

돌연변이원 감마선처리에 의해 유기된 단수수 유망 계통의 주요특성

복태규¹ · 이문섭¹ · 신원식² · 류지홍³ · 이희봉^{1*}

Major Characters of the Developed Sweet Sorghum Lines Induced by Mutagene, Gamma-ray

Tae-Gyu Bok¹ · Moon-Sub Lee¹ · Won-Sik Shin² · Ji-Hong Ryu³ · Hee-Bong Lee^{1*}

ABSTRACT

This study was carried out to develop a new sweet sorghum for biomass by using mutagen, gamma-ray. Seeds treated were gained from National Genetic Resource Center, RDA, and these seeds were irradiated with gamma-ray (400Gy) at KAERI. CNUS-M113 and CNUS-M134 among 169 collected accessions were evaluated a promising line for biomass due to increasing of fresh and dry weight. In addition, this line was high in stem height, number of tiller and fresh weight per plant than check, Hwang-gum chul sorghum. Accordingly, this line demanded for leading variety the production test and cultivation adaptability in future years.

Key words: Sweet sorghum, Dry weight, Biomass, Tillers, Stem height

I. 서론

오늘의 지구는 화석연료의 과다사용으로 인해 지구 온난화를 유발시키고 대기 및 수질오염 등 수많은 문제를 야기하고 있으며, 각국에서는 경감대책으로 친환경적 대체연료를 식물체로부터 바이오 에너지를 얻기 위하여 많은 연구가 진행되고 있다(Yuan 등, 2008). 주요 대상 식물로는 수수(Carpita와 McCamm, 2008), 옥수수(Savallios 등, 2008), 사탕수수와 같은 식량작물 이외에 비식량 작물로 억새, 갈대, 우뚝가사리 등이 주로 이용되고 있다. Carpita와 McCamm (2008)의 보고에 의하면 단수수는 C4 식물로써 높은 광합성효과를 통해 바이오매스 생산증대에 유리할 뿐만 아니라 당 함량 및 셀룰로오스의 함량이 타작물에 비해 높기 때문에 바이오 에너지 생산에 적합한 것으로 확인되었다(Rooney, 2004). Lee 등(2010)은 바이오매스용 신에너지 작물로 단위 면적당 건물 생산이 높은 단수수 신품종을 개발하고자 국립유전자원 센터로부터 분양받은 종자를 재배환경에 적합한 단간, 다수성 초형의 단수수로 육성하고자 원자력 연구소에서 돌연변이원 감마선 처리를 실시하였다(Jenks 등, 1994; Porter 등, 1978). 그 결과 바이오매스생산이 높은 계통에 대해 생산성 및 지역적응성 검정을 실시하여 이들 계

통의 육종적 가치를 검토하고자 한다.

II. 재료 및 방법

본 실험에 공시된 단수수 종자는 국립유전자원 센터로부터 분양받은 154점과 자체 수집된 15점을 종자증식 및 특성검정을 위해 충남대학교 전작 시험포장에서 수행하였다. 이들 수집종자는 종자 증식을 위해 관행재배실험과 안정적 초형을 얻기 위해 원자력 연구소에서 방사선 처리(400Gy) 실험을 각각 실시하였다. 종자증식 및 방사선 처리 종자는 발아상에서 5일간 생육시킨 후에 정상적인 개체를 선정하여 본포에 재식밀도를 70×30cm로 하여 주당 1주 1본씩 2010년 5월 23일에 정식 하였다. 조사항목으로는 간장, 분얼수, 경직경, 수형, 수장, 개화기, 주당 건물중 및 종실 수량을 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 단수수 분양계통 주요특성

공시된 단수수 169점 계통 중에서 바이오매스용으로 간장과 분얼수 및 건물중이 높은 유망계통을 종자증식을 겸해 식물학적 특성을 살펴본 결과는 Table 1과 같다.

공시 계통에 대한 간장은 CNUS-124, CNUS-125 및 CNUS-77에서 300cm 이상으로 높은 생장을 나타냈으며, 주당 분얼수는 CNUS-2에서 7개로 매우 높았으나 CNUS-78은 1.0개로 계통간에 매우 큰 변이를 보였다. 공시된 단수수 계통에 대한 생체 및 건물중을 살펴보면 Fig. 1에서 보는바와 같이 CNUS-77의 경우 주당 생체중은 4.25kg이었고 건물중은 2.25kg이었으며 이중 줄기의 건물중은 1.94kg으로 줄

¹ 충남대학교 응용식물학과(Dept. of Applied plant, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea)

² 충남 청양농업기술센터(Chungcheongnam-do Cheongyang Agricultural Technology Center, Cheongyang-gun 345-802, Korea)

