

底面灌水 시스템에서 배양액 농도와 Arbuscular 菌根菌 處理가 盆植 미니 薔薇의 生育 및 開花에 미치는 影響

이범선 · 이인호¹ · 지성희¹ · 손보균² · 조자용³ · 강종구^{1*}

(주)과루 환경제어기술연구소, ¹순천대학교 원예학과, ²순천대학교 농화학과, ³남도대학 약용자원원예개발과

Effects of Nutrient Solution Strength and Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth and Flowering of Potted Miniature Rose in Ebb and Flow System

Beom Seon Lee, In Ho Lee¹, Seong Hee Ji¹, Bo Kyoon Sohn²,
Ja Yong Cho³, and Jong Goo Kang^{1*}

PARU Institute of Environment Control Technology, Suncheon 540-813, Korea

¹Dept. of Horticulture, Suncheon National Univ., Suncheon 540-742, Korea

²Dept. of Agricultural Chemistry, Suncheon National Univ., Suncheon 540-742, Korea

³Dept. of Medicinal Resources & Horticulture Development, Namdo Prov. College, Changheung 529-851, Korea

Abstract. Objective of this research was to evaluate the effects of nutrient solution strength and Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF, *Glomus* sp.) on growth and flowering of potted miniature rose (*Rosa hybrids* L. cv 'Scarlet'). To achieve this, plants cultured with six different strength of Japanese Horticultural Experiment Station solution (0.125, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, and 4.0 × full strength) and inoculated with AMF at cutting and transplanting. Leachate EC increased as solution strength were elevated. The leachate EC were not different between non-inoculated plants and AMF treatment at cutting, but significantly decreased when plants were inoculated with AMF at transplanting. The elevated strength of nutrient solution resulted in decrease of leachate pH. When plants were inoculated AMF at transplanting, leachate pH was lower than those of non-inoculated plants and inoculated with AMF at cutting. At harvesting (93 days after transplanting), plant height, leaf width, number of branches and shoot fresh and dry weight of rose 'Scarlet' increased with elevated nutrient solution strength. AMF treatment at transplanting of potted rose 'Scarlet' showed the best results in growth such as chlorophyll content, number of flowers, and shortening the days required to flower. The content of N, P, K, and Mn in leaf tissue of potted rose increased by elevated nutrient solution strength and AMF treatment, while the tissue Na contents decreased by an AMF treatment.

Key words : Arbuscular Mycorrhizal Fungi(AMF, *Glomus* sp.), subirrigation, electrical conductivity, potted rose

*Corresponding author

서 언

저면관수 방법을 이용한 분화 재배는 기존의 두상관수에 비해 비료와 수분을 절감하면서도 고품질의 상품을 생산할 수 있는 시스템으로 최근 그 도입 면적이 늘어나고 있다(Molitor, 1990; Yelanich와 Biernbaum, 1990; Holcomb 등, 1996). 이 시스템에서는 물리적 결점을 해결하기 위하여 일반 토양대신 가볍고 통기성

이 좋은 인공 토양의 사용 비율이 높는데, 모세관력에 의해 상부로 이동된 토양수가 표토에서 증발하면서 배자내 집적된 무기염에 의한 성장 장애에 관심을 가져야 할 필요가 있다. 또한 인공 토양에 존재하지 않는 토양 미생물의 이용방안에 관한 연구가 필요하다. 식물의 양분 흡수는 근권에 존재하는 비료의 농도 등에 의해 영향을 받지만 토양 중에 서식하는 미생물의 영향도 있기 때문에 70년대 초 이후 자연생태계에서 생

존하고 있는 다양한 생물과 식물생장과와의 관계에 관한 연구가 수행되어 왔다. 토양중의 미생물은 식물과의 상호 작용 뿐만 아니라 미생물 상호간에도 영향을 미치며 번식과 생존을 통해 탄소, 질소, 미량원소 등의 순환에 관여하고 있다. 토양미생물의 대부분을 차지하는 유효 미생물은 식물의 생장에 필요한 각종 효소, 생리 활성물질, 아미노산, 핵산 등을 분비하여 식물의 뿌리에 직접 또는 간접적으로 흡수되어 불리한 기후조건에서도 생존 할 수 있는 능력을 가져 양분의 흡수를 촉진시키는 것으로 알려져 있다(Bethlenfalvai 등 1987; Barea 등, 1993). 토양 미생물은 환경적인 장해에 대한 식물체의 내성을 증가시키며(Dixon과 Marx, 1987; Siqueria 1994), 수분과 양분의 유효성을 증가시켜 탁월한 초기생장을 유도하고(Conway와 Bagyraj, 1984), 이식이나 정식단계에서 발생하는 장해를 감소시키는 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Biermann와 Linderman, 1983). 또한, 개화기의 단축 및 상품성 향상에 기여함과 동시에 수확물의 맛, 향기, 색깔, 저장성 증대 등 품질향상과 영양분 함량에 그 효과가 큰 것으로 보고되고 있다(Wu와 Lin, 1998). 최근에는 식물과 공생관계를 통하여 식물생육을 건전하게 하는 Arbuscular Mycorrhizal Fungi(AMF)는 도관식물 뿌리의 세포조직에 감염되는 균사를 가진 Endogonaceae과의 접합균류에 속하며, 기주 식물과 협생을 하는 사상균의 하나로써, 근본적으로 활물 기생하는 특성 때문에 절대 공생관계로 인식하고 매우 다양한 식물의 종에서 그 효과가 인정되어지고 있다(Smith와 Read, 1997).

