

薔薇 養液栽培 培地の 構成要素로서 廢 고무의 再活用に 관한 研究

†金振國 · 李炯奎 · 鄭秉龍 · 黃勝載*

慶尙大學校 應用化學工學部 高分子工學科, *慶尙大學校 園藝學科

Study on Recycling of Waste Rubbers as Medium Components for Hydroponic Culture of Rose

†Jin-Kuk Kim, Hyung-Gyu Lee, Byoung-Ryong Jeong* and Seung-Jae Hwang*

Dept. of Polymer Science & Engineering, Gyeongsang National Univ.

*Dept. of Horticulture, Gyeongsang National Univ.

요 약

최근 폐고무의 증가에 따른 효율적 처리에 대한 관심이 증가하고 있다. 본 실험에서는 폐고무를 장미 양액재배 배지의 구성요소로서 폐고무의 재활용 방법을 연구하였으며, 배지내의 장미 생육상태, 미량원소, 다량원소, pH 그리고 EC를 조사하였다. 생육 초기에 장미는 초기위조(incipient wilting)와 같은 증상이 관찰되었으나, 여러 주 후에 회복하였다. 개화 후 배지내의 Zn^{2+} 의 농도는 페타이어의 함량이 높을수록 증가하였으며, 장미 식재 전 배지내의 pH는 7.17~7.99로 나타났지만, 개화 후 배지내의 pH는 5.7~6.35로 식물의 성장에 적합한 상태로 안정화되는 것을 알 수 있었다. 대조구인 암면과 비교하여 폐암면과 EPDM 분말 9:3의 비율로 혼합한 배지를 제외한 모든 배지에서 장미의 초장, 가지수 그리고 생체중 큰 차이를 보이지 않았으며, 유사한 값을 나타내는 것을 알 수 있었다.

주제어 : 폐고무, 양액재배, 재활용, 배지

ABSTRACT

Recently, the efficient disposal of the waste rubber is necessary due to increasing amount of the waste rubbers. In this paper, method of recycling waste rubbers as components of medium for hydroponic rose culture was suggested. We investigated growth of rose, and macro- and micro-elements, pH and EC of the media amended with waste rubber. In the beginning of culture, stress symptoms such as thin brittle stem and incipient wilting were observed, but they disappeared in a few weeks. Concentration of Zn^{2+} in media at flowering increased in proportion to contents of waste tire in the media. pH of media at flowering were in the range of 5.70 to 6.35. Rose growth in all media, except in wasterock wool mixed with EPDM powder at 9:3 ratio, was normal and equivalent to the control in terms of stem length, number of stems harvested and fresh weight.

Key words : Waste rubber, hydroponic culture, recycling, medium

1. 서 론

최근 환경에 대한 관심이 증가하고, 고무공업의 발달에 따른 고무의 생산량과 소비량의 증가로 인해 폐고무의 효율적인 처리에 대한 대책이 요구되고 있다. 폐고

무는 일반적인 열가소성 고무와는 달리 3차원 망상구조로 이루어져 있어 불용불융의 성질을 나타내므로 재활용이 어렵다. 그렇기 때문에 주로 매립이나 소각의 방법에 의해 처리되어 왔지만 이런 방법들은 매립지의 부족과 토양, 수질, 대기 오염과 같은 2차적인 환경오염 문제의 원인이 되고 있어 폐고무를 유용한 자원으로 이용하려는 연구가 활발히 진행되어 왔다.

† 2000년 1월 17일 접수, 2000년 4월 14일 수리

* E-mail rubber@nongae.gsnu.ac.kr

폐고무의 재활용은 크게 열이용, 원형이용, 분말가공 이용으로 분류할 수 있다. 열이용은 폐고무(특히 페타이어의 경우)의 발열량이 9000 kcal · kg⁻¹이라는 점을 이용하여 시멘트 소성로나 건류소각에 열원으로 이용된다. 원형이용으로는 재생고무 제조, 어초, 사방공사 등에 이용되며, 분말가공이용은 분쇄한 고무분말을 이용하여 고무제품을 제조하거나 충전제로서 고무 아스팔트 등에 많이 이용된다.¹⁻³⁾ 신발에서 나오는 우레탄 고무는 열이용으로 건류소각로에 이용할 수 있으며 재가공함으로써 재활용이 가능하다.

