

## 생장억제제 Prohexadione-calcium의 처리에 따른 클로버의 생육억제 효과

최의주<sup>1</sup>, 최봉수<sup>2</sup>, 우선희<sup>1</sup>, 이철원<sup>1\*</sup>

### Effect of Growth Restraint of White Clover (*Trifolium repens*) as Affected by Prohexadione-calcium Application

Eui Joo, Choi<sup>1</sup>, Bong Su Choi<sup>2</sup>, Sun Hee Woo<sup>1</sup> and Chul Won Lee<sup>1\*</sup>

**ABSTRACT** This experiment was carried out to investigate the growth responses of white clover (*Trifolium repens* L.) as affected by prohexadione-calcium foliar application for the growth restraint in the lawn yard, field and golf course etc. The leaf length and leaf weight of white clover were significantly retarded compared to the untreated plot with foliar application of prohexadione-calcium after mowing within 1 day, and the effect was continued up to 50 days. The leaf area of clover with prohexadione-calcium treatment was to be narrowed as compared to untreated plot. The SPAD value of the leaf colour was increased in the treated plots and was to be continued for 40 days more. The coverage rate of clover was decreased with prohexadione-calcium foliar application after mowing in the lawn ground.

**Key words:** growth restraint; leaf colour; prohexadione-calcium; white clover.

### 서 언

잔디밭은 녹지의 필요성과 여가와 스포츠를 즐길 공간 확보 면에서 점점 중요성이 증대되고 있고, 이에 대한 질적 향상도 추구하고 있다. 잔디밭에는 여러 종류의 잡초가 발생하여 잔디밭의 기능을 상실하게 하는데 그 중의 하나가 클로버이다. 클로버는 잔디와 같은 다년생으로서 포복경으로 번식하고 일단 발생하면 잔디밭에서 방제가 곤란한 잡초이다. 잔디밭을 예초할

때 다른 일년생 광엽잡초들은 생장점이 상부에 있으므로 2~3회의 예초 작업으로 대부분 방제가 가능하나 클로버의 생장점은 지제부 가까이에 있어 예초 작업만으로는 방제가 어려운 실정이다. 또한 잔디깎기가 빈번하면 잔디 엽면적의 제한으로 광합성 양이 줄어들어 결국 잔디 자체가 약해지고, 잡초에 대한 경합력이 더욱 약해지며 잔디보다 생장이 왕성한 잡초로 인해 경관상의 해가 증대된다.

이러한 빈번한 예초작업을 줄이기 위해 생장억제제

<sup>1</sup> 충북대학교 식물자원학과, 361-763 충북 청주시 흥덕구 성봉로 410(Department of Crop Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea).

<sup>2</sup> 환경부, 427-729 경기도 과천시 별양상가 2길 11(Ministry of Environment, Gwacheon 427-800, Korea).

\* 연락저자(Corresponding author) : Phone) +82-43-261-2512, Fax) +82-43-273-2242, E-mail) cwlee@cbu.ac.kr

(Received May 10, 2012; Examined May 17, 2012; Accepted May 30, 2012)

를 잔디밭에서 잔디 예초 직후에 살포하면 잔디의 초장이 억제되어 상당 기간 예초할 필요 없이 잔디밭 관리에 효율적이고(Kim 등 1998; Lim 등 2011), 발생된 다른 잡초도 왜화시킴으로서 잡초 방제에 효율적이다. Prohexadione-calcium은 cyclohexadione계 식물생장억제제로서 각종 식물에 대한 억제 효과가 있으며(Rademacher 등 1992; Rademacher 2000; Yutaka 1985), 지베렐린의 생합성을 저해하여 식물의 생장을 억제한다(Eric 2001).

