

비모란 선인장(*Gymnocalycium mihanovichii* var. 'Ihong') 시설재배에서 지렁이분변토시용에 따른 생육특성 및 토양 화학성 변화

최이진* · 조상태** · 김영문** · 김미선*** · 이상권****

Changed in Growth and Chemical Properties of Plastic Film House by Earthworm Cast on *Gymnocalycium mihanovichii* var. 'Ihong'

Choi, I-Jin · Cho, Sang-Tae · Kim, Young-Mun · Kim, Mi-Seon · Lee, Sang-Kweon

In the current study, we investigated effects of a combination of earthworm casting, environment-friendly by-product fertilizer, and cultivation soil of *Gymnocalycium mihanovichii* in a heavy fertilizing culture on diameter, height, numbers of tubercles, and chemical properties of soil thereby elucidating optimal mixture ratio for securing production as well as providing nutrients throughout cultivation period. The *Gymnocalycium mihanovichii* var. 'Ihong', one of grafted cactus for export (Rootstock: 9 cm, Scion: 1.5×1.3 cm grafted cactus) was cultured in plastic houses of Agricultural Technology Center located in Naegok-dong, Seocho-gu, Seoul from June, 2013 through December, 2013. For the control group, a mixture of sand and fertilizer (50:50) was used as this ratio is widely utilized in farm-houses. In contrast, a variety mixtures of sand and earthworm casting that was produced with food wastes was compared; the mixture ratios were 80:20, 60:40, 40:60, 20:80, and 0:100 and pH for these mixtures were found to be similar each other (ranging between 7.1 and 7.4) which is in an appropriate range (pH 6.5-7.5) for cultivation of *G. mihanovichii*. The organic content was increasing along with increasing contents of earthworm casting ratio while it was lower than the treatment practice group (32-43 mg/kg vs. 55 mg/kg). The content of exchangeable cation was also increasing as the ratio of earthworm casting was elevated; although levels of K⁺, Na⁺, and Mg²⁺ were lower than the treatment practice group, the

* Corresponding author, 서울특별시농업기술센터 도시농업과(ijin2080@seoul.go.kr)

** 서울특별시농업기술센터 도시농업과

*** 농촌진흥청 국립원예특작과학원 화훼과

**** 한국방송통신대학교 농업생명과학과

level of Ca^{2+} was higher ($9.1 \text{ cmol}^+/\text{kg}$ and $11.5\text{-}33.7 \text{ cmol}^+/\text{kg}$ in the treatment practice group and the earthworm casting group, respectively). Three months after grafting, diameters of *G. mihanovichii* were compared with the control group; consequently, there was a significant difference noted in between the earthworm casting group and the control group (31.39 mm vs. $32.46\text{-}37.59 \text{ mm}$). After 5 months, growth characteristics of *G. mihanovichii* were evaluated. Similarly, the diameter of *G. mihanovichii* was significantly increasing in the group with higher ratio of earthworm casting treatment (32.63 mm vs. $32.49\text{-}37.59 \text{ mm}$). The height of tubercles was 2.63 mm in the control group while it was significantly elevating along with the ratio of earthworm casting mixture. The more numbers of tubercles, the more incomes for farm-houses; as results, higher mixture ration of earthworm casting resulted more numbers of tubercles compared to the control group (2.7 vs. $3.2\text{-}8.3 \text{ ea}$). In particular, in the earthworm casting groups with 80% and 100% ratios, the numbers of tubercles were 6.2 and 8.3 ea, respectively, which is 2.5 times more than those of the control group. These results indicate that earthworm casting treatment may be utilized in *G. mihanovichii* farming houses for short term production of tubercles. In the group with 40% and 60% of earthworm casting mixture, the numbers of tubercles were found to be 4.5 and 4.8 ea, respectively which is higher than the control group as well; in these groups, there were no issues with soil drainage as well as moss formation. Given the analysis results of growth characteristics of *G. mihanovichii*, it was concluded that 40% and 60% of earthworm casting mixture might be the optimal ratios.

Key words : *vermicast*, *grafted cactus*, *earthworm*, *food waste*, *Gymnocalycium mihanovichii*

I. 서 론

비모란선인장(*Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii*)은 엽록소가 없어서 독립영양생장이 어려워 삼각주(*Hylocereus trigonus* Saff)에 접목하여 재배하는 작물로, 접목과정에서 많은 노동력과 비용이 소요되지만 좁은 면적에 집약적으로 재배가 가능한 작물이다. 또한 희소한 가치가 있어서 유럽과 미국 등에서 선호도가 높은 작물이다. 접목선인장(비모란 및 산취) 국내재배면적은 21.0 ha 로 재배면적은 적지만, 우리나라 화훼류 주요 수출 상품의 하나이며 수출액은 2,854천불로 경제적인 작물이다(MAFRA, 2012).