본 실험에서는 폐고무의 분말이용 방법으로 폐고무를 양액재배 배지의 구성요소로 사용하여 실험을 하였다. 일반적으로 양액재배는 토양을 사용하지 않고 작물 재배에 적합한 무기비료 성분을 용액으로 근권에 공급하여 작물을 기르는 방법이다. 17세기부터 유럽의 영국과 프랑스에서 시작된 이후 순수수경 재배와 모래와 자갈 같은 배지를 사용하는 양액재배 방법이 미국에서 1920년과 1930년 초에 본격적으로 연구되기 시작하여 양액재배의 기초가 확립되었다. 배지를 이용한 양액재배는 초기에 모래나 자갈을 이용하다가 1960년 말에 peatmoss를 이용한 peat bag culture가 이루어졌다. 그 후 덴마크의 Grodan사에서 농업용 압면을 1968년에 개발하였으며, 1970년대 말부터 유럽전역에서 양액 재배용 배지로 활용되기 시작하였다.⁴⁾

폐고무를 원예재배에 이용하려는 연구는 1974년에 Milbocker⁵⁾의 rubber를 함유한 배지에서 식물의 성장에 대한 실험을 비롯하여 1994년에 Browman⁶⁾의 분쇄 타이어를 사용한 국화의 생장실험, 1997년에 Evans⁷⁾의 rubber를 함유한 배지에서 제라니움(Pelargonium × hortorum)과 포인세티아(Euphorbia pucherrima) 성장에

관한 실험 등 많은 연구가 이루어져 왔다. 만약 분쇄한 폐고무의 화학적 성질이 원예재배에 있어서 유해하지 않다면 원예 생산용 값싼 유기 대체재의 요구와 폐고무와 관련된 많은 문제점들을 해결하는데 많은 도움이 될 수 있을 것이다.

본 실험에서는 최근에 사회적으로 환경문제를 야기시키는 유기폐기물인 폐고무(페타이어, polyurethane foam shoe scraps, EPDM)를 재활용하여 환경적 문제의 해결, 그리고 양액 재배용 배지의 원가절감과 신배지 개발을 위한 방안으로 장미 양액 재배용 배지의 component로 사용하여 식물의 성장을 관찰하였다

2. 실험 및 방법

2.1. 재료

분쇄한 폐고무를 sieve를 사용하여 size(0.1~1, 1~2, 5~7 mm) 별로 구분하여 실험하였다. 분쇄한 페타이어 분말(현진화학(주))은 1~2와 5~7 mm의 두 종류로 분류하였으며, polyurethane foam shoe scraps(정림 화학)는 5~7 mm, 그리고 EPDM powder(대중화학)는 0.1~1 mm의 것을 사용하였다. 폐암면은 경남 일대의 토마토 유리온실에서 2년간 사용 후 폐기 처리한 것을 1차 가공 및 증기소독(120°C, 30분) 처리한 후 페타이어와 적정비율로 혼합하였다. 폐암면과 폐고무의 혼합비율은 Table 1에 나타난 바와 같이 대조구는 순수 압면을 12 l 충전한 배지로 하였으며, 폐고무는 폐암면과 혼합하였다. 혼합비율은 분쇄한 페타이어 분말(1~2, 5~7 mm)의 경우 6:6 과 9:3 으로 하였으며, polyurethane foam shoe scraps(5~7 mm)는 9:3, EPDM powder(0.1~1 mm)는 9:3의 비율로 혼합하여 실험을 수행하였다. 폐

Table 1. Mixing ratios of the 8 media used in the experiment

| Component | Particle size (mm) | Symbol | Formulation (l) | | |
|-------------------------------|--------------------|--------|-----------------|----------------|--------------|
| | | | Rockwool | Waste rockwool | Waste rubber |
| Fresh rockwool | slab | A | 12 | 0 | 0 |
| Waste rockwool | slab | B | 0 | 12 | 0 |
| Ground waste tire | 1~2 | C | 0 | 9 | 3 |
| | | D | 0 | 6 | 6 |
| | | E | 0 | 9 | 3 |
| | | F | 0 | 6 | 6 |
| Polyurethane foam shoe scraps | 5~7 | G | 0 | 9 | 3 |
| EPDM powder | 0.1~1 | H | 0 | 9 | 3 |

