

유기자재 종류별 혼합비율이 2년생 하이부시 블루베리의 유목 생육과 토양환경에 미치는 영향

김홍림* · 김형득 · 김진국¹ · 곽용범 · 최영하

농촌진흥청 국립원예특작과학원 남해출장소, ¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 과수과

Effect of Organic Substrates Mixture Ratio on 2-year-old Highbush Blueberry Growth and Soil Chemical Properties

Hong-Lim Kim*, Hyoung-Deug Kim, Jin-Gook Kim¹, Yong-Bum Kwack, and Young-Hah Choi

Namhae Sub-Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Namhae 668-812, Korea

¹Fruit Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Suwon 440-706, Korea

The blueberry farming requires the soil condition of well-drainage, pH of 4.5 to 5.2, and high in organic matters for stable growth and development. Most of soil type of cultivated land in Korea, however, belongs to alkaline soils with low organic matter content and poor drainage. Therefore, the blueberry farmers use peat moss heavily to improve the soil condition, but the guideline on the effective and economic ratio of peat moss is not established yet. This study was performed to determine the cost effective peat moss ratio for amending soils, and to investigate the feasibility of using sawdust and coco peat as soil amendments. Peat moss, coco peat and sawdust are mixed with soil at the ratio of 0, 12.5, 50 and 100% (v/v). Among 3 organic materials with various mixture ratios, the pH of soil was the lowest in 100% peat moss and sawdust mixtures (pH 3.67 and pH 3.73, respectively), followed by pH 5.30 at 50% peat moss. The soil organic matter content are directly proportional to the mixture ratios in all three organic materials and the same trend was observed in the variation of content of exchangeable potassium in the coco peat treatments. On the contrary, the content of available phosphate, exchangeable calcium and magnesium decreased with increasing the ratio of organic materials. The nitrogen content in the leaves decreased as increasing the ratio of peat moss and coco peat in soil, but not of sawdust. The content of phosphate decreased but potassium increased as the ratio of sawdust and coco peat increased. There was no clear difference in the contents of magnesium and calcium among 3 organic materials. The plant height, stem diameter and dry weight of blueberry plants were the highest in 50 % peat moss, followed by 12.5% peat moss and 12.5% coco peat. The plants in 100% peat moss showed very poor growth. It can be concluded that peatmoss, when applied and managed appropriately, will be a good material for improving soil condition as well as securing desirable growth for blueberry. Upon coupling economic aspect, the optimum mixing ratio of peatmoss for blueberry farming is approximately 25-50%.

Key words: Blueberry, Soil, Organic substrate, Mixture ratio

서 언

블루베리는 *Ericaceae*과에 속하는 *Vaccinium*속 식물로서, *V. corymbosum*과 *V. australe* 이라는 두 야생종에서 발달한 개화식물이며, 원산지는 북아메리카이다

(Gough, 1994). 블루베리는 크게 낙엽성과 상록성으로 구분한다. 낙엽성 블루베리는 수관크기에 따라 하이부시 블루베리와 로우부시 블루베리로 나뉘며, 하이부시 블루베리는 저온 요구도에 따라 다시 북부형과 남부형으로 나뉜다. 상록성 블루베리는 레빗아이 블루베리로, 남부 온대와 아열대 지방에서 주로 재배되고 있다. 블루베리는 시력, 항산화물질 그리고 폴리페놀 등 다양한 기능성을 가진 과수로서 식용은 물론 와인과 제빵 첨가물 등 다양한 종류로 가공되어 전 세계적으로 널리 소비되는 기

접수 : 2010. 9. 2 수리 : 2010. 12. 20

*연락처 : Phone: +82558641505

E-mail: khllloi@korea.kr

능성 건강식품이다 (Schmidt et al., 2004; Sellappan et al., 2002). 주요 블루베리 재배 국가는 미국과 캐나다를 중심으로 유럽과 일본 등이며, 국내에서는 2000년대 초반에 도입되어 2010년 현재 약 600ha에 이르는 것으로 추정되고 있다 (한국블루베리협회, 2010).

