

재식거리 및 파종기 이동에 따른 수수자원의 분얼발생 및 생장 특성

한태규, 윤성탁*

단국대학교 식량생명공학과

Effect of Planting Distance and Seeding Date on the Tiller Occurrence, Growth Characteristics of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Resources

Tae-Kyu Han and Seong-Tak Yoon*

Department of Crop Science and Biotechnology, Dankook Univ., Cheonan 31116, Korea

Abstract - This experiment was conducted to investigate the aspect of tiller occurrence, growth and yield of sorghum according to planting distance and sowing date. The object of this experiment is to get basic data to inhibit non-productive tillers uneconomical and cumbersome for mechanical harvesting. Also another object was to evaluate optimum planting distance and sowing date in central district area. Total number of tillers was more in 80 cm ridge than 60 cm ridge and it was increased as the planting distance was wider from 15 cm to 30 cm on the each ridge. Ratio of effective tillers was higher in 60 cm ridge than 80 cm ridge and it was decreased as planting distance was wider from 15 cm to 30 cm. The lower the planting distance, the more increased total number of tillers, whereas effective tillers was decreased as planting distance was high. Average of total number of tillers of three varieties was higher in sowing date of May 2 (1st sowing date), whereas ratio of effective tillers was the highest in sowing date of May 23 (2nd sowing date). Hwanggeumchal showed the highest total number of tillers (1.2 tillers), while Moksakusu had the lowest total number of tillers (0.8 tillers) among three varieties. There were no significant difference between planting distance and days to heading and ripening date from seeding. Culm length increased as planting distance was high, but ear length, grains per ear and 1000 grain weight were decreased on the other hand. The highest yield of sorghum per 10a was obtained from 60×20 cm planting distance among 6 planting distances.

Key words - Growth and Yield, Planting distance, Sorghum, Sowing date, Tiller

서 언

수수(*sorghum bicolor* L.)의 원산지는 아프리카로 내건성이 강하며, 주로 연 강우량 400 mm 이하의 아열대 지역과 반건조 지대를 중심으로 재배되어 왔다(Bennett *et al.*, 1990; Khosla *et al.*, 1995). 요수량은 옥수수의 50%에 불과하며, 흡비력이 높고 비료 요구량이 적은 소비 작물이다(Wiedenfeld *et al.*, 2010). 따라서 수수는 재배역사가 오래되었으며, 주식작물의 재배에 적합하지 않은 불량한 환경에서의 내성이 강하여 예로부터 대작물 또는 구황작물로 이용되어 왔다.

수수가 가지고 있는 영양적·기능적 가치, 특히 항산화물질인 안토시아닌 함량이 풍부하여 경제성장에 따른 국민 삶의 질

향상으로 수수에 대한 소비자들의 관심이 높아지고 수요 또한 증가되고 있다(Kim *et al.*, 2005). 최근 수수재배는 생산비와 노동력 절감을 위하여 기계화 기술의 개발을 위한 연구가 진행되고 있다. 그러나 아직 보급단계이며, 콤바인을 이용한 기계수확을 하고 있으나 포장손실이 높고 정밀도가 떨어져 개선의 필요성이 많다. 또한 수수 기계화에 있어서 새롭게 대두되는 수확 과정에서 문제로 수수의 분얼절에서 출수한 비상품성 이삭이 수확물의 품질을 저하시키고 있으며(Meeting of honor senior researcher, National Institute of Crop Science, 2015), 벼나 맥류와는 다르게 주경과 분얼경 이삭의 성숙기 및 간장의 차이로 기계수확 시 수확기계에 걸림 등의 저해요인이 발생한다는 점 등이 있어 분얼발생 억제를 위한 재배기술 개발이 필요하다.

본 시험은 재식밀도와 파종기에 따른 수수, 기장의 분얼 발생 양상을 조사, 분석하여 기계수확을 위한 분얼억제의 기초자료

*교신저자: styoon@dankook.ac.kr
Tel. +82-41-550-3623

제공과 중부지방에서의 적정 재식밀도 및 파종기를 구명하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

시험포장의 토양특성

본 연구가 수행된 시험포장(N 37°00'41.9", E 127°11'29.8")은 산성암을 모재로 한 적황색토의 사양질 밭토양이다. pH는 7.1의 중성토양이었으며 전기전도도는 0.4 dS · m⁻¹이었다. 유기물 함량은 8.9 g kg⁻¹, 유효인산은 270.1 mg kg⁻¹이었다. 토양의 양이온은 K, Ca, Mg의 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 남부작물부와 농업기술실용화재단에서 분양받은 남풍찰, 황금찰, 목탁수수의 종자를 사용하여 14일간 육묘한 다음 초장이 약 15cm 자란 묘를 처리당 20주씩 3조간으로 포장에 정식하였고, 중간조간의 식물체를 표본 조사하였다.

