

## 토양수분조건 및 화학물질처리가 오이묘의 저온장해에 미치는 영향

남윤일<sup>1</sup> · 우영희<sup>2\*</sup> · 이관호<sup>2</sup>

<sup>1</sup>원예연구소, <sup>2</sup>한국농업전문학교

### Effects of Soil Moisture and Chemical Application on Low Temperature Stress of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Seedling

Youn Il Nam<sup>1</sup>, Young Hoe Woo<sup>2\*</sup>, and Kwan Ho Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Horticultural Research Institute, Suwon 441-440, Korea

<sup>2</sup>Korea National Agriculture College, Hwaseong 445-890, Korea

**Abstract.** This study was conducted to investigate the effects of chemical application and amount of soil moisture on low temperature stress of cucumber seedling under the greenhouse conditions. When chilling treatments (2°C) were begun at 07:00AM, survival rates of seedlings of two conditions; -0.3 bar and -5.5 bar were 28.3% and 83.3% respectively. But when chilling treatments were begun at 6:00PM - even the soil moisture condition was -0.3 bar - the survival rate was above the 87%. When reducing the soil moisture from -0.3 bar to -9.0 bar, ABA content in leaf was increased by 6.5fold. Spraying of abscisic acid (ABA) before or after the chilling significantly increased the survival rates of seedlings, decreased the amounts of leaking electrolytes and prevented the yield reductions. ABA application on the soil before the chilling appeared to be more effective than the application after the chilling with foliar spray. Spraying of ABA (10<sup>-3</sup> M), urea (0.2%) or KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> was effective in counteracting the low temperature, which causes growth deterioration and yield reduction in cucumbers.

**Key words :** abscisic acid, chilling, soil moisture

\*Corresponding author

## 서 언

시설재배시 정전이나 기계적 결함 등으로 시설내의 온도 조절이 어려울 경우에 작물이 받는 여러가지의 생리적인 장해나 피해에 대한 연구는 매우 미비하다. 오이묘의 생육 최저 한계온도로 알려져 있는 8°C이하의 조건에서 장시간 정도 경과될 때, 생리적으로나 생육면에서 어떤 반응을 나타내는지, 또는 저온 피해를 받은 오이묘를 정식할 때 생산성과 품질은 어느 정도나 영향을 받는지 등에 대한 연구는 찾아보기 어렵다. 다만 저온장해의 기작 구명(Herner, 1990; Reyes와 Jennings, 1994; Wolk와 Herner, 1982)에 관해서는 많은 연구결과가 발표된 바 있다. 일반적으로 저온장해를 극복하기 위한 산화제와 ABA 전처리 연구(Prasad 등, 1994)가 일부 이루어지고 있으며, 저온 피해를 받을 당시의 전

후 환경조건과 산화작용에 관련된 연구는 토마토(Kerdnaimongkol 등, 1997), 오이(Nam 등, 2001) 등 몇 개 작물(King 등 1982)에서 보고된 바 있다. 근년에 와서 기상이변에 의해 겨울동안에 폭설과 강풍 등의 빈도가 잦아지면서 갖가지의 기상재해와 함께 정전에 의한 시설 원예작물의 저온피해도 자주 발생하고 있으나 이에 대한 적극적인 대처를 못하고 있는 실정으로 이에 관련된 연구가 요구되고 있다.

따라서 본 연구는 겨울철 시설재배시 갑작스런 정전이나 난방기의 고장 등으로 작물의 생육한계온도이하 상태에서 장시간 경과 되었을 때 받는 여러 가지의 생리적인 장해나 피해를 경감시키기 위해 오이묘가 저온피해를 입기 전, 후 토양수분조건과 몇가지의 화학물질처리가 오이묘의 냉해 경감에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

겨울살이청장오이를 1월 16일 농가보급형 polyethylene terephthalate(PET)온실 내에 파종하였다. 육묘기간은 시험내용에 따라 13일, 25일 및 30일간하였다.

12cm 흑색 비닐포트(0.76l)에 perlite, 모래, peatmoss 및 vermiculite 를 1:2:1비율로 섞은 경량 혼합배지를 담고 파종하였으며 파종후 7일된 육묘를 포트당 1주씩을 가식하였다. PET온실 내에 터널을 설치하고 내부에 전열선을 간 다음 위에 포트를 올려놓아 육묘기간 동안 묘의 뿌리 부분이 20°C정도 유지되도록 하였으며, 온실내 기온은 온풍기를 가동하여 주야 20/17°C가 되도록 하였다. 실험구배치는 완전임의배치 5반복으로 하였다. 실험 재료중 일부는 Hoagland(1938) 수경액으로 재배하여 생존율 및 초기 성장량을 조사하였고, 나머지는 토경재배하여 수량성을 조사하였다.

