

수경재배 시 첨가매질이 관엽식물의 생장에 미치는 영향

장혜숙^{1*} · 이상규² · 문지혜² · 박천호³

¹고려대학교 대학원, ²농촌진흥청 국립원예특작과학원, ³고려대학교 생명과학대학

Effect of Applied Substrates on Foliage Growth in Hydro-Culture

Hye Sook Jang^{1*}, Sang Gyu Lee², Ji Hye Moon², and Chun Ho Pak³

¹Graduate School, Korea Univ., Seoul 136-713, Korea

²National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon, Gyeonggi-do 441-706, Korea

³College of Life Sciences and Biotechnology, Korea University, Seoul 136-713, Korea

Abstract. This research was conducted for the purpose of investigating the influence substrates addition such as germanium or Granite porphyry gravel have on the growth of foliage, on the inorganic compositions of leaves as well as on root activity, in order to discover effective means of introducing plants to the indoors. *Syngonium podophyllum*, *Dracaena sanderiana*, *Epipremnum aureum* and *Hedera helix* were used as study subjects to which soil (mixed top-soil: Sunshine Mix No. 2, USA), tap water, tap water with germanium (300g), tap water with Granite porphyry gravel (300g) were added respectively and formulated. Studies on growth variations according to substrates addition indicate that growth of *Syngonium podophyllum* was most sluggish under tap water only treatment. Plant growth was most active under germanium-gravel treatment. In the case of *Dracaena sanderiana*, treatment of substrates addition had no meaningful influence on plant growth. However, the growth of *Epipremnum aureum* and *Hedera helix* was also shown to be most active under germanium-gravel treatment. Germanium-gravel treatment was shown to be particularly beneficial for root length, number of roots and dry weight. Root activity was analyzed on ten day intervals and there was discernable difference in the root activity of all the plants according to the varying treatments. In the case of the *Syngonium podophyllum*, the root activity was sluggish in all three types of treatment on the 10th day but improved gradually. On the 30th to the 50th day of the experiment, the root activity was found to be best under the Granite porphyry gravel treatment. In the case of the *Dracaena sanderiana*, the root activity was most active under the germanium-gravel treatment from the 10th to the 40th day but deteriorated from the 50th day. However, there was no significant different in all three treatments from the 60th day onwards. Analysis of the inorganic components of the leaves indicates that, while Ca and Mg were higher in the germanium than in the Granite porphyry gravel, they do not directly influence the content of inorganic components in the leaves. The results indicate that *Epipremnum aureum* and *Hedera helix* grow better under hydro-culture than when grown in soil and growth under hydro-culture is shown to increase when germanium is added to tap water.

Key words : germanium-gravel, granite porphyry gravel, hydro-culture

서 론

실내에서 많이 재배되는 대부분의 관엽식물은 내음성과 내건성이 타 화훼 식물에 비해 비교적 강한 편이기 때문에 재배하기가 용이하다(Balse, 1995). 그러

나 재배 환경 중에서 근권 환경은 관찰하기 힘들 뿐만 아니라 식물의 피해 증상을 파악하기 어렵다. 또한 수분을 관리하기가 어려워 수분 부족, 또는 과습으로 인한 생육 불량 및 고사되는 경우가 빈번히 발생한다. 따라서 용기 내 배양토와 관수 방법은 근권의 적정 관리를 위해 매우 중요하다(Reed, 1996). 수경재배시 근권부의 관리가 중요하다. 수경재배의 근권환경은 지상부 환경의 영향을 받는 재배방식이므로 지상부 환경

*Corresponding author: mam0916@hanmail.net
Received October 28, 2009; Revised November 20, 2009;
Accepted December 21, 2009

뿐만 아니라 근권 환경의 인위적인 관리가 필요한데 이것은 근권 환경에 의해 뿌리의 발달 정도가 달라지기 때문이다(Choi 등, 1994; Du와 Tachibana, 1994; Jang 등, 1992). 또한 투명용기를 이용한 수경재배는 실내 식물을 장식할 때 식물의 지상부 뿐만 아니라, 지하부도 감상할 수 있는 이점이 있다(Kim 등, 1996). 수경재배를 이용하여 실내에 식물을 장식하게 될 때 염류집적에 의한 피해를 받지 않으며, 관수를 위한 노동력을 절감하고, 지속적인 수분의 공급으로 수분 스트레스에 대한 식물의 건조피해에 대한 염려가 없다(Bang, 1999). 최근 일반인들에게서 근권부의 환경관리와 관리가 용이한 용기 내 수경재배(hydroculture) 혹은 물재배(water culture)의 이용이 증가하고 있다(Kim, 1999).

