

수수의 고희점파 본수에 따른 생육특성과 수량 변화

전승호** · 조영손***** · 정기열*†

*국립식량과학원, **경남과학기술대학교 종자실용화 연구소, ***경남과학기술대학교

Responses of Growth and Yield by Plants Number in High Ridge Hill Seeding on Sorghum(*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

Seung-Ho Jeon**, Young-Son Cho*****, and Ki-Youl Jung*†

*Department of Functional Crop, NICS, RDA, Miryang 627-803, Korea

**Research Center for Seed Utilization, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea

***Division of Agronomy & Medicinal Plant Resources, Gyeongnam National University of Science & Technology, Jinju 660-758, Korea

ABSTRACT This study was conducted to evaluate effect of plants number per hill (PNH) on growth and yield of sorghum in drained paddy field for 2 years. Crop growth and development and yield in the field was examined to know the efficiency of proposed cropping system. At seeding after 40 days, leaf number and stem diameter were highest at 1 PNH plot, on the other hands, plant height was at 5 PNH plot the 1st and 2nd, respectively. The harvest stage, 5 PNH plot was highest culm length of 183, 188 cm the 1st and 2nd, however, culm diameter was lowest. Culm length of sorghum was highest by 183, 188 cm at 5 PNH plot also, culm diameter was thickest by 19.18, 20.13 mm at 1 PNH, respectively. Yield components of ear length, seed number per ear and 1000-seed weight were highest at 1 PNH the 1st and 2nd, respectively. As yield of sorghum was highest at 2 PNH plot 344 kg·10a⁻¹, 382 kg·10a⁻¹ yearly, respectively that it were in order of 1 PNH plot > 3 PNH plot > 4 PNH plot > 5 PNH plot.

Keywords : sorghum, high ridge, plants number per hill, yield

최근 경제성장에 따른 삶의 질 향상과 웰빙문화의 확산으로 기능성 잡곡에 대한 국민의 관심이 높아지면서, 쌀에 다른 곡물을 섞어 먹는 혼식이 늘어나고 있고 건강을 고려해 잡곡을 찾는 사람들이 많아지고 있다. 지금까지의 잡곡은 소득이 낮고 재배면적이 적은 작물로 인식되어 왔으나, 최근 다양한 기능성 잡곡에 대한 가치가 발표되면서 소비자들

의 선호도가 급격히 높아지고, 2007년 이후 잡곡의 수요량이 69천 톤과 수입량 50천 톤으로 급격히 증가하고 있다(MIFAFF, 2010). 또한 잡곡이 식·의약품 및 천연색소 등 산업 신소재로 용도가 다양하고 경관·환경보전 작물로도 우수하여 새로운 고부가 가치를 창출할 수 있는 녹색성장 분야로 발전시키기 위한 노력에 산·학·연의 공동연구가 활발히 진행 중이다.

그 중 수수(*Sorghum bicolor* L.)는 아프리카가 원산지인 대표적인 C4 작물로 연 강우량이 400 mm 이하의 인도와 같은 아열대 지역과 반건조 지대를 중심으로 재배되어 온 작물로서 요구량이 옥수수의 50%에 불과하며, 흡비력이 높고 비료 요구량이 적은 소비작물로 알려져 있다(Bennett *et al.*, 1990; Khosla *et al.*, 1995; Wiedenfeld and Matocha, 2010). 국내의 수수 재배면적은 1990년대 전반까지 958 ha 까지 감소하였다가 그 이후부터 다시 증가추세를 보여현재 1,500 ha를 유지하고 있다. 단위면적당 수량은 수수의 경우 180 kg 10a⁻¹로 중국이나 미국의 평균수량에 비하면 1/3, 프랑스의 1/5 밖에 되지 않는다(MIFAFF, 2010). 이러한 단위면적당 수량성의 차이를 보이는 이유는 환경적 요인과 유전성에 의한 것이지만, 아직 우리 실정에 적합한 표준 재배기술이 확립되지 않아 생산성에 매우 취약한 실정이다.

