

단미벼의 발아 특성 및 기계이앙 육묘시 적정 파종량

김상열[†] · 오성환 · 이종희 · 정국현 · 조준현 · 이지윤 · 박성태 · 송유천 · 여운상 · 김정일 · 서우덕 · 강항원

농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부

Studies on Seed Germination Characteristics of Rice Cultivar 'Danmi' and Its Optimum Seeding Rates for Seedling Raising in Machine Transplanting

Sang-Yeol Kim[†], Seong-Hwan Oh, Jong-Hee Lee, Kuk-Hyun Jeong, Jun-Hyeon Cho, Ji-Yoon Lee, Sung-Tae Park, You-Chun Song, Un-Sang Yeo, Jeong-Il Kim, Woo-Duck Seo, and Hang-Won Kang

Department of Functional Crop National Institute of Crop Science, RDA, Milyang 627-803, Korea

ABSTRACT A high sugar rice cultivar 'Danmi' which has been recently developed and released in the Functional Crop Resource Development Division, Department of Functional Crop, National Institute of Crop Science, has high glucose and sucrose contents but has a poor seed development. This defect poses some problem in ensuring stable seedling establishment in the nursery bed. We examined the germination and seedling emergence characteristics of 'Danmi' and determined an optimum seeding rate for seedling establishment. 'Danmi' seeds has a light 1,000-grain weight of 18.2g compared with Ilmibyeo's 26.7g. The 97.4% of 'Danmi' seeds has specific gravity below 1.0 while only 2.0% of seeds was fully developed with specific gravity above 1.12. However, the reverse is true in the Ilmibyeo seed used as a control cultivar. Although the seed germination of Danmi was 89-91% regardless of seed specific gravity but at a slower rate than Ilmibyeo regardless of water soaking temperatures of 20-31°C because of high seed amount of specific gravity below 1.0 in 'Danmi'. It took 2~4 days longer of seed soaking in the Danmi seeds than Ilmibyeo before germination. 'Danmi' has low normal seedling emergence rate than Ilmibyeo in the seedbed soil due to high percentage of abnormal seedlings like stunting and incomplete growth. Normal seedling emergence rate of 'Danmi' in the seedbed was 62.6~64.9% for 10-day old seedling and 83.5~86.7% for 30-day old seedling which is lower by 29.6~30.0% and 11.3~12%, respectively than Ilmibyeo. Although 'Danmi' has low normal seedling emergence rate, but it has greater seed number per weight basis. Therefore, based on the normal seedling number per unit area of Ilmibyeo(control cultivar) for seedling rate of

10-day and 30-day old seedlings, the recommended seeding rate of 'Danmi' for transplanting rice is 220g seeds for 10-day old seedling and 130g for 30-day old seedling per nursery box, which is equivalent to 1.5 times seed volumes of Ilmibyeo.

Keywords : Danmi, seed germination, seedling emergence, seeding rate, specific gravity

국민의 소득향상과 더불어 건강에 대한 관심이 높아지고 외국 쌀 수입에 따른 우리쌀의 경쟁력을 높이기 위해 기능성 및 특수성분을 가진 벼 품종개발이 요구되고 있다. 이러한 시대적 요구에 부응하고자 2008년 기능성작물부에서는 천립종이 일반벼에 비해 가볍고 수량은 낮으나 sucrose와 glucose함량이 높아 환자의 이유식 등의 사용을 목적으로 기능성 벼 단미 품종을 개발하였다(김 등, 2006). 단미 종자의 특징은 아밀로즈 및 미량원소의 함량이 낮고, 전분합성이 잘 되지 않아 아밀로펙틴 구조에서 당분자가 12이하의 단쇄비율이 높고 상대적으로 장쇄인 13~24 당분자 비율이 낮은 경향을 보였다(김 등, 2006).

단미는 다른 벼 품종에 비해 천립종이 가볍기 때문에 발아력이 낮을 가능성이 높아 육묘시 출아가 불량하여 입모실 패할 우려가 있어 안전육묘를 위해 발아 및 출아특성에 대한 연구가 필요한 실정이다.

