

광, 온도, 수분 변화에 따른 음나무 잎의 생리반응(IV)*

- P-V곡선에 의한 잎의 수분특성 -

한상섭¹⁾ · 전두식²⁾ · 심주석²⁾ · 전성렬¹⁾

Effects of Light, Temperature, Water Changes on Physiological Responses of *Kalopanax pictus* Leaves(IV)*

- Characteristics of Leaf Water Relations Obtained from P-V Curve -

Sang-Sup Han¹⁾, Doo-Sik Jeon²⁾, Joo-Suk Sim²⁾ and Seong-Ryeol Jeon¹⁾

요 약

P-V곡선에 의한 음나무 묘목 상층엽의 수분특성을 측정하였다. 음나무 잎의 최대팽압시의 삼투포텐셜은 -1.44 MPa이었고, 초기원형질분리점의 삼투포텐셜은 -1.84 MPa, 초기원형질분리점의 상대함수율은 78.2%였다.

ABSTRACT

Water relations of *Kalopanax pictus* leaves obtained from the P-V curve. In the upper leaves of *Kalopanax pictus* seedlings, the original osmotic pressure at maximum turgor was -1.44 MPa, and the osmotic pressure at incipient plasmolysis point was -1.84 MPa, and the relative water content at incipient plasmolysis point was 78.2%.

I. 서 론

음나무의 어린순(개두릅)은 기호성이 높은 산채로 이용되고, 가지와 껍질은 한약재로 이용된다. 또 잎, 줄기, 뿌리에는 칼로톡신(Kalotoxin), 칼로사포닌(Kalosaponin) 등의 약리효과 성분이 함유(Kim 등, 1988; 김영희 등, 1998; 이철호, 2000; 이철호 등, 2000a) 되어 있다고 알

려져서 약용식물로서도 각광 받고 있다.

최근 음나무에 관한 연구는 음나무 선발개체의 생장 및 섬유장과 수피특성의 변이(황석인과 정현관, 1997), 음나무의 입지환경 및 생장특성(강호상과 이돈구, 1998), 음나무의 종내변이 특성 및 대량번식(이철호, 2000), 음나무의 생리·생태학적 특성 및 분포지역에 따른 kalosaponin 함량의 변화(이철호, 2000), 강원도 음나무의 자생

* Corresponding author

E-mail : sshan@kangwon.ac.kr

1) 강원대학교 산림과학대학 산림자원학부: Division of Forest Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

2) 강원도 산림개발연구원: Forest Research Institute of Gangwon Province, Chunchon 200-140, Korea

잎분의 입지환경, 식생구조 및 동태(이철호 등, 2000b), 가시없는 음나무 생산(강호덕, 2001), 가시없는 음나무 신품종육성(김세현, 2001), 광도가 음나무의 광합성 생리에 미치는 영향(김판기와 이은주, 2001), 음나무 묘목의 멀칭처리에 따른 활착율 및 생장(이돈구와 강호상, 2001), 특용활엽수 재배기술(강원도산림개발연구원, 2002) 등에 관한 연구등이 있다. 그러나 조림 및 무육에 필요한 기초지식에대한 생리반응한 연구는 비교적 적다.

특히, 식물의 적지환경 진단에 가장 많이 사용되는 방법인 광, 온도, 수분 등의 환경인자 변화가 광합성, 호흡, 증산, 기공전도도, 수분특성 등에 미치는 영향을 상세히 구명한다는 것은 그 수종의 생리적 특성을 진단할 수 있는 가장 좋은 방법이라 할 수 있다(Larcher, 1995). 따라서, 음나무의 효율적인 보육과 식재에 가장 중요한 잎의 광합성속도, 증산속도, 기공전도도, 수분특성 등의 환경인자별 특성을 밝히는 것은 매우 중요한 의미를 지닐 뿐만 아니라 적지적수의 판단 기준으로 활용될 수 있을 것이다.

