

## 사료용 피의 건답과 무논 파종 시 입모 및 초기생육특성

안석현 · 정남진<sup>†</sup>

전북대학교 농업생명과학대학 작물생명과학과

### Seedling Emergence and Initial Growth between Water and Dry Seeding in Forage Millet

Seok-Hyeon Ahn and Nam-Jin Chung<sup>†</sup>

Department of Crop Science & Biotechnology, Chonbuk National University, Jeonju, 561-756 Korea

**ABSTRACT** This research was carried out to determine the characteristics of germination in relation to temperature, and seedling emergence and growth affected by soil moisture in forage millet. The seeds of forage millet could germinate at more than 15 °C at the rate of 0, 90.5, 97.3 and 96.8% respectively 10 days after seeding at 10, 15, 20 and 25 °C. The result showed that the temperature needs to be 15 °C or more for the seeds to germinate. The effects of seeding depth on the growth characteristics and emergence of millet seed were investigated in waters and direct seeding methods by thoroughly mixing the seed and soil. In water treatment, the emergence rates were 3.7% at 15 °C, 7.6% at 20 °C, 6.3% at 25 °C, while direct seeding treatment showed the emergence rates of 65.6, 75 and 71% at 15, 20 and 25 °C, respectively. At 15, 20, and 25 °C, seeds in water seeding could germinate at 0.5, 1.8, 1.5 cm of soil depth, while in direct seeding, they could germinate at the depth of 9.5, 10.0, 9.9 cm. When the initial growth characteristics of the seeds were investigated, there was positive correlation between seeding depth and mesocotyl length in both water and direct seed methods. Growth and development in terms of leaf age, root length, coleoptiles and mesocotyl length, and plant height were found maximum at 0.5 cm soil depth for water seeding, and 3-5 cm soil depth for direct seeding. Results showed that there were close relationship among temperature, soil depth and moisture acquiring methods, and the combination of these factors greatly affected the initial growth characteristics and development of millet seeds. It can be concluded that, to get good seedling stand and germination of millet seed, millet should grown in field condition at the depth of 0.5 cm

or less for water seeding, and 3-5 cm for direct seeding method.

**Keywords :** Germination, Initial growth, Mesocotyl, Forage millet, seeding depth

국내의 식량자급율은 1970년대 80.5%를 기점으로 계속 감소하여 2012년에는 22.8%로 역대 최저의 자급율을 보이고 있다. 국내의 낮은 식량자급율은 사료용 곡물의 대부분을 수입에 의존하기 때문으로, 2012년 통계로 보면 사료용 곡물의 국내 생산량은 223천톤이나 수입량은 9,132천에 이르고 있다(MAFRA 2012). 또한, 최근 중국과 인도 등 거대 신흥국의 육류소비 증가에 따른 식량 소비 고도화와 기후변화로 인한 잦은 가뭄으로 사료용을 포함한 세계 곡물의 수급이 매우 불안정한 상황이다. 따라서 국제 곡물가격이 지속적으로 상승하고 있는 상황으로 국내 축산농가의 사료수급에 어려움이 예상되고 있다.

한편, 벼가 재배되고 있는 논에 대한 생산물의 다변화와 고도 이용화에 대한 정부 정책이 제시되면서(Park *et al.*, 2012), 벼 대체작물 재배를 위한 논 소득기반 다양화 사업이 시행되고 있다. 벼 대체 작목으로 콩, 옥수수, 조사료 등의 발작물의 재배를 활성화하려고 하고 있으나 논 특성상 발작물을 재배하면 습해 발생으로 생산력이 저하될 뿐만 아니라, 논에 물을 가두지 못하므로 토양유실과 홍수 조절기능도 상실할 우려가 있다. 따라서 벼와 같이 담수상태를 유지하면서 다양한 농산물을 생산할 있는 대체작물의 개발이 필요하다.

