

최 종
연구 보고서

고품질 톨립 및 수선화 기획생산을 위한
실용형 양액시스템 개발

연구기관

단국대학교 생명자원과학대학

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “고품질 튼립 및 수선화 기획생산을 위한 실용형 양액시
스템 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007년 5월

주 관 연 구 기 관 명 : 단국대학교
총괄 연구책임자 : 서 정 근
세부 연구책임자 : 서 정 근
참 여 기 업 : 아산아름다운정원
연구원 : 이정철, 이완희
김지희, 이광호

요 약 문

I. 제 목

고품질 튕립 및 수선화 기획생산을 위한 실용형 양액시스템 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

본 연구과제는 양액재배시스템별 구근의 저온처리와 온도, 광, 배양토 및 양액조성 처리가 튕립과 수선화의 생육, 개화 및 품질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실용적인 고품질 절화 및 분화를 기획 생산하기 위한 양액시스템을 개발하였다.

최근 IMF이후 장미, 백합, 튕립 등 구근 화훼류의 외국 수출이 증가(약 1 억불)하고 있으나, 기획적인 상품 생산시스템이 지속적으로 구축되지 않아 필요시 수출 상품의 수급에 많은 문제점들이 야기되고 있다. 튕립 및 수선화의 절화 및 분화생산은 주로 겨울철 하우스 내 토경 재배로 1년 1회의 제한된 생산이 이루어지고 있으며, 영양 관리 기술의 부족 및 병충해 등 연작피해가 심하여 상품의 불균일성 등의 문제점이 있다. 그러나 특수 양액재배에 의하면 1년 5~6회까지 기획적인 상품생산, 상품 균일화 및 고품질의 상품 생산이 가능하고, 특히 튕립 및 수선화의 구근은 저온 처리 또는 저온저장방법에 따라 개화 조절 및 품질향상을 꾀할 수 있다. 현재 구근 화훼류의 개화생리 특성을 이용한 양액재배법 기술 개발에 관한 연구는 아직 현실화되지 않고 있어, 고품질의 경쟁력이 있는 절화상품을 기획적으로 생산하기 위해서는 각 작물별 적정 저온처리방법, 적합한 배양토 조성과 과학적인 영양(비배)관리 및 새로운 생산 시스템 개발이 절실히 요구된다.

국내에서 재배되는 절화 튕립 등 구근 화훼류는 '01년 현재 20,000천본이며, 절화 생산 후 상당량이 일본 등 외국에 수출되고 있으며 향후 분화류도 구미 시장에 수출이 시도되고 있어 그 물량은 계속 증가될 전망이다. 특히, 튕립 및 수선화의 구근 저온 저장방법을 이용한 양액재배 시스템을 이용함으로써 기존의 1년 1회 생산의 토양재배법보다 동일재배 면적에서 5~6배 이상의 상품을 생산할 수 있어 수출상품의 수급조절이 가능해짐으로써 안정적 소득을 증대할

수 있어 화훼류 최대의 부가가치 창출이 가능하다. 또한 작목별, 재배조건에 따른 저장 및 품질향상기술 개발하여 외국시장에서 국내 상품의 우수성을 인정 받을 수 있다.

본 과제는 고품질 튜립 및 수선화의 기획 생산을 위한 양액 시스템과 적정 양액 및 최적 환경을 확립한 매우 실용적이고 중요한 연구 내용이다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

고품질 튜립 및 수선화의 기획생산을 위한 실용형 양액시스템 개발을 하고자 구근 화훼류의 생리 생태적 특성을 고려한 구근의 저온 및 처리방법에 따른 양액 재배법을 개발하고 생산시스템별 적정 양액재배 기술을 개발하였다. 또한 고품질 상품생산을 위하여 적정 양액 조성을 확립하였고 최적 환경 조건을 구명하였다.

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
1차년도 (2004)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 구근 화훼류의 생리 생태적 특성을 고려한 구근의 저온 및 처리방법에 따른 실용형 양액재배법 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 절화 및 분화 생산을 위한 적정 저장방법별 온도 및 기간 구명 · 건조저장 : 온도 5℃, 기간-3, 6, 9, 12주 · 습윤저장 : 온도 9℃, 기간-11, 14, 17, 21주 · 자연저온저장 : 10~3월까지 상자 또는 화분 정식후 무가온온실에 자연 저온저장후 온실입실
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생산시스템별 적정 양액재배 기술개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 절화 및 분화 생산을 위한 적정 배양 시스템 구명 · 구근건조저장 : 간이형 Ebb & Flow system 개량형 NFT system Box culture Soil culture · 구근습윤저장 : 간이형 Ebb & Flow system 개량형 NFT system Box culture Soil culture · 자연저온저장 : 간이형 Ebb & Flow system 개량형 NFT system Box culture Soil culture
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고품질 상품생산을 위한 적정 양액조성 개발 및 적합성 평가(<u>재배농가와 공동수행</u>) 	<ul style="list-style-type: none"> - 적정 무기이온 수준 구명 - 적정 양액조성 구명 - 개발 배양액의 적합성 평가

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
2차년도 (2005)	○ 구근 화훼류의 생리 생태적 특성을 고려한 구근의 저온 및 처리방법에 따른 실용형 양액재배법 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 절화 및 분화 생산을 위한 적정 저장방법별 온도 및 기간 구명(아산 FA와 공동수행) · 건조저장 : 온도 5℃, 기간-3, 6, 9, 12주 · 습윤저장 : 온도 9℃, 기간-11, 14, 17, 21주 · 자연저온저장 : 10~3월까지 상자 또는 화분 정식후 무가온온실에 자연 저온저장후 온실입실
	○ 생산시스템별 적정 양액재배 기술개발 (<u>재배농가와 공동수행</u>)	<ul style="list-style-type: none"> - 절화 및 분화 생산을 위한 적정 배양 시스템 구명 · 구근건조저장: 간이형 Ebb & Flow system 개량형 NFT system Box culture Soil culture · 구근습윤저장: 간이형 Ebb & Flow system 개량형 NFT system Box culture Soil culture · 자연저온저장: 간이형 Ebb & Flow system 개량형 NFT system Box culture Soil culture
	○ 고품질 상품생산을 위한 적정 양액조성 개발 및 적합성 평가(<u>재배농가와 공동수행</u>)	<ul style="list-style-type: none"> - 적정 무기이온 수준 구명 - 적정 양액조성 구명 - 개발 배양액의 적합성 평가 - 개발 배양액의 농가 실증시험
	○ 기획적인 상품생산을 위한 최적 환경조건 구명	<ul style="list-style-type: none"> - 적정 배양토조건 구명 - 적정 재배온도조건 구명 - 적정 광량 구명

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
3차년도 (2006)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고품질 상품생산을 위한 적정 양액조성 개발 및 적합성 평가(<u>재배농가와 공동수행</u>) ○ 기획적인 상품생산을 위한 최적 환경조건 구명 ○ 간이형 식물생산 공장을 위한 환경 제어 시스템 개발(<u>재배농가와 공동수행</u>) 	<ul style="list-style-type: none"> - 적정 무기이온 수준 구명 - 적정 양액조성 구명 - 개발 배양액의 적합성 평가 - 개발 배양액의 농가 실증시험 - 적정 배양토조건 구명 - 적정 재배온도조건 구명 - 적정 광량 구명 - 간이형 식물공장시스템 개발 - 적정 환경조절을 위한 요인들의 복합 제어 시스템 개발

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 고품질 튨립 및 수선화 기획생산을 위한 실용형 양액시스템 개발

가. 구근의 저온처리 및 양액재배 시스템이 튨립과 수선화의 생육 및 개화에 미치는 영향

튨립과 수선화의 양액재배 시 개화는 구근의 저장방법 및 저온처리에 관계 없이 저온처리기간이 길수록 촉진되었고, 엽장도 증가되었다. 재배시스템별로는 Ebb & Flow나 NFT 시스템이 박스재배나 포트재배에 비해 개화가 촉진되었으며 1절간장이 증가되었다. 습윤 저온처리가 건조 저온처리에 비해 줄기경도가 증가하였고 개화도 촉진되었으며, 건조저온처리에서는 개화율이 다소 감소되었다.

나. 적정 무기이온 농도별 효과

양액조성별 실험에서 튨립과 수선화는 품종간에 서로 다른 결과를 보였는데 'Showwinner'와 수선화 'Dutch Master'는 백합시험장 표준액(다량원소 : T-N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹, 미량원소 : Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05ppm)의 1T(배액) 처리에서 개화가 다소 촉진되었으며, 튨립 'Ballerina'와 수선화 'Tete a tete'는 1/4T 처리구에서 촉진되었다. 화경장은 품종간에 일정한 경향을 보이지는 않았으나 2T 보다는 다소 낮은 배액 처리구에서 화경장이 증가하였다. 튨립 'Ballerina'의 2T에서 목부분의 경도가 2464fg로 1/4T의 1996gf에 비해 증가하였으며 수선화 'Dutch Master'는 상부의 경도가 1/2T에서 증가하였다. 개화수명은 튨립과 수선화 모두 1T 처리구가 수명이 증가되었다.

다. 양액조성이 생육 및 개화에 미치는 영향

양액의 무기원소 수준별 실험에서 튨립 'Ballerina'와 수선화 'Dutch Master'는 DNS(Dankook nutrient solution)-1(다량원소 : T-N:P:K:Ca:Mg:S=

12.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5me · L⁻¹, 미량원소 : Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05ppm) 양액조성이 다른 처리에 비해 개화가 촉진되었으며, 개화수명도 2일 정도 증가하였다. 수선화 ‘Tete a tete’를 제외한 모든 품종이 질소의 수준이 높은 DNS-2(다량원소 : T-N:P:K:Ca:Mg:S=22.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5me · L⁻¹, 미량원소 : Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05ppm) 양액에서 화경장이 증가하였으며 줄기의 경도 또한 증가하는 경향을 나타내었다.

라. 양액조성별 식물체내 무기이온의 변화

양액조성에 따른 식물체내 무기양분은 N과 K의 함량은 품종에 관계없이 대조구에 비해 화경장이 증가한 DNS-2 처리가 높게 나타났으며, 절화 품종인 튜립 ‘Ballerina’와 수선화 ‘Dutch Master’는 대조구에 비해 양액처리구가 뿌리부분의 P의 함량이 낮게 나타났다. Ca의 함량은 튜립 ‘Showwinner’를 제외한 모든 품종에서 일부분의 함량이 대조구에 비해 감소하였으며, Mg의 함량은 뿌리 보다는 줄기부분에서 높게 나타내었다.

마. 개발된 배양액의 적합성 평가

일반적인 포트나 박스재배에 비해 Ebb & Flow 시스템이 생육 및 개화에 효과적이었으며, 재배방법에 관계없이 DNS-2 양액을 사용한 처리구가 생육이 신장되었으며 개화수명은 연장되었다. 절화품질을 나타내는 줄기경도는 DNS-2 양액 처리구가 가장 높았다.

바. 개발 배양액의 실증재배

재배농가에서 흔히 사용하는 Osmocote와 Peters에 비해 DNS-2 양액은 튜립과 수선화 모두에서 개화를 촉진 및 개화수명을 연장시키는데 효과적이었다. 또한 각 절간장, 화경장, 엽장 및 줄기경도에 있어서 다른 처리구에 비해 가장 효과적이었다.

사. 튜립과 수선화의 양액재배시 배지 조성별 효과

양액재배 시 배양토 조성별 실험에서 화경장 및 개화수명은 튜립 ‘Ballerina’과 ‘Showwinner’ 및 수선화 ‘Tete a tete’는 Peatmoss:Perlite:Verm-

iculite (1:1:1, v/v) 처리에서 증가하였다. 그러나 수선화 'Dutch Master'는 대조구 Sand에 비해 모든 처리구가 감소하였다. 줄기경도는 튜립 'Ballerina'는 Peatmoss:Perlite:Vermiculite (1:1:1, v/v) 처리에서 50%, 수선화 'Dutch Master'는 Cocopeat:Vermiculite:Perlite (1:1:1, v/v) 처리에서 20% 정도 줄기경도가 증가하였다.

아. 재배온도 및 양액온도별 효과

재배 시 온실내 야간온도와 양액온도가 높을수록 개화가 7일 이상 촉진되었으며 1절간장 및 화경장, 엽장이 증가하였다. 개화수명은 야간온도 13℃ 처리에서 21℃보다 수명이 2배 이상 증가되었으나, 줄기의 경도는 온도가 낮을수록 50% 이상 감소하였다.

자. 광도 수준별 효과

양액재배 시 보광처리($181.8\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$)는 자연광과 차광 처리에 비해 절화품종인 튜립 'Ballerina'와 수선화 'Dutch Master'는 3일 이상, 분화 품종인 튜립 'Showwinner'와 수선화 'Tete a tete'는 2일 정도 개화가 촉진되었으나, 엽장 및 화경장은 다소 감소하였다. 꽃의 품질에 많은 영향을 미치는 개화수명은 수선화 'Tete a tete'를 제외한 모든 품종이 차광 처리구보다는 자연과 처리시 2일 정도 증가되었으며, 줄기의 경도는 보광 처리시 증가하였다.

아. 양액시스템 및 저온, 보광처리 등에 의한 경제성 분석

양액시스템 및 저온처리 기간과 보광처리에 따른 경제적 이익은 330㎡당 상품성 증가로 인한 수익이 315,000,000원이며, 최대 년 6회 생산으로 인해 1,890,000,000원의 이익이 발생하게 된다. 이는 보광등 및 양액시스템 설치 비용 20,000,000원 외 보광시설 및 모터사용에 의한 전기세 1,800,000원, 상품성 저하로 인한 수익 198,000,000원과 년 1회 생산으로 인한 315,000,000원의 이익과 비교했을 때 1,673,721,100원의 수익액이 발생하게 된다.

SUMMARY

1. Development of practical hydroponic system for planning production of high quality in *Tulipa* and *Narcissus*

1) Effect of bulb storage method, period and hydroponic system on growth and flowering in *Tulipa* and *Narcissus*

Flowering of *Tulipa* and *Narcissus* accelerated and leaf length was increased when duration of bulb cold storage was increased in hydroponic systems. Flowering was accelerated and first internode was increased by Ebb & Flow and NFT system as compared to pot and box culture. Stem firmness was increased and flowering was accelerated by moisture storage of bulbs.

2) Effect of nutrient solution strength on growth and flowering in hydroponic system of *Tulipa* and *Narcissus*

In case of nutrient solution strength, flowering was accelerated by 1T (Time) of standard solution (macro element: T-N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹, micro element: Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05 ppm) in Lily Research Station in *Tulipa* 'Showwinner' and *Narcissus* 'Dutch Master' and also promoted by 1/4T in *Tulipa* 'Ballerina' and *Narcissus* 'Tete a tete'. Flower stalk was increased by lower time as compared to 2T. Stem firmness of neck was remarkably increased with 2T as compared to 1/4T, and stem firmness of upper part was extended by 1/2T. Vase life of *Tulipa* and *Narcissus* was increased by 1T.

3) Effect of nutri-solution composition on growth and flowering in hydroponic system of *Tulipa* and *Narcissus*

The flowering and vase life in *Tulipa* 'Ballerina' and *Narcissus* 'Dutch Master' were promoted by DNS(Dankook nutrient solution)-1 solution(macro element : T-N:P:K:Ca:Mg:S=12.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5me · L⁻¹, micro element : Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05ppm). Flower stalk length and stem firmness were increased by DNS-2 solution(macro element : T-N:P:K:Ca:Mg:S=22.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5me · L⁻¹, micro element : Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05ppm) in all cultivars except for *Narcissus* 'Tete a tete'.

4) Mineral contents in plants tissue of *Tulipa* and *Narcissus* by hydroponic culture with certain nutrient solution

For change of mineral content in plants tissue, flower stalk was increased as compared to control when total nitrogen and potassium contents of DNS-2 was increased. Phosphate content in root part of nutrient treatment in cut *T.* 'Ballerina' and *N.* 'Dutch Master' was decreased as compared to untreated. Calcium content of leaf decreased as compared to control in all cultivars except for *T.* 'Showwinner' and Magnesium content was increased in stem part than root part.

5) Effect of culture system and nutrient solution on growth and flowering of *Tulipa* and *Narcissus*

Generally, growth and flowering of *Tulipa* and *Narcissus* were promoted, when plant was cultivated by Ebb & Flow system as compared to pot and box culture. Growth was promoted and vase life was extended by DNS-2 solution in regardless of culture method. DNS-2 solution was very effective in increasing stem firmness.

6) Effect of fertilizer on growth and flowering of *Tulipa* and *Narcissus*

Flowering response and vase life extension of both *Tulipa* and *Narcissus* were most effective with DNS-2 solution as compared to a frequently used fertilizer. also, length of internode, flower stalk, leaf and stem firmness were very effective as compared to other treatment.

7) Effect of media composition on growth and flowering in hydroponic system of *Tulipa* and *Narcissus*

In hydroponic system forcing, the length of internode, flower stalk and leaf in *Tulipa* and *Narcissus* except *Narcissus* 'Dutch Master' were increased by Peatmoss:Perlite:Vermiculite(1:1:1, v/v) treatment. Vase life and stem firmness were extended by Peatmoss:Perlite:Vermiculite(1:1:1, v/v) treatment as compared to other treatment.

8) Effect of night and nutri-solution temperature on growth and flowering in hydroponic system of *Tulipa* and *Narcissus*

The length of internode, flower stalk and leaf were increased with high temperature of night and nutri-solution. Vase life of *Tulipa* and *Narcissus* were extended by night temperature of 13°C as compared to 21°C, stem firmness with 50% was decreased by low night temperature.

9) Effect of light conditions on growth and flowering in hydroponic system of *Tulipa* and *Narcissus*

Flowering of *Tulipa* and *Narcissus* in hydroponic system was accelerated when bulb was cultivated at supplemental lighting condition as compared to other treatment, but leaf length and flower stalk length were decreased. Vase life and flower quality were accelerated by natural lighting in all cultivars except *Narcissus* 'Tete a tete', stem firmness was somewhat increased by supplemental lighting as compared to other treatment.

10) Effect of bulb storage method, period, hydroponic system and light conditions on economic analysis

After investment cost of hydroponic system and light conditions were calculated, institution equipment cost was ₩ 20,000,000, electronic cost ₩ 1,800,000 for 330m²/6month. According to the increase of quality in hydroponic system and light conditions, the effect of profit generation would be about ₩ 315,000,000. When treatment the number of times was set up as 6 times for year, the price of total profit could be ₩ 1,890,000,000. But according to the decrease of quality, the profit generation would be about ₩ 198,000,000.

CONTENTS

(영 문 목 차)

EXHIBIT	1
SUMMARY	9
CONTENTS	18
I . Summary	
1. Objects of experiment	18
2. Range of experiment	19
II . Internal and external technology development	
1. Internal technology	20
2. External technology	21
III . Experiment contents and results	
1. Development of practical hydroponic system for planning production of high quality in <i>Tulipa</i> and <i>Narcissus</i>	
1) Material and Methods	22
(1) Effect of bulb storage method, period and hydroponic system	24
(2) Effect of nutrient solution strength	24
(3) Effect of nutri-solution composition on growth and flowering	25
(4) Mineral contents in plants of <i>Tulipa</i> and <i>Narcissus</i> according to certain nutrient solution	26
(5) Effect of culture system and nutrient solution	26
(6) Effect of fertilizer on growth and flowering of <i>Tulipa</i> and <i>Narcissus</i>	27
(7) Effect of media composition	27
(8) Effect of night and solution temperature	27
(9) Effect of light conditions on growth and flowering	29

2) Results and Discussion	30
(1) Effect of bulb storage method, period and hydroponic system on growth and flowering in <i>Tulipa</i> and <i>Narcissus</i>	30
(2) Effect of nutrient solution composition on growth and flowering in <i>Tulipa</i> and <i>Narcissus</i>	49
(3) Effect of environment condition on growth and flowering in hydroponic system of <i>Tulipa</i> and <i>Narcissus</i>	88
(4) Effect of bulb storage method, period, hydroponic system and light conditions on economic analysis	120
IV. Reach an object & contribution in relation field	123
V. Apply plan of experiment result	124
1. Requirement of further experiment	124
2. Attendance plan of experiment	124
VI. External technology information which collect throught experiment development process	126
1. External technology development	126
VII. Literatures cited	127

목 차

제출문	1
요약문	2
SUMMARY	9
목차	16
제 1 장 연구개발과제의 개요	
제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성	18
제 2 절 연구개발의 범위	19
제 2 장 국내외 기술개발 현황	
제 1 절 국내기술현황	20
제 2 절 국외기술현황	21
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	
제 1 절 고품질 튜립 및 수선화 기획 생산을 위한 실용형 양액시스템 개발	22
1. 재료 및 방법	22
가. 구근의 저온처리 및 양액재배 시스템	24
나. 적정 무기이온의 농도별 효과	24
다. 양액조성이 생육 및 개화에 미치는 영향	25
라. 양액조성별 식물체내 무기이온의 변화	26
마. 개발된 배양액의 적합성 평가	26
바. 개발 배양액의 실증재배	27
사. 배지 조성별 효과	27
아. 재배온도 및 양액온도별 효과	27
자. 광도 수준별 효과	29
2. 결과 및 고찰	30
가. 구근의 저온처리 및 양액재배 시스템이 튜립과 수선화의 생육 및 개화에 미치는 영향	30
나. 양액조성이 튜립과 수선화의 생육 및 개화에 미치는 영향	

.....	49
다. 양액재배 시 환경조건이 틀립과 수선화의 생육 및 개화에 미치는 영향	88
라. 양액시스템 및 저온, 보광처리 등에 의한 경제성 분석	120
제 4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	123
제 5장 연구개발결과의 활용계획	124
제 1 절 연구개발의 필요성	124
제 2 절 연구개발 수행계획	124
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	126
제 1 절 국외기술현황	126
제 7 장 참고문헌	127

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성

튤립과 수선화는 절화 및 분화용으로 널리 이용되는 대표적인 구근 화훼식물이다. 웰빙 산업이 각광받는 최근에 화훼류의 소비도 증가되어 그 생산액기 1996년 459,443,505천원에서 2003년 719,226,176천원으로 505 이상 신장되었다(농림부, 2005).

일반적으로 우리나라에서의 튤립은 시설 내 토양이나 박스재배의 형태로 겨울철 하우스에서 많이 생산이 되고 있으나 연작장해, 영양결핍 및 상품의 불균일 현상으로 인하여 고품질 상품생산에 많은 문제점을 안고 있다.

화란에서 수입되는 대부분의 구근이 절화 및 분화용으로 사용이 되고 있는데 이에 대한 적정 영양조건, 재배시스템 및 환경조건 등에 대한 생산시스템 구축은 아직 미비한 실정에 있다.

선진국에서는 이미 그 나라의 기후와 품종에 적합한 양액관리 기준이 확립되고 있지만, 우리나라에서는 아직 작물별 전용양액이나 양액관리 방법에 대한 개발이 튤립과 수선화에 있어서는 거의 없는 실정이며(지, 1998), NFT와 Ebb & Flow 방식에 의한 기계화 및 식물 공장형 생산을 위한 다양한 system 개발은 초보적인 연구단계에 있다. 최근 유럽에서부터 시작되어 전 세계적으로 확산되고 있는 순환식 양액재배시스템은 환경오염을 줄이고 자원을 절약할 수 있는 방식(Adams, 1992; van Weel 등, 1992)으로 차세대 재배형태로 주목받고 있으며, Bugbee(2004)는 양액재배에서 재순환시스템의 사용은 환경 뿐만이 아니라 경제적 비용도 줄인다고 하였으나 시스템의 관리정보의 취약성이 가장 큰 문제라고 지적하였다.

김(1995)은 양액의 이온농도는 작물의 양분흡수에 큰 영향을 미치는데 작물의 종류, 생육특성, 작형, 고체배지의 유무와 그 성질, 배양액 등에 따라 각 이온의 적정 농도가 다르다고 보고하였으며, 같은 화훼작물이라도 품종, 재배시기 및 재배형태에 따라 매우 다르게 나타난다고 하였다.

이를 위한 국내 튤립과 수선화 양액재배법은 구체적인 연구와 이에 대한 재배환경 조건과 양액조성 등 고품질 생산시스템에 대한 연구는 거의 이루어져 있지 않고 있으며, 또한 많은 품종의 튤립과 수선화가 시중에 유통되고 있

으나 재배조건과 영양관리 등이 소규모의 비닐하우스에서 생산된 것이 대부분 이어서 체계화된 고품질 생산시스템의 확립이 절실한 실정이다.

따라서 구근 화훼류 양액재배 기술의 확립과 고도생산시스템을 이용한 계획적인 고품질 절화 상품의 연속적인 생산으로 농가 소득증대 및 외화 획득을 증대할 수 있는 기술을 개발하고자 한다.

제 2 절 연구개발의 범위

본 연구는 구근 화훼류의 생리 생태적 특성을 고려한 구근의 저온 및 처리방법에 따른 실용형 양액재배법을 개발하기 위해 저온 저장방법별 온도 및 저장기간을 달리 하여 개화소요일수 및 각 절간의 길이, 꽃의 생육에 대하여 조사하고, 생산시스템별 적정 양액재배 기술을 확립하였다. 이러한 기술을 이용한 튜립 및 수선화의 고품질 상품생산을 위한 적정 양액 조성을 개발하기 위해 무기이온의 적정 농도 및 조성수준을 확인하였다. 또한 계획적인 상품생산을 위한 최적 환경조건을 구명하기 위해 배양토 및 재배온도, 광 수준에 따른 각각의 개화소요일수 및 각 절간의 길이, 꽃의 생육에 대한 연구를 하였다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내기술현황

국내 대학 및 농촌진흥청 산하 연구기관에서의 튼립 및 수선화를 재료로 한 연구는 다수 연구가 수행되어 왔으나 주로 재배, 생리에 관한 기초 연구 및 소규모 실험적 수준의 조직배양 및 효율적인 번식방법 개선에 관한내용이다. 국내에서 채소류의 수경재배를 위한 각 작목별 적정 양액조성법 및 수경재배 시스템은 많은 연구가 이루어져 있으나, 튼립·수선화·아이리스 등 구근화훼류의 생산을 위한 양액조성 및 양액재배 시스템에 관한 연구와 실용화는 아직 이루어지지 않고 있다. 최근 본 연구기관에서 특수양액재배에 의한 고품질의 절화 튼립을 생산할 수 있는 기술을 인근 영농화훼법인단체(아산 아름다운정원 : 구근 절화류 재배 및 수출 전문)와 공동으로 현장연구를 수행하여 왔음(그림 1).



