

벼 육묘 성장에 미치는 膨化왕겨의 효과

김제윤* · 김경민* · 손재근*†

*경북대학교 농업생명과학대학교 농학과

Effect of Nursery Soil Made of Expanded Rice Hull on Rice Seedling Growth

Je-Youn Kim*, Kyung-Min Kim* and Jae-Keun Sohn*†

*Department of Agronomy, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

ABSTRACT : In comparison of physicochemical properties between expanded rice hulls (ERH) and a commercial nursery soil (Bunong), the pH and content of organic matters were higher in ERH than those of Bunong soil. However, the content of available phosphate, $\text{NH}_4\text{-N}$ and $\text{NO}_3\text{-N}$ were lower in ERH as compared with Bunong soil. The growth characteristics of seedlings were evaluated for 15-day old seedlings grown in five different nursery soils including ERH. The plant height was the tallest (22.8 cm) in Bunong soil and shortest (12.8 cm) in ERH. There was no difference in number of leaves among five types of nursery soils. The best results based on the seedling quality and root intensity was obtained from the seedlings grown in the nursery soil which ERH was used for bedding and Bunong soil for covering in the seed tray. The weight of a seed tray with Bunong soils was 27% heavier than that of 'ERH + Bunong soil'.

Keywords : rice hulls, nursery soil, seedling, root intensity

우리나라의 벼농사는 1970년대 후반부터 동력이앙기가 보급되면서 기계이앙에 적합한 육묘기술 개발에 주력하여 오늘날에는 육묘에 소요되는 노동력과 경비를 과거보다 크게 줄이게 되었다(한 등, 2000; 김 등, 1991; 김 등, 1992; 김·이, 1989; 박, 1987; 양 등, 1989; 윤 등, 1989). 1977에 보급된 중묘기계이앙 재배법은 벼재배 기술의 생력화를 통한 쌀 생산비 절감에 크게 기여해 왔으나, 육묘기간이 30~35일로 길고, 뜰묘와 입고병 방제, 기비와 추비의 시용 및 경화를 위한 통풍관리 등에 많은 노력이 소요되었다. 특히 고온기에는 모가 도장되면서 묘소질이 나빠져 이앙 후에 활착이 늦어지고 초기 생육도 부진하다는 것 등이 단점으로 지적되어 왔다(이 & 오, 1996). 1980년대 후반부터 농촌진흥청이 중심이 되어 육묘 관리에 소요되는 노동력을 절감시키기 위한 여러 가지

연구를 수행하여 기존의 30~35일(중묘)인 육묘기간을 8~10일로 단축시켜 본답에 이앙하는 어린모 기계이앙법을 개발하여 1990년부터 농가에 보급하게 되었다(김 등, 1992; 김 & 이, 1989; 김 등, 1991). 최근에는 경상북도 농정당국에서 모를 짧은 기간에 대량으로 육묘할 수 있는 자동화 육묘시설의 보급을 정책적으로 추진하여 1998년 이후 해마다 그 수를 늘려 2002년 현재 62개소의 자동화 육묘시설을 설치·운영 중에 있다(오 등, 1993; 박, 1999; 박, 1987; 농촌진흥청, 1993).

이상과 같이 노동력 절감을 위한 여러 가지 육묘기술이 개발·보급되면서 기계이앙 육묘에 이용되는 상토의 중요성이 높아지게 되고, 그 사용량도 크게 증가하게 되어, 1980년대 초부터는 대부분의 농가에서 시판상토를 구입하여 육묘에 이용하게 되었다. 기계이앙 면적이 확대되면서 상토의 소비량이 증가하게 되었고, 이에 따른 상토제조회사 수도 늘어나게 되었다. 그리고 상토구입 가격도 제조회사에 따라 다소간의 차이는 있지만 육묘기간 단축에 의한 노동력 절감 효과에 비해 상토 구입비는 항상 일정하게 소요된다는 점이 문제점으로 지적되고 있다. 일부농가에서는 쌀 생산비용을 절감하기 위하여, 상토를 직접 제조하여 사용하거나, 제조상토와 시판 상토를 혼합하여 사용하고 있는 것도 사실이다(정·손, 2001; 이 등, 1977). 이러한 자체 제조상토의 경우 상토를 만드는데 많은 노동력이 소요되는 것은 물론 불량상토로 인한 피해도 적지 않게 발생하고 있다. 최근에는 벼 육묘에 상토를 사용하지 않고, 육묘상자에 종이, 골판지, 비닐 등을 깔고 최아된 종자를 파종하여 육묘하는 연구도 시도되고 있다(정·손, 2001).

