

우리나라에 분포하는 오미자과 2속 3종의 잎 형질 및 광합성 특성

김판기¹ · 이갑연² · 김세현² · 한상섭³

¹서울대학교 농업과학공동기기센터, ²임업연구원, ³강원대학교 임학과
(1999년 10월 13일 접수)

Foliar Characteristics and Photosynthetic Efficiency of Three Species of Schisandraceae Trees Distributed in Korea

Pan-Gi Kim¹, Kab-Yeon Lee², Sea-Hyun Kim² and Sang-Sup Han³

¹NICEM, College. of Agriculture and Life Science, Seoul National University., Suwon 441-744, Korea

²Forest Research Institute, Cheju 697-050, Korea

³Department. of Forestry, College. of Forestry, Kangwon National University., Chuncheon 220-701, Korea

(Manuscript received 13 October 1999)

ABSTRACT

Foliar and physiological characteristics of Schisandraceae plants distributed in Korea were investigated to elucidate differences in growth and the variations of inter and intra species of the plants. For this study, three species of Schisandraceae plants were used; i) *Schisandra chinensis*, deciduous broad-leaved tree, ii) *S. nigra*, deciduous broad-leaved tree, including monoecious, male and female types, iii) *Kadsura japonica*, evergreen broad-leaved tree. There were no significant differences in leaf length and width among three species, but leaves of *Schisandra* sp. plants were shorter and wider relative to those of *K. japonica*. The length of petiole of *Schisandra* sp. plants was greater than that of *K. japonica* and the difference was evident between female type of *S. chinensis* and *K. japonica* as longer as two times. *Schisandra* sp. trees showed larger size of stomata, but fewer numbers of stomata, compared with *K. japonica*. Although substantial changes in leaf morphology were not found in the Schisandraceae plants grown in different environmental conditions, the foliar length of *K. japonica* was seemed to be increased with increasing an altitude. Chlorophyll contents were also variable in inter and intra species and in general *K. japonica* showed higher levels of chlorophyll contents relative to *Schisandra* sp. plants. *K. japonica* also showed higher light compensation point(LCP), light saturation point(LSP) and CO₂ assimilation rates at LSP, compared with *Schisandra* sp. trees. However, *Schisandra* sp. trees showed lower respiration per photosynthesis rates at LSP. The finding suggested that *Schisandra* sp. trees were acclimated to the growth conditions of lower light intensity with more effective photosynthetic activity. This was also confirmed by the fact that *Schisandra* sp. plants grown in shading places of a forest demonstrated the elevated rates of net CO₂ assimilation under the conditions of low light intensity.

Key words : *Schisandra chinensis*, *Schisandra nigra*, *Kadsura japonica*, leaf characteristic, photosynthesis characteristic

I. 서 론

식·약용으로 널리 사용되는 오미자과(Schisandraceae)의 식물은 세계적으로 2屬(*Schisandra*屬, *Kadsura*屬)

22種이 존재하며, 북미와 열대 및 아열대아시아, 우리나라를 포함한 동아시아지역으로 광범위하게 분포하고 있다(Bailey and Bailey, 1976). 과거에는 오미자과 식물을 목련과(Magnoliaceae) 식물로 분류하였는데(이,

1969), 동아(winter bud), 잎, 꽃, 열매 등의 배열과 형태적 특징, 기공(stoma)이 존재하는 잎의 면 등이 목련과 식물과 다르고, 목부 해부학적 및 유전학적 조사에서도 서로 달라(김과 김, 1982; 소와 박, 1985; 박, 1994), 이를 독립된 科(family)로 분리하여 분류하고 있다(Gotturald, 1975).

