



# 경사식 및 소형 터널식 인삼 해가림 시설에서 생육, 병해, 고온 피해 비교

배영석<sup>1#</sup> · 임은성<sup>2</sup> · 서수정<sup>3</sup> · 유진<sup>4</sup> · 장인배<sup>5</sup> · 장인복<sup>6</sup> · 김동휘<sup>7</sup> · 김영창<sup>8†#</sup>

## Comparison of Growth, Disease, and High Temperature Damage in Slope and Small Tunnel Type Shading of Ginseng Facilities

Yeoung Seuk Bae<sup>1#</sup>, Eun Sung Lim<sup>2</sup>, Su Jeoung Suh<sup>3</sup>, Jin Yu<sup>4</sup>, In Bae Jang<sup>5</sup>, In Bok Jang<sup>6</sup>, Dong Hwi Kim<sup>7</sup> and Young Chang Kim<sup>8†#</sup>

### ABSTRACT

**Received:** 2021 September 16  
**1st Revised:** 2021 October 5  
**2nd Revised:** 2021 October 25  
**3rd Revised:** 2021 November 2  
**Accepted:** 2021 November 2

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Background:** Ginseng cultivation is conducted in sun-shade facilities, and farmers are demanding new cultivation facilities with high durability and reusability.

**Methods and Results:** In this study, three different sun-shade facilities, slope-shading type (SST), small connecting-tunnel (SCTT), and gradient-tunnel (GTT) were compared in terms of temperature and ginseng growth. The highest temperatures recorded, occurring at 13:00 on August 9, were 42.9 °C for the SCTT and 40.9 °C for the GTT. The SST was 38.5 °C at this time point, which was the lowest of the three treatment. When temperatures above 33 °C were cumulatively calculated from June to August, the SCTT was higher by 2,731.7 °C and 124.5 °C than the GTT and SST respectively. Plant length, stem length, leaf length, and leaf width were significantly higher in SCTT and GTT than in SST. The root weight was 14.7 g, 14.5 g, and 15.3 g in the SST, SCTT, and GTT, respectively, with the highest root weight in GTT. Anthracnose incidence was marginally higher in SST; 1.7% for the SST, 0.3% for the SCTT, and 0.2% for the GTT. Damage caused by high temperature was the highest in SST (8.0%), and was lower in SCTT (5.7%) and GTT (7.3%).

**Conclusions:** We found that SCTT and GTT facilities are safe for ginseng cultivation. Future studies should investigate ways to lower the temperature, such as by installing light-shield film.

**Key Words:** *Panax ginseng* C. A. Meyer, High Temperature, Slope Shading, Tunnel Type Shading

## 서 언

최근 급격한 지구 온난화, 이상기상 등 기후변화는 농업 전반에 큰 위기로 작용하고 있다. 특히, 인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 다른 작물과 달리 재배 기간이 4년 - 6년으로 길고 자연환경에 의존성이 커 우수한 품질의 인삼을 안정적으로 수확하는 것이 점점 어려워지고 있다.

인삼은 생육 기간 중 봄철 저온 피해, 여름철 고온 피해,

가을 태풍과 겨울 폭설 등 4 계절 다양한 기상재해 (RDA, 2018a; Suh *et al.*, 2021)와 함께 생육 기간 중 병해충 발생으로 수량과 품질이 떨어지는 문제가 갈수록 빈번하게 발생하고 있다. 또한, 재배 적지 부족과 재배 농가 고령화에 따른 노동력 부족으로 인건비 및 자재비 등 경영비 상승으로 경쟁력이 점점 약화되어 어려움이 가중되고 있는 실정이다 (RDA, 2021). 이러한 자연재해 중 저온과 고온 피해는 인삼 식물체에 직접적으로 나타나는 피해이고, 태풍은 식물체와 해가림 시

†Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5603 (E-mail) ycpiano@korea.kr

#Yeoung Seuk Bae and Young Chang Kim are contributed equally to this paper.

<sup>1</sup>국립원예특작과학원 원예특작환경과 연구관 / Researcher, Horticultural and Herbal Crop Environment Division, NIHHS, RDA, Wanju 55365, Korea.

<sup>2</sup>농촌진흥청 농촌지원국 농촌자원과 지도사 / Extention specialist, Provincial Agricultural Research & Extension Service, RDA, Jeonju 54875, Korea.

<sup>3</sup>국립원예특작과학원 인삼특작부 인삼과 연구원 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

<sup>4</sup>국립원예특작과학원 인삼특작부 인삼과 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

<sup>5</sup>국립원예특작과학원 인삼특작부 인삼과 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

<sup>6</sup>국립원예특작과학원 인삼특작부 인삼과 주무관 / Assistant director, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

<sup>7</sup>국립원예특작과학원 인삼특작부 인삼과 연구관 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

<sup>8</sup>국립원예특작과학원 인삼특작부 인삼과 연구관 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

실에 피해를 입히며, 폭설은 시설에 피해를 주는 기상재해이다.

인삼은 고온을 싫어하는 반음지성 작물이지만, 주목적 산물인 지하부 생육을 왕성하게 하기 위해서는 일정량의 햇빛을 받아서 생육에 필요한 광합성을 한다. 광량은 일반적으로 자연광의 10% - 15% 정도 요구하는데 (Bailey, 1990; Cheon *et al.*, 2004, Lee *et al.*, 2010), 나머지 85% - 90%를 차단하기 위해 인위적으로 해가림이라는 특수한 시설을 설치하며, 차광자재도 사용한다. 또한, 우리나라는 봄부터 가을까지 지속되는 강우로 인삼 식물체에 병해가 많이 발생된다. 따라서, 이 강우가 직접적으로 인삼 잎이나 줄기에 닿지 않고 흘러 떨어지도록 하기위해 시설을 경사식으로 설치하고 차광자재로 비를 막아 준다 (RDA, 2018b).

