

지역별, 연령별 산양삼의 광합성특성에 관한 연구

서세명¹ · 우수영^{1*} · 이동섭²

¹서울시립대학교 환경원예학과, ²상주대학교 산림환경자원학과

A Study on the Photosynthetic Rates of *Panax ginseng* in the Different Age and Provinces

Seo Se Myung¹, Su-Young Woo^{1*} and Dong-Sup Lee²

¹Department of Environmental Horticulture, University of Seoul, Seoul 130-743, Korea

²Department of Forest Resources and Environment, Sangju National University, Sangju 742-711, Korea

요약: 연구지는 6지역의 우수재배지역을 선정하여 기존에 재배활동을 하던 곳을 대상으로 조사하였다. 홍천, 상주, 진안, 풍기, 함양 그리고 상주인근의 발인삼 재배지역을 조사지역으로 선정하였다. 각 지역별로 20m×20m의 방형구를 선정하여 조사하였다. 월평균 기온은 산지인삼이 생육을 시작하는 5, 6월에는 상주지역의 온도가 가장 높았다. 그러나 7월과 8월의 온도는 함양과 홍천지역에서 가장 높은 것으로 나타났다. 홍천지역의 강수량은 생육과 관련 있는 6, 7월 무렵에도 다른 지역보다 높은 것을 알 수 있다. 풍기지역의 일사량은 5월과 6월이 다른 지역보다 높은 것을 알 수 있다. 모든 지역에서 광합성능력은 연령이 낮을수록 높은 경향을 보였다.

Abstract: Six research areas - Hongcheon, Sangju, Jinan, Punggi, Hamyang and aricultural ginseng field near Sangju- were selected to compare microenvironments and photosynthetic capacity. Monthly mean temperature, precipitation and number of hours of clean days have to be identified because these factors are strongly related to the growth and photosynthesis of forest ginseng. Generally, monthly mean temperature in Sangju was highest at June. Monthly mean precipitation in Hongcheon was higher than other areas. In addition, numbers of clean days in Punggi were highest on May and June. Obviously, photosynthetic capacity of younger age class of forest ginseng grown in every 5 places are getting decreasing when forest ginseng becoming olds.

Key words : Forest ginseng, microenvironments, photosynthesis

서 론

인삼을 산지에 도입해서 생육하는 것은 여러 해 동안 시행착오를 거쳐서 시도되고 있다. 산지는 울창한 임관으로 인한 낮은 광량으로 음지성 식물이 생육하기에는 최적의 장소라고 할 수 있다. 최근에는 많은 농가에서 인삼을 산지로 이동하여 재배하는 경향이 점점 늘어나고 있는 추세다.

산양삼에 대한 연구는 현장 접근의 어려움, 실험샘플을 얻기 어렵다는 여러 가지 이유에서 최적의 생육재배 환경이 무엇인지, 생리, 생태적인 특징이 어떠한지, 어떠한 환경이 가장 약리적인 성분을 최대로 할 수 있는 것인지 연구결과가 부족한 실정이다. 지금까지 산양삼의 재배특성이나 생태적인 특징에 대한 연구는 별로 없는

것이 사실이다. 지금까지 산양삼의 생육은 활엽수림에서 생장한 산양삼이 침엽수나 혼효림의 것보다 약간 좋은 것은 보고되고 있다(우수영과 이동섭, 2002). 더욱이 산양삼의 생리적인 특성 가운데 광합성특성이 재배환경에 따라서 얼마나 달라지는지 보고된 것이 적다. 지금까지 참나무임분에서 생육한 산양삼의 광합성능력이 침엽수나 혼효림에서 생육한 산양삼의 광합성능력이 약간 높은 것으로 보고되고 있다(Woo et al., 2004).

광합성특성은 물질생산량이나 약리성분에 많은 영향을 준다(Kimmins, 2004; Kozlowski and Pallardy, 1997). 광합성을 통해서 지상부의 물질생산량이 많아지고 이들 축적물이 지하부인 뿌리로 이동하여 물질축적에 영향을 주기 때문에 광합성특성은 식물의 생육에 따라서 달라지며 그 양이 얼마나 되는지는 생리, 생태적인 측면에서 가장 중요한 기초자료라고 할 수 있을 것이다(Kimmins, 2004; Oliver and Larson, 1996). 산지인삼, 밭 재배인삼은 다른

*Corresponding author
E-mail: wsy@uos.ac.kr

생육조건을 가지고 있다. 그렇기 때문에 이들은 항암작용, 피로회복, 조혈작용, 당뇨억제, 혈압조절, 간 보호기능, 질병에 대한 저항성 강화 등 약리작용은 비슷하게 나타내지만 역가에 있어서 차이를 나타내고 있다(한영채, 1981).

