

파종방법에 따른 기장과 조의 생육 및 수량

정기열¹ · 최영대² · , 전현정² · 이상훈² · 전승호^{3,†}

Effects of Different Sowing Methods on Growth and Yield of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) and Foxtail Millet (*Setaria italica* L.)

Ki-Youl Jung¹, Young-Dae Choi², Hyen-Chung Chun², Sang-Hun Lee², and Seung-Ho Jeon^{3,†}

ABSTRACT Cultivation techniques of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) and foxtail millet (*Setaria italica* L.), such as sowing, weeding, and harvesting, are often not properly utilized, resulting in low productivity rates. The goal of this study was to develop cultivation techniques to increase millet productivity rates and reduce labor inputs. We evaluated the effects of different machine sowing methods compared with manual sowing methods from 2014 to 2016. The three machine sowing methods were dibbling, drilling, and broadcasting. Compared with manual sowing, the broadcasting method decreased labor times by 16.07 and 14.23 hr 10 a⁻¹ for proso and foxtail millets, respectively. Proso millet showed greater culm lengths at 138 and 125 cm with the broadcasting method for two years, whereas foxtail millet after three years had greater culm lengths from both the drilling and broadcasting methods. Both crops exhibited the thickest culm stems in the 3rd year. The greatest number of seeds of the panicle were from the manual sowing method in both crops. Compared with manual sowing, broadcasting increased grain yields by 15-35% and 9.1-28% for proso and foxtail millets, respectively. Therefore, we suggest that the application of broadcasting in mechanical sowing will increase labor efficiency and yields of proso and foxtail millets.

Keywords : broadcasting, foxtail millet, input work-hour, mechanical sowing, proso millet

잡곡은 소득이 낮아 경제성이 적은 작물로 인식되어 왔으나, 최근 들어 잡곡에 대한 영양성 및 기능성이 재조명되면서 소비자들의 선호도가 급격히 높아지고, 2007년 이후부터 잡곡 수요량은 69,000톤이었으며 수입량은 50,000톤으로 크게 증가하였다(MIFAFF, 2010; Jung *et al.*, 2016). 잡곡은 식·의약품 및 천연색소 등 산업 신소재로 용도가 다양하고 경관·환경보전 작물로도 우수하여 새로운 고부가 가치를 창출할 수 있는 작물로서 산·학·연을 연계한 공동연구가 활발히 진행 중에 있다(Jung *et al.*, 2016).

우리나라에서 잡곡은 토양 비옥도가 낮은 사력, 경사지 등에서 점파, 조파 및 산파재배 등 다양한 방법으로 소규모

로 재배되고 있는데, 파종 후 숙음시간과 잡초방제에 많은 노력이 소요되기 때문에 생산비 절감을 위해 산파재배, 멀칭재배, 육묘 이식재배 등 다양한 재배기술이 개발되고 있다(National Research Council, 1996). 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, 숙음 작업 등 추가작업을 줄일 수 있어, 노력비가 10~27% 절감된다고 보고하였다(Balishteret *et al.*, 1991).

¹국립식량과학원 남부작물부 생산기술개발과 농업연구관 (Senior Researcher, Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Milyang 50424, Republic of Korea)

²국립식량과학원 남부작물부 생산기술개발과 농업연구사 (Researcher, Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Milyang 50424, Republic of Korea)

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

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

<Received 17 October, 2018; Revised 15 November, 2018; Accepted 16 November, 2018>