지금의 경사식 인삼 해가림 시설은 조선 후기인 1700년대부터 시작되어 기본틀은 유지되어 현재까지 이르고 있으며, 변천해 오는 동안 높이, 간격 등의 변화가 있었다 (Chung, 2007). 해가림 시설의 주재료는 목재이며 2000년대 초반부터 철재가 이용되었다 (Kim, 2008). 피복 자재는 1970년대까지 벗짚이엉을 사용했고, 1980년대부터 최근까지 polyethylene 차광망을 이용하고 있으며, 2000년대 이후 차광지도 많이 이용되고 있다 (Chung, 2007; Jang *et al.*, 2019; Nam, 2003; Park, 1996). 재배 기술이 발전함에 따라 하우스 재배 (Lee *et al.*, 2011), 광폭 해가림 시설 (Yi *et al.*, 2018) 등 해가림 시설 변경이 시도되었으나, 현재까지 완전히 현장에 정착되지는 못하고 있다.

인삼의 해가림 시설은 원예특작시설 내재해형 규격 설계도 시방서에 고시되어 있으며, 형태와 자재, 강도에 따라 철재 5종, 목재 15종, 터널형 2종 등 22종이 등록되어 있으며 (MAFRA, 2014), 30년 평균 적설량을 고려하여 지역별 유형을 달리 할 수 있다. 현재 이용되고 있는 인삼 해가림 유형은 후주연결식 (A형)과 전후주연결식 (B형)으로 나누는데 (RDA, 2019), 재배 농가의 취사선택에 따라 양식이 차이가 나며, 최근 대부분의 농가는 후주연결식 형태를 이용하고 있다. 후주연결식은 전후주연결식에 비해 설치 자재가 적게 들며, 시설 내에서 이동하기에 용이하다. 반면, 전후주연결식은 후주연결식보다 적설심이 높아 폭설이 잦은 지역에 설치하면 피해를 줄일 수 있는 특성이 있다 (RDA, 2018b).

현재까지 대부분 인삼 재배 농가는 해가림 자재로 목재를 이용하고 있다. 목재를 이용한 해가림 시설은 자재의 내구성이 낮아 재활용률이 낮고 폭설, 태풍 등 자연재해에 취약한 측면이 있다. 한편, 철재를 이용하여 설치한 해가림은 목재의 단점인 재활용률은 높으나 설치가 불편하고 여름철 햇빛에 의해 자재의 온도가 상승하면 시설 내 고온이 지속하여 고온 피해 발생이 높아 농가에서는 사용을 꺼리는 실정이다.

최근 대형하우스를 이용한 인삼 재배가 시도되었고 이들 대형하우스는 병해 경감, 수량 증가 등 기존 재배 시설의 단점

을 일부 해결할 수 있으나 수확 후 연작이 곤란하고 시설의 이동 설치가 어려워 비싼 설치비에 비해 보편적으로 활용하기에는 곤란한 실정이다.

따라서, 인삼 재배 농가에서는 시설 설치가 쉽고 노동력이 적게 들어 생산비를 절감하고, 재배 중 병해가 적고 냉해, 폭설피해 등 자연재해에 안전한 인삼 재배 시설을 요구하고 있다. 이에 내구성 높고 자연재해에 강하고 비가림이 가능해 병해 경감, 수량 증대 및 철거 후 이동 설치가 용이한 새로운 소형 터널형 해가림을 소개하고 현장 실증을 통해 재배 안전성을 검토하고자 본 연구를 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 인삼 해가림 시설 설치

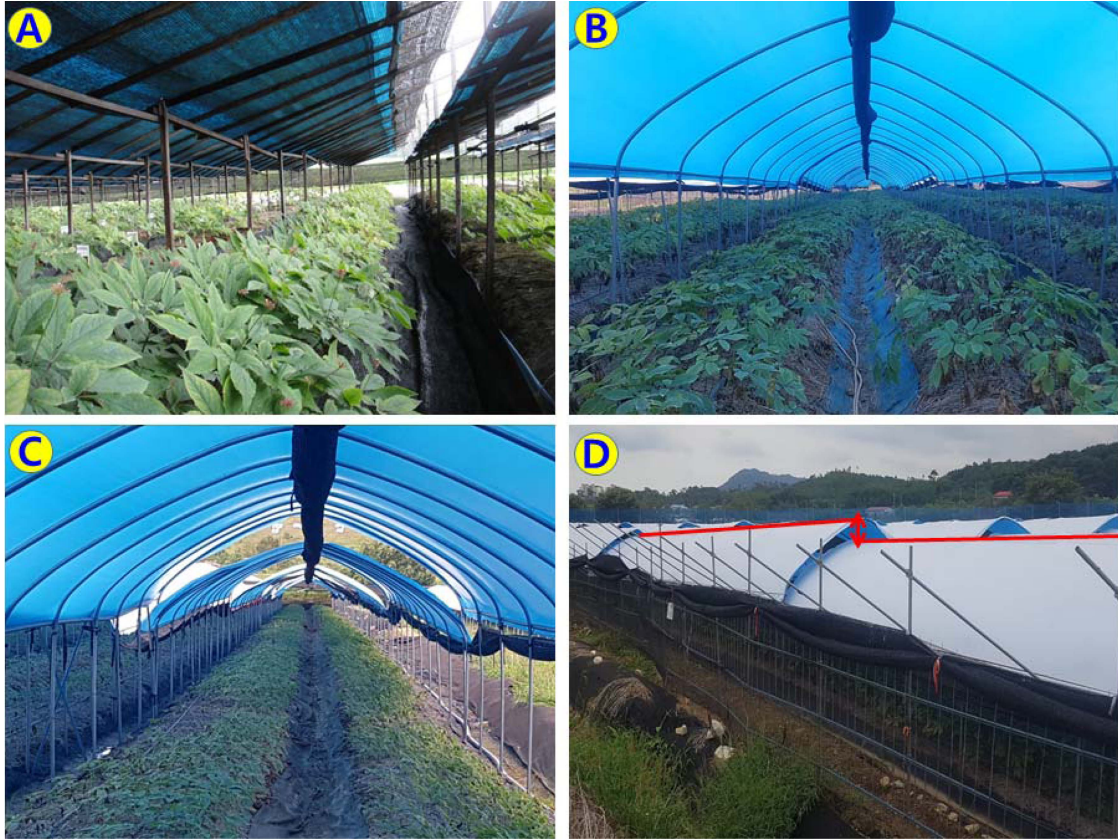
본 시험은 충남 예산군에 위치한 인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer) 농가 포장 (36°42'03.1"N 126°41'18.7"E)을 선정하여 3가지 유형 (경사식, 연결식 터널형, 구배식 터널형)의 해가림 시설을 반복당 330 m<sup>2</sup>를 기준으로 3반복으로 설치하였다.