비모란선인장 모본은 아르헨티나와 멕시코 등지에서 유전자원을 수집하여 중간교잡과 환경 및 바이러스 저항성 품종육성의 자원으로 활용하고 있으며, 또한 재배법 개선에 많은 노력을 기울이고 있다. 비모란선인장 재배 용토는 물빠짐이 좋으면서 보수력 및 통기성이 양호하고 병해충이 없는 깨끗한 토양으로 비료성분을 적절히 함유한 배양토가 요구된다. 관행배양토는 모래:돈분을 1:1로 사용하며 대부분의 농가에서는 돈분이나 계분뿐만 아니라

최근 개발되고 있는 친환경 유기농 비료 등을 사용하여 다비재배를 하고 있는데 토양에 염류집적이 되어 재배년수가 증가함에 따라 비모란 선인장의 생육이 위축되고 병충해 다발로 품질 및 수량이 저하되고 있다. 또한 연작장해에 따른 용토 교체 작업은 노동력이 많이 요구되어 비모란 선인장의 생산단가를 높이는 원인이 되고 있다. 접목선인장의 재배에 대한 연구는 생산성 향상 및 품질개선 등에 중점을 두었으나 재배년수가 증가함에 따라 지속적 안정생산과 주변 환경의 생태적 안정을 위한 토양 연구 관리의 필요성이 대두되고 있다.

최근 지렁이를 이용하여 축산물 및 음식물쓰레기 등을 처리하고 발생하는 분립을 토양 개량제 및 퇴비로 재활용하는 기술이 많이 보고되고 있다(Choi et al., 2012; Choi, 2011; Pallant and Hilster, 1996; Manna et al., 1997). 농산부산물인 계분, 사과박, 하수슬러지 처리에도 지렁이를 이용하여 분변토를 생산하는 결과도 보고되었다(Son, 2009; Lee et al., 1999). 지렁이 분변토는 약알칼리성(pH 7-8)을 나타내고 식물체가 생육하는데 필요한 무기양분함량과 양이온 치환능력이 높고(Lavelle, 1988; Lee et al., 2003; Kim et al., 2009; Rhee, 1965), 이화학성이 양호하여 식물의 생육을 촉진하고 건물생산을 증대시킨다는 보고(Kim et al., 2005; Cho et al., 2003; Kim and Joo, 1990)가 많으며, Cho 등(2003)의 연구결과에 의하면 지렁이 분변토의 시비량이 증가함에 따라 제주지역 화산회토에서 열무의 수량이 현저하게 증가되었다고 보고하였고, 식용 Canna를 재배수확하고 있는 제주지역 토양의 지렁이분변토 시용효과도 연구도 수행되어 수량증가에 효과가 있다고 하였다(Song et al., 2004). Kim 등(2005)은 지렁이 분변토와 피트모스 혼합 상토를 조제하여 근대, 열무, 시금치의 생육 증가를 보고하였는데 지렁이 분변토는 원예용 상토, 재배상토 및 발 흙 등에 혼합하여 재배하면 토양개량의 효과와 더불어 각종 영양분을 함유하고 있어 부산물비료로서의 활용성이 높다고 판단된다. 지렁이분변토를 비료의 요구량이 많은 화훼류 생산 용토로 활용하면 화학합성비료 남용과 유기질비료 및 부산물비료의 과다투입에 의한 토양오염을 방지할 수 있어 친환경 유기농업을 통한 안정적인 식물 생산에 효과적일 것으로 기대된다.

본 연구는 다비 재배를 하고 있는 비모란선인장 재배토양에 친환경 부산물비료인 지렁이분변토를 혼합 재배하여 구경, 구고, 자구수 및 토양 화학적 특성에 미치는 영향을 조사하여, 재배기간 동안 충분한 영양을 공급할 수 있고 생산량을 확보할 수 있는 적정 혼합비율을 규명하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시작물 및 지렁이분변토 특성

본 연구는 2013년 6월부터 12월까지 수출용 비모란선인장인 비모란 선인장(대목: 9 cm

접수: 1.5×1.3 cm 접목묘) ‘이홍’ 품종을 충북 음성군의 선인장 수출농가(충북 음성소재 삼성 선인장)에서 구입하여 서울시 서초구 내곡동 서울특별시농업기술센터 플라스틱하우스 내에서 수행하였다. 공시한 지렁이 분변토는 음식물 쓰레기(센터 내 식당수거)를 줄무늬 지렁이(*Eisenia feotida* L.)의 먹이로 하여 생산된 것을 사용하였다.

