

## 청색과 황색 해가림이 인삼의 생육 및 진세노사이드 함량에 미치는 영향

이성우\*<sup>†</sup> · 김금숙\* · 이민정\* · 현동윤\* · 박춘근\* · 박호기\* · 차선우\*

\*농촌진흥청 작물과학원

### Effect of Blue and Yellow Polyethylene Shading Net on Growth Characteristics and Ginsenoside Contents in *Panax ginseng* C. A. Meyer

Sung Woo Lee\*<sup>†</sup>, Geum Soog Kim\*, Min Jung Lee\*, Dong Yun Hyun\*, Chun Geun Park\*, Ho Ki Park\*, and Seon Woo Cha\*

\*National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

**ABSTRACT :** Yield and ginsenoside contents of ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) is affected by light intensity and quality, and the color and the thickness of PE shading net when PE net is utilized for shading material. This study was carried out to investigate the effect of light quality on root yield and ginsenoside contents of 4-year-old ginseng by using polyethylene shading net with each blue and yellow color. Spectral irradiance under blue and yellow shading net showed the peak at 498 nm and 606 nm, respectively, which made distinct difference in light quality. Heat injury ratio of blue shading net was increased distinctly more than that of yellow shading net in summer season because of higher transmitted quantum (23%) and air temperature (0.3 °C) in blue shading net than those of yellow shading net. Chlorophyll content and leaf area under yellow shading net were higher than those of blue shading net, and its heat injury ratio was lower than those of blue. These effects may led to 48% higher increase of root yield under yellow shading net than that under blue shading net. The content of total ginsenoside in taproot was not significantly differed between blue and yellow shading net, while the content in lateral and fine root was significantly increased in blue shading net compared to yellow shading net. PD/PT ratio of blue shading net showed more significant increase in lateral root than that of yellow shading net. All of Rb<sub>1</sub>/Rg<sub>1</sub> ratio in three parts of root under blue shading net was higher than that of yellow shading net, but there were no significant increase in the ratio of lateral root.

**Key Words :** *Panax ginseng*, Blue and yellow shading, Spectral irradiance, Quantum, Growth, Root yield, Ginsenoside

## 서 언

인삼의 생육적온은 20~25°C로 비교적 고온에 약한 작물인데 (Bae *et al.*, 1985; Lee *et al.*, 1984), 기온이 15°C일 때에는 광포화점이 30,000 lux로 높아져 강한 일사에도 잘 견디지만 기온이 30°C 이상으로 높아지면 광포화점도 5,000 lux 이하로 낮아져 고온에 약한 특성을 보이며 (Cheon *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 1987), 특히 5월 하순 이후 일사량이 증가되면서 기온이 상승하게 되면 잎이 햇빛에 타는 증상이 발생하므로 해가림 시설이 반드시 필요하다.

과거에는 해가림 피복물로 대부분 벚짚을 사용하였으나 내구년수가 짧고 투광량이 부족한 단점이 있기 때문에 현재에는 폴리에틸렌 (PE)으로 만든 화학제품이 피복물 재료로 널리 쓰이고 있다. PE 차광망을 이용한 해가림은 약간의 누수가 발생하므로 점무늬병이나 적변삼 발생이 증가될 소지가 있

으며, 해가림 높이가 낮을 경우 고온장애 발생이 많아지는 단점이 있으나 가격이 저렴하고 설치가 비교적 쉬우며, 투광량 조절이 용이한 장점이 있다. 또한 약간의 누수로 인하여 건조한 토양에서는 토양습도 조절과 염류장해 경감효과가 있으므로 해가림 재료로 차광망을 많이 사용하고 있다.

