

재식밀도 및 파종기 이동에 따른 기장(*Panicum miliaceum* L.)의 분얼발생 양상 및 생육 특성

윤성탁¹, 한태규^{1*}, 정인호¹, 김영중¹, 유제빈¹, 양 경¹, 예민희¹,
한광섭², 백승우², 김순일³, 이명철⁴, 김건우⁵

¹단국대학교 식량생명공학과, ²충남농업기술원, ³(주)나리소, ⁴국립농업과학원, ⁵국립안동대학교 생약자원학과

Effect of Planting Density and Seeding Date on the Tiller Aspect and Growth Characteristics of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.)

Seong-Tak Yoon¹, Tae-Kyu Han^{1*}, In-Ho Jeong¹, Young-Jung Kim¹, Je-Bin Yu¹, Yangjing¹,
Min-Hee Ye¹, Kwang-Seop Han², Seung-Woo Baek², Soon-Il Kim³,
Myung-Cheol Lee⁴ and Kun-Woo Kim⁵

¹Department of Crop Science and Biotechnology, Dankook University, Cheonan 31116, Korea

²Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services, Yesan 32418, Korea

³Nareso Research Institute, Nareso Co., Ltd., Suwon 16614, Korea

⁴National Institute of Agricultural Sciences, RDA, JeonBuk 55365, Korea

⁵Department of Medicinal Plant Resources, Andong National University, Andong 36729, Korea

Abstract - The subject of this experiment is to supply basic data to inhibit non-productive tillers which are uneconomical for mechanical harvesting and to evaluate optimum planting density and sowing date in central district. Total number of tillers and effective first and second of tillers according to different planting density was higher in 80 cm ridge than 60 cm ridge in proso millet. The wider between plant distance on the ridge, the more increased total number of tillers and effective first and second of tillers. The highest effective tillers (91.7%) in the first tillers was obtained from the second sowing date (23 May) among different sowing date and next is in the order of 3rd(13 June, 89.8%) > 1st(2 May, 85.6%) > 4th(4 July, 85.2%). The percentage of effective tillers in the second tillers was decreased in the order of 2 May (53.7%), 23 May (40.7%), 13 June (22.2%), 4 July (0%) as the sowing date was delayed. There was no significant difference in days to heading and days to ripening according to different planting density. Although culm length was increased as planting density was increased, whereas number of tillers, stem diameter, ear length, grains per ear and 1000 grain weight was decreased. In the growth and yield characteristics of proso millet according to different sowing date, days to heading and days to ripening, culm length, stem diameter, ear length, grains per ear and yield per 10a were decreased. After the sowing date of 13 June, the reduction of growth and yield characteristics were higher because of excess-moisture injury.

Key words - Planting density, Sowing date, Tiller, Proso millet, Growth characteristics

서 언

잡곡은 쌀 이외의 피, 옥수수, 수수, 기장, 조, 메밀 등을 지칭하며 열매를 식용 또는 사료로 사용하기 위한 재배작물을 말하며, 세계에서 가장 오래된 재배작물에 속한다(Asjad Ali *et al.*,

2016). 과거에는 쌀보다 열등한 작물로 여겨졌으나 비타민, 식이섬유 및 미네랄 등의 영양성분 및 생리활성 물질의 함유량이 우수한 것으로 알려지면서 주목받고 있다(Kim and Lee, 2006).

1980년대의 급격한 산업발달은 생활문화에 많은 영향을 미쳤으며 쌀을 주식으로 한 음식문화가 육류소비 위주의 양식으로 바뀌었다. 이러한 육류에 편중된 영양섭취는 심장병과 비만 등의 성인병의 발병률을 증가시키게 되었으며, 이에 따라 영양

*교신저자: htk895513@naver.com

Tel. +82-41-550-3600

작기능적 가치가 높은 양질의 국산 잡곡에 대한 소비자들의 수요가 상승하는 추세이다(Kim *et al.*, 2005). 그러나 우리나라의 잡곡 생산량은 소비량을 충족시키지 못하고 있으며 사료용을 포함한 국내 잡곡 시장의 규모는 연간 12만 톤으로, 이 중에 11만 톤이 식용이다. 국내 잡곡의 생산량은 3만 톤으로 해외의존도가 높은 실정이며 잡곡의 자급률은 2013년 기준으로 수수 15%, 조 29.1%, 기타 잡곡 26.8%에 불과한 수준이다(Statistics Korea, 2014).

