

## 여름철 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 처리에 따른 시설오이의 고온 적응성 향상 효과 Effect of High Temperature Adaptable Improvement on Cucumber (*Cucumis sativus*) of Greenhouse according to Hydrogen Peroxide Treatment at Summer

우영회<sup>1\*</sup> · 김형준<sup>2</sup> · 허운찬<sup>2</sup> · 김태영<sup>2</sup> · 김기덕<sup>3</sup> · 조일환<sup>2</sup> · 고관달<sup>2</sup> · 이관호<sup>1</sup> · 홍규현<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>한국농업전문학교, <sup>2</sup>원예연구소, <sup>3</sup>고령지 농업연구소)

Young-Hoe Woo<sup>1\*</sup>, Hyung-Jun Kim<sup>2</sup>, Yun-Chan Huh<sup>2</sup>, Tae-Young Kim<sup>2</sup>, Ki-Deog Kim<sup>2</sup>,  
Ill-Hwan Cho<sup>2</sup>, Kwan-Dal Ko<sup>2</sup>, Kwan-Ho Lee<sup>1</sup> and Kue-Hyon Hong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Korea National Agriculture College, Hwaseong 445-890, Korea

<sup>2</sup>National Horticultural Research Institute, Suwon 441-440, Korea

<sup>3</sup>National Institute of Highland Agriculture, Pyeongchang 232-955, Korea

### 서 언

여름철 온실내 작물재배시 우선 고려해야할 사항은 냉방 시설 설비에 앞서 작물의 생리적 특성을 고려한 고온극복이 우선 되어야한다. 아무리 좋은 시설이라도 고온적응성이 낮은 작물이나 품종을 재배할 경우 비용부담이 가중되며, 생산력 및 품질도 떨어지게 된다. 또한 온실 냉방을 위한 과도한 시설투자는 부실경의 한 원인이 될 수 있으므로 여름철 고온기에 시설비용 부담이 없이 작물을 재배하는 것이 가장 이상적인 방법이므로 작물의 고온적응성 향상이 우선 고려되어야한다. 그 일환으로 우선 작물자체의 고온적응성향상을 위하여 예방주사개념으로 화학 약품의 전처리 개념을 도입하여 실험하였다.

오이의 자체의 고온적응성을 향상시키기 위한 산화제 물질의 전 처리를 하여 그 영향을 분석하였다. 산화제 처리는 예방적인 차원에서 항산화 효소의 활성을 촉진하기위한 방법으로 저온 장해 및 내병성 등에 효과가 있는 것으로 밝혀져 있다. 따라서 본 연구는 시설재배시 여름철 고온장해 극복을 위한 경제적인 온도하강 방법을 구명하기위한 일환으로 고온적응성 향상을 위한 산화제 전 처리효과를 구명하기 위하여 수행하였다.

### 재료 및 방법

농가보급형 플라스틱 온실에서 은색차광망 40%를 이용하여 외부일사량이 650W/m<sup>2</sup> 일때

수시차광 하는 온실에서 실험하였으며, 공시재료로 은칩, 은성 오이를 이용하였다. 파종은 4월 22일, 정식은 5월 21일 하였다. 오이 재배방법은 관행에 준하였다. 예방주사 개념으로 오이의 고온 산화작용을 인위적으로 미약하게 야기 시켜 항산화효소의 활성을 촉진하여 고온적응성을 향상시키기 위하여 산화제인 과산화수소를 이용하여 처리하여 실험을 수행하였다. 처리방법은 과산화수소 무처리, 250mM, 500mM을 6월부터 일주일에 한번씩 오전에 충분히 오이 엽이 적실 정도로 처리하였다. 과산화수소 전처리에 따른 오이의 생육상태를 조사하기위해 실험온실의 기상환경, CWSI(Crop Water Stress Index)변화, 광합성, 엽록소형광, 분광광도계를 이용한 항산화효소(Superoxide dismutase, Peroxidase)와 Heat shock protein(25, 60, 70)의 활성, CO<sub>2</sub>처리와 과산화수소 동시 처리에 따른 광합성 등을 조사하였다. 광합성은 과산화수소 처리농도별 온도 수준 30℃, 35℃, 40℃에 따른 변화를 조사하였다. CWSI를 조사하기 위한 엽온 및 기온을 측정하였으며, 엽록소형광 강도, 광합성측정 부위는 오이의 잎 왕성하게 활동하는 건전한 잎을 선택하여 처리별 30개체를 선정하여 조사하였다. 항산화 효소와 Heat Shock Protein은 생장점부근의 어린잎을 채취하여 냉동보관하면서 조사하였다. 항산화 효소와 Heat Shock Protein분석은 Chamnongpol et al(1998) 방법에 준하여 분석하였다. 과산화수소와 CO<sub>2</sub> 동시처리 효과를 분석하기위하여 45℃의 Growth Chamber에서 CO<sub>2</sub>농도를 1000ppm으로 고정하여 과산화수소 농도에 따른 광합성을 분석하였다.