그러나 현재 일부 농민들이 산림내에서 재배하고 있는 산지인삼은 아직 원시적이고 농민 개인의 경험에 의존하는 범위를 벗어나지 못하고 있다. 이에 산지인삼의 생육환경, 임목과의 관계, 토양조건, 재배기술 등에 대한 과학적이고 체계적인 정립이 필요하다(한상섭과 전성렬, 2006; 임병욱 등, 2006; 우수영과 이동섭, 2002; 우수영 등, 2002; 농림부, 1998; 산림청, 1993; 1995a, b; 1996; 1997). 특히 최근에는 국산과 외국산의 식별기술개발에 대한 연구도 진행되고 있다 (최명섭, 2006).

이 연구의 목적은 임간의 산지인삼의 생육 기초 자료를 확보하는 것이고 이를 위해서 홍천, 상주, 풍기, 진안, 함양, 비교를 위해서 밭 재배인삼이 생육하는 6지역의 산양삼 재배지와 밭인삼재배지를 찾아서 광합성특징을 비교 분석하는 것이다. 이를 토대로 어느 지역의 광합성특징이 생육과 관련이 있어서 어떤 환경이 가장 이상적인 생육 최적 조건인지를 규명하는 것이다.

재료 및 방법

1. 연구지 위치

홍천, 상주, 풍기, 진안, 함양 그리고 상주인근의 밭인삼 재배지역을 연구지역으로 선택했다. 이 5지역의 연구단지는 오래전부터 해마다 산지인삼 종자를 파종하여 관리하

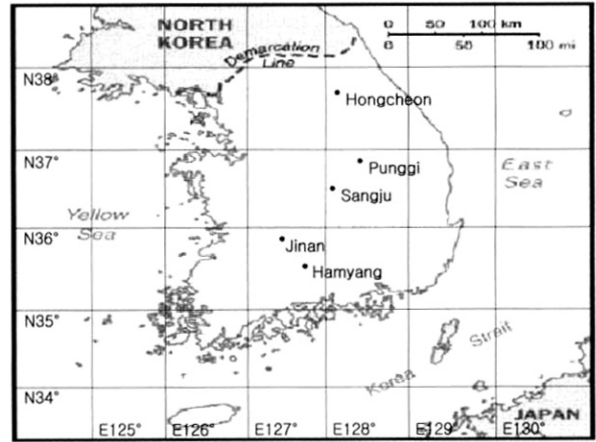


Figure 1. Location of study area.

고 있기 때문에 환경변이를 최소화 하는 지역을 선택했다 (Figure 1).

2. 기상자료

6 지역의 기후는 각 지역 기상측후소의 기상자료를 월마다 평균하여 정리하였다(기상청, 2007). 월평균 온도, 월평균강수량, 월평균일사량을 조사하였다(Figure 2, 3, 4).

3. 광합성 능력

산지인삼의 광합성능력(net photosynthesis; 순광합성량 (A_n))은 Li-6400 portable photosynthesis system(Li-cor Inc., USA)를 이용해서 측정하였다. 잎이 개엽이 되어서 가장 크게 생육한 개체를 대상으로 5반복하여 측정하였다. 순 광합성량은 다음과 같은 식으로 계산하였다.

Table 1. Location condition of research site.

Plot	Main species	Slope (°)	Direction	Soil hardness (kg/cm ²)	Texture*	Average of trees	
						D.B.H (cm)	Height (m)
Jinan 1	<i>Larix leptolepis</i>	25	N	19	SL	20	18
	<i>Larix leptolepis</i>	20	N	16	SL	19	21
	<i>Larix leptolepis</i>	15	E	15	LS	31	16
Sangju 1	<i>Pinus rigida</i>	35	N	13	LS	25	15
	<i>Pinus rigida</i>	25	NW	16	LS	28	17
	<i>Pinus rigida</i>	20	E	20	SL	25	16
Punggi 1	<i>Pinus densiflora</i>	25	N	18	LS	14	9
	<i>Pinus densiflora</i>	28	NW	13	SL	20	14
	<i>Pinus densiflora</i>	35	NE	16	SL	18	10
Hongcheon 1	<i>Quercus mongolica</i>	30	NW	29	LS	25	15
	<i>Quercus mongolica</i>	10	NW	11	L	35	17
	<i>Quercus mongolica</i>	20	NW	16	LS	20	17
Hamyang 1	<i>Quercus mongolica</i>	25	NW	16	L	11	11
	<i>Quercus mongolica</i>	20	NE	17	Lic	18	13
	<i>Quercus mongolica</i>	25	NW	16	L	12	10

