왜성 들잔디 신품종 ‘한라그린2’의 개발

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

¹제주대학교 아열대원예산업연구소, ²제주대학교

Development of Dwarf Type Cultivar ‘Halla Green 2’ in *Zoysia japonica* Steud.

In-Ja Song¹, Hyeon-Jin Sun¹, Ok-Cheol Jeong¹, Dae-Hwa Yang¹, Il-Doo Jin¹, Hong-Gyu Kang¹,
Suk-Min Ko¹, Yong-Ik Kwon¹, Tae-Woong Bae¹, Pill-Soon Song¹, 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 : This study was carried out to develop new zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud.) cultivar ‘Halla Green 2’ (Grant number: No. 118). To develop a zoysiagrass cultivar with dwarfism by using the mutation breeding method, the wild type control “Gosan” plants were irradiated using a 30 Gy gamma ray source in 2010. Dwarf mutants were selected from the mutated grasses in successive generations. Dwarf mutant lines were identified and a new zoysiagrass variety Halla Green 2 was developed. The plant height of Halla Green 2 was 3.4 and 1.8 times lower than that of Gosan and Zenith, respectively. This cultivar has dwarf characteristics such as shorter sheath, shorter leaf blade, shorter flag leaf, and shorter third internode of stolon compared to those of Gosan and Zenith. Additionally, the sheaths and leaf blades color of Gosan, Zenith and Halla Green 2 were all light green, whereas their stolons were purple, yellow-green and yellow green, respectively. Trichomes(hairs) were visible on both adaxial and abaxial surfaces of the Gosan leaves, whereas only on the adaxial side of the Zenith and Halla Green 2 leaves. The Halla Green 2 grass showed distinguishable morphological traits compared to those of wild type Gosan and Zenith.

Keywords : Dwarf, Halla Green 2, Mutation breeding, *Zoysia japonica* Steud.

서 언

들잔디(*Zoysia japonica* Steud.)는 화본과의 *Zoysia* 속 한국잔디류(*Zoysiagrass*)에 속하며 한국을 포함한 아시아와 대부분의 온대지역에 자생하는 대표적인 난지형잔디이다. 사면녹화, 토양 침식방지, 공원, 골프장, 스포츠 경기장 등 다양한 장소에 식재되고 있으며 그 이용범위는 나날이 확대되고 있다(Bae et al. 2010, Choi & Yang 2013, Hyun et al. 2012, Sun et al. 2010, Yu et al. 1974). 들잔디는 타잔디종에 비해 고온, 가뭄 및 염분에 대한 내성이 강하고 내답압성이 높은 특성을 가지므로 미국과 일본 등에서는 한국잔디류의 유전자원을 수집·선발하여 왔으며, 교배육종과 돌연변이 육종 등을 통해 우수 들잔디 품종육성이

활발하게 진행되고 있다(Hyun et al. 2012, Jang et al. 2011, Li et al. 2006, Sun et al. 2010). 국내의 경우에도 자생 한국잔디의 수집, 변종의 선발 및 교배육종 등의 방법으로 신품종 개발을 위한 연구가 수행되어 왔으며, 이를 통해 안양중지, 삼덕중지, 세늬, 밀룩, 세밀 등의 신품종이 개발되었으나 해외에 비해 국내의 품종육성은 아직 미흡한 실정이다(Choi et al. 1997, Choi & Yang 2004, Choi & Yang 2013). 한국잔디류는 녹기연장, 내답압성, 내병성, 내척박성, 피복률 향상, 종자 다수확, 내염성, 내건성 등의 특성을 가진 품종육성이 가장 중요한 육종 목표로 제시되고 있으며, 관리 요구도가 낮은 품종의 개발도 요구되고 있다(Joo et al. 1997). 공원이거나 골프장의 잔디관리에 있어서 잔디의 예초를 위한 노동력과 소요 비용은 잔디의 관리 비용 증가의 주요 원인이 되고 있으며, 이를 절감하기 위해 식물의 생장억제제를 활용하고자 하는 연구도 수행되고 있다(Lim et al. 2011). 초장이 짧은 들잔디는 예초 회수를 줄여 잔디 깎기에

*Corresponding Author (E-mail: hyoyeon@jejunu.ac.kr, Tel: 064-754-3347)

(Received on August 30, 2016. Accepted on December 6, 2016.)