## 결과 및 고찰

본 연구는 일반적으로 이용되고 있는 기존의 여름철 차광 및 강제 환기를 병용한 온실 내에서 오이생산성 및 품질향상을 위한 경제적인 방법을 고려하여 작물의 생리적 특성을 고려한 오이 차광의 고온적응성을 향상시키기 위한 방법으로 과산화 수소를 처리하였다.

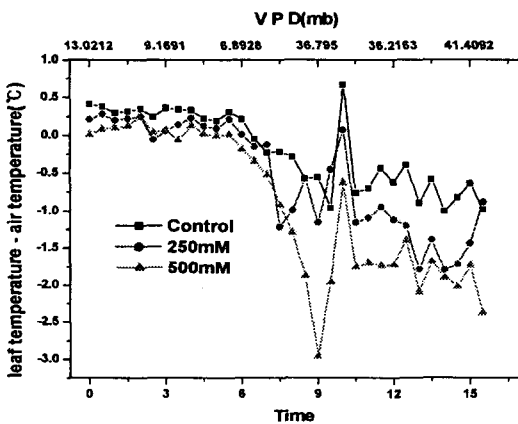


Fig. 1. Changes of VPD and difference leaf temperature and air temperature according to H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> treatment concentration.

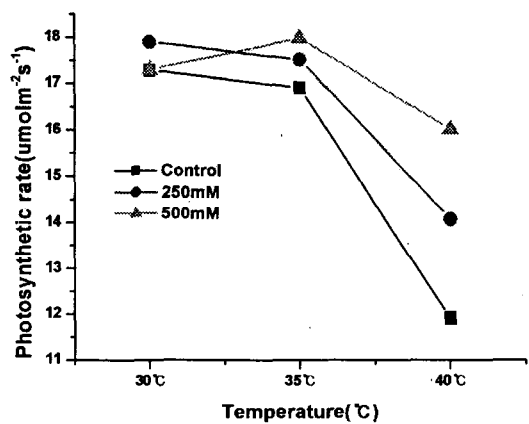


Fig. 2. Photosynthesis rates for leaves of Eunseong cucumber following treated H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> at 30℃, 35℃ and 40℃.

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 농도에 따른 VPD(Vapour Pressure Deficit)와 엽기온차에 의한 CWSI(Crop water stress index)변화를 보면 500mM처리가 무처리, 250ppm처리보다 수분장해를 받지 않았으며, 수분장해 정도는 500mM<250mM<무처리 순으로 무처리가 수분장해 수준이 가장 높았다(그림 1).

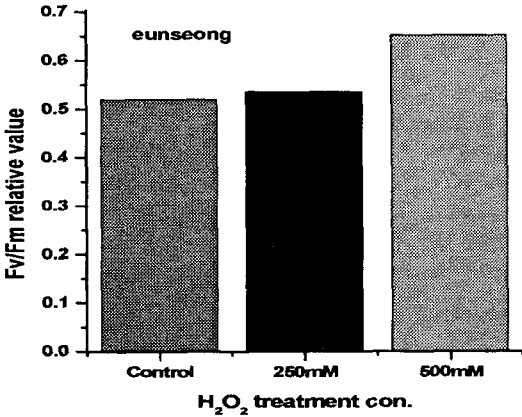


Fig. 3. Maximal efficiency of PSII(Fv/Fm) in leaf discs of Eunseong(*Cucumis sativas*) according to H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> treatment concentration.