고무를 폐암면과 혼합한 이유는 장미 양액배에 있어서 폐암면을 이용한 실험은 경상대학교 원예학과에서 오랜 실험을 통하여 그 가능성이 입증되어 현재 경남 김해시 농가에서 실증배에 중에 있기 때문이다. 본 실험에서는 폐고무와 폐암면의 재활용과 더불어 원가 절감 차원에서 폐고무와 폐암면을 혼합하여 실험하였다. 사용된 배지는 예비실험에서 선발된 우량배지를 이용하였다. 공기품질은 1999년 3월 11일 김해시 농가의 2년 생 모주에서 채취한 삼수를 이용하여 생산한 '마니쉬'(Rosa hybrida L. 'Manish')로서 삽목 후 30일이 경과된 생육상태가 균일한 우량묘를 선발해 열간격 55 cm의 3열과 재식거리 16 cm로 농가에서 관행으로 시행하는 방식에 맞추어 정식 하였다.

2. 실험방법

장미를 식재할 준비를 하여 경상대학교 종합실험관 옥상에 건축된 유리온실에 3개의 철제베드(길이 9 m, 폭 1.25 m) 위에서 실험을 수행하였다. 혼합배지를 만들어 길이 70 cm, 폭 15 cm의 비닐자루에 12/씩 충전하였다. 1개의 철제베드 위에 모든 배지 처리구가 포함되도록 난피법으로 배치하였고, 하나의 시료당 3반복씩(1반복당 4포기) 총 24자루를 배치하였다.

배열 후 배지자루를 통일성 있게 약 10 cm 길이의 X자 모양으로 장미가 식재 될 위치를 칼로 찢고, 자루의 측면 하부에 길이 5 cm의 배수구를 4 개씩 만들었다. 배지를 수돗물로 충분히 관수하고 자루당 발근된 장미 4 주식을 정식하였다. 정식 후 일본 아이저현 원예연구소(가토처방)의 장미배배용 양액을 Table 2 에 나타낸 바와 같이 조제하여 점적호스와 점적관을 이용하여 매일

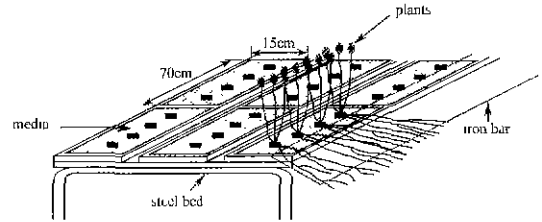


Fig. 1. Size of medium bags and arrangement of bags (arching culture).

9:00, 10:00, 12:00, 13:00, 14:00, 16:00 그리고 17:00시의 7회, 1회 관수시간은 5분으로 조절하여 1일 식물체당 약 500 ml 씩 주입하였다. 공급된 양액의 pH는 6.63이었으며, EC(Electrical conductivity, $\text{dS} \cdot \text{cm}^{-1}$) 1.40 이었다.

식재 후 53일째 통로측 밑으로 경사지게 신초를 찍어 휘었다. 이후 뿌리 윗부분에서 세로이 자란 신초를 절화로 기부채화하고 지속적으로 직경 4 mm 미만의 줄기는 절곡하였다(Fig. 1).

최초 채화는 정식 후 81일 쯤인 6월 15일부터 6월 23일까지 실시하였으며, 정식 후 117일째 또는 1차 채화 후 36일째인 7월 21일부터 30일까지 2차 채화를 실시하였다. 줄기 최대직경 4 mm 이상, 꽃봉오리가 5개 이상 전개하는 개화 2단계, 그리고 초장 40 cm 이상의 가지만을 선별하여 채화하였다. 온도와 습도의 조사를 위해 디지털 온도계측기(Thermo Recorder TR-71S, T&D Corp., Japan)와 모발습도계(Thermo Hydro-graph R-74, SATO Corp., Japan)를 베드 상부와 측면에 각각 두어 경시적인 변화를 측정하였다. 공기 온도는 최저 10°C, 그리고 최고 30°C를 넘지 않도록 난방과 환기를 하였다.

배지의 pH와 EC를 측정하기 위하여 종류별 배지의 시료를 각각 1/씩 채취하여 60°C의 항온건조기에서 72시간 건조한 후, 시료 30 ml 을 3차 증류수 150 ml (1:5, v/v)와 혼합하여 24시간 동안 100 rpm으로 진탕하였다. 혼합용액을 맑은 액체가 될 때까지 2~3회 반복하여 거름종이(Whatman No 2)에 거른 후 pH(pH meter, ORION, EA940, USA)와 EC(Conductivity meter, Consort C531, Belgium)를 측정하였다. 식물 성장에 중요한 필수원소 측정은 배지에서 시료를 채취한 후 pH와 EC 측정방법과 같은 방식으로 Ion Chromatography(DX-500, Dionex, USA)를 이용하여 측정하였다.

