

## 임간재배지에서 세 종 곶취(*Ligularia*)속 식물의 광합성특성 비교

김갑태\*

상지대학교 생명자원과학대학 산림과학과

### A Comparison of Photosynthetic Characteristics of Three *Ligularia* species Under-tree Cultivation

Gab-Tae Kim\*

Department of Forestry, College of Life Sci. and Nat. Resources, Sangji Univ., Wonju 220-702, Korea

**Abstract** - The photosynthetic characteristics of three *Ligularia* species, *L. fischeri*, *L. fischeri* var. *spiciformis* and *L. stenocephala* under-tree cultivated in Dunnae-myeon, Hoengsung-gun were measured and compared. Total mean photosynthetic rate increased with increasing the light intensity up to 2,000 PPFD. Mean photosynthetic rate of *L. fischeri* increased to maximum value of  $21.1 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  with increasing the light intensity up to 1,600 PPFD, but it was decreased at 2,000 PPFD. The highest photosynthetic rate was shown in *L. fischeri* var. *spiciformis*, followed by *L. fischeri*, and *L. stenocephala*. was the highest  $27.39 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  among three species, followed by that of The differences in photosynthetic rates were significantly different among the species each measuring date. *L. fischeri* var. *spiciformis* was more adaptive species at the low elevated under-tree cultivated sites, such as, Sanchemaeul Dunnae-myeon Hoeyngseung-gun than *L. fischeri* and *L. stenocephala*.

**Key words** - *L. fischeri*, *L. fischeri* var. *spiciformis*, *L. stenocephala*, light response curve, photosynthetic rate

## 서 언

최근 곶취 추출물이 항돌연변이성(항암작용) 및 유전독성 억제 효과가 크며(함 등, 1998), 저밀도 지방단백질의 산화에 대한 항산화 효과가 강함을 정 등(1998)이 밝힌 바 있어 곶취에 대한 관심이 높아져 있다. 주요 산채류의 분포와 환경조건과의 관계를 가리왕산(김과 엄, 1997)과 오대산(김, 1998)에서 보고한 바 있다. 방과 주(2004)는 실내 식물 개발을 위하여 자생후추등의 생육과 광합성을, 유(2005)는 몇 자생 초본류의 환경적응 능력을 임내와 임외에 분포하는 광합성과 엽록소함량을, 김(2007, 2003)은 평창군 중왕산 지역에서 곶취의 광합성과 생장을 보고한 바 있고, 자생식물을 대상으로 광선조건에 따른 생리적 반응에 대한 연구를 보고하고 있다(방과 주, 2004; 김과 이, 2001; 박과 이, 1997).

산림의 환경친화적인 관리와 산림자원의 가치를 제고하고자 식용이나 약용으로 인기가 높은 산림식물을 임지에서 지속적으로 생산하는 기술의 개발이 절실히 필요하다. 산림부산물 생산은 지역에 따라서는 목재생산보다 수익성이 높으며, 산촌주민들의 소득에 기여하는 바도 매우 높다. 이러한 필요성을 ‘산지자원화 계획의 성과와 반성’에서는 “산나물 재배자는 1997년 28,000명으로 늘었으나 산지재배는 인공재배의 2%에 불과하여 앞으로 산지재배에 대한 기술개발과 자금지원 등 적극적인 개선책이 요망된다”고 지적하고 있다(산림청, 1998). 게다가 현행의 산채채취 관행은 산림생태계의 교란과 산림자원의 훼손은 물론 부산물 자원의 고갈을 초래하는 위험 수준으로 임간재배의 필요성이 매우 높아지고 있는 실정이다(김과 엄, 1997; 김과 이, 1998). 강원도 평창군을 중심으로 주민과 외지인을 대상으로 산채채취에 대한 의식조사 결과, 무공해 산채에 대한 선호도는 해마다 높아지고 산채채취가 다른 농업에 비하여 소득이 높으며 산채의 판매에는 어려움이 없어 산촌주민

\*교신저자(E-mail) : gtkim@sangji.ac.kr

소득의 22.8%는 산채채취로 얻고 있다고 밝혀졌다(김, 2000a, 2000b)