저온처리방법에 있어 07:00시 저온처리는 묘를 05:00시에 육묘용 터널에서 생육상(Conviron 및 Han Back, HB-107LG, 603C)으로 옮긴 후 암상태에서 10분에 2°C 기온을 낮추어 06:00시까지 8°C까지 낮추고, 07:00시 부터는 처리온도인 2°C가 유지되도록 설정하였다. 18:00시 저온처리는 낮 동안에는 육묘상을 20°C로 유지하고 16:00시에 생육상으로 묘를 옮겨 위와 같은 방법으로 온도처리를 하였다. 처리시간은 실험 목적에 따라 12, 24, 48, 72 및 96 시간 암상태에서 처리하였고, 온도처리 후에는 반대로 6 → 10 → 20°C로 순차적으로 온도를 높여서 갑작스런 온도 상승을 방지하였다.

### 1. 토양수분 조건

토양수분 처리는 저온처리하기 전 포트에 관수를 하지 않고 건조시킴으로서 수분조건을 만들었다. 토양수분 potential 상태는 1일 건조시에는  $-2.5 \pm 0.5$ bar, 2일 건조  $-5.5 \pm 1.0$ bar, 3일 건조시에는 식물체가 심하게 위조되는  $-9.0 \pm 1.5$ bar의 토양수분이었으며, 적습상태를 유지시켰을 때에는  $-0.3 \pm 0.2$ bar를 나타내었다. 토양수분 potential은 gypsum block을 각 처리마다 설치하여 토양수분 측정기(Licor)로 전기저항을 측정하여 얻어진 값을 환산하여 이용하였다.

엽 수분포텐셜은 토양수분을 조절한 다음 저온처리 직전인 07:00시와 18:00시에 Dew point microvoltmeter

(Wescor HR-33T)를 사용하여 측정하였다.

ABA함량 측정을 위하여 식물체 시료를 채취하여 급속 냉동시킨 후 -20°C의 냉동실에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다. 시료는 언 상태로 15g을 취하여 80% MeOH와 함께 마쇄후 Nam와 Woo(2001)가 이용한 전처리과정을 거친 후 HPLC(Waters, 410)로 정량(Nam, 1996)하였다.

### 2. 화학물질처리

ABA(abscisic acid)처리는 엽면 살포와 토양(뿌리)처리로 하였는데, 엽면살포는 ABA  $10^{-5}$ M를 저온처리 24시간과 3시간 전에 각 1회씩 처리(전 처리)와 저온처리후 2시간과 24시간에 각 1회씩(후 처리) 엽면에 충분히 살포하였다. 토양(뿌리) 처리는 포트(0.76l)당 ABA ( $10^{-5}$ M) 20ml를 저온처리 전 24시간에 1회 처리하거나, 저온처리후 3시간 경과후 토양에(뿌리)에 1회 관주하였다. 각종 화학물질 처리는 30일간 육묘한 겨울살이청장오이를 0°C 및 4°C에 10시간 처리후 3시간 과 24시간 후에 각 1회씩 요소 0.2%, ABA  $10^{-5}$ M,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0.4%, Sucrose 0.3%를 각각 처리한 다음 4일 후에 생존한 묘를 Hoagland(1938) 수경액으로 재배하여 초기 성장량을 조사하였고 나머지는 토경재배하여 수량성을 보았다.

전해질 누출 측정은 1.5g의 잎을 채취하여 2mm 정도로 잘게 썰어서 40ml의 deionized water와 함께 100ml의 삼각플라스크에 넣고, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 및 24시간 동안 25°C 항온기에 두었다가 EC meter (YSI, model 35. UAS)로 전기전도도를 측정하였다. 측정이 끝난 시료들은 100°C에서 10분간 끓여 식힌 다음 재차 전기전도도를 측정하였다. 전해질 누출량 계산은 시간별로 25°C에서 측정된 전기전도도를 100°C에서 10분간 끓여서 추출된 전해질의 전기전도도로 나누어 총량에 대한 비율로 계산하였다.

