

RESEARCH ARTICLE

# Trinexapac-ethyl 처리 농도별 켄터키 블루그래스의 생육 억제 효과

김영선<sup>1,2\*</sup> · 윤정호<sup>3</sup> · 이금주<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>대구대학교 생명환경학부(원예학전공), <sup>2</sup>대구대학교 자연과학연구소, <sup>3</sup>주한울, <sup>4</sup>충남대학교 원예학과/스마트농업학과

## Growth Inhibition Responses of Kentucky Bluegrass after Applying Trinexapac-Ethyl Solution Diluted to Two Concentration

Young-Sun Kim<sup>1,2\*</sup>, Jeong-Ho Youn<sup>3</sup>, and Geung-Joo Lee<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Life and Environmental Science, Daegu University, Gyeongsan 38453, Korea

<sup>2</sup>Institute of Natural Sciences, Daegu University, Gyeongsan 38453, Korea

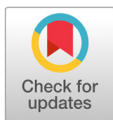
<sup>3</sup>Hanul Co., Ltd., Hapcheon 13206, Korea

<sup>4</sup>Department of Horticulture and Department of Smart Agriculture Systems, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

### Abstract

This study was conducted to investigate influences of various trinexapac-ethyl (TE) application on growth inhibition and visual quality in Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L). Treatments were as follows; Control (Non-treatment), H100 (0.005 a.i. g m<sup>-2</sup> 100 mL<sup>-1</sup>), H300 (0.005 a.i. g m<sup>-2</sup> 300 mL<sup>-1</sup>), R100 (0.01 a.i. g m<sup>-2</sup> 100 mL<sup>-1</sup>) and R300 (0.01 a.i. g m<sup>-2</sup> 300 mL<sup>-1</sup>). Turf color index, chlorophyll index and visual quality of Kentucky bluegrass were not significantly different, so that not showed damages of TE application. Shoot length and clipping yield in TE treatments were decreased by its application amount, but unaffected by its diluting concentration. Compared to time treated TE, shoot length was decreased at June than May, and clipping yield increased. These results indicated that TE amount applied on Kentucky bluegrass decreased shoot elongation and clipping yield and its application concentration was unaffected on. Also, turfgrass growth was influenced by application time of TE.

**Keywords:** Application amount, Diluting fold, Kentucky bluegrass, Trinexapac-ethyl (TE), Turfgrass growth



### OPEN ACCESS

**\*Corresponding Authors:**

Tel) +82-53-850-6715  
Fax) +82-53-850-6719  
E-mail) im0sunkim@daegu.ac.kr

Tel) +82-42-821-5734  
Fax) +82-42-821-8888  
E-mail) gjlee@cnu.ac.kr

**Received:** March 02, 2021

**Revised:** March 24, 2021

**Accepted:** March 25, 2021

© 2021 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

한지형 잔디가 식재된 골프코스는 여름철 고온기에 하고현상과 토양 과습 등에 의해 잔디 생육이 불량해지고, 잔디 품질을 감소시키는 원인이 된다(Ahn et al., 1992). 잔디의 생육과 우수한 품질을 유지하도록 관리하기 위해서는 적절한 예고 관리가 필요하나, 우리나라의 하절기는 잦은 강우와 장비에 의한 답압으로 인하여 규칙적인 깎기 작업이 어렵다(Ahn et al., 1992; Lee et al., 2010). 고온기의 잔디 관리에서 성장조정제의 사용은, 잔디 생육을 억제하여 잔디의 직립성과 수광태세를 증대시키고 깎기 작업 시기를 조절할 수 있으며, 잔디 품질 유지에 효과적으로 이용할 수 있다(Lee et al., 2008; Tae et al., 2010).

골프장에서 잔디의 예고 관리를 위해 사용할 수 있는 성장조정제는 트리넥사팍에틸(trinexapac-ethyl, TE)이 보편적으로 사용되고 있다(Cho et al., 2019; Hong et al., 2009; Kim and Park., 2020; Tae et al., 2010). 고온기에 TE가 처리된 한지형 잔디는 약 2주정도 성장억제효과가 지속되었고, 잔디의 품질과 엽록소 함량 및 잔디 밀도 등이 개선되었다(Hong et al., 2009; Tae et al., 2010). 하절기에는 성장조정제 외에도 살균제나 살충제와 같은 작물보호제를 처리하고 있고, 살균제나 살충제의 권장처리량은 TE 권장처리량과 다르기 때문에 별도의 장비 세팅이 필요하므로 (Chang et al., 2011; Kim et al., 2019; Tae et al., 2010) 동일한 장비 세팅으로 약제 처리하는 경우 단위 면적 당 처리량이 증가하여 약해가 발생하기도 한다(Ferrell et al., 2003).

