

## 넓은이랑 줄뿌림 파종 시 재식밀도에 따른 기장의 생육 및 수량

정기열<sup>1</sup> · 최영대<sup>2</sup> · 전현정<sup>2</sup> · 이상훈<sup>2</sup> · 전승호<sup>3,†</sup>

### Effects of Planting Density on Growth and Yield in Wide-Row Drill Seeding of Proso millet (*Panicum miliaceum* L.)

Ki-Youl Jung<sup>1</sup>, Young-Dae Choi<sup>2</sup>, Hyen-Chung Chun<sup>2</sup>, Sang-Hun Lee<sup>2</sup>, and Seung-Ho Jeon<sup>3,†</sup>

**ABSTRACT** The goal of this study was to investigate how the characteristics of growth and yield are affected by various planting densities in wide-row drill seeding cultivation suitable for mechanized harvesting. Two cultivars ('Hwanggeum' and 'Leebackchal') of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) were planted at varying planting densities [row spacing (20, 30, and 50 cm) and plant spacing (3, 5, 10, and 15 cm)]. The culm length was highest at the planting density of 50×3 cm and 50×5 cm for 'Hwanggeum' and 20×3 cm for 'Leebackchal'. The culm diameter became thinner as the planting density increased. The number of tillering and panicle length showed the same tendency to increase in quantity or length as planting density decreased and was highest at 50×15 cm when the planting density was lowest. The number of seeds per individual increased as planting density decreased. The thousand grain weight showed no significant differences among treatment plots. The greatest yield of 'Hwanggeum' was obtained at a planting density of 50×3 cm (314.9 kg·10 a<sup>-1</sup>) and that of 'Leebackchal' was obtained at 50×3 cm and 50×5 cm (358-356 kg·10 a<sup>-1</sup>).

**Keywords** : planting density, proso millet, wide-row drill seeding, yield

**기장**(Proso millet, *Panicum miliaceum* L.)은 외떡잎식물 벼목 화본과의 한해살이풀로 지중해·터키·인도 중부·동아시아에 이르는 지방이 원산지로서 알려져 있다(Roxburgh, 1932). 기장의 주성분은 당질이고 쌀에 비해 소화율은 떨어지나, 단백질과 지방질 뿐만 아니라, 비타민 A 등이 풍부하고 떡으로 이용시 소화율이 향상되며 특히, 다른 Millet 종류에 비하여 단백질 및 무기성분 함량이 다소 높은 특성을 가지고 있다(Ha & Lee, 2001; Park *et al.*, 1999). 이런 영양적 가치와 건강 기능식품으로서의 가치가 재평가되면서, 최근 들어 더욱 건강기능성 농산물로서 각광을 받으면서 기장을 찾는 소비자가 늘어나고 있다(MIFAFF, 2010; Sung & Kwon, 2011).

기장은 잡곡 중에서도 생육기간이 매우 짧은 작물로 파종 후 수확까지 70일에서 110일 정도면 마칠 수 있어, 윤작 체계에 포함시켜 이용하기 쉽고 또한, 생육이 불량한 시기는 피해가며 재배할 수 있는 이점이 있다(Cho *et al.*, 2001; Sung & Kwon, 2011). 국내생산량은 정확한 통계자료는 없으나, 매년 14,000 ton 정도가 식용으로 수입되고 있으며, 재배지역은 제주도와 남부해안에서는 어느 정도의 규모화가 이루어진 지역도 있다(MIFAFF, 2009, 2010). 이처럼 우리나라에서 영양적, 재배적으로 우수한 기장뿐만 아니라, 다른 잡곡의 재배나 생산량이 적은 근본적인 이유는 수량이 낮아 경영상 불리하고, 쌀 생산 장려정책에 밀려 식량생산 분야에서 소외되어 소비자의 기호를 높일 수 없으며, 농

<sup>1</sup>국립식량과학원 남부작물부 생산기술개발과 농업연구관 (Senior Researcher, Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, 50424, Milyang, Rep. of Korea)

<sup>2</sup>국립식량과학원 남부작물부 생산기술개발과 농업연구사 (Researcher, Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, 50424, Milyang, Rep. of Korea)

<sup>3</sup>순천대학교 생명산업과학대학 웰빙자원학과 교수 (Professor, Department of Well-being Resources, College of Life Science and Natural Resources, Suncheon National University, Suncheon, 57922, Korea)

†Corresponding author: Seung-Ho Jeon; (Phone) +82-61-750-3211; (E-mail) shjeon@snu.ac.kr

<Received 6 January, 2019; Revised 25 February, 2019; Accepted 25 February, 2019>

## 재료 및 방법

산물의 수입 자유화로 외국산 잡곡에 비해 경쟁력이 떨어지기 때문이다(Jung *et al.*, 2015; Sung & Kwon, 2011). 또한, 단지 규모가 작고 원료곡 생산위주의 영농형태로 재배되고 있으며, 파종, 솟음, 제초작업 및 수확 등에 인력이 많이 소요되는 수작업 의존도가 높고, 지역별 파종기, 재식밀도, 시비량 및 시비기술 등 재배기술이 개발되지 않아 생산기반이 매우 취약한 실정이다(Jung *et al.*, 2015).