블루베리는 국내에서 재배되는 주요 원예작물과 달리 pH 4.5-5.2내외의 산성 토양 조건과 유기물함량이 40 g kg⁻¹ 이상, 모래가 80% 이상인 양질사토에서 잘 자란다 (Coville, 1910; Haynes and Swift, 1985; Korcak, 1989). 그러나 국내 작물 재배토양은 유기물 함량과 토양 pH 조건이 블루베리를 재배하는데 부적합할 뿐 아니라 (Ha et al., 2010; Lee et al., 2010), 토성 역시 양토 (L), 사양토 (SL) 그리고 미사질 양토 (SiL)가 전체 토양의 약 80%를 차지하고 있어 개선할 필요성이 있다 (Kim et al., 2003; Sohn et al., 1999). 현재 대부분의 블루베리 재배농가들은 이와 같은 불리한 토양환경을 개선하기 위하여 블루베리 재식 전 피트모스를 혼합하여 토양환경 개선을 꾀하고 있다. 그러나 피트모스는 전량 수입에 의존하는 고가의 원예 자재로서, 모목과 함께 개원비용 증가의 가장 큰 부분을 차지하고 있고, 과량의 사용은 양수분 관리에 큰 장애를 준다. 이와 같은 문제점을 해소하기 위하여 작물생육과 경제성을 고려한 적정 혼합을 구명이 요구되며, 피트모스와 비교하여 상대적으로 저렴하면서, 배수성과 보비력이 높은 코코피트와 톱밥 등의 유기자재 사용가능성 또한 필요한 연구라 판단된다 (Beardsell et al., 1979; Horisawa et al., 1999; Kreij and Leeuwen, 2001).

따라서 본 연구는 2년생 블루베리 유목을 이용하여 피트모스와 코코피트 그리고 톱밥의 혼합비율에 따른 블루베리의 생육특성과 토양환경의 변화를 구명하여 블루베리 재배토양 개선에 적합한 유기자재와 적정 혼합기준을 마련하고자 한다.

재료 및 방법

공시품종 및 처리수준 공시품종은 북부형 하이부

시 블루베리인 Duke (*V. corymbosum* L.) 2년생을 이용하였으며, 실험장소는 경남 남해에 위치한 국립원예특작과학원 남해출장소 소재 유리온실에서 수행하였다. 실험처리에 사용된 유기물 종류는 피트모스, 코코피트 그리고 부숙되지 않은 톱밥이며, 각각의 유기물은 부피 비율로 100%, 50%, 12.5% 그리고 0%까지 총 4단계로 토양과 혼합한 후 wagner pot (1/2000are)에 재식 하였으며, 각각의 처리는 3반복으로 수행하였다. 각 처리별 시비량은 미시간 주립대학에서 제공하는 시비량을 바탕으로 질소 (유안, 1.1 kg 10a⁻¹)와 칼리 (황산칼리(kg 10a⁻¹) = -0.275x + 49.35)는 기비 60%, 추비40%로 분할하여 시비하였으며, 인산 (용과린(kg 10a⁻¹) = -0.1686x + 29.114)은 전량 기비 하였다 (Hanson and Hancock, 1996).

블루베리 생육조사 시험 후 블루베리의 생육특성은 초장, 경경, 건물중 그리고 T/R율을 조사하였다. 초장은 줄기의 지재부에서 선단 끝까지의 길이를, 경경은 지재부 10 cm상단의 두께를 캘리퍼스로 측정하였다. 건물중은 잎과 줄기 그리고 뿌리를 각각 분리하여 건조 후 조사하였다.

토양 및 식물체 분석 시험 전, 후 토양 pH, 유기물함량, Av.P₂O₅, NO₃-N, NH₄-N 그리고 치환성 양이온 등은 농촌진흥청 토양화학분석법에 준하여, pH는 초자전극법, 유효인산은 Lancaster법, 유기물함량은 Tyurin법, NO₃-N와 NH₄-N는 Kjeldahl법, 양이온은 ICP를 이용하여 분석하였다. 식물체의 총 질소는 Kjeldahl법으로, 인산은 Vanadate법으로, 칼슘 등 무기성분은 습식분해 후 ICP로 분석하였다 (RDA, 2000).

