

드문모심기 적정 파종량 및 육묘일수 분석

황운하^{1,†} · 정재혁¹ · 이현석¹ · 양서영¹ · 이충근²

Seeding Rate and Days for Low-density Transplant Cultivation

Woon-Ha Hwang^{1,†}, Jae-Hyeok Jeong¹, Hyen-Seok Lee¹, Seo-Yeong Yang¹, and Chung-gun Lee²

ABSTRACT In order to develop a safe seeding technology for low-density transplantation, we analyzed the changes in seeding growth according to different seeding rates and seeding days. We detected changes in leaf number and shoot diameter on the 10th seeding day, and in plant height on the 20th seeding day according to seeding rate. The increase in shoot and leaf number, and shoot diameter per seeding day decreased with an increase in seeding rate. On seeding day 20, the reductions in shoot and root dry weights according to seeding rate was lower compared with those recorded at seeding day 10. Shoot dry weight was significantly related to root dry weight, plant height, and shoot diameter. With an increase in seeding rate, seeding health decreased and there was an increase in the rate of seeding health per seeding day decreased. For low-density transplantation, the optimal number of seeds required for transplanting 3-5 plants per hill is 11,000, which is estimated to be approximately 280-300 g of seeds for 22 g brown rice. Furthermore, the appropriate number of seeding days is estimated to be 13 to 16 days, which corresponds to a small reduction in seeding health.

Keywords : growth character, seeding date, seeding rate, young seeding

국내 벼 재배기술은 1970년대 이후 본격적인 기계화가 진행되어 95% 이상이 기계화되었으며 이에 따라 노동력을 크게 절감하였다. 국내 벼농사의 높은 기계화률에도 불구하고 여전히 육묘 및 이앙에 소요되는 노동시간은 전체 벼농사에 소요되는 시간의 약 30%를 차지하고 있어 농업인에게 부담이 되고 있으며, 이에 육묘의 노동력을 줄이기 위한 기술 개발에 대한 중요성은 더욱 커지고 있다(Statistics Korea, 2019). 육묘 및 이앙 노력을 절감하기 위해 벼 직파 재배기술이 개발되어 있으나 기존 이앙재배에 비해 잡초 및 잡초성벼 방제 및 안정적인 수량 확보의 어려움으로 재배면적이 늘지 않고 있다. 기존 이앙재배와 같이 재배안정성이 높으며 육묘노력을 줄이기 위해 벼 육묘기간을 단축한 치료 및 어린모 이앙기술이 개발되었으며, 이는 기존 성묘이앙에 비해 육묘일수를 10~20일 단축할 수 있어 육묘기간에 필요한 노력이 크게 절감되었다.

최근 육묘 및 이앙에 소요되는 생산비 및 노동력을 더욱

줄이기 위한 새로운 벼 이앙재배기술인 드문모심기 재배기술이 개발되어 농가의 관심도가 높아지고 있다. 드문모심기는 기존 어린모이앙에 비해 파종 시 파종량을 늘려 육묘상자당 이앙가능한 모의 수를 늘리며, 반대로 이앙 시 재식밀도 및 재식본수를 줄여 이앙에 필요한 육묘상자를 관행에 비해 50~70% 줄일 수 있는 재배기술이다(Hayashi *et al.*, 2006). 드문모심기 재배기술은 육묘상자 제작에 필요한 생산비 및 노력비가 크게 감소하고 이앙 시 적은 수의 육묘상자로 이앙이 가능하여 육묘상자 교체시간의 감소로 이앙의 효율도 크게 증가하는 것으로 알려져 있다(Kanetaka *et al.*, 2004).

드문모심기는 대부분의 재배기술이 기존 이앙재배와 동일하여 재배안정성이 직파재배에 비해 크게 향상되는 장점이 있으나 기존 이앙재배에 비해 육묘상자 당 파종량이 증가하여 육묘안정성이 관행에 비해 감소할 수 있는 우려가 있다(Kazunori *et al.*, 2019). 또한 적정 파종량 및 육묘일수

¹⁾농촌진흥청 국립식량과학원 농업연구사 (Junior Scientist, Crop National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Korea)

²⁾농촌진흥청 국립식량과학원 농업연구관 (Senior Scientist, Crop National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Korea)

[†]Corresponding author: Woon-Ha Hwang; (Phone) +82-63-238-5263; (E-mail) hwangwh@rda.go.kr

<Received 11 January, 2021; Revised 30 March, 2021; Accepted 21 April, 2021>

Table 1. The 1000-grain brown rice weight of the major cultivated varieties of rice.

Content	Brown rice weight of 1000 grains (g)			
	20~21	21~22	22~23	<23
Variety	Orun, Hiami	Ilpum, Chindle, Hwasenchal	Odae, Koshihikari, Younghojinmi, Makdrim, Hopyeong, Sangkwang, Haepum, Saeilmi, Dongjinchal, Mipum, Jopyeong, Daeam, Daebo, Sanuri	Backokchal, Unkwang, Sindongjin
Ratio (%)	9	14	64	13

에 대한 뚜렷한 기준이 제시되고 있지 않아 무분별하게 파종량을 늘리게 될시 모소질 약화의 우려가 크게 증가하고 있다. 이에 본 연구는 드문모심기 시 적합 파종량 및 육묘일수 등을 제시하기 위해 육묘상자 당 파종량에 따른 모소질 변화를 분석하였다.