인삼에서 적절한 투광량은 지역이나 계절에 따라 약간의 차이는 있으나 약 10~15%이며 (Jo *et al.*, 1986; Lee *et al.*, 1987), 투광율이 감소되면 고온장애는 적어지나 근비대가 불량해지기 때문에 청색 3겹 + 황색 1겹의 4중직 차광망을 많이 쓰고 있는데 (Lee, 1997), 투광량을 조절하기 위해 청색과 황색의 비율을 조절하거나 색상을 달리하여 황색으로 직조한 차광망을 쓰고 있는 농가도 있어 이에 대한 검증이 필요한 실정이다.

한편, 녹색식물에서 엽록소 a의 최대흡수파장은 적색광과 청색광이며, 적색광과 청색광에서 광합성량이 가장 많다고 알려져 있는데 (Taiz & Zeiger, 2002), 2년생 인삼에서 광합성

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6817 (E-mail) leesw@rda.go.kr  
Received April 2, 2007/ Accepted May 30, 2007

량과 사포닌 함량은 청색광이 적색광보다 적으나 적색광은 여름철에 고온장해를 일으켜 청색을 추천하였으며 (Mok *et al.*, 1994), Lee *et al.* (1999)은 포트실험 결과 황색 차광망의 광합성량이 청색 차광망보다 많고 엽소현상도 적어 해가림 피복물로 황색을 제시하였으나 실제 포장에서 수량성 및 성분과의 관계를 구명한 결과는 보고되지 않았다. 따라서 본 실험은 청색과 황색의 해가림 피복물이 4년근 인삼의 생육과 수량 및 진세노사이드 함량에 미치는 영향을 구명하기 위해 실시하였다.

## 재료 및 방법

본 시험은 4년생 자경종 (재래종) 인삼을 사용하여 2006년 작물과학원 인삼약초과 시험포장에서 수행하였다. 2003년 5월 상순경 녹비작물로 수단그라스를 파종하여 1년간 예정지 관리를 한 후 2004년 3월 21일 두둑 폭 90 cm, 골사이 90 cm의 이랑에 1년생 묘삼을 칸 (90 × 180 cm)당 7행 × 9열의 간격으로 3.3 m<sup>2</sup> 당 63주 정식하였다. 예정지관리 후의 토양화학적 성분은 Table 1과 같이 유기물 함량이 낮고, 인산, 칼리 및 염류농도가 비교적 높았다.

해가림 시설은 후주연결식 A형이었고 청색과 황색의 폴리 에틸렌 4중직 차광망을 해가림 피복물로 사용하여 4월 25일에 해가림 설치한 후 인삼표준경작법에 준하여 재배관리 하였다. 4년근 수확년도인 2006년도에 광질, 광량 및 기온 등 해가림내의 기상환경과 생육특성을 조사하였는데, 광질 (spectral irradiance)은 Spectroradiometer (Li-1800, Licor, USA)를 사용하여 측정하였으며, 광량 (quantum)과 기온은 Li-1400 data logger (Licor, USA)를 이용하여 지상 30 cm 부위에서 측정하였다. 시험구 배치는 난괴법 4반복이었으며, 시험구당 면적은 19.8 m<sup>2</sup>이었다. 지상부 생육은 6월 하순에 조사하였고 고온장해율은 8월 1일 부터 8월 21일까지 10일 간격으로 총 3회 조사하였는데, 잎에 고온장해가 발생된 식물체의 비율로 구했다. 2006년 11월 10일에 수확하여 수량을 조사한 다음 동체, 지근 및 세근으로 분리하고 동결건조하여 진세노사이드 분석에 이용하였다.