2. 처리 및 재배 관리

재배할 때 용토의 배합 특성에 따른 비모란 선인장의 생육 특성을 알아보기 위하여 관행 처리구 모래:비료(충북 음성 삼성선인장 농가숙성비료) = 50:50과 모래와 지렁이분변토의 혼합비율(v/v)은 80:20, 60:40, 40:60, 20:80, 0:100 로 토양을 조제하여 비모란선인장을 28공 트레이에 정식하여 생육 특성을 조사하였다. 시험구 배치는 반복당 10주로 난괴법 3반복으로 하였다. 비모란선인장 재배관리는 일반 접목선인장재배에 준하여 실시하였다(RDA, 2001).

3. 조사항목과 조사방법

토양 화학적 특성 조사는 토양산도는 pH meter 측정법에 따라 2 mm체를 통과한 풍건토양 5 g을 50 mL 비이커에 취하여 증류수 25 mL를 가하고, 유리봉으로 저어주면서 1시간 방치 후 pH meter[HM-30R(Tordk)]를 buffer용액으로 보정한 다음 60초 이내에 조사하였고, 전기전도도(EC)는 0.5 mm체를 통과한 풍건토양 10 g을 100 mL 삼각플라스크에 넣고 50 mL의 증류수를 가하여 30분간 진탕한 후 Toyo No. 2 여과지로 여과한 다음 전기전도도 측정기[JP/CM-20S(Tordk)]를 이용하여 측정하였다. 유기물함량은 비색법으로 측정하였고, 유효인산은 Lancaster법에 의하여 분석하였다. 양이온 K, Ca, Mg 및 Na는 원자흡광광도계(Atomic absorption spectrophotometer, Analyst 400)를 이용한 원자흡광분석법으로 측정하였다.

생육특성조사는 정식 1개월 후부터 2주 간격으로 10회 실시하였고, 생육특성으로 접수의 구경, 구고, 자구수를 조사하였다. 통계분석은 SAS 프로그램(SAS version 9.2, NC, USA)을 이용하였고 처리간 효과는 Duncan's multiple range test(DMRT)에 의하여 유의성을 검정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 지렁이분변토 첨가비율에 따른 화학적 특성

음식물쓰레기를 먹이로 한 지렁이분변토의 화학적 특성을 조사한 결과 EC가 4.61 dS/m로 높게 나타났다(Table 1). 다른 요소들은 우분에 왕겨를 혼합한 배지에서 생육한 지렁이

분변토의 화학적조성과 비슷하였으나 EC는 3.78 dS/m 조사되었고(Jun et al., 2006; Hwang and Cho, 2005), Kwon 등(2004)도 도시형 하수슬러지와 굴패각 혼합물을 먹이로 한 지렁이 분변토의 경우 1.5 dS/m로 조사되었는데 지렁이사육 먹이가 EC에 영향을 미치는 것으로 판단되었다. 본 실험에 사용된 분변토는 음식물쓰레기의 염분 때문에 EC가 높게 측정된 것으로 생각되어진다. 반면에 높은 Ca^{2+} 함량은 pH 7.4로 약알칼리성을 띄어 산성토양 개량에도 도움이 될 것으로 판단되어진다.

Table 1. Chemical properties of earthworm casts by vermicomposting of food wastes

pH	OM (mg/kg)	EC (dS/m)	Av.P ₂ O ₅ (mg/g)	Ex. Cations (cmol ⁺ /kg)			
				K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
7.5	43	4.61	382	1.01	1.4	33.7	1.9

실험에 사용한 지렁이 분변토는 농가에서 재배하고 있는 토양과 유사한 성분으로 조제하여 사용하였는데 모래와 비료(충북 음성 삼성선인장 농가숙성비료)를 50:50으로 혼합한 것을 대조구로 하고, 비모란선인장 재배농가에서 사용하고 있는 모래와 음식물쓰레기를 먹이로 하여 생산한 지렁이분변토는 혼합비율을 80:20, 60:40, 40:60, 20:80, 0:100으로 한 5조합으로 화학성 분석결과는 Table 2와 같다. 농가에서 관행적으로 사용하고 있는 토양은 pH가 6.6으로 약산성이었고 EC가 7.04로 높게 조사되었고 인산함량이 3,058 mg/kg으로 과다하게 조사되어 염류집적이 우려되었다. 인산함량이 많아지면 붕소 등의 결핍이 쉽게 일어나고 다른 양분의 흡수도 저해될 수 있다. 농가에서 숙성시킨 퇴비에 계분함량이 많은 것으로 판단되는데 비모란선인장 재배 농가에서 구색의 발현 및 자구착생 등의 효과를 위해 오래전부터 계분을 많이 사용하고 있는데 최근에는 양액재배, 수경 다단재배 등의 발달로 많이 사용량이 줄어들고 있지만 여전히 많이 시용되고 있다. 인산을 과다하게 사용하면 토양 중에 집적되는 문제점이 있으나, 다비작물의 초기생육을 촉진하고 특히, 구색이 선명해지는 효과가 있다. 먹을거리가 아닌 관상용 화훼식물을 재배할 때 화색을 선명하고 화려하게 하기 위해 과다한 비료를 사용하고 있는데 이는 염류집적에 의한 토양오염의 근본적인 원인이 되고 있다. 따라서 비모란선인장 재배농가의 토양분석 및 퇴비분석을 세심하게 할 필요성이 있는 것으로 생각되며 과다한 비료 투입보다는 적절한 비료 투입에 유의하여 재배하는 것이 바람직하다고 생각된다. 지렁이분변토 pH가 7.5(Table 1)의 약알칼리성으로 모래와 혼합했을 때와 (pH 7.1-7.4) 거의 비슷하게 조사되었는데, 비모란선인장 재배의 적정 pH가 6.5-7.5로 적합한 범위였다(GARES, 2002). 유기물함량은 지렁이분변토 혼합비율이 높아짐에 따라 증가하였지만 관행처리구 55 mg/kg보다는 32-43 mg/kg으로 낮게 조사되었다. 치환성양이온함량은 혼합비율이 증가함에 따라 높아졌지만 관행처리구보다 K⁺, Na⁺, Mg²⁺