국내의 잡곡재배 형태는 원료곡 생산 위주의 규모가 작은 영농형태로 파종, 솟음, 제초, 수확 등에 많은 인력이 필요한 수작업 의존도가 높으며 벼농사에 비해 지역별 재배법과 재배품종이 다양하여 파종기, 시비량, 재식밀도 등의 재배기술이 정립되지 않았다. 최근 잡곡의 생산비와 노동력 절감을 위하여 기계화 기술개발을 위한 연구가 진행되었으나 아직 보급단계로 일부 콤팩트를 이용하여 기계수확을 하고 있으나 포장손실이 높으며 정밀도가 떨어져 개선의 필요성이 많다.

새롭게 대두되는 재배·수확 과정에서의 문제로는 기장의 분얼절에서 출수한 비상품성 이삭이 수확물의 품질을 저하시키고 있으며, 벼나 맥류와 다르게 주경과 분얼경 이삭의 성숙기 및 간장의 차이로 기계수확 시 걸림 등의 저해요인이 되고 있어 분얼발생 억제를 위한 기술개발이 필요하다. 따라서 본 시험은 재식밀도와 파종기에 따른 기장의 생육 및 분얼 발생양상을 조사, 분석하여 기계수확을 위한 분얼억제의 기초자료로 제공하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

시험포장의 토양특성

본 시험포장(N 37°00'41.9", E 127°11'29.8")은 산성암을 모재로 한 적황색토의 사양질 밭토양이다. pH는 7.1의 중성토양으로 밭 토양에 적절한 범위(pH 6.0~7.0)이며 전기전도도는 0.4 dS m⁻¹이었다. 유기물 함량은 8.9 g kg⁻¹, 유효인산은 270.1 mg kg⁻¹으로 각각 적정범위(20~30 g kg⁻¹, 300~550 mg kg⁻¹)보다 낮았다. 밭토양의 K, Ca, Mg의 적정함량은 각각 0.5~0.8 cmol_c kg⁻¹, 5.0~6.0 cmol_c kg⁻¹, 1.5~2.0 cmol_c kg⁻¹이나 시험

포장의 K, Ca, Mg 함량은 각각 0.4 cmol_c kg⁻¹, 5.9 cmol_c kg⁻¹, 1.1 cmol_c kg⁻¹이었다(Table 1).

시험품종 및 재배방법

시험품종은 농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부와 농업기술실용화재단에서 분양받은 3품종(이백찰, 황실찰, 황금기장)을 사용하였다.

재식밀도에 따른 분얼발생 시험의 재배방법은 휴립복토기로 두둑을 만들어 동시에 흑색유공비닐(110 cm)을 피복하였다. 재식거리는 조건거리 2수준(60, 80 cm), 주간거리 3수준(10, 15, 20 cm)으로 상호 조합하여 난괴법 3반복으로 시험구를 배치하였다. 육묘는 105구 B형 포트(다인케미칼)에 1립씩 파종한 후 14일간 육묘하여 6월 7일 포장에 정식하였다.

파종기에 따른 분얼발생 시험도 동일하게 휴립 복토기로 두둑을 짓고 동시에 검정비닐(110 cm)을 피복하였다. 5월 2일, 5월 23일, 6월 13일, 7월 4일의 3주 간격으로 총 4회 파종하였으며 105구 B형 포트에 1립씩 파종한 후, 14일간 육묘하여 5월 16일, 6월 6일, 6월 27일, 7월 18일에 포장에 정식하였다.

재식밀도는 조건 60 cm × 주간 15 cm로 하여 난괴법 3반복으로 배치하였으며, 시비는 질소, 인산, 칼리를 수수는 15-5-15, 기장은 15-5-8 kg/10a를 각각 기비로 살포하였으며 조수해 방지를 위해 14 mm × 14 mm의 방조망을 설치하였다.

생육조사는 출수·성숙까지의 일수(50%), 간장, 경직경, 수장, 분얼경수를 조사하였으며, 수량조사는 열풍건조기에서 40°C로 72시간 건조시켜 1수립수, 천립중 및 10 a당 수량을 조사하였다. 기타 재배 관리 및 조사는 농촌진흥청의 기준에 준하여 실시하였으며, 수집된 데이터는 SAS 9.2를 사용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

재식밀도에 따른 분얼발생 양상

재식밀도에 따른 기장의 분얼발생 양상을 보면 Table 2에서와 같다. 이백찰의 분얼경수는 80×20 cm에서 7.7개로 가장 많았으며 60×20 cm (6.9개), 80×15 cm (6.3개), 60×15 cm (5.6개),