사포닌 추출은 분말시료 0.50 g을 300 ml 농축용 플라스크에 넣고 수포화부탄올 50 ml를 첨가하여 80°C 환류냉각추출기에서 1시간 추출한 후 여과하여 분액 깔대기에 모았다. 남은 시료에 다시 수포화 부탄올 50 ml를 첨가하여 두 번 더

반복 추출한 후 50 ml 증류수를 첨가하고 격렬히 흔들어 부탄올층과 물층을 분리하였다. 남은 부탄올층을 농축플라스크에 모아 45°C 수조에서 감압 농축한 후 20 ml 50% MeOH에 녹여 0.45 μm membrane filter로 여과 후 HPLC로 분석하였다. Ginsenoside 함량은 Agilent 1100 series (Agilent Technologies, Waldbronn, Germany) HPLC system를 이용하여 측정하였다. 칼럼은 YMC-Pack ODS AM (250 × 4.6 mm, 5 μm, YMC, Inc. USA)을 사용하였으며, 기울기 이동상 조건은 Table 2와 같았다. 인삼 추출액은 20 μl씩 주입하였는데, 이동상의 유속은 0.8 ml/min, 칼럼온도 40°C, UV 검출기의 검출파장은 203 nm로 하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 광질, 광량 및 기온 비교

Fig. 1과 같이 차광망 색상에 따른 광질의 차이를 보면 청색 차광망은 청색광 파장대역에 속하는 498 nm에서 최고를 보였으며, 황색 차광망은 황색광 파장대역에 속하는 606 nm에서 최고를 보여 해가림 밑에서의 광질은 해가림 피복물 색상에 따라 뚜렷한 차이를 보였다.

Table 3과 같이 차광망 색상에 따른 광량과 기온의 차이를 보면 청명한 날에 05:00~20:00까지 일평균 투광량은 청색이 황색보다 6% 많았고 일조량이 가장 강한 시간인 13:00~14:00의 투광량, 즉 최대 투광량은 청색이 황색보다 23% 더 많았다. 그리고 청색 해가림은 투광량의 증가로 인하여 일평균 기온은 및 최고기온도 황색보다 각각 0.3°C 더 높았다.

### 2. 생육특성 및 수량성 비교

Table 4와 같이 차광망 색상에 따른 생육특성을 보면 황색은 청색보다 엽록소 함량이 더 높았으며, 엽록소 a의 감소비율도 청색보다 더 적었다. 또한 경장, 엽장 및 엽폭도 황색이 청색보다 더 컸다. 고온장해는 장마가 끝나고 기온이 현저히 높아지는 8월 상순부터 본격적으로 나타나기 시작하였으며, 8월 중순경에는 황색보다 청색에서 고온장해율이 현저히 증가하였는데, 이는 Table 3과 같이 청색이 황색보다 광량과 기온이 높았기 때문으로 생각된다.

Table 5와 같이 차광망 색상에 따른 수량관련 특성을 보면 황색은 청색보다 입모율이 높았으며, 동체장은 서로 비슷했

**Table 1.** Soil chemical properties of experiment field before transplanting.

pH (1:5)	OM (g/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ex. Cation (cmol <sup>+</sup> /kg)			EC (dS/m)
			K	Ca	Mg	
6.7	16	256	0.69	6.5	2.2	0.79