수경재배시 게르마늄이나 맥반석을 이용하는 경우는 아직 일반화되지 않았으나 게르마늄, 맥반석, 녹차, 목초액, 그리고 참숯 등은 기능성 농산물 생산을 위한 농자재로 사용되고 있다. 특히 게르마늄은 벼, 녹두, 쌀 생산, 사과, 참외, 고추, 상추 및 옥수수 등 약 30개 품목에서 농자재로 사용되고 있다고 보고되고 있다(Lee, 2004; Kim 등, 2007; Lim 등, 2008a, 2008b). 게르마늄은 무기게르마늄과 유기게르마늄으로 분류할 수 있는데 그 중 유기게르마늄은 항돌연변이작용(Mochizuke와 Kada, 1982), 면역강화작용(Aso 등, 1985; Suzuki 등, 1986), 바이러스 감염의 치료(Aso 등, 1985), 중금속 해독작용(Lee와 Chung, 1991) 등 인체 내에서 다양한 생리 활성작용을 지니고 있으며 의학적 치료에도 이용되고 있다(Kim 등, 2002a). 맥반석은 정수처리, 목욕용, 약용 등으로 이용되고 있고(Hwang, 1997), 중금속의 독성을 완화하는 효과를 나타낸다(Park, 2003). 도양에 축적된 중금속들이 식물의 생장에 미치는 영향은 다양한 것으로 보고되었다(Howden와 Cobbett, 1992; Salt 등, 1995). 관엽식물의 경우 이러한 기능성 배지인 게르마늄이나 맥반석에 대한 연구가 거의 이루어지고 있지 않지만, 다른 분야의 관련된 연구로는 콩나물 재배과정에서 게르마늄 처리에 따른 콩나물의 생육촉진과 외관 및 맛 향상(Kim 등, 2002a), 식이섬유, 페놀화합물, 비타민 및 무기질 함량증진(Kim 등, 2002b)과 생산된 콩나물의 항돌연변이 효과(Kim 등, 2004), 또는 도양과 농작물에서의 게르마늄 함량(Lee 등, 2005)조사 등이 있다.

따라서 본 연구는 일반인들이 쉽게 실내 식물을 도입하고 관리할 수 있는 대안을 마련해 보자 4종류의 관엽식물을 대상으로 수경재배를 실시하였다. 더불어 심미성과 기능성을 구명하기 위해 수경재배시 수돗물에 버나 채소에 이용되고 있는 게르마늄과 맥반석을 실내 관엽식물에 도입하여, 두 가지 매질이 실내 관엽식물의 생육과 뿌리의 활력에 미치는 영향을 알아보고, 그 기초 자료를 얻기 위하여 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

1. 식물재료

실내식물로 주로 이용되고 있는 드라세나 산테리(*Dracaena sanderiana*, 초장 24 ± 2cm), 싱고니움(*Syngonium podophyllum*, 초장 12 ± 2cm), 스킨답서스(*Epipremnum aureum*, 초장 28 ± 2cm), 아이비(*Hedera helix*, 초장 13 ± 3cm)의 4종을 대상으로 하였다. 실험 기간은 2005년 3월 4일부터 5월 4일까지 실시하였다.

4종의 식물 중 싱고니움과 드라세나 산테리아나는 원형 플라스틱 용기(구경 9cm, 높이 15cm)에 수돗물, 수돗물 + 게르마늄(300g), 수돗물 + 맥반석(300g)을 첨가한 물을 사용하여 식물을 재배하였다. 나머지 스킨답서스와 아이비는 싱고니움과 드라세나 산테리아나의 3처리구와 동일하게 하면서 배지재배를 추가하였으며, 배지재배는 플라스틱 화분(구경 10cm, 높이 12cm)에 70~80%의 피트모스, 펄라이트, pH조절용 석회, 석고, 습윤제로 혼합된 상토(Sunshine Mix No. 2, USA)를 사용하여 식물을 재배하였다(Fig. 1). 첨가 매질로 사용한 재료의 무기성분은 Table 1과 같고 무기성분 분석은 ICP-AES(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer: JY 138Utrace, France)를 이용하였다. 관수는 배지재배시 2일에 1회 두상관수하였고, 수경재배시 줄어든 물만큼 보충하였으며, 각 처리당 8주씩 5반복을 실행하였다. 실험구는 완전임의 배치하였으며 주·야간온도조건은 25 ± 5°C, 상대습도 90 ± 10%인 고려대학교 화훼학과 온실에서 수행하였다. 통계처리는 Duncan의 다중 검정법을 이용하였다.

2. 생육조사

식물의 외관상의 생육변화를 알아보기 위해, 정식

60일 후 초장, 엽수, 근장, 근수, 생체중과 건물중을 조사하였다. 건물중은 측정된 시료를 80°C의 건조기에 넣어 3일간 건조한 후 측정하였다.

3. 식물체내 무기성분 함량

잎의 무기성분을 알아보기 위해 정식 60일 후 시료를 채취하여 80°C의 건조기에 넣어 3일간 건조시킨 다음 분말로 만들어 AOAC(1995) 방법에 준하여 분석하였다. 전 질소는 각각의 건조시료 0.5g을 Kjeldahl (Foss, Sweden)과 농황산 10mL를 첨가하여 380°C에서 분해한 후, Kjeldahl 증류장치(Kjeltec auto 1030 analyzer, Tecator)로 분석하였다. 그 외의 무기성분은 건조시료 0.5g에 ternary solution 10mL를 가하고 250°C에서 습식 분해하여 100mL로 정량한 다음 분석에 사용하였는데, P는 Vanadate법으로 비색계(UV/VIS spectrophotometer Lambda 18, Perkin Elmer, Mass. USA)를 이용하여 470nm에서 흡광도를 측정하였고, K, Ca, 및 Mg은 원자흡광분광도계(atomic absorption spectrophotometer 3300, Perkin Elmer, Mass. USA)를 이용하여 분석하였다.