서숙(黍粟)류인 조와 기장은 종자가 매우 작은 소립형으로 점 파종(dibbling)과 조파(seed drilling)를 하면 발아율 및 포장 출현율이 감소될 뿐만 아니라 입모가 불균일하여 생산성이 낮아지는 것으로 알려져 있다(Edwards & Charter, 1986; Peacock, 1982). 따라서 산파재배는 다른 파종법에 비해 노력비용을 줄일 수 있어 조와 기장과 같은 소립형 종자의 파종법으로 주로 이용하고 있다(Yousif, 2003). 아프리카의 반건조지대에서 수수의 파종은 산파재배가 일반적이며, 산파 시 종자불량, 토양환경 불량, 토양병해충 등에 의한 입모불량으로 인한 재파종으로 생산성이 감소된다고 하며(Young & Mottram, 2002), Shinggu & Gani (2012)은 손가락조를 산파재배하였을 때 점파재배에 비해 이삭수, 이삭무게, 수량, 천립중에 차이가 있다고 하였다. 손가락조의 산파재배 했을 때 점파재배에 비해 이삭수, 이삭무게, 수량, 천립중에 차이가 있었다고 보고하였다(Shinggu & Gani, 2012). 국내에서는 논 담수직파재배시 파종 노력비 절감 및 안정입모 확보를 위해 산파재배 파종량 시험이 이루어진바 있으나(Back *et al.*, 2006; Hwang *et al.*, 2002; Song *et al.*, 1997), 소립형 잡곡인 조와 기장의 파종법에 관한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 특히, 조와 기장은 다른 발작물에 비해 상대적으로 기계화율이 저조하여 생산량 증대와 자급률 향상을 위해 파종 및 수확작업 등 생력기계화 재배기술 개발이 요구되고 있다.

따라서 본 연구는 다른 발작물에 비해 기계화율이 낮은 서숙류 잡곡인 기장과 조의 기계화에 효율성이 높은 파종방법을 알아보기 위해서 지금까지 개발된 기장과 조의 기계화 파종방법에 따른 생육특성 및 수량특성을 비교 검토하였다.

재료 및 방법

본 시험은 기장과 조를 대상으로 지금까지 개발된 잡곡류의 기계화 재배기술과 기계화에 적합한 재배양식별 파종을 평가하기 위해 2014년부터 2016년까지 3년간 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 미농무성 토양분류법에

의하면 사양토이었다. 토양의 화학성은 pH 6.90의 중성으로 생육에 적합한 범위에 있었으며, EC는 1.9 dS m⁻¹이었고, 유기물 13.59 g kg⁻¹로 적정범위(20~30 g kg⁻¹) 보다 낮았으며, 유효인산은 802 mg kg⁻¹로 적정범위(300~500 g kg⁻¹)보다 높았다. 칼리 칼슘, 마그네슘의 함량도 각각 1.05 (0.50~0.60), 8.24 (5.0~6.0), 1.14 (1.5~2.0) cmolc kg⁻¹로 적정범위보다 높은 수준이었다.

공시 품종으로 조는 농촌진흥청 국립식량과학원에서 육성한 품종으로 조는 단간내도복성 기계화 재배에 우수한 찰조로 보통기 재배에서 생육일수가 133일인 중만생종 ‘삼다찰조(Samdachal-cho)’ 선정하였고, 기장은 내도복, 이모작 재배, 기계화 적성이 우수한 찰기장으로 생육일수가 보통기 재배에서 109일인 중만생종 ‘이백찰(Leebackchal-gijang)’을 각각 선정하였다. 시험 전 기장과 조의 좋은 종자를 선별하기 위해 염수선 방법으로 비중을 기장 1.04, 조 1.03로 조절하여 가라앉은 좋은 종자를 선별하여 수분을 제거한 후 그늘에서 말려 종자로 사용 하였다.

