

# 바이오차와 피트모스의 혼합비율이 해국 묘 생육에 미치는 영향

김수진<sup>1</sup> · 김석진<sup>1</sup> · 한상균<sup>1</sup> · 권윤구<sup>1</sup> · 권영휴<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>한국농수산대학

## Effect of Mixture Ratio of Biochar and Peatmoss on the Growth of *Aster spathulifolius*

S. J. Kim<sup>1</sup>, S. J. Kim<sup>1</sup>, S. K. Han<sup>1</sup>, Y. K. Kwon<sup>1</sup> and Y. H. Kwon<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Korea National College of Agriculture and Fisheries, 1515, Kongjwipatjwi-ro, Deokjin-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do, 54874, Korea

### Abstract

This study was conducted to investigate the possibility of biochar as an alternative medium to peatmoss using for *Aster spathulifolius*. We cultivated *A. spathulifolius* in four potting media with different mixing rates (v/v) of peatmoss (P) and biochar (B) as follows: B0+P3, B1+P2, B2+P1, and B3+P0 with vermiculite 3 + perlite 3. Also, we analyzed the chemical properties of media and the plant growth characteristics. The results were as follows: In case of media's chemical condition, B0+P3 and B1+P2 treatments showed higher tendency ( $p < 0.05$ ). Plant height on B0+P3 and B1+P2 treatments was much higher than that on other treatments ( $p < 0.05$ ). Root length on B1+P2 treatment was higher than on B0+P3 treatment ( $p < 0.05$ ). B0+P3 and B1+P2 treatments showed higher number of leaves and dry biomass than other treatments. Therefore, our results support that Biochar : Peatmoss : Vermiculite : Perlite (1/3 : 2/3 : 1 : 1, v/v) could be a more economical potting medium for *A. spathulifolius* than peatmoss : vermiculite : perlite (1 : 1 : 1, v/v).

**Key words** : Dry weight, Soil chemical property, Peatmoss

\*교신저자 : 한국농수산대학 kwonla@korea.kr

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(연구과제번호 PJ010190)의 지원에 의해 수행되었음.

## I. 서론

육묘산업의 발달에 따라 육묘용 상토의 사용량이 급격히 증가하여 상토를 만들기 위한 원자재의 수입량이 증가하고 있다(Lee et al., 2006). 상토는 '양질묘 생산에 적합한 물리적, 화학적 및 생물학적 특성을 갖춘 자재로서 식물체를 기계적으로 지지하고 작물의 생육에 필요한 각종 양분과 수분을 공급해주는 활성화된 물질로서 육묘에 있어서 가장 기본이 되는 요소'로 정의된다(Kim et al., 2008). 국내에서는 피트모스(peatmoss), 코코피트(cocopeat) 등이 주로 사용되는데(Kim and Kim, 2011), 주재료로 많이 사용되고 있는 피트모스의 경우 전량 수입에 의존하고, 고가이며 수급이 불안정할 수 있다(Kim, 2003). 또한 원산지에 따라 부속 정도, 입도분포, 무기물 함량 등 물질 자체의 특성이 다르다(Shin et al., 2012). 피트모스가 혼합된 상토의 경우에는 근권부의 pH가 4.0 이하의 강산성으로 변하여 각종 생리 장애 발생의 원인이 되어 플러그 묘의 상품성을 저하시키기도 한다(Shoemaker and Carlson, 1990; Styer and Koranski, 1997). 원예용 상토의 또 다른 주재료로 많이 이용되는 코코피트의 경우에도 식물 생장에 해가 되는 탄닌 및 염기성분을 제거하기 위한 Husk 팽윤 수침과정의 소요기간이 길고, 대부분의 동남아시아 코코넛 생산국에서는 수침공정을 생략하는 경우도 있어 선택에 주의를 요한다(Kim, 2003). 이와 같이 수입되는 상토의 재료는 수입비용 상승, 원활하지 못한 수급 등의 문제점이 발생할 수 있다(Park et al., 2015). 그런 경우 국내 육묘를 위한 상토 공급에 큰 영향을 미칠 수 있으므로, 수입 재료를 대체할 만한 경제적인 상토 개발이 요구된다.