4. 식물의 뿌리 활력조사

드라세나 산테리아나와 싱고니움의 뿌리 활력도 변화를 알아보기 위해 정식 후 10일 간격으로 3반복씩 뿌리 활력을 측정하였으며, 스킨답서스와 아이비는 정식 60일 후에 뿌리 활력도를 측정하였다. 뿌리활력은

Hirata(1990)의 triphenyl tetrazolium chloride(TTC법)으로 흐르는 물에 뿌리를 씻은 후 측정에 이용하였다. 뿌리시료는 약 2cm 길이로 절단하여 균일하게 혼합한 후 그 중에서 500mg을 취하여 신펜그관에 넣고 1%의 TTC용액, 0.1M 인산나트륨 완충액, 증류수를 각각 1:4:5의 비율로 혼합한 액 10mL를 첨가했다. 뿌리를 액 중에 완전히 잠기게 하고 흡입펌프를 이용하여 시료중의 기포를 제거하고 암 상태로 30°C의 항온수조에서 2시간 동안 반응시켰다. 반응시간 종료 후 2N-H₂SO₄ 2mL를 가하여 반응을 정지시키고, 수분을 잘 닦아 ethyl acetate 3-5mL 및 석영모래 소량과 함께 유발에서 마쇄하여, formazan을 추출했다. 기울여서 추출액(적색을 띤다)을 시험관으로 옮기고 나머지는 2~3회 소량의 초산으로 세정하고, 세액은 앞의 추출액에 합쳤다. 이 액을 ethyl acetate로 적당하게 희석해서 일정 용량으로 했다. 광전비색계를 써서 470nm에서 흡광도를 측정했다.

표준 곡선은 농도를 알고 있는 TTC용액에 Na₂S₂O₄을 소량(TTC 0.2mg에 대해서 15~30mg) 가하고 ethyl acetate를 가하여 정량한 후 이 추출액을 비색계(UV/VIS spectrophotometer Lambda 18, Perkin Elmer)를 이용 470nm에서 측정하여 다음 식으로 뿌리의 활력을 계산하였다.

$$\text{뿌리활력}(\text{mg g}^{-1}\text{h}^{-1}) = \text{생성된 formazan (mg)/공시근량(생체중mg)} \times \text{반응시간(h)}$$

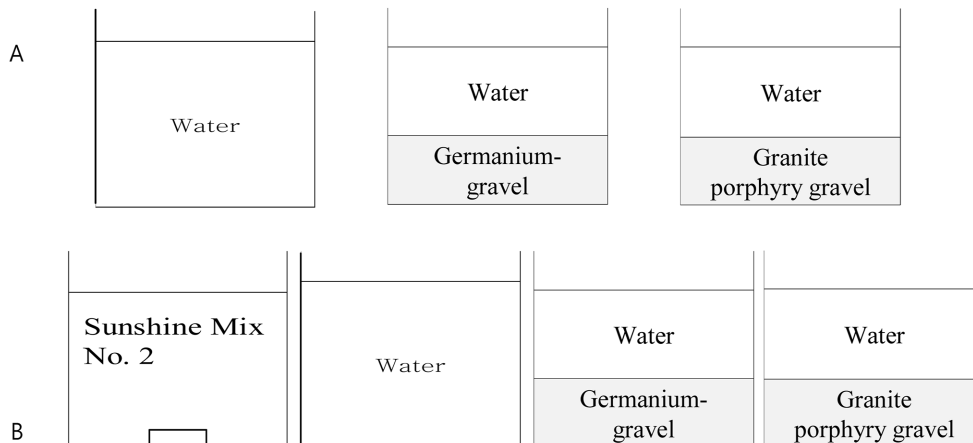


Fig. 1. Drainage-layers and the addition of substrates in container (water culture: Ø9.0cm, soil culture: Ø10.0cm). A: *Dracaena sanderiana*, *Syngonium podophyllum*; B: *Epipremnum aureum*, *Hedera helix*.

수경재배 시 첨가매질이 관엽식물의 생장에 미치는 영향

Table 1. Mineral concentration in substrates determined before culture. (mg · L⁻¹)

Elements	Germanium-gravel	Granite porphyry gravel
Al	12.02	50.57
B	< 0.06	< 0.06
Ca	50.94	0.42
Fe	9.42	7.50
Mg	16.67	0.37
Mn	< 0.03	< 0.03
Ni	< 0.03	0.25
Si	52.07	93.47

Remark: Samples were analyzed three times and averaged ("Ave").

