : Nursery soils, Seeding density, Rice seedling

서 언

우리에게 가장 중요한 주식인 쌀을 생산하는 벼농사는 그 동안 재배기술이 지속적으로 발전하고 우수한 품종이 계속해서 개발 보급되면서 오늘날에는 단위 면적당 쌀 수량이 세계 최고 수준에 이르고 있다. 이러한 우리의 벼농사는 쌀의 자급달성과 안정적인 공급을 위해서도 그 중요성이 매우 높지만 벼농사 자체가 갖는 공익적 기능 또한 매우 중요한 것으로 알려져 있다⁸⁾. 그러나 지난 90년대 초에 세계 무역질서의 재편과 더불어 우리의 농산물 시장이 개방되면서 벼농사를 포함한 우리나라의 농업이 국내외적으로 여러 가지 어려움에 직면하게 되었다. 국외적으로는 우루과이라운드 농산물협상에서 2004년까지 쌀의 수입개방이 유예되었으나 이 기간 동안에도 최소시장접근물량(MMA)을 해외로부터 의무적으로 수입해야 하며 앞으로 진행될 세계 무역기구(WTO)의 뉴라운드 협상에서 쌀의 수입 여부가 어떻게 결정될지는 모르지만 시장개방이 더욱 가속화될 것으로 예상된다. 국내적으로는 우리 농업은 급속한 경제 성장에 따른 도시의 산업화집중으로 이농현상이 두드러져 농가인구는 지속적인 감소 추세에 있고, 노동력 부족으로 인한 인건비의 상승, 농촌 인구의 노령화와 부녀화로 인한 노동력의 질 저하 등이 우리 농업의 생산성 향상을 어렵게 하는 원인이 되고 있다. 벼농사의 경우는 그 동안 생산비 절감을 위한 여러 가지 생력재배 기술이 개발되고 이를 농가에 보급 하므로써 생산비와 노동력이 크게 절감되었지만 아직도 우리의 쌀 생산비는 가까운 중국에 비해 6~7배정도 비싼 실정이다.

지금까지 벼농사에 소요되는 노동력과 생산비를 경감시키기 위해 여러 가지 재배법이 개발·보급되어 왔는데, 1970년대 중반에 개발된 중묘 기계이앙재배 기술은 상토 조제에 많은 노동력

이 소요될 뿐만 아니라 육묘기간이 길고, 기비 및 추비 시용과 경화를 위한 통풍관리, 채묘 등에 많은 노력이 소요되는 등 여러 가지 단점이 지적되어 왔다^{2,3,7)}. 1980년대 후반에는 농촌진흥청이 중심이 되어 육묘관리에 소요되는 노동력을 절감시키기 위하여 기존의 30~35일인 육묘기간을 8~10일로 단축시켜 본답에 이앙하는 생력형 어린모 기계이앙법이 개발되면서 벼 육묘에 상토를 이용하는 방안이 제시되었다^{4,5,6,10,11)}. 최근에는 경상북도 농정당국에서 ‘못자리 없는 벼농사’를 실현시키기 위하여 모를 대량으로 육묘할 수 있는 자동화 육묘시설의 보급을 정책적으로 추진하면서 벼 육묘에서 상토의 중요성은 한층 더 높아지게 되었다. 벼 육묘용 상토는 1981년부터 시판되었지만 그 이후 기계 이앙 면적이 늘어나면서 상토소비량과 제조회사 수도 증가하였으며, 1997년부터는 상토의 생산 판매가 허가제에서 신고제로 바뀌면서 상토 제조업체들이 크게 증가하였을 뿐만 아니라 검증되지 않은 상토가 생산 판매 되므로써 불량상토로 인한 피해 농가도 발생되고 있는 실정이다. 그리고 농가에서는 상토 구입가격을 절감하기 위해 시판 상토를 사용하지 않고 농민 스스로가 제조한 상토를 사용하거나 시판 상토와 자가 제조 상토를 섞어서 사용하여 피해를 보는 예도 적지 않다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 현재 시판되고 있는 상토의 구성 성분을 분석하고 상토 종류별 모 생육 특성을 구명하여 그 결과를 농가에 보급한다면 농민이 안심하고 시판상토를 이용할 수 있을 뿐만 아니라 경제적인 손실 또한 크게 줄일 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 벼 자동화 육묘시설에 적합한 상토를 선정하기 위하여 시판되고 있는 상토 종류별 성분분석과 상토 종류에 따른 모 특성 등을 조사·분석하여 얻어진 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