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-63-270-2512 (E-mail) njchung@jbnu.ac.kr

<Received 29 October, 2013; Revised 4 February, 2014; Accepted 10 February, 2014>

피는 C<sub>4</sub>식물로서 생육기간이 짧은 열대작물로서 기상, 토양 등에 대한 적응력이 매우 강하다(Cho *et al.*, 2001a). 피는 토양 비옥도가 낮고 불리한 기상조건에서도 잘 자라며, 배수가 불량하고 강우량이 많은 습한 조건에도 적응력이 강하다(Baker, 2003; Lee *et al.*, 2009; Shin *et al.*, 2006). 배수시설 조건이 없는 국내 논 환경 조건에서 벼 대체사료 작물로 옥수수나 콩을 재배하면 수분에 매우 민감하여 습해가 자주 발생하나 피는 배수가 불량한 논에서 담수상태로도 재배가 가능하다. 피는 옥수수나 수수보다 사료수량은 낮으나, 재배상의 유리한 이점 때문에 호남지역과 제주도 일부 지역에서 사료작물로 재배되고 있다(Cho *et al.*, 2001b).

피는 잡초 방제(Kim *et al.*, 2012; Kuk & Kwon, 2002), 내염성 작물(Ashraf *et al.*, 2003; Sharma *et al.*, 2011), 사료작물로서 시비량, 파종량, 사료가치(Bouchard *et al.*, 2011; Cho *et al.*, 2001)등에 대하여 연구되었다. 사료작물로의 이용연구는 제주지역에서 파종량과 질소 시비수준을 달리했을 때 사료수량 및 조성분 변화가 보고되었으며(Cho *et al.*, 2001c), 간척지를 대상으로 한 적응 작물에 대한 연구에서는 옥수수, 수수류, 피 중에서 피가 여름용 사료작물 가장 적합하다고 보고 되었다(Shin *et al.*, 2004). 또한 6품종의 피를 간척지에서 건물수량, 사료가치를 비교 분석한 결과 Summer green 품종이 가장 우수하다고 보고되었다(Shin *et al.*, 2006).

본 연구는 피의 유전자원에서 사료용으로 이용가치가 높은 것으로 선발된 ‘제주피’(Chung *et al.*, 2012)에 대하여, 논 재배에서 안정적 입모 확보를 위한 발아특성을 구명하고, 건담 및 담수상태에서 파종심도에 따른 입모 및 초기생육 특성을 구명하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 식물 재료

본 실험에 사용된 피는 국내 피 유전자원에서 생산성과 사료용가치가 높은 것으로 선발된 사료피 1호(*Echinochloa crus-galli*)를 (사)한국맥류산업발전연구원에서 분양 받아 4°C 종자저장고에 보관하면서 실험용 재료로 사용하였다.

### 발아실험

제주피 종자의 온도에 따른 발아 특성 구명을 위하여 10, 15, 20, 25°C의 4수준으로 온도를 처리하였다. 종자의 휴면 타파를 위하여 40°C에서 5일간 예열처리(ISTA, 2005)한 후, 90 mm의 petri-dish에 여과지(quantitative filter papers No. 2, Advantec, Japan)를 깔고 종자 100립과 증류수 15 ml

를 넣어 침종하였다. 각 온도처리별 4반복으로 완전임의배치 하여 발아율 평균을 조사하였고, 표준발아율 검사기준(ISTA, 2005)에 따라 침종 후 4일의 발아율로 발아세로 평가하였고 침종 후 10일에 최종 발아율을 조사하였다.

### 파종심도에 따른 초기생육

담수와 건담조건에서 종자의 파종심도에 따른 출아율과 생육특성을 조사하였다. 종자의 건담파종은 와그너포트(1/5000a)에 상토(N.P.KO. Paddy rice soil, Pungnong Co., Korea)를 포트 높이의 3/4까지 채운 후 종자 100립을 넣고 종자와 토양이 완전히 섞이도록 포트의 상부를 판자로 막고 흔들어 교반하였다. 건담파종에서 수분공급은 포트를 트레이 위에 올려놓고 트레이에 1~2 cm의 수돗물을 공급하여 저면 관수하였다. 담수파종은 건담파종과 같은 방법으로 포트에 상토를 채우고 물과 종자 100립을 넣은 후 막대로 흙이 곤죽이 될 때 까지 섞어 종자가 골고루 토양속에 분포하게 하였다. 담수파종 포트의 수분공급은 토양 표면에 1~2 cm 정도 담수상태를 유지하도록 하였다. 파종이 끝난 포트는 15, 20, 25°C의 incubator(VS-1203PI-LN, Vision Scientific Co., Korea)에서 완전임의배치 3반복으로 배치하고, 30일 후 입모율, 출아가능한 종자의 최대 파종 깊이, 그리고 초기생육특성을 조사하였다. 종자의 출아가능 최대 파종깊이는 흙으로부터 출아한 식물체를 분리하여 종자와 지상부의 염록소가 생성되지 않은 부분의 길이로 측정하였다.

