

투광율과 토양수분함량이 苗蔘 생육에 미치는 영향

이성우[†] · 김충국 · 현동윤 · 연병열 · 이광원 · 차선우

농촌진흥청 작물과학원 인삼약초연구소

Effect of Light Transmission Ratio and Soil Moisture Content on Growth Characteristics of Seedling in *Panax ginseng* C. A. Meyer

Sung Woo Lee[†], Chung Guk Kim, Dong Yun Hyun, Byeong Yeol Yeon, Kwang Won Lee, and Seon Woo Cha

Ginseng & Medicinal Plants Research Institute, Eumseong 369-873, Korea.

ABSTRACT : It is very important factors to control optimal light transmission ratio and soil moisture content in order to produce good quality of ginseng seedling. To study the effect of light transmission ratio (LTR) and soil moisture content (SMC) on growth characteristics and yield of ginseng seedling, LTR was controlled by three level such as 21.2, 24.8% and 30.3%, and SMC was plotted by four level of 11.0%, 12.5%, 15.3% and 18.9% at the greenhouse. Chlorophyll content was gradually decreased in the low LTR (21.2%), while it was distinctly decreased by the decrease of SMC in excessively high LTR (30.3%). The decrease of SMC in the high LTR increased heat injury ratio distinctly, while heat injury ratio in the low LTR was only increased when SMC was very low such as 11.0%. All of fresh root weight per Kan (3.3 m²), root weight per plant, and the number of usable seedling were distinctly decreased by the increase of LTR and the decrease of SMC. Excessive increase of LTR in optimal SMC (18.9%) hadn't a great effect on the decrease of root weight, while root weight in low SMC was distinctly decreased by the increase of LTR. Ratio of rusty root was distinctly increased in the condition that both of LTR and SMC were high. Ratio of rusty root in the excessively high LTR was gradually fallen off by decrease of SMC, but its ratio in low SMC didn't changed distinctly by the decrease of SMC.

Key Words : *Panax ginseng*, Seedling, Light Transmission Ratio, Soil Moisture Content, Root Weight

서 언

우량묘삼은 뿌리길이가 15 cm 내외이고 주당 무게가 0.8~1.0 g이며, 표면에 적변이 없고 토양병원균에 오염되어 있지 않아야지만 분발에서 높은 수량성을 기대할 수 있다. 원야토 (석비레)와 약토 (활엽수 낙엽과 짚겨 등을 혼합하여 썩혀 만든 것)를 3 : 1의 비율로 혼합한 상토를 이용하여 양직묘포에서 묘삼을 생산할 경우 앞의 기준을 충족시킬 수 있을 뿐만 아니라 입고병의 예방이 가능하여 입모율이 높고 체형이 좋은 우량묘삼을 생산하는데 유리하다.

양직묘포에서 육묘시 묘삼의 체형을 좋게 하고 成苗收량을 높이기 위해서는 상토의 수분관리가 매우 중요한데 (Park *et al.*, 1984), 수분관리를 소홀히 할 경우 7~8월 고온기에 고온장해 발생이 심하여 묘삼의 체형이 불량해지고 성묘수량이 급격히 떨어지는 경우가 많으므로 묘삼재배에서 수분관리는 매

우 중요하다. 인삼의 고온장해 발생은 1~2년생 인삼에서 가장 심하고 연생이 증가할수록 줄어들며 (Lee *et al.*, 2006), 토양수분함량과 밀접한 관계가 있어 인삼의 수량성 향상에 매우 중요하다 (Lee *et al.*, 2007b).

인삼재배에서 최적 토양수분함량은 포장용수량의 60~65% 수준인데, 토양수분이 부족할수록 엽면적이 감소되고 고온장해 발생이 증가되며, 포장용수량의 40% 이하에서는 생육이 현저히 억제되고, 포장용수량의 31.5% (절대수분함량 10.7%)에서는 생육이 정지된다고 하였다 (Lee *et al.*, 2007b; Lee *et al.*, 1982; Mok *et al.*, 1981; Nam *et al.*, 1980).