벼의 부산물중 왕겨는 표면층이 규산망상 조직으로 되어 있고 리그닌 함량이 높아 조직안으로 수분의 침투가 어렵기 때문에 가공하지 않고 육묘에 이용하면 모잘록병의 발생, 보수력 저하와 생장억제물질의 생성 등과 같은 여러 가지 문제점이 발생된다(이, 1999). 최근에 왕겨를 팽화시켜 물리성을 개선하고 이를 원예작물 뿐만 아니라 벼의 육묘에 활용하려는 연구도 이루어지고 있다(고 등, 1999a; 고 등 1999b; 이, 1999). 팽화왕겨를 벼 육묘에 활용한다면 시판상토에 비해 소요 경비

†Corresponding author: (phone) +82-53-950-5711 (E-mail) jhsohn@bh.knu.ac.kr

<Received December 26, 2002>

를 크게 절감할 수 있고 부피에 비해 무게가 가벼워서 육묘관이 편리하고 노동력도 줄일 수 있을 것이다. 그리고 무계획적인 상토 채취에 따른 환경파괴와 자원고갈의 심화 등과 같은 여러 가지 문제점을 해결할 수 있는 방안으로도 그 중요성이 매우 높을 것이다(고 등, 1999a; 고 등 1999b).

따라서 본 연구에서는 팽화왕겨를 이용한 벼 육묘기술을 개발하고자, 자동화육묘시설 내에서 최아된 종자를 팽화왕겨와 시판상토를 혼합하거나 단용한 육묘상자에 파종하고 일정기간 별로 모의 초장, 엽수, 건물중, 묘출실도, 매트형성 정도 등을 조사·비교하여 얻어진 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

본 실험은 경상북도 칠곡군 기산면 영리에 소재하고 있는 자동화 육묘 시설에서 ‘일미벼’의 4 품종을 공시하여 2001년 4월 중순부터 7월 상순까지 수행하였다.

‘팽화왕겨’는 경상북도 의성군 다인면에 위치한 다인 농협의 미곡종합처리장(RPC)에서 조제된 것을 분양 받았으며, 시판상토는 ‘부농상토’를 이용하였다. 공시품종의 종자는 스포탁 2,000배액에 24시간 침지시킨 후 30~36°C로 유지되는 자동최아기에서 36시간 최아시켰으며, 파종량은 상자당 (60×30×2.5 cm) 250 g의 파종밀도로 수행하였다.

상토종류에 따른 묘생육을 조사하기 위하여, ‘부농상토’, ‘팽화왕겨’, ‘부농 상토’와 ‘팽화왕겨’를 1:1의 비율로 혼합한 ‘혼합상토(부농+팽화왕겨)’를 육묘 상자 바닥에 깔고 ‘일미벼’의 종자를 250 g/상자 밀도로 파종한 다음, ‘부농상토’, 혼합상토 및 ‘팽화왕겨’로 각각 복토하였다. 최아시킨 종자를 균일하게 출아시키기 위하여 실내온도가 30°C이고 습도가 70~80%인 출아실에서 3일간 출아시킨 다음, 다단식 육묘코테이너에 치상하여 20일간 육묘하였다. 상토종류에 따른 출아율은 파종

후 100개씩 3반복으로 조사하여 비교하였다. 파종 10, 15, 20 일 후에 상토 종류에 따른 초장, 건물중, 묘출실도, 매트형성 정도 등을 조사하였다. 초장과 엽수는 처리별로 30개체씩 3반복으로 조사하여 각각의 평균치를 구하였다. 지상부건물중은 처리당 20개체씩 표본을 취하여 뿌리와 종자 부분을 제거한 다음 건조기에 넣어 40°C에서 1일, 80°C에서 3일간 건조시킨 후 그 무게를 측정하여 개체 당 평균치를 구하였다. 그리고 건물중과 초장의 비로써 묘출실도를 나타내었다.

