

RESEARCH ARTICLE

# 크리핑 벤틀그래스 퍼팅그린에서 동절기 및 그린업 시기 잔디 착색제 활용

이상진<sup>1</sup> · 장석원<sup>1</sup> · 김기동<sup>1</sup> · 심경록<sup>2</sup> · 이정호<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>한국골프대학교 골프코스조경과, <sup>2</sup>벤틀랙코리아(주)

## Effects of Turf Colorant on Creeping Bentgrass Putting Green during Winter and Greenup Season

Sang-Jin Lee<sup>1</sup>, Seog-Won Chang<sup>1</sup>, Ki-Dong Kim<sup>1</sup>, Kyung-Rok Shim<sup>2</sup>, and Jeong-Ho Lee<sup>1\*</sup>

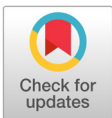
<sup>1</sup>Dept. of Golf Course Management, Korea Golf University, Hoengseong 25249, Korea

<sup>2</sup>Ventrac Korea. Inc., Wonju 26365, Korea

### Abstract

From the visual aspect of turf grass quality, turf colorant has been used to keep the vividness of green color and extend the duration of green color of turfgrass during the winter season of Korean golf courses. This study was conducted to investigate the effects of turf colorant application on creeping bentgrass planted in domestic golf courses during the winter. According to the result of this experiment, the colorant-applied zone, regardless of dilution rate and colorant types, showed higher or similar normalized difference vegetation index (NDVI) and chlorophyll contents than in the control during the winter or the period of green-up. In addition, the NDVI and chlorophyll contents were higher in 1x treatment than 1/2x treatment. Because of the difference of green color duration of the colorants, the selection of turf colorant should consider its properties like coloration rate. According to the evaluation of root length and turf density, the colorant applied in the experiment had little effect on the growth of turfgrass, green-up started at the experiment zone in March, while as turf grass grew normally. In conclusion, the coloration rate and duration should be considered selection of turf colorant. It is possible to extend the green color duration by using the colorant during the winter season and it is confirmed that there is no damage to green-up in the following year. Also, using colorants will be one of the ways to maintain the visual quality until the recovery and increase the satisfaction of the customers.

**Key words:** Chlorophyll contents, Green-up, Normalized difference vegetation index (NDVI), Turf colorant



### OPEN ACCESS

\*Corresponding Author:

Tel) +82-33-810-1065

FAX) +82-33-810-1001

E-mail) teetogreen@naver.com

**Received:** December 11, 2020

**Revised:** December 22, 2020

**Accepted:** December 22, 2020

© 2020 The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 서 언

2020년 기준 우리나라 골프장은 회원제 169개, 대중제 325개로 총 494개소가 운영 중이다. 여기에 건설 중인 골프장과 미착공 골프장 39개소를 합치면 533개소로 파악된다(Korea Golf Course Business Association, 2020). 이와 함께 골프인구의 증가, 골프장의 운영기간이 길어지면서 잔디가 받는 스트레스가 증가하고 골프코스의 관리방식도 변화하고 있으며 고품질의 잔디를 유지할 수 있는 기술과 친환경적인 기술 모두 중요해지고 있다(Ko et al., 2014). 또 하나의 중요한 변화는 내장객의 증가에 따라 영업기간이 길어졌다는 점이다. 이는 우리나라와 같이 4계절이 뚜렷한 지역에서 겨울은 골프 비수기지만 근래에는 겨울 골프를 즐기는 인구도 점차 증가하고 있다는 의미로 해석할 수 있을 것이다.

우리나라는 한지형잔디와 난지형잔디가 공존하는 전이지대이지만 퍼팅그린 잔디는 대부분 크리핑 벤트그래스(*Agrostis stolonifera* L.)로 식재되어 있다. 크리핑 벤트그래스는 기온이 5°C 이하로 떨어지는 초겨울부터 휴면에 들어가기 시작하는데(Kim, 1994; May, 1966), 동절기 영업을 지속하는 골프장에서는 겨울 동안 피복관리를 통해 엽색유지기간을 늘리기도 한다. 그러나 주목적은 서리방지로 퍼팅품질을 유지하는 것이며 많은 인력과 높은 업무 강도가 요구되기 때문에 관리자의 피로도가 높아지게 된다. 또한 휴면에 들어간 잔디는 갈색으로 변하여 내장객의 시각적 만족도가 떨어지게 된다.