Prohexadione-calcium은 지베렐린 생합성 과정에 있는 dioxygenase 효소의 활성을 차단 또는 저하시키고, 식물체내 에틸렌 생성에도 영향을 미쳐 식물의 노화를 지연시킨다(Medjdoub와 Blanco 2004). 또 항산화제인 플라보노이드 생합성에 관여 페놀물질의 생성을 억제시킴으로서 병해 저항성을 높이는 효과도 있다(Bayers와 Yoder 1999). 또한 prohexadione-calcium은 지베렐린 합성을 차단함으로써 과수의 신초의 길이 생장을 억제하고(Evans 등 1999; Rademacher 2000), prohexadione-calcium을 엽면 살포하면 식물체에 신속하게 흡수되어 식물체내 지베렐린 농도가 낮아짐으로서 생장 억제효과는 3~6주간 지속된다고 보고하였다(Evans 등 1997; Evans 등 1999; Unrath 1999).

잔디밭 특히 골프장에서의 잔디깎기는 노력과 비용이 많이 소요되고(Rorison 1980), 잔디의 유지관리비가 증가되어 잔디밭이나 골프장의 경영비 부담을 줄일 목적으로 성장억제제를 잔디밭에 이용하는 연구가 이루어졌다(Kim 등 1998; Shim 1989; Yutaka 1985).

본 연구는 식물 성장억제제인 prohexadione-calcium을 잔디밭에 처리하여 문제잡초인 크로버의 성장억제 효과를 구명하고 효과적인 잔디밭 관리를 위한 자료를 얻기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

본 실험은 충북대학교 농업생명환경대학 잔디 포장에서 클로버 생육을 억제시키기 위하여 클로버가 많이 발생하는 곳을 선정하여 2010년에 수행하였다. 잔디 깎기는 자주식 잔디예초기(Eager-1, 22inch, SEARS ROEBUCK AND CO., U.S.A.)를 이용하여 5~6cm의 높이로 예초한 당일에 prohexadione-calcium(calcium3-

oxido-5-oxo-4-propionylcyclohex-3-enecarboxylate, a.i 20%)을 ha당 유효성분량(a.i.)으로 400g, 200g, 150g, 100g을 살포하였다. 약제 살포는 압축 분무기(Ever Green, Young Poong Co, KOREA)를 이용하였으며, 살포 물량은 100L · 1,000m<sup>2</sup> 이었다.

클로버 생육 조사는 처리 후 7일 간격으로 엽장과 엽색도를 측정하였다. 엽장은 디지털 캘리퍼(Mitutiyo Corporation, JAPAN)로, 엽색도는 SPAD-502(Minolta Camera Co., LTD, JAPAN)를 사용하였다. 생엽층은 각 처리에서 100개의 개엽 시료를 채취하여 전자저울을 이용하여 측정하였으며, 클로버의 피복율은 잔디 포장에 대한 면적을 측정하여 조사하였다. 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였고 통계 분석은 SAS를 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 잎의 생장

잔디밭 예초 직후에 prohexadione-calcium을 처리하여 클로버 엽병장의 길이를 조사한 결과는 그림 1과 같다. 무처리구의 클로버 엽병장의 길이는 기간이 경과함에 따라 직선적 증가를 보여 7주후에는 15.5cm정도 되었으나 약제 처리 1주일 후 모든 처리 농도에서 6cm 정도를 보였다. 또한 7주 후에도 농도별 잎의 길이를 보면 400g, 200g, 150g 처리구는 7.7~7.9cm로 나타났으며 100g 처리구는 8.2cm 정도이어서 처리 후 엽의 생장이 현저히 억제되는 것으로 나타났다. 이는 무처리에 비하여 47~50%의 단축효과를 보여 클로버의 생장량을 크게 줄일 수 있을 것으로 사료되었다. 클로버 개엽의 엽면적을 조사한 결과는 그림 2와 같다. 무처리구는 예초 후 재생된 클로버 잎의 엽면적은 1주 후 0.8cm<sup>2</sup>, 3주 후 2cm<sup>2</sup>, 5주 후 2.8cm<sup>2</sup>, 7주 후에 4cm<sup>2</sup>로 성장하였으나 prohexadione-calcium 200g 처리구는 7주 후까지도 클로버 잎의 엽면적은 0.3~0.5cm<sup>2</sup>로 거의 생육이 정지되는 것으로 나타났다. 사진 1에서 보는 바와 같이 prohexadione-calcium의 처리는 클로버 잎과 엽병장의 길이와 엽면적을 현저히 억제시킴으로서 잔디밭에서 클로버의 우점도를 저하시킬 것으로 사료되었다.