곰취(*Ligularia fischeri* Turcz.)는 국화과의 깊은산 습지에서 자라는 다년초로 높이 1~2 m이고 근경이 굵다. 뿌리에서 돋은 잎은 길이가 85 cm에 달하는 것이 있으며 신장상 심장형이고 가장자리에 규칙적인 톱니가 있다. 어린 잎은 귀중한 묵나물의 하나이다(이, 2003). 왕곰취 또는 큰곰취라하기도 하며, 한국, 소련, 중국에 분포한다(국가생물종지식정보시스템). 전국 고산지대인 깊은 산에서 자생하며 저자의 경험에 의하면 더위에 약하여 해발고가 낮은 지대로 옮겨 심으면 2~3년 내에 없어져 버린다. 한대리곰취(*L. fischeri* var. *spiciformis* Nakai)는 부전곰취 또는 이삭곰취로도 불리며, 함경남도 부전고원에 분포한다. 곤달비(*L. stenocephala* Matsum. & Koidz.)는 곰취 또는 곰달유라 하기도 하며, 근생엽은 꽃이 필 때까지 남아 있으며 심장형이고 끝이 갑자기 뾰족해지며 설상화는 1~3개이거나 간혹 없는 것이 곰취와 구별되며 전국의 심산지역에 분포한다(국가생물종지식정보시스템). 산채시험장에서 재배시험한 것은 곰취에 비하여 내병·내서성이 강하고 분얼이 많으나 잎이 작고 얇은 편이다(Fig. 1). 무공해식품에



Fig. 1. The growth of *L. stenocephala* at the Nursery, Wild Vegetable Experiment Station.

대한 선호와 웰빙붐을 타고 곰취를 비롯한 산채류 수요가 급증하면서 곰취, 한대리곰취, 및 곤달비가 소비자들에게는 구별없이 곰취로 팔려나가고 자생지가 아닌 곳에서 재배되는 산채류의 품질이 떨어지는 문제점이 나타나고 있다. 한편, 강원도 평창군 봉평면 흥정리에 위치한 산채시험장(Wild Vegetable Experiment Station)에서는 수량성이 좋고 맛이 순한 곰취, 한대리곰취의 내병·내서성을 곰취의 고품질과 결합시키려는 육종노력이 시도되고 있으며, 곤달비도 수량이 많고 초세가 강한 계통선발에 노력을 기울이고 있다. 곰취의 수요가 늘면서 많은 농가에서 관심이 많으며 어떤 종을 선택하여 어떻게 재배해야 하는가를 문의하는 경우가 빈번하다.

이에 이 연구는 고품질의 곰취, 곤달비 및 한대리곰취를 지속적으로 생산할 수 있는 임간재배기술을 개발하고자 횡성군 둔내면 삽교1리의 산채마을 임간재배지에 생육 중인 세 식물종의 광합성을 특성을 조사·비교하였다.

## 재료 및 방법

### 시험대상지 및 식물재료

시험대상지는 강원도 횡성군 둔내면 삽교 1리의 태기산 산채 영농 조합 법인이 산채를 임간재배하는 임지(林地)였으며, 해발고 500~550 m의 남서향 사면림이었다. 소나무와 참나무류가 혼생하는 2차림으로 강도(본수 대비 50% 솎아베기)의 솎아베기를 실시한 임지로 상층 울폐도는 45%, 중층은 10% 미만이며, 하층은 산채류 이식을 위하여 말끔하게 정리된 임분이었다.

식물재료는 2003년 가을에 건강한 2~3년생 모를 이식하여 임간에서 생육이 왕성한 곰취(*Ligularia fischeri*), 한대리곰취(*L. fischeri* var. *spiciformis*) 및 곤달비(*L. stenocephala*)를 시험대상으로 하였다. 곰취는 강원도 평창군 진부면 장전리에 위치한 중왕산 북사면 해발고 1,200 부근에 자생하던 3년생 모를 이식하였고(Fig. 2), 곤달비(Fig. 1)와 한대리곰취(Fig. 3)는 강원도 평창군 봉평면 흥정리 270번지 해발고 610 m에 위치한 산채시험장(Wild Vegetable Experiment Station)에서 육묘된 2년생 모를 분양받아 심었다.

### 광합성을, 엽록소함량 측정

둔내면 삽교1리 임간에 생육중인 세 종 곰취(*Ligularia*) 속 식물을 대상으로 광합성율과 광도 변화에 따른 광합성



Fig. 2. The growth of *L. fischeri* under thinned *Larix kaemferi* forest at Mt. Jungwang.



Fig. 3. The growth of *L. fischeri* var. *spiciformis* at the Nursery, Wild Vegetable Experiment Station.

