

생장조정제 처리 후 생육 시기별 퍼레니얼 라이그래스의 억제 효과

임승재¹ · 김태웅¹ · 김영선^{2*}

¹대구대학교 원예학과 석사과정, ²대구대학교 원예학과 교수

Seasonal Growth Inhibition of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) after Applying Two Plant Growth Regulators

Seung Jae Lim¹, Tae Wooung Kim¹, and Young-Sun Kim^{2*}

¹Master's degree, Department of Horticultural Science, Daegu University, Gyeongsan 38453, Korea

²Professor, Department of Horticultural Science, Daegu University, Gyeongsan 38453, Korea

Abstract. This study was conducted to evaluate the effects of trinexapac-ethyl (TE) and prohexadione-calcium (PC) on the growth and turf quality of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Treatments were designed as follows; control (non-treatment), TE (TE 0.01 a.i. g·m⁻²·100mL⁻¹), and PC (PC 0.01 a.i. g·m⁻²·100mL⁻¹). Compared with control, turf color index and chlorophyll content of TE and PC treatments were not significantly different. As applied plant growth regulators (PGRs), shoot length in the TE and PC was decreased by 8.9–12.4% and 6.7–13.6%, respectively, and clipping yield by 44.4–45.8% and 40.6–40.9%. When evaluated with the growth of shoot length after applying PGRs, residual days of TE and PC were 43.6 and 37.9 days after treatment of PGRs (DAT) in the 1st experiment (July 29–August 26), respectively, and 38.3 and 39.5 DATs in the 2nd experiment (September 30–October 28). These results indicated that an application of TE or PC decreased shoot length and clipping yield in the perennial ryegrass, and their residual time was about 40±3 DATs. Perennial ryegrass applied with PGRs like TE and PC was not significant seasonal difference, and might be not phytotoxic.

Additional key words: clipping yield, perennial ryegrass, prohexadione-calcium, shoot length, trinexapac-ethyl

서 론

최근 골프장뿐만 아니라 천연잔디 운동장 및 공원의 증가로 잔디에 이용과 관심이 증가하고 있다. 잔디 깎기는 잔디 면을 고르게 하여 품질을 유지하는 미적 기능 및 기능적 기능을 하므로 골프장이나 운동장에서 주기적으로 이뤄지고 있다(Lee 등, 2010). 골프장, 운동장에서는 강우가 잦은 장마기에는 장비에 의한 답압 피해가 우려되어 잔디 깎기관리가 수행되기 어려우며(Lee 등, 2008; Lee 등, 2010), 학교운동장이나 공원에서는 관리비용 부족으로 깎기관리가 수행되지 않아 잔디의 평탄성이 불량하여 시각적 잔디 품질 유지가 어렵다(Chang 등, 2020). 한국잔디의 경우 여름철에 잔디 생육이 왕성하여 과량의 예지물이 토양에 공급되어 대취층을 형성하기 때문에 토양 물리성이 악화되고, 토양 과습이 유발되며, 병해충의 서식처가 되어 잔디 생육이 불량해진다(Kim과 Kim, 2010). 따

라서 잔디관리 시 깎기작업을 줄이고, 잔디의 품질과 생육이 유지되도록 관리하기 위해 생장조정제를 사용한다(Hong 등, 2009).

골프장에서는 잔디의 예고 관리를 위해 사용되는 대표적인 생장조정제는 trinexapac-ethyl이다(Tae 등, 2010). Trinexapac-ethyl은 지베렐린의 생합성을 억제하여 잔디의 신장 억제하여 고온기에 사용 시 잔디의 웃자라지 않도록 하고 잔디 품질을 유지하도록 한다(Ok, 2006). 고온기에 크리핑 벤프그래스 (*Agrostis palustris* H)에서 trinexapac-ethyl 처리 시 약 2주 정도 생장 억제 효과를 나타냈고, 엽록소 함량이 증대되어 잔디 엽색이나 밀도 등이 증대되었다(Kim 등, 2019).

최근에 잔디 관리용 생장조정제로 등록된 prohexadione-calcium은 trinexapac-ethyl와 동일한 작용기작을 갖는 cyclohexadione계 생장조정제이다(Kim 등, 2021a). 들잔디(*Zoysia japonica*)에 prohexadione-calcium를 처리하였을 때 초장, 엽폭 및 건물중 등의 감소로 잔디의 생장이 억제되었다(Lim 등, 2011). 또한 금잔디(*Z. matrella*)에 prohexadione-calcium를 처리하였을 때 잔디의 초장 및 예지물 등이 억제되었다

*Corresponding author: im0sunkim@daegu.ac.kr
Received July 4, 2023; Revised July 24, 2023;
Accepted July 25, 2023

(Kim 등, 2021a).

