

최 종
연구보고서

C-형강 심지재배시스템을 이용한 고품질
분화 생력생산 기술 개발

Technical Development of the Labor-Saving
Production of High-Quality Pot Plants Using
the C-channel Wick Irrigation System

고려대학교

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “C-형강 심지재배시스템을 이용한 고품질 분화 생력생산 기술개발”
과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003 년 12 월 일

주관연구기관명 : 고려대학교

총괄연구책임자 : 박 천 호

세부연구책임자 : 박 천 호

연 구 원 : 강 승 원

연 구 원 : 윤 미 정

연 구 원 : 이 정 아

협동연구기관명 : 제주대학교

협동연구책임자 : 소 인 섭

연 구 원 : 강 훈

연 구 원 : 임 찬 규

연 구 원 : 강 윤 숙

협동연구기관명 : 경상대학교

협동연구책임자 : 허 무 룡

연 구 원 : 박 중 춘

연 구 원 : 오 상 석

연 구 원 : 이 광 철

요 약 문

I. 제 목

C-형강 심지재배시스템을 이용한 고품질 분화생력생산 기술개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. C-형강심지재배법을 이용한 주요 화훼류 분화생산

시설화훼는 높은 생산성과 고품질 제어를 목표로 노동력과 자본집약적인 형태로 발달하고 있다. 시설 내 환경이 목적대로 조성되기 시작하면서 시설화훼류의 생산성은 해마다 증가되고 있으며 품질도 향상되고 있다. 또한 최첨단 시설원예는 온도, 수분, 광, 근부 환경 등과 같은 미세기상의 제어를 통하여 정밀한 생산관리 및 품질의 조절이 가능하다.

우리나라 시설 화훼는 1990년대에 비약적으로 발달 하였으며 면적상으로도 1998년 3,244ha에서 2002년 3,440ha로 증가하였다. 분화류의 경우 2001년 재배 면적은 973ha에서 2002년 1,006ha로 약 3.4%가 증가하였고, 생산량은 3억천만 분에서 4억 5천만 분으로 생산량은 약 45.8%로 증가하였다. 또한 생산액의 규모는 2001년에 2천3백억이었던 것이 2002년에는 2천9백억으로 25.8%가 증가하였다.

그러나 이러한 양적인 성장과는 달리 국내 시설화훼가 선진국에 뒤지는 원인으로서는 1)시설 내 환경제어 기술부족으로 인한 재배환경의 불량, 2)재배작물에 적합한 양·수분 관리 불량과 영양 및 생육진단프로그램의 부족, 3)시설재배방식에 적합하고 내병성 및 내환경성을 갖춘 품종 개발의 미흡, 4)연작에 따른 토양 내 염류 집적, 토양의 이·화학성의 악화와 토양전염성 병균의 증가로 인한 연작장해 발생 등을 들 수 있다. 이에 대해 저비용 고효율의 다양한 온실개발을 통한 시설의 현대화 추진, 고도의 환경제어를 통한 환경보존형 시설 농법의 육성, 바이오 농법의 도입과 환경친화적 배지와 시스템의 이용, 시설 작업의 기계화와 자동화 또는 최소한 반자동화 등의 시설원예 정책 등이 있다.

그러나 시설화훼에서 양액재배의 보급률은 7~8%로 상당히 저조하며 대상 작물과

토양조건에 맞는 관수 및 시비 등의 재배기술의 부족, 양액재배를 위한 과다한 시설 투자로 고비용 저효율로 인한 소득의 감소, 비순환식 재배시스템으로 인한 지하 환경의 파괴, 순환식으로 전환하여도 폐액으로 방출되는 비료량의 1/7~1/8은 지하로 폐기가 되는 등의 문제가 있으며 이들은 앞으로 환경친화적인 재배법을 위하여 개선되어야 할 것들이라 할 수 있다.

C-형강은 대량의 화분에 일시급수가 가능한 장점을 가지고 있으며 양액재배나 상부 급수에 비하여 물의 낭비와 비료의 유실이 극히 적다. 또한 줄기나 잎, 특히 꽃이 물에 젖으면 병 발생이 쉬운 분화에 최적이다. C-형강을 이용한 매트재배는 최근의 소형분화생산에 있어 가장 적절한 재배방식이며 기존의 벤치시설을 개조하여 적용할 수 있어 시설비가 적게 드는 경제적 구조를 가지고 있다. 또한 물소비가 극히 적고 폐액의 배출을 현격하게 줄일 수 있는 환경친화형 시스템이다.

이와 같은 장점을 가지고 있는 C-형강 재배 시스템을 적용하기 위하여 우선적으로 급수재료의 규격에 따른 급수량의 파악, 매질 조성에 따른 급수량의 구명, 간단 급수 시 흡습제 첨가에 따른 급수정도, 매질의 함수비에 따른 급수량, C-형강 내 수위에 따른 급수량, 비료의 종류와 매질의 조성에 따른 급수량 등의 연구가 필요하다. 또한 수출용 화훼작목 생산의 급신장과 더불어 고품질을 가진 화훼류 생산을 위한 분관리와 시비의 표준화가 가능하고 상부급수 및 일반재배에 비해 물소비와 시비량을 줄일 수 있으며 균일한 급수로 인하여 생력화가 가능하고 인건비를 줄일 수 있는 장점이 있다. 또한 비료의 유실을 대부분 차단할 수 있다는 면에서 환경친화적으로 상당히 유용한 재배 방식이라 할 수 있다. 이와 더불어 분화를 포함한 채소류 등 각종 묘를 생산하는데 있어서도 쉽게 적용이 가능하다.

국내에서 개발된 저렴한 자재로 비교적 낮은 가격으로 시공이 가능하게 될 것이고, 친환경 연중안정생산, 저비용 고효율을 통한 생산성의 증대, 생력형 자동공정생산시스템 계획 및 실현, 수출용 분화류 품질향상에 획기적인 기여로 수출경쟁력의 향상, 농가의 소득 증대 등의 경제적 이점을 도모할 수 있을 것이다.

2. 저면 관수법을 이용한 호접란 고품질 생산

국내에서의 호접란 수요는 2002년도를 기준으로 볼 때 국내 거래단가가 전년도 대비 30~50%상승한 것으로 나타났다. 이는 국내의 재배단지 중에서 대미수출을 시도 혹은 진행하고 있는 생산자 조합이 경기화훼를 비롯하여 울산의 농소조합, 진주의 생산자 연합회 그리고 제주도 호접란 대미 수출단지의 활동이 활발하여 국내에 출하되는 물량이 부족하기 때문인 것으로 분석된다. 또한 이웃 중국에서도 우리 생산품의 수입에 큰 관심을 가지고 있는 것으로 나타나 아직까지 미흡한 호접란 재배기술의 향상은 필연적으로 요망된다하겠다.

따라서 고온요구성 호접란의 국내재배 현실로 볼 때 고품질의 상품을 생산하기 위한 체계적인 재배기술 향상을 도모하여 생산비 절감을 위한 가온방법 개발이 절실히 요구되며 아울러 출하시기의 편중을 막기 위해 단경기 출하작형을 위한 인위 혹은 자연 지형지물을 이용한 화아분화 유도에 대한 저온처리기술 또한 계절별로 수행되어야 할 것이다.

3. C-형강 심지재배를 이용한 용기재배법 개발

심지재배방법은 30년 전 일본 기후현 농업시험장의 와타나베씨가 개발한 것으로 분화재배의 혁명이라고 일컫는다. 이러한 재배방법은 시설재료의 잘못된 선택-흙통을 플라스틱을 사용함으로 해서 분의 하중을 못 이기고 휨 현상이 발생함-으로 현재 일본에서는 시클라멘을 제외하고는 많은 종의 분화용으로는 사용하고 있지 않다. 이러한 재배법을 국내에 들여와 한국형으로 개발하여 단점을 극복하였다. 현재 사용되고 있는 심지재배법은 두 가지로서 첫째, 화분에 직접 심지를 꽂아 C-형강(관수조)에 올려놓는 방법(점관리)과 둘째, C-형강 위에 매트를 깔고 심지를 통하여 매트 전면에 물을 균일하게 공급하고 매트와 화분사이에 구멍이 있는 검은색 비닐을 깔아 화분이 놓여 있는 부분(화분의 접촉면)만 물이 나오도록 하는 방법(면관리)이 있다. 이러한 심지재배방법의 대상작물은 연구에 따라 다양하게 선택되어 질 수 있으나 아직 연구가 미비한 실정이다.

심지재배방법의 개발필요성은 다음의 6가지로 크게 나누어 볼 수 있다.

1)관수의 생력화 - 관수 작업이 필요 없어 노동력 절감, 누가 시스템을 작동해도 동일하게 관수가 되며, 관수시기를 걱정할 필요가 없어 농장주의 여가활용을 증진시킴으로 해서 농촌에 새로운 문화를 창달할 수 있는 계기를 제공할 수 있다.

2)고품질 및 품질 균일화 - 화분 내에 용토가 초기의 물리성을 계속 유지하고 용토 수분 함량이 일정하여 수분 스트레스를 받지 않는 장점이 있고 면관리와 고품비료를 사용하여 화분개체에 동일한 환경을 줌으로서 품질이 균일하다.

3)농약사용량 절감 - 두상관수 시 잎이나 꽃에 물이나 액비가 젖을 가능성이 전혀 없어 노균병 등 수인성 질병이 적어 농약사용량을 1/5정도 줄일 수 있다.

4)물과 비료의 절약 - 식물의 증산작용에 의하여 줄어든 물의 양만큼 공급되므로 식용작물의 경우 상수도를 사용하는 것도 가능하고, 저면에서 물을 흡수하므로 비료의 용탈이 없어 화분 크기 및 작물에 따라 알비료 1-4개로만 충분하고 양액을 병용하더라도 퇴수가 없으므로 비료 손실이 없다.

5)공해방지 - 비순환식 양액재배로 인해 1000평 규모에서 1일 약 4-8톤의 양액이 지하로 흘러 들어간다. 하지만 이 방법은 폐액이 발생하지 않는 관계로 토양이 양액으로 인해 오염되는 것을 방지할 수 있다.

6)수출증대 방안의 모색 - 분화의 일본 수출을 목적으로 한다면 일본에서 재배되어 시장에 출하되는 것과 동일한 품질이 되어야 한다(농어촌문화협회, 1983).

국내의 분화류 총생산액은 1,870억원을 훨씬 상회하여 절화류 총생산액과 대등한 위치를 점하고 있지만 선진국의 경우를 감안한다면 앞으로의 분화류의 소비가 크게 앞지를 것으로 예상된다. 국내의 재배 기술은 재배적인 방법을 탈피하지 못하고 있어 생산기술의 혁신 없이는 고품질 생산이 어려운 실정이다(박 등 1999). 더욱이 화훼산업의 주류를 이루고 있는 절화류와 분화류는 화훼재배가 토지 이용형에서 시설이용형으로 전화되면서 그 비중이 높아지고 있다. 국내 소비구조도 선진국형 중심으로 발전되면서 고품질 분화 생산의 필요성이 더욱 부각되었고 이러한 시점에서 수출경쟁력향상을 위한 대량 생산시스템이 필요하다. 저면관수는 이런 분화의 고품질, 대량생산을 가능케 하는 관수방법중 하나로 Ebb and Flow, 흘림식 홈통, 점적관수식 매트, 심지를 이용한 홈통재배방식과 매트재배방식이다. 하지만 효율적인 심지재배방법에 관한 연구는 미비한 실정이다(정과 손, 1999). 심지재배방식은 활용하고자 하는 목적에 따라 아주 다양하게 사용되어 질 수 있는 재배의 유연성을 지닌 방식이다. 심지재배 시 화분이 아닌 다른 재배용기를 사용 시 생육에 미치는 영향에 관한 연구는 없다. 딸기의 수송과 판매를 위하여 사용되고 있는 스티로폼 박스 및 구근을 수입 시 같이 들어오는 박스는 재사용됨이 없이 폐자재로 분리 폐기되는 새로운 환경문제가 된다. 따라서 폐자재를 절화용 화훼류 생산의 재배용기로 사용이 가능하고 이러한 재배용기가 심지재배방식에 효율적인가를 구명하기 위하여 본 실험을 수행하였다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. C-형강 심지재배법을 이용한 육묘시스템 개발

C-형강심지재배법을 이용한 효율적인 재배방법을 연구하고자 C-형강 내의 수위 및 매질의 배합 및 종류에 따른 수분 흡수 특성을 파악하고, 이러한 수분 흡수 특성을 통하여 국화와 포인세티아의 재배를 위해 C-형강 시스템에 적용을 하여 매트재배 시 또는 화분에 심지를 꽂아 재배하는 심지재배를 통하여 분화용 작물에 적당한 재배 환

경 및 재배방법을 선별하고자 하는데 있다. 또한 이와 더불어 매트재배를 통한 번식 체계개발, 심지재배를 통한 육묘, 심지 규격에 따른 급수정도와 적정 배지선발, 급수 시스템(Mat, Ebb and Flow)에 따른 시비관리 특징을 비교 분석하고자 하였다.

C-형강심지재배법을 이용한 시비관리 및 생육조절 기술개발을 목적으로 수용성 분말 비료와 완효성 비료를 C-형강 심지재배 시스템을 통하여 공급하였을 시의 식물 성장에 미치는 영향 및 페튜니아 재배를 위한 농도 구명을 위한 연구를 수행하였다. 이와 더불어 페튜니아 재배에 필요한 적정 농도와 비료의 종류를 선별하고자 하였다.

또한 성장조절제 처리기술에 따른 초장 및 생육조절에 필요한 성장조절제의 적정 농도를 구명하였으며, 성장조절제를 양액과 함께 저면으로 공급하여 저면공급 방식의 효율성 여부를 확인하였다.

이와 같은 시비 및 성장조절제 처리를 통한 연구결과를 토대로 C-형강 심지재배 시스템과 관련한 수익성 및 경제적 타당성의 분석을 통하여 고품질 분화의 체계적인 생산 시스템에 대한 보급 가능성을 연구하였다.

이에 따라 C-형강 심지재배법을 이용한 육묘생산시스템의 개발, C-형강 심지재배법을 이용한 시비관리 및 생육조절 기술개발, C-형강 심지재배법을 이용한 개화 및 생조절 기술개발 등을 목표로 본 연구를 수행하였다.

2. 저면 관수법을 이용한 호접란 고품질 생산

*Phalaenopsis*는 꽃이 화려하고 개화기간이 길기 때문에 소비자들에게 인기가 높으며 꽃의 생산 소비량도 증가하고 있다. 중국, 미국, 일본, 캐나다, 유럽 등 345백만 주 84억\$의 수출시장이 있는 만큼 부가가치가 높은 작목으로 유망 시 되고 있다. 따라서 호접란 재배의 경제성과 효율성을 높이기 위하여 현재 우리나라에서 그 장점이 인식되어 화훼식물 재배에 한창 보급되고 있는 저면관수시스템을 대상으로 일차적으로는 상위관수와 저면관수의 차이점을 규정지으며, 재배의 성패를 좌우 할 수 있는 재배 매질의 선택에 있어 지금껏 관용적으로 사용되어 왔던 고가의 수태와 대체될 수 있는 배지를 개발하여 매질 구입에 소요되는 지출을 감소함으로써 생산비 절감의 효과를 획득하며, 이상의 연구에서 얻어지는 결과들을 종합한 재배를 통하여 얻어질 수 있는 경영적 이득과 아울러 생력화한 재배체계 하에서 얻어질 수 있는 상품의 고품질화를 도모하고자 하였다. 또한 재배기간이 18~24개월이 소요되는 호접란을 대상으로 저면관수방법의 개발을 위한 매질의 선택, 효율적 저면관수방법개발, 재배단계별 최적 고품비료개발을 목적으로 하였으며 부가적으로는 상품성 저하의 원인이 되는 줄기생장 억제 방법을 모색하였다. 이와 더불어 팔레늄시스의 개화에 대해서 온도, 습도, 호르몬의 영향에 관한 결과를 중심으로 고찰해 보고 동시에 새로운 개화조절의 가능성에 대해서 알아보려고 연구를 수행하였다.

3. C-형강 심지재배를 이용한 용기재배법 개발

본 연구는 우리나라 화훼작물의 생산비에 있어 많은 부분을 차지하고 있는 인건비의 절감 및 재료비의 절감을 목적으로 수행하였다. 화훼생산비의 1/3이 현재 인건비로 나타나고 있으며 그 1/3이 거의 관수하는데 집중되고 있다. 또한 인건비만이 문제가 아니라 관수에 소요되는 시간은 농민의 일상에 많은 제약을 가하고 있다. 따라서 농촌의 문화생활은 전혀 이루지지 않고 있는 실정이어서 관수에 소요되는 시간과 비용만 절감할 수 있으면 문화적인 여가와 소득에 막대한 증대가 있을 것으로 생각되어 수행하게 되었다. 더욱이 대부분의 화훼생산 방식이 현재 양액재배위주로 이루어지고 있어 양액의 폐액으로 인한 토양환경의 오염은 매우 심각한 실정이다. 화훼선진국인 이미 재배이력을 농가에게 요구하고 있는 실정이며 이러한 재배 이력의 검증이 없으면 경매에 입찰할 수 없으며 한번 지적을 당하면 1 분기 동안 판매를 할 수 없을 정도로 재배이력을 중요시 하고 있는 실정이다. 곧 우리나라도 이러한 세계적 환경에 처해야 하는 입장에서 양액재배에서의 폐액에 대한 관리가 시급하다. 이러한 관리에 대한 대책으로 폐액자체를 발생하지 않도록 하는 재배방식이 필요한 연구가 필요하다. 이에 최근에 대두되고 있는 저면관비시스템이 가장 적합한 방식으로 인정되고 있으며 이 방식의 최고의 효율을 이룰 수 있는 또 다른 연구방법이 요구되고 있다. 따라서 본 연구는 화훼류의 저면관비시스템을 이용한 새로운 재배방식의 일환으로 서구나 일본에서 시행하고 있는 심지를 이용한 분화 및 절화재배방식의 도입방법과 효율적 이용에 대한 기술개발을 하고자 실시하였다.

본 연구는 지금까지 저면관비시스템방식이 분화위주로 되어있어 절화재배에서의 활용가능성이 있는가를 구명하고자 다음과 같은 연차적인 방법으로 시행하였다.

- 가. 관상고추를 재료로 한 용기 형태별 C-형강 심지재배 기초연구
- 나. 절화장미 생산을 위한 C-형강 심지재배를 용기재배에 적용
- 다. C-형강 심지재배를 이용한 용기재배의 작부체계 확립

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

제 1 절 연구개발 결과

1. C-형강 심지재배법을 이용한 주요 화훼류 분화 생산

가. C-형강 심지재배법을 이용한 육묘생산 시스템 개발

고품질 분화생산을 위한 저면관수 시스템인 C-형강에서의 화분 내 매질의 수분흡수특성과 분화식물 재배 시 심지의 폭과 C-형강 내 수위에 따른 수분조절을 통한 국화(*Dendranthem grandiflorum* 'Lompoc')와 포인세티아(*Euphorbia pulcherrima* 'Cortez')의 식물의 생장에 미치는 영향을 연구하기 위하여 본 실험을 수행 하였다.

심지의 폭과 수위에 따른 C-형강의 수분 흡수 특성 실험에서는 심지의 폭이 넓을수록, 수위가 높을수록 수분함량이 높았다.

수위 및 심지의 폭에 관계없이 C-형강에서의 매질의 수분 흡수는 초기 24시간 동안 급속한 증가량을 보인 후, 수분 흡수 정도가 완만히 증가하는 모습을 나타내었다.

심지의 폭과 수위 및 관수방식에 의한 국화 및 포인세티아의 생육에 미치는 영향을 측정하였으며, Ebb and Flow와 두상관수는 관수방식을 달리하여 이들 처리간의 생육을 비교하였다.

심지의 폭과 수위를 달리한 C-형강과 심지폭 만을 달리한 매트재배의 경우 모든 처리구에 있어서 두상관수보다 양호한 생육을 나타내었으며, 국화의 경우 중수위에서 심지의 폭이 1.5cm인 처리구의 생육이 가장 우수하였으며, 포인세티아는 만수위 1.5cm처리구의 생육이 가장 왕성하였다. Ebb and Flow와 C-형강 및 매트재배 간의 생육상의 큰 차이는 나타나지 않았다.

C-형강 심지 관수는 수분을 효율적으로 공급하여 식물의 초장 조절에 매우 유용하며 또한 이를 통하여 소형 분화생산에 매우 적절하다고 판단된다.

고품질 소형분화생산을 위한 C-형강 저면관수시스템을 통하여 소형분화식물의 품질 향상, 생력화, 및 관리의 효율성 등을 도모할 수 있다고 생각된다.

나. C-형강 심지재배법을 이용한 시비관리 및 생육조절 기술개발

본 실험은 C-형강 저면관수 재배 시 급수방법, 비료의 종류 및 농도가 페튜니아(*Petunia × hybrida* 'Soft Pink')의 생육에 미치는 영향을 알아보기 위해 본 실험을 수행하였다.

관수방법 및 비료의 종류와 농도에 따른 생육상태를 조사한 결과 속효성 비료(Technigro)를 공급한 처리구가 완효성 비료(Osmocote)를 공급한 처리구보다 초장, 엽장, 엽폭, 생체중 및 건물중이 많아 생육이 양호하였고, 두상관수 처리구는 비료의 종류에 상관없이 생육이 저조하였다.

특히, C-형강 심지 및 매트급수에서 속효성비료를 공급한 처리구 중 $1.5\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 공급한 처리구가 1.0 , $2.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리구보다 생육이 좋았으며, $1.5\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리구에서 매트재배와 심지재배간의 생육차이는 나타나지 않았다(Table 2).

개화수에서도 속효성비료를 공급한 처리구가 높았으며, 개화시작 후 20일 후부터는 높게 증가하는 경향을 보였다.

질소 및 무기물 함량을 분석한 결과 질소와 칼륨은 C-형강에 속효성 비료를 공급한 처리구가 다른 처리구보다 높은 함량을 나타내었다. 인, 칼슘 및 마그네슘은 처리구 간에 큰 차이를 나타내지 않았으며, 칼륨은 C-형강에 속효성비료를 공급한 처리구에서 높았다. 칼슘 및 마그네슘은 처리구간에 유의성이 나타나지 않았다.

다. C-형강 심지재배법을 이용한 개화조절기술개발

C-형강 매트재배 시스템을 이용하여 수용성비료와 완효성 비료의 농도에 따른 카네이션의 생장에 관한 연구를 위하여 다음과 같은 실험을 수행한 결과, 수용성 비료를 $0.8\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리한 $0.8\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리구에서 생체중, 건물중, 엽수, 엽면적, 초장, 분지수 등의 생육 전반에 걸쳐 가장 양호하였다.

특히 $0.8\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 은 재배 시작 후 60일 경을 전후로 수확기까지 급속한 성장량을 나타내는 것으로 나타났다. 이와 같은 특성은 생체중, 건물중, 및 초장의 증가에 있어서 두드러지게 나타났다. 생체중의 경우 $0.8\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 에 비해 $1.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 은 점진적으로 증가하는 경향을 나타내었으며, 생체중은 51.5 , 47.4 , 44.1 , 39.8g 으로 $0.8\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, $1.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, $0.4\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, $2.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 순으로 생체중이 높은 것으로 나타났다. 건물중은 $6.31\sim 6.74\text{g}$ 으로 생육이 양호 하였으며, $0.8\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 와 $1.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 은 차이가 나타나지 않았다. 이는 시비 농도가 높은 $2.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 경우 양분 흡수가 $0.4\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리구보다 상대적으로 많다는 것을 나타낸다고 할 수 있다 총 엽면적의 경우 $0.8\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리구는 60일을 전후로 급속히 증가하다 90일 경을 전후로 증가량이 감소하였고, 이러한 경향은 증가율은 $1.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, $2.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 에서도 유사하게 나타났다. 총엽면적 증가 및 증가량의 감소현상을 통하여 생육 90일을 전후로 카네이션이 영양생장 단계에서 생식생장 단계로 전환되었다는 것을 추측할 수 있다.

초장은 각 처리구의 분지의 초장을 합한 것으로 초장과 분지수 모두 $0.8\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 에서 가장 생육이 양호하였다. 엽수는 무처리구와 $0.2\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 제외한 나머지 처리구의 경우 생육 90일을 전후로 하여 엽수가 감소하였는데, 이는 하엽의 고사로 인한 것이다. 완

효성 비료 처리구의 생체중은 15.0~29.2g, 건물중은 3.41~5.37g, 엽수는 78~117.7개, 총 엽면적은 134.2~341.0cm², 초장은 47.8~77.1cm, 분지수는 5~9.67개로 나타났으며, 생육전반에 걸쳐 수용성 비료 처리구들보다 생육상태가 좋지 않았음을 알 수 있다. 생체중, 건물중 및 총 엽면적은 수용성비료 처리구와 마찬가지로 생육 60일 경을 전후로 증가량이 늘어났다. 엽면적의 경우 90일 경을 전후로 증가가 거의 일어나지 않았으며, 수용성 비료 처리구와 동일한 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다. 그러나 2.0g·L⁻¹ 처리구의 경우 최종 수확기까지 지속적으로 증가하였다. C-형강 재배시스템에서의 왜화제에 의한 국화의 성장조절 방법을 연구하기 위하여 본 실험을 수행하였다.

B-9을 관주한 처리구의 경우 1000, 2500ppm 처리구에서 제일 높게 나타났으며 또한 개화직전의 화퇴 수도 1000 및 2500ppm 처리구에서 제일 많음을 알 수 있었다. 1500ppm을 제외하면 B-9의 처리 농도가 높아질수록 개화 수와 화퇴 수에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 개화 시기에는 큰 차이를 나타내지는 않았다. 총초장의 경우도 1500ppm 처리구를 제외하면 농도가 높아질수록 총초장이 감소하는 경향을 나타내었다. 총엽면적 또한 농도가 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 평균엽면적과 엽수의 경우 차이는 있었으나 유의성이 나타나지 않았다. 엽장과 엽폭은 농도처리에 따른 차이는 나타나지 않았다. 분지 수의 경우 2500ppm 처리구에서 가장 많았고 이는 개화 수 및 화퇴수가 제일 많았다는 결과와 동반되는 결과라 할 수 있으며 2500ppm 처리구를 제외하면 분지수도 농도에 따른 감소한다는 것을 알 수 있었다. CCC를 농도별로 관주처리 한 처리구도 농도가 증가 할수록 개화 수, 총초장, 총엽면적, 분지수, 생체중 등이 감소하는 경향을 나타내었다. 개화 수는 100, 200, 1000ppm에서 가장 많았으며 2000ppm에서 5.0개로 가장 적은 수치를 나타내었으나 화퇴 수는 3.33~5.33개로 처리 농도간의 차이는 나타나지 않았다. 총 초장은 농도가 높아질수록 감소하는 경향이 나타났으며 2000ppm에서의 초장 감소율은 100ppm의 약 56.9%로 나타났다. 평균초장은 12.69cm으로 500ppm에서 가장 높게 나타났으며 200, 1000, 2000ppm에서 9.35~9.66cm로 나타났다. 평균 엽면적, 엽장 및 엽폭은 처리 농도 간의 차이는 나타나지 않았다. 그러나 생체중의 경우 B-9처리구와는 달리 100~1000ppm까지는 큰 차이는 나타나지 않았으나 2000ppm 처리구의 경우 급격히 감소하는 경향이 나타나며 이는 초장의 감소율 및 총엽면적 등에서 왜화제의 처리에 의한 영향이 크게 나타났다는 것을 알 수 있다

B-9을 0.03, 0.1, 0.3mg·L⁻¹의 농도로 양액과 함께 저면으로 공급하였다. 2일 간격으로 10L 씩 총 6회 공급하였으며 공급한 양은 총 1.8, 6, 18mg이었다. 저면공급을 한 결과는 표 5와 6과 같다. 각 처리구의 개화수의 차이는 나타나지 않았으나 화퇴 수는 농도가 높을수록 감소하는 경향을 나타내었다. 총초장은 0.1mg·L⁻¹ 처리구에서 가장 높았으나 처리구 간의 유의성은 나타나지 않았다. 평균초장도 이와 마찬가지로

세 처리구 간에 차이가 나타나지 않았음을 알 수 있었다. 총 엽면적의 경우 $0.3\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리구에서 가장 넓게 나타났으며 0.03 및 $0.3\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리구 간에는 유사한 것으로 나타났다. 평균엽면적, 엽장, 엽폭은 처리간의 차이는 나타나지 않았으나 엽수의 경우 처리 농도가 증가 할수록 감소하는 경향을 나타내었다. CCC를 농도별로 저면 공급하였을 경우 B-9과는 달리 농도가 증가할수록 개화수, 총초장, 평균초장, 엽수 등이 증가하는 경향이 나타났으나 화퇴수와, 총엽면적은 그와 반대로 감소하였으며, 평균엽면적, 엽장, 엽폭, 분지수 등은 처리 농도간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 농도에 따라 감소 또는 증가하는 경향이 나타났으나 처리 간의 유의성이 나타나지 않았다.

왜화제 처리 및 정식 시기에 따른 왜화효과를 알아보기 위해 1차 실험 시 절단한 신초를 이용하여 삼목 발근시킨 국화 삼목묘를 이용하여 삼목 2주 후에 발근한 유묘에 동일한 농도로 B-9처리는 관주와 저면으로 공급하였고, CCC는 저면으로만 공급하였다.

B-9을 관주처리한 실험의 경우 총초장의 경우 $1000\sim 4000\text{ppm}$ 처리구는 처리 간 차이는 나타나지 않았으나 5000ppm 처리구에서 심하게 감소하였다. 또한 5000ppm 의 경우 평균초장 및 외견상 초장에서 가장 작게 나타났으며, 이는 고농도의 왜화제 처리에 의한 약제피해라 할 수 있을 것이다. 이와 더불어 총엽면적에서도 5000ppm 처리구의 경우 42.5cm^2 으로 가장 작은 엽면적으로 나타내었다는 것을 알 수 있었다.

평균 엽면적, 엽장, 엽폭 등의 경우 처리 간의 큰 차이는 없었으나 5000ppm 에서 다소 차이가 있는 것으로 나타났으며 엽수의 경우 5000ppm 은 32.3개로 가장 적은 엽수를 나타내었다. $1000\sim 4000\text{ppm}$ 처리구의 엽수는 73.0~84.0개의 범위를 나타내었다. 분지수는 2500ppm 까지 처리 농도가 증가 할수록 증가하다가 4000 부터 다시 감소하는 것으로 나타났다. 또한 생체중도 분지수와 마찬가지로 농도가 증가 할수록 증가하다가 4000ppm 처리부터 감소하는 것으로 나타났으며 분지수와는 달리 5000ppm 에서의 감소가 매우 큰 것으로 나타나 B-9 5000ppm 처리구의 경우 왜화제의 고농도 처리에 따른 약제피해를 받은 것으로 생각된다. 이와 더불어 실험 1과의 비교를 통해서 동일한 농도의 왜화제를 처리하여도 약 2~3주간의 차이로 인하여 왜화효과를 볼 수 있다는 것을 알 수 있었다. 따라서 소형분화를 생산하기 위하여 왜화제 처리와 재배 시기의 조절을 통하여 초장 감소효과를 가져올 수 있을 것이라 판단된다.

B-9을 농도에 따라 저면급수 방식으로 공급한 결과 개화수와 화퇴수 총초장, 총엽면적, 엽수, 분지수, 생체중에서 농도가 증가함에 따라 감소하는 경향이 나타났으며 이는 1차시기보다 왜화제의 영향을 더 많이 받았다는 것을 알 수 있다. 또한 관주처리와 마찬가지로 저면 급수 방식과 정식시기를 조절함으로써 적은양의 왜화제로도 왜화효과를 볼 수 있을 것이라 판단된다.

CCC 농도별 저면 급수방식으로 처리한 결과, 개화수, 총초장, 엽면적, 분지수, 생체

중은 농도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 평균초장, 화뢰수, 평균엽면적, 엽장, 엽축, 엽수 등에는 큰 차이를 나타내지 않았다.

라. C-형강 심지재배 시스템 경제성 분석

10a 규모의 자동온실에 대해 관비재배방식을 선택한 시클라멘 재배농가의 총 비용은 9,993.8만원으로 추정되며, 이 중 시설비는 74%(7,410만원)를 점하고 연간 2,583.8만원의 경영비를 지출할 것으로 예상된다. 반면, 같은 규모의 자동온실에 대해 C-형강방식을 선택한 시클라멘 재배농가는 초기 시설비용으로 약 8,520.0만원(총비용의 약 70%)을 지출하고, 매년 경영비로 3,597.0만원을 지출할 것으로 추정된다.

한편, 투자자금회수 기간을 분석한 결과 10a(약 300평) 규모의 자동온실에서 시클라멘을 재배하는 농가는 재배방식을 관비재배방식 혹은 C-형강방식을 선택할 경우에는 초기시설투자비 회수기간이 약 4 년정도 소요될 것으로 예측되며, Ebb and Flow 방식을 선택할 경우에는 약 5년 정도의 시간이 소요될 것으로 예상된다. 또한, 내부수익률을 추정한 결과 Ebb and Flow시설과 C-형강시설을 5년과 6년씩 사용한다고 가정할 경우, Ebb and Flow시설의 내부수익률은 각각 9%와 14%로 나타났고, C-형강시설의 경우에는 각각 13%와 17%로 나타나 시중의 저축성예금 수신금리 4.81%와 비교하여 경제성이 높은 것으로 분석되었다.

2. 저면 관수법을 이용한 호접란 고품질 생산

*Phalaenopsis*의 재배 시 과도한 관수 인건비를 줄이고 비싼 수태 배양토를 대체할 배지를 선별하기 위하여 저면관수 재배 시 배지의 구성에 따른 생육과 개화를 조사하였다. 묘의 크기가 비슷한 *Phalaenopsis*를 수태를 기본으로 하여 펄라이트, 송이, 바크, 숯 그리고 Sunshine을 1:1, 1:2, 1:3으로 혼합한 혼합배지와 단용배지에 정식하였다. 엽수, 엽장, 초장은 모든 처리에서 4월까지 완만한 생육의 증가를 보였다. 5월부터 가장 급속한 증가는 수태배지에서 나타난 반면에 송이배지에서는 가장 느린 생육을 보였다. 엽폭은 수태1: 바크1 배지에서 완만한 성장을 하였으나 송이 단용배지에서는 증가하지 않았다.

수태에 펄라이트를 혼합한 배지의 경우, 지상부 및 뿌리생육은 수태 단용배지와 비슷하였으나, 펄라이트 혼합비율이 많을수록 화경장과 소화수는 감소하였다. 수태에 송이를 혼합한 배지의 경우 송이 비율이 높을수록 화경장과 소화수는 감소하였다.

수태에 송이를 혼합한 배지의 경우, 송이 비율이 높을수록 지상부 및 뿌리생육은 감소하였고, 화경장, 화서장과 소화수는 수태 단용배지에 비해서 적었지만 처리간에는 차이가 없었다.

수태에 바크를 혼합한 배지의 경우 수태 1: 바크 1 배지의 지상부 및 뿌리생육과 화경장, 화서장, 소화수는 수태 단용배지와 비슷하였지만 바크 단용배지의 화경장, 화서장, 소화수는 매우 저조하였다. 수태에 숯을 혼합한 배지의 경우 숯 혼합비율이 많을수록 지상부 및 뿌리생육과 화경장, 화서장, 소화수는 감소하였다. Sunshine에 숯, 송이 혹은 바크를 1:1로 혼합한 배지의 경우 Sunshine 단용배지와 Sunshine 1: charcoal 1 배지에서 지상부 및 뿌리생육과 화경장, 화서장, 소화수가 양호하였지만 Sunshine 1: bark 1 배지의 지상부 및 뿌리생육은 저조하였다.

화분내 수태함량이 많을수록 근수와 근장은 감소하였지만 화경장, 화서장, 소화수는 처리간에 차이가 없었다. 수태배지에서 *Phalaenopsis*의 양호한 생육과 개화는 높은 수분흡수율과 기상에 기인한 것으로 사료된다.

저면관수 재배 시 수태를 기본으로 하여 펠라이트, 송이, 바크, 숯 그리고 Sunshine을 부피로 1:1, 1:2, 1:3으로 조합한 배지와 단용배지의 물리적 특성과 수분흡수율 변화를 조사하였을 때 배지의 통기성과 수분흡수 특성에 영향을 미치는 공극률은 수태>바크>펠라이트=Sunshine>송이의 순서였으며, 수태의 공극률은 93.4%로 가장 높았다.

수태에 펠라이트와 송이를 혼합한 경우에 펠라이트와 송이의 혼합비율이 많을수록 공극률과 수분함량이 감소하는 경향이 뚜렷하였으며, 수태에 바크와 숯을 혼합한 경우에는 공극률과 수분함량은 수태보다 적었지만 처리 간에는 큰 차이를 보이지 않았다. Sunshine에 송이, 숯, 바크를 부피비로 1:1로 혼합한 배지인 경우에 Sunshine에 바크가 혼합한 배지에서 공극률이 85.02%로 가장 높았고 수분함량은 Sunshine에 송이를 혼합한 배지에서 31.04%로 가장 낮았다. 그리고 화분내 수태함량이 많을수록 공극률은 감소하지만 수분함량은 증가하였다. 수분흡수율은 펠라이트와 수태 2배 배지에서 가장 높았으며 바크가 가장 낮았다. 수태에 펠라이트, 숯을 혼합한 배지는 초기의 수분흡수율도 높았고 시간이 경과함에 따라 수분흡수율은 증가하였다. 반면에 수태에 자체의 수분흡수율이 낮은 송이와 바크를 혼합한 배지의 수분흡수율은 시간이 경과하여도 높아지는 정도가 크지 않았다.

호접란 유묘의 경화를 위한 포트재배 시험의 결과로는 깊이와 직경이 4cm 비닐 화분에서 가장 불량한 성장반응을 보였고 직경 4cm와 깊이가 10cm인 딸기 육묘용 프리그판에서 가장 양호한 성장반응을 나타내었다.

호접란의 재배에서 원예용 복비 Osmocote(20:20:20)를 1년간의 재배기간 동안 3개월 간격으로 1g씩 추비하여 연간 4g 투여하는 것이 적정시비량으로 판명되었다.

호접란 재배에서 생육최성기인 5월~9월까지의 나르겐(1,000배) 스트룡(2,000배)을 보름 당 1회씩 추가 엽면산포하는 것이 추비의 효과가 현저히 증가하였다.

호접란 재배에 적합한 고품코팅비료는 질소, 인산 칼륨이 10:30:20의 비율로 혼합된 비료를 비수용성인 Nitro-Cellulose로 코팅을 하고 그 위에 N6.5:P6.0:K19 혼합비료

를 덧입힌 후 수용성인 Aliphatic polyester로 표면 코팅한 비료가 비료사용 효율을 장기화 할 수 있는 바람직한 비료로 추천할 수 있다.

화분 밖으로 돌출된 뿌리의 절단은 호접란 생육에 치명적인 원인이 유발되어 생장저해의 주요인이 됨을 확인하였다.

호접란의 재배에서 뿌리의 손상을 최소화하기 위한 재배법으로는 3차 정식기에 2차 재배시에 조성된 지하부만을 3차 정식화분에 옮긴 후 추가적인 식재 재료의 첨가 없이 방치하여 재배하는 것이 최선의 개선책임을 밝혔다.

호접란의 고품질 상품 생산을 위한 왜화제 처리는 $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 Paclobutrazole과 $5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 Uniconazole 처리구에서 효과적인 결과를 얻었다. 호접란에 대한 왜화제 처리는 백색계보다 유색계 즉 핑크나 적색계 품종에 유효함을 확인 할 수 있었다.

호접란의 동계절 가온비 절감을 위한 시설로는 2중 비닐피복시설과 부직포를 이용한 수평커튼을 설치하고 그 내부의 재배대 위에는 터널을 설치하며 저면에 방열장판을 깔게 되면 가온비가 온풍기로 난방한 비닐 하우스에 비해 1/10로 줄일 수 있었다.

*Phalaenopsis*의 단경기 생산을 위한 여름철 고랭지 저온처리재배 시 개화에 미치는 온도, 습도, 호르몬의 효과가 생산성 및 상품성 향상에 어떻게 영향을 미치는 가에 대한 반응을 검정한 실험결과는 다음과 같다.

고랭지 저온처리 45일경의 화경발생은 어승생 지역이 영실 지역보다 화경의 발생량이 약간 증가하는 결과를 보였다. 화경수는 전처리구에서 큰차이를 보이지 않게 발생하였으나 7월 8일 처리구에서는 2개가 많았다.

고랭지 저온처리 후의 화경장의 길이와 화경 폭은 영실 지역보다 어승생 지역에서 화경장의 길이가 길게 신장하였고 화경폭의 두께도 어승생 지역의 화경폭이 두껍게 나타났고 7월1일 처리구에서는 어승생 지역이 다소 짧게 나타났으나 큰 차이를 보이지 않았다.

어승생 지역이 영실지역 보다 낮은 지역이면서 전처리 기간에 걸쳐 영실보다도 주야간 전체에 걸쳐 2°C 가량 낮은 온도와 높은 습도의 환경을 보였으며 개화시점이나 만개기가 영실보다 빠르게 나타났다.

고랭지 저온처리시 성장조절제처리의 효과는 GA처리와 BA처리시 농도가 높을수록 화경수가 많이 발생했으며 BA $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 과 GA $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 혼용구에서 화경의 발생수가 많았다. 성장조절제 처리시 화경 발생수는 GA, BA, BA와 GA혼용구순으로 나타났으나 혼용구에서는 대조구와 큰차이는 보이지 않았다.

고랭지 저온처리 후의 화경장은 GA $150\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리구에서 가장 길게 나타났다. 어승생지역에서는 전처리구 모두 화경장이 길게 나타났고 화경폭은 전처리구와 큰 차이를 보이지 않았으나 GA처리구에서 다소 굵게 나타났다.

성장조절제 처리시 분당 소화수는 어승생 지역에서의 GA 처리시 농도가 높을수록 소화수가 많이 발생하였다. BA처리와 혼용구에서는 대조구보다 적은 소화수 경향을

보였으며 특히 농도가 높을수록 대조구보다는 소화수가 적은 경향을 전처리구에서 보였으나 GA150mg·L⁻¹에서는 대조구보다 훨씬 많은 소화수를 보였다.

3. C-형강 심지재배를 이용한 용기재배법 개발

가. 관상고추를 재료로한 용기 형태별 C-형강 심지재배 기초연구

매트재배와 C-형강재배에서 공히 심지깊이에서 20cm가 모든 토양에서 양호한 생육결과를 나타내었고, 토양별로는 유비토실이 모든 심지깊이 처리에서 제일 좋은 결과를 보였다. 하지만 펄라이트와 코이어의 혼용처리비율간에는 심지깊이에 따라 생육량이 변화는 경향을 보였다. 관수방법에 따른 생장량의 비교에서 같은 처리조건에서 매트관수가 C-형강심지재배 보다 지상부 건물중이 무거웠으나 초장이나 열매의 생육량은 두 처리간에 큰 차이는 나타나지 않았다. 하지만 분지수에 있어서는 유비토실이 사용시 C-형강재배에서가 매트재배에서보다 1개 정도 많은 수치를 보였다. 토양내에 비료를 첨가한 배지의 효율시험에결과 유비토실이 무비토실에 비해 모든 심지깊이 처리구에서 좋은 결과를 보였으며 특히 지상부 건물중은 20cm 처리구에서 4배 정도의 생육차이를 보였다. 심지깊이별 20cm가 가장 좋은 결과를 보였다. 초장과 분지수등은 토양간에는 뚜렷한 차이가 있었으나 심지깊이간에는 큰차이가 없었다. 폐말기 박스와 구근박스를 이용한 용기재배시 박스별 생육부위의 차이가 있었다. 두 박스 모두 지상부의 생체중에는 차이가 없었으나 건물중은 스티로폼 박스가 구근박스에 비해 스티로폼박스가 2-3배 무거운 것으로 나타났으나 지하부의 건물중 및 생체중은 구근 박스에서가 스티로폼박스에 비해 무거운 경향을 보였다. 초장은 스티로폼박스에서 심지수 8개에서 가장 길었으나 분지수는 가장 작았다.

나. 절화장미 생산을 위한 C-형강 심지재배를 용기재배에 적용

수분함량은 C형강재배 플라스틱용기가 가장 많았으며, 심지수가 많을수록 높은 함량을 보였고 하부토양에서가 가장 높은 결과를 보였다. pH는 심지수가 많을수록 높은 경향을 보였으며 플라스틱 용기에서가 가장 높은 결과를 나타내었다. EC는 상부토양으로 갈수록 전반적으로 높아지는 경향을 보였으며 심지수가 많을수록 낮아지는 결과를 보였고 C형강 심지재배가 매트재배에 비해 높은 결과를 보였다. K함량은 스티로폼박스와 벌브박스는 상부로 갈수록 많은 함량을 보였으나 P에서는 일정한 경향을 보이지 않았다. 심지수에 따라서는 스티로폼박스에서만 수가 많아 질수록 높아지는 경향을 보였다. Ca의 함량은 스티로폼박스와 벌브박스의 용기에서 C형강 심지재배에서 매트재배에 비해 높은 함량을 보였고 부위별 및 심지수의 따른 함량의 차이는 뚜렷한 결과를 보이지 않았다. Mg 함량은 상부로 갈수록 높은 함량을 보였고 심지수에 따른

경향을 일정하지 않았다. 장미의 초장과 엽장, 그리고 엽록소 함량은 용기종류에 따라 고도의 유의성을 보였으나 심지수와 관수방법에 따른 유의성은 없거나 그다지 크지 않았다. 생육량의 조사에서는 건물중 및 생체중의 가장 많은 영향을 주는 요인은 용기종류로 나타났으며 심지수와 관수방법은 전혀 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 화아수는 관수방법, 용기 그리고 심지수 모두 유의성이 없었으나 화폭의 차이에는 처리 방법에 따른 고도의 유의성이 있는 것으로 나타났다.

다. C-형강 심지재배를 이용한 용기재배의 작부체계 확립

절화장과 채화수는 C형강의 양액 1/2배액 처리구의 스티로폼박스에서가 가장 길고 많았다. C-형강의 1배액 스티로폼박스에서의 결과가 다음으로 좋았다. 절화장과 채화수는 재배방식과 배지 및 양액의 농도 모두가 영향을 미치는 것으로 나타났다. 지하부의 생육은 C-형강에서가 mat보다 좋았으며 스티로폼박스에서의 생육이 락울보다 좋은 결과를 보였으나 유의성은 없었다. 엽록소의 활성도는 C 형강의 1/2배 양액의 스티로폼에서 가장 높게 나타났다. 절화지의 무기물 함량을 절화시기의 영향을 가장 많이 받는 것으로 나타났으며, N, P, 그리고 K는 양액 및 재배방식, 그리고 Ca와 Mg는 배지의 영향을 받는 것으로 나타났다. 꽃잎의 무기물 함량은 절화지의 무기물 함량과 비슷한 보여 절화지의 양분 함량에 영향을 받는 것으로 나타났다. 절화수명 및 화경장은 C-형강의 1/2배액의 락울에서 재배된 것이 가장 길었다. 토양의 수분함량은 C-형강의 1/2배액 스티로폼에서 가장 많았으며, 토양 pH는 전처리에서 모두 스티로폼은 5.0대로 나타났으며 락울은 6.0대를 나타내었다. 토양 EC는 C-형강이 mat에 비해 높게 나타났으며 스티로폼이 락울보다 높게 나타났다. 연간 채화수는 C 형강의 1/2배 양액의 스티로폼 재배에서 주당 418개로 가장 많이 생산되었으며 다음이 C 형강의 1 배 양액 스티로폼처리구에서 358로 높게 나타났다. 가장 적은 처리구는 mat의 1/4배 양액의 락울에서 79로 나타났다.

제 2 절 활용에 대한 건의

- (1) 시설원예 관수자재단체 표준 시설활용
- (2) 분화생산 기술교육자료 활용, 선진농가 육성
- (3) 양액재배 농가 관수기술 보급 및 교육자료로 활용
- (4) 원예작물 연구자 기초 재배기술자료
- (5) 친환경 농업생산물재배기술 참고자료
- (6) 원예관련 2차 산업 활성화 자료
- (7) 심지재배용 알비료 제조업체 생산기술 참고자료
- (8) 화훼작물이외의 원예작물 재배생산 기술개발 기초자료

SUMMARY

Section 1. Major pot-plants production using C-channel wick sub-irrigation system

1. Development of growing system using C-channel wick sub-irrigation system

This study was conducted to investigate water absorption properties of artificial media in C-channel capillary mat system as affected by water levels in channel and width of wicks, and their effect of growth and development of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* 'Lompoc') and poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* 'Cortez').

In the study of water absorption properties, it showed much more moisture content that the larger width of wicks and the higher water levels.

C-channel capillary system showed rapid water absorption within 24-hours, and moisture content increased gradually after that time.

Chrysanthemum (*Dendranthem grandiflorum* 'Lompoc') and poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* 'Cortez') were studied how width of wicks and water levels in C-channel work for their growth and development. Ebb & flow and overhead irrigation systems were compared in relation to irrigation frequencies.

In C-channel and capillary mat systems at varied width of wicks and water levels, all treatments showed better growth than that of overhead irrigation. In chrysanthemum, treatment with middle water level and a wick with 1.5cm wide showed overall predominant growth, and full water level and a wick with 1.5cm wide in poinsettia.

C-channel capillary sub-irrigation system with suitable height control regime is expected to be suitable for small pot plants high quality

To producing small pot plants with high quality, C-channel capillary sub-irrigation system would be effective for reduction of cost, fertilizer and water supplement, and also it would be considerable that the effectiveness of management.

2. Technical development of fertilization management and growth control

This experiment was conducted to identify the effect of concentrations of water soluble fertilizers (WSF) and slow release fertilizers (SRF) on the growth of petunia in C-channel sub-irrigation system. Samples of *Petunia × hybrida* 'Soft Pink' were potted into small size of polyvinyl pots with 9cm of diameter after being rooted on plug trays. and were pinched 3 times every ten days after potting for introducing lateral shoots.

Two sub-irrigation methods were applied; 1) wick-irrigation with wicks which are incorporated into the pot and plated on C-channel sub-irrigation system and 2) mat-irrigation that pots are plated on the C-channels sub-irrigation system. Overhead irrigation method was added to compare the growth of petunias among these watering methods. 200mL of water was supplied to overhead treatment everyday. In wick-irrigation treatment, wicks used for this experiment were 12cm long which were incorporated 5cm into the pot and other part was exposed outside and 1.5cm wide. Water levels in C-channel were maintained 4cm high.

Two types of fertilizer were used in this experiment. Technigro(20-18-20, Sungro Co., USA) as a WSF and Osmocote(14-14-14, Scotts Co., Netherlands) which is polymer-coated as a SRF. Concentrations of WSF were supplied 1.0, 1.5, 2.0g·L⁻¹ as a concentration gradient, respectively and those of SRF were 5.0, 7.5, 10.0g which were mixed with 2L of root media, respectively.

To identify fertilization efficacy, plant height, leaf length, leaf width, fresh and dry weight of petunia as well as macro elements such as N, P, K, Ca, Mg were measured.

1.5g·L⁻¹ of WSF treatment with mat-irrigation system showed the highest quality with 42.7cm of plant height, 7.86cm of leaf length, 5.31cm of leaf width, and 144.1g of fresh weight, respectively. In wick-irrigation system supplied with WSF, 1.5g·L⁻¹ treatment also showed the highest quality as well.

In case of SRF fertilization treatments, mat-irrigation showed higher quality than those of overhead irrigation treatment but the more growth differences were resulted from wick-irrigation system.

In general, WSF treatment showed higher quality than that of SRF treatment regardless of irrigation methods. N and K contents showed the highest levels in WSF treatment. P, Ca, and Mg showed no significance among treatments.

3. Technical development of flowering and growth control

This experiment was conducted to investigate effects of water soluble fertilizer(WSF) and slow release fertilizer(SRF) on the growth of carnation(*Dianthus caryophyllus* 'Invitation').

Plants treated with $0.8\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ of WSF showed the highest quality, especially on fresh and dry weight of aerial part, leaf number, total leaf area, plant height, and branch number.

All plants showed increase of growth rate around 60 days after treatment, though There is a different rate of increase rate. Total leaf area, especially, decreased its increase rate after 90 days after treatment. This result suggests that transition of from vegetative growth to reproductive growth is placed on 90 days from the initial time of production.

Slow release fertilizers, whose form is small capsules of soluble fertilizers by polymer coating techniques, have the characteristics that are active on relatively high temperature around 30°C and this feature may affected the lack of carnation growth in this experiment.

In this respect, water soluble fertilizer can be a proper fertilizer for plants which require relatively low temperature conditions, such as carnations or for those produced during the winter.

The results that the treatment of 0.8g of water soluble fertilizer per 1L of water showed the highest quality and that $0.4\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ and $2.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ showed similar growth features can suggest C-channel mat irrigation system can reduce the concentration of fertilizers supplied; which is one of the main characteristics of sub-irrigation systems.

As well as the reduction of concentration of fertilizers, it suggests that the pot plants with high quality can be produced and the cost for fertilization can be also reduced through the C-channel mat irrigation system.

Efficacy of growth retardants on the growth of chrysanthemum was also tested. B-9 or cycocel(CCC) as a growth retardant was supplied as drench or sub-application with nutrient solutions. With theses attempts, time to potting was tested with same concentrations and application methods to compare relationships between effects of growth retardants and periods.

In case of B-9 drench treatments, as B-9 concentrations increased, as

numbers of flower and flower bud increased excepting 1500ppm treatment as well. Increasing concentration of CCC also resulted in reduction of flower numbers, total plant height, total leaf area, branch number, and fresh weight. Reduction ratio of total plant height in 2000ppm showed about 56.9% being compared to that of 100ppm drench treatment. Fresh weight decreased drastically in 2000ppm treatment, as though there is no significance from 100 to 1000ppm.

B-9 or CCC, combined with nutrient solution, was also supplied from C-channel sub-irrigation system. 0.03, 0.1, or 0.3mg·L⁻¹ was supplied respectively. B-9 sub-application treatment showed no significance among these concentrations but flower numbers, total plant height, average plant height, leaf numbers are decreased, as concentrations of CCC increased.

B-9 or CCC was supplied after 2 weeks of the 1st experiment was conducted. most measures were increased until concentrations of B-9 increased up to 2,500ppm but there was small decrease in 4000ppm treatment, and severe growth retardation was resulted in 5000ppm treatment. Comparing 5000ppm treatment of second experiment to that of first one, this result suggests that the time of potting is related to the effect of growth retardation of chrysanthemum which was studied, and suggests that physiological troubles may occur when the potting time was differed though the same concentration was applied, as well.

To summarize results described above, combination of the potting time and concentrations of plant growth regulators(PGRs) may result a good efficacy of growth retardation and reduction of application concentrations.

4. Analysis by economical efficiency on the C-channel wick sub-irrigations system

It is estimated that the gross cost of cyclamen-production farmhouse using the hydroponic system in 10acres of automated greenhouse was about 99 million won.

Installing cost occupies 74%(about 74 million won) of the gross cost and it is expected that 25 million won may be spent on operating cost.

To the contrast, about 85 million won(about 70% of the gross cost) may be put as the beginning installation cost of C-channel subirrigation system for

cyclamen production with same area and automated greenhouse and 35 million won of the operating cost will be spent as well.

In the result of the withdrawal periods of the invested capital, it is estimated that the periods may take four years for the 10acres(about 300 pyung) of cyclamen-production farmhouses with hydroponic system or C-channel subirrigation system and that of farmhouses with Ebb and Flow systems may take about five years, respectively.

The profit of Ebb and Flow system resulted in 9 or 14% for 5 or 6 years of the operating periods, respectively, and 13 or 17% for C-channel subirrigation system with same years. This result shows that the economical efficiency of C-channel subirrigation system is higher than the interest rate(4.81%) of time and savings deposits in the open market

Section 2. Production of high-quality commodity on the *Phalaenopsis* by using sub-irrigation system.

In order to reduce excessive irrigation labor costs and select media substituted for expensive sphagnum moss in growth of *Phalaenopsis*, growth and flowering according to medium composition were investigated under sub-irrigation system. *Phalaenopsis* in the similar size and volume were transplanted into individual or combined media with 1:1, 1:2 and 1:3 volume ration of perlite, scoria, bark, charcoal and Sunshine on the basis of sphagnum moss. The leaf number, leaf length and plant height in all treatments slowly increased by April. They rapidly increased in sphagnum moss, while slowly increased in scoria since May. The leaf width slowly increased in sphagnum 1:bark 1, while it did not increased in scoria. In the case of media mixed with perlite and sphagnum moss, the growth of shoot and root were equivalent to those in the sphagnum moss, but the increase of perlite in media decreased the length of flower stalk, length of florescence and floret. In the case of media mixed with scoria and sphagnum moss. The increase of scoria in media decreased the growth of shoot and root and the length of flower stalk, length of florescence and floret were lower than those in the sphagnum moss but there was on significant difference between treatments. In the case of media mixed with bark and sphagnum moss, the growth of shoot and root, length of

flower stalk, length of florescence and floret in the sphagnum moss 1: bark 1 were equivalent to those in the sphagnum moss, but those in the bark were very poor. In the case of media mixed with charcoal and sphagnum moss, the increase of charcoal in media decreased the growth of shoot and root, length of flower stalk, length of florescence and floret. In the case of media combined with 1:1 volume ration scoria, charcoal or bark on the basis of Sunshine, Sunshine and Sunshine 1: charcoal 1 were good growth of shoot and root, length of flower stalk, length of florescence and floret, but those in the Sunshine 1: bark 1 was poor. And the increase of sphagnum moss content in the pot decreased root number and root length, but there was on significant difference in the length of flower stalk, length of florescence and floret between treatments. I think the good growth and flowering of *Phalaenopsis* in sphagnum moss were due to high water absorption rate and air phase of media.

The physical characteristics and changes of water absorption rate according to media composition, composed individual or combined media with 1:1, 1:2 or 1:3 volume ration of perlite, scoria, bark, charcoal and Sunshine on the basis of sphagnum moss, were investigated under sub-irrigation system. Porosity, which had effect on air permeability of media and characteristics of water absorption, was in the order of sphagnum moss > bark > perlite = Sunshine > scoria. Porosity of sphagnum moss had the highest with 93.4%. In the case of sphagnum moss combined with perlite or scoria, the increase of perlite or scoria in media decreased porosity and water content, and the porosity and water content of the sphagnum moss combined with bark and charcoal were lower than those of the sphagnum moss, but there was no significant difference between treatments. In the case of combined media with 1:1 volume ratio scoria, charcoal or bark on the basis of Sunshine, porosity of Sunshine combined with bark had the highest with 85.02%, and water content of Sunshine combined with scoria had the lowest with 31.04%. And the increase of sphagnum moss content in the pot decreased porosity and increased water content. The water absorption rate had the highest in perlite and sphagnum moss 2 times and had the lowest in bark. The water absorption rate of treatment of sphagnum combined with perlite or charcoal had high at first level and increased according to passing time, while the that in the sphagnum moss combined with scoria or bark was not increased according to

passing time.

The result of pot cultivation experiment for hardening *Phalaenopsis* plantlet revealed that the vinyl plastic pot (depth and width : 4cm respectively) showed the worst growth rate, while strawberry growing plug plate (depth and width : 10cm and 4 cm) showed the best growth rate.

It was found that the most appropriate method for feeding *Phalaenopsis* is to fertilize 1 gram of Osmocote (20-20-20) for a year, with an interval of 3 months.

Another significant finding was that the remarkable effect of additional feeding *Phalaenopsis* was to fertilize Nargen (1,000 times dilution) and Strong (2,000 times dilution) a time per 15 days from May to September whose seasons are the most active growth periods.

It was identified that the accurate coated solid fertilizer mixed with a composition ratio of N10:P30:K20 for *Phalaenopsis* cultivation is coated with Nitro-cellulose (non-water soluble), and is coated with mixed fertilizer (N6.5:P6.0:K19), and then finally is coated with Aliphatic polyester (water soluble).

The experiment revealed that cutting the root having been grown outside pot was a critical cause to interrupt the growth of *Phalaenopsis*.

The best cultivation method for the damage of *Phalaenopsis* root to be minimized was to transfer the 2nd pot cultivation to the bigger pot only without adding any other more medium.

As a dwarfing agent treatment, Paclobutrazole of $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ and Uniconazole of $5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ was identified to be best for *Phalaenopsis* being of a high quality. In relation to this, it was identified that colored-lines such as pink and red was more effective than white-line.

The facility to reduce heating cost in winter was to install a horizontal curtain using vinyl clothing and non-woven fabric, and to make a tunnel on the cultivation bed, and then finally to spread a heating plate on the bed. It was found that the facility could save the cost as much as 10 times than air heating system.

The initiation of flower stalk 45 days after high-land cold treatment was a little higher in Ausungsang of Mt. Halla than in Youngsil. The number of flower stalks were not significantly different in all treatments, but the treatment done on July 8 showed 2 more flower stalks than those done in

other periods.

The length and width of flower stalk after high-land cold treatment was longer and wider in Ausungsang than Youngsil, but the treatment on July 1 showed a shorter length in Ausungsang, with not much difference.

Ausungsang is lower than Youngsil in sea level, whereas Ausungsang was characterized as lower 2°C in temperature, but with a higher humidity throughout day and night than Youngsil. However, Ausungsang was faster than Youngsil in terms of both flowing and full bloom period.

When a high-land cold treatment was applied, the effectiveness of growth regulators treatment was identified that the higher the concentration of GA and BA, the more the number of flower stalks. In addition, the number of flower stalks were more in the combination treatment of BA50mg·L⁻¹ with GA100mg·L⁻¹. The number of flower stalks in the high-land cold treatment was most in GA, and followed by BA, and the combination of BA with GA, but no significant difference was found in the number between the combination of GA with BA and control treatment.

The length of flower stalk in the high-land cold treatment was longest in GA150mg·L⁻¹ treatment. In Ausungsang, the trend was that the length of flower stalks was long in all treatments, but their widths were not significantly different except a little thicker in GA treatment.

When growth regulator treatment was applied, the number of flowers per pot showed a trend that in Ausungsang, the higher the concentration of GA treatment, the more the number of flowers.

It was found that BA and combined treatment showed less number of flowers. In particular, it was found that the higher the BA concentration the less the number of flowers throughout all treatments.

Section 3. Study for container growing method using wick-culture of subirrigation system

1. A basal study for wick culture of subirrigation system on the C-channel using *Capsicum annuum* var. *abbreviatum*

The best growth was showed on 20cm wick length with mat and C-channel culture in all treatments, Tosilee including fertilizer resulted in best growth.

However, the growth increment changed as according to wick length within the mixing ratio of perlite and coir. Comparison of growth increment as according to irrigation methods, shoot dry weight was heavier with mat than that of C-channel, but there was not different shoot height and fruit growth between mat and C-channel. However, lateral shoot number was about 1 more with C-channel than mat culture at the Tosilee including fertilizer. Tosilee including fertilizer resulted in more growth within all wick length than Tosilee not including fertilizer, specially shoot dry weight was 4 time heavier with 20cm wick length. 20cm wick length showed best growth. Shoot height and lateral number were certainly influenced by soil treatment, however there was not different within wick length. Styrofoam box and bulb box affected plant growth differently. within styrofoam and bulb box, there was not different in fresh weight. Shoot dry weight was 2-3 times heavier with styrofoam than bulb box, but root dry weight was reverse. Although the plant height was the highest with styrofoam box inserted 8 wicks, lateral shoot number was the most small.

2. Adaption of wick culture of subirrigation system on the C-channel to production of cut rose in container

This study were conducted to investigate the effects of 3 type containers and wick number through subirrigation system on the growth in miniature rose. The soil water content was highest in the plastic box at C-channel subirrigation system. The more wick number, the higher water content and the lower soil had the highest water content. The pH increased as wick number increasing, and the plastic box showed the highest pH. The EC increased from lower to upper soil, and the EC decreased as the wick number increasing. In the irrigation methods, C-channel subirrigation showed higher EC than that of mat subirrigation. The soil K contents was highest at the upper in styrofoam and bulb box, but P was not showing constant content as according to the medium depth. As the wick number increasing, K and P contents increased. Ca contents was higher in the styrofoam and bulb box at C-channel subirrigation system, and there was not significant different in medium depth and wick number. Mg contents was highest in the upper

medium, but the wick number did not affected. The plant height, leaf width, dry weight, fresh weight, and chlorophyll contents were affected significantly by container types, but the wick number and irrigation methods did not affected. Container type, irrigation methods, and wick number did not affect the flower number, but flower diameter was affected.

3. Establish technique of wick culture of subirrigation system on the C-channel to grow cut rose in container culture

The basal shoot length and yields number were the longest and highest with styrofoam box on C-channel supplied 1/2 strength nutrient. Next was with styrofoam box on C-channel supplied 1 strength nutrient. The basal shoot length and yields number were affected by growing system and nutrient strength. Root growth was better with C-channel than that of mat culture and with styrofoam box showed better growth than mat, but there was not significant. Chlorophyll showed highest activities with styrofoam box on C-channel supplied 1/2 strength nutrient. Mineral contents of basal shoot was most influenced by yield season. N, P, and K were influenced by nutrient strength, and Ca and Mg were medium. The mineral contents of petal was very similar trend to basal shoot contents, the basal shoot mineral affected petal mineral contents. Flower longevity and diameter were longest with styrofoam box on rock-wool supplied 1/2 strength nutrient. The soil water content was highest with styrofoam box on C-channel supplied 1/2 strength nutrient, pH was around 5.0 with styrofoam and 6.0 with rock-wool. Soil EC was higher with C-channel than mat, and styrofoam was higher than that of rock-wool. The yearly yields number of basal shoot per one plant was the highest as 418 with styrofoam box on C-channel supplied 1/2 strength nutrient, and next was with styrofoam box on C-channel supplied 1 strength nutrient. The lowest number was with rock-wool on mat supplied 1/4 strength nutrient.

CONTENTS

Chapter I. Introduction	31
1. Objectives and necessities of research	31
2. Ranges of research	35
Chapter II. Aspects of the research and technical developments in home and abroad	38
Chapter III. Contents and results of research	42
Section 1. Major pot-plants production using C-channel wick sub-irrigation system.....	42
1. Development of growing system using C-channel wick sub-irrigation system.....	42
2. Technical development of fertilization management and growth control.....	69
3. Technical development of flowering and growth contro.....	188
4. Analysis by economical efficiency on the C-channel wick sub-irrigations system	112
Section 2. Production of high-quality commodity on the <i>Phalaenopsis</i> by using sub-irrigation system	125
1. Growth response, physical characteristics and water absorption rate according to medium composition for <i>Phalaenopsis</i> cultivation under sub-irrigation system...	125
2. Studies for production of high quality commodity with varied fertilizer feeding and dwarf agent on the <i>Phalaenopsis</i> spp.....	153
3. Studies for artificial flower bud induction and reducing the heating coat on <i>Phalaenopsis</i> cultivation during winter season	178

Section 3. Study for container growing method using wick-culture of sub-irrigation system.....	196
1. A basal study for wick culture of subirrigation system on the C-channel using <i>Capsicum annuum</i> var. <i>abbreviatum</i>	196
2. Adaption of wick culture of sub-irrigation system on the C-channel to production of cut rose in container	219
3. Establish technique of wick culture of sub-irrigation system on the C-channel to grow cut rose in container culture.....	236
 ChapterIV. Objective attainability and contribution to related fields.....	260
1. Viewpoint of research objective and assessment.....	260
2. Attainability of research development	261
 Chapter V. Practical applications of research results	264
 Chapter VI. Scientific and technical information obtained from foreign countries during the periods of project.....	266
 Chapter VII. Literatures cited.....	268

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요.....	31
1. 연구개발의 목적 및 필요성	31
2. 연구개발의 범위	35
제 2 장 국내외 기술개발 현황	38
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	42
제 1절 C-형강 심지재배법을 이용한 주요 화훼류 분화 생산	42
1. C-형강 심지재배법을 이용한 육묘시스템 개발	42
2. C-형강 심지재배법을 이용한 시비관리 및 생육조절 기술 개발	69
3. C-형강 심지재배법을 이용한 생육조절 기술 개발	88
4. C-형강 심지재배 시스템 경제성 분석	112
제 2절 저면 관수법을 이용한 호접란 고품질 생산	125
1. 호접란 고급상품생산을 위한 C-형강 심지재배 적용	125
2. 고품질 호접란 생산을 위한 고품비료 개발 및 왜화제 처리 효과	153
3. 고랭지를 이용한 호접란 인위 개화 유도과 동계절 가온비 절감을 위한 연구 ...	178
제 3절 C-형강 심지재배를 이용한 용기재배법 개발	196
1. 관상고추를 재료로 한 용기 형태별 C-형강 심지재배 기초연구	196
2. 절화장미 생산을 위한 C-형강 심지재배를 용기재배에 적용	219
3. C-형강 심지재배를 이용한 용기재배의 작부체계확립	236

제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	260
	1. 연구 목표 및 연구평가의 착안점	260
	2. 연구개발 목표의 달성도	261
제 5 장	연구개발결과의 활용계획	264
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	266
제 7 장	참고문헌	268

제 1 장 연구개발과제의 개요

1. 연구개발의 목적

가. C-형강 심지재배법을 이용한 주요 화훼류 분화 생산

시설화훼는 높은 생산성과 고품질 제어를 목표로 노동력과 자본집약적인 형태로 발달하고 있다. 시설 내 환경이 목적대로 조성되지 시작하면 시설화훼류의 생산성은 새하다 증가되고 있으며 품질도 향상되고 있다. 또한 최첨단 시설원예는 온도, 수분, 광, 근부 환경 등과 같은 미세기상의 제어를 통하여 정밀한 생산관리 및 품질의 조절이 가능하다.

우리나라 시설 화훼는 1990년대에 비약적으로 발달 하였으며 면적상으로도 1998년 3,244ha에서 2002년 3,440ha로 증가하였다. 분화류의 경우 2001년 재배 면적은 973ha에서 2002년 1,006ha로 약 3.4%가 증가하였고 생산량은 3억천만 분에서 4억 5천만 분으로 생산량은 약 45.8%로 증가하였다. 또한 생산액의 규모는 2001년에 2천3백억이었던 것이 2002년에는 2천9백억으로 25.8%가 증가하였다.

국내 시설화훼가 선진국에 뒤지는 원인으로 1)시설 내 환경제어 기술부족으로 인한 재배환경의 불량, 2)재배작물에 적합한 양·수분 관리 불량과 영양 및 생육진단프로그램의 부족, 3)시설재배방식에 적합하고 내병성 및 내환경성을 갖춘 품종 개발의 미흡, 4)연작에 따른 토양 내 염류 집적, 토양의 이·화학성의 악화와 토양전염성 병균의 증가로 인한 연작장애 발생 등을 들 수 있다. 이에 대해 저비용 고효율의 다양한 온실 개발을 통한 시설의 현대화 추진, 고도의 환경제어를 통한 환경보존형 시설 농업의 육성, 바이오 농업의 도입과 환경친화적 배지와 시스템의 이용, 시설 작업의 기계화와 자동화 또는 최소한 반자동화 등의 시설원예 정책 등이 있다.

앞으로 우리나라의 시설화훼를 개선하기 위한 방법으로 정밀환경조절을 위한 저렴한 생산시설의 개발, 시설을 이용한 생산시스템 정립으로 우수한 품질 생산. 자동 시설로 인한 고비용과 높은 위험부담 해소, 환경농업측면에서의 환경친화적 첨단 재배기술 도입의 시급, 환경친화적 관비재배법 확립과 보급 등을 들 수 있다.

그러나 시설화훼에서 양액재배의 보급은 20년이 지났음에도 불구하고 그 보급률은 7~8%로 상당히 저조하며 대상 작물과 토양조건에 맞는 관수 및 시비 등의 재배기술의 부족, 양액재배를 위한 과도한 시설투자로 고비용 저효율로 인한 소득의 감소, 비순환식 재배시스템으로 인한 지하 환경의 파괴, 순환식으로 전환하여도 폐액으로 방출되는 비료량의 1/7~1/8은 지하로 폐기가 되는 등의 문제가 있으며 이들은 앞으로 환경친화적인 재배법을 위하여 개선되어야 할 것들이라 할 수 있다.

현재 양액재배 면적증가에 따른 폐액 방출량은 1995년 10월을 기준으로 연간 약 4,785톤이 지하환경으로 여과 없이 방출되고 있으며 양액재배시설을 모두 순환식으로

전환하여도 연간 598톤이 지하수로 흘러들어가게 된다.

C-형강은 일본 아이치현을 중심으로 시클라멘, 포인세티아, 리거스 베고니아, 나리 등 고품질 분화와 육묘 생산을 위한 저가의 효과적 시스템으로 이용되고 있다. 손으로 급수하는 방식에서 대량의 화분에 일시급수가 가능한 장점을 가지고 있으며 양액 재배나 상부급수에 비하여 물의 낭비와 비료의 유실이 극히 적다. 또한 줄기나 잎, 특히 꽃이 물에 젖으면 병 발생이 쉬운 분화에 최적이다. C-형강을 이용한 매트재배는 최근의 소형분화생산에 있어 가장 적절한 재배방식이며 기존의 벤치시설을 개조하여 적용할 수 있어 시설비가 적게 드는 경제적 구조를 가지고 있다. 또한 물소비가 극히 적고 폐액의 배출을 현격하게 줄일 수 있는 환경친화적 시스템이다. 국내에 C-형강을 이용한 시스템이 소개된 바 있으나, 1999년에야 국산 부자재가 생산되기 시작하였다.

이와 같은 장점을 가지고 있는 C-형강 재배 시스템을 적용하기 위하여 우선적으로 급수재료의 규격에 따른 급수량의 파악, 매질 조성에 따른 급수량의 구명, 간단 급수 시 흡습제 첨가에 따른 급수정도, 매질의 함수비에 따른 급수량, C-형강 내 수위에 따른 급수량, 비료의 종류와 매질의 조성에 따른 급수량 등의 연구가 필요하다. 또한 수출용 화훼작목 생산의 급신장과 더불어 고품질을 가진 화훼류 생산을 위한 분관리와 시비의 표준화가 가능하고 상부급수 및 일반재배에 비해 물소비와 시비량을 줄일 수 있으며 균일한 급수로 인하여 생력화가 가능하고 인건비를 줄일 수 있는 장점이 있다. 또한 비료의 유실을 대부분 차단할 수 있다는 면에서 환경친화적으로 상당히 유용한 재배 방식이라 할 수 있다. 이와 더불어 분화를 포함한 채소류 등 각종 묘를 생산하는데 있어서도 쉽게 적용이 가능하다.

사회문화적인 측면으로는 첫 번째 효과적인 수분공급과 시비로 고품질을 갖춘 분화 생산이 가능하고 적은 양의 효과적 수분 및 비배관리로 유실 시비량의 감소 및 비배관리가 가능하며 반자동방식으로 육체적 노력을 대폭 절감할 수 있는 방식으로 소득 향상은 물론 농업생산 과정에 있어서도 작업하기 쉬운 환경조성이 가능하다. 또한 정확한 작부체계 설정으로 비교적 단순한 작업에 도시민들의 노동력을 이용할 수 있으며 도시민의 농업생산에 대한 참여 기회를 확대할 수 있을 것이라 예상된다.

국내에서 개발된 저렴한 자재로 비교적 낮은 가격으로 시공이 가능하게 될 것이고, 친환경 연중안정생산, 저비용 고효율을 통한 생산성의 증대, 생력형 자동공정생산시스템 계획 및 실현, 수출용 분화류 품질향상에 획기적인 기여로 수출경쟁력의 향상, 농가의 소득 증대 등의 경제적 이점을 도모할 수 있을 것이다.

나. 저면관수법을 이용한 호접란 고품질 생산

국내에서의 호접란 수요는 2002년도를 기준으로 볼 때 국내 거래단가가 전년도 대비 30~50%상승한 것으로 나타났다. 이는 국내의 재배단지 중에서 대미수출을 시도 혹은 진행하고 있는 생산자 조합이 경기화훼를 비롯하여 울산의 농소조합, 진주의 생

산자 연합회 그리고 제주도 호접란 대미 수출단지의 활동이 활발하여 국내에 출하되는 물량이 부족하기 때문인 것으로 분석된다. 또한 이웃 중국에서도 우리 생산품의 수입에 큰 관심을 가지고 있는 것으로 나타나 아직까지 미흡한 호접란 재배기술의 향상은 필연적으로 요망된다 하겠다.

따라서 고온요구성 호접란의 국내재배 현실로 볼 때 고품질의 상품을 생산하기 위한 체계적인 재배기술 향상을 도모하여 생산비 절감을 위한 가온방법 개발이 절실히 요구되며 아울러 출하시기의 편중을 막기 위해 단경기 출하작형을 위한 인위 혹은 자연 지형지물을 이용한 화아분화 유도에 대한 저온처리기술 또한 계절별로 수행되어야 할 것이다.

다. C-형강 심지재배를 이용한 용기재배법 개발

화훼류의 저면급수 시스템의 필요성을 몇 가지 요약하면 다음과 같다. 우선 세계적인 물자원의 고갈 위기 심화로 현재 한국은 21세기에 1인당 1년에 1천톤 이하의 물기근 국가로 전락할 수 있다는 유엔국제인구행동연구소의 경고, 둘째로 농업용수가 점차 산업용수위주의 정책적 전환으로 원예산업의 물 부족 우려, 셋째 농업인구의 감소 및 노령화로 생산농가의 감소 현상, 넷째로 우리나라 화훼재배시설 해마다 급증(3,291ha, 1999), 다섯째 양액재배시 폐액의 환경오염문제의 발생등이다. 더욱이 시설화훼작물의 재배는 대부분이 양액재배에 방식을 통한 생산을 하고 있다. 이러한 양액재배는 최근에 토양환경오염에 대한 원인으로 지목되고 있어 친환경적인 양액재배 시스템이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 이는(2000) 표 1에서와 같이 시설원예작물의 양액재배시 사용되는 수분소비량과 양액배출량을 발표하여 양액사용시 환경오염의 심각함을 간접적으로 발표하여 시설원예작물의 새로운 양액재배 방식의 도입을 제시하고 있다.

표 1. 순환식과 비순환식 양액재배 시스템에서 수분소비량, 양분배출량 및 사용비료 가격비교(이용범, 2000, 부산원예시험장 낙동채소연구회)

구분	비료값 (Dfi·m ⁻²)	수분소비량(ℓ·m ⁻¹ ·년 ⁻¹)		양분배출량 kg·ha ⁻¹ ·년 ⁻¹	
		총량	폐액량		
오이	비순환식	1.90(100)	950(100)	250(100)	8000(100)
	순환식	1.25 (65)	750 (79)	50 (20)	160 (20)
상추	비순환식	1.00(100)	560(100)	160(100)	2600(100)
	순환식	0.50 (50)	400 (71)	0 (0)	0 (0)
국화	비순환식	0.75(100)	915(100)	215(100)	3500(100)
	순환식	0.60 (80)	775 (85)	75 (35)	1250 (35)

*() : 백분율

위의 표를 근거로 우리나라 국화양액재배 시 폐액 예상량을 산정하면 비순환식의 경우 98' 국화 시설면적 486.4 ha에 1,695,400 kg/ha/년, 순환식의 경우 605,750 kg/ha/년에 해당하는 양액의 배출이 예상된다. 더욱이 세계적으로는 1993년 네덜란드가 MPS (Milieu Project Sierteelt) 시행하여 여기에 덴마크, 벨지움, 이스라엘, 케냐, 짐바브웨, 잠비아 동참하고 있어 앞으로 친환경적인 농법을 도입하여 생산하지 않은 작물은 MPS에 가입한 나라에 수출을 못하게 되는 실정이다(표 2).

표 2. 네덜란드 화훼작물별 재배농가의 에너지, 농약 및 비료 투입 권장량

작 물	농약 kg/ai**/ha/년	질소 kgN/ha/년	인산 kgP/ha/년	에너지 Gj/ha/년	가스 m ³ /m ² /년	전력 kwh/m ² /년
꽃도라지	30 - 90	400-900	50-225	15000-25000	40-50	10 - 75
거베라	20 - 35	1000-2000	100-500	18000-26000	50-70	1 - 15
백합(토양)	25 - 75	400-800	20-60	13200-26500	35-55	10 - 80
심비디움	10 - 20	150-300	40-150	18000-26500	50-65	5 - 40
장미	20 - 125	800-2000	200-500	23775-38900	42-80	100 -200
절엽류	20 - 50	800-1500	100-200	12750-20250	35-55	5 - 10
기타분화류	10 - 39	500-1200	100-300	14100-23150	38-60	8 - 25

** Active ingredient

(자료 : FloraCulture, Mar. 2000)

이러한 여건 하에서 새로운 양액재배 시스템의 개발이 시급함을 볼 수 있다. 최근에 대두되고 연구되어지고 있는 저면관비시스템이 상기의 어려움을 극복 할 수 있는 대안으로 떠오르고 있다. 저면관비 재배방식은 현재 서구 유럽이나 일본에서 많이 사용하고 있지만 국내 실정에 맞는 방법에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 저면관비시스템은 약 20여종의 방법으로 사용되고 있지만 그중에 C-현강을 이용한 심지재배법이 새로이 개발 연구 되어지고 있다. 이러한 C-형강 재배법의 사용시 기대되는 효과는 다음과 같이 볼 수 있다.

- 상부급수 및 일반재배에 비해 물소비와 시비량의 급감
- 균일하게 이루어져 생력화 가능, 인건비 절감
- 비료의 유실을 거의 막을 수 있다는 것이 큰 장점.
- 품질 우수한 관련자재류의 완전국산화(1999년 말).
- 매트재배는 기존 벤치를 부분 개조하여 사용가능
- 국내화훼생산의 고품질화 및 수출화훼 생산에 큰 기여

하지만 이러한 C-형강의 사용에도 보완해야 할 부분들이 있는데 그 첫 번째로 기존의 벤치를 보완하면 저렴하게 설치가능하나, 시설 내 C-형강을 처음 설치하는 경우 시설비 부담이 크며, 둘째로 분화를 위주로 한 시설이므로 작물변경 시에 어려움이 있으므로 중장기 생산계획 하에 시스템 도입해야하며, 셋째로 심지나 매트를 이용한 재배이므로 때로 과습의 염려가 있으므로 충분한 예비실험 거친 후 매질 선택해야하고, 넷째로 간단급수방법 등 C-형강 관련재배에 대한 이해를 충분히 한 후 도입에 대한 연구가 필요하다.

이러한 여건 하에서 본 과제가 추구하는 연구 목적은 양액폐출의 절감으로 친환경적인 원예작물의 생산 할 수 있는 저면관비 시스템을 도입하여 그 가능성을 검토하여, 이러한 저면관비 시스템 하에서의 주요 화훼작물의 생육과 수량을 증진시키는 재배방법과 기존의 양액재배시스템의 대체방안으로 C-형강 심지재배의 이용가능성이 높은 작물의 재배방법의 기술개발을 구명하는데 있다.