장미의 흰가루병을 예방하기 위하여 트리후민(전진산업(주)) 10 g과 더마니(한농(주)) 10 g을 20 l의 물에 섞

Table 2. Components of the nutrient solution used for the rose culture

| Fertilizer | Concentration ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) |
|--|---|
| $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 708.0 |
| $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 246.0 |
| KNO_3 | 303.0 |
| NH_4NO_3 | 160.0 |
| KH_2PO_4 | 272.2 |
| Fe-EDTA0 | 4.00 |
| H_3BO_3 | 1.24 |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 0.13 |
| $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 2.20 |
| H_2MoO_4 | 0.08 |
| $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 1.15 |

어 주 1 회씩 살포하고, 진딧물 예방을 위하여 체스(노바티스아그로(주)) 10g과 모스피란(전진산업(주)) 10g을 20l에 섞어 주 1회씩 살포하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 다량원소 및 미량원소 함량

장미의 성장에 중요한 영향을 미치는 베지내의 미량원소 함량은 Table 3 과 4 에 나타내었다. Table 4 로부터 개화시 베지내의 원소의 함량은 대조구인 암면과 비교하여 폐고무를 함유한 배지(C, D, E, F, G, H)에서 음이온(Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-})과 양이온(Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+})의 농도는 높게 나타났으나 페타이어 1~2mm의 함량이 증가할수록 양이온과 음이온의 농도는 감소하였으며, 페타이어 5~7mm의 함량이 증가

할수록 양이온과 음이온의 농도는 증가하는 것을 알 수 있었다. 본 실험에서 각 원소의 함량은 장미 압면 재배에 적합한 기준량(Table 5)을 초과하지 않는 범위에 있기 때문에 장미의 성장에 저해 요인으로 작용하지 않은 것으로 나타났다.

베지내 미량원소(중금속)의 함량은 Fe^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} 의 농도는 대조구인 암면과 비교하여 많은 차이를 보이지 않지만 폐암면과 페타이어 분말(1~2mm)의 혼합비율이 9:3, 6:6, 그리고 폐암면과 페타이어 분말(5~7mm)의 혼합비율이 9:3, 6:6의 경우 Zn^{2+} 의 농도는 6.1, 12.2, 6.9, 10.2 ppm으로 높게 나타났으며, 페타이어 분말의 비율이 증가할수록 Zn^{2+} 의 농도는 증가하였다. Milbocker⁵⁾과 Bowman⁶⁾에 의하면 분쇄한 페타이어 분말의 함량이 증가할수록 Zn^{2+} 의 농도는 증가한다고 보고하였다. 일반적으로 Zn^{2+} 의 농도가 높으면 식물

Table 3. Contents of macro- and micro-elements of media before use

| | Anion (ppm) | | | | Cation (ppm) | | | | | Micro-elements (ppm) | | | | |
|---|-----------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | Fe ²⁺ | Cu ²⁺ | Ni ²⁺ | Zn ²⁺ | Mn ²⁺ |
| A | 0.34 | - | - | 1.19 | 1.52 | 0.57 | 0.34 | 0.28 | 0.86 | - ⁷⁾ | 0.01 | 0.01 | 0.04 | 0.01 |
| B | 0.83 | 5.50 | 2.25 | 14.14 | 1.09 | 0.73 | 3.58 | 1.38 | 6.17 | 0.01 | 0.01 | - | 0.23 | 0.01 |
| C | 1.09 | 0.48 | 0.69 | 36.98 | 1.66 | 1.14 | 4.58 | 2.71 | 14.17 | - | - | - | 0.42 | 0.13 |
| D | 1.04 | 0.73 | 0.67 | 9.75 | 1.28 | 0.63 | 2.50 | 1.18 | 5.51 | - | - | - | 0.76 | - |
| E | 0.84 | 3.20 | 1.6 | 8.65 | 0.86 | 0.52 | 2.34 | 1.19 | 4.79 | - | - | 0.01 | 0.19 | 0.04 |
| F | 1.01 | 3.60 | 1.14 | 9.81 | 1.10 | 0.62 | 2.25 | 0.91 | 4.60 | - | 0.03 | 0.13 | 0.29 | - |
| G | 1.28 | 3.06 | 1.59 | 14.82 | 0.74 | 0.71 | 2.84 | 1.28 | 7.29 | - | 0.02 | 0.04 | 0.02 | - |
| H | 9.31 | 3.62 | 1.29 | 99.89 | 15.46 | 0.48 | 3.70 | 1.85 | 26.47 | - | 0.02 | 0.70 | 0.01 | - |

⁷⁾ - represents "undetected".