결과 및 고찰

시험 전 토양과 유기자재의 화학적 특성은 Table 1과 같다. 본 시험에 사용된 기본 토양의 화학적 특성은 국내 밭 토양 평균 화학성 (Ha et al., 2010)과 비교하여 유효인산과 치환성 양이온함량이 다소 낮은 수준이었으

Table 1. Selected properties of soil and organic substrates.

Materials	pH	EC	OM	Av.P ₂ O ₅	Ex. cation				NH ₄ -N	NO ₃ -N
					K	Ca	Mg	Na		
	1:5	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	-----	cmol _c kg ⁻¹	-----	----	mg kg ⁻¹	----
Soil	6.04	0.63	30.1	383.5	0.23	4.94	1.73	0.24	10.5	24.5
Sawdust	4.96	0.49	55.3	18.7	0.13	0.43	0.33	0.15	19.3	18.2
Cocopeat	6.11	0.53	48.7	15.5	0.15	2.83	1.32	0.27	27.3	25.2
Peatmoss	4.90	0.14	55.2	4.0	0.02	1.30	0.93	0.20	19.6	18.6

Table 2. Selected properties of mixture soils after experiment.

Treatment	Mixture ratio	pH	EC	OM	Av.P ₂ O ₅	Ex.cation				NH ₄ -N	NO ₃ -N	
						K	Ca	Mg	Na			
	%	(1:5)	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	-----	cmol _c kg ⁻¹	-----		----	mg kg ⁻¹	----
Saw dust	0	6.32ab [†]	3.34a	28de	1,063a	0.17b	4.44a	1.83ab	0.31c	26.5ab	57.4a	
	12.5	6.42ab	2.97a	35cd	966ab	0.16bc	4.23ab	2.13a	0.29c	23.6ab	18.4cd	
	50	6.02abc	2.55a	47ab	838abc	0.13d	2.96c	1.44b	0.28c	10.0c	11.1d	
	100	3.73d	1.94a	53ab	246d	0.05f	0.69e	0.46c	0.27c	16.3bc	15.8cd	
Coco peat	12.5	6.40ab	3.20a	27e	982ab	0.17b	4.33ab	2.10a	0.34bc	16.8bc	31.3bc	
	50	6.58a	2.52a	47ab	763bc	0.18b	3.70b	1.75ab	0.40b	18.6abc	15.9cd	
	100	5.62bc	2.08a	47ab	225d	0.26a	1.32d	1.70ab	0.54a	15.9bc	11.1d	
Peat moss	12.5	6.59a	2.91a	38c	926ab	0.13cd	4.08ab	1.86ab	0.29c	25.8ab	42.6ab	
	50	5.30c	2.25a	54a	661c	0.10e	3.69b	2.18a	0.32c	22.8ab	16.7cd	
	100	3.67d	2.55a	53ab	101d	0.05f	1.60d	1.26b	0.33c	27.9a	14.5cd	

[†]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

나, 토양 pH와 유기물 함량은 각각 6.04, 30.1 g kg⁻¹로 비슷한 수준이었다. 시험에 사용된 유기자재의 pH는 톱밥과 피트모스 그리고 코코피트가 각각 4.96, 4.90 그리고 6.11이었으며, 유효인산함량과 전기전도도는 피트모스가 낮았고, 치환성 칼슘과 마그네슘 함량은 코코피트가 높았다. 그 외 유기물 함량과 무기태 질소 함량은 유기자재 간 큰 차이가 없었다.