반응(light response curve)을 2005년 5월 26-27일 및 6월 21-22일에 식물종별로 각각 광합성율 및 광도 변화에 따른 광합성반응(light response curve)을 측정하여 비교하였다. 광합성율 측정은 휴대용 광합성 측정기(Portable Photosynthesis System, LI-6400; LI-COR)를 이용하여 측정하였으며, 광원은 LED light source(LI-COR)를 이용하여 2,000 PPFD  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서 측정하였으며,  $\text{CO}_2$

농도는 임의로 조절하지 않았다. 광도에 따른 광합성 반응은 광합성유효광자선밀도(光合成有效光子線密度, Photosynthetic Photon Flux Density 이후 “PPFD 약기로 표시”) 50, 100, 200, 400, 800, 1,600, 2,000 PPFD  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서 각각 4반복 이상의 측정을 하였다. 광합성율은 2,000 PPFD에서 각각 5반복 이상의 측정을 하였다. 광합성율의 측정은 오전 10시부터 오후 4시까지 생육지에서 건전하게 자란 개체의 피해가 없이 잘 자란 잎을 대상으로 측정하였다. 통계처리는 식물종별, 측정시기별, 광도별 측정자료를 SPSS 통계프로그램을 이용하여 분산분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 광도에 따른 광합성 반응

곰취(*Ligularia*)속 세 식물에 대하여 5월 26-27일 및 6월 21-22일에 측정한 광도에 따른 광합성율은 Table 1과 같다. 전체 평균 광합성율에서 광합성율은 광도가 높아질수록 광합성율이 높아지는 경향을 보였다. 식물종별로는 곰취의 광합성율은 1,600 PPFD에서 최대치인 21.1  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 를 보이고 2,000 PPFD에서는 조금 낮아진 값인 20.6  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 을 보였다. 한대리곰취와 곤달비는 2,000 PPFD에서는 각각 최대치인 26.0과 18.1  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났다.

2005년 5월 26-27일 및 6월 21-22일에 걸쳐 4회 측정한 광도별 광합성율의 평균값으로 광커브(light response curve)는 Fig. 4와 같다. 곰취는 1,600 PPFD에서 최대치를 보였다가 다시 감소하였고, 곤달비는 광도가 높아짐에 따라 광합성율은 증가하나 전체적으로 광합성 효율은 곰취와 비슷하게 낮게 나타났다. 이러한 곰취의 광반응은 중앙산 지역에서 측정·보고(김, 2007)된 곰취의 광커브(light response curve)와 같은 경향으로 나타났다. 한대리곰취

Table 1. Mean photosynthetic rate ( $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) of three plant species by light intensity

species	Light intensity (PPFD $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )						
	50	100	200	400	800	1,600	2,000
<i>Ligularia fischeri</i>	12.9	15.2	18.8	19.1	19.9	<u>21.1</u>	20.6
<i>L. fischeri</i> var. <i>spiciformis</i>	14.3	17.1	20.3	22.9	24.6	25.7	<u>26.0</u>
<i>L. stenocephala</i>	15.2	15.8	16.4	16.6	17.1	17.6	<u>18.1</u>
Total mean	14.13	16.03	18.50	19.53	20.53	21.47	21.57

\* Underlined value is the maximum photosynthetic rate for each species

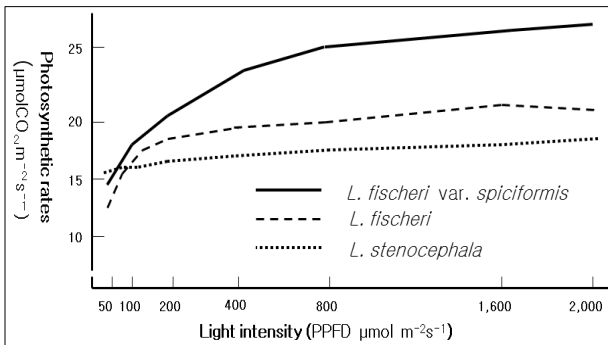


Fig. 4. Light response curves of three *Ligularia* species.