작물별 재배양식별 파종기계화 적합성을 평가하기 위해 밀렛류인 조와 기장은 ‘인력점파’, ‘높은이랑 기계점파’, ‘기계산파’, ‘넓은이랑 줄뿌림 파종’을 적용하여 단구제로 시험하였다(Table 2). 시험 방법은 대조구인 ‘인력점파’는 휴림복토기를 이용하여 이랑너비 60 cm의 두둑을 짓고 포기사이를 조 10 cm와 기장 15 cm 간격으로 각각 파종하고 입모 후 15일경에 점당 2분을 남기고 숙음하였다. ‘높은이랑 기계점파’는 트랙터 부착 점파종기(HG 300A)로 휴림복토 동시에 포기사이를 조 10 cm 및 기장 15 cm 간격으로 각각 주당 3~5 립 기계점파하고 싹이 나온 뒤 15일 경에 숙음하였다. ‘기계산파’는 조 10 kg ha⁻¹, 기장 15 kg ha⁻¹에 해당하는 종자량을 동력살분무기로 흩어뿌린 후 37 kW급 트랙터로 3 cm 깊이로 얇게 로터리 하여 파종하였다. ‘넓은이랑 줄뿌림 파종’은 직파파종기(WJSS-12, Woongjin machinery, Korea)로 두둑너비 150 cm로, 이랑너비 30 cm 간격으로 조 3 cm, 기장 5 cm 간격으로 종자 2~3알을 줄뿌림하고 동시에 파종기 부착 진압로러로 답압하여 파종하였다.

잡곡류의 파종방법별 기계화 적합성을 평가하기 위해 ‘인력점파’, ‘높은이랑 기계점파’, ‘기계산파’, ‘넓은이랑 줄

Table 1. Chemical properties of soil before the experiment.

pH	EC	T-N	O.M	Avail. P ₂ O ₅	Exch. cation			Aggregate distribution			Soil texture
					K	Ca	Mg	Sand	Silt	Clay	
(1:5)	dS m ⁻¹	%	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	- cmolc kg ⁻¹ -			---- % ----			
6.9	1.9	0.03	13.59	802	1.05	8.24	1.14	54.3	37.4	8.3	Sandy loam

Table 2. Cropping type, planting density, and sowing methods of foxtail and proso millets.

Crop (cultivar)	Sowing methods	Cropping type	Planting density
Proso millet (Leebackchal)	Manual sowing	High ridgr row	60×15 cm (2 plant hill ⁻¹)
	Dibbling	High ridgr row	60×15 cm (2 plant hill ⁻¹)
	Broadcasting	Wide row	1.5 kg 10a ⁻¹
	Drilling	Wide row	Row spacing 150 cm, plant spacing 30 cm
Foxtail millet (Samdachal)	Manual sowing	High ridgr row	60×10 cm (2 plant hill ⁻¹)
	Dibbling	High ridgr row	60×10 cm (2 plant hill ⁻¹)
	Broadcasting	Wide row	1.0 kg 10a ⁻¹
	Drilling	Wide row	Row spacing 150 cm, plant spacing 30 cm

Table 3. Comparison of work-hours for sowing methods of foxtail and proso millets.

Crop (cultivar)	Sowing methods	Work-hours (hour 10a ⁻¹)							Saved hours
		F.	S.P.	R.	S.	W.	T.	Total	
Proso millet (Leebackchal)	Manual sowing	0.37	0.25	1.74	5.16	0.12	10.99	18.63	-
	Dibbling	0.37	0.25	-	0.84	0.12	8.58	10.17	8.46
	Broadcasting	0.37	0.25	-	0.69	0.14	3.53	4.99	11.64
	Drilling	0.37	0.25	-	1.76	0.18	-	2.56	16.07
Foxtail millet (Samdachal)	Manual sowing	0.37	0.25	1.74	6.07	0.12	8.24	16.79	-
	Dibbling	0.37	0.25	-	0.60	0.12	7.19	8.54	8.25
	Broadcasting	0.37	0.25	-	0.69	0.14	3.13	4.59	12.20
	Drilling	0.37	0.25	-	1.76	0.18	-	2.56	14.23

* F: Fertilizing, S.P.: Soil preparation, R: Ridging, S: Sowing, W: Weeding, T: Thinning.

뿌림 파종' 등 파종작업 단계인 경운정지에서 솟음작업까지의 각 작업단계별 작업 노동력 투입시간을 조사하였다.

농업적 형질특성 조사는 수확기에 시험포 중간지점에서 간장, 간경 등을 조사하였으며, 수량 및 수량구성요소 조사는 성숙기에 각 구별로 생육이 일정한 지점에서 3.3 m² (1.8 m × 1.8 m)을 예취한 다음 이삭길이, 주당립수, 천립중과 ha당 수량을 조사하였다.