유기자재별, 혼합비율이 상이한 토양의 시험 후 화학성 변화는 Table 2와 같다. 토양이 혼합되지 않은 톱밥(100%)과 피트모스(100%) 처리의 pH는 각각 3.73, 3.67로 매우 강한 산성을 나타냈으나, 자재의 혼합비율이 50%로 감소함에 따라 pH는 크게 상승하여 각각 6.02, 5.30으로 높아졌으며, 12.5%에서는 두 자재 모두 유기자재와 혼합되지 않은 토양과 비슷한 수준을 나타냈다. 반면, 코코피트에 의한 pH변화는 톱밥과 피트모스 보다 미미한 수준으로, 코코피트가 100%인 처리구의 pH는 5.62이었으며, 50%, 12.5%가 혼합된 처리구의 pH는 각각 6.58, 6.40로 유기자재가 혼합되지 않은 토양과의 비슷하였다.

처리별 전기 전도도는 자재종류별 혼합비율별 통계적 유의차가 나타나지 않았다. 유기물 함량은 피트모스가 50% 혼합된 처리가 54 g kg⁻¹로 가장 높았으며, 코코피트 12.5%처리가 27 g kg⁻¹으로 가장 낮은 수준을 나타냈다. 톱밥을 혼합한 처리는 혼합비율과 유기물 함량이 같은 경향으로, 100%처리가 가장 높은 유기물 함량을 나타냈으나, 코코피트와 피트모스는 50% 혼합비율에서 가장 높은 유기물 함량을 나타냈다.

블루베리를 재배하는데 토양 유기물 함량은 매우 중요한 요인으로 알려져 있다 (Coville, 1910; Haynes and Swift, 1985; Korcak, 1989). 따라서 Table 2의 결과에 따르면 토양 유기물 함량을 적정 수준으로 높이는 데

에는 시험에 사용된 모든 자재가 충분한 능력을 가진 것으로 판단되며, 시험에 사용된 모든 자재가 12.5–50% 범위에서 유효하다고 볼 수 있다. 그 밖의 화학성 중 코코피트가 100%인 처리구의 칼륨을 제외한 치환성 양이온과 유효인산함량은 혼합비율이 증가할수록 낮아지는 경향이었으며, NH₄-N함량은 모든 처리에서 비슷한 수준이었다.

유기자재별 혼합비율에 따른 블루베리 엽중 무기성분 함량은 Table 3과 같다. 처리별 엽중 질소함량은 코코피트의 경우 12.5%혼합한 처리가 17.6 g kg⁻¹로 가장 높았으나, 혼합비율이 증가할수록 낮아지는 경향이 있었다. 피트모스 혼합처리구는 통계적 유의차 없이 약 15.4–16.5 g kg⁻¹수준을 나타냈으며, 톱밥 혼합구는 혼합비율과 상관없이 유기자재가 혼합되지 않은 토양보다 낮은 수준이었다. 엽중 인산함량은 모든 처리에서 혼합비율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈으며, 자재별로는 코코피트 혼합토양이 높았고, 톱밥과 피트모스는 비슷한 수준이었다. 칼리 흡수량은 톱밥과 코코피트의 혼합비율이 증가할수록 높아지는 경향을 나타냈으나, 피트모스 혼합처리구는 감소하는 경향을 나타냈다. 칼슘은 톱밥혼합구가 높았으며, 마그네슘은 유기자재간, 혼합비율간 일정한 경향이 나타나지 않았다.

유기자재별 혼합비율에 따른 블루베리 생육은 Table 4와 같다. 유기자재별 전체 생육특성은 피트모스 혼합처리가 가장 뛰어났으며, 혼합비율별로는 50%혼합처리구가 가장 높았고, 12.5%가 뒤를 이었다. 톱밥 혼합처리구의 초장은 혼합비율 간 차이 없이 무 혼합구보다 낮은 수준이었고, 코코피트는 혼합비율이 증가할수록 초장이 낮아지는 경향을 나타냈다. 피트모스 혼합 처리의 초장 신장은 50% 까지는 증가하는 경향이었으나, 100%처리

Table 3. The effect of mixture ratio in organic substrates on the macro-nutrient content of blueberry leaves.