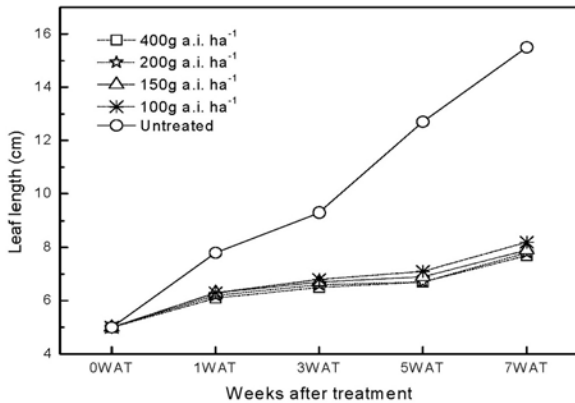


Fig. 1. Time-dependent changes of leaf petiole length in white clover as affected by the different concentrations of prohexadione-calcium in lawn ground.

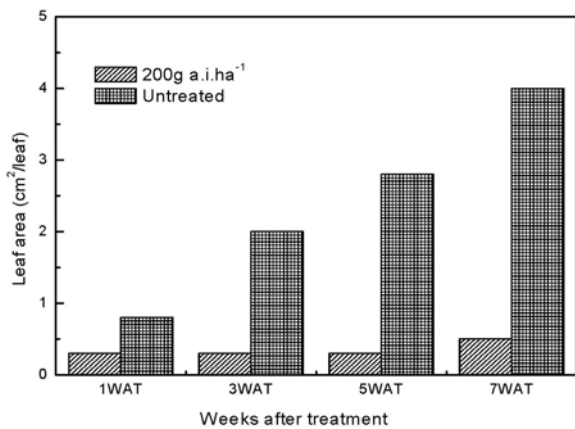


Fig. 2. Time-dependent changes of leaf area in white clover as affected by the different concentrations of prohexadione-calcium in lawn ground.



Photo 1. Comparison of leaf petiole lengths of white clover after 30days by treatment of prohexadione-calcium (right; untreated, left; 200g a.i ha<sup>-1</sup> prohexadione-calcium).

엽생중과 엽색도

Prohexadione-calcium 처리후 클로버 엽생중의 변화를 보면 그림 3과 같다. 예초 후 7일에 엽생중은 400g 처리구는 35mg이었고, 200g 구와 150g 구는 38mg, 100g 구는 40mg 이었으나 무처리구는 53mg으로 초기에는 무처리구에 비하여 400g 처리구는 39%, 100g 처리구는 24%정도 억제되는 것으로 나타났다. 처리후 7주후에 엽생중은 400g 처리구 50mg이었고, 200g 구와 150g 구는 각각 53, 55mg, 100g 구는 61mg 이었으나 무처리구는 230mg으로 나타나서 무처리구에 비하여 클로버의 성장량이 400g 처리구에서는 78%, 200g 구

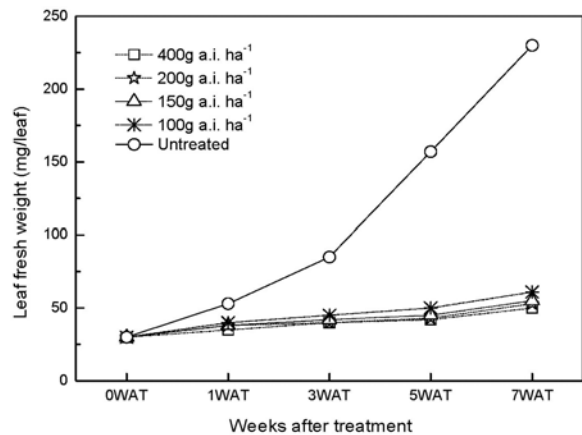


Fig. 3. Time-dependent changes of leaf petiole fresh weight in white clover as affected by the different concentrations of prohexadione-calcium in lawn ground.