첫번째, 경사식 (대조구)은 농가에서 가장 많이 설치하고 있는 목재 후주연결식 해가림을 설치하였다. 또한, 목재에 차광자재는 4중직 (청색 3겹 + 흑색 1겹) 차광망을 씌운 후 6월 중순 경에 고온기를 대비하여 흑색 2중직 차광망을 추가로 설치하였다. 두 번째, 소형 터널형 해가림 중 연결식은 구배가 없고 끊임없이 연속적으로 이어져 40 m를 한 동 (연결식)으로 설치하였다. 세 번째, 구배식 해가림은 한 동의 길이는 15 m 단위 (구배식)로 하였고, 빗물이 들어가지 않게 하기 위해 한 동과 다음 동이 30 cm 정도 겹치게 한 후 겹친 부분에서 공기 순환을 위해 구배를 두었다 (Fig. 1).

### 2. 구배식 터널형 해가림 시설 설치

먼저 1 m 길이의 철재 파이프 (인발파이프, Ø25.4 × 1.5 t)의 하단부가 고랑 측면 토양에 40 cm까지 들어가게 설치하고, 후면부 15 m 지점에 인발파이프를 하단부가 60 cm까지 들어가게 설치하였다. 전면 인발파이프와 후면 인발파이프를 연결하는 줄을 띄워 두고 인발 파이프를 1.5 m 간격으로 1 개씩 줄 높이에 맞추어 경사지게 토양에 설치하였다. 인발 파이프는 2 두둑 건너편 (폭 3 m)에도 평형을 맞추어 같은 방법으로 설치하였다.

서까래 파이프 (5.5 m, Ø25.4 × 1.5 t)는 인발 파이프 폭에 맞추어 중앙이 경사지게 구부리려 인발 파이프와 연결하고 피스로 고정하였다. 서까래 파이프는 지붕 가로대 (15 m)를 설치하여 강선조리개로 고정하였고, 시설 외부 측면에 패드 (15 m)를 설치하고 서까래 접합부마다 피스로 고정하였다. 첫 번째 동과 다음 동은 서로 30 cm가 겹치게 하여 비가 유입되



**Fig. 1. Sun-shading facilities used in this study.** (A); Slope type (Control), (B); Connecting-tunnel, (C); Gradient-tunnel, (D); View of gradient-tunnel from the side.

지 않고 하였고, 통풍이 원활하도록 첫 번째 동 마지막 서까래와 시작하는 동 첫 번째 서까래 파이프의 높이는 20 cm 차이가 나게 하였고, 한 동의 길이는 15 m 단위로 설치하였다. 시설의 안전성을 높이기 위해 시설의 전면과 후면 양측 면에 철재 파이프 (6 m, Ø25.4 × 1.5 t)를 이용하여 비스듬하게 브레싱을 설치하였다.

해가림 시설의 외부 피복재로 인삼 전용 녹색 필름 (폭 4.5 m)를 이용하였으며, 측면 패드에 고정하였다. 또한 6월 중순경에 시설 내부의 온도를 낮추기 위해 은색 2중직 차광망 (넓이 1.8 m)을 지붕 가로대에 고정하여 양측으로 설치하였다.

### 3. 재배 방법

본 시험은 2016년에 1 년간 예정지 관리를 하였고 2017년 3월에 10 행 × 8 열 / 90 cm × 180 cm로 천풍 품종을 이식하였다. 이식 후 2017년도에는 목재 후주연결식 해가림시설 내에서 생육되었고, 시험구는 2018년도에 4월에 소형 터널형 해가림으로 교체 설치하였으며, 해가림 내에는 두둑을 2 개씩 넣었다. 대조구인 목재 후주연결식 해가림 시설에는 고온기를 대비하여 6월 중순경에 검정 2중직 차광망을 4중직 위에 덧씌우기를 하였다. 반면, 두 소형터널형 해가림 내부의 온도를 낮

추기 위해서 은색 2중직 차광망 (넓이 1.8 m)을 해가림 내부에 지붕 가로대에 고정한 후 양측으로 설치하였다.

가뭇기 적정 수분 유지를 위해 두둑마다 점적관수 2 줄을 설치하여 관리하였고, 병해충 관리 등 기타 재배관리는 인삼 GAP 표준재배지침서 (RDA, 2012a) 기준에 따랐다.

### 4. 해가림 유형별 생육 특성, 병해, 고온피해 조사

인삼의 지상부 생육은 5월 하순경에 반복당 20 개체를 무작위로 선정하여 초장, 경장, 줄기 직경, 최대엽장, 최대엽폭을 조사하였고 3 반복을 실시하였다. 지하부 생육은 10월 초순에 반복당 무작위로 20 주를 수확하여 무게, 길이, 동체길이, 동체두께를 조사하였다. 인삼 점무늬병 및 탄저병과 고온피해율은 9월 초순에 달관으로 조사하였다. 생육 및 병해, 고온피해 등 조사 방법은 농촌진흥청 연구조사분석기준 (RDA, 2012b)에 준하여 실시하였다.

### 5. 시설 내 온도 측정

유형별 해가림 시설 내 온도 변화를 측정하기 위해 데이터 로거 TR-71nw (T&D Co., Tokyo, Japan)를 두둑 중앙의 지표면으로부터 50 cm 위치에 설치하여 6월 1일부터 8월 31일

까지 매 1 시간 간격으로 온도 변화를 측정하였다. 또한, 관행 (후주연결식) 재배 두둑 중앙 위치에 데이터 로거를 설치하여 온도 변화를 측정하였다.