우리나라에서 잡곡은 점파, 조파 및 산파재배 등 다양한 방법으로 소규모로 재배되고 있는데, 파종 후 솟음시간과 잡초방제에 많은 노력이 소요되기 때문에 생산비 절감을 위해 최근들어 산파재배, 멀칭재배, 육묘 이식재배 등 다양한 재배기술이 개발되고 있다(National Research Council, 1996; Jung *et al.*, 2015, 2016).

외국의 경우 잡곡의 생력 파종 재배기술은 농작업의 정밀도 향상으로 작물의 전통적인 농작업에 비해 수수의 생산성이 72% 향상되었다고 보고하였으며(NCAER, 1980), 또한 파종 및 수확 작업의 기계화를 통해 일반 인력 의존형 농법과 부분 기계화 농작업에 비해 파종작업의 균일도가 높아지고 파종 후, 솟음작업 등 추가작업을 줄일 수 있어, 노력비가 10~27% 절감된다고 보고하였다(Balisher *et al.*, 1991). 그러나 종자의 크기가 작은 소립형인 기장은 점 파종(dibbling)과 조파(seed drilling)를 하면 발아율 및 포장 출현율이 감소될 뿐만 아니라 입모가 불균일하여 생산성이 낮아지는 것으로 알려져(Edwards & Charter, 1986; Peacock, 1982), 다른 발작물에 비해 상대적으로 기계화율이 저조하여 생산량 증대와 자급률 향상을 위해 파종 및 수확작업 등 생력기계화 안정재배기술 개발이 요구되고 있다(Jung *et al.*, 2017).

따라서 본 연구는 건강 기능성 대한 소비자의 관심이 높아지면서 수요와 재배면적이 점차 확대되고 있는 기장의 생산량 증대와 자급률 향상을 위한 체계적인 안전생산 생력 재배기술을 확립하기 위한 기초자료를 얻고자 기계화 수확에 적합한 넓은이랑 줄뿌림 재배시 재식밀도에 따른 생육특성 및 수량특성을 비교 검토하였다.

### 공시재료

본 시험은 기장의 콤바인 기계수확에 적합한 넓은이랑 줄뿌림파종시 재식거리에 따른 생육특성과 수량성을 평가하기 위하여 2015년에 경남 밀양시 부북면에 위치한 농가 포장을 임차하여 수행하였다. 시험 토양의 이화학적 특성은 Table 1에서와 같이 모래 54.3%, 미사 37.4%, 점토 8.3%의 사양토이었다. 토양의 화학성은 pH 6.80의 중성으로 생육에 적합한 범위에 있었으며, EC는 1.8 dS·m<sup>-1</sup>이었고, 유기물 13.6 g·kg<sup>-1</sup>로 적정범위(20~30 g·kg<sup>-1</sup>) 보다 낮았으며, 유효인산은 792 mg kg<sup>-1</sup>로 적정범위(300~500 g kg<sup>-1</sup>)보다 높았다. 칼리 칼슘, 마그네슘의 함량도 각각 1.05 (0.50~0.60), 8.21 (5.0~6.0), 1.11 (1.5~2.0) cmolc·kg<sup>-1</sup>로 적정범위보다 높은 수준이었다.

공시 품종은 농촌진흥청 국립식량과학원에서 육성한 품종으로 내도복, 이모작재배, 기계화 적성이 우수한 찰기장의 조생종인 ‘황금기장(Hwanggeum-gijang)’과 중만생종 ‘이백찰(Leebackchal-gijang)’을 선정하였다. 시험 전 우량 종자를 선별하기 위해 염수선 방법으로 비중을 1.04로 조절하여 가라앉은 우량 종자를 선별하여 수분을 제거한 후, 그늘에서 말려 종자로 사용하였다.

### 처리방법

시험의 재배방법은 각각의 품종을 주구로 배치하였으며, 세구인 조간거리를 20, 30, 50 cm 등 3 수준으로 하였고, 세 세구인 주간거리를 각각 3, 5, 10, 15 cm 등 4 수준으로 세 세구배치법(Split-split plot design, SSPD) 3반복으로 시험을 수행하였다. 시비량은 질소 90 kg·ha<sup>-1</sup>, 인산 80 kg·ha<sup>-1</sup>, 가리 70 kg·ha<sup>-1</sup>에 해당하는 양을 파종전에 전량 밑거름을 사용하였다. 파종방법은 직파 파종기(WJSS-12, Woongjin machinery)로 두둑너비 150 cm로 조성하고, 이랑너비와 포기사이 간격을 시험처리에 맞게 조정하여 줄뿌림하고 동시에 파종기 부착 진압로러로 답압하여 파종하였다. 파종 후 제초제 처리는 ‘에스-메톨라클로르(s-metolachlor)’ 유제를 10a 당 약량 300 ml, 살포량 100 L를 파종 후, 기장이 출현하기 전에 살포하였다.

