

床土 種類別 窒素施肥量이 벼 어린모 苗素質 및 胚乳養分 消耗에 미치는 影響

金尙洙* · 崔旻圭* · 李善龍* · 柳喆鉉* · 趙守衍* · 田炳泰**

Effects of Nitrogen Fertilization Rate at Different Nursery Soils on Seedling Characters and Endosperm Consumption in Rice Seedling

Sang Su Kim*, Min Gue Choi*, Seon Yong Lee*, Chul Hyun Yoo*,
Soo Yeon Cho* and Byung Tae Jun**

ABSTRACT: To clarify the proper nitrogen application level for raising rice infant seedling under different nursery soil, Dongjinbyeo was raised at seedling box with different basal nitrogen level. The results are as follows.

The higher the nitrogen level was, the lower emergence rate and the lower establishment rate. The establishment rate was less than 90%, when the nitrogen was more than 2g/box in hill soil and more than 1g/box in paddy soil. The more the nitrogen level was, the higher the seedling height in hill soil, but was higher in the order of N-2, 3, 1 and 0g/box. Leaf number wasn't significantly different between nursery soils and among nitrogen levels when seedling was raised more than 6 days. The endosperm survival rate was decreased as the increased nitrogen level, but wasn't different between the nursery soils. Amount of root was decreased as the increased nitrogen level in paddy soil, but was heavier in the order of N-1, 0, 2 and 3g/box in hill soil. Mat formation was better as the nitrogen level was decreased in all nursery soils.

Considering the emergence rate, seedling characters and mat formation, the proper nitrogen levels seemed to be 2g/box for hill soil and 1g/box for paddy soil.

Key words: Rice, Seedling, Nitrogen level, Endosperm consumption.

벼의 栽培 樣式은 사회, 경제적 여건에 따라 변천되어 왔다. 우리 나라에서 1970년대 후반까지의 벼 栽培 樣式은 주로 손移秧栽培이었으나 1976년부터는 산업화에 따른 농업 노동력 부족에 대응하기 위하여 벼 機械移秧栽培의 育苗技術과 本畚栽培法에 대한 연구를 수행하여 손移秧栽培보다 이양 노력을 크게 절감할 수 있는 中苗를 중심으

로 한 機械移秧栽培 技術을 농가에 보급함으로써 벼 栽培 勞力과 生産費 節減에 크게 이바지하였다.

中苗는 草長이 15~20cm이고 葉數가 3.5~4.0개이며 地上部 乾物重이 25~30mg인 苗인데, 이를 위하여는 상자당 120~130g을 과중하고 30~35일간 育苗하며 施肥는 基肥로 상자당 N-P₂O₅-

* 湖南農業試驗場(National Honam Agricultural Experiment Station, RDA, Iksan 570-080, Korea)

** 農村振興廳 研究管理局(Research Bureau, RDA, Suwon 441-707, Korea)

〈96. 5. 29 接受〉

K₂O=1-3.3g을 施用後 2엽기부터 모생육을 감안하여 질소를 상자당 2~3g 施用하여야 한다. 또한 立枯病 및 뜸묘방지를 위하여 상토의 pH를 4.5~5.5로 조절하고 立枯病 防除 藥劑를 처리하는 등 育苗에 많은 노력과 자재가 소요된다^{2,4,11,12)}. 따라서 1987년부터는 育苗자재 및 育苗노력을 크게 절감시킬 수 있을 뿐만 아니라 이유기 이전에 이앙함으로써 뜸묘, 立枯病을 방지할 필요가 없고 低溫 活着性 등이 中묘나 稚苗보다 양호한 어린모의 育苗方法과 栽培時期 등 本畜 栽培法에 대한 많은 연구가 이루어졌다^{5-10,13)}.

벼는 2엽기까지는 주로 胚乳養分에 의존하여 생육한다고 하여²⁾ 어린모는 8일 정도 育苗하여 2엽기 이전에 移秧하므로 床土에 시비하지 않은 결과, 機械移秧이 가능한 草長인 8cm⁴⁻⁶⁾에 미달하였을 뿐만 아니라 매트가 제대로 형성되지 않아 모를 이앙기에 탑재하기가 곤란하고 缺株가 심하게 발생되었다. 이에 따라 벼 생육시기별 양분 흡수 정도를 알기 위한 시험이 수행되었는데 金 등⁹⁾은 벼는 출아 직후부터 양분을 흡수하며 어린모도 無肥보다 질소를 施肥하는 것이 草長이 길고 乾物重도 무겁다고 하였다.

