

가축분뇨를 이용한 기능성 원예 배양토 개발

- 배양토의 혼합비율이 *Tagetes* 'Orange Boy'와 *Brassica* 'Jeung-II-Poom'의 plug seedling의 생장에 미치는 영향 -

Development of functional hort-media by using animal manure

- Effect of hort-media composition on plug seedling of *Tagetes* 'Orange Boy' and *Brassica* 'Jeung-II-Poom' -

이정철 · 이시래 · 이완희 · 서정근 · 김정우*

단국대학교 생명자원과학부

J. C. Rhee · S. R. Rhee · W. H. Lee · J. K. Suh · J. W. Kim*

Faculty of Bio-resources science, Dankook University

1. 서론

고품질의 경쟁력이 있는 상품을 지속적으로 생산하기 위해서는 각 작물별 적합한 배양토(토양조건) 선정과 과학적인 영양(비배)관리가 절실히 요구된다. 이미 선진국에서는 분화용 또는 재배용 배양토를 기능적으로 전문화하여 산업에 활용하고 있으며, 이 분야에 대해서 가축분뇨 등 폐자원을 이용한 배양토 생산이 실용화되고 있다. 국내에서 공정육묘용 상토와 화분용, 식물재배용 배양토에 사용되는 원료(피트모스, 펄라이트, 압면 등)는 거의 대부분 외국으로부터 수입에 의존하고 있으며, 국내의 대규모 기업형 축사 또는 돈사에서 발생하는 축분은 환경오염의 근원이 되나 충분히 부숙 또는 특수가공처리를 한다면 필요한 배양토 조제에 효율적이고 기능적인 자원으로 활용할 수 있을 것으로 평가되고 있다. 따라서 본 연구에서는 환경오염원의 근원인 축분을 이용한 기능성원예용 배양토로 개발하기 위한 일련의 연구 중 배양토 재료의 이화학적 특성을 고려하여 원보조제를 첨가하여 생산된 배양토와 보조제의 혼합비율이 *Tagetes*와 *Brassica*의 plug seedling 생산시 화훼작물의 종자발아 및 생육에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

본 실험은 1999년 1월 23일부터 2000년 10월 4까지 단국대학교 농과대학 화훼학 실험실과 실습농장에서 수행하였다. 공시 재료는 *Tagetes patula* L. 'Orange Boy'와 *Brassica* 'Jeung-II-Poom' 종자를 사용하였다. 처리는 돈분, 우분, 혼합분(돈+우분) 별로 Rice-hull(Rh), Vermiculite(Ve) 및 Perlite(Pe)를 원보조제로 하여 수분 60~70% 수준에서 발효 부숙시킨 후 생산된 원재료를 보조제인 Rotted Rice-hull(Rrh), Vermiculite(Ve)를 각각 1:3, 1:1, 3:1(v/v)의 비율로 혼합 조제하여 사용하였다. 종자파종은 각각의 비율별로 조제된 상토를 72공 plug tray에 충전시킨 후 각 배양토 처리별로 24개체씩 3반복으로 수행하였다. 대조구는 Peatmoss : Vermiculite : Perlite(1:1:1, v/v)에 액비처리(Master blend, N:P:K=20:10:20, U.S.A)를 주 2회 500ppm 처리하였다. 조사내용은 맹아일, 발아율, 초장, 엽장, 엽폭, 줄기직경, 뿌리길이, 화아분화율, 지상부와 지하부의 생체중으로 파종일로부터 40일 후에 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

육묘시 발아소요일수와 발아율 경우, 분뇨의 종류, 원보조제 및 보조제에 따라 다소 차이를 나타내었는데, *Tagetes* 'Orange Boy'의 경우는 혼합분(돈분+우분) 처리구에서 초장, 엽장, 엽폭 및 지상부와 지하부의 생체중이 돈분과 우분 처리구에 비해서 다소 증가하는 경향을 보였다(표 1~3, 그림1). 그중 Rh:Ve 처리구에서 초장, 엽생장 및 뿌리생육이 대조구와 타처리구에 비해서 증가된 결과를 나타내었다(표 3, 그림 1). 돈분과 우분 처리구에서는 각각 원재료에 관계없이 보조제 Rrh의 혼용구에서 생육이 가장 저조하였으며, 혼합분(돈분+우분)에서는 Pe:Ve 처리구에서 비교적 저조한 생육상태를 나타내었다(표 3).