본 연구는 경상북도 칠곡군 기산면 영리 소재 자동화 육묘 시설에서 '남강벼'를 공시품종으로 하여 2000년 4월 25일부터 5월 하순까지 수행하였다. 상토는 경주, 의성, 대전 등지에서 생산된 6종류 ('부농 1호', '부농 2호', '부농 3호', '삼경상토', '원조상토', '압착상토')와 자체 조제한 '자가상토'를 이용하였다. '자가상토'는 경상북도 칠곡군 왜관읍 매원리 위탁영농회사에서 붉은 흙을 분양 받아 사용하였다. 공시 품종의 종자는 침종전에 염수선하고 6일간 침종하였으며, 파종 후 질류병을 포함한 병해 발생을 관찰하기 위하여 종자 소독은 실시하지 않았다.

상토 종류에 따른 묘특성을 조사하기 위하여 '부농 1호', '부농 2호', '부농 3호', '삼경상토', '원조상토', '압착상토', '자가상토', '자가상토 + 시판상토', '시판상토 + 자가상토'로 구분하고 상자(60×30×2.5 cm)당 파종량은 250 g 과 300 g 으로 하였다. 파종후에 복토는 '부농 1호', '부농 2호', '부농 3호', '삼경상토', '원조상토', '압착상토' 및 '자가상토'구는 동일한 상토로 하였으며, '자가상토 + 시판상토'는 육묘상자내에 자가 상토를 넣고 파종한 다음 시판상토 ('부농 2호')로 복토하였으며, '시판상토 + 자가상토'는 시판상토 ('부농 2호')에 종자를 파종하고 '자가상토'로 복토하였고 파종후 모를 균일하게 출아시키기 위하여 실내온도가 30℃이고 습도가 70~80%인 출아실에서 5일간 출아시킨 다음 다단식 육묘콘테이너에 치상하여 20일간 육묘하였다. 상토종류 및 파종량에 따른 출아율은 파종 5일 후 100개씩 3반복으로 조사하여 비교하였으며, 파종 10, 15, 20일 후에 상토 종류에 따른 초장, 건물중, 묘충실도, 매트형성 정도 등을 조사하였다. 초장과 엽수는 처리별로 30개체씩 5반복으로 조사하여 각각의 평균치를 구하고 처리당 20개체씩 표

본을 취하여 뿌리와 종자 부분을 제거한 다음 건조기에 넣어 40℃에서 1일, 80℃에서 3일간 건조시킨 후 지상부 건물중을 측정하여 개체당 평균치를 구하였다. 그리고 건물중과 초장의 비로서 묘충실도를 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 시험용 상토의 성분 분석

상토종류별 구성 성분을 분석한 결과 (표 1), 산도는 '삼경상토'가 8.6으로 가장 높았으며 '부농 2호'가 5.1로 가장 낮았다. 유기물의 함량은 '원조상토'가 1.5%로 가장 높았고 '자가상토'에서 0.2%로 가장 낮았다. 유효인산 함량은 '부농 1호'에서 843 ppm으로 공시된 상토중에서 가장 높았으며 '자가상토'가 74 ppm으로 가장 낮았다. 치환성양이온 중 칼리는 유기물과 마찬가지로 '원조상토' (10.41 cmol/kg)에서 가장 높았고 '자가상토'에서 0.12 cmol/kg로 가장 낮게 나타났으며, 자가 조제 상토를 제외한 조사된 모든 시판상토의 칼리 함량은 논 토양의 적정범위인 0.25~0.30 cmol/kg보다는 월등히 높았다.

Table 1. Analysis of nursery soils used in the study

Nursery soils	PH	Organic matter (%)	P (ppm)	Ex. cation (cmol/kg)			CEC (me/100g)	T-N (%)
				K	Ca	Mg		
Bunong 1	5.4	1.0	843	2.94	19.1	5.9	33.5	0.84
Bunong 2	5.1	1.1	793	2.97	21.0	5.5	29.5	0.87
Bunong 3	5.8	1.2	747	2.69	21.5	7.5	41.6	0.92
Samkyung	8.6	1.0	417	2.35	20.7	5.6	34.4	0.59
Weonjo	6.7	1.5	437	10.41	30.7	7.7	58.6	1.04
Farm-made	5.9	0.2	74	0.12	5.5	4.6	12.2	0.25
Mean	6.3	1.0	551.8	3.07	19.8	6.1	35.0	0.75

