Resour Sci Res, 2023, 5(2):96-101
https://doi.org/10.52346/rsr.2023.5.2.96

자원과학연구 (Resources Science Research)
pISSN: 2713-7872 eISSN: 2799-3442

ARTICLE

인삼의 해가림 전주높이에 따른 광합성속도와 그 관련형질의 변화

이 충 렬*

혜전대학교 농축산식품융합과

Changes on Photosynthesis and Its Related Trait according to Front Pole Height of Ginseng (*Panax ginseng* C.A.Meyer)

Chung-Yeol Lee*

Department of Agricultural and Food Convergence Hyejeon College, Hongseong 32244, Korea

Received: December 13, 2023
Revised: December 26 2023
Accepted: December 26 2023

*Corresponding author :
Chung-Yeol Lee
Department of Agricultural and Food Convergence Hyejeon College, Hongseong 32244, Korea.
Tel : +82-41-630-5215
E-mail : cylee@hj.ac.kr

Copyright © 2023 Resources Science Research Institute, Kongju National University. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ORCID
Chung-Yeol Lee
https://orcid.org/0009-0003-5393-1271

Abstract

This study was researched characteristics of plant and photosynthesis with different growing stage according to shade material. The net photosynthetic rate was increased as the PAR(photosynthetically action radiation) was increased and reached maximum at the 400μmol/m^2/s of PAR in all of leaves. Photosynthetic rate was a little lower in shade plate than shade net after noon but much higher before noon resulting in higher total photosynthesis in shade plate. Photosynthetic rate was hightest in 170cm front pole height especially before noon and in the middle growth stage, and decreased and little difference afternoon and in the late stage of growth.

Keywords

Front pole height , Ginseng, Photosynthesis, Stomatal conductance, Transpiration

Ⅰ. 서 론

고려인삼(*Panax ginseng* C.A.Meyer)은 오가과(Araliaceae)에 속하는 다년생 숙근초로서, 예로부터 신비의 영약으로 애용되어 왔고, 각종 질병의 예방과 치료에 탁월한 효과가 있다는 약리효능면에서 우수성을 인정받고 있는 생약이다. 최근, 무병장수를 열망하는 우리 인간은 높은 경제성장과 국민소득 수준의 향상에 따라 건강에 관한 관심도가 날로 증가함에 따라 건강식품으로 각광을 받고 있어 인삼 소비량은 해마다 높아지고 있는 경향이다. 이로 인하여 인삼재배가 1122년부터 소규모의 면적으로 시도된 이래 재배면적이 날로 향상되고 있는 실정이나, 단위면적당 생산량은 아직도 과거 수준에 머물러 있으며, 매년 불안정한 생산으로 재배농가에서는 많은 어려움을 안고 있어 안정적 생산량 확보 및 증수를 위한 기술개발이 매우 시급한 형편이다. 이를 위해 그동안 인삼의 생리적 기능의 연구가 이루어져 왔지만(Akita 1968, Kwon 2000, Park 1986), 아직도 단기·다수확재배기술의 개발이 매우 미흡할 뿐만 아니라, 대량의 농약살포 및 고투입생산비 기술로 인하여 오히려 농약잔류의 심각성, 고생산비 등의 문제점을 야기시켜 외국산 무농약 청정삼과 저가의 중국삼에 경쟁력이 악화하게 되어 고려인삼 산업이 위기에 처해 있기 때문에 이를 개선하기 위한 재배기술 개발이 절실하게 요구되고 있다.

인삼의 재배환경을 살펴보면 반음지 및 음지에서 잘 자라며 고온, 고광조건에 약하여 일반 식물과는 다르기 때문에 인위적으로 해가림시설을 만들어 반음지조건에서 재배해야 한다.

해가림시설의 반음지조건은 재배지역의 기상조건, 해가림재료 및 구조에 따라 광자량, 온도 등 재배환경을 크게 변화시키므로 인삼의 생육 및 광합성도 큰 차이를 가져온다. 특히, 인삼의 생육 및 수량에 밀접한 관계를 가지고 있는 광합성은 잎의 수분함량, 체내 성분 등과 같은 잎의 내부조건에

