

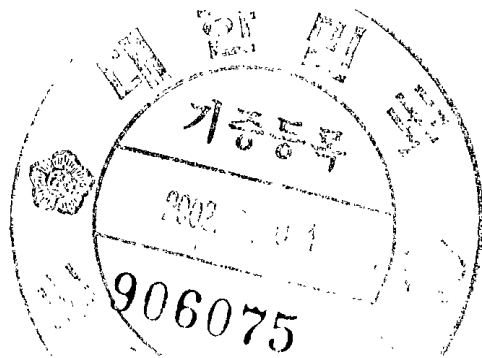
최 종  
연구보고서

# 농가보급용 저비용 및 환경친화형 참외 양액재배 시스템 개발

Development of Cost-effective,  
Environmentally-friendly Hydroponic System for  
Oriental Melon Adoptable to Korean Farmers

연 구 기 관  
대 구 대 학 교

농 립 부



## 최 종 보 고 서

1998년도 농림기술개발사업에 의하여 완료한 농가보급용 저비용 및 환경친화형 참외 양액재배시스템 개발에 관한 연구의 최종보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

- 첨부 : 1. 최종보고서 10부  
2. 최종보고서 디스켓 1매

2001년 12월 12일

주관연구기관 : 대구대학교

총괄연구책임자 : 전 하 준 (인)

주관연구기관장 : 윤 덕 홍 직 인

농 립 부 장 관 귀 하

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “농가보급용 저비용 및 환경친화형 참외 양액재배 시스템 개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2001년 12월 12일

주관연구기관명 : 대구대학교

총괄연구책임자 : 전 하 준

연 구 원 : 이 용 세

연 구 원 : 황 차 성

연 구 원 : 김 도 형

연 구 원 : 황 진 규

연 구 원 : 황 성 배

연 구 원 : 최 문 환

연 구 원 : 김 인 규

연 구 원 : 김 수 경

연 구 원 : 류 연 주

연 구 원 : 전 은 미

# 요 약 문

## I. 제목

농가보급용 저비용 및 환경친화형 참외 양액재배시스템 개발

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

참외는 주요 과채류의 하나로 그 재배면적이 매년 증가하고 있으며, 특히 시설재배참외의 면적증가는 뚜렷하다. 그런데, 참외의 시설재배에서는 연작과 불합리한 시비에 의한 염류집적과 각종 토양병해로 인해 심각한 장애를 겪고 있는 농가가 많다. 그 중에서도 뿌리혹선충의 피해가 가장 극심하여 거의 대부분의 농가가 피해를 호소하고 있으나 적절한 대책이 없는 실정이다. 그리고 장마기의 침수피해로 재배를 중단하는 경우가 많은데 이에 대한 적절한 대책도 요구되고 있다.

본 연구에서는 염류집적과 토양병해를 회피할 수 있고, 장마기의 침수피해가 없으며, 제초 및 시비와 관수에 드는 일손 부족을 해결하는 방안으로 참외에 양액재배기술을 도입하고자 하였다. 본 연구의 목적은 기존의 참외시설재배농가의 실정에 맞는 적절한 양액재배시스템을 확립하고 농민이 손쉽게 관리 및

운용을 할 수 있는 배양액관리기술을 확립하여 농가의 어려움을 해결하는데 있다. 또한 환경친화적인 양액재배방식으로 농업에 의한 토양 및 지하수의 오염을 방지하여 환경파괴의 부담을 줄이고, 농민의 건강증진과 농업인의 자부심을 증대시키고자 하였다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

농가보급을 위한 참외양액재배기술의 확립을 위하여 다음과 같은 연구를 수행하였다.

1. 참외농가의 실정에 맞는 저비용이고 사용이 간편하며 환경친화적인 양액재배방식을 개발하도록 하였으며 또한, 참외를 안정적으로 장기재배하기에 적절한 양액재배방식을 개발하려고 하였다.
2. 참외의 비료흡수특성에 맞는 적절한 배양액조성을 구명하고, 배양액을 순환시키는 방식에 있어서의 적절한 배양액조성을 확립하려고 하였다.
3. 참외의 생육단계와 환경조건에 대응한 적절한 배양액관리기술을 확립하고자 하였다. 배지의 종류에 따라서 고품질 및 다수확이 가능한 적절한 농도와 pH 및 급액량의 관리기술을 밝히고자 하였다.
4. 참외의 적심과 정지 작업에 편리한 지상부 유인방법과 고

품질 및 다수확을 위한 유인방법을 모색하려고 하였다.

5. 참외농가의 일손을 덜 수 있는 생력적이고 품질을 향상시킬 수 있는 수정방법을 확립하려고 하였다.
6. 장래에 많은 보급의 확산이 예상되는 참외의 관비재배용 배양액을 개발하고 관비재배에서의 배양액 관리기술을 확립하고자 하였다.

#### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

##### 1. 연구개발 결과

###### 가. 농가 보급형 참외 양액재배시스템 개발

비료 및 물의 효율적인 이용, 그리고 환경친화적인 면을 고려하여 배양액순환방식으로 그리고 고온기의 재배를 고려하여 고품배지를 이용한 방식의 양액재배시스템을 개발하였다. 배양액조제시설은 최소의 비용으로 하여 배양액의 적 농도 조제 및 EC, pH 의 확인만 가능하도록 하였으며 재배기간 내내 적 조성의 배양액이 항상 순환되며 공급되는 시스템을 개발하였다.

###### 나. 참외 전용 배양액 조성 확립

참외의 양분흡수특성에 적합한 배양액 조성을 하였으며 배양액 순환방식에서 적절한 배양액 조성을 확립하였다.

다. 참외를 위한 배양액 관리기술 확립

참외의 생육단계와 환경조건에 대응한 배양액의 관리기술을 확립 하였다. 생육단계별 배양액의 농도관리, 생육시기에 따른 환경변화에 따른 배양액의 농도관리 그리고 배지의 종류에 따른 배양액 관리 기술을 확립하였다.

라. 참외의 지상부 유인 및 수정방법 개발

참외의 양액재배에 적절한 유인 및 수정방법을 탐색하였다.

마. 참외의 관비재배 기술개발

참외의 관비재배에 적절한 배양액의 조성과 배양액 관리 기술을 확립하였다.

2. 활용에 대한 건의사항

가. 연구결과 보고서를 관련기관 및 개인 농가에도 배부하여 개발기술에 대한 홍보를 하고 양액재배로의 전환을 유도한다.

나. 농민교육관련 기관, 양액재배관련 기업 및 개인농가에 직접 기술 이전을 실시하고 보급을 적극적으로 추진한다.

다. 본 연구와 관련된 연구결과를 학회, 강연, 심포지움 등을 통하여 알리고 연구결과를 유용하게 활용할 수 있도록 한다.



라. 본 연구와 관련하여 심도있는 연구를 유도 및 지원하고 타 작물에의 응용을 위해 홍보한다. 특히 장래를 예측하여 참외의 대체 작목으로서의 멜론에 대한 연구에 활용토록 한다.

마. 주요 참외시설재배 단지의 기술보급소 및 시험장 등의 지원 사업에 본 연구의 결과를 적용할 수 있도록 자금 지원 및 기술지원을 하도록 하여 주위 농가에게 보급 확산토록 한다.

# **SUMMARY**

## **I. Title**

Development of Cost-effective, Environmentally-friendly Hydroponic System for Oriental Melon Adoptable to Korean Farmers

## **II. Study Objectives and Importance**

The Oriental melon is one of the fruit vegetables which cultivation area is increasing yearly. Especially, the number of farms where melons are cultivated under protected horticulture show even greater increase. However, there are a number of farm households where soil blight, such as salt accumulation and salinization occur due to the successive cropping, and excessive fertilization. Although damage caused by root-knot nematode as well as the Monsoon season floods is extremely pervasive and severe, no particular countermeasure is taken.

This study adopted a new system for cultivating nutrient solution in order to resolve the problems of resulted from

the salt accumulation, soil blight, flood damage, weeding, fertilization and irrigation. Usually these problems are solved by hiring extra manpower during e.g. the harvest season. The purpose of this study was to establish appropriate and practical nutrient solutions for the Korean melon farms, and to develop nutrient solution management skills that can be easily adopted and managed by the majority of farmers.

Environmentally-friendly nutrient solutions are expected to reduce contamination of soil and ground water resulting from erroneous farming practices. Thus, these should improve the quality of the farmers lives.

### **III. The Results**

1. Development of Hydroponic System that can be adopted by Korean melon farmers.

A cost-effective and environmentally-friendly Hydroponic system for melon farm households has been developed. Preparation facilities for nutrient solutions required minimum costs in manufacturing and identifying EC and PH. Continuous supplies of optimal amount of nutrient

solutions guaranteed easy management and improved harvesting of crops on the fields which were previously suffering from heat and floods. In order to make the system environmentally-friendly and to utilize fertilizer and water more effectively, a new method of utilizing nutrient solutions was employed instead of using the traditional waste solution.

2. A new method of preparing nutrient solutions that is applicable to the melons unique way of absorbing nutrients was developed.
3. New management skills corresponding to different stages of growth and environmental changes were developed. These skills were developed to achieve the goal of harvesting maximum number of high quality melons.
4. New vine training and fertilization method of melons were developed.
5. A fertigation method was developed using optimal nutrient solution and effective management technique.

# **CONTENTS**

## **Chapter I . Introduction**

1. Background and Necessity of Research
2. Present Status of Technology
3. Objectives of the Research

## **Chapter II. Development of Hydroponic System for Oriental Melon Adoptable to Farmer**

1. Introduction
2. Materials and Methods
3. Results

## **Chapter III. Development of Optimal Nutrient Solution for Oriental Melon**

1. Introduction
2. Materials and Methods
3. Results

## **Chapter IV. Development of Controlling Technology of Nutrient Solution for Oriental Melon**

1. Introduction

2. Materials and Methods
3. Results

**Chapter V. Development of Vine Training for Oriental  
Melon**

1. Introduction
2. Materials and Methods
3. Results

**Chapter VI. Development of Fertilization Method for  
Oriental Melon**

1. Introduction
2. Materials and Methods
3. Results

**Chapter VII. Development of Fertigation Method for Oriental  
Melon.**

1. Introduction
2. Materials and Methods
3. Results

Reference

[Appendix]

# 목 차

제 1 장 서 론 .....	14
제 1 절 연구의 필요성 .....	14
제 2 절 기술현황과 문제점 .....	17
제 3 절 연구의 목적 .....	19
제 2 장 농가보급형 참외 양액재배 시스템 개발 .....	21
제 1 절 서 설 .....	21
제 2 절 재료 및 방법 .....	23
1. 실험 1 .....	23
2. 실험 2 .....	29
3. 실험 3 .....	34
제 3 절 결과 및 고찰 .....	38
1. 실험 1 .....	38
2. 실험 2 .....	44
3. 실험 3 .....	58
제 3 장 참외 전용 배양액 개발 .....	82
제 1 절 서 설 .....	82
제 2 절 재료 및 방법 .....	85
1. 실험 1 .....	85
2. 실험 2 .....	88
제 3 절 결과 및 고찰 .....	91
1. 실험 1 .....	91
2. 실험 2 .....	108
제 4 장 참외 배양액 관리기술 확립 .....	122
제 1 절 서 설 .....	122
제 2 절 재료 및 방법 .....	126
1. 실험 1 .....	126
2. 실험 2 .....	129

제 3 절 결과 및 고찰 .....	133
제 5 장 참외의 지상부 유인방법 개발 .....	154
제 1 절 서 설 .....	154
제 2 절 재료 및 방법 .....	155
1. 실험 1 .....	155
2. 실험 2 .....	156
제 3 절 결과 및 고찰 .....	161
1. 실험 1 .....	161
2. 실험 2 .....	162
제 6 장 참외의 적정 수정방법 개발 .....	164
제 1 절 서 설 .....	164
제 2 절 재료 및 방법 .....	165
1. 실험 1 .....	165
2. 실험 2 .....	166
제 3 절 결과 및 고찰 .....	170
1. 실험 1 .....	170
2. 실험 2 .....	171
제 7 장 참외의 관비재배법 개발 .....	174
제 1 절 서 설 .....	174
제 2 절 재료 및 방법 .....	176
1. 실험 1 .....	176
2. 실험 2 .....	178
3. 실험 3 .....	180
제 3 절 결과 및 고찰 .....	185
1. 실험 1 .....	187
2. 실험 2 .....	192
3. 실험 3 .....	196
참고문헌 .....	200
부록 .....	209



# 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구의 필요성

### 1. 기술적 측면

참외는 주요 과채류의 하나로 그 재배면적이 매년 증가하고 있으며, 특히 시설재배참외의 면적증가는 뚜렷하다. 그런데, 시설참외는 장기재배와 연작에 의해 많은 농가에서 뿌리혹선충과 염류집적 등에 의한 피해가 심각하고, 불합리한 시비와 연작에 의한 각종 토양병해로 인해 피해가 증가하고 있으므로, 이에 대한 적절한 대책이 수립되어야 할 필요가 있다. 그리고, 최근의 시설참외 농가는 대부분 장기재배를 하는데, 장마기에는 침수에 의한 뿌리의 약화를 초래하고 장마가 끝나면 급속하게 시들어버리는 피해가 심각하여 이에 대한 대책도 필요하다.

양액재배는 염류집적과 토양병해 등의 연작장해를 회피할 수 있고 장마기의 침수피해도 해결할 수 있어서 장기적으로 안정적인 생산이 가능하다. 참외의 양액재배는 아직까지 실현된 바 없지만 적절한 양액재배시스템이 도입되어 안정생산 기술체계가 확립되어 적용된다면 다수량, 고품질의 참외생산이 가능할 것이다. 또한 양액재배기술은 시비 및 관수의 효율화로 환경농업에 크게 기여할 수 있으며, 비점목표 재배가 가능하여 점목에 드는 시간과 경비를 절약하고 과실의 품질향상에도 기여할 수 있을

것으로 생각된다.

현재 대다수의 시설재배참외농가는 다년간의 재배기술이 축적되어 있으므로 상기의 문제들을 해결할 수 있으면 농가의 소득증대에 크게 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

## 2. 경제적 측면

식량자급도가 낮은 우리의 농업현실에서, 신선하고 안전한 채소류의 안정적 생산기반을 갖추는 것은 중요한 일이다. 참외는 주요 과채류의 하나로서 매년 재배면적이 증가하고 있으며 1995년에는 11,999ha로 그 중에서도 시설재배참외의 면적은 계속적인 증가 추세이다. 참외는 시설과채류 중에서 비교적 소득이 높은 작물로 10a 당 전국 평균소득은 326만원으로 딸기와 비슷한데 10a당 3,044kg의 수량과 kg당 평균가격이 1,500원 이상이면 1,800평 규모에서 연간 2천만원 이상의 소득이 가능한 작물이므로 계속적으로 안정적인 생산기반의 조성이 필요하다.

양액재배에서는 시비 및 관수의 자동화가 가능하고 제초작업이 필요 없으므로 고용노동력의 의존도를 낮출 수 있고 생산규모를 확대할 수 있어서 농가소득의 향상이 가능하다. 양액재배에서는 무점목재배가 가능하므로 생산비 절감, 시비 및 관수의 효율화로 운용비를 절감할 수 있고, 농약사용을 줄일 수 있고

객토가 불필요하므로 대폭적인 경영비의 절감이 가능하다. 또한 양액재배에서는 고품질, 다수확이 가능하며 안전식품의 생산으로 농가소득의 증대에 기여할 수 있을 것으로 생각된다. 1996년부터 경북 성주의 참외는 일본으로 수출 중이므로 고품질, 청정 참외의 생산은 지속적인 수출증대가 가능하게 할 것이다.

시설재배 참외에서는 3년 이상의 연작지에서 뿌리혹선충의 피해가 심해지고(10a당 1,000kg 이상 수량감소), 5년 이상의 연작지에서는 수량이 40~50% 감소하므로 양액재배로 토양병해를 방제한다면 수량의 증가효과가 기대된다. 현재, 뿌리혹선충과 토양전염성병의 방제를 위해서는 담수, 객토, 지중가온 등의 방법을 이용하고 있으나 장기재배의 경우에는 하기의 담수가 불가능하고, 객토는 1,000평에 200만원 정도의 비용이 들고 지중가온시설은 시설비 및 운용비의 부담이 크기 때문에 이에 대한 대책이 요구되고 있는 실정이다.

### 3. 사회적 측면

참외는 전통적인 기호성 채소로서 중요한 자리를 차지하고 있으므로 국민의 건강과 기호도 만족을 위하여 품질이 좋은 생산물 공급기반이 필요하다. 최근에는 고품질, 청정채소에 대한 소비자의 수요가 증대하고 있으므로 양액재배기술에 의한 고품질참외의 생산은 소비자의 수요 증대에 부응할 수 있을 것으로

생각된다. 또한, 양액재배에 의한 작업환경의 개선과 농약 사용의 감소 그리고 과학적 농업기술의 도입은 농민의 건강증진과 농업인의 자부심을 증대시키고 환경오염의 부담을 감소시킬 수 있을 것이다.

한국의 특색있는 채소의 수출증대로 외국과의 문화의 교류에도 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

## 제 2 절 기술현황과 문제점

참외는 품종육성에 관한 연구는 많이 행해지고 있으나, 재배기술과 관련된 연구는 상대적으로 미진한 실정이라고 할 수 있다. 참외의 연작에 의한 선충 밀도의 증가로 인한 직접적인 1차적 피해와 병원균의 매개에 의한 2차적 피해로 시설재배참외 농가의 피해가 계속적으로 증가하고 있어서 토양소독, 객토, 담수에 의한 방법으로 대처하고 있으나 경제적 부담과 재배기간의 단축 등의 문제점이 있다. 예전에는 벼 재배와의 윤작으로 참외 재배에서의 선충피해는 전혀 문제가 되지 않았지만, 최근에는 참외재배에 의한 수익이 증대되고 가격이 안정됨에 따라서 모든 참외농가들이 벼농사를 포기하고 참외의 장기재배를 하게 됨으로서 선충의 피해가 심각해지게 되었다. 그래서, 많은 농가에서 선충의 구제를 위해 살선충제를 사용하고 있으나 약해와 환경오

염 등의 문제가 야기되고 있는 실정이다. 이미 선진국에서는 살충제의 생산과 판매를 중단하고 대체방법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나 국내에서는 연구가 미흡한 실정이다.

시설재배참외농가는 수량의 증가를 위해서 과도한 시비를 하는데, 최근에는 유기질 비료도 남용 및 오용을 하므로써 가스발생에 의한 장해나 생육장해 등의 피해를 보는 경우가 많다. 매년의 연속적인 과다시비는 작물의 생육과 수량을 저하시킬 뿐만 아니라 토양 및 지하수를 오염시켜 환경파괴에도 심각한 영향을 미치고 있는 실정인데 이에 대한 적절한 대책이나 연구 또한 미진한 상태이다.

최근에는 대부분의 참외농가가 시설재배에 의한 장기재배를 하는데, 지속적인 초세유지와 수량증가를 위해서는 적절한 시비 및 관리기술이 요구된다. 참외는 적절한 기술에 의하여 뿌리의 발달을 도모하여야만 안정적인 초세유지와 수확후의 초세저하를 방지할 수 있는데, 정식 후의 수분관리와 미생물을 이용한 근권 확대기술이 시도되고 있지만 아직까지 확실한 기술정립이 되어 있지 않은 형편이다.

멜론의 양액재배는 오래전부터 연구되어 왔지만 농가의 기술로 일반화 된 정도는 아니며, 우리나라에서는 소수의 농가에서 이용하고 있는 정도이다. 그러나 참외의 양액재배는 외국에서는 그 예를 찾아볼 수 없으며 우리나라에서도 일부 시도는 하고 있

는 정도이나 체계적인 기술정립이 전무한 실정이다. 그러므로 양액재배에 의한 참외의 안정적인 생산기술이 확립된다면 과다 시비에 의한 토양 및 지하수의 오염을 방지할 수 있고, 참외의 연작장해에서 가장 심각한 피해인 선충의 해를 해결할 수 있다. 또한 장마기의 해를 피할 수 있는 안정적인 장기재배기술을 확립할 수 있을 것이다.

### 제 3 절 연구의 목적

참외는 주요한 기호채소로서 한국인의 식미에 맞아 오랜 동안 애호를 받아오고 있다. 그리고 현재는 다른 나라에서는 재배되지 않고 있어 주요한 자원으로 계속적으로 보존되어야 할 가치가 있는 채소로 생각된다.

본 연구에서는 시설재배참외농가의 재배상의 어려움을 극복하는 기술을 개발하여 안정적인 생산체계를 확립함으로써 국민의 건강과 기호를 만족시키고 농가의 경제안정에 일익을 담당하는 데 그 목적이 있다.

연구의 목표와 내용은 다음과 같다.

#### 1. 참외를 위한 적정 양액재배 시스템 개발

가. 농가보급을 위해서 저비용이고 사용이 간편한 방식

나. 환경친화적인 면을 고려한 배양액순환방식 및 환경친화

적인 자재 사용.

다. 참외의 작물특성에 맞는 재배시스템

라. 참외의 안정적인 장기재배에 적절한 재배시스템

2. 참외를 위한 적정 배양액 조성 확립

가. 참외의 흡비특성에 맞는 배양액 조성

나. 배양액 순환방식에 적절한 배양액 조성

3. 참외를 위한 배양액 관리기술 확립

가. 고품질, 다수확을 위한 적정한 농도 및 pH 관리기술

나. 생육단계와 환경조건에 대응한 배양액 관리기술

다. 배지종류에 따른 적정한 급액량 공급기술

4. 재배 및 관리에 편리한 지상부 유인방법 개발

가. 적심 및 정지작업에 편리한 유인방법

나. 고품질, 다수확을 위한 지상부 유인방법

5. 참외의 적정 수정방법 개발

가. 농가의 일손을 덜 수 있는 생력적 수정방법

나. 착과 증진 및 품질향상을 위한 수정방법

6. 참외의 관비재배 기술개발

가. 참외의 관비재배용 배양액 개발

나. 참외의 관비재배를 위한 배양액관리기술

## 제 2 장 농가보급형 참외 양액재배 시스템 개발

### 제 1 절 서 설

과채류의 양액재배방식에는 분무경, NFT, DFT, 고품배지경 등을 이용하고 있으나, 그 중에서 고품배지방식이 가장 많이 이용되고 있다. 유럽에서는 1968년에 덴마크의 그로단사에서 암면을 개발하면서부터 네델란드를 중심으로 암면을 이용한 고품배지경이 중심이 되어있고, 1980년대 초부터는 일본에서도 암면을 생산하기 시작하여 과채류재배에 폭넓게 이용하고 있으며, 최근에는 장미에서 암면을 이용한 아칭재배방식을 개발하면서 암면재배의 면적이 급진적으로 확산되고 있다. 암면재배는 뛰어난 물리성 및 화학성으로 인하여 많은 나라에서 오랫동안 사용되어 오고 있으나, 폐기가 어려운 점 때문에 최근에는 폐기가 용이한 무기배지 또는, 유기배지에 대한 관심이 높아지고 있는 실정이다. 우리나라에서는 근년에 펄라이트배지경이 보급되기 시작하여 현재는 가장 많은 면적을 차지하게 되었다. 본 연구에서는 몇 가지 양액재배 방식을 선정하여 참외에 적절한 양액재배방식을 검토하고자 하였다.

양액재배는 초기의 시설 투자비가 많아서 농가의 부담이 크다. 현재 성주지방의 일부 농가들은 지속적인 참외가격의 안정으로 인하여 경제적인 여유가 있는 경우도 많으나, 대부분의 농



가들은 과도한 투자비를 지출하기가 어려운 실정이다. 그러므로 농가에 보급하기 위한 양액재배방식으로는 우선 저비용으로 시설설치가 가능한 방식이어야 할 것이다. 또한 시스템의 운용방식에서도 용수와 비료의 경비를 줄이기 위해서는 배양액순환방식을 채용하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다. 이것은 배양액에 의한 토양 및 지하수의 오염을 방지할 수 있는 친환경적인 방식이므로 앞으로의 모든 양액재배방식에서 적용되어야 할 것으로 생각된다.

대부분의 농가가 일손이 부족하고 고령인 경우가 많으므로 농가보급을 위한 방식은 가능한 한 조작성이 간단하고 운용이 쉬운 방식을 채택하지 않으면 안 될 것이다.

본 연구에서는 이러한 몇 가지 점을 고려하여 참외에 가장 적절한 양액재배시스템을 개발하고자 하였다.

## 제2절 재료 및 방법

### 1. 실험 1(1999년도)

#### 가. 식물재료 및 온실

1) 식물재료 : 금싸라기 은천 (홍농종묘, 참외)

참토좌 (홍농종묘, 호박)

2) 파종 : 1999년 1월 11일에 육묘용 상토를 충진한 50구 트레이에 금싸라기은천을 파종하였으며, 관비재배용 대목용 호박은 접수파종 10일 후에 파종하여 유리온실에서 육묘 하였다. 본엽이 3매 정도 되었을 때 (2월 1일) 지름 12cm의 비닐 포트에 1주씩 이식하였다.

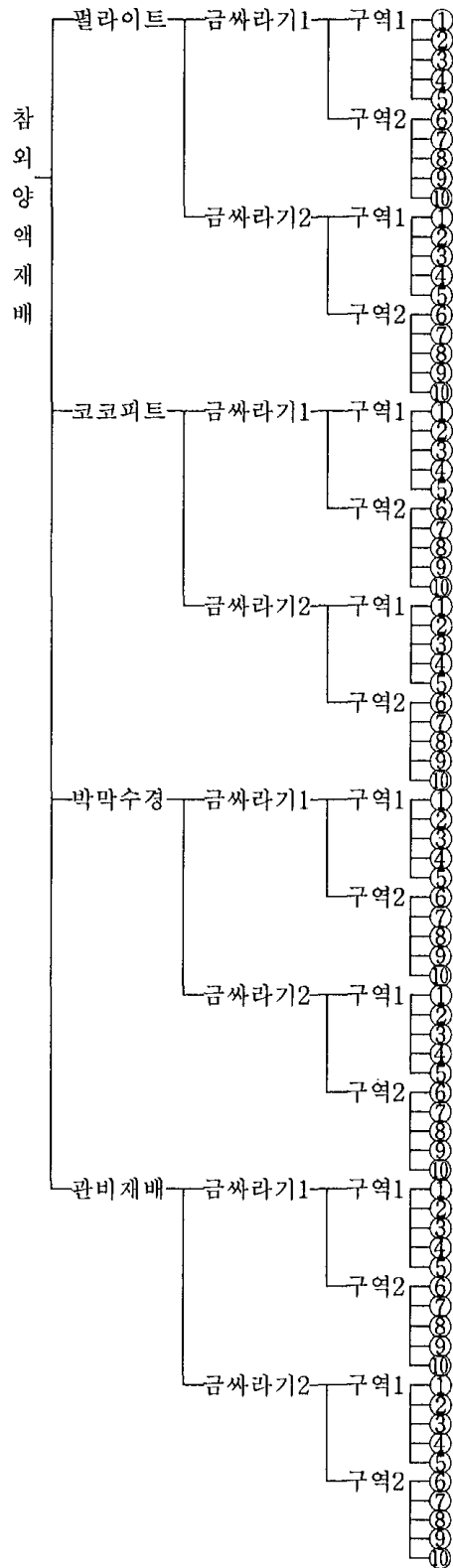
3) 접목 : 관비재배 처리구에 정식할 묘는 호박과 참외를 호접(2월 2일)하였고 양액재배 처리구는 자근묘를 사용하였다.

4) 적심 : 2월 15일에 주지를 4마디 남기고 적심하였다.

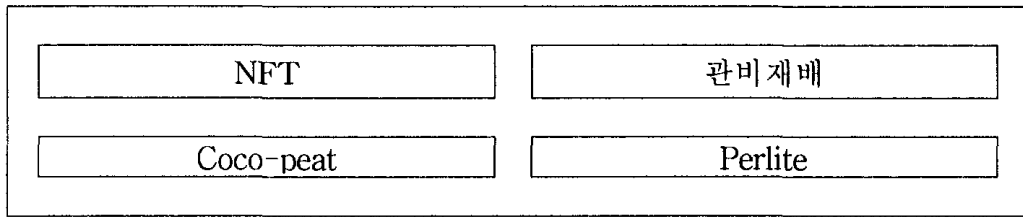
5) 정식 : 3월 12일에 자만이 3~4개 정도 발생하였을 때 처리구별로 25cm 간격으로 정식하였다.

6) 비닐온실: 길이 30m, 폭 6m, 면적 180m<sup>2</sup>의 2동(대학) 및  
길이 80m, 폭 5.5m, 면적 440m<sup>2</sup>의 2동  
(경북성주의 참여농가)

## 7) 비닐온실 내의 실험구



## 8) 비닐온실 내 처리구 배치도



### 나. 양액재배

#### 1) 양액재배 방식

- 가) 펄라이트 고품배지방식
- 나) 코코피트 고품배지방식
- 다) NFT방식
- 라) 관비재배

#### 2) 배양액

야마자키 처방 멜론 배양액을 EC 2.0dS/m로 하여 순환식으로 공급하였다.

#### 3) 급액방법 : 급액 횟수와 급액량은 배지의 종류에 따라 다음과 같이 공급하였다.

- 가) 펄라이트 3월 ; 12회/일, 2분/회, 1.6 l/株
- 4월 ; 14회/일, 3분/회, 2.8 l/株
- 5월 ; 16회/일, 3분/회, 3.2 l/株
- 6월, 7월, 8월 ; 18회/일, 3분/회, 3.6 l/株
- 9월 ; 16회/일, 3분/회, 3.2 l/株

나) 코코피트 3월 ; 11회/일, 2분/회, 1.46 ℓ/株

4월 ; 12회/일, 3분/회, 2.4 ℓ/株

5월 ; 13회/일, 3분/회, 2.6 ℓ/株

6월 ; 14회/일, 3분/회, 3.2 ℓ/株

7월, 8월 ; 18회/일, 3분/회, 3.6 ℓ/株

9월 ; 15회/일, 3분/회, 3.0 ℓ/株

다) NFT 3월 ; 24시간 타이머 30분 운전 15분 정지

4월 ; 24시간 타이머 45분 운전 15분 정지

5월 ; 24시간 타이머 60분 운전 15분 정지

6월 ; 24시간 타이머 주간 연속 운전

야간 60분 운전 15분 정지

7월, 8월 9월 ; 24시간 타이머 연속운전

라) 관비재배 3월 ; 4분/회, 2회/일

4월 ; 3분/회, 5회/일

5월 ; 4분/회, 6회/일

6월 ; 5분/회, 6회/일

7월, 8월 9월 ; 5분/회, 6회/일

## 다. 참여농가

### 1) 식물재료 및 온실

가) 식물재료 : 금싸라기 은천 (홍농종묘, 참외)

참토좌 (홍농종묘, 호박)

나) 파종 : 1999년 1월 11일에 육묘용 상토를 충진한 50구 트레이에 금싸라기은천을 파종하였으며, 본엽이 3매 정도 되었을 때 (2월 1일) 지름 12cm의 비닐 포트에 1주씩 이식하였다.

다) 적심 : 2월 15일에 주지를 4마디 남기고 적심하였다.

라) 정식 : 3월 12일에 자만이 3~4개 정도 발생하였을 때 처리구별로 25cm 간격으로 정식하였다.

마) 비닐온실: 길이 80m, 폭 5.5m, 면적 440m<sup>2</sup> 의 2동(경북 성주의 참여농가)

### 2) 양액재배

가) 양액재배 방식 : 펄라이트 고품배지방식

코코피트 고품배지방식

나) 배양액 : 야마자키 처방 멜론배양액을 EC 2.0dS/m로 하여 순환식으로 공급하였다.

다) 급액방법 : 급액 횟수와 급액량은 배지의 종류에 따라 다음과 같이 공급하였다.

(1) 펄라이트 3월 ; 12회/일, 2분/회, 1.6 l/株

4월 ; 14회/일, 3분/회, 2.8 ℓ/株

5월 ; 16회/일, 3분/회, 3.2 ℓ/株

6월, 7월, 8월 ; 18회/일, 3분/회, 3.6 ℓ/株

9월 ; 16회/일, 3분/회, 3.2 ℓ/株

(2) 코코피트 3월 ; 11회/일, 2분/회, 1.46 ℓ/株

4월 ; 12회/일, 3분/회, 2.4 ℓ/株

5월 ; 13회/일, 3분/회, 2.6 ℓ/株

6월 ; 14회/일, 3분/회, 3.2 ℓ/株

7월, 8월 ; 18회/일, 3분/회, 3.6 ℓ/株

9월 ; 15회/일, 3분/회, 3.0 ℓ/株

#### 라. 조사항목 및 분석

- 1) 배양액을 매일 채취하여 EC, pH를 측정하여 배양액의 성분의 변화 추이를 관찰하였다.
- 2) 각 처리별로 초기생육을 비교하기 위하여 4월 9, 4월 23일, 5월 7일, 5월 21일에 초장, 절간수, 절간 길이, 줄기의 직경을 조사하였으며, 수확은 4~5회 생육단계에 따라 과중, 과경, 과장을 조사하여 처리별로 착과수, 평균과중, 과일의 형태, 수량 등을 조사하였다. 과실의 품질은 과육 두께를 측정하고 전자식굴절당도계(Digital Refractometer PR-101, Atago, Japan)를 이용하여 태좌부와 과육을 10g 씩 채취하여 착즙한 시료를 측정하여 가용성고형물의 함량을 °Brix로 표시하였다.

## 2. 실험 2(2000년도)

### 가. 식물재료 및 온실

1) 식물재료 : 금싸라기 은천 (홍농종묘, 참외)

    칠성 신토좌 (홍농종묘, 호박)

2) 육묘 : 1999년 12월 28일에 육묘용 상토를 충전한 50구 트레이에 금싸라기 은천을 파종하였으며, 대목용 호박은 2000년 1월 4일 파종하여 유리온실에서 육묘하였다.

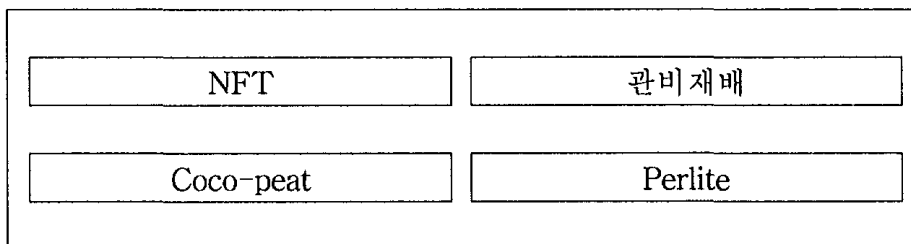
3) 접목 : 2000년 1월 18일 호박과 참외를 호접하여 지름 12cm의 비닐 포트에 이식하여 육묘하였다.

4) 적심 : 2000년 2월 3일에 접수의 주지를 4마디 남기고 적심하였다.

5) 정식 : 2000년 2월 23일에 자만이 3~4개정도 발생하였을 때 시험 포장에 처리구별로 25cm 간격으로 정식하였다.

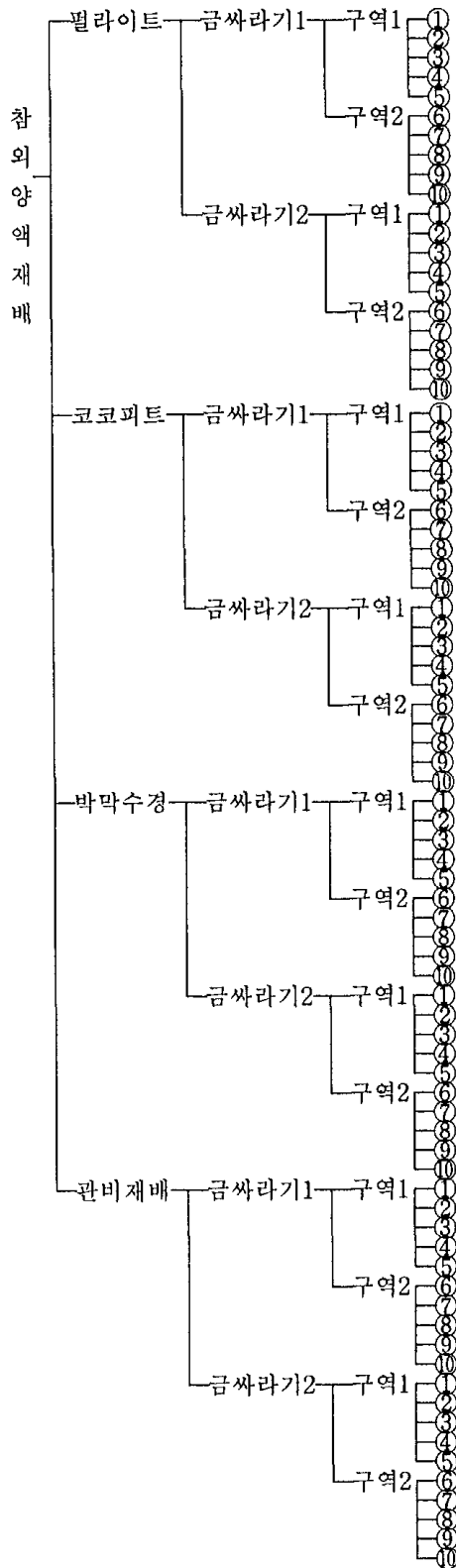
6) 비닐온실 : 길이 30m, 폭 6m, 면적 180m<sup>2</sup>, 2동

7) 비닐온실 내의 처리구별 배치도





## 8) 비닐온실 내의 실험구



## 나. 배양액

### 1) 양액재배 방식

양액재배 방식은 펄라이트와 코코피트를 이용한 고품배지 방식과 NFT 방식을 선택 하였다. 표준 배양액 조제 시설을 만들고 각 라인 별로 다른 배양액 탱크를 설치하여 항상 일정량의 배양액이 유지 공급 되도록 하여 배양액을 순환시켰다.

### 2) 배양액

가) 배양액 조성 : 야마자키 처방 멜론 배양액

나) 배양액의 농도 : 2.0~2.5 dS/m으로 하여 순환식으로 공급하였다.

3) 급액방법 : 급액횟수와 급액량은 배지의 종류에 따라 다음과 같이하였다

가) 펄라이트 3월 ; 12회/일, 2분/회, 1.6 l/株

4월 ; 14회/일, 3분/회, 2.8 l/株

5월 ; 16회/일, 3분/회, 3.2 l/株

6월, 7월, 8월 ; 18회/일, 3분/회, 3.6 l/株

9월 ; 16회/일, 3분/회, 3.2 l/株

나) 코코피트 3월 ; 11회/일, 2분/회, 1.46 l/株

4월 ; 12회/일, 3분/회, 2.4 l/株

5월 ; 13회/일, 3분/회, 2.6 ℓ/株

6월 ; 14회/일, 3분/회, 3.2 ℓ/株

7월, 8월 ; 18회/일, 3분/회, 3.6 ℓ/株

9월 ; 15회/일, 3분/회, 3.0 ℓ/株

다) NFT 3월 ; 24시간 타이머 30분 운전 15분 정지

4월 ; 24시간 타이머 45분 운전 15분 정지

5월 ; 24시간 타이머 60분 운전 15분 정지

6월 ; 24시간 타이머 주간 연속 운전

야간 60분 운전 15분 정지

7월, 8월 9월 ; 24시간 타이머 연속운전

라) 관비재배 3월 ; 4분/회, 2회/일

4월 ; 3분/회, 5회/일

5월 ; 4분/회, 6회/일

6월 ; 5분/회, 6회/일

7월, 8월 9월 ; 5분/회, 6회/일

#### 다. 조사항목 및 분석

1) 매일 순환 배양액을 채취하여 EC와 pH를 측정하고 채취된 배양액을 7일 주기로 배양액의 다량원소와 미량원소의 성분량을 분석하였다. P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, B, Mo의 분석은 발광분광분석기(ICP : Varian Liberty Series II , Australia)를 이용하여 분석하고, NO<sub>3</sub>-N은 Reflectoquant(Merck, Germany)를 이용하여 분석하고, Cl은 Mohr 법(질산은 적정법)으로 분석하였다.

2) 각 처리별로 초기생육을 비교하기 위하여 3월 18일, 3월 25일, 4월 1일, 4월 8일에 실시하여 초장, 절간수, 절간 길이, 줄기의 직경을 조사하였으며, 수확은 4~5회 생육단계에 따라 과중, 과경, 과장을 조사하여 처리별로 착과수, 평균과중, 과일의 형태, 수량 등을 조사하였다. 과실의 품질은 과육 두께를 측정하고 전자식 굴절당도계(Digital Refractometer PR-101, Atago, Japan)를 이용하여 태좌부와 과육을 10g씩 채취하여 착즙한 시료를 측정하여 가용성고형물의 함량을 °Brix로 표시하였다.

### 3. 실험 3 (2001년도)

#### 가. 식물재료 및 온실

1) 식물재료 : 금싸라기 은천 (홍농종묘, 참외)

칠성신토좌 (홍농종묘, 호박)

2) 육묘 : 2001년 1월 31일에 육묘용 상토를 충전한 50구 트레이에 참외를 파종하고, 2월 7일에 호박을 파종하였다.

3) 접목 : 2001년 2월 12일에 참외와 호박을 호접하여 비닐포트( $\varnothing 12\text{cm}$ )에 이식하여 육묘하였다.

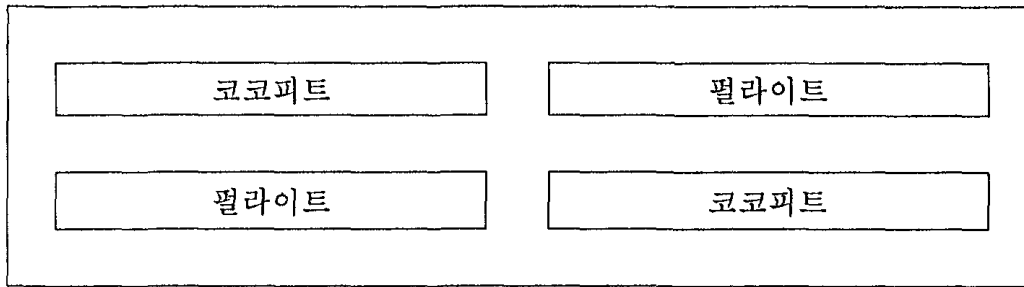
4) 정식 : 2001년 3월 20일에 자만이 3~4개정도 되었을 때 실험 비닐온실에 처리별로 40cm 간격으로 정식 하였다. 경북 성주의 참여농가의 실험온실에는 3월 17일에 정식하였다.

5) 수정 : 수정은 4월 17일부터 호르몬(토마토톤 50배액과 지베렐린 100ppm)을 사용하여 수정하였으며, 6월 1일 이후에는 꿀벌을 이용하여 수정하였다. 참여농가는 4월 15일부터 호르몬을 사용하여 수정하고 6월 1일 이후에는 꿀벌과 호르몬을 병용하여 수정하였다.

6) 비닐온실규모 : 길이 30m, 폭 6m, 면적  $180\text{m}^2$ , 2동(대학)  
길이 80m, 폭 5.5m, 면적  $440\text{m}^2$  의 2동  
(참여농가포장)

7) 양액재배 시스템 : 양액재배 시스템은 본 연구에서 확립한 방식으로 대학(사진 1)과 성주의 참여농가 온실에 동일하게 설치하였다.

8) 비닐온실 내의 처리별 배치도



#### 나. 배양액

- 1) 배양액 조성 : 야마자키 처방 멜론 배양액
- 2) 배양액의 농도 : 2.0~2.5 dS/m
- 3) 급액방법 : 처리구별로 소량다회 급액방식과 다량소회 급액방식으로 급액 횟수와 급액량을 달리하여 급액하였다

#### 가) 필라이트 소량다회 급액 방식

3월 ; 13회/일, 3분/회, 2.6 l/株

4월 ; 15회/일, 3분/회, 3.0 l/株

5월 ; 18회/일, 3분/회, 3.6 l/株

6월 ; 19회/일, 3분/회, 3.8 l/株

7월, 8월 ; 20회/일, 3분/회, 4.0 l/株

9월 ; 17회/일, 3분/회, 3.4 l/株

나) 펠라이트 다량소회 급액 방식

3월 ; 9회/일, 4분/회, 2.6 ℓ/株  
4월 ; 10회/일, 4분/회, 3.0 ℓ/株  
5월 ; 12회/일, 4분/회, 3.6 ℓ/株  
6월 ; 14회/일, 4분/회, 3.8 ℓ/株  
7월, 8월 ; 15회/일, 4분/회, 4.0 ℓ/株  
9월 ; 12회/일, 4분/회, 3.4 ℓ/株

나) 코코피트 소량다회 급액 방식

3월 ; 12회/일, 3분/회, 2.4 ℓ/株  
4월 ; 13회/일, 3분/회, 2.6 ℓ/株  
5월 ; 15회/일, 3분/회, 3.0 ℓ/株  
6월 ; 17회/일, 3분/회, 3.4 ℓ/株  
7월, 8월 ; 19회/일, 3분/회, 3.8 ℓ/株  
9월 ; 14회/일, 3분/회, 2.8 ℓ/株

다) 코코피트 다량소회 급액 방식

3월 ; 9회/일, 4분/회, 2.4 ℓ/株  
4월 ; 10회/일, 4분/회, 2.6 ℓ/株  
5월 ; 12회/일, 4분/회, 3.0 ℓ/株  
6월 ; 13회/일, 4분/회, 3.4 ℓ/株  
7월, 8월 ; 14회/일, 4분/회, 3.8 ℓ/株  
9월 ; 10회/일, 4분/회, 2.8 ℓ/株

#### 다. 조사항목 및 분석

1) 매일 순환 배양액을 채취하여 EC와 pH를 측정하고 채취된 배양액을 7일 주기로 배양액의 다량원소와 미량원소의 성분량을 분석하였다. P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, B, Mo의 분석은 발광분광분석기(Varian Liberty Series II, Australia)를 이용하여 분석하였고, NO<sub>3</sub>-N은 Reflectoquant(Merck, Germany)를 이용하여 분석하고, Cl은 Mohr법(질산은 적정법)으로 분석하였다.

2) 수확은 4~5회 생육단계에 따라 과중을 조사하여 처리별로 착과수, 평균과중, 수량 등을 조사하였다. 과실의 품질은 전자식 굴절당도계(Digital Refractometer PR-101, Atago, Japan)를 이용하여 태좌부와 과육을 10g씩 채취하여 착즙한 시료를 측정하여 가용성고형물의 함량을 °Brix로 표시하였다.



### 제3절 결과 및 고찰

#### 1. 실험 1 (1999년도)

참외의 양액재배에 관한 실험이 실시된 바가 없어서, 양액재배에 의한 참외 재배가 가능한지에 대한 실증실험이 필요한 것으로 생각되었다. 그래서 우선 수경과 고행배지경으로 기초실험을 실시하여 그 가능성을 검토한 결과는 다음과 같았다. 표 1은 세가지 양액재배방식과 관비재배에서의 참외의 생육을 비교한 결과이다.

NFT방식에서 다른 방식에 비해서 초기의 생육이 저하하는 경향이 나타났는데, 이는 외기의 온도상승과 함께 배양액의 온도가 상승하므로써 근권부의 온도가 적절치 못하였던 것과 뿌리의 발달과 더불어 배드내에 뿌리의 양이 많아져서 배양액의 흐름이 원활하지 못하였던 것이 원인이었던 것으로 생각되었다. 펄라이트와 코코피트의 고행배지경과 관비재배간에는 크다란 생육의 차이는 나타나지 않았다.

표 2는 같은 처리에 있어서 참외 과실의 품질에 미치는 영향을 비교한 결과이다. 네 가지 처리에서 같은 처리 내에서도 생육단계에 따라서 과실품질에 차이를 나타내기도 하였으나, 일정한 경향을 찾아보기는 힘들었다. 관비재배에서는 초기의 과중이 작은 경향이 있었으나 상대적으로 과실의 당도가 증가하였고, NFT에서는 초기수확과에서는 과중이 다른 처리구 보다 높은

경향을 나타내었다.