Treatment	Mixture ratio	N	P	K	Ca	Mg
	%	----- g kg ⁻¹ -----				
Saw dust	0	14.0bcd [†]	0.67c	4.95abc	6.84ab	4.69ab
	12.5	11.3de	0.74abc	3.69c	6.81ab	3.17b
	100	11.1e	0.44d	7.24a	8.74a	6.21a
Coco peat	12.5	17.6a	0.95a	3.05c	4.78b	2.53b
	50.0	14.4bc	0.92ab	5.35abc	6.08ab	3.66b
	100	12.0cde	0.61cd	6.97ab	5.28ab	3.53b
Peat moss	12.5	16.5ab	0.74abc	5.36abc	5.73ab	2.87b
	50.0	16.0ab	0.75abc	4.77abc	8.13ab	3.42b
	100	15.4ab	0.66c	4.18c	4.49b	2.65b

[†]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

Table 4. The effect of mixture ratio in organic substrates on the growth and development of blueberry.

Treatment	Mixture ratio	Plant height	Stem Diameter	T/R Ratio	plant dry weight		
					Leaf	stem	root
	%	cm	mm	%	----- g plant ⁻¹ -----		
Saw dust	0	40.0bc [†]	6.40bc	4.31a	1.62de	5.69cd	1.73c
	12.5	36.1c	5.10c	3.04a	1.25de	4.00d	1.94c
	50.0	32.1c	5.86bc	3.06a	0.99de	4.34d	1.82c
	100	36.2c	5.79bc	4.21a	0.52e	3.72d	1.40c
Coco peat	12.5	57.5ab	7.00b	3.96a	4.17c	8.46c	3.33bc
	50.0	45.7bc	6.10bc	3.74a	2.43cde	5.49cd	2.03c
	100	39.0bc	6.57bc	2.56a	1.29de	5.61cd	2.87bc
Peat moss	12.5	58.5ab	7.23b	4.31a	6.35b	13.5b	4.66b
	50.0	68.7a	9.88a	4.12a	11.6a	18.6a	7.44a
	100	46.2bc	6.57bc	3.12a	3.09cd	6.36cd	3.18bc

[†]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

구는 크게 낮아졌다. 이와 같은 특성은 경경에서도 비슷한 경향이였다. 유기자재별 혼합비율에 따른 블루베리의 지상부와 지하부의 생육비율은 모든 처리에서 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 블루베리의 엽, 줄기 그리고 뿌리의 건물중은 피트모스 50% > 피트모스 12.5% > 코코 피트 12.5% 순 이었으며, 톱밥 혼합토양의 엽과 줄기 건물중은 무 혼합토양 보다 낮았다.

유기자재별 혼합비율에 따른 블루베리의 총 건물중 변화는 Fig. 1과 같다. 피트모스 혼합구의 혼합비율별 건물중 변화는 $y = -0.0109x^2 + 1.1063x + 10.369$ ($R^2 = 0.9867$)로 50%혼합비율까지 생육량이 증가하다 이후 크게 감소하는 경향을 나타냈다. 그러나 코코피트 ($y = -0.0005x^2 + 0.024x + 11.693$, $R^2 = 0.1387$)와 톱밥 ($y = 0.0001x^2 - 0.0404x + 8.4991$, $R^2 = 0.8085$) 혼합구의 건물중은 혼합 비율에 따른 차이가 미미하였다. 피트모스와 코코 피트는 블루베리 토양 개선자재로서 각각 건조 후 습윤이 어려운 점과 pH가 상대적으로 높다는 단점을 가지고