일반적으로 화분과 작물은 파종개체수가 적을 때에는 종실수량은 증가하나, 지상부 생체량은 감소되고, 파종개체수가 너무 많을 때에는 수분, 양분 공급이 불충분 할 뿐만 아니라, 통광 및 통풍 등이 불량하여 분지수가 감소되고 도복이 쉬우며 병해충 발생을 유발하여 수량성을 감소시킨다는

†Corresponding author: (Phone) +82-55-350-1263 (E-mail) jungky@korea.kr

<Received 10 June, 2014; Revised 21 July, 2014; Accepted 25 July, 2014>

보고도 있다(Cho *et al.*, 2001; Cho *et al.*, 2004; Trung and Yosida, 1985). 제주재래수수의 재식밀도에 따른 생육, 수량 및 사료가치에 대한 연구는 보고되었으나(Cho *et al.*, 2004) 종실을 이용하는 수수에 대한 재식밀도 및 파종본수에 관한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구는 건강 기능성 농산물로 각광을 받고 있으면서 수요와 재배면적이 점차 확대되고 있는 수수의 생산량 증대와 자급률 향상을 위한 체계적인 재배기술을 확립하기 위한 기초자료를 얻고자 고희점파 본수에 따른 생육 및 수량에 관한 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

공시재료

본 시험은 수수(cv. 남풍찰)를 고희 점파시 파종본수에 따른 생육특성, 수량성을 구명하기 위하여 2012년부터 2013년까지 경남 밀양 지역의 시험포장(N 35° 49' 24", E 128° 74' 25")에서 수행하였다. 시험토양의 특성은 홍적층을 모재로 한 토양으로 식질계 적황색토로 덕평통(fine, mesic family of Typic Hapludults)에 인위적으로 복토를 하여 조성한 사양질 토양으로 이화학적 특성은 Table 1과 같았다.

처리방법

시험의 재배방법은 휴림복토기를 이용하여 폭 60 cm의 두둑을 짓고 20 cm간격으로 천공된 흑색유공비닐을 피복하

고 6월 5일에 파종하였고, 유묘가 정착한 후 파종본수에 따라 1주당 1, 2, 3, 4, 5본씩 남기고 솎음을 처리하였다. 시험구 면적은 파종시기별 70.2 m²로 하였으며, 비료시용은 10a당 질소 10 kg, 인산 7 kg, 가리 8 kg에 해당하는 양을 각각 요소, 용성인비, 염화가리로 시비하였으며, 파종 전에 전량 기비로 하였다.

생육조사

생육조사는 시험포 중간지점에서 중간생육기(파종 후 40일)와 수확기에 초장, 엽수 및 경직경을 조사하였으며, 수량 및 수량구성요소 조사는 수확기에 각 구별로 생육이 일정한 지점에서 3.3 m² (1.8×1.8 m)을 예취한 다음 천립중과 ha당 수량, 생초수량으로 환산하였고 건물중은 생초중에서 각각 500 g의 시료를 75°C 통풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물중을 조사하였다.

토양 화학분석은 농촌진흥청 토양 및 식물체분석법(NIAST, 2000)에 의하여 분석하였고, 토성 및 유효토심, 배수등급 등 토양조사는 토양조사기준(USDA, 1996)에 의하여 조사하였다.

생육조사

수집된 데이터는 SAS프로그램(V. 9.2, Cary, NC, USA)의 PROC ANOVA procedure를 이용하여 Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple rage test, DMRT)을 통해 평균값을 5% 유의수준에서 비교하였다.

Table 1. Chemical properties of soil before the experiment.

PH (1.5)	EC (dS m ⁻¹)	T-N (%)	O.M. (g kg ⁻¹)	Avail. P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Exch. cation (cmol ⁺ kg ⁻¹)			Aggregate distribution (%)			Soil texture
					K	Ca	Mg	sand	silt	clay	
7.02	0.25	0.23	17.8	221.4	0.82	7.61	1.85	37.3	50.3	12.4	silt loam

Table 2. Effects of growth characteristics by plants number per hill at seeding after 40 days in sorghum.

