

상토의 조성에 따른 느티나무 묘목의 생육특성

Growth Characteristics of *Zelkova serrata* Seedlings as Affected by Mixed Nursery Soil

이의열

U. Y. Lee

국립한국농수산대학
산림학과¹

blueuiyeol@naver.com

윤경규

K. K. Youn

국립한국농수산대학
산림학과¹

ykk3126@naver.com

심윤진

Y. J. Shim

국립한국농수산대학
조경학과²

yjshimla@korea.kr

이어진

E J. Lee

국립한국농수산대학
산림학과¹

dlduws5202@naver.com

이경철*

K. C. Lee*

국립한국농수산대학
산림학과¹

dlrud112@korea.kr

Abstract

This study was conducted to find out the optimum composition of nursery soil for raising seedling of *Zelkova serrata*. The treatments were regulated with the three different soil types : full peat moss(PM 100%), peat moss + perlite + vermiculite(1:1:1), peat moss + perlite + vermiculite(1:2:1). The full peat moss(PM 100%) showed the highest photosynthetic activity such as maximum photosynthesis rate(PN max), water use efficiency(WUE), Fv/Fm, PIabs and SPAD value. And also, full peat moss(PM 100%) showed relatively better growth performances. As a result of surveying the whole experiment, full peat moss(PM 100%) soil increases growth performances and enhances overall quality.

Key words : *Zelkova serrata*, Nursery soil, Peat moss, Growth performance, Photosynthesis

*교신저자

1Department of Forestry, Korea National College of Agriculture & Fisheries

2Department of Landscape Architecture, Korea National College of Agriculture & Fisheries

I. 서론

상토는 양질의 묘 생산을 위해 적합한 물리적, 화학성 및 생물성을 갖춘 자재로서 식물체를 기계적으로 지지해 주고 작물의 생육에 필요한 각종 양분과 수분을 공급해주는 물질이다(Kim, 2003). 포트 및 플러그 재배 등 용기재배를 위한 상토의 구성재료로써 주로 피트모스를 많이 사용하는데 단일 재료로 사용하기도 하지만 보편적으로 2-3종류의 물질을 혼합하여 용기재배용 상토를 조제하고, 이들을 용기에 충전한 후 식물을 재배하며, 이를 혼합상토라고 부르고 있다(Park et al., 2014). 플러그나 포트재배 방법으로 작물을 재배할 때 사양토 등 노지토양을 용기재배에 이용하면 용기의 특성으로 인해 노지와는 다르게 용기 내의 물리적 환경이 조성되고 작물 생장에 악영향을 미치며 이러한 이유로 공극률이 높은 혼합상토를 용기재배에 이용한다(Nelson, 2003). 국내에서 혼합상토의 구성재료로 이용되는 주요 물질은 피트모스, 펄라이트, 버미큘라이트를 들 수 있으며, 이들 재료는 혼합비율을 조절하여 식물의 생육에 적합하도록 적절한 토양으로 조제된다.

낙엽활엽교목인 느티나무(*Zelkova serrata*)는 한국, 일본, 중국, 대만 등에 분포하고(Kim and Lee, 2013), 우리나라에서는 주로 온대 중남부지역에 조경수, 가로수, 조림수 등으로 식재되고 있는 친숙한 수목이며, 본 연구는 조림용, 조경용으로 활용도가 높은 느티나무를 대상으로 컨테이너 재배시 활착률과 초기 생장을 향상시키기 위한 적합한 혼합상토의 비율을 조사하여 효율적인 생산과 관리의 기초자료를 제공하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료 및 상토 조성

실험에 사용된 재료는 느티나무 실생 1년생 묘목(근원경 4.5 ± 1.0 cm)을 구매하여 사용하였으며, 2020년 3월 27일에 피트모스 단용 처리한 상토(PM 100%), 피트모스, 펄라이트, 버미큘라이트를 각각 1:1:1(v:v:v) 처리한 상토[PM : PL : VC (1:1:1)] 그리고 피트모스, 펄라이트, 버미큘라이트를 각각 1:1:2(v:v:v) 처리한 상토[PM : PL : VC (1:2:1)]를 준비하여 처리구당 12개씩(4개체 X 3반복)으로 이식하였다. 이 때 이식한 포트는 높이 20 cm, 직경 22 cm 였으며, 9월 7일까지 야외 양묘장에서 생육시켰고 관수는 실험기간 동안 1일 1회씩 진행하였다.