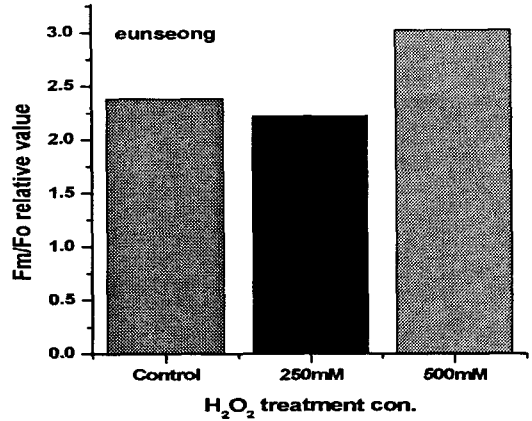


Fig. 4. Maximal efficiency of PSII(Fm/Fo) in leaf discs of Eunseong(*Cucumis sativas*) according to H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> treatment concentration.

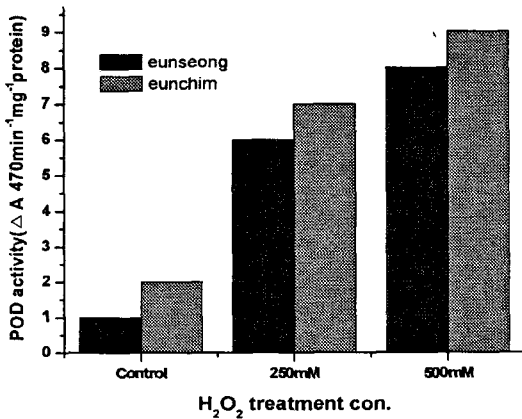


Fig. 5. Effects of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> treatment concentration on activity of Peroxidase in Eunseong and Eunchim(*Cucumis sativas*).

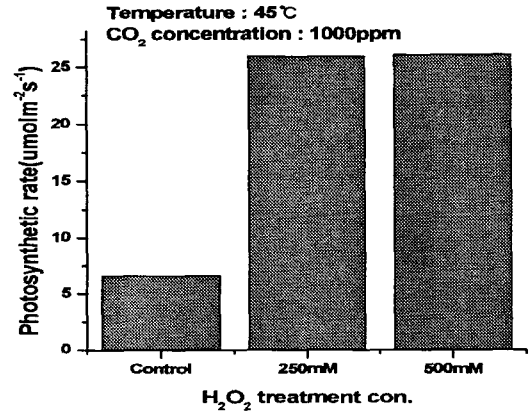


Fig. 6. Photosynthesis rates for leaves of Eunseong(*Cucumis sativas*) following a treated H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> at 45°C.

이는 vpd와 엽기온차의 관계에서 엽온이 기온보다 낮아 -방향에서는 non stress며, 엽온이 기온보다 높은 +상태에서는 stress상태로 설정한 Ido의 연구결과를 근거로 보면

500mM처리가 오이 받는 수분장해정도가 낮음을 알 수 있었다. 기온 수준 따른 광합성 분석결과를 보더라도 30℃ 온도 조건하에서는 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>농도에 따른 광합성율은 뚜렷한 차이가 없었으나 고온으로 온도가 높아질수록 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>농도에 따른 광합성율 차이가 나타났으며, 40℃에서는 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>농도에 따른 광합성율 변화의 폭이 컸으며, 무처리는 급격히 광합성율이 낮아졌다(그림 2).

작물의 고온장해정도를 판단하기 위해 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>농도별 엽록소 형광을 측정한 결과 은성품종 Fv/Fm, Fm/Fo의 상대값은 500mM처리가 타 처리에 비하여 높아 고온장해가 적었음을 알 수 있었다. 일시적인 고온한계 정도를 분석하기 위해 온도처리별 F<sub>o</sub>를 보면 무처리구에는 40℃, 250mM은 42℃, 500mM은 45℃을 알 수 있었다(그림 3, 4). 이는 엽록소 형광 F<sub>o</sub>값이 온도 처리에 따라 완만하게 상승하다가 어느 시점에서 급격하게 상승하는 점이 그 작물의 한계 고온이며 다시 회복 할 수 없다는 보고와 일치하였다.

