

GOVP1199802210

최 중  
연구보고서

## 공정육묘 온실의 표준모델 및 자동화시스템 개발과 활용기술연구

Development and Application of Standard Greenhouse Models and of  
Automated Systems for Plug Seedling Production

〈부록〉 농가보급형 공정육묘 온실 설계도서

연구기관

경상대학교 시설원예연구소

농 립 부

2014/11/14 15:42-기타/김빛나래

제 출 문

635.043

1-2937

v.1

농림부장관 귀하

v.2 - 부록

본 보고서를 “공정육묘온실의 표준모델 및 자동화 시스템개발과 활용기술연구” 과제  
의 최종보고서로 제출합니다.



1997. 12. 30.

주 관 연구 기관 명 : 경상대학교 농과대학  
시 설 원 예 연구 소

총 괄 연구 책임자 : 박중춘

세 부 과 제 연구 책임자 : 박중춘, 민영봉, 정병룡, 설인준

연 구 원 : 이영만, 윤용철, 강호종, 김태규,  
김광용, 장사문, 정한택, 오태한,  
김평태, 김진일, 손영걸, 박봉식,  
김시른, 이형정, 오상석, 김명승,  
조정호, 하종규, 임동희, 이은주,  
변정희, 이정환, 최우진, 강환규

# 요 약 문

## I. 제목

공정육묘온실의 표준모델 및 자동화 시스템개발과 활용기술연구

## II. 연구개발의 목적과 중요성

### 1. 목적

- 1) 농가보급형 공정육묘 표준온실의 설계
- 2) 공정육묘온실의 시설장비의 표준화
- 3) 공정묘 생산을 위한 시설장비 자동화 시스템 개발
- 4) 공정묘 생산기술 개발
- 5) 공정육묘농가의 경영분석 표준모델 개발

### 2. 중요성

- 1) 공정묘 생산을 위한 표준온실 및 자동화시스템의 연구개발은 원예묘의 분업화, 전문화 생력화를 위하여 필요하다. 우리나라 채소류 총소요량은 1996년말 현재 약 140억 본으로 추산된다. 이를 위한 공정육묘장의 표준시설 설계도가 없을뿐 아니라 재배생산 기술 및 경영체계가 또한 확립되어 있지 않다.
- 2) 농림부에서는 채소 공정육묘장 설치를 위한 자금을 농가에 지원하고 있다. 그러나 적정시설의 규모, 시설설비를 위한 자금의 범위등이 확립되어 있지 않을 뿐아니라 수용농가는 육묘장 관리 및 재배기술이 미흡하며 경영계획 및 경영분석 모델이 확립되어 있지 않아 생산현장에서 많은 애로를 느끼고 있는 실정이다.

## III. 연구개발과 내용 및 범위

### 1. 공정육묘를 위한 온실 표준화 연구

- 가. 공정육묘시스템 도입을 위한 검토
- 나. 공정육묘온실의 표준모델 설정
- 다. 공정육묘온실의 시설장비 및 자재 규격화
- 라. 공정묘 보급과 생산량 예측 및 묘의 표준규격

### 2. 공정육묘의 자동화 시스템 개발

- 가. 자동파종시스템 개발

- 나. 묘 이송라인 개발
- 다. 발아실 표준규격 정립
- 라. 온실의 재배관리 장치개발
- 마. 복합환경제어 장치개발

### 3. 공정묘 생산기술 개발

- 가. 공정묘 생산과 보급을 위한 육묘관리 및 재배기술
- 나. 공정육묘용 상토 및 액비개발 시험
- 다. 공정묘에서 양액의 농도와 DIF가 생육에 미치는 영향, 그리고 작부체계 계획
- 라. 플러그 접목묘 재배생산시험
- 마. 공정묘 육성에 식물활성물질 이용효과 시험
- 바. 고추 공정묘의 성장조절시험
- 사. 공정육묘의 육묘농가 적응시험

### 4. 공정육묘사업의 경영분석과 경영체계 수립

- 가. 공정육묘사업의 경제성 분석
- 나. 공정육묘농장의 경영체계 수립의 실제

## IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

### 1. 연구개발 결과

공정육묘온실의 표준모델 및 자동화시스템 개발과 농가활용 기술에 관한 연구를 위하여 우리나라 농가에 보급할 수 있는 표준온실설계, 온실내 도입되어야할 시설장비의 자동화시스템 개발과 이들의 표준화 연구, 공정묘 생산을 위한 다각적인 재배기술 시험, 그리고 표준온실에 대한 육묘농가의 경영분석 표준모델 등에 대한 조사분석, 설계, 시험 등을 실시하였던바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

#### 가. 공정육묘를 위한 온실 표준화 연구

- 1) 우리나라 원예작물의 묘생산을 공정화 하기 위하여 검토되어야할 플러그묘의 특징, 선진외국 플러그묘의 생산기술 현황, 플러그묘의 이용효과, 우리나라의 육묘현황과 문제점 등을 고찰하였고 또한 육묘의 작업공정별 주요내용을 검토하여 플러그육묘 시스템 도입을 위한 문제점을 제시하였다. 이를 표준모델 설정의 기본자료로 삼았다.
- 2) 공정육묘용 표준온실을 설계하기 위하여 온실구조, 장치, 자재 등에 대한 종류별 특성과 도입규모를 정리하였다.
- 3) 온실의 설계는 양지붕형 철골유리온실(3G형)과 지붕형 경질피복재온실(2P형) 등 2가지 형태로 표준화 하였으며 유리온실은 면적 4,914m<sup>2</sup>(1,500평형), 경질재온실은

면적 3,304m<sup>2</sup>(1,000평형)으로 각각 설계하였다. 그리고 이들 2형태의 온실을 각각 독립형과 2동 분리형(3G-S형, 2P-S형)으로 설계하였으며 분리형은 여러작물을 동시에 육묘하고자 할 때 환경조절을 용이하게 제어할 수 있도록 하였다.

온실설계에 포함한 내용은 설계도, 1회 최대 묘생산량 예측, 공사비 내역, 시방서, 눈과 바람에 대한 구조안전성 해석등이며 각 형태별 표준온실도서는 본 연구 보고서의 별책 부록으로 작성하였다.

- 4) 공정육묘온실의 효율적 안전관리를 위한 작업공정 내용을 자재의 준비부터 묘출하에 이르기까지 17개항에 대하여 세부사항을 기술하였다.

#### 나. 공정육묘온실의 시설장비 및 자재 규격화

- 1) 육묘온실의 베트, 보온용 커튼개폐장치, 자주식 두상관비장치, 액비혼입기, 무인방제기, 복합환경제어장치, 발아실, 접목활착축진장치, 자동파종시스템 등 공정육묘온실에 도입되어야 할 시설장비에 대한 용도와 성능을 검토하였다.
- 2) 공정묘 생산에 필수자재인 트레이, 상토 등에 대한 규격, 특성, 묘생산과 관련된 사항 등을 검토하였다.
- 3) 공정묘의 보급과 관련된 문제점을 관행묘와 비교하여 검토하였으며 양질의 공정묘가 갖추어야 할 구비조건을 제시하였다.
- 4) 우리나라 공정묘의 수요전망과 생산량을 예측하였고 공정묘 보급을 30% 기준에서 2004년까지 적어도 1,500평 규모의 시설이 180여개가 도입되어야 할 것으로 추산되었다.
- 5) 주요 작물별 공정묘 출하규격과 유통가격을 조사분석 하였으며 이를 트레이 규격별로 산출하여 설계된 표준온실의 경영분석 자료로 활용하였다.

#### 다. 공정육묘의 자동화 시스템 개발

##### 1) 자동파종시스템 개발

자동파종 시스템은 상토의 혼합, 트레이의 공급, 상토의 충전, 진압, 파종, 복토, 관수, 발아실 이송 등의 단계를 자동으로 전체작업이 이루어지도록 하였다. 작업공정은 2인의 작업자가 200공 트레이 150매/시간 의 작업능률을 가질수 있도록 구성하였다.

자동파종기는 트럼형과 노즐형 2가지 형태로 설계, 제작, 시험하였다. 노즐형파종기의 작업속도는 180트레이/시간 으로 트럼형의 300트레이/시간 보다 늦었다. 반면에 파종효율은 노즐형이 98%로서 트럼형의 90%보다 높고, 또한 종자의 형상과 크기에 관계없이 노즐형이 효과적인 파종이 가능하였다. 따라서 상품화를 위한 파종기는 노즐형으로 하였다.

##### 2) 온실의 묘이송라인 개발

육묘용 베드는 수동좌우이동형으로 하였으며 폭은 1,900mm로 하였고 길이는 40m 이내로 하여 온실폭 9m에 4열로 배치하였다. 그리고 베드위에 표준규격 트레이 540×270mm를 길이 방향으로 7열로 배열할 수 있게 하였다. 이때 온실면적에 대한 육묘면적비는 76-79% 범위에 있었다.

접목활착실의베드는 고정형으로 하였으며 베드폭은 1,800mm로 하였고 온실폭 9m내에 3열

로 배치하였다. 그리고 베드상에 표준트레이 6매를 길이방향으로 배열할 수 있게 하였다. 이때 온실면적에 대한 접목묘면적비는 55-56%범위에 있었다.

트레이 이송방식은 육묘베드상에서 베드자체를 이동하는 방식과 트레이 탑차를 이용하는 방식등 2종류의 시제품을 개발하였다. 그러나 베드이송방식은 생력화면에서 탑차방식보다 5배의 능율이 있었으나 제작비가 약 10배이상 높게 요구될 뿐아니라 아직 베드의 이동라인 활용도가 미흡할것으로 판단되어 표준온실에는 트레이 탑차방식을 도입하였다.

### 3) 발아실의 표준규격 정립

발아실은 보온단열성이 높은 200mm 스티로폴 압착판넬을 벽체에 이용하였고 단위면적당 냉난방부하는  $36\text{kcal/hr} \cdot \text{m}^2$ 로 하고, 냉난방용량은  $166.4\text{kcal/m}^2 \cdot \text{hr}$ 으로 산출되었다. 가열방식은 지면온수난방으로서 방열관은 엑셀파이프(25 $\phi$ )를 15cm 간격으로 배열할 때 충분하였다.

가습장치는 냉방시 최대 제습량  $0.8\text{g/m}^2 \cdot \text{min}$ 을 고려하여 설계되었으며 이때 가습기의 분무입자  $15\mu\text{m}$ , 용량은  $5\text{g/m}^2 \cdot \text{min}$ 에서 10분이내 95% RH 균일가습이 가능하였다.

### 4) 온실의 재배관리장치 개발

공정육묘온실에 필요한 시설장비는 매우 많다. 본 연구에서 기존의 것들을 개선하기 위하여 시제품을 만들어 개발한 것은 자주식 두상관비장치, 양액혼입장치, 냉방장치, 초미립자 무인방제장치, 온실차단 분리용 수직커튼개폐장치의 응용 등이다.

### 5) 복합환경제어장치 개발

본 연구에서는 하드웨어와 소프트웨어 개발을 구분하였고, 하드웨어 개발에서는 각 센서의 정밀성, 인터페이스카드와 전용 컨트롤러의 안전성, 현장제어반의 전기배선 최적회로, 서지와 잡음 및 전자파 충격방지 기술개발이 수행되었다. 소프트웨어 개발에서는 농가현장에서 편리하게 사용할 수 있는 메뉴 및 조작 프로그램제작에 주안점을 두었으며 환경설정치의 제어은 P, PID, Fuzzy기법을 도입하였다. 계측항목으로는 온도, 습도, 공기순환, 관수, CO<sub>2</sub>공급, 보온, 수막, 이상기후, 양액공급, 정보등이다. 본 장치는 농가에 설치하여 적용시험을 실시하고 평가를 받아본과 95%이상의 만족도를 보였다.

### 라. 공정묘 생산기술개발

#### 1) 공정묘 생산과 보급을 위한 육묘관리 및 재배기술

공정묘의 안정적 생산과 묘수용능가 확대를 위한 능율적 보급을 위하여 몇가지 육묘 재배기술에 대한 자료를 정리 고찰하였다. 공정육묘의 생육단계별 환경관리, 상토의 관리, 관수와 시비기술, 적정용수와 양액의 조제, CO<sub>2</sub>시비효과, 공정묘의 생육조절과 관련된 몇가지 재배기술, 접목묘의 생산, 다년생식물의 춘화처리 공정묘 특성, 고온기의 온실 냉방방법의 종류, 병해충 관리, 묘생산후의 관리, 공정묘의 정식후 관리 등 여러분야의 내용을 요약하였다.

#### 2) 공정육묘용 상토 및 액비개발 시험

공정육묘용 상토선발 및 액비시용효과 시험을 실시하였다. 개발된 상토는 「토실이」로, 액비는 「양실이」로 각각 명명되어 상품화 하였으며 이들 재료로 주요작물에 대한 적용시

험이 수행되었다.

시험내용은 고추, 토마토, 배추 등은 대상으로 국내외 시판상토 비교시험, 상토재원중 피트모스대용 코이어 도입시험, 기비성상토 개발시험 등이 수행되었다.

### 3) 공정묘에서 양액의 농도와 DIF가 생육에 미치는 영향, 그리고 작부체계

계획공정묘 생산에 있어서 양액의 질소농도와  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  비율 및 최초시용시기가 생육에 미치는 영향에 대하여 수박접목묘와 고추묘를 대상으로 시험하였다. 수박접목묘에서는 전반적인 생육과 묘소실면에서 질소농도가  $16 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$ ,  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  농도비에서는 15:85%인 처리구가 우수하였고 접목이전 양액시용의 효과는 없었다. 고추묘 생육에서는 총이온농도가  $25 \text{ meq} / \ell^{-1}$  그리고  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  비율이 30:70% 정도로 재배하는 것이 적당할 것으로 사료되었다.

주야간 온도차(DIF)가 고추 및 토마토 플러그묘의 생육에 미치는 효과시험에서 +DIF, 0 DIF, 변온 DIF를 각각 처리한바 고추의 경우 조사형질에 따라 다소 차이는 있었으나 초장에서는 처리간에 비슷한 경향을 보였다. 그리고 토마토에서는 고추보다 유의차가 있는 형질이 많았고 특히 초장에서 0 DIF가 가장 짧고, 변온 DIF에서 가장 길며 1%의 유의성을 보였다.

공정묘의 연중생산을 위한 작부체계 모형검토와 작부체계별 생산계획을 위하여 우리나라 주요 공정묘인 고추, 수박, 오이, 토마토를 대상으로 현재조사 결과를 바탕으로 수요창출을 위한 작형을 검토하였다.

### 4) 플러그 접목묘 재배생산시험

과채류 접목묘 생산을 위한 종합적 검토가 이루어졌다. 즉 접목방법의 이론적 배경과 접목부의 조직학적 관찰, 수박, 오이, 토마토, 가지 등의 접목방법과 접목후 관리방법, 접목친화성, 위조현상, 자근발생, 대목의 부패, 왜화현상 등의 접목묘 생산에 대한 문제점 검토, 접목묘의 활착부위정도가 묘생육과 정식후의생육과 수량에 미치는 영향 등에 대한 시험이 수행되었다.

그리고 수박, 오이 등의 작물을 공시하여 핀접목, 꽃이접, 유근접, 단근접 등 접목별로 농가적용시험을 실시하였고 또한 본 과제에서 개발한 접목활착촉진장치의 이용효과에 대한 시험을 실시하였다.

### 5) 공정묘 육성에 식물활성물질 이용 효과시험

건전공정묘 육성을 위하여 몇가지 식물활성물질의 처리효과 시험이 수행되었다. 처리된 활성물질은 Chitomate G, Aika, Hi-Atonic, Menedael 등이었고 공시작물은 고추, 수박, 토마토, 미니토마토, 배추, 장미 등이었으며 시험내용은 종자침지효과, 묘생육시험, 접목묘 생산시험, 공정묘의 노지정식 적응시험, 장미삽목시 발근효과 시험 등이 수행되었다.

### 6) 고추공정묘의 생산조절기술

플러그묘의 성장조절 필요성을 검토하였으며 또한 몇가지 성장조절기술에 대한 시험과 정식후에 미치는 영향 등에 대하여 실험하였다. 즉 성장조절의 이용, DIF처리에 의한 효과, 그리고 시비량조절에 의한 성장조절 등이었다. 특히 시비량조절에 의한 성장조절 시험

에서는 생육단계별로 인산농도를 조절하거나 단비하므로서 초장뿐아니라 생장이 억제되었다. 그리고 인산시비조절에 의한 생장억제효과 정식후 생육과 수량에 좋은 영향을 미쳤다. 이러한 결과는 경제적이고 가장 안정한 조절방법으로서 금후 고추뿐아니라 여타작물에 대한 시험이 필요하였다.

#### 7) 공정육묘 생산을 위한 육묘농가 현장 적응시험

공시작물은 토마토와 고추로 하였으며 시험내용은 공정묘의 육묘일수, 관행육묘와 공정육묘의 비교, 두상관수와 저면관수의 비교, 그리고 육묘배지 종류별 양액종류 및 양액농도 비교시험 등을 수행하여 적절한 조건을 규명코져 하였다. 또한 공정묘의 효율적인 보급을 위해 재배농가 실증시험을 실시하여 정식후 초기생육정도를 조사분석하였다.

#### 마. 공정육묘사업의 경영분석과 경영체계 수립

##### 1) 공정육묘사업의 경제성 분석

공정육묘의 경제성 분석은 본 과제에서 설계된 3G형 유리온실과 2P형 경질재 온실의 2가지 설계도서와 자재비 명세내용을 근거로 분석되었다. 3G형 유리온실은 1,500평 규모에서 평당 914천원이 투자되었고 2P형 경질재온실은 1,000평 규모에서 평당 851천원이 투자되어 투자비용 측면에서는 경질재온실이 상대적으로 낮았다.

공정육묘 표준온실의 경영성과 분석에서 순수익율은 약 40-50%수준이었고, 총자본 수익율은 작물의 재배체계에 따라 33-49% 범위에 있어 현재의 경제조건에서는 투자경제성이 있는 것으로 판단되었다.

##### 2) 공정육묘농장의 경영체계 수립의 실제

기업형 육묘농장의 합리적 운영을 위하여 계획의 수립에서부터 경영일지 작성까지 제문제에 대하여 분야별 기록장을 예시하였다. 예를들면 육묘면적의 배치계획도 작성, 묘의 출하가격과 출하량예측, 예상되는 수입금 계획과 수지계획, 그리고 종자비, 비료비, 농약비, 상토 및 트레이 구입비, 감가상각비, 묘출하비용, 노용임금 등에 대한 지출비 계획과 육묘관리를 위한 작업계획 등을 체계적으로 기록작성할 수 있도록 하였으며 이를 기초로 경영분석과 평가가 이루어질 수 있게 하였다.

## 2. 활용에 대한 건의

### 가. 활용계획

- 1) 농림부-공동육묘장 시설생산유통 지원사업의 기준으로 활용
- 2) 산업체-온실, 시설장비, 자동화시스템 등의 국산화 개발
  - 트레이, 상토, 액비 등 묘생산 자재의 표준화 및 국산화 개발
- 3) 농업인-시설의 도입규모, 육묘장의 운영관리등 생산체계정립에 활용
  - 공정묘 생산을 위한 필요자재의 선택, 재배생산기술의 향상, 묘 주년 안전 생산 정립
  - 육묘장의 경영합리화 및 기업적 경영체계 도입
- 4) 학 계-화훼류, 목본류의 공정육묘 시스템 개발을 위한 선행연구
  - 식물공장형 생산시스템 개발의 기초자료

나. 활용자료

1) 농가보급형 공정육묘 표준온실의 설계도서(보고서 부록)

2) 발표된 논문

- (1) 손영걸, 박봉식, 김시론, 임동희, 박중춘. 1996. 고추프러그 육묘에 있어서 상토 혼합 비율이 생육에 미치는 효과. 한국원예학회 발표요지 14(2):250-251.
- (2) 손영걸, 박봉식, 김시론, 임동희, 박중춘. 1996. 수박 편 접목에서 접수령과 절단경사별 처리가 가습 활착실 차이에 따른 효과. 한국원예학회 발표요지 14(2):266-267.
- (3) 정병룡, 손영걸, 박언정, 김진일, 박중춘. 1996. 공정육묘용 상토선발시험. 경상대 시설원예연구보고. 1:1-5.
- (4) 정병룡, 손영걸, 박언정, 이형정, 김진일, 박중춘. 1996. 공정육묘용 상토선발과 물거름 시용 효과 시험. 경상대 시설원예연구보고 1:6-13.
- (5) 손영걸, 박봉식, 임동희, 김시론, 김진일, 박중춘. 1996. 토실이 상토와 국내의 몇가지 상토의 고추 육묘 비교시험. 경상대 시설원예연구보고 1:14-19.
- (6) 손영걸, 박봉식, 임동희, 김시론, 김진일, 박중춘. 1996. 토실이 상토와 국내의 몇가지 상토의 배추 육묘 비교시험. 경상대 시설원예연구보고 1:20-25.
- (7) 손영걸, 박봉식, 김시론, 임동희, 김진일, 박중춘. 1996. 토실이 상토의 코이어 도입 시험. 경상대 시설원예연구보고 1:26-32.
- (8) 박봉식, 이형정, 김시론, 오상석, 손영걸, 박중춘. 1996. 프러그 육묘용 상토의 코이어 혼합비율과 물거름에 목초산 혼합여부가 고추육묘에 미치는 효과 상호비교 시험. 경상대 시설원예연구보고 1:33-41.
- (9) 손영걸, 박봉식, 박언정, 김시론, 임동희, 이형정, 오상석, 박중춘. 1996. 프러그 육묘용 상토의 코이어 혼합비율과 물거름에 목초산 혼합여부가 수박접목 육묘에 미치는 효과 상호비교 시험. 경상대 시설원예연구보고 1:42-48.
- (10) 손영걸, 박봉식, 박언정, 김시론, 임동희, 이형정, 오상석, 박중춘. 1996. 프러그 육묘용 상토의 코이어 혼합비율과 물거름에 목초산 혼합여부가 배추육묘에 미치는 효과 상호비교 시험. 경상대 시설원예연구보고 1:49-55.
- (11) 손영걸, 박봉식, 김시론, 임동희, 박중춘. 1996. 수박편 접목에서 접수령과 절단경사별 활착비교와 가습활착실 이용 효과 분석. 경상대 시설원예연구 용역보고 1:56-64.
- (12) 박중춘. 1997. 원예용 상토의 개발 방향과 토실이의 특성. 신안그로 창사기념 심포지움, 워크샵. 신안그로 1-26.
- (13) 손영걸, 박봉식, 오상석, 김시론, 박중춘. 1997. 수박 단근편 접목에서 작물활력소 Menedael의 처리효과 시험(I). 경상대 시설원예연구소 연구보고. pp. 7.
- (14) 손영걸, 박봉식, 오상석, 김시론, 박중춘. 1997. 수박 단근편 접목에서 작물활력소 Menedael의 처리효과 시험(II). 경상대 시설원예연구소 연구보고. pp. 7.

- (15) 박중춘, 민영봉, 장점수, 정영경. 1997. 한국형 공정육묘장의 표준 시설장비와 플러그묘의 생산. 용현농협육묘장 완공세미나 자료집. 1-34.
- (16) 민영봉, 박중춘, 정한택, 오태한, 이상옥. 1997. 공정육묘장의 자동화를 위한 신개발 시설장비. 용현농협육묘장 완공세미나 자료집. 35-76.
- (17) 박중춘, 정병룡, 손영걸, 정한택, 장전수. 1997. 육묘용상토 「토실이」와 물거름 「양실이」 개발 및 육묘효과 시험. 용현농협육묘장 완공세미나 자료집. 93-146.
- (18) 이영만, 박중춘. 1997. 공정육묘온실의 경영계획과 분석 프로그램. -용현농협육묘장의 경영시산분석. 용현농협육묘장 완공세미나 자료집. 147-166.
- (19) 강호중, 구우서, 박중춘. 1997. 접목정도가 수박묘 소질 및 수량에 미치는 효과. 한국원예협회 영남지부 가을 논문발표 요약집. p. 16.

3) 출원 또는 등록된 산업재산권

품 명	구 분	출원 및 등록
1) 양액분무용 에어노즐	실용신안	등록 96-101810
2) 시설원예용 자동살수장치	발명특허	등록 96-101688
3) 자동파종시스템	발명특허	등록 96-105777
4) 육묘용 트레이	실용신안	등록 96-096768
5) 무인방제기의 노즐세척장치	실용신안	등록 96-101809
6) 육묘용 포트(원형)	의 장	출원 96-9666
7) 육묘용 포트(사각)	의 장	출원 96-9667
8) A-GEM MEAC	프로그래	등록 96-01-12-2383
9) A-GEM, ECS	프로그래	등록 96-01-12-2384
10) 온실하향 열립식 환기 보온 개폐장치	실용신안	출원 96-12309
11) 철골온실창의 수평여단이 개폐장치	실용신안	출원 96-12311
12) 농가용 접목활착 시스템	실용신안	출원 96-12310
13) 접목활착촉진장치	실용신안	등록 97-106011
14) 육묘용 트레이	의 장	등록 97-202562
15) 노즐형 자동파종기	실용신안	등록 97-102414
16) 온실용 견인식 두상살수장치	발명특허	출원 97-37850
17) 자동이기식용 플러그묘 식부장치	실용신안	출원 97-21734
18) 온실용 슬라이드형 천창	실용신안	출원 97-21925
19) 양액혼입장치	실용신안	출원 97-21735
20) 난방용 연소장치(쿨링팬활용)	실용신안	출원 97-21851
21) 진공흡착식 반자동 파종기	실용신안	출원 97-21736
22) 플러그묘 자동정식기의 트레이 이송장치	실용신안	출원 97-21737
23) 접목용편 및 접목용편의 제조방법	실용신안	출원 97-12045

# Development and Application of Standard Greenhouse Models and of Automated Systems for Plug Seedling Production

## Summary

For the development and application of standard greenhouse models and of automated systems of plug seedling production, research on the design of standard greenhouses to be introduced in Korea, on development and standardization of facility, equipment and materials of the plug production greenhouses, on plug seedling production techniques, and on management analysis of plug producers was conducted and the results are summarized as follows.

### 1. Research on the Greenhouse Standardization for the Plug Production Systems

- 1) Things necessary for mechanization of the plug production system, such as characteristics of the plug seedlings, status and technology of plug production in the developed countries, effects of utilizing plug seedlings, and current status of technology and problems of plug production in Korea, were discussed. In addition, based on the evaluation of major factors involved in each step of seedling culture, problems related to the introduction of plug production systems were suggested. And this information was used as base data for the establishment of the standard models.
- 2) To design standard greenhouses for plug production, characteristics and introduction sizes of greenhouse structure, facility and materials were systemized.
- 3) Two greenhouse models, an even-span steel frame glass house (3G) and an even-span greenhouse with rigid covers (2P), with 4,914m<sup>2</sup> (1,500 pyung) and 3,304m<sup>2</sup> (1,000 pyung), respectively, were chosen as standard models. Both models were designed to be constructed either as one gutter-connected greenhouse or as two separate gutter-connected greenhouses (3G-S and 2P-S, respectively). The latter one was designed for the ease of environment control necessary for raising seedlings of different crops at the same time.  
The drawings of standard greenhouse designs were attached as a separate book. Greenhouse design, estimates of maximum number of seedlings which can be produced at a time, construction costs, specifications of the construction, and analysis of structure safety against snow and wind loads were included.
- 4) Seventeen stepwise work processes from materials preparation to seedling mar-

keting were described for an efficient safety management of the greenhouses.

## 2. Standardization of Facility, Equipment and Materials for the Plug Production

- 1) Usage and function of the equipment and facility, such as beds, an opening and closing system of thermal curtains, a travelling overhead fertigation system, a fertilizer injector, an automated chemical fogger, an integrated environment control system, a germination chamber, a graft union promoting system, and an automatic seeder, were discussed.
- 2) Size, characteristics, and other factors related to seedling production, such as trays and germination media which are absolute necessity in plug production, were investigated.
- 3) Problems related to plug utilization were investigated against the traditional seedlings, and requirements of the high quality plug seedlings were suggested.
- 4) Estimates on the demand and production capacity of plug seedlings in Korea were predicted. Based on 30% of the total seedlings consumed nationwide are replaced with plug seedlings, it seems that at least 180 of 1,500 pyung plug production greenhouses will be needed by the year 2004.
- 5) Sizes and prices of the major plug seedling crops were investigated and analyzed, and were used for the analysis of management analysis of the plug greenhouses.

## 3. Development of Automated Systems

### 1) Development of automated seeding systems

The automated seeding systems developed are automatically capable step by step of medium mixing, tray supplying, medium filling and packing, sowing, covering, irrigation and moving to the germination chamber. The work process needs two persons and has the capacity of 150 200-cell trays per hour.

Automated seeders of drum and nozzle types were designed, developed and tested. The capacity of the nozzle seeder is slower with 180 trays per hour compared to the drum seeder which can handle up to 300 trays per hour. However, the nozzle seeder has 98% sowing efficiency, compared to 90% of the drum seeder, and is more effective in terms of handling seeds of irregular shapes and sizes. Therefore, only the nozzle seeder was commercialized.

### 2) Development of seedling moving lines in the greenhouse

The greenhouse beds were built manually movable sideway and were manufactured in sizes of 1,900mm wide and less than 40m long so that 4 bed lines fit in each

9 m wide greenhouse. On top of each bed 7 rows of standard 540 mm×270 mm trays fit longitudinally.

This arrangement gives effective culture area of 76-79%.

The 1,800 mm wide beds in the graft union promotion tunnels were fixed so that 3 rows fit in 9 m greenhouses. On top of each bed 6 rows of standard trays fit longitudinally and this arrangement gives effective culture area of 55-56%.

Two tray moving systems, movable beds on top of bed rails, and movable tray racks were developed. Movable beds had 5 times higher efficiency than the tray racks. However, since movable beds costs 10 times more than the tray racks to manufacture and since the bed moving on rails is assumed not commonly used, only the tray racks were introduced.

### 3) Establishment of standard specifications of the germination chamber

200 mm thick pressed styrofoam panels which have a high thermal insulation efficiency were used on the walls. The germination chamber was estimated to need a cooling load of  $36 \text{ kcal} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2$ , and cooling and heating capacity of  $166.4 \text{ kcal} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2$ . Floor heating with 25 mm XL pipes arranged at a 15 cm interval as radiators gave sufficient heat.

Fogging system was designed considering the maximum removal of  $0.8 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2$  of water during cooling. With fog particle size of  $15 \mu\text{m}$  and with fogging capacity of  $5 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2$ , 95% relative humidity was achieved in 10 minutes.

### 4) Development of a greenhouse culture management system

There are many facility and equipment which the plug production greenhouses need. Among the facility and equipment which have been improved by making prototype models in this research are a travelling fertigation system, a fertilizer injector, a cooling system, an ultrafine fogger system, and an application of vertical curtain for the separation of greenhouse area into sections.

### 5) Development of an integrated environment control system

Hardwares and softwares were developed. Hardwares with an emphasis on the precision of different sensors, safety of the interface cards and controllers, optimization of the circuit composition of the local control panel, and prevention of surge, noise and shock were developed. Software development was focused on grower-friendly menus and control programs. For the control of environment set points, P, PID and fuzzy technology were introduced. Factors such as temperature, humidity, air circulation,  $\text{CO}_2$  supply, insulation, water curtain, abnormal climate, and fertilizer supply are controlled. The grower responses to the field trials showed satisfaction over 95%.

#### 4. Development of Plug Seedling Production Techniques

##### 1) Management and cultural techniques for the production and utilization of plug seedlings

For stable production and popularization of plug seedlings, materials on the plug seedling culture and techniques are collected and analyzed. Information on such cultural management and techniques are summarized as environment control at different stages of seedling growth, medium management, irrigation and fertilization technique, water quality and preparation of nutrient solutions, CO<sup>2</sup> fertilization, control of growth, production of grafted seedlings, vernalization of perennial plug seedlings, and postharvest handling of the plug seedlings.

##### 2) Study on the development of growing media and nutrient solutions

Growth of seedlings of major greenhouse crops on different growing media and with different nutrient solutions were evaluated. The medium and nutrient solution developed and commercialized were named "Tosilee" and "Yangsilee", respectively.

Comparison experiments with pepper, tomato and chinese cabbage of different media formulated in Korea as well as in other countries, replacement of peat moss in the media with coir, and inclusion of nutrition in the media were conducted.

##### 3) Effect of nutrient levels, NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> ratio, and DIF on the growth of plug seedlings, and analysis of cropping systems

A study was conducted to examine the effect of N concentration and NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> ratio of the nutrient solution, and time of first fertigation on the growth of plug seedling of grafted watermelon. Watermelon shoots grafted to gourd rootstock were planted in 50-cell plug trays and were fertilized with one of the nine nutrient solutions starting from either one day prior to or five days after grafting. Nutrient solutions contained either 8.0, 16.0 or 24.0 meq · ℓ<sup>-1</sup> N which consists of either 0:100, 15:85 or 30:70 in % NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> ratio. Overall grafted seedlings with best growth and quality were produced in treatment with 16 meq · ℓ<sup>-1</sup> N with a NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> ratio of 15%:85%. However, feeding of the seedlings prior to grafting was not beneficial.

The second study investigated the growth of pepper plug seedlings as affected by total ion concentration and NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> ratio of the nutrient solution. Pepper seedlings grew the best with 25 meq · ℓ<sup>-1</sup> total ion concentration and 30%:70% NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> ratio.

In the third experiment, the effect of DIF on the stem elongation of pepper and tomato plug seedlings was studied. The three temperature treatments used were +DIF, 0DIF and alternating temperatures. The results showed that 0DIF was the

most effective and alternating temperatures the least effective in suppressing stem elongation in both species. Other growth parameters were also affected by the treatment.

In addition, the current cropping systems of plug production greenhouses for pepper, watermelon, cucumber and tomato were investigated, and based on those possible future cropping systems desirable for the creation of demand on plug seedlings were suggested.

#### 4) Study on the culture of grafted plug seedlings

Integrated discussion on the grafted seedling production of fruit vegetables was included. In other word, theoretical basis of grafting methods, anatomical observations of the graft unions, grafting methods and care after grafting of the watermelon, cucumber, tomato and eggplant seedlings, and problems related to graft compatibility, wilting, scion rooting, rotting of root stocks and dwarfing, and effect of graft union on growth of the plants and yield were investigated.

In addition, pin grafting, radicle grafting, and cutting graft were applied and tested to watermelon and cucumber in commercial plug production greenhouses. And the graft union promoting chamber developed in this study was tested for its efficiency.

#### 5) Study on the Effect of Growth Activating Materials on Plug Seedling Growth

In an effort to produce quality plug seedlings, several materials were tested for their effect as growth activators. Seeds of pepper, watermelon, tomato, cherry tomato, and chinese cabbage, and cuttings of rose were soaked in solutions of Chitomate G, Aika, Hi-Atonic, and Menedael, and effect of these materials on plug seedling growth, grafted seedling growth, seedling transplanting, and rooting was examined.

#### 6) Study on the Growth Regulation of Pepper Plug Seedling

The need for growth control of the plug seedlings was discussed and several growth control methods were evaluated for their effectiveness and effect on plant growth and development after transplanting. These include use of growth regulators, use of DIF, and use of controlled fertilization. In the controlled fertilization experiment, control of phosphate at different stage of seedling growth or no fertilization gave suppressed height and growth. However, the growth suppressed-seedlings gave increased growth and yield after transplanting. This method seems to be very economical and safe and needs to be tested for other species.

#### 7) Field Trial Experiments in the Commercial Greenhouses on the Plug Seedlings Production

The experiment compared growth of plug seedling of pepper and tomato as affected by seedling age, traditional seedlings vs plug seedlings, overhead vs flood irrigation, growing medium, and type and total ion concentration of the nutrient solution. In addition, in an effort to promote plug seedling utilization early stage growth of these species after transplanting to commercial greenhouses was evaluated.

## 5. Management Analysis of Plug Production Business and Establishment of Management System

### 1) Economic Analysis of the Plug Production Business

Economic analysis of the plug production business was made based on the construction design and material specifications necessary for the two greenhouse types, 3G glass house and 2P rigid cover greenhouse. A 1,500 pyung 3G glass house needs capital investment of 914,000 won per pyung and a 1,000 pyung 2P rigid cover greenhouse 851,000 won per pyung, which is lower than the 3G glass house.

Analysis of management effect of the standard greenhouses showed net return rate of 40-50%, and total capital return rate of 33-49%, depending on the cropping system. Therefore, under current economic conditions, it is thought that plug greenhouses are worthy of economic investment.

### 2) Practical Establishment of Management System of the Plug Production

For sound management of enterprise-type plug greenhouses, recording booklet for different parts from establishment of plan to writing of a management diary was exemplified. For example, drawing of culture area arrangement, prediction of seedling prices and demand, predicted income and balance, expenses for seeds, fertilizers, chemicals, trays, growing medium, facility depreciation, marketing and labor, and work plan for seedling culture can be systematically recorded and the management effect can be evaluated based on these factors.