결과 및 고찰

1. 네 종류 관엽식물의 생육변화

매질을 첨가한 수경재배를 통하여 생육상에서 4 종류 관엽식물의 정식 60일 후 처리구간 식물의 생육을 비교해 보면, 싱고니움의 경우 식물의 초장, 엽수, 근장, 생체중 그리고 지하부 건물중 모두 맥반석 첨가구에서 생육이 가장 좋은 것으로 나타났다. 드라세나 산테리아니의 경우에는 각 처리구간 생육 차이는 거의 나타나지 않았으나, 근장은 게르마늄 첨가구에서 생육이 더 좋았으며 처리구간 유의적 차이가 있었다. 스킨

답서스와 아이비의 경우 게르마늄 첨가구에서 초장, 엽수, 근장, 근수, 생체중 그리고 건물중이 다른 3처리구에 비해 가장 생육이 좋은 것으로 나타났으며 통계적인 유의적 차이가 있었다(Table 2). 본 연구에 의하면 드라세나 산테리아니를 제외하고는 싱고니움, 스킨답서스, 아이비는 수돗물에 재배한 것보다 수돗물에 게르마늄이나 맥반석을 첨가해 준 처리구에서 더 생육이 좋았으며, 특히 스킨답서스와 아이비의 경우 배지재배보다 수경재배를 하였을 때 생육이 더 좋은 것으로 나타났다. 수경재배 중에서는 게르마늄 첨가구에서 생육이 가장 좋았다. 식물의 외관상의 생육만으로 볼 때에는 4종류의 식물 모두 게르마늄 첨가구에서 재배하였을 때 가장 우수한 결과로 나타났다. 이러한 결과는 토양에서 자란 스킨답서스와 아글라오네마의 근권부를 수세한 후 수경용 배지에 옮겨 70일간 재배하였을 때 수경재배에서 침수에 대한 피해가 없이 외관상의 생육이 더 좋은 것으로 나타났다는 Baik 등(2003)의 연구결과와 동일한 경향을 보였다. 또한 수돗물과 게르마늄 용해수, 지하수를 이용하여 콩나물을 재배한 생육특성을 조사한 결과에서 수돗물에 비하여 게르마늄용해수로 재배한 게르마늄 콩나물이 자엽, 줄기 및 뿌리의 정도도 강하게 나타났으며, 게르마늄이 콩나물의 성장을 촉진시키는 것으로 생각된다는 Kim 등(2002a)의

Table 2. Plant growth as influenced by addition of various substrates in hydroponics.

Plant	Treatment ^y	Plant height (cm)	No. of Leaves	Root length (cm)	No. of roots	Fresh weight (g)		Dry weight (g)	
						Shoot	Root	Shoot	Root
<i>Syngonium podophyllum</i>	Water	10.8 a ^z	7 b	13.4 a	17 b	5.16 a	9.76 a	1.12 a	1.14 b
	Germanium-gravel	10.5 a	11 a	14.7 a	25 a	6.79 a	11.24 a	1.03 a	1.81 a
	Granite porphyry gravel	11.6 a	12 a	15.6 a	18 b	6.92 a	11.69 a	0.96 a	2.04 a
<i>Dracaena sanderiana</i>	Water	27.2 a ^z	11 a	11.9 ab	23 a	11.59 a	2.14 a	2.77 a	0.34 a
	Germanium-gravel	26.1 a	11 a	14.3 a	25 a	11.30 a	2.75 a	2.68 a	0.44 a
	Granite porphyry gravel	26.7 a	11 a	10.8 b	26 b	10.93 a	2.28 a	2.69 a	0.37 a
<i>Epipremnum aureum</i>	Soil	25.0 b ^z	4 a	7.9 c	3 b	11.04 b	1.24 c	1.37 a	0.08 c
	Water	26.2 b	5 a	14.1 b	5 b	14.92 a	2.69 bc	1.84 a	0.21 b
	Germanium-gravel	25.0 b	5 a	23.0 a	8 a	15.73 a	4.93 a	1.98 a	0.34 a
	Granite porphyry gravel	29.2 a	4 a	14.5 b	5 b	13.77 ab	3.01 b	1.87 a	0.22 b
<i>Hedera helix</i>	Soil	14.4 b ^z	9 b	7.6 b	5 a	1.76 b	0.48 c	0.51 b	0.07 c
	Water	19.9 a	11 a	17.8 a	9 a	2.12 b	1.44 ab	0.66 b	0.16 b
	Germanium-gravel	25.3 a	11 a	22.0 a	9 a	2.75 a	1.66 a	0.82 a	0.22 a
	Granite porphyry gravel	20.7 a	10 a	22.6 a	7 a	2.17 b	1.11 b	0.63 b	0.16 b

^y: See Fig. 1.

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at P = 0.05.

보고외도 유사한 경향을 나타냈다. 이와 같이 근권부에 게르마늄을 첨가함으로써 생육이 촉진되고 뿌리의 경도가 강해지는 등 프라스적인 영향에 대하여는 금후 면밀한 연구를 통하여 생산현장에서 다양한 작물에 실용화되기를 기대한다. 본 연구를 통하여 얻을 수 있는 정보는 게르마늄 첨가구의 식물체의 엽에서 운기가 나는 느낌이 있었다. 이와 같은 현상을 포함하여 금후 정밀한 연구가 기대된다.