Table 1. Soil chemical properties used in this study

pH (1:5)	E.C. (dS m ⁻¹)	O.M. (g kg ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex. Cation (cmol _c kg ⁻¹)		
				K	Ca	Mg
7.1	0.4	8.9	270.1	0.4	5.9	1.1

Table 2. Effect of different planting densities in pro millet on number of tiller and percentage of productive tillers

Variety	Planting density (plants/10a)	No. of tiller			Percentage of reproductive tillers (%)	
		Pri. ^z tiller	Sec. ^y tiller	Total	Pri. tiller	Sec. tiller
Leebackchal	60×10 cm (16,000)	3.7	0.3	4.0	70.2	0.0
	60×15 cm (11,111)	4.1	1.5	5.6	81.5	6.6
	60×20 cm (8,333)	4.7	2.2	6.9	85.1	9.0
	80×10 cm (12,500)	3.8	0.5	4.3	84.0	0.0
	80×15 cm (8,333)	4.4	1.9	6.3	85.3	10.5
	80×20 cm (6,250)	5.0	2.7	7.7	90.0	33.7
	Mean	4.3	1.5	5.8	82.7	10.0
Hwangsilchal	60×10 cm (16,000)	3.5	0.1	3.6	70.4	0.0
	60×15 cm (11,111)	4.0	1.2	5.2	75.0	16.6
	60×20 cm (8,333)	4.4	3.0	7.4	77.1	26.6
	80×10 cm (12,500)	4.1	0.8	4.9	82.9	0.0
	80×15 cm (8,333)	4.9	2.3	7.2	85.7	17.3
	80×20 cm (6,250)	5.4	3.8	9.2	87.0	36.8
	Mean	4.4	1.9	6.3	79.7	16.2
Hwanggeumgijiang	60×10 cm (16,000)	3.1	0.0	3.1	72.2	0.0
	60×15 cm (11,111)	3.6	0.3	3.9	77.4	13.3
	60×20 cm (8,333)	3.9	1.5	5.4	84.6	14.3
	80×10 cm (12,500)	3.2	0.1	3.3	87.5	0.0
	80×15 cm (8,333)	3.8	1.2	5.0	89.4	16.6
	80×20 cm (6,250)	4.3	1.7	6.0	90.6	29.4
	Mean	3.6	0.8	4.5	83.6	12.3
LSD Variety (A)	-	-	0.4	-	-	
LSD Plant density (B)	-	-	0.6	-	-	
(A) × (B)	-	-	ns ^x	-	-	

^zPri. : primary; ^ySec. : secondary;

^xNS : Non-significant at 0.05 probability level.

80×10 cm (4.3개), 60×10 cm (4.0개) 순이었다. 1차 유효경비율은 80×20 cm에서 90.0%로 가장 높았으며 60×20 cm (85.3%), 60×15 cm (85.1%), 80×15 cm (84.0%), 80×10 cm (81.5%), 60×10 cm (70.2%) 순이었다. 2차 유효경비율은 80×20 cm에서 33.7%로 가장 높았으며 80×15 cm (10.5%), 60×20 cm (9.0%), 60×15 cm (6.6%), 60×10 cm와 80×10 cm (0%) 순이었다.

황실찰의 분얼경수는 80×20 cm에서 9.2개, 60×10 cm에서 3.6개로 밀식할수록 감소폭이 컸다. 1차·2차 유효경비율도 80×20 cm에서 각각 87.0%, 36.8%로 가장 높았으며 밀식할수록

감소하여 60×10 cm에서 각각 70.4%, 0%였다.

황금기장 역시 이백찰, 황실찰과 비슷한 경향을 보여 80×20 cm에서 분얼경수(6.0개), 1차 유효경비율(90.6%), 2차 유효경비율(29.4%) 모두 높았으며 60×10 cm에서 분얼경수(3.1개), 1차 유효경비율(72.2%), 2차 유효경비율(0%) 모두 낮았다(Table 2).

재식밀도에 따른 기장의 총 분얼경수와 1차·2차 유효경비율은 조건 60 cm보다 80 cm에서 높았으며 주간거리가 20 cm로 늘어날수록 증가하여 재식밀도가 낮아질수록 총 분얼경수와 유효경비율이 증가하는 것을 알 수 있었다. 이는 개체 간 광 경합으로

동화산물의 공급이 충분하지 못하여 일어난 결과로 생각되며 (Park, 1989), 벼의 밭 재배와 담수표면산파 시 입모 과다구보다 파소구에서 분얼이 많았으며 유효경비율이 낮았다는 연구결과와 일치하였다(Lee *et al.*, 2004; Jung *et al.*, 2006). 또한, Lee *et al.* (2004)은 벼 재배 시 줄뿌림의 경우 재식밀도가 높을수록 유효경비율이 높았으나 인력점파에서는 재식밀도가 높을수록 유효경비율이 낮았다고 보고하여, 재배 시 파종방법도 고려해야 할 것으로 생각된다.

