

혼합배지 조제에 이용되는 유기·무기 물질들의 물리·화학적 특성

최종명* · 정해준 · 최종승

배재대학교 자연과학대학 원예조경학부

Physico-Chemical Properties of Organic and Inorganic Materials Used as Container Media

Jong Myung Choi*, Hae Joon Chung, and Jong Seung Choi

Division of Horticulture & Landscape Architecture, Pai Chai Univ., Taejon 302-735, Korea

*corresponding author

ABSTRACT Organic materials such as composted rice-hull, saw dust, and pine bark, and inorganic materials such as vermiculite, perlite, and recycled rockwool were commonly employed as container media in domestic greenhouse industry. The objective of this research was to get informations in soil physico · chemical properties of those materials. Composted dry-peeling bark and wet-peeling bark had 72.1% and 69.1%, respectively, in particles larger than 1.0 mm, which were much higher than 34.7% of composted rice-hull and 33.7% of composted saw dust. Imported vermiculite had 89.9%, but domestic vermiculite had 25.7% in particles larger than 1 mm. In soil physical properties, Russian peat had the highest container capacity of 79.3%, and wet-peeling bark had the lowest container capacity of 58.2%. However, Russian peat and composted saw-dust had 4.1% in air space indicating that possible problems could occur in soil aeration when those are employed for container grown crops. Saw dust had $2.3 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ in electrical conductivity, while other composted organic materials had less than $0.25 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$. Imported vermiculite had 64.0 meq/100 g in cation exchange capacity, which was 2.4 times higher than those of domestic vermiculite, 27.2 meq/100 g. Domestic vermiculite had higher Ca and Mg and less Na contents than those of imported vermiculite.

Additional key words: air space, container capacity, nutrient contents

서 언

포트나 플러그 재배에 이용하는 혼합배지는 2~3가지 재료를 적절한 비율로 혼합하여 토양 물리·화학적 특성을 작물생육에 적합하도록 조절하며, 우수한 혼합배지를 개발하기 위해서는 물리·화학적 특성을 갖는 배지재료가 지속적으로 생산되어야 한다(Bunt, 1988). 또한 재배 목적이나 용기(container)의 특성에 맞추어 토양 물리·화학적 특성을 조절하기 위해서는 배지재료의 물리·화학적 특성이 정확하게 분석되고, 이를 기초로 배지재료의 혼합비율이나 첨가하는 비료의 양이 결정되어야 한다(Nelson, 1991).

배지재료 중 보수성을 증가시키기 위해 많이 이용되는 톱밥, 수피, 왕겨 등의 유기물질들은 재료를 확보한 후 일정기간의 부숙을 통해 C/N율을 조절하고, 재료에 함유된 식물생육 저해물질 등을

제거한다. 배지재료 중 토양통기성을 증가시킬 목적으로 많이 이용되는 질석이나 펄라이트 등의 무기물질은 원석을 채굴하고 분쇄한 후 약 1000℃에서 팽창시키는데, 원산지에 따라 함유한 무기물의 종류 및 보유량이 다르고 무기물의 식물 이용도도 달라진다(Nelson, 1991). 그러나 많은 유기·무기 물질들이 혼합배지 조제에 이용되고 있음에도 불구하고 국내에서 배지재료로 이용되는 유기 물질의 가공 전이나 가공 후의 물리·화학적 특성을 정확하게 설명한 연구한 결과가 없다. 무기물질의 경우에도 원산지나 입자분포에 따른 물리·화학적 특성을 밝힌 연구결과가 없다. 따라서 혼합배지 조제 시 많은 시행착오를 겪을 수밖에 없고, 물리·화학적으로 안정되지 못한 혼합배지를 작물재배에 이용함으로써 작물생육 저하 및 농가의 소득 감소로 연결될 수밖에 없는 상황이라고 할 수 있다.

본 연구는 부숙가공된 왕겨, 톱밥, 수피 등 유기물질과 질석이나 펄라이트의 물리·화학적 특성을 분석하여 혼합배지 조제를 위한 기초 자료를 얻기 위하여 수행하였다.

* Use of trade names in this publication does not imply endorsement of the products named nor criticism of similar ones not mentioned.

재료 및 방법

배지재료

실험에 이용한 유기물질은 Choi 등(1999a, 1999b)의 방법에 준해 hammer mill로 분쇄한 습식수피, wiley mill로 분쇄한 건식수피, roller mill로 분쇄한 왕겨, 그리고 분쇄하지 않은 톱밥이었다. 유기물질들은 12주간 야적하여 예비부숙을 하였으며, 예비부숙 후 다시 12주간의 주부숙을 수행하였다. 주부숙의 부숙조건은 상기한 실험재료에 요소비료(urea)를 첨가하여 C/N율을 40:1로 조절하였고, pH는 6.2~6.4 그리고 수분함량(moisture content)을 60~70%로 조절하였다. 주발효시 탈지미강 [Sri Lanka 산, (주) 효성농산] 을 6%(v/v) 혼합하였고, 미생물 접종원으로서는 세균(방선균 포함) 및 목재부후균 6균주를 함유하는 multi-strain starter를 사용하였다. 주발효 과정에서는 재료를 총 720L씩 퇴적하여 송풍장치 없이 하우스내에서 12주간 부숙시켰다. 퇴적 2주 및 4주 후 2회에 걸쳐 뒤집기 작업을 하였으며, 이때 증발된 수분을 보충하였다. 러시아 산 sphagnum peat는 원농사(대전 소재)에서 수입된 것을 이용하였다.

