

기장 유전자원의 농업적 특성

윤성탁*[†] · 許震宇* · 김성민** · 김창영***

*檀國大學校 生命資源科學大學, **공주대학교 산업과학대학, ***농촌진흥청 농업생명공학연구원

Agronomic Characteristics of Common Millet Germplasm

Seong Tak Yoon*[†], Zhen Yu Xu*, Seong Min Kim**, and Chang Yung Kim***

*College of Bio-resources Science, Dankook Univ., Chonan 330-714, Korea

**College of Industrial Science, Kongju National Univ., Yesan 340-802, Korea

***National Institute of Agricultural Biotechnology, RDA, Suwon 441-707, Korea

ABSTRACT Crop characteristics of 137 common millet (*Panicum miliaceum* L.) resources collected in Korea were investigated in order to establish basic data for the improvement of crop breeding. Spike types of 137 plant resources were classified as 4 types of oblate, spreading, oblate-compact (intermediary type between oblate and compact) and oblate-spreading (intermediary type between oblate and compact) type, of which oblate spike type was the highest percentage of 66.4% (91 plant resources) of 137 germplasm. Seed color was classified as 5 colors of dark brown, yellow, brown, yellowish brown, and yellowish white, of which yellowish white was the highest percentage of 66.4% (54 plant resources) among them. Seed type was classified as 2 types of pyramid shape and short pyramid shape, which showed 62.8% and 37.2% respectively. Days from seeding to heading date showed the range from 68 to 85 days with 73.7 days in the average and the highest frequency proportion of it was the group from 70 to 75 days, which occupied 46.7% (64 plant resources) of 137 germplasm. Days from seeding to physiological maturity showed the range from 109 to 124 days with 112.0 days in the average and the highest frequency proportion (60.6%) of it was the group from 111 to 115 days, while there were also occupied with 6.6% below 110 days and 5.1% over 120 days among 137 germplasm. Group from 181 cm to 190 cm of culm length showed the highest frequency proportion of 47.4%, whereas below 160 cm was the lowest occupancy of 2.9%. Spike length showed the range from 181 to 190 cm with 181.4 cm in the average and the highest frequency distribution of it was the group from 31 to 35 cm with the proportion of 54.0%. Number of grains per spike showed the range from 432 to

2,665 grains with 1,429.5 grains in the average and group from 1,200 to 1,400 grains per spike was the highest frequency distribution with the proportion of 20.4%. There were also occupied with 13.1% below 1,000 grains and 8.6% over 2,000 grains per spike among 137 germplasm.

Keywords : agronomic characteristics, common millet, genetic resources, morphological characteristics, *Panicum miliaceum* L.

기장은 잡곡류에 속하며, 아시아에서의 기장의 재배는 오래되었으며, 구약성경에는 서기전 메소포타미아 지방에서 기장을 재배하였다는 기록이 있고(조 등, 2004), 중국에서도 기장은 일찌기 오곡의 하나였다고 한다(澁谷常紀, 1939). 기장의 염색체수는 $2n = 18$ 또는 20이며, 지중해, 터키, 인도 중부, 동아시아에 이르는 지방이 원산지로 알려져 있다(Roxburgh, 1932). 우리나라에서 주로 재배되고 있는 기장은 Common millet(*Panicum miliaceum* L.)으로 중국, 일본, 인도에서 많이 재배되고 있다. 기장은 다른 millet 종류에 비하여 단백질 및 무기성분 함량이 다소 높은 편이며, 개간지, 척박지와 가뭄에 적응성이 매우 높고, 불량환경에도 잘 적응하는 특성을 가지고 있다(Park et al., 1999). 또한 기장, 조 등은 수수와 더불어 아프리카와 동남아시아에서 중요한 전통적 식량원이다(Choi, 1992; Jong et al., 1995; Burton et al., 1972). 우리나라 기장의 재배면적은 1970년대 약 1,000ha 정도이었으나, 계속 감소되어 현재 산간지 및 해안지 등에서 특수 가공 목적으로 재배되고 있다. 기장은 오랜 세월 우리의 기후 풍토 속에서 적응, 선발된 것으로 특유한 유전적 특성(내한성, 내냉성, 내병성, 기능성 등)을 가지고