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

파종방법에 따른 파종노동력 투입시간 비교

밀렛류인 조와 기장을 대상으로 지금까지 개발된 잡곡류의 기계화 재배기술과 기계화에 적합한 육성 품종을 공시하여 재배양식별 파종 및 기계수확 적합성을 평가를 위한

파종방법에 따른 파종노동력 투입시간 비교를 비교 분석한 결과는 Table 3과 같았다. 기장의 인력점파는 총 18.63 hrs·10a⁻¹으로 가장 긴 투입시간이 기록되면서 기계점파는 인력점파 대비 8.46, 줄뿌림 11.64, 산파 16.07 hrs·10a⁻¹ 절감되었고, 조에서도 인력점파는 총 16.79 hrs·10a⁻¹으로 기계점파는 인력점파 대비 8.25, 줄뿌림 12.20, 산파 14.23 hr 10a⁻¹절감되었다.

따라서 기장, 조의 파종방법별 투입시간은 인력점파에서 가장 긴 시간이 투입된 파종과 솟음작업의 절감으로 기계점파, 줄뿌림 및 산파 파종법이 크게 절감되었으며, 특히, 산파파종에서는 인력점파 대비 기장 13.7%, 조는 15.2%의 효율로 평가되었다.

조, 기장 파종방법에 따른 생육특성

내도복, 기계화 재배에 우수한 '삼다찰조(Samdachal-jo)'와 '이백찰(Leebackchal-gijang)'을 이용하여 파종기계화 적합성을 평가하기 위해 대조구인 '인력점파'와 '높은이랑 기계점파', '넓은이랑 줄뿌림 파종', '기계산파'를 파종방법

Table 4. Effects of sowing methods on growth characteristics of foxtail and proso millets.

Crop (cultivar)	Sowing methods	Culm length (cm)			Culm diameter (mm)			Panicle length (cm)		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Proso millet (Leebackchal)	Manual sowing	156 ^{ay}	113 ^b	112 ^b	7.81 ^a	7.37 ^a	7.36 ^a	40.5 ^a	32.3 ^a	34.0 ^a
	Dibbling	160 ^a	120 ^b	110 ^b	7.82 ^a	7.04 ^a	7.39 ^a	40.6 ^a	33.4 ^a	33.9 ^a
	Drilling	161 ^a	131 ^{ab}	121 ^a	7.73 ^a	7.32 ^a	6.96 ^{ab}	39.8 ^a	32.1 ^a	33.8 ^a
	Broadcasting	158 ^a	138 ^a	125 ^a	7.70 ^a	6.77 ^b	6.70 ^b	38.4 ^a	31.8 ^a	32.0 ^a
Foxtail millet (Samdachal)	Manual sowing	127 ^b	119 ^b	112 ^b	8.06 ^a	7.63 ^a	7.12 ^a	25.3 ^a	27.9 ^a	20.3 ^a
	Dibbling	129 ^b	119 ^b	114 ^b	8.59 ^a	7.56 ^a	7.12 ^a	26.0 ^a	27.7 ^a	21.6 ^a
	Drilling	138 ^a	126 ^a	120 ^a	6.80 ^b	7.09 ^{ab}	6.72 ^b	21.9 ^{ab}	26.8 ^a	19.3 ^a
	Broadcasting	133 ^{ab}	129 ^a	120 ^a	5.82 ^c	6.52 ^b	6.67 ^b	18.5 ^b	24.0 ^b	18.4 ^a

^y Within each sampling date, the results followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (DMRT) (p<0.05).

에 따른 수확기 생육반응을 비교 평가한 결과는 Table 4과 같다. 간장을 조사한 결과에서 기장의 1년차에서는 유의성이 나타나지 않았으나, 2 및 3년차에서는 산파 처리구에서 가장 큰 138, 125 cm가 조사되었으며, 조에서는 2, 3년차에서 줄뿌림과 산파 처리구에서 가장 큰 것으로 나타났다. 간경에서의 기장은 인력점파와 기계점파 처리구에서 3년에 걸쳐 모두 가장 굵은 것으로 조사되었으며, 조에서도 기장과 같이 인력점파와 기계점파 처리구에서 3년 모두 가장 굵은 7.12~8.59 mm가 나타났다. 이삭장에서는 조와 기장의 3년간 모두 파종방법별 유의성이 나타나지 않았다.