많은 연구자들이 벼 등 작물 및 잡초의 종자의 크기 및 무게에 따른 발아율 및 종자활력의 영향에 대한 보고를 하였는데 결과는 작물의 종류 및 종자무게에 따라 일관성이 없었다. 일반적으로 초기 종자활력과 입모 및 수량은 정의 상관관이 있는 것으로 보고되고 있는데(Richards, 1987; Gan

[†]Corresponding author: +82-55-350-1174

(E-mail) kimsy3@rda.go.kr < Received January 22, 2010 >

& Stobbe, 1996; Roy *et al.*, 1996; Smart & Moser, 1999; Aparicio *et al.*, 2002; Willenborg *et al.*, 2005; Yun *et al.*, 2008; Kobayashi *et al.*, 2009).), pearl millet 등은 종자 크기와 초기 종자활력이 크게 상관이 없는 것으로 보고하였다 (Kawade *et al.*, 1987; Larsen & Anderson, 2004).

단미의 발아 및 출아 특성에 대한 정보는 기계이앙육묘시 안전육묘기술의 기초자료가 될 수 있어 매우 중요하다. 하지만 단미 종자의 발아 및 육묘시 출아특성에 대한 자료는 전무한 실정이다. 따라서 본 시험은 단미의 발아특성을 조사하여 기계이앙 육묘시 적정 침종기간 및 파종량을 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

시험에 사용한 단미와 일미벼 종자는 2008년 기능성작물부 시험포장에서 증식하여 사용하였다. 수확한 종자는 음건한 후 무게별 분리는 염수선을 하여 비중이 1.0이하, 1.0-1.06, 1.06-1.12, 1.12 이상 4단계로 분리한 다음 다시 건조하여 무게를 측정하고 무게별 비율과 발아율을 조사하였다.

발아시험은 단미 및 일미벼 종자를 지름이 9cm인 petri dish에 Whatman No.1 여과지를 1장 깐다음 100립의 종자를 넣고 7ml 증류수를 부은 후 30°C 발아기(Conviron, Canada)에서 10일간 매일 발아율을 조사하였다. 시험은 4반복으로 하여 실시하였다.

침종 수온 및 침종 기간별 발아시험은 단미 및 일미벼 종자 100립을 망사자루(15x15 cm)에 넣은 후 물온도가 각각 20°C, 25°C 및 31°C(종자 발아기)에 침종한 다음 매일 발아율을 조사하였다. 종자의 활력정도는 조사당일의 발아수를 치상후 조사일수로 나눈값을 발아속도로 나타내었다(최 등, 2003).

당 분석은 강(2004)의 방법에 따라 분석하였다. 쌀가루

4g을 증류수 8ml에 넣어 분산시킨 다음 4°C에서 24시간 진탕하였다. 그후 12,000 rpm에서 15분간 원심분리하고 상등액을 0.45 μm에서 여과한 후 증류수 5배 희석하여 분석에 사용하였다. 분석기기는 RI detector가 부착된 HPLC(Waters 2414, USA)에 칼럼은 YMC-PACK Polyamine II(250x4.6 mm)를 사용하였다. 또한 이동상 용매는 acetonitrile:water (75:25)를 사용하여 1.0 ml/min의 속도로하여 분석하였다.

기계이앙 육묘시 적정 파종량을 알기 위해 단미와 일미벼 종자를 기계이앙 상자당 어린모는 200g, 220g, 240g, 260g, 중모는 110, 130, 150, 170g을 평량하여 망사자루에 넣은 다음 0.05% 프로라츠 용액이 있는 발아기에서 31°C 물온도에서 48시간 침종후 다시 냉수에서 싹을 킁은후 세척한 다음 시판상태에 파종하여 어린모는 10일에 중모는 30일에 출아율, 성묘율 및 묘소질 등을 조사하였다. 출아된 모는 형태에 따라 정상, 출아불량, 출아정지, 생육불량 모 등으로 구분하여 나타내었다.