2. 네 종류 관엽식물의 무기성분 함량

네 종류 관엽식물의 수경재배를 통하여 생육상에서 60일간 재배한 후 식물의 잎의 무기성분의 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 싱고니움은 T-N과 K함량이 수돗물에서 가장 높았고 처리간 유의적 차이가 있었으며, 드라세나 산테리아나는 T-N과 P함량은 수돗물에서, K, Ca 그리고 Mg 함량은 게르마늄 첨가구에서 높았으나 처리간 뚜렷한 경향을 찾을 수 없었다. Lee 등(1996)에 의하면 수경재배 시 양액 중에는 P, T-N 등이 풍부하여 일반적으로 물이끼라고 불리는 조류가 서식할 수 있는 조건을 가지고 있기 때문에 양액 탱크 또는 재배 베드에서는 조류가 쉽게 발생하는 데, 조류의 발생은 작물과의 양분 경합을 발생시키며 일부 남조류는 독성물질을 분비한다고 하였다. 본 실험에서는 양액을 사용하지는 않았으나 실행한 수경재배의 4

종의 식물 중 같은 천남성과 식물인 스킨답서스외는 달리 싱고니움의 경우, 지상부의 생육은 커다란 영향을 받지 않고 성장 상태가 좋으나 근권부에 녹조류의 발생이 심하게 나타나므로 미관상 오랜 기간 수경재배에 이용하기에는 싱고니움은 부적합한 것으로 생각한다.

스킨답서스의 경우 T-N과 Mg함량이 맥반석 첨가구에서 감소하였고 P, K, Ca 그리고 Mg 함량은 게르마늄 첨가구에서 가장 높았으나 처리간 차이는 적었다. 그리고 아이비의 경우는 T-N, P 함량은 배지재배에서 가장 높았고 Ca 함량은 게르마늄 첨가구에서 가장 높았으며 P와 Ca 함량만이 처리간 유의적 차이가 인정되었다. 이러한 결과는 Kim 등(2002b)의 실험에서 풍나물을 게르마늄 용해수로 재배했을 때 Ca와 Fe 및 무기질의 함량이 높아졌다고 하는 결과와는 다른 경향을 보였다. 이는 본 실험에 첨가매질로 사용한 게르마늄과 맥반석의 무기성분 분석에서 나타난 것과 같이 게르마늄이 Ca를 가장 많이 함유하고 있어 재배과정에서 식물에게도 그 영향이 미치는 것으로 생각되었으나 그 결과가 미세하여 금번 실험에서는 미비한 사항이므로 앞으로 게르마늄과 식물의 무기성분의 연관성에 대한 부분은 계속 구명되어야 할 것으로 생각한다(Table 1).

3. 네 종류 관엽식물의 뿌리 활력(TTC법)

수경재배 시 수돗물에 게르마늄과 맥반석을 첨가하

Table 3. Mineral contents of leaves as influenced by addition of various substrates in hydroponics.

Plant	Treatment ¹⁾	T-N	P	K	Ca	Mg
		(g · kg ⁻¹ dry wt)				
<i>Syngonium podophyllum</i>	Water	17.30 a ²⁾	0.51 a	4.05 a	0.34 a	0.18 a
	Germanium-gravel	14.11 b	0.51 a	2.36 b	0.26 a	0.16 a
	Granite porphyry gravel	14.56 b	0.53 a	2.22 b	0.43 a	0.14 a
<i>Dracaena sanderiana</i>	Water	13.74 a ²⁾	0.27 a	1.14 a	0.44 a	0.15 a
	Germanium-gravel	10.70 a	0.21 a	1.51 a	0.49 a	0.16 a
	Granite porphyry gravel	13.29 a	0.22 a	1.25 a	0.41 a	0.12 a
<i>Epipremnum aureum</i>	Soil	19.62 a ²⁾	0.46 a	2.84 a	0.37 a	0.13 ab
	Water	19.31 a	0.42 a	2.59 a	0.40 a	0.13 ab
	Germanium-gravel	18.78 a	0.49 a	3.09 a	0.50 a	0.15 a
	Granite porphyry gravel	14.80 b	0.49 a	2.42 a	0.27 a	0.11 b
<i>Hedera helix</i>	Soil	8.84 a ²⁾	0.41 a	1.13 a	0.23 b	0.19 a
	Water	8.33 a	0.27 b	0.95 a	0.56 a	0.21 a
	Germanium-gravel	7.39 a	0.27 b	1.10 a	0.50 a	0.18 a
	Granite porphyry gravel	8.27 a	0.28 b	1.06 a	0.40 ab	0.18 a

¹⁾ See Fig. 1.

²⁾ Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at P = 0.05.

수경재배 시 첨가매질이 관엽식물의 생장에 미치는 영향

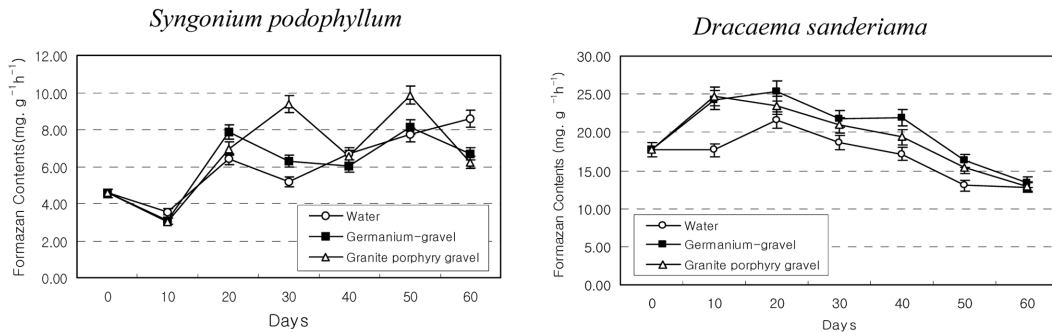


Fig. 2. Changes in formazan contents of roots treated by substrates. Bars indicate standard errors.