[†]Corresponding author: (Phone) +82-41-550-3623
(E-mail) styoon@dankook.ac.kr <Received August 4, 2008>

있어 새로운 품종육성을 위한 유전자원으로서 그 중요성과 이의 보존노력에 대한 인식이 확대되고 있다. 그러나 기장 유전자원에 대한 연구가 매우 절실하지만 이에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 수년 동안 국내 전역에서 수집된 조 유전자원을 공시하여 유전자원의 작물학적 특성 조사를 통한 품종육성을 위한 기초자료를 제공코자 수행하였던 연구결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

본 연구에 공시된 기장은 농촌진흥청 농업생명공학연구원 유전자원과에서 분양받은 국내에서 수집된 137 유전자원을 이용하였다. 파종은 흑색 P. E. 필름으로 멀칭한 후 2007년 5월 22일 강원도 원주시 신림면소재 포장에 75×25 cm로 조파하였다. 출현 후 본엽 3-4엽기에 1주 2분씩만 남기고 솎아주었으며, 초장이 50~60 cm 자랐을 때 지주대를 세우고 도복이 되지 않도록 관리하였다. 시비는 성분량으로 N : P₂O₅ : K₂O = 84 : 68 : 68 kg/ha을 전량 기비로 사용하였으며, 시험구 배치는 단구제 3반복으로 하였다.

조사항목은 수집 유전자원의 형태적 특성으로서 수형·종피색·종실형태·엽색·엽초털을 조사하였으며, 생육특성으로서 간장·수장·출수소요일·생육기간·1수립수·등숙률 및 1000립중을 조사하였다. 종자색 및 엽색은 한국표준 색채도표집(Kim, 1990)를 기준으로 하여 조사하였다. 출수소요일은 파종에서부터 출수가 50% 되었을때 까지의 기간을 출수소요일로 하였으며, 생육일수는 파종으로부터 이삭의 색이 40% 이상 황색으로 변하는 시기까지를 생육일수로 하였다. 그 외의 조사는 농촌진흥청 식물 유전자원 평가기준에

준하였으며, 통계처리는 SAS 프로그램을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

**형태적 특성
수형**

기장의 수형은 일반적으로 지경이 한쪽으로 몰려서 늘어진 편수형(編穗型), 지경이 길고 사방으로 퍼져 늘어진 산수형(散穗型), 그리고 지경이 짧고 밀생하여 늘어진 밀수형(密穗型)의 3종류로 크게 대별된다. 본 연구에서 공시된 137 기장 유전자원은 Fig. 1에서와 같이 편수형, 산수형, 편밀수형(편수형과 밀수형의 중간형태) 및 산편수형(산수형과 편수형의 중간 형태)의 4가지 수형이 존재하였으며, 밀수형은 없었다.

137 자원중 수형별 빈도를 보면 편수형이 91자원으로 66.4%를 차지하였으며, 다음은 편산수형이 34자원으로 24.8%, 산수형과 밀수형은 똑같이 6자원으로 4.4%이었다(Fig. 2). Park *et al.*(1999)은 기장 유전자원 시험에서 편수형, 밀수형 및 산수형 3가지 수형이 관찰되었다고 하여 본 시험에 이용된 유전자원과 차이가 있었다. 그러나 수형별 빈도는 전체 59계통 중 편수형이 69.4%를 차지하였다고 하였는데, 본 시험도 66.4%를 차지하여 유사한 경향을 나타내었다.

종피색

본 시험에 공시된 137 유전자원의 종피색은 황백색, 황갈색, 흑갈색, 황색 및 갈색 5가지로 분류되었다(Fig. 3). 종피색 별 빈도를 보면 황백색이 54자원 39.4%로 가장 많았으며, 다음은 황갈색이 47자원으로 34.3%, 다음은 흑갈색이 18자원으로 13.1%이었으며, 그 다음은 황색이 15자원으로