³ 충북 농업기술원(Chungcheongbuk-do Agricultural Reserch & Extension Services, Cheongwon-gun 363-883, Korea)

* Corresponding author: 이희봉(Hee-Bong Lee)
Tel.: +82-42-821-5727 Fax: +82-42-822-2631
E-mail: hblee@cnu.ac.kr

2010년 10월 5일 투고
2010년 10월 24일 심사완료
2010년 12월 13일 게재확정

기의 건물중 비율이 86.2%로 나타났으며, 이들 계통의 간장은 300cm이었으며 분얼수는 1.5개로 나타났다. 이어서 CNUS-124의 생체중은 3.86 kg이었고 건물중은 1.95kg이었는데 잎과 이삭부분을 제외한 줄기의 건물중이 1.5kg으로 건물비율이 76.9%를 나타냈고 간장은 345cm로 매우 높게 나타났으며 주당 분얼수 역시 3.0개로 높았다. CNUS-125계통의 경우 건물중이 1.93kg이었으며 이 중 줄기의 건물중이 1.42kg으로 건물비율이 73.6%이었으며 간장은 330cm,

분얼수 3.0개로 매우 높았다. 특히, 이들 CNUS-124, CNUS-125, CNUS-151 계통의 경직경은 25mm이상으로 높게 나타나 간장과 분얼수의 증가와 더불어 건물비율의 증대에 크게 기여한 것으로 나타났다. 공시된 계통들에 대한 개화기는 7월 3일에서 7월 8일 사이를 보여 대부분 중만생종을 보였으며 초형은 모든 계통에서 반직립형을 나타냈다.

2. 유망 단수수 계통선발

공시된 169점의 단수수종자에 감마선(⁶⁰Co : 400Gy)처리 결과 M₃ 세대에서 선발된 유망 계통들에 대한 주요특성은 Table 2와 같다.

선발된 단수수 유망계통에 대해 주요특성을 살펴보면 간장은 CNUS-M113, CNUS-M134 및 CNUS-M76에서 330cm 이상으로 나타나 대조구인 황금찰수수의 218cm에 비해 크게 높았고, 주당 분얼수는 대조구의 2.3개에 비해 CNUS-M113, CNUS-M134에서 5개 이상으로 매우 높게 나타났다. 생체 및 건물중은 CNUS-M113의 경우 건물중이 1.52kg으로 나타났는데, 이 중에서 줄기의 건물중은 1.04kg으로

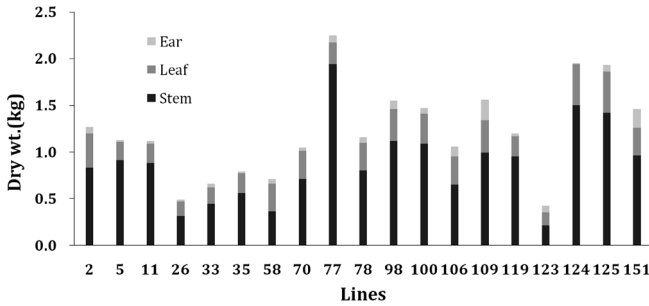


Fig. 1. Total dry weight of sweet sorghum per plants divided as stem, ear and leaf.

Table 1. Major characteristics of sweet sorghum accessions selected in 2010.

Lines	Characters	Stem ht. (cm)	Tillers/plant (ea)	Dry wt. (kg)	Fresh wt. (kg)	Stem dia. (mm)	Ear length (cm)	Flowering day	Plant type
CNUS-077		300	1.5	2.25	4.25	22.9	40	July 3	semi-erect
CNUS-124		345	3.0	1.95	3.86	25.1	29	July 6	semi-erect
CNUS-125		330	3.0	1.93	3.73	27.6	22	July 6	semi-erect
CNUS-002		230	7.0	1.27	2.89	19.7	25	July 8	semi-erect
CNUS-035		300	2.0	0.73	1.24	21.1	30	July 4	intermediate
CNUS-151		280	3.0	1.44	3.18	25.7	46	July 8	semi-erect
CNUS-078		340	1.0	1.22	2.61	19.6	26	July 4	semi-erect
Mean		255	3.25	1.37	2.74	20.3	32	July 6	-
LSD(0.05)		28	0.8	0.51	0.78	11.5	9.2	-	-

Table 2. Major characters of sweet sorghum mutante treated with gamma-ray, 400Gy.