*SL:sand loam soil, LS:loam sand soil, S:Sand soil, L:loamy soil, Lic:clay soil

$$A_n = \frac{u_e(c_e - c_c)}{100s} - c_c E$$

A_n ; Net Photosynthesis ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), u_e ; mole flow rate of air entering the leaf chamber ($\mu\text{mol s}^{-1}$), c_c ; mole fraction of CO_2 in the leaf chamber ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ air}$), c_e ; mole fraction of CO_2 entering in the leaf chamber ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ air}$), s ; leaf area (cm^2), E ; transpiration ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

결과 및 고찰

1. 연구지 개황

연구지는 6지역의 우수재배지역을 선정하여 기존에 재배활동을 하던 곳을 대상으로 조사하였다. 홍천, 상주, 진안, 풍기, 함양 그리고 상주인근의 발인삼 재배지역을 조사지역으로 선정하였다. 각 지역의 환경특성은 Table 1에 정리되었다. 각 지역별로 20 m×20 m의 방형구를 선정하여 조사하였다. 그리고 한 지역에서 3반복을 하여 조사하였다. 진안지역은 주요 수종이 일본잎갈나무이고 약 20° 정도의 경사도를 가진다. 상주지역은 리기다소나무가 주요수종이며 경사도는 약 25° 정도였다. 풍기지역의 주 수종은 소나무였고 약 30° 정도의 경사를 보였다. 홍천지역은 신갈나무가 주요수종이었고 경사도는 약 20° 정도였다. 함양지역의 주요수종은 신갈나무였고 약 25° 정도의 경사도를 가졌다. 각 지역의 토성은 sandy loam, loam sand, sand, loamy, clay 등 다양한 토성을 가졌다.

2. 연구지 기상

월평균기온은 8월에 모든 지역에서 가장 높은 것으로 나타났고 가장 낮은 평균온도는 1월에 나타났다(Figure 2). 지역별로는 산지인삼이 생육을 시작하는 5, 6월에는 상주 지역의 온도가 가장 높았다. 그러나 7월과 8월의 온도는 함양과 홍천지역에서 가장 높은 것으로 나타났다.

월평균강수량은 2006년의 경우 홍천지역의 7월 평균 강수량이 가장 높은 것으로 나타났다. 풍기, 함양, 상주, 진안의 순서로 강수량이 낮아지는 경향을 보였다(Figure 3). 홍천지역의 강수량은 생육이 시작되는 6월 무렵에도 가장 높아 다른 지역보다 높은 것을 알 수 있다.

월평균 일조시간은 2006년의 경우 7월이 가장 낮은 것으로 나타났다(Figure 4). 이것은 7월의 강수량이 많은 것과 반대의 현상을 보인다. 풍기지역의 일조량이 다른 지역에 비해서 높은 것을 알 수 있다. 특히 5월과 6월의 일조시간이 풍기지역이 높은 것을 알 수 있다.

3. 지역별, 연령별 광합성능력 비교

6지역의 다른 지역별 광합성능력의 변화는 다음과 같이 조사되었다(Figure 5). 지역은 상주, 풍기, 진안, 홍천, 함양 그리고 발 재배인삼의 경우를 조사비교 하였다. 상주 지역 산지인삼의 광합성능력은 350-400 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도의 광도에서 광포화점을 이루었다. 이것은 낙엽송과 신갈나무에서 재배한 산양삼의 연구결과와 비슷한 것이다 (한상섭과 전성렬, 2006). 특히 상주지역의 재배지는 참나무가 주종을 이루는 임상이어서 상층임관과 광합성능력과