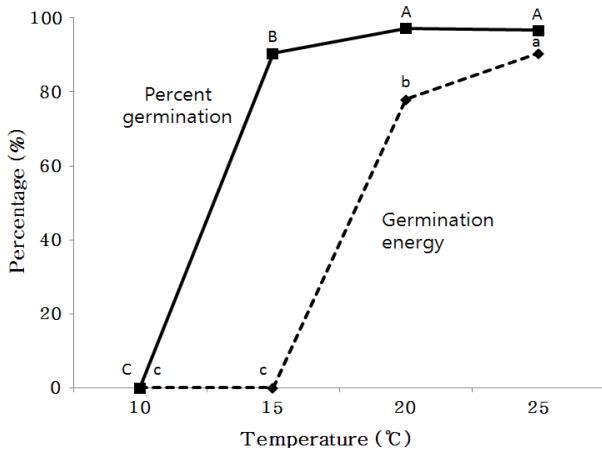
종자의 파종심도를 일정한 간격으로 조절하여 생육특성을 조사하기 위해 와그너포트(1/5000a)에 담수와 건담 조건으로 종자 깊이가 0, 3, 5, 7, 10 cm가 되도록 파종하였다. 종자 파종량은 포트당 25립씩 3반복으로 하였다. 파종된 포트는 15, 20, 25°C의 incubator에서 30일간 처리 후 출아율을 조사하였다.

### 통계분석

본 실험 데이터의 처리평균 비교는 SAS 통계 소프트웨어(V 9.2)를 이용하여 DMRT 또는 t-test로 분석하였다.

## 결과 및 고찰

제주피 종자의 온도처리별 발아세와 발아율은 Fig. 1과 같다. 제주피 종자는 10°C에서는 발아가 되지 않았으나 15°C 처리에서 발아율이 90.5%로 급격히 증가되었고 20°C와 25°C에서는 각각 97.3%와 96.8%로 대부분의 종자가 발아되었다. 침종 4일 후 발아된 종자의 비율로 나타낸 발아세는 10°C, 15°C에서 0%였으며 20°C에서 78%, 그리고 25°C에



**Fig. 1.** Percent germination and germination energy of seed under different temperature in forage millet. \*Points with the same letters in the same graph are not significantly different by DMRT at  $\alpha=0.05$ .

**Table 1.** Emergence percentage and maximum burial depth to emerge in forage millet seeds that were randomly sowed in total layer of water and dry soil.

Temp. (°C)	Emergence (%)		Maximum burial depth of emerged seed (cm)	
	water seeding	dry seeding	water seeding	dry seeding
15	3.7 a*	65.6 b	0.5 b	9.5 a
20	7.6 a	75.0 ab	1.8 a	10.0 a
25	6.3 a	71.0 a	1.5 a	9.9 a
Average	5.9	70.5	1.3	9.8

\*Means with the same letters in the same column are not significantly different by DMRT at  $\alpha=0.05$ .

서 90.5%를 보였다.

온도범위 10°C ~ 25°C에서 사료피 1호의 발아율은 20°C와 25°C에서 유의한 차이 없이 가장 높은 수준이었으나 종사세를 고려하면 25°C가 발아에 가장 적합한 조건이었다. 이것은 ISTA(2005)의 표준발아능 검정법에서 제시한 피(*Echinochlia crus-galli*)의 발아 온도조건이 25°C인 것과 동일한 결과로 볼 수 있다. 본 시험에서는 제주피를 파종함에 있어 발아가 가능한 최저 온도조건을 조사하기 위한 것으로 발아적온을 중심으로 저온에 초점을 맞추어 온도 처리를 한 것으로 15°C 이상에서 피의 발아는 정상적으로 이루어 질 수 있다고 판단된다. 한편 Park 등(2012)은 사료 가치가 높은 것으로 평가된 피 유전자원인 IT170609, IT195422, EV 2012와 재래종인 강피를 20°C, 25°C, 30°C의 온도에서 발아실험한 결과, 사료용피가 강피에 비하여 모든 온도조건에

**Table 2.** Emergence percentage at different seeding depth and different temperature in dry-sowed seeds of forage millet.