본 연구에서는 인공 토양을 이용한 ebb and flow 시스템에서 미니장미 재배시 생장에 미치는 배양액의 농도와 AMF의 영향을 구명하고자 다양한 농도의 양액을 공급하면서, 삼목시와 정식시에 AMF를 처리하여 정식 후의 생장과 개화에 관한 실험을 수행하였던 바 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

본 연구는 2002년 3월 12일부터 2002년 8월까지 순천대학교 원예학과 유리온실과 실험실에서 수행되었다. 실험에 사용된 온실은 12 m × 8 m(길이 × 너비) 크기의 남북동 유리온실이었으며, 야간온도는 15°C이상

이 되도록 조정하였다. 5월 20일부터 55% 차광을 하였다.

공시재료로서 분화용 미니장미 Meinandina계통의 Scarlet 품종을 공시하였고, 삼수는 잎을 1~2매 남기고 적엽하여 코코피트와 펠라이트를 1:1(v/v)로 혼합된 상토를 75공 트레이에 충전시켜 AMF 처리구와 무처리구로 구분하여 삼목하였다. 접종원은 Arbuscular Mycorrhizal Fungi(AMF)의 *Glomus* sp.를 사용하였으며, 한 주당 접종된 포자개수는 100~200개 정도였다. 접종원 처리방식은 상토 배지에 삼수 길이만큼 구멍을 뚫은 후 AMF를 접종한 후 삼목하고 75% 차광 상태의 미스트 시설에서 관리하였다.

미니 장미 묘는 삼목시 AMF 처리한 묘, 정식시 AMF 처리한 묘와 무처리 묘로 구분하여 정식하였다. 각각의 식물은 펠라이트와 코코피트(2:1, v/v)가 충전된 직경 10 cm 화분에 정식되었으며 ebb and flow 벤치에 완전임의 배치 3반복으로 실험하였다. Ebb & Flow System은 직접 제작하여 사용하였는데, 스티로폼을 이용하여 지상 90 cm위에 90 cm × 15 cm × 350 cm(넓이 × 높이 × 길이)로 재배조를 만들고 그 내부에 흑색 비닐을 깔 후 그 위에 방근 시트를 깔았으며, 다시 소골 브라인드를 설치하여 배수를 원활하게 하였다. 배양액 농도는 일본원예시험장 표준액을 기준으로 0.125, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0 배액을 처리하였다.

양액의 공급은 하루 중 1회 오전 10시에 3분간 공급되도록 하였으며, 2주 공급 후 전량 교환하였다. 실험기간동안 매주 1회 배지 침출액의 EC와 pH를 측정하였다. 배양액의 전기전도도(Electrical Conductivity, EC)는 EC메타(Istek, PM-47C, Korea)로, pH는 pH메타(Istek, M-79P, Korea)를 사용하여 측정하였다. 측정을 위한 침출액은 관수 후 30분 후에 pour-through method(Wright, 1986)에 의해 수거하였다.

정식 후 26일인 2002년 5월 20일부터 7일 간격으로 각 처리별 5개체를 선발하여 정식 후 95일까지 10회 걸쳐 식물체 복엽의 첫 번째 엽을 엽록소 측정기(Minolita, SPAD-502, Japan)를 이용하여 측정하였다.

생육 단계별로 생장특성을 조사 비교하였고 수확기에 개화특성을 조사 하였다. 처리구당 40%의 개화율을 보인 날을 개화기로 간주하여 정식 후부터 개화일까지의 일수를 개화소요일수로 계산하였다. 조사 결과는 필요에 따라 t-test와 던컨의 다중검정을 통하여 유

의성을 검정하였다.