6. 통계분석

모든 결과에 대한 통계분석은 SAS (SAS v9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 활용하여 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)로 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다 ( $p < 0.05$ ).

결과 및 고찰

1. 해가림 유형별 인삼 (3년생)의 생육 비교

소형 터널형 해가림과 경사식 내 인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer) 지상부 특성을 조사한 결과는 Table 1과 같다.

초장은 경사식 해가림은 33.8 cm였고, 터널형 해가림 중 연결식은 37.7 cm, 구배식은 37.9 cm로 경사식에 비해 터널형이 약간 긴 것으로 나타났다. 경장은 경사식 15.9 cm, 연결식 18.1 cm, 구배식은 18.2 cm로 터널형 해가림에서 2.2 cm - 2.3 cm 더 길었다. 경직경은 경사식 해가림, 터널형 해가림 (연결식), 터널형 해가림 (구배식)이 각각 3.4 mm, 3.5 mm, 3.5 mm로 큰 차이가 없었다. 엽장은 경사식 해가림, 터널형 해가림 (연결식), 터널형 해가림 (구배식)이 각각 11.3 cm, 12.1 cm, 12.2 cm로 터널형 해가림에서 좀 더 길었다. 엽폭은 경사식 해가림이 4.4 cm인데 반하여 터널형 해가림 (연결식)이 4.7 cm, 터널형 해가림 (구배식)이 4.9 cm로 전반적으로 터널형 해가림 방식이 경사식 해가림보다 각각 0.3 cm, 0.5 cm 더 큰 것으로 나타났다.

지상부 생육 조사 결과, 아직 3년생이라 처리 간 큰 차이를 나타내지는 않았지만 초장, 경장, 엽장, 엽폭에서 소형터널형

해가림의 연결식과 구배식에서 유의하게 높게 나타났다. 이는 소형터널형 해가림은 경사식 해가림에 비해 광이 고르게 들어와 임의로 개체를 선정해서 생육상태를 측정하더라도 큰 차이가 없었던 것으로 판단된다.

인삼은 광 조건에 따라 생육의 차이가 나타나는데, 특히, 경사식 해가림의 투광률은 광이 잘 들어오는 전주 부분은 12%, 중간 부분은 10%, 광이 덜 들어가는 후주 부분은 8%로 전주 차이가 있다고 보고하였다 (Lee, 1997). 차광자재로 4중직을 이용한 본 시험에서도 경사식 해가림내 전주 부분과 후주 부분의 생육이 고르지 않아, 터널형 해가림이 경사식 해가림보다 생육이 좀 더 양호하게 나타난 것으로 판단된다.

경사식 및 소형 터널형 해가림 처리구에서 지하부 특성을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 임의로 수확한 20 개체의 평균 무게는 경사식 해가림에서는 14.7 g, 터널형 해가림 (연결식)은 14.5 g, 터널형 해가림 (구배식)은 15.3 g으로 구배식에서 수량이 가장 높게 나타났다. 다른 지하부의 생육 특성을 보면, 경사식 해가림, 터널형 해가림 (연결식), 터널형 해가림 (구배식)에서 근장이 각각 20.0 cm, 19.7 cm, 20.5 cm, 동체 길이는 각각 8.0 cm 7.9 cm, 8.1 cm로 큰 차이가 없었으나, 동직경은 경사식 해가림이 14.0 cm, 터널형 해가림 (연결식)이 13.3 cm, 터널형 해가림 (구배식)이 14.5 cm로 나타나 구배식에서 가장 컸다.

한 동과 다음 동이 겹친 후 공기 순환을 위해 구배를 둔 터널형 해가림 (구배식)에서 재배된 인삼의 지하부 생육이 더 양호하였는데, 이는 해가림 안으로 광이 고르게 분포되어 각 개체당 광합성이 더 활발히 이루어졌으며, 이로 인해 지하부로 동화산물이 더 축적되었고, 원활한 통풍으로 인해 고온 피해가 발생되지 않았기 때문으로 판단된다.

반면, 공기순환 없이 끊임없이 연결된 터널형 해가림 (연결식)에서의 생육이 관행과 차이가 없는 것은 여름철 고온으로

Table 1. Comparison of aboveground growth of 3-year-old ginseng in slope and small tunnel-type shadings.

Shading type	Plant length (cm)	Stem length (cm)	Stem diameter (mm)	Leaflet length (cm)	Leaflet width (cm)
Slope	33.8±3.65 <sup>b</sup>	15.9±2.92 <sup>b</sup>	3.4±0.31 <sup>a</sup>	11.3±1.10 <sup>b</sup>	4.4±0.53 <sup>b</sup>
Small tunnel	Connecting	37.7±3.16 <sup>a</sup>	18.1±2.22 <sup>a</sup>	12.1±1.04 <sup>a</sup>	4.7±0.58 <sup>a</sup>
	Gradient	37.9±3.53 <sup>a</sup>	18.2±2.43 <sup>a</sup>	12.2±1.14 <sup>a</sup>	4.9±0.56 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Different letters are significantly different at 5% by Duncan's Multiple Range Test (DMRT,  $p < 0.05$ ).

Table 2. Comparison of underground growth of 3-year-old ginseng in slope and small tunnel-type shadings.

Shading type	Root weight (g)	Root length (cm)	Main body length (cm)	Main body width (mm)
Slope	14.7±1.98 <sup>b</sup>	20.0±2.12 <sup>a</sup>	8.0±0.88 <sup>a</sup>	14.0±2.11 <sup>ab</sup>
Small tunnel	Connecting	14.5±1.96 <sup>b</sup>	19.7±2.30 <sup>a</sup>	7.9±1.32 <sup>a</sup>
	Gradient	15.3±2.00 <sup>a</sup>	20.5±2.19 <sup>a</sup>	8.1±0.79 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Different letters are significantly different at 5% by Duncan's Multiple Range Test (DMRT,  $p < 0.05$ ).

