

수수의 종자크기가 종자활력과 출아에 미치는 영향

정기열[†] · 윤을수 · 박창영 · 최영대 · 황재복 · 전승호

농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부

Effects of Seed Size Variation on Germination and Seeding Vigour of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.)

Ki-Yuol Jung[†], Eul-Soo Yun, Chang-Young Park, Young-Dae Choi, Jae-Bok Hwang, Seung-Ho Jeon

*Cereal Crop Research Division, NICS, RDA, Milyang, 627-830, Republic of Korea

ABSTRACT Seed size has been considered as an effective criteria for selection of the most vigorous seeds in sorghum [*Sorghum bicolor* (L) Moench]. The smaller seeds were inferior to the larger sizes in emergence and grain yield. This study was conducted to determine germination rate, field emergence and vigor of sorghum for selection of high quality seed by different seed size. Sorghum cultivar of two (Hwanggeumchal and Tojong) were separated into five seed size proportion (<2.36, 2.80, 3.15, 3.35 and >3.55 mm diam.) according to seed size. The larger seed was more higher 1,000 seeds weight, seed density, carbohydrates and protein content. Total seed germination performing varied 92% at the largest size (>3.55 mm diam.) frequently inferior to slightly 67% at smaller seed (2.36 to 2.80 mm diam.) in the standard germination test. Seed size did have a significant effect on mean emergence time (MET) and maximum emergence rate index (ERI) and percentage of emergence. It should be noted that the results refer to MET of sorghum seeds ranging from 4.26 to 4.74 days. The relationship of seed size was not only to stand establishment but to grain yield. Yield was most affected by seed size and large seeds were superior to the smaller seed in 25~37% of the cases. Especially, yield was significant under 3.15 mm the beginning.

Keywords : sorghum, seed size, germination, emergence, seed vigor

수수(*sorghum bicolor* L.)는 아프리카가 원산지로서 주로 연강우량 400 mm 이하의 인도와 같은 아열대 지역 및 반건조 지대를 중심으로 재배되어 온 대표적인 C₄ 작물로 내건

성이 강한 작물로 알려져 있다(Bennett *et al.*, 1990; Khosla *et al.*, 1995). 그러나 수수는 영양생장기와 생식생장기에는 내건성이 강하나 종실의 크기가 작고 불균일한 작물로 유전적, 환경적 요인으로 발아율이 불량하며(Younesi *et al.*, 2009), 실제 시험에서는 발아율은 90~94%이나 포장조건에서 72~92%로 발아율의 차이가 큰 작물로 알려져 있다(Brar & Stewart, 1992; Srivastava & Pinnell, 1963; Vanderlip *et al.*, 1973). 대부분 종자활력(Seed vigor)은 모본의 유전적 특성 뿐만 아니라 수확과 저장 등의 관리방법, 종자크기와 무게, 화학적 조성비(단백질/탄수화물)에 의해 차이가 있다고 알려져 있으며(Abdullahi, 1975), 종자 활력평가는 온도, 수분, 광 등 환경 스트레스 평가와 화학적 평가 등으로 이루어지고 있다(AOSA, 1983). 수수 종자의 크기와 무게, 단백질과 탄수화물 함량, 온도 및 토양수분 조건에 따른 발아율에 대한 많은 연구가 이루어져 왔다. 수수 종자의 종자 발아율은 종자의 크기와 품종에 따라 차이가 있으며(Abdullahi & Vanderlip, 1972; Cortes, 1988; Maranville & Clegg, 1977; Mortlock & Vanderlip, 1989; Wanjari *et al.*, 1992), 수수 종자의 크기는 발아율과 정의 상관관계가 있으며 선별 파종시 입모울 크게 향상된다고 알려져 있다(Alessandria, 1982). 또한 Evans & Bhatt(1977)은 종자의 단백질 함량이 발아율과 높은 상관관계가 있으며 큰 종자일수록 발아율이 높아진다고 보고하였고, Wilson & Eastin(1982)은 밀도가 높은 종자를 선별하여 파종하면 발아율이 크게 향상 된다고 보고하였다. Camargo & Vaughan(1973)은 활력이 낮은 종자를 파종하면 분얼수가 감소되고 초장이 짧아지며, 출수 및 개화가 지연되어 감소된다고 보고하였다. 또한 Manga 등(1995)은 종자크기

[†]Corresponding author: (Phone) +82-55-350-1263 (E-mail) jungky@rda.go.kr
<Received 27 April, 2012; Revised 26 June, 2012; Accepted 5 July, 2012>

2.8 mm 이상의 우량한 진주조를 선별하여 종자를 파종했을 때 분얼수, 초장, 건물중, 수량이 증대 된다고 보고하였다.