상토종류에 따른 벼 품종별 생육특성을 조사하기 위하여, ‘상미벼’, ‘그루벼’, ‘일미벼’, ‘남평벼’, ‘동진벼’의 최아된 종자를 ‘부농상토’를 파종 및 복토에 이용한 경우와 ‘팽화왕겨’를 육묘상자에 깔고 종자를 파종한 다음, ‘부농상토’로 복토하고 파종 15일 후의 초장, 엽수, 건물중, 묘출실도, 매트형성 정도를 상토종류별로 조사하였다.

‘부농상토’와 ‘팽화왕겨’만을 육묘에 이용한 경우와 ‘팽화왕겨’를 깔고 ‘부농상토’로 복토하였을 때의 육묘상자 무게를 서로 비교하고, 10 a당 소요되는 비용절감 효과도 분석하였다.

결과 및 고찰

시험용 상토의 성분 분석

‘팽화왕겨’와 ‘부농상토’의 성분을 분석한 결과 (Table 1), pH는 ‘팽화왕겨’가 ‘부농상토’ 보다 높았으며, ‘팽화왕겨’의 유기물 함량이 ‘부농상토’ 보다 많은 것으로 나타났다. 그러나 유효인산, 질산태 및 암모니아태 질소의 함량은 ‘부농상토’가 ‘팽화왕겨’ 보다 많은 것으로 분석되었다.

상토 종류별 묘생육

‘일미벼’의 최아된 종자를 ‘부농상토’, ‘팽화왕겨’, ‘부농상토’와 ‘팽화왕겨’를 1:1의 비율로 혼합한 ‘혼합상토’에 파종하고

Table 1. Analysis of nursery soils used in the study.

Nursery soils	pH	Organic matter (%)	Available P (ppm)	NH ₄ -N (ppm)	NO ₃ -N (ppm)
Expanded rice hull	7.0	79.1	307	32.2	58.9
Bunong soil	5.2	3.0	843	608.6	83.3

Table 2. Growth characteristics of rice seedlings grown for 15 days in different nursery soils.

Nursery soils	% of seed emerged	Growth characteristics ^{c)}				
		PL (cm)	NL	DW (mg)	SQ (mg/cm)	RI (0-3)
Bunong soil (A)	95 ^a	22.8 ^a	2.3 ^a	13.0 ^a	0.80 ^b	2.7 ^a
Expanded rice hull (B) ^{a)}	97 ^a	12.8 ^c	2.0 ^a	11.5 ^b	0.90 ^a	2.6 ^a
Mixture soils (C)	98 ^a	22.2 ^a	2.0 ^a	13.3 ^a	0.81 ^b	2.9 ^a
B+A ^{b)}	96 ^a	17.1 ^b	2.1 ^a	12.9 ^a	0.85 ^{ab}	2.9 ^a
C+A	97 ^a	21.6 ^a	2.3 ^a	13.2 ^a	0.84 ^a	2.8 ^a

^{a)}Mixture soils were mixed by a ratio of 1 : 1 with Bunong soil and expanded rice hull. ^{b)}B+A : Expanded rice hulls (B) used for bedding and a marketing soil (Bunong) for covering in seed tray. ^{c)}PL; Plant height, NL; No. of leaves, DW; Dry weight, SQ; Seedling quality, RI; Root intensity. In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

각각의 상토로 복토한 경우와 ‘팽화왕겨’ 또는 ‘혼합상토’를 육묘상자에 깔고 ‘부농상토’로 복토하였을 때, 상토종류에 따른 모의 생육특성을 조사한 바(Table 2), 파종 5일후의 출아율은 모든 처리구에서 95%이상 높게 나타났으며, 15일묘의 초장은 ‘부농상토’에 파종되고 ‘부농상토’로 복토한 것에서 22.8 cm로 가장 길었고, ‘팽화왕겨’만 사용한 구에서는 12.8 cm로 가장 짧았으며, 그 외의 처리구는 17.1~22.2 cm 범위에 속하였다. 엽수는 2.0~2.3개로서 처리구 간에 큰 차이가 없었으며, 건물중의 경우 ‘혼합상토’에서 육묘된 모가 13.3 mg으로 가장 무거웠고, ‘팽화왕겨’에서 자란 모는 11.5 mg으로 가장 가벼웠다. 묘출실도는 ‘팽화왕겨’만 사용한 구에서 가장 좋았고, 매트형성은 ‘팽화왕겨’나 ‘혼합상토’를 깔판으로 이용하고 시판상토로 복토하였을 때 양호하였다.