특수양액재배(단국대)



특수양액 재배를 이용한 튜립 상자재배



양액재배에 의해 생산된 절화튜립

그림 1. 특수양액재배법에 의한 절화 튜립 생산(예비시험)

제 2 절 국외기술현황

최근 화란, 일본 등 선진국을 중심으로 식물 공장형 절화 생산기술이 연구되기 시작하였으며(Yamasaki, 일본국립농업연구소, Ibaraki, 최근 Yamasaki 와 개인 면담, 2000), 선진국에서도 구근 절화류의 양액재배에 의한 절화 및 분화상품 생산에 필요한 기술 개발에 많은 관심과 기초 연구가 진행되고 있다(Netherlands, Bulb Research Centre). 이 밖에 많은 나라에서도 시설 토양 재배시 연작 장애에 의한 문제점 해결 및 기획적 고품질 상품 생산 시스템의 개발에 많은 연구가 시도되고 있다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 고품질 튜립 및 수선화 기획 생산을 위한 실용형 양액시스템 개발

1. 재료 및 방법

본 연구의 공시품종은 구주위경이 평균 11~12cm인 *Tulipa* 'Ballerina'와 12~14cm인 *Tulipa* 'Showwinner' 그리고 *Narcissus* 'Tete a tete'와 'Dutch Master'를 사용하였다(그림 2). 저온 처리기간별 실험을 제외한 모든 구근은 5℃에서 12주간 저온처리 하였으며, 구근은 정식 전 benlate-T 500배액에 30분간 침지 후 사용하였다. 정식시 절화용 구근은 삼목상자(60×40×10cm, L×W×H)와 50공 plug tray, 분화용 구근은 직경 10cm 양면포트에 정식하여 양액시스템에 배치하였다. 재배 시 야간온도는 15±2℃가 유지되도록 하였고, 양액의 pH는 6.5~6.8, EC는 1.3~1.4mmho로 조정하였다. 실험에 사용된 양액시스템은 Simply Ebb & Flow(간이형 저면관수), Modified NFT(개량형 NFT)로 그림 3과 같은 방법으로 제작하여 사용하였다.



Fig. 2. Bulb morphology and flowering character of *Tulipa* and *Narcissus*
(Left to right : *T.* 'Showwinner', *T.* 'Ballerina', *N.* 'Dutch Master', *N.* 'Tete a tete')

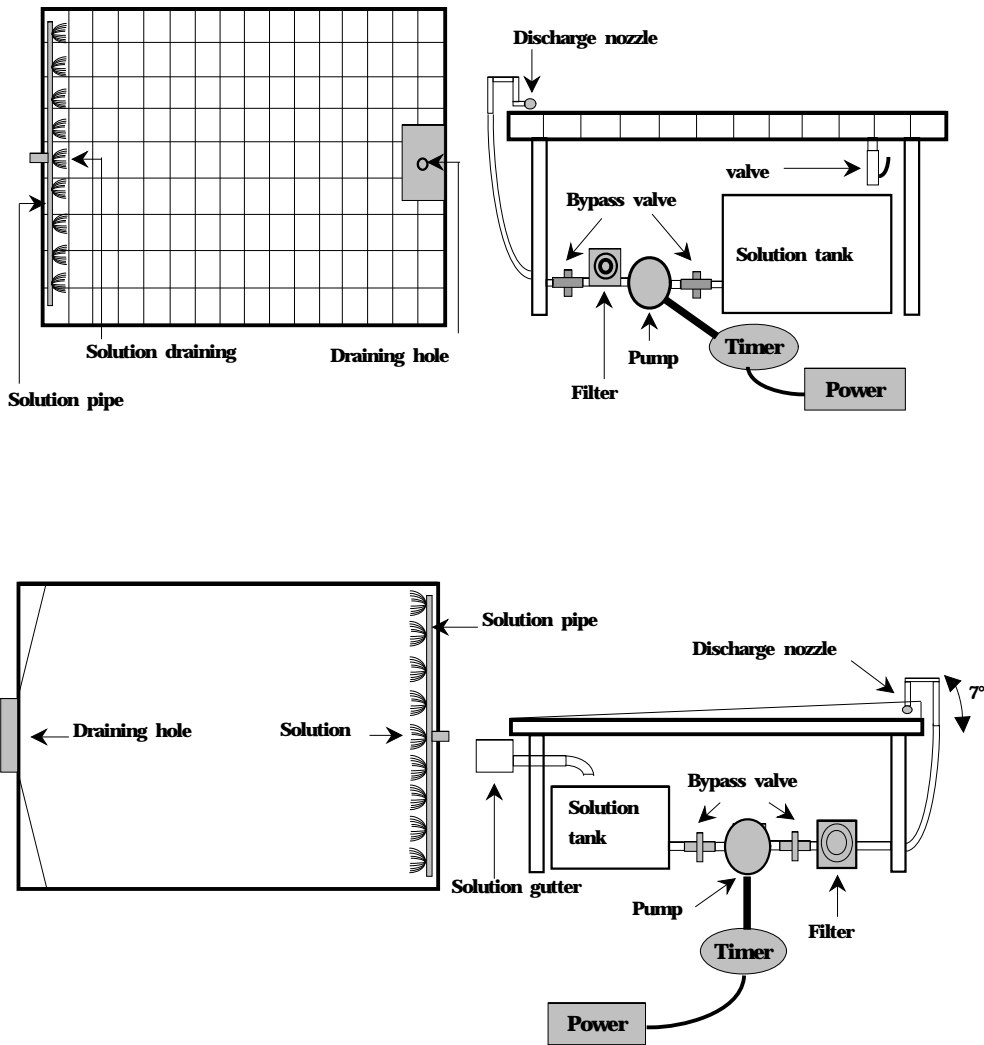


Fig. 3. Schematic diagram of simply Ebb & Flow and modified NFT system

(Up : simply Ebb & Flow system, Down : modified NFT system

Left : ground plan, Right : side view)

가. 구근의 저온처리 및 양액재배 시스템

튤립은 'Showwinner'와 'Ballerina', 수선화는 'Tete a tete', 'Dutch Master'를 공시재료로 하여 Simply Ebb & flow, Modified NFT, Pot culture와 Box culture에 습윤저온처리(Moisture Storage), 자연저온처리(Nature storage), 건조저온처리(Dry storage) 3가지 저장방법으로 각각 0, 3, 6, 9, 12주 동안 저온 처리하여 정식하였다(그림 3). 양액시스템에서 양액의 공급과 근권부 확보를 위하여 절화용 튤립 'Ballerina'와 수선화 'Dutch Master'는 밑부분을 제거한 50공 plug tray와 삼목상자를 사용하였으며, 분화용 튤립 'Showwinner'와 수선화 'Tete a tete'는 포트 직경이 10cm인 양면포트에 반복당 튤립은 27개씩, 수선화는 21개체씩 3반복으로 하였다. 실험에 사용된 구근은 benlate-T 500배액에 30분간 침지 후 5°C의 저온처장고에서 저온 처리한 후 정식하였다.

재배 시 양액은 다량원소 (T-N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹)와 미량원소 (Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05ppm)를 이용하였으며, 2주 간격으로 양액을 교체하여 사용하였다. 양액은 순환식 시스템을 사용하여 Simply Ebb & Flow와 Modified NFT는 2시간 간격으로 15분씩 공급하였으며 Pot culture(100ml/pot)와 Box culutre(1.5 l /box)는 1주일에 한번 씩 동일한 양액을 관주하였다.

조사 내용으로는 튤립은 개화소요일수, 제 1, 2, 3절간장, 목길이, 화경장, 화폭, 엽장, 엽폭, 줄기경도, 개화수명을 조사하였고, 수선화는 개화소요일수, 개화수명, 화폭, 부관길이, 화경장, 엽장, 엽폭을 조사하였다. 줄기경도는 튤립의 경우 각 절간장의 중심부분을 경도측정기(TA-XT2, England)로 측정하였으며, 수선화는 전체 화경장을 3등분하여 각 중앙부위를 측정하였다. 또한 튤립과 수선화 모두 정식 후 1주마다 초장을 측정하여 처리간의 생육곡선을 그래프로 나타내었다.

실험 시 실험구의 배치는 분할구 배치를 하였으며, 처리간 평균치의 비교는 ANOVA(SAS Institute, Inc., 2001)로 요인분석을 하였다.

나. 적정 무기이온의 농도별 효과

공시재료는 실험 1과 같은 품종으로 Simply Ebb & Flow에 각각 12주 동안 저온처리하여 정식하였다. 재배시스템에서 식재는 절화용 튤립 'Ballerina'

와 수선화 'Dutch Master'는 밑부분을 제거한 50공 plug tray, 분화용 튜립 'Showwinner'와 수선화 'Tete a tete'는 포트 직경이 10cm인 양면포트에 식재하였다. 실험에 사용된 구근은 benlate-T 500배액에 30분간 침지 후 12주 동안 5℃의 저온저장고에서 정식 전까지 저장하였다.

실험에 사용된 표준액은 다량원소 (T-N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹)와 미량원소 (Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05ppm)를 이용하였으며, 2주 간격으로 양액을 교체하였다. 실험내용은 백합표준액(1T, Time (배))을 대조구로 하여 1/4T(Time), 1/2T, 2T distilled water로 희석하여 처리하였으며, 양액은 순환식 Simply Ebb & Flow 시스템을 사용하여 2시간 간격으로 15분씩 공급하였다.

각 처리별 구근 수는 튜립은 27개씩, 수선화는 27개씩 3반복으로 처리하였고, 조사 내용은 실험 1과 동일한 방법으로 조사하였으며 처리간 평균치의 비효는 5% 수준에서 다중검정(Duncan's multiple range test)을 실시하였다.

다. 양액조성이 생육 및 개화에 미치는 영향

공시재료와 식재방법은 실험 2와 같은 방법으로 Simply Ebb & Flow에 각각 12주 동안 저온 처리한 구근을 사용하였으며, 실험에 사용된 구근은 benlate-T 500배액에 30분간 침지 후 12주 동안 5℃의 저온저장고에서 저온처리 후 사용하였다.

양액의 처리내용은 표 1과 같이 HNS(Holland nutrient solution)를 대조구로 하여 DNS(Dankook nutrient solution)-1, DNS-2, DNS-3, DNS-4, DNS-5, DNS-6의 6가지 양액을 조성하여 처리하였으며(표 1), 2주 간격으로 양액을 교체하여 사용하였고, 순환식 Simply Ebb & Flow 시스템은 2시간 간격으로 15분씩 공급하였다.

각 처리별 구근 수는 튜립은 24개씩, 수선화는 21개씩 3반복으로 처리하였으며, 조사내용과 분석은 실험 2와 같은 방법으로 실시하였다.

Table 1. Composition of nutrient solution in hydroponic culture.

Treatment ²⁾	Macro element (me · L ⁻¹)					
	T-N	P	K	Ca	Mg	S
HNS	3.5	0.4	1.3	2.0	1.0	1.0
DNS-1	12.9	3.7	3.9	6.9	4.5	4.5
DNS-2	22.9	3.7	3.9	6.9	4.5	4.5
DNS-3	17.9	2.0	3.9	6.9	4.5	4.5
DNS-4	17.9	5.4	3.9	6.9	4.5	4.5
DNS-5	17.9	3.7	5.5	6.9	4.5	4.5
DNS-6	17.9	3.7	2.3	6.9	4.5	4.5

²⁾ HNS : Holland nutrient solution, DNS : Dankook nutrient solution
 Micro element - (Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05ppm)

라. 양액조성별 식물체내 무기이온의 변화

분석시료는 무처리 및 HNS(Holland nutrient solution)와 DNS(Dankook nutrient solution)-2의 양액으로 재배한 식물체를 채취하였으며, 시기는 개화 시 뿌리, 잎 및 줄기로 각각 나누어 채취하였다.

채취 후 0.2N HCL로 1분간 세척한 후 증류수로 다시 수세하고 75°C 건조기에서 24시간 건조하였다. 건조 후 20 mesh screen을 통과하도록 유발을 이용하여 분쇄하였고 시료의 일부는 Kjeldahl 방법(Jenkinson, 1977)에 의한 전질소(T-N) 함량분석에 이용하였다. P의 함량은 분쇄한 건조시료를 일부 도가니에 정량하여 500°C로 조절한 muffle furnace에서 약 6시간 동안 완전히 회화시켜 6N HCL로 포집한 후 증류수를 첨가하여 100배로 희석하고 molybdate-vanadate법(Sean과 Robert, 1982)으로 흡광분석계를 이용하여 분석하였다. 상기의 희석한 용액을 다시 0.5N HCL 용액(0.5% lanthanum과 lithium 100mg/ℓ 으로 혼합)으로 100배 희석시켜 원자흡광분석기로 K, Ca 및 Mg 분석에 이용하였다.

마. 개발된 배양액의 적합성 평가

Simply Ebb&Flow에 각각 12주 저온처리한 구근을 사용하였으며, 실험에

사용된 구근은 benlate 500배액에 30분간 침지 후 12주 동안 5°C의 저온저장고 (농산21세기, Korea)에서 정식 전까지 저장하였다.

이 실험은 양액조성실험에서 다른 처리구에 비해 다소 생육이 좋았던 DNS-2 처리구(N:P:K:Ca:Mg:S=22.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5)를 대조구로 하여, 화란 (N:P:K:Ca:Mg:S=3.5:0.4:1.3:2.0:1.0:1.0)과 일본(N:P:K:Ca:Mg:S=4.8:1.6:1.5:1.1:0.8:0.8)에서 사용되는 양액을 비교하여 적합성 평가를 하였다. 모든 처리구는 Simply Ebb&Flow 순환식 시스템을 사용하여 2시간 간격으로 15분씩 제어하였으며, 양액은 2주 간격으로 교체하여 사용하였다.

각 처리별 구근 수는 틀립은 27개, 수선화는 21개로 3반복으로 처리하였으며, 조사 내용으로는 실험 2와 동일한 방법으로 조사하였다.

Table 2. Composition of nutrient solution in hydroponic

Treatment	Macro element (me · L ⁻¹)					
	T-N	P	K	Ca	Mg	S
Japan	4.8	1.6	1.5	1.1	0.8	0.8
Netherlands	3.5	0.4	1.3	2.0	1.0	1.0
DNS-2	22.9	3.7	3.9	6.9	4.5	4.5

Micro element - (Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05ppm)

바. 개발 배양액의 실증재배

양액조성실험에서 다른 처리구에 비해 다소 생육이 좋았던 DNS-2 처리구 (N:P:K:Ca:Mg:S=22.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5, Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05ppm)를 대조구로 하여, 일반 재배농가에서 사용되는 완효성 비료인 Osmocote(14N:14P:14K, Scott, PA, USA)와 수용성 비료인 Peters (15N:11P:13K, Scott, PA, USA)를 각각 처리하여 비교하였다.

DNS-2 처리구는 Simply Ebb&Flow 순환식 시스템을 사용하여 2시간 간격으로 15분씩 제어하였으며, Osmocote는 정식후 1회 시비, Peters는 1주일 간격으로 시비하였다.

각 처리별 구근 수는 틀립은 30개, 수선화는 24개로 3반복으로 처리하였으며, 조사 내용으로는 실험 2와 동일한 방법으로 조사하였다.

사. 배지 조성별 효과

공시재료는 실험 2와 동일한 품종으로 8주동안 건조 저온처리와 각 처리별로 4주 동안 습윤 저온처리 후 Simply Ebb & Flow에 정식하였으며, 모든 구근은 정식 전 benlate-T 500배액에 30분간 침지 후 5℃의 저온저장고에서 저온처리 후 사용하였다.

양액재배 시 튜립과 수선화의 고품질 절화 및 분화 생산을 위해 적정 배양토를 알아보기 위해 표 3과 같이 Sand, Vermiculite(Ve), Perlite(Pe), Peatmoss(Pt), Cocopeat(Co)를 단용 또는 혼용 처리하였다.

모든 처리는 Simply Ebb & Flow 순환식 시스템을 사용하여 2시간 간격으로 15분씩 양액을 공급하였으며, 양액은 2주 간격으로 교체하였다.

각 처리별 구근 수는 튜립은 27개씩, 수선화는 24개씩 3반복으로 처리하였으며, 조사내용과 분석은 실험 2와 같은 방법으로 실시하였다.

Table 3. Ratio of media composition.

Media composition	Combination ratio(v/v)
Sand	Sand
Co	Cocopeat
Ve	Vermiculite
Co:Ve	Cocopeat : Vermiculite (1:1)
Co:Ve:Pe	Cocopeat : Vermiculite : Perlite (1:1:1)
Pt:Pe:Ve	Peatmoss : Perlite : Vermiculite (1:1:1)

아. 재배온도 및 양액온도별 효과

공시재료와 식재방법은 실험 2와 같은 방법으로 Simply Ebb & Flow에 각각 12주 동안 저온 처리한 구근을 사용하였으며, 실험에 사용된 구근은 benlate-T 500배액에 30분간 침지 후 12주 동안 5℃의 저온저장고에서 정식 전까지 저장하였다.

튜립과 수선화의 양액재배 시 절화 및 분화의 품질에 미치는 야간온도와 양액의 온도를 알아보기 위해 온풍기를 이용하여 야간온도가, 13, 17, 21℃로 조절된 온실에 양액의 온도를 각각 15, 20, 25℃로 조절하여 처리하였다.

모든 처리는 Simply Ebb & Flow 순환식 시스템을 사용하여 양액을 2시간 간격으로 15분씩 공급하였으며, 양액은 2주 간격으로 교체하였다.

각 처리별 구근 수는 튤립은 15개씩, 수선화는 15개씩 3반복으로 처리하였으며 조사내용, 실험구 배치 및 데이터분석은 실험 1과 동일한 방법으로 조사하였다.

자. 광도 수준별 효과

공시재료와 식재방법은 실험 2와 같은 방법으로 Simply Ebb & Flow에 각각 12주 동안 저온 처리한 구근을 사용하였으며, 실험에 사용된 구근은 benlate-T 500배액에 30분간 침지 후 12주 동안 5°C의 저온저장고에서 정식 전까지 저장하였다.

겨울철 동계 양액재배 시 튤립과 수선화에 생육 및 개화에 미치는 광 조건을 알아보기 위해 표 3과 같이 연구온실 조건에서 자연광을 대조구로 하여 차광조건은 35%와 55%의 차광막을 이용하여 처리하였으며, 보광처리는 자연광 형광등과 백열등을 이용하여 처리하였다.

모든 처리는 Simply Ebb & Flow 순환식 시스템을 사용하여 2시간 간격으로 15분씩 양액을 공급하였으며, 양액은 2주 간격으로 교체하였다.

각 처리별 구근 수는 튤립은 15개씩, 수선화는 15개씩 3반복으로 처리하였으며 조사내용은 실험 2와 같은 방법으로 실시하였다.

Table 4. Condition of light intensity in forcing of *Tulipa* and *Narcissus*.

Treatment	Luminous intensity($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$)
Natural lighting	151.5 \pm 15
Shading 35%	60.6 \pm 15
Shading 55%	30.3 \pm 15
Supplemental lighting	181.8 \pm 15

2. 결과 및 고찰

가. 구근의 저온처리 및 양액재배 시스템이 튜립과 수선화의 생육 및 개화에 미치는 영향

튜립은 'Showwinner'와 'Ballerina', 수선화는 'Tete a tete'와 'Dutch Master' 품종의 구근을 공시재료로 하여 Simply Ebb & Flow, Modified NFT, Box culture 및 Pot culture의 재배시스템에 저장방법은 습윤 저온처리, 자연 저온처리, 건조 저온저장별 저온처리 기간은 0, 3, 6, 9, 12주 처리를 하였을 경우 생육 및 개화에 미치는 영향은 튜립 'Ballerina'의 경우 시스템과 저장방법에 관계없이 모든 처리가 저온 처리기간이 길어지면 길어질수록 개화가 촉진되는 경향을 보였으며, ED12 처리에서 32.3일로 개화가 가장 촉진되었다. 튜립의 'Ballerina'는 주로 저온 처리방법에 의해 개화가 상이하게 나타났으며 습윤 저온처리는 다른 저온 처리방법보다 개화율이 높게 나타났다. 개화수명은 처리기간에 유사한 경향을 보이지는 않았으나 Modified NFT의 자연 저장처리가 다른 처리에 비해 수명이 증가되었다. 1절간장은 습윤 저온처리, 건조 저온처리, 자연 저온처리의 순서로 증가하였으며, NM9 처리에서 전체 절간장이 22.0cm로 다른 처리에 비해 증가하였다. 절간장은 어느 정도 저온 요구도가 충족되었다면 저온 처리기간보다는 재배시스템과 저장방법에 의해 많은 영향을 받는 것으로 사료되었다(표 5). 줄기경도는 자연 저온처리로 Simply Ebb & Flow의 시스템에서 재배한 것이 다른 처리에 비해 경도가 증가하였으며, EN12 처리는 모든 처리에 비해 1, 2, 3절간장의 경도가 12,903, 9,832, 6,020, 2,975Gf로 향상된 결과를 보였다. 특히 목부분의 경도는 습윤 저온처리에 비해 자연 저온처리가 향상되었으며, NN12 처리가 3,138Gf로 경도가 증가하였다(표 7). 잎의 생육은 재배시스템과 저온 처리방법에 관계없이 12주와 9주 처리는 정식 초기부터 생육이 왕성하였으며, 6주와 3주 처리는 저조한 생육을 보였는데 이것은 개화 촉진 뿐만 아니라 잎의 신장에도 저온이 영향을 미치는 것으로 사료된다(그림 4, 5).

튜립 'Showwinner'의 경우 저온 처리기간이 길어질수록 개화가 촉진되었으며, NM12 처리는 개화소요일수가 32.7일로 모든 처리에 비해 개화가 촉진되었다(그림 6). 개화율은 튜립 'Ballerina'와 마찬가지로 재배시스템이나 저온처리기간 보다 저온처리에 많은 영향을 받는 것으로 나타났으며, 습윤 저온처리는 모두 90% 이상의 개화율을 보였다. 개화수명에 있어서 재배시스템별로는 일정한 경향을 보이지 않았고 EM9 처리 시 6.8일로 다른 처리에 비해 증가된

결과를 보였으며, 건조 저온처리의 경우 저온 처리기간이 길어질수록 개화수명이 단축되었다. 1절간장, 목길이 및 전체절간장은 EM9 처리에서 4.9, 11.3, 34.5cm로 다른 처리에 비해 증가하였으며, 또한 Simply Ebb & Flow 시스템이 Modified NFT와 Pot culture에 비해 생육이 비교적 증가되는 경향을 나타내었다. 저온 처리방법에서는 자연 저온처리와 건조 저온처리에 비해 습윤 저온처리에서 다소 생육이 증가하였으며, 자연 저온처리를 제외한 다른 처리에서는 저온 처리기간이 길어질수록 각 절간장이 신장되는 결과를 보였다(표 6). 잎의 생육은 재배시스템과 저장방법에 상관없이 12주 저온처리는 정식 후 3주, 9주 처리는 정식 후 6주 후부터 급속한 생육을 보였으며, 6주와 2주 처리는 완만한 생육을 보였다(그림 7).

Cui(2001)는 호접란을 Ebb & Flow 시스템을 이용하여 재배하였을 경우 품질의 균일성과 꽃 품질의 향상 등 생육이 양호하다고 보고하였는데, 튜립과 수선화의 재배에서와 마찬가지로 일반적인 두상관수에 비하여 품질 면에서 향상된 결과를 보였고 균일한 상품 생산에 매우 효율적이라고 사료된다.

서와 조(1997)는 튜립의 축성재배 시 건조 저온처리 2℃와 5℃ 8주+자연 습윤 8주 처리구와 자연 습윤 16주 저온처리에서는 다른 처리에 비해 개화가 현저히 촉진되었으나, 건조저장을 하지 않고 자연 습윤 저온처리만 한 경우 퇴화율이 높았고 생육이 저조하였다는 보고와 일부 다른 결과를 나타내었는데, 저온 처리방법은 건조, 습윤 및 자연 저온처리를 생육시기 및 재배방법에 따라 생육 및 개화반응이 상당히 차이가 있음을 알 수 있었다.

Bonnier 등(1997)은 튜립의 저장은 저온의 경우 5℃에서 16주 저장이 가장 적절한 저장조건이라고 보고하였는데 본 실험에서도 12주 저온처리는 개화가 촉진되었으며 다른 저온처리방법에 비해 습윤 저온처리의 생육과 개화가 양호하게 나온 것과 유사한 결과를 보였다. 또한 van Leeuwen과 Dop(1990)은 5℃ 나 9℃의 낮은 저온처리는 개화율을 증가시키며 저장 중 수분손실은 꽃눈퇴화의 원인이 된다고 하였는데, 이 실험에서 저온 저장방법 중 수분이 없이 저장되었던 건조 저온처리가 다소 생육이 감소하고 개화율이 낮은 결과와 매우 유사한 현상으로 보아 저장 중 최소한의 수분이 유지되어야 개화의 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

튜립의 경우 저온 처리기간이 6주 이하인 경우 꽃눈의 퇴화율이 높고 전체 화경장이 감소하였으며 또한 12주 이상의 저온처리 기간은 식물의 생육이 감소한다고 보고한 Suh 등(1992)의 보고와 같이 본 실험에서 9주 저온처리는 12주 저온처리보다 다소 생육이 좋았으며, 6주 이하의 저온처리에서 꽃눈이 퇴화하여 불개화한 결과로 보아 튜립은 최소한 6주 이상의 저온 처리기간을 요구

하며 12주 이상의 저온처리 기간은 바람직하지 않은 것으로 사료된다.

Table 5. Effect of bulb storage method, period and hydroponic system on growth and flowering in *Tulipa 'Ballerina'*.

Culture system ²⁾	Storage		Days to flowering (day)	Percent of flowering (%)	Internode (cm)			Vase life (day)
	Method	Period (wks)			1st	Last	Total	
E	Control	0	- ^{y)}	-	-	-	-	-
	M	3	-	-	-	-	-	-
		6	-	-	-	-	-	-
		9	52.5	92.6	6.7	8.5	19.3	5.2
		12	44.0	92.6	6.2	13.0	21.1	6.3
	N	3	-	-	-	-	-	-
		6	-	-	-	-	-	-
		9	60.2	87.7	2.8	10.2	15.0	5.7
	D	12	63.0	85.2	3.5	13.4	17.9	6.7
		3	x ^{x)}	x	x	x	x	x
		6	x	x	x	x	x	x
	N	M	9	x	x	x	x	x
12			32.3	90.1	6.4	12.8	20.0	5.2
Control			0	-	-	-	-	-
3			-	-	-	-	-	-
N		6	63.7	91.4	4.9	12.9	18.0	6.2
		9	54.0	92.6	5.9	11.2	22.0	7.7
		12	43.3	95.1	5.6	11.2	20.7	6.0
		Control	0	-	-	-	-	-
D		3	-	-	-	-	-	-
		6	-	-	-	-	-	-
		9	57.7	86.4	4.4	15.0	20.5	7.2
		12	49.5	84.0	4.9	13.7	20.6	7.0
P	M	3	x	x	x	x	x	
		6	x	x	x	x	x	
		9	x	x	x	x	x	
		12	42.8	86.4	5.6	11.4	20.4	6.3
	N	3	-	-	-	-	-	-
		6	-	-	-	-	-	-
		9	63.8	86.4	3.6	10.9	15.9	4.7
		12	62.8	85.2	3.9	14.6	17.6	5.0
	D	3	x	x	x	x	x	x
		6	x	x	x	x	x	x
		9	x	x	x	x	x	x
		12	48.8	82.7	5.3	9.3	18.5	4.8

²⁾ Culture system(E:Simply Ebb & Flow, N:Modified NFT, P:Pot culture), Storage method(M:Moisture, N:Nature, D:Dry)

^{y)} - : Non flower bud or non flowering

^{x)} x : Mortality plants

^{w)} NS, *, **, *** : Nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01 or 0.001, respectively

Significance

Culture system(A) *^{w)} *** * *** *** ***

Storage method(B)

Storage period(C)

A × B

A × C

B × C

A × B × C

LSD (0.05) 1.9 3.0 0.4 0.6 0.9 0.4

Table 6. Effect of bulb storage method, period and hydroponic system on growth and flowering in *Tulipa* 'Showwinner'.