2. 광합성 특성

광합성 반응은 9월 7일 휴대용 광합성 측정기(Portable Photosynthesis system, Li-6800, Li-Cor Inc., USA)를 이용하여 측정하였으며, 광합성 측정장치에 부착된 LED light source를 이용하여 PPF(Photosynthetic Photon Flux Density)를 $1,000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 고정하고 최대광합성속도(maximum photosynthesis rate; $R_{N \max}$), 기공증산속도(stomatal transpiration rate; E), 기공전도도(stomatal conductance; Gs)를 조사하였다. 이때 공통된 측정 조건은 챔버로의 유입 공기유량을 $600 \mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$, 온도를 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 로 유지하였으며, 측정된 결과를 통해 수분이용효율(water use efficiency)을 산출하였다(Kim and Lee, 2001).

3. 엽록소 함량 및 엽록소 형광반응

엽록소 함량은 SPAD 측정기(CCM-200, opti-sciences Inc, USA)를 이용하였고, 엽록소 형광 반응은 휴대용 엽록소 형광반응 측정기(Plant Efficiency Analyzer, Hansatech Instrument Ltd., King's Lynn, UK)를 이용하여 측정하였다. 측정시 광을 충분히 수광하는 엽을 대상으로 조사하였으며, 20분간 암적응 시킨 엽에 $3,500 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 광량을 1 초간 조사하고, F_o/F_m , F_v/F_m , PI_{abs} 를 산출하여 제시하였다(Strasser et al., 2000; Wang et al., 2012).

4. 생장특성

상토조성에 따른 생장특성을 알아보기 위해 광합성 실험이 끝난 후 버니어캘리퍼스를 사용하여 지면에서 1cm 위의 근원경을 측정하였으며, 시료의 잎, 줄기, 뿌리를 구분하고 부위별 건조 중량 등을 측정하였다. 부위별 건조 중량은 건조기(DS-80-5, Dasol Scientific Co. Ltd., Gyeong-gido, Korea)에 48시간 동안 80°C 로 건조하여 조사하였고, 측정 결과에 따라 T/R를 (지상부 건조량/지하부 건조량)과 엽중비 (leaf weight ratio: $LWR = \text{엽 건조량} / \text{총 건조량}$)를 계산하였다.

III. 결과 및 고찰

상토 조성 비율에 따른 느티나무 묘목의 최대 광합성속도(maximum photosynthesis rate; $R_{N\text{max}}$), 수분이용효율(water use efficiency), 기공 증산속도(stomatal transpiration rate; E), 기공 전도도(stomatal conductance; Gs)를 Fig. 1에

나타냈다. 전반적으로 피트모스를 단용 처리구 (PM 100%)에서 다른 처리구에 비해 약 1.3배 높은 최대광합성속도를 보였고, 수분이용효율 역시 약 1.6배 높은 경향을 보였으나 피트모스와 펠라이트, 버미큘라이트를 혼합한 2개의 처리구간에는 서로 차이를 보이지 않았다. 이와 반대로 기공 증산속도와 기공전도도는 피트모스 단용 처리구에서 상대적으로 낮은 경향을 나타냈으나 통계적인 유의성은 인정되지 않았다. 피트모스 단용 처리구의 경우 기공의 반응이 낮고 증산량도 많지 않은데 비해 최대광합성 속도가 높게 유지되는 것은 수분을 효율적으로 사용하면서 광합성을 수행하는 결과로서 외부 환경에 상시 노출되는 야외 양묘의 특징상 가뭄 등의 스트레스에 대한 적응력이 상대적으로 높을 수 있음을 추측할 수 있다 (Fig. 1).