파종기 이동에 따른 분얼발생 양상

파종기 이동에 따른 기장의 분얼 특성은 Table 3과 같다. 이 백찰의 분얼경수는 5월 2일(1차) 파종기에서 6.7개로 가장 많았으며 5월 23일(2차, 5.7개), 6월 13일(3차, 3.4개), 7월 4일(4차, 2.6개) 순으로 파종기가 늦어질수록 분얼경수는 감소하였다. 1차 유효경비율은 5월 23일(2차) 파종기에서 91.7%로 가장 높았으며 6월 13일(3차, 89.8%), 5월 2일(1차, 85.6%), 7월 4일(4차,

85.2%) 순이었다. 2차 유효경비율은 5월 2일(1차, 53.7%), 5월 23일(2차, 40.7%), 6월 13일(3차, 22.2%), 7월 4일(4차, 0%) 순으로 파종기가 늦어질수록 감소하였다.

황실찰의 분얼경수는 5월 2일(1차) 파종기에서 7.7개, 7월 4일(4차)에서 3.1개로 파종기가 늦어질수록 감소하였으며 1차 유효경비율도 파종기가 늦어질수록 감소하였다. 2차 유효경비율의 경우는 5월 2일(1차) 파종기에서 55.6%로 가장 높았으며 파종기가 늦을수록 감소하였다.

황금기장은 습해에 의한 피해가 가장 컸으며 파종기가 늦어질수록 분얼경의 발생이 감소하여 6월 13일(3차) 파종기 이후로는 2차 분얼이 발생하지 않았다. 1차 유효경비율은 6월 13일(3차), 7월 4일(4차) 파종기에서 100%로 가장 높았으며, 5월 2일(1차), 5월 23일(2차) 파종기에서 각각 97.2%, 96.3%로 다른 품종보다 유효경비율이 높았다. 2차 유효경비율은 파종기가 늦어질수록 감소하였다(Table 3).

품종에 따른 차이는 재식밀도 시험에서와 같이 황실찰이 분

Table 3. Effect of different sowing date in pro millet on number of tiller and percentage of productive tillers

Variety	Sowing date	No. of tiller			Percentage of reproductive tillers (%)	
		Pri. ^z tiller	Sec. ^y tiller	Total	Pri. tiller	Sec. tiller
Leebackchal	2 May	4.4	2.2	6.7	85.6	53.7
	23 May	3.8	1.9	5.7	91.7	40.7
	13 June	3.1	0.3	3.4	89.8	22.2
	4 July	2.6	0.0	2.6	85.2	0.0
	Mean	3.5	1.1	4.6	88.1	29.2
Hwangsilchal	2 May	4.7	3.0	7.7	97.8	55.6
	23 May	4.2	2.3	6.6	95.0	50.7
	13 June	3.6	0.8	4.3	91.7	49.1
	4 July	3.1	0.0	3.1	82.4	0.0
	Mean	3.9	1.5	5.4	91.7	38.9
Hwanggeumgijiang	2 May	4.0	1.2	5.2	97.2	44.4
	23 May	3.2	1.0	4.2	96.3	33.3
	13 June	2.3	0.0	2.3	100.0	0.0
	4 July	1.8	0.0	1.8	100.0	0.0
	Mean	2.8	0.6	3.4	98.4	19.4
LSD Variety (A)		-	-	0.3	-	-
LSD Sowing date (B)		-	-	0.4	-	-
(A) × (B)		-	-	NS ^x	-	-

^zPri. : primary; ^ySec. : secondary; ^xNS : Non-significant at 0.05 probability level.

얼경수와 2차 유효경비율은 가장 높으나 1차 유효경비율은 낮았다.

이백찰, 황실찰, 황금기장 모두 파종기가 늦어질수록 분얼경수와 유효경비율이 감소하는 경향을 보였는데, 만파할수록 영양생장기간이 단축된 때문으로 판단된다(Kim *et al.*, 2003). 위 결과는 보리의 파종기 조만에 따른 특성연구에서 조파구에서 만파구보다 유효경수와 유효경비율이 높았다는 연구결과와 유사하였다(Shin, 1995).