Table 1. Activity of heat shock proteins according to H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> treatment.

H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> treatment concentration	Absorbance at 470nm		
	HSP 25	HSP 60	HSP 70
Control	1.006	1.112	1.227
250mM	2.211	1.681	1.534
500mM	2.463	2.134	1.776

이는 과산화수소처리는 저온 저항성향상, 내병성 향상등 작물의 산화작용에 관련하여 항산화효소의 활성화에 의한 보고와 일치하였다. 또한 항산화 요소인 POD와 내열성 단백질인 HSP(60)는 과산화수소 처리구에서 활성이 높았으며(그림 5, 표 1). 추가적으로 45℃의 고온 조건하에서 CO<sub>2</sub> 시용 및 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>가 광합성에 미치는 영향을 분석한 결과 고농도의 CO<sub>2</sub>시용(1000ppm)은 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 처리효과를 상가적으로 증대 시켰으나 추후 더욱 연구 할 과제라고 판단된다(그림 6).

현재 수출 주요 작물인 파프리카, 스프레이국화, 가지, 토마토등 여러 작물에서도 그 효과가 인정되므로 과산화수소 전 처리가 여름철 고온극복을 위한 한 방법으로 될 수 있음을 암시하고 있으며, 겨울철 저온 장해에 관련한 연구도 활발 과제이다.

## 요약 및 결론

오이 시설재배시 여름철 고온적응성 향상을 위한 산화제 전 처리효과를 구명하기 위하여 수행하였다. 본연구결과는 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 농도에 따른 VPD와 엽기온차에 의한 CWSI(Crop water

stress index)변화를 보면 500mM처리가 무처리, 250ppm처리보다 수분장해를 받지 않았으며, 수분장해 정도는 500ppm<250ppm<무처리 순으로 무처리가 수분장해 수준이 가장 높았다(그림 1). 30℃온도 조건하에서는 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>농도에 따른 광합성율은 뚜렷한 차이가 없었으나 고온으로 온도가 높아질수록 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>농도에 따른 광합성율 차이가 나타났으며, 40℃에서는 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>농도에 따른 광합성율 변화의 폭이 컸으며, 무처리는 급격히 광합성율이 낮아졌다(그림 2). H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>농도별 엽록소 형광을 측정된 결과 은성품종 Fv/Fm, Fm/Fo의 상대값은 500mM처리가 타 처리에 비하여 높아 고온장해가 적었음을 알 수 있었다(그림 3, 4). 항산화 요소인 POD와 내열성 단백질인 HSP(25,60,70)는 과산화수소 처리구에서 활성이 높았다(그림 5, 표 1). 45℃의 고온 조건하에서 CO<sub>2</sub> 시용 및 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>가 광합성에 미치는 영향을 분석한 결과 고농도의 CO<sub>2</sub>시용(1000ppm)은 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 처리효과를 상가적으로 증대 시켰으나 추후 더욱 연구할 과제라고 판단됨(그림 6).

## 인 용 문 헌

1. Chamnongpol S., Willekens H., Moeder W., Langebartels C., Sandermann H. Jr, van Montagu M. et al. (1998) Defens activation and enhanced pathogen tolerance induced by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in transgenic plants. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 95:5818-5823
2. Prasad T.K., Anderson M. D., Martin B. A. and Stewart C. R. (1994) Evidence for chilling-induced oxidative stress in maize seedlings and a regulatory role for hydrogen peroxide. plant Cell 6:65-74
3. Karpinski S., Reynolds H., Karpinska B., Wingsel G., Creissen G. and Molineaux P.(1999) Systemic signaling and acclimation in response to excess excitation energy in Arabidopsis. Science 284 : 654-657
4. Dat J. F., Lopez-Delgado H., Foyer C. H. and Scott I. M. (1998) Parallel changes in H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and catalase during thermotolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedlings. Plant Physiol. 116 : 1351-1357