인삼에서 적절한 투광율은 지역이나 계절에 따라 달라지나 약 10~15% 수준인데 (Jo *et al.*, 1986; Lee *et al.*, 1987), 이때의 투광율은 단순히 차광재료의 투광율이며, 실제 해가림 시설 내에서는 일출 후부터 오전 9:00까지 직사광선이 유입되고 (Lee *et al.*, 2006) 9시 이후에는 산란광도 유입되어 일평

[†]Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5543 (E-mail) leesw@rda.go.kr
Received June 24, 2008 / Revised July 4, 2008 / Accepted July 28, 2008

균 투광율은 10~15% 보다 많아지게 된다. 인삼재배에서 투광율이 감소되면 고온장애 발생은 적어지나 근비대가 불량해지기 때문에 적절한 투광을 조절은 인삼의 수량성 향상에 매우 중요하다 (Lee, 1987).

우량묘삼을 생산하기 위해서는 적절한 상토조제 및 토양수분 조절과 해가림에 의한 투광을 조절이 매우 필요한 실정이다. 따라서 투광율이 다른 조건에서 토양수분함량의 감소가 묘삼 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사하여 우량묘삼 재배기술 개발의 기초자료로 활용하고자 본 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

본 실험은 인삼 자경종 (재래종) 개갑종자를 이용하여 2005년 11월부터 2006년 11월까지 수원의 작물과학원 밭작물 시험연구포장에서 수행하였다. 투광율과 토양수분을 조절하기 위해 높이 4.5 m, 측고 3 m, 폭 14 m, 길이 22 m의 연동 비닐하우스를 설치하고 그 안에 파종상을 만들어 투광량과 토양수분함량을 조절하였다. 비닐하우스 내부에 가로 90 cm, 세로 180 cm, 높이 25 cm의 나무틀을 90 cm 간격으로 배치하여 원야토 (석비레) 3 : 약토 1의 비율로 혼합된 상토를 나무틀 안에 채워 넣고 파종거리 3 × 3.5 cm의 간격 (파종량 1,458립/3.3 m²)으로 2005년 11월 25일에 점파하였다. 상토의 토양화학적 성은 Table 1과 같이 유기물함량이 낮은 편이나 EC와 기타 무기성분 함량은 인삼재배에 적당한 범위에 있었다.

처리별 일평균 투광율은 관행 해가림 (청색 3중직 + 흑색 1중직 PE 차광망)의 일평균 투광율 22.8%를 고려하여 3수준 즉, 21.2%, 24.8%, 30.3%로 조절하였는데, 하우스 내부에 1 : 1, 2 : 1의 비율로 짠 알루미늄 커튼과 백색 PE 이중직 차

광망을 설치하고 각각에 자동 개폐장치 (타이머)를 부착한 후 투광량을 시각 (時刻)별로 조절하여 투광율을 처리수준에 맞게 조절하였다. 천장에는 폭 50 cm의 통풍구를 세로로 설치하여 상내 기온의 상승을 억제하였다. 일평균 투광율은 일출부터 일몰시까지 비닐하우스 내부의 처리별 광량과 외부광량을 측정 (Li-1400 data logger, USA)하여 계산하였다. 상토의 평균 수분함량은 포장용수량의 63% (절대수분함량 18.9%), 51% (절대수분함량 15.3%), 40% (절대수분함량 12.5%) 및 포장용수량의 36% (절대수분함량 11.0%)와 같이 4수준으로 하였는데, 길이 35 cm의 석고막대를 20 cm 깊이로 삽입한 후 Tensiometer (Soil Management System, USA)로 측정하여 토양수분장력이 100, 200, 300 및 400 mbar를 초과했을 때 3.3 m² 당 5~20 l를 관수하여 토양수분함량을 처리수준에 맞게 조절하였다. 기타 재배관리는 인삼표준경작법에 준하였으며, 시험구 면적은 반복당 3.3 m²이었고 난괴법 3반복으로 배치하였다. 잎의 엽록소함량과 고온장애율은 8월 하순에 조사하였으며, 고온장애율은 엽면적의 1/5 이상이 타는 증상을 보인 개체수의 비율로 하였다. 적변율은 묘삼의 표면에 적변이 발생한 개체의 비율로 하였다. 묘삼의 지하부 수량은 11월 하순에 개체당 근중이 0.65 g 이상이고 근장이 13 cm 이상인 묘삼을 사용가능묘삼으로 분류하여 조사하였다.

결과 및 고찰

투광율과 토양수분함량의 차이에 따른 잎의 엽록소 함량과 고온장애율의 변화는 Fig. 1과 같다. 투광율이 증가되고 토양수분함량이 감소될수록 엽록소함량은 감소되었는데, 투광율 21.2%와 24.8% 처리구에서는 토양수분함량이 감소됨에 따라 엽록소함량도 차차 감소되는 특징을 보였다. 반면, 투광율 30.3% 처리구는 토양수분함량이 18.9%에서 15.3%로 감소됨에 따라 엽록소함량은 완만히 감소되었으나 토양수분함량이 12.5%로 감소되면 엽록소함량은 급격히 감소되었다. 즉, 투광율이 상대적으로 높은 조건에서는 토양수분함량이 저하됨에

Table 1. Soil chemical properties in seedbed before sowing.