Table 1. Effect of media composition rate by using origin supplements(swine manure) on seedling growth of *Tagetes patula* L. 'Orange Boy'

Origin supplements in rotted	composition rate of media (v/v)	Days to germinated (day)	Plant height (cm)	Leaf		Stem diameter (mm)	Root length (cm)	Fresh weight(g)	
				length (cm)	width (cm)			Top	Root
Control ²⁾		5.6	9.5	10.6	9.8	2.21	11.2	1.680	0.100
Rh	Ve (1:3)	7.3	6.0	9.4	7.9	2.00	7.0	1.050	0.490
	Ve (1:1)	7.6	6.3	8.6	7.4	2.33	6.6	1.420	0.880
	Ve (3:1)	7.2	7.5	8.4	7.3	1.85	7.0	0.800	0.460
	Rrh (1:3)	7.2	5.5	5.7	5.2	1.31	7.6	0.360	0.060
	Rrh (1:1)	7.0	5.0	6.0	5.4	1.62	6.4	0.500	0.270
	Rrh (3:1)	7.0	4.2	7.0	6.3	1.56	6.1	0.490	0.070
Ve	Ve (1:3)	5.9	7.8	11.1	9.3	2.09	12.5	0.970	0.720
	Ve (1:1)	6.3	4.9	9.1	8.4	2.12	6.9	1.390	0.350
	Ve (3:1)	6.4	7.9	8.4	7.5	2.15	1.3	1.300	0.940
	Rrh (1:3)	6.0	8.3	9.7	8.7	2.13	7.0	1.490	0.760
	Rrh (1:1)	6.0	7.4	9.5	8.3	2.34	6.4	1.920	1.140
	Rrh (3:1)	7.5	5.9	8.5	7.6	2.22	1.5	0.970	0.720
Pe	Ve (1:3)	6.8	7.9	8.7	7.4	1.93	7.3	1.140	0.120
	Ve (1:1)	7.3	7.4	8.6	8.1	2.13	15.2	1.240	0.140
	Ve (3:1)	7.2	9.2	10.0	8.9	2.45	6.7	2.130	0.850
	Rrh (1:3)	7.5	4.2	4.5	4.1	1.51	7.1	0.400	0.260
	Rrh (1:1)	6.8	6.5	7.1	6.4	1.81	10.8	0.900	0.440
	Rrh (3:1)	6.7	6.0	8.3	7.6	2.16	7.7	1.140	0.190
Level of significance		1.5	2.1	1.2	2.2	0.41	3.0	0.328	0.391
LSD 5%									

²⁾ Control : Peatmoss:Vermiculite:Perlite(1:1:1, v/v)

Pe = Perlite, Ve = Vermiculite, Rh = Rice-hull, Rrh = Rotted rice-hull

Table 2. Effect of media composition rate by using origin supplements(ox manure) on seedling growth of *Tagetes patula* L. 'Orange Boy'

Origin supplements in rotted	composition rate of media (v/v)	Days to germinated (day)	Plant height (cm)	Leaf		Stem diameter (mm)	Root length (cm)	Fresh weight(g)	
				length (cm)	width (cm)			Top	Root
Control ²⁾		5.6	9.5	10.6	9.8	2.21	11.2	1.680	0.100
Rh	Ve (1:3)	5.4	10.5	9.0	7.4	1.55	6.1	0.490	0.050

	Ve (1:1)	5.2	8.9	10.8	8.7	1.90	15.8	0.680	0.050
	Ve (3:1)	5.1	8.8	11.3	8.5	2.10	13.8	1.040	0.070
	Rrh (1:3)	4.8	7.9	5.8	4.1	1.39	13.4	1.320	0.090
	Rrh (1:1)	5.1	7.8	5.6	4.9	1.53	11.8	0.300	0.130
	Rrh (3:1)	4.5	8.0	7.9	6.0	1.54	10.8	0.420	0.140
Ve	Ve (1:3)	4.7	10.6	11.3	9.8	2.00	11.3	0.530	0.120
	Ve (1:1)	4.8	10.6	11.1	9.4	2.15	11.8	1.300	0.130
	Ve (3:1)	5.0	10.2	10.1	7.9	2.10	11.4	1.290	0.090
	Rrh (1:3)	5.3	6.8	5.7	4.4	1.12	6.3	1.010	0.040
	Rrh (1:1)	5.0	8.0	8.2	6.6	1.94	10.3	0.240	0.080
	Rrh (3:1)	5.0	6.3	9.7	7.2	2.07	13.6	0.800	0.080
Pe	Ve (1:3)	4.8	9.6	10.1	8.8	1.87	15.6	0.120	0.050
	Ve (1:1)	5.1	9.6	12.3	11.1	2.11	12.8	0.150	0.030
	Ve (3:1)	5.0	10.8	11.1	10.2	2.18	9.7	0.170	0.050
	Rrh (1:3)	5.0	9.5	9.5	9.1	1.79	14.8	0.150	0.050
	Rrh (1:1)	6.2	7.6	6.9	5.6	1.35	11.9	0.070	0.020
	Rrh (3:1)	5.8	10.0	11.8	10.3	2.08	8.8	0.150	0.030
Level of significance		0.5	1.5	2.9	1.7	0.68	2.3	0.350	0.025
LSD 5%									