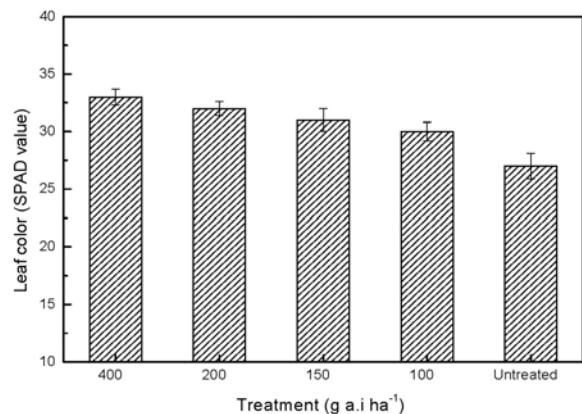


Fig. 4. The changes of leaf color of white clover at 30 days after mowing as affected by the different concentrations of prohexadione-calcium in lawn ground.

는 77%, 150g 구는 76%, 그리고 100g a.i ha<sup>-1</sup> 처리구에서는 73% 억제 효과가 있어서 처리 후 기간이 경과할수록 클로버의 억제 정도가 현저하게 증가하는 것으로 나타나서 잔디밭에서 클로버의 생장 억제 효과를 뚜렷이 볼 수 있었다.

또한 prohexadione-calcium 처리 후 30일이 경과하였을 때 클로버 잎의 엽색도를 조사한 결과는 그림 4와 같다. 400g 처리구가 가장 높아서 33 정도이었고, 200g 구와 150g 구는 각각 32, 31이었고, 100g 구는 30이었으며 무처리구는 27로 가장 낮았다. 이는 잔디에 prohexadione-calcium을 처리하였을 때 잔디의 엽색도가 무처리구에 비하여 높아진다는 보고(Lim 등 2011)와 같은 경향이였다. 식물 생장 억제제의 처리는 엽색을 진하게 하고 식물체 조직을 치밀하게 한다는 보고(Brueningner 1984)로 볼 때 성장억제제 prohexadione-calcium의 처리는 클로버 엽병장, 생엽중과 엽면적을 감소시키는 동시에 조직이 치밀해져서 클로버의 녹색도가 높아지는 것으로 사료되었다.

### 클로버 우점도의 변화

잔디밭을 예초직후 prohexadione-calcium을 처리하고 재생하는 클로버 면적 비율을 나타낸 것은 그림 5와 같다. 약제 처리후 3주가 경과한 시점에서 클로버의 면적 비율은 무처리구는 30%를 차지하였으나 약

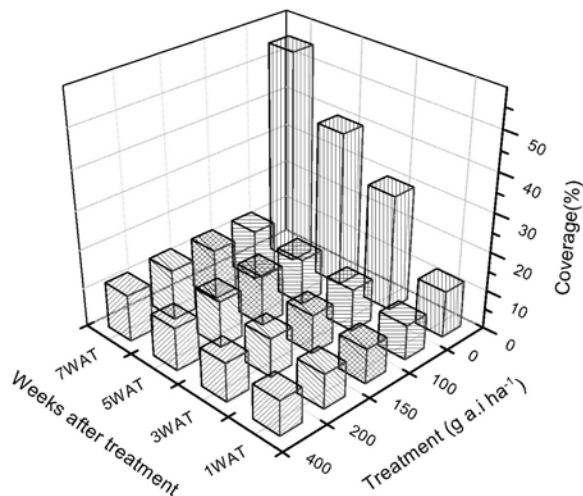


Fig. 5. The dominant coverage of white clover at weeks after mowing as affected by the different concentrations of prohexadione-calcium in lawn ground.

제처리구는 처리농도에 관계없이 10% 정도를 보였고, 5주후에는 무처리구가 40%인데 비하여 처리구는 11~13% 이었으며, 7주후에는 무처리구가 55% 정도에 이르렀으나 처리구는 12~13% 정도를 보였다. 따라서 잔디밭에 발생한 클로버를 방임하였을 때 보다 prohexadione-calcium을 처리하면 클로버의 우점도를 76%이상 낮출 수 있었다. 또한 공원이나 골프장의 잔디 예초 관리 비용이 많이 소요된다는 것을 감안할 때 prohexadione-calcium 처리는 50일 이상까지도 잔디의 생장을 억제시킬 수 있다는 보고(Lim et al 2011)와 더불어 클로버의 억제율을 높힘으로서 잔디밭 관리를 효율적으로 할 수 있을 뿐만 아니라 잔디밭에 발생하는 클로버의 과도한 번성을 억제하는데 효과적일 것으로 사료되었다.