무기물질은 중국에서 수입된 원석을 가공한 펠라이트를 입도분포에 따라 1호와 2호로 분류하였다(삼손 펠라이트). 질석은 중국에서 수입된 원석을 가공한 것(성호내화)과 국산 원석을 이용하여 가공한 것(충남질석)을 수집하여 배지조제에 이용하였다. 암면은 토마토 양액재배 후 발생된 폐암면을 분쇄횟수에 따라 1, 2 그리고 3회 분쇄한 후 실험재료로 이용하였다(UR암면, 서울).

토양 물리적 특성 측정

수집된 각종 배지재료들은 ROTAP-II sieve shaker(Model RX-94-1, W.S. Tyler)를 이용하여 Choi 등(1999a)의 방법을 따라 입도분포를 분석하였다. 이용된 체(sieve)는 미국 표준규격(Ameri-

can standard) 번호 3(직경 5.6mm), 5(4mm), 7(2.8mm), 14(1.0mm), 25(710 μ m), 35(500 μ m), 45(355 μ m), 60(250 μ m), 80(180 μ m) 및 140(106 μ m)였으며 13등급으로 구분하였다.

배지들은 예비실험을 통해 실제 포트와 플러그트레이 등에 사용하기에 적당한 수분 함량을 갖도록 육안으로 판단하여 증류수를 가하였다. 이때의 함수량 및 용적밀도를 본 연구에서의 목표 함수량(target mass wetness)과 목표 용적밀도(target bulk density)로 하였는데, 물리성 분석 결과를 나타낸 Table에 각 실험에 이용된 배지의 함수량을 표기하였다. 각종 배지재료는 Choi 등(1997)의 방법에 준해 높이 및 직경 7.62cm, 그리고 내부용적 347.50mL인 알루미늄 실린더를 이용하여 공극률(total porosity), 기상률(air space), 용기용수량(container capacity), 가비중, 진비중(particle density) 및 실험한 실린더에 잔존하는 수분량(residual water)을 측정하였다.

토양 화학적 특성 분석

배지재료의 pH 및 EC는 포화추출법(saturated paste method, Warncke, 1986)으로 측정하였다. 배지재료가 보유한 양이온치환용량의 측정은 두 종류의 상이한 방법을 적용하였다. 유기물질의 경우 AOAC official method에 준하여 측정하였고, 질석, 펠라이트, 암면 등 무기물질의 양이온치환용량 측정은 ammonium acetate(pH 7.0) 방법(Hendershot 등, 1993)을 적용하였다.

유기물질의 탄소분석은 Snyder와 Trofymow(1984)의 방법에 따라 분석하였는데, oven에서 건조된 1g의 시료를 K₂Cr₂O₇과 증류수를 이용하여 산화시킨 후 NaOH 용액으로 발생한 CO₂의 양을 적정하여 산출하였다. 전질소 함량(Total-N)은 Eastin(1978)의 방법에 따라 Kjeldahl digestion system(B-426, Buchi)과 distillation unit(323, Buchi)를 이용하여 수행하였다. 유·무기 물질들의 치환성 양이온은 양이온치환용량 분석을 위해 NH₄OAc로 치환시킨 용

Table 1. Particle size distribution (%) of composted organic substrates used in the experiment. Each value is the mean of five experiments \pm SD.