현재 농가에서는 시중에서 판매하는 水稻 育苗用 床土를 사용하든지 또는 논흙이나 산흙을 조절하여 사용하고 있는데 논흙과 산흙은 유기물 함량, 토성 등의 理化學性이 서로 다르며 施肥를 하지 않을 경우는 모의 생육이 저조하여 예정된 날짜에 移秧이 곤란하며 過肥時는 비료 장해 등으로 立毛가 저조한 실정이다¹²⁾.

따라서 벼 어린모 育苗時 床土 種類別 窒素施肥量이 모생육과 胚乳養分 消耗에 미치는 영향을 검토하여 어린모 育苗의 施肥技術로 활용하고자 시험한 결과를 보고하는 바이다.

材料 및 方法

Table 1. Physico-chemical properties of soil before experiment

Seed bed soil	pH (1:5)	OM (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex. Cat. (me/100g)			CEC (me/100g)	T-N (ppm)	Soil texture
				K	Ca	Mg			
Hill upland soil	5.3	0.52	14	0.07	4.06	0.53	5.3	238	CL
Paddy soil	5.8	2.60	92	0.22	6.21	1.55	11.3	825	SIL

供試 品種은 中晚生種인 東津벼를 사용하였으며, 인공상토(시판 水稻用 床土)를 대조로 하여 식양토인 산흙과 微砂質壤土인 논흙을 공시 재료로 하였고, 공시 토양의 시험전 理化學性은 表 1과 같이 pH는 산흙이 논흙보다 育苗에 적절하였으나 유기물 유효인산 양이온 치환 용량과 질소는 산흙보다 논흙이 높았다. 산흙과 논흙은 요소로 질소를 상자당 0, 1, 2, 3g씩 전량 기비로 파종전 3일에 床土에 혼합 처리하였다.

種子를 Prochloraz 2,000배액에 24시간 浸漬消毒後 4일간 浸種하고 2~3mm 催芽시켜 散播箱子에 비닐을 깔고 3.5l의 床土를 채운 후 灌水하고 상자당 200g을 播種하였다. 파종 직후 28/20℃(주/야)의 온실에 완전 임의 배치하여 出芽 및 育苗하였다.

파종후 4일부터 2일 간격으로 파종후 12일까지 胚乳 殘存量을 조사하였으며, 파종후 6일부터 파종후 12일까지 2일 간격으로 묘소질과 매트 형성 정도를 조사하였다. 매트 형성 정도를 알기 위해 매트를 2cm 폭으로 절단하여 6cm 거리에서 한쪽을 고정 후 다른 한쪽을 挫折強度 測定器로 매트가 끊어질 때까지 당겨서 매트의 引張強度를 측정하였고 동시에 매트의 引張強度와 매트를 말았을 때 매트가 갈라지는 정도, 매트를 들었을 때 떨어지는 정도 등을 감안하여 매트의 형성 정도를 판단하였다. 기타 재배관리 및 苗素質 조사는 湖南 農業試驗場 標準栽培法과 農村振興廳 農事試驗研究 調查基準에 準하였다.

結果 및 考察

床土種類別 施肥量에 따른 出芽率 및 成苗率의 변화는 表 2와 같다.

出芽率은 산흙과 논흙 모두 무비구에서 가장 높았고 施肥量이 많을수록 저하되었으며 施肥量

Table 2. Changes of emergence rate and establishment rate as affected by nitrogen level under different nursery soil

Nitrogen level (g /box)	Emergence rate			Establishment rate		
	Hill soil	Paddy soil	Check soil	Hill soil	Paddy soil	Check soil
0	97	97	95	94	93	93
1	95	94	-	92	91	-
2	93	92	-	90	82	-
3	91	87	-	87	70	-

증가에 따른 出芽率 감소 정도는 산흙보다 논흙이 컸으며 논흙의 상자당 질소 3g 시용구에서는 87%로 立毛率이 현저히 저하되었다. 이와 같은 결과는 논흙이 산흙보다 유기 함량이 높아 窒素多肥時 상토중 질소 함량이 과다하여 出芽가 阻害되었다고 생각한다.