음나무의 생리반응에 대한 시리즈 연구 중 하나로서 본 연구는 포트에 재배된 4년생 음나무 묘목의 잎을 사용하여 P-V 곡선법에 의하여 잎의 수분특성을 측정 고찰 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 식물재료

이 연구에 사용된 음나무 시료는 강원도 춘천시 신북읍 발산리 강원도산림개발연구원 시험포지에 식재되어 있는 4년생 묘목을 2002년 4월초에 공시배양토 피트모스, 버미큐라이트 그리고 퍼라이트 각각 50% : 40% : 10%의 비율로 혼합한 단면적 200 cm², 높이 25 cm의 원형포트에 식재한 후 포트당 유기질비료 300g을 시비하여 강원도 춘천시 사농동 시험포지내 자연조건하에서 생육시킨 포트묘를 대상으로 하였다. 건조에 대한 피해를 최소화 하기 위하여 2일에 한번씩

포트묘에 충분히 관수를 실시하였다. 또 사용된 포트묘의 평균 수고와 근원직경은 각각 1.25m와 19.1mm이었다.

2. P-V곡선에 의한 수분특성 인자 측정

본 실험에 사용한 시료엽은 광을 받고 있는 줄기를 약 30-50cm 되게 절단 한 후 실험실의 暗室에 옮겨 10시간 정도 충분히 飽水시킨 후 물속에서 葉柄을 재절단하여 Pressure chamber의 試料로 사용하였다.

Pressure chamber의 各 壓力段階에 있어서 葉으로 부터의 浸出水量을 측정하기 위하여 吸濕紙를 vinyl tube (內徑 3mm, 길이 6cm) 속에 넣어 이것을 試料의 切斷面에 접촉시켜 吸收시킨 후 그 무게의 증가를 浸出이 끝날때까지 10분 간격으로 측정하였다. Pressure chamber 內의 壓力은 N₂가스를 사용하였으며, 浸出量의 측정은 最低 3bar에서 시작하여 3bar씩 增壓하면서 最大 35bar까지 各 壓力段階別로 측정하였다.

各試料의 測定은 切斷後 24時間 이내에 완료하였으며, 측정후 80℃로 48時間 건조 후 乾物重을 측정하였다. 측정은 水分特性因子값의 變化를 最小로 하기 위해 2002년 7월 1일 ~ 8월 15까지 측정하였다.

葉의 生細胞群內의 壓포텐셜(=膨壓), 浸透포텐셜, 初期原形質分離點의 滲透포텐셜과 相對含水率, 細胞膜의 彈性係數, 溶質의 Osmole數, 相對含水率과 壓포텐셜 및 滲透포텐셜과의 關係, 그리고 相對含水率과 워터포텐셜과의 關係등 耐乾性에 관계되는 여러 水分特性因子의 測定은 주로 Tyree와 Hammel(1972)의 P-V곡선이론을 적용하여 구했으며, 그밖의 실험방법의 문제점은 Cheung 등(1975), 한(1991)의 방법을 참고로 측정, 계산하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 잎의 수분포텐셜

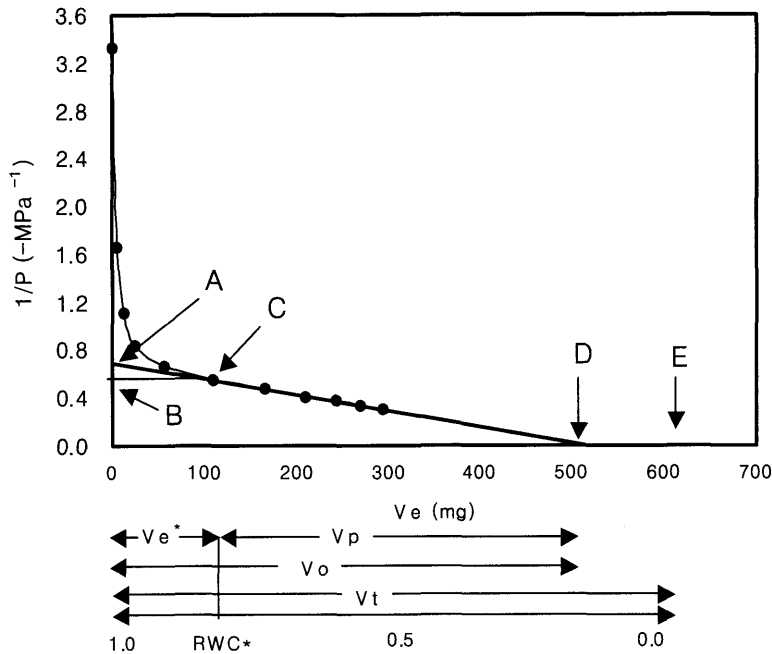


Fig. 1. The pressure-volume curve of *Kalopanax pictus* leaves. A is the inverse of the original bulk osmotic pressure, Ψ_o^{sat} ; B is the inverse of the osmotic pressure at incipient plasmolysis, Ψ_p^{tip} ; C is the incipient plasmolysis point; D is the original symplasmic water volume, V_o ; E is the volume of symplasmic and apoplastic water at maximum turgor, V_t ; D-C is the symplasmic water at incipient plasmolysis, V_p ; RWC^* is the relative water content at incipient plasmolysis on the total water volume (V_p/V_t).