Particle sizes	CRH ²	CSD	CDPB	CWPB	RP
> 5.6 mm	2.5 \pm 1.29	2.3 \pm 0.67	8.3 \pm 2.44	21.3 \pm 3.06	3.5 \pm 0.17
5.6~4.0 mm	3.7 \pm 1.34	1.1 \pm 0.22	11.0 \pm 0.75	10.1 \pm 0.67	5.7 \pm 0.50
4.0~2.8 mm	2.5 \pm 0.49	1.6 \pm 0.51	17.1 \pm 0.50	11.1 \pm 1.31	8.5 \pm 0.65
2.8~2.0 mm	4.0 \pm 0.29	3.3 \pm 0.55	15.2 \pm 0.42	9.4 \pm 0.92	9.4 \pm 0.68
2.0~1.4 mm	7.2 \pm 0.10	10.3 \pm 1.38	11.9 \pm 0.58	9.1 \pm 0.40	9.5 \pm 0.30
1.4~1.0 mm	14.8 \pm 0.54	15.1 \pm 0.67	8.6 \pm 0.60	8.1 \pm 0.48	8.1 \pm 0.17
Particles larger than 1 mm	34.7	33.7	72.1	69.1	44.7
1.0~0.71 mm	22.1 \pm 0.81	19.7 \pm 0.50	7.6 \pm 0.66	7.2 \pm 0.53	6.8 \pm 0.22
710~500 μ m	18.5 \pm 0.68	20.8 \pm 0.96	6.3 \pm 0.73	6.1 \pm 0.32	6.5 \pm 0.33
500~355 μ m	9.4 \pm 0.46	14.7 \pm 1.27	5.4 \pm 0.68	5.1 \pm 0.35	6.1 \pm 0.66
355~250 μ m	6.1 \pm 0.40	6.7 \pm 0.88	3.6 \pm 0.36	4.1 \pm 0.26	6.2 \pm 0.41
250~180 μ m	4.0 \pm 0.33	2.7 \pm 0.41	2.2 \pm 0.22	2.5 \pm 0.28	6.9 \pm 0.58
108~106 μ m	2.5 \pm 0.24	1.2 \pm 0.22	1.7 \pm 0.13	2.1 \pm 0.30	10.5 \pm 0.79
< 106 μ m	2.7 \pm 0.65	0.5 \pm 0.13	1.1 \pm 0.13	3.8 \pm 0.92	12.3 \pm 0.70
Particles smaller than 1 mm	65.3	66.3	27.9	30.9	55.3

²CRH: composted rice-hull; CSD: composted saw-dust; CWPB: composted wet-peeling bark; CDPB: composted dry-peeling bark; RP: Russian peat.

액 속에 존재하는 양이온(Hendershot 등, 1993)을 원자흡광분석계 (atomic absorption/flame emission spectrophotometer, Model 680, Shimazu)로 분석하였다.

수피나 톱밥중에 존재하는 지질, 왁스, 레진 등은 TAPPI 표준법 (1975)에 준해 회분함량, 냉수 추출물, 온수 추출물 및 알칼리 추출물의 양을 정량함으로써 간접적으로 측정하였다.

각종 배지재료가 pH나 EC 변화 등에 견딜 수 있는 토양완충력은 Rowell(1994)의 방법에 준하여 0.1N HCl이나 0.1N NaOH를 첨가하면서 변화되는 pH를 측정함으로써 판단하였다.

결과 및 고찰

부숙가공된 유기물질의 입도분포는 Table 1에 나타난 바와 같다. 부숙가공된 유기물질 중 건식수피나 습식수피는 1.0mm 이상의 입자분포가 72.1% 및 69.1%를 나타내어 부숙가공된 왕겨나 톱밥의 34.7 및 33.7%보다 월등히 높았다. 왕겨는 500 μ m~1.4mm 크기의 입자가 우점하였고, 톱밥은 355 μ m~1.4mm 크기의 입자가 우점하였으며, 러시아산 피트는 입도분포가 비교적 고르게 분포하는

것으로 조사되었다.

부숙가공된 유기물질과 혼합하여 혼합배지를 조제할 목적으로 수집된 국산질석과 수입질석(중국산)의 입도분포를 비교할 때, 수입질석이 국산질석보다 입자가 크고 1.0~2.8mm 크기의 입자가 우점하여 미국에서 분류한 원예용 질석(#2)과 유사하였다(Table 2). 그러나 국산질석은 355 μ m~1.4mm 크기의 입자가 우점하여 미국에서 분류한 #4와 유사하여(Nelson, 1991), 원예용 배지로 이용하기는 입도분포가 너무 낮았다. 일반적으로 입도분포가 낮을 경우 공극률 감소로 인한 통기성 불량으로 작물생육이 억제되는 문제점이 많이 발생하며(Bunt, 1988), 국산질석을 혼합배지 조제에 이용할 경우 혼합되는 다른 물질의 종류 및 입도분포를 고려하여 비교적 입도분포가 높은 물질과 혼합하여야 할 것으로 판단되었다. 펄라이트의 경우 과거에는 국내에서 가공되는 원석의 대부분을 중국이나 터키 등에서 수입하여 왔으나 최근에는 대부분 중국 원석을 이용하고 있으며(미 발표된 자료), #1 펄라이트는 2.0~4.0mm 그리고 #2는 1.4~4.0mm 크기의 입자가 우점하여 #2의 입도분포가 낮았고 예상했던 결과라고 판단된다. 분쇄된 폐암면의 경우 분쇄횟수가 증가함에 따라 점차 작은 입자가 점유하는 비율이 높아

Table 2. Particle size distribution (%) of composted rice-hull and inorganic substrates used to make root media. Each value is the mean of five experiments \pm SD.