이러한 원인으로 일반 농가에서는 초기 입모불량으로 재파종하는 일이 빈번하게 발생되고 있어 생산성 저하의 원인이 되기도 한다. 따라서 수수의 초기 입모울 향상을 위해서는 종자세가 높은 우량종자를 선별하여 파종하는 것이 무엇보다 중요하다. 우량종자 선별의 가장 기본이 되는 종자의 크기를 통한 종자세를 알아보는 것이 무엇보다도 우선되어야 할 것이다.

따라서 본 연구는 국내에서 많이 재배되고 있는 이삭의 형태가 밀수형(Caudatum race)인 황금찰(cv. Hwanggeumchal)와 산수형(Bicolor race)인 토종(Tojong) 종자를 대상으로 종자크기별로 선별하여 종자활력 평가와 선별 파종효과를 비교함으로써 수수의 우량 종자선별을 위한 필요한 기초자료를 제공하기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

시험재료 및 종자 선별방법

수수(*sorghum bicolor* L.)의 종자크기별 발아력 검정을 위해 2004년 강원도농업기술원에서 육성한 밀수형(Caudatum race) 이삭형태인 황금찰(cv. Hwanggeumchal)와 산수형(Bicolor race)인 토종(Tojong) 품종을 이용하였다. 2009년도 국립식량과학원 기능성작물부 시험포장에서 생산된 품종별 종자 각각 1 kg을 국제 표준망체 규격 ISO mesh size(3.55, 3.35, 3.15, 2.80, 2.36 mm)를 장착한 체 진탕기(Retsch, As200)를 이용하여 10분간 진탕하여 종자크기를 5가지 등급으로 분류하여 선별하였다. 선별된 종자는 종자의 크기별 분포특성, 천립중, 밀도 등을 분석하고 실내 종자활력 평가, 포장 출아율 검정에 이용하였다.

종자활력 검사

크기별로 선별된 종자는 표준발아검사(Standard germination test, SGT), 저온발아검사(Cool germination test, CGT), 종자 밀도검사(Seed density, SD), 단백질(PRO), 총 탄수화물(CHO)의 성분검사 등을 수행하였다. 표준발아검사는 종자 크기에 따라 직경 14cm의 물 한천배지(Water agar plate)에

100립씩 3반복으로 고르게 치상하고 20°C에서 1일 중 16시간, 30°C에서 1일 중 8시간 항온기에 두었다. 발아율은 치상 경과 후 각각 최초 4일(SGT4)과 10일(SGT10)에 0.5 mm 이상 발아된 종자를 조사하였다. 저온발아검사는 표준발아검사와 동일한 조건에서 종자를 치상하고 치상 후 7일까지 20°C에 발아력을 검정하였고, 표준발아검사와 저온발아검사는 완전임의배치법(Completely Randomized Design, CRD) 4반복으로 3회 시험하였다. 종자 밀도검사는 종자크기별 선별된 종자 1,000립의 물 변위분석법으로 비중을 측정하였다. 단백질 함량은 농촌진흥청 토양 및 식물체분석법(농업과학기술원, 2000)에 준해 Kjeldahl 분석법으로 질소를 분석하고 6.25를 곱하여 환산하였고, 총 탄수화물은 Anthron 분석법으로 검사하였다(Sadasivam & Manickam, 2007).