재식밀도에 따른 생육 및 수량 특성

재식밀도에 따른 기장의 생육 및 수량 특성을 보면 Table 4에 서와 같다. 이백찰의 출수소요일은 66~68일로 밀식할수록 지연되는 경향을 보였으며 성숙소요일도 비슷한 경향을 보였다. 간장은 60×10 cm에서 183.0 cm로 가장 컸으며 80×10 cm (181.2 cm), 60×15 cm (179.2 cm), 80×15 cm (178.2 cm), 60×20 cm (174.5 cm), 80×20 cm (173.5 cm) 순이었다. 경직경과 수장은 80×20 cm에서 11.85 mm, 46.4 cm로 가장 높았으며, 60×10 cm에서 각각 10.03 mm와 42.9 cm로 낮았다. 수당립수와 천립중도

Table 4. Growth and yield characteristics of sorghum according to planting density

Variety	Planting density (cm)	D.T.H. (day) ^z	D.T.R. (day) ^y	Culm length (cm)	Culm diameter (mm)	Ear length (cm)	Grain per ear	1000-g weight (g)	Yield (kg/10a)
Lee back chal	60×10	68	117	183.0	10.03	42.9	1062	4.8	198.7
	60×15	68	117	179.2	10.63	43.8	1299	4.9	228.1
	60×20	67	116	174.5	11.47	45.7	1382	4.9	180.3
	80×10	68	117	181.2	10.63	44.4	1125	4.8	185.9
	80×15	68	116	178.2	11.07	45.5	1486	4.9	210.9
	80×20	66	116	173.5	11.85	46.4	1591	4.9	178.9
	Mean	68	117	178.3	11.00	44.8	1324	4.9	197.1
Hwang sil chal	60×10	75	120	193.0	9.70	42.0	733	6.5	215.6
	60×15	75	120	186.5	10.37	43.7	965	6.5	247.2
	60×20	74	118	182.0	10.80	46.0	1003	6.5	196.6
	80×10	75	120	186.5	10.57	43.4	830	6.5	204.8
	80×15	74	118	182.1	10.83	45.6	1124	6.5	226.4
	80×20	74	118	178.6	11.33	47.4	1199	6.5	187.4
	Mean	75	119	184.8	10.60	44.7	975	6.5	213.0
Hwang geum gijiang	60×10	56	107	155.2	9.17	39.8	833	5.6	186.5
	60×15	56	107	149.0	9.80	41.7	1163	5.7	215.5
	60×20	54	106	144.1	10.30	44.0	1261	5.7	175.8
	80×10	55	107	144.5	9.47	41.6	934	5.6	174.5
	80×15	54	107	138.7	10.25	43.2	1285	5.7	194.8
	80×20	53	106	135.9	10.60	46.1	1367	5.7	165.1
	Mean	55	107	144.6	9.93	42.7	1140	5.7	185.4
LSD Variety(A)	-	-	3.2	0.4	0.5	16	0.1	2.2	
LSD Plant density(B)	-	-	4.6	0.6	0.7	23	0.1	3.1	
(A) × (B)	-	-	NS ^x	NS	NS	*** ^w	NS	** ^w	

^zD.T.H. : Days to heading ; ^yD.T.R. : Days to ripening.

^xNS : Non-significant at 0.05 probability level.

^w*,**,*** : Significant at p = 0.05, 0.01 or 0.001, respectively.

80×20 cm에서 1591립, 4.9 g으로 가장 높았으며, 수량은 60×15 cm에서 22.8.1 kg/10a로 가장 높았다. Jung *et al.* (2015)은 60×20 cm구에서 수량이 가장 많았다고 하였는데, 이와 유사한 결과를 보였다.

황실찰의 출수소요일은 74~75일, 성숙소요일은 118~120일로 간장은 80×20 cm에서 가장 낮았으며 밀식할수록 증가하였으나, 경직경, 수장 및 수당립수는 60×10 cm에서 각각 9.7 mm, 42.0 cm, 733립으로 가장 낮았으며 소식할수록 증가하였다. 천립중은 재식밀도에 따른 유의성이 없었으며 수량은 60×20 cm에서 247.2 kg/10a로 가장 높았다(Table 4).

황금기장도 다른 품종들과 비슷한 경향을 보여 과밀식구인 60×10 cm에서 출수소요일, 성숙소요일, 간장이 가장 길었으며 경직경, 수장, 수당립수 및 천립중이 가장 낮았다. 황금기장의 수량도 60×20 cm에서 215.5 kg/10a로 가장 높았다.