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

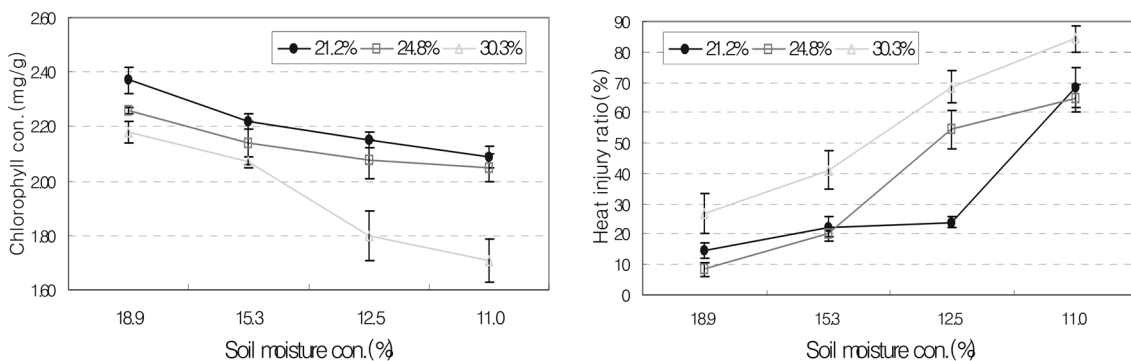


Fig. 1. Comparison of chlorophyll content and heat injury ratio by light transmission ratio and soil moisture content.

투광율과 토양수분함량별 묘삼생육 특성

따라 엽록소함량은 급격히 저하되는 특징을 보였다. Lee *et al.* (2007a)도 투광량이 증가됨에 따라 엽면적이 작아지고 엽록소함량이 감소된다고 하였다.

잎이 타는 증상을 보이는 고온장애는 투광량이 증가되고 토양수분함량이 감소됨에 따라 증가되었는데, 관행과 비슷한 투광율을 보인 투광율 21.2% 처리구의 경우 토양수분함량이 18.9%에서 12.5%로 감소될 때까지 고온장애율은 완만히 증가되었으나 토양수분함량이 11.0%로 감소되면 고온장애율은 급격히 증가되었다. 투광율 24.8% 처리구에서는 토양수분함량이 18.9%에서 15.3%로 감소됨에 따라 고온장애율도 완만히 증가되었으나 토양수분함량이 12.5%로 감소되면 고온장애율은 급격히 증가되었다. 투광율 30.3% 처리구에서는 토양수분함량이 감소됨에 따라 고온장애율은 급격히 증가되는 특징을 보였는데, Lee *et al.* (2007b)도 광량이 증가되고 토양수분이 감소될수록 고온장애율은 뚜렷이 증가되며, 그 원인은 토양수분함량의 감소에 따른 증산작용의 억제와 엽온도의 상승 때문이라고 하였다.

투광량과 토양수분함량의 변화에 따른 주당근중과 3.3 m²(칸) 당 묘삼수량의 변화는 Fig. 2와 같다. 주당근중은 투광량이 증가되고 토양수분함량이 감소될수록 뚜렷이 감소되는 특

징을 보였다. 토양수분함량 18.9% 수준에서 주당근중은 투광량의 영향을 적게 받아 투광율 21.2%와 24.8% 처리간에 차이가 없었으며, 투광율 30.3% 처리에서만 약간 감소되었으나 유의적인 차이가 없었다. 그러나 토양수분함량 12.5%와 11.0% 수준에서 주당근중은 투광량의 영향을 많이 받아 투광량이 증가되면 주당근중도 뚜렷이 감소되어 투광량 처리수준 간에 뚜렷한 차이를 보였다.