Particle size	RW 1 ²	RW 2	RW 3	IV	DV	Per 1	Per 2
> 5.6 mm	8.5 \pm 1.80	2.5 \pm 0.13	3.3 \pm 0.26	0.0 \pm 0.05	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
5.6~4.0 mm	8.0 \pm 1.51	2.1 \pm 0.19	1.3 \pm 0.00	0.1 \pm 0.05	0.1 \pm 0.06	0.2 \pm 0.06	0.3 \pm 0.58
4.0~2.8 mm	18.2 \pm 5.22	4.6 \pm 0.14	0.1 \pm 0.08	3.5 \pm 0.18	1.6 \pm 0.10	37.9 \pm 0.94	14.9 \pm 5.32
2.8~2.0 mm	19.0 \pm 3.59	6.7 \pm 0.17	4.0 \pm 0.29	24.1 \pm 1.24	3.6 \pm 0.17	38.4 \pm 0.80	18.3 \pm 5.26
2.0~1.4 mm	14.2 \pm 1.56	7.7 \pm 0.14	4.4 \pm 0.00	45.0 \pm 1.72	8.0 \pm 1.75	8.9 \pm 0.71	17.4 \pm 2.89
1.4~1.0 mm	7.0 \pm 0.54	7.0 \pm 0.06	3.8 \pm 0.06	17.1 \pm 1.01	12.4 \pm 0.15	3.2 \pm 0.22	11.9 \pm 5.46
Particles larger than 1 mm	74.9	30.6	16.9	89.9	25.7	88.6	62.8
1.0~0.71 mm	2.9 \pm 1.42	6.1 \pm 0.13	5.7 \pm 0.22	5.0 \pm 1.72	14.8 \pm 0.45	1.5 \pm 0.09	6.7 \pm 3.03
710~500 μ m	1.4 \pm 0.48	4.7 \pm 0.33	6.5 \pm 0.10	2.2 \pm 1.46	15.1 \pm 0.39	1.4 \pm 0.15	4.9 \pm 2.31
500~355 μ m	2.5 \pm 0.66	7.0 \pm 0.05	9.5 \pm 0.33	0.9 \pm 0.35	13.5 \pm 0.42	1.3 \pm 0.22	6.3 \pm 5.28
355~250 μ m	4.5 \pm 1.78	10.6 \pm 0.14	14.7 \pm 0.17	0.6 \pm 0.19	10.5 \pm 0.13	1.3 \pm 0.26	4.6 \pm 2.69
250~180 μ m	4.9 \pm 3.19	12.9 \pm 0.61	15.4 \pm 0.37	0.4 \pm 0.14	7.6 \pm 0.12	0.9 \pm 0.21	2.6 \pm 1.76
108~106 μ m	4.2 \pm 3.69	14.0 \pm 0.21	15.9 \pm 0.58	0.4 \pm 0.16	6.9 \pm 0.06	0.9 \pm 0.21	2.8 \pm 1.64
< 106 μ m	4.7 \pm 4.91	14.1 \pm 0.08	15.4 \pm 0.17	0.6 \pm 0.13	5.9 \pm 0.31	4.1 \pm 0.28	9.3 \pm 5.09
Particles smaller than 1 mm	25.1	69.4	83.1	10.1	74.3	11.4	37.2

²RW 1: rockwool ground 1 times; RW 2: rockwool ground 2 times; RW 3: rockwool ground 3 times; IV: imported vermiculite; DV: domestic vermiculite; Per 1: perlite #1; Per 2: perlite #2.

Table 3. Characteristics of composted organic substrates in soil physical properties.

Treatment ^z	MW ^y	TP (%)	CC (%)	AS (%)	BD (g·cm ⁻³)	PD (g·cm ⁻³)	RW (mL)
CRL	1.19	82.86 a ^x	68.26 c	14.59 a	0.30 a	1.77 a	237.2 c
CSD	1.77	82.12 b	78.03 b	4.09 c	0.16 e	0.93 d	271.1 b
CWPB	1.14	74.26 d	58.22 d	16.03 a	0.29 b	1.15 b	202.3 d
CDPB	1.80	79.36 c	69.10 c	10.26 b	0.20 c	0.97 c	240.1 c
RP	2.34	83.41 a	79.32 a	4.09 c	0.19 d	1.17 b	275.0 a

^zCRL: composted rice-hull; CSD: composted saw-dust; CWPB: composted wet-peeling bark; CDPB: composted dry-peeling bark; RP: Russian peat.

^yMW: mass wetness; TP: total porosity; CC: container capacity; AS: air space; BD: bulk density; PD: particle density; RW: residual water.

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test, $P < 0.05$.

저, 3회 분쇄된 폐암면의 경우 1mm 이하의 크기를 갖는 입자 비율이 83.1%로 1회 분쇄된 폐암면의 25.1%보다 3배 이상 높았다.