## Contents

Chapter 1. Introduction .....	19
Section 1. Objectives and Contents of the Research and Development .....	19
Section 2. The Need for Introduction of Plug Production Systems .....	20
Section 3. Effects of the Introduction of Plug Production Systems .....	23
Section 4. Current Status of Technology and Problems of Plug Production in Korea .....	25
Chapter 2. Research on the Greenhouse Standardization for the Plug Production Systems .....	27
Section 1. Considerations for Introduction of Plug Production Systems .....	27
Section 2. Establishment of Standard Greenhouse Models for Plug Production .....	29
Section 3. Standardization of Facility, Equipment and Materials of Plug Production Greenhouses .....	81
Section 4. Estimation of Plug Seedling Utilization and Production, and Standardization of Plug Seedling Sizes .....	97
Chapter 3. Development of Automated Plug Production Systems .....	107
Section 1. Development of Automated Sowing Systems .....	107
Section 2. Development of Plug Seedling Moving Lines .....	134
Section 3. Establishment of Standard Specifications of the Germination Room .....	142
Section 4. Development of Cultural Management Systems .....	149
Section 5. Development of an Integrated Environmental Control System .....	179
Chapter 4. Development of Plug Seedling Production Technology .....	197
Section 1. Cultural Management and Techniques for Popularization of Plug Production and Utilization .....	197
Section 2. Study on the Development of Germination Media and Nutrient Solutions .....	228
Section 3. Study on the Effect of Nutrient Levels, $NH_4:NO_3$ Ratio, and DIF on the Growth of Plug Seedlings, and Analysis of Cropping Systems .....	263
Section 4. Study on the Production of Grafted Plug Seedlings .....	281

Section 5. Study on the Effect of Growth Activating Materials on Plug Seedling Growth .....	317
Section 6. Study on the Growth Regulation of Pepper Plug Seedling .....	364
Section 7. Field Trial Experiments in the Commercial Greenhouses on the Plug Seedlings Production .....	371
Chapter 5. Management Analysis of Plug Production Business and Establishment of Management System .....	388
Section 1. Economic Analysis of the Plug Production Business .....	388
Section 2. Practical Establishment of Management System of the Plug Production .....	406

## 목 차

제 1 장 서론 .....	19
제 1 절 연구개발의 목적과 범위 .....	19
제 2 절 공정육묘 시스템 도입의 필요성 .....	20
제 3 절 공정육묘 시스템 도입의 효과 .....	23
제 4 절 우리나라 공정묘생산 기술현황과 문제점 .....	25
제 2 장 공정육묘를 위한 온실 표준화 연구 .....	27
제 1 절 공정육묘시스템 도입을 위한 검토 .....	27
제 2 절 공정육묘온실의 표준모델 설정 .....	29
제 3 절 공정육묘온실의 시설장비 및 자재 규격화 .....	81
제 4 절 공정묘 보급의 문제점과 생산량 예측 및 작물별 공정묘의 표준규격 ..	97
제 3 장 공정육묘의 자동화 시스템 개발 .....	107
제 1 절 자동파종시스템 개발 .....	107
제 2 절 묘 이송라인 개발 .....	134
제 3 절 발아실 표준규격 정립 .....	142
제 4 절 온실의 환경 및 재배관리장치 개발 .....	149
제 5 절 복합환경 제어장치 개발 .....	179
제 4 장 공정묘 생산기술 개발 .....	197
제 1 절 공정묘 생산과 보급을 위한 육묘관리 및 재배기술 .....	197
제 2 절 공정육묘용 상토 및 액비개발 시험 .....	228
제 3 절 공정묘에서 양액의 농도와 DIF가 생육에 미치는 영향, 그리고 작부체계 계획 .....	263
제 4 절 플러그 접목묘 재배생산 시험 .....	281
제 5 절 공정묘 육성에 식물활성물질 이용효과 시험 .....	317
제 6 절 고추 공정묘의 생장조절 시험 .....	364
제 7 절 공정육묘의 육묘농가 적응시험 .....	371
제 5 장 공정육묘사업의 경영분석과 경영체계 수립 .....	388
제 1 절 공정육묘사업의 경제성 분석 .....	388
제 2 절 공정육묘 경영체계 수립의 실제 .....	406
참고문헌 .....	428

# 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구개발의 목적과 범위

### 1. 연구개발의 목적과 중요성

#### 가. 목적

- 1) 농가보급형 공정육묘 표준온실의 설계
- 2) 공정육묘온실의 시설장비의 표준화
- 3) 공정묘 생산을 위한 시설장비 자동화 시스템개발
- 4) 공정묘 생산기술 개발
- 5) 공정육묘농가의 경영분석 표준모델 개발

#### 나. 중요성

- 1) 농림부에서 농어민 자율사업중 시설채소 유통지원사업으로 채소 공동육묘장 설치를 지원하고 있으나 시설표준모델 및 관리 자동화 설치 기준이 없는 실정이며 또한 동사업의 구체적인 활용방안이 없어 도입농가에서는 시급한 애로사항으로 남아 있어 본 연구가 필요하다.
- 2) '96 농림부의 통계에 의하면 과채류 81,485ha, 양념채소 121,496ha, 이밖에 채소 85,380ha의 재배면적에 소요되는 묘 생산 필요량은 약 140억본으로 추산하고 이중 2001년까지 25%를 공정육묘온실에서 생산보급할 계획이다. 이를 위하여는 1,500평의 공동육묘장을(단위육묘장 연간 2,000만본 생산가능) 2001년까지 180여개 설치하여야 하며 그 중 정부지원사업으로 100개를 설치할 계획으로 있다. 이미 1993년부터 개소당 775백만원의 사업비로 현재 40여개가 설치되어 있다. 그러나 공정육묘온실 및 시설장비에 대한 표준모델이 없는 상태에서 사업이 진행중에 있어 여러 가지 어려움을 가지고 있는 실정이다.

### 2. 연구개발의 범위

#### 가. 농가보급형 공정육묘온실의 표준화 연구

#### 나. 공정육묘 자동화 시스템 개발

#### 다. 공정묘 생산기술개발

#### 라. 공정육묘 농가의 경영분석 표준모델 개발

## 제2절 공정육묘시스템 도입의 필요성

우리나라의 채소묘는 과거의 냉상이나 온상에서 작기확대를 위한 자가묘의 개별생산 형태에 의존하다가 최근에는 작기확대의 목적 뿐만 아니라 품질 좋고 다양한 작물의 묘를 공동 또는 집단으로 생산하는 형태로 발전되었다. 그 이후 공동육묘 방식은 이미 서양의 농업 선진국들이 십수년간 행해온 공정육묘법의 도입으로 더욱 발전하게 되었다. 노지에서 뿐만 아니라 각종 형태의 시설에서 채소의 생산이 주년화되고 작목도 다양화되었으며 생산 시스템은 집단화 및 대형화되고 있으나 동시에 노동력의 감소와 높은 임금 등으로 인해 묘종의 집단생산이 필수적일 뿐만 아니라 육묘 및 정식 of 기계화와 묘종의 상품화를 위한 규격묘의 생산과 전문성이 첨가된 육묘와 재배의 분업화가 절실히 요구되고 있다. 이러한 조건들을 만족시킬 수 있는 공정육묘 기술의 도입은 다행한 일이다.

### 1. 공정육묘의 특성

공정묘 또는 플러그묘(plug seedlings)란 “플러그”라고 불리는 “용집성이 있는 소량의 배지가 담긴 개개의 셀(cell)”에서 길러진 묘종을 일컫는다 (Nelson, 1991). 플러그묘 생산 시스템에서는 종자가 기계적으로 수습 내지 수백개의 셀을 가진 플러그판에 파종되어 일반적으로 한 셀에서 오로지 하나의 식물체가 생산된다. 재래의 묘종생산 방식과 비교해 <표 1.2.1>에 나타난 바와 같은 다양한 잇점이 있다. 화훼류의 묘종의 생산이 추가되는 서

표 1.2.1. 공정묘와 관행육묘 생산특성 비교

구 분	플 러 그 묘	재래식 관행묘
파종 속도와 정확성	고	저
묘의 균일도	고	저
이식상처	극소	대
재배일정 맞추기의 용이성	더 용이	덜 용이
묘 성장속도	더 빠름	덜 빠름
종자 허비정도	소	대
묘의 수송, 취급 (무게등)	용이	덜 용이
공간 이용효율	고	저
정식의 용이성	더 용이	덜 용이
병의 확산	소	대
정확한 환경조절의 필요성	더 필요	덜 필요
정확한 수분조절의 필요성	더 필요	덜 필요
기자재 비용	대	소
노동력	소	대
숙련된 기술인력의 요구도	고	저

양의 여러나라들에서와는 달리 시설 또는 노지 재배용 채소묘의 생산을 위주로 우리나라에서도 플러그 산업은 이미 4-5년전부터 발달하기 시작하였다. 본장에서는 플러그묘의 재배, 관리 및 이용에 관련되는 전반적인 부분들을 종합정리하여 공정육묘시스템 도입의 중요성을 강조하고자 하였다.

## 2. 원예작물 육묘기술의 발전과정

세계적으로 채소류와 화훼류의 묘생산 기술은 <표 1.2.2>에 나타난 바와 같이 변천하고 있다. 육묘기술의 발달 초기에는 노지 직파가 불가능한 저온기에 온상이나 냉상에서 육묘함으로써 포장에 정식할 묘는 노지에 직접 파종할 때보다 생육이 상당히 진전되어 있으므로 수확기가 앞당겨지며 생산기간을 그만큼 앞당길 수 있어서 작기의 확대, 육묘기의 묘보호 및 농지활용도의 증가 등이 육묘의 큰 목표가 되었다. 그러나 시설재배 면적이 확대됨에 따라 겨울철 육묘의 안정화, 농촌 노동력의 부족 및 노령화 등 사회적 여건 변화로 전술한 이들 목표 이외에 규격화된 양질묘의 주년 안정수급과 육묘능률의 향상 등의 적극적인 의의가 추가되었다. 이제 육묘는 집단생산 및 상품화의 단계로 그리고 계절에 구애받지 않고 공급하는 형태로 발전하고 있다. 특히 공정육묘 생산 시스템에서는 제반 육묘작업을 일관 체계화, 장치화한 묘생산 시설을 이용하여 소질이 균일하고 규격화된 묘를 연중 계획적으로 생산한다. 그러므로 오늘날의 육묘는 재배와 분업화되어 전문화되므로 묘의 생산은 전문업자나 생산자 단체가 담당하고 재배자는 재배계획에 맞추어 이들로부터 묘를 구입하여 사용하게 된다.

표 1.2.2. 채소 및 화훼의 묘생산 목표의 변화

구분 \ 단계	1 단계 (1955~1970)	2 단계 (1971~1985)	3 단계 (1986~ )
작형	작기확대	작기확대	주년화
묘질	양질묘	양질묘, 다양화	규격묘
작업능률	취급성 향상	생력화, 기계화	대량생산
생산형태	개별생산	공동·집단생산	집단생산·상품화

## 3. 육묘기술의 국내외 현황 비교

현재 우리나라 일반재배 농가에서 개별 육묘를 하는 경우에 육묘 기술의 현황과 기술 수준 및 선진외국에서 행하고 있는 공정육묘 기술의 현황을 비교할 바 <표 1.2.3>와 <표 1.2.4>에서 볼 수 있다.

표 1.2.3. 선진 외국과의 원예작물 육묘기술 현황 비교

구 분	국내 기술 수준	선진 외국의 기술수준
육묘주체	개별 육묘, 일부 공동육묘	전업형 대량 생산 체제
육묘방법	전열, pot육묘, 온상 육묘	공정 자동화 프리그 육묘
육묘배지	개별 제조, 비규격화, 소재 잡다	규격화 배지, 소재 일정 단순
육묘일수	장기 60일(토마토)~75일(고추)	단기 : 35일 (토마토)~40일(피망)
종자발아	발아율이 낮음 : 고추 80%	높음 : 토마토 90% 이상
종자처리	개발중	실용화 (코팅, 전처리)
정식방법	대표 인력 정식	소묘 기계정식, 이식 장치화(화훼)

표 1.2.4. 선진 외국과 국내 공정육묘관련 기술개발 현황

구 분	화 란	일 본	미 국	한 국
종자처리	실용화(코팅, 전처리)	다변화(코팅, 전처리; 종자지, 테이프 등)	종류별 처리 (비일관성)	시험중
육묘환경	전묘 생산환경조성	접목기술 개발 경쟁	조방적 대량 처리	연구단계
육묘배지	피트모스주재료, 단순	피트모스등, 다양 독자개발 시도	피트모스 주재료, 단 회사별 조제 전업화	피트모스 주재료, 수입의존, 국내 개발
상토혼합, 증진	완전 장치화, 증장비	부분 장치화, 경장비	생산회사별 다양	국내개발
파종	일관, 정밀, 다종류 개발(다국적 조립)	미국제 많음, 다국적 조립, 개선중	정밀성 낮음	국내 개발
발아실	활용불원	적극활용	활용	활용
접목활착	-	활용단계	-	연구단계
이송생력 시설	다양, 중점시설, 고도 생력화	단순, 비규격화, 인력 의존도 높음	생산회사별 다양	개발단계
시비관리	완전 관비육묘, 자동·반자동 겸용, 규격 액비 혼입	관비육묘 단계 접근, 완전 자동 시동, 액비 다양	개별 기술	외국기술 의존, 개발 단계
육묘관리	단순화 지향, 대면적 일괄	정밀 소분화 관리	자체 해결	연구단계
용도별 시설	온실구조내 용도별 시설 수용	용도별 시설구조 차이 많음	국산화(개별기술)	인식단계
자재개발·수급	수급용이, 종류 단순, 규격화	수급용이, 종류 다양, 일부 비규격화, 대부분 국산	기술 다양화	규격화 개발 필요성 인식
종합기술	생산위주 기술, 개발과 실용 이원화, 실용 기술 위주 개발, 정책, 개발, 생산의 공동책임	기술 다변화(기초, 생산, 타산업), 경영위주 개발, 기술 개발 다원화, 경영자 책임 위주	생산공정별 및 작물별 완성	표준모형 개발

### 제3절 공정육묘시스템 도입의 효과

#### 1. 관행육묘의 한계성과 애로사항

##### 가. 기술적측면

지금까지의 관행육묘 방식은

첫째, 육묘기간이 길 뿐만 아니라 배지량이 많이 소요되며 배지 소재가 불균일하고 무균이 아니기 때문에 육묘시설 면적을 많이 필요로 하며 관리면에서도 비용이 많이 들고 위험 요소도 많다. 따라서 묘소질이 불량해지기 쉽고 생산비가 많이 들게 된다.

둘째, 포트가 크고 무거우므로 운반, 운송 및 기계화가 어려울 뿐만 아니라 근계형성이 충분치 못하여 정식시 뿌리가 손상할 위험이 크며 이 때문에 활착도 매우 불량하다.

셋째, 농가 개별육묘에서는 관리기술의 수준이 낮고, 규모가 영세하여 자재 및 시설여건이 불량하므로 적정 생산환경의 조성이 곤란하여 육묘노력이 많이 들고 묘소질이 불량해지며 년중 안정적인 육묘가 불가능하기 때문에 작물 및 작형의 다양화, 극대화 추세에 부응하기 어렵다.

넷째, 따라서 이러한 요인들이 생산비의 상승과 생산성의 저하로 이어지게 된다.

〈표 1.3.1〉는 몇 가지 채소의 전체 재배노력에서 육묘노력이 차지하는 비율을 투자 노동시간을 기준으로 비교한 것이다. 작형, 육묘일수, 시설 및 장치의 정도에 따라 다르므로 전 재배기간중 육묘가 차지하는 노력부담을 단순 비교한다는 것은 어려운 일이지만 짧은 육묘기간과 적은 면적을 감안할 때 상당히 집중적인 노동투하가 이루어지는 것을 알 수 있다. 또한 육묘는 일상적인 관리노력 이외에도 육묘기간 중 매일 정신적인 부담이 상당히 큰 작업이다.

표 1.3.1. 주요채소의 재배노력에 차지하는 육묘노력비율 (10a당)

작 물	작 형	육묘일수	재배에 필요한 노동시간 (A)	육묘에 필요한 노동시간 (B)	B/A (%)
토마토	축성 재배	70	1491	94	6.3
	반축성재배	60	1789	92	5.1
가 지	반축성재배	100	1950	401	20.6
	노지 재배	90	2870	198	7.0
오 이	축성 재배	30	1842	169	9.2
	반축성재배	35	1427	200	14.0
배 추	가을 재배	30	230	21	9.1
	봄 재 배	30	58	8	13.8

##### 나. 사회적측면

사회적으로는 원예작물에 년중 계속 수요 및 고품질, 기능식품 요구가 매년 급격히 증

가하고 있어 시설원에면적이 꾸준히 증가하는데 반하여, 농업 노동력은 질적, 양적으로 급격히 상승하게 되어 농업시설은 더욱 생력화, 장치화된 현대화한 시설이 필요하게 되었고, 정식 및 수확 등의 기타 농작업도 가능한 기계화하지 않으면 안되는 시점에 처하여 있다. 더우기 농산물마저도 수입개방의 예외가 될 수는 없는 시점에서 원가, 고품질에서의 경쟁력 제고는 농업에 있어서 더 없이 절실한 과제가 되고 있다.

## 2. 공정묘의 이용효과

우선 복잡하고 까다로운 육묘작업으로 부터 정신적 육체적으로 벗어날 수 있으며, 기본적인 기반기술이 갖추어져 있고 첨단기술의 채용이 용이하며 안정성이 높은 전문 육묘시설에서 육묘된 묘를 생산하므로 묘의 확보 및 공급이 용이하며 안정성이 높은 전문 육묘시설에서 육묘된 묘를 생산하므로 묘의 확보 및 공급이 훨씬 안정적이다.

다시 말하면 동·하절기의 육묘가 곤란한 시기의 육묘, 육묘가 까다로운 작물의 육묘, 육묘기술이 부족한 경우에도 적절한 육묘환경과 기술을 토대로 육묘한 건전묘를 안전하게 공급받을 수 있다.

실제로 우리는 어느정도 기술수준이 안정된 주산단지에서도 기술, 자재, 시설 및 환경 등 여러가지 뜻하지 않은 문제로 육묘에 예기치 못한 차질이 생겨 농사에 큰 낭패를 보는 경우를 종종 볼 수 있다.

또 노동력을 재배에만 전념하여 사용할 수 있고, 수송 및 정식 등이 지금까지의 관행묘에 비하여 매우 손쉽게 이루어지므로 시간과 비용면에서 노동생산성이 높아지게 되며 이 결과 여가의 창출도 훨씬 용이하게 된다. 뿐만 아니라 시설 및 포장의 이용효율도 높아질 수 있으며, 품종과 작부계획이 정확하게 결정되기 때문에 시장동향의 파악과 이에 대한 대응도 용이하다.

더욱이 프러그묘는 정식의 기계화가 용이하고 활착이 잘 되어 정식 후의 생육이 순조롭게 진행되는 것이 큰 특징이다. 육묘기간이 짧고, 적은 량의 가벼운 배지를 이용하므로 일반적으로 묘의 생산비도 자가생산묘에 비하여 낮으며 수송도 쉽고 효율적일 뿐만 아니라 수송이 체계화되어 있어 수송중에 상처나 기타 스트레스를 적게 받는 등의 점을 들 수 있다.

또한 육묘 관련 기술의 개발로 지금까지 개별농가의 수준에서 이루어지던 육묘를 산업의 차원으로 끌어올릴 수 있고 이를 토대로 안정된 육묘산업의 기반이 구축될 수 있다.

이상의 결과에서 관행묘와 공정묘의 생산과 관련된 경제성을 비교하여 보면 다음의 표 1.3.2에서 살펴 볼 수 있다.

표 1.3.2. 관행묘와 공정묘 생산의 경제성 비교

구 분	관행 개별 육묘	공 정 육 묘
육 묘 시 기	동·하절기 육묘 곤란	주년 안정육묘 가능
노동력 비율	전 노동력의 14.5%	-
묘 소 질	불균일, 불량묘 비율 높음	양질, 규격묘
발 아 율	80~85%	95% 이상
육 묘 배 지	300 ml/주	20ml 내외
묘 운 송 성	곤란	용이(장거리 수송 가능)
묘 생 산 성	1,000 주/평 (6cm pot)	3,000~9,000 주/평
육 묘 환 경	불량(저온, 다습, 약광)	최적환경 조성 가능
육 묘 작 업	인력	기계화, 자동화
육 묘 노 력	35.0 시간/10a(노지고추)	-
정 식 작 업	인력	기계화 가능

#### 제4절 우리나라의 공정묘 생산기술의 현황과 문제점

우리나라의 공정육묘 생산의 특징은 첫째, 소량 다품목 육묘작형에서는 시설(파종기와 발아실 등 각종 자동장치)의 효율적인 이용이 어렵다. 둘째, 파종용기가 매우 작으므로 가온, 관수 및 시비 등에 있어서 관리의 정밀성이 요구되고 이러한 요인들이 부적절하면 장해가 나타나기도 한다. 셋째, 결주 발생이 심하거나 종자의 발아가 균일하지 못할 경우에는 생육이 불균일해지므로 양질의 종자가 필수적이다. 각종 육묘관련 자재의 개발 및 관리 기술의 확보가 필요하고, 공정묘에 맞는 작부체계, 재배관리 등의 개발이 뒷받침되어야 한다. 그리고 플러그묘의 이용시에는 배지의 양이 적어 정식적기의 폭이 좁고, 소묘이므로 내한성 및 내서성이 상대적으로 약하며, 고온기에는 수송중 증산에 유의해야 하는 등 플러그묘의 특성에 대한 재배자의 이해가 필요하다. 그러나 우리나라의 공정묘 생산과 이용 기술은 도입 역사가 매우 짧으나 괄목할 만한 수준에 이르렀고 앞으로의 발전 가능성이 매우 높다. <표 1.4.1>는 현재의 생산과 이용기술의 수준과 문제점을 나타내고 있다.

원예작물에 있어 육묘는 많은 경험과 세심한 주의가 필요하고 육묘 이후에도 많은 노동력이 필요하다. 육묘자는 소비자로부터 품질의 다양화, 고급화 및 규격화를 요구받고 있어 묘생산자로서는 규모를 확대하고 생산비를 절감하여야 한다. 따라서 양질 저원가 묘의 안정적인 공급은 생산성의 향상은 물론 여러가지 제한적인 사회적 환경에 대응하여 원예작물 생산기술의 효율화를 위해 매우 중요하며 공정육묘는 이들 문제의 해결방안의 하나가 될 수 있어 앞으로 상당한 확대가 전망된다. 그러나 공정육묘에 의한 묘공급 체계는 단순히 독자적인 기술로서 육묘에 한정하여 받아들이기 보다는 모든 원예작물생산에 있어서

표 1.4.1 우리나라 공정묘 생산기술 수준과 주요 문제점

구 분		현재의 기술 수준	주요 문제점
육묘용 자재	육묘용기	다양화, 정밀도 미흡 수입에 의존도가 높다 수입의존, 전용액비개발 미흡 발아율 저조	근계발달 조장형 용기개발 필요 수입의존, 제품 다양 작물별 시비기준 없음 육묘율 낮음(결주, 생육 불균일 등)
	육묘배지 육묘비료 종 자		
육 묘 시 설		효율적이고 표준화된 구조와 규 격 미설정	육묘환경 및 작업성을 고려한 육묘 전용온실 개발 필요
육묘 장치	파종시스템 재 배 상	국산화 완성 공간이용을 제고 주력, 규격과 형식 다양 국산화 개발	정밀도, 범용 적용성 보완 규격, 설치 및 이동방식 표준 없음, 작업성 불량 성능검토 미흡, 용량 미설정
	접목활착촉진장치		
정식 기계화와 공정묘 재배 기술		고추와 배추 플러그묘 정식기계 개발단계, 시비량 및 정지 유인 법 등 경종체계 연구	작물, 재배형태 및 시기별 공정묘 이용 효과 검사 않됨, 작물별 적정 묘령 및 크기 구명 필요, 공정묘 이 용시의 경종체계 미확립으로 작황 다소 불안정
육묘 기술		채소 및 화훼류 국산배지 개발, 일부 실용화 가능, 발아율 제고 기술 개발, 작형별, 계절별 환 경관리 체계 미확립, 작물별 시 비체계 미개발	플러그묘 생산 기술 개발의 다각적 접근방법 미확립

다른 요인들과의 유기적 관계를 생각하여 도입여야 보다 나은 성과를 기대할 수 있고, 나아가서는 전문적인 생산 경영체를 중심으로 하는 생산력의 발전으로 이어질 수 있다.

## 제 2 장 공정육묘를 위한 온실 표준화 연구

육묘 과정은 작기확대, 유묘기 보호 및 토지활용을 목표로 개별농가가 주체가 되어 본 포재배와 구분생산되어 왔다. 그러나 공정육묘는 양질묘의 주년 안전 확보 및 육묘능력 향상을 위하여 산업형 공장형태의 집단생산 및 상품화 단계로 발전되고 있다. 이와같은 목적을 달성하기 위하여는 현재 우리나라 육묘현실을 감안한 공정육묘 시스템 도입의 다각적인 검토가 필요하다. 즉 공정묘의 생산성과 도입효과를 인식하고, 한국형 공정육묘 시스템의 온실 설계가 이루어져야 하며 각종 기자재, 육묘관리 방안 등이 개발되어야 한다.

본장에서는 공정묘 생산시설의 장비와 자재도입을 위한 주요 작업공정과 시스템에 대하여 검토하고 공정묘 생산온실의 모델설정과 시설장비 규격화를 위한 검토와 이를 위한 몇 가지 시험이 수행되었다. 그리고 우리나라 공정묘 생산량 예측과 작물별 묘규격 기준을 조사하여 묘소요량 산출과 공정묘 생산농가의 경영분석자료로 활용하였다.

이상의 결과를 토대로 우리나라 공정육묘온실의 표준모델을 설계하였다.

### 제 1 절 공정육묘 시스템 도입을 위한 검토

육묘과정을 자동화 하므로써 묘생산의 생력화, 효율화, 안정화를 기하기 위하여는 육묘 전용 온실의 설계, 육묘트레이 이동을 위한 베드 운송라인 체계확립, 생육단계별 환경관리 모형과 제어방법, 자동파종을 위한 상토의 조제, 충전, 파종, 관수등 자동화 기기의 개발, 파종후 발아 및 육묘관리 그리고 정식 등의 작업을 일관 체계화 하여 묘소질이 균일한 규격화 된 양질묘를 계획적으로 생산할 수 있는 장치들이 개발되어야 한다.

#### 1. 공정육묘 시스템 도입의 과제

노동력절감 생산시스템이란 생산물의 양과 질적 향상을 도모하면서 노동경감을 달성하여야 한다. 이를 위해서는 규모의 확대, 작업의 공정화 및 분업화가 이루어져야 한다. 육묘 작업중에서 무엇이 공정화 내지 분업화로 노동경감이 가능할 것인가를 생각해야 한다.

농가에서의 육묘는 높은 기술수준과 재배 이외의 경지면적이 필요할 뿐만 아니라 정신적, 시간적, 노동력에서 많은 부담을준다. 농가가 이로부터 해방되기 위해서는 육묘과정을 산업화, 시스템화 하여 묘생산 비용을 저하시켜 싼 값으로 구입할 수 있게 하여야 한다.

그러나 이러한 효과를 얻을수 있는 시스템 도입에 소요되는 비용은 매우 높기 때문에 소규모 재배를 시스템화 하는 것은 곤란하다. 특히 우리나라는 여름은 대단히 고온이고, 겨울 기온은 매우 낮으며, 태풍이 많으며 겨울에는 폭설량이 많다. 이러한 기상조건에서 이용 가능한 온실은 그 지역특성에 맞게 검토 개발되어야 한다. 외국의 선진 농업국에서 시설내 관리 부분에서 생력화가 진행되고 있다. 주로 파종 및 묘재배는 기계화 되어있고

묘의 선별은 인력에 의존하나 정식 또는 수확, 선별 작업은 기계화 되고 있는 경우가 많다. 재배를 기계화 혹은 자동화 하는 경우 이에 대응하는 기계 개발이 필요하며, 재배방법이나 생산체계를 변화시켜야 기계화 도입이 가능하다.

표 2.1.1. 시스템화된 묘생산의 작업공정과 주요내용

- 
1. 생산품목 및 파종량의결정, 프러그 트레이의 선택
  2. 용토의준비 : 물리성-통기성, 보수성, 작업성이 좋은것  
 화학성-pH, 양이온 치환용량 등, - 무비료, 유비료 상토 구분  
 기 타-무균상태이면서 계속적으로 공급가능할 것
  3. 파종시스템
    - 1) 용토의 혼합 : 혼합기의 기구, 능력, 물리성등이 변화되지 않아야 함
    - 2) 용토담기 : 양의조정, 균일성, 용토와의 대응
    - 3) 용토의 압축 : 보수성, 통기성, 표면의 형상
    - 4) 파종 : 파종기, 종자의 크기 및 형상, 균일성
    - 5) 복토 : 균일성, 용토와의 대응
    - 6) 관수(파종기) : 관수의 강도, 관수량 결정
  4. 운 반 : 운반방법, 이동속도
  5. 발아실 : 온도, 습도, 수분, (광)
  6. 운 반 : 육묘상의 이동, 운송대차
  7. 재배실
    - 1) 육묘실 : 온도, 습도, 광강도, 수분, 병해충 관리 등 일반관리
    - 2) 관수(육묘온실) : 두상관수 : 관수노즐의 위치, 방향, 물방울 크기, 관수의 강도,  
 균일성  
 : 저면관수 : 관수량, 관수회수, 균일성
    - 3) 시비 : 액비의 조성, 농도, pH, 희석장치
  8. 경화, 순화 : 습도, 온도, 바람, 관수, 광
  9. 저장 : 일시저장용-온도, 수분, 습도, 광(발아실과 겸용)
  10. 운반 : 운송차량, 온습도조절
  11. 포장 : 포장기계, 자재
  12. 출하 : 출하방법
- 

재배공정에는 묘나 수확물의 운반공정이 필요하다. 이것은 악성노동일뿐 아니라 많은 노동력이 소요되므로 벨트 컨베이어나 운반기등을 사용한 수송 시스템을 필요로 한다. 또 전 재배 공정을 시스템화 하기 위해서 베드 재배장치를 이용하며 관리 작업은 사람이 이동하면서 행하는 경우가 많으나 노동 경감을 위해서는 재배과정 도중에 작물을 이동 시키는 장치를 도입하기도 한다.



1. 육묘온실 설치를 위한 여건조사 및 계획

가. 기초조사

1) 시설설치를 위한 구상

- 경지정리, 관배수로, 도로 및 교통망 등 토지기반 여건
- 기후, 전기, 노동력, 품종 및 작형선택 등 제반 관련여건
- 대상 품목의 작형별 환경관리 방안 및 작부체계
- 작물별 정식시기 및 정식기간의 간격
- 육묘 온실의 설치 면적, 시설구조, 환경제어 및 관리방법
- 공정육묘에 대한 재배자의 확고한 의도 인식 (인식정도, 묘 구입비의 평가, 접목 유무 등)

2) 묘생산 계획을 위한 구상

- 설치여건 조사 - 묘수요 지역분포 및 공급량 예측
- 주년생산 계획 - 주요품목 및 육묘시기 예측
- 시설면적, 기기선정, 인력 구성, 생산량 등의 계획
- 기기, 자재 및 생산물의 이동라인 구성 계획

나. 육묘온실의 시설 및 기기 규모 설정

1) 육묘시설의 면적 결정을 위한 계획

공정육묘온실 시설면적을 결정하기 위한 검토사항을 살펴보면 다음과 같다.

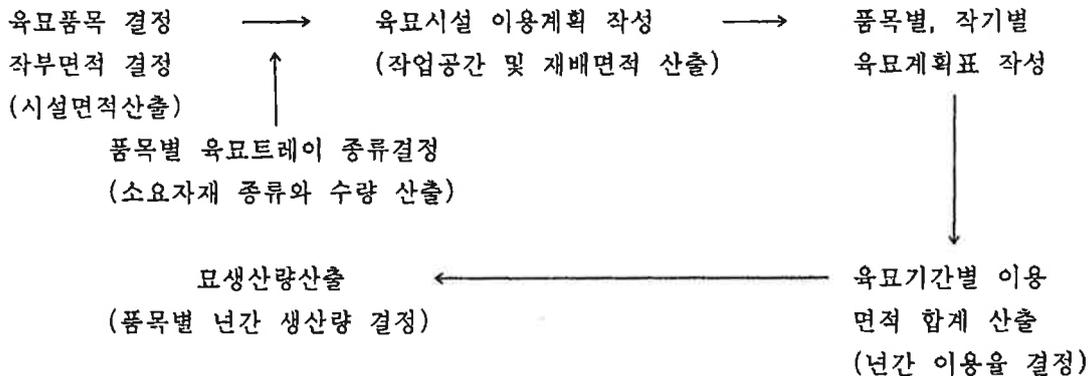


그림 2.2.2. 육묘시설면적 계획안 모식도

2) 시설이용 계획 검토

가) 작부면적 : 3년 정도의 변동을 예측하여 결정

나) 육묘시설 이용계획 작성 : ◦ 품목별 육묘 분류 (트레이 규격 선택)

- 본포 10a당 재식주수 확정후 육묘 필요 트레이수 산출, 단, 산출량에는 발아 및 생육불량 손실 5%(종자와 육묘기술에 따라 가감) 가산

다) 품목별, 작기별 육묘계 작성 : 시기별 이용 면적 합계를 산출하되 가장 육묘량이 편중되는 시기의 면적이 필요시설 실면적

라) 온실의 형식에 따라 폭, 길이를 결정하여 작업공간 면적 및 육묘 필요 시설면적 산출

3) 육묘온실의 시설장비 검토

육묘온실에 도입되어야 할 주요시설장비의 용도와 능력을 살펴보면 다음과 같다.

표 2.2.1. 육묘온실의 설비 및 장치별 용도와 성능

항 목	용 도	사양 및 성능	비 고
육 묘 용 온 실	외부 불량환경으로부터 묘 보호, 육묘	철골 또는 파이프온실	복합환경 조절가능
경 화 실	출하전 묘의 경화	철골 또는 파이프온실	환경조절 가능
발 아 실	발아촉진실	케비넷형	환경제어기능(저장실 겸 용 검토)
접 목 실	접목재배작물	접목활착촉진장치 접목장치(기구), 작업실	환경제어기능
온도관리 설 비	난방, 보온, 환기, 차광, 냉방	외기 -20~35℃, 온실 20~30℃ 유지가능 (기상조건 감안)	가온방법(온수 또는 온 풍)결정, 보온 및 차광법 결정, 환기 및 냉방검토
베 드 설 치	배수 및 관리용이 배지내 산소공급 용이	고설 또는저설 베드 폭×길이=2.4m×1.2m(장치 및 설치여건에 따라 가감)	간이벤치도 가능
베 드 이 동 및 대 차	묘 이송용이	베드이동장치, 베드 이동대차	수동 또는 전동화
재 배 가 온 설 비	동절기 가식 및 접목시 활착 촉진	온실보다 베드 저면온도 높게 유지 기능	온수순환식, 전열, 베드 하단 온풍닥터 배관등
자 동 관 비 장 치	관수, 시비(액비), 농약 살포 등 자동	자주식 두상 살수 장치 최대수량: 660l /30분 /라인 타이머 및 속도조절 가능 급수 및 액비혼입장치 도입	고정노즐, 저면 관비방식 도 가능
급 수 시 설	관수, 냉난방 기타	최대수량 : 350l /분 청정수(1급수)	자가 또는 공동
경 보 장 치	온도, 누전, 관수 등 환경제어경보	전화회선과 연결 이용 누전, 난방고장 등 경고	기술정도 감안
중 합 제 어 및 관 리 전 산 화	생산환경제어, 관리 및 사무 종합처리	환경 및 관리 컴퓨터제어 검용	이용 효율 고려

## 2. 육묘온실의 모델 설정

### 가. 육묘온실 구조와 주요장치의 설치

공정육묘온실의 모델설정을 위한 육묘온실과 공정묘 생산에 필요한 부대장비의 설치내용을 온실, 부속실, 자동과중시스템 등에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

#### 1) 육묘온실의 설치내용

표 2.2.2. 공정묘 생산온실 및 주요장치의 설치내용

구 분	항 목	설 치 내 용
-육묘온실	골 조 피 복 자 재	각관, H빔 형강, 파이프 유리, PET필름, PC단층, 연질필름
-환경조절장치	보 온 환 기 난 방 냉 방 조 명	천정 및 측면 1, 2중 커텐 측창, 천창, 환기팬, 실내공기환류팬 온수난방, 온풍난방, 전열난방, 히트펌프난방 기화냉방, 보조냉방설비 일장조절 가능, 광질 및 광도 고려, 작업 등
-관수·시비	관 수 액 비	자주식 두상관비식, 고정 두상관비식, 저면관비, 호스살수
-액비혼입장치	정 량 주 입 식	동별관리 별도기능
-재배상 시설	규 모 설 치 방 식 이 동 방 식	시설규모별, 표준트레이 규격 재배면적 및 작업성 고려 좌우 이동식 또는 전후이동기능 도입
-발아실	1,2 실 구 분	온습도 제어, 탑재시설 도입
-저장실	일시저장용	발아실 겸용 검토
-경화실	경 화 육 묘 상 환 경 조 절	육묘온실과 동일 육묘실 벤치 방법과 동일 육묘실 환경제어와 동일, 냉방기능
-환경제어장치	복 합 제 어	컴퓨터 제어방식
-기타	부 대 장 치	상온연무 무인살포기, 접목활착촉진시설 등

2) 부속실

표 2.2.3. 기계실 및 관리실의 구조와 설치내용

구분	항목	설치내용
-건물	골조	간이식 철재 판넬, 시멘트 블럭
	설치위치	북쪽, 서쪽
	면적	전체시설의 10% 정도를 기준으로 시설규모에 따라 가감
	전기시설	사용용량 검토
-배치내용	작업실	용토사, 창고
	접목작업실	접목작업환경제어 가능 · 온도, 광, 습도
	저장실	발아실검용 · 출하묘 일시저장
	발아실	발아환경제어 · 온도, 습도(광)
	자동파종시스템	파종시스템 및 상토혼합기
	기계실	기계설비는 기계라인 구성 예 참고 부대기계 : 지게차, 이동장치(콤베이어)
	관리실	종합제어실, 사무실 및 위생시설 포함

3) 자동 파종시스템의 구성과 규모산정

가) 파종시스템의 구성과 배치도

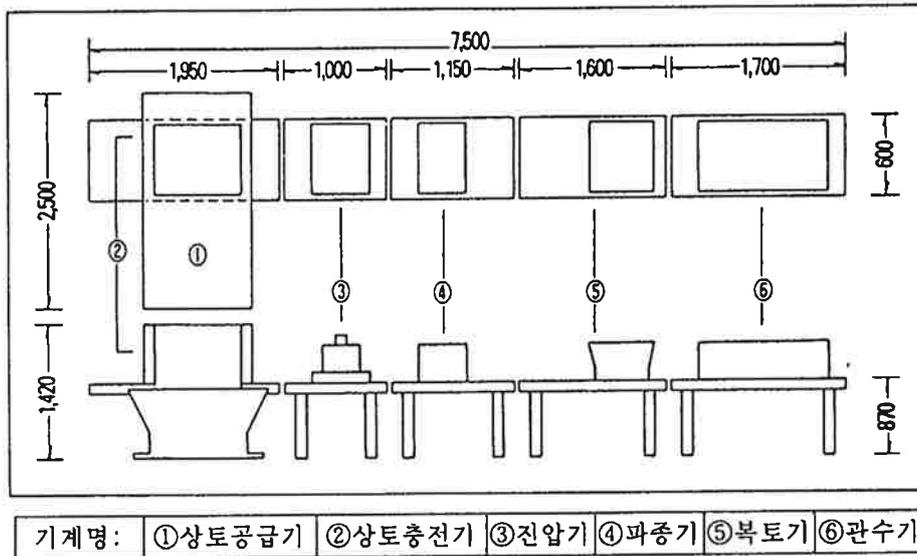


그림 2.2.3. 자동파종시스템의 구성과 배치도

나) 파종기의 규모 산정

(1) 나종자, 코팅종자등 종자형태 따라 선택

- 나종자 전용 : 일반형태 종자 파종율 높음, 종자 저렴, 파종기 가격 증가~저가
- 코팅종자 전용 파종기 : 대량 고속파종에 적합(10트레이/분), 출아율 증진, 종자 고가, 파종율 높음
- 코팅종자, 나종자 겸용 : 파종기 고가, 종자 저렴, 파종율 다소 낮음(나종자)

(2) 파종기 성능 : 2매 /분이 표준

(3) 파종기 성능이 필요능력의 50%를 초과할 경우에는 증설(종자변경, 기계고장 등에 대비), 기계고장에 대비 2종류 설치가 바람직(반자동 파종기 비치)

예) 종자를 10일간 1만 트레이를 파종할 경우

- 10,000 매 ÷ 720매 / 일 = 13.9일 ----- 파종소요 일수
- 2대 도입 13.9일 ÷ 2대 = 6.9일 ----- 2대 도입시 가동율 70%정도
- 파종기 능력 : 2매 / 분 × 60분 × 6시간 = 720매 ----- 1일 파종능력
- 2대 도입시에는 겸용방식과 나종자 전용 파종기를 각각 1대씩 도입하는 것이 바람직

나. 육묘시설의 설계 개요

1) 시설형태의 설정

시설형태와 규모를 각각 2가지 모형으로 설정하였다. 양지붕형 철골유리온실은 단독폭형의 경우 대지 1,700평에 시설면적 1,500평형으로 하였으며, 지붕형 경질재온실은 대지 1,200평에 시설면적 1,000평형을 기준으로 하였다. 그리고 작목 및 재배시기별 환경제어조절을 효율적으로 관리하기 위하여 상기 2가지 형태의 온실을 2실로 분리 각각 설정하여 도합 4가지형의 공정육묘 표준온실을 설계하였다. 이들 형태의 형식명을 아래와 같이 분류하였다.