Electrolyte leakage=

$$\frac{\text{Electrical conductivity of 24 hrs at 25}^\circ\text{C}}{\text{Electrical conductivity of 24 hrs at 100}^\circ\text{C}}$$

## 결과 및 고찰

저온 처리 당시의 환경조건이 암기말인 07:00시에

**Table 1.** Survival rate, water potential and abscisic acid content in leaves of 30-day-old cucumber seedlings as influenced by soil water stress and starting time of chilling at 2°C for 48 hours.

Soil water potential (bar)	Starting time of chilling	
	07 : 00	18 : 00
- Survival rate of seedling (%) -		
-0.3±0.2	28.3d <sup>e</sup>	87.3b
-2.5±0.5	66.7c	96.3a
-5.5±1.0	83.3b	100.0a
-9.0±1.5	100.0a	100.0a
- Leaf water potential (bar) -		
-0.3±0.2	-3.03a	-2.73a
-2.5±0.5	-7.53b	-6.47b
-5.5±1.0	-11.47c	-10.10c
-9.0±1.5	-16.70d	-15.40d
- Leaf ABA content (ng/g-FW) -		
-0.3±0.2	4.63c	-
-2.5±0.5	8.93c	-
-5.5±1.0	17.00b	-
-9.0±1.5	30.37a	-

저온처리를 하면, 암기 개시기인 18:00시에 처리하였을 때 보다 생존율이 크게 낮아진다는 결과(Nam 등, 2001)를 얻었기에 이에 관련하여 토양수분조건과 화학물질처리가 오이묘의 냉해에 미치는 영향을 알아보기 위한 연구 결과는 다음과 같다.

### 1. 토양 수분조건

토양 수분조건이 오이 묘의 냉해에 미치는 영향을 구명한 결과는 Table 1과 같다. 포트의 토양을 20°C의 상온에서 1, 2 및 3일간 건조시킨 결과 1일간 건조시켰을 때에는 토양 수분포텐셜이 -2.5±0.5bar, 2일간 건조시는 -5.5±1.0bar가 되었으며, 3일에는 -9.0±1.5bar 정도까지 낮아져 외관상으로도 식물체가 심하게 위조되는 현상을 나타내었다. 무처리인 토양이 적습한 상태가 유지되도록 적기에 관수를 한 결과 -0.3±0.2bar로 유지되었다. 토양수분을 조절한 다음 저온처리 직전인 07:00시와 18:00시에 엽신의 수분포텐셜을 측정 한 결과 토양 수분포텐셜이 -0.3±0.2bar일 때에는 엽 수분포텐셜은 -2.7~-3.0bar이었고, 토양수분 -2.5±0.5bar시에는 엽 수분포텐셜은 -6.5~-7.5bar이었으며,

토양을 3일간 건조시켜 토양 수분포텐셜이 -9.0±1.5bar로 매우 건조된 상태에서는 엽 수분포텐셜은 -15.4~-16.7bar로 매우 낮아졌다. 일반적으로 식물의 엽 수분포텐셜이 -15bar 정도로 낮아지면 식물체 위조현상이 심하게 나타나 광합성을 할 수 없게 된다고 하였는데(Kozlowski, 1976), 본 시험에서도 성적을 제시하지 않았으나, 엽 수분포텐셜이 -15.4~-16.7bar 정도로 위조된 상태에서 광합성과 기공저항을 측정한 결과 생리작용을 거의 하지 못하는 것으로 조사되었다.

2°C에서 48시간 처리하되 07:00시에 저온처리를 개시한 경우에는 토양수분이 적습 상태인 -0.3±0.2bar에서는 28% 정도의 낮은 생존율을 나타내었으나 1일간 건조시켜 토양수분이 -2.5±0.5bar 정도로 낮아졌을 때에는 67%까지 높아졌고, 토양수분 -5.5±1.0bar의 다소 건조한 상태에서는 83%까지 생존율이 높아졌다. 또한 토양이 더욱 건조된 상태인 -9.0±1.5bar에서는 100%가 생존하였다. 그러나 한발 stress를 심하게 받았던 오이묘는 저온처리 후 20°C의 온도에서 회복시켜도 계속 부진한 생육 상태를 계속 나타내었다. 18:00시에 저온처리시는 -0.3±0.2bar의 적습상태의 토양에서도 87%의 높은 생존율을 나타내어, 오이묘의 냉생성은 토양수분보다는 광합성에 의한 체내 탄수화물 축적과 더욱 밀접한 관계가 있는 것으로 생각되었다.