가 곰취나 곤달비에 비하여 광합성율이 높게 나타나 산채마을 임간재배지와 같은 저지대에는 가장 적합한 종이라 판단된다. 심산지역에 분포하는 곰취나 곤달비의 경우 더 위나 수분부족의 스트레스가 작용했을 것이라 추측된다. 이러한 추측은 모영기 등(2000)과 서종택 등(1995)이 곰취의 저온경과시간이 생육에 영향을 미치는 것으로 보고한 것을 고려할 때 정밀한 점검이 필요하다고 판단된다. 그리고 김(2007)의 중왕산 북서사면 해발고 1,200 m의 임내와 개별지에 생육중인 곰취의 광커브를 보고한 개별지의 광반응이 한대리곰취와 비슷한 형태로 나타난 데 비하여 산채마을 임간재배지에서는 매우 낮으며, 완만하게 광합성율이 증가하는 다른 형태의 변화가 나타나 재배지의 환경조건 기온, 토양수분 조건이 영향을 미쳤으리라 사료된다.

**식물종별 광합성율 비교**

산채류가 왕성하게 성장하는 5월 27일 및 6월 21일에 측정된 시기별 식물종간의 광합성율의 평균과 통계분석 결과를 Table. 2에 나타냈다. 평균값으로 보아 한대리곰취가 27.39 (µmol CO<sub>2</sub>m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>)로 가장 높은 광합성율을 보였고, 곰취,

곤달비 순으로 낮아졌다. 5월 27일 측정에서 식물종간 통계적 유의차가 인정되었으며, 한대리곰취와 곰취가 곤달비보다 광합성율이 높게 나타났다. 6월 21일 측정에서 식물종간 통계적 유의차가 인정되었으며, 한대리곰취가 곤달비와 곰취보다 광합성율이 높게 나타났다.

연구대상종 곰취가 자생하던 해발 1,200 m의 중왕산 북서 사면에 생육중인 곰취의 광합성율이 2005년 5월 하순 19.18 µmol CO<sub>2</sub>m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>로 산채마을에 이식된 것과 비슷한 값이었으며, 6월 하순에 33.08로 산채마을의 한대리곰취와 비슷한 광합성율을 보였으며, 산채마을의 곰취 28.14 µmol CO<sub>2</sub>m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>보다는 높은 값을 보였다. 해발고 500 정도인 산채마을에서 6월 21일 측정된 곰취의 광합성율 28.14 µmol CO<sub>2</sub>m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>는 유(2005)의 해발고 1,200 m 중왕산 지역에서 측정된 임외 35.26, 임내 33.23 µmol CO<sub>2</sub>m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>보다는 낮은 값이었다. 이러한 결과를 볼 때, 황성군 둔내면 산채마을과 같은 해발고가 낮은 지역에서는 곰취나 곤달비보다는 한대리곰취의 임간재배가 적합할 것이라 사료된다.

**적 요**

고품질의 곰취, 곤달비 및 한대리곰취를 지속적으로 생산할 수 있는 임간재배기술을 개발하고자 황성군 둔내면의 산채마을 임간재배지에 생육중인 세 식물종의 광합성율을 특성을 조사·비교하였다.

광도에 따른 곰취류의 광합성율의 평균은 광도가 높아질수록 높아지는 경향을 보였다. 광도에 따른 곰취의 광합성율의 평균은 광도가 높아질수록 높아지다가 1,600 PPFD에서 최대치인 21.1 µmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>를 보이고 2,000 PPFD에서는 낮아졌다. 한대리곰취가 27.39(µmol CO<sub>2</sub>m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>)로 가

Table 2. Mean photosynthetic rate (µmolCO<sub>2</sub>m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>) of three plant species by measuring date

Species	Mean photosynthetic rate (µmolCO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )			
	Measuring date	May 27*	June 21*	Mean
<i>Ligularia fischeri</i>		19.84 a	28.14 b	23.99
<i>L. fischeri</i> var. <i>spiciformis</i>		20.26 a	34.52 a	27.39
<i>L. stenocephala</i>		12.28 b	27.00 b	19.64
F-values		17.34**	45.48**	
<i>L. fischeri</i> in Mt. Jungwang**		19.18	33.08	26.13 Control

\* Means with the same letters within a columns are not significantly at 5% level by Duncan Test.

*L. fischeri* in Mt. Jungwang\*\* data are unpublished

장 높은 광합성율을 보였고, 곰취, 곤달비 순으로 낮아졌다. 5월 27일 측정에서 모두 식물종간 통계적 유의차가 인정되었으며 광합성율은 한대리곰취, 곰취, 곤달비 순이었고, 6월 21일 측정 광합성율은 한대리곰취, 곤달비, 곰취 순이었다.

황성군 둔내면 산채마을과 같은 해발고가 낮은 지역에서는 곰취나 곤달비 보다는 한대리곰취의 임간재배가 적합할 것이라 사료된다.