Plants number per hill (no./hill)	1st year			2nd year		
	Plant height (cm)	Leaf number (no. plant ⁻¹)	Stem diameter (mm)	Plant height (cm)	Leaf number (no. plant ⁻¹)	Stem diameter (mm)
1	67.1 ^{ef}	8.0 ^a	16.4 ^a	73.7 ^e	8.0 ^a	17.9 ^a
2	74.3 ^d	7.7 ^{ab}	15.1 ^b	81.7 ^d	7.8 ^{ab}	16.8 ^b
3	79.3 ^c	7.3 ^{bc}	14.6 ^b	87.2 ^c	7.3 ^{bc}	16.3 ^b
4	83.1 ^b	7.2 ^c	12.6 ^c	91.4 ^b	7.2 ^c	14.0 ^c
5	86.3 ^a	6.6 ^d	11.9 ^c	94.9 ^a	6.5 ^d	13.3 ^c

[‡]Within each sampling date, the results followed by the same letter are not significantly different according to DMRT (p<0.05).

결과 및 고찰

생육시기별 생육특성

생육 중기 생육특성

고후 점파시 파종본수에 따른 수수의 생육특성을 알아보기 위해 연차간 초장, 경태 및 엽수를 비교한 것은 Table 2과 같다. 먼저 파종본수에 따른 초장에서 1년차 및 2년차 모두 5본 처리구에서 86.3, 94.9 cm 길게 나타났으며 파종본수가 증가할수록 길어지는 경향이 뚜렷이 나타났다. 엽수에서는 파종본수가 가장 적은 1본 처리구에서 8.0개로 많았으며 엽수가 가장 적게 나타난 5본 처리구와 연차간 각각 1.4, 1.5개의 차이가 나타났다. 경태에서도 파종본수가 증가할수록 얇아지는 경향이 나타났으며 1본 처리구 대비 72.6, 74.3%의 차이가 나타났다. 이러한 결과는 옥수수 등에서의 재식밀도가 낮아짐에 따라 초장이 짧아졌다는 보고(Kim *et al.*, 2000)와 유사한 결과를 보였으며, 개체간 수광에 대한 상호 경합으로 인한 것으로 사료된다(Modarres *et al.*, 1998; Park *et al.*, 1989).

수확기 생육특성

파종본수에 따른 수수의 수확기 생육특성을 알아보기 위해 연차간 간장과 간경을 알아본 결과는 표 3과 같다. 간장

은 위의 초장과 유사한 반응으로 1, 2년차 모두 파종본수가 증가할수록 길어지는 뚜렷한 경향이 나타났으며 가장 길게 나타난 5본 처리구 183, 188 cm와 가장 짧게 나타난 1본 처리구간 각각 41, 29 cm 차이가 나타났다. 이러한 결과는 Cho *et al.* (2004)이 보고한 재식밀도에 따른 사료용 재래수수의 간장의 변화와 유사한 경향으로 나타났다.

간경의 변화에서는 1본 처리구에서 가장 굵은 19.18, 20.13 mm로 나타났으며 파종본수가 증가할수록 얇아지는 경향으로 4본 처리구와 5본 처리구에서 1본 처리구 대비 각각 68.7, 60.9% 이상 얇게 나타났다. 이것은 Lee *et al.* (2011)이 보고한 옥수수에서의 결과와 유사한 경향을 보였으며 수수의 재배시 장마와 태풍이 빈번한 시기이므로 도복의 가능성 높은 재배시 고려할 사항으로 판단된다.

수량구성요소 및 수량

수량구성요소

수량구성요소를 보면 이삭장 및 이삭당 종실수, 천립중 모두 연차간 파종본수가 적을수록 길고 많거나 무거운 것으로 나타났다(Table 4). 이삭장에서는 파종본수에 따라 최대 3.0, 2.4 cm 차이가 나타났으며, 2년차 1, 2 및 3본 처리구간 유의성은 나타나지 않았다. 이삭당 종실수에서는 파종본수

Table 3. Effects of growth characteristics by plants number per hill at harvester stage in sorghum.

Plants number per hill (no./hill)	1st year		2nd year	
	Culm length (cm)	Culm diameter (mm)	Culm length (cm)	Culm diameter (mm)
1	142.1 ^{c‡}	19.18 ^a	159 ^c	20.13 ^a
2	166.8 ^b	14.73 ^b	170 ^{bc}	14.71 ^b
3	168.4 ^b	13.18 ^b	183 ^{ab}	14.01 ^b
4	176.5 ^{ab}	12.73 ^c	185 ^{ab}	11.83 ^c
5	183.4 ^a	13.17 ^c	188 ^a	12.25 ^c

[‡]Within each sampling date, the results followed by the same letter are not significantly different according to DMRT (p<0.05).