한편 친환경제제로 알려진 바이오차는 산소가 없는 혐기 조건에서 바이오매스의 열분해를 통해 만들어지는 고형 부산물로, 비옥도가 낮은 토양에서 산도 감소, 양분 보유력 및 수분 보유력 증가

등의 토양개량 효과를 나타낸다고 알려져 있다(Bunan et al., 2015; Glaser et al., 2001; Jeong et al., 2008; Lehmann et al., 2003; Liang et al., 2006; Yun et al., 2004; Han et al., 2014). Woo(2015)는 바이오차의 원료인 바이오매스가 농업폐기물, 하수슬러지, 유기성폐기물 등 다양한 폐기물을 사용할 수 있어 경제적인 측면과 환경관리 측면에서도 유리하다고 보고하였다. 이러한 바이오차가 식물 생장에 미치는 영향에 대해서는 Kim et al. (2016)이 바이오차 토양시용이 작물 생육에 유리한 토양 환경을 만들어준다고 보고하였고, Hossain et al. (2010)은 토마토 재배에서 바이오차 10톤/ha 시용 후 작물 수량이 약 64% 증수되었다고 보고하였다. Han et al.(2014)도 음식물쓰레기 바이오차와 왕겨 바이오차의 시용이 상추 종자의 발아율에 미치는 영향을 보고하였고, 그밖에도 포도 재배, 옥수수 재배 등 여러 농작물의 생장에 미치는 연구가 보고 되었지만, 아직 정원 식물의 생장에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 점점 커져가는 도시녹화 시장에서 녹화식물의 안정적인 공급을 위해 도시녹화에 이용되는 주요 초본류 가운데 하나인 해국에 대해 국내에서 일반적으로 많이 사용하고 있는 인공용토 혼합비(피트모스 : 버미큘라이트 : 펄라이트 = 1:1:1 v/v)를 기준으로 인공용토 내에 피트모스 함량의 1/3, 2/3, 1을 바이오차로 대체하여 육묘의 생장 차이를 분석하고, 피트모스 대체재로써 바이오차의 가능성을 확인하고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 공시재료

공시 초종은 도시녹화 및 정원에 주로 이용되며, 생장 및 근계발달 속도가 빠르고 짧은 기간에

생장 결과를 알 수 있는 해국(*Aster spathulifolius*)을 사용하였다. 실험에 사용된 묘는 저온 저장(2~5°C)된 해국 종자를 20시간 물에 침지한 후 시판용 원예용 상토(한농원예범용, 팜한농)에 파종하여 37일 생장된 묘로 평균 초장 3.17cm, 근장 4.02cm, 엽수 4.1개였다.

사용된 공시 배양토에는 국내에서 상토 제조 시 일반적으로 많이 사용하고 있는 원자재 피트

모스(Baltisches substrat, HAWITA-Gruppe GmbH, Vechta, Germany), 버미큘라이트(Beaminuri, Green Fire Chemicals Ltd, Hwa sung si, Korea), 펄라이트(New Pearlshine No-2, Green Fire Chemicals Ltd, Hwa sung si, Korea)에 바이오차(2.0mm 표준망체를 통과한 균일한 입자, ㈜경동아그로)를 사용하였으며, 배양토의 배합비율은 다음과 같다(Table 1).