퍼레니얼 라이그래스(*Lolium perenne* L.)는 한지형 잔디로서 초기생육이 빠르고 정착 및 분얼력이 강하여 이른 봄부터 이용하고 있으며, 빠른 조성속도로 혼파 시 잔디밭의 일시적인 피복 효과가 우수하고, 난지형 잔디로 식재된 골프장 페어웨이의 동절기 녹화나 법사면의 토양침식을 억제하기 위해 이용된다(Kim, 2010). 하지만 우리나라의 경우 여름철 기온이 25도 이상이 되는 고온으로 생육이 장애를 입는 하고현상이 나타나기도 한다(Kim과 Nam, 2005). 퍼레니얼 라이그래스는 발아가 빠르고 유묘 생장이 우수하여 덧파종에 이용되고 있으며(Han 등, 2017), 한지형 잔디가 식재된 지역에서 잔디 밀도가 불량하여 덧파종이 필요한 경우 퍼레니얼 라이그래스를 켄터키 블루그래스(*Poa pratensis*)나 톨 웨스큐(*Festuca arundinacea*)와 혼합하여 파종하여 밀도를 개선하기도 한다(Kim, 2017). 잔디밭에서 퍼레니얼 라이그래스는 다양한 시기와 방법으로 덧파종에 이용하고 있다. 최근 잔디밭 관리의 효율성을 높이기 위해 성장조정제의 사용이 보편화되고 있어 퍼레니얼 라이그래스의 성장조정제에 대한 특성 조사가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 퍼레니얼 라이그래스에 성장조정제 trinexapac-ethyl과 prohexadione-calcium를 처리하여 생육 시기별 생육 억제 및 잔디의 품질 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

1. 시험 기간 및 공시 재료

본 연구는 대구대학교(경상북도 경산시 소재) 실습농장의 유리온실에서 2022년 7월 29일부터 10월 28일까지 약 3개월 동안 수행되었고, 공시 잔디는 퍼레니얼 라이그래스(*Lolium perenne* L.) ‘Gray Fox’ 품종을 사용하였으며, 공시 토양은 미국골프협회(United States Golf Association, USGA)의 그린 모래 입경분포 규격에 적합하였다(Table 1). 잔디 생육을 위해 복합비료(N-P₂O₅-K₂O = 21-17-17, Namhae Chemical Co., Ltd., Yeosu, Korea)를 잔디에 전충시비하였다. 공시 약제는 트리넥사팍에틸 미탁제(trinexapac-ethyl 26.6%, TE,

Syngenta Co., Ltd., Seoul, Korea)와 프로헥사디온칼슘 액상수화제(prohexadione-calcium 20.0%, PC, Kyungnong Co., Ltd., Seoul, Korea)를 이용하였다.

2. 시험 포트 조성 및 처리

공시 토양은 시험용 포트(직경 11cm, 깊이 10cm)에 충전한 후 수돗물을 이용하여 4시간 동안 물다짐을 한 후 사용하였다. 공시 잔디를 2022년 6월 17일에 종자를 파종하여 36일 동안 관리하였고, 시험 시작 전(7월 22일) 3cm 높이로 예지했으며, 복합비료 14.3g·m⁻²(질소 순성분량 기준 3g·m⁻²)을 1L수돗물에 희석하여 이물질을 제거한 후 1회 관주 시비하였다.

처리구는 성장조정제를 처리하지 않은 무처리구(Control), TE 처리구(TE 0.01 active ingredient (a.i) g·m⁻²·100mL⁻¹), PC 처리구(0.01PC; 0.01 a.i. g·m⁻²·100mL⁻¹)로 설정하였다. 실험구는 완전임의배치법(4반복)으로 배치하였고, 성장조정제인 PC와 TE의 처리는 작물보호제 지침서에서 제시된 권장량으로 수돗물로 희석하여 희석액 100mL·m⁻²를 휴대용 압축분무기(Trigger sprayer 700, Apollo Industrial Co., Ltd., Siheung, Korea)를 이용하여 7월 22일과 9월 23일 경엽에 엽면처리하였다. 시험 기간 동안 병해충은 발생하지 않았으며, 살충제와 살균제의 처리는 없었다.