칼슘도 칼리와 마찬가지로 '원조상토'에서 30.7 cmol⁺/kg로 가장 높았고 자가 제조상토에서 5.5 cmol⁺/kg로 가장 낮았으며 시판상토 중에서는 '부농 1호'가 19.1 cmol⁺/kg로 가장 낮았다. 일반적으로 논토양의 적정 칼슘 성분은 5.5~6.0 cmol⁺/kg인데 비해 조사된 5종류의 시판 상토의 평균 칼슘함량은 22.6 cmol⁺/kg로 아주 높은 경향이였다. 양분보존능력(CEC)은 '원조상토' (58.6 me/100g)와 '삼경상토'(34.4 me/100g)에서 높았고, '자가상토'에서 12.2 me/100g로 가장 낮았다. 전질소(T-N)함량은 6종의 상토 평균이 0.75%였으며, 시판상토중에서는 '원조상토'에서 1.04%로 가장 높았고 '삼경상토'에서 0.59%로 낮았으며, 공시된 상토 중에서는 '자가상토'에서 0.25%로 가장 낮았다.

이상의 결과를 종합해보면 '부농 1호', '부농 2호', '부농 3호'는 다른 회사의 상토에서 보다 유효인산 함량이 높고 전질소함량이 0.84~0.92%로 높은 경향이였으며, 나머지 조사항목에서는 시판상토의 평균치와 큰 차이를 나타내지 않았다. '원조상토'는 타회사 제품에 비해 유기물 함량, 치환성 양이온, 양분보존능력, 전질소함량이 높았고, 자체 제조한 상토는 모든 분석치가 시판상토에 비해 낮았다.

2. 상토 종류별 모 생육

상토 종류 및 파종량에 따른 파종 5일 후의 출아율을 조사한 바 (표 2), '부농 1호'의 5종의 시판 상토에서는 파종량에 관계없이 90% 이상의 높은 출아율을 나타내었으나, 자가 제조한 상토에서의 출아율 80% 이하로 낮았고, '자가상토'에 '부농 2호'를 복토하거나 '부농 2호'에 파종하고 '자가상토'를 복토한 것에서도 평균 출아율은 시판상토의 출아율에 비해 현저히 떨어지는 경향을 나타내었다. 특히 '부농 2호'를 상자 밑에 깔고 '자가상토'를 복토한 경우에서의 출아율(74~

76%)이 '자가상토'를 깔고 '부농 2호'를 복토한 것(80~81%)에서 보다 낮았는데 이는 복토에 사용된 '자가상토'의 수분 흡착력이 높은 데서 비롯된 결과라고 사료된다.

Table 2. Emergence rate of seeds in 5 days after sowing on different nursery soils

Nursery soils	% of seedling emergence at different seeding density / tray	
	250 g	300 g
Bunong 1	97	99
Bunong 2	98	98
Bunong 3	96	97
Samkyung	94	96
Weonjo	92	91
Screw soil	95	96
Farm-made	78	77
Farm-made + Bunong 2	81	80
Bunong 2 + Farm made	74	76

상토 종류에 따른 15일묘의 특성을 비교한 바 (표 3), '부농 1호', '부농 2호', '부농 3호', '원조상토', '압착상토'는 초장이 14 cm 이상인데 비해 '삼경상토'나 '자가상토'에서의 초장은 각각 13.3 cm와 13.1 cm로 짧았다. '자가상토'와 '부농 2호'를 혼용한 구에서의 초장도 14 cm 이하로 '자가상토'에서와 유사한 경향이였다. '삼경상토', '원조상토', '자가상토', '부농상토와 자가상토'를 혼합한 것에서의 평균 엽수는 2개 이하였으나, 세 종류의 '부농상토'와 '압착상토'에서의 엽수는 2.20~2.43개로 나타났으며, 건물중도 이와 비슷한 경향을 나타내었다. 시판되고 있는 6종류의 상토에서 조사된 15일 묘의 충실도는 0.84~0.96으로 높게 나타났으나 '자가상토'에서는 0.74로 낮았다. 매트형성 정도는 시판 상토중 '부농 1호'와, '부농 2호', '삼경상토' 및 '압착상토'에서 양호하였고, '자가상토'나 '자가상토'를 '부농 2호'와 혼용한 것에서는 매트 형성이 아주 불량하였다.