**Table 1. Compositions of potting media used in this experiment**

	Mixing rate (v/v <sup>2</sup> )			
	Biochar (B)	Peatmoss (P)	Vermiculite	Perlite
B0+P3 (control)	0	3	3	3
B1+P2	1	2	3	3
B2+P1	2	1	3	3
B3+P0	3	0	3	3

<sup>2</sup>v/v = volume/volume

## 2. 재배방법

2017년 2월 14일 파종상자(가로×세로×높이, L52×W36×H9.3cm)에 시판용 원예용 상토를 균일하게 채워 넣고, 미리 준비한 해국 종자를 10mm 깊이로 1립씩 파종하였다. 종자 발아 후 31일간 생장시켜 엽수, 초장, 근장이 처리구별로 균일한 유묘를 선정하여 개별 포트(상부×하부×높이, Ø8.0×Ø7.5×H6.5cm)에 30개체씩 3반복하여 정식했다. 관수는 주 3회 실시하였으며, 시비는 하지 않았다. 본 실험은 전라북도 전주시 덕진구에 위치한 한국농수산대학 벼로형 유리온실에서 진행하였으며, 재배기간 평균 주간/야간 온도는 25°C, 15°C가 유지되도록 하였다. 시험구는 완전임의배치법으로 배치시켰다.

생육기간은 정식 후 60일이며, 4개의 처리구,

30개체씩 3반복으로 초장, 근장, 엽수를 정식 직전과 정식 후 60일 시점 2회 측정하여 성장량을 산출하였다. 지상부 및 지하부 건물중은 70°C에서 24시간 건조한 후 0.001g 단위까지 측정하였다. 상대 건물중(%)은 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{상대 건물중(\%)} = \frac{\text{처리구 건물중}}{\text{대조구 건물중}} \times 100$$

## 3. 배지의 화학성

배양토를 충분히 섞은 다음 처리구별로 시료를 채취하여 음건 후 pH(Orion star A211, USA)와 전기전도도(Orion 3 star, USA)를 측정하고 치환성 양이온은 1M Ammonium acetate(Optima 8300, Perkin Elmer)법으로 분석하였으며 양이

온치환용량(CEC)은 Ammonium acetate법으로 측정하였다. 총질소(T-N)는 Kjeldahl 증류법(KjelMaster K-375, Switzerland), 배지 내 유기탄소(C)는 원소분석기(Vario max CN, Germany)를 이용하여 분석하였다. 배지분석은 농촌진흥청 국립농업과학원 토양화학분석법(NAAS, 2010)으로 3반복 시행하였다.

#### 4. 통계분석

통계분석은 배양토의 처리에 따른 토양의 화학성 및 유묘 생육 특성을 비교하기 위해 일원배치 분산분석(SPSS ver. 21)을 실시하였고, 처리 간 차이를 분석하였다. 분산분석을 실시한 후 유의적 차이가 있는 처리구는 Duncan의 다중검정을 실시하여 처리구간 차이를 표시하였다.

### III. 결과 및 고찰

본 연구에 사용된 배양토의 화학적 성질을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 배양토 처리에 따른 화학성을 비교해보면 전기전도도, Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>,

Na<sup>+</sup>, CEC의 경우 B0+P3의 대조구 또는 피트모스의 일부를 바이오차로 대체한 B1+P2 처리구가 다른 처리구에 비해 높은 경향을 보였다(p < 0.05).

B0+P3(대조구)와 B1+P2 배지에 해국을 생육시킨 결과도 배양토의 화학성 결과와 유사한 경향을 보였다(Table 3). 초장은 대조구 4.82cm, B1+P2 처리구 4.55cm로 다른 처리구에 비해 약 2~3배 큰 것으로 나타났다(p < 0.05). 근장은 피트모스나 바이오차의 단용 처리구(B0+P3, B3+P0)보다 피트모스와 바이오차를 혼합한 배양토(B1+P2, B2+P1)에서 근장이 길게 나타났다(p < 0.05). 엽수는 처리구에 따라 뚜렷한 경향을 보였는데, B0+P3(대조구) > B1+P2 > B2+P1 > B3+P0 순으로 피트모스 함량이 적어질수록 낮아지는 경향을 보였다(p < 0.05).