우리나라에 분포하는 오미자과 식물은 2屬 3種으로 *Schisandra*屬의 오미자(*S. chinensis*), 흑오미자(*S. nigra*), *Kadsura*屬의 남오미자(*K. japonica*)이다. *Schisandra*속의 두 종은 낙엽활엽성 덩굴식물이며, 그 분포는 오미자가 주로 지리산, 속리산, 태백산 등으로 중부이북이고, 흑오미자는 한라산의 일부 지역이다. *Kadsura*屬의 남오미자는 상록활엽성 덩굴식물로 남부 도서지방과 제주도의 저지대에 분포한다. 이들 오미자과 식물의 열매는 맛이 독특하여 차와 같은 기호식품으로 사용될 뿐만 아니라 항산화작용과 알콜을 해독하는 성분을 함유하고 있어서 약용으로 활용되기도 한다(이와 이, 1990; 김 등, 1996). 이와 같이 활용도가 높은 오미자과 식물을 유전자원으로서 보호하고 활용도가 보다 높은 품종으로 육성하기 위해서는 종간의 유연관계를 구명하는 분류학적 연구와, 종 특유의 생리 특성을 조사하여 생육지역의 기후, 토양조건 등의 환경요인에 생장에 미치는 영향을 구명하는 연구가 매우 중요하다. 그런데 우리나라에서 수행된 오미자과 식물에 관한 연구를 살펴보면 꽃의 특징을 중심으로 한 연구가 대부분이며(김과 임, 1984; 장 등, 1995), 생육특성 구명에 필요한 생리적 특성과 같은 연구는 매우 드물다.

본 연구에서는 우리나라에 서식하는 오미자과 식물의 種間 및 種內 變異 程度와 생장 특성을 구명하기 위하여 오미자, 흑미자, 남오미자 잎의 형질(형태적) 특성과 생리적 특성을 조사하였다. 그리고 한라산의 일부 제한된 지역에서만 서식하여 보존 및 관리의 필요성이 높은 흑오미자를 성별에 따라서 암그루, 숫그루, 자웅동주로 구분하고 그것의 형태적 특성과 생리적 특성을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

2.1. 잎의 형질특성 조사

오미자과 식물 잎의 종별 형질특성을 조사하기 위하여 임업연구원 제주임업시험장 클론보존원(clone bank)

의 동일한 환경조건에서 생장한 오미자, 남오미자, 성별이 서로 다른 흑오미자 3종류(암그루, 숫그루, 자웅동주)를 각각 20개체씩 선정하여 공시목으로 하였다. 제주임업시험장의 클론보존원은 상층부에 임관(crown)이 없어 오미자와 식물이 전천광을 수광할 수 있는 묘포장으로 근린의 식생에 의하여 영향을 받지 않는 장소이다.

입지환경에 따른 흑오미자 잎의 형태적 차이를 조사하기 위하여 제주도 한라산의 영실, 관음사, 상호지역의 표고 600 m 지점과 상호지역의 표고 600, 900, 1,100, 1,300 m 지점에 조사구를 설정하였다. 조사구 내에서 외관상 정상적인 생장 유형을 나타내는 20개체를 선정하여 공시목으로 하였다. 시료채취는 엽령(leaf age)에 따른 형태적 변화가 작고, 균일한 형태를 나타내는 중간부위의 잎 중에서 병해충의 피해가 없는 잎을 대상으로 하였다. 각 개체별 채취 엽수는 20매이다. 조사 항목은 잎의 길이 및 폭, 엽병의 길이 및 직경이며, 조사는 캘리퍼를 사용하여 1/10 mm까지 측정하였다.

기공의 유형 및 크기 조사는 임업연구원 제주임업시험장 클론보존원에서 생장한 오미자, 남오미자, 성별이 서로 다른 흑오미자 3종류(암그루, 숫그루, 자웅동주)를 대상으로 하였다. 시료는 채취한 즉시 FAA액(5:5:90, formalin: acetic acid: 70% ethyl alcohol)으로 고정시켜, 조직의 변화가 없도록 하였다. FAA액으로 고정시킨 시료는 3차 증류수로 2~3회 세척한 다음, 잎 뒷면(abaxial)의 표피를 핀셋으로 얇게 벗겨 acetecarmin 용액으로 10분간 염색하였다. 염색된 시료를 ethyl alcohol(70%)로 탈색한 다음, glycerin으로 임시 표본슬라이드(preparation)를 제작하여 광학현미경으로 관찰하였다. 기공의 크기는 광학현미경에 부착된 사진기로 촬영하여 사진에 나타난 기공(공변세포 포함)의 길이와 폭을 조사하였다.