출아율 검사

포장 출아력 검사는 2010년부터 2011년까지 국립식량과학원 기능성작물부 시험포장에서 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 표 1과 같이 모래 37.3%, 미사 50.3%, 점토 12.4%의 미사질양토로 pH 7.02의 중성으로 생육에 적합한 범위에 있었으며, 유기물은 17.8 g kg⁻¹로 적정범위(30~150 mg kg⁻¹) 보다 낮았으며 유효인산은 221.4 mg kg⁻¹로 다소 높은 토양 이었다.

시험구 배치는 종자크기별 3.55, 3.35, 3.15, 2.80, 2.36 mm의 5개 수준으로 난괴법(Randomized complete block design, RCBD) 3반복으로 수행하였고, 시험구는 길이 5 m 폭 3.6 m로 면적은 18 m²로 하였다. 비료사용은 ha당 질소, 인산, 가리를 각각 100, 70, 80 kg ha⁻¹에 해당하는 양을 각각 요소, 용성인비, 염화가리를 각 처리구에 동일하게 해당하는 양을 전량 기비로 사용하였다. 휴림복토기를 이용하여 조간 60 cm와 주간 20 cm의 5 cm 크기로 천공된 흑색유공비닐을 피복하고 6월 15일에 종자 크기별 선별된 종자를 5립씩 파종하였으며, 파종후 토양 수분조건을 균일하게 하기위해 10분간 분수 관수하였다. 파종 후 최초 발아일로 7일까지 경과 일수별로 출아율을 조사하였으며, 경과일수별 출아율을 기준

Table 1. Physico-chemical properties of the experiment field before experiment.

PH	EC	T-N	O.M.	Avail. P ₂ O ₅	Exch. cation			Particle size			Textural Class
					K	Ca	Mg	Sand	Silt	Clay	
(1:5)	dS m ⁻¹	%	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	--	cmol _c kg ⁻¹	--	----	%	----	
7.02	0.25	0.23	17.8	221.4	0.82	7.61	1.85	37.3	50.3	12.4	Silt sandy loam

으로 <수식 1-3>과 같이 출아율(Percentage of emergence, PE), 평균출아일수(Mean emergence time, MET), 출아율지수(Emergence rate index, ERI)을 계산하였다.

$$MET(\text{mean emergence time}) = \frac{N_1 T_1 + N_2 T_2 + \dots + N_n T_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} \quad (1)$$

$$ERI(\text{emergence rate index}) = \frac{S_{te}}{MET} \quad (2)$$

$$PE(\text{percentage of emergence}) = \frac{S}{n} \quad (3)$$

여기서, $N_{1...n}$: 파종 후 경과 일수별 출아수
 $T_{1...n}$: 파종 후 경과일수
 S_{te} : 단위 거리당(1 m) 총 출아수

또한 종자크기별 생육 및 수량 조사를 위해 출아율 조사 후 1구 1본을 남기고 숙음을 하였으며, 생육조사는 농촌진흥청 농사시험연구조사기준(농촌진흥청, 1995)에 준하여 시험포 중간지점에서 간장, 경직경, 수장 등을 조사하였으며, 수량 및 수량구성요소 조사는 성숙기에 각 처리별로 생육이 일정한 지점에서 3.3 m²(1.8 m × 1.8 m)을 예취한 다음 ha당 수량을 조사하였다.

통계분석

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

결과 및 고찰

종자크기별 분포특성

우리나라에서 주로 재배되고 있는 수수품종 중 밀수형 이삭형태인 황금찰과 산수형 인 재래토종 종자를 체진탕기를 이용하여 3.55, 3.35, 3.15, 2.80, 2.36 mm 등 5가지 등급으로 분류하여 종자의 크기 분포를 조사한 결과 그림 1과 같았다. 수수의 종자크기별 분포는 2.36 mm이하에서 3.55 mm이상 까지 다양하게 분포되었으며, 종자의 크기에 따른 분포에서는 황금찰에서는 2.80 mm 크기에서 37.4% 가장 많이 분포

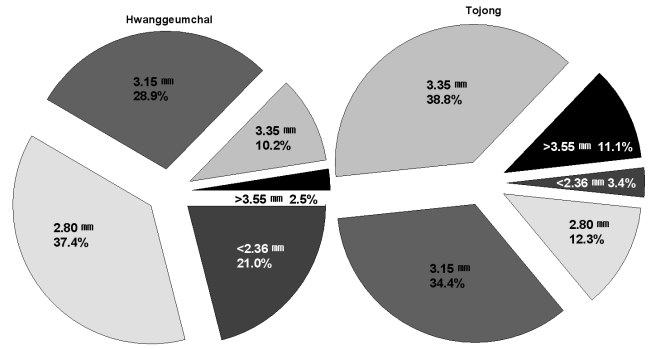


Fig. 1. Proportion of seed size by sieve shaking (seed diameter: >3.55, 3.35, 3.15, 2.80, <2.36 mm diam.).