Culture system ²⁾	Storage		Days to flowering (day)	Percent of flowering (%)	Internode (cm)			Vase life (day)
	Method	Period (wks)			1st	Last	Total	
E	Control	0	- ^{y)}	-	-	-	-	-
	M	3	-	-	-	-	-	-
		6	66.8	92.6	0.6	5.3	0	5.0
		9	58.2	96.3	4.9	11.3	127.0	6.8
		12	39.0	97.5	3.9	6.2	132.9	4.2
	N	3	-	-	-	-	-	-
		6	66.7	85.2	0.0	2.3	0	4.8
		9	56.3	86.4	0.8	5.4	115.7	5.5
		12	41.2	85.2	0.0	2.7	120.0	5.3
	D	3	-	-	-	-	-	-
		6	62.2	80.2	0.7	3.0	0	5.7
		9	59.3	86.4	2.5	8.5	0	4.2
12		43.7	88.9	4.4	7.9	129.3	3.7	
N	Control	0	-	-	-	-	-	-
	M	3	-	-	-	-	-	-
		6	66.5	91.4	0.0	2.0	127.2	5.0
		9	58.0	95.1	3.0	9.6	131.7	5.2
		12	32.7	92.6	4.8	6.3	132.6	4.3
	N	3	-	-	-	-	-	-
		6	63.5	80.2	0.0	1.0	1.0	4.5
		9	57.0	84.0	0.3	5.3	126.3	5.5
		12	42.0	84.0	0.0	1.9	123.2	5.7
	D	3	-	-	-	-	-	-
		6	59.5	90.1	0.6	2.9	0	5.2
		9	58.8	91.4	2.7	7.6	0	5.3
12		44.0	88.9	2.9	5.9	123.8	5.0	
P	Control	0	-	-	-	-	-	-
	M	3	-	-	-	-	-	-
		6	66.5	90.1	0.0	1.5	114.1	4.8
		9	58.7	92.6	2.5	3.5	129.9	4.5
		12	40.5	91.4	3.5	5.3	127.8	3.3
	N	3	-	-	-	-	-	-
		6	63.5	80.2	0.0	1.8	0	4.5
		9	52.5	86.4	0.4	4.0	116.8	4.8
		12	39.5	84.0	0.0	4.5	121.3	5.0
	D	3	-	-	-	-	-	-
		6	61.0	80.2	0.0	1.3	0	5.2
		9	52.5	80.2	0.6	1.8	0	4.7
12		41.3	84.0	2.4	4.9	115.8	4.2	

Significance

Culture system(A)

Storage method(B)

Storage period(C)

A × B

A × C

B × C

A × B × C

LSD (0.05)

^{x)} *

* ***

*** **

** **

*** **

* **

** *

NS NS

1.4 2.5 0.1 0.4 0.4 0.2

²⁾ Culture system(E:Simply Ebb & Flow, N:Modified NFT, P:Pot culture), Storage method(M:Moisture, N:Nature, D:Dry)

^{y)} - : Non flower bud or non flowering

^{x)} NS, *, **, *** : Nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01 or 0.001, respectively

Table 7. Effect of bulb storage method, period and hydroponic system on firmness of stem in *Tulipa* 'Ballerina'.

Culture system ²⁾	Storage		Firmness of each internode (Gf) ^{y)}						
	Method	Period (wks)	1st	2nd	3rd	Last			
E	Control	0	- ^{x)}	-	-	-			
		M	3	-	-	-	-		
			6	-	-	-	-		
			9	7270	4239	3828	1867		
			12	7422	4653	3811	1889		
	N	3	3	-	-	-	-		
			6	-	-	-	-		
			9	12724	8473	5008	3081		
		12	12	12903	9832	6020	2975		
			D	12	7995	4955	3458	2238	
			N	Control	0	-	-	-	-
					M	3	-	-	-
6	11019	6888				5412	2554		
9	7328	4887				3393	2115		
12	6677	4786				3734	1869		
N	3	3		-	-	-	-		
		6		-	-	-	-		
		9		9017	6180	4471	2754		
	12	12		10175	7678	4589	3138		
		D		12	7642	4574	3286	2163	
		B		Control	0	-	-	-	-
					M	3	-	-	-
6	10069		7074			5312	2551		
9	8689		6795			4524	1896		
12	6257		4739			3845	1800		
N	3		3	-	-	-	-		
			6	-	-	-	-		
			9	8893	7204	4500	2008		
	12		12	12715	9777	5939	2234		
			D	12	7531	5032	4755	2018	
			Significance						
			Culture system(A)			** ^{w)}	***	***	*
LSD (0.05)			527	327	313	116			

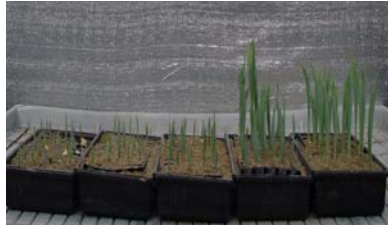
²⁾ Culture system(E:Simply Ebb & Flow, N:Modified NFT, B:Box culture)

Storage method(M:Moisture, N:Nature, D:Dry)

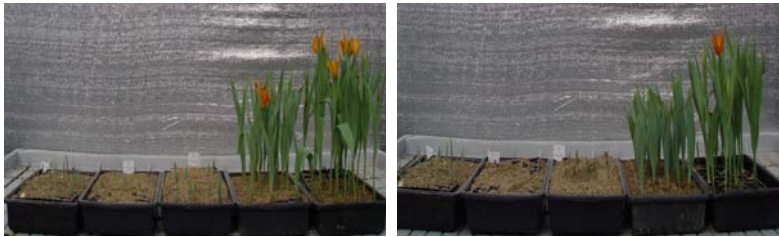
^{y)} Gram force/mm

^{x)} - : Non flower bud or non flowering

^{w)} NS, *, **, *** : Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively



Simply Ebb & Flow



Modified NFT

Fig. 4. Growth and flowering of *Tulipa* 'Ballerina' as affected by bulb storage method, period and culture system.

(Left to right : Moisture(0, 3, 6, 9, 12wks), Nature(0, 3, 6, 9, 12wks), Dry(0, 3, 6, 9, 12wks))

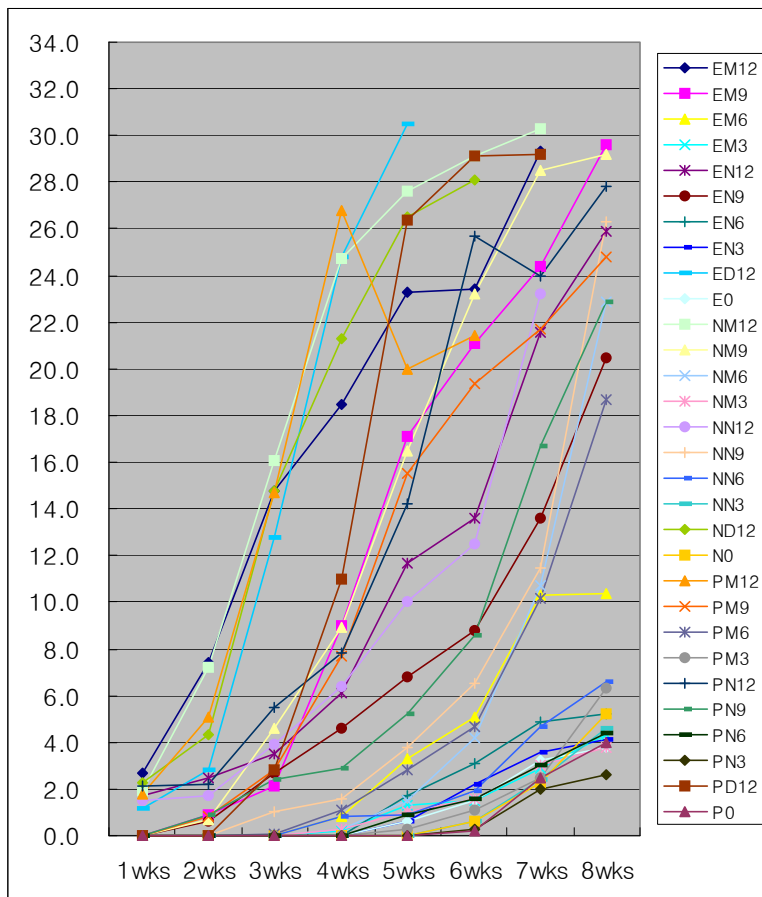


Fig. 5. Changes in leaf length and flower response of *Tulipa* 'Ballerina' after storage method, period and hydroponic system treatment in hydroponic system.

Culture system(E = Simply ebb & flow, N = Modified NFT, P = Pot culture)

Storage Method(M=Moisture, N=Nature, D=Dry)

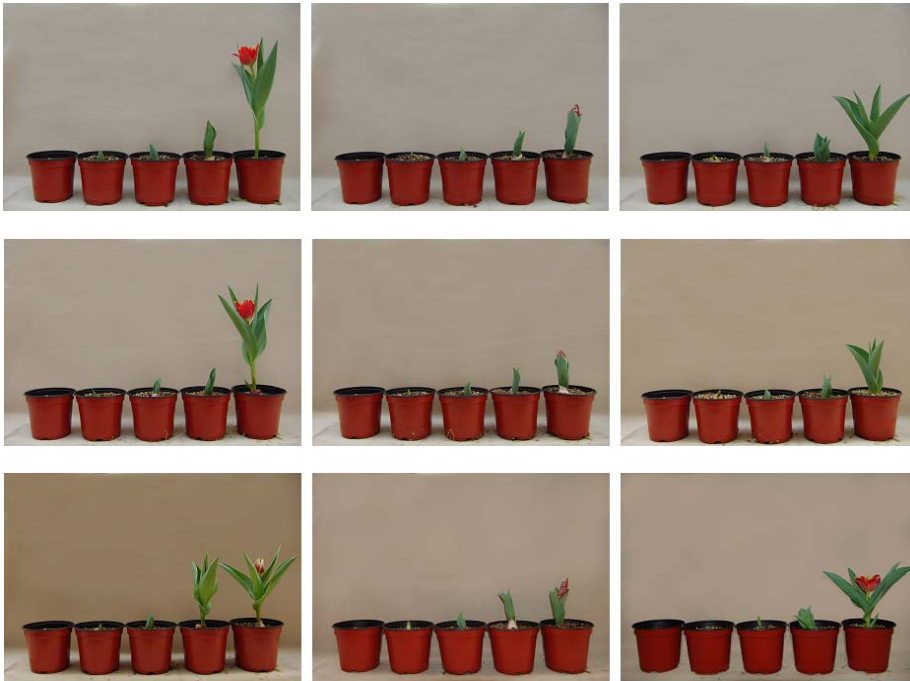


Fig. 6. Growth and flowering of *Tulipa* 'Showwinner' as affected by bulb storage method, period and culture system.

(Top : Simply Ebb & Flow, Middle : Modified NFT, Bottom : Pot culture
 Left to right : Moisture(0, 3, 6, 9, 12wks), Nature(0, 3, 6, 9, 12wks),
 Dry(0, 3, 6, 9, 12wks))

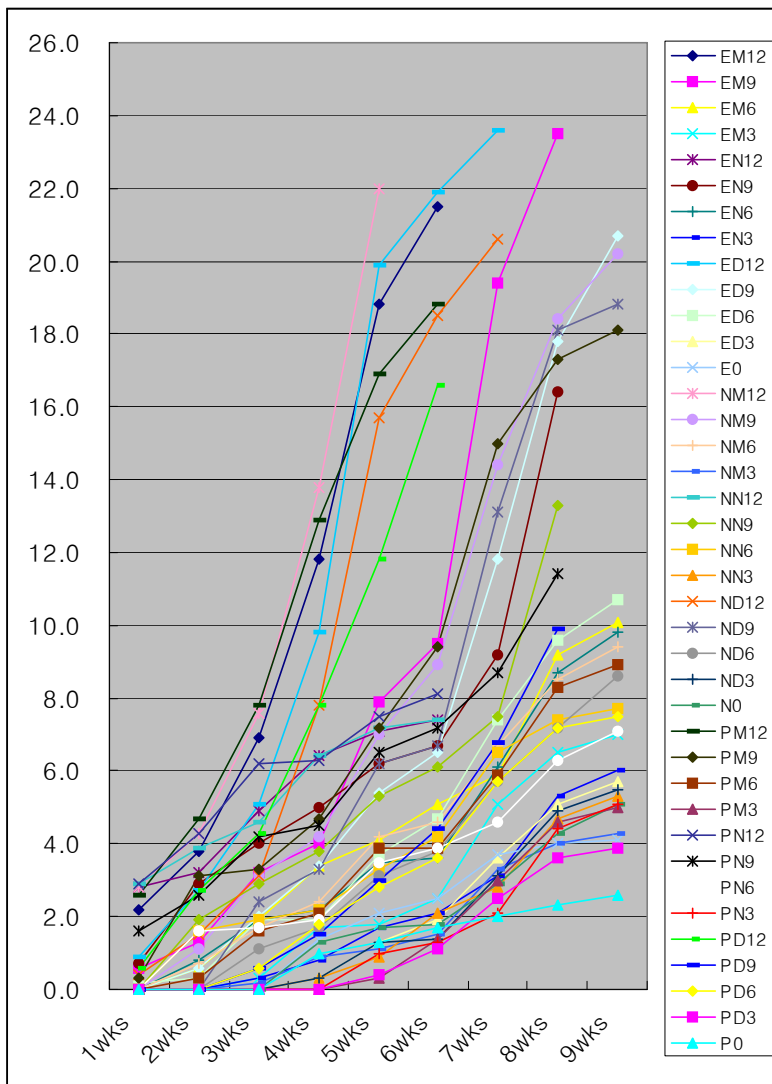


Fig. 7. Changes in leaf length and flower response of *Tulipa* ‘Showwinner’ after storage method, period and hydroponic system treatment in hydroponic system.

Culture system(E = Simply ebb & flow, N = Modified NFT, P = Pot culture)

Storage Method(M=Moisture, N=Nature, D=Dry)

수선화 ‘Dutch Master’의 경우 개화소요일수는 재배시스템 처리간에 유사한 경향을 보였는데, 저온 처리기간이 길어질수록 개화가 촉진되었다(그림 8). 개화율은 재배시스템 처리간에는 큰 유의차는 없었으나 습윤 저온처리, 건조 저온처리, 자연 저온처리의 순으로 개화율이 높았으며, 습윤 저온처리의 경우 대부분의 처리구가 100%에 가까운 개화율을 보였다. 개화수명은 재배시스템과 저장방법에 관계없이 모든 처리구가 12주 저온처리보다 9주 저온처리에서 수명이 증가되었고 자연저온 9주 저온처리는 재배시스템에 관계없이 개화수명이 증가되었다. 부관의 길이 또한 자연저온 9주 저온처리에서 다른 저온 처리방법보다 향상된 결과를 나타내었다. 화폭은 각 재배시스템별로 자연저온 12주 저온처리에서 증가하는 경향을 보였으며, 목길이는 일정한 경향을 보이지는 않았다. 화경장은 건조 저온처리의 경우 저온기간이 길어질수록 화경장이 증가하였으며, 습윤 저온처리는 저온 처리기간이 길어지면 화경이 감소하는 경향을 보였다. 전체적으로 화경장은 EN9 처리가 29.2cm로 다른 처리에 비해 다소 증가하는 경향을 보였다(표 8, 그림 8). 줄기경도는 EN12 처리가 상부와 하부의 경도가 3,568과 3,766Gf로 다른 처리에 비해 증가하였으며, 일정한 경향을 보이지는 않았으나 자연 저온처리가 줄기의 경도를 향상시키는 것으로 사료된다(표 10). 잎의 생육에서 12주와 9주 저온처리는 6주와 3주 저온처리와 달리 생육초기부터 급격한 생장을 보였다(그림 9).

수선화 ‘Tete a tete’의 경우 개화소요일수는 NM12 처리가 16.7일로 개화가 가장 촉진되었으며, 재배시스템별로는 Simply Ebb & Flow, 저온처리별로는 습윤 저온처리가 개화를 촉진시키는 것으로 나타내었다(그림 10). 또한 저온기간이 길어질수록 처리에 관계없이 개화소요일수가 단축되었다(표 9). 개화율은 재배시스템이나 저온처리기간 보다는 저장방법에 의해서 많이 좌우되는데 자연 저온처리는 습윤 저온처리나 건조 저온처리에 비해 다소 개화율이 낮은 것으로 나타났다. 개화수명은 저온 처리기간별로는 일정한 경향을 보이지는 않았으나 건조 저온저장의 Simply Ebb & Flow 처리에서 개화수명이 증가되었다. 화폭은 저온 처리기간이 길어질수록 다소 증가하는 경향을 보였으며, 화경장은 일정한 경향을 보이지는 않았으나 EN9와 PN9 처리가 15.2cm로 다른 처리에 비해 신장되었다. 잎의 생육곡선에서 저온기간이 길면 개화가 촉진되고 엽장이 감소하였으며, 저온 처리기간이 짧으면 이와 반대되는 결과를 보였다(그림 11). 이러한 결과는 윤과 이(1998)가 은방울꽃의 축성재배 시 저장온도는 0~5℃에서 90일 이상 처리한 것이 개화생장이 빨랐고 저온처리 온도가 5℃나 10℃일 때는 0℃보다 더 많은 저온 처리기간이 요구된다는 보고 내용과 유사하였다. 수선화의 ‘Tete a tete’ 품종은 2또는 5℃에서 14주간 저온 처리하

는 것이 생육이 양호하다고 하였으며, 저온처리나 식재 전 건조 상태는 식물과 생육이 저하된다고 보고하여 예냉 과정 중 습윤 저온처리와 자연 저장처리에 비해 건조 저온처리에서 생육이 다소 감소하는 것으로 보아 저장 중의 건조는 개화와 생육에 많은 영향을 미치는 것으로 사료된다.

De Greef(1986)은 분화 수선화의 재배 시 저온 처리기간이 길어지면 길어질수록 분화에 적합한 줄기신장을 가져온다고 하였는데 본 실험의 *N. 'Tete a tete'* 품종은 Simply Ebb & Flow 시스템으로 재배 시 비교적 줄기가 튼튼하고 균일한 크기의 품질이 생산되는 유사한 경향을 나타내었다. 또한 분화재배 대량생산 시 포장 및 운송에 있어서 제약을 받지 않아 공간 활용과 경제적인 면에서 절화에 비해 유용할 것으로 사료되며 균일한 품질과 상품성을 만드는 데 효과적일 것으로 판단된다.

Table 8. Effect of bulb storage method, period and hydroponic system on growth and flowering in *Narcissus* 'Dutch Master'.

Culture system ²⁾	Storage		Days to flowering (day)	Percent of flowering (%)	Corolla length (cm)	flower width (cm)	Flower stalk (cm)	Vase life (day)
	Method	Period (wks)						
E	Control	0	- ^{y)}	-	-	-	-	-
	M	3	-	-	-	-	-	-
		6	50.6	100	3.9	8.9	27.7	7.9
		9	36.8	100	3.8	8.7	25.6	8.4
		12	27.8	100	3.7	8.5	22.1	7.7
	N	3	-	-	-	-	-	-
		6	50.8	92.0	3.9	8.9	25.7	6.9
		9	41.3	93.6	4.1	9.2	29.2	8.4
		12	39.0	92.0	4.1	9.4	24.4	5.4
	D	3	-	-	-	-	-	-
		6	45.8	96.8	3.6	8.1	16.9	3.9
		9	33.7	96.8	3.6	8.3	21.0	7.9
12		28.9	98.4	3.6	8.4	21.3	7.2	
N	Control	0	-	-	-	-	-	
	M	3	-	-	-	-	-	-
		6	52.2	98.4	3.7	8.8	28.1	6.4
		9	34.7	100	3.7	8.3	23.5	8.3
		12	27.0	100	3.6	8.3	21.4	7.2
	N	3	-	-	-	-	-	-
		6	50.3	84.0	3.6	8.6	28.4	5.8
		9	40.7	87.2	3.9	8.7	27.2	8.6
		12	33.5	93.6	3.8	8.9	26.2	5.0
	D	3	-	-	-	-	-	-
		6	49.0	96.8	3.6	8.2	23.3	6.4
		9	36.4	98.4	3.8	8.7	23.8	7.3
12		29.3	100	3.4	8.5	24.3	6.7	
P	Control	0	-	-	-	-	-	
	M	3	-	-	-	-	-	-
		6	53.9	100	3.9	8.8	25.2	5.2
		9	36.6	100	3.6	8.5	26.1	7.4
		12	26.9	100	3.6	8.6	21.4	7.3
	N	3	-	-	-	-	-	-
		6	49.3	90.4	3.8	8.9	22.8	5.4
		9	41.4	96.8	4.1	9.2	26.8	8.7
		12	38.7	93.6	4.2	9.3	29.4	7.9
	D	3	-	-	-	-	-	-
		6	58.2	98.4	3.4	7.8	16.8	5.8
		9	50.7	98.4	3.4	8.0	18.6	6.0
12		37.3	95.2	3.5	8.1	20.5	6.2	
Significance								
Culture system(A)			*** ^{x)}	***	**	NS	***	*
Storage method(B)			***	***	***	***	***	***
Storage period(C)			***	**	NS	NS	*	***
A × B			***	***	**	***	***	***
A × C			***	***	NS	NS	***	***
B × C			***	**	***	***	**	***
A × B × C			***	**	NS	NS	*	*
LSD (0.05)			0.7	2.2	0.1	0.2	1.4	0.5

²⁾ Culture system(E:Simply Ebb & Flow, N:Modified NFT, P:Pot culture), Storage method(M:Moisture, N:Nature, D:Dry)

^{y)} - : Non flower bud or non flowering

^{x)} NS, *, **, *** : Nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01 or 0.001, respectively

Table 9. Effect of bulb storage method, period and hydroponic system on growth and flowering in *Narcissus* 'Tete a tete'.

Culture system ²⁾	Storage		Days to flowering (day)	Percent of flowering (%)	Corolla length (cm)	flower width (cm)	Flower stalk (cm)	Vase life (day)
	Method	Period (wks)						
E	Control	0	- ^{y)}	-	-	-	-	-
	M	3	-	-	-	-	-	-
		6	54.4	98.4	1.6	4.2	13.3	5.4
		9	29.1	100	1.6	4.3	7.5	6.8
		12	17.9	100	1.6	4.2	5.9	6.2
	N	3	-	-	-	-	-	-
		6	60.0	85.6	1.7	4.3	11.5	5.1
		9	38.3	87.2	1.6	4.3	15.2	5.8
		12	34.1	92.0	1.6	4.4	12.8	6.8
	D	3	-	-	-	-	-	-
		6	49.4	93.6	1.4	3.7	11.7	6.1
		9	32.1	93.6	1.5	4.2	9.8	7.9
12		25.4	95.2	1.7	4.3	10.5	7.7	
N	Control	0	-	-	-	-	-	
	M	3	-	-	-	-	-	-
		6	50.2	100	1.5	4.0	9.2	5.1
		9	29.1	100	1.5	4.1	8.7	5.8
		12	16.7	100	1.5	4.2	7.9	6.3
	N	3	-	-	-	-	-	-
		6	53.1	92.0	1.4	3.9	9.2	4.9
		9	38.0	88.8	1.6	4.3	14.5	5.1
		12	34.2	88.8	1.7	4.5	12.4	6.0
	D	3	-	-	-	-	-	-
		6	53.0	98.4	1.5	4.0	9.0	4.9
		9	35.1	98.4	1.6	4.1	11.0	6.3
12		37.7	100	1.4	3.9	15.1	4.9	
P	Control	0	-	-	-	-	-	
	M	3	-	-	-	-	-	-
		6	51.0	98.4	1.3	3.7	7.2	4.6
		9	29.7	98.4	1.6	4.3	11.2	5.3
		12	15.4	98.4	1.6	4.3	11.0	5.8
	N	3	-	-	-	-	-	-
		6	60.1	85.6	1.4	3.7	6.5	4.4
		9	42.6	82.4	1.6	4.2	15.2	5.3
		12	35.2	85.6	1.7	4.7	14.4	5.0
	D	3	-	-	-	-	-	-
		6	51.6	93.6	1.4	3.8	6.3	5.1
		9	43.9	90.4	1.5	3.9	10.2	5.3
12		32.4	87.2	1.5	4.1	11.0	5.2	
Significance								
Culture system(A)			*** ^{x)}	***	***	*	***	***
Storage method(B)			***	**	***	***	***	***
Storage period(C)			***	***	***	***	***	***
A × B			***	**	NS	NS	**	***
A × C			***	***	***	*	***	NS
B × C			***	**	NS	*	***	*
A × B × C			***	**	NS	***	NS	NS
LSD (0.05)			1.0	2.5	0.07	0.2	0.6	0.5

²⁾ Culture system(E:Simply Ebb & Flow, N:Modified NFT, P:Pot culture), Storage method(M:Moisture, N:Nature, D:Dry)

^{y)} - : Non flower bud or non flowering

^{x)} NS, *, **, *** : Nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01 or 0.001, respectively

Table 10. Effect of bulb storage method, period and hydroponic system on firmness of stem in Narcissus 'Dutch Master'.