따라 많은 차이를 가져올 뿐만 아니라, 광량, 온도, CO_2농도 등과 같은 미기상도 체내 조건과 마찬가지로 크게 광합성작용을 지배하고 있다. 미기상 중 태양광선은 모든 식물의 대사작용과 생장에 필요한 궁극적인 에너지원이며, 광합성을 통해 광에너지는 식물체 내에 고정된다. 따라서, 광은 광합성을 위한 에너지 제공과 함께 온도, 습도, 강수량 등 작물군락의 무기환경에 변화를 초래하여 작물의 생장 및 대사작용에 직·간접적으로 영향을 미친다. 또한, 잎의 기공폐쇄에 영향을 미쳐 체내의 수분증산과 이에 따른 Potential의 구배를 유도하여 수분과 양분의 흡수와 이동을 유도하는 궁극적인 동기를 제공한다. 맑은 날 한낮에 지표면에서의 광량은 대략 2,000E$\mu m^{-2}s^{-1}$를 보이지만, 이들 값은 시간, 계절, 기상, 수광면의 경사 방향 및 경사도 등에 따라서 상당한 차이를 보인다. 또한, 작물의 군락 내에 투입되는 광량은 군락을 구성하고 있는 작물의 품종, 재식밀도, 파종량, 잎의 형태 등 다양한 요인의 영향을 받으면서 시간 및 공간적으로 끊임없이 변하고 있다.

음지성인 인삼은 보통 식물에 비하여 광에 대하여 민감한 식물로 알려져 있어 광량의 조절이 인삼의 생육에 지대한 영향을 미친다. 광량이 3,000 lux 이하로 낮을 경우, 근의 비대가 저조해지며, 광량이 반대로 과다하면, 엽록소의 분해로 잎의 기능이 저하되고 조기낙엽의 원인이 되어 수량 감소를 가져온다고 보고되어 있다(Cheon 1991, Clees 1964, Kim 1964), 인삼생육의 최적광도는 자 전 광량의 8% 정도로 알려져 있어 보통 3,000~4,000 lux가 인삼생육의 최적광도라고 보고하고 있다(Lee 1980, Kim 1999).

인삼의 광포화점은 온도와도 밀접한 관계를 가지고 있어 낮은 온도에서 광포화점은 높아져 보통 22,000 lux로 보고되어 있으며, 광합성속도의 최적 광(자)량은 온도에 따라 변화하여 15~20℃에서는 11,000lux이며, 25℃에서는 9,500 lux가 최적인 것으로 알려져 있다(Kwon 2000). 농업에 따라서, 과거 인삼재배법에서 6월 중까지 죽조림에 의한 입사광의 조절은 기온을 비교적 낮은 상태로 유지하면서 수광량을 높이는 독특한 재배양식이며, 이랑의 방향을 정동에서 20~30°남쪽으로 치우치게 하는 것은 기온이 낮은 아침과 봄의 태양광선을 전체 받을 수 있도록 하고, 한낮과 여름은 직사광을 일복으로 차단하여 일복내 온도를 낮추기 위한 수단으로 보여진다. 이와 같은 이유는 온도가 높아질수록 인삼 잎의 광합성속도가 낮아지기 때문인 것으로 많은 연구가 이루어져 있다(Barrs 1968, Blackman 1956)

그러나, 인삼 잎의 aging에 따른 광합성속도의 변화 및 그 조절기구와 인삼생육을 좌우시키는 관련형질 및 그들간의 상호연관성에 대하여는 전혀 연구된 바가 없으며, 매우 미흡한 실정에 있다. 또한, 동일한 잎을 이용하여 전 생육기간에 추적 · 조사한 연구는 거의 찾아보기 힘든 형편이다.

따라서, 본 연구는 인삼의 해가림 전주이에 따라 인삼의 개엽에 대한 광합성 능력 특성과 그와 관련된 형질을 생육시기별로 광합성속도의 변화와 광(자)량의 요구도 및 관련형질 간의 상호연관성을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

인삼재배지는 예정지 관리과정을 거치고, 썩은 퇴비(인삼용)를 3,000kg/10a의 수준으로 전면에 고루 뿌리고 로타리로 뒤섞고 두둑과 이랑을 준비하였다. 이랑과 두둑의 폭은 각각 90cm로 하고, 두둑높이는 30cm로 하였다. 두둑방향은 동서방향에서 남으로 20도의 편각을 두어 정하였다. 정식은 3월 29~30일 처리내용에 따라 수행하였다.

차광재료는 비누수 차광판(RCLR), 재료를 이용하여 차광높이의 처리는 비누수 광반사 차광판(RCLR) 시험구에서 실시하였는데, 전주높이를 140, 150, 160, 170cm로 다르게 처리하였고, 후주높이는 100cm로 동일하게 하였다.