재식밀도에 따른 분얼발생 시험의 육묘는 72구 B형포트(다인케미칼)에 2015년 5월 24일 1립씩 파종한 후 휴묘복토기로 두둑을 만들어 흑색유공비닐(110 cm)을 피복후 6월 7일 포장에 정식하였다. 재식거리는 조간거리 2수준(60, 80 cm), 주간거리 3수준(15, 20, 30 cm)으로 상호 조합하여 난괴법 3반복으로 시험구를 배치하였다.

파종기에 따른 분얼발생 시험도 동일하게 육묘는 72구 B형포트(다인케미칼)에 2015년 5월 2일, 5월 23일, 6월 13일, 7월 4일 3주 간격으로 총 4회 1립씩 파종한 후, 14일간 육묘하여 5월 16일, 6월 6일, 6월 27일, 7월 18일에 포장에 정식하였다. 재식밀도는 조간 60 cm × 주간 20 cm로 하여 난괴법 3반복으로 배치하였다.

시비는 질소, 인산, 칼리 15-5-15 kg/10a을 각각 기비로 살포하였으며 조수해 방지를 위해 14 mm × 14 mm의 방조망을 설치하였다. 생육조사는 출수·성숙까지의 일수 (50% 출수, 성숙한 날), 간장, 경직경, 수장, 분얼경수를 조사하였으며, 수량조사

는 열풍건조기에서 40°C로 72시간 건조시켜 1수립수, 천립중 및 수량을 조사하였다. 수량은 처리간 10주씩을 3반복을 표본 채취하여 10a 당 수량으로 환산하였다. 기타 재배 관리 및 조사는 농촌진흥청 농사시험연구조사기준(Rural Development Administration, 2000)에 의해 실시하였으며, 수집된 데이터는 SAS 9.2를 사용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

재식밀도에 따른 분얼발생 양상

재식밀도에 따른 분얼 특성 조사 결과는 Table 2에서와 같다. 남풍찰의 분얼경수는 80×30 cm에서 2.7개로 가장 많았으며, 60×30 cm (2.3개), 80×20 cm (2.0개), 60×20 cm (1.5개), 80×15 cm (1.2개), 60×15 cm (0.5개) 순으로 감소하였다. 유효경 비율은 60×15 cm에서 93.1%로 가장 높았으며, 80×30 cm에서 73.5%로 가장 낮았다. 황금찰의 경우 80×30 cm에서 2.9개로 분얼경수가 가장 많았으며, 60×15 cm에서 가장 적었으나 유효경비율은 80×30 cm에서 77.5%로 가장 낮았으며, 60×15 cm에서 86.9%로 가장 높았다. 목탁수수도 분얼경수가 80×30 cm (2.5개)에서 많았고 60×15 cm (0.7개)에서 적었으며, 유효경비율은 60×15 cm (100%), 60×20 cm (88.7%), 60×30 cm (85.7%), 80×15 cm (80%), 80×15 cm (79.2%), 80×15 cm (77.3%) 순으로 감소하였다.

상기의 결과를 보면 재식밀도에 따른 분얼경수는 조간 60 cm보다 80 cm에서 많았으며, 주간거리가 30 cm로 늘어날수록 증가하였다. 반면 유효경비율은 조간 60 cm에서 80 cm보다 높았으며 주간거리가 30 cm로 늘어날수록 감소함을 보여, 수수는 재식밀도가 낮아질수록 분얼경수가 증가하였으며 유효경비율은 감소하였다. 작물은 다르지만 Park *et al.* (1985)은 옥수수 밀식재배시 주당 열자수가 감소한다고 보고하였으며, 초당옥수수에서도 소식할수록 분얼수가 증가한다는 연구결과와 일치하였다 (Lee *et al.*, 2004). Yoshida (1973)는 광합성에 의한 동화산물이 분얼발생에 미치는 영향이 매우 크다고 하였으며, 재식밀도가 낮을수록 광합성량이 증가하여 분얼발생 증가에 영향을 미치는 것으로 보인다.