재료 및 방법

시험재료 선정

본 시험은 육묘 시 파종량에 따른 모 생육변화를 분석하기 위한 것으로 시험품종은 현재 재배되고 있는 주요 벼 품종의 천립중을 고려하여 선정하였다. 국내에 주로 재배하고 있는 벼 품종의 평균 현미천립중은 22.5 g으로 전국 벼 재배면적의 80%를 차지하는 총 22 품종 중 현미천립중이 22~23 g인 것은 14 품종이며 현미천립중이 21 g 이하인 것은 오륙과 하이아미가 있었으며, 신동진의 현미천립중은 27.7 g으로 가장 큰 것으로 나타났다(Table 1). 이 22점 중 현미천립중과 재배면적을 고려하여 현미천립중이 적은 하이아미, 평균인 새누리, 현미천립중이 큰 신동진을 시험재료로 선정하였다.

종자파종

각 시험재료를 육묘상자 당 130 g, 200 g, 250 g, 300 g 및 350 g씩 파종하기 위해 각 종자를 망에다 담고 32°C에서 48시간 소독 후 최아하여 각 품종별 4반복으로 파종하였다. 파종은 일반 산파육묘상자에 진행하였으며 시판 중량상토를 3 L 담고 물을 충분히 뿌린 후 파종 후 복토를 1 L 하였다. 파종이 끝난 육묘상자는 온도 28°C, 습도 90%로 설정된 최아실에 3일간 두어 최아를 진행한 뒤 3일간 그늘에서 녹화를 진행하였다. 녹화가 끝난 육묘상자는 비가림 비닐하우스로 양쪽 창이 뚫려 있는 육묘장으로 이동하여 생육을 진행하였으며, 육묘장 내부의 온도를 측정한 결과 외부와 차이가 없는 것으로 나타났다. 육묘기간동안의 온도를 달리하기 위해 파종시기는 4월 30일, 5월 10일 및 5월 20일로 총 3회로 진행하였다.

모생육변화 분석

파종 후 10일부터 20일까지 각 육묘상자당 50 cm², 5반복으로 시료를 채취하여 반복당 20개체 씩 초장, 엽령 및 줄기두께를 조사 후 지상부와 지하부로 분리하여 70°C에서 3일간 건조하였다. 건조된 시료는 지상부와 지하부로 나누어 무게를 측정하였으며, 모총실도 분석은 지상부 건물중(mg)과 초장(cm)과의 비율로 계산하였다.

이앙 후 생육변화 분석

모소질에 따른 포장 이앙 후 성숙기 생육변화를 분석하기 위해 육묘일수가 다른 개체를 6월 10일 포장에 1주 1본으로 이앙하였다. 이앙 후 포장관리는 표준재배에 준하여 실시하였으며 성숙기 시 분얼수, 이삭수 및 줄기 두께를 조사하였다.

통계처리

통계처리는 SAS 9.4을 사용하였으며 Duncan's multiple range test (DMRT)로 유의수준 0.05% 수준에서 분석하였다.

결 과

파종량에 따른 생육요소변화

어린모 기준인 육묘일수 10 및 20일에 파종량에 따른 초장, 엽수 및 줄기두께 변화의 유의성을 분석하였다(Table 2). 육묘일수 10일 시 파종량에 따라 초장은 유의적인 변화가 없었으나 엽수 및 줄기두께는 차이를 보였다. 반면 육묘일수 20일에는 파종량에 따라 초장, 엽수 및 줄기두께가 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다.

파종량에 따른 초장변화

파종량에 따른 초장변화를 분석한 결과(Fig. 1), 육묘일수 10일에는 초장이 약 12 cm 가량으로 파종량별 차이를 보이지 않았으나, 육묘일수 20일에는 파종량이 증가할수록 초장이 다소 감소하는 경향으로 상자 당 파종량 130 및 200 g인 경우 초장이 약 18 cm였으나 상자 당 파종량이

Table 2. The effect of seeding rate on plant height, leaf number, and shoot diameter at seeding days 10 and 20.

Seeding days	Contents	Seeding rate (g/tray)				
		Sum Sq ¹	DF ²	Means Sq ³	F value	Pr>F
10	Plant height	343.4	4	85.84	20.34	2.34
	Leaf number	9.830	4	2.457	10.27	3.52e-08** [‡]
	Shoot diameter	29.41	4	7.353	84.17	5.1E-63**
20	Plant height	0.494	2	0.247	31.9	2.34E-11**
	Leaf number	0.149	3	0.049	6.4	0.0005**
	Shoot diameter	0.108	6	0.018	2.3	0.037*