저온처리 시기가 암기말인 오전과, 명기말인 오후에 따라 나타나는 생존율의 차이는 주야간 catalase, superoxide dismutase와 같은 항산화효소의 활성에 기인되며 이들 항산화효소의 활성정도는 저온처리 전 광선 유무에 밀접한 관련이 있다는 보고(Kerdnaimongkol 등, 1997)가 있어 추후 더욱 연구 할 과제라고 생각된다. King 등(1982)은 오이묘에 수분 stress를주면 냉생성이 높아진다고 하였으며, Rikin 등(1976)도 오이 묘에 저온 처리전 수분 stress를 주었을 때와 정상적으로 생육시켰을 때 냉해에 대한 반응을 조사한 결과, 정상 토양수분 조건에서는 2°C에서 24시간 저온처리시 잎의 생체중은 대조구에 비해 80%, 엽면적은 77%, 뿌리 무게는 76%가 감소하였으나, 한발상태 유도후 저온 처리하였을 때에는 잎의 생체중은 대조구에 비해 20%, 뿌리 무게는 4%만이 감소하여 저온에 의한 피해를 줄일 수 있었다고 하였다.

토양 수분 stress를 유발시키면 엽신내의 ABA함량이 증가하였는데, 토양수분이 적습상태인 -0.3±0.2bar

에서는 4.63ng/g·FW이었고, 토양수분을  $-9.0 \pm 1.5$ bar로 한발상태가 되도록 하면 ABA 함량이 30.37ng/g·FW로서 6.5배 증가하였다. Rikin 등(1976)은 토양이 한발상태가 되도록 건조시켰을 때에는 오이 자엽의 ABA 함량이 적습 상태에 비하여 37배나 높게 증가하였고, 증산량은 36%가 감소하였다고 보고한 바 있다.

Wilson(1979)은 저온처리 전에 식물체를 건조시켜 체내에 수분함량을 감소시키면 내냉성이 증가되었다고 하였는데, 이는 주로 체내의 ABA함량 증가에 기인한다고 하였다. 그 밖에도 식물체가 수분 stress를 받게 되면 체내에 ABA 함량이 증가된다는 보고는 많다(Ackerson, 1980). 저온처리시 토양수분 감소가 식물체의 생존율을 높이는 이유는 식물체가 건조되면서 ABA함량이 증가하여 기공을 닫음으로서 수분손실이 줄어들고, 세포내에 당함량을 증가시켜(Salisbury와 Ross, 1980) 이에 따른 세포막 지질의 안정성을 높여준과 동시에 세포액의 삼투압을 저하시켜 내냉성이 높아지는 것으로 생각되었다.

**2. 화학물질처리**

저온처리를 07:00시에 2°C로 24시간 저온처리하기 전 또는 후에 ABA( $10^{-5}$ M)를 사용하되, 사용한 부위를 엽신과 토양(뿌리)으로 달리하였을 때의 생존율을 나타내면 Table 2와 같다.

저온처리 전에 ABA를 사용하면 생존율은 저온 무처리구(20°C)와 차이가 없었으나 ABA를 사용하지 않고 저온처리하면 66~68%의 낮은 생존율을 나타내었다. 엽면시용과 토양시용 간에는 통계적인 유의차는 없었으나(미 제시) 평균값에서 토양시용이 다소 높은 생존율을 나타내었다. 저온처리 후에 ABA를 사용하면 저온 무처리구(20°C)에 비하여 생존율이 유의하게 낮아져서 80~82%를 나타내었다. 따라서 ABA 사용효과는 저온처리 전 시용이 저온처리 후 사용보다 효과가 높은 것으로 나타났다. King 등(1982)은 토마토 묘에서 저온처리 전에 ABA( $10^{-4}$ M)를 토양에 2회 사용함으로써 2°C에서 96시간 처리하였을 때에도 87%가 생존한다고 하였다. Rikin 등(1979)은 목화에 ABA( $10^{-5}$ M)를 저온처리 전 24시간과 48시간에 각 1회씩 100ml을 뿌리 부분에 관주하였던 바, 4°C의 저온에서 4일간 처리하여도 73%의 높은 생존율을 나타내었으나, ABA를 사용하지 않았을 경우에는 생존율이 40%로 낮고, 전해질의 누출량도 증가한다고 하였다.