3. 조사 내용 및 잔디 식물체 분석

잔디 생육 조사는 처리구별로 엽색지수, 엽록소 함량, 초장 및 잔디 예지물을 조사하였다. 엽색지수는 turf color meter (TCM 500, Spectrum Technologies, Inc., Plainfield, IL, USA)을 이용하였고, 잔디 초장은 측정용 자를 이용하여 지표면으로부터 측정하였다. 엽색지수와 초장은 성장조정제 살포일(1차 시험 살포일: 7월 29일; 2차 시험 살포일: 9월 30일)부터 7일 간격으로 각각 5회씩 조사하였다. 성장조정제 처리 7일전(1차 시험 7월 22일, 2차 시험 9월 23일)에 퍼레니얼 라이그래스를 3cm 높이로 예지하였고, 7일 경과 후 초장을 측정하여 처리구별 통계적 유의차가 없는 것을 확인한 후 성장조정제를 처리하였다.

Table 1. Particle size distribution of sand used in this study.

Item	Particle size (mm)						
	> 4.00	4.00–2.00	2.00–1.00	1.00–0.50	0.50–0.25	0.25–0.15	0.15–0.053
Sand	0%	5.0	4.8	43.2	27.0	15.0	5.0
USGA standard	0%	< 10%		> 60%		< 20%	< 10%

USGA: United States Golf Association.

결과 및 고찰

시험이 종료된 8월 26일과 10월 28일에 70% 에탄올로 소독한 가위를 이용하여 3cm 높이로 잔디 예지물을 채취한 후 엽록소 함량과 잔디 예지물을 조사하였다. 잔디의 엽록소 함량은 일정량의 잔디시료(생물중 0.1g)를 정확히 칭량한 후 95% ethanol (10mL)을 추출 용매로 이용하여 냉암소(-4°C)에서 48시간동안 추출하였고, 추출이 완료된 후 UV-spectrophotometer (Genesys 2PC, Spectronic Unicam, USA)에서 648nm와 664nm의 흡광도를 측정하여 아래 식으로 엽록소 a와 b 및 총엽록소 함량을 계산하였다(Miazek과 Ledakowicz, 2013).

$$\text{Chlorophyll a} = 13.36A_{664} - 5.19A_{648}$$

$$\text{Chlorophyll b} = 27.45A_{648} - 8.12A_{664}$$

$$\text{Total Chlorophyll (a + b)} = 5.24A_{648} - 22.24A_{664}$$

잔디 예지물은 채취된 시료를 70°C 건조기(VS-1203PJ-300, Vision Scientific Co., Ltd., Daejeon, Korea)에서 24시간 건조한 후 건물중을 측정하였다.

4. 통계분석

통계처리는 SPSS(ver. 12.1, IBM, NY, USA)를 이용하여 Duncan 다중검정을 통해 처리구간 평균값의 유의차를 검정하였다. 성장조정제 처리 후 시간의 경과에 따른 잔디 초장 변화에 대한 회귀식은 Excel (MS-Office 2019, Microsoft Co. Ltd., WA, USA)을 이용하여 구하였다.

1. 잔디 품질 조사

성장조정제 처리 후 퍼레니얼 라이그래스의 엽색지수를 조사하였다(Table 2). 시험전 잔디 엽색지수는 1차조사에서 6.1 - 6.5의 범위를, 2차조사에서 6.5 - 6.7의 범위를 나타냈고, 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않아 성장조정제 처리에 따른 잔디 품질의 변화를 조사하기에 적합하였다. 대조구와 비교할 때, 1차 조사에서 엽색지수는 성장조정제 처리구(TE, PC)와 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 2차 조사에서 엽색지수는 1 - 3주까지는 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 4주차(10월 28일)에는 TE와 PC 처리구에서 대조구보다 각각 8.8%와 7.4%씩 증가하였다. 1차 시험과 2차 시험에서 TE와 PC 처리 후 퍼레니얼 라이그래스의 엽색지수는 감소하지 않았고(Table 2), 잔디의 경엽에 시각적인 생리장해 증상(자료는 제시하지 않음)이 나타나지 성장조정제 처리에 따른 약해는 확인되지 않았다.

성장조정제 처리 후 잔디 잎 중 엽록소 함량을 측정하였다(Table 3). 1차 시험 조사(8월 26일 조사)에서 엽록소 a, b 및 a + b의 함량은 각각 1,408 - 1,532 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, 957 - 1,099 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, 2,365 - 2,597 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 의 범위를 나타냈고, 처리구별 엽록소 함량은 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 2차 시험 조사(10월 28일 조사)에서 엽록소 a, b 및 a + b의 함량은 각각 927 - 1,006 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, 772 - 866 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, 1,699 - 1,798 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 의 범위를 나타냈고, 처리구별 엽록소 함량은 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 성장조정제

Table 2. The change in turf color index of perennial ryegrass by plant growth regulator.