식물체내 무기성분 함량 비교를 위하여 단계별로 채취된 잎을 85°C에서 84시간 건조시킨 다음 마쇄한 건조시료 0.5 g을 습식분해액[H₂SO₄+H₂O₂(1:2)]으로 분해시킨 후 여과하여 전질소 함량은 Kjeldahl 법으로 분석하고 P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu는 Inductively Coupled Plasma Spectrophotometer(ICP, optima 3000 DV, Perkin-Elmer, USA)를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

양액의 농도에 따른 배지의 침출액 EC와 pH는 AMF의 접종유무 및 접종시기에 따라 처리별로 상이한 차이를 나타내었다(Fig. 1). AMF의 접종에 관계없이 0.125 및 0.25배의 경우 EC 변화가 거의 나타나지 않았으나 농도가 높아질수록 침출액의 EC가 상승하는 경향을 나타내었다. 특히 정식후 50일경에 배지의 EC가 급격히 상승한 것으로 조사되었는데 이는 적심으로 인하여 식물의 양분 흡수율이 감소되면서 배지

내 양분이 축적되어 나타난 것으로 판단되었다. 무처리구와 삼목시에 AMF를 접종한 처리구의 EC변화는 큰 차이를 나타내지 않았으나 정식시에 AMF를 접종한 처리구와는 차이를 보였다. 4배액의 처리구에 있어서 무처리구와 삼목시 AMF처리구에서는 각각 최고 10.25 및 9.98 dS·m⁻¹로 나타났으나 정식시 AMF처리구에서는 6.12 dS·m⁻¹로 나타나 침출액의 EC가 현저하게 낮아지는 것으로 조사되었다. 2배액 처리구에서도 유사한 경향을 나타내 약 3 dS·m⁻¹ 정도의 차이를 나타내었으며, 농도가 낮아질수록 그 차이가 줄어드는 경향이었다.

Fig. 2는 침출액의 pH를 나타낸 것이다. 무처리구와 삼목시 AMF 접종구에서는 양액농도에 따른 침출액 pH의 변화가 큰 차이를 나타내지 않았으나 정식시에 AMF를 접종한 처리구에서는 양액농도에 따라 뚜렷한 차이를 보였다. 일반적으로 양액농도가 높은 처리구에서 pH가 낮아지는 결과를 보였다. Bunt(1988)는 인공 배지의 경우 pH가 6.5보다 높을 경우 Fe, Mn 등의 결핍증상이 발생할 수 있으므로 수시로 pH를 측정하

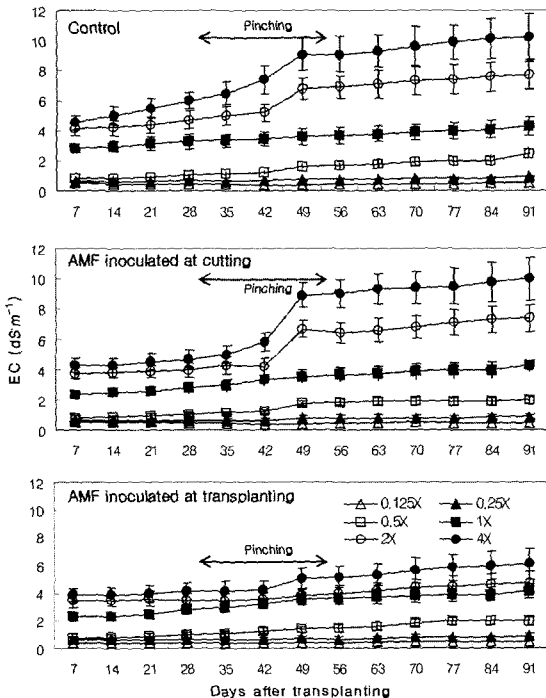


Fig. 1. Changes in leachate EC as affected by nutrient solution strength and AMF treatment time. Leachate from the growing medium was collected by the pour-through method. Vertical bars represent standard error.

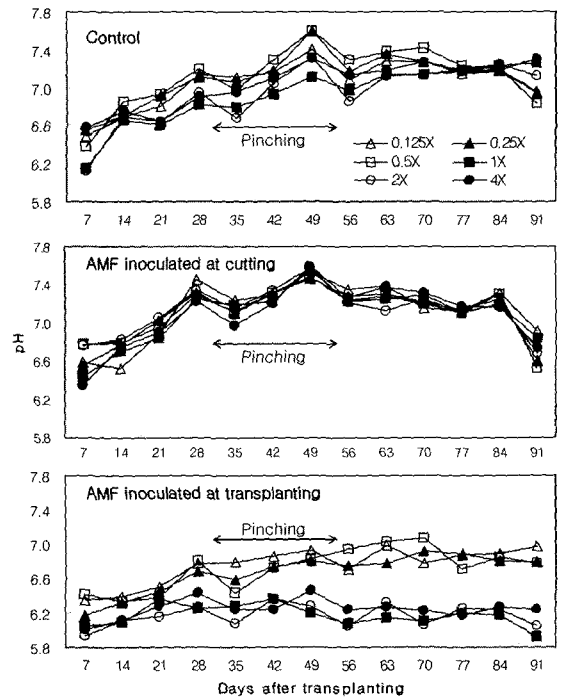


Fig. 2. Changes in leachate pH as affected by nutrient solution strength and AMF treatment time. Leachate from the growing medium was collected by the pour-through method.