동절기 휴장을 하는 일부 골프장을 제외하면 퍼팅 그린 잔디가 휴면에 들어가는 초겨울부터 이듬해 봄 그린 업 전까지 잔디의 녹색을 유지하는 효율적인 방법으로 착색 처리가 좋은 예가 될 수 있다. 잔디 착색제에 대한 국외의 연구는 미국의 버뮤다그래스(*Cynodon Dactylon* L.)가 식재된 운동장의 시각적 품질을 개선하기 위해 개발된 것을 시작으로(Van Dam and Kurtz, 1971), 난지형 잔디에 착색제를 처리하는 다수의 연구가 소개되어 있다. 국내에서는 실무적으로 한국잔디 페어웨이뿐만 아니라 벤트그래스 그린에도 많이 사용하고 있다. 잔디착색제는 잔디가 상해를 입거나 탈색되고 휴면에 들어갔을 때 녹색 유지를 위해 처리하는 물감, 색소, 페인트 같은 물질이다(Kim, 2005). 잔디착색제를 이용하면 환경적 생리장해나 병해에 의한 잔디 품질 감소 시 이용객들의 시각적 만족도를 높일 수도 있다. 그러나, 동계 잔디의 녹색 유지를 위해 그린에 사용한 착색제는 그린표면의 복사열을 높여(Segars and Moss, 2014) 건조해를 조장하거나 녹색을 띄고 있어 건조해 발견이 어렵기 때문에 주의가 필요하다.

착색제의 또 다른 활용은 잔디 생육기에 사용하는 방안을 고려할 수 있으며 국외, 국내에서는 방송경기나 이벤트 대회를 기념하는 그림이나 홍보문구를 그릴 때 사용하고 있다(U.S. patent, 1989). 뿐만 아니라 환경스트레스에 의해 잔디에 피해가 발생하거나, 내장객 증가에 따른 답압, 병반 등으로 품질이 저하되고 엽색이 불량해지는 경우에 일시적으로 시각적 품질을 높일 목적으로도 사용할 수 있다. 하지만 시각적 품질을 높이기 위해 사용한 잔디착색제가 오히려 잔디의 광합성 작용 및 증산작용에 영향을 주고, 잔디 잎 표면에서의 가스교환을 방해함으로써 증발량과 지상부 온도를 변화시켜 잔디 품질을 저하시키는 연구 결과도 보고된 바 있어(Reynold et al., 2016), 반드시 검증된 잔디용 착색제를 사용할 필요가 있다.

Shearman et al. (2005) 은 버팔로그래스(*Bouteloua dactyloides* [Nutt.] Columbus)를 이용하여 휴면기에 잔디착색제 처리 시 잔디의 봄철 그린업에 대해 잔디 착색제 처리농도에 따라 잔디 품질이 개선되었고, 토양 온도가 증가하여 봄철 그린업이 빨라진다고 보고하였다. Briscoe (2010) 또한 버뮤다그래스와 한국잔디(*Zoysia japonica* Steud.)를 대상으로 한 착색제 연구에서 동일한 결과가 나타났음을 보고하였다.

이와 관련하여 본 연구에서는 우리나라 골프장 퍼팅 그린의 크리핑 벤트그래스에서 동계 휴면기에 들어가기 전 착색제의 처리한 후, 그에 따른 잔디 녹색도 유지 기간 및 이듬해 봄철 그린업에 미치는 영향과 잔디 품질 변화를 검증하고자 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 공시 재료 및 잔디 관리

본 연구는 2016년 11월부터 2017년 5월까지 진행되었다. 실험에 사용된 공시 재료는 크리핑 벤투그래스(*A. stolonifera* 'Penn A-4')를 선택하였다. 실험포장은 강원도 횡성군 소재 한국골프대학교에 기조성된 숯 게임장에서 조건이 유사한 그린 2개소(Green A, B)를 선정하였고 처리구 당 1 m<sup>2</sup>, 3반복으로 조성하였다. 관수는 잔디 생육기간 골프장 그린 관리 기준에 준하였고, 예고는 4.5 mm, 예지 빈도는 생육정도에 따라 주 2-4회 수준으로 실시하였다. 시비 관리는 실험 전에 수용성 비료(Technigro<sup>®</sup> 20-10-20 Plus; Sungro<sup>®</sup> Horticulture, Agawam, MA, USA)를 m<sup>2</sup> 당 0.04-0.02-0.04 g으로 1회 실시하였다.