2.2. 생리적 특성 조사

잎의 생리적특성 조사는 엽록소 함량, 광도(light intensity)에 따른 광합성(photosynthesis rate)의 변화를 조사하였다. 잎의 기공특성을 조사한 제주임업시험장 클론보존원에서 1~6본의 측정목을 선정한 다음, 엽령의 영향을 비교적 적게 받는 중간부위의 성숙엽 중에서 외관상 병충해의 피해가 없고 정상적인 염색을

나타내는 잎을 대상으로 측정을 하였다. 생육 환경조건에 따른 생리특성의 차이는 제주임업시험장의 클론보존원과 관음사 지역에서 자생하고 있는 흑오미자를 대상으로 비교 조사를 하였다. 관음사 지역에서 측정된 개체는 상층부에 임관이 밀집하여 흑오미자 잎의 수광량이 매우 낮은 상태에 있었다.

엽록소 함량조사는 잎을 절단하거나 분쇄하지 않고 비파괴적인 방법으로 측정하는 携帶用 葉綠素計 (SPAD-501, Minolta)를 사용하였다. 이 측정기는 일본 농림수산성의 토양·작물 분석기기 개발사업 (Soil & Plant Analyser Development, SPAD)을 주체하는 농산업진흥장려회, 농림수산성 농업연구센터, 농업환경 기술연구소 등의 지도와 검정으로 제작되었다. 只木와 木下(1988), 丹下 등(1991)은 포플러 외 4樹種의 엽록소를 80% 아세톤으로 추출한 다음 Arnon(1949)의 식으로 산출한 값과 SPAD-501의 계측치가 매우 높은 상관관계에 있음을 증명하였다.

광합성속도는 광도와 CO₂ 농도를 조절하는 LED light source와 CO₂ injector를 부착한 휴대용 광합성 측정장치(Li-6400, Li Cor.)를 사용하여 측정하였으며, leaf chamber에 유입되는 공기의 CO₂ 농도를 400 ppm, 온도를 25°C로 설정하여 측정하였다. 측정시에 water stress로 인한 광합성·증산속도의 저하가 없도록 전일에 충분한 물을 공급하고 오전 8시~11시에 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

3.1. 잎의 형질 특성

우리나라에 서식하고 있는 오미자과 식물에 대한 잎의 형질 특성을 구명하기 위하여 동일한 환경에서 생장한 오미자, 흑오미자(자용동주, 숫그루, 암그루), 남

오미자 잎의 길이 및 폭, 엽병의 길이 및 두께, 기공의 길이 및 폭, 밀도를 조사하였다(Table 1).