저온처리전 또는 후의 ABA 시용이 오이의 지상부 생장에 미치는 영향을 보기 위하여 30일묘를 2°C에서 24시간 처리하되, ABA( $10^{-5}$ M)를 저온처리전 또는 후에 엽신과 뿌리(토양)에 각각 처리한 후 Hoagland (1938) 수경액에서 15일간 생육시킨 다음 생장을 조사하여 Table 3에 나타내었다.

**Table 2.** Survival rate of 30-day-old cucumber seedlings as affected by ABA application before and after 24 hours of chilling treatment at 2°C.

Treatment	Application before chilling		Application after chilling	
	Leaf application	Soil application	Leaf application	Soil application
Non-Chilling (20°C)	100.0 a <sup>2</sup>	100.0 a	100.0 a	100.0 a
Chilled + ABA	94.0 a	99.0 a	81.7 b	80.3 b
Chilled + Non-ABA	66.0 b	68.0 b	66.7 c	67.3 c

<sup>2</sup>Means followed by the same letter within column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

**Table 3.** Growth of 30-day-old cucumber seedlings as influenced by ABA application ( $10^{-5}$  M) before and after chilling at 2°C for 24 hours and subsequent growing in nutrient solution for 15 days.

ABA treatment	Application before chilling			Application after chilling		
	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf area (cm <sup>2</sup> /plant)	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf area (cm <sup>2</sup> /plant)
Non-Chilling (20°C)	58.0 a <sup>2</sup>	6.1 a	1,458 a	57.7 a	6.1 b	1,502 a
Chilled and ABA spray to leaf	38.3 b	5.1 b	956 c	36.1 b	5.2 b	884 b
Chilled and ABA applied to soil	42.2 b	5.0 b	1,114 b	21.9 c	3.4 c	524 c
Chilled only	18.8 c	3.3 c	365 d	18.3 c	3.0 c	350 d

<sup>2</sup>Means followed by the same letter within column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

저온처리전, 후를 비교하여 보면, 저온처리전에 ABA를 처리하는 것이 더욱 효과적이었다. 저온처리전의 처리 방식간 생육량을 비교하면, 엽면시용할 때 보다는 토양시용이 보다 효과적이었으나, 통계적으로는 초장과 엽수는 유의차가 없었고 엽면적은 차이가 인정되었다. 저온처리후의 ABA시용도 저온 처리후 ABA를 처리하지 않았을 경우에 비하여는 효과적이었으나, 저온처리 전의 ABA시용에 비하여는 효과가 적었다. ABA의 시용효과는 저온 처리 전에는 토양시용이 효과적이었으나 저온 처리후에는 엽면처리가 오히려 효과적인 것으로 나타났다.

Rikin 등(1976)은 오이 3일묘에 2°C로 24시간 저온 처리하기 전에 뿌리에 ABA 10<sup>-6</sup>, 10<sup>-5</sup> 및 10<sup>-4</sup>M을 사용한 결과, 저온 처리후 ABA를 처리하지 않았을 경우에 비해 10<sup>-5</sup>와 10<sup>-4</sup>M 처리는 자엽의 엽면적 및 건물중이 3.5배 이상 증가하였다고 하며, 10<sup>-6</sup>M 사용시는 효과가 반감되었다고 하였다. Tajima와 Kabaki (1981)는 수도에 ABA를 시용함으로써 냉해를 경감시킬 수 있었다고 보고하였는데, 농도는 10<sup>-4</sup>M이 효과적이라 하였다. 연구자에 따라 다소 차이는 있으나 일반적으로 ABA의 처리농도는 10<sup>-4</sup>~10<sup>-5</sup>M이 효과적이며, 그 이상에서는 장해가 발생한다고 하였다(Sasson and Bramlage, 1981).

ABA를 엽신이나 뿌리에 처리하여도 세포내로 잘 이동하는 것으로 알려져 있는데, 지금까지 내냉성과 관련한 ABA의 처리는 연구자에 따라 엽신에 살포하거나 (Jones and Mansfield, 1970; Sasson and Bramlage, 1981) 또는 뿌리 부분에 관주하는 방식(Rikin 등, 1979; Christiansen and Ashworth, 1978)을 사용하였으나 ABA 시용 방식간의 내냉성 차이를 비교한 연구는 없었다.