²⁾ Control : Peatmoss:Vermiculite:Perlite(1:1:1, v/v)

Pe = Perlite, Ve = Vermiculite, Rh = Rice-hull, Rrh = Rotted rice-hull

Table 3. Effect of media composition rate by using origin supplements (swine+ox manure) on seedling growth of *Targetes patula* L. 'Orange Boy'

Origin supplements in rotted	composition rate of media (v/v)	Days to germinated (day)	Plant height (cm)	Leaf		Stem diameter (mm)	Root length (cm)	Fresh weight(g)	
				length (cm)	width (cm)			Top	Root
Control ²⁾		5.6	9.5	10.6	9.8	2.21	11.2	1.680	0.100
Rh	Ve (1:3)	5.1	12.7	13.9	12.5	2.54	11.3	1.780	0.120
	Ve (1:1)	5.0	9.9	9.8	8.8	2.39	8.6	1.100	0.020
	Ve (3:1)	6.5	11.2	11.8	10.6	2.18	6.0	1.380	0.010
	Rrh (1:3)	4.5	11.2	10.0	9.1	2.20	13.2	1.580	0.050
	Rrh (1:1)	5.8	12.1	12.6	13.8	2.84	18.1	3.470	0.280
	Rrh (3:1)	5.4	12.6	13.9	11.9	2.89	12.4	3.200	0.280
Ve	Ve (1:3)	5.1	12.7	13.9	12.5	2.54	13.2	1.570	0.120
	Ve (1:1)	5.0	9.9	9.8	8.8	2.39	8.6	2.300	0.100
	Ve (3:1)	6.5	11.2	11.8	10.6	2.18	9.4	1.900	0.150
	Rrh (1:3)	4.5	10.0	11.2	9.1	2.20	11.4	1.560	0.050
	Rrh (1:1)	5.8	12.1	12.6	13.8	2.84	8.8	2.090	0.040
	Rrh (3:1)	5.4	12.6	13.9	11.9	2.89	9.7	2.480	0.220
Pe	Ve (1:3)	5.0	12.1	13.2	10.9	2.36	9.7	1.790	0.160
	Ve (1:1)	5.5	13.0	12.9	11.5	2.66	9.1	2.810	0.080
	Ve (3:1)	6.3	10.8	10.3	9.2	2.22	6.8	1.430	0.050
	Rrh (1:3)	5.4	9.8	7.9	6.7	2.21	13.3	0.720	0.030
	Rrh (1:1)	5.0	9.8	10.9	9.2	2.04	13.2	2.090	0.100
	Rrh (3:1)	5.0	12.0	12.4	10.5	2.52	9.6	1.350	0.030
Level of significance		1.0	1.7	1.9	1.8	0.56	2.6	1.280	0.050
LSD 5%									

²⁾ Control : Peatmoss:Vermiculite:Perlite(1:1:1, v/v)

Pe = Perlite, Ve = Vermiculite, Rh = Rice-hull, Rrh = Rotted rice-hull

Brassica 'Jeung-II-Poom'의 경우에 있어서는 우분을 이용한 처리구가 돈분과 혼합분 (돈분+우분) 처리구에 비해 육묘시 발아가 촉진되었으며, 초장, 엽장 및 엽폭은 돈분의 Ve:Ve(1:3) 처리구에서 11.3cm, 26.1cm와 12.8cm로 모든 처리구에 비해 증가하였다(표 4). 줄기직경과 뿌리길이는 역시 돈분의 Ve:Ve(1:3) 처리구에서 10.6mm와 33.7cm로 모든 처리구에 비해 현저히 증가된 결과를 나타내었으며, 지상부와 지하부의 생체중의 경우도 돈분의 Ve:Ve(1:3) 처리구에서 35.50g과 1.17g로 상당히 증가하였다. 이러한 결과는 배양토 조성시 원보조제 및 보조제의 이화학적 특성에 기인된 것으로 사료되며, 그러므로 가축 분뇨를 이용한 작물별 적합한 기능성 배양토 조성을 위해서는 배양토 조성별 이화학적 특성을 분석하여 보다 체계적인 혼합조성이 필요할 것으로 판단되었다.