잎의 길이는 오미자와 남오미자가 약 8 cm로 유사한 값을 나타내었으며, 이들 두 종은 흑오미자 자용동주, 숫그루, 암그루보다 길었다. 잎의 폭은 오미자>흑오미자>남오미자 순으로 넓었으며, 흑오미자는 남오미자나 오미자보다 전체적으로는 둥근 달걀모양의 형태이었다. 흑오미자를 성별로 비교하면 암그루의 잎이 숫그루에 비하여 길고 넓으며, 자용동주는 암그루와 숫그루의 중간형태를 나타냈다. 엽병의 길이는 흑오미자가 오미자와 남오미자보다 현저하게 길었으며, 흑오미자의 성별간에는 큰 차이를 나타내지 않았으나, 암그루의 엽병은 자용동주 또는 숫그루보다 조금 길었다. 엽병의 직경은 남오미자가 흑오미자 또는 오미자보다 컸었다. 기공의 길이 및 폭은 흑오미자가 오미자와 남오미자보다 길고, 폭이 넓었다. 흑오미자의 성별에 따라서는 자용동주>숫그루>암그루의 순으로 기공이 긴 형태를 나타내었고, 기공의 폭은 숫그루>자용동주>암그루의 순이었다. 한편, 기공의 밀도는 상록활엽성인 남오미자가 낙엽활엽성인 오미자 또는 흑오미자보다 높았다. 가장 낮은 기공밀도를 나타낸 흑오미자는 성별에 따라서 현저한 차이는 없었으나, 암그루가 가장 높고 자용동주가 가장 낮았다. 기공의 형태(Fig. 1)는 Fryns-Claessens and Van-Cotthem(1973), Dilcher (1974)의 방법으로 분류하면 모두가 perigenous형이었는데, 이것은 Jalan(1962)의 보고와 일치한다.

입지환경에 따른 잎의 형태적 변화를 조사하기 위하여 관음사, 영실, 상호 지역과 상호지역의 표고 600, 900, 1,100, 1,300 m 지점(Table 3)에 자생하는 흑오미자의 잎 길이 및 폭, 엽병의 길이 및 굵기를 조사하였다. 그 결과, 지역 및 표고에 따른 잎의 형태적 변화를 볼 수 없었다. 다만 상호지역의 표고별 조사에서

Table 1. Leaf and stoma characteristics of Schisandraceae plants in Korea

Species	Leaf		Petiole		Stoma		
	length (cm)	width (cm)	length (cm)	thickness (cm)	length (μm)	width (μm)	density (mm ²)
<i>S. chinensis</i>	7.97±0.19	4.74±0.11	1.88±0.07	0.16±0.01	79.9±2.5	44.2±1.9	39.4±4.0
<i>S. nigra</i> (Monoecious)	6.87±0.33	3.90±0.16	2.97±0.18	0.14±0.01	108.3±8.5	61.5±3.9	20.4±2.6
(Male)	6.06±0.23	4.15±0.17	3.03±0.13	0.12±0.00	97.5±3.8	63.5±5.7	25.7±2.4
(Female)	7.27±0.17	4.24±0.17	3.44±0.15	0.18±0.01	92.5±4.2	57.8±5.1	31.4±2.5
<i>K. japonica</i>	8.03±0.11	3.60±0.10	1.63±0.08	0.22±0.01	76.2±1.9	42.4±3.6	69.4±4.5