Table 1. Soil chemical properties in the field before the experiment

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. Characteristics of tiller occurrence in sorghum according to planting distance

Variety	Planting distance (plants/10a)	No. of tiller	Percentage of productive tillers (%)
Nampungchal	60 × 15 cm (11,111)	0.5	92.3
	60 × 20 cm (8,333)	1.5	78.3
	60 × 30 cm (5,555)	2.3	77.4
	80 × 15 cm (12,500)	1.2	79.5
	80 × 20 cm (6,250)	2.0	75.0
	80 × 30 cm (4,160)	2.7	73.5
	Mean	1.7	79.3
Hwanggeumchal	60 × 15 cm (11,111)	0.7	86.9
	60 × 20 cm (8,333)	1.8	85.5
	60 × 30 cm (5,555)	2.8	82.6
	80 × 15 cm (12,500)	1.4	81.4
	80 × 20 cm (6,250)	2.5	79.7
	80 × 30 cm (4,160)	2.9	77.5
	Mean	2.0	82.3
Moktaksusu	60 × 15 cm (11,111)	0.2	100.0
	60 × 20 cm (8,333)	1.1	88.8
	60 × 30 cm (5,555)	1.8	85.7
	80 × 15 cm (12,500)	0.8	80.0
	80 × 20 cm (6,250)	1.7	79.2
	80 × 30 cm (4,160)	2.5	77.3
	Mean	1.2	85.2
LSD Variety (A)		0.1	-
Plant distance (B)		0.2	-
(A) × (B)		NS ^z	-

^zNS: Non-significant at 0.05 probability level.

파종기 이동에 따른 분얼발생 양상

파종기 이동에 따른 3품종의 분얼양상은 Table 3에서와 같다. 남풍찰의 분얼경수는 5월 2일(1차) 파종기에서 2.5개, 5월 23일(2차) 파종기는 1.5개, 6월 13일(3차)과 7월 4일(4차) 파종기에서는 분얼발생이 없어 파종기가 늦어질수록 분얼수는 감소하였으며, 2차 분얼은 발생하지 않았다. 유효경비율은 5월 23일(2차) 파종기에서 94.7%로 가장 높았으며, 6월 13일(3차)과 7월 4일(4차) 파종기에서는 분얼발생이 없어 유효경비율은 0%이었다.

황금찰의 경우 5월 2일(1차) 파종기에서 2.8개, 5월 23일(2차) 파종기는 1.9개로 이후 파종기에서는 분얼발생이 없었으며, 유효경비율은 5월 23일(2차) 파종기에서 69.3%로 가장 높았으

며 6월 13일(3차)과 7월 4일(4차) 파종기에서 0%로 낮았다.

목탁수수에서도 5월 2일(1차) 파종기에서 2.2개, 5월 23일(2차) 파종기는 0.9개, 6월 13일(3차)과 7월 4일(4차) 파종기에서는 분얼발생이 없었으며, 유효경비율은 5월 23일(2차, 94.4%), 5월 2일(1차, 93.9%), 6월 13일(3차, 0%)과 7월 4일(4차, 0%) 순으로 높았다.

품종별 차이를 보면 황금찰이 분얼경수 1.2개로 가장 많았으나 유효경비율은 34.0%로 가장 낮았다. 다른 품종에 비해 유효경비율이 낮은 이유는 조생종으로 생장기간이 짧아 분얼경이 독립생장으로 전환하지 못하여 고사하는 경우가 많은 것으로 사료되었다.

Table 3. Characteristics of tiller occurrence in sorghum according to sowing date

Variety	Sowing date	No. of tiller	Percentage of productive tillers (%)
Nampungchal	2 May	2.5	94.7
	23 May	1.5	95.2
	13 Jun.	0.0	0.0
	4 Jul.	0.0	0.0
	Mean	1.0	47.5
Hwanggeumchal	2 May	2.8	66.7
	23 May	1.9	69.3
	13 Jun.	0.0	0.0
	4 Jul.	0.0	0.0
	Mean	1.2	34.0
Moktaksusu	2 May	2.2	93.9
	23 May	0.9	94.4
	13 Jun.	0.0	0.0
	4 Jul.	0.0	0.0
	Mean	0.8	47.1
LSD Variety (A)		0.1	-
Sowing date (B)		0.1	-
(A) × (B)		***z	-

z***: Significant at p = 0.001 respectively.