Seeding method	Temp. (°C)	Burial depth (cm)				
		0	3	5	7	10
Dry seeding	15	92.0 Aa*	86.0 Aa	64.0 Bb	56.6 Bb	28.3 Cc
	20	90.7 Aa	92.3 Aa	96.7 Aa	58.0 Bb	38.0 Cc
	25	84.3 Aa	86.3 Aa	70.0 Bb	68.3 Bb	40.6 Cc
Water seeding	15	94.3 Aa	0.0 Ab	0.0 Ab	0.0 Ab	0.0 Ab
	20	95.0 Aa	0.0 Ab	0.0 Ab	0.0 Ab	0.0 Ab
	25	90.6 Aa	0.0 Ab	0.0 Ab	0.0 Ab	0.0 Ab

\*Means with the same capital letters in the same column or means with same small letters in the same row are not significantly different by DMRT at  $\alpha=0.05$ .

서 발아속도와 발아율이 높게 나타났으며, 특히 상대적 저온인 20°C에서 그 차이가 크다고 보고 하였다.

제주피 종자의 발아가 가능한 15~25°C의 온도범위에서 건답과 담수상태로 토양 속에 0~15 cm 깊이로 무작위로 묻힌 종자의 출아율과 최대 파종심도는 Table 1과 같다. 종자의 출아율 평균을 보면, 담수조건에서 5.9%, 건답조건에서 70.5%로 토양조건에 따라 크게 차이를 보였다. 온도 조건에 따른 출아율을 보면 담수조건에서는 온도에 따른 출아율의 차이가 유의하게 나타나지 않았으나 건답조건에서는 20°C에서 75.0%로 가장 높은 출아율을 보였고, 25°C에서 71.0%, 그리고 15°C에서 65.6%의 출아율을 보여 온도 간 유의한 차이가 나타났다.

담수와 건답조건에서 출아된 묘의 최대 파종심도는 담수조건에서 평균 1.3 cm이었으나 건답조건에서는 9.8 cm로 토양 수분조건에 따라 큰 차이를 보였다. 온도에 따른 출아묘의 최대파종심도는 담수조건인 경우 15°C에서 0.5 cm였고, 20°C에서 1.8 cm, 25°C에서 1.5 cm로, 15°C의 저온에서 출아가능깊이가 유의하게 낮게 나타났다. 한편, 건답조건에서는 15°C, 20°C, 25°C에서 각각 9.5, 10.0, 9.9 cm로 온도에 의한 영향을 받지 않았다. 이러한 결과로 볼 때 제주피의 포장상태의 출아는 파종 깊이와 온도, 그리고 토양수분조건에 크게 영향을 받을 것으로 생각된다.

제주피 종자를 담수와 건답상태로 지표로부터 0, 3, 5, 7, 10 cm의 깊이로 파종하여 온도별로 출아율을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 담수조건에서는 지중 3 cm 깊이 이상파종된 종자는 입모되지 않았으며 표층에 파종한 종자는 온도와 관계없이 90~95%의 출아율을 보였다. 한편 건답파종한 종자는 15°C에서 0~3 cm 깊이에 파종된 종자의 출아

율이 가장 높았으며, 파종 깊이가 깊어질수록 출아율이 감소하여 10 cm 깊이에서는 28%의 출아율을 보였다. 온도가 20°C 인 조건에서는 파종심도 0~5 cm 범위에서 유의한 차이 없이 90% 이상의 출아율을 보였으며 그 이상의 파종심도에서는 출아율이 감소하였다. 25°C에서는 0~3 cm 깊이에서 84.0~86.0%로 5 cm 이상의 파종심도보다 유의하게 높은 출아율을 나타내어 15°C 조건과 비슷한 경향을 보였다. 이상의 결과를 종합적으로 때, 제주피는 20°C에서 출아율이 가장 양호하였으며, 파종심도는 0~3 cm 깊이에서 온도에 관계없이 높은 출아율을 보였다.