결과 및 고찰

표 1은 비중별 단미 및 일미벼 종자 비율 및 1,000립중을 나타낸 것이다. 단미는 97.4%가 비중이 1.0이하로 가벼워 물에 뜨는 종자이었고 충실한 종자인 비중이 1.12이상 비율은 2.0%로 매우 낮았다. 반면 일미벼는 단미와 달리 충실한 종자의 비율이 83.3%로 높았고(표 1, 그림 1), 1.0이하의 충실하지 못한 종자의 비율은 6.4%로 낮았다. 염수선 전의 단미 종자의 1,000립 무게는 18.2 g으로 일미벼 26.7 g보다 8.5 g이나 가벼웠다.

발아 특성

단미 및 일미벼 비중별 발아율 및 발아속도는 그림 1과 같다. 단미의 비중별 발아율은 88~91%로 비중에 관계없

Table 1. Percentage of seed amount at different specific gravities and 1,000-grain weight before saline separation of Danmi and Ilmibyeo seeds.

Cultivar	Specific gravity	1,000-grain weight (g)	Percentage of seed amount (%)
Danmi	> 1.0	17.4±0.29	97.4
	1.0-1.06	20.6±0.23	0.3
	1.06-1.12	22.3±0.37	0.3
	1.12 <	24.4±0.34	2.0
Ilmibyeo	> 1.0	15.8±0.99	6.4
	1.0-1.06	19.3±0.05	3.6
	1.06-1.12	21.4±0.05	6.7
	1.12 <	25.7±0.23	83.3

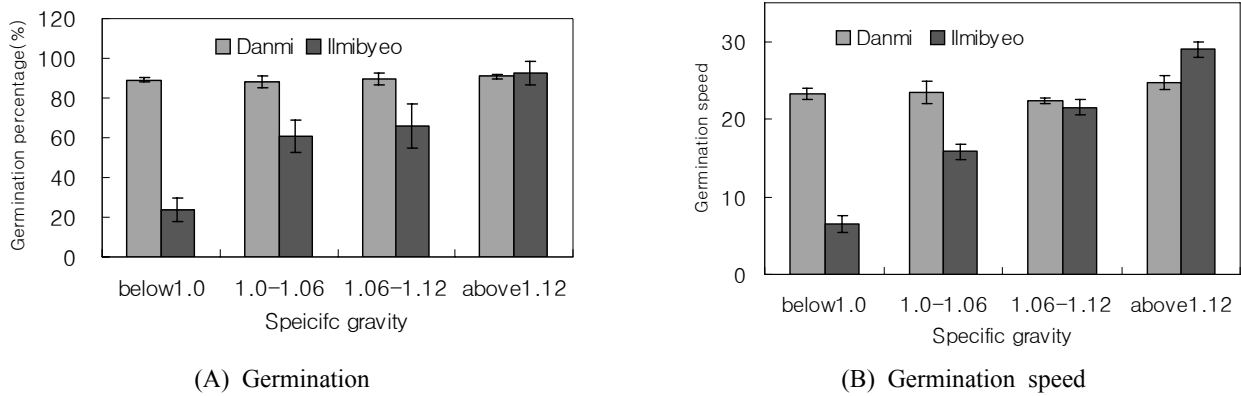


Fig. 1. Percentage germination and germination speed as affected by specific gravity of seed in Danmi and Ilmibyeo.

Table 2. Composition and content of free sugars as affected by specific gravity of seed in Danmi and Ilmibyeo.

Cultivar	Specific gravity	Free sugar(%)				Total
		Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	
Danmi	> 1.0	0.73	7.19	4.62	3.29	15.8
	1.0-1.06	0.38	2.89	1.32	0.91	5.5
	1.06-1.12	0.34	2.22	1.02	0.93	4.5
	1.12 <	0.31	1.86	0.89	0.95	4.0
Ilmibyeo	> 1.0	0.35	4.76	nd	nd	5.1
	1.0-1.06	0.18	7.29	nd	nd	7.5
	1.06-1.12	0.15	5.25	nd	nd	5.4
	1.12 <	0.07	5.95	nd	nd	6.0