**Table 1.** Chemical properties of soil before the experiment.

pH	EC	T-N	O.M	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Exch. cation			Aggregate distribution			Soil texture
					K	Ca	Mg	sand	silt	clay	
(1:5)	dS m <sup>-1</sup>	%	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	---	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	---	----	%	----	
6.8	1.8	0.03	13.6	792	1.05	8.21	1.11	54.3	37.4	8.3	sandy loam

**생육 및 수량조사**

생육특성 조사는 생육 중기와 수확기에 시험포 중간지점에서 초장, 간장, 간경 및 분얼수 등을 조사하였으며, 수량 및 수량구성요소 조사는 수확기에 각 구별로 생육이 일정한 지점에서 3.3 m<sup>2</sup> (1.8 m×1.8 m)을 예취한 다음, 이삭길이, 주당립수, 천립중과 ha당 수량을 조사하였다.

**통계처리**

본 연구에서 얻어진 데이터의 통계분석은 SAS프로그램(V. 9.4, Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석하였고, Duncan의 다중검정법(Duncan's multiple range test, DMRT)을 통해 5% 유의수준에서 처리구간 유의성을 검정하였다.

**결과 및 고찰**

**생육시기별 생육특성**

**생육 중기 생육특성**

내도복, 이모작재배, 기계화 적성이 우수한 찰기장의 조생종인 ‘황금기장’과 중만생종 ‘이백찰’을 이용하여 콤바인 기계수확에 적합한 넓은이랑 줄뿌림 재배 시 재식밀도에 따른 생육 중기 생육반응을 비교 평가한 결과는 Table 2과 같다. 초장을 조사한 결과에서 ‘황금기장’은 50×3 cm 처리구, ‘이백찰’은 20×3 cm, 50×3 cm 처리구에서 가장 큰 131.0, 94.0~96.5 cm가 나타났으며, 재식밀도가 높아질수록 길어지는 경향이 나타났다. 특히, 주간거리가 짧을수록

**Table 2.** Effects of planting density of proso millet on the growth characteristics of seedlings after 50 days.

Cultivar	Row spacing (cm)	Plant spacing (cm)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Number of tillering (plant <sup>-1</sup> )	SPAD value
Hwanggeum	20	3	109.6 <sup>bc‡</sup>	6.31 <sup>g</sup>	0.00 <sup>c</sup>	21.4 <sup>f</sup>
		5	94.4 <sup>def</sup>	6.77 <sup>efg</sup>	0.00 <sup>c</sup>	25.1 <sup>de</sup>
		10	93.3 <sup>ef</sup>	7.35 <sup>defg</sup>	0.00 <sup>c</sup>	26.3 <sup>d</sup>
		15	78.8 <sup>g</sup>	8.29 <sup>bcd</sup>	1.07 <sup>b</sup>	31.0 <sup>bc</sup>
	30	3	105.3 <sup>cd</sup>	6.56 <sup>fg</sup>	0.03 <sup>c</sup>	22.9 <sup>ef</sup>
		5	103.4 <sup>cde</sup>	7.68 <sup>cdef</sup>	0.13 <sup>c</sup>	26.8 <sup>d</sup>
		10	96.6 <sup>def</sup>	8.01 <sup>bcd</sup>	1.10 <sup>b</sup>	28.0 <sup>cd</sup>
		15	85.9 <sup>gf</sup>	8.77 <sup>bc</sup>	0.90 <sup>b</sup>	30.1 <sup>bc</sup>
	50	3	126.0 <sup>a</sup>	8.85 <sup>bc</sup>	0.30 <sup>c</sup>	30.9 <sup>bc</sup>
		5	117.1 <sup>b</sup>	8.61 <sup>bcd</sup>	0.27 <sup>c</sup>	32.6 <sup>ab</sup>
		10	109.9 <sup>bc</sup>	8.32 <sup>ab</sup>	2.67 <sup>a</sup>	33.2 <sup>ab</sup>
		15	90.6 <sup>f</sup>	10.16 <sup>a</sup>	2.90 <sup>a</sup>	34.5 <sup>a</sup>
Leebackchal	20	3	96.5 <sup>a</sup>	8.08 <sup>e</sup>	0.00 <sup>f</sup>	31.6 <sup>f</sup>
		5	92.0 <sup>ab</sup>	8.92 <sup>d</sup>	0.46 <sup>f</sup>	31.6 <sup>f</sup>
		10	90.5 <sup>ab</sup>	9.01 <sup>d</sup>	2.30 <sup>d</sup>	31.8 <sup>ef</sup>
		15	77.7 <sup>de</sup>	9.31 <sup>cd</sup>	2.40 <sup>d</sup>	32.0 <sup>ef</sup>
	30	3	92.2 <sup>ab</sup>	7.93 <sup>e</sup>	0.47 <sup>f</sup>	32.8 <sup>def</sup>
		5	90.7 <sup>ab</sup>	9.54 <sup>bcd</sup>	2.27 <sup>d</sup>	33.2 <sup>cdef</sup>
		10	86.6 <sup>bc</sup>	9.66 <sup>bcd</sup>	2.83 <sup>cd</sup>	34.2 <sup>cd</sup>
		15	78.5 <sup>de</sup>	9.83 <sup>bc</sup>	3.23 <sup>c</sup>	34.6 <sup>bcd</sup>
	50	3	94.0 <sup>a</sup>	9.00 <sup>d</sup>	1.63 <sup>e</sup>	33.6 <sup>cde</sup>
		5	90.1 <sup>ab</sup>	10.07 <sup>abc</sup>	3.07 <sup>c</sup>	34.8 <sup>bc</sup>
		10	82.2 <sup>cd</sup>	10.32 <sup>ab</sup>	3.83 <sup>b</sup>	36.1 <sup>ab</sup>
		15	74.6 <sup>e</sup>	10.77 <sup>a</sup>	4.43 <sup>a</sup>	37.5 <sup>a</sup>