양이 적었으나 Ca^{2+} 의 함량은 관행처리구는 $9.1 \text{ cmol}^+/\text{kg}$ 이나 지렁이분변토를 혼합할 때 $11.5\text{-}33.7 \text{ cmol}^+/\text{kg}$ 으로 높게 조사되었다. Lee와 Lee(2008)의 보고에 의하면 지렁이분변토에 있는 치환성양이온의 함량이 높아 산성토양에서 발생하는 유해미생물활동을 억제하여 병해충발생억제에 효과가 있다고 하였는데, 보통 비모란선인장 양액재배를 할 때 양액에 포함되는 Ca^{2+} 성분은 $3.9 \text{ cmol}^+/\text{kg}$ 정도인데 지렁이분변토 혼합용토에서 재배하게 되면 높은 Ca^{2+} 함량으로 토양반응이 교정되어 검정색 점을 띠며 썩는 검은무늬병 및 뿌리무름병 등을 예방할 수 있을 것으로 판단되었다. 농업 현장에서 가장 손쉽게 구할 수 있는 부산물비료는 가축분을 부숙시켜서 만든 가축분 퇴비가 있는데 작물의 영양원으로 이용되고 그 효과에 대해서는 많은 연구자들이 보고하고 있다. 계분퇴비의 경우 인산함량이 매우 높은 반면 유기물을 공급하는 능력이 미흡하며 우분퇴비는 유기물은 풍부하지만 N, P, K 함량이 낮은 편이고 돈분 부숙 퇴비는 계분과 우분의 중간정도를 나타낸다고 하였다(Park et al., 2011; Lee and Yang, 2003; Chang et al., 1998; 1999). 이러한 가축분 부산물퇴비를 시용할 때 토양개량 및 식물생육 증진 효과는 많이 보고되고 있는데 유기성자원인 음식물 쓰레기를 지렁이를 이용하여 퇴비화한 지렁이분변토는 인산함량이 다른 축산퇴비보다 많지 않고 또한 Ca^{2+} 의 함량이 많아 토양의 pH 조절에도 효과가 있는 것으로 조사결과 나타났다(Jung et al., 2003; Kim et al., 1998, 1999; Ku and Jun, 2001; Kwak et al., 2003). Zhang과 Schrader (1993)은 지렁이 분변토의 Ca^{2+} 이 토양반응을 조절하는 것을 보고한 바 있다. 지렁이분변토를 피트모스, 버미큘라이트 등과 같은 상토재로 혼합하여 사용하면 물리성과 화학성을 개선시켜 식물체의 생육을 촉진시키는데 치환성양이온 함량도 많고 토양산도도 중성부근인 특성이 밀접히 관련된 것으로 추정된다. 부산물비료를 재배 용토로 활용할 때 완숙퇴비를 이용하는 것이 매우 중요한데 완전 부숙이 이루어지지 않은 부산물 비료의 투입은 토양 환

Table 2. Chemical properties of mixing earthworm casts soils before the experiment

Mixture ratios of sand : earthworm cast(%)	pH	OM (mg/kg)	EC (dS/m)	Av.P ₂ O ₅ (mg/g)	Ex. Cations(cmol ⁺ /kg)			
					K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Control (sand : manure = 50:50)	6.6	55	7.04	3058	5.17	1.9	9.1	3.4
80:20	7.1	32	1.61	199	0.17	0.7	11.5	1.0
60:40	7.2	33	1.64	249	0.23	1.0	19.5	1.4
40:60	7.4	38	1.82	285	0.36	1.3	20.1	1.2
20:80	7.4	40	2.84	296	0.58	1.4	25.7	1.4
0:100	7.5	43	4.61	382	1.01	1.4	33.7	1.9

경오염뿐만 아니라 작물체의 생육에 많은 문제를 야기시킬 수 있다(Hwang et al., 2007). 유기성자원인 음식물쓰레기를 지렁이로 퇴비화 하여 생산된 분변토는 완전 부숙된 것으로 친환경 농업에 요구되는 조건을 충족시킬 수 있는 것으로 사료되었다.