기장 3품종 모두 재식밀도가 높아질수록 출수소요일과 성숙소요일이 길어지나 유의한 차이는 없었는데, Cho *et al.* (2001)은 제주조 재배 시 재식밀도가 낮아질수록 출수소요일이 감소하는 경향이 있으나 유의한 차이가 없다고 보고하였다. 간장은 조건 60 cm에서 80 cm보다 높았으며, 주간이 15 cm로 좁아질수록 높았으나 경직경과 수장은 조건 60 cm보다 80 cm에서 높았으며 주간거리가 넓어질수록 증가하였다. 밀식할수록 간장이 증가, 경직경과 수장이 감소하는데, 황금기장, 황금조에서도 비슷한 결과가 보고되었다(Jeon *et al.*, 2014; Jung *et al.*, 2015). 특히 밀식할수록 간장이 증가하는 것은 수광에 대한 경쟁으로 수평생장보다 수직생장한 것으로 재식밀도에 따른 수광의 경합이 특성들에 영향을 미친 것이다(Cho *et al.*, 2004).

수당립수와 천립중 모두 조건 80 cm, 주간 20 cm로 넓어질수록 증가하며 수량은 60×15 cm에서 가장 높았는데, Yoon *et al.* (2015)은 조건거리보다 주간거리가 미치는 영향이 더 크다고 보고하였으며, 본 시험에서 재식밀도 처리에 따른 수량의 차이는 주간 10 cm에서는 개체 간 경쟁으로 수량이 감소하며, 주간 20 cm는 개체수가 감소하여 수량이 감소하는 것으로 사료된다(Cho *et al.*, 2004).

파종기 이동에 따른 생육 및 수량 특성

파종기에 따른 기장의 생육 및 수량특성을 보면 Table 5에서와 같다. 이백찰의 출수소요일은 5월 2일(1차) 파종기에서 78일로 가장 길었으며, 5월 23일(2일, 68일), 6월 13일(3차, 59일), 7월 4일(4차, 51일)로 파종기가 늦어질수록 짧았다. 성숙소요일도 5월 2일(1차) 파종기에서 127일로 가장 길었으며, 7월 4일(4

차) 파종기에서 91일로 짧았다(Table 5). 간장은 5월 2일(1차) 파종기에서 198.5 cm로 가장 컸으며 파종기가 늦어질수록 감소하여 7월 4일(4차) 파종기에서 163.0 cm로 작았으며, 경직경과 수장도 5월 2일(1차) 파종기에서 각각 13.5 mm, 47.9 cm로 가장 길었으며 7월 4일(4차) 파종기에서 각각 5.6 mm, 33.9 cm로 가장 짧았다. 수당립수는 5월 2일(1차) 파종기에서 1,672립으로 가장 많았으며 7월 4일(4차) 파종기에서 1,068립으로 적었으나 천립중은 7월 4일(4차) 파종기에서 5.0 g으로 가장 높았으며 5월 2일(1차) 4.7 g으로 가장 낮았다. 수량은 5월 2일(1차) 파종기에서 186.0 kg/10a로 파종기가 늦어질수록 감소하여 7월 4일(4차) 파종기에서 89.5 kg/10a로 감소폭이 컸다.

황실찰의 경우 출수소요일과 성숙소요일은 5월 2일(1차) 파종기에서 각각 84일, 130일로 길었으며 파종기가 늦어질수록 감소하였다. 간장, 경직경 및 수장도 5월 2일(1차) 파종기에서 각각 206.7 cm, 12.1 mm, 45.6 cm로 가장 길었으나 파종기가 늦어질수록 감소하여 7월 4일(4차) 파종기에서 각각 150.6 cm, 8.4 mm, 33.8 cm였다. 수당립수는 5월 2일(1차) 파종기에서 1,193립으로 파종기가 늦어질수록 감소하였으나 천립중은 6월 13일(3차) 파종기에서 가장 높았으며 전후 파종기에서 감소하였다. 황실찰의 수량은 5월 2일(1차) 파종기에서 209.4 kg/10a로 가장 높았으며 7월 4일(4차) 파종기에서 117.6 kg/10a로 파종기가 늦어질수록 감소하였다(Table 5).