이러한 결과는 파종방법에 따른 재식밀도에 차이에 의해 간장과 간경의 변화가 나타난 것으로 생각되며, 간경에서는 재식밀도가 높은 산파 및 줄뿌림 처리구의 결과는 기장과 조의 재식밀도가 높아질수록 얇아진다는 Jung *et al.* (2015; 2016) 보고와 유사한 결과를 얻었다. 간장에서 재식밀도가 높아질수록 높아지는 것으로 나타나, 이는 재식밀도가 높을수록 식물체 간의 경합이 발생하여 경장이 길어진다는(Lee & Kim, 2008; Jung *et al.*, 2015; 2016; Park *et al.*, 2015) 보고와 유사한 것으로, 개체간 광 경합이 심했기 때문인 것으로 판단되었다(Park *et al.*, 1989; Modarres *et al.*, 1998).

조, 기장 파종방법에 따른 수량특성 및 수량

파종방법에 따른 면적당 본수에서는 1년차에서는 기장과 조 모두 줄뿌림과 산파 처리구에서 가장 많은 본수가 나타났다. 2 및 3년차에서는 산파 처리구에서 기장은 62,083~62,302 개, 조에서는 51,917~43,571개로 가장 많은 본수가 조사되었다(Table 5). 이삭당 종실수에서는 면적당 본수가 많은 것 즉, 파종밀도가 높을수록 뚜렷히 감소하

는 경향이 나타났다. 기장은 종실수가 높은 인력점파 처리구에 비해 낮은 산파 및 줄뿌림 처리구는 2, 3년차 각각 12%인 254개, 27.4%인 343개 로 감소한 것으로 나타났으며, 조에서도 46%인 5990개, 22%인 978개가 감소한 것으로 조사되었다. 천립중에서는 처리방법에 따른 처리구의 유의성은 나타나지 않았다.

이상의 결과로부터 기장과 조의 파종방법에 따른 재식밀도가 증가할수록 이삭당 종실중이 적어지는 것을 확인할 수 있었으며, 이러한 결과는 기장과 조의 재식밀도에 따라 개체 간에 공간과 물, 양분 등을 서로 경쟁하게 되어 분얼수, 생체중, 간장은 감소하고, 반면 심음배기를 넓히면 씨알 무게, 천 알 무게는 증가하고 전체 길이는 감소한다는 보고와 일부분 일치하는 것으로 나타났다(Agdag *et al.*, 2001; Jung *et al.*, 2016).

10a당 수량 변화에서는 기장은 연차간 모두 산파 처리구에서 1년차 337 kg, 2년차 241 kg 및 3년차 164 kg으로 가장 높은 수량이 나타났으며, 조에서도 연차간 모두 산파 처리구에서 1년차 496 kg, 2년차 534 kg 및 3년차 429 kg으로 가장 높은 수량이 나타났(Fig. 1). 이러한 차이는 재식밀도가 높아질수록 면적당 본수가 증가하여 수량이 증가하며(Cho *et al.*, 2004; Jung *et al.*, 2016), 기장의 경우 대조구인 인력점파와 기계점파, 줄뿌림 재배에 비해 ‘산파’에서 수량성이 가장 높았고, 대조구인 인력점파 대비 산파에서 15~32% 증수되었다. 조의 경우에서도 대조구인 인력점파와 기계점파, 줄뿌림 재배에 비해 산파에서 수량성이 가장 높았고, 대조구인 인력점파 대비 산파 재배에서 9.1~28% 증수되었다. 한편, 기장과 조는 연작의 해가 적은 것으로 알려져 있으나, 3년차에서는 기장, 조 모두 수량 특성 뿐만 아니라 수량에서도 감소하는 경향이 뚜렷이 나타났다.