2. 연구개발의 범위

가. C-형강 심지재배법을 이용한 육묘시스템 개발

C-형강심지재배법을 이용한 효율적인 재배방법을 연구하고자 하였다. C-형강 내의 수위 및 매질의 배합 및 종류에 따른 수분 흡수 특성을 파악하고 이러한 수분 흡수 특성을 통하여 국화와 포인세티아의 재배를 위해 C-형강 시스템에 적용을 하여 매트 재배 시 또는 화분에 심지를 꽂아 재배하는 심지재배를 통하여 분화용 작물에 적당한 재배 환경 및 재배방법을 선별하고자 하는데 있다. 또한 이와 더불어 매트재배를 통한 번식체계개발, 심지재배를 통한 육묘, 심지 규격에 따른 급수정도와 적정 배지선발, 급수 시스템(매트,엠펙플로우)에 따른 시비관리 특징을 비교 분석하고자 하였다.

C-형강심지재배법을 이용한 시비관리 및 생육조절 기술개발을 목적으로 수용성 분말 비료와 완효성 비료를 C-형강 심지재배 시스템을 통하여 공급하였을 시의 식물 성장에 미치는 영향 및 페튜니아 재배를 위한 농도 구명을 위한 연구를 수행하였다. 이와 더불어 페튜니아 재배에 필요한 적정 농도와 비료의 종류를 선별하는데 목적이 있다. 또한 생장조절제 처리기술에 따른 초장 및 생육조절에 필요한 생장조절제의 적

정 농도를 구명하고자 하였으며, 성장조절제를 양액과 함께 저면으로 공급하여 저면 공급 방식의 효율성 여부를 확인하였다.

이와 같은 시비 및 성장조절제 처리를 통한 연구결과를 토대로 C-형강 심지재배 시스템과 관련한 수익성 및 경제적 타당성의 분석을 통하여 고품질 분화의 체계적인 생산 시스템에 대한 보급 가능성을 연구하였다.

이에 따라 C-형강 심지재배법을 이용한 육묘생산시스템의 개발, C-형강 심지재배법을 이용한 시비관리 및 생육조절 기술개발, C-형강 심지재배법을 이용한 개화 및 성장조절 기술개발 등을 목표로 본 연구를 수행하였다.

나. 저면 관수법을 이용한 호접란 고품질 생산

*Phalaenopsis*는 꽃이 화려하고 개화기간이 길기 때문에 소비자들에게 인기가 높으며 꽃의 생산 소비량도 증가하고 있다. 중국, 미국, 일본, 캐나다, 유럽 등 345백만 주 84억\$의 수출시장이 있는 만큼 부가가치가 높은 작목으로 유망 시 되고 있다. 따라서 호접란 재배의 경제성과 효율성을 높이기 위하여 현재 우리나라에서 그 장점이 인식되어 화훼식물 재배에 한창 보급되고 있는 저면관수시스템을 대상으로 일차적으로는 상위관수와 저면관수와 차이점을 규정지으며, 재배의 성패를 좌우 할 수 있는 재배 매질의 선택에 있어 지금껏 관용적으로 사용되어 왔던 고가의 수태와 대체될 수 있는 배지를 개발하여 매질 구입에 소요되는 지출을 감소함으로써 생산비 절감의 효과를 획득하며, 이상의 연구에서 얻어지는 결과들을 종합한 재배를 통하여 얻어질 수 있는 경영적 이득과 아울러 생력화한 재배체계 하에서 얻어질 수 있는 상품의 고품질화를 도모하고자 하였다. 또한 재배기간이 18~24개월이 소요되는 호접란을 대상으로 저면관수방법의 개발을 위한 매질의 선택, 효율적 저면관수방법개발, 재배단계별 최적 고형비료개발을 목적으로 하였으며 부가적으로는 상품성 저하의 원인이 되는 줄기생장 억제 방법을 모색하였다. 이와 더불어 팔레놉시스의 개화에 대해서 온도, 습도, 호르몬의 영향에 관한 결과를 중심으로 고찰해 보고 동시에 새로운 개화조절의 가능성에 대해서 알아보하고자 연구를 수행하였다.

다. C-형강 심지재배법을 이용한 용기재배법 개발

현재 사용되고 있는 심지재배법은 두 가지로 화분에 직접 심지를 꽂아 C형강(관수조)에 올려놓는 방법과 C-형강위에 매트 깔고 심지를 통하여 매트 전면에 물을 균일하게 공급하고 매트와 화분사이에 구멍이 있는 검은색 비닐을 깔아 화분이 놓여 있는 부분(화분의 접촉면)만 물이 나오도록 하는 방법이 있다. 이러한 심지재배방법의 대상작물은 연구에 따라 다양하게 선택되어 질 수 있으나 아직 연구가 미비한 실정이다. 심지재배방식은 활용하고자 하는 목적에 따라 아주 다양하게 사용되어 질 수 있는 재배의 유연성을 지닌 방식이다. 심지재배 시 화분이 아닌 다른 재배용기를 사

용하였을 때의 생육에 미치는 영향에 관한 연구는 없다. 딸기의 수송과 판매를 위하여 사용되고 있는 스티로폼 박스 및 구근의 수입 시 같이 들어오는 박스는 재사용됨이 없이 폐자재로 분리 폐기되는 새로운 환경문제가 된다. 따라서 폐자재를 절화용 화훼류 생산의 재배용기로 사용이 가능하고 이러한 재배용기가 심지재배방식에 효율적인가를 구명하기 위한 연구를 수행하였다. 이와 더불어 심지 이용형 두 가지 저면 급수시스템에서 기존의 폐 용기의 사용이 미니장미의 생육에 미치는 영향을 구명하고자 하였으며, 분화재배시스템의 방법으로 절화의 생산을 유도하기 위한 분화재배시스템에서의 락울의 효과와 기존의 분화시스템의 방식을 이용한 관비재배의 새로운 형태 연구를 위해 락울의 저면 관비재배시스템 하에서의 생산과 기존의 분화시스템에 사용되고 있는 분화용 상토를 이용한 락울의 대체방안과 분화용 상토를 이용한 절화장미 생산 시 가장 적절한 재배 용기를 구명하고자 하였다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

1. C-형강 심지재배법을 이용한 주요 화훼류 분화 생산

시설재배의 궁극적인 목적은 작물의 생산을 자연조건에 의존하는 수동적 단계에서 인공생산이라는 능동적 단계로 전환함으로써 원하는 시기에 원하는 상태의 작물을 수확하는데 있다(Nam, 1999). 이러한 시설재배와 더불어 21세기의 원예기술 산업의 발전방향은 환경친화적인 원예산업, 경영적인 원예산업, 그리고 인간공학적인 원예산업 등의 3대 방향으로 지향해야 한다(Park, 2000).

앞으로 우리나라의 경제적 지위의 향상에 따른 부가가치가 높은 식품(채소류), 과일, 꽃의 소비가 촉진될 전망으로 기능성채소, 화훼류, 허브류 등의 다품목·연중생산 기술을 위한 시설재배의 기술 확보가 필요하고(Suh, 1999), 에너지 절약, 생력화 시스템 및 생산비 절감 기술 등의 방법에 대한 개발이 절실히 요구된다.

화훼류의 경우 2002년도 총생산면적은 절화가 2,508, 분화가 1,073ha, 총생산액은 절화가 3,730, 분화가 2,970억원으로 절화가 생산면적과 생산액에서 분화보다 앞서 있으나, 단위면적당 생산액의 비율(억원/ha)은 분화가 2.76, 절화가 1.48로 분화가 배 이상 높은 생산비율을 가지고 있어, 분화류가 절화류보다 부가가치가 높은 재배작목이라고 할 수 있다(농림부, 2003).

또한, 우리나라 화훼는 국내 이용이 꾸준히 증가하고 수출 작목으로 주목 받으면서 고품질 화훼생산과 생산비절감을 통한 경쟁력 향상의 필요성이 요구되고 있다. 이러한 분화의 대규모·생력화 생산을 목적으로 한 합리적인 재배 시스템을 구성하기 위해서는 시설의 자동화와 생육·품질관리법의 표준화가 필요하다.

특히 분화재배에서는 관수의 자동화와 이러한 자동화 시스템에 있어서의 품질관리의 표준화가 요구된다(Norihito, 1990). 일본에서는 C-형강의 시설면적이 꾸준히 증가하고 있으며, 작목별로는 시클라멘이 주를 이루고 있다. 기타 작목로는 베고니아, 카네이션, 수국 등이며, 특히 시클라멘을 출하한 후인 1~2월 경에 수국, 꽃도라지 등을 재배하여 시클라멘-꽃도라지, 시클라멘-수국의 연작 형태를 통해 합리적 경영 및 이윤의 극대화를 도모하고 있다(Satoyuki, 1990).

분화생산에 투입되는 노동시간은 여름에 파종하는 팬지의 70,000분을 기준으로 총 1,064시간이 소요되며, 그중 관수에 드는 노동시간은 약 135시간으로 12.7%에 달한다(Seikatsu, 1998).

현재 분화식물은 품질의 증대, 대량생산, 묘의 균일화 등을 위하여 저면관수 방식을 도입하고 있다. 저면관수 방식은 양액이나 수분을 밑에서부터 근권으로 공급하는 방법으로 분화식물 재배에 유용한 방법이다. 이러한 저면 관수 방법에는 모세관 현상을 이용하여 화분을 다공성 매트 위에 올려놓아 매트로부터 화분으로 수분과 양액을 공급하는 capillary mat, 홈통 모양의 채널로 이루어져 화분을 홈통 안에 치상하여 수분을 공급하는 trough, 일정 시간 동안 양액을 공급할 수 있는 Ebb and Flow 및 bench 등이 있다(David, 1996).

C-형강은 C-자 모양의 홈통과 심지를 이용한 저면관수 방식으로 식물의 성장을 위한 수분 및 양분 등을 효율적으로 또한 경제적으로 관리할 수 있으며, 관수에 드는 인건비를 최소화함으로써 생력화를 도모할 수 있는 장점이 있다.

일본에서는 이미 대규모 생산, 생력화 생산에서 실용성과 안정성이 인정됨과 동시에 생산된 작물의 품질이 시장에서도 인정되면서 급속하게 보급되어 시클라멘, 베고니아 수국 등을 중심으로 재배면적이 확대되고 있다(Kwon 등, 1999).

그러나 C-형강에 알맞은 분화용 식물이나, 식물에 영향을 미치는 수분과 상토의 관계, 심지를 통한 상토의 수분흡수 특성 등 C-형강에 대한 자료가 미비한 실정이다.

2. 저면 관수법을 이용한 호접란 고품질 생산

호접란 재배에 있어서 국내외적으로 양액재배법 연구에 대하여는 우리나라와 화란, 일본, 대만 등지에서 연구 보고된 결과와 현재 수행중인 과제가 많다. 특히 우리나라에서는 충북대학교 첨단원예과학기술센터와 서울시립대학교 수경재배 연구소에서는 수년에 걸쳐 양액재배법의 체계화를 위한 연구를 3년 이상에 걸쳐 연구해 오고 있다. 그러나 호접란 재배는 18개월 이상 장기간 재배하여야 상품화할 수 있는 작목임으로 양액의 장기간 투여에 의하여 화분매질의 염류 집적이 문제시되고 수태를 매질로 사용했을 경우 일단 건조하게 되면 수분흡수효율이 저하하여 생육에 불균형을 초래한다. 그러나 반대로 계속적인 수분공급을 하게 되면 과습하여 이로 인한 생육 장애 현상이 발생한다. 따라서 본 연구에서는 이러한 결점들을 보완하기 위하여 저면관수법에 따른 여러 가지의 화분매질에 대한 재배결과와 그들이 가지는 매질의 물리적 특성을 조사하여 호접란 재배에 가장 적합한 매질을 개발하였으며 그에 따른 올바른 시비법 또한 양액재배 시스템이 아닌 추비형태로 연구결과를 도출하였다. 또한 제주도의 지역적 그리고 지형적 특이성 즉 고랭지를 이용한 자연저온 처리법을 개발하여 단경기 출하를 위한 축성재배법 또한 체계화하였는바 이러한 연구는 앞으로 생산비 절감과 자연환경을 이용한 적기적작 원칙에 부합되며 응용되어야 할 선례가 될 것이다.

3. C-형강 심지재배를 이용한 용기재배법 개발

저면관수방법이 식물에게 어떠한 영향을 미치는가에 대한 실험이 현재까지 다각도로 이루어지고 있다. 저면관수시의 적정 양액농도 규명 및 양액농도에 따른 생육양상(Choi 등, 2000; Kang 과 Iersel, 2002; James 와 Iersel, 2001; Lim 등, 1997),과 저면관수를 이용한 용기재배(Henley 등, 1994)등이 있으며, 아직 저면관수재배에 알맞은 배지조성(Kim 등, 1999; Cho 등 2001)과 특성의 문제, 그리고 플러그 묘의 생장(Song 등, 1998; Shin과 Kim, 1997; Park, 1996) 및 저면관수법에 따른 다양한 식물재배방식 확립(Song 등, 2001) 등의 연구가 이루어지고 있다. 식물의 생육에 있어서는, 저면관수가 두상관수 보다 플러그묘 소질이 우수하였으며, 종에 따른 실용적인 방법의 차이가 있음이 알려져 있다(Song 등, 1998). 나팔백합의 분화재배시 관수방법에 있어서는 작물의 건물중이나 생체중의 생산 모두 저면관수방법에서 가장 우수하다고 하였다(Choi 등, 1995). 또한 국내에서도, Song(1998) 등은 여러 가지 화훼류를 저면관수로 재배하여 생육이 두상관수에 비해 우수하다는 결과를 얻은바 있다. 분화류 생산에 있어 홈통저면관수시스템은 두상관수에 비해 0.08시간의 소요시간을 나타낸다고 하며, 인건비의 절감액은 남녀 모두 연간 98%라고 한다(소, 2000). 이러한 홈통저면관수시스템에 대한 연구는 도입된 지 오래 지나지 않으나 최근 그 연구가 활발히 진행 중이다. 심지이용형저면급수시스템의 수분흡수 특성, 그리고 심지의 폭과 홈통의 수위에 따른 초기흡수량과 그것을 이용한 수분양의 조절을 알아보고자 했던 일련의 실험들(Kang 과 Park, 2001)이 진행 중에 있다.

네덜란드에서 암면을 이용한 장미재배기술이 1976년에 시도되어(Van den Berg, 1984), 우리나라에 1990년부터 도입되기 시작하여 현재까지 그 면적이 계속 확대되고 있는 추세이다(Chung, 1994). 장미재배는 크게 암면재배와 토경재배로 나눌 수 있다. 이 두 가지 재배방식에 따른 수량을 비교해본 결과, Chung 등(1998a)은 'Carl Red'를 비롯한 두 가지 품종에서 1기작에서는 암면과 토양재배에 있어서 생산성의 차이는 없었으나, 2기작에서는 암면재배가 월등히 높은 생산성을 보여, 재배방식별로 차이가 있음을 보고했다. 반면 Chung 등(1998b)은 발근율은 차이가 있음을 시사한 연구결과를 발표했는데, 봄철의 삽목발근율은 암면이 높았으나, 발근후의 생육은 배양토의 묘에서 생산된 묘가 우수하며, 겨울철 삽목은 신초신장이 토양삽목이 높았다고 발표했다(Chung, 1989).

저면관수방식에 있어서 장미재배는 장미의 절화품질과 수량성이 '롯데로제' 등 3품종에서 저면관수방식이 점적관수에 비해 4.5cm정도 길었으며, 기타 다른 생육도 양호하다고 하며, 실험결과 품종과 EC의 농도에 따라 양액의 조성 등을 달리할 필요가 있음을 암시했는데(Kim 등, 1999), 이는 Glas(1984)의 실험에서 장미의 생산성과 효과는 품종별 차이가 있음을 발표하였으며, 작기와 품종간의 차이에 비추어 암면재배보

다 토양재배가 품질이 떨어지지 않음을 보여주었다. 또한 토양재배는 작은 입자를 통해 빠르게 물을 표토로 이동시켜 염류가 집적되기도 한다(Choi와 Lee, 1995).

장미 생육에 있어 근권온도의 영향을 중요하게 여겨(Chung, 1995), 근권온도가 절화장미의 뿌리 성장과 생리적 활성에 미치는 영향을 조사하고자 DFT system을 이용하였는데, 20℃를 기준으로 25℃에서 갈색으로 가늘고 긴 측근들이 많았다는 보고가 있다(Kim 등, 2001). 그리고 근권부의 가온은 수량증가를 보이며 절간장과 절화중은 유의차를 보이지 않았다고 한다(Chung, 1997).

장미재배는 관행적으로 장미재배시설에 맞게 시스템이 갖추어져서 재배를 하고 있다. 그 중, 암면재배는 인공배지에 배양액을 관주하여 절화를 생산하기 때문에 토양재배에 비해 투자비와 경영비가 많이 소모된다(Chung, 1998). 또한 암면재배는 여러 가지 장점도 많으나, 우리나라와 같은 계절적 온도편차가 심한 지역은 근권부가 노출되어 있어, 온도변화가 심하여 수량 등에 미치는 단점도 동시에 지닌다(Chung 등, 1995). 그래서 토양재배를 할 때 적정 용기 문제를 생각할 수 있는데, 상자를 이용한 시도가 An(2000) 등 과, Kim(1995) 등에 의해 나리생산에 상자재배를 이용한 용기 재배실험이 있었는데, 상자재배로 연작의 피해를 해결하고, 재배기간 단축으로 연간 재배 작기를 확대시키는 목적으로 수행하였다. 이러한 과정에서 상자 재배 시 경량의 배지개발이 필요함과 배양토의 종류에 따라 무기성분의 함량 조성 및 EC의 조절 등에 관한 연구의 필요성이 대두되었다(Kim 등, 1998). 용기에 대한 용적은 소나무의 양묘용 용기개발에서 Ebb-and-flow 관수를 한 결과를 통해 초장, 근장, 생체중, 건물중과 같은 생육이 용적과 비례한다는 사실을 보여주었다(Lee 등, 1997). 또한 작게는, 토마토 등의 채소의 묘 생육도 마찬가지로 근권공간에 비례하여 증가한다고 보고된 바 있다(Lee 등, 1997; Marr와 Jirak, 1990; Ruff 등, 1997). Hwang 등(1993)은 200~20,000cc의 용기에서 오이를 재배했을 때도 가장 작은 용기를 제외하고는 생장에 큰 무리가 없었으며, 오이의 용기재배시 적당한 용기의 선발과 P, K 및 Ca 등의 적절한 양분공급이 수반되어야한다는 연구결과를 보고했다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 C-형강심지재배법을 이용한 주요 화훼류 분화생산

1. C-형강심지재배법을 이용한 육묘생산시스템 개발

가. C-형강심지재배법을 이용한 육묘생산시스템 개발

고품질 원예작물 생산을 위해서는 균형적인 양·수분 공급과 뿌리 성장을 위한 충분한 산소공급, 적절한 삼투압, 최적온도, 적절한 미생물 활동을 갖는 성장배지가 필요하다(Unver 등, 1983).

현재 원예산업의 주를 이루고 있는 고품배지경, 플러그 육묘, 분화류 재배에서는 무균·무영양 상태로 이화학적으로 균일하며 가벼워 취급이 용이한 원예용 배지를 이용하는데 이는 원예용 배지의 이용이 토경보다 작물의 성장과 수량 면에서 우수하기 때문이다(Wilson, 1983). 또한 인공배지는 병균과 잡초가 없고, 가벼우며, 반복사용이 가능하고, 성장과 수량을 높일 수 있다는 점들 때문에 많은 농가에서 펠라이트, 피트, 바크, 버미큘라이트 등을 혼용하여 사용하고 있다(Wilson, 1986).

배지는 고상, 기상, 액상으로 구성되고, 이 세 가지 요소가 적절한 균형을 이루어 식물의 뿌리를 둘러싼 이화학적 환경이 식물생육을 위한 최적조건으로 조절되어야 한다(Bunt, 1988). 배지의 물리적 특성은 수분과 공기의 상대적인 비율에 따라 식물생장에 큰 영향을 미친다. 물리적 특성은 수분함량, 액상, 기상, 가밀도, 진밀도 등을 포함하며 배지의 종류가 다양해짐에 따라 더욱 중요시 되고 있다(Verdonck 등, 1983).

배지의 화학적 특성은 식물생육에 적합한 근권 환경의 양분을 결정하는 요인이며 pH, EC, 다량원소 및 미량원소 함량 등이 포함된다(Gabriels 등, 1986). 따라서 배지는 작물을 재배하기 전에 식물이 최적으로 생육할 수 있는 물리적, 화학적, 이화학적 인 균형을 이루어야 한다.

이러한 인공상토의 장점을 바탕으로 토양의 질을 개선하기 위한 방안으로 이들 인공상토의 이용이 증가하고 있다. Wilson(1983)은 인공상토를 이용하여 1)매질 성분의 균일성, 2)질병 및 잡초종자의 제거, 3)상토무게의 경량화, 4)식물의 양호한 성장 등의 이익을 얻을 수 있다고 한다.

특히 분화용 상토로서 버미큘라이트, 펠라이트, 코코피트, 피트모스 등과 같은 인공매질 이용이 증가함에 따라 이들 인공매질에 대한 물리적, 이화학적 특성을 알아보아야 한다.

특히 심지관수 시 식물의 생장은 토양의 화학성 보다는 물리성과 밀접한 관련을 가지며, 배지의 물리성 중에서도 수분량과 공극량에 가장 많은 영향을 받는다(Nelson,

1991).

저면급수 재배에 필요한 상토는 흡수성이 높아야 하므로, 일반 두상관수 재배 방식에서 이용하는 상토보다 비교적 피트모스 함량을 높이게 된다(Tokushi, 1990). 따라서 저면 급수 시 수분의 안정적인 공급을 위해서는 상토의 40%를 피트모스로 충전해 주는 것이 좋다. 그러나 피트모스는 유효수분 함량이 매우 높은 편이나 증발 및 식물이 수분을 쉽게 흡수 할 수 있는 특성으로 인하여 수분 손실량이 매우 큰 단점을 가지고 있다(Beardsell 등, 1979).

저면관수 시 매질은 입자가 가는 것이 굵은 것보다 용토의 수분보유력을 좋게 하며(Michiels 등, 1993), 배양토로는 피트모스, 질석, 펄라이트 등 여러 재료를 혼합하여 사용할 수 있으나 특히 중요한 것은 용토의 공극율과 기상율로서(Choi 등, 1997) 이들 요인이 높아야 통기성이 좋아져 묘 생육이 우수해진다.

피트모스, 펄라이트, 바크 등의 매질에 대한 물리적, 이화학적 특성은 연구가 활발히 이루어져 있으나, 이러한 매질에 있어서 C-형강에서의 수분 흡수 특성에 대한 연구는 미미한 실정이다. 그러나, C-형강 심지 저면관수방식에서 수분공급 효율을 높이기 위하여 일반적으로 피트모스를 많이 이용한다(Tokushi, 1990). 특히 분화재배 시 토양 표면의 수분증발 이 수분 손실의 가장 큰 원인이 되며, 이러한 노출된 표면을 덮개로 막음으로서 해결할 수 있다고 한다(Yelanich와 Biernbaum, 1990).

매질 내의 장력이 증가함에 따라 생체중, 건물중이 감소하고, 평균수분함량과 영양공급효과의 감소를 야기하게 되고(kiehl 등, 1992), 체중의 감소는 잎과 줄기의 중량이 감소된 것이 가장 큰 원인이다(Nell 등, 1989).

Jung(2000)은 심지를 이용한 C-형강 저면관수 시스템에서 면의 함량이 높고, 폭이 넓은 심지를 이용할 경우 수분 흡수량이 높게 나타났고, 또한 심지에 PVC필름을 피복하여도 높은 수분 공급효율을 높일 수 있음을 밝혀낸 바 있으며, C-형강 채널의 수위가 높을수록 수분공급효율이 높다고 하였다(Jung과 Son, 2000).

이에 따라 C-형강을 심지저면 관수 시 분화 및 플러그트레이에 이용되는 매질에 필요한 적정수분공급 효과를 규명하기 위하여 플러그트레이별, 매질 조성별 실험을 실시하였으며, Ebb and Flow 및 두상관수 방식과의 수분 흡수 특성을 비교하였다. 또한 심지를 이용한 분화재배 시 심지의 폭(2.0, 1.5, 1.0, 0.5)과 C-형강 내의 수위(4.3, 3.0, 1.5cm)에 따른 분화 내 매질의 수분흡수 정도를 비교 분석하였으며, 심지의 폭과 수위가 국화 'Lompoc'과 포인세티아 'Cortez'의 생육에 미치는 영향을 알아보고자 심지 폭을 1.5, 1.0, 0.5cm, 수위를 4.3, 3.0, 1.5cm으로 구분하여 심지 관수를 하였으며, 이와 동시에 매트 관수와 Ebb and Flow, 두상관수와 비교실험을 하였다. 매트관수에서는 분화를 매트위에 올려놓았고, 화분에 폭을 달리한 심지(1.5, 1.0, 0.5)를 연결하여 폭에 따른 매트재배 내에서의 생육을 조사하였으며, Ebb and Flow

와 두상관수는 1회/1일, 1회.2일 관수의 처리구를 통하여 각 처리간의 생육특성을 조사하였다.

1) 매트급수방식을 이용한 플러그 육묘 시 인공배합토의 물리적 특성

C-형강을 이용한 매트 급수 시 플러그 트레이와 소형분화에 필요한 적정수분공급효과를 구명하고자 본 실험을 수행하였다. 실험에 사용한 매질은 버미큘라이트, 펄라이트, 코코피트 3종을 부피비로 혼합한 매질과 상용 상토인 혼합상토(MIX-2, MIX-4, Sunshine Co., USA) 2종을 포함하여 총 5종의 매질을 비교하였다(표 1).

·72공 플러그 트레이와 화분을 통하여 매질의 수분보유력과 수분흡수력 등을 측정하였으며, 매질의 수분 특성 곡선 및, 100%, 150%, 200%로 수분이 포화된 매질에서의 수분함량변화를 측정하였다.

72공 플러그 트레이의 경우 100%로 포화시킨 매질은 5종의 매질 모두 220~260% 사이의 수분함량변화를 나타내었다(그림 2). 150%의 경우 MIX-2가 347%로 가장 높은 수분흡수율을 나타내었다(그림 4). 200%로 포화시킨 매질에서 MIX-2가 12시간 만에 포장용수량(387.0%)의 107.9%까지 급속히 증가하는 것으로 나타났다(그림 6).

화분을 이용한 수분함량변화 실험은 72공 플러그 트레이의 함량변화와 유사한 경향을 나타내었다(그림 1, 3, 5). 매트 급수 방식으로 수분을 공급할 경우 매질의 종류와 용기에 관계없이 24시간까지 수분함량이 급속히 증가한 후 완만한 증가량을 보이는 것으로 나타났다.

용적밀도를 측정한 결과 버미큘라이트, 펄라이트, 코코피트의 비율을 6:2:2, 7:1:2로 혼합한 매질이 수분의 포화정도에 상관없이 높았다.

표 1. 플러그 트레이의 수분흡수특성을 위해 이용된 매질의 조성비(v/v)

Soil no.	Mixture volume ratio		
	Vermiculite	Perlite	Cocopeat
1	5	2	3
2	6	2	2
3	7	1	2
Sunshine MIX-2	70-80% of canadian sphagnum peatmoss, dolomitic limestone(for pH adjustment) perlite, gypsum, wetting agent		
Sunshine MIX-4	55-65% of canadian sphagnum peatmoss, dolomitic limestone(for pH adjustment) perlite, gypsum, wetting agent		

표 2. 매질에 따른 화분 내에서의 용적 밀도

Soil no.	Bulk Density ^z		
	100%	150%	200%
1(5:2:3) ^y	0.147	0.172	0.171
2(6:2:2)	0.219	0.235	0.234
3(7:1:2)	0.228	0.230	0.230
MIX2	0.131	0.134	0.134
MIX4	0.117	0.145	0.145

^zg/cm³.

^yvermiculite : perlite : cocopeat.

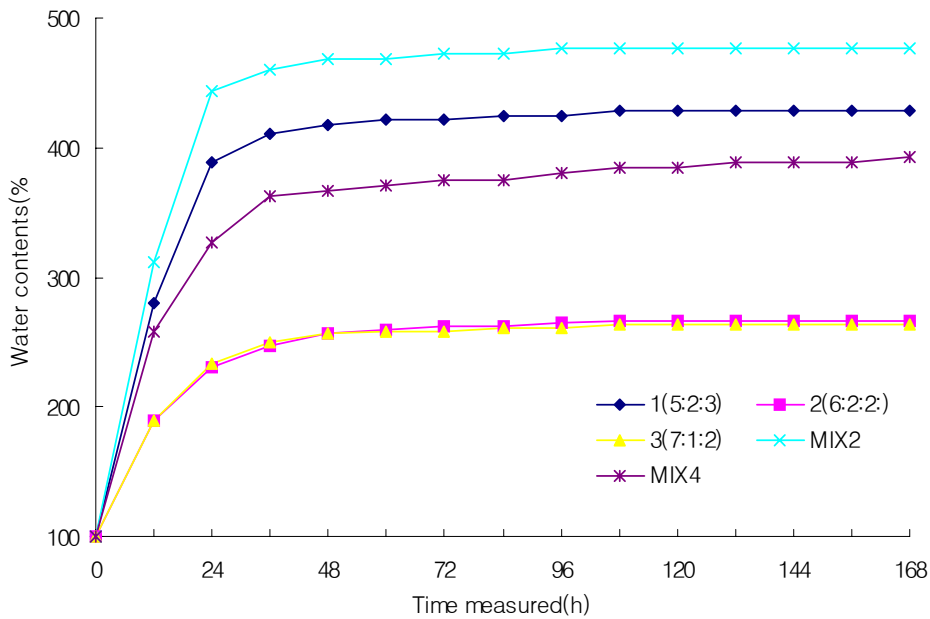


그림 1. 초기수분 함량 100%에서의 매질에 따른 화분 내 수분함량 변화

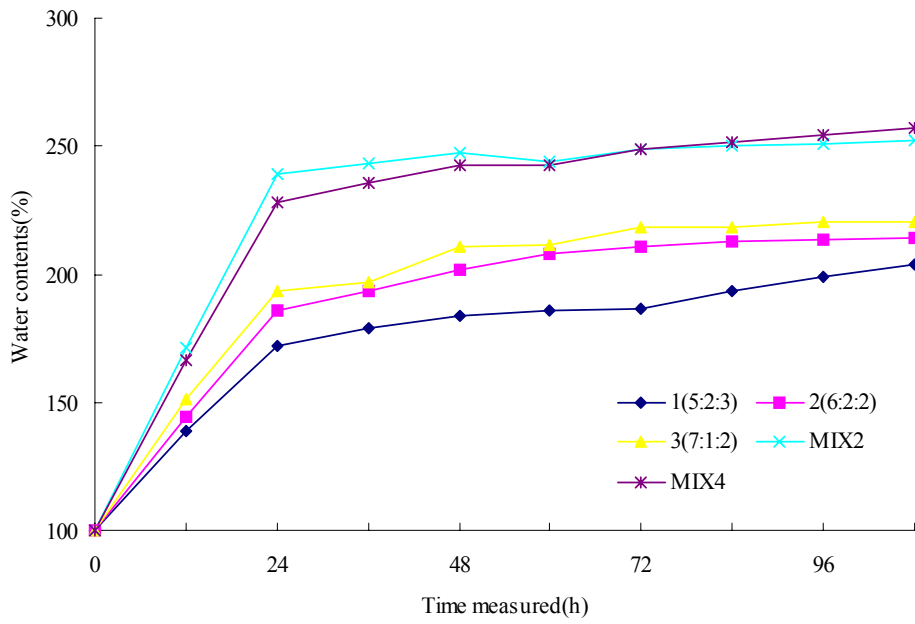


그림 2. 초기수분 함량 100%에서의 매질에 따른 72공 tray 내 수분함량 변화

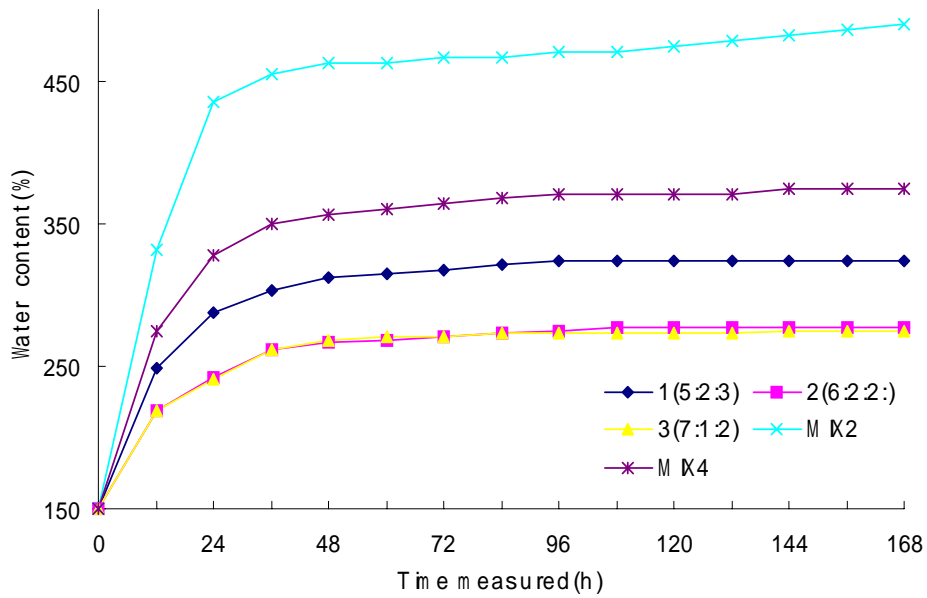


그림 3. 초기수분 함량 150%에서의 매질에 따른 화분 내 수분함량 변화

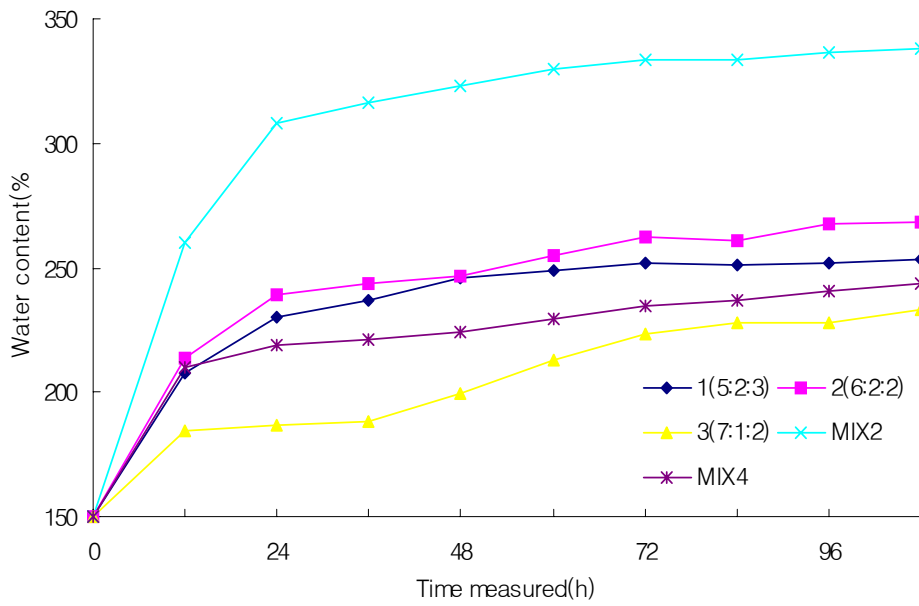


그림 4. 초기수분 함량 150%에서의 매질에 따른 72공 tray 내 수분함량 변화

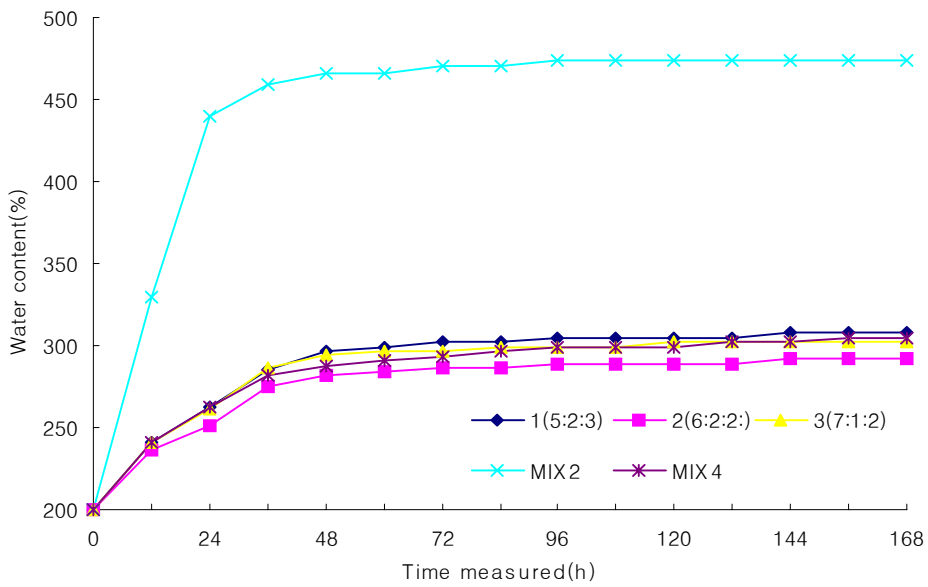


그림 5. 초기수분 함량 200%에서의 매질에 따른 화분 내 수분함량 변화

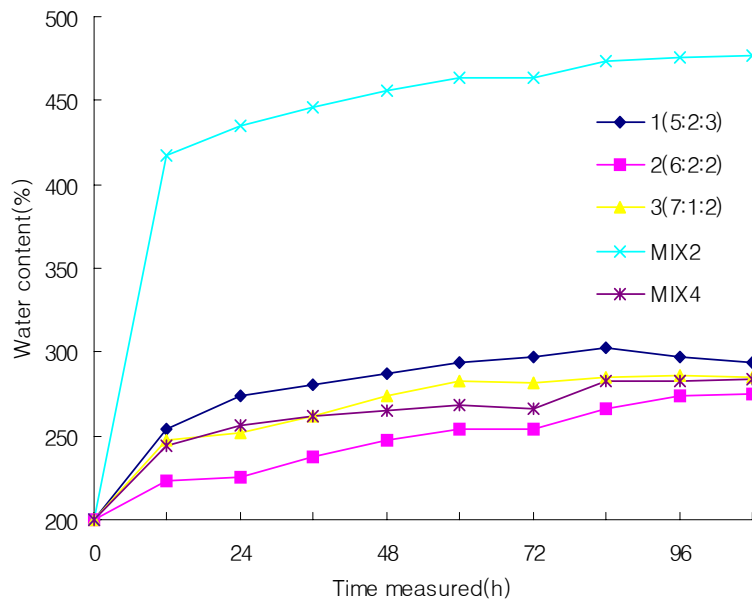


그림 6. 초기수분 함량 200%에서의 매질에 따른 72공 tray 내 수분함량 변화

2) 매트급수방식에서 흡습제 처리 시 인공배합토의 물리적 특성

매트급수 시 흡습제를 처리한 매질의 적정수분공급효과를 구명하기 위하여 본 실험을 수행하였다. 매질은 버미큘라이트, 펄라이트, 코코피트를 5:2:3의 비율(V/V)로 조합하였고, 흡습제를 농도별로 처리(0.66[P₅₀], 1.32[P₁₀₀], 2.64mg/100mL D.W.[P₂₀₀])하여 매질에 혼합하였다. 농도별로 10L씩 매질에 공급하였으며 매질은 100, 150, 200%로 수분함량을 조절하였다.

시간변화에 따른 매질의 수분 특성 곡선 및 수분함수량의 변화를 조사하였다. 100%로 포화시킨 매질의 경우 매질에 혼합한 흡습제의 농도가 높을수록 수분증가율은 다소 낮았으나, 무처리구 보다 높았다(그림 7).

150%로 포화시킨 매질은 무처리구(139%)에 비해 처리구가 전반적으로 낮은 경향이 나타났다.(그림 8). 200%로 포화시킨 매질은 P₅₀이 수분함수량 304.43%로 가장 높은 수분함수량을 나타내었고, 무처리구, P₁₀₀, P₂₀₀은 각각 297.7, 295.9, 297.7%로 거의 비슷한 수분함수량을 보였다. 흡습제를 처리하였을 시, 매질의 초기포화정도에 따라 흡습제 농도가 동일하여도 수분함수량이 달랐다.

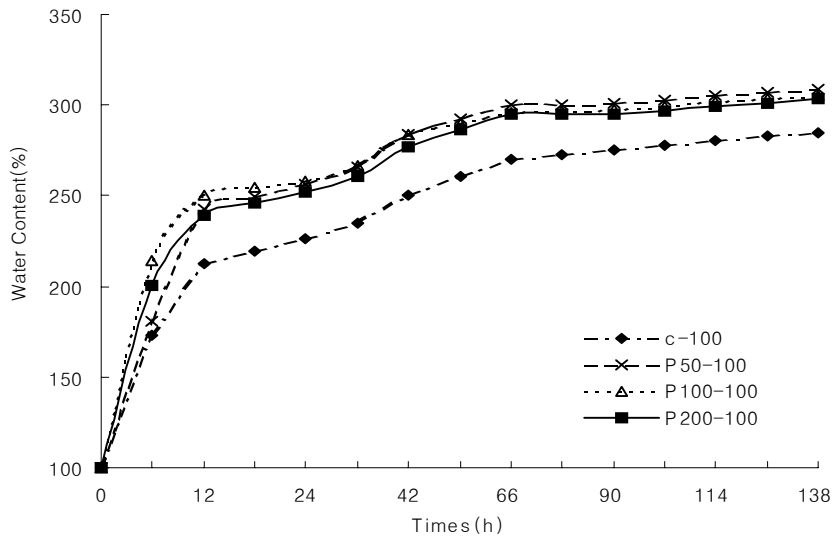


그림 7. 초기함수량 100%의 수분 흡수곡선

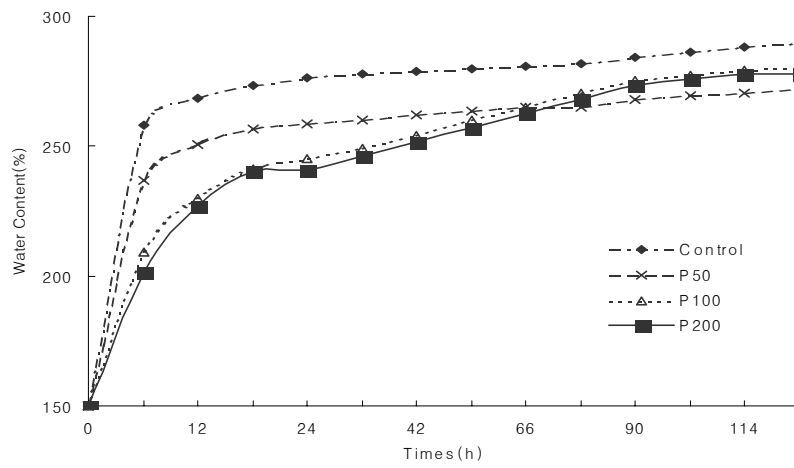


그림 8. 초기함수량 150%의 수분 흡수곡선

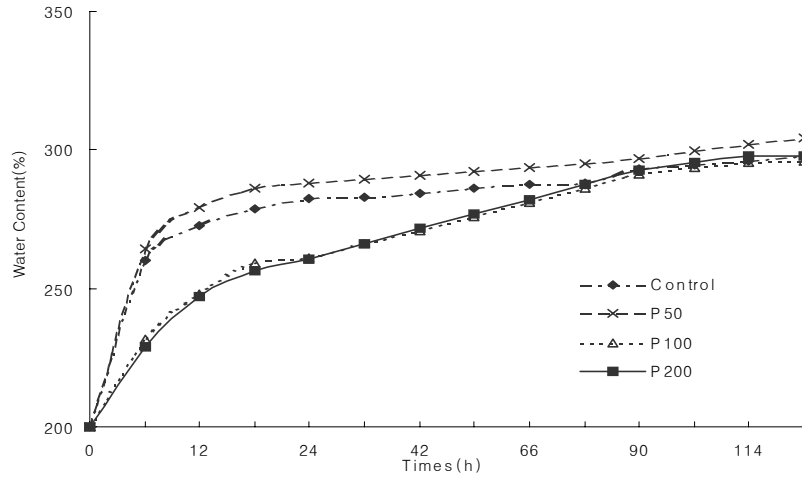


그림 9. 초기함수량 200%의 수분 흡수곡선

3) 관수방법과 흡습제 처리에 따른 인공배합토의 수분함량특성

관수방식(저면관수 및 두상관수)과 흡습제의 처리에 따른 수분흡수 특성을 조사 하였다. 매질은 버미큘라이트, 펄라이트, 코코피트를 5:2:3의 비율(V/V)로 매질을 조합 하였고 흡습제(Psimatric, Sungro co.)를 농도별로 조제하여 매질에 혼합하여 처리한 후 흡습제의 농도에 따른 수분함량 변화를 측정하였다. 흡습제는 농도별로 13.2(P₁₀₀), 26.4(P₂₀₀), 52.8g/L D.W.(P₄₀₀)을 건조시킨 매질에 혼합하였다.

관수 방식은 화분에 심지를 꽂아 C-형강으로부터 수분을 공급받는 심지관수, Ebb and Flow, 및 두상관수를 이용하였다. 관수주기는 Ebb and Flow 및 두상관수 처리 구에서 1일 2회(09:00, 15:00) 공급하였고, Ebb and Flow는 5분 동안 수분을 공급 하였으며, 두상관수에서는 화분 당 250mL씩 정량을 공급하였다.

·측정은 초기 24시간 동안까지는 3시간 간격, 그 이후에서는 오전 10시, 오후 16시에 각 2회씩 실시하였다.

심지관수는 지속적인 수분의 공급으로 초기 12시간 동안 급격한 증가 후 완만한 수분증가 율을 나타내었다(그림 10). ·Ebb and Flow 및 두상관수에서는 관수 직후 급격한 증가 를 보인 후 다음 관수 시간까지 일정한 수분함량을 유지하는 것으로 나타났다(그림 12, 13). 특히 Ebb and Flow 방식에서는 매질에 혼합한 흡습제의 농도 간에 수분함 량의 차이는 나타나지 않았다. 심지관수가 수분 공급 시 매질의 초기 수분흡수 시간 이 제일 빠른 것으로 나타났다.

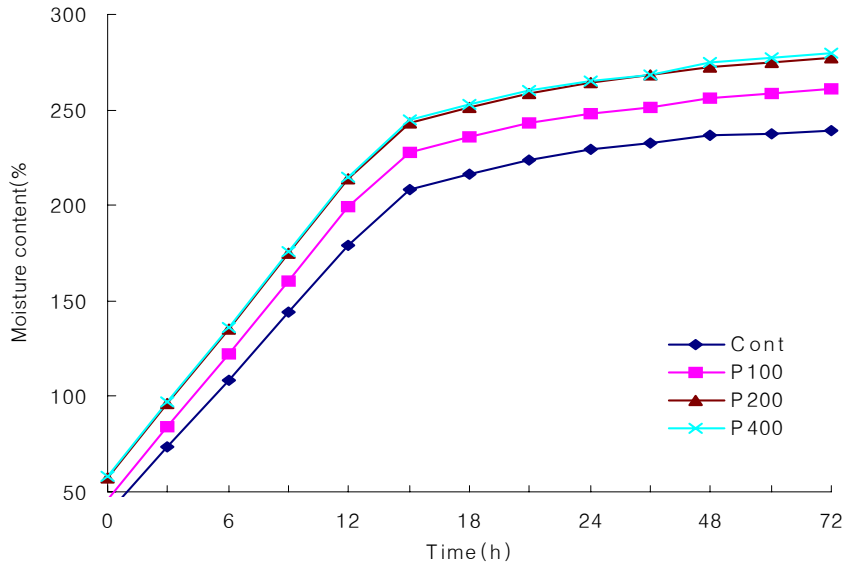


그림 10. 심지관수 재배법을 통한 매질의 수분흡수특성 곡선

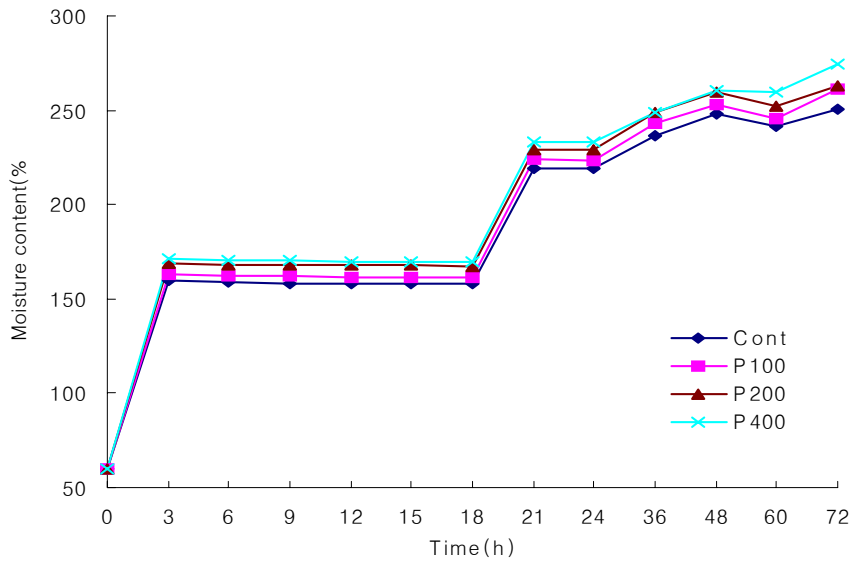


그림 11. Ebb and Flow를 통한 분의 수분흡수 특성 곡선

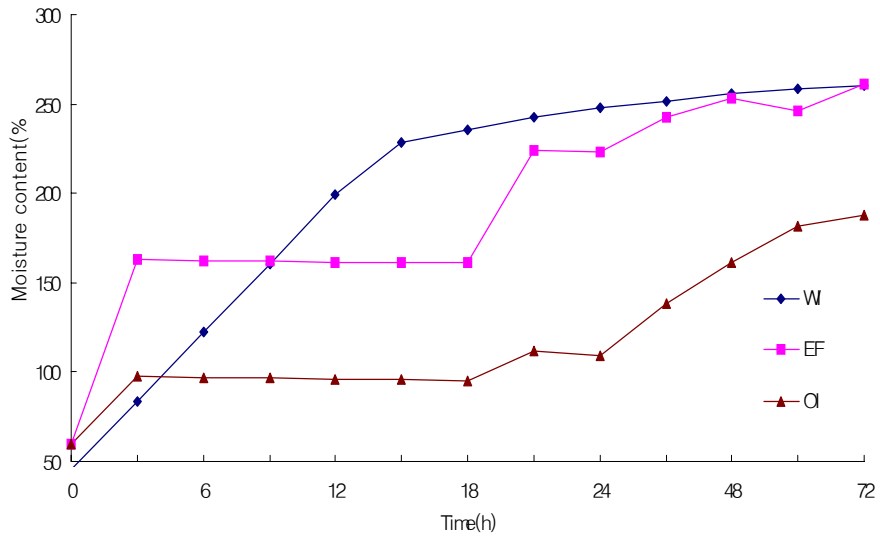


그림 12. P₁₀₀에서의 관수방식에 따른 수분함수량
 WI; 심지관수, EF; Ebb and Flow, OI; 두상관수

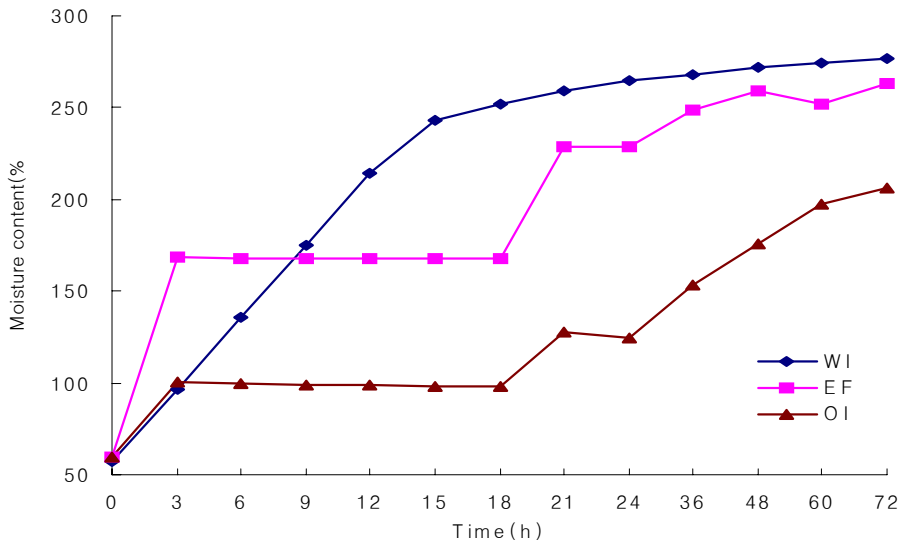


그림 13. P₁₅₀에서의 관수방식에 따른 수분함수량
 WI; 심지관수, EF; Ebb and Flow, OI; 두상관수

4) 심지재배 시 심지의 폭과 C-형강 내 수분높이에 따른 수분흡수 특성

심지를 이용한 분화재배 시 심지의 폭과 수분의 높이에 따른 상토의 수분함수량 정도를 측정하였다. 매질은 상용상토인 MIX-4(Sunshine, Co., USA)를 이용하였고, 드라이오븐에서 70℃로 24시간 동안 건조시킨 후 초기 수분함량을 매질의 질량에 대한 수분의 질량비로 100%로 맞추었다.

C-형강 내의 수위에 따른 수분 흡수 특성을 조사하기 위해 C-형강 내의 수위를 만수위(4.3cm), 중수위(3.0cm), 저수위(1.5cm)로 구분하였다(그림 14).

심지관수 방식에 이용한 심지의 폭은 각 2.0, 1.5, 1.0, 0.5cm로 구분하여 총 4처리로 하였으며, 길이는 12cm로, 화분 내에 심지가 5cm가 삽입되고, 외부로 7cm가 노출 되도록 하여 C-형강에서 수분을 공급받을 수 있도록 처리하였다.

측정은 초기 24시간 동안 2시간 간격으로 수분함량을 측정하였고, 24시간 이후부터는 24시간 간격으로 측정하였다. 수분함수량은 수분 증가량에 대한 건물중의 비율인 증량비를 이용한 백분율로 구하였다.

수위정도

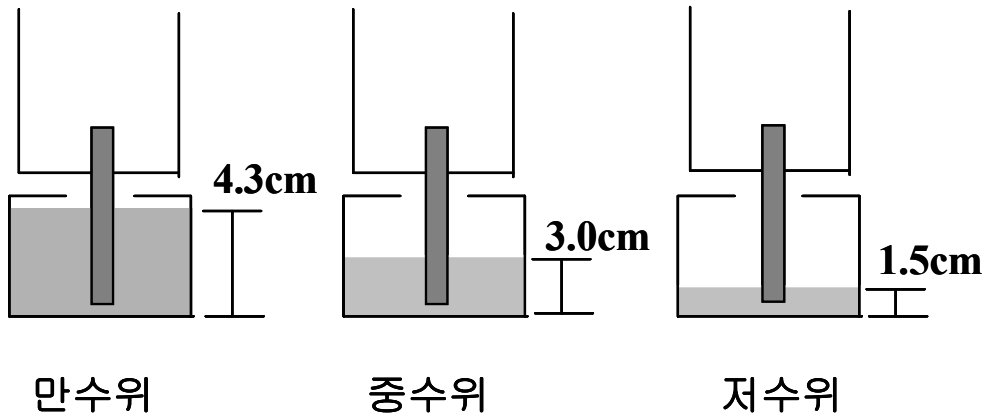


그림 14. 수위에 따른 C-형강 내의 수위별 구상도.

심지의 폭에 상관없이 만수위에서 수분함량이 제일 높았으며, 중수위, 저수위 순으로 나타났다. 화분 내의 수분 함량은 심지의 폭 보다는 C-형강 내의 수위에 의해 조절되는 것으로 생각한다. 초기 24시간 동안 심지가 2.0cm인 처리구에서는 만수위가 400, 중수위가 350, 저수위가 300%까지 수분함량이 급격히 증가하는 것을 알 수 있었다. (그림 15).

심지의 폭이 1.5, 1.0, 0.5cm인 처리구에서도 2.0cm와 동일한 양상으로 24시간 동안 수분함량이 급격히 증가 하였다(그림 16, 17, 18).

수위별 심지의 폭에 따른 수분흡수는 심지의 폭이 2.0, 1.5cm인 두 처리구에서 수분 흡수 정도가 거의 동일하였고, 처리 간에 유의성이 없었다(그림 19). 또한 0.5, 1.0cm 순으로 수분흡수 정도가 높았음을 알 수 있었으며(그림 20, 21). 동일한 수위 조건에서는 심지의 폭이 매질의 수분함량에 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 또한 1.5cm 이상의 폭에서는 수분 흡수 수준이 유사한 것으로 나타나 심지의 폭을 1.5cm 이상으로 넓게 할 필요성은 없는 것으로 생각한다.

·따라서 심지 관수 시 매질 내의 수분함량을 심지의 폭이 넓을수록 C-형강 내의 수위가 높을수록 수분을 흡수하는 정도가 높았고, 이를 통하여 매질 내의 수분 함량을 조절할 수 있을 것이라 판단된다.

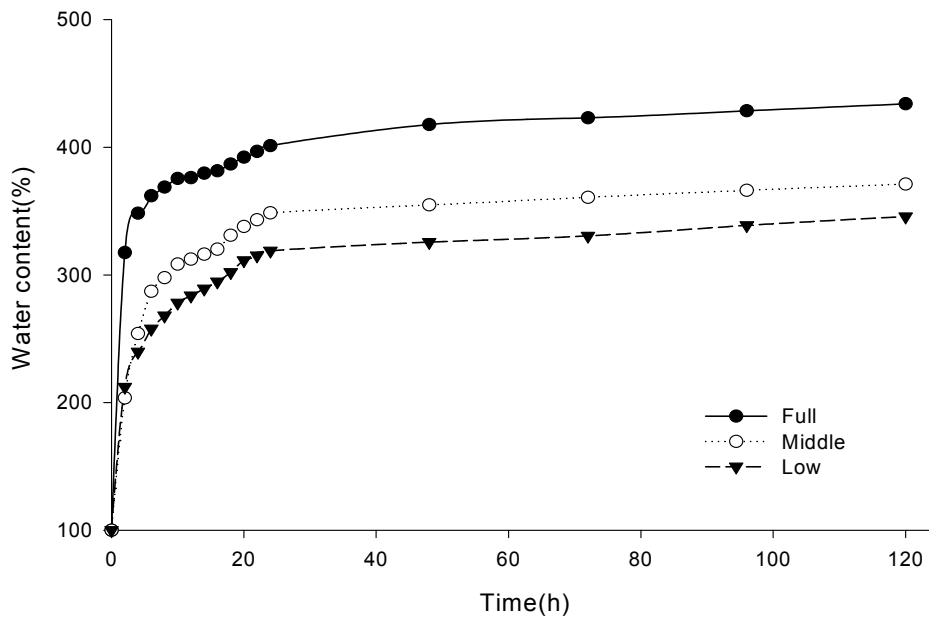


그림 15. 2.0cm의 심지 폭에서의 수위에 따른 수분흡수 곡선.

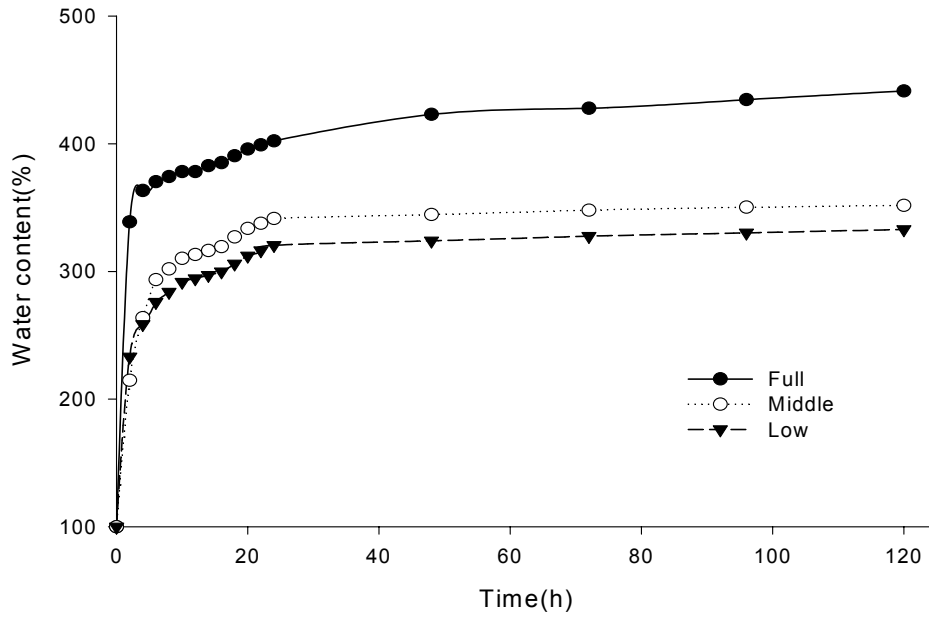


그림 16. 1.5cm의 심지 폭에서의 수위에 따른 수분흡수 곡선.

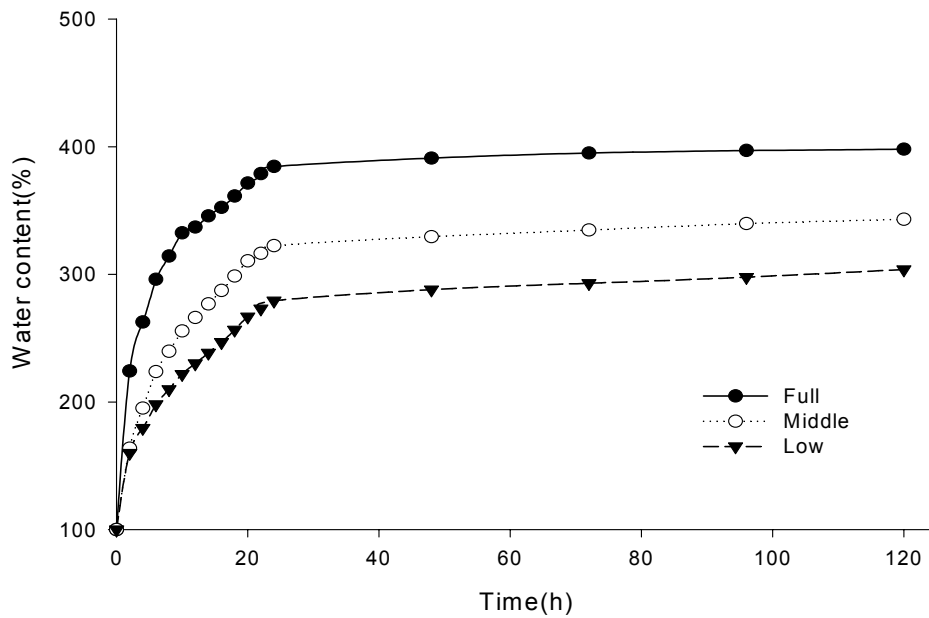


그림 17. 1.0cm의 심지 폭에서의 수위에 따른 수분 흡수곡선.

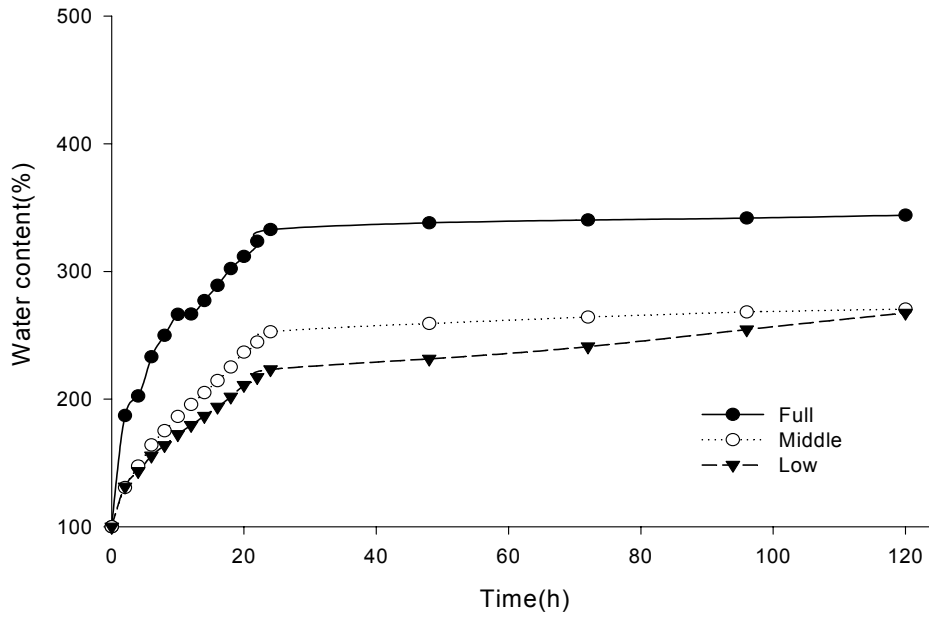


그림 18. 0.5cm의 심지 폭에서의 수위에 따른 수분 흡수곡선.

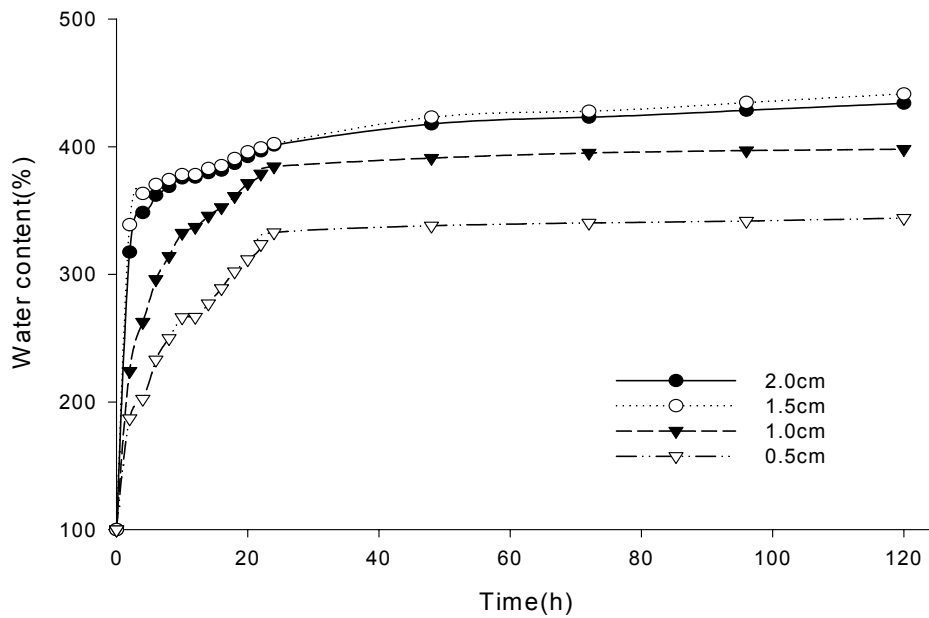


그림 19. 만수위에서의 심지 포에 따른 수분 흡수곡선.

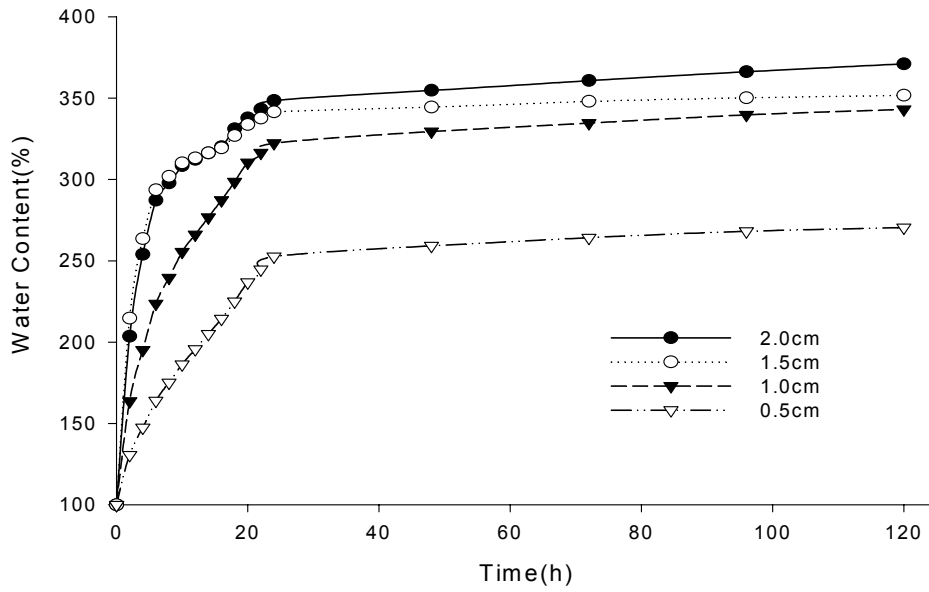


그림 20. 중수위에서의 심지 포에 따른 수분 흡수곡선.

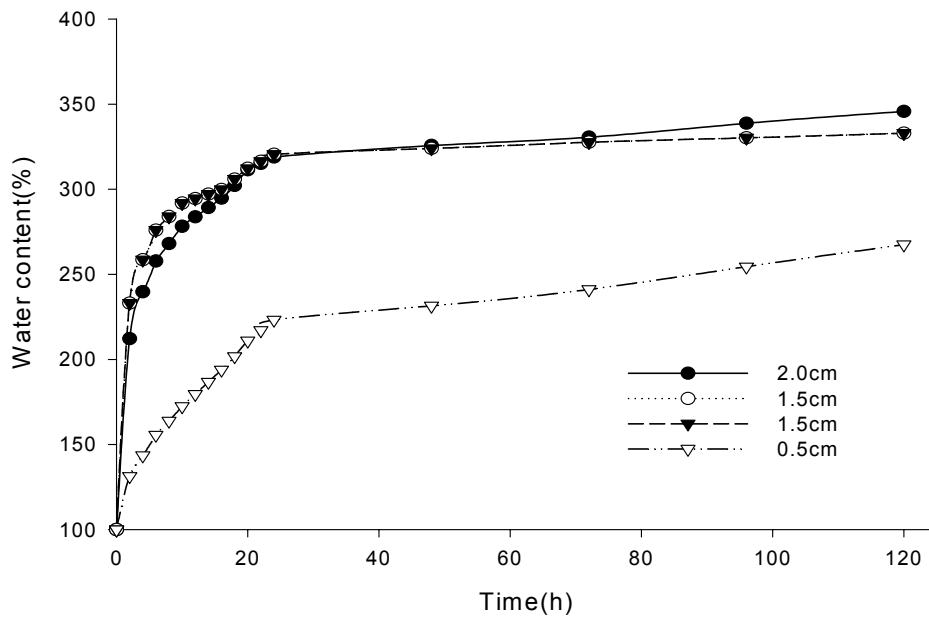


그림 21. 저수위에서의 심지 포에 따른 수분 흡수곡선.

5) 심지의 폭과 C-형강 내 수분높이가 국화 'Lompoc' 및 포인세티아 'Cortez'의 생육에 미치는 영향

C-형강 심지 저면 관수 시 C-형강 내의 수분 높이와 화분 내의 심지의 폭에 따른 국화 및 포인세티아의 생육을 조사하고 적정 수위와 폭을 구명하고자 본 실험을 수행하였다. Mat를 이용한 심지재배, Ebb and Flow, 두상관수와 생육을 비교하여 분석 각 관수 방식에 따른 생육 특성을 조사하였다.

국화(*Dendranthema grandiflorum* 'Lompoc')와 포인세티아(*Euphorbia pulcherrima* 'Cortez')를 실험재료로 하여 구과밭의 인제농장 및 영훈농장에서 삽목 발근된 유묘를 구하여 이용하였다. 국화는 8월 14일에 삽목하여 발근한 것을 화분 당 3개체씩 이식하였고, 포인세티아는 삽목 한 유묘를 분에 이식하여, 각각 8월 29일부터 고려대학교 유리온실에서 시행하였으며, 생육기간은 약 80일로 국화는 꽃이 만개한 후에, 포인세티아는 적색 포엽이 5매 이상 발생한 후에 생육조사를 실시하였다. 관수방식에 달린 16처리에 처리 당 반복수는 10개체로 하였으며, 화분은 직경 9cm 비닐포트를 이용하였고, 매질은 상용상토인 MIX-4(Sunshine Co., USA)를 이용하였다.

C-형강과 Ebb and Flow, C-형강을 이용한 매트급수의 3종류의 저면관수 방식과 두상관수를 이용하여 관수 방식에 따른 식물의 생육차이를 비교하였다. C-형강은 3.40×2.50m 크기의 베드에 C-형강을 올려놓은 상태에서 저수위, 중수위, 만수위로 구분하여 각각 수분의 높이를 1.5, 3.0, 4.3cm으로 설정하였고, 심지는 0.5, 1.0, 1.5cm으로 구분하여 수분을 공급하도록 하였다. 심지의 길이는 12cm으로 화분 내에 5cm, 화분 외부로 7cm가 노출되도록 하였다.

C-형강을 이용한 매트관수에서는 화분에 심지를 꽂아 매트위에 올려놓는 방법으로 하였으며, 화분에 연결한 심지는 폭에 따라 0.5, 1.0, 1.5cm으로 구분하여 설정하였고, 심지의 길이는 C-형강 심지관수와 동일하였다.

Ebb and Flow와 두상관수는 1일 1회, 2일 1회의 각 두 처리구로 분리하였으며, Ebb and Flow는 자동점멸장치를 통하여 오전 9시에 10분 동안 관수하였고, 두상관수는 Ebb and Flow와 동일한 시각에 10분간 공급하였다. 시비는 수용성 분말 비료인 Technigro(20-9-20, Sungro Co., USA)를 1200배 희석하여(1.2g/L) 치상 후 20일 후인 9월 14일부터 공급하였다. 온도는 최저 20±2℃, 최고 25±2℃를 유지하였다.

국화의 개화일 및 포인세티아의 포엽 발생일, 국화의 개화수와 꽃무게, 지상부 및 지하부의 생체중과 건물중, 초장, 근장 등의 생육조사를 실시하여 관수방식에 따른 식물의 생장 상태를 측정하였다.

국화(*Denranthema grandiflorum* 'Lompoc')의 심지의 폭과 수위를 달리한 C-형강 실험에서는 모든 수위에서 심지의 폭이 1.5cm인 처리구에서 초장을 제외한 근장, 지상부·지하부의 생체중 및 건물중 함량이 높게 나타났다. 초장은 만수위·중수위에서 심지의 폭이 1.0cm인 처리구에서 촉진되었으며, 저수위에서는 1.0, 1.5cm 처리구가 다소 초장이 길었으나, 차이는 크지 않았다.

모든 처리구에서 개화가 거의 동일한 시기에 이루어져 처리에 따른 개화일의 차이는 나타나지 않았으나, 개화한 꽃의 수는 만수위의 심지폭 1.5cm인 처리구에서 제일 많았으며, 중수위, 저수위 역시 심지의 폭이 1.5cm인 처리구에서 폭이 좁은 심지 처리구보다 개화한 꽃의 수가 많았다. C-형강 심지재배 시 수위와 심지의 폭을 달리 하였을 때 중수위에서 심지의 폭이 1.5cm인 처리구의 생육이 전반적으로 양호 하였다(표 3).

매트재배 시 심지의 폭이 1.5cm인 처리구가 개화한 꽃수가 많았으나 0.5cm 처리구와 차이가 없었으며, 초장이 가장 길었다. 근장의 경우 C-형강 심지재배와 달리 1.0cm에서 가장 길었으며, 지상부·지하부의 생체중 및 건물중은 0.5cm 처리구에서 가장 높았다. 매트재배 시 초장 및 근장 등의 생육은 심지의 폭이 1.5cm인 처리구에서 좋았으나, 지상부·지하부의 생체중 및 건물중은 심지폭이 0.5cm인 처리구에서 다소 높게 나타났다(표 4).

관수 빈도를 달리한 Ebb and Flow와 두상관수 실험에서는 1일 1회 관수한 처리구가 지하부의 생체중을 제외한 초장, 근장, 지상부 생체중과 건물중, 지하부 건물중에서 생육이 가장 양호하였다(표 5).

각 처리구 간에서 생육이 전반적으로 우수한 처리구를 표 4 에 나타내었다. C-형강 심지 재배 시 만수위에서 심지의 폭이 1.5, 중수위 1.0, 저수위 1.5, 매트재배 시 1.5cm 등 심지의 폭이 넓을수록 양호한 생장을 보였으며, Ebb and Flow와 두상관수에서는 관수빈도가 1일 1인 처리구 들의 생육이 왕성하였다. 또한 이들 처리구 간에 중수위에서 심지의 폭이 1.5cm인 것이 초장, 근장, 지상부의 생체중 및 지하부의 생체중, 건물중 등에서 생육이 양호하였고, C-형강 재배 시 국화 'Lompoc' 품종에 있어서는 형강 내의 수위를 중간 정도로만 유지해 주어도 충분한 생육 및 생장을 유도할 수 있으리라 판단되며, 이에 따라 형강 내에 수분이나 양액 등을 보다 더 효율적으로 공급할 수 있다고 생각된다.

표 3. C-형강 심지 재배 시 수위와 심지의 폭에 따른 국화 'Lompoc'의 생육

Water levels ^z	Width of wicks (cm)	Day of flowering ^y	No. of flowers	Plant height (cm)	Root length (cm)	FW(g/plant)		DW(g/plant)	
						Top	Root	Top	Root
F	1.5	11/1	45.0a	25.9abc	14.4a	77.9ab	3.67a	8.43a	0.47a
	1.0	10/31	26.3bc	27.2a	12.1b	70.7bc	4.49a	7.13a	0.40a
	0.5	10/31	38.3ab	26.1abc	13.7ab	77.5ab	4.24a	7.67a	0.42a
M	1.5	11/1	35.0ab	26.6ab	14.3a	82.4a	4.63a	8.33a	0.48a
	1.0	11/1	32.3abc	27.2a	12.5ab	74.2abc	3.73a	7.43a	0.41a
	0.5	11/1	29.0bc	24.4bc	13.1ab	67.5c	3.64a	7.47a	0.42a
L	1.5	10/31	37.3ab	26.1abc	11.9b	74.2abc	4.26a	8.40a	0.44a
	1.0	10/31	24.3bc	25.8abc	9.28c	65.7c	4.58a	7.17a	0.50a
	0.5	10/31	18.7c	23.5c	7.9cc	72.8bc	3.79a	6.73a	0.42a

^zUnit of level is cm, and F is full water level with 4.3, M is middle with 3.0, and L is low with 1.5cm high.

^ymonth/day.

표 4. C-형강 매트 재배 시 수위와 심지의 폭에 따른 국화 'Lompoc'의 생육

Width of wicks (cm)	Day of flowering ^z	No. of flowers	Plant height (cm)	Root length (cm)	FW(g)		DW(g)	
					Top	Root	Top	Root
1.5	10/31	43.0a	24.7a	8.44a	74.4a	3.96b	7.47a	0.39a
1.0	10/31	31.3b	23.4b	8.82a	58.0b	3.72b	6.03b	0.37a
0.5	10/31	42.3a	20.2c	8.32a	78.5a	4.94a	7.87a	0.43a

^zmonth/day.

표 5. 두상관수와 Ebb and Flow 재배 시 관수 빈도에 따른 국화 'Lompoc'의 생육

	irrigation frequency	Day of flowering ^y	No. of flowers	Plant height (cm)	Root length (cm)	FW(g)		DW(g)	
						Top	Root	Top	Root
EF ^z	1	10/31	40.0a	24.6a	8.66bc	68.0b	4.29b	7.37b	2.77a
	2	10/31	40.7a	26.3a	11.9a	78.0a	5.16ab	8.77a	2.96a
OI	1	11/1	28.0b	20.4b	9.81b	47.3c	6.24a	5.10c	2.32a
	2	11/1	34.0ab	19.5b	8.09c	53.8c	5.70ab	5.60c	2.76a

^zEF is Ebb and Flow and OI is overhead irrigation.

^ymonth/day.

표 6. C-형강 심지재배, 매트재배, Ebb and Flow 및 두상관수 시 국화 'Lompoc'의 생육

Treatments	Day of flowering ^z	No. of flowers	Plant height (cm)	Root length (cm)	FW(g/plant)		DW(g/plant)	
					Top	Root	Top	Root
F1.5	11/1	45.0	25.9	14.4	77.9	3.67	8.43	0.47
M1.5	11/1	35.0	26.6	14.3	82.4	4.63	8.33	0.48
L1.5	10/31	37.3	26.1	11.9	74.2	4.26	8.40	0.44
T1.5	10/31	43.0	24.7	8.44	74.4	3.96	7.47	0.39
EF 2	10/31	40.7	26.3	11.9	78.0	5.16	8.77	2.96
OI 2	11/1	34.0	19.5	8.09	53.8	5.70	5.60	2.76

^zmonth/day.



그림 22. C-형강 심지재배 시 수위와 폭에 다른 국화 'Lompoc'의 개화
 Unit of level is cm, and F is full water level with 4.3, M is middle with 3.0, and L is low with 1.5cm high.
 Numbers following letters mean width of wicks(cm) respectively.



그림 23. C-형강 매트 급수 및 Ebb and Flow 재배 시 국화 'Lompoc'의 개화
 T is mat irrigation, EF is Ebb and Flow and OI is overhead irrigation.
 Numbers following letters mean width of wicks(cm) in T, and those of EF
 and OI mean irrigation frequency($\text{time} \cdot \text{day}^{-1}$), respectively.

포인세티아(*Euphorbia pulcherrima* 'Cortez')의 C-형강 재배 시 심지의 폭과 수위를 달리한 실험에서는 만수위에서 초장, 근장 및 지하부의 생육이 우수하였다. 특히 수위가 가장 높은 만수위에서 심지폭이 1.5cm인 처리구가 초장 및 근장의 신장이 촉진되어 가장 활발하였고, 중수위·저수위에서도 심지의 폭이 1.5cm인 처리구가 동일 수위 처리구에서 초장과 신장의 생장이 양호하였다. 그러나 생체중의 경우 수위에 상관없이 심지 폭이 0.5, 1.0cm인 처리구가 1.5cm 처리구보다 높았다. C-형강 심지재배 시 만수위에서의 심지폭 1.5cm 처리구의 생장이 전반적으로 양호하였다. 지상부 건물중은 중수위와 만수위에서는 심지의 폭이 1.0cm인 것이 각 처리구에서 가장 높았고, 0.5, 1.5cm 순으로 높았다. 그러나, 저수위에서는 심지폭이 0.5cm인 처리구가 5.93cm으로 가장 낮았으며, 1.0, 1.5cm의 처리구에서는 큰 차이는 나타나지 않았다. 그러나 지하부 건물중의 경우 만수위의 모든 처리구에서 다른 처리구보다 함량이 높았다(표 7).

심지의 폭을 달리한 매트 재배 시 C-형강 심지재배와 동일하게 심지 폭이 1.5cm인 처리구에서 초장과 근장의 신장이 월등하였다(표 8). 관수빈도를 달리한 Ebb and Flow와 두상관수 재배 시 두 재배방식 모두 매일 관수해준 처리구가 2일 1회 관수한 처리구보다 초장, 근장 및 생체중이 양호한 것으로 나타났다(표 9).