표 1. 생육단계별 양액재배 방식이 참외의 초기생육에 미치는 영향

Growth stage(G) (month/day)	Treatment (T)	Mean			
		Plant length (cm)	Number of node	Node length (cm)	Diameter of stem(mm)
4/9	펄라이트	56.33	15.5	3.72	5.46
	코코피트	57.90	16.0	3.62	5.78
	N F T	36.83	12.2	3.03	4.83
	관비재배	64.08	15.1	4.27	5.28
LSD(p<0.05)		2.82	0.63	0.19	0.59
4/23	펄라이트	115.30	24.9	4.62	6.71
	코코피트	116.53	24.6	4.74	7.21
	N F T	65.43	18.3	3.58	6.07
	관비재배	123.90	24.1	5.12	6.49
LSD(p<0.05)		8.57	1.58	0.26	0.60
5/7	펄라이트	168.40	32.0	5.24	8.66
	코코피트	183.90	33.3	5.55	9.58
	N F T	159.55	31.5	5.03	9.93
	관비재배	174.85	32.5	5.40	9.59
LSD(p<0.05)		8.37	1.14	0.23	0.48
5/21	펄라이트	206.95	38.0	5.35	9.97
	코코피트	242.80	42.1	5.80	10.34
	N F T	207.45	37.9	5.49	16.02
	관비재배	219.60	39.1	5.65	10.77
LSD(p<0.05)		12.42	1.60	0.24	NS
Treatment (T)		***	***	***	NS
Growth stage (G)		***	***	***	***
T×G		***	***	***	NS

\*\*\* Significant at  $p < 0.001$

표 2. 생육단계별 양액재배 방식이 참외의 과실품질에 미치는 영향

Growth stage(G) (month/day)	Treatment (T)	Mean					
		Fruit weight (g)	Fruit diameter (cm)	Fruit length (cm)	Fruit thickness (cm)	Soluble solid contents (°Brix)	
						placenta	flesh
5월	플라이트	368.19	7.87	11.14	1.73	13.55	9.31
	코코피트	360.23	7.45	11.50	1.65	12.88	8.32
	NFT	397.64	7.88	12.64	1.64	12.38	8.51
	관비재배	294.07	7.38	10.77	1.55	14.88	10.17
LSD(p<0.05)		81.77	NS	1.30	NS	0.99	1.12
6월	플라이트	325.39	7.45	11.0	1.81	13.09	10.55
	코코피트	396.12	7.79	11.46	1.86	12.58	10.81
	NFT	367.86	7.54	12.05	1.7	12.36	9.46
	관비재배	278.06	7.05	10.49	1.69	13.79	10.68
LSD(p<0.05)		36.50	0.21	0.61	0.15	0.90	0.54
8월	플라이트	369.92	7.79	11.65	1.74	13.90	10.91
	코코피트	330.76	7.66	10.68	1.73	13.54	11.38
	NFT	302.80	7.22	10.96	1.70	11.65	9.13
	관비재배	292.92	7.37	10.89	1.61	14.35	11.52
LSD(p<0.05)		54.86	0.38	0.75	0.15	0.86	0.84
9월	플라이트	278.31	7.30	10.19	1.71	12.91	9.11
	코코피트	290.83	7.10	10.83	1.78	13.08	9.39
	NFT	348.44	7.41	11.59	1.70	12.91	10.38
	관비재배	332.70	7.20	11.84	1.58	12.59	9.74
LSD(p<0.05)		NS	NS	1.19	NS	NS	1.00
Treatment (T)		***	***	***	***	***	***
Growth stage (G)		***	***	***	***	***	***
T×G		***	***	***	***	***	***

\*\*\* Significant at p < 0.001

표 3에서는 처리별 수량을 나타내었다. 펄라이트 고품배지경에서 다른 처리구 보다 높은 수량을 나타내었는데, 평균과중이 다른 처리구에 비해 가장 작은 반면 수확과수가 많았으며 주당 수확량이 가장 많았다. NFT방식에서는 다른 처리구에 비해서 수량이 월등하게 낮았는데, 이는 고온기에 들어서 생육이 급격하게 저하하여 착과수가 감소하고 과실의 생육도 불량하였기 때문이다. NFT 방식은 저온기에 근권부의 가온이 다른 방식에 비해서 손쉬운 반면 고온기에 들어서서는 근권온도의 상승에 민감하게 반응한 결과로 생각되어 고온기를 거쳐서 장기재배를 해야 하는 참외의 양액재배에서는 적절하지 못한 재배방식으로 생각되었다.

표 3. 양액재배 방식이 참외의 수량에 미치는 영향.

Treatment	Mean			
	착과수	주당수확량 (g/plant)	평균과중 (g)	수량 (Kg/10a)
Perlite	11.3 a	3307.0 a	294.47 c	4960.50 a <sup>z</sup>
Coco-peat	8.7 b	3000.9 b	346.62 a	4501.35 b
N F T	4.0 c	1293.1 c	320.36 b	1939.65 c
관비재배	9.0 b	2976.4 b	333.46 ab	4464.60 b

<sup>z</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

표 4와 표 5에서는 실험에 참여한 농가의 하우스에 양액재배 시설을 하여 현장에서의 적용가능성을 검토한 결과를 나타내었다. 펄라이트와 코코피트 배지의 고품배지재배에서는 과실의 품질과 수량에 있어서 서로간에 큰 차이를 나타내지 않았다. 그러나 관비재배에서는 양액재배에 비해서 현저한 수량의 저하를 나타내었는데, 이는 8월 달의 강우로 인한 침수로 인하여 생육이 중단되어 후기에는 고사하여 수확을 할 수 없었기 때문이었다. 관비재배에서는 양액재배에 비해서 과실의 당도가 월등하게 높았는데 이는 착과수가 적었기 때문이라 생각되며, 본 년도의 실험에서 토양재배에서의 강우에 의한 침수피해의 심각성을 확인할 수 있었으며, 양액재배로의 전환의 필요성을 실감할 수 있었다.

표 4. 양액재배 방식이 참외의 수량에 미치는 영향(참여 농가)

Treatment	Mean			
	착과수	주당수확량 (g/plant)	평균과중 (g)	수량 (Kg/10a)
Perlite	13.8 a	5558.9 a	404.88 a	6670.68 a <sup>2</sup>
Coco-peat	14.0 a	5113.36 b	368.07 b	6136.03 a
Fertigation	7.7 b	2881.4 c	375.49 b	3457.68 b

<sup>2</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

표 5. 생육단계별 양액재배 방식이 참외 과실의 품질 (참여 농가).

Growth stage (G) (month/day)	Treatment (T)	Mean					
		Fruit weight (g)	Fruit diameter (cm)	Fruit length (cm)	Fruit thickness (cm)	Soluble solid contents ( °Brix)	
						placenta	flesh
5월	펼라이트	493.78	8.50	13.73	2.31	13.90	11.38
	코코피트	437.60	7.89	11.31	2.13	12.58	10.08
	관비재배	425.19	7.81	13.70	1.92	16.31	12.15
LSD(p<0.05)		65.44	0.45	1.44	0.33	0.78	0.58
6월	펼라이트	326.88	7.24	11.22	1.87	13.81	10.29
	코코피트	316.49	7.17	10.79	1.85	12.25	9.90
	관비재배	320.25	7.04	11.88	1.84	12.28	14.47
LSD(p<0.05)		NS	NS	0.96	NS	0.72	1.43
8월	펼라이트	424.27	7.99	12.83	2.16	13.79	10.76
	코코피트	392.59	7.64	11.20	2.02	12.70	10.07
	관비재배	411.67	7.67	13.27	2.00	14.99	12.92
LSD(p<0.05)		NS	NS	1.39	NS	1.60	1.36
9월	펼라이트	377.67	7.70	12.16	1.81	13.15	10.94
	코코피트	325.68	7.53	10.93	2.08	12.76	10.06
LSD(p<0.05)		NS	NS	NS	NS	NS	NS
Treatment (T)		***	***	***	***	***	***
Growth stage (G)		***	***	***	***	***	***
T×G		***	***	***	***	***	***

\*\*\* Significant at  $p < 0.001$

1차년도 실험 결과에 따라, 참외의 양액재배는 충분히 가능성이 있다는 것을 확인할 수 있었다. 양액재배 방식에 있어서는 수경재배보다는 고품배지방식이 적절한 것으로 생각되었으며, 참여농가의 실험 결과에 따라서도 실제단위의 참외 양액재배에서도 충분한 가능성이 있다는 것이 확인되었다.

## 2. 실험 2 (2000년도)

2차년도에도 동일한 재배방식으로 실험을 실시하였는데, 재배방식별 참외의 초기생육의 차이를 표 6에 나타내었다. 3월과 4월 초의 저온기에 NFT방식에서 다른 재배방식에 비하여 생육이 우수하였는데, 이는 배양액을 가온 함으로써 다른 방식에 비하여 적절한 근온 유지로 인하여 뿌리의 발달이 양호하여 양분 및 수분의 흡수가 원활하였던 결과로 생각된다.

표 6. 양액재배 방식이 생육단계별 참외의 초기생육에 미치는 영향.

생육단계 (월/일)	재배방식	초장(cm)	마디수	절간장(cm)	경경(mm)
3/18	펄라이트	44.4 b	10.8 b	4.1 b	6.6 ab <sup>z</sup>
	코코피트	38.9 bc	10.1 bc	3.9 b	6.4 b
	NFT	59.4 a	13.1 a	4.6 a	7.1 a
	관비재배	37.4 c	9.2 c	4.2 b	6.2 b
3/25	펄라이트	64.8 b	14.7 b	4.5 ab	7.3 b
	코코피트	58.1 b	14.0 b	4.2 b	7.2 b
	NFT	85.5 a	17.6 a	4.9 a	8.2 a
	관비재배	62.5 b	13.9 b	4.5 ab	7.3 b
4/1	펄라이트	95.7 b	20.2 b	4.8 ab	8.0 b
	코코피트	88.1 b	18.9 b	4.7 b	7.9 b
	NFT	114.4 a	22.5 a	5.1 a	9.1 a
	관비재배	97.3 b	19.8 b	4.9 ab	8.6 ab
4/8	펄라이트	128.8 ab	25.8 b	5.0 a	8.5 a
	코코피트	123.4 b	25.1 b	4.9 a	8.5 a
	NFT	141.7 a	27.6 a	5.2 a	9.5 a
	관비재배	133.3 ab	25.4 b	5.2 a	9.6 a
Means	펄라이트	83.4 b	17.9 b	4.6 b	7.6 c
	코코피트	77.1 c	17.0 c	4.4 c	7.4 c
	NFT	100.2 a	20.2 a	4.9 a	8.4 a
	관비재배	82.6 b	17.1 c	4.7 b	7.9 b

<sup>z</sup> Mean separation within every columns by DMRT

표 7에 생육단계별 양액재배 방식의 차이가 참외의 수량과 과실의 품질에 미치는 영향을 나타내었는데, 생육단계에 따라 재배방식별로 부분적인 차이를 나타내는 경우도 있었지만 전체적으로 모든 재배방식이 유사한 경향을 나타내었다. 2차 년도에는 여름철이 비교적 저온이었기 때문에 NFT방식에서도 수량의 감소를 나타내지 않았으며 과실의 품질도 저하하지 않았다.

표 7. 양액재배 방식이 생육단계별 참외의 수량과 과실의 품질에 미치는 영향.

수확 시기	재배 방식	수확과수 (개/株)	수량 (g/株)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육두께 (cm)	당도 °Brix	
								태좌	과육
5월	펠라이트	5.8 a	1835.6 ab	316.6 b	11.0 ab	7.4 a	1.9 a	12.7 b	12.7 bc
	코코피트	5.5 a	1709.0 b	314.2 b	10.0 b	7.5 a	1.7 a	13.7 a	13.8 a
	NFT	5.5 a	1976.9 a	362.5 a	11.2 a	7.6 a	1.8 a	12.0 b	12.1 c
	관비재배	5.7 a	1825.1 ab	324.1 ab	10.4 ab	7.5 a	1.6 a	12.3 b	13.2 ab
6월	펠라이트	7.4 a	2410.5 a	335.7 a	9.6 a	8.3 a	2.0 a	14.7 a	13.3 b
	코코피트	6.6 ab	2203.6 a	339.2 a	9.7 a	8.4 a	2.0 a	15.7 a	13.8 a
	NFT	4.3 c	1011.7 c	234.1 b	8.2 b	7.6 b	1.6 b	15.3 a	14.2 a
	관비재배	4.9 bc	1599.2 b	341.6 a	10.1 a	8.0 ab	2.0 a	15.8 a	14.0 a
8월	펠라이트	5.7 a	2165.9 ab	382.1 a	12.7 a	8.2 a	1.7 a	13.4 a	12.2 a
	코코피트	4.5 a	1416.4 b	320.7 a	11.1 a	7.9 a	1.8 a	13.7 a	12.6 a
	NFT	5.9 a	2048.3 ab	348.9 a	11.3 a	8.0 a	1.7 a	14.5 a	12.8 a
	관비재배	6.2 a	2351.5 a	380.9 a	12.0 a	7.9 a	1.5 a	14.6 a	13.2 a
9월	펠라이트	4.6 a	1206.9 a	248.4 ab	10.6 ab	6.9 ab	1.4 a	11.9 a	10.4 a
	코코피트	4.2 a	1175.1 a	281.9 ab	10.7 ab	7.1ab	1.5 a	13.0 a	12.1 a
	NFT	4.7 a	970.7 a	215.6 b	9.9 b	6.7 b	1.3 a	11.7 a	10.6 a
	관비재배	4.7 a	1396.3 a	300.3 a	11.3 a	7.2 a	1.5 a	13.7 a	12.4 a

<sup>1</sup> Mean separation within every columns by DMRT.



2차년도 실험에서는 모든 양액재배 방식에서 토양재배의 수량을 증가하는 수확량을 얻을 수 있었으며 과실의 품질도 우수하여 참외 양액재배의 가능성을 재확인 할 수 있었다.

양액재배 방식별로 순환중인 배양액을 매일 채취하여 배양액의 EC, pH, 및 다량원소와 미량원소의 성분별 함량을 분석하였는데, 그림 1에 양액재배 방식별 배양액의 EC의 변화를 나타내었다.

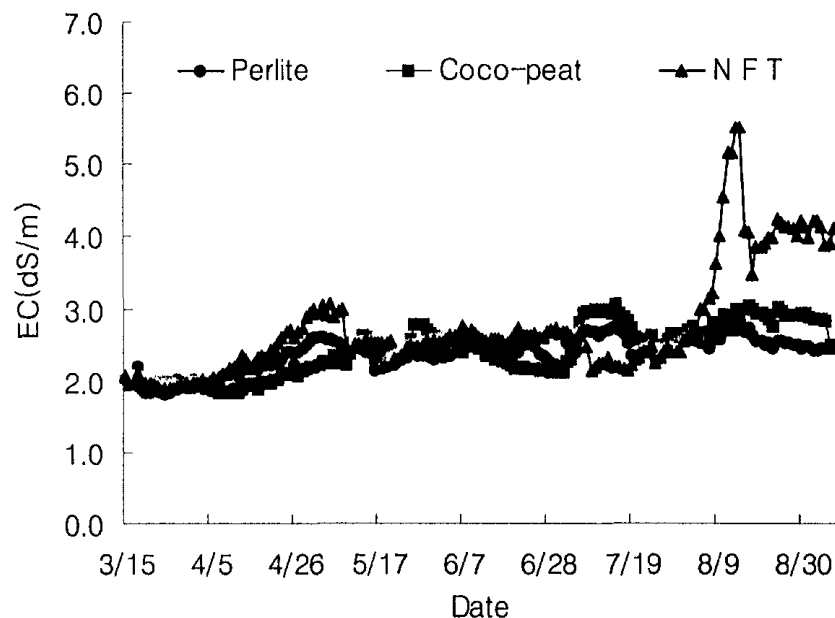


그림 1. 양액재배 방식별 순환 배양액의 EC 변화

배양액의 EC는 모든 처리에서 표준농도를 유지하고 있어서 본 실험의 시스템에서 공급하는 배양액이 항상 적정농도로 공급되고 있다는 것을 알 수 있었다. 단지 생육후기에는 고품배지경

에서 EC가 약간 상승하였는데, 이는 고온기에 수분의 흡수가 많아졌기 때문으로 생각되며, NFT는 급격한 EC의 상승을 나타내어 고온기에 근부의 호흡부족으로 뿌리의 발육이 저하하고 양분의 흡수가 원활하지 않았던 것으로 생각되었다.

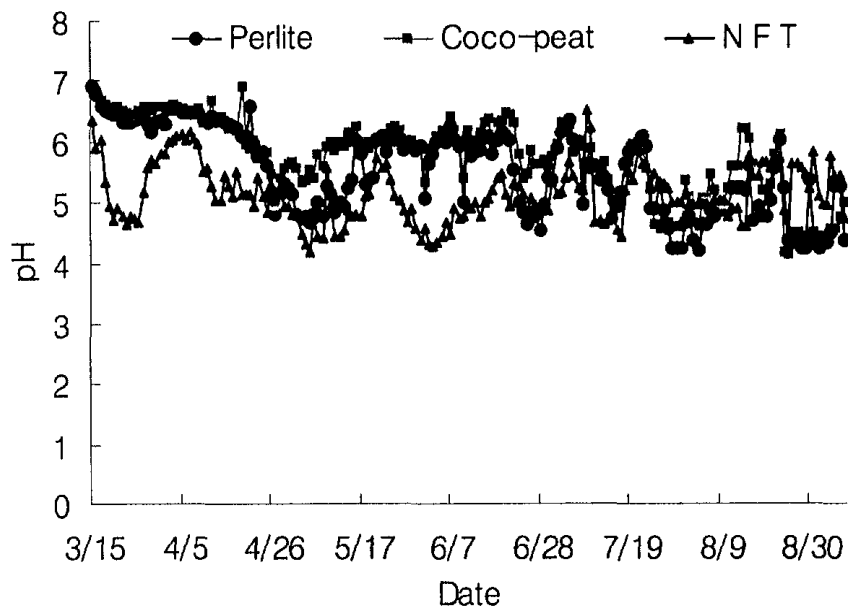


그림 2 . 양액재배 방식별 순환배양액의 pH 변화

그림 2는 재배방식별로 pH의 변화를 나타낸 것인데, 생육이 진행됨에 따라 pH의 하강을 나타냈는데, 이것은 박과 채소 특유의 양분흡수 특성을 반영하는 것이지만 생육에 영향을 미칠 정도의 변화의 폭은 아니어서 문제가 되지 않는 것으로 생각되었다.

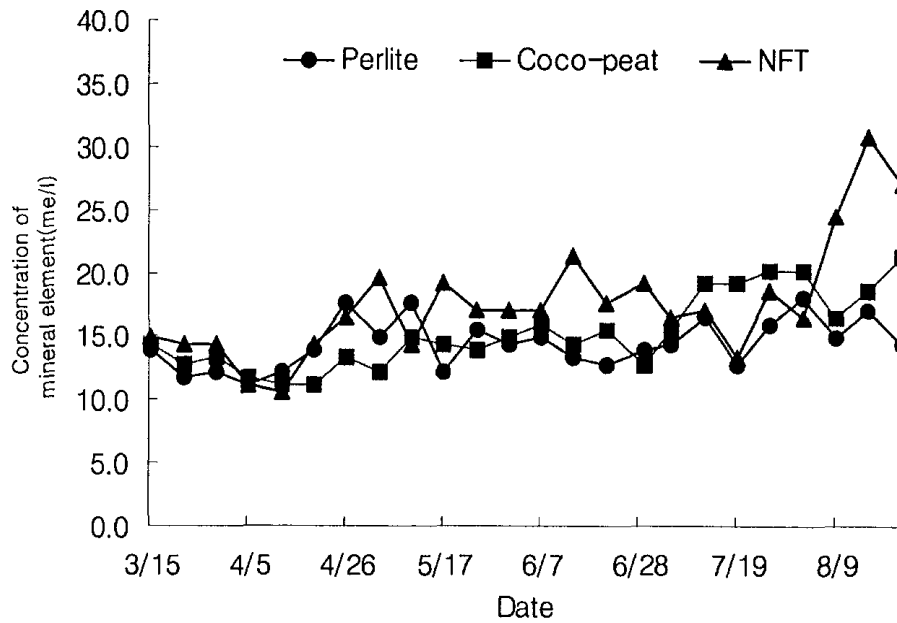


그림 3. 양액재배 방식별 순환배양액의 NO<sub>3</sub>-N 변화

그림 3은 양액재배방식 별 순환배양액내의 NO<sub>3</sub>-N의 성분함량을 나타낸 것이다. 고형배지경에서는 생육후기에 NO<sub>3</sub>-N의 성분함량이 약간 증가하였는데, 이는 생육후기의 질소성분 흡수의 감소와 고온기의 수분흡수 증가에 따른 것으로 정상적인 생육에 영향을 미칠 정도가 아니었다. NFT는 고형배지경에 비하여 고온기의 생육부진으로 질소성분의 흡수가 저하한 것을 알 수 있었다.

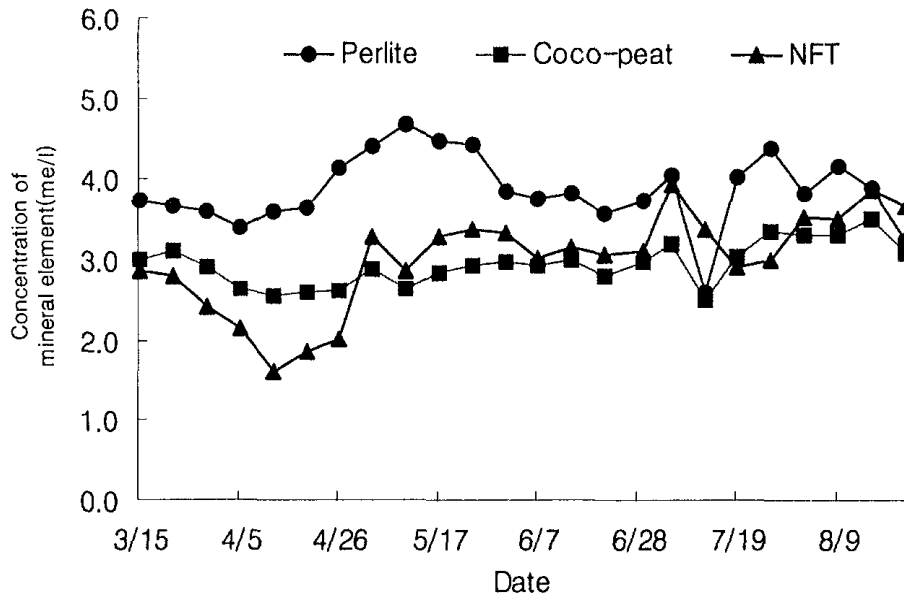


그림 4. 양액재배 방식별 순환배양액의 P 변화

그림 4는 P의 흡수양상을 나타낸 것으로, 펄라이트 배지경에서는 표준함량의 4me/l가 공급되고 또 흡수되고 있었으나 코코피트배지경과 NFT에서는 P의 흡수가 많았던 것을 알 수 있었다.

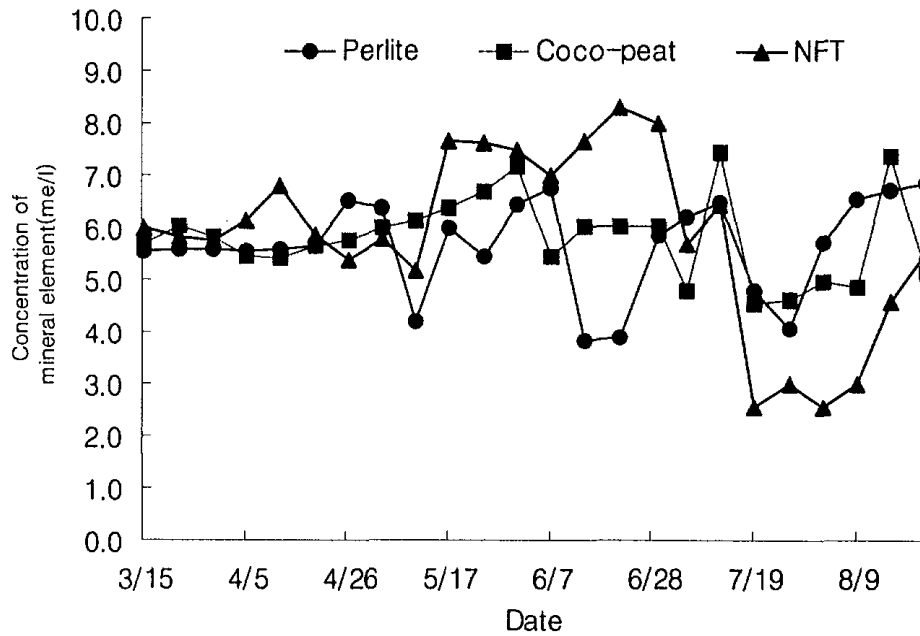


그림 5. 양액제배 방식별 순환배양액의 K 변화

그림 5는 K의 흡수 양상을 나타내었는데, 코코피트배지경이 가장 안정적인 흡수패턴을 나타내었고, 펄라이트배지경에서는 시기에 따라 칼륨의 흡수가 높아졌다 낮아졌다 하는 경우가 있으나 비교적 안정적인 흡수패턴을 나타내었다. 그러나 NFT에서는 고온기에 들어서서는 불규칙적이고 불안정한 흡수패턴을 나타내어 고온기의 양분흡수에 문제성을 나타내었다.

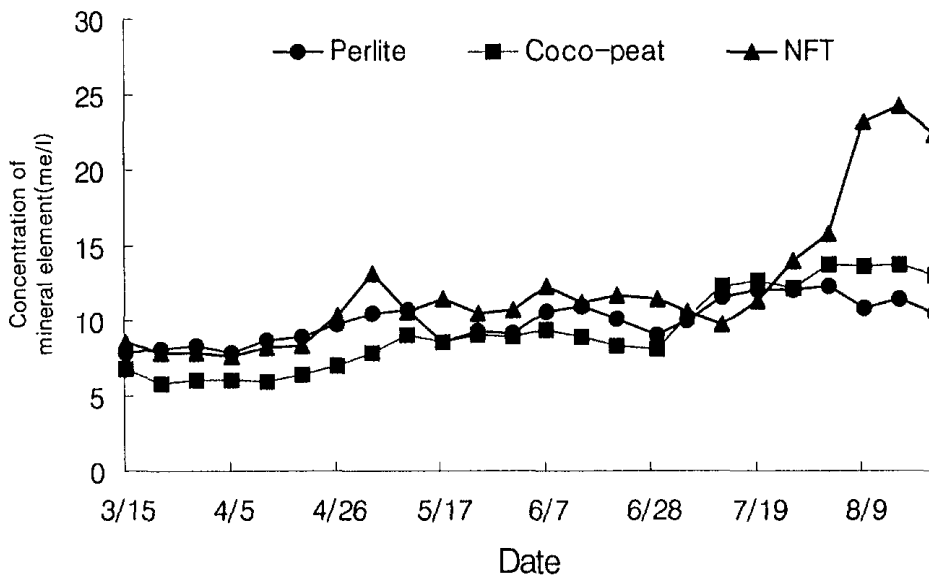


그림 6. 양액재배 방식별 순환배양액의 Ca 변화

그림 6은 Ca의 변화를 나타내었다. 생육초기에 펄라이트와 코코피트배지경에서 약간의 흡수농도의 차이를 볼 수 있었다. 그러나 생육이 진행됨에 따라서는 비슷한 경향을 나타내었다. NFT는 고온기에 Ca의 흡수가 되지 않아 배양액내의 Ca함량이 급격하게 증가하는 것을 알 수 있었다.

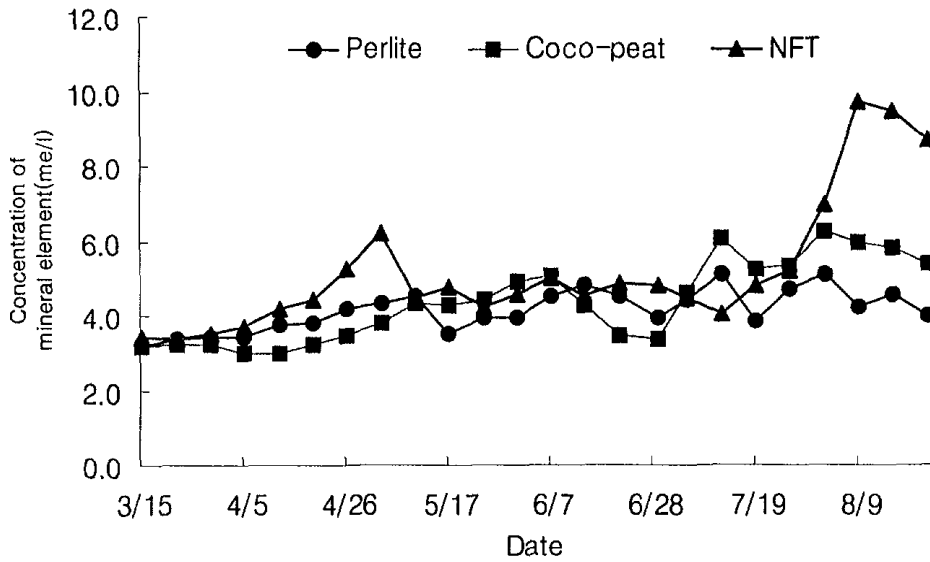


그림 7. 양액재배 방식별 순환배양액의 Mg 변화

그림 7은 Mg성분의 변화를 나타낸 것이다. 세가지 재배방식 모두 생육이 진행됨에 따라 Mg의 흡수가 적어지는 경향을 나타내었다. 특히 NFT에서는 Mg의 흡수가 급격히 저하한 것을 알 수 있었다.

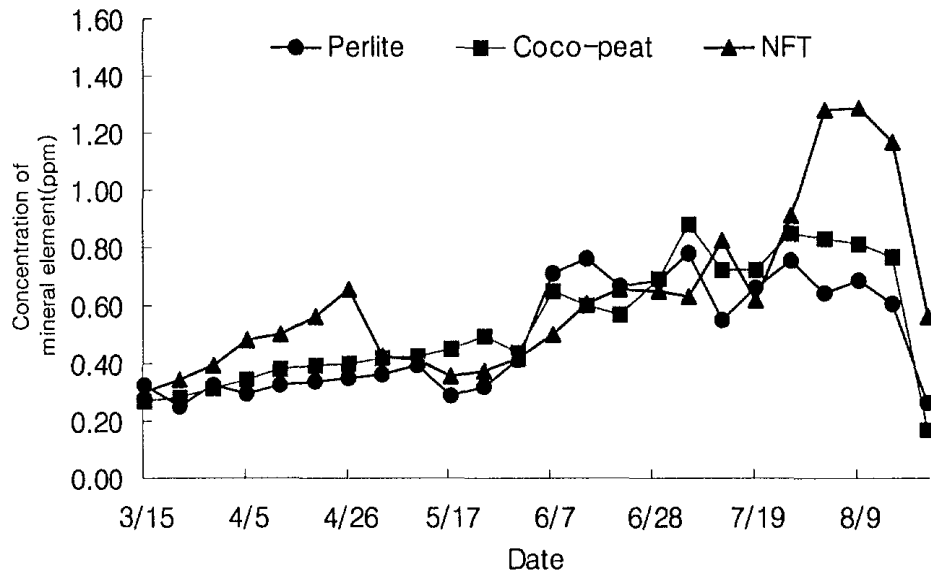


그림 8. 양액재배 방식별 순환배양액의 B 변화

그림 8에서부터 그림 14까지는 순환배양액내의 미량원소의 성분별 함량을 나타낸 것이다. 고품배지경에서는 대체적으로 안정된 함량의 추이를 나타내어서 미량원소의 흡수가 원활하게 이루어진 것을 알 수 있었다. 그러나 NFT에서는 고온기에 높은 함량을 나타내어 미량원소의 흡수가 저하한 것을 알 수 있었으며, 특히, Cu, Mn, Zn의 흡수가 원활하지 않았다.



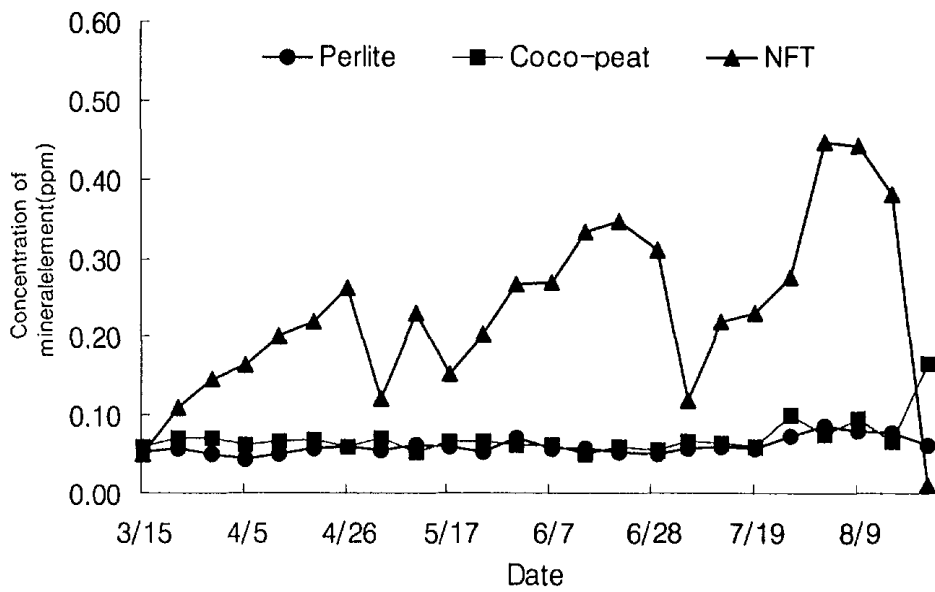


그림 9. 양액재배 방식별 순환배양액의 Cu 변화

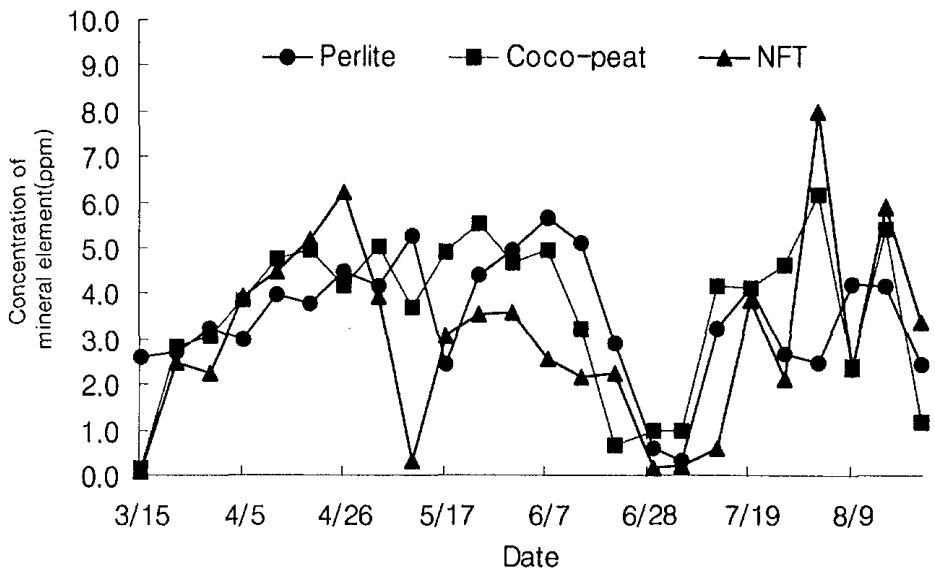


그림 10. 양액재배 방식별 순환배양액의 Fe 변화

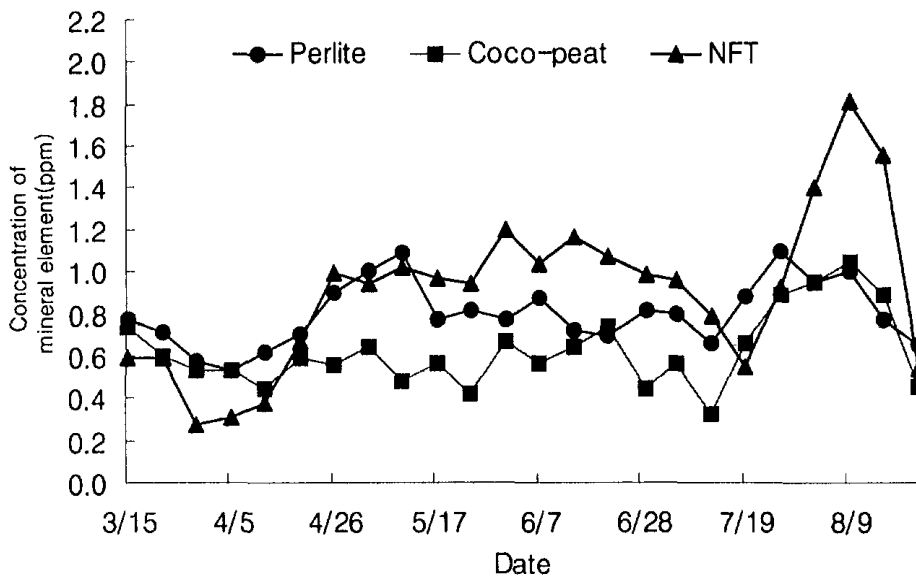


그림 11. 양액재배 방식별 순환배양액의 Mn 변화

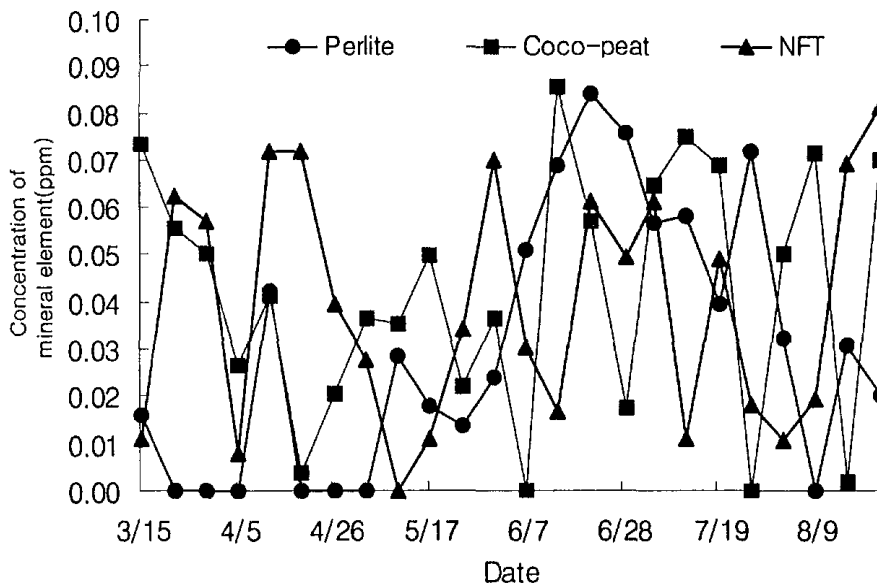


그림 12. 양액재배 방식별 순환배양액의 Mo 변화

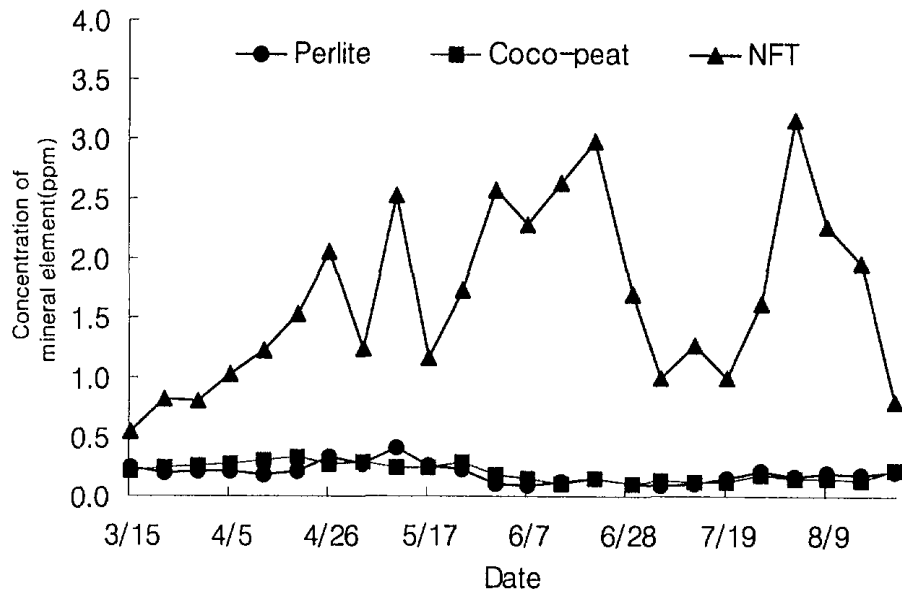


그림 13. 양액재배 방식별 순환배양액의 Zn 변화

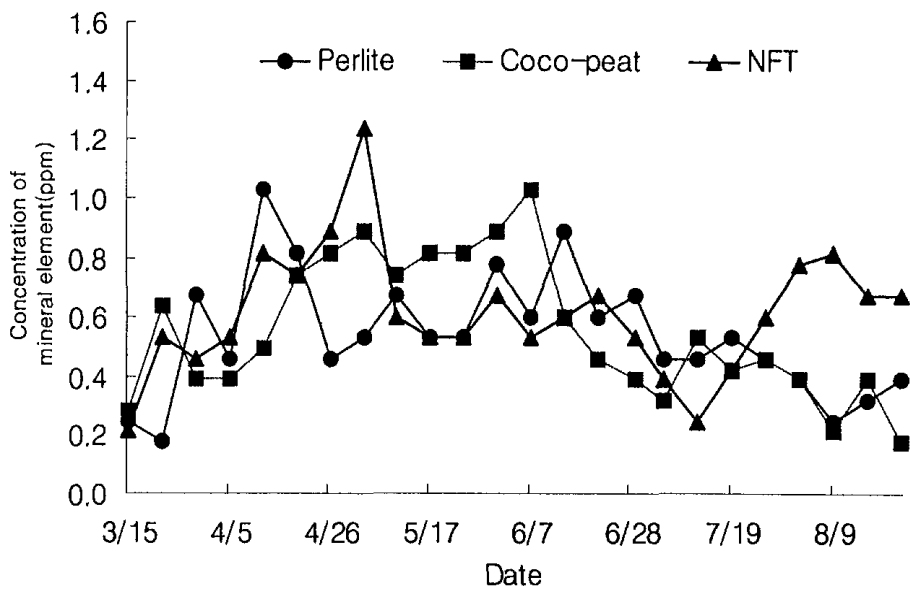


그림 14. 양액재배 방식별 순환배양액의 Cl 변화

이상과 같은 결과에서, 베드에서 흡수되는 배양액만큼 각 레인의 배양액 탱크별로 항상 같은 양이 공급되도록 한 본 실험의 배양액 공급방식은 표준배양액이 항상 공급되어 참외의 정상적인 양분흡수가 이루어졌다는 것을 알 수 있어서 본 연구의 양액 재배시스템 방식이 적절하다는 것을 입증할 수 있었다.

### 3. 실험 3 (2001년도)

제 3차년도에는 두가지 종류의 고품배지를 사용하여 농가 보급용 참외 양액재배시스템에서 실험재배를 실시하였다. 배지의 종류와 급액방식을 달리하였을 때 참외의 수량과 품질에 미치는 영향을 표 8에 나타내었다.

펄라이트와 코코피트배지 그리고 급액방식에 따른 유의한 차이는 인정되지 않았지만 양호한 생육과 높은 수량 그리고 우수한 품질의 참외를 수확할 수가 있어서 본 연구에서 확립한 양액재배방식이 적절한 것을 입증할 수가 있었다. 참여농가에도 동일한 양액재배시스템을 설치하여 시험 재배한 결과 표 9에서와 같은 결과를 얻게 되어 농가단위에서도 양액재배의 성공을 확신할 수 있었다.

특히 참여농가의 실험에서는 양액재배와 관비재배 그리고 토양재배에서의 결과를 비교하였는데, 토양재배에 비교하여 양액재배와 관비재배에서 수량이 높은 결과를 나타내어 양액재배의 우수성을 입증하였다.

표 8. 양액재배 방식에 따른 급액방식별 과실의 수량과 품질(대구대학)

수확시기	재배방식	Means			
		수량 (g/株)	과중 (g/果)	태좌당도 ( °Brix)	과육당도 ( °Brix)
5월	펼라이트 A	3336.5	536.9	14.5	13.6
	펼라이트 B	3043.2	495.5	15.0	14.5
	코코피트 A	3314.5	567.2	14.4	13.3
	코코피트 B	3307.8	521.0	14.9	13.7
LSD(p<0.05)		107.8	46.18	NS	0.54
6월	펼라이트 A	2179.3	435.9	15.1	12.4
	펼라이트 B	2280.8	467.9	15.7	13.4
	코코피트 A	2236.2	447.3	15.6	11.8
	코코피트 B	2048.4	409.7	15.6	13.1
LSD(p<0.05)		NS	NS	NS	NS
7월	펼라이트 A	2622.2	326.7	15.5	13.1
	펼라이트 B	2728.1	372.2	15.9	13.7
	코코피트 A	2419.2	342.9	15.2	12.8
	코코피트 B	2079.1	422.1	16.1	14.4
LSD(p<0.05)		NS	NS	NS	1.03
8월	펼라이트 A	2404.6	427.8	14.2	13.0
	펼라이트 B	1904.6	350.9	14.3	12.9
	코코피트 A	1823.6	361.0	14.0	12.7
	코코피트 B	1577.8	334.5	13.7	12.9
LSD(p<0.05)		NS	42.14	NS	NS
9월	펼라이트 A	1383.1	330.2	15.3	13.8
	펼라이트 B	1755.0	346.0	15.9	13.8
	코코피트 A	755.8	395.6	14.5	13.1
	코코피트 B	1706.5	293.9	15.1	13.7
LSD(p<0.05)		752.9	29.67	NS	NS
Total	펼라이트 A	11126.3	412.1	14.7	12.8
	펼라이트 B	10779.3	402.6	15.1	13.4
	코코피트 A	10602.8	412.4	14.7	12.8
	코코피트 B	9716.3	398.3	14.9	13.3
LSD(p<0.05)		NS	NS	NS	NS

주) A:소량다회급액 B:다량소회급액

표 9. 재배방식이 참외의 수량 및 품질에 미치는 영향(참여농가)

수확시기	재배방식	Means			
		수량 (g/株)	과중 (g/果)	태좌당도 ( °Brix)	과육당도 ( °Brix)
5월	필라이트	2465.7	363.6	14.3	11.4
	코코피트	2634.4	416.0	13.9	11.1
	관비재배	2757.9	459.7	17.9	14.8
	토양재배	2318.0	349.1	17.3	14.7
LSD(p<0.05)		220.4	36.89	0.97	0.85
7월	필라이트	2509.7	418.3	13.5	12.1
	코코피트	2385.7	397.6	14.7	12.5
	관비재배	2487.8	414.6	14.5	11.8
	토양재배	2498.5	416.4	14.9	12.3
LSD(p<0.05)		NS	NS	NS	NS
8월	필라이트	2844.7	410.5	14.3	13.0
	코코피트	3029.0	336.8	14.6	12.7
	관비재배	2737.4	369.0	14.6	12.4
	토양재배	1982.8	358.2	13.5	11.8
LSD(p<0.05)		513.3	NS	NS	NS
9월	필라이트	1672.8	313.2	15.4	13.8
	코코피트	1825.2	316.0	15.5	13.7
	관비재배	1853.3	241.7	16.1	14.0
	토양재배	858.41	228.8	15.1	13.0
LSD(p<0.05)		198.5	24.57	NS	NS
Total	필라이트	9492.9	376.4	14.4	12.6
	코코피트	9874.2	366.6	14.7	12.5
	관비재배	9836.4	371.2	15.8	13.3
	토양재배	7657.7	338.1	15.2	13.0
LSD(p<0.05)		820.0	NS	0.68	NS

농가보급형 양액재배시스템을 확립하여 전년도와 동일하게 배양액의 EC, pH 그리고 순환 배양액내의 무기성분별 함량변화를 조사하였다.

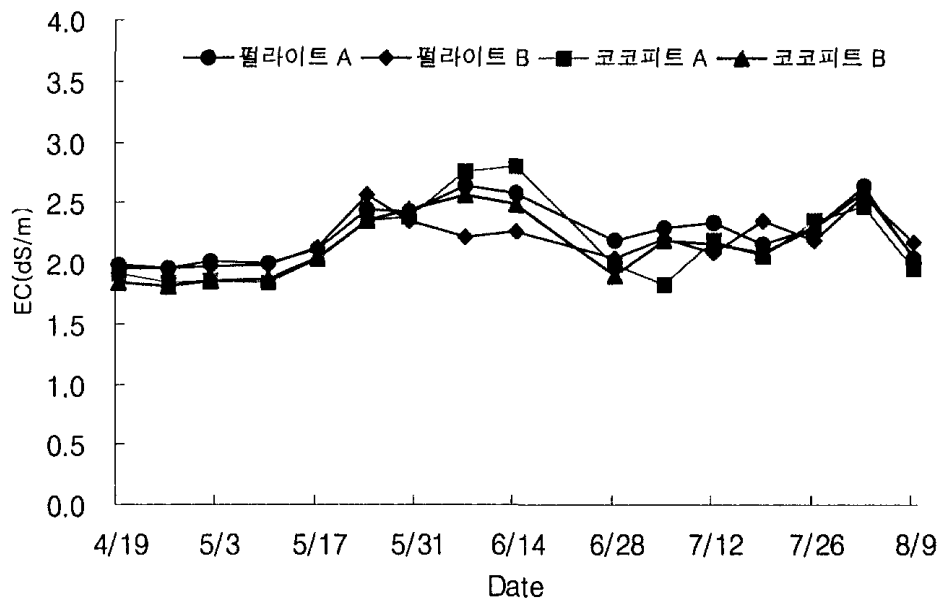


그림 15. 양액재배 방식별 배양액의 공급방식에 따른 순환배양액의 EC 변화

A: 소량다회 급액, B: 다량소회급액

그림 15는 순환중인 배양액의 EC변화의 추이를 나타낸 것인데, 소량 다회와 다량 소회의 급액방식 간에는 뚜렷한 경향의 유의 차가 나타나지는 않았지만 EC가 2.0~2.5dS/m의 안정된 범위에서 계속적으로 공급되고 있는 것을 알 수가 있었다.