25일묘를 2°C로 72시간 처리하기전 토양에 ABA시용시의 전해질 누출량을 저온처리 개시 시각 간에 비교하면 Table 4와 같다. 07:00시에 저온처리를 개시한 경우 ABA를 처리하지 않았을 때에는 전해질 누출량이 53.2%로 크게 증가하였으나, ABA를 처리함으로써 28.5%로 감소하였다. 한편, 18:00시에 저온처리를 시작한 경우에도 유사한 경향을 나타내었는데, 누출량은 07:00시 처리의 절반 수준 정도로 낮았다.

Salisbury와 Ross(1980)는 콩의 뿌리를 10°C로 처리할때 무처리에 비하여 엽신에 심한 수분 stress가 발

**Table 4.** Leakage of electrolytes from 25-day-old cucumber leaves as influenced by pre-application of ABA in soil before 72 hours of chilling at 2°C.

Starting time of chilling	Treatment	Leakage of electrolytes (% of total)
07 : 00	Non-Chilling (20°C)	9.83c <sup>z</sup>
	Chilled + ABA	28.50b
	Chilled + Non-ABA	53.23a
18 : 00	Non-Chilling (20°C)	9.77c
	Chilled + ABA	16.37b
	Chilled + Non-ABA	25.67a

<sup>z</sup>Means followed by the same letter within column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

생하여 기공저항이 높아졌는데 ABA(10<sup>-5</sup>M)를 살포하면 엽수분포텐셜이 높아져 기공저항이 낮아지고 광합성이 회복되었다고 하며, Rikin 등(1976)은 오이 자엽에 ABA(10<sup>-5</sup>M)를 살포한 결과 증산량이 무처리에 비해 50%정도 감소하였으며, 이에 따라 냉해에 대한 저항성도 크게 증가하였다고 하였다. 또한 ABA를 살포하면 뿌리의 수압전도도(Lp) 증대를 통한 수분투과성이 증대되어(Pitman and Wellfare, 1979) 냉해가 경감되며, 그밖에도 많은 연구자들이 ABA를 처리함으로써 기공이 닫혀 저온 장해시 수분손실을 줄일 수 있다고 보고하였다(Jones and Mansfield, 1970; Christiansen and Ashworth, 1978, Ackerson, 1980; Zhang and Davies, 1990).

몇 가지의 화학물질 처리가 저온피해를 경감시킬 수 있는지를 알기 위하여, 30일묘에 0°C와 4°C로 10시간 처리후 Hoagland(1938) 수경액으로 10일간 생육시켜 얻은 결과를 Table 5에 나타내었다. 모든 화학물질 처리는 저온처리 직후에 엽면에 처리하였는데, 이는 실제로 작물체가 저온에 의하여 장해를 받았을 경우에 회복가능성을 알아보기 위해서였다. 0°C의 저온 처리구에서 저온 처리후 화학물질 무처리의 생존율은 80%였으나 요소 및 ABA 처리시는 92~96%까지 높아졌다. 요소, ABA 및 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>처리는 저온 처리후 화학물질 무처리에 비하여 초장, 엽면적, 지상부 및 지하부의 건물중을 유의하게 증가시켰다. 4°C의 저온 처리구에서 요소 및 ABA를 처리하면 저온 무처리(20°C)의 95~98%수준까지 생장이 회복되었으며, 특히 ABA처리가 가장 효과적이었다. 0°C나 4°C처리 모두 sucrose의

**Table 5.** Effect of chemicals application on survival rate and growth of 30-day-old cucumber seedlings chilled at different temperature for 10 hours. The chemicals were applied immediately after chilling and the growth of cucumber seedlings was measured 10 days after subsequent growing in nutrient solution.