Table 4. Effects of yield components by plants number per hill in sorghum.

Plants number per hill (no./hill)	1st year			2nd year		
	Ear length (cm)	Seed number (no. ear ⁻¹)	1000-seed weight (g)	Ear length (cm)	Seed number (no. ear ⁻¹)	1000-seed weight (g)
1	23.4 ^{a‡}	4,546 ^a	19.352 ^a	24.43 ^a	4,952 ^a	26.10 ^a
2	22.8 ^{ab}	3,101 ^b	18.823 ^{ab}	23.90 ^a	3,307 ^b	25.48 ^{ab}
3	21.6 ^b	2,638 ^c	17.555 ^b	23.47 ^a	2,946 ^c	25.27 ^{ab}
4	20.4 ^c	2,319 ^d	17.414 ^b	21.90 ^b	2,561 ^d	22.67 ^{bc}
5	20.0 ^c	1,597 ^e	16.306 ^c	21.50 ^b	1,844 ^e	22.10 ^c

[‡]Within each sampling date, the results followed by the same letter are not significantly different according to DMRT (p<0.05).

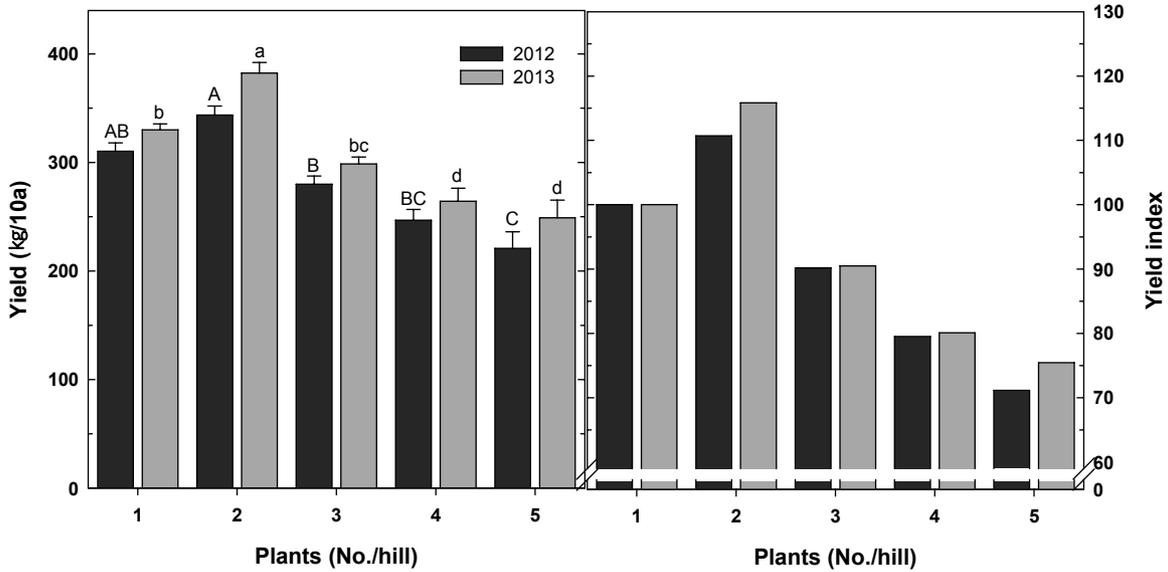


Fig. 1. Effect of yield by plants number per hill in sorghum. Bars having the different letters within the same cutting time are significantly different by DMRT 0.05.

간 뚜렷한 차이를 보였으며, 1본 처리구대비 5본 처리구의 종실수는 각각 35.1, 37.2% 차이를 큰 차이가 나타났다. 천립중의 변화에서도 파종본수가 적을수록 무거워지는 경향이 나타났으며 5본 처리구 대비 1본 처리구에서 연차간 각각 118.7, 118.1%의 차이가 나타났다. 수수의 경우 파종본수가 적을수록 수량구성요인인 이삭장, 이삭당 종실중 및 천립중이 길고 많거나 굵어지는 경향을 보였으며 특히, 이삭당 종실중에서 뚜렷한 경향이 나타났다.