**Table 2.** Solvent gradient program of HPLC analysis.

Time	Acetonitrile (%)	Water (%)
0	28	72
10	28	72
45	40	60
47	100	0
68	100	0

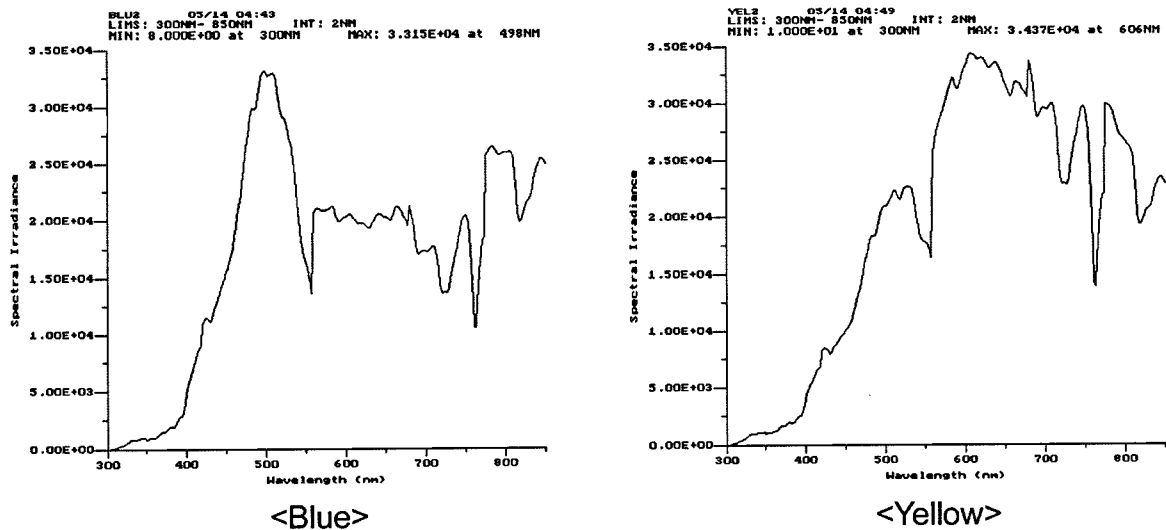


Fig. 1. Pattern of spectral irradiance ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}/\text{nm}$ ) by different colored PE shading net on June 14.

Table 3. Quantum and air temperature for daytime by different colored PE shading net.

Treat.	Quantum ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}/\text{nm}$ )		Air temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )	
	Average <sup>†</sup>	Maximum <sup>‡</sup>	Average <sup>†</sup>	Maximum <sup>‡</sup>
Blue	169.9	265.8	25.9	32.5
Yellow	160.0	216.5	25.6	32.2

Investigation date : May 26, <sup>†</sup>: 5:00~20:00, <sup>‡</sup>: 13:00~14:00

나 동체가 더 굵고 주당근중도 더 무거워 수량은 황색이 청색보다 48% 증가되었는데, 이는 청색보다 황색의 엽록소함량이 더 높고 엽면적도 더 큰 반면 고온장해 발생은 더 적었기 때문으로 생각된다. 인삼의 경우 기온이 낮을 때에는 광포화점이 높아지나 기온이 높을 때에는 광포화점이 매우 낮아지는 특성을 보이므로 (Cheon *et al.*, 2004; Lee *et al.*,

1987), 기온이 낮은 봄·가을철에는 청색 차광망처럼 투광량이 높은 것이 오히려 수량증가에 효과적일 수 있다 (Cheon *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2006). 그러나 기온이 높은 여름철에는 투광량이 높아지면 기온도 상승하여 고온장해 발생율이 현저히 높아지므로 청색 차광망의 경우에는 여름철에 흑색 차광망 등을 추가 피복하여 투광량을 감소시킬 필요가 있을 것으로 생각되며, 추후 이에 대한 자세한 검토가 요망된다.

### 3. 진세노사이드 함량 비교

Table 6과 같이 차광망 색상에 따른 진세노사이드 함량을 보면 동체부위의 총 진세노사이드 함량은 황색이 청색보다 7% 증가되었다. 개별 진세노사이드 Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rc, Re, Rg<sub>1</sub>, Rg<sub>2</sub> 함량은 황색이 청색보다 높았으나 Rd와 Rf는 청색보다 낮았는데, Rg<sub>1</sub>에서만 유의성이 인정되었다. 지근부위의 총 진

Table 4. Growth characteristics in above-ground part of 4-year-old ginseng by different colored PE shading net.

Treat.	Chlorophyll con.(mg/g)				Stem length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Ratio of heat injury (%)	
	a	b	a/b	Total				Aug. 1	Aug. 21
Blue	1.33b	0.52a	2.58b	1.85b	33.9b	16.3a	6.1a	3.6a	46.8a
Yellow	1.44a	0.51a	2.88a	1.94a	37.4a	16.9a	6.4a	0.4b	14.3b

\*Mean with same letters are not significantly different in DMRT(p = 0.05).