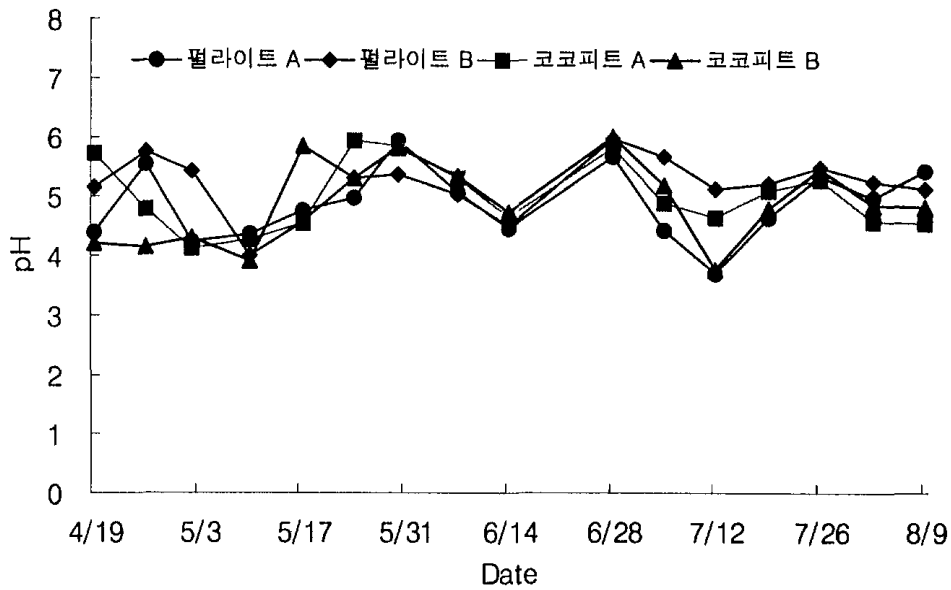


그림 16. 양액재배 방식별 배양액의 공급 방식에 따른 순환배양액의 pH 변화  
A: 소량다회 급액, B: 다량소회 급액

그림 16은 순환 배양액의 pH변화의 추이를 나타낸 것이다. 생육후반기에 다량 소회 급액방법이 소량 다회 급액방법보다 약간 pH가 높은 경향이 보였지만 전체적으로는 일정한 경향을 나타내지 않았다. 생육이 진행되는 가운데 배양액의 pH가 낮아지는 경향이 있었으나 비교적 좁은 범위의 변화로 안정된 양상을 나타내었다.

본 연구에서 확립한 참외 양액재배시스템에서 순환중인 배양액의 무기원소 성분 함량의 변화 추이를 조사하였다.

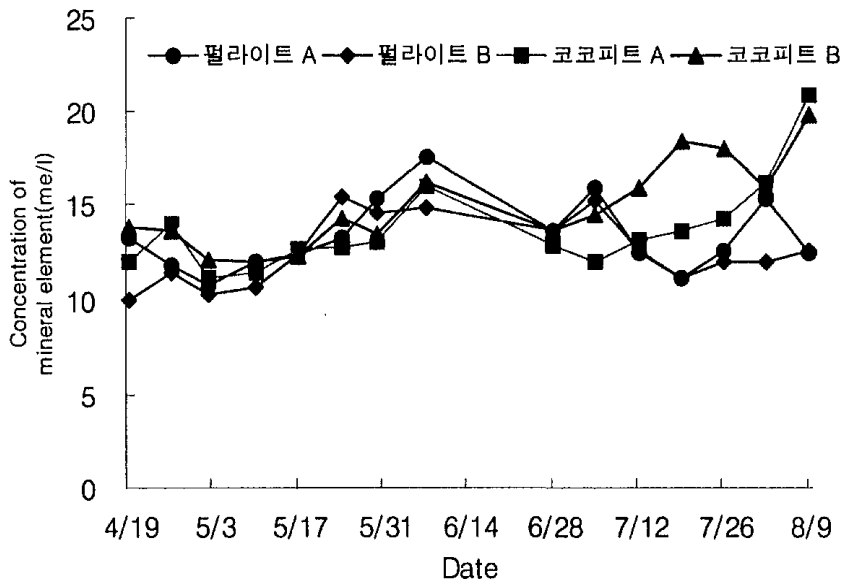


그림 17. 양액재배 방식별 배양액의 공급 방식에 따른 순환배양액의 NO<sub>3</sub>-N 변화  
A: 소량다회 급액, B: 다량소회 급액

그림 17은 배양액내의 NO<sub>3</sub>-N의 함량의 변화를 나타낸 것이다. 전체적으로 일정한 함량이 배양액내에 함유되어 있어서 표준농도의 NO<sub>3</sub>-N가 공급되고 있다는 것을 알 수 있었다. 급액 방법의 차이에서, 코코피트 배지에서는 생육후기에 다량소회 급액 보다는 소량 다회 급액 방법이 NO<sub>3</sub>-N의 흡수가 많았다. 그러나 펠라이트배지에서는 뚜렷한 차이를 나타내지는 않았다.

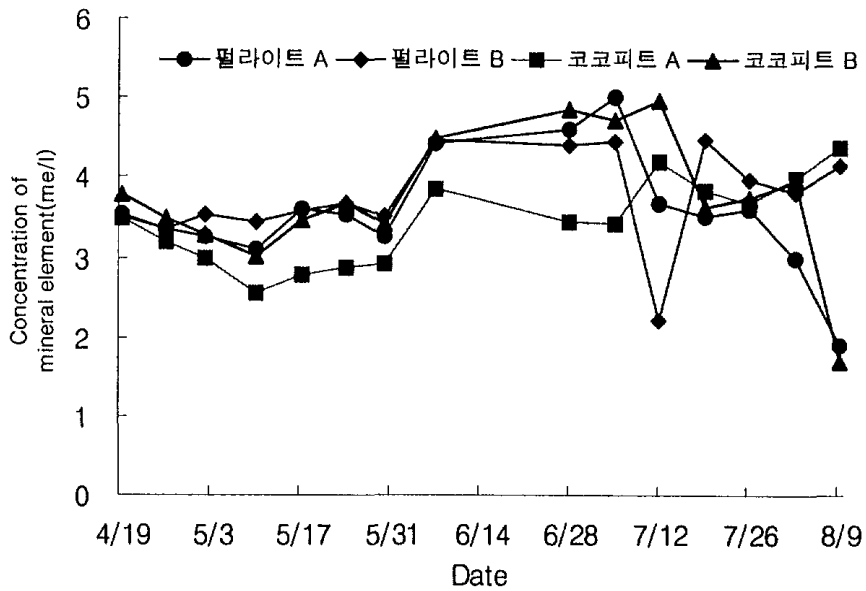
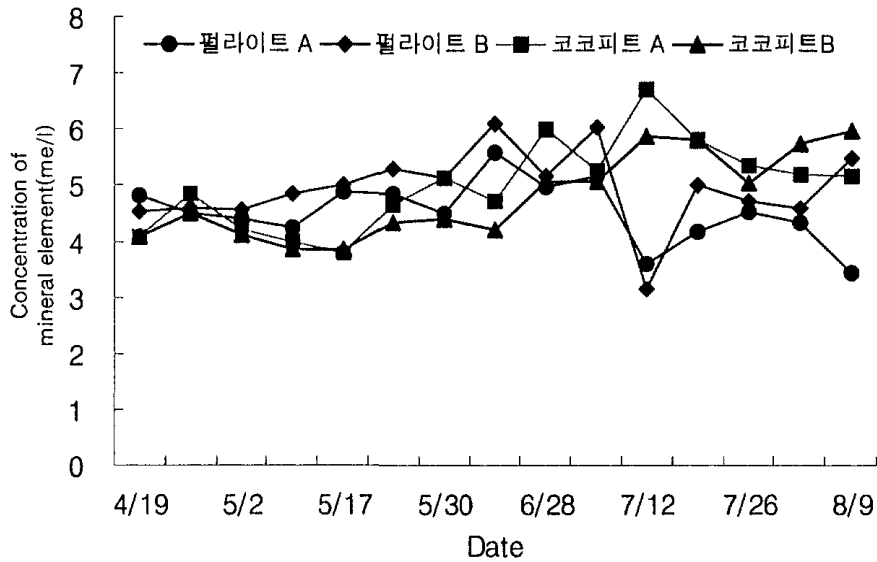


그림 18. 양액재배 방식별 배양액의 공급 방식에 따른 순환배양액의 P 변화  
A: 소량다회 급액, B: 다량소회 급액

그림 18은 P의 함량을 나타낸 것이다. 질소와 마찬가지로 전체적으로 동일한 함량이 계속적으로 공급되고 있었으며, 질소에서와 마찬가지로 코코피트 배지에서는 소량 다회 급액방법에서 인산흡수가 많았으며 펠라이트배지에서는 차이를 나타내지 않았다. 두 종류의 배지 간에는 펠라이트배지 보다 코코피트 배지에서 인산흡수가 많은 경향을 나타내었다.



**그림 19. 양액재배 방식별 배양액의 공급 방식에 따른 순환배양액의 K 변화**  
**A: 소량다회 급액, B: 다량소회 급액**

그림 19는 K의 함량을 나타낸 것이다. 생육기간 동안 일정한 함량의 칼륨이 계속적으로 흡수되고 있었으며, 급액방법에 따른 양분흡수의 양상은 코코피트 배지에서는 질소와 인산과는 반대로 다량 소회 급액 방법 쪽이 칼륨흡수가 많았다. 그러나 펠라이트 배지에서는 소량 다회 급액 방법에서 칼륨의 흡수가 많은 경향을 나타내었다.

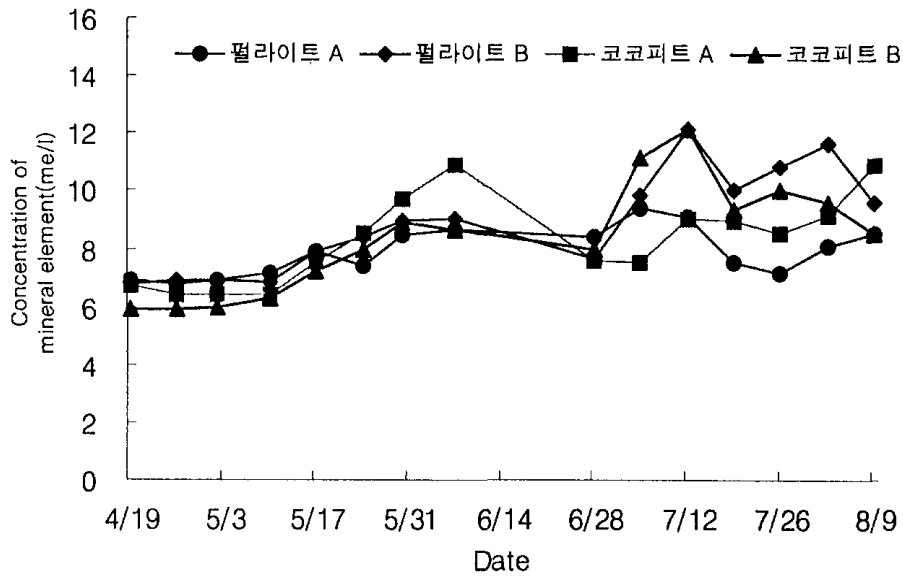


그림 20. 양액재배 방식별 배양액의 공급 방식에 따른 순환배양액의 Ca 변화  
A: 소량다회 급액, B: 다량소회 급액

그림 20은 Ca의 함량을 나타낸 것이다. 생육 후반기에 배양액 내의 칼슘함량이 높아져서 칼슘의 흡수가 저하한 것을 알 수 있었는데, 두 가지 배지 모두다 생육 후반기에는 소량 다회의 급액 방법에서 칼슘의 흡수가 양호하였다.

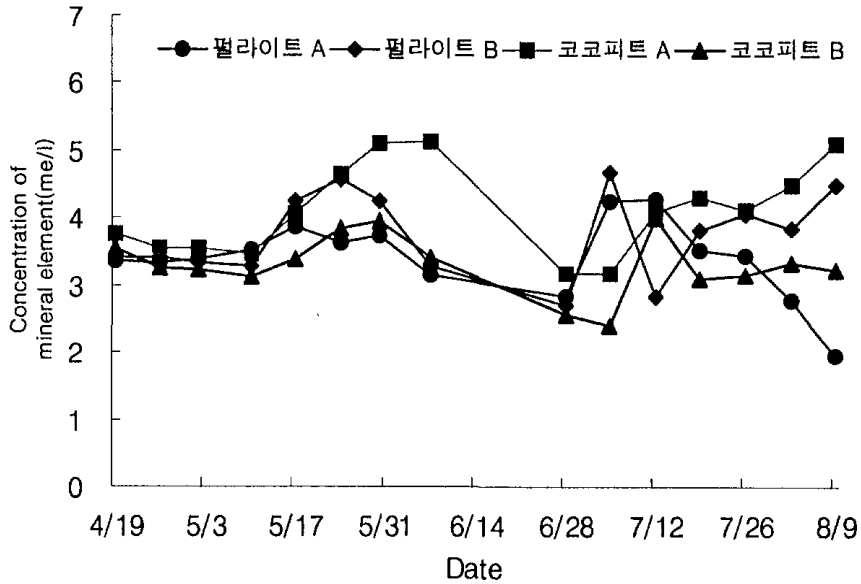


그림 21. 양액재배 방식별 배양액의 공급 방식에 따른 순환배양액의 Mg 변화  
A: 소량다회 급액, B: 다량소회 급액

그림 21은 Mg의 함량을 나타낸 것이다. 생육중기와 말기에 마그네슘 함량의 증가 및 감소가 일시적으로 나타났으나 전체적으로 안정된 함량의 추이를 나타내었다. 코코피트 배지에서는 다량 소회의 급액 방법에서 흡수가 많았으며 플라이트 배지에서는 차이를 나타내지 않았다.

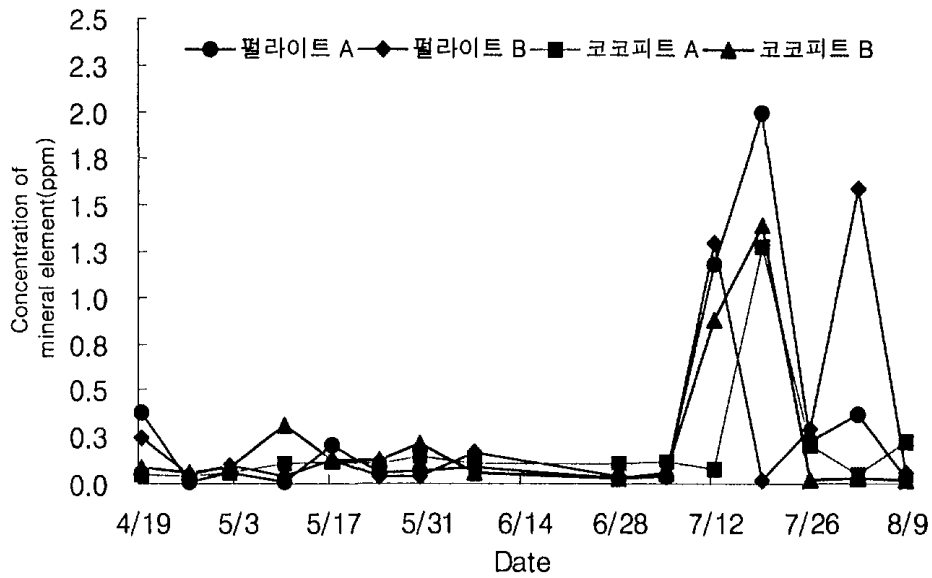


그림 22. 양액재배 방식별 배양액의 공급 방식에 따른 순환배양액의 Fe 변화  
A: 소량다회 급액, B: 다량소회 급액

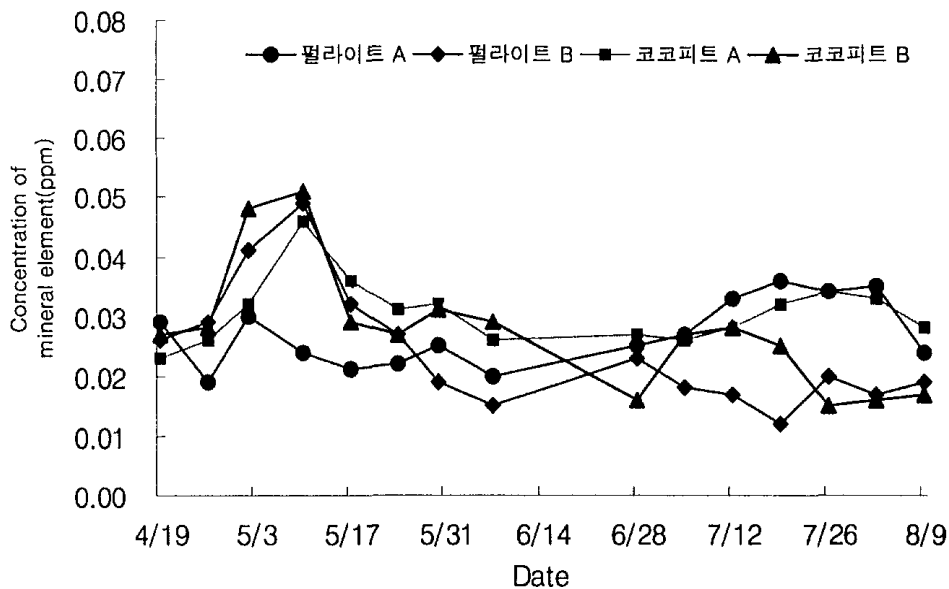


그림 23. 양액재배 방식별 배양액의 공급 방식에 따른 순환배양액의 Cu 변화  
A: 소량다회 급액, B: 다량소회 급액

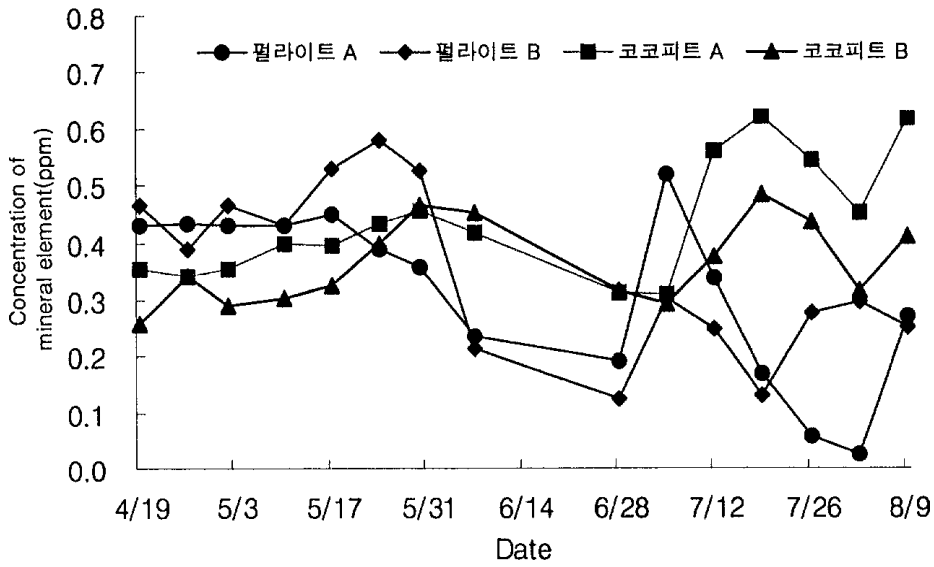


그림 24. 양액재배 방식별 배양액의 공급 방식에 따른 순환 배양액의 Mn 변화  
A: 소량다회 급액, B: 다량소회 급액

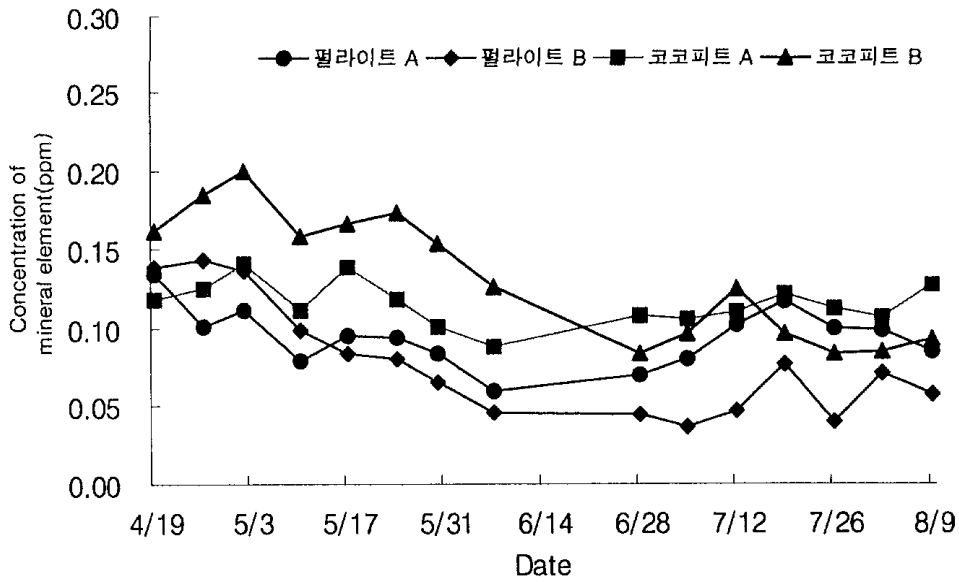
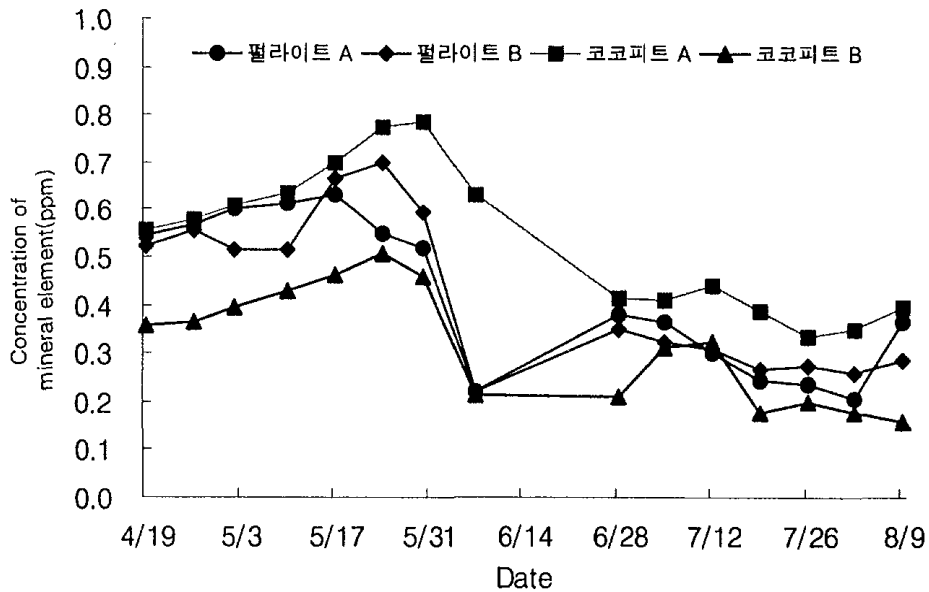


그림 25. 양액재배 방식별 배양액의 공급 방식에 따른 순환 배양액의 Zn 변화  
A: 소량다회 급액, B: 다량소회 급액





**그림 26. 양액재배 방식별 배양액의 공급 방식에 따른 순환배양액의 B 변화**  
**A: 소량다회 급액, B: 다량소회 급액**

그림 22에서 그림 26까지는 미량원소의 함량을 나타낸 것이다. 미량원소별 약간의 차이를 나타내기는 하였지만, 전반적으로 안정된 함량의 변화를 나타내었다. 철분은 생육후기에 흡수가 불량한 경향을 나타내었으나 전 생육기간 동안 철분의 흡수가 많아서 배양액내에 철분함량을 증가시킬 필요가 있을 것으로 생각되었다. 동과 아연의 흡수가 약간 저하한 경향이 배양액의 함량추이에서 예측되었으나 다른 원소의 함량은 적절한 것으로 생각되었다.

이상의 결과에서 본 연구에서 확립한 참외 양액재배시스템은 참외의 생육, 수량 및 품질에 양호한 결과를 가져올 수 있는 것으로 확인되었으며, 배양액관리에 있어서도 편리하고 적절한 시스템인 것이 입증되었다.

### [농가보급형 참외 양액재배시스템의 특징]

1. 간편하고 저렴한 재배시스템으로 구성되었다.
2. 배양액 순환 방식으로서, 물과 비료의 이용이 효율적이고 폐배양액에 의한 환경오염이 없다.
3. 온실내의 라인별로 공급배양액의 탱크를 분리하여 설치하므로써, 배양액의 성분변화를 최소화하여 항상 표준배양액이 공급될 수 있고, 배양액에 의한 병해 전파를 줄일 수 있으며 저온기에 적은 연료비로 배양액의 온도를 조절할 수 있다.
4. 효율적인 비료관리로 다수량, 고품질의 참외생산이 가능하며 장마기의 근권부 침수피해가 없어서 장기재배가 가능하다.

본 연구에서 개발한 농가 보급용 참외 양액재배 시스템의 모식도와 사진은 아래와 같다.

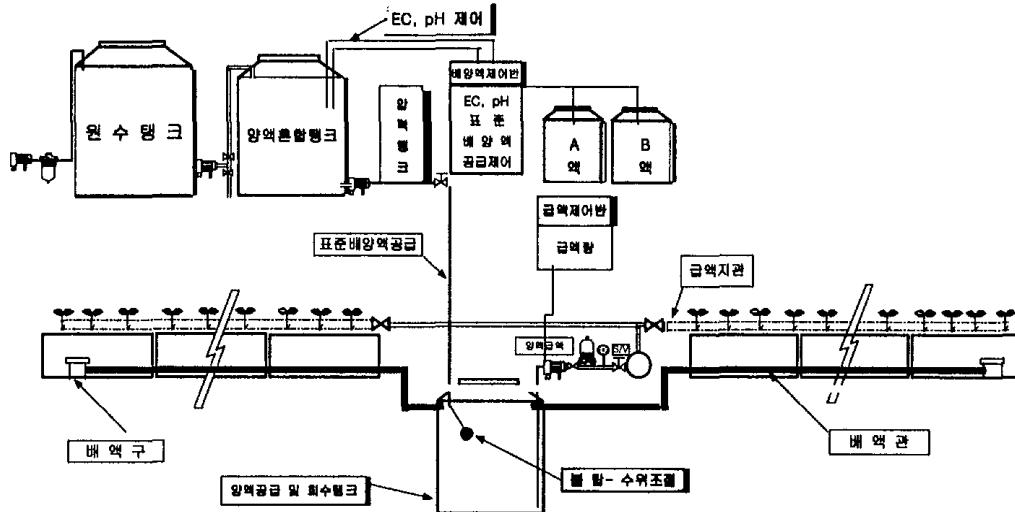


그림 27. 농가보급형 양액재배 시스템 구성도

### 1. 원수탱크

원수탱크는 1000평 규모의 온실을 기준으로 5 ton 크기가 적당하며 차광 처리가 된 플라스틱 용기를 사용한다.

### 2. 배양액 혼합탱크

배양액 혼합 자동제어 장치가 있으며 탱크의 용량은 2~3 ton이 적당하고 에어컴프레셔를 장착하여 배양액을 항상 교반해야 한다. 그렇지 않으면 센서의 감응이 늦어 원액이 과다 공급되어 EC와 pH에 이상이 생기고 또한 컨트롤러의 설정 한계범위를 넘어서면 센서가 감지할 수 없어서 원액이 계속 공급될 우려가 있다.

### 3. 배양액 원액탱크

A, B 2개의 탱크를 사용하며 탱크의 크기는 1 ton으로 차광 처리가 된 플라스틱 용기를 사용한다.

### 4. 압력탱크

각 라인별 배양액 공급탱크에 항상 일정한 수위를 유지하도록 표준 배양액을 공급한다. 압력탱크는 펌프와 연결되어 배양액 공급탱크의 수위가 줄어 볼탑이 열리면 압력탱크 내의 압력이 일정압력 이하로 감소하여 펌프가 작동하고, 배양액 공급 탱크의 수위가 높아져 볼탑이 잠기면 압력탱크 내의 압력이 증가하여 펌프가 정지된다. 그러므로 항상 배양액 공급탱크의 배양액을 일정 수위로 유지할 수 있다.

### 5. 배양액 공급탱크

각 라인별로 설치하는 배양액 탱크로서, 탱크의 용량은 참외의 주당 2~3ℓ 정도의 수분흡수량을 고려하여 80m~100m 길이의 비닐온실의 각 이랑에 600ℓ 크기의 탱크가 적절하며 지중 매설한다

### 6. 제어반

배양액의 농도를 조절하는 EC 컨트롤러와 표준배양액을 각 라인별 배양액 공급탱크로 보내는 타이머로 구성된다.

## 7. 급배액 장치

펌프와 여과기, 전자밸브, 점적관수시설, 배액장치로 구성된다.

## 8. 배양액탱크 공기주입장치

에어 컴프레셔를 이용하여 레인별 배양액 탱크에 공기를 공급하여 용존산소 농도를 높이고 배양액의 혼합을 원활하게 한다.

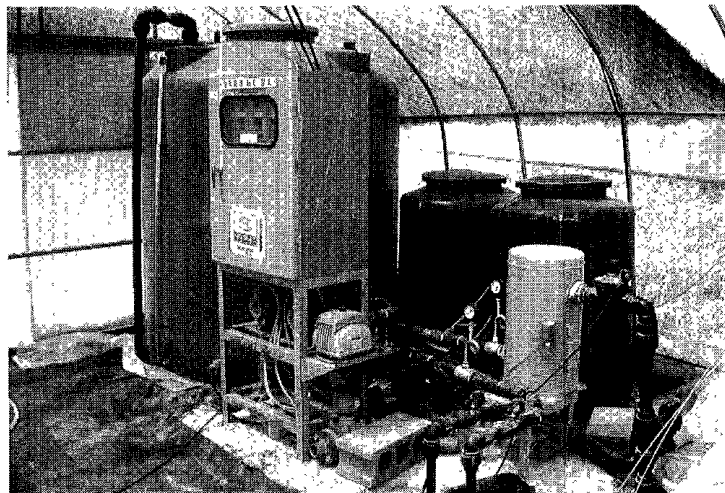
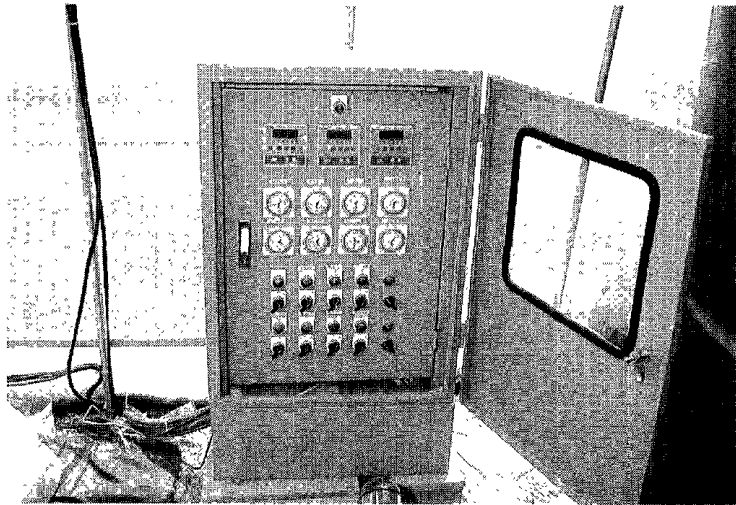


사진 1. 표준배양액 조제 시스템

사진 1은 청색의 원수탱크와 배양액 원액 탱크, 배양액 제어반, 베이지색 원통의 압력 탱크, 펌프, 에어컴프레셔 등으로 구성되어 있다.



**사진 2. 급액관리 배전반**

각 처리구별로 각각의 급액량과 급액스케줄 구멍을 위해 배전반을 여러 구역으로 나누어 설치하였다. 재배농가에서는 기본적으로 24시간 타이머와 서브타이머의 구성만으로 재배가 가능하다.

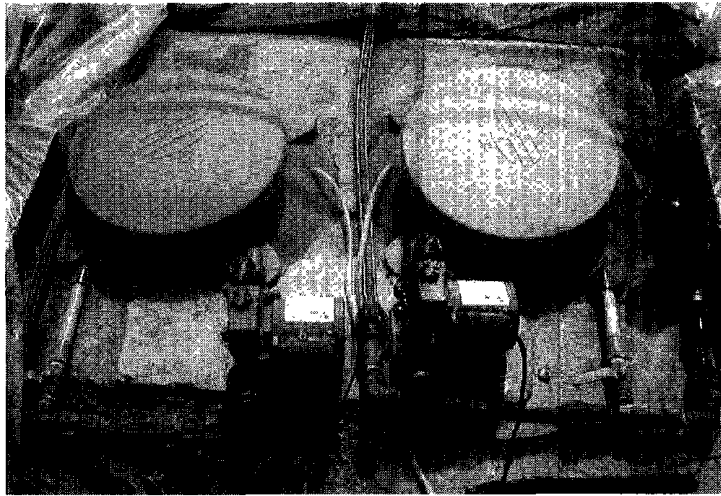


사진 3. 배양액 탱크 및 급액장치

(대구대학교)

비닐온실에 40~50m 단위로 나누어 각 레인별로 탱크를 지중매설하여 표준배양액을 순환 공급하게 된다.

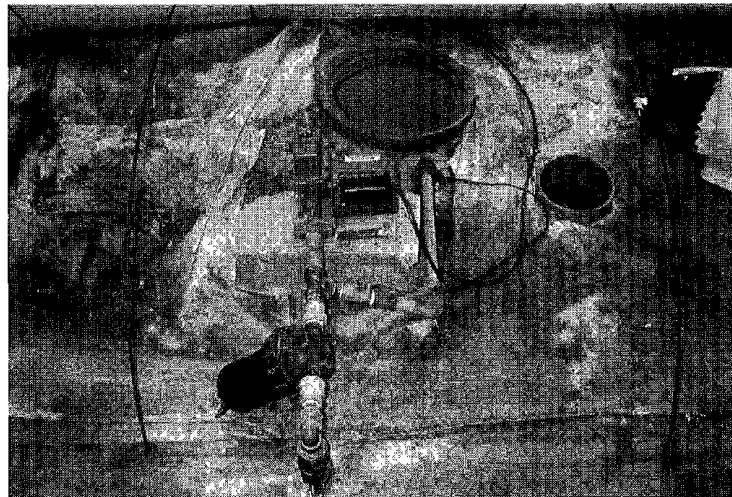
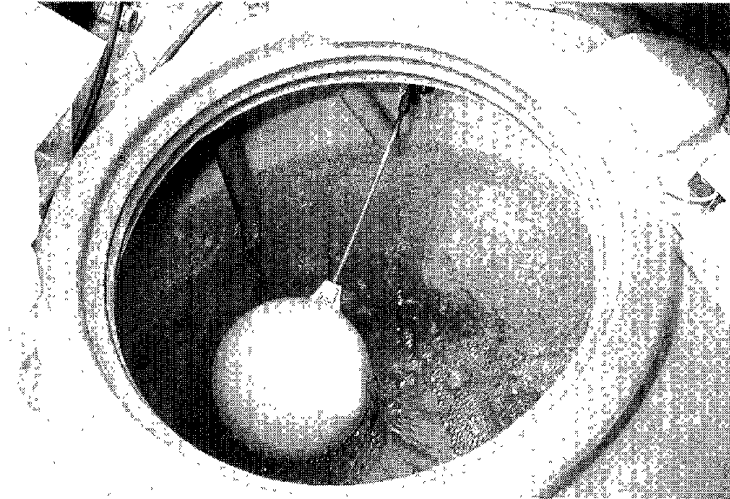


사진 4. 배양액 탱크 및 급액 장치

(참여농가)

각 레인별로 매설된 배양액 탱크와 펌프, 급액관, 여과기, 밸브를 볼 수 있다.



**그림 5. 배양액 탱크의 수위조절 장치**

각 라인별 배양액 탱크에는 불탑으로 항상 일정한 수위를 유지하도록 하였고 에어 컴프레셔로 배양액 탱크내에 공기를 주입하여 산소공급효과와 탱크내의 무기성분이 원활하게 혼합 되도록 하였다.



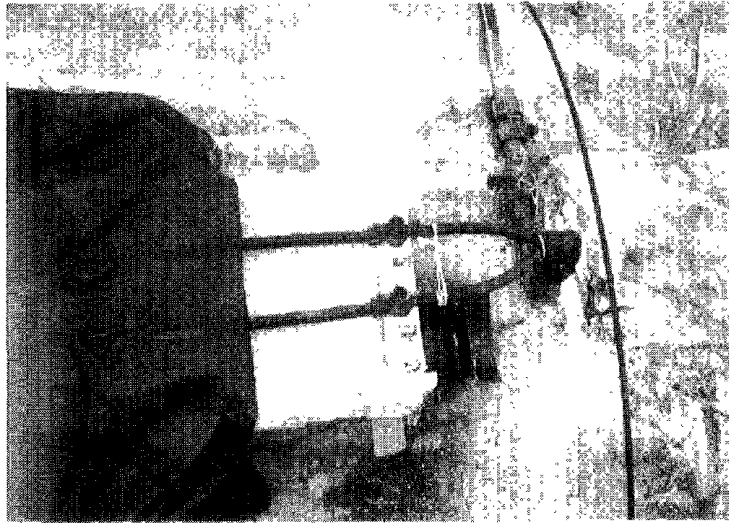


사진 6. 고탄배지를 충전한 스티로폼 재  
배조에 점적튜브(Ram)를 설치한 사진

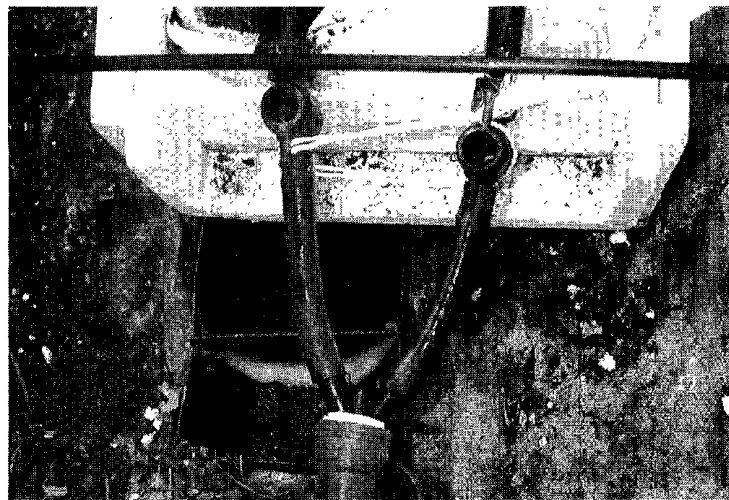


사진 7. Ram 튜브로 압력보정을 하여  
처음과 끝의 수량이 같도록 점적 관수를  
하도록 하였으며 배드 하부에 흑색의 배  
액판(물받이)이 부착되어 있다.

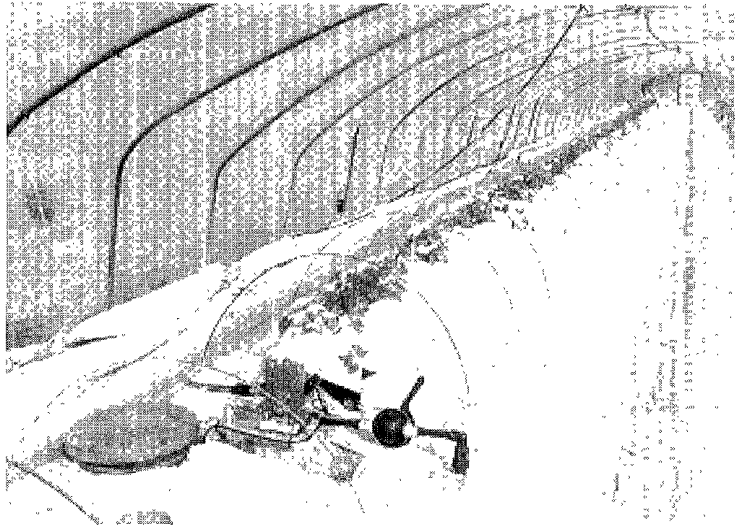


사진 8. 40~50m 단위로 600 ℓ의 배양액 공급탱크를 매설하고 각 레인별로 표준배양액을 순환식으로 공급한다.

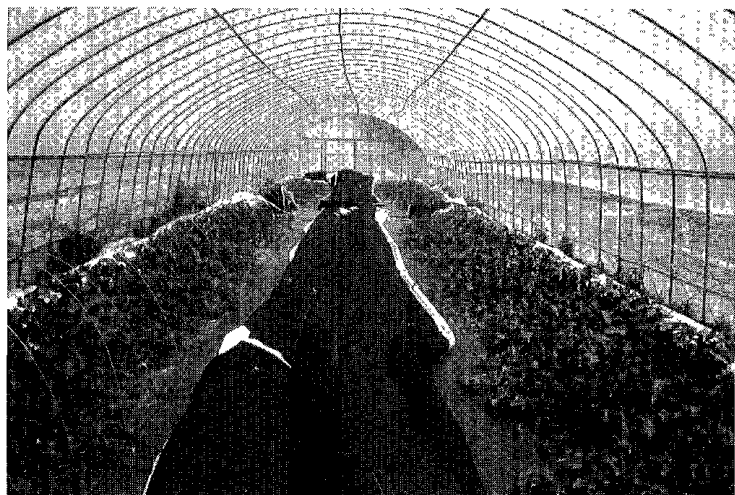


사진 9. 왕성한 초세를 나타내는 사진으로 중앙에 보온덮개가 있다.



사진 10. 바닥을 멀칭하여 토양매개 병해 및 해충의 해를 방지하도록 하였다.



사진 11. 수확기의 참외 과실의 착색사진



사진 12. 왕성한 초세로 양호한 생육과 수량을 나타내며 장기재배가 가능하다

## 제 3장 참외 전용배양액 개발

### 제1절 서설

배양액의 조성은 크게 나누어 두 가지로 생각할 수 있다. 하나는, 대다수의 작물을 대상으로 생육시기에 관계없이 사용할 수 있는 범용성의 배양액이 바람직하다는 것이다. 다른 하나는, 작물에 따라 생육시기별로 적합한 배양액을 사용할 필요가 있다는 것이다. 어느 쪽이 바람직한가 하는 것은 그리 간단한 일이 아니다. 예를 들면, 전자의 배양액을 중시하면 작물의 생육을 수경재배에서 조절하려고 한다해도, 그 기본적인 메카니즘이 명확하지 않은 경우가 많아서, 배양액의 농도를 적절하게 조절해서 관리를 하는 정도가 바람직하지 않는가 하는 것이다. 후자의 경우에는, 안정적이고 다수확을 목표로 하는 수경재배에서는 작물의 영양특성 및 생육특성에 대응하여 배양액의 조성과 농도를 변화시켜 최적배양액을 사용할 필요가 있다고 하는 것이다.

배양액 조성의 결정법은 크게 나누어 4가지 방법이 있다. 첫째는, 생육이 양호하고 수량이 많은 식물체를 분석하여 그 성분 조성을 최적배양액으로 하는 것이다. 둘째는, 배양액을 구성하는 요소를 양이온과 음이온으로 나누어서, 각 이온간의 비율을 여러 가지로 조합하여 시험 재배한 후에 최상의 성적을 나타낸 것을 배양액 조성으로 결정하는 것이다. 셋째는, 식물의 양수분의 흡수량을 상세하게 조사하여, 그 흡수 패턴에 따라서 조성을 결

정하는 것이다. 넷째는, 배양액의 흡수과정과 흡수패턴을 중시하여 배양액의 관리를 행하는 것을 생각할 수 있다. 일반적으로 작물마다 양분흡수의 균형이 다르기 때문에 최적의 배양액 조성은 작물마다 다르다고 할 수 있을 것이다. 또한 영양생장과 생식생장 등의 생육단계에 따라서도 양분흡수 균형이 다르다고 할 수 있다. 엽채류의 생육단계는 단순한 영양생장 뿐이므로 양분흡수의 차이는 현저하지 않지만, 과채류는 생육단계에 따라서 양분흡수의 추이가 달라진다. 일반적으로 생육초기에는 각 무기성분의 흡수농도가 높는데, 특히 질소의 흡수비율이 높고 인산과 마그네슘의 흡수비율은 낮다. 과실비대기에는 각 성분의 흡수농도가 저하함에 따라 질소의 흡수비율은 저하하고 칼륨의 흡수비율이 높아진다. 그리고, 근온과 산소의 공급량 등에 따라서도 양분흡수의 균형은 달라질 수 있다. 이와 같이 식물의 양분흡수균형에 일치한 배양액을 조성하여 관리한다면 최대의 생육이 얻어지겠지만, 다양한 요인에 의해 변화하는 양분흡수균형에 대응하여 배양액의 조성을 유지 관리하는 것은 현재의 단계에서는 거의 불가능하다고 할 수 있다. 배양액에 대한 관점은 시대에 따라 변화하고 있지만, 배양액을 순환시키는 방식과 적정량을 공급하고 흘려보내는 방식에 따른 배양액의 조성도 고려해야 할 것이다. 순환방식에서도 배양액의 조성을 변화시키는 예도 있지만, 비순환방식에서는 작물의 생육에 따른 배양액의 변경이

순환방식보다는 용이할 것으로 생각된다.

일본의 야마자키교수는 10가지 이상의 작물을 대상으로 하여 몇 가지 배양액 조건에서 수정재배하여, 실험기간 중 감소한 수분의 양과 흡수된 무기성분의 양을 측정하여 생육이 가장 좋은 흡수 농도를 표시하고 이를 각각의 작물의 최적 배양액 조성으로 하였다. 수분의 흡수량은 일조, 온도, 습도, 수정재배 시스템, 생육단계 및 재식 밀도 등에 따라 변화가 있는 반면, 양분의 흡수량은 수분의 변화와 대응하지 않는 경우도 있으나 그 비는 거의 일정하여 이를 작물 고유의 배양액 조성으로 볼 수 있다하여 작물마다 배양액을 조제하였다. 야마자키교수의  $n/w$ 에 의한 배양액에서는 흡수되는 비료와 물을 등량으로 생각할 수 있다. 그러므로, 배양액이 감소하면 같은 조성 및 농도의 배양액을 추가해 가면 될 것이다. 그래서 다른 배양액처럼 EC나 pH의 관리에 신경을 쓰지 않아도 비교적 안정적인 관리가 가능한 것이 특징이라 할 수 있다.

본 연구에서 확립한 시스템이 고품배지를 이용한 배양액 순환방식이며, 과채류인 참외의 생육단계에 따른 양분의 흡수특성을 조사하는 데에 적절한 방법을 고려하여 본 연구에서는 아직까지 흡수특성이 알려지지 않은 참외의 배양액조성을 결정하기 위하여 야마자키교수의  $n/w$ 에 의한 배양액실험법으로 실험을 실시하였다.

## 제 2절 재료 및 방법

### 1. 실험 1 (2000년도)

#### 가. 식물재료 및 온실

1) 식물재료 : 금싸라기 은천 (홍농종묘, 참외)

칠성신토좌 (홍농종묘, 호박)

2) 육묘 : 2000년 3월 23일에 육묘용 상토를 충진한 50구 트레이에 참외를 파종하고, 4월 1일에 호박을 파종하였다.

3) 접목 : 2000년 4월 12일에 참외와 호박을 호접하였다.

4) 정식 : 2000년 5월 14일에 자만이 3~4개정도 발생하였을 때 유리온실에 처리별로 40cm 간격으로 정식하였다.

5) 수정 : 수정은 6월 12일부터 호르몬(토마토톤50배액, 지베렐린 100ppm)을 사용하여 수정하였으며, 8월 이후에는 꿀벌을 이용하여 수정하였다.

6) 온실규모 : 540 m<sup>2</sup> 벤로형 온실



7) 유리온실내 실험구 배치도

Perlite	Coco-peat
Perlite	Coco-peat
Perlite	Coco-peat
Coco-peat	Perlite
Coco-peat	Perlite
Coco-peat	Perlite

나. 양액재배

1) 양액재배 방식

가) 펄라이트 고품배지 방식

나) 코코피트 고품배지 방식

2) 배양액

야마자키 처방 멜론배양액을 배지종류별로 각각 1.5, 2.0, 2.5dS/m의 농도로 2반복 처리하여 순환식으로 공급하였다

3) 급액방법 : 5월 ; 11회/일, 2분/회, 1.4 l/株

6월 ; 11회/일, 3분/회, 2 l/株

7월, 8월, 9월 ; 11회/일, 5분/회, 3.4 l/株

#### 다. 조사항목 및 분석

- 1) 광환경 측정 : 소형분광계 [Luxmeter, Photonsensor, Pyrancmeter (EKO, Japan)]를 이용하여 식물체 높이에서 1일 3회 측정하였다.
- 2) 온도, 습도, 근온을 조사하였다.
- 3) 배지수분 측정 : 배지수분측정기[TRI-FM(IMKO GmbH, Germany)]를 이용하여 배지종류별로 3구역으로 나누어 1일 3회 측정하였다.
- 4) 매일 순환 배양액을 채취하여 EC와 pH를 측정하고 채취된 배양액을 7일 주기로 배양액의 다량원소와 미량원소의 성분량을 분석하였다. P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, B, Mo의 분석은 발광분광분석기(ICP : Varian Liberty Series II, Australia)를 이용하여 분석하였고, NO<sub>3</sub>-N은 Reflectoquant(Merck, Germany)를 이용하여 분석하고, Cl은 Mohr법(질산은 적정법)으로 분석하였다.