Treatments ^z	Turf color index				
	0 DAT ^y	7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT
1st experiment	(July 29)	(Aug 5)	(Aug 12)	(Aug 19)	(Aug 26)
Control	6.5 a ^x	7.0 a	6.9 a	7.0 a	7.0 a
TE	6.3 a	6.8 a	6.9 a	7.0 a	6.9 a
PC	6.1 a	6.9 a	7.0 a	7.1 a	7.1 a
2nd experiment	(Sep 30)	(Oct 07)	(Oct 14)	(Oct 21)	(Oct 28)
Control	6.5 a	6.5 a	6.8 a	6.7 a	6.8 b
TE	6.6 a	6.8 a	7.0 a	6.9 a	7.4 a
PC	6.7 a	7.0 a	7.0 a	7.0 a	7.3 a

^zTreatments were as follows; Control (non-treatment), TE (trinexapac-ethyl, 0.01 a.i. g·m⁻²·100 mL⁻¹), PC (prohexadione-calcium, 0.01 a.i. g·m⁻²·100 mL⁻¹). TE and PC in the 1st experiment (July 29-August 26) and 2nd experiment (September 30-October 28) were applied on July 29 and on September 30, 2022, respectively, and turf color index of perennial ryegrass investigated every week during 4 weeks.

^yDAT: day after treatment.

^xMeans with the same letters within column are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$ level.

Table 3. The change in chlorophyll content of perennial ryegrass by plant growth regulator.

Treatments ^z	Chlorophyll content ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)		
	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Chlorophyll a + b
1st experiment			
Control	1,532 a ^y	1,013 a	2,545 a
TE	1,499 a	1,099 a	2,597 a
PC	1,408 a	957 a	2,365 a
2nd experiment			
Control	927 a	772 a	1,699 a
TE	1,006 a	791 a	1,797 a
PC	933 a	866 a	1,798 a

^zTreatments were as follows; Control (non-treatment), TE (trinexapac-ethyl, 0.01 a.i. $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$), PC (prohexadione-calcium, 0.01 a.i. $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$). TE and PC in the 1st experiment (July 29-August 26) and 2nd experiment (September 30-October 28) were applied on July 29 and on September 30, 2022, respectively. Turfgrass leaves to investigate a chlorophyll content in the turfgrass leaf in the 1st experiment was sampled on August 26, and in the 2nd experiment on October 28.

^yMeans with the same letters within column are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$ level.

처리 후 1차 조사와 2차 조사에서 엽록소 함량은 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않아 약제 처리에 의한 엽록소 감소에 따른 생리장해는 발생하지 않았다. 이는 크리핑 벤프그래스, 켄터키 블루그래스 및 금잔디 등에서도 TE나 PC 처리 시 엽록소 함량 감소는 나타나지 않아 약해가 발생하지 않는다는 선행 연구 결과와 유사하였다(Kim 등, 2019; Kim 등, 2021a, 2021b). 스파티필름류(*Spathiphyllum* spp.)에서도 성장조정제인 paclobutrazol 처리 후 잎의 엽록소 함량의 감소는 나타나지 않았고, 일부 품종의 경우 처리량과 엽록소 함량이 정의 상관관계를 나타내기도 하여 품종에 따라 차이를 나타냈다(Won과 Jeong, 2007).

생장조정제 처리 후 엽색지수와 엽록소 함량은 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. TE와 PC를 크리핑 벤프그래스에 처리하였을 때 엽색지수나 엽록소 및 시각적 품질에 영향을 미치지 않아 성장조정제의 처리에 의한 약해는 발생하지 않았다(Kim과 Park, 2020). 고온기에 TE 처리 후 일시적으로 켄터키 블루그래스의 엽색이 감소할 수 있으므로(Cho 등, 2019) 본 연구에서는 잔디 생육에 필요한 양분을 공급하였고, 그 결과 엽색의 감소는 나타나지 않은 것으로 판단된다. 상기 결과들을 고려할 때 성장조정제의 처리 시 잔디 생육에 필요한 양분을 적정량 공급하는 경우 약해는 발생하지 않으며 잔디 품질의 변화는 나타나지 않음을 알 수 있었다. 다만, 퍼레니얼 라이그래스의 품질을 유지하기 위한 양분(질소)의 공급량은 본 연구를 통해 확인할 수 없었으므로 추후 보완 연구를 통해 적정 질소 처리량 결정이 필요하였다.