nd : not detected

이 비슷하였으며, 비중이 1.12이하에서는 일미벼보다 발아율이 높았으나 비중이 1.12이상에서는 일미벼와 비슷하였다. 반면 일미벼의 발아율은 단미와 달리 종자 비중이 증가함에 따라 증가하였는데, 비중이 1.0이하의 발아율이 24%로 낮았고 1.0~1.12에서는 61~66%로 약간 증가하였으며, 1.12이상 충실한 종자의 발아율은 93%로 높았다. 발아속도도 발아율과 마찬가지로 단미에서는 비중에 관계없이 비슷하였으나 일미벼는 비중이 증가함에 따라 발아속도가 빨랐다. 단미의 발아속도는 비중이 1.06 이하에서는 일미벼보다 빨랐으나 비중이 1.06-1.12에서는 두 품종 비슷하였다. 그러나 비중이 1.12이상에서는 일미벼가 단미보다 발아속도가 빨랐다. 이러한 결과는 단미는 가벼운 종자라도 상당한 발아력을 가졌다는 것을 나타낸다. 하지만 종자 전체적으로 볼때 일미벼는 비중이 1.12 이상 충실한 종자가 대부분이기 때문에 비중이 1.0이하인 종자가 대부분인 단미보다 발아속도가 빠를 수 있다는 것을 나타낸다(표 1, 그림 1). 단미벼 무게별 발아율이 비중에 관계없이 비슷한 것은

가벼운 종자에서 발아시 에너지 공급원이 될 수 있는 glucose와 fructose 등의 비율이 충실한 종자보다 높았고(표 2), 또 단미벼에는 일미벼에 없는 sucrose 및 maltose 함량이 높았기 때문에 추정된다. 김 등(2006)의 단미 계통의 당분석 결과에 의하면, 단미에서는 sucrose 및 maltose 함량이 남평벼보다 높았다는 결과와 비슷한 경향이였다. 일반적으로 비중이 높은 것이 발아속도 및 초기 seedling vigor가 높았으나(Richards, 1987; Aparicio *et al.*, 2002; Yun *et al.*, 2008), 단미는 비중간에 발아율 및 발아속도가 차이가 없어 추후보다 정밀한 생화학적인 원인 구명이 필요할 것으로 보여진다. 기능성벼인 거대배아미벼의 발아율도 단미와 같이 일반벼보다 낮고 발아속도도 일반벼에 비해 늦었다고 보고하였다(Kobayashi *et al.*, 2009).

육묘시 적정 침종기간

단미 및 일미벼 종자의 육묘를 위한 침종시 수온 및 침종기간별 발아율은 그림 2와 같다. 일반적으로 침종온도에 관

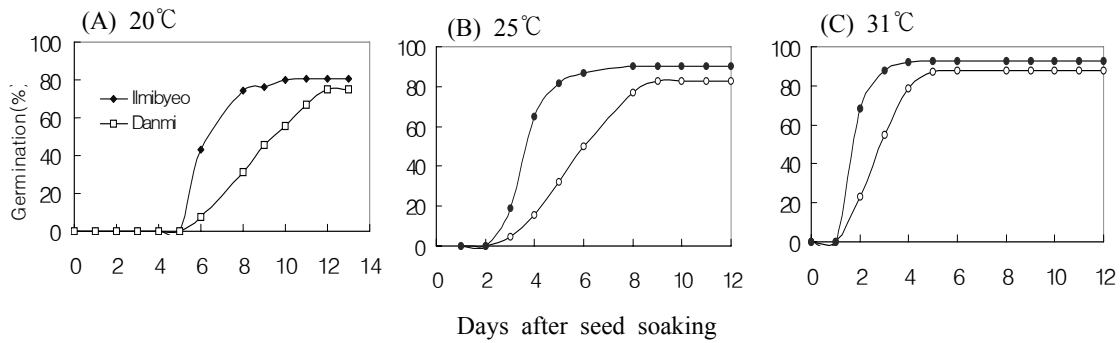


Fig. 2. Seed germination rate of Danmi and Ilmibyeo as affected by different water temperatures and soaking durations.

Table 3. Seed germination rate, germination speed and number of days from soaking to seed germination in Danmi and Ilmibyeo as affected by different water temperatures and soaking durations.

