돌연변이 육종에 의해 육성된 왜성 들잔디 품종 ‘한라그린1’

양대화¹ · 선현진¹ · 정옥철¹ · 송인자¹ · 배태웅¹ · 진일두¹ · 강홍규¹ · 고석민¹ · 권용익¹ · 송필순¹ · 이효연^{1,2*}

¹제주대학교 아열대원예산업연구소, ²제주대학교

Dwarf Zoysiagrass (*Zoysia japonica*) Cultivar 'Halla Green 1' Developed Through Mutation Breeding

Dae-Hwa Yang¹, Hyeon-Jin Sun¹, Ok-Cheol Jeong¹, In-Ja Song¹, Tae-Woong Bae¹, Il-Doo Jin¹,
Hong-Gyu Kang¹, Suk-Min Ko¹, Yong-Ik Kwon¹, Pill-Soon Song¹, and Hyo-Yeon Lee^{1,2*}

¹Subtropical Horticulture Research Institute, Jeju National University, Jeju, 63243, Korea

²Faculty of Biotechnology, Jeju National University, Jeju, 63243, Korea

Abstract : To develop a dwarf turfgrass (*Zoysia japonica*) cultivar with artificial mutation-induced breeding method, the wild type control "Gosan" plants were exposed to a 30 Gy gamma ray source in 2010. The mutant lines showing short height were selected from successive generations. One of the resulting dwarf lines obtained was registered under the cultivar name of "Halla Green 1" (2016). The dwarf phenotype of the Halla Green 1 includes a reduction of the height by 4.5-fold, an increase in leaf and third internode lengths by about 6- and 2.3-fold, respectively, compared to the Gosan, and approximately 2.4-, 3.8-, and 1.5-fold relative to the Zenith, respectively. In addition, the Halla Green 1 had a sheath of darker green coloring compared to the light green Gosan and Zenith. The leaf blades of Gosan, Zenith and Halla Green 1 were all light green, whereas their stolons were purple, yellow-green and light purple, respectively. Trichomes presented on both adaxial and abaxial surfaces of the Gosan's leaves, and only on the adaxial side of the Zenith's leaves, but none on the Halla Green 1 leaves. The Halla Green 1 exhibited sufficiently distinct morphological traits when compared with the wild type Gosan and Zenith that the dwarf phenotype enhances its commercial viability.

Keywords : Dwarf, Mutation breeding, Turfgrass

서 언

들잔디(*Zoysia japonica*)는 화본과의 *Zoysia* 속 한국잔디류(*Zoysiagrass*)에 속하며, 주로 한국, 중국, 일본, 필리핀, 태국 등 온대부터 열대기후 아시아 지역에 자생하는 대표적인 잔디종으로, 학교운동장 및 정원, 공원, 도로변, 골프장, 스포츠 경기장 등 다양한 장소에 식재되고 있다(Bae et al. 2010, Hyun et al. 2012, Yu et al. 1974). 최근 경제성장에 의해 소득 규모가 커짐에 따라 들잔디 이용 범위가 확대되고 있어 실용적 가치가 증가하고 있다(Bae et al. 2013, Hyun et al. 2012, Sun et al. 2010). 들잔디는 미국과 일본 등에서 들잔디 수집, 선발 및 교배

육종 뿐만 아니라 육종 시간을 단축 할 수 있는 방사선 돌연변이 육종 방법으로 들잔디 품종을 개발해왔다(Hyun et al. 2012, Jang et al. 2011, Li et al. 2006, Sun et al. 2010). 국내의 잔디 육종의 경우 수집 및 교배육종 등의 방법으로 들잔디 야지, 안양중지, 삼덕중지, 세녹, 밀록 등의 고품질 한국잔디가 개발되고 있지만, 해외에 비해 신품종 개발 수가 극히 적은 실정이다(Choi et al. 1997, Choi & Yang 2004). 이러한 들잔디는 건조 및 염, 고온 등에 대해 강한 특성이 있어 육종가치가 높다는 이점이 있으나, 자주 예초를 해야하는 단점이 있다. 따라서, 초장이 작은 들잔디는 예초 등의 노동력을 절감할 수 있기 때문에 왜성 형질의 들잔디 개발이 필요하다(Bae et al. 2010, Bae et al. 2013). 본 연구팀은 방사선 돌연변이 육종 기술을 이용하여 제주 서귀포 지역에서 수집한 들잔디의 수분·수정시기에 감마선을 조사함으로써 왜성 형질 잔디 신품종 ‘한라그린1’을 육성하였

*Corresponding Author (E-mail: hyoyeon@jejunu.ac.kr, Tel: +82-64-754-3347)

(Received on August 21, 2016. Accepted on November 22, 2016.)