[‡]Significance levels: 0.01 *, 0.05 **

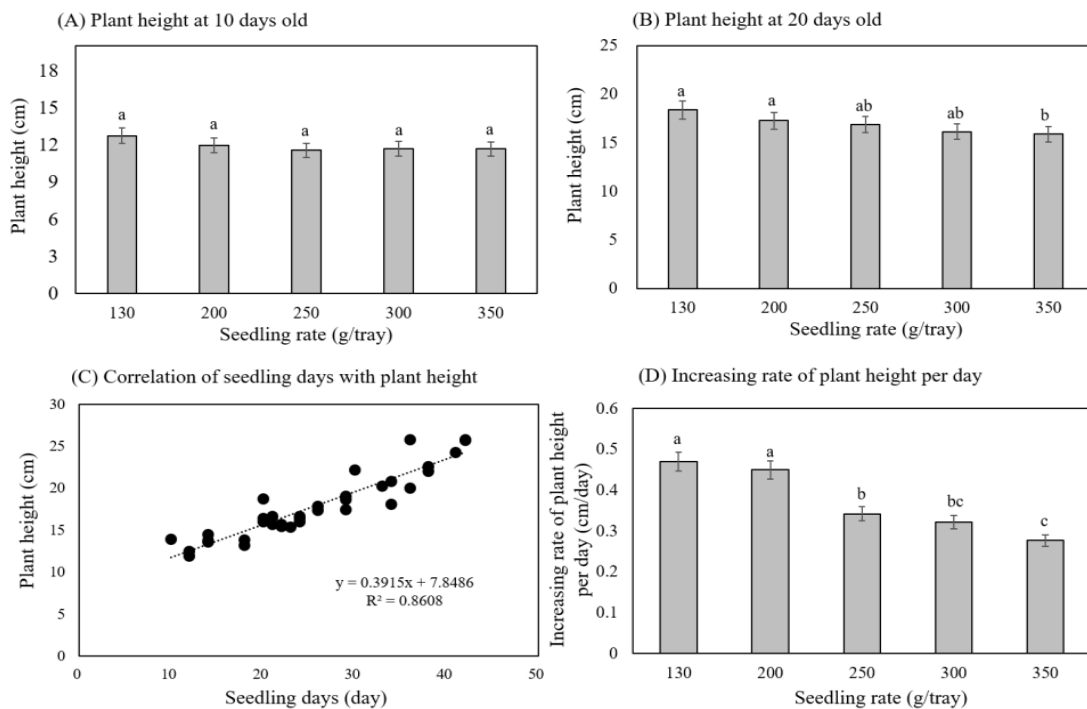


Fig. 1. Differences in plant height characters according to seeding rate. Plant height of (A) 10- and (B) 20-day-old seedings. (C) Correlation between seeding days and plant height and (D) increasing rate of plant height per day. Data represent the mean values of three cultivars. Different letters above bars indicate significant differences at $P \leq 0.05$, as determined using Duncan’s multiple range test.

350 g으로 증가 시 초장은 약 16 cm로 감소하였다. 파종량을 종합하여 육묘기간 생육일수별 초장 변화를 분석한 결과(Fig. 1(C)), 육묘일수가 1일 늘어남에 따라 초장이 약 0.39 cm 증가하는 경향이였다. 파종량에 따른 육묘일수 당 초장 변화를 분석한 결과(Fig. 1(D)), 초장 신장은 상자당 파종량 130 및 200 g에서 약 0.47 cm로 가장 높았으며, 250 g에서 0.34, 300 g에서 0.32로 점점 낮아지는 경향이였으며 350 g에서 0.27로 가장 낮은 값을 나타내었다.

파종량에 따른 엽령변화

상자 당 파종량에 따른 엽령변화를 육묘일수별로 분석한 결과, 10일 묘의 경우 파종량 130, 200 및 250 g까지 엽령 차이가 보이지 않았으나 300 g 및 350 g에서 엽령이 감소하는 경향이였다(Fig. 2(A)) 20일 묘의 경우 상자 당 파종량 130 g에 비해 200 g부터 엽령 감소가 나타나기 시작하였으며 200 g부터 300 g까지는 엽령이 비슷하게 나타났으며 350 g에서 엽령이 가장 낮게 나타났다(Fig. 2(B)). 파종량을 종합하여 파종 후 육묘일수에 따른 엽령변화를 분석한