Table 4. Contents of macro- and micro-elements of media at flowering

| | Anion (ppm) | | | | Cation (ppm) | | | | | Micro-elements (ppm) | | | | |
|---|-----------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | Fe ²⁺ | Cu ²⁺ | Ni ²⁺ | Zn ²⁺ | Mn ²⁺ |
| A | 56.5 | 180.9 | 29.0 | 17.7 | 20.3 | 5.4 | 58.8 | 4.5 | 33.6 | - ⁷⁾ | 0.1 | - | 0.55 | 0.35 |
| B | 74.0 | 234.8 | 100.9 | 32.0 | 23.0 | 8.4 | 103.8 | 7.9 | 52.9 | 0.5 | 0.1 | - | 0.55 | 0.4 |
| C | 89.7 | 474.9 | 84.0 | 96.0 | 32.4 | 8.4 | 159.6 | 19.7 | 82.3 | 0.1 | 0.1 | - | 6.1 | 0.5 |
| D | 69.0 | 245.5 | 37.3 | 26.8 | 24.0 | 9.2 | 82.1 | 7.4 | 56.9 | 0.15 | 0.05 | - | 12.2 | 0.45 |
| E | 57.0 | 233.1 | 55.5 | 26.0 | 22.4 | 8.3 | 82.7 | 6.1 | 50.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 6.9 | 0.5 |
| F | 79.5 | 348.3 | 66.0 | 44.9 | 25.8 | 8.5 | 127.3 | 12.5 | 78.4 | 0.2 | 0.15 | 1.2 | 10.2 | 0.6 |
| G | 60.0 | 323.8 | 83.3 | 25.9 | 22.2 | 6.8 | 77.5 | 7.1 | 55.5 | 0.05 | 0.1 | 0.6 | 1.5 | 0.1 |
| H | 57.5 | 255.5 | 55.5 | 26.4 | 21.9 | 5.9 | 96.2 | 5.9 | 51.4 | 0.05 | 0.1 | 1.25 | 1.5 | 0.1 |

⁷⁾ - represents "undetected".

Table 5. Concentrations of elements allowed in the root-zone of hydroponic rockwool medium⁸⁾

| | Anion (ppm) | | | Cation (ppm) | | | | | Micro-element (ppm) | | | |
|-----------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | Fe ²⁺ | Cu ²⁺ | Zn ²⁺ | Mn ²⁺ |
| Concentration allowed | 106.5 | 775 | 144 | 69 | 9 | 234 | 24 | 100 | 1.4 | 0.06 | 0.23 | 0.17 |

은 어린잎의 엽맥사이에 선명한 황화현상을 나타내고, 엽맥은 녹색으로 남지만 심한 경우 잎 전체가 백화하는 현상이 나타나며, 눈의 신장이 나빠지고, 줄기도 가늘어지는 증상을 나타내기도 한다.^{5,6,8)} 본 실험에서 Zn²⁺의 농도는 장미 양액제배에 있어서 배지내의 Zn²⁺ 농도의 기준량 0.23 ppm보다는 높게 나타났으나, 생육조사결과, 위에서 언급한 성장저해 현상이 나타나지 않는 것으로 보아 Zn²⁺의 농도가 장미의 생육에 악영향을 미치지 않은 것으로 사료된다. 그러나 폐고무의 혼합비율은 50%를 넘지 않는 범위로 혼합하는 것이 좋을 것으로 사료된다. Polyurethane foam shoe scraps(5~7 mm)를 함유한 배지(G)와 EPDM powder(0.1~1 mm)를 함유한 배지(H)에서 Zn²⁺의 농도는 1.5 ppm으로 대조구인 암면과 비교하여 조금 높은 값을 보였다. Fe²⁺의 경우 기준량 1.4 ppm보다 낮은 값을 보였다 Fe²⁺가 부족할 경우 Zn²⁺ 과잉현상과 유사한 증상을 보이는데 본 실험에서는 이와 같은 증상은 나타나지 않았다.