### 실험 설계

착색제는 시중에 유통 중인 3종을 선정하였으며 희석 비율에 따라 7개의 처리구(A; SP GREEN [SP GREEN<sup>®</sup>, J.R. Simplot co., CA 95330, USA] 1x, B; SP GREEN 1/2x, C; CONCENTRATE [CONCENTRATE<sup>®</sup>, Linemark co., Lancs, UK] 1x, D; Natural dye [CONCENTRATE의 주 원료로 형광물질을 빼고 녹색도를 강화한 천연염료] 1x, E; CONCENTRATE 1x+Natural dye 1x, F; CONCENTRATE 1/2x+Natural dye 1/2x, and G; pure water)로 설정하였다. 1x는 각 착색제의 처리 기준량이며, 1/2x는 그 기준량의 절반을 처리하였다. 착색제 처리는 2016년 11월 15일 1회 실시하였고 처리방법은 시중에 판매되고 있는 1.8 L 압축분무기를 이용하였으며, 살포량은 150 mL m<sup>2</sup> 로 모든 처리구가 동일하였다. 처리한 다음날인 2016년 11월 16일에 1차 측정을 하였고, 그 후 12월 5일, 1월 19일, 2월 21일, 4월 3일에 2차-5차 측정을 하였다. 측정시기가 불규칙적인 것은 기상 여건에 따라 눈이 적설되었다가 시험구지역이 완전히 녹은 시기를 선택하여 측정하였기 때문이다. 시험구는 그린 2개소 모두 완전임의배치법으로 배치하였다.

### 식생 지수와 엽록소 함량

식생 지수(normalized difference vegetation index, NDVI)는 잔디 전용 Turf Color NDVI Meter (TCM 500, Spectrum<sup>™</sup> Technologies, Inc., Plainfield, USA)로 측정하였다. 엽록소 함량 엽록소 함량은 Chlorophyll Meter (CM 1000 Item #2950, Spectrum<sup>™</sup> Technologies, Inc., Plainfield, USA)로 측정하였다. 식생지수와 엽록소함량 데이터 수집은 2016년 11월부터 2017년 4월까지 월 1회, 3반복으로 실시하였다.

### 지상부 잔디 밀도와 지하부 잔디 뿌리 길이

지상부 밀도는 단위면적 1 cm<sup>2</sup> 당 줄기수로 정의하였다. 잔디 뿌리 길이는 Mascaro Profile Sampler MPS1-S (W2×L8×D18 cm)로 시료를 채취한 후 생육이 왕성한 뿌리 중 가장 긴 뿌리를 기준으로 측정하였으며 잔디 밀도는 2017년 4월 10일 1회, 뿌리 길이는 2017년 3월 22일, 4월 3일 총 2회 실시하였다.

### 통계분석

통계분석은 Statistical Analysis System (SAS) 프로그램 (version 9.4, SAS institute, Cary, NC, USA)을 이용하였고 평균 간 유의성 검정은 최소유의성검정(least significant different, LSD) 5% 오차 수준에서 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 식생 지수와 엽록소함량

식생지수는 Green A와 Green B의 모든 처리구에서 낮아지다가 이듬해 그린업 시작되면서 상승하는 경향이 나타났다. 착색제 처리구는 Green A와 Green B 실험 모두 대조구 보다 식생지수가 높게 유지되었으며 저온이 지속될수록 대조구와 뚜렷한 차이가 나타났다(Table 1). 특히 2017년 2월 21일 측정에서 대조구의 식생지수는 4.87을 기록한 반면 대조구를 제외한 나머지 처리구는 5.00 이상을 기록하였다. 따라서 착색제 처리는 동계 식생지수 감소폭을 줄일 수 있는 것으로 판단되었다. A, C, E의 처리구별 차이는 대조구를 제외하면 큰 차이가 없었지만 처리농도 별로 비교해본 결과 기준배액을 처리한 경우 기준배액의 1/2을 처리한 처리구보다 전체적으로 식생지수가 높게 나타났고 Green A와 Green B 실험에서 모두 동일한 경향이였다(Table 1).