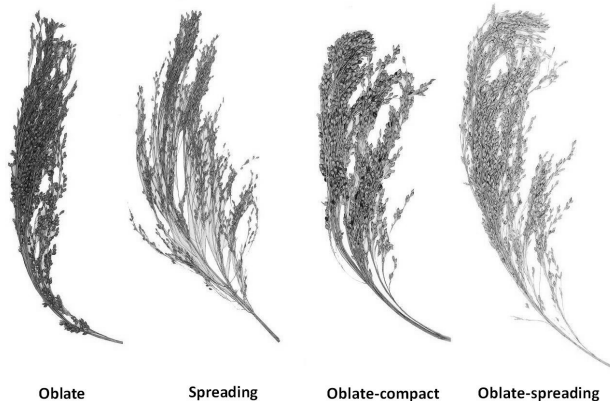


Fig. 1. Four spike types of 137 common millet resources in this experiment.

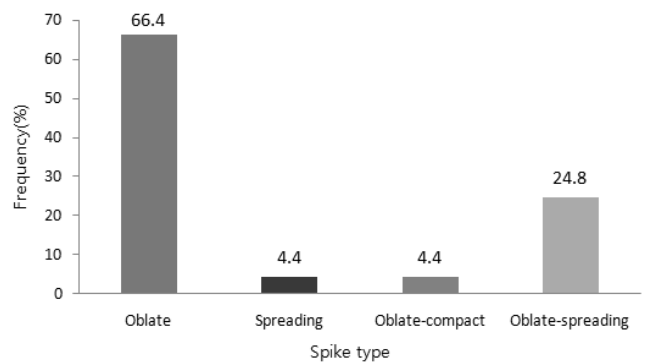


Fig. 2. Frequency distribution of spike type of 137 common millet resources collected in Korea.

10.9%를 차지하였다. 가장 적은 종피색은 갈색으로 2.2%이었다(Fig. 4).

종실형태

기장의 종실형태는 조 등(1991)에 의하면 방추형과 단방추형으로 대별될 수 있다고 하였는데, 본 시험에서는 방추형이 86자원으로 62.8%이었으며, 단방추형이 51자원으로 37.2%이었다(Fig. 5).

엽색

기장의 엽색은 녹색을 기준으로 할 때 녹색(green)보다 약간 연한 녹색을 담록(light green), 약간 진한 녹색을 암록(dark green)으로 나눌 수 있다(Park *et al.*, 1999). 본 연구에 사용된 기장의 엽색은 137자원 중 녹색이 98.5%로 거의가 녹색이었다(Fig. 6). Park *et al.*(1999)은 국내 기장 재배 품종 시험에서 녹색이 47.5%, 담록색이 23.7%를 차지하였다고 하였는데, 본 시험결과와 차이를 나타내었다. 우리나라에서는 기장의 엽색은 대부분 녹색인 경향이 큰데, 이는 엽색이 암록색인 품종은 수량이 낮고, 농가에서 유색품종을

기피하는 현상에서 기인된 것이 아닌가 생각된다(Park *et al.*, 1999).

엽초털

엽초털은 전체 공시자원 중 털이 많고 적음에 따라 상, 중, 하로 구분하였다. 엽초털은 적은 것(하)이 58자원으로 42.3%로 가장 많았으며, 엽초털이 전혀 없는 것과 중 정도의 엽초털을 가지고 있는 것이 똑같이 35자원으로 각각 25.5%를 차지하였다. 엽초털이 가장 많은 상에 속하는 자원은 6.6%로 본 시험에 사용된 유전자원은 대체적으로 엽초털이 적거나 없는 편이었다(Fig. 7).

생육특성

간장

137자원 중 간장은 156~201 cm 범위를 보였으며, 평균은 181.4 cm이었다(Table 1). 10 cm 단위로 그룹화 하여 분류한 간장의 분포는 181~190 cm가 65자원으로 47.4%로 가장 많았으며, 다음은 171~180 cm가 39자원으로 28.4%이

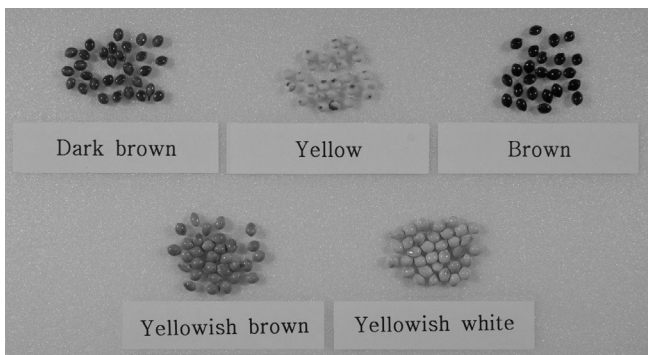


Fig. 3. Classification of seed coat color of 137 common millet resources in this experiment.