였을 때 뿌리의 활력에 미치는 영향을 알아보기 위해 정식 후 10일 간격으로 싱고니움과 드라세나 산테리아나의 뿌리활력을 측정된 결과, 싱고니움의 경우 뿌리활력은 구입 당시 $4.59\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}\text{h}^{-1}$ 였으나 10일경에는 $4\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}\text{h}^{-1}$ 이하로 더욱 낮아졌는데 이것은 토양에서 자라고 있던 식물을 순화시키지 않고 물에 옮겨 심었기 때문에 스트레스에 의한 것으로 판단되었다(Fig. 2). 그러나 20일경에는 급격하게 상승하여 게르마늄 첨가구에서는 정식 시점보다 100% 정도 높은 $8\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}\text{h}^{-1}$ 이었고, 30일째에는 맥반석 첨가구에서 급격히 높아졌으나 40일째에 3처리구 전부 근활력이 낮아졌다. 40일째에 물을 교체했는데 이 시기 이후 근활력이 다시 좋아졌으나 60일 후의 결과는 처리구간 큰 차이는 없었다. 드라세나 산테리아나의 경우 정식 시 $17.75\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}\text{h}^{-1}$ 였으나 10일경에는 수돗물 처리구를 제외하고 게르마늄과 맥반석 첨가구에서 급격하게 좋아졌다(Fig. 2). 20일경에는 수돗물에 비해 게르마늄과 맥반석 첨가구에서 50% 정도 좋았으며, 30일부터 60

일까지는 게르마늄 첨가구에서 근소한 차이로 근활력이 좋았으나 수돗물과 맥반석 첨가구 모두 서서히 저하되었다. 60일째에는 게르마늄 첨가구가 수돗물보다 20% 정도 좋았으나 처리 간 유의적 차이가 없었다. 스킨답서스는 정식 60일 후 근활력은 배지재배보다 수경재배를 한 3처리구가 좋은 근활력을 나타냈으며 아이비의 경우 배지재배와 수경재배에서 거의 비슷한 뿌리의 활력을 보였다. 본 실험의 결과에 의하면 수경재배 시 전반적인 진뿌리가 감소하였고, 처리간 근활력은 미세한 차이만 나타났다(Fig. 3). 수경재배의 경우 배지재배에 비해 뿌리의 외관상 생육이 좋았으며 수경재배 중에서는 게르마늄 첨가구에서 가장 생육이 좋은 것으로 나타났다(Fig. 4). 일반적으로 수경재배 시 근권부 산소 부족은 근호흡을 저하하고 각종 생리장해를 유발한다고 하였으나(Yang 등, 1991a, 1991b), Lee (2005)에 의하면 게르마늄의 기능은 산소를 운반하는 역할을 하면서 때로는 산소의 대역도 담당한다고 하여 게르마늄 첨가구에서 가장 생육이 좋은 결과를 뒷받침하고 있다. 4종

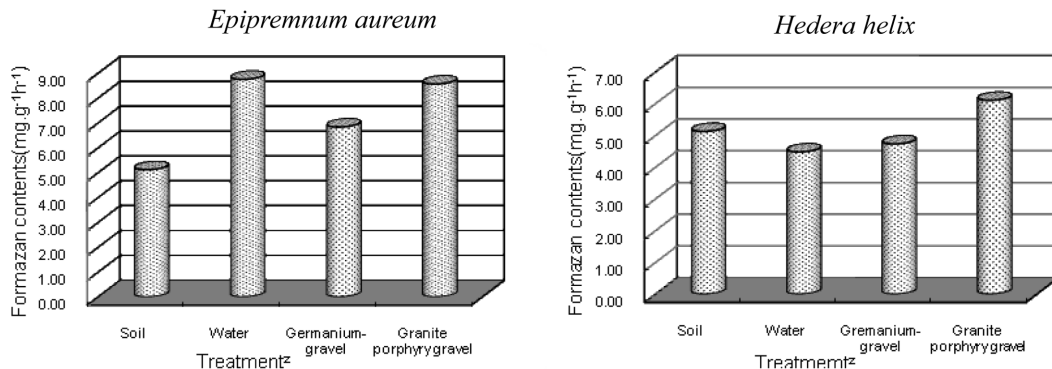


Fig. 3. Formazan contents of roots treated by substrates. ^z: See Fig. 1.