Culture system ²⁾	Storage		Firmness of stem (Gf) ³⁾		
	Method	Period (wks)	Upper	Middle	Low
E	Control	0	- ^{x)}	-	-
	M	3	-	-	-
		6	1833	2472	2516
		9	2996	3021	3395
		12	2718	2838	3394
	N	3	-	-	-
		6	2118	2644	2687
		9	2304	2967	3338
		12	3568	3358	3766
	D	3	-	-	-
		6	1962	2273	2651
		9	2721	3323	3639
12		2454	3021	3700	
N	Control	0	-	-	-
	M	3	-	-	-
		6	1972	2552	2797
		9	2007	2286	2803
		12	2171	2773	3135
	N	3	-	-	-
		6	1957	2306	2466
		9	2640	2909	2960
		12	2922	3346	2458
	D	3	-	-	-
		6	1840	2280	2597
		9	2412	2658	3022
12		2352	2990	3711	
B	Control	0	-	-	-
	M	3	-	-	-
		6	1905	2711	3003
		9	1905	2840	2987
		12	2193	3271	3725
	N	3	-	-	-
		6	2215	2800	3375
		9	2464	3681	3274
		12	2701	3812	3511
	D	3	-	-	-
		6	1826	3247	3664
		9	1746	3004	3313
12		1763	2888	3253	

Significance

Culture system(A)	*** ^{w)}	***	*
Storage method(B)	***	*	NS
Storage period(C)	***	***	***
A × B	NS	NS	NS
A × C	**	*	**
B × C	**	NS	NS
A × B × C	*	NS	NS
LSD (0.05)	162	218	238

²⁾ Culture system(E:Simply Ebb & Flow, N:Modified NFT, B:Box culture), Storage method(M:Moisture, N:Nature, D:Dry)

³⁾ Gram force/mm ^{x)} - : Non flower bud or non flowering

^{w)} NS, *, **, *** : Nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01 or 0.001, respectively

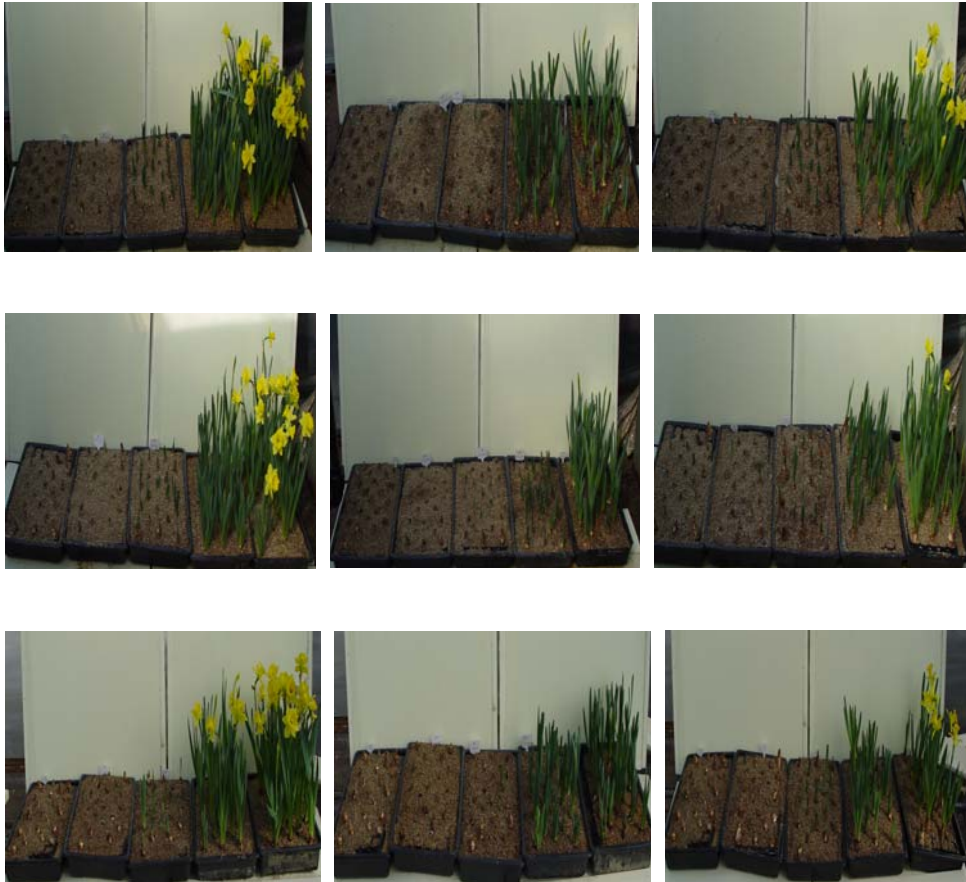


Fig. 8. Growth and flowering of *Narcissus* 'Dutch Master' as affected by bulb storage method, period and culture system.

(Top : Simply Ebb & Flow, Middle : Modified NFT, Bottom : Box culture
 Left to right : Moisture(0, 3, 6, 9, 12wks), Nature(0, 3, 6, 9, 12wks),
 Dry(0, 3, 6, 9, 12wks))

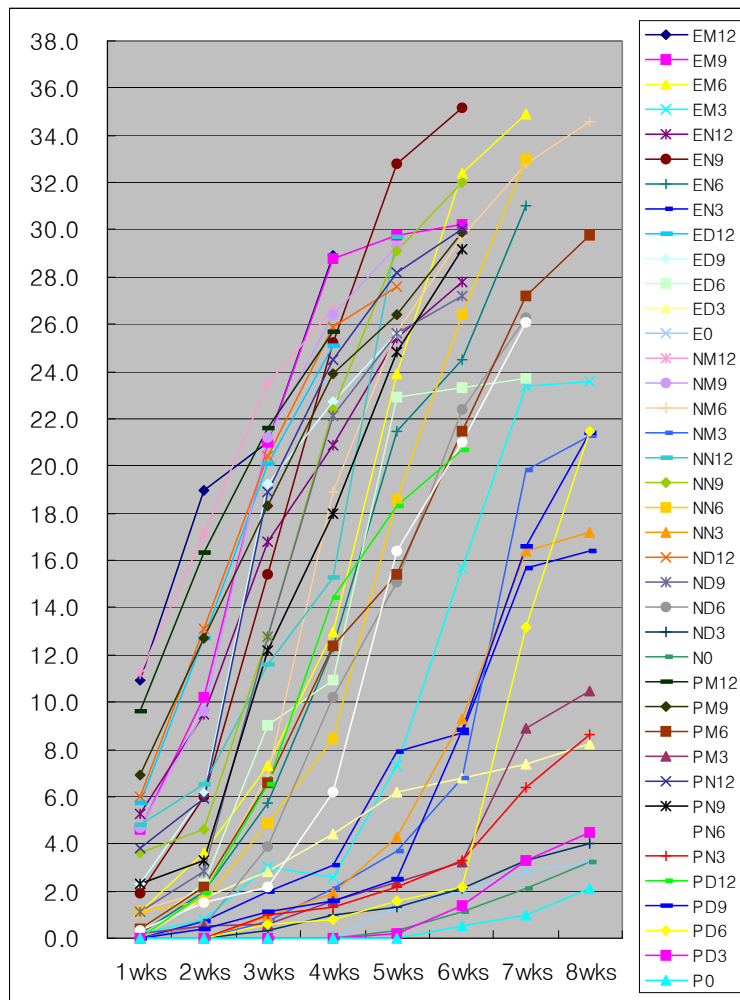


Fig. 9. Changes in leaf length and flower response of *Narcissus* 'Dutch Master' after storage method, period and hydroponic system treatment in hydroponic system.

Culture system(E=Simply ebb & flow, N=Modified NFT, P=Pot culture)

Storage Method(M=Moisture, N=Nature, D=Dry)



Fig. 10. Growth and flowering of *Narcissus* 'Tete a tete' as affected by bulb storage method, period and culture system.

(Top : Simply Ebb & Flow, Middle : Modified NFT, Bottom : Pot culture
 Left to right : Moisture(0, 3, 6, 9, 12wks), Nature(0, 3, 6, 9, 12wks),
 Dry(0, 3, 6, 9, 12wks))

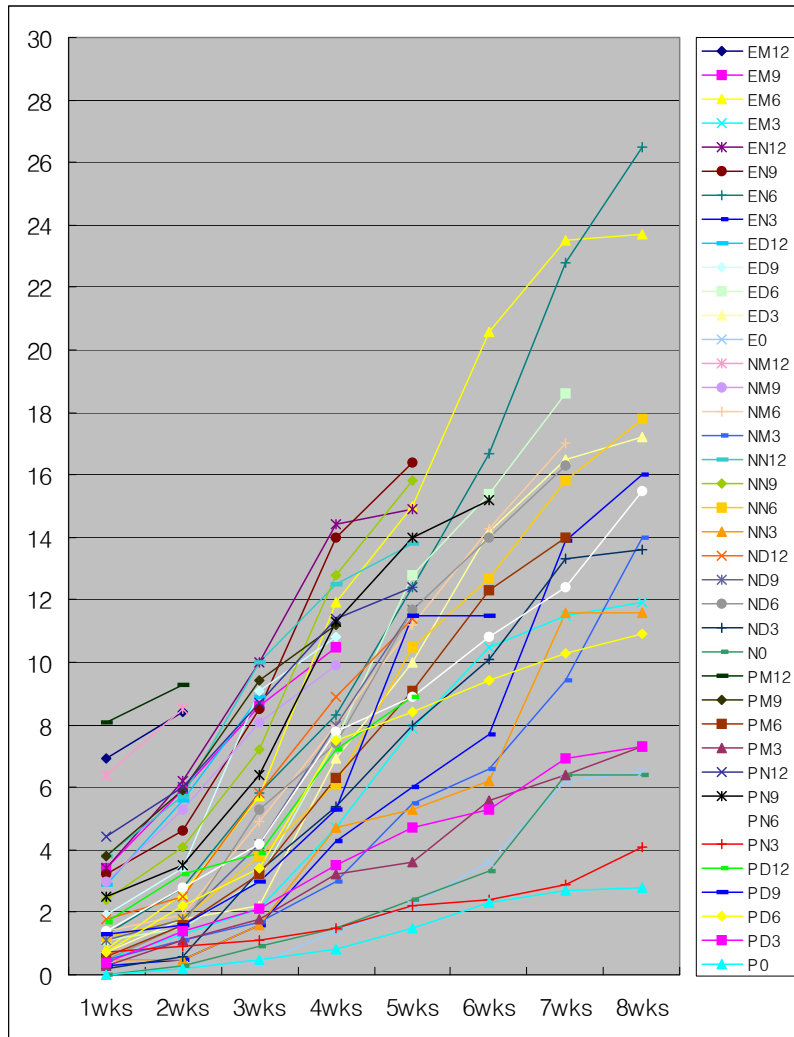


Fig. 11. Changes in leaf length and flower response of *Narcissus* ‘Tete a tete’ after storage method, period and hydroponic system treatment in hydroponic system.

Culture system(E = Simply ebb & flow, N = Modified NFT, P = Pot culture)

Storage Method(M=Moisture, N=Nature, D=Dry)

나. 양액조성이 튜립과 수선화의 생육 및 개화에 미치는 영향

1) 적정 무기이온 농도별 효과

무기이온의 수준이 생육 및 개화에 미치는 영향에 대한 결과를 보면 튜립 'Ballerina'의 경우 개화는 백합표준액 1배(1T) 희석처리에 비해 모든 처리구가 개화가 촉진되는 경향을 보였으며(그림 12), 개화수명은 2배 희석처리가 6.2일로 낮은 무기이온 수준의 1/4배 희석처리보다 수명이 증가되었다. 1절간장과 목길이는 1배 희석처리에서 10.7, 8.9cm로 다른 처리보다 증가하는 경향을 보였으며(표 11), 목부분의 경도는 무기이온 수준이 높을수록 경도가 증가하는 것으로 나타났다(표 13). 잎의 생육은 1배 희석처리의 경우 정식 후 3주째 다른 처리에 비해 생육속도가 빠른 결과를 나타내었다(그림 13).

튜립 'Showwinner'의 경우 1/4배 희석처리에 비해 모든 처리가 개화가 촉진되는 결과를 보였으며(그림 14), 개화수명은 1배 희석처리가 6.7일로 다른 처리보다 수명이 증가되는 것으로 나타났다. 생육에 있어서는 1절간장과 목길이는 1/2배 희석처리가 2.3과 7.4cm로 나타나 1/4배 희석처리에 비해 향상되는 결과를 보였으나 1배와 2배 희석처리는 감소하는 경향을 보였다(표 12). 엽장은 무기이온의 수준이 높을수록 감소하는 경향을 보였다.

수선화 'Dutch Master'의 경우 개화소요일수는 17.3일로 모든 처리에 비해 개화가 촉진되었으며, 개화수명 또한 8.8일로 모든 처리에 비해 수명이 증가된 결과를 보였다(그림 15). 화폭은 1/2배 희석처리에서 9.7cm, 목길이는 1배 희석처리에서 3.1cm로 다른 처리보다 증가되었으며, 화경장은 1/4배 희석처리가 27.0cm로 증가하는 경향을 보였으며, 무기이온 수준이 높을수록 감소하였다(표 14). 줄기경도는 1/2배 희석처리가 상, 중, 하부 모두 4,606, 4,453, 4,508Gf로 다른 처리에 비해 경도가 증가되었으며(표 16), 잎의 생육은 2배 희석처리를 제외한 모든 처리가 비슷한 생육양상을 보였다(그림 16).

수선화 'Tete a tete'의 경우 개화소요일수, 개화수명 및 화경장은 무기이온 수준이 높아질수록 증가하였으며, 2배 희석과 같이 높은 무기이온 수준은 오히려 생육의 감소하는 경향을 보였으며(표 15, 그림 17), 부관길이와 화폭은 처리간에 유의차를 나타내지 않았으며, 잎의 생육은 낮은 무기이온의 수준이 초기 생육이 향상되었으며, 1배 희석처리는 정식 후 3주후부터 생육이 신장되는 경향을 보였다(그림 18).

최와 이(1995)는 백합 분화생산 시 1배액에 비해 1/2배액과 1/4배액의 생육이 양호하였고, 1배액 이상의 농도는 식물생육의 저하를 초래하여 과도한 양액

의 농도는 무기양분의 흡수를 저해한다고 하였다. 여름철 솔잎부추의 양액재배 시 원시표준액과 야마자키양액 모두 1.5배와 1배액에서 초장과 엽장이 증가한 것(박 등, 1996)과 아이리스의 순환식 양액재배 시 1/2배액과 1/4배액 농도의 처리 시 표준액에 비하여 화경장이 증가하였으며, 2배액 농도의 처리는 비교적 생육이 저조하여 고농도 보다는 저온도에서 생육이 양호한 것(최 등, 1997)으로 보아 작물의 특성에 따라 다소 차이는 있으나 이것은 재배시기와 구근류의 특성에 기인하며 양액농도 또한 시기별 용도별 적절한 양액처방이 필요할 것으로 사료되었다.

Cui 등(2004)은 Ebb & Flow 시스템에서 *Doritaenopsis* 재배 시 적정 양액 공급은 화폭, 개화기간 및 개화소요일수를 향상시켰으나, 지나친 고농도의 양액공급은 뿌리의 흡수를 억제하여 식물체 고사율은 증가시켰다고 하였는데 튜립과 수선화의 경우도 비슷하여 고농도의 2배액 처리 시는 화경장과 화폭의 감소를 가져왔다. 그러나 절화 품종인 튜립의 'Ballerina'와 수선화 'Dutch Master' 품종은 경도 면에서는 증가하는 경향을 보여 매우 상이한 반응을 나타내었다.

Table 11. Effect of nutrient solution strength on growth and flowering in hydroponic system of *Tulipa* 'Ballerina'.

Nutrient solution strength	Days to flowering (day)	Internode (cm)			Vase life (day)
		1st	Last	Total	
1/4 T ^{z)}	19.8 b ^{y)}	10.3 a	6.7 c	26.0 b	3.5 c
1/2 T	20.0 b	9.7 b	8.6 a	27.6 b	4.8 b
1 T	21.8 a	10.7 a	8.9 a	29.5 a	6.2 a
2 T	20.2 b	9.5 b	7.5 b	26.7 b	6.2 a

^{z)} T : Time

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 12. Effect of nutrient solution strength on growth and flowering in hydroponic system of *Tulipa* 'Showwinner'.

Nutrient solution strength	Days to flowering (day)	Internode (cm)			Vase life (day)
		1st	Last	Total	
1/4 T ^{z)}	11.0 a ^{y)}	2.2 a	6.8 b	11.9 b	6.2 b
1/2 T	9.7 b	2.3 a	7.4 a	13.3 a	5.8 b
1 T	9.5 b	1.6 b	6.5 b	10.7 b	6.7 a
2 T	10.2 ab	1.1 b	6.1 c	9.7 c	4.5 c

^{z)} T : Time

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 13. Effect of nutrient solution strength on firmness of stem in hydroponic system of *Tulipa* 'Ballerina'.

Nutrient solution strength	Firmness of each internode (Gf) ^{y)}			
	1st	2nd	3rd	Last
1/4 T ^{z)}	8988 b ^{x)}	5640 c	4311 c	1996 b
1/2 T	9853 a	7134 a	7214 a	2107 b
1 T	10044 a	6347 b	5163 b	2178 b
2 T	10229 a	6880 a	4668 c	2464 a

^{z)} T : Time

^{y)} Gram force/mm

^{x)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.



Fig. 12. Growth and flowering of *Tulipa* 'Ballerina' according to nutrient solution strength.

(Left to right : 1/4 T, 1/2 T, 1 T, 2 T)

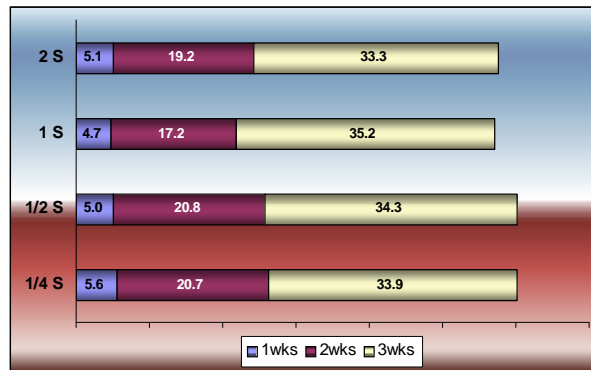


Fig. 13. Changes in leaf length and flower response of *Tulipa* 'Ballerina' after nutrient solution strength treatment in hydroponic system.



Fig. 14. Growth and flowering of *Tulipa* 'Showwinner' according to nutrient solution strength.
(Left to right : 1/4 T, 1/2 T, 1 T, 2 T)

Table 14. Effect of nutrient solution strength on growth and flowering in hydroponic system of *Narcissus* 'Dutch Master'.

Nutrient solution strength	Days to flowering (day)	Corolla length (cm)	Flower width (cm)	Flower stalk (cm)	Vase life (day)
1/4 T ^{z)}	18.5 b ^{y)}	4.1 a	9.6 a	27.0 a	5.8 c
1/2 T	19.0 ab	4.1 a	9.7 a	26.0 ab	7.0 b
1 T	17.3 c	4.1 a	9.5 a	26.1 ab	8.8 a
2 T	19.2 b	3.9 a	9.1 b	23.2 b	5.5 c

^{z)} T : Time

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 15. Effect of nutrient solution strength on growth and flowering in hydroponic system of *Narcissus* 'Tete a tete'.

Nutrient solution strength	Days to flowering (day)	Corolla length (cm)	Flower width (cm)	Flower stalk (cm)	Vase life (day)
1/4 T ^{z)}	21.0 b ^{y)}	1.5 a	4.1 a	8.3 b	4.0 b
1/2 T	20.8 b	1.5 a	4.1 a	9.4 ab	4.4 b
1 T	22.0 b	1.4 a	3.9 a	9.7 a	4.8 a
2 T	23.9 a	1.5 a	4.0 a	8.4 b	4.1 b

^{z)} T : Time

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 16. Effect of nutrient solution strength on firmness of stem in hydroponic system of *Narcissus* 'Dutch Master'.

Nutrient solution strength	Firmness of stem (Gf) ^{y)}		
	Upper	Middle	Low
1/4 T ^{z)}	3825 b ^{x)}	4550 a	3803 b
1/2 T	4606 a	4453 a	4508 a
1 T	3942 b	4459 a	4449 a
2 T	3523 c	3922 b	3947 b

^{z)} T : Time

^{y)} Gram force/mm

^{x)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.



Fig. 15. Growth and flowering of *Narcissus* 'Dutch Master' according to nutrient solution strength.

(Left to right : 1/4 T, 1/2 T, 1 T, 2 T)

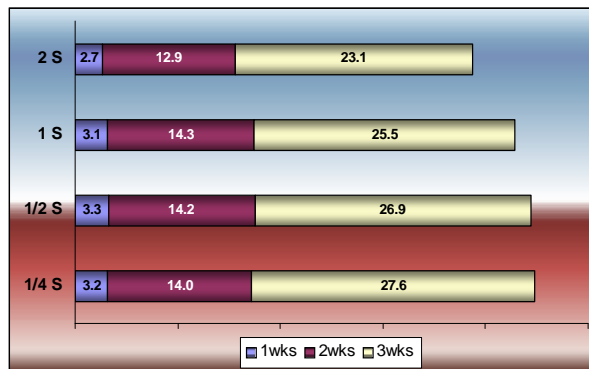


Fig. 16. Changes in leaf length and flower response of *Narcissus* 'Dutch Master' after nutrient solution strength treatment in hydroponic system.



Fig. 17. Growth and flowering of *Narcissus* 'Tete a tete' according to nutrient solution strength.
 (Left to right : 1/4 T, 1/2 T, 1 T, 2 T)

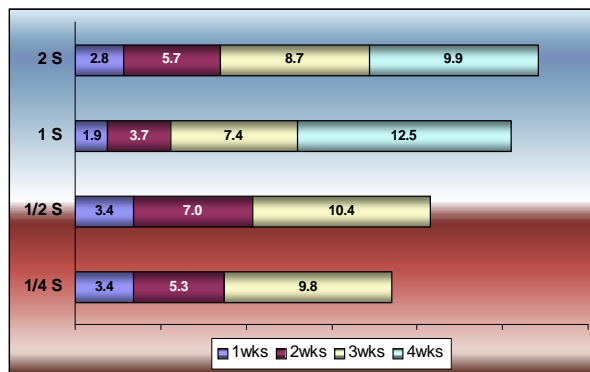


Fig. 18. Changes in leaf length and flower response of *Narcissus* 'Tete a tete' after nutrient solution strength treatment in hydroponic system.

2) 양액조성이 생육 및 개화에 미치는 영향

몇 가지 양액조성이 생육 및 개화에 미치는 영향은 튜립 ‘Ballerina’의 경우 개화소요일수는 DNS(Dankook nutrient solution)-1 처리구가 대조구 HNS(Holland nutrient solution) 처리에 비해 19.2일로 약 3일 정도 개화가 촉진된 것으로 나타났으며(그림 20), 개화수명은 대조구에 비해 모든 처리구가 개화수명이 비슷하거나 증가된 결과를 보였다. 생육에 있어서는 DNS-2와 DNS-3 처리구가 1절간장과 목길이는 모든 처리에 비해 향상된 결과를 보였다(표 17, 그림 19). 줄기경도는 처리간에 상이한 결과를 보였는데 1, 2절간은 DNS-5 처리구가 10,831, 6,486Gf로 모든 처리에 비해 증가되었으나, 튜립의 절화품질을 좌우하는 목부분의 경도는 DNS-2 처리구가 2,159Gf로 대조구 HNS의 1,763Gf에 비해 경도가 증가하는 경향을 보였다(표 19). 잎의 생육은 대조구를 제외한 모든 처리구가 정식 초기부터 고르게 진행되는 반면, 대조구는 정식 3주 후부터 신장하는 결과를 보였다.

튜립 ‘Showwinner’의 경우 대조구인 HNS에 비해 모든 처리구가 다소 개화가 지연되었으며(그림 21), DNS-2, 4, 6 처리는 대조구 HNS와 유사한 개화수명을 보였다. 1절간장, 목길이 및 전체 절간장은 DNS-4 처리가 3.0, 7.5 및 14.0cm로 대조구 1.8, 6.2, 11.5cm에 비해 증가하는 경향을 보였다(표 18).

수선화 ‘Dutch Master’의 경우 개화소요일수와 개화수명은 DNS-1 처리구가 16.8일과 9.0일로 대조구 HNS의 18.7일과 7.5일에 비해 향상된 결과를 보였다(그림 22). 화경장은 모든 처리구가 대조구에 비해 신장되었으며, 부관과 목길이는 처리간에 큰 유의차를 나타내지 않았다(표 20). 화경장은 DNS-2 처리구가 29.6cm로 모든 처리에 비해 증가하였으며, 줄기경도는 상부와 중부에서 DNS-6 처리구가 4,433, 5,415Gf, 하부에서는 DNS-2 처리구가 5,240Gf로 대조구에 비해 경도가 증가하는 경향을 보였다(표 22). 잎의 생육은 모든 처리가 유사한 결과를 보여 ‘Dutch Master’는 양액의 영향을 크게 받지 않는 것으로 사료된다(그림 23).

수선화 ‘Tete a tete’의 경우 개화소요일수는 DNS-3 처리구가 21.6일로 대조구에 비해 다소 촉진되었으며, 나머지 처리구는 대조구 HNS에 비해 개화가 지연되었다(그림 24). 개화수명은 DNS-6 처리를 제외한 모든 처리구가 비슷한 개화수명을 보였다. 부관길이와 화폭은 처리간에 유의차는 인정되었으나 처리간에 확연한 신장세는 보이지 않았다. 화경장은 대조구 HNS에 비해 모든 처리구가 증가하는 경향을 보였으며, 특히 화경장은 DNS-6 처리에서 대조구 8.6cm에 비해 12.7cm로 매우 증가한 결과를 보였다(표 21). 잎의 생육은

DNS-6 처리구가 모든 처리구에 비해 1~3주 사시의 생육이 우수한 것으로 나타났으나 개화는 다른 처리구보다 다소 지연되는 결과를 보였다(그림 25).

Sim 등(2001)도 이온농도를 달리한 카네이션의 실험에서 양액농도가 높은 처리에서는 양액내의 pH와 EC가 불안정하여 무기이온의 흡수가 불안정하였으며 이온농도가 낮은 처리구에서는 칼슘과 마그네슘의 흡수가 억제되는 경향을 보인다는 결과와는 다소 다른 견해를 보였는데, 튜립과 수선화는 구근류 중에서도 다소 많은 비료를 요구하는 다비성 작물로 일반적인 초본성 작물과는 다르게 나타난 것으로 사료된다.

양액재배 시 Japanese Mint의 질소형태별 처리에서 0.5배와 1배에서 생체중이 증가한다는 결과(박 등, 1999)와 같이 튜립과 수선화 또한 비슷한 결과를 보였는데 이는 적절한 양액의 농도는 엽록소의 증가를 가져와 원활한 광합성 작용으로 식물의 생육이 양호해 지는 것으로 사료된다.

Nelson 등(2003)은 튜립의 양액재배 시 Ca 이온의 흡수는 품종별로 매우 다양하지만 축성 및 상대습도에 따라 많이 좌우된다고 보고하였는데, 본 실험의 Ebb & Flow 시스템은 2시간 간격으로 공급되어 최대한 상대습도에는 문제가 없음을 확인할 수 있었다.