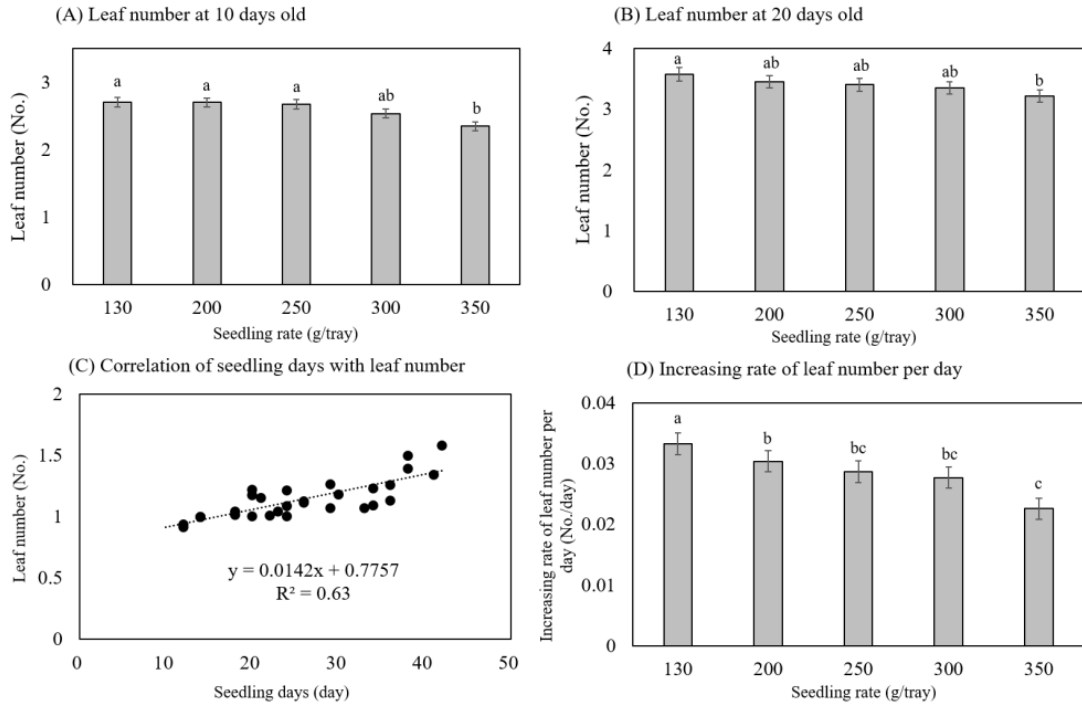


Fig. 2. Differences in plant leaf number according to seeding rate. Leaf number of (A) 10- and (B) 20-day-old seedlings. (C) Correlation between the number of seeding days and leaf number and (D) increasing rate of leaf number per day under different seeding rates. Different letters above bars indicate significant differences at $P \leq 0.05$, as determined using Duncan's multiple range test.

결과(Fig. 2(C)), 육묘일수 1일 증가에 따라 엽령은 0.0142씩 증가하는 경향이였다. 파종량별 육묘일수 1일당 엽령증가정도를 분석한 결과(Fig. 2(D)), 상자 당 파종량 130 g에서 0.033로 가장 높았으며, 200 g에서 0.030, 250 g에서 0.0287, 300 g에서 0.0277로 점점 낮아지는 경향이였으며 350 g에서 0.0226로 가장 낮은 값을 나타내었다.

파종량에 따른 줄기두께변화

파종량에 따른 육묘일수별 줄기두께 변화를 분석한 결과, 10일 묘 및 20일 묘에서 파종량이 증가함에 따라 줄기두께가 다소 감소하는 경향이였다(Fig. 3(A)-(B)) 10일묘의 경우 상자 당 파종량 130 g에서 줄기두께가 2.04로 나타났으나 파종량 350 g에서 1.48로 감소하였다. 20일 묘의 경우도 상자 당 파종량 130 g에서 줄기두께가 3.1로 나타났으나 상자 당 파종량이 증가하면서 줄기두께는 다소 감소하여 상자 당 파종량 350 g에서 2.54로 감소하였다(Fig. 3(B)). 파종량을 종합하여 육묘일수에 따른 줄기두께 변화를 분석한 결과(Fig. 3(C)), 육묘일수 1일 증가에 따라 줄기두께는 약 0.0142씩 증가하는 경향이였다. 파종량별 육묘일수 1일당 줄기두께 증가정도를 분석한 결과(Fig. 3(D)), 상자 당 파

종량 130 g에서 0.0252로 가장 높았으며, 200 g에서 0.0247, 250 g에서 0.024, 300 g에서 0.0201로 점점 낮아지는 경향이였으며 350 g에서 0.0174로 가장 낮은 값을 나타내었다.

파종량에 따른 모 줄기 및 뿌리 건물중 변화

육묘일수별 뿌리를 제외한 줄기 건물중 변화를 분석한 결과(Fig. (4)), 상자 당 파종량이 증가하면서 줄기 건물중은 감소하는 경향이였다. 10일 묘의 경우 파종량 200 g 및 250 g, 300 g 및 350 g에서 큰 차이를 보이지 않았으나 (Fig. 4(A)) 20일 묘의 경우 파종량 250 g 및 300 g에서는 유의한 차이를 보이지 않았으나 파종량이 증가하면서 줄기 건물중이 감소되는 경향이 뚜렷히 나타났다(Fig. 4(B)). 뿌리 건물중의 경우 10일 및 20 묘에서 상자당파종량 250 g 및 300 g에서만 유의한 차이를 보이지 않았으며 파종량이 증가할수록 유의적으로 건물중이 감소하는 경향이였다 (Fig. 4(C), (D)).

파종후 육묘일수에 따른 줄기 및 뿌리 건물중 변화를 분석한 결과(Fig. 5(A), (C)), 생육일수 1일 변화에 따라 줄기 건물중은 약 0.029 g 뿌리 건물중은 0.027 g 증가하는 것으로 나타났다. 상자 당 파종량별 일별 변화를 분석한 결과