부숙가공된 유기물질들의 토양 물리적 특성을 비교하면 러시아산 피트의 공극률이 83.4%로 가장 높았고, 다음으로 왕겨, 톱밥, 건식수피 및 습식수피의 순으로 낮아지는 경향이였다(Table 3). 용기용수량에서는 러시아산 피트가 79.3%로 가장 높았고, 톱밥이 78.0, 건식수피 69.1, 왕겨 68.3 그리고 습식수피 58.2%로 측정되었다. 기상물에서는 습식수피, 왕겨, 건식수피, 톱밥의 순으로 낮아지는 경향이였다. 토양 물리적 특성을 작물재배와 관련시켜 고려할 경우 톱밥과 러시아산 피트는 보수성이 높아 관수횟수를 줄일 수 있는 장점이 있는 반면 기상물이 약 4.1%로 측정되어 통기성 불량으로 인한 작물생육이 저조할 것으로 예상되었다. Nelson(1991)은 직경 15cm의 플라스틱 포트를 이용한 작물재배에서 기상물이 5% 미만인 배지를 이용할 경우 관수횟수와 관수시기를 조절하기가 어려우며, 기상물이 높은 배지와 동일한 관수횟수를 적용할 경우 토양통기성 불량으로 작물생육이 심하게 억제된다고 하여 상기한 내용을 뒷받침하고 있다. 왕겨나 습식수피의 경우 기상물이 높기 때문에 토양통기성이 좋을 것으로 예측되었으나 용기용수량이 낮기 때문에 관수를 자주 해야 적당한 토양수분을 유지할 수 있을 것으로 판단되었다.

Table 4에는 무기 배지재료들의 토양 물리적 특성을 나타내었다. 펠라이트의 경우 #1이 #2보다 공극률 및 기상물은 높았으나 용기용수량은 낮았으며, 질석은 수입질석이 국산질석보다 공극률 및 기

상률이 높는데 비해 용기용수량은 낮았다. 가비중에서는 #1 펠라이트가 #2보다 낮았고, 국산질석이 수입질석보다 높았는데, 질석의 경우 팽창과정에서 국산질석이 수입질석보다 팽창효율이 떨어짐을 의미하고 있다. 폐암면의 경우 분쇄횟수가 증가할수록 공극률, 용기용수량, 그리고 기상물 모두 감소하는 경향이였다. 이는 예상과는 다른 결과이며, 추후 상세한 연구가 필요하다고 판단된다.

부숙가공된 유기물질들의 화학적 특성은 Table 5에 나타난 바와 같다. 분석한 모든 유기물질들이 산성이었으며 부숙된 습식수피와 러시아피트는 pH 4.8로 강산성을 띄었다. 전기전도도는 톱밥이 가장 높아 $2.30\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 로 측정되었는데 이는 톱밥의 C/N율이 높기 때문에 부숙을 촉진시키기 위하여 부숙을 위한 N의 혼합비율이 높았던 때문이라고 판단된다. 기타 유기물질들의 전기전도도는 $0.25\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 이하로 매우 낮았고, 질소는 대부분 처리에서 1.5% 미만이었다. 일반적으로 노지토양이나 인공배지의 Ca과 Mg의 비율이 약 3:1로 알려져 있다(Bunt, 1988; Nelson, 1991). 그러나 부숙왕겨나 부숙톱밥은 부숙과정에서 CaCO_3 를 이용한 pH 조절 때문에 부숙 후에도 배지재료가 보유한 Ca 함량이 높았고, 기비로써 마그네슘의 첨가량을 증가시켜 Ca : Mg 비율을 조절해야 작물의 마그네슘 결핍이 발생하지 않을 것으로 판단되었다.

무기물질들의 화학적 특성에서 펠라이트의 pH는 #1이 7.25, 그리고 #2가 7.10으로 측정되어 큰 차이를 보이지 않았다(Table 6). 질석의 경우 국내산의 pH가 9.03였고 수입질석이 7.10으로 약 100배 정도의 수소이온 농도 차이를 보이고 있는데, Nelson은

Table 4. Characteristics of inorganic substrates in soil physical properties.

Treatment ^z	MW ^y	TP (%)	CC (%)	AS (%)	BD ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	PD ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	RW (mL)
RW 1	1.64	85.04 a ^x	79.57 a	5.47 d	0.31 c	2.07 a	276.51 a
RW 2	1.50	83.70 ab	78.49 a	5.20 de	0.33 c	2.22 a	272.77 a
RW 3	1.49	82.51 ab	77.76 a	4.75 de	0.38 b	2.20 a	270.23 a
Per 1	1.25	69.86 cd	36.64 e	33.22 a	0.19 e	0.51 c	127.32 e
Per 2	1.75	66.78 d	55.95 d	10.83 c	0.17 e	0.63 c	194.42 d
DV	1.50	80.78 b	61.31 c	9.47 b	0.21 d	1.11 b	213.06 c
IV	1.50	70.59 c	67.88 b	2.71 e	0.61 a	2.09 a	235.87 b

¹RW 1: rockwool ground 1 times; RW 2: rockwool ground 2 times; RW 3: rockwool ground 3 times; Per 1: perlite #1; Per 2: perlite #2; DV: domestic vermiculite; IV: imported vermiculite.