2. 지렁이분변토 혼합비율에 따른 비모란선인장 생육특성

지렁이분변토 혼합비율에 따른 비모란선인장의 생육특성을 이식 3개월, 5개월 후의 생육특성을 조사하였다(Table 3). 이식 3개월 후 비모란선인장 구경을 조사한 결과 대조구 31.39 mm 보다 지렁이분변토 혼합처리구가 32.46-37.59 mm로 유의성 있는 차이를 보였다. 이식 5개월 후 비모란선인장 생육특성을 조사한 결과 구경은 32.63 mm 보다 지렁이분변토처리구가 32.49-37.59 mm로 혼합비율이 증가함에 따라 유의성 있게 신장하였다(Fig. 1). 기 보고된 연구에 따르면, 적정수준의 지렁이분변토 첨가가 벼 뿌리의 신장을 촉진시켜 생육에 필요한 영양분을 공급이 유리하게 한다고 하였고, 엽채류인 근대, 상추, 열무, 시금치 등에 지렁이분변토를 처리하여 생육특성을 조사한 결과 토양 내 이화학성이 양호해져서 발근촉진, 근군 형성 및 지렁이분변토에 함유된 생장조절물질 등에 의해 생육이 촉진되었고 보고하였는데 본 실험의 결과도 생육이 증진되었다(Asawalam, 2006; Khan and Frankland, 1983; Lee and Lee, 2008; Kim et al., 2005; Song et al., 2004; Zhang and Schrader, 1993). 지렁이분변토 100% 처리구의 경우 구경이 37.59 mm로 대조구보다 약 5 mm가 커졌는데 지렁이분변토가 수분을 흡수하고 관개일수가 지나면 딱딱하게 굳어지고 표면에 이끼가 발생하는 현상이 나타나 차후 배수의 문제 등이 발생할 것으로 판단되었다. 구고는 대조구의 경우 2.63 mm이고 지렁이분변토 혼합비율에 따라 2.79-3.16 mm로 유의성 있게 조사되었다. 자구수가 많이 생기는 것은 농가에는 매우 유리한 상황인데 본 실험에서 대조구는 2.7개이고 지렁이분변토 혼합비율이 높아짐에 따라 3.2-8.3개로 조사되어 고도로 유의하였다. 특히 지렁이분변토 80%와 100% 처리구에서 6.2개와 8.3개로 조사되어 대조구보다 2.5배 이상 증가하였는데 비모란선인장 재배농가에서 단기간 자구생산에 활용할 수 있을 것으로 사료되었다. 지렁이분변토의 입자가 고와서 관수 후 건조되면서 딱딱해지는 현상이 발생하는데 혼합비율이 높은 처리는 장기적으로 배수문제 등이 발생할 것으로 예상되어 권장할 수는 없으나 단기간 생산량 증대에 활용하는 것을 검토해볼 필요성이 있는 것으로 판단되었다. 지렁이분변토 40%와 60% 혼합처리의 경우 자구수가 4.5와 4.8개로 대조구보다 많이 조사되었으며, 토양배수에도 문제가 없었고 이끼가 발생하는 현상도 없었다. 비모란선인장 생육특성을 조사해본 결과 지렁이분변토 40% 및 60% 혼합비율이 생육에 효율적이라고 판단되었다.

Table 3. Growth of *G. mihanovichii* var 'lhong' according to earthworm cast treatments

Mixture ratios of sand : earthworm cast(%)	Before planting			2 month			3 month		
	Diameter (mm)	Height (mm)	Number of plantlet	Diameter (mm)	Height (mm)	Number of plantlet	Diameter (mm)	Height (mm)	Number of plantlet
Control(sand : manure = 50:50)	28.91	2.17	0	31.79 ^b	2.27	2.1	32.63 ^c	2.63 ^d	2.7 ^d
80:20	28.97	2.18	0	32.46 ^b	2.28	1.9	32.49 ^c	2.79 ^c	3.2 ^d
60:40	28.93	2.19	0	32.32 ^b	2.29	2.4	33.77 ^{bc}	2.81 ^c	4.5 ^e
40:60	28.98	2.18	0	32.66 ^{ab}	2.28	2.9	34.72 ^b	2.99 ^b	4.8 ^e
20:80	28.87	2.20	0	33.62 ^a	2.29	2.7	34.64 ^b	3.01 ^{ab}	6.2 ^b
0:100	28.94	2.22	0	33.67 ^a	2.30	2.6	37.59 ^a	3.16 ^a	8.3 ^a
Significance									
Treatment	NS	NS	NS	**	NS	NS	**	**	**

* Values shown in each column are the means based on three replicates.