†Growth investigated date: July 30

Table 5. Growth characteristics in underground part of 4-year-old ginseng by different colored PE shading net.

Treat.	Ratio of survived plant (%)	Taproot length (cm)	Taproot diameter (mm)	Root wt. per plant (g, FW)	Yield (kg/3.3 m <sup>2</sup> , FW)
Blue	80.8a	6.8a	20.2b	25.8b	1.15b
Yellow	83.0a	6.6a	22.9a	37.6a	1.70a

\*Mean with same letters are not significantly different in DMRT (p = 0.05).

**Table 6.** Ginsenoside composition of 4-year-old ginseng by different colored PE shading net. (d.w %)

Root parts	Treat.	Panaxadiol (PD)				Panaxatriol (PT)				Total	PD/PT	Rb <sub>1</sub> /Rg <sub>1</sub>
		Rb <sub>1</sub>	Rb <sub>2</sub>	Rc	Rd	Re	Rf	Rg <sub>1</sub>	Rg <sub>2</sub>			
Taproot	Blue	0.195e	0.065d	0.110e	0.017e	0.303b	0.076e	0.297f	0.012d	1.074e	0.56d	0.65d
	Yellow	0.204e	0.075d	0.114e	0.015e	0.307b	0.072e	0.342e	0.015d	1.144e	0.56d	0.60e
Lateral root	Blue	0.554c	0.228c	0.427c	0.098c	0.359a	0.139c	0.760c	0.053b	2.617c	1.00b	0.73c
	Yellow	0.453d	0.205c	0.327d	0.070d	0.311b	0.126d	0.646d	0.044c	2.182d	0.94c	0.70c
Fine root	Blue	1.513a	0.679b	1.239a	0.380a	0.318b	0.199a	1.746a	0.160a	6.234a	1.57a	0.87a
	Yellow	1.383b	0.725a	1.168b	0.355b	0.274c	0.191b	1.656b	0.155a	5.907b	1.59a	0.83b

\* Mean with same letters are not significantly different in DMRT (p = 0.05).

세노사이드 함량은 동체와는 반대로 청색이 황색보다 20% 증가되었으며, 개별 진세노사이드 함량도 모두 황색보다 많았다. 세근부위의 총 진세노사이드 함량은 지근과 마찬가지로 청색이 황색보다 6% 증가되었는데, 개별 진세노사이드 함량에서도 Rb<sub>2</sub>를 제외하고 모두 청색이 황색보다 많은 특징을 보였다. Lee *et al.* (1983)은 투광량이 20% 이상 되면 수량은 감소되나 사포닌 함량은 증가된다고 하였는데, 본 실험에서도 청색 차광망의 총 진세노사이드 함량은 황색보다 많았으나 생근수량은 황색보다 적어 지나친 투광량의 증가는 진세노사이드 함량을 증가시킨 반면 생근수량의 감소를 초래하였다.

PD/PT의 비율은 동체 < 지근 < 세근 순으로 증가되어 Kim *et al.* (1987)의 보고와 같았는데, 동체와 세근부위에서는 색상에 따른 차이가 없었으나 지근부위에서는 청색 차광망이 황색보다 다소 높은 특징을 보였다. PD계와 PT계 사포닌 중에서 가장 많이 함유되어 있는 Rb<sub>1</sub>과 Rg<sub>1</sub>의 비율을 비교해 보면 모든 부위에서 청색 차광망이 황색보다 Rb<sub>1</sub>/Rg<sub>1</sub>의 비율이 높아 투광율이 높아지면 Rg<sub>1</sub> 보다는 Rb<sub>1</sub>의 생합성이 더 유리할 것으로 생각된다. Lee *et al.* (1983)도 투광량이 증가될수록 인삼 잎에서 PD계 사포닌의 함량이 증가된다고 하여 본 실험과 비슷한 결과를 보였다.