<sup>‡</sup>Within each sampling date, the results followed by the same letter did not significantly differ according to Duncan's multiple range test (DMRT) (p < 0.05).

길어지는 뚜렷한 경향이 조사되었다. 경직경에서는 두 품종 모두 재식밀도가 낮아질수록 굵어지는 경향으로 나타나, 50×15 cm 처리구에서 10.16, 10.77 mm로 가장 굵은 것으로 조사되었다. 또한, 분얼수와 SPAD 값에서도 위와 같은 재식밀도가 낮아질수록 분얼수는 많아지고, SPAD 값은 높아지는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 재식밀도가 높아짐에 따라 초장이 길어지고 경직경이 얇아졌다는 보고와 유사한 결과를 보였다(Jung *et al.*, 2015, 2016; Lee & Kim, 2008; Park *et al.*, 2015)

### 수확기 생육특성

넓은이랑 줄뿌림 재배 시 재식밀도에 따른 기장의 수확기 생육특성을 알아보기 위해 간장, 간경, 이삭장 및 분얼수를 알아본 결과는 Table 3과 같다. 간장은 위의 초장과

유사한 결과로 두 품종 모두 재식밀도가 높아질수록 길어지는 뚜렷한 경향이 나타났으며, 가장 길게 나타난 ‘황금기장’은 50×3, 5 cm 처리구, ‘이백찰’은 20×3 cm 처리구에서 132.9~132.9, 136.6 cm와 가장 짧게 조사된 20×15 cm 처리구 보다 각각 37, 12.4 cm 차이가 조사되었다. 간경의 변화에서는 재식밀도가 가장 낮은 50×15 cm 처리구에서 6.65, 8.53 mm로 나타났으며, 재식밀도가 높아질수록 얇아지는 경향으로 나타났다. 이삭장에서도 두 품종 모두 재식밀도가 가장 낮은 50×15 cm 처리구에서 36.4, 35.5 mm로 나타났으며, 분얼수 또한, 이삭장과 같은 경향으로 재식밀도가 가장 낮은 50×15 cm 처리구에서 2.0, 3.0 개로 조사되었다.

이러한 결과는 기장 뿐만 아니라 조에서 보고된 점과 파종시 재식밀도 높아질수록 간장이 증가, 간경과 이삭장이 감소한다는 보고와 유사한 결과가 보고되었다(Jeon *et al.*,