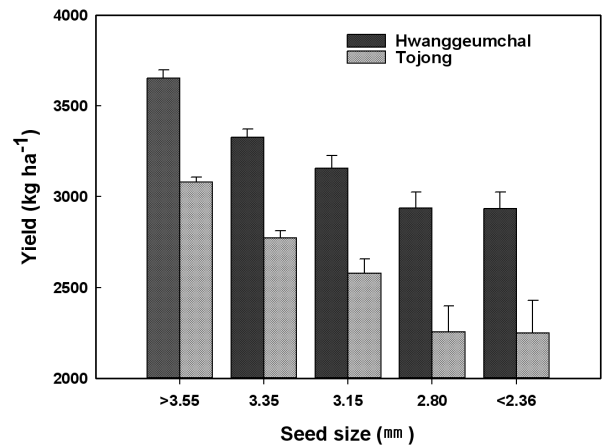


Fig. 2. Yield of sorghum as influenced by seed size of Hwanggeumchalsusu and Tojongssusu (seed diameter; >3.55, 3.35, 3.15, 2.80, <2.36 mm diam.).

하였으며, 토종에서는 3.35 mm 크기의 종자가 38.8% 분포하였다. 황금찰에서는 >3.55 3.35, 3.15 mm 종자가 41.6%를 차지한 반면, 토종에서는 >3.55 3.35, 3.15 mm 종자가 84.3% 분포를 보이며 전반적으로 종자의 크기가 큰 것으로 나타났다. 가장 큰 종자인 >3.55 mm와 작은 <2.36 mm 종자를 뺀 나머지 종자의 분포에서는 황금찰은 76.5%, 토종은 85.5%가 분포하여 종자의 크기의 균일도가 더 균일한 것으로 나타났다. 대체적으로 황금찰에 비해 토종이 대립종이며, 종자의 균일도도 더 높은 것으로 나타났다.

종자활력 평가

수수 종자크기별 선별한 종자의 종자활력을 평가하기위해 종자 크기별 중량, 밀도, 성분분석, 표준발아조사, 저온발아조사 등 실내 종자활력을 평가하였다. 수수 종자 크기별 종실의 형태적 특성과 성분 특성을 분석한 결과는 표 2와 같았다. 품종별 종자의 천립중과 비중은 토종이 황금찰보다

높았고, 종자의 크기가 클수록 유의성 있게 증가되었으며, 황금찰의 경우 천립중에서 크기가 3.55 mm와 2.36 mm의 차이는 19.78 g의 차이를 보였다. 탄수화물과 단백질 함량도 종자의 크기가 클수록 높은 특성을 보였고, 종자크기 3.55 mm와 2.36 mm의 총 탄수화물 함량은 황금찰 9.08%, 토종 14.61%의 차이를 보였으며, 단백질 함량은 각각 0.94%, 0.67%의 차이를 나타내었다. 종자크기 3.55 mm와 3.15 mm 범위에서는 탄수화물과 단백질함량 함량은 유의성이 없었으며, 탄

수화물과 단백질함량비도 비슷한 경향을 보였다.

선별한 수수종자 크기별로 표준발아조사, 저온발아조사 등 실내 종자활력을 시험한 결과는 표 3과 같다. 저온과 표준 발아조사에서는 토종이 황금찰보다 발아력이 높았으며, 종자의 크기가 클수록 발아율이 높아지는 경향을 나타냈다. 황금찰의 경우 표준발아조사에서 3.55 mm 이상의 종자에서 79.8%로 높은 반면 2.36 mm 이하에서는 51.5%로 크게 낮아졌으며, 저온 발아조사에서는 각각 72%와 52.6%로 19%

Table 2. Comparison on 1,000-seed weight, seed density, carbohydrate and protein contents according to the various sizes of sorghum seeds.