따라서 자동화 시설에서 육묘된 15일묘의 초장, 묘출실도, 매트형성 정도 등을 고려해볼 때 ‘팽화왕겨’를 육묘상자에 깔고 시판상토로 복토한 경우와 ‘팽화왕겨’와 시판상토를 1:1의 비율로 혼합한 상토 이용구에서 가장 양호한 생육양상을 보였는데 ‘혼합상토’의 경우는 상토조제 과정에서 별도의 노동력을 필요로 하는 단점이 있다.

상토종류에 따른 육묘일수별 모의 초장을 조사한 바 (Fig. 1의 A), ‘부농상토’에서 자란 모의 초장은 파종 15일까지는 급속한 증가양상을 보이는데 비해, ‘팽화왕겨’에서는 파종 20일까지 완전한 생육양상을 나타내었다.

건물 중 (Fig. 1의 B)의 경우는 파종 후 10일까지는 ‘팽화왕겨’에서 자란 모가 무거웠으나 육묘일수가 경과될수록 ‘부농상토’구의 건물중 증가폭이 커져서 파종 20일 후에는 ‘팽화왕겨’에서 보다 건물중이 더 무거운 것으로 조사되었다. 한편 묘출실도 (Fig. 1의 C)는 생육이 진전됨에 따라 두 처리구 모두 감소하는 경향을 보였는데 그 감소폭은 ‘부농상토’에서 더 큰 것으로 나타났다.

상토종류와 육묘일수에 따른 매트형성 정도는 육묘일수에

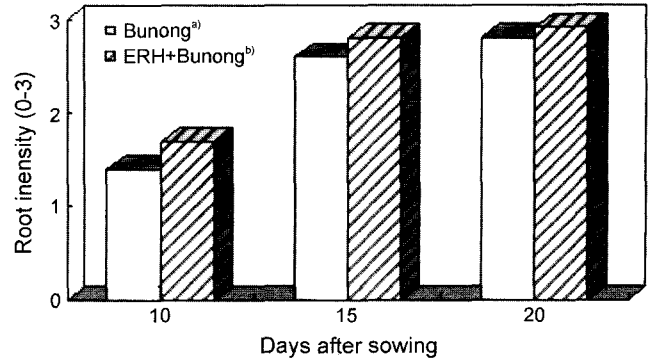


Fig. 2. Comparison of root intensity of 10-day, 15-day, and 20-day old seedlings grown on different nursery soils.

^{a)}Bunong; Commercial nursery soil.

^{b)}Expanded rice hull (ERH) used for bedding, and Bunong for covering soils.

관계없이 팽화왕겨에 시판상토를 복토하여 육묘하였을 때 가장 양호하였다(Fig. 2).

상토종류에 따른 벼 품종별 15일묘의 생육 특성을 조사한 바(Table 3), 공시품종에 관계없이 ‘부농상토’에서 자란 모가 ‘팽화왕겨’에 ‘부농상토’를 복토한 것에서 보다 초장은 길어지고 건물중은 무거운 경향을 보였다. 그러나 묘출실도와 매트형성 정도는 ‘부농상토’에서 보다 ‘팽화왕겨’를 이용한 구에서 양호한 경향을 나타내었다. 엽수의 경우 ‘상미벼’, ‘그루벼’, ‘일미벼’, ‘남평벼’는 상토 종류간에 큰 차이가 없었으나, ‘동진벼’의 엽수는 ‘팽화왕겨’에서 보다 ‘부농상토’구에서 많은 경향이였다.