Table 5. Effects of sowing methods on yield components of foxtail and proso millets.

Crop (cultivar)	Sowing methods	Number of plants (10a ⁻¹)			Seeds of panicle (no.)			1,000 seed weight (g)		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Proso millet (Leebackchal)	Manual sowing	45,667 ^{by}	47,619 ^c	37,698 ^c	2,697 ^a	2,175 ^a	1,253 ^a	4.77 ^a	4.51 ^a	3.85 ^a
	Dibbling	46,587 ^b	48,254 ^c	44,762 ^c	2,456 ^a	2,027 ^a	1,123 ^a	4.79 ^a	4.43 ^a	3.81 ^a
	Drilling	49,841 ^a	57,051 ^b	59,444 ^b	2,115 ^a	1,993 ^b	990 ^b	4.75 ^a	4.31 ^a	4.10 ^a
	Broadcasting	51,984 ^a	62,083 ^a	62,302 ^a	1,933 ^a	1,921 ^b	910 ^b	4.72 ^a	4.37 ^a	3.98 ^a
Foxtail millet (Samdachal)	Manual sowing	34,206 ^b	27,063 ^c	30,952 ^b	9,429 ^a	13,239 ^a	7,115 ^a	2.72 ^a	2.50 ^a	2.34 ^a
	Dibbling	38,333 ^b	30,873 ^c	29,286 ^b	9,915 ^a	10,826 ^b	7,632 ^a	2.72 ^a	2.45 ^a	2.33 ^a
	Drilling	51,587 ^a	43,141 ^b	34,921 ^{ab}	7,817 ^{ab}	8,189 ^c	6,094 ^b	2.64 ^a	2.38 ^a	2.26 ^a
	Broadcasting	52,540 ^a	51,917 ^a	43,571 ^a	7,036 ^b	7,249 ^c	6,137 ^b	2.59 ^a	2.39 ^a	2.16 ^a

^y Within each sampling date, the results followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (DMRT) ($p < 0.05$).

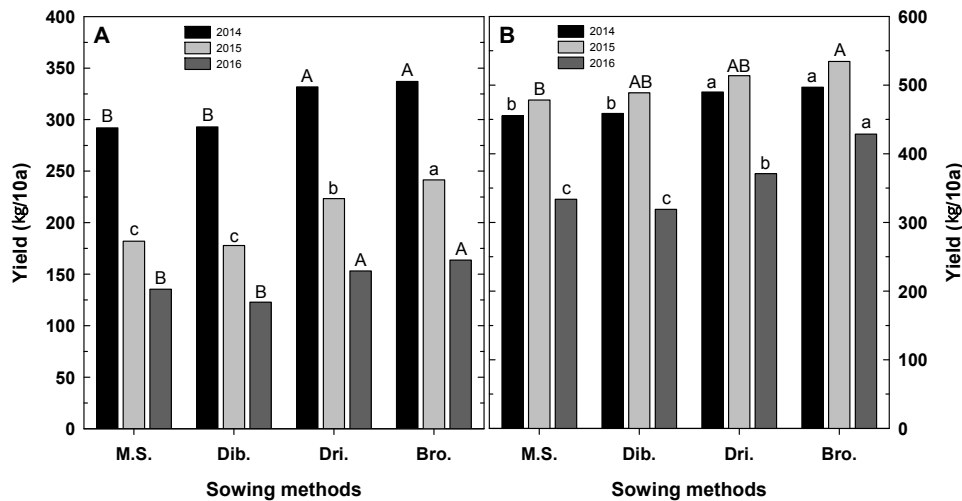


Fig. 1. Effects of sowing methods on yield of foxtail and proso millets. Bars with different letters within the same cutting time are significantly different by Duncan's multiple range test (DMRT), $p < 0.05$. A: Proso millet; B: Foxtail millet; M.S.: Manual sowing; Dib.: Dibbling; Dri.: Drilling; Bro.: Broadcasting.