한편 成苗率도 出芽率과 같은 경향으로 두 床土 모두 施肥量이 많을수록 감소하여 산흙에서는 상자당 질소 3g 시용에서 90%미만의 成苗率을 보였고 논흙에서는 상자당 2g이상 시용에서 90%미만의 成苗率을 보였으며, 상자당 3g 시용시는 70%로 成苗率이 극히 저조하였다. 이와 같이 窒素施肥量이 많을수록 出芽率과 成苗率이 저하된 것은 金 등¹⁰⁾의 條播育苗時 窒素施肥量이 많을수록 出芽率과 成苗率이 저하되고 그 정도는 산흙보다 논흙이 심하다는 보고와 비슷한 경향이였다.

床土種類別 施肥量 및 育苗日數에 따른 苗生育의 변화는 表 3과 같다.

草長은 산흙에서는 모든 育苗日數에서 施肥量

이 많을수록 길었으나 논흙에서는 대체로 상자당 2g 시용까지는 施肥量이 많을수록 길었으나 그 이상에서는 짧아졌는데 이는 논흙의 3g/상자 시용에서 질소가 過多하여 出芽 상태가 극히 저조하였던데 기인된 것¹¹⁾으로 생각한다. 한편 今井^{4,5,6, 12)} 등은 어린모 機械移秧에 알맞는 限界草長은 8cm라고 하는데 산흙은 무비구에서는 4종후 12일에도 適正 草長에 달하지 못하였으나 시비구에서는 4종후 8일에 限界草長인 8cm이상에 달했다. 논흙에서도 산흙과 같은 경향으로 무비구에서는 草長이 극히 작아 4종후 12일에 限界草長에 달했고 시비구에서는 모두 4종후 8일에 限界草長에 달했다.

어린모는 葉數가 1.5개 이상되는 것이 적절하다고 하는데⁵⁾ 모두 4종후 8일에 1.6개 이상이 되었으며, 산흙에서는 4종후 10일까지 무비구에서 葉數가 가장 작았고 기타 施肥量간에는 4종후 6일에는 3g=2g>1g 순으로 많았으나 4종후 8일 이후에는 施肥量간에 차이가 없었다. 논흙에서도

Table 3. Changes of seedling characters as affected by nitrogen rate under different nursery soil

Nursery soil	Nitrogen level(g /box)	Plant height(cm)				No. of leaves				Top dry weight(mg /plant)			
		6	8	10	12	6	8	10	12	6	8	10	12DAS
Hill soil	0	4.9	5.7	6.3	6.8	1.0	1.7	1.9	2.0	3.1	4.4	5.1	5.4
	1	6.8	8.4	10.1	14.2	1.3	2.0	2.0	2.0	4.2	5.9	7.5	9.5
	2	7.0	10.6	13.3	15.0	1.4	2.0	2.0	2.0	4.4	7.2	8.2	9.5
	3	7.5	10.7	13.5	15.2	1.4	2.0	2.0	2.0	4.8	7.2	9.3	9.7
Paddy soil	0	5.4	6.3	7.7	9.0	1.1	1.6	1.9	2.0	3.0	4.4	5.6	6.4
	1	7.1	10.1	11.9	15.3	1.2	1.9	2.0	2.0	4.1	6.6	7.3	8.1
	2	7.0	11.4	14.6	16.6	1.2	2.0	2.0	2.0	3.9	6.8	8.5	9.1
	3	6.2	10.2	14.2	16.1	1.2	2.0	2.0	2.0	3.8	6.5	8.4	9.1
Check soil	-	8.4	9.7	13.9	15.9	1.3	2.0	2.0	2.0	4.8	7.0	8.4	9.2

DAS : days after seeding

산흙과 비슷한 경향으로 무비구에서 가장 적었고 시비구 내에서 施肥量 간에는 차이가 없었다.

모의 地上部 乾物重은 산흙에서는 施肥量이 많을수록 무거웠으나 논흙에서는 施肥量 2g/상자까지는 施肥量이 많을수록 무거웠으나 그보다 많을 때는 가벼웠다.

床土種類別 施肥量 및 育苗日數에 따른 뿌리의 변화는 表 4와 같다.

뿌리의 길이는 산흙은 대체로 질소 1g > 0g > 2g > 3g/상자의 순으로 상자당 1g시용에서 가장 길었으며 이보다 施肥量이 많을수록 짧아졌다. 논흙은 파종후 6일에는 무비구에서 가장 길었으나 파종후 8일 이후에서는 산흙과 같은 경향이였다. 한편 동일 施肥量에서 상토간에는 산흙이 논흙보다 길었다.