Data followed by the same letter within columns are not significantly different ($p \leq 0.01$) as determined by Duncan's Multiple Range Test.

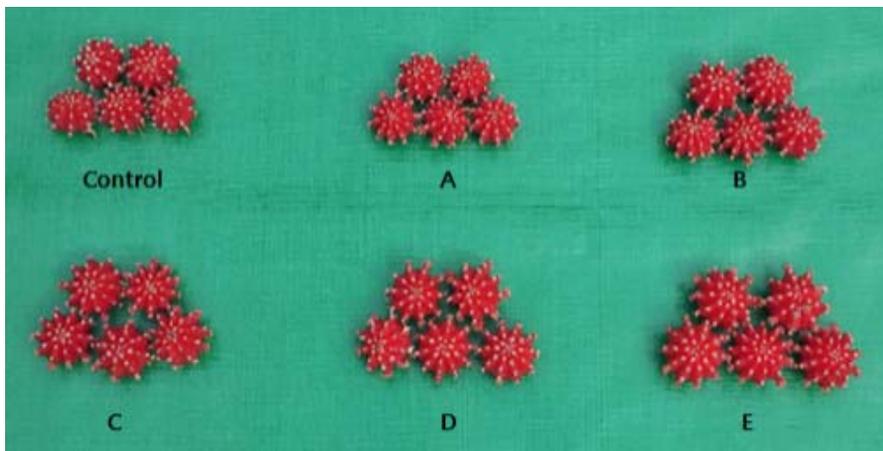


Fig. 1. Growth of *G. mihanovichii* 'lhong' after 5 months from planting

최근 환경보전 및 복원관련 연구학자들은 이러한 과다시비에 의한 토양오염방지대책을 다양하게 연구하고 있는데 비료시용을 줄이면서 생산량을 감소시키지 않는 친환경자재비료 개발 연구가 활발히 진행되고 있다. 비모란선인장 재배농가는 부산물비료를 직접 만들어 사용하고 있는 곳이 많고, 국립원예특작과학원 및 선인장연구소에서 표준재배법을 보급하고, 양액재배 방법 등을 개발하였지만 수출을 위한 고품질 비모란 선인장 생산을 위한

과다시비는 줄어들지 않고 있다. 농가에서 직접 만들어 쓰는 비료 대신 지렁이분변토 같은 부산물비료를 사용하게 되면 토양 염류집적과 산성화도 방지되는 등 토양이화학성이 양호해져서 과다시비에 의한 토양오염이 경감될 수 있는 것으로 사료된다.

IV. 적 요

본 연구는 다비 재배를 하고 있는 비모란선인장 재배토양에 친환경 부산물비료인 지렁이분변토를 혼합 재배할 때 구경, 구고, 자구수 및 토양 화학적 특성에 미치는 영향을 조사하여, 재배기간 동안 충분한 영양을 공급할 수 있고 생산량을 확보할 수 있는 적정 혼합비율을 규명하였다. 수출용 접목선인장인 비모란 선인장(대목: 9 cm 접수: 1.5×1.3 cm 접목묘) '이홍' 품종을 2013년 6월부터 12월까지 서울시 서초구 내곡동 서울특별시 농업기술센터 플라스틱하우스 내에서 수행하였다. 농가에서 재배하고 있는 모래와 비료를 50:50으로 혼합한 것을 대조구로 하고, 모래와 음식물쓰레기를 먹이로 하여 생산한 지렁이분변토의 혼합비율을 80:20, 60:40, 40:60, 20:80, 0:100으로 한 5조합의 pH는 7.1-7.4로 거의 비슷하게 조사되었는데 비모란선인장 재배의 적정 pH가 6.5-7.5로 적합한 범위였다. 유기물함량은 지렁이분변토 혼합비율이 높아짐에 따라 증가하였지만 관행처리구 55 mg/kg보다는 32-43 mg/kg으로 낮게 조사되었다. 치환성양이온함량은 혼합비율이 증가함에 따라 높아졌지만 관행처리구보다 K^+ , Na^+ , Mg^{2+} 양이 적었으나 Ca^{2+} 의 함량은 관행처리구는 9.1 $cmol^+/kg$ 이나 지렁이분변토 혼합시 11.5-33.7 $cmol^+/kg$ 으로 높게 조사되었다. 지렁이분변토 혼합비율에 따른 비모란선인장 이식 3개월 후 구경을 조사한 결과 대조구 31.39 mm 보다 지렁이분변토 혼합처리구가 32.46-37.59 mm로 유의성 있는 차이를 보였다. 이식 5개월 후 비모란선인장 생육특성을 조사한 결과 구경은 32.63 mm 보다 지렁이분변토처리구가 32.49-37.59 mm로 혼합비율이 증가함에 따라 유의성 있게 신장하였다. 구고는 대조구의 경우 2.63 mm이고 지렁이분변토 혼합비율에 따라 2.79-3.16 mm로 유의성 있게 조사되었다. 자구수가 많이 생기는 것은 농가에는 매우 유리한 상황인데 대조구는 2.7개이고 지렁이분변토 혼합비율이 높아짐에 따라 3.2-8.3개로 조사되어 고도로 유의하였다. 특히 지렁이분변토 80%와 100% 처리구에서 6.2개와 8.3개로 조사되어 대조구보다 2.5배 이상 증가하였는데 비모란선인장 재배농가에서 단기간 자구생산에 활용할 수 있을 것으로 사료되었다. 지렁이분변토 40%와 60% 혼합처리의 경우 자구수가 4.5와 4.8개로 대조구보다 많이 조사되었으며, 토양배수에도 문제가 없었고 이끼가 발생하는 현상도 없었다. 비모란선인장 생육특성을 조사해본 결과 지렁이분변토 40% 및 60% 혼합비율이 생육에 효율적이라고 판단되었다.