TE 처리 시 단위면적당 처리량이 같은 경우 고농도나 저농도 처리에도 잔디의 생육 억제 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다(Cho et al., 2019; Kim et al., 2019). TE의 처리 효과는 잔디의 종류(Hong et al., 2009; Tae et al., 2010), 단위면적당 처리량(Kim et al., 2019) 및 약제 처리 시기(Heo et al., 2020; Kim et al., 2019)에 따라 다르게 나타난다. Kim et al. (2019)은 크리핑 벤트그래스(*Agrostis palustris* H.)에서 TE의 처리량에 따라서 잔디의 생육이 억제되기도 하나, 단위면적당 처리량이 같은 경우 처리 농도는 잔디 생육에 영향을 미치지 않는다고 보고하여 TE의 처리 방법을 개선할 수 있다고 보고한 바 있다. 그러나 TE를 안정적으로 처리하기 위해서는 잔디의 종류와 처리 시기에 따라 차이를 보이기 때문에 이에 대한 연구가 필요하다. 따라서 본 연구는 켄터키 블루그래스(*Poa pratensis* L.)에서 성장조정제 trinexapac-ethyl의 처리방법에 따른 생육 시기별 생육 억제 및 잔디 품질의 변화를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 공시재료

시험은 경상남도 합천읍 소재의 (주)한울의 시험포장에서 2019년 5월부터 4개월 동안 수행되었고, 공시 잔디는 2018년 파종 후 약 1년동안 관리한 켄터키 블루그래스(*P. pratensis* L.) 'Midnight II' 품종을 이용하였다. 시험에 사용한 토양은 USGA 규격에 적합한 모래입경분포를 갖는 모래였고, 잔디 생육에 필요한 양분은 요소(N 46%, Namhae Chemical Co., Ltd., Yeosu, Korea)를 이용하였다. 공시약제는 trinexapac-ethyl 미탁제(trinexapac-ethyl 26.6%, Syngenta Korea Co., Ltd., Seoul, Korea)를 이용하였다.

### 시험 포트 조성 및 처리 내용

시험용 포트의 조성은 토양개량제를 혼합하지 않은 공시 모래를 포트(diameter 25 cm, depth 15 cm)에 충전한 후 수돗물을 이용하여 6시간동안 물다짐 후 사용하였다. (주)한울의 잔디포장에서 홀커터(diameter 10.8 cm)를 이용하여 채취된 켄터키 블루그래스를 5 cm 깊이로 절단한 후 포트에 이식하였다. 시비는 요소 8.7 g m<sup>-2</sup> L<sup>-1</sup> (4 N a.i. g m<sup>-2</sup> L<sup>-1</sup>)를 5월 8일과 6월 5일 2회 시비하였다.

처리구는 TE 처리량 및 희석 배수에 따라 TE를 처리하지 않은 대조구(control), 반량(0.005 a.i. g m<sup>-2</sup>)을 수돗물 100 mL에 희석하여 처리한 처리구 1 (H100)과 수돗물 300 mL에 희석하여 처리한 처리구 2 (H300), 그리고 권장량(0.01 a.i. g m<sup>-2</sup>)을 수돗물 100 mL에 희석하여 처리한 처리구 3 (R100)과 300 mL에 희석하여 처리한 처리구 4 (R300)로 설정하였다. TE의 희석 물량은 TE의 권장 물량인 100 mL를 기준 희석 물량으로, Kim et al. (2018)의 엽면처리 물량인 300 mL을 처리 물량으로 설정하였고, 이는 Kim et al. (2019)의 연구와 동일하게 진행되었다. 실험구는 완전임의배치법 4반복으로 배치하였고, 성장조정제의 처리는 휴대용 압축 분무기(Trigger sprayer 700, Apollo Industrial Co., Ltd., Siheung, Korea)를 이용하여 5월 8일과 6월 5일에 각각 엽면처리하였다. 시험 기간 동안 병해충은 발생하지 않아 작물보호제는 처리하지 않았으며, 관수는 스프링클러를 이용하여 1일 2회 총 30분간 실시하였다.