토마토의 펄라이트경 재배 시 K/Ca의 당량비는 4/5처리에서 안정적인 생육을 보였으며 K/Ca의 비가 낮을수록 Ca의 결핍증상이 낮게 나타났고 K의 함량이 많을수록 Ca의 함량은 감소한다고 하였다(김 등, 1998). 튜립과 수선화의 경우 Ca에 대한 장애현상은 발생하지 않았는데, 이것은 모든 처리구가 K/Ca의 당량비가 1/1 보다 낮게 조성된 것에 기인하는 것으로 사료되며 이에 대하여 N, K 및 Ca에 대하여 최적 농도의 배양액 개발을 위해서는 상호작용을 이용한 실험이 수행되어야 할 것으로 판단된다.

튜립과 수선화는 특히 겨울철 저온재배 시 Ca의 결핍현상이 잘 나타나는데 식물체의 부위별 분석결과 Ca의 결핍현상이 나타나지 않은 것은 충분한 Ca의 양이 양액 내에 함유되어 있거나 생육 시 재배온도가 적당(14~18℃)한 결과로 사료된다.

Table 17. Effect of nutrient solution composition on growth and flowering in hydroponic system of *Tulipa* 'Ballerina'.

Nutrient solution ^{z)}	Days to flowering (day)	Internode (cm)			Vase life (day)
		1st	Last	Total	
HNS	22.2 a ^{y)}	9.6 c	5.5 c	23.8 d	3.7 c
DNS-1	19.2 c	10.8 b	6.7 c	26.9 c	5.0 a
DNS-2	20.3 b	11.4 a	8.2 a	30.9 a	5.2 a
DNS-3	21.5 ab	11.3 a	8.1 a	30.2 a	3.8 c
DNS-4	21.7 ab	9.6 c	7.4 b	27.8 b	4.5 a
DNS-5	20.5 b	9.9 c	6.7 c	25.8 c	3.5 b
DNS-6	21.3 ab	9.7 c	6.6 c	25.3 c	4.3 a

^{z)} HNS(Holland nutrient solution): N:P:K:Ca:Mg:S=3.5:0.4:1.3:2.0:1.0:1.0 me · L⁻¹

DNS(Dankook nutrient solution)

DNS-1: N:P:K:Ca:Mg:S=12.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-2: N:P:K:Ca:Mg:S=22.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-3: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:2.0:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-4: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:5.4:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-5: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:3.7:5.5:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-6: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:3.7:2.3:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

Common nutrient : Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05 ppm

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 18. Effect of nutrient solution composition on growth and flowering in hydroponic system of *Tulipa* 'Showwinner'.

Nutrient solution ^{z)}	Days to flowering (day)	Internode (cm)			Vase life (day)
		1st	Last	Total	
HNS	10.8 b ^{y)}	1.8 c	6.2 c	11.5 bc	4.2 a
DNS-1	11.8 a	2.0 b	6.6 b	11.7 bc	3.7 b
DNS-2	11.0 b	2.0 b	6.8 b	12.1 b	4.2 a
DNS-3	11.2 b	1.1 d	7.1 a	11.2 c	3.8 b
DNS-4	11.8 a	3.0 a	7.5 a	14.0 a	4.5 a
DNS-5	11.3 ab	1.6 c	6.4 bc	11.1 c	3.5 b
DNS-6	11.0 b	2.1 b	6.6 b	12.3 b	4.3 a

^{z)} HNS(Holland nutrient solution): N:P:K:Ca:Mg:S=3.5:0.4:1.3:2.0:1.0:1.0 me · L⁻¹

DNS(Dankook nutrient solution)

DNS-1: N:P:K:Ca:Mg:S=12.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-2: N:P:K:Ca:Mg:S=22.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-3: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:2.0:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-4: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:5.4:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-5: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:3.7:5.5:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-6: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:3.7:2.3:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

Common nutrient : Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05 ppm

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 19. Effect of nutrient composition on firmness of stem in hydroponic system of *Tulipa* 'Ballerina'.

Nutrient solution ^{z)}	Firmness of each internode (Gf) ^{y)}			
	1st	2nd	3rd	Last
HNS	7948 c ^{x)}	5967 b	3512 c	1763 c
DNS-1	9933 a	5820 b	4295 b	2004 b
DNS-2	8849 b	6186 b	4500 b	2159 ab
DNS-3	9527 ab	6089 b	5367 a	2117 ab
DNS-4	8424 b	4853 c	4463 b	2072 b
DNS-5	10831 a	6486 a	3873 c	2289 a
DNS-6	7776 c	5192 c	4256 b	2045 b

^{z)} HNS(Holland nutrient solution): N:P:K:Ca:Mg:S=3.5:0.4:1.3:2.0:1.0:1.0 me · L⁻¹

DNS(Dankook nutrient solution)

DNS-1: N:P:K:Ca:Mg:S=12.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-2: N:P:K:Ca:Mg:S=22.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-3: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:2.0:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-4: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:5.4:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-5: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:3.7:5.5:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-6: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:3.7:2.3:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

Common nutrient : Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05 ppm

^{y)} Gram force/mm

^{x)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.



Fig. 19. Growth and flowering of *Tulipa* 'Ballerina' according to nutrient composition.

(Left to right : HNS, DNS-1, DNS-2, DNS-3, DNS-4, DNS-5, DNS-6)

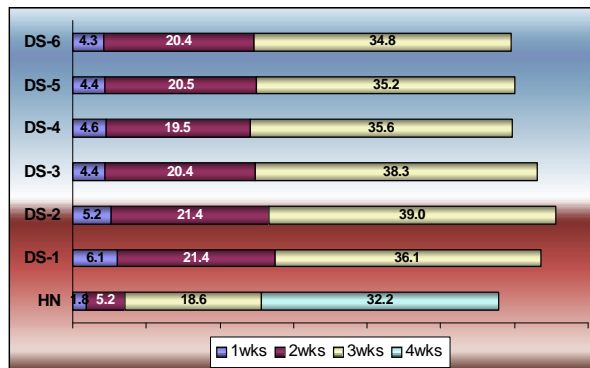


Fig. 20. Changes in leaf length and flower response of *Tulipa* 'Ballerina' after nutrient composition in hydroponic system.



Fig. 21. Growth and flowering of *Tulipa* 'Showwinner' according to nutrient composition.

(Left to right : HNS, DNS-1, DNS-2, DNS-3, DNS-4, DNS-5, DNS-6)

Table 20. Effect of nutrient solution composition on growth and flowering in hydroponic system of *Narcissus* 'Dutch Master'.

Nutrient solution ^{z)}	Days to flowering (day)	Corolla length (cm)	Flower width (cm)	Flower stalk (cm)	Vase life (day)
HNS	18.7 a ^{y)}	4.0 b	9.2 b	25.2 c	7.5 c
DNS-1	16.8 b	4.2 ab	9.9 a	25.9 c	9.0 a
DNS-2	18.5 a	4.2 ab	9.7 ab	29.6 a	6.8 d
DNS-3	18.3 ab	4.2 ab	9.6 ab	26.9 bc	6.8 d
DNS-4	18.8 a	4.1 ab	9.4 b	24.4 c	5.2 d
DNS-5	17.5 b	4.3 a	9.9 a	28.3 b	8.3 b
DNS-6	18.7 a	4.1 ab	9.5 ab	26.3 bc	7.2 c

^{z)} HNS(Holland nutrient solution): N:P:K:Ca:Mg:S=3.5:0.4:1.3:2.0:1.0:1.0 me · L⁻¹

DNS(Dankook nutrient solution)

DNS-1: N:P:K:Ca:Mg:S=12.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-2: N:P:K:Ca:Mg:S=22.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-3: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:2.0:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-4: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:5.4:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-5: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:3.7:5.5:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-6: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:3.7:2.3:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

Common nutrient : Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05 ppm

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 21. Effect of nutrient solution composition on growth and flowering in hydroponic system of *Narcissus* 'Tete a tete'.

Nutrient solution ^{z)}	Days to flowering (day)	Corolla length (cm)	Flower width (cm)	Flower stalk (cm)	Vase life (day)
HNS	22.2 c ^{y)}	1.6 a	4.2 a	8.9 d	5.3 ab
DNS-1	26.0 b	1.4 b	3.9 b	12.4 a	5.4 ab
DNS-2	24.8 c	1.5 ab	4.2 a	9.3 d	5.3 ab
DNS-3	21.6 c	1.5 ab	4.1 ab	10.0 c	5.6 a
DNS-4	25.1 b	1.6 a	4.1 ab	11.8 b	5.4 ab
DNS-5	23.6 c	1.6 a	4.2 a	12.1 ab	5.6 a
DNS-6	28.2 a	1.4 b	3.9 b	12.7 a	5.1 b

^{z)} HNS(Holland nutrient solution): N:P:K:Ca:Mg:S=3.5:0.4:1.3:2.0:1.0:1.0 me · L⁻¹

DNS(Dankook nutrient solution)

DNS-1: N:P:K:Ca:Mg:S=12.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-2: N:P:K:Ca:Mg:S=22.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-3: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:2.0:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-4: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:5.4:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-5: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:3.7:5.5:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-6: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:3.7:2.3:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

Common nutrient : Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05 ppm

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 22. Effect of nutrient composition on firmness of stem in hydroponic system of *Narcissus* 'Dutch Master'.

Nutrient solution ^{z)}	Firmness of stem (Gf) ^{y)}		
	Upper	Middle	Low
HNS	3551 b ^{x)}	4317 c	4008 c
DNS-1	3750 bc	4188 c	3713 c
DNS-2	3898 b	4453 c	5240 a
DNS-3	3424 bc	4372 c	3832 c
DNS-4	3886 b	4300 c	4309 bc
DNS-5	3999 b	5142 b	4549 b
DNS-6	4433 a	5415 a	4703 b

^{z)} HNS(Holland nutrient solution): N:P:K:Ca:Mg:S=3.5:0.4:1.3:2.0:1.0:1.0 me · L⁻¹

DNS(Dankook nutrient solution)

DNS-1: N:P:K:Ca:Mg:S=12.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-2: N:P:K:Ca:Mg:S=22.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-3: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:2.0:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-4: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:5.4:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-5: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:3.7:5.5:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

DNS-6: N:P:K:Ca:Mg:S=17.9:3.7:2.3:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

Common nutrient : Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05 ppm

^{y)} Gram force/mm

^{x)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.



Fig. 22. Growth and flowering of *Narcissus* 'Dutch Master' according to nutrient composition.
 (Left to right : HNS, DNS-1, DNS-2, DNS-3, DNS-4, DNS-5, DNS-6)

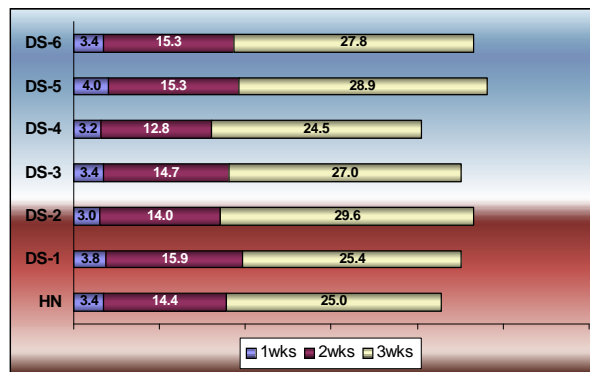


Fig. 23. Changes in leaf length and flower response of *Narcissus* 'Dutch Master' after nutrient composition in hydroponic system.



Fig. 24. Growth and flowering of *Narcissus* 'Tete a tete' according to nutrient composition.

(Left to right : HNS, DNS-1, DNS-2, DNS-3, DNS-4, DNS-5, DNS-6)

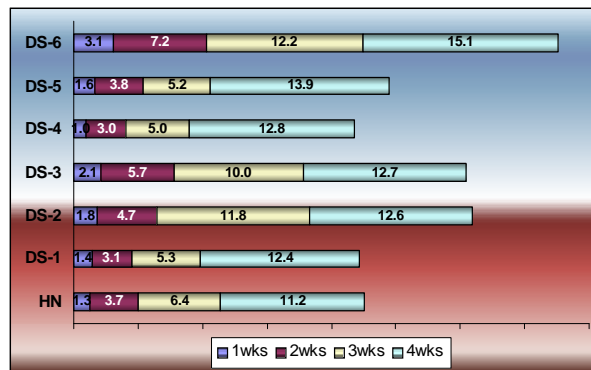


Fig. 25. Changes in leaf length and flower response of *Narcissus* 'Tete a tete' after nutrient composition in hydroponic system.

3) 양액조성별 식물체내 무기이온의 변화

양액의 조성에 따른 식물체내 무기양분의 흡수와 생육 및 개화반응을 비교하기 위하여 HNS(Holland nutrient solution)와 DNS(Dankook nutrient solution)-2 및 무처리를 비교한 결과 N의 변화는 품종 및 양액에 관계없이 뿌리, 잎, 줄기의 순서로 흡수가 증가되었으며, P의 변화량은 절화 품종인 튜립 'Ballerina'와 수선화 'Dutch Master'의 경우 뿌리 부분의 P가 대조구보다 양액을 처리한 HNS와 DNS-2 처리에서 감소하는 경향을 보였다. K의 변화량은 품종에 관계없이 양액의 농도가 높은 대조구, HNS, DNS-2로 갈수록 뿌리, 잎, 줄기의 순으로 흡수량이 증가하였으며, Ca의 변화량은 튜립 'Showwinner'를 제외한 모든 품종에서 잎 부분의 함량이 대조구에 비해 HNS와 DNS-2에서 감소하였다. Mg의 변화량은 품종간에 다양한 양상을 보였는데 튜립은 뿌리부분에서 양액에 관계없이 낮은 함량을 보였으며, N. 'Dutch Master'는 잎과 줄기의 함량이 대조구에 비해 모든 처리구가 낮게 나타난 것과 이(2003)가 K와 Mg의 식물체내 함량은 시비농도가 증가함에 따라 점차 낮아진다는 거로가와 유사한 결과를 보였다(표 23).

N은 일반적으로 식물체내에서 원활하게 이동이 이루어지는데 질소의 수준이 높은 DNS-2 처리에서 화경장이 증가한 것과 마찬가지로 N의 식물체의 변화량도 DNS-2 처리에서 높게 나타났다. Bennett(1993)은 대부분의 작물에서 생육저하를 초래하는 N의 한계농도를 2.0%로 보고하였는데 HNS와 DNS-2 처리에서 뿌리, 잎 및 줄기 모든 부분의 N 농도가 2.0% 보다 높게 나와 화경장이 증가한 것과 같은 결과를 보였다.

심 등(2000)은 고추의 플러그 육묘 시 P 시비농도를 높일 경우 줄기직경이 증가하여 줄기의 경도가 향상된다고 하였는데 튜립과 수선화의 결과와는 다소 다른 견해를 보이고 있다. 이것은 P의 농도에 의한 효과보다는 N와 Ca의 길항작용에 의한 Ca의 흡수에 의한 결과이며, 튜립과 수선화 구근에 보유한 높은 수준의 P는 외부에서 공급된 P에 반응하지 않는 것으로 사료되었다. 또한 식물체의 Ca 흡수는 질소 무처리에서는 망간 농도가 증가함에 따라 뚜렷이 감소했지만 질소 처리에서는 감소폭이 작거나 오히려 증가되는 경향을 보였다는 이 등(1991)의 보고는 본 연구결과를 뒷받침하고 있다.

절화의 품질을 좌우하는 줄기의 경도는 Ca의 흡수에 기인하는데 튜립 'Ballerina'의 경우 Ca의 함량이 가장 높았던 DNS-2 처리구에서 목부분의 경도가 가장 높아 Ca이 줄기경도가 밀접한 영향을 미치는 것을 알 수 있었으나, 수선화 'Dutch Master'는 대조구에 비해 다른 처리가 함량이 감소함에도 불구하고

하고 상부의 줄기경도가 증가한 것으로 보아 Ca이 경도에 직접적인 영향을 주는 것은 아니라고 판단되었다.

K의 시비농도가 증가할수록 양이온의 식물체내 함량이 감소하였는데 K의 농도 증가는 Ca 함량의 감소를 초래한다는 Choi 등(2000)의 보고와 유사한 결과를 보였다.

식물체내의 N, P, K, Ca, Mg의 함량과 배양액의 농도가 높아질수록 오이의 생육이 증가한다고 하였는데(전 등, 2003), 지상부의 생육이 활발한 오이와는 달리 튜립과 수선화의 경우 배양액의 농도가 증가할수록 오히려 생육이 불량한 것으로 나타났다. 이는 과도한 양분흡수로 인하여 양분이 식물의 생장에 이용되지 않고 오히려 뿌리의 양분 흡수를 저해하는 것으로 사료되었다.

Table 23. Mineral contents in plants of *Tulipa* and *Narcissus* according to certain nutri-solution in hydroponic culture.

Cultivar	Nutrient solution ^{z)}	Part of plants	Macro nutrient				
			N(%)	P(ppm)	K(ppm)	Ca(ppm)	Mg(ppm)
<i>Tulipa</i> 'Showwinner'	Control	Root	1.74±0.02	862	5995	1448	< 1
		Leaf	4.27±0.03	5038	32290	3313	653
		Stem	3.29±0.00	4478	22600	3111	715.3
	HNS	Root	2.12±0.03	771	6669	1502	< 1
		Leaf	5.00±0.04	3818	33140	6860	1418
		Stem	3.95±0.22	4342	24460	4256	1323
	DNS-2	Root	2.35±0.05	1442	6656	2919	< 1
		Leaf	5.65±0.05	6807	34740	6828	1307
		Stem	4.25±0.03	6174	24190	4273	1211
<i>Tulipa</i> 'Ballerina'	Control	Root	1.27±0.01	1904	9462	1269	< 1
		Leaf	4.14±0.02	4955	26490	2738	73
		Stem	2.71±0.05	4974	21840	1932	53
	HNS	Root	1.33±0.00	1243	11230	1370	< 1
		Leaf	3.93±0.01	5250	27930	2599	22
		Stem	3.35±0.01	5027	27960	1736	356
	DNS-2	Root	1.41±0.02	1593	9740	1402	< 1
		Leaf	5.28±0.14	5336	28870	2491	264
		Stem	3.80±0.03	5792	25880	3322	199
<i>Narcissus</i> 'Tete a tete'	Control	Root	1.20±0.08	1872	10720	4717	< 1
		Leaf	2.16±0.17	3039	42400	12680	354
		Stem	2.99±0.01	3688	36430	5582	< 1
	HNS	Root	1.59±0.10	2041	14560	5495	128
		Leaf	3.81±0.01	2829	51110	6905	1686
		Stem	2.71±0.05	2315	31470	6382	638
	DNS-2	Root	2.33±0.03	2316	15240	6293	262
		Leaf	4.14±0.08	5247	52500	7212	957
		Stem	3.41±0.25	3180	28290	6335	172
<i>Narcissus</i> 'Dutch Master'	Control	Root	0.92±0.00	2070	12520	7691	< 1
		Leaf	3.05±0.01	3622	36600	9061	97
		Stem	2.16±0.01	3756	27970	4928	261
	HNS	Root	1.04±0.03	2023	8664	7112	< 1
		Leaf	3.02±0.02	3659	34980	4527	< 1
		Stem	2.14±0.00	2922	9945	2545	< 8
	DNS-2	Root	1.20±0.01	1982	10440	9285	128
		Leaf	3.24±0.01	3983	35690	4426	< 1
		Stem	3.18±0.07	3556	27600	4175	175

^{z)} Control : Non treatment

HNS(Holland nutrient solution):N:P:K:Ca:Mg:S=3.5:0.4:1.3:2.0:1.0:1.0 me · L⁻¹

DNS(Dankook nutrient solution)-2:N:P:K:Ca:Mg:S=22.9:3.7:3.9:6.9:4.5:4.5 me · L⁻¹

Common nutrient : Fe:Mn:B:Zn:Cu:Mo=3.0:0.5:0.5:0.25:0.03:0.05 ppm

4) 개발된 배양액의 적합성 평가

개발된 배양액의 적합성실험에서 *Tulipa* ‘Ballerina’는 개화소요일수는 화란 양액을 이용한 Simply Ebb & Flow 재배 시 19.0일로 개화가 촉진되었으며, DNS-2 양액을 이용한 Simply Ebb & Flow 재배시 개화수명이 5.5일로 모든 처리구에 비해 연장되었다. 1, 2, 3절간장, 목길이, 꽃길이와 엽장 및 엽폭은 DNS-2 양액을 이용한 Simply Ebb & Flow 재배 시에 10.3, 5.4, 5.5, 7.2, 5.6cm와 30.4 및 5.3cm로 모든 처리구에 비해 향상된 결과를 나타내었다(표 24, 그림 26). 줄기의 경도는 재배시스템에 관계없이 DNS-2 양액을 이용한 처리구가 다소 증가하는 경향을 보였으며, DNS-2 양액을 이용한 Simply Ebb & Flow 재배시 2, 3절간장과 목부분의 경도는 8,211, 5,646, 2,449Gf로 다른 처리구에 비해 증가하는 경향을 보였다(표 25).

Tulipa ‘Showwinner’의 경우 양액실험을 통하여 선정된 DNS-2 양액은 Simply Ebb & Flow와 Pot 재배에서 모든 화란과 일본(야마자키) 양액에 비해 개화수명이 신장되며 절간장이 증가하는 것으로 나타났다(표 26, 그림 27). 개화소요일수는 DNS-2 양액을 이용한 Pot 재배 시 15.5일로 모든 처리구에 비해 개화가 다소 촉진되었으며, Simply Ebb & Flow에 DNS-2 양액을 처리 시 6.2일로 개화수명이 향상되었고, 전체 절간장은 12.5cm로 증가하는 경향을 보였다. 시스템은 Pot 재배에 비해 양액재배 시 모든 생육이 다소 증가하는 것으로 나타났으며, 양액은 일본을 제외한 DNS-2와 화란양액이 비슷한 생육을 보였다.

Narcissus ‘Dutch Master’의 경우 개화소요일수는 Pot 재배에 비해 Simply Ebb & Flow 재배 시 개화가 촉진되었으며, 개화수명은 DNS-2 양액 사용 시 6.8일로 다른 양액 처리구보다 연장되었다. 화폭, 화경장 및 엽장은 DNS-2 양액을 이용한 Simply Ebb & Flow 재배 시 9.4, 29.5, 25.3cm로 화란 및 일본양액에 비해 증가하는 경향을 보였다(표 27, 그림 28). 줄기의 경도는 Pot 재배 시에는 DNS-2 양액 처리구가 상중하 모두 향상된 결과를 나타내었으나, Simply Ebb & Flow 재배 시에는 하부를 제외한 상부와 중부의 경도는 화란 양액 처리구가 3,986, 3,632Gf로 다른 처리구에 비해 다소 증가된 결과를 보였다(표 28).

Narcissus ‘Tete a tete’의 경우 개화소요일수는 ‘Dutch Master’와 마찬가지로 Pot 재배에 비해 Simply Ebb & Flow 재배시 개화가 촉진되었으며, 개화수명은 DNS-2 양액 사용 시 4.8일로 다른 양액 처리구보다 연장되었다. 부관 길이, 화폭, 화경장 및 엽장은 한국양액을 이용한 Simply Ebb & Flow 재배

시 1.6, 4.1, 17.1 및 14.6cm로 모든 처리구에 비해 증가하는 경향을 보였다(표 29, 그림 29).

Table 24. Effect of culture system and nutrient solution on growth and flowering in *Tulipa* 'Ballerina'.

Culture system	Nutrient ²⁾ solution	Days to flowering (day)	Vase life (day)	Internode(cm)					Tepal (cm)	Leaf	
				1st	2nd	3rd	Last	Total		Length (cm)	width (cm)
Simply Ebb & Flow	Japan	21.7 ab ^{y)}	3.8 c	9.5 b	4.4 b	4.2 b	5.2 c	23.3 b	5.0 c	23.6 c	4.5 c
	Netherland	19.0 c	4.3 b	8.4 c	4.3 b	3.8 bc	5.0 c	21.5 b	5.3 b	22.6 c	5.0 b
	DNS-2	20.5 b	5.5 a	10.3 a	5.4 a	5.5 a	7.2 a	28.4 a	5.6 a	30.4 a	5.3 a
Pot Culture	Japan	22.3 a	3.8 c	8.2 c	4.1 b	3.6 c	5.0 c	20.9 c	5.0 c	24.5 c	4.5 c
	Netherland	21.8 ab	3.7 c	8.4 c	4.2 b	3.8 bc	5.3 c	21.7 b	5.0 c	26.5 b	4.5 c
	DNS-2	20.2 b	4.5 b	8.4 c	4.1 b	3.8 bc	5.7 b	22.0 b	4.9 c	24.7 c	4.6 c

²⁾ See the table 2.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 25. Effect of culture system and nutrient solution on firmness of stem in *Tulipa* 'Ballerina'.

Treatment		Firmness of each internode (Gf) ^{y)}			
Culture System	Nutrient ^{z)} Solution	1st	2nd	3rd	Last
Simply Ebb & Flow	Japan	7893 c ^{x)}	6337 b	3274 c	1866 c
	Netherland	7837 c	5413 c	4158 b	1865 c
	DNS-2	10271 ab	8211 a	5646 a	2449 a
Box Culture	Japan	9493 ab	6421 b	5416 a	2006 b
	Netherland	8515 b	5167 c	4702 ab	2006 b
	DNS-2	12476 a	7471 ab	4130 b	2393 a

^{z)} See the table 2.

^{y)} Gram force

^{x)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 26. Effect of culture system and nutrient solution on growth and flowering in *Tulipa* 'Showwinner'.

Culture system	Nutrient ^{z)} solution	Days to flowering (day)	Vase life (day)	Internode(cm)					Tepal (cm)	Leaf	
				1st	2nd	3rd	Last	Total		Length (cm)	width (cm)
Simply Ebb & Flow	Japan	16.5 b ^{y)}	5.7 b	0.8 c	0.9 c	1.0 b	5.9 c	8.6 c	4.4 b	12.6 b	5.7 a
	Netherland	15.7 c	4.2 c	1.8 a	1.6 a	1.5 ab	7.2 a	12.1 a	4.5 b	14.2 a	5.5 a
	Korea	17.2 a	6.2 a	1.6 a	1.5 a	1.7 a	7.7 a	12.5 a	5.0 a	14.4 a	5.6 a
Pot Culture	Japan	17.8 a	3.7 c	0.6 c	0.9 c	1.2 b	5.0 c	7.7 c	5.0 a	11.4 c	5.1 b
	Netherland	17.3 a	4.0 c	1.2 b	1.3 b	1.7 a	6.3 b	10.5 b	5.3 a	13.3 b	5.7 a
	Korea	15.5 c	5.5 b	1.3 b	1.2 b	1.8 a	6.5 b	10.8 b	4.8 ab	13.0 b	5.5 a

^{z)} See the table 2.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.