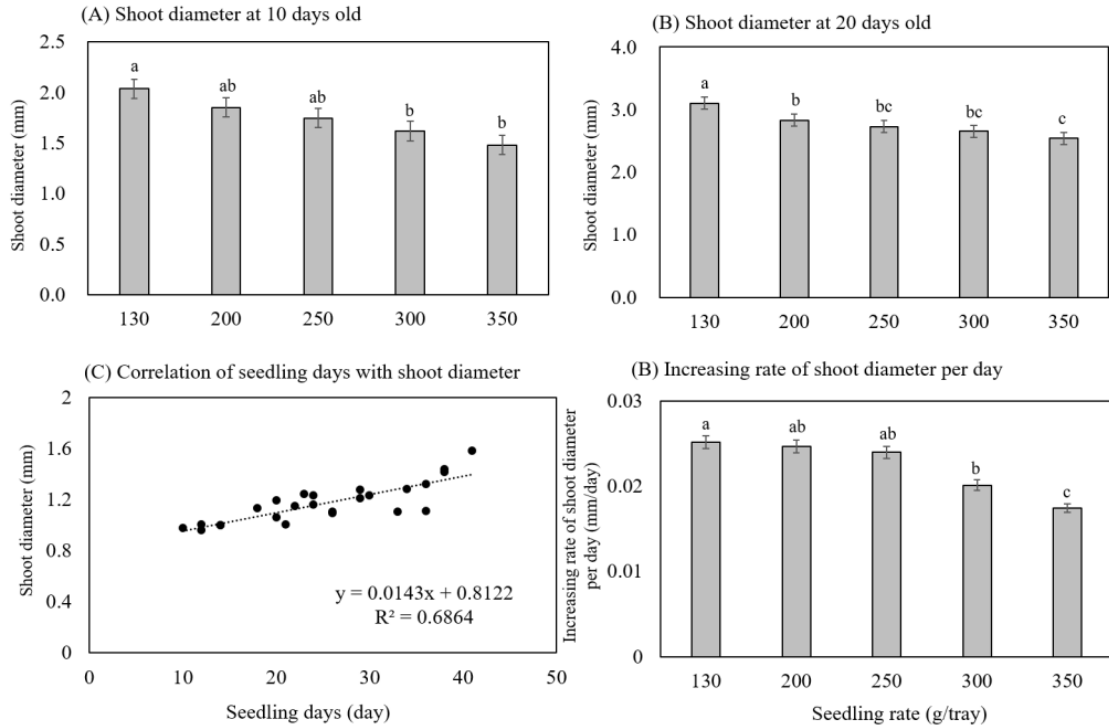


Fig. 3. Difference in plant shoot diameter according to seeding rate. Shoot diameter of (A) 10- and (B) 20-day-old seedlings. (C) Correlation between the number of seedling days and shoot diameter and (D) increasing rate of shoot diameter per day at different seeding rates. Data represent the mean values of three cultivars. Different letters above bars indicate significant differences at $P \leq 0.05$, as determined using Duncan's multiple range test.

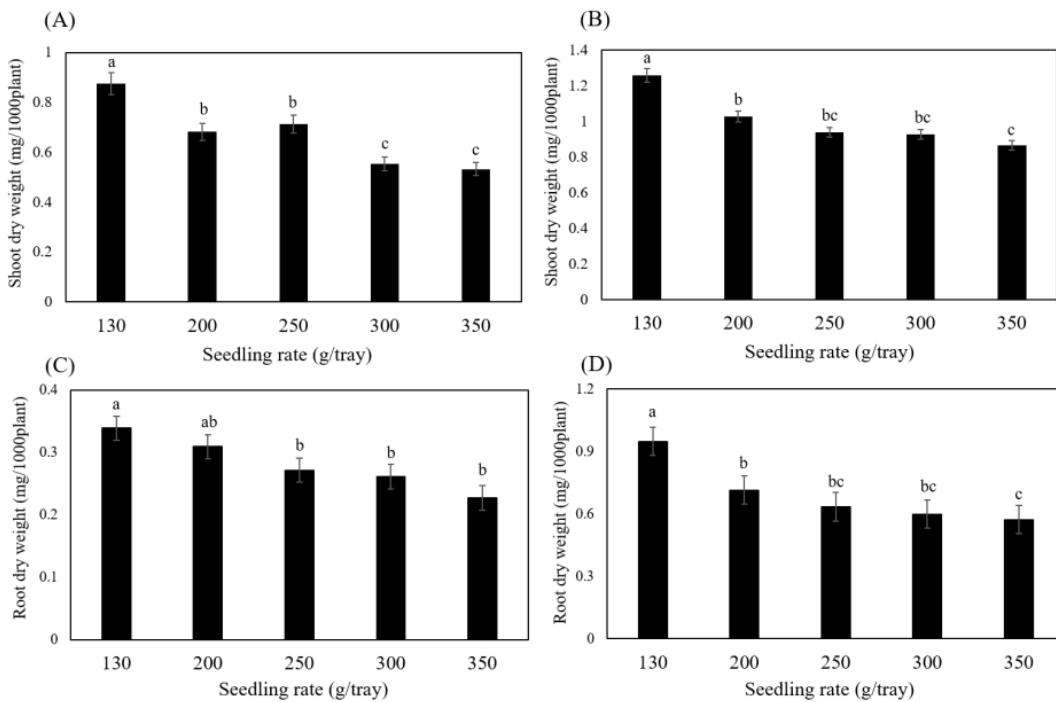


Fig. 4. Shoot (A and B) and root (C and D) dry weights according to the seeding rates of (A and C) 10- and (B and D) 20-day-old plants. Data represent the mean values of three cultivars. Different letters above bars in indicate significant differences at $P \leq 0.05$, as determined using Duncan's multiple range test.