가) 양지붕형 철골유리온실 - 단독형(3G형), 분리형(3G-S형)

나) 지붕형 철골경질PET필름온실 - 단독형(2P형), 분리형(2P-S형)

2) 공정육묘온실의 형태별 설계내용

설정된 모형별 설계개요를 살펴보면 다음과 같다.

가) 3G형 공정육묘온실의 설계내용

(1) 양지붕철골유리온실 단독형(3G형)

표 2.2.4. 공정육묘온실 3G형(단독형) 설계내용

항 목	내 용
1) 온실형태	양지붕형 철골온실
2) 피복재	평판투명유리 4mm
3) 시설규격	(대지 1,700평, 시설면적 1,500평형)
○ 총면적	66m×85m=5,610m <sup>2</sup> (1,697평)
○ 온실규격·면적	측고=3.6m, 동고=5.73m 온실=63m×69m=4,347m <sup>2</sup> (1,315평) 부속실=63m×9m=567m <sup>2</sup> (171.5평)
○ 온실외 면적	외부 및 주차장=210.5평
4) 창호방식	천창=RACK & PINION형, 측창=3WAY형
5) 커튼방식	수평=전후면예인형, 수직=권취형
6) 난방방식	온수난방배관
7) 환경제어	컴퓨터에 의한 복합환경제어
8) 부대장치	육묘베드, 두상관비장치, 접목활착장치, 발아실, 자동과중시스템 등 공정육묘 자동화 장비 일체

(2) 양지붕형 철골유리온실의 분리형(3G-S형)

표 2.2.5. 공정육묘온실 3G-S형(분리형) 설계내용

항 목	내 용
1) 온실형태	양지붕형 철골온실-분리형
2) 피복재	평판투명유리 4mm
3) 시설규격	(대지 1,800평, 시설면적 1,500평형)
○ 총면적	83.5m×71.7m=5,987m <sup>2</sup> (1,811평)
○ 온실규격·면적	측고=3.6m, 동고=5.73m 온실=54m×81m+3m×9m×2=4,428m <sup>2</sup> (1,339평) 부속실=60m×9m=540m <sup>2</sup> (163평)
○ 온실외 면적	외부 및 주차장=309평
4) 창호방식	천창=RACK & PINION형, 측창=3WAY형
5) 커튼방식	수평=전후면예인형, 수직=권취형
6) 난방방식	온수난방배관
7) 환경제어	컴퓨터에 의한 복합환경제어
8) 부대장치	육묘베드, 두상관비장치, 접목활착장치, 발아실, 자동과중시스템 등 공정육묘 자동화 장비 일체

나) 2P형 공정육묘온실의 설계내용  
 (1) 경질재 피복온실 단독형(2P형)

표 2.2.6. 공정육묘온실 2P형(단독형) 설계내용

항 목	내 용
1) 온실형태	지붕형 철골온실
2) 피복재	경질 PET필름 0.2t
3) 시설규격	(대지 1,200평, 시설면적 1,000평형)
○ 총면적	100m×39.7m=3,970m <sup>2</sup> (1,200평)
○ 온실규격·면적	축고=3.3m, 동고=5.388m 온실=82.8m×36m=2,980m <sup>2</sup> (901평) 부속실=9m×36m=324m <sup>2</sup> (98평)
○ 온실의 면적	외부 및 주차장=201평
4) 창호방식	천창=RACK & PINION형, 측창=3권취형
5) 커튼방식	수평=전후면에인형, 수직=권취형
6) 난방방식	온수난방배관
7) 환경제어	컴퓨터에 복합환경제어
8) 부대장치	육묘베드, 두상관비장치, 접목활착장치, 발아실, 자동과종시스템 등 공정육묘 자동화 장비 일체

(2) 경질피복재온실 분리형(2P-S형)

표 2.2.7. 공정육묘온실 2P-S형(분리형) 설계내용

항 목	내 용
1) 온실형태	지붕형 철골온실 - 분리형
2) 피복재	경질 PET필름 0.2t
3) 시설규격	(대지 1,300평, 시설면적 1,000평형)
○ 총면적	85m×50.6m=4,301m <sup>2</sup> (1,301평)
○ 온실규격·면적	축고=3.3m, 동고=5.388m 온실=82.8m×36m+10.8m×3m=3,013m <sup>2</sup> (911평) 부속실=46.8m×9m=421m <sup>2</sup> (127평)
○ 온실의 면적	외부 및 주차장=263평
4) 창호방식	천창=RACK & PINION형, 측창=3권취형
5) 커튼방식	수평=전후면에인형, 수직=권취형
6) 난방방식	온수난방배관
7) 환경제어	컴퓨터에 의한 복합환경제어
8) 부대장치	육묘베드, 두상관비장치, 접목활착장치, 발아실, 자동과종시스템 등 공정육묘 자동화 장비 일체

3) 육묘온실의 형태별 설계평면계획  
 설정된 온실의 설계개요를 기초로 형태별 평면배치 계획도를 작성한바 다음과 같다.

가) 3G형 온실의 평면계획 배치도

(1) 3G형 배치도

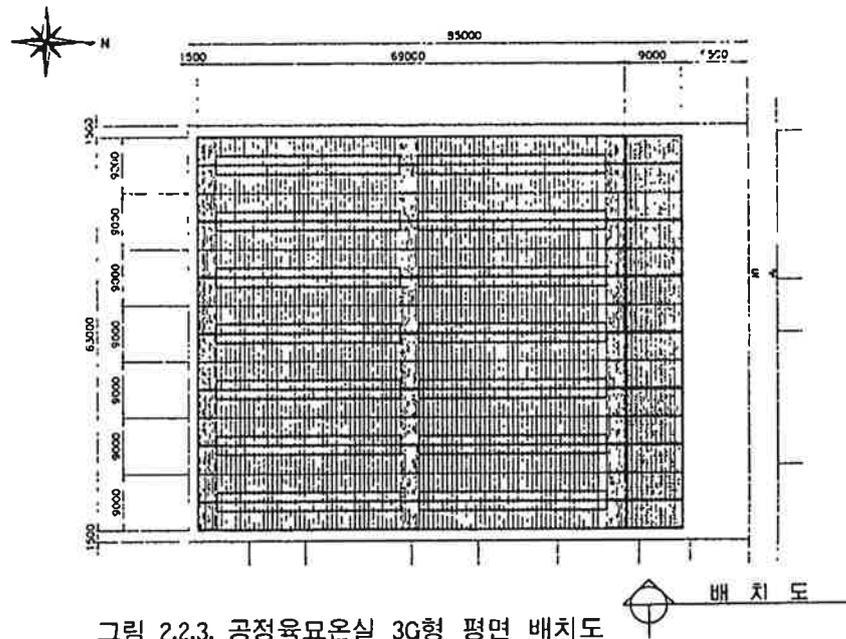


그림 2.2.3. 공정육묘온실 3G형 평면 배치도

(2) 3G-S형 배치도

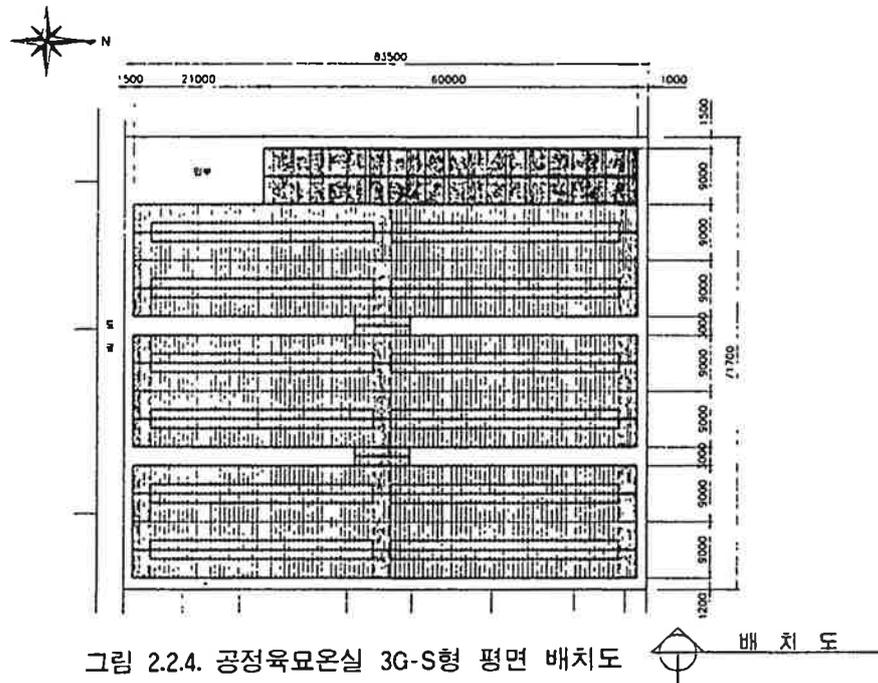


그림 2.2.4. 공정육묘온실 3G-S형 평면 배치도

나) 2P형 온실의 평면계획 배치도

(1) 2P형 배치도

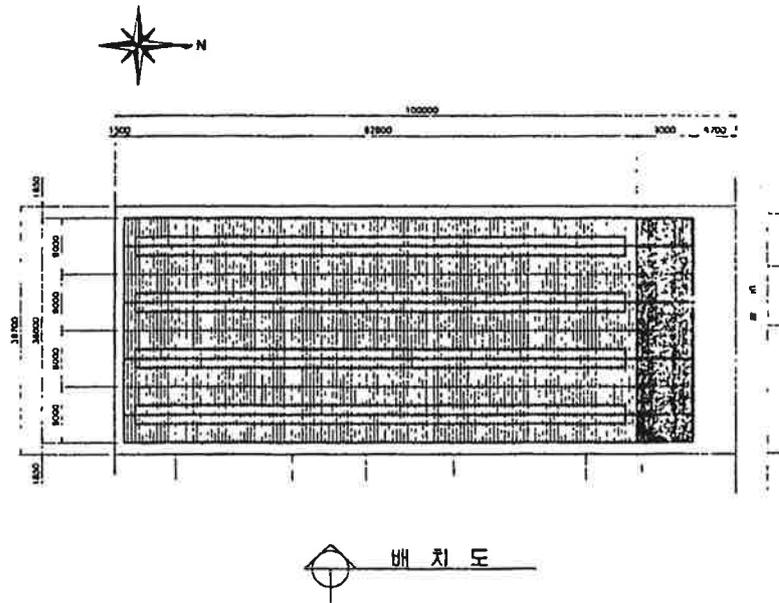


그림 2.2.5. 공정육묘온실 2P형 평면 배치도

(2) 2P-S형 배치도

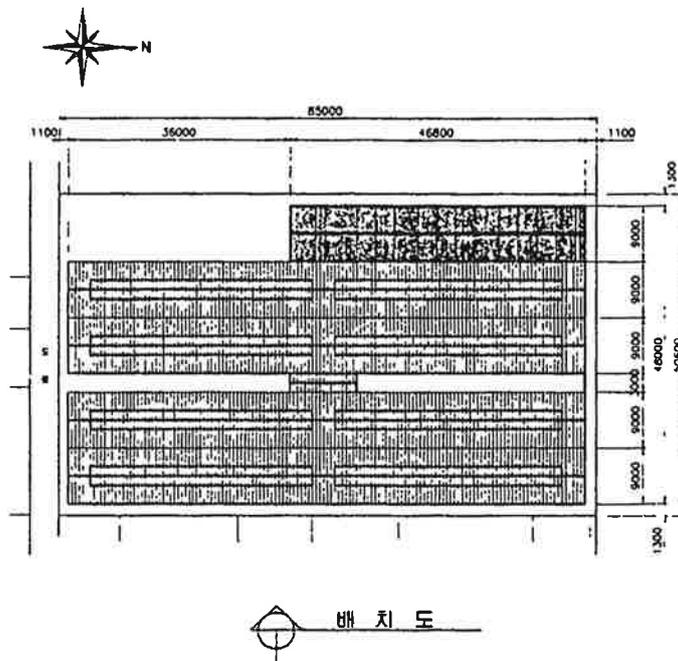


그림 2.2.6. 공정육묘온실 2P-S형 평면 배치도

4) 온실 형태별 육묘면적과 묘생산량 예측산출

가) 묘생산량 산출방법

- 총시설 필요 면적 = 온실면적 + 부속실면적 + 온실외 면적
- 육묘면적(베드면적) = 온실면적 - 육묘실 통로면적 - 접목묘 면적
- 접목활착묘 면적 = 접목활착온실 면적 - 접목활착실 통로면적
- 육묘 및 접목묘 면적비 산출
- 트레이 1회 최대 배치수 산출

나) 온실 형태별 육묘면적 및 묘생산량 산출

표 2.2.8. 공정육묘온실 형태별 묘생산면적과 생산량

형태	육묘베드				육묘베드				총트레이 1회 배치수
	온실 면적	베드 면적	육묘 면적비	트레이수	접목실 면적	베드 면적	접목 면적비	트레이수	
3G형	3,726m <sup>2</sup> (1,127평)	2,834m <sup>2</sup> (857평)	76%	18,668개	621m <sup>2</sup> (188평)	340m <sup>2</sup> (103평)	55%	2,088개	20,756개
3G-S형	3,645m <sup>2</sup> (1,103평)	2,881m <sup>2</sup> (872평)	79%	18,900개	729m <sup>2</sup> (221평)	405m <sup>2</sup> (123평)	55%	2,484개	21,384개
2P형	2,236m <sup>2</sup> (676평)	1,699m <sup>2</sup> (514평)	76%	11,200개	745m <sup>2</sup> (225평)	415m <sup>2</sup> (125평)	56%	2,556개	13,756개
2P-S형	2,235m <sup>2</sup> (676평)	1,771m <sup>2</sup> (536평)	79%	11,676개	745m <sup>2</sup> (225평)	415m <sup>2</sup> (125평)	56%	2,556개	14,232개
비고	1회 묘생산량은 총트레이 1회 배치수에 육묘에 이용되는 트레이의 공수를 곱한 값								

상기 표 2.2.8에서 온실형태별 육묘 및 접목활착베드 면적비를 온실 전면적에 대하여 산출한바 육묘는 76~79% 범위에 있고, 접목활착베드 면적은 55~56% 범위에 있었다. 이는 육묘베드가 좌우이동형으로 접목베드의 고정형에 대하여 육묘면적비가 높아진 결과이다. 이들 온실의 베드배치도면을 형태별로 보면 다음과 같다.

(1) 3G형 베드배치

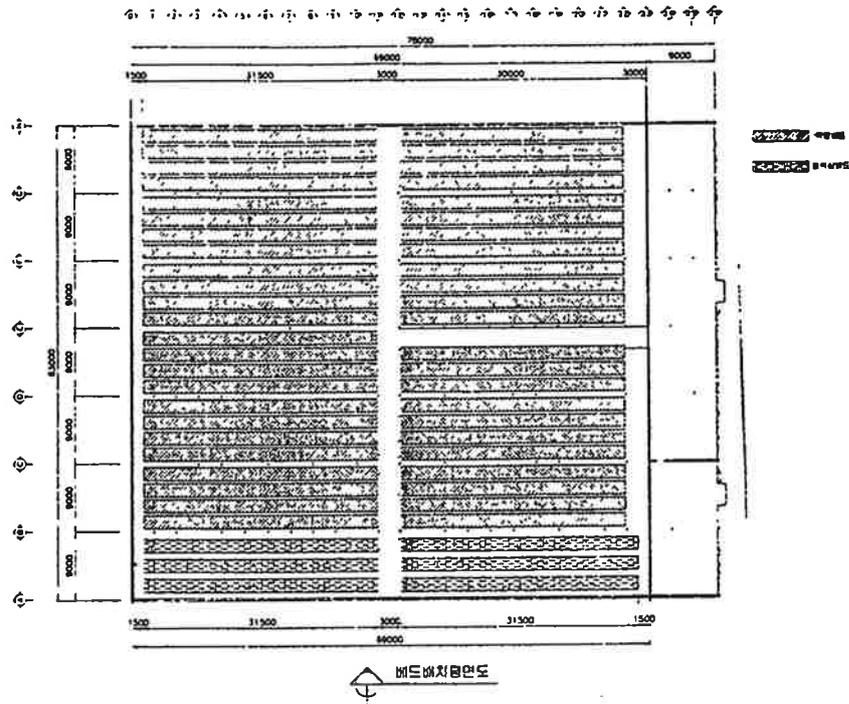


그림 2.2.7. 공정육묘 3G형 베드 배치도

(2) 3G-S형 베드배치

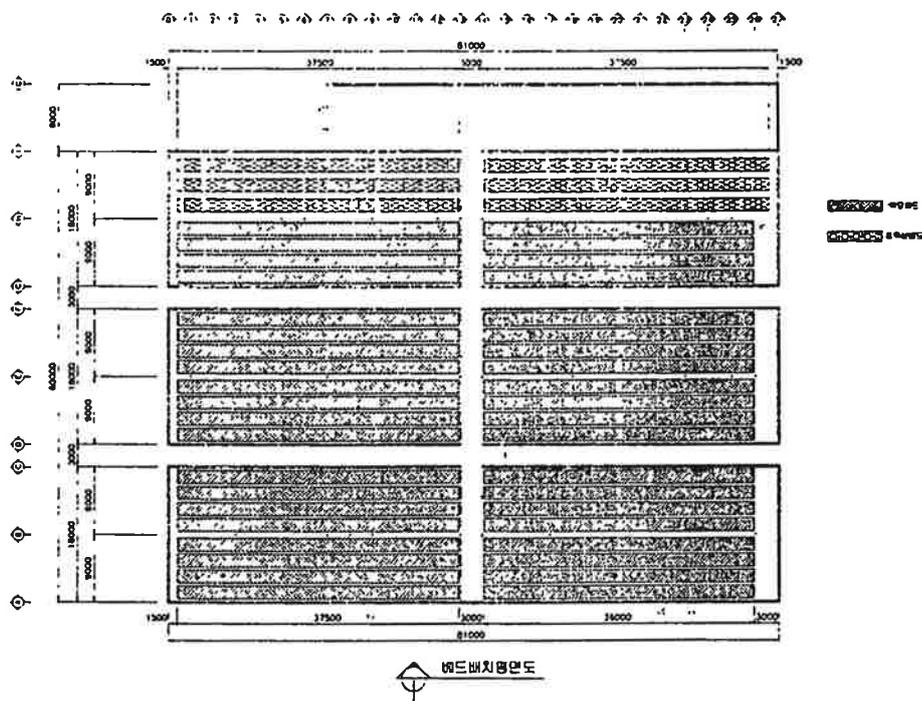


그림 2.2.8. 공정육묘 3G-S형 베드 배치도



3. 육묘온실의 주요부 설계도

가. 공정육묘온실 3G형

1) 3G형온실 설계도면명

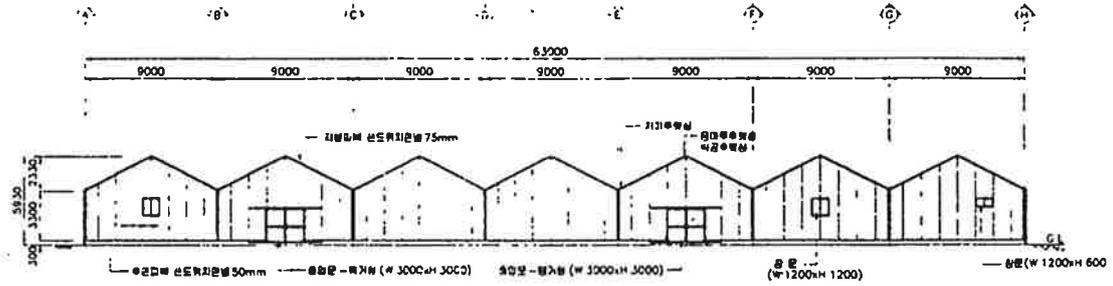
표 2.2.9. 공정육묘온실 3G형의 도면목록(3G-S형 동일)

번호	도 면 명	도면번호
건 축 공 사		
1	배치도	3G-C-01
2	피복전·후면도	3G-C-02
3	측면도	3G-C-03
4	부속실 피복입면도	3G-C-04
5	골조 전, 후면도	3G-C-05
6	골조 단면도	3G-C-06
7	평면도	3G-C-07
8	지붕 평면도	3G-C-08
9	기초 평면도	3G-C-09
10	부속실 평면도	3G-C-10
11	골조 평면도	3G-C-11
12	주단면도	3G-C-12
13	기초 상세도	3G-C-13
14	지하물탱크단면도 및 철근배근도	3G-C-14
15	브릿싱 상세도	3G-C-15
16	알루미늄 설치상세도	3G-C-16
17	곡부부분 상세도	3G-C-17
18	창호 상세도	3G-C-18
내 부 설 비 공 사		
1	천창개폐장치평면도	3G-M-01
2	측창 및 수직커튼개폐장치 설치평면도	3G-M-02
3	수직커튼 설치입면도	3G-M-03
4	수평커튼장치설치평면도	3G-M-04
5	수평커튼개폐 설치 -1	3G-M-05
6	수평커튼기폐 설치 -2	3G-M-06
7	팬류(환기, 쿨링) 설치평면도	3G-M-07
8	환기, 쿨링, 유동팬 설치도	3G-M-08
9	기계장비 및 위생도기 일람표	3G-M-09
10	기계실배관 평면도	3G-M-10

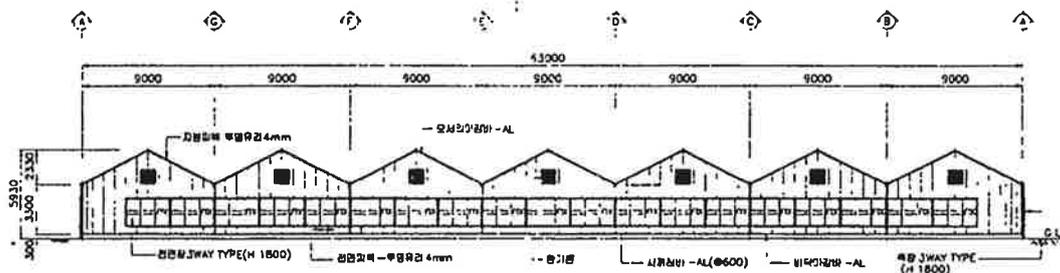
<계속>

번호	도 면 명	도면번호
내 부 설 비 공 사		
11	난방배관 평면도	3G-M-11
12	베드배치 평면도	3G-M-12
13	육묘베드 및 난방배관 배치 단면도	3G-M-13
14	접목활착실베드 및 난방배관 단면도	3G-M-14
15	두상살수장치 설치평면도	3G-M-15
16	부속실 난방위생 배관평면도	3G-M-16
17	접목활착실 가습장치 설치도	3G-M-17
18	발아실 가습장치 설치도	3G-M-18
전 기 공 사		
1	전력간선 설비평면도	3G-E-01
2	동력배치평면도	3G-E-02
3	부속실 전등, 전열배치평면도	3G-E-03
4	기계실 동력 간선 설비평면도	3G-E-04
5	MAIN PANEL 복선도	3G-E-05
6	LOCAL CONTROL PANEL 단선결선도	3G-E-06
7	PUMP PANEL 단선결선도	3G-E-07
8	케이블닥터 상세도	3G-E-08
9	복합환경제어장치도	3G-E-09
10	복합환경제어장치 입출력 일람표	3G-E-10
11	자동제어블럭 DIAGRAM	3G-E-11