**Table 3.** Effects of planting density on growth characteristics at the harvesting stage of proso millet.

Cultivar	Row spacing (cm)	Plant spacing (cm)	Culm length (cm)	Culm diameter (mm)	Panicle length (cm)	Number of tillering (plant <sup>-1</sup> )
Hwanggeum	20	3	109.8 <sup>bc‡</sup>	5.10 <sup>e</sup>	23.6 <sup>e</sup>	0.9 <sup>d</sup>
		5	101.7 <sup>cde</sup>	5.48 <sup>ge</sup>	24.3 <sup>e</sup>	1.0 <sup>cd</sup>
		10	98.4 <sup>def</sup>	5.62 <sup>cde</sup>	26.8 <sup>de</sup>	1.1 <sup>cd</sup>
		15	91.3 <sup>f</sup>	5.94 <sup>bed</sup>	30.6 <sup>bcd</sup>	1.5 <sup>b</sup>
	30	3	116.2 <sup>ab</sup>	5.72 <sup>cd</sup>	26.5 <sup>de</sup>	0.9 <sup>cd</sup>
		5	108.8 <sup>bc</sup>	5.99 <sup>bed</sup>	28.2 <sup>cde</sup>	1.1 <sup>c</sup>
		10	105.1 <sup>cd</sup>	6.15 <sup>abc</sup>	29.9 <sup>bcd</sup>	1.2 <sup>c</sup>
		15	96.1 <sup>ef</sup>	6.32 <sup>ab</sup>	33.2 <sup>ab</sup>	2.0 <sup>a</sup>
	50	3	132.9 <sup>a</sup>	6.32 <sup>ab</sup>	31.6 <sup>bc</sup>	0.7 <sup>d</sup>
		5	128.3 <sup>a</sup>	6.44 <sup>ab</sup>	33.6 <sup>ab</sup>	0.7 <sup>d</sup>
		10	108.5 <sup>bc</sup>	6.58 <sup>a</sup>	34.2 <sup>ab</sup>	1.6 <sup>b</sup>
		15	100.5 <sup>cde</sup>	6.65 <sup>a</sup>	36.4 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>
20	3	136.6 <sup>a</sup>	6.96 <sup>d</sup>	32.1 <sup>cd</sup>	0.8 <sup>e</sup>	
	5	132.1 <sup>ab</sup>	7.17 <sup>cd</sup>	32.3 <sup>cd</sup>	1.1 <sup>d</sup>	
	10	128.8 <sup>bc</sup>	7.23 <sup>bcd</sup>	33.2 <sup>abcd</sup>	1.8 <sup>c</sup>	
	15	124.2 <sup>c</sup>	7.83 <sup>abcd</sup>	34.1 <sup>abc</sup>	2.4 <sup>b</sup>	
Leebackchal	30	3	133.0 <sup>ab</sup>	7.50 <sup>bcd</sup>	31.1 <sup>d</sup>	1.0 <sup>de</sup>
		5	132.9 <sup>ab</sup>	7.70 <sup>abcd</sup>	32.6 <sup>bcd</sup>	1.1 <sup>de</sup>
		10	132.4 <sup>ab</sup>	7.74 <sup>abcd</sup>	33.9 <sup>abc</sup>	2.2 <sup>b</sup>
		15	128.8 <sup>bc</sup>	7.76 <sup>abcd</sup>	35.0 <sup>a</sup>	3.2 <sup>a</sup>
	50	3	135.5 <sup>ab</sup>	7.87 <sup>abc</sup>	33.4 <sup>abcd</sup>	0.8 <sup>e</sup>
		5	133.3 <sup>ab</sup>	8.05 <sup>ab</sup>	33.9 <sup>abc</sup>	1.1 <sup>de</sup>
		10	130.7 <sup>ab</sup>	8.09 <sup>ab</sup>	34.9 <sup>ab</sup>	2.2 <sup>b</sup>
		15	129.2 <sup>bc</sup>	8.53 <sup>a</sup>	35.5 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>

<sup>‡</sup>Within each sampling date, the results followed by the same letter did not significantly differ according to Duncan's multiple range test (DMRT) ( $p < 0.05$ ).

2014; Jung *et al.*, 2015, 2016; Yoon *et al.*, 2016). 재식밀도가 높아질수록 간장이 증가하는 것은 수광에 대한 경쟁으로 수평생장보다 수직생장한 것으로 재식밀도에 따른 수광의 경합 특성들에 영향을 준 것이다(Cho *et al.*, 2004; Jung *et al.*, 2015; Modarres *et al.*, 1998; Park *et al.*, 1989).

**수량구성요소 및 수량**

수량구성요소에서의 개체당 종실수는 재식밀도가 낮아질수록 증가하였으며, 천립중은 재식밀도간 유의성은 나타나지 않았다(Table 4). 개체당 종실수는 두 품종 모두 재식밀도가 가장 낮은 50×10, 15 cm 처리구 2,675~2,745, 2,381~2,432 개로 가장 적은 처리구와 68.8, 45.4% 차이가 나타났다. 천립중의 변화는 ‘황금기장’에서 20×3 cm 처리구에서 낮은 5.19 g으로 나타났으며, 나머지 처리구의 평균은 5.49 g으로 조사되었다. ‘이백찰’에서는 모든 처리구간 유의성은 나타나지 않았으며, 평균 4.55 g으로 조사되었다.

이상의 결과로부터 넓은이랑 줄뿌림 재배 시 재식밀도가

증가할수록 개체당 종실중이 적어지는 것을 확인할 수 있었으며, 이는 재식밀도에 따라 기장과 조의 개체 간에 공간과 물, 양분 등을 서로 경쟁하게 되어 분얼수, 생체중, 간장은 감소하고, 반면 재식밀도를 낮추면 씨알 수, 천 알 무게는 증가하고 전체 길이는 감소한다는 보고와 일부분 일치하는 것으로 나타났다(Agdag *et al.*, 2001, Jung *et al.*, 2016).

10a당 수량 변화에서는 ‘황금기장’은 50×3 cm 처리구에서 314.9 kg·10a<sup>-1</sup>, ‘이백찰’은 50×5, 10 cm 처리구에서 358~356 kg·10a<sup>-1</sup>으로 가장 높은 수량이 나타났다(Fig. 1). 품종별 수량은 조생종인 ‘황금기장’에 비해 중만생종 ‘이백찰’이 높았으며, 특히, 조간거리가 넓어질수록 수량성이 높았고, 조간 50 cm에서 ‘황금기장’과 ‘이백찰’의 평균 수량은 295, 334 kg·10a<sup>-1</sup>으로 조사되었다. 이러한 차이는 Yoon *et al.* (2015)이 보고한 기장의 고품점 품종 재배시 조간거리보다 주간거리가 미치는 영향이 더 크다고 보고와 상반된 결과로, 이는 재배양식에 따른 재식밀도의 차이가 다르게 나타난 결과로 생각된다. 또한, 주간거리는 15 cm에 비해 3 cm