제주피의 파종방법과 온도에 따른 초기생육특성은 Table 3과 같다. 초엽은 담수파종된 종자가 건답파종된 종자보다 생육량이 많았으며, 담수상태에서는 온도가 높을수록 초엽의 생육량이 많았으나 건답상태에서는 온도가 높을수록 감소하는 경향을 보였다. 중배축은 출아된 묘의 평균 파종심도가 깊은 건답상태에서 성장량이 많은 반면, 대부분 표층부위에서 입묘된 담수조건에서 발생한 묘는 중배축이 거의 성장하지 않았다. 초장, 엽령, 근장 등 전반적인 유묘의 생장은 온도가 높을수록 성장량이 많았으며, 특히 15°C에서는 20°C 이상의 조건보다 생육이 크게 억제되는 결과를 보

였다.

담수와 건답조건에서 온도조건별 종자의 파종심도와 초기생육특성(중배축장, 초엽장, 초장)과의 관계는 Fig. 2와 같다. 파종심도와 중배축신장과는 온도와 파종방법에 관계 없이 정의 상관관계를 보였다. 반면, 파종깊이와 초엽장 또는 초장과는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다. 이 결과로 볼 때 사료피 1호 종자의 출아와 관련하여 중배축 신장이 가장 크게 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

Chung(2010)은 잡초성비의 파종심도와 출아특성과 관련된 연구에서 유묘의 초엽과 중배축의 신장성이 잡초성비의 출아와 관련이 깊으며, 초엽과 중배축 중 초엽의 길이가 종자의 매몰 깊이와 더 상관관계가 있음을 보고하였다. 그러나 본 연구에서 사료피 종자의 경우 매몰 깊이와 초엽의 신장성과는 관련이 없었으며, 중배축의 신장성이 사료피의 출아와 밀접하게 관련되어 있었다.

본 연구를 종합해 볼 때, 제주피 종자의 발아와 입묘, 초기 생육은 온도와 수분, 파종심도의 영향을 크게 받으며, 사료피 종자를 논에 파종할 경우 담수직파는 파종심도 0.5 cm 이내, 건답직파는 파종심도 3-5 cm 정도가 입묘를 촉진하기 위한 적정 조건으로 판단된다.

**Table 3.** Initial growth characteristic of seedlings at different temperatures in Forage millet No 1 that were randomly sowed in total layer of water and dry soil.

Temp (°C)	Coleoptile length (cm)					Mesocotyl length (cm)				
	Water seeding		Dry seeding		t-test	Water seeding		Dry seeding		t-test
15	1.2	b*	1.1	a	ns	0.0	b	3.7	a	***
20	1.3	b	0.8	b	***	0.7	a	3.2	a	***
25	2.9	a	0.6	c	***	0.6	a	3.3	a	**

Temp (°C)	Plant Height (cm)					Leaf age (No. of leaf)				
	Water seeding		Dry seeding		t-test	Water seeding		Dry seeding		t-test
15	1.9	b	2.6	c	ns	0.6	c	0.9	c	*
20	14.0	a	16.7	b	ns	3.1	b	3.7	b	***
25	17.3	a	20.0	a	ns	4.5	a	4.2	a	ns

Temp (°C)	Root length (cm)					Average burial depth of emerged seed (cm)				
	Water seeding		Dry seeding		t-test	Water seeding		Dry seeding		t-test
15	1.7	b	3.7	ab	***	0.32	b	3.8	a	***
20	3.6	a	4.2	a	ns	0.79	a	3.4	a	***
25	3.0	ab	3.3	b	ns	0.70	ab	3.9	a	**

\*Means in the same column followed by the same capital letters are not significantly different at 5% level of DMRT. ns= non significant, \* = P<0.05, \*\*=P<0.01, \*\*\*=P<0.001