2. 잔디 생장 억제 조사

생장조정제 처리에 따른 잔디의 생장 억제 정도를 평가하기 위해 약제 처리 후 잔디 초장을 조사하였다(Table 4). 1차 시험과 2차 시험에서 성장조정제 처리 전 초장은 각각 4.40 - 4.57 cm와 3.75 - 3.82cm로 조사되었고, 처리구별 통계적 유의차는 나타나지 않아 성장조정제 처리 후 잔디 초장의 변화를 통해 생장 억제 정도를 조사하기에 적합하였다. 대조구와 비교할 때 1차 조사에서 TE 처리구는 약제 처리 후 14일 경과 후부터 지상부 생육의 감소가 나타났고, PC 처리구는 약제 처리 후 21일 경과 후부터 지상부 생육이 감소하였다. 1차 시험이 종료된 8월 26일 TE와 PC 처리구의 퍼레니얼 라이그래스 초장은 대조구보다 각각 8.9%와 6.7%씩 감소하였다. 2차 조사에서는 TE 처리구와 PC 처리구 모두 약제 처리 후 7일 경과 후부터 감소하는 경향을 나타냈고, 시험 종료일인 10월 28일 조사에서 TE와 PC 처리구의 잔디 초장은 대조구보다 각각 12.4%와 13.6%씩 감소하였다.

1차 시험과 2차 시험의 결과는 TE와 PC 처리 시 퍼레니얼 라이그래스의 생장 억제 효과를 나타냈고, 잔디의 생육 시기에 따라 생육 억제 효과 차이를 나타냈다. 이는 생육 시기에 따라 잔디의 생육 정도가 다르기 때문에 퍼레니얼 라이그래스는 한지형 잔디로서 여름철(1차 시험 기간)에는 생육적온보다 높아 하고현상이 발생하여 생육이 감소하지만 가을철(2차 시험 기간)에는 생육적온에 가까워 생육이 왕성하게 일어나기 때문이다. 켄터키 블루그래스(*Poa pratensis* L.)에서도 TE 처리 후 5월에는 18.8 - 21.6%, 6월에는 19.8 - 26.0%로 생육 시기마다 잔디 생육 정도가 차이를 나타냈다(Kim 등, 2021b). 한국잔디(*Z. japonica*)에서도 TE 처리 시 처리 시기에 따라

Table 4. The changes of shoot length of perennial ryegrass after applying plant growth regulator.

Treatments ^z	Shoot length (cm)				
	0 DAT ^y	7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT
1st experiment	(July 29)	(Aug 5)	(Aug 12)	(Aug 19)	(Aug 26)
Control	4.40 a ^y	5.71 a	6.21 a	6.56 a	6.82 a
TE	4.48 a	5.43 a	5.78 b	6.01 b	6.21 b
PC	4.57 a	5.66 a	6.04 ab	6.27 ab	6.37 b
2nd experiment	(Sep 30)	(Oct 07)	(Oct 14)	(Oct 21)	(Oct 28)
Control	3.82 a	5.11 a	5.71 a	6.73 a	7.07 a
TE	3.75 a	4.72 b	5.26 b	5.83 b	6.19 b
PC	3.76 a	4.76 b	5.55 ab	5.97 b	6.11 b

^zTreatments were as follows; Control (non-treatment), TE (trinexapac-ethyl, 0.01 a.i. g·m⁻²·100 mL⁻¹), PC (prohexadione-calcium, 0.01 a.i. g·m⁻²·100 mL⁻¹). TE and PC in the 1st experiment (July 29-August 26) and 2nd experiment (September 30-October 28) were applied on July 29 and on September 30, 2022, respectively, and shoot length of perennial ryegrass investigated every week during 4 weeks.

^yDAT: day after treatment

^xMeans with the same letters within column are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$ level.

Table 5. Regression formula between days after treatment of plant growth regulator and shoot growth of perennial ryegrass.

Treatments ^z	1st experiment		2nd experiment	
	Regression formula ^y	R ² value	Regression formula	R ² value
TE	$y = 0.0363x + 5.2212$	0.9812**	$y = 0.0709x + 4.2550$	0.9914**
PC	$y = 0.0337x + 5.4925$	0.9342**	$y = 0.0639x + 4.4800$	0.9041**

^zTreatments were as follows; Control (non-treatment), TE (trinexapac-ethyl, 0.01 a.i. g·m⁻²·100 mL⁻¹), PC (prohexadione-calcium, 0.01 a.i. g·m⁻²·100 mL⁻¹). TE and PC in the 1st experiment (July 29-August 26) and 2nd experiment (September 30-October 28) were applied on July 29 and on September 30, 2022, respectively.