(A)

Gosan control (2012. 08. 16.)

Halla Green 1(2012. 08. 16.)

(B)

Gosan control (2013. 10. 23.)

Halla Green 1(2013. 10. 23.)

Fig 1. The field photograph of ‘Gosan control’ (Left) and ‘Halla Green 1’ (Right) in the Jeju national university field. (A) Aug. 16. 2012. (B) Oct. 23. 2013

으며 그 육성경위와 주요특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

육성경위

왜성형질의 돌연변이 유기 및 선발을 위해 제주대학교 아열대 원예산업연구소에서 2009년부터 2010년까지 제주도 서귀포 고산지역의 자생 들잔디를 수집하여 온실에서 재배하였으며, 2010년 5월에 개화시기의 들잔디 영양체에 방사선 조사(감마선 30Gy)를 수행하였다. 2010년 7월에 방사선 조사된 들잔디 영양체로부터 종자를 채종하였으며, 2010년 8월에 종자를 온실 화분에 파종하여 재배하였다. 2010년 10월에는 온실에서 대조품종

인 고산 들잔디에 비해 40-60%까지 왜성형질 보이는 잔디를 1차 선발하였으며, 시험포장에 이식하여 2011년 5월부터 8월까지 왜성형질의 잔디를 2차 선발하였다. 총 육성기간은 2010년부터 2013년 기간 동안 재배 및 관찰되었으며, 제주대학교 온실 및 포장에서 육성 및 특성조사를 수행하여 2013년 10월에 최종 한라그린1 잔디의 품종 출원서를 제출하여 국립산림품종관리센터에서 잔디 재배 및 특성조사 등 심사를 수행한 후 2016년 7월에 산림청(국립산림품종관리센터)으로부터 최종 품종보호 권등록을 통보 받았다(2016-품종보호권 등록번호 제117호).

특성조사 방법

잔디의 생육특성은 2013년 10월에 제주대학교 시험포장에서

Table 1. Morphological traits of ‘Halla Green 1’.

Variety	Sheath length (cm)	Leaf blade length (cm)	Leaf blade width (mm)	Leaf angle (°)	Flag leaf length (cm)	Flag leaf Width (mm)	Plant height (cm)	Third internode of stolon length (cm)
Gosan (control) ^z	5.71±0.2	19.9±0.71	3.65±0.03	34.2±1.2	13.7±0.54	3.59±0.55	19.4±0.65	2.19±0.15
Zenith	4.6±0.14	11.7±0.45	4.01±0.06	49.4±0.83	5.55±0.3	3.49±0.28	10.1±0.35	1.43±0.26
Halla Green 1	1.92±0.03	3.01±0.22	2.71±0.06	35.9±2.7	2.28±0.1	2.48±0.02	4.19±0.12	0.94±0.09

The results represent the means±SE of values obtained from four experiments.

Different corresponding letters with in a column are significant different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Gosan (control)^z indicated collected *Zoysia japonica* grass in Jeju.

Fig. 2. The plant height of ‘Gosan control’ (Left) and ‘Halla Green 1’ (Right). Scale bars indicated 1cm.

실시하였다(Fig. 1). 각 잔디별로 대조구 및 선발된 왜성 형질의 잔디는 2013년 10월에 종자산업법에 의한 ‘산림청 국립산림품종관리센터의 잔디특성조사요령’ 기준에 따라 품종 특성조사를 수행하였다. 잔디의 품종특성조사는 왜성 형질을 선발하는데 가장 중요한 초장 및 기타 잔디의 주요 특성인 엽초길이, 엽초색, 엽신 너비, 엽신 길이, 엽신과 기엽과의 각도, 엽신 녹색 착색정도, 엽신의 털 유무, 기엽 길이, 기엽 너비, 포복경 색, 포복경 굵기, 포복경 길이 등을 조사하였다. 잔디 부위별 길이 및 굵기, 잎 각도는 전자자 및 각도계를 이용하여 측정을 수행하였으며, 통계처리를 위해 각 잔디별 길이 및 굵기는 5반복 이상을 측정하여 SPSS 통계프로그램을 사용하여 특성조사하였다. 각 잔디 색깔은 ‘Royal horticultural society’ 회사의 RHS mini colour chart를 이용하여 잔디 잎과 비교 분석하여 색을 구별하였다.