2) 3G형 공정육묘온실의 주요부 설계도

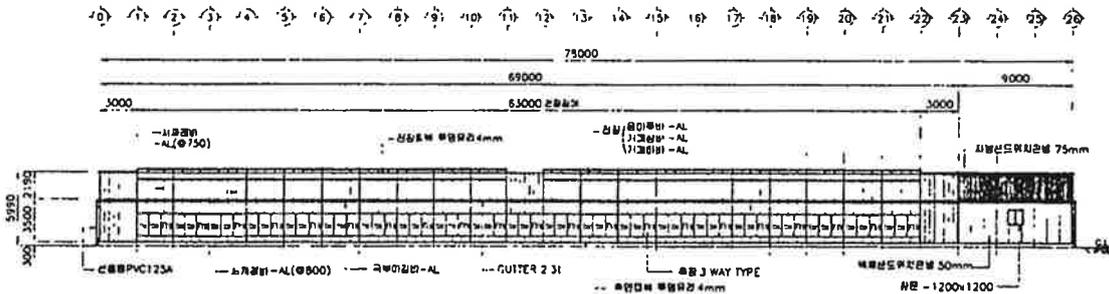


후면도-26행

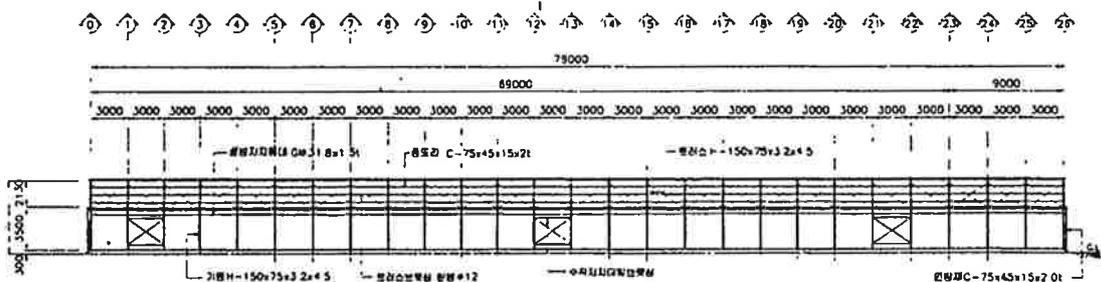


정면도-0행

<도면 1> 전, 후면도



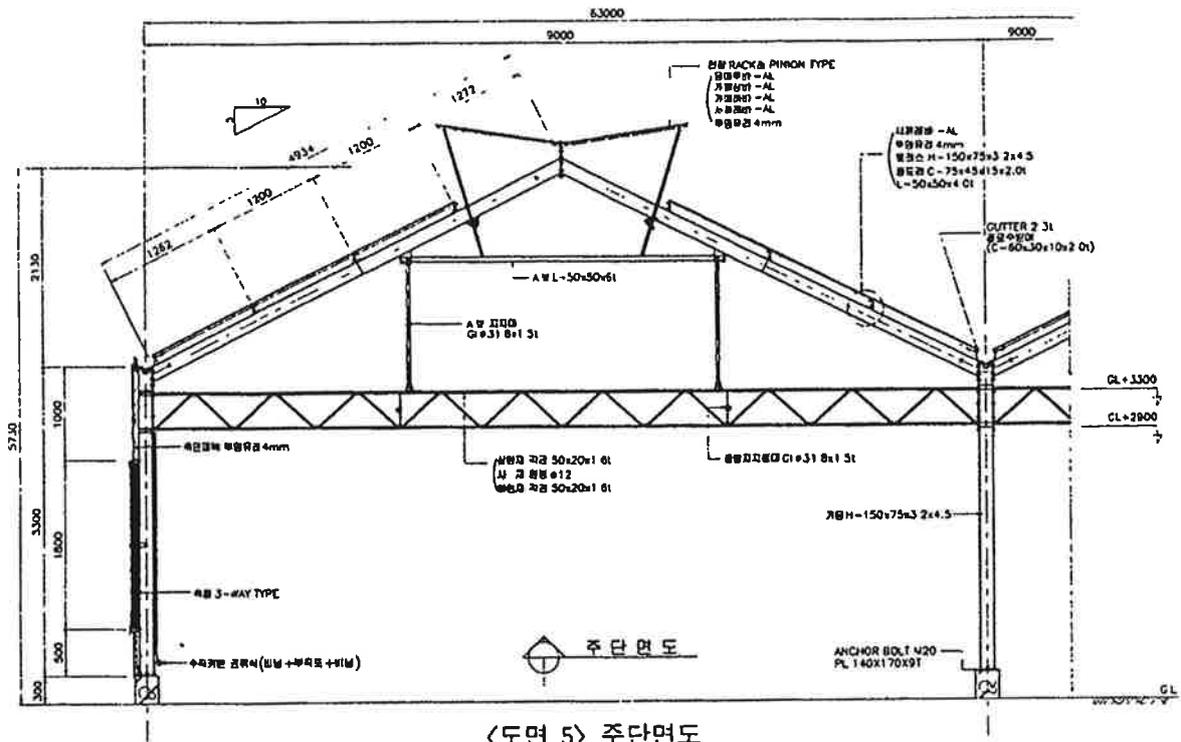
피복측면도



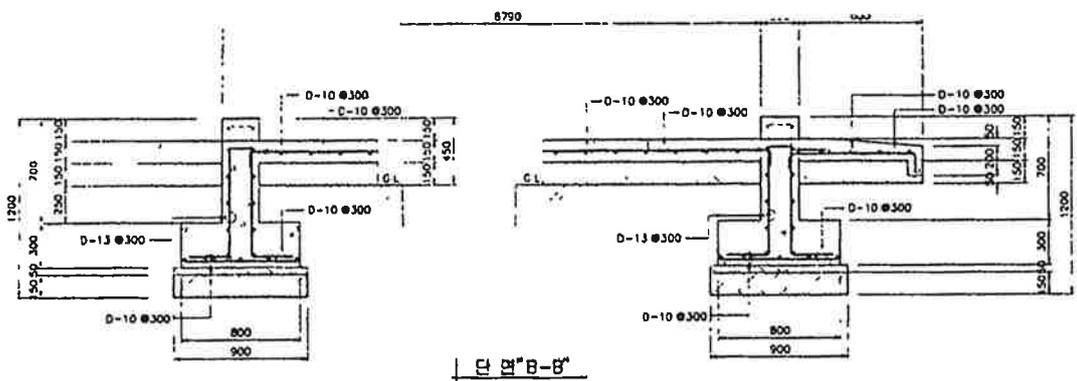
골조측면도

<도면 2> 골조 피복측면도

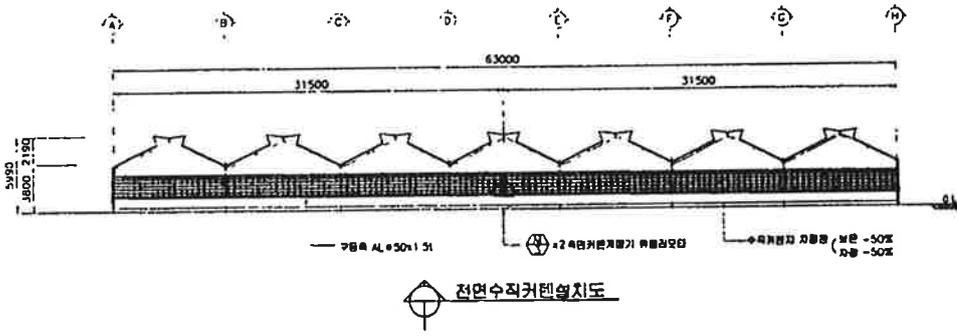




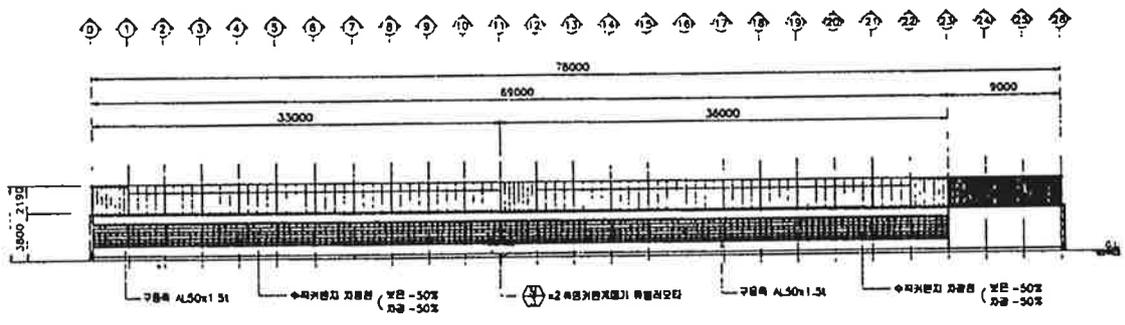
〈도면 5〉 주단면도



〈도면 6〉 기초 단면도

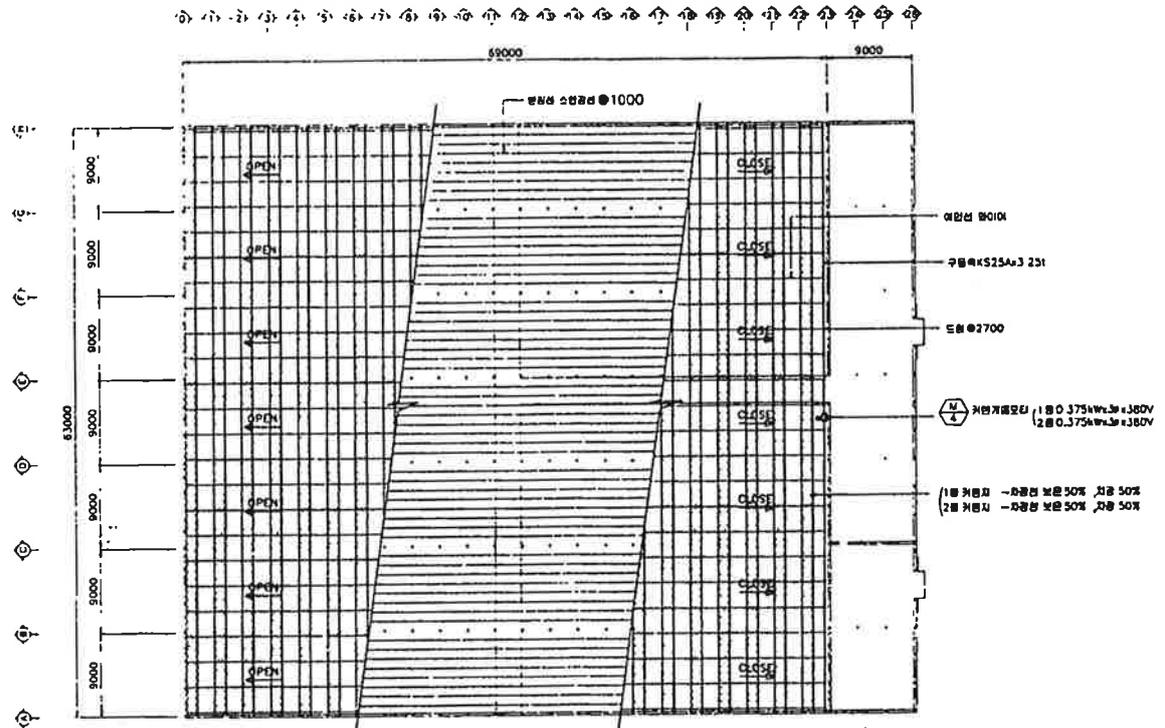


전면수직커튼설치도



측면수직커튼설치도

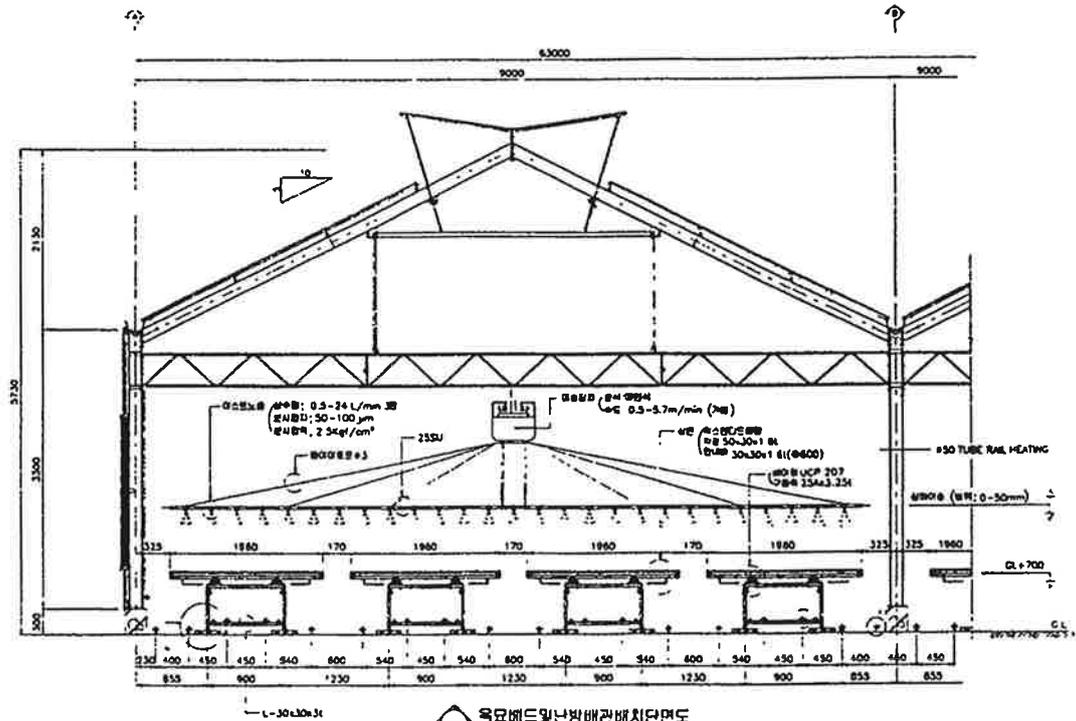
<도면 7> 측면·전면 수직커튼 설계도



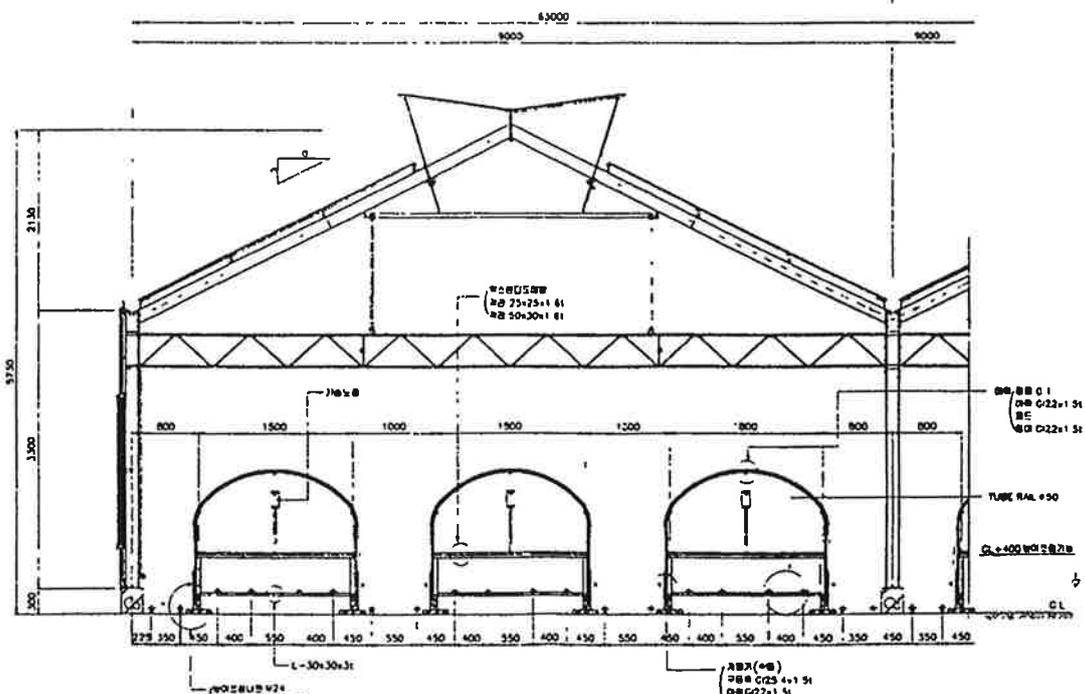
<도면 8> 수평커튼설치 평면도

수평커튼장치설치평면도



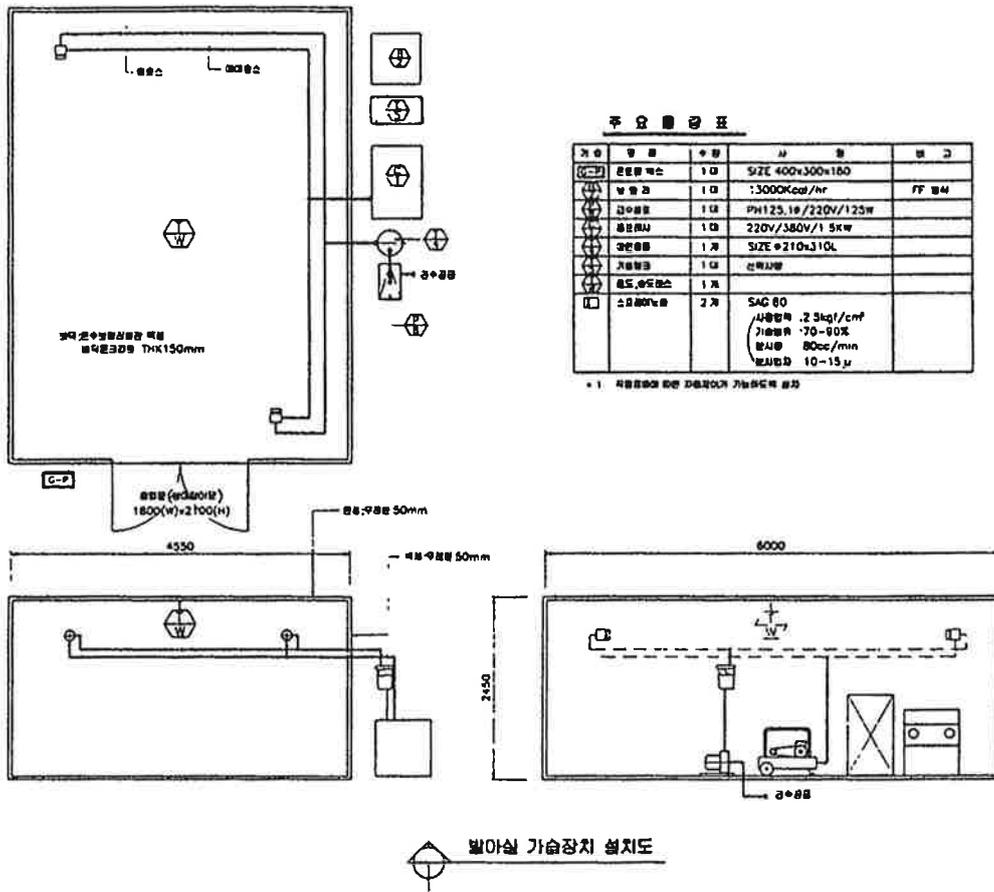


목요베드 및 난방배관 배치 단면도  
 <도면 11> 목요베드 및 난방배관 배치 단면도

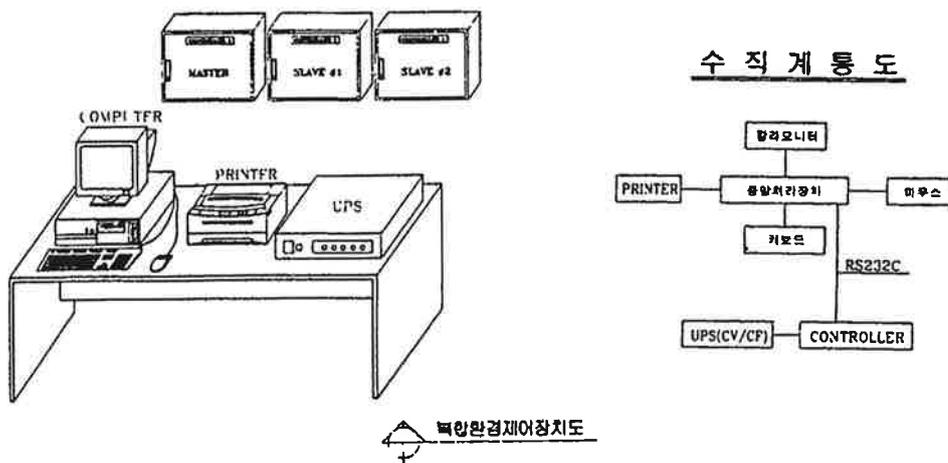


점목활착실 베드 및 난방배관 배치 단면도  
 <도면 12> 점목활착실 베드 및 난방배관 배치 단면도





〈도면 15〉 발아실 가습장치 설치도



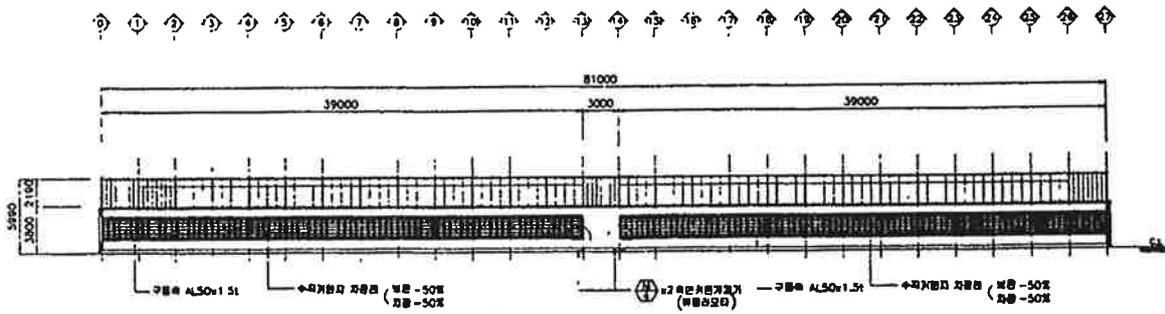
〈도면 16〉복합환경 제어장치도

표 2.2.10. 복합환경제어장치의 규격과 특성

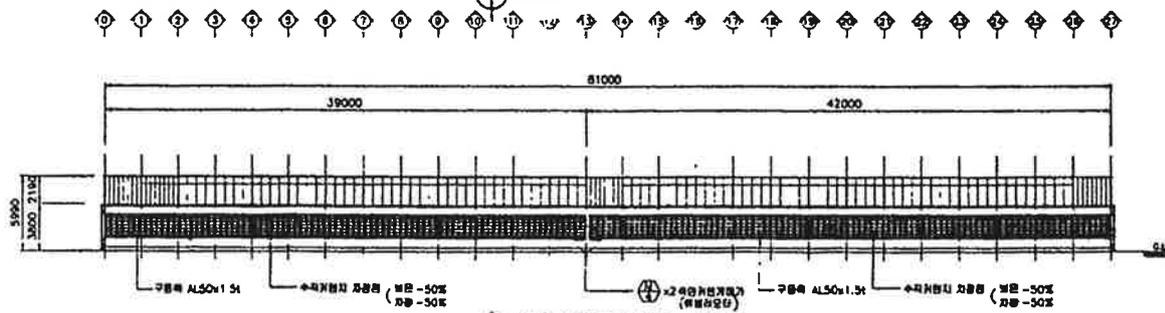
기 호	수량	특 성 및 규 격
CPU (온실전용 COMPUTER)	1	중앙 처리 장치 1. Prntium 100Mhz 2. 주기억 용량 : 8MB 3. 데이터 파일용량 : 1.08GB, 3.5" FDD / 5.25" FDD 4. 전원 : 220V(110V) AC 5. 그래픽에 의한 관제 6. 다양한 소프트웨어
MONITOR	1	칼라 그래픽 조작 테미날 1. 17" VGA 칼라 모니터 2. 256색상 3. 한글 VGA카드 4. 해상도 : 1024×768 5. 한·영 103KEY 6. 마우스
PRINTER	1	PRINTER(메세지 기록) 1. LASER PRINTER 2. A4용지 3. 300 DPI 4. 기록속도 : 5 PPM이상
SOFTWARE	1	1. SYSTER S/W 2. 한글 WINDOWS
CONTROLLER	3	직접디지털 제어기 1. 16Bit 기본 유닛 2. 다양한 INPUT/OUTPUT 유닛 * 디지털 OUTPUT * 디지털 INPUT * 아날로그 OUTPUT * 아날로그 INPUT * 적산 INPUT 3. 독립운동(STAND ALONE) 및 NETWORK 4. 다양한 에너지 절약 프로그램 내장 5. 72시간 배터리 백업 6. 전원 : AC 220V
UPS(CV/CF)	1	1. INPUT : 220V 2. OUTPUT : 220V 3. 용량 : 1KVA





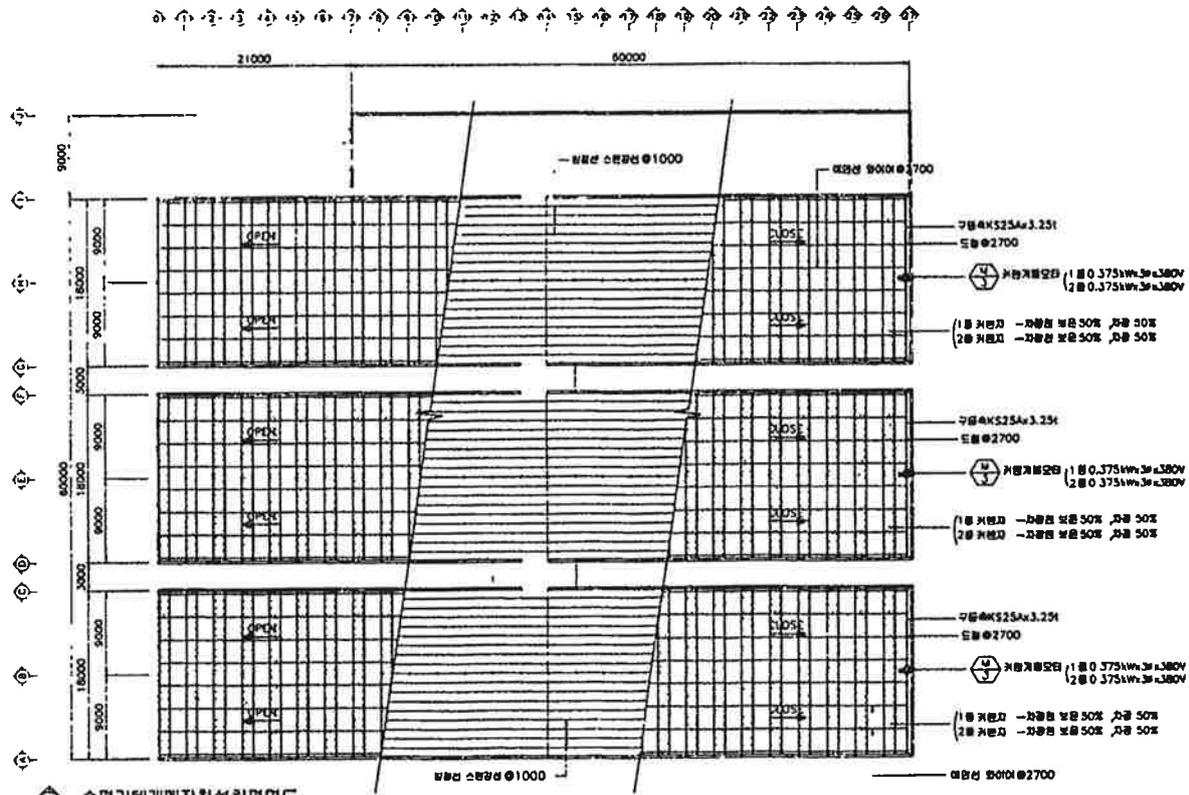


측면 수직커튼설치도 - 1면

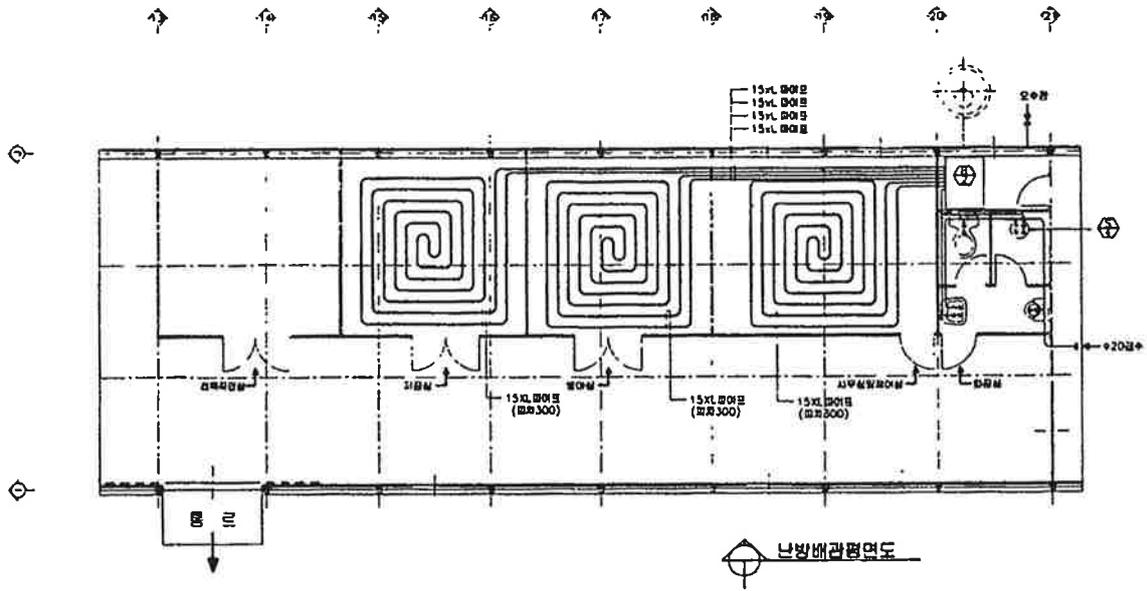


측면 수직커튼설치도 - A면

<도면 5> 측면 수직커튼 설치도



<도면 6> 수평커튼 개폐장치



〈도면 7〉 발아실 난방배관 평면도

- 나. 공정육묘온실 2P형  
 1) 2P형온실 설계도면명

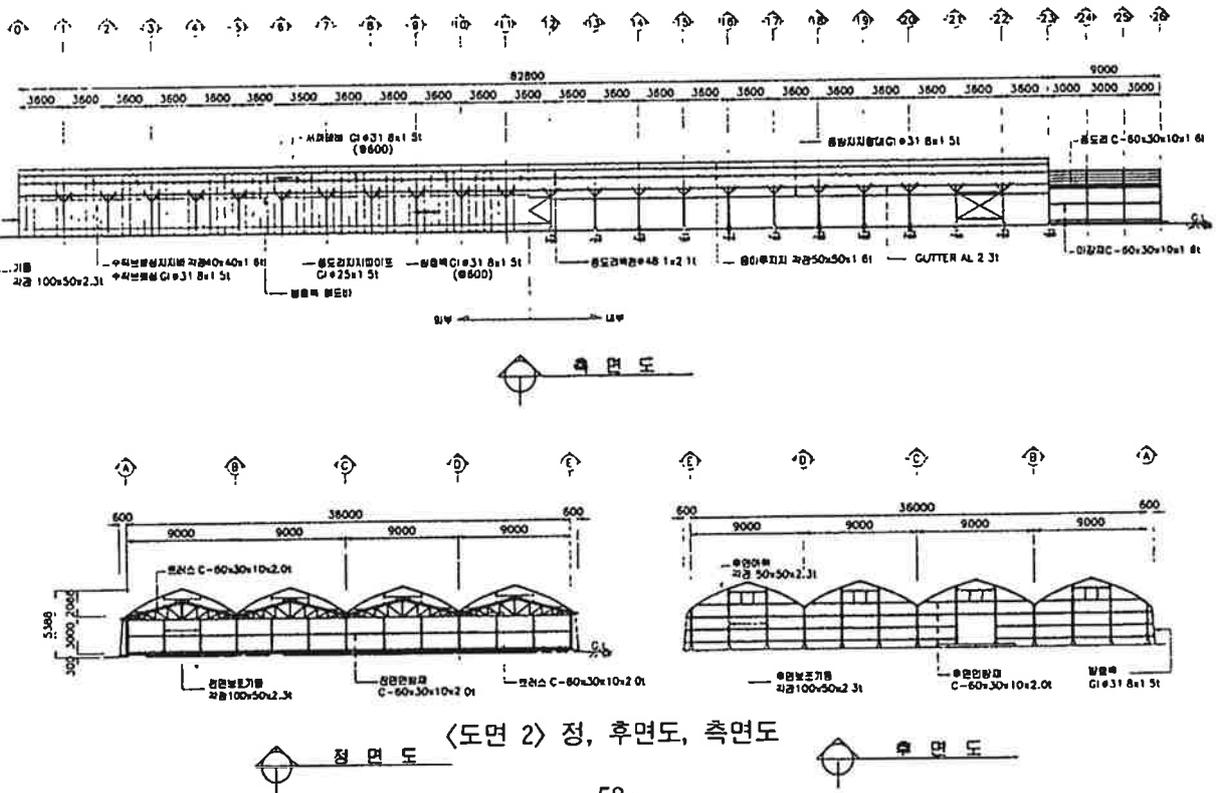
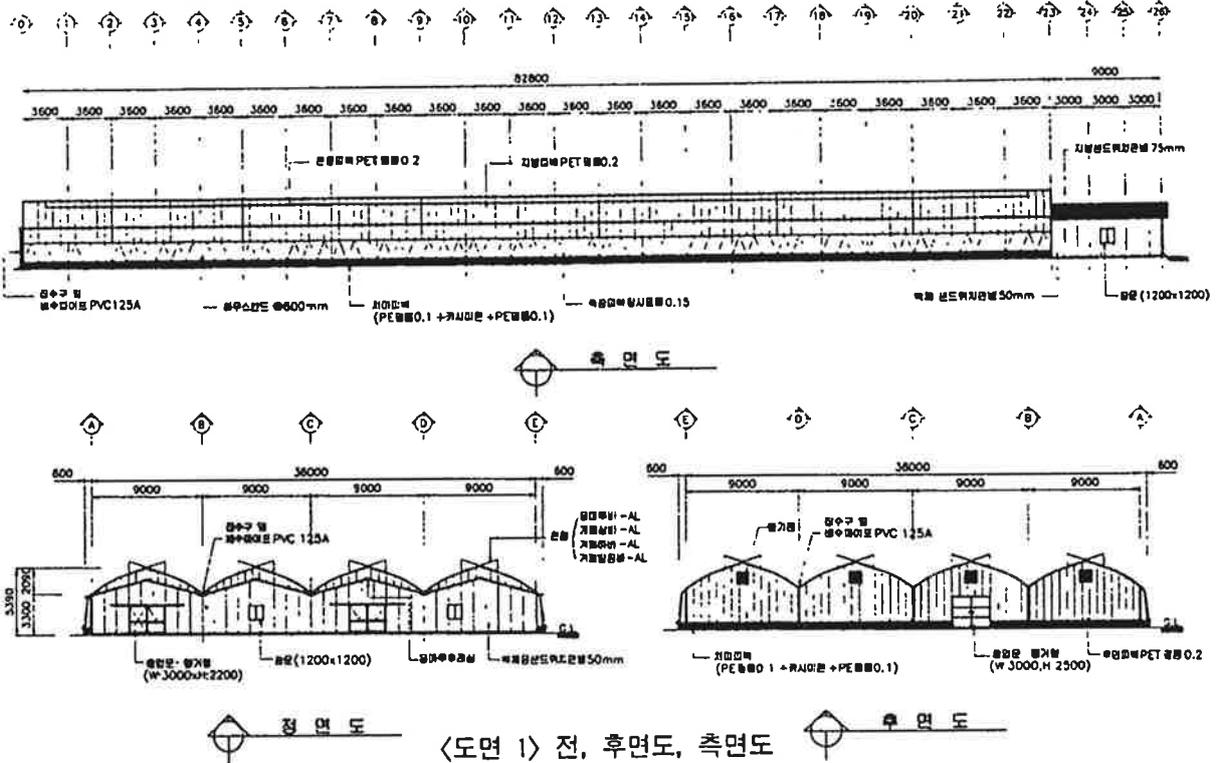
표 2.2.11. 공정육묘온실 2P형의 도면목차(2P-S형 비슷함)

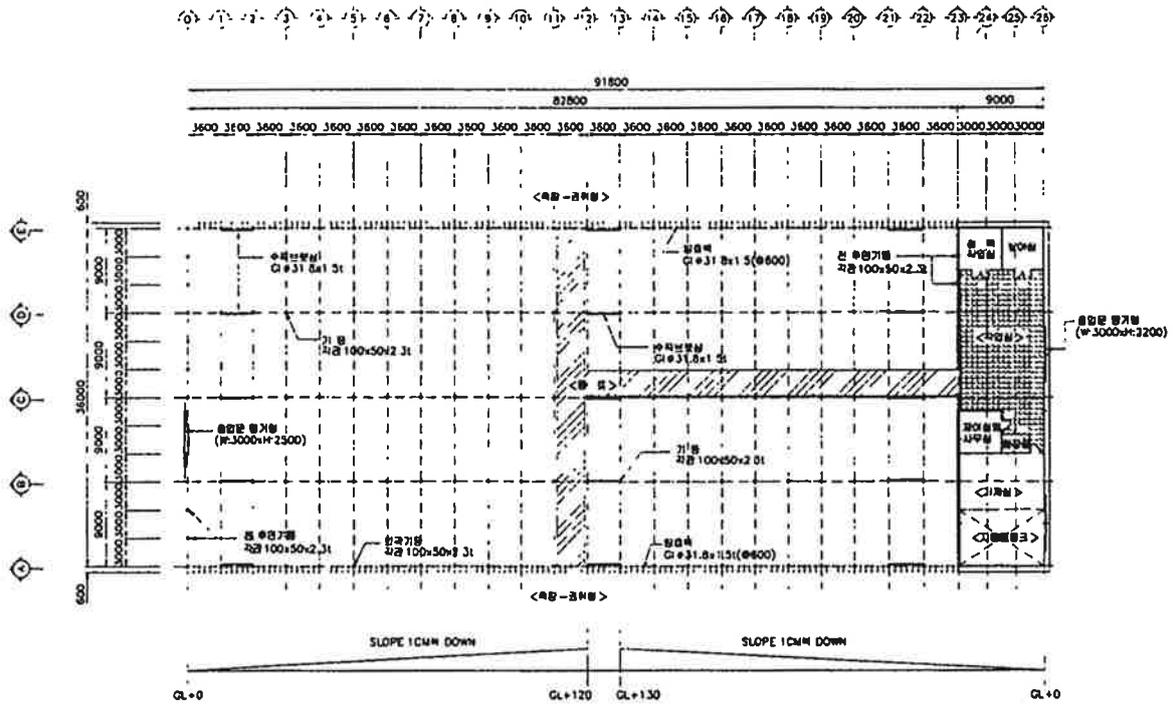
번호	도 면 명 건 축 공 사	도면번호
1	배치도	2P-C-01
2	입면도	2P-C-02
3	골조입면도	2P-C-03
4	평면도	2P-C-04
5	지붕 평면도	2P-C-05
6	기초 평면도	2P-C-06
7	골조 평면도	2P-C-07
8	부속실 평면도	2P-C-08
9	주단면도	2P-C-09
10	부속실 단면도	2P-C-10
11	기초 상세도	2P-C-11

〈계속〉

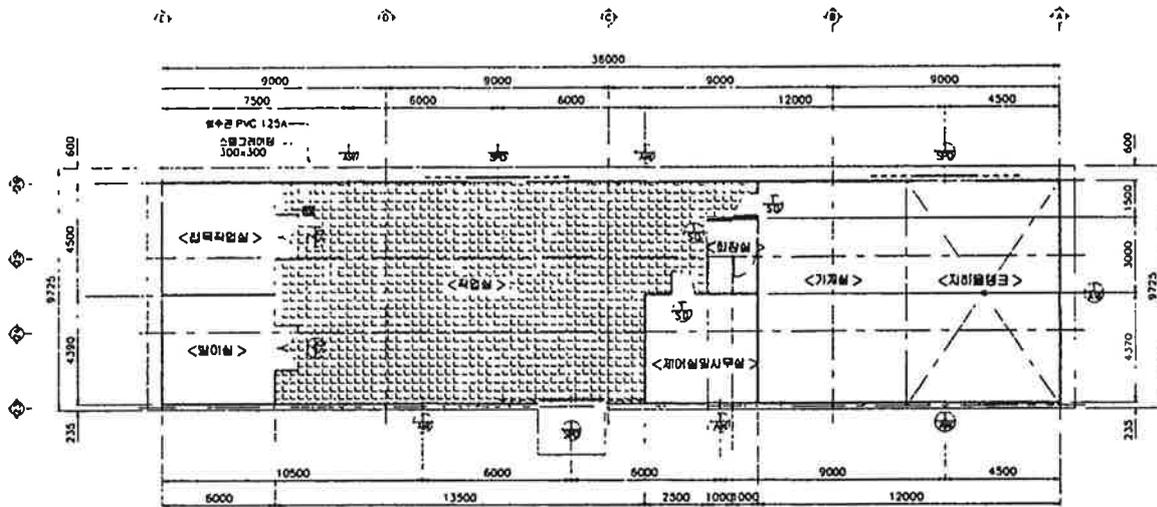
번호	도 면 명	도면번호
건 축 공 사		
12	지하물탱크단면도 및 철근배근도	2P-C-12
13	방호벽 부분상세도	2P-C-13
14	수직브릿싱 상세도	2P-C-14
15	곡부부분 상세도	2P-C-15
16	천창알루미늄 설치상세도	2P-C-16
17	창호 상세도	2P-C-17
내 부 설 비 공 사		
1	천창개폐장치평면도	2P-M-01
2	수직커튼개폐장치 설치평면도	2P-M-02
3	수평커튼 설치입면도	2P-M-03
4	수평커튼개폐 설치도 -1	2P-M-04
5	수평커튼개폐 설치도 -2	2P-M-05
6	팬(환기, 쿨링) 설치평면도	2P-M-06
7	환기팬 및 쿨링, 유통팬 설치도	2P-M-07
8	기계장비 및 위생도기 일람표	2P-M-08
9	기계실배관 평면도	2P-M-09
10	난방배관 평면도	2P-M-10
11	베드배치 평면도	2P-M-11
12	육묘베드 및 난방배관 단면도	2P-M-12
13	접목활착실 베드 및 난방배관 단면도	2P-M-13
14	두상살수장치 설치평면도	2P-M-14
15	부속실 난방위생 배관평면도	2P-M-15
16	접목활착실 가습장치 설치도	2P-M-16
17	발아실 가습장치 설치도	2P-M-17
전 기 공 사		
1	케이블다터 및 동력배치평면도	2P-E-01
2	부속실 전등, 전열 배치평면도	2P-E-02
3	기계실 동력 간선 설비평면도	2P-E-03
4	MAIN PANEL 복선도	2P-E-04
5	LOCAL CONTROL PANEL 단선결선도	2P-E-05
6	PUMP PANEL 단선결선도	2P-E-06
7	케이블다터 상세도	2P-E-07
8	복합환경제어장치도	2P-E-08
9	복합환경제어장치 입출력 일람표	2P-E-09
10	자동제어블럭 DIAGRAM	2P-E-10

## 2) 2P형 공정육묘온실의 주요부 설계도

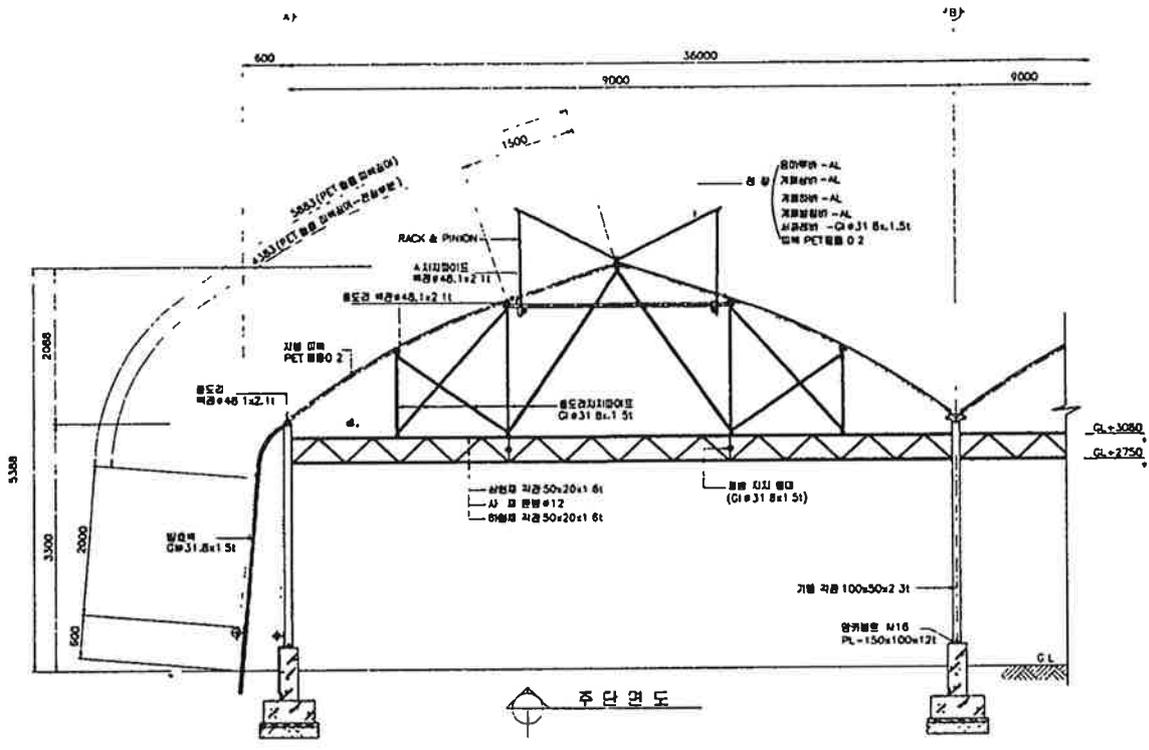




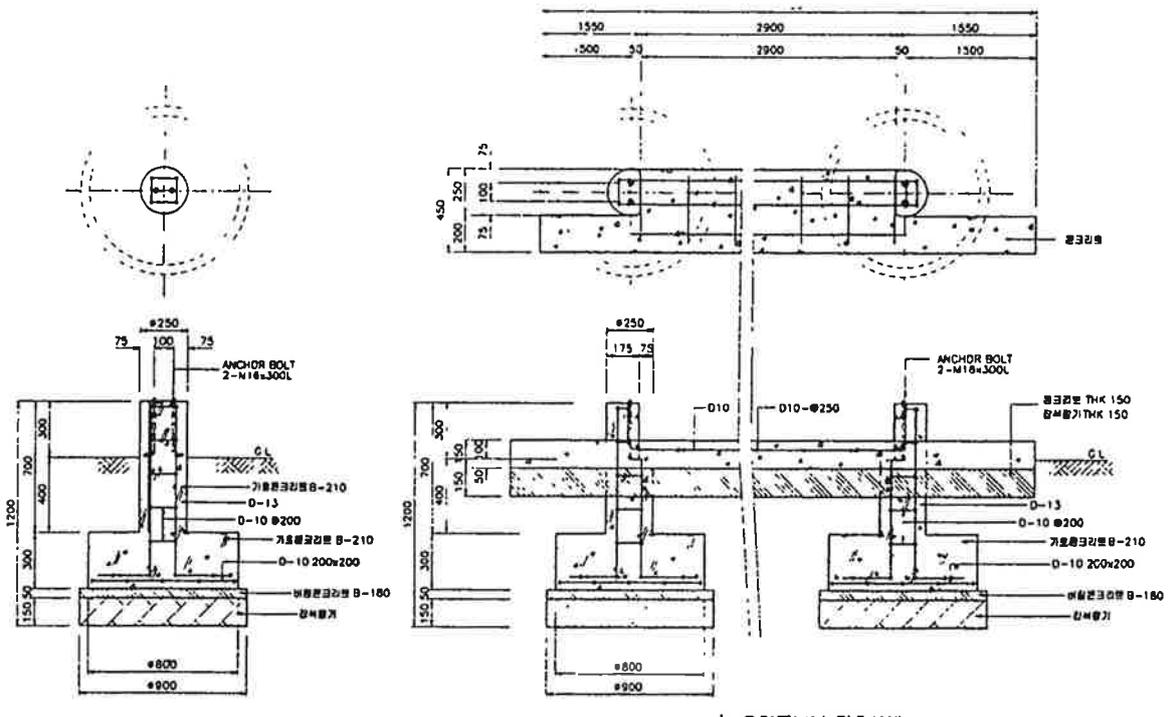
<도면 3> 평면도



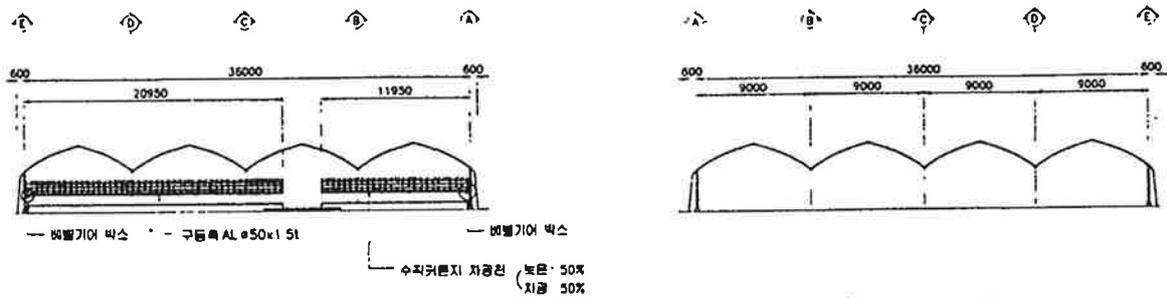
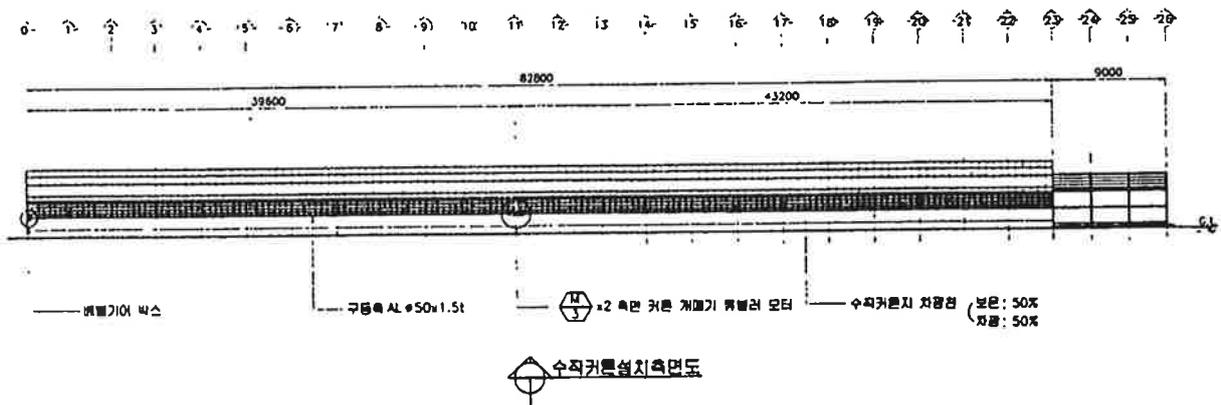
<도면 4> 부속실 평면도