상토의 pH는 벼의 묘생육에 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데, 이 등(1977)은 상토의 pH가 4~5일 때 묘초장이 가장 크고, 건물중도 무거우면서 묘출실도가 가장 양호하며, pH가 6.0 이상이면 상토의 미량요소 중 철이 불활성화되어 모가 흡수할 수 없기 때문에 모의 신장이 억제된다고 하

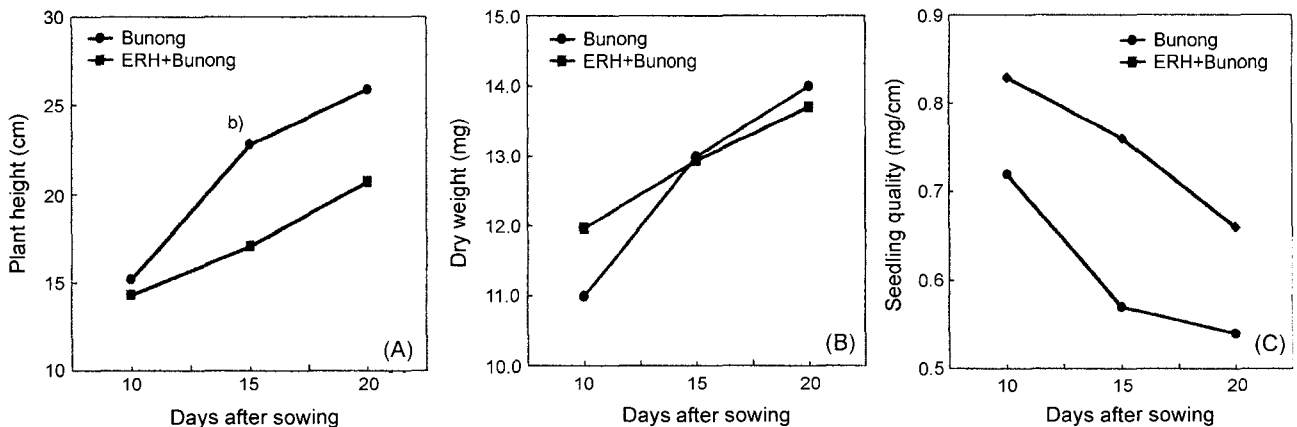


Fig. 1. Changes of plant height (A), dry weight (B), and seedling quality (C) on different nursery soils in the automatic nersery facility.

^{a)}Bunong soil; Commercial nursery soil.

^{b)}Expanded rice hull (ERH) used for bedding, and Bunong for covering.

Table 3. Varietal difference in seedling characteristics at 15 days after sowing on different nursery soils

Cultivars	Nursery soils ^{a)}	Growth characteristics ^{b)}				
		PL (cm)	NL (ea)	DW (mg)	SQ (mg/cm)	RI (0-3)
Sangmibyeo	Bunong	20.9	2.0	13.4	0.64	2.6
	ERH + Bunong	16.0	2.0	13.1	0.82	2.8
Geurubyeo	Bunong	18.9	2.1	13.3	0.70	2.6
	ERH + Bunong	16.1	2.0	13.0	0.81	3.0
Ilmibyeo	Bunong	21.7	2.0	13.2	0.61	2.6
	ERH + Bunong	18.7	2.0	13.0	0.71	2.8
Nampyeongbyeo	Bunong	21.0	2.0	13.1	0.62	2.7
	ERH + Bunong	17.5	2.0	13.0	0.74	3.0
Dongjinbyeo	Bunong	20.5	2.3	13.3	0.65	2.8
	ERH + Bunong	18.5	2.0	13.1	0.69	2.9

^{a)}Bunong ; A commercial nursery soil, ERH + Bunong ; Expanded rice hull (ERH) used for bedding, and Bunong for covering. ^{b)}PL; Plant height, NL; No. of leaves, DW; Dry weight, SQ; Seedling quality, RI; Root intensity.

었다. 본 연구에서도 '부농상토'의 pH가 5.2인 반면에 '팽화왕겨'의 pH가 7.0으로 높았기 때문에 '팽화왕겨'만을 육묘에 이용하였을 경우 '부농상토'에서 보다 묘생육이 불량한 것으로 나타나서 이 등(1997)이 보고한 연구결과를 확인할 수 있었다. 한편 고 등(1999b)도 '팽화왕겨'의 높은 pH는 묘생육에 불리하게 작용하기 때문에 '팽화왕겨'에 질산처리나 흡수 혼합하여 pH를 낮추어야만 된다고 보고하였다. 본 연구에서도 '혼합상토'나 '팽화왕겨'에 시판상토를 복토할 경우 묘생육은 '팽화왕겨'만을 이용하였을 때 보다 좋아졌다.