결과 및 고찰

한라그린 1의 형태적 및 가시적 특성

들잔디의 왜성 형질을 평가할 수 있는 주된 요인은 외부 형태적 특성 중에서 잔디의 피복정도 등의 생육 속도는 비슷하지만 초장의 길이가 짧은 특성이다. 육성된 ‘한라그린1’은 대조품종인 고산들잔디와 초장의 길이 뿐만 아니라, 잔디의 주요 특성인 잎, 마디 등의 형태적 및 가시적 특성을 비교 분석 하였고, 부가적으로 미국에서 육성된 들잔디 제니스 품종과도 비교 분석하였다. 품종으로 육성된 ‘한라그린1’과 대조품종인 고산들잔디의 초장의 경우 ‘한라그린1’은 $4.19\pm0.12\text{cm}$ 로 대조품종의 $19.4\pm0.65\text{cm}$ 보다 초장이 약 4.6배 짧다(Table 1, Fig. 2). 또한, 제니스의 초장은 $10.1\pm0.35\text{cm}$ 에 비해 ‘한라그린1’은 약 2.4배

Fig. 3. The stolon of of ‘Gosan control’ (Left) and ‘Halla Green 1’ (Right).

Table 2. Visible traits of ‘Halla Green 1’.

Variety	Sheath color	Leaf blade color	Stolon color	Trichome on leaf
Gosan (control) ^z	Light green	Light green	Purple	Both adaxial and abaxial
Zenith	Light green	Light green	Yellow-green	Adaxial
Halla Green 1	Dark green	Light green	Light purple	None

짧다(Table 1). 지면에서 첫 번째 잎까지의 높이인 엽초는 ‘한라그린1’의 경우 $1.92 \pm 0.03 \text{ cm}$ 이며 대조품종 $5.71 \pm 0.2 \text{ cm}$ 보다 약 3배 짧고(Table 1), 제니스 엽초길이 $4.6 \pm 0.14 \text{ cm}$ 보다 ‘한라그린1’은 약 2.4배 짧다(Table 1). 잎 길이의 경우 엽신의 길이는 대조품종 $19.9 \pm 0.71 \text{ cm}$ 에 비해서는 ‘한라그린1’ $3.01 \pm 0.22 \text{ cm}$ 로 약 6.6배 짧고, 엽신 너비는 대조품종 $3.65 \pm 0.03 \text{ cm}$ 보다 ‘한라그린1’이 $2.71 \pm 0.06 \text{ cm}$ 로 약 1.3배 짧다(Table 1). 또한, 제니스의 엽신 길이는 $11.7 \pm 0.45 \text{ cm}$, 엽신 너비는 $4.01 \pm 0.06 \text{ cm}$ 인 반면에 ‘한라그린1’은 각 3.8배, 1.5배정도 짧다(Table 1). 기엽길이는 대조품종 $13.7 \pm 0.54 \text{ cm}$ 에 반해서 ‘한라그린1’이 $2.28 \pm 0.1 \text{ cm}$ 으로 약 6배 짧고, 기엽너비는 대조품종 $3.59 \pm 0.55 \text{ cm}$ 에 비해 ‘한라그린1’이 $2.48 \pm 0.02 \text{ cm}$ 로 약 1.4배 짧다(Table 1). 제니스와 비교시, ‘한라그린1’은 제니스 기엽길이 $5.55 \pm 0.3 \text{ cm}$ 및 기엽너비 $3.49 \pm 0.28 \text{ cm}$ 보다 약 2.4배, 1.4배 짧다(Table 1). 들잔디는 주로 포복경을 이용하여 영양번식으로

증식하므로 포복경의 길이도 비교분석 하였다. 포복경의 3번째 마디 길이는 대조품종 $2.19 \pm 0.15 \text{ cm}$ 에 비해서 ‘한라그린1’이 $0.94 \pm 0.09 \text{ cm}$ 로 약 2.3배 짧다(Table 1, Fig. 3). 또한, 제니스의 포복경 3번째 마디 $1.43 \pm 0.26 \text{ cm}$ 보다 ‘한라그린1’이 1.5배 짧다(Table 1).

왜성 형질 이외에 부가적으로 가시적 특성은 엽초 및 엽신, 포복경의 색과 잎 표면의 털 유무를 평가한다. 대조품종은 엽초 및 엽신의 색이 연녹색이며, 포복경은 보라색, 엽털은 앞뒤 모두 있다. 제니스 품종의 경우 대조품종과 같은 엽초 및 엽신 색이며, 포복경의 색이 연녹색으로 대조품종과 차이가 뚜렷하고, 엽털의 경우 앞면에만 털이 있다. 반면에 ‘한라그린1’은 엽초 및 엽신은 진녹색이며, 연보라색의 포복경, 엽털은 없어, 대조품종과 제니스와 차이가 나타남을 알 수 있다(Table 2).