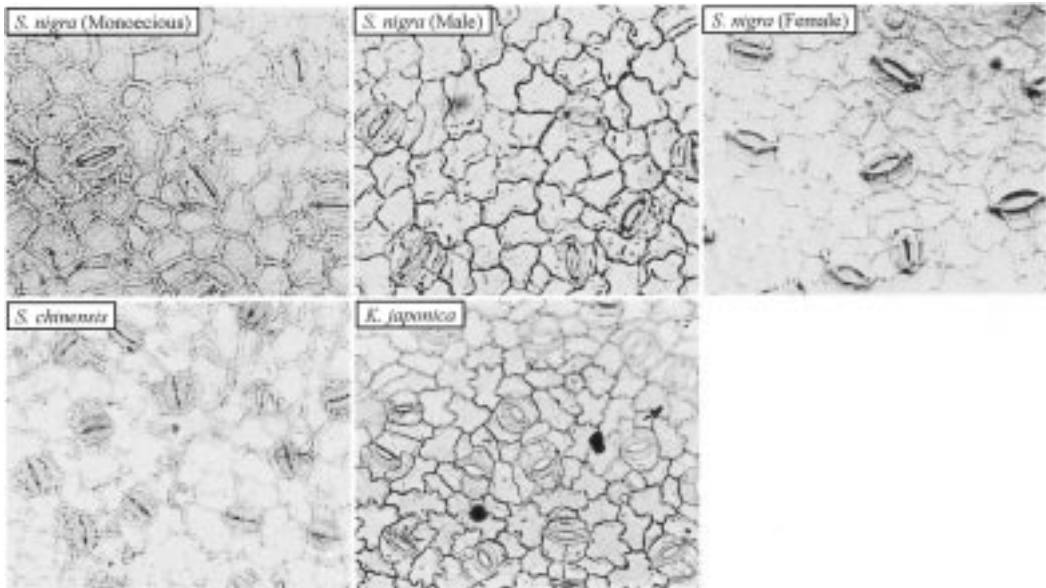


Fig. 1. Stomatal complexes in epidermis of leaves of Schisandraceae plants in Korea.

표고가 높아짐에 따라 잎의 길이 및 폭이 커지고 엽병의 길이가 짧아지는 경향이였다.

3.2. 생리특성

(1) 엽록소 함량

임업연구원 제주임업시험장 클론보존원의 全光條件에서 성장한 오미자과 식물과 관음사 지역의 낮은 광도조건에서 성장한 흑오미자의 엽록소함량을 SPAD-501값으로 Table 3에 나타냈다.

오미자의 SPAD-501값은 흑오미자 3종류와 남오미자보다 낮은 값을 나타내어 엽록소 함량이 다른 두 수종보다 낮음을 알 수 있었다. 우리나라에 분포하는 오미자과 식물 중에서 가장 높은 SPAD-501값을 나타낸 흑오미자는 암그루가 47.6±5.3으로 가장 높고, 자웅동

주가 이와 유사한 46.1±5.9이였으며, 숫그루는 41.6±5.0으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 이들 흑오미자 3종류의 값은 속성수인 포플러(*Populus caudina*×*P. virginiana*), 자작나무(*Betula japonica*) 등의 성숙한

Table 3. Chlorophyll contents (SPAD-501 value) of Schisandraceae plants in Korea

Species	Clone bank in Cheju Forest Experiment Station	Kwanumsa
<i>S. chinensis</i>	29.2±8.2	-
<i>S. nigra</i> (Monoecious)	46.1±5.9	37.9±6.5
(Male)	41.6±5.0	37.8±5.5
(Female)	47.6±5.3	40.6±7.3
<i>K. japonica</i>	39.5±8.2	-

Table 2. Leaf characteristics of *S. nigra* at different altitudes

Population	Altitude (m)	Leaf		Petiole	
		length (cm)	width (cm)	length (cm)	thickness (cm)
Kwanumsa	600	5.17±0.76	3.31±0.53	1.82±0.36	0.12±0.01
Youngsil	600	5.18±0.76	3.30±0.52	1.78±0.44	0.11±0.01
Sanghyo	600	5.11±0.70	3.34±0.48	1.91±0.56	0.12±0.02
	900	5.16±1.01	3.23±0.60	1.51±0.53	0.12±0.02
	1,100	5.23±0.71	3.37±0.53	1.81±0.45	0.12±0.01
	1,300	5.30±0.85	3.29±0.62	1.78±0.54	0.11±0.01

있과 유사한 값을 나타내었다(丹下 등, 1993; 엄 등, 1999). 한편 낮은 광도에서 성장한 관음사지역의 흑오미자는 전천광의 높은 광도 조건에서 성장한 개체보다 낮은 값을 나타냈다. 일반적으로 높은 광도 조건에서는 陽葉(sun leaf)이, 낮은 광도 조건에서는 陰葉(shade leaf)이 형성된다는 점을 고려하면(Lichtenthaler et al, 1980), 제주임업시험장 클론보존원의 높은 광도 조건하에서 성장한 개체의 잎은 陽葉, 관음사지역의 낮은 광도 조건에서 성장한 개체의 잎은 陰葉이라 간주할 수 있다. 그런데 본 연구에서는 陰葉이 陽葉보다 높은 엽록소함량을 나타낸다는 Boardman(1977)의 보고와 상반되는 결과를 나타내고 있다. 이것은 관음사지역의 토양내 양분이 제주임업시험장 클론보존원보다 낮았기 때문이라고 생각된다.