수량에서는 연차간 파종본수가 2본 처리구에서 344 kg·10a⁻¹, 382 kg·10a⁻¹으로 수량구성요소에서 높은 값을 보인 1본 처리구 보다 11%, 16% 높은 것으로 나타났으며, 이러한 차이를 보이는 것은 재식밀도가 낮아질수록 개체수가 적어져서 수량이 낮아지는 것(Cho *et al.*, 2004)으로 수수의 재식거리 이랑 60 cm에서 20 cm 간격으로 재배할 경우 종실 수량을 생산목적을 고려 시 파종본수를 2본 처리하는 것이 유리하며 종실의 품위를 생산목적으로 고려 시 는 것이 적정할 것으로 사료된다. 한편 본 연구에서는 분석되지 않았으나 파종본수에 따른 종실의 일반성분 및 황산화물질 등의 기능성 물질에 대한 분석 연구가 이루어진다면 수수의 생산량 증대와 자급률 향상을 위한 보다 체계적인 재배기술을 확립이 이뤄질 수 있을 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 건강 기능성 농산물로 각광을 받고 있으면서

수요와 재배면적이 점차 확대되고 있는 수수의 생산량 증대와 자급률 향상을 위한 체계적인 재배기술을 확립하기 위한 기초자료를 얻고자 고휴점과 본수에 따른 생육 및 수량에 관한 연구를 수행하였다.

1. 파종본수에 따른 초장에서 파종본수가 증가할수록 길어지는 경향이 뚜렷이 나타났으며 엽수에서는 파종본수가 가장 적은 1본 처리구에서 8.0개로 많았으며 엽수가 가장 적게 나타난 5본 처리구와 연차간 각각 1.4, 1.5개의 차이가 나타났다. 경태에서도 파종본수가 증가할수록 얇아지는 경향이 나타났으며 1본 처리구 대비 72.6, 74.3%의 차이가 나타났다.
2. 수확기의 간장은 1, 2년차 모두 파종본수가 증가할수록 길어지는 뚜렷한 경향이 나타났으며 가장 길게 나타난 5본 처리구 183, 188 cm와 가장 짧게 나타난 1본 처리구간 각각 41, 29 cm 차이가 나타났다. 간경에서는 1본 처리구에서 가장 굵은 19.18, 20.13 mm로 나타났으며 파종본수가 증가할수록 얇아지는 경향으로 나타났다.
3. 수량구성요소를 보면 이삭장 및 이삭당 종실수, 천립중 모두 연차간 파종본수가 적을수록 길고 많거나 무거운 것으로 나타났으며 수량에서는 연차간 파종본수가 2본 처리구에서 수량구성요소에서 높은 값을 보인 1본 처리구 보다 111%, 116% 높은 것으로 나타났다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(PJ00868801)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인용문헌(REFERENCES)

- Bennett, W. F., B. B. Tucker, and A. B. Maunder. 1990. Modern grain sorghum production. Iowa state Univ. Press, Ames.
- Cho, N. K., C. K. Song, B. K. Kang, Y. I. Cho, and J. B. KO. 2001. Effect of planting density on growth characteristics, forage yield and chemical composition of Kenaf. Journal of Animal Science and Technology. 43(5) : 755-762.
- 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.
- Khosla, R., N. Persaud, N. L. Powell, and D. E. Brann. 1995. Water use sorghum on amarginal soil in eastern virginina. P: 433. In 1995 Agronomy abstracts. ASA Madison. WI.
- Kim, E. S., S. K. Kim, D. H. Kim, B. Y. Son, D. J. Kang, Z. R. Choe, and G. W. Song. 2000. Effects of planting densities on growth and yield of fresh waxy corn as second crop. Kor. J. Crop Sci. 43(3) : 190-194.
- 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 cloldred waxy corns. Kor. J. Intl. Agri. 23(1) : 45-50.
- 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(1) : 104-108.
- NIASST. 2000. Methods of soil chemical analysis. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.
- 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. Kor. J. Crop Sci. 34(2) : 192-197.
- Trung, B. C. and S. K. Yoshuda. 1985. Influence of planting density on the nitrogen and grain productivity on mungbean. Japan J. Crop Sci. 54(3) : 266-272.
- USDA. 1996. Soil Survey Laboratory Methods Manual. soil survey investigations report No. 42 version 3.0.
- 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 Science. 56(1) : 39-47.