²MW: mass wetness; TP: total porosity; CC: container capacity; AS: air space; BD: bulk density; PD: particle density; RW: residual water.

³Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, $P < 0.05$.

Table 5. Soil chemical properties of composted organic substrates.

Treatment ^z	pH	EC ($\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$)	CEC (meq/100 g)	C (%)	N (%)	K ₂ O (mmol · kg ⁻¹)	CaO (mmol · kg ⁻¹)	MgO (mmol · kg ⁻¹)	Na ₂ O (mmol · kg ⁻¹)
CRH	5.98 b ^y	0.25 b	51.2 b	46.9 a	1.47 b	73.1 b	213.8 b	36.5 c	122.9 a
CSD	6.58 a	2.30 a	49.9 b	36.4 b	2.13 a	75.8 b	209.8 b	42.7 b	79.2 b
CWPB	4.80 c	0.22 b	80.2 a	44.6 a	1.34 c	72.1 b	163.4 d	23.2 d	86.7 b
CDPB	5.62 b	0.23 b	51.7 b	36.9 b	1.39 bc	95.8 a	192.7 c	20.7 d	128.1 a
RP	4.80 c	0.20 b	77.9 a	37.1 b	0.48 d	6.7 c	302.5 a	86.1 a	10.4 c

¹CRH: composted rice-hull; CSD: composted saw-dust; CWPB: composted wet-peeling bark; CDPB: composted dry-peeling bark; RP: Russian peat.

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, $P < 0.05$.

Table 6. Soil chemical properties of inorganic substrates.

Treatment ^z	pH	EC (mS · cm ⁻¹)	CEC (meq/100 g)	mmol · kg ⁻¹			
				K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
RW 1	6.16 cd ^y	0.67 b	9.1 c	4.00 b	39.4 c	7.4 b	3.7 b
RW 2	6.30 c	0.63 b	9.3 b	3.84 b	40.9 c	6.9 b	3.6 b
RW 3	6.45 b	0.61 b	9.6 c	3.26 c	40.0 c	6.9 b	3.2 b
Per 1	7.25 b	0.17 d	6.2 d	1.85 f	2.8 e	1.2 c	7.2 b
Per 2	7.10 b	0.34 c	7.9 cd	2.39 e	10.7 d	1.5 c	10.9 b
VI	9.03 a	0.84 a	27.2 b	2.74 d	158.7 a	57.8 a	9.1 b
VD	7.13 b	0.18 d	64.0 a	5.83 a	91.7 b	8.5 b	345.5 a

^zRW 1: rockwool ground 1 times; RW 2: rockwool ground 2 times; RW 3: rockwool ground 3 times; Per 1: perlite #1; Per 2: perlite #2; IV: imported vermiculite; DV: domestic vermiculite;

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test, *P*<0.05.

Table 7. Percentage (%) of ash content, cold water extract, hot water extract, and alkali extract of composted organic substrates.

Treatment ^z	Ash content	Cold water extract	Hot water extract	Alkali extract
CRH	1.18 d ^y	11.17 a	11.65 a	51.3 b
CSD	0.90 d	9.12 b	11.82 a	33.2 c
CWPB	5.06 b	3.17 c	5.27 c	50.3 b
CDPB	5.47 a	1.97 d	5.00 c	54.3 b
RP	2.58 c	3.84 c	10.52 b	59.4 a

^zCRH: composted rice-hull; CSD: composted saw-dust; CWPB: composted wet-peeling bark; CDPB: composted dry-peeling bark; RP: Russia peat.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test, *P*<0.05.

(1991) 아프리카산 질석의 경우 pH가 약 9 정도로 높다고 하여 원산지에 따라 토양산도의 차이가 있음을 보고한 바 있다. 양이온치환용량의 경우 수입질석이 64.0meq/100g로 국산질석의 27.2 meq/100g보다 약 2.4배 높았다. 특히 국산질석의 Ca 및 Mg함량보다 수입질석의 함량이 낮으므로 기비체계 확립시 원석의 종류에 따라 첨가하는 Ca 및 Mg비료의 양을 조절해야 할 것으로 판단되었다. Na함량은 수입질석이 국산질석보다 무려 38배 가량 높았다. Nelson(1991)은 미국에서 유통되는 질석 중 아프리카에서 채굴된 원석을 이용한 경우 마그네슘 함량이 미국에서 생산되는 질석보다 높으며 아프리카산 질석을 분화재배에 이용할 경우 추비로 마그네슘을 필요로 하지 않는다고 하여 본 연구에서 원산지에 따른 질석의 무기원소 함량 차이가 있음을 뒷받침하고 있다. 분쇄횟수가 증가함에 따라 폐암면의 pH 및 양이온 치환용량은 높아지는 경향이었고 전기전도도는 낮아지는 경향이었으나 처리간 유의차를 나타내지 않았다. 또 무기원소 함량에서도 처리간 다소의 차이는 있었으나 통계상의 유의차를 나타내지 않았다.