^yy and x in regression formula represent plant height and days after treatment, respectively.

**A significance at the 0.01 probability level.

생장 억제 정도가 다르게 나타나며, 6월보다 7월에 생육 억제 효과가 높은 것으로 알려져 있다(Kim과 Kim, 1995). 스파티 필름류의 경우 성장조정제인 paclobutrazol의 처리 시 엽장과 엽폭이 감소하여 초장이 감소하는 것으로 알려져 있으며, 품종에 따라 생장 억제 정도는 차이를 나타냈다(Won과 Jeong, 2007).

성장조정제 처리 후 경과 시간과 초장의 변화를 이용하여 각 처리구별 회귀식을 조사하였고, 시간의 경과에 따라 잔디 초장은 정의 상관관계($p \leq 0.05$)를 나타냈다(Table 5). 1차 시험에서 TE와 PC 처리구의 회귀식은 각각 $y_{TE} = 0.0363x + 5.2212$ 와 $y_{PC} = 0.0337x + 5.4925$ 를, 2차 시험에서는 각각 $y_{TE} = 0.0709x + 4.2550$ 와 $y_{PC} = 0.0639x + 4.4800$ 를 나타냈다(x: 약제 처리 후 경과 일수, y: 잔디초장). 잔디의 생육을 억제시키는 성장조정제 처리 후 대조구까지 초장이 성장하는데 소요되는 시간은 성장조정제의 예상 약효 지속 시간이라고 가정할 경우 1차 시험에서 TE와 PC 처리구의 예상 약효 지속 시간은

각각 43.6일과 37.9일이었고, 2차 시험에서는 38.3일과 39.5일이었다.

1차 시험 종료일인 8월 26일로부터 28일이 경과한 9월 23일(최초 약제 처리일인 7월 29일로부터 약 56일 경과)에 2차 시험을 위해 3cm 예고로 잔디를 예지한 후 1주일 경과 시(최초 약제 처리 후 약 63일 경과) 잔디 초장을 비교할 때, 처리구별 초장의 차이는 나타나지 않았다. 예초를 수행한 9월 23일은 1차 약제 처리 후 약 56일 경과한 시기로 본 연구에서 예측한 시기가 경과하여 잔디의 생장 억제 효과는 나타나지 않은 것으로 판단된다. 향후에는 약제 처리 후 잔디 예고를 지속적으로 조사하여 본 연구에서 예측한 약효 지속 기간의 적절성 여부에 대한 조사가 필요하였다. 상기 결과를 통해 성장조정제별 예상 약효 지속 기간은 잔디의 생육 시기에 따라 차이를 나타낼 수 있었다. 또한, 크리핑 벤트그래스에서 TE와 PC의 예상 약효 지속 기간은 각각 43일과 48일 정도로 예측된다는 보고가 있어 잔디의 종류에 따라 예상 약효 지속 기간도

차이를 나타냈다(Kim과 Park, 2020).