묘삼수량은 투광량이 증가되고 토양수분함량이 감소될수록 뚜렷이 감소되었는데, 토양수분함량 18.9%와 15.3% 수준에서 묘삼수량은 투광율 21.2%와 24.8% 처리간에 유의적인 차이를 보였으나 투광량 24.8%와 30.3% 처리간에는 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 토양수분함량이 12.5%와 11.0% 수준으로 떨어지면 투광율 처리수준간에 뚜렷한 차이를 보였다. 토양수분과 인삼생육과의 관계를 보면 토양수분과 근수량은 유의한 정 상관을 보이며 (Park *et al.*, 1982), 포장용수량의 60~65% 수준에서 근수량이 가장 많았는데 (Lee *et al.*, 2007b; Lee *et al.*, 1982; Mok *et al.*, 1981; Nam *et al.*, 1980), 본 시험에서도 토양수분함량 18.9% (포장용수량의 63%)처리시 주당근중 및 묘삼수량이 가장 많았다.

투광율과 토양수분함량의 변화에 따른 적변율과 사용가능묘

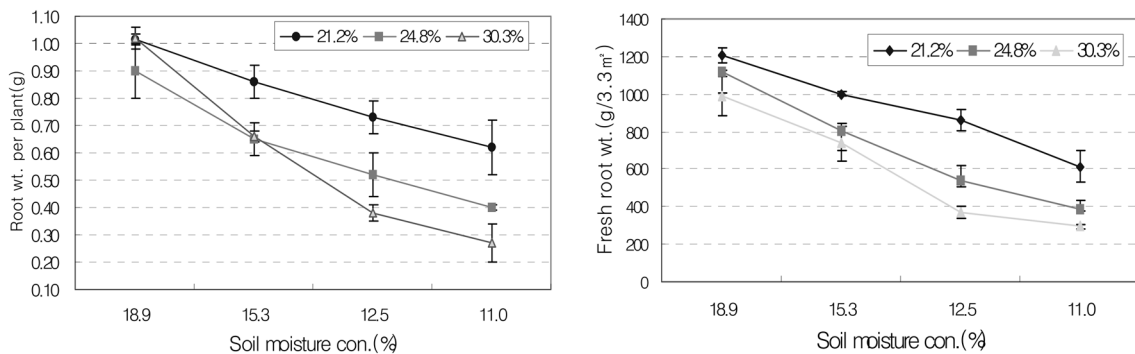


Fig. 2. Comparison of fresh root weight and root weight per plant by light transmission ratio and soil moisture content.

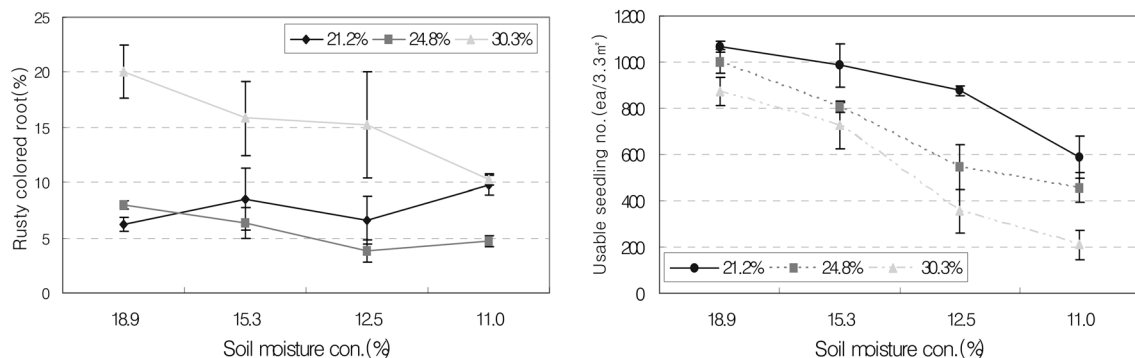


Fig. 3. Comparison of the number of usable seedling and the ratio of rusty colored root by light transmission ratio and soil moisture content.

삼수의 변화는 Fig. 3과 같다. 적변율은 투광율과 토양수분함량에 따라 일정한 경향을 보이지 않았으나 투광율이 높고 토양수분함량이 많을 때 증가되는 특징을 보였다. 투광율 24.8% 이하에서 적변율은 토양수분함량에 관계없이 10% 이하로 낮았으며, 토양수분함량의 감소에 따라 큰 변화를 보이지 않았다. 그러나 투광율이 30.3%로 높고 토양수분함량이 18.9%로 많을 때 적변율은 20%로 증가되었으며, 토양수분함량의 감소에 따라 적변율도 감소되었으나 반복간 변이가 심해 유의차를 보이지 않았다. 뿌리의 적변은 미숙 유기물 시용, 높은 토양염류농도 및 인산함량, 과습하거나 건조한 토양에서 토양미생물과의 상호작용에 의해 발생하는 생리장해 현상인데 (Park *et al.*, 2006; Reeleder *et al.*, 2006; Yang *et al.*, 1997), 본 실험에서 적변율은 토양수분함량의 변화에 따라 일정한 특징을 보이지 않은 것으로 보아 토양수분함량 이외의 다른 요인이 관련된 것으로 생각된다.