3.2. pH와 EC

Fig. 2는 장미 식재 전과 개화시 배지의 pH와 EC를 조사한 것이다. 작물의 생육에 적합한 pH는 6.0내외라고 보고 되어있다.⁹⁾ 본 실험에서는 장미 식재 전 배지의 pH는 7.17~7.99로 약간 높은 값이 나타났으나, 개화시 배지의 pH는 5.70~6.35로 장미의 생육에 적합한 상태로 안정화 되었다. 장미는 NH₄⁺를 대단히 잘 흡수

하기 때문에 양액에 NH₄⁺가 존재하면 NO₃⁻ 보다 우선적으로 흡수한다. 배지의 pH 변화를 보면 암모니움을 양액에 공급시에는 식물이 음이온(Cl⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻) 보다는 양이온(Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺)을 더 많이 흡수하고 그 결과 뿌리로부터 H⁺ 이온이 방출되어 배지내의 pH는 낮아진다.⁸⁾ 또한 식물 자체의 pH와 배지내의 pH가 다를 경우 식물의 pH 완충능력에 의해 식물 뿌리로부터 H⁺ 이온이 방출되어 pH는 낮아지기도 한다. 본 실험에서는 이와 같은 결과로부터 배지내의 pH는 낮아진 것으로 생각된다.

개화시 대조구인 암면과 비교하여 폐고무를 함유하였을 경우 높은 EC를 나타냈으며, 폐암면과 EPDM powder(0.1~1 mm)의 혼합비율이 9 3인 배지(H)에서 2.17dS · m⁻¹ 제일 높은 EC를 보였다. Sonneveld와 Straver¹⁰⁾에 의하면 암면 재배시 배지의 EC는 3dS · m⁻¹ 정도가 적합하다고 한다. 본 실험에서는 폐고무를 함유한 배지의 EC는 1.36~2.17dS · m⁻¹로 낮게 나타났다.

3.3. 생육

Fig. 3은 장미를 식재일로부터 1일 경과 후(a)와 개화 후(b) 장미의 성장 모습을 나타낸 것이다. 대조구인 암면과 비교하여 폐고무를 함유한 배지에서 장미의 생장은 성장 초기에 thin brittle stem, 초기위조⁶⁾ (incipient wilting)와 같은 stress 증상을 보였다. 그러나 수주일 후에 식물은 stress에서 점점 회복되어 대조구인

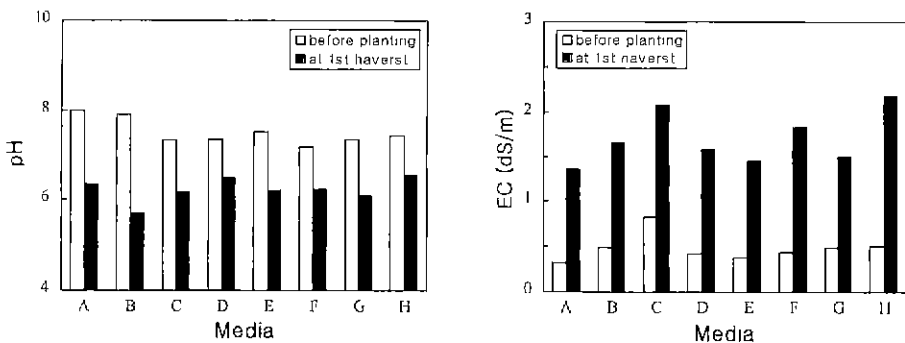


Fig. 2. The pH and EC in media before planting and at flowering.



Fig. 3. Photographs of roses: (a) one day after transplanting, and (b) at flowering.

암면과 비교하여 볼 때 차이를 보이지 않았다.