잔디 생육 조사는 처리구별 엽색 지수, 엽록소 지수, 가시적 품질, 잔디 초장 및 예지물량을 조사하였다. 엽색 지수와 엽록소 지수는 각각 turf color meter (TCM 500, Spectrum Technologies, Inc., Plainfield, IL, USA)와 chlorophyll meter (CM 1000, Spectrum Technologies, Inc., Plainfield, IL, USA)를 이용하여 측정하였고, 가시적 품질은 품질은 NTEP에서 제시한 방법에 준하여 조사하였다(1=worst, 9=best and 6=acceptable). 잔디의 초장은 측정용 자를 이용하여 토양 표면으로부터 경엽의 길이를 측정하였다. 엽색 지수, 엽록소 지수, 가시적 품질 및 잔디 초장은 5월 8일부터 7일간격으로 5회 조사하였다. 잔디 예지물은 6월 4일과 7월 2일 총 2회 수행하였고, 70% 에탄올로 잘 소독된 가위를 이용하여 포트에서 약 25 mm 높이로 시료를 채취한 후 70°C 드라이오븐(VS-1203PJ-300, Vision Scientific Co., Ltd., Daejeon, Korea)에서 24시간 건조한 후 건물중을 측정하였다.

## 통계분석

통계처리는 SPSS (ver. 12.1, IBM, New York, USA)를 이용하여 Duncan 다중검정과 t-검정을 통해 처리구간 평균값의 유의차를 검정하였고, 성장 억제 효과에 관한 회귀분석 및 상관관계를 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 잔디 품질조사

TE의 처리농도별 켄터키 블루그래스의 엽색 지수, 엽록소 지수 및 가시적 품질을 조사하였다(Table 1). 시험 전 처리구별 엽색 지수, 엽록소 지수 및 가시적 품질은 각각 7.25-7.33, 395-409 및 7.31-7.33으로 처리구간 통계적 유의차를 나타내지 않아 시험에 적합하였다.

성장조정제 처리 후 엽색 지수는 1차 시험(5월 8일부터 6월 4일, 4주간)과 2차 시험(6월 5일부터 7월 2일, 4주간)에서 성장조정제 처리구는 대조구와 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 성장조정제 처리량 및 처리농도에서도 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

엽록소 지수는 1차 시험의 경우 5월 21일 조사(TE 처리 후 14일 경과)에서 TE 처리구(H100, H300, R100, R300)는 대조구보다 높았고, 5월 28일 조사(TE 처리 후 21일 경과)에서 H100, R100 및 R300 처리구는 대조구보다 높았다. 2차 시험의 경우 6월 18일 조사(TE 처리 후 14일 경과)에서 성장조정제 처리구(H100, H300, R100, R300)는 대조구보다 높았고, 6월 25일 조사(TE 처리 후 21일 경과)에서는 R100 처리구만이, 7월 2일 조사(TE 처리 후 28일 경과)에서는 H300과 R100 처리구에서 대조구보다 통계적으로 유의적인 차이를 나타냈다. 본 연구에서의 일부 처리구에서 엽록소가 증가한 것은 trinexapac-ethyl의 처리 시 잔디의 엽록소가 증가한다는 Ervin and Koski (2001)의 결과와 유사하였다. 1차 조사와 2차 조사에서 TE 처리 후 14일 경과 시 켄터키 블루그래스의 엽록소 지수가 증가하였고, 이후에는 시기의 경과에 따라 처리구별 차이를 나타냈다. 이는 잔디의 생육 조건에 따라 생육의 차이를 나타내어 TE의 처리가 다른 결과를 나타내기 때문으로 판단된다(Heo et al., 2020; Kim et al., 2019).

**Table 1.** Growth and quality of Kentucky bluegrass in pot after application trinexapac-ethyl (TE).

Treatments <sup>z</sup>	Before	1st Experiment				2nd Experiment			
	May 8	May 14	May 21	May 28	June 4	June 11	June 18	June 25	July 2
Turf color index									
Control	7.25a	7.19a	7.14a	7.16a	7.31a	7.45a	7.39a	7.25a	7.11a
H100	7.27a	7.20a	7.16a	7.14a	7.33a	7.46a	7.41a	7.27a	7.14a
H300	7.29a	7.20a	7.16a	7.17a	7.34a	7.43a	7.40a	7.26a	7.16a
R100	7.29a	7.17a	7.11a	7.16a	7.33a	7.45a	7.38a	7.25a	7.16a
R300	7.33a	7.18a	7.13a	7.18a	7.34a	7.44a	7.40a	7.29a	7.17a
Chlorophyll index									
Control	395a	429a	380b	425b	457a	537a	539b	585b	559c
H100	401a	437a	409a	462a	492a	559a	597a	627ab	562bc
H300	407a	439a	399a	445ab	467a	561a	582a	621ab	585ab
R100	409a	432a	399a	467a	496a	572a	600a	635a	590a
R300	401a	437a	402a	465a	497a	569a	592a	622ab	581abc
Visual quality									
Control	7.31a	7.30a	7.40ab	7.29b	7.25c	7.43a	7.41c	7.38b	7.45a
H100	7.31a	7.31a	7.44a	7.44a	7.34ab	7.46a	7.50ab	7.53a	7.49a
H300	7.33a	7.33a	7.34b	7.40a	7.33b	7.48a	7.46bc	7.50a	7.46a
R100	7.30a	7.29a	7.35ab	7.49a	7.35ab	7.49a	7.55a	7.58a	7.49a
R300	7.31a	7.31a	7.39ab	7.43a	7.39a	7.46a	7.53ab	7.58a	7.45a