조사는 3년생의 인삼을 이용하여 생육시기별로 광합성속도 및 증산작용, 기공전도도 등을 측정하였다. 측정대상 잎은 정상적으로 생육한 개체를 선별하여 완전전개한 잎을 이용하여 3반복으로 전생육기간 동안 동일한 잎을 추적, 조사하였다. 측정방법으로서는 광합성속도, 증산작용, 기공전도도, 세

포간극내 이산화탄소는 LI-6400 휴대용 광합성측정장치를 이용하여 측정하였고, 광량에 따른 광합성속도의 변화는 LI 6400-02 LED의 인공광선을 이용하여 0, 100, 300, 500, 700, 1,000, 1,500 $\mu molm^{-2}s^{-1}$의 광량을 인위적으로 조절하여 측정하였고, 인삼포의 자연광하에서는 자연광 쳄버를 이용하여 측정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

광합성속도의 일변화

차광판 일복재료에서 전주높이별 인삼의 광합성속도의 일 변화는 그림 1과 같다. 모든 전주높이에서 인삼의 광합성속도는 오전 이른 시간에 높고, 오후로 시간이 경과함에 따라 저하하는 경향을 보였다. 이는 일복재료에 따른 광합성속도에서 검토한 바와 같은 경향을 보였다. 또한, 전주높이별로 보면 170cm에서 광합성속도는 6월 6일, 7월 4일, 7월 21일 모두 높은 것으로 보였다. 생육시기별로 보면, 6월 6일과 7월 4일 및 7월 21일에서는 큰 변화를 나타내지 않았으나, 9월 24일에서는 현저하게 저하하였다. 이와 같은 결과는 박훈 등(Park 1986, Yang 1989)과 동일한 결과를 얻었으며, 이는 인삼잎의 노화에 의해 광합성이 감소하는 것으로 사료된다.

기공전도도의 일 변화

전주높이별 기공전도도의 일 변화를 측정한 결과를 그림 2에 나타내었다. 그림 1에서 보는 바와 같이 모든 측정시기에서 오전에 기공전도도가 높고 오후로 갈수록 저하하는 경향을 나타내었다. 또한, 전주높이에 따라 살펴보면 170cm가 가장 높은 기공전도도를 보였다. 생육시기에 따른 변화는 광합성속도와 거의 비슷한 경향을 나타내었다.

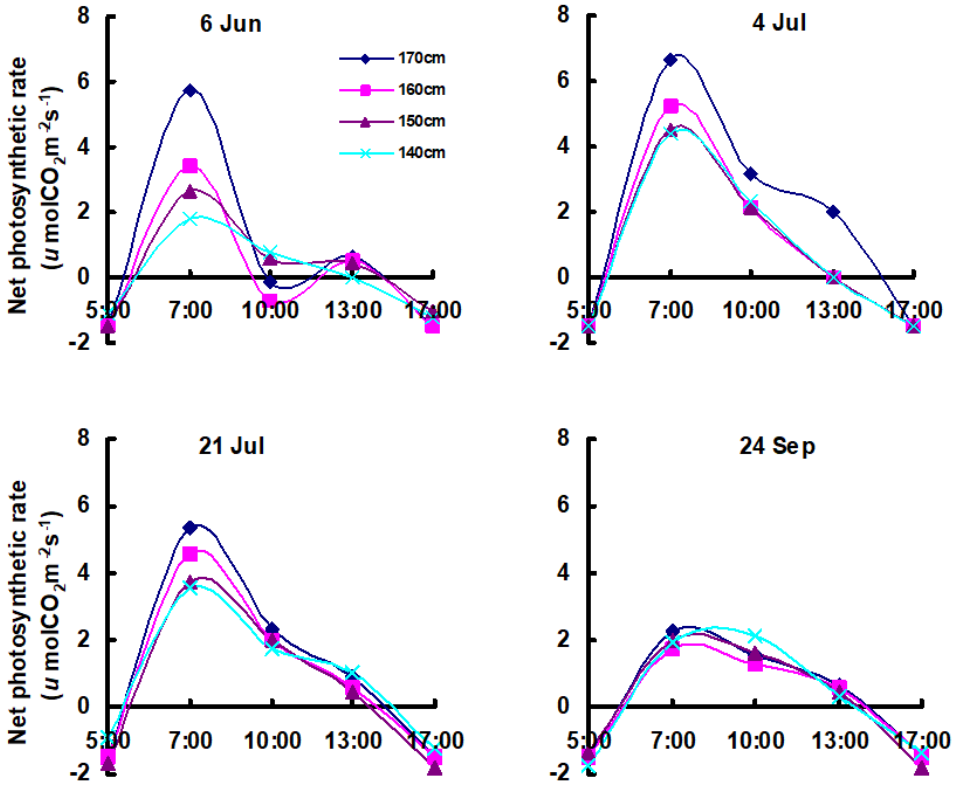

Fig. 1. Diurnal changes of net photosynthetic rate with different growth stage.