생장조정제 처리 후 퍼레니얼 라이그래스의 지상부 생육을 평가하기 위해 잔디 예지물량을 조사하였다(Fig. 1). 1차 조사(8월 26일 조사)에서 대조구, TE 처리구 및 PC 처리구의 잔디 예지물량은 각각 81.4, 44.1 및 48.1 g·m⁻²를, 2차 조사(10월 28일 조사)에서 80.5, 44.7 및 47.8 g·m⁻²를 나타내어 생장조정제 처리구에서 잔디 예지물이 감소하였다. 대조구와 비교할 때, TE와 PC 처리구의 잔디 예지물은 각각 1차 조사에서 45.8%와 40.9%, 2차 조사에서 44.4%와 40.6%씩 감소하였다. 1차 조사와 2차 조사의 예지물 감소율을 비교할 때, 시기별 차이는 나타나지 않아 생장조정제의 지상부 생육 억제 효과는 계절에 따라 차이를 나타내지 않았다. TE와 PC의 처리는 크리핑 벤트그래스에서는 각각 43.1%와 43.4% 정도(Kim과 Park, 2020), 금잔디에서는 75.8%와 47.5% 정도(Kim 등, 2021a) 잔디 예지물을 감소시키는 것으로 알려져 있어 본 연구 결과는 유사한 경향을 나타냈다. Wherley와 Sinclair(2009)는 크리핑 벤트그래스에서 TE 처리 시 1주 경과 후 잔디 예지물 함량이 감소했다고 보고하여 약제 처리 후 초기 생육이 생장 억제 정도를 결정한다고 보고하였다. 본 연구에서도 생장조정제 처리 후 초장의 생장 억제 정도가 1주차에서 크게 나타났던 점을 고려한다면 Wherley와 Sinclair (2009)의 결과와 유사한 경향을 나타낸 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 퍼레니얼 라이그래스에서 생장조정제 trinexapac-ethyl과 prohexadione-calcium을 처리하였을 때 생육 시기별 잔디 품질과 생육 억제 효과를 조사하였다. 처리구는 대조구(Control), TE 처리구(0.01 a.i. g·m⁻²·100mL⁻¹) 및 PC 처리구(0.01 a.i. g·m⁻²·100mL⁻¹)으로 설정하였다. 생장조정제 처리 후 퍼레니얼 라이그래스의 엽색 지수 및 엽록소 함량은 대조구와 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. TE와 PC 처리구에서 잔디의 초장은 각각 8.9 - 12.4%와 6.7 - 13.6%씩 감소하였고, 잔디 예지물량은 44.4 - 45.8%와 40.6 - 40.9%씩 감소하였다. 생장조정제 처리 후 경과 일수와 초장의 변화를 이용하여 약효 지속 기간을 조사하였을 때, TE와 PC 처리구는 1차 조사(7월 29일 - 8월 26일)에서 각각 43.6일과 37.9일, 2차 조사(9월 30일 - 10월 28일)에서는 38.3일과 39.5일이었다. 상기 결과들을 종합할 때, TE와 PC의 처리는 퍼레니얼 라이그래스의 초장 및 생육을 억제하였고, 약효 지속 기간은 약 40 ± 3일 정도를 나타냈다. 또한 생장조정제 처리 시 계절별 잔디 생육과 품질에 영향을 미치지 않았으며, 약해는 발생하지 않았다.

추가주제어: prohexadione-calcium, trinexapac-ethyl, 잔디 예지물, 초장, 퍼레니얼 라이그래스

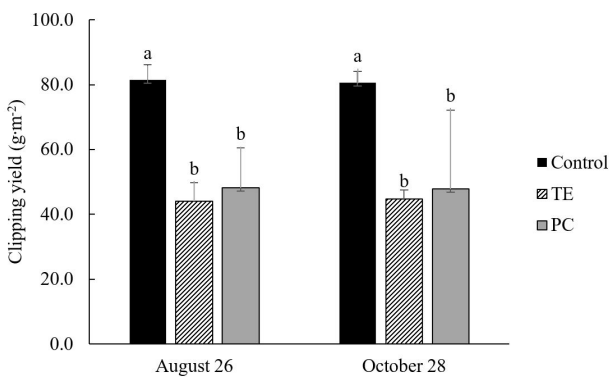


Fig. 1. The clipping yield of perennial ryegrass after applying plant growth regulator. Treatments were as follows; Control (non-treatment), TE (trinexapac-ethyl, 0.01 a.i. g·m⁻²·100 mL⁻¹), PC (prohexadione-calcium, 0.01 a.i. g·m⁻²·100 mL⁻¹). Foliar application of TE and PC in the 1st experiment (July 29-August 26) and 2nd experiment (September 30-October 28) was on July 29 and on September 30, 2022, respectively, and then clipping yield of perennial ryegrass investigated on August 26 and October 28, 2022. Error bars indicates standard deviation and different letters indicates significant different at $p \leq 0.05$ level according to Duncan's multiple range test.

Literature Cited

- Chang S.W., E.J. Bae, K.D. Kim, and J.H. Lee 2020, Investigation on turfgrass growth environment in natural turfgrass playgrounds of 22 elementary, middle, and high schools in south Korea. *Weed Turfgrass Sci* 9:159-168. (in Korean) doi:10.5660/WTS.2020.9.2.159
- Cho Y.R., Y.S. Cho, and J.S. Choi 2019, Effect of foliar spray volumes and concentrations of trinexapac-ethyl on Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) growth. *Weed Turfgrass Sci* 8:279-287. (in Korean) doi:10.5660/WTS.2019.8.3.279
- Han S.W., H.S. Soh, B.R. Choi, S.Y. Won, S.D. Lee, and C.S. Kang 2017, Effect of cool-season grass overseeding on turf quality, green period and turf density in zoysiagrass lawn. *Weed Turfgrass Sci* 6:333-344. (in Korean) doi:10.5660/WTS.2017.6.4.333
- Hong B.S., H.S. Tae, J.C. Jeon, Y.S. Cho, and S.H. Oh 2009, Green management of using with trinexapac-ethyl. *Korean Turfgrass Sci* 23:287-294. (in Korean)
- Kim K.N. 2010, Comparison of germination characteristics and daily seed germinating pattern in 8 new cultivars of perennial ryegrass grown under alternative and natural room