## 적 요

청색과 황색의 4중직 폴리에틸렌 차광망을 해가림 피복물로 사용하여 해가림 색상이 4년생 인삼의 생육 및 진세노사이드 함량에 미치는 영향을 구명하고자 시험한 결과는 다음과 같다.

1. 청색 차광망의 spectral irradiance는 498 nm에서, 황색 차광망은 606 nm에서 최고를 보여 색상에 따라 광질은 뚜렷한 차이를 보였다.

2. 청색 차광망은 황색 차광망보다 투광량이 23% 더 많았으며, 기온도 0.3°C 더 높았고 여름철 투광량 증가로 인한 기온 상승으로 황색 차광망보다 지상부 생육이 억제되고 고온

장해 발생이 심하였다.

3. 황색 차광망은 청색 차광망보다 엽록소 함량이 더 많고 경장 및 엽면적이 더 컸으며, 고온장해 발생율이 낮아 인삼 수량은 48% 증가되었다.

4. 동체부위의 총 진세노사이드 함량은 색상 간에 유의적인 차이가 없었으나 지근 및 세근부위의 총 진세노사이드 함량은 청색 차광망이 황색 차광망보다 유의적인 증가를 보였다.

5. PD/PT 비율은 지근부위에서만 청색 차광망이 황색 차광망보다 유의적으로 높았으며, Rb<sub>1</sub>/Rg<sub>1</sub>의 비율은 모든 부위에서 청색 차광망이 황색 차광망보다 높았으나 지근부위에서는 유의성이 없었다.

## LITERATURE CITED

- Bae SK, Heu IL, Ishii R, Kumura A (1985) Thermal inhibition to photosynthesis of ginseng and tobacco plants. Korean J. Crop Sci. 30(3):223-228.
- Cheon SK, Lee TS, Yoon JH, Lee SS, Mok SK (2004) Effect of light transmittance control on the root yield and quality during the growing season of *Panax ginseng*. Korean J. Ginseng Res. 28(4):196-200.
- Jo JS, Won, JY, Mok, SK (1986) Studies on the photosynthesis of Korean ginseng. Korean J. Crop Sci. 31(4):408-415.
- Kim MW, Ko SR, Choi KJ, Kim SC (1987) Distribution of saponin in various sections of *Panax ginseng* root and changes of its contents according to root age. Korean J. Ginseng Res. 11(1):10-16.
- Lee JC, Choi JH, Cheon SK, CH Lee, Jo JS (1983) Studies on the optimal light intensity for growth of *Panax ginseng*. Effect of light intensity on the contents of saponin and free sugar in the ginseng leaf. Korean J. Crop Sci. 28(4):497-503.
- Lee SK (1997) Growth characteristics by shading rates in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean J. Crop Sci. 42(3):292-298.
- Lee SS, Cheon SK, Mok SK (1987) Relationship between environment conditions and growth of ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) plant in field. III. field photosynthesis under different light intensity. Korean J. Crop Sci. 32(3):256-267.
- Lee SS, Lee CH, Park H (1984) Effect of light intensity and soil water regimes on the growth of ginseng (*Panax ginseng* C. A.

- Meyer) seedling. Korean J. Ginseng Res. 8(1):65-74.
- Lee SS, Proctor John TA, Choi KT** (1999) Influence of monochromatic light on photosynthesis and leaf bleaching in *Panax* species. Korean J. Ginseng Res. 23(1):1-7.
- Lee SW, Cha SW, Hyun DY, Kim YC, Kang SW, Seong NS** (2006) Shading effect of different colored polyethylene net on seedling growth of *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean J. Medicinal Crop Sci. 14(2):113-116.
- Mok SK, Cheon SK, Lee SS, Lee TS** (1994) Effect of shading net colors on the growth and saponin content of Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean J. Ginseng Res. 18(3):182-186.
- Taiz L, Zeiger E** (2002) Plant physiology (Third edition). Sinauer Associates, Inc, USA p. 114-115.