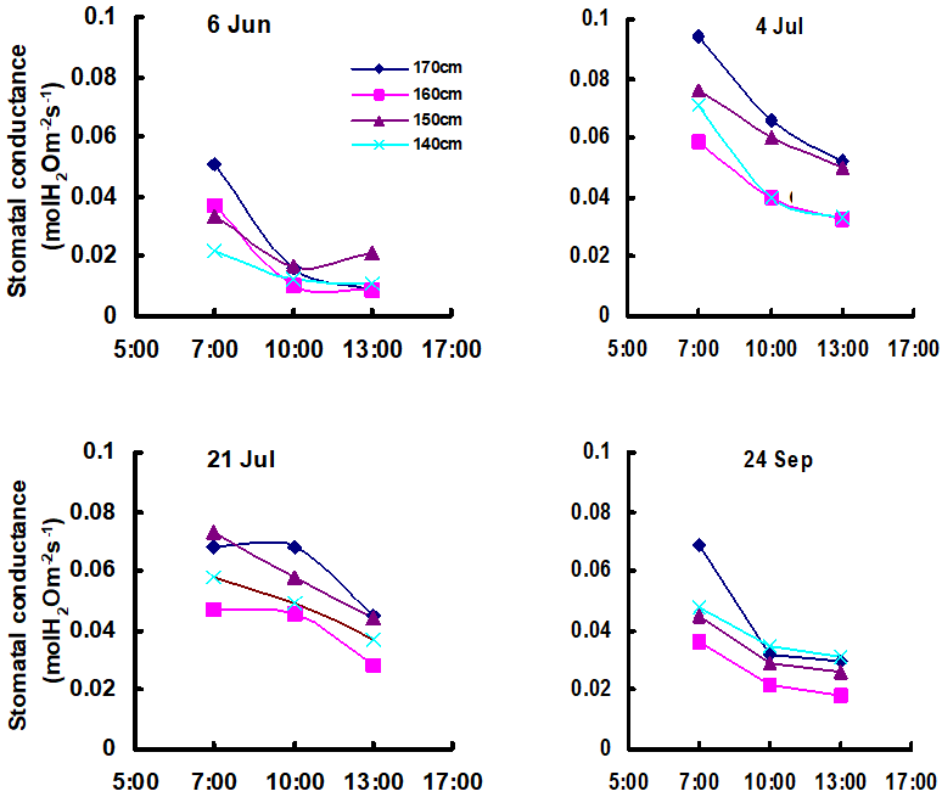

Fig. 2. Diurnal changes of stomatal conductance with different growth stage.

전주높이별 생육시기에 따른 오전, 오후의 광합성속도 변화

전 생육기간동안에 있어서 전주높이별 오전, 오후의 광합성속도의 변화를 보면, 그림 3과 같다. 모든 전주높이에 공히 광합성속도는 전 생육시기에 오전이 오후에 비하여 현저하게 높은 경향이었다. 또한, 오전의 광합성속도는 모든 일복높이에서 생육이 진행됨에 따라 서서히 감소하는 경향을 보였으며, 오후의 광합성속도에서는 일복높이에 따라 큰 차이를 나타나지 않았으며, 오전에 비하여 현저하게 낮은 광합성속도를 보였다.