황금기장에서 출수소요일과 성숙소요일은 5월 2일(1차) 파종기에서 가장 높았으며 7월 4일(4차) 파종기에서 각각 26일, 31일 감소하였다. 간장, 경직경과 수장은 5월 2일(1차) 파종기에서 각각 188.8 cm로, 12.1 mm, 40.1 cm로 높았으나 7월 4일(4차) 파종기에서 각각 89.2 cm, 6.6 mm, 8.9 cm가 감소하였다. 수당립수와 천립중은 5월 2일(1차) 파종기에서 각각 1,218립과 5.7 g이며 7월 4일(4차) 파종기에서는 수당립수는 348립이 감소하였으며 천립중은 0.3 g 증가하였다. 한편, 수량은 7월 4일(4차) 파종기에서 가장 낮았으며 수량이 가장 높은 5월 2일(1차) 파종기 대비 42.9 % 감소하였다(Table 5).

파종기가 늦어질수록 출수소요일, 성숙소요일, 간장, 경직경, 수장이 감소하는 것은 만파할수록 기온과 일장의 감소로 영양생장기간이 단축되는 것으로 판단되며(Kim *et al.*, 2003), 제주조를 조파 시 출수소요일이 100일이었으나 만파 시 66일로 단축되었다는 연구결과와 일치하였다(Cho and Ko, 2003). 특히 간장, 경직경 및 수장 등의 생육 특성들이 파종기가 늦어질수록 급격히 감소하는 것은 7월 중순 전후로 강우량이 많아 습해에 약한 기장의 생육부진이며(Lee, 1983), 파종기가 늦어질수록

Table 5. Growth and yield characteristics of proso millet according to sowing date

Variety	Sowing date	D.T.H. (day) ^z	D.T.R. (day) ^y	Culm length (cm)	Culm diameter (mm)	Ear length (cm)	Grain per ear	1000-g weight (g)	Yield (kg/10a)
Lee backchal	2 May	78	127	198.5	13.5	47.9	1672	4.7	186.0
	23 May	68	114	184.2	12.2	45.1	1491	4.9	161.2
	13 June	59	101	177.9	8.8	39.7	1386	4.8	124.8
	4 July	51	91	163.0	5.6	33.9	1068	5.0	89.5
	Mean	64	108	180.9	10.0	41.7	1404	4.9	140.4
Hwang silchal	2 May	84	130	206.7	12.1	45.6	1193	6.4	209.4
	23 May	74	117	189.8	11.3	43.0	1116	6.5	181.5
	13 June	66	105	167.9	9.3	40.3	961	6.7	150.9
	4 July	58	97	150.6	8.4	33.8	900	6.5	117.6
	Mean	71	112	178.8	10.3	40.7	1042	6.5	164.9
Hwang geumgijiang	2 May	65	120	188.8	12.1	40.1	1218	5.7	170.8
	23 May	54	110	168.5	11.7	37.2	1139	5.8	139.1
	13 June	49	95	127.7	7.1	35.4	1063	5.9	103.6
	4 July	39	89	99.6	5.5	31.2	870	6.0	73.0
	Mean	52	103	146.2	9.1	36.0	1072	5.9	121.6
LSD Variety(A)	-	-	2.7	0.3	0.6	33	0.2	3.1	
LSD Sowing date(B)	-	-	3.1	0.3	0.7	38	0.2	3.6	
(A) × (B)	-	-	*** ^x	***	***	***	***	***	NS ^w

^zD.T.H. : Days to heading ; ^yD.T.R. : Days to ripening.

^x*, ^y** , ^z*** : Significant at p = 0.05, 0.01 or 0.001, respectively.

^wNS : Non-significant at 0.05 probability level.

수당립수와 수량이 감소한 것 역시 영양생장기간의 단축과 습해로 인하여 수량구성요소가 충분히 만족되지 못한 결과로 생각된다. Ryu *et al.* (1992)은 파종기 차이가 보리의 등숙에 미치는 영향을 연구한 결과, 파종기에 따라 수량구성요소들이 비교적 민감한 반응을 보였으며 만기파종에서 수량감소가 컸다고 보고하였다. 벼의 건답직파재배의 경우는 파종기가 늦어질수록 수당 영화수 및 천립중에 일정한 경향이 없으나 청미비율이 증가하였으며 수량이 감소하는 경향이 나타났다고 연구되었다 (Kim *et al.*, 1992). 따라서 기장의 분얼억제는 60×10 cm로 밀식하는 것과 7월 4일 파종하는 것이 비상품성 분얼억제가 컸으며, 수량은 60×15 cm의 재식밀도와 5월 초순 파종기가 수량이 가장 많이 상반된 결과를 나타내었다. 그러나 본 시험결과 결론적으로 기계수확 재배 시에는 밀식 및 만파가 유리할 것으로 판단되며, 관행 수확 시에는 밀식 조파가 유리할 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 재식밀도 및 파종기 이동이 기장의 분얼발생 및 생육수량에 미치는 영향을 조사하여, 기계화 수확을 위한 분얼억제 및 생육 특성에 대한 기초자료를 제공하기 위해 수행하였다. 재식밀도에 따른 기장의 총 분얼경수와 1차·2차 유효경비율은 조건 60 cm보다 80 cm에서 높았으며 주간거리가 20 cm로 늘어날수록 증가하여 재식밀도가 낮아질수록 총 분얼경수와 유효경비율이 증가하였다. 파종기 이동에 따른 기장의 1차 유효경비율은 5월 23일(2차) 파종기에서 91.7%로 가장 높았으며 6월 13일(3차, 89.8%), 5월 2일(1차, 85.6%), 7월 4일(4차, 85.2%) 순이었다. 2차 유효경비율은 5월 2일(1차, 53.7%), 5월 23일(2차, 40.7%), 6월 13일(3차, 22.2%), 7월 4일(4차, 0%) 순으로 파종기가 늦어질수록 감소하였다. 재식밀도에 따른 기장의 출수소요일과 성숙소요일은 유의한 차이가 없었으며, 밀식할수록 간