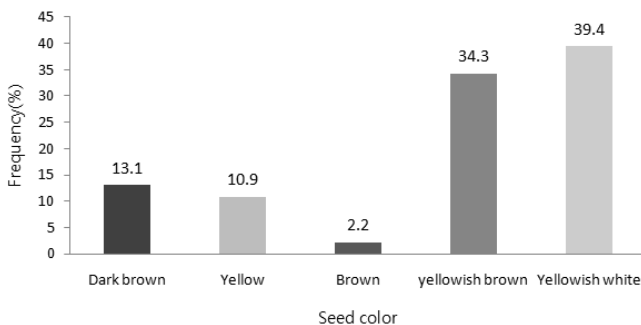


Fig. 4. Frequency distribution of seed color of 137 common millet resources collected in Korea.

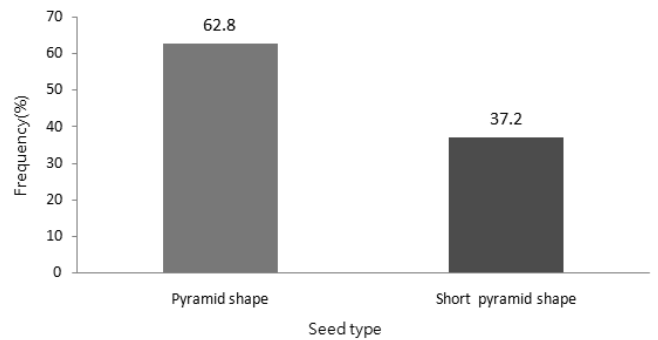


Fig. 5. Frequency distribution of seed type of 137 common millet resources collected in Korea.

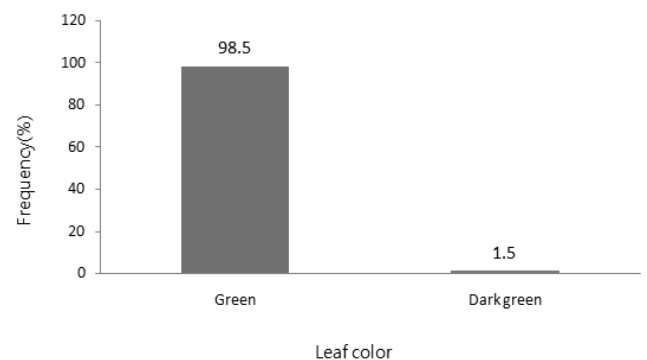


Fig. 6. Frequency distribution of leaf color of 137 common millet resources collected in Korea.

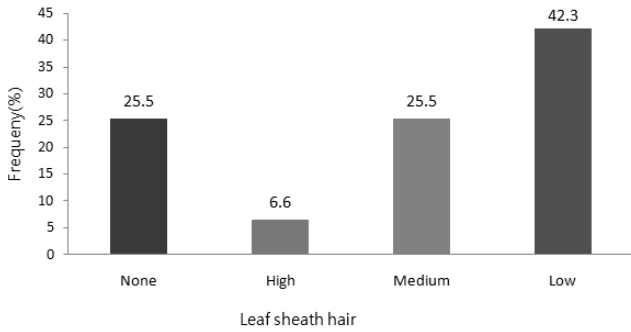


Fig. 7. Frequency distribution of leaf sheath hair of 137 common millet resources collected in Korea.

었으며, 160 cm 이하가 4자원 2.9%로 가장 적었다(Fig. 8). 수집된 137자원은 품종이 정립되어 있지 않아 변이가 크고 비교적 외국 품종에 비해 장간종이 많은 편이었다.