식물체 내 엽록소 함량은 잎의 생육시기와 환경요인에 따라 변화하는데 특히 스트레스가 지속되고 노화되어 가면서 엽록소 함량 감소하게 된다(Kwon and Lee, 1994). 피트모스 단용 처리 시 비교적 높은 엽록소 함량을 유지하는 것으로 나타났으며, 엽의 노화가 일어나기 시작하는 9월 경 측정된 것을 고려하면, 엽록소 파괴의 지연효과를 생각할 수 있다. 일반적으로 식물이 스트레스를 받게 되면 초기형광 F_o 는 증가하고 최대형광 F_m 은 감소하여 F_o/F_m 는 증가하고, 초기광화학반응에서 최대양자수율인 F_v/F_m 는 감소하는 경향을 나타내는데(Lee, 2017), 상토 조성에 따른 엽록소형광반응 측정에서 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 모든 처리구가 F_v/F_m 을 0.8이상을 유지하여 비교적 양호한 것으로 나타났다. PI_{abs} 는 다양한 환경스트레스에 대한 광합성 기구의 활력지수(vitality indices)로 활용되며, PI_{abs} 가 높은 값을 가지는 것은 흡수된 빛에너지의 보존 효율이 높다는 것을 의미한다(Holland et al.,

상토의 조성에 따른 느티나무 묘목의 생육특성
이경철 외 4인

2013). 느티나무의 경우 상토 조성에 따라서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다(Table 1). 이러한 결과를 통해 상토 조성 비율에 의해 광합성

기구의 활력 자체는 큰 차이가 없으며, 전반적으로 양호한 범위에 포함되는 것을 알 수 있다.