Fig. 26. Growth and flowering of *Tulipa* 'Ballerina' according to culture system and nutrient solution.

(Left to right: Japan(E&F), Netherland(E&F), DNS-2(E&F),
Japan(Pot), Netherland(Pot), DNS-2(Pot))



Fig. 27. Growth and flowering of *Tulipa* 'Showwinner' according to culture system and nutrient solution.

(Left to right: Japan(E&F), Netherland(E&F), DNS-2(E&F),
Japan(Pot), Netherland(Pot), DNS-2(Pot))

Table 27. Effect of culture system and nutrient solution on growth and flowering in *Narcissus* 'Dutch Master'.

Culture system	Nutrient ²⁾ solution	Days to flowering (day)	Vase life (day)	Corolla length (cm)	Flower width (cm)	Spike length (cm)	Flower stalk (cm)	Leaf	
								Length (cm)	width (cm)
Simply Ebb & Flow	Japan ²⁾	19.7 c ^{y)}	5.3 c	4.1 a	9.1 a	3.1 a	26.2 b	22.6 b	1.7 a
	Netherland	20.3 c	5.7 c	4.1 a	9.3 a	3.0 a	28.7 a	24.9 a	1.6 a
	DNS-2	20.7 c	6.8 a	4.1 a	9.4 a	3.1 a	29.5 a	25.3 a	1.8 a
Pot Culture	Japan	22.3 b	5.2 c	4.0 a	8.8 b	3.0 a	23.0 d	22.3 b	1.7 a
	Netherland	23.5 a	5.5 c	3.9 a	8.4 c	2.8 a	23.4 d	20.2 c	1.7 a
	DNS-2	20.3 c	6.3 b	4.2 a	9.1 a	3.1 a	25.1 b	20.7 c	1.8 a

²⁾ See the table 2.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 28. Effect of culture system and nutrient solution on firmness of stem in *Narcissus* 'Dutch Master'.

Treatment		Firmness of Stem (Gf) ^{y)}		
Culture System	Nutrient ²⁾ Solution	Upper	Middle	Low
Simply Ebb & Flow	Japan	3063 b ^{x)}	3400 b	3879 ab
	Netherland	3986 a	3632 a	3499 b
	DNS-2	3387 b	3441 b	4080 a
Box Culture	Japan	3143 b	2948 c	2916 c
	Netherland	2678 c	2618 c	2751 c
	DNS-2	3824 a	3403 b	4019 a

²⁾ See the table 2.

^{y)} Gram force

^{x)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 29. Effect of culture system and nutrient solution on growth and flowering in *Narcissus* 'Tete a tete'.

Culture system	Nutrient ^{z)} solution	Days to flowering (day)	Vase life (day)	Corolla length (cm)	Flower width (cm)	Flower stalk (cm)	Leaf	
							Length (cm)	width (cm)
Simply Ebb & Flow	Japan	15.2 b ^{y)}	3.8 b	1.4 ab	3.7 b	13.9 c	13.3 c	1.2 a
	Netherland	15.2 b	3.5 c	1.4 ab	3.8 b	14.8 b	13.1 c	1.2 a
	DNS-2	15.3 b	4.8 a	1.6 a	4.1 a	17.1 a	14.6 a	1.2 a
Pot Culture	Japan	17.2 a	3.6 bc	1.4 a	3.8 b	11.9 d	13.0 c	1.1 a
	Netherland	17.8 a	3.3 c	1.3 b	3.7 b	11.2 d	12.3 d	1.1 a
	DNS-2	15.7 b	4.0 b	1.5 ab	3.9 ab	15.5 b	13.5 b	1.3 a

^{z)} See the table 2.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.



Fig. 28. Growth and flowering of *Narcissus* 'Dutch Master' according to culture system and nutrient solution.
(Left to right: Japan(E&F), Netherland(E&F), DNS-2(E&F), Japan(Pot), Netherland(Pot), DNS-2(Pot))



Fig. 29. Growth and flowering of *Narcissus* 'Tete a tete' according to culture system and nutrient solution.
(Left to right: Japan(E&F), Netherland(E&F), DNS-2(E&F), Japan(Pot), Netherland(Pot), DNS-2(Pot))

5) 개발 배양액의 실증재배

양액실험을 통하여 선정된 배양액의 실증시험에서 *Tulipa* 'Ballerina'의 DNS-2 처리구가 Peters와 Osmocote 처리구에 비해 다소 향상된 결과를 보였는데 특히 개화수명은 다른 처리구에 비해 수명이 연장됨을 알 수 있었다(그림 30). 1, 2, 3절간장, 목길이 및 꽃길이는 10.6, 5.3, 5.4, 10.5 및 6.5cm로 생육이 신장되었으며, 엽장과 엽폭도 37.6과 6.0cm로 Osmocote 처리구의 33.1, 5.7cm에 비해 향상된 결과를 보였다(표 30). 줄기의 경도는 1, 2, 3절간 및 목 부분 모두 DNS-2 처리구가 모든 처리구에 비해 경도가 증가하였다(표 31).

Tulipa 'Showwinner' 또한 전체의 조사항목에서 기존의 Osmocote(고형비료)와 수용성비료(Peters)에 비해 생육 및 개화가 향상된 것으로 나타났다(그림 31). DNS-2 처리구는 개화소요일수가 8.0일로 다른 처리구에 비해 약 2일 정도 개화가 촉진되었으며, 개화수명도 다소 연장된 것으로 나타났다. 1, 2, 3절간장 및 엽장은 2.3, 1.7, 1.8, 15.8cm로 모든 처리구에 비해 신장되었으며, 꽃길기와 엽폭은 Osmocote를 제외한 모든 처리구가 비슷한 생육양상을 보였다(표 32).

Narcissus 'Dutch Master'의 경우 개화소요일수는 처리간에 유의차를 나타내지 않았으며, 개화수명 DNS-2처리구가 수명이 다소 연장되었다(그림 32). 부관길이, 화폭, 목길이 및 엽장은 유의차가 인정되지 않았으며, 화경장은 DNS-2 처리구가 27.0cm로 모든 처리구에 비해 신장된 결과를 보였다(표 33).

Narcissus 'Tete a tete'의 경우 DNS-2 처리구에서 개화소요일수는 14.7일로 개화가 촉진되었으며, 개화수명은 5.5일로 다른 처리구에 비해 연장되었다(표 35, 그림 33). DNS-2 처리구의 부관길이, 화폭 및 화경장은 1.6, 4.2, 18.6cm로 다른 처리구에 비해 다소 신장된 결과를 보였다.

Table 30. Effect of fertilizer on growth and flowering in *Tulipa* 'Ballerina'.

Treatment	Days to flowering (day)	Vase life (day)	Internode (cm)					Tepal (cm)	Leaf	
			1st	2nd	3rd	Last	Total		Length (cm)	width (cm)
DS-2	19.5 b ²⁾	6.0 a	10.6 a	5.3 a	5.4 a	10.5 a	31.8 a	6.5 a	37.6 a	6.0 a
Peters	20.8 a	5.0 b	9.6 b	5.2 a	4.9 b	8.2 b	27.9 b	6.0 b	34.6 b	5.4 b
Osmocote	20.7 a	4.2 c	9.0 b	5.0 a	5.1 b	9.1 b	28.1 b	6.2 ab	33.1 b	5.7 ab

²⁾ Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 31. Effect of fertilizer on firmness of stem in *Tulipa* 'Ballerina'.

Treatment	Firmness of each internode (Gf) ²⁾			
	1st	2nd	3rd	Last
DS-2	10046 a ^{y)}	7822 a	4989 a	2489 a
Peters	9380 b	6233 b	4120 b	1844 c
Osmocote	8872 c	5755 c	4045 b	2138 b

²⁾ Gram force

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 32. Effect of fertilizer on growth and flowering in *Tulipa* 'Showwinner'.

Treatment	Days to flowering (day)	Vase life (day)	Internode (cm)					Tepal	Leaf	
			1st	2nd	3rd	Last	Total		Length (cm)	width (cm)
DS-2	13.0 b ²⁾	5.5 a	2.3 a	1.7 a	1.8 a	6.4 a	12.2 a	4.7 a	15.8 a	5.7 a
Peters	15.8 a	4.3 b	1.4 b	1.2 b	1.5 a	6.6 a	10.5 b	4.7 a	13.0 b	5.7 a
Osmocote	15.2 a	4.0 b	0.7 b	0.9 b	0.9 b	5.3 b	7.8 c	4.1 b	11.9 c	4.5 b

²⁾ Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.



Fig. 30. Growth and flowering of *Tulipa* 'Ballerina' according to fertilizer.
(Left to right: DS-2, Peters, Osmocote)



Fig. 31. Growth and flowering of *Tulipa* 'Showwinner' according to fertilizer.
(Left to right : DS-2, Peters, Osmocote)

Table 33. Effect of fertilizer on growth and flowering in *Narcissus* 'Dutch Master'.

Treatment	Days to flowering (day)	Vase life (day)	Corolla length (cm)	Flower width (cm)	Spike length (cm)	Flower stalk (cm)	Leaf	
							Length (cm)	width (cm)
DS-2	16.7 a ^{z)}	7.7 a	4.2 a	9.6 a	3.1 a	27.0 a	21.7 a	1.8 a
Peters	16.8 a	7.2 b	4.1 a	9.6 a	2.9 a	23.6 b	21.8 a	1.6 a
Osmocote	16.7 a	7.3 b	4.0 a	9.2 a	2.8 a	24.7 b	20.0 b	1.7 a

^{z)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 34. Effect of fertilizer on firmness of stem in *Narcissus* 'Dutch Master'.

Treatment	Firmness of Stem (Gf) ^{z)}		
	Upper	Middle	Low
DS-2	4052 a ^{y)}	3505 b	3706 b
Peters	3603 b	3579 b	4064 a
Osmocote	3471 b	3915 a	3820 b

^{z)} Gram force

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 35. Effect of fertilizer on growth and flowering in *Narcissus* 'Tete a tete'.

Treatment	Days to flowering (day)	Vase life (day)	Corolla length (cm)	Flower width (cm)	Flower stalk (cm)	Leaf	
						Length (cm)	width (cm)
DS-2	14.7 c ²⁾	5.5 a	1.6 a	4.2 a	18.6 a	17.3 a	1.4 a
Peters	16.2 b	4.3 b	1.5 a	4.0 a	16.1 b	16.1 b	1.4 a
Osmocote	17.0 a	4.5 b	1.4 a	3.9 b	15.7 b	14.7 c	1.2 a

²⁾ Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.



Fig. 32. Growth and flowering of *Narcissus* 'Dutch Master' according to fertilizer.

(Left to right: DS-2, Peters, Osmocote)



Fig. 33. Growth and flowering of *Narcissus* 'Tete a tete' according to fertilizer.

(Left to right: DS-2, Peters, Osmocote)

다. 양액재배 시 환경조건이 툴립과 수선화의 생육 및 개화에 미치는 영향

1) 배지 조성별 효과

배양토 조성이 양액재배 시 툴립과 수선화의 생육 및 개화에 미치는 영향에 대한 결과를 보면 툴립 ‘Ballerina’의 경우 개화는 대조구인 Sand의 17.3일에 비해 모든 처리가 다소 지연되었으며(그림 34), 개화수명은 Pt:Pe:Ve(1:1:1, v/v) 처리가 5.2일로 수명이 증가되었다. 1절간장, 목길이 및 전체 절간장은 Pt:Pe:Ve(1:1:1, v/v) 처리가 11.1, 9.4,와 31.5cm로 대조구 Sand에 비해 다소 신장된 결과를 보였다(표 36). 줄기경도 또한 Pt:Pe:Ve(1:1:1, v/v) 처리가 1, 2, 3절간장 및 목부분 모두 12,612, 6,622, 5,058, 2,207Gf로 대조구 Sand에 비해 향상되었으며, Cocopeat 단용 처리구를 제외한 모든 처리가 Sand보다 목부분의 경도가 증가되었다(표 38). 잎의 생육곡선은 가장 결과가 좋았던 Pt:Pe:Ve(1:1:1, v/v) 처리와 Sand 처리구가 유사한 증가를 보였다(그림 35).

툴립 ‘Showwinner’의 경우 Vermiculite 단용처리는 개화에 있어서 모든 처리에 비해 촉진되었으며, Cocopeat가 첨가된 처리는 개화가 지연되었다(그림 36). 개화수명은 Pt:Pe:Ve(1:1:1, v/v) 혼용 처리구와 Vermiculite 단용 처리는 대조구 Sand 3.3일에 비해 4.5일과 4.2일로 수명이 다소 증가되었다. 1절간장, 목길이 및 전체 절간장은 Pt:Pe:Ve(1:1:1, v/v) 처리구가 2.7, 6.6과 12.9cm로 모든 처리에 비해 다소 증가되었다(표 37). 잎의 생육곡선은 정식 후 3주 후부터 급속하게 신장되었으며, Pt:Pe:Ve(1:1:1, v/v)는 대조구인 Sand에 비해 매주 엽장이 증가하는 경향을 보였다(그림 37).

수선화 ‘Dutch Master’의 경우 개화는 모든 처리에 비해 대조구 Sand가 다소 촉진되는 결과를 보였으며(그림 38), 개화수명은 Pt:Pe:Ve(1:1:1, v/v) 처리구가 9.3일로 대조구에 비해 수명이 길어지는 경향을 보였다. 부관길이와 화폭은 Pt:Pe:Ve(1:1:1, v/v) 처리를 제외한 모든 처리구가 대조구에 비해 감소하였으며, 화경장은 대조구 Sand가 30.2cm로 다른 처리에 비해 다소 증가하는 경향을 보였다(표 39). 줄기의 경도는 Co:Ve:Pe(1:1:1, v/v) 처리구가 4,697과 5,484Gf로 중부와 하부의 경도가 Sand 처리에 비해 다소 증가한 결과를 나타내었다(표 41). 잎의 생장은 Sand와 Pt:Pe:Ve(1:1:1, v/v) 처리구가 유사한 생육을 보이며 엽장이 증가하는 양상을 보였다(그림 39).

수선화 ‘Tete a tete’의 경우 모든 처리에 비해 Sand 처리구가 12.0일로 개화가 촉진되었으며(그림 40), 개화수명은 Cocopeat가 혼합된 처리를 제외한 모

든 처리는 비슷한 개화수명을 보였다. 부관길이, 화폭 및 화경장은 Pt:Pe:Ve(1:1:1, v/v) 처리구가 1.7, 4.5 및 16.2cm로 대조구에 비해 향상된 결과를 나타내었다(표 40). 잎의 생장은 대조구가 초기 1주 생장이 4.4cm로 빨랐으나 2주부터는 Pt:Pe:Ve(1:1:1, v/v) 처리구가 급속한 성장과 개화가 진행되었다(그림 41).

절화 백합의 양액재배 시 피트모스 처리구에서 개화가 다소 촉진되었고 인공적으로 조제한 상토가 모래를 이용한 대조구에 비해 촉진되었다고 하였는데(손 등, 1996; 박과 정, 1987), 최 등(1997)은 피트모스가 50% 이상 함유된 배양토 처리구는 생육이 저조하였다고 보고하였는데 이것은 배양토의 산도 및 물리적 특성과 연관된 결과로 보이며 작물에 따라서 근권에 요구되는 통기성과 보비성 등의 차이에 기인되는 것으로 사료된다.

또한 김 등 (1997)은 구근류의 양액재배 시 Pt:Pe:Ve(1:3:1, v/v) 처리구가 생육이 초기부터 후기까지 유의성 있는 좋은 생육을 나타내었는데 이러한 결과는 단용 처리보다는 물리성을 고려하여 혼용 처리하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

Cocopeat는 Peatmoss와 용적밀도가 0.14로 비슷하며, Vermiculite와 Perlite에 비해 0.35에 비해 다소 낮아 양수분의 흡수가 원활하지 않았다는 Suh(2001)의 보고와 유사한 결과를 보이므로 Cocopeat는 단용 처리보다는 수분의 흡수율이 요구될 경우 적정량을 혼합하여 사용하는 것이 적정할 것으로 판단된다.

Strojny와 Nowak(2004)는 bedding plants의 배지실험에서 Peatmoss는 단용처리 시 용적밀도와 공극률이 매우 낮아 생육 및 개화의 향상에 좋지 않다고 하였고, 오이묘의 양액재배 시는 대조구인 Sand보다는 Peatmoss와 Vermiculite의 혼용이 비교적 생육이 양호하다고 하였다(박과 정, 1987). 이러한 결과는 식물과 품종에 따라 다소 차이는 있으나 최적의 개화와 생육 조건을 위해서는 배지의 단용보다는 Peatmoss와 Vermiculite를 적절히 혼용하는 것이 좋을 것으로 사료되며, 많은 공극률을 요구하는 경우에는 Perlite도 적정량을 혼합하는 것이 식물의 생육에 좋을 것으로 사료되었다.

Table 36. Effect of media composition on growth and flowering in hydroponic system of *Tulipa* 'Ballerina'.

Media composition ^{z)} (v/v)	Days to flowering (day)	Internode (cm)			Vase life (day)
		1st	Last	Total	
Sand	17.3 c ^{y)}	9.6 b	8.1 b	28.7 ab	4.7 b
Co	24.2 a	6.0 c	4.7 d	15.9 d	3.5 c
Ve	19.5 b	7.3 c	4.7 d	17.1 cd	4.8 b
Co:Ve(1:1)	19.2 b	9.1 b	4.9 d	19.1 c	3.8 c
Co:Ve:Pe(1:1:1)	19.3 b	11.0 a	5.5 c	24.6 b	4.3 b
Pt:Pe:Ve(1:1:1)	18.5 bc	11.1 a	9.4 a	31.5 a	5.2 a

^{z)} Co : Cocopeat, Ve : Vermiculite, Pe : Perlite, Pt : Peatmoss

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 37. Effect of media composition on growth and flowering in hydroponic system of *Tulipa* 'Showwinner'.

Media composition ^{z)} (v/v)	Days to flowering (day)	Internode (cm)			Vase life (day)
		1st	Last	Total	
Sand	26.0 c ^{y)}	2.5 a	6.4 a	11.7 b	3.3 c
Co	31.7 a	1.5 b	3.4 c	7.0 d	3.3 c
Ve	24.2 d	0.9 c	6.8 a	11.0 b	4.2 a
Co:Ve(1:1)	28.2 b	1.8 b	4.3 c	9.4 c	3.7 b
Co:Ve:Pe(1:1:1)	27.8 b	1.8 b	5.8 b	10.6 bc	3.8 b
Pt:Pe:Ve(1:1:1)	25.2 cd	2.7 a	6.6 a	12.9 a	4.5 a

^{z)} Co : Cocopeat, Ve : Vermiculite, Pe : Perlite, Pt : Peatmoss

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 38. Effect of media composition on firmness of stem in hydroponic system of *Tulipa* 'Ballerina'.

Media composition ^{z)} (v/v)	Firmness of each internode (Gf) ^{y)}			
	1st	2nd	3rd	Last
Sand	7725 b ^{x)}	5014 c	4435 bc	1519 c
Co	5986 c	4195 d	2866 d	1319 d
Ve	8104 b	5984 b	4601 b	1806 b
Co:Ve(1:1)	7938 b	5693 b	4032 c	1706 bc
Co:Ve:Pe(1:1:1)	10199 a	5709 b	4339 bc	2000 ab
Pt:Pe:Ve(1:1:1)	12612 a	6622 a	5058 a	2207 a

^{z)} Co : Cocopeat, Ve : Vermiculite, Pe : Perlite, Pt : Peatmoss

^{y)} Gram force/mm

^{x)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.



Fig. 34. Growth and flowering of *Tulipa* 'Ballerina' according to media composition.
 (Left to right : Sand, Co, Ve, Co:Ve, Co:Ve:Pe, Pt:Pe:Ve)

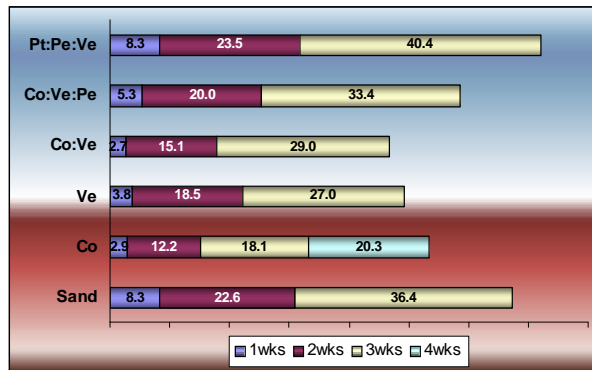


Fig. 35. Changes in leaf length and flower response of *Tulipa* 'Ballerina' after media composition treatment in hydroponic system.



Fig. 36. Growth and flowering of *Tulipa* 'Showwinner' according to media composition.

(Left to right : Sand, Co, Ve, Co:Ve, Co:Ve:Pe, Pt:Pe:Ve)

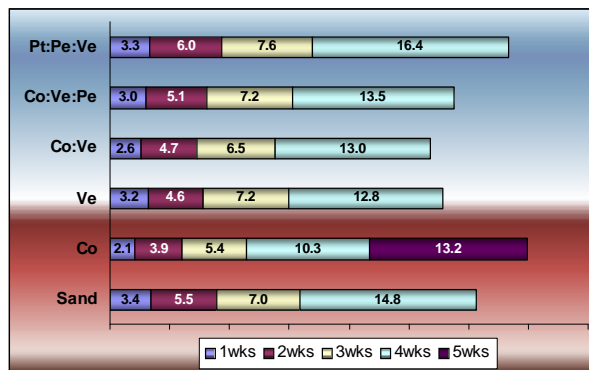


Fig. 37. Changes in leaf length and flower response of *Tulipa* 'Showwinner' after media composition treatment in hydroponic system.

Table 39. Effect of media composition on growth and flowering in hydroponic system of *Narcissus* 'Dutch Master'.

Media composition ^{z)} (v/v)	Days to flowering (day)	Corolla length (cm)	Flower width (cm)	Flower stalk (cm)	Vase life (day)
Sand	15.0 c ^{y)}	4.5 a	10.3 a	30.2 a	7.5 c
Co	21.8 a	4.0 bc	9.0 c	24.4 d	6.3 d
Ve	18.3 b	4.3 ab	9.6 b	26.7 c	6.8 cd
Co:Ve(1:1)	22.2 a	4.2 b	9.6 b	27.0 c	6.0 d
Co:Ve:Pe(1:1:1)	15.3 c	4.1 b	9.2 c	27.2 c	8.5 b
Pt:Pe:Ve(1:1:1)	16.7 bc	4.4 a	10.2 a	28.7 b	9.3 a

^{z)} Co : Cocopeat, Ve : Vermiculite, Pe : Perlite, Pt : Peatmoss

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 40. Effect of media composition on growth and flowering in hydroponic system of *Narcissus* 'Tete a tete'.

Media composition ^{z)} (v/v)	Days to flowering (day)	Corolla length (cm)	Flower width (cm)	Flower stalk (cm)	Vase life (day)
Sand	12.0 d ^{y)}	1.5 b	3.9 bc	12.9 c	7.0 a
Co	24.7 a	1.4 b	3.7 c	11.3 d	4.3 b
Ve	15.0 c	1.6 ab	4.1 ab	14.0 b	6.7 a
Co:Ve(1:1)	21.2 b	1.5 b	3.9 bc	11.5 d	4.8 b
Co:Ve:Pe(1:1:1)	22.2 b	1.6 ab	4.0 b	10.4 d	4.3 b
Pt:Pe:Ve(1:1:1)	14.7 c	1.7 a	4.5 a	16.2 a	7.2 a

^{z)} Co : Cocopeat, Ve : Vermiculite, Pe : Perlite, Pt : Peatmoss

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 41. Effect of media composition on firmness of stem in hydroponic system of *Narcissus* 'Dutch Master'.

Media composition ^{z)} (v/v)	Firmness of stem (Gf) ^{y)}		
	Upper	Middle	Low
Sand	4170 a ^{x)}	4419 ab	4713 b
Co	3258 c	3300 c	3596 d
Ve	3394 c	4192 b	4203 bc
Co:Ve(1:1)	3312 c	3037 c	3942 c
Co:Ve:Pe(1:1:1)	3606 b	4697 a	5484 a
Pt:Pe:Ve(1:1:1)	4124 a	4276 b	4140 c

^{z)} Co : Cocopeat, Ve : Vermiculite, Pe : Perlite, Pt : Peatmoss

^{y)} Gram force/mm

^{x)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.



Fig. 38. Growth and flowering of *Narcissus* 'Dutch Master' according to media composition.

(Left to right : Sand, Co, Ve, Co:Ve, Co:Ve:Pe, Pt:Pe:Ve)

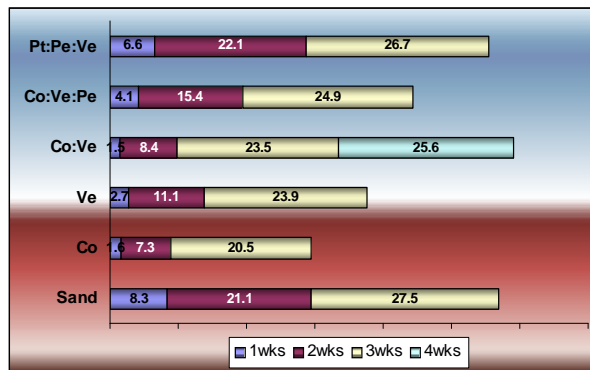


Fig. 39. Changes in leaf length and flower response of *Narcissus* 'Dutch Master' after media composition treatment in hydroponic system.



Fig. 40. Growth and flowering of *Narcissus* 'Tete a tete' according to media composition.

(Left to right : Sand, Co, Ve, Co:Ve, Co:Ve:Pe, Pt:Pe:Ve)

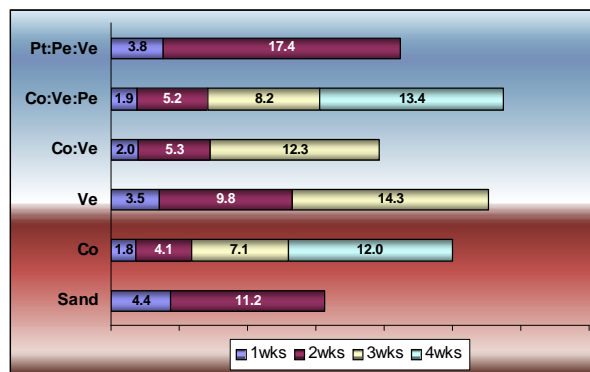


Fig. 41. Changes in leaf length and flower response of *Narcissus* 'Tete a tete' after media composition treatment in hydroponic system.