Table 4. Effect of media composition rate by using origin supplements(swine manure) on seedling growth of *Brassica* 'Jeung-II-Poom'

Origin supplements in rotted	composition rate of media (v/v)	Days to germinated (day)	Plant height (cm)	Leaf		Stem diameter (mm)	Root length (cm)	Fresh weight(g)	
				length (cm)	width (cm)			Top	Root
Controlz)		18.5	1.2	5.0	2.0	6.0	12.4	0.56	0.03
Rh	Ve (1:3)	17.8	8.9	14.7	6.2	7.4	16.4	8.16	0.47
	Ve (1:1)	16.8	5.9	14.1	5.2	6.7	13.2	5.98	0.44
	Ve (3:1)	17.4	7.1	11.8	5.1	7.0	11.0	3.16	0.17
	Rrh (1:3)	16.8	1.6	10.6	4.1	6.7	12.7	4.21	0.22
	Rrh (1:1)	16.2	2.4	12.5	4.2	6.5	13.3	2.45	0.16
	Rrh (3:1)	17.3	2.7	7.3	2.9	5.6	12.4	2.09	0.15
Ve	Ve (1:3)	16.8	11.3	26.1	12.8	10.6	33.7	35.50	1.17
	Ve (1:1)	15.9	8.8	14.1	5.4	7.9	14.3	13.20	2.32
	Ve (3:1)	18.5	7.0	15.1	6.8	7.8	12.7	7.54	0.57
	Rrh (1:3)	18.8	7.5	13.5	4.4	9.0	15.9	9.67	0.50
	Rrh (1:1)	15.4	8.1	15.9	6.7	8.7	13.7	12.36	0.74
	Rrh (3:1)	16.2	10.9	14.0	6.8	8.6	12.8	7.48	0.45
Pe	Ve (1:3)	20.2	7.9	13.6	4.9	7.0	13.3	12.12	6.55
	Ve (1:1)	19.8	6.7	13.9	4.6	8.6	13.6	5.70	0.67
	Ve (3:1)	15.4	6.6	14.2	4.5	6.7	14.6	5.23	5.03
	Rrh (1:3)	17.4	2.3	15.6	4.7	7.2	12.9	7.30	3.82
	Rrh (1:1)	18.5	5.2	11.1	4.8	7.3	14.2	4.85	0.31
	Rrh (3:1)	16.4	2.2	11.1	3.9	7.6	12.6	3.18	0.54
Level of significance		2.1	2.3	1.8	1.0	1.1	1.2	4.32	0.18
LSD 5%									

^{z)} Control = Peatmoss : Vermiculite : Perlite(1:1:1, v/v)

Pe : Perlite, Ve : Vermiculite, Rh : Rice-hull, Rrh : Rotted rice-hull

Table 5. Effect of media composition rate by using origin supplements(ox manure) on seedling growth of *Brassica* 'Jeung-II-Poom'

Origin supplements in rotted	composition rate of media (v/v)	Days to germinated (day)	Plant height (cm)	Leaf		Stem diameter (mm)	Root length (cm)	Fresh weight(g)	
				length (cm)	width (cm)			Top	Root
Controlz)		19.7	1.8	1.7	0.9	4.0	7.8	0.11	0.08
Rh	Ve (1:3)	18.4	3.4	6.0	2.8	6.1	13.6	0.97	0.50
	Ve (1:1)	17.3	7.7	9.4	3.6	8.1	17.5	2.60	0.87