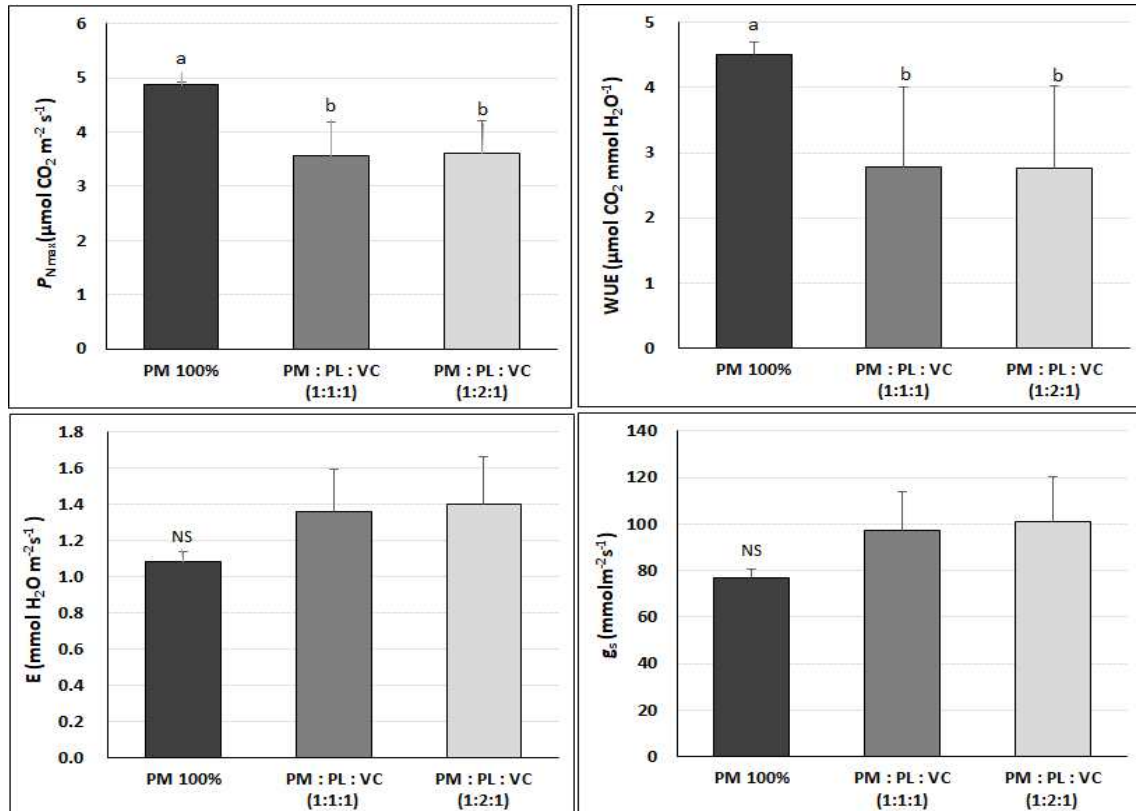


Fig. 1. The photosynthetic parameters as affected by nursery soil in the *Zelkova serrata* seedling. P_{Nmax} is maximum photosynthesis rate, WUE is water use efficiency, E is stomatal transpiration rate and g_s is stomatal conductance. Each bars is expressed as the mean \pm S.D.(n=5). Different letters indicate values significantly different by duncan's multiple range test($P \leq 0.05$). NS is non-significant.

Table 1. SPAD and chlorophyll fluorescence as affected by nursery soil in the *Zelkova serrata* seedling

Treatments	SPAD	Fo/Fm	Fv/Fm	PI _{abs}
PM 100%	27.63 \pm 2.12 ^a	0.20 \pm 0.01 ^{NS}	0.80 \pm 0.01 ^{NS}	2.07 \pm 1.21 ^{NS}
PM : PL : VC (1:1:1)	22.53 \pm 3.21 ^b	0.18 \pm 0.01	0.82 \pm 0.01	1.74 \pm 1.01
PM : PL : VC (1:2:1)	21.93 \pm 1.36 ^b	0.19 \pm 0.02	0.81 \pm 0.02	2.19 \pm 1.13

Each value is expressed as the means \pm SD(n = 5). *The asterisk symbols indicated significantly different from control and P values were calculated by duncan's multiple range test($P \leq 0.05$). NS is non-significant.

상토 조성에 따른 느티나무 묘목의 생장특성을 비교해보면(Table 2), 전반적으로 개체당 편차가 커 통계적으로 유의한 결과를 얻지는 못하였고, 평균의 차이만 확인할 수 있었다. 피트모스 단용 처리시(PM 100%) 근원경을 비롯하여 엽건중, 줄기건중, 뿌리건중 그리고 총건중 모두 가장 높은 경향을 보였으며, 특히 수분 및 무기염 흡수와 관련이 높은 잔뿌리 발생 역시 현저하였다(Fig. 2).

식물의 광합성에 의해 생산되는 물질의 지상부와 지하부 분배비율인 T/R을 역시 피트모스 단용 처리시(PM 100%) 다소 높은 경향을 보였으나, 엽건중의 증가를 위한 에너지 분배율을 의미하는 LWR은 차이가 거의 없었다. 이러한 결과를 통해 전반적으로 피트모스 단용 처리시(PM 100%) 생장량이 우수하고, 지상부의 비율도 높게 유지시키는 것을 알 수 있다(Table 2).