<sup>z</sup> Treatments were as follows; Control (Non-treatment of TE), H100 (0.005 a.i. g m<sup>-2</sup>; 5,000 fold dilution), H300 (0.005 a.i. g m<sup>-2</sup>; 15,000 fold dilution), R100 (0.01 a.i. g m<sup>-2</sup>; 2,500 fold dilution), R300 (0.01 a.i. g m<sup>-2</sup>; 7,500 fold dilution). Application of TE was carried out on May 8 and June 4 in 2019.

a-c: Means with the same letters within column are not significantly different by Duncan's multiple range test at  $P \leq 0.05$  level.

가시적 품질의 변화는 1차 조사에서는 5월 28일(TE 처리 후 21일 경과)과 6월 4일(TE 처리 후 28일 경과)에, 2차 조사에서는 6월 18일(TE 처리 후 14일 경과)에 H100, R100 및 R300 처리구에서, 6월 25일(TE 처리 후 21일 경과)에 TE 처리구에서 대조구보다 증가하였다.

켄터키 블루그래스에 TE를 처리한 후 엽색 지수, 엽록소 지수 및 가시적 품질을 조사한 결과, TE 처리구는 대조구보다 잔디 품질이 증가하거나 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않아 TE 처리에 의한 잔디의 생육과 품질의 감소 및 약해는 확인 할 수 없었다. Kim et al. (2019)은 크리핑 벤트그래스에서 TE의 처리 후 잔디 품질의 변화는 나타나지 않았고, 약해가 없었다고 보고하여 본 연구 결과와 유사한 결과를 나타냈다.

### 잔디 생육 억제 조사

시험 기간 동안 잔디의 초장 변화를 조사하여 TE의 처리량 및 희석방법에 따른 잔디의 생육 억제 효과를 조사하였다 (Table 2). 시험 전에 각 처리구의 초장이 약 29.3-30.0 mm로 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않아 연구에 적합하였다. 1차 조사에서는 TE 처리 후 7일 경과 후부터 TE 처리구들은 대조구보다 잔디 초장의 생육이 억제되었고, 2차 조사에서는 6월 11일과 6월 18일에 R100과 R300 처리구에서 초장의 생육이 억제되었으며, 6월 25일과 7월 2일 처리구에서는 TE 처리구에서 잔디의 초장 생육이 억제되었다. TE 처리 4주 경과 후 H100, H300, R100 및 R300 처리구의 초장은 1차 조사에서 각각 14.4, 8.8, 21.6, 및 18.8% 정도씩, 2차 조사에서 각각 23.2, 15.0, 19.8, 및 26.0% 정도씩 대조구보다 감소되었다. Kim et al. (2019)은 크리핑 벤트그래스에 TE를 처리할 때 초장의 억제 효과가 반량 처리구에서 9-11%, 정량 처리구에서 14-15% 정도를 나타낸다고 보고하여 TE의 처리량이 증가할수록 초장의 생육 억제 효과가 증대되는 경향을 나타내었다.

**Table 2.** Growth and quality of Kentucky bluegrass in pot after application trinexapac-ethyl (TE).

Treatments <sup>z</sup>	Before	1st Experiment				2nd Experiment			
	May 8	May 14	May 21	May 28	June 4	June 11	June 18	June 25	July 2
Turf color index									
Control	30.0a	41.9a	42.1a	49.7a	50.0a	36.0a	36.7a	38.4a	45.9a
H100	30.0a	36.2bc	38.4b	42.2bc	42.8bc	31.6ab	32.0ab	31.4b	40.8ab
H300	30.0a	33.8bc	38.7b	45.7ab	44.0bc	31.5ab	33.6ab	33.4b	39.0ab
R100	29.3a	31.9cd	37.5b	39.5c	39.2bc	27.5b	30.5b	31.6b	36.8b
R300	29.9a	30.1d	37.3b	40.2c	40.6c	29.2b	30.9b	30.3b	33.9b