**Table 4.** Effects of planting density on yield components at the harvesting stage of proso millet.

Cultivar	Row spacing (cm)	Plant spacing (cm)	Number of plants (10a <sup>-1</sup> )	Number of seeds (plant <sup>-1</sup> )	1,000 seed weight (g)
Hwanggeum	20	3	105,930 <sup>a</sup>	856 <sup>e</sup>	5.19 <sup>b</sup>
		5	70,556 <sup>b</sup>	1,419 <sup>d</sup>	5.27 <sup>ab</sup>
		10	38,889 <sup>cde</sup>	1,526 <sup>cd</sup>	5.42 <sup>a</sup>
		15	36,111 <sup>de</sup>	1,664 <sup>c</sup>	5.53 <sup>a</sup>
	30	3	76,296 <sup>b</sup>	1,080 <sup>de</sup>	5.44 <sup>a</sup>
		5	49,444 <sup>cd</sup>	1,441 <sup>d</sup>	5.40 <sup>a</sup>
		10	37,407 <sup>cde</sup>	1,999 <sup>bc</sup>	5.45 <sup>a</sup>
		15	32,407 <sup>e</sup>	2,203 <sup>ab</sup>	5.40 <sup>a</sup>
	50	3	50,926 <sup>c</sup>	1,778 <sup>bc</sup>	5.50 <sup>a</sup>
		5	43,333 <sup>cde</sup>	2,378 <sup>ab</sup>	5.52 <sup>a</sup>
		10	40,370 <sup>cde</sup>	2,675 <sup>a</sup>	5.59 <sup>a</sup>
		15	37,407 <sup>cde</sup>	2,745 <sup>a</sup>	5.66 <sup>a</sup>
Leebackchal	20	3	77,593 <sup>a</sup>	1,626 <sup>de</sup>	4.50 <sup>a</sup>
		5	74,074 <sup>a</sup>	1,910 <sup>bcd</sup>	4.56 <sup>a</sup>
		10	70,926 <sup>ab</sup>	1,929 <sup>bcd</sup>	4.55 <sup>a</sup>
		15	61,667 <sup>bc</sup>	2,080 <sup>abc</sup>	4.50 <sup>a</sup>
	30	3	71,296 <sup>ab</sup>	1,327 <sup>e</sup>	4.50 <sup>a</sup>
		5	60,556 <sup>bc</sup>	1,713 <sup>cde</sup>	4.60 <sup>a</sup>
		10	60,000 <sup>bc</sup>	1,738 <sup>cde</sup>	4.49 <sup>a</sup>
		15	57,778 <sup>c</sup>	2,262 <sup>ab</sup>	4.55 <sup>a</sup>
	50	3	60,926 <sup>bc</sup>	2,191 <sup>ab</sup>	4.55 <sup>a</sup>
		5	58,519 <sup>c</sup>	2,230 <sup>ab</sup>	4.57 <sup>a</sup>
		10	58,148 <sup>c</sup>	2,381 <sup>a</sup>	4.61 <sup>a</sup>
		15	55,000 <sup>c</sup>	2,432 <sup>a</sup>	4.59 <sup>a</sup>

<sup>‡</sup>Within each sampling date, the results followed by the same letter did not significantly differ according to Duncan’s multiple range test (DMRT) (p < 0.05).

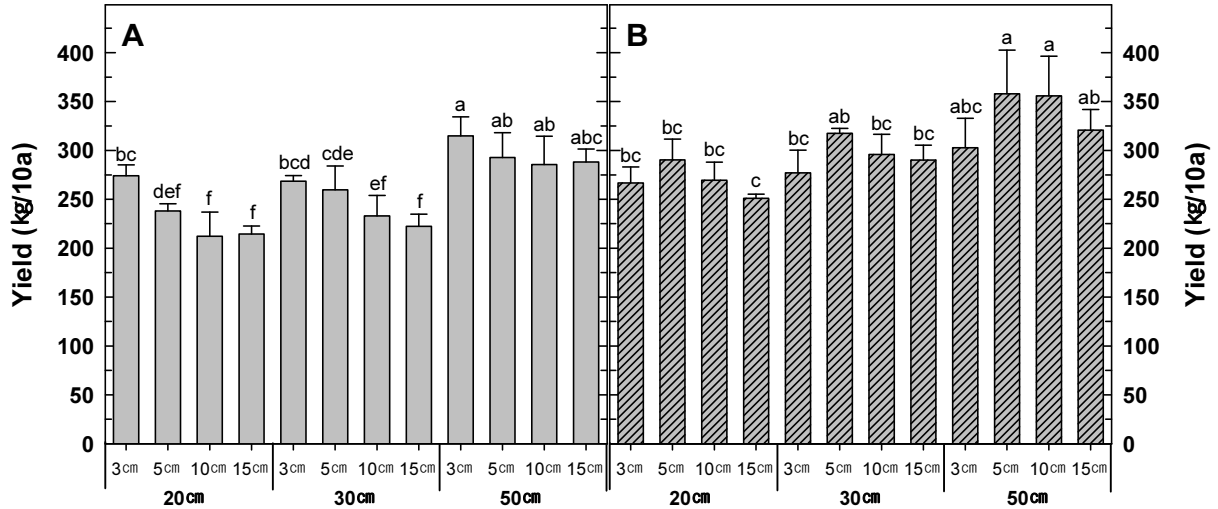


Fig. 1. Effect of planting density on yield (kg·10 a<sup>-1</sup>) of proso millet. A, Hwanggeum; B, Leebackchal. Bars with different letters within the same cutting time were significantly different by Duncan’s multiple range test (DMRT), p < 0.05.