Fig. 1. Photographs of ‘Gosan control’ (left) and ‘Halla Green 2’ (right) in the Jeju National University field, respectively. The photographs indicate turfgrasses of on August 16, 2012 and October 23, 2013, respectively.

소요되는 비용을 최소화할 수 있으므로 잔디의 관리 비용 절감을 위한 왜성 들잔디 품종의 개발이 요구되고 있다(Bae et al. 2010, Bae 2013). 현재까지 국내외에서 개발된 왜성 들잔디는 일본에서 육성된 ‘쓰쿠바그린’ 품종이 있다. 이 품종은 일반 들잔디에 비해 약 60%의 초장을 가지는 것으로 알려져 있으며 (<http://www.ja-tukuba.jp>), 품질은 우수하지만 피복속도가 느린 단점을 가지고 있는 것으로 보고되었다(Jang et al. 2011).

본 연구에서는 방사선 돌연변이 육종 기술을 이용하여 제주 서귀포 지역에서 수집한 들잔디에 감마선을 조사하고 왜성 형질을 가지는 잔디 신품종 ‘한라그린2’를 육성하였다.

재료 및 방법

제주대학교 아열대원예산업연구소에서는 2009년부터 2010년까지 제주도 서귀포시의 고산지역에서 자생하고 있는 들잔디

를 수집하여 온실에서 재배하였으며, 2010년 5월에 개화시기의 들잔디 영양체에 30 Gy의 감마선(^{60}Co)을 조사하였다. 감마선 조사는 제주대학교 방사선응용과학연구소의 감마선 조사시설에서 수행하였으며, 조사 선량은 유전자변형 들잔디의 방사선 돌연변이 육종 논문에서 보고된 조사선량에 따른 생존율 및 돌연변이 유도율의 결과를 종합하여 30 Gy로 결정하였다(Bae et al. 2010). 2010년 7월에 방사선 조사된 들잔디 영양체로부터 종자를 수집한 다음, 2010년 8월에 종자를 온실 화분에 파종하여 재배하였다. 2010년 10월에 대조품종인 고산 들잔디에 비해 40-60%까지 왜성형질을 보이는 잔디를 1차 선발하였으며, 선발한 잔디를 시험포장에 이식하여 2011년 5월부터 8월까지 왜성형질의 잔디를 2차 선발하였다.

선발된 잔디는 2013년까지 제주대학교 시험포장(Fig. 1)에서 육성하였으며, 2013년 10월 종자산업법에 의한 ‘국립산림품종 관리센터의 잔디특성조사요령’에 따라 품종 특성조사를 수행하

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

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	5.71a±0.2	19.9a±0.71	3.65a±0.03	34.2b±1.2	13.7a±0.54	3.59a±0.55	19.4a±0.65	2.19a±0.15
Zenith	4.6b±0.14	11.7b±0.45	4.01a±0.06	49.4a±0.83	5.55b±0.3	3.49a±0.28	10.1b±0.35	1.43b±0.26
Halla Green 2	2.2c±0.22	3.93c±0.40	3.03b±0.09	52.8a±2.49	3.54c±0.25	2.84b±0.07	5.7c±0.45	1.03b±0.16

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 indicates *Zoysia japonica* collected in Jeju.

였다. 잔디의 품종특성조사는 왜성 형질을 선발하는데 가장 중요한 초장 및 기타 잔디의 주요 특성인 엽초길이, 엽초 색, 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. 각 조사는 4반복으로 수행되었으며, 각 반복별 5개체를 조사하였다. 최종적으로 2013년 대조품종 고산들잔디 보다 왜성인 들잔디를 선발하여 ‘한라그린2’라는 품종명으로 산림청(국립산림품종관리센터)에 품종보호권을 출원하였고, 재배심사를 거쳐 2016년 품종보호권(품종보호-제118호)이 등록되었다.