분발에 이식할 수 있는 사용가능묘삼수는 투광율이 증가되고 토양수분함량이 감소될수록 뚜렷이 감소되었는데, 투광율 21.2% 처리에서 사용가능묘삼수는 토양수분함량이 18.9%에서 12.5%로 낮아짐에 따라 완만히 감소되다가 토양수분함량이 11.0%로 낮아지면 크게 감소되는 특징을 보였다. 반면, 투광율 24.8%와 30.3% 처리에서는 토양수분함량의 감소에 따라 사용가능묘삼수도 급격히 감소되었다.

이상의 결과를 종합해 보면 토양수분함량이 적절한 조건 (포장용수량의 63%)에서는 관행 해가림보다 투광율이 증가되어도 묘삼 생육에는 영향이 적으나 토양수분이 부족한 조건 (포장용수량의 40% 이하)에서는 투광량이 증가되면 고온장해율이 현저히 증가되어 묘삼수량이 급격히 감소되는 특징을 보였다. 그러나 투광율이 감소될수록 고온장해는 적은 반면에 근비대가 억제되므로 우량묘삼 생산을 위해서는 적절한 투광율과 토양수분함량의 조절이 필요할 것으로 판단되었다.

적 요

비닐하우스 내에서 일평균 투광율을 21.2%, 24.8%, 30.3%와 같이 3수준으로, 토양수분을 11.0%, 12.5%, 15.3%, 18.9%와 같이 4수준으로 조절하여 묘삼의 생육 및 수량을 조사한 결과는 다음과 같다. 엽록소 함량은 투광율이 낮은 조건에서 토양수분함량의 감소에 따라 완만히 감소되었으나 투광량이 높은 조건에서 토양수분함량이 낮아지면 엽록소 함량은 현저히 감소되었다. 고온장해율은 투광율이 낮은 조건에서 토양수분함량이 11.0%처럼 매우 낮을 때에만 현저히 증가되었지만 투광량이 높은 조건에서는 토양수분함량의 감소에 따라 고온장해율은 급격히 증가되었다. 3.3 m²(칸)당 생근중, 주당 생근중 및 사용가능묘삼수는 투광율이 증가되고 토양수분함량이 감소될수록 뚜렷이 감소되었는데, 토양수분함량이 적절한 조건(18.9%)

에서는 투광율이 증가되어도 묘삼수량의 감소는 적었으나 토양수분함량이 부족한 조건에서는 투광율이 증가될수록 묘삼수량은 현저히 감소되었다. 적변율은 투광율이 높고 토양수분함량이 많을 때 현저히 증가되었는데, 투광율이 높은 조건에서 토양수분함량이 감소되면 적변율도 차차 감소되었으며, 투광율이 낮은 조건에서 적변율은 토양수분함량에 따라 큰 변화를 보이지 않았다.

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 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, 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. 27(2):175-181.
- Lee SW, Cha SW, Hyun DY, Kim YC, Kang SW, Seong NS (2006) Effect of furrow directions on growth characteristics and yield in 2, 3-year-old ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). Korean J. Medicinal Crop Sci. 14(4):221-224.
- Lee SW, Kim GS, Lee MJ, Hyun DY, Park CG, Park HK, Cha SW (2007a) Effect of blue and yellow polyethylene shading net on growth characteristics and ginsenoside contents in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean J. Medicinal Crop Sci. 15(3):194-198.
- Lee SW, Hyun DY, Park CG, Kim TS, Yeon BY, Kim CG, Cha SW (2007b) Effect of soil moisture content on photosynthesis and yield of *Panax ginseng* C. A. Meyer Seedling. Korean J. Medicinal Crop Sci. 15(6):367-370.
- 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.
- Park HW, Lim TY, Choi CH, Choi JE (2006) Factors and cause of rusty-ginseng occurrence. Korean J. Crop Sci. 51(5):396-400.
- Reeleder RD, Hoke SMT, Zhang Y (2006) Rusted root of ginseng (*Panax quinquefolius*) is caused by a species of *Rhizocercosporidium*. 2006. Canadian J. of Plant Pathology 96(11):1243-1254.
- 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.