수장

수장은 28~43 cm의 범위를 보였고, 평균 34.9 cm이었다 (Table 1). 수장의 분포는 Fig. 9에서와 같이 31~35 cm가 74자원으로 54.0%로 가장 많았으며, 다음은 36~40 cm가

48자원으로 35.0%이었다. 또한 30 cm 이하는 7.3%, 40 cm 이상은 3.6%를 나타내었다. Park *et al.*(1999)도 공시된 대부분의 수장이 20~40 cm 범위였다고 하였는데, 본시험에 공시된 자원의 수장이 약간 큰 경향이였다.

출수소요일

출수소요일은 파종에서부터 출수가 50% 되었을 때까지의 기간을 출수소요일로 하였다. 본 시험에 공시한 137자원의 출수소요일은 68~85일의 범위를 나타내어 변이폭이 컸으며, 평균은 73.7일이였다(Table 1).

출수소요일의 분포는 137자원 중 70~75일이 64자원으로 46.7%로 가장 많았으며, 다음은 76~80일이 44자원으로 32.1%이었다. 출수소요일 80일 이상은 4.4%이었으며, 70일 이전에 출수한 자원은 23자원으로 16.8%이었다(Fig. 10).

생육기간

생육기간은 파종으로부터 이삭의 색이 40% 이상 황색으로 변하는 시기까지를 생육일수로 하여 조사한 결과는 Table 1에서와 같다. 공시된 137자원의 생육일수는 109~124일의

Table 1. Mean value and range of growth characteristics of 137 common millet resources collected in Korea.

Characters	Mean±SE [†]	Range
Culm length (cm)	181.4±0.70	156~201
Spike length (cm)	34.9±0.25	28~43
Days from seeding to heading date	73.7±0.34	68~85
Days from seeding to physiological maturity	112±0.26	109~124
Number of grains per spike	1429.5±35.2	432~2,665
Percentage of ripened grains	57.9±1.55	3.2~99
1000 grain weight (g)	4.69±0.06	2.2~6.0

[†]standard error

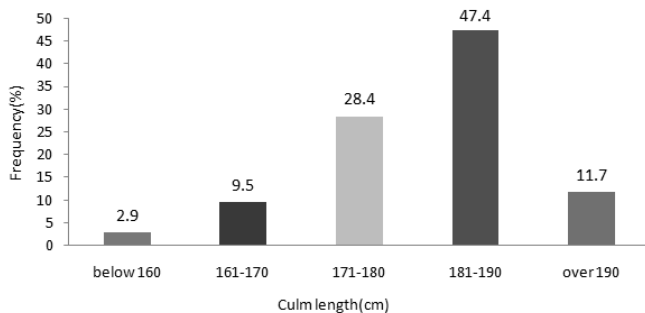


Fig. 8. Frequency distribution of culm length of 137 common millet resources collected in Korea.

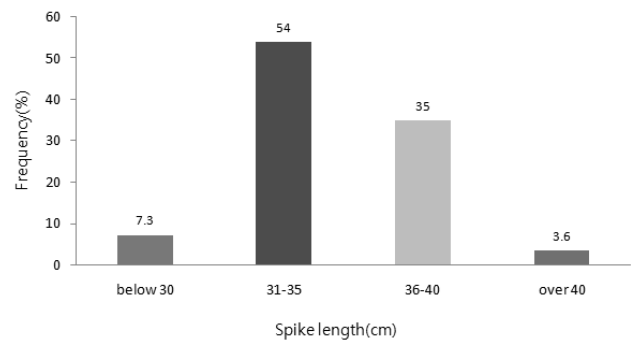


Fig. 9. Frequency distribution of spike length of 137 common millet resources collected in Korea.

범위를 나타내었고, 평균 112일이었다(Table 1).

생육기간의 빈도를 보면 공시자원 중 111~115일이 83자원으로 60.6%로 가장 많았으며, 116~120일이 38자원으로 27.7%이었다. 생육기간이 110일 이하와 120일 이상인 자원도 각각 6.6%와 5.1%를 나타내었다(Fig. 11). Park *et al.* (1999)은 조속품종은 미국 품종인 산수형에서 나타났고, 우리나라 품종들은 110일 정도의 생육기간을 보였다고 하였는데, 본 시험에 공시된 자원은 이와 비교하여 20일 정도 생육기간이 길었다. 이는 지역 및 해마다 다른 기상조건의 차이에 의하여 기인될 수도 있는데 확인은 곤란하다.