(2) 광합성

임업연구원 제주임업시험장 클론보존원의 동일한 환경조건에서 성장한 오미자와 식물의 광도별 광합성속도를 광-광합성곡선(light-photosynthesis curve)으로 나타내어 Fig. 2에, 관음사 지역의 낮은 광도에서 성장한 흑오미자 자용동주와 이와 비교하기 위하여 Fig. 2에 제시한 흑오미자 자용동주를 Fig. 3에 제시하였다.

식물의 耐陰性을 판단하는 하나의 척도가 되는 광보상점은 오미자와 3수종 모두 약 $15 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 유사한 경향을 나타냈으며, 이들 수종은 흑오미자 자생지의 상층을 구성하는 참나무류(Hinckley et al, 1974)보다 광보상점이 낮았다. 광포화점은 남오미자가 약

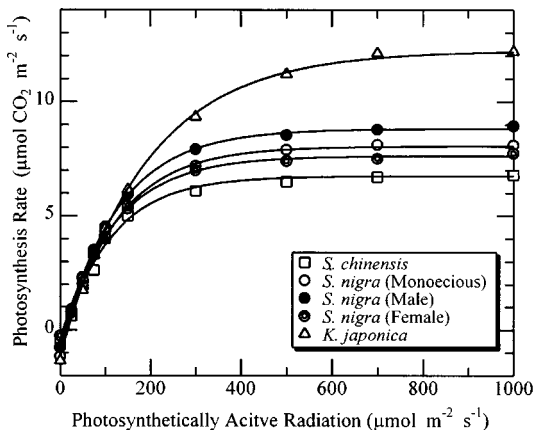


Fig. 2. Light-Photosynthesis curve of Schisadraceae plants in Korea.

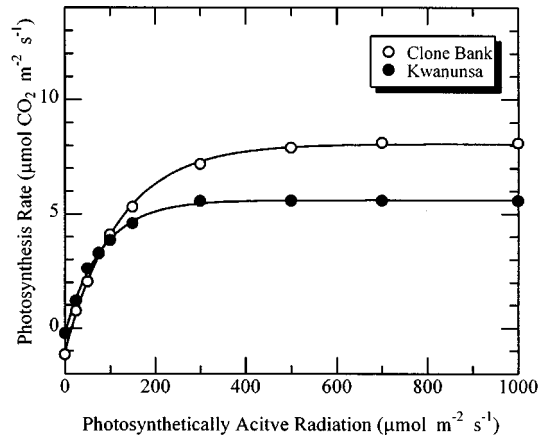


Fig. 3. Difference of photosynthetic activities of *S. nigra* acclimated to under canopy in Kwanumsa area and not shaded in clone bank.

$700 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 가장 높고, 흑오미자 자용동주, 숫그루, 암그루 및 오미자는 약 $300 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 유사한 값을 나타내었다. 남오미자를 제외한 두 수종의 광포화점은 참나무류, 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophyll*), 들메나무(*Fraxinus mandshurica*), 자작나무 등의 교목류보다 낮은 값을 나타냈다(Hinckley et al, 1974; 한과 심, 1989; 이, 1999). 호흡속도(광도 $0 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)는 남오미자가 오미자 및 흑오미자보다 높은 값을 나타냈고, 흑오미자의 성별에 따라서는 자용동주가 가장 높고, 암그루가 가장 낮았으며 암그루의 호흡속도는 오미자와 식물 중에서 가장 낮은 값을 나타내었다. 광포화점에서의 광합성속도는 남오미자가 > 흑오미자 > 오미자의 순으로 높았으며, 포플러, 자작나무 등의 속성수종보다 낮은 값을 나타냈다(丹下 등, 1991; 이, 1999). 이들 수종의 호흡률을 Loach(1967)와 동일한 방법으로 산출(호흡속도/광포화점에서의 광합성속도 $\times 100$)하면, 오미자가 8%, 흑오미자가 3~14%, 남오미자가 14%로 40~90%의 호흡률을 가진 교목류보다 매우 낮다(이, 1993). 이것은 오미자와 식물이 군락의 상층부를 점유하는 교목류보다 낮은 광도에서 효율적으로 성장할 수 있는 생리특성을 가지고 있으며, 오미자와 식물 중에서도 낙엽활엽성의 *Schisandra*속이 상록활엽성인 *Kadsura*속에 비하여 어두운 곳에서 효율적인 성장활동을 영위함을 나타낸다(Lammers, 1985).