Table 3. Growth characteristics of rice seedlings grown for 15 days in different nursery soils

Nursery soils	Plant height (cm)	No. of leaves (ea)	Dry weight (mg)	Dry weight / plant height (mg/cm)	Root solidity (0-3)
Bunong 1	14.22 ab ¹⁾	2.30 ab	13.00 ab	0.92	3.0
Bunong 2(A)	14.92 bc	2.43 a	13.32 a	0.96	2.8
Bunong 3	14.52 a	2.23 b	13.20 a	0.90	2.6
Samkyung	13.33 d	1.82 c	12.39 bc	0.93	3.0
Weunjo	14.11 ab	1.74 cd	11.83 c	0.84	2.5
Screw soil	14.32 ab	2.20 b	13.10 ab	0.92	2.7
Farm-made(B)	13.10 d	1.44 e	9.73 d	0.74	0.4
A + B	13.20 d	1.31 e	9.23 d	0.70	0.8
B + A	13.53 cd	1.60 cd	9.94 d	0.73	0.4

* Seeding amount : 250 g/tray. ¹⁾ Means with the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

상토종류와 파종량에 따른 10일 및 15일묘의 초장을 조사한 바 (그림 1), 상토의 종류와 육묘일수에 관계없이 파종량이 증가할 수록 초장은 커지는 경향을 나타내었다. 상자당 250 g 파종시 10일묘의 초장은 '자가상토'의 경우 8 cm이하였으나 '부농 2호', '삼경상토' 및 '원조상토'에서는 8 cm이상인 것으로 조사되었다. 15일묘의 경우 '부농 2호'와 '원조상토'에 파종된 모의 초장이 '자가상토'와 '삼경상토'를 이용한 것에서보다 큰 편이었다. 상토종류 및 파종량에 따른 모의 건물중을 조사한 바 (그림 2), 육묘일수와 파종량에 관계없이 시중에 판매되고 있는 '부농 2호', '삼경상토' 및 '원조상토'에서 자라난 모의 건물중이 '자가상토'에서 생육된 모보다 무거운 경향을 나타내었다. 특히 '부농 2호'에 파종된 모의 건물중이 생육 전반에 걸쳐 타회사의 상토에서보다 무거운 것으로 나타났다.

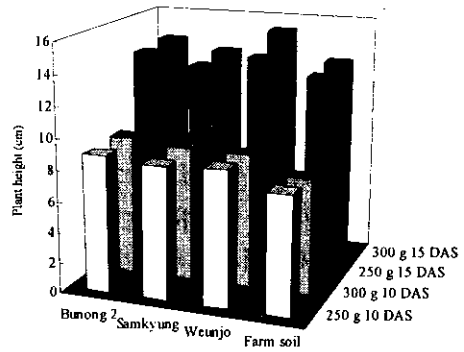


Fig. 1. Comparison of seedling height at 10 and 15 days after sowing(DAS) with 250 and 300 g seeds / tray on four different nursery soils.

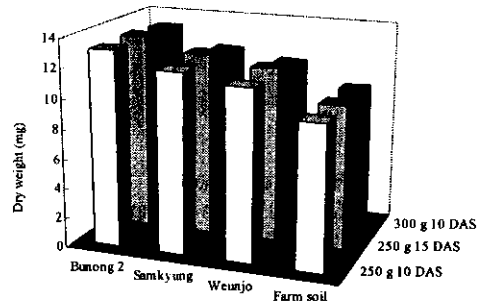


Fig. 2. Comparison of dry weight of seedlings grown for 10 and 15 days after sowing (DAS) with 250 and 300 g seeds / tray on four different nursery soils.

묘층실도는 상자당 250 g 파종한 10일묘에서 가장 양호한 것으로 나타났으며, 파종량이 증가할 수록 묘층실도는 감소하는 경향을 나타내었다. 상토종류에 따른 묘층실도는 파종량과 생육기간에 따라 다소간의 차이는 있었지만 '부농 2호'에서 가장 양호한 것으로 나타났고, '원조상토'나 '자가상토'에서 묘층실도가 불량한 것으로 조사되었다 (그림 3). 상토 종류에 따른 매트형성 정도(그림 4, 5)는 '삼경상토'와 '부농 2호'에서 양호하였고 '자가상토'에서는 거의 매트가 형성되지 않았다. 상자당 파종량을 250 g에서 300

g으로 증가시켰을 때 '부농 2호' 와 '삼경상토'에서 10일묘의 경우는 250 g 파종구에서 보다 300 g 파종구에서 매트 형성이 좀 더 양호하였으나 15일묘에서는 250 g 파종구에서 오히려 균일하고 단단한 매트가 형성되었다. 그리고 '삼경상토'에서는 매트형성은 양호한 편이나 매트의 강도가 낮아 쉽게 허물어지는 현상이 나타났다.