Seed sizes (mm)	WT [†] (g/1,000seed)	SD [‡] (g/100cc)	CHO [§] (%)	PRO [¶] (%)	CHO/PRO (%)
Hwanggeumchal					
> 3.55	33.79a	78.00a	74.94a	9.20a	8.15b
3.35	29.11c	74.83b	74.36a	9.11a	8.17b
3.15	25.14c	72.00c	72.65ab	8.91ab	8.15b
2.80	19.21d	67.17d	70.81ab	8.47ab	8.37a
< 2.36	14.01e	62.50e	65.86b	8.24b	8.01c
Tojong					
> 3.55	35.32a	79.67a	71.93a	8.92a	8.07b
3.35	31.37b	74.33b	71.62a	8.63b	8.30a
3.15	27.90c	72.00b	64.56ab	8.57b	7.53b
2.80	22.62d	69.00bc	58.49b	8.27c	7.00c
< 2.36	15.61e	64.00d	57.32b	8.25c	6.92c

[†]1,000 seeds weight, [‡]Seed density, [§]Carbohydrates, [¶]Proteins

Table 3. Variation of germination rate according to the various size of sorghum seeds at the different germination temperatures.

Seed sizes (mm)	WGT4 [†]	WGT10	CGT4 [‡]	CGT10
			%	
Hwanggeumchal				
>3.55	75.3a	79.8a	64.4a	72.0a
3.35	65.3ab	71.7ab	63.0a	68.9b
3.15	60.7b	69.7bc	62.3a	66.0bc
2.80	59.5bc	62.3c	54.2b	60.8c
<2.36	49.5c	51.5d	43.0c	52.6d
Tojong				
>3.55	67.6a	75.8a	79.6a	84.2a
3.35	66.7a	74.8a	66.8b	68.1b
3.15	66.0a	73.1a	60.8bc	68.1b
2.80	63.0b	72.4b	59.1bc	67.7b
<2.36	50.1c	55.8b	57.4c	60.7c

[†]Warm germination test after 4 day and 10 day, [‡]Cool germination test after 4 day and 10 day

이상의 큰 차이가 나타났다. 토종에서도 종자크기별 유의성이 보이며 황금찰과 유사한 경향이 나타났다. 종자크기 3.55 mm 과 3.15 mm 범위에서는 저온과 표준 발아율 모두 유의성이 보이지 않았으며 3.15 mm 이하의 종자크기에서는 유의성이 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Hanumaiah & Andrews(1973)이 보고한 배추의 종자크기가 클수록 발아력이 높고, 또한 수수 종자의 밀도가 높을수록 발아율을 크게 향상 된다는 연구 결과(Wilson & Eastin, 1982)와 유사한 것으로 나타났다.

이처럼 종자의 크기에 따라 발아율, 탄수화물과 단백질함량과는 양의 상관관계를 보이는 것으로 나타났으며, 이는 종자크기에 따른 종실의 탄수화물/단백질 함량비와 발아율 간 높은 상관관계가 있다고 보고한 결과와 일치하였다(Evans & Bhatt, 1977; Lowe & Ries, 1973).

출아율 평가

선별한 수수종자를 크기별로 포장조건에서 파종하고 최초 발아일 부터 7일까지 출아율(Percentage of emergence, PE), 평균출아일수(Mean emergence time, MET), 출아율지수(Emergence rate index, ERI)을 조사하여 분석한 결과는 표 4와 같다. 출아율, 평균출아일수, 출아율지수는 품종에 따라 유의한 차이가 있었고, 품종보다는 종자의 크기의 효과가 크게 나타났고 종자크기에 따라 고도의 유의성이 있었다.