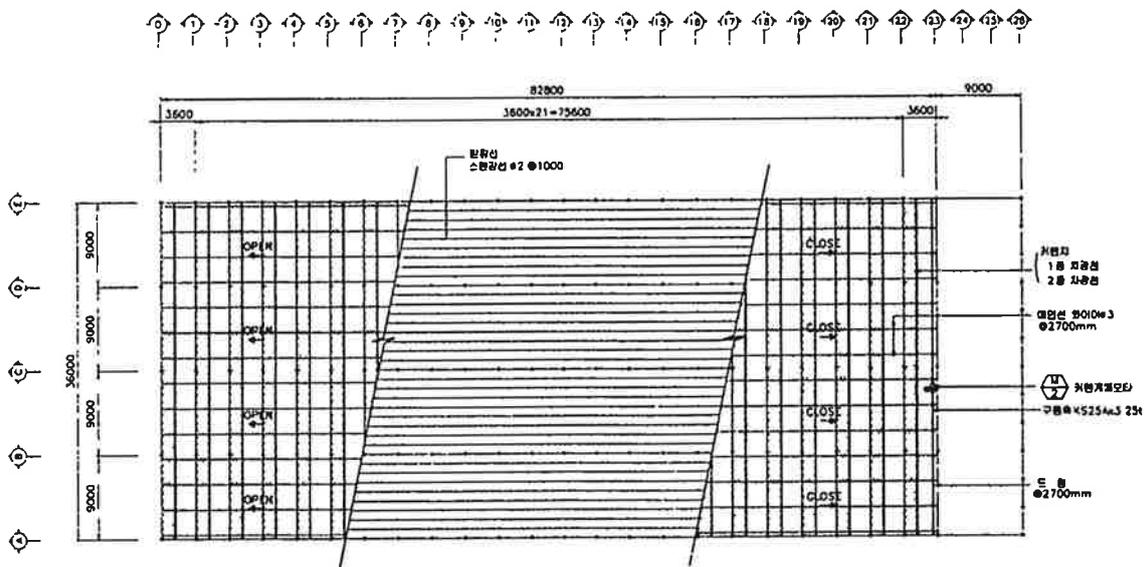
주 단 면 도  
 <도면 5> 주 단 면 도



기 초 단 면 도  
 <도면 6> 기 초 단 면 도

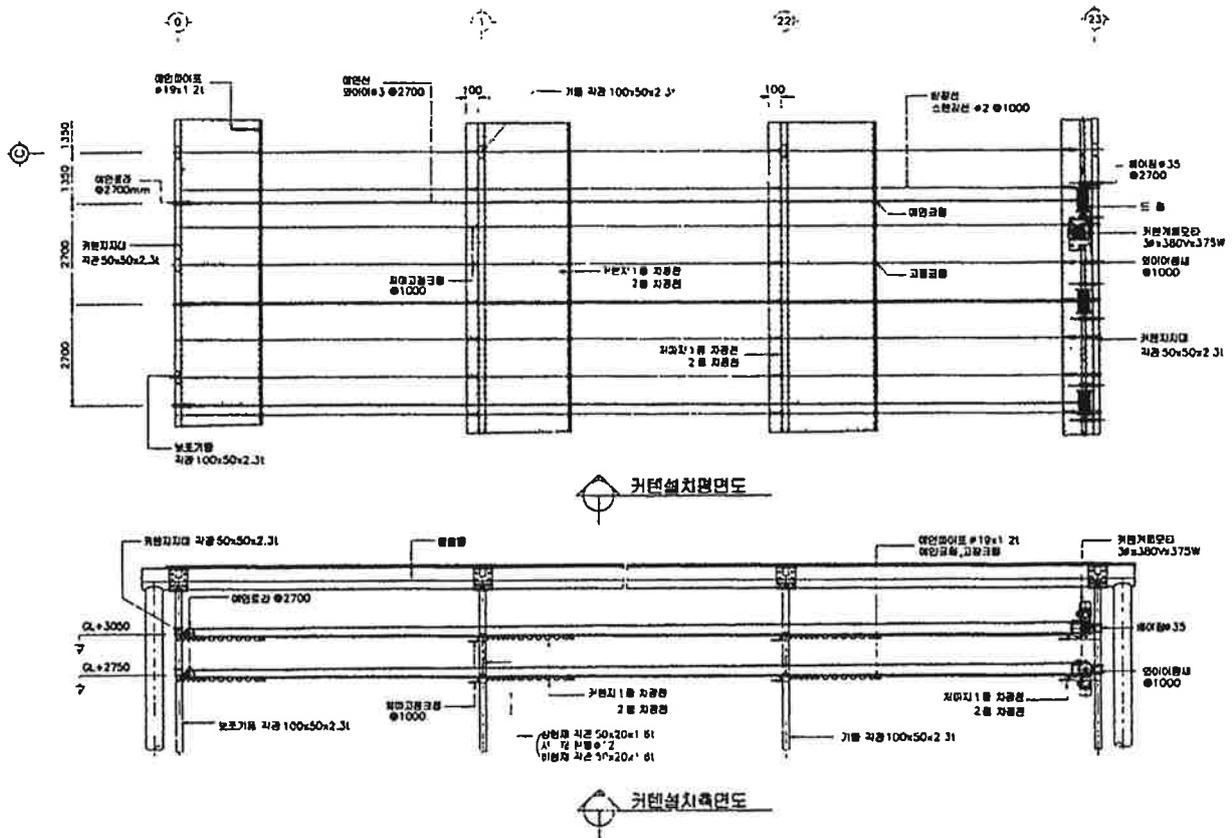


수직커튼설치측면도 <도면 7> 측면·전면 수직커튼 설계도 후면도

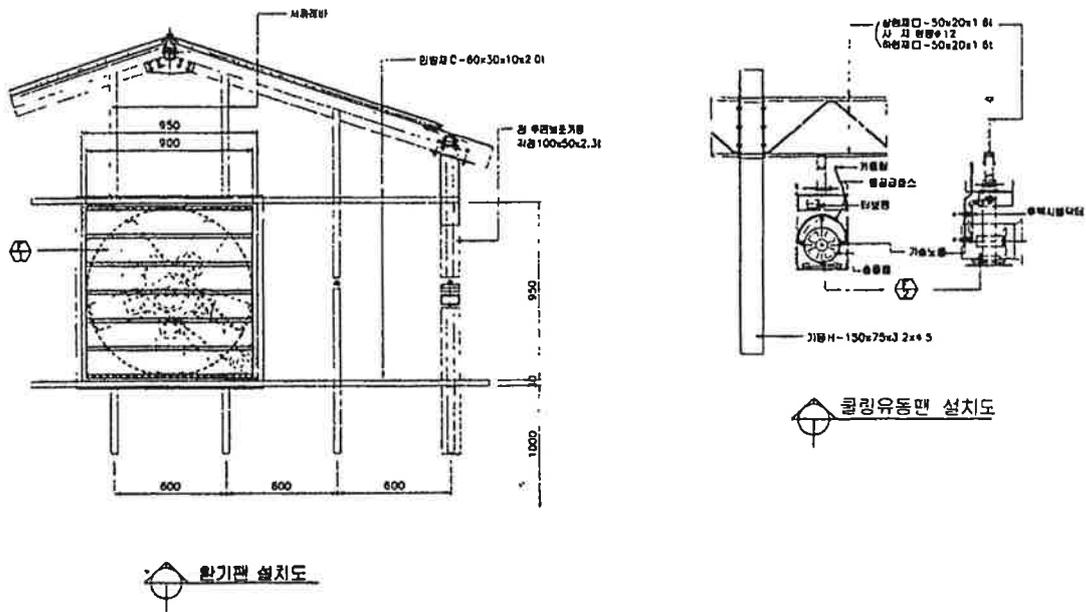


수평커튼개폐장치설치평면도

<도면 8> 수평커튼 개폐장치설치 평면도



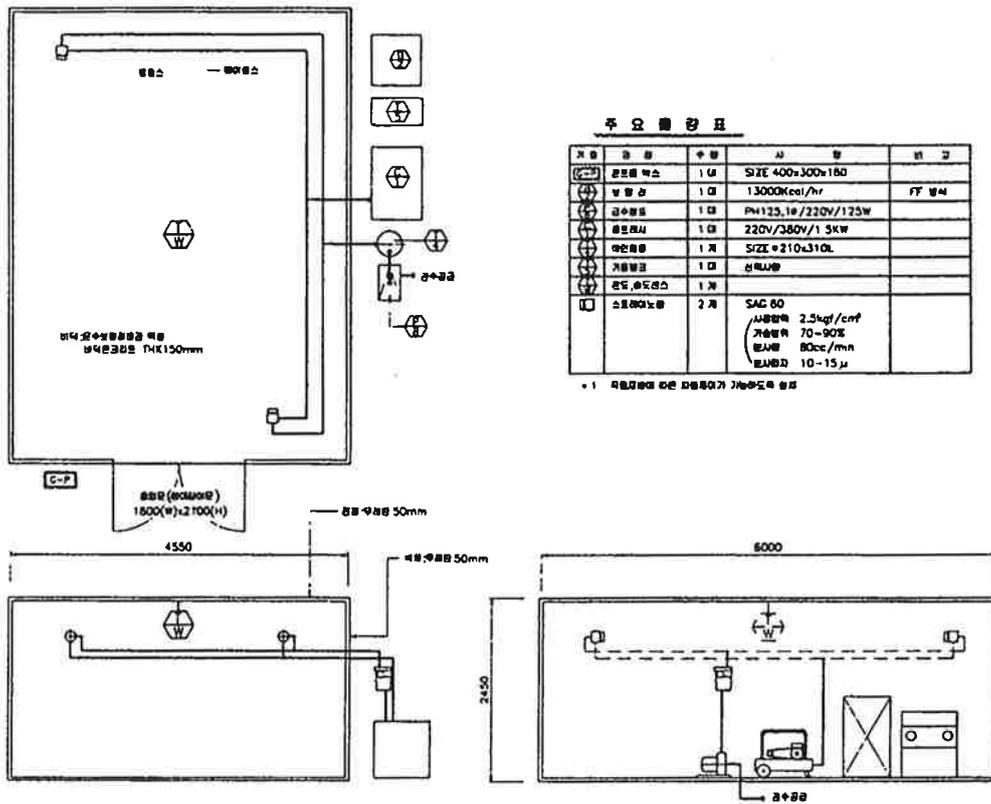
<도면 9> 수평커튼설치 평면도, 측면도



<도면 10> 환기, 쿨링, 유동팬 설치도

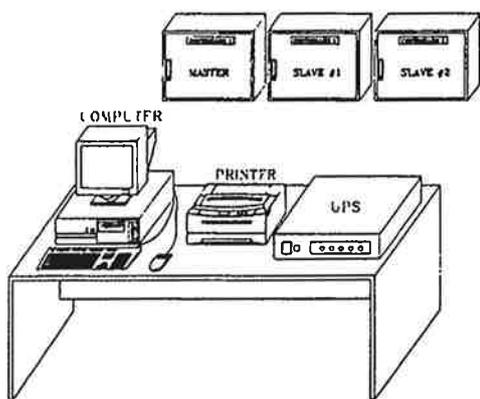






발아실 가습장치 설치도

<도면15> 발아실 가습장치 설치도



복합환경제어 장치도

<도면16>복합환경제어 장치도

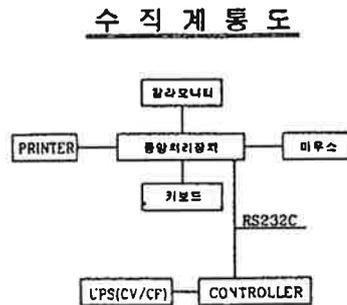
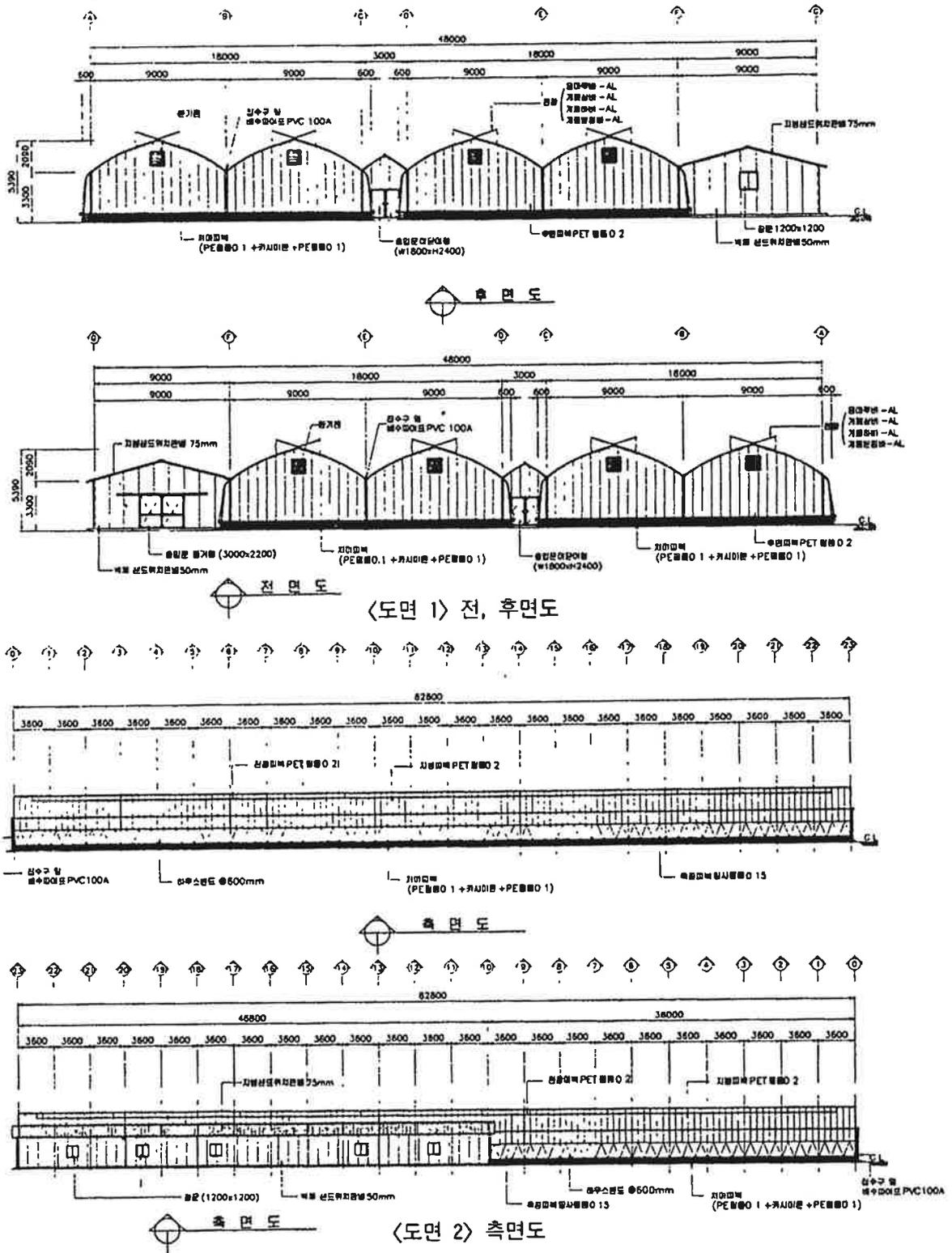


표 2.2.12. 복합환경제어장치의 규격과 특성

기 호	수량	특 성 및 규 격
CPU (온실전용 COMPUTER)	1	중앙 처리 장치 1. Prntium 100Mhz 2. 주기억 용량 : 8MB 3. 데이터 파일용량 : 1.08GB, 3.5" FDD / 5.25" FDD 4. 전원 : 220V(110V) AC 5. 그래픽에 의한 관제 6. 다양한 소프트웨어
MONITOR	1	칼라 그래픽 조작 태미날 1. 17" VGA 칼라 모니터 2. 256색상 3. 한글 VGA카드 4. 해상도 : 1024×768 5. 한·영 103KEY 6. 마우스
PRINTER	1	PRINTER(메세지 기록) 1. LASER PRINTER 2. A4용지 3. 300 DPI 4. 기록속도 : 5 PPM이상
SOFTWARE	1	1. SYSTER S/W 2. 한글 WINDOWS
CONTROLLER	3	직접디지털 제어기 1. 16Bit 기본 유닛 2. 다양한 INPUT/OUTPUT 유닛 * 디지털 OUTPUT * 디지털 INPUT * 아날로그 OUTPUT * 아날로그 INPUT * 적산 INPUT 3. 독립운동(STAND ALONE) 및 NETWORK 4. 다양한 에너지 절약 프로그램 내장 5. 72시간 bat데리 백업 6. 전원 : AC 220V
UPS(CV/CF)	1	1. INPUT : 220V 2. OUTPUT : 220V 3. 용량 : 1KVA

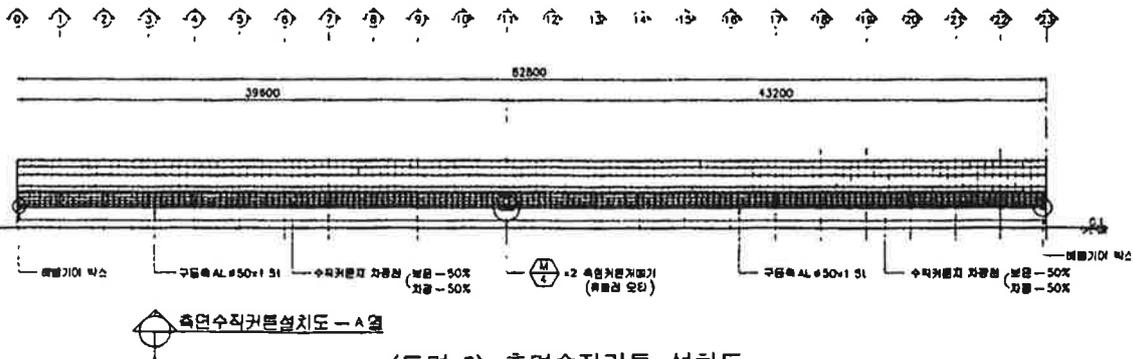
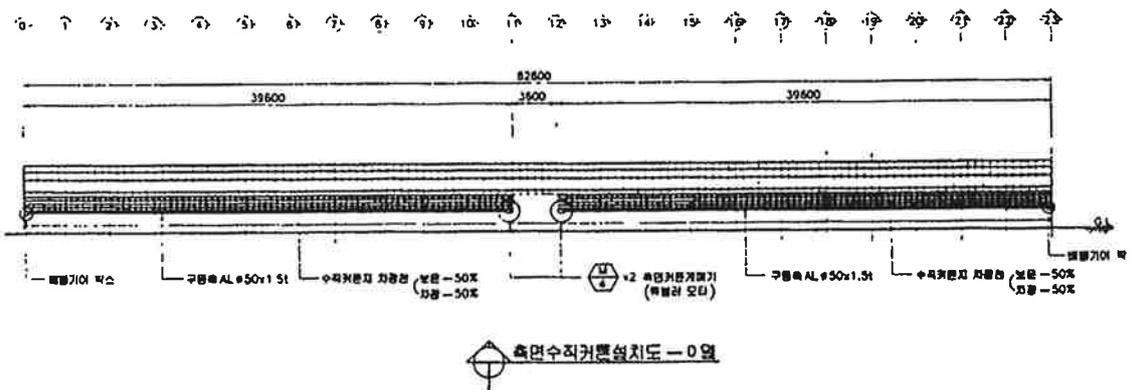
### 3) 2P-S형 공정육묘온실 주요부 설계도 (2P형과 다른 부분의 도면)



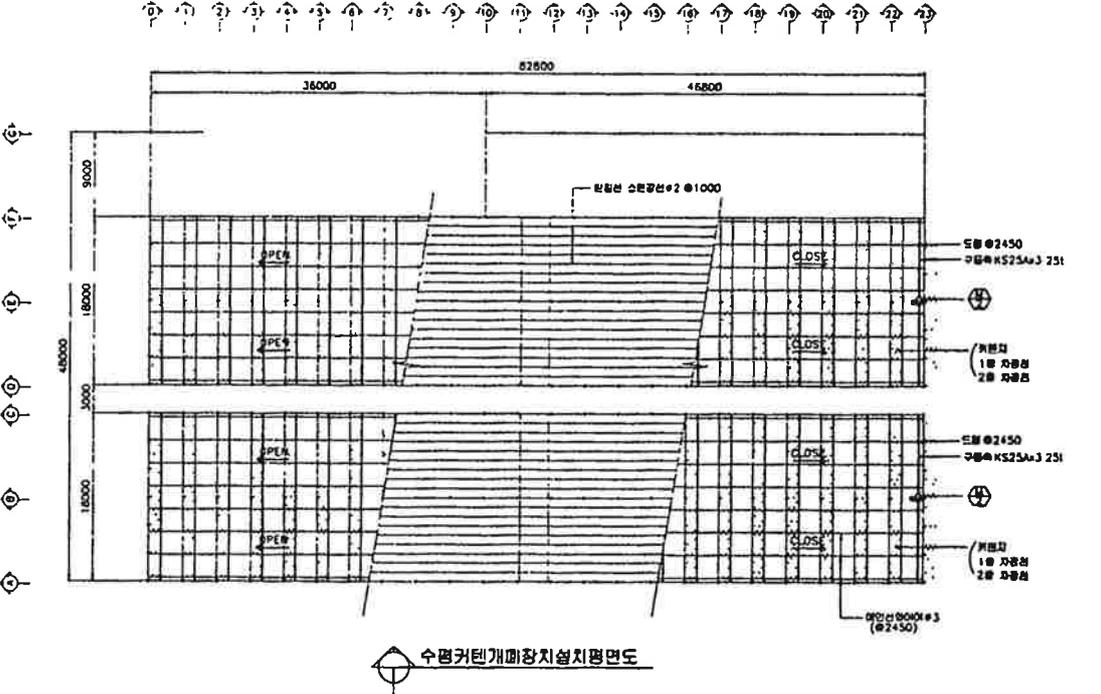
<도면 1> 전, 후면도

<도면 2> 측면도

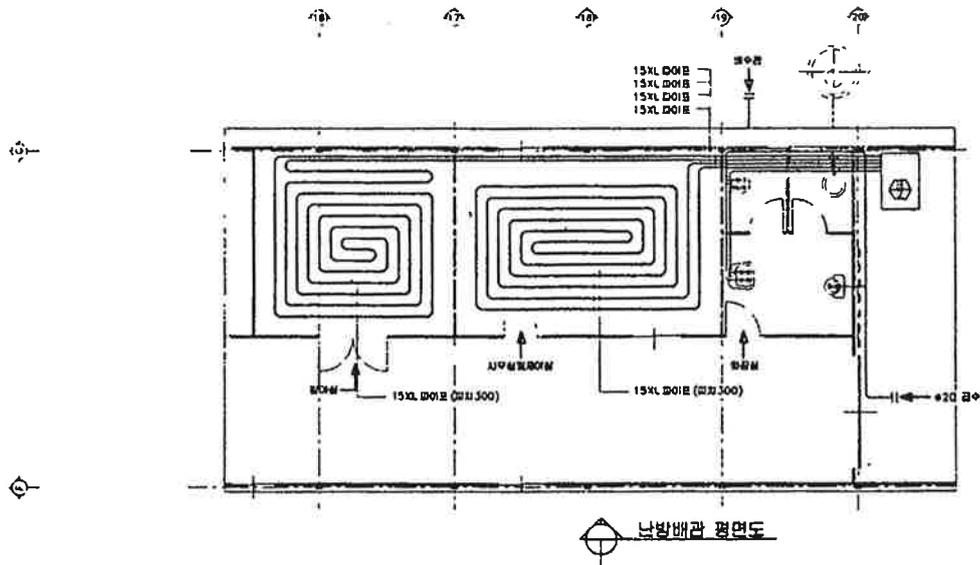




<도면 5> 측면수직커튼 설치도



<도면 6> 수평커튼 개폐장치 설치평면도



〈도면 7〉 발아실 난방 배관도

4. 육묘온실의 형태별 공사비용, 구조해석, 시방내용

농가보급형으로 설계된 4개 모형의 공정육묘 표준온실의 공사비용내역, 구조해석결과, 시방내용 등을 요약하여 보면 다음과 같다. 이들 항목별 상세 내용은 부록으로 별첨한 「농가보급형 공정육묘 표준온실의 설계도서」에서 설계도면과 같이 자세히 기술하였다.

가. 온실형태별 공사비용

1) 2P형 온실의 공사내역

표 2.2.13. 공정육묘온실 2P형의 공사비 총괄내역

〈1997년 8월 물가시세 적용〉 단위 : 원

비목/구분		%	건축공사	내부설비공사	전기공사	계
순 공 사 비	재 직 접 재 료 비		151,933,427	171,812,540	20,057,900	343,803,867
	간 접 재 료 비					
	(소 계)		151,933,427	171,812,540	20,057,900	343,803,867
노 무 비	직 접 노 무 비		137,165,307	201,287,942	14,616,273	353,069,522
	간 접 노 무 비	14.	19,203,142	28,180,311	2,046,278	49,429,731
	(소 계)		156,368,449	229,468,253	16,662,551	402,499,253

〈계속〉

비목/구분		%	건축공사	내부설비공사	전기공사	계	
순 공 사 비	경 비	기 계 경 비	2,527,811	19,996	59,349		
		산재보험료	3.2	5,003,790	7,342,984	533,201	12,879,975
		안전관리비	2.48	7,169,648	9,252,891	859,919	17,282,458
		기 타 경 비	5	15,415,093	20,064,039	1,836,022	37,315,154
		(소 계)		30,116,342	36,679,910	3,288,491	70,084,743
일반관리비		6	20,305,093	26,277,642	2,400,536	48,983,271	
이 윤		15	31,018,482	43,863,870	3,352,736	78,235,088	
총 원 가			389,741,793	508,102,215	45,762,214	943,606,222	
부가가치세		10	38,974,179	50,810,221	4,576,221	94,360,621	
중요자재대			20,117,790	133,983,500	24,120,000	178,221,290	
공 사 원 가			448,883,762	692,895,936	74,458,435	1,216,188,133	
비 고			평당단가			818,155	

표 2.2.14. 공정육묘온실 3G-S형의 공사비 총괄내역

〈1997년 8월 물가시세 적용〉 단위 : 원

비목/구분		%	건축공사	내부설비공사	전기공사	계	
순 비	재 료	직접재료비	168,127,336	184,770,147	27,020,850	379,918,333	
		간접재료비					
		(소 계)	168,127,336	184,770,147	27,020,850	379,918,333	
	공 무 비	직접노무비		164,144,794	228,656,978	23,974,846	416,776,627
		간접노무비	14.	22,980,271	32,011,978	3,356,478	58,348,727
(소 계)			187,125,065	260,668,965	27,331,324	475,125,354	
사 비	경 비	기 계 경 비	3,613,907	20,597	63,817		
		산재보험료	3.2	5,988,002	8,341,406	874,602	15,204,010
		안전관리비	2.48	8,240,348	10,252,992	1,264,693	19,758,033
		기 타 경 비	5	17,762,620	22,271,955	2,717,608	42,752,183
		(소 계)		35,604,877	40,886,950	4,920,720	81,412,547
일반관리비		6	23,451,436	29,179,563	3,556,373	56,187,372	
이 윤		15	36,927,206	49,610,321	5,371,262	91,908,789	
총 원 가			451,235,920	565,115,946	68,200,529	1,084,552,395	
부가가치세		10	45,123,592	59,511,594	6,820,052	108,455,238	
중요자재대			27,428,740	139,798,000	25,090,000	192,316,740	
공 사 원 가			523,788,252	761,425,540	100,110,581	1,385,324,373	
비 고			평당단가			921,706	

2) 2P형 은실의 공사내역

표 2.2.15. 공정육묘온실 2P형의 공사비 총괄내역

〈1997년 8월 물가시세 적용〉 단위 : 원

비목/구분		%	건축공사	내부설비공사	전기공사	계
순비	직접재료비		74,381,536	117,035,484	17,319,160	208,736,180
	간접재료비					
	(소 계)		74,381,536	117,035,484	17,319,160	208,736,180
공무비	직접노무비		54,859,632	138,486,137	10,358,833	203,704,602
	간접노무비	14.	7,680,348	19,388,059	1,450,236	28,518,643
	(소 계)		62,539,980	157,874,196	11,809,069	232,223,245
사경비	기 계 경 비		1,251,762	14,064	33,504	
	산재보험료	3.2	2,001,279	5,051,974	686,414	7,431,143
	안전관리비	2.48	3,205,180	6,336,936	686,414	10,228,530
	기 타 경 비	5	6,846,075	13,745,484	1,456,411	22,047,970
	(소 계)		13,304,296	25,148,458	2,554,219	38,452,754
일반관리비		6	9,013,548	18,003,488	1,900,946	28,917,982
이 윤		15	12,728,673	30,153,921	2,439,635	45,322,229
총 원 가			171,968,033	348,215,548	36,023,029	556,206,610
부가가치세		10	17,196,803	34,821,554	3,602,302	55,620,659
중요자재대			9,335,960	105,593,000	23,732,500	138,661,460
공 사 원 가			198,500,796	488,630,102	63,357,831	750,488,729
비 고			평당단가			750,489

표 2.2.16. 공정육묘온실 2P-S형의 공사비 총괄내역

〈1997년 8월 물가시세 적용〉 단위 : 원

비목/구분		%	건축공사	내부설비공사	전기공사	계
순비	직접재료비		77,999,490	121,102,207	17,236,342	216,338,039
	간접재료비					
	(소 계)		77,999,490	121,102,207	17,236,342	216,338,039
공무비	직접노무비		58,084,412	147,413,487	10,313,281	215,811,180
	간접노무비	14.	8,131,817	20,637,888	1,443,859	30,213,564
	(소 계)		66,216,229	168,051,375	11,757,140	246,024,744
사경비	기 계 경 비		1,322,964	14,834	28,717	
	산재보험료	3.2	2,118,919	5,377,643	376,228	7,872,790
	안전관리비	2.48	3,374,880	6,659,189	683,230	10,717,299
	기 타 경 비	5	7,210,785	14,457,679	1,449,674	23,118,138
	(소 계)		14,027,548	26,509,345	2,537,849	43,074,742

〈계속〉

비목 / 구분	%	건축공사	내부설비공사	전기공사	계
일반 관리비	6	9,494,596	18,939,775	1,891,879	30,326,250
이윤	15	13,460,596	32,025,074	2,428,030	47,913,859
총원가		181,198,618	366,627,775	35,851,240	583,677,633
부가가치세	10	18,119,861	36,662,777	3,585,124	58,367,762
중요자재대		9,806,590	105,140,500	23,732,500	138,679,590
공사원가		209,125,069	508,431,052	63,168,864	780,724,985
비고		평당단가			752,144

나. 온실형태별 구조해석

1) 3G형 온실의 구조해석(3G-S형 동일)

표 2.2.17. 공정육묘온실 3G형의 구조해석 결과

부재별 최대응력과 안전적설심 및 안전풍속				
하중별 부재별	설 하 중		풍 하 중	
	최대응력 kg /cm <sup>2</sup>	안전적설심 cm	최대응력 kg /cm <sup>2</sup>	안전풍속 m/sec
외 측 기 등	9.806 h	163.2	0.247 V <sup>2</sup>	80.5
내 측 기 등	5.977 h	267.2	0.196 V <sup>2</sup>	90.4
지 붕	11.613 h	137.8	0.261 V <sup>2</sup>	78.3
상 하 현 재	5.227 h	306.1	0.155 V <sup>2</sup>	101.6
사 재	1.418 h	1,128.6	0.034 V <sup>2</sup>	216.9
A 지 진 보	2.302 h	695.0	0.052 V <sup>2</sup>	175.4
지 지 파 이 프	0.574 h	2,786.3	0.050 V <sup>2</sup>	178.9
기초의 안전성				
토성별 부재별	안전적설심(지대력) cm		설계최대풍속(인발저항력) m/sec	
	점질토	사질토	점질토	사질토
외 측 기 등	133.9	780.4	109.6	63.6
내 측 기 등	55.1	321.0	72.3	42.0

2) 2P형의 구조해석(2P-S형 동일)

표 2.2.18. 공정육묘온실 2P형의 구조해석 결과

부재별 최대응력과 안전적설심 및 안전풍속				
부재별	설 하 중		풍 하 중	
	최대응력 kg/cm <sup>2</sup>	안전적설심 cm	최대응력 kg/cm <sup>2</sup>	안전풍속 m/sec
외 측 기 등	8.607 h	185.9	0.470 V <sup>2</sup>	58.3
내 측 기 등	8.927 h	179.2	0.171 V <sup>2</sup>	69.7
지붕 아 치	19.563 h	82.0	0.614 V <sup>2</sup>	51.0
상 하 현 재	5.077 h	198.1	0.312 V <sup>2</sup>	71.6
사 재	6.538 h	244.7	0.273 V <sup>2</sup>	76.6
중 앙 지 지 대	1.130 h	1,415.9	0.052 V <sup>2</sup>	175.4
지 지 파 이 프	0.246 h	6,504.1	0.018 V <sup>2</sup>	298.1
기초의 안전성				
부재별	안전적설심(지대력) cm		설계최대풍속(인발저항력) m/sec	
	점질토	사질토	점질토	사질토
외 측 기 등	101.7	556.2	84.1	46.5
내 측 기 등	45.4	246.7	64.1	35.4

다. 온실시공의 시방서

온실시공과 관련된 시방서에서 언급한 주요 항목들을 살펴보면 다음 표와 같다. 단, 3G형 유리와 2P형 경질PET필름 피복재 차이와 온실 형태에 따른 차이는 설계도의 시방서 내용에서 찾아 볼 수 있다.(부록 설계도서 참조)

표 2.2.19. 공정육묘 표준온실의 시방내용

항 목	시 방 내 용
1. 일반사항	기준의 적용, 입찰도면, 공정계획, 전력공급, 기자재 검사 및 시험, 관계기관의 승인, 사용자재, 설치시 주의, 운반, 도장, 사소한 변경, 공사의 중지, 시운전, 준공도서의 제출
2. 특기사항	
(1) 건축공사	총칙, 기초공사, 철근콘크리트공사, 철골공사, 알루미늄공사, 유리공사, 경질 PET필름 피복공사
(2) 내부설비공사	개요, 공사종별, 주요장비명세서, 특기사항, 온실부분의 특기사항, 일반사항
(3) 전기공사	일반사항 전력공급, 각종 Panel, 중앙관계장치, 동력 및 조명공사, 접지공사

## 5. 공정육묘온실의 생산 시스템 작업관리 공정

육묘의 생산에서 출하에 이르기까지의 공정을 작업 단계별로 구분하여 생산자가 기본적으로 숙지해야 할 사항을 총괄 개념으로 정리하였다. 향후 현장의 운용 경험을 바탕으로 보다 세부적인 사항들이 보완되어야 할 것이며, 또 작업자 개인별 주요작업 내용들이 구분 작성되어야 하며 이들 조직원의 구성이 가장 합리적으로 운영되기 위하여는 실제 현장의 경험을 바탕으로 검토되어야 할 것이다.

육묘공정에서 상토의 입고부터 이상재해에 대한 대비까지 22개항을 구분하여 단계별 작업 내용을 다음과 같이 분류하였다.

### 가. 상토의 입고 및 보관

- 1) 건조하고 그늘진 옥내 창고를 이용한다.
- 2) 종류별로 확실히 구분하여 파레트에 적재한다.
- 3) 지게차 작업이 가능한 범위내에서 다단 적재한다.
- 4) 입출고 작업 수량을 파악하고 기록한다.
- 5) 선입선출 개념으로 보관장소를 계획한다.