인해 지상부 피해가 나타나 터널형 해가림 (구배식)보다 생육이 부진했기 때문으로 생각된다. 3년생부터 생육 차이가 나타나면 4년생 이상 고년생으로 갈수록 생육의 차이가 더 나타날 것으로 판단된다.

**2. 해가림 시설 내 온도 비교**

경사식 및 터널형 해가림 내 온도 변화 (지표면 30 cm - 40 cm)를 2019년 6월 1일부터 8월 31일까지 조사 결과는 Table 3과 같다.

인삼이 재배되는 동안 여름철 고온기 외부 온도가 30°C 이상일 때 해가림 시설 내 온도는 외부보다 3°C - 4°C 높은 33°C 이상으로 인삼 생육 중 고온 피해를 입힐 수 있다고 보고 되어 있다 (An et al., 2009).

본 시험에서 시설 내 온도가 33°C 이상 일수는 경사식 해가림이 6월에는 6 일, 7월에는 13 일, 8월에는 22 일 발생했으며, 터널형 해가림 중 연결식은 6월에 15 일, 7월에 18 일, 8월에 25 일이었으며, 구배식은 6월에 12 일이고, 7월과 8월은 연결식과 마찬가지로 18 일, 25 일로 나타났다. 터널형 해가림은 경사식 해가림보다 6월에는 6 일 - 9 일, 7월에는 5 일, 8월에는 3 일 더 많았다.

특히 3 개월 동안 하루 중 33°C 이상의 온도를 합했을 때

는 터널형 해가림 (연결식)은 8,494.2°C였고, 터널형 해가림 (구배식)은 8,369.7°C, 경사식은 5,762.5°C로 터널형 해가림 (연결식)이 터널형 해가림 (구배식)과 경사식 해가림에 비해 각각 124.5°C, 2,731.7°C 더 높았으며, 경사식 해가림 내 온도가 터널형 해가림의 연결식과 구배식에 비해 47.4%, 45.2% 낮았다.

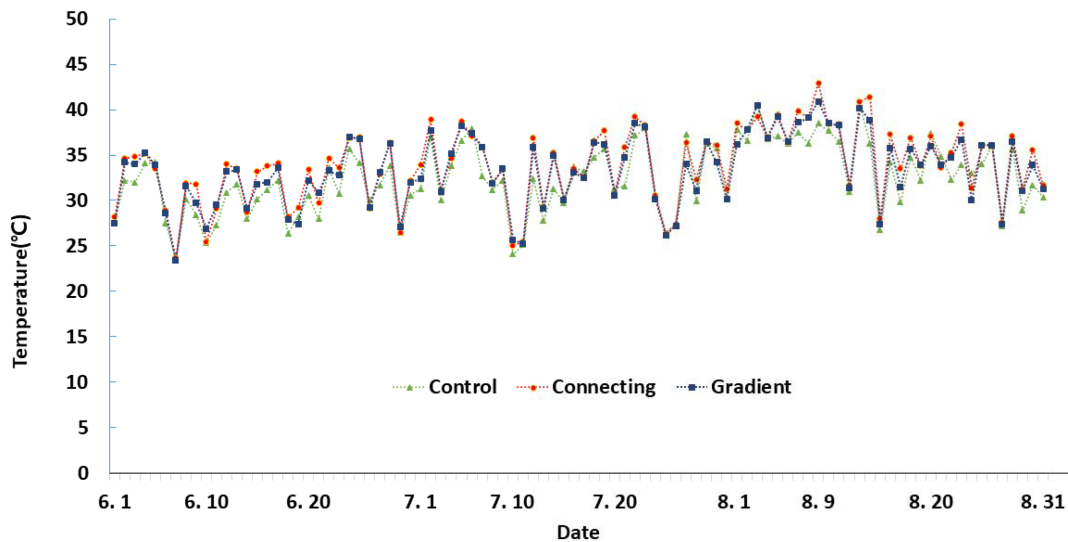
측정 기간 내 합산 온도는 경사식 해가림의 경우 54,023°C였고, 터널형 해가림 중 연결식은 54,663°C, 구배식은 54,590°C로 터널형 해가림 (연결식)이 가장 높았다. 터널형 해가림 (연결식) 내 온도는 경사식 해가림 보다는 640°C 높았고, 터널형 해가림 (구배식) 보다는 74°C 높았다.

인삼 생육에서 고온기에 해당되는 6월에서 8월까지 해가림 별 온도 변화 추이를 보면, 강우나 날씨가 흐릴 경우는 경사식 해가림이나 터널형 내 온도 격차는 거의 없었으나, 고온이 지속되었을 때는 터널형 해가림 (연결식) 내 온도는 경사식 해가림에 비해 최대 6.9°C (8월 14일), 터널형 해가림 (구배식) 보다 3.4°C (8월 4일) 더 높게 나타났다 (Fig. 2).

한편, 시설 내 최고 온도를 기록한 8월 9일의 온도 변화를 살펴보면 13시경에 터널형 해가림 (연결식)은 42.9°C를 기록하였고, 터널형 해가림 (구배식)은 40.9°C로 나타났고 경사식 해가림은 38.5°C를 기록해 터널형 해가림 (연결식)이 터널형

**Table 3.** Number of days with a maximum temperature above 33°C during a day and accumulated temperature in three sun-shading facilities.