**Table 1.** Effects of turf colorant treatment on normalized difference vegetation index (NDVI) of creeping bentgrass 'Penn A-4' at putting green.

Colorant Treatment <sup>y</sup>	NDVI <sup>z</sup>									
	Green A					Green B				
	2016		2017			2016		2017		
	Nov. 16	Dec. 5	Jan. 19	Feb. 21	Apr. 3	Nov. 16	Dec. 5	Jan. 19	Feb. 21	Apr. 3
A	6.94a	6.70a	5.77a	5.21b	5.75	6.95a	6.70a	5.67a	5.29bc	5.91
B	6.94a	6.52bc	5.60b	5.05c	5.73	6.88ab	6.64ab	5.73a	5.26c	5.98
C	6.84abc	6.62ab	5.84a	5.34a	5.71	6.69cd	6.54ab	5.81a	5.45a	6.07
D	6.71cd	6.45c	5.77a	5.30ab	5.70	6.65d	6.55ab	5.82a	5.38abc	5.96
E	6.66d	6.49bc	5.82a	5.33ab	5.80	6.68cd	6.53b	5.84a	5.43ab	5.97
F	6.81abc	6.61ab	5.77a	5.33ab	5.79	6.74cd	6.54b	5.73a	5.40abc	6.11
G	6.80bc	6.44c	5.39c	4.87d	5.58	6.81bc	6.55ab	5.44b	5.08d	5.93
F test	*	*	*	*	NS	*	*	*	*	NS

\*: indicates significance at  $P=0.05$ ; NS: Not significant.

<sup>y</sup> A: SP GREEN 1x; B: SP GREEN 1/2x; C: CONCENTRATE 1x; D: Natural dye 1x; E: CONCENTRATE 1x+Natural dye 1x; F: CONCENTRATE 1/2x+Natural dye 1/2x; G: Pure water.

<sup>z</sup> Normalised difference vegetation index. It was measured by Turf Color NDVI Meter (TCM 500, Spectrum™ Technologies, Inc., Plainfield, USA).

a-d: Different letters in each column indicate significant difference by least significant difference (LSD) test at  $\alpha=0.05$ .

엽록소 함량의 변화도 식생지수의 변화와 유사한 경향이였다. 엽록소 함량은 Green A와 Green B 실험 모두 착색제 처리구에서 대조구 보다 높게 나타났으며 2017년 2월 21일 가장 큰 차이를 보였다(Table 2). 엽록소 함량 또한 A, C, E의 처리구별 차이는 대조구를 제외하면 큰 차이가 없었으나 처리농도 별로 비교해보면 기준배액 처리구가 기준량의 1/2 배액처리구보다 엽록소함량이 높게 나타났다.

Shearman et al. (2005) 은 착색제의 농도가 진할수록 토양온도가 높아지고 그린업도 빨라지는 것으로 보고하였다. 또한, 착색제 처리는 잔디 표면 온도를 상승시키는 효과가 있는데(Long, 2006) 본 연구에서 착색제 처리구가 대조구보다 식생지수 및 엽록소함량이 높게 나타난 것도 온도의 영향이었을 것으로 판단된다.

착색제 종류에 따른 식생지수와 엽록소함량 결과를 종합하여 보았을 때, 처리 초기에는 A처리구가 C, D, E처리구 보다 식생지수와 엽록소 함량이 높았지만, 이듬해 1월에는 C, D, E처리구가 A처리구보다 높은 결과를 보인 점으로 보아 제품별로 녹색도 유지기간이 다를 수 있었다. 이는 사용하는 제품에 따라 처리량, 처리 횟수 그리고 처리 시기를 적절하게 조절하여 현장에 적용해야 할 것으로 판단되었다.

**Table 2.** Effects of turf colorant treatment on chlorophyll contents of creeping bentgrass ‘Penn A-4’ at putting green.