Fig. 4는 장미의 1, 2차 생육조사 결과를 나타낸 것이다. 1차 생육조사(채화일 80~88일) 결과, 대조구인 암면과 비교하여 장미의 초장과 가지수는 폐암면과 페타이어 분말(5~7 mm) 9:3(E), 6:6(F) 그리고 polyurethane foam shoe scraps(5~7 mm) 9:3(G)으로 혼합된 배지에서 높게 나타났고, EPDM powder(0.1~1 mm) 9:3의 비율로 혼합된 배지(H)에서 낮게 나타났다. 경경은 EPDM powder(0.1~1 mm) 9:3의 비율로 혼합된 배지(H)에서는 낮게 나타났으나, 나머지 배지에서는 유사한 값을 나타냈었다. 생체중은 폐암면과 페타이어 분말(1~2

mm) 6:3(D), 폐암면과 페타이어 분말(5~7 mm) 9:3(E), 6:6(F) 그리고 polyurethane foam shoe scraps(5~7 mm) 9:3(G)으로 혼합된 배지에서 높았으며, EPDM powder(0.1~1 mm) 9:3의 비율로 혼합된 배지(H)에서 낮게 나타났다

2차 생육조사(채화일 117~126일) 결과, 대조구인 암면과 비교하여 초장은 폐암면과 페타이어 분말(1~2 mm) 9:3(C), 6:6(D)으로 혼합된 배지에서 크게 나타났으며, 가지수는 폐암면과 페타이어 분말(1~2 mm) 9:3(C), 6:6(D), 폐암면과 polyurethane foam shoe scraps(5~7 mm) 9:3(G)의 배지에서 많았다. 경경은 폐암면과 페타

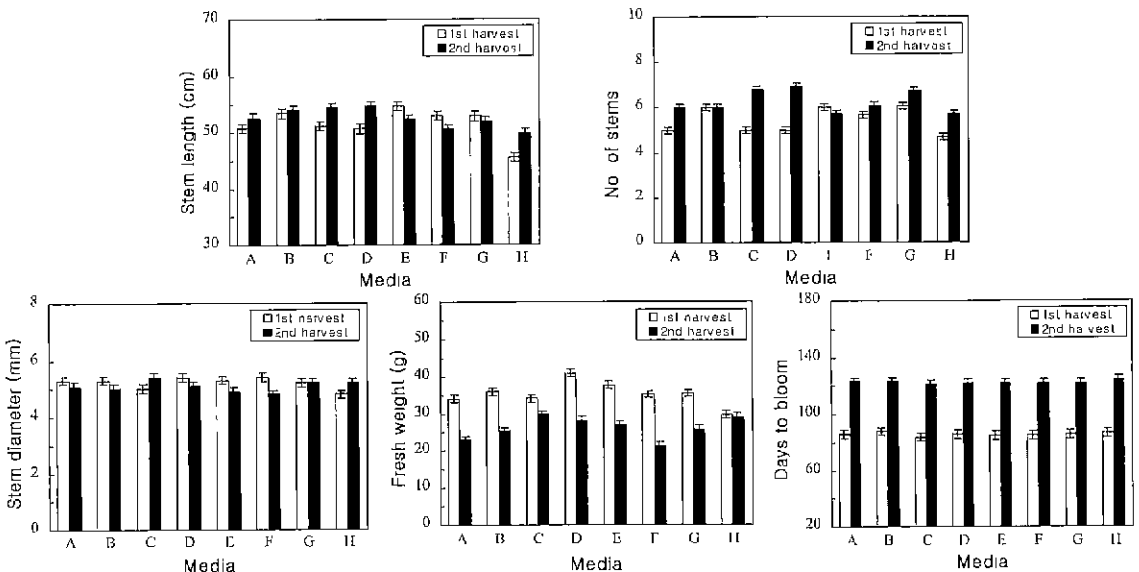


Fig. 4. Growth response of rose in different media at 1st and 2nd harvests.

이어 분말(1~2 mm) 9:3(C), 폐암면과 polyurethane foam shoe scraps(5~7 mm) 9:3(G) 그리고 폐암면과 EPDM powder(0.1~1 mm) 9:3(H)의 배지에서 높게 나타났다. 또한 생체중은 폐암면과 페타이어 분말(5~7 mm) 6:6(F)을 제외한 나머지 배지에서 대조구인 암면과 비교하여 높게 나타났다. 장미의 개화소요일수는 1, 2차 생육조사 결과, 암면과 비교하여 큰 차이를 보이지 않는 것을 알 수 있었다.