있지만, 양이온 교환능력과 보비력 등이 우수한 유기성 자재이며, 톱밥 역시 pH가 낮고 공극량과 용적밀도가 피트모스와 비슷한 수준이어서 블루베리 재배를 위한 토양개량 자재로서 물리 화학적 특성이 적합하다고 볼 수 있다 (Argo, 1998; Beardsell et al., 1979). 그러나 피트모스는 혼합비율에 따른 블루베리 생육반응이 뚜렷한 반면, 코코피트와 톱밥은 생육증감에 큰 영향을 주지 않았다. 따라서 기계적인 물리, 화학적 특성보다는 부속의 유무 또는 정도의 차이가 상당부분 블루베리의 생육에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 톱밥과 같이 부속되지 않아 목질화가 높은 신선한 유기자재를 토양 표면에 멀칭하면 작물의 생육이 증대되는 효과를 나타내지만, 토양에 혼합될 경우 토양 미생물 증가, 질소 고정화 반응 등으로 인하여 작물과의 양분경합과 이에 따른 생육하락 과정을 맞이한다 (Epstein et al., 1977; Olayinka and Adebayo, 1985; White et al., 1934). 또한 블루베리를 재배하는데 주요한 요인인 토양 pH가 코코피트와

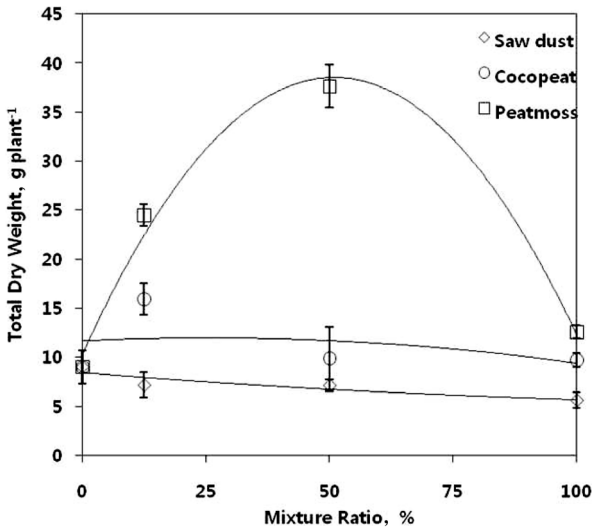


Fig. 1. The effect of mixture ratio in organic substrates on the total dry weight of blueberry.

같이 높을 경우 Fe, Mn, Zn 또는 구리와 같은 미량성분들의 결핍으로 인하여 생장이 제한 받게 된다 (Brown and Draper, 1980; Haynes and Swift, 1985, Holmes, 1960). 이와 같은 이유로 톱밥과 코코피트가 원예작물의 배양토로서 널리 사용되고 있지만 (Abad et al., 2002; Lee et al., 2007; Shinohara et al., 1999), 블루베리에 있어서는 거론되지 않고 있었으며, 본 연구에서도 같은 평가로 유추될 결과를 보여줬다. 한편, 코코피트와 피트모스의 유효수분 영역은 $-1.0 \sim -5.0$ kPa이며, 톱밥은 $-0.5 \sim -1.0$ kPa 범위 이고, 특히 피트모스의 수리전도도 변화가 급격한 영역은 $0 \sim -2.5$ kPa로 보고되고 있다 (da Silva et al., 1993; Kang et al., 2004). 따라서 우수한 물리적 특성에도 불구하고, 토양이 혼합되지 않았던 피트모스 100% 처리구의 작물생육은 좁은 유효수분 영역으로 인하여 건조와 과습의 반복, 그리고 이 같은 조건에 따라 수반되는 빈번한 관수로 인하여 Table 2와 같은 양분의 용탈로 이어져 생육이 저하된 것으로 판단되며, 이와 같은 결과는 톱밥과 코코피트에서도 해당된다. 반면 피트모스 혼합비율이 50%이하에서는 혼합비율이 증가함에 따라 생육량이 증가하는 경향을 나타냈다. 따라서 블루베리의 안정생육을 위한 토양개선 자재는 피트모스가 합당하며, 과량의 사용은 생육저하를 유도하기 때문에 작물생육과 경제성을 고려하면 25~50% 범위의 혼합비율이 타당하다 보겠다.