지상부 및 지하부 건물중 또한 B0+P3(대조구) > B1+P2 > B2+P1 > B3+P0 순으로 피트모스 함량이 적어질수록 낮아지는 경향을 보였다(Table 4). 바이오차 처리에 따른 지상부의 상대 건물중(%)은 대조구 대비 B1+P2 처리구에서 85%, B2+P1 처리구에서 55%, B3+P0 처리구에서 31%로 감소하였고, 지하부의 상대 건물중(%)은 B1+P2 처리

**Table 2. Chemical properties of potting media with different mixing ratio of biochar and peatmoss**

Treatment <sup>z</sup> (potting media)	pH (1:5)	EC (dS·m <sup>-1</sup> )	Exchangeable cation (cmol·kg <sup>-1</sup> )				CEC (cmol·kg <sup>-1</sup> )	Total nitrogen (%)	Organic carbon (%)
			Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>			
B0+P3	7.53 c <sup>y</sup>	1.10 a	42.39 a	0.49 a	1.00 a	7.88 b	20.57 a	0.23 a	12.22 c
B1+P2	7.90 b	0.97 b	32.04 b	0.38 b	1.10 a	8.22 a	17.67 b	0.16 c	14.24 b
B2+P1	8.20 a	0.47 d	10.49 d	0.26 d	0.60 a	7.47 c	11.87 d	0.19 bc	17.68 a
B3+P0	8.10 a	0.65 c	20.69 c	0.32 c	0.87 a	8.21 a	12.67 c	0.20 ab	15.53 b
<i>p-value</i>	.000	.000	.000	.000	.381	.000	.000	.006	.000

<sup>z</sup>See Table 1.

<sup>y</sup>The same letter within column is not significantly different based on Duncan's multiple range tests at the 0.05 levels.

**Table 3. Growth characteristics of *Aster spathulifolius* as influenced by potting media with different mixing ratio of biochar and peatmoss**

Treatment <sup>z</sup> (potting media)	Amount of growth		
	Plant height (cm)	Root length (mm)	No. of leaves
B0+P3 (control)	4.82 a <sup>y</sup>	8.50 b	11.4 a
B1+P2	4.55 a	9.13 a	10.3 b
B2+P1	2.46 b	9.20 a	9.1 c
B3+P0	1.35 c	8.22 b	7.0 d
<i>p-value</i>	.000	.000	.000

<sup>z</sup>See table 1.<sup>y</sup>The same letter within column is not significantly different based on Duncan's multiple range tests at the 0.05 levels.**Table 4. Dry weight and T/R ratio of *Aster spathulifolius* with different mixing ratio of biochar and peatmoss**

Treatment <sup>z</sup> (potting media)	Dry weight (g/plant)		Relative dry weight (%) <sup>y</sup>		T/R ratio <sup>x</sup> (g·g <sup>-1</sup> )
	Shoot (T)	Root (R)	Shoot	Root	
B0+P3 (control)	1.022 a <sup>w</sup>	0.738 a	100	100	1.40 a
B1+P2	0.869 b	0.666 b	85	90	1.32 a
B2+P1	0.570 c	0.514 c	55	70	1.12 b
B3+P0	0.321 d	0.352 d	31	48	0.92 c
<i>p-value</i>	.000	.000			.000

<sup>z</sup>See table 1.<sup>y</sup>Relative dry weight means the percentage ratio to the control (B0+P3).<sup>x</sup>T/R ratio = shoot (top) dry weight/root dry weight ratio.<sup>w</sup>The same letter within column is not significantly different based on Duncan's multiple range tests at the 0.05 levels.

구에서 90%, B2+P1 처리구에서 70%, B3+P0 처리구에서 48%를 나타냈다(Table 4). 지상부 및 지하부 건물중으로 산출한 T/R율도 대조구 > B1+P2 > B2+P1 > B3+P0 순으로 피트모스 함량이 적어질수록 낮아지는 경향을 보였지만, Duncan의 다중검정 결과 대조구와 B1+P2 처리구가 가장 높은 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ).