어린모에서 機械移秧에 적절한 매트형성을 위하여는 관근이 4개 이상 되어야 하는데^{4,5)} 산흙에서는 대체로 파종후 8일에 冠根數가 4개가 되었으나 논흙에서는 파종후 8일에 4개가 되지 못했다. 뿌리수는 산흙에서 施肥量간에는 일정한 경향이 없이 育苗日數 경과에 따라 증가하였으나 논흙에서는 무비와 상자당 1g 시용간에는 별 차이가 없었으나 이보다 施肥量이 많았을 때는 뿌리수가 감소하는 경향이였으며 산흙이 논흙보다 뿌리수가 다소 많았다.

뿌리의 乾物重은 산흙에서 施肥量간에는 질소 1g > 0g > 2g > 3g/상자의 순으로 많았으며

논흙에서는 施肥量이 많을수록 적어졌다. 그리고 동일 施肥量에서 상토간에는 산흙이 논흙보다 많았다.

施肥量 및 育苗日數에 따른 뿌리의 引張強度 및 매트 형성 정도는 表 5와 같다.

매트의 引張強度를 알기 위하여 매트를 2cm 폭으로 잘라서 한쪽을 고정하고 6cm 거리에서 挫折強度 測定器로 당겨서 매트가 끊어질 때의 힘을 측정한 결과, 어느 처리에서나 育苗日數가 길어짐에 따라 強度가 커졌다.

施肥量간에는 산흙은 상자당 질소 1g 시용구에서 가장 컸고 그보다 施肥量이 많았을 때는 감소하였으나 논흙에서는 무비구에서 가장 컸으며 施肥量이 많을수록 적어졌다. 한편 상토종류간에는 논흙 > 산흙 > 인공상토의 순으로 컸는데 인공상토가 引張強度가 낮은 것은 전술한 바와 같이 산흙과 논흙에 비하여 뿌리량이 적을 뿐만 아니라 토성이 粘土含量이 매우 적은 細砂質 土壤이기 때문이라고 생각된다. 이에 따라 매트 형성 정도는 산흙에서는 질소 2g/상자까지는 施肥量간에 차이가 없었으나 질소 3g/상자 시비에서는 타처리보다 불량하여 파종후 8일에 미흡하였고 파종후 10일 이후에는 양호 또는 매우 양호하였다. 논흙에서는 질소 시비량 2g/상자 이상에서는 施肥量이 많을수록 매트형성이 나빠져 3g/상자에서는 파종후 10일에서도 매트형성이 미흡하였다.

파종후 4일부터 床土種類別 施肥量에 따른 胚

Table 4. Changes of root length and root number as affected by nitrogen rate under different nursery soil

Nursery soil	Nitrogen level(g/box)	Length of root(cm, A)				No. of root(B)				(A)×(B)			
		6	8	10	12 ^{DAS*}	6	8	10	12 ^{DAS*}	6	8	10	12 ^{DAS*}
Hill soil	0	2.8	5.4	5.5	5.6	3.5	4.1	4.4	4.5	9.8	21.6	24.2	25.2
	1	3.2	6.0	6.0	6.3	3.6	3.9	4.2	4.5	11.5	23.4	25.8	28.4
	2	2.5	4.2	4.7	5.1	3.4	3.9	4.0	4.4	8.5	16.4	18.8	22.4
	3	1.7	3.3	3.9	5.2	3.7	4.2	4.3	4.6	6.3	13.9	16.8	23.9
Paddy soil	0	2.9	4.3	5.4	5.4	3.7	3.7	4.2	4.5	10.7	18.1	22.7	24.3
	1	2.4	4.5	4.5	5.2	3.4	3.8	4.3	4.3	8.2	17.1	19.4	22.4
	2	1.6	3.6	4.5	5.3	2.9	3.7	4.0	4.2	4.6	13.7	18.9	22.3
	3	1.7	3.6	4.2	4.8	2.6	3.5	4.0	4.0	4.4	12.6	16.8	19.2
Check soil	—	2.5	3.0	3.6	4.1	3.4	3.3	3.6	3.8	8.5	9.9	13.0	15.6

* Days after seeding

Table 5. Changes of attraction power of mat and mat formation as affected by nitrogen rate under different nursery soil