Water temperature (°C)	Germination rate (%)		Germination speed		Days from soaking to seed germination (day)	
	Danmi	Ilmibyeo	Danmi	Ilmibyeo	Danmi	Ilmibyeo
20	75	81	6.8	11.7*	13	9*
25	83	91	14.6	22.5*	9	6*
31	88	93	29.9	41.8*	5	3*

* significant at 5% level by t-test

계없이 최종 발아율은 단미가 일미벼보다 낮았고 발아를 하는데 소요되는 기간은 단미가 20°C에서는 13일, 25°C에서 9일, 31°C에서 5일로 일미벼보다 온도에 관계없이 2~4일이 더 길었다(표 3). 이러한 경향은 단미는 표 1에서와 같이 비중이 가벼운 종자가 대부분이기 때문에 육묘를 위한 침종시 충실한 종자가 많은 일미벼 보다 발아속도가 느리기 때문에 침종기간을 수온에 따라 2~4일간 더 오래 침종 후 파종해야 안전한 개체수 확보가 가능하다는 것을 나타낸다.

육묘시 적정 파종량

상자육묘시 모종류별 파종량에 따른 성묘율 및 모소질은 표 4, 표 5와 같다. 성묘율은 단미가 비정상모의 발생이 많아(그림 3, 4) 일미벼 보다 모종류에 관계없이 낮았는데, 어린모(10일모)에서는 성묘율이 62.6~64.9%로 일미벼 보다 27.3~27.6%가 낮았고 중묘(30일모)에서도 어린모와 마찬가지로 단미가 83.5~86.7%로 일미벼 92.4~94.0%보다 8.3~8.9%가 낮았으며 파종량간 성묘율은 크게 차이가 없었다. 모소질을 보면 단미의 개체당 평균건물중은 어린모 6.1 mg, 중묘 16.8 mg으로 일미벼보다 각각 3.3 mg, 4.4 mg이 가벼웠다. 그 결과 모 충실도가 일미벼보다 0.19~

0.23이 낮았다. 단미가 일미벼보다 성묘율이 낮은 것은 출아시 일미벼보다 종자천립중이 가벼워 비정상모의 발생이 많았기 때문이고 모충실도가 낮은 것은 생장에 필요한 종자양분이 적었기 때문이다. 그러나 단미가 일미벼보다 단위무게당 파종립수가 많았던 관계로 10일모 및 30일모의 상자당 성묘수는 각각 6,993개 및 4,750개로 일미벼의 관행 220g 및 130g/상자파종시 성묘수는 7,115개 및 4730개로 통계적으로 유의차가 없었다. 따라서 대비 품종인 일미벼의 어린모 및 중묘파종시 성묘수에 기준한 단미종자의 기계이앙 상자당 적정 파종량은 관행과 같이 어린모는 220g, 중묘는 130g 파종하면 안전 성묘수 확보가 가능할 것으로 판단되는데 부피로는 어린모 및 중묘에 관계없이 일미벼 부피의 1.5배를 파종하면 되는 것으로 나타났다. 특수미인 만미벼 및 백진주벼등의 기계이앙 상자육묘시 적정 파종량은 중묘가 130g, 어린모는 220g이었다는 결과와 같은 경향이였다(전 등, 2006).

기계이앙 상자 육묘시 파종량 130g에서 파종후 10일에 조사한 단미와 일미벼의 정상모 및 비정상모의 분포비율과 비정상모의 모양은 그림 3, 4와 같다. 단미의 정상모의 비율은 85%로 일미벼의 94% 비해 정상모의 비율이 9%가 낮았

Table 4. Seedling emergence rate and seedling growth characteristics of the 10-day old seedlings as affected by seeding rates of Danmi and Ilmibyeo.

Cultivar	Seeding rate (g/tray)	Normal seedling rate (%)	Plant height (cm)	Leaf number	Dry weight (mg/plant)	Seedling healthy score (mg/cm)	Normal seedling number (no/tray)
Danmi	200	62.6	11.8	2.0	7.3	0.62	5,953 ^{ns}
	220	63.2	10.7	2.0	5.9	0.56	6,993 ^{ns}
	240	64.9	9.8	2.0	5.7	0.56	7,632 ^{ns}
	260	63.7	10.3	2.0	5.3	0.51	8,237 ^{ns}
	Mean	63.6	10.7	2.0	6.1	0.56	7,204 ^{ns}
Ilmibyeo	200	91.3	12.9	2.0	10.1	0.78	6,334
	220	90.2	11.7	2.0	9.8	0.84	7,115
	240	92.2	11.5	2.0	8.9	0.78	8,006
	260	92.0	11.8	2.0	8.7	0.74	8,767
	Mean	91.4	12.0	2.0	9.4	0.79	7,555

ns : not significant at 5% level by t-test

Table 5. Seedling emergence rate and seedling growth characteristics of the 30-day old seedlings as affected by seeding rates of Danmi and Ilmibyeo.