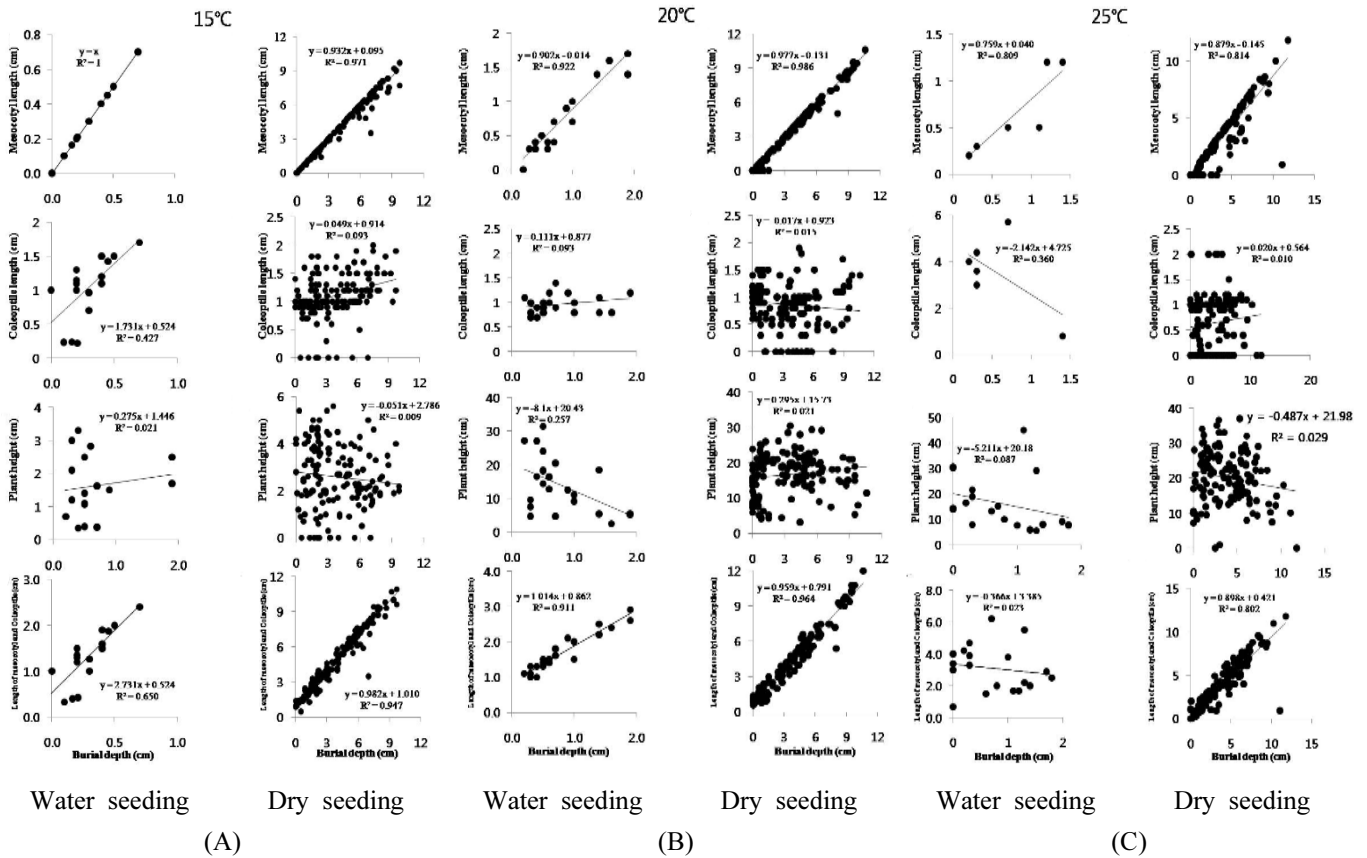


Fig. 2. Relationship between seeding depth and initial growth characteristics (mesocotyl length, coleoptile length, plant height, and the length of coleoptile+mesocotyl) at 15°C (A), 20°C (B), 25°C (C) in water and dry seeded forage millet.

적 요

인용문헌

제주피의 발아특성 및 파종 심도에 따른 초기 생육 특성을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 사료피 1호 종자는 15°C 이상에서 발아가 가능하였으며, 10-25°C의 범위에서 20°C에서 가장 높은 발아율을 보였다.

나. 입모율은 담수와 직파에서 모두 20°C에서 가장 높았으며, 담수직파에서 평균 입모율은 5.9%, 건담직파는 70.5%로 나타났다.

다. 사료피 1호의 출아가 가능한 종자의 최대 파종 깊이는 담수직파에서 15, 20, 25°C에서 0.5, 1.8, 1.5 cm, 건담직파는 각각의 온도에서 9.5, 10.0, 9.9 cm로 파종조건과 온도에 따라 변이를 보였다.