사용된 3품종 모두 파종기가 늦어질수록 분얼경수가 감소하였으며, 유효경비율은 2차 파종기에서 가장 높았는데, 이는 만파할수록 영양생장기간의 단축이 영향을 미치는 것으로 사료된다. Jang and Kim (1986)도 재래수수에서 파종기가 지연될수록 분얼수가 감소하였고, 4월 25일 파종기 이후로는 유효경비율이 감소하였다고 보고하였는데, 울무에서도 유사한 결과가 보고되었다(Kim *et al.*, 2003). 따라서 6월 중순경에 파종하는 것이 분얼경의 발생을 억제하여 기계수확의 편리성을 높이는 동시에 주경의 양분이용 효율을 높일 수 있는 파종기로 판단된다.

재식밀도에 따른 생육 및 수량 특성

품종별 재식밀도에 따른 생육 및 수량특성은 Table 4와 같다. 남풍찰의 출수소요일은 80×30 cm (67일)에서 가장 빨랐고 60×15 cm (70일)에서 3일 지연되었으며, 성숙소요일은 80×30 cm과 80×20 cm에서 113일이었으며, 그 외 처리구에서는 114일이었다. 간장은 80×30 cm에서 123.3 cm로 가장 작았으며, 경직

경, 수장, 수당립수 및 천립중은 각각 24.7 mm, 24.8 cm, 1613립, 26.5 g로 가장 높거나 무거웠으나 60×15 cm에서는 간장이 138.8 cm로 가장 컸으며, 경직경, 수장, 수당립수 및 천립중은 각각 21.8 mm, 21.9 cm, 1165립, 24.9립으로 가장 작고 낮았다. 수량은 60×20 cm에서 267.5 kg/10a로 가장 많았으며, 80×30 cm에서 235.4 kg/10a로 적었다.

황금찰의 출수소요일과 성숙소요일은 80×30 cm에서 각각 58일, 107일로 가장 짧았으며, 60×15 cm에서 61일, 111일로 길었다. 80×30 cm에서 간장은 115.0 cm로 가장 작았으나 경직경(23.9 mm), 수장(23.8 cm), 수당립수(1,491립), 천립중(23.5 g)은 모두 높거나 컸다. 반면에 60×15 cm에서는 간장은 129.1 cm로 가장 컸으며, 경직경(21.8 mm), 수장(21.9 cm) 수당립수(1,165립), 천립중(24.9 g)은 모두 적거나 낮았다. 수량은 조건 60 cm와 80 cm 간에 유의한 차이가 없었으며, 60×20 cm에서 244.4 kg/10a에서 가장 많았다.

목탁수수에서도 출수소요일과 성숙소요일은 80×30 cm에서 각각 71일, 107일로 짧았으며, 60×15 cm에서 각각 72일, 108일로 길었다. 간장은 60×15 cm에서 138.8 cm로 가장 컸으나 경직경, 수장, 수당립수 및 천립중은 모두 80×30 cm에서 크거나 높았다. 한편 수량은 다른 품종과 마찬가지로 조건거리에 따른 유의성은 없었으며, 60×20 cm (조건×주간)에서 254.0 kg/10a로 가장 많았다.

3품종 모두 재식밀도가 높아질수록 출수소요일과 성숙소요일이 길어지는 경향이었으나 유의한 차이는 없었다. 작물은 다르지만 Lee *et al.* (2007)은 초당옥수수 재배 시 재식밀도가 높아질수록 출수소요일이 감소하는 경향이 있으나 유의한 차이가 없다고 보고하였으며, Park *et al.* (1987)과 Lee *et al.* (1990)도 비슷한 경향을 보고하였다. 간장은 조건 60 cm에서 80 cm보다 컸으며, 주간 15 cm로 짧아질수록 높았다. 경직경과 수장은 조건 60 cm보다 80 cm에서 높았으며 주간거리가 넓어질수록 증가하였다. 밀식할수록 간장이 증가하고, 경직경과 수장이 감소하였는데, Cho *et al.* (2004), Lee *et al.* (2011), Jeon *et al.* (2014), Yoon *et al.* (2016) 등의 재래수수, 옥수수 등의 재식밀도에 따른 생육반응 결과와 유사한 경향으로 나타났다. 특히 밀식할수록 간장이 증가하는 것은 개체 간 수광의 상호경합으로 인한 것이며(Park, 1989), 재식밀도에 따른 간장과 경직경의 변화는 기계화 수확이나 재해로 인한 도복방지를 위해 고려해야할 사항으로 판단된다.