## 요 약

본 연구는 한국잔디로 조성된 잔디밭에서 예초 직후에 prohexadione-calcium을 엽면 처리하여 잔디와 경합하는 클로버의 생장을 억제하는 효과를 구명하기 위하여 수행되었다. 클로버의 엽병장과 엽면적은 prohexadione-calcium의 처리로 7주에도 무처리에 비하여 현저하게 억제되었고, 클로버의 생엽중도 무처리에 비하여 현저하게 억제되는 것으로 나타났다. 엽색도는 무처리에 비하여 prohexadione-calcium 처리구가 높아졌고, 처리 농도가 높아질수록 엽색도도 높아지는 것으로 조사되었다. 잔디밭에서 클로버를 방임할 때보다 prohexadione-calcium의 처리는 클로버의 피복율을 현저히 억제할 수 있었다.

## 감사의 글

본 연구는 2010년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 의하여 수행되었음.

## 인용 문헌

Bayers, R. E. and K. S. Yoder. 1999. Prohexadione-

- calcium inhibits apple, but not peach, tree growth, but has little influence on apple fruit thinning or quality. *HortScience* 34:1205-1209.
- Bruening, J. M. 1984. Growth regulation of cool season turfgrass. Ph.D. thesis. Pennsylvania State Uni., University Park.
- Eric, L. 2001. Plant growth regulators. *Grounds Maint.* 36:30-31.
- Evans, R. R., J. R. Evans, and W. Rademacher. 1997. Prohexadione-calcium for suppression of vegetative growth in eastern apples. *Acta Hort.* 451: 663-666.
- Evans, R. R., J. R. Evans, C. L. Regusci, and W. Rademacher. 1999. Mode of action, metabolism, and uptake of BAS 125W, Prohexadione-calcium. *HortScience* 4:1200-1201.
- Kim S. J. K. C. Son, D. H. Kim and J. P. Lee. 1998. Effects of growth retardants on the growth of creeping bentgrass. *Kor. Turfgrass Sci.* 12(3): 173-182.
- Lim, S. M., B. S. Choi, S. H. Woo and C. W. Lee. 2011. Growth of zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud) as affected by prohexadione-calcium application. *Korean J. Weed Sci.* 31(2):199-204.
- Medjdoub, R. and J. Val. A. Blanco 2004. Prohexadione-ca inhibits vegetative growth of 'Smoothie Golden Delicious' apple trees. *Scientia Hort.* 101:243-253.
- Rademacher, W., Temple-Smith K. E., Griggs D. L. and Heden P. 1992. The mode of action of acylcyclohexanediones - a new type of growth retardant. *In* : Karssen, C.M. van Loon, L.C., Vreugdenhil eds., *Progress in Plant Growth Regulation*. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. pp. 571-584.
- Rademacher, W. 2000. Growth retardants : effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. *Ann. Rev. of plant Physiol. and Plant Mol. Biol.* 51:501-531.
- Rorison, I. H 1980. The current challenge for research and development. pp. 3-10. *In* I. H. Rorison and R. Hunt (eds.), *Amenity grassland : An ecological perspective*. John Wiley and Sons, Chichester, Great Britain.
- Shim J. S. 1989. Growth regulation of Korea lawngrass and manilagrass with several growth retardants. *Kor. Turfgrass Sci.* 3(1):39-52.
- Unrath, C. R. 1999. Prohexadione-ca : A promising chemical for controlling vegetative growth of apple. *HortScience.* 34:1197-2000.
- Yutaka Noma. 1985. Studies on growth regulation of turfgrass, II screening of growth retardants for turfgrass. *Tech. Bull. Fac. Hort.* 35:109-115.