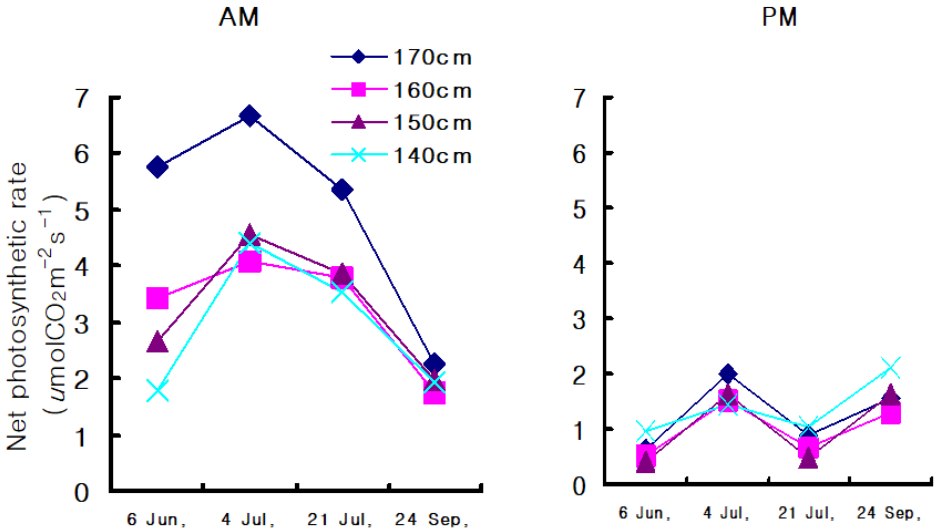

Fig. 3. Changes of net photosynthetic rate according to growth stage at different materials.

전주높이별로 보면 오전의 광합성에서는 모든 생육시기에서 170cm의 일복높이가 현저하게 높은 경향이었고, 6월 6일에서는 170cm의 광합성속도는 5.8μmolCO$_2$m^{-2}s^{-1}로 가장 높았으며, 그 다음은 160cm로 3.4이었으며, 150cm는 2.6, 140cm는 1.8로 가장 낮은 경향이었다. 그러나, 오후의 광합성속도는 전주높이에 따라 큰 차이가 나타나지 않았다. 이것은 오후의 이전의 차광재에 따른 광합성과 같은 경향으로 온도가 광합성에 제한요인으로 작용한 것으로 사료된다.

광(자)량과 광합성속도와의 관계

전주높이별 광량과 광합성속도와의 관계를 그림 4와 같이 오전, 오후로 구분하여 나타내었다. 오전의 광량과 광합성속도와의 관계는 2차 곡선회귀식 $y = -1E-05x^2 + 0.015x + 1.4851$로 고도의 유의성이 인정되었고, 광량이 증가할수록 광합성속도가 증가하다가, 800μmolm^{-2}s^{-1}의 부근에서 최고치로 도달한 후 그 이상의 광량에서는 저하하는 경향을 보였다.

전주높이별로 그 분포를 살펴보면, 170cm가 높은 광합성속도에 분포되어 있으며, 그 다음은 160cm이 높은 경향을 보여 이른 오전시간의 광합성속도는 광량과 밀접한 관계가 있는 것으로 사료된다. 한편, 오후에서의 양자간의 관계는 직선적인 관계로 보이나, 그 범위가 오전에 비하여 현저하게 낮은 경향이었다.

Ⅳ. 요 약

인삼의 해가림 전주높이가 광합성작용 및 그 관련형질에 미치는 영향을 밝히기 위하여 인삼을 이랑너비 90cm, 두둑높이 30cm이식한 후 정상적으로 생육한 개체를 선발하여 완전전개한 잎을 LI-6400 휴대용광합성측정장치를 이용하여 광합성속도를 측정하였고, LI 6400-02 LED의 인공광선으로 광 강도를 0, 100, 300, 500, 700, 1,000, 1,500μmolm^{-2}s^{-1}으로 조절하면서 광 강도별 광합성속도의 변화를 측정하였다. 또한, 광합성속도의 측정이 완료된 후 잎의 엽록소함량을 SPAD값으로 측정하였다.

전주높이별 생육시기에 따른 광합성속도의 변화는 7월 4일 이후부터 모든 처리구의 광합성속도가 감소하였고, 전주높이 170cm가 전 생육기간 중 가장 높은 광합성속도를 보였다. 그러나, 오후의 광합