그러나 네 처리구 모두 지상부와 지하부 비율이 1에 가까워 비교적 균형 있게 생육되었다고

사료되며, 처리구별 차이도 크지 않은 것으로 판단된다.

이상의 시험의 결과를 종합해 보면 해국 재배 시 피트모스, 버미큘라이트, 펄라이트(1:1:1, v/v)의 인공용토(B0+P3)에서 피트모스를 대체할만한 생장 효과를 나타낸 처리 비율은 B1+P2(바이오차 : 피트모스 : 버미큘라이트 : 펄라이트 = 1:2:3:3, v/v)으로 사료된다. 이는 Kim et al. (2015)의 바이오차의 시용량 증가가 상추의 초장 및 바이오

매스 등 생육 증진에 영향을 주었다는 연구와 Park et al. (2015)의 바이오차의 처리량이 증가할수록 배추수량 또한 무처리구 대비 33% 증가하였음을 보고한 연구와는 다소 상이한 결과이지만, Zakaria et al. (2012)의 바이오차가 종자 발아와 유묘 초기 생장의 관계에 대한 연구에서 바이오차 함량과 생장이 항상 비례하지는 않는다는 결과와는 유사한 결과이다.

본 시험에서는 Zakaria et al. (2012)의 보고처럼 실험에 사용된 바이오차의 유형, 함께 사용된 배지 재료, 혼합 비율 등이 해국 유묘의 생장에 영향을 주었을 것으로 판단된다. 추후에는 바이오차의 유형과 혼합 비율, 초종 등의 범위를 확대하여 바이오차의 구체적이고 실제적인 활용 가능성에 대해 시험할 필요가 있다고 사료된다.

#### IV. 적 요

본 연구에서는 보다 효율적인 도시녹화 및 정원식물 생산을 위해 도시녹화 및 정원에 이용되는 주요 초본류 가운데 하나인 해국 유묘에 대해 피트모스 대체재로 바이오차의 가능성을 살펴보고자 바이오차 처리 수준에 따른 해국 유묘의 생육차이를 조사하였다. 연구결과 바이오차를 혼합한 배양토 처리에 따른 해국 유묘의 생장은 피트모스, 버미큘라이트, 펄라이트(1:1:1, v/v), 바이오차, 피트모스, 버미큘라이트, 펄라이트(1:2:3:3, v/v) 처리구에서 우수한 경향을 보였다. 따라서 해국 재배 시 피트모스, 버미큘라이트, 펄라이트(1:1:1, v/v)의 인공용토에서 피트모스를 대체할 만한 성장 효과를 나타낸 처리 비율은 바이오차, 피트모스, 버미큘라이트, 펄라이트(1/3:2/3:1:1, v/v) 처리구로, 사용된 바이오차의 유형, 함께 사용된 상토의 재료, 혼합 비율 등이 영향을 주었을 것으로 사료된다.

#### V. 참고문헌

1. Bunan, S., J. L. Deenik, B. Toomsan, M. J. Antal and Viyakon. (2015). Biochar characteristics and application rates affecting corn growth and properties of soils contrasting in texture and mineralogy. *Geoderma* 237-238:105-116.
2. Glaser, B., L. Haumaier, G. Guggenberger and W. Zech. (2001). The "Terra Preta" phenomenon: A model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften* 88:37-41.
3. Han, K. H., Y. S. Zhang, K. H. Jung, H. R. Cho and Y. K. Sonn. (2014). Evaluating germination of lettuce and soluble organic carbon leachability in upland sandy loam soil applied with rice husk and food waste biochar. *Kor. J. Agr. Sci.*41(4):369-377.
4. Hossain, M. K., V. Strezov, K. Y. Chan and P. F. Nelson. (2010). Agronomic properties of wastewater sludge biochar and bioavailability of metals in production of cherrytomato(*Lycopersicon esculentum*). *Chemosphere* 78:1167-1171.
5. Jeong, S. J., J. S. Oh, W. Y. Seok and M. Y. Cho. (2008). The effect of treatment of woody charred materials on the growth and components of tomato and chinese cabbage. *Kor. J. organic Agr.* 16 (4):455-469.
6. Kim, H. S. and K. H. Kim. (2011). Physical properties of the horticultural substrate according to mixing ratio of peatmoss, perlite and vermiculite. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 44(3):321-330.