Shading type	Number of days			Accumulated temperature (°C)		
	June	July	August	Above 33°C	Total	
Slope	6	13	22	5,762.5	54,023	
Small tunnel	Connecting	15	18	25	8,494.2	54,663
	Gradient	12	18	25	8,369.7	54,590



**Fig. 2.** Changes in temperature from June to August in three shading facilities.

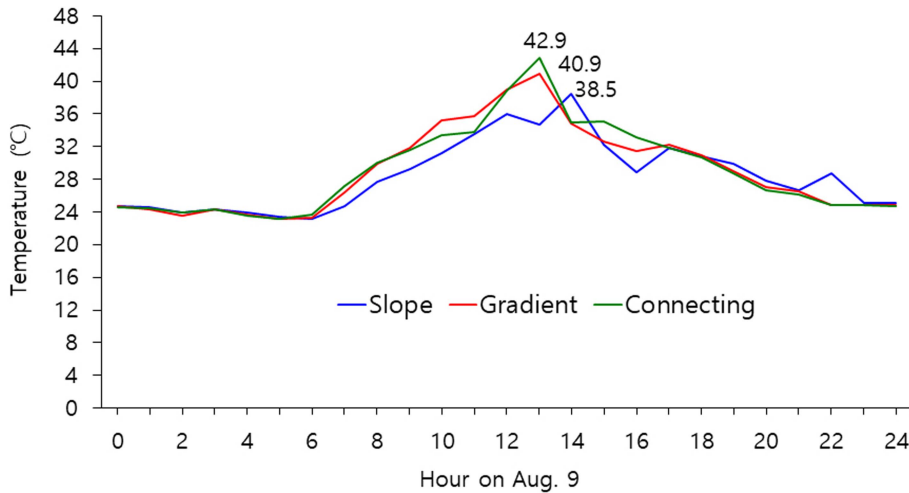


Fig. 3. Temperature comparison on the hottest day (Aug. 9) in three shaded facilities.

해가림 (구배식) 보다 2.0°C 높았고, 경사식 해가림보다는 4.4°C 높게 측정되었다 (Fig. 3).

터널형 해가림 시설 중 구배 차이로 인해 중간 환기 통로가 있는 터널형 해가림 (구배식) 내의 온도가 터널형 해가림 (연결식)보다 낮은 이유는 시설 내부에 있는 더운 공기가 환기 통로를 통해 배출되었기 때문으로 판단된다. 터널형 두 해가림은 4중직방 위에 흑색 2중직이 덧씌워진 경사식에 비해 녹색 필름 하나로 덮혀진 시설 내부에 은박 2중직이 덮혀 내부 온도가 상대적으로 높아진 것으로 보인다.

일반적으로 경사식 해가림에는 피복물로 4중직과 차광지를 주로 사용하고 있는데, 이는 비닐 필름을 사용했을 경우 강풍에 찢기거나 부착 부위에서 떨어져 필름이 날아갈 수 있고, 또한 지주 높이가 낮아 여름철 고온 피해를 많이 볼 수 있기 때문이다.

경사식 해가림에서 고온기 때 잎 부근 온도는 청색 차광지 > 4중직 차광망 > 녹색 차광지 > 은박 차광판 순으로 청색 차광지는 다른 차광자재보다 각각 1.3°C, 3.5°C, 4.4°C 높게 나타났다. 다양한 색상과 차광자재의 물성, 열 배출 정도에 따라 온도 변화가 있었다 (Jang *et al.*, 2019).

현재 터널형 해가림 피복 자재는 비닐 필름을 주로 사용하고 있고 경사식에 이용되는 피복자재처럼 온도를 떨어뜨릴 수 있는 자재 개발은 미흡한 실정이다. 따라서, 터널형 해가림 시설 내 온도를 하강시키기 위한 전용 차광 필름과 내부 또는 외부에 고온기 덧씌우기용 차광자재 및 차광방법이 고려되어야 할 것으로 생각된다.

한편, 터널형 해가림 내 온도가 경사식 해가림보다 높았음에도 불구하고 지상부 및 지하부 생육이 경사식 해가림 생육보다 양호한 것은 첫째, 경사식 해가림 내 광이 고르게 분포되어 균일한 생장을 유도했고, 둘째, 경사식 해가림의 경우 생

육 기간 동안 강우로 인해 전주 부분에 빗물이 직접 유입되어 탄저병 발생 정도가 터널형 해가림보다 높아 생육이 저조하였다 (Table 4). 이상의 결과로 볼 때 인삼 생육에는 온도뿐만 아니라 적절한 광관리가 절대적으로 필요하다. 따라서, 터널형 해가림 내 적정 광관리에 대한 연구도 추가적으로 필요할 것으로 본다.

최근, 지구 온난화로 인해 우리나라는 106 년간 (1912 - 2017년) 연평균 약 1.8°C 상승함에 따라 (Ji *et al.*, 2021), 저온성 작물인 인삼은 생육에 상당히 불리해지고 있는 실정이다. 소형 터널형 해가림 시설은 대형 하우스에 비해 온도를 하강시키기가 쉽지 않으므로 고온기 시설 내 온도를 낮출 수 있는 차광자재 및 차광방법이 연구되어야 할 것으로 본다. 생육과 수량을 감안했을 때 소형 터널형 해가림은 가능성은 충분하나, 더 안정성 있게 재배하기 위해서는 고온기 때 온도를 낮출 수 있는 방안이 모색되어야 할 것으로 판단된다.

### 3. 해가림 유형별 지상부 병해 및 고온피해 발생 비교

해가림 유형별 병해 발생 정도를 조사한 결과 Table 4와 같다. 점무늬병은 경사식 해가림과 터널형 해가림에서 거의 나타나지 않았지만, 탄저병은 경사식 해가림은 1.7%, 터널형 해가림 (연결식)은 0.3%, 터널형 해가림 (구배식)은 0.2%로 경사식 해가림에서 터널형 해가림보다 다소 높게 나타났다.

경사식 해가림은 강우시 전주 부분에는 빗물이 직접적으로 잎에 닿고, 많은 강우시는 4중직 차광망이 씌워졌다 하더라도 전후주 관계없이 빗방울이 떨어져 잎에 닿아 다습 환경이 조성되어 발병 비율이 높아진 것으로 판단된다. 한편, 터널형 해가림은 빗물이 시설내로 투입되지 않고 직접적으로 잎에 닿지 않기 때문에 경사식 해가림보다는 탄저병 발병 비율이 낮은 것으로 판단된다.

따라서, 터널형 해가림 시설은 병해가 적게 발생함으로써 농약 살포량과 횡수를 줄일 수 있어 친환경 재배가 가능할 뿐만 아니라, 농약대 및 살포 노동력을 줄일 수 있는 효과가 있을 것으로 본다.