Reference

1. Asawalam, D. O. 2006. Influence of cropping intensity on the production and properties of earthworm casts in a leucaena alley cropping system. *Biol. Fertil. Soils*. 42: 506-512.
2. Chang, K. W., S. H. Chi, and I. B. Lee. 1998. Study on the improvement of soil for high efficient and sustainable agriculture- I. Effect of repeated application of chicken and pig manure composts on tomato growth and soil physico-chemical properties. *Agricultural Chemistry and Biotechnology*. 41(6): 451-456.
3. Chang, K. W., S. H. Cho, and J. H. Kwak. 1999. Changes of soil physico-chemical properties by repeated application of chicken pig manure compost. *J. of KOWREC*. 7(1): 23-30.
4. Cho, N. K., Y. K. Kang, C. K. Song, Y. I. Cho, D. H. Ko, and M. R. Ko. 2003. Effects of worm casting (100%) organic fertilizer rate on growth characters and yield of leol' radish in Jeju island. *J. Korean Grass. Sci.* 23(2): 77-80.
5. Choi, K. S. 2011. Research on reduction and recycling of food waste by separating raw food waste and earthworm composting in the apartment. *Journal of Environmental Sciences*. 20(1): 137-146.
6. Choi, I. J., H. H. Kwon, H. H. Lee, H. G. Son, S. K. Hong, Y. S. Park, and J. W. Kang. 2012. Effect of vermicast application of earthworm feeding food waste in vegetable plants (Radish and Chinese cabbage) growth. *Korean J. Organic. Agriculture*. 20: 715-725.
7. Gyeonggi Province Agriculture Research and Extension Services (GARES). 2002. The study of productivity and quality elevation on cactus. Hwaseong, Korea. pp. 948-956.
8. Hwang, B. S. and I. H. Cho. 2005. Effects of mixture ratios of cow manure and sawdust on the growth of earthworm (*Eisenia foetida*) and cast production. *Korean J. Organic Agriculture*. 13: 423-433.
9. Hwang, B. S., I. H. Cho, and J. H. Son. 2007. Effects of mixture ratio of swine manure and rice straw on physico-chemical characteristics and earthworm (*Eisenia foetida*) survival. *Korean J. Organic Agriculture*. 15: 425-435.
10. Jun, H. J., B. S. Hwang, and I. H. Cho. 2006. Effects of mixture ratios of cow manure and rice Hull on the growth of earthworm (*Eisenia foetida*) and cast production. *Korean J. Organic Agriculture*. 14: 421-431.
11. Jung, B. G., G. B. Jung, J. H. Yoon. 2003. Survey on the change of chemical properties of agricultural fields in Korea. In proceedings of symposium on monitoring project on agri-environment quality in Korea. National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, Korea. pp. 7-55.