1수립수

137 기장 유전자원의 1수립수의 범위는 432~2,665개로 변이 폭이 상당히 컷으며, 평균은 1,429.5개이었다. 200개 단위로 그룹화하여 분류한 기장의 1수립수 분포는 1,200~1,400개가 20.4%로 가장 많았으며, 다음은 1,000~1,200개와 1,400~1,600개가 동일하게 24자원으로 17.5%를 차지하였다(Fig. 12). 또한 1,000개 이하 및 2,000개 이상도 각각 13.1%, 8.6%이었다. 수집된 137자원은 수형이 다양하고 품

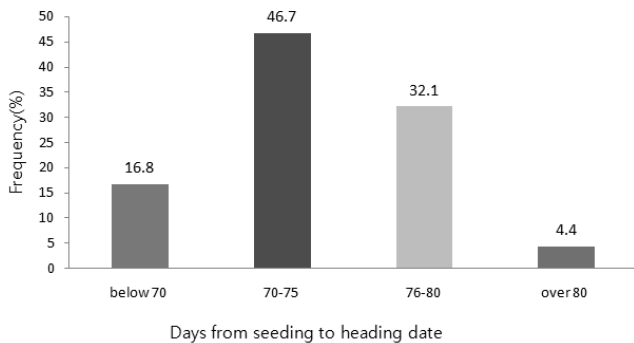


Fig. 10. Frequency distribution of days from seeding to heading date of 137 common millet resources collected in Korea.

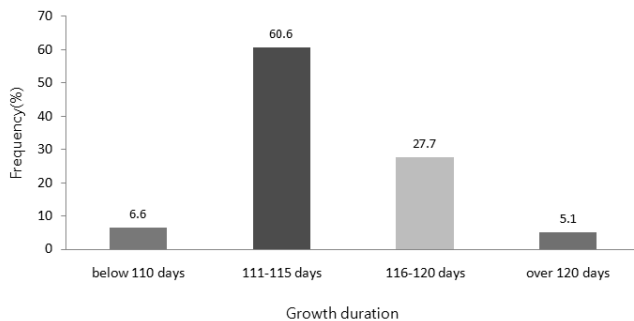


Fig. 11. Frequency distribution of growth duration of 137 common millet resources collected in Korea.

종이 정립되지 않아 변이가 무척 큰 편이었던 것으로 생각된다.

등숙률

등숙률은 10% 이하에서 90% 이상까지 변이의 폭이 매우 컷다. 빈도가 컷던 그룹은 등숙률이 51~60%로 전체 공시자원 중 26.3%로 가장 많았으며, 다음은 61~70%가 32자원으로 23.4%, 그 다음은 71~80%가 15.3%이었다. 50~80% 사이의 등숙률은 89자원으로 전체의 65.0%를 차지하였으나, 50% 이하의 등숙률을 보인 자원도 36자원으로 26.3%나 되었다. 또한 등숙률이 20% 이하가 3.7%, 90% 이상도 1.5%를 나타내 등숙률의 변이 폭이 상당히 컷다(Fig. 13).

1000립중

본 시험에 공시된 137 유전자원의 1000립중은 범위가 2.2~6.0 g으로 변이폭이 상당히 컷으며, 평균은 4.69 g이었다. 1000립중의 분포는 Fig. 14에서와 같이 4.0~4.9 g가 63자원으로 전체의 46.0%로 가장 많았으며, 다음은 5.0~5.9 g이 52자원으로 38.0%, 4.0~5.9 g이 115자원으로 전체의 84.0%이었다. 1000립중이 3.0 g 이하인 것과 6.0 g 이상인 것도 각각 1.5%, 0.7%를 나타내어 1000립중도 변이 폭이 큰 편이었다.