2) 재배온도 및 양액온도별 효과

튤립과 수선화의 양액재배 시 야간온도 및 양액온도가 생육 및 개화에 미치는 영향은 튤립 'Ballerina'의 경우 야간온도 및 양액온도에 따라 일관된 결과를 나타내었는데 개화소요일수와 개화수명은 야간온도와 양액온도가 높을수록 개화소요일수와 개화수명은 단축되는 결과를 보였다(그림 42). 또한 1절간장과 전체 절간장은 야간온도와 양액온도가 낮을수록 길이가 신장되는 결과를 나타내었다(표 42). 줄기의 경도는 21/25℃(야간온도/양액온도) 처리구가 1, 2, 3 절간장 및 목부분의 경도가 18,972, 11,030, 8,671, 7,499Gf로 13/15℃ 처리구의 7,837, 6,413, 6,229, 3,580Gf에 비해 약 100%의 경도증가를 보였다(표 44). 1주 간격으로 측정된 엽장을 보면 야간온도와 양액온도가 높을수록 초기의 신장률이 높은 것을 알 수 있었으며 이것은 줄기의 경도의 변화에도 영향을 미치는 결과를 나타내었다(그림 43).

튤립 'Showwinner'의 경우 개화소요일수는 21/25℃ 처리구가 19.2일로 모든 처리에 비해 개화가 단축되었으며, 야간온도가 낮고 양액온도가 낮을수록 개화는 지연되는 경향을 보였다(그림 44). 개화수명은 21/25℃ 처리에서 7.0일로 다른 처리에 비해 개화수명이 다소 증가하였으며, 야간온도가 17℃인 경우 양액온도와 상관없이 개화수명이 전체적으로 단축되었다. 절간장은 1절간장과 전체 절간장은 13/15℃ 처리구가 3.9, 10.9, 20.8cm로 모든 처리에 비해 증가되었으며, 전체 절간장은 야간온도가 21℃와 13℃의 경우 양액온도가 낮을수록 증가하는 경향을 보였다(표 43).

수선화 'Dutch Master'의 경우 개화소요일수는 야간온도가 높을수록 개화가 단축되었으며, 21/25℃의 처리에서 17.8일로 13/15℃ 처리에 비해 약 6일 정도 촉진되는 경향을 보였다(그림 45). 개화수명은 21℃, 17℃에 비해 13℃의 야간온도에서 수명은 증가되었으며, 야간 및 양액온도가 13/20℃의 처리에서 9.5일로 다른 처리에 비해 개화수명이 길어졌다. 꽃의 품질에 영향을 미치는 부관 길이와 화폭은 13/15℃ 처리에서 4.4cm와 10.2cm로 모든 처리구에 비해 증가하는 경향을 보였으며, 화경장과 엽장은 13℃의 야간온도 처리가 21℃와 17℃의 처리에 비해 증가되는 결과를 보였다(표 45). 줄기경도는 튤립 'Ballerina'의 경우와 마찬가지로 야간온도와 양액온도가 높을수록 증가하는 경향을 보였으며, 저온은 화경장 및 엽장을 증가시키는 반면 줄기의 경도는 감소하는 것으로 나타났다(표 47). 초기의 높은 온도 조건이 잎의 신장을 가져오며 또한 잎의 신장은 개화소요일간의 단축 및 줄기경도의 향상을 가져오는 것으로 사료된다.

수선화 ‘Tete a tete’의 경우는 17℃ 이상의 야간온도에서는 13℃의 조건보다 개화소요일수가 단축되었으며, 21/15℃의 처리에서 18.4일로 모든 처리에 비해 개화가 촉진되었다(그림 47). 개화수명은 양액온도에 관계없이 야간온도가 낮을수록 개화수명은 증가하였으며 13/15℃ 처리에서 15.4일로 가장 높은 온도인 21/25℃ 처리에 비해 약 9일 정도 개화기간이 길어졌다. 화폭과 화경장은 13℃의 야간온도가 17℃와 21℃에 비해 증가하는 경향을 보였으며, 13/20℃의 처리에서 4.4와 12.9cm로 다른 처리에 비해 신장되었다(표 46). 부관길이는 야간 및 양액온도에 관계없이 처리간에 유의차를 나타내지 않았으며, 잎의 초기생육에 있어서는 온도가 높을수록 생장이 증가되는 결과를 보였다(그림 48).

이러한 결과는 백합재배 시 16℃보다 25℃ 처리가 지하부 뿌리 발달에 효과적이라는 보고(정 등, 1995) 내용과 유사한 결과를 나타내어 다소 높은 온도 조건은 무기이온의 흡수를 촉진시키는 결과에 기인되는 것으로 사료되었다.

*Sandersonia*의 재배 시 재배온도가 올라가면 개화소요일수가 단축되며 21℃의 온도에서 개화가 촉진되었다는 Catley 등(2002)의 보고는 튜립과 수선화의 야간온도가 높을수록 개화가 촉진된 것과 유사한 결과를 보였다. 그러나 야간온도의 상승은 개화를 촉진시켰으나 화경장이 감소하는 등의 고온에 대한 장애현상을 보였고 빠른 노화로 인하여 고품질 상품생산에는 적합하지 않는 것으로 보여 우수한 절화와 분화생산을 위해서는 재배온도의 상승보다는 적정 온도에서 재배하는 것이 중요하며, 재배시기에 따라서 개화소요일수의 leks축을 위해 일시적인 재배온도 상승에 대한 세부적인 실험은 앞으로 더 수행되어야 할 것으로 판단된다.

박 등(1995)은 겨울철 엽채류의 담액재배 시 배양액의 온도는 25℃보다 20℃와 15℃ 처리구가 양분흡수량이 높았으나 15℃의 처리는 수분의 흡수량이 저하되었다고 보고하였는데, 본 실험에서는 양액의 온도보다는 야간온도에 의해 생육과 개화가 많이 좌우되었으며 또한 13℃의 낮은 야간온도에서는 20℃의 배양액 온도가 생육이 다소 향상된 결과를 보였는데 일반적인 생산자의 경우 겨울철 재배 시 저온의 조건에서는 20℃의 배양액 온도가 유효할 것으로 사료된다.

Table 42. Effect of night and solution temperature on growth and flowering in hydroponic system of *Tulipa* 'Ballerina'.

Night temperature (°C)	Solution temperature (°C)	Days to flowering (day)	Internode (cm)			Vase life (day)
			1st	Last	Total	
21	25	20.3	9.5	7.4	27.2	3.2
	20	22.8	10.5	9.5	30.5	2.8
	15	22.8	10.7	13.6	35.1	3.3
17	25	26.5	10.9	11.4	35.0	4.2
	20	27.0	9.1	10.7	31.6	4.7
	15	28.8	8.7	16.7	36.8	5.3
13	25	33.8	14.6	15.0	44.5	12.3
	20	34.0	12.1	16.4	42.7	12.5
	15	34.7	13.7	13.2	42.6	10.8
Significance						
Night temperature(A)		*** ²⁾	**	***	***	***
Solution temperature(B)		*	**	***	**	NS
A × B		**	*	**	*	*
LSD (0.05)		0.4	0.5	1.0	1.3	0.7

²⁾ NS, *, **, *** : Nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01 or 0.001, respectively

Table 43. Effect of night and solution temperature on growth and flowering in hydroponic system of *Tulipa* 'Showwinner'.

Night temperature (°C)	Solution temperature (°C)	Days to flowering (day)	Internode (cm)			Vase life (day)
			1st	Last	Total	
21	25	19.2	1.2	5.2	9.0	7.0
	20	20.4	1.1	6.7	10.3	6.2
	15	21.8	1.9	7.9	13.6	5.6
17	25	25.4	3.0	8.1	14.7	4.8
	20	25.8	2.2	7.4	13.5	4.6
	15	26.6	1.6	6.1	13.1	4.4
13	25	28.4	1.5	7.5	12.3	6.8
	20	28.8	1.6	8.6	14.1	6.6
	15	29.8	3.9	10.9	20.8	6.0
Significance						
Night temperature(A)		*** ²⁾	*	***	***	***
Solution temperature(B)		***	NS	***	***	*
A × B		NS	*	***	**	*
LSD (0.05)		0.4	0.9	0.6	1.8	0.7

²⁾ NS, *, **, *** : Nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01 or 0.001, respectively

Table 44. Effect of night and solution temperature on firmness of stem in hydroponic system of *Tulipa* 'Ballerina'.

Night temperature (°C)	Solution temperature (°C)	Firmness of each internode (Gf) ^{z)}			
		1st	2nd	3rd	Last
21	25	18972	11030	8671	7499
	20	18364	11696	8564	4610
	15	18842	9383	8216	4408
17	25	15955	8969	4496	3064
	20	15039	9082	3995	3595
	15	13154	5806	4678	3756
13	25	7281	6594	4485	3630
	20	9385	6129	5976	3877
	15	7837	6413	6229	3580
Significance					
Night temperature(A)		*** ^{y)}	***	***	***
Solution temperature(B)		*	**	NS	*
A × B		*	*	NS	*
LSD (0.05)		690	490	676	428

^{z)} Gram force/mm

^{y)} NS, *, **, *** : Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively



Fig. 42. Growth and flowering of *Tulipa* 'Ballerina' according to night and solution temperature.

(Left to right : 21/25°C, 21/20°C, 21/15°C, 17/25°C, 17/20°C, 17/15°C, 13/25°C, 13/20°C, 13/15°C)

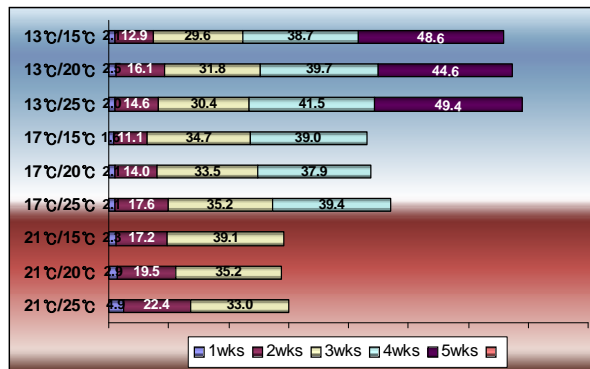


Fig. 43. Changes in leaf length and flower response of *Tulipa* 'Ballerina' after night and solution temperature treatment in hydroponic system.



Fig. 44. Growth and flowering of *Tulipa* 'Showwinner' according to night and solution temperature.

(Left to right : 21/25°C, 21/20°C, 21/15°C, 17/25°C, 17/20°C, 17/15°C, 13/25°C, 13/20°C, 13/15°C)

Table 45. Effect of night and solution temperature on growth and flowering in hydroponic system of *Narcissus* 'Dutch Master'.

Night temperature (°C)	Solution temperature (°C)	Days to flowering (day)	Corolla length (cm)	Flower width (cm)	Flower stalk (cm)	Vase life (day)
21	25	17.8	4.0	8.7	24.5	4.5
	20	15.7	3.8	8.8	25.7	5.8
	15	16.3	3.9	9.0	24.2	6.0
17	25	20.5	3.9	8.9	28.7	4.8
	20	20.7	3.7	8.3	27.0	5.5
	15	21.3	3.7	8.2	24.3	5.8
13	25	23.7	4.3	10.1	33.9	8.8
	20	24.0	4.3	10.0	34.4	9.5
	15	24.3	4.4	10.2	34.5	8.7
Significance						
Night temperature(A)		*** ²⁾	***	***	***	***
Solution temperature(B)		*	NS	*	*	**
A × B		***	NS	NS	NS	NS
LSD (0.05)		0.5	0.1	0.4	2.0	0.5

²⁾ NS, *, **, *** : Nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01 or 0.001, respectively

Table 46. Effect of night and solution temperature on growth and flowering in hydroponic system of *Narcissus* 'Tete a tete'.

Night temperature (°C)	Solution temperature (°C)	Days to flowering (day)	Corolla length (cm)	Flower width (cm)	Flower stalk (cm)	Vase life (day)
21	25	20.8	1.6	4.1	10.2	4.0
	20	20.3	1.5	3.9	9.7	3.4
	15	18.4	1.6	4.3	8.5	4.2
17	25	20.6	1.5	4.2	9.6	4.2
	20	20.7	1.4	3.8	8.5	5.7
	15	20.7	1.5	3.9	6.7	5.0
13	25	25.1	1.6	4.4	10.9	13.7
	20	24.2	1.5	4.4	12.9	14.1
	15	25.7	1.5	4.2	11.1	15.4
Significance						
Night temperature(A)		*** ²⁾	NS	***	*	***
Solution temperature(B)		NS	*	NS	***	**
A × B		NS	NS	*	*	**
LSD (0.05)		1.0	0.05	0.2	1.0	0.6

²⁾ NS, *, **, *** : Nonsignificant or significant at P≤0.05, 0.01 or 0.001, respectively

Table 47. Effect of night and solution temperature on firmness of stem in hydroponic system of *Narcissus* 'Dutch Master'.

Night temperature (°C)	Solution temperature (°C)	Firmness of stem (Gf) ^{z)}		
		Upper	Middle	Low
21	25	4027	4031	4208
	20	3860	4359	4448
	15	2578	3749	4220
17	25	3173	3286	4460
	20	3083	2849	3485
	15	2889	3250	3675
13	25	2732	3172	3283
	20	2299	2451	3096
	15	2371	2859	2824
Significance				
Night temperature(A)		*** ^{y)}	***	***
Solution temperature(B)		NS	NS	NS
A × B		NS	*	NS
LSD (0.05)		379	349	460

^{z)} Gram force/mm

^{y)} NS, *, **, *** : Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively



Fig. 45. Growth and flowering of *Narcissus* 'Dutch Master' according to night and solution temperature.

(Left to right : 21/25°C, 21/20°C, 21/15°C, 17/25°C, 17/20°C, 17/15°C, 13/25°C, 13/20°C, 13/15°C)

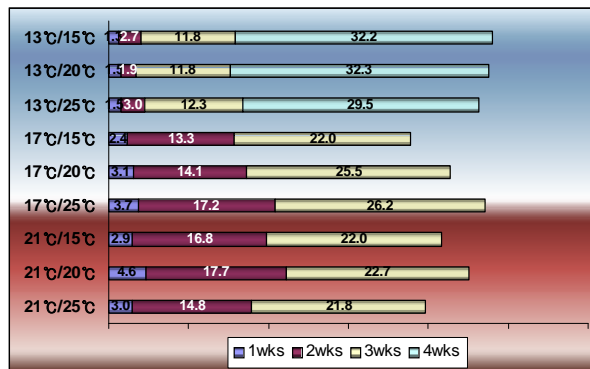


Fig. 46. Changes in leaf length and flower response of *Narcissus* 'Dutch Master' after night and solution temperature treatment in hydroponic system.



Fig. 47. Growth and flowering of *Narcissus* 'Tete a tete' according to night and solution temperature.

(Left to right : 21/25°C, 21/20°C, 21/15°C, 17/25°C, 17/20°C, 17/15°C, 13/25°C, 13/20°C, 13/15°C)

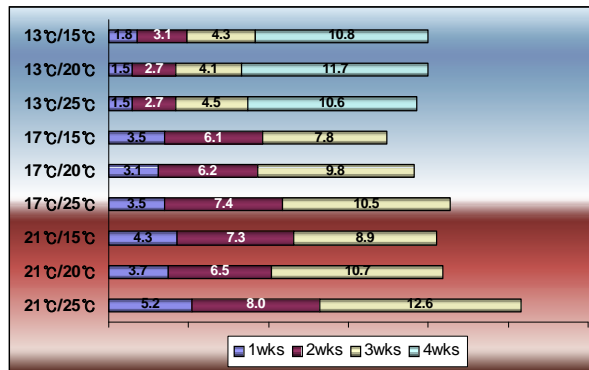


Fig. 48. Changes in leaf length and flower response of *Narcissus* 'Tete a tete' after night and solution temperature treatment in hydroponic system.

3) 광조건 수준별 효과

양액재배 시 광조건이 생육 및 개화에 미치는 영향을 보면 튜립 ‘Ballerina’는 개화는 자연광과 보광처리가 모든 처리에 비해 단축되었으며(그림 49), 개화수명은 자연광 처리구가 5.3일로 모든 처리에 비해 증가되었다. 개화에 있어서 차광은 자연광과 보광처리에 비해 개화율이 낮게 나타났으며, 차광정도가 높을수록 더 낮게 나타났다. 1절간장과 전체 절간장은 차광 35%가 15.3cm와 37.4cm로 자연광에 13.6cm와 34.2cm에 비해 다소 생육이 증가되었다(표 48). 줄기경도의 경우 보광처리가 1, 2, 3절간장 및 전체 절간장 모두 엽장이 도장된 차광 처리에 비해 7496, 4802, 2913, 1914Gf로 경도가 단단한 것으로 나타났으며, 차광처리는 특히 절화의 중요한 부분을 차지하는 목부분의 경도가 현저히 약화되는 경향을 보였다(표 50). 1주 간격으로 측정된 엽장의 경우 3주까지의 초장은 큰 유의차는 나타나지 않았으며, 차광 처리구는 개화가 지연되어 4주째부터 개화가 시작된 것으로 보아 지속적인 차광처리는 개화를 다소 지연시키는 요인으로 나타났다(그림 50).

튜립 ‘Showwinner’의 경우 자연광과 보광처리는 차광처리에 비해 개화가 단축되는 경향을 보였으며(그림 51), 개화수명은 자연광 처리가 모든 처리에 비해 6.3일로 개화가 지연되었다. 개화는 자연광 처리가 100%로 모든 처리구에 비해 높게 나타났으며, 차광처리는 85% 전후의 개화로 자연광 처리구보다 15% 정도의 불개화율을 보였다. 1절간장 및 전체 절간장은 차광 55% 처리가 자연광 처리의 1.6cm와 11.5cm에 비해 3.3cm와 15.7cm로 다소 신장되는 결과를 나타내었다(표 49). 엽장의 경우는 차광처리는 정식 후 2주후부터 잎이 도장되었으며, 보광처리를 오히려 엽장이 단축되는 결과를 나타내었다(그림 52).

튜립 ‘Showwinner’와 ‘Ballerina’ 두 품종 모두 잎의 생육은 차광처리구가 매우 효과적으로 나타났으나, 개화소요일수, 개화수명 및 줄기의 경도는 자연광과 보광처리구가 향상된 것으로 나타나 식물생육의 전반적인 품질향상을 위해서는 생육 전기간의 차광보다는 생육시기별로 차광과 보광을 적절히 혼용하는 것이 좋은 것으로 사료되었다.

수선화 ‘Dutch Master’의 경우 역시 개화소요일수는 보광처리구가 17.5일로 차광 처리에 비해 개화가 촉진되었으며(그림 53), 개화수명은 대조구인 자연광 처리구가 8.7일로 모든 처리에 비해 수명이 증가되는 결과를 나타내었다. 개화율은 보광처리구가 100%의 개화로 가장 좋게 나타났으며, 차광처리는 90% 미만의 개화로 상대적으로 10% 정도의 차이를 보였다. 부관길이, 화폭 및 목길이는 처리간에 유의차를 나타내지 않았으나, 화경장은 차광 55% 처리구가

35.9cm로 자연광 처리 27.5cm에 비해 다소 증가되었다(표 51). 줄기의 경도는 *Tulipa* 'Ballerina'의 경우와 마찬가지로 보광처리구가 줄기 상, 중, 하부의 경도는 3520, 3925, 3969Gf로 차광 55% 처리구의 2299, 2755, 2981Gf에 비해 줄기의 경도가 약 40% 이상 향상된 것으로 나타났다(표 53). 차광처리에서 잎의 생육이 보광과 자연광 처리에 비해 상대적으로 증가하는 경향을 보였다(그림 54)

수선화 'Tete a tete'의 경우 개화소요일수는 보광 처리구가 모든 처리에 비해 12.0일로 다소 감축되는 경향을 보였으나(그림 55) 개화수명은 차광 35% 처리구가 8.3일로 보광처리 6.2일에 비해 약 2일정도 개화수명이 증가된 것으로 나타났다. 자연광과 보광처리는 100%의 개화로 차광처리에 비해 높은 개화율을 보였다. 부관 길이는 처리간에 유의차를 나타내지 않았으나, 화경장은 차광 55% 처리구가 19.1cm로 대조구인 자연광 처리 17.5cm에 비해 다소 신장되었다(표 52). 화경장은 튤립의 경우와 비슷하여 차광처리는 식물체 잎의 도장성으로 다소 증가되는 것으로 판단되었다(그림 56).

이러한 결과는 일장조건과 보광처리가 개화에 크게 영향을 미치지 않는다는 분석용 도라지꽃의 결과(송 등, 1993)와 다소 다른 견해를 보였는데, 튤립과 수선화는 저온에 감응하는 동계작물로 광조건과 같은 환경조건에 매우 민감한 것으로 사료된다.

일사량과 양액의 흡수량은 높은 상관관계가 있으므로 일사량에 따른 급액제어가 가능하며, 생육단계와 계절에 따라 표준 급액량과 배액량을 달리 조성한다는 보고가 있으며(노 등, 1995), 튤립과 수선화는 적정 광조건을 만들어주어야 정상적인 양액흡수와 생육이 진행될 것으로 사료된다.

글라디올러스의 경우 재배 시 저광도는 개화율을 감소시키는데 인위적인 LD광은 개화율 감소에 효과적이라고 보고한 Imanishi와 Imae(1990)의 보고는 튤립과 수선화의 재배와 마찬가지로 겨울철의 보광처리는 식물의 생육과 개화율 향상에 도움이 되며 절화품종의 경우 줄기경도 향상에 다소 영향을 미친다는 본 실험의 결과와도 유사하였다. 또한 van Tuyl과 Kwakkenbos(1986)는 Asiatic Lilies 재배 시 품종간에 다소 차이는 있었으나 보광처리는 꽃눈퇴화에 효과적이라고 보고한 결과는 이를 뒷받침한다. 따라서 겨울철 주간의 보광처리는 식물의 양분과 수분의 이동에 없어서는 안 될 중요한 인자라고 판단된다.

Table 48. Effect of light conditions on growth and flowering in hydroponic system of *Tulipa* 'Ballerina'.

Treatment ^{z)}	Days to flowering (day)	Percent of flowering (%)	Internode (cm)			Vase life (day)
			1st	Last	Total	
Natural lighting	23.8 b ^{y)}	95.6	13.6 b	9.1 b	34.2 b	5.3 a
Supplemental lighting	22.2 b	97.8	10.9 c	8.0 c	29.6 c	5.0 ab
Shading 35%	29.5 a	91.2	15.3 a	11.5 a	37.4 a	4.4 b
Shading 55%	29.8 a	82.4	14.7 a	9.7 b	35.9 b	4.2 b

^{z)} Natural lighting : $151.5 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$, Supplemental lighting : $181.5 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$
 Shading 35% : $60.6 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$, Shading 55% : $30.3 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 49. Effect of light conditions on growth and flowering in hydroponic system of *Tulipa* 'Showwinner'.

Treatment ^{z)}	Days to flowering (day)	Percent of flowering (%)	Internode (cm)			Vase life (day)
			1st	Last	Total	
Natural lighting	11.7 b ^{y)}	100	1.6 b	7.1 b	11.5 c	6.3 a
Supplemental lighting	11.7 b	97.8	1.5 b	7.5 ab	12.2 c	5.2 b
Shading 35%	13.2 a	84.6	3.2 a	8.0 a	14.9 b	5.2 b
Shading 55%	13.3 a	86.8	3.3 a	8.2 a	15.7 a	4.7 c

^{z)} Natural lighting : $151.5 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$, Supplemental lighting : $181.5 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$
 Shading 35% : $60.6 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$, Shading 55% : $30.3 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 50. Effect of light conditions on firmness of stem in hydroponic system of *Tulipa* 'Ballerina'.

Treatment ^{z)}	Firmness of each internode (Gf) ^{y)}			
	1st	2nd	3rd	Last
Natural lighting	6457 b ^{x)}	3670 b	2381 b	1987 a
Supplemental lighting	7496 a	4802 a	2913 a	1914 a
Shading 35%	5228 c	2747 c	2220 b	1556 b
Shading 55%	6445 b	2620 c	2354 b	1570 b

^{z)} Natural lighting : $151.5 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$, Supplemental lighting : $181.5 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$
 Shading 35% : $60.6 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$, Shading 55% : $30.3 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$

^{y)} Gram force/mm

^{x)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.



Fig. 49. Growth and flowering of *Tulipa* 'Ballerina' according to light conditions.

(Left to right : Natural lighting, Supplemental lighting, Shading 35%, Shading 55%)

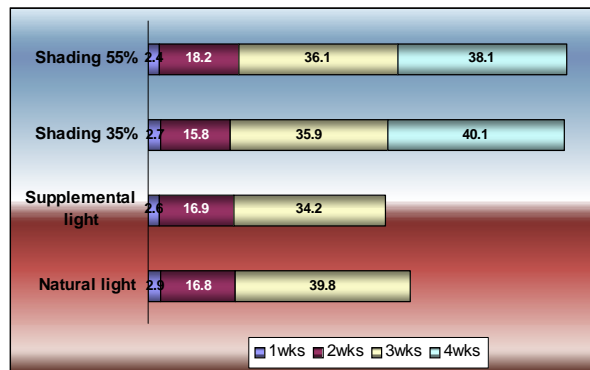


Fig. 50. Changes in leaf length and flower response of *Tulipa* 'Ballerina' after light conditions treatment in hydroponic system.



Fig. 51. Growth and flowering of *Tulipa* 'Showwinner' according to light conditions.
 (Left to right : Natural lighting, Supplemental lighting, Shading 35%, Shading 55%)

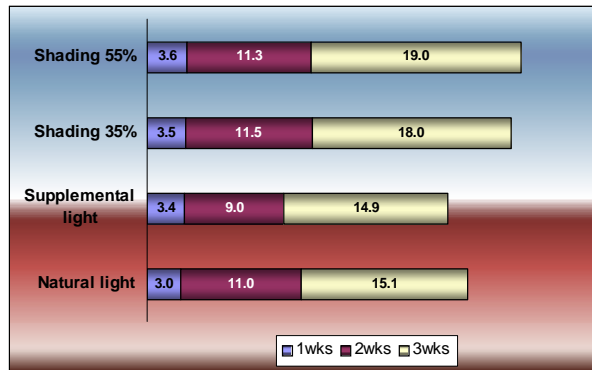


Fig. 52. Changes in leaf length and flower response of *Tulipa* 'Showwinner' after light conditions treatment in hydroponic system.

Table 51. Effect of light conditions on growth and flowering in hydroponic system of *Narcissus* 'Dutch Master'.