장이 증가하였으며 분얼경수, 경직경, 수장, 수당립수, 천립중 모두 감소하였다. 파종기 이동에 따른 기장의 생육 및 수량 특성은 파종기가 늦어질수록 출수소요일, 성숙소요일, 간장, 경직경, 수장, 수당립수 및 수량 모두 감소하는 결과를 보였으며 6월 13일(3차) 파종기부터 습해로 인한 생육부진으로 특성들의 감소폭이 컸다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 어젠다 사업(과제번호: PJ0108442016)의 지원에 의해 수행되었다.

References

- Asja, A., Y.M. Choi, Y.H. Do, S.Y. Lee, S.J. Oh, H.J. Park, Y.H. Cho and M.C. Lee. 2016. EST-SSR based genetic diversity and population structure among Korean landraces of foxtail millet (*Setaria italica* L.). Korean J. Plant Res. 29(3):322-330.
- 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. and D.H. Ko. 2003. Effect of seeding dates on ecological response, yield potential and feed value in Jeju Italian millet. J. Korean Grassl. Sci. 23(4):265-270.
- 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.
- 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(2):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(2):212-216.
- Kim, S.K., S.P. Lee, W.H. Lee, K.S. Lee and B.S. Choi. 1992. Growth and yield of direct seeded rice in different seeding dates. Korean J. Crop Sci. 37(5):442-448.
- Kim, Y.C., S.S. Lim, S.M. Kim, C.Y. Lee, I.S. Choi and H.C. Park. 2003. Variations of major characters on seeding dates and nitrogen fertilizer under different soil moisture condition in adlay. Journal of Life Science 13(6):757-763.
- Kim, J.H., P.S. Park and J.K. Kim. 2005. Manufacture of nutritionally balanced “Sunsik” for the moderns: its quality characteristics. Korean J. Food Preserv. 12:123-129.
- Kim, Y.S. and G.C. Lee. 2006. A survey on the consumption and satisfaction degree of the cooked rice mixed with multi-grain in Seoul. Kyeonggi and Kangwon area. Korean J. Food Culture. 21:661-669.
- Lee, H.S. 1983. Crop Science. Korea National Open University, Korea. pp. 147-158.
- Lee, I., H.Y. Sin, S.O. Kim, H.K. Park and O.D. Kwon. 2004. Growth and yield of paddy rice as affected seeding method and planting density under the upland condition. Korean. J. Intl. Agri. 16(3):214-221.
- Park, K.Y. 1989. Effects of planting date and tiller removal on growth and yield of sweet corn hybrids. Korean J. Crop Sci. 34(2):192-197.
- Ryu, Y.H., C.D. Lee and Y.W. Ha. 1992. Effects of sowing date on grain filling and related traits in winter barley. Korean J. Crop Sci. 37(1):93-103.
- Shin, M.G. 1995. Effective tillering pattern and grain yield on different seeding dates in barley. Korean J. Crop Sci. 40(4):460-472.
- Statistics Korea. 2014. Korean Statistical Information Service.
- Yoon, D.K., S.K. Oh, B.J. Lee, K.Y. Jung, H.W. Kang, S.H. Jeon and Y.S. Cho. 2015. Effects of ridge width on growth and yield of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) in paddy-upland rotation field. Korean. J. Crop Sci. 60(2):217-223.

(Received 25 April 2016 ; Revised 26 May 2016 ; Accepted 30 May 2016)