한편, 관음사의 낮은 광도에서 성장한 흑오미자 자

웅동주는 클론보존원의 높은 광도조건에서 생장한 개체에 비교하여 광포상점과 광포화점이 낮았다(Fig. 3). 그리고 $100 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 보다 높은 광도에서는 클론보존원의 개체보다 광합성속도가 낮으나, 그 이하의 광도에서는 높은 광합성 속도를 나타내었다. 낮은 광도에서의 효율성을 나타내는 호흡률 또한 약4%로 클론보존원의 14%에 비교하여 顯著하게 낮은 값을 나타내었다. 이것은 일반적인 陰葉과 陽葉의 특성과 일치하며(Boardman, 1977), 林内の 어두운 곳에서 생장하는 개체는 낮은 광도 조건에서 더욱 효율적인 광합성작용을 수행할 수 있도록 적응되어 있음을 나타내고 있다.

IV. 적 요

우리나라에 서식하는 오미자과 2屬 3種의 種間 및 種內 變異程度와 생장 특성을 구명하기 위하여, 낙엽 활엽성인 *Schisandra*屬의 오미자와 흑미자(자웅동주, 솟그루, 암그루), 상록활엽성인 *Kadsura*屬 남오미자의 엽형질과 생리적 특성을 조사하였다.

잎의 길이 및 폭은 변이의 폭이 커서 종간의 큰 차이를 볼 수 없었으나, *Schisandra*屬이 *Kadsura*屬보다 짧고 넓은 형태를 하였다. 엽병의 길이는 *Schisandra*屬이 *Kadsura*屬보다 길었으며, 특히 흑오미자의 암그루는 남오미자에 비교하여 2배 이상 길었다. 그러나 엽병의 직경은 *Kadsura*屬이 *Schisandra*屬보다 두꺼웠다. 기공의 크기(폭, 길이)는 *Schisandra*屬이 *Kadsura*屬에 비하여 컸으며, 기공밀도는 *Kadsura*屬이 *Schisandra*屬보다 높은 밀도를 나타냈다. 생육환경에 따른 잎의 형태적 변화는 크게 두드러지지 않았으나, 표고가 높아짐에 따라서 흑오미자의 잎이 길어지는 경향을 나타냈다.

엽록소 함량은 種間 및 種内の 변이 폭이 컸으며, 흑오미자가 남오미자 또는 오미자보다 높았다. 광합성 특성은 *Schisandra*屬이 *Kadsura*屬보다 광포상점 및 광포화점이 낮고, 광포화점에서의 광합성속도도 낮았다. 그러나 *Schisandra*屬은 *Kadsura*屬보다 낮은 호흡률을 나타내어 낮은 광도조건에서 더욱 효율적인 생장 활동을 영위함을 알 수 있었다. 그리고 林内の 어두운 곳에서 생장한 개체는 높은 광도에서 생장한 개체에 비교하여 낮은 광도조건에서 더욱 효율적인 광합성작용을 하고 수행하였다.