12. Khan, D. H. and B. Frankland. 1983. Effects of cadmium and lead on radish plants with particular reference to movement of metals through soil profile and plant. *Plant and Soil*. 70: 335-345.
13. Kim, I. S., S. J. Kim, J. Y. Lee, and J. S. Lee. 2005. The effect of vermicast on the growth of vegetable plants-Estimation of optimum mixture ratios of vermicast. *Korean J. Organic Agriculture*. 13: 413-422.
14. Kim, J. G., K. B. Lee, D. B. Lee, S. B. Lee, and S. J. Kim. 1998. Effect of chicken manure compost application on the growth of vegetables and nutrients utilization in upland soil. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 31(2): 239-253.
15. Kim, J. G., K. B. Lee, S. B. Lee, D. B. Lee, and S. J. Kim. 1999. The effect of long-term application of different organic material sources on chemical properties of upland soil. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 32(3): 239-253.
16. Kim, S. P. and Y. H. Joo. 1990. Study on properties of pot media under controlled horticulture for compost from agro-industrial waste by earthworm (*Eisenia foetida*). *Korean J. Soil Sci. Fert.* 23: 140-145.
17. Kim, T. H, Y. Hong, and N. J. Choi. 2009. Selection of earthworm for bioindicators in agroecosystem. *Korean J. Environ. Biol.* 27: 40-47.
18. Ku, J. H. and D. W. Jun. 2001. Effect of continuous application of composted animal manure on production of tomatoes and nutrient contents of soil in organic farming practice. *L. Environ. Sci. Tech.* 19: 32-41.
19. Kwak, H. K., K. S. Song, N. J. Lee, S. B. Lee, M. S. Han, and K. A. Roh. 2003. Changes in chemical properties and fauna of plastic film house soil by application of chemical fertilizer and composted pig manure. *Korean J. Soil Sci. fert.* 35(5): 304-310.
20. Kwon, Y. T., J. H. Yun, S. H. Bae, and J. I. Kim. 2004. Characteristics of cast from the mixed sewage sludge and oyster shell by vermicompost. *Environmental Res. Ins. Kyungnam Univ.* 27: 65-72..
21. Lavelle, P. 1988. Earthworm activities and soil system. *Biol. Fertil. Soils.* 6: 237-251.
22. Lee, J. S. and I. S. Kim, 2008. Effects of commercial organic medium amended with vermicast on the growth of rice seedlings (*Oryza sativa* L.) - Amended with vermicast of fermented pig manure with sawdust. *Korean J. Organic Agriculture*. 16: 299-308.
23. Lee, J. S., J. C. Chung, and S. M. Son. 2003. Effect of phosphorus addition to korean cow manure on the growth and cast production of earthworm (*Eisenia foetida*). *J. Korea Soc. waste Management.* 8: 43-48.
24. Lee, J. Y. and J. S. Lee. 2008. The effects of different feeding condition on growth, cast

- production and conversion efficiency of organic matter to the earthworm (*Eisenia foetida* L.). Korean Journal of Organic Agriculture. 16(3): 287-298.
25. Lee, Y. S., J. S. Lee, I. H. Cho, H. J. Jun, Y. O. Lee, and M. Kim. 1999. Treatments of agricultural by-products by vermicomposting : Effects of mixture ratio of apple pomace and nightsoil sludge on the growth of worm casts. Korean J. Organic Agriculture. 4: 101-109.
 26. Lee, K. D. and M. S. Yang. 2003. Effect of pig manure application on nitrogen uptake, yield and active components of *Chrysanthemum boreale* M. Korean J. Medicinal Crop. Sci. 11(5): 371-376.
 27. Manna, M. C., M. Singh, S. Kundu, A. K. Tripathi, and P. N. Takkar. 1997. Growth and reproduction of the vermicomposting earthworm *Perionyx excavatus* as influenced by food merials. Biol. Fertil. Soils. 24: 129-132.
 28. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2012. The present state of affairs in flower. MAFRA, Sejong, Korea.
 29. Pallant, E. and L. M. Hilster. 1996. Earthworm response to 10 weeks of incubation in a pot with acid mine spoil, sewage sludge, and lime. Biol. Fertil. Soils. 22: 355-358.
 30. Park, J. M., T. J. Lim, S. E. Lee, and I. B. Lee. 2011. Effect of pig slurry fertilization on soil chemical properties and growth and development of cucumber (*Cucumis sativus* L.). Korean J. Soil Sci. Fert. 44(2): 194-199.
 31. Rhee, J. A. 1965. Earthworm activity and plant growth in artificial cultures. Plant and Soil. 1: 45-49.
 32. Rural Development Administration (RDA). 2001. The culture of cacti and succulents. pp. 74-75. Suwon, Korea.
 33. SAS Institute, nc. 1990. SAS user's guide. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA.
 34. Son, J. H. 2009. The study on treatment of poultry waste earthworms, and the effect of feeding earthworms meal on the performance of broilers and laying hens, and safety of meat egg. Korean J. Organic Agriculture. 17: 63-82.
 35. Song, C. K., N. K. Cho, I. H. Cho, B. K. Kang, M. R. Ko, and S. J. Park. 2004. Effects of worm casting level on growth characteristics and yield of food Canna in Jeju island. Korean J. Organic Agriculture. 12: 93-99.
 36. Zhang, H. and S. Schrader. 1993. Earthworm effects on selected physical and chemical properties of soil aggregates. Biol. Fertil. Soils. 15: 229-234.