해가림 유형별 고온 피해는 고온기가 끝난 9월 10일 조사를 하였다. 경사식 해가림의 고온 피해율은 8.0%였고, 터널형 해가림 (연결식)은 2.3%, 터널형 해가림 (구배식)은 0.7%로, 터널형 해가림에서 고온 피해가 각각 5.7%, 7.3% 적게 발생했다. 경사식 해가림의 합산 온도와 최고 고온기 온도가 터널형 해가림보다 낮았지만 (Table 3, Fig. 2 and Fig. 3), 고온 피해가 더 많이 발생한 이유는 고온기 때 흑색 2중직을 덧씌웠다 하더라도 전주 부분에 직사광선이 많이 투입되어 조기 엽소현상이 나타났기 때문으로 판단된다. 이러한 결과는 6월에서 8월 사이 투광량이 10% 이상만 되어도 잎의 노화가 빨라진다고 한 보고와 비슷한 경향이였다 (Lee *et al.*, 2010). 따라서, 터널형 해가림 시설에서는 엽소현상이 나타나지 않았고 병해 등이 발생되지 않아 전체적으로 생육이 건전했기 때문에 고온피해가 적게 나타난 것으로 판단된다.

한편, 터널형 해가림 중 연결식과 구배식 간에도 고온 피해

현상이 차이가 나타났는데, 터널형 해가림 (연결식)은 터널형 해가림 (구배식)과 달리 터널 중간에 통풍 공간이 없어 Table 3에서 보는 바와 같이 연결식이 구배식보다 온도가 높았기 때문에 피해가 더 나타난 것으로 판단된다. 따라서, 구배식이 연결식보다 설치하기에는 조금 불편하지만, 고온 피해는 1.6% 적고, 수량은 6% 증가되어 더 효과적인 것으로 나타났다. Park 등 (2013)은 3 년생 때 생육 차이는 고년생이 되면 더 크게 나타난다고 보고하였는데, 본 시험에서도 3 년생에서의 생육 차이가 4 년생 이상 고년생이 되었을 경우 더 크게 나타날 것으로 생각된다.

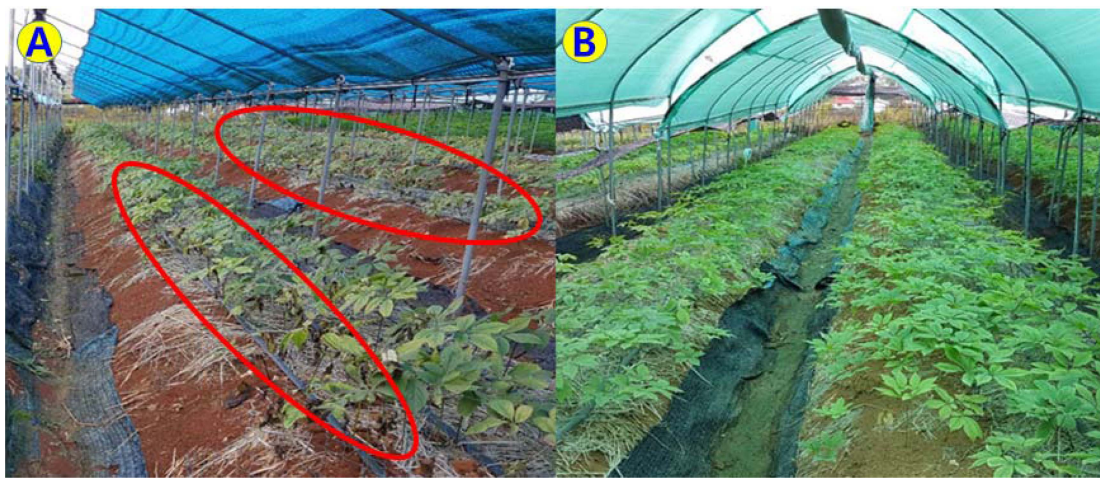
인삼 신행 터널형 해가림 2 가지 시설과 관행 경사식 해가림 시설 내에서 생육, 병해, 고온 피해율을 조사한 결과, 지상부 및 지하부 생육은 터널형 해가림이 경사식에 비해 생육이 양호한 것으로 나타났으며, 또한, 빗물이 직접적으로 시설 내 들어가지 않아 병해가 적었다. 병해가 적게 발생함으로써 농약 살포량과 횡수를 줄일 수 있어 친환경 재배가 가능할 뿐만 아니라, 농약대 및 살포 노동력을 줄일 수 있는 효과가 있을 것으로 본다. 또한, 경사식 해가림은 사용 자재가 목재이기 때문에 주로 1 회 사용을 하며 재활용 빈도가 매우 낮으나, 터널형 해가림에 사용된 자재는 철재이기 때문에 내구성이 높아 3 회까지 사용이 가능하다 (RDA, 2018a).

한편, 경사식 해가림은 고온기 때 전주 부분에 직사광선이 많이 투입되어 고온 피해율이 터널형보다 높게 나타났다. 이상의 결과로 신행 해가림 시설의 재배 안전성을 확인할 수 있었다. 다만, 신행 해가림 중 연결식 해가림은 끊임없이 연결되어 시설 내 더운 공기의 순환이 원활히 이루어지지 않아 다른 두 시설에 비해 최고 고온기 때 온도가 각각 2.0°C, 4.4°C 높게 나타나 고온 피해가 우려된다. 앞으로 신행 터널형 해가림 시설이 널리 보급되기 위해서는 시설 내 온도를 낮출 수 있는

**Table 4.** Comparison for the incidence of disease and heat temperature damage by shading types.

Shading type	Incidence of disease (%)		Damage rate caused by high temperature (%)
	Alternaria blight	Anthraco nose	
Slope	0.5 <sup>a</sup>	1.7 <sup>a</sup>	8.0 <sup>a</sup>
Small Connecting tunnel	0.2 <sup>a</sup>	0.3 <sup>b</sup>	2.3 <sup>b</sup>
Gradient	0.2 <sup>a</sup>	0.2 <sup>b</sup>	0.7 <sup>c</sup>

<sup>a</sup>Different letters are significantly different at 5% by Duncan's Multiple Range Test (DMRT,  $p < 0.05$ ).