1) P-V곡선에 의한 잎의 수분특성

음나무 잎의 생세포군내의 수분특성을 파악하기 위하여 Tyree & Hammel(1972)의 P-V 곡선법에 의해 측정하였으며 그 결과를 Fig. 1에 나타냈다.

그림에서 $Ve^* < Ve$ 의 범위에서 얻어진 직선관계는 상관계수가 0.99의 높은 값을 나타냈으며, 이 그림을 이용하여 수분특성인자 값을 산출하였으며(한, 1991), 측정 결과를 Table 1. 에 나타냈다.

Table 1. Water relations parameter obtained from P-V curve in leaves of 4 years old *Kalopanax pictus* seedlings. RWC^{tip} is the relative water content at incipient plasmolysis on the symplasmic water volume (V_p/V_o). V_a is apoplastic water volume.

Species	Ψ_o^{sat} (-MPa)	Ψ_o^{tip} (-MPa)	RWC^{tip} (%)	RWC^* (%)	V_a/V_t (%)
<i>Kalopanax pictus</i>	1.44	1.84	78.2	80.0	20.0

Table 1.에서 Ψ_0^{sat} 는 최대포수시의 삼투포텐셜로서 낮은 값을 가질수록 내건성이 강하고 잎이 성숙되면서 점차 작아지는 경향을 나타낸다고 한다(한 등, 1980; Han et al, 1983; Han et al, 1986; 한, 1991). 즉, 잎이 증산작용으로 수분결차를 받았을 경우 삼투포텐셜이 강하게 작용하여 뿌리로부터의 수분공급을 빠르게 할 수 있기 때문이다.

본 연구에서 측정된 음나무 잎의 Ψ_0^{sat} 은 -1.44 MPa로 한(1991)이 보고한 물푸레나무, 상수리나무, 졸참나무, 갈참나무, 고로쇠, 복자기 등 (-2.00 MPa 이하) 보다는 매우 높은 값으로 이들 수종보다는 내건성이 약하다는 것을 알 수 있었고, 서어나무(-1.43 MPa), 까치박달(-1.42 MPa)과는 비슷하였다는 것을 알 수 있었으나, 같은 음나무의 결과(-1.60 MPa)와도 차이가 보였다. 이러한 결과는 한(1991)이 측정한 시료가 성숙목(10~20년생)으로 본 연구의 측정시료(4년생)보다는 자생지에 적응하여 잎의 세포경화가 진전되었기 때문이 아닌가 생각된다. 또한, 한 등(1980)이 보고한 수종과 비교해 볼 때 잣나무(-1.48 MPa)와는 비슷하였지만, 전나무(-1.83 MPa)와 은행나무(-1.82 MPa)에 비하여는 높은 결과를 보였다.

또 초기원형질 분리점의 삼투포텐셜(Ψ_0^{lp})이 낮은 값일수록 내건성이 강하다고 한다(한 등, 1985; 한 등, 1986). 이 연구에서 측정한 Ψ_0^{lp} 값은 -1.84 MPa로서 한(1991)이 보고한 서어나무(-1.84 MPa)와는 비슷하였다는 것을 알 수 있었다.

한편, 생세포막을 자유로이 이동할 수 있는 삼투수의 총량에 대한 초기원형질분리점에서의 상대함수율(RWC^{lp})이 큰 값이 내건성이 강하고, 80%이상인 잎은 비교적 수분보유기능이 좋다고 한다(한, 1991). 음나무 잎의 RWC^{lp}는 78.2%로 한(1991)이 보고한 대부분의 수종들 보다 낮았으나, 까치박달(78.9%)과 느티나무(78.2%)와는 비슷한 결과를 보였다. 또한, 잎의 총합수량에 대한 초기원형질분리점의 상대함수율(RWC^{*})은 80.0%였으며, 전세포내의 수분총량에 대한 세포막을 통과할 수 없는 Apoplastic water의

비율은 약 20.0%인 것을 알 수 있었다.