	Ve (3:1)	16.8	7.8	10.0	4.3	7.1	18.5	1.92	0.90
	Rrh (1:3)	15.5	10.3	8.7	6.5	6.5	14.8	2.10	1.02
	Rrh (1:1)	16.7	9.9	8.6	3.8	6.7	19.3	2.96	0.81
	Rrh (3:1)	16.5	7.2	9.2	3.9	6.7	18.4	2.60	0.98
Ve	Ve (1:3)	17.0	6.2	8.2	3.9	6.5	12.8	2.26	0.97
	Ve (1:1)	15.5	10.2	11.1	4.1	6.8	18.4	1.95	1.23
	Ve (3:1)	16.2	5.6	8.4	3.3	6.8	13.2	1.64	0.64
	Rrh (1:3)	16.3	6.8	8.1	3.3	6.4	10.5	1.08	0.64
	Rrh (1:1)	20.1	3.2	7.2	3.5	6.6	11.2	1.74	0.61
	Rrh (3:1)	16.2	7.3	8.2	3.4	7.0	19.3	0.89	0.44
Pe	Ve (1:3)	15.8	5.6	6.9	3.3	6.8	16.9	1.31	0.71
	Ve (1:1)	19.7	5.1	8.9	3.1	6.5	12.7	1.74	0.36
	Ve (3:1)	16.3	10.4	9.4	3.3	6.4	15.9	1.97	0.48
	Rrh (1:3)	16.7	4.7	5.5	2.9	5.6	17.6	0.86	0.41
	Rrh (1:1)	17.8	10.0	9.3	3.7	6.3	11.8	2.04	0.75
	Rrh (3:1)	16.7	2.4	5.9	3.4	6.8	10.3	0.93	0.30
Level of significance		1.9	2.0	1.6	0.7	0.6	3.3	1.05	0.34
LSD 5%									

²⁾ Control = Peatmoss : Vermiculite : Perlite(1:1:1, v/v)

Pe : Perlite, Ve : Vermiculite, Rh : Rice-hull, Rrh : Rotted rice-hull

Table 6. Effect of media composition rate by using origin supplements(swine+ox manure) on seedling growth of *Brassica* 'Jeung-II-Poom'

Origin supplements in rotted	composition rate of media (v/v)	Days to germinated (day)	Plant height (cm)	Leaf		Stem diameter (mm)	Root length (cm)	Fresh weight(g)	
				length (cm)	width (cm)			Top	Root
Control)		19.7	1.8	1.7	0.9	4.0	7.8	0.11	0.08
Rh	Ve (1:3)	17.2	9.3	9.3	3.9	7.0	15.1	2.24	1.11
	Ve (1:1)	17.5	6.2	6.0	2.7	2.7	11.4	0.87	0.74
	Ve (3:1)	18.0	6.2	7.3	3.2	6.7	14.2	1.23	0.67
	Rrh (1:3)	17.5	4.7	7.2	3.1	6.5	16.3	0.74	0.33
	Rrh (1:1)	16.4	5.8	8.3	4.0	6.5	18.4	1.18	0.62
	Rrh (3:1)	17.2	4.1	5.3	2.6	6.3	14.5	0.62	0.35
Ve	Ve (1:3)	18.1	3.1	5.5	2.4	6.7	14.3	0.51	0.58
	Ve (1:1)	19.0	3.3	5.7	2.5	6.7	12.5	0.74	0.52
	Ve (3:1)	16.3	5.8	7.2	3.1	6.7	14.3	1.38	0.38
	Rrh (1:3)	15.8	4.0	7.0	3.2	6.1	15.7	0.64	0.46
	Rrh (1:1)	16.3	3.9	5.6	2.5	6.3	15.0	0.87	0.29
	Rrh (3:1)	16.2	3.6	5.9	2.4	6.5	17.1	0.61	0.36
Pe	Ve (1:3)	15.5	6.5	7.4	3.1	6.6	12.7	1.18	0.57
	Ve (1:1)	16.0	8.8	10.0	4.1	6.8	14.9	2.17	0.74
	Ve (3:1)	17.2	6.3	6.4	2.5	6.3	14.7	1.48	0.57
	Rrh (1:3)	16.5	4.8	7.2	3.1	6.1	14.1	1.47	0.54
	Rrh (1:1)	17.0	6.2	6.1	2.8	6.2	14.5	0.84	0.36
	Rrh (3:1)	16.7	4.0	5.9	2.6	6.3	12.2	1.09	0.60
Level of significance		1.4	2.9	2.2	1.1	2.4	2.5	0.41	0.23
LSD 5%									

²⁾ Control = Peatmoss : Vermiculite : Perlite(1:1:1, v/v)

Pe : Perlite, Ve : Vermiculite, Rh : Rice-hull, Rrh : Rotted rice-hull



Fig 1. Effect of media composition rate by using origin supplements (swine+ox manure) on seedling growth of *Targetes* 'Orange Boy'
 Left : Control, Rh:Rrh(1:3), Rh:Rrh(1:1), Rh:Rrh(3:1)
 Right : Control, Ve:Rrh(1:3), Ve:Rrh(1:1), Ve:Rrh(3:1)
 Below : Control, Pe:Rrh(1:3), Pe:Rrh(1:1), Pe:Rrh(3:1)