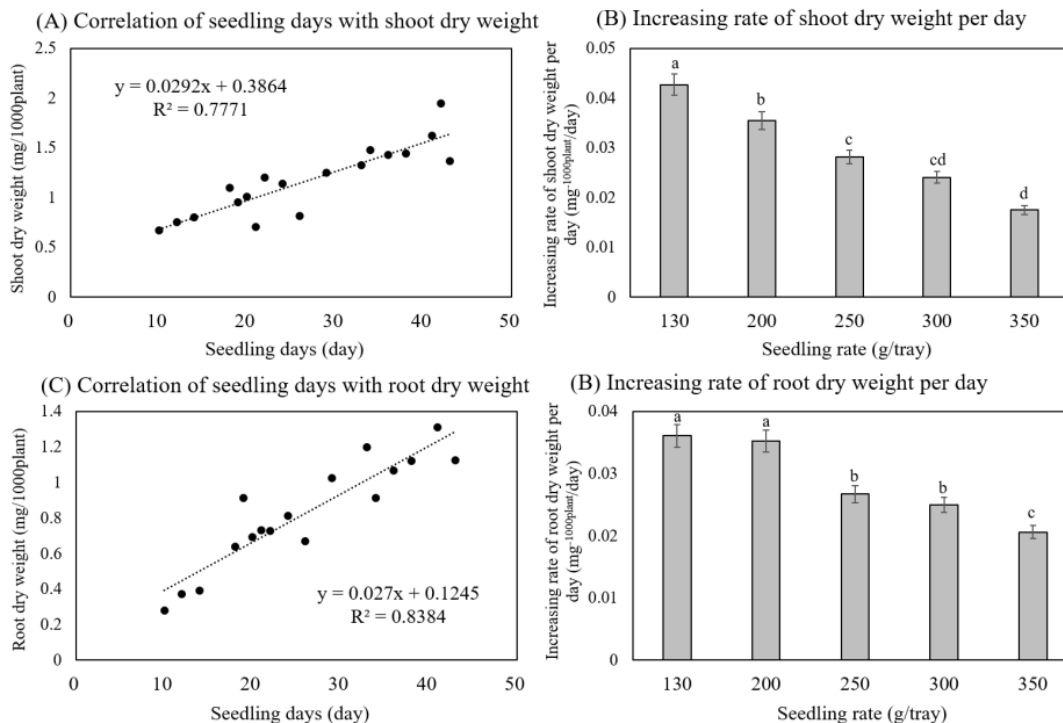


Fig. 5. Correlation between the number of seeding days and (A) shoot and (C) root dry weight and increasing rate of (B) shoot dry weight and (D) root dry weight per day under different seeding rates. Data represent the mean values of three cultivars. Different letters above bars indicate significant differences at $P \leq 0.05$, as determined using Duncan's multiple range test.

Table 3. Analysis of the correlations between growth characters at the seeding stage.

Contents	Shoot D.W. [↓] (g)	Root D.W. (g)	Plant height (cm)	Leaf number (No.)	Shoot diameter (mm)
Shoot D.W. [↓] (g)	-	0.612 ^{*↓↓}	0.703 [*]	0.309	0.728 [*]
Root D.W. (g)	0.612 [*]	-	0.472	0.105	0.234
Plant height (cm)	0.703 [*]	0.472	-	0.338	0.592
Leaf number (No.)	0.309	0.105	0.338	-	0.432
Shoot diameter (mm)	0.728 [*]	0.234	0.592	0.432	-

[↓]D.W. means Dry weight (g), ^{↓↓}Significance levels: 0.01 *

(Fig. 5(B), (D)), 상자 당 파종량이 증가하면서 일별 생육량 변화가 감소하는 경향이였다. 줄기 건물중의 경우 파종량 별 뚜렷한 차이가 나타났으며 뿌리의 경우 상자 당 파종량 130 g 및 200 g, 250 g 및 300 g에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

모 건물중과 생육요소들의 상관관계 분석

육묘기간 중 생육요소간의 상관관계를 분석한 결과(Table 3), 줄기 건물중과 뿌리 건물중, 초장 및 줄기두께와 유의한 상관관계를 보였다. 이는 육묘 중 뿌리의 발달에 따른 적극

적인 양분흡수가 줄기의 생육에 영향을 미치는 것으로 판단되며 기존의 연구결과와 같은 결과로 판단된다(Wang *et al.*, 1999; Yang *et al.*, 2012). 줄기의 건물중은 엽령과는 유의한 상관관계를 보이지 않았지만 초장 및 줄기두께와 높은 상관관계를 보여 육묘의 발육속도보다 줄기의 두께 및 초장 같은 줄기의 생육량에 따라 크게 변화하는 것으로 판단된다.