Nursery soil	Nitrogen level(g /box)	Attraction power of mat (g)			Mat formation		
		8	10	12DAS	8	10	12DAS
Hill soil	0	580	670	750	○	◎	◎
	1	590	760	950	○	◎	◎
	2	550	630	680	○	◎	◎
	3	530	580	620	△	○	◎
Paddy soil	0	680	770	920	○	◎	◎
	1	650	750	850	○	◎	◎
	2	630	740	830	△	○	◎
	3	600	700	780	×	△	○
Check soil	-	490	550	600	△	○	◎

* ◎ : very good, ○ : good, △ : poor, × : bad, DAS : days after seeding

乳殘存量을 경시적으로 조사하여 胚乳殘存率을 구한 결과는 그림 1에서와 같다.

두 상토 모두 파종후 4일에는 窒素施肥量간에 胚乳養分 殘存率 차이가 없었으나 파종후 6일 이

후에는 窒素施肥量이 많을수록 胚乳殘存率이 낮아졌으며, 상토종류간에는 산흙 > 논흙 > 부농 상토의 순으로 胚乳殘存率이 높았다. 이와 같은 결과는 金 등⁹⁾이 보고한 상토중 질소함량이 많을

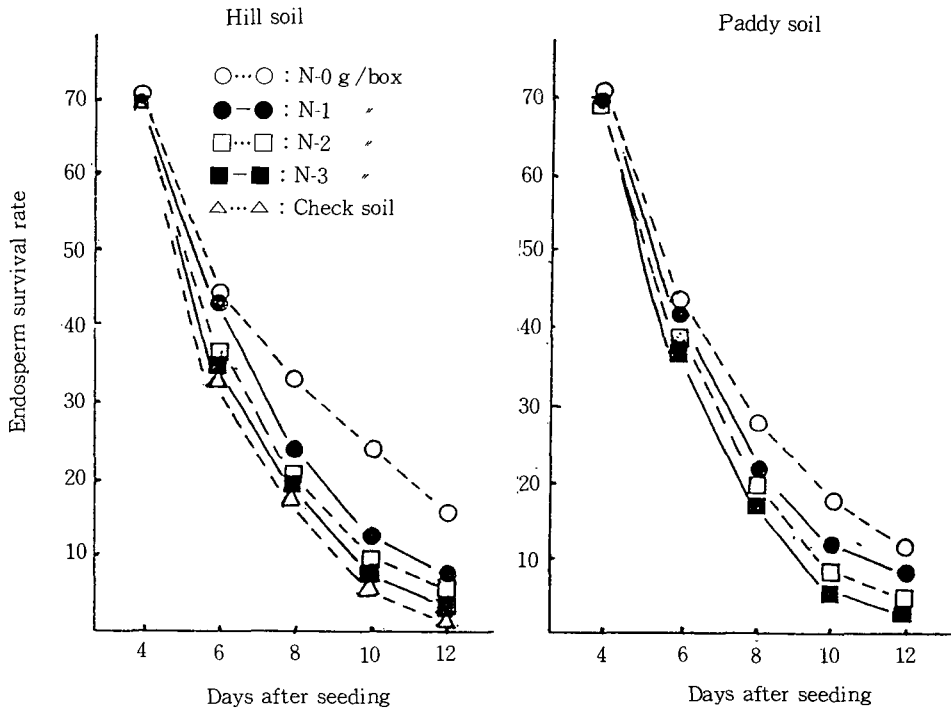


Fig. 1. Changes in endosperm survival rate according to the nitrogen rate under different nursery soil.

수록 胚乳殘存量이 적어진다는 결과와 비슷한 경향이였다.

이상에서와 같이 成苗率, 모의 생육 및 매트 형성 정도 등을 고려할 때 어린모에 알맞는 窒素施肥量은 산흙 2g/상자, 논흙 1g/상자 정도라고 생각되나 산흙이라도 채취장소에 따라 유기물 등 비옥도가 다를 것이므로 채취한 토양의 비옥도에 따라 施肥量을 적절히 加減해야 할 것으로 생각된다.