Table 5. Analysis of variance by planting density in wide-row drill seeding of proso millet.

Source	Df	Stem length	Stem diameter	Panicle length	Number of tillering	Number of plants	Number of seed	1000 seed weight	Yield
Cultivar (C)	1	721.6***	297.1***	47.3***	113.0***	48.6***	2.2ns	506.0***	63.5***
Row spacing (RS)	2	21.4***	28.4***	26.4***	11.6***	30.2***	63.3***	0.8ns	52.4***
Plant spacing (PS)	3	31.5***	3.3*	4.6**	225.1***	41.8***	13.7***	1.8ns	1.7**
C×RS	2	12.3***	0.2ns	11.7***	1.1*	1.4*	15.8***	4.4**	0.7ns
C×PS	3	9.7***	1.0*	4.6**	31.0***	19.3***	4.6**	2.4*	5.6***
RS×PS	6	0.4ns	0.4ns	1.6*	7.6***	8.1***	2.0*	3.0**	3.9***
C×RS×PS	6	2.1*	1.3ns	2.0*	1.0*	3.7***	0.6ns	9.6***	1.1***

\*, \*\*, \*\*\* Significant at p ≤ 0.05, p ≤ 0.01, and p ≤ 0.001, respectively. ns, Not significantly different at 0.05 level of probability (p > 0.05)

간격으로 밀식 하였을 때 상대적으로 수량이 높게 나타났다. 조간거리 및 주간거리에 따른 수량성을 평가한 결과 조간거리 50 cm×주간거리 3 cm 간격에서 수량성이 가장 높은 것으로 나타났다. 따라서 기장의 넓은이랑 줄뿌림재배에 적합한 재식거리는 조간거리 50 cm×주간거리 3 cm 간격으로 파종하는 것이 가장 좋은 것 판단되었다.

**품종 및 재식밀도에 따른 분산 분석**

기장의 주요 품종 및 재식거리별 생육특성, 수량구성요소 및 수량을 분산 분석한 결과 Table 5에서와 같았다. 기장의 품종은 주당립수를 제외한 수량구성요소 간장, 간경, 이삭길이, 분얼수, 10a당 주수, 천립중 및 수량에서 고도로 유의하게 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 조간거리와 주간거리에서는 천립중을 제외한 모든 요소에서 유의성이

나타났다. 또한, 조간거리와 주간거리(RS×PS)의 교호관계는 간장과 간경에서는 유의성이 없었으나, 분얼수와 10a당 주수, 수량에서 고도의 유의성이 있는 것으로 나타났다. 품종 및 조간거리와 주간거리(C×RS×PS)의 교호관계는 생육의 차이에 대한 영향이 적었으나, 10a당 주수와 수량에서 고도의 유의성이 있는 것으로 나타났다.

**적 요**

본 연구는 건강 기능성 기장에 대한 소비자의 선호도가 높아지면서 수요와 재배면적이 점차 확대되고 있는 기장의 생산량 증대와 자급률 향상을 위한 체계적인 안전생산 생력 재배기술을 확립하기 위한 기초자료를 얻고자 기계화 수확에 적합한 넓은이랑 줄뿌림 재배시 재식밀도에 따른

생육특성 및 수량특성에 관한 연구를 수행하였다.

1. 간장은 ‘황금기장’은 50×3, 5 cm 처리구, ‘이백찰’은 20×3 cm 처리구에서 가장 길게 나타났으며, 간경은 재식밀도가 높아질수록 얇아지는 경향으로 나타났다.
2. 분얼수와 이삭장은 같은 경향으로 재식밀도가 낮아질수록 많거나 길어지는 경향으로 재식밀도가 가장 낮은 50×15 cm 처리구에서 가장 많거나 길게 조사되었다.
3. 개체당 종실수는 재식밀도가 낮아질수록 증가하였으며, 천립중은 재식밀도간 유의성은 나타나지 않았다.
4. 10a당 수량 변화에서는 ‘황금기장’은 50×3 cm 처리구에서 314.9 kg·10a<sup>-1</sup>, ‘이백찰’은 50×5, 10 cm 처리구에서 358~356 kg·10a<sup>-1</sup>으로 가장 높은 수량이 나타났다.