## 2. 실험 2 (2001년도)

### 가. 식물 재료 및 온실

1) 식물재료 : 금싸라기 은천 (홍농종묘, 참외)

칠성신토좌 (홍농종묘, 호박)

2) 육묘 : 2001년 1월 31일에 육묘용 상토를 충전한 50구 트레이에 참외를 파종하고, 2월 7일에 호박을 파종하였다.

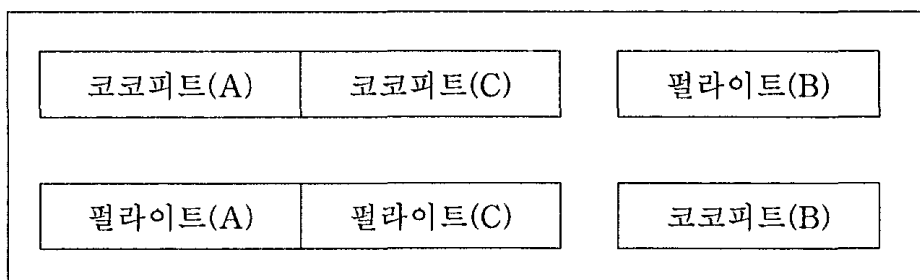
3) 접목 : 2001년 2월 12일에 참외와 호박을 호접하여 지름 12cm의 비닐포트에 이식하여 육묘하였다.

4) 정식 : 2001년 3월 26일에 자만이 3~4개 정도 되었을 때 실험 유리온실에 처리 구별로 40cm 간격으로 정식 하였다.

5) 수정 : 수정은 4월 17일부터 호르몬 (토마토톤 50배액과 지베렐린 100ppm)을 사용하여 수정하였으며, 6월 1일 이후에는 꿀벌을 이용하여 수정하였다.

6) 온실규모 : 540 m<sup>2</sup> 벤로형 온실

7) 유리온실 내 실험구 배치도



## 나. 양액재배

### 1) 양액재배 방식

가) 펄라이트 고품배지 방식

나) 코코피트 고품배지 방식

### 2) 배양액 : 야마자키 처방 멜론 배양액을 1.5 dS/m부터

생육단계에 따라 급액농도를 0.2dS/m씩 증가시켜

2.0 dS/m로 관리하였다.

### 3) 급액 방법 : 급액량은 Perlite, Cocopeat 처리구 모두 2L/

株/일 로 같은 양을 급액하고, 급액횟수를 생육단

계에 따라 다르게 각각 2반복 처리하였다.

가) 정식~4주까지 : 5회, 10회, 15회/일 (2L/株/일)

나) 5주~11주까지 : 10회, 15회, 20회/일(3L/株/일)

다) 12주~종료 : 5회, 10회, 15회/일(2L/株/일)

### 4) 급액시간 :

가) 5회/일 급액구역 ; 7:00, 9:30, 12:00, 2:30, 5:00

나) 10회/일 급액구역 ; 7:00, 8:15, 9:30, 10:45, 11:30, 12:30,  
13:15, 14:30, 15:45, 17:00

다) 15회/일 급액구역 ; 7:00, 7:40, 8:45, 9:30, 10:15, 11:00,

11:30, 12:00, 12:30, 13:00, 13:45, 14:30, 15:15, 16:00, 17:00

라) 20회/일 급액구역 ; 7:00, 7:30, 8:00, 8:30, 9:00, 9:30,  
10:00, 10:30, 11:00, 11:30, 12:00, 12:30, 13:00, 13:30,  
14:00, 14:30, 15:00, 15:30, 16:00, 17:00

#### 다. 조사항목

- 1) 광환경 측정 : 소형분광계 [Luxmeter, Photonsensor, Pyrancmeter (EKO, Japan)]를 이용하여 식물체 높이에서 1일 3회 측정하였다.
- 2) 온도, 습도, 근온을 조사하였다.
- 3) 배지수분 측정 : 배지수분측정기[TRI-FM(IMKO GmbH, Germany)]를 이용하여 배지종류별로 3구역으로 나누어 1일 3회 측정하였다.
- 4) 매일 순환 배양액을 채취하여 EC와 pH를 측정하고 채취된 배양액을 7일 주기로 배양액의 다량원소와 미량원소의 성분량을 분석하였다. P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, B, Mo의 분석은 발광분광분석기(ICP : Varian Liberty series II , Australia)를 이용하여 분석하였고, NO<sub>3</sub>-N은 Reflectoquant(Merck, Germany)를 이용하여 분석하고, Cl은 Mohr법(질산은 적정법)으로 분석하였다.

### 제 3 절 결과 및 고찰

#### 1. 실험 1 (2000년도)

그림 1과 그림 2에 실험기간동안의 유리온실내의 광, 온도, 습도 및 근권온도의 변화를 나타내었다. 그림 3에는 펄라이트와 코코피트 배지내의 수분함량의 변화를 나타내었는데, 생육이 왕성하여 수분흡수량이 많은 6월과 그 이후의 배지내의 수분함량에 많은 차이를 나타내었다. 코코피트배지는 펄라이트배지에 비하여 수분함량이 대체적으로 20%이상 높아서 코코피트배지는 수분 보수력이 높은 것을 알 수 있었다.

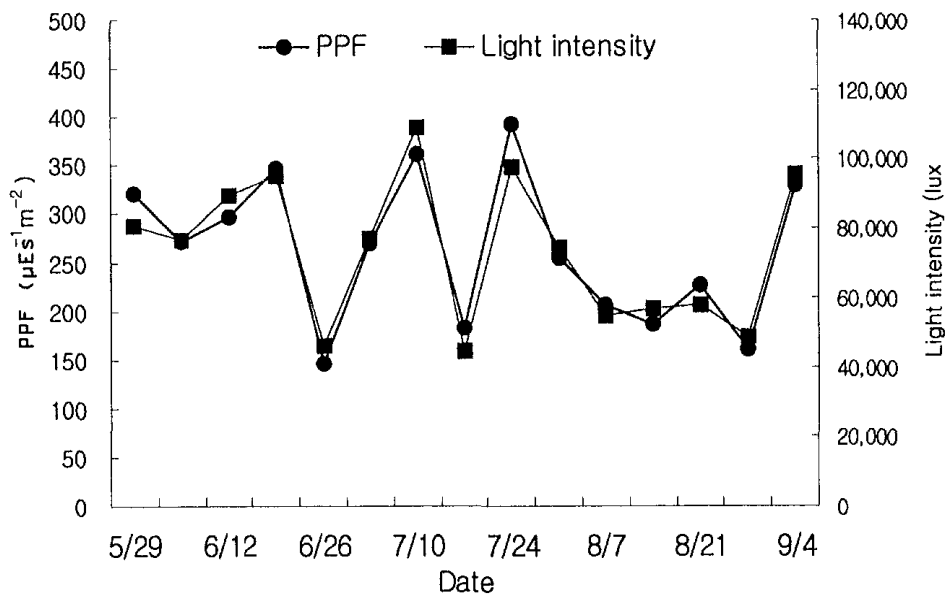


그림 1. 유리온실 내의 광환경의 변화

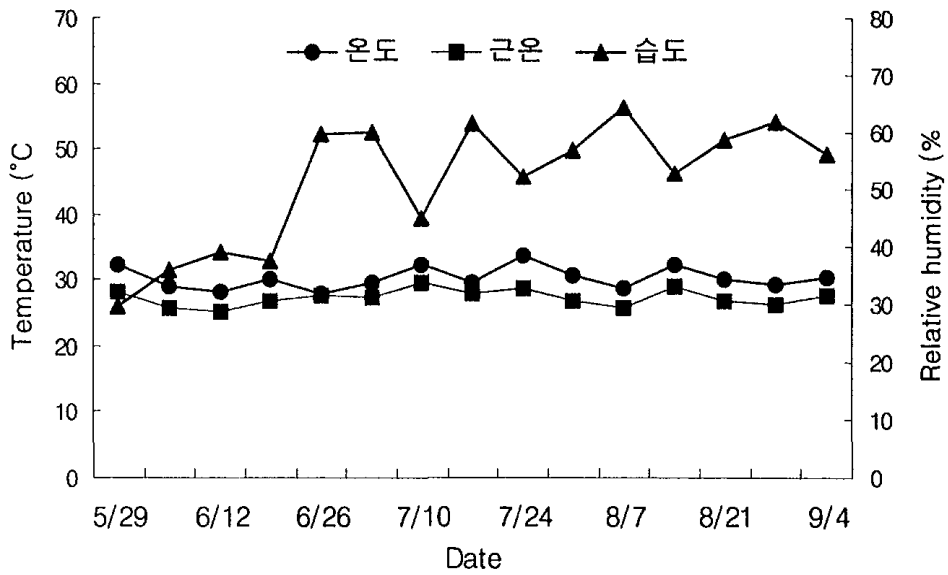


그림 2. 유리온실 내의 온도, 습도 및 근권 온도의 변화

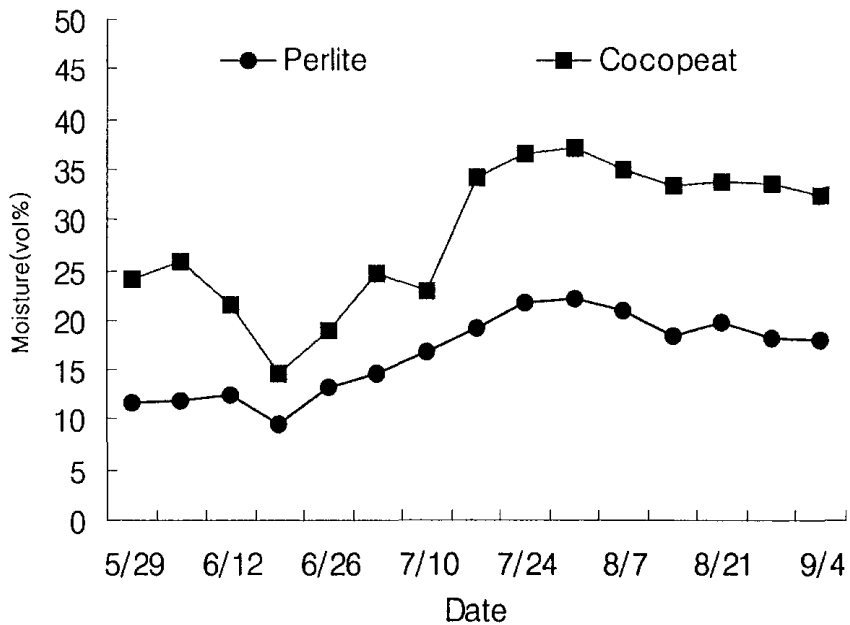


그림 3. 고품배지내 수분함량의 변화

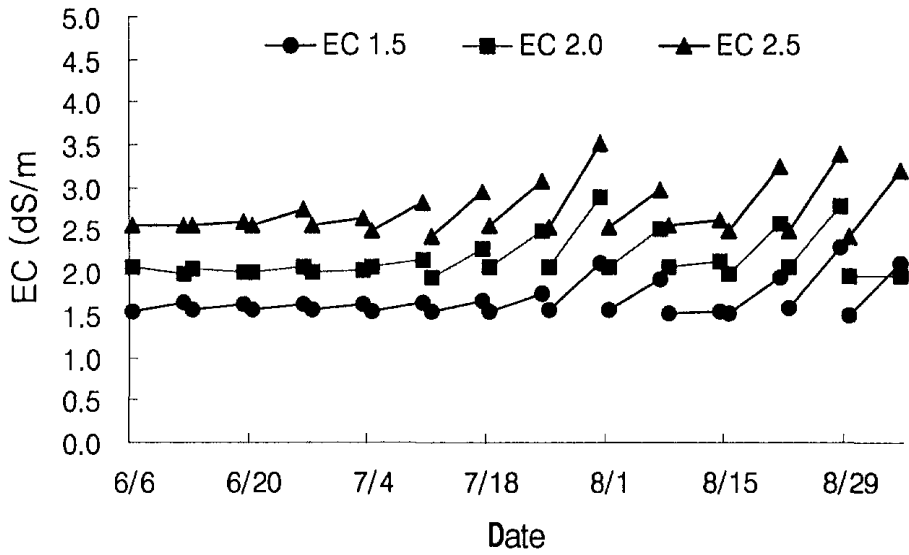


그림 4. 펄라이트 처리구의 급액농도별 EC 변화

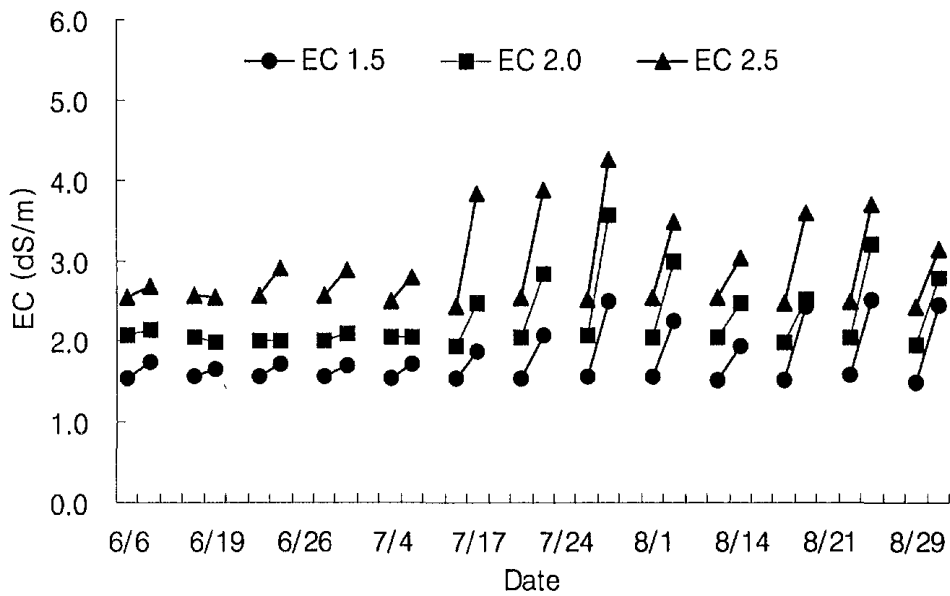


그림 5. 코코피트 처리구의 급액농도별 EC 변화



그림 4와 그림 5에는 펄라이트와 코코피트 배지에서의 급액농도별 배양액의 EC 변화를 나타내었다. 두 종류의 배지에서 모두 생육기 전체를 통해서 공급 배양액의 농도 변화가 가장 적은 EC 2.0dS/m가 가장 적절한 급액 농도로 생각되었다.

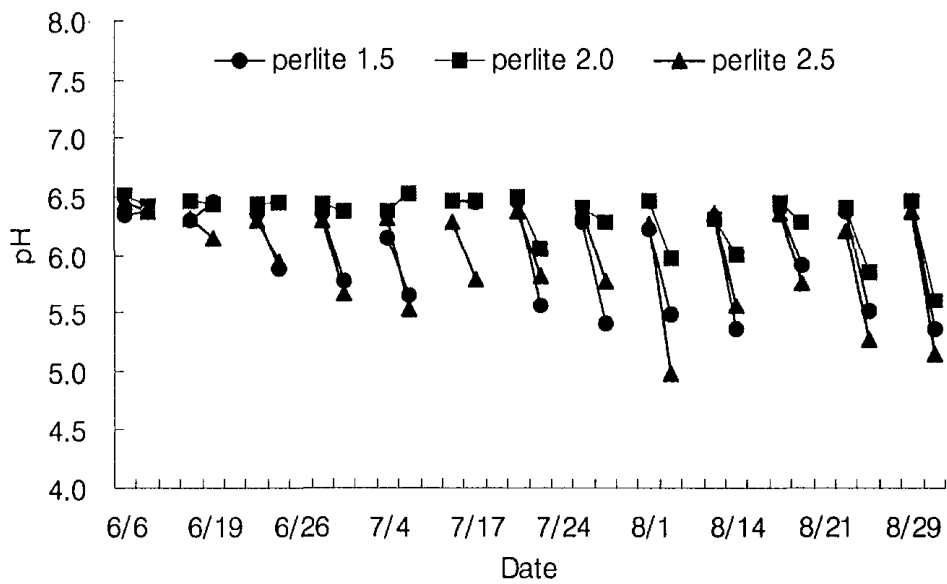


그림 6. 펄라이트 처리구의 급액농도별 pH 변화

그림 6과 그림 7에는 펄라이트와 코코피트 배지의 급액 농도별 배양액의 pH 변화를 나타내었다. 두 종류의 배지에서 모두 배양액의 농도 EC 2.0dS/m에서 가장 안정적인 pH 변화 양상을 나타내었다.

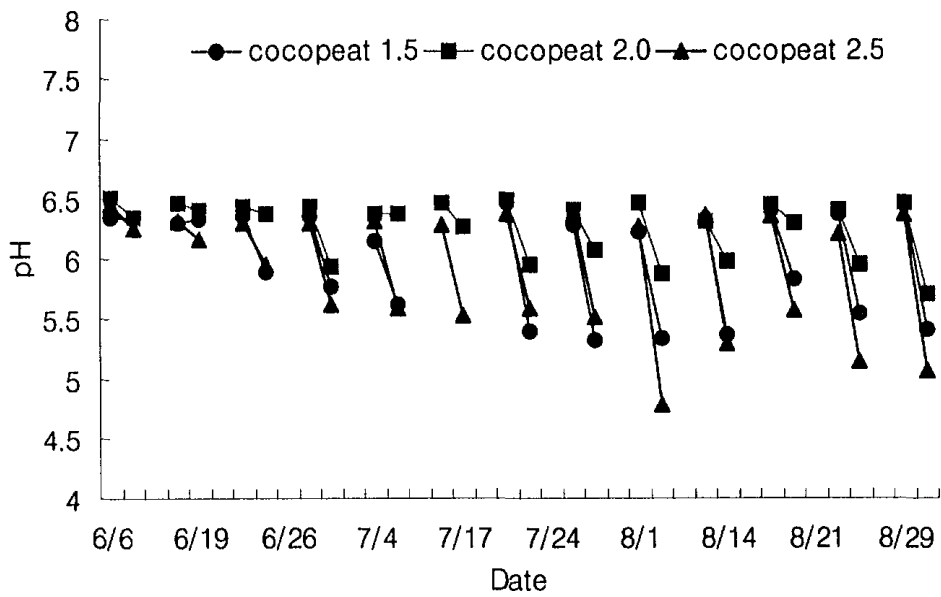


그림 7. 코코피트 처리구의 급액농도별 pH 변화

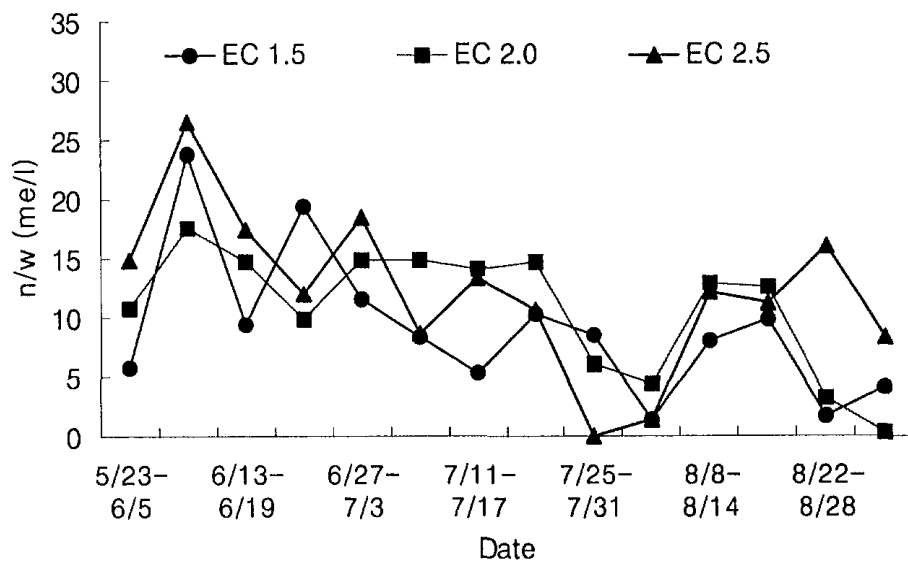


그림 8. 펄라이트 처리구의 급액 농도별 NO<sub>3</sub>-N 변화

그림 8과 그림9에는 펄라이트와 코코피트 배지에서의 급액농도 별  $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 n/w치의 변화를 나타내었다. 두 배지에서의 생육단계에 따른 흡수량상은 유사한 경향을 나타내었으나, 공급배양액의 농도에 따른 흡수농도는 비례적인 관계를 나타내지는 않았다. 7월 이후에는 고온에 의한 생육저하로 양분의 흡수가 부족하였으나 그 이전의 시기에는 EC 2.0dS/m의 농도에서 가장 안정적인 흡수량상을 나타내었다. 생육이 안정된 시기의 참외의  $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 흡수농도는 약 15me/l 정도인 것을 알 수 있었다.

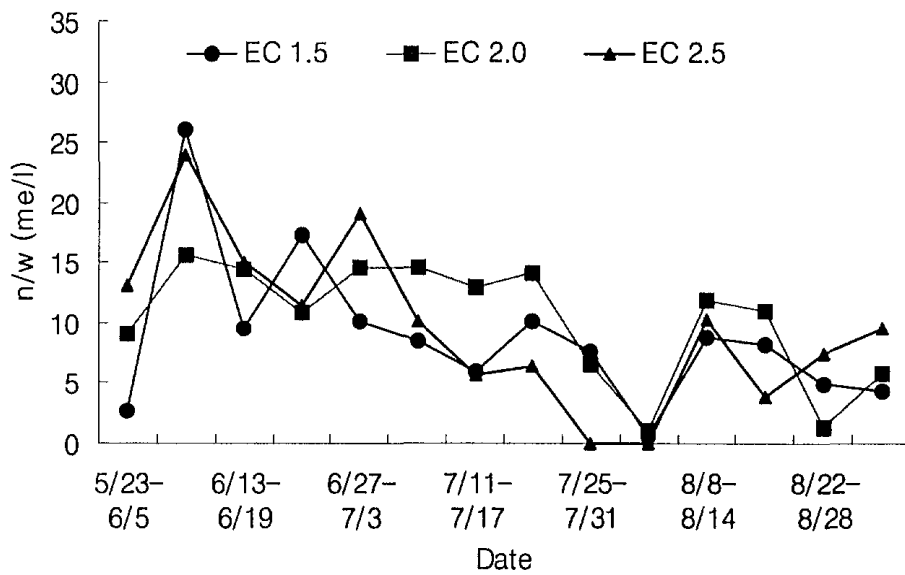


그림 9. 코코피트 처리구의 급액 농도별  $\text{NO}_3\text{-N}$  변화

그림 10에는 펄라이트 배지에서의 P의 흡수농도를 나타내었다. 시기에 따라 약간의 변화는 있었으나 대체적으로 급액농도에 따라서 흡수농도가 비례하는 것을 볼 수 있었으며, P의 흡수농도는 3~5me/l를 나타내었다. P 역시 배양액의 농도가 2.0dS/m에서 가장 안정적인 흡수양상을 나타내었다. 그림 11의 코코피트배지에서는 EC 3.0dS/m농도에서는 불규칙한 변화를 나타내었으나 나머지 두 농도에서는 비교적 안정적인 흡수양상을 나타내어 P의 흡수농도는 4me/l 정도를 나타내었다.

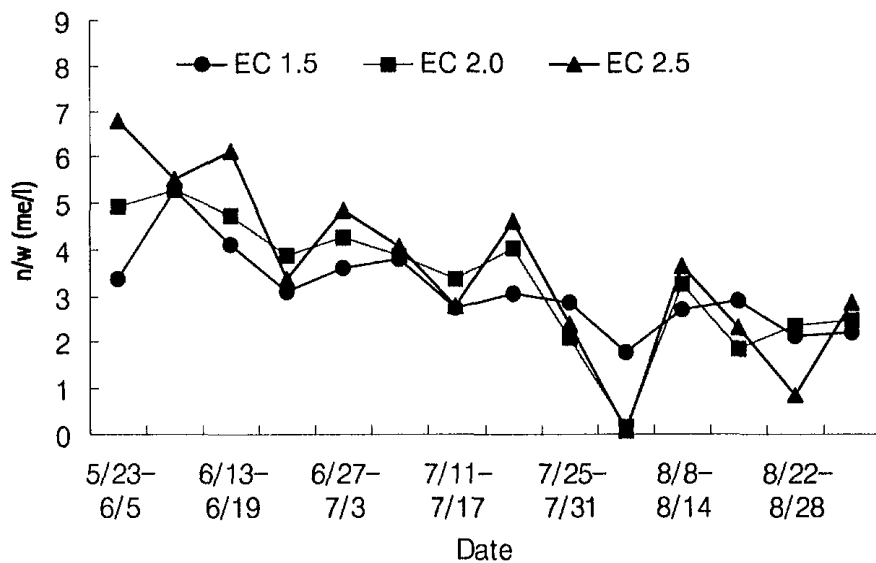


그림 10. 펄라이트 처리구의 급액 농도별 P의 n/w 변화

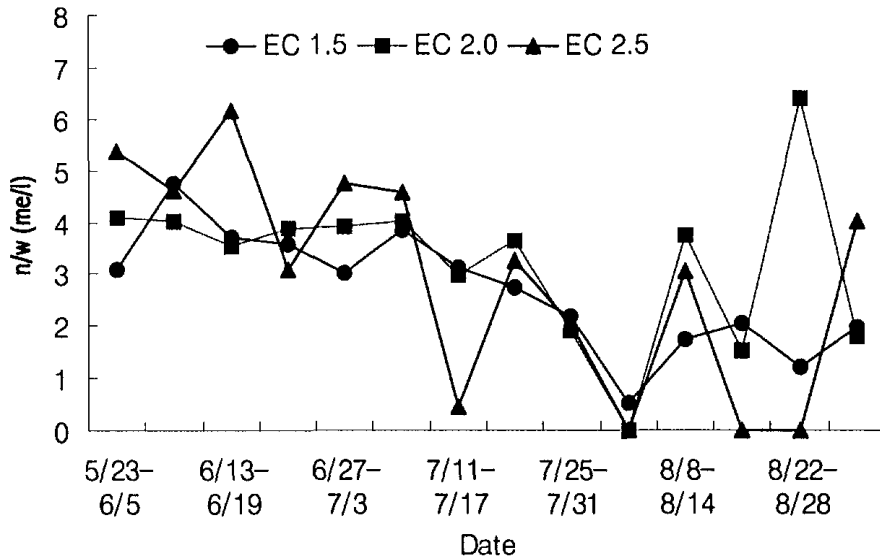


그림 11. 코코피트 처리구의 급액 농도별 P의 n/w 변화

그림 12와 그림 13에는 K의 흡수량상을 나타내었다. 세 가지의 배양액 농도 중에서 EC 1.5dS/m의 약간 낮은 농도의 흡수량상이 가장 안정적인 변화를 나타내었다. 배지의 종류에 따라 약간의 차이는 있었지만, K는 5~6me/l 정도를 흡수한 것을 알 수 있었다.

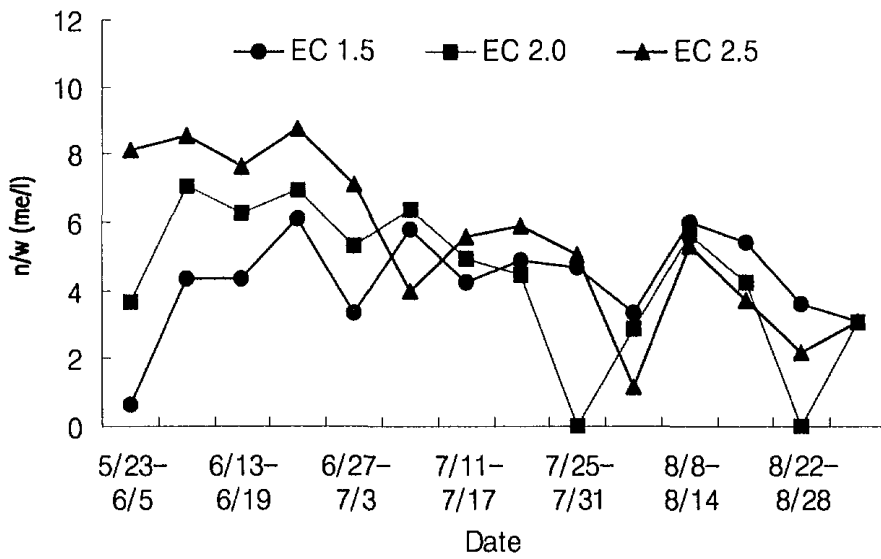


그림 12. 펄라이트 처리구의 급액 농도별 K의 n/w 변화

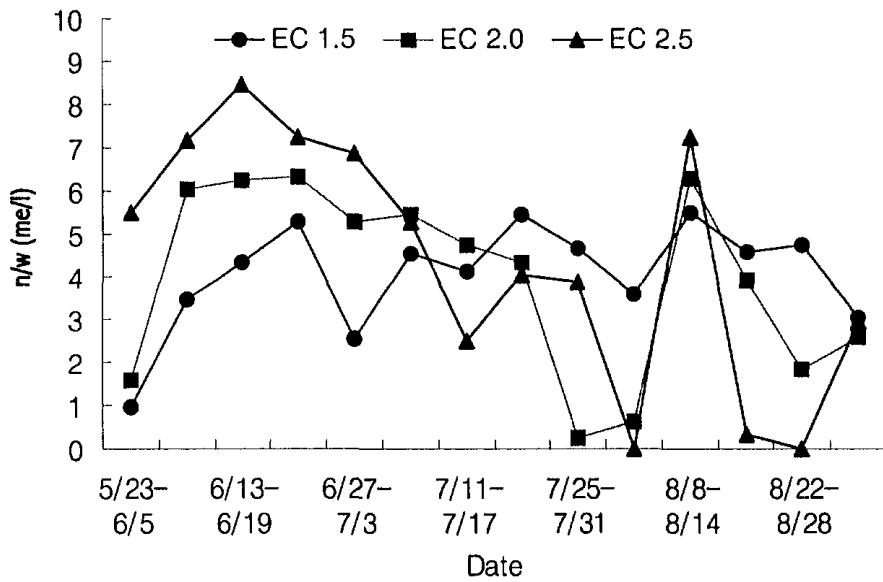


그림 13. 코코피트 처리구의 급액 농도별 K의 n/w 변화

그림 14와 그림 15에는 Ca의 흡수농도를 나타내었다. 두 배지 모두 초기에는 흡수농도가 공급농도와 비례하여 나타났으며, 재배시기에 따른 흡수양상의 변화도 비슷하였다. 배양액의 농도가 EC 3.0dS/m에서는 급격한 변화를 나타내었지만, 나머지 농도에서는 비슷한 경향을 나타내었다. 칼슘의 흡수는 생육후기로 갈수록 흡수농도가 서서히 줄어드는 것을 볼 수 있었다.

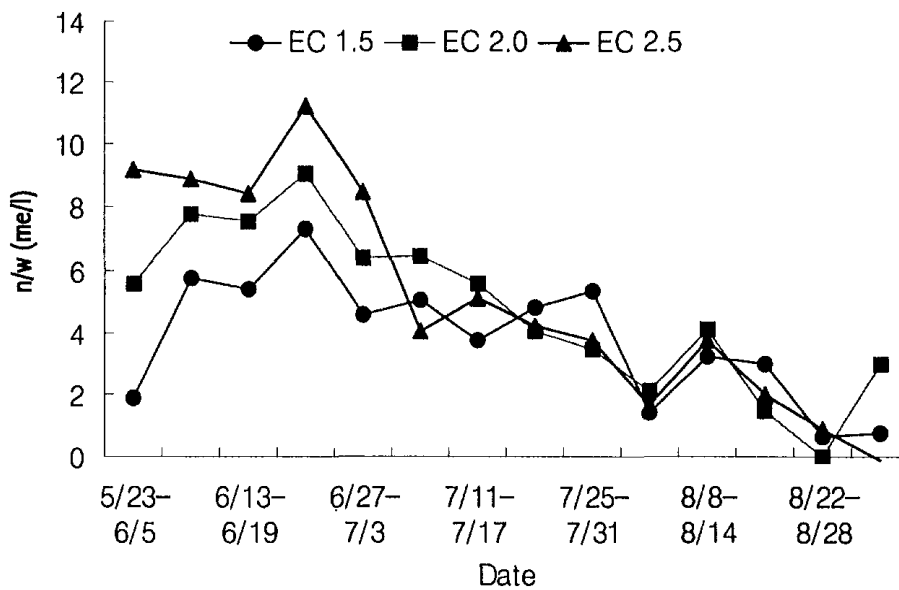


그림 14. 펠라이트 처리구의 급액 농도별 Ca의 n/w 변화

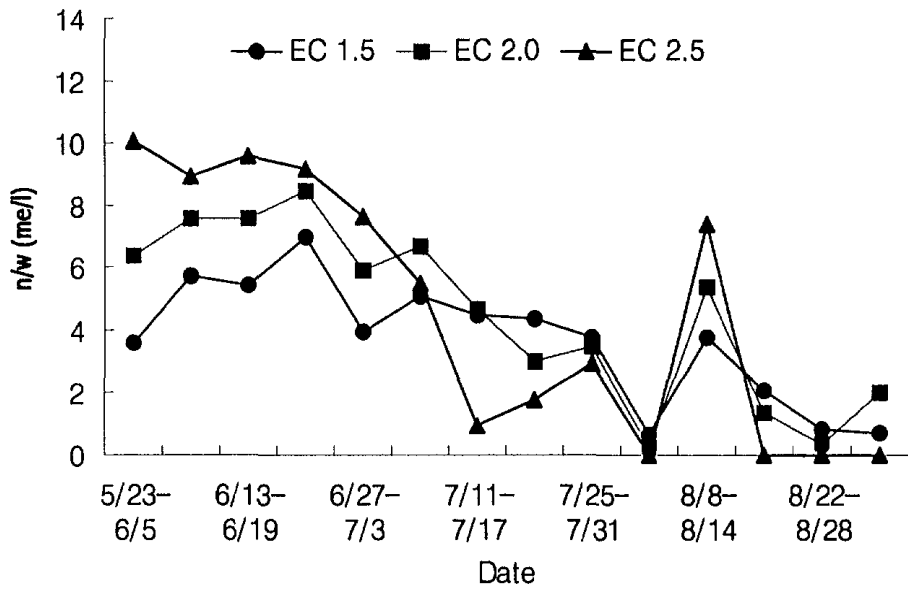


그림 15. 코코피트 처리구의 급액 농도별 Ca의 n/w 변화

그림 16과 그림 17은 Mg의 흡수량상을 나타내었다. 코코피트 배지에 비해서 펄라이트배지에서 Mg의 흡수가 많은 것을 볼 수가 있었으며 흡수량상의 변화도 안정적인 것을 볼 수 있었다. 펄라이트 배지에서는 배양액의 EC 2.0dS/m의 농도에서 가장 안정적인 Mg의 흡수가 이루어졌으며 생육후기에는 흡수가 급격히 저하하는 것을 볼 수 있었다.



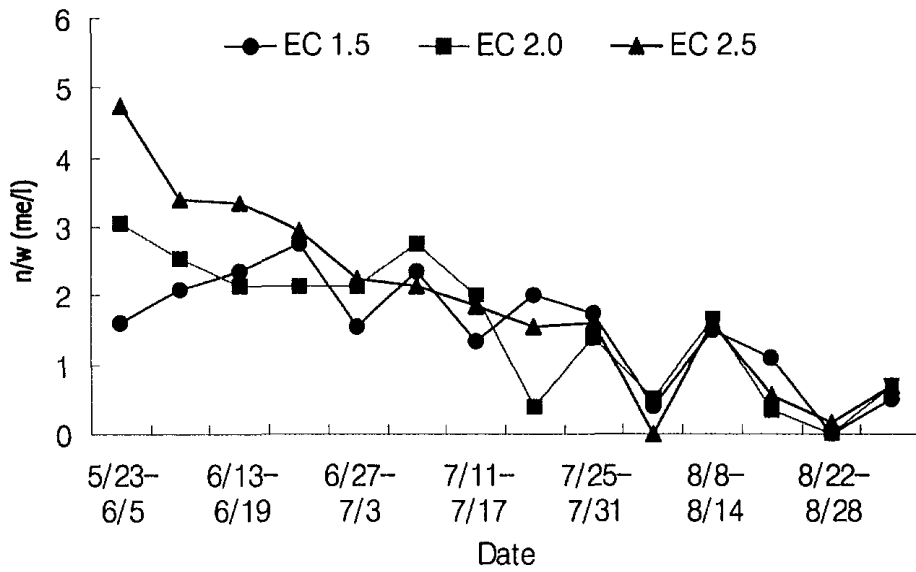


그림 16. 펄라이트 처리구의 급액 농도별 Mg의 n/w 변화

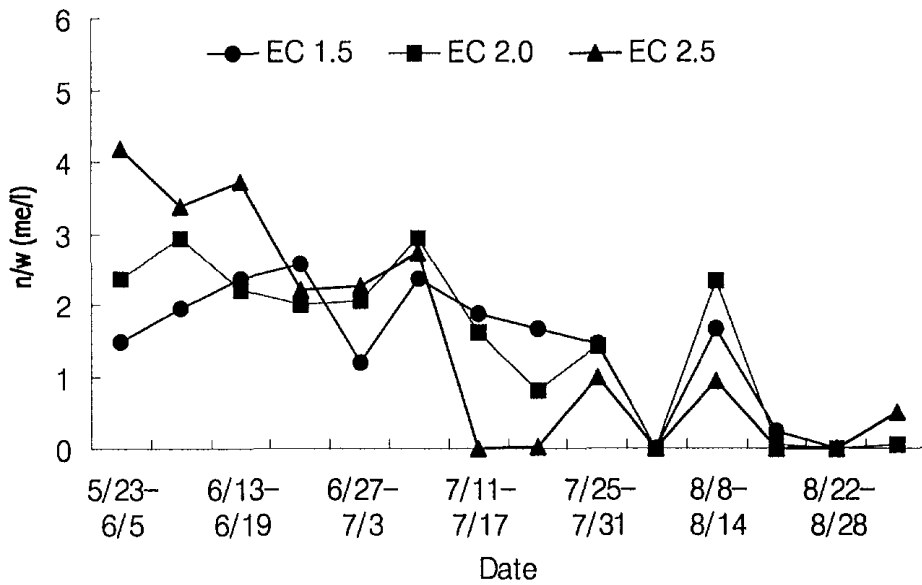


그림 17. 코코피트 처리구의 급액 농도별 Mg의 n/w 변화

그림 18과 그림 19에는 Fe의 흡수 양상을 나타내었다. 시기에 따라서 변화를 나타내기에는 하였으나 대략 2ppm 전후의 흡수 농

도를 나타내었다.

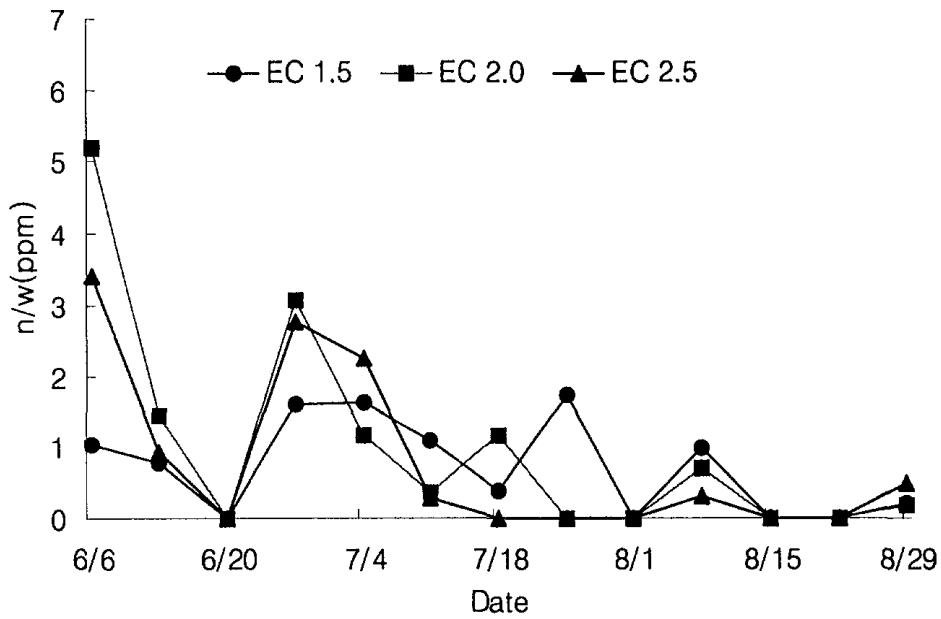


그림 18. 펄라이트 처리구의 급액 농도별 Fe의 n/w 변화

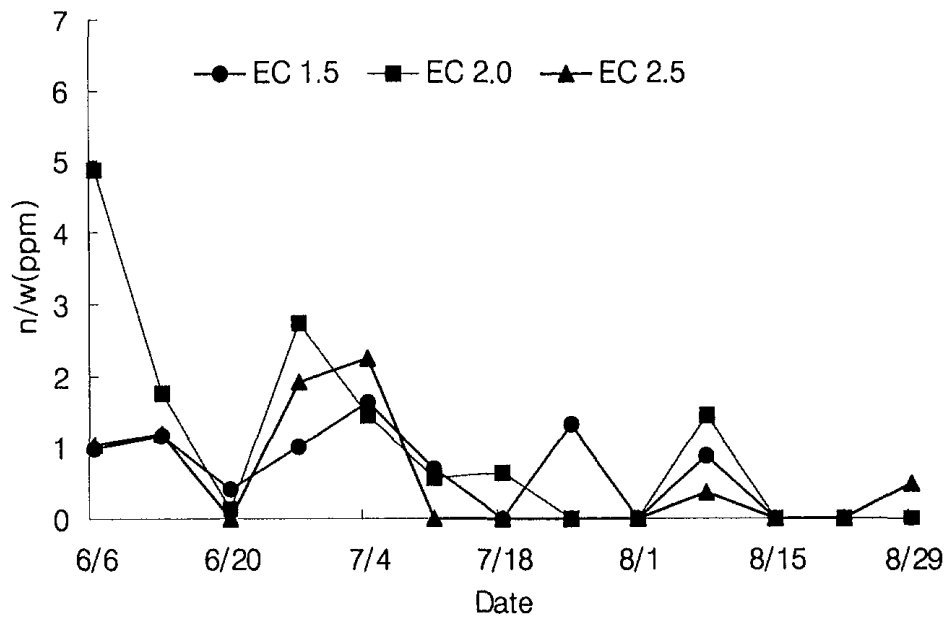


그림 19. 코코피트 처리구의 급액 농도별 Fe의 n/w 변화

그림 20과 그림 21에는 B의 흡수 양상을 나타내었다. 배양액

의 급액 농도와 고형 배지의 종류에 따라 뚜렷한 차이를 나타내지는 않았으나 0.3ppm 전후의 흡수 농도를 나타내었다.

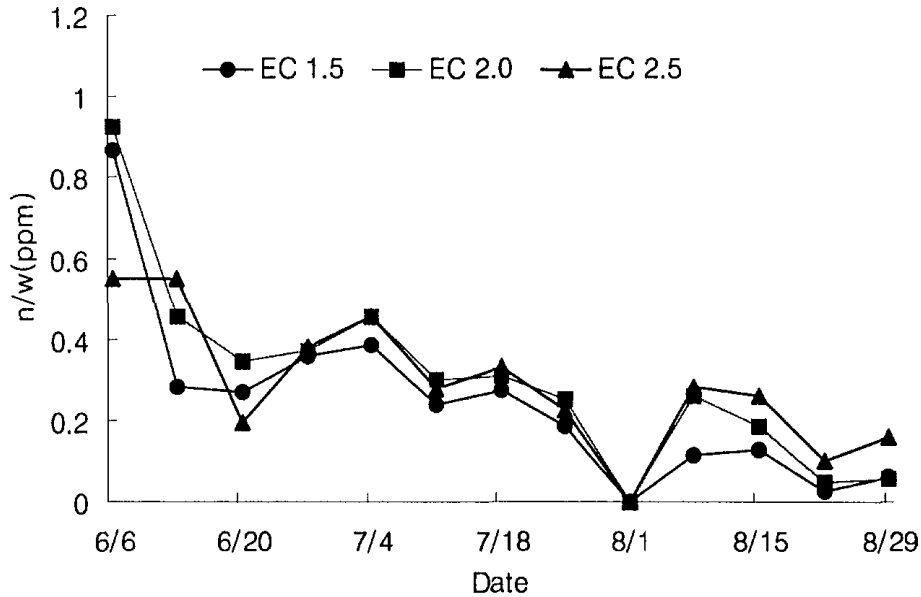


그림 20. 펄라이트 처리구의 급액 농도별 B의 n/w 변화

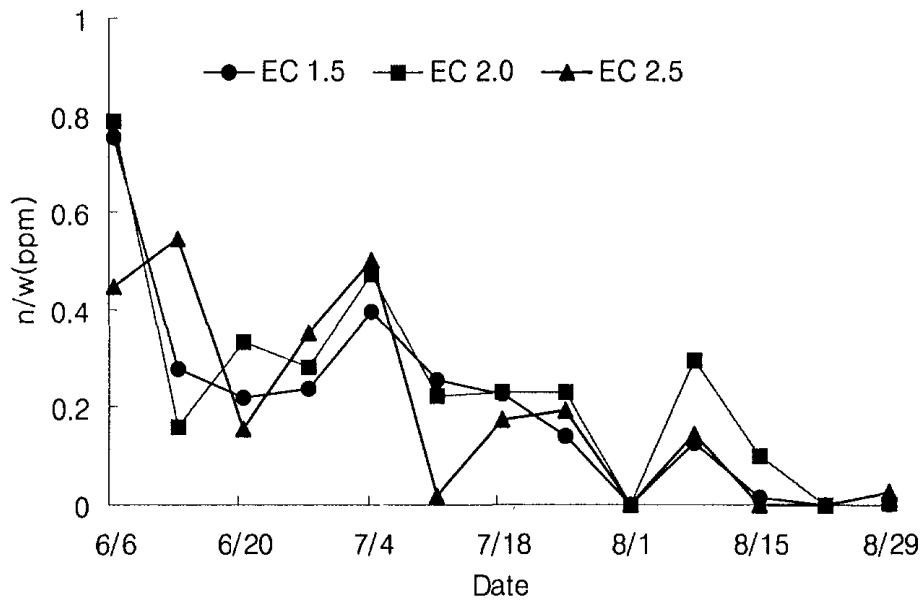


그림 21. 코코피트 처리구의 급액 농도별 B의 n/w 변화

그림 22와 그림 23에는 Cu의 흡수 양상을 나타내었다.

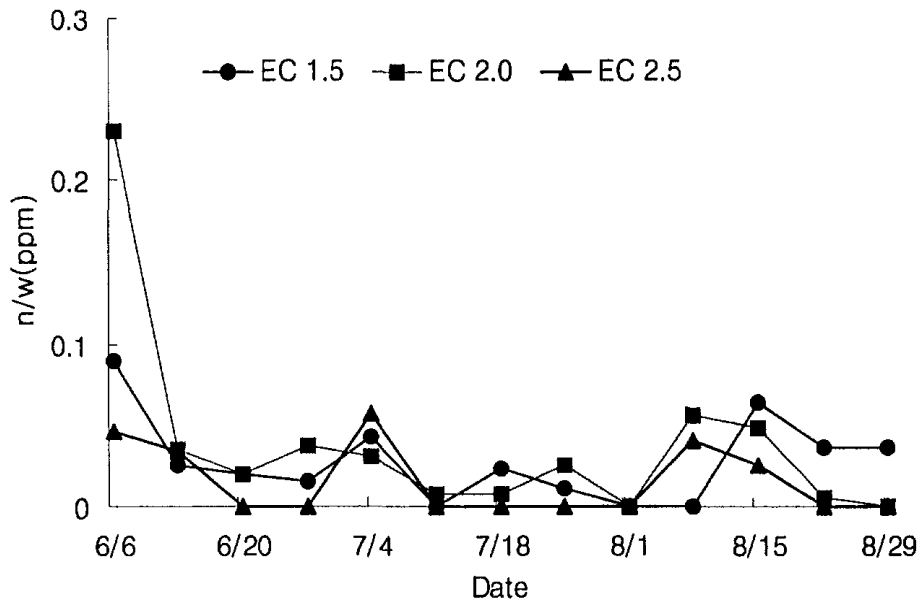


그림 22. 펄라이트 처리구의 급액 농도별 Cu의 n/w 변화

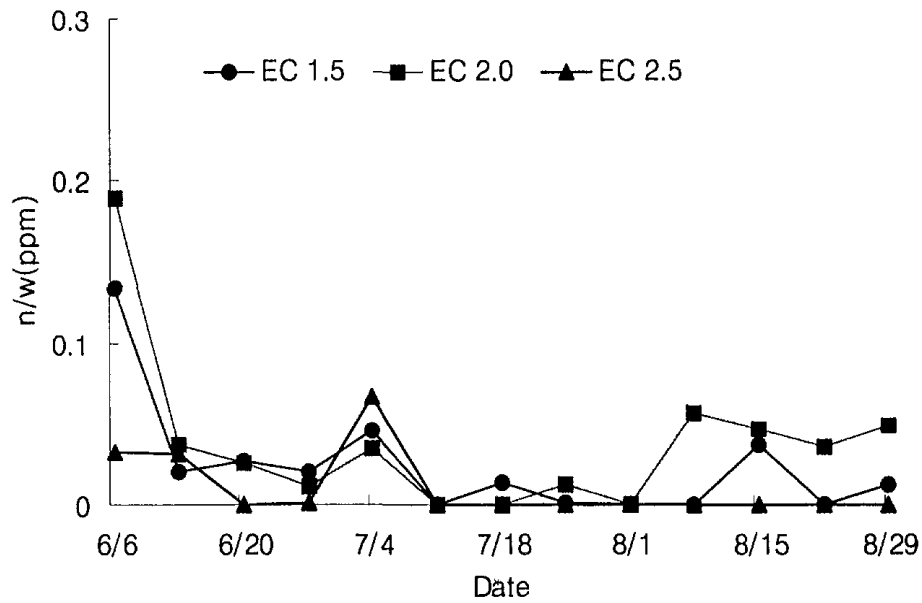


그림 23. 코코피트 처리구의 급액 농도별 Cu의 n/w 변화

그림 24와 그림 25에는 Zn의 흡수 양상을 나타내었다.

