

## 토양수분함량이 묘삼의 광합성 및 근 수량에 미치는 영향

이성우\*† · 현동윤\* · 박춘근\* · 김태수\*\* · 연병열\* · 김충국\* · 차선우\*

\*농촌진흥청 작물과학원 인삼약초연구소, \*\*작물과학원 호남농업연구소

### Effect of Soil Moisture Content on Photosynthesis and Root Yield of *Panax ginseng* C. A. Meyer Seedling

Sung Woo Lee\*†, Dong Yun Hyun\*, Chun Geun Park\*, Tae Soo Kim\*\*, Byeong Yeol Yeon\*, Chung Guk Kim\*, and Seon Woo Cha\*

\*Ginseng & Medicinal Plants Research Institute, NICS, RDA, Eumseng 369-873, Korea.

\*\*Honam Agricultural Research Institute, NICS, Iksan 570-080, Korea.

**ABSTRACT :** To make the soil moisture proper is the important factor in the seedbed cultivation of Yangjick for producing a good quality of ginseng seedling. This study was carries out to investigate the effect of soil moisture on photosynthesis and yield of ginseng seedling under the different condition of the soil moisture, such as 100 ~ 400 mbar. Photosynthesis rate was decreased gradually by the reduction of soil moisture, and in particular it was decreased distinctly under the lower condition of soil moisture, such as 300 ~ 400 mbar. Photosynthesis rate in air temperature of 30 °C was decreased more distinct than that of 25 °C. Light saturation point of leaves was at the quantum of 600 μmol/m<sup>2</sup>/s at 25 °C, while it was decreased by 300 μmol/m<sup>2</sup>/s at 30 °C according to the increase of air temperature. Respiration rate was increased by the increase of quantum, and decreased by the reduction of soil moisture. Respiration rate under the condition of high quantum was increased regardless of air temperature, but it was decreased distinctly under the condition of low soil moisture and high air temperature, such as 400 mbar at 30 °C. There were a gradual decrease by the reduction of soil moisture in leaf length, leaf width, chlorophyll content, and water content of leaves, but heat injury ratio was increased distinctly by the reduction of it. Total root weight, root weight per plant, the yield of usable seedling were decreased by the reduction of soil moisture, and optimal content of soil moisture to produce a good quality of seedling was 63% of field capacity or 18.9% in absolute soil moisture content.

**Key Words :** *Panax ginseng*, seedling, soil moisture, photosynthesis rate, growth, root weight

## 서 언

인삼에서 뇌두, 동체, 지근 등 각 부위의 균형있는 발달은 외관품질을 결정하는 중요한 요소가 되며, 묘 소질이 양호한 묘삼을 본밭에 정식해야만 체형이 양호하고 적발생이 적어진다 (Lee *et al.*, 1984a). 우량묘삼은 길이가 15cm 내외, 주당 무게가 0.8~1.0g이며, 표면에 적변이 없고 토양병원균에 오염되지 않는 것인데, 이를 위해 대부분의 농가에서는 치너지의 토양(석비레)과 활엽수의 낙엽을 섞혀 만든 약토를 3:1의 비율로 섞어 만든 양직묘포에서 묘삼을 생산하고 있다. 양직묘포에서 묘삼의 체형을 좋게 하고 成苗收량을 높이기 위해서는 수분관리가 매우 중요한데 (Park *et al.*, 1984), 수분관리를 소홀히 할 경우 고온장애 발생이 심하여 묘삼의 체형이 불량해지고 성묘수량이 급격히 떨어지는 경우가 많다.

토양수분과 인삼생육과의 관계는 포장용수량의 60~65% 수준에서 2년생 인삼의 지상부 생육이 양호하고 근중이 증가되었으며 (Mok *et al.*, 1981; Nam *et al.*, 1980), Lee *et al.* (1982)은 3년생을 이용한 시험에서 최적 토양수분함량은 사양토에서 포장용수량의 62% (절대수분함량 13.9%) 수준이라고 하였다. 인삼의 광합성량은 투광율 15%에서 가장 높는데 (Jo *et al.* 1986; Lee *et al.* 1980), 인삼의 광합성 최적온도는 1년생 23°C, 4년생 20°C이고 광포화점은 20°C에서 15,000 Lux라고 하였으나 (Lee *et al.*, 1984b) 토양수분조건에 따른 광합성의 변화에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

양직묘포에서 적절한 토양수분관리는 우량묘삼 생산을 위한 중요한 요인이 되므로 토양수분함량이 묘삼의 생육 및 광합성에 미치는 영향을 구명하여 우량묘삼 재배기술 개발의 기초자료로 활용하고자 본 실험을 수행하였다.

†Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5541 (E-mail) leesw@rda.go.kr  
Received April 20, 2007/ Accepted October 20, 2007

**Table 1.** Soil chemical properties in seedbed before sowing

pH (1 : 5)	OM (g/kg)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ex.Cation (cmol <sup>+</sup> /kg)				EC (dS/m)
			K	Ca	Mg	Na	
7.3	6	87	0.17	3.2	1.3	0.13	0.34

**재료 및 방법**

본 실험은 인삼 재래종 (자경종)의 개갑종자를 이용하여 2005년 11월부터 2006년 11월 까지 수원의 작물과학원 인삼 약초과 시험포장에서 수행하였다. 토양수분을 조절하기 위해 높이 4.5 m, 측고 3 m, 폭 14 m, 길이 22 m의 연동 비가림 하우스내에 묘상을 설치하였다. 묘상의 생육에 적합한 환경을 조성하기 위해 차광을 55%와 75%의 알루미늄 수평커튼을 하우스 내부에 이중으로 설치하고 타이머를 부착하여 계절 및 시간별로 투광율을 조절하였으며, 천장에는 폭 50 cm의 통풍구를 세로로 설치하여 상내 기온을 조절하였다.

하우스 내부에 가로 90 cm, 세로 180 cm, 높이 25 cm 면적 (칸)의 나무틀을 90 cm 간격으로 배치하여 원야토 (석비례) 3 : 약토 1의 비율로 혼합된 상토를 나무틀에 채워 넣고 파종거리 3 × 3.5 cm의 간격 (파종량 1,458립/m<sup>2</sup>)으로 2005년 11월 30일에 점파하였으며, 상토의 토양화학성은 Table 1과 같이 유기물함량이 낮고 pH가 높으며, EC는 인삼재배에 적당한 토양이었다.

토양수분함량은 100, 200, 300, 400 mbar와 같이 4처리를 하였는데, 길이 35 cm의 석고막대를 15 cm 깊이로 삽입한 후 Tensiometer (USA, Soil management system)로 측정하여 토양수분장력이 목표치에 도달했을 때 m<sup>2</sup> 당 5~20 l 를 관수하여 토양수분함량을 조절하였으며, 재배기간 동안의 토양수분장력별 절대수분함량은 Table 2와 같았다.

기타 재배관리는 표준경작법에 준하였으며, 시험구 면적은 반복당 3.3 m<sup>2</sup> 이었고 난괴법 3반복으로 배치하였다. 광합성량은 Li-6400 (USA, Licor)를 이용하여 7월 중순부터 8월 상순 사이에 측정하였는데, 50~1800 μmol/m<sup>2</sup>/sec의 광량과 25, 30°C의 온도조건에서 측정하였다. 지상부 생육은 8월 하순에, 지상부 생육 및 수량은 11월 하순에 조사하였는데, 수량은 개체당 근중이 0.65 g 이상이고 근장이 13cm 이상인 묘삼 (사용가능 묘삼)을 선별하여 조사하였다.

**결과 및 고찰**

**1. 토양수분함량별 광합성 특성**

토양수분 함량에 따른 묘삼의 광합성 특성을 보면 (Fig. 1) 25°C에서의 광합성량은 토양수분의 감소에 따라 차차 감소되었는데, 100~200 mbar 수준에서는 비교적 광합성량의 차이가

**Table 2.** Soil moisture content and field capacity of seedbed in this study

Soil moisture tension (mbar)	Absolute soil moisture content (%)	Percentage of field capacity <sup>†</sup>
100	18.9	63
200	15.3	51
300	12.4	41
400	11.8	39

† Field capacity of Yangjik seedbed : 30.2%

적었으나 토양수분이 감소될수록 광합성량도 크게 감소되어 200~400 mbar 수준에서는 처리 간에 비교적 큰 차이를 보였다. 1년생 인삼의 광합성 최적온도는 23°C인데 (Lee *et al.*, 1984), 30°C에서의 광합성량은 25°C보다 크게 감소되었으며, 300~400 mbar와 같이 토양수분이 매우 적은 조건에서는 큰 폭의 감소를 보였다.