Colorant Treatment <sup>y</sup>	NDVI <sup>z</sup>									
	Green A					Green B				
	2016		2017			2016		2017		
	Nov. 16	Dec. 5	Jan. 19	Feb. 21	Apr. 3	Nov. 16	Dec. 5	Jan. 19	Feb. 21	Apr. 3
A	288a	216a	144b	122c	151a	273a	227a	5.67a	5.29bc	5.91
B	245ab	185b	128c	109d	141b	265a	216ab	5.73a	5.26c	5.98
C	287a	222a	153ab	129abc	153a	250ab	225ab	5.81a	5.45a	6.07
D	269ab	220a	153ab	129ab	152a	268a	227a	5.82a	5.38abc	5.96
E	285a	234a	160a	135a	153a	269a	224ab	5.84a	5.43ab	5.97
F	264ab	214a	147b	123bc	148a	255ab	209b	5.73a	5.40abc	6.11
G	235c	176b	118c	101e	137b	217b	179c	5.44b	5.08d	5.93
F test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	NS

\*: indicates significance at  $P=0.05$ ; NS: Not significant.

<sup>y</sup> A: SP GREEN 1x; B: SP GREEN 1/2x; C: CONCENTRATE 1x; D: Natural dye 1x; E: CONCENTRATE 1x+Natural dye 1x; F: CONCENTRATE 1/2x+Natural dye 1/2x; G: Pure water.

<sup>z</sup> Normalised difference vegetation index. It was measured by Turf Color NDVI Meter (TCM 500, Spectrum™ Technologies, Inc., Plainfield, USA).

a-d: Different letters in each column indicate significant difference by least significant difference (LSD) test at  $\alpha=0.05$ .

그리고 실험에 사용된 착색제는 봄철 그린업에 부정적인 영향은 없었다. 그러나 착색제 처리 시 복사열의 상승에 따른 표면건조 피해가 발생할 경우 잔디 엽색의 세밀한 변화를 관찰하기 어려워 겨울철 건조피해를 입을 수 있으므로 세심한 관찰이 필요할 것이다.

### 지상부 잔디 밀도와 잔디 뿌리 길이

지상부 잔디 밀도는 그린업이 시작된 2017년 4월 10일 1회 측정하였다. 분석 결과 착색제 처리구가 대조구보다 다소 높은 경향이었으나 통계적 유의성은 나타나지 않았다(Table 3). 동계 착색제 처리에 따른 초봄 그린업 시 잔디 밀도에 대한 부정적 영향은 없는 것으로 확인되었으며 Green A와 Green B 모두 동일한 결과가 나타났다. 지상부 잔디 뿌리 길이는 2017년 3월 22일과 4월 7일 2회 측정하였는데 생장이 지속되면서 뿌리 길이가 길어지는 경향을 보였다. 그러나 착색제 종류별 차이는 나타나지 않았으며 농도에 의한 차이도 확인되지 않았다(Table 4).

**Table 3.** Effects of turf colorant treatment on turf shoot density of creeping bentgrass ‘Penn A-4’ at putting green in 2017.

Colorant Treatment <sup>z</sup>	Turf shoot density (each/cm <sup>2</sup> )	
	Green A (Apr. 10)	Green B (Apr. 10)
A	24.3	24.3
B	23.3	23.0
C	22.7	23.0
D	24.3	24.7
E	24.7	23.0
F	24.3	24.3
G	23.0	21.7
F test	NS	NS

NS: Not significant.

<sup>z</sup> A: SP GREEN 1x; B: SP GREEN 1/2x; C: CONCENTRATE 1x; D: Natural dye 1x; E: CONCENTRATE 1x+Natural dye 1x; F: CONCENTRATE 1/2x+Natural dye 1/2x; G: Pure water.

**Table 4.** Effects of turf colorant treatment on turf shoot density of creeping bentgrass 'Penn A-4' at putting green in 2017.

Colorant Treatment <sup>y</sup>	Root length <sup>z</sup> (cm)			
	Green A		Green B	
	Mar. 22	Apr. 3	Mar. 22	Apr. 3
A	10.8	13.0	11.1	12.6
B	11.5	12.8	11.3	12.7
C	11.0	13.6	10.4	14.3
D	10.5	12.8	11.1	13.5
E	11.5	12.1	12.7	13.3
F	11.8	12.5	11.3	13.3
G	11.1	12.5	11.4	12.4
F test	NS	NS	NS	NS

NS: Not significant.

<sup>y</sup> A: SP GREEN 1x; B: SP GREEN 1/2x; C: CONCENTRATE 1x; D: Natural dye 1x; E: CONCENTRATE 1x+Natural dye 1x; F: CONCENTRATE 1/2x+Natural dye 1/2x; G: Pure water.