인용문헌

- 김갑덕, 김수인, 1982: 수치분류법에 의한 한국산 목련과의 분류학적 연구. 서울대 연보 **18**, 53-61.
- 김제항, 임현기, 1984: 오미자 육종의 기초연구II. 오미자의 자성배우체형성에 관하여. 전북대학교 농대논문집 **10**, 1-10.
- 김영호, 유연현, 오승환, 1996: *Alternaria alternata*에 항균력이 있는 천연물 조사. 한국식물병리학회지 **12**, 66-71.
- 박광우, 1994: 목련과 식물의 분류학적 연구. 임업연구원 연보 **50**, 173-190.
- 소용영, 박상진, 1985: 한국산 목본식물에 대한 계통 분류학적 연구 -목련과 붓순나무과 및 오미자과의 비교 목부해부. 한국식물학회지 **28**, 271-284.
- 염규진, 김관기, 박은우, 1999: 광해지 식생복원을 위한 하수슬러지 이용효과. 대한환경공학회. **21**(12), 인쇄중.
- 이경준, 1993: 수목생리학. 서울대학교출판부 pp. 98-107.
- 이명보, 1999: 광조건이 자작나무 포트묘의 순화에 미치는 영향. 건국대학교 박사학위논문. pp. 54-61.
- 이정숙, 이성우, 1990: 오미자 열매의 물추출물이 알콜대사에 미치는 효과. 한국식품화학학회지 **5**, 259-263.
- 이창복, 1969: 식물분류학. 향문사 pp.148-157.
- 장영희, 박준근, 김동휘, 1995: 오미자 수집종의 꽃과 과실 특성. 약용작물학회지 **3**, 35-39.
- 한상섭, 심주석, 1989: 물푸레나무와 들메나무엽의 광합성과 호흡의 특성. 한국임학회지 **78**, 280-286.
- 只木良也, 木下眞實子, 1988: 葉綠素計SPAD-501を用いて測定した樹木の葉のクロロフィル濃度. 日林誌 **70**, 488-490.
- 丹下 健, 金坂基, 佐々木惠彦, 1991: ポプラバイオマス林の樹冠各部の受光條件と葉の生理特性. バイオマス變換計畫研究報告 **31**, 43-56.
- Arnon, D.I., 1949: Copper enzymes in isolated chloroplast. Polyphenoloxidases in Beta Vulgaris. *Plant Physiol.* **24**, 1-15.
- Bailey, L.H. and E.Z. Bailey, 1976: *Hortus Third -A concise dictionary of plants cultivated in the United States and Canada.* McMillan Publishing Company pp. 620-1017.
- Boardman, N.K., 1977: Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **28**, 355-377.
- Dilcher, D.L., 1974: Approches to the identification of angiosperm leaf remains. *Bot. Rev.*, **40**, 1-40.
- Fryns-claessens, E. and W. Van-Cotthem, 1973: A new classification of the ontogenetic types of stomata. *Bot. Rev.*, **39**, 71-137.
- Gottwald, H., 1975: The anatomy of Magnoliaceae with reference to systematic classification. *Int'l. Bot. Cong. Abst. XII*, Leningrad. p. 215.
- Hinckley, T.M., J.L. Chambers, D.N. Bruckerhoff, J.E. Roberts and J. Turner, 1974: Effect of mid-day shading

- on stem diameter, xylem pressure potential, leaf surface resistance, and net assimilation rate in a white oak sapling. *Can. J. For. Res.*, **4**, 296-300.
- Jalan, S., 1962: The ontogeny of stomata in *Schisandra grandiflora* Hook. *Phytomorphology*, **12**, 239-242.
- Lambers, H., 1985: Respiration in intact plants and tissues: Its regulation and dependence on environmental factors, metabolism, and invaded organisms. *Encycl. Plant Physiol.*, New Ser. **18**, 418-473.
- Lichtenthler, H.K., C. Buschman and U. Rahmsdorf, 1980: The importance of blue light for the development of sun-type chloroplasts. *The Blue Light Syndrome*. Senger, H. Ed. Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg and New York. pp. 485-494.