<sup>z</sup> Treatments were as follows; Control (Non-treatment of TE), H100 (0.005 a.i. g m<sup>-2</sup>; 5,000 fold dilution), H300 (0.005 a.i. g m<sup>-2</sup>; 15,000 fold dilution), R100 (0.01 a.i. g m<sup>-2</sup>; 2,500 fold dilution), R300 (0.01 a.i. g m<sup>-2</sup>; 7,500 fold dilution). Application of TE was carried out on May 8 and June 4 in 2019.

a-d: Means with the same letters within column are not significantly different by Duncan's multiple range test at  $P \leq 0.05$  level.

조사 시기에 따라 잔디 초장의 억제 정도는 약간의 차이가 있었으나 1차 조사와 2차 조사에서 초장의 변화를 비교할 때 정의 상관성( $P < 0.05$ )을 나타내어 TE 처리에 의한 잔디 초장의 변화는 유사한 경향을 나타내었다. TE 처리량별 초장의 변화를 t-검정으로 비교할 때, 1차 조사와 2차 조사 모두 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았고, TE 처리 농도 별 초장의 변화에서도 1차 조사와 2차 조사 모두 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 선행 연구 결과에서도 TE의 처리량은 잔디의 생육에 영향을 미치나, TE의 처리 농도는 잔디의 지상부 생육에 미치는 영향이 적었다(Cho et al., 2019; Kim et al., 2019).

TE 처리 후 경과 시간과 초장의 변화를 이용하여 처리구별 회귀식을 조사하였다(Table 3). 성장조정제 처리 후 시간의 경과에 따라 초장은 정의 상관성을 나타냈고( $P < 0.01$ ), 성장조정제 처리 4주 경과 후 대조구의 초장까지 켄터키 블루그래스의 지상부가 자라는 시간을 회귀식에 대입하여 확인한 결과, TE의 약효 지속 효과는 H100, H300, R100 및 R300 처리구에서 각각 44.5, 36.4, 50.3, 및 52.6일로 예측되었다. H100과 H300 처리구의 약효 지속 기간 비교에서 H100 처리구는 H300 처리구보다 감소하였고, R100과 R300 처리구의 비교에서는 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. TE의 반량 처리구(H100, H300)의 약효 지속 기간은 약 40일 정도였으나 TE의 정량 처리구(R100, R300)는 51일 정도로 반량 처리구보다 약 11일 정도(약 27%) 증대되는 것으로 예측되었다. TE 처리 농도 별 약효 지속 기간을 비교할 경우 반량 처리구는 H100과 H300 처리구의 약효 지속 예측 기간이 차이가 크게 나타났으나, 정량 처리구는 R100과 R300 처리구의 약효 지속 예측 기간이 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않아 TE의 희석 농도별 재현성이 높은 것으로 나타났다.

**Table 3.** Regression formula between days after treatment of trinexapac-ethyl and shoot growth of Kentucky bluegrass.

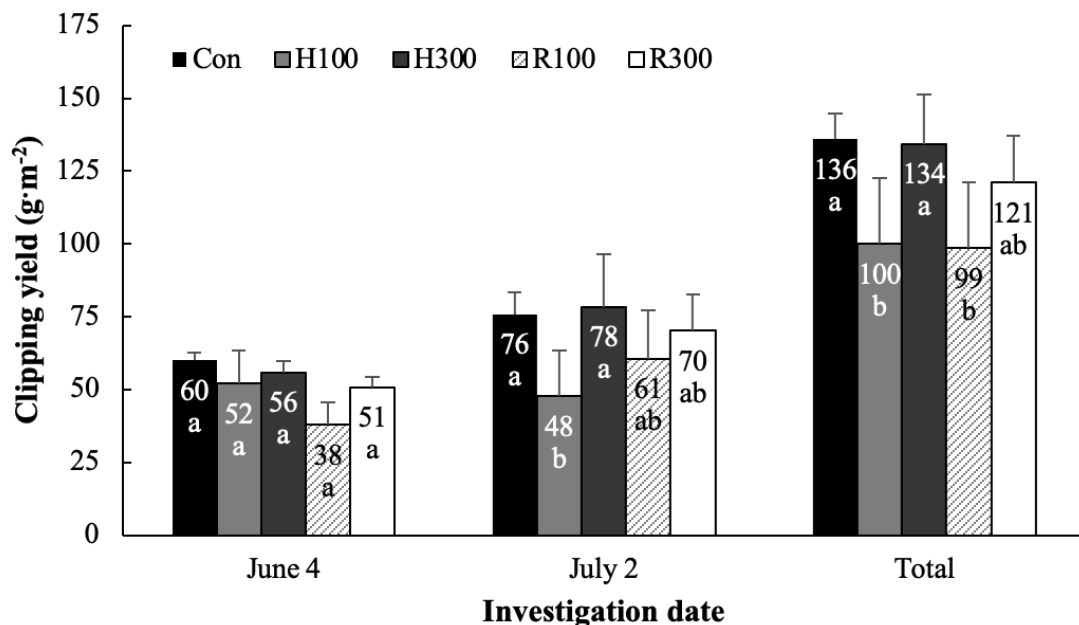
Treatments <sup>y</sup>	Regression formula <sup>z</sup>	R <sup>2</sup> value
Control	$y = 1.3087x - 37.581$	0.8772**
H100	$y = 2.2766x - 64.531$	0.8757**
H300	$y = 1.8194x - 50.717$	0.9777**
R100	$y = 2.407x - 64.988$	0.9767**
R300	$y = 2.5483x - 69.441$	0.9588**