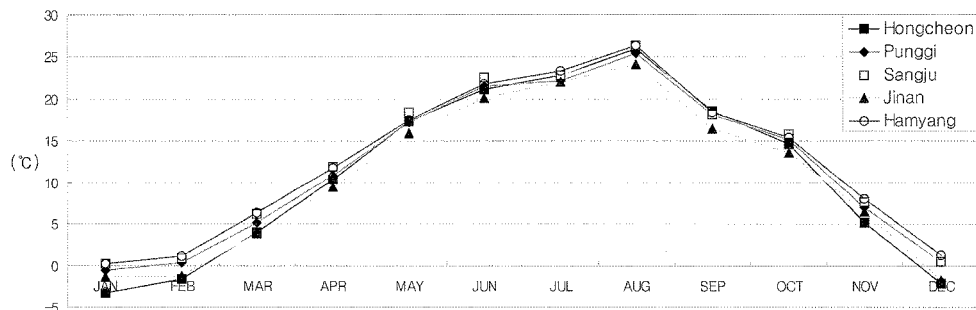


Figure 2. Average mean temperature of research area in this study.

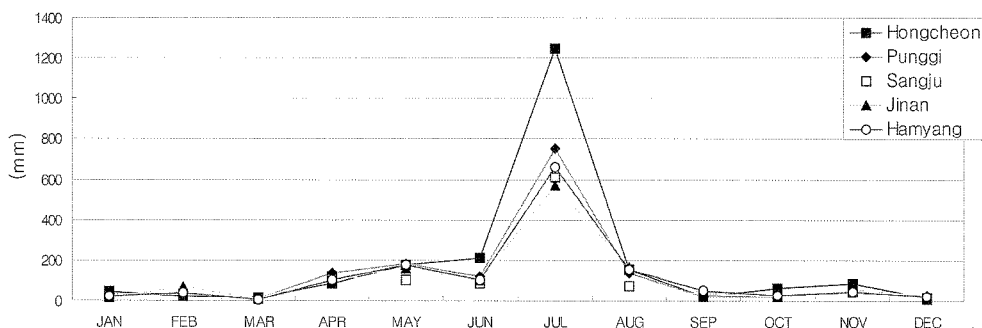


Figure 3. Average mean precipitation of research area in this study.

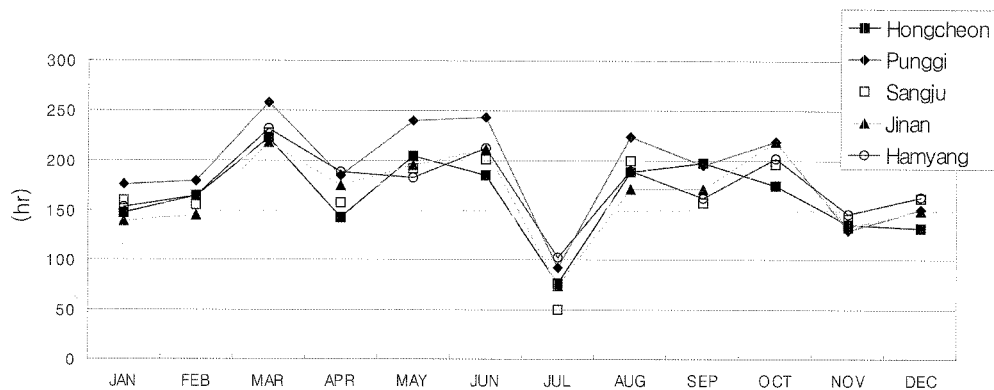


Figure 4. Average mean hours of clean day of research area in this study.