Table 1. Growth characteristics of potted miniature rose as affected by strength of nutrient solution and inoculating treatment of AMF. Data were obtained at 93 days after transplanting.

Nutrient solution strength	AMF inoculated time (B)	Plant height (cm)	No. of leaves (ea)	Leaf width (cm)	Fresh weight (g)		Dry weight (g)		Days to flowering	No. of flowers (ea)
					Shoot	Root	Shoot	Root		
0.125×	Control ²⁾	5.9g	5.6k	7.0e	0.49k	1.52de	0.15i	0.24b	—	—
	Cutting	6.4g	5.7k	7.6de	0.53k	1.59de	0.16i	0.38ab	—	—
	Transplanting	6.8g	8.3jk	7.7de	0.57k	1.87d	0.18i	0.41ab	—	—
0.25×	Control	6.3g	5.7k	7.9de	0.64k	1.38e	0.18i	0.35ab	—	—
	Cutting	6.9g	10.0ij	8.7de	0.84jk	2.30c	0.24i	0.40ab	—	—
	Transplanting	7.7g	10.5ij	9.0cde	1.01ij	2.31c	0.27i	0.41ab	90a	2.1i
0.5×	Control	13.7f	11.8ij	9.7bcde	1.34h	1.64de	0.45h	0.38ab	90a	2.2i
	Cutting	11.4f	12.5hi	11.3bcd	1.54h	1.33c	0.49gh	0.44a	90a	2.3h
	Transplanting	17.6e	17.8fg	12.6bc	2.41fg	2.38bc	0.68ef	0.48a	90a	2.5h
1.0×	Control	13.8f	15.8gh	12.6bc	2.11g	1.75d	0.51fgh	0.40ab	87ab	3.4g
	Cutting	18.9de	20.2ef	13.1b	2.61f	2.33c	0.63efg	0.43ab	87ab	3.8f
	Transplanting	21.4cd	22.2e	16.9a	3.29e	2.33c	0.73e	0.45a	85bc	3.7f
2.0×	Control	21.8cd	29.7d	17.3a	3.30e	1.77b	0.76e	0.40ab	82cd	4.1e
	Cutting	24.7bc	33.1c	18.3a	5.35d	2.29c	1.12d	0.40ab	82cd	4.7d
	Transplanting	26.4ab	39.8b	18.6a	7.21b	2.41abc	1.51b	0.44a	80d	5.3b
4.0×	Control	25.5b	37.1b	19.0a	6.38c	2.30c	1.32c	0.40ab	82cd	4.9cd
	Cutting	26.4ab	37.8b	20.6a	7.16b	2.75a	1.54b	0.48a	82cd	5.1bc
	Transplanting	29.5a	47.6a	20.2a	8.30a	2.72ab	1.74a	0.47a	75e	7.6a
Significance	A	**	**	**	**	**	**	NS	**	**
	B	*	**	*	**	**	**	NS	**	**
	A × B	NS	*	NS	**	NS	**	NS	**	**

NS, *, ** Non-significant or significant at $p < 0.05$ or 0.01 , respectively.

¹⁾ Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p = 0.05$.

²⁾ Control means non-inoculated with AMF, cutting means inoculated with AMF at cutting time and Transplanting means inoculated with AMF at transplanting time.

여 6.5이하로 조절하는 것이 필요하다고 하였으나 본 실험에서는 대부분의 pH가 6.5이상으로 나타났으며, 정식시 AMF접종 처리구의 1배, 2배, 4배의 양액농도에서만 6.5이하를 보였다. 그러나 높은 pH로 인한 미량요소의 결핍증상이나 생육 저하는 관찰할 수 없었다.

Table 1은 양액농도와 AMF접종시기에 따른 분화장미의 정식후 93일째의 생육특성을 나타낸 것이다. 초장과 엽수 및 엽폭 등 전반적인 생장특성이 양액농도가 높을수록 우수한 것으로 나타났으며, AMF의 무접종처리구보다 접종처리구에서, 특히 삼목시 접종한 처리구보다 정식시에 접종한 처리구의 생육이 우수한 것으로 나타났다. 초장에 있어서는 0.5배액을 기준으로 0.125배와 0.25배액의 경우 전반적으로 10cm이하로 측정되어 거의 생장이 진행되지 않는 경향을 나타냈으

며, 0.5배액과 1배액은 13~20cm정도였고, 2배액과 4배액의 농도에서는 20~30cm의 초장을 나타냈다. 초장생장이 불량한 0.125배액과 0.25배액에서는 AMF의 처리에 따른 영향이 크지 않았으나 0.5배액 이상의 양액농도에서는 AMF의 처리 및 처리시기에 따른 영향이 확연하게 나타났다. 0.5배 이상의 양액농도에서는 무접종 처리구에 비해 삼목시 AMF접종 처리구가, 삼목시보다는 정식시의 AMF처리구의 초장생장 및 엽폭, 생체중, 건물중의 증가가 뚜렷하였다.