결과 및 고찰

들잔디의 초장은 잔디의 왜성 형질을 평가할 수 있는 주된 지표로 삼을 수 있다. 육성된 ‘한라그린2’는 대조품종 고산들잔디와 초장뿐만 아니라, 잔디의 주요 특성인 잎, 마디 등의 형태적 특성을 비교 분석 하였고, 부가적으로 미국에서 육성된 들잔디 품종 제니스와도 비교 분석하였다. 방사선 돌연변이 육종을 통해 육성된 ‘한라그린2’는 대조품종 고산 들잔디에 비해 왜성 형질을 나타내었으나 생육 속도에 있어서는 고산 들잔디와 매우 유사하였다(Fig. 1). ‘한라그린2’는 초장이 $5.70\pm0.45\text{cm}$ 로 대조품종인 고산 들잔디의 $19.4\pm0.65\text{cm}$ 와 제니스의 $10.1\pm0.35\text{cm}$ 보다 짧은 특성을 보였다(Table 1, Fig. 2). 잔디의 엽초 높이를 결정하는 지표가 되는 지면에서 첫 번째 잎까지의 높이인 엽초 길이에 있어서도 ‘한라그린2’는 $2.2\pm0.22\text{cm}$ 로 대조품종 고산들잔디의 $5.71\pm0.2\text{cm}$ 와 제니스의 $4.6\pm0.14\text{cm}$ 보다 짧은 특성을 나타내었다(Table 1). 엽신의 길이 또한 ‘한라그린2’는 $3.93\pm0.40\text{cm}$ 로 대조품종 고산의 $19.9\pm0.71\text{cm}$ 와 제니스의 $11.7\pm0.45\text{cm}$ 에 비해 짧았다. 엽신 너비에 있어서는 ‘한라그린2’가 $3.03\pm0.09\text{mm}$ 로 고산 및 제니스에 비해 약간 좁은 특성을 보였다. ‘한라그린2’의 잎 각도는 52.8° 로 고산 들잔디의 34.2° 및 제니스의 49.4° 에

Fig. 2. The plant height of control and new variety. Left and right panels indicate ‘Gosan control’ and ‘Halla Green 2’ turfgrass, respectively. Scale bars indicate 1 cm.

비해 넓은 특성을 보였다. 기엽길이는 ‘한라그린2’가 $3.54\pm0.25\text{cm}$ 로 대조품종 고산의 $13.7\pm0.54\text{cm}$ 및 제니스의 $5.55\pm0.3\text{cm}$ 보다 짧았다. 기엽너비는 대조품종 고산의 $3.59\pm0.55\text{mm}$ 에 비해 ‘한라그린2’는 $2.84\pm0.07\text{mm}$ 로 약간 좁은 특성을 보였다(Table 1). 들잔디는 주로 포복경을 통한 영양번식을 하는 식물로 포복경의 길이도 잔디의 형질 특성에서 매우 중요한 지표가 된다. 각 잔디 품종들의 포복경 3번째 마디 길이를 측정한 결과, ‘한라그린2’는 $1.03\pm0.16\text{cm}$ 로 대조품종 고산의 $2.19\pm0.15\text{cm}$ 와 제니스의 $1.43\pm0.26\text{cm}$ 보다 짧은 특성을 나타내었다(Table 1).

‘한라그린2’의 엽초 및 엽신 색은 연녹색으로 대조품종 고산 및 제니스의 색과 유사하였다. 포복경의 색에 있어서는 대조품종 고산이 보라색을 나타낸 반면, 제니스와 ‘한라그린2’는 황록색으

Table 2. Visible traits of 'Halla Green 2'.