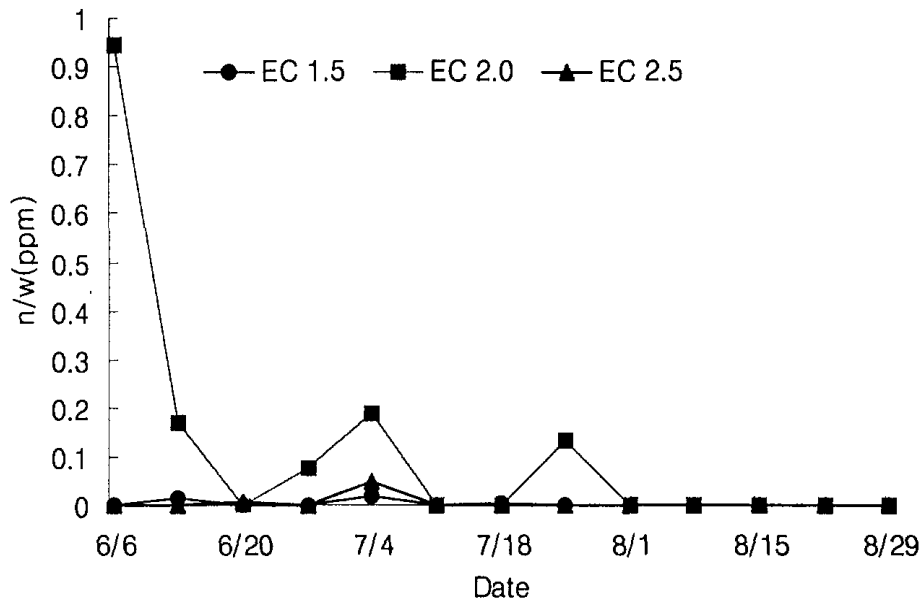


그림 24. 펄라이트 처리구의 급액 농도별 Zn의 n/w 변화

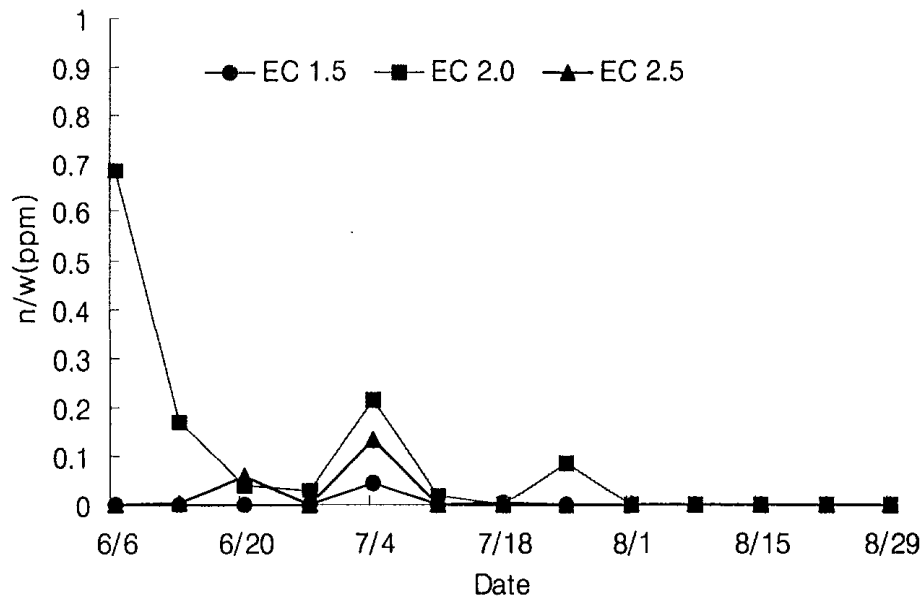


그림 25. 코코피트 처리구의 급액 농도별 Zn의 n/w 변화

실험기간동안의 전체적인 양분흡수의 변화는 1차 수확 이후부터는 모든 성분의 흡수가 전반적으로 저하하는 것을 알 수 있었는데, 이는 과채류의 생육단계에 따른 양분흡수특성에 기인하는 것도 있으나 고온에 의한 생육의 저하가 그 원인인 것으로 생각되었다. 이상의 결과에서 참외의 양분흡수특성은 일부 성분에서 배지의 종류에 따라서 약간의 차이를 나타내기는 하였으나 멜론의 양분흡수특성과 유사한 경향을 나타내었다.

## 2. 실험 2 (2001년도)

그림 26와 그림 27에 실험기간 동안의 유리온실 내의 광환경과 온도, 습도 및 근권온도의 경시적인 변화를 나타내었다.

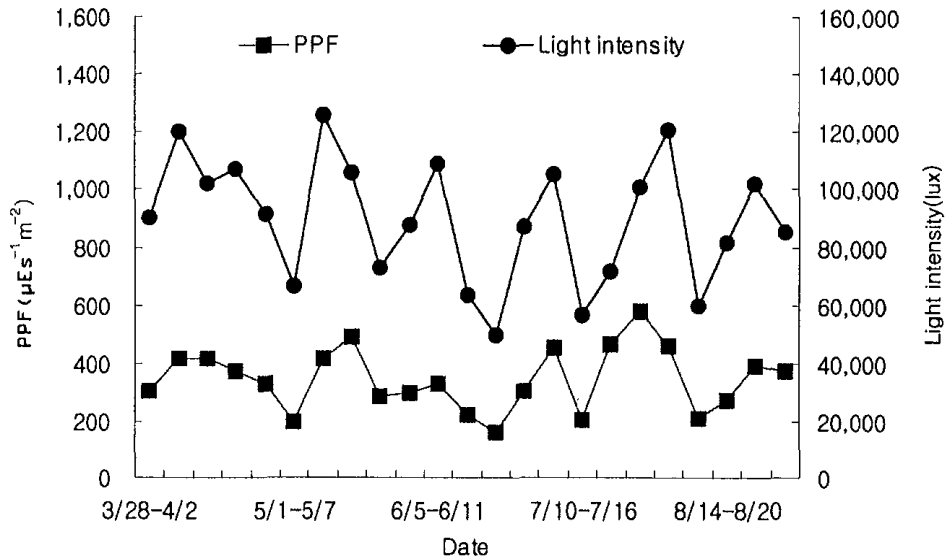


그림 26. 유리온실 내의 광환경의 변화

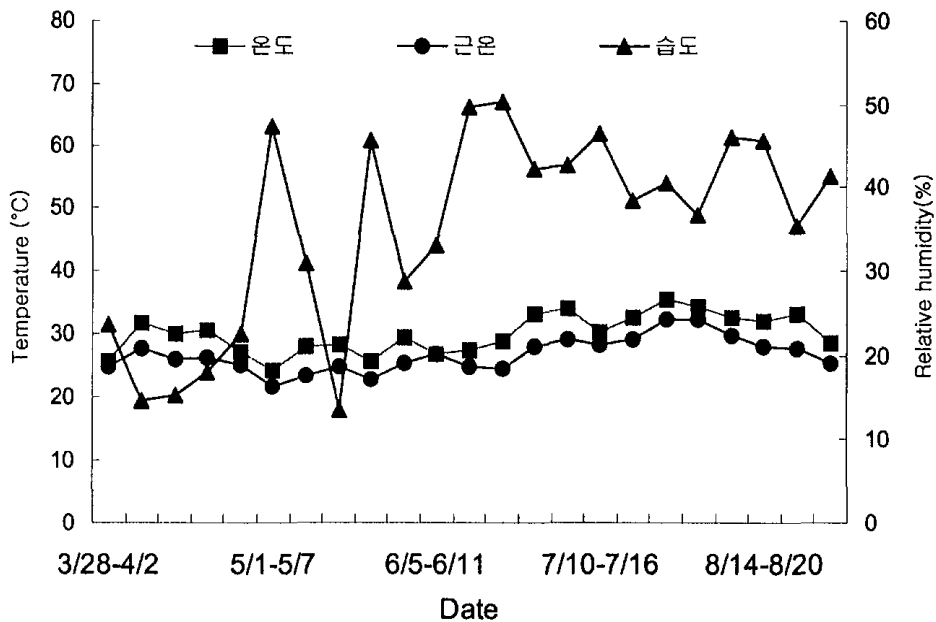


그림 27. 유리온실 내의 온도, 습도 및 근권온도의 변화.

그림 28에 펄라이트와 코코피트배지에 급액횟수를 달리하여 배양액을 공급하였을 때 배지내의 수분함유량의 변화를 나타내었다.

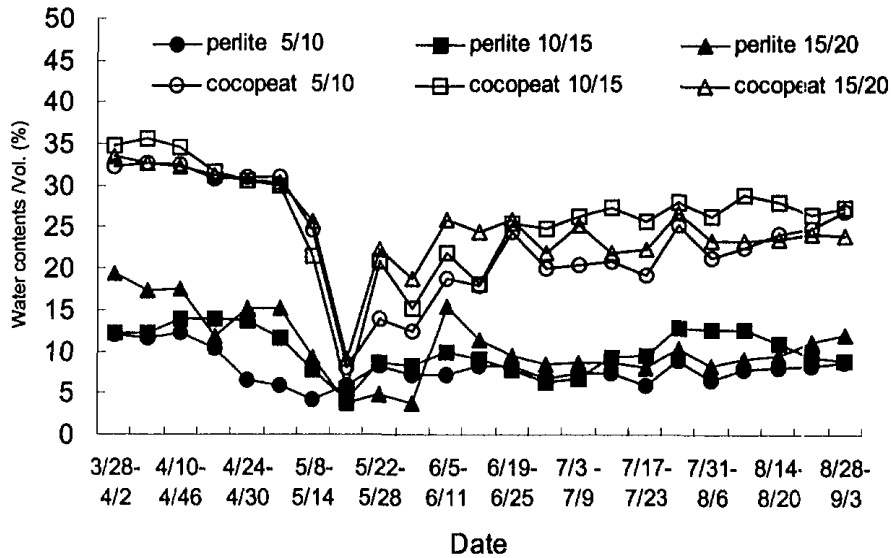


그림 28. 급액횟수에 따른 고품배지내의 수분함량의 변화

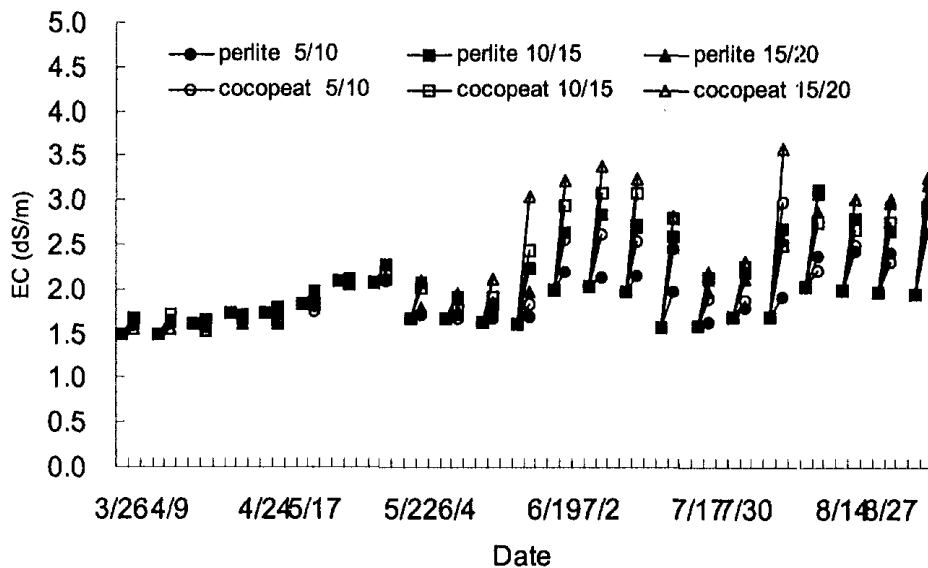


그림 29. 급액 횟수에 따른 배지 종류별 배양액의 EC 변화



그림 29에는 급액횟수에 따른 배지종류별 배양액의 EC 변화를 나타내었다. 배양액의 EC는 수확기 이전까지는 배지 종류와 급액 횟수에 관계없이 EC 1.5~ 2.0dS/m의 범위에서 안정적인 변화 양상을 나타내었다. 그러나 수확 후기의 고온기에는 소량다회의 급액에서 급격한 EC 상승을 나타내었고, 이런 경향은 펄라이트 배지보다 코코피트 배지에서 현저하게 나타났다.

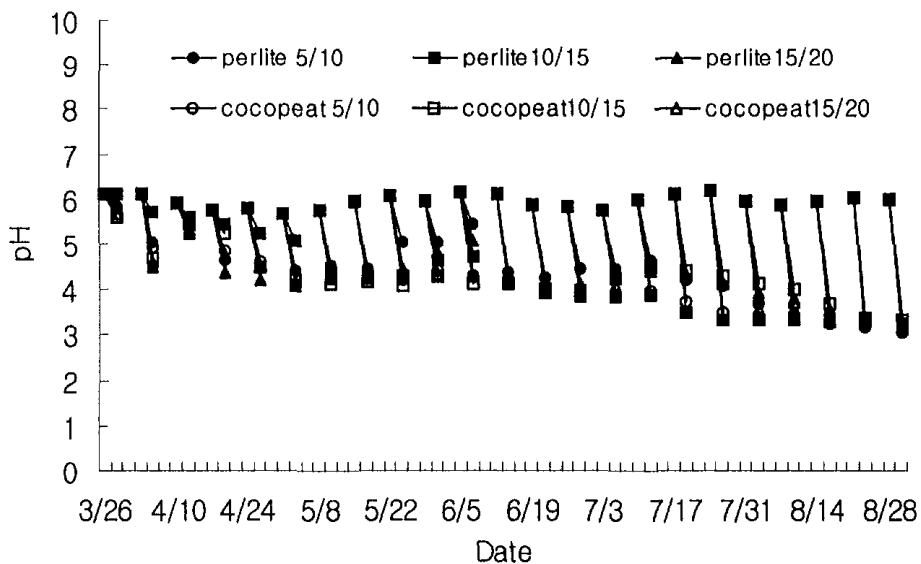


그림 30. 급액 횟수에 따른 배지 종류별 배양액의 pH 변화

그림 30에는 급액 횟수를 달리 하였을 때 배지의 종류별 pH의 변화 양상을 나타내었다. 모든 처리구에서 pH의 하강경향을 나타내었는데 특히 수확후기의 고온기에 그 경향이 뚜렷하였다. 펄라이트 배지에서는 수확기 이전에는 안정적인 범위내에서 pH

의 하강을 나타내었고 다량 소회 급액 보다는 소량다회의 급액에서 하강 경향이 뚜렷하게 나타났다. 코코피트 배지에서는 전반적으로 pH 하강 경향이 심하였으나 생육 및 수량에는 영향을 미치지 않는 결과를 나타내었다.

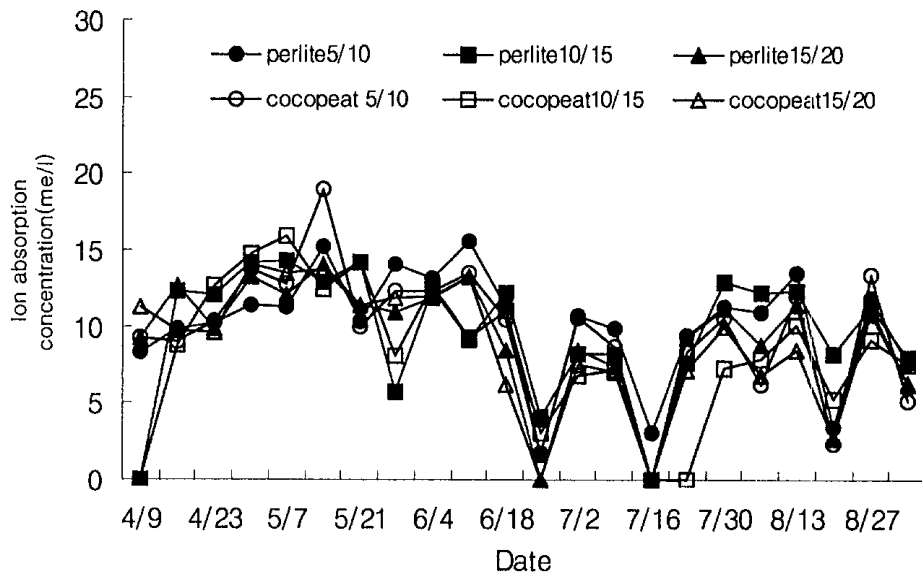


그림 31. 배지종류 및 급액 희수별 NO<sub>3</sub>-N의 n/w 변화

그림 31에 펄라이트와 코코피트 배지의 종류별로 급액희수를 달리하였을 때 NO<sub>3</sub>-N의 외관상 흡수농도를 나타내었다. 생육시기 전반에 따라서 일정한 경향을 나타내지는 않았지만, 두 배지 모두 제 1 절의 수확기 전의 전반기에는 다량소회의 급액보다는 소량다회의 급액에 의해서 NO<sub>3</sub>-N의 외관상 흡수농도가 높은 경향을 나타내었고 후반기에는 반대로 다량소회의 급액방법에서

NO<sub>3</sub>-N의 외관상 흡수농도가 높은 경향을 나타내었다. 제 1 절수확기 이후의 고온기에는 급액횟수에 따른 흡수농도에 일정한 경향을 나타내지 않았다. 참외의 전반적인 NO<sub>3</sub>-N의 외관상 흡수농도는 10~13me/l정도였으며 제 1 절의 수확기 이후에는 약간 낮은 흡수율을 나타내었다.

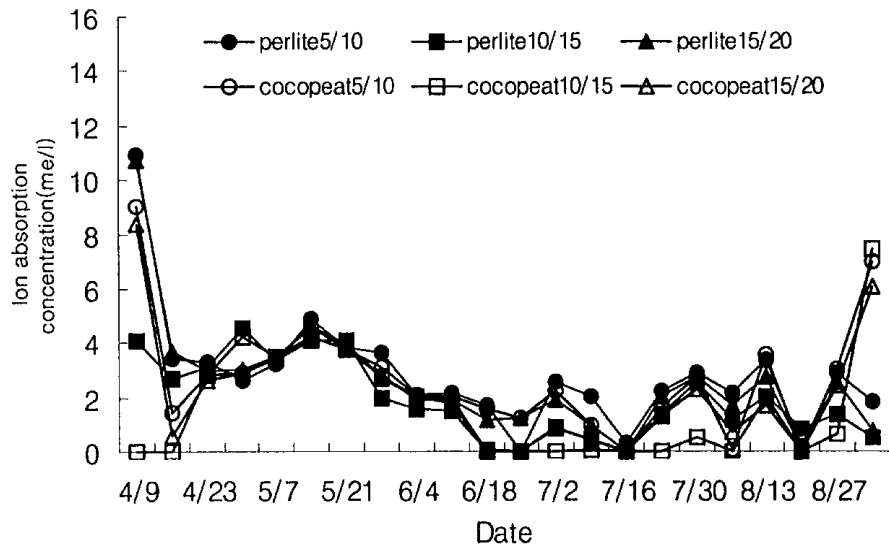


그림 32. 배지종류 및 급액 횟수별 P의 n/w 변화

그림 32에 P의 외관상 흡수농도를 나타내었다. 급액횟수의 차이에 따른 흡수농도의 차이는 찾아볼 수 없었으며, 전체적으로 실험기간의 초기에는 3~4me/l를 그리고 후기에는 2~3me/l의 P를 흡수한 것을 알 수 있었다.

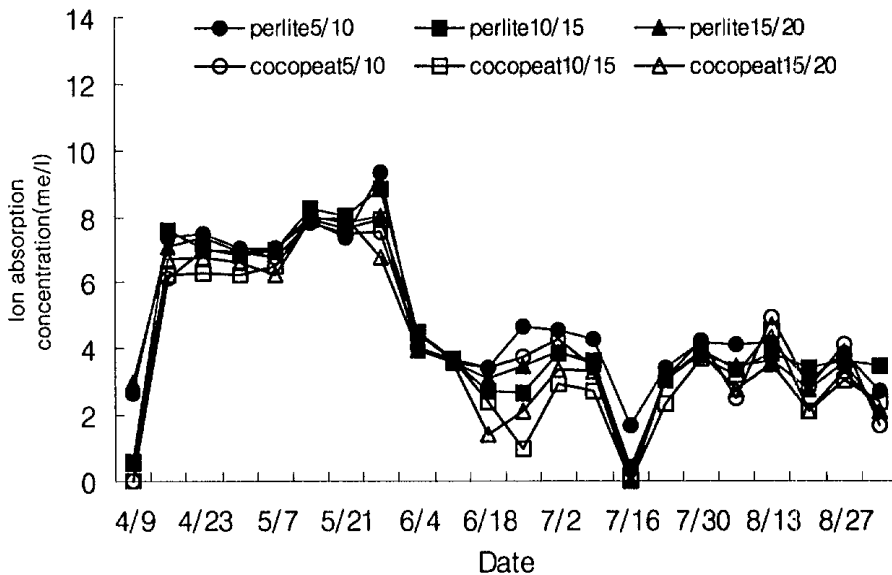


그림 33. 배지종류 및 급액 횟수별 K의 n/w 변화

그림 33에는 K의 외관상 흡수농도를 나타내었다. 실험기간 후반기에는 두 배지 모두 소량다회의 급액보다는 다량소회의 급액에서 K의 외관상 흡수농도가 증가하는 경향을 나타내었으나 그 이전에는 급액횟수에 따른 흡수농도의 차이는 볼 수가 없었다. 생육시기에 따른 K의 외관상 흡수농도는 초기에는 약 7me/l 정도였으나 그 이후에는 급격히 감소하여 4me/l를 나타내었다. 이는 참외의 생육단계와 외부환경의 영향으로 생각되나 이에 대해서는 추후 자세한 검토가 필요한 것으로 생각되었다.

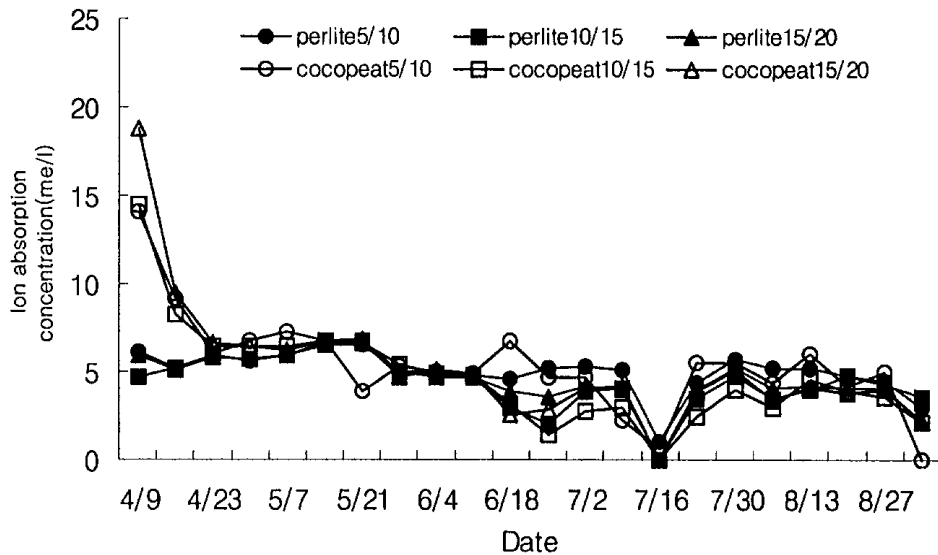


그림 34. 배지종류 및 급액 횟수별 Ca의 n/w 변화

그림 34에 Ca의 외관상 흡수농도를 나타내었다. 실험 후반기에는 두 종류의 배지 모두 다량소회의 급액방식에서 Ca의 외관상 흡수농도가 증가하는 경향을 나타내었고 전반기에는 차이가 없었다. Ca의 흡수는 실험 기간동안 비교적 일정한 농도가 유지되었으며 4~6me/l를 나타내었다.

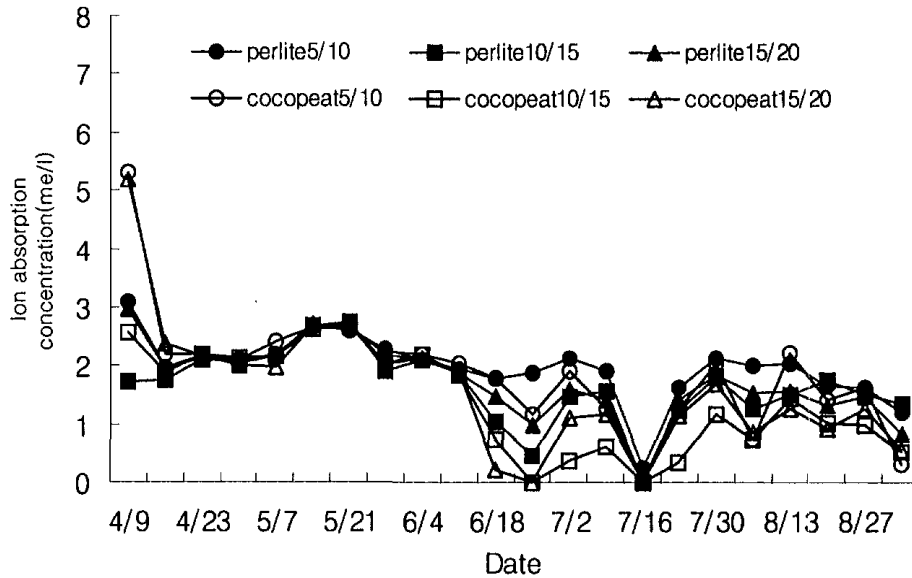


그림 35. 배지종류 및 급액 횟수별 Mg의 n/w 변화

그림 35에는 Mg의 외관상 흡수농도를 나타내었다. Mg도 실험기간의 전반기에는 급액횟수에 따른 흡수농도의 차이는 나타나지 않았으나 후반기에는 다량소회의 급액의 경우에 Mg의 외관상 흡수가 증가하는 경향을 나타내었다. 전반적인 Mg의 외관상 흡수농도는 2~2.5me/l이었다.

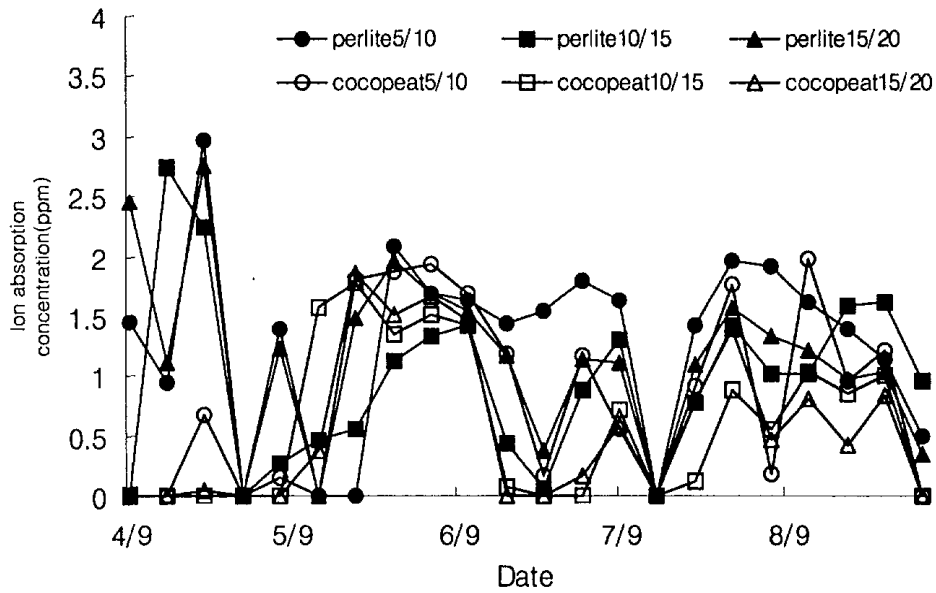


그림 36. 배지종류 및 급액 횟수별 Fe의 n/w 변화

그림 36에는 Fe의 외관상 흡수 농도를 나타내었다. 두 배지 모두에서 소량 다회 급액에서 보다는 다량 소회 급액에서 Fe의 흡수가 양호한 것을 알 수 있었으며 흡수농도는 1.5~2.0ppm 정도 였다.

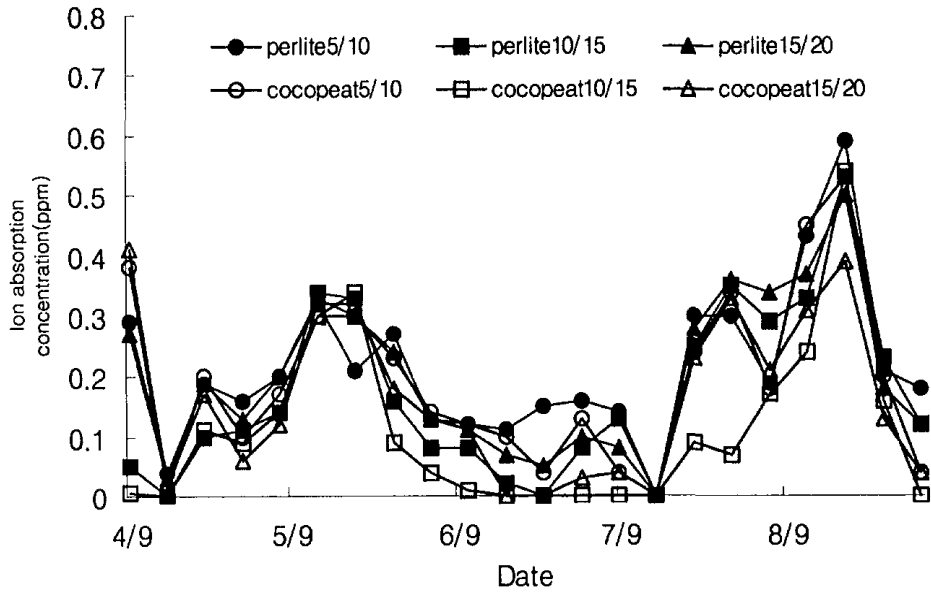


그림 37. 배지종류 및 급액 횟수별 B의 n/w 변화

그림 37는 B의 외관상 흡수농도를 나타내었다. B의 흡수는 일정한 경향을 나타내지는 않았지만 0.1~0.3ppm 범위의 흡수농도를 나타내었다.



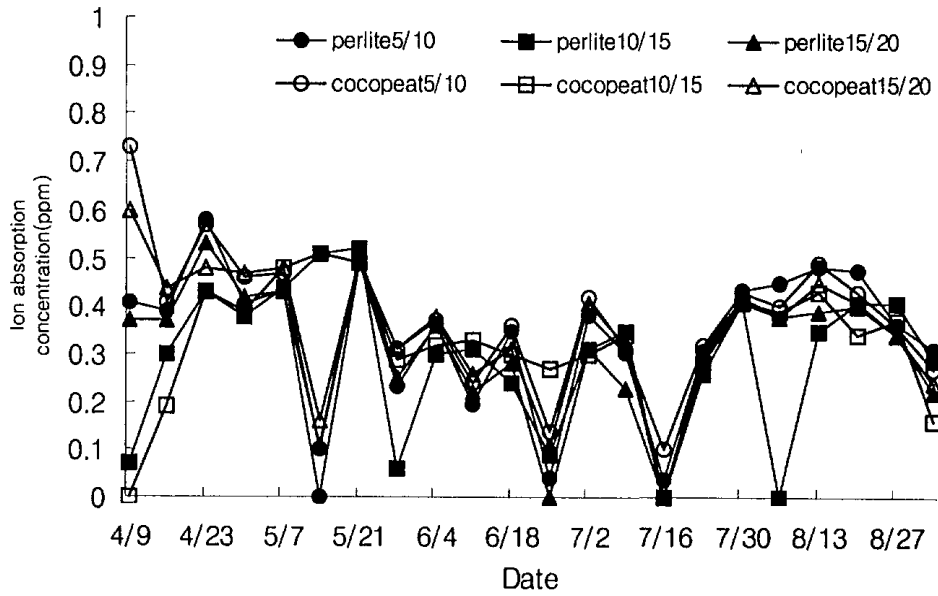


그림 38. 배지종류 및 급액 횟수별 Mn의 n/w 변화

그림 38은 Mn의 외관상 흡수 농도를 나타내었다. Mn의 흡수는 급액 횟수와 배지의 종류에 따라서 뚜렷한 차이를 나타내지는 않았으며 흡수농도는 0.3~0.5ppm 전후를 나타내었다.

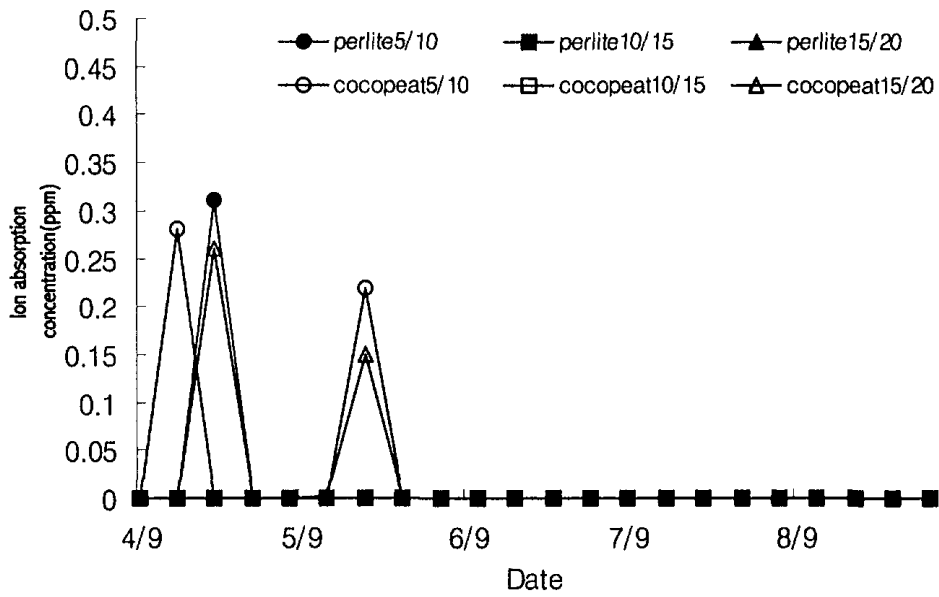


그림 39. 배지종류 및 급액 횟수별 Cu의 n/w 변화

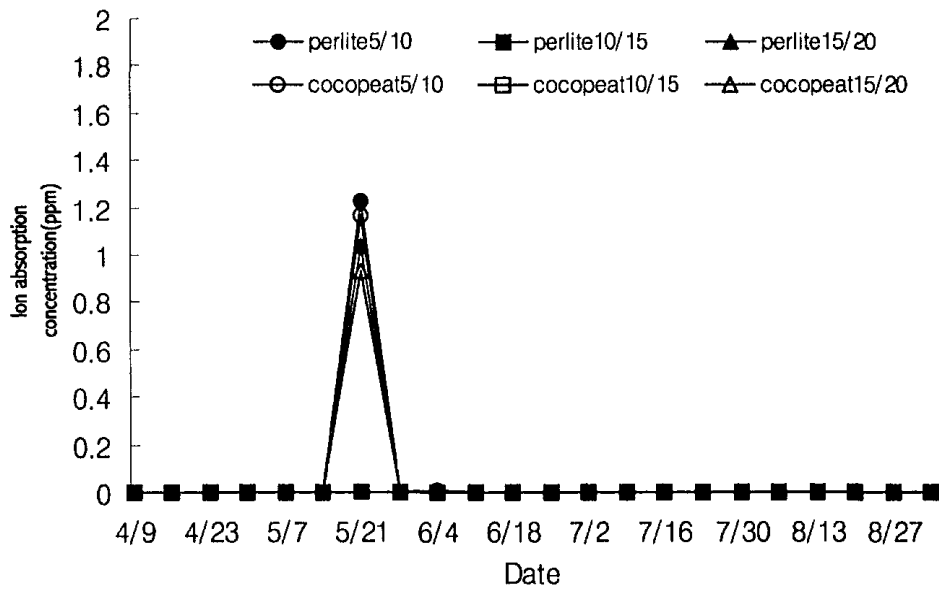


그림 40. 배지종류 및 급액 횟수별 Zn의 n/w 변화

식물은 양분 흡수균형에 일치하는 배양액 조성으로 배양액을 공급하므로써 최대의 생육과 수량이 얻어질 수 있다. 그러나, 식물의 양분흡수균형에 항상 일치하도록 관리를 한다는 것은 지극히 어려운 일이다. 또한 식물은 배양액 조성에 대한 허용범위가 비교적 넓기 때문에 식물의 전 생육기간의 평균적인 양분흡수균형에 기준해서 배양액을 조성하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다. 과채류에서는 생육단계에 따라서 무기성분의 흡수 양상이 다른 경우가 많으나, 일반적인 농가에서 생육단계에 따라 배양액의 조성을 달리하여 배양액을 조제하기란 쉽지 않은 일이며 본 연구의 취지가 농가보급을 위한 기술개발이라는 점에서 최적 배양액조성을 단일화하는 것이 무난할 것으로 생각된다. 본 실험에서 얻어진 상기의 결과들은 비교적 짧은 기간 내의 결과이고 다양한 환경에서 얻어진 결과로는 볼 수는 없으므로 완벽한 양분흡수 특성을 파악하기 위해서는 더욱 많은 시간에 더 다양한 실험이 필요한 것이 당연하다. 이것은 앞으로의 지속적인 실험을 통하여 구명할 사항이라고 생각하며, 본 연구의 결과로부터 참외의 순환식 고품배지 방식의 재배를 위한 배양액을 다음과 같이 조성하였다.

표 1. 참외 전용 배양액 조성

Macro element (me/ℓ)	N		PO <sub>4</sub> -P	K	Ca	Mg
	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N				
	13	1.3	4	6	7	3
Micro element (ppm)	Fe	B	Mn	Zn	Cu	Mo
	3	0.5	0.5	0.05	0.05	0.02
EC (dS/m)			2.0			

표 2. 참외 전용 배양액 조성을 위한 비료 염의 양

1) 배양액 조성

비료종류			표준농도	100배액 1,000 ℓ
A 액	질산칼슘	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	826 (mg/ℓ)	82.6(kg)
	질산칼륨	KNO <sub>3</sub>	202 (mg/ℓ)	20.2(kg)
	킬레이트철	Fe-EDTA(12.5%)	24 (mg/ℓ)	2.4(kg)
B 액	질산칼륨	KNO <sub>3</sub>	404 (mg/ℓ)	40.4(kg)
	제1인산암모늄	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	152 (mg/ℓ)	15.2(kg)
	황산마그네슘	MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	369 (mg/ℓ)	36.9(kg)
	붕산	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	3 (mg/ℓ)	300(g)
	황산망간	MnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	2 (mg/ℓ)	200(g)
	황산아연	ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	0.22 (mg/ℓ)	22(g)
	황산구리	CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	0.05 (mg/ℓ)	5(g)
	몰리브덴산나트륨	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	0.02 (mg/ℓ)	2(g)
	EC (dS/m)			2.0

## 제 4장 참외 배양액 관리기술 확립

### 제 1절 서설

작물은 생육단계와 환경조건에 따라서 양분의 흡수균형이 달라진다. 그러므로, 생육단계와 환경조건에 따라 배양액의 조성을 달리하여 공급할 수도 있다. 그러나 실제의 농가에서 작물의 양분흡수균형에 항상 일치하도록 배양액의 조성을 바꾸어가며 관리를 하는 것은 쉽지가 않다. 또한 작물은 배양액조성에 대한 허용범위가 비교적 넓기 때문에 식물의 전 생육기간의 평균적인 양분흡수균형에 기준해서 배양액조성을 하고 상황에 따라서 배양액의 농도를 적절하게 조절하여 관리하는 것이 일반적이라고 할 수 있다. 배양액의 농도가 높을수록 양분의 흡수량은 많아지고 생육이 촉진된다. 생육이 촉진되면 엽면적이 증가해서 증산량도 많아지고 대사량이 증가하므로 필요한 수분이 많아져서 수분흡수량도 많아지게 된다. 그러나 과다하게 높은 배양액 농도는 삼투압을 증가시켜 수분흡수를 억제하고 양분흡수도 억제하게 된다. 일반적으로 배양액의 농도가 낮을수록 수분흡수량에 대한 양분흡수량의 비율( $n/w$ )이 높아지므로 추비를 하지 않으면 배양액농도는 낮아진다. 배양액의 농도가 높으면  $n/w$ 비가 낮아져서 보수를 하지 않으면 배양액농도는 높아진다. 극단적으로 높은 농도에서는 양분흡수보다는 수분흡수가 억제되므로

n/w비는 높아진다. 그러므로 적정농도라는 것은 보수와 추비를 하지 않아도 배양액농도가 변화하지 않는 농도 즉, 작물의 양수분흡수의 n/w비와 동일한 n/w비가 되는 배양액농도라고 할 수 있다. 작물에 따른 적정농도는, 오이, 메론, 수박, 호박, 토마토, 파 등은 EC 1.8~2.0dS/m이고, 피망, 가지, 상추, 딸기는 EC 0.8~1.2dS/m이다. 그러나, 이런 농도로 작물을 재배하면 자칫 영양생장이 왕성해져서 연약하고 도장이 되기 쉬운 경향도 있다. 그런데, 과채류에서는 이상의 농도보다 높은 농도에서 수량이 증가하는 경우가 많다. 더욱이, 당도, 저장성, 색도 등의 품질을 고려하면 이들 농도보다 높은 농도가 적정농도가 될 수가 있다.

생육단계에 따른 배양액농도의 관리에 있어서는, 영양생장과 생식생장이 구분되는 과채류에서는, 생육단계에 따라서 배양액의 농도를 변화시키는 경우가 많다. 영양생장기에는 비교적 저농도로 관리하여 기본적인 영양기관인 잎과 뿌리 등의 생장을 촉진시키고, 그 후에는 서서히 농도를 높여서 착과기부터는 고농도로 한다. 수확기간은 수확에 따른 무기양분의 소실에 대응해서 양분흡수량을 많게 하기 위해서 농도를 높게 유지한다. 그러나, 영양생장을 계속하는 엽채류는 식물체가 성장할수록 양수분의 흡수속도가 증가하므로 그것에 대응해서 농도를 높여서 생육을 촉진시킨다.

환경조건에 따른 배양액농도의 관리에 있어서는, 저기온, 저

근은, 약일조 하에서는 수분흡수량이 억제되므로, 배양액의 농도를 높게 한다. 예를 들면, 네델란드와 같은 겨울의 약일조 조건에서 토마토를 정식하는 경우에는 EC 4.0dS/m로 급액을 시작하는데, 만일 우리나라에서처럼 EC 1.8dS/m로 시작하게 되면 토마토는 과번무가 되어 거의 착과를 할 수 없게된다. 한편, 고기온, 고근은, 강광 하의 환경에서는 농도를 낮게하는 것이 일반적이다. 그러나 약광 하의 고기온 및 고근은은 도장의 원인이 되므로 주의해야한다. 그런 경우에는 배양액의 농도를 높게 하여 수분흡수를 억제하여 생육을 조절하기도 한다.

한편, 재배목적에 따른 배양액의 관리방법도 달라질 수 있다. 재배목적이 고수량인 경우에는 적정농도로 관리를 하지만, 고당도, 선도, 저장성, 색조 등의 고품질이 목적인 경우에는 고농도로 관리하는 경우가 많다. 이 경우에는 비료만으로 고농도로 하는 것이 아니고 염화나트륨 또는 황산나트륨을 사용하여 배양액의 농도를 높이기도 한다.

작물의 양분흡수의 균형이 배양액의 조성과 일치하지 않는 경우에는 잔류성분의 영향에 의해서 배양액의 pH가 변화한다. 예를 들면, 양이온의 흡수가 많아지면, 배양액의 수소이온이 증가해서 pH를 저하시키고, 음이온의 흡수가 많아지면 배양액의 수산이온이 증가해서 pH가 상승한다. 또 뿌리의 부패와 발효에 의해서도 pH가 영향을 받는다. 일반적으로 토마토, 피망 등의

가지과 작물이나 파 등은 pH가 상승하고, 오이, 멜론 등의 박과 작물은 pH가 저하한다. 딸기는 뿌리가 건전하고 양분흡수가 왕성하게 행해지는 시기에는 pH가 상승하고, 뿌리의 발생과 신장이 저하해서 부패나 발효가 발생하면 pH가 저하한다. 양액재배에서는 배양액의 pH를 적정범위에서 관리하기 위해서는 배양액 조성을 바꾸지 않도록 이온농도관리를 하든가, 산 또는 알칼리를 사용해서 pH를 조절하는 방법을 사용하지 않으면 안 된다.

고형배지재배에서는 배지의 용량이 작기 때문에 작물의 수분소비량에 맞는 급액관리가 필요하다. 그러나, 작물의 수분소비량은 작물의 종류, 작형 등의 재배조건만이 아니고, 환경조건에 따라 크게 달라지므로, 실제 재배에서는 수분소비량을 정확하게 예측하는 것은 어려운 실정이다. 배양액의 순환방식에서는 과잉급액한 배양액은 탱크에 회수되어 재 이용되므로 작물의 수분소비량에 크게 구애될 필요는 없다. 그렇지만, 순환식에서도 작물의 수분소비량에 비해서 다량으로 배양액이 공급되면 근권내가 과습되기 쉬우므로 과습해를 방지하기 위한 방법을 고려하지 않으면 안 된다.

본 연구에서는 농가 보급용 양액재배 시스템에서 적절한 배양액 관리기술을 구명하고자 하였다. 배양액 관리기술은 재배현장의 다양한 상황에 대응하는 고도의 기술이 요구되기도 하나, 농가보급을 위한 간편하고 적절한 기술을 정립하고자 하였다.



## 제 2절 재료 및 방법

### 1. 실험 1 (2000년도)

#### 가. 비닐온실

##### 1) 식물재료 및 온실

가) 식물재료 : 금싸라기 은천 (홍농종묘, 참외)

칠성 신토좌 (홍농종묘, 호박)

나) 육묘 : 1999년 12월 28일에 육묘용 상토를 충진한 50구 트레이에 금싸라기 은천을 파종하였으며, 대목용 호박은 2000년 1월 4일 파종하여 유리온실에서 육묘하였다.

다) 접목 : 2000년 1월 18일 호박과 참외를 호접하여 직경 12cm 비닐 포트에 이식하여 육묘하였다.

라) 적심 : 2000년 2월 3일에 접수의 주지를 4마디 남기고 적심하였다.

마) 정식 : 2000년 2월 23일에 자만이 3~4개정도 발생하였을 때 시험 포장에 배지별로 25cm 간격으로 정식하였다.

바) 비닐온실 : 길이 30m, 폭 6m, 면적 180m<sup>2</sup>, 2동

사) 급액방법 :

(1) 펄라이트 3월 ; 12회/일, 2분/회, 1.6 l/株

4월 ; 14회/일, 3분/회, 2.8 l/株

5월 ; 16회/일, 3분/회, 3.2 l/株

6월, 7월, 8월 ; 18회/일, 3분/회, 3.6 l/株

- 9월 ; 16회/일, 3분/회, 3.2 ℓ/株
- (2) 코코피트 3월 ; 11회/일, 2분/회, 1.46 ℓ/株  
 4월 ; 12회/일, 3분/회, 2.4 ℓ/株  
 5월 ; 13회/일, 3분/회, 2.6 ℓ/株  
 6월 ; 14회/일, 3분/회, 3.2 ℓ/株  
 7월, 8월 ; 18회/일, 3분/회, 3.6 ℓ/株  
 9월 ; 15회/일, 3분/회, 3.0 ℓ/株
- (3) NFT 3월 ; 24시간 타이머 30분 운전 15분 정지  
 4월 ; 24시간 타이머 45분 운전 15분 정지  
 5월 ; 24시간 타이머 60분 운전 15분 정지  
 6월 ; 24시간 타이머 주간 연속 운전,  
 야간 60분 운전 15분 정지  
 7월, 8월 9월 ; 24시간 타이머 연속운전

## 나. 유리온실

### 1) 식물재료 및 방법

1) 식물재료 : 금싸라기 은천 (홍농종묘, 참외)

칠성신토좌 (홍농종묘, 호박)

2) 육묘 : 2000년 3월 23일에 육묘용 상토를 충전한 50구

트레이에 참외를 파종하고, 4월 1일에 호박을 파종하였다

3) 접목 : 2000년 4월 12일에 참외와 호박을 호접하였다.