Cultivar	Seeding rate (g/tray)	Normal seedling rate (%)	Plant height (cm)	Leaf number	Dry weight (mg/plant)	Seedling healthy score (mg/cm)	Normal seedling number (no/tray)
Danmi	110	85.3	15.5	3.7	18.7	1.21	4,281 ^{ns}
	130	83.5	15.4	3.7	16.5	1.07	4,750 ^{ns}
	150	84.9	16.7	3.6	17.2	1.03	5,668 ^{ns}
	170	86.7	14.2	3.6	14.8	1.04	6,130 ^{ns}
	Mean	85.1	15.5	3.7	16.8	1.09	5,207 ^{ns}
Ilmibyeo	110	95.0	17.2	3.7	24.7	1.44	4,057
	130	93.6	16.6	3.7	22.7	1.36	4,730
	150	92.4	16.9	3.7	20.8	1.23	5,158
	170	94.0	15.2	3.7	16.7	1.10	5,691
	Mean	94.0	16.5	3.7	21.2	1.28	4,909

ns : not significant at 5% level by t-test

는데 이것은 단미에서 비정상모의 비율이 높았기 때문이다. 단미의 비정상모 비율은 15%로 일미벼의 6.3%보다 2.4배나 높았다. 비정상모 중에서는 정상적으로 출아되지 못하는 출아불량이 4.9%, 출아는 되었으나 shoot가 더 이상 자라지 못하고 생육이 정지되는 출아후 shoot 생육정지는 4.7%, 출아는 되었으나 정상모에 비해 생육이 월등히 저조한 생육불량모는 5.3%나 되었다. 단미에서 비정상 모의 비율이 높은 것은 종자가 충실하지 못하여 출아는 되나 출아후 양분 부

족으로 출아가 정지되거나 성묘가 되는 비율이 낮기 때문이다. 거대배아미도 육묘시 출아불량 등 비정상모의 비율이 단미와 같이 22%로 높았다(Kobayashi *et al.*, 2009).

적 요

천립중이 가벼워 수량은 낮으나 sucrose와 glucose함량이 상대적으로 높아 환자의 이유식 등의 사용을 목적으로 개발

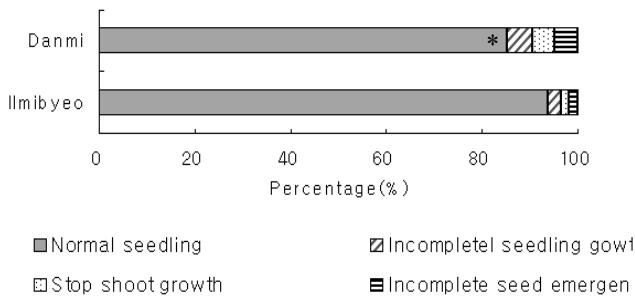


Fig 3. Percentage of seedling emergence and distribution of abnormal seedling of Danmi and Ilmibyeo at 10 days after seed sowing in nursery box.
* significant at 5% level by t-test



Fig. 4. Abnormal seedling of Danmi at 10 days after seed sowing in the nursery box.

된 단미 벼 종자의 발아 및 출아특성과 기계이앙 상자육묘시 적정 파종량을 구명하기 위한 시험결과는 다음과 같다.