<sup>z</sup> The longest part of the root was selected and measured.

## 요약

우리나라 골프장에서 착색제는 잔디 품질의 시각적 측면에서 동계 잔디의 녹색을 선명하게 하고 녹색유지 기간을 연장하기 위하여 사용된다. 본 연구는 착색제 활용 범위를 확대하고자 국내 골프장에 식재되는 크리핑 벤트그래스의 동계기간 중 착색제의 활용 효과에 대하여 연구하였다. 연구결과 겨울동안 착색제가 처리된 벤트그래스는 착색제의 종류에 상관없이 착색하지 않은 대조구보다 식생지수와 엽록소 함량이 증가하였다. 또한 착색제 처리 기준량의 1/2 배액 보다 기준 배액을 처리할 경우 식생지수와 엽록소 함량이 더 높았다. 잔디착색제의 녹색도 유지기간은 착색제 별로 다르게 나타나 착색제 선정 시 착색능력과 동계 지속력을 고려해서 착색제를 선택해야 할 것으로 판단된다. 뿌리길이와 지상부 밀도 측정 결과 실험에 사용된 잔디착색제는 잔디 생육에 큰 영향을 주지 않았으며, 이듬해 봄에 전체 실험구에서 그린업도 정상적으로 진행되었고 잔디 생육도 정상적으로 진행되었다. 결론적으로 잔디의 휴면기간 착색제를 사용할 경우 녹색 유지기간을 연장할 수 있고, 이듬해 봄철 그린업에 좋은 영향을 줄 수 있으며, 동절기 퍼팅그린의 시각적 품질을 유지할 수 있어 내장객의 만족도를 높일 수 있는 방안 중 하나가 될 것으로 판단된다.

**주제어:** 그린업, 식생지수, 엽록소 함량, 잔디착색제

## Authors Information

Sang-Jin Lee, Korea Golf University, Professor

Seog-Won Chang, <http://orcid.org/0000-0003-2053-6833>

Ki-Dong Kim, <http://orcid.org/0000-0002-3266-4683>

Kyung-Rok Shim, Ventrac Korea Inc., CEO

Jeong-Ho Lee, <http://orcid.org/0000-0003-4455-7540>

## References

- Briscoe, K. 2010. Influence of cultural practices and winter colorant application on the establishment and management of 'Miniverde' bermudagrass and 'Diamond' zoysiagrass putting greens. NC state University, Raleigh, NC, USA.
- Kim, H.G. 1994. Grassology. Sunjin press, Seoul, Korea. (In Korean)
- Kim, H.J. 2005. Turfgrass Dictionary. Korea Turfgrass Research Institute, Seongnam, Korea. (In Korean)
- Ko, K.Y., Kwon, J.W., Gil, G.H., Kim, K.H., Kim, S.H., et al. 2014. Agrochemicals and Environment. pp. 426-460. Gahyun press, Anyang, Korea. (In Korean)
- Korea Golf Course Business Association. 2020. Status of golf course in Korea. (Eds.) Korea Golf Course Business Association, Seongnam, Korea. (In Korean)
- Long, S. 2006. Thatch control, winter painting, and plant growth regulator management on golf course putting greens. MS thesis, Clemson Univ., Clemson, SC, USA.
- May, J.W. 1966. New fine-leafed grass varieties. 12<sup>th</sup> Rocky Mountain Regional Turfgrass Conference. pp. 55-61.
- Reynold, W.C., Miller, G.L., Livingston, D.P. and Rufty, T.W. 2016. Athletic field paint color impacts transpiration and canopy temperature in bermudagrass. *Crop Sci.* 56:2016-2025.
- Segars, C.A. and Moss, J.Q. 2014. The effects of athletic-field paint color on net photosynthesis and canopy temperature of overseeded perennial ryegrass. *Applied Turfgrass Sci.* 11(1):1-3
- Shearman, R.C., Wit, L.A., Severmutlu, S., Budak, H. and Gaussoin, R.E. 2005. Colorant effects on dormant buffalograss turf performance. *Horttechnology* 15(2):244-246.
- U.S. Patent. 1989. Athletic Field Marker. Patent Number: 4,832,331.
- Van Dam, J. and Kurtz, K. 1971. A turfgrass colorant study. *California Turfgrass Cult.* 21:17-20.