### 나. 상토의 혼합기준

- 1) 상토는 작물에 따라 종류와 혼합비율을 달리하며 그 기준 표를 작성한다.
- 2) 혼합기를 가동하기 전에 상토를 탱크에 쏟아 붓는다.
- 3) 혼합기의 가동 스위치를 넣기전에 관수 공급이 이상 없는가를 확인한다.
- 4) 혼합기의 토출구 카바와 상부안전 덮개가 닫혀 있는지를 확인하고 가동 스위치를 작동한다.
- 5) 혼합기의 작동시간은 10분을 기준으로 하고 혼합 시간동안 물이 고르게 살수되는가를 관찰한다.
- 6) 토출구 카바를 열고 상토 공급기에 적정량을 토출한다.
- 7) 상토를 손으로 뭉쳐봐서 습도가 부족한 것으로 판단되면 상토 공급기에서 추가로 관수한다.

단, 상토는 일정한 수분을 흡수하는데 상용하는 시간이 필요함을 숙지해야 한다.

### 다. 작물별 트레이의 종류

- 1) 작물별 생육 및 관리 형태에 따라 셀의 크기가 달라지므로 작물에 따른 적절한 트레이를 선정해야 한다.
- 2) 트레이를 사용하기전 외관 검사를 하여 청결, 파손 여부를 점검한다.
- 3) 당일 작업 계획을 확인하고 그 수량에 맞는 트레이를 창고에서 출고하여 대기시킨다.
- 4) 출하시 불량묘의 보식용 예비 트레이를 10% 추가 준비한다.
- 5) 소량 다종 파종을 할 경우는 트레이 측면에 품종, 파종일 등의 육묘내용 라벨을 부착하여 수요농가가 확인할 수 있도록 한다.
- 6) 트레이의 출고 수량을 메모했다가 영농일지에 기록한다.

- 7) 트레이의 병해충 또는 오염을 방지하기 위하여 이후 모든 공정 과정중에 일반토양, 작업바닥 등 오염원과 접촉가능성이 있는 것으로부터 격리되어야 한다.

라. 자동 파종 시스템의 조정

- 1) 트레이를 준비 컨베어를 통하여 상토 충전기로 통과시켜 적정량의 상토가 충전되도록 레바 및 브라시를 조정한다.
- 2) 진압기의 상토 진압정도가 표준 깊이인 종자 크기의 3배 정도로 적정한지 확인하고 그 깊이를 조정한다.
- 3) 파종 드럼에 업선된 종자를 적정량 넣고 첫 트레이의 통과 상태에서 셀의 중앙에 종자가 낙하되도록 속도 조정을 한다.
- 4) 복토기에 복토용재가 적정량(보통 호퍼 크기의 절반정도) 채우고
- 5) 트레이에 적정량이 복토되도록 양을 조정한다. (복토 깊이는 종자 크기의 약 3배 정도)
- 6) 관수기에는 충분한 용수가 공급될 수 있는지를 확인한다.(시간당 50리터 공급)
- 7) 관수기의 노즐에서 분사되는 용수가 복토된 상토를 부분적으로 씻어내거나 파헤치는 등 나쁜영향을 주는지 여부를 관찰한다.
- 8) 관수기의 잉여수는 재사용시 노즐이 막히게 되므로 특별한 조치없이 재사용을 하지 않도록 한다.

마. 자동 파종 시스템의 운전

- 1) 자동 파종 시스템의 조정이 끝나면 생산운전에 들어가기 전에 다음 사항을 점검한다. 전체 작업량 결정, 작업 시간 결정, 사용 상토량 점검, 트레이량 및 준비상태 점검, 용수 공급 점검, 종자 확보량 점검, 작업자의 준비 상태 등
- 2) 작업 책임자는 상기 사실을 판단하고 상토혼합기 운전자, 파종기 감시자, 정리 컨베어 최종 작업자 등에 대한 개별 임무 부여 및 특기사항을 설명한다.

바. 베드위에 트레이의 적재

- 1) 파종 시스템의 최종 작업기인 관수기를 통과한 트레이는 베드위의 정위치에 놓아 출하시까지 항상 같은 자리를 유지하도록 하여야 한다.
- 2) 베드 표면이 거칠은 금속제이므로 정위치까지 들고 가서 놓도록 한다. 즉 끌어 당기거나 미는 작업을 하지 않도록 한다.

사. 추가 관수 단계의 작업

- 1) 상토는 혼합기와 파종 시스템의 관수기를 통과하면서 2차례 관수되었으나 충분한 양의 수분 흡수가 되지 않았을때 추가 관수를 행한다.
- 2) 베드상의 트레이에 추가 관수는 인력 또는 관수 터널을 자동으로 통과하면서 추가 관수의 기회를 갖되 작물별로 상토의 상황을 잘 관찰해서 부족함이 없을 정도로 양을 조 정해 주도록 한다.
- 3) 관수시에 강한 수압에 의해 복토가 쏠리거나 쏠려 나가지 않도록 주의하여야 한다.
- 4) 관수시 병해충 오염을 예방하기 위하여 관수기를 오염원인 토양 또는 온실 바닥으로부터 항상 격리 관리하여야 한다.

아. 발아실까지의 이동

- 1) 이송차에 베드가 5단까지 적재되면 발아실로 이동한다.
- 2) 발아실 내의 이동장치 위에 적재하여 지정 장소에 고정하며 적재 높이를 10단 이내가 되도록 한다.
- 3) 10단 적재시 상판 상호간 지지발이 정위치에서 이탈하여 기울어질 우려가 없는지를 자세히 살피도록 한다.
- 4) 선입 선출(先入先出)이 되도록 제일 먼저 들어온 것이 출구 가까이에 적재되도록 한다.
- 5) 매일 점검자가 용이하게 점검할수 있는 통로를 배려해 둔다.

자. 발아실의 운전

- 1) 발아실에 육묘 트레이가 입고되기 하루전 쯤에 난방, 냉방, 가습기를 작동하여 환경제 어에 문제가 없는지를 확인하여 둔다.
- 2) 온도는 주간 야간의 표준온도를 작물별로 설정하고 습도는 85~90% 정도를 표준으로 설정한다.
- 3) 작물에 따라 발아 소요 일정이 다소 다르지만 3일간을 표준으로 하고 다음과 같은 요령으로 매일 1회 정도 점검한다.
  - 습도의 부족으로 상토 건조현상은 없는가
  - 실내의 온도 분포가 균일한가, 특히 극부적으로 이상고온이 되지 않는가
  - 상판의 기울어짐, 트레이의 이탈 등 구조에 문제가 없는가
  - 과도한 습도 공급으로 결로현상이 발생 물방울이 맺혀서 문제되지 않는가
  - 발아 정도가 앞과 뒤쪽, 위와 아래쪽 좌측과 우측등으로 비교해 볼때 균일하다고 볼수 있는가

차. 발아 완료 베드(트레이)의 육묘 온실 이동

- 1) 이송차를 이용하여 상판 5단을 1회 작업량으로 하고 정해진 통로에 대기하고 있는 적재기로 이동한다.
- 2) 적재기는 베드 이동 레일과 일치되도록 한다.
- 3) 적재기의 레일과 베드의 레일이 일치된 후 적재기를 고정시키고 베드 레일로 밀어 넣는다.
- 4) 적재기 레일과 베드레일 연결 부분에는 다소간의 편차가 있을 수 있으므로 이탈 예방은 물론 충격이 최소화 될 수 있도록 정밀작업을 행한다.

카. 액비의 혼합 기준

- 1) 액비는 작물의 종류에 따라 다르고 성장 일수에 따라서도 구분해야 하므로 작물 및 시비 시기에 따른 기준표를 작성한다.
- 2) 액비는 관수 작업시에 용수에 희석하여 시비하도록 하되 골고루 희석이 될수 있도록 노력해야 한다.
- 3) 액비의 보관 용기에는 성분을 표시하는 표찰을 붙여서 오용(誤用)이 없도록 한다.

4) 함량의 혼합 기준을 철저히 지켜야 한다.

다. 관수 작업 표준(복합 환경 제어장치 및 자주식 두상살수장치 도입시)

- 1) 관수는 복합 환경 제어 장치에 입력된 프로그램에 따라 자동으로 운전하는 것을 원칙으로 한다.
- 2) 관수기의 작동시 막힌 노즐은 없는지, 주행 속도는 적절한지, 다른 장애물은 없는지를 관찰해야 한다.
- 3) 액비나 농약을 희석하여 관수하였을 경우 작업이 끝나는 대로 오손(汚損) 여부를 확인하고 필요시 노즐을 청소하여 둔다.

하. 복합 환경 제어 장치의 운전

- 1) 하우스 외부에 설치된 기상대로부터 들어오는 외기 상황이 제대로 표시되고 있는지 확인한다.
- 2) 온실 내부의 센서로부터 신호를 받아 계측되고 있는 환경사항의 적정 여부를 확인한다.
- 3) 당일의 희망 환경 기준을 시간대 별로 설정하고 입력한다.
- 4) 전체 작동부중에서 중요 점검 개소를 발책하여 수동으로 시험 작동을 해 본다.
- 5) 전일의 환경 기록을 프린터해서 확인해 보고 보관한다.
- 6) 비상 경보 장치가 제대로 작동하는지를 확인해 둔다.
- 7) 원방 모니터를 통해서 환경 작동 상황을 감시한다.
- 8) 한전에 정전작업시 사전 통보해 줄 것을 협의해 두고 정전에 대한 대비책을 강구한다.

가. 복합 환경 제어 분석

- 1) 복합 환경 제어 장치에 의거 운전되고 있는 재배환경의 기록을 프린터로 통해서 정보로 확인 분석한다.
- 2) 일반적인 재배환경이 아닌 돌발적 이상 환경이 생겼을 경우 그 원인을 분석하고 대책을 강구해야 한다.
- 3) 환경조건이 작물의 생장에 미치는 영향을 정기적으로 분석하여 기록해 두므로써 다음 단계의 완전 자동화 자료로서 활용한다.

나. 육묘 온실의 순회 점검

- 1) 순회 점검이란 사전에 작물의 장애요인, 시설의 고장요인을 제거 하므로써 큰 재해를 미연에 방지하는 중요한 활동이다.
- 2) 하우스 외곽의 배수불량, 지반의 붕괴 우려 등 주변 여건을 살펴보고 외부 기상대의 작동 사항도 확인한다.
- 3) 하우스 내부의 커튼이나 피복재등이 지나친 이완이나 긴장이 없는지 살피고 천창 또는 측창의 개폐 상황의 이상 유무를 살핀다.
- 4) 용수 저장 탱크에 적정량의 용수 재고가 있는지 유류 탱크의 재고량이 충분한지 살핀다.

- 5) 육묘중에 있는 작물의 균일도, 색상, 생장상태, 병충해 발생 여부 등을 살펴서 환경조건 설정에 문제가 있는지를 관찰한다.
- 6) 자동관수가 못 미치는 곳에는 수동작업으로 보완해 주고 일조의 차이에 의한 장해는 베드의 위치를 이동시켜 부분적 보완을 할 수 있다.
- 7) 수동 관수시에 병해충의 오염 예방을 위하여 관수기의 관리를 오염원으로 부터 철저히 격리 관리하여야 한다.

다. 보식 및 출하 준비

- 1) 출하 3일 전에 고품질 생산 차원에서 묘를 정밀 검사하여 불량묘 셀은 보식하도록 한다.
- 2) 주문 농가에 묘 출하를 위하여 다음 사항을 점검한다.
  - 현장에 도착하는 정확한 시간, 출하대상 작물의 수량, 육묘 대금의 송금방법, 운송 차량의 운임 지불 방법, 강우 기타 예외적인 문제 발생시 연락방법, 포장 박스 및 트레이 반품시 그 방법과 환불 금액 등
- 3) 육묘 출하 과정의 책임 한계는 육묘공장 출고 기준으로 하고 도착후 정식이 지연될시 농가가 취할 수 있는 관리방법을 명시하여 주지시킨다.

라. 포장 및 운송

- 1) 출하시 도착지 예정시간과 운행 소요시간을 감안하여 포장 작업에 착수한다.
- 2) 포장 박스내에서 소요시간 24시간 이내, 운송 소요시간은 12시간 이내로 실시하여 익일 아침시간에 농가 현장에 도착토록 하며 농가에서는 당일 정식함을 원칙으로 한다.
- 3) 포장 박스 1개에는 트레이 4개가 적재되며 화물차 별로 적재 수량은 다음과 같다.
  - (포장박스의 강도는 6단 쌓기까지 가능함)
  - 1톤 트럭 120박스 (120×4= 480트레이)
  - 5톤 트럭 320박스 (320×4=1280트레이)
  - 11톤 트럭 560박스 (560×4=2240트레이)
- 4) 트레이와 공박스는 회수를 원칙으로 하고 보상제도를 농가와 적절한 협의를 거쳐 행한다.

마. 영농일지의 작성

- 1) 영농일지는 당일 작업 내용을 상세하게 기록 유지하므로서 차기 영농기술 개발에 중요한 정보자료가 될 수 있도록 한다.
- 2) 환경조건이나 운영 및 재배관리 과정에서 문제가 발생할 소지가 있거나 문제가 발생 되었을때는 “요관찰”이라는 붉은색 글씨로 표시하고 확인 결과를 영농일지에 기록해 두므로서 다시는 동일한 문제가 발생하지 않도록 하는 농가 특유의 영농비법을 터득해 나가도록 한다.
- 3) 당일 작업의 종료는 영농일지 작성 완료 시점이라는 관행을 정착시켜 나간다.

바. 운영계획 수립 추진

- 1) 공정육묘 온실의 효율적 운영은 영업의 활성화에 있고 그 방안은 다음 사항에서 착안한다.
  - 친절하고 정확한 전화 응대
  - 고품질 육묘를 납기업수 출하
  - 새로운 육묘 상품의 개발
    - 화훼류 (포트묘, 화단조성업체 등)
    - 접목류 (과채, 집목활착 등)
  - 소량 주문 농가도 정성을 다하는 자세로 고객의 저변 확대 노력
  - 출하후 아프라 서비스 정신의 발휘
- 2) 주문 및 문의 전화는 야간 이용이 많으므로 응대 준비에 철치를 기하고 통화중이 되지 않도록 전용 전화번호를 활용한다.
- 3) 묘의 출하가격 안정(잠정 기준 설정이 필요함)
- 4) 홍보 및 광고 활동 계획을 수립하여 단계별로 효과를 점검하면서 추진한다.
- 5) 주산단지들 사전에 방문하여 협의하고 육묘공장에 초청하여 육묘과정을 견학할 수 있는 기회를 부여한다.
- 6) 묘 주문시 대금 지불 방법은 주문 계약시 계약금을 지불하고 잔금은 출하직전에 전액을 송금토록 한다.
- 7) 계약서와 납품서의 표준 양식을 만들고 계약금이 입금되면 계약서를 송부하고 출하시 납품서에 실물 인도의 확인을 받아두도록 한다.

차. 원가분석

- 1) 매월 지출 내역과 수입 내역을 기초로 해서 원가분석을 행한다.
- 2) 원가분석 과정에서 결손의 원인이나 불요 불급의 지출 원인을 찾아 개선하도록 한다.
- 3) 영업계획과 관련하여 이윤의 증대 시점을 사전 예측 차원에서 분석한다.

야. 야간 최종 퇴실자의 준수사항

- 1) 화재, 도난 관련 시설의 단속
- 2) 복합 환경 제어 장치의 원방운전 방식으로의 전환
- 3) 비상시 경보장치의 무선호출 작동 방식으로의 전환
- 4) 불 필요한 전력 설비 부분의 스위치 조작
- 5) 기타 주위 환경의 이상 유무 확인

카. 강풍, 강우, 강설, 정전 등 비상시 대비

- 1) 아래와 같은 상황이 발생하면 무선 호출기를 통하여 경보 신호를 낼 수 있도록 복합 환경 자동제어 장치에 내장한다.
  - 15m/s 초과외 강풍시 (1), 강우 센서가 강우 감지시 (2), 강설시에도 강우 센서가 작동 (2), 난방기 이상시 (3), 개폐기 이상 작동시 (4), 외피복 파손시 (5), 불시 정전시(6)

- 2) 상기와 같은 비상 상황은 팔호속의 번호로 구분되어 무선표출기로 통보된다.
- 3) 무선 호출기를 통해서 비상임을 확인하게 되면 즉시 농장으로 돌아와 다음 조치를 강구한다.
  - 천창(측창)의 폐쇄 확인, 정전의 지속시간 확인(한전 문의), 기타 비상조치를 위한 인력 대기

### 제 3 절 공정육묘온실의 시설장비 및 자재 규격화

#### 1. 시설장비자재의 규격화 설정 검토

##### 가. 시설장비자재 규격화를 위한 품목별 기능과 특성

육묘과정을 자동화 하므로서 묘생산의 효율화 안정화를 기하기 위하여는 온실내 환경 및 작업관리를 생력화할 수 있는 각종 시설 장비들이 도입되어야 한다. 즉 적정 환경관리를 위한 기기들과 이들 기기들을 제어할 수 있는 장치, 육묘작업 시스템등 많은 기종들이 필요하다.

주요한 기종들의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

표 2.3.1. 시설장비의 주요 기능과 특징

장치 및 기기	주요 기능	특징
1) 육묘베드 이송라인 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 두상관비 및 저면관비 베드</li> <li>○ 표준온실의 베드 배열과 이송라인</li> <li>○ 베드의 이송대차</li> </ul>	○ 공정육묘 표준 온실에 적용
2) 측창커튼 권취 개폐 장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 권취형 개폐방식</li> </ul>	○ 측면수직, 천정아치, 수평커튼, 온실차단용 권취수직커튼
3) 자주식 두상 관비장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 두상살수기능</li> <li>○ 자동주행기능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 이동속도, 관비량 조절</li> <li>○ 각동 개별, 동시동작 기능</li> </ul>
4) 액비정량 혼입장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 적량 혼입방식 도입</li> </ul>	○ 공정육묘 온실의 정량 관비장치
5) 무인방제기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초미립자 상온방제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 분무거리 최대 100m</li> <li>○ 분무입경 15<math>\mu</math>m 내외</li> </ul>
6) 복합환경제어 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 컴퓨터 제어</li> </ul>	○ 환경관리 소프트웨어 도입

또한 육묘 시스템에는 많은 기종의 자재, 기기, 장치들이 있다. 이들은 각각의 특성이 있으며 시스템 조성도 차이가 있어 작목의 생산능력 등에 따라서 적용범위가 서로 다르므로 충분한 사후 검토후에 시스템 선택 및 기기의 선정이 필요하다. 일반적인 묘생산 시스템을 중심으로 작업공정별 자재, 기기, 장치들의 종류와 기능 및 자동과중시스템의 용도와 성능범위를 살펴보면 다음과 같다.

표 2.3.2. 시설기기의 용도와 성능

기 기	용 도	성 능
용토혼합기	작물 및 작기에 맞추어 여러 종류의 용토 혼합	각종 용토를 혼합하고 자동 배출하여 상토 충전기에 상토를 자동 이송
상토충전기	상토를 육묘용기에 자동으로 채움	상토충진 능력 : 150매 /시간 이상
자동상토진압장치	파종전에 상토 표면을 균일하게 눌러줌	자동
자동파종기	파종 및 복토를 자동으로 함	파종능력 : 150매 /시간 이상, 종자의 종류에 관계없이 파종 가능할 것
운반대차	트레이를 시스템 라인에서 발아실로, 발아실에서 육묘온실로 운반	트레이 또는 베트 적재이동방식 수동 또는 전동
발아실	발아율 및 발아세를 높여줌	온도, 습도, 광 등의 제어, 초미립자 안개분무, 바닥 온수난방
접목활착촉진실	접목후 활착촉진	온도, 습도, 광, 풍속등제어, 접목촉진 4일내외 소요

표 2.3.3. 자동파종 시스템의 기기별 용도와 성능

기 기	용 도	성 능
1. 상토혼합기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 상토의 분쇄 및 혼합기능</li> <li>○ 무게가 다른 상토의 균일 혼합</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자동혼합, 배출, 이송</li> <li>○ 연속 또는 비연속성 혼합</li> <li>○ 안전혼합시간 20분 /m<sup>3</sup></li> </ul>
2. 상토충전기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 충전기 공급 기능</li> <li>○ 육묘용기(트레이)에 자동으로 충전</li> <li>○ 충전부 진동장치 도입</li> <li>○ 시스템과의 적응성 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 상토충전의 균일성</li> <li>○ 충전량과 높이 조절 기능</li> <li>○ 잔여 상토 처리 및 회수 장치 도입</li> <li>○ 트레이 전용 및 다목적용</li> <li>○ 충전능력: 트레이 300매 이상 /시간 조절 가능 - 파종기능력과 동일</li> </ul>
3. 상토진압장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 상토 표면 균일 진압</li> <li>○ cell 중앙의 파종부 요철 진압</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 동력압축식 - 트레이 전면 진압</li> <li>○ 무동력 로러식 - cell 일렬식 진압</li> <li>○ 파종능력과 동일하게 함.</li> </ul>
4. 파종기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자동 파종 - 종자의 크기, 형상 등 검토</li> <li>○ 파종을 최대화</li> <li>○ 드럼형 - 원형종자, 코팅종자용</li> <li>○ 노즐형 - 범용형</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 트레이 진압 위치 확인</li> <li>○ cell 적정위치 균일 파종</li> <li>○ 종자흡기구 청소기능</li> <li>○ 파종율 95% 이상</li> <li>○ 파종능력                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 드럼형 300트레이 /시간</li> <li>- 노즐형 150트레이 /시간</li> </ul> </li> </ul>

<계속>

기 기	용 도	성 능
5. 복토기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 균일한 관수기능</li> <li>○ 관수량 조절</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 잉여복토재의 회수 기능</li> <li>○ 복토량 조절 기능(로라의 작동속도량 조절)</li> </ul>
6. 관수장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 균일한 관수 기능</li> <li>○ 관수량 조절</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 노즐 또는 샤워형</li> <li>○ 진행속도 또는 노즐 개수로 관수량 조절</li> </ul>
7. 작업능력 검토	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시스템 일관작업을 확대</li> <li>○ 상토층진-진압-파종-복토-관수, 자동이송</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자동파종기 능력에 따라 작업능률 결정</li> <li>○ 드럼형 300트레이/시간</li> <li>○ 노즐형 150트레이/시간</li> </ul>

나. 자동파종 및 묘생산 시스템을 위한 주요장비의 특성

1) 프러그묘 생산용 상토

상토는 크게 흙을 주재료로 한 것과 피트모스를 주재료로 한것, 그리고 기비를 넣은 것과 액비로 시비관리를 하는 것으로 나눌수 있다. 최종적으로는 우리에게 적절한 상토를 개발하는 것이 중요하다. 그러나 초기에는 기존상토를 사용하는 것이 육묘를 무난히 할 수 있는 방법중 하나이다. 기존상토는 선진국에서 개발된것이므로 수입상토를 쓰야하는 문제 뿐 아니라 작물, 육묘조건 등에 따라 상토조건이 서로 맞지 않는 등의 여러가지 문제가 발생할 수 있다.

2) 프러그 트레이

모양, 크기가 다양하며 재질도 경질 poly, 연질 poly 등 여러가지가 생산되고 있어 선택을 신중히 하여야 한다. 현재 한국 공정육묘 협회에서 표준 규격을 28×56Cm으로 정하여 사용하고 있다.

트레이의 선정에 주의할 점은 (1) 트레이와 파종기의 관계는 중요하므로 파종기가 결정되면 기종에 적합한 트레이를 선정하여야 한다. (2) 이후 묘발기와의 호완성에서도 트레이 선정에 신중을 기하여야 한다. (3) 트레이 하부에 있는 배수구는 묘의 생육과 직접적인 관계가 있으므로 구멍의 크기, 균일성이 매우 중요하다. (4) 그외에 재질, 형태, 내구성, 운반성, 가격, 안정공급 그리고 이후 고려되어야 할 자동정식기와의 적용가능성 등 여러가지 검토가 필요하다.

3) 상토혼합기

상토의 혼합기능과 분쇄기능을 독립적으로 가진기종이 대부분이며 일부기종은 혼합과 분쇄 기능을 동시에 가진 단일 기종도 있다. 또한 혼합부가 심포손식 또는 로타리식으로 되어 있다. 그리고 육묘공정 라인에 비연속성으로 구성되어 있는것이 있는 반면 연속 혼합장치로 설계되어 있는 기기도 있다. 이와같이 여러가지 형이 있을 수 있으므로 선택에 충분한 검토가 필요하다. 더욱이 상토의 배합종류에 따라 비중에 차이가 많은 재료를 서로 혼합하여야 할때 균일혼합 성능의 검토도 고려되어야 할 것이다.

#### 4) 상토충전기

트레이에 상토를 채우는 기기로서 충전방법에 따라 여러가지 기종이 있다. 기종의 선택에 있어서 일반적으로 고려되어야 할 사항을 보면 다음과 같다.

(1) 사용되는 상토의 물리성에 충분히 적응력을 가져야 한다. (2) 상토 충전의 균일성, 상토의 적정 경도, 습도, 불순물에 대한 대책을 검토하여야 한다. (3) 상토 흡퍼의 용량 및 상토 공급방식 (4) 처리능력 (5) 시스템 라인에의 적응성 (6) 프러그 트레이 전용 또는 다목적용 여부 (7) 기기의 내구년한 등 세심한 검토가 필요하다.

#### 5) 상토 진압장치

파종작업을 하기전에 트레이에 충전된 상토의 경도를 일정하게 하고 종자가 셀의 중앙에 파종되도록 상토를 진압한다. 상토의 경도가 균일하지 않으면 함수량 및 건조정도가 달라 습도가 고르지 못하여 묘의 생육이 불균일하게 된다.

또 상토의 충전량이 트레이 높이 보다 약간 낮아야 한다. 만약 충전량이 많으면 관수시에 복토 공간이 없어서 종자의 유출 또는 복토가 유출되게 되며 또한 충분한 관수가 이루어지지 않는다. 이것이 발아 관리면에서 중요한 요인이 된다. 과거의 육묘관리에서는 회전체나 손으로 진압작업을 했으나 이제는 “오토 디플러”의 자동장치가 도입되고 있다.

#### 6) 파종기

현재 이용되고 있는 종류로는 일반 농가에서 사용할 수 있는 수동 육묘용 파종기 또는 진공식 반자동 파종기로 부터 육묘 시스템에 적용할 수 있는 본격적인 자동파종기까지 여러가지 파종기가 있다.

파종기를 유형별로 보면 (1) 진공식과 진공식이 아닌 것 (2) 코팅종자 전용과 범용인 것 (3) 자동화 라인에 적용이 되는 것과 아닌 것으로 구분할 수 있다. 구조면에서는 (1) 종자를 흡인판 방식으로 파종하는 타입, (2) 종자를 노즐 팁으로 파종하는 타입 (3) 종자를 드럼 방식으로 파종하는 타입, (4) 코팅종자 전용타입에서 보여지는 요혈방식 및 혈개관을 2매 겹쳐 슬라이드식으로 종자를 떨어뜨리는 타입, (5) Seed feeder와 광센스를 이용한 변형된 타입으로 구분할 수 있다.

이와같은 형식 및 구조면에서 다양한 파종기가 있으므로 파종기의 선정에는 여러가지 관점에서 검토된후 결정하여야 한다. 주요 내용을 보면 다음과 같다.

종자의 종류 즉 나종자, 코팅종자, 종자의 크기 및 모양 등에 따라 선택하되 범용성이 큰것이 고려되어야 하며, 파종 속도, 조작의 편리성, 자동화 라인에 적응성, 프러그 트레이 이와 관련성등도 검토되어야 하며 내구성 및 가격도 주요한 요인이 될 것이다.

종자는 작물의 종류에 따라 크기, 외피의 형상등이 다양하여 정밀도가 높고 범용성이 큰 파종기라 할지라도 모든 종자를 파종할 수는 없다. 또 종자 종류 및 이용 목적에 따라 파종별 특수한 전용 키트가 준비되어 있으므로 사전에 이에 대한 검토가 필요하다.

그리고 파종기의 설비시에는 설치장소의 먼지, 습도, 광, 바람, 진동, 수평도, 작업성 등을 충분히 고려하여야 한다.

#### 7) 복토기

파종후에는 작물에 따라 복토를 하여야 한다. 시스템화된 육묘장치에는 자동적으로 복토를 하게 된다. 현재 이용되고 있는 전용 상토에서는 흙이나 모래등을 복토재로 사용할 수 없다. 이때는 주로 시판되고 있는 전용복토용 버미규라이트를 이용하고 있다.

#### 8) 관수장치

파종후의 관수는 시스템 라인상에서 자동관수되어 바로 발아실에 넣는 경우가 일반적이다. 이때 시스템특성 또는 작물의 발아조건에 따라 수량, 수압, 수질등을 변화시킬 필요가 있고 충분한 관수를 위하여 2차는 3차 관수까지 회수를 늘려 줄 필요가 있다.

#### 9) 발아실, 재배실

작물별 품종 및 재배조건에 따라 온도, 광, 습도, 탄산가스, 관수, 관비, 베드의 형태, 베드의 이동대차등 여러가지를 고려하여야 한다. 온도관리는 보일러, 온풍, 전열선 등의 방식이 있으나, 기본적으로 기부는 따뜻하게, 상부는 선선하게 유지하여야 한다.

발아실의 기본요건은 일제히 발아가 이루어지도록 온도, 습도 등 제반 환경조건을 정확히 제어할 수 있어야 하며 또한, 묘의 단기저장, 변온처리에 의한 발아촉진, 종자의 휴면타파 등에도 이용될 수 있어야 한다.

육묘실은 품종 마다 재배조건, 재배량에 맞추어 하우스 규모, 베드의 형태, 온도관리, 시비관리, 묘의 운반장치등 묘생육의 최적환경조건, 시설이용의 효율성, 노동력 절감효과등을 충분히 고려하여 시설활용을 최대화할 수 있는 방안이 검토되어야 한다.

#### 10) 관수장치

육묘시스템에서의 관수장치는 육묘시기별로 두 종류의 관수장치가 필요하다. 먼저 (1) 파종에서 육묘기까지의 단계와 (2) 본엽이 전개한 이후 단계로 나눌 수 있다. (1) 단계에서는 미스트 관수로 세무관수하고, (2) 단계에서는 미스트 관수보다 충분한 관수가 필요하므로 두상관수가 유리하다. 이들 관수방식은 자동 관수설비를 갖추는 것이 육묘자동 시스템의 필수요건이라 할 수 있으나 기능의 완벽성, 비용이 많이 드는 문제점 등 여러가지 고려하여야 한다.

관수장치 도입시의 주의점은 다음과 같다.

(1) 하우스의 설비 조건과 관수장치의 구조적 대응성 (2) 관수장치의 기능적인 측면에서 펌프, 배관, 수량, 물입자의 크기, 관수의 균일성 등 (3) 무인 관수시 자동기능의 완벽성 (4) 내구성 (5) 설비비등이 고려되어야 한다.

#### 11) 액비혼입기

액비 혼입기는 관수시스템에 부착하여 액상형태의 비료를 혼입, 희석시켜 추비를 실시케 하는 기구를 말한다.

액비혼입기는 크게 나누어 주입방식에 따라 정량식과 비율식으로 나눌수 있는데, 작동 에너지의 유무에 따라 수압을 이용하는 무에너지식과 전기 에너지를 필요로하는 에너지식으로 구분할 수 있다.

육묘는 상토에 따라 추비의 시용량과 시용 회수가 달라지지만 대부분 액비의 사용이 필

요하다. 특히 트레이 재배는 상토량이 적기 때문에 육묘가 끝날때 까지 기비만으로 유지하기는 불가능하다. 바꾸어 말하면, 적은량의 상토를 충전한 셀에 관리하게 되므로 균일한 묘를 얻을 수 있고 생육조절이 또한 가능하다고도 볼 수 있다.

이를 위해서는 정밀도가 높은 액비혼입기가 필요할 뿐 아니라 품종 및 생육단계별로 적절한 비료의 선택과 관리 기술이 병행되어야 한다. 이외에도 쉽게 사용할 수 있는 작물별, 생육 단계별, 상토별 액비 사용 방법이 준비되어야 한다. 비료의 토양 집적이 적고 저온시 흡수가 용이하며, 가격이 저렴한 많은 종류의 액비용 비료가 생산되어야 한다.

## 12) 접목장치와 활착실

시설원에 재배면적이 증가하고 그 이용이 주년화함에 따라서 과채류에서는 연작피해 대책을 위한 접목묘의 이용이 필요하다. 현재 접목묘 이용 과채류는 오이, 수박, 멜론, 가지 등이나 최근의 고품질, 농약에 대한 안정성 등의 요구에 의해서 수요는 증대되고 품목도 증가될 전망이다.

국내에서는 수박의 경우 접목묘를 생산, 판매하고 있는 생산농가가 상당수 있으나 생산량이 미미하다. 자가 묘생산이 재배자의 노령화와 규모확대에 따라 노동력 부족 등의 영향을 크게 받아 최근에는 구입묘를 희망하는 경향이 강해지고 있다. 현재 접목묘는 수요에 비하여 공급량이 절대 부족하므로 그 대책은 접목묘 생산방식의 개발이 필요하다.

## 2. 공정묘 생산을 위한 트레이 규격과 상토의 특성

### 가. 육묘용 트레이 규격과 생육

육묘용 플러그 트레이는 모양, 크기가 다양하며 재질도 경질 poly과 연질 poly 드용으로 성형되고 있다. 현재 한국공정육묘 협회에서 표준 규격을 28×56cm로 정하여 사용하고 있다. 트레이의 선정시에는 트레이와 파종기 및 묘발기의 관계, 트레이 하부에 있는 배수구 및 상표면에 있는 통기구의 구멍의 크기와 균일성, 내면의 구조, 그리고 재질, 형태, 내구성, 운반성, 가격, 공급의 안정성 및 자동정식기에의 적용가능성, 모양, 색깔, 크기, 깊이, 두께, 가스·수분투과성, 광·열 전도성, 재사용 횟수 등 여러 가지를 검토하여야 한다.

#### 1) 플러그내의 상토, 공기 및 수분함량에 영향을 주는 요인들

##### ○ 셀의 규격

- 상토량 : 사각형 > 원형

- 물빠짐(지하수위) : 5cm > 2.5cm

표 2.3.4. 플러그판 구수와 형태별 상토 소요량

플러그판당 구수	구당 부피 (cm <sup>3</sup> )	트레이당 부피 (ℓ)	플러그판당 구수	구당 부피 (cm <sup>3</sup> )	트레이당 부피 (ℓ)
406 원형	3.5	1.4	242 사각	9.0	2.2
406 사각	3.4	1.4	200 원형	9.0	1.8
406 깊은 사각	4.25	1.7	200 사각	11.0	2.2
288 사각	6.4	1.8	128 사각	25	3.2
288 깊은 사각	9.00	2.6	72 원형	30	2.2

표 2.3.5. 플러그용 상토, 셀의 크기 및 깊이가 상토내 수분 및 공기함량에 미치는 영향

	용 기	피트/버미큘라 이트	굵은 플러그용 상토	중간 굵기 플러그용 상토	고운 플러그용 상토
48구 트레이	수분함량(%)	80	64	71	79
	공극(%)	7	10	4	2
273 트레이 (2.5cm 깊이)	수분함량(%)	85	70	75	81
	공극(%)	2	4	1	0.3
273 트레이 (5cm 깊이)	수분함량(%)	82	65	72	80
	공극(%)	6	9	3	1

상토의 구성성분과 플러그셀의 크기별 용수량과 공극율, 그리고 플러그셀에 상토 채우기와 취급방법에 따른 수분 보유량과 공극율 정도를 다음 표에서 볼 수 있다.

표 2.3.6. 상토의 구성성분과 플러그 셀의 크기별 공기와 수분함량

배지 구성분	288구		648구	
	용기용수량(%)	공극(%)	용기용수량(%)	공극(%)
스패그넘 피트	87	1.8	88	0.4
버미큘라이트 #2	64	8.8	69	4.1
1 피트 : 1 버미큘라이트	85	2.8	87	0.5
1피트 : 3 버미큘라이트	74	4.2	77	1.2
3피트 : 1버미큘라이트	87	2.9	89	0.6

표 2.3.7. 48구 트레이에 상토 채우기와 취급방법에 따른 수분함량과 공극의 차이

채우는 방식	수분함량과 공극	거친상토	중간상토	고운상토
채우고 솔질	유효수분(%)	45	48	42
	무효수분(%)	19	23	27
	공극 (%)	10	4	2
채우고 눌러 다시 채움	유효수분(%)	37	40	41
	무효수분(%)	27	29	32
	공극 (%)	3	0.3	0.2

2) 셀의 크기와 생산속도<계산 예>

묘를 생산하기 위해 어느 크기의 셀을 쓸 것인가는 여러 가지 요인에 의하여 결정되겠지만 참고로 288구 트레이에서 발아시켜 3주간 육묘 후 72구 트레이에 가식하는 경우와 72구 트레이에서 계속 육묘할 경우의 묘생산 소요시간과 면적은 <계산 1>과 같다. 계산상 두 경우 모두 종자의 평균 발아율은 92%이고 묘의 출하 또는 포장에의 정식까지는 공히

9주일이 소요된다고 가정한다. 물론 전자의 경우에 후자 보다 육묘초기의 재식밀도가 높아 단위면적당의 생산할 수 있는 묘수가 증가한다. 계산결과 전자의 경우가 후자의 경우 보다 총소요 면적주 일수면에서 25% 더 적어 경제적이다. 그러나 플러그벤치와 이식후 재배할 벤치 중 어느 것의 공간이 더 이용 가능한가에 따라서, 또한 가식에 필요한 인건비의 대소에 따라서 실제적인 경제성 차이는 줄어들 것이다. 또한 전자의 경우 가식시 72구 트레이를 빈틈없이 채울 수 있으므로 보식에 필요한 인건비에도 차이가 있다.