전반적인 생육에 있어서 AMF의 접종에 의한 증대 효과가 뚜렷하여 4.0배액의 무처리구에 비해 2.0배의 정식시 AMF접종처리구의 생육이 더 양호한 것으로 나타났다. 2.0배액의 무처리와 1.0배의 정식시 AMF접종처리구의 생육이 서로 유사한 것으로 나타나 양액농

도를 낮게 관리하더라도 AMF의 접종에 의해 효과적으로 생육을 증진시킬 수 있다는 결과를 확인할 수 있었다.

개화특성에 있어서는 0.125배액과 0.25배액의 각 처리에서 낮은 양액농도로 인해 생육이 부진하여 개화에 이르지 못하였으나, 0.5배 이상에서는 각 처리에서 개화가 이루어졌다. 양액농도가 높을수록 AMF접종에 의한 개화소요일수의 단축이 이루어졌으며, 개화수도 증가하는 것을 볼 수 있었다.

Fonteno(1991)는 분화재배시 적정농도의 양액공급이 식물생육을 촉진하고 수확후 품질항상에도 영향을 준다고 하였으며, Hoagland와 Arnon(1950)은 분화장미의 염류장해 증상으로는 생육불량, 엽과 꽃의 황화, 분지의 발생감소 등이 있다고 하였다. 또한 Cho 등(2001)은 분화장미 'Silk Red'의 양액재배시 배지의 EC가 4~6 dS/cm정도인 1배액의 양액농도가 적당하고 양액농도를 2배액으로 하였을 때는 꽃의 품질저하가 나타났다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 배지의 EC가 10 dS/cm 정도로 높게 나타난 4배액의 농도에서도 장미의 생육이 건전하게 나타났는데 이는 배지의 EC에 대한 측정방법의 차이일 수도 있으나 양액재배 방식의 차이에서 나타난 결과라고 생각되었다.

Chen과 Chang(1996)은 AMF 접종처리에 의해 무접종 처리구에 비해 시네라리아의 개화가 단축되었다고 보고하였으며, Gaur와 Adholeya(2000)도 AMF의 접종을 통해 꽃꽂, 임파첸스 및 페튜니아의 개화단축의 효과를 나타냈으며, AMF접종에 의한 화훼류의 생식생장과 영양생장의 증진효과를 보고하였다. 본 실험에서도 양액농도가 높을수록 개화가 단축되었고, 정식후 AMF접종처리에 의해 개화가 단축 및 생식생장과 영양생장의 증진효과를 나타냈다.

Fig. 3은 정식후 26일째부터 7일간격으로 엽록소측정기를 이용하여 복엽의 첫 번째엽을 측정된 결과이다. 정식후 30일째부터 55일째까지 적심을 진행한 결과 정식후 68일째에 측정된 엽은 신엽의 엽록소 함량을 측정하게 되어 이 시기에 갑자기 엽록소의 함량이 낮아지게 되었다. 엽록소의 함량은 AMF 무처리의 경우에는 양액농도간 차이가 거의 없었으나 삼목시 AMF접종 처리구와 정식시 AMF접종 처리구의 경우 양액농도가 높을수록 엽록소의 함량이 높아지는 것으로 나타났으며, 특히 정식시 AMF접종처리구의 양액농도별

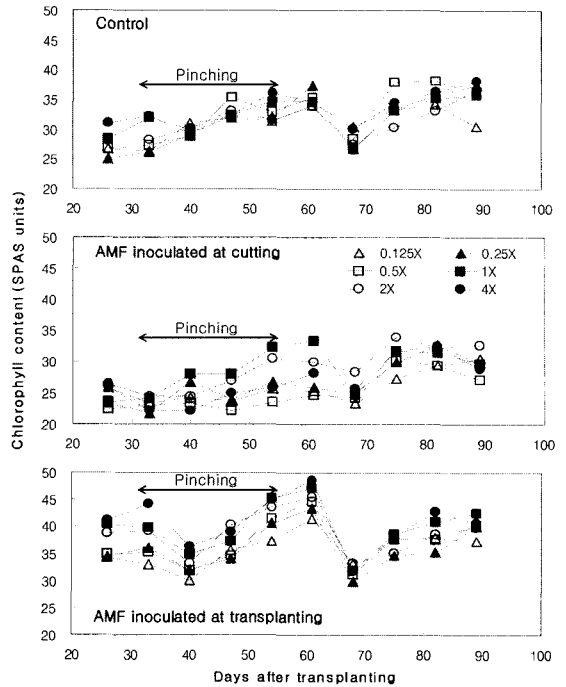


Fig. 3. Changes in chlorophyll contents as affected by nutrient solution strength and AMF treatment time. Leachate from the growing medium was collected by the pour-through method.