파종량에 따른 모충실도 변화

상자 당 파종량별 육묘일수에 따른 모충실도 변화를 분

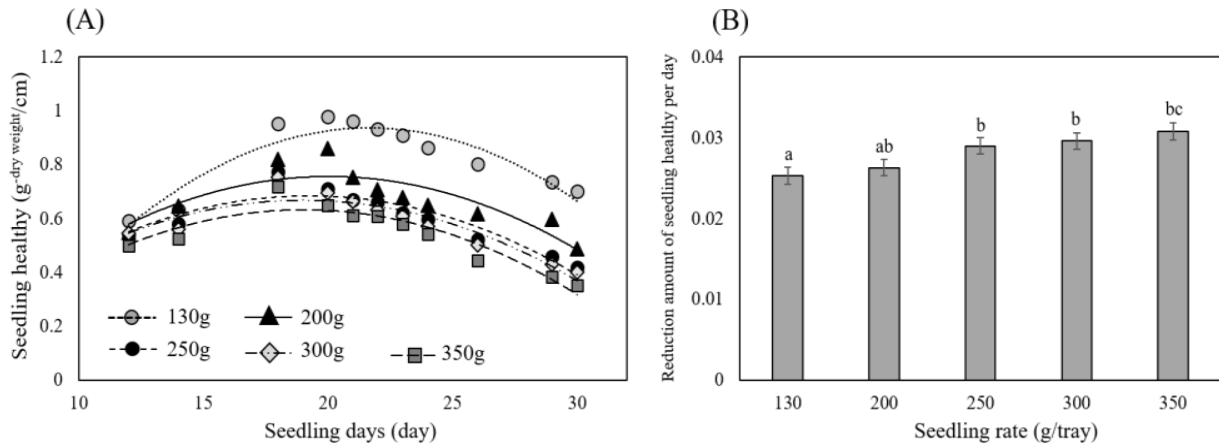


Fig. 6. Seeding health at different seeding rates. (A) The change of seeding health at different seeding rates according to seeding days. (B) Reduction in seeding health per day. Seeding health was determined by dividing plant height (cm) by plant dry weight (mg). Different letters above bars indicate significant differences at $P \leq 0.05$, as determined using Duncan's multiple range test.

석한 결과(Fig. 6(A)), 파종량이 증가할수록 모충실도는 낮아지는 경향이였다. 상자 당 파종량 130 g 및 200 g의 경우 파종 20일 후부터 모충실도가 감소하는 경향이였으나 파종량이 증가하면서 충실도가 감소하는 육묘일수는 빨라지는 경향으로 상자 당 파종량 250 g~350 g의 경우 파종 후 약 17일 후부터 모충실도가 감소하는 것으로 나타났다. 파종 20 후부터 30일까지 일별 모충실도 감소율을 분석한 결과(Fig. 6(B)), 상자당 파종량 250 g과 300 g 사이에는 유의한 차이가 보이지 않았지만 상자당 파종량이 증가하면서 일별 모충실도 감소정도가 증가하는 경향이였다.

고 찰

드문모심기는 이양 시 육묘상자를 절감하기 위한 기술로 육묘상자 절감 효율 증대를 위해 전용 이양기를 사용하게 된다. 드문모심기 전용 이양기의 경우 이양 시 육묘상자에서 모를 뜯어 심는 묘취량이 일반 관행 이양기에 비해 크게 감소하는데 대부분의 전용 이양기에서 최소 묘취량은 가로 8 mm, 세로 각 9 mm로 설정되어 있다. 이 최소 묘취량으로 설정하여 이양 시 모판당 약 2,160번의 이양이 가능하여 일반 이양기에 비해 육묘상자 당 이양횟수가 약 2배 증가하는 것으로 알려져 있다. 이 최소 묘취량 설정 시 이양 시 주당 3~5본 이양이 가능하기 위해서는 상자당 최소 6,480 개에서 최대 10,800개의 종자가 파종되어야 하며 발아율 및 출현율을 각각 약 90%로 고려 시 약 8,000~13,000개의 종자가 필요하여 평균 11,000개의 종자가 파종되어야 하는 것으로 분석된다. 이를 현미천립중이 22 g인 일반종자를

이용하여 파종한다고 판단 시 상자 당 약 280~300 g이 파종되는 것이 적당한 것으로 판단되며, 이는 일반적인 어린모 육묘 시 상자 당 200~220 g을 파종하는 것과 비교하여 약 80 g의 파종량이 증가하는 것으로 일반 어린모상자 육묘에 비해 드문모심기 육묘의 경우 파종량 증대에 따라 모의 건전도가 낮아질 것으로 판단된다. 파종량에 따른 모소질 변화 분석결과, 육묘 상자당 파종량 증대 시 어린모의 초장은 큰 차이가 없지만 발육속도가 감소하여 잎의 신장이 늦어지고 줄기가 얇게 자라는 것으로 나타났다. Sawamoto *et al.* (2019)의 연구결과도 이와 비슷한 결과로 육묘 상자당 법씨 파종량이 증가 시 모초장의 변화는 크지 않으나 엽령이 감소하는 것으로 나타났다. 또한 Ludwik *et al.* (2017)은 애기장대를 대상으로 엽령과 광합성의 상관관계를 분석한 결과 엽령이 낮을수록 광합성량이 감소한다고 밝힌 바 있다. 본 연구결과 육묘 상자 당 파종량이 증가할수록 발육속도 및 모충실도가 감소하는 것은 육묘 상자 당 법씨 파종량 증가 시 육묘 상자 내 상토량은 4 L로 한정되어 있어 상토내에 함유되어 있는 양분의 함량은 제한적인 반면 법씨의 개수가 많아짐으로써 양분 경쟁이 심화되고 또한 공간의 부족으로 잎의 충분한 생육이 저해되며 이로 인해 엽령 및 광합성의 감소로 생육량 증가가 지연이 되는 것으로 판단된다. 결국 파종량이 증가할수록 모충실도가 약화되는데 이는 현미천립중이 22 g정도인 일반종자를 기준으로 판단 시 기존 어린모의 파종량인 220 g (상자당 약 9,000립)과 비교하여 모충실도가 약 14% 감소되는 것으로 나타났다(Fig. 3(C)). 이와 비슷하게 Kanetaka *et al.* (2004)의 연구결과 육묘 상자 당 파종량이 140 g에 비해 250 g으로 증가