Fig. 2. Effect of media composition rate by using origin supplements (swine+ox manure) on seedling growth of *Brassica*. 'Jeung-II-Poom'
 Left : Control, Ve:Ve(1:3), Ve:Ve(1:1), Ve:Ve(3:1)
 Right : Control, Ve:Rrh(1:3), Ve:Rrh(1:1), Ve:Rrh(3:1)

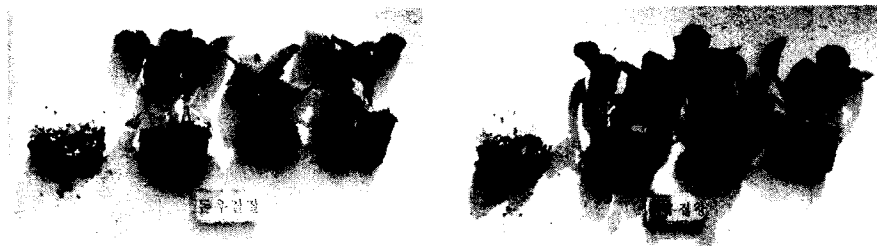


Fig. 3. Effect of media composition rate by using origin supplements (swine+ox manure) on seedling growth of *Brassica*. 'Jeung-II-Poom'
 Left : Control, Ve:Ve(1:3), Ve:Ve(1:1), Ve:Ve(3:1)
 Right : Control, Ve:Rrh(1:3), Ve:Rrh(1:1), Ve:Rrh(3:1)

참고문헌

- CAST. 1996. Integrated animal waste management. Council for Agricultural Science and Technology. 4420 Waste Lincoln Way, Ames, IA 50014 - 3447, USA.
- 최영후, 신항동. 1998년. 버미큘라이트를 기본으로 한 상토에 있어서 퇴비의 종류가 고추 플러그묘의 생장에 미치는 영향. 한국원예학회지 39(1) : 1-7
- 전대우, 구자형, 이영복, 이종석, 문창식. 1998년. 발효퇴비 시용이 토마토의 생육, 수량 및 토양 중 양분변화에 미치는 영향. 한국환경농학회지 제17권 제3호 254-259
- 정광용, 조남준, 정이근. 1998년. 가축슬러리 액비 부숙 조건별 특성비교. 한국환경농학회지 제17권 제4호 301-305
- 류병렬, 이정식. 1996년. 몇가지 유기질원료로 만든 화분배합토의 성분변화. 한국원예학회지 37(1) : 127-135
- Seung Moon Roh and Harold F. Wilkins. 1976년. The effect of different media mix on the growth, development, and tissue analysis of Tulipa, 'Athleet'. 한국원예학회지 17(1) : 86-92
- 손보균, 홍지형, 박금주. 1996년. 우분뇨와 왕겨 혼합물의 퇴비화에서 혐기정치식과 통기퇴적식의 비교연구. 한국토양비료학회지 29(4) : 403-410
- Bunt. A. C. 1988. Media and mixes for container grown plants. Union Hyman London.
- 최종명, 안주원, 구자형, 이영복. 1997. 고추의 플러그 육묘시 몇가지 배양토 재료의 혼합비율이 토양물리성과 묘생장에 미치는 영향. 한원지 38(6) : 618-624
- 정연숙, 최영준, 신상훈. 버미큘라이트를 기본으로 床土에 있어서 追肥의 種類가 고추 플러그묘의 생장에 미치는 영향. 한원지 39(1) : 1-7
- 박상근, 김광용 외 2. 1986. 육묘용 배양토 조성이 고추의 묘소질과 수량성에 미치는 영향. 농시논문집 28(1) : 28-34
- 류병렬, 이정식. 1996. 몇가지 유기질 원료로 만든 배합토가 벤자민 고무나무의 생장에 미치는 영향. 한원지 37(2) : 292-298
- 송천영, 박진면, 방창석, 이정식. 1996. 부숙왕겨의 혼합비율이 배양토의 물리화학적 및 페튜니아의 생육에 미치는 영향. 한원지 37(3) : 451-454
- 원항연, 권장식, 서장선, 최우영. 1999. Soil Microbial Flora and Chemical Properties as influenced by the Application of pig Manure compost. 한국토양비료학회지 32(1) : 76-839