Chilling temperature (°C)	Chemicals treatment	Survival rate (%)	Plant height (cm)	Leaf area (cm <sup>2</sup> /plant)	Dry weight (g)	
					Shoot	Root
0	Non-Chilling (20°C)	100a <sup>2</sup>	49.6a	866.7a	5.33a	0.75a
	Urea(0.2%)	92a	34.2ab	433.3c	3.37c	0.39c
	ABA(10 <sup>-5</sup> M)	96a	36.5b	539.3b	4.47b	0.48b
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (0.4%)	88b	34.1bc	505.0b	4.23b	0.48b
	Sucrose(0.3%)	88b	31.9bc	391.1cd	3.30c	0.37c
	Chilled and non-chemical	80bc	29.5c	350.3d	3.11c	0.35c
4	Non-Chilling (20°C)	100a	51.5a	892.6a	5.73a	0.76a
	Urea(0.2%)	100a	51.7a	685.0bc	5.03a	0.60b
	ABA(10 <sup>-5</sup> M)	100a	48.3a	789.1ab	5.73a	0.72a
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (0.4%)	100a	44.7ab	675.0bcd	5.20a	0.60b
	Sucrose(0.3%)	100a	38.5b	585.3cd	4.42b	0.53bc
	Chilled and non-chemical	100a	37.5b	534.3d	4.23b	0.46c

<sup>2</sup>Means followed by the same letter within column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

효과는 낮은 것으로 나타났다.

Tajima and Kabaki(1981)는 수도 유묘에 sucrose 등의 당류와 IAA, DCHB와 같은 생장조절물질을 토양처리한 후 암조건에서 10일 동안 5°C로 유지시킨 후 생존율을 조사한 결과, sucrose+spermidine phosphate 처리가 가장 효과적이었기 때문에 냉해를 경감하기 위해서는 당류를 가능한 한 많이 체내에 축적시키는 제

배법 개발이 필요하며, 생장조절제도 체내에 당류의 축적이 많은 경우에 효과가 크다고 하였는데, 본 실험의 결과와는 달랐다. 이는 주야간 catalase, superoxide dismutase와 같은 항산화효소의 활성과 밀접한 관련(Kerdnaimongkol 등, 1997)이 있는 것으로 판단되나 추후 더욱 연구 할 과제라고 생각된다.

30일묘를 0°C와 4°C에서 각각 10시간 처리후 몇

**Table 6.** Effect of chemicals application on fruit weight and yield of cucumbers chilled at 2 different temperature for 10 hours given on 30-day-old cucumber seedlings. The chemicals were applied immediately after chilling and measured 10 days after growing in nutrient solution.

Chilling temperature (°C)	Chemicals treatment	Mean fruit weight (g)	Yield	
			(kg/10a)	Index
0	Non-Chilling (20°C)	188.8a <sup>2</sup>	7,069a	100
	Urea (0.2%)	178.9bc	6,509abc	92
	ABA(10 <sup>-5</sup> M)	182.6ab	6,685ab	95
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (0.4%)	176.2bc	6,330bc	90
	Sucrose (0.3%)	172.4c	6,023dc	85
	Chilled and non-chemical	172.5c	5,752d	81
4	Non-Chilling (20°C)	191.3a	7,014a	100
	Urea(0.2%)	185.5ab	6,633abc	95
	ABA(10 <sup>-5</sup> M)	188.4a	6,848ab	98
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (0.4%)	185.2ab	6,284bc	90
	Sucrose(0.3%)	184.2ab	6,393abc	91
	Chilled and non-chemical	180.2b	6,069c	87

<sup>2</sup>Means followed by the same letter within column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

가지의 화학물질 및 ABA를 처리하여 토경 재배하였을 때의 수량성을 나타낸 결과는 Table 6과 같다. 0°C의 저온 처리 구에서 저온 처리후 화학물질 무처리구는 저온 무처리(20°C)에 비하여 수량이 81%로 감소하였는데, 요소 엽면살포 또는 ABA처리는 수량이 저온 무처리(20°C)의 92~95%수준까지 높아졌으며, 4°C에서도 요소 엽면처리와 ABA의 처리효과가 높은 것으로 나타났다.

## 적 요

오이묘가 저온피해를 입기 전, 후 토양수분조건과 몇 가지의 화학물질처리가 오이묘의 냉해 경감에 미치는 영향을 연구한 결과 토양수분 -0.3bar 적습상태에서 07:00시에 2°C로 저온처리를 했을때, 생존율은 28.3%이었으나 -5.5bar에서는 83.3%로 높아져 토양수분이 건조하면 저온피해가 감소되었다. 그러나 18:00시에 저온처리하면 -0.3bar에서도 생존율은 87% 이상이었다. 토양수분이 건조하면 엽신의 ABA함량은 크게 증가되었다. 저온처리 전, 후 ABA의 토양 및 엽면처리는 오이묘의 생존율을 유의하게 증가시켰고 세포의 전해질 누출량도 현저하게 감소시켰으며, 수량의 감소를 경감시켰다. 또한 ABA 처리는 저온처리 후보다는 저온처리 전에, 엽면처리보다는 토양에 처리하는 것이 보다 효과적이었다. ABA( $10^{-5}$ M)와 더불어 요소(0.2%)와  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 의 엽면살포는 오이의 성장과 수량에 미치는 저온피해를 경감시키는데 효과적이었다.