품종에 따른 출아율은 산수형인 토종과 밀수형인 황금찰보다 다소 높은 특성을 보였고, 종자 크기 차이에 따라 수수의 출아율은 황금찰의 경우 >3.55 mm에서는 92.7%로 높은 반면 <2.36 mm에서는 31.3%로 296% 차이로 크게 낮았다. 특히 2.80 mm 부터 출아율이 크게 감소되는 것으로 나타났으며 토종도 이와 유사한 경향을 나타냈다(표 5). 품종별 평균출아일수는 토종이 황금찰보다 평균 0.24일 늦어지는 경향을 보였고, 종자의 크기 차이에 따라서는 황금찰의 경우 종자크기 >3.55 mm에서는 4.26일이 소요되는 반면 <2.36 mm에서는 4.74일이 소요되어 종자크기가 작을수록 출아소요일수가 길어지는 것으로 나타났다. 또한 포장조건에서 종자활력 평가의 주요지표인 출아율지수는 품종간 비슷한 경향을 보였으며 종자크기 >3.55 mm에서는 0.87 d⁻¹ m⁻¹인 반면 <2.36 mm에서는 0.26 d⁻¹ m⁻¹으로 종자크기가 작을수록 크게 감소되는 경향을 보였다.

생육 및 수량 반응

수수의 종자크기별 생육성숙기에 생육반응을 조사한 결과는 표 6과 같았다. 종자크기 차이에 따른 수수의 생육특성은 품종보다는 종자크기에 따른 효과가 크게 나타났고 종자크기가 클수록 간장, 경직경, 수장이 증가하는 경향을 보였으며, 종자크기에 따라 유의한 차이가 있었다. 먼저 황금찰과 토종간의 간장과 수장은 토종이 황금찰에 비해 각각

Table 4. Analysis of variance (F value) of field emergence for two sorghum cultivar.

Source of Variation	Degrees of freedom	PE [†]	MET [‡]	ERI [§]
Cultivar	1	12.32*	12.32**	365.25**
Seed size	4	1962.76**	1962.76**	336.02**
Rep(variety)	4	2.96	2.96	2.02

[†]Percentage of emergence, [‡]Mean emergence time, [§]Emergence rate index.
 ***significant at P≤0.05, 0.01, respectively.

Table 5. Percentage of emergence, mean emergence time, and emergence rate index of field emergence for two sorghum cultivar.

Seed size (mm)	Hwanggeumchal			Tojong		
	PE [†] (%)	MET [‡] (days)	ERI [§] (d ⁻¹ m ⁻¹)	PE (%)	MET (days)	ERI (d ⁻¹ m ⁻¹)
>3.55	92.7a*	4.26e	0.87a	94.3a	4.40d	0.86a
3.35	79.7b	4.38d	0.73b	81.3b	4.53d	0.72b
3.15	74.0bc	4.52c	0.65bc	75.3bc	4.67c	0.65bc
2.80	36.0c	4.64b	0.31c	38.0c	4.95b	0.31c
<2.36	31.3c	4.74a	0.26c	34.0c	5.22a	0.26c

*Mean within a group followed by the same letter are not significantly different at probability P=0.05 by duncan's multiple rang test.

[†]Percentage of emergence, [‡]Mean emergence time, [§]Emergence rate index.

Table 6. Mean value of yield components for different seed size of two sorghum cultivars.

Seed sizes (mm)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Panicle length (cm)	Yield (kg ha ⁻¹)
Hwanggeumchal				
>3.55	141.9a*	25.0a	25.44a	3,654a
3.35	136.3a	23.9ab	25.10a	3,326ab
3.15	135.6a	23.3ab	23.20b	3,157b
2.80	116.3b	22.7b	22.18bc	2,937c
<2.36	115.4b	22.4b	21.94c	2,935c
Tojong				
>3.55	278.4a	17.0a	36.50a	3,079a
3.35	248.9ab	16.7a	35.95a	2,772ab
3.15	243.5ab	16.0a	35.35ab	2,578b
2.80	237.4ab	14.7b	35.00b	2,257c
<2.36	224.0b	12.4b	34.87b	2,248c

*Mean within a group followed by the same letter are not significantly different at probability P=0.05 by duncan's multiple rang test.