차이가 확연히 나타났다. 정식시 AMF접종처리구의 경우 정식후 40일경부터 급격한 엽록소 함량의 증가가 나타나기 시작하였으며, 적심처리후 신엽의 엽록소 함량 증가율도 조사 종료일까지 급격한 상승을 나타내었다.

Table 2는 정식후 93일째에 각 처리별로 엽의 채취하여 분석한 결과이다. N, P, K 및 Na의 엽중함량이 각 처리별로 유의한 차이를 나타냈으며, 미량원소는 처리별로 차이가 없었으나 Mn의 함량은 차이가 나타나 표에 나타내었다.

양액농도의 증가에 따라 N, P, K 및 Na의 증가가 뚜렷하게 나타났으며, 같은 양액농도에 있어서도 AMF 무처리구에 비해 삼목시 AMF접종처리와 정식시 AMF접종처리에 의해 엽중 무기물의 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 엽중 N함량은 0.125~0.5배액까지는 AMF의 접종에 따른 차이가 거의 없었으나 1배액 이상의 배양액에서는 AMF의 접종에 따른 무기물 함량의 차이가 나타났으며, 엽중 P와 Na의 함량은 배양액농도에 따른 유의차는 인정되었으나 AMF접종시기에

Table 2. Leaf nutrient contents of potted miniature rose as affected by strength of nutrient solution and inoculating treatment of AMF. Data were obtained at 93 days after transplanting.

Fertilizer concentration (A)	AMF inoculated time (B)	N	P	K	Ca	Mg	Na	Mn
		mg · g ⁻¹						
0.125×	Control	13.6g ^{y)}	0.55ab	1.61fg	0.42	0.13	0.22bc	88.0h
	Cutting	16.9fg	0.51ab	1.69fg	0.49	0.20	0.24bc	89.0h
	Transplanting	17.2fg	0.59ab	1.86ef	0.54	0.20	0.23bc	90.0h
0.25×	Control	17.2fg	0.49ab	1.72fg	0.49	0.16	0.34bc	88.0h
	Cutting	17.2fg	0.53ab	1.82ef	0.52	0.21	0.33bc	92.0h
	Transplanting	19.3f	0.47ab	1.77efg	0.57	0.21	0.31bc	100.5g
0.5×	Control	20.2f	0.52ab	1.92e	0.57	0.21	0.19c	104.5fg
	Cutting	20.7f	0.41b	1.77efg	0.52	0.22	0.30bc	101.5g
	Transplanting	20.7f	0.51ab	2.33bc	0.58	0.23	0.19c	108.5efg
1.0×	Control	30.1e	0.59ab	2.10d	0.59	0.21	0.31bc	91.0h
	Cutting	34.2d	0.66ab	2.33bc	0.60	0.22	0.24bc	114.1de
	Transplanting	35.6cd	0.81a	2.34bc	0.66	0.24	0.19c	111.0ef
2.0×	Control	33.6d	0.69ab	2.25cd	0.64	0.21	0.39b	121.0cd
	Cutting	35.0cd	0.65ab	2.57a	0.64	0.24	0.39b	121.5cd
	Transplanting	41.3ab	0.83a	2.62a	0.76	0.25	0.35bc	123.0cd
4.0×	Control	38.2bc	0.73ab	2.49ab	0.71	0.24	0.66a	124.0c
	Cutting	41.6ab	0.81a	2.58a	0.73	0.26	0.37bc	135.0b
	Transplanting	41.9a	0.83a	2.64a	0.76	0.26	0.36bc	150.5a
Significance	A	**	**	**	NS	NS	**	**
	B	**	NS	**	NS	NS	NS	**
	A × B	NS	NS	**	NS	NS	NS	**

NS, *, **Non-significant or significant at $p < 0.05$ or 0.01 , respectively.

^{y)}Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p = 0.05$.

따른 효과와 상호요인에 대해서는 유의차가 인정되지 않았다. 엽중 K와 미량요소 Mn의 함량은 배양액농도와 AMF 접종시기 및 상호요인에 대한 유의차가 인정되었으며, Ca와 Mg 및 다른 미량요소의 엽중함량은 유의차가 없었다.