<sup>y</sup> Treatments were as follows; Control (Non-treatment of TE), H100 (0.005 a.i. g m<sup>-2</sup>; 5,000 fold dilution), H300 (0.005 a.i. g m<sup>-2</sup>; 15,000 fold dilution), R100 (0.01 a.i. g m<sup>-2</sup>; 2,500 fold dilution), R300 (0.01 a.i. g m<sup>-2</sup>; 7,500 fold dilution). Application of TE was carried out on May 8 and June 4 in 2019.

<sup>z</sup> y and x in regression formula represent plant height and days after treatment, respectively.

\*\* represents a significance at the 0.01 probability level.

TE 처리 4주 경과 후 처리구별 예지물량을 조사하여 성장조정제 처리에 의한 생육 억제 효과를 확인하였다(Fig. 1). 1차 조사(6월 4일)에서 대조구와 비교할 때 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 2차 조사(7월 2일)에서는 H100처리구에서는  $48 \text{ g m}^{-2}$ 로 대조구( $76 \text{ g m}^{-2}$ )보다 감소하였고, H300, R100, R300 처리구에서는  $61\text{-}78 \text{ g m}^{-2}$  정도로 대조구와 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. TE의 처리 시기에 따라 크리핑 벤트그래스의 지상부 성장속도와 예지물량은 차이를 나타내며 5월보다 6월에 TE 처리에 의한 생육 억제 효과가 크게 나타난다는 Kim et al. (2019)과 Heo et al. (2020)의 결과와 유사한 결과를 나타내었다. 총 예지물량은 H100과 R100 처리구에서는 각각  $100$ 과  $99 \text{ g m}^{-2}$ 으로 대조구( $136 \text{ g m}^{-2}$ )보다 각각  $26.5\%$ 와  $27.4\%$ 씩 감소하였고, H300과 R300 처리구는 각각  $134$ 와  $121 \text{ g m}^{-2}$ 을 나타내어 대조구와 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. TE 희석 농도별 예지물량의 t-검정 결과 H100과 H300 처리구는 6월 4일 조사에서는 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않았으나 7월 2일 조사와 총 예지물량은 H300 처리구에서 증가하였다. R100과 R300 처리구는 6월 4일 조사에서는 R300에서 증가하였으나 7월 2일 조사와 총 예지물량에서는 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이는 시기에 따라 잔디의 생육이 다르게 나타나기 때문으로 판단된다(Heo et al., 2020; Kim et al., 2019).



**Fig. 1.** Clipping yield of Kentucky bluegrass in pot after application trinexapac-ethyl (TE). Treatments were as follows; Con (Non-treatment of TE), H100 ( $0.005 \text{ a.i. g m}^{-2}$ ; 5,000 fold dilution), H300 ( $0.005 \text{ a.i. g m}^{-2}$ ; 15,000 fold dilution), R100 ( $0.01 \text{ a.i. g m}^{-2}$ ; 2,500 fold dilution), R300 ( $0.01 \text{ a.i. g m}^{-2}$ ; 7,500 fold dilution). Application of TE was carried out on May 8 and June 4 in 2019. a-d: Means with the same letters within column are not significantly different by Duncan's multiple range test at  $P \leq 0.05$  level.