요 약

블루베리는 유기물 함량이 높고 물리성이 양호한 산성토양에서 안정적인 생육을 기대할 수 있다. 그러나 국

내 작물 재배토양은 배수가 불량하고 유기물 함량이 낮은 알칼리 토양이 대부분이다. 따라서 블루베리 재배 농가들은 적합한 토양으로 개량하기 위하여 피트모스에 크게 의존하고 있으나, 작물생육과 경제성이 고려된 혼합비율의 정보가 미흡한 실정이다. 본 연구는 경제성과 안정생육을 고려한 적정 피트모스 혼합비율 구명과 이와 비슷한 물리 화학적 특성을 가진 톱밥과 코코피트의 적용 가능성을 검토하고자 본 연구를 수행하였다. 본 연구에 사용된 유기자재는 피트모스, 코코피트 그리고 신선한 톱밥이며, 각각의 유기자재는 토양에 부피비율로 0%, 12.5%, 50% 그리고 100%로 혼합하여 처리하였다. 시험 후 유기자재별 혼합비율에 따른 토양 pH는 피트모스와 톱밥이 각각 100%인 처리구가 3.67과 3.73으로 가장 낮았으며, 피트모스 50% 혼합구가 5.30으로 뒤를 이었다. 유기물 함량은 모든 자재가 혼합비율과 같은 경향을 나타냈으며, 이와 같은 경향은 코코피트 혼합구의 치환성 칼리 함량에서도 동일하였다. 그러나 유효인산과 치환성 칼슘과 마그네슘 함량은 혼합비율이 증가할수록 감소하는 경향이였다. 처리별 엽중 질소함량은 피트모스와 코코피트 처리에서 혼합비율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈으며, 톱밥 처리는 혼합비율에 따른 경향이 나타나지 않았다. 인산 함량은 톱밥과 코코피트 처리에서 혼합비율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈으나, 칼리 함량은 증가하는 경향이었고, 칼슘과 마그네슘 함량은 유기자재간 혼합비율간 차이가 없었다. 유기자재별 혼합비율에 따른 블루베리의 초장, 경경, 건물중 등의 생육은 피트모스 50% > 피트모스 12.5% > 코코피트 12.5% 순 이었으며, 피트모스 100% 처리구의 생육은 매우 저조하였다. 따라서 블루베리의 토양환경 개선과 우량한 생육을 위한 토양 개선자재로서는 피트모스가 가장 효과적이었음을 확인하였으며, 경제성을 고려한 혼합비율은 25~50% 범위가 타당하다 보겠다.

인 용 문 헌

- Abad, M., P. Noguera, R. Puchades, A. Maquieira, and V. Noguera. 2002. Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for containerised ornamental plants. *Bioresour. Technol.* 82:241-245.
- Argo, W.R. 1998. Roots medium chemical properties. *Hort Technology.* 8:481-490.
- Beardell, D.V., D.G. Nichols, and D.L. Jones. 1979. Physical properties of nursery potting-mixtures. *Scientia Horticulturae.* 11:1-8.
- Brown, J.C. and A.D. Draper. 1980. Differential response of blueberry (*Vaccinium*) progenies to pH and subsequent