Lines	Characters	Stem ht. (cm)	Tillers/plant (ea)	Dry wt. (kg)	Fresh wt. (kg)	Stem dia. (mm)	Ear length (cm)	Flowering day	Plant type
CNUS-M113		340	6.0	1.62	3.84	20.3	35	July 2	semi-erect
CNUS-M122		290	2.5	1.74	3.47	32.3	36	July 5	semi-erect
CNUS-M134		330	5.0	1.44	3.29	21.2	47	June 29	semi-erect
CNUS-M082		290	4.0	1.14	2.94	21.8	27	July 1	semi-erect
CNUS-M102		310	3.0	0.88	2.27	19.6	31	July 1	semi-erect
CNUS-M081		305	2.0	1.27	2.97	23.5	24	July 2	semi-erect
CNUS-M076		345	2.0	1.83	3.43	25.6	19	July 4	semi-erect
Check*		218	2.3	0.17	0.30	19.6	21	June 25	semi-erect
Mean		303.5	3.3	1.25	2.81	22.9	30	July 2	-
LSD(0.05)		22	0.7	0.4	0.82	9.3	10.3	-	-

* Check : Hwang gum chal sorghum

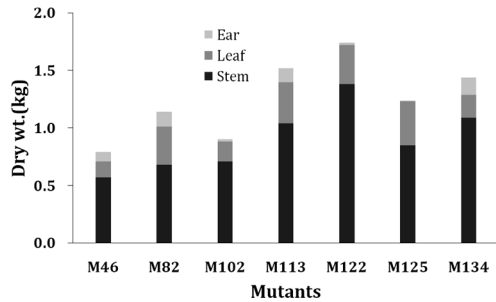


Fig. 2. Total dry weight per plant of sweet sorghum mutants lines developed using gamma-ray.

건물비율이 62.8%로 나타났으며 그 외에 간장은 340cm, 주당 분얼수는 6개로 매우 높았다. CNUS-M122의 경우 총건물중은 1.74kg으로 이중에서 줄기의 건물중이 1.38kg으로 나타나 줄기 건물비율은 79.3%로 나타났으며 간장은 286cm, 분얼수는 2.5개로 나타났다. CNUS-M134의 경우 총건물중은 1.44kg이었는데 줄기의 건물중이 1.09kg으로 줄기의 건물 비율은 75.7%이었고, 간장 330cm, 분얼수는 5개로 높게 나타났다. Vermerris 등 (2007)은 옥수수과 수수의 bmr 돌연변이체가 줄기의 효소적 당화에 의해 당함량을 증대시키는데 유리하다고 보고 한 바 있는데, 앞으로 이 유전인자를 단수수 유망계통을 선발하기위해 주요 표지인자로 사용하는데 유리할 것으로 판단되었다. CNUS-M122, CNUS-M76에서 경직경이 각각 32.3mm와 25mm이상으로 높게 나타났고 개화기는 6월 29일에서 7월 5일 사이의 분포를 보였으며 초형은 대부분이 반직립의 초형을 보였다. Sakamoto 등 (2006)은 벼, Dhugga(2007)는 옥수수에서 직립형의 초세를 위해 잎각의 개량효과가 수수의 밀식적응성이나 수량증대를 높이는데 효과적일 것으로 보고한 바 있다. Fig. 1은 선발된 유망 계통에 대한 전체 건물 비율을 줄기와 잎 그리고 이삭중으로 구분해서 전체 건물중을 나타낸 것으로 공시 계통 중에서 CNUS-77, CNUS-124, CNUS-125 등이 높은 건물생산량을 보임으로써 단수수 신품종 육성에 유망 계통으로 확인되었다. 특히, 이들계통은 줄기의 건물중이 매우 높게 나타나 biomass용 신품종으로 활용하는데 유리할 것으로 판단되었다.

Fig. 2는 유망계통을 선발하기위해 방사선 처리 결과 주당 건물중이 높은 CNUS-M122, CNUS-M113 및 CNUS-M134계통 등이 선발되었는데 이들 계통들은 줄기의 건조비율이 높고 경직경이 높았으며 개화기는 모두 중만생종으로 나타났다.

Photo 1과 2는 방사선 처리결과 선발된 CNUS-M122 유망계통에 대한 생육 상태를 나타낸 것으로 개체당 다분얼성이며 초형은 반직립형이고 수형은 밀수형으로 타원형을 보였다.

이상의 실험결과 우수 계통으로 확인된 CNUS-M113과 CNUS-M122계통은 대조구인 황금찰수수에 비해 주당 분



Photo 1. Growth habits with multi-tillers and ears per plant of CNUS-M122 line.