Lee *et al.* (1982)에 의하면 3년생 인삼의 광합성량은 토양함수량이 많을수록 증가하여 포장용수량의 62% 수준에서 가장 양호하다고 하여 본 실험과 유사한 결과를 보였다. 광포화점은 온도에 따라 차이를 보였으며, 25°C에서는 광포화점이 약 600 μmol/m<sup>2</sup>/s 수준이었으나 30°C에서는 약 300 μmol/m<sup>2</sup>/s 수준으로 낮아졌는데, 광포화점은 온도 (Lee *et al.*, 1984b)와 품종 (Lee, 2002)에 따라 달라진다고 하였다.

증산량은 광량이 증가할수록 증가되었으며, 토양수분이 감소할수록 증산량도 감소되었는데, Lee *et al.* (1982)도 3년생 인삼에서 증산량은 토양수분함량과 비례한다고 하였다. 25°C와 30°C에서 토양수분 조건별 증산량의 특성을 보면 25°C의 경우 100 mbar 수준에서는 증산량이 매우 많았으나 200~400 mbar 수준에서는 100 mbar 보다 상대적으로 증산량이 적은 특성을 보였다. 30°C의 경우에도 광량이 증가할수록 대체로 증가되었으며, 토양수분이 감소할수록 감소되었는데, 400 mbar처럼 토양수분이 매우 낮은 조건에서 상대적으로 큰 폭의 감소를 보였다. 그리고 1800 μmol/m<sup>2</sup>/sec과 같은 고광조건에서 100 mbar처럼 토양수분이 많았던 처리에서는 증산량이 매우 많았으나 토양수분이 낮아지면 고광조건에서도 증산량은 크게 증가되지 않고 억제되는 경향을 보였다.

**2. 토양수분함량별 생육 및 수량성**

토양수분 함량에 따른 묘삼의 지상부 생육특성을 보면

묘삼의 광합성과 근 수량에 대한 토양수분의 영향

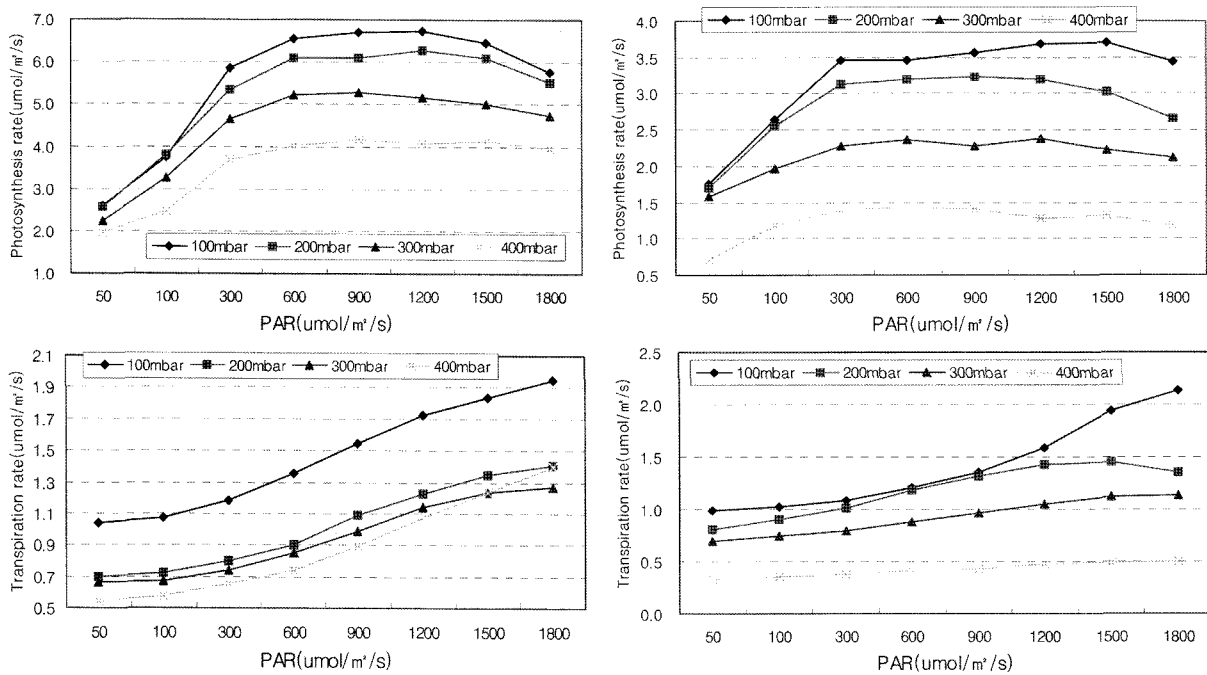


Fig. 1. Photosynthesis and transpiration rate of ginseng seedling by soil moisture content in Yangjik seedbed (left: 25°C, right: 30°C).