TE 처리 4주 경과 후 초장과 예지물의 상관성을 조사한 결과 1차 조사와 2차 조사에서 각각  $R=0.6666^{**}$ 과  $R=0.6591^{**}$ 을 나타내 성장조정제 처리 후 지상부의 신장이 억제되어 예지물량이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 TE 처리는 지베렐린의 생합성을 억제하여 잔디의 세포 크기가 감소함으로써 지상부의 신장을 감소시키기 때문인 것으로 알려져 있다(Ervin and Koski, 2001; Gaussoin et al., 1997; Heckman et al., 2001; March et al., 2013; Tomlin, 1995). TE 처리에 의해 지상부의 생장이 멈추는 것은 아니며 특히 지하부의 생육에는 영향을 주지 않으면서(Arghavani et al., 2012), 잔디 밀도 증대 효과(Hong et al., 2009; Tae et al., 2010)를 나타내기도 하므로 생육과 품질 유지를 위해 적절한 시비 관리가 필요하다(Wherley and Sinclair, 2009).

난지형 잔디와 다르게 한지형 잔디는 고온기에 생육이 불량하여 TE의 처리에 의해 잔디 품질 및 생육 불량의 원인이 되기도 하므로 피해가 발생하지 않도록 성장조정제를 처리하는 것이 필요하다. Kim et al. (2019)은 TE 권장량(0.01 a.i. g m<sup>-2</sup>)을 300 mL m<sup>-2</sup>에 희석하여 처리하는 경우 잔디의 지상부 신장 억제 효과는 100 mL m<sup>-2</sup>와 유사하다고 보고하였고, 본 연구에서도 잔디의 예지물량은 대조구와 유사하면서 고온기의 잔디 생육을 유지하면서도 신장 억제 효과를 나타내어 (Table 2 and Table 3) 여름철에 성장조정제를 이용한 한지형 잔디의 관리 시 생육과 품질을 유지하면서 잔디의 초장 억제 효과를 나타낼 것으로 판단된다. 그러나 성장조정제의 처리 시기에 따라 잔디의 생육과 특성은 다르게 나타나므로 (Table 2; Heo et al., 2020; Kim et al., 2019), 본 연구 시기(5-6월)가 아닌 여름철(7-8월; 고온기)과 가을철(9-10월)의 성장조정제 처리에 대한 생육과 각 시기별 생육과 품질 유지를 위한 시비 관리에 관한 다양한 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

## 요약

본 연구는 켄터키 블루그래스에서 성장조정제 trinexapac-ethyl의 처리가 생육 시기와 처리 농도에 따른 생육 억제 및 잔디 품질의 변화를 조사하였다. 처리구는 trinexapac-ethyl 처리량 및 희석 배수에 따라 대조구(control), H100 (0.005 a.i. g m<sup>-2</sup> 100 mL<sup>-1</sup>), H300 (0.005 a.i. g m<sup>-2</sup> 300 mL<sup>-1</sup>), R100 (0.01 a.i. g m<sup>-2</sup> 100 mL<sup>-1</sup>) 및 R300 (0.01 a.i. g m<sup>-2</sup> 300 mL<sup>-1</sup>)으로 설정하였다. 켄터키 블루그래스의 엽색 지수, 엽록소 지수 및 가시적 품질은 처리구간 통계적 유의차를 나타내지 않아 TE 처리 후 잔디 품질의 변화 및 약해 등은 확인할 수 없었다. 잔디의 초장과 잔디 예지물량은 TE 처리량에 따라 감소하는 경향을 보였고, 처리 농도에는 영향을 받지 않았다. 잔디 생육 시기 별 비교에서 5월보다 6월에 초장은 억제되었고, 예지물은 증가하였다. 이러한 결과들을 종합할 때, trinexapac-ethyl의 처리는 처리량에 따라 잔디초장 및 예지물량은 감소하였고, 희석 배수에는 영향을 받지 않았으며, 처리 시기에 따른 잔디 생육의 차이를 확인할 수 있었다.

**주요어:** 약제 처리 농도, 약제 처리량, 잔디 생육, 켄터키 블루그래스, Trinexapac-ethyl (TE)

## Acknowledgements

This research was supported by Daegu University Research Grant, 2020 (No. 20200102).