7. Kim, H. T., S. W. Kang, D. C. Seo and J. S. Cho. (2015). Evaluation of biochar applications on growth characteristics of lettuce and reduction of greenhouse gases in lettuce cultivation, *J. Kor. Soc. Environ, Agr.* 2015(0):280-280. (Abstr.)
8. Kim, H. T., S. W. Kang, D. C. Seo and J. S. Cho. (2016). Effect of biochar application on bulk density, porosity and soil respiration in upland soil. *Kor. j. Soil Sci. Fert.* 71-71. (Abstr.)
9. Kim, I. Y. (2003). Character of cocopeat and peatmoss. *Soil and fertilizer.* (13). 14-21.
10. Kim, L. Y., Y. C. Ku, W. H. Yang and Y. Nam. (2008). Bed soil and raising seeding. Hakyesa. Daejeon, Korea.
11. Lee, H. H., K. H. Kim and J. Y. Kang. (2006). Comparison of the european standard methods and the rural development administration methods for determining chemical properties of horticultural substrates. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 24(3):425-430.
12. Lehmann, J., J. P. da Silva, Jr., C. Steiner, T. Nehls, W. Zech and B. Glaser. (2003). Nutrient availability and leaching in an archaeological anthrosol and a ferralsol of the central amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant Soil* 249: 343-357.
13. Liang, B., J. Lehmann, D. Solomon, J. Kinyangi, J. Grossman, B. O'Neill, O. Skjemstad, J. Thies, F. J. Luizao, J. Patersen and E. G. Neves. (2006). Black carbon increases cation exchange capacity in soils. *Soil Sci. Society Amer. J.* 70:1719-1730.
14. NAAS(National Academy of Agricultural Science). (2010). Method of soil chemical analysis. Rural Development Administration. Kor.
15. Park, G. S., Y. C. Kim, S. W. Ann, H. K. Kang and J. M. Choi. (2015). Changes in moisture contents of rice-hull based root media and growth responses of 'Seolhyang' strawberry during vegetative propagation. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 33(1):47-54
16. Park, J. H. S. J. Park, Y. J. Seo, O. H. Kwon, S. Y. Choi, D. W. Suh and S. D. Park. (2015). Effects of biochar application from red pepper residues on soil physico-chemical properties and cabbage yield. *Kor. j. Soil Sci. Fert.* (2015.5): 148-148. (Abstr.)
17. Shin, B. K., J. E. Son and J. M. Choi. (2012). Physico-chemical properties of peatmoss and coir dust currently used as root medium components for crop production in Korean plant factories. *J. Bio-Environment Control.* 21(4):362-371.
18. Shoemaker, C. A. Allan and W. H. Carlson. (1990). pH affects seed germination of eight bedding plant species. *HortScience* 25:762-764.
19. Styer, R. C and D. S. Koranski. (1997). Plug and transplant production : A grower's guide. Ball Publishing, Batavia, II.
20. Woo, S. H. (2015). Biochar. G-World. Goyang, Gyeonggi-do, Kor.
21. Yun, B. K., I. J. Park, Y. K. Yoo, W. N. Hou, B. W. Kim and Y. W. Kim. (2004).

The effect of application levels of wood charcoal powder on onion (*Allium cepa* L.) growth and soil physico-chemical properties. The Kor. J. Intl. Agr. 16(2): 162-167.

22. Zakaria M. S., D. V. Murphy and L. K. Abbott. (2012). Biochars influence seed germination and early growth of seedlings. Plant soil 353:273-287.