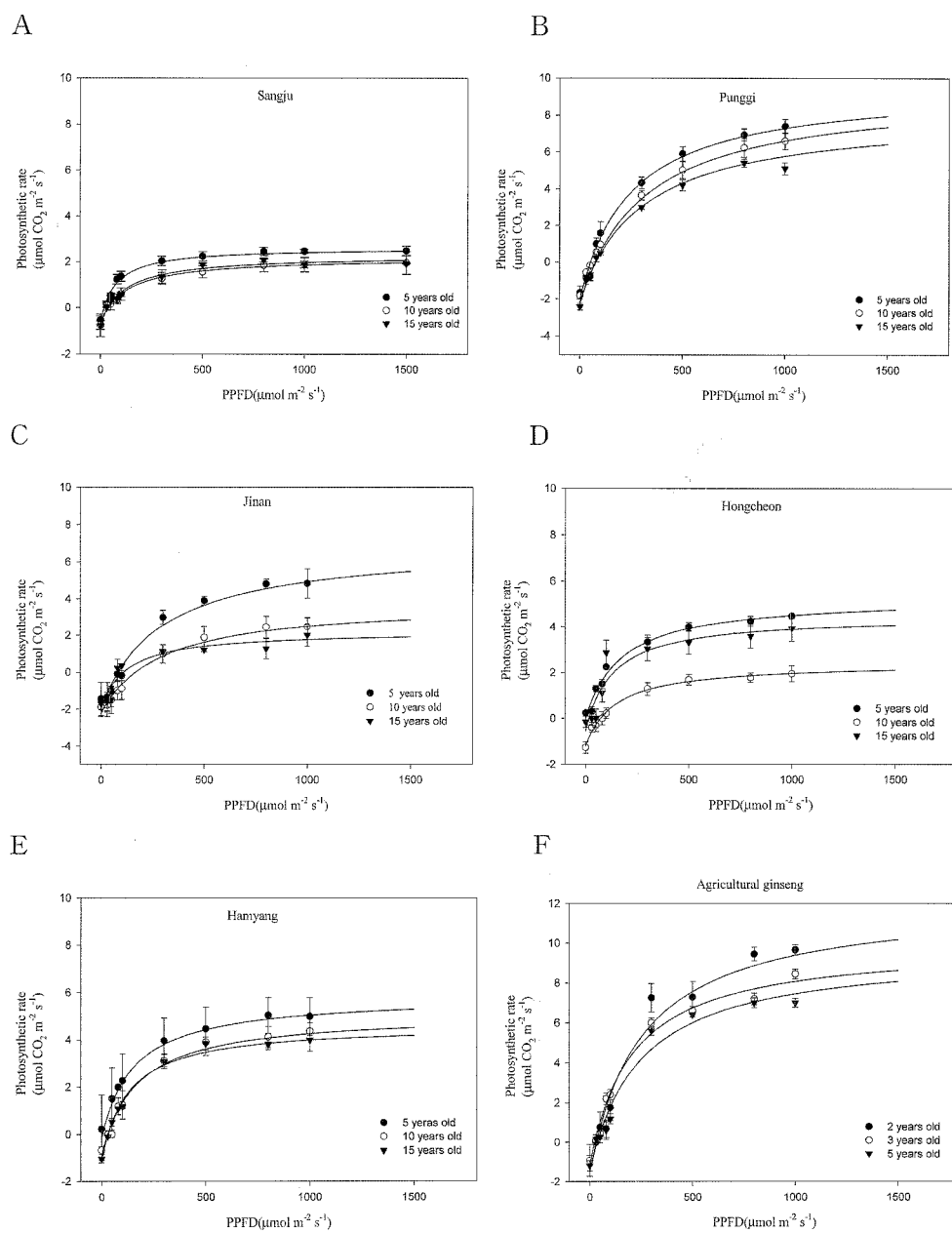


Figure 5. Photosynthetic rates of *Panax ginseng* in Sangju(A), Punggi(B), Jinan(C), Hongcheon(D), Hamyang(E), Agricultural ginseng(F) on different age class.

는 어느 정도 연관이 있을 것으로 짐작된다. 그리고 광합성능력은 $2.2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도로 나타났다. 연령별로는 5년생이 가장 높은 광합성능력을 나타냈고 10년생, 15년생의 순으로 낮아지는 경향을 보였다.

풍기지역 산지인삼의 광합성능력은 $600\text{-}700 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도의 광도에서 광포화점을 이루었다. 그리고 광합성능력은 $6.2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도로 나타났다. 연령별로는 상주지역의 경우와 같이 5년생이 가장 높은 광합성능력을 나타냈고 10년생, 15년생의 순으로 낮아지는 경향을 보였다.

진안지역 산지인삼의 광합성능력은 $500\text{-}600 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도의 광도에서 광포화점을 이루었다. 그리고 광합성능력은 $1.2\text{-}4.3 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도로 나타났다. 연령별로는 상주지역의 경우와 같이 5년생이 가장 높은 광합성능력을 나타냈고 10년생, 15년생의 순으로 낮아지는 경향을 보였다. 그러나 다른 지역과는 다르게 10년생, 15년생의 광합성능력이 5년생의 산지인삼의 광합성능력보다 낮은 경향을 보였다.

홍천지역 산지인삼의 광합성능력은 $280\text{-}350 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도의 광도에서 광포화점을 이루었다. 그리고 광합성능력은 $1.5\text{-}4.3 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도로 나타났다. 연령별로는 상주지역의 경우와 같이 5년생이 가장 높은 광합성능력을 나타냈고 15년생, 10년생의 순으로 낮아지는 경향을 보였다. 그러나 다른 지역과는 다르게 15년생의 광합성능력이 15년생보다 높은 것으로 나타났다. 이 지역은 15년생의 광합성능력이 가장 낮은 경향을 보였다.