117.4 cm, 12.0 cm 컸으며 경직경은 황금찰이 8.1 cm 두껍게 나타났다. 종자크기에 따른 간장을 비교하면 <2.36 mm에 비해 >3.55 mm에서는 황금찰에서는 26.5cm, 토종에서는 54.4cm 길었고, 경직경은 각각 2.6 mm와 4.6mm로 두꺼웠고, 수장은 3.5cm와 1.63cm의 차이가 있었다. 특히 간장, 경직경, 수장 등의 생육특성은 종자크기 >3.55 mm과 3.15 mm 범위에서는 차이가 없었으나 3.15 mm 이하에서는 유의성이 인정되었다.

종자크기별 선별과중에 의한 수량반응을 조사한 결과는 표 6과 같았다. 수수 품종에 따른 수량은 황금찰이 토종보다 다소 높은 특성을 보였고, 두 품종 모두 종자크기가 클수록 수량이 높아지는 것으로 나타났다. 종자크기에 따른 수량은 <2.36 mm에 비해 >3.55 mm에서는 황금찰이 24.5%, 토종에서는 36.9% 증가하는 경향을 보였으며 특히 3.15 mm 이하부터는 뚜렷한 수량성의 차이를 나타냈다. 이러한 결과는 Manga 등(1995)이 진주조(*Pennisetum americanum* L.)를 대상으로 우량한 종자를 선별하여 종자를 파종했을 때 분얼수, 초장, 건물중, 수량이 증대된다고 보고한 연구결과와 일치하였다.

적 요

본 연구에서는 종실의 크기가 작고 불균일한 소립종으로 파종시 초기 입모불량의 문제점을 개선하기 위해 형질특성이 다른 밀수형 황금찰과 산수형 토종 품종을 대상으로 종자크기를 5가지 등급으로 선별하여 실내종자활력 평가와

포장조건에서 선별과중 효과를 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

주요 수수품종별 종자의 크기별 분포특성을 분석한 결과 황금찰에 비해 토종이 대립종으로 나타났으며, 종자의 균일도도 더 높은 것으로 나타났다. 종자크기가 클수록 천립중과 비중, 탄수화물과 단백질 함량이 증가되었고, >3.55 mm와 <2.36 mm의 천립중도 황금찰 19.78 g과 토종 17.91 g로 차이를 보였으며, 탄수화물과 단백질함량은 각각 0.98%, 14.61%의 차이를 보였다. 종자크기 >3.55 mm와 3.15 mm 범위에서는 탄수화물과 단백질함량 함량은 유의성이 없었으며, 탄수화물/단백질함량비도 비슷한 경향을 보였다.

종자활력을 시험한 결과 저온과 표준발아시험 모두 종자크기가 클수록 발아율이 높은 것으로 나타났으며 종자크기가 >3.55 mm 이상의 종자 발아율이 79.8%로 높은 반면 <2.36 mm에서는 51.5%로 크게 감소되는 경향을 보였으며, 2.80 mm 이하부터는 크게 떨어졌다.

포장조건에서 출아율은 황금찰의 경우 >3.55 mm에서는 92.7%로 높은 반면 <2.36 mm에서는 31.3%로 크게 낮았다. 평균출아일수는 황금찰의 경우 >3.55 mm에서는 4.26일이 소요되는 반면 <2.36 mm에서는 4.74일이 소요 되었고, 출아율지수는 >3.55 mm에서는 0.87인 반면 <2.36 mm에서는 0.26으로 종자크기가 작을수록 크게 감소되는 경향을 보였다.

수량에서는 <2.36 mm에 비해 >3.55 mm에서 황금찰 24.5%, 토종 36.9% 증가하는 경향을 보였으며 특히 3.15 mm 미만부터는 뚜렷한 수량성의 차이를 나타냈다.

따라서 수수종자 크기별로 중량, 밀도, 성분분석, 표준발아

조사, 저온발아조사 등 실내 종자활력 시험과, 포장조건에서 발아시험을 수행한 결과를 종합하였을 때 3.15 mm 이상의 종자를 선별하여 파종하면 수수의 종자활력이 높아져 생산성이 크게 향상되는 것으로 판단되었다.