- 4) 정식 : 2000년 5월 14일에 자만이 3~4개정도 발생하였을 때 유리온실에 처리별로 40cm 간격으로 정식하였다.
- 5) 수정 : 수정은 6월 12일부터 호르몬(토마토톤50배액, 지베렐린 100ppm)을 사용하여 수정하였으며, 8월 이후에는 꿀벌을 이용하여 수정하였다.
- 6) 온실규모 : 540 m<sup>2</sup> 벤로형 온실
- 7) 양액재배시스템 : 고품배지를 이용한 배양액순환방식으로 처리별로 배양액탱크를 설치하여 조사하였다.
- 8) 급액농도 : 야마자키 처방 멜론 배양액으로 배지종류별 각각 1.5, 2.0, 2.5dS/m의 농도로 2반복 처리하였다.
- 9) 급액방법 : 5월 ; 11회/일, 2분/회, 1.4 ℓ/株  
6월 ; 11회/일, 3분/회, 2 ℓ/株  
7월, 8월, 9월 ; 11회/일, 5분/회, 3.4 ℓ/株
- 10) 배지수분 측정 : 배지수분측정기[TRI-FM(IMKO GmbH, Germany)]를 이용하여 배지종류별로 3구역으로 나누어 1일 3회 측정하였다.
- 11) 광환경 측정 : 소형분광계[Luxmeter, Photonsensor, Pyrancmeter (EKO, Japan)]를 이용하여 식물체 높이에서 1일 3회 측정하였다.

## 12) 유리온실내 실험구 배치도

Perlite	Coco-peat
Perlite	Coco-peat
Perlite	Coco-peat
Coco-peat	Perlite
Coco-peat	Perlite
Coco-peat	Perlite

## 2. 실험 2 (2001년도)

### 가. 비닐온실

1) 식물재료 : 금싸라기 은천 (홍농종묘, 참외)

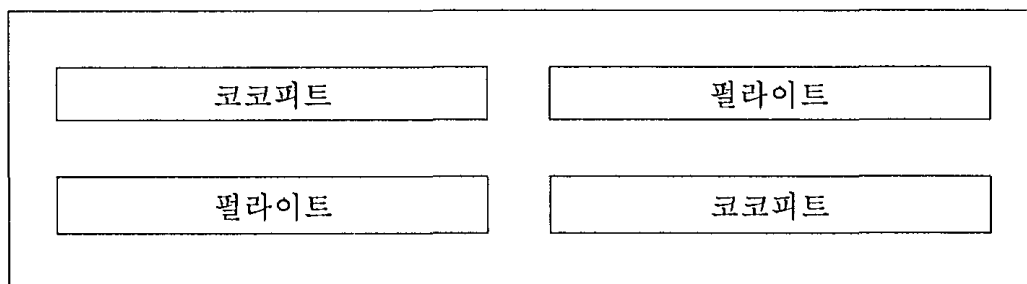
칠성신토좌 (홍농종묘, 호박)

2) 육묘 : 2001년 1월 31일에 육묘용 상토를 충진한 50구 트레이에 참외를 파종하고, 2월 7일에 호박을 파종하였다.

3) 접목 : 2001년 2월 12일에 참외와 호박을 호접하여 비닐 포트(Ø12cm)에 이식하여 육묘하였다.

4) 정식 : 2001년 3월 20일에 자만이 3~4개정도 되었을 때 실험 비닐온실에 처리별로 40cm 간격으로 정식하였다. 성주 농가의 실험온실에는 3월 17일에 정식하였다.

- 5) 수정 : 수정은 4월 17일부터 호르몬(토마토톤 50배액과 지베렐린 100ppm)을 사용하여 수정하였으며, 6월 1일 이후에는 꿀벌을 이용하여 수정하였다. 성주농가는 4월 15일부터 호르몬을 사용하여 수정하고 6월 1일 이후에는 꿀벌과 호르몬을 병용하여 수정하였다.
- 6) 비닐온실규모 : 길이 30m, 폭 6m, 면적 180m<sup>2</sup>, 2동(대구대학교) 길이 80m, 폭 5.5m, 면적 440m<sup>2</sup>의 3동(참여농가)
- 7) 양액재배 시스템 : 양액재배 시스템은 그림 1과 같으며 대학(사진 1)과 성주 농가 온실에 동일하게 설치하였다.
- 8) 비닐온실 내 실험구 배치도



#### 나. 유리온실

- 1) 식물재료 : 금싸라기 은천 (홍농종묘, 참외)  
                   칠성신토좌 (홍농종묘, 호박)
- 2) 육묘 : 2001년 1월 31일에 육묘용 상토를 충전한 50구 트레이에 참외를 파종하고, 2월 7일에 호박을 파종하였다.
- 3) 접목 : 2001년 2월 12일에 참외와 호박을 호접하여 지름

12cm의 비닐포트에 이식하여 육묘하였다.

- 4) 정식 : 2001년 3월 26일에 자만이 3~4개 정도 되었을 때 실험 유리온실에 처리구별로 40cm 간격으로 정식하였다.
- 5) 수정 : 수정은 4월 17일부터 호르몬 (토마토톤 50배액과 지베렐린 100ppm)을 사용하여 수정하였으며, 6월 1일 이후에는 꿀벌을 이용하여 수정하였다.
- 6) 온실규모 : 540 m<sup>2</sup> 벤로형 온실
- 7) 양액재배시스템 : 고행배지를 이용한 배양액순환방식으로 처리별로 배양액탱크를 설치하여 조사하였다
- 8) 급액농도 : 야마자키 처방 멜론 배양액을 1.5dS/m 농도로 관리하였으며, 생육단계에 따라 급액농도를 0.2dS/m 씩 증가시켜 관리하였다.
- 9) 급액방법 : ; 급액량은 Perlite, Cocopeat 처리구 모두 2 l /株/일 로 같은 양을 급액하고, 급액횟수를 생육단계에 따라 다르게 각각 2반복 처리하였다.
  - 가) 정식~4주까지 : 5회, 10회, 15회/일 (2 l /株/일)
  - 나) 5주~11주까지 ; 10회, 15회, 20회/일(3 l /株/일)
  - 다) 12주~종료 ; 5회, 10회, 15회/일(2 l /株/일)
- 10) 급액시간 :
  - (가) 5회/일 급액구 ; 7:00, 9:30, 12:00, 2:30, 5:00
  - (나) 10회/일 급액구 ; 7:00, 8:15, 9:30, 10:45, 11:30,

12:30, 13:15, 14:30, 15:45, 17:00

(다) 15회/일 급액구 ; 7:00, 7:40, 8:45, 9:30, 10:15,

11:00, 11:30, 12:00, 12:30, 13:00, 13:45, 14:30, 15:15,  
16:00, 17:00

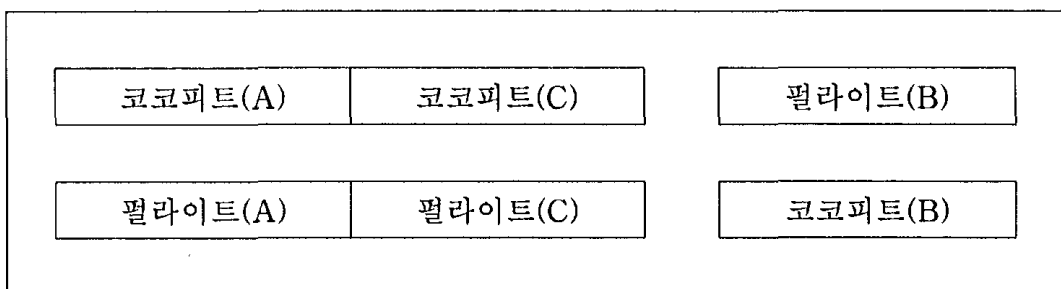
(라) 20회/일 급액구 ; 7:00, 7:30, 8:00, 8:30, 9:00, 9:30,

10:00, 10:30, 11:00, 11:30, 12:00, 12:30, 13:00, 13:30,  
14:00, 14:30, 15:00, 15:30, 16:00, 17:00

11) 배지수분 측정 : 배지수분측정기[TRI-FM(IMKO GmbH, Germany)]를 이용하여 배지종류별로 3구역으로 나누어 1일 3회 측정하였다.

12) 광환경 측정 : 소형분광계 [Luxmeter, Photonsensor, Pyrancmeter (EKO, Japan)]를 이용하여 식물체 높이에서 1일 3회 측정하였다.

13) 유리온실 내 실험구 배치도



### 제 3절 결과 및 고찰

배양액의 농도관리는 작물의 종류에 따라서 그리고 작물의 생육단계에 따라 또한, 환경조건 및 재배방식에 따라 그 방법을 달리할 수가 있다. 농가보급형 양액재배시스템에서 야마자키 처방 멜론 배양액을 순환식으로 공급하면서 배양액의 EC, pH 및 배양액내의 비료성분별로 함량을 분석하였는데, 2000년의 비닐온실에서의 배양액의 EC 변화(그림 1)와 pH 변화(그림 2), 2001년의 비닐온실에서의 배양액의 EC 변화(그림 3)와 pH 변화(그림 4), 그리고, 2000년의 유리온실에서의 펄라이트배지에서의 급액농도 별 배양액의 EC 변화(그림 5)와 pH 변화(그림 6), 코코피트배지에서의 급액농도 별 EC 변화(그림 7)와 pH 변화(그림 8)의 결과에서 배양액의 농도는 EC 2.0dS/m로 관리하는 것이 가장 적절한 것으로 생각되었다. 펄라이트 배지에서나 코코피트 배지에서 EC 2.0dS/m에서 배양액의 농도변화나 pH의 변화가 가장 안정적인 것을 알 수 있었다. 참외의 경우에는 공급배양액의 EC는 2.5보다는 1.5dS/m 쪽이 농도의 변화나 pH의 변화가 적은 경향을 나타내었다.



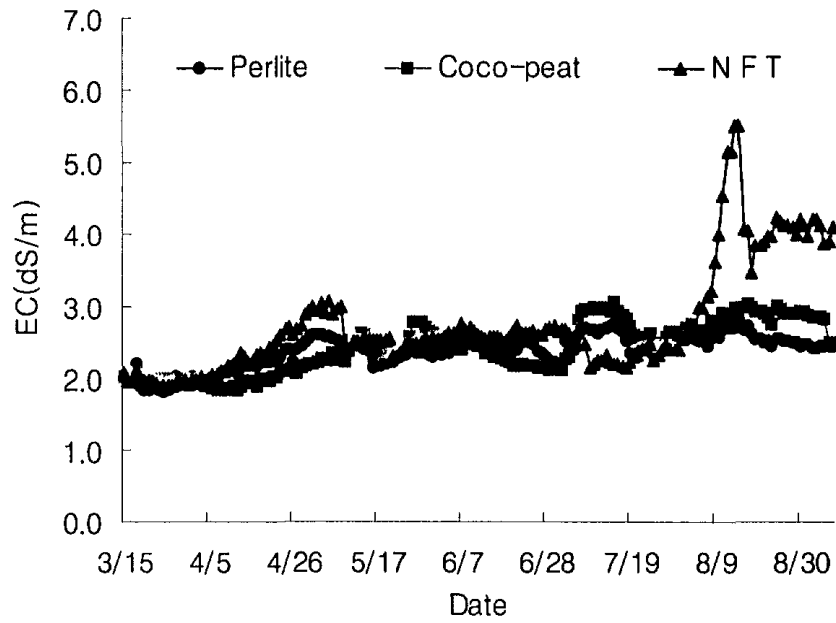


그림 1. 양액제배 방식별 순환 배양액의 EC 변화

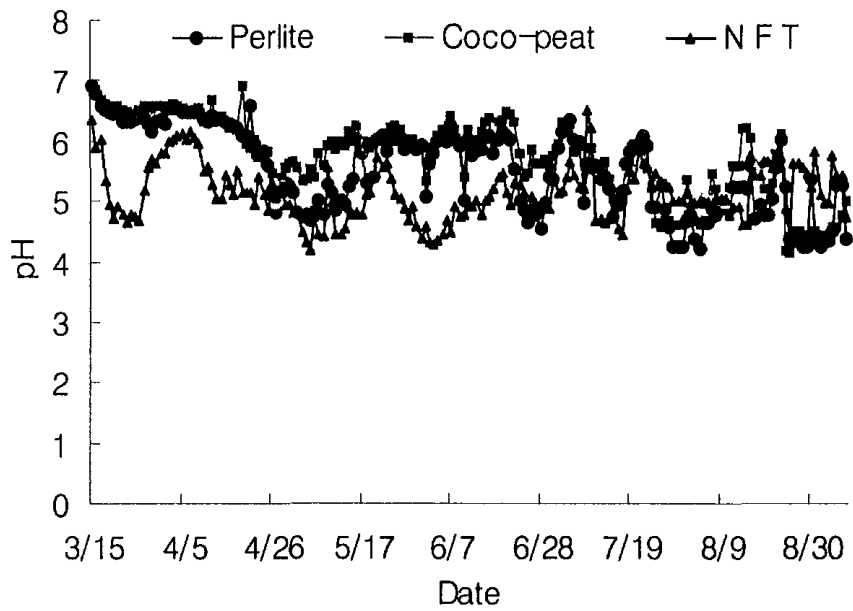


그림 2. 양액제배 방식별 순환배양액의 pH 변화

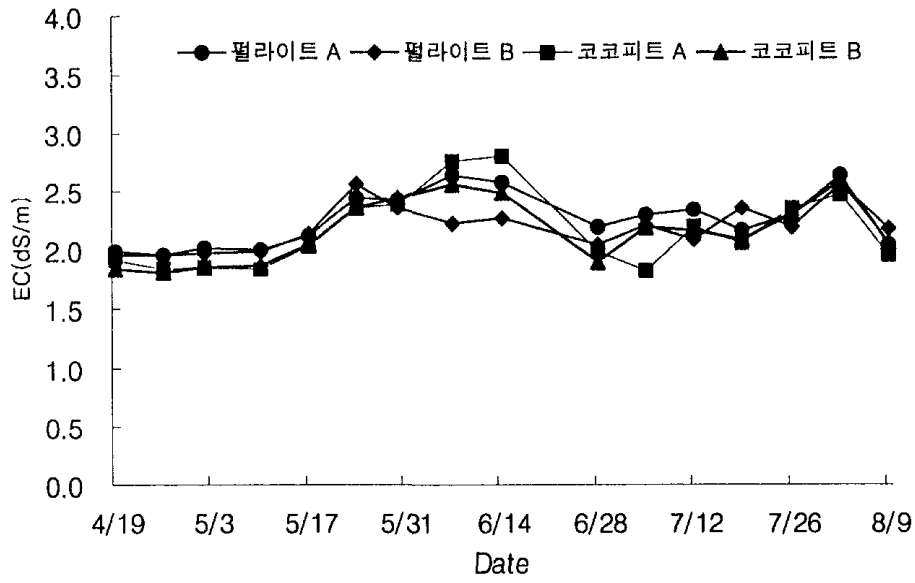


그림 3. 양액재배 방식별 순환 배양액의 EC 변화  
A: 소량다회 급액, B: 다량소회 급액

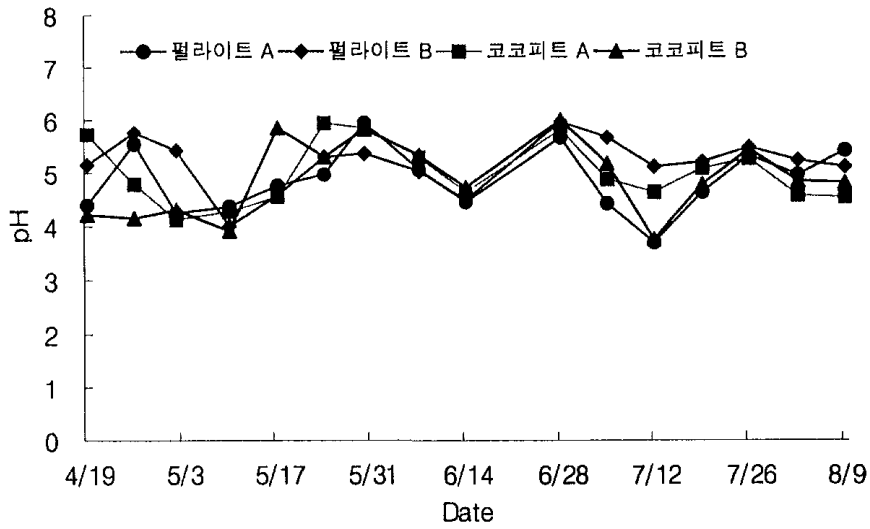


그림 4. 양액재배 방식별 순환 배양액의 pH 변화  
A: 소량다회 급액, B: 다량소회 급액

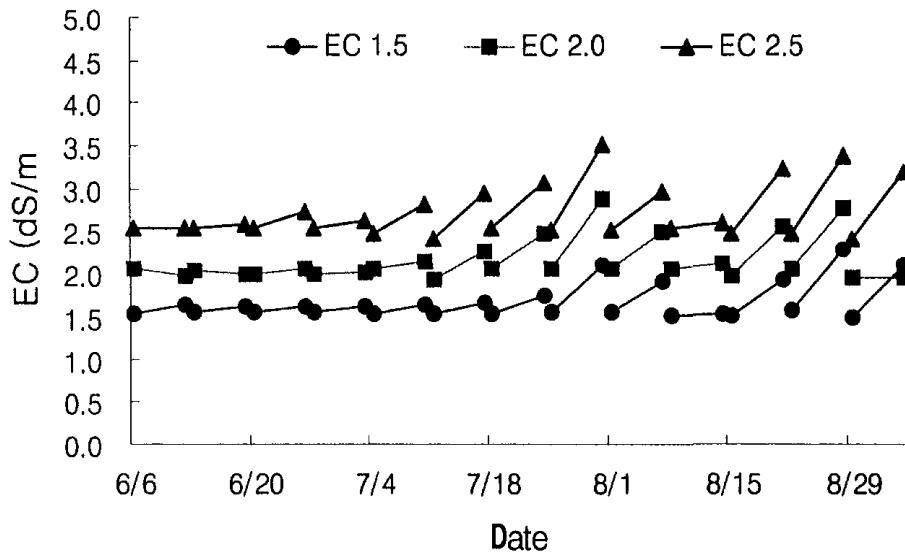


그림 5. 펄라이트 처리구의 급액농도별 EC 변화

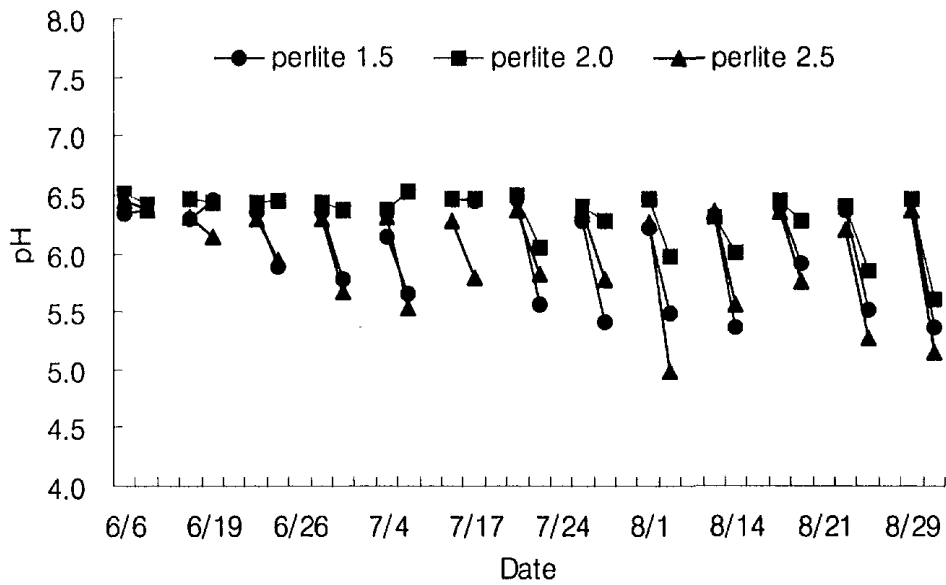


그림 6. 펄라이트 처리구의 급액농도별 pH 변화

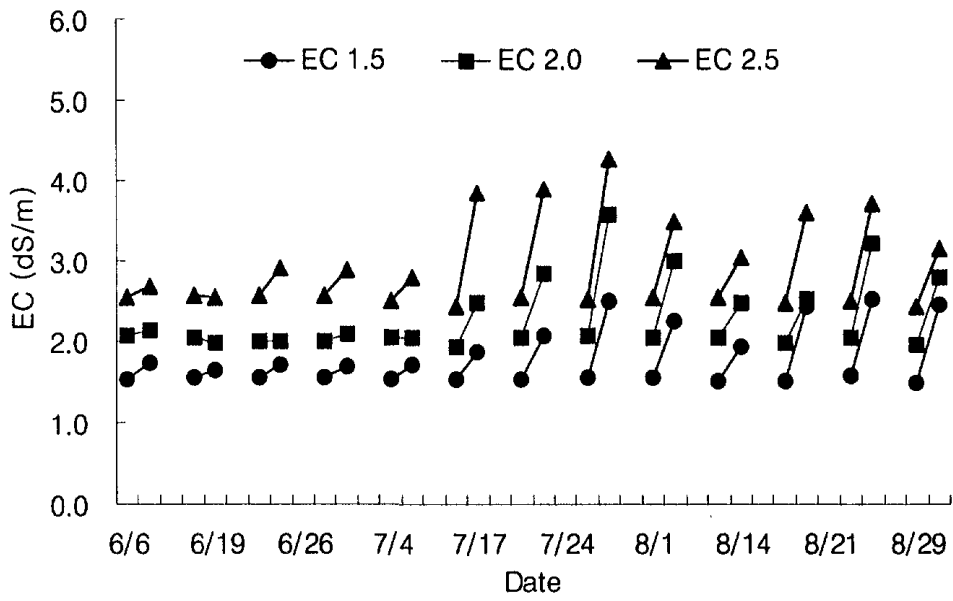


그림 7. 코코피트 처리구의 급액농도별 EC 변화

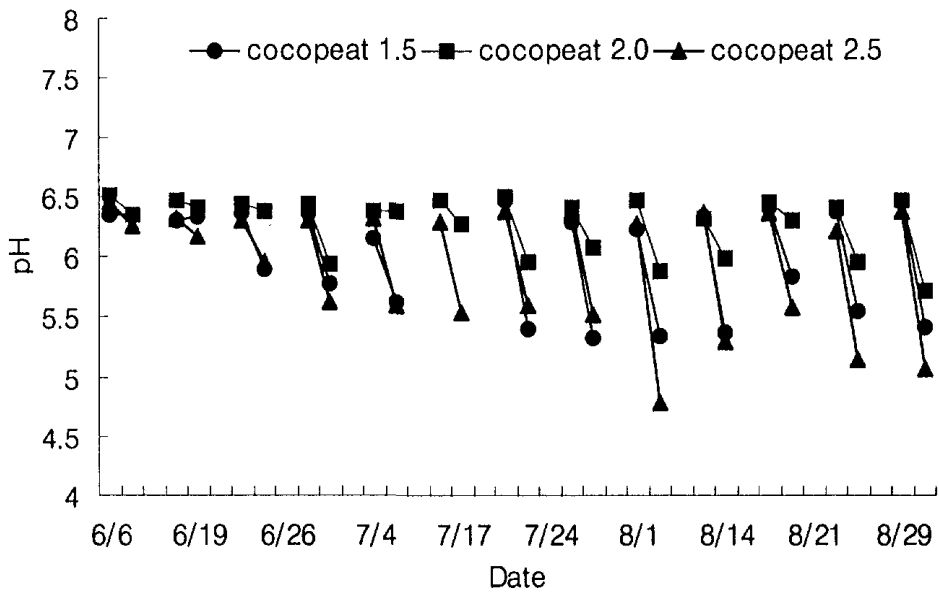


그림 8. 코코피트 처리구의 급액농도별 pH 변화

고온기의 유리온실에서 배양액의 EC의 상승경향과 pH의 하강경향은 부적절한 것으로 보였으나, 이것은 유리온실내의 여러 가지 참외의 정상적인 생육에 부적절한 환경 즉, 콘크리트 바닥에 의한 고열발생, 벤치를 이용한 베드설치로 고온의 외기 온의 영향 등으로 상당한 생육의 부조를 나타내었기 때문인 것으로 생각되었다. 배양액의 순환방식에서 적절한 배양액의 농도란 EC와 pH의 변화가 적은 것이 바람직한 것으로, 다른 박과채소에서와 마찬가지로 참외에서도 EC 2.0dS/m가 적절한 것으로 나타났다.

생육단계에 따른 배양액 농도의 관리에 있어서는, 토마토의 경우에는 제 3화방의 개화기에서 제 5화방의 착과기가 비료 흡수의 최전성기가 되므로, 항상 같은 농도로 급액하면 제 3화방의 개화 후 부터는 배지내의 배양액의 농도가 저하하고 역으로 착과 이후는 배양액의 농도가 상승하게 된다. 그러므로 육묘기를 포함해서 정식기에는 배양액의 농도를 낮게 하고 정식 후 부터는 서서히 농도를 높여서 제 3화방의 개화에서 제 5화방의 착과기에는 급액농도를 높게 하고 그 후에는 다시 서서히 급액농도를 낮추어 관리한다. 그러나, 오이에서는 배지내의 EC가 2.0~2.5dS/m가 적절하고 배양액의 농도가 변동이 적을수록 생육과 수량이 양호하다는 보고가 있다. 한편, 일본의 춘작 멜론에서는 초기의 질소농도를 8me/l로 하고 수분기에는 13~16me/l, 그

후 수확기까지는 8me/l로 하여 양호한 생육과 품질을 얻었다는 결과도 있다. 같은 박과 채소인 참외는 본 연구의 결과에서는 수확기 이전까지는 각 무기성분별 양분의 흡수농도가 비교적 일정한 경향을 나타내었으나 수확기 부터는 전체적으로 양분의 흡수가 감소하는 경향을 나타내었다(그림 9~그림 18).

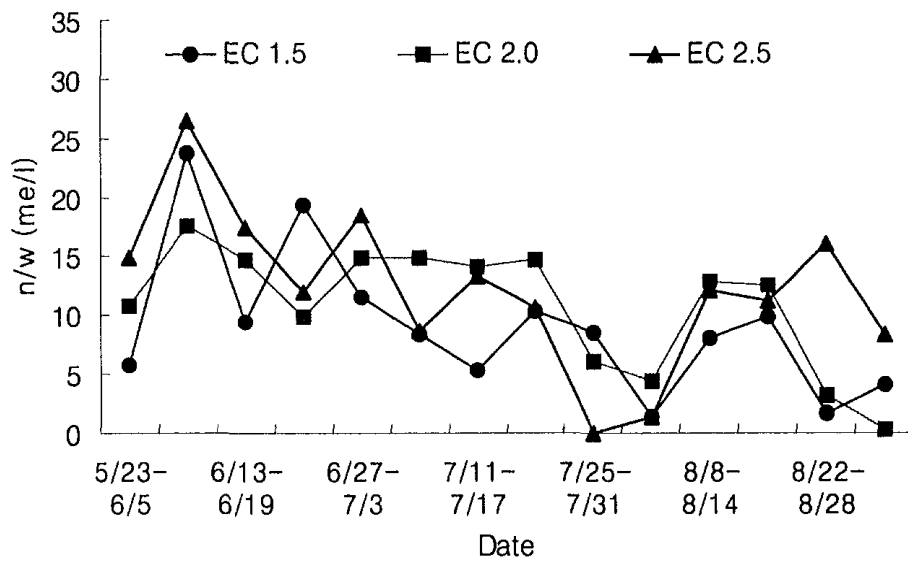


그림 9. 펠라이트 처리구의 급액 농도별 NO<sub>3</sub>-N 변화

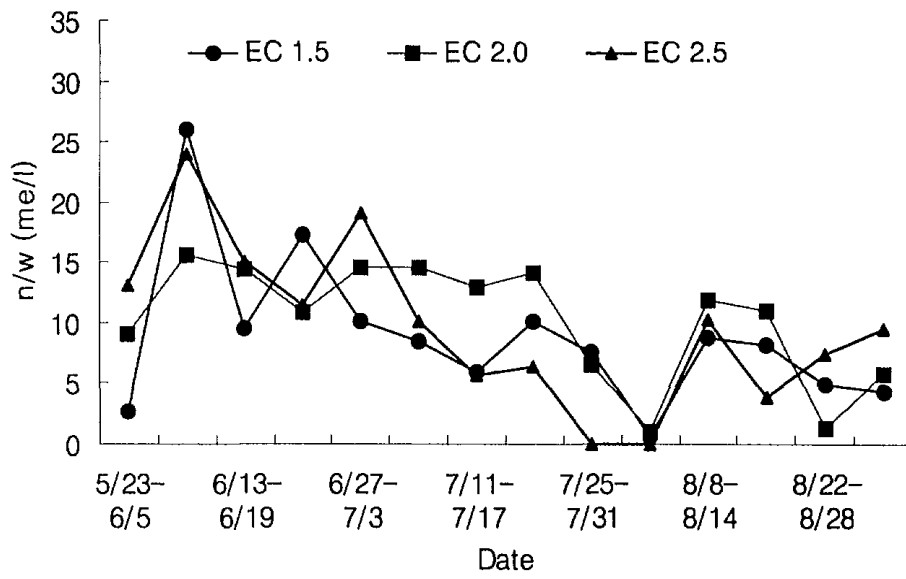


그림 10. 코코피트 처리구의 급액 농도별 NO<sub>3</sub>-N 변화

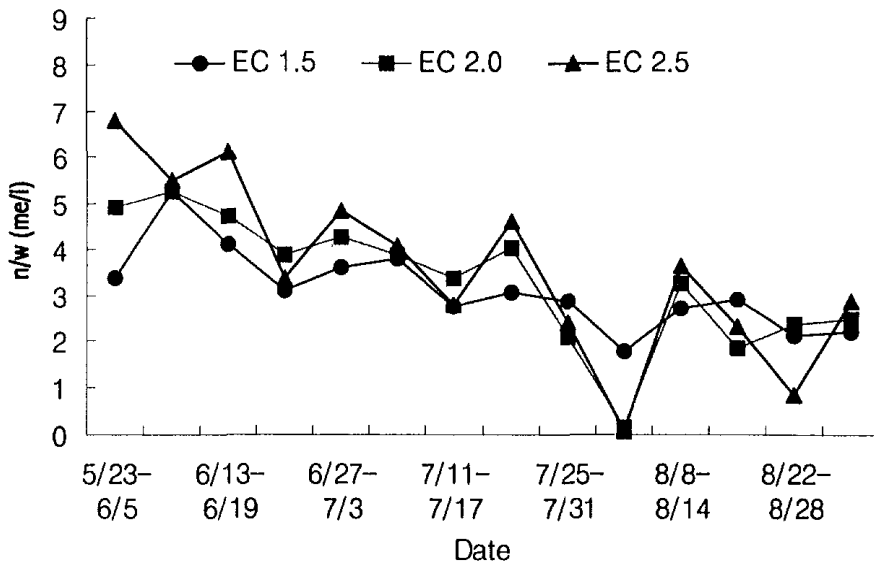


그림 11. 펄라이트 처리구의 급액 농도별 P의 n/w 변화

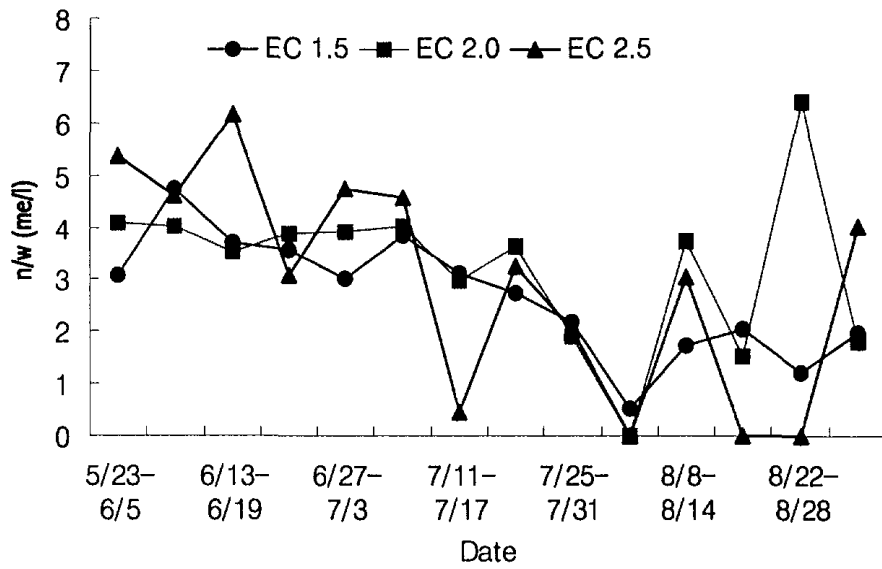


그림 12. 코코퍼트 처리구의 금액 농도별 P의 n/w 변화

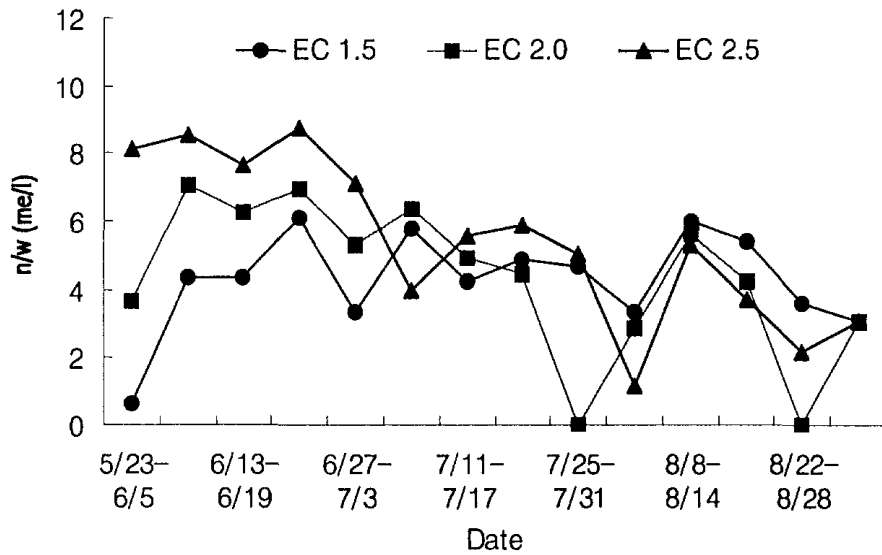


그림 13. 펄라이트 처리구의 금액 농도별 K의 n/w 변화



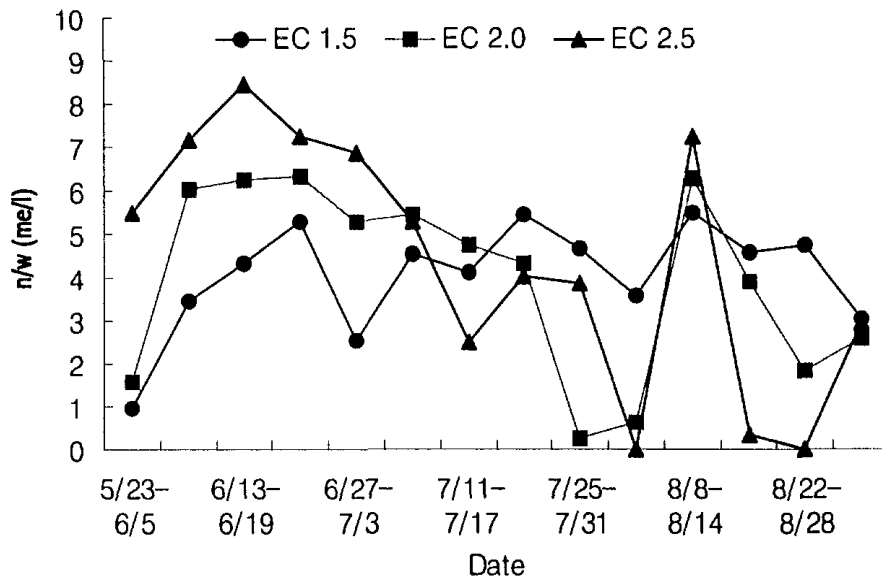


그림 14. 코코피트 처리구의 급액 농도별 K의 n/w 변화

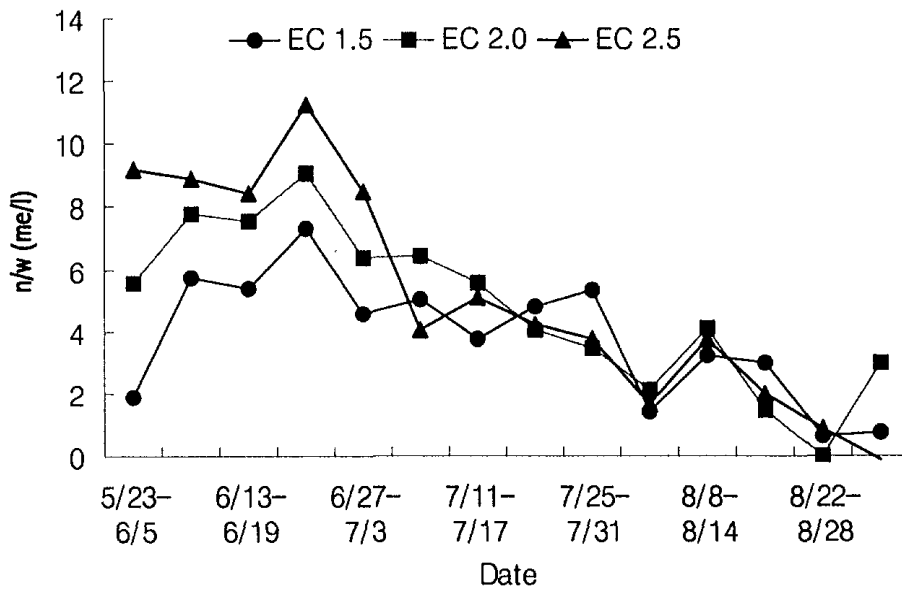


그림 15. 펄라이트 처리구의 급액 농도별 Ca의 n/w 변화

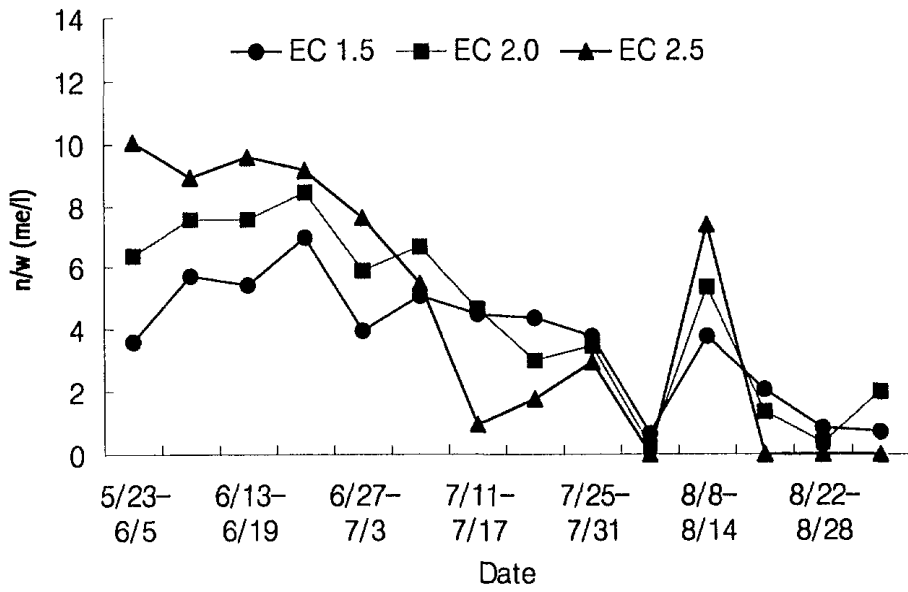


그림 16. 코코피트 처리구의 급액 농도별 Ca의 n/w 변화

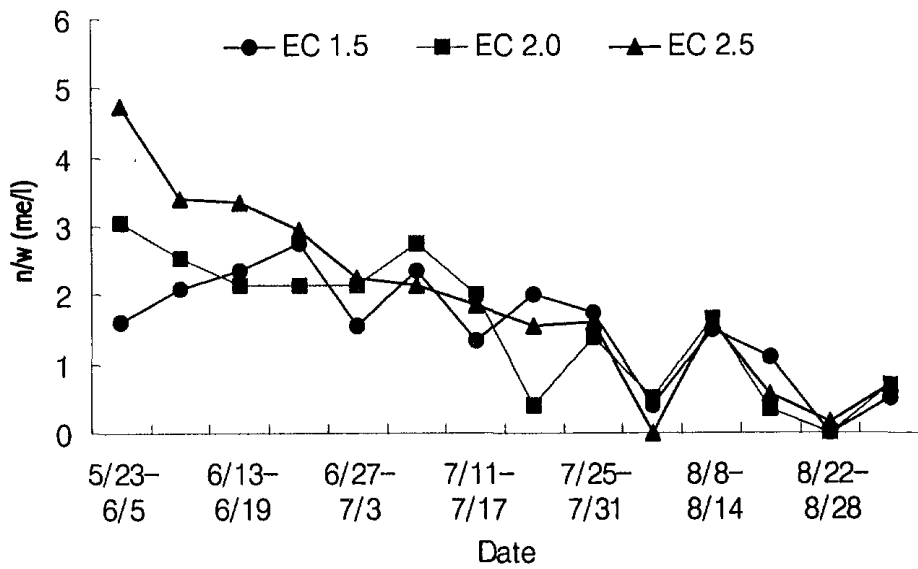


그림 17. 펄라이트 처리구의 급액 농도별 Mg의 n/w 변화

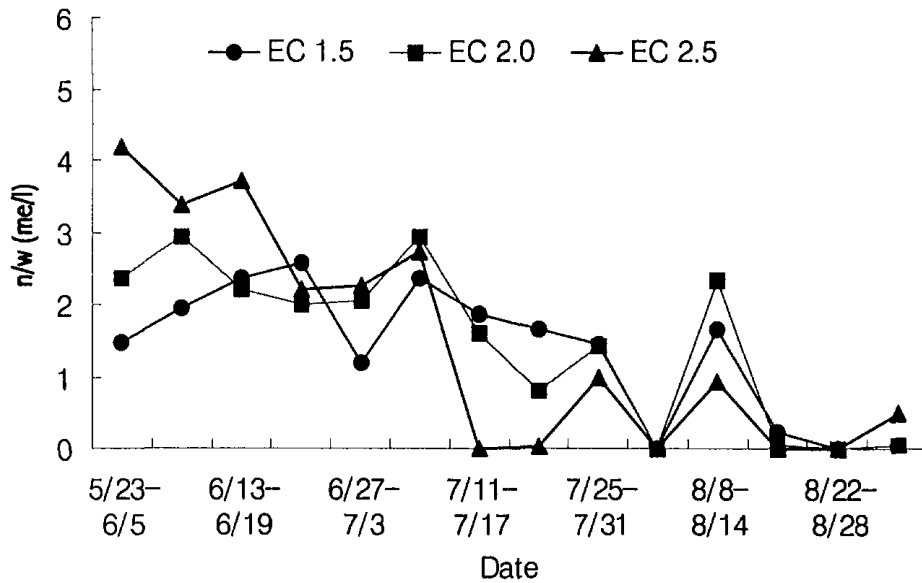


그림 18. 코코피트 처리구의 급액 농도별 Mg의 n/w 변화

이는 작물의 일반적인 양분흡수 특성으로 생각할 수도 있으나, 실험온실의 환경조건에 따른 생육의 부진에 의한 양분흡수의 저하가 원인일 가능성이 높은 것으로 생각된다. 그런데, 온도가 높은 시기에는 배양액의 농도를 낮게 하여 수분흡수를 촉진시키고, 온도가 낮은 시기에는 고농도로 관리하여 양분의 흡수를 촉진시키는 일반적인 배양액의 관리방법을 고려한다면 수확 후기에 해당하는 고온기에는 배양액의 농도를 약간 낮게 관리하는 것이 바람직하다고도 할 수 있을 것이다. 그러므로 참외에서는 기본적으로는 배양액의 농도를 일정하게 유지 관리하는 것이 좋은 것으로 생각되며 정식 후부터 생육초기, 그리고 고온기에는 EC 1.5dS/m로 낮추어 관리하여도 무방할 것으로 생각된다.

배양액의 pH관리는 본 연구의 양액재배시스템에서의 결과에서는 문제가 되지 않는 것으로 생각되었다. 박과채소의 양분흡수 특성상 배양액의 pH가 약간 저하하는 경향이 있었으나 비닐온실의 실험에서 배양액의 pH는 적정 pH 범위 내에서 변화하였고 (그림 2, 그림 4) 양분흡수의 저해에 의한 생리장해 등을 발견할 수 없었다.

배양액의 급액설계는 작물의 종류, 작형, 환경조건, 재배목적에 따라 달라지는데, 일반적으로 배지내의 수분량을 일정하게 관리하는 방법이 작물의 생육도 양호하고 관리도 용이하여 초보자라도 안심하고 이용할 수 있다. 고품배지에서 급액량은 양분흡수에도 커다란 영향을 미친다. 통상적으로 배지내의 배양액을 시용 배양액에 가깝게 유지하기 위해서는 배액량을 충분하도록 한다. 급액량이 부족한 경우에는 먼저 배지내의 EC가 상승하는데 시용 배양액과 배지내의 배양액과의 EC의 차이는 0.5~1.0dS/m 이내로 하여야 한다. 또한 급액부족은 요소간의 비율의 불균형을 초래하는데 급액 부족 상태에서는 칼륨과 칼슘의 비가 달라져서 칼륨 대신에 나트륨의 흡수가 증가하기도 한다. 본 연구에서는 배양액의 순환방식을 채택하여 충분한 량을 급액함으로써 배지내의 EC나 pH의 변화에 영향을 미치지 않았다. 배지내의 급액 횟수에 따른 무기이온의 흡수는 펄라이트배지와 코코피트배지에서 크다란 차이는 보이지 않았다(그림 19 ~ 그림 23).