각 처리구 간에서 생육이 전반적으로 우수한 처리구를 대조하여 비교하면 C-형강 심지 재배 시 만수위에서 심지의 폭이 1.5cm인 처리구에서 지상부의 건물중을 제외한 초장, 근장 및 지상부의 건물중 함량이 다른 처리구에 비해 높았으며, 두상관수와 현격한 초장 및 근장의 신장을 이루었음을 알 수 있다. 이는 수분 또는 양액이 두상관수 처리구보다 효율적으로 공급되었기 때문이라 생각된다.

지상부의 생체중 및 건물중은 Ebb and Flow의 1일1회 처리구에서 비교적 높았음을 알 수 있었다(표 10). 또한 국화의 경우 C-형강 재배 시 중수위에서 생육상태가 양호했으나 포인세티아의 경우 만수위에서의 심지폭이 1.5cm인 것이 생육이 왕성하였다. 분화용 포인세티아를 재배할 경우 초장의 신장 억제를 위한 수분공급의 차단은 효과적이지 못하며, 이는 식물의 품질을 떨어뜨리는 결과를 초래한다(Dole과 Cole, 1998). 포인세티아는 노동력 절감을 위한 모든 저면관수 방법에 대부분 적용시킬 수 있는 작물로서(Dole과 Cole, 1994) 지속적인 성장과 품질의 유지 및 관수의 생력화 방안을 위하여, C-형강을 통한 지속적인 수분의 공급과 더불어 소형분화 생산을 위한 왜화제 처리를 통하여 초장의 신장을 억제함과 동시에 품질을 향상시킬 수 있다고 생각된다.

표 7. C-형강 심지재배 시 수위와 심지의 폭에 따른 포인세티아 'Cortez'의 생육

Water levels ^z	Width of wicks (cm)	Day of bract development ^y	No. of lateral shoot	Plant height (cm)	Root length (cm)	FW(g/plant)		DW(g/plant)	
						Top	Root	Top	Root
F	1.5	10/29	1.7bc	34.4a	24.6a	48.6bc	10.4a	7.50ab	1.03a
	1.0	10/29	4.3ab	31.7bcd	21.4b	63.6a	7.4b	9.75a	1.00a
	0.5	10/30	5.3a	29.3de	20.7bc	64.9a	7.2b	9.43a	0.94ab
M	1.5	10/30	4ab	33.9ab	19.6c	48.5bc	4.2d	7.43ab	0.51c
	1.0	10/30	2bc	34.8a	14.9d	65.4a	7.0b	9.60a	0.89ab
	0.5	10/30	4.3ab	30.7cd	15.5d	56.1ab	4.8bc	9.03a	0.74abc
L	1.5	10/30	4ab	32.9abc	12.2e	47.9bc	5.5cd	7.40ab	0.61bc
	1.0	10/30	3.7ab	30.6cd	9.87f	55.4ab	3.63bcd	8.10ab	0.69abc
	0.5	10/30	0.3c	27.3e	10.7f	39.2c	7.99d	5.93b	0.41c

^zUnit of level is cm, and F is full water level with 4.3, M is middle with 3.0, and L is low with 1.5cm high.

^yMonth/day.

표 8. C-형강 매트재배 시 포인세티아 'Cortez'의 생육

Width of wicks (cm)	Day of bract development ^z	No. of lateral shoot	Plant height (cm)	Root length (cm)	FW(g/plant)		DW(g/plant)	
					Top	Root	Top	Root
1.5	10/31	4.00a	29.1a	16.2a	55.8a	7.99a	8.97a	1.00a
1.0	10/30	3.33a	27.3b	12.3b	54.7a	7.26a	8.60a	0.91ab
0.5	10/30	5.67a	25.8b	11.9b	55.8a	5.67a	8.43a	0.71b

^zMonth/day,

표 9. 두상관수 및 Ebb and Flow 재배 시 관수빈도에 따른 포인세티아 'Cortez'의 생육

	Width of wicks (cm)	Day of bract development	No. of lateral shoot	Plant height (cm)	Root length (cm)	FW(g/plant)		DW(g/plant)	
						Top	Root	Top	Root
EF ^z	1	10/30	5a	29.5a	14.9a	61.8ab	7.21b	9.73b	0.82ab
	2	10/29	6.33a	26.7a	15.1a	74.7a	8.66a	13.0a	0.90a
OI	1	10/27	0.67b	22.3c	8.9c	41.0c	4.78c	7.27c	0.64b
	2	10/30	5.33a	26.0b	10.8b	49.2bc	5.49c	8.27bc	0.77ab

^zEF is Ebb and Flow and OI is overhead irrigation.

^yMonth/day

표 10. C-형강 심지재배, 매트재배, Ebb and Flow 및 두상관수 시 포인세티아 'Cortez'의 생육

treatments	Day of bract development ^z	No. of lateral shoot	Plant height (cm)	Root length (cm)	FW(g/plant)		DW(g/plant)	
					Top	Root	Top	Root
F 1.5	10/29	1.70	34.4	24.6	48.6	10.4	7.50	1.03
M 1.0	10/30	2.00	34.8	14.9	65.4	7.0b	9.60	0.89
L 1.5	10/30	4.00	32.9	12.2	47.9	5.5	7.40	0.61
T 1.5	10/31	4.00	29.1	16.2	55.8	7.99	8.97	1.00
EF 2	10/29	6.33	26.7	15.1	74.7	8.66	13.0	0.90
OI 2	10/30	5.33	26.0	10.8	49.2	5.49	8.27	0.77

^zMonth/day.



그림 24. C-형강 심지재배 시 수위와 심지의 폭에 따른 포인세티아 'Cortez'의 생육

Unit of level is cm, and F is full water level with 4.3, M is middle with 3.0, and L is low with 1.5cm high. Numbers following letters mean width of wicks(cm) respectively.



그림 25. C-형강 매트재배, Ebb and Flow 및 두상관수 시 포인세티아 'Cortez'의 생육
 T is mat irrigation, EF is Ebb and Flow and OI is overhead irrigation.
 Numbers following letters mean width of wicks(cm) in T, and those of EF
 and OI mean irrigation frequency(time·day⁻¹), respectively.

2. C-형강심지재배법을 이용한 시비관리 및 생육조절 기술 개발

C-형강 심지 및 매트 저면급수에 따른 급수방법, 비료의 종류 및 농도가 페튜니아 (*Petunia × hybrida* 'Soft Pink')의 생육에 미치는 영향을 알아보기 위해 본 실험을 수행하였다. 급수방법에 따른 생육 및 생장을 구명하기 위하여 두상관수를 대조구로 하여 화분에 심지를 꽂아 C-형강에 치상하는 심지 및 매트급수방식과 비교 하였으며, 액비는 수용성 분말비료인 Technigro(20-9-20)를 물과 혼합하여 농도별로 1.0, 1.5, 2.0g·L로 C-형강에 공급하였으며, 완효성 비료는 Osmocote(14-14-14)를 상토 2L당 5, 7.5, 10g을 혼합한 후 C-형강에서 수분만을 공급하였다.

실험재료로는 *Petunia × hybrida* 'Soft Pink'를 이용하였다. 삽수를 105공 플러그 트레이에서 발근시킨 후 직경 9cm의 비닐포트에 이식하였으며, 분지를 유도하기 위하여 이식 후 15일부터 10일 간격으로 3회 적심하였다.

화분 내 매질은 상용 상토인 MIX-2(Sunshine, Co., USA)를 이용하였다. 처리는 총 18 처리로 처리 당 10반복으로 하였다.

관수는 화분에 심지를 연결하여 C-형강으로부터 수분 및 배양액을 공급받는 심지관수(CW), 다공성필름위에 화분을 올려놓는 매트급수(CM) 및 두상관수(OI)방식으로 하였다. 두상관수 처리구는 화분 당 200mL을 매일 공급하였다.

심지재배 시 심지길이는 12, 폭 1.5cm로 화분 내에 5, 외부로 7cm를 노출하여 수분을 흡수하도록 하였으며 C-형강 내 수위는 4cm를 유지하였다.

비료는 물과 혼합하여 공급하는 분말형태의 수용성 비료인 Technigro(T, 20-18-20, Sungro Co., USA)와 토양과 혼합하여 공급하는 완효성 비료인 Osmocote(O, 14-14-14, Scotts Co., Netherlands)를 시용하였다.

수용성비료는 1.0, 1.5, 2.0g·L⁻¹로 C-형강 심지, 매트 및 두상으로 공급하였고, 완효성 비료는 상토 2L당 5.0, 7.5, 10.0g을 혼합한 후 수분만을 공급하였다(표 1).

표 1. 실험에 이용된 수용성 비료와 완효성 비료의 다량원소 및 미량원소 함량

Fertilizer	Macro element(%)					Micro element(%)					
	NO ₃	NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Technigro	11.5	8.5	18.0	20.0	1.4	0.02	0.02	0.1	0.04	0.015	0.02
Osmocote	7.2	6.8	14.0	14.0	-	-	-	-	-	-	-

생육측정은 실험 개시일을 기준으로 3개월 후에 수확하여 초장, 엽장, 엽폭, 생체중 및 건물중을 측정하였다. 무기물은 다량요소인 질소, 인산, 칼륨, 칼슘 및 마그네슘을 분석하였다.

질소는 Cataldo법으로 시료를 분해하여 분광광도계(Du 650, Beckman)를 이용하여 410nm에서 흡광도를 조사하였으며, 인산, 칼륨, 칼슘 및 마그네슘은 H₂O₂-H₂SO₄분해법으로 시료를 분해하여 인산은 분광광도계(Du 650, Beckman)를 이용하여 470nm에서 흡광도를 측정하였다. 칼륨, 칼슘 및 마그네슘은 AAS(9100A, Sunil)를 이용하여 766.5, 422.7, 285.2nm에서 각각의 흡광도를 측정하였다.

측정된 결과는 SAS(Statistical Analysis System, v. 6.12, Cary, NC, USA)프로그램으로 통계분석을 실시하였다.

가. 비료의 종류, 농도 및 관수방식에 따른 페튜니아의 생육

1) 수용성비료의 농도에 따른 C-형강 매트급수와 두상관수와의 생육비교

C-형강 매트급수 시 페튜니아의 생육이 두상관수 처리구보다 모든 생육이 양호하였다. 매트급수로 수용성비료를 공급한 처리구 중에서 1.5g·L⁻¹를 공급한 CM-T2에서 초장, 엽장, 엽폭, 생체중 및 건물중이 각각 42.7, 7.86, 5.31cm, 144.1 17.2g으로 생육이 가장 왕성하였음을 알 수 있었다(표 2, 그림 2, 6).

표 2. C-형강 매트급수와 두상관수 재배 시 수용성 비료의 농도에 따른 페튜니아의 생육

Treatment		Height (cm)	Branching no.	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
Irrigation method ^z	Fertilizer ^y						
CM	T1	36.9b ^x	7.00b	7.44b	4.46b	136.70a	17.3a
	T2	42.7a	7.67ab	7.86a	5.31a	144.13a	17.2a
	T3	28.7c	8.67a	5.63c	3.42c	89.47a	12.5a
OI	T1	16.8d	3.67c	3.74f	1.92e	14.46b	1.60b
	T2	20.6d	2.67c	4.19e	2.17de	16.96b	1.98b
	T3	20.4d	3.67c	4.78d	2.41d	21.13b	2.41b

^zCM=Capillary mat irrigation, CW=Wick irrigation, and OI=Overhead irrigation

^yT is an abbreviation of Technigro and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 1.0, 2 to 1.5, 3 to 2.0g·L⁻¹ each. O is an abbreviation of Osmocote and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 5.0, 2 to 7.5, 3 to 10.0g·2L⁻¹ each.

^xMean separation within columns by DMRT at 5% level.

2) 수용성비료의 농도에 따른 C-형강 심지관수와 두상관수와의 생육비교

C-형강 심지관수 시 두상관수보다 생육이 양호하였다. 심지관수 재배 시 1.5g·L⁻¹를 공급한 CW-T2처리구에서 초장, 엽장, 엽폭, 생체중 및 건물중의 함량이 높았으나, 1.0g·L⁻¹, 2.0g·L⁻¹ 처리구와의 차이는 나타나지 않았다(표 3, 그림 3, 6).

표 3. C-형강 심지관수와 두상관수 재배 시 수용성 비료의 농도에 따른 페튜니아의 생육

Treatment		Height (cm)	Branching no.	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
Irrigation method ^z	Fertilizer ^y						
	T1	39.7a	6.00ab	6.28c	4.30b	149.20a	18.0a
CW	T2	41.1a	7.33a	7.63a	5.21a	150.43a	18.7a
	T3	29.7b	8.00a	7.02b	4.40b	99.56b	13.5a
OI	T1	16.8d	3.67bc	3.74e	1.92e	14.46c	1.60b
	T2	20.6c	2.67c	4.19e	2.17d	16.96c	1.90b
	T3	20.4c	3.67bc	4.78d	2.41c	21.13c	2.41b

^zCM=Capillary mat irrigation, CW=Wick irrigation, and OI=Overhead irrigation

^yT is an abbreviation of Technigro and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 1.0, 2 to 1.5, 3 to 2.0g·L⁻¹ each. O is an abbreviation of Osmocote and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 5.0, 2 to 7.5, 3 to 10.0g·2L⁻¹ respectively.

^xMean separation within columns by DMRT at 5% level.

3) 완효성비료의 농도에 따른 C-형강 매트급수와 두상관수 간의 생육비교

토양에 완효성 비료를 혼합한 후 수분만을 공급한 C-형강 매트급수와 두상관수의 생육을 비교한 결과 C-형강 매트급수보다 두상관수 처리구에서 생육이 다소 양호하였음을 알 수 있었으나, 관수 방식 및 비료의 농도에 따른 생육차이는 크지 않았다(표 4, 그림 4, 7).

표 4. C-형강 심지관수와 두상관수 재배 시 완효성 비료의 농도에 따른 페튜니아의 생육

Treatment		Height (cm)	Branching no.	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
Irrigation method ^z	Fertilizer ^y						
	O1	11.6cd	2.67c	4.53b	2.76b	10.4b	1.13b
CM	O2	13.2bc	4.67a	4.57b	2.50bc	19.7a	1.54bc
	O3	10.1d	3.33bc	4.79ab	2.40c	11.5b	1.16c
	O1	16.7a	3.33bc	4.73b	3.22a	18.9a	1.75ab
OI	O2	14.1b	4.00ab	5.04ab	3.41a	17.3a	1.33c
	O3	18.3a	4.00ab	5.40a	3.27a	20.3a	1.97a

^zCM=Capillary mat irrigation, CW=Wick irrigation, and OI=Overhead irrigation

^yT is an abbreviation of Technigro and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 1.0, 2 to 1.5, 3 to 2.0g·L⁻¹ each. O is an abbreviation of Osmocote and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 5.0, 2 to 7.5, 3 to 10.0g·2L⁻¹ each.

^xMean separation within columns by DMRT at 5% level.

4) 완효성비료의 농도에 따른 C-형강 심지관수와 두상관수 간의 생육비교

C-형강 매트급수의 경우 두상관수 처리구가 생육이 다소 양호하였던 것과는 달리, 심지관수를 통하여 수분을 공급하였을 경우 심지처리구가 두상관수 처리구보다 전반적으로 생육이 양호하였으며, 심지관수 처리구 중에서 상토 2L당 5.0g의 완효성 비료를 혼합한 CW-O1처리구에서 초장, 엽장, 생체중 및 건물중의 함량이 높았다(표 5, 그림 5, 7).

표 5. C-형강 심지관수와 두상관수 재배 시 완효성 비료의 농도에 따른 페튜니아의 생육

Treatment		Height (cm)	Branching no.	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
Irrigation method ^z	Fertilizer ^y						
	O1	23.6a	2.67c	5.58a	2.88b	24.1a	1.99a
CW	O2	12.6c	5.00a	5.44a	2.41c	22.5ab	1.67ab
	O3	8.93d	5.00a	4.46d	2.28c	16.6c	1.17b
	O1	16.7b	3.33bc	4.73cd	3.22a	18.9bc	1.75ab
OI	O2	14.1c	4.00ab	5.04bc	3.41a	17.34c	1.33ab
	O3	18.3b	4.00ab	5.40ab	3.27a	20.3bc	1.97ab

^zCM=Capillary mat irrigation, CW=Wick irrigation, and OI=Overhead irrigation

^yT is an abbreviation of Technigro and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 1.0, 2 to 1.5, 3 to 2.0g·L⁻¹ each. O is an abbreviation of Osmocote and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 5.0, 2 to 7.5, 3 to 10.0g·2L⁻¹ each.

^xMean separation within columns by DMRT at 5% level.

5) C-형강 매트급수 시 비료의 종류 및 농도에 따른 생육 비교

C-형강 매트급수 시 CM-T2처리구가 생육이 가장 양호하였으며, 수용성비료를 공급한 처리구가 비료의 농도에 관계없이 완효성비료를 공급한 처리구보다 생육이 왕성하였다(표 6, 그림 2, 4, 6, 7).

표 6. C-형강 매트급수 시 비료의 종류 및 농도에 따른 생육 비교

Treatment		Height (cm)	Branching no.	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
Irrigation method ^z	Fertilizer ^y						
CM	T1	36.9b ^x	7.00b	7.44a	4.46b	136.70a	17.3a
	T2	42.7a	7.67ab	7.86a	5.31a	144.13a	17.2a
	T3	28.7c	8.67a	5.63b	3.42c	89.47b	12.5a
CM	O1	11.6gh	2.67e	4.53de	2.76d	10.4c	1.13b
	O2	13.2fgh	4.67c	4.57de	2.50de	19.7c	1.54b
	O3	10.1h	3.33de	4.79d	2.40ef	11.5c	1.16b
OI	T1	16.8ef	3.67cde	3.74f	1.92g	14.46c	1.60b
	T2	20.6d	2.67e	4.19ef	2.17fg	16.96c	1.98b
	T3	20.4d	3.67cde	4.78d	2.41ef	21.13c	2.41b
OI	O1	16.7ef	3.33de	4.73d	3.22c	18.9c	1.75b
	O2	14.1fg	4.00cd	5.04cd	3.41c	17.3c	1.33b
	O3	18.3de	4.00cd	5.40bc	3.27c	20.3c	1.97b

^zCM=Capillary mat irrigation, CW=Wick irrigation, and OI=Overhead irrigation

^yT is an abbreviation of Technigro and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 1.0, 2 to 1.5, 3 to 2.0g·L⁻¹ each. O is an abbreviation of Osmocote and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 5.0, 2 to 7.5, 3 to 10.0g·2L⁻¹ each.

^xMean separation within columns by DMRT at 5% level.

6) C-형강 심지관수 시 비료의 종류 및 농도에 따른 생육 비교

C-형강 심지관수 시 비료의 종류 및 농도에 따른 생육을 비교한 결과 CW-T2처리 구에서 초장, 엽장 및 생체중이 양호하였음을 알 수 있었다(표 7, 그림 3, 5, 6, 7).

표 7. C-형강 심지관수 시 비료의 종류 및 농도에 따른 생육 비교

Treatment		Height (cm)	Branching no.	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
Irrigation method ^z	Fertilizer ^y						
CW	T1	39.7a	6.00bc	6.28c	4.30b	149.2a	18.0a
	T2	41.1a	7.33ab	7.63a	5.21a	150.4a	18.7a
	T3	29.7b	8.00a	7.02b	4.40b	99.6b	13.5a
CW	O1	23.6c	2.67e	5.58d	2.88d	24.1c	1.99b
	O2	12.6g	5.00cd	5.44de	2.41e	22.5c	1.67b
	O3	8.93h	5.00cd	4.46gh	2.28e	16.6c	1.17b
OI	T1	16.8ef	3.67de	3.74i	1.92f	14.5c	1.60b
	T2	20.6d	2.67e	4.19h	2.17ef	16.9c	1.98b
	T3	20.4d	3.67de	4.78fg	2.41e	21.1c	2.41b
OI	O1	16.7ef	3.33de	4.73fg	3.22c	18.9c	1.75b
	O2	14.1fg	4.00cde	5.04ef	3.41c	17.3c	1.33b
	O3	18.3de	4.00cde	5.40de	3.27c	20.3c	1.97b

^zCM=Capillary mat irrigation, CW=Wick irrigation, and OI=Overhead irrigation

^yT is an abbreviation of Technigro and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 1.0, 2 to 1.5, 3 to 2.0g·L⁻¹ each. O is an abbreviation of Osmocote and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 5.0, 2 to 7.5, 3 to 10.0g·2L⁻¹ each.

^xMean separation within columns by DMRT at 5% level.

7) 비료의 종류, 농도 및 관수방식에 따른 페튜니아의 생육

관수방법 및 비료의 종류와 농도에 따른 생육상태를 조사한 결과 수용성 비료(Technigro)를 공급한 처리구가 완효성 비료(Osmocote)를 공급한 처리구보다 초장, 엽장, 엽폭, 생체중 및 건물중이 많아 생육이 양호하였고, 두상관수 처리구는 비료의 종류에 상관없이 생육이 저조하였다. 특히, C-형강 심지 및 매트급수에서 수용성비료를 공급한 처리구 중 1.5g·L⁻¹를 공급한 처리구가 1.0, 2.0g·L⁻¹처리구보다 생육이 좋았으며, 1.5g·L⁻¹처리구에서 매트재배와 심지재배간의 생육차이는 나타나지 않았다(표 8). 개화수에서도 수용성비료를 공급한 처리구가 높았으며, 개화시작 후 20일 후부터는 높게 증가하는 경향을 보였다(그림 1).

표 8. 비료의 종류, 농도 및 관수방식에 따른 페튜니아의 생육

Treatment		Height (cm)	Branching no.	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
Irrigation method ^z	Fertilizer ^y						
CM	T1	36.9b ^x	7.00b	7.44b	4.46b	136.70a	17.3a
	T2	42.7a	7.67ab	7.86a	5.31a	144.13a	17.2a
	T3	28.7c	8.67a	5.63c	3.42c	89.47a	12.5a
CW	T1	39.7a	6.00ab	6.28c	4.30b	149.20a	18.0a
	T2	41.1a	7.33a	7.63a	5.21a	150.43a	18.7a
	T3	29.7b	8.00a	7.02b	4.40b	99.56b	13.5a
CM	O1	11.6cd	2.67c	4.53b	2.76b	10.4b	1.13b
	O2	13.2bc	4.67a	4.57b	2.50bc	19.7a	1.54bc
	O3	10.1d	3.33bc	4.79ab	2.40c	11.5b	1.16c
CW	O1	23.6a	2.67c	5.58a	2.88b	24.1a	1.99a
	O2	12.6c	5.00a	5.44a	2.41c	22.5ab	1.67ab
	O3	8.93d	5.00a	4.46d	2.28c	16.6c	1.17b
OI	T1	16.8d	3.67c	3.74f	1.92e	14.46b	1.60b
	T2	20.6d	2.67c	4.19e	2.17de	16.96b	1.98b
	T3	20.4d	3.67c	4.78d	2.41d	21.13b	2.41b
OI	O1	16.7a	3.33bc	4.73b	3.22a	18.9a	1.75ab
	O2	14.1b	4.00ab	5.04ab	3.41a	17.3a	1.33c
	O3	18.3a	4.00ab	5.40a	3.27a	20.3a	1.97a

^zCM=Capillary mat irrigation, CW=Wick irrigation, and OI=Overhead irrigation

^yT is an abbreviation of Technigro and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 1.0, 2 to 1.5, 3 to 2.0g·L⁻¹ each. O is an abbreviation of Osmocote and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 5.0, 2 to 7.5, 3 to 10.0g·2L⁻¹ each.

^xMean separation within columns by DMRT at 5% level.

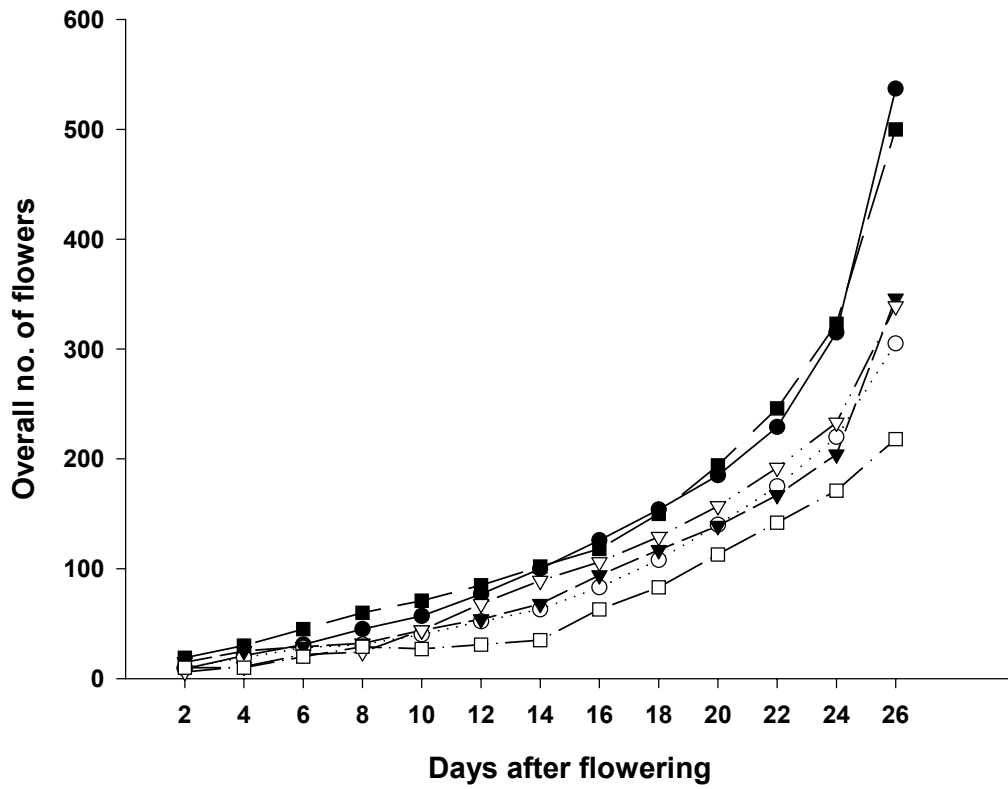


그림 1. 수용성 비료의 농도에 따른 C-형강 심지관수 및 매트급수의 개화수.

● CMT1, ○ CMT2, ▼ CMT3,
 ▽ CWT1, ■ CWT2, □ CWT3.

나. 비료의 종류, 농도 및 관수방식에 따른 페튜니아의 다량원소 분석

1) 수용성 비료의 농도에 따른 C-형강 매트 급수와 두상관수 간의 다량원소 비교

생육이 CM-T2에서 가장 양호했던 것과는 달리 CM-T3에서 질소가 1,015ug/g, 인산이 1.12, 칼륨이 3.75%로 질소, 인산, 칼륨의 함량이 가장 높았으며, 칼슘의 경우 두상관수 처리구가 1.41~1.47%로 매트급수 처리구보다 함량이 높았다. 마그네슘의 경우 0.52~1.24%로 처리구간의 유의성은 나타나지 않았다(표 9).

표 9. 수용성 비료의 농도에 따른 C-형강 매트급수와 두상관수 시 페튜니아의 다량원소 함량비교

Treatment		Mineral content ^x				
Irrigation method ^z	Fertilizer ^y	N (ug/g)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
CM	T1	806.5ab ^w	1.10ab	3.57a	1.25ab	0.74a
	T2	689.6b	1.11ab	3.61a	1.09b	0.52a
	T3	1015.5a	1.12a	3.75a	1.07b	0.69a
OI	T1	36.7c	1.07ab	1.64b	1.46a	1.24a
	T2	13.7c	1.04ab	1.36b	1.47a	0.89a
	T3	17.9c	1.01b	1.59b	1.41a	1.00a

^zCM=Capillary mat irrigation, CW=Wick irrigation, and OI=Overhead irrigation

^yT is an abbreviation of Technigro and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 1.0, 2 to 1.5, 3 to 2.0g·L⁻¹ each. O is an abbreviation of Osmocote and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 5.0, 2 to 7.5, 3 to 10.0g·2L⁻¹ each.

^xBased on dry weight.

^wMean separation within columns by DMRT at 5% level.

2) 수용성 비료의 농도에 따른 C-형강 심지관수와 두상관수 간의 다량원소 비교

C-형강 심지관수 처리구인 CM-T1, CM-T2, CM-T3에서 질소함량이 두상관수 처리구에 비교하여 매우 높았으며, CM-T3처리구에서 $1.076\text{ug}\cdot\text{g}^{-1}$ 으로 제일 높았다. 인산의 경우 1.01~1.15%로 처리구 간의 유의성은 나타나지 않았다. 칼륨은 C-형강 심지관수 처리구가 두상관수 처리구보다 함량이 높았으며, 칼슘은 두상관수 시 1.41~1.47%로 심지관수 시 1.17~1.24%보다 다소 높았으나, 처리구 간의 유의성은 나타나지 않았다. 마그네슘 역시 0.52~1.24%로 처리구 간의 유의성이 나타나지 않았음을 알 수 있었다(표 10).

표 10. 수용성 비료의 농도에 따른 C-형강 심지관수와 두상관수 시 페튜니아의 다량원소 함량비교

Treatment		Mineral content ^x				
Irrigation method ^z	Fertilizer ^y	N (ug/g)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
	T1	923.6a	1.15a	3.29a	1.19a	0.75a
CW	T2	1035.1a	1.09a	3.90a	1.24a	0.52a
	T3	1076.1a	1.13a	3.29a	1.17a	0.95a
OI	T1	36.7b	1.07a	1.64b	1.46a	1.24a
	T2	13.7b	1.04a	1.36b	1.47a	0.89a
	T3	17.9b	1.01a	1.59b	1.41a	1.00a

^zCM=Capillary mat irrigation, CW=Wick irrigation, and OI=Overhead irrigation

^yT is an abbreviation of Technigro and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 1.0, 2 to 1.5, 3 to $2.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ each. O is an abbreviation of Osmocote and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 5.0, 2 to 7.5, 3 to $10.0\text{g}\cdot 2\text{L}^{-1}$ each.

^xBased on dry weight.

^wMean separation within columns by DMRT at 5% level.

3) 완료성 비료의 농도에 따른 C-형강 매트급수와 두상관수 간의 다량원소 비교

질소의 경우 OI-O2처리구에서 $668.7\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 로 제일 높았다. 인산은 OI-O3에서 1.20%로 함량이 높게 나타났으며, 이를 제외한 다른 처리구간의 유의성은 나타나지 않았다. 칼륨의 경우 OI-O2가 3.37%로 가장 높게 나타났음을 알 수 있었다. 칼슘은 OI-O1처리구가 1.64%로 함량이 제일 높게 나타났으며, 두상관수 처리구가 1.56~1.64%로 심지관수 처리구의 1.19~1.48%보다 높은 함량을 나타내었다. 마그네슘은 1.56~2.07%로 처리구간의 유의성은 나타나지 않았다(표 11).

표 11. 완료성 비료의 농도에 따른 C-형강 매트와 두상관수 간의 다량원소 비교

Treatment		Mineral content ^x				
Irrigation method ^z	Fertilizer ^y	N (ug/g)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
	O1	191.6b	1.08b	2.03ab	1.41ab	1.56a
CM	O2	319.7ab	1.10b	2.42ab	1.48ab	1.86a
	O3	492.0ab	1.08b	3.09ab	1.19ab	2.04a
	O1	288.6ab	1.09b	1.81b	1.64a	1.89a
OI	O2	668.7a	1.11b	3.37a	1.59ab	1.66a
	O3	268.8ab	1.20a	2.53ab	1.56ab	2.07a

^zCM=Capillary mat irrigation, CW=Wick irrigation, and OI=Overhead irrigation

^yT is an abbreviation of Technigro and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 1.0, 2 to 1.5, 3 to $2.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ each. O is an abbreviation of Osmocote and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 5.0, 2 to 7.5, 3 to $10.0\text{g}\cdot 2\text{L}^{-1}$ each.

^xBased on dry weight.

^wMean separation within columns by DMRT at 5% level.

4) 완료성 비료의 농도에 따른 C-형강 심지관수와 두상관수 간의 다량원소 비교

질소의 경우 CW-O2와 OI-O2처리구가 각각 678.2, 668.7 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 로 높게 나타났으며 인산은 OI-O3처리구에서 함량이 높았음을 알 수 있었다. 이를 제외한 다른 처리구간의 유의성은 나타나지 않았다. 또한 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 각각 1.81~3.37, 1.39~1.64, 1.00~2.07%의 범위를 나타내었으나, 처리구 간의 유의성은 나타나지 않았다(표 12).

표 12. 완료성 비료의 농도에 따른 C-형강 심지관수와 두상관수 간의 다량원소 비교

Treatment		Mineral content ^x				
Irrigation method ^z	Fertilizer ^y	N (ug/g)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
	O1	68.1b	1.07b	3.02a	1.41a	1.00b
CW	O2	678.2a	1.09b	3.04a	1.47a	1.04b
	O3	443.0ab	1.14ab	2.60a	1.39a	1.84a
	O1	288.6ab	1.09b	1.81a	1.64a	1.89a
OI	O2	668.7a	1.11b	3.37a	1.59a	1.66a
	O3	268.8ab	1.20a	2.53a	1.56a	2.07a

^zCM=Capillary mat irrigation, CW=Wick irrigation, and OI=Overhead irrigation

^yT is an abbreviation of Technigro and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 1.0, 2 to 1.5, 3 to 2.0 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ each. O is an abbreviation of Osmocote and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 5.0, 2 to 7.5, 3 to 10.0 $\text{g}\cdot 2\text{L}^{-1}$ each.

^xBased on dry weight.

^wMean separation within columns by DMRT at 5% level.

5) C-형강 매트급수 시 비료의 종류와 농도에 따른 다량원소 함량 분석

C-형강 매트급수 시 비료의 종류와 농도에 따른 다량원소 함량을 분석 비교한 결과 질소함량은 CM-T3처리구에서 $1,015\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 으로 함량이 가장 높게 나타났고, 수용성비료를 두상으로 공급한 처리구에서 가장 낮았음을 알 수 있었다. 이는 토양에 완효성비료를 혼합하여 수분을 공급한 처리구보다 함량이 월등히 낮았으며, 완효성 비료 처리구의 경우 토양에 혼합된 비료가 서서히 용탈되면서 지속적으로 질소가 공급되어 OI-T처리구보다 함량이 높았다고 사료된다(표 13).

표 13. C-형강 매트급수 시 비료의 종류와 농도에 따른 다량원소 함량

Treatment		Mineral content ^x				
Irrigation method ^z	Fertilizer ^y	N (ug/g)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
CM	T1	806.5ab ^w	1.10abc	3.57a	1.25bcd	0.74ef
	T2	689.6ab	1.11abc	3.61a	1.09d	0.52f
	T3	1015.5a	1.12ab	3.75a	1.07d	0.69ef
CM	O1	191.6cd	1.08bc	2.03bcd	1.41abcd	1.56abcd
	O2	319.7cd	1.10abc	2.42abcd	1.48abc	1.86ab
	O3	492.0bc	1.08bc	3.09abc	1.19cd	2.04a
OI	T1	36.7d	1.07bc	1.64d	1.46abc	1.24bcde
	T2	13.7d	1.04bc	1.36d	1.47abc	0.89def
	T3	17.9c	1.01c	1.59d	1.41abcd	1.00cdef
OI	O1	288.6cd	1.09bc	1.81cd	1.64a	1.89ab
	O2	668.7ab	1.11abc	3.37ab	1.59ab	1.66abc
	O3	268.8cd	1.20a	2.53abcd	1.56ab	2.07a

^zCM=Capillary mat irrigation, CW=Wick irrigation, and OI=Overhead irrigation
^yT is an abbreviation of Technigro and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 1.0, 2 to 1.5, 3 to $2.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ each. O is an abbreviation of Osmocote and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 5.0, 2 to 7.5, 3 to $10.0\text{g}\cdot 2\text{L}^{-1}$ each.

^xBased on dry weight.

^wMean separation within columns by DMRT at 5% level.

6) C-형강 심지관수 시 비료의 종류와 농도에 따른 다량원소 함량 분석

질소는 CW-T2 및 CW-T3처리구에서 각각 1035, 1076 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 으로 심지 처리구에서 가장 높게 나타났다. 그러나 질소를 제외한 인산, 칼륨, 칼슘 및 마그네슘은 큰 차이를 나타내지 않았다. 두상관수 처리구와 비교한 결과 인산과 마그네슘은 OI-O3, 칼슘은 OI-O1에서 각각 함량이 높게 나타났음을 알 수 있었다(표 14).

표 14. C-형강 매트급수 시 비료의 종류와 농도에 따른 다량원소 함량

Treatment		Mineral content ^x				
Irrigation method ^z	Fertilizer ^y	N (ug/g)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
CW	T1	923.6ab	1.15ab	3.29abc	1.19bc	0.75d
	T2	1035.1a	1.09abc	3.90a	1.24abc	0.52d
	T3	1076.1a	1.13abc	3.29abc	1.17c	0.95cd
CW	O1	68.1e	1.07abc	3.02abcd	1.41abc	1.00bcd
	O2	678.2bc	1.09abc	3.04abcd	1.47abc	1.04bcd
	O3	443.0cd	1.14ab	2.60abcd	1.39abc	1.84ab
OI	T1	36.7e	1.07abc	1.64cd	1.46abc	1.24abcd
	T2	13.7e	1.04bc	1.36d	1.47abc	0.89cd
	T3	17.9e	1.01c	1.59cd	1.41abc	1.00bcd
OI	O1	288.6de	1.09abc	1.81bcd	1.64a	1.89ab
	O2	668.7bc	1.11abc	3.37ab	1.59ab	1.66abc
	O3	268.8de	1.20a	2.53abcd	1.56abc	2.07a

^zCM=Capillary mat irrigation, CW=Wick irrigation, and OI=Overhead irrigation

^yT is an abbreviation of Technigro and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 1.0, 2 to 1.5, 3 to 2.0 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ each. O is an abbreviation of Osmocote and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 5.0, 2 to 7.5, 3 to 10.0 $\text{g}\cdot 2\text{L}^{-1}$ each.

^xBased on dry weight.

^wMean separation within columns by DMRT at 5% level.

7) 비료의 종류, 농도 및 관수방식에 따른 페튜니아의 다량원소 함량

질소 및 무기물 함량을 분석한 결과 질소와 칼륨은 C-형강에 수용성 비료를 공급한 처리구가 다른 처리구보다 높은 함량을 나타내었다. 인, 칼슘 및 마그네슘은 처리구 간에 큰 차이를 나타내지 않았으며, 칼륨은 C-형강에 수용성 비료를 공급한 처리구에서 높았다. 칼슘 및 마그네슘은 처리구간에 유의성이 나타나지 않았다(표 15).

표 15. 비료의 종류, 농도 및 관수방식에 따른 페튜니아의 다량원소 함량

Treatment		Mineral content ^x				
Irrigation method ^z	Fertilizer ^y	N (ug/g)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
CM	T1	767.7c ^w	1.10abcd	3.57a	1.18cd	0.74de
	T2	689.6c	1.11abc	3.61a	1.09e	0.52e
	T3	1015.5a	1.22abc	3.75a	1.07e	0.69de
CW	T1	923.6ab	1.15ab	3.29ab	1.19cde	0.75de
	T2	1035.1a	1.09bcd	3.90a	1.24cde	0.51e
	T3	1076.1a	1.13abc	3.29ab	1.17def	0.95cde
CM	O1	191.6d	1.08bcd	2.03bcde	1.41bcd	1.56abc
	O2	319.7d	1.10abcd	2.42abcde	1.48abc	1.86ab
	O3	492.0	1.08bcd	3.09abc	1.19def	2.04a
CW	O1	68.1e	1.07bcd	3.02abcd	1.41abc	1.00cde
	O2	678.2c	1.09bcd	3.04abcd	1.47abc	1.04cde
	O3	443.0c	1.14ab	2.60abcde	1.39af	1.84ab
OI	T1	36.7e	1.07bcd	1.64cde	1.46abc	1.24bcd
	T2	243.3d	1.04cd	1.36e	1.47abc	0.89de
	T3	28.4e	1.01d	1.59de	1.41bcd	1.03cde
OI	O1	288.6d	1.09bcd	1.81cde	1.64a	1.89a
	O2	537.1c	1.11abcd	3.37ab	1.59a	1.66ab
	O3	268.8d	1.20a	2.53abcde	1.56abc	2.07a

^zCM=Capillary mat irrigation, CW=Wick irrigation, and OI=Overhead irrigation
^yT is an abbreviation of Technigro and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 1.0, 2 to 1.5, 3 to 2.0g·L⁻¹ each. O is an abbreviation of Qsmocote and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 5.0, 2 to 7.5, 3 to 10.0g·2L⁻¹ respectively.

^xBased on dry weight.

^wMean separation within columns by DMRT at 5% level.

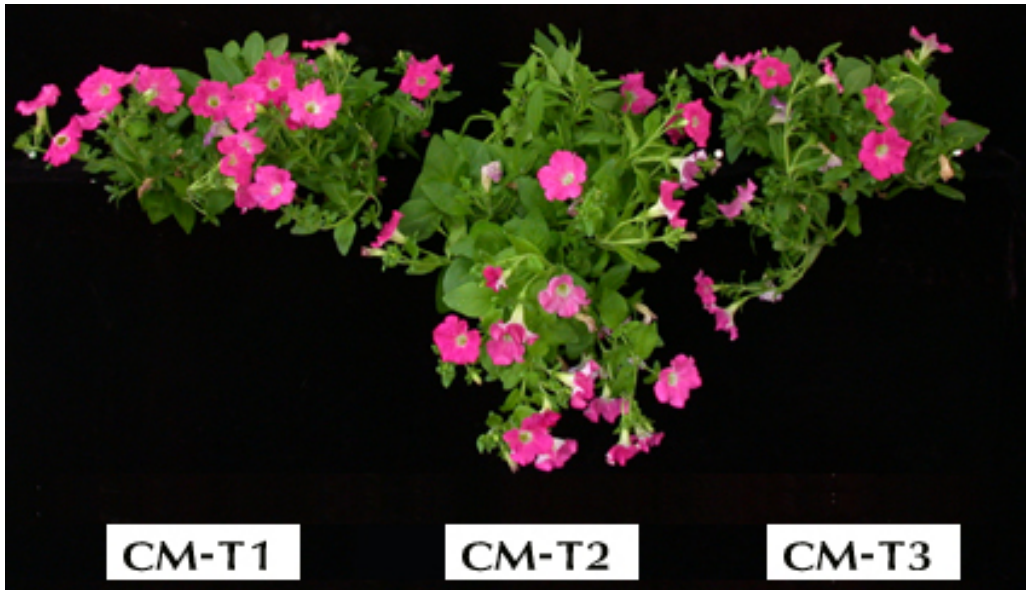


그림 2. C-형강 매트급수 시 수용성 비료의 농도에 따른 페튜니아의 생육.
 CM=Capillary mat irrigation. T is Technigro and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 1.0, 2 to 1.5, 3 to 2.0g·L⁻¹, respectively.



그림 3. C-형강 심지관수 시 수용성 비료의 농도에 따른 페튜니아의 생육.
 CW=Wick irrigation. T is Technigro and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 1.0, 2 to 1.5, 3 to 2.0g·L⁻¹, respectively.



그림 4. C-형강 매트급수 시 완효성 비료의 농도에 따른 페튜니아의 생육.
 CM=Capillary mat irrigation. O means Osmocote and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 5.0, 2 to 7.5, 3 to 10.0g·2L⁻¹ Respectively.

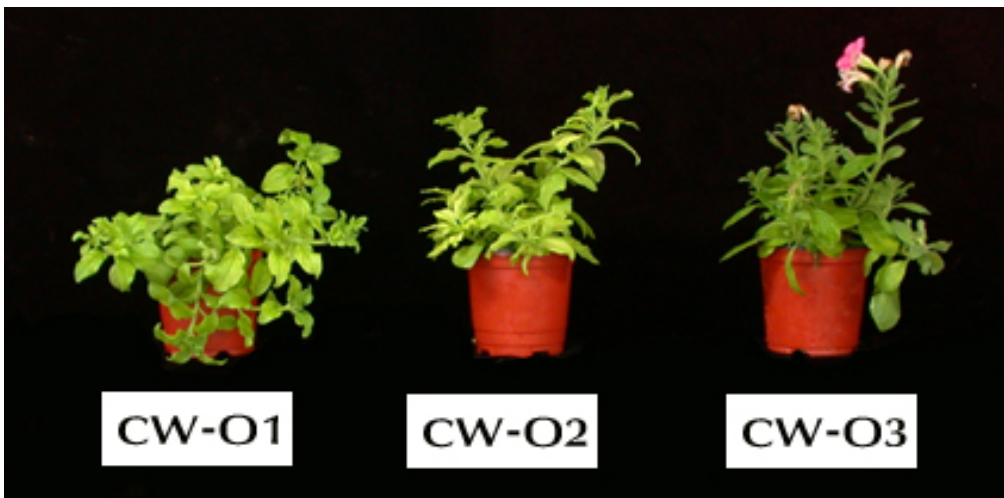


그림 5. C-형강 심지관수 시 수용성 비료의 농도에 따른 페튜니아의 생육.
 CW=Wick irrigation. O means Osmocote and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 5.0, 2 to 7.5, 3 to 10.0g·2L⁻¹ respectively.

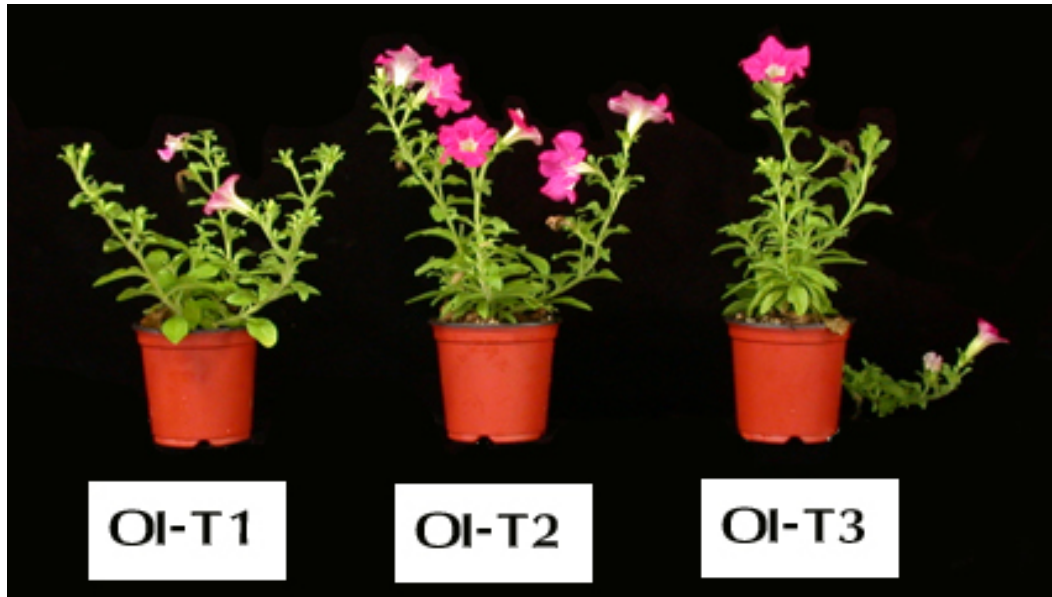


그림 6. 두상관수 시 수용성 비료의 농도에 따른 페튜니아의 생육.
 OI=Overhead irrigation. T is Technigro and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 1.0, 2 to 1.5, 3 to 2.0g·L⁻¹, respectively.



그림 7. 두상관수 시 완효성 비료의 농도에 따른 페튜니아의 생육.
 OI=Overhead irrigation. O means Osmocote and numbers are concentration of fertilizer, 1 is 5.0, 2 to 7.5, 3 to 10.0g·2L⁻¹ respectively.

3. C-형강심지재배법을 이용한 생육조절기술개발

가. C-형강 매트재배 시 수용성비료와 완효성 비료의 농도에 따른 카네이션의 생장

C-형강 매트재배 시스템을 이용하여 수용성비료와 완효성 비료의 농도에 따른 카네이션의 생장에 관한 연구를 위하여 다음과 같은 실험을 수행하였다.

카네이션(*Dianthus caryophyllus* 'Invitation')을 실험재료로 하여 삼목한 묘를 구하여 이용하였다. 1월 3일에 유묘를 직경 9cm 플라스틱 화분에 이식하여 일주일간 순화시킨 후 1월 10일부터 고려대학교 생명환경과학대학 부속 유리온실에서 시행하였으며, 생육기간은 약 120일로 5월 2일에 최종 수확을 하여 생육조사를 실시하였다. 무처리구를 포함하여 비료의 종류와 농도를 달리한 총 10처리에 처리 개체는 20개체로 하였으며, 실험 개시 후 3주 간격으로 3개체씩 수확하여 생육조사를 실시하였다. 매질은 상용상토인 MIX-2(Sunshine Co., USA)를 이용하였다.

C-형강 매트급수 방식으로 양분을 공급하여 비료의 종류와 농도에 따른 생육차이를 비교하기 위하여 시비는 수용성비료(Water soluble fertilizer, WSF)인 Technigro(Sungro, USA)를 0.2(T02), 0.4(T04), 0.8(T08), 1.0(T10), 2.0(T20)g·L⁻¹로 농도처리를 하여 공급하였고, 완효성 비료(slow release fertilizer)는 코팅된 복합비료(polymer-coated fertilizers)의 한 종류인 오스모코트(14-14-14)를 상토 1L당 0.5(O05), 1.0(O10), 1.5(O15), 2.0(O20)g 씩 혼합하였다. 수용성 비료의 경우 초기 4주간은 20-18-20을 공급하였고, 5주차부터 11주차까지는 13-2-13을, 12주차부터 수확기까지는 15-0-15를 농도에 따라 공급하였다(표 1). 비료의 농도효과를 비교하기 위하여 수돗물만을 공급하여 무처리구로 설정하였다. 온도는 최저 15±2℃, 최고 24±2℃를 유지하였다.

표 1. 비료의 종류와 농도에 따른 카네이션의 생육실험에 공급된 비료

Fertilizer	NO ₃	NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Technigro 20-18-20	11.5	8.5	18.0	20.0	1.4			0.02	0.02	0.1	0.04	0.015	0.02
Technigro 13-2-13	12.2	0.8	3	13	-	6	3	0.0069	0.0035	0.05	0.033	0.001	0.0026
Technigro 15-0-15	13.7	1.3	0	15	-	9.1	1.0	0.015	0.015	0.075	0.03	0.011	0.015
Osmocote	7.2	6.8	14.0	14.0	-			-	-	-	-	-	-

실험 개시 후 3주 간격으로 처리당 3개체의 식물을 수확하여 지상부 생체중과 건물중, 초장, 총 엽면적, 분지수, 엽수 등의 생육조사를 실시하여 비료의 종류와 농도에 따른 식물의 생육 상태를 측정하였다.

초장 및 총엽면적은 디지털화하여 image analysis를 통하여 측정을 하였다. 각각의 잎을 줄기로부터 절단하여 스캐너(ScanJet6100C, Hewlett packard, USA)를 이용하여 600dpi에서 Black and white mode로 설정하여 처리별로 twain으로 photoshop 7.0 (Adobe, USA)에서 TIFF확장자 형식으로 저장하였다. 저장한 TIFF 파일을 이미지 분석 프로그램인 VideTest5.0(Silicon Graphics, Russia)으로 불러들여 초장 및 총엽면적으로 측정하였다. 측정 시의 calibration 값은 0.004255cm/pixel이었다.

모든 수치의 통계적 분석은 SAS(SAS Institute, Cathy, NC, USA)를 통한 Duncan 다중 검정을 이용하였다.

수용성 비료를 $0.8\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리한 T08 처리구에서 생체중, 건물중, 엽수, 엽면적, 초장, 분지수 등의 생육 전반에 걸쳐 가장 양호하였다.

특히 T08은 재배 시작 후 60일 경을 전후로 수확기까지 급속한 성장량을 나타내는 것으로 나타났다. 이와 같은 특성은 생체중, 건물중, 및 초장의 증가에 있어서 두드러지게 나타났다. 생체중의 경우 T08에 비해 T10은 점진적으로 증가하는 경향을 나타내었으며, 생체중은 51.5, 47.4, 44.1, 39.8g 으로 T08, T10, T04, T20순으로 생체중이 높은 것으로 나타났다(그림 1).

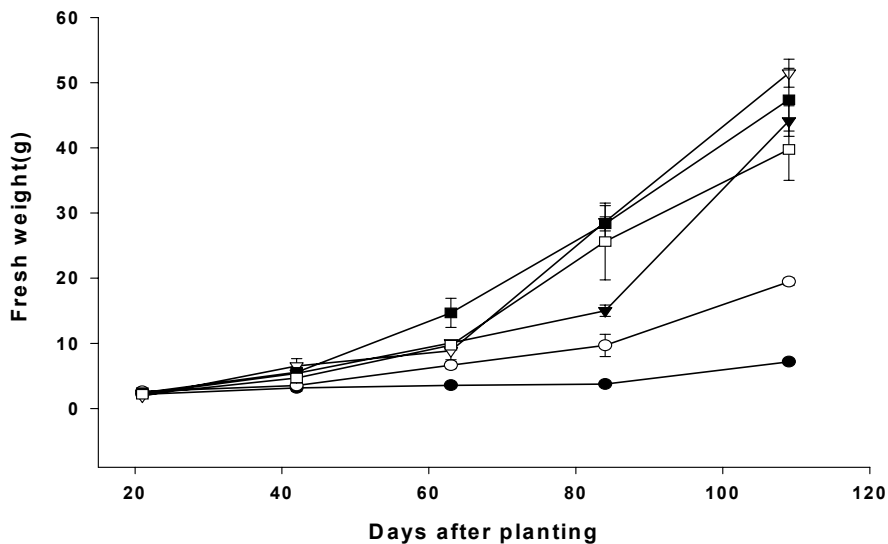


그림 1. 수용성 비료의 농도에 따른 카네이션 'Invitation'의 생체중

—●— Con , —◇— T02 , —▼— T04 , —□— T08 , —■— T10 , —□— T20

건물중은 경우 6.31~6.74g으로 T04, T08, T10, T20이 생체중과 마찬가지로 생육이 양호 하였으며, T08과 T10은 차이가 나타나지 않았고, T04의 경우 6.31g으로 생체중과는 달리 6.61g의 T20보다 다소 낮은 경향을 나타내었다. 이는 시비 농도가 높은 T20의 경우 양분 흡수가 T04처리구보다 상대적으로 많다는 것을 나타낸다고 할 수 있다(그림 2).

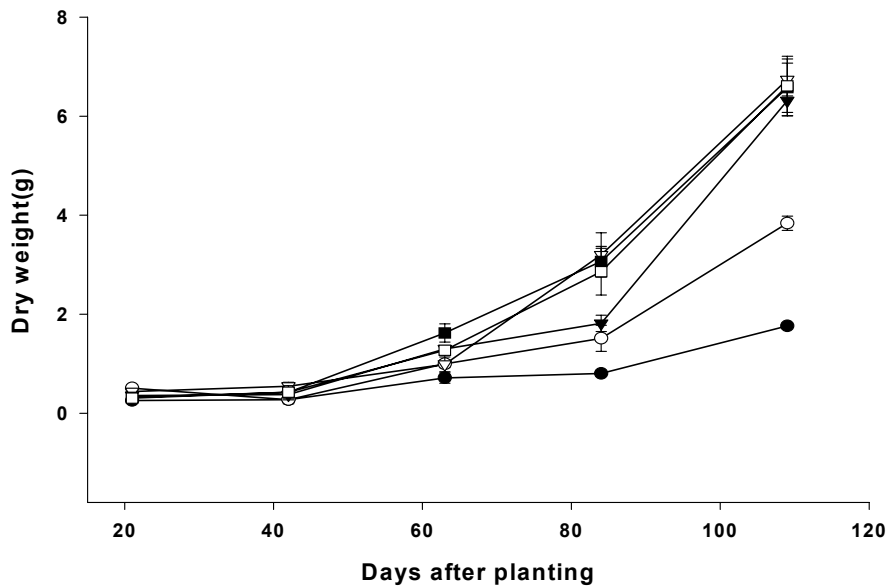


그림 2. 수용성 비료의 농도에 따른 카네이션 'Invitation'의 건물중 변화

—●— Con , —◇— T02 , —▲— T04 , —□— T08 , —■— T10 , —□— T20

총 엽면적의 경우 앞서 언급한 바와 같이 T08처리구는 60일을 전후로 총엽면적이 급속히 증가하다 90일 경을 전후로 증가량이 감소하였고, 이러한 경향은 증가율은 T08보다 낮으나 T10, T20에서도 유사하게 나타났다. T04의 경우 수확 시기의 총 엽면적은 460.7cm²로 T20의 447.8cm²보다 컸으나 생육 초기부터 점진적으로 증가하는 경향을 나타내었다, 총 엽면적의 경우 생육 90일 경을 전후로 증가가 완만해지는 경향을 나타내었다. 총엽면적 증가 및 증가량의 감소현상을 통하여 생육 90일 전후로 카네이션이 영양생장 단계에서 생식생장 단계로 전환되었다는 것을 추측할 수 있다.(그림 3).

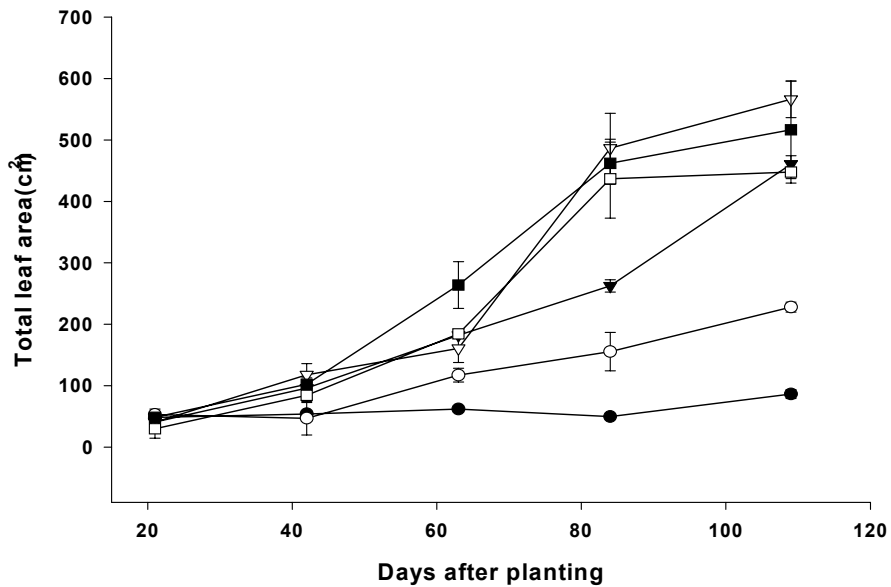


그림 3. 수용성 비료의 농도에 따른 카네이션 'Invitation'의 총 엽면적 변화

—●— Con , —◇— T02 , —▼— T04 , —□— T08 , —■— T10 , —□— T20

초장은 각 처리구의 분지의 초장을 합한 것으로 초장과 분지수 모두 T08에서 각각 164.7cm, 15.33개로 가장 생육이 양호하였다. 비료를 전혀 공급하지 않은 무처리구의 경우 수확기의 초장은 106.9cm으로 T02처리구보다 높게 나타났으나 분지수에서는 5.0개로 제일 적게 나타났고 이는 양분 결핍에 의해 적심을 통한 분지수의 발달이 미약했고, 수분만을 흡수하여 초장이 증가한 것으로 판단된다(그림 4).

엽수는 191.3, 180.3, 180.3, 1457.개로 T08, T04/T10, T20순으로 많았으며, 무처리구와 T02을 제외한 나머지 처리구의 경우 생육 90일을 전후로 하여 엽수가 감소하였는데, 이는 하엽의 고사로 인한 것이다. (그림 6).

완효성 비료 처리구의 생체중은 15.0~29.2g, 건물중은 3.41~5.37g, 엽수는 78~117.7개, 총 엽면적은 134.2~341.0cm², 초장은 47.8~77.1cm, 분지수는 5~9.67개로 나타났으며, 생육전반에 걸쳐 수용성 비료 처리구들보다 생육상태가 좋지 않았음을 알 수 있다.

생체중, 건물중 및 총 엽면적은 O20처리구에서 가장 좋았으며, 엽수에서는 O15처리구가 가장 많았으나, O10, O20처리와의 처리 간 유의성은 나타나지 않았다(표 2).

생체중, 건물중 및 총 엽면적은 수용성비료 처리구와 마찬가지로 생육 60일 경을 전후로 증가량이 늘어났다. 엽면적의 경우 90일 경을 전후로 증가가 거의 일어나지 않았으며, 수용성 비료 처리구와 동일한 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다. 그러나 O20 처리구의 경우 최종 수확기까지 지속적으로 증가하였다.

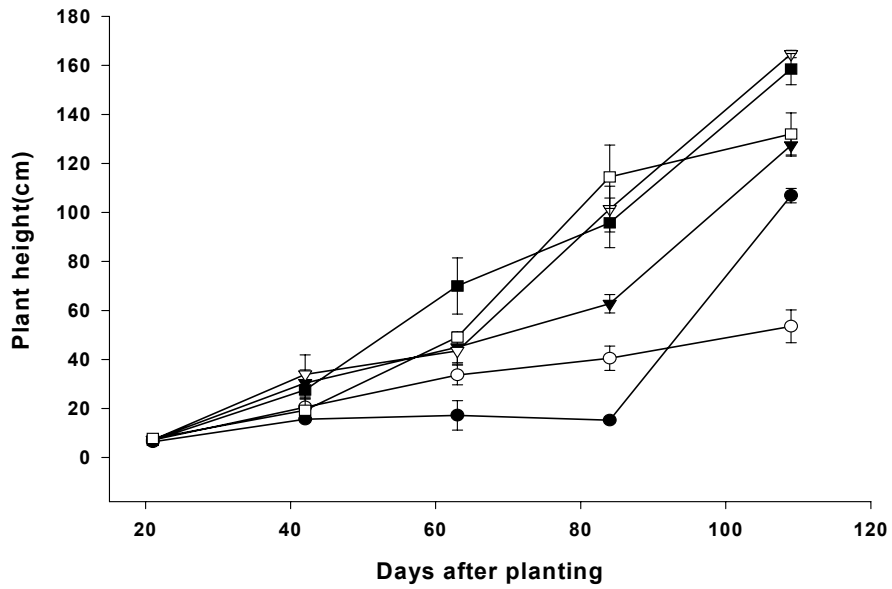


그림 4. 수용성 비료의 농도에 따른 카네이션 'Invitation'의 초장
 —●— Con , —○— T02 , —▼— T04 , —◻— T08 , —■— T10 , —◻— T20

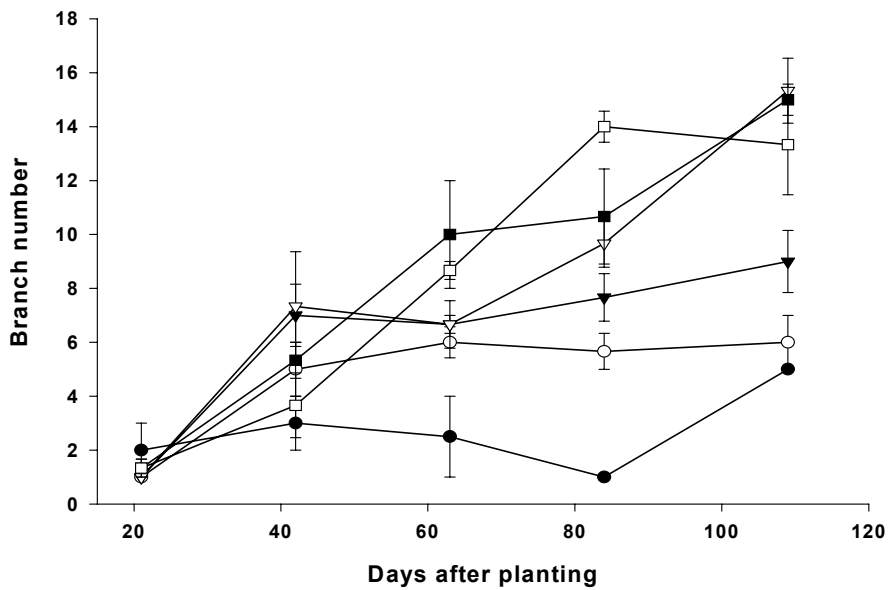


그림 5. 수용성 비료의 농도에 따른 카네이션 'Invitation'의 분지수 변화
 —●— Con , —○— T02 , —▼— T04 , —◻— T08 , —■— T10 , —◻— T20

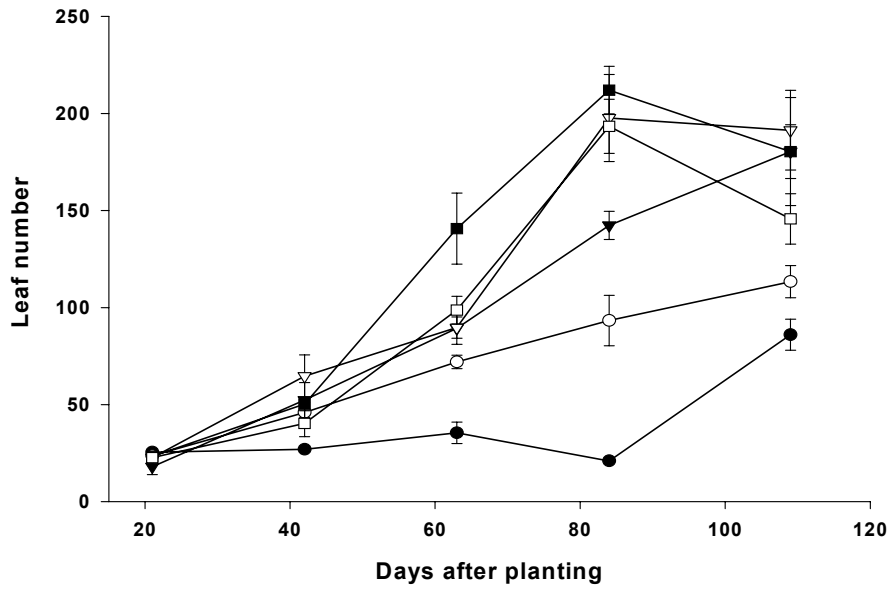


그림 6. 수용성 비료의 농도에 따른 카네이션 'Invitation'의 엽수 변화

—●— Con , —○— T02 , —▼— T04 , —◇— T08 , —■— T10 , —□— T20

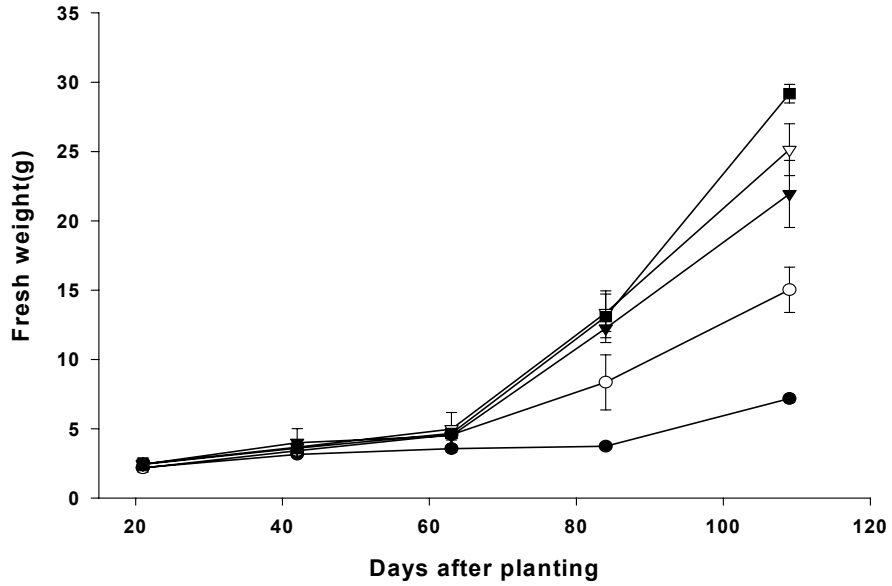


그림 7. 완효성 비료의 농도에 따른 카네이션 'Invitation'의 생체중 변화

—●— Con , —○— 005 , —▼— 010 , —◇— 015 , —■— 020

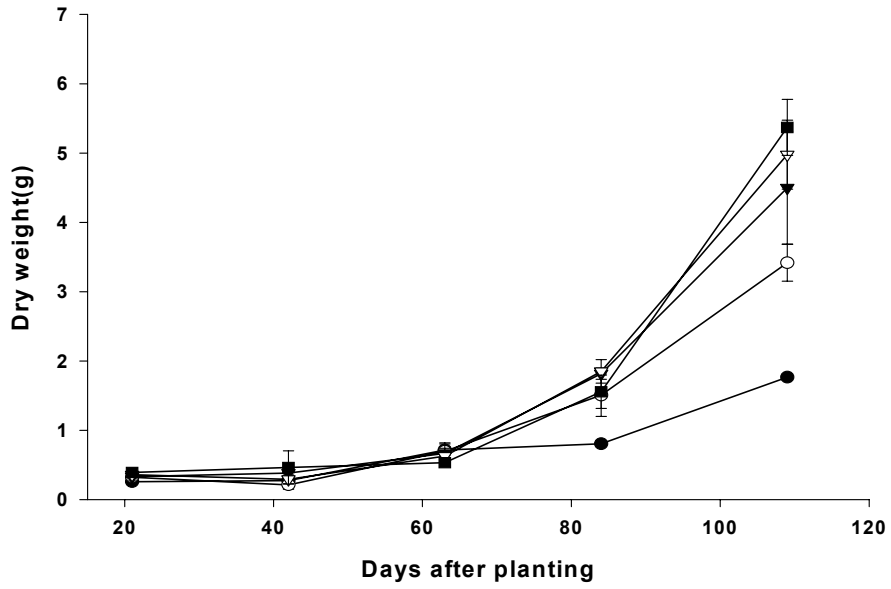


그림 8. 완효성 비료의 농도에 따른 카네이션 'Invitation'의 건물중 변화

—●— Con , —○— 005 , —▼— 010 , —▽— 015 , —■— 020

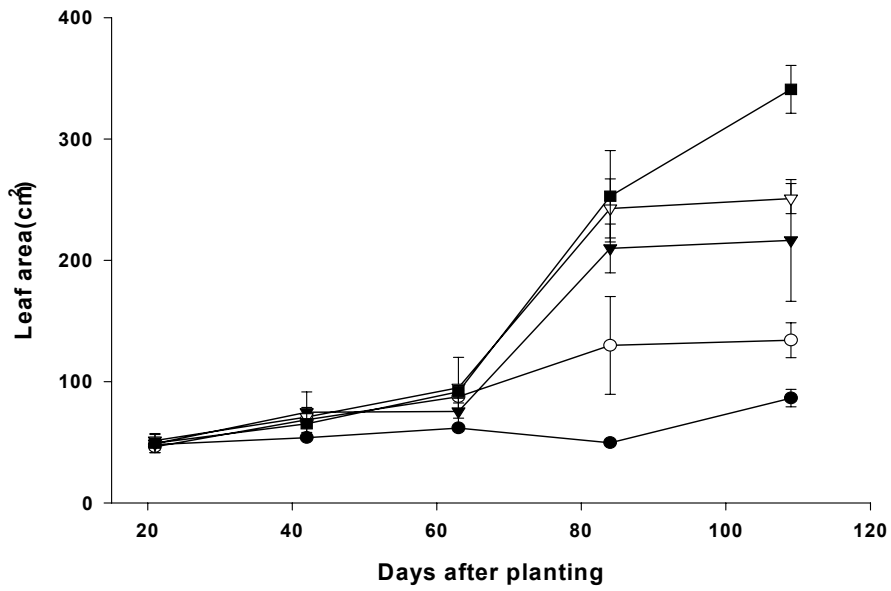


그림 9. 완효성 비료의 농도에 따른 카네이션 'Invitation'의 엽면적 변화

—●— Con , —○— 005 , —▼— 010 , —▽— 015 , —■— 020

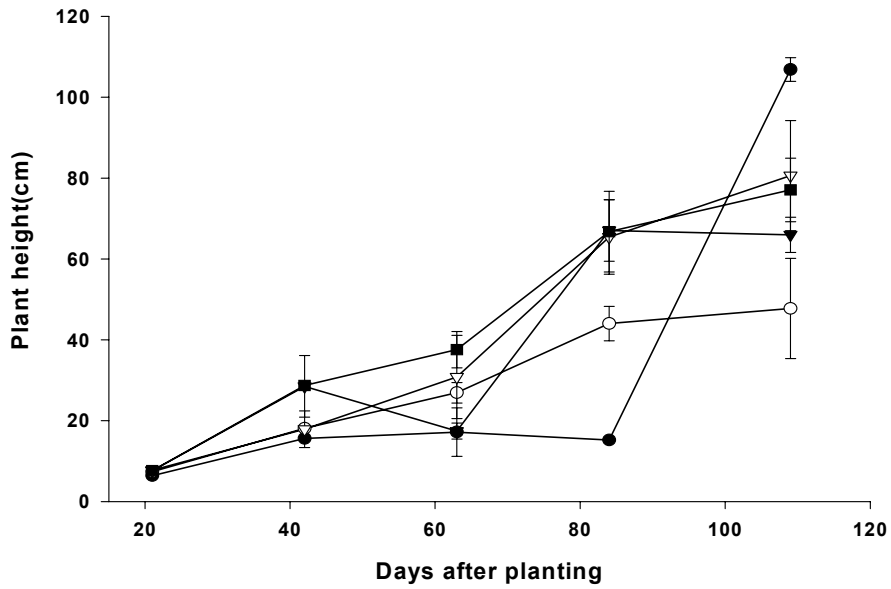


그림 10. 완효성 비료의 농도에 따른 카네이션 'Invitation'의 초장 변화

—●— Con , —○— 005, —▼— 010, —▽— 015, —■— 020

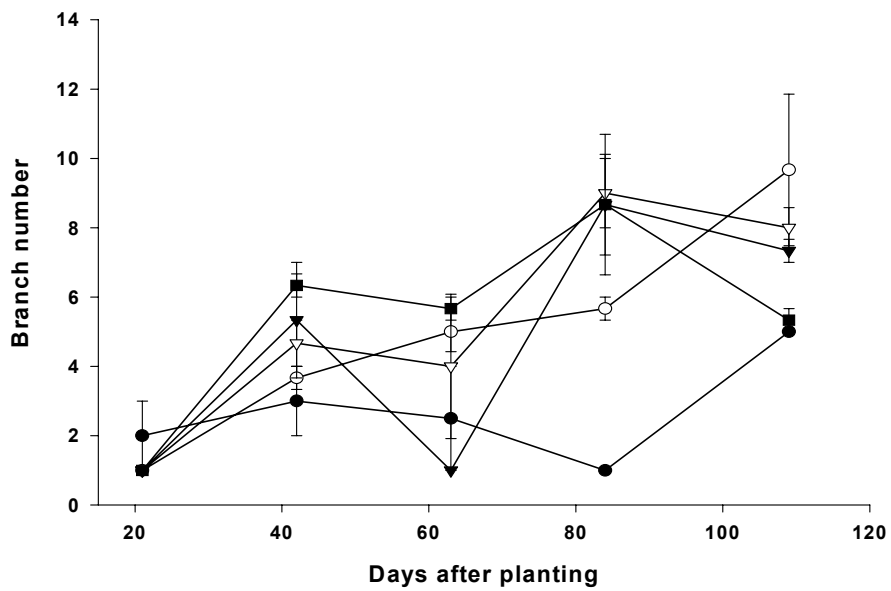


그림 11. 완효성 비료의 농도에 따른 카네이션 'Invitation'의 분지수 변화

—●— Con , —○— 005, —▼— 010, —▽— 015, —■— 020

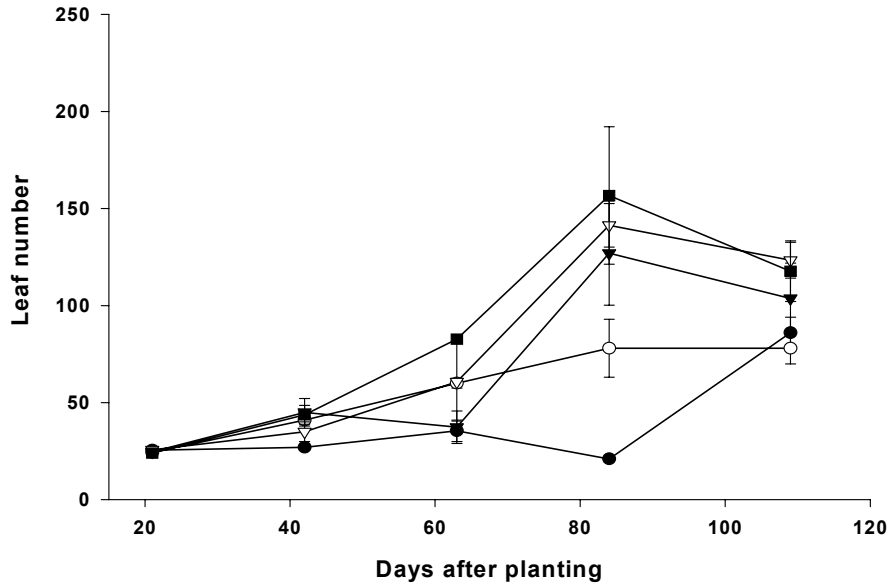


그림 12. 완효성 비료의 농도에 따른 카네이션 'Invitation'의 엽수 변화

—●— Con , —○— O05, —▼— O10, —▽— O15, —■— O20

표 2. 수용성 비료와 완효성 비료의 농도에 따른 카네이션 'Invitation'의 생육

Treatment	Fresh weight(g)	Dry weight(g)	Leaf number	Leaf area(cm ²)	Plant height(cm)	Branch no.
T02	19.46de	3.84de	113.3bc	228.0de	53.6de	6.00bc
T04	44.12ab	6.31ab	180.3a	460.7ab	127.4b	9.00bc
T08	51.48a	6.74a	191.3a	566.2a	164.7a	15.33a
T10	47.40ab	6.58a	180.3a	516.6ab	158.5a	15.00a
T20	39.77b	6.61a	145.7ab	447.8b	132.0a	13.33a
O05	15.03ef	3.41e	78.0c	134.2ef	47.8e	9.67b
O10	21.94cde	4.50cde	103.7bc	216.5de	66.0cde	7.33bc
O15	25.12cd	4.98bcd	123.3bc	250.9cd	80.6c	8.00bc
O20	29.18c	5.37abc	117.7bc	341.0c	77.1cd	5.33c
Control	7.18f	1.77f	86.0c	86.5f	106.9b	5.00c

²Means within a column followed different letters are significantly different at $P < 0.05$, Duncan's multiple range test.

나. C-형강 매트 재배 시 왜화제의 종류와 처리방법에 따른 식물의 성장조절

C-형강 재배시스템에서의 왜화제에 의한 국화의 성장조절 방법을 연구하기 위하여 본 실험을 수행하였다. 실험에 사용한 식물은 구파발의 아침농장에서 구입한 국화 (*Dendranthema × grandiflorum* 'Cheasepeake') 삽목묘를 이용하였으며, 묘의 지상부 2마디를 남기고 절단한 후 9cm 비닐 포트에 이식하였다. 재배 시 지하부 매질은 MIX-2(Sunshine, USA)를 이용하였고, 실험은 고려대학교 생명환경과학대학 부속 온실 내에 설치한 C-형강에서 실시하였다. 재배 기간 동안 국화의 성장을 위해 수용성 비료인 Technigro(20-18-20, Sunshine, USA)를 $1.5\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 농도로 공급하였다. 왜화제는 B-9(Daminozide,)과 CCC(cycocel, Sigma, USA)를 공급하였고, 처리방식은 양액과 함께 저면으로 공급한 저면처리(SD 또는 SC), 관주 처리(DD 또는 DC)의 두 처리로 하였으며, 왜화제에 따라 농도를 달리 하여 공급하였다. B-9은 농도는 500, 750, 1250, 2000, 2500mg를 증류수 500mL과 각각 혼합하여 화분 당 50mL 씩 관주처리 하였다. 이 때 설정한 농도는 각, 1000, 1500, 2500, 4000, 5000ppm이었다.

저면급수처리로는 0.03, 0.1, 0.3mg/L로 조절하여 재배 초기 2일 간격으로 10L 씩 총 6회를 공급하였다. CCC는 각 50, 100, 250, 500, 1000mg을 500mL의 증류수에 각각 혼합하여 화분 당 50mL 씩 공급하였다. 이 때의 농도는 100,200,500,1000, 2000ppm으로 설정하였다. 저면급수처리로는 0.03, 0.1, 0.3mg/L로 조절하여 B-9과 마찬가지로 10L 씩 총 6회 공급하였다. 왜화제를 처리하지 않은 것을 무처리구로 비교하였으나 각 처리별 제일 낮은 농도 처리구와 생장에 차이가 없기 때문에 결과 비교에서는 제외하였으며 처리구간의 비교분석만을 하였다.

C-형강 매트재배 시 왜화제를 통한 성장조절 효과를 구명하기 위하여 12월 5일에 식물을 수확하여 총엽면적, 평균엽면적, 엽장, 엽폭, 엽수, 총초장, 평균초장, 외관상초장, 분지수, 생체중, 건물중, 개화수, 화뢰수 등을 조사하였다.

처리한 왜화제의 종류, 처리방법, 관수방식에 따른 초장의 변화를 보다 심도있게 측정하기 위하여 모든 분지의 초장을 합한 총초장, 총초장을 분지수로 나눈 평균초장, 상토표면에서 식물체의 제일 높은 곳까지 직선으로 측정한 외견상 초장(apparent plant height)으로 세분하여 측정하였다.

엽면적, 엽장, 엽폭, 초장은 디지털화하여 image analysis를 통하여 측정 하였다. 각각의 잎을 줄기로부터 절단하여 스캐너(ScanJet6100C, Hewlett packard, USA)를 이용하여 photoshop7.0(Adobe, USA)에서 twain32로 스캔 하였다. 이미지의 파일을 최대로 하기 위해 비압축-TIFF(Tag Image File Format)확장자 형식으로 저장하였다. 저장한 TIFF파일은 이미지 분석 프로그램인 VideTest5.0(Silicon Graphics, Russia)로 측정하였다. 측정 시 정확도를 위해 해상도(dpi ; dot per inch)에 따른 calibration을

구하였다(그림 1). 모든 수치의 통계적 분석은 SAS(SAS Institute, Cathy, NC, USA)를 통한 Duncan 다중 검정을 이용하였다.