Table 3. Growth characteristics and yield in above-ground part of ginseng seedling by soil moisture content

Soil moisture (mbar)	Stem length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	SLW <sup>‡</sup> (mg/cm <sup>2</sup> )	Chlorophyll content (mg/g)	Leaf water con. (%)	Heat injury ratio (%)
100 (63 <sup>†</sup> )	8.5 b	3.8 a	2.1 a	4.34 a	2.25 a	77.6 a	16.7 d
200 (51)	9.3 a	3.7 ab	2.1 a	3.80 c	2.14 b	77.5 a	27.9 c
300 (41)	7.4 c	3.6 ab	2.0 a	4.05 b	2.08 c	76.9 a	52.4 b
400 (39)	7.2 c	3.4 b	1.9 a	4.37 a	2.07 c	75.3 b	69.1 a

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

† Field capacity of seedbed : 30.2%, ‡ SLW: specific leaf weight, Investigation date: August 30

(Table 3) 경장은 토양수분이 200 mbar 수준에서 가장 컸으며, 토양수분이 많아지거나 적어짐에 따라 감소하였다. 엽장 및 엽폭은 토양수분이 감소함에 따라 차차 감소하였는데, 엽장은 400 mbar와 같이 토양수분이 매우 낮을 경우 뚜렷이 감소되었으나 엽폭은 처리 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 비엽중은 토양수분에 따라 뚜렷한 특징은 없었는데, 토양수분이 많거나 적은 조건에서 뚜렷한 증가를 보였다. 엽록소함량은 토양수분의 감소에 따라 차차 감소되었으며, 잎의 수분함량도 토양수분의 감소에 따라 차차 감소되었는데, 100~300 mbar 수준에서는 유의적인 차이가 없었으나 400 mbar 수준에서 뚜렷한 감소를 보였다. 고온장애율은 토양수분이 감소될수록 뚜렷이 증가되었다. 2년생 인삼의 생육과 토양수분과의 관계에 대한 연구에서 토양수분이 부족할수록 엽면적이 감소되고 고온장애 발생이 증가되며 (Lee *et al.*, 1982), 포장용수량의 40% 이하에서는 생육이 현저히 억제되고 (Nam *et al.*, 1980), 포장용

수량의 31.5% (절대수분함량 10.7%)에서는 생육이 정지된다고 하여 (Mok *et al.*, 1981) 본 실험의 1년생 묘삼과 비슷한 경향을 보였다.

토양수분 함량에 따른 묘삼의 지하부 생육특성 및 수량성을 보면 (Table 4) 지하부 생존주수는 200 mbar 수준에서 최고를 보여 토양수분이 많거나 적은 조건에서 감소되었는데, 처리 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 총근중 및 주당근중은 토양수분의 감소에 따라 뚜렷이 감소되었다. 근장은 200 mbar 수준에서 최고를 보여 토양수분이 많아지거나 적어지면 감소되었는데, 200~400 mbar 수준에서는 유의적 차이를 보이지 않았다. 적변율은 토양수분함량이 감소될수록 차차 감소되었으나 처리 간에 유의적인 차이는 없었는데, Yang *et al.* (1997)도 뿌리의 적변은 토양의 건조나 과습에 의한 근권 미생물과의 상호작용에 의해 발생된다고 보고하였다. 본포에 이식이 가능한 묘삼의 개수는 토양수분 함량의 감소에 따라 차차 감소

**Table 4.** Growth characteristics and yield in underground part of ginseng seedling by soil moisture content

Soil moisture (mbar)	No. of survived plant (ea/3.3 m <sup>2</sup> )	Total root wt. (g/3.3 m <sup>2</sup> )	Root wt. per plant (g)	Root length (cm)	Ratio of rusty colored root (%)	No. of usable seedling (ea/3.3 m <sup>2</sup> )	Yield of usable seedling (kg/10a)
100 (63 <sup>†</sup> )	1,140 a	1,105 a	0.98 a	15.9 b	11.4 a	873 a	294 a
200 (51)	1,173 a	849 b	0.72 b	18.1 a	10.2 a	755 a	212 b
300 (41)	1,074 a	589 c	0.54 c	17.3 a	8.5 a	549 b	129 c
400 (39)	991 a	356 d	0.37 d	17.6 a	7.7 a	366 c	58 d

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

† Field capacity of seedbed : 30.2%, ‡ Investigation date: November 11

되었는데, 100~200 mbar 수준에서는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 200 mbar 수준 이하에서는 뚜렷한 감소를 보였다. 본포에 이식이 가능한 묘삼의 수량은 토양수분의 감소에 따라 뚜렷이 감소되었는데, Park *et al.* (1984)도 묘삼수량은 토양수분과 가장 밀접한 관계를 보이며, Park *et al.* (1982)도 6년근 인삼에서 토양수분과 근수량은 유의한 정의 상관을 보인다고 하여 본 실험과 유사한 경향이였다.