라. 사료피 1호는 담수와 건담직파 모두에서 온도와 관계없이 파종심도와 중배축장이 정의상관관계를 보여, 출아에 중배축 신장이 가장 크게 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

International Seed Testing Association (ISTA). 2005. International rules for seed testing edition 2005. ISTA, Bassersdorf, SH-Switzerland.

Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2012. Staple statistics for Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs 2012. MAFRA, Se-jong, Korea.

Ashraf, M., A. Kausar, and M. Y. Ashraf. 2003. Alleviation of salt stress in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) through seed treatments. *Agronomie*. 23:227-234.

Baker, R. D. 2003. Millet production. Guide A-414. College of Agriculture and Home Economics on the World Wide Web at [www.cahe.nmsu.edu](http://www.cahe.nmsu.edu). New Mexico State University Library.

Bouchard, A., A. Vanasse, P. Seguin, and G. Bélanger. 2011. Yield and composition of sweet pearl millet as affected by row spacing and seeding rate. *Agron. J.* 103:995-1001.

Cho, N. K., Y. K. Kang, C. H. Boo, and Y. I. Cho. 2001c. Effects of nitrogen rate on agronomic characteristics, forage

- yield, and chemical composition of japanese millet. *J. Anim. Sci. & Technol.* 43:259-266.
- Cho, N. K., Y. K. Kang, C. H. Song, Y. S. Ko, and Y. L. Cho. 2001a. Effect of seeding date on forage yield and chemical composition of *Echinochloa crusgalli* var. *Fruentacea* (Roxb) wight in Jeju region. *J.Korean. Grassl. Sci.* 21:217-224.
- Cho, N. K., Y. K. Kang, C. H. Song, Y. S. Ko, and Y. L. Cho. 2001b. Effects of seeding rate on forage yield and chemical composition of *Echinochloa crusgalli* Var. *Fruentacea* (Roxb) wight in Jeju region. *J. Korean. Grassl. Sci.* 21:225-232.
- Chung, N. J. 2010. Elongation habit of mesocotyls and coleoptiles in weedy rice with high emergence ability in direct-seeding on dry paddy fields. *Crop & Pasture Sci.* 61:911-917.
- Chung, N. J., J. G. Kim, and T. S. Park. 2012. Selection of the excellent barnyard millet variety and technical development for their weediness prevention in paddy rice. Agenda Research Report of Rural Development Administration.
- Kim, C. S., J. R. Lee, T. J. Wom, Y. H. Seo, E. L. Kim, S. G. Lee, S. H. Cho, O. D. Kwon, S. K. Kim, W. G. Chung, T. S. Park, B. C. Moon, J. E. Park, and I. Y. Lee. 2012. Fact-finding survey on occurrence of paddy field weeds and the use of paddy field herbicides at farmer's level in Korea. *Weed Turf. Sci.* 1:6-12.
- Kuk, Y. I. and O. D. Kwon. (2002). Occurrence reason and control of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) at the late growth stages of rice in direct-seeded rice culture. *Kor. J. Weed Sci.* 22:234-242.
- Lee, D., W. Hanna, G. D. Buntin, W. Dozier, P. Timper, and J. P. Wilson. 2009. Pearl millet for grain. College of Agricultural and Environmental Sciences & Family and Consumer Sciences. University of Georgia and USDA-ARS cooperating.
- Park, T. S., H. K. Park, S. W. Hong, J. G. Kim, N. J. Chung, H. S. Cho, and H. W. Kang. 2012. Agronomic characteristics and herbicidal response of barnyard millet strains under paddy rice. *Korean J. Weed Sci.* 32:256-262.
- Sharma, P. C., D. Sehgal, D. Singh, G. Singh, and R. S. Yadav. 2011. A major terminal drought tolerance QTL of pearl millet is also associated with reduced salt uptake and enhanced growth under salt stress. *Mol. Breeding*, 27: 207-222.
- Shin, J. S., W. H. Kim, S. H. Lee, and H. Y. Shin. 2006. Comparison of forage yield and feed value of millet varieties in the reclaimed tidelands. *J. Korean Grassl. Sci.* 26:215-220.
- Shin, J. S., W. H. Kim, S. H. Lee, S. H. Yoon, E. S. Chung, and Y. C. Lim. 2004. Comparison of dry matter and feed value of major summer forage crops in the reclaimed tidal land. *J. Korean Grassl. Sci.* 24:335-340.