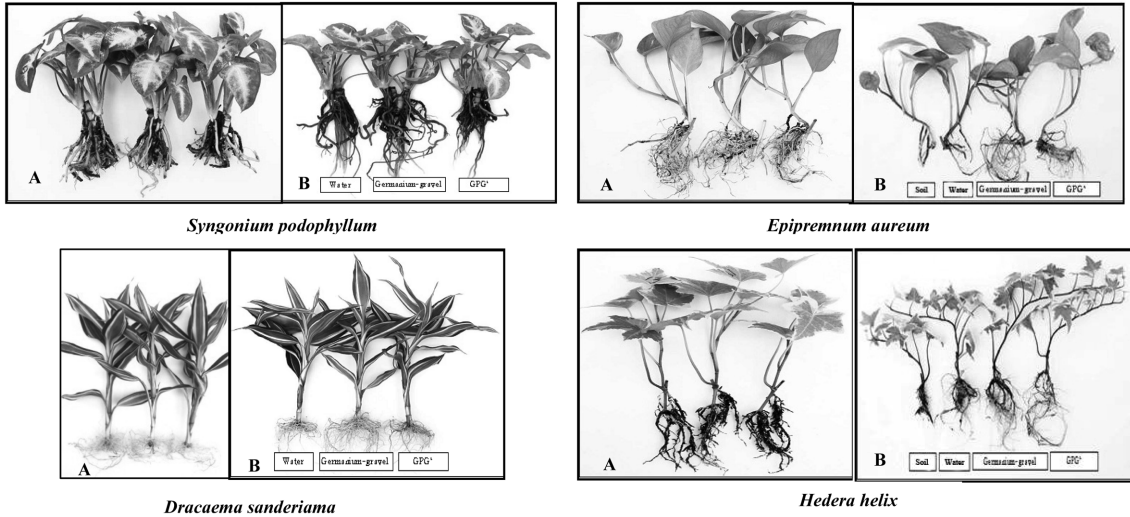


Fig. 4. Plant growth as influenced by addition of various substrates in water and soil for 60 days. A: Before treatment. B: After treatment. *GPG: Granite porphyry gravel.

류의 식물 전체의 생육증가량은 배지재배에 비해 수경재배가 더욱 높았으며, 수경재배에서는 특히 게르마늄 첨가구의 뿌리의 생육증가량이 가장 크게 나타났으며, 드라세나 산테리아나를 제외한 나머지 3종류의 식물에서는 유의적 차이가 나타났다. 이러한 결과는 식물의 전체 생육증가량과 잎의 활력이 토양재배보다 수경재배가 더욱 높아, 근권부의 미세한 활력의 저하가 식물전체 생육을 저하할 만큼 문제가 되지 않는다는 보고 (Baik 등, 2003)는 본 연구와 유사한 경향을 나타냈다.

적 요

본 연구는 실내에 식물을 보다 효율적으로 도입하고자 수경재배 시 첨가매질(게르마늄, 맥반석)이 관엽식물의 생장과 잎의 무기성분, 뿌리활력에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행되었다. 싱고니움(*Syngonium podophyllum*), 드라세나 산테리아나(*Dracaena sanderiana*), 스킨답서스(*Epipremnum aureum*) 및 아이비(*Hedera helix*)를 식물재료로 사용하였으며 토양(혼합된 상토: Sunshine Mix No. 2, USA), 수돗물, 수돗물에 게르마늄(300g), 수돗물에 맥반석(300g)을 첨가하여 정식하였다. 첨가매질에 따른 생육변화는 싱고니움의 경우 수돗물만 처리한 구에서 가장 저조하였고 게르마늄 첨가구에서 생육이 가장 좋았으며, 드라세나 산

테리아나는 처리구에 따른 생장의 차이가 거의 없는 반면, 스킨답서스와 아이비의 생장도 게르마늄 첨가구에서 가장 좋았다. 특히 뿌리의 생장에서 커다란 차이를 보였는데 근장, 근수 및 근중이 게르마늄 첨가구에서 가장 좋았다. 뿌리활력은 10일 간격으로 분석하였는데 작물마다 처리구에 따라서 변화가 있었는데 싱고니움의 경우 10일째는 3처리구 다 뿌리활력이 낮아졌으나 차츰 좋아져 30일과 50일째에는 맥반석 첨가구에서 가장 좋았다. 드라세나의 경우 10일째부터 40일째까지 게르마늄 첨가구에서 가장 좋았으나 50일째부터 뿌리활력이 나빠졌다. 그러나 60일 후에는 처리구 간 큰 차이가 없었다. 식물체 잎의 무기성분 분석 결과, 게르마늄의 Ca와 Mg 함량이 맥반석 보다 높았지만 잎의 무기성분 함량에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 스킨답서스와 아이비는 배지재배보다 수경재배에서 생장이 좋았고, 수경재배 시 수돗물에 게르마늄을 첨가하였을 때 생육이 증가하는 것으로 나타났다.