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 2	Light green	Light green	Yellow-green	Adaxial

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

Fig. 3. The stolon of control and new variety. Left and right panels indicate 'Gosan control' and 'Halla Green 2' turfgrass, respectively.

로 유사한 색을 나타내었다. 또한, 대조품종 고산은 잎의 앞면과 뒷면 모두에서 엽털이 관찰되었으나, 제니스와 '한라그린2'에서는 앞면에서만 엽털이 관찰되었다(Table 2, Fig. 3).

'한라그린2' 품종은 대조품종인 고산 들잔디 및 미국에서 개발된 제니스보다 초장, 엽초, 엽신, 기엽 및 포복경의 마디길이 가 짧은 특성을 가지고 있고, 엽신 및 기엽의 너비에 있어서도 대조품종 및 제니스에 비해 좁은 특성을 보였다. 본 연구를 통해 육성된 '한라그린2'는 왜성 형질의 들잔디 품종으로 예초 등에 소요되는 잔디의 관리비용을 줄이는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

재배상 유의사항

신품종 '한라그린2'는 방사선을 이용한 돌연변이유종법에 의해 개발된 영양번식형 왜성 잔디 품종으로 균일성과 안정성이 확보된다. 또한, 포복경을 통한 영양번식이 잘 되므로 국내 전 지역에서 재배가 가능하지만, 배수가 불량한 점질 토양에서의 재배는 지양하는 것이 바람직하다.

적 요

제주도의 고산지역에서 수집하여 선발·증식한 들잔디에 2010년 30 Gy의 감마선을 조사하였다. 그 후대에서 왜성형질을 가지는 잔디를 선발·육성하여, '한라그린2'로 명명하고 2013년 품종보호권을 출원하였고, 재배심사를 거쳐 2016년 산림청(국립산림품종관리센터)의 품종보호등록원부(품종보호-제118호)에 등록되었다. '한라그린2'는 대조품종 고산에 비해 초장이 약 3.4배 짧고, 제니스에 비해 약 1.8배 짧은 왜성형질을 나타냈으며, 엽초, 엽신, 기엽 및 포복경 3째 마디의 길이에 있어서도 대조품종인 고산과 제니스에 비해 짧은 특성을 나타내었다. 대조품종 고산, 제니스 및 '한라그린2'의 엽초 색 및 엽신 색은 모두 연녹색으로 같았으나, 포복경 색에 있어서는 대조품종인 고산 들잔디가 보라색을 나타낸 반면, 제니스와 '한라그린2'는 황록색을 나타내었다. 잎 표면의 엽털에 있어서도 대조품종 고산에는 잎의 앞뒷면 모두에 털이 존재하는 반면, 제니스와 '한라그린2'에 있어서는 앞면에만 털이 존재하였다. 본 연구를 통해 개발된 '한라그린2' 품종은 형태적 특성에 있어서 대조품종 고산 및 제니스와 차이가 있으며, 특히 초장이 짧은 왜성 형질의 들잔디 품종으로 잔디의 관리비용 절감에 기여할 수 있을 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. Choi JS, Yang GM. 2013. Development of new hybrid cultivar 'Semil' in zoysiagrass. Weed Turf. Sci. 2:198-201.
6. Hyun YH, Choi BJ, Kim YJ, Joo YK. 2012. Analysis of research trend on zoysiagrass (*Zoysia* spp.). Asian J. Turfgrass Sci. 26:89-95.
7. 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.
8. Joo YK, Kim DH, Lee JP, Mo SY. 1997. Present and future prospect in zoysiagrass breeding. Kor. Turfgrass sci. 11:73-85.
9. 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.
10. Lim S, Choi B, Woo S, Lee C. 2011. Growth of zoysiagrass(*Zoysia japonica* Steud.) as affected by prohexadione-calcium application. Kor. J. Weed Sci. 31:199-204.
11. Sun HJ, Song IJ, Bae TW, Lee HY. 2010. Recent development in biotechnological improvement of *Zoysia japonica* Steud. J. Plant Biotechnol. 37:400-407.
12. 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.