Table 2. The growth characteristics as affected by nursery soil in the *Zelkova serrata* seedling

Treatments	Root diameter (mm)	Dry mass production (g)				T/R ratio (g·g ⁻¹)	LWR (g·g ⁻¹)
		Leaves	Shoot	Root	Total		
PM 100%	9.2±2.4 ^{NS}	7.5±4.3 ^{NS}	13.7±8.1 ^{NS}	10.5±6.0 ^{NS}	31.7±18.2 ^{NS}	2.0±0.4 ^{NS}	0.23±0.04 ^{NS}
PM : PL : VC (1:1:1)	6.6±0.8	3.6±0.8	7.3±0.9	7.7±1.4	18.6±1.6	1.4±0.2	0.20±0.05
PM : PL : VC (1:2:1)	6.1±1.5	2.9±0.7	5.8±2.6	4.8±1.3	13.5±4.3	1.8±0.2	0.22±0.04

Each value is expressed as the means ± SD(n = 3). *The asterisk symbols indicated significantly different from control and P values were calculated by duncan's multiple range test(P ≤ 0.05). NS is non-significant.



Fig. 2. Root growth of *Zelkova serrata* seedling as affected by mixed nursery soil

위의 결과를 통해 상토 조성에 따라 Fv/Fm 및 PI_{abs} 등의 광합성 활력 자체는 크게 차이가 없었고, 모든 처리구에서 비교적 양호한 수준으로 유지하는 것을 알 수 있었다. 그러나 피트모스 단

용 처리시(PM 100%) 수분을 효율적으로 사용하면서 광합성을 수행하여 상대적으로 최대광합성 속도가 높게 나타나고 있었으며, 전반적으로 엽록소 함량도 높고, 부위별 건중량, 근원직경 등 생

장량이 우수하여 컨테이너를 활용한 느티나무 묘목을 재배하는데 있어 적절한 상토 조건으로 판단된다.

IV. 참고문헌

1. Holland, V., Koller, S. and Brüggemann, W. (2013). Insight into the photosynthetic apparatus in evergreen and deciduous European oaks during autumn senescence using OJIP fluorescence transient analysis. *Plant Biology*. 1-8.
2. Kim, I. S. and Lee, J. H. (2013). Geographic variation of seed characteristics and 1-year-old seedling growth of *Zelkova serrata*. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 15(4): 234-244.
3. Kim, P. G. and Lee, E. J. (2001). Ecophysiology of photosynthesis 1: effects of light intensity and intercellular CO₂ pressure on photosynthesis. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology*. 3:126-133.
4. Kwon, K. W. and Lee, J. H. (1994). Growth performances and physiological responses of *Quercus* spp. and *Fraxinus rhynchophylla* subjected to different soil moisture regimes and nutrition levels. *Jour. Korean for. Soc.* 83:164-174.
5. Lee, K. C. (2017). Change of Photosynthesis Performance and Water Relation Parameters in Seedling of Korean *Dendropanax* under Drought Stress. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 26:181-187
6. Min, B. G., Ha, I. J., Lee, J. T., Choi, S. L. and Lee, S. T. (2016). The selection proper materials to develop specialized root substrate for working with bulb onion transplanter. *Protected Horticulture and Plant Factory*, 25(2): 100-105.
7. Nelson, P. V. (2003). *Greenhouse operation and management*. 6th ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
8. Park, E. Y., Choi, J. M. and Shim, C. Y. (2014). Development of root media containing carbonized and expanded rice hull for container cultivation of horticultural crops. *Horticultural Science & Technology*, 32(2):157-164.
9. Strasser, R. J., Srivastava, A. and Tsimilli-Michael, M. (2000). The fluorescence transient as a tool to characterize and screen photosynthetic samples. In Yunus M, Pathre U and Mohanty P.(eds.). *Probing Photosynthesis: Mechanism, regulation and adaptation*. Taylor and Francis. London and New York. p.445-483.
10. Wang, Z. X., Chen, L., Ai, J., Qin, H. Y., Liu, Y. X., Xu, P. L., Jiao, Z. Q., Zhao, Y. and Zhang, Q. T. (2012). Photosynthesis and activity of photosystem II in response to drought stress in amur grape (*Vitis amurensis* Rupr.). *Photosynthetica*. 50:189-196.