시 육묘일수 18일 시 모충실도가 약 15% 감소하였다. 이에 건전모 육성을 위해서는 상자 당 파종량이 증가 시 적정 육묘일수를 준수하는 것이 중요한데 육묘초기인 13~16일과 비교하여 육묘중기인 17일 이후에는 모충실도가 크게 감소하는 경향으로 나타나 드문모심기 시 건전육묘 확보를 위한 적정 육묘일수는 13~16일인 것으로 판단된다(Fig. 4(D)). 기존 연구결과에 따르면 어린모의 초장의 신장속도는 온도에 큰 영향을 받는다고 나타나 있다(Choi *et al.*, 2000). 본 연구에서도 비슷한 결과로, 생육온도에 따른 모소질 변화를 분석한 결과 온도가 높을수록 줄기두께의 증가 보다는 초장의 신장이 큰 것으로 나타나났으며(Fig. 6), 이를 바탕으로 판단 시 육묘시기가 늦어질수록 초장의 신장이 크게 증가함으로 건전모 육성을 위해서는 늦은 육묘 시 온도관리가 필요한 것으로 판단된다.

적 요

최근 벼 이앙 시 필요한 육묘상자 개수를 크게 절감할 수 있는 새로운 생력재배기술로 주목받고 있는 드문모심기의 안전 육묘기술을 개발하기 위해 육묘상자당 파종량 및 육묘일수에 등 육묘환경에 따른 모소질 변화를 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 육묘일수 10일 시 파종량에 따라 엽수, 줄기두께가 변화하였으며, 육묘일수 20일에는 초장, 엽수, 줄기두께가 유의적인 차이를 보였다.
2. 상자 당 파종량 증가에 따라 육묘일수에 따른 초장신장, 엽령증가정도 및 줄기두께 증가정도가 감소하는 경향이 있었다.
3. 상자 당 파종량 증가에 따라 줄기 건물중 및 뿌리 건물중이 감소하였으며 그 감소폭은 육묘일수 10일에 비해 20일에 크게 증가하였다.
4. 어린모의 줄기 건물중은 뿌리건물중, 초장 및 줄기두께와 높은 정의 상관관계를 보였으며, 상자 당 파종량 증가 시 모충실도는 낮아지며 육묘일수당 모충실도 감소량도 증가하는 경향이였다.
5. 드문모심기 시 육묘상자 절감의 효율증대를 위해 최소묘취량을 설정하여 이앙 시 주당 3~5본을 이앙하기 위

한 적정 파종개수는 11,000로 현미천리종이 22 g인 종자의 경우 약 280~300 g으로 판단되며 이 때 적정 육묘일수는 모충실도감소가 적은 13~16일로 판단된다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(국책기술개발사업, 과제번호: PJ01414501)의 지원에 의해 수행된 결과입니다.

인용문헌(REFERENCES)

- Choi, M. G., J. H. Jeong, H. S. Lee, S. Y. Yang, C. K. Lee, and W. H. Hwang. 2020. Changes in the growth of young seedlings in the root extension stage under different growth conditions. *Korean. J. Crop Sci.* 65(3) : 192-198.
- Hayashi, S., A. Kamoshita, and J. Yamagishi. 2006. Effect of planting density on grain yield and water productivity of rice grown in flooded and non-flooded fields in Japan. *Journal of Plant Prod. Sci.* 9(3) : 298-311.
- Kanetaka, M., A. Takahashi, and S. Azuma. 2004. Transplanting culture by dense sowing and sparse planting of Koshihikari. *The Hor. Crop Sci.* 40 : 11-14.
- Kazunori, S., I. Hiroshi, B. Toshihiro, and H. Eiji. 2019. Growth, yield, grain quality, and seeding characteristics of rice seedlings sown at a high density in nursery boxes in Ishikawa prefecture, Japan. *Jan. J. Crop Sci.* 88(1) : 27-40 *Korean statistical information service.* <http://kosis.kr>
- Ludwik, W. B., K. L. Mateusz, H. Iris, G. Anna, and C. Roberta. 2017. Leaf and plant age affects photosynthetic performance and photoprotective capacity. *Plant Physiology* 175 : 1634-1648.
- Sawamoto, K., I. Hiroshi, B. Toshihiro, and H. Eiji. 2019. Growth, yield, grain quality and seeding characteristics of rice seedlings sown at a high density in nursery boxes in Ishikawa prefecture. *Jpn. J. Crop Sci.* 88(1) : 27-40.
- Statistics Korea. 2019. Labor for Rice Cultivation Survey.
- Wang, Y. D., K. Tasaka, O. Akio, and S. Muruyama. 1999. Growth and physiological characteristics of rice seedlings raised with long mat by hydroponics. *plant Prod. Sci.* 2(2) : 115-120.
- Yang, J. C., H. Zhang, and J. H. Zhang. 2012. Root morphology and physiology in relation to the yield formation of rice. *Journal of intergrative agriculture.* 11(6): 920-926.