인용문헌

- Abdullahi A. O. 1975. Evaluation of laboratory test for predicting field performance of sorghum seed. Thesis of Master of science of Texas Tech University.
- Abdullahi, A. O. and R. L. Vanderlip. 1972. Relation of vigor test and source and size to sorghum seedling establishment. *Agron. J.* 64: 143-144.
- Alessandria, E. E. 1982. Factors affecting planting of grain sorghum: seedling depth and size of the caryopsis. *Rev. Cienc. Agropecu.* 3 : 71-89.
- AOSA. 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution. 32, 88 p. Association of Official Seed Analysts.
- Bennett, W. F., B. B. Tucker, and A. B. Maunder. 1990. Modern grain sorghum production. Iowa state Univ. Press, Ames.
- Brar, G. S., J. L. Steiner, P. W. Unger, and S. S. Prihar. 1992. Modeling sorghum seedling establishment from soil wetness and temperature of drying seed zones. *Agron. J.* 84: 905-910.
- Camargo, C. P. and C. E. Vaughan. 1973. Effect of seed vigor on field performance and yield of grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Proc. Assoc. Official Seed Analysts* 63 : 135-147.
- Cortes, J. E. 1988. Relationships of seed size and density to seed quality in sorghum. (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Dissertation Abstracts International*, B 49: 576B.
- Evans, L. E. and G. M. Bhatt. 1977. Influence of seed size, protein content, and cultivar on early seedling vigor in wheat. *Can. J. Plant Sci.* 57 : 929-935.
- Hanumaiah, L. and H. Andrews. 1973. Effect of seed size in cabbage and turnips on performance of seeds, seedlings and plants. *Proc. Assoc. Offic. Seed Anal.* 63 : 117-125.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International rules for seed testing. *Seed Technol.* 13 : 356-513.
- Khosla, R., N. Persaud, N. L. Powell, and D. E. Brann. 1995. Water use sorghum on amarginal soil in eastern Virginia. pp. 433. In 1995 Agronomy abstracts. ASA. Madison. WI.
- Lowe, L. B. and S. K. Ries. 1973. Effect of environment on the relation between seed protein and seedling vigor in wheat. *Can. J. Plant Sci.* 52 : 157-164.
- Manga, V. K. and O. P. Yadav. 1995. Effect of seed on development traits and to tolerate drought in pearl millet. *Journal. Arid Environment.* 29 : 169-170.
- Maranville, J. W. and M. D. Clegg. 1977. Influence of seed size and density on germination, seedling emergence and yield of grain sorghum. *Agron. J.* 69 : 329-330.
- Mortlock, M. Y. and R. L. Vanderlip. 1989. Germination and establishment of pearl millet and sorghum of different seed qualities under controlled high-temperature environments. *Field Crop Research* 22 : 195-209.
- Sadasivam, S. and A. Manickam. 2007. Biochemical Methods. In Chapter 1. carbohydrates. p. 13-290.
- Srivastava, D. P. and E. L. Pinnell. 1963. Germination studies in grain sorghum. University of Missouri. College of Agriculture. Columbia, Missouri. Research Bulletin 828.
- Vanderlip, R. L., F. E. Mockel, and H. Jan. 1973. Evaluation of vigour tests for sorghum seeds. *Agron. J.* 65 : 487-488.
- Wanjari, S. S., N. R. Potdukhe, A. M. Dhope, V. B. Shekar, and D. B. Patil. 1992. Effect of seed size on germination, field emergence and vigour in some sorghum genotypes. *Agric. Sci. Digest* 12 : 59-61.
- Wilson, G. L. and J. D. Eastin. 1982. The plant and its environment. International crop research institute for semi-arid tropics. Sorghum in the eighties. *Proc. of the International Symposium on Sorghum*, 2-7 Nov. 1981, Patana Cheru, A. P., India ICRISAT. Evans, L.E. and G.M. Bhatt. 1977. Influence of seed size, protein content, and cultivar on early seedling vigor in wheat. *Can. J. Plant Sci.* 57 : 929-935.
- Younesi, O. and A. Moradi. 2009. The effect of water limitation in the field on sorghum seed germination and vigor. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences.* 3(2) : 1156-1159.