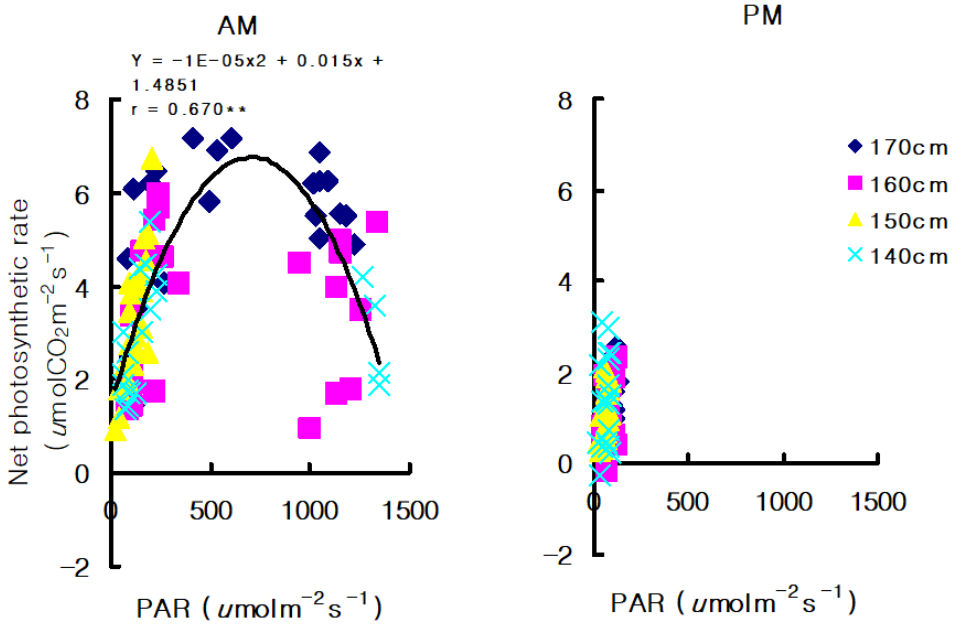

Fig. 4. Relationship between PAR and net photosynthetic rate.

성속도는 전 생육기간 중 낮은 광합성속도를 나타내어서 생육시기별 처리간 차이가 인정되지 않았다. 전주높이에 따른 광량과 광합성속도와의 관계는 오전의 경우 2차 곡선회귀식으로 고도의 유의성이 인정되어 광량의 증가에 따라 광합성속도도 증가하였고, 800μmolm^{-2}s^{-1}의 부근에서 최고의 광합성속도를 보였다. 또한, 오후의 양자간에는 1차 직선적인 관계로 나타났으나, 그 범위가 오전에 비하여 현저하게 낮았다.

Ⅴ. 참고문헌

1. Akita, S., Murata, Y. and Miyasake A. 1968. On light-photosynthesis curves of rice leaves. Proc Crop Sci Soc 37:680-684.
2. Barrs, H.D. 1968. Effect of cyclic variations in gas exchange under constant environmental conditions on the ratio transpiration to net photosynthesis Physiol Plant 21:918-929.
3. Blackman, G.E. 1956. In Growth of Leaves editted by Milthoepe 151-169.
4. Cheon SG, Mok SK. 1991. Effects of light inensity and quality on the growth and quality of Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) I. Effects of light intensity on the growth and yield of ginseng plants. J Ginseng Res 15:21-30.
5. Cheon SG, Mok SK. 1991. Effects of light intensity and quality on the growth and quality of Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) II. Relationship between light intensity and planting density. J Ginseng Res 15:31-35.
6. Cheon SG, Mok SK. 1991. Effect of light intensity and quality on the growth and quality of Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) III. Effects of light intensity on the quality of ginseng plant. J Ginseng Res 15:144-151.
7. Clees Cooper, Mickey Qualls. 1967. Morphology and chorophyll content of shade and sun leaves of two legumes. Crop Sci 7:672.
8. Kim, J.H. 1964. Factor affecting the received light intensity of ginseng plant(*Panax ginseng*). J Nat Acad Sci 5:1.
9. Kim, S.H, Kim, D.H, Lee, T.H. 1999. Herbal and pharmacological effects of ginseng radix and strategy for future research. J Ginseng Res 23:21-37.
10. Kwon WS, Lee MG, Choi KT. 2000. Breeding process and characteristics of yunpoong, a new variety of *Panax ginseng* C.A. Meyer. J Ginseng Res 24:1-7.
11. Lee JC. 1988. Photosynthesis rate of American ginseng under the different monochromatic light. J Ginseng Res 12:87-91.
12. Lee JC, Chen SG, 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). Korean J Crop Sci 25:91-98.
13. Park, J.L. and Shotwell, K.M. (1989) Diseases of cultivated ginseng. Univ. Wisconsin Extension, Madison, WI. 16.
14. Park H, Lee MG. 1986. Photosynthesis and respiration of ginseng leaf and root in relation to senescence of aerial part. J Ginseng Res 10:180-186.
15. Yang DJ, Lee SS, Kim YT. 1982. Effect of fruits removal on the photosynthesis and the groth of ginseng plant. J Ginseng Res 6:1-10.