수당립수와 천립중 모두 조건거리 80 cm에서 높았으며, 주간거리가 30 cm로 넓어질수록 증가하였으며 수량이 60×20 cm에

Table 4. Growth and Yield characteristics of sorghum according to planting distance

Variety	Planting distance (cm)	D.T.H. ^z (day)	D.T.G.F. ^y (day)	Culm length (cm)	Culm diameter (mm)	Ear length (cm)	Grains per ear	1000-g weight (g)	Yield (kg/10a)
Nampungchal	60×15	70	114	138.8	21.8	21.9	1165	24.9	243
	60×20	69	114	133.8	23.4	23.4	1280	25.4	267
	60×30	69	114	131.6	24.1	24.2	1454	26.0	236
	80×15	69	114	128.8	22.6	23.6	1263	25.5	239
	80×20	69	113	125.9	23.5	24.3	1429	26.4	261
	80×30	67	113	123.3	24.7	24.8	1613	26.5	235
	Mean	69	114	130.4	23.4	23.7	1367	25.8	247
Hwanggeumchal	60×15	61	108	129.1	19.7	20.9	1093	22.3	218
	60×20	60	108	121.3	22.3	21.7	1182	22.6	244
	60×30	59	107	115.0	23.4	23.4	1279	23.2	203
	80×15	59	108	126.8	22.2	22.2	1281	22.6	217
	80×20	59	107	120.1	22.8	22.9	1345	23.2	242
	80×30	58	107	115.0	23.9	23.8	1491	23.5	196
	Mean	59	108	121.2	22.4	22.5	1278	22.9	220
Moktak susu	60×15	72	111	144.8	23.1	23.1	1142	25.8	220
	60×20	71	111	140.4	23.6	23.5	1256	25.3	254
	60×30	71	110	135.9	24.4	24.7	1391	25.2	204
	80×15	72	111	143.4	23.1	23.4	1189	25.9	217
	80×20	71	110	138.6	23.7	23.7	1364	25.6	245
	80×30	71	110	135.0	25.5	25.8	1459	25.2	203
	Mean	71	111	139.7	23.9	24.0	1300	25.5	224
LSD Variety (A)	-	-	1.1	0.7	0.5	41	0.6	7.4	
Planting distance (B)	-	-	1.6	0.9	0.7	58	0.8	10.5	
(A) × (B)	-	-	**** ^x	NS ^w	NS	*	NS	NS	

^zD.T.H.: Days to heading, ^yD.T.G.F.: Days to grain filling.

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

^wNS: Non-significant at 0.05 probability level.

서 가장 높았는데, 이는 Jeon *et al.* (2014)의 황금찰수수에서 재식밀도 시험결과와 유사하였다. 한편, Kim *et al.* (2015)은 소담찰의 재식밀도 시험에서 60×15 cm (1본)과 60×30 cm (2본)에서 60×20 cm 대비 증수되었다고 하였는데, 단간종인 소담찰수수를 시험재료로 이용하였기 때문에 밀식적응성이 높다고 보고하였다. 본 시험에서 재식밀도 처리에 따른 수량의 차이는 주간 15 cm에서는 개체 간 경쟁으로 수량이 감소하며, 주간 30 cm는 개체수가 감소하여 수량이 감소하는 것으로 사료된다(Cho *et al.*, 2004).

파종기 이동에 따른 생육 및 수량 특성

파종기에 따른 생육 및 수량 특성을 보면 남풍찰의 출수소요일은 5월 2일(1차) 파종기에서 80일로 가장 길었으며, 5월 23일(2일, 69일), 6월 13일(3차, 57일), 7월 4일(4차, 50일)로 파종기가 늦어질수록 짧았다. 성숙소요일도 5월 2일(1차) 파종기에서 131일로 가장 길었으며, 7월 4일(4차) 파종기에서는 무상기간 내 성숙에 이르지 못했다. 간장은 6월 13일(3차) 파종기에서 171.7 cm로 가장 컸으며 전후 파종기에서는 감소하였다(Table 5). 경직경은 5월 2일(1차) 파종기에서 29.2 mm로 가장 컸으며