부숙가공된 유기물질의 토양완충력 변화를 보면 부숙톱밥의 완충력이 가장 높았고 다음으로 톱밥 및 러시아산 피트였으며, 두 종류의 수피는 완충력이 낮았다(Fig. 1). 두 종류의 질석이 HCl이나 NaOH 첨가에 따라 pH 변화가 적어 완충력이 높음을 나타내고 있

으며 수입질석이 국산질석보다 높음을 보여주고 있다(Fig. 2). 그러나 분쇄횟수에 따른 폐암면의 토양완충력에는 큰 차이를 보이지 않고 있다. 이상과 같이 토양완충력의 차이가 발생하는 것은 Table 5와 6에서 나타낸 양이온 치환용량과 상관관계가 있음을 알 수 있고, 일반적으로 양이온 치환용량이 높을 경우 완충력도 높은 것으로 측정되었다.

목재분석법에 기초하여 부숙된 유기물질들의 화학적 특성을 조사한 바 회분함량에서는 습식 또는 건식수피가 5.06 및 5.47%로 부숙왕겨나 부숙톱밥보다 무려 5배 가량 높았다. Harkin과 Rowe (1971)는 수피의 회분함량이 목재에 비해 5~10배 높다고 하여 본 연구결과와 유사한 보고를 한 바 있으며 이는 수피 속에 많은 무기물질이 존재함을 의미하고 있다. 냉수로 추출할 때에도 유기물질에 존재하는 불가용성 탄수화물, 탄닌, 배당체 등이 추출되는 것으로 알려져 있는데(Park 등, 1993), 추출되는 정도는 부숙왕겨와 톱밥이 높았고 두 종류의 수피와 러시아산 피트는 낮았다. 온수추출은 냉수추출과 동일한 물질이 추출되지만 추출량이 증가하는 것으로 알려져 있는데, 냉수추출과 유사한 경향을 보였으며 특히 러시아 피트에서의 온수추출량이 급격히 증가하였다. 알칼리 추출물은 온수추출보다 추출량이 많아지고 또 폴리페놀류나 저분자 리그닌 물질들이 포함된다고 하였는데, 부숙톱밥의 알칼리 추출물량이 적었으며 기타 유기물질에서는 큰 차이를 보이지 않았다.

초 록

혼합배지 조제에 이용되는 부숙 가공된 왕겨, 톱밥, 수피 등 유기물질과 질석, 펄라이트, 폐암면의 물리·화학적 특성을 분석하여 혼합배지 조제를 위한 기초자료를 얻기 위하여 본 연구를 수행하였다. 건식수피나 습식수피는 1.0mm 이상의 입자분포가 72.1% 및 69.1%를 나타내어 부숙가공된 왕겨나 톱밥의 34.7 및 33.7%보다 월등히 높았다. 수입질석은 1.0mm 이상의 입자가 89.9%로 국산질석의 25.7%보다 높아 수입질석의 입자가 컸다. 토양물리적 특성에서 용기용수량에서는 러시아산 피트가 79.3%로 가장 높았고 습식수피 58.2%로 낮아 보수성이 낮음을 알 수 있었다. 기상률에서 톱밥과

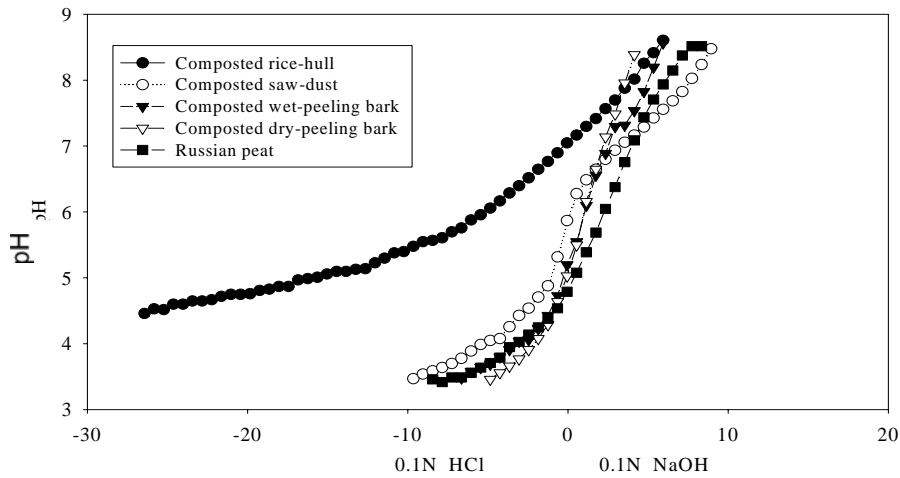


Fig. 1. Changes of soil solution pH in which addition of 0.1N HCl or 0.1N NaOH (mL) were made to determine buffering capacity of organic substrates.