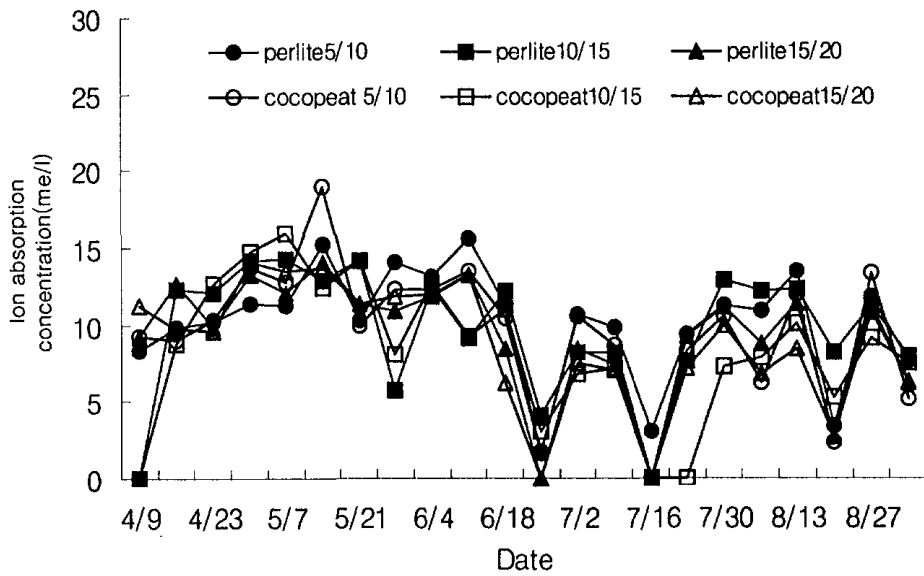


그림 19. 배지종류 및 급액 횟수별 NO<sub>3</sub>-N의 n/w 변화

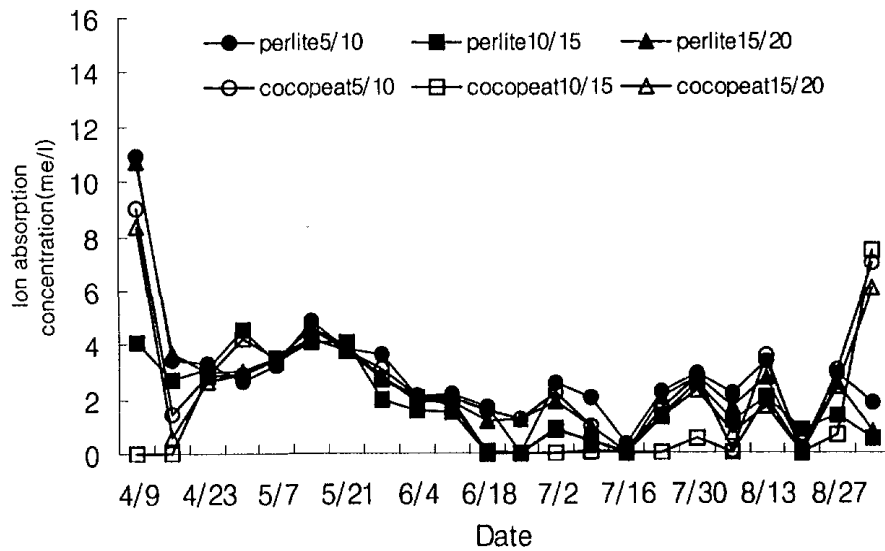


그림 20. 배지종류 및 급액 횟수별 P의 n/w 변화

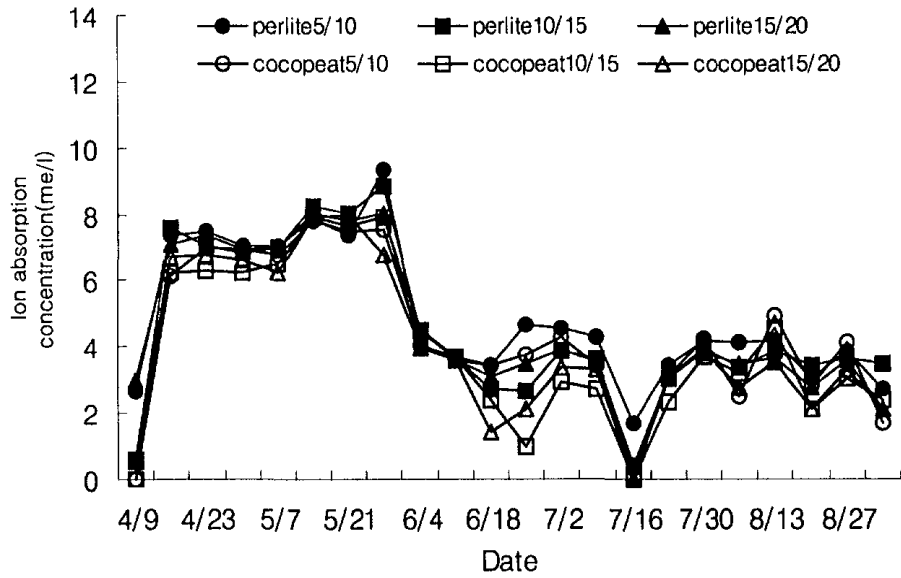


그림 21. 배지종류 및 급액 횟수별 K의 n/w 변화

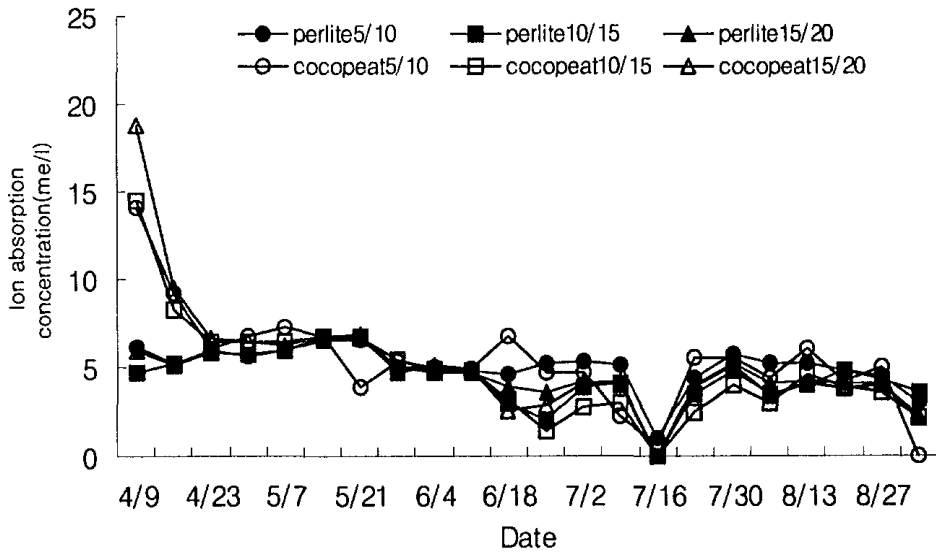


그림 22. 배지종류 및 급액 횟수별 Ca의 n/w 변화

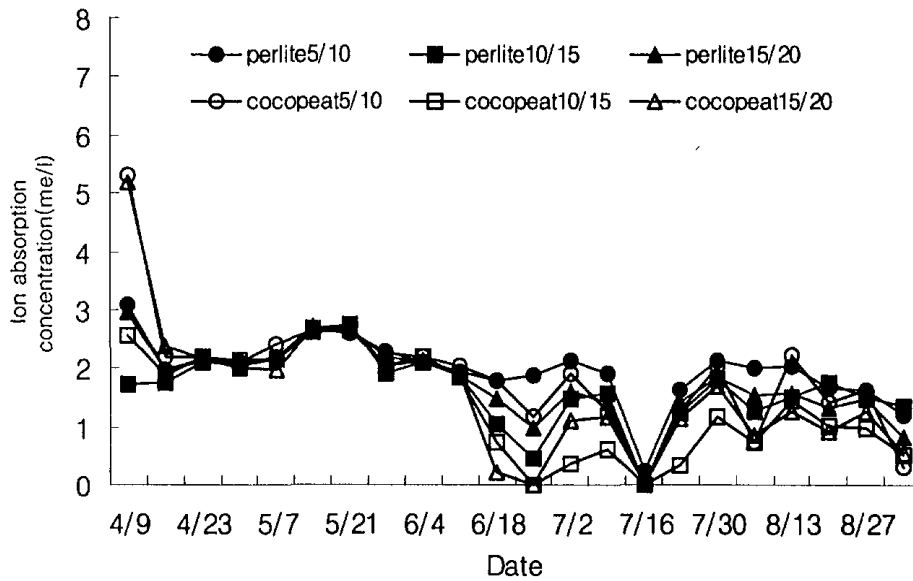


그림 23. 배지종류 및 급액 횟수별 Mg의 n/w 변화

생육시기에 따라 두 배지간에 약간의 흡수의 차이를 보이는 경우는 있었지만 일정한 경향을 나타내지는 않았고, 생육과 수량 및 과실의 품질에 있어서도 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 펄라이트배지와 코코피트배지의 수분보수력에는 차이가 많으므로(그림 24, 그림 25) 배지의 종류에 따라서는 수분관리를 달리하여야만 한다. 특히 코코피트배지는 보수력이 강하여 베드의 구조 등을 고려하여 배수가 원활하도록 고려하여야만 한다. 또한, 주의할 사항은, 코코피트배지는 토마토나 장미에서는 정식 후 약 1개월 정도는 철, 칼슘, 질소의 결핍을 초래할 수가 있는데 이는 배지가 이온을 흡착하는 성질을 가졌기 때문이다. 또한 코코피트배지는 부숙이 진행되면 질산태질소의 결핍을 초래하거나 암모니아태 질소, 칼륨이온의 용출로 배지내의 pH가 급격히

저하하여 칼슘과 망간의 결핍을 초래할 수가 있으므로 유의하여야 한다.

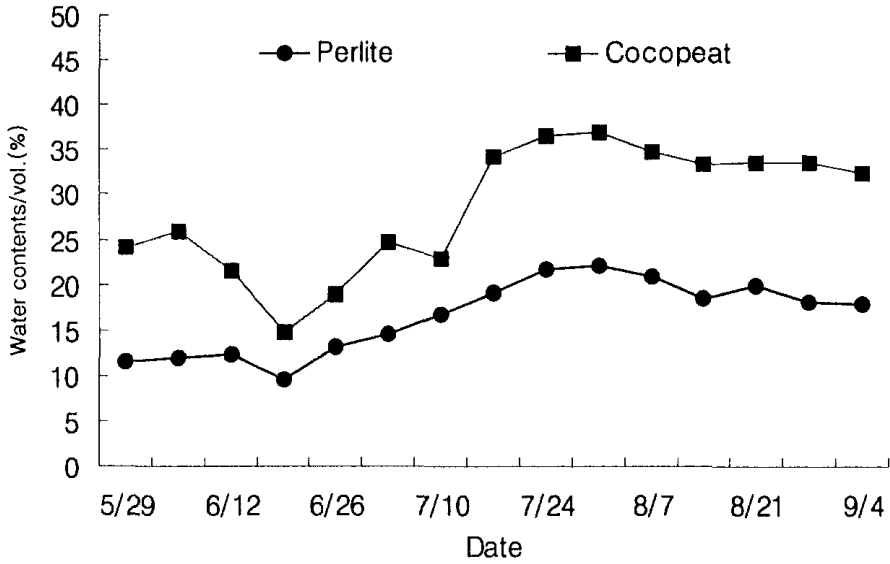


그림 24. 고품배지내 수분함량의 변화

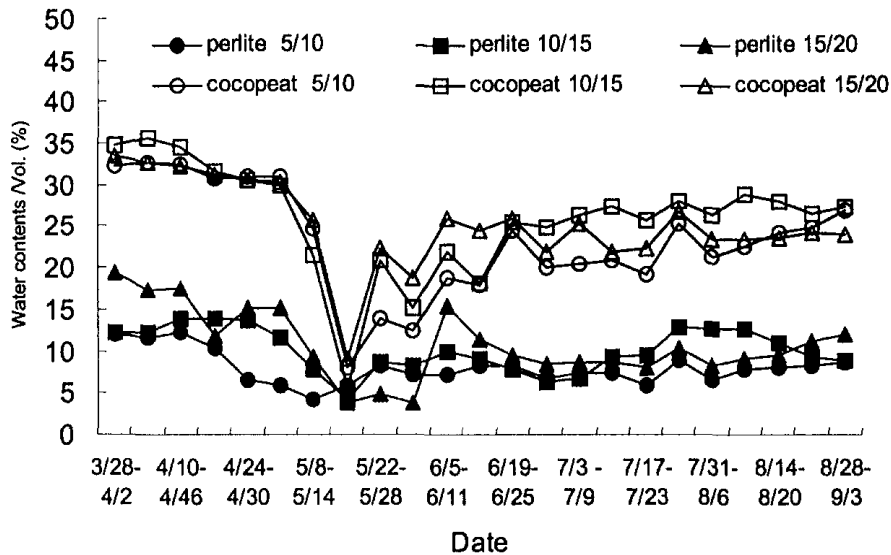


그림 25. 급액횟수에 따른 고품배지내의 수분함량의 변화



참외 양액재배 시스템에서의 배양액관리는 다음과 같이 행한다.

#### 1) 배양액의 농도관리

정식 ~ 6월까지 : EC 2.0dS/m

7월 ~ 생육 말기까지 : EC 1.5dS/m

정식부터 6월까지는 배양액의 농도를 2.0dS/m으로 관리하고 수확후기의 고온기에는 EC 1.5dS/m 정도로 낮추어도 좋다. 그러나 생육기 전반을 통해 EC 2.0dS/m로 관리하면 된다.

#### 2) 배양액의 pH관리

본 연구의 결과에서는 pH의 교정은 필요치 않은 것으로 나타났다. 단 원수의 수질에 따라서는 pH의 교정이 필요한 경우가 있으므로 사전에 원수의 성분 분석을 정확하게 하여야 한다.

#### 3) 배양액의 온도관리

최초에 베드를 설치할 때 배지내 엑셀 파이프를 설치하여 저온기에 온수보일러로 가온을 하거나, 여름에는 지하수를 순환시켜 배지내 온도를 낮추어서 적절한 근부 온도를 조성할 수 있다. 그렇지 않을 경우에는, 각 레인별 배양액 순환탱크내에 전열식 가온 파이프를 넣어서 배양액을 적정 온도로 가온하면 효율적인 근부온도 상승효과를 얻을 수 있다. 고온기에는 배지내의 온도가 상승하기 쉬우므로 베드를 효율적으로 차광하는 것이 좋다. 참외는 근부 온도가 25℃를 넘지 않도록 하는 것이 바람직하다.

#### 4) 배양액의 급액량 관리

급액량은 표 1과 표 2의 예에 따라서 관리하면 된다. 배양액 순환 방식이므로 충분한 급액을 실시하도록 하나 코코피트 배지에서는 과습의 우려가 있으므로 배지내의 수분 정도를 점검하는 것이 좋다.

표 1. 펄라이트 고품배지재배에서의 급액 설계

펄라이트									
급액횟수	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월
1	08:00	08:00	07:00	07:00	06:30	06:00	06:00	07:00	08:00
2	09:00	08:45	08:00	07:45	07:30	06:45	06:45	07:45	08:45
3	10:00	09:30	08:45	08:30	08:15	07:30	07:30	08:30	09:30
4	10:45	10:15	09:30	09:15	09:00	08:15	08:15	09:15	10:00
5	11:15	11:00	10:15	09:45	09:30	09:00	09:00	10:00	10:30
6	11:45	11:30	11:00	10:15	10:00	09:30	09:30	10:30	11:00
7	12:15	12:00	11:30	10:45	10:30	10:00	10:00	11:00	11:30
8	13:00	12:30	12:00	11:15	11:00	10:30	10:30	11:30	12:00
9	13:45	13:00	12:30	11:45	11:30	11:00	11:00	12:00	12:30
10	14:30	13:30	13:00	12:15	12:00	11:30	11:30	12:30	13:00
11	15:15	14:15	13:30	12:45	12:30	12:00	12:00	13:00	13:30
12	16:00	15:00	14:00	13:15	13:00	12:30	12:30	13:30	14:00
13		16:00	14:45	13:45	13:30	13:00	13:00	14:00	14:45
14			15:30	14:15	14:00	13:30	13:30	14:30	15:30
15			16:15	14:45	14:30	14:00	14:00	15:15	16:15
16				15:15	15:15	14:30	14:30	16:00	
17				16:00	16:00	15:15	15:15	16:45	
18				16:45	16:45	16:00	16:00		
19					17:30	16:45	16:45		
20						17:30	17:30		
급액시간 (분/회)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
급액량 (ml/일/주)	2,400	2,600	3,000	3,600	3,800	4,000	4,000	3,400	3,000

주) 급액시간은 1주당 급액속도를 66.67(ml/min)로 해서 급액 시간을 설정하였다

표 2. 코코피트 고품배지재배에서의 급액 설계

코코피트									
급액횟수	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월
1	08:00	08:00	07:30	07:00	06:15	06:00	06:00	07:00	08:00
2	09:00	09:00	08:30	07:45	07:00	06:30	06:30	08:00	09:00
3	10:00	10:00	09:15	08:30	07:45	07:30	07:30	09:00	09:45
4	11:00	10:45	10:00	09:15	08:30	08:15	08:15	09:45	10:30
5	11:45	11:30	10:45	10:00	09:15	09:00	09:00	10:30	11:00
6	12:30	12:00	11:30	10:45	10:00	09:30	09:30	11:00	11:30
7	13:15	12:30	12:00	11:30	10:45	10:00	10:00	11:30	12:00
8	14:00	13:00	12:30	12:00	11:30	10:30	10:30	12:00	12:30
9	14:45	13:30	13:00	12:30	12:00	11:00	11:00	12:30	13:00
10	15:30	14:00	13:30	13:00	12:30	11:30	11:30	13:00	13:45
11		14:45	14:00	13:30	13:00	12:00	12:00	13:30	14:30
12		15:30	14:45	14:00	13:30	12:30	12:30	14:00	15:15
13			15:30	14:30	14:00	13:00	13:00	14:30	
14				15:15	14:30	13:30	13:30	15:15	
15				16:00	15:15	14:00	14:00		
16					16:00	14:30	14:30		
17					16:45	15:15	15:15		
18						16:00	16:00		
19						16:45	16:45		
급액시간 (분/회)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
급액량 (ml/일/ 주)	2,000	2,400	2,600	3,000	3,400	3,800	3,800	2,800	2,400

주) 급액시간은 1주당 급액속도를 66.67(ml/min)로 해서 급액 시간을 설정하였다

## 제 5장 참외의 지상부 유인방법 개발

### 제 1절 서설

참외는 관행적으로 포복재배를 실시하고 있으나, 덩굴의 번성에 따라서 일조부족과 통풍불량 등의 불리한 환경이 조성되어 기형과와 발효과의 발생이 많아지는 경향이 있다. 이러한 문제를 해결하는 한 방안으로 참외의 지주재배에 대한 실험을 실시하여 성공적인 결과를 보고한 예가 있다. 그러나 지주재배에서는 덩굴의 유인과 결속에 많은 노동력이 소요되며 난방비가 드는 단점이 있다. 멜론재배에서 보온을 위한 터널에 덩굴을 유인하여 재배하는 재배법으로 발효과와 기형과 및 열과의 발생이 감소하였다는 실험결과도 있다. 본 연구에서는 참외덩굴의 유인에 편리하고 상품과의 수확을 높이면서 재배관리에 편리한 유인방법을 모색하기 위하여 몇 가지 유인방법에 대한 실험을 실시하였다.

## 제 2절 재료 및 방법

### 1. 실험 1(1999년도)

#### 가. 식물재료 및 온실

- 1) 식물재료 : 금싸라기 은천 참외를 이용하였다.
- 2) 육묘 : 1999년 1월 11일에 육묘용 상토를 충진한 50구 트레이에 금싸라기 은천을 파종하였으며 본엽이 3매 정도 되었을 때 (2월 1일) 지름 12cm의 비닐 포트에 1주씩 이식하고 2월 15일에 주지를 4마디 남기고 적심하였다.
- 3) 정식 : 3월 12일에 자만이 3~4개정도 발생하였을 때 시험 포장에 처리구별로 25cm 간격으로 정식하였다.

#### 나. 시설 및 배양액 관리

- 1) 비닐온실규모 : 길이 30m, 폭 6m, 면적 180m<sup>2</sup>
- 2) 배양액관리 : 야마자키 처방 멜론배양액을 이용하였으며 EC 2.0~2.4 dS/m의 농도로 공급하였다. 급액량은 생육 기간동안 주당 평균 2.0~2.5ℓ를 10~15회 나누어 급액하였다.

## 다. 유인 방법

- 1) 참외에도 지주를 이용한 유인방법이 이용되기도 하지만 기존 농가의 재배시설이 대부분 터널인 점을 고려하여 지주재배보다는 보온덮개의 설치 높이 내에서의 유인방법을 모색하기 위하여 관행 포복재배와 재배조의 높이로 파이프구조물을 만들고 그 위에 그물망을 설치하여 참외 덩굴과 과실을 유인한 저설벤치를 조성하였다.

## 2. 실험 2 (2000년도)

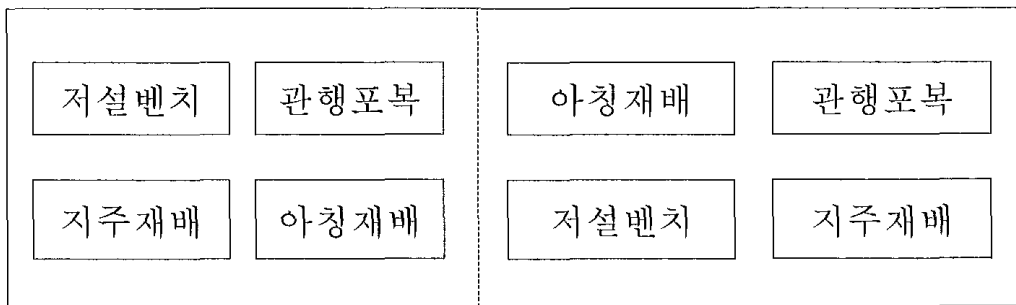
### 가. 식물재료 및 온실

- 1) 식물재료 : 금싸라기 은천 참외와 칠성신토좌 호박
- 2) 파종 : 2000년 3월 23일에 육묘용 상토를 충진한 50구 트레이에 금싸라기 은천을 파종하였으며, 대목용 호박은 4월 1일에 파종하여 4월 12일에 호박과 참외를 호접한 후 지름 12cm의 비닐 포트에 이식하여 4월 27일에 어미덩굴을 4마디 남기고 적심하였다.
- 3) 정식 : 5월 17일에 자만이 3~4개 정도 발생하였을 때 시험 포장에 처리구별로 정식하였다.
- 4) 비닐온실규모 : 길이 20m, 폭 6m, 면적 120m<sup>2</sup>, 1동

나. 재배시설 및 배양액 관리

- 1) 펄라이트배지를 충진한 재배조를 설치하여 야마자키 처방 멜론배양액을 급액하였다. 배양액 운용방식은 비순환방식을 선택하였으며 급액량은 생육 기간동안 주당 평균 2.0~2.5 l 를 10~15회로 나누어 급액하였다.

2) 처리구의 배치



다. 유인방법

- 1) 저설벤치 : 하우스용 파이프와 벤치조립구를 이용하여 벤치를 만들고 그 위에 그물망을 설치하여 덩굴과 과실을 유인하였다.
- 2) 지주재배 : 정식 후 활착이 되면 하우스 외부 아치에 가로대를 설치하고 고추끈으로 지제부 부터 나선형으로 참외 묘를 감은 후 가로대에 아들덩굴 2줄을 유인하였다.



3) 아칭재배 : 기존의 보온 비닐터널 지지용 지지대를 이용하여 그 위에 그물망을 설치하고 베드의 양쪽으로 아들덩굴을 한줄 씩 유인하여 밑으로 송풍이나 통기가 원활하도록 하였다.

4) 관행포복재배 : 재배조를 중심으로 양쪽에 유인보조판을 설치하고 바닥에 아들덩굴을 한 줄씩 유인하였다.

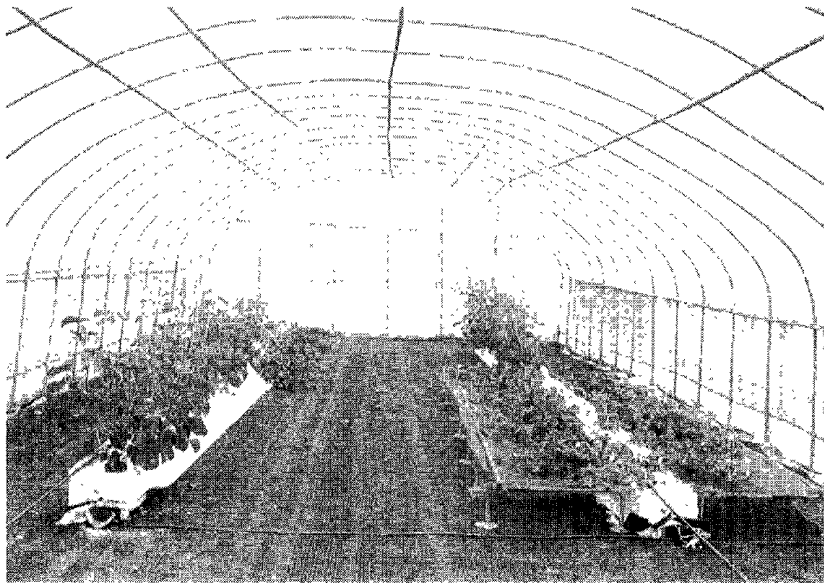


사진 1. 참외 유인방법 실험온실(비닐온실)

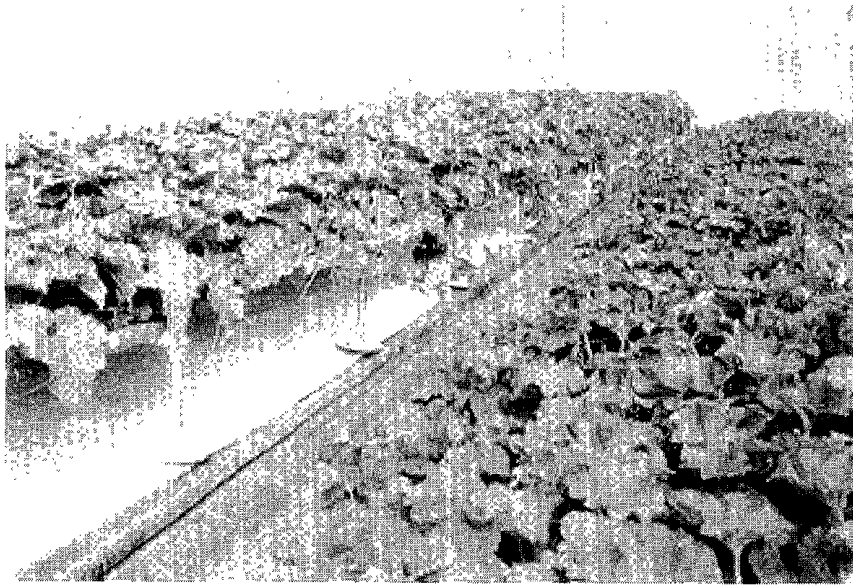


사진 2. 저설벤치를 이용한 유인방식

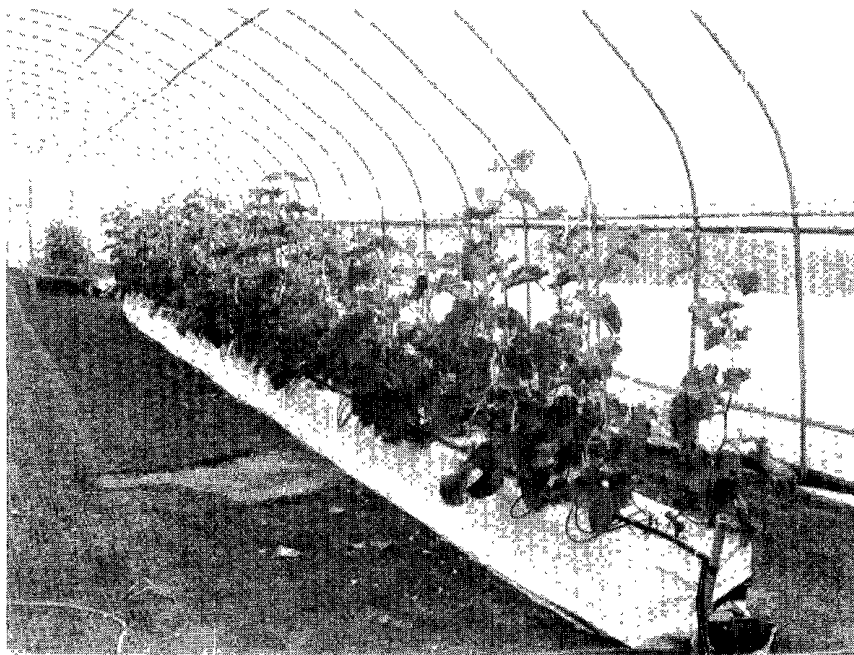


사진 3. 지주 유인방식(비닐온실)

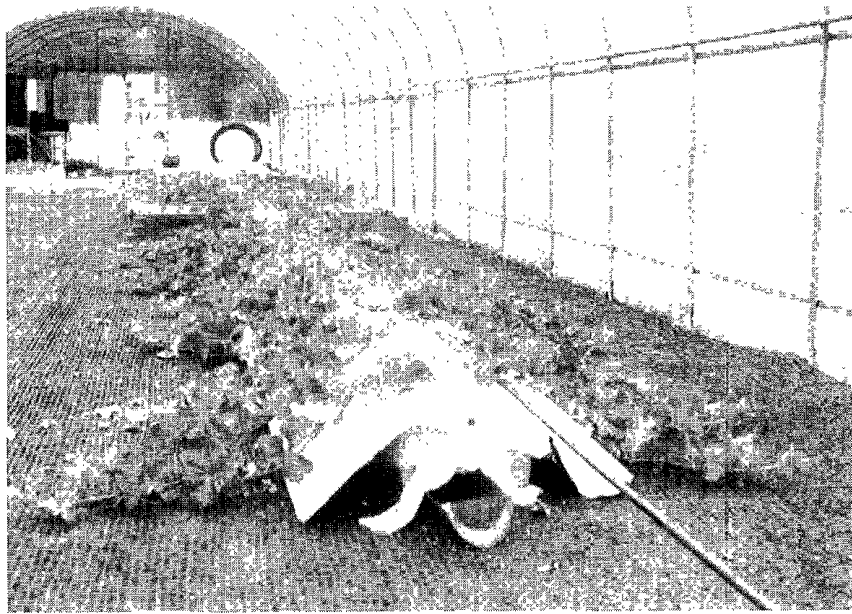


사진 4. 유인 보조판을 설치한 관행 포복재배



사진 5. 지주 유인방식(유리온실)

### 제3절 결과 및 고찰

#### 1. 실험 1(1999)

표 1에 참외의 시설재배농가에서 관행적으로 행하고 있는 덩굴유인방법과 저설벤치를 이용한 방법에 의한 결과를 나타내었다. 두 가지의 유인방법 간에 참외의 생육과 수량 및 과실의 품질에 있어서의 유의한 차이를 나타내지는 않았다. 저설벤치를 이용한 유인방법에서는 벤치의 설치비, 덩굴이 번성하였을 때 정지작업에 있어서 다소 불편한 점 등이 있었으나, 식물체의 지상부가 지표면과 격리되어 있어서 지표면으로부터의 오염을 막을 수 있고 통기가 양호하여 이산화탄소의 원활한 공급과 증산의 활성화를 기대할 수 있을 것으로 생각되었으며, 과실이 지표면에 닿지 않아 상품과의 증가를 기대할 수 있을 것으로 생각되었다. 과실의 품질에서는 과실의 크기나 당도의 증가보다는 과형이나 과색의 발현에는 지상부와 격리된 저설벤치를 이용한 방법이 유리할 것으로 생각되었다.

표 1. 참외의 덩굴유인 방법이 수량과 과실의 품질에 미치는 영향

Treatment	Mean			
	Fruit weight (g)	Yield (kg/10a)	Soluble solid contents ( °Brix)	
			placenta	flesh
관행 포복재배	323.92	4392.35	13.39	10.91
저설 벤치재배	333.68	4524.70	13.62	11.42

## 2. 실험 2(2000)

표 2에 네 가지의 유인방법에 의한 수량과 과실의 품질의 변화에 대한 결과를 나타내었다. 관행의 포복재배에서 다른 유인방법에 비해 수확과수와 수확량이 약간 증가하는 경향을 나타내었으나, 과실의 품질에는 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

표 2. 참외의 덩굴유인방법이 수량 및 과실의 품질에 미치는 영향.

유인방법	수확과수 (개/株)	수확량 (g/株)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육두께 (cm)	태좌당도 °Brix	과육당도 °Brix
포복	15.35	5389.0	354.47	11.38	7.85	1.72	15.03	15.20
벤치	13.85	4717.7	353.27	11.22	7.75	1.90	14.90	13.72
아칭	12.17	4555.1	371.38	11.48	7.80	2.08	14.70	13.45
지주	13.23	4375.9	349.03	11.27	7.63	1.78	14.93	13.55
LSD(p<0.05)	2.36	700.4	NS	NS	0.19	NS	NS	NS

NS is Non significant.

아칭재배는 멜론의 재배에서 보온용으로 설치한 아칭형의 철선 위에 플라스틱 그물 망을 씌워서 그 위에 줄기를 유인하는 방법으로써, 지상부에 의한 차광으로 인하여 토양온도가 저하하고 토양과 격리되므로써 식물체의 주위와 과실온도가 저하하여 초장과 잎의 크기가 작아지고 생육이 다소 저하하는 경향이 있었으나, 변형과, 얼룩과, 일소과의 발생이 적고 과실이 바닥으로부터 오염되지 않고 외관이 수려한 과실을 얻을 수 있었다고 보

고하였다. 과실의 크기나 과중, 과실의 당도는 차이가 없었으며 작업에 있어서 허리를 많이 구부리지 않아도 되므로 작업성은 뛰어나다고 하였다. 일본에서는 멜론의 관광농원에서 이러한 유인방법으로 소비자들에게 호응을 얻고 있다는 정보가 있다.

지주재배는 일부시험장에서의 보고에서 과실의 품질향상이라는 결과가 있으나, 지주의 설치와 줄기유인에 일손이 많이 드는 단점이 있고, 본 실험에서는 지주재배에서 다른 유인방법에 비해 해충의 피해가 심한 경향이 있어 그 원인이 의문시되었다. 현재의 대다수의 참외시설재배농가는 터널재배시설을 이용하고 있으므로 지주재배는 기존의 시설참외재배농가에 적용하기에는 여러 가지 어려움이 있을 것으로 생각되었다. 단, 기존의 농가에서 시설을 개선하고 고품질의 참외를 고가로 계약재배를 하게 되는 경우에는 지주재배의 장점을 살릴 수는 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서 참외의 지상부 유인방법을 탐색한 결과, 현재로서는 상기의 방법 외에는 세계적으로 박과 작물의 재배에서 특별한 유인방법을 이용하는 예를 찾아볼 수 없었고, 현재의 우리나라 참외시설재배농가의 시설 및 제반 여건 상 기존의 포복재배가 가장 무난한 방법으로 생각되었으며, 앞으로 여러 가지 경제적, 사회적 여건의 변화에 따라 적절한 유인방법의 변화를 모색하는 것이 타당할 것으로 생각되었다.

## 제 6 장 참외의 적정수정방법 개발

### 제 1절 서설

시설재배참외농가에서는 일반적으로 호르몬처리에 의한 수정에 의해 착과를 유도하고 있다. 그런데, 최근의 토마토 등의 과채류에서 수입벌에 의한 수정이 행해져서 좋은 성과를 얻고 있어, 일부 연구기관에서는 곤충을 이용한 참외의 수정에 관한 실험을 실시하여 좋은 결과를 얻었다는 보고가 있으며, 일부농가에서도 꿀벌에 의한 수정을 실시하여 다른 재배농가와 차별화된 상품으로 출하하는 경우를 볼 수 있다. 토마토 등에서 이용되는 수입벌은 가격이 비싼 이유로 경제적인 부담이 클 뿐만 아니라 수입벌의 수명이 짧아서 매번 구입을 해야하는 번거로움이 있다. 그래서 최근에는 국내산의 꿀벌을 이용한 수정을 다양하게 시도하고 있는데, 비닐온실내의 환경조건에서의 꿀벌의 생태와 꿀벌의 효율적인 관리에 대한 연구는 아직 미진한 상태라 할 수 있다.

본 연구에서는 관행의 호르몬 처리에 의한 수정법과 국내산의 꿀벌에 의한 수정법을 이용한 실험을 실시하여 참외에서의 적절한 수정방법을 구명하고자 하였다.

## 제 2 절 재 료 및 방 법

### 1. 실험 1(1999년도)

#### 가. 식물재료

- 1) 식물재료 : 금싸라기 은천 참외를 이용하였다.
- 2) 육묘 : 1999년 1월 11일에 육묘용 상토를 충전한 50구 트레이에 금싸라기은천을 파종하였으며 본엽이 3매 정도 되었을 때 (2월 1일) 지름 12cm의 비닐 포트에 1주씩 이식하고 2월 15일에 주지를 4마디 남기고 적심하였다.
- 3) 정식 : 3월 12일에 자만이 3~4개 정도 발생하였을 때 시험 포장에 처리구별로 25cm 간격으로 정식하였다.

#### 나. 시설 및 배양액 관리

- 1) 비닐온실규모 : 길이 30m, 폭 6m, 면적 180m<sup>2</sup>
- 2) 배양액관리 : 야마자키 처방 멜론배양액을 이용하였으며 EC 2.0~2.4dS/m의 농도로 공급하였다. 급액량은 생육 기간동안 주당 평균 2.0~2.5 l 를 10~15회 나누어 급액하였다.

#### 다. 수정 방법

현재 참외재배농가에서 가장 많이 사용하는 수정방법인 토마토톤 25-50배액과 지베렐린 50-100ppm을 혼용한



호르몬 처리법과 토마토 등의 과채류의 수정에 많이 이용되고 있는 수입 나투벌(사진 1)을 이용한 수정방법을 비교하여 착과율, 과실의 품질, 수량 등을 비교 조사하였다.

## 2. 실험 2 (2000년도)

### 가. 식물재료 및 온실

- 1) 식물재료 : 금싸라기 은천 참외와 칠성신토좌 호박
- 2) 파종 : 2000년 3월 23일에 육묘용 상토를 충진한 50구 트레이에 금싸라기 은천을 파종하였으며, 대목용 호박은 4월 1일에 파종하여 4월 12일에 호박과 참외를 호접한 후 지름 12cm의 비닐 포트에 이식하여 4월 27일에 어미덩굴을 4마디 남기고 적심하였다.
- 3) 정식 : 5월 17일에 자만이 3~4개 정도 발생하였을 때 시험 포장에 처리구별로 정식하였다.
- 4) 비닐온실규모 : 길이 20m, 폭 6m, 면적 120m<sup>2</sup>, 1동

### 나. 배양액 관리 및 처리구 배치

- 1) 펄라이트배지를 충진한 재배조를 설치하여 야마자키 처방 멜론배양액을 급액 하였다. 배양액 운용방식은 비순환 방식을 선택하였으며 급액량은 생육 기간동안 주당 평균 2.0~2.5ℓ 를 10~15회로 나누어 급액하였다.

## 2) 처리구의 배치

꿀벌수정		토마토톤 + 지베렐린 수정	
저설벤치	관행포복	아칭재배	관행포복
지주재배	아칭재배	저설벤치	지주재배

### 다. 수정 방법

- 1) 토마토톤 25-50배액과 지베렐린 50-100ppm을 혼용한 호르몬을 개화 당일 자방에 분무하였다.
- 2) 국내산 꿀벌을 이용하여 1화방 개화 일주일 전부터 방사하였으며 개화 후 1주일 후에는 병해충 방제를 위해 꿀벌을 소거 한 다음 개화기에 다시 방사를 하였다.

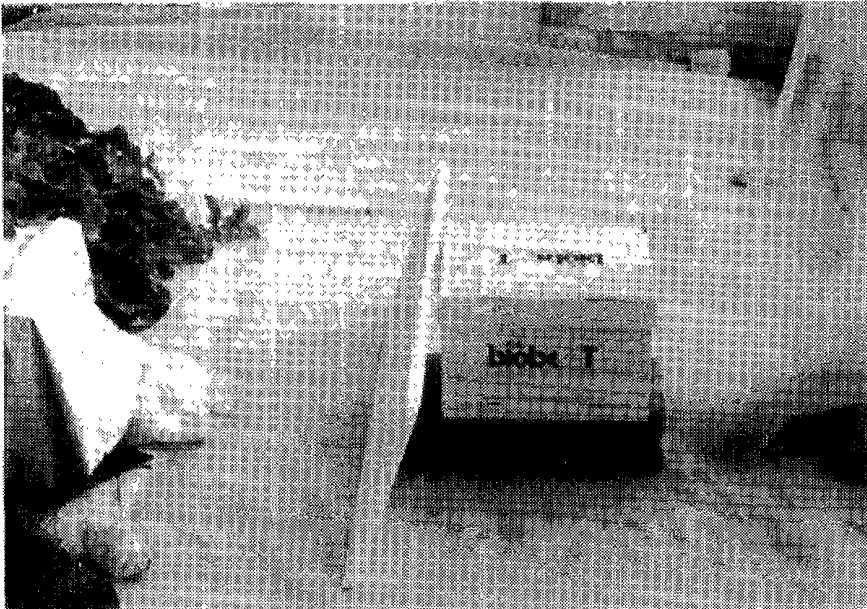


사진 1. 수정용 나투벌 벌집

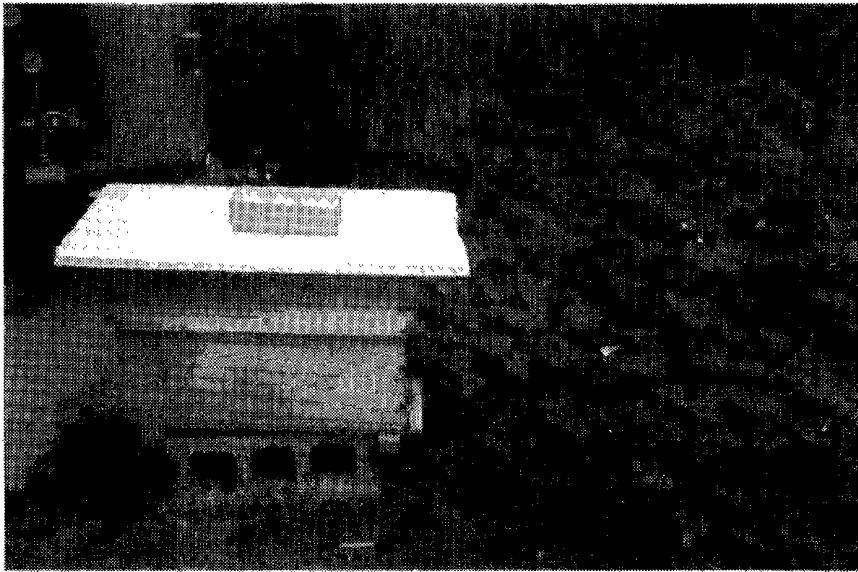


사진 2. 비닐 온실 방사용 소용량 꿀벌집

방사용 벌통은 크기를 줄여서 운반 및 비닐온실에 설치하기 쉽게 제작하였는데, 기존의 벌통은 내부의 벌집판이 10장 이상이지만, 2~3장의 벌집판이 들어가는 소형으로 하였다.

주 벌통을 온실 외부의 양호한 환경 하에 두고 필요할 때 벌집판 1~2장을 방사용 벌통에 넣어 방사함으로써 농약에 의한 꿀벌의 중독 피해를 최소화 할 수 있고, 여왕벌을 보호하여 계속적인 번식을 할 수 있도록 함으로써 꿀벌 구입비용을 줄일 수 있다. 그리고 농약 방제 시 꿀벌 보호 문제로 병해충 방제시기를 늦추거나 놓치는 경우가 있는데, 이것을 방지할 수 있어 병해충 방제에 유리하고 꿀벌의 보호와 관리에도 유리하다.

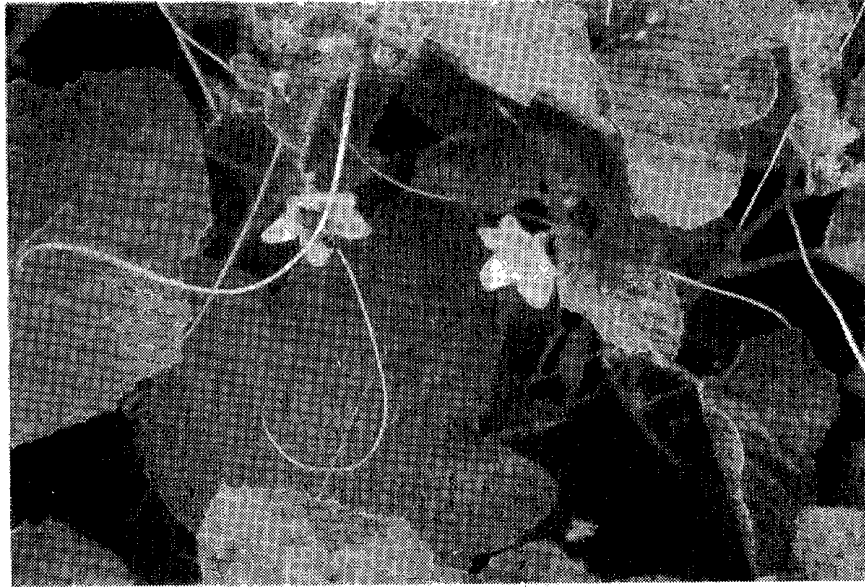


사진 3. 수정용 꿀벌의 수정 활동 모습

### 제 3 절 결과 및 고찰

#### 1. 실험 1(1999년)

관행의 수정방법인 호르몬처리법과 수입별인 나투벌을 이용하여 착과율, 수량, 당도를 비교한 결과를 표 1에 나타내었다. 나투벌을 이용한 방법보다 호르몬처리를 이용한 방법에서 착과율과 수량이 약간 증가하는 경향을 나타내었고, 나투벌을 이용한 방법에서 당도가 약간 증가하는 경향이 있었으나 유의한 차이를 보이지는 않았다.

표 1. 수정방법이 참외의 착과율, 수량 및 과실의 품질에 미치는 영향.

Treatment	착과율 (%)	발효과율 (%)	평균과중 (g)	수량 (Kg/10a)	당도 ( °Brix)	
					태좌	과육
토마토톤 +지베렐린	95.2	5.1	340.59	4618.40	13.62	11.32
나투벌	91.3	4.3	331.02	4488.36	14.82	11.75

## 2. 실험 2 (2000년)

호르몬처리법과 국내산 꿀벌을 이용한 수정방법이 참외의 수량과 과실의 품질에 미치는 영향을 표 2와 표 3에 나타내었다. 호르몬처리법에서 수량이 약간 증가하는 경향이 있었으나 과중과 과실의 품질에는 유의한 차이를 보이지 않았다.

표 2. 참외의 수정 방법이 과실의 수량과 품질에 미치는 영향.

수정방법	수확량 (g)	수확과수 (/株)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육두께 (cm)	태과당도 °Brix	과육당도 °Brix
생장 조절제	5255.1	13.8	379.7	11.6	8.0	1.9	14.9	14.2
국내산 꿀벌	4263.3	13.5	334.4	11.1	7.6	1.8	14.8	13.8
LSD(p<0.05)	552.6	NS	22.63	0.38	0.14	NS	NS	NS

꿀벌을 이용하는 방법은 수정하는데 일손이 들지 않는다는 점이 가장 유리한 점으로 생각되며, 일부의 보고에서 참외의 당도가 증가한다고 하였으나 본 실험에서는 확인되지 않았다. 최근 일부지역에서 꿀벌수정으로 생산된 제품이라는 것을 강조하여 소비자의 호응을 얻고 있다는 점에서 꿀벌을 이용한 수정법이 확산될 것으로 보이나, 꿀벌의 이용에 있어서는 비닐온실 내의 환경조건 하에서의 꿀벌의 생태적 특성을 파악하여 원활한 수정

활동과 꿀벌의 유지관리에 대한 문제점을 해소하여야 하는 과제가 있다. 앞으로는 과채류의 시설재배에 이용되는 꿀벌의 수요가 증가하면 전문적인 꿀벌의 공급과 관리를 대행하는 업체의 출현도 기대할 만하다고 할 수 있을 것이다.

표 3. 참외의 수정방법이 과실의 품질에 미치는 영향.

수정 방법 (T)	유인방법 (M)	수확과수 (개/株)	수확량 (g/株)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육두께 (cm)	태좌당도 °Brix	과육당도 °Brix
생 장 조 절 제	포복	15.6	5995.0	388.5	11.9	8.1	1.8	15.1	14.0
	벤치	13.5	4987.5	369.7	11.4	7.9	1.9	15.0	13.8
	아칭	13.3	5234.5	390.3	11.6	8.0	1.8	14.6	13.6
	지주	13.0	4803.8	370.2	11.4	7.8	1.8	15.0	13.7
LSD(p<0.05)		NS	NS	NS	0.44	0.22	NS	NS	NS
꿀 벌 수 정	포복	15.1	4782.9	320.4	10.8	7.6	1.6	15.0	16.4
	벤치	14.2	4447.7	336.9	11.1	7.6	1.9	15.0	13.7
	아칭	11.0	3875.7	352.5	11.4	7.6	2.4	14.8	13.3
	지주	13.5	3948.0	327.9	11.2	7.5	1.7	15.0	13.4
LSD(p<0.05)		NS	834.7	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Treatment(T)		NS	***	***	**	***	NS	NS	NS
Method(M)		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
T×M		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

본 연구의 참외의 적정 수정방법 개발에 있어서는, 꿀벌의 활동이 왕성한 시기에는 꿀벌을 이용한 수정을 실시하고, 고온기나 저온기의 수정에는 관행의 호르몬을 이용한 수정방법을 이용하는 두 가지 방법의 병행이 가장 적절한 것으로 생각되었다. 꿀벌을 이용한 수정방법의 기술개발에는 앞으로 더 많은 연구가 행해져야 할 것으로 생각된다.



## 제 7 장 참외의 관비재배법 개발

### 제 1절 시설

최근의 시설재배에서는 환경부하가 적고 지속적인 환경보전형 생산시스템의 확립이 요구되고 있다. 관비재배는 양액재배의 새로운 분야로서 채소 및 화훼농가의 뜨거운 관심을 모으면서 확대일로에 있다. 관비재배는 생산성의 향상과 고품질화가 가능하며 저비용으로 생력화가 가능할 뿐만 아니라 환경문제를 해결할 수 있는 새로운 재배방법으로 기대되고 있다.

관비재배란, 식물이 필요한 양분과 수분을 배양액으로 만들어 소량씩 나누어 필요한 시기에 적절하게 점적관수하여 공급하는 방법으로써, 토양이 가지고 있는 기능을 최대한 이용하는 방법이라고 할 수 있다. 관비재배에서는 실시간 영양진단과 토양용액진단을 이용하여 최고의 성과를 올리는 방법을 사용한다. 관비재배의 장점은, 먼저 작물의 양분흡수특성과 생육단계에 맞는 합리적이고 효율적인 시비가 가능하여 생육장애와 연작장애를 피할 수 있어서 고품질생산과 규격품 생산을 기대할 수 있는 것이다. 그리고, 작물이 필요한 최적량의 비료와 물을 공급해 줌으로써 관수량과 시비량을 줄이고 비료분의 유출에 의한 환경부하를 없앨 수 있다. 또한 흙의 장점인 완충능, 양분공급력, 양분유지력 등을 살릴 수 있으며 토양수분환경의 적정화로 뿌리의

발달이 좋아서 초세조절이 쉬우며 생육이 뛰어나고 수량이 증가한다. 그리고 시설비가 적어서 농가에서 도입하기에 부담이 없는 장점이 있다. 관비재배에서는 토양의 물리성이 중요한 역할을 하므로 적절한 토성을 구비하는 것이 필요하다. 그래서 점적 관수에 의해 배양액의 토양내의 침윤정도가 적절하게 이루어지도록 해야한다.