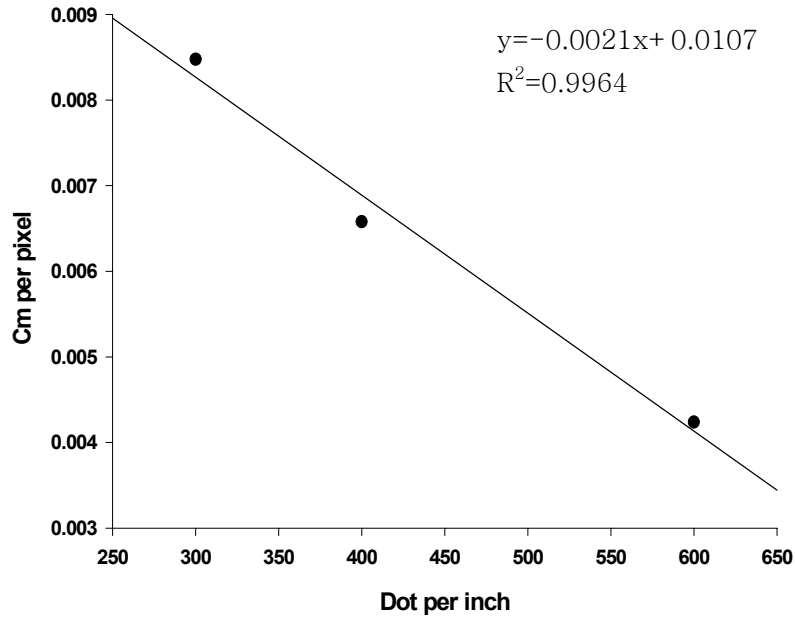


그림 1. 해상도(dot per inch)에 따른 pixel 당 거리(cm).

표 1과 표 2는 B-9을 관주한 처리구의 생육으로 측정 당시의 개화수는 7.7~14.0개로 1000, 2500ppm 처리구에서 각각 13.7, 14.0개로 제일 높게 나타났다 또한 개화 직전의 화퇴 수도 1000 및 2500ppm 처리구에서 제일 많음을 알 수 있었다. 1500ppm을 제외하면 B-9의 처리 농도가 높아질수록 개화 수와 화퇴 수에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 개화 시기에는 큰 차이를 나타내지는 않았다. 총초장의 경우도 개화수 및 화퇴 수와 마찬가지로 1500ppm 처리구를 제외하면 농도가 높아질수록 총초장이 감소하는 경향을 나타내었다. 총엽면적 또한 농도가 증가할 수록 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 평균엽면적과 엽수의 경우 차이는 있었으나 유의성이 나타나지 않았다. 엽장과 엽폭은 각각 3.47~3.84, 2.07~2.24cm으로 농도처리에 따른 엽수의 차이는 있었으나 엽장과 엽폭에는 영향을 미치지 않았다. 분지 수의 경우 2500ppm 처리구에서 20.0개로 가장 많이 나타났으며 이는 개화 수 및 화퇴

수가 제일 많았다는 결과와 동반되는 결과라 할 수 있으며 2500ppm 처리구를 제외 하면 분지수도 농도에 따른 감소한다는 것을 알 수 있었다. 생체중도 41.9~63.0g으로 농도가 낮을수록 감소하는 경향을 나타내었다.

표 1. B-9 농도별 관주처리에 따른 국화의 생육

Treatment (ppm)	No. of flowers	No. of flower buds	Plant height(cm)		
			Total	Average	Apparent
1000	13.7a	9.0a	178.6a	9.60a	25.5
1500	11.3ab	6.0ab	152.5ab	10.7a	21.4
2500	14.0a	9.3a	167.0a	8.69a	23.4
4000	9.7ab	5.0bc	117.8bc	10.7a	22.5
5000	7.7b	2.3c	83.5c	7.9a	22.9

표 2. B-9 농도별 관주처리에 따른 국화의 생육

Treatment (ppm)	Leaf					No. of branch	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
	Area(cm ²)		Length (cm)	Width (cm)	No.			
	Total	Average						
1000	848.9a	5.66a	3.83a	2.20a	152a	18.7a	63.0a	5.61a
1500	768.8ab	5.57a	3.82a	2.24a	138a	14.7ab	53.6abc	4.51ab
2500	810.8a	2.64a	3.84a	2.23a	145a	20.0a	57.7ab	5.25a
4000	640.6bc	5.40a	3.76a	2.14a	119a	11.3b	45.3bc	3.63bc
5000	550.3c	4.96a	3.47a	2.07a	113a	10.3b	41.9c	2.96c



그림 2. B-9 농도별 관주처리에 따른 국화의 생육 비교.

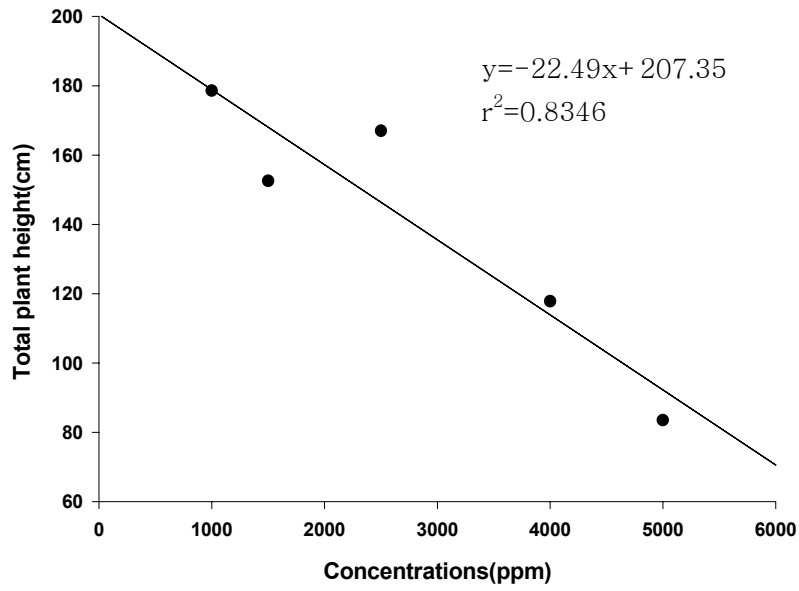
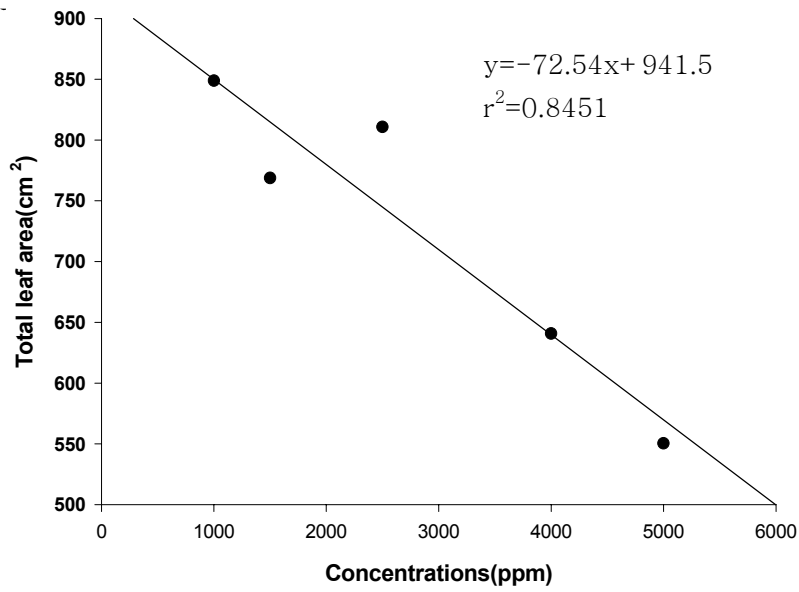


그림 3. B-9 농도의 증가에 따른 총초장의 감소 추이.



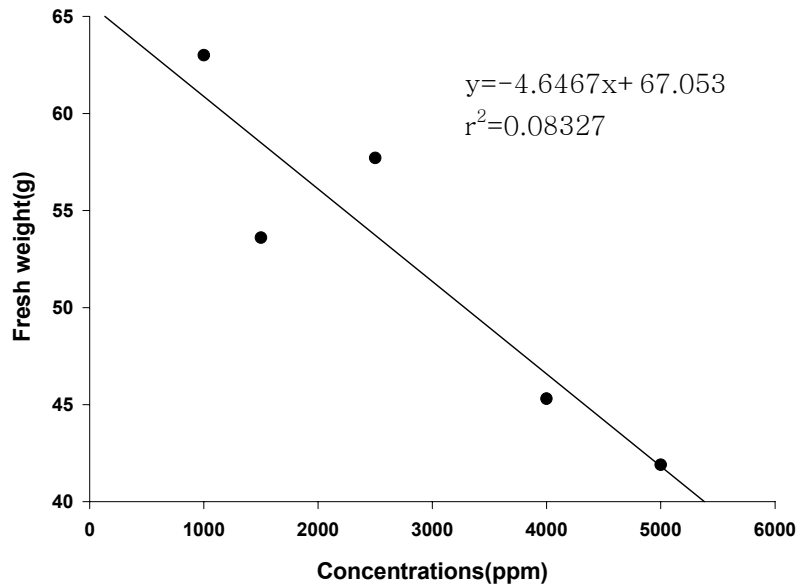


그림 5. B-9 농도 증가에 따른 생체중의 감소 추이

CCC를 농도별로 관주처리 한 처리구도 농도가 증가 할수록 개화 수, 총초장, 총 엽면적, 분지수, 생체중 등이 감소하는 경향을 나타내었다(표 3과 표 4). 개화 수는 100, 200, 1000ppm에서 각각 10.7, 10.7, 12.0개로 가장 많았으며 2000ppm에서 5.0개로 가장 적은 수치를 나타내었으나 화뢰 수는 3.33~5.33개로 처리 농도간의 차이는 나타나지 않았다. 총 초장은 농도가 높아질수록 감소하는 경향이 나타났으며 2000ppm에서의 초장 감소율은 100ppm의 약 56.9%로 나타났다. 평균초장은 12.69cm으로 500ppm에서 가장 높게 나타났으며 200, 1000, 2000ppm에서 9.35~9.66cm로 나타났다. 평균 엽면적, 엽장 및 엽폭은 B-9 관주처리와 마찬가지로 처리 농도 간의 차이는 나타나지 않았다. 그러나 생체중의 경우 B-9처리구와는 달리 100~1000ppm까지는 큰 차이는 나타나지 않았으나 2000ppm 처리구의 경우 급격히 감소하는 경향이 나타나며 이는 초장의 감소율 및 총엽면적 등에서 왜화제의 처리에 의한 영향이 크게 나타났다는 것을 알 수 있다(표 3, 표 4).

표 3. CCC 농도별 관주처리에 따른 국화의 생육

Treatment (ppm)	No. of flowers	No. of flower buds	Plant height(cm)		
			Total	Average	Apparent
100	10.7a	5.00a	147.9a	10.98ab	26.1
200	10.7a	4.00a	118.9a	9.35b	26.8
500	8.0a	3.33a	111.7a	12.69a	26.1
1000	12.0a	4.00a	137.2a	9.40b	24.4
2000	5.0b	5.33a	84.3b	9.66b	20.3

표 4. CCC 농도별 관주처리에 따른 국화의 생육

Treatment (ppm)	Leaf				No. of branch	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	
	Area(cm ²)		Length (cm)	Width (cm)				
	Total	Average						
100	677.8a	5.80a	3.87a	2.30a	120.3a	13.3a	47.13a	3.82a
200	641.3a	5.73a	3.98a	2.25a	111.7a	13.0a	46.73a	3.57a
500	565.5ab	5.25a	3.81a	2.17a	108.0a	8.7a	39.20a	2.92a
1000	727.3a	6.10a	4.06a	2.36a	119.3a	14.7a	47.47a	3.61a
2000	308.0b	4.50a	3.48a	2.05a	66.7a	8.7a	29.03a	1.56a

그림 6. CCC 농도별 관주처리에 따른 국화의 생육



B-9을 0.03, 0.1, 0.3mg·L⁻¹의 농도로 양액과 함께 저면으로 공급하였다. 2일 간격으로 10L 씩 총 6회 공급하였으며 공급한 양은 총 1.8, 6, 18mg이었다. 저면공급을 한 결과는 표 5와 6과 같다. 각 처리구의 개화수는 14.7~18.0개로 큰 차이는 나타나지 않았으나 화퇴 수는 농도가 높을수록 감소하는 경향을 나타내었다. 총초장은 155.6~170.7cm로 0.1mg·L⁻¹ 처리구에서 가장 높았으나 처리구 간의 유의성은 나타나지 않았다. 평균초장도 이와 마찬가지로 세 처리구 간에 차이가 나타나지 않았음을 알 수 있었다. 총 엽면적의 경우 7007~793.3cm²으로 0.3mg·L⁻¹처리구에서 가장 넓게 나타났으며 0.03 및 0.3mg·L⁻¹ 처리구 간에는 유사한 것으로 나타났다. 평균엽면적은 4.24~6.49cm², 엽장은 3.26~4.12cm, 엽폭은 1.93~2.28cm으로 처리간의 차이는 나타나지 않았으나 엽수의 경우 처리 농도가 증가 할수록 감소하는 경향을 나타내었다(표 5, 표 6).

표 5. B-9 농도별 저면 공급처리에 따른 국화의 생육

Treatment (mg/L)	No. of flowers	No. of flower buds	Plant height(cm)		
			Total	Average	Apparent
0.03	18.0a	17.0a	155.6a	7.04a	23.2
0.1	14.7a	11.0ab	170.7a	9.44a	25.8
0.3	15.3a	10.3b	158.4a	8.80a	23.1

표 6. B-9 농도별 저면 공급처리에 따른 국화의 생육

Treatment (mg/L)	Leaf				No. of branch	No. of branch	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
	Area(cm ²)		Length (cm)	Width (cm)				
	Total	Average						
0.03	711.7b	4.24a	3.26a	1.93a	167.7a	21.3a	79.0a	7.15a
0.1	793.3a	6.49a	4.12a	2.45a	163.3a	19.0a	68.0a	6.32ab
0.3	700.7b	5.60a	3.84a	2.28a	125.0a	18.3a	57.8a	5.06c



그림 7. B-9 농도별 저면 공급처리에 따른 국화의 생육비교

CCC를 농도별로 저면 공급하였을 경우 B-9과는 달리 농도가 증가할수록 개화수는 9.67개에서 12.3개로, 총초장은 122.2cm에서 161.6cm으로 평균초장은 7.67cm에서 9.13으로 증가하였으며 엽수는 134개에서 172.0개로 증가하는 경향이 나타났으나 화퇴수와, 총엽면적은 그와 반대로 감소하였으며, 평균엽면적, 엽장, 엽폭, 분지수 등은 처리 농도간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 농도에 따라 감소 또는 증가하는 경향이 나타났으나 처리 간의 유의성이 나타나지 않았다.

표 7. CCC 농도별 저면 공급처리에 따른 국화의 생육

Treatment (mg/L)	No. of flowers	No. of flower buds	Plant height(cm)		
			Total	Average	Apparent
0.03	9.67a	10.0a	122.2a	7.67a	22.4
0.01	10.0a	9.3a	145.0a	8.13a	20.1
0.3	12.3a	8.7a	161.6a	9.13a	21.5

표 8. CCC 농도별 저면 공급처리에 따른 국화의 생육

Treatment (mg/L)	Leaf				No. of branch	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	
	Area(cm ²)		Length (cm)	Width (cm)				
	Total	Average						
0.03	752.1ab	5.58a	3.94a	2.38a	134.3a	16.0a	51.4a	5.19a
0.01	659.9a	5.10a	3.65a	2.09a	134.0a	18.0a	52.4a	4.32a
0.3	659.9b	5.43a	3.77a	2.20a	172.0a	18.0a	59.0a	3.78a



그림 8. CCC 농도별 저면 공급처리에 따른 국화의 생육 비교

왜화제 처리 및 정식 시기에 따른 왜화효과를 알아보기 위해 1차 실험 시 절단한 신초를 이용하여 삼목 발근시킨 국화 삼목묘를 이용하여 삼목 2주 후에 발근한 유묘에 동일한 농도로 B-9처리는 관주와 저면으로 공급하였고, CCC는 저면으로만 공급하였다.

B-9을 관주처리한 실험의 경우 개화수는 3.00개에서 7.00개로 1500과 2500ppm 처리구에서 가장 많은 것으로 나타났으며, 1000 및 5000ppm 처리구의 경우 개화수가 가장 적은 것으로 나타났다. 그러나 개화수에 화퇴수를 합하게 되면 1000ppm 처리구는 10.0개, 1500ppm 처리구 10.0개, 2500ppm 처리구 10.33개, 4000ppm 처리구는 9.00개로 1000~4000ppm 처리간의 꽃수는 차이가 나타나지 않았다. 그러나 5000ppm의 경우 약 6.9개로 다른 처리구보다 적은 개수를 나타내었다.

총초장의 경우 1000~4000ppm처리구는 31.2cm에서 39.6cm의 범위를 나타내었으며 처리간 차이는 나타나지 않았으나 5000ppm 처리구만이 10.5cm을 나타내었다. 또한 5000ppm의 경우 평균초장 및 외견상 초장에서 가장 작게 나타났으며, 이는 고농도의 왜화제 처리에 의한 약제피해라 할 수 있을 것이다. 이와 더불어 총엽면적에서도 5000ppm 처리구의 경우 42.5cm²으로 가장 작은 엽면적으로 나타내었다는 것을 알 수 있었다.

평균 엽면적, 엽장, 엽폭 등의 경우 처리 간의 큰 차이는 없었으나 5000ppm에서 다소 차이가 있는 것으로 나타났으며 엽수의 경우 5000ppm은 32.3개로 가장 적은 엽수를 나타내었다. 1000~4000ppm 처리구의 엽수는 73.0~84.0개의 범위를 나타내었다. 분지수는 2500ppm까지 처리 농도가 증가 할수록 증가하다가 4000부터 다시 감소하는 것으로 나타났다.

또한 생체중도 분지수와 마찬가지로 농도가 증가 할수록 증가하다가 4000ppm처리부터 감소하는 것으로 나타났으며 분지수와는 달리 5000ppm에서의 감소가 매우 큰 것으로 나타나 B-9 5000ppm 처리구의 경우 왜화제의 고농도 처리에 따른 약제피해를 받은 것으로 생각된다(그림 9).

이와 더불어 실험 1과의 비교를 통해서 동일한 농도의 왜화제를 처리하여도 약 2~3주간의 차이로 인하여 왜화효과를 볼 수 있다는 것을 알 수 있었다. 따라서 소형분화를 생산하기 위하여 왜화제 처리와 재배 시기의 조절을 통하여 초장 감소효과를 가져올 수 있을 것이라 판단된다.

표 9. 정식시기와 B-9 농도별 관주 처리에 따른 국화의 생육

Treatment (ppm)	No. of flowers	No. of flower buds	Plant height(cm)		
			Total	Average	Apparent
1000	3.00b	7.00a	32.7a	4.47a	24.2
1500	7.00a	3.0b	39.6a	4.24a	25.1
2500	7.00a	3.33b	34.9a	2.92b	16.8
4000	5.00ab	4.00b	31.2a	4.21a	18.3
5000	3.33b	2.67b	10.5b	1.87c	6.64

표 10. 정식시기와 B-9 농도별 관주 처리에 따른 국화의 생장

Treatment (ppm)	Leaf				No. of branch	No. of flowers	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
	Area(cm ²)		Length (cm)	Width (cm)				
	Total	Average						
1000	124.1a	1.70ab	2.13a	1.32a	73.0a	7.33b	26.1a	1.40b
1500	138.8a	1.93a	2.27a	1.41ab	74.0a	9.33ab	32.6a	1.97ab
2500	130.8a	1.56ab	2.00ab	1.26ab	84.0a	12.0a	34.6a	2.27a
4000	117.7a	1.53ab	1.97ab	1.23ab	81.3a	7.67b	26.4a	1.57ab
5000	42.5b	1.34b	1.67b	1.10b	32.3b	5.67b	10.6b	0.59c



그림 9. 정식시기와 B-9 농도별 관주 처리에 따른 국화의 생육 비교

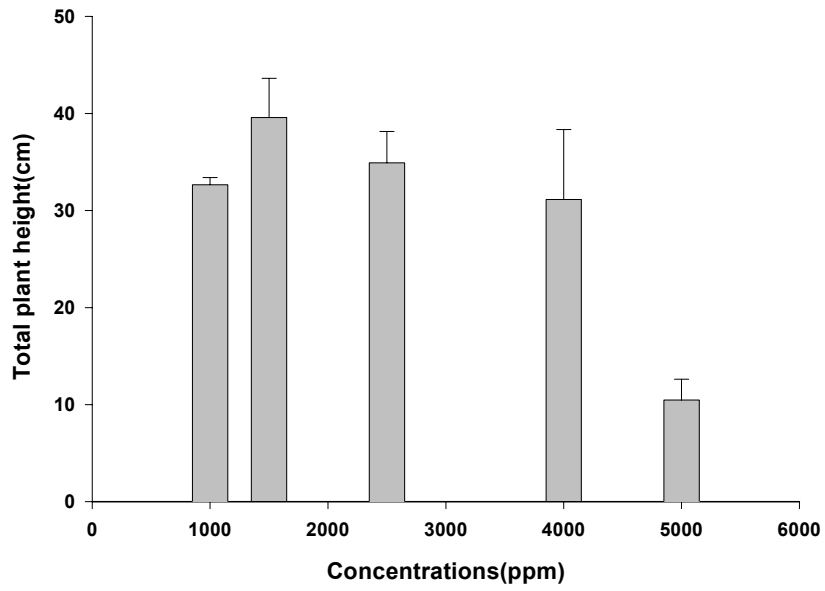


그림 10. B-9 농도별 관주처리에 따른 총초장의 변화

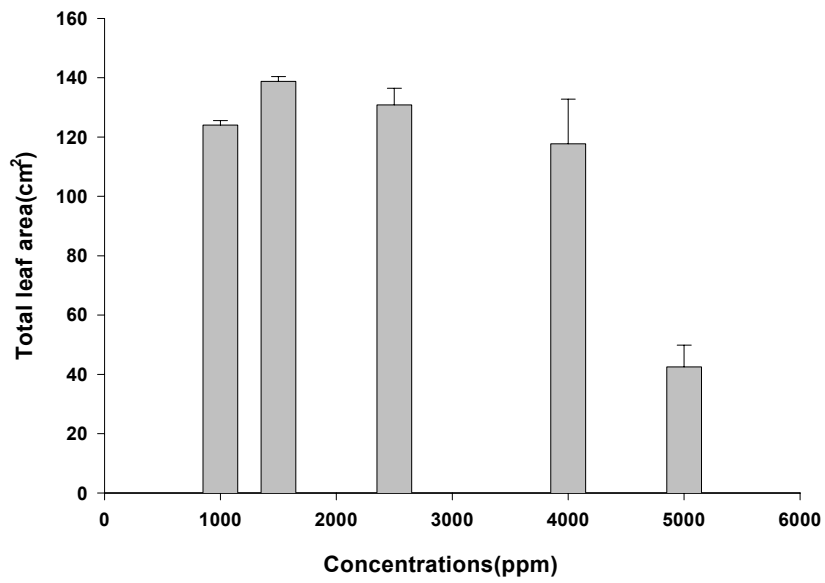


그림 11. B-9 농도별 관주처리에 따른 총 엽면적의 변화

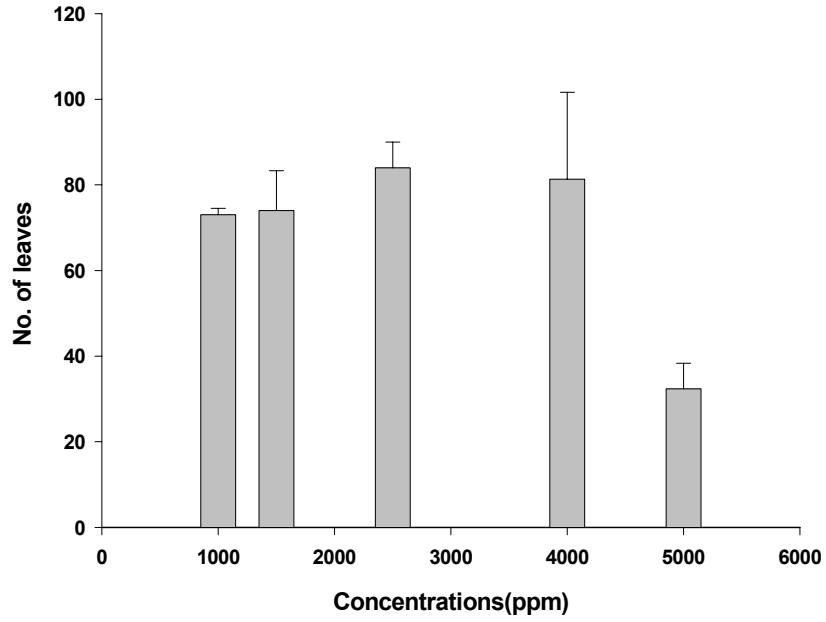


그림 12. B-9 농도별 관주처리에 따른 총 엽수의 변화

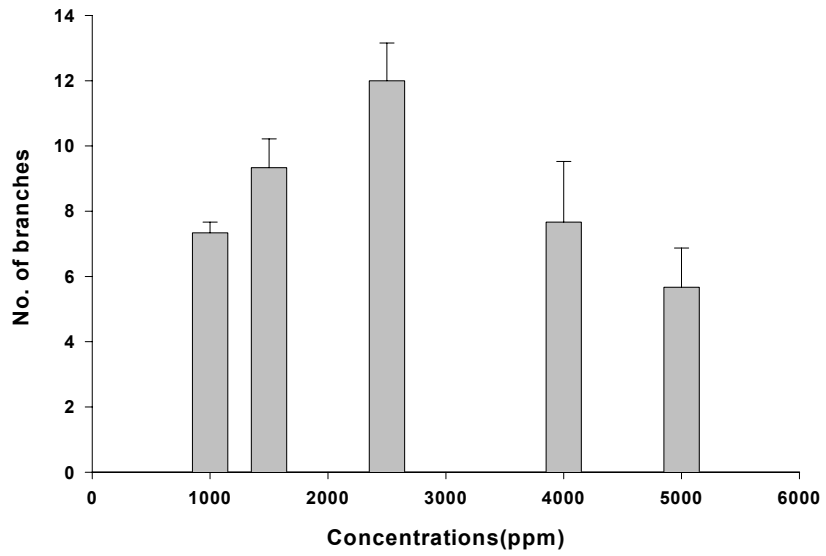


그림 13. B-9 농도별 관주처리에 따른 분지수의 변화

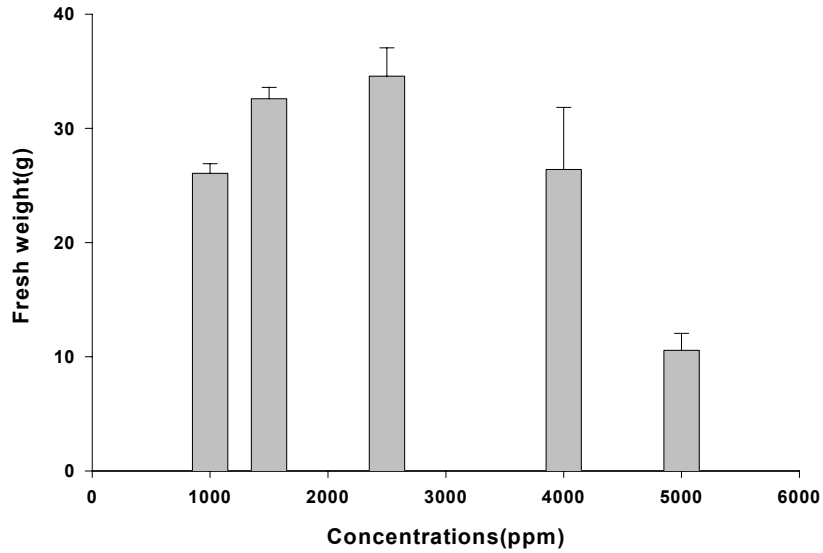


그림 14. B-9 농도별 관주처리에 따른 생체중의 변화

B-9을 농도에 따라 저면급수 방식으로 공급한 결과 개화수와 화뢰수 총초장, 총엽면적, 엽수, 분지수, 생체중에서 농도가 증가함에 따라 감소하는 경향이 나타났으며 이는 1차시기보다 왜화제의 영향을 더 많이 받았다는 것을 알 수 있다. 또한 관주처리와 마찬가지로 저면 급수 방식과 정식시기를 조절함으로써 적은양의 왜화제로도 왜화효과를 볼 수 있을 것이라 판단된다.

그러나 평균초장, 평균엽면적, 엽장, 엽폭 등에서는 각각 7.07~7.42cm, 5.22~5.81cm², 3.66~3.83cm, 2.20~2.33cm 등으로 세 처리구에서 거의 유사한 경향을 나타내었다(표 11, 표 12).

표 11. B-9 농도별 저면급수 처리에 따른 국화의 생장

	No. of flowers	No. of flower buds	Plant height(cm)		
			Total	Average	Apparent
DD1	11.0a	11.3a	135.6a	7.22a	22.9
DD2	10.0a	5.0b	100.8ab	7.07a	20.2
DD3	7.0a	6.67ab	89.2b	7.42a	18.1

표 12. B-9 농도별 저면급수 처리에 따른 국화의 생육

	Leaf				No.	No. of branch	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
	Area(cm ²)		Length (cm)	Width (cm)				
	Total	Average						
0.03	714.5a	5.38a	3.81a	2.20a	133.7a	19.0a	43.6a	3.22a
0.1	508.4b	5.81a	3.83a	2.33a	88.7b	14.3ab	32.7b	3.46a
0.3	414.5b	5.22a	3.66a	2.24a	81.0b	12.0	27.0b	1.71a



그림 15. B-9 농도별 저면급수 처리에 따른 국화의 생육 비교

CCC 농도별 저면 급수방식으로 처리한 결과는 표 13, 표14와 같다. 개화수, 총초장, 엽면적, 분지수, 생체중은 농도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 평균초장, 화퇴수, 평균엽면적, 엽장, 엽축, 엽수 등에는 큰 차이를 나타내지 않았다.

표 13. CCC 농도별 저면급수 처리에 따른 국화의 생육

Treatment	No. of flowers	No. of flower buds	Plant height(cm)		
			Total	Average	Apparent
0.03	9.67a	6.67a	90.4a	5.64a	21.1
0.1	6.33b	4.33a	38.9b	4.70a	16.4
0.3	6.67b	7.00a	45.5b	4.59a	19.2

표 14. CCC 농도별 저면급수 처리에 따른 국화의 생육

Treatment	Area(cm ²)		Leaf			No. of branch	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
	Total	Average	Length (cm)	Width (cm)	No.			
	0.03	318.3a	2.48a	2.49a	1.40a			
0.1	122.7a	1.25a	1.91a	1.06a	99.0a	8.3b	28.7b	1.99b
0.3	152.5a	1.57a	2.11a	1.21a	101.0a	10.0b	30.1b	2.21b



그림 16. CCC 농도별 저면급수 처리에 따른 국화의 생육 비교

4. 분화농가의 경제성 분석

가. 분석자료

경제성 분석을 위해 사용된 자료는 농촌경제연구원에서 2002년도에 고양시와 파주시에 소재한 32개 분화농가를 대상으로 경영실태 파악과 경제성 분석을 위해 실시한 조사결과(농촌경제연구원, 2002)와 2003년 추가적으로 파주시에 위치한 분화농가(시클라멘) 2곳에 대한 조사자료 및 관수재배시설 설치를 전담으로 하는 회사의 견적서 자료를 분석자료로 사용하였다.

나. 화훼농가의 비용 구조

화훼농가의 초기투자비용은 하우스골조비, 피복자재비, 보온자재비, 관수시설비, 환기시설비, 난방시설비 등으로 구분되며, 경영비로는 종묘비, 비료비, 농약비, 양액비, 광열동력비, 화분비, 용토비, 비닐교체비 및 고용노동비 등이 포함된다.

1) 투자비용

한국농촌경제연구원(2002)에 따르면, 분화농가의 평균 시설설치비는 600평 규모를 기준으로 자동화온실의 경우에는 약 15,933만원(평당 30.9만원), 반자동온실은 11,175만원(평당 20.9만원)으로 조사되었고 생산시설별 단위비용은 표 1과 같다.

표 1에 나타나 있듯이 자동화온실과 반자동온실 모두 벤치 및 양액시설에 대한 초기 투자비용이 가장 많이 소요되는 것으로 조사되었다. 특히, 자동화온실의 경우 전체투자비용 중 약 41%를 차지하고 있는 것으로 조사되었다. 반면에 반자동온실의 경우에는 벤치 및 양액시설에 대한 초기 투자비용이 약 31%로 나타났다. 따라서 분화농가의 경우 생산시설에 대한 설치비용 중 벤치 및 양액시설에 대한 비용이 약 31~41%를 점하고 있는 만큼 벤치 및 양액시설에 대한 신중한 선택이 필요하다.

표 1. 화훼농가의 생산시설별 비용(단위: 만원)

	자동화온실(600평 기준)		반자동온실(600평 기준)	
	총비용	평당 설치비	총비용	평당설치비
골조시설	4,860	8.1	3,720	6.2
피복시설	2,460	4.1	1,920	3.2
벤치 및 양액시설	1,953	12.7	2,535	6.5
난방시설	1,980	3.3	1,260	2.1
방제시설	600	1.0	60	0.1
관정시설	660	1.0	360	0.6
기타시설	420	0.7	1,320	2.2
합 계	15,933	30.9	11,175	20.9

자료: 한국농촌경제연구원, 분화농가 조사결과, 2002.

2) 경영비

분화농가의 경영비 항목에는 종묘비, 농약비, 비료비, 광열비 등이 포함되는데 표 2에 나타나 있듯이 광열비(전기료, 유류비)가 평당 24.0천원(24.6%)으로 전체 경영비 중 가장 높은 비중을 차지하고 있고, 종묘비가 평당 13.1천원(18.0%), 화분비 평당 7.5천원(10.3%), 용토비 평당 7.4천원(10.2%) 등의 순으로 나타났다. 시클라멘 농가의 경우 역시 광열비가 평당 21.9천원으로 전체 경영비 중 24.3%를 점하고 있는 것으로 나타났다.

표 2. 시클라멘 재배농가의 경영비 구조 (단위: 천원)

	조사농가 전체 (평당경영비)	시클라멘 농가			
		평 당 경영비	10a당 경영비		
			자동온실 (관비재배)	자동온실 (양액재배)	
종 묘 비	13.1	19.9	5,250	12,000	
비 료 비	1.0	1.2	225	300	
농 약 비	0.7	0.2	56	60	
양 액 비	1.4	2.2	0	900	
광 열 비	17.9	21.9	6,375	10,800	
물재비	화 분 비	7.5	9.0	3,750	3,000
용 토 비	7.4	12.7	5,625	3,600	
박 스 비	4.2	4.7	1,500	3,000	
비닐교체비	3.3	1.9	281	300	
수리 및 기타재료비	9.7	10.0	1,875	600	
고용노임비	6.4	6.7	900	1,410	
합 계	72.6	90.4	25,838	35,970	

자료: 한국농촌경제연구원, 분화농가 조사결과, 2002.

3) 총비용

표 1과 표 2의 내용을 토대로 시클라멘을 재배하는 농가의 비용구조를 살펴보면, 온실을 자동 혹은 반자동으로 설치할 것인지의 여부와 재배방식(관비재배, 양액재배)에 따라 경영비와 투자비의 규모가 다르게 나타남을 알 수 있다. 특히, 생산시설에 대한 투자비에 있어서 가장 높은 비중을 차지하는 “관수 및 양액시설”의 선택에 따라 시클라멘 재배농가의 총비용은 다르게 나타난다.

일반적으로 분화농가가 사용하는 관수방식은 지상(두상)관수, 저면관수, 지표면관수 등으로 구분된다. 그러나 분화농가의 특성 상 초기 설치비용이 가장 저렴한 지상(두상)관수는 많이 사용되지 않고 있으며, 최근 들어 분화농가들이 관수와 양액을 동시에 사용할 수 있는 관수방법을 선호함에 따라 표 3에 나타나 있는 약 5가지의 저면관수 방식이 보편적으로 이용되고 있다. 따라서 분화농가의 총비용은 관수방법 및 양액시설에 따라 차이가 발생하며 이러한 관수 및 양액시설은 연간 경영비에도 상당한 영향을 미칠 것으로 예상된다.

시클라멘 분화를 10a(약 300평) 규모의 자동온실에서 관비재배방식, Ebb and Flow 방식, 그리고 C-형강방식으로 재배하는 경우 예상되는 시클라멘 재배농가의 비용구조가 표 4에 나타나 있다. 초기 투자비의 경우, 관비재배방식이 양액재배방식 보다 벤치 및 양액시설에 대한 투자비가 상대적으로 적게 나타났고, 동일한 양액재배방식에 있어서도 Ebb and Flow 방식의 경우가 C-형강방식보다 벤치 및 양액시설에 대한 투자비가 높은 것으로 조사되었다.

10a 규모의 자동온실에 대해 관비재배방식을 선택한 시클라멘 재배농가의 총 비용은 9,993.8만원으로 추정되며, 이 중 시설비는 74%(7,410만원)를 점하고 연간 2,583.8만원의 경영비를 지출할 것으로 예상된다. 반면, 같은 규모의 자동온실에 대해 C-형강방식을 선택한 시클라멘 재배농가는 초기 시설비용으로 약 8,520.0만원(총비용의 약 70%)을 지출하고, 매년 경영비로 3,597.0만원을 지출할 것으로 추정된다. 따라서 관비재배방식이 양액재배방식 보다 초기 시설비를 포함하여 총 비용은 적게 들지만 총비용에서 차지하는 초기 시설비용은 약 70% 수준으로 관비재배방식이나 양액재배방식이나 모두 비슷한 비율로 나타나고 있음을 알 수 있다.

표 3. 저면관수방식별 특성 및 장·단점

관수방법	특성	장점	단점
매트(Mat)관수	흡습이 좋은 매트를 벤치바닥에 깔고 후 양액을 흘려보내 화분 밑 구멍을 통하여 흡수시키는 방법	-설치비 저렴 -적당량의 수분공급이 가능	-장마철 화분 주변 회색곰팡이병과 이끼 등 발생
저면담배수관수 (Ebb and flow system)	벤치에 물을 담수시켜 일정시간 화분 밑구멍으로 물을 흡수시키는 방법	-물과 비료를 1/2~1/3 절약 -지상관수보다 잎과 꽃의 병발생이 적음 -소형분화 생산에 적합 -균일상품 생산 용이	-설치비가 많이 듦 -같은 크기의 용기와 작물만을 급수할 수 있음 -염류장애를 일으킬 수 있음
흡통저면관수 (C형강재배)	흡통에 물을 흘려 보내 화분 저면에서 흡수시켜 관수하는 방법	-물의 용존산소량이 많고 습도도 낮아 다른 저면관수의 단점 해소	-용기크기와 간격이 고정 -베드 폭은 최대 용기 크기가 됨
저면심지관수	흡통 관수 시설에 화분의 밑구멍에 심지를 넣고 돌출시켜 물을 흡수시키는 방법		
저면심지 매트관수	심지를 통해 양액을 흡수시킨 후 매트를 깔아 심지가 매트를 젖게하고 매트위에 화분을 얹어 화분내 용토의 모세관에 의해 양액이 흡수되는 방식		

표 4. 시클라멘 재배농가의 자동온실에 대한 재배방식별 10a 당 비용구조
(단위: 만원)

	관비재배 방 식	양액재배방식		
		Ebb and Flow	C-형강	
시설비	골 조 시 설	2,430.0	2,430.0	2,340.0
	피 복 시 설	1,230.0	1,230.0	1,230.0
	난 방 시 설	990.0	990.0	990.0
	방 제 시 설	300.0	300.0	300.0
	벤치 및 양액시설	1,950.0	3,960.0	3,150.0
	기 타 시 설	510.0	510.0	510.0
	경영비	물 재 비	2,493.8	3,456.0
고용노임비		90.0	141.0	141.0
합 계		9,993.8	12,927.0	12,117.0

주: Ebb and Flow와 C-형강방식에 대한 ‘벤치 및 양액시설비’는 파주시에 위치한 분화농가(시클라멘) 2곳에 대한 조사자료 및 관수재배시설 설치를 전담으로 하는 회사의 견적서 자료를 분석자료로 사용하였고, ‘벤치 및 양액시설비’를 제외한 시설비와 경영비는 한국농촌경제연구원(2002)의 조사결과 자료를 이용함. 한편, Ebb and Flow와 C-형강방식에 대한 물재비와 노임비는 동일한 것으로 가정함.

다. 경제성 비교

1) 조수입

분화농가의 화훼재배에 대한 경제성을 분석하기 위해서는 수입에 대한 자료가 필요하다. 분화농가의 수입은 어떠한 화훼 작물을 선정하는가에 따라 달라지며, 특히 선정된 작물의 생산량과 가격에 따라 분화농가의 수입은 다르게 나타난다. 동 연구에서는 ‘시클라멘’을 선정하여 10a(약 300평) 규모의 자동온실에서 관비재배 혹은 양액재배(Ebb&Flow방식, C-형강방식)를 하는 경우의 수입을 살펴보았다.

한국농촌경제연구원(2002)에 따르면 시클라멘의 단가는 2,500원이며, 10a 규모의 자동온실에서 관비재배방식을 사용할 경우에는 약 18,750본의 시클라멘이 생산되며, 동일한 규모에서 양액재배방식을 사용할 경우에는 약 24,000본이 생산되는 것으로

분석되었다. 따라서 10a 규모의 자동온실에서 관비재배방식을 사용하는 시클라멘 재배농가의 연간 조수입은 4687.5만원(=18,750본×2,500원/본)으로 추정되며, 동일한 규모에서 양액재배방식을 사용하는 시클라멘 재배농가의 연간 조수입은 6,000만원(=24,000본×2,500원/본)으로 추정된다. 따라서 동일한 규모에서 양액재배방식을 사용할 경우 관비재배방식을 사용하는 경우보다 연간 조수입은 약 525만원 높을 것으로 예상되며 동 금액은 관비재배방식의 연간 조수입의 약 11%에 해당한다. 따라서 양액재배방식은 초기 시설투자비가 관비재배방식에 비해 상대적으로 높지만, 연간 조수입은 오히려 관비재배방식 보다 높은 이유로 약 3~5년 정도의 시한이 흐르면서 양액재배 시클라멘 농가의 조수입이 초기 시설투자비를 상회하여 순 수익(=조수입-총비용)은 ‘+’로 전환될 것으로 예상된다.

2) 자본회수기간의 추정

자본회수기간법은 초기 투자금액을 회수하는데 소요되는 기간을 산정하는 방법으로 자본회수기간은 (식 1)을 이용하여 구한다.

$$\frac{R}{K} = \frac{i(1+i)^t}{(1+i)^t - 1} \quad (\text{식 1})$$

여기서, R 은 현금이익(=현금수입-현금지출)을 나타내며, K 는 초기 생산시설투자비를 그리고 i 와 t 는 각각 이자율과 년도(즉, 회수기간)을 나타낸다. (식 1)의 우변은 자본회수계수이며, 자본회수기간은 (식 1)의 좌변 값과 우변 값을 동일하게 만드는 t 를 구하는 것이다. 자본회수기간을 구하기 위해 사용된 자료는 표 5와 같다.

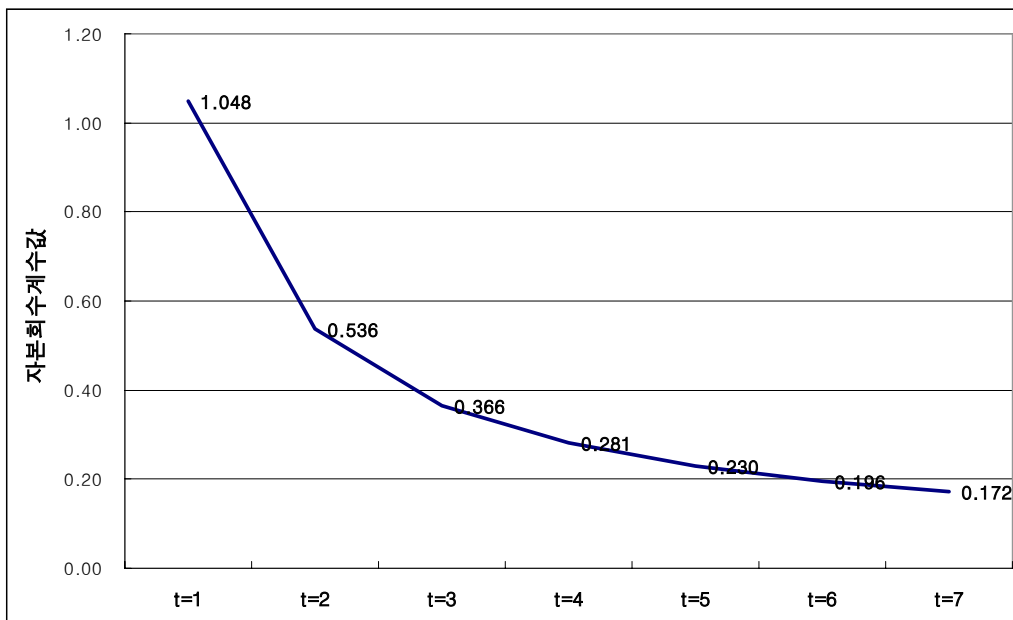
표 5. 시클라멘 재배농가의 10a 당 비용구조 (단위: 만원)

자동온실(규모:10a)	현금이익(R)			투자비 (K)	$\frac{R}{K}$	이자율 (i)	
	조수입[A]	경영비[B]	[A]-[B]				
관비재배방식	4,678.5	2,583.8	2,097.7	7,410.0	0.28309		
양액 재배	Ebb and Flow	6,000.0	3,597.0	2,403.0	9,330.0	0.25756	연 4.81%
	C-형강	6,000.0	3,597.0	2,403.0	8,520.0	0.28204	

주: 이자율은 저축성 예금 수신금리를 적용함.

그림 1에는 회수기간별 자본회수계수 추정치가 나타나 있다. 관비재배방식의 경우에는 투자자금회수가 가능한 기간이 약 3.97년으로 분석되었고, Ebb and Flow 방식과 C-형강재배방식의 투자자금회수기간은 각각 약 4.4년과 약 3.98년으로 나타났다. 따라서 10a(약 300평) 규모의 자동온실에서 시클라멘을 재배하는 농가는 재배방식을 관비재배방식 혹은 C-형강방식을 선택할 경우에는 초기시설투자비 회수기간이 약 4년 정도 소요될 것으로 예측되며, Ebb and Flow 방식을 선택할 경우에는 약 5년 정도의 시간이 소요될 것으로 예상된다.

그림 1. 회수기간(t)별 자본회수계수 추정치 분포



3) 내부수익률(IRR) 추정

내부수익률법은 투자이익률법 혹은 현금할인법과 동일한 의미로서 투자에 의해 기대되는 수익을 일정한 이자율을 이용하여 현재가치로 할인하는 방법으로, 내부수익률을 이용하여 분화농가의 투자행동의 타당성을 검토할 수 있는 장점이 있다. 연간 기대수익금액이 동일하다고 가정할 경우 내부수익률은 (식 2)를 이용하여 구할 수 있다.

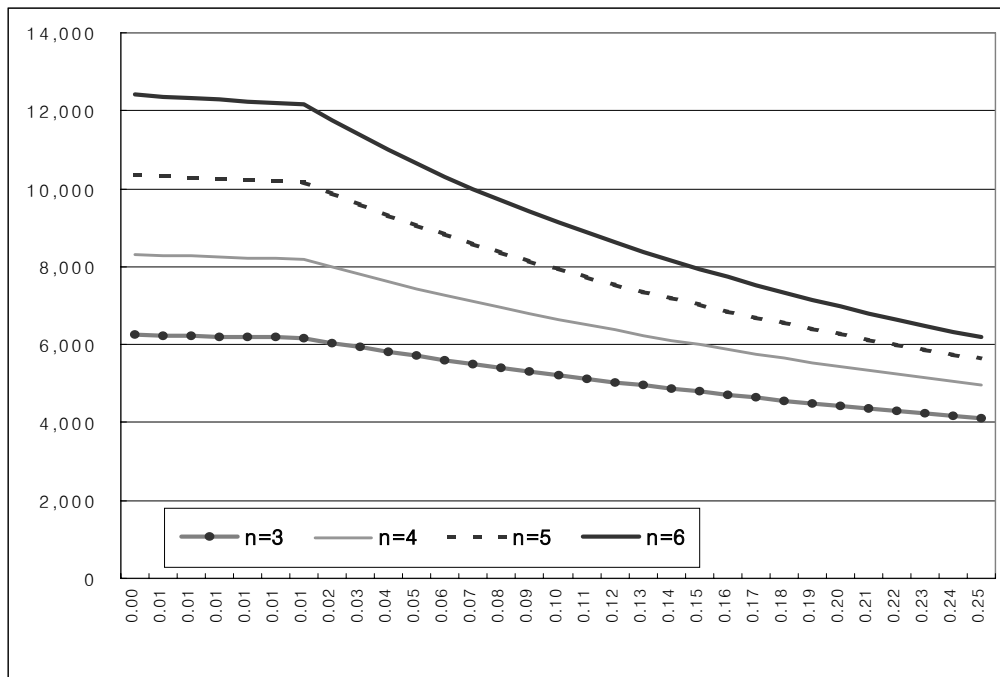
$$K = ER \times \left[\frac{1}{1+r} + \frac{1}{(1+r)^2} + \dots + \frac{1}{(1+r)^n} \right] \quad (\text{식 2})$$

여기서, K 는 초기설비투자액을, ER 은 기대수익을 나타낸다. 따라서, 기대이익(ER)을 매기마다 현재가치로 환산하여 계산한 이익률이 초기투자금액(K)과 같게되는 이익률(r)을 구하여 이 이익률과 시중금리를 비교하여 구한 이익률이 시중금리보다 높으면 투자의 경제성이 있다고 판단한다.

가) 관비재배방식의 내부수익률 추정

표 5에 의하면, 관수재배방식의 투자비는 약 7,410만원이고 예상되는 연간이익은 약 2097.7만원이다. 관비재배시설의 내부수익률은 내구연한에 따라 상이하게 나타난다. 그림 2는 내구연한을 3년~6년까지 다르게 설정하여 구한 (식 2)의 우변항 값이다. 관비재배방식에 따른 투자비가 7,410만원이므로 이에 해당하는 값을 그림 2에서 찾아보면 내구연한이 3년으로 설정한 경우에는 거의 경제성이 없는 것으로 나타났고, 내구연한이 4년으로 설정한 경우($n=4$)에는 이익률(r)이 약 5%로 나타났다. 따라서 이 경우에는 저축성 예금 수신금리가 약 4.8% 수준임을 감안할 때 경제성이 있다고 볼 수는 있으나 그 크기는 미미하다고 판단된다. 반면, 내구연한 즉 분석기간을 5년($n=5$)과 6년($n=6$)으로 설정하여 분석한 경우에는 이익률(r)이 각각 약 12%, 약 17%로 나타나 경제성이 높은 것으로 나타났다.

그림 2. 관비재배시설의 내구연한에 따른 기대이익의 현재가치(단위: 만원)



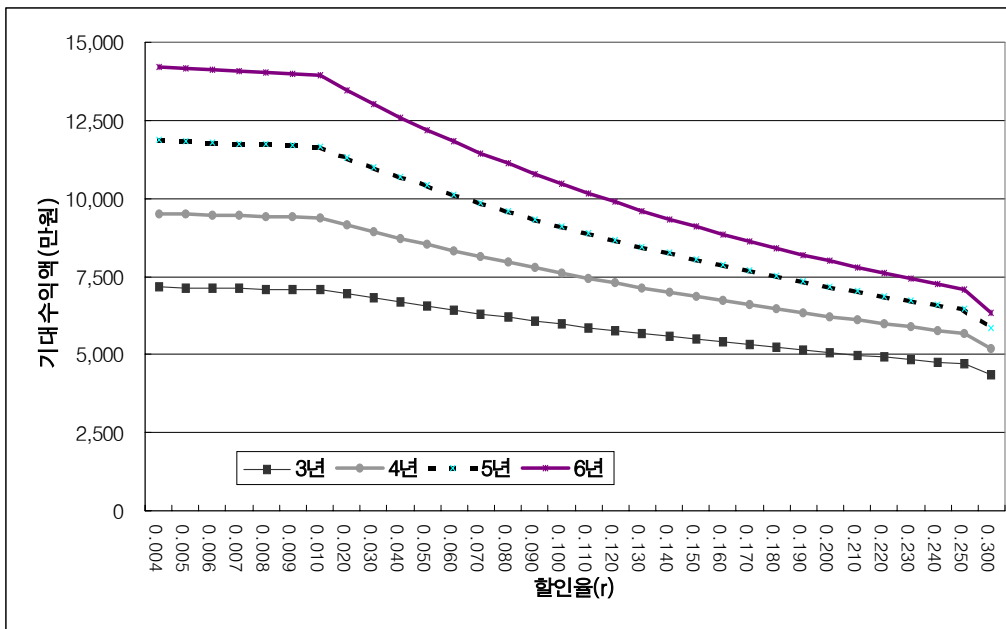
나) 양액재배방식의 내부수익률 추정

표 5에 의하면, Ebb and Flow방식과 C-형강방식의 예상되는 연간이익은 2,403.0만원으로 동일하다고 가정하였지만, 투자비는 Ebb and Flow방식의 경우에는 9,330만원 그리고 C-형강방식의 경우에는 8,520만원으로 추정된다. 따라서 내부수익률을 추정할 경우, 동일한 내구연한을 가정하였다더라도 투자비가 다름으로 인해 추정되는 할인율을 낮게 된다.

그림 3에는 내구연한을 3년~6년까지 다르게 설정하여 구한 (식 2)의 우변항 값이 그래프로 나타나 있다. Ebb&Flow방식의 경우 투자비가 9,330만원이므로, 내구연한이 3년으로 설정한 경우에는 거의 경제성이 없는 것으로 나타나며, 내구연한을 4년으로 가정한 경우 역시 할인율이 1%로 나타나 경제성이 없는 것으로 예상된다. 그러나 분석기간을 5년과 6년으로 늘렸을 경우에는 할인율이 각각 9%와 14%로 나타나 시중 금리인 4.8%와 비교하여 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

C-형강방식의 경우에는 내구연한을 4년으로 설정한 경우(n=4)에는 이익률(r)이 약 5%로 나타나 Ebb&Flow방식보다 경제성이 좋은 것으로 분석되었다. 또한, 내구연한 즉 분석기간을 5년(n=5)과 6년(n=6)으로 설정하여 분석한 경우에는 이익률(r)이 각각 약 13%, 약 17%로 나타나 경제성이 매우 높은 것으로 나타났다.

그림 3. 양액재배시설의 내구연한에 따른 기대이익의 현재가치



4) 재래호스관수방식과 저면관수방식의 비용 분석

분화농가의 경영비 중에서 인건비가 차지하는 비중은 약 9%이며, 자동관수(예, Ebb and Flow방식, C-형강방식 등)의 경우에는 약 3~4%로 전체 경영비에서 차지하는 인건비 비중이 상대적으로 낮은 비중을 점하고 있다. 이처럼 관수방법에 따른 인건비에는 많은 차이가 발생하고 있다. 일례로 “재래식 인공호스관수노력은 일본에서 조사한 바에 의하면 시클라멘 분화생산에서 전체 노력의 30%(10a 당 288시간)가 소요되고 경기도기술원에서 조사한 바에 의하면 포인세티아에서는 10a 당 825시간이나 소요된다.”(농업진흥청(2003), p.96) 또한 농림부(2000)에 따르면 벤자민고무나무에 대해 관수방법을 달리하여 110일간 생장시키는 실험을 실시한 결과, 관수노력에서 268시간이 절약되었고 이러한 노력비의 절감액은 10a 당 134만원에 달하는 것으로 나타났다.

한편, 남성노동자의 월 인건비는 120만원(=48,000원/시간×10시간/일), 여성노동자의 월 인건비는 80만원(=32,000원/시간×10시간/일)으로 가정하고, 300평 규모의 온실에 대해 호스관수방식을 사용하는 경우와 저면관수방식을 사용하는 경우의 인건비 차이를 살펴보면 <표 6>과 같다. 남성노동자를 이용하여 300평 규모의 온실에 대해 호스관수하는 경우 연간 관수비용은 약 700.8만원으로 추정되며, 저면관수의 경우에 비해 연간 686.5만원의 비용이 관수를 위한 추가적인 인건비로 지출되는 것으로 추정된다. 따라서 300평 규모의 온실에 대해 저면관수방식을 적용할 경우 호스관수에 비해 절감되는 관수비용(즉, 인건비 절감액)은 남성노동자를 이용하는 경우를 가정할 경우에는 연간 약 686.5만원, 그리고 여성노동자를 고용하는 경우에는 연간 약 457.6만원으로 추정된다.

표 6 관수방법에 따른 인건비 비교

	일일관수 소요시간		인 건 비 (단위: 원/일)		연간관수비용 (단위: 천원)		연간 관수비용 절감액
	호스관수	저면관수	호스관수	저면관수	호스관수	저면관수	(단위:천원)
남성노동자	4	0.082	19,200	393	7,008.0	143.4	6,864.6
여성노동자	4	0.082	12,800	262	4,672.0	95.6	4,576.4

주: 저면관수에 필요한 노동시간은 양액의 보충작업에 소요되는 노동시간으로 연간 10~30시간으로 가정함.

한편, 저면관수방식은 관수에 소요되는 인건비가 절감되는 효과를 가지고 있으나 초기 설치비용이 높게 드는 단점이 있다. 저면관수방식 중 Ebb&Flow방식의 경우에는 설치비용이 약 3,960만원, 그리고 C-형강방식의 경우에는 약 3,150만원의 시설비가 소요된다. 따라서, 재래호스관수방법의 경우에는 저면관수방식에 비해 초기 시설투자비가 적게 드는 반면 관수에 소요되는 인건비가 상대적으로 많으며, 저면관수방식의 경우에는 관수에 대한 인건비가 작지만 초기 시설투자비가 많이 드는 특성을 가지고 있다.

동 연구에서는 저면관수방식을 사용할 경우 연도별로 발생하는 관수비용 절감액을 저면관수시설 투자비와 비교하여 저면관수시설로 인한 관수인건비 절감액이 초기 시설투자비를 상회하는 기간을 분석하였다. 동 분석을 위해 연간 인건비는 3%, 4%, 그리고 5%씩 증가한다는 가정 하에 누적 인건비 절감액을 구한 후 저면관수시설비와 비교하였다.

표 7. 연차별 호스관수에 소요되는 인건비와 누적 인건비 절감액(남성노동자)

	노임인상률: 3%		노임인상률: 4%		노임인상률: 5%	
		누적절감액		누적절감액		누적절감액
1년차	686.5	686.5	686.5	686.5	686.5	686.5
2년차	707.1	1,393.6	714.0	1,400.5	720.8	1,407.3
3년차	728.3	2,121.9	742.5	2,143.0	756.9	2,164.2
4년차	750.2	2,872.1	772.2	2,915.2	794.7	2,958.9
5년차	772.7	3,644.7	803.1	3,718.3	834.4	3,793.3
6년차	795.8	4,440.6	835.2	4,553.5	876.2	4,669.5
7년차	819.7	5,260.3	868.6	5,422.2	920.0	5,589.5
8년차	844.3	6,104.6	903.4	6,325.6	966.0	6,555.5
9년차	869.6	6,974.2	939.5	7,265.1	1014.3	7,569.7
10년차	895.7	7,870.0	977.1	8,242.2	1065.0	8,634.7

표 8. 연차별 호스관수에 소요되는 인건비와 누적 인건비 절감액(여성노동자)

	노임인상률: 3%		노임인상률: 4%		노임인상률: 5%	
		누적절감액		누적절감액		누적절감액
1년차	457.6	457.6	457.6	457.6	457.6	457.6
2년차	471.3	928.9	475.9	933.5	480.5	938.1
3년차	485.5	1,414.4	494.9	1,428.4	504.5	1,442.6
4년차	500.0	1,914.4	514.7	1,943.2	529.7	1,972.3
5년차	515.0	2,429.5	535.3	2,478.5	556.2	2,528.5
6년차	530.5	2,959.9	556.7	3,035.2	584.0	3,112.6
7년차	546.4	3,506.3	579.0	3,614.3	613.2	3,725.8
8년차	562.8	4,069.1	602.2	4,216.4	643.9	4,369.7
9년차	579.7	4,648.8	626.3	4,842.7	676.1	5,045.8
10년차	597.1	5,245.9	651.3	5,494.0	709.9	5,755.6

관수작업에 남자노동자를 이용한다고 가정할 경우, 관수작업을 재래호스작업에서 Ebb and Flow시설로 대체하여 발생하는 인건비 절감액이 Ebb and Flow시설 설치에 따른 비용(약 3,960만원)을 상회하는데 까지 소요되는 시간은 인건비 상승률을 3%로 가정할 경우에는 약 6년, 인건비 상승률을 4%로 가정할 경우에도 역시 약 6년 정도가 소요될 것으로 분석되었다. 반면, 여성노동자를 이용하는 경우를 가정할 경우에는 약 8년이 소요되는 것으로 분석되었다.

한편, C-형강시설을 이용하는 경우에는 관수작업을 재래호스작업에서 C-형강시설로 대체하여 발생하는 인건비 절감액이 C-형강시설 설치에 따른 비용(약 3,150만원)을 상회하는데 까지 소요되는 시간은 약 5년(남성노동자의 경우)~7년(여성노동자의 경우)으로 추정되었다. 그림 4~그림 6에는 임금인상률(3%, 4%, 5%)에 따른 남성노동력과 여성노동력의 누적 인건비 절감액 그리고 저면관수방식(Ebb and Flow방식, C-형강방식)의 초기 시설투자비가 나타나 있다.

그림 4. 남성노동력과 여성노동력간의 인건비 절감액 비교(인건비 상승률: 3% 가정)

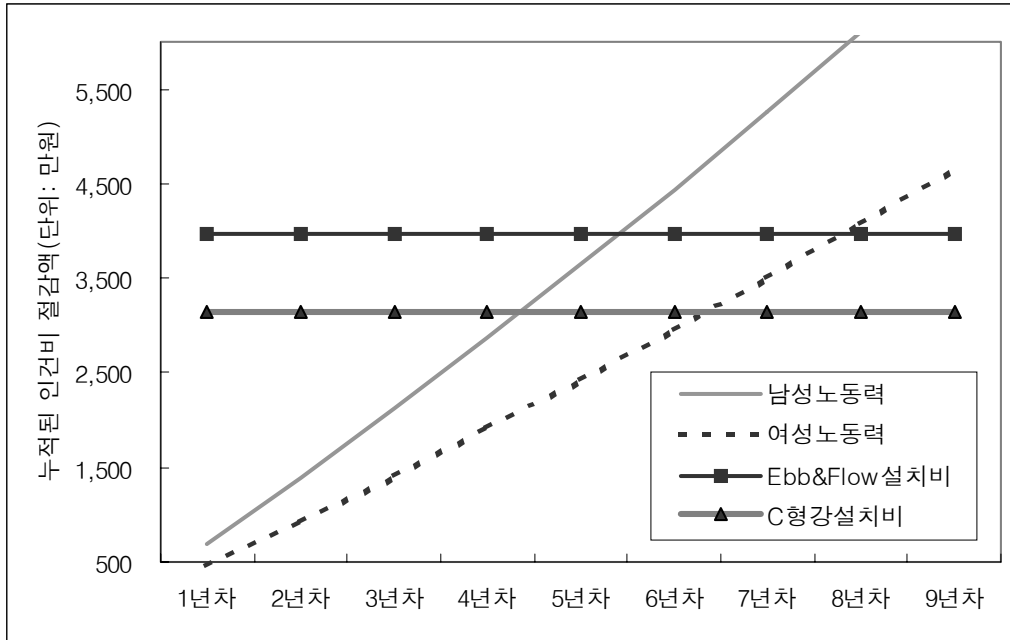
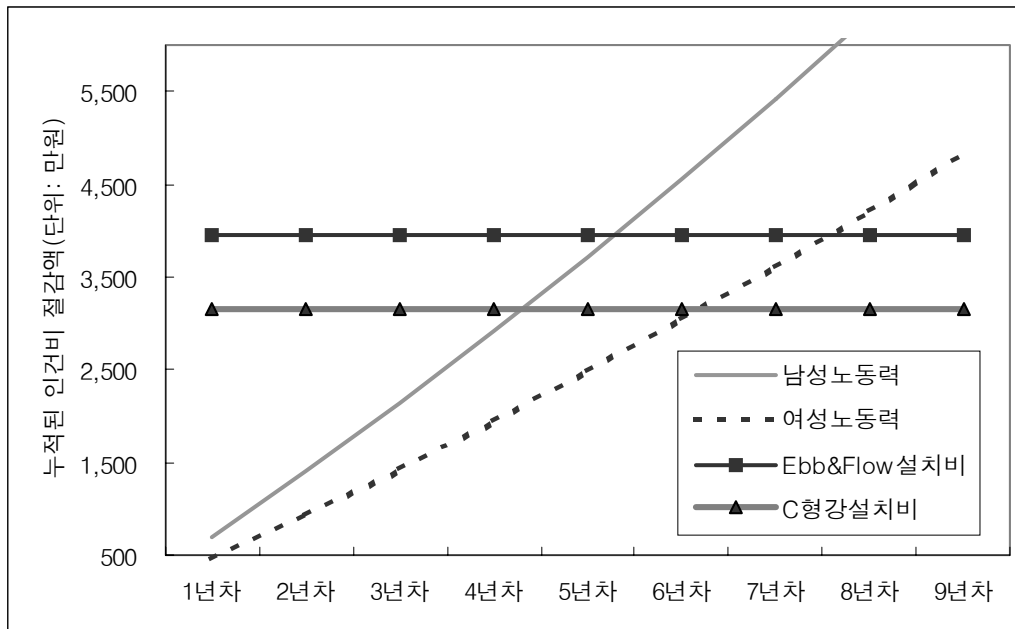


그림 5. 남성노동력과 여성노동력간의 인건비 절감액 비교(인건비 상승률: 4% 가정)



제 2 절 C-형강 심지재배법을 이용한 호접란 고품질 생산

1. 호접란 고급상품생산을 위한 C-형강 심지재배적용

가. 서언

20세기 산업사회에서 21세기 정보사회로 접어들면서 인류의 문화수준은 높아지는 반면 사회생활 패턴이 너무 다양하고 복잡하여 정서적 불안증이 고조되고 있는 문화사회에서 꽃은 단순한 관상가치를 넘어 병 치료에 이용되고 있어 한 차원 높은 위치를 차지하고 있다. 예를 들면 범죄인, 치매노인, 사춘기의 정서불안, 공포증 환자 등의 예방 및 치료에 크게 기여하고 있어 인간 삶의 가치를 더해주고 있다.

*Phalaenopsis*는 꽃이 화려하고 개화기간이 길기 때문에 소비자들에게 인기가 높으며 꽃의 생산 소비량도 증가하고 있다. 중국, 미국, 일본, 캐나다, 유럽 등 345백만 주 84억\$의 수출시장이 있는 만큼 부가가치가 높은 작목으로 유망 시 되고 있다. 특히 제주도에서 2000~2003년까지 추진 중인 대미 호접란 수출사업은 호접란 500만 본을 수출할 예정이고 사업비 7,185백만원이 투자될 예정이다. 현재는 미국 현지 농장 12천 평, 3천 평의 시설을 매입하였고 100만 본의 종묘를 계약하였으며, 그 중 50만 본은 순화를 하고 있다. 우리나라는 184농가 45.3ha를 재배하고 있고, 그 중 제주도는 3농가 0.3ha, 12만본을 생산하고 있으나 재배기간이 길고 생육적온이 20~30℃로 고온성 작물에 속하기 때문에 겨울철 난방비 등의 문제와 개화기가 1~3월로 편중되어 있어 생산과 이용 면에서 많은 제약조건이 따르고 있다. 또한 재배역사가 짧아 시설재배에 따른 생리 생태적 특성 구명 등이 미흡한 상태에 있다. 국내에서는 화분을 제외한 식물체(영양계 번식묘와 일부 실생묘), 용토 등을 수입에 의존하고 있으며 재배법 등도 국내의 환경과 여건을 무시한 채 외국의 기술을 그대로 받아들여 이용함에 따라 품종의 특성과 재배환경의 차이에 따른 생산성 및 상품성 저하의 시행착오가 문제점으로 대두되고 있다. 또한 지금까지 관행적으로 해오던 상위관수의 경우에는 연부병의 발생율이 높고, 특히 출하시기에 잎의 물방울이 렌즈현상을 일으켜 잎에 일소현상(검은 반점이 생김)이 발생하면 피해가 크다. 그리고 수태나 바크 같은 매질은 수분 관리를 잘 못해서 매질이 말라버리면 다시 수분을 공급하기가 어려워지고 관수인력의 높은 인건비 투입으로 인하여 생산 단가가 높아진다. 때문에 호접란 재배의 경제성과 효율성을 높이기 위하여 현재 우리나라에서 그 장점이 인식되어 화훼식물 재배에 한창 보급되어 가는 저면관수시스템을 대상으로 일차적으로는 상위관수와 저면관수의 차이점을 규정지으며, 재배의 성패를 좌우 할 수 있는 재배 매질의 선택에 있어 지금껏 관용적으로 사용되어 왔던 고가의 수태와 대체될 수 있는 배지를 개발하여 매질 구입에 소요되는 지출을 감소함으로써 생산비 절감의 효과를 획득하며, 이상의 연구에서 얻어지는 결과들을 종합한 재배를 통하여 얻어질 수 있는 경영적 이득과

아울러 생력화한 재배체계 하에서 얻어질 수 있는 상품의 고품질화를 도모하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

나. 재료 및 방법

1) 공시재료 : 3개월 순화된 호접란 배양묘



사진1-1. 공시재료: 좌측으로부터 호접란 [(Phal.Enshyn×Yukimai) × (Phal.Yukimai×Musashino)], [Phal. Little cherry×(Phal.Enshyn×Yukimai)], [JMP77 × Dtps(Happy Valentine × Happy Valentine)]

백색계(A) : [(Phal.Enshyn×Yukimai) × (Phal.Yukimai×Musashino)],

적색계(B) : [Phal. Little cherry×(Phal.Enshyn×Yukimai)],

핑크계(C) : [JMP77 × Dtps(Happy Valentine × Happy Valentine)]



사진1-2. 매트 위에서 재배되고 있는 호접란



사진1-3. 저면관수를 위해바닥으로부터 비닐, 부직포, 차광막이 깔린 모습



사진1-4. C-형강 내에 심지가 들어가 있는 모습



사진1-5. C-형강 위에서 재배되고 있는 호접란

2) 혼합배지의 조성

저면관수재배의 적정배지를 구명하기 위해 호접란 식재로 상용화되는 수태를 기본으로 하여 펠라이트, 수태(호주산), 숯(대승주식회사), 송이(제주산), 바크(현대바크 3호), 썬샤인(Sungro Inc.: 버미클라이트+펠라이트+피트모스 혼합된 상토)등 5종을 혼합하여 1:1, 1:2, 1:3의 비율로 배지를 조제하였고, 수태의 볼륨을 1배, 2배, 4배로 달리하여 이들 배지가 호접란의 생육에 미치는 영향을 조사하였다. 저면관수는 20cm의 크기의 심지를 화분 바닥의 구멍을 통하여 끼워 넣었고, 수태심지의 경우는 포트 밑바닥에 2cm 정도로 깔았다.

표 1-1. 평판베드 배지의 조성

1	수태1:펠라이트1	6	수태1:송이3	11	수태1:숯2	16	펠라이트(수태심지)	21	썬샤인(단용)	30	수태
2	수태1:펠라이트2	7	수태1:바크1	12	수태1:숯3	17	송이(수태심지)	22	썬샤인1:숯1	31	수태(2배)
3	수태1:펠라이트3	8	수태1:바크2	13	펠라이트(심지설치)	18	바크(수태심지)	23	썬샤인1:송이1	32	수태(4배)
4	수태1:송이1	9	수태1:바크3	14	바크(심지설치)	19	바크(상위관수)	24	썬샤인1:바크1		
5	수태1:송이2	10	수태1:숯1	15	송이(심지설치)	20	수태(상위관수)				

표 1-2. C형강재배 배지조성

1	썬샤인1: 바크1	2	썬샤인1:바크2	3	수태1: 바크1	4	수태1: 바크2	5	썬샤인1: 송이1
6	썬샤인1:송이2	7	수태1:송이1	8	수태1:송이2	9	썬샤인	10	수태



사진1-6. 동우13호 포트에 심지를 끼운 모습



사진1-7. 수태심지를 바닥에 깔아 놓은 모습

3) 배지의 물리적특성과 수분흡수량 측정

배지의 물리적 특성(고상, 액상, 기상)과 각 배지의 수분흡수의 변화가 호접란 생육에 미치는 영향을 조사하기 위해 Core법을 변형하여 물리적 특성(고상, 액상, 기상 및 공극률)을 조사하였고, 배지의 수분함량을 측정하기 위해 석고블록(Gypsum-2100)을 이용하여 배지의 수분을 측정하였으며 배지간 수분흡수의 변화를 조사하기 위해 2000년 9월3일 18:00시~9월4일 12:00시에 걸쳐서 6시간 간격으로 수분흡수의 변화를 측정하여 시간의 경과에 따른 수분흡수를 측정하였다.

2000년 8월 14일 제주시 소재 제주시 농업기술센터 온실에서 3개월 순화된 호접란 배양묘를 13호포트(동우칼라포트: 직경13cm)에 식재하고 화분의 간격을 25cm×15cm으로하여 베드에 입식하였고, 식재매질에대한 시험으로서 각각 조성비를 달리하여 27처리×8반복, 난피법으로 수행하였다. 관수관리는 물은 수돗물을 탱크에 저수 후 오전 10시경에 4~10일에 1회씩 점적호스를 이용하여 공급하였고, 매회 당 228~267L 관수하였다. 비배관리는 2주에 1회씩 Hyponex(6.5-6-19) 1,000배 액을 엽면살포 하였다. 또한 온도관리는 관행대로 주간 23~25℃, 야간 18~20℃로 유지하였다. 2000년 11월7일 이중비닐 피복과 이듬해 5월15일에 이중비닐을 제거하였고 내부 35%, 외부 55%의 차광망을 설치하여 관리하였다.

4) 통계처리 및 생육조사

생육은 엽장, 엽폭, 엽수, 초장을 월1회 전수조사 하였고 엽수는 최상위엽 직전의 잎을, 초장은 지체부에서 잎의 선단 까지를 조사하였고 생체중(지상부, 지하부)은 최종 조사에서 측정하였다. 통계처리는 SAS(Ver.6.12)를 사용하여 DMRT 5% 수준에서 비교하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 배지의 물리적 특성과 수분 흡수량 측정

표 1-3. 배지의 물리적 특성

	용적밀도	입자밀도	공극률(%)	수분(%)	용적수분	기상(%)	액상(%)	고상(%)
수태1:파라트1	0.1208	1.22	90.10	70.11	28.35	61.75	28.35	9.90
수태1:파라트2	0.1382	1.26	89.06	71.42	34.53	54.53	34.53	10.94
수태1:파라트3	0.1598	1.22	86.93	70.63	38.44	48.49	38.44	13.07
수태1:송이1	0.4543	2.87	84.18	40.99	31.56	59.23	31.56	9.21
수태1:송이2	0.4503	3.41	86.79	36.45	25.83	58.35	25.83	15.82
수태1:송이3	0.6567	2.30	71.48	28.43	26.09	45.39	26.09	28.52
수태1:마크1	0.1701	1.51	88.74	71.37	42.41	46.33	42.41	11.26
수태1:마크2	0.1772	1.84	88.33	71.76	45.03	46.00	42.34	11.67
수태1:마크3	0.1514	1.23	87.65	73.68	42.39	45.26	42.39	12.35
수태1:솨1	0.0998	1.99	94.99	71.76	25.36	69.63	25.36	5.01
수태1:솨2	0.1549	0.95	83.69	73.88	43.83	39.86	43.83	16.31
수태1:솨3	0.1486	1.14	86.97	76.66	48.82	38.15	48.82	13.03
파라트(심지설치)	0.1535	0.85	81.85	69.27	34.60	47.24	34.60	18.15
송이(심지설치)	0.7363	2.67	72.42	18.40	16.60	55.82	16.60	27.58
마크(심지설치)	0.2525	1.55	83.70	54.64	30.42	63.28	20.42	16.30
파라트(수태심지)	0.1685	0.80	78.81	69.81	38.97	39.84	38.97	21.19
송이(수태심지)	0.7801	3.73	79.06	23.98	24.61	54.45	24.61	20.94
마크(수태심지)	0.2233	2.10	89.39	42.24	16.33	73.06	16.33	10.61
마크(상위관수)	0.2335	1.76	86.45	47.89	16.50	67.50	16.50	13.88
수태(상위관수)	0.0328	0.82	95.98	91.63	35.93	60.05	35.93	4.02
션샤인	0.1061	0.55	80.74	83.45	53.48	27.26	53.48	19.26
션샤인1:솨1	0.1839	0.85	78.32	73.00	49.71	28.62	49.71	21.68
션샤인1:송이1	0.5083	2.87	82.29	31.40	23.27	59.02	23.27	17.71
션샤인1:마크1	0.1668	1.11	85.02	74.21	48.02	37.00	48.02	14.98
수태1배	0.0320	0.69	95.37	87.70	22.82	62.55	32.82	4.63
수태2배	0.0611	0.84	92.74	90.89	60.96	31.78	60.96	7.26
수태4배	0.0764	1.19	93.59	92.00	87.83	5.76	87.83	6.41

*.공극률 (%): $\{1-(\text{용적밀도}/\text{입자밀도})\} \times 100$, 용적수분함량 : $\{\text{토양수분함량(g)} \times \text{물의밀도}(1\text{cm}^3/1\text{g})\} / \text{core의 부피}(\text{cm}^3)$

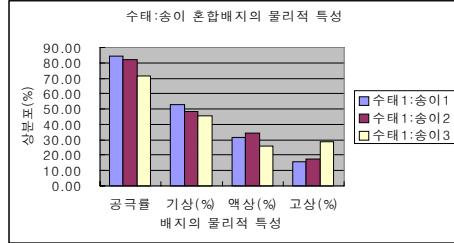
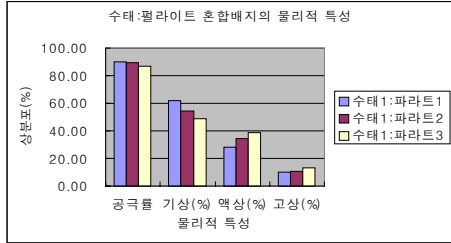
배지의 물리적 특성은 core 법을 변형하여 조사 한 바 각각의 배지마다 나타내는 양상이 다양하였다. 수태와 파라트의 혼합배지의 경우 펄라이트의 양이 많아질수록 고상과 액상의 비율이 높아졌는데 이는 펄라이트가 갖는 물리적 특성의 다공성에 기인하는 것으로 사료된다. 수태와 송이의 혼합배지에 의하면 송이의 양이 많아질수록 고상은 증가하였다.

수태와 바크의 혼합배지의 경우 혼합비가 증가해도 성상의 분포에 큰 영향을 주지 못하였는데 이는 바크의 입자크기가 용적밀도와 입자밀도에 영향을 미쳐 실제 화분내의 제한된 면적 내에서 용적인 부피는 한정되고 입자밀도는 증가되므로 화분 내 배지의 물리적 성질에 크게 영향을 미치지 못하여 성상의 변화가 없는 것으로 사료된다.

수태와 숯 혼합배지의 물리적 특성은 혼합비가 증가할수록 액상의 비율이 높게 나타났다. 펄라이트, 송이, 바크의 배지는 바크와 펄라이트가 송이에 의하여 액상과 기상이 높게 나타났는데 이는 입자밀도의 증가로 인해 공극률의 감소가 주된 요인으로 생각된다. 즉 공극률이 직접적인 고상과 기상이 영향을 미치므로 바크와 펄라이트보다 낮은 액상을 나타내었다.

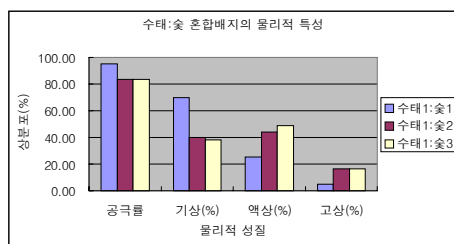
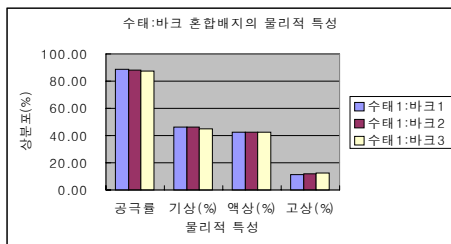
썩사인을 기본으로 하는 썩사인과 숯, 썩사인과 송이, 썩사인과 바크 혼합배지들이 성상을 살펴보면 썩사인 배지인 경우 50%이상이 액상의 비율로 나타나고 각 배지들 중에 가장 높은 액상의 비율로 나타났다. 수태와 바크 혼합배지와 달리 썩사인 바크 혼합배지의 경우 배지의 성상이 분포가 특이하다.

즉 수태와 바크 혼합배지의 경우 4.5:4.3:1.2(기상:액상:고상)의 비율로 나타나는데 반하여 썩사인과 바크의 혼합배지는 3.7:4.8:1.5의 비율로 분포하였다. 수태의 volume을 1, 2, 4배로 달리한 경우 상의 분포를 보면 혼합비가 증가할수록 급격한 기상의 감소와 액상의 증가하는 분포를 보였다.



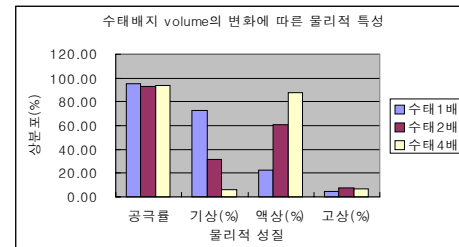
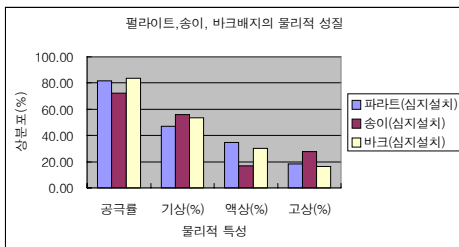
수태:펠라이트 혼합배지의 물리적 특성

수태:송이 혼합배지의 물리적 특성



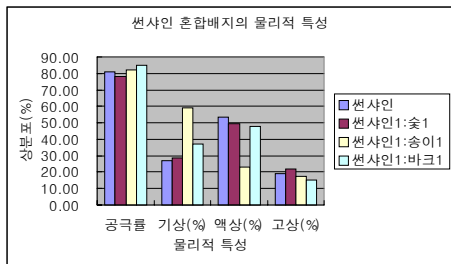
수태:바크 혼합배지의 물리적 특성

수태:숯 혼합배지의 물리적 특성



펠라이트, 송이, 바크배지의 물리적 특성

수태배지 volume의 변화에 따른 물리적 특성



썬사인 혼합배지의 물리적 특성

그림 1-1. 배지의 물리적 특성(고상, 액상, 기상 및 공극률)

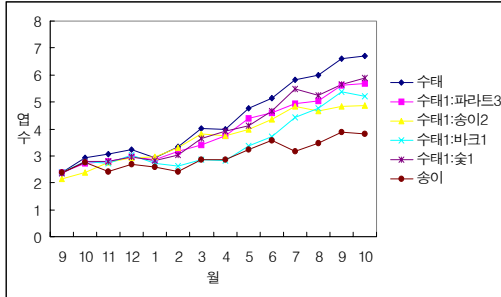
표 1-4. 시간의 경과에 따른 배지의 수분흡수(%)

	6시간경과	12시간경과	18시간경과	24시간경과	30시간경과
수태1:파라트1	44.3	52.5	54.1	57.4	71.3
수태1:파라트2	24.4	27.5	29.1	29.9	40.9
수태1:파라트3	25.8	31.3	31.3	35.7	43.8
수태1:송이1	17.4	21.4	22.8	22.4	27.1
수태1:송이2	9.2	9.5	9.5	9.9	14.0
수태1:송이3	8.2	9.4	9.5	9.8	12.4
수태1:마크1	18.7	20.3	20.3	21.1	35.0
수태1:마크2	9.4	9.8	10.9	11.9	14.8
수태1:마크3	7.6	7.9	8.2	8.2	8.5
수태1:숯1	44.0	55.3	56.0	58.7	69.0
수태1:숯2	38.6	47.5	51.9	57.6	66.0
수태1:숯3	31.8	38.8	39.5	42.0	59.2
파라트	71.5	97.0	103.1	105.1	120.5
송이	20.7	20.8	21.5	21.5	22.1
마크	2.2	2.2	3.1	4.0	2.8
썬샤인	44.7	46.2	46.2	47.7	141.6
썬샤인1:숯1	53.6	56.9	56.9	57.6	66.9
썬샤인1:송이1	39.7	40.1	40.5	41.7	42.5
썬샤인1:마크1	33.0	33.5	34.5	34.5	40.0
수태1배	51.6	52.3	54.8	56.0	58.6
수태2배	76.3	92.6	93.2	93.2	103.4
수태4배	55.4	57.8	57.8	58.2	61.9

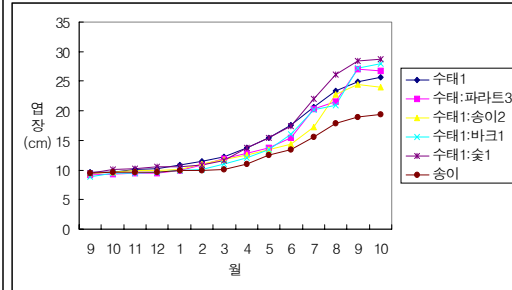
㉠ 초기 배지의 중량을 기준으로 수분흡수의 증가율을 표기.