**주제어** : 저온, 토양수분, ABA, 화학물질

## 인 용 문 헌

- Ackerson, R.C. 1980. Stomatal response of cotton to water stress and abscisic acid as affected by water stress. *Plant Physiol.* 65:455-459.
- Christiansen, M.N. and E.N. Ashworth. 1978. Prevention of chilling injury to seedling cotton with antitranspirants. *Crop Sci.* 18:907-910.
- Herner, R. 1990. The effect of chilling temperature during seed germination and early seedling growth. In: C. Y. Wang, (ed). *Chilling Injury of Horticultural Crops*. CRC Press.
- Hoagland, D.R. 1938. *Hydroponic food production*. (Ed). In: Howard. Woodbridge Press. 1993.
- Jones, R.J. and T.A.Mansfield. 1970. Suppression of stomatal opening in leaves treated with abscisic acid. *J. Exp. Bot.* 21:714-719.
- Kerdnaimongkol, K., A. Bhatia, R.J. Joly, and W.R. Woodson. 1997. Oxidative stress and diurnal variation in chilling sensitivity of tomato seedlings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122(4):485-490.
- King, A.I., M.S. Reid and B.D. Patterson. 1982. Diurnal change in the chilling sensitivity of seedlings. *Plant Physiol.* 70:211-214.
- Kozlowski, T.T. 1976. *Water deficits and plant growth*. Academic press 4:153-190.
- Nam, Y.I. 1996. Influence of Chilling Treatment during Seedling Stages on Growth, Physiological Responses and Yield of Greenhouse-Grown Cucumber (*Cucumis sativus* L.). Dankook University. Ph. D. thesis. p. 1-108.
- Nam, Y.I. and Y.H. Woo. 2001. Influence of chilling stress on photosynthetic and physiological responses of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings. *J. Bio-Environment Control.* 10(3):159-164.
- Nam, Y.I., Y.H. Woo Y.H. and H.J. Kim. 2001. Effect of light condition before and after chilling treatment on the survival and physiological responses of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings. *J. Bio-Environment Control.* 10(3):165-171.
- Pitman, M.G. and D. Welfare. 1979. Inhibition of transport in excised barley roots by abscisic acid: Relation to water permeability of the roots. *J. Exp. Bot.* 29:1125-1138.
- Prasad T. K., Anderson M. D. and Stewart C. R. 1994. Acclimation, hydrogen peroxide, and abscisic acid protect mitochondria against irreversible chilling injury in maize seedlings. *Plant Physiol.* 105:619-627.
- Reyes, E. and P.H. Jennings. 1994. Response of cucumber and squash root to chilling stress during early stages of seedling development. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(5):964-970.
- Rikin, A., A.Blumenfeld and A.E. Richmond. 1976. Chilling resistance as affected by stressing environments and abscisic acid. *Bot. Gaz.* 137:307-312.
- Rikin, A., D.A. Tsmon and C. Gitler. 1979. Chilling injury in cotton(*Gossypium hirsutum* L.): Prevention by abscisic acid. *Plant Cell Physiol.* 20:1537-1541.
- Salisbury and Ross. 1980. *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Co. p. 421.
- Sasson, N. and W.J. Bramlage. 1981. Effect of chemical protectants against chilling injury of young cucumber seedlings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106(3):282-284.
- Tajima, K. and N. Kabaki. 1981. Effects of sugars and several growth regulators on the chilling injury of rice seedlings. *Jap. J. Crop. Sci.* 50:411-417.
- Wilson, J.M. 1979. The mechanism of chill- and drought-hardening of *Phaseolus vulgaris* leaves. *New Phytol.* 76:257-260.

21. Wolk, W.D. and R.C. Hener. 1982. Chilling injury of germinating seeds and seedlings. HortScience 17:169-173.
22. Zhang, J. and W.J. Davies. 1990. Changes in the concentration of ABA in xylem sap as a function of changing soil water status can account for changes in leaf conductance and growth. Plant Cell Environ. 13: 277-285.