본 연구에서는 참외의 관비재배의 가능성을 검토하고 참외용 배양액의 조성과 관리방법을 확립하기 위한 기초실험을 실시하였다.

## 제 2절 재료 및 방법

### 1. 실험 1(1999년도)

#### 가. 식물재료 및 온실

1) 식물재료 : 금싸라기 은천 참외 (홍농종묘)

참토좌 호박(홍농종묘)

2) 파종 : 1999년 1월 11일에 육묘용 상토를 충진한 50구 트레이에 금싸라기은천을 파종하였으며, 대목용 호박은 접수를 파종한 10일 후에 파종하여 육묘하였다.

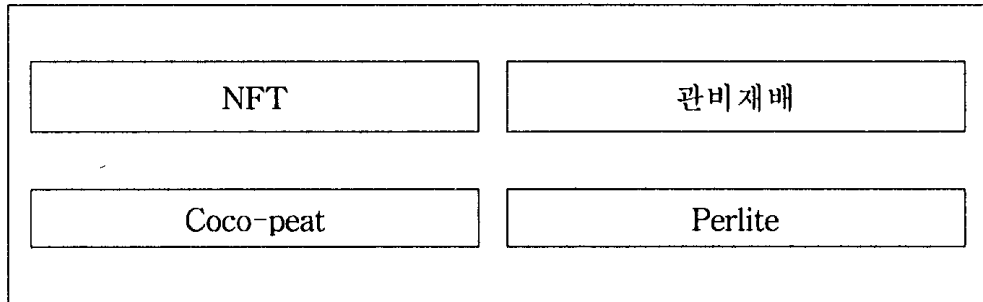
3) 접목 : 참토좌 호박과 참외를 호접(2월 2일)하였다.

4) 적심 : 2월 15일에 주지를 4마디 남기고 적심하였다.

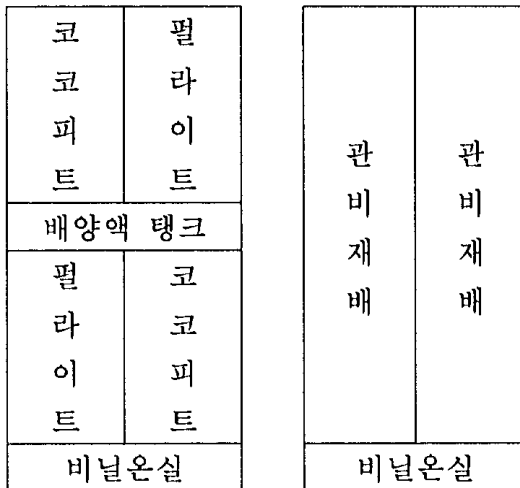
5) 정식 : 3월 12일에 자만이 3~4개 정도 발생하였을 때 시험 포장에 처리구별로 25cm 간격으로 정식하였다.

6) 비닐온실규모 : 길이 30m, 폭 6m, 면적 180m<sup>2</sup>의 2동(대구대학) 및 길이 80m, 폭 5.5m, 면적 440m<sup>2</sup>의 2동(참여농가)

7) 비닐온실 내 처리구의 배치도



8) 참여농가의 처리구별 배치도



나. 재배관리

- 1) 배양액은 야마자키 처방 멜론 배양액을 EC 2.0dS/m의 농도로 1일 주당 1.5~2리터를 5회로 나누어 급액하였다.
- 2) 급액 시설은 폭 2m의 이랑에 참외를 중심으로 양쪽에 30cm 간격으로 2줄씩 4줄로, 30cm 간격으로 점적기가 있는 관수 튜브를 설치하였다. 기타의 재배관리는 관행에 준하여 실시하였다.

## 다. 조사항목 및 분석방법

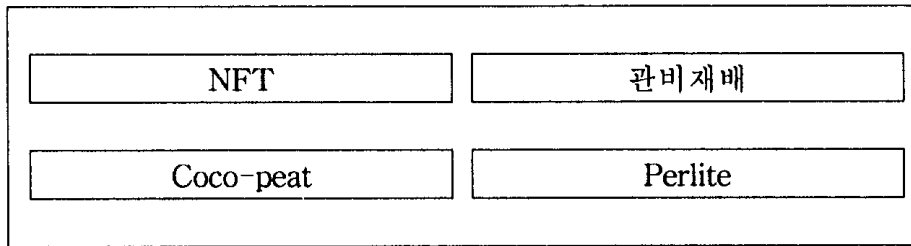
각 처리별로 초기생육을 비교하기 위하여 4월 9, 4월 23일, 5월 7일, 5월 21일에 초장, 절간수, 절간 길이, 줄기의 직경을 조사하였으며, 수확은 4~5회 생육단계에 따라 과중, 과경, 과장을 조사하여 처리별로 착과수, 평균과중, 과일의 형태, 수량 등을 조사하였다. 과실의 품질은 과육 두께를 측정하고 전자식 굴절당도계(Digital Refractometer PR-101, Atago, Japan)를 이용하여 태좌부와 과육을 10g씩 채취하여 착즙한 시료를 측정하여 가용성고형물의 함량을 °Brix로 표시하였다.

## 2. 실험 2(2000년도)

### 가. 식물재료 및 온실

- 1) 식물재료 : 금싸라기 은천 참외, 칠성 신토좌 호박
- 2) 육묘 : 1999년 12월 28일에 육묘용 상토를 충전한 50구 트레이에 금싸라기 은천을 파종하였으며, 대목용 호박은 2000년 1월 4일 파종하여 1월 18일에 호박과 참외를 호접하여 12cm 비닐포트에 이식하여 육묘하였다.
- 3) 적심 및 정식 : 2000년 2월 3일에 접수의 주지를 4마디 남기고 적심한 뒤 자만이 3~4개 발생하였을 때 처리구별로 2월 23일에 25cm 간격으로 정식하였다.
- 4) 비닐온실 : 길이 30m, 폭 6m, 면적 180m<sup>2</sup>, 2동

## 5) 비닐온실 내 시험구 배치도



### 나. 배양액

1) 배양액은 야마자키 처방 멜론 배양액을 EC 2.0dS/m로 1일 주당 1.5~2.0 ℓ 를 다음과 같이 급액하였다.

2) 급액방법 : 관비재배

3월 ; 4분/회, 2회/일

4월 ; 3분/회, 5회/일

5월 ; 4분/회, 6회/일

6월 ; 5분/회, 6회/일

7월, 8월 9월 ; 5분/회, 6회/일

### 다. 조사항목 및 분석방법

각 처리별로 초기생육을 비교하기 위하여 3월 18일, 3월 25일, 4월 1일, 4월 8일에 실시하여 초장, 절간수, 절간 길이, 줄기의 직경을 조사하였으며, 수확은 4~5회 생육단계에 따라 과중,

과경, 과장을 조사하여 처리별로 착과수, 평균과중, 과일의 형태, 수량 등을 조사하였다. 과실의 품질은 과육 두께를 측정하고 전자식 굴절당도계(Digital Refractometer PR-101, Atago, Japan)를 이용하여 태좌부와 과육을 10g씩 채취하여 착즙한 시료를 측정하여 가용성고형물의 함량을 °Brix로 표시하였다.

### 3. 실험 3 (2001년도)

#### 가. 식물재료 및 온실

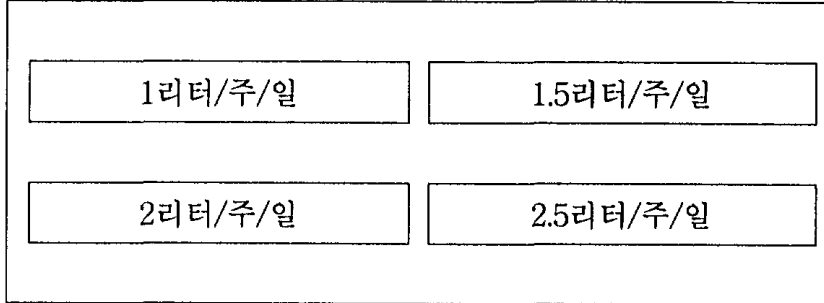
##### 1) 육묘 및 정식

2001년 2월 16일에 금싸라기 은천 참외를 육묘용 상토를 충진한 50구 트레이에 파종 후 7일 후에 대목용 호박 칠성신토좌를 파종하였다. 2001년 3월 5일에 금싸라기은천 접수와 칠성신토좌 대목을 이용하여 호접 후 지름 12cm의 비닐 포트에 이식하였다. 이식하여 활착 후 어미덩굴 4~5 마디에서 적심 한 후 아들덩굴이 3~4개 발생하였을 때 비닐온실에 처리별로 40cm 간격으로 정식하였다.

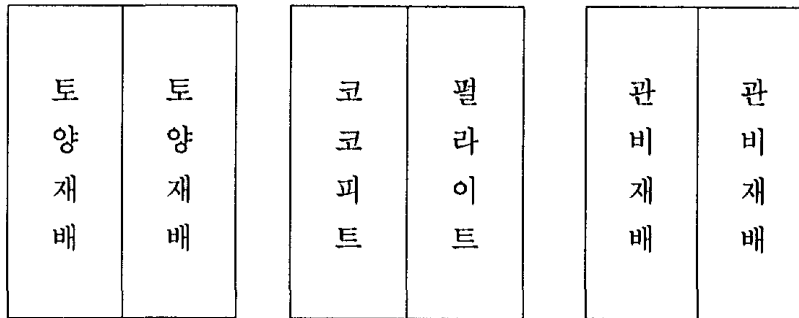
2) 온실규모는 길이 30m, 폭 6m, 면적 180m<sup>2</sup>(대구대학교) 및 성주 농가 온실 길이 80m, 폭 5m, 면적 400m<sup>2</sup> 3개동에서 처리구를 설치하였다.

### 3) 실험구배치도

#### 가) 대학내 비닐온실 실험구 배치도



#### 나) 참여농가의 관비재배 및 양액재배 실험구 배치도



#### 나. 배양액 및 재배관리

1) 배양액 : 야마자키 처방 멜론 배양액 EC 2.0dS/m

#### 2) 급액방법

급액 방법은 대학내 포장에서는 처리구에 따라 주당 1일 1리터, 1.5리터, 2.5리터로 나누어서 처리별로 급액 하였다.

성주 포장은 주당 2리터를 1일 7회로 나누어 급액 하였다.

3) 수정은 6월 2일부터 토마토톤과 지베렐린을 사용하였으며

7월 이후에는 꿀벌을 이용하여 수정하였다.



## 다. 조사항목 및 분석

### 1) 토양수분함량의 측정

배지수분측정기[TRI-FM(IMKO GmbH, Germany)]를 이용하여 배지종류별로 3구역으로 나누어 1일 3회(9시, 12시, 3시) 측정하였다.

2) 수확은 4~5회 생육단계에 따라 과중, 과경, 과장을 조사하여 처리별로 착과수, 평균과중, 과일의 형태, 수량 등을 조사하였다. 과실의 품질은 과육 두께를 측정하고 전자식 굴절당도계(Digital Refractometer PR-101, Atago, Japan)를 이용하여 태좌부와 과육을 10g씩 채취하여 착즙한 시료를 측정하여 가용성고형물의 함량을 °Brix로 표시하였다.

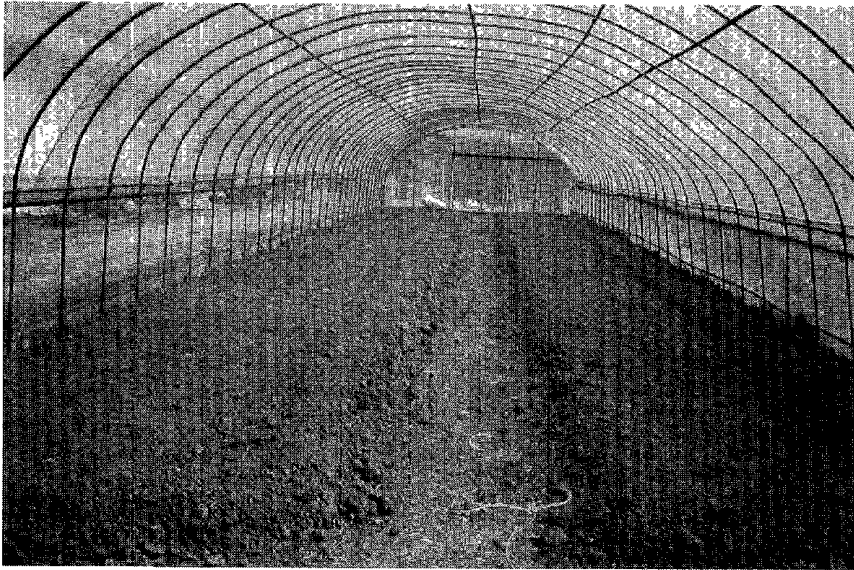


사진 1. 관비재배 온실의 객토시의 모양

객토는 황토로 30cm이상 복토가 되도록 하였다.



사진 2. 참외의 관비재배 모양

참외를 중심으로 2줄씩 4줄을 25cm 간격으로 점적기가 달린 급액 튜브를 설치하였다.



사진 3. 참외의 관비재배시 생육최성기

### 제3절 결과 및 고찰

관비재배의 기본적인 시스템은 관수시설, 배양액 혼합장치, 급액량 제어장치, pH미터 와 센서 등으로 이루어진다.

그리고, 성공적인 관비재배를 위해서는 토양의 물리성을 개량하여 적절한 근권 환경을 유지하는 것이 중요하다. 그리고 치환성 염기나 유효태 인산 등의 토양양분이 적당하게 시여하는 것이 좋다. 또, 증산량, 토양수분, 작물의 수분 요구량에 따라 합리적인 수분관리를 하여야 한다. 또한, 실시간 토양용액진단과 실시간 영양진단으로 합리적인 양분관리를 하여야 하며, 실시간 토양용액진단과 실시간 영양진단은 가능한 한 단시간에 실시하고 적용할 수 있어야 한다. 그리고, 균일하고 정확한 관수를 할 수 있는 시설과 좋은 용수의 확보가 필요하다. 또, 토양의 양분 상태, 작물의 종류와 품종의 특성, 염류의 집적정도와 성분함량 등을 파악하여 적절한 배양액 조성을 하여야 하며, 미량요소에 대해서도 과부족이 없도록 유의하여야 한다. 토마토, 오이 등의 과채류와 카네이션에서는 칼륨의 흡수량이 많으므로 적절한 진단을 통하여 결핍을 방지하여야 한다. 그리고, 토양병해와 선충 피해의 위험이 있는 곳에서는 적절한 토양병해방제와 선충피해 대책을 마련하여야 한다.

## 1. 실험 1(1999년).

양액재배와 관비재배에서 초기생육의 차이를 비교한 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1. 생육단계별 양액재배 방식이 참외의 초기생육에 미치는 영향.

Growth stage (G) (month/day)	Treatment (T)	Mean			
		Plant length (cm)	Number of node	Node length (cm)	Diameter of stem(mm)
4/9	펄라이트	56.33	15.5	3.72	5.46
	코코피트	57.90	16.0	3.62	5.78
	N F T	36.83	12.2	3.03	4.83
	관비재배	64.08	15.1	4.27	5.28
LSD(p<0.05)		2.82	0.63	0.19	0.59
4/23	펄라이트	115.30	24.9	4.62	6.71
	코코피트	116.53	24.6	4.74	7.21
	N F T	65.43	18.3	3.58	6.07
	관비재배	123.90	24.1	5.12	6.49
LSD(p<0.05)		8.57	1.58	0.26	0.60
5/7	펄라이트	168.40	32.0	5.24	8.66
	코코피트	183.90	33.3	5.55	9.58
	N F T	159.55	31.5	5.03	9.93
	관비재배	174.85	32.5	5.40	9.59
LSD(p<0.05)		8.37	1.14	0.23	0.48
5/21	펄라이트	206.95	38.0	5.35	9.97
	코코피트	242.80	42.1	5.80	10.34
	N F T	207.45	37.9	5.49	16.02
	관비재배	219.60	39.1	5.65	10.77
LSD(p<0.05)		12.42	1.60	0.24	NS
Treatment (T)		***	***	***	NS
Growth stage (G)		***	***	***	***
T×G		***	***	***	NS

\*\*\* Significant at  $p < 0.001$

생육시기에 따라서 초장, 절간수, 절간장 및 경경이 양액재배 방식에 따라서 일부 차이를 나타내는 경우도 있었지만, 전체적으로는 양액재배와 비교하여 유의한 차이를 나타내지는 않았다.

생육단계별 양액재배와 관비재배에서 참외과실의 품질을 비교한 결과를 표 2에 나타내었다.

표 2. 생육단계별 양액재배 방식이 참외의 과실품질에 미치는 영향.

Growth stage (G) (month/day)	Treatment	Mean					
		Fruit weight (g)	Fruit diameter (cm)	Fruit length (cm)	Fruit thickness (cm)	Soluble solid contents ( °Brix)	
						placenta	flesh
5월	필라이트	368.19	7.87	11.14	1.73	13.55	9.31
	코코피트	360.23	7.45	11.50	1.65	12.88	8.32
	NFT	397.64	7.88	12.64	1.64	12.38	8.51
	관비재배	294.07	7.38	10.77	1.55	14.88	10.17
LSD(p<0.05)		81.77	NS	1.30	NS	0.99	1.12
6월	필라이트	325.39	7.45	11.0	1.81	13.09	10.55
	코코피트	396.12	7.79	11.46	1.86	12.58	10.81
	NFT	367.86	7.54	12.05	1.7	12.36	9.46
	관비재배	278.06	7.05	10.49	1.69	13.79	10.68
LSD(p<0.05)		36.50	0.21	0.61	0.15	0.90	0.54
8월	필라이트	369.92	7.79	11.65	1.74	13.90	10.91
	코코피트	330.76	7.66	10.68	1.73	13.54	11.38
	NFT	302.80	7.22	10.96	1.70	11.65	9.13
	관비재배	292.92	7.37	10.89	1.61	14.35	11.52
LSD(p<0.05)		54.86	0.38	0.75	0.15	0.86	0.84
9월	필라이트	278.31	7.30	10.19	1.71	12.91	9.11
	코코피트	290.83	7.10	10.83	1.78	13.08	9.39
	NFT	348.44	7.41	11.59	1.70	12.91	10.38
	관비재배	332.70	7.20	11.84	1.58	12.59	9.74
LSD(p<0.05)		NS	NS	1.19	NS	NS	1.00
Treatment (T)		***	***	***	***	***	***
Growth stage (G)		***	***	***	***	***	***
T×G		***	***	***	***	***	***

\*\*\* Significant at  $p < 0.001$

수확시기에 따라서 양액재배 종류에 따라서 과중, 과경, 과장, 당도 등에서 일부 유의차를 나타내기는 하였으나 전체적으로 양액재배의 결과와 큰 차이가 없었다.

양액재배와 관비재배에서 수량을 비교하여 표 3에 나타내었다. 펄라이트 양액재배보다는 낮았지만 코코피트 양액재배와는 동등한 수량을 나타내었다.

표 3. 양액재배 방식이 참외의 수량에 미치는 영향.

Treatment	Mean			
	착과수	주당수확량 (g/plant)	평균과중 (g)	수량 (Kg/10a)
Perlite	11.3 a	3307.0 a	294.47 c	4960.50 a <sup>z</sup>
Coco-peat	8.7 b	3000.9 b	346.62 a	4501.35 b
N F T	4.0 c	1293.1 c	320.36 b	1939.65 c
관비재배	9.0 b	2976.4 b	333.46 ab	4464.60 b

<sup>z</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

표 4에는 성주의 참여농가의 관비재배와 양액재배의 수량을 비교하였는데, 관비재배에서 양액재배에 비해 월등하게 낮은 수량을 나타내었다.

이는 장마기의 침수피해로 인하여 관비재배에서는 식물체가 고사하여 나타난 결과이다.

표 4. 양액재배 방식이 참외의 수량에 미치는 영향(참여 농가)

Treatment	Mean			
	착과수	주당수확량 (g/plant)	평균과중 (g)	수량 (Kg/10a)
Perlite	13.8 a	5558.9 a	404.88 a	6670.68 a <sup>2</sup>
Coco-peat	14.0 a	5113.36 b	368.07 b	6136.03 a
Fertigation	7.7 b	2881.4 c	375.49 b	3457.68 b

<sup>2</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

참여농가의 과실의 품질에 대한 양액재배와 관비재배의 비교 결과를 표 5에 나타내었다.

과중, 과장, 과경에서는 양액재배와 차이를 나타내지 않았고, 당도에서는 관비재배가 다소 높은 수치를 나타내었는데, 이는 참여농가의 여러 가지 재배기술의 복합적인 문제로 생각되어 단순 비교할 수 있는 것으로 생각할 수는 없었다.



표 5. 생육단계별 양액재배 방식이 참외 과실의 품질 (참여 농가).

Growth stage (G) (month/day)	Treatment (T)	Mean					
		Fruit weight (g)	Fruit diameter (cm)	Fruit length (cm)	Fruit thickness (cm)	Soluble solid contents ( °Brix)	
						placenta	flesh
5월	펄라이트	493.78	8.50	13.73	2.31	13.90	11.38
	코코피트	437.60	7.89	11.31	2.13	12.58	10.08
	관비재배	425.19	7.81	13.70	1.92	16.31	12.15
LSD(p<0.05)		65.44	0.45	1.44	0.33	0.78	0.58
6월	펄라이트	326.88	7.24	11.22	1.87	13.81	10.29
	코코피트	316.49	7.17	10.79	1.85	12.25	9.90
	관비재배	320.25	7.04	11.88	1.84	12.28	14.47
LSD(p<0.05)		NS	NS	0.96	NS	0.72	1.43
8월	펄라이트	424.27	7.99	12.83	2.16	13.79	10.76
	코코피트	392.59	7.64	11.20	2.02	12.70	10.07
	관비재배	411.67	7.67	13.27	2.00	14.99	12.92
LSD(p<0.05)		NS	NS	1.39	NS	1.60	1.36
9월	펄라이트	377.67	7.70	12.16	1.81	13.15	10.94
	코코피트	325.68	7.53	10.93	2.08	12.76	10.06
LSD(p<0.05)		NS	NS	NS	NS	NS	NS
Treatment (T)		***	***	***	***	***	***
Growth stage (G)		***	***	***	***	***	***
T×G		***	***	***	***	***	***

\*\*\* Significant at p < 0.001

## 2. 실험 2(2000년)

관비재배와 양액재배가 참외의 초기생육에 미치는 영향을 표 6에 나타내었다. 관비재배에서의 초기생육은 고품배지와 비슷한 경향을 나타내고 있으며, NFT에서는 전년도의 생육 부진 때문

표 6. 양액재배 방식이 생육단계별 참외의 초기생육에 미치는 영향.

생육단계 (월/일)	재배방식	초장(cm)	마디수	절간장(cm)	경경(mm)
3/18	펄라이트	44.4 b	10.8 b	4.1 b	6.6 ab <sup>z</sup>
	코코피트	38.9 bc	10.1 bc	3.9 b	6.4 b
	NFT	59.4 a	13.1 a	4.6 a	7.1 a
	관비재배	37.4 c	9.2 c	4.2 b	6.2 b
3/25	펄라이트	64.8 b	14.7 b	4.5 ab	7.3 b
	코코피트	58.1 b	14.0 b	4.2 b	7.2 b
	NFT	85.5 a	17.6 a	4.9 a	8.2 a
	관비재배	62.5 b	13.9 b	4.5 ab	7.3 b
4/1	펄라이트	95.7 b	20.2 b	4.8 ab	8.0 b
	코코피트	88.1 b	18.9 b	4.7 b	7.9 b
	NFT	114.4 a	22.5 a	5.1 a	9.1 a
	관비재배	97.3 b	19.8 b	4.9 ab	8.6 ab
4/8	펄라이트	128.8 ab	25.8 b	5.0 a	8.5 a
	코코피트	123.4 b	25.1 b	4.9 a	8.5 a
	NFT	141.7 a	27.6 a	5.2 a	9.5 a
	관비재배	133.3 ab	25.4 b	5.2 a	9.6 a
Means	펄라이트	83.4 b	17.9 b	4.6 b	7.6 c
	코코피트	77.1 c	17.0 c	4.4 c	7.4 c
	NFT	100.2 a	20.2 a	4.9 a	8.4 a
	관비재배	82.6 b	17.1 c	4.7 b	7.9 b

<sup>z</sup> Mean separation within every columns by DMRT

에 배양액을 가온한 결과 다른 처리구에 비해 양호한 생육을 나타내었다.

관비재배와 양액재배가 참외의 수량과 과실의 품질에 미치는 영향을 표 7에 나타내었다.

표 7. 양액재배 방식이 생육단계별 참외의 수량과 과실의 품질에 미치는 영향.

수확 시기	재배 방식	수확과수 (개/株)	수량 (g/株)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육두께 (cm)	당도 °Brix	
								태좌	과육
5월	필라이트	5.8 a	1835.6 ab	316.6 b	11.0 ab	7.4 a	1.9 a	12.7 b	12.7 bc
	코코피트	5.5 a	1709.0 b	314.2 b	10.0 b	7.5 a	1.7 a	13.7 a	13.8 a
	NFT	5.5 a	1976.9 a	362.5 a	11.2 a	7.6 a	1.8 a	12.0 b	12.1 c
	관비재배	5.7 a	1825.1 ab	324.1 ab	10.4 ab	7.5 a	1.6 a	12.3 b	13.2 ab
6월	필라이트	7.4 a	2410.5 a	335.7 a	9.6 a	8.3 a	2.0 a	14.7 a	13.3 b
	코코피트	6.6 ab	2203.6 a	339.2 a	9.7 a	8.4 a	2.0 a	15.7 a	13.8 a
	NFT	4.3 c	1011.7 c	234.1 b	8.2 b	7.6 b	1.6 b	15.3 a	14.2 a
	관비재배	4.9 bc	1599.2 b	341.6 a	10.1 a	8.0 ab	2.0 a	15.8 a	14.0 a
8월	필라이트	5.7 a	2165.9 ab	382.1 a	12.7 a	8.2 a	1.7 a	13.4 a	12.2 a
	코코피트	4.5 a	1416.4 b	320.7 a	11.1 a	7.9 a	1.8 a	13.7 a	12.6 a
	NFT	5.9 a	2048.3 ab	348.9 a	11.3 a	8.0 a	1.7 a	14.5 a	12.8 a
	관비재배	6.2 a	2351.5 a	380.9 a	12.0 a	7.9 a	1.5 a	14.6 a	13.2 a
9월	필라이트	4.6 a	1206.9 a	248.4 ab	10.6 ab	6.9 ab	1.4 a	11.9 a	10.4 a
	코코피트	4.2 a	1175.1 a	281.9 ab	10.7 ab	7.1ab	1.5 a	13.0 a	12.1 a
	NFT	4.7 a	970.7 a	215.6 b	9.9 b	6.7 b	1.3 a	11.7 a	10.6 a
	관비재배	4.7 a	1396.3 a	300.3 a	11.3 a	7.2 a	1.5 a	13.7 a	12.4 a

<sup>z</sup> Mean separation within every columns by DMRT.

수확과수, 수확량, 과중, 과장, 과경, 당도, 등에서 관비재배와 양액재배 간에 생육시기에 따라 일부 차이를 나타내기도 했지만, 대체적으로 전 조사항목에서 관비재배와 양액재배간의 유의한 차이를 나타내지는 않았다. 1차 년도에 비해서는 재배기술의 향상으로 전처리에서 월등하게 높은 수량을 올릴 수 있었다.

표 8. 참외의 재배방식이 참외의 수량 및 품질에 미치는 영향(참여농가)

수확시기	재배방식	Means			
		수량 (g/株)	과중 (g/果)	태좌당도 ( °Brix)	과육당도 ( °Brix)
5월	펠라이트	2465.7	363.6	14.3	11.4
	코코피트	2634.4	416.0	13.9	11.1
	관비재배	2757.9	459.7	17.9	14.8
	토양재배	2318.0	349.1	17.3	14.7
LSD(p<0.05)		220.4	36.89	0.97	0.85
7월	펠라이트	2509.7	418.3	13.5	12.1
	코코피트	2385.7	397.6	14.7	12.5
	관비재배	2487.8	414.6	14.5	11.8
	토양재배	2498.5	416.4	14.9	12.3
LSD(p<0.05)		NS	NS	NS	NS
8월	펠라이트	2844.7	410.5	14.3	13.0
	코코피트	3029.0	336.8	14.6	12.7
	관비재배	2737.4	369.0	14.6	12.4
	토양재배	1982.8	358.2	13.5	11.8
LSD(p<0.05)		513.3	NS	NS	NS
9월	펠라이트	1672.8	313.2	15.4	13.8
	코코피트	1825.2	316.0	15.5	13.7
	관비재배	1853.3	241.7	16.1	14.0
	토양재배	858.41	228.8	15.1	13.0
LSD(p<0.05)		198.5	24.57	NS	NS
Total	펠라이트	9492.9	376.4	14.4	12.6
	코코피트	9874.2	366.6	14.7	12.5
	관비재배	9836.4	371.2	15.8	13.3
	토양재배	7657.7	338.1	15.2	13.0
LSD(p<0.05)		820.0	NS	0.68	NS

참여농가의 관비재배와 양액재배 및 토양재배가 참외의 수량과 과실의 품질에 미치는 영향을 표 8에 나타내었다. 토양재배는 관비재배와 양액재배에 비교하여 수량이 현저하게 낮았고, 과중이 작았다. 그러나 과실의 당도는 큰 차이를 나타내지 않았다. 관비재배는 수량에 있어서는 양액재배와 차이를 나타내지 않았고, 태좌부의 당도가 양액재배에 비해 약간 높은 수치를 나타내었으나 과육의 당도에는 차이가 없었다.

### 3. 실험 3(2001년).

관비재배에서 급액량을 달리하여 급액하였을 때 토양내의 수분함량의 변화를 그림 1에 나타내었다. 급액량의 차이에 따라 토양내의 수분함량의 차이는 일정한 비례적인 관계를 나타내지는 않았다. 이는 수분함량측정계의 사용미숙이나 측정방법에 문제가 있는 것으로 생각되어, 계속적인 실험을 통하여 측정기술을 숙달시키고 측정방법을 개선할 필요가 있을 것으로 생각되었다.

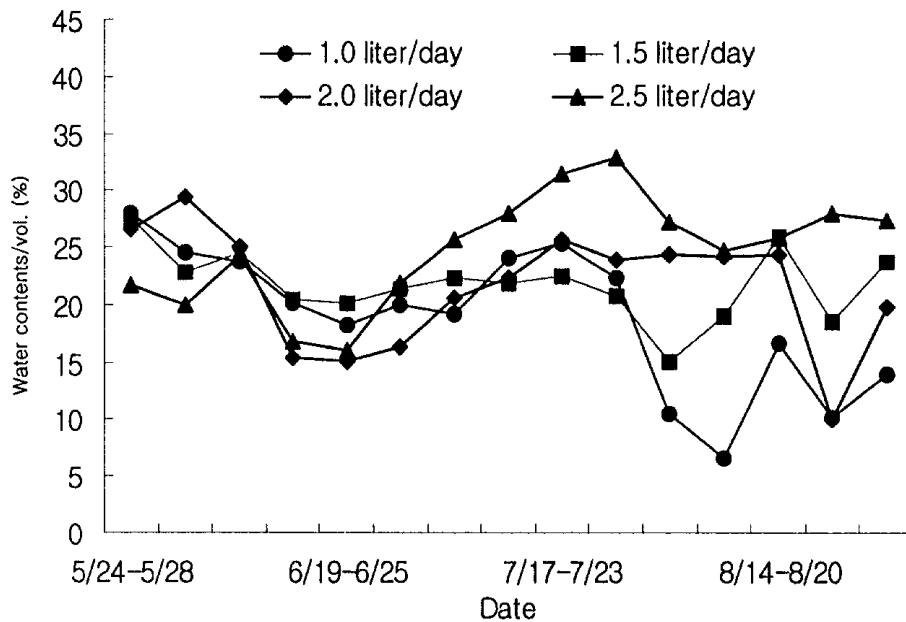


그림 1. 관비재배에서 급액량에 따른 토양내 수분 함량의 변화

배양액의 급액량이 참외의 수량과 과실의 품질에 미치는 영향을 표 9에 나타내었다. 수확시기에 따라서 급액량의 차이에 의해 수량과 당도에 차이를 나타내는 경우도 있었지만 전체적으로는 급액량에 의한 수량과 당도의 유의한 차이는 볼 수 없었다.

이상의 결과에서 참외의 관비재배는 충분한 성공 가능성이 있음이 확인되었으나, 앞으로 해결해야할 문제점이 많은 것으로 생각되었다. 관비재배의 기본적인 시스템의 구성은 관수시설, 배양액혼합장치, 급액량 제어장치, pH미터 와 센서 등으로 이루어 지는데, 간단하게는 점적관수 튜브, 간이 액비 혼합장치, 타이머, 배관부자재를 조합하여 적은 비용으로도 자작할 수 있다.

표 9. 참외의 관비재배에서 급액량이 과실의 수량 및 품질에 미치는 영향

수확시 기 (月/日)	급액량 ( $l/株/日$ )	Means			
		수량 ( $g/株$ )	과중 ( $g/果$ )	태좌당도 ( $^{\circ}Brix$ )	과육당도 ( $^{\circ}Brix$ )
7/5	1.0	3725.6 a	461.2 a	11.6 b	9.7 b <sup>z</sup>
	1.5	3155.8 ab	444.7 a	11.9 b	10.5 ab
	2.0	2750.3 b	408.3 a	12.8 b	11.3 a
	2.5	2496.2 b	407.2 a	14.5 a	12.0 a
8/13	1.0	2891.7 ab	423.3 a	12.9 bc	11.8 bc
	1.5	3036.0 a	356.7 a	14.4 a	13.7 a
	2.0	2051.4 b	412.0 a	12.4 c	10.8 c
	2.5	2157.4 ab	388.0 a	14.0 ab	12.5 b
9/6	1.0	2023.9 a	396.3 ab	14.4 a	13.6 a
	1.5	916.6 b	452.8 ab	15.0 a	13.6 a
	2.0	1126.3 ab	475.3 a	15.3 a	13.7 a
	2.5	672.3 b	389.5 b	14.3 a	13.3 a
Total	1.0	7445.1 a	426.9 a	13.1 a	11.9 a
	1.5	6677.3 a	428.6 a	13.7 a	12.5 a
	2.0	5060.3 a	435.3 a	13.5 a	12.0 a
	2.5	4772.9 a	400.5 a	14.3 a	12.6 a

<sup>z</sup> Mean separation within every columns by DMRT.

본 실험에서는 간단한 설비로 실험을 수행하였으나 비교적 성공적인 결과를 얻을 수 있었다. 다만 일차 년도의 실험에서와 같이 장마기의 침수피해를 피하는 적절한 방법은 없는 것으로 생각되어 지하수위가 높거나 침수피해의 우려가 있는 온실은 관비재배를 하지 않고 양액재배를 하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 또한 관비재배에서는 토양병해와 선충피해의 위험이 있는 곳에서는 적절한 토양병해방제와 선충피해 대책을 마련하여야 한다.

관비재배는 여러 가지 이점을 가진 생산시스템이기는 하지만 해결해야할 과제도 많다고 할 수 있다. 먼저, 성공적인 관비재배를 위해서는 토양의 물리성 개량법을 확립하여 적정 근권 환경을 유지할 수 있도록 하는 것이 중요한데, 공급된 배양액이 횡방향으로 20~30cm는 균등하게 확산될 수 있는 것이 필요하다. 그리고 토양의 양분상태와 토성, 작물의 종류와 품종의 특성에 맞는 합리적인 양분관리를 하여야한다. 토양의 영양진단을 통하여 염류의 집적정도와 성분함량 등을 파악하여 적절한 배양액 조성을 하여야 하며, 미량요소에 대해서도 과부족이 없도록 유의하여야 한다. 그러므로, 치환성 염기나 유효태 인산 등 토양양분이 적당하게 포함되어 있는 토양을 포함하도록 하는 것이 좋다고 할 수 있다.

또, 증산량, 토양수분, 작물의 수분 요구량에 따른 합리적인



수분관리가 필요하며, 온도와 일사량의 변화에 대응한 진단기술과 필요량을 정확하게 공급할 수 있는 기술이 필요한데, 장기간 균일하고 정확한 관수를 할 수 있는 시설과 좋은 용수의 확보가 필요하다. 타이머에 의한 제어장치도 있지만 1회당 급액량, 1일 급액횟수, 급액시간 등을 정밀하게 설정 가능한 것이 좋고, 튜브의 막힘을 방지하고 오랜 기간 동안 균일하게 관수가 가능해야 한다. 용수는 철분, 점토, 부유물, 침전물 등이 포함되어있지 않고 수질검사를 통해서 적정한 성분함량이 밝혀진 것을 사용하여야 한다. 그리고, 지하수위가 높거나 배수가 불량한 경우에는 압거배수나 격리베드 등의 적절한 조치를 하여야 할 것이다.

그리고, 실시간 토양용액진단과 실시간 영양진단을 활용한 합리적인 양분관리기술이 필요하다. 실시간 토양용액진단과 실시간 영양진단을 위한 기준을 만들고, 토양샘플채취와 분석, 즙액진단에 의한 흡수성분의 분석을 가능한 한 단시간에 실시하고 적용할 수 있어야 한다.

이상과 같이, 성공적인 관비재배를 위해서는 여러 가지 해결해야 할 사항이 많으나, 본 연구에서는 우선 참외에서의 관비재배의 가능성을 진단하여 그 가능성을 충분히 확인할 수 있었으며, 배양액은 야마자키 처방 멜론 배양액을 사용하여 EC 2.0dS/m 농도로 일일 주당 1.5~2.0리터를 5회 정도로 나누어 급액 함으로써 성공적인 결과를 얻을 수 있었다.

## 참고문헌

Adams, P. and G. W. Winsor. 1973. The effects of nitrogen, potassium and sub-irrigation on the yield, quality and composition of single-truss tomatoes. J. Hort. Sci. 48:123-133.

Adams, P. 1994. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. Acta Hort. 361:245-257.

Arora, S. K., M. L. Pandita, P. S. Partap and B. R. Batra. 1994. Response of long melon (*Cucumis melo* var. *utilissimus*) to foliar application of plant growth substances. Indian J. Agri. Sci. 64(12):841-844.

Bernadac A., I. J. Baptiste, G. Bertoni and P. Morard. 1996. Changes in calcium contents during melon (*Cucumis melo* L.) fruit development. Scientia Horticulturae. 66(3-4):181-189.

Bohme, M. 1995. Effects of closed systems in substrate culture for vegetable production in greenhouse. Acta Hort. 396:45-54

Chang, D.C., S.Y. Kim, K.Y. Shin, Y.R. Cho, and Y.B. Lee. 2000. Development of a nutrient solution for potato (*Solanum tuberosum* L.) seed tuber production in a closed hydroponic system. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 18(3):334-341.

Choi, E.Y., Y.B. Lee, and J.Y. Kim. 1998. Development of optimal nutrient solution for tomato substrate culture in closed system. J. Bio. Fac. Env. 7:43-54.

Cohen, R., B. Blaier, A. A. Schaffer and J. Katan. 1996. Effect of acetochlor treatment on Fusarium wilt and sugar content in melon seedlings. European J. Plant Pathology. 102(1):45-50.

Ehret, D. L. and L. C. Ho. 1986. The effects of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient film culture. J. Hort. Sci. 61:361-367.

Gertsson, U. E., I. Hansson, S. Lundqvist, G. Svedelius, and R. G. Weich. 1994. Tomato grown in circulating nutrient solution using rockwool and as hydroponics. Acta Hort.

361:237-244.

Guler, H. G., C. Olympos and D. Gerasopoulos. 1995. The effect of the fruit quality of hydroponically grown melons (*Cucumis melo* L.). *Acta Horticulturae*. 379:261-265.

Hartz, T. K., K. S. Mayberry, M. E. McGiffen, M. LeStrange, G. Miyao and A. Baameur. 1994. Foliar methanol application ineffective in tomato and melon production. *Hort Science*. 29(9):1087.

Harun, R.M.R., D. A. Hall, R.A.K. and G. M. Hitchon. 1991. Melon cultivation in organic and inorganic substrates. *Acta Horticulturae*. 294:105-108.

Hobson, G. E. and L. Beoford. 1989. The composition of cherry tomatoes and its relation to consumer acceptability. *J. Hort. Sci.* 64:321-329.

Johnson, H. A. and N. T. Powell. 1969. Influence of root-knot nematodes on bacterial wilt development in flue-cured

tobacco. *Phytopathology* 59:486-491.

Katsumi, O., N. Ito, T. Hosoki, and H. Higashimura. 1991. Influence of the concentrations of nutrient solution and salt supplement on quality and yield of cherry tomato grown hydroponically. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 60(1):89-95.

Kim, H.J., J.H. Kim, Y.H. Woo, W.S. Kim, and Y.I. Nam. 2001. Nutrient and water uptake of tomato plants by growth stage in closed perlite culture. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 42(3):254-258.

Masuda, M., T. Takiguchi, and S. Matsubara. 1989. Yield and quality of tomato fruits, and changes of mineral concentration in different strengths of nutrient solution. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 58:641-648.

Meagher, J. W. and P. T. Jenkins. 1970. Interaction of *Meloidogyne hapla* and *Verticillium dahliae* and the control of wilt in strawberry. *Australia Jour. Exp. Agric. and Animal Husbandry*.

Melendez, P. L. and N. J. Powell. 1967. Histological aspects of the *Fusarium* wilt-rot knot complex in flue-cured tobacco. *Phytopathology* 57: 286-292.

Mendlinger, S. and M. Fossen. 1993. Flowering, vegetative growth, yield and fruit quality in muskmelons under saline conditions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(6):868-872.

Mizrahi, Y. 1982. Effect of salinity on tomato fruit ripening. *Plant Physiol.* 69:966-970.

Mizrahi, Y., E. Taleisnik, V. Kagan-zur, Y. Zohar, R. Offenbach, E. Matan and R. Golan. 1988. A saline irrigation regime for improving tomato fruit quality without reducing yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113:202-205.

Mendlinger, S. 1994. Effect of increasing plant density and salinity on yield and fruit quality in meskmelon. *Scientia Horticulturae.* 57(1-2):41-49.

Nakabayashi, K., K. Yamazaki and S. Shimane. 1992. Effects of foliar supply and controlling nutrient solution on the quality of musk melon. Japan. J. Soil Sci. Plant Nutri. 63(6):705-708.

Orion, D. and J. Krikun. 1976. Response of Verticillium-resistant and Verticillium-susceptible tomato varieties to inoculation with the nematode *Meloidogyne javanica* with *Verticillium dahliae*. Phytoparasitica 4: 41-44.

Pardossi A.,F. Malorgio, F. Tognoni, T. Ito, F. Tognoni, T. Namaki, A. Nukaya and T. Maruo. 1994. Control of mineral nutrition in melon plants grown with NFT. Acta Horticulturae. 396:173-180.

Park, K.W. and Y.S. Kim. 1998. Hydroponics in horticulture. p. 78, 179, 191. Academy press, Seoul.

Park, S. D., S. D. Park, T. Y. Kwon, B. S. Choi, W. S. Lee and Y. E. Choi. 1995. Study of integrated control against root-knot nematode of fruit vegetable in vinyl house. Kor. J.

Ap. Entomology. 34(1):75-81.

Picha, D. H. and C. B. Hall. 1982. Effect of potassium fertilization and season on fresh market tomato quality characters. HortScience 17:634-635.

Sasser, J. N. 1989. Plant parasitic nematodes. Department of plant pathology and consortium for international crop protection. p.115.

Smith, D. L. 1988. Rockwool in horticulture. p. 25-27. Grower Books, London.

Ward, G. M. 1968. Growth and nutrient absorption in greenhouse tomato and cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 90:335-341.

Winsor, G. W., J. N. Davies, J. H. L. Messing and M. I. E. Long. 1962. Liquid feeding of glasshouse tomatoes; The effects of nutrient concentration on fruit quality and yield. J. Hort. Sci. 37:44-57.



Yamazaki, K. 1982. Soilless culture. p. 34-40. Hakuyu Press, Tokyo.

Yasunaga, I., T. Sasaki, Y. Chiba, and M. Saigusa. 1999. Comparison between soil and rockwool as substrates utilizing a drained nutrient solution for growing tomatoes in a closed fertigation system. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 68(6):1161-1169.

Zekki, H., L. Gauthier, and A. Gosselin. 1996. Growth, productivity and mineral composition of hydroponically cultivated greenhouse tomatoes with or without nutrient solution recycling. J. Amer. Soc. Hor. Sci. 121:1082-1088.

김지인, 한상찬. 1990. 시설재배작물의 식물기생선충 발생상황조사. 농시논문집. 32(2): 36-45.

박소득, 박선도, 권태영, 전한식, 최부술. 1995. 施設果菜類 栽培地 뿌리혹線蟲 發生과 被害實態. 農業科學論文集. 37(1): 318-323

손일수, 정연태, 윤을수. 1993. 영남지역의 시설수박, 참외재배  
실태와 토양 특성. 농시논문집. 135(1): 295-300.

## 부록

### 1. 참외 양액재배 공사비 명세서

아래의 명세서는 품질이 인증되고, 최적의 성능을 발휘할 수 있는 부속과 기계를 기준으로 작성하였으며 부속의 수급 종류, 각종기계의 성능에 따라 금액이 다를 수 있습니다.

#### 1. 비닐온실 참외 양액재배 시설 설비공사

종 별	규 격	수 량	재 료 비	노 무 비	총 액
			금액	금액	
참외양액재배 기초시설	100m	5동	520,000	1,110,000	1,630,000
참외양액재배 베드안착시설	100m	5동	6,861,000	1,200,000	8,061,000
참외양액재배 원수,급수,배수시 설	100m	5동	3,830,000	1,200,000	5,030,000
참외양액재배 시스템 자동화시설	100m	5동	5,500,000	500,000	6,000,000
합 계			16,711,000	4,010,000	20,721,000

## 2. 참외 양액재배 기초시설

종별	규격	수량	단위	단가	금액
바닥스크린	2.4M×500M	2	롤	250,000	500,000
고정못		500	개	40	20,000
정지	장비	2	인	150,000	300,000
정지 및 지반수평	보통인부	5	인	50,000	250,000
수평작업	기능공	3	인	70,000	210,000
수평작업	보통인부	3	인	50,000	150,000
바닥피복	보통인부	4	인	50,000	200,000
<b>합계</b>					<b>1,630,000</b>

## 3. 참외 재배조 안착시설

종별	규격	수량	단위	단가	금액
과채류용 재배조		980	개	2,500	2,450,000
과채류용 밑판		980	개	900	882,000
칸막이		20	개	500	10,000
고정못		100	개	50	5,000
스티로폼 본드		1	통	10,000	10,000
흑백필름(멀칭용)	0.1t×900×200M	5	롤	70,000	350,000
배수구	30mm	10	개	3,000	30,000
방근시트		1,000	M	500	500,000
필라이트(3호)	1호, 2호 혼합	320	포	8,200	2,624,000
천공조립작업	기능공	10	인	70,000	700,000
천공조립작업	보통인부	10	인	50,000	500,000
<b>합계</b>					<b>8,061,000</b>

#### 4. 원수, 급수, 회수시설

종별	규격	수량	단위	단가	금액
원수탱크	5ton A형	1	개	350,000	350,000
원액탱크	1ton B형	2	개	100,000	200,000
양액탱크	2ton A형	1	개	170,000	170,000
공급탱크	0.6ton A형	10	개	60,000	600,000
자동펌프	1HP(단상)	1	대	200,000	200,000
공급펌프	1/2HP(단상)	5	대	90,000	450,000
여과기	50mm	1	개	120,000	120,000
여과기	40mm	5	개	80,000	400,000
전자밸브	50mm	2	개	120,000	240,000
PE 파이프		1	식	300,000	300,000
PE 부속		1	식	200,000	200,000
PVC 파이프		1	식	100,000	100,000
PVC 부속		1	식	200,000	200,000
점적호스	1,000M	2	롤	150,000	300,000
배관작업	기능공	10	인	70,000	700,000
배관작업	보통인부	10	인	50,000	500,000
<b>합계</b>					<b>5,030,000</b>

### 5. 참외 양액재배 시스템 자동화 시설

종별	규격	수량	단위	단가	금액
양액공급장치	PL-1000	1	식	5,000,000	5,000,000
세부내역					
정량펌프	TNX-600cc	2	대		
EC제어(A, B액)	Full Set	1	식		
원수지시/제어	자동수위조절	1	식		
양액공급제어	24시간, 분 타이머방식	1	식		
양액온도조절		1	식		
에어펌프		1	식		
부자재	전선 및 전선관	1	식	500,000	500,000
설치비	설치 및 시운전	1	식	500,000	500,000
<b>합계</b>					<b>6,000,000</b>