결론적으로 묘삼 재배시 토양수분이 감소되면 광합성량이 현저히 감소되고 고온장애율이 급격히 증가되어 묘삼 생산에 적합한 토양수분함량은 용수량의 63% 즉, 절대수분함량으로 18.9% 수준이었다. Lee *et al.* (1982), Mok *et al.* (1981), and Nam *et al.* (1980)은 2~3년생 인삼을 이용한 실험에서 최적수분함량은 포장용수량의 60~65% 수준이라고 하여 본 실험과 비슷한 경향을 보였다

## 적 요

토양수분함량이 묘삼의 생육특성 및 수량에 미치는 영향을 구명하기 위해 비가림 시설하우스에서 토양수분을 100~400 mbar 수준으로 조절하여 시험한 결과는 다음과 같다.

1. 광합성량은 토양수분의 감소에 따라 차차 감소되었는데, 토양수분이 매우 적은 조건에서는 뚜렷이 감소되었다.
2. 광합성량은 25℃보다 30℃에서 뚜렷이 감소되었으며, 광포화점은 온도에 따라 차이를 보여 25℃에서는 약 600  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 로 높았으나 30℃에서는 약 300  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 로 낮아졌다.
3. 증산량은 광량이 증가할수록 증가하고 토양수분이 감소할수록 감소되었는데, 토양수분이 많았던 처리에서는 온도에 관계없이 고광조건에서 증산량이 매우 많았으나 30℃의 고온과 400 mbar의 낮은 토양수분 조건에서는 상대적으로 큰 폭의 감소를 보였다.
4. 엽장, 엽폭, 엽록소함량 및 잎의 수분함량은 토양수분의 감소에 따라 차차 감소되었으며, 고온장애율은 토양수분이 감소될수록 뚜렷이 증가되었다.
5. 총근중, 주당근중 및 본포에 이식이 가능한 묘삼의 수량

성은 토양수분의 감소에 따라 뚜렷이 감소되어 묘삼생산에 적합한 토양수분함량은 용수량의 63% (절대수분함량 18.9%) 수준이었다.

## LITERATURE CITED

- Jo JS, Won JY, Mok SK (1986) Studies on the photosynthesis of Korean ginseng. Korean J. Crop Sci. 31(4):408-415.
- Lee JC, Cheon SK, Kim YT, Jo JS (1980) Studies on the effect of shading materials on the temperature, light intensity, photosynthesis and the root growth of the Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). J. Korean Soc. Crop Sci. 25(4):91-98.
- Lee SS (2002) Characteristics of photosynthesis among new cultivars of ginseng(*Panax ginseng* C.A. Meyer). Korean J. Ginseng Sci. 26(2):85-88.
- Lee SS, Cheon SR, Kim YT, Lee CH (1984a) Relationship between seedling weight and growth of ginseng plant on field. J. Ginseng Res. 8(1):57-64.
- Lee SS, Lee CH, Park H (1984b) Effect of light intensity and soil water regimes on the growth of ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). Korean J. Ginseng Sci. 8(1):65-74.
- Lee SS, Yang DC, Kim YT (1982) Effect of soil water regimes on photosynthesis, growth and development of ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). Korean J. Crop Sci. 8(1):65-74
- Mog SK, Son SY, Park H (1981) Root and top growth of *Panax ginseng* at various soil moisture regime. Korean J. Crop Sci. 26(1):115-120.
- Nam KY, Park H, Lee IH (1980) Effect of soil moisture on growth of *Panax ginseng*. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 13(2):71-76.
- Park H, Lee MG, Lee JC, Byen JS (1984) Soil factors affecting ginseng seedling yield and their relation. Korean Soc. Sci. Fert. 17(1):24-29.
- Park H, Mok SK, Kim KS (1982) Relationship between soil moisture, organic matter and plant growth in ginseng plantations. Korean Soc. Sci. Fert. 15(3):156-161.
- Yang DC, Kim YH, Yun KY, Lee SS, Kwon JN, Kang HM (1997) Red-colored phenomena of ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) root and soil environment. Korean J. Ginseng Sci. 21(2):91-97.