Table 5. Growth and Yield characteristics of sorghum according to sowing date

Variety	Sowing date	D.T.H. ^z (day)	D.T.G.F. ^y (day)	Culm length (cm)	Culm diameter (mm)	Ear length (cm)	Grain per ear	1000-g weight (g)	Yield (kg/10a)
Nampungchal	May 2	80	131	163.8	29.2	25.4	712	20.4	282
	May 23	69	117	145.4	26.0	27.0	842	21.7	255
	Jun 13	57	102	171.7	15.1	27.9	1705	26.1	259
	Jul 4	50	-	166.5	14.5	28.5	-	-	-
	Mean	64	116	161.9	21.2	27.2	814	17.1	199
Hwanggeumchal	May 2	74	127	147.6	26.2	24.9	737	19.4	237
	May 23	58	116	125.0	24.4	26.4	805	20.8	224
	Jun 13	52	100	160.1	16.1	27.0	1546	24.1	217
	Jul 4	46	-	155.3	16.0	27.9	-	-	-
	Mean	57	114	147.0	20.7	26.6	772	16.1	170
Moktak susu	May 2	85	134	161.2	26.6	24.4	729	20.5	260
	May 23	71	122	142.5	23.7	27.8	1018	22.6	248
	Jun 13	60	108	180.8	14.8	28.1	1622	25.4	240
	Jul 4	53	-	175.5	14.5	30.2	-	-	-
	Mean	67	121	165.0	19.9	27.6	842	17.1	187
LSD Variety(A)	-	-	2.4	0.8	0.4	29.4	0.2	3.6	
Sowing date(B)	-	-	5.9	1.0	0.5	45.9	0.5	9.6	
(A) × (B)	-	-	***	**	**	***	***	**	

^zD.T.H.: Days to heading, ^yD.T.G.F.: Days to grain filling.

***, **: Significant at p = 0.01, 0.001 respectively.

파종기가 늦어질수록 감소하였으나 수장은 5월 2일(1차) 파종기에서 25.4 cm로 가장 작았으며, 7월 4일(4차) 파종기에서 28.5 cm로 가장 컸다. 수당립수와 천립중은 5월 2일(1차) 파종기에서 각각 712립과 20.4 g으로 가장 적고 낮았으며, 6월 13일(3차) 파종기에서 각각 1705립, 26.1 g으로 급격히 증가하였다. 10a 당 수량은 5월 2일(1차) 파종기에서 282.1 kg/10a로 가장 높았으며, 6월 13일(3차, 259.1 kg/10a), 5월 23일(2차, 255.3 kg/10a) 순으로 감소하였다(Table 5).

황금찰의 경우 출수소요일과 성숙소요일은 5월 2일(1차) 파종기에서 각각 74일, 127일로 길었으며 파종기가 늦어질수록 감소하였으며, 7월 4일(4차) 파종기에서는 성숙기에 도달하지 못하였다. 간장은 6월 13일(3차) 파종기에서 160.1 cm로 가장 높았으며 5월 23일(2차) 파종기에서 가장 낮았다. 경직경은 5월 2일(1차) 파종기에서 26.2 mm로 가장 높았으며, 파종기가 늦어질수록 감소하였으나 수장은 7월 4일(4차) 파종기에서 27.9 cm로

가장 컸으며, 파종기가 빠를수록 감소하였다. 수당립수와 천립중은 5월 2일(1차) 파종기에서 각각 737립, 19.4 g으로 가장 작았으며, 파종기가 늦어질수록 증가하였다. 황금찰의 수량은 5월 2일(1차) 파종기에서 237.9 kg/10a으로 가장 높았으며, 파종기가 늦어질수록 감소하였다.

목탁수수에서도 출수소요일은 5월 2일(1차) 파종기에서 가장 길었으며, 성숙소요일도 5월 2일(1차) 파종기에서 가장 길었으나 7월 4일(4차) 파종기에서는 성숙기에 도달하지 못하였다. 간장은 6월 13일(3차) 파종기에서 180.8 cm로 가장 컸으며, 경직경은 5월 2일(1차) 파종기에서 26.2 mm, 수장은 7월 4일(4차) 파종기에서 30.2 cm로 컸다. 수당립수와 천립중은 모두 6월 13일(3차) 파종기에서 높았으며 수량은 5월 2일(1차) 파종기에서 가장 높았다.