## Authors Information

Young-Sun Kim, Division of Life & Environmental Science (Horticulture Major), College of Natural and Life Sciences, Daegu University, Professor, Institute of Basic Science, Daegu University, Researcher

Jeong-Ho Youn, Hanul Co. Ltd. Hapcheon 38453, Korea, CEO

Geung-Joo Lee, Department of Horticulture and Department of Smart Agriculture Systems, Chungnam National University, Professor

## Reference

- Ahn, Y.T., Kim, S.T., Kim, I.S., Kim, J.W., Kim, H.J., et al. 1992. Standard and practice for management in golf course. KTRI, Seongnam, Korea. (In Korean)
- Arghavani, M., Kafi, M., Babalar, M. and Naderi, R. 2012. Improvement of salt tolerance in Kentucky bluegrass by trinexapac-ethyl. *HortSci.* 47(8):1163-1170.
- Chang, T., Chang, S. and Chung, G. 2011. Evaluation of fungicides, nozzle type, and spray volume on control of *Typhula* blight on cool season turfgrass. *Asian J. Turfgrass Sci.* 25(2):160-170.
- Cho, Y.R., Cho, Y.S. and Choi, J.S. 2019. Effects of foliar spray volumes and concentrations of trinexapac-ethyl on Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) growth. *Weed Turf. Sci.* 8(3):279-287. (In Korean)
- Ervin, E.H. and Koski, A.J. 2001. Trinexapac-ethyl increases Kentucky bluegrass leaf cell density and chlorophyll concentration. *HortSci.* 36:787-789.
- Ferrell, J.A., Murphy, T.R., Duncan, R.R. and Vencill, W.K. 2003. Seashore paspalum response to trinexapac-ethyl and paclobutrazol. *HortSci.* 38(4):605-606.
- Gaussoin, R.E., Brahnman, B.E. and Flore, J.A. 1997. Carbon dioxide exchange rate and chlorophyll content of turfgrasses treated with flurprimidol or mefluidide. *J. Plant Growth Regul.* 16:73-78.
- Heckman, N.L., Horst, G.L. and Gaussoin, R.E. 2001. Influence of trinexapac-ethyl on specific leaf weight and chlorophyll content of *Poa pratensis*. *Intl. Turf Soc. Res. J.* 9:287-290.
- Heo, H.J., Park, E.H., Kim, J.H., Youn, J.H., Kim, Y.S., et al. 2020. Inhibition responses of mepiquat chloride on growth of creeping bentgrass. *Weed Turf. Sci.* 9(3):289-297. (In Korean)
- Hong, B.S., Tae, H.S., Jeon, J.C. and Oh, S.H. 2009. Green management of using with trinexapac-ethyl. *Kor. Turfgrass Sci.* 23(2):287-294. (In Korean)
- Kim, Y.S., Heo, H.J., Bae, E.J., Youn, J.H. and Lee, G.J. 2019. Inhibition responses of creeping bentgrass after applying trinexapac-ethyl as two spraying methods. *Weed Turf. Sci.* 8(4):319-328. (In Korean)
- Kim, Y.S., Lim, J.J., Ham, S.K., Lee, K.S. and Lee, G.J. 2018. Suppression of dollar spot caused by *Sclerotinia homoeocarpa* on creeping bentgrass (*Agrostis palustris* Huds.) after applying tebuconazole, chlorothalonil and their mixture. *Weed Turf. Sci.* 7(2):158-165. (In Korean)
- Kim, Y.S. and Park, E.H. 2020. Inhibition influences of prohexadione calcium on growth of creeping bentgrass. *Weed Turf. Sci.* 9(4):415-424. (In Korean)
- Lee, H.S., Yang, G.M. and Choi, J.S. 2010. Daily shoot growth measurement of zoysiagrass (*Zoysia japonica*) to determine mowing interval. *Kor. Turfgrass Sci.* 24(1):16-23. (In Korean)
- Lee, S.W., Lee, J.P. and Kim, D.H. 2008. The influence of traffic time and fertilizer type on the quality of golf course putting greens. *Kor. Turfgrass Sci.* 22(1):65-74. (In Korean)
- March, S.R., Martins, D. and McElroy, J.S. 2013. Growth inhibitors in turf grass. *Planta Daninha, Viçosa-MG.* 31(3):733-747.
- Tae, H.S., Hong, B.S., Choe, Y.S. and Oh, S.H. 2010. Trinexapac-ethyl treatment for Kentucky bluegrass of golf course during summer. *Kor. Turfgrass Sci.* 24(2):156-160. (In Korean)
- Tomlin, C. 1995. The pesticide manual handbook. p. 1341. British Crop Protection Council, London, UK.
- Wherley, B. and Sinclair, T.R. 2009. Growth and evapotranspiration response of two turfgrass species to nitrogen and trinexapac-ethyl. *HortSci.* 44(7):2053-2057.