2) 시간의 경과에 따른 배지의 수분흡수

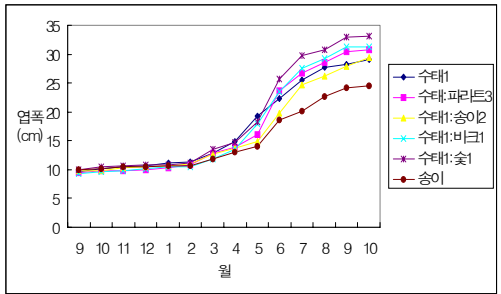
배지의 수분 흡수는 관수직전 초기 배지의 중량을 100으로 기준하여 6시간 경과할 때마다 그 수분의 흡수에 의한 배지 중량의 변화를 36시간 동안 조사하였다. 초기 수분흡수가 가장 빠른 중량의 변화는 수태2배와 썬샤인1인:숯1의 혼합배지가 가장 높은 변화량을 보였고 수태:파라트, 수태:숯의 혼합배지가 완만한 증가를 보이는 반면 마크와 송이의 혼합배지의 경우가 가장 낮은 변화량을 보였는데 이는 입자의 크기가 갖는 물리적 특성에 기인한 배지내 모세관 형성이 불량하여 낮은 수분흡수량을 나타내는 것으로 사료된다. 시간의 경과에 따른 최종 수분흡수의 변화량이 가장 큰 배지로는 썬샤인 배지로 140%의 증가율을 보였고 펄라이트, 수태2배 배지 순으로 높은 증가율을 보였다.



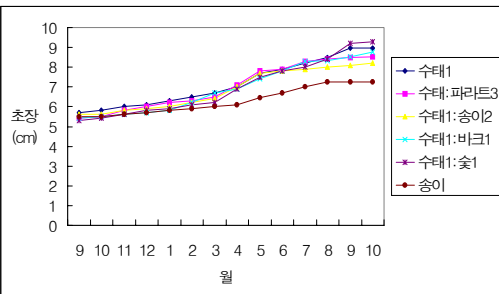
엽수의 월별 생육의 변화



엽장의 월별 생육의 변화



엽폭의 월별 생육의 변화



초장의 월별 생육의 변화

그림 1-2. 배지의 종류에 따른 호접란 [*Phal. Little cherry* × (*Phal. Enshyn* × *Yukimai*)]의 월별 생육 변화

3) 배지의 종류에 따른 호접란 [*Phal. Little cherry* × (*Phal. Enshyn* × *Yukimai*)]의 월별 생육 변화

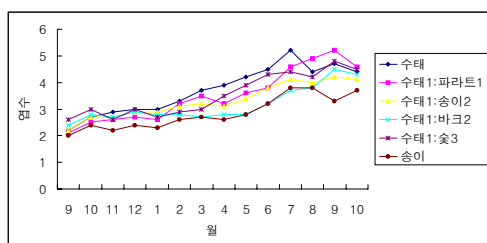
호접란 [(*Phal. Enshyn* × *Yukimai*) × (*Phal. Yukimai* × *Musashino*)]의 월별 생육을 살펴보면 겨울에서 봄으로 진행되는 동안 약간의 신장이 이루어졌고 그후 5~6월에 이르러 급속한 생장을 나타내었다. 양호한 생육을 보이는 배지로는 수태, 수태1:파라트3, 수태1:바크1, 수태1:숯1 등의 혼합배지가 양호한 생육을 보인 반면 송이배지의 경우는 가장 저조한 생육을 보였다.

호접란 [*Phal. Little cherry* × (*Phal. Enshyn* × *Yukimai*)]의 생육의 경우 5~7월 사이에 급격하게 생육이 증가함을 보이고 성적이 양호한 배지로 수태, 수태1:파라트1, 수태1:송이1, 수태1:바크1 등의 순서로 나타났다.

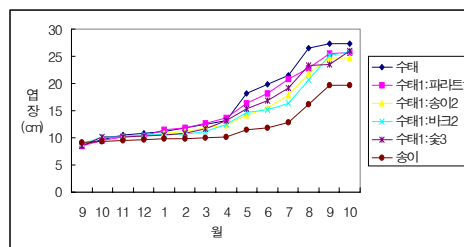
호접란 [*JMP77* × *Dtps*(*Happy Valentine* × *Happy Valentine*)]의 월별 생육은 봄부터 꾸준한 생육의 증가를 보이다가 7~8월 사이에 생육이 잠깐 주춤하게 나타나는

데, 고온에 의하여 생육이 다소 억제되는 것으로 사료되고 엽장과 엽수의 생육에 반해 엽폭은 꾸준히 증가함을 보여주고 있다. 실제 8월 이후에는 엽장과 초장의 경우 급속한 생장이 완만하게 나타나고 엽수의 감소가 두드러지게 나타나고 있는데 이는 심한 일교차에 의한 하엽이 형성되어 엽수의 감소를 가져오게 되었다.

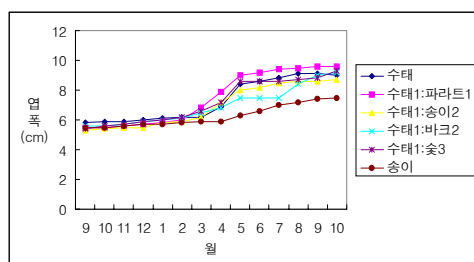
C-형강재배에서 호접란[JMP77 × Dtps(Happy Valentine × Happy Valentine)]의 월별 생육은 평판매트재배와 비슷한 생육을 보이고 있으며 8월과 10월에 들어서면서 심한 엽수의 감소 현상이 전반적으로 나타나고 특히 썬샤인, 송이, 수태1:송이1 등의 배지에서 엽수의 감소가 두드러지게 나타나고 있다. 이는 8월의 고온다습한 날씨와 C-형강의 과습한 조건이 다른 평판매트재배에 비해 심한 엽수의 감소를 가져온 것으로 사료된다.



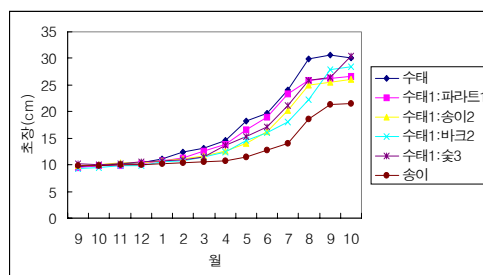
엽수의 월별 생육의 변화



엽장의 월별 생육의 변화



엽폭의 월별 생육의 변화



초장의 월별 생육의 변화

그림 1-3. 배지의 종류에 따른 호접란[JMP77 × Dtps(Happy Valentine × Happy Valentine)]의 월별 생육변화

4) 배지의 종류에 따른 호접란[(Phal.Enshyn×Yukimai) × (Phal.Yukimai×Musashino)]의 생육

호접란 [JMP77 × Dtps(Happy Valentine × Happy Valentine)]의 월별 생육은 봄부터 꾸준한 생육의 증가를 보이다가 7~8월 사이에 생육이 잠깐 주춤하게 나타나

는데, 고온에 의하여 생육이 다소 억제되는 것으로 사료되고 엽장과 엽수의 생육에 반해 엽폭은 꾸준히 증가함을 보여주고 있다. 실제 8월 이후에는 엽장과 초장의 경우 급속한 생장이 완만하게 나타나고 엽수의 감소가 두드러지게 나타나고 있는데 이는 심한 일교차에 의한 하엽이 형성되어 엽수의 감소를 가져오게 되었다.

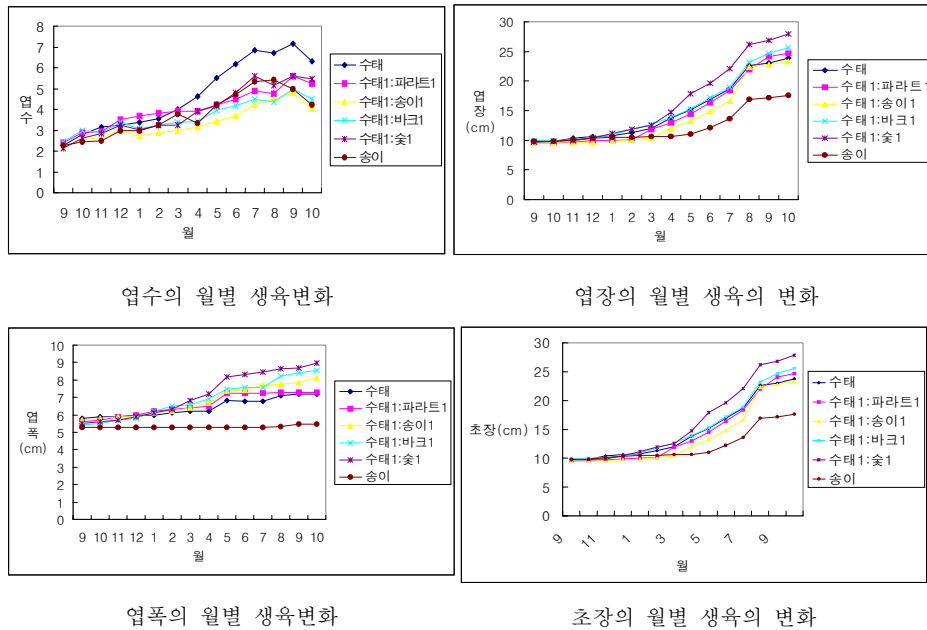


그림 1-4. 배지의 종류에 따른 호접란 [*Phal. Little cherry* × (*Phal. Enshyn* × *Yukimai*)]의 월별 생육변화

5) 배지의 종류에 따른 호접란 [(*Phal. Enshyn* × *Yukimai*) × (*Phal. Yukimai* × *Musashino*)]의 생육

호접란 [(*Phal. Enshyn* × *Yukimai*) × (*Phal. Yukimai* × *Musashino*)]의 배지에 따른 생육의 변화를 살펴보면 수태:숯1, 수태, 수태1:바크1의 순으로 생육이 양호하게 나타났다. 수태1:숯2의 배지가 지상부와 지하부 생육에 가장 좋은 생육을 보였고 수태와 다른 혼합배지들 간의 생육의 차이는 엽수를 제외하면 거의 없었다. 호접란 [(*Phal. Enshyn* × *Yukimai*) × (*Phal. Yukimai* × *Musashino*)]에 있어서, 썬샤인배지와 썬샤인 혼합배지의 근수는 다른 혼합배지와 비하여 현저하게 적은 수를 보여주었다

표 1-5. 평판매트재배에 있어서 배지의 종류에 따른 호접란[(*Phal.Enshyn*×*Yukimai*) ×(*Phal.Yukimai*×*Musashino*)]의 생육

	엽수(매)	엽장(cm)	엽폭(cm)	초장(cm)	근수(개)	근장(cm)	지상부(g)	지하부(g)
수태1:파라트1	5.7ab	26.5abcde	8.12abcd	29.5abcde	16.3	26.9	142.5	45.2
수태1:파라트2	5.4abc	27.1abc	9.02abcd	28.6abcde	24.5	24.9	173.0	91.2
수태1:파라트3	6.0ab	25.2abcde	8.38abcd	27.8abcde	18.7	28.2	150.4	66.0
수태1:송이1	5.1abcd	27.8abc	7.98bcd	30.6abcd	18.5	20.6	142.1	45.7
수태1:송이2	5.3abcd	26.9abc	8.78bcd	29.4abcde	20.5	27.6	181.2	68.9
수태1:송이3	5.2abcd	23.2bcde	8.00bcd	25.6bcde	20.0	20.8	132.7	60.5
수태1:마크1	5.4abcd	29.0a	8.92abcd	31.1ab	19.0	34.9	187.8	87.7
수태1:마크2	4.9abcd	25.7abcde	8.98abcd	27.8abcde	18.0	28.0	132.3	73.7
수태1:마크3	4.8bcd	24.1abcde	8.84abcd	26.6abcde	16.3	31.4	117.8	61.9
수태1:숯1	6.2ab	29.4a	9.76a	32.5a	18.0	22.8	183.8	92.3
수태1:숯2	5.7ab	29.7a	8.84abcd	31.1ab	20.5	23.7	199.8	72.0
수태1:숯3	5.8ab	25.4abcde	9.62ab	28.4abcde	21.0	24.6	182.5	79.3
파라트(심지설치)	5.9ab	24.6abcde	7.82cd	27.4abcde	22.0	27.3	109.7	53.6
송이(심지설치)	3.9cde	21.4efgh	7.42d	22.8fgh	16.5	32.5	83.4	32.8
마크(심지설치)	4.5bcde	20.1gh	8.64abcd	18.1h	17.7	23.2	70.2	59.8
파라트(수태심지)	4.9abcd	23.0cde	8.80abcd	24.7cde	21.0	23.7	142.3	59.8
송이(수태심지)	3.1e	19.4h	7.48d	20.9gh	22.0	24.0	62.0	60.2
마크(수태심지)	5.2abcd	20.5fgh	7.80cd	22.7fgh	12.5	15.6	56.5	23.2
썬샤인	5.2abcd	25.8abcde	9.10abcd	27.6abcde	13.3	25.5	119.6	47.5
썬샤인1:숯1	5.9ab	28.4ab	9.44abc	30.9abc	12.5	22.4	143.6	58.7
썬샤인1:송이1	5.0abcd	21.5defgh	8.18abcd	23.6fgh	7.7	13.0	80.5	22.6
썬샤인1:마크1	3.8de	22.7defgh	8.38abcd	24.5defg	7.3	28.6	69.0	36.8
수태1배	6.5a	26.7abcd	8.81abcd	29.2abcde	23.5	32.0	191.7	63.0
수태2배	5.9ab	25.0abcde	8.74abcd	28.1abcde	21.7	26.9	205.7	90.2
수태4배	6.2ab	27.3abc	8.53abcd	30.0abcd	18.0	22.3	189.1	59.2

Z) Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5%

6) 평판매트재배에서 배지의 종류에 따른 호접란[(*Phal.Enshyn*×*Yukimai*) ×(*Phal.Yukimai*×*Musashino*)]의 생육

호접란[(*Phal.Enshyn*×*Yukimai*) × (*Phal.Yukimai*×*Musashino*)]의 배지에 따른 생육의 변화를 살펴보면 수태:숯1, 수태, 수태1:마크1의 순으로 생육이 양호하게 나타났다. 수태1:숯2의 배지가 지상부와 지하부 생육에 가장 좋은 생육을 보였고 수태와 다른 혼합배지들 간의 생육의 차이는 엽수를 제외하면 거의 없었다. 호접란 [(*Phal.Enshyn*×*Yukimai*) × (*Phal.Yukimai*×*Musashino*)]에 있어서, 썬샤인배지와 썬샤인 혼합배지의 근수는 다른 혼합배지와 현저하게 적은 수를 보여주었다.



수태

수태×2

수태×3



수태

수태1:파라트1

수태1:파라트2

수태1:파라트3

파라트



수태

수태1:송이1

수태1:송이2

수태1:송이3

송이

사진 1-8. 배지의 종류에 따른 *Phalaenopsis*(*Phal.Enshyn*×*Yukimai*)×(*Phal.Yukimai*×*Musashino*)의 생육



수태 수태1:바크1 수태1:바크2 수태1:바크3 바크



수태 수태1:숯1 수태1:숯2 수태1:숯3



수태 선샤인 선샤인1숯1 선샤인1:송이2 선샤인1:바크3

사진 1-9. 배지의 종류에 따른 *Phalaenopsis*(*Phal.Enshyn*×*Yukimai*) × *Phal.Yukimai*×*Musashino*)
의 생육



수태 파라트(천심지) 송이(천심지) 마크(천심지) 썬샤인



수태 파라트(수태심지) 송이(수태심지) 마크(수태심지)

사진 1-10. 심지의 종류를 달리한 배지에 따른 [*Phalaenopsis*(*Phal.Enshyn*×*Yukimai*) × (*Phal.Yukimai*×*Musashino*)]생육

표 1-6. 평판매트재배에 있어서 배지의 종류에 따른호접란[*Phal.Littlecherry*×
(*Phal.Enshyn*×*Yukimai*)]의 생육

	엽수(매)	엽장(cm)	엽폭(cm)	초장(cm)	근수 (개)	근장 (cm)	지상부 (g)	지하부 (g)
수태1:파라트1	4.88 ab	23.98 abcde	9.63 a	26.58 abcd	157.1	67.5	19.3	26.6
수태1:파라트2	3.63 def	22.62 abcdefg	9.1 abcd	24.52 def	169.4	58.5	19.5	31.9
수태1:파라트3	4.1b cdef	25.68 abcd	8.8 abcde	27.28 abcd	142.9	57.2	19.5	24.4
수태1:송이1	3.55 ef	23.48 abcdef	7.93 cde	25.28 cdef	129.9	39.0	12.7	23.3
수태1:송이2	4.37 abcdef	26.02 abcd	8.72 abcde	28.4 abcd	144.9	52.7	18.5	20.8
수태1:송이3	3.75 cdef	25.12 abcd	8.9 abcde	26.52 abcd	161.4	59.3	16.5	17.3
수태1:마크1	4.6 abcd	23.63 abcdef	9.03 abcd	25.95 bcde	143.7	56.9	16.0	20.3
수태1:마크2	4.17 bcdef	26.17 abcd	9.23 abc	28.42 abcd	145.0	74.3	18.3	29.5
수태1:마크3	4.3 bcdef	24.82 abcde	8.8 abcde	26.87 abcd	111.2	61.7	17.7	27.7
수태1:솨1	3.53 ef	22.33 bcdefg	8.78 abcde	23.86 defg	89.8	57.9	11.0	19.7
수태1:솨2	3.55 ef	21.17 defg	9.12 abcd	23.7 defg	117.2	64.6	12.0	26.4
수태1:솨3	4.7 abc	27.67 a	9.57 ab	30.45 a	197.0	67.2	19.5	23.2
파라트(심지설치)	4.13 bcdef	22.47 bcdefg	8.78 abcde	24.35 def	114.7	53.1	22.0	22.7
송이(심지설치)	3.5 ef	18.84 fg	7.46 e	21.24 fg	75.0	26.9	14.0	20.5
마크(심지설치)	3.43 f	18.60 g	7.60 de	19.77 g	64.6	52.3	21.7	19.6
파라트(수태심지)	4.85 ab	24.73 abcd	8.05 bcde	27.1a bcd	99.2	49.4	21.0	23.4
송이(수태심지)	4.23 abcdef	23.57 abcdef	7.97 cde	25.57 bcdef	105.4	47.8	19.5	22.3
마크(수태심지)	4.13 bcdef	19.10 efg	8.58 abcde	21.78 efg	78.2	60.6	19.5	28.6
썬샤인	4.0 bcdef	22.15 cdefg	8.52 abcde	23.68 defg	121.2	44.6	15.3	27.3
썬샤인1:솨1	4.2 bcdef	23.48 abcdef	8.58 abcde	25.73 bcdef	106.7	32.3	15.5	14.4
썬샤인1:송이1	4.62 abcd	27.4 ab	8.7 abcde	30.45 a	120.9	45.9	11.0	21.2
썬샤인1:마크1	3.78 cdef	23.7 abcdef	9.03 abcd	25.47 bcdef	91.8	44.3	13.7	26.3
수태1배	4.67 abcde	26.53 abc	8.85 abcde	30.1 ab	155.2	72.5	19.5	28.2
수태2배	5.23 a	26.77 abc	9.0 abcd	30.15 ab	193.9	84.3	18.3	20.4
수태4배	4.97 ab	25.32 abcd	9.42 abc	29.93 abc	199.1	85.9	17.0	27.4

Z) Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5%

7) 평판매트재배에 있어 배지의 종류에 따른 호접란[*Phal. Little cherry*×(*Phal.Enshyn*×*Yukimai*)]의 생육

호접란[*Phal. Little cherry*×(*Phal.Enshyn*×*Yukimai*)]의 생육을 살펴보면 수태, 수태1:솨3, 수태:마크의 배지순으로 양호한 생육을 나타내었고, 엽폭의 생육에 있어서는

수태, 수태:파라트, 수태:숯의 배지 순으로 좋은 생육을 보였고 수태배지에서만 생육의 차이가 인정되었고 나머지 다른 배지들 간의 생육의 차이는 없었다.



수태

수태×2

수태×3



수태

수태1:파라트1

수태1:파라트2

수태1:파라트3

파라트



수태

수태1:송이1

수태1:송이2

수태1:송이3

송이

사진 1-11. 배지의 종류에 따른 호접란[*Phal. Little cherry*×(*Phal.Enshyn*×*Yukimai*)]의 생육



수태

파라트(수태심지)

송이(수태심지)

마크(수태심지)



수태

파라트(천심지)

송이(천심지)

마크(천심지)

썬샤인

사진 1-12. 심지의 종류를 달리한 배지에 따른 호접란 [*Phal. Little cherry* × (*Phal. Enshyn* × *Yukimai*)]의 생육

표 1-7. 평판매트재배에 있어서 배지 종류에 따른 호접란[JMP77 × Dtps(Happy Valentine × Happy Valentine)]의 생육

	엽수(매)	엽장(cm)	엽폭(cm)	초장(cm)	근수(개)	근장(cm)	지상부(g)	지하부(g)
수태1:파라트1	5.3 bcd	23.87 ab	7.6 abc	26.5 abc	16.0	22.3	95.4	44.3
수태1:파라트2	5.0 cd	23.85 ab	7.1 abcd	25.2 abc	15.0	22.6	127.1	50
수태1:파라트3	4.8 cd	23.82 abc	9.0 a	24.8 abcd	15.0	24.4	111.6	60.6
수태1:송이1	4.0 d	22.08 abcd	8.4 ab	24.7 abcd	9.0	19	87.2	26.5
수태1:송이2	4.9 cd	20.4 abcd	6.7 bcd	25.5 abc	11.0	18.5	67.5	21.9
수태1:송이3	4.3 d	20.04 abcd	7.5 abc	21.8 abcde	14.0	21.9	102.7	52.8
수태1:마크1	4.8 cd	23.00 abc	9.1 a	25.3 abc	10.0	16.1	112.6	34.3
수태1:마크2	4.6 cd	20.05 abcd	8.0 abc	22.2 abcd	12.0	22.5	78.3	56
수태1:마크3	4.8 cd	23.82 ab	8.6 ab	25.6 abc	16.0	28.6	72.2	60.9
수태1:숯1	5.3 bcd	24.93 a	9.0 a	27.3 a	25.0	20.5	179.9	65.7
수태1:숯2	5.3 bcd	22.35 abc	8.5 ab	24.6 abcd	11.0	22.6	105.4	23.5
수태1:숯3	4.3 d	23.02 abc	8.2 ab	25.4 abc	17.0	17.7	102.8	35.4
파라트(심지설치)	3.9 d	23.28 abc	7.9 abc	25.9 abc	26.0	18	63.4	44.2
송이(심지설치)	3.8 d	16.5 d	5.3 d	17.9 e	9.0	26.4	30	21.5
마크(심지설치)	4.1 d	21.53 abcd	8.3 ab	23.5 abcde	16.0	24.6	62.4	57.6
파라트(수태심지)	4.8 cd	17.3 cd	6.0 cd	19.1 de	27.0	14.8	59.4	37.9
송이(수태심지)	4.3 d	19.26 abcd	6.6 bcd	20.9 bcde	22.0	18.2	56	28.8
마크(수태심지)	4.5 d	18.92 bcd	6.6 bcd	20.7 cde	16.0	21.9	36.3	31.8
썬샤인	3.8 d	24.63 ab	8.3 ab	26.8 abc	16.0	27.5	96.9	48.1
썬샤인1:숯1	4.4 d	22.86 abc	8.5 ab	24.2 abcd	16.0	26.5	156.9	56.9
썬샤인1:송이1	4.5 d	24.88 a	8.4 ab	26.9 ab	7.0	15.3	116	19.8
썬샤인1:마크1	4.2 d	21.3 abcd	8.4 ab	24.6 abcd	9.0	22.9	59	35
수태1배	6.4 abc	21.97 abcd	7.4 abc	25.3 abc	19.0	25.2	129.3	77.9
수태2배	6.9 ab	23.6 ab	7.5 abc	27.8 a	17.0	12.4	154.6	42.2
수태4배	7.7 a	20.4 abcd	8.1 ab	24.8 abcd	17.0	13.7	136.7	43.1

Z) Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5%

8) 평판매트재배에 있어 배지의 종류에 따른 호접란[JMP77 × Dtps(Happy Valentine × Happy Valentine)]의 생육

썬샤인1:송이1, 수태1:파라트3, 수태:숯 수태1:마크1, 수태2배 등의 순서로 생육이

다른 배지들과 생육의 차이가 확연하게 나고 이들 배지간의 생육의 차이는 거의 인정되지 않았다.



수태

수태×2

수태×3



수태

수태1:파라트1

수태1:파라트2

수태1:파라트3

파라트



수태

수태1:송이1

수태1:송이2

수태1:송이3

송이

사진 1-13. 배지 종류에 따른 호접란 [*Phal.Littlecherry*×(*Phal.Enshyn*×*Yukimai*)]의 생육



수태 수태1:마크1 수태1:마크2 수태1:마크3 마크



수태 수태1:숯1 수태1:숯2 수태1:숯3



수태 선샤인 선샤인1숯1 선샤인1:송이2 선샤인1:마크3

사진 1-14. 배지 종류에 따른 호접란 [*Phal.* Little cherry × (*Phal.* Enshyn × Yukimai)]의 생육



수태 파라트(천심지) 송이(천심지) 바크(수태심지) 선샤인



수태 파라트(수태심지) 송이(수태심지) 바크(수태심지)

사진 1-15. 배지 종류에 따른 호접란 [*Phal.*Little cherry×(*Phal.*Enshyn×Yukimai)]의 생육

표 1-8. C-형강재배에 있어서 배지의 종류에 따른 호접란[*Phal.*Little cherry ×
(*Phal.*Enshyn × Yukimai)]의 생육

C-형강	엽수(매)	엽장(cm)	엽폭(cm)	초장(cm)	근수(개)	근장(cm)	지상부(g)	지하부(g)
썬샤인1:마크1	4.2 bcd	24.2 ab	9.32	26.2 a	10.7	19.9	95.5	38.5
썬샤인1:마크2	4.2 bcd	21.1 abc	8.13	23.8 ab	16.3	22.5	112.8	70.2
수태1:마크1	5.0 a	25.9 a	8.01	28.2 a	18.3	19.9	180.0	66.8
수태1:마크2	4.6 ab	23.9 ab	8.46	27.2 a	19.5	25.8	158.9	69.1
썬샤인1:송이1	3.6 de	18.9 c	6.81	21.2 b	10.3	14.8	112.6	49.9
썬샤인1:송이2	3.8 cde	21.2 bc	8.46	23.7 ab	11.0	17.0	113.8	42.6
수태1:송이1	3.4 e	19.2 c	8.04	20.8 b	9.5	14.9	87.8	32.1
수태1:송이2	3.5 de	19.4 c	8.26	21.5 b	11.0	19.5	79.9	29.1
썬샤인	4.5 abc	22.3 abc	8.93	25.0 ab	10.5	22.2	139.9	43.4
수태	5.1 a	25.0 ab	8.77	28.1 a	25.5	43.95	189.0	104.7

Z) Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5%

9) C-형강재배에 있어 배지의 종류에 따른 호접란[*Phal.* Little cherry×(*Phal.*Enshyn×Yukimai)]의 생육

생육이 양호한 배지를 살펴보면 수태1:마크1, 수태, 수태1:마크2, 썬샤인1:마크2의 순으로 생육이 좋았고, 수태배지의 경우 근수가 25개로 다른 배지의 근수보다 월등하게 차이가 있었다. 지하부 생육은 수태, 썬샤인:마크, 수태:마크 등의 순서로 양호하였고 평판매트재배에서 좋은 생육을 보였던 수태:송이, 썬샤인:송이 혼합배지의 경우 가장 저조한 지하부 생육을 보였다(사진1-16.)



선샤인 선샤인1:바크1 선샤인1:바크2 선샤인1:송이1 선샤인1:송이2



수태 수태1:바크1 수태1:바크2 수태1:송이1 수태1:송이2

사진 1-16. C-형강재배에 있어 배지의 종류가 호접란 [*Phal. Little cherry* × (*Phal. Enshyn* × *Yukimai*)]의 생육

표 1-9. C-형강재배와 평판매트재배에 있어 배지의 종류에 따른
호접란 [*Phal.Littlecherry*×(*Phal.Enshyn*×*Yukimai*)]의 생육

		엽수 (매)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	초장 (cm)	지상부 (g)	지하부 (g)	근수 (개)	근장 (cm)
C-형강	썬샤인1:마크1	4.2	24.2	9.32	26.2	95.5	38.5	10.7	19.8
	수태1:마크1	5.0	25.9	8.01	28.2	180.0	66.8	18.3	19.9
	수태1:마크2	4.6	23.9	8.46	27.2	158.9	69.1	19.5	25.8
	썬샤인1:송이1	3.6	18.9	6.81	21.2	112.6	49.9	10.3	14.8
	수태1:송이1	3.8	19.2	8.00	20.8	87.8	32.1	9.5	14.9
	수태1:송이2	3.5	19.4	8.26	21.5	79.9	29.1	11.0	19.6
	썬샤인	4.5	22.3	8.93	25.0	139.9	43.4	10.5	22.2
	수태	5.1	25.0	8.77	28.1	189.0	98.2	25.5	33.95
	매트	썬샤인1:마크1	3.8	23.7	9.03	25.5	91.8	44.3	13.7
수태1:마크1		4.6	23.6	9.03	26.0	143.7	56.9	16.0	20.3
수태1:마크2		4.2	26.2	9.23	28.4	145.0	74.3	18.3	29.5
썬샤인1:송이1		4.6	27.4	8.71	30.5	120.9	45.9	11.0	21.2
수태1:송이1		3.6	23.5	7.93	25.3	129.9	39.0	12.7	23.3
수태1:송이2		4.4	26.0	8.72	28.4	144.9	52.7	18.5	20.8
썬샤인		4.0	22.2	8.52	23.7	121.2	44.6	15.3	27.3
수태		4.7	26.5	8.85	30.1	155.2	72.5	19.5	28.2

10) 관수 방법을 달리한 C-형강재배와 평판매트재배에 있어 호접란의 생육

C형강재배의 경우 수태배지와 썬샤인1:마크1의 배지의 경우가 가장 양호한 생육을 보였고 평판매트재배에 있어서는 수태배지와 썬샤인1:송이1의 배지가 가장 양호한 생육을 보였다. 이들 관수 방법을 달리한 동종의 배지에서의 생육을 비교해보면 C-형강재배 보다 평판매트재배가 엽수를 제외한 엽장, 엽폭, 초장 모두 더 양호하게 나타났고 지하부의 생육도 C형강재배 보다 근수, 근장 및 지하부 생육이 비교적 양호한 생육을 보였다.



선샤인(매트), 선샤인1:바크1(매트), 선샤인1:송이1(매트) 선샤인(C형강), 선샤인1:바크1(C형강), 선샤인1:송이1(C형강)



수태(매트) 수태1:바크1(매트) 수태1:송이1(매트) 수태(C형강) 수태1:바크1(C형강) 수태1:송이1(C형강)

사진 1-17. C-형강재배와 매트재배에 있어 배지의 종류에 따른 호접란 [*Phal. Little cherry* × (*Phal. Enshyn* × *Yukimai*)]의 생육 비교

배지의 물리적 특성은 core법을 변형한 방법으로 조사한 바 각각의 배지마다 나타내는 양상이 다양하였다. 수태와 파라트 혼합배지의 경우 펄라이트의 양이 많아질수록 고상과 액상의 비율이 높아졌는데 이는 펄라이트가 갖는 물리적 특성인 다공성에 기인하는 것으로 사료된다. 이들 입자의 다공성은 공극률을 높게 하여 배지 내 수분의 흡수량을 높이는 동시에 기상을 높이는 듯 하다. 수태와 바크 혼합배지의 경우 혼합비가 증가해도 성상의 분포에 큰 영향을 주지 못하였는데 이는 바크의 입자크기가 용적밀도와 입자밀도에 영향을 미쳐 실제 화분내의 제한된 공간 내에서 용적의 부피는 한정되는 반면 입자밀도는 증가하여 미쳐 실제 화분내 배지의 물리적 성질에 크게 영향을 미치지 못하여 성상의 변화폭이 적은 것으로 사료된다. 수태와 숯 혼합배지의 물리적 특성을 살펴보면 혼합비가 증가하여 고상이 높아지고 액상도 따라서 증가하였

다. 반면에 기상은 점차 감소하는 현상을 보였다. 수태와 송이 혼합배지의 경우 송이의 혼합비가 증가함에 따라 기상은 증가하였으나 수태1:송이3 혼합배지의 혼합비가 증가함에도 불구하고 액상이 수태1:송이2 보다 감소하였는데 이는 송이의 입자밀도가 물의 비중보다 훨씬 크기 때문에 혼합비의 증가에 의한 용적밀도의 증가 보다 입자의 밀도가 증가된 것으로 생각되며 이 부분에 대한 더욱 자세한 연구가 필요할 것이다. 단일한 배지로 이루어진 펄라이트, 송이, 바크배지의 물리적 특성을 살펴보면 송이배지는 높은 고상과 기상을 보이며 액상이 가장 낮은 분포로 되었다. 바크와 펄라이트 배지의 경우 기상, 액상, 고상의 순서로 분포의 비가 낮아지고 있다. 수태의 용량을 1, 2, 4배로 달리한 배지의 성상을 살펴보면 수태의 양이 많아질수록 액상의 분포가 높고 기상은 매우 급격한 감소하며 고상의 변화는 아주 미비함을 보여주었다. 수태와 송이 혼합배지, 송이배지 그리고 수태의 용량을 달리한 배지에 대한 물리적 성상은 더 자세한 연구가 수행되어야 할 것이며 이들 배지들의 갖는 특성을 이용하여 보다 효과적인 평판매트재배 및 C-형강재배가 이루어져야 할 것이다.

배지의 수분흡수의 변화를 측정하기 위하여 관수직전의 화분내 배지의 중량을 기준으로 매 6시간마다 36시간동안 그 변화를 조사하였고 24시간 후에 점적관수로 물을 공급하여 측정하였다. 수태:파라트의 혼합배지를 살펴보면 수태1:파라트1의 경우가 1:2, 1:3의 비율보다 더 높은 수분흡수를 보이는데 이는 배지내 수태의 양이 많아진 결과에 기인하는 것으로 사료된다. 수태1:파라트3 혼합배지가 수분의 흡수가 수태1:파라트2 혼합배지보다 더 많은 흡수를 보이는 것은 펄라이트의 다공성과 수분보유력에 기인한 것으로 보인다. 이들 배지간의 최종 수분함량은 수태1:파라트1 배지가 가장 높은 73%의 수분흡수를 보여 주었다. 수태:송이, 수태:바크 혼합배지의 경우는 매우 낮은 수분흡수의 변화를 보였고 이들 배지간 혼합비가 증가할수록 더욱 수분흡수가 적은 양상을 보여주었다. 수태:숯 혼합배지의 경우 혼합비가 높아질수록 수분흡수가 적었고 혼합비간 수분흡수 차이가 적음을 보여주었다. 이는 숯이 펄라이트처럼 수분보유능력이 있음을 시사하는 것으로 사료된다. 파라트, 송이, 바크, 썬샤인 단일배지의 경우 파라트, 썬샤인, 송이, 바크의 순으로 수분의 흡수가 많게 나타났다. 특히 썬샤인배지의 최종 수분흡수량은 초기 중량보다 141%나 증가하였다. 이는 썬샤인배지가 충분한 수분흡수까지의 시간이 가장 짧은 것으로 보다 자세한 연구가 이루어져야 하겠다. 썬샤인을 기본으로 한 숯, 송이, 바크의 혼합배지는 위에서 언급되었듯이 수분흡수능력이 좋았던 썬샤인1:숯1, 썬샤인1:송이1, 썬샤인1:바크1의 순서로 수분흡수가 많았다. 수태의 용량을 1,2,4배로 달리한 경우 수분흡수의 변화를 보면 수태1배와 수태4배 배지의 경우는 비슷한 수분흡수를 보인 반면 수태2배가 훨씬 높은 수분흡수를 보였는데 이는 물리적 성상에 영향을 많이 받는 것으로 사료된다. 수태4배의 경우 기상과 고상은 낮고 액상이 높았지만 높은 입자밀도가 수분의 이동에 방해를 주

는 것으로 사료되며 수태1배의 경우는 높은 기상과 낮은 액상의 분포로 수분흡수가 한정되는 것으로 사료된다. 이에 관한 보다 많은 연구가 이루어져야 할 것이며 배지로서 수태를 사용한 호접란 재배에 매우 효과적일 것으로 생각된다.

호접란[(*Phal.Enshyn*×*Yukimai*) × (*Phal.Yukimai*×*Musashino*)],의 월별 생육을 살펴보면 겨울에서 봄으로 진행되는 동안 약간의 신장이 이루어졌고 그후 5~6월에 이르러 급속한 생장을 나타내었다. 양호한 생육을 보이는 배지로는 수태, 수태1:파라트3, 수태1:마크1, 수태1:숯1 등의 혼합배지가 양호한 생육을 보인 반면 송이배지의 경우는 가장 저조한 생육을 보였다.

호접란[*Phal. Little cherry*×(*Phal.Enshyn*×*Yukimai*)]의 생육의 경우 5~7월 사이에 급격하게 생육이 증가함을 보이고 성적이 양호한 배지로 수태, 수태1:파라트1, 수태1:송이1, 수태1:마크1 등의 순서로 나타났다.

호접란 [JMP77 × *Dtps*(Happy Valentine × Happy Valentine)]의 월별 생육은 봄부터 꾸준한 생육의 증가를 보이다가 7~8월 사이에 생육이 잠깐 주춤하게 나타나는데, 고온에 의하여 생육이 다소 억제되는 것으로 사료되고 엽장과 엽수의 생육에 반해 엽폭은 꾸준히 증가함을 보여주고 있다. 실제 8월 이후에는 엽장과 초장의 경우 급속한 생장이 완만하게 나타나고 엽수의 감소가 두드러지게 나타나고 있는데 이는 심한 일교차에 의한 하엽이 형성되어 엽수의 감소를 가져오게 되었다.

C-형강재배에서 호접란[JMP77 × *Dtps*(Happy Valentine × Happy Valentine)]의 월별 생육은 평판매트재배와 비슷한 생육을 보이고 있으며 8월과 10월에 들어서면서 심한 엽수의 감소 현상이 전반적으로 나타나고 특히 썬샤인, 송이, 수태1:송이1 등의 배지에서 엽수의 감소가 두드러지게 나타나고 있다. 이는 8월의 고온다습한 날씨와 C-형강의 과습한 조건이 다른 평판매트재배에 비해 심한 엽수의 감소를 가져온 것으로 사료된다.

관수방법을 달리한 C-형강재배 및 평판매트재배에서의 호접란[*Phal. Little cherry*×(*Phal.Enshyn*×*Yukimai*)]의 생육 및 C-형강재배에 있어 배지의 종류에 따른 호접란[*Phal. Little cherry*×(*Phal.Enshyn*×*Yukimai*)]의 생육은 생육이 양호한 배지를 살펴보면 수태1:마크1, 수태, 수태1:마크2, 썬샤인1:마크2의 순으로 생육이 좋았고, 수태배지의 경우 근수가 25개로 다른 배지의 근수보다 월등하게 차이가 있었다. 지하부 생육은 수태, 썬샤인:마크, 수태:마크 등의 순서로 양호하였고 평판매트재배에서 좋은 생육을 보였던 수태:송이, 썬샤인:송이 혼합배지의 경우 가장 저조한 지하부 생육을 보였다. C-형강재배의 경우 지하부 생육의 불량한 경우가 많았는데, 과습한 조건이 근수를 적게하는 경향을 보였다. 전반적인 생육의 차이는 거의 없었으나 C-형강의 경우 시설 설치가 비싸고 설치에 까다로운 반면 평판매트재배의 경우는 비교적 저렴한 설치비에 관리에 용이하여 추후 많은 관련 기술들이 개발될 것이라고 사료된다.

2. 고품질 호접란 생산을 위한 고품비료 개발 및 왜화제 처리 효과

가. 서언

분화재배에서 저면관수방법의 도입은 약간의 부가적 시설투자비가 투여되는 반면 관수가 자동화되어 내구성을 최소 10년으로 생력재배의 효율을 극대화할 수 있다는 점을 필두로하여 상위관수시 자연형성되어 병균이동의 통로가 되는 피막이 지상부 식물체와 차단되므로 병발생을 원천적으로 방지할 수 있는 잇점을 갖는다.

그 외에도 병발생을 원천적으로 차단하는 잇점에 따른 농약사용량의 최소화와 산포노동력 절감 효과 또한 얻을 수 있으며 특히 분화생산의 경우 각각의 화분에 관수되는 수분의 양이 차이를 가지므로서 나타나는 생산품의 균질성저하가 저면관수를 할 경우 동일한 화분, 매질 그리고 저면관수시설의 도입에 따라 재배대에서 생육하는 식물체 전체가 같은 환경에 놓이게 되므로 1개의 화분을 재배하는 기술과 정성만이 있다면 균일한 분화를 생산할 수 있어 상품화율을 높일 수 있다.

한편, 양액재배의 경우에는 1년에 3회정도는 양액을 갈아주어야 하는데 우리나라 양액재배농가 대부분은 폐액을 지하로 흘려버리고 있어 환경오염을 가속화하고 있는 실정이다. 그러나 저면관수방법이 도입되는 경우 화분매질이 물리법칙으로 갖는 모세관력을 이용하므로 우선 폐액의 발생이 없을 뿐 아니라 지효성고형비료를 시비하게 되면 모관렬에 의하여 상승된 수분에 비료분이 녹아내려 식물체에 흡수되어 비료의 유실을 최소화하며 시비효과를 극대화할 수 있는 잇점이 있다.

따라서 본 연구는 재배기간이 18~24개월이 소요되는 호접란을 대상으로 저면관수방법의 개발을 위한 매질의 선택, 효율적 저면관수방법개발, 재배단계별 최적고형비료개발을 목적으로 하였으며 부가적으로는 상품성 저하의 원인이 되는 줄기생장 억제 방법을 모색하기 위하여 실시하였다.

나. 재료 및 방법

본 연구의 공시 식물로는 국내에서 시장성이 높은 핑크계(*Phal.* Little cherry×Yukiami)를 대상으로 하였으며 저면관수를 위한 평판배양은 제주대학교 감귤화훼과학기술센터 내의 Vinyl온실에서 수행하였으며 평판배양매트의 구조는 사진 2-1과 사진 2-2에서 보는바와 같다. 재배온실의 온도는 최저 23℃로 맞췄으며 광도는 평균 6~8klux되도록 계절별로 차광망을 설치하여 조절하였고 각 시험 처리 당 20~30반복을 두어 시험하였다.



사진 2-1. 호접란재배온실



사진 2-2. 평판배드

1) 배양묘 경화 재배실증

사진2-2에서 보는 바와 같이 소형비닐포트(직경 4cm 미만), 대형비닐포트(직경 8cm) 그리고 딸기육묘용 플러그판 등 3종의 화분에 조직배양되어 엽장이 5cm 이상 되는 유묘를 실재하여 3개월간의 생육반응을 관찰하였다. 이때 관수는 상위관수를 하였으며 시비로는 대조구를 포함하여 원예용복합비료의 일종인 Hyponex(20:20:20) 1000배액과 나르겐 1000배액, 요소 1000배액, 하이드로 1000배, 스트롱 2000배액을 15일 간격으로 엽면시비하였다. 대조구는 모든 처리 공히 4개월간의 지효성을 갖는다고 소개된 Osmocote를 화분당 5g을 시비하여 생육시험 8개월 동안 2회 사용하였다.

2) 고행비료 제조를 위한 적정시비수준 구명

2~3개월 경화된 묘를 택하여 수태, 수태+바크(사진2-3.)를 매질로하여 5치비닐포트(직경 15cm)에 식재하고 고행비료 시험을 실시하였다. 비료로는 4개월 동안 지효성을 갖는 것으로 알려져 시판되는Osmocote(미국산) N:P:K의 혼합비율이 6.5:6.0:19.0, 20:20:20, 10:30:20으로 조성된 고행비료를 4개월의 재배기간 당 5g을 화분위에 깔아 주었다.



사진 2-3. 호접란 묘의 식재 단면도

3) 호접란재배 전용 고품비료 개발을 위한 연구

화분에서 재배되는 화훼류는 시비된 비료가 일시에 용해될 경우에 염류장해를 쉽게 받을 수 있을 뿐만 아니라 관수에 의한 비료성분의 용탈이 용이하게 되어 식물 생육의 모든 단계를 완전히 커버할 수 있는 영양관리가 어려워 진다.

따라서, 식물 생육단계별 무기 영양소의 요구성에 맞추어 시비관리가 이루어진다면 화훼류의 품질등 생산성은 크게 높아 질 것이다. 일반적으로 식물은 영양생장과 생식생장(개화,결실)간에 양분요구성이 다르며 특히,질소, 인산 또는 가리질비료의 가감은 그 반응을 매우 뚜렷하게 만든다.

따라서, 화훼류에서도 성장특성을 고려하여 시비를 할 경우에는 조금씩 자주 그리고 성분을 달리 조성하여 공급하여야 하는 어려움이 있는 데, 만일 1회 시비만으로 생육 단계별 식물의 양분흡수특성이 고려된 양분공급이 가능하다면 화분재배의 생력화와 꽃의 품질향상에 크게 기여할 것이다.

그러므로 본 연구에서는 화훼류의 영양생장과 개화시기에 삼요소 성분이 다른 조성으로 천천히 용해되어 나올 수 있는 과립형 화분재배용 비료를 개발하기 위해 연구를 수행하고 있다. 1차년도에는 N P K 조성구성과 비종을 선택하기 위한 연구를 수행하였다.

N, P, K 조성 구성과 비종 선택은 다음 표 2-1과 같다.

표 2-1. N, P, K 조성 구성

비료원소	A형	B형	C형
N	6.5	20.0	10.0
P ₂ O ₅	6.0	20.0	30.0
K ₂ O	19.0	20.0	20.0

즉, A형은 가리의 요구량이 크고 상대적으로 질소의 요구가 적은 경우이고 B형은 N, P, K의 요구량이 비슷한 경우이며 C형은 인산의 요구가 상대적으로 큰 경우이다. 이러한 조성을 맞추기 위한 비종을 선택하기 위해서는 다양한 염 형태와 광물이 사용될 수 있으나 개발하고자 하는 비료의 특성상 아래의 염을 가지고 조성을 맞추었다.

4) 호접란 고급상품 생산을 위한 왜화제 처리 효과 구명

3개월간의 경과과정을 경과하여 정식된 생육초기의 묘를 대상으로 왜화제로 널리 알려진 Uniconazole과 Paclobutrazole을 100, 50, 25, 10, 5, 1mg/L의 농도로 처리한 후 3개월 간격으로 출기신장단축 효과와 엽생장저해 한계농도를 정하기 위한 생육반응을 관측 조사하였다. 이때에도 수태+바크 매질의 화분을 사진 2-3과 같이하여 수태심지를 이용한 평판저면관수법을 이용하였으며 시험 처리 당 20반복씩을 두어 시험하였다.

5) 호접란재배 전단계에 대한 관리체계확립

호접란재배 후기에는 화분 밖으로 돌출하는 뿌리로 인하여 취급상의 불편함과 더불어 돌출된 뿌리가 상해를 입으므로 재배시 발생하는 돌출뿌리의 절단에 의한 생육저해를 대조구와 비교하여 검정하였다.

한편 플라스크에서 나와 딸기 유묘용 플러그에서 2~3개월 경과단계를 거쳐 성장한 유묘를 대상으로하여 바크의 첨가를 화분깊이의 2/3로 채우는 방법을 채택하되 4개월 재배기간 당 직경 4cm, 8cm, 15cm 화분에 이식하여 대조구(바크심지+이끼)와 비교한 생육반응을 조사하였다.

시비로는 N:P:K(20:20:20)로 조성된 Osmocote를 분당 4g을 시비하였으며 수태심지를 이용한 평판매트재배상에서 재배하였고 처리당 30반복을 두었다.

다. 결과 및 고찰

1) 배양묘 경화 재배실증

병에서 꺼낸 호접란 유묘의 경화를 위해서 화분 깊이와 직경이 4cm 인플라스틱 화분, 직경이 4cm와 깊이가 4cm인 딸기 육묘용 플러그판 그리고 직경 18cm인 화분에 여러 개의 묘를 심는 CP육묘 방법에 대한 성장 반응을 본 결과(사진 2-4~2-9) 소형 비닐포트는 조사항목 전체에서 가장 나쁜 결과를 보이고 있다.

CP묘와 플러그판 육묘의 결과를 비교해 볼 때 지상부, 지하부 모두 플러그판에서 육묘한 것이 좋은 결과를 보여주고 있고 특히 지하부 생육에서 근수 7.2개, 근장 9.5cm, 근중이 22.5g인데 반하여 CP묘는 근수 6.5cm, 근장 9.0cm, 근중이 20.6g으로 확연한 생육차를 보이고 있다. 그에 따른 지상부 생육도 엽수에서 0.2개, 엽장은 0.8cm, 엽폭은 0.4cm 그리고 지상부 생체중도 1.4g이 높게 나타났다.

이러한 결과는 일단 화분의 깊이가 가장 깊은 플러그판의 조건이 그러한 결과를 유도한 것이 아닌가 생각이 되며 특히 플러그판에 정식 할 때는 수태를 전체공간에서 상부쪽으로 1/2정도 밖에 채워주지 않으므로 하부쪽에 공기의 유통 공간이 자연 확보된 것과 뿌리 신장도 별다른 장애물이 없어 상승적 생육이 도모된 것이 원인인 것으로 사료되며 이러한 결과를 뒷받침할 수 있는 것이 소형화분에서 육묘한 결과로 증명될 수 있다.



사진 2-4. 소형비닐포트(4cm 미만)



사진 2-5. 소형비닐포트(4cm미만, 측면)



사진 2-6. 딸기플러그 묘



사진 2-7. 딸기프러그묘(측면)



사진 2-8. CP묘



사진 2-9. CP묘(측면)

표 2-2. 딸기플러그묘, CP묘, 소형비닐포트묘의 생육

처리	엽수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	근수 (개)	근장 (cm)	지상부 (g)	지하부 (g)
딸기프러그묘	3.2	7.9	5.7	7.2	11.5	45.9	22.5
CP묘	3.0	7.1	5.3	6.5	10.9	44.5	20.6
소형비닐포트묘	2.4	6.9	5.0	5.8	11.1	42.0	19.5

정식 후 생육기에 처리된 비료 시험에서는(사진 2-10.) 전체 생육으로 볼 때 나르겐 처리구에서 가장 좋은 결과를 보이고 있고 하이포넥스 처리구, 스트롱 처리구, 하이드로 처리구, 요소 처리구 그리고 원시액비순으로 생육차를 나타낸다.

본 시험은 모든 처리 공히 원예용 복비로 Osmocote(20:20:20) 4g을 기비로 8개월간 즉 2회 사용하고 공시할 6종의 상용비료를 부가적으로 살포한 결과로서 나르겐 처리구에서 최상의 생육을 보인 것은 미지의 촉진물질이 포함되었음을 시사한다. 또한 요소 처리구와 대조구는 가장 저조한 생육을 보여 엽수에서는 0.3개 그리고 지상부는 18.3g이 차이가 나므로 호접란은 필수원소 이외에도 아미노산 등과 같은 추가적 시비가 효과적임을 시사한다. 스트롱 처리구는 나르겐과 하이포넥스 처리구보다 잎장수는 떨어지지만 지상부 생체중이 125.9g으로 가장 무겁게 나타났는데 이는 스트롱 액비 자체가 규산질 비료로서 부가적 시용에 따른 규산질 흡수와 집적에 의한 결과임을 알 수 있다. 특히 사진 2-11에서 보는 바와 같이 잎의 입사각도가 전체 처리구 중에서 가장 높는데 이러한 잎의 생육은 호접란 재배시 가장 필요한 요건이므로 규산질 비료의 시용이 필요하다 하겠다.



사진 2-10. 비료별 처리(Hyponex, 나르겐, 요소, 하이드로, 스트롱, 대조구)

표 2-3. 비료별 처리 생육

처리	엽수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	근수 (개)	근장 (cm)	지상부 (g)	지하부 (g)
대조구	4.9	16.4	6.9	8.2	15.3	105.2	63.7
Hyponex	5.1	17.5	7.5	10.4	13.4	120.6	70.5
나르겐	5.1	18.3	8.5	11.0	14.0	123.5	71.3
요소	4.7	16.8	6.9	8.5	14.9	118.7	65.2
하이드로	5.0	16.5	7.0	9.2	15.0	113.8	66.8
스트롱	4.8	17.6	7.6	9.8	15.2	125.9	68.5



사진 2-11. 스트롱처리 효과 (스트롱 처리, 대조구)

2) 고품비료 제조를 위한 적정시비수준 구명

본 시험은 시판 중인 고품 Hyponex를 사용하였는데 N:P:K의 조성은 6.5:6:19,

20:20:20 그리고 10:30:20으로 제조된 제품을 선택 사용하였다. 시비는 호접란의 초기 생육 단계가 지난 유묘 즉 CP묘(배양묘로부터 3개월 순화된 묘)를 대상으로 하여 자연온도가 상승하는 4월부터 9개월간의 시비효과를 검정하였고 시비량은 화분당 3개의 고품비료를 치상하였는데 재배 3개월마다 1개씩 시비하였다.

또한 본 시험은 비효를 검정하는 것을 목적으로 하는 만큼 저면관수가 아닌 상위관수법을 사용하였고 화분의 매질은 묘의 순화시 부착된 수태를 그대로 유지한 묘를 4치 비닐포트에 심고 나머지 여분의 공간은 바크로 채워 재배하는 관행에 준하였다.

호접란 재배에 비료의 3요소인 N, P, K 시비 수준을 확정하기 위한 시험에서는 일단 질소가 영양생장에 주된 비료임을 보여주고 있다. 즉 질소수준이 20%인 20:20:20 처리에서 엽수가 5.2개, 엽장 18.2cm, 엽폭 8.3cm 그리고 지상부 생체중도 122.9g으로 가장 좋은 생육반응을 보이고 있다. 한편 인산이 질소에 비해 3배 높은 10:30:20 혼합처리에서는 잎의 생장으로 볼 때 20:20:20처리구보다 모든 수치가 낮으며 특히 엽장, 엽폭이 18.2cm, 8.3cm인데 반하여 3.5cm, 0.8cm가 적으므로 영양생장기에는 인산질 비료의 과용은 오히려 호접란의 생육을 저해함을 시사하고 있고 질소질의 요구량도 20% 정도가 적정수준이며 질소질이 6.5% 인산질이 6.0% 처리 수준에서조차도 10:30:20 처리의 생육이 낮은 것은 인산질의 과용에 대한 생육이 불균형을 밝히는 요인임을 알 수 있었다.



사진 2-12. N:P:K의 구성에 따른 생육 (6.5:6:19, 20:20:20, 10:30:20)

표 2-4. N:P:K의 조성에 따른 생육

처리	엽수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	근수 (개)	근장 (cm)	지상부 (g)	지하부 (g)
6.5:6:19	4.9	17.5	7.9	9.6	16.0	121.5	68.9
20:20:20	5.2	18.2	8.3	10.5	14.8	122.9	69.5
10:30:20	4.8	14.7	7.5	9.2	13.1	120.4	68.2

3) 호접란재배 전용 고품비료 개발을 위한 연구

표 2-5. 선택된 비종과 첨가량

비료의 종류	A형(g/100g)	B형(g/100g)	C형(g/100g)
Urea	14.2	43.5	21.8
KH ₂ PO ₄	11.5	38.3	57.5
KCl	23.9	10.8	0.3
증량제 등	64.6	50.9	42.2

요소는 토양중에서 신속히 분해하여 NH₄된 후 비효를 나타내거나 그리고 그대로 식물에 흡수되어 이용되기도 한다. 요소의 분해산물인 NH₄-N은 황산암모니아 또는 염화암모늄보다는 토양에서 잘 흡수되어 비효로서의 지속성이 크고 화학적 반응이 중성이므로 질소원으로 가장 이상적이라고 할 수 있기 때문에 사용하였다. 특히, 완효성 질소비료인 Sulfur-coated urea을 첨가하여 질소질 비효의 장단기적인 조절(수일-15주)을 용이하게 하였다. 제 1인산가리는 가리와 인산질 비료원으로 사용하였고 염화가리는 가리성분의 모자란 부분을 보충하였다.

증량제로는 dolomite와 벤토나이트를 사용했으며 비료첨가량의 나머지 양에 대해 보

충했다. dolomite는 CaO 30.4%, MgO 21.9% 함유하고 있어 칼슘과 마그네슘의 공급원으로 이상적인 것으로 사료되며 요소와 염화가리가 화학적으로는 중성이지만 생리적인 산성비료이므로 토양이 점차 산성으로 변화할 가능성이 있기 때문에 dolomite 공급은 토양 pH 조절효과를 기대할 수 있다.

따라서 표 2-5에서 제안한대로 기초적인 A, B, C형 비료조성을 구성하였는데 이를 토대로 화훼식물의 생육단계별 비료의 요구특성에 따라 개화시기의 core 비료에 대한 1차 코팅을 하고(C형) 다시 영양생장용 비료조성을 가지고 core비료를 감싼 뒤 비교적 빨리 비료가 용출되어 나와 영양생장기 동안 공급될 수 있는 특성을 가진 피복재료로 피복하는 방법을 강구하였다(A형, B형).

따라서 본 연구는 다음과 같은 피복제 재료 중 아래와 같이 속효성과 완효성으로 나눠 각각 4종씩을 1차로 선택하되 편의상 입수하기가 용이한 1종씩을 각각 선정하여 본 연구에 임하였다.

(1) 급속성 생분해 코팅물질(수용성)

Poly-L-lactic acid(MW: 70,000~500,000)

Polycaprolactone(MW: 10,000~70,000)

Alipatic polyester(MW : 10,000~50,000)

Polyuretane(MW : 25,000~500,000)

(2) 완효성 생분해 코팅물질(배수용성)

Ethyl cellulose(10,000~300,000)

Nitro cellulose(10,000~300,000)

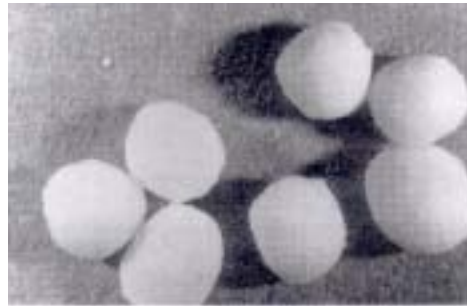
Triacetyl cellulose(10,000~300,000)

Poly ethylene(500~10,000)

선정된 코팅재료는 1차로는 완효성 혹은 비수용성으로서 Nitro cellulose를 그리고 2차로는 속효성(수용성)으로는 Alipatic polyester를 선정 사용하였다.



C형



A, B형

사진 2-13. 1, 2차 코팅된 비료

이때 비수용성인 1차 코팅재로서 Nitrocellulose의 피복은 수분투과율이 $2.5\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 가 되도록 하였으며 코팅두께는 $150\sim 50\mu\text{m}$ 가 되도록하고 전체무게에 대해 $1.5\sim 32\%$ 가 되게 하였다. 또한 수용성인 2차 코팅물질의 무게의 비에 대해 $2\sim 40\%$ 가 되도록 하였다.

다음과 같은 개략적 공정으로 표현된다.

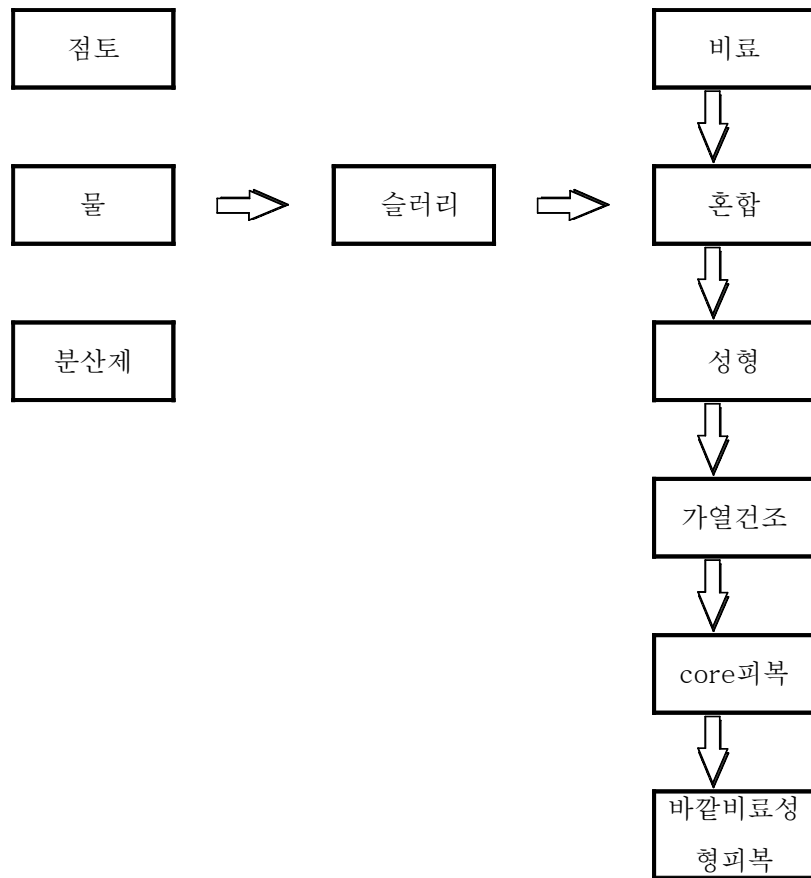


그림 2-1. 비료제조 공정 흐름도

이상에 대한 종합적 비료 조합을 총괄적으로 표시하게 되면 결과적으로 볼 때 제조된 고품비료(사진 2-13)를 화분위에 치상하여 시험에 임하고 있는 바 이들의 지속성과 비효발현성에 대하여는 앞의 연구결과를 토대로 한 N, P, K의 조합과 스트롱, 나르겐 같은 특수 성분비료의 첨가가 이루어진 복합형비료를 제조한 후 수행되어야 하므로 그 결과는 다음과 같다.

표 2-6. 3종의 코팅비료 시비에 따른 생육 반응

비료	엽수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	근수 (개)	근장 (cm)	생체중	
						지상부(g)	지하부(g)
A형	5.2	14.3	6.5	9.5	16.2	136.3	70.7
D형(A+B)	5.4	14.4	6.4	9.8	15.8	136.7	70.7
E형(B+C)	6.9	18.8	7.5	11.2	16.0	163.3	84.3

D형은 C형에 A형을 2중 코팅한 비료임

E형은 C형에 B형을 2중 코팅한 비료임

표 2-6은 코팅비료의 화분위치상에 대한 결과로 A형 비료는 생육전반에 걸쳐 공시한 3종의 비료 중 가장 낮은 성장율을 보이고 있다. A형은 N:P:K가 6.5:6:19로 단일 조성된 코팅비료이므로 본 시험 재배 전반에 걸쳐 질소의 양이 가장 낮은 농도로 시비되었다. D형은 C형 즉 N:P:K가 10:30:20의 비율로 조성된 조합비료를 1차로 코팅하고 N:P:K가 6.5:6:19로 덧입혀서 2중코팅하여 장기간 비료분이 배출될 수 있도록 인위조제한 비료인데 이것의 사용에 의한 성장반응을 보면, A형 비료의 시용결과 유사한 성장반응을 보이고 있다. 그러나 E형 비료의 경우와 같이 N:P:K의 혼합비율이 높은 즉 20:20:20 조합비료가 수용성 코팅제로 피복되고 그 안에 10:30:20 비율의 C형 비료가 존재하는 경우에는 전체적인 성장량의 비교에서 최우위를 점하고 있다. 이는 일단의 유묘 영양생장시기에 N의 시비가 크게는 3배 적게는 2배 정도로 투입됨으로서 바람직한 성장반응을 보인 것으로 추정할 수 있다.

E형 비료시용구에서는 잎의 비료로 알려진 N의 시비가 많아짐에 따라 엽수가 거의 1.5개 이상 많아지며 무게차를 가지므로 호접란의 생육적기인 6~9월까지의 시비료의 시용이 가장 중요한 요인으로 나타남을 알 수 있다. 그러나 본 연구의 근본 취지는 영양생장기와 생식생장기를 동시에 충족시켜줄 수 있는 비료를 생산할 경우 한번의 시비로 그에 대한 수고를 덜어주기 위한 것이 목적인바 이것의 시용에 따른 개화반응도 보아야 하기 때문에 표 2-7과 같은 조사도 아울러 수행하였다.

표 2-7. 3종의 코팅비료 시비에 대한 개화 반응

비료	화경출현수 (개)	화경장 (cm)	꽃수 (개)	최초화경 출현일 (월.일)
A형	10	8.4	7.7	11.18
D형	18	53.2	8.0	11.5
E형	6	5.8	8.2	11.25

각 처리당 30반복의 개체를 공시함.

본 조사는 2003년 12월 10일로 종결한 것임.

표 2-7에서 보면 A형 D형은 각각 질소와 인산이 같은 수준으로 시비되어 시비 후 최소 4개월 동안은 2차 코팅한 비료가 지효성으로 용출되므로 A형은 N:P:K의 비율이 6.5:6:19로 그리고 D형은 20:20:20로 시비된다. 그러나 그 이후에는 D형의 경우 N:P:K의 비율이 10:30:20으로 변화되어 시비되므로 전체 생육기 동안 질소의 시비량에 비해 인산의 투여량이 많게 되며 특히 자연저온이 조성되는 10월로 접어드는 시기에 이러한 변화를 주게 되는 효과를 초래할 수 있다. 따라서 D형 비료의 시비처리구에서 화경출현일도 가장 빨랐고 화경출현수도 전체 30개 반복에서 18개체가 화아분화되어 60% 정도의 비율을 갖게 되었으며 화경도 출현일수가 촉진됨에 따라 비례적으로 신장하였음을 보인다. 반면 A형 비료의 경우에는 N:P:K의 비율이 6.5:6.0:19로 전체 시험기간 동안 시비 됨으로서 영양생장이 다소 억제된 반면 생식생장의 결과인 화경 출현일이나 화경출현수가 촉진되고 증가함을 E형 비료와 비교할 때 그 효과가 인정됨을 확인 할 수 있다. 그러나 표 2-6의 결과를 표 2-7과 비교해 볼 때 영양생장 측면에서는 E형 비료가 좋았으므로 본 연구에서 나타난 결과 즉 화아분화 촉진은 효과적이나 영양생장의 감소 등 성장반응에 어떠한 비료를 선택해야 좋을지는 앞으로 생육시기별 그리고 적정시비량 등에 대한 검토가 다각적으로 수행되어야만 본 시험 결과를 자유자제로 응용할 수 있으리라 사료된다.



사진 2-14 제조된 고품질 비료를 화분위에 치상하고 재배함

4) 호접란 고급상품 생산을 위한 왜화제 처리 효과 구명

호접란 고급상품 생산을 위한 왜화제 처리 시험에서 Uniconazole 처리의 효과를 보면 처리 농도가 높아질수록 단축경의 길이가 짧아짐을 그림 2-2에서 볼 수 있다. 100mg/L 농도에서는 단축경의 길이가 33mm인데 반하여 무처리에서는 44mm로 무려 11mm를 낮출수 있음을 나타내 왜화제 처리효과가 확실함을 보여준다.

그러나 Uniconazole 처리 후 시간이 경과함에 따른 잎의 출현수는 농도가 높아질수록 출현이 늦어지므로 일단 단축경의 단축효과만으로 고급상품의 척도를 한정지을 수 없음을 암시하고 있다(그림 2-3). 아울러 처리농도에 따른 엽장의 생육시기별 비교에서는(그림 2-4) 25mg/L이상의 처리 농도는 초기의 엽장 수준 7cm을 벗어나지 못함을 보여주고 있어 잎의 성장을 극대화하여야만 상품성 기준이 높아지는 호접란에서는 부적합한 농도임을 알 수 있다. 그림 2-5에서 볼 때 엽폭의 생육시기별 변화양상도 농도가 높아질수록 짧아짐으로 억제하한 농도를 정해야 할 필요성이 요구된다. 또한 잎의 두께는 처리농도가 높을수록 두꺼워져 Uniconazole 10mg/L처리의 경우 4.40mm인데 반하여 무처리에서는 3.5mm를 나타내고 있어 잎의 강건도는 높음을 그림 2-6에서 볼 수 있다.

한편 지상부 생체중으로 볼 때 1mg/L처리구는 무처리보다 1g, 지하부생육도 5.8g 더 많은 무게를 가지며 특히 농도처리가 5mg/L이상인 경우는 농도와 반비례하여 생체중이 적어지고 있는 경향을 볼 수 있다(표 2-8).

따라서 왜화제로서 호접란 고품질 상품생산을 위한 Uniconazole 처리 적정농도는 사진 2-15에서 보는 바와 같이 1mg/L 농도임을 확연히 알수 있었다.

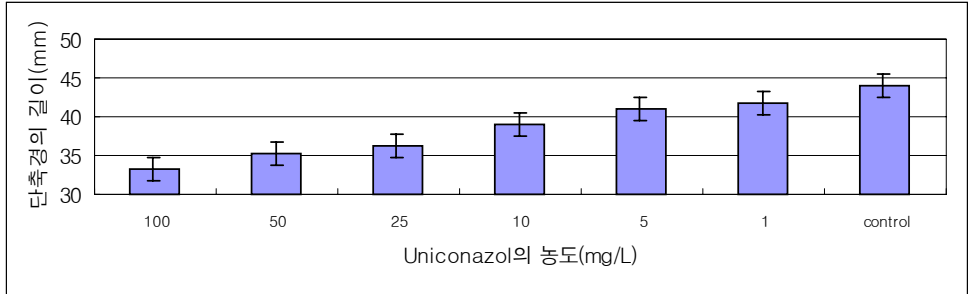


그림 2-2. Uniconazole의 농도에 따른 단축경의 길이

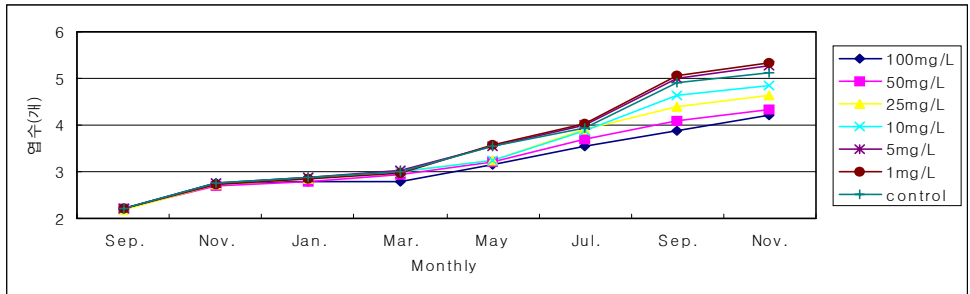


그림 2-3. Uniconazole의 농도에 따른 시기별 엽수의 변화

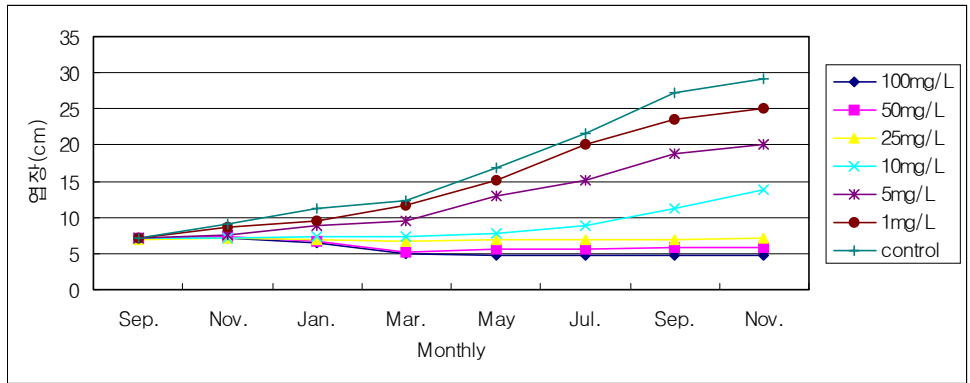


그림 2-4. Uniconazole의 농도에 따른 엽장의 변화

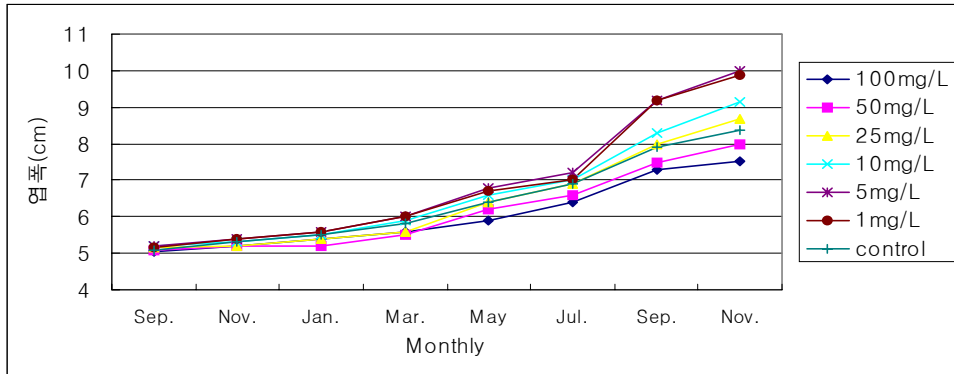


그림 2-5. Uniconazole의 농도에 따른 엽폭의 변화

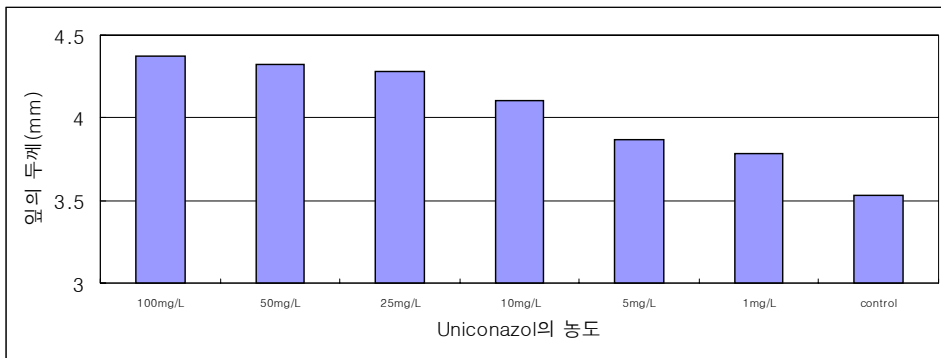


그림 2-6. Uniconazole의 농도에 따른 잎의 두께

표 2-8. Uniconazole의 농도에 따른 생육

처리	엽수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽두께 (mm)	단축경 (mm)	근수 (개)	근장 (cm)	지상부 (g)	지하부 (g)
control	5.1	29.07	8.73	3.53	44.00	15.3	25.8	189.0	104.7
100mg/L	4.2	4.77	7.53	4.37	33.30	8.5	7.6	62.3	23.5
50mg/L	4.3	5.93	7.97	4.32	35.30	8.2	9.8	75.0	40.7
25mg/L	4.7	7.10	8.69	4.28	36.30	7.9	19.5	96.0	53.4
10mg/L	4.9	13.77	9.13	4.10	39.00	14.6	20.8	132.7	62.9
5mg/L	5.3	20.07	10.00	3.87	41.00	13.2	23.0	182.9	94.9
1mg/L	5.3	25.07	9.87	3.78	41.70	15.8	24.9	190.0	110.5



대조구 1.0 5.0 10.0 25.0 50.0 100.0 (ppm)
 사진 2-15. 호접란 CP묘의 정식 후 Uniconazole의 농도별 처리에 의한 생육반응

공시한 왜화제의 일종인 Paclobutrazole 처리의 경우 우선 단축경의 신장을 억제하는 효과는 그림 2-7에서 나타내고 있는데 처리농도 100mg/L의 경우 33mm인데 반하여 무처리는 44mm의 수치를 보이고 있어 11mm의 차이를 가짐을 알 수 있다. 또한 본 약제도 Uniconazole의 경우와 같이 처리농도가 높아질수록 단축경 신장억제 효과가 정비례하고 있음을 알 수 있다. Paclobutrazole처리 농도가 높아질수록 잎의 매수도 줄어들어 무처리에 비해 100mg·L⁻¹처리구에서는 재배기간 7개월이 경과함에 따라 1.2매가 적음을 볼 수 있다(그림 2-8). 그림 2-9는 처리농도별 엽장의 변화 추이를 나타내고 있는데 Paclobutrazole 25mg·L⁻¹ 이상의 처리농도는 생육저해 농도임을 알 수 있고 10mg·L⁻¹ 이하의 농도에서 유효 농도를 찾을 근거를 보여주고 있다. 엽폭의 변화도 처리 농도가 높아짐에 따라 감소하고 있는데 그림 2-10에서 보는 바와 같이 1mg·L⁻¹ 농도처리가 무처리와 유사한 성장을 보이고 있어 처리효과의 유의성이 없는 것으로 나타나고 있어 일단 5~10mg·L⁻¹ 농도범위가 유효함을 보여 준다. 그림 2-11에서 알 수 있듯이 잎의 두께 변화에 대한 Paclobutrazole 농도별 처리 효과는 농도가 높아짐에 따라 정비례하는 수치를 나타내고 있어 본 왜화제도 Uniconazole처리와 같이 엽생장을 억제하는 효과를 극명하게 보여준다. 이렇듯 엽두께가 두꺼워진다는 사실은 재배묘의 강건도를 간접적으로 나타내므로 호접란재배에서 우량상품생산을 위한 왜화제 처리에 대한 필요성이 강조된다 할 수 있다.

따라서 Paclobutrazole 처리 농도를 확정하기 위한 전반적 생육조사결과를 표 2-9에

서 살펴보면 지상부의 생육량을 비교하므로써 확정지을 수 있는바, 5~10mg·L⁻¹ 농도에서 농도를 선택 할 수 있다. 그러나 Paclobutrazole 10mg·L⁻¹ 농도 처리구는 엽두께와 생체중에서만 5mg·L⁻¹ 처리보다 0.23mm와 0.2g 앞선 것을 제외하고는 엽수, 엽장, 엽폭이 열등한 것으로 나타났다. 사진 2-16를 근거로 결론을 내린다면 Paclobutrazole 처리효과가 전체 생육면으로도 대조구보다 월등하며 특히 단축경의 신장억제효과도 4mm 정도를 줄일 수 있는 5mg·L⁻¹의 농도가 추천되고 이 같은 결과는 Uniconazole의 경우 1mg·L⁻¹ 농도가 최적농도인 것을 감안할 때 호접란의 경우에는 약제의 종류별로 적정농도가 다를 수 있었다.