함양지역 산지인삼의 광합성능력은 $300\text{-}400 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도의 광도에서 광포화점을 이루었다. 그리고 광합성능력은 $2.5\text{-}4.2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도로 나타났다. 연령별로는 상주지역의 경우와 같이 5년생이 가장 높은 광합성능력을 나타냈고 10년생, 15년생의 순으로 낮아지는 경향을 보였다.

발재배 인삼의 광합성능력은 $600\text{-}800 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도의 광도에서 광포화점을 이루었다. 그리고 광합성능력은 $6.2\text{-}8.2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도로 나타났다. 연령별로는 2년생이 가장 높은 광합성능력을 나타냈고 3년생, 5년생의 순으로 낮아지는 경향을 보였다. 이것은 산지인삼과 거의 비슷한 경향으로 나타나는 것으로 보였다.

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다. 지역별 월평균 기온은 산지인삼이 생육을 시작하는 5, 6월에는 상주지역의 온도가 가장 높았다. 그러나 7월과 8월의 온도는 함양과 홍천지역에서 가장 높은 것으로 나타났다. 홍천지역의 강수량은 생육과 관련 있는 6, 7월 무렵에도 다른 지역보다 높은 것을 알 수 있다. 풍기지역의 일사량은 5월과 6월이 다른 지역보다 높은 것을 알 수 있다. 모든 지역에서 광합

성능력은 연령이 낮을수록 높은 경향을 보였다.

감사의 글

본 연구 수행을 위해 산양삼과 인삼 종자를 제공해 준 강원도 홍천 김학울선생님, 전북 진안 김형수선생님, 경북 풍기 강진하선생님, 안동의 김태현선생님에게 감사드립니다. 자료정리를 하는데 도움을 준 서울시립대학교 백생글양에게도 감사드립니다. 본 연구는 농림기술관리센터 기술연구 “장뇌산삼의 최적재배기법 및 국내외산 식별기술 개발” 연구의 세부과제인 “장뇌산삼의 생리, 생태적 차이 구별 기술개발”의 연구결과의 일부입니다.

인용문헌

1. 기상청. 2007. <http://www.kma.go.kr/>.
2. 농림부. 1998. 인삼임간 청정재배 경영모델개발. 166p.
3. 산림청 임업연구원. 1997. 산림유용식물 대량재배 경영 모델개발. 75p.
4. 산림청 임업연구원. 1996. 단기임산 신소득원 개발에 관한 연구(III). 302p.
5. 산림청 임업연구원. 1995a. 단기임산 신소득원 개발에 관한 연구(II). 291p.
6. 산림청 임업연구원. 1995b. 산주를 위한 새로운 임업 기술. p227-230.
7. 산림청 임업연구원. 1993. 새로운 단기임업소득. p27-31.
8. 우수영, 이동섭. 2002. 임상별 林間人蔘의 生育과 最適環境에 관한 研究(I). 한국농림기상학회지 4(2): 65-71.
9. 우수영, 이동섭, 민재기. 2002. 人蔘의 山地栽培時 林相別 生育과 環境에 關한 研究(II). 한국임학회지 91(3): 304-312.
10. 임병옥, 손의동, 고성권. 2006. 해외산삼의 동향. 한국산삼학회지 2(1): 8-20.
11. 최명섭. 2006. 한국산양삼 재배현황과 전망. 한국산삼학회지 2(1): 8-20.
12. 한상섭, 전성렬. 2006. 산양삼엽의 생리반응특성. 한국산삼학회지 2(1): 1-7.
13. 한영채. 1981. 인삼과 산삼. 서울, 창조사. 416p.
14. Kimmins, J.P. 2004. Forest Ecology, Macmillan Publishing Company, New York, 3rd edition, 611pp.
15. Kozlowski, T. T. and S. G. Pallardy, 1997. Physiology of Woody Plants(2nd Eds.), Academic Press, London, 411pp.
16. Oliver, C.D. and B.C. Larson. 1996. Forest Stand Dynamics. John Wiley and Sons. Inc. New York. 520pp.
17. Woo S.Y., D.S. Lee and P.G. Kim. 2004. Growth and Eco-physiological Characteristics of *Panax ginseng* Grown under Three Different Forest Types. Journal of Plant Biology 47(3): 230-235.