〈계산 예 1〉 288구 트레이에서 3주간 육묘후 가식할 경우와 72구 트레이에서 연속 육묘할 경우의 묘 생산 소요시간과 소요면적 비교

288구 트레이에서 3주간 육묘후 72구 트레이에 가식할 경우

- 1) 플러그 벤치상에서  
플러그 판당 면적×판수×육묘기간=1,540cm<sup>2</sup>×1판×3주일=4,620cm<sup>2</sup>주일
- 2) 이 묘종들을 72구 트레이에 이식하여 6주일을 더 재배하면  
288구 트레이를 72구 트레이로 옮겨야 하므로 4개의 72구 트레이 필요  
1,540cm<sup>2</sup>×4 트레이×6주일=36,960cm<sup>2</sup> 주일
- 3) 총 소요면적과 소요시간=4,620cm<sup>2</sup> 주일+36,960cm<sup>2</sup> 주일=41,580cm<sup>2</sup> 주일

72구 트레이에서 연속 육묘할 경우

플러그판당 면적×판수×육묘기간=1,540cm<sup>2</sup>×4판×9주일=55,440cm<sup>2</sup> 주일

800구짜리와 400구짜리를 썼을 경우의 묘 생산 소요시간과 소요면적을 계산해 보면 아래의 〈계산 2〉와 같다. 계산상 두 경우 모두 종자의 평균 발아율은 96%이고 묘의 출하

〈계산 예 2〉 800구와 400구 플러그판을 썼을 경우의 묘생산 소요시간과 소요면적 비교

800구짜리 플러그판의 경우

- 1) 플러그 벤치상에서  
플러그 판당 면적×판수×육묘기간=1,540cm<sup>2</sup>×1판×3주일=4,620cm<sup>2</sup> 주일
- 2) 이 묘종들을 48구짜리판에 이식하여 7주일을 더 재배하면  
800구×0.96(발아율)=768묘, 768묘 48구 / 판=16개의 48구짜리 판  
1,540cm<sup>2</sup>×16판×7주일=172,480cm<sup>2</sup> 주일
- 3) 총 소요면적과 소요시간=4,620cm<sup>2</sup> 주일+172,480cm<sup>2</sup> 주일=177,100cm<sup>2</sup> 주일

400구짜리 플러그판의 경우

- 1) 플러그 벤치상에서  
플러그 판당 면적×판수×육묘기간=1,540cm<sup>2</sup>×2판×5주일=15,400cm<sup>2</sup> 주일
- 2) 이 묘종들을 48구짜리판에 이식하여 5주일을 더 재배하면  
800구×0.96(발아율)=768묘, 768묘 48구 / 판=16개의 48구짜리 판  
1,540cm<sup>2</sup>×16판×5주일=123,200cm<sup>2</sup> 주일
- 3) 총 소요면적과 소요시간=15,400cm<sup>2</sup> 주일+123,200cm<sup>2</sup> 주일=138,600cm<sup>2</sup> 주일

또는 포장에의 정식까지는 공히 10주일이 소요된다고 가정한다. 물론 800구짜리의 플러그판을 쓸 경우에 400구짜리를 썼을 경우보다 단위 면적당의 식물밀도를 크게 증가시켜 식물체당 필요한 공간이 줄어들고, 2주 일찍 이식을 해야한다. 계산결과 400구 짜리판 2개를 쓸 경우에 800구짜리 하나를 쓸 경우보다 총 소요 면적주일수가 21.7% 더 적어 경제적이다. 그러나 플러그벤치와 이식후 재배할 벤치 중 어느 것의 공간이 더 이용 가능한가에 따라서 경제성은 차이가 있을 수 있다.

#### 나. 육묘용 상토의 특성

상토는 양질묘의 생산에 적합한 물리성, 화학성 및 생물적 특성이 적절한 자재로 만들어져야 하며, 이는 곧 육묘에 가장 기본이 되는 요소라 할 수 있다. 육묘용 상토가 갖추어야 하는 기본적인 기능은 다음과 같다. 첫째, 작물에 필요한 적절한 양수분을 보유, 유지하여야 하며, 둘째, 뿌리에 필요한 산소를 공급하고 이산화탄소를 원활하게 배출할 수 있는 가스의 교환기능을 수행할 수 있어야 하며, 셋째, 뿌리의 보호 및 작물체를 지지하여야 한다.

위와 같은 기능을 원활하게 수행하기 위해서 상토는 다음과 같은 조건을 구비하여야 한다.

- ① 물리성 측면에서 통기성, 보수성, 흡수력 및 투수속도 등이 적절하여야 하며 이러한 성질은 육묘중에서도 가급적 변화되지 않고 유지되어야 한다.
- ② 화학성 측면에서 pH가 안정되고 적정범위를 유지해야 하며, 불균형한 무기성분 함량이 적고, EC가 낮으면서 적절한 양분을 보유하여 생육조절이 용이할 뿐만 아니라, 양이온 치환용량(CEC)이 높아 우수한 보비력을 갖추고 장기간 저장에도 안정하여야 한다.
- ③ 생물성 측면에서는 무병 무충이면서 잡초종자가 섞이지 않아야 한다.
- ④ 작업성 측면에서는 가비중이 적어 가벼워 취급이 용이하고 수송성이 좋은 자재라야 한다.
- ⑤ 경제성 측면에서는 저렴하고 매년 동질의 자재수급이 가능하여야 한다.

그러나 작은 용기를 이용하는 플러그 육묘용 상토는 위의 조건 외에도 아래와 같은 기능성이 추가되어야 한다.

- ① 입자의 크기나 형태가 서로 다른 재료가 쉽게 혼합되어야 하며, 혼합의 균일성, 트레이의 충전능력이 용이하여야 한다.
- ② 이식시에 근근 발달이 다소 부족하여도 근괴(성형도)가 파괴하지 않는 자체 결합력을 가져야 한다.
- ③ 정식후 포장의 토양과 잘 융합하여 상토내로 양수분 흡수가 용이하게 이루어지므로써 뿌리 활착이 잘되어야 한다.

#### 1) 육묘용 상토의 화학성, 물리적 특성의 검토

##### 가) 상토의 화학적 특성

상토의 화학적 특성에서 가장 큰 비중을 차지하는 것은 pH, EC 및 무기이온의 균형과 양이라고 할 수 있다. 일반적으로 사용되고 있는 상토의 pH 및 EC의 범위는 <표 2.3.8.>

와 같다.

pH는 관행으로 이용하는 일반 토양상토에서는 pH 5.8-7.0범위이고, 공정육묘전용 무토양 상토에서는 pH 5.4-6.5범위로 토양상토가 다소 넓다. 플러그 육묘용 상토는 기비가 첨가되어 있지 않고, 기타 화학성만 조정되어 있어 <표 2.3.8>에 나타난 EC 경우보다 훨씬 낮은 것이 일반적이다.

표 2.3.8. 제조 및 시판상토의 pH 및 EC 범위

구 분	pH	EC (mS/cm)			
		1:5 (w/w)	1:2 (v/v)	1:5 (v/v)	SPE <sup>z)</sup>
토 양 상 토	5.8-7.5	0.5-2.0	0.5-1.25	0.25-0.6	2.0-4.0
무 토 양 상 토	5.4-6.8	1.0-1.5	1.0-1.75	0.5-0.9	2.0-4.0

z : 포화점토법

작물별 상토의 적정 pH 범위는 <표 2.3.9>에 나타난 것처럼 작물에 따라 pH 범위가 다르다. 따라서 상토의 pH 교정이 잘 못되었거나 수시로 변화가 심할 경우에는 작물에 여러가지 영양장애 증상이 유발될 수 있다. 상토의 pH가 7.0 이상이면 식물이 이용하기 어려운 불용성 염류 등이 발생하게 되어 인산 및 미량요소 결핍을 유발하기 쉽고 지나치게 낮은 pH에서는 Ca 및 Mg 등의 흡수가 나빠져 이에 대한 결핍증이 유발될 수 있다. 또 지나치게 pH가 높거나 낮은 경우에는 뿌리의 발육도 저하된다.

표 2.3.9. 작물별 상토의 적정 pH 범위

상토의 pH 범위	작 물
pH 6.0-6.8	-아스파라거스, 시금치, 셀러리, 멜론, 양파, 완두, 근대
pH 5.5-6.5	-고추, 오이, 토마토, 상추, 배추, 브로콜리, 양배추, 파슬리, 호박, 딸기
pH 5.0-5.5	-수박, 감자, 고구마

상토는 비료염의 농도가 적정 범위를 유지해야 하는데 비료염의 농도가 너무 높으면 상토내에 비록 충분한 양분이 있어도 작물이 흡수하지 못하고 뿌리의 발육이 저하되며, 심하면 위조가 나타나게 된다. 특히 유묘는 염류농도에 민감하므로 더욱 주의해야 한다.

염류농도(EC)의 해석은 측정방법 및 상토재료의 종류에 따라 달라지는데 <표 2.3.10>은 측정 방법별 EC 해석 기준을 나타낸 것이다. 따라서 EC 측정시는 상토의 물리성에 따라 적절한 방법을 선택해야 하는데 무토양 상토에서는 포화점토법이 많이 이용되고 있다. 그러나 최근에는 관수 1-2시간 후에 상토를 채취하여 거즈로 짠 용액을 직접 분석하는 것이 빠르고 간편한 방법으로 알려져 있다.

표 2.3.10. 측정방법 및 상토종류에 따른 EC(mS/cm)의 해석 기준

회 석 배 율			포화점토법 (토양 및 무토양)	해 석 기 준
1:2(v/v)		1:5(v/v)		
토양상토	무토양상토	토양상토		
0.00-0.25	0-?	0-0.1	0.00-0.75	<ul style="list-style-type: none"> <li>○양분 불충분</li> <li>○관수시 마다 양분공급이 필요한 수준</li> <li>○이식이나 삼목시 최대수준</li> <li>○대부분 작물의 육묘에 적정</li> <li>○확착한 식물체에 적절</li> <li>○농도장해가 우려되는 범위</li> <li>○장해범위</li> </ul>
0.26-0.50	?-1.0	0.10-0.25	0.76-2.00	
1.0		0.50	-	
0.51-1.25	1.00-1.75	0.26-0.60	2.0 -4.0	
1.26-1.75	1.76-2.25	0.61-0.80	-	
1.76-2.00	2.26-3.50	0.81-1.00	4.0 -8.0	
2.0이상	3.5이상	1.0이상	8.0 이상	

<표 2.3.11>는 현재 우리나라에서 제조되는 관행속성상토 및 시판 무토양 상토에 있어서 N, P, K함량 및 CEC를 나타낸 것이다.

속성상토는 규격화된 재료 특히 유기물의 구입이 곤란하여 양분 함유량이 매우 다양하며 CEC도 낮다. 관행의 속성토양 상토는 유기물 자재의 양 및 종류에 따라 비료함량의 범위가 넓어 규격화가 매우 어렵다는 것을 알 수 있다.

우리나라에서 시판되고 있는 대부분의 무토양 상토는 피트모스 또는 코이어를 주재료로 한 상토가 가장 많은데 비료함량이 제조회사에 따라 매우 다르다. 비료함량이 많을 경우 생육 조절이 어렵고 간혹 장해가 발생하는 경우가 있다. 특히 과채류 플러그용 상토일 경우는 비료함량이 적은 상태에서 액비로 조절할 것이 바람직하다.

표 2.3.11. 우리나라 시판상토의 무기양분 함량(mg/ l)

구 분	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CEC(me /100g)
속성 토양상토	150-500	500-1,500	250-400	11-40
시판 무토양상토	120-200	90-500	130-400	30-120

현재 육묘농가에서 주로 이용되는 무토양 상토는 펄라이트, 지오라이트, 모래 등 몇가지 광물질에 피트모스, 코이어 등의 유기물을 섞어 배합제조한 상토로서 제조회사에 따라 다소 차이가 있다. 질소 함유량은 상품에 따라 큰 차이가 없으나 인산 및 칼리는 제품에 따라 차이가 큰 편이고 미량요소는 첨가한 것과 그렇지 않은 것이 있으며 흡습제가 들어있는 제품은 아직 없다.

그리고 상토내 함유되어 있는 양분함량을 정확히 표시하지 않은 상품들도 있어 사용시 주의하여야 한다.

또한 육묘농가는 자가제조 또는 시판상토를 이용할 경우 어느때나 동질의 상토를 꾸준히 사용하여 자신의 육묘관리에 대한 기술축적이 이루어져야 안정된 생산이 가능하다.

나) 상토의 물리적 특성

상토의 물리성은 대단히 중요한 요인 중의 하나이다. 특히 육묘용기의 크기가 점차 작아지는 플러그 육묘에서는 물리성의 중요도가 매우 높다. <표 2.3.12>은 현재 시판되고 있는 토양 및 무토양 상토의 물리성을 나타낸 것이다. 무토양 상토가 토양상토에 비하여 물리성이 매우 개선되어 있음을 알 수 있다.

표 2.3.12. 시판되고 있는 육묘상토의 물리성

구 분	가비중 (g / ℓ)	고상율 (%)	공극율 (%)	보수력 (ml / ℓ)	투수성	수분 (%)
토양 상토	0.6-1.0	40-50	50-60	≒ 500	불 량	30-40
무토양상토	0.2-0.5	10-20	80-90	600-700	양 호	15-30

상토의 물리성은 다음과 같은 요인에 의해 달라질 수 있다.

- ① 상토를 구성하는 재료의 성분에 따라 다르다. 예컨대 펄라이트의 혼합비율이 증가하면 가비중이 낮아지고 공극율이 증가되어 배수성을 높이며, 버미큘라이트는 공극율은 낮아지나 보수성을 좋게 하는 등이다.
- ② 구성재료 입자의 크기에 따라 다르다. 상토재료 입자의 크기가 작으면 충전은 균일하게 할 수 있으나 통기성, 배수성이 나빠진다.
- ③ 용기의 모양 및 크기도 물리성에 큰 영향을 미친다. 상토의 통기성은 원형보다는 각형이 좋으며, 높이가 낮은 것보다는 높은 것이 좋고, 그리고 용기가 큰 것이 작은 것보다 통기성이 양호하다.
- ④ 충전시의 진압정도에 따라 다르다. 진압강도가 세면 공극율이 저하하고 배수성이 나빠지게 된다.
- ⑤ 충전전 수분상태도 물리성에 영향을 미친다. 일반적으로 상토를 충전하기 전에 상토의 수분함량을 적절하게 유지하는 것이 통기성을 좋게 하는데 이것은 혼합시 상토가 적당한 입단을 형성하도록 해주기 때문이다.

상토의 수분 첨가량은 상토중량의 150-200%(피트모스 상토)로 하는 것이 적당하나 이것은 상토재료의 종류나 혼합비율에 따라 달라질 수 있다. 상토내 수분이 부족한 상태에서 파종후 과다관수를 실시하면 상토가 가라앉아 입단형성이 나빠지고 결국 공극율이 저하하게 된다.

2) 공정육묘 상토의 주요 자재와 특성검토

일반적으로 상토의 주된 소재는 피트모스, 코이어(코코넛 섬유), 왕겨, 혼탄, 부엽, 바크, 부숙톱밥 등과 같은 유기물 자재와 펄라이트, 버미큘라이트, 입상암면, 입상 스티로폼, 지오라이트, 마사토 및 산적토 등의 무기물 자재로 나눌 수 있다. 육묘상토는 이들 자재를 2종 이상 혼합하고 여기에 석회, 생물활성제, 산 및 흡습제 등과 같은 개량제를 섞어 만든 것이다. 따라서 좋은 상토를 만들기 위해서는 사용되는 자재의 이화학적 및 생물성을

정확하게 파악하여 두는 것이 중요하다.

#### 가) 유기물 자재의 특성

상토에 사용되는 유기물 자재는 우선 분해에 대한 안정성이 있어야 한다. 즉, 상토로서 혼합된 뒤 분해작용이 일어나는 것은 바람직하지 못하다. 그것은 미생물의 분해작용에 따라 상토가 저장 유통과정이나 재배중에 이화학성의 변화가 일어나기 때문이다.

예컨대 유기물의 분해작용에는 미생물이 관여하고 이 과정에서 분해가 이루어지는 탄소량의 1/30 정도의 질소가 필요하다. 이때 C/N율이 높고 분해가 빠르며 부숙이 완료되지 않은 유기물 자재를 쓴 경우 충분한 질소시비를 하였다 하더라도 작물재배시 탈질현상이 나타나는 경우가 많다. 이러한 경우에는 상토의 이화학성 변화는 물론 계획적인 시비에 의한 생육조절도 매우 어려워진다. 그러므로 상토의 유기물 소재는 C/N율이 낮은 것이 바람직하며 높은 소재는 부숙과정을 통하여 C/N율을 낮춘 뒤 사용하는 것이 바람직하다. 또한 C/N율이 높다 하더라도 왁스나 리그닌 등과 같은 난분해성 물질이 있어 분해가 서서히 일어나는 것이 바람직하다. 벚짖이나 갈대는 C/N율이 높아 분해가 빨리 일어나는 대표적인 유기물 중의 하나이다.

그리고 유기물 자재는 이화학성이 우수하여야 한다. 유기물은 상토의 구성소재 중 가장 많은 부피를 차지하므로 물리성면에서는 보수력 및 자체 결합력이 우수하여야 하며 가볍고 작업성이 좋아야 한다. 화학성 면에서는 pH가 안정되어야 하고, CEC가 높아 좋은 시비효율을 갖는 것이 무엇보다도 중요하다. 이 밖에도 유해성분의 용출이 없으며 가능한 자체에 함유된 무기성분이 적어 시비조절이 용이한 것이 좋다.

#### 나) 무기물 자재의 특성

무기물 자재는 유기물 자재의 단점을 보완할 수 있는 이화학적 특성을 갖추어야 하며 가볍고 값이 저렴하여야 한다. 또 일반적으로 보수성, 통기성 및 배수성 등의 물리적 특성이 우수하고 양이온 치환용량이 커서 보비력이 우수한 것이 좋다. 현재 가장 많이 이용되고 있는 무기물 자재는 주로 광물질을 가공한 것들이 주종을 이루고 있다.

#### 다) 주요 소재별 특성 검토

육묘 전용상토를 개발하기 위하여는 우리나라에서 주로 육묘재배를 하는 과채류를 포함한 채소류 작물과 연관시켜 생각하여야 하며, 또한 앞에서 언급한 상토의 적절한이화학성과 생물적 특성이 고려된 자재의 선택 그리고 적절한 혼합비율이 중요하다.

공정육묘 상토에 이용되고 있는 몇가지 소재의 이화학적 성질과 소재별 자원 및 주요특성을 살펴보면 <표 2.3.13> 같다.

##### (1) 피트모스(peat moss)

우리가 피트모스라고 부르는 물질에는 여러가지가 있다. 피트모스나 부엽토는 일반적으로 적갈색이나 흑색을 띠며, 부숙과정이 상당히 진행되었기 때문에 대부분 작은 입자로 되어 있다. 여러 종류의 피트 중 피트모스는 분해정도가 분해정도가 덜 진행된 상태로 다른 피트에 비해 입자가 크다. 또한, 쉽게 구할 수 있고 적절한가격 때문에 온실의 배양토로서 가장 많이 사용되는 유기물질이다. 일반적으로 무기성분의 함량이 아주 낮으며,

표 2.3.13 상토소재별 이화학적 특성

상 토 재 료	pH	EC (mS/cm)	물리적 특이성	CEC (me/100g)	pH 안정성	고상율 (%)	공극율 (%)	가비중 (g/ml)	보수량 (ml/l)
코 이 어	5.8-6.4	0.4	투수성	60-120	중	≒10	≒90	≒0.20	-
피 트 모 스	3.5-5.5	0.35	보수성	75-200	강	6-10	90-94	0.07-0.28	650
피 트	5.5-	-	보수성	77-128	강	5-10	90-95	≒0.10	650
훈 탄	6.0-7.0	-	백수성	8-12	약	5-15	85-95	0.12	-
펠 라 이 트	7.0-8.0	0.11	배수성	0.15-1.0	약	7-20	80-93	≒0.25	470
버미큘라이트	6.5-7.5	0.55	보수성	15-100	중	13-24	76-87	0.2-0.3	590
산 적 토	6.0-7.0	0.40	-	-	-	≥32	≤67	0.8-1.33	430

pH는 산성을 띄고 있기 때문에 산도 조절을 위해 배양토 혼합시 석회질 성분을 혼합한다.

육묘용으로 이용되는 피트모스는 수생식물, 이끼 또는 습윤식물 등의 잔재물이 완전히 건조된 상태 또는 산성에서 부식이 진행되는 과정에 있는 것들이다. 따라서 상대적으로 병원균을 적게 보유하고 있고, 무게가 가벼우며, 보수성이 뛰어난 장점을 갖고 있다. 피트모스의 특성은 피트의 기원이 되는 식물의 종류, 부식의 진행정도, 무기원소의 함량 및 산성도에 따라 아주 다양하다. 피트에는 세가지 종류가 있다. 즉, 피트모스, 세지피트와 피트휴머스이며, Moss peat (우리가 흔히 피트모스라고 부름)는 세가지중 가장 부숙이 덜진해된 것으로 건물중 기준으로 10배 정도의 수분을 보유하는 높은 보수성과 낮은 산도(pH 3.8-4.5), 낮은 무기 성분 함량(1.0%미만의 질소함량, 무인산 및 무칼륨)이 특징이다. 그러나 국내에서는 전혀 생산되지 않아 전량 외국으로 부터 수입하여 사용하고 있다.

(2) 코이어 (Coir, 코코넛 섬유)

코이어는 야자열매(Cocos nucifera L.) 과실의 중과피를 구성하고 있는 섬유질인데 주로 산업용으로 이용되고 있다. 산업용 코이어의 제조과정에서 나오는 코이어 가루는 지금까지 폐기물로 취급되어 왔으나 최근 원예용 배양토로서 활용 잠재력이 높아지고 있다. 코이어는 외관상 피트모스와 매우 흡사하고 열은 갈색부터 진한 갈색까지 있으며 길이 0.2-2.0mm의 리그닌과 셀룰로스 입자들로 구성되어 있다.

코이어가 원예용 배양토의 구성성분으로 쓰일 수 있는 근거는 다음의 내용을 들 수 있다. 1) 나무가지, 잡초 및 병원균등에 대한 이물질의 오염이 적다. 2) 피트모스와는 달리 친수성이므로 초기 관수부터 수분을 쉽게 흡수한다. 3) 보수력과 배수력이 피트모스와 비슷하거나 그 이상으로 높다. 4) 피트모스보다 물리적 탄력성이 높고 유기물의 분해속도가 더디다. 5) pH, CEC 및 EC가 원예작물 재배에 적절한 범위내에 있다. 6) 피트모스 자원은 고갈되어 가나 코이어는 지속적인 생산이 가능하다. 이와 같은 이유로 호주와 유럽의 일부 국가에서는 무토양 배지로 코이어의 사용이 증가되고 있다.

최근 미국에서 실증한 코이어 효과를 보면 플로리다대학교의 Meerow 박사는 재배용기

내에 피트모스, 쉐지피트, 또는 코이어를 주성분으로 한 배양토에서의 두가지 아열대 관상 식물(Pentas, Ixora)의 생장을 비교한바 두 작물의 지상부와 지하부 건물중과 성장지수가 쉐지피트보다 코이어를 주성분으로 한 배지에서 높고 유의성이 있었다. 코이어와 피트모스에서는 Pentas의 생장에 차이가 없었다. Ixora의 성장지수와 지상부 건물중은 피트모스 배지보다 코이어 배지에서 더 낮았지만 지하부 건물중은 두 배지에서 차이가 없었다. 이는 아마도 코이어 배지에서 질소의 고갈로 인해 일어나는 것으로 보였다. 쉐지피트 배지는 실험 개시시에는 세가지 배지 중에서 최고의 공극률과 최저의 수분보지력을 나타냈지만 실험 종료시에는 완전히 역으로 최저의 공극률과 최고의 수분보지력을 나타냈으며, 세가지 배지 중 코이어 배지가 가장 적은 변화를 보였다. 비록 작물에 따른 시비관리에 다소의 보완이 필요하겠지만 무토양 배지의 주성분으로서 코이어의 이용 효과를 잘보여준 예라 할 수 있다.

코이어도 피트모스와 같이 국내에서는 전혀 생산되지 않아 전량 수입에 의존하고 있으나 다행히도 코이어는 주산지가 스리랑카이므로 북미나 유럽이 주산지인 피트모스에 비해 해상 수송비가 상당히 적게 든다. 또한 코이어는 1) 피트모스와 매우 유사한 이화학적 특성을 가지고 있을 뿐 아니라 2) 피트모스의 생산 불안정에 대처할 수 있으며, 그리고 3) 국내 공급가격이 피트모스보다 저렴하기 때문에 코이어의 이용가능성은 매우 고무적이라 할 수 있다.

### (3) 펄라이트 (perlite)

펄라이트는 배양토의 통기성을 증가시키기 위하여 많이 이용된다. 펄라이트의 중요한 장점으로서는 무게가 가벼워 수송면에서 유리하다. 펄라이트의 무게가 96-128kg/m<sup>3</sup>인데 비해 모래는 1,600kg/m<sup>3</sup>로서 약 20배 가까이 가볍다. 펄라이트는 규소(Si)성분을 함유하고 있는 화산암을 잘게 부순 후 약 982℃에서 고온처리 하여 흰 입자로 팽창시킨 것으로, 입자의 중간에는 구멍의 가장자리가 막힌 많은 공극을 갖고 있다. 관수시 물은 펄라이트의 표면에 흡착하게 되나 펄라이트 안으로 흡수되지는 않는다. 보통 자기 무게의 약 3-4배 정도 물을 함유할 수 있으며 원예용으로는 보통 직경 1.6-2.2mm의 입자가 사용된다. 펄라이트는 고온처리로 무균상태이고, 화학적으로 불활성이며, 무기양분도 함유되어 있지 않다. 양이온 치환용량(CEC)은 0.15me/100cc로서 무시할 수 있는 수준이다. pH는 약 7.5정도로써 배양토 제조시 많은 영향을 미치지 않는다. 가격면에서 다소 비싸기 때문에 전체 배양토중 사용되는 혼합비율은 물리 및 화학성과 가격을 고려하여 혼합량을 결정할 필요가 있다.

### (4) 버미큘라이트(vermiculite)

버미큘라이트는 운모형 광석으로 1,100℃정도의 열을 가하여 팽창시킨 것이며 화학적으로 Mg, Al, Si, P 등을 함유하고 있다. 버미큘라이트는 팽창되기전 용적밀도가 880-1,040kg/m<sup>3</sup>인데 비해 열처리에 의해 팽창되면 110-160kg/m<sup>3</sup>로 약 5배 정도 가벼워진다. 그리고 비교적 높은 양이온 치환용량(CEC)으로 인해 많은 무기원소를 흡착, 방출할 수 있는 능력이 크고, 높은 완충력으로 인해 pH가 쉽게 변하지 않으며, 무기원소의 이용도

또한 쉽게 변하지 않는다. 물을 흡수할 수 있는량은 1당 0.4-0.5ℓ 정도이며 원예용은 입자크기가 4등급으로 구분된다. No. 1은 입자 직경이 5-8mm, No. 2는 입자 직경 2-3mm, No. 3은 1-2mm, No. 4은 0.75-1mm로서 보통 재배용은 No. 2를, 육묘용은 No. 4를 이용한다. 결점으로는 패창된 버미큘라이트는 잘 부수어지는 특성을 갖고 있으며 특히 수분을 보유하고 있을 때 압착하는 등 물리적인 충격을 가하면 부셔져 버미큘라이트가 갖는 독특한 물리 및 화학성을 잃게 되는 점이다.

(5) 입상암면(rock wool)

암면은 섬유물질이며 광석을 1,500℃에서 고온처리함으로써 합성된 것이다. 암면은 병원균이 없으며, 균일성을 갖고 있기 때문에 원예용 배양토의 구성성분으로 많이 이용되어 왔다. 그러나 최근에는 양액재배용 각형 암면은 폐기상 문제가 해결되지 않아 새로운 공해물질로 인식되어 부정적인 면이 많이 부각되고 있다. 암면은 친수성(hydrophillic)과 소수성(hydrophobic)의 두 형태로 생산되며, pH는 약 알칼리성을 띄고 완충력은 거의 없는 것으로 알려져 있다. 양이온 치환용량은 무시할 수 있는 수준으로 낮기 때문에 무기원소를 흡착시킬 수 있는 능력이 거의 없으며, 높은 보수성과 통기성이 가장 큰 장점이라 할 수 있다.

표 2.3.14. 암면 종류별 화학 성분 (%)

구 분	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	MnO <sub>2</sub>	TiO	K <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Na <sub>2</sub> O
금강암면(한국)	49	13	21	5	7	1	1	3
Grodan(덴마크)	47	14	16	8	10	1	1	3
일반단열재	40	17	31	2	7	-	-	3

(6) 혼탄

혼탄은 왕겨를 약 300℃정도에서 불완전 연소시킨 것으로 국내에서는 이 자원이 풍부하기 때문에 원예용 배지로 일부이용되고 있다. 그러나 혼탄은 다른 배지와는 다른 특성을 갖고 있기때문에 그 특성을 확실히 파악한 후 이용하여야 한다.

물리적 특성을 보면 가비중이 0.15 전후, 공극율이 80% 전후, 잔액률이 40% 내외로서 보수성 및 통기성이 좋은 편이나, 모관수의 상승이 높지 않으므로 사용초기에는 습기를 충분히 보존 유지할 수 있도록 하여야 한다. 그리고 토양재배시 혼탄 육묘한 것을 정식하게 되면 모관수를 흠에 빼앗겨 건조하기 쉬우므로 관수에 유의해야하며 비료양분의 축적에 의해 식물체의 번무를 초래할 경우도 있다.

또한 화학성을 보면 규산함량이 약 50% 이상, 구용성인산이 0.78%, 칼리가 0.8%이상 함유되어 있고 pH가 7.8-10.0(K와 Mg를 다량 함유하므로 상당히 높기 때문에 물에 잘 씻어 pH 5.5-6.0을 조절하여 사용하거나, 황산 3,000배액으로 중화시켜 사용하여야 한다. pH의 안정성 유지하는 Fe-EDTA를 물 1톤에 25g정도 녹인 후 이용하여도 좋으며, 혼탄 제조 과정에 목초액을 추출한 경우는 pH가 낮아지므로 측정 후 곧 바로 사용할 수 있다.

그외 선택이 검기 때문에 태양열의 흡수가 좋아 배지온도 상승효과가 높고, 작물의 뿌리털 발생이 많으며, 활성탄이므로 유해물질의 흡착력이 뛰어나 배지를 깨끗하게 하고, 또한 공생미생물의 활동이 활발하게 되어 병 발생을 경감시킬 수 있는 등의 장점도 가지고 있다.

### 3. 공정묘 출하용 포장용기의 규격

공정묘생산용 트레이가 540×270mm로 표준화되므로서 출하용 포장용기 또한 표준화가 가능하다 그러나 작물과 육묘일수에 따른 초장의 높이가 다를 수 있으므로 규격이 다소 달라질 수 있다. 현재 이용되고 있는 포장박스를 기준으로하여 규격을 정리하면 다음과 같다.

가. 크기 : 가로×세로×높이 (단위 : cm)

- 1) 56 × 30 × 40-50 (1열 포장용)
- 2) 56 × 57 × 30 (2열 포장용)
- 3) 56 × 57 × 20 (2열 포장용)
- 4) 56 × 57 × 15 (2열 포장용)

나. 상기 4종이 이용되며 1열배열과 2열배열형이 있으며 용기높이는 15~50cm 까지 있어 작물의 초장에 따라 선택 시용하고 있다.

다. 재질은 2겹 골판지를 이용하나 트레이 1열 배열용기는 한겹 골판지를 주로 사용한다.

라. 포장용기에 기록하는 내용은 육묘장의 이름, 주소, 전화 및 FAX번호 등을 기본으로 쓰고 작물명, 트레이 공수 또는 본수를 기록할 수 있도록 하였다. 그외로 용기의 위, 아래 표시, 묘의 관리 및 보관상 주의사항, 받은후 3일 이내에 정식하여야 하는 규칙사항 그리고 용기 개봉시 주의사항 등을 기록하였다.

## 제 4 절 공정묘 보급의 문제점과 생산량예측 및 작물별 공정묘 표준규격

### 1. 우리나라 육묘현실과 공정묘 보급의 문제점

가. 육묘 현실

- 1) 육묘의 기술 수준이 낮아 수량 및 품질 향상의 제한 요인으로 작용  
- 10ha당 수량이 일본에 비하여 오이와 토마토는 50%수준, 딸기는 65%수준으로 매우 낮음
- 2) 이농 현상의 가속화로 농촌 노동력 절대부족 및 노령화 현상 심화  
- 급격한 노임 상승 및 악성 노동 회피 현상 가속

3) 인건비 상승으로 매년 육묘 비용이 급격히 증가하고 있음

- 육묘 노력의 과다로 생산비의 상승

4) 과채류의 생산성 및 품질 불량으로 국제 경쟁력이 낮음

- 생산성 : 한국 70-80%, 일본 80%이상

- 품질 (상품성) : 한국 70%, 일본 80%이상

나. 공정묘 보급을 위한 과제

프러그묘 도입시 산지에서는 상당한 문제들이 야기된다. 농가는 묘를 구입 이용하므로 육묘의 정신적 부담이 경감되고, 발아 및 관리가 어려운 정식묘와 대목의 묘구입이 용이하며, 정식시의 상처가 경감될 수 있어 효과적이다. 그러나 초기에는 묘의 생장일수들이 파악되지 않아 정식일에 정확히 맞출 수가 없었으며, 또한 대목을 구입한 농가에서는 접수와 접목적기가 맞지 않아 많은 문제점이 있을 수 있다.

그리고 접목을 산지에서 행할 경우 발아가 균일한 양질재료에서도 접목후의 관리에 따라 균일한 양질묘를 확보하기가 어렵고, 정식묘의 남일 기일이 예정보다 빠를 경우 생산지에서 육묘시설을 가지고 있지 않아 문제가 발생한다. 또 생산지에서는 묘 가격이 조수입의 10%이상으로 높아져 묘가격이 그 한계점에 올 경우를 생각해야 한다.

또한 프러그묘와 정식기와의 체계화가 확립되어야 한다. 생산지에서의 프러그묘의 이용은 채소 생산의 생력화와 저원가 생산에 목표를 둠으로써 묘 생산 측면에서도 트레이를 규격화하고 이를 정식기에 연계시킴으로서 가능할 것이다.

또한 대량의 묘를 밀식상태로 유통하여야 하므로 이상기후등에 의한 출하의 지연, 재배농민의 포장준비 지연 등에 의한 피해 발생이 일어나지 않도록 항상 밀접한 연계를 가져야 한다. 프러그묘를 이용하는 재배농민 측에서는 묘의 특성을 잘알고 적기에 정식하여야 하며, 정식까지 수일이 걸릴 경우에는 반드시 액비를 사용하여 생육조건을 유지시켜야 하며, 정식을할때는 심는 깊이, 적당한 답압, 관수 등에 세심한 주의를 하여야 한다. 그리고 묘의 크기에 알맞은 시비관리등 기술적인 문제들이 뒤따라야 한다.

우리나라 프러그묘 생산의 주요 품목인 고추 축성재배 묘생산 과정의 관리요점은 정리하여 보면 그림 2.4.1과 같다.

프러그묘 이용에 따른 과중준비, 육묘, 본포준비, 정식등 묘관리 생력화가 중요하다. 고추 축성재배에 있어 프러그묘 이용상의 요점 예를 그림 2.4.1에서 볼수 있다. 특히 대형단지에서 계획적인 생산을 하고자 할때 정식의 기계화 즉 프러그묘와 정식기를 연동시키는 시스템 개발이 필요하다. 현재 본 대학에서 연구가 진행되고 있어 몇가지 형태의 자동 정식기가 개발될 것이다. 특히 작업의 정밀도를 높이고 보다 많은 종류의 작물을 보다 다양한 토양에 적용할 수 있게 하기 위해서는 세심한 고찰이 요구된다. 즉 묘생산 시스템과 정식기기의 폭 넓은 범용성 검토가 필요하며 과채류 묘의 부가가치 향상, 합리적인 이용법의 검토가 필요하다.