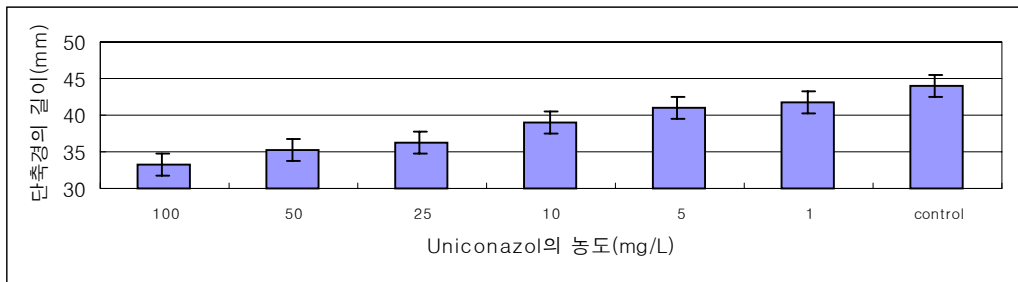


그림 2-7. Paclobutrazole의 농도에 따른 단축경의 길이

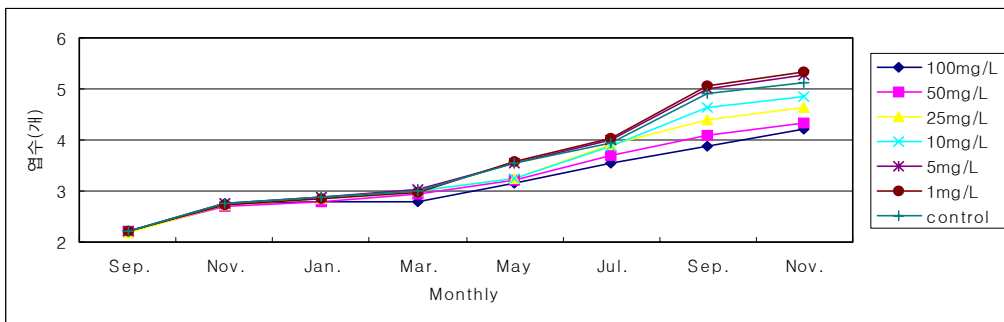


그림 2-8. Paclobutrazole의 농도에 따른 엽수의 변화

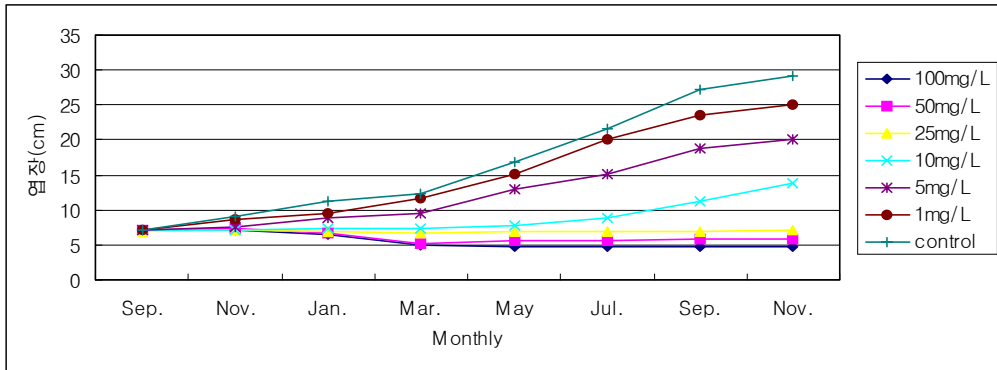


그림 2-9. Paclobutrazole의 농도에 따른 엽장의 변화

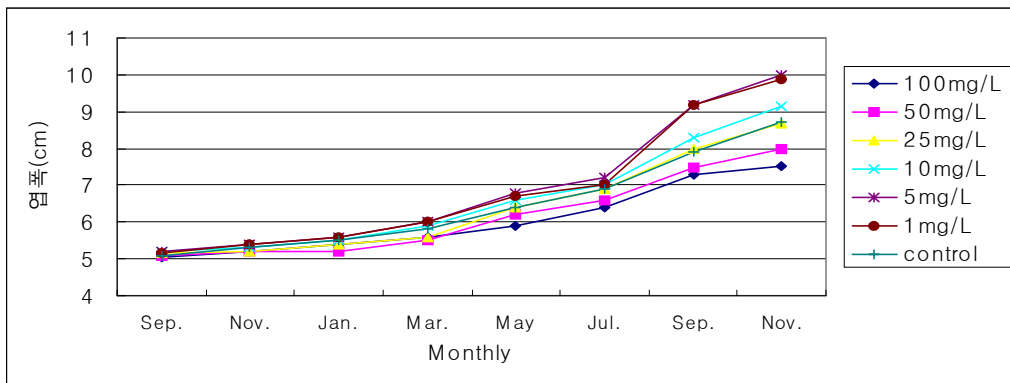


그림 2-10. Paclobutrazole의 농도에 따른 엽폭의 변화

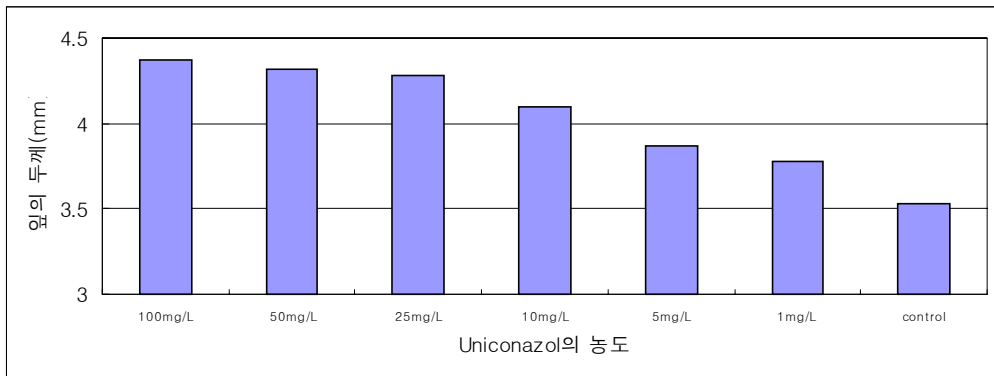


그림 2-11. Paclobutrazole의 농도에 따른 잎의 두께

표 2-9. Paclobutrazole의 농도에 따른 생육

처리 (mg·L ⁻¹)	엽수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽두께 (mm)	단축경 (mm)	근수 (개)	근장 (cm)	지상부 (g)	지하부 (g)
Control	5.1	29.07	8.73	3.53	44.0	15.3	25.8	189.0	104.7
100	4.2	4.77	7.53	4.37	33.3	8.5	16.2	78.5	42.6
50	4.3	5.93	7.97	4.32	35.3	8.2	18.9	125.1	60.9
25	4.7	7.10	8.69	4.28	36.3	7.9	19.5	165.3	82.2
10	4.9	13.77	9.13	4.10	39.0	14.6	24.8	192.0	106.7
5	5.3	20.07	10.00	3.87	41.0	13.2	25.0	191.8	105.4
1	5.3	25.07	9.87	3.78	41.7	15.8	24.9	190.1	109.6



대조구 1.0 5.0 10.0 25.0 50.0 100.0 (ppm)

사진 2-16. 호접란 CP묘의 정식 후 Paclobutrazole의 농도별 처리에 의한 생육반응

5) 호접란재배 전단계에 대한 관리체계확립

호접란 고품질 상품 생산을 위한 조직배양 유묘 관리에 대해서는 앞서 확인한 바와 같이 딸기 육묘용 플러그판을 이용하는 것이 최적임을 밝혔으므로 경화단계 이후의 관리법개선에 대해서 실험한 결과를 고찰하기로 한다.

우선 경화단계를 2~3개월 경과한 묘를 정식 혹은 2차가식하는 것이 재배농가의 사례인데 이렇게 재배를 하는 경우 재배 3개월이 경과하면서부터 뿌리가 화분 밖으로

돌출되는 현상이 발생하므로 최종적인 재배상품 출하에 큰 곤란을 겪게 된다. 따라서 생육 중반기에 돌출되는 뿌리를 절단할 경우 생육에 얼마나 저해한지를 알아보기 위하여 시험한 결과는 사진 2-17에서 보는 바와 같다. 우선 뿌리의 수를 볼 때 단근을 하게 되면 적심 효과로 뿌리수가 증가할 것으로 예상했으나 오히려 대조구의 11.5개에 비해 8.4개로 감소된 결과를 보여준다. 또한 엽수는 0.6개, 엽장은 1.6cm, 엽폭은 1.3cm, 지상부 생체중은 11.5g 그리고 지하부 생체중도 1.5g 낮은 수치를 나타내 단근을 하는 경우 재배식물의 전반적 생육에 저해함을 확실히 확인 할 수 있었다.



사진 2-17. 단근의 효과

표 2-10. 단근처리 효과

처리	엽수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	근수 (개)	근장 (cm)	지상부 (g)	지하부 (g)
대조구	5.3	19.1	8.9	11.5	15.8	121.8	70.4
단근처리	4.7	17.5	7.6	8.4	16.2	119.3	68.9

이상과 같은 단근처리는 호접란의 고품질 상품생산을 위한 재배에 크게 위배 되므로 단근처리가 없으며 뿌리의 화분밖 노출을 막기위한 방안을 도출할 필요가 있다고 판단하여 다음과 같은 시험을 실시한 바 관측된 결과는 사진 18~20에서 보는 바와 같다. 우선 딸기육묘용 플러그관에서 2~3개월 생육된 유묘를 정식함에 있어 뿌리를 감싼 수태의 크기보다 조금 큰 비닐포트(본 시험에서는 직경 4cm)에 다른 매질의 첨가

없이 심으면 뿌리가 비닐포트의 공간 사이로 노출되며 새로 발생하는 뿌리도 수태와 화분내벽하부 공간으로 신장하게 된다(사진 2-18). 1차가식 후 3~4개월 경과된 묘는 뿌리가 화분 공간을 가득 매우게 되는 시점이 되므로 직경이 8cm인 비닐포트에 2차가식을 하되 식물의 높이를 조정하기 위하여 가운데는 수태로 그리고 측면에는 바크를 채운다(사진 2-19, 20). 이와 같이 재배 4개월이 경과하면 최종 적으로 직경 15cm의 비닐포트에 정식하되 2차 가식시와 동일하게 화분 높이의 1/4만큼만 바크를 밑에 채우되 수태심지의 설치도 바크의 높이만큼 보충한다. 이러한 전과정 즉 2차 가식 후의 3차 정식 과정을 거치는 도안 뿌리는 호접란의 착생란적 특성을 유지키위한 뿌리의 피복이 거이 없으므로 최적의 근부 성장조건이 자연 형성되므로 사진 2-18과 같은 양상으로 지상, 지하부의 생육이 도모될 수 있었다.

또한 시비로는 가식 재배기간 동안 지속적으로 유출되는 Osmocote를 화분 밑바닥에 치비하므로써 모세관 현상으로 상승된 수분에 의하여 지속적으로 소량씩 유출되어 여타의 비료 피해가 없이 양호한 재배 결과를 도출할 수 있었다. 이상의 과정별 묘의 생육반응은 표 2-11에서 볼 수 있는데 대조구 즉 수태 심지와 바크심지처리구와 비교할 때 조사된 모든 항목에서 월등한 결과가 도출되었고 가식의 단계별로도 균등한 생육이 도모되었음이 확인되었다.

표 2-11. 시기별 생육현황

화분내 공간 이용 재배	엽수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	근수 (개)	근장 (cm)	지상부 (g)	지하부 (g)
대조구	2.8	7.4	5.3	6.8	10.6	45.6	21.7
4개월	4.8	15.6	7.5	12.3	15.9	124.0	68.7
8개월	5.3	19.1	8.9	11.5	15.8	121.8	70.4



사진 2-18 플러그묘로부터 화분크기 단계별 이식재배된 묘의 생육 상태(직경 4cm포트, 직경 8cm포트, 직경 15cm포트)



사진 2-19. 순화처리 후 1차 가식 후 3개월 경과된 묘의 상태



사진 2-20. 1~3차 가식의 모식도(평면)



사진 2-21. 1~3차 가식의 모식도(측면)

3. 고랭지를 이용한 호접란 인위 개화 유도과 동계절 가온비 절감을 위한 연구

가. 서론

호접란은 고온 다습한 열대 아시아(대만, 말레이시아, 자바, 필리핀, 보루네오, 뉴기니아, 호주)에 자생하는 난이므로 추위와 건조에는 못견딘다. 그러나 온도와 습도만 유지해 준다면 덴드로비움이나 심비디움보다 쉽게 꽃피울 수 있고 조직배양묘는 입수 후 만2년이면 개화함으로 경영상 오히려 유리한 것이다. 더구나 종전에는 분화와 절화용으로만 이용했지만 최근에 와서는 고급 꽃꽂이나 신랑 신부의 꽃다발용 등 용도도 날이 넓어져 가고 있다. 우리 나라는 옛날 조선말의 왕가에서 재배했다는 기록이 있다.

호접란은 온도만 만족하면 40일에 한 장씩 잎을 형성한다. 잎은 양쪽으로 대생하고 보통 각 엽액마다 2개의 눈이 생겼다가 어느 정도 자란 후에 휴면한다. 그 중 제일 윗자리에 생긴 주아는 화아분화에 만족스런 조건이 되면 자라나서 화경이 되고 꽃이 핀다. 화경이 생길려면 잎수가 최소한 3장 이상 자라난 후라야 한다.

자연상태에서 호접란의 꽃눈 형성은 보통 10월 하순에 일어나고 이것이 꽃이 피기까지는 약 120일이 걸린다. 즉 호접란의 화아형성을 좌우하는 요인은 저온 단일이다. 모든 계통이 다 그런 것은 아니지만 아마빌리스 계통은 본잎 5장 이상의 성주나 한번 꽃이 핀 절위에 3장 이상의 잎이 자라난 모주를 약간 18℃, 주간 20℃의 항온하에 두면 40일이며 화경이 자라나서 꽃이 핀다. 한번 꽃이 핀 화경은 화경의 아래쪽 매듭에도 이미 화아형성이 되어 있으므로 화수만 잘라버리고 아래 화경을 남겨두면 2차 개화가 가능하다. 그러나 이시기가 고온 28℃ 장일기가 되면 액아는 발달되더라도 영양아(高芽)로 변해 버린다. 이와 같은 액아에는 BA 0.5~1.0%와 GA 0.125~0.25%를 혼합한 리노린 페스트를 바르면 고온기라도 꽃이 핀다. 그러나 이 경우는 착화수가 줄고 꽃도 적어지며 품질이 떨어진다.

호접란은 재배목적에 따라 품종의 선택도 달리 하는 것이 좋다. 즉 절화재배와 분화재배는 요구하는 특성이 다르기 때문이다. 분화재배용은 대가 길고(60cm 이상) 분지하지 않으며 꽃이 많이 피는 것이 좋고 분화용은 꽃대가 실하고 전체적으로 튼튼하게 자라고 잎은 상향형이 좋다.

가장 실용적인 개화조절 방법은 개화모주의 저온처리와 고랭지재배법 및 고온억제법 등이 있다. 우리나라에서는 아직도 연구 보고가 없으나 외국에서는 저온처리와 고랭지 이용에 대한 연구가 있다.

저온처리에 의한 개화 촉진은 우선 저온처리묘의 모주는 신초의 완전 전개엽이 3장이상이어야 하며 한번 절화 한 것은 절화 한지가 2달 이상 된 것이라야 한다. 10~12월에 출하하기 위해서는 저온처리기간이 5~9월의 더운 때이므로 온실은 차광해야

하지만 평소보다 약하게 50%정도만 차광한다. 또한 처리 중은 비료를 시비하지 않는다. 냉방의 효율상 변온 관리하는 것이 좋고 165㎡의 온실의 냉방을 위해서는 50% 차광을 하더라도 15마력 이상의 냉기가 필요하다.

고랭지를 이용한 축성재배는 야간온도가 18~20℃정도면 족하므로 지나치게 고산으로 올라갈 필요는 없다. 약 40일이면 화경이 15cm정도 자라나므로 입실한다. 대체로 6월 하순에 처리하며 10월에, 7월 상순부터 처리하면 11월에 꽃이 핀다.

호접란의 화경발생은 25℃를 경계로 그 이상에서는 억제, 이하에서는 촉진된다. 이와 같은 성질을 이용하여 여름에는 냉방, 겨울에는 가온을 함으로서 주년생산이 이루어지고 있다. 그러나 온도에 의한 개화조절은 막대한 에너지가 소요되므로 앞으로 에너지소비를 줄여서 생산단가를 낮출 수 있는 개화조절기술개발이 필요하다. 또한 개화 유도에는 온도뿐만 아니라 광도, 일장, 시비 등도 관련되어 있으며 이에 관해서는 아직 밝혀지지 않은 점도 있다.

여기서는 팔레놉시스의 개화에 대해서 온도, 습도, 호르몬의 영향에 관한 결과를 중심으로 고찰해 보고 동시에 새로운 개화조절의 가능성에 대해서 알아보고자 한다.

나. 재료 및 방법

고랭지를 이용한 저온처리 실험의 장소로는 어승생 고랭지시험포(해발 650m)와 영실표고버섯 밭(해발 980m)에서 실시하였고 제주시농업기술센터의 시설을 이용하여 인공저온처리 실험 또한 실시하였다. 인공처리 온도는 주간 25±2℃, 야간 18±2℃로 하였고 온·습도 측정은 엔코시스 자동 온·습도 측정기를 이용하여 1시간 단위로 측정하였다. 차광은 50%의 차광막을 이용하여 차광처리를 해주었다. 실험처리는 3반복 5처리 완전임의 배치법을 이용하였고 5회 1주일 간격으로 처리(6월 17일, 6월 24일, 7월 1일, 7월 8일, 7월 15일)하였고, 60일동안 처리하였다.

비료는 하이포넥스((6.5-6-19)를 15일 간격으로 4회 엽면시비 하였고 병해충방제를 위하여 살균제, 살충제를 1회씩 살포하였다.

호르몬 처리 실험은 3반복 9처리로 하였고 완전임의 배치법으로 처리하였다. 호르몬의 농도는 GA는 50, 100, 150ppm의 농도로 처리하였고 BA는 100, 150, 200ppm의 농도로 처리하였으며, BA 50ppm + GA 100ppm, BA 100ppm + GA 50ppm, BA 100ppm + GA 100ppm의 혼용 처리를 두었으며, 60일동안 처리하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 고랭지를 이용한 저온처리가 개화에 미치는 영향

60일간의 고랭지 저온처리 후의 화경의 발생상태는 표 3-1과 같다. 팔레놉시스의 화경출현은 28℃에서는 불가능하고 25℃이하 특히20℃에서 촉진되고 저온처리시 주야간의 온도차이가 적으면 촉진된다(kim 등 2002). 본시험에서 저온처리 45일경의 화경발생율은 어승생 지역이 영실 지역보다 화경의 발생량이 약간 증가하는 결과를 보였다.

표 3-1. 고랭지 처리에 의한 화경출현

		Date of observation									
		Starting date high-land cold treatment	7.15	7.22	7.29	8.5	8.12	8.19	8.26	9.2	9.9
6.17	Eusungseng	3 *	7	7	9	10	10	-	-	-	-
	Youngsil	4	8	9	9	9	10	-	-	-	-
6.24	Eusungseng	-	3	4	4	7	7	7	-	-	-
	Youngsil	-	3	3	4	9	9	9	-	-	-
7.1	Eusungseng	-	3	4	6	7	8	8	8	-	-
	Youngsil	-	2	3	5	8	8	10	10	-	-
7.8	Eusungseng	-	0	4	4	9	9	9	9	10	-
	Youngsil	-	2	5	5	7	8	7	7	9	-
7.15	Eusungseng	-	-	1	6	7	8	9	9	9	9
	Youngsil	-	-	0	2	7	7	9	9	10	10

* 화경 발생 갯수

화경수는 전처리구에서 큰차이를 보이지 않게 발생하였으나 7월 8일 처리구에서는 2개가 많았다(표 3-1).

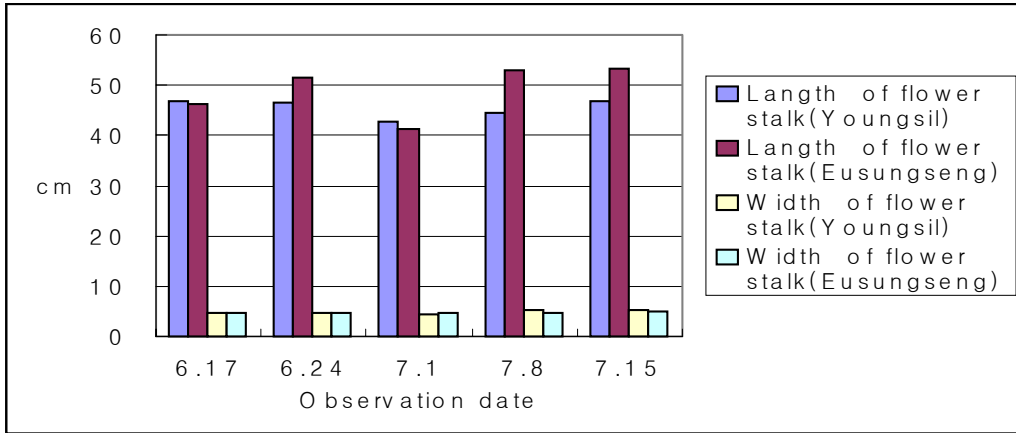


그림 3-1. 호접란(*Phalaenopsis* spp.)의 고랭지 처리실험에서의 화경길이 및 화경 폭의 변화

고랭지 저온처리 후의 화경장의 길이와 화경 폭은 영실지역보다 어승생지역에서 화경장의 길이가 길게 신장하였고 화경폭의 두께도 어승생지역의 화경폭이 두껍게 나타났으나 7월1일 처리구에서는 어승생지역이 다소 짧게 나뉘었으나 큰차이를 보이지 않았다.(그림 3-1. , 그림 3-2.)

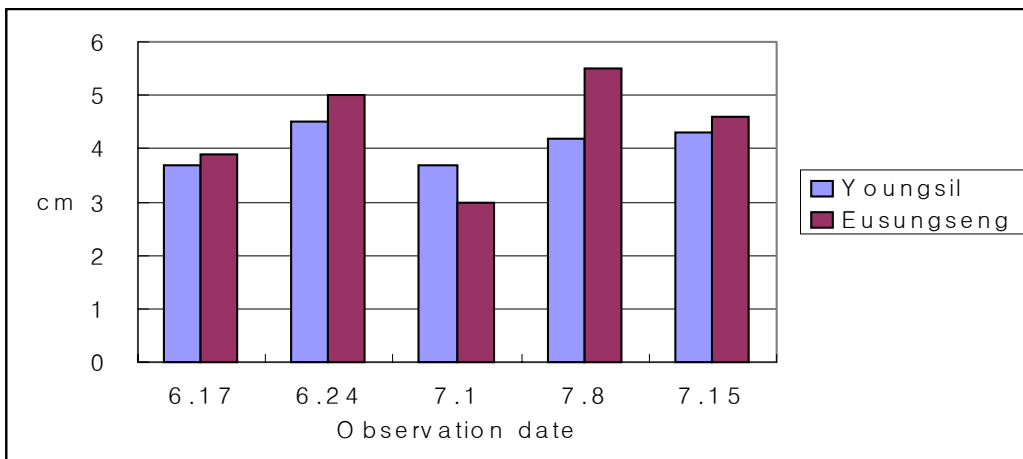


그림. 3-2. 호접란(*Phalaenopsis* spp.)의 고랭지 처리 실험에서의 개화꽃수의 변화

표 3-2. 호접란(*Phalaenopsis* spp.)의 고랭지 저온처리 결과

Observation date	Eusungseng						Yuongsil							
	Flowering			Flower stalk			No.	Flowering			flower stalk			No.
	Initial bloom	Half bloom	Full bloom	Length (cm)	Width (mm)	flower		Initial bloom	Half bloom	Full bloom	Length (cm)	Width (mm)	flower	
6. 17	9.23	10.8	10.27	46.2	4.8	3.9	9.25	10.8	10.29	46.7	4.6	3.7		
6. 24	9.26	10.20	10.30	51.6	4.6	5.0	9.24	10.27	10.30	46.5	4.7	4.5		
7. 1	9.23	10.20	11.3	41.2	4.6	3.0	10.13	10.27	11.7	42.8	4.5	3.7		
7. 8	10.8	10.27	11.17	53.0	4.7	5.5	10.27	11.6	11.27	44.5	5.2	4.2		
7. 15	10.13	11.1	11.27	53.3	4.9	4.6	10.20	11.1	12.6	46.8	5.2	4.3		

고랭지 저온처리 후의 온도의 변화를 살펴보면 어승생 지역이 영실지역 보다 낮은 지역이면서 전처리 기간에 걸쳐 영실보다도 주야간 전체에 걸쳐 2℃ 가량 낮은 온도와 높은 습도의 경과를 보였으며 Ichihashi(1993)의 보고와 같이 낮은온도와 높은 습도에서 개화가 빠르게 된다는 보고와 같이 개화시나 만개기가 영실보다 빠르게 경과하였다. 이는 어승생의 지역의 특성상 계절적인 계절풍의 영향으로 보였다.

표 3-3. 실험 처리 장소의 평균 온도 및 습도

Observation date	Temperature(℃)			Humidity(%)		
	Eusungseng	Youngsil	Artificial low-temperature	Eusungseng	Youngsil	Artificial low-temperature
6.17~8.15	20.6	19.3	22.8	90.2	83.3	90.0
6.24~8.22	20.9	23.1	22.8	91.5	83.6	89.2
7.1~8.29	21.1	23.4	22.8	93.2	84.4	88.1
7.8~9.6	21.4	23.7	22.8	93.3	84.0	86.8
7.15~9.15	21.5	23.8	22.7	92.6	83.7	86.1
6.17~8.15	17.8	20.0	18.5	96.3	91.9	95.9
6.24~8.22	18.1	20.3	18.4	96.3	92.2	95.5
7.1~8.29	18.4	20.5	18.2	96.9	92.9	94.9
7.8~9.6	18.3	20.0	17.8	97.3	94.1	94.3
7.15~9.15	18.1	19.9	17.5	97.2	93.8	94.0



사진 3-1. 저온처리종합



사진 3-2. 저온처리 6월 17일
(영실, 고행지)



사진 3-3. 저온처리 6월 24일
(고행지, 영실)



사진 3-4. 저온처리 7월 1일
(고행지, 영실)



사진 3-5. 저온처리 7월 8일
(고행지, 영실)



사진 3-6. 저온처리 7월 15일
(고행지, 영실)

2) 고랭지를 이용한 저온처리시 호르몬처리가 개화에 미치는 영향.

표 3-4. 호접란(*Phalaenopsis* spp.)의 호르몬 처리에 따른 화경 출현

Observation date	Treatment hormone	BA(ppm)			GA(ppm)			BA+ GA(ppm)			Con
		100	150	200	50	100	150	50+ 10 0	100+ 5 0	100+ 10 0	
7.22	Eusungseng	1 *	0	0	1	0	1	1	0	0	0
	Youngsil	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0
7.29	Eusungseng	2	2	6	3	2	4	5	4	4	2
	Youngsil	2	2	4	0	0	2	4	0	4	0
8.5	Eusungseng	3	4	7	3	5	5	6	4	4	5
	Youngsil	4	4	7	2	4	3	5	7	6	5
8.12	Eusungseng	5	5	6	3	3	7	6	5	6	5
	Youngsil	6	7	10	2	7	6	6	7	7	7
8.19	Eusungseng	6	6	6	5	5	7	6	5	7	6
	Youngsil	6	8	9	5	7	8	8	8	7	8
8.26	Eusungseng	8	6	8	6	5	9	7	5	8	7
	Youngsil	7	8	12	5	7	8	9	9	7	9
9.2	Eusungseng	9	6	8	7	5	10	8	5	8	8
	Youngsil	7	8	12	6	9	8	10	9	7	9
9.9	Eusungseng	9	6	8	8	6	10	8	5	8	9
	Youngsil	7	9	12	6	9	8	10	9	8	9

* 화경 발생 개수

고랭지 저온처리시 성장조절제처리의 효과는 GA처리와 BA처리시 농도가 높을수록 화경수가 많이 발생했으며 BA200ppm에서의 화경 발생수가 가장 많았다. BA와 GA 혼용구에서는 BA 50ppm과 GA 100ppm에서 화경의 발생수가 많았다. 성장조절제 처리시 화경 발생수는 BA, GA, BA와 GA혼용구순으로 나타났으나 혼용구에서는 대조구와 큰 차이는 보이지 않았다(표 3-4).

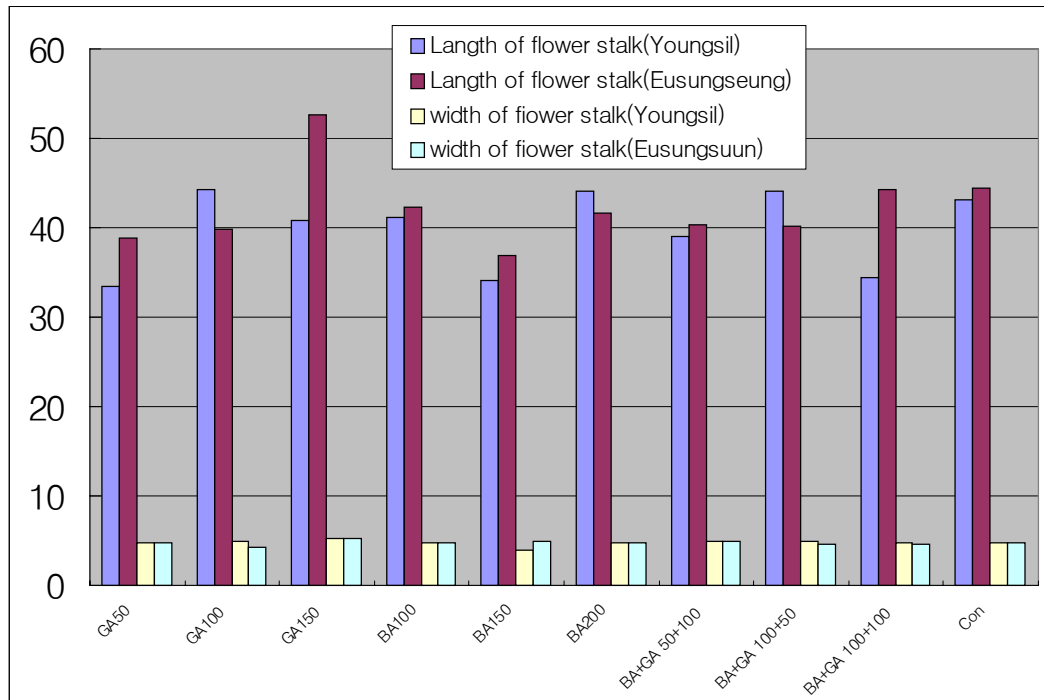


그림 3-3. 호접란(*Phalaenopsis* spp.)의 호르몬 처리에 의한 화경길이 및 화경폭의 변화

고랭지 저온처리 후의 화경장의 길이는 GA150ppm 처리구에서 가장 길게 나타났으며 BA처리시 화경장이 짧아진다는 경향을 보였다는 Ichihashi(1993)의 보고와 같이 GA처리구나 혼용구보다 짧게 나타났으며 어승생지역에서 전처리구에서 화경장이 길게 나타났다. 화경폭은 전처리구에서 큰차이를 보이지 않았으나 GA처리구에서 다소 짧게 나타났다.(그림 3-3.)

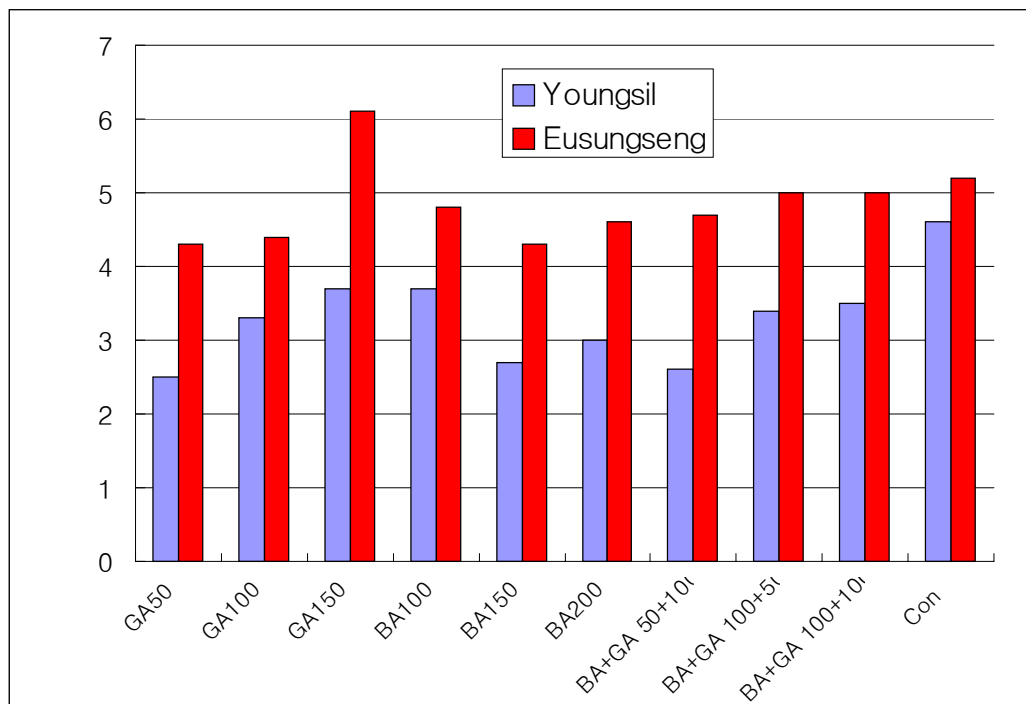


그림 3-4. 호접란(*Phalaenopsis* spp.)의 호르몬 처리에 의한 개화수의 변화

생장조절제 처리의 주당 소화수는 어승생 지역에서의 GA 처리시 농도가 높을수록 소화수가 많이 발생하였다. Chen과 Chang(1997)은 생장조절물질 처리시 기형화경, 화퇴고사 등 생리장해가 나타난다고 보고한 바가 있으며 본시험에서도 BA처리와 혼용구에서는 대조구보다 적은 소화수 경향을 보였으며 특히 농도가 높을수록 대조구보다는 소화수가 적은 경향을 전처리구에서 보였으나 GA150ppm에서는 대조구보다 훨씬 많은 소화수를 보였으며 GA가 소화수 유도에 큰 역할을 한 것으로 보인다(그림 3-4).

표 3-5. 호르몬 실험 처리기간 동안의 평균 온도 및 습도

Observation date		Temperature(°C)		Humidity(%)	
		Eusungseng	Youngsil	Eusungseng	Youngsil
day	7.2~9.9	21.3	23.6	93.6	84.4
night	7.2~9.9	18.3	20.4	97.4	93.3

고랭지 저온처리에서와 마찬가지로 호르몬처리에서도 온도의 변화를 살펴보면 어승생 지역이 영실지역 보다 낮은 지역이면서 전처리 기간에 걸쳐 영실보다도 주·야간 전체에 걸쳐 2°C 가량 낮은 온도와 높은 습도의 경과를 보였으며 Ichihashi(1993)의 보고와 같이 낮은 온도와 높은 습도에서 개화가 빠르게 된다는 보고와 같이 표 3-6에서도 개화시나 만개기가 영실보다 빠르게 경과하였다.

표 3-6. 호접란(*Phalaenopsis* spp.)의 호르몬 처리 결과

Treatment hormone	Eusungseng				Youngsil			
	Flowering full bloom	Flower stalk		no. flower	Flowering full bloom	Flower stalk		no. flower
		Length (cm)	Width (mm)			Length (cm)	Width (mm)	
GA50	10. 6	38.9	4.7	4.3	10. 20	33.5	4.8	2.5
GA100	10. 13	39.9	4.3	4.4	10. 24	44.3	4.9	3.3
GA150	10. 13	52.6	5.2	6.1	10. 27	40.8	5.3	3.7
BA100	10. 14	42.3	4.8	4.8	10. 27	41.2	4.8	3.7
BA150	10. 20	36.9	5.0	4.3	10. 25	34.1	3.9	2.7
BA200	10. 13	41.7	4.8	4.6	10. 24	44.1	4.8	3.0
BA+ GA	10. 13	40.4	4.9	4.7	10. 27	39.0	4.9	2.6
50+ 100								
BA+ GA	10. 5	40.1	4.6	5.0	10. 27	44.1	4.9	3.4
100+ 50								
BA+ GA	10. 20	44.3	4.6	5.0	10. 27	34.5	4.8	3.5
100+ 100								
Con	11. 4	44.4	4.8	5.2	11. 4	43.1	4.7	4.6



사진 3-7. 호르몬처리 BA 100ppm
(고랭지, 영실)



사진 3-8. 호르몬 처리 BA 150ppm
(고랭지, 영실)



사진 3-9. 호르몬 처리 BA 200ppm
(고랭지, 영실)



사진 3-10. 호르몬 처리 GA 50ppm
(고랭지, 영실)



사진 3-11. 호르몬 처리 GA 100ppm
(고랭지, 영실)



사진 3-12. 호르몬 처리 GA 150ppm
(고랭지, 영실)



사진 3-13. 호르몬처리
BA+ GA(50+ 100ppm)
(고랭지, 영실)



사진 3-14. 호르몬처리
BA+ GA(100+ 50ppm)
(고랭지, 영실)



사진 3-15. 호르몬 처리
BA+ GA(100+ 100ppm)
(고랭지, 영실)

3) 동계철 가온비 절감을 위한 제 연구

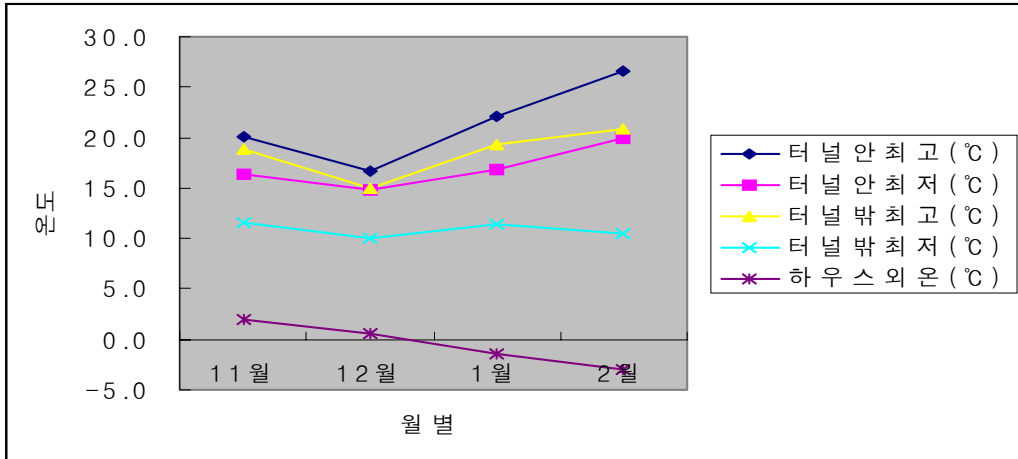


그림 3-5. 3중으로 보온된 하우스 내부와 전열가온 장판이 설치된 터널내의 동계철 온도 변화



A : 재배온실 내부 전경

B : 재배베드

사진 3-16. 동계철 가온비 절감을위한 호접란 재배비닐 온실 내부시설 및 베드설치

본 연구는 생육적온이 $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ 의 범위를 가지고 있고 냉해 한계온도가 13°C 인 호접란의 월동을 위한 가온비 절감 대책을 마련하고자 제주대학교 농업생명과학대학 부설 감귤화훼과학기술센터 내의 소재한 비닐하우스를 이용하여 2년간 시험하였다. 우선 비닐하우스는 2중으로 그리고 자동 개폐되는 수평커튼을 부직포로 설치한 후 재배상에는 터널을 만들어 전체 4층의 보온시설을 갖춘 비닐하우스의 전경은 사진 3-16에서 보는 바와 같다. 또한 호접란 전용재배온실에 대한 효과적 난방을 위하여 터널안에는 배드면 위쪽으로부터는 저면관수를 위하여 부직포를 깔고, 밑으로는 온도자동제어 방열장판을 설치하여 외부온도 변화에 대한 터널온도의 상승폭을 측정하였으며 터널내의 온도를 25°C 로 정하였을 때의 전열비의 효율성을 비교분석 하였다. 그림 3-5을 볼 때 3중으로 보온장치가 설치된 비닐 하우스내의 동계절의 월별 평균 최고 최저온도를 나타내고 있는데 우선 터널 밖의 최저온도가 10°C 내외를 유지하고 있으므로 3중 보온장치의 설치에 의하여 10°C 이상의 보온 효과를 본 것으로 나타났다. 이는 비닐 1겹의 피복이 3°C 의 보온효과를 가지므로 2겹이면 6°C 그리고 3중으로는 부직포 설치에 의하여 4°C 정도가 보온되었음을 의미하는데 일반적으로 알려지기에는 비닐피복 1겹이 2°C 정도를 보온한다는 상식과 다를 수 있지만 제주도는 바람에 의하여 체감온도가 하강하는 폭이 타 지역에 비해 큰 지역이므로 일단의 비닐 피복자체에 의해 보온 뿐 아니라 방풍의 효과까지 아울러 얻을 수 있는 잇점이 있다. 그리고 터널을 재배대에 설치함으로써 3°C 의 보온효과를 추가로 얻을 수 있으므로 그림 3-5에서 나타난 바와 같이 2월의 월평균 최고, 최저 온도의 폭이 7°C 로 볼 때 극히 미약하다고 볼 수 있겠다. 실제로 본 시험에 사용된 재배터널 1개당 10평으로 계산할 때 $30\text{일}\times 21\text{KW}\times 36.1\text{원(농용전기)}=22.743\text{원/1일(10시간 사용기준)}$ 의 계산이 산출되므로 초기 시설에 다소 과다하다는 사실을 제하고는 가온비에 거의 부담이 없다고 하겠다. 특히 고온 요구성이며 시장의 증가폭이 무한하다고 할 수 있는 호접란 재배에 있어 이와 같이 저렴한 비용으로 고품질의 호접란을 생산 할 수 있는 방안이 마련될 수 있는 가능성을 실증한 것은 본 연구의 큰 성과라 할 수 있겠다.

4) 대미수출 호접란의 고품질 상품생산을 위한 종합적 재배체계 확립

본 연구는 금년으로 3년째로 종료되는 연구에서 가장 우수한 결과를 종합하여 호접란의 생산에 있어 체계적인 재배체계를 세우는 것을 목적으로 한다.

1년차 시험결과에 의하면 C형강을 이용한 저면관수가 상위관수하는 것에 비하여 병발생률이 감소하였으며 묘의 균질한 생육이 초래되어 저면관수법이 호접란재배에 적합하다는 사실이 판명되었다.

표 3-7. 호접란 재배시 상위관수와 C형강을 이용한 저면관수 재배에 따른 병충발생 비교

관수법	병해(%)			충해(%)		
	연부병	무름병	백견병	각지벌레	응애	총채벌레
상위관수	10	5	3	10	15	18
C형강저면관수	2	1	1	12	18	20

- . 공시개체는 각처리 당 100개의 화분을 대상으로 함.
- . 시험기간은 3월~12월까지 조사하였고 농약의 살포는 일반재배법에 준하였음.

표 3-7에 따르면 병발생의 경우 상위관수에서 많았던 반면 충해로는 저면관수에서 발생율이 높았다. 이러한 결과는 일반식물 재배에서도 다반사로 발생하는 병의 전염이 물이라는 매개에 의한 것이라는 사실을 그대로 반영하는 결과라고 볼 수 있다. 즉 저면관수를 하게 되는 경우는 뿌리가 있는 지하부만이 저면관수로 제공된 수분을 접하게 되며 지저부 이상의 지상부 잎이나 줄기에는 수분이 접촉되지 않으므로 병의 매개가 되는 수분이 원천적으로 차단된 결과로 기인된다 할 수 있다. 다만 저면관수를 하기 위한 시설의 부가적 투자 부담이 없지는 않겠으나 수출용 호접란을 성공적으로 생산하기 위해서는 그러한 추가 투자는 당연할 수 있는데 이는 식물재배에 성패를 좌우할 수 있는 병발생을 원천적으로 차단함으로써 호접란 생산에 있어 안정되며 장기간의 재배에 적용할 수 있는 최선의 방안이 제공되기 때문이다. 한편 충해에 대해서는 저면관수에 비해 오히려 상위관수에서 3가지 해충 모두 낮은 발생율을 보이고 있는데 이는 저면관수에 의한 지상부로의 수분 접촉이 없으므로 그러한 충들이 지상부에 산란하고 부화하는 과정이 촉진적 혹은 보호적 환경을 조성해 주었기 때문인 것으로 사료된다. 하지만 충의 발생은 병발생보다 그 속도가 1/3의 빈도를 가지는 것이 일반적 상식이라 볼 때 이것들의 발생시기에 예방적 농약살포에 의해서도 방제가 어렵지 않겠다고 본다. 한편 호접란 재배에서 화분매질의 선택이 재배에 매우 중요한 요소로 작용하는데 우선 조직배양으로부터 묘의 순화과정 즉 경화단계에서 본엽이 3~4매까지 생육시켜야하는 2~3개월 동안은 수태의 사용이 필수적이다. 이러한 CP묘 혹은 경화묘를 정식하여 본 재배를 시작하게 되는데 이때 C형강을 이용한 저면관수

법을 적용한다면 화분 밑으로부터 경화묘까지 수태로 연결시켜주는 부피만큼 심지역 활의 수태로 채워주고 나머지 공간은 바크로 채우는 방법이 가장 좋은 액상, 기상, 고상의 분포를 화분내에 유지함으로써 추천할 결과이다. CP묘를 식재할 때는 상용하는 투명비닐 화분(직경 4cm)을 이용하는 경우에는 화분의 깊이가 4cm 정도 밖에 되지 않으므로 신생하는 뿌리가 좁은 공간 특히 길이 신장을 못하고 속에서 말리며 자라므로 쉬게 루트볼을 형성하게 되어 정식화분에 이식하게 되면 활착이 지연되는 결과가 초래된다. 그러나 딸기 묘목육성용 플러그판(깊이 8cm)을 이용하게 되면 뿌리가 수직적으로 신장하며 이렇게 길게 생육되는 경우에는 정식할 때 화분 밑바닥까지 수태를 연결시켜주는 수고를 덜 수 있으며 성장속도 또한 소형비닐 포트에 심은 것 보다 빠르며 플러그판으로 연결되어 있으므로 식재 시간이나 노동력도 절감할 수 있는 잇점이 있다.

저면관수법에 있어서도 C-형강을 이용한 심지재배와 저수매체로 부직포를 피복하여 관수하는 방법의 2종의 처리시험에서는 지상, 지하부 모두 평판저면관수법이 양호한 생육을 보였다. 이러한 결과는 우선 C-형강 재배의 경우 수분의 지상부 이동이 심지로 비롯되는 반면 평판 저면관수법은 화분 밑바닥에 접촉한 수태전체가 수분 이동 통로가 됨으로서 원활한 수분 이동 효율에 따른 결과이다. 그러나 수분의 이동 효율을 높이기 위해서는 평판 밑에 공급되는 수분의 양이 충족되어야 하는데 하계절에는 충분한 수분의 공급을 평판에 보충하도록 하고 실냉의 온도가 하강하는 동절기에는 수분 공급량을 화분의 수분 보유 정도에 따라 담액식 양액 재배와 같이 경우에 따라 변 환해 주는 것으로 관수량을 조절 할 수 있다.

수분공급 다음으로는 비료공급이 중요한 사안인데 본 연구의 결과로 보면 N:P:K가 20:20:20인 4g의 Osmocote를 전 생육기간 동안 1g씩 4분기로 나누어 시비하는 경우에 좋은 결과를 도출하였다. 이러한 시비의 근거로 볼 때 건물중은 대체로 생체중의 1/20에 해당되는 10g이 되므로 이것에 함유된 질소와 칼리질 함량을 4%로 볼 때 $10g \times 4\% = 400mg$ 의 흡수량이 산출된다. 따라서 N:P:K의 비율이 20:20:20인 Osmocote를 시용할 경우 4g을 시비한다고 가정할 때 $4g \times 20\% = 800mg$ 이 되므로 위의 계산에 의한 질소와 칼리 비료 흡수량 400mg에 비하여 2배에 해당되는 시비량이 된다. 따라서 우리가 일반적으로 시비의 효율을 고려할 때 산출된 최대 비료 흡수량의 2배를 주는 경우 그 절반은 유실 되거나 매질에 흡착된다고 한다면 가장 알맞은 시비량이라 할 수 있다. 그러나 인산의 양은 질소나 칼리의 4%에 비해 0.5%만이 흡수되는 것으로 알려져 있으므로 20:20:20의 비율이 아닌 20:2.5:20 수준의 비료를 시비함이 가장 이상적인 시비효율을 얻을 것으로 사료된다. 또한 시비량이 결정되는 경우 3~4개월 동안 지속적으로 비효를 가지는 Osmocote를 시비할 경우에는 4단계로 나누어 춘·추계절에는 각각 1g씩 그리고 하계절에는 1.5g을 그리고 동절기에는 0.5g씩을 나누어 시비함으로써 계절별로 비료 흡수 능력에 따른 분할 시비법도 추천

할만한 결과라 할 수 있다. 한편 호접란의 영양생장기 동안 추가 영양제의 효과를 보면 나르겐 1,000배액과 스트롱 2,000배액을 15일 간격으로 산포한 경우 엽장, 엽폭, 생체중 모두 대조구에 비교해 볼 때 월등한 생육촉진의 효과가 있으므로 추천한다.

상품성 향상을 위한 왜화제의 처리는 Uniconazole의 경우 1mg/L, Paclobutrazole은 5mg/L의 농도가 유효한 결과로 나타났다. 이것들의 시용은 잎두께가 두꺼워지며 특히 엽장이 짧아짐으로서 상품의 균형성이 향상됨을 확인 할 수 있었으나 호접란의 종류 중 백색계 꽃피기 품종들은 그들 자체가 갖는 특성 즉 엽형지수가 적으므로써 엽장을 줄일 필요가 없으므로 왜화제의 처리 효과를 얻을 수 없다. 그러나 핑크계 혹은 적색계 품종들은 잎의 길이가 긴 특징 즉 엽형지수가 큰 성질을 갖는 것이 일반적인 특성이므로 유색계 품종의 재배에서는 왜화제의 살포효과 또한 추천할 만 하다.

호접란의 일반재배에서 재배연한이 1년정도까지는 화분 밖으로의 뿌리 뻗음이 심하지 않지만 그 이후에는 그러한 현상이 다발하게 되고 이런 뿌리들이 인접한 화분을 침범함으로써 출하기에는 뿌리가 끊기거나 상처를 입어 출하기에 상품의 질을 저하시키는 요인으로 작용한다. 우선 앞선 시험에서 뿌리가 일단 절단되게 되면 그만큼 상해를 받으므로 상품 혹은 묘종의 생육을 크게 저해하는 것으로 나타났으므로 뿌리의 절단이 없는 재배기술이 필요하다. 따라서 이와 같은 폐단을 최소화하기 위한 본 시험의 결과를 소개하면 CP묘로부터 직경이 8cm가량의 화분으로 이식되어 생장 된지 6개월 정도 소요된 묘를 2차로 정식할 때 직경이 12cm되는 화분에 2차 정식시의 근부 전체를 원형대로 정치하고 넓어진 화분 공간을 그대로 방치하고 일반재배하는 방법이다. 이렇게 되는 경우 분갈이 이후에 계속 성장하거나 새로이 나오는 뿌리들은 화분속의 공간을 자유로이 차지하며 신장함으로 밖으로 도출되는 뿌리가 거의 없어지게 됨으로 근권의 안정적 생장을 도출할 수 있는데 그 이유는 호접란 자체가 착생란의 특성을 가지고 있으므로 그러한 특성에 맞춘 공간의 제공이 오히려 근권의 건전한 생육을 도모할 수 있겠다.

영양생장이 최단으로 완성될 시기는 CP묘의 입식 후 15개월이면 지상부의 생육이 200g이상 자란 시점이므로 이후에는 생식성장 즉 화아분화를 유도할 단계에 돌입할 수 있으므로 조기출하를 위하여는 화아분화 처리를 실시할 수 있다. 이때가 다행이 9월에 접하는 경우는 자연스러운 외온의 하강으로 인하여 화아분화가 돌입되어 12월에는 개화할 수 있는 상품이 생산 될 수 있다. 하지만 그렇지 않은 경우에는 축성, 억제제의 출하목표시기를 정하여 인위화아분화 처리를 할 수 있는데 주지의 사실로 18℃ 내외의 온도에서 약 30일 가량의 저온 처리가 화아분화에 충족된 조건이 됨으로 이러한 처리는 인위적 에어컨 시설을 이용하거나 자연 고랭지를 이용하여야 한다. 본 연구에서는 인위적 처리 효과가 고랭지 이용성 보다 낮게 나타났으므로 하절기에 고랭지에 입식하되 해발 500m에서도 자연 저온처리의 효과를 확인 할 수 있었으며 기간은 약 45일 정도의 요구일수를 갖는 것으로 나타났다. 예를 들어 한라산과 같이 고

산을 이용할 경우 7월 초에 고랭지(해발 500m)에 성묘를 입식 했을 경우 11월 중순에 90%이상의 묘가 개화 하였는데 이때 같은 고랭지라 하여도 고산에서는 야간에 냉기류가 흐르므로 주야간의 일교차가 심하게 되는 현상이 초래되어 호접란의 자연 저온처리 효과를 얻을 수 있었다. 또한 호르몬 처리에 의한 화아분화 촉진효과로는 BA 50mg/L와 GA 100mg/L 혼용처리구에서 무처리구 보다 20일 정도의 조기 개화 유도 효과를 확인하였다. 한편 호접란은 고온요구성 난류이므로 동절기 온도관리상 투자되는 연료비가 타종의 난과식물보다 많다. 이러한 생산비 즉 동계절의 연료비가 생산비 총액의 50%를 점한다고 볼 때 연료비의 절감방안이 절실히 요구된다. 이에 본 연구에서는 당초 시설비가 과다하게 투자되는 단점이 있긴 하지만 2중 비닐 하우스를 설치하고 3중으로는 자동개폐형 수평커튼을 설치하며 재배베드에는 4중으로 터널을 설치하고 재배대 밑바닥에 방열형전열장판을 설치하는 경우 유류소모성 온풍기의 설치와 비교하여 10%미만의 가온비로 월동할 수 있는 연료비 절감 방안을 추천한다.

제 3절 C-형강 심지재배를 이용한 용기재배법 개발

1. 관상고추를 재료로 한 용기 형태별 C-형강 심지재배 기초연구

가. 서언

심지재배방법은 30년전 일본 기후현 농업시험장의 와타나베씨가 개발한 것으로 분화재배의 혁명이라고 일컫는다. 이러한 재배방법은 시설재료의 잘못된 선택-흡통을 플라스틱을 사용함으로 해서 분의 하중을 못 이기고 휨 현상이 발생함-으로 현재 일본에서는 시클라멘을 제외하고는 많은 종의 분화용으로 사용하지 않는다. 이러한 재배법을 국내에 들여와 한국형으로 개발하여 단점을 극복하였다. 현재 사용되고 있는 심지재배법은 두 가지로 첫째, 화분에 직접 심지를 꽂아 C-형강(관수조)에 올려 놓는 방법(점관리)과 둘째, C-형강위에 매트를 깔고 심지를 통하여 매트 전면에 물을 균일하게 공급하고 매트와 화분사이에 구멍이 있는 검은색 비닐을 깔아 화분이 놓여 있는 부분(화분의 접촉면)만 물이 나오도록 하는 방법(면관리)이 있다. 이러한 심지재배방법의 대상작물은 연구에 따라 다양하게 선택되어 질 수 있으나 아직 연구가 미비한 실정이다.

심지재배방법의 개발필요성은 다음의 6가지로 크게 나누어 볼 수 있다.

1)관수의 생력화 - 관수 작업이 필요 없어 노동력 절감, 누가 시스템을 작동해도 동일하게 관수가 되며, 관수시기를 걱정할 필요가 없어 농장주의 여가활용을 증진시킴으로 해서 농촌에 새로운 문화를 창달할 수 있는 계기를 제공할 수 있다.

2)고품질 및 품질 균일화 - 화분내에 용도가 초기의 물리성을 계속 유지하고 용토 수분 함량이 일정하여 수분 스트레스를 받지 않는 장점이 있고 면관리와 고품비료를 사용하여 화분개체에 동일한 환경을 줌으로서 품질이 균일하다.

3)농약사용량 절감 - 두상관수시 잎이나 꽃에 물이나 액비가 젖을 가능성이 전혀 없어 노균병등 수인성 질병이 적어 농약사용량을 1/5정도 줄일 수 있다.

4)물과 비료의 절약 - 식물의 증산작용에 의하여 줄어든 물의 양만큼 공급되므로 식용작물의 경우 상수도를 사용하는 것도 가능하고, 저면에서 물을 흡수하므로 비료의 용탈이 없어 화분 크기 및 작물에 따라 알비료 1-4개로만 충분하고 양액을 병용하더라도 퇴수가 없으므로 비료 손실이 없다.

5)공해방지 - 비순환식 양액재배로 인해 1000평 규모에서 1일 약 4-8톤의 양액이 지하로 흘러 들어간다. 하지만 이 방법은 폐액이 발생하지 않는 관계로 토양이 양액으로 인해 오염되는 것을 방지할 수 있다.

6)수출증대 방안의 모색 - 분화의 일본 수출을 목적으로 한다면 일본에서 재배되어

시장에 출하되는 것과 동일한 품질이 되어야 한다(농어촌문화협회, 1983).

국내의 분화류 총생산액은 1,870억원을 훨씬 상회하여 절화류 총생산액과 대등한 위치를 점하고 있지만 선진국의 경우를 감안한다면 앞으로의 분화류의 소비가 크게 앞지를 것으로 예상된다. 국내의 재배 기술은 재배적인 방법을 탈피하지 못하고 있어 생산기술의 혁신 없이는 고품질 생산이 어려운 실정이다(박 등 1999). 더욱이 화훼산업의 주류를 이루고 있는 절화류와 분화류는 화훼재배가 토지 이용형에서 시설이용형으로 전화되면서 그 비중이 높아지고 있다. 국내 소비구조도 선진국형 중심으로 발전되면서 고품질 분화 생산의 필요성이 더욱 부각되었고 이러한 시점에서 수출경쟁력향상을 위한 대량 생산시스템이 필요하다. 저면관수는 이런 분화의 고품질, 대량생산을 가능케 하는 관수방법중 하나로 Ebb and Flow, 흘림식 홈통, 점적관수식 매트, 심지를 이용한 홈통재배방식과 매트재배방식이다. 하지만 효율적인 심지재배방법에 관한 연구는 미비한 실정이다(정과 손, 1999). 심지재배방식은 활용하고자 하는 목적에 따라 아주 다양하게 사용되어 질 수 있는 재배의 유연성을 지닌 방식이다. 심지재배 시 화분이 아닌 다른 재배용기를 사용 시 생육에 미치는 영향에 관한 연구는 없다. 딸기의 수송과 판매를 위하여 사용되고 있는 스티로폼 박스 및 구근을 수입 시 같이 들어오는 박스는 재사용됨이 없이 폐자재로 분리 폐기되는 새로운 환경문제가 된다. 따라서 폐자재를 절화용 화훼류 생산의 재배용기로 사용이 가능하고 이러한 재배용기가 심지재배방식에 효율적인가를 구명하기 위하여 본 실험을 수행하였다.

나. 재료 및 방법

심지재배를 이용한 용기형태별 생육에 관한 연구를 위하여 다음과 같은 실험을 수행하였다. 공시식물로는 꽃고추 *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* 'Treasure Red'(일본 Sakada 종묘회사)를 종자로 구입하여 2001년 5월 14일 72공 tray에 파종하여 육묘하고 동년 6월 6일 본엽이 6장 이상씩 나온 개체를 선발하여 실험용으로 사용하였다. 본 실험은 경상대학교 부속온실에서 시행하였으며 생육기간은 약 70일로 꽃고추의 과실이 흰색에서 붉은색으로 변화하기 시작하였을 때 지상부 및 지하부의 생체중과 건물중, 엽록소함량, 총엽면적 과실의 생체중과 건물중, 초장, 줄기직경, 그리고 분지수등의 생육조사를 하였다. 저면관수시스템을 사용한 관개로 관수에 대한 특별한 조치는 취하지 않았으며, 시비관리는 Ca^{2+} 1, Mg^{2+} 0.25, K^+ 0.65, NO_3^{3-} 2, NH_4^+ 0.75, SO_4^{2-} 0.25, $H_3PO_4^-$ 1.33 $me\cdot L^{-1}$ 를 주성분으로 한 일반원예용 액비 '양실이'(신안그로, 진주) 1000배 희석액을 관수처리와 함께 사용하였다. 사용한 심지는 경기도 고양시에 있는 아침농원에서 개발한 것을 구입하여 사용하였고, 폭이 13mm, 두께가 3mm 정도되는 섬유재질로 이루어져 있다. 그밖에 관리는 일반적인 관행에 준했다.

1) 매트재배 시 심지길이와 상토의 종류가 꽃고추의 생육에 미치는 영향

심지길이는 무처리, 15, 20, 그리고 25cm 로 분 밖으로 노출된 심지의 길이를 10cm로 하였으며 분은 직경 10.5cm인 갈색화분을 사용하였다. 밖으로 노출된 심지가 매트에 정확하게 밀착될 수 있도록 분의 밑바닥으로 심지를 눌러주는 형식을 취했다. 상토의 종류는 시판용 무비토실이(신안그로, 진주), 유비토실이 (신안그로, 진주: N:P:K =0.29:0.52:0.29), 펠라이트 단용, 펠라이트 50 : 코이어 50(PC1), 그리고 펠라이트 25 : 코이어 75(PC2)의 조합으로 모두 5개 처리구를 두어 20 조합처리 실험을 수행하였다. 5개체를 1반복으로 하여 3반복하였다.

2) C-형강을 이용한 재배 시 심지길이와 상토의 종류가 꽃고추의 생육에 미치는 영향

가로 184 x 세로 368 x 높이 62cm의 벤치위에 C 형의 홈통을 올려놓아 저수조로 하여 물을 채워놓고 심지를 꼽은 화분(직경 10.5cm)을 올려놓고 심지를 통하여 수분이 분내로 유입되는 저면관수방법을 C-형강이라한다. 처리내용은 실험 1과 동일하나 심지길이의 무처리구를 둘 수가 없어 심지길이 3처리(15, 20, 25cm)와 5개 토양처리구를 두어 15조합처리 실험을 실시하였다. 5개체를 1반복으로 하여 3반복하였다.

3) C-형강을 이용한 심지길이, 화분의 크기 및 비료의 유무가 꽃고추의 생육에 미치는 영향

C-형강을 이용하여 용기(분)의 크기가 생육에 미치는 영향을 보고자하여 실험을 수행하였으며 심지길이는 15, 20, 그리고 25cm로 하였으며 10cm를 노출시키었으며, 비효를 보기위하여 유비 및 무비토실이를 배지로 하여 심지재배용 화분을 사용하였다. 5개체를 1반복으로 3반복 실시하였다.

4) C-형강을 이용한 심지수 및 용기종류가 꽃고추의 생육에 미치는 영향

심지길이 25cm를 노출길이 10cm로 하여 4, 8, 그리고 12개를 각각 페달기 박스 및 구근 박스에 삽입한 후 무비토실이를 각각의 박스 높이 2/3까지 채워놓고 box당 8개체를 식재한 후 C-형강위에 올려놓았다. 3 박스를 1반복으로 하여 3반복 수행하였다.

5) 매트저면관수 시 관수횟수 및 심지수가 꽃고추의 생육에 미치는 영향

시중에서 바구니로 알려진 플라스틱 박스(50 x 40 x 13cm)에 심지길이는 25cm로 노출길이는 10cm로 한 심지를 4, 8, 그리고 12개로 하여 심지가 매트에 밀착되도록 박스로 눌러 안정화시키었으며 무비토실이로 박스높이의 2/3까지 충전하여 여기에 각각 8개체를 식재하였다. 관수횟수는 매일 매트를 통한 저면관수한 것과 3일중 1일만 관수한 것 두 가지로 하였다. 3 박스를 1반복으로 하여 3반복 수행하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 매트배배시 심지길이와 상토의 종류가 꽃고추의 생육에 미치는 영향

심지길이와 상토의 종류가 전반적인 생육에 미치는 영향을 조사한 결과는 다음과 같다. 지상부 및 지하부의 생체중과 건물중은 토양별로는 심지길이와 상관없이 유비토실이에서 가장 좋은 결과를 보였으며, 펠라이트 50 : 코이어 50(PC1) 처리구와 펠라이트 25 : 코이어 75(PC2) 처리구에서 가장 나쁜 결과를 나타내었으나 심지길이에 따라 20과 25cm에서는 PC2가 PC1 보다 좋은 결과를 보였다(Photo 1, Table 1).

심지길이에 따른 토양의 효과는 그리 크게 나타나지 않았으나 심지무처리구에서 PC2를 제외하고는 15cm 처리구에 비해 무거운 결과를 보였으나 20과 25cm 처리구에 비해서는 가벼운 결과를 나타내었다.

생육량을 나타내는 건물중을 살펴보면 심지무처리구와 15cm구에서는 유비토실이>무비토실이>펠라이트 단용>PC1>PC2의 순으로 나타났으나 20과 25cm 구에서는 유비토실이>무비토실이>펠라이트 단용>PC2>PC1의 순으로 나타나 상토의 혼용처리에 따른 심지길이의 영향이 있는 것으로 나타났다. 엽록소함량은 심지무처리구와 20, 25cm 처리구에서 유비토실이가, 15cm 처리구에서는 펠라이트 단용이 가장 높은 수치를 보였으나 유비토실이에서와 그다지 유의성 있게 나타나지 않았다. 가장 낮은 함량을 보인 것은 심지무처리구의 PC1처리구로 19.23이었다.

총엽면적은 상토별로는 유비토실이에서 심지길이별로는 20cm 처리구에서 전체적으로 넓은 경향을 보였다. 열매의 생체중과 건물중은 토양별로는 유비토실이에서가 가장 무거웠으며 유비토실이 처리구에서는 심지길이별로는 그다지 유의성이 존재하지 않았다. PC1과 PC2처리구에서는 심지무처리구에서 PC1처리가 무거웠으나 15, 20, 25cm에서는 PC2가 더 무거운 결과를 보였다. 무비토실이와 펠라이트 단용처리구에서는 심지길이별 큰 유의성을 보이지 않았다.

심지길이별로는 20cm 처리구가 다른 처리에 비하여 전반적으로 무거운 결과를 나타냈다. 초장의 결과 역시 생육량과 비슷한 결과를 보였다. 토양별로는 유비토실이에서 모든 처리구에서 가장 높은 결과를 보였으며 15cm 처리구에서가 가장 길었다(Fig. 1). 토양종류에 따른 초장은 심지길이에 관계없이 유비토실이>무비토실이>펠라이트 단용>PC2>PC1의 결과를 보였으며, 길이별로는 15=심지무처리구>25>20cm 순으로 나타났다. 지제부 직경의 결과도 초장의 결과와 유사하게 나타났다. 4처리 공히 유비토실이에서 가장 두꺼운 결과를 보였고 그 중 25cm 처리구가 가장 두꺼운 결과를 나타냈다(Fig. 2).

전반적으로 심지무처리구보다 심지가 존재하는 처리구가 두꺼웠으며 심지무처리구

PC1과 PC2에서가 가장 낮았다. 15와 20cm 처리구에서 토양간의 차이는 보이지 않았으며 25cm 처리구에 비해 좋은 결과를 보였다. 측지수는 유비토실이구가 4처리에서 모두 많이 나왔으며 심지무처리구에서 전반적으로 가장 적은 결과를 보였다(Fig. 3). 특히 심지무처리구에서의 상토혼용 처리구인 PC1과 PC2에서는 측지수가 거의 없는 것으로 나타났다. 펄라이트 단용구에서는 20와 25cm 처리구에서가 15cm 처리구보다 많은 수를 보이고 있으며, PC2에서는 20과 25cm에서 PC1에 비해 많았으나 15cm에서는 그렇지 않았다. 모든 생육면에서 유비토실이구가 가장 좋은 결과를 보였으며 그 다음이 무비토실이로 나타났으며 그 다음으로 펄라이트 단용처리구이며 PC1과 PC2는 심지 길이에 따라 차이를 보이고 있다. 이는 유비토실이 매질내에 이미 양분을 함유하고 있어서 생육에 영향을 미치는 것으로 사료되며 무비 토실이 그 다음을 보이는 것은 작물생육에 가장 좋은 물리적 특성을 가지고 있어 다른조합에 비해 좋은 결과를 보인 것으로 생각된다. 하지만 유비토실이와 무비토실이 차이가 있음은 심지재배시 양분시비의 방법에 따른 차이가 있음을 보이는 것으로 심지재배법에 따른 양분 시비방법에 관한 연구가 있어야 할 것으로 사료된다. Klock-Moore와 Brochat(2001a)는 저면관비시 양분의 종류와 량에 따라 페튜니아의 생육에 영향을 미침을 보고하였는데 본 실험에서도 같은 차이를 나타냈다. 심지길이별로는 20cm 처리구가 무처리 및 15,25cm에 비해 좋은 결과를 나타내어 심지길이가 생육에 영향을 미침을 알 수 있었다. 이는 정과 손(2000)의 심지길이에 따른 생육의 차이를 보고한 결과와 유사하다.



Photo 2. Effects of wick length and medium on the growth characteristics in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through mat culture. C: wick length 20cm. 1: Tosilee(without nutrient), 2: Tosilee(with nutrient), 3: Perlite 100%, 4: Perlite 50 : Coir 50, 5: Perlite 25 : Coir 75.

Table 1. Effects of wick length and medium on the growth characteristics in *Capsicum annum* var. *abbreviatum* using subirrigation through mat culture

Wick length(cm) (A)	Media (B)	Shoot fw. (g)	Root fw. (g)	Shoot dw. (g)	Root dw. (g)	Chlorophyll content ($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$)	Total leaf area (cm^2)	Fruit fw.(g)	Fruit dw.(g)
Cont	A ^{z)}	9.24	6.06	1.25	0.59	25.90	253.30	7.04	2.87
	B	21.92	8.64	3.15	0.93	33.44	524.30	13.24	4.31
	C	5.12	3.80	0.69	0.46	25.50	156.58	4.58	2.32
	D	5.12	1.50	0.27	0.13	19.23	40.10	1.30	0.51
	E	0.88	1.06	0.12	0.09	20.22	26.56	0.46	0.39
15	A	4.50	6.04	0.75	0.50	22.10	103.84	5.46	2.45
	B	16.40	8.42	2.38	0.84	28.86	323.26	12.40	3.25
	C	3.44	4.60	0.57	0.47	30.86	76.01	4.86	2.79
	D	5.04	3.46	0.74	0.35	22.54	127.98	3.38	2.47
	E	3.46	5.62	0.61	0.55	22.56	60.34	4.52	2.32
20	A	7.54	5.64	1.21	0.51	28.43	194.37	6.24	2.69
	B	23.18	8.72	3.37	0.95	35.60	522.95	13.78	4.42
	C	5.48	3.56	0.74	0.36	29.15	134.11	5.04	2.43
	D	6.10	3.16	0.89	0.33	25.58	151.30	5.36	2.59
	E	8.16	4.20	1.15	0.44	27.64	199.90	7.42	2.80
25	A	8.04	5.76	1.22	0.51	26.36	117.13	5.72	2.66
	B	25.74	9.88	4.12	1.19	34.60	609.94	12.84	4.10
	C	3.06	2.94	0.56	0.30	27.65	109.26	4.96	2.34
	D	2.56	1.96	0.41	0.18	21.54	61.84	2.90	2.08
	E	5.60	3.66	0.84	0.31	22.03	154.93	5.04	2.40
Significance									
(A)		**	***	**	ns	*	***	**	***
(B)		***	***	***	***	***	***	***	***
(A)×(B)		**	***	**	***	ns	**	*	***

^z A: Tosilee(without nutrient), B: Tosilee(with nutrient), C: Perlite 100%
D: Perlite 50 : Coir 50, E: Perlite 25 : Coir 75.

*,**,*** Significant response at $P \leq 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

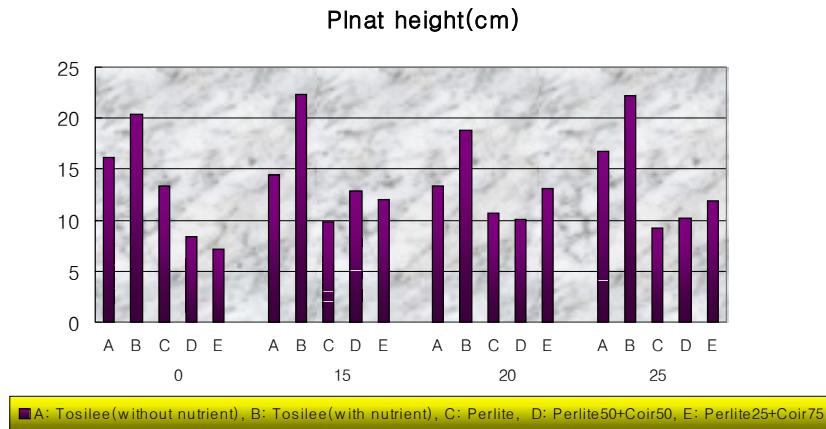


Fig. 1. Effects of wick length and medium on the plant height in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through mat culture.

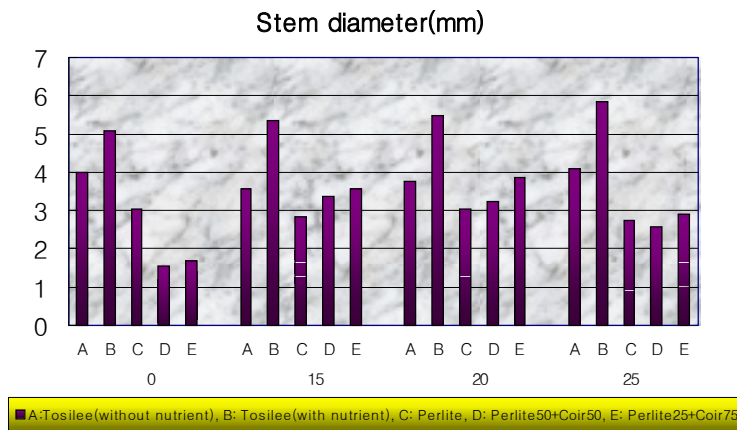


Fig. 2. Effects of wick length and medium on the stem diameter in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through mat culture.

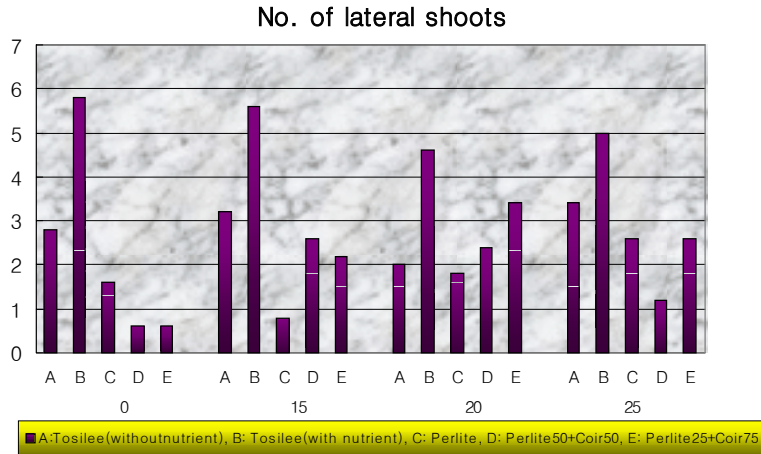


Fig. 3. Effects of wick length and medium on the no. of lateral shoots in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through mat culture.

2) C-형강을 이용한 재배시 심지길기와 상토의 종류가 꽃고추의 생육에 미치는 영향
 실험 1과 수행하는 방법은 동일하나 1은 매트를 저면관수 방식으로 수행한 것이며 2번은 C-형강을 사용한 방법이다. 또한 실험 1의 심지무처리구는 제외되었다. C-형강에서는 심지가 없으면 수분을 공급할 방법이 없기 때문이다. 지상부와 지하부의 생체중 및 건물중은 실험 1과 비슷한 결과를 보였다. 심지길에 관계없이 토양별로는 유비토실이가 가장 무겁게 나타났으며 그 다음으로 15와 25cm에서는 무비토실이가 20cm에서는 펄라이트 단용이 무거웠으며 PC1과 2에서는 15cm에서 PC1이 20과 25cm에서는 PC2가 무거웠다(Table 2, Photo 2). 심지길이별로는 20cm 처리구가 15와 25cm에 비해 전체 토양에 가장 무거운 것으로 나타났으며 15와 20cm에서는 그다지 큰 유의성을 보이지 않았다. 엽록소 함량은 심지길이 전처리구에서 펄라이트 단용에서 가장 높은 함량을 보였으며 다음으로 유비토실이에서 높았으며 25cm PC1 처리구가 가장 적은 함량을 나타냈다. 열매의 생체중과 건물중은 유비토실이에서 15<20<25cm의 순으로 무거웠으며 15cm에서는 PC2가, 20과 25cm에서는 PC1이 가장 가벼운 결과를 보여 실험 1과 마찬가지로 상토의 혼용에 따른 심지 길이의 차이

를 나타내었다. 초장 역시 유비토실이가 심지길이 전처리에서 가장길게 나타났고 다음으로 무비토실이가 나머지 토양에서는 그다지 큰 차이를 보이지 않았다(Fig. 4). 심지길이별로는 15, 20, 그리고 25cm 세 처리 공히 토양에 따른 큰 유의성을 보이지 않고 있으나 15cm 심지길이가 비교적 좋은 결과를 보이고 있다. 지제부 직경에서도 유비토실이가 가장 굵었으며 다음으로 무비토실이가 좋았다(Fig. 5). 하지만 펠라이트 단용과 PC1과 PC2에서는 심지길이에 따라 차이가 있음을 알 수 있다. 15cm에서는 펠라이트단용처리, 20과 25cm 는 PC2가 가장 굵었다. 분지수는 유비토실이가 심지길이 전처리구에서 가장 좋았으며, 무비토실이는 심지길이에 따른 현격한 차이를 보였다. 15cm에서 5개정도를 보였으나 20cm 에서는 1.5개로 급격히 감소하다가 25cm 에서는 다시 3.8개 정도로 증가하는 경향을 보였다. 하지만 펠라이트단용과 PC1, PC2는 다른 생육결과와 마찬가지로 심지길이에 따른 편차를 보였다. PC2는 15cm에서 가장 적은 수치를 보인 반면 20과 25cm에서는 PC1이 가장 적은 숫자를 보였다.

저면관수의 방법의 일종인 매트와 C-형강의 이용한 심지길이와 상토의 종류에 따른 생육을 양방법의 결과에서 가장 생육량이 많은 유비토실이를 이용하여 비교해보면 심지길이별로는 매트는 지상부 건물중이 25cm에서 4.12g, C-형강에서는 20cm에서 2.32g 으로 2배정도 생육량이 많았음을 보였고, 같은 20cm 처리구에서도 매트가 3.37g으로 C-형강에 비해 1.05g이 무거웠다. 하지만 열매의 생육량에서는 두 저면관수 방법간에는 큰 차이가 없었다. 또한 초장에서는 C-형강이 3처리 모두에서 평균 22cm 정도를 보이고 매트에서도 20cm 내외를 보이고 있어 초장에서는 그다지 큰 차이를 보이고 있지 않았다. 또한 분지수에서는 C-형강의 20과 25cm에서 6개정도의 분지수를 나타내고 있는 반면 매트에서는 각각 4.5, 5.0개 수치를 보여 측지발생에 있어서는 C-형강재배에서가 좋은 결과를 보였다. 하지만 유비토실이를 제외하고는 다른 4종의 상토에서는 큰 차이를 보이지 않고 있다.

Klock-Moore와 Broschat(2001b)는 areca palm, crossandra, pentas, philodendron등의 4가지 관상식물을 두상관수와 저면관수를 이용한 4가지 토양비교 실험에서 각 관수방법에 따른 지상부의 생체중 변화를 밝혀 두상관수가 저면관수에 비해 4품종 공히 지상부 건물중량이 많았음을 보고하였으며 매질의 종류에 따른 생육의 차이를 지적하였으며 또한 작물별 최적의 관수방법이 다름을 밝혔다. 본 실험에서 건물중이 매트재배가 C-형강에 비해 무거운 결과를 보여 위의 결과와 유사함을 보였다. 손등(2000)도 심지재배시 토양의 종류에 따른 생육량의 변화를 밝혔으며 배지의 수분량만으로 적정배지를 선정하는 것이 문제가 있음을 보고하여 본 실험에서와 같이 심지길이에 따른 수분함수량을 증가시키는 실험보다는 배지별 심지의 적정 길이, 그리고 작물별 적정토양과 심지의 효율적사용을 위한 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

Table 2. Effects of wick length and medium on the growth characteristics in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through C-channel.

Wick length(cm)	Media (A)	Media (B)	Shoot fw. (g)	Root fw. (g)	Shoot dw. (g)	Root dw. (g)	Chlorophyll content ($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$)	Fruit fw. (g)	Fruit dw. (g)
15	A ²⁾		4.70	1.24	1.15	0.69	22.88	5.36	2.45
	B		9.30	3.26	2.04	0.68	22.88	9.26	2.97
	C		3.35	1.53	0.78	0.50	29.28	5.54	2.55
	D		2.55	1.65	0.52	0.34	23.64	3.64	2.31
	E		1.93	1.30	0.44	0.34	26.68	2.26	1.63
20	A		4.27	3.58	0.74	0.43	20.56	4.76	2.21
	B		15.84	6.17	2.32	0.75	26.08	11.76	3.09
	C		5.18	3.70	0.83	0.47	26.94	5.36	2.55
	D		3.51	2.51	0.53	0.33	25.48	2.38	1.42
	E		4.41	3.57	0.71	0.50	21.38	5.08	2.50
25	A		4.28	2.03	0.90	0.56	22.38	4.38	2.29
	B		12.05	3.93	2.47	0.95	26.18	13.32	3.30
	C		3.41	2.24	0.50	0.32	29.34	6.76	2.82
	D		1.97	1.43	0.35	0.28	16.50	3.00	1.87
	E		3.15	1.45	0.71	0.51	22.88	4.95	2.48
Significance									
(A)			***	***	ns	ns	ns	*	ns
(B)			***	***	***	***	**	***	***
(A)×(B)			***	ns	**	***	ns	**	ns

²⁾ A: Tosilee(without nutrient), B: Tosilee(with nutrient), C: Perlite 100%
D: Perlite 50 : Coir 50, E: Perlite 25 : Coir 75.
***, ** Significant response at $P \leq 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

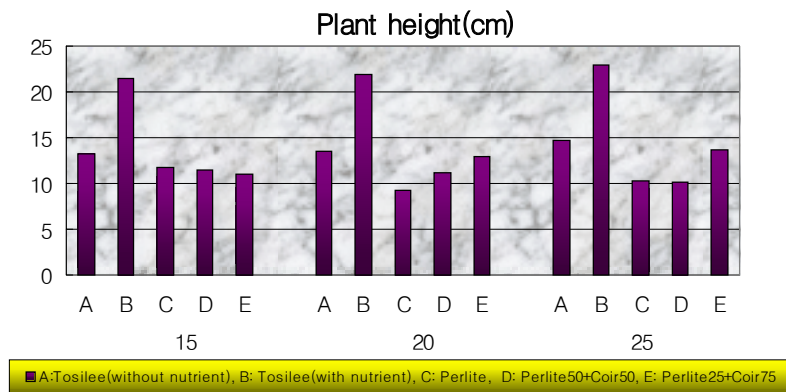


Fig. 4. Effects of wick length and medium on the plant height in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through C-channel.

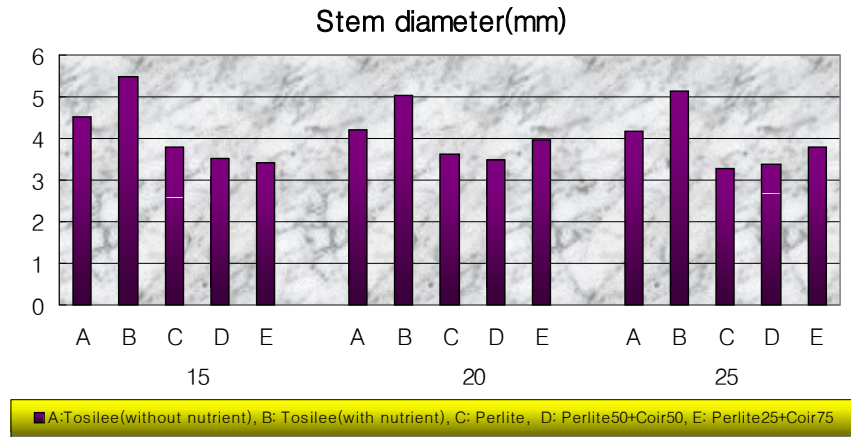


Fig. 5. Effects of wick length and medium on the stem diameter in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through C-channel.