따라서, ‘한라그린1’의 품종은 대조품종인 고산들잔디 보다 초장과 잎의 길이 및 너비, 포복경 마디길이가 짧으며, 특히,

미국에서 개발한 들잔디 제니스 품종보다 짧기 때문에, ‘한라그린1’은 왜성 형질 들잔디 신품종으로 예초 등의 관리비용을 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

재배상 유의사항

비교적 포복경으로 영양번식이 잘 되어 증식률이 좋기 때문에 전국의 넓은 평야지에서 재배가 가능하다. 배수가 불량한 점질 토양에서의 재배는 지양하는 것이 바람직하다.

적 요

제주도에서 수집된 들잔디에 2010년 30 Gy의 감마선을 조사하였다. 그 후대에서 왜성형질을 가지는 잔디를 선발 및 육성하여, ‘한라그린1’로 명명하고 2013년 품종보호권을 출원 신청하여 2016년 산림청(국립산림품종관리센터)의 품종보호등록(품종보호 제117호, 2016.07.05~2036.07.04) 되었다. 형태적 차이는 대조품종에 비해 ‘한라그린1’은 초장 및 잎, 포복경 3번째 마디의 길이가 각 4.5배, 6배, 2.3배정도 짧고, 제니스와 비교시 각 2.4배, 3.8배, 1.5배정도 작게 평가됐다. 가시적 차이로는 대조품종 및 제니스, ‘한라그린1’은 엽초 색이 각 연녹색, 연녹색, 진녹색이며, 엽신 색은 3종이 모두 연녹색으로 같고, 포복경 색은 보라색, 황록색, 연보라로 차이를 보였으며, 잎 표면의 털의 유무도 대조품종은 잎의 앞뒤면 모두에 털이 존재하는 반면, 제니스는 앞면에만 존재하고, ‘한라그린1’은 털이 존재하지 않는 차이를 나타냈다. 따라서, ‘한라그린1’ 품종은 형태적 및 가시적 특성이 대조품종인 고산 및 제니스와 차이가 있으며, 특히 왜성 형질의 들잔디 품종으로 재배시 관리비용 감소되는 장점으로 소비가 확대 될 것으로 기대된다.

사 사

본 논문은 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2016R1A6A1A03012862), 농림축산식품부 농림수산식품기술기획평가원 농림축산식품부사업(과제번호: 315025-3)의 지원을 받아 연구되었음.

REFERENCES

1. Bae TW, Song IJ, Kang HG, Jeong OC, Sun HJ, Ko SM, Lim PO, Song PS, Song SJ, Lee HY. 2010. Selection of

- male-sterile and dwarfism genetically modified *Zoysia japonica* through gamma irradiation. J. Radiation Industry. 4(3):239-246.
2. Bae EJ, Lee KS, Kim DS, Han EH, Lee SM, Lee DW. 2013. Sod production and current status of cultivation management in Korea. Weed Turf. Sci. 2:95-99.
3. Choi JS, Ahn BJ, Yang GM. 1997. Classification of zoysiagrass native to the southwest coastal regions of Korea using RAPDs. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38(6):789-795.
4. Choi JS, Yang GM. 2004. Development of new hybrid cultivar ‘Senock’ in zoysiagrass. Kor. Turfgrass Sci. 18(4):201-209.
5. Hyun, YH, Choi BJ, Kim YJ, Joo YK. 2012. Analysis of research trend on zoysiagrass (*Zoysia* spp.). Asian J. Turfgrass Sci. 26:89-95.
6. Jang DH, Park NI, Yang SW, Shim GY. 2011. Present situation of zoysiagrass (*Zoysia* spp.) culture, sod production, and bland by prefecture in Japan. Asian J. Turfgrass Sci. 25:229-236.
7. Li RF, Wei JH, Wang HZ, He J, Sun ZY. 2006. Development of highly regenerable callus lines and *Agrobacterium*-mediated transformation of Chinese lawngrass (*Zoysia sinica* Hance) with a cold inducible transcription factor, *CBF1*. Plant Cell Tiss. Org. 85:297-305.
8. Sun, HJ, Song IJ, Bae TW, Lee HY. 2010. Recent development in biotechnological improvement of *Zoysia japonica* Steud. J. Plant Biotechnol. 37:400-407.
9. Yu TY, Yeam DY, Kim YJ, Kim SJ. 1974. Morphological studies on Korean lawn grasses (*Zoysia* spp.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 15(1):79-91.