현재 일본에서 유통되고 있는 프러그묘의 보급율은 60% 이상으로 상당히 높으며 매년 신장율이 증가되고 있으나 묘의 구입 가격이 생산비의 10% 혹은 그 이상으로 경영비 상

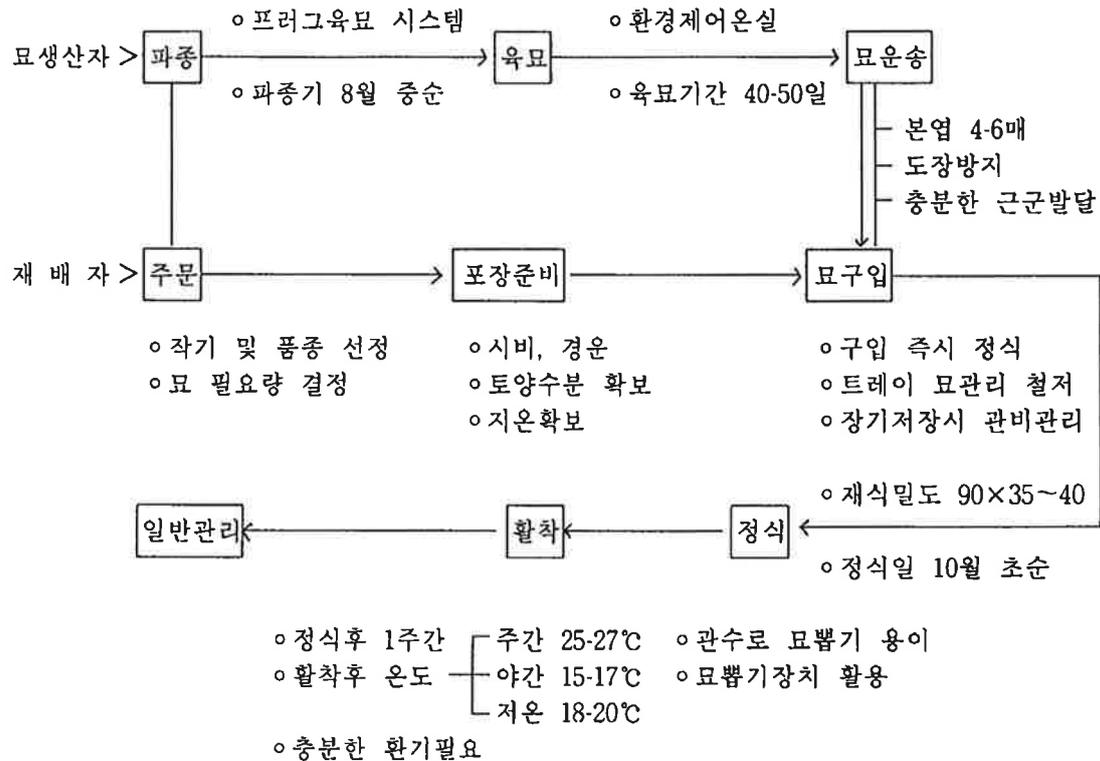


그림 2.4.1. 고추 축성재배에 있어서 프러그묘 관리 요점

승에 요인이 되고 있어 경영비 부담을 낮출 수 있는 방안이 검토되고 있다. 예를 들면 상토의 저렴화로 묘생산단가를 낮추는 동시에 본포에 정식이 자동화 될 수 있도록 하며, 생력효과를 더욱 높여 노동력이 부족한 채소 생산 농가에 경제적 실효성을 제공할 수 있도록 한다. 이와 같이 지금보다 부가가치를 더욱 높일수 있을때 프러그묘의 보급은 확대 될 수 있을 것이다.

다. 공정묘의 도입효과

1) 관행육묘의 비효율성

자가묘의 개별생산 즉 관행육묘 방식의 문제점은 첫째 육묘기간이 길 뿐만 아니라 배지 소요량도 많고 소재가 불균일하며 무균상태도 아니다. 따라서 넓은 공간의 육묘시설을 필요로 하고 관리면에서 비용이 많이 소요되었으며 위험요소도 많았다. 이에따라 묘소질은 불량하고 생산단가가 높았다.

둘째 포트가 크고 무거워 운반 운송 및 기계화가 곤란할 뿐만 아니라 정식시 뿌리가 손상되므로 활착시 높았다.

셋째 농가 개별육묘에서는 관리기술의 수준이 낮고 규모가 영세하여 자재와 시설여건이 불량하므로 적정 생산환경의 조성이 곤란하여 육묘노력이 많이 들고 묘소질이 불량해지며 연중 안정적인 육묘가 불가능해지며 때문에 작물 및 작형의 다양화 극대화 추세에 부응하

기 어렵다.

넷째 부족한 농촌노동력 현실을 감안할 때 너무도 많은 노동력이 집중되고 세심한 주의와 신경을 요하는 작업으로 많은 스트레스를 받게 된다. 따라서 이러한 여러 요인들이 생산비의 상승과 생산성의 저하로 이어지게 된다.

2) 공정육묘의 이용효과

건설한 묘를 안전공급할 수 있는 공정육묘의 이용효과는 첫째 농민들이 복잡하고 까다로운 육묘작업으로부터 정신적 육체적으로 해방될 수 있으며 재배에만 전념할 수 있다.

둘째 안정성이 높은 전문육묘시설에서 균일한 묘를 생산하므로 묘의 대량확보와 공급이 용이하다.

셋째 동·하절기와 같이 육묘가 곤란한 시기의 육묘, 육묘가 까다로운 작물의 육묘, 육묘기술이 부족한 경우에도 적절한 육묘환경의 조성과 기술을 토대로 건전한 묘를 안정적으로 공급받을 수 있다.

넷째 모종의 수송과 정식 등이 지금까지의 관행묘에 비해 손쉽게 이루어지므로 시간과 비용면에서 노동생산성이 높아지게 되며 그 결과 재배자들의 여가가 창출된다.

표 2.4.1. 공정묘와 관행묘의 비교

구 분	공정묘(플러그묘)	관행묘
육묘시기	연중 안전육묘 가능	동절기, 하절기 육묘 어렵다
정식시기 맞추기	좋다	어렵다
노동력 비교	-	전체노동력의 15%
묘 균일도(묘소질)	양질묘, 규격묘	불균일, 불량묘 비율 높음
파종속도와 정확성	빠르고 잘된다	느리고 어렵다
발아율	95%이상	80~85%
종자허비정도	적다	많다
육묘배지	20ml /주	300ml /주
묘의 서양	빠르다	느리다
묘의 수송성	쉽다(장거리 및 수출가능)	어렵다
정식시 상처	극히 적다	크다
묘의 생산성	2,000~9,000주 /평	500~1,000주 /평(6cm포트)
육묘환경	최적환경 조성 가능	환경어려움(저온다습, 약광 등)
육묘작업	기계화, 자동화	인력
육묘노력	-	35시간 /10a(노지고추의 경우)
정식작업	기계화, 자동화	인력
묘상 공간이용률	100%	-
병의 확산	적다	크다
환경수분조절 필요성	더 필요	덜 필요
육묘시기 자재비용	많다	적다
숙련기술	꼭 필요	보통

다섯째 시설 및 포장의 이용효율도 높아질 수 있으며 품종과 작부계획이 정확하게 결정되기 때문에 시장동향의 파악과 이에 대한 대응도 용이하다.

여섯째 원예식물의 묘는 작물의 종류에 따라 이식성이 서로 조금씩 다른 특성이 있는데 플러그묘는 이식이 쉽고 정식외의 기계화가 용이하여 활착이 잘되어 정식 후의 생육이 순조롭게 진행된다.

일곱째 육묘기간이 짧고 적은 양의 가벼운 생산비도 자가생산묘에 비하여 낮으며 수송도 쉽고 효율적일 뿐만 아니라 수송이 체계화되어 있어 수송중의 상처나 기타 스트레스를 적게 받아 양호한 생육을 기대할 수 있다.

이처럼 관행육묘에서 공정육묘로의 전환은 국내의 농업여건의 변화와 함께 반드시 도입 정착시켜야 하는 필수조건이다. 앞으로는 좀더 많은 육묘관련기술의 개발로 오랜기간 전통적으로 행해져온 개별농가수준의 육묘를 산업차원으로 끌어올리고 이를 토대로 안정된 육묘산업의 기반을 구축하고 더 나아가서는 각 원예작물의 생산성을 높이고 품질을 향상시켜 국제경쟁력을 높이는 데 큰 의미가 있다.

라. 양질의 공정묘 구비조건과 이용방법

#### 1) 우량묘의 특징

일반적으로 우량묘는 본포의 조건에 잘 적응하여 생산성이 높은 것, 품종의 특성을 잘 나타내고 균일한 것, 병충해가 없는 것 등을 말한다. 또한 공정묘는 트레이에 결주율이 낮은 것을 들 수 있다.

근분 형성이 안되어 뽑을 때 흙이 부서지거나, 뿌리가 끊어지거나, 또는 뿌리가 너무 많이 돌아 변색하거나, 지상부가 연약도장하고 잎이 뻣뻣하여 겹치거나 하면 공정묘로서는 실격이다.

결주율이 높으면 인접묘의 유무에 따라 균일성이 떨어지고 묘수확인에도 불편하다. 특히 기계를 이용한 자동정식의 경우에는 본포의 결주와 연관되어 인력으로 다시 보충을 해주어야 하는 등 큰 문제가 된다.

#### 2) 우량묘의 평가방법

작물의 종류, 작형, 용도 그리고 트레이의 종류에 따라 최적묘의 기준이 달라지므로 각각의 평가기준을 세워 둘 필요가 있다.

이 경우 평가항목은 보통의 묘조사 경우에서와 같은 잎수, 초장, 최대엽장, 엽폭, 지상부중량 등 외에 근분형성률(묘를 잡아 뽑았을 때 뿌리가 끊어지거나 흙이 부서지지 않고 셀모양대로 빠져나오는 비율), 붕괴율(일정 높이에서 묘를 떨어뜨렸을 때 붕괴되는 묘의 비율) 및 결주율 등이 추가된다.

그외에도 묘의 균일성이 중요시된다. 우선 목표치와 허용폭을 정해두고 묘출하전에 평가하여 불합격품은 다른 조치(묘를 바꿔 끼거나 보충, 가격변경, 폐기 등)를 취해야 한다.

육성한 묘를 기계로 자동이식하거나 접목에 이용하는 경우의 평가는 훨씬 더 엄격해야 한다.

기계이용에 적합한 기준치를 사전에 파악해 두고 부적격묘가 생산되지 않도록 작업계획에 맞추어 우량묘 생산에 한층 더 노력해야 할 것이다.

## 2. 국내 공정묘 수요전망과 생산량 예측

### 가. 공정묘의 수요전망

#### 1) 공정묘의 이용 실태 분석

공정묘에 대한 수요는 1차적으로 공정묘의 수요자(재배농민)가 공정묘에 대한 정보를 어느 정도 알고 있느냐에 의해 좌우될 것이다. 다음은 농가가 제공받는 정보를 바탕으로 농가 및 농장의 내부 여건과 외부여건을 탐색 및 평가하여 공정묘 구입, 일반묘 구입, 자가 육묘라는 선택에 이르게 된다.

이러한 선택 이후에는 실행결과를 평가, 다시 선택하는 순환의 과정에 이르게 되며 이러한 과정에서 공정묘에 대한 수요가 형성되어질 것이다.

일반농민이 공정묘에 대하여 어느정도 알고 있는지 132명에게 설문조사한 결과(농진청 농업경영관실 조사) 조사농가의 20%가 공정묘에 대해 듣거나 본적이 없어 공정묘에 대하여 모르고 있다. 나머지 80%는 공정묘에 대해 알고 있다 하여도 44%가 장단점은 모르고 단순히 듣거나 본 수준이다(표 2.4.2)

표 2.4.2. 공정묘에 대한 인지도

(단위 : 호)

계	모름	약간 알다	적당히 알다	자세히 알다
132	26	58	22	26
(100)	(20)	(44)	(17)	(20)

공정묘 수요를 유발시킬 수 있을 정도로 공정묘의 장단점 등을 알고 있는 농가는 37%에 불과하여 공정묘의 구입방법이나 가격 등 구체적으로 알고 공정묘 구입 문제에 대하여 탐색, 평가가 있었던 농가는 20% 정도인 것으로 나타났다.

따라서 공정묘에 대한 수요확대를 위해서는 일반농가가 공정묘에 대한 정보를 보다 쉽게 접할 수 있도록 업체의 적극적인 홍보가 필요한 것으로 판단된다.

공정묘의 구입 및 미구입 사유에 대한 설문조사 결과 공정묘를 구입한 농가의 공정묘 구입사유는 정식노력 절감을 이유로 하는 농가가 34%로 가장 많은 것으로 조사되었으며, 작목별로는 구입사유가 약간 다르다(표 2.4.3)

표 2.4.3. 공정묘 구입 이유

(단위: %)

구 분	계	묘소질	가격	정식노력	시험재배	판매처	기타
평 균	100	18	0	34	16	11	21
노지고추	100	5	0	25	35	25	10
시설고추	100	53	0	35	6	0	6
노지배추	100	0	0	42	5	5	47

시설고추 농가의 경우 53%가 공정묘의 묘소질이 좋기 때문에 공정묘를 구입한 것으로 조사되었는데 이는 공정묘의 유리성(수량성)에서 논의된 바와 같다. 베타농가는 대규모로 경영을 하는 경우가 많으며 이들은 묘소질 보다는 정식노력절감에 보다 많은 관심이 있었다.

노지고추 농가는 35%가 공정묘의 실험적인 재배를 위해 공정묘를 구입하고 있는 것으로 나타났다. 이는 노지고추의 경우 공정묘의 유리성이 아직 뚜렷하지 못하기 때문이며 공정묘 이용의 대중화를 위해서는 공정묘 육묘기술과 공정묘의 정식후 비배관리, 물관리 등 재배기술에 대하여 보완할 사항이 많은 것으로 판단된다.

일반농가가 공정묘를 구입하지 않는 이유에 관한 설문결과 31%가 공정묘에 대하여 잘 모르기 때문에 구입하지 않았으며 또한 판매처 및 구입방법 등을 몰라서 공정묘를 구입하지 않은 농가가 각각 12%, 7%로 결국 50%의 농가가 공정묘에 대한 정보의 부재로 구입하지 않았다(표 2.4.4).

표 2.4.4. 공정묘를 이용하지 않는 이유 (단위 : 호)

계	정보부족	품질	가격	판매처	구입방법	기타
109(100%)	34 (31)	18 (17)	28 (26)	13 (12)	8 (7)	8 (7)

## 2) 공정묘의 수요전망

공정묘를 이용할지 않는 이유는 정보부재, 가격, 묘소질로 나누어 볼 수 있다.

이중 정보부재는 업체나 협회의 적극적인 홍보가 요망되는 사항이다. 공정묘의 묘소질과 관련된 문제는 현재 시설채소의 추대발생, 노지배추의 가뭄시 위조, 시설토마토의 1화방에 기형과 발생, 노지고추의 수확기 지연과 모든 작목에 있어서 정식시기 지연시 묘의 조기노화 등이 있으나 이는 공정묘의 보급 역사가 짧아 발생하는 문제로 점차 해결이 가능한 문제이다.

묘의 가격문제는 공정묘 수요에 결정적 요인이 도니다. 공정묘 가격은 연차적으로 물가 상승에 따른 비용상승 등으로 높아질 것이나 일반묘의 생산비는 노임부문의 비중이 커서 공정묘에 비해 비용의 상승 폭이 더욱 커지게 될 것이다.

이러한 비용의 차이로 농가는 연차적으로 공정묘 가격에 대하여 현재보다 상대적으로 낮게 인식하게 되며 이로 인하여 공정묘 수요량은 계속 증가될 것으로 생각된다.

### 나. 국내 공정묘 생산량 예측

앞서 언급한 것처럼 원예작물에 있어 육묘는 아직도 경험을 많이 필요로 하고 세심한 주의가 필요한 작업이며 경우에 따라서는 단 하루도 지연되어서는 안되는 작업이기도 하다. 게다가 육묘이후에도 많은 노동력이 필요하며 육묘기간은 전작의 수확기와 겹치는 경우도 많다. 또 재배자는 수비자로부터 품질의 다양화, 품질의 고급화, 규격화를 요구받고 있으며 경영자로서는 규모를 확대하고 생산비를 절감하여야 하는 요구를 받고 있다.

따라서 원예작물재배에 있어서 질 좋고 저렴한 묘의 안정적인 공급은 생산성의 향상은 물론 여러가지 제한적인 사회적 환경에 대응하여 원예작물 생산기술의 효율화 또는 합리화라는 측면에서 매우 중요한 사실로 인정되고 있다.

'96년 현재 우리나라 주요채소의 재배면적은 오이, 수박, 참외, 딸기, 토마토 등의 과채류가 81,485ha, 고추를 포함한 양념채소가 121,496ha, 이 밖에 배추, 양배추, 상추 등 육묘가능한 채소류의 재배면적이 85,380ha이다. 따라서 이들 채소재배에 소요되는 묘를 50% 보급할 경우 총소요량은 70억본 정도가 된다. 또 화훼류 및 기타 도입 가능작목도 약 80억본 정도이다. 이중 약 30%의 육묘량이 프러그묘 육묘방식으로 대체된다면 프러그묘 시장은 약 27억본 정도로 육묘산업의 시장은 잠재력이 매우 크다고 할 수 있다. 따라서 실제 1,500평 규모의 단위 공정육묘장이 연간 1,500만본 정도의 묘를 공급한다 하여도 이러한 시설이 180여개 정도가 필요하다고 볼 수 있다. 뿐만아니라 이들 작물의 육묘수요도 시설의 고경화, 주년 이용에 따라 주년화되므로 매년 꾸준한 증가가 이루어질 전망이다.

표 2.4.5. 우리나라의 채소묘 잠재 소요량 추정치 ('96년말 재배면적 기준)

작 목	재배면적 (ha)	재배주수 (주/10a)	묘소요량 (천주)	프러그묘 30%(천주)	보급율에 따른 소요량 50% (천주)
○엽채류					
배 추	48,008	3,300	1,584,264	475,279	792,132
상 추	6,625	5,500	364,375	109,312	182,187
양배추	5,974	3,500	209,090	62,727	104,545
소 계	60,607	-	2,157,729	647,318	1,078,864
○과채류					
수 박	39,270	360	141,372	424,116	70,686
참 외	10,679	800	85,432	256,296	42,716
오 이	7,191	3,000	215,730	64,419	107,365
호 박	7,259	900	65,331	19,599	32,665
토마토	4,044	2,400	97,056	29,117	48,528
딸 기	7,143	8,000	571,440	171,432	285,720
가 지	713	1,800	12,834	3,851	6,417
풋고추	4,767	3,330	157,311	47,193	78,655
멜 론	419	1,250	5,237	1,571	2,618
소 계	81,485	-	1,351,743	405,442	675,736
○양념채소류					
고 추	90,762	3,300	2,995,146	898,544	1,497,573
양 파	9,661	40,000	3,864,400	1,159,320	1,932,200
파	21,073	15,000	3,160,950	9,482,850	1,580,475
소 계	121,496	-	10,020,496	3,340,165	5,010,248
○양채류	473	3,000	14,190	4,257	7,095
기 타	24,300	2,000	486,000	145,800	243,000
소 계	24,773	-	500,190	150,057	250,035
총 계	288,361	-	14,030,158	4,209,047	7,015,079

표 2.4.6. 1,500평 육묘온실에서 연간 생산할 수 있는 작물별 묘종의 수 추정

작 물	묘령(일)	트레이 크기(수)	연간생산횟수	연간 생산량(주)
고 추	60	128	5	13,440,000
참 외	30	72	8	12,099,600
오 이	30	72	8	12,099,600
수 박	35	72	7	10,587,271
토마토	30	128	8	21,504,000

그러나 공정육묘에 의한 묘공급 체계는 단순히 독자적인 기술로서 육묘라는 부분에 한정하여 받아들이기 보다는 채소생산에 있어서 다른 요인들과의 유기적 관계로 받아들일 때 보다 나은 성과를 기대할 수 있고, 나아가서는 전문적인 생산 경영체를 중심으로 하는 생산력의 발전으로 이어질 수 있을 것으로 생각된다. 즉 프러그묘 생산 및 이용체계의 효율성은 채소 생산체계 전반과 유기적으로 연결될 때 극대화 될 수 있을 것이다.

3. 국내 공정묘의 표준규격과 공급가격

현재 유통되고 공정묘의 공급가격은 다음표에서 볼 수 있다.

표 2.4.7. 공정묘의 작물별 출하규격과 유통 (1997년 5월현재)

품 목	트레이규격	출하규격	가 격	비 고
고 추	128구	본엽 7~8매	80원	고가종자 별도
	105구	본엽 7~8매	100원	
	72구	하퇴출현기	120원	
	50구	하퇴출현기	150원	
토 마 토	128구	본엽 7~8매	120원	
	105구	본엽 7~8매	130원	
	72구	본엽 7~8매	150원	
	50구	본엽 7~8매	180원	
	50구	본엽 7~8매	400원(접목묘)	
오 이	72구	본엽 1~2매	120원	
	50구	본엽 2~3매	150원	
	50구	본엽 2~3매	350원	
수 박	72구	본엽 2~3매	150원	고가종자 별도
	50구	본엽 3~4매	200원	
	50구	본엽 3~4매	400원(접목묘)	
호 박	50구	본엽 1~2매	150원	고가종자 별도

<계속>

품 목	트레이규격	출하규격	가 격	비 고
참 외	72구	본엽 2~3매	150원	
	50구	본엽 2~3매	200원	
	50구	본엽 2~3매	400원(접목묘)	
메 론	72구	본엽 2~3매	250원	
배 추 (양 배 추)	200구	본엽 3~4매	20원	
	162구		30원	
	128구		35원	
상 추 (양 상 추)	200구	본엽 3~4매	25원	
	162구		30원	

## 제 3 장 공정육묘의 자동화시스템 개발

### 제 1 절 자동파종시스템 개발

모종의 공장생산에 의한 많은 이점 때문에 육묘공장이 설립되면서 우리나라에서도 셀성형묘를 규격화 생산하고 있는데 모두 plug묘를 대상으로 하고 있다.

규격화된 트레이의 셀 1구에 1립의 파종을 하는 일련의 작업과정은 상토의 조제(과쇄 혼합), 트레이에 충전, 파종구 형성(진압), 파종, 복토, 관수, 발아실 이송으로 이루어지고 이와 같은 작업을 일괄처리하는 시스템을 자동파종시스템이라 정의하였다. 일본, 미국, 화란 등의 이와 관련된 기계들이 공정육묘시설 설비 초기에 모두 수입되었고, 이들 수입기계의 철저한 분석과 외국 방문조사를 통해 저가격·고효율 자동파종시스템 개발을 시도하였다.

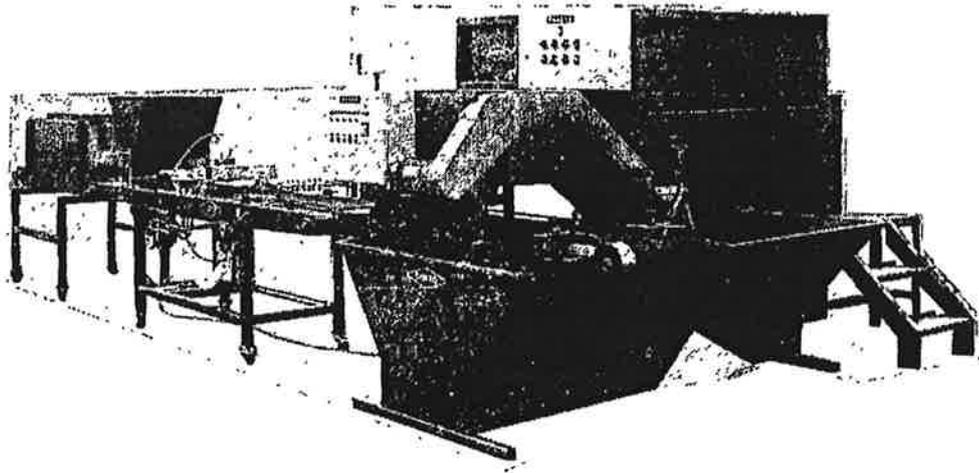


사진 3.1.1. 파종시스템 시작기

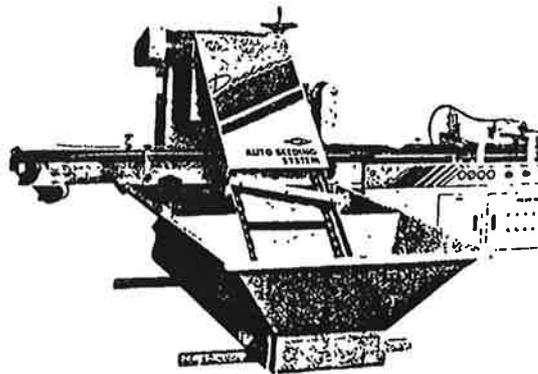


사진 3.1.2. 자동파종시스템 상품화 시제품

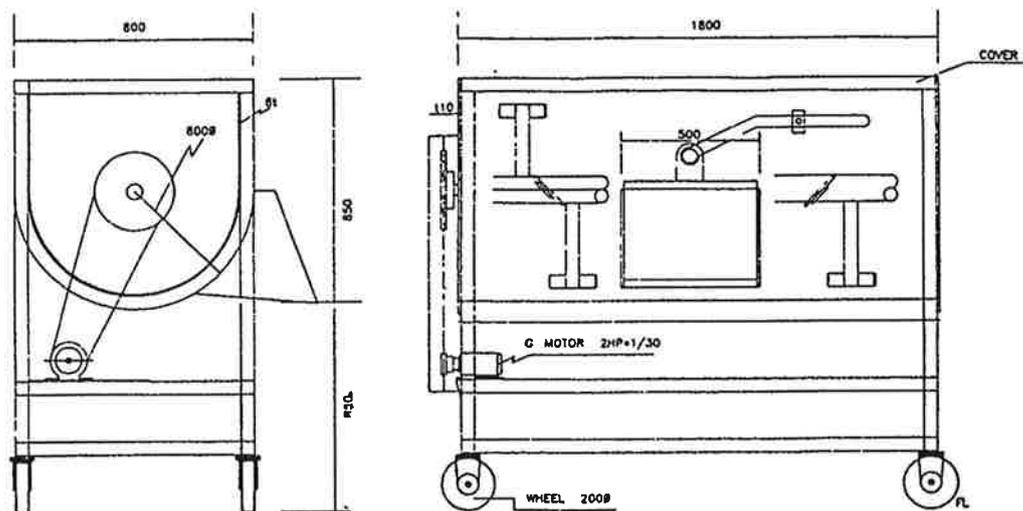
사진 3.1.1과 3.1.2는 상토의 혼합-트레이 공급-충전-진압-파종-복토-관수-발아실 이송작업으로 이루어지는 전체공정을 자동화 할수 있도록 시스템을 국산화한 시작기와 상품화 시제품으로 200공 트레이 150매/시간의 작업능률을 유지토록 개발하였다.

본 연구진의 선행연구 시 시험제작한 시작품을 보완하여 상품형 시제품을 설계 제작하고 성능시험을 통해 보완하여 협력업체에 기술이전 할 수 있는 수준으로 개발한 내용은 다음과 같다.

## 1. 상토혼합기

### 가. 1축 로타리날 방식

원심핀 충돌방식, 수직로타리 충돌방식 등 연속형으로는 수분, 양액공급의 균일성이 확보되지 않아서 Batch 타입 로타리날 방식 혼합기로 설계 제작하였다. 상토의 파쇄와 혼합의 2중 기능을 갖도록 하였고, 수분과 양액은 호퍼상부에 노즐을 설치하여 공급하였다.



#### SPECIFICATION

1. MOTOR : G. MOTOR 2HP 2HP\*11/30\*2SET
2. R.P.M. : 30
3. CAPACITY : 1000L
4. MIXING TIME : 30 MIN/BATCH

그림 3.1.1. 1축 로타리날 방식 상토혼합기

로타리 칼날을 스크류형으로 배열하여 타이머에 의한 정역회전을 하게하여 혼합성능을 향상토록 하였고 혼합후 배출은 상토를 배출구로 이동하는 방향으로 로타리축을 회전토록 하였다. 1회 처리용량은 1M/T으로 하였으며 설치 장소의 이동 용이를 위해 본체 밑에 바퀴를 달았다. 작동제어는 수동제어반으로 혼합시간, 물 공급시간을 설정하고 가동시키면 자동혼합 완료 후에 배출하도록 전기 제어회로를 구성하였다.

나. 2축 로타리날 방식

1축방식 시작품의 기초연구를 토대로 혼합과쇄성능 향상을 보완하여 시제품을 제작하였다.

- 혼합시간 단축 : 30분 /Batch(1축) → 20분 /Batch(2축)
- 용량 : 500ℓ, 1000ℓ
- 축회전수 : 30rpm
- 로타리날+I스크류 밴드 방식을 시도한 결과 혼합완료 시간이 1분 정도로서 이 방식의 도입이 바람직 함.
- 타이머에 의한 관수, 양액주입 및 혼합시간 조절

표 3.1.1. 2가지 모델의 상품화 규격

모델	MIX-800L	MIX-1500L
전 기 용 량	2.2kW×2대	3.7kW×2대
규 격(W ×D ×H)	1290W×1068D×1150H	1640W×1450D×1800H
중 량 (kg)	920	1,540
혼 합 조 용 량	500ℓ	1000ℓ
사 용 장 소	800평 미만의 육묘장	1500평 전후의 육묘장

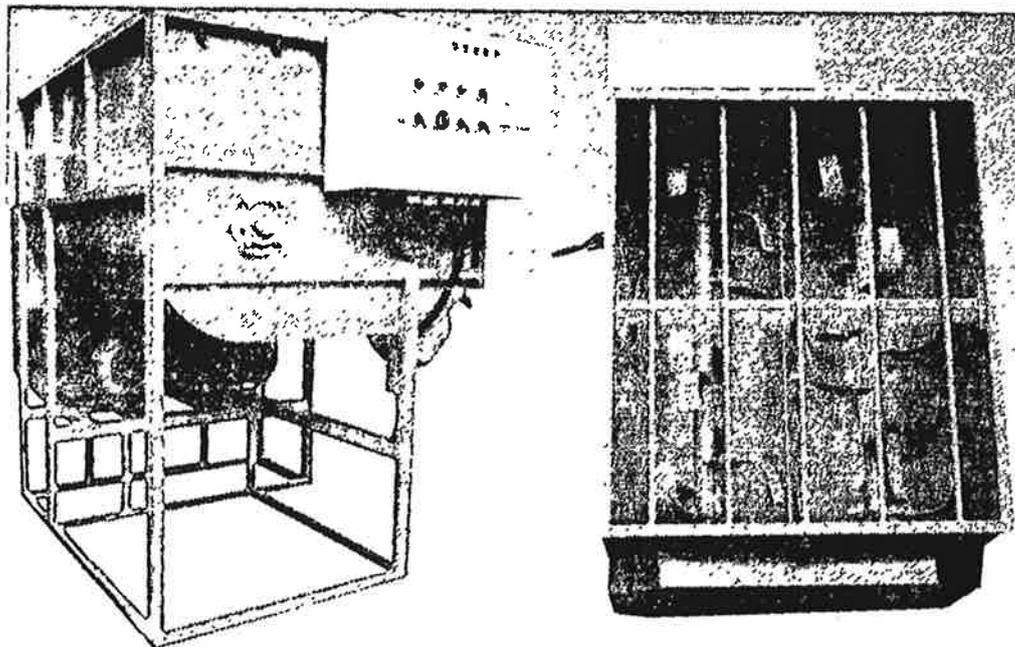


사진 3.1.3. 상품화한 상토혼합기(2축방식)

다. 상토혼합기 성능시험

1) 로타리날 방식

2축 로타리날 방식에서 피트모스:파라트:물을 중량비로 1:1:0.46으로 하여 총량 1m<sup>3</sup>을 혼합기에 넣고 5분마다 3개소의 샘플을 채취하여 무게변화를 측정하였다.

그림 3.1.2는 시험결과를 나타낸 것으로 혼합시간의 경과와 더불어 샘플지의 무게 편차가 줄어들고 20분후에는 안정된 무게로 변화하여 완전혼합이 되는 것으로 나타났다.

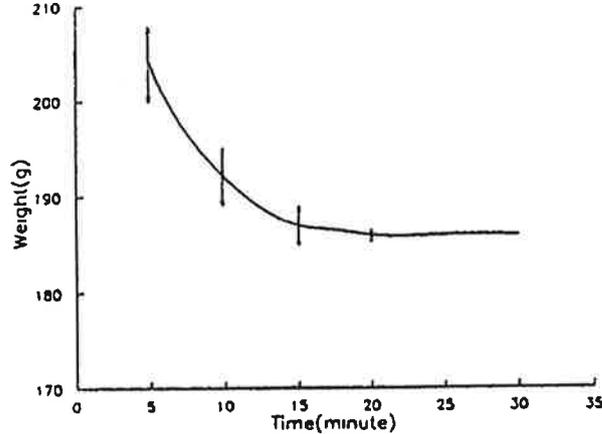


그림 3.1.2. 상토혼합기 가중시간별 상토 1000cc당 무게변화와 편차

2) 반전 스크류밴드 방식

입자형 재료의 혼합에는 충돌핀식, 상부투입 하부터빈 로타리날 방식의 연속 혼합식과 배치타입의 로타리날 방식 및 드럼형 텀블링 배럴 방식의 것이 공업적으로 널리 이용되고 있다. 육묘용 상토의 혼합에는 로타리날 방식을 지금까지 이용하고 있었는데 로타리날의

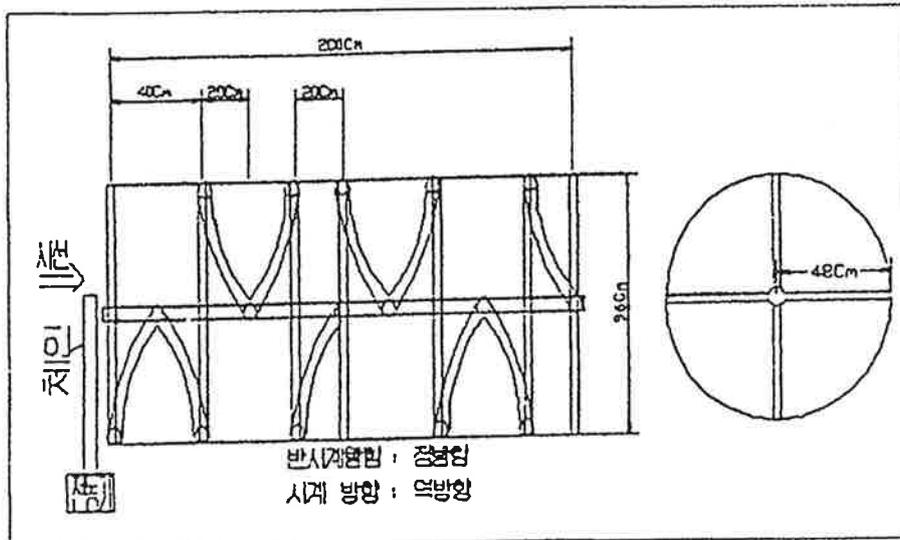


그림 3.1.3. 반전스크류 방식 혼합기

선회에 의한 상토의 이송과 반전이 원활하지 못하다. 이것은 파쇄기능에 비중을 크게 두었기 때문인데 로타리날의 부착은 선회축상에 나선 배열을하여 선회시 상토의 이송과 반전을 꾀하고 있다. 폭이 좁은 로타리날의 반전능력은 작기 때문에 본 연구에서는 일직선인 로타리날의 중간부와 최끝단에 1원주 간격으로 폭 6cm의 띠판을 단속하여 부착하고 기존 로타리의 파쇄 분해기능과 반전능력이 대폭 향상된 반전 스크류밴드 방식의 시작기를 만들어 혼합성능 및 소요동력 시험을 실시하였다.

그림 3.1.3은 이 방식의 혼합기로서 상토 원재료 단독 또는 혼합비율, 수분영향, 비중차이, 혼합방법에 따른 혼합기의 혼합 특성을 조사하였다.

표 3.1.2은 시험을 실시한 시험구 배치도이다.

표 3.1.2. 시험구 배치도

		고령토 (ℓ)	파라트 (ℓ)	코코피트 (ℓ)	훈탄 (ℓ)	왕겨분 (ℓ)	합계 (ℓ)	양액 (ℓ)	수분함량 (%)
		0.691	0.204	0.203	0.129	0.118			
혼합물의 양조절	1	120	200	430	125	125	1000	35	44.55
	1/2	60	100	215	63	63	501	18	44.55
	1/3	40	67	143	42	42	334	12	44.55
양액 조절	미달	40	67	143	42	42	334	0	36.52
	표준	40	67	143	42	42	334	12	44.55
	초과	40	67	143	42	42	334	36	56.12
비중 차이	큰것	100	50	-	50	-	200	-	20.91
	중간	50	100	-	50	-	200	-	17.93
	작은것	50	50	-	100	-	200	-	24.37
혼합 방법	일방향	40	67	143	42	42	334	12	44.55
	양방향	40	67	143	42	42	334	12	44.55

가) 시험방법

표 3.1.2의 시험구 배치도는 각 재료의 비중과 조건을 달리하였을 때, 즉 혼합물의 투입량, 양액 투입량, 로타리식 혼합기의 회전방법, 그리고 비중에 따른 완전혼합시간의 변화를 알아보기 위한 것으로 시험 방법과 순서는 다음과 같이 하였다.

- (1) 표 3.1.2과 같은 시험구에서 정해진 양의 각 상토 재료를 상토혼합기에 채운다.
- (2) 혼합기 로타리축의 회전수를 30rpm으로 고정한 상태에서 전원을 넣고 혼합하였다. 가동전력은 10초마다 계측하고 소요동력은 가동전력·무부하전력으로써 계산하였다.
- (3) 혼합기에 전원을 넣고 10초마다 샘플 채취를 반복한다.
- (4) 샘플 채취지점은 3지점으로 하고 각 지점에서 가장 혼합이 불량한 곳을 택하여 정량용기(컵, 193cc)로 채취하였다.

- (5) 천평을 이용하여 샘플의 무게를 측정하였다.
- (6) 각 샘플과 다섯 가지 원재료를 드라이오븐에 85℃, 24시간동안 건조한 후 무게 변화를 통한 수분량을 측정하였다.

나) 시험결과

- (1) 혼합기 가동시간별 샘플치의 무게변화 (11개 시험구중 대표치)

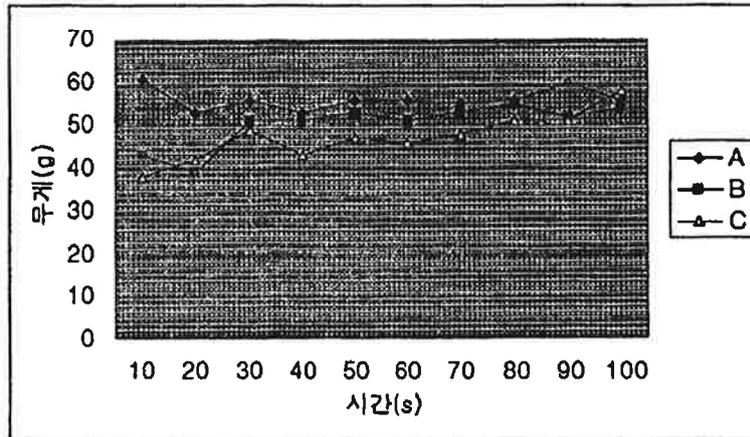


그림 3.1.4. 혼합기