Mycorrhizae는 뿌리의 적절한 기능을 위해 매우 중요하며, 공생을 통해 P, Cu 및 Zn과 같은 비교적 이동이 힘든 무기성분의 흡수를 증가시키며(Faber 등, 1990; Kothari 등, 1991; Li 등, 1991), Hamel 등(1991), Johansen 등(1992, 1993), Tobar 등(1994)은 15 N의 흡수와 이동을 증진한다고 하였다. 또한 Kothari 등(1991)과 Posta 등(1994)은 옥수수에서 Mn의 흡수를 감소시킨다고 보고하였다. 본 실험에서도 AMF의 접종에 의해 N, P, K 등의 엽중 무기염류의 함량증가가 인정되었으나 Kothari 등(1991)과 Posta 등(1994)의 Mn흡수의 감소는 보이지 않고 오히려 Mn의 증가가

인정되어 상반된 결과를 보였다.

Sohn 등(2003)은 AMF접종시기에 따른 국화의 엽중 무기성분 함량 비교에서 삼목시 AMF접종처리에 의해 P, K, Mg 및 Ca의 함량이 대조구에 비해 유의성이 있었다고 하였으며, Mn, Cu 및 Zn의 미량요소 함량이 정식시 AMF접종처리구보다 삼목시 AMF접종처리구에서 더 높게 나타났다고 하였으나, 본 실험에서는 N, P, K 및 Na의 함량에서 유의성을 나타내었으며, Ca는 유의성이 없었다. 또한 미량요소에 있어서도 Mn만이 유의성을 나타내 차이를 보였으며, 이는 초본성인 국화와 목본성이 장미의 흡수생태의 차이로 사료되며, 특히 국화의 경우 정식시 AMF접종보다 삼목시 AMF접종처리가 우수하다고 하였으나 장미의 경우는 정식시의 AMF처리가 양분흡수에 있어 우수한 것으로 나타나 작물간의 AMF의 접종효과에 대한 차이를 나타냈다.

적 요

분화장미의 생장에 미치는 배양액 농도와 AMF (Arbuscular Mycorrhizal Fungi) 접종 및 접종시기의 영향을 구명하기 위하여 수행하였다. 연구목적을 달성하기 위하여 저면관수(ebb and flow) 시스템에서 일본 원예시험장 배양액을 6농도(0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 4 배)로 처리하고, AMF를 무접종, 삼목시 접종 및 정식시 접종 처리하여 식물을 재배하였다. 배양액 농도가 높아짐에 따라 배지 침출액의 EC가 높아졌으며, AMF무접종 처리구와 삼목시 AMF접종처리구의 배지 침출액 EC변화는 유사하였으나 정식시 AMF접종처리구의 EC는 상대적으로 낮았다. 배지 침출액의 pH변화는 AMF무접종처리구와 삼목시 AMF접종처리구가 서로 비슷한 변화를 나타내었으나 정식시 AMF접종처리구의 경우 pH변화가 크지 않고, 배양액농도가 높을수록 낮아졌다. 배양액의 농도가 높을수록 초장, 건물중과 엽면적이 증가하는 결과를 보였으며, AMF접종처리에 의해 영양생장 및 생식생장(개화단축 및 개회수)의 증가를 보였으며, 특히 삼목시 AMF접종처리보다 정식시 AMF접종처리가 우수하였다. 엽록소 함량에 있어서도 정식시 AMF접종처리구에서 증가하는 경향을 나타내었다. 배양액농도의 증가에 의해 N, P, K, Na 및 Mn의 엽중함량이 증가되었으며, AMF접종에 의해서도 증가되었으며, 정식시 AMF접종처리구가 가장 우수하였다.