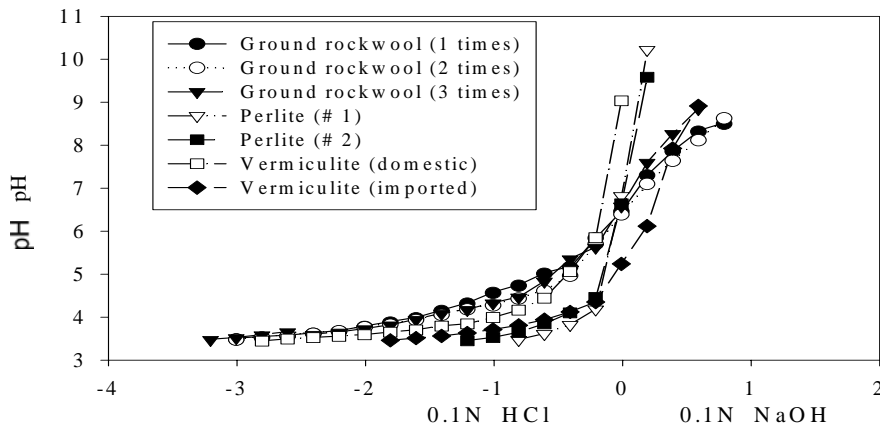


Fig. 2. Changes of soil solution pH in which addition of 0.1N HCl or 0.1N NaOH (mL) were made to determine buffering capacity of inorganic substrates.

러시아산 피트는 약 4.1%로 측정되어 작물재배에 이용할 경우 통기성 불량으로 인한 작물생육이 저조할 것으로 예상되었다. 부숙가공된 유기물질들의 화학적 특성에서 톱밥이 가장 높아 $2.30\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 로 측정되었고, 기타 유기물질들의 전기전도도는 $0.25\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 이하로 매우 낮았으며, 질소는 대부분 처리에서 1.5% 미만이었다. 양이온치환용량의 경우 수입질석이 $64.0\text{meq}/100\text{g}$ 로 국산질석의 $27.2\text{meq}/100\text{g}$ 보다 약 2.4배 높았다. Ca 및 Mg 함량은 국산질석이 수입질석 보다 함량이 낮았으며, Na 함량은 수입질석이 국산질석 보다 무려 38배 가량 높았다.

추가 주요어 : 보수성, 기상률, 무기원소함량,

인용문헌

- AOAC. 1995. Cation exchange capacity of peat. AOAC Official Method. 2.7.13.
- Bunt, A.C. 1988. Media and mixes for container grown plants. Unwin Hyman, London.
- Choi, J.M., J.H. Chung, and J.S. Choi. 1999a. Physical properties of pine bark affected by peeling method and improving moisture retention capacity. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:363-367.
- Choi, J.M., J.H. Chung, B.K. Seo, and C.Y. Song. 1999b. Improved physical properties in rice hull, saw dust and wood chip by milling and blending with recycled rockwool. J. Kor. Soc. Hort.

- Sci. 40:755-760.
- Choi, J.M., J.W. Ahn, J.H. Ku, and Y.B. Lee. 1997. Effect of medium composition on physical properties of soil and seeding growth of red pepper in plug system. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38:618-624.
- Eastin, E.F. 1978. Total nitrogen determination for plant material containing nitrate. *Anal. Biochem.* 85:591-594.
- Harkin, J.M. and J.W. Rowe. 1971. Bark and its possible uses. USDA Forest Serv. Res. Note Epl-091:56.
- Hendershot, W.H., H. Lalonde, and M. Duquette. 1993. Ion exchange and exchangeable cations, p. 167-176. In: M.R. Carter (ed.). *Soil sampling and methods of analysis*. Can. Soc. Soil Sci., Lewis Publisher, Toronto.
- Nelson, P.V. 1991. *Greenhouse operation and management*. 4th ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Park, S.J., J.Y. Lee, N.S. Cho, and B.M. Cho. 1993. *Handbook of experiment in wood science*. Kwangil Publishing Company. Seoul.
- Rowell, D.L. 1994. *Soil science: Methods and applications*. Longman Science & Technical. Burnt Mill, Harlow. England.
- Snyder, J.D. and J.A. Trofymow. 1984. A rapid accurate wet oxidation diffusion procedure for determining organic and inorganic carbon in plant and soil samples. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 12:211-218.
- TAPPI. 1975. *Tappi standards and suggested methods*. Technical association of pulp and paper industry.
- Warncke, D.D. 1986. Analysing greenhouse growth media by the saturation extraction method. *HortScience* 211:223-225.