摘 要

벼 어린모 箱子育苗時 床土種別 窒素施肥量이 苗生育에 미치는 영향을 검토하여 床土種別 適正 施肥量을 구명하고자 東津벼를 공시하고 논흙 및 산흙에 요소로 질소를 상자당 0, 1, 2, 3g 사용하고 평균 25℃의 온실에서 育苗하여 苗生育을 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 出芽率은 施肥量이 많을수록 저하되었고 논흙에 질소 3g/상자 사용에서는 出芽率이 현저히 낮아졌고, 논흙이 산흙보다 施肥量 증가에 따른 出芽率 저하가 컸다.
2. 成苗率은 施肥量이 많을수록 감소하여 산흙에서는 질소 2g/상자, 논흙에서는 1g/상자 까지 90% 이상의 立毛率을 보였으나 그보다 施肥量이 많으면 立毛率이 현저히 저하되었다.
3. 모의 草長은 산흙에서는 窒素施肥量이 많을수록 길었으나 논흙에서는 2 > 3 > 1 > 0g/상자의 순으로 길었으며, 葉數는 산흙의 6일묘에서는 3 > 2 > 1 > 0g/상자의 순으로 많았으나 8일묘 이상에서는 無肥를 제외하고는 施肥量간에 별 차이가 없었다.
4. 모의 乾物重은 산흙에서는 施肥量이 많을수록 무거웠으나 논흙에서는 施肥量 2g에서 가장 무거웠다.
5. 胚乳殘存率은 상토종류간에는 별 차이가 없었으나 두 상토 모두 施肥量이 많을수록 적어지는 경향이였다.
6. 뿌리량은 산흙에서는 1 > 0 > 2 > 3g/상자의 순으로 많았고, 논흙에서는 0 > 1 > 2 >

3g/상자의 순으로 施肥量이 많을수록 적었으며 부농상토가 가장 적었다.

7. 매트의 引張力은 산흙에서는 1 > 0 > 2 > 3g/상자의 순으로 컸고, 논흙에서는 施肥量이 적을수록 컸고 부농상토가 가장 적었으며, 매트 형성 정도는 施肥量이 적을수록 양호하였다.
8. 이상 입모상태, 모생육 및 매트 형성 정도를 고려할 때 어린모 箱子育苗의 적정 窒素 施肥量은 산흙 2g/상자, 논흙 1g/상자이라고 판단된다.

引用文獻

1. 檀上 勉. 1949. 禾穀類의發芽に於ける胚乳貯藏養分消費に關する研究. 第1報, 水稻の初期成育との關係. 日作紀 19(3-4):251-254.
2. 星川清親. 1977. 稚苗の生長と胚乳の消費・稚苗・中苗の生理と技術: 99-101.
3. 黃東容, 金純哲, 田炳泰, 金世鉉. 1992. 南部平野地帶 벼 어린모 機械移秧 限界期 究明. 農試論文集(水稻篇) 34(2):78-84.
4. 今井良衛, 高野 隆, 成保後一. 1986. 水稻出芽 苗移植栽培法の研究, 第1報, 育苗日數と苗の生育. 北陸作物學會報 21:75-76.
5. _____. 1987. 水稻の出芽苗移植栽培法. 農業技術 42(11):490-495.
6. _____. 1992. 水稻の出芽苗(乳苗)移植技術の體系化による省力低コスト安定生産技術. 農業技術 47(3):102-105.
7. 金帝圭, 申辰澈, 李文熙, 林茂相, 吳潤鎭. 1991. 벼 機械移秧 어린모 매트形成 促進을 위한 Metalaxyl 種子浸種 效果. 韓作誌 36(4):287-293.
8. 金尙洙, 田炳泰, 朴錫洪. 1990. 多段式 시령을 利用한 벼 어린모 育苗技術. 韓作誌 35(6):492-496.
9. _____, 李善龍, 田炳泰, 朴錫洪. 1990. 벼 어린모 安全育苗 및 本畚栽培技術 確立試驗, 1. 어린모 養分吸收 生理 究明試驗. '90 湖試報

告書：210-212.

10. _____, _____, 崔富述. 1991. 벼 어린모 條播育苗方法. '91 湖試報告書：215-221.
11. 金容在, 申海龍, 宋東錫, 張江連. 1988. 水稻機械移秧에 있어서 播種量이 胚乳物質의 消耗 및 苗素質에 미치는 影響. 韓作誌 33(2):146-156.

12. 吳潤鎭 外 7人. 1992. 기계이앙모의 特徵. 벼 어린모 機械移秧 栽培技術：62-98.
13. 尹用大, 朴錫洪. 1984. 水稻 機械移秧 育苗에 관한 研究, 第5報, 箱子育苗時 胚乳 養分의 消耗가 苗生育 및 活着에 미치는 影響. 韓作誌 29(1):25-30.