## 사 사

이 연구는 상지대학교 교내연구비 지원에 의하여 수행되었음.

## 인용문헌

Bang, K.J. and J.H. Ju. 2004. Effects of Light Intensity on the Growth Characteristics and Net Photosynthesis of *Piper kadsura* Native to Korea for Indoor Plants. 32(4):1-6. (in Korean)

Ham, S.S, S.Y. Lee, D.H. Oh, S.W. Jung, S.H. Kim, C.K. Jeong and I.J. Kang. 1998. Cytotoxicity of *Ligularia fischeri* Extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27(4): 745-750. (in Korean)

Jeong, S.W. E.J. Kim, H.J. Hwangbo and S.S. Ham. 1998. Effects of *Ligularia fischeri* Extracts on Oxidation of Low Density Lipoprotein. Kor. J. Food Sci. Technol. 30(5): 1214-1221. (in Korean)

Kim, G.T.. 2007. A Study on Photosynthetic Rate and Growth of *Ligularia fischeri* by in Different Light Conditions. Jour. of Life & Natural Sci. 14:101-106. (in Korean)

\_\_\_\_\_. 2003. A Study on the Growth, Photosynthetic Rate and Chlorophyll Contents of *Ligularia fischeri* by the Growing Sites. Jour. Korean For. Soc. 92(4):374-379. (in Korean)

\_\_\_\_\_. 2000a. Studies on the Wild Edible Plant Resources in Pyeungchang-gun, Kangwon-do 1. Collecting Status of Wild Edible Plants. Jour. of Life & Natural Sci. 7:39-52. (in Korean)

\_\_\_\_\_. 2000b. Studies on the Wild Edible Plant Resources in Pyeungchang-gun, Kangwon-do 1. Collecting Status of Wild Edible Plants. 2. Edible Plants Prices, Marketing and Mountain Villager's Income. Jour. of Life & Natural Sci. 7:53-60. (in Korean)

\_\_\_\_\_. 1998. A Study on the Relationship between the Distribution of Native Herb Species and Site Factors at Subalpine Zone in Mt. Odae. Jour. Korean For. Soc. 87(3): 459~465. (in Korean)

Kim, G.T. and D.K. Lee. 1998. Wild Edible Plant Production at Mt. Joongwang Located in Kangwon-do, Korea. pp 83-90, Forest Ecosystem and Land Use in Mountain areas, Proceedings of IUFRO Inter- Divisional Conference October 12-17, 1998, Seoul, Korea.

Kim, G.T. and T.W. Um. 1997. A Study on the Distribution of Wild Edible Herb Species in Mt. Kariwang. Jour. Korean For. Soc. 86(4):422-429. (in Korean)

Kim, P.G. and E.J. Lee. 2001. Ecophysiology of Photosynthesis 2: Adaptation of Photosynthetic Apparatus to Changing Environment.. Korean Jour. Agri. & For. Meteorology 3(3): 171-176. (in Korean)

Mo, Y.M, S.J. Choi, M.H. An, B.K. Choi, S.B. Bang, J.K. Hong and C.Y. Yu. 2000. Effects of Rhizosphere Temperature Control on the Growth and Yield of *Ligularia fischeri* TURCZ. in Winter Culture. Korean Soc. for Hort. Sci. 18(5):687-687.(in Korean)

Park, S.H. and Y.B. Lee. 1997. Effect of Light Acclimatization on Photosynthetic Activity of Foliage Plants. HORTICULTURE ENVIRONMENT and BIOTECHNOLOGY 38(1): 71-76. (in Korean)

Suh, J.T, W.B. Kim, S.Y. Ryu, B.H. Kim and J.G. Kim. 1995. Effect of Hours of Low Temperature Pretreatment and Foliar Spray Concentration of GA<sub>3</sub> on the Growth and Yield of *Ligularia fischeri* TURCZ. under Structures during Winter Season. Korean Soc. for Hort. Sci. 13(1): 120-121. (in Korean)

Yoo, B.B. 2005. A Study on the Adaptation Ability of Several Herb Species. Sangji Univ. MS Dissertation Paper. 40pp. (in Korean)

국가생물종지식정보시스템. <http://www.nature.go.kr>

산림청. 1998. 산지자원화 계획의 성과와 반성. 456pp.

이창복. 2003. 원색 대한식물도감. 상하권. 향문사, 서울.

(접수일 2008.6.4; 수락일 2008.8.12)