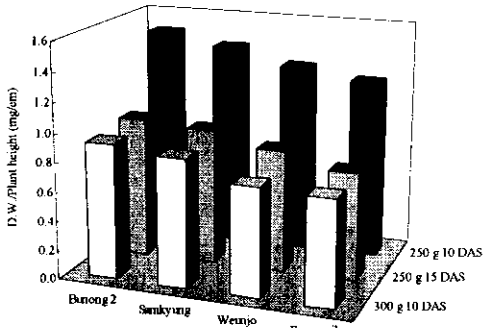


Fig. 3. Comparison of seedling quality at 10 and 15 days after sowing (DAS) with 250 and 300 g seeds / tray on four different nursery soils.

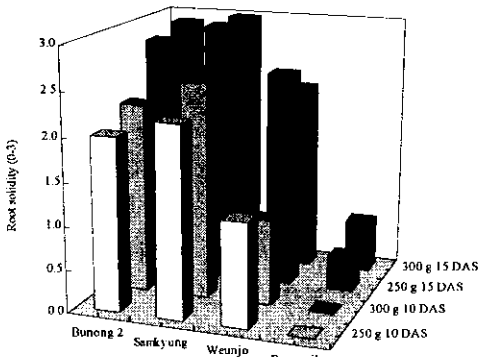


Fig. 4. Comparison of root solidity of seedling at 10 and 15 days after sowing (DAS) with 250 and 300 g seeds / tray on four different nursery soils.

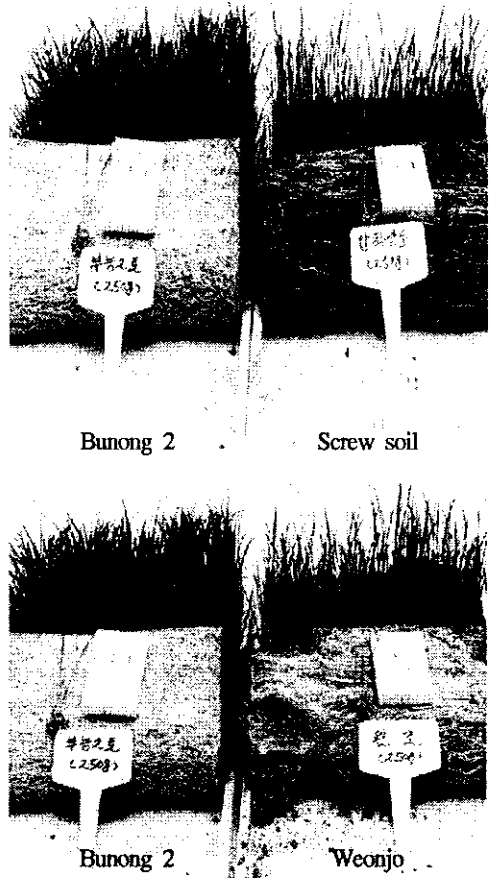


Fig. 5. Root solidity of seedlings grown for 15 days after sowing on different nursery soils.

본 연구에서 상토 종류별 15일 묘의 초장은 전질소함량이 높은 것으로 분석된 '부농 1호', '부농 2호', '부농 3호' 및 '원조상토'에서 다른 처리구에 비해 큰 것으로 조사되었는데, 이는 벼 어린 모 육묘에서 육묘일수가 진전될 수록 배양양분의 잔존률이 떨어지기 때문에 상토내의 여러가지 영양성분중 질소 함량이 부족하면 묘의 생육 상태가 불량해진다고 한 윤과 박¹²⁾, 한 등¹⁾과 김 등⁶⁾의 보고내용과 같은 원인에 의해 비롯된 결과라고 생각된다. 상토종류에 따른 묘출실도는 파종량에 따라 약간의 차이가 있었지만 육

묘일수가 길어질 수록 감소하는 경향을 보였는데, 김 등과⁵⁾ 이⁶⁾도 벼 어린 모 육묘에서 육묘기간이 길어질 수록 묘층실도는 감소한다고 하여 본 연구의 결과와 묘층실도 면에서 일치하는 경향이였다.