이상의 연구결과를 살펴보면 '팽화왕겨'를 벼 육묘에 이용할 경우 높은 pH로 인한 불량묘 발생이 우려되나, '팽화왕겨'에 '부농상토'를 복토하고 15일 정도만 육묘하면 이양에 적합한 묘초장 확보가 가능하고 묘층실도와 매트형성이 양호한 것으로 나타나 기존 상토를 대체할 수 있을 것으로 조사되었다.

상토종류별 상자무게와 비용절감 효과

육묘상자에 '팽화왕겨'를 깔고 250 g의 종자를 파종한 다음 '부농상토'로 복토한 것과 '팽화왕겨'만을 이용하거나 '부농상토'만을 이용하여 파종한 것 간에 파종후 상자 무게를 비교한 바 (Fig. 3), '부농상토' 파종구의 상자당 무게는 4.8 kg인데 비해, '팽화왕겨+시판상토'의 상자무게는 3.5 kg, '팽화왕겨'만을 이용한 것의 무게는 2.4 kg으로 나타났다. 따라서 '팽화왕겨'에 종자를 파종하고 시판상토로 복토하면 모의 생육이 양호할 뿐만 아니라 육묘상자의 무게도 관행 상자에 비해 27% 정도 줄일 수 있었다.

'팽화왕겨'만을 육묘에 이용할 경우 관행에 비해 상자무게는 50% 정도 줄일 수 있으나, 모의 생육이 불량할 뿐만 아니라 이양시에 논의 정지 작업이 고르지 못하거나 물의 양이 많을 경우는 관행에 비해 뜨는 모가 많이 발생하는 등의 문제점이 야기되었다.

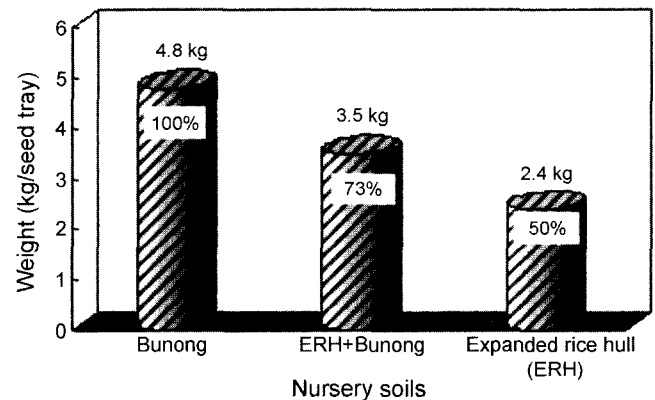


Fig. 3. Comparison of weight of seedling tray with different nursery soils.

따라서 '팽화왕겨'를 벼 육묘에 이용하려면 시판상토와 '팽화왕겨'의 적정 혼합 비율 구명과 아울러 '팽화왕겨'의 물리성 개선이 이루어져야만 하는데, 본 연구에서는 육묘상자에 '팽화왕겨'를 깔고 파종 후에 시판상토로 복토하였을 때 가장 좋은 연구결과를 얻을 수 있었다.

적 요

'팽화왕겨'를 이용한 벼 육묘의 가능성을 제시하고자 실험을 수행하였다. 시판상토와 '팽화왕겨'의 성분분석 결과 산도와 유기물 함량은 '팽화왕겨'가 '부농상토' 보다 높았고, 유효인산, 질산태 및 암모니아태 질소는 '부농상토'에서 높았다. 상토 종류에 따른 15일묘의 초장은 '부농상토'에서 22.8 cm로 가장 길었고 '팽화왕겨'만을 이용했을 때 12.8 cm로 가장 짧았다. 엽수는 상토종류 간에 큰 차이가 없었으며, 묘층실도와 매트형성 정도는 '팽화왕겨'를 깔고 시판상토를 복토한 것에

서 가장 양호한 것으로 나타났다. 15일묘의 초장은 공시 품종 모두 '부농상토'에서 컸으나, 묘층실도와 매트형성은 '팽화왕겨'를 깔고 '부농상토'를 복토한 것에서 오히려 양호한 것으로 나타났다. 시판상토의 파종후 상자당 무게는 4.8 kg이었으나 '팽화왕겨'를 깔고 시판상토를 복토한 것은 3.5 kg에 불과하였다.