- temperature conditions. *Korean Turfgrass Sci* 24:79-87. (in Korean)
- Kim K.N. 2017, Comparison of turfgrass density, uniformity and tiller characteristics in mixtures of overseeded warm-season and cool-season grasses. *Weed Turfgrass Sci* 6:67-76. (in Korean) doi:10.5660/WTS.2017.6.1.67
- Kim K.N., and B.J. Kim 2010, Comparison of thatch accumulation in warm-season and cool-season turfgrasses under USGA and mono-layer soil systems. *J Korean Inst Lands Archit* 38:129-136. (in Korean)
- Kim K.N., and S.Y. Nam 2005, Seasonal differences in turf quality of Kentucky bluegrass, perennial ryegrass, tall fescue and mixtures grown under a pure sand of USGA system. *Korean Turfgrass Sci* 19:151-160. (in Korean)
- Kim K.N., and Y.S. Kim 1995, Vertical shoot growth of Korean lawngrass (*Zoysia japonica* Steud.) influenced by trinexapacethyl, amidochlor, and mefluidide. *Korean J Hortic Sci Technol* 17:572-577.
- Kim W.S., Y.S. Kim, and C.H. Lim 2021a, Growth regulation and nitrogen uptake inhibition of *Zoysia matrella* applying prohexadione calcium. *Korean J Environ Agric* 40:359-365. (in Korean) doi:10.5338/KJEA.2021.40.4.41
- Kim Y.S., and E.H. Park 2020, Inhibition influences of prohexadione calcium on growth of creeping bentgrass. *Weed Turfgrass Sci* 9:415-424. (in Korean) doi:10.5660/WTS.2020.9.4.415
- Kim Y.S., H.J. Heo, E.J. Bae, J.H. Youn, and G.J. Lee 2019, Inhibition responses of creeping bentgrass after applying trinexapac-ethyl as two spraying methods. *Weed Turfgrass Sci* 8:319-328. (in Korean) doi:10.5660/WTS.2019.8.4.319
- Kim Y.S., J.H. Youn, and G.J. Lee 2021b, Growth inhibition responses of Kentucky bluegrass after applying trinexapac-ethyl solution diluted to two concentration. *Weed Turfgrass Sci* 10:79-86. (in Korean) doi:10.5660/WTS.2021.10.1.079
- Lee H.S., G.M. Yang, and J.S. Choi 2010, Daily shoot growth measurement of zoysia grass (*Zoysia japonica*) to determine mowing interval. *Korean Turfgrass Sci* 24:16-23. (in Korean)
- Lee S.Y., J.P. Lee, and D.H. Kim 2008, The influence of traffic time and fertilizer type on the quality of golf course putting greens. *Korean Turfgrass Sci* 22:65-74. (in Korean)
- Lim S.M., B.S. Choi, S.H. Woo, and C.W. Lee 2011, Growth of zoysia grass (*Zoysia japonica* Steud.) as affected by prohexadione-calcium application. *Korean J Weed Sci* 31:199-204. (in Korean)
- Miazek K., and S. Ledakowicz 2013, Chlorophyll extraction from leaves, needles and microalgae: A kinetic approach. *Int J Agric Biol Eng* 6:107-115. doi:10.3965/j.ijabe.20130602.0012
- Ok C.H. 2006, Effect of trinexapac-ethyl on zoysiagrass quality under a shade condition. *Korean Turfgrass Sci* 20:25-31. (in Korean)
- Tae H.S., B.S. Hong, Y.S. Cho, and S.H. Oh 2010, Trinexapac-ethyl treatment for Kentucky bluegrass of golf course during summer. *Korean Turfgrass Sci* 24:156-160. (in Korean)
- Wherley B., and T.R. Sinclair 2009, Growth and evapotranspiration response of two turfgrass species to nitrogen and trinexapac-ethyl. *HortScience* 44:2053-2057. doi:10.21273/HORTSCI.44.7.2053
- Won E.J., and B.R. Jeong 2007, Effect of plant growth retardants on the growth characteristics of potted *Spathiphyllum* in an ebb and flow system. *Korean J Hortic Sci Technol* 25:443-450. (in Korean)