## 사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호 : PJ01050402)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## 인용문헌(REFERENCES)

- Agdag, M., L. Nelson, D. Baltensperger, D. Lyon and S. Kachman. 2001. Row spacing affects grain yield and other agronomic character of proso millet. *Commun Soil Sci. Plant Analysis*. 32 : 2021-2032.
- Balishter, V. K. Gupta, and R. Singh. 1991. Impact of mechanisation on employment and farm productivity. *Productivity*. 32(3) : 484-489.
- Cho, N. K., C. K. Song, I. S. Kim, Y. I. Cho, and E. K. Oh. 2001. Effect of number of plants per hill on the major characters, forage yield and chemical composition of Jeju Italian millet. *J. Anim. Sci. Technol.* 43(6) : 967-972.
- Cho, N. K., Y. K. Kang, C. K. Song, Y. C. Jeun, J. S. Oh, Y. I. Cho, and S. J. Park. 2004. Effects of planting density on growth, forage yield and chemical composition of jeju native sorghum(*Sorghum bicolor* L.). *J. Korean Grass Sci.* 24(3) : 225-230.
- Edwards, R., and S. Charter. 1986. Traditional Farming Systems and Farming Systems Respaniclech. p. 69-94. In: *Dryland Farming in Africa*. Mcmillan Press Ltd. London Basingstoke, CTA, The Netherlands.
- Ha, Y. D., and S. P. Lee. 2001. Characteristic of proteins in Italian millet, sorghum and common millet. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 8 : 182-192.
- Jeon, S. H., B. J. Lee, H. S. Chun and Y. S. Cho. 2014. Effects of mulching and planting densities on growth and yield of foxtail millet (*Setaria italica* Beauvois). *Korean J. Crop Sci.* 59 : 162-166.
- Jung, K. Y., S. M. Jo, H. W. Kang, Y. S. Cho, D. K. Yoon and S. H. Jeon. 2015. Effects of polyethylene film mulching and planting densities on growth and yield of proso millet (*Panicum miliaceum* L.). *Korean J. Crop Sci.* 60 : 212-216.
- Jung, K. Y., S. K. Park, H. W. Kang, Y. S. Cho, and S. H. Jeon. 2016. Effects of plant number per hill on growth and yield of high ridge hill-seeded foxtail millet (*Setaria italica* L.). *Korean J. Crop Sci.* 61 : 119-123.
- Jung, K. Y., Y. D. Choi, Y. S. Cho, and S. H. Jeon. 2017. Effects of seeding rate and depth during broadcast sowing on growth and yield of foxtail millet (*Setaria italica* L.) and proso millet (*Panicum miliaceum* L.). *Korean J. Crop Sci.* 62 : 361-366.
- Lee, S. S. and C. H. Kim. 2008. Effects of planting density on growth and yield of vegetable soybean varieties. *Korean J. Crop Sci.* 53 : 64-69.
- MIFAFF. 2009. Statistical Yearbook of Agriculture, Forestry and Fisheries.
- MIFAFF. 2010. Statistical Yearbook of Agriculture, Forestry and Fisheries.
- Modarres, A. M., R. I. Hamilton, M. Dijak, L. M. Dwyer, D. W. Stewart, D. E. Mather, and D. L. Smith. 1998. Plant population density effects on maize inbred line grown in short-season environments *Crop Sci.* 38 : 104-108.
- NCAER (National Council of Applied Economic Research). 1980. Implications of tractorization on employment, productivity and income. New Delhi, India.
- Park, H. J., W. Y. Han, K. W. Oh, J. M. Ko, J. W. Bae, Y. W. Jang, I. Y. Baek and H. W. Kang. 2015. Growth and yield responses of soybean to planting density in late planting. *Korean J. Crop Sci.* 60 : 343-348.
- Park, H. S., Ko, M. S., Kim, J. T., Oh, K. W. and Pae, S. B. 1999. Agronomic characteristics of common millet (*Panicum miliaceum* L.) varieties. *Korean J. Breed.* 31(4) : 428-433.
- Park, K. Y., Y. K. Kang, S. U. Park, and H. G. Moon. 1989. Effects of planting density and tiller removal on growth and yield of sweet corn hybrids. *Korean J. Crop Sci.* 34 : 192-197.
- Peacock, J. M. 1982. Response and Tolerance of Sorghum to temperature stress. In: *Sorghum in the eighties, Proceedings of the international symposium on Sorghum ICRISAT*, 2-7 Nov. 1981. Patancheru, A.P. India. ICRISAT.
- Roxburgh, W. 1932. *Flora India or description of Indian plants.* 2 : 96-105.
- Sung, M. H., and D. H. Kwon. 2011. The survey and analyze of circulation realities on Koeran minor cereal crops. Korea Rural Economic Institute. 145p. (In Korean)
- Yoon, S. T., T. K. Han, I. H. Jeong, Y. J. Kim, J. B. Yul, Y. Jing, M. H. Ye, K. S. Han, S. W. Beak, S. I. Kim, M. C. Lee and K. W. Kim. 2016. Effects of planting density and Seeding date on the tiller aspect and growth characteristics of proso millet (*Panicum miliaceum* L.). *Korean J. Plant Res.* 29 : 511-518.