4. 결 론

폐고무를 양액재배용 배지의 구성요소로 사용하여 폐고무를 함유한 배지에서 장미의 생육에 대한 실험 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 장미 개화 후 배지내의 미량원소의 함량측정 결과 페타이어의 함량이 증가할수록 다른 배지에 비하여 Zn^{2+} 의 농도가 증가하였으나, 식물의 생육에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판명되었다.
2. 장미 식재 전과 비교하여 개화시 배지의 pH는 5.7~6.35로 감소하여 안정화되는 것을 알 수 있었다.
3. 1차 생육조사 결과, 장미의 초장은 폐암면과 페타이어 분말(5~7 mm) 9:3에서 54 cm, 가지수는 폐암면과 polyurethane foam shoe scraps(5~7 mm) 9:3에서 6.07, 그리고 경경과 생체중은 폐암면과 페타이어 분말(1~2 mm) 6:6으로 혼합된 배지에서 각각 54 mm, 40.83 g으로 가장 높았으며, EPDM powder를 함유하였을 경우 대조구인 암면과 비교하여 초장, 가지수, 경경, 생체중 모두 낮게 나타났다. 2차 생육조사 결과, 폐암면과 페타이어(1~2 mm) 6:6의 비율로 혼합된 배지에서 초장은 54.47 cm, 가지수는 6.92로 가장 높았고, 폐암면과 페타이어(1~2 mm) 9:3의 비율로 혼합된 배지에서 경경은 54 mm, 생체중은 29.78 g으로 가장 높게 나타났다. 장미의 개화소요일수는 암면과 비교하

여 큰 차이를 보이지 않은 것을 알 수 있었다.

4. 생육조사 결과, 폐고무를 함유하였을 경우 대조구인 암면과 비교하여 각 배지마다 차이를 보이지만 그 차이는 경미함을 알 수 있었다.

이상과 같은 결과로부터 폐고무를 양액재배 배지의 구성요소로 사용이 가능함을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 김진국 · 폐고무 재활용성 검토, 고무학회지. Vol. 30, No. 4, pp. 335-341 (1995).
2. W. O. Murland : Elastomers, Vol. 113, No. 1, pp. 13 (1981).
3. A. A. Phadke, S. K. Chakraborty, and S. K. De : Rubber Chemistry and Technology, Vol. 57, No. 1, pp. 19 (1984).
4. 이용범, 박권우, 노미영, 채의석, 박소홍, 김수현 : 자루재배용 배지종류가 토마토 생육, 수량 및 품질에 미치는 영향, J. Bio. Fac. Env., Vol. 2, No. 1, pp. 37-45 (1993).
5. D. C. Milbocker : Zinc toxicity to plants grown in media containing poly rubber. HortScience. Vol. 9, No. 6, pp. 545-546 (1974).
6. D. C. Bowman, R. Y. Evans and L. L. Dodge : Growth of chrysanthemum with automobile tires used as a container soil amendment, HortScience. Vol. 29, No. 7, pp. 774-776 (1994).
7. M. R. Evans and R. L. Harkess : Growth of *Pelargonium × hortorum* and *Euphorbia Pulcherrima* in rubber-containing substrates, HortScience. Vol. 32, No. 5, pp. 874-877 (1997).
8. 정순경 : 장미의 품종, 번식 및 환경관리, 최신 양액 재배, 한국원예학회, pp. 235-279 (1998)
9. 이승희 : 춘과 적육면 상추의 생육 및 무기양분 흡수에 미치는 양액의 이온농도, pH 및 온도의 영향. 경향대, 석사 학위 논문 (1994).
10. C. Sonneveld and N. Straver : Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates, Profstation voor Tuinbouw onder Glads. Naaldwijk. No. 8, pp. 1-45 (1989).



金 振 國

- 1978년 연세대학교 학사
- 1981년 연세대학교 석사
- 1989년 미국 아크론 대학교 박사
- 현재 경상대학교 고분자공학과 부교수



李 炯 奎

- 1999년 경상대학교 고분자공학과 학사
- 현재 경상대학교 고분자공학과 석사재학



鄭 秉 龍

- 1981년 경상대학교 원예학과 학사
- 1983년 서울대학교 원예학과 석사
- 1986년 미국 오레곤 주립대학교 원예학 박사
- 미국 콜로라도 주립대학교 원예학박사
- 현재 경상대학교 원예학과 부교수



黃 勝 載

- 1999년 경상대학교 원예학과 학사
- 현재 경상대학교 원예학과 석사재학

산화철 국제워크샵(제7회) 안내

당 학회에서는 2000년도 산화철 국제워크샵(제7회)을 아래와 같이 개최하고자 하오니 발표를 원하시는 분들은 학회로 신청하여 주시기 바랍니다.

일 시 : 11월 24일 금요일(예정)

장 소 : 한국자원연구소(대전, 예정)