1. 단미의 비중별 분포비율은 1.0이하로 가벼운 종자가 97.4%로 대부분이었고 1.12이상인 충실한 종자비율은 2.0% 이하로 낮았다. 반면 일미벼는 단미와 달리 1.12이상 충실한 종자의 비율이 82.3%로 가장 높았고 1.0이하의 충실하지 못한 종자의 비율은 6.4%로 낮았다.
2. 비중별 발아율은 단미의 경우 88-91%로 비중에 관계없이 비슷하였으나 일미벼의 발아율은 단미와 달리 1.0이하는 24%, 1.0~1.12는 61~66%, 1.12이상은 93%로 종자 비중이 무거울수록 발아율이 높았다.
3. 발아속도도 단미 및 일미벼 모두 발아율과 비슷한 경향을 나타냈으나 비중이 1.12이상일 경우 일미벼의 발아속도는 단미보다 빨랐다.
4. 육묘를 위한 단미의 침종기간은 침종온도에 관계없이 일미벼보다 2~4일 더 길었다.
5. 단미는 일미벼에 비해 정상모의 비율이 낮고 비정상모의 비율이 높았는데 비정상모중에서 출아불량이 4.9%, 출아후 shoot의 생육정지는 4.7%, 출아후 생육불량모는 5.3%로 높았다.
6. 기계이앙 육묘시 단미의 적정 파종량은 관행 일미벼 어린모 및 중묘의 상자당 성묘개체수를 기준으로 볼때 관행과 같이 어린모는 220g, 중묘는 130g이었고 부피로는 육묘일수에 관계없이 관행 일미벼의 1.5배량이었다.

인용문헌

Aparicio, N., D. Villegas J. L. Araus R. Blanco, and C. Royo. 2002. Seedling development and biomass as affected by

seed size and morphology in durum wheat. *J. of Agri. Sci.* 139:143-150.
 Gan, Y. and E. H. Stobbe. 1996. Seedling vigor and grain yield of 'Robin' wheat affected by seed size. *Agronomy J.* 88:456-460.
 Kawade, R. M., S. D. Ugale, and R. B. Patil. 1987. Effect seed size on germination, seedling vigor, and test weight of pearl millet. *Seed Res.* 15:210-213.
 Kobayashi, K., Y. Takahashi and T. Fukuyama. 2009. Studies on the seedling raising method in Giant-embryo rice cultivar 'Koshiguruma' and its adaptability to machine transplanting. *Jpn. J. Crop Sci.* 78(1):17-26.
 Larsen, S. U. and C. Andreassen. 2004. Light and heavy seeds differ in germination percentage and mean germination thermal time. *Crop Sci.* 44:1710-1720.
 Richards, R. A. 1987. Physiology and the breeding of winter grown cereals for dry areas. In *Drought Tolerance in Winter Cereals*(Eds J. P. Srivastava, E. Porceddu, E. Acevedo & S. Varma). pp 133-150. Chichester: John Wiley & Sons.
 Roy, S. K. S., A. Hamid, M. G. Miah and A. Hashem. 1996. Seed size variation and its effects on germination and seedling vigour in rice. *J. Agron. Crop Sci.* 176:79-82.
 Smart, A. J. and L. E. Moser. 1999. Switchgrass seedling development as affected by seed size. *Agronomy J.* 91:335-338.
 Yun, M. H., J. C. Shin, W. H. Yang, J. Y. Son, J. W. Kim, and G. S. Park. 2008. Germination and seedling growth affected by seed specific gravity. *Korean J. Crop Sci.* 53(4):434-439.
 Willenbrog. C. J., J. C. Wildeman, A. K. Miller, B. G. Rosnagel, and S. J. Shirliff. 2005. Oat germination characteristics differ among genotype, seed sizes and osmotic potentials. *Crop Sci.* 45:2023-2029.
 최봉호, 홍병희, 강광희, 김진기, 김석현, 민태기. 2003. 신고 종자학. 향문사. p.379.
 강희진. 2004. 쌀 품종간 성분 및 미세구조 차이와 호화노화 특

- 성과의 관계. 서울대학교 박사학위 논문. p.20.
- 김세리, 송유천 신말식, 이석영, 조준현, 이지윤, 하운구, 김영두, 구연충, 김호영. 2006. 당질미(Sugary Rice)의 이화학적 특성. 한작지. 51(S):77-83.
- 전원태, 양원하, 한희석, 박정화, 김민태, 성기영, 운영환, 최돈향, 이종기, 박종욱, 송유천. 2006. 특수미 상자육묘시 파종량 추천. 2006 시험연구사업 결과활용 심의자료. 벼분야. pp.91-97.