본 연구에 공시된 9종류의 상토에서 자라난 15일 묘의 생육특성, 파종량과 육묘일수에 따른 특성변화 등을 종합해 볼 때 '부농 2호' 상토에서 가장 양호한 묘소질을 나타내었고 '자체제조 상토'를 포함한 '압착상토', '원조상토' 등에서는 육묘일수가 연장될 수록 묘의 지상부 생육이나 매트형성이 불량하게 나타남을 알 수 있었다. 이러한 연구 결과는 앞으로 재배 농가의 상토 선정이나 건묘 육성에 매우 유익하게 활용되어 질 수 있는 것으로 사료된다.

적 요

벼 자동화 육묘시설에서 상토의 종류와 파종량이 묘생육에 미치는 영향을 조사분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

상토의 성분분석 결과 산도(pH)는 '삼경상토'가 8.6으로 가장 높았고 '부농 2호'는 5.1로 가장 낮았다. 유효인산 함량은 '부농 1호'가 843 ppm으로 가장 높았고 '자가상토'에서 74 ppm으로 가장 낮았다. 전질소함량은 '원조상토' 및 '부농 1호', '부농 2호', '부농 3호'에서 다른 상토에 비해 높은 경향을 나타내었다. 상자당 파종량이 250 g 일때 상토의 종류에 따른 15일묘의 초장은 '부농 1호', '부농 2호', '부농 3호'에서 14.2~14.9 cm로 나타난 반면, '자가상토'에서의 초장은 13.1 cm로 짧았다. 상자당 파종량이 300 g으로 증가하면 상토 종류에 관계없이 묘초장은 길어졌고 그 차는 10일묘에서 보다 15일묘에서 크게 나타났다. 상토의 종류에 따른 15일묘의 건물

중은 '부농 2호'가 13.3 mg으로 가장 무거웠고, 묘층실도도 '부농 2호'에서 0.96으로 가장 높았으며 '자가상토'와 '자가상토'에 시판상토(부농 2호)를 혼용한 처리구에서의 묘생육은 본 시험에 공시된 6종류의 시판 상토에 비해 저조하였고, 매트형성도 불량하였다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청의 농업특정연구사업의 연구비 지원에 의해 수행된 결과의 일부임.

참고문헌

1. 한희석, 양운호, 김재현, 김제규, 강양순, 김순철. 2000. 벼 어린모 육묘일수 연장이 모소질 및 본답생육에 미치는 영향. 작물시험연구논총 제 1권 : 183-186.
2. Hoshikawa, K. 1992. Recent development in rice seedling in Japan, with special reference to the "nursing seedlings". Korean J. Crop Sci. 37(2) : 198-208.
3. 황동용, 김순철, 전병태, 최충돈. 1992. 벼 어린 모 조파상자 육묘방법. 농시논문집(수도편) 34(1) : 32-38.
4. 김상수, 이선용. 1989. 수도 2모작 기계이앙 재배시 육묘일수가 묘소질, 생육 및 수량에 미치는 영향. 농시논문집(수도편) 31(1) : 9-19.
5. 김상수, 전병태, 박석홍. 1990. 다단식 시령을 이용한 벼 어린 모 육묘 기술. 한작지 35(6) : 492-496.
6. 김상수, 최민규, 이선용, 조수연, 전병태. 1996. 벼 육묘일수에 따른 양분흡수와 배양양분 소모. 한작지 41(4) : 405-410.

7. 김용재, 신해룡, 장강운. 1992. 남부지방에서 벼 재배형태별 분얼체계 및 수량구성형질의 차이에 관한 연구, 1. 묘종류와 육묘시기에 따른 묘소질 및 본답 생육의 변화. 한작지 37(3) : 230-236.
8. 이종훈, 오윤진. 1996. 식용작물학 I (도작). 한국방송통신대학교 출판부 pp. 2-22, 404-427.
9. 아주열. 1993. 식물생장조절제 처리가 벼 기계이앙 어린 모 생육에 미치는 영향. 한작지 38(4) : 360-365.
10. 박재종. 1999. 벼 육묘공장의 운영실태와 비용절감 효과분석. 경북대 석사학위논문 : 1-58.
11. 농촌진흥청. 1993. 벼 어린 모 자동육묘 시스템 개발 연구.
12. 윤용대, 박석홍. 1984. 수도 기계이앙 육묘에 관한 연구. 제5보, 상자육묘시 배유양분의 소모가 묘생육 및 활착에 미치는 영향. 한작지 29(1) : 25-30.