- use of iron. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 105:20-24.
- Coville, F.V. 1910. Experiments in blueberry culture. USDA Bul. 193.
- da SILVA, F.F., R. Wallach, and Y. Chen. 1993. Hydraulic properties of sphagnum peat moss and tuff (scoria) and their potential effects on water availability. Plant and Soil. 154:119-126.
- Epstein, E., E.B. Keane, J.J. Meisinger, and J.O. Legg. 1977. Mineralization of nitrogen from sewage sludge and sludge compost. In Agron. Abstr., Annual Meetings, Los angeles, California. 25-32.
- Gough, R.E. 1994. The highbush blueberry and its management. Food Products Press, New York, USA, Chapter 1.
- Hanson, E. and J. Hancock. 1996. Managing the nutrition of highbush blueberries. Extension Bulletin E-2011, Michigan State University.
- Ha, S.K., M.S. Kim, J.S. Ryu, G.L. Jo, S.C. Choi, Y.S. Kim, M.T. Choi, B.K. Ahn, H.W. Kim, C.Y. Kim, Y.H. Lee, and S.H. Yang. 2010. Monitoring of chemical properties for the upland soils in Korea. Korea J. Soil Sci. Fert. 43:357.
- Haynes, R.J. and R.S. Swift. 1985. Effects of soil acidification on the chemical extractability of Fe, Mn, Zn and Cu and their uptake by highbush blueberry plants. Plant and Soil. 84:201-212.
- Holmes, R.S. 1960. Effect of phosphorus and pH on iron chlorosis of the blueberry in water culture. Soil Sci. 90:374-379.
- Horisawa, S., M. Sunagawa, Y. Tamai, Y. Matsuoka, T. Miura, and M. Terazawa. 1999. Biodegradation of nonlignocellulosic substances II: physical and chemical properties of sawdust before and after use as artificial soil. J Wood Sci. 45:492-497.
- Kang, J.Y., N.S. Park, H.H. Lee, and H.G. Kim. 2004. Determination of water retention characteristics of organic and inorganic substrates for horticulture by European standard method. K. J. Soil Sci. Fert. 37:55-58.
- Kim, H.L., J.H. Lim, B.K. Sohn, and Y.J. Kim. 2003. Chemical properties of cut-flower rose-growing soils in plastic film houses. K. J. Soil Sci. Fert. 36:113-118.
- Korcak, R.F. 1989. Variation in nutrient requirements of blueberries and other Calcifuges. HortScience. 24:573-578.
- Kreij C. and J.L. Leeuwen. 2001. Growth of pot plants in treated core dust as compared to peat. Commun Soil Sci Plant Anal 32:2255-2265.
- Lee, H.H., S.K. Ha, and K.H. Kim. 2007. Optimum condition of the coir-based substrate for growth of red pepper (*Capsicum annuum* L.) plug seedlings. K. J. Soil Sci. Fert. 40:369-376.
- Lee, Y.H., S.T. Lee, J.Y. Heo, M.G. Kim, K.P. Hong, W.D. Song, C.W. Rho, J. H. Lee, W.T. Jeon, B.G. Ko, K.A. Roh, and S.K. Ha. 2010. Monitoring of chemical properties from paddy soil in Gyeongnam province. K. J. Soil Sci. Fert. 43:140-146.
- Olayinka, A. and A. Adebayo. 1985. The effect of methods of application of sawdust on plant growth, plant nutrient uptake and soil chemical properties. Plant and Soil. 86:47-56.
- RDA. 2000. Methods of analysis of soil and plant. National Institute of Agricultural Science and Technology, Rural Development Administration, Korea.
- Schmidt, B.M., A.B. Howell, B. Mcenery, C.T. Knight, D. Seigler, J.W. Erdman Jr, and M.A. Lila. 2004. Effective separation of potent antiproliferation and antiadhesion components from wild blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) fruits, J. Agric. Food Chem.52:6433-6442.
- Sellappan, S., C.C. Akoh, and G. Krewer. 2002. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. J. Agric. Food Chem.50:2432-2438.
- Shinohara, Y., T. Hata, Y. Maruo, M. Hohjo, and T. Ito. 1999. Chemical and physical properties of the coconut-fiber substrate and the growth and productivity of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plants. Acta Hort. 481: 145-149.
- Sohn, B.K., J.S. Cho, J.G. Kang, J.Y. Cho, K.Y. Kim, H.W. Kim, and H. L. Kim. 1999. Physico-chemical properties of soils at red pepper, garlic and onion cultivation areas in Korea. K. J. Soil Sci. Fert. 32:123-131.
- White Jr, A. W., J.E. Giddens, and H.D. Morris. 1934. The effects of sawdust on crop growth and physical and biological properties of Cecil soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 23:365-368.
- 한국블루베리 협회. 2010. 블루베리뉴스. 9:3-5.