주요형질간 상관분석

조의 주요 작물학적 특성들 간의 상관관계는 Table 2에서와 같다. 간장은 수장 및 출수소요일과 유의한 정의 상관관계를 나타내어 간장이 클수록 수장 및 출수소요일이 길어짐을 알 수 있었다. 또한 간장은 1수립수 및 등숙률과 유의한 부의 상관관계를 나타내어 간장이 클수록 1수립수 및 등숙률이 낮아짐을 알 수 있었다. 수장은 출수소요일 및 생육기간과 유의한 정의 상관관계를 나타내어 출수소요일과 생육

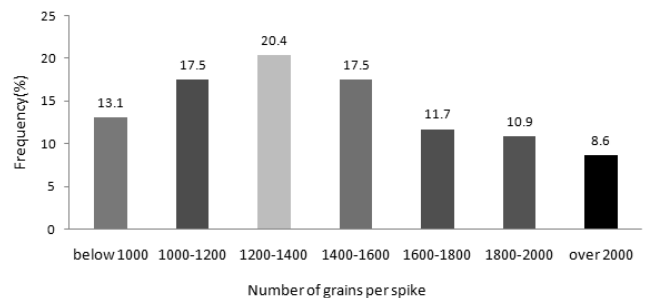


Fig. 12. Frequency distribution of number of grains per spike of 137 common millet resources collected in Korea.

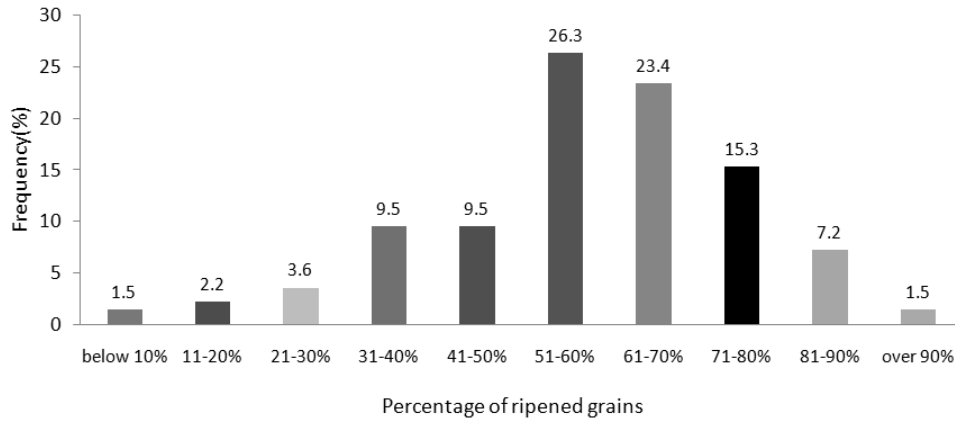


Fig. 13. Frequency distribution of percentage of ripened grains of 137 common millet resources collected in Korea.

Table 2. Correlation coefficient among 7 characters of 137 common millet resources collected in Korea.

Traits	CL	SL	DSH	DSM	PGS	PRG	GW
Culm length (CL)	1.00	0.33**	0.18*	0.03	-0.26**	-0.22*	0.11
Spike length (SL)			0.33**	0.40**	-0.17	0.08	0.01
Days from seeding to heading date (DSH)				0.35**	0.07	-0.02	-0.03
Days from seeding to physiological maturity (DSM)					0.02	0.04	0.28**
Number of grains per spike (PGS)						0.11	-0.01
Percentage of ripened grains (PRG)							0.27**
1000 grain weight (GW)							1.00

*, **Significant at the 5% and 1% probability level, respectively.

적 요

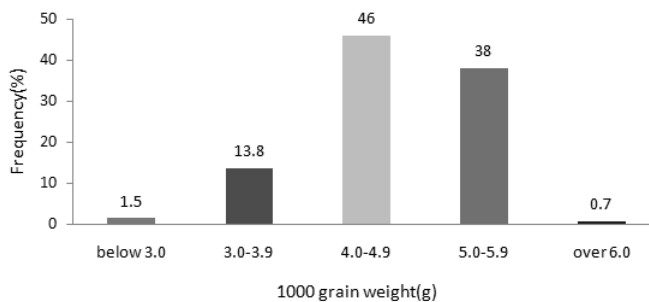


Fig. 14. Frequency distribution of percentage of 1000 grain weight 137 common millet resources collected in Korea.