따라서 지금까지 개발된 기계화 재배기술에 적합한 재배 양식은 산파 재배가 노동력 투입시간 단축 및 수량 등의 종합한 결과 가장 적합한 것으로 생각되며, 추후, 수확시기에 관련된 기계수확 능력 등에 관한 연구가 추가적으로 이루어진다면 기장, 조의 생산성 증대와 자급률 향상에 보다 크게 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

적 요

기장과 조의 생산량과 자급률 향상을 위하여 기장과 조의 기계화에 적합한 파종방법을 알아보기 위해서 지금까지 개발된 기장과 조의 기계화 파종방법에 따른 생육특성 및

수량특성을 알아보았다. 시험처리는 인력점파, 높은이랑 기계점파, 기계산파, 넓은이랑 줄뿌림 파종방법으로 실시하였다. 노동투입시간에서의 기장의 산파는 인력점파 대비 16.07 hr 10a⁻¹ 절감되었고, 조에서도 인력점파 대비 산파에서 14.23 hr 10a⁻¹ 절감되었다. 간장은 기장에서 2 및 3년차에서 산파 처리구에서 가장 큰 138, 125 cm가 조사되었으며, 조에서는 3년 모두 줄뿌림과 산파 처리구에서 가장 큰 것으로 나타났다. 간경에서는 기장과 조에서 3년 모두 가장 굵은 것으로 나타났다. 종실수는 인력점파 처리구에서 많은 것으로 조사되었다. 수량에서는 기장의 경우 대조구인 인력점파 대비 산파에서 15~32% 증수되었다. 조의 경우에서도 대조구인 인력점파 비해 산파에서 9.1~28% 증수

되었다. 따라서 기장과 조의 기계화 파종시 산파하여 재배할 경우 노동효율 및 수량증대에 유리할 것으로 생각된다.

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. *Comun Soil Sci. Plant Analysis*. 32 : 2021-2032.
- Back, N. H., W. Y. Choi, J. C. Ko, H. K. Park, J. K. Nam, K. G. Park, S. S. Kim, B. K. Kim, and C. K. Kim. 2006. Optimum Seeding Rate in Different to Soil Salinity for Broadcasting on the Rice Flooded Paddy Surface at South-western Reclaimed Saline Land of Korea. *Korean Soci. Crop Sci.* 42 : 47-51.
- Balishter, V., K. Gupta, and R. Singh. 1991. Impact of mechanisation on employment and farm productivity. *Productivity*. 32(3) : 484-489.
- 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.
- Hwang, D. Y., S. T. Park, J. H. Kim, S. J. Yang, and S. M. Kim. 2002. Seeding process and effects of water wet furrow broadcasting seeding. *J. Korean Soci. Inter. Agri.* 14(4) : 275-283.
- 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.
- 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. 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 *maze inbred* line grown in short-season environments *Crop Sci.* 38 : 104-108.
- National Research Council. 1996. *Lost Crops of Africa. Volume 1: Grains*. National Academy Press, Washington, D. C.
- 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, 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.
- Shinggu, C. P. and M. Gani. 2012. Effects of planting methods, sowing dates and spacing on weed and the productivity of finger millet (*Eleusine corocana* L. Gaertn) in the northern guinea savanna of nigeria. *Groval Journal Bio-science & Biotechnology*. 1(2) : 160-162.
- Song, Y. J., E. J. Song, and J. S. Ra. 1997. Growth and Dry Matter Production of Direct Seeding on Flooded Paddy Surface and Machine Transplanting Rice. *Korean J. Crop Sci.* 42(4) : 459-465.
- Young, E. and A. Mottran. 2002. Transplanting of sorghum and pearl millet as a means of increasing food security in semiarid, low income country, Zimbabwe and Ghana, Research report.
- Yousif, L. A. 2003. Performance evaluation, of different seeding machines for rainfed sorghum. *Agricultural Engineering Annual Report*. Agricultural Research Corporation, Wed Medani, Sudan.