파종기가 늦어질수록 출수소요일과 성숙소요일이 감소하였는데, Han *et al.* (1971a, 1971b)은 일반적으로 생육기간이 짧은

일년생 C4 작물은 파종기가 지연됨에 따라 출수일수가 단축된다고 하였으며, 수수, 수단그라스, 그리고 수수×수단그라스 교잡종 등의 파종기 이동 시험에서도 유사한 결과가 보고되었다 (Han and Ahn, 1985; Yoon *et al.*, 2015). 사용한 3품종 모두 5월 2일(1차) 파종기에서 5월 23일(2차) 파종기로 늦어지면서 간장이 감소하였으나 6월 13일(3차)에서 증가 후, 7월 4일(4차) 파종기에서 다시 감소하였다. 이러한 이유는 영양생장기간의 단축으로 3차 파종기부터 분얼이 발생하지 않았기 때문에 주경의 양분이용 효율이 높아진 것으로 사료된다. 파종기가 늦어질수록 간장과 경직경은 감소하였으며 수장은 증가하였는데, 사일리지 옥수수, 찰옥수수 및 재래수수에서 파종기가 늦어질수록 초장이 감소하는 것으로 보고되어 있다(Lee, 1999; Yoon, 1999; Cho *et al.*, 2004).

Jung *et al.* (1980)은 국내 수수 파종기는 4월 말~5월 중순으로 만파 시 건물수량 및 종실중이 감소한다고 보고하였으며, 중부지역에서는 6월 23일 파종 시 수량이 가장 높았다고 보고하였는데(Yoon *et al.*, 2015), 본 시험에서도 6월 중순에 파종하는 것이 천립중과 수당립수가 높아서 충실한 종실을 얻을 수 있다고 생각한다.

이상에서와 같이 기계화 수확을 위한 수수 분얼억제 기초자료 수집을 위한 시험결과 분얼억제를 위한 재식밀도는 60×15 cm의 밀식재배와 파종기(중부지방)는 6월 중순 이후가 분얼억제에 유리하였다. 또한 재식밀도별 수량은 전 품종 평균 60×20 cm에서 평균 254.0 kg/10a로 가장 많았으며, 파종기 이동에 따른 수량도 품종에 따라 차이는 있었으나 6월 중순에 파종하는 것이 천립중과 수당립수가 높아서 충실한 이삭을 얻을 수 있다. 따라서 기계수확을 위한 재배방법은 어느 정도 밀식과 6월 중순에 파종하는 것이 분얼 억제 및 충실한 종실을 얻는데 유리할 것으로 판단된다.

적 요

재식밀도 및 파종기 이동이 수수의 분얼발생 및 생육수량에 미치는 영향을 조사하여 기계화 수확을 위한 분얼양상 및 생육 특성에 대한 기초자료를 얻기 위하여 수행한 결과 재식밀도에 따른 분얼경수는 조건 60 cm보다 80 cm에서 많았으며, 주간거리가 30 cm로 늘어날수록 증가하였다. 유효경비율은 조건 60 cm가 80 cm보다 높았으며, 주간거리가 15 cm에서 30 cm로 늘어날수록 감소하여 재식밀도가 낮아질수록 분얼경수가 증가하였으며, 유효경비율은 감소하였다. 파종기 이동에 따른 수수 3품종 분얼

경수는 5월 2일 파종기(1차)에서 가장 높았으며, 파종기가 늦어질수록 분얼경수가 감소하였으며, 유효경 비율은 5월 23일(2차) 파종기에서 가장 높았다. 품종별로는 황금찰이 분얼경수가 1.2개로 가장 많았으며, 목탁수수가 0.8개로 가장 적었다. 재식 밀도에 따른 수수의 출수소요일과 성숙소요일은 유의한 차이가 없었으며, 밀식할수록 간장은 증가하였으나 수장, 수당립수, 천립중 모두 감소하였다. 수량은 재식밀도 60×20 cm에서 가장 높았다. 파종기가 늦어질수록 출수소요일, 성숙소요일, 간장 및 경직경은 감소하였으나 수장과 수당립수는 증가하였다. 주경의 천립중과 수당립수는 6월 13일(3차) 파종기에서 가장 높았으며, 수량은 5월 2일(1차) 파종기에서 가장 많았다.

사 사

본 논문은 본 논문은 충남농업기술원 지역농업연구기반 및 전략작목육성사업(과제번호: PJ0112472017)의 지원에 의해 수행되었다.

References

- Bennett, W.F., B.B. Tucker and A.B. Maunder. 1990. Modern grainsorghum production. Iowa state Univ. Press, Ames., USA.
- 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. 24:225-230.
- Han, I.K., S.H. Park and K.I. Kim. 1971a. Studies on the nutritive values of the native grasses and legumes in Korea. II. Location and family differences in chemical compositions of some Korean native herbage plants. Korean J. Anim. Sci. 13(2):107-115 (in Korean).
- Han, I.K., S.H. Park, Y.S. Lee, K.I. Kim and B.H. Ahn. 1971b. Studies on the nutritive values of the native grasses and legumes in Korea. I. Seasonal changes in chemical composition of some Korean native herbage plants. Korean J. Anim. Sci. 13(1):3-16 (in Korean).
- Han, H.J. and S.B. Ahn. 1985. Effect of seeding date on growth, dry matter accumulation and chemical composition of sorghum, sudangrass and sorghum-sudangrass hybrid. J. Korean Grassl. Sci. 5(1):62-72 (in Korean).