**Fig. 4.** Comparison of high-temperature damage to leaves between slope and tunnel-type shading facility. (A); slope-type shading, (B); tunnel-type shading. The oval is the leaves that is damaged by high temperature.

차광 필름과 덧씌우기용 차광자재 및 차광방법이 추가적으로 연구가 되어야 할 것으로 생각된다.

현재 인삼 해가림의 모든 시설은 원예특작시설 내재해형 시방서에 등록되어 있어 (MAFRA, 2014), 농가에 보급이 가능하다. 소형 터널형 해가림의 안전 적설심은 40 cm 이기 때문에 강질 서까래를 사용하였을 경우 간격은 150 cm 까지 가능하다. 일반 자재를 사용했을 경우 60 cm로 제한되어 있다. 인삼 재배시 적설심은 지역에 따라 각각 다르게 설정되어 있으나 현재 상태에서 터널형 해가림을 설치할 경우 적설심이 40 cm 이하로 정해져 있는 지역에서도 서까래 파이프 간격을 60 cm로 설치해야 한다. 이때 서까래가 많이 소요됨으로 농가에서는 경영비 부담이 가중된다. 따라서, 이 시설을 여러 지역에서 활용할 수 있기 위해서는 지역 적설심에 맞게 자재가 덜 소요되도록 60 cm 이상 서까래 간격별 적설심 연구도 필요할 것으로 본다.

### 감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ014450082019)의 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

### REFERENCES

**An YN, Chung MG and Kang KH.** (2009). Changes of microclimate responses and chlorophyll content (SPAD) to different shading materials on Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) bed. Korean Journal of Crop Science. 54:397-406.

**Bailey WG.** (1990). The adaptation of ginseng production of semi-arid environments: The example of British Columbia, Canada. Korean Journal of Ginseng Science. 14:297-309.

**Cheon SK, Lee TS, Yoon JH, Lee SS and Mok SK.** (2004). Effect of light transmittance control on the root yield and quality during the growing season of *Panax ginseng*. Journal of Ginseng Research. 28:196-200.

**Chung CM.** (2007). Standard ginseng cultivation. Jungbu Press. Cheongju, Korea. p.144-146. farmUseTechDtl.ps?sTchnlgyRealmCode=&sKidofcomdtySeCode=&sTchnlgyPrcuseTyCode=&sRsrchRealmCode=&sRealmName=&sPsitnCode=&sPsitnArea=&sDtlType=&pageIndex=1&noSpr=&menuId=PS00072&farmPrcuseSeqNo=3147&sType=sj&sReSearchType=sj&sValue=%EB%86%8D%EC%97%85%EC%9A%A9+%EC%B2%A0%EC%9E%AC&sReSearchValue=&\_sReSearchYn=on (cited by 2021 Aug 8).

**Jang IB, Moon JW, Yu J, Jang IB, Suh SJ and Chun CH.** (2019). Analysis of microclimate responses and high-temperature injury in ginseng as affected by shading. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 27:278-283.

**Ji KJ, Lee YS and Lee JI.** (2021). Analyzing relationship between ginseng production and meteorological factors. Journal of The Korean Society of Rural Planning. 27:69-76.

**Kim YC.** (2008). Cultivation safety of ginseng shading facilities using agricultural steel pipes. National Institute of Crop Science. Rural Development Administration. Wanju, Korea. p.1-3. <http://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/psb/psbb/>

**Lee JS, Lee JH, and Aho IO.** (2010). Characteristics resistant lines to high temperature injury in ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). Journal of Ginseng Research. 34:274-281.

**Lee SS.** (1997). Growth characteristics by shading rates in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Crop Science. 42:292-298.

**Lee SW, Kim GS, Hyun DY, Kim YB, Kim JW, Kang SW and Cha SW.** (2011). Comparison of growth characteristics and ginsenoside content of ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) cultivated with greenhouse and traditional shade facility. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19:157-161.

**Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA).** (2014). Standard design drawings and specifications for disaster-resistant type of horticultural and special crop facilities. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Sejong, Korea. p.1-623.

**Nam SW.** (2003). Structural Improvement of the shading structures against meteorological disasters in ginseng fields. Journal of Korean Society of Agricultural Engineers. 45:98-106.

**Park H.** (1996). Research on ginseng production during the past 20 years. Journal of Ginseng Research. 20:472-500.

**Park SY, Lee GA, Chang YK, Kim DH, Kim MS, Heo SJ, Jeong HN, Park KC, Cha SW and Song BH.** (2013). Comparative analysis on major growth responses and characteristics of shoot and root of *Panax ginseng* C. A. Meyer with six different years old. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21:296-300.

**Rural Development Administration(RDA).** (2012a). Good agricultural practice of ginseng. Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.77-79.

**Rural Development Administration(RDA).** (2012b). Research criteria for agricultural science and technology research criteria. Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.759-770.

**Rural Development Administration(RDA).** (2018a). The white book of Ginseng for abnormal weather damage. Rural Development Administration. Jeonju, Korea. p.9-168.

**Rural Development Administration(RDA).** (2018b). Ginseng cultivation standard farming text book 103(Revised ed.). Rural Development Administration. Jeonju, Korea. p.40-264.

**Rural Development Administration(RDA).** (2019). Standard cultivation methods for ginseng. Rural Development Administration. Jeonju, Korea. p.1-17.

**Rural Development Administration(RDA).** (2021). Casebook of complaints and consultations about ginseng cultivation. Jeonju, Korea. p.759-770.

**Suh SJ, Moon JW, Kwon NY, Jang IB, Kim YC and Jang IB.** (2021). Effects of cold temperature and relative humidity on the freezing stress of two year-old ginseng seedlings. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 29:194-200.

**Yi ES, An YN, Han JA and Jo CH.** (2018). Changes of micro-environment in a wide-shading facility for Korean ginseng cultivation. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 26:169-169.