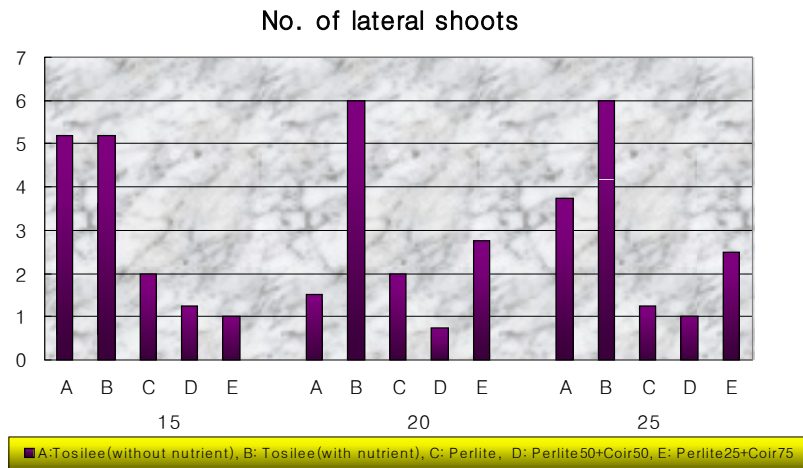


Fig. 6. Effects of wick length and medium on the no. of lateral shoots in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through C-channel.



Photo 2. Effects of wick length and medium on the growth characteristics in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through C-channel.

A: Wick length 15, D: wick length 20, E: wick length 25cm.

1: Tosilee(without nutrient), 2: Tosilee(with nutrient), 3: Perlite 100%

4: Perlite 50 : Coir 50, 5: Perlite 25 : Coir 75.

3) C-형강을 이용한 심지길이, 화분의 크기 및 비료의 유무가 꽃고추의 생육에 미치는 영향

토양 내에 양분이 내재되어 있을 시 C-형강에서의 생육에 어떠한 영향을 주는가를 구명하기 위하여 수행하였다. 지상부 및 지하부의 생체중과 건물중에서는 유비토실이는 심지길이 20cm에서 가장 무거운 결과를 보였으며 무비토실이 역시 20cm에서 가장 무거운 결과를 보여 심지길이 20cm 처리가 효율적인 길이로 사료된다(Photo 3, Table 3). 유비토실이와 무비토실이의 지상부 건물중 각각 9.47, 2.10g으로 무려 4배 이상의 차이를 보이고 있다. 또한 유비토실이의 심지길이별 3처리구 전부에서의 결과가 무비토실이의 결과보다 적은 건물중을 보이고 있지 않아 심지길이에 따른 생육의 영향이라기보다는 배지 자체에 내재되어 있는 양분의 영향이 더 크다는 것을 알 수 있었다. 엽록소의 함량도 심지길이 3처리구 모두에서 유비토실이 처리구가 무비토실이 보다 높은 함량을 보이고 있으며 유비토실이 20cm 처리구가 가장 높은 수치를 보였다. 열매의 생체중도 20cm 유비토실이가 33.10g으로 가장 높았고 무비토실로도 20cm 처리구가 8.06g으로 유비토실이가 4배가량 무거웠으나, 건물중은 각각 6.62, 3.30g으로 생체중의 4배에서 2배정도로 유비토실이가 무거워 소실된 2배가량의 무게는 수분으로 건조 중에 증발된 것으로 생각된다. 이는 지상부의 생체중과 건물중에서도 같은 결과를 보이고 있는데 유비토실이 사용이 체내 수분 함량을 더 많이 보존하는 것으로 나타났지만 이로 인해 생리적 질병이나 형태적 변화 등은 유기되지 않았다. 초장은 생육량에 비해 유비토실이 및 무비토실에서 심지길이 간에 따른 변화를 보이지 않고 각각 약 30cm, 15cm 정도로 유의성이 없게 나타났으며 토양내 양분보유의 차이에 의한 결과만이 있었다(Fig. 7). 지체부 직경은 생육량과는 다르게 유비토실이 및 무비토실이 모두 25cm 처리구에서 가장 두꺼운 경향을 보이고 있으며 15와 20cm에서는 유의성을 보이고 있지 않았다(Fig. 8). 분지수 역시 두 토양간의 차이는 뚜렷하였으나 심지길이별에는 큰 차이를 보이고 있지 않았다(Fig. 9).

Broschat(2001)는 Downy jasmines을 이용하여 매질 내 첨가물에 의한 생육의 변화를 조사하여 토양 내 첨가물의 중요성을 강조하였으며 토양의 종류에 따른 양분의 용탈 정도가 생육에 궁극적으로 영향을 미침을 보고하여 매질내의 양분 보유도가 초기 생육보다는 전 생육기간에 영향을 미침을 알 수 있다. 본 연구에서 양분이 미리 내재되어 있는 유비토실이가 그렇지 못한 무비토실이에 비해 생육이 월등하게 좋은 결과를 보여 유사한 결과를 나타냈다. 또한 Erin과 Iersel(2001)은 저면관수 시 비료의 농도가 페튜니아와 베고니아의 생육과 개화에 미치는 영향을 연구하면서 작물별 상이점을 이야기하였으며 특히 베고니아는 토양의 상이함이 생육에 영향을 미치는 것이 아니라 비료의 농도가 어느 정도인가에 따라 생육량이 결정되었다고 하면서 저면관수 시 비료의 공급 방법에 대한 연구의 시급함을 보고하였다.



Photo 3. Effects of wick length and medium nutrient on the growth characteristics in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through C-channel.

N: without nutrient, F: with nutrient.

1: wick length 15, 2: wick length 20, 3: wick length 25cm.

Table 3. Effects of wick length and medium nutrient on the growth characteristics in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through C-channel.

Wick length(cm) (A)	Media (B)	Shoot fw. (g)	Root fw. (g)	Shoot dw. (g)	Root dw. (g)	Chlorophyll content ($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$)	Fruit fw. (g)	Fruit dw. (g)
15	WN ²⁾	8.80	2.24	1.81	0.75	25.50	7.24	2.89
	W	25.38	3.33	6.90	1.75	30.30	22.62	7.52
20	WN	12.10	3.06	2.10	0.84	29.20	8.06	3.30
	W	40.78	4.58	9.47	1.98	35.50	33.10	6.62
25	WN	10.46	2.12	2.01	0.71	26.60	7.54	3.07
	W	31.55	3.33	6.76	1.48	30.00	23.30	6.04

Significance								
(A)	***	**	ns	ns	***	*	ns	ns
(B)	***	***	***	***	***	***	***	***
(A)×(B)	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

²⁾ WN: Without nutrient, W: With nutrient.

*, **, *** Significant response at $P \leq 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

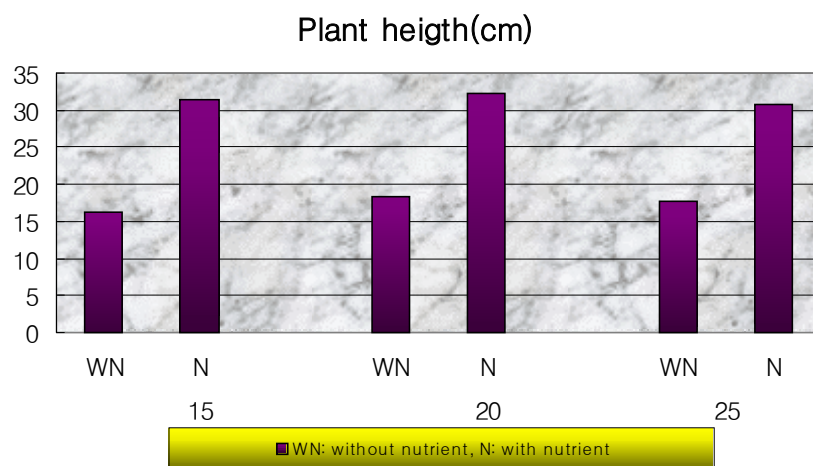


Fig. 7. Effects of wick length and medium nutrient on the plant height in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through C-channel.

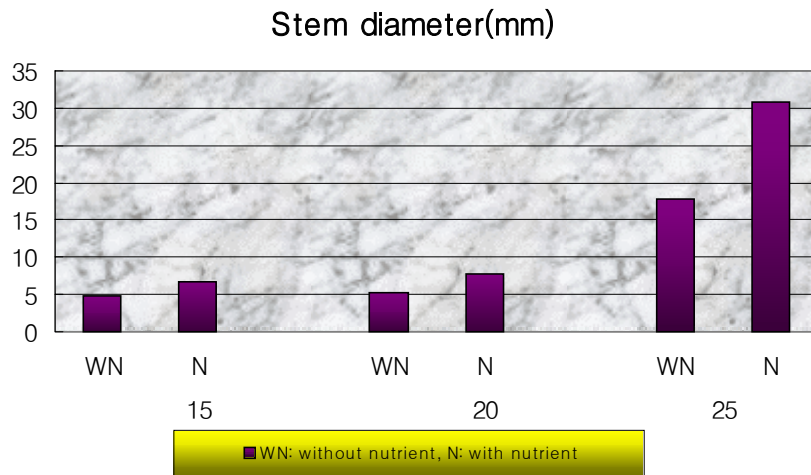


Fig. 8. Effects of wick length and medium nutrient on the stem diameter in *Capsicum annum* var. *abbreviatum* using subirrigation through C-channel.

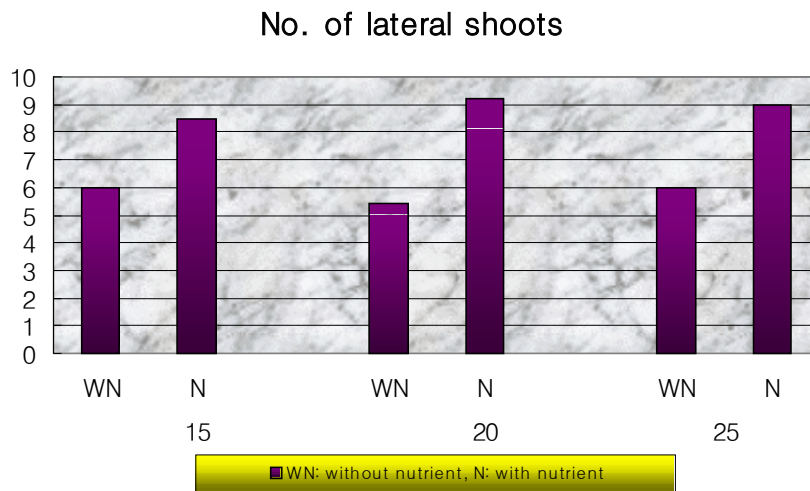


Fig. 9. Effects of wick length and medium nutrient on the no. of lateral shoot in *Capsicum annum* var. *abbreviatum* using subirrigation through C-channel.

4) C-형강을 이용한 심지수 및 용기종류가 풋고추의 생육에 미치는 영향

딸기박스인 스티로폼 박스와 구근박스를 용기로 하여 C-형강을 이용하여 재배한 결과는 다음과 같다. 심지수 4, 8, 12개를 각각의 박스에 삽입한후 무비토실을 충진후 박스당 8개체를 식재하였다. 지상부 생체중은 박스와 심지수와 관계없이 용기별 큰 유의성이 없이 15에서 17g을 보였으나 건물중은 스티로폼 박스에서가 구근 박스에 비해 2-3배 정도 무거운 것으로 나타나 생육량의 차이를 보이고 있다. 하지만 지하부는 생체중과 건물중 모두 구근박스가 딸기박스에 비해 생육량이 많은 것으로 나타나 용기에 따른 부위별 생육량이 차이가 나타남을 볼 수 있었다(Table 4, Photo 4).

엽록소의 함량은 심지갯수 및 용기종류에 관계없이 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 열매의 생체중은 스티로폼박스에서가 구근박스에 비해 1-2배 정도 무거운 것으로 나타났으며 심지갯수에 의한 크지 않았음을 볼 수 있다. 건물중은 지상부와 지하부와 같은 경향을 보이고 있으며 스티로폼박스에서가 더 무거움을 보였다. 초장에서는 스티로폼박스 심지수 8개에서 20.82cm로 가장 길었으며 12개 그리고 4개의 순으로 나타났으나 구근박스에선 심지갯수에 큰 영향을 받지 않은 것으로 나타났다(Fig. 10). 지체부 직경에서도 초장의 경우와 비슷한 경향을 보이고 있다(Fig. 11). 하지만 분지수는 심지수 8개의 스티로폼박스에서가 가장 적은 숫자를 보이고 있으며 구근 박스에서는 심지갯수에 큰 영향을 받지 않았으며 전체적으로 스티로폼 박스에 비해 많은 분지수를 보였다(Fig. 12).

스티로폼박스에서는 지상부의 생육이, 구근박스에서는 지하부의 생육이 좋은 결과를 보여 용기형태별 생육의 부위가 다르게 나타났는데 이는 재배환경의 차이로 인한 것으로 사료된다. 스티로폼박스는 근권부가 막혀 있어 통기가 공기의 유동이 어려우며 또한 수분의 이동이 어려웠으나 구근박스는 지하부 및 측면이 모두 외부 공기에 노출되어 적당한 수분 및 공기가 자유롭게 이동이 되어 스티로폼박스에 비해 보다 근권부 환경이 양호하여 각각의 박스에서 생육이 왕성한 부위가 차이가 난 것으로 사료된다. 하지만 지금 그 것을 증명할 만한 기초조사가 되어 있지 않아 명확하게 규정 지을 수는 없을 것 같다. 저면관수는 아래로부터의 수분 유입이라는 특성을 지니고 있기 때문에 기존의 두상관수로 인한 상부로 부터의 수분유입에 맞는 근권환경을 지니는 상토를 그대로 사용해서는 않되는 것으로 보고되어지고 있다(Klock-Moore와 Broschat, 2001b). 따라서 저면관수에 적당한 근권환경을 조성할 수 있는 배지의 개발이 시급한 실정이다.

Table 4. Effects of wick number and container on the growth characteristics in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through C-channel.

Wick number (A)	Container (B)	Shoot fw. (g)	Root fw. (g)	Shoot dw. (g)	Root dw. (g)	Chlorophyll content ($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$)	Fruit fw. (g)	Fruit dw. (g)
4	S ²⁾	16.09	3.53	3.02	1.00	33.35	12.09	4.04
	B	16.03	5.64	1.46	0.62	32.99	6.88	2.65
8	S	17.39	4.31	2.94	1.05	30.79	11.87	3.95
	B	16.88	5.16	1.23	0.53	34.21	7.23	2.59
12	S	15.18	3.98	2.36	0.78	29.81	10.17	3.58
	B	15.15	4.63	1.42	0.52	31.85	7.11	2.75
Significance								
(A)		ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
(B)		ns	***	***	***	ns	***	***
(A)×(B)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

²⁾ S: Styrofoam box, B: bulb box.

*,**,*** Significant response at $P \leq 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

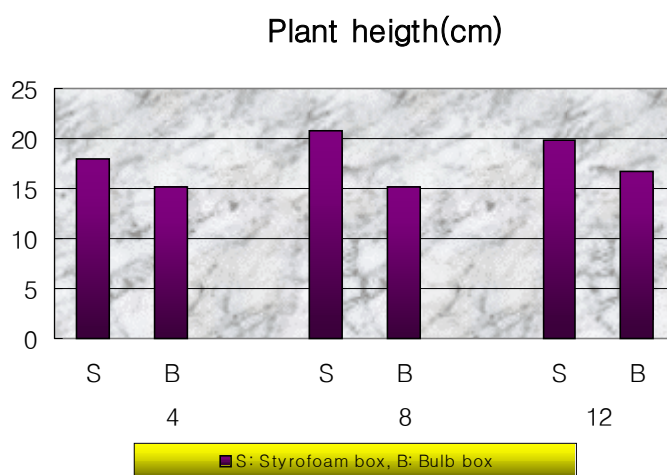


Fig. 10. Effects of wick number and container on the plant height in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through C-channel.

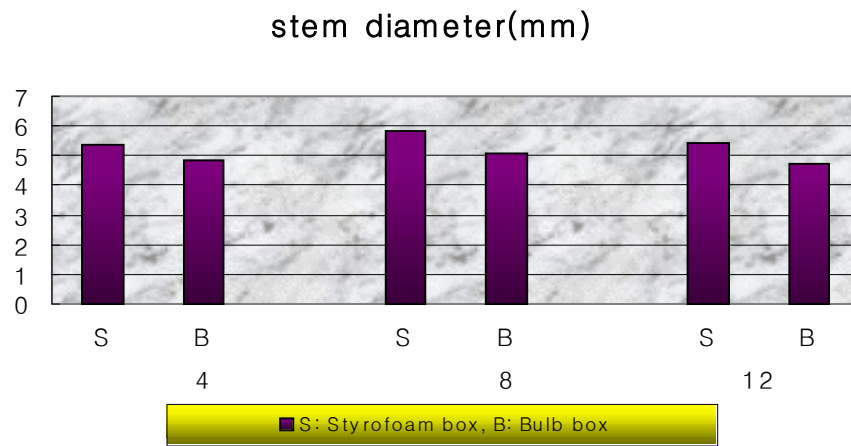


Fig. 11. Effects of wick number and container on the stem diameter in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through C-channel.

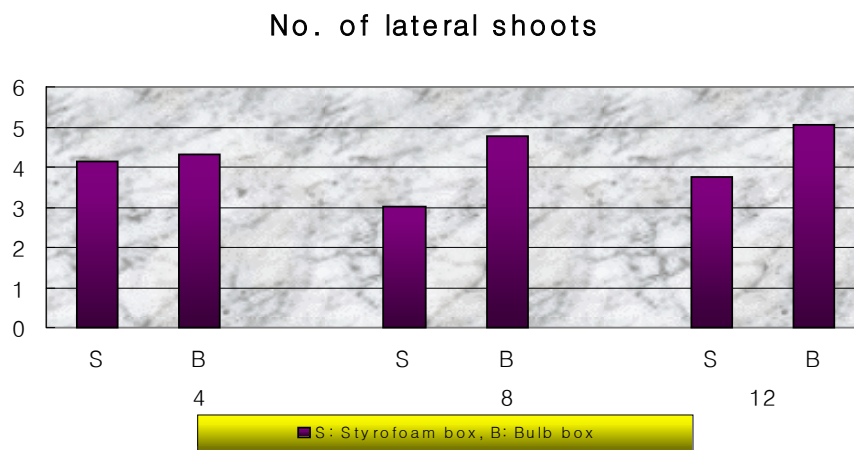


Fig. 12. Effects of wick number and container on the no. of lateral shoots in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through C-channel.



Photo 4. Effects of wick number and container on the stem diameter in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through C-channel.

SB: styrofoam box, BB: bulb box.

A: wick number 4, B: wick number 8, C: wick number 12.

5) 매트저면관수 시 관수횟수 및 심지수가 풋고추의 생육에 미치는 영향

관수횟수가 생육에 미치는 영향을 구명한 결과는 다음과 같다. 매일 저면관수한 것과 3일마다 관수한 것 두 리와 심지갯수 3개를 조합하여 수행하였다. 지상부 및 지하부의 생체중과 건물중은 매일 관수한 것이 3일 마다 한 것에 비해 지상부는 무려 3 - 10배 정도가 차이가 났으며 4개와 8개의 처리가 12개의 처리에 비해 2배정도 무거웠다. 반면에 뿌리의 생체중은 8개와 12개의 처리가 4개보다 무거운 결과를 보였다 (Table 5, Photo 5). 지상부 및 지하부의 건물중 역시 생체중과 같은 결과를 보였다. 엽록소의 함량 매일관수처리에서 심지수 4, 8, 12개의 순으로 많았으며, 3일 마다의 관수는 12, 4, 8개의 순으로 많았다. 이 역시 매일 관수가 3일마다의 관수 보다 많은 함량을 보였다. 열매의 숫자 및 생체중과 건물중 역시 매일 관수가 무거웠으며 4개의 심지수에서 가장 무거운 결과를 보였다. 식물체 개체당 총 엽면적은 매일관수의 8개 처리구에서 1,017.42m²로 제일 넓었으며, 3일마다의 관수처리구에서도 8개 심지수에

서 넓은 것으로 나타났으며 심지수 4개에서의 3일 마다 관수가 가장 적었다. 초장은 매일 관수한 것이 3일마다의 관수에 비해 전체적으로 길었으나 8개의 심지수가 관수 처리별로 가장 길은 결과를 보였으며 8개의 3일마다의 관수는 매일 관수의 4개 심지 처리수와 비슷한 길이를 보였다(Fig. 13). 지제부 직경은 매일관수가 3일마다의 관수 보다 전반적으로 두꺼웠으며 심지 개수의 영향을 받지 않은 것으로 나타났다. 심지 개수의 영향은 8개가 가장 두꺼운 결과를 보였다(Fig. 14). 분지수는 심지 수 8개의 매일 관수한 것이 10개 이상으로 많이 나타났으며 4개의 심지수처리구는 관수횟수에 영향을 받지 않았으며 12개의 처리구에서는 매일 관수한 것이 많은 결과를 보였다(Fig. 15). Klock-Moore와 Broschat(2001b)에 의하면 4 품종의 관상식물을 저면관수로 재배 시 매일에 관수한 처리구가 3일에 1회 관수하는 것에 비해 1.6배에서 2.0 배에 이르는 지상부 건물중을 보였다고 보고하였다. 본 실험에서도 심지수 및 관수횟수에 의한 지상부의 건물중의 차이가 났는데 4개에서는 관수 횟수에 따라 4배, 8개는 2배, 12개는 3배정도 무거운 것으로 나타나 상기의 결과와 일치하는 결과를 보였다.

Table 5. Effects of wick number and water stress on the growth characteristics in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through mat culture.

Wick number (A)	Water treatment (B)	Shoot fw. (g)	Root fw. (g)	Shoot dw. (g)	Root dw. (g)	Chlorophyll content ($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$)	Fruit fw. (g)	Fruit dw. (g)	Fruits number	Total leaf area (cm^2)
4	WS ²⁾	7.30	5.36	0.74	0.55	23.90	5.84	2.49	2.93	164.74
	W	62.72	10.35	4.37	1.26	37.64	26.76	6.01	15.43	855.22
8	WS	31.76	8.59	2.83	1.03	18.18	11.71	3.66	3.66	309.32
	W	64.03	14.84	5.59	1.66	33.30	20.10	5.46	10.86	1,017.42
12	WS	14.93	7.39	0.86	0.62	26.10	6.56	2.62	3.14	227.17
	W	39.48	13.23	2.60	1.24	33.04	12.63	4.29	5.14	178.86
Significance										
(A)		***	***	***	***	ns	**	**	**	***
(B)		***	***	***	***	***	***	***	***	***
(A)×(B)		*	ns	ns	ns	*	**	*	***	*

²⁾ WS: Plant were watered every 3 day using subirrigation through mat

W : Plant were watered every day using subirrigation through mat.

, Significant response at $P \leq 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

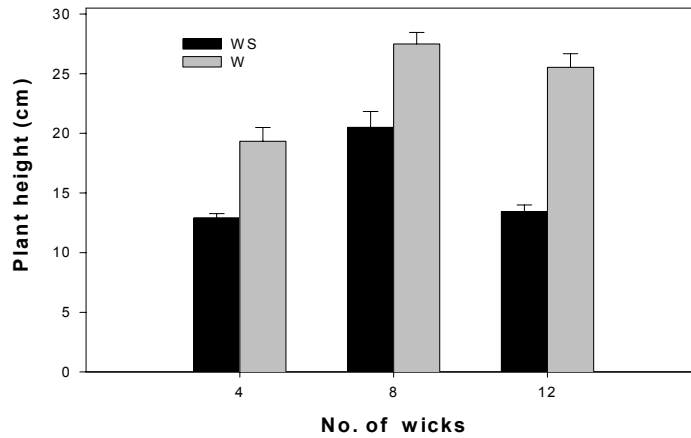


Fig. 13. Effects of wick number and water stress on the plant height in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through mat culture. WS: Plant were watered every 3 day using subirrigation through mat W : Plant were watered every day using subirrigation through mat.

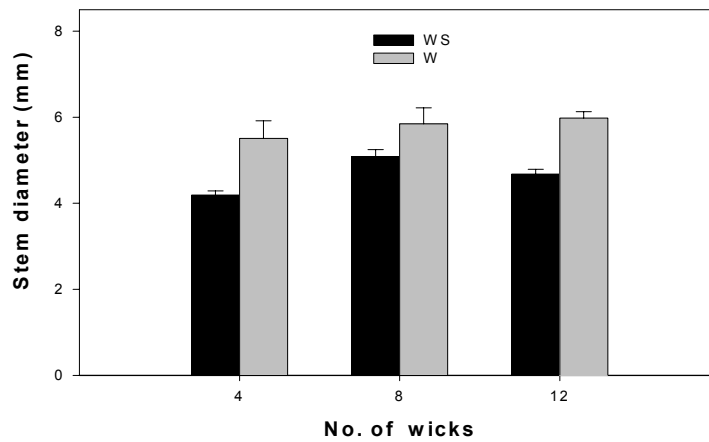


Fig. 14. Effects of wick number and water stress on the stem diameter in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through mat culture. WS: Plant were watered every 3 day using subirrigation through mat W : Plant were watered every day using subirrigation through mat.

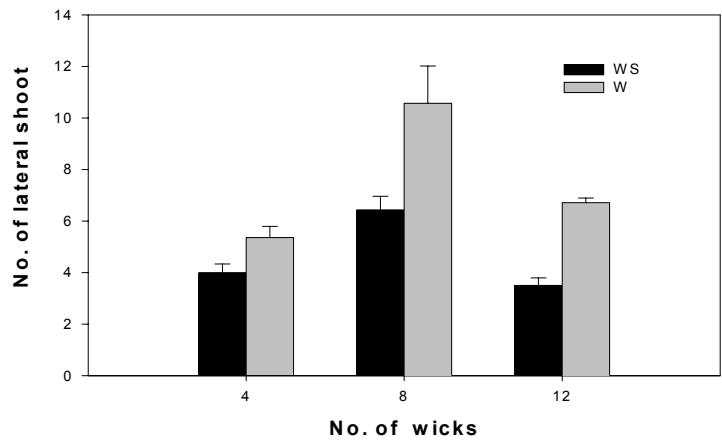


Fig. 15. Effects of wick number and water stress on the no. of lateral shoot in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through mat culture. WS: Plant were watered every 3 day using subirrigation through mat W : Plant were watered every day using subirrigation through mat.

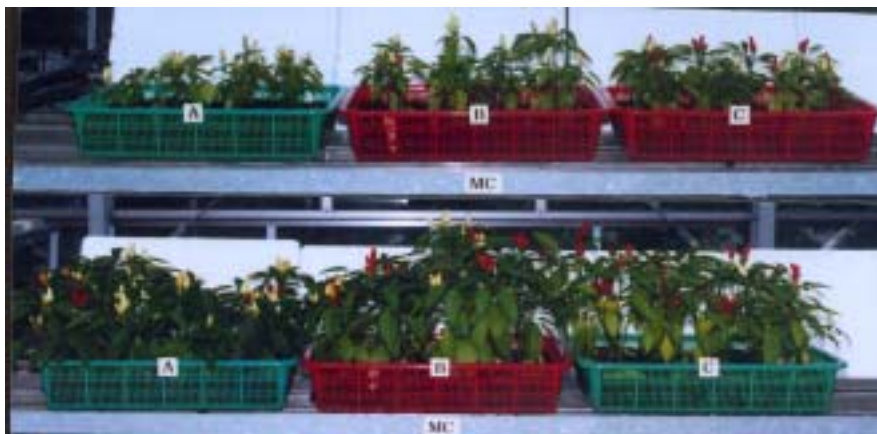


Photo 5. Effects of wick number and water stress on the no. of lateral shoot in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* using subirrigation through mat culture. Upper: Plant were watered every 3 day using subirrigation through mat Lower: Plant were watered every day using subirrigation through mat. A: wick number 4, B: wick number 8, C: wick number 12.

2. 절화장미 생산을 위한 C-형강 심지재배를 용기재배에 적용

가. 서언

세계적으로 수자원의 고갈과 환경오염 극복이 커다란 화두로 대두되고 있는 실정이며, 우리나라 또한 UN이 정한 물 부족 국가로서, 수자원 이용의 활용 방안과 원예작물 생산에서 물 소비의 효율성에 대한 새로운 시스템의 필요성이 촉구되고 있다.

이러한 시대적 상황에 부응하고자 새로운 시스템의 일환으로, 저면급수방식이 부각되고 있다. 이는 국내 농업의 문제점으로 대두되고 있는, 농업인구의 감소와 노령화를 극복할 수 있으며, 생력화와 자동화 시설 개발측면에서도 그 이점이 높기 때문이다.

특히 현재에 농업용수가 정책적으로 산업용수위주로 전환이 이루어짐에 따라 원예산업의 물 부족은 더욱 심각해질 수밖에 없게 되었다.

이러한 시점에서 우리나라의 화훼시설은 해마다 급증하고 있는 추세이다. 국내 분화류 총생산액은 1,870억원을 훨씬 상회하여, 절화류 총생산액과 대등한 위치를 차지하고 있지만, 선진국의 경우를 감안한다면 앞으로의 분화류 소비는 더욱 증가할 추세이다.

또한 국내의 소비구조도 선진국형 중심으로 발전되면서 고품질 분화 생산의 필요성이 높아졌고, 수출경쟁력을 향상시키기 위한 대량 생산시스템이 필요하게 되었다.

또한 현재 국내 식물 생산시스템은 혁신적인 식물생산기술 개발이 없이는 고품질의 식물생산이 어려운 실정이다. 더욱이 화훼산업의 주류를 이루고 있는 절화류와 분화류는 화훼재배가 토지 이용형에서 시설 이용형으로 전환되면서 새로운 화훼류 생산시스템에 대한 비중이 높아졌으며, 이러한 분화류 생산에 도입된 저면급수시스템에 대한 연구는 더욱 활발히 진행 중에 있다.

새로운 저면급수시스템이 도입됨에 따른 용기개발 및 선발은 또 다른 연구과제의 하나인데, 현재까지 농가에서는 심지재배용 화분을 주로 이용하고 있다. 현재, 산업의 발달로 인해 식물을 재배할 수 있는 다양한 크기의 폐용기 등이 많이 존재하고 있다.

딸기의 수송과 판매를 위한 styrofoam box와 구근을 수입할 때 같이 들어오는 폐용기 등은 그 많은 양의 대부분이 재사용됨이 없이 폐기되는 문제를 안고 있다. 따라서 본 연구에서는 심지이용형 두 가지 저면급수시스템에서 기존의 폐용기의 사용이 미니장미의 생육에 미치는 영향을 구명하고자 수행하게 되었다.

나. 재료 및 방법

C 형강 심지재배 및 매트재배를 이용한 용기형태별 생육에 관한 연구를 위하여 다음과 같은 실험을 수행하였다. 공시식물로는 *Rosa hybrida* Miniature rose 'Red Valentine' 및 'Bright'를 경기도 고양시 영훈농원에서 구입하여 각각 2002년 4월 18일부터 6월 27일, 동년 8월 18일부터 10월 12일에 걸쳐 수행하였다. 실험체는 구입하여 온 즉시 액아 2-3개를 남기고 절단하여 상토의 균일성을 유지하기 위하여 근권부의 토양을 털어낸 다음 각 용기에 식재하였다. 용기 당 식재수는 6 주씩을 3반복(박스 당)하였으며 시험구 배치는 완전임의 배치법으로 하였다. 대조구인 락울은 한 큐브 당 4주씩 식재하여 일일 15분간 관비 되도록 점적관수 하였다.

실험 용기로는 작년 실험과 동일한 폐 딸기 스티로폼 박스, 수입 구근 박스 그리고 시중에서 구입이 용이한 일반 플라스틱 박스를 사용하였으며, 매질로는 진주신안그로 무비 토실이를 사용하였으며 매질의 깊이는 각 용기높이의 2/3가 되도록 하였다.

양액으로 네덜란드 장미용액을 사용하였으며 'Red Valentine'는 1배 용액을 'Bright'는 1/2배 용액을 지속적으로 저면관비 하였다. 관비 및 관수 이외의 관리는 일반 관행에 준하였다.

1) 'Red Valentine' 재배를 이용한 토양 환경의 이화학적 분석 및 무기양분 함량

2002년 4월 18일 식재한 공시작물을 6월 27일 최종적으로 실험을 마치고 생육조사와 토양의 이화학적 성질 및 무기성분을 분석하였다.

생육조사가 끝난 토양을 상·중·하로 구분하여 각 용기에서 한 부위를 상부에서 맨 밑에까지 채취하여 60℃의 온도에서 건조시킨 후 토양의 함수율, pH, EC등을 조사하였다.

무기성분 함량은 농촌진흥청 토양화학분석법에 따른 전처리를 하여 유도 플라즈마 분광분석기(ICP, TJA Atomscans 25, U.S.A.)를 분석하였다.

2) 'Bright' 식물생육조사

2002년 8월 18일부터 10월 12일까지 상기의 실험조건과 동일한 환경에서 재배하여 최종적으로 생육조사를 하였다.

생육조사항목으로는 초장, 신초장, 총가치수, 분지수, 경경, 엽장, 엽폭, 엽록소함량, 엽면적, 지상부 및 지하부의 생체중 및 건물중을 조사하였으며, 절화의 개화 stage 별 화아수, 및 화폭을 조사하였다.



Photo 1. Growing of the mini rose 'Bright' in the styrofoam, bulb, and plastic box on the C-channel wick sub-irrigation system.



Photo 2. Growing of the mini rose 'Bright' in the styrofoam, bulb, and plastic box on the mat sub-irrigation system.

다. 결과 및 고찰

1) 'Red Valentine' 재배를 이용한 토양 환경의 이화학적 분석 및 무기양분 함량
 'Red Valentine'재배 후 토양환경의 이화학적 성질인 토양수분 함수율, pH, EC, 그리고 무기함량을 분석한 결과는 다음과 같다. 우선 토양수분 함수율은 관수 방법별 차이로 보면 C형강 심비재배구가 매트재배구보다 모든 용기 종류나 심지수별에 따라 높은 함수율을 보였으며, 용기별로는 두 관수구 처리 모두에서 플라스틱 박스에서 가장 높은 함수율을 나타내었으며, 심지 수 처리구에서는 심지수가 많아질수록 함수율이 높은 것으로 나타났다(Table 1, Photo 3, 4). 또한 매질의 부위별 함수율은 하부로 내려 갈수록 높은 함수율을 보였다. 락울과 토경에서의 부위별 결과는 용기 처리구에서와 비슷한 경향을 보였으나 그 차이가 용기처리에서와 같이 차이가 크게 나타나지 않았다. 또한 대조구의 함수율이 전반적으로 용기처리에 비해 낮은 결과는 대조구는 일일 15분간만 주당 750mL 공급의 결과로 그다지 높은 함수율을 보이고 있지 않는 것으로 사료되며 또한 토경과 락울은 하부의 배수구가 있어 과도한 관수량은 하부로 배출되는 이유도 크게 작용한 것으로 사료된다. 함수율이 하부로 갈수록 높아지는 것은 저면관수로 수분이 아래로부터 공급되어지는 결과인 것으로 생각되어지며 플라스틱 박스가 가장 많은 함수율을 보이는 것은 스티로폼이나 구근 박스에 비해 매질의 높이가 아주 낮아 같은 면적에 매질의 양이 적은 것에 기인한 것으로 사료된다. 반면에 C형강 재배에서 구근박에서가 제일 적은 함수율을 보인 것은 구근 박스의 특성상 측면공간이 벌어져 있는 관계로 측면으로의 수분증발이 많이 이루어진 것으로 생각된다.

Table 1. Effects of 3 container types and wick numbers on the soil water contents in this experiment through 2 sub-irrigation methods. (unit : %)

No.	Container ²⁾											
	S			B			P					
	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower
Irrigation wicks	<i>T</i> ³⁾											
	411.6	445.9	455.6									
	<i>R</i>											
	466.1	450.2	480.2									
Wick	4			440.3	496.6	524.2	409.4	455.7	485.0	570.5	610.7	602.5
	8			449.7	500.4	539.6	411.9	447.4	511.5	516.2	549.4	573.2
	12			479.4	530.1	578.0	404.1	471.1	495.2	560.9	550.5	597.4
Mat	4			323.8	353.4	399.4	304.9	354.6	362.5	546.9	610.9	672.0
	8			417.6	438.5	486.1	416.5	464.7	522.1	513.0	589.3	575.6
	12			423.5	456.1	512.1	439.0	480.4	526.4	516.4	557.4	599.5

^z S ; Styrofoam box, B ; bulb box, P ; plastic box.

^y T ; Tosilee, R ; rock wool.



Photo 3. Showing medium surface covered with moss during to high soil water contents. C; C-channel, P; Plastic box, 4; Wick number.



Photo 4. Showing dried soil surface without moss during to low soil water contents. M; mat, S; Styrofoam, 4; Wick number.

Table 2는 관수방법, 용기별 및 심지수에 따른 토양의 부위별 pH에 대한 결과이다. pH는 대조구인 락울 및 토실이 토경재배에서가 상·중·하 모든 부위에서 비교적 높은 수치를 보였다. 관수방법별로는 C형강이나 매트에서 큰차이를 볼 수가 없었으나 약간의 차이로 매트재배에서가 높았다. 심지수로는 심지수가 많아질수록 수치가 높아지는 경향을 보였으나 매트재배 플라스틱용기 재배에서는 뚜렷한 경향이 없었다. 용기 재배별로는 플라스틱용기 재배에서가 다른 용기에 비해 높은 경향을 보였다. 부위별로는 스티로폼이나 벌브박스에서는 상중하부위별 큰 차이는 없었으나 플라스틱 심지 재배에서 하부로 내려 갈수록 수치가 낮아지는 경향을 보였다. 전반적으로 pH는 그리 큰 차이를 보이지 않고 있어 토양 pH는 Table 1에서의 확연한 수분함수율의 영향을 받지 않는 것으로 사료되며 이는 지속적인 수분의 공급으로 인한 원수의 pH가 작물의 재배기간중에 지속적인 영향을 미치는 것으로 생각된다. 토양 pH는 원수의 pH 및 매질의 종류에 따라서 pH가 생육재배중에 변화가 일어나지만 본 실험에서는 원수의 pH 변화실험이나 매질의 변수를 주지 않고 계속적인 토실이 사용으로 각 처리간 그다지 큰 영향을 주지 않은 것으로 사료된다. 하지만 같은 토실을 사용한 대조구는 용기처리에 비해 높은 수치를 보인 것은 필요량 이상의 관수량은 배수가 되어 양액의 집적이 이루어지지 않는 것으로 사료된다. 하지만 모든 처리구의 pH의 범위가 5 - 6 사이에 존재하고 있어 작물의 생육에는 큰 해가 없는 범위로 나타났다.

Table 2. Effects of 3 container types and wick numbers on the soil pH in this experiment through 2 sub-irrigation methods.

Irrigation	No. of wick	Container ²⁾											
		S			B			P					
		Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower			
Cont.		<i>T</i> ³⁾											
		6.00	5.94	6.02									
		<i>R</i>											
		6.57	6.35	6.53									
Wick	4				5.62	5.65	5.50	5.36	5.36	5.17	5.84	5.58	5.29
	8				5.53	5.50	5.48	5.43	5.45	5.42	5.79	5.52	5.37
	12				5.61	5.59	5.60	5.46	5.43	5.59	5.86	5.48	5.41
Mat	4				5.57	5.65	5.78	5.27	5.34	5.60	6.05	6.06	6.17
	8				5.50	5.54	5.61	5.56	5.60	5.96	5.98	5.99	5.90
	12				5.77	5.72	5.92	5.80	5.72	6.08	5.90	5.83	5.79

²⁾ S ; Styrofoam box, B ; bulb box, P ; plastic box.

³⁾ T ; Tosilee, R ; rock wool.

토양의 부위별 EC의 측정결과는 Table 3과 같다. 대조구인 토실이와 락울에서는 토실이가 상부에서 가장 높은 3.77를 보였고 하부로 갈수록 낮아졌으나 락울은 상중하부위 모두 0.3대에 있어 부위별 안정적인 EC를 보이고 있다. 이는 락울의 특성인 EC의 안정도에 기인하는 것으로 생각된다. 처리구의 관수방법에 따른 차이는 C형강 처리구가 매트처리구에 비해 모든 부위에서 1.2- 2.0배 정도로 높은 것으로 나타났다. 심지 수에 따른 변화는 심지수가 12, 8, 4로 적어질수록 EC가 높아지는 경향을 보였으며 이러한 차이가 가장 극심하게 나타난 것은 C형강재배의 벌브박스과 플라스틱 박스에서가 심했으며 심지 수에 의한 차가 가장 적은 처리구는 매트재배 스티로폼 박스의 4개 심지 수 처리구에서였다. 매질의 깊이별 차이는 상부로 갈수록 EC의 값이 높아 졌다. 상중하부위별로 차이가 가장 심한 처리구는 두 관수처리 및 모든 용기에서 심지 수 4개의 처리구에서였다. 용기별로는 스티로폼박스 에서 다른 용기에 비해 관수나 심지수별 처리에서 가장 낮은 값을 보여주고 있어 EC에 대한 안정도를 조금 높여주는 것으로 나타났다. 이는 스티로폼박스는 밀폐되어 있는 용기이며, 구근 벌브 박스는 측면에 공간이 많이 있어 수분의 증발이 많았던 점, 그리고 플라스틱 박스는 용기의 높이가 그리 높지 않아 매질의 완충력이 너무 약했던 것으로 사료된다. 이상의 결과에서 EC의 안정도가 가장 높은 것은 락울 처리구에서 였으며 EC값이 가장 높은 처리구는 심지수4개의 처리구에서 였으며 상부로 갈수록 높아졌다. 이는 심지 수 4개에서가 수분 함수율이 다른 처리구에 비해 낮아 단위 면적당 양액집적율이 높아 전도도가 높은 것으로 사료되며, 수분함수율이 높으면서도 EC가 높은 C형강에서 처리구에서의 EC가 높은 것은 그 만큼 많은 량의 양분이 수분과 함께 상승 한 것으로 사료된다.

Table 3. Effects of 3 container types and wick numbers on the soil EC in this experiment through 2 sub-irrigation methods. (unit : dS/m)

Irrigation	No. of wick	Container ²⁾											
		T ³⁾			S			B			P		
		Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower
Cont.		3.77	1.54	0.97									
			R										
		0.36	0.31	0.27									
Wick	4				5.36	5.00	2.24	6.65	7.28	3.24	6.27	7.67	3.06
	8				2.56	2.46	1.46	3.23	3.56	2.02	3.14	2.80	2.05
	12				2.24	1.89	1.77	2.95	2.22	1.96	2.56	2.17	2.13
Mat	4				2.65	3.23	3.06	4.46	2.53	3.27	4.59	1.61	4.17
	8				1.17	2.36	2.19	3.31	2.95	1.88	2.88	3.16	2.37
	12				1.21	1.56	2.35	2.35	2.12	1.56	1.84	1.78	2.33

²⁾S ; Styrofoam box, B ; bulb box, P ; plastic box.

³⁾T ; Tosilee, R ; rock wool.

다음의 Table 4, 5, 6 토양 용기 내 무기양분의 함량과 분포에 대한 결과이다. K함량은 관수방법에 따른 차이는 큰 경향이 없었으며 심지수로는 심지수가 많을수록 많은 양을 보였으며, 상부로 갈수록 함량이 높아지는 경향을 보였다(Table 4). 용기별로는 C 형강재배에서는 플라스틱박스가 매트재배에서는 스티로폼박스에서가 높은 함량의 수치를 보였다. 부위별 차이에서는 하부에서 상부로 갈수록 높은 함량을 보였으며 부위별 차이가 상부가 하부에 비해 1-2배정도 많은 것으로 나타났다. 대조구인 락울은 부위별 차이가 나타나지 않았으며 토경에서는 부위별 차이가 용기 실험구와 비슷한 경향을 보였다.

Mg의 함량 역시 K함량 분포와 비슷한 경향을 보였다. 관수방법별로는 K와 다른 결과를 보였다(Table 5). C 형강재배에서가 매트재배보다 전반적으로 낮은 결과를 함량을 보였으며, 심지수가 많을수록 많은 함량을 보였고, 용기별로는 K와 같은 경향으로 C 형강재배에서는 플라스틱박스에서 매트재배에서는 스티로폼박스에서가 가장 많은 함량을 보였다. 부위별로는 상부로 갈수록 높은 함량을 보였으며 부위별로 1-2배 정도의 차이를 보였다. 대조구인 락울에서는 K와 같이 부위별 함량의 차이를 보이지 않고 있으나 토경에서는 상부가 가장 높은 수치를 보였으나 중하부위는 같은 경향을 나타냈다.

Ca는 관수방법별로 C 형강재배에서가 매트재배에 비해 약간 높은 함량을 보였으며 스티로폼과 벌브박스에서의 차이가 이러한 경향이 뚜렷하였으나 플라스틱박스에서는 부위별 뚜렷한 경향을 볼 수가 없었다(Table 6). 심지 수에서는 8개 처리구가 스티로폼이나 벌브박스에서가 가장 높은 함량을 보였으며 프리스틱박스에서 12개가 많은 함량을 보여주고 있다. 용기별로는 C형강재배에서는 플라스틱용기에서, 매트재배에서는 매트재배에서 높은 함량을 보였다. 부위별로는 스티로폼이나 벌브용기에서는 상부로 갈수록 약간 높아지는 경향을 보였으나 플라스틱은 하부로 내려 갈수록 높아지는 경향을 보였으나 그 차이는 미비하다.

이상의 결과는 Table 3의 EC의 결과와 유사한 경향을 보여주고 있다. 비록 3종의 무기양분만 분석하였으나 3개의 무기염함량의 결과로 유추해 보면 Ca는 실험처리별 간에 그다지 큰 함량의 변화를 보여주고 있지 않았으나, K 나 Mg는 상부로 갈수록 그리고 매트재배에서 그리고 심지수가 많을수록 높아지는 경향을 보인 결과로 보면 EC의 수치가 상부로 갈수록 높아지는 결과는 이러한 염의 상부로의 이동과 집적에 의한 것으로 사료된다. 하지만 C 형강에서의 EC가 매트에 비해 2-3배 높은 결과를 보였으나 K와 Mg의 함량은 오히려 매트에서가 높은 함량을 보여 이 밖의 다른 무기염의 함량을 전반적으로 모두 분석한 결과로 해석을 해야 옳을 것이라 생각된다. 또한 Ca의 함량이 K와 Mg에 비해 매우 높은 것으로 분석 시 나타났는데 이는 Ca의 토양내 이동성의 어려움에 인한 것이 아닌가 생각되나 추후의 보완 연구가 필요한 것으로 생각된다. 또한 이러한 양분의 분포도와 함량의 차이가 의한 pH의 변화가 그다

지 큰 영향을 받지 않은 것은 본 실험자가 분석하지 않은 모든 무기염에 대한 영향을 받아서 나타나 결과인 것으로 사료되어 지금 이 결과로는 어떠한 결론을 내리기에는 무리가 따르는 것으로 사료된다.

Table 4. Effects of 3 container types and wick numbers on the soil K contents in this experiment through 2 sub-irrigation methods.(unit : mg/g D.W.)

Irriga- tion	No. of wick	Container ²⁾											
		S			B			P					
		Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower			
		<i>T</i> ³⁾											
Cont.		14.00	8.66	6.39									
		<i>R</i>											
		9.94	8.66	9.72									
	4				14.69	8.51	7.42	17.45	14.20	10.79	20.34	14.42	13.43
Wick	8				22.93	15.00	11.29	23.67	13.84	9.69	16.50	12.48	8.78
	12				23.11	15.84	10.47	16.67	14.18	11.04	21.94	14.79	11.84
	4				21.02	12.25	9.71	22.70	11.50	8.21	11.17	8.26	7.96
Mat	8				22.12	13.20	11.84	32.25	16.43	11.08	12.44	9.31	9.25
	12				22.61	14.25	10.89	29.57	14.34	9.75	13.10	9.76	8.86

²⁾S ; Styrofoam box, B ; bulb box, P ; plastic box.

³⁾T ; Tosilee, R ; rock wool.

Table 5. Effects of 3 container types and wick numbers on the soil Mg contents in this experiment through 2 sub-irrigation methods.(unit : mg/g D.W.)

Irriga- tion	No. of wick	Container ²⁾											
		S			B			P					
		Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower			
		<i>T</i> ³⁾											
Cont.		22.06	13.79	13.98									
		<i>R</i>											
		15.04	13.79	15.14									
	4				17.07	14.16	13.82	15.93	14.41	15.54	20.54	17.11	16.42
Wick	8				16.16	17.49	16.44	18.05	17.49	16.80	20.14	15.47	12.20
	12				21.53	19.70	16.55	17.95	15.46	15.41	23.34	16.92	15.09
	4				23.38	15.28	12.42	20.16	11.46	9.40	14.75	10.38	11.41
Mat	8				25.80	14.95	13.80	30.35	15.62	12.20	16.60	11.97	11.38
	12				25.59	15.78	13.07	23.24	12.22	9.55	17.82	12.66	11.30

²⁾S ; Styrofoam box, B ; bulb box, P ; plastic box.

³⁾T ; Tosilee, R ; rock wool.

Table 6. Effects of 3 container types and wick numbers on the soil Ca contents in this experiment through 2 sub-irrigation methods.(unit : mg/g D.W.)

Irriga- tion	No. of wick	Container ²⁾											
		S			B			P					
		Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower			
		<i>T</i> ³⁾											
		38.00	29.72	38.87									
		<i>R</i>											
		34.27	29.72	34.47									
	4				28.24	30.17	21.13	24.67	22.45	25.10	33.34	34.08	37.07
Wick	8				33.28	30.39	34.85	28.33	28.28	33.82	31.81	32.53	36.32
	12				28.73	29.91	35.31	29.17	26.08	29.27	34.22	35.61	37.50
	4				37.50	36.87	35.62	37.38	32.17	31.38	33.06	31.20	34.41
Mat	8				42.96	37.69	39.71	39.93	39.89	39.72	34.68	39.20	32.93
	12				39.51	33.62	38.34	34.67	26.98	27.66	37.56	37.24	41.04

²⁾S ; Styrofoam box, B ; bulb box, P ; plastic box.

³⁾T ; Tosilee, R ; rock wool.

2) 'Bright' 식물생육조사

Table 7, 8, 9 는 Table 1, 2, 3, 4, 5, 6의 결과에서와 같이 관수방법, 심지수 그리고 용기별 처리구에서 'Red Valentine'을 재배한 토양의 이화학적 성질 및 무기양분의 함량 및 분포에 기인한 'Bright'의 생육을 조사한 결과이다.

Table 7, Photo 5와 6은 "Bright'의 초장, 신초장, 총가지수, 분지수, 경경, 엽장, 엽폭, 엽록소 함량 및 엽면적에 관한 결과이다. 초장은 락울에서 19.8cm로 가장 짧았으며 매트재배 플라스틱용기의 심지수 8개에서가 가장 길었다. 요인분석의 결과로는 관수방법별과 심지수는 초장에 전혀 영향을 미치지 않은 것으로 나타났으나, 용기종류별로는 고도의 유의성을 나타내었다. 용기에서는 스티로폼 용기에서가 전반적으로 초장이 균일하면서 관수 및 심지수의 영향을 받지 않은 것으로 나타났다. 신초장은 스티로폼박스 용기가 심지수가 많아질수록 두 관수처리에서 같은 경향으로 길어지는 경향을 보였으나 별브나 플라스틱에서는 일정한 경향이 없었다. 요인분석 따른 유의성은 어떤 처리에서도 나타나지 않아 신초장은 처리에 따른 영향을 전혀 받지 않은 것으로 사료된다. 총가지수도 대조구 및 모든 처리에서도 3-4개로 그다지 큰 유의성을 보이지 않았으나 용기에 따라 5% 차이 내에서 유의성을 보였다. 전반적으로 모든 처리에서 큰 결과의 큰 차이를 보이지 않고 가장 많은 가지수를 보인 용기는 스티로

폼용기이었다. 측지수는 매트재배 플라스틱박스 심지수 4개에서 5.8개로 가장 많았으며 매트재배 벌브박스 심지수 12개에서 가장 적은 2.5개를 보였다. 측지수 역시 처리에 따른 큰 차이를 보이지 않는 용기는 스티로폼이였으며, C 형강 재배에서가 매트재배에서 보다 많은 결과를 보였으나, 요인 분석에 따른 결과에서는 용기에 의한 영향을 가장 많이 받은 것으로 나타났다. 줄기의 직경은 대조구인 락울에서가 3.7mm로 가장 얇았으며, 매트재배 플라스틱 심지수 8개에서가 6.6mm로 가장 두꺼웠다. 관수별로는 매트재배가 C 형강보다 두터운 결과를 보였으며, 심지수에 따른 영향은 그다지 크게 나타나지 않았으며 용기별로는 두 관수처리 모두에서 플라스틱용기에서가 가장 두터운 결과를 보였다. 엽장은 대조구 및 모든 처리에서 3-4cm로 일정한 경향을 보였으며 관수방법에 따른 유의성은 없었으나 용기별 유의성은 0.001% 오차범위내에서의 고도의 유의성을 보여 엽장은 용기에 따라 생장의 차이가 큰 것으로 나타났다. 엽폭 역시 모든 처리구에서 2cm 내외의 결과를 보여 처리에 따른 큰 차이를 볼 수 없었으나 용기에 따른 유의성이 있음이 나타났다. 엽록소 함량은 모든 요인에 의한 고도의 유의성을 보였으며, 전반적으로 C 형강재배에서가 약 $3\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{fw}$ 정도로 고른 수치를 보였으나 매트재배에서는 2-4의 수치를 보여 일정한 경향을 보이지 않는 결과를 나타냈다. 엽면적은 관수 및 용기에 따른 높은 유의성을 보였으나 심지수에 처리로 인한 영향은 없었던 것으로 나타났다. 전체적으로 C 형강재배에서가 매트재배보다 넓은 면적을 나타내었으며, 스티로폼용기 재배에서가 두 관수처리에서 다른 용기에 비해 넓은 면적으로 보였다. 이상의 결과를 보면 각처리가 'Bright'의 생육에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 용기였으며 용기중에서도 스티로폼 용기에서 가장 양호한 생육결과를 보였으며, 아주 큰 차이는 아니지만 C 형강이 매트재배에 비해 성장량이 약간 좋은 것으로 나타났다.

Table 7. Effects of 3 container types and wick numbers on the growth in mini rose 'Bright' through 2 sub-irrigation methods.

Treatments			Height (cm)	Shoot length	No. of shoots	No. of lateral shoots	Shoot diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Chlo- rophyll contents (mgg ⁻¹ fw)	Leaf area (cm ²)	
Irriga- tion (A)	Con- tainer ²⁾ (B)	No. of wicks (C)										
Cont.	T		34.5	21.0	4.2	3.3	5.3	4.5	2.5	3.59	1,305	
	R		19.8	10.8	3.3	2.7	3.7	3.8	2.2	3.26	511	
Wick	S	4	34.2	13.5	4.7	4.8	5.3	4.5	2.4	3.64	1,460	
		8	35.4	10.7	4.1	5.2	5.2	4.5	2.5	3.99	1,596	
		12	33.5	15.2	3.8	4.5	4.8	4.6	2.5	2.62	1,326	
		4	34.3	14.2	3.8	4.2	4.8	4.2	2.4	3.31	1,165	
		8	30.4	15.5	4.3	3.8	5.5	3.8	2.1	3.39	1,163	
		12	34.8	10.2	3.8	3.7	5.1	4.1	2.3	3.87	1,173	
	P	4	33.3	11.3	3.3	3.3	5.1	4.6	2.4	3.94	1,238	
		8	33.8	16.2	3.7	4.2	4.8	4.4	2.5	3.11	1,236	
		12	32.7	14.5	3.8	5.2	5.3	4.4	2.4	3.83	1,328	
		B	4	33.2	11.2	4.7	4.5	5.1	4.3	2.3	4.20	1,178
			8	34.7	13.3	4.3	3.5	4.7	4.1	2.3	3.11	1,188
			12	34.8	14.8	4.7	4.7	6.3	4.7	2.6	3.10	1,253
Mat	B	4	31.5	7.8	3.8	3.8	4.4	4.1	2.3	3.12	895	
		8	28.7	11.5	4.2	4.2	4.5	4.3	2.6	2.82	1,043	
		12	27.3	15.3	4.2	2.5	5.0	3.9	2.3	3.28	8,21	
	P	4	32.8	13.8	3.8	5.8	6.1	4.2	2.3	3.18	1,193	
		8	36.3	11.2	4.1	4.7	6.6	4.2	2.3	3.52	1,355	
		12	33.8	10.2	3.7	4.7	5.8	4.2	2.3	4.26	1,185	
A			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	***	**	
B			***	ns	*	**	**	***	*	***	***	
A*B			**	ns	ns	**	**	ns	ns	***	ns	
C			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	***	ns	
A*C			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	***	ns	
B*C			*	ns	ns	ns	ns	**	ns	***	ns	
A*B*C			ns	*	ns	ns	*	**	*	***	ns	

²⁾ T ; Tosilee, R ; rock wool, S ; Styrofoam box, B ; bulb box, P ; plastic box.
ns,*,**,*** Nonsignificant or significant at P<0.05, 0.01 or 0,001 respectively.



Photo 5. Effects of 3 container types and wick numbers on the growth in mini rose 'Bright' through mat sub-irrigation methods.
 T: Tosilee, R; Rock wool, S; Styrofoam, B; Bulb, P; Plastic, 4, 8, 12; Wick number, M; Mat sub-irrigation.



Photo 6. Effects of 3 container types and wick numbers on the growth in mini rose 'Bright' through C channel sub-irrigation methods.
 T: Tosilee, R; Rock wool, S; Styrofoam, B; Bulb, P; Plastic, 4, 8, 12; Wick number, C; C channel sub-irrigation.

지상부 및 지하부 그리고 엽의 생체중과 건물중에 관한 결과는 다음과 같다. 지상부의 생체중 및 건물중은 C 형강재배에서가 매트재배 보다 약간의 차이로 무거운 결과를 보였고, 용기별로는 스티로폼에서가 C형강 및 매트재배모두에서 다른 용기에 비해 무거운 결과를 나타내었으며 심지수에 의한 차이는 뚜렷한 경향을 보이지 않았으며, 3가지 요인 중 용기처리가 지상부의 생체중 및 건물중에 가장 중요한 요인으로 나타났다(Table 8, Photo 5, 6). 또한 생체중과 건물중 비율은 C 형강 재배나 매트재배에서 플라스틱용기가 가장 높은 것으로 나타나 플라스틱 용기에서의 재배가 식물체내의 수분 함량이 가장 많았음을 반증하고 있다. 하지만 작물 생육도중 생리적 질병의 증상이 나타나지 않아 플라스틱용기 재배에서 다른 용기보다 많은 수분함량이 그다지 생육에 저해요인으로 작용한 것 같지는 않다. 지하부의 생체중과 건물중 역시 지상부와 같은 경향을 보였으며 이 역시도 C 형강에서의 재배가 매트재배보다 무거운 경향을 보였고, 용기별로는 스티로폼재배에서 가장 무거운 결과를 보였고, 심지 수에 따른 큰 편차는 볼 수가 없었다. 또한 생체중과 건물중 비율에서 플라스틱용기에서가 가장 높은 비율을 보여 플라스틱용기 에서의 재배가 많은 수분을 체내에 함유하게 하는 용기로 나타났다. 이상의 결과로 관수방법은 C형강에서, 용기는 스티로폼용기가 생육량에 좋은 영향을 미치는 것으로 나타났으나 심지 수는 거의 영향을 주지 않은 것으로 나타났다. 반면 유의성에 있어서 관수방법에서는 영향을 주지 않는 것으로 나타났으며 용기가 생육량에 있어 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 엽의 생육량에서도 C 형강에서가 매트보다 무거운 결과를 보였고 용기는 스티로폼용기에서가 가장 무거운 결과를 보였으나 심지 수는 거의 영향을 미치지 않았다.

Table 9는 화아수 및 화폭에 관한 결과이다. 화아수는 stage별로 나누어 조사를 하였다. 우선 stage를 1부터 6까지로 하였으며 화아수 조사는 꽃받침이 완전히 뒤로 젖혀진 상태를 3으로 하고 그 이전과 이후의 화아수를 조사하였다(Photo 7, 8). Stage 3이하의 수는 마지막 생육조사 당일에 한 것으로 개화소요일수를 반증하는 것으로 생각할 수도 있다. 가장 많은 것은 C 형강 스티로폼용기의 심지 수 8개에서가 6.83으로 가장 많았으며, 대조구인 락울재배에서 2.50개로 가장 작은 수를 보여 락울재배에서의 개화소요일수가 가장 짧았음을 간접적으로 알 수가 있었다. 대체적으로 C 형강에서가 많은 결과를 보였으며 용기별로는 C 형강재배에서는 스티로폼용기에서가 매트재배에서는 플라스틱재배에서가 많은 결과를 보였다. Stage 3이상의 화아수는 전체적으로 stage 3이하의 화아수와 반대의 경향을 보였다. 총화아수는 매트재배 플라스틱의 심지 수 12개에서가 가장 많았으며 락울재배에서가 5.17개로 가장 작았다. 요인별 분석으로 보면 관수방법과 심지 수에 따른 유의성은 없었으며 용기에 의한 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 화폭은 관수방법 및 용기 그리고 심지 수에 의한 전체적인 영향을 받은 것으로 나타났다. 대조구인 토경과 락울에서가 가장 넓었으며 매트재배 벌브용기의 심지 수 4개에서가 가장 좁았다(Photo 9).



Photo 7. Effects of 3 container types and wick numbers on the flower stage in mini rose 'Bright' through C channel and mat sub-irrigation methods.



Photo 8. Effects of 3 container types and wick numbers on the flower stage in mini rose 'Bright' through C channel and mat sub-irrigation methods.

Table 8. Effects of 3 container types and wick numbers on the growth in mini rose 'Bright' through 2 sub-irrigation methods.

Treatments			Shoot	Shoot	Shoot	Root	Root	Root	Total	Total	Leaves	
Irriga- tion	Con- tainer ²⁾	No. of wicks	fresh	dry	F/D	fresh	dry	F/D	leaves	leaves	F/D	
			weight (g)	weight (g)	ratio (%)	weight (g)	weight (g)	ratio (%)	fresh weight (g)	dry weight (g)	ratio (%)	
Cont.	T		9.58	2.02	21.0	5.40	0.93	17.2	13.05	3.60	27.6	
	R		3.08	0.75	24.3	3.27	0.73	22.5	5.12	1.95	38.1	
Wick	S	4	11.47	2.25	19.6	6.02	1.20	19.9	14.60	3.63	24.9	
		8	12.35	2.20	17.8	7.17	1.32	18.4	15.97	4.15	25.9	
		12	10.80	2.05	18.9	7.50	1.32	17.6	13.27	3.47	26.1	
	B	4	8.93	1.85	20.1	5.95	1.15	19.3	11.15	2.77	24.8	
		8	8.52	1.63	19.2	6.22	1.12	17.9	11.03	2.60	23.6	
		12	9.85	1.98	20.1	6.23	1.20	19.3	11.78	2.92	24.8	
	P	4	9.45	1.87	19.7	6.22	1.12	17.9	12.38	2.90	23.4	
		8	9.48	1.93	20.4	5.80	1.20	20.1	12.37	2.83	22.9	
		12	10.25	2.07	20.2	6.75	1.30	19.3	13.28	3.23	24.3	
	Mat	S	4	10.57	2.25	21.2	6.85	1.20	17.5	11.78	3.12	26.5
			8	10.58	2.22	20.9	7.08	1.27	17.9	11.88	3.27	27.5
			12	10.03	2.20	21.9	7.00	1.27	18.1	12.53	3.43	27.4
B		4	6.42	1.43	22.3	3.93	0.95	24.2	8.95	2.38	26.6	
		8	8.22	1.58	19.3	4.80	1.02	21.2	10.43	2.70	25.9	
		12	6.63	1.30	19.6	4.67	1.07	22.9	8.22	2.18	26.6	
P		4	9.50	2.12	22.3	6.17	1.33	21.6	11.93	3.20	26.8	
		8	10.98	2.47	22.5	6.28	1.25	19.9	13.55	3.57	26.3	
		12	9.93	2.30	23.2	7.10	1.25	17.6	11.85	3.28	27.7	
		A		ns	ns		ns	ns	**	ns		
		B		***	***		***	***	***	***		
		A*B		ns	*		**	*	ns	*		
	C		ns	ns		ns	ns	ns	ns			
	A*C		ns	ns		ns	ns	ns	ns			
	B*C		ns	ns		ns	ns	ns	ns			
	A*B*C		ns	ns		ns	ns	ns	ns			

²⁾ T ; Tosilee, R ; rock wool, S ; Styrofoam box, B ; bulb box, P ; plastic box.
 ns,*,**,*** Nonsignificant or significant at P<0.05, 0.01 or 0,001 respectively.

Table 9. Effects of 3 container types and wick numbers on the flower in mini rose 'Bright' through 2 sub-irrigation methods.

Irrigation	Treatments		No. of before stage 3 flowers	No. of after stage 3 flowers	No. of total flowers	Flower diameter (cm)	
	Container ²⁾	No. of wicks					
Cont.	T		5.33	4.83	10.17	4.78	
	R		2.50	2.67	5.17	4.78	
Wick	S	4	5.83	5.17	11.00	4.15	
		8	6.83	4.33	11.17	4.58	
		12	4.17	5.50	9.67	3.83	
		4	4.17	5.67	9.83	4.77	
		8	6.00	4.67	10.67	4.08	
		12	4.83	4.17	9.00	3.37	
	B	4	5.83	4.17	10.00	4.10	
		8	3.83	6.17	10.00	4.45	
		12	5.33	6.00	11.33	3.60	
		P	4	3.17	5.17	8.33	3.83
			8	4.67	5.83	10.50	4.27
			12	5.33	5.50	10.83	4.70
4	4.33		4.17	8.50	3.30		
8	4.50		3.33	7.83	4.03		
12	5.83		6.83	12.67	4.22		
Mat	B	4	5.50	4.67	10.17	4.67	
		8	5.50	6.33	11.83	4.27	
		12	5.83	6.83	12.67	4.22	
	P	4	5.50	6.33	11.83	4.27	
		8	5.50	6.33	11.83	4.27	
		12	5.83	6.83	12.67	4.22	
	A		ns	ns	ns	*	
	B		ns	*	**	***	
	A*B		ns	ns	*	***	
	C		ns	ns	ns	***	
	A*C		ns	ns	ns	***	
	B*C		ns	ns	ns	***	
	A*B*C		ns	ns	ns	***	

²⁾ T ; Tosilee, R ; rock wool, S ; Styrofoam box, B ; bulb box, P ; plastic box.
 ns,*,**,*** Nonsignificant or significant at P<0.05, 0.01 or 0,001 respectively.



Photo 9. Effects of 3 container types and wick numbers on the flower diameter in mini rose 'Bright' through C channel sub-irrigation methods.

T: Tosilee, R; Rock wool, S; Styrofoam, B; Bulb, P; Plastic,
4, 8, 12; Wick number, C; C channel sub-irrigation

3. C-형강 심지재배를 이용한 용기재배의 작부체계 확립

가. 서언

국내 화훼류의 생산재배 시스템의 일정부분이 양액재배로 이루어지고 있는 시점에 또 다른 환경문제가 대두되고 있다. 대부분의 화훼류의 양액재배는 외국에서 수입되고 있는 락울을 사용하고 있는 실정이다. 지금까지 절화장미의 생산체계는 토경과 암면재배가 주를 이루고 있다. 이 체계 모두 양액의 비 순환식 방법을 이용하여 국내의 주요 절화장미라든지 화훼류 생산단지의 지하수는 많은 오염원에 노출되어 거의 그

기능을 상실하고 있는 실정이다. 또한 작업의 편의성으로 인한 락울의 편중된 사용은 또 다른 문제를 야기 시키고 있는데 그중의 하나가 바로 폐 락울의 처리방식이다. 이에 대한 연구는 정(2000)의 락울의 처리방안에 대한 연구이외에 거의 전무한 실정이다. 또한 최근의 방송보도에 의하면 양액재배의 환경에 대한 악영향으로 지하수 전체의 오염으로 인한 식수공급의 어려움과 차후 원예산업의 어려움 등의 보도이후 새로운 양액재배시스템의 개발이 절대적으로 시급함을 산·학·연 모두가 절실하게 느끼고 있는 실정이다. 이러한 이유로 최근에 와서는 일부분이기는 하지만 농가에 수돗물을 사용하고자 하는 시스템으로 재배온실에 수도계량기를 장착하는 사례도 발생하고 있다. 이러한 현실의 대처 방안으로 최근에 대두되고 있는 재배시스템의 한 방법이 저면급수 시스템에 양액을 혼입하여 재배하는 Fertigation 방법이다. 이 방법은 양액의 배액이 전혀 일어나지 않고 물 공급의 안정화 및 일관적인 관리 등 여러 가지 장점을 지니고 있다. 하지만 기존의 락울재배에 적당한 저면관비재배시스템의 개발이 이루어지지 않았고 또한 저면관비재배에 대한 락울의 적응성에 대한 연구는 거의 전무한 상태이다. 하지만 국내의 분화재배시스템은 이미 저면관비재배방식을 도입하여 사용하고 있지만 환경에 전혀 영향을 미치는 않는 재배방식임이 연구결과 밝혀지고 있다. 이러한 분화재배시스템의 방법으로 절화의 생산을 유도하기 위해서는 분화재배시스템하의 락울의 효과와 기존의 분화시스템의 방식을 이용한 관비재배의 새로운 형태를 연구해야할 필요성이 있다. 따라서 본 연구는 락울의 저면 관비재배시스템하에서의 생산과 기존의 분화시스템에 사용되고 있는 분화용토를 이용한 락울의 대체방안과 분화용토를 이용한 절화장미의 생산시 어떠한 방식의 용기사용이 가장 적당한지를 구명하기 위하여 수행하였다.

나. 재료 및 방법

본 실험에 사용된 장미는 2003년 2월 27일 경남 김해에 소재한 태양농원에서 절화용 장미 'Vital' 삽목묘를 사용 하였다. 구입 후 온실에서 양액(가토) 1배액으로 1주일간 관리 후 3월 8일 정식을 실시하였다. 재배 용기로서 스티로폼 용기(360×280×180)를 이용하였으며 관수 방법으로 저면 심지관수를 하기 위하여 용기의 아랫부분에 심지를 꽂을 수 있게 지름 2mm의 구멍을 뚫은 후 15cm길이의 심지를 각 용기마다 4개씩 삽입하였으며, 원활한 양액 공급을 위해 2개씩 2줄을 위치 시켰다. 배지는 육묘용 인공상토(무비토실이, (주)신안그로)를 사용하였다. 재식 간격은 일반 농가에서 이용되어지는 간격과 동일시하여 10cm를 유지하여 각 용기마다 3주씩 식재 하였으며, 락울 슬래브의 식재는 스티로폼 용기재배와 동일하게 심지를 4개씩 꽂았으며 재식간격을 동일시하기 위해 각 슬래브 당 4주의 식재를 하였다.

재배방법으로는 C형강과 매트를 이용한 재배를 하였다. C형강에 스티로폼 용기의

위치는 안정된 고정을 위해 C형강 2줄을 이용하여 스티로폼 용기의 심지가 형강 내에 위치할 수 있도록 하였으며 양액의 관리는 적정 수위 이하가 되었을 때 공급을 하였고 락울 슬래브는 C형강 1줄에 올려서 재배 하였다(Photo. 1.). 매트재배의 경우 스티로폼 용기와 락울 슬래브를 직접 올려서 재배 하였다. 양액의 관리는 수위 조절 계를 설치하여 자동적으로 적정의 수위가 유지 가능하도록 하였다(Photo. 2.).

양액의 조제는 일본 가토 양액 조성(Table 1.)을 근거로 500L의 탱크에 물을 채운 후 각각의 농도별 탱크에 1배액과 1/2배액, 1/4배액을 조제 후 공급하였다. 절화장미의 재배방식은 arching 법을 사용하였으며, 처리구는 반복당 3주씩 하여 3반복 실시하였다. 온실 내 환경은 3월 초순경 생육이하의 온도로 낮아지는 것을 방지하기 위하여 온실내의 야간 온도를 16℃이상으로 유지 하였고, 여름철 고온기에는 천창과 측창을 동시에 개폐하여 온실 내 온도를 35℃이하로 유지 관리 하였다. 병충해의 방제는 월 1회 이상 실시하였으며 기타 관리에 있어서는 관행적인 재배방법을 따랐다.



Photo. 1. The site of inserted wick into styrofoam(left) and rockwool(right).

Table 1. The chemical composition of Katto nutrient solution for cut rose in this experiments.

	mg/L	100% g/500L	50% g/500L	25% g/500L
Macro- nutrient	Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	767.5	383.75	191.88
	NH ₄ NO ₃	160.1	80.05	40.03
	KNO ₃	252.8	126.4	63.2
	KH ₂ PO ₄	163.3	81.65	40.83
	K ₂ SO ₄	69.7	34.85	17.43
	MgSO ₄ · 7H ₂ O	246.5	123.25	61.63
Micro- nutrient	Fe-EDTA 13%	15	7.5	3.75
	MnSO ₄ · 4H ₂ O	2.1	1.05	0.53
	ZnSO ₄ · 7H ₂ O	0.9	0.45	0.23
	H ₃ BO ₃	1.4	0.7	0.35
	CuSO ₄ · 5H ₂ O	0.2	0.1	0.05
	Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	0.12	0.06	0.03



Photo. 2. The growing system of this experiment. Upper left : Styrofoam on the C-channel. Upper right : Rockwool on the C-channel. Bottom : Styrofoam box and rockwool on the mat.

절화의 수확은 개화단계를 꽃봉오리 상태에서부터 만개상태까지를 총 5단계로 구분하여 수확 시기를 2단계를 기준으로 적용하여 매일 수확을 하였으며(사진. 1.), 조사 항목으로서는 절화장, 경경, 생체중, 건물중, 개화소요일수, 절화엽수를 조사하였다. 장미 절화의 수확은 총 3시기에 걸쳐 수확을 하였는데 5월, 7월, 9월에 각각 수확하여 조사하였다.

엽록소 측정은 간이 Chlorophyll Meter(SPAD-502, Minolta Ltd. Japan)를 이용하여 10반복의 평균값을 이용하였으며 엽록소 형광측정은 Portable chlorophyll fluorometer(Model : Fam-2100, Heinz Walz GmbH, Germany.)를 이용하여 10반복 측정의 평균값을 이용하였다.

무기성분의 분석은 T-N은 Kjeldahl방법(Pieterzyk and Frank, 1979)을 이용하였다. 전처리로 건물 0.2g을 농황산(98%) 7mL과 촉매제(K₂SO₄ 3.5g, Se 3.5g)를 첨가하여 Hot plate를 이용하여 380°C로 80분간 서서히 가열한 시료를 킬달분석기(2300 Kjeldahl analyzer, FOSS)를 이용하여 분석하였다. P, K, Ca, Mg의 분석은 유도결합플라즈마분광계(ICP spectrometer, TJA Atomscan25, USA)를 이용하였으며 전처리는 H₂SO₄ : H₂O : HClO₄ = 2 : 5 : 9(V : V : V)를 15mL 첨가하여 Hot plate로 380°C의 온도로 110분간 서서히 가열하여 분해한 후 80°C로 가열된 100mL의 증류수로 용해하여 분석에 이용하였다.

절화수명은 채화시기가 동일한 개체 내에서 선발 하여 조사항목의 평균에 부합하는 개체를 이용하였다. 식물생육환경조절장치(Plant growth chamber, model:KGC-175V, KOENCON, Korea)를 이용하여 절화 수명을 조사하였으며 조사개체는 200mL 메스실린더를 이용하여 200mL의 증류수를 채운 후 최상부의 3출엽 1매만 남기고 45cm 길이로 수중 재절단 하여 5월의 봄철 수확은 18°C의 온도에 습도는 70%, 광 16h/day의 조건으로 하였고, 9월 수확한 개체는 온도와 습도를 유통온도와 비슷한 25°C의 습도 80%, 광 16h/day로 유지 하였다. 시기별 광량은 두 번의 처리 모두 200µmol/m²/s(DRM-FQ, Spectrum Technologies Inc.)였다.

토양의 pH, EC는 5g의 시료에 1:10(W:V)비율로 shaking 시킨 후 pH, EC를 조사하였고, 수분함량은 (FW-DW)/DW로 상대 수분함량을 구하였으며 각 반복의 평균치를 결과에 이용하였다. 모든 처리구의 건물은 Dry oven을 이용하여 80°C/72h 건조 후 사용하였다.

본 연구 결과의 생산성분석을 위하여 현재 'Vital' 재배생산하고 일본으로 수출하는 재배농가(경남 김해 대동면 태양장미원 영농일지를 참고하여 비교분석하였다. 현재 태양장미원은 1만평에 20만주를 식재하여 재배하고, 평당 20주를 식재하고 있으며 연간 평당 370-400본 정도를 수확하고 있다. 본 연구의 경제성 분석은 이를 근거로 평당 생산량을 계상하였고 연간 생산량을 추정 계산하여 보고하고자 한다.

다. 결과 및 고찰

재배방식과 양액의 농도 및 배지종류에 따른 절화의 생육의 결과는 Table 2, 3, 그리고 4와 같다. 절화는 연구기간 중 3회 실시하였으며 5월, 7월, 9월에 각각 절화장, 경경, 생체중 및 건물중 그리고 엽수와 주당 절화수를 조사하였다. 5월에 채화한 절화의 생육은 Table 2와 같다. 절화장은 C형강에서가 매트에 비해 긴 결과를 보여 제일 높은 유의차를 보여 재배방식에 따른 절화장의 차이가 나타남을 볼 수 가 있었다. 양액의 농도별 처리에서는 C형강에서는 농도에 따른 차이가 거의 없었으나 mat 처리에서는 농도가 높을수록 절화장이 길어짐을 볼 수가 있어 재배방식에 따른 양액의 농도별 효과가 있었음을 알 수 있었다. 배지에 따른 효과는 C형강이나 mat 처리 모두에서 락올보다는 분화용상토인 인공상토에서의 효과가 매우 좋았음을 볼 수 있었다. 재배방식에 관계없이 인공상토가 훨씬 효과적임을 보였는데 이는 김(1996)이 보고한 락올의 단점인 완충능의 부족으로 인한 생육의 저하 현상이 아닌가 사료된다. 따라서 인공상토가 락올 대용으로의 배지로 충분한 이용가치가 있음을 알 수 있어 앞으로 새로운 저면관비시스템을 이용한 절화장미의 재배시 인공상토를 사용하는 것이 가능함을 알 수 있었다. 경경은 C형강의 1배액 인공상토에서가 8.10mm로 가장 굵었다. 경경 역시 절화장과 비슷한 경향의 결과를 보였으며 mat 재배의 1/4배 용액에서 인공상토나 락올 모두에서 가장 얇은 결과를 보였다. C형강재배가 mat재배보다 굵은 결과를 나타냈으며, 양액의 농도가 높을수록 굵어졌으며 인공상토에서가 락올보다 굵었다. 절화의 생체중 역시 C형강이 mat보다 무거웠으며, 양액의 농도가 높을수록, 또한, 락올보다 인공상토에서 더 무거운 결과를 보였는데 이는 락올보다는 인공상토의 수분보유력이 높은 본 연구의 결과(Table 13)에서 야기된 것으로 사료된다. 건물중은 재배방식, 양액의 농도, 그리고 배지의 종류에 따라 높은 유의성을 보였는데 이로서 C형강의 1배액농도 그리고 인공상토가 절화의 생육에 매우 효과적임을 알 수 있었다. 엽수는 실험결과 생육이 가장 좋은 C형강의 1배액에서 배지의 종류에 관계없이 같은 수를 나타냈으나 다른 처리에서는 C형강에서, 양액농도가 높을수록 인공상토의 처리구가 다른 처리에 비해 많은 잎수를 나타내었다. 채화수는 C형강의 1/2배액의 양액처리의 인공상토에서 주당 1.9로 가장 많이 채화되어 초기수확에서는 가장 좋은 처리구로 나타났다. 이 처리구에서의 절화장은 생육이 가장 좋게 나타난 C형강 1배양액의 인공상토처리구의 절화장보다 약간 길게 나타나 5월 초기 채화의 가장 양호한 처리구는 C형강 양액1/2배 처리구의 인공상토로 밝혀졌다.

Table 2. The effects of growing system, nutrient strength, and medium on the growth of cut rose 'Vital' at May.

Treatment			Cut flower	Stem	Fresh	Dry	Total No.	No. of cut
SYS ^z	NSS ^y	MED ^x	length	diameter	weight	weight	of leaves	(EA/plant)
(A)	(B)	(C)	(cm)	(mm)	(g)	(g)		
C	1	S	73.1	8.10	44.8	11.1	65.6	1.5
		R	65.1	6.70	37.9	9.8	65.5	1.0
	2	S	73.4	6.81	39.7	10.4	64.0	1.9
		R	59.3	6.35	25.9	7.6	59.9	1.1
	4	S	74.6	6.88	39.8	11.0	66.1	1.4
		R	61.9	6.15	26.4	7.8	60.1	0.7
M	1	S	73.0	7.13	38.3	10.6	72.1	1.0
		R	46.0	5.95	29.8	7.8	63.5	0.3
	2	S	60.0	6.18	26.1	7.3	55.5	1.1
		R	-	-	-	-	-	-
	4	S	56.7	5.95	21.7	6.5	55.8	1.1
		R	52.7	5.40	18.2	5.2	46.0	0.2
A			*** ^w	**	***	***	*	***
B			ns	*	***	**	**	ns
A*B			ns	ns	ns	ns	*	ns
C			***	*	***	**	ns	*
A*C			**	ns	**	ns	ns	**
B*C			ns	ns	ns	ns	ns	ns
A*B*C			**	ns	ns	ns	ns	*

^zSYS ; growing system, C;channel, M;mat.

^yNSS ; nutrients solution strength, 1;100%, 2;50%, 4;25%.

^xMED ; medium, S;styrofoam box, R;rockwool.

^wns,*,**,*** nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01, 0.001 level, respectively.