주제어 : 게르마늄, 맥반석, 수경재배

인 용 문 헌

1. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis (II) 16 edi-

- tion. Arlington.
2. Aso, H., T. Suzuki, Y. Yamaguchi, T. Hayashi, Ebina, and N. Ishida. 1985. Induction of interferon and activation of Nk Cells and macrophages in mice by oral administration of Ge-132, and organic germanium compound. *Microbiol Immunol.* 29(1):65-74.
 3. Balse, S.F. 1995. The kitchen garden: Raised beds and electric chairs. *Hort.* 73:34-39.
 4. Bang, G.H. 1999. Direction of home horticulture-hydroponics for fostering of studies' emotion in primary school. *J. Kor. Agri. Education* 29:95-108.
 5. Baik, J.A., E.J. Jang, and C.H. Pak. 2003. Plant stresses of two araceae foliage plants cultured by hydroculture and plant activity compared with soil culture. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21(4):341-345.
 6. Choi, K.J., G.C. Chung, W.Y. Choi, K.P. Han, and S.K. Choi. 1994. Effect of roof zone temperatures on the mineral composition of xylem sap, photosynthetic activity and transpiration in cucumber plant. *Acta Hort.* 396:161-166.
 7. Du, Y.C. and S. Tachibana. 1994. Effect of supraoptimal root temperature on the growth, root respiration and sugar content of cucumber plants. *Scientia Hort.* 58:289-301.
 8. Hwang, J.Y. 1997. Characteristic and application of macbansuk and clay. *The Mineralogical Society of Korea Symposium*, pp.89-99.
 9. Howden, R. and C.S. Cobbett. 1992. Cadmium-sensitive mutants of *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiol.* 99:100-107.
 10. Hirata, K. 1990. A nutrition experiment of plant. *Pakuoosa. Tokyo*, pp. 52-55.
 11. Jang, B.C., Y.P. Hong, and J.C. Chun. 1992. Effect of root-zone temperature in hydroponics on plant growth and nutrient uptake in vegetable crops. *J. Kor. Soc. Soil Sci.* 25:242-248.
 12. Kim, D.K., S.U. Chon, S.Y. Jung, K.D. Lee, K.S. Kim, and Y.S. Rim. 2007. Effects of germanium (Ge) on growth, yield and Ge content of mungbean. *Korean J. Crop Sci.* 52(4): 380-386.
 13. Kim, J.H., H.J. Kim, and Y.S. Kim. 1996. Effect of ammonium phosphate on nutrient solution using tap water during hydroponic culture of crisp lettuce. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37:223-227.
 14. Kim, K.S. 1999. *New Horticulture*. Hyangmoonsa, Press. Seoul, pp. 262-374.
 15. Kim, E.J., K.I. Lee, and K.T. Park. 2002a. Effects of germanium treatment during cultivation of soybean sprouts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31:615-620
 16. Kim, E.J., K.I. Lee, and K.Y. Park. 2002b. Quantity analysis of nutrients in soybean sprouts cultured with germanium. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31:1150-1154.
 17. Kim, E.J., K.I. Lee, and K.Y. Park. 2004. Antimutagenicity of soybean sprouts cultured with germanium. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33(6):930-935.
 18. Lee, H.M. and Y. Chung. 1991. Effect of organic germanium on metallothionein induction in liver and kidney of cadmium and mercury intoxicated rats. *Yakhak. Hoeji* 35:99-110.
 19. Lee, H.D., Y.S. Lee, and K.T. Seo. 1996. *Organisms in waterworks (pictures and interpretation)*. JinriwaTangu Co., Seoul, p. 251.
 20. Lee, K.H. 2005. A study on characteristics of adsorption of germanium for heavy metals. *Journal of the Korean Society for Environmental Analysis* 8:213-218.
 21. Lee, S.T. 2004. Characteristics of growth response and germanium absorption of crops in soil treated germanium. *phD Diss.*, Gyeongsang National Univ. of Education, Korea.
 22. Lee, S.T., Y.H. Lee, H.J. Lee, J.S. Cho, and J.S. Heo. 2005. Germanium contents of soil and crops in Gyeongnam province. *Kor. J. Environ. Agr.* 24:34-39.
 23. Lim, J.S., K.C. Seo, W.Y. Park, Y.S. Cheon, S.T. Lee, J.S. Cho, and J.S. Heo. 2008a. Effects of soil texture on germanium uptake and growth in rice plant by soil application with germanium. *Kor. J. Environ. Agr.* 27:245-252.
 24. Lim, J.S., K.C. Seo, W.Y. Park, Y.S. Cheon, S.K. Park, S.T. Lee, J.H. Park, S.D. Kim, J.S. Cho, and J.S. Heo. 2008b. The selection of optimum rice species and germanium application method for production of functional rice with germanium. *Kor. J. Environ. Agr.* 27: 373-381.
 25. Mochizuke, H. and T. Kada. 1982. Antimutagenic effect of Ge-132 on $\sqrt{\text{ray}}$ -induced mutation in *Escherichia Coli* B/r WP2 trpp. *Int. J. Radiat. Biol.* 42:653-659.
 26. Park, J.B. 2003. Removal effect of biostone and green tea on the heavy metal toxicity during seed germination of *Arabidopsis thaliana*. *J. of the Environmental Sciences* 12:1303-1308.
 27. Reed, D.W. 1996. *Water, media, and nutrition for greenhouse crops*. Ball publishing. Illinois, USA, pp. 110-111.
 28. Salt, D.E., R.C. Prince, I.J. Pickering, and I. Raskin. 1995. Mechanisms of cadmium mobility and accumulation in Indian mustard. *Plant Physiol.* 109:1427-1433.
 29. Suzuki, F., R.R. Brutkiewicz, and R.B. Pollard. 1986. Cooperation of lamphokine(s) and macrophages in expression of antitumor activity of carboxyethylgermanium sesqui-oxide (Ge-132). *Antitumor Res.* 2(2):177-182.
 30. Yang, W.M., Y.G. Jeong, J.G. Kang, and J.Y. Cho. 1991a. Basic study on a new soilless culture: I. Effect of oxygen concentration of nutrient solution on the physio-ecological and morphological characteristics of tomato. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 32:305-313.
 31. Yang, W.M. and S.Y. Yang. 1991b. Basic study on a new soilless culture: II. Effect of oxygen level in rhizosphere on the physio-ecological characteristics of tomato in aeroponics. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 32:434-439.