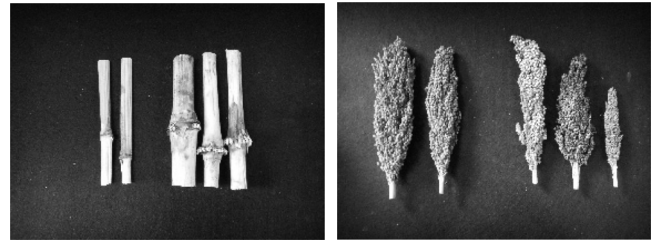


Photo 2. Stem and ear of check and CNUS-M122 line were located at left and right of each photo.

얼수가 많고 경직경이 굵음으로써 건물생산이 높은 바이오매스용 신품종으로 유리하였으나 종실 수량은 대조구와 비슷한 결과를 보였다. 따라서 본 계통을 우수 품종으로 육성하기 위해서는 금후 생산성검정, 지역적응성 검정 및 안정성 시험이 요구되었다.

IV. 결론

바이오 에너지용 단수수 신품종개발을 위해 국립 유전 자원 센터로부터 분양받은 단수수종자에 대해 돌연변이원 감마선(⁶⁰Co) 처리 결과 우수계통으로 선발된 CNUS-M113, CNUS-M122, CNUS-M134계통의 주요특성을 살펴보면

CNUS-M122은 간장 290cm와 분얼수 2.5개로 비교적 높았으며, 전체 건물중은 1.74kg로 이 중 줄기의 건물중은 1.38kg으로 건물비율은 79.3%로 나타났다. CNUS-M113 역시 간장 340cm와 분얼수는 6개로 매우 높았으며 전체건물중은 1.52kg으로 이 중에서 줄기의 건물중은 1.04kg으로 나타나 줄기의 건조비율이 62.8%로 나타났다. 또한, CNUS-M134의 경우 간장 330cm, 분얼수 5개로 높게 나타났으며 전체 건물중은 1.44kg, 줄기의 건물중은 1.09kg으로 건물비율이 75.7%로 높게 나타나 유망계통으로 확인되었다.

참고문헌

1. Carpita, N.C., M.C. McCann. 2008. Maize and sorghum: genetic resources for bioenergy grasses. Trends Plant Sci. 13: 415-420.
2. Casa, A.M., G.Pressoir, P.J. Brown, S.E. Mitchel, W.L.

- Rooney, M.R. Tuinstra, C.D. Franks, S. Kresovich. 2008. Community resources and strategies for association mapping in sorghum. *Crop Sci.* 48: 30-40.
3. Dhugga, K.S. 2007. Maize biomass yield and composition for biofuels. *Crop Sci.* 47: 2211-2227.
 4. Jenks, M.A., R.J. Joly, P.J. Peters, J.D. Axtell, E.N. Ashworth. 1994. Chemically induced cuticle mutation affecting epidermal conductance to water vapor and disease susceptibility in *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Plant Physiol.* 105: 1239-1245.
 5. Lee, H.B., T.G. Bok, M.S. Lee, W.S. Shin, H.J. Cha. 2010. Variation of character and breeding strategy for sweet sorghum accessions. Korean Breed Society. Abstract 38 p.
 6. Poter, K.S., J.D. Anxtell, V.L. Lechtenberg, V.F. Colenbrander. 1978. Phenotype fiber composition, and *in vitro* dry matter disappearance of chemically induced brown midrib (*bmr*) mutants of sorghum. *Crop Sci.* 18: 205-208.
 7. Rooney, W.L. 2004. Sorghum improvement-integrating traditional and new technology to produce improved genotypes. *Adv. Agron.* 83: 37-109.
 8. Sakamoto, T., Y. Morinaka, T. Ohnishi, H. Sunohara, S. Fujioka, M. Ueguchi-Tanaka, M. Mizutani, K. Sakata, S. Takatsuto, S. Yoshida, H. Tanaka, H. Kitano, M. Matsuoka. 2006. Erect leaves caused by brassinosteroid deficiency increase biomass production and grain yield in rice. *Nat. Biotechnol.* 24: 105-109.
 9. Savallios, A., W. Vermerris, L. Rivera, G. Ejeta. 2008. Allelic association, chemical characterization and saccharification properties of *brown midrib* mutants of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Bioenerg. Res.* 1: 193-204.
 10. Vermerris, W, A. Saballos, G. Ejeta, N.S. Mosier, M.R. Ladisch, N.C. Carpita. 2007. Molecular breeding to enhance ethanol production from corn and sorghum stover. *Crop Sci.* 47: S142-153.
 11. Yuan, J.S., K.H. Tiller, H. Al-Ahmad, N.R. Stewart, C.N. Jr. Stewart. 2008. Plants to power: bioenergy to fuel the future. *Trends Plant Sci.* 13: 421-429.