Treatment ²⁾	Days to flowering (day)	Percent of flowering (%)	Corolla length (cm)	Flower width (cm)	Flower stalk (cm)	Vase life (day)
Natural lighting	19.2 ab ^{y)}	97.8	4.1 a	9.8 a	27.5 c	8.7 a
Supplemental lighting	17.5 b	100	4.4 a	10.0 a	26.2 c	7.2 b
Shading 35%	20.7 a	89.0	4.2 a	10.1 a	30.9 b	7.3 b
Shading 55%	20.2 a	82.4	4.4 a	10.0 a	35.9 a	6.2 c

²⁾ Natural lighting : $151.5 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$, Supplemental lighting : $181.5 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$
 Shading 35% : $60.6 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$, Shading 55% : $30.3 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 52. Effect of light conditions on growth and flowering in hydroponic system of *Narcissus* 'Tete a tete'.

Treatment ²⁾	Days to flowering (day)	Percent of flowering (%)	Corolla length (cm)	Flower width (cm)	Flower stalk (cm)	Vase life (day)
Natural lighting	12.8 ab ^{y)}	100	1.7 a	4.1 a	17.5 b	7.0 b
Supplemental lighting	12.0 b	100	1.6 a	4.2 a	15.3 c	6.2 c
Shading 35%	12.5 b	93.4	1.6 a	4.4 a	15.1 c	8.3 a
Shading 55%	13.5 a	91.2	1.6 a	4.3 a	19.1 a	7.5 b

²⁾ Natural lighting : $151.5 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$, Supplemental lighting : $181.5 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$
 Shading 35% : $60.6 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$, Shading 55% : $30.3 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$

^{y)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.

Table 53. Effect of light conditions on firmness of stem in hydroponic system of *Narcissus* 'Dutch Master'.

Media composition ^{z)} (v/v)	Firmness of stem (Gf) ^{y)}		
	Upper	Middle	Low
Natural lighting	3080 b ^{x)}	3280 b	3564 b
Supplemental lighting	3520 a	3925 a	3969 a
Shading 35%	2904 b	2993 bc	3237 bc
Shading 55%	2299 c	2755 c	2981 c

^{z)} Natural lighting : $151.5 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$, Supplemental lighting : $181.5 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$
 Shading 35% : $60.6 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$, Shading 55% : $30.3 \pm 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$

^{y)} Gram force/mm

^{x)} Mean separation within columns by DMRT at 5% level. Means with same letter are not significantly different.



Fig. 53. Growth and flowering of *Narcissus* 'Dutch Master' according to light conditions.

(Left to right : Natural lighting, Supplemental lighting, Shading 35%, Shading 55%)

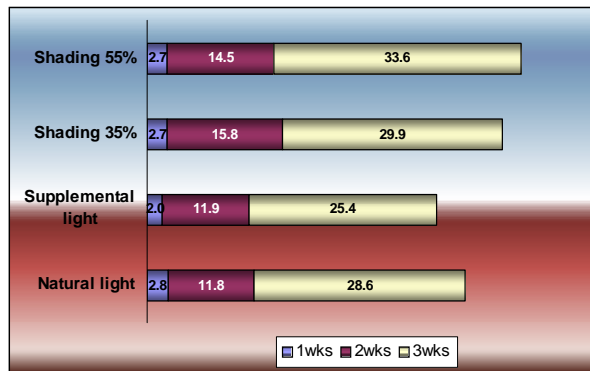


Fig. 54. Changes in leaf length and flower response of *Narcissus* 'Dutch Master' after light conditions treatment in hydroponic system.



Fig. 55. Growth and flowering of *Narcissus* 'Tete a tete' according to light conditions.

(Left to right : Natural lighting, Supplemental lighting, Shading 35%, Shading 55%)

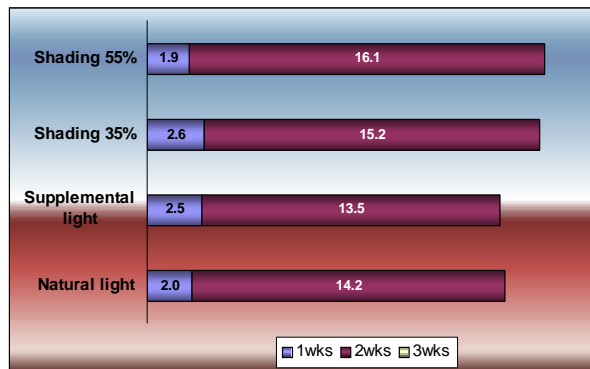


Fig. 56. Changes in leaf length and flower response of *Narcissus* 'Tete a tete' after light conditions treatment in hydroponic system.

라. 양액시스템 및 저온, 보광처리 등에 의한 경제성 분석

한국농촌경제연구원(2002)에 따르면 화훼농가의 생산비 관련 투자비용은 표 54와 같이 나누어진다.

Table 54. 생산비 관련 비용

구 분	투자비 소요 내용
초기 투자비용	하우스 골조비, 피복자재비, 보온자재비, 관수시설비, 환기시설비, 난방시설비 등
경영비	종묘비, 비료비, 농약비, 양액비, 광열동력비, 화분비, 용토비, 비닐교체비 및 고용노동비 등

일반 토경재배와 본 연구에서 사용한 양액시스템 재배방식의 차이점은 초기 투자비용에서 양액시스템 투자가 들어간다는 점이 다르기 때문에 본 경제성 분석에서는 시스템 투자에 따른 이익면의 차이를 보고자 한다.

2005년 톨립 재배농가 수는 전국 21농가, 2.9ha, 1,762천본으로 이는 대부분이 토경재배에 의한 1기작 재배에 의해 생산된 것으로 본 양액시스템 및 저온저장 기술에 의해 저온저장 시설에 구근을 기간별로 저장 후 재배하면 11월부터 4월까지 약 6번 정도의 생산이 가능하다. 이는 토경재배에 의해 상(上)품이 생산되어 최고 가격인 3,500원을 받더라도 년 1회밖에 생산이 안되기 때문에 수익에 있어 6회의 생산이 되는 양액시스템에 의한 생산이 훨씬 높을 것이다.

보광처리에 따른 전기비용은 백열등 1개를 24시간 30일 사용했을 때 소모되는 전기세는 약 3,000원 정도로, 본 연구에서 사용된 보광처리에서의 백열등 사용 시간은 겨울철 해가 일찍 떨어지는 것을 보완해주기 위해 아침 8시부터 저녁 8시까지 12시간으로 이를 한 달 30일정도 사용했을 때 소모되는 전기세는 약 1,500원으로 재배비용 외 추가적인 예산이 발생하게 된다. 그러나 겨울철은 적외선 층이 부족하기 때문에 백열등에 의한 보광처리 시 적외선 보충은 물론 자연광량이 떨어지는 저녁시간대의 보광으로 광합성 활동의 증가로 도장과 꽃목굵음을 억제할 수 있고, 경도를 증가시켜 품질 향상의 결과를 가져올 수 있다. 이는 상품 출하 시 품질의 등급을 결정하는 조건이 되는데, 상(上)품이 3,500원 중(中)품이 2,200원 정도일 때 보광 처리에 따른 품질 향상 효과는 크다고 할 수 있다.

따라서 양액시스템 및 저온처리 기간과 보광처리에 따른 경제적 이익은 330

m²당 상품성 증가로 인한 수익이 315,000,000원이며, 최대 년 6회 생산으로 인해 1,890,000,000원의 이익이 발생하게 된다. 이는 보광등 및 양액시스템 설치 비용 20,000,000원 외 보광시설 및 모터사용에 의한 전기세 1,800,000원, 상품성 저하로 인한 수익 198,000,000원과 년 1회 생산으로 인한 315,000,000원의 이익과 비교했을 때 1,670,121,100원의 수익액이 발생하게 된다.

Table 55. 양액재배시스템 및 보광시설에 따른 경제성 분석 비교

이익적 요소(A)	손실적 요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 보광시설 설치로 상품성 증가(330㎡당 90,000개 식재 가능) <ul style="list-style-type: none"> - 3,500원(上品) × 90,000개 = <u>315,000천원</u> ○ 양액시스템에 의한 최대 적기 출하 횟수 증가 <ul style="list-style-type: none"> - 1회 상품 출하 315,000천원 × 6회 = <u>1,890,000,000원</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 보광등시설 설치비 <ul style="list-style-type: none"> - 330개/330㎡ × 250원 = <u>82,500원</u> - 콘트롤박스, 전선 등 자재비 <u>5,000,000원</u> ○ 양액시스템 설치비(330㎡당) <ul style="list-style-type: none"> - <u>15,000,000원</u> ○ 오전 8시부터 오후 8시까지 보광시설 설치로 인해 소요되는 전기세 <ul style="list-style-type: none"> - 2원/㎡ × 12시간 = 24원 24원 × 330㎡ = 8,000원 8,000원 × 30일 × 6개월 = <u>1,440,000원</u> ○ 양액시스템 모터 설치로 인해 소요되는 전기세 <ul style="list-style-type: none"> - 수중모터(10W) 2원/시간 × 3시간 (매일 2시간 간격 15분 가동) = 6원 6원 × 330개(330㎡당) = 1,980원 1,980원 × 30일 × 6개월 = <u>356,400원</u> ○ 보광 미설치로 인한 상품성 저하 <ul style="list-style-type: none"> - 2,200원 × 90,000개 = <u>198,000천원</u> ○ 토경재배에 의한 1회/년 생산 <ul style="list-style-type: none"> - 1회 상품 출하 315,000천원 × 1회 = <u>315,000,000원</u>
<ul style="list-style-type: none"> ○ 추정 수익액(A-B) <ul style="list-style-type: none"> = 2,205,000,000 - 534,878,900 = 1,670,121,100원(330㎡당) 	

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

본 연구는 고품질 톨립 및 수선화의 계획 생산을 위한 적정 양액재배 시스템을 개발하기 위하여 계획되었다. 구근 화훼류의 생리 생태적 특성을 고려한 구근의 저온 및 처리방법에 따른 실용형 양액 재배법을 개발하였으며, 생산시스템별 적정 양액재배 기술 개발을 위해 일정시간 양액을 흘려 보내고 모세관 현상에 의해 재배용기 내 양액이 흡수된 후 남은 양액은 배수구를 통해 순환되는 Ebb & Flow 시스템과 기존의 NFT 시스템에서 베드 위에 부직포를 사용하여 양액을 최소한의 양으로 사용하는 개량형 NFT 시스템, 기존 관행방법인 구근 상자에 배양토를 채운 후 정식하여 점적 호수로 양액을 관주하는 Box 재배방법을 개발하였다. 양액의 무기이온 농도 수준과 적정 양액조성을 선정하여 재배농가와 공동 수행하여 적합성을 평가하였다. 또한 기획적인 상품 생산을 위한 최적의 환경조건을 구명하기 위해 적정 배양토 및 재배 온도, 광조건을 확립하여 톨립과 수선화의 계획 생산으로 내수 및 수출 시장을 정착시킬 수 있도록 생산 시스템을 간이화하면서 생산을 자동화로 고품질 생산이 가능할 수 있는 저가의 고도 생산 시스템을 개발하였다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제 1 절 추가연구의 필요성

절화 및 분화로서 관상가치가 높은 튨립과 수선화는 품종 간에 구근의 저온처리방법 및 저온 처리기간에 따라 생육 및 개화반응이 현저한 차이를 나타내고, 비교적 높은 수준의 양액과 저온의 조건에서 생육 및 개화가 향상되었으며, 양액재배 시스템을 이용하여 무토양 재배를 하였을 경우 토양재배에 비하여 양분과 환경조절에 의한 생육 및 재배작형과 품질관리가 가능한 것으로 판단되므로 이러한 시스템으로 다른 구근 화훼류의 기획생산과 품질조절에 적용할 연구가 필요하다.

제 2 절 연구개발 활용계획

가. 핵심기술의 활용

1. 기술적 측면

- 실제 농가에서 산업적으로 활용이 가능한 구근의 저온저장 기술 및 특수 양액 재배기법을 **영농현장에 기술 보급.**
- 기타 구근류의 기획적 양액재배 기술확립에 확대 적용.
- 다른 고품질 화훼작물 생산을 위한 **실용형 식물생산 공장 시스템 구축에 활용 예정.**
- 튨립과 수선화의 절화 및 분화 상품 생산에 필요한 적정 양액 시스템, 환경, 생장조절제, 온도조건에 대한 기술 보급.

2. 경제·산업적 측면

- 국내 절화 상품의 지속적인 기획생산에 따른 수출경쟁력 확보에 활용.
- 기존의 토경재배에 비하여 식재 및 수확 후 관리가 간소화되며, 생산단가를 낮추고 고품질의 상품생산이 가능 기술의 영농현장에 보급.
- 고품질 생산 기술을 보급함으로써 획기적인 농가소득 증대와 절화 및 분화 튜립 및 수선화의 해외수출로 외화획득효과 기대.
- 저가의 양액재배 시스템 및 간이 식물공장 시스템 구축으로 타 작물에 활용 권장

나. 성과물의 활용 유형

- 튜립 및 수선화 절화 및 분화 생산을 위한 적정 저온처리 방법별 및 적정 양액재배 시스템 공법 및 양액처방에 대한 기술의 농가 보급.
- 간이 식물 공장형 양액재배 시스템 기술의 관련 농가 또는 법인에 기술 활용.
- 절화 및 분화 튜립 및 수선화 수출 전문 생산단지 조성에 활용.
- 고품질 절화 및 분화 생산을 위한 최적 환경 제어 기술의 학술적 활용.
- 농민에 자신감을 심어주기 위한 홍보자료로 활용.
- 목표지향적 농업기술개발의 시범사례로 활용.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학 기술정보

제 1 절 국외기술현황

- 가. 최근 화란, 일본등 선진국을 중심으로 식물 공장형 절화 생산기술이 연구되기 시작함(Yamasaki, 일본국립농업연구소, Ibaraki, 최근 Yamasaki와 개인 면담, 2000).
- 나. 최근 선진국에서도 구근 절화류의 양액재배에 의한 절화 및 분화상품 생산에 필요한 기술 개발과 현장 접목을 시도하고 있음(Netherlands, Bulb Research Centre).
- 다. 이 밖에 많은 나라에서도 시설 토양 재배시 연작 장애에 의한 문제점 해결 및 기획적 고품질 상품 생산 시스템의 개발에 많은 실용적 연구가 시도되고 있음.

제 7 장 참고문헌

- Adams, P. 1992. Crop nutrition in hydroponics. Acta Hort. 323:289-305.
- Adriansen E. 1989. growth and flowering in pot plants soaked with plant growth regulator solution in ebb & flow benches. Acta Hort. 251:319-328.
- Aoba, T., 1976. Effects of temperature on bulb- and tuber-formation in bulbous and tuberous crops. IX. On the bulb formation in tulip. Bull. Yamagata Univ., Agr. Sci. 7, 387-399.
- Aoki, N. and S. Yoshino. 1983. Effect of the developmental stage of flower buds at the start of procooling. cooling temperature and initial growth and flowering of forced tulip. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 52(1):35-44.
- Bunt, A.C. 1988. Media and mixes for container grown plants. Unwin Hyman, London
- Burrage, S.W. and Varley, M.J. 1980. Water relations of lettuce grown in nutrient film culture. Acta Hort. 98:79-86.
- Buwalda, F., Baas, R. and van Weel, P.A. 1994. A soilless ebb-and-flow system for all-year-round chrysanthemum. Acta Hort. 361:123-132.
- Cui, Y.Y. 2001. Effects of environmental factors and composition of nutrient solution on growth and physiological characteristics of *Phalaenopsis* and *Doritaenopsis*. PhD Diss., Cungbuk Natl. Univ., Cheongju, P. 26-43.
- De Hertogh, A.A., Blakely, N., Barrett, J., 1978. Fertilization of special pre-cooled(5°C) tulips for cut-flower forcing. Scientia Hort. 9, 167-174.
- De Hertough, A.A. 1989. Holland bulb forcer's guide. 4th ed. international flower bulb center, Hillegom, the netherland.
- Fransen, J.T.W. 1980. Commercial NFT-lettuce growing in holland. Acta Hort. 98:241-242.
- Gilford, J. McD. and A.R. Rees. 1973. Groeth of the tulip shoot. Scientia Hort. 1:143-156.
- Hobson, G.E., Davies, J.N., 1978. Influence of extent and duration of cold treatment on the flowering behavior. Scientia Hort. 8:279-287.
- Ikeda, H. 1986. Nutrient solution management in view of nutrient requirement of crops. Agr. Hort. 61:205-211.

- Jenkinson, D.S. 1977. The nitrogen economy of the Broadbalk experiments.
1. Nitrogen balance in the experiments. Rothamsted Experimental Station Report for 1976. part 2 pp. 103-110.
- Klougart, A., 1980. Calcium uptake of tulips during forcing. *Acta Hort.* 109:89-95.
- Kupers, G.J., T.H.G. van Gaalen, and E.A. van Os. 1992. Diurnal changes in the ion concentration of the supply and return water of a tomato crop grown on rockwool. *Acta Hort.* 304:291-299.
- Le Nard, M., De Hertogh, A.A., 1993. Tulipa. In: De Hertogh, A.A., Le Nard, M. (Eds.), *The physiology of flower bulbs*. Elsevier, Amsterdam, pp. 617-682.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, Orlando, FL.
- Miller, W.B. 1992. *Easter and hybrid lily production*. Timber Press. Portland, Oregon.
- Nelson, P.V., Niedziela Jr., C.E., 1998. Effects of calcium source and temperature regime on calcium deficiency during hydroponic forcing of tulip. *Scientia Hort.* 73:137-150.
- Okubo, H. and Uemoto, S., 1984. Effect of darkness on stem elongation in tulip. *Scientia Hort.*, 23:391-397.
- Rees, A.R. 1972. The growth of bulbs. p.98-182. Academic Press, London.
- Rees, A.R., Charles-Edwards, D.A., 1975. An analysis of the growth of forced tulips. 1. Changes in plant fresh weights growth at two temperatures. *Scientia Hort.* 3:309-316.
- Sean R.G. and Robert T.L. 1982. Effect of vanadate, molybdate, and azide on membrane-associated ATPase and soluble phosphatase activities of corn roots. *Plant physiol.* 70(5):1335-1340.
- Shim, M.S., S.H. Kim, and K.S. Kim. 2001. Effect of amount of irrigation and ionic concentration of nutrient solution on the growth and absorption of ions and water by *Dianthus caryophyllus* in a closed system. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 42(4):371-378.
- Suh, J.K., Kwack, B.W., De Munk, W.J., Franssen, M., 1992. Flower development and stalk elongation 'Apeldoorn' tulip as influenced by low temperature and gibberellin. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 33(3): 299-305.

- Swart, A. 1986. the effect of a pretreatment at the growers on the bulb flower quality. Acta Hort. 177:570-578.
- turquand, E.D. 1971. flower quality in relation to storage treatments for early forcing of narcissus and tulip. Acta Hort. 23:115-120.
- van Weel. P.A., J. de Dood, and R.D. Woittiez. 1992. Cut-rose production in closed system with emphasis on environmental aspects. Acta Hort. 303:15-21.
- Yamasaki, A., Uragami, A. and Yamada, M. 2002. Hydroponic forcing of tulip using a nutrient film technique. Acta Hort. 570:423-427.
- 강종구, 서범석, 정순주. 1995. 양액의 이온 농도가 분무경재배 국화의 생장과 발육에 미치는 영향. 한원지 36(1):83-89.
- 김흥기, 이정현, 이범선, 정순주. 1995. 양액재배방식과 배양액의 종류가 상추의 생장에 미치는 영향. 한원지 36(2):151-157.
- 노미영, 배종향, 최은영, 이용범. 1995. 오이 배지경에서 적산일사량에 따른 급액횟수 및 급액량 제어. 한원지 논문발표요지 13(2):358-359.
- 노승문, 염도의, 김일중. 1979. 자생구근류의 개발 및 화훼원예화에 따른 생산적지 규명에 관한 연구. II. 축성재배 실험. 한원지 20(1):84-89.
- 박권우, 신영주. 1993. 양액내 NO_3^- -과 NH_4^+ -N의 비율이 탐채(塌菜 *Brassica chinensis* L. var. *rosularis*)의 생육에 미치는 영향. 한원지 34(5):320-329.
- 박권우, 장매희, 원재희, 장광호. 1995. 수경재배시 배양액 온도에 따른 중국엽채류의 생육양상. 한원지 35(5):608-613.
- 박권우, 정지호, 이문정. 1999. Japanese Mint의 내적품질에 미치는 양액내 전이온농도와 질소형태의 영향. 한원지 40(3):341-344.
- 박미희, 이용범. 식물공장내 CO_2 농도, 광도, 배양액농도가 잎상추 생육에 미치는 영향. 한원지 40(4):431-435.
- 박성옥, 김윤정, 서명훈, 이수연, 이상우. 1996. 솔잎부추 여름철 양액재배시 적정농도 선발. 한원지 논문발표요지 14(1):132-133.
- 박철호, 정희돈. 1987. Sphagnum Peat Moss와 Vermiculite를 혼합한 배양토의 이화학적 성질과 오이묘의 생육에 미치는 영향. 한원지 28(1):9-17.
- 서정근, 광병화, 변재균, 노승문. 1982. 튤립(*Tulipa gesneriana* L.)의 축성재배에 관한 연구. I. 구근의 국내양성기간 및 저온처리가 튤립(*Tulipa gesneriana* L.)의 생장 및 개화에 미치는 효과. 한원지 23(4):341-347.
- 서정근, 조혜진. 1997. 구근의 저온 저장과 광질 처리가 축성 튤립의 환경 신장과 개화에 미치는 영향. 한원지 38(3):283-287.

- 서정근, 조혜진. 1997. 구근의 저온 저장과 광질 처리가 축성 톨립의 화경 신장과 개화에 미치는 영향. *한원지* 38(3):283-287.
- 손성수, 오준상, 이정은, 서정근, 이규민. 1966. 절화백합 양액재배시 용토 및 양액공급기간이 생육 및 개화에 미치는 영향. *한원지 논문발표요지* 13(2):250-251.
- 송정섭, 류병열, 허건양, 방창석, 최영은, 김병현. 1998. 저면관수가 자생 초화류의 플러그 생육 및 용토의 물리성에 미치는 영향. *한원지* 39(4):475-478.
- 송천영. Roh, M.S. 정순경. Lawson, R.H. 1993. 온도 및 광처리가 분식용 도라지꽃의 생육 및 개화에 미치는 영향. *한원지* 34(6):446-453.
- 양승구, 최경주, 황인택, 김정근, 김광수. 양액농도와 근권의 양액온도가 토마토 측지 삼목묘의 발근과 생육에 미치는 영향. 2001. *한원지* 42(1):17-20.
- 윤평섭, 이정식. 1998. 온도처리가 은방울꽃(*Convallaria keiskei* Miq.)의 휴면타파 및 개화축성에 미치는 영향. *한원지* 39(1):74-78.
- 이수연, 이한철, 서명훈, 박성옥, 이상우, 박권우, 이용범. 1996. 겨울철 양액재배시 양액온도에 따른 엽채류의 생육양상 I. 양액순환시간에 따른 양액온도차이가 엽채류의 생육 및 수량에 미치는 영향. *한원지 논문발표요지* 14(1):130-131.
- 이용범, 권지선, 배공영, 신건철. 1991. 수경재배에서 질소가 오이의 무기양분 흡수, 생육 및 망간독성에 미치는 영향. *한원지* 32(2):146-156.
- 이정철. 2000. 온도, 일장 및 생장조절제 처리가 *Ornithogalum*의 생육 및 개화에 미치는 영향. 단국대학교 석사학위논문
- 이준구, 이병일. 2002. 폐쇄 순환식 양액재배에 있어서 양액의 농도에 따른 미나리의 생육 및 양수분 흡수 특성. *한원지* 43(5):582-586.
- 장광호, 박권우. 1994. 수경재배시 배양액온도에 따른 엽채류의 생육 양상. *한원지 논문발표요지* 12(1):166-167.
- 전민화, 한은주, 백기엽. Ebb & Flow 관수시스템을 이용한 *Pelargonium hortorum* 'Pinto White'와 'Pinto Pink'의 분화 생산 시 배양액의 농도가 식물체의 생육에 미치는 영향. *한원지* 44(4):518-522.
- 전윤태, 정순주, 김태환. 2002. 근권온도가 양액재배 오이의 질소동화와 목부수송에 미치는 영향. *한원지* 43(4):411-414.
- 전윤태, 조경철, 김월수, 정순주. 2003. 생육 단계별 배양액의 농도 변화 관리가 오이의 생육에 미치는 영향. *한원지* 44(1):17-22.
- 정순주, 서범석, 이범선. 1992. 수경재배 토마토의 생장과 발육에 미치는 질소와 칼리수준 및 상호작용에 관한 연구. *한원지* 33(3):244-251.

- 정해준, 조정호, 박노복. 1995. 나리류 인편삽의 삽상온도, 용토 및 오옥신류 처리가 자구발생에 미치는 영향. 한원지 36(4):567-573.
- 조자용, 정순주. 1997. 육묘기와 정식후 양액내 염도처리가 양액재배 토마토의 생장 및 발육에 미치는 영향. 한원지 38(6):647-653.
- 지은영, 오욱, 김선화, 김기선. 1998. 국화의 펄라이트 양액재배시 양액농도 및 관주주기가 생육과 절화품질에 미치는 영향. 원예과학기술지 16(1):37-39.
- 최영재, 손성수, 서정근. 1997. 아이리스 및 백합의 관비재배시 양액조성, pH 및 배양토가 생육과 개화에 미치는 영향. 한원지 논문발표요지 15(1):457-458.
- 최종명, 안주원, 구자형, 이영복. 1997. 고추의 플러그 육묘시 몇가지 배양토 재료의 혼합비율이 토양물리성과 묘생장에 미치는 영향. 한원지 38(6):618-624.
- 최종명, Lee, Chiwon W. 나팔백합의 분화재배시 관수방법, 양액농도 및 배양토가 염류집적과 생육 및 개화에 미치는 영향. 한원지 36(5):715-724.
- 하성곤, 이범선, 서범석, 정순주. 1993. 지배 체제와 이온농도차이가 양액재배 상추(*Lactuca sativa* L.)의 생장에 미치는 영향. 한원지 34(1):1-6.
- 한은주, 조영렬, 이용범. 1998. Microponic system에서 온도와 습도가 국화 묘의 생장에 미치는 영향. 한원지 39(5):625-628.
- 허복구, 양원모, 진영욱, 서정근. 1993. 나팔나리 '조지아'의 인편번식에 있어서 양액의 종류 및 배지온도가 자구형성에 미치는 영향. 한원지 34(6):439-445.
- 황인택, 조경철, 김홍재, 정순주, 김광수, 김정근. 2003. 왕겨 배지경에 있어서 양액농도와 공급회수가 국화의 생장과 개화에 미치는 영향. 한원지 44(3):381-387.
- 황인택, 조경철, 한태호, 최경주, 정순주, 김광수, 2003. 배지의 종류와 배양액 처방에 따른 양액재배 국화의 생육 반응. 한원지 44(1):114-119.