7월 수확의 절화생육결과는 Table 3과 같다. 절화장의 길이는 5월과 매우 다른 결과를 보였다. 재배방식으로는 C 형강처리구가 mat 처리에 비해 양액농도나 배지종류에 관계없이 초장이 길었다. 양액처리결과는 C 형강 인공상토에서는 농도가 높아질수록 길어지는 경향을 보였으나 락울에서는 1/4배액이 1/2배액에 비해 더 길어지는 결과를 보였다. 매트재배에서는 락울에서 1/2배액이 가장 긴 결과를 보여 C 형강에서의 결과와는 상이하였다. 가장 짧은 결과는 mat의 1/4배액에서 인공상토나 락울 모두에서 나타났다. 이는 락울에서의 재배시지속적인 관비의 결과 락울에서의 양액보유율이 조금씩 높아지면서 나타나는 결과로 보이며 1배액에서 초장이 농도가 낮은 다른 처리구보다 초장이 짧아지는 경향은 양액의 축적으로 인한 장애의 결과로 사료된다. 하지만 인공상토에서는 5월과 같은 결과의 경향을 보이는 것은 인공상토의 완충능의 기능이 제대로 작용하는 것으로 사료된다. 경경은 5월과 비슷한 결과를 보이고 있다. C 형강 1배액 인공상토 처리구에서 가장 굵은 결과를 보였으며 mat 재배의 1/4배액 인공상토구에서 가장 얇은 결과를 나타내었다. 경경은 재배방식과 배지에 따른 유의성이 나타나지 않았으며 양액의 농도에 따른 유의성이 있어 5월 7월의 결과로 보아 경경의 굵기는 양액의 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 생체중과 건물중은 5월에 비

해 전반적으로 가벼운 결과를 보였으며 이 또한 재배방식이나 배지의 영향을 받지 않고 양액의 농도에 따른 차이만을 나타내었다. 생체중의 변화는 절화장의 길이 결과와 같은 경향으로 차이를 보였으며 락울의 양액농도의 변화 따른 차이가 나타났다. 3 출엽과 5 출엽 그리고 7 출엽의 엽수별 조사는 5 출엽이 가장 많이 나타났으며, 엽수는 소엽수와 관계없이 전반적으로 C 형강에서가 mat에 비해 많은 경향을 보였다. 하지만 7 출엽의 재배방식과 양액의 농도에 따른 유의성의 차이 외에 다른 3 출엽과 5 출엽의 수는 엽수의 차이는 있지만 모든 처리구에서 유의성이 없는 것으로 나타나 엽수의 출현은 모든 처리에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 5월 1차 절화 수확 후 2차 채화에 필요한 개화소요일 수는 26일에서 29일로 나타났으나 재배방식이나 배지에 따른 유의성은 보이지 않았으나 양액의 농도에 따라 5%의 유의성이 나타났다. 주당 절화수는 5월과 다르게 제일 많이 채화된 수는 1.4개 평균 주당 0.5개가 적어지는 결과를 보였다. 5월의 결과에서는 재배방식에서의 유의성이 매우 높게 나타나고 양액의 농도는 유의성이 없는 것으로 나타난 반면 7월에서는 양액의 농도가 매우 큰 유의성을 보이는 요인이 되었으며, 재배방식은 5%의 적은 유의성을 보여 시기별 채화수에 영향을 주는 요인이 달라짐을 볼 수 있었다.

Table 3. The effects of growing system, nutrient strength, and medium on the growth of cut rose 'Vital' at July.

Treatment	Cut flower length (cm)		Stem dim (mm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	No. of leaf			Days to flowering (day)	No. of cut (EA/plant)	
	SYS ^z	NSS ^y				MED ^x	3LE ^w	5LE			7LE
(A)	(B)	(C)									
C	1	S	72.8	7.46	37.0	10.0	4.3	9.4	1.7	28.2	1.1
		R	55.4	5.51	20.8	6.2	3.3	7.6	1.1	28.5	1.4
	2	S	68.2	6.81	35.1	9.4	3.4	9.9	1.0	27.8	1.0
		R	57.0	6.28	21.2	6.4	3.6	8.3	2.5	28.0	0.5
M	4	S	57.4	5.46	22.6	6.2	4.4	7.3	0.1	27.0	0.2
		R	65.7	5.88	26.0	8.2	4.0	10.6	0.8	29.1	0.3
	1	S	59.0	5.78	21.9	6.2	3.3	8.5	0.9	28.9	1.4
		R	58.2	5.64	23.2	6.6	4.0	10.2	0.6	29.3	0.7
	2	S	65.2	6.61	29.5	8.2	3.3	9.8	1.2	27.4	0.7
		R	65.6	6.53	36.1	10.7	4.2	11.1	0.6	28.0	0.4
	4	S	41.2	4.73	14.4	4.3	2.7	6.9	0.0	26.4	0.2
		R	46.9	5.00	14.1	4.1	5.1	8.0	0.0	28.6	0.3
A			*	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	*
B			**	**	**	*	ns	ns	**	*	***
A*B			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
A*C			ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
B*C			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A*B*C			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

^zSYS ; growing system, C;channel, M;mat.

^yNSS ; nutrients solution strength, 1;100%, 2;50%, 4;25%.

^xMED ; medium, S;styrofoam box, R;rockwool.

^wLE ; leaf emergence.

^vns,*,**,*** nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01, 0.001 level, respectively.

Table 4는 제 3회 차 채화를 한 9월의 결과이다. 절화장은 5월의 결과와 같이 C형 강이 mat 재배에서보다 더 긴 결과를 보였다. 양액의 농도와 배지의 종류는 길이에 그다지 큰 유의성을 보이지는 않았으나, mat의 락울재배는 양액의 농도에 따라 일정한 유의성을 보이지 않았다. 하지만 전반적으로 인공상토에서의 재배가 락울에 비해 5월과 7월의 결과와 비슷하지만 매우 큰 차이로 길이가 길어지는 결과를 보였다. Mat의 1배액 락울에서가 15.7cm로 나타나 절화로서의 가치를 보이지 않는 결과를 보였다. 이로서 3회 채화의 결과 절화장미 'Vital'의 절화재배에 있어 C형강재배방식과 1배액의 양액농도 및 인공상토에서의 재배가 가장 적합한 것으로 나타났다. 경경은 재배방식과 양액의 농도처리 따라 약간의 유의성이 있는 것으로 나타났다. 경경역시 C형강에서가 mat보다 두꺼운 결과를 보였으며, 인공상토에서가 락울에 비해 두꺼운 결과를 보였다. 경경은 3차의 실험결과 양액농도에 의한 영향을 가장 많이 받는 것으로 나타났다. 생체중은 5월에서가 가장 무거운 결과를 보였으며 7월이 그다음 그리고 9월이 대체적으로 가장 가벼운 결과를 보였다. 처리별 경향은 역시 절화장과

비슷한 결과를 보였으며 재배방식과 양액의 농도가 가장 많은 영향을 주는 것으로 나타났다. 3차의 채화에 따른 결과를 보면 C 형강이 mat에 비해 절화장이 길었으며, 양액의 농도는 1배액이 1/2과 1/4배보다 생육이 좋은 결과를 보였으며, 인공상토가 락울에 비해 모든 처리구에서 좋은 생육의 결과를 나타내었다. 종합적으로 C형강의 1배액 인공상토가 절화장이나 채화수에서 가장 좋은 결과를 보여 저면관비 재배시스템을 통한 절화장비의 재배방식으로는 락울보다는 인공상토에서의 재배가 더 좋았으며 양액의 농도는 1배 원액의 농도를 사용하는 것이 제일 좋은 것으로 나타났다.

Table 4. The effects of growing system, nutrient strength, and medium on the growth of cut rose 'Vital' at September.

Treatment	Cut flower length (cm)		Stem dim (mm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	No. of leaf			Days to flowering (day)	No. of cut (EA/plant)		
	(A)	(B)				(C)	3LE ^w	5LE			7LE	
C	1	S	69.8	6.39	28.7	7.6	3.3	11.6	1.1	32.1	1.7	
		R	67.3	5.97	28.2	8.0	3.6	11.1	1.5	32.4	1.4	
	2	S	72.1	6.81	34.6	8.7	3.2	11.6	1.1	30.7	2.0	
		R	64.4	6.79	30.7	8.0	3.5	11.3	1.1	30.9	1.2	
	4	S	66.2	6.09	24.9	6.8	3.6	10.5	0.7	31.8	1.2	
		R	56.1	5.22	17.2	4.7	3.6	9.8	0.1	34.3	0.5	
	M	1	S	55.7	5.80	19.4	5.3	3.3	11.1	0.4	33.5	0.9
			R	15.7	1.60	5.3	1.6	1.1	2.8	0.1	10.8	0.1
2		S	59.4	6.24	24.2	6.8	3.7	11.5	0.7	31.9	0.9	
		R	36.1	3.56	13.4	3.8	2.2	8.0	0.0	22.0	0.5	
4		S	56.9	5.75	21.0	5.7	3.9	10.0	0.6	33.2	0.7	
		R	34.5	3.02	9.3	3.1	2.8	7.0	0.0	26.0	0.2	
A			*** ^v	**	***	**	ns	ns	*	**	ns	
B			ns	*	**	*	ns	*	ns	**	ns	
A*B		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		
C		ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns		
A*C		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		
B*C		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns		
A*B*C		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		

^zSYS ; growing system, C;channel, M;mat.

^yNSS ; nutrients solution strength, 1;100%, 2;50%, 4;25%.

^xMED ; medium, S;styrofoam box, R;rockwool.

^wLE ; leaf emergence.

^vns,*,**,*** nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01, 0.001 level, respectively.

지하부 생체중생육 역시 C 형강에서가 mat보다 좋은 결과를 보였으며, 양액의 농도 별로는 C형강에서는 2배액에서가 가장 가벼웠으나 mat에서는 제일 무거웠다(Table 5). 그러나 지하부의 생체중은 재배방식과 양액의 농도에 따른 유의성은 없었으나 배지에 따른 유의성이 매우 높아 배지종류가 지하부의 생육에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 결과를 보면 인공상토가 락울에 비해 전 처리구에서 더 좋은 결과를 보

여 지하부에서도 인공상토가 효과적임을 알 수 있었다. 건물중 역시 생체중과 비슷한 결과를 보였으나 C 형강의 1/4배 양액처리구의 인공상토에서의 건물중이 가장 무거워 생체중이 가장 무거운 C형강 1배액의 인공상토처리구보다 무거워 처리별 체내 수분함량의 차이가 있음을 간접적으로 보여주고 있다. 근장은 모든 처리구에서 유의성이 없는 것으로 나타났다.

Table 5. The effects of growing system, nutrient strength, and medium on the root growth of cut rose 'Vital' at May.

Treatment			Root fresh weight (g)	Root dry weight (g)	Root water content (FW/DW)	Root length (cm)	
SYS ^z	NSS ^y	MED ^x					
(A)	(B)	(C)					
C	1	S	52.4	8.8	4.9	26.5	
		R	22.1	4.8	3.5	18.8	
	2	S	29.7	7.0	3.4	28.3	
		R	23.0	5.3	3.4	24.3	
	4	S	44.6	11.6	2.9	26.6	
		R	27.4	8.7	2.2	31.7	
	M	1	S	25.1	5.8	3.5	23.5
			R	18.0	4.2	3.3	32.3
2		S	41.2	9.1	3.4	31.1	
		R	32.8	8.0	3.1	28.5	
4		S	27.2	7.4	2.7	26.8	
		R	9.5	3.1	3.1	29.8	
A			ns ^w	ns	*	ns	
B			ns	ns	***	ns	
A*B			*	*	ns	ns	
C			**	*	**	ns	
A*C			ns	ns	ns	ns	
B*C			ns	ns	ns	ns	
A*B*C			ns	ns	ns	ns	

^zSYS ; growing system, C;channel, M;mat.

^yNSS ; nutrients solution strength, 1;100%, 2;50%, 4;25%.

^xMED ; medium, S;styrofoam box, R;rockwool.

^wns,*,**,*** nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01, 0.001 level, respectively.

간이 엽록소 측정기인 SPAD를 이용한 엽내의 엽록소 함량의 결과를 보면 광합성을 하여 양분을 공급하는 절곡지엽과 채화에 이용되는 절화에서의 엽록소함량에 영향을 미치는 요인이 다르다는 것이 나타났다(Table 6).

Table 6. The effects of growing system, nutrient strength, and medium on the chlorophyll contents of cut rose 'Vital' at May by using SPAD.

Treatment			Chlorophyll contents		
SYS ^z	NSS ^y	MED ^x	Shoot	Arching	
(A)	(B)	(C)			
C	1	S	48.6	48.0	
		R	42.3	50.2	
	2	S	41.9	45.2	
		R	42.9	46.4	
	4	S	37.7	39.2	
		R	38.3	41.1	
	M	1	S	42.5	50.6
			R	46.1	50.2
2		S	42.7	52.1	
		R	48.7	44.6	
4		S	37.7	41.3	
		R	35.8	38.7	
		A		ns ^w	**
		B		***	***
	A*B		***	*	
	C		ns	*	
	A*C		***	***	
	B*C		***	***	
	A*B*C		***	**	

^zSYS ; growing system, C;channel, M;mat.

^yNSS ; nutrients solution strength, 1;100%, 2;50%, 4;25%.

^xMED ; medium, S;styrofoam box, R;rockwool.

^wns,*,**,*** nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$, 0.01, 0.001 level, respectively.

채화지 엽의 엽록소함량은 재배방식과 양분의 농도 및 배지의 영향을 모두 받는 데, 그 중에서도 양분의 농도에 대한 영향을 장 많이 받는 것으로 나타났다. 하지만 절곡 지엽은 재배방식과 배지에 의한 유의성은 없으나 양액의 농도에 따른 유의성이 매우 높은 것으로 나타났다. 또한 엽록소 형광측정기를 이용한 엽록소의 활력에 대한 결과를 보면 C 형강의 1/2배액의 양액처리와 인공상토의 처리구에서 0.52로 가장 활력이 높은 것으로 나타났으며, mat의 1/4배액 락울재배에서 0.17로 가장 낮았으며 C형강의 1/2배액 인공상토 처리구가 생리활성이 가장 높았다(Table 7). 이러한 결과는 절화의 생육조사결과에서 가장 좋은 구와 일치하는 결과를 나타냈다.

Table 7. The effects of growing system, nutrient strength, and medium on the chlorophyll fluorescence of cut rose 'Vital'

Treatment			F ₀	F _{max}	F _v /F _{max}	qP	qNP	
SYS ^z (A)	NSS ^y (B)	MED ^x (C)						
C	1	S	0.62	1.06	0.39	0.65	0.38	
		R	0.54	1.14	0.50	0.71	0.40	
	2	S	0.47	1.02	0.52	0.85	0.15	
		R	1.03	1.33	0.19	0.22	0.52	
	4	S	0.74	1.01	0.22	0.33	0.64	
		R	0.78	1.04	0.20	0.27	0.60	
M	1	S	0.75	1.07	0.26	0.34	0.59	
		R	0.75	1.05	0.24	0.35	0.61	
	2	S	0.73	1.04	0.26	0.36	0.60	
		R	0.69	1.01	0.27	0.39	0.61	
	4	S	0.74	1.03	0.24	0.33	0.59	
		R	0.70	0.90	0.17	0.18	0.52	
	A			ns ^w	ns	***	***	***
	B			ns	ns	***	***	*
	A*B			ns	ns	**	*	***
	C			ns	ns	*	*	ns
	A*C			*	ns	ns	ns	ns
	B*C			*	ns	**	*	*
A*B*C			*	ns	*	**	ns	

^zSYS ; growing system, C;channel, M;mat.

^yNSS ; nutrients solution strength, 1;100%, 2;50%, 4;25%.

^xMED ; medium, S;styrofoam box, R;rockwool.

^wns,*,**,*** nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01, 0.001 level, respectively.

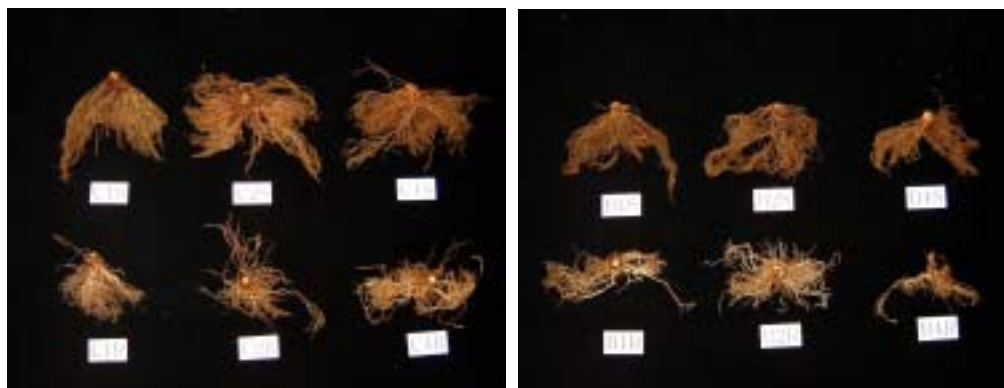


Photo. 3. The effects of growing system, nutrient strength, and medium on the root growth of cut rose 'Vital'.

C : C-channel, B : mat, 1 : 100% nutrients solution strength ;
2 : 50% ; 4 : 25%, S : styrofoam box, R : Rockwool.

Table 8, 9 그리고 10은 채화기인 5, 7 그리고 9월의 절화지에 함유된 무기양분의 함량을 나타낸 표이다. 5월 절화지의 N의 함량은 양액의 농도가 높아질수록 많아지는 경향을 보였으며 C 형강에서는 인공상토에서 mat 재배에서는 락울에서 함량이 많아지는 경향을 보였으나 유의성은 없는 것으로 나타났다(Table 8). P 함량역시 재배방식과 양액의 농도에 많은 영향을 받는 것으로 나타났으나 배지의 종류에는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 하지만 K 와 Ca 그리고 Mg는 재배방식에는 영향을 받지 않는 것으로 나타났지만 K는 주로 인공상토에서 Ca와 Mg는 락울재배에서 많은 함량을 보였다. K와 Mg는 양액의 농도에 영향을 받지만 Ca는 양액의 농도에 따른 영향은 없는 것으로 나타났다.

7월의 결과는 5월과 달리 N에 있어서는 양액의 농도에만 영향을 받지만 재배방식과 배지에 따른 영향을 받지 않는 것으로 나타났고, C 형강에서의 재배가 mat 재배보다 더 많은 함량을 보였다(Table 9). 전반적으로 5월에 비해 모든 처리구에서 함량이 적어지는 결과를 보였다. P의 함량은 C 형강보다 mat 재배에서가 높은 함량을 보였으며 양액의 농도가 높아짐에 따라 함량이 증가하는 경향을 보였으며 대체적으로 인공상토에서가 락울보다 높은 결과를 보였으나 유의성은 없었다. K와 Ca 그리고 Mg는 5월에 재배방식에 의한 유의성이 없었으나 7월에는 고도의 유의성을 보여 재배시기에 따른 양분 흡수의 변화를 보여주고 있어 시기별 양액의 공급을 조절해 줄 필요성이 있음을 나타내고 있다. 또한 K는 양액의 농도에 따른 유의성이 매우 높았으나 Ca와 Mg는 유의성이 없는 것으로 나타났다. K는 C 형강에서는 인공상토에서 mat에서는 락울에서의 재배에서 높은 함량을 보였으며 이러한 결과는 Ca와 Mg에서도 비슷한 경향을 보였으며 이는 5월의 결과와 비슷한 경향을 보여 K와 Ca 그리고 Mg는 재배방식의 영향보다도 배지 및 재배방식과 양액의 농도에 따른 영향을 많이 받는 것으로 보여 진다. 9월의 결과에서는 조사한 결과 재배방식과 배지에서는 P만을 제외하고 모든 무기물이 유의성이 없는 것으로 나타났으며, N과 P 그리고 Ca 에서만 양액의 농도에 대한 유의성이 있었으며, K와 Mg는 없는 것으로 나타났다(Table 10). 3회의 채화시기에 따른 절화지의 결과에서 배지에 의한 무기물의 함량은 계절의 영향이 매우 크게 작용을 하고 있으며, 실험의 결과에 따라서는 N, P, K는 양액 및 재배방식 따라서, Ca와 Mg는 배지의 영향을 주로 받는 것으로 나타났다.

Table 8. The effects of growing system, nutrient strength, and medium on the macro-element contents of cut rose 'Vital' at may.

Treatment			Macronutrients (mg•g ⁻¹)				
SYS ^z	NSS ^y	MED ^x	N	P	K	Ca	Mg
(A)	(B)	(C)					
C	1	S	23.07	3.68	21.02	5.21	1.83
		R	21.80	2.32	19.81	6.79	2.35
	2	S	17.10	1.62	23.91	4.02	2.60
		R	13.90	1.16	14.14	4.65	2.23
	4	S	14.27	1.62	16.17	5.32	1.71
		R	13.50	1.21	11.15	6.29	1.69
M	1	S	17.47	1.56	23.98	4.76	1.93
		R	23.53	1.64	25.74	6.18	2.30
	2	S	12.70	1.16	19.79	5.71	1.93
		R	-	-	-	-	-
	4	S	7.17	0.63	17.35	3.69	1.61
		R	10.17	1.14	12.51	5.59	1.71
A			** ^w	***	ns	ns	ns
B			***	***	***	ns	**
A*B			ns	**	ns	ns	ns
C			ns	ns	**	*	ns
A*C			**	**	ns	ns	ns
B*C			ns	ns	*	ns	ns
A*B*C			ns	ns	ns	ns	ns

^zSYS ; growing system, C;channel, M;mat.

^yNSS ; nutrients solution strength, 1;100%, 2;50%, 4;25%.

^xMED ; medium, S;styrofoam box, R;rockwool.

^wns,*,**,*** nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01, 0.001 level, respectively.

Table 9. The effects of growing system, nutrient strength, and medium on the macro-element contents of cut rose 'Vital' at July.

Treatment			Macronutrients (mg•g ⁻¹)				
SYS ^z (A)	NSS ^y (B)	MED ^x (C)	N	P	K	Ca	Mg
C	1	S	19.17	2.93	21.08	4.75	2.06
		R	21.70	2.09	18.73	4.33	1.95
	2	S	19.27	2.06	20.54	5.22	2.02
		R	18.67	1.57	15.33	3.61	1.84
	4	S	16.13	1.36	17.24	5.22	2.25
		R	16.00	1.88	15.22	5.76	2.10
M	1	S	17.27	2.42	21.62	4.41	2.28
		R	18.80	3.85	21.54	6.80	2.44
	2	S	16.70	2.37	20.36	5.48	2.10
		R	16.70	1.97	23.32	6.01	2.37
	4	S	19.10	2.52	19.83	6.03	1.95
		R	14.00	1.84	20.02	6.20	2.56
A			ns ^w	***	***	**	**
B			*	**	***	ns	ns
A*B			ns	ns	ns	ns	ns
C			ns	ns	ns	ns	ns
A*C			ns	**	ns	*	**
B*C			ns	ns	ns	ns	ns
A*B*C			ns	ns	***	ns	ns

^zSYS ; growing system, C;channel, M;mat.

^yNSS ; nutrients solution strength, 1;100%, 2;50%, 4;25%.

^xMED ; medium, S;styrofoam box, R;rockwool.

^wns,*,**,*** nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01, 0.001 level, respectively.

Table 10. The effects of growing system, nutrient strength, and medium on the macro-element contents of cut rose 'Vital' at September.

Treatment			Macronutrients (mg•g ⁻¹)					
SYS ^z (A)	NSS ^y (B)	MED ^x (C)	N	P	K	Ca	Mg	
C	1	S	17.73	2.99	21.16	3.83	1.91	
		R	19.43	3.29	21.88	4.52	2.04	
	2	S	20.13	2.51	22.48	4.57	2.01	
		R	18.20	1.30	20.03	4.20	1.89	
M	4	S	15.57	1.92	17.49	5.26	1.89	
		R	11.50	1.94	15.19	5.14	1.72	
		1	S	16.67	3.55	20.66	4.01	1.62
			R	22.63	3.88	22.05	4.33	1.79
	2	S	16.37	3.09	18.70	3.93	1.59	
		R	17.57	1.20	20.19	4.65	1.89	
		4	S	15.40	2.11	23.74	5.81	1.97
			R	11.20	1.70	16.58	4.59	1.76
A			ns ^w	ns	ns	ns	ns	
B			***	***	ns	*	ns	
A*B			ns	ns	ns	ns	ns	
C			ns	**	ns	ns	ns	
A*C			ns	ns	ns	ns	ns	
B*C			***	***	ns	ns	ns	
A*B*C			ns	ns	ns	ns	ns	

^zSYS ; growing system, C;channel, M;mat.

^yNSS ; nutrients solution strength, 1;100%, 2;50%, 4;25%.

^xMED ; medium, S;styrofoam box, R;rockwool.

^wns,*,**,*** nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01, 0.001 level, respectively.

꽃잎의 무기물함량을 조사한 바에 따르면 N의 함량은 C형강에서가 mat에 비해 높은 결과를 보였으며 양액의 농도가 높아질수록 함량이 많아짐을 볼 수 있었다. C형강에서는 인공상토가 mat 재배에서는 락울이 많았다. 이는 절화지의 N 함량과 비슷한 결과를 보여 절화장미의 재배 시 줄기의 무기물 함량이 꽃잎의 함량에도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 재배방식은 P, K, Ca, 그리고 Mg의 함량에 유의성을 보이지 않았으며, P, Ca, Mg는 배지에 따른 유의성이 없었으며 K만이 배지의 영향을 받은 것으로 나타났다. 양액의 농도는 Ca만을 제외하고는 모든 무기물의 함량에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Data are not shown).

지하부의 무기성분 함량의 변화는 Table 11과 같다. N과 P의 함량은 양액의 농도에 서만 유의성을 보였으나, K와 Mg는 어떠한 처리에 대한 영향을 받지 않았으며, Ca는 재배방식 및 양액의 농도에 대한 영향을 받은 것으로 나타났다. P는 양액의 농도가 많아질수록 C형강과 mat 모두에서 높아짐을 알 수 있었으며, K는 mat재배에서는 1/2양액 농도에서 가장 높은 결과를 보였으며 락울에서 인공상토보다 높은 결과를 보였다. Ca는 C 형강에서보다 mat재배에서 높은 함량을 보였으며 C 형강에서는 락울에서 mat 재배에서는 인공상토에서 높은 함량의 결과를 보였다. Mg는 mat 재배에서 비교적 높은 함량을 보였으며 인공상토에서가 락울에 비해 대체적으로 높은 함량을 보였다.

Table 11. The effects of growing system, nutrient strength, and medium on the macro-element contents of root in cut rose 'Vital' at may.

Treatment			Macronutrients (mg•g ⁻¹)				
SYS ^z	NSS ^y	MED ^x	N	P	K	Ca	Mg
(A)	(B)	(C)					
C	1	S	28.90	4.49	12.13	7.39	3.47
		R	29.53	5.86	11.00	9.08	3.40
	2	S	28.69	5.05	9.14	7.16	3.20
		R	31.31	3.98	7.44	7.76	3.16
	4	S	11.74	2.10	11.00	4.96	3.57
		R	9.90	1.35	10.13	4.71	3.14
M	1	S	32.94	5.45	8.32	9.84	3.44
		R	41.85	5.72	11.40	7.26	3.89
	2	S	25.08	2.91	12.17	8.91	4.78
		R	21.72	2.60	13.59	7.46	3.56
	4	S	11.96	2.45	11.34	9.34	3.50
		R	7.01	1.59	10.37	5.55	2.42
	A		ns ^w	ns	ns	*	ns
	B		***	***	ns	**	ns
	A*B		***	***	*	ns	ns
	C		ns	ns	ns	ns	ns
	A*C		ns	ns	ns	**	ns
	B*C		*	**	ns	ns	ns
	A*B*C		*	ns	ns	ns	ns

^zSYS ; growing system, C;channel, M;mat.

^yNSS ; nutrients solution strength, 1;100%, 2;50%, 4;25%.

^xMED ; medium, S;styrofoam box, R;rockwool.

^wns,*,**,*** nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01, 0.001 level, respectively.

실험처리에 따른 절화장미의 화경장의 변화는 Fig. 1과 Fig. 3과 같다. 5월에 채화한 자임의 화경장은 채화 후 4일부터 넓어지기 시작하면서 9일부터는 완만하여지는 결과를 보였으며 C 형강의 1/2배양액의 락울재배에서의 절화가 가장 넓은 화경장을 나타내었다(Fig. 1). 모든 처리구에서의 화경장은 채화 10일부터 거의 같아지는 경향을 보였으며 C형강의 1/2배액의 락울재배 처리구가 가장 수명이 긴 것으로 나타났다. 절화 수명 조사 시 수분 흡수량을 조사한 결과 전 처리구의 절화가 채화 8~9일 후에 급격하게 수분 소비량을 보였으며 12일 후부터는 그 소비량의 변화가 거의 나타나지 않았다. 가장 많은 소비량을 보인 것은 mat 재배의 1배액 인공상토처리구의 절화에서이며 지속적으로 많이 소비한 처리구는 C 형강의 1/2배 양액의 락울 처리구에서였다. 9월에 채화한 절화의 화경장은 5월의 결과와는 달리 채화 2일후부터 증가하면서 꾸준하게 계속하여 증가하는 경향을 보였으며 mat의 1/2배 양액 인공상토처리구에서였다. 가장 수명이 짧은 것은 C 형강 1/4 배 양액의 락울 처리구에서였다.(Fig. 3). 인공상토처리구의 절화가 대체적으로 긴 수명을 보였으며 화경장이 락울 처리보다 긴 경향을 보였으며, C 형강의 처리가 mat에 비해 좋은 결과를 보였다. 수분 소비량은 5월과는 달리 2일 후부터 급격하게 감소하는 경향을 보였으나 그 이후로는 처리간의 소비경향이 뚜렷하게 나타나지 않았다. 모든 처리구가 증가 감소를 반복적으로 하는 경향을 보였으며 가장 빨리 소비를 하지 않는 처리는 C 형강의 1배 양액의 락울 처리구에서였으며 지속적인 소비를 보인 처리는 mat 1/2배 양액의 인공상토에서였다(Fig. 4).

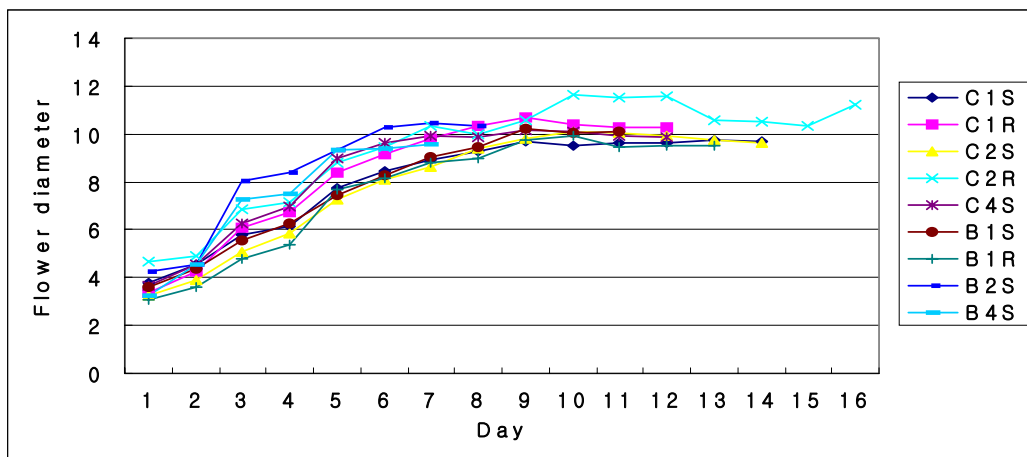


Fig. 1. The effects of growing system, nutrient strength, and medium on the flower diameter of cut rose 'Vital' at May.

C=C channel, B=bed, 1=100% nutrient solution, 2=50% nutrient solution, 4=25% nutrients solution, S=styrofoam box, R=rockwool.

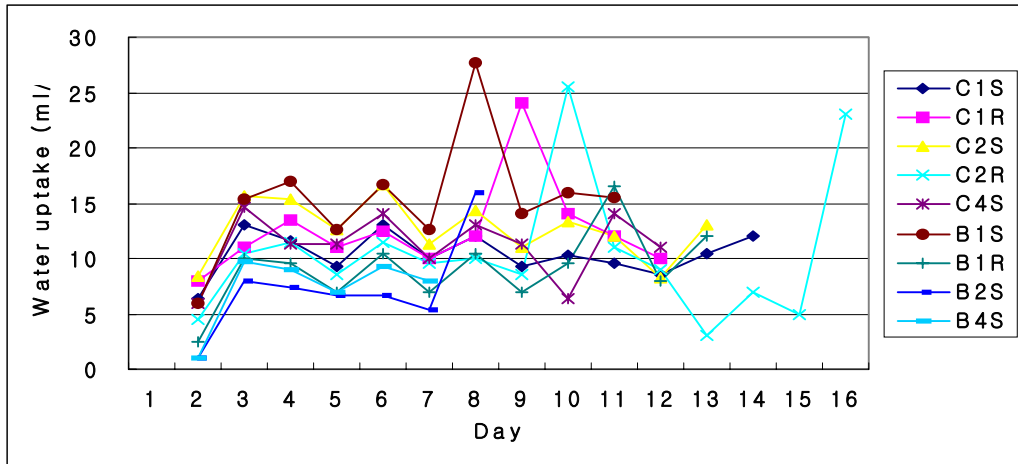


Fig. 2. The effects of growing system, nutrient strength, and medium on the daily water uptake of cut rose 'Vital' at May.
 C=C channel, B=bed, 1=100% nutrient solution, 2=50% nutrient solution, 4=25% nutrients solution, S=styrofoam box, R=rockwool.

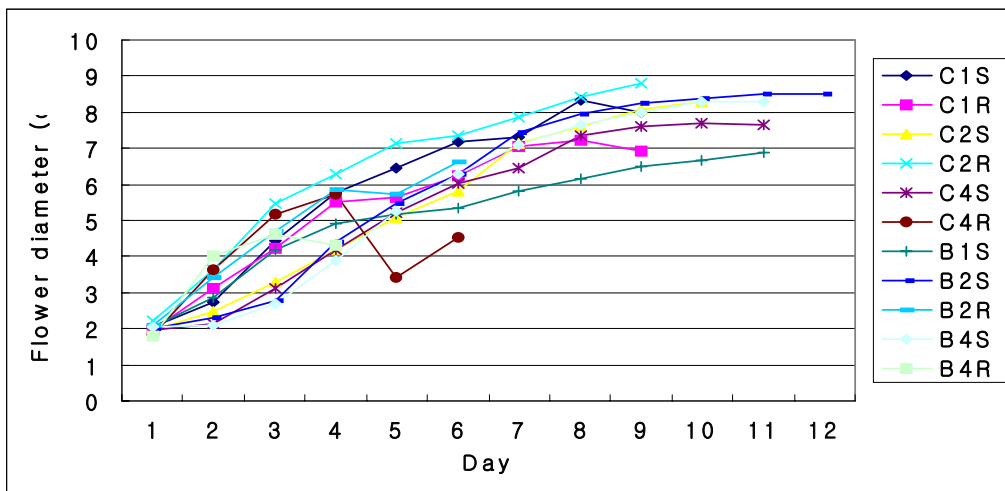


Fig. 3. The effects of growing system, nutrient strength, and medium on the flower diameter of cut rose 'Vital' at September.
 C=C channel, B=bed, 1=100% nutrient solution, 2=50% nutrient solution, 4=25% nutrients solution, S=styrofoam box, R=rockwool.

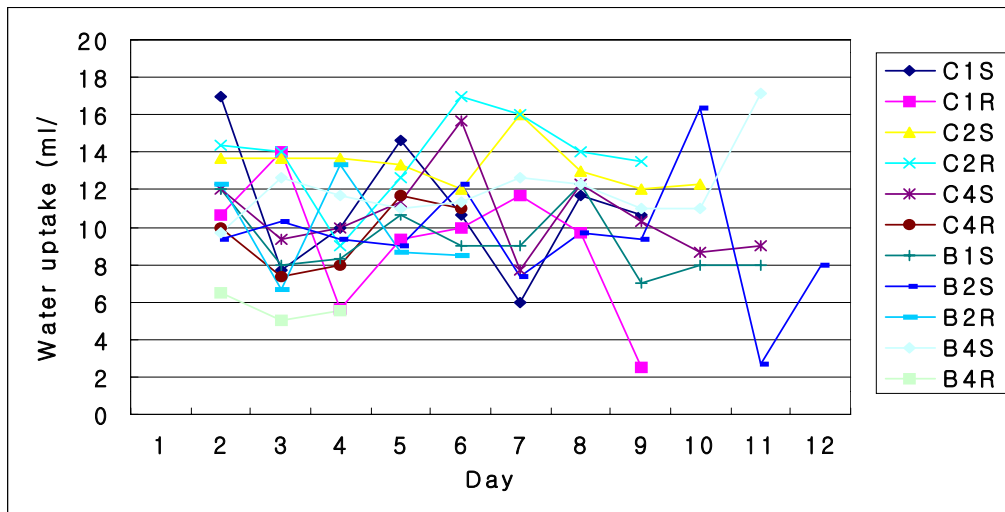


Fig. 4. The effects of growing system, nutrient strength, and medium on the daily water uptake of cut rose 'Vital' at September.
 C=C channel, B=bed, 1=100% nutrient solution, 2=50% nutrient solution, 4=25% nutrients solution, S=styrofoam box, R=rockwool.

토양의 수분함량비는 C 형강이 mat에서보다 월등히 많았으며, 양액의 농도에는 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며, 인공상토가 락울보다 훨씬 높은 수치를 보였다 (Table 13). 토양 pH는 재배방식의 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며 인공상토의 pH가 락울에 비해 모든 처리구에서 낮게 나타났으며 인공상토는 전반적으로 5.0대를 락울은 6.0대를 나타내 락울이 pH가 더 높음을 알 수 있었다. 토양 EC는 양액의 농도가 높아질수록 높게 나타났으며 재배방식에는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 인공상토가 락울에 비해 월등히 높은 수치를 보여 인공상토의 양액보유율이 락울에 비해 매우 높음을 알 수 있다. 재배도중 공급되는 양액의 pH와 EC 역시 양액의 농도가 높아짐에 따라 높아짐을 볼 수 있었으며 EC는 C 형강에서가 mat에 비해 높았음을 볼 수 있었다(Table 14).

본 연구에서 처리별로 5월, 7월, 그리고 9월 채화한 총 수확량을 식재수로 나누어 주당 평균수확량을 구한 결과 C 형강의 1/2배 양액처리의 인공상토처리구가 주당 1.7개로 가장 많았으며 mat 재배의 1/2 과 1/4 양액처리의 락울처리구에서 0.3개로 가장 적게 나왔다. 이 수치를 평당 수확량으로 환산하면 C 형강 1/2배양액의 인공상토처리구가 34개로 연간 418주의 수확량을 보여 가장 많은 수확량을 생산할 수 있는 처리구로 나타났다. 결과를 전반적으로 살펴보면 대체로 C 형강 재배에서가 mat 재배에서보다 많은 수확량을 보였으며, 양액의 농도가 높을수록 비교적 높은 수확량을 보였고, 인공배지에서가 락울보다는 같은 처리구에서 높은 수확량을 보였다.

따라서 분화재배생산용의 저면관비재배 시스템에서의 절화장미의 재배는 C형강의 인공상토를 이용하여 절화장미재배용 양액의 1배 내지 1/2배양액의 처리가 가장 양호한 등급의 절화와 가장 많은 수확량을 생산 할 수 있음을 보여 절화장미의 저면관비용 재배시스템에서의 재배 가능성이 있음을 알 수 있다.

더욱이 락울 전용 재배시스템에서는 양액혼입 기등의 인프라 설치를 제외하고 순수하게 락울재배에만 투여되는 정식용 슬라브 및 점적관수자재비용등을 포함하여 투자비가 평당 20,000원인 것에 비해 인공상토재배 시 투자비는 인공상토 및 용기등을 합하여 15,000여원에 해당하여 같은 재배시스템에서의 초기 투자비 역시 용기재배를 통한 인공상토의 사용에 따른 절화장미의 생산비도 평당 5,000원 이상의 절감효과를 볼 수 있는 것으로 나타났다.



Photo. 4. The test for cut rose longevity of this experiment products.

Table 12. The effects of growing system, nutrient strength, and medium on the soil physical states of cut rose 'Vital'.

Treatment			Soil water content (FW/DW)	Soil pH	Soil EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
SYS ^z	NSS ^y	MED ^x			
(A)	(B)	(C)			
C	1	S	4.5	5.0	439
		R	1.7	6.4	286
	2	S	4.8	5.2	272
		R	0.8	6.8	33
M	4	S	4.0	5.2	57
		R	2.9	6.9	28
	1	S	3.1	4.8	321
		R	0.5	6.6	83
	2	S	3.4	5.1	177
		R	2.3	6.7	26
	4	S	3.5	5.5	123
		R	1.9	6.9	42
	A		*		
	B		ns		
	A*B		ns		
	C		***		
	A*C		ns		
	B*C		ns		
	A*B*C		ns		

^zSYS ; growing system, C;channel, M;mat.

^yNSS ; nutrients solution strength, 1;100%, 2;50%, 4;25%.

^xMED ; medium, S;styrofoam box, R;rockwool.

^wns,*,**,*** nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$, 0.01, 0.001 level, respectively.

Table 13. The change of pH and EC during experiment.

Treatment		pH	EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
SYS ^z	NSS ^y		
C	1	6.6	111
	2	5.6	85
	4	5.2	58
M	1	5.9	103
	2	5.6	71
	4	5.7	50

^zSYS ; growing system, C;channel, M;mat.

^yNSS ; nutrients solution strength, 1;100%, 2;50%, 4;25%.

Table 14. Comparison of yearly production and number of harvested basal shoots per 3.3 m² of cut rose 'Vital' stems as affected by growing system, nutrient strength, and medium.

Treatment			EA/a plant	EA/3.2m ²	EA/3.2m ² /year	
SYS ^z	NSS ^y	MED ^x				
C	1	S	1.5	30	358	
		R	1.3	26	307	
	2	S	1.7	34	418	
		R	1.0	20	244	
	4	S	1.0	20	244	
		R	0.5	10	113	
	M	1	S	1.1	22	253
			R	0.4	8	143
2		S	0.9	18	218	
		R	0.3	6	86	
4		S	0.7	14	169	
		R	0.3	6	79	

^zSYS; growing system, C;Channel, M;mat.

^yNSS; nutrients solution strength. 1; 100%, 2;50%, 4;25%.

^xMED; medium S;stryrofoam box, R;rockwool.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 연구 목표 및 착안점.

1) C-형강심지재배법을 이용한 주요 화훼류 분화생산

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
1 차 년 도	C-형강심지재배법을 이용한 육묘생산시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○국화와 사피니아 육묘체계확립 -매트재배를 통한 번식체계개발 -심지재배를 통한 육묘 -급수 시스템(매트,엠플로우) 시비관리 특징비교
2 차 년 도	C-형강심지재배법을 이용한 시비관리 및 생육조절 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> ○C-형강 시스템에서의 오염방지책 수립 ○개화조절기술 개발 ○시비관리체계확립 -액비와 완효성비료의 시용방법개발
3 차 년 도	C-형강심지재배법을 이용한 개화조절기술개발	<ul style="list-style-type: none"> ○생장조절제 처리기술에 따른 초장 및 생육조절 ○개화조절기술 개발 ○수익성 및 경제적타당석분석 ○국내생산제품의 구체적 활용방안 모색

2) C-형강 심지재배법을 이용한 호접란 고품질생산

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
1 차 년 도	호접란 고급상품생산을 위한 C-형강심지재배 적용	<ul style="list-style-type: none"> ○C-형강을 이용한 호접란의 저면관수 방법을 달리한 생육의 극대화 ○부직포를 이용한 평판매트재배와 C-형강재배 효과 비교
2 차 년 도	고품질 호접란 생산을 위한 고품비료 개발 및 왜화제 처리 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○왜화제를 이용한 수출 호접란 규격품 생산 ○호접란 재배전용 고품비료 개발
3 차 년 도	저면관수를 이용한 호접란 인위 개화 유도과 동계절 가온비 절감을 위한 연구	<ul style="list-style-type: none"> ○가온비 절감을 위한 경제적 가온 기술개발 ○출하기를 6~10월까지로 분산하는 효과적 화아분화 기술개발 ○최적의 호접란 전용고형비료 제조기술 개발 ○호접란의 입식으로부터 출하까지의 종합적 재배 관리의 신기술개발

3) C-형강 심지재배법을 이용한 용기재배법 개발

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
1 차 년 도	화훼용관상고추를 재료로 한 용기형태별 C-형강 심지재배 시스템 기초 연구	○ 원예용 1회용 용기 - 폐딸기 box 및 구근 box 용기를 이용한 심지재배모델 및 적정 매질 선발 ○ 용기종류별에 따른 적정 저면관수 및 관비량 산정을 위한 기초연구
2 차 년 도	절화장미 생산을 위한 C-형강 심지재배를 용기재배에 적용	○ 용기재배에 따른 저면관비 시스템 구명 ○ 1년차 실험을 응용한 절화장미 용기재배 생산가능성 검증 실험
3 차 년 도	C-형강 심지재배를 이용한 용기재배의 작부체계 확립	○ 절화장미 주년생산을 위한 C-형강 용기재배 체계확립 ○ 절화장미 고품질 생산을 위한 C-형강 양액재배 기술개발

2. 연구 개발 및 목표의 달성도

가. C-형강 심지재배법을 이용한 주요 화훼류 분화생산

분화용 국화, 포인세티아, 및 페튜니아의 C-형강 심지 및 매트 재배를 통하여 관수 방법과 시비방법 및 적정 농도에 대한 연구를 수행하였으며, 연구 결과 C-형강 재배 시 매트 재배가 심지 재배보다 작물의 생육 및 생장에 미치는 영향이 좋은 것으로 나타났다. 또한 심지재배의 경우 화분에 심지를 연결하는 과정에서 시간과 노동력이 더 많이 들기 때문에 분화를 재배하는데 있어 매트재배가 효율적이라 할 수 있다. 매트 재배의 경우 다공성 비닐 및 부직포 등의 부가적인 시설이 추가 되므로 인하여 초기 설치비용 이 높아지는 단점이 있다. 그러나 설치 시 초기 비용이 심지재배보다 높아지는 단점이 존재하나 부직포와 다공성 비닐을 장기간 사용할 수 있는 장점이 있기 때문에 설치 후의 추가적인 비용을 절감할 수 있는 장점이 존재한다. 또한 매트재배 시 초기 설치비용이 높다 해도, 매트 재배에 적용할 수 있는 화분의 크기에 제한이 없으므로 심지 재배보다 훨씬 다양한 작목을 적용시킬 수 있을 것이라 생각한다.

상토의 수분함량은 상토의 구성에 따라 달라질 수 있다는 결과를 나타내었으며, 상토 조성을 달리하여 수분조절을 도모할 수 있을 것이라 판단된다. 또한 작물 및 품종에 따라 비료 요구량 및 수분 요구량이 다르기 때문에 C-형강 매트재배 시스템에 최적의 작물을 선별하거나 작물에 따른 재배 방법 등의 확립이 필요할 것이다.

상토와 혼합하는 고형 완효성비료(Slow Release Fertilizer)의 적정 함량의 구명을 통하여 비료절감 효과를 이끌어 낼 수 있을 것이다.

나. 저면 관수법을 이용한 호접란 고품질 생산

평판매트재배 적정배지 선발 실험에서는 수태를 기본으로 한 펠라이트, 송이, 바트, 숯의 혼합배지 조제 후 매트재배 실험 수행 생육조사 완료를 하였다. C-형강재배 적정배지 선발 실험에서는 썬샤인과 수태를 기본으로 한 바크, 송이의 혼합배지를 조제 후 C-형강 재배 실험을 수행하여 생육조사를 완료하였다. 평판매트재배와 C-형강 재배의 효과 비교 실험에서는 C-형강과 매트재배에서의 동종 혼합배지에서의 생육을 비교하였다.

저면관수법을 이용한 호접란 재배시 고품비료 제조를 위한 시비법 개발 시험에서는 호접란의 평면저면관수 재배시험에서 N, P, K의 수준을 달리한 고품비료 시비시험과 그 밖의 엽면시비 시험을 실시하여 연구결과를 도출하였다. 호접란의 평면저면관수 재배시험시 적용할 수 있는 최적 N, P, K배합 비를 확인하고 3종의 2중 코팅제를 처리한 고품비료를 제조하여 그 효과를 점검하였다. 고급상품 생산을 위한 줄기 생육 억제제를 도모하기 위하여 Uniconazole과 Paclobutrazole을 100, 50, 25, 10, 5, 1 mg/L 처리한 바 예상되는 결과를 도출하였다. 조직배양묘의 정식 전 유묘관리체계 확립 시험에서는 관행으로 알려진 CP묘, 딸기육묘용 Plug를 이용한 유묘, 소형플라스틱화분(직경 4cm이내) 등으로 육묘된 유묘의 성장 반응을 관측하고 최적의 유묘생산을 위한 방법을 규명하였다.

호접란 재배에 대한 동절기 가온비 절감을 위한 경제적 가온 기술개발 시험에서는 호접란은 일반적으로 비닐하우스에서 재배되는데 동절기에 우리나라에서 가장 온난한 기후를 가진 제주의 여건에서는 2중 비닐피복과 수평커텐 설치 그리고 재배대 위에 터널을 설치하되 터널 밑바닥에 전열 장판을 설치하는 경우에 온풍기 설치 온실에 비하여 가온비가 1/10로 절감되었다. 호접란의 단경기 출하를 위하여 성묘를 제주도 한라산의 고랭지에 입식하게 되면 조기 화아분화를 유도하여 10월부터 출하상품을 생산해 낼 수 있음을 실증하였다.

이상의 3년 차 시험의 결과에서 도출된 결과를 토대로 호접란 재배에 대한 일련적 재배체계를 구축하였다. 이상의 결과들은 시험당초 설계된 계획대로 소정기간 내에 목표를 달성하였으며 이 같은 결과는 연구논문보고와 해당 지도기관을 통한 교육자료 등으로 활용하도록 한다.

다. C-형강 심지재배를 이용한 용기재배법 개발

폐박스인 스티로폼박스과 구근수입 시 같이 들어와 현재 폐품으로 인정되어 처리가 곤란한 구근박스 그리고 일반 플라스틱 박스를 활용하여 C-형강 심지재배 시 작물의 재배용기로서 가능성을 연구하였다. 우선 폐박스의 활용으로 자원의 재활용을 목적으로 한 결과로는 모든 박스가 심지재배에 사용이 가능한 것으로 나타났다. 하지만

지상부 및 지하부의 생육이 박스의 종류에 따라 차이가 나타나 지상부의 생육을 촉진해야 하는 작물에는 스티로폼 박스가 지하부의 생육을 촉진해야 하는 작물에는 구근박스가 적당한 것으로 밝혀졌다. 또한 심지의 수와 길이에 따른 생육의 결과 20cm의 심지길이가 모든 용기에서 가장 적당한 것으로 나타났으며 심지수는 8개가 가장 좋은 것으로 나타났다. 이러한 기초 결과는 농가에서 저면관수재배 시 폐박스를 용기로 활용하여 작물을 재배하고자 할 시 참고자료로서 충분한 가치가 있다고 생각되며 차후 새로이 화훼재배용 용기의 개발 및 사용에 자료로서 사용이 기대된다. 이미 2002년 올림픽 때 가로화단의 축구공 모양의 화단조성 시 이미 심지를 이용한 관수방법이 사용된 적이 있어 앞으로 화단용 용기개발에도 많은 도움이 될 수 있으리라 본다. 절화장미의 용기재배를 목적으로 한 본 연구과제의 중간 실험으로 폐자재인 박스의 활용이 장미의 재배에도 가능한 것으로 밝혀졌다. 현재 국내의 절화장미는 대부분이 암면을 활용하고 있다. 이러한 암면은 사용 시나 사용 후 모두 환경에 큰 문제를 야기시키고 있다. 또한 암면을 사용한 양액재배는 초기 시설비의 과도한 부담으로 농가에 많은 경제적 압박을 가하고 있다. 하지만 용기재배를 이용한 저면관비시스템은 암면대체 배지 및 용기로 그 가능성을 보여주고 있어 앞으로 절화장미의 생산 방법이나 양액재배용 잔용 용기개발에도 훌륭한 참고자료가 될 수 있으리라 생각된다. 또한 본 연구의 결과 박스의 종류별 배지 내 수분의 함량이나 양분의 함량 등을 구명하여 차후 같은 연구를 수행하는 연구자의 참고자료가 될 수 있을 뿐 더러 실질적으로 박스를 이용하여 작물을 재배하려는 농가에서의 시비관리나 수분공급관리에 있어서 중요한 자료가 될 수 있다고 생각된다.

최종적으로 절화장미인 'Vital'을 실험에 도입하여 생산성 실험을 하였다. C 형강 및 mat를 재배방식으로 하고 이론 아이치현의 Katto 장미양액을 1배액, 1/2배액, 그리고 1/4배액을 저면관비 하였고 배지로는 스티로폼에 인공상토를 그리고 기존의 양액재배용 락울을 사용하여 실시하였다. 절화장과 채화수를 조사한 결과 C 형강의 1/2배 양액처리의 인공상토에서 가장 길고 많은 수확량을 나타내어 락울보다 인공상토의 사용이 절화장미의 생산성에 더 효과적임을 알아내었다. 이는 기존의 락울 설치에 따르는 기반 설치비 및 차후 락울의 처리에 대한 대책으로 아주 중요한 결과로 보인다. 또한 재배장치로만 보아도 락울은 평당 20,000원이 소요되는 것으로 나타났지만 인공상토를 이용한 용기재배는 평당 15,000원으로 나타나 토기 투자비도 훨씬 적게 드는 것으로 나타나 농가의 부담도 그 만큼 적게 드는 것으로 판단된다. 따라서 이 방법에 대한 보다 심도 있는 연구를 보완하여 농가에 보급할 수 있는 실지재배용 용기를 개발하여 락울을 대체하면서 C-형강 심지재배를 사용한다면 절화장미 생산농가의 소득 증대에 기여할 수 있을 것으로 판단되며 또한 본 연구에서 밝혀진 기술을 농가에 보급하여 재배방식으로 채택하게 한다면 정부의 환경정책이나 2차 원예산업에도 크게 기여하여 농업의 전방위적인 활성을 불러 올 수 있을 것으로 생각된다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

2003년도는 본 과제의 최종 년도로 C-형강심지 재배법을 이용한 시비관리 및 생육조절기술개발과 고품비료와 왜화제 처리효과, 그리고 절화장미 용기재배 생산에 대한 실험을 성공적으로 마칠 것으로 생각한다. 다만 시기적 사유 등 반복실험을 요하는 부분과 몇 사항을 보완하면 목표를 달성할 수 있으리라 예상한다. 무엇보다 작물에 따라 시스템 이용에 차이가 있는 만큼 다양한 사례를 적용하여 정밀 실험할 계획 중에 있다. 특히 시비관리체계를 추가 연구하여 고품질 분화생산에 적용할 계획임과 동시에 C-형강 시스템을 이용한 왜화제 처리로 생력화 및 고품질 분화생산 가능성을 타진할 수 있을 것이다. 본 과제를 종료한 후 2004년도에도 관련학회에 연구결과를 발표 할 계획이며, 영농지도 자료로 활용할 부분은 정리하여 경기도 농협대학 고위과정에서 2001, 2002, 2003년에 “고품질 분화생산을 위한 시스템”이라는 제목으로 특강한 바 있으며 진주와 제주지역 관계기관에서도 C-형강 심지재배법을 강의한바 있으며 2004년도에도 계획 중에 있음.

또한 C-형강 저면관수 시스템에 있어서의 경제성 분석을 통하여, 고품질 화훼생산에 적합한 관수시스템의 경제성을 분석하였다. C-형강 시스템은 고품질 분화생산에 매우 적합한 시스템이나 초기 시설비가 많이 소요된다는 지적을 받고 있기 때문에, 이러한 지적이 각 농가에서 이용하고 있는 몇 가지 관수법에 비해 과연 경제적으로 어떤 의미를 갖고 있는지 전문가에게 위촉하여 정밀 분석하였으며 앞으로의 지도자료로 활용할 것이다.

본 연구의 결과는 고품질의 호접란을 생산함에 있어 우선 설치비가 저렴하며 재배효과가 월등한 저면관수법과 그에 따른 적정 시비법을 개발하고 수용되는 매질의 종류별 물리성을 검정하였다. 이러한 연구결과는 국내외적으로 보급하기위한 수단으로 전문 학회지에 투고하여 논문으로 발표할 예정이다. 또한 현재 제주도 정책사업으로 선정되어 3년째를 맞고 있는 호접란 대미 수출 사업에 참여하고 있는 농가와 전문지도기관에 기술을 이전하여 생산자 농가와 앞으로 참여가 예상되는 독농가에 체계적이고 보다 효율적인 재배법을 보급할 예정이다. 아울러 자연 지형 지물을 이용한 화아분화 촉진법의 개발은 앞으로 제주도 한라산 고랭지라는 특수성을 극대화 할 수 있는 품목의 개발사례이므로 이러한 성공적 사례에 수반된 타 품목의 적용 가능성 검진도 다각적으로 시험 할 수 있는 기초 근거자료로도 활용 할 수 있다.

- 화훼류 육묘 와 분화생산 뿐만 아니라 국내 농산물 생산시스템에 광범위한 활용 가능.
- 생산비 절감에 커다란 기여로 생산성향상으로 농민의 소득향상에 커다란 기여.

○ 생산비절감과 생력재배로 경쟁력급신장 및 대외 경쟁력 향상

분화재배용으로 설계된 C-형강 심지재배 시스템의 절화재배 응용을 통하여 장미의 새로운 양액재배법의 개발을 통하여 절화재배 농가에 보급할 수 있을 것이라 생각한다. C-형강 시설의 유연성을 증대시켜 재배작물 전환 시 새로운 시설을 설치해야하는 불편함과 비용의 증가를 절감할 수 있을 것이다. 이와 더불어 폐용기의 재사용 가능하며, 암면의 사용량 감소로 환경 및 수입 감소로 국가경제에 이익이 될 것이다. 이는 농가의 시설비 부담을 감소시키는 효과를 가져 올 수 있고 3년간의 결과와 자료를 토대로 농가교육자료 활용할 수 있을 것이다. 또한 C-형강 재배시스템을 통하여 암면의 재사용가능성에 관한 타당성의 검증과 동시에 추가 기술개발을 위한 기초 자료로서의 기능을 할 수 있을 것이다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

수자원의 이용효율을 저면관수를 통해 알아보는 시도도 있어왔다. 저면관수방법은 기본적으로 물의 이용효율이 높은 것으로 나타났는데, Dole 등(1994)은 Dole 등(1994)은 Ebb-and-flow 관수방법과 매트저면급수방식으로 poinsettia를 재배했을 때 Ebb-and-flow 방법이 가장 수분을 적게 소요했으며, 배지로부터의 수분 유출량을 최소화할 수 있다는 것과, 매트배재에서는 그 반대의 결과를 보였다고 보고했다. 마찬가지로 Ebb-and-flow 관수방법으로 *Hederad helix*를 재배했을 때 일반 두상관수에 비해 수분 및 양분의 40%를 절약할 수 있다고 한다(Holocomb 등, 1992). 반면, 관비재배에서는 두상관수시 배양토를 포화시키는 양보다 10~15%의 더 많은 비료용액을 시비하도록 추천하는데, 실제적으로 농가에서는 40~50%에 가깝도록 많이 시비하는 것이 관행으로 여겨지고 있어, 잉여의 양액 배출이 토양오염의 주된 원인이 된다는 사실이 보고 되고 있다(Yelanich와 Biernbaum, 1990). Klock-Moore와 Broschat(1999)는 Areca palm (*Dypsis lutescens*), crossandra (*Crossandra infundibuliformis*), pentas(*Pentas lanceolat*), philodendron(*Philodendron*)을 두상관수와 저면관수로 재배한 결과, 수분함수량이 높은 peat moss 재비의 저면관수처리구가 가장 무거웠다고 보고하며, 관수방법에 따른 배지 종류별 생육 차이를 밝혔다. 또한 Areca palm 재배는 저면관수처리구가 두상관수에 비해 EC의 수치가 2배가 높았음을 보고하여서 저면급수에 의해 포트 내로 이동된 비료용액은 모세관현상에 의해 배양토 내의 소공극을 통해 상층부로 이동하게 되고 이동된 비료용액은 배양토의 표면에서 증발하게 된다. 그리하여 결과적으로 배양토의 표면에 무기염이 집적되며(Argo와 Biernbaum, 1994), 식물의 생육에 부정적인 영향을 미치게 되는데 이 현상이 저면과수배재의 문제점으로 지적되고 있는 점이기도 하다. 하지만 Iersel (2000)은 poinsettia를 peat-lite배지에 $N\ 210\text{mg} \cdot L^{-1}$ (EC $1.5\ \text{dSm}^{-1}$)을 매일 시비하여 일정기간 재배하다가 0, 0.75, 1.5 그리고 3 Liter의 물을 상부에서 주었을 때 상부와 중간부의 EC는 감소하나 하부는 증가하고, 호흡량이 20% 정도 감소한다고 보고했다. 그러나 작물에 큰 스트레스나 상해를 입히지는 않는다고 보고하고 있다. 따라서 작물의 근권 생육부위의 EC등은 그 차이가 작물 생육에 그다지 해를 입히지 않았음을 밝혔다. 잉여의 비료용액이 용기 밖으로 용출되어 토양에 집적되어 심각한 토양오염의 원인이 되고 있어, 비료 용액을 수집하여 재이용하는 등의 시도와 가능성이 제기될 뿐만 아니라(Kimberly, 1992; Wilits와 Nelson, 1992)와, closed 시스템의 개발이 필요한 실정에 있어(Moliter, 1990), 흡통저면관수 재배법은 양액의 이용효율이 높은 장점을 가지고 있는 관수시스템으로 알려져 있다. 그리고 저면관수 시스템에 따른 경영성을 분석한 결과, dutch movable system은 시간당 노동비가 증가 시에 유리하며(small potted plants),

flood floor system은 생산비가 증가할 때 유리한 장점이 있는(large potted system) 등, 시스템에 따라 그 경제성이 다름을 보고하여 작물생산 측면에서 경영의 합리성을 밝히기도 했다(Uva 등, 2001). 본연구는 호접란 재배에 있어서 저면관수법이라는 제한적 재배환경에 대하여 입수하기 용이하며 저렴하고 효율적인 기능을 가진 매질을 개발하며 그에 따른 시비법의 확립에 대한 시험을 실시하였다. 그에 따라 일 단 호접란 재배 전반에 걸친 전체 비료시비량 계산법을 미국의 노스다코타대학 식물 과학 연구소에서 입수하여 본 연구의 기본 설계에 응용하였다. 또한 수많은 해외 전문학회지 검색에 의하여 자연 그리고 인위적 화아분화 유도조건과 식물 호르몬의 적용성 그리고 고품비료 조제법 등에 관하여 많은 정보를 수집하였다.

제 7 장 참고문헌

米田和夫, 百瀬博文. 1992. ファレノプシスの株齡の遠いが 開花に及ぼす溫度の影響. 熱帯農. 36 : 207-210.

米田和夫, 小松陽一, 佐佐木弘康, 栗島光夫·内村忠久. 1980. ファレノプシスの株齡と山
上げ處理が 開花促進に及ぼす影響. 園學要旨. 昭55秋:360-361.

白基燁, 金弘烈, 金泰重, 朴常圭, 孫基哲, 徐在煥. 1995. 양란초보기술부터 전문경영까
치. 농민신문사. P. 172-213

石田源次郎·坂西義洋. 1974. ファレノプシスの 生育開花習性と溫度の影響について. 園
學要旨. 昭49秋:298-299

遠勝宗男, 衫義人. 1992. 養液栽培ファレノプシスの 1年間の生育及び養分及收の推移.
園學雜61別:532-533

坂西義洋, 今西英雄. 1977. ファレノプシスの 生育·開花 習性と溫度の影響について.(策
2報). 開花にたいする 溫度處理效果. 園學要旨. 昭52秋:336-337.

홍영표. 1988. 최신 화훼 재배 기술. p. 392-406. 도서출판 명륜당.

Agricultural Research Institute. 1988. Methods for chemical analysis of soil
and plant. RDA. MOAF

An, K.B., J.W. Jung, Y.S. Lee, S.J. Lee, and K.C. Son. 2000. Effects growing
media and nutrient solution on the growth and cut flower quality in the box
culture of *Lilium Oriental Hybrid* cv. casa blanca, marco polo, siberai. J. Kor.
Soc. Hort. Sci & Technol. 18:253. (Abstr.).

Appleton, B.L. and S.C. French. 2000. Weed suppression for container-grown
willow oak using copper-treated fabric disks. HortTechnology 10:204-206.

Argo, W.R. 1998. Root medium physical properties. HortTechnology
8:481-485.

Argo, W.R. and J. A. Biembaum. 1994. A method for quantifying plant available water holding capacity and water absorption potential in container media under production conditions. HortScience 29:501.

Argo, W.R. and J. A. Biembaum. 1995b. The effect of irrigation method, water-soluble fertilization, perplant nutrient charge, and surface evaporation on early vegetative and growth of poinsettia. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120:163-169.

Argo, W.R. and J.A. Biembaum. 1995a. Root-medium nutrient levels and irrigation requirements of poinsettia grown in five root media. HortScience 30:535-538.

Beardsell, D.V., D.G. Nichols, and D.L. Jones. 1979. Water relation of nursery potting media. Scientia Hort. 11:9-17.

Benoit, F. 1992. Practical guide for simple soilless culture techniques. European Vegetable R&D Centre, Belgium. pp. 33.

Boivin, M.A., M.P. Lamy, A. Gosselin, and B. Dansereau. 2001. Effect of artificial substrate depth on freezing injury of six herbaceous perennials grown in a green roof system. HortTechnology 11:409-412.

Broschat, T.K. 2000. Phytotoxicity and longevity of twenty-two pre-emergent herbicides used on three species of container-grown palms. HortTechnology 10:597-600.

Broschat, T.K. 2001. Substrate nutrient retention and growth of container-grown plants in clinoptilolitic zeolite-amended substrates. HortTechnology 11:75-78.

Broschat, T.K. and K.A. Klock-Moore. 2000. Root and shoot growth responses to phosphate fertilization in container-grown plants. HortTechnology 10:765-767.

- Broschat, T.K. and K.A. Klock-Moore. 2001. Influence of substrate and fertilizer analysis and rate on growth and quality of five species of bedding plant. *HortTechnology* 11:434-437.
- Brown, E. F. and F. A. Pokorny. 1975. Physical and chemical properties of media composed of milled pine bark and sand. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100:119-121.
- Bunt, A. C. 1974. Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrates and their relation to plant growth. *Acta Hort.* 37:1954-1965
- Bunt, A.C. 1988. Media and mixes for container-grown plants. Unwin Haymen LTD., London.
- Chen, J.J., Y.W. Sun, and T.F. Sheen. 1999. Use of cold water for irrigation reduces stem elongation of plug grown tomato and cabbage seedlings. *HortScience* 34:852-854.
- Chen, W.S. and H.W.Chang. 1997. Gibberellic acid and cytokinin affect *Phalaenopsis* flower morphology at high temperature. *HortScience* 32:1069-1073.
- Cho, M.S, H.J. Jun, B.K. Ye, Y.Y. Park, and J.B. Chung. 2001. Effects of media, root container size, watering methods on seedling growth of *Gerbera hybrida*. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 19:89(Abstr.212).
- Choi, E.Y., Y.B. Lee, and J.Y. Kim. 1998. Development of optimal nutrient solution for tomato substrate culture in closed system. *J. Bio. Fac. Env.* 7:43-54
- Choi, J. M., and C. W. Lee. 1995. Effect of Irrigation methods, nutrient concentrations and Media on Salt Accumulation in Media, Growth and flowering of Easter Lilies. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36:715-724.
- Choi, J.M., J.U. Ahn, J.H. Ku, and Y.B. Lee. 1997. Effect of medium composition on physical properties of soil and seedling growth of red-pepper in plug system. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38:618-624.

Chung, S. K. 1989. Effect of propagation methods and cultivars on cut flower quality and shoot development of roses (*Rosa hybrida L.*) cultivated on the rock wool in winter. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 30:45-50.

Chung, S. K., W. H. Kim, M. H. Park, and Y. J. Park. 1997. Effects of winter root zone warming on the productivity and quality of cutrose (*Rosa hybrida L.*) in rockwool culture. J. Kor. Sci. 38:766-770.

Chung, S. K., W. H. Kim, M. H. Park, and Y. J. Park. 1998a. Comparison of productivity and quality between rockwool and soil culture of cut rose. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:323-328.

Chung, S. K., Y.J. Park, W. H. Kim, Y. N. Oh, and E. K. Lee. 1998b. Study on the growth and rooting rate of cuttings for rockwool culture of rose (*Rosa hybrida L.*). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:203-206.

Craig, P.B. and J.C. Cole. 2000. Recycled paper as a growth substrate for container spirea production. HortScience 35:1253-1257.

David, Wm. R. 1996. A grower`s guide to water, media, and nutrition for greenhouse crops. Ball Pub., Illinois.

Davies, W.J. and J. Zhang. 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soi. Annu. Rev. Plant Physiol. plant Mol. Biol. 42:55-76

Dole, J.M., J.C. Cole, and S.L. von Broembsen. 1994. Growth of poinsettias, nutrient leaching, and water-use efficiency respond to irrigation methods. HortScience 29:858-864.

Endo, M. and I. Ikushima. 1989. Diurnal rhythm and characteristics of photosynthesis and respiration in the leaf and root of a *Phalaenopsis* plant. Plant Cell Physiol. 30:43-47

- Erin, C.J. and M.W. van Iersel. 2001. Fertilizer concentration affects growth and flowering of subirrigated petunias and begonias. *HortScience* 36:40-44.
- Fonteno, W. C., D. K. Cassel, and R. A. Larson. 1981. Physical properties of three container media and their effect on poinsettia growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106:736-741
- Franco, A.C., E. Ball, and U. Luttge. 1992. Differential effects of drought and light levels on accumulation of citric and malic acids during CAM in *Clusia*. *Plant, Cell Env.* 15:821-829
- Frantz, J.M., J. Frick, and C.M. Mitchell. 1999. A solid-matrix, liquid hybrid hydroponic system for establishing small-seeded crop species. *HortTechnology* 9:668-671.
- Gabriels, R., O. Verdonck, and O. Meekers. 1986. Substrate requirement for pot plants. in recirculating water culture. *Acta Hort.* 178:93-99.
- Goh. K. M and R. J. Haynes. 1977. Evaluation of potting media for commercial nursery production of container-grown plants. physical and chemical characteristics of soil and soilless media and their constituents. *N. Zeal J. Agr. Res.* 20:363-370
- Gordon, B. 1990. *Culture of the Phalaenopsis*. Laid-Back Publications, Raito, Calif.
- Graham, C.J., J.T. Payne, and E.J. Molnar. 2000. Cell size and pretransplant nutritional conditioning influence growth and yield of transplanted 'Jubilee' watermelon. *HortTechnology* 10:199-203.
- Holocomb, E.J., S. Gamez, D. Beattie, and G.C. Elliott. 1992. Efficiency of fertigation programs for baltic ivy and asiatic lily. *HortTechnology* 43-46.
- Ichihashi, S. 1993. *Phalaenopsis* breeding and culture. p.95-120. Sungmundang. Japan.

Ichihashi, S., N. Kato, and K. Ota. 1995. Effects of potting materials and the volume under different watering method on growth of *Phalaenopsis*. the Bull Aichi Univ, Edu. 44:105-113

James, E.C. and M.W. van Iersel. 2001. Ebb and flow production of petunias and begonias as affected by fertilizers with different phosphorus content. HortScience 36:282-285.

James, E.C. and M.W. van Iersel. 2001. Fertilizer concentration affects growth and flowering of subirrigated petunias and begonias. HortScience 36:40-44.

James, E.C., and M.W. van Iersel. 2001. Fertilizer concentration affects growth and flowering of sybirrigated petunia and begona. HoerScience 36:40-44.

Juha, H. 1995. Water status of sphagnum peat and a peat-perlite mixture in containers subjected to irrigation regimes. HortScience 30:281-284.

Jung, D.H. and J.E. Son. 2000. Analysis of water absorption patterns in wick-treated trough and mat-irrigation systems. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 18(2):230. (Abstr.)

Kang, J.G., and M.W. van Iersel. 2002. Nutrient solution concentration affects growth of subirrigated bedding plants. J. Plant Nut. 25:387-403.

Kang, S.W. and C.H. Pak. 2001. Water absorption properties on wick irrigation as affected by water levels and width of wicks. J. Kor. Hort. Sci. & Technol. 19:88. (Abstr.).

Kiehl, P.A., J.H. Lieth, and D.W. Birger. 1992. Growth response of chrysanthemum to various container medium moisture tension concentrations. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117:224-229.

- Kim, G.D. 2002. Forcing Culture Method Development in Cooling Culture under Vinyl House of *Phalaenopsis*. p.11-21 충북기. 농진청
- Kim, H.Y. 1992. Flowering control of floricultural. *Mirinae*. p.294-302
- Kim, H.Y. 1996. Flowering control of *Cymbidium*. 3rd Korea Orchid Symposium. p.53-61.
- Kim, H.Y. 1998. Effects of uniconazole treatment on the growth and flowering of *Cymbidium* Pine Clash 'Moon Venus' and *Cym.* Green Sour 'A One'. *Kor.J.Hort.&Tech.* 16:40-41
- Kim, K.J., Y.J. Kim, and C.H. Lee. 1998. Effects of EC levels of nutrient solution on the growth in the box nutriculture of like. *J. Kor. Hort. Sci. & Technol.* 16(3):402.(Abstr.)
- Kim, S.H., A.A. De Hertogh, and P.V. Nelson. 1999. Effects of plant growth regulators applied as sprays or media drenches on forcing of Dutch-grown bleeding heart as a flowering potted plant. *HortTechnology* 9:629-633.
- Kim, T.J. 1999. Effects of fertilizers, low temperature, photosynthetic photon flux and growth regulators on growth and flowering in *Phalaenopsis*. Ph.D. Thesis Graduate School, chungbuk National university, Choongju.
- Kim, T.J., J.L. Choi, K.S. Shin, and K.Y. Paek. 2000. Effects of different photosynthetic photon flux density(PPFD) and temperatures on photosynthesis and carbohydrate content in *Doriaendopsis* 'Happy Valentine'. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 41:221-225
- Kim, Y.S. and K.Y. Huh. 2001. Root growth and physiological activity of cut rose (*Rosa hybridea L.*) according to root zone temperature. *J. Kor. Hort. Sci. & Tecnol.* 42:732-736.
- Kim. K.W., K.Y. Peak, S.T. Chung, and J.D. Chang. 1986. plant growth regulator. p. 129-149, 170-196. Youngnam National University.

- Kimberly, A.W. 1992. Growth of chrysanthemum at low relatively steady nutrient levels in a commercial-style substrate. HortScience. 27(8):877-880.
- Klock-Moore, K.A. and T.K. Broschat. 1999. Differences in bedding plant growth and nitrate loss with a controlled release fertilizer and two irrigation systems. HortTechnology 9:206-209.
- Klock-Moore, K.A. and T.K. Broschat. 2001. Effect of four growing substrates on growth of ornamental plants in two irrigation systems. HortTechnology 11:456-460.
- Klock-Moore, K.A. and T.K. Broschat. 2001a. Irrigation systems and fertilizer affect petunia growth. HortTechnology 11:416-418.
- Klock-Moore, K.A. and T.K. Broschat. 2001b. Effects of four growing substrates on growth of ornamental plants in two irrigation systems. HortTechnology 11:456-460.
- Konduru, S., M.R. Evans, and R.H. Stamps. 1999. Coconut husk and processing effects on chemical and physical properties of coconut coir dust. HortScience 34:88-90.
- Kubota, S. and K.Yoneda. 1993. Effect of light intensity preceding day/night temperatures on the sensitivity of *Phalaenopsis* to flower. J. Japen. Soc. Hort. Sci. 62:595-600.
- Kwon, O.Y., M.R. Huh, and J.C. Park. 1999. MK Style bottom watering for vegetable cultivation. Kor. res. soc. Protected Hort. 12(11):112-120.
- Leskovar, D.I., L.A. Stein, and F.J. Dainello. 2000. Planting systems influence growth dynamics and quality of fresh market spinach. HortScience 35:1238-1240.
- Lohr, V.I. and C.H. Pearson-Mims. 2001. Mulching reduces water use of containerized plants. HortTechnology 11:277-278.

- Mark, van I. 2000. Postproduction leaching affects the growing medium and respiration of subirrigated poinsettias. *HortScience* 35:250-253.
- McDowell, D. 1992. At home with *Phalaenopsis*. *Amer. Orchid Soc. Bul.*61(2):150-153.
- Michiels, P., R. Hartmann, C. Coussens, and M. Tattini. 1993. Physical properties of peat substrates in Ebb/flood irrigation system. *Acta Horticulturae* 342:205-219.
- Ministry of Agriculture and Forestry. 2003. The state of floricultural production for 2002. Ministry of Agr. and For. Seoul. Korea.
- Moliter, H.D. 1990. The European perspective with emphasis on subirrigation and recirculation of water and nutrients. *Acta Hort.* 272:165-170.
- Nam, Y.I. 1999. Future prospects and strategies of the environmental control techniques in protected horticulture in the 21st century. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 17:806-810.
- Nell, T.A., J.E. Barrett, and R.T. Leonard. 1989. Fertilization termination influences postharvest performance of pot chrysanthemum. *HortScience* 24:996-998.
- Nelson, P.V. 1991. *Greenhouse operation and management*(4th. ed.). Prentice Hall. Englewood Cliff. NJ.
- Norihito, Z. 1990. Systemization of potted plant production using subirrigation method. *Agriculturist and Horticulturist. Seibundo shinkosha. Bul.* 45(5):130-134.
- Ota, K., K. Morioka, and Y. Yamamoto. 1991. Effects of leaf age, inflorescence, temperature, light intensity and moisture conditions on CAM photosynthesis in *Phalaenopsis*. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 60:125-132

- Paek, K.Y., T.J. Kim, and J.H. Seon. 1998. Effects of potting media on the growth and mineral contents in temperate Cymbidium species. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39:597-604
- Park, H.Y., K.C. Son, E.G. Gu, K.B. Lim, and B.H. Kim. 1996. Effect of different day and night temperature regimes on the growth of hot pepper plug seedlings. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37:612-617.
- Park, K.W. 2000. Research status of ecologically sound soilless culture and perspective. *Kor. J. Hort. Sci. and Technol.* 18:871-875.
- Reddy B.C., D.V.S. Murthy, M. Ananth, and C.D.P. Rao. 1998. Modeling of continuous fertilizer granulation process for control, Part. Part. Part. syst. charact. (15):156-160
- Rose, M.A. 1999. Nutrient use patterns in woody perennials: implications for increasing fertilizer efficiency in field-grown and landscape ornamentals. *HortTechnology* 9:613-617.
- Rose, M.A. and H.Wang. 1999. Comparison of micronutrient sources for container rhododendron. *HortTechnology* 9:220-224.
- Satoyuki K. 1990. Subirrigation method for production of Hydrangea. *Agriculturist and Horticulturist. Seibundo shinkosha. Bul.* 45(5):139-142.
- Scoggins, H.L., P.V. Nelson, and D.A. Bailey. 2000. Development of the press extraction method for plug substrate analysis: Effects of variable extraction force on pH, EC, and nutrient analysis. *HortTechnology* 10:367-369.
- Seikatsu, S. 1998. Capillary mat irrigation technique for small pot plants production. *Agriculturist and Horticulturist. Seibundo shinkosha. Bul.* 54(8):133-136.
- Sellmer, J.C., C.R. Adkins, I.McCall, and B. E. Whipker. 2001. Pampas grass responses to ancymidol, paclobutrazol, and uniconazole substrate drenches. *HortTechnology* 11:216-219.

- Song, J.S., B.Y. Rye, K.Y. Huh, C.S. Bang, Y.E. Choi, and B.H. Kim. 1998. Effects of bottom watering on growth of plug seedling and physical properties of media in native herbaceous flowering plants. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39:475-478.
- Song, J.S., T.D. Chung, H.H. Chung, and C.S. Bang. 2001. Growth response of plug seedling of *Lychnis cognata* influenced by raising period and bottom watering method. *J. Kor. Hor. Sci. & Technol.* 19:81. (Abstr.178).
- Song, J.S., T.D. Chung, H.H. Chung, and J.H. Jeong. 2001. Growth response of plug seedling of *Sedum rotundifolium* influenced by bottom watering method. *J. Kor. Hor. Sci. & Technol.* 19:81. (Abstr.179).
- Sullivan, K.J. and C.C. Pasian. 2000. Evaluation of two growing systems for cut Snapdragon production: tray vs. ground bed. *HortScience* 35:25-27.
- Tanaka, T., T. Matsuno, M. Masuda, and K. Gomi. 1988. Effects of concentration of nutrient solution and potting media on growth and chemical composition of a *Phalaenopsis* hybrid. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 57:78-84
- Tanaka, T. and N. Inoue. 1987. Effects of phosphorus concentration on growth of *Phalaenopsis*. *Abstr., Jap. Soc. Hort. Sci.* p. 554-555.
- Tokushi, Y. 1990. Present conditions of subirrigation methods for cyclamen cultivation and the place of product. *Agriculturist and Horticulturist*. Seibundo shinkosha. *Bul.* 45(5):135-138.
- Unver, I., Y. Ataman, and N. Munsuz. 1983. Water retention characteristics of some substrates used in Turkey. *Acta Hort.* 150:161-167.
- Uva, W.L, T.C. Weiler, and R.A. Milligan. 2001. Economic analysis of adopting zero runoff subirrigation systems in greenhouse operations in the northeast and north central united states. *HortScience* 36:167-173.
- Van den Berg. G.A. 1984. Lowering heating costs per rose through increased production by use of movable benches. *Acta Hort.* 148:97-104.

- Verdonck, O., R. Pennincks, and M. De boodt. 1983. The physical properties of different horticultural substrates. *Acta Hor.* 150:155-159
- Wang, Y.T. 1995. Medium and fertilization affect performance of potted *Dendrobium* and *Phalaenopsis*. *HortTechnology*. 5:234-237
- Wilits, D.H. and P.V. Nelson. 1992. Modeling nutrients uptake in *chrysanthemum* as a function of growth rate. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117:769-774.
- Will. E., J.E. Faust, and B.B. Burgoa. 1999. Comparison of container placement patterns for maximizing greenhouse space use. *HortTechnology* 9:432-435.
- Williams, M.S., T.W. Starman, and J.E. Faust. 1999. High temperatures reduce postharvest flowering of specialty floral crop species. *HortTechnology* 9:94-98.
- Wilson, G.C.S. 1983. The physico-chemical and physical properties of horticultural substrates. *Acta. Hort.* 150:19-32.
- Wilson, G.C.S. 1986. Tomato production in different growing media. *Acta Hort.* 178:115-120.
- Wulster, G.J. and T.M. Ombrello. 2000. Control of height and flowering of *Ixia* hybrids as container plants. *HortScience* 35:1087-1088.
- Yelanich, M.V. and J.A. Biernbaum. 1990. Effect of fertilizer concentration and method of application on media nutrient content, N runoff and growth of *Euphorbia pulcherrima* V-14 Glory. *Acta Hort.* 272:185-189.
- 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 pulcherima* 'V-14 Glory'. *Acta Hort.* 272:185-189. plants in clinoptilolitic zeolite-amended substrates. *HorTechnology* 11:75-78.

권오영, 허무룡, 박중춘. 1999. MK식 저면급수재배 system. 시설원예연구회지 12(1):112-120.

노건호, 박권우, 이용범. 1997. 온실작물의 물,배지, 양분. 한국첨단농업시설협의회
農産漁村文化協會. 1993. 農業技術大系-花卉編- 2: 土·施肥·水管理. 農産漁村文化協會

박권우, 김영식. 1998. 양액재배. 아카데미서적.

박천호, 백정애, 강승원, 허무룡. 1999. C-형강 시스템의 심지재배를 이용한 고품질
분화생산. 한국화훼연구회지 8(1):37-42.

백기엽, 박용규, 김태중. 2000. 실내식물 심지관수시 배지조성에 따른 식물의 생장과
위조 및 배지의 수분량과 재수화. 한원지 41:429-434.

소인섭. 2000. 분화류 생산을 위한 효율적 관수시설. 시설원예연구회지. 13:52-56.

손기철, 정동호, 손정익. 1999. 분화저면관수(매트,흙통)식 분화 생산시스템의 관수 특
성분석. 생물생산환경조절학회지 9:42-46.

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.