기간이 길수록 수장이 커짐을 알 수 있었다. 출수소요일은 생육기간이 길수록 길어져 작물의 일반적 특성을 나타냈으며, 생육기간은 1000립중과 유의한 정의 상관관계를 나타내어 생육기간이 긴 자원일수록 1000립중이 크음을 알 수 있었다. 등숙률도 1000립중과 유의한 정의 상관관계를 보여 등숙률이 높은 자원일수록 1000립중이 높음을 알 수 있었다.

수년 동안 국내 전역에서 수집된 기장 137 유전자원을 공시하여 농업적 특성조사를 통한 품종육성의 기초자료를 제공코자 수행하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 공시된 137자원의 수형은 편수형, 산수형, 편밀수형(편수형과 밀수형의 중간형태) 및 산편수형(산수형과 편수형의 중간 형태)의 4가지 수형으로 구분되었다. 수형별 빈도를 보면 편수형이 91자원으로 66.4%를 차지하였다.

2. 종피색은 황백색, 황갈색, 흑갈색, 황색 및 갈색 5가지로 분류되었으며, 종피색별 빈도를 보면 황백색이 54자원 39.4%로 가장 많았으며, 종실형태는 방추형이 62.8%, 단방추형이 37.2%이었다.

3. 출수소요일은 68~85일의 범위를 나타내어 변이폭이 컸으며, 평균은 73.7일이었다. 빈도별 분포는 70~75일이 46.7%로 가장 많았다. 생육기간은 109~124일의 범위를 나타내었고, 평균 112일이었다. 생육기간의 빈도를 보면 111~115일이 83자원으로 60.6%로 가장 많았다.

4. 간장의 분포는 181~190 cm가 65자원으로 47.4%로 가장 많았으며, 160 cm 이하가 2.9%로 가장 적었다. 수장은 156~201 cm의 범위를 보였고, 평균 181.4 cm이었으며, 빈도별 분포는 31~35 cm가 74자원으로 54.0%로 가장 많았다.

5. 1수립수의 범위는 432~2,665개로 변이폭이 상당히 컸으며, 평균은 1,429.5개이었다. 1수립수 분포는 1,200~1,400개가 20.4%로 가장 많았으며, 1,000개 이하 및 2,000개 이상이 각각 13.1%, 8.6%를 차지 하였다.

6. 등숙률은 10% 이하에서 90% 이상까지 변이의 폭이 매우 컸다. 1000립중은 범위가 2.2~6.0 g으로 변 이폭이 상당히 컸으며, 평균은 4.69 g이었다.

7. 간장은 수장 및 출수소요일과 유의한 정의 상관관계를 나타내었으며, 생육기간은 1000립중과 유의한 정의 상관관계를 나타내었다. 등숙률도 1000립중과 유의한 정의 상관관계를 보여 등숙률이 높은 자 원일수록 1000립중이 높았다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청의 바이오그린21사업(Code No. 20070301-034-043-008-04-00) 연구지원에 의해 수행한 과제결과의 일부로서, 연구비 지원에 감사드립니다.

인용문헌

Burton, G. W., W. A. Wallace, and K. O. Rachie. 1972. Chemical composition and nutritive value of pearl millet grain. *Crop Sci.* 12 : 187-188.

Choi, B. H. 1992. Traditional Pearl Millet Foods in Africa and Asia. *Korean J. Breed.*, 24(4) : 376-385.

Jong, K. S. and Cho, D. S. 1995. Possible Utilization of *Panicum dichotomiflorum* Michx. as a Forage Crop. *Korean J. Crop Sci.* 40(3) : 351-358.

Kim, S. J. 1990. Korean standard color chart book.

Park, H. S., M. S. Ko, J. T. Kim, K. W. Oh, and S. B. Pae. 1999. Agronomic Characteristics of Common Millet (*Panicum miliaceum* L.) Varieties. *Korean J. Breed.*, 31(4) : 428-433.

Roxburgh, W. 1932. *Flora India or description of Indian plants.* Vol. II. pp : 96-105.

澁谷常紀. 1939. 호르몬處理による需根作物の發根效果. *農業及園藝* 14(1) : 25-28.

조재영. 2004. 사정전작. 향문사, 226-237.