주제어 : 균근균(Arbuscular Mycorrhizal Fungi), 저면관수, 전기전도도, 분화장미

인 용 문 헌

- Barea, J.M., C.P. Salamanca, and M.A. Herreta. 1993. Inoculation of woody legume, with selected arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia to recover desertified Mediterranean ecosystem. *Appl. Environ. Microbiol.* 59:129-133.
- Bethlenfalvay, G.J., M.S. Brown, K.L. Mihara, and A.E. Stafford. 1987. *Glycine-glomus-rhizobium* symbiosis effects of mycorrhizae on nodule activity and transpiration in soybeans under drought stress. *Plant Physiol.* 85:115-119.
- Biermann, B.J. and R.G. Linderman. 1983. Increased Geranium growth using pretransplant inoculation with a mycorrhizal fungus. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 108:972-976.
- Bunt, A.C. 1988. Media and mixes for container grown plants. Unwin Hyman. London. p. 79-89.
- Chen, T.T. and D.C.N. Chang. 1996. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza on growth and flowering of two cultivars of cineraria. *Memoirs of the College of Agriculture, National Taiwan University*, 36:99-111.
- Cho, J.Y., H.S. Ha, and B.R. Chung. 2001. Growth and postharvest quality of hydroponic pot rose 'Silk Red' as affected by ionic strength of nutrient solution and content of natural soil in growing substrate. *Proc. of Bio-Env. Cont.* 10(2):102-115.
- Conway, C. and D.J. Bagyaraj. 1984. The effect of VA mycorrhizae on plant growth. In : Powell, S.L. and D.J. Bagyaraj(eds.). VA mycorrhiza. CRC Press. pp. 120-130.
- Dixon, R.K. and D.H. Marx. 1987. Mycorrhizae. In : Bonga J.M. and D.F. Durzan(eds.). Cell and tissue culture in forestry(Forestry Science, Vol. 2). Nijhoff, Dordrecht, Netherlands.
- Faber, B.A., R.J. Zasoski, R.G. Burau, and K.Uriu. 1990. Zinc uptake by corn affected by vesicular-arbuscular mycorrhizae. *Plant Soil* 129:121-131.
- Fonteno, F.C. 1991. A common misconception about media. *N.C. Comm. Flowers' Bull.* 36:1-4.
- Gaur, A. and A. Adholeya. 2000. Growth and flowering in *Petunia hybrida*, *Callistephus chinensis* and *Impatiens balsamina* inoculated with mixed AM inocula or chemical fertilizers in a soil of low P fertility. *Sci. Hort.* 84:151-162.
- Hamel, C., U. Barrantes-Cartin, V. Furlan, and D.L. Smith. 1991. Endomycorrhizal fungi in nitrogen transfer from soybean to corn. *Plant Soil* 138:33-40.
- Helcomb, E.J., C. Lee, and R. Berghage. 1996. Interaction of DIF and irrigation method on poinsettia. *Bulletin, Pennsylvania Flower Growers* 437:1-2.
- Hoagland, D.R. and D.I. Arnon. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. *Univ. of Calif. Ag. Exp. Sta. Circular* 347.
- Johansen, A.I. Jakobsen, and E.S. Jensen. 1992. Hyphae transport of ¹⁵N-labelled nitrogen by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus and its effect on depletion of inorganic soil N. *New Phytol.* 122:281-288.
- Johansen, A.I. Jakobsen, and E.S. Jensen. 1993. External hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Trifolium subterraneum* L. 3. hyphal transport of ³²P and ¹⁵N. *New Phytol.* 124:61-68.
- Kothari, S.K., H. Marschner, and V. Romheld. 1991. Contribution of the VA mycorrhizal hyphae in acquisition of phosphorus and zinc by maize grown in a calcareous soil. *Plant Soil* 131:177-185.
- Li, X.L., H. Marschner, and E. George. 1991. Acquisition of phosphorus and copper by VA-mycorrhizal

- hyphae and root-shoot transport in white clover. *Plant Soil* 136:49-57.
19. Molitor, H.D. 1990. The european perspective with emphasis on subirrigation and recirculation of water and nutrients. *Acta Hort.* 272:165-171.
20. Posta, K., H. Marschner, and V. Romheld. 1994. Manganese reduction in the rhizosphere of mycorrhizal and nonmycorrhizal maize. *Mycorrhiza* 5:119-124.
21. Siqueira, J.O. 1994. Micirruzas. In : Araujo, R.S. and M. Hungria(eds) *Microorganismos de importancia agricola*. Embrapa-CNPAF, Embrapa-CNPS, Embrapa-SPI, Brasilia. pp. 151-194.
22. Smith, S.E. and D.J. Read. 1997. *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press, SanDiego. USA.
23. Sohn, B.K., K.Y. Kim, S.J. Chung, W.S. Kim, S.M. Park, J.G. Kang, Y.S. Rim, J.S. Cho, T.H. Kim, and J.H. Lee. 2003. Effect of the different timing of AMF inoculation on plant growth and flower quality of chrysanthemum. *Sci. Hort.* 98:173-183.
24. Tobar, R., R. Azcon, and J.M. Barea. 1994. Improved nitrogen uptake and transport from ¹⁵N-labelled nitrate by external hyphae of arbuscular mycorrhiza under water-stressed conditions. *New Phytol.* 126:119-122.
25. Wright, R.D. 1986. The pour-through nutrient extraction procedure. *HortScience* 21:227-229.
26. Wu, C.G. and S.C. Lin. 1998. *Technical manual of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi*. Taiwan Agricultural Research Institute.
27. Yelanich, M.V. and J.A. Biernbaum. 1990. Effect of fertilizer concentration and method of application on media nutrient content, nitrogen runoff and growth of *Euphorbia pulcherrima* V-14 Glory. *Acta Hort.* 272: 185-189.