- Jang, G.O. and Y.J. Kim. 1986. A study on major agronomic characters and grain yield variation according to different seeding dates of Job's tears (*Coix lachryma-jobi* L. var. mayuen STAPP). Korean J. Crop Sci. 31(4):470-476 (in Korean).
- Jeon, S.H., H.S. Chun, Y.S. Cho and K.Y. Jung. 2014. Effects of mulching and planting densities on growth and yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Korean J. Int. Agri. 26(4):491-495 (in Korean).
- Jung, I.K., K.J. Lee, I.D. Lee and J.Y. Lee. 1980. Effects of seeding date and nitrogen fertilization in sorghum. National institute of Animal Science Research Report pp. 704-715 (in Korean).
- 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. J. of Life Sci. 13(6):757-763 (in Korean).
- 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 (in Korean).
- Kim, S.K., G.H. Jung, J.H. Park, C.G. Kim and S.G. Heu. 2015. Optimum planting date and density on short-stem type "Sodamchal" sorghum variety in paddy field cultivation. Korean J. Intl. Agri. 27(4):511-516 (in Korean).
- Lee, S.S. and J.H. Back. 1990. Effect of plant populations on the number and weight of ear and gross income in sweet corn. Korean J. Crop Sci. 35(2):117-121 (in Korean).
- 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 (in Korean).
- Lee, S.S., S.K. Yang and S.B. Hong. 2007. Optimum plant populations of a super sweet corn hybrid at different planting dates. Korean J. Crop Sci. 52(3):334-340 (in Korean).
- Lee, Y.Y., C.G. Kim, T.W. Jung, C.K. Lee, W.H. Kim and S.K. Kim. 2011. Optimum plant density and harvest time to increase the marketing value of colored waxy corns. Korean J. Intl. Agri. 23(1):45-50 (in Korean).
- Park, G.Y., Y.G. Kwang, S.L. Park and H.G. Moon. 1985. Effect of planting density on tiller development in sweet corn. Korean J. Crop Sci. Spring Symposium (in Korean).
- Park, S.U., K.Y. Park, Y.K. Kang, H.G. Moon and S.K. Jong. 1987. Effect of plant density on growth and yield of sweet corn hybrid. Korean J. Crop Sci. 32(1):92-96 (in Korean).
- 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 (in Korean).
- Rural Development Administration, 2000. Criteria for agricultural research and investigation (in Korean).
- Statistics Korea. 2014. Korean Statistical Information Service (in Korean).
- Wiedenfeld, B. and J. Matocha. 2010. Planting date, row configuration and plant population effect on growth and yield of dryland sorghum in subtropical South Texas. Archives of Agronomy and Soil Sci. 56(1):39-47.
- Yoon, J.T. 1999. Grain filling characteristics of waxy corn hybrids at different planting dates. Plant Breeding & Biotechnol. 31(1):7 (in Korean).
- Yoon, S.T., E.K. Jae, Y.J. Kim, I.H. Jeong, T.K. Han, T.Y. Kim, Y.S. Cho and H.W. Kang. 2015. Growth and yield characteristics of foxtail millet, proso millet and sorghum according to sowing date in middle area in Korea. Korean J. Crop Sci. 60(2):197-211 (in Korean).
- Yoon, S.T., T.K. Han, I.H. Jeong, Y.J. Kim, J.B. Yu, Ynagjing, M.H. Ye, K.S. Han, S.W. Baek, S.I. Kim, M.C. Lee and K.W. Kim. 2016b. Effect of planting density and seeding date on the tiller aspect and growth characteristics of proso millet (*Panicum miliaceum* L.). Korean J. Plant Res. 29(4):511-518 (in Korean).
- Yoshida, S. 1973. Effects of temperature on growth of the rice plant (*oryza sativa* L.) in a controlled environment. Soil Science and Plant Nutr. 19(4):299-310.

(Received 26 January 2017 ; Revised 15 March 2017 ; Accepted 6 July 2017)