IV. 인용문헌

1. 강원도산림개발연구원. 2002. 특용활엽수 재배기술. 강원도산림개발연구원 144pp.
2. 강호덕. 2001. 가시없는 음나무 생산. 산림지 5월.
3. 강호상, 이돈구 1998. 강원도 평창군 중앙산 지역 음나무의 입지환경 및 생장특성. 한국임학회지 87(3): 483-492.
4. 김세현. 2001. 가시없는 음나무 신품종 육성. 산림지 10월호.
5. 김영희, 김종평, 윤봉식, 문석식, 유익동. 1998. 음나무 유래 신규 황산화 물질. 한국자원식물학회지(별책 2호) 11: 89-109.
6. 김판기, 이은주. 2001. 광합성 생리 생태(2) - 환경변화에 대한 광합성 적응 반응. 한국농림기상학회지 3(3): 171-176.
7. 이돈구, 강호상. 2001. 리기다소나무림내 수하식재한 음나무묘목의 멸칭처리에 따른 활착율 및 생장. 서울대학교 연습림보고 37:67-79
8. 이철호. 2000. 음나무의 생리·생태학적 특성 및 분포지역에 따른 kalosaponins 함량의 변화. 충남대학교 대학원 박사학위논문.
9. 이철호, 최명석, 권기원. 2000a. 한국자생 음나무 집단 및 채취부위에 따른 kalosaponin 함량변이. 한국생약학회지 31(2): 203-208.
10. 이철호, 최영철, 김세현, 권기원. 2000b. 강원도 음나무 자생 임분의 입지환, 식생구조 및 동태. 한국자원식물학회지 13(2): 89-94.
11. 한상섭. 1991. 수목의 수분특성에 관한 생리·생태학적 해석(VI). - P-V 곡선법에 의한 활엽수 20종의 내건성 진단 - 한국임학회지. 80(2): 210-219
12. 한상섭, 김광륜. 1980. 수목의 수분특성에 관한 생리·생태학적 해석 I-Pressure Chamber Technique에 의한 내건성 수종의 진단- 한국임학회지. 50: 25-28
13. 한상섭, 권은석. 1986. 잣나무 묘목의 Critical

- Water Potential에 관한 연구. 강원대학교 임과대학 연습림연구보고. 6: 23-29
14. 한상섭, 심주석, 이수만 2000. 낙엽성 참나무 6종의 광합성, 증산, 기공전도도 특성에 관한 연구. 강원대학교 학술림연구지 20: 1-11.
 15. 한상섭, 전두식, 심주석 2005. 광, 온도, 수분 변화에 따른 음나무엽의 생리반응(I). 산림과학연구 21: 89-91
 16. 황석인, 정현관. 1997. 음나무 선발개체의 생장 및 섬유장과 수피특성의 변이. 임육연보. 33: 14-21
 17. Cheung, Y.N.S., M.T. Tyree, and J. Dainty. 1975. Water relations parameters on single leaves obtained in a pressure bomb and some ecological interpretations. Can. J. Bot. 53 : 1342-1346
 18. Han, S.S. and H.S. Choi. 1983. Eco-physiological interpretations on the water relations parameters of trees II. Seasonal changes in tissue-water relations parameters obtained from P-V curves on the *Pinus koraiensis* and *Abies holophylla* shoots. J.Kor. For.Soc. 61: 8-14
 19. Han, S.S. and H.S. Choi. 1986. Eco-physiological interpretations on the water relations parameters of trees V. Seasonal changes in tissue-water relations on the *Quercus grosseserrata* and *Quercus acutissima* leaves. J.Kor. For.Soc. 61: 8-14
 20. Kim, D. H., K. W. Yu, E. A. Bae, H. J. Park, and J. W. Choi. 1988. Metabolism of kalopanax B and H by human intestinal bacteria and antidiabetic activity of their metabolites. Biol. Pharm. Bull. 21(4): 360-365.
 21. Larcher, W. 1995. Physiological Plant Ecology. Springer, Berlin, pp506.
 22. Tyree, M. T. and H. T. Hammel. 1972. The measurement of the turgor pressure and the water relations of plants by the pressure-bomb technique. J. Exp. Bot. 23: 267-282.