인용문헌

- 한희석, 양운호, 김재현, 김제규, 강양순, 김순철. 2000. 벼 어린모 육묘일수 연장이 모소질 및 분답생육에 미치는 영향. 작물시험 연구논총 제 1권 : 183-186.
- 정병원, 손재근. 2001. 벼 육묘상자 깔판종류가 묘생육에 미치는 영향. 경북대학교농학지 19 : 23-29.
- 김제규, 신진철, 이문희, 임무상, 오윤진. 1991. 벼 기계이앙 어린모 매트 형성 촉진을 위한 Metalaxy 종자 침중 효과. 한작지 36(4) : 287-293.
- 김제규, 이문희, 오윤진. 1992. 벼 기계이앙용 어린모 최소육묘시기. 한작지 17(1) : 59-67.
- 김상수, 이선용. 1989. 수도 2모작 기계이앙재배시 육묘일수가 묘소질, 생육 및 수량에 미치는 영향. 농시논문집(수도편) 31(1) : 9-19.
- 김왕경, 손재근. 2001. 벼 기계이앙시 상토종류와 파종량이 묘생육에 미치는 영향. 경북대학교농학지 19 : 1-8.
- 김유섭, 황선웅, 박문희, 연병렬, 유인모, 이기상, 김동수. 1991. 벼 어린모 재배환경에 관한 연구, I 어린모의 적정상토 및 시비량. 농시논문집(수도편) 33(3) : 37-42.
- 고종한, 한진관, 김용복, 사종구. 1999a. 팽화왕겨 육묘상토 개발 연구. 강원도 농업기술원 시험연구보고서 pp 76-80.
- 고종한, 한진관, 김용복, 사종구. 1999b. 팽화왕겨 상토 산도조절방법 구명 시험. 강원도 농업기술원 시험연구보고서 pp 81-85.
- 이지원. 1999. 왕겨를 이용한 육묘용 혼합배지의 이화학성 개선. 서울대학교 농학박사 학위논문.
- 이종훈, 오윤진. 1996. 식용작물학 I(도작). 한국방송통신대학교 출판부 pp. 2-22.
- 이종훈, 윤용대, 최현옥. 1977. 수도기계이앙 육묘에 관한 연구, I 보. 상토의 종류 및 pH가 묘의 생리 장애에 미치는 영향. 한국작물학회지 22(2) : 27-31.
- 오윤진, 윤용대, 염원하, 박태식, 주경노, 김진영, 장홍우, 박성호, 박영찬, 김화성, 박해만, 윤성식. 1993. 벼 어린모 자동육묘 시스템 개발 연구. 작물시험장 : 128-129.
- 박재종. 1999. 벼 육묘공장의 운영실태와 비용절감 효과분석. 경북대석사학위논문 : 1-58.
- 박태식. 1987. 육묘방법 및 이앙후 활착기의 온도조건이 벼 품종들의 지상부 및 근 생장에 미치는 영향. 농시논문집(작물편) 29(2) : 65-91.
- 농촌진흥청. 1993. 벼 어린 모 자동육묘 시스템 개발 연구.
- 성희경, 피재승, 손재근. 2000. 벼 자동화 육묘에서 파종기와 육묘기간이 묘소질에 미치는 영향. 경북대학교농학지 18 : 53-60.
- 양원하, 윤용대, 송문태, 이문희, 임무상, 박래경. 1989. 벼 어린모 기계이앙 재배연구. II. 육묘온도, 육묘일수 및 배유양분잔존량이 이앙후 초기생육에 미치는 영향. 한작지 34(4) : 434-439.
- 윤용대, 오용비, 임무상, 박래경, 박석홍. 1989. 벼 어린모 기계이앙 재배연구. I. 상토종류 및 출아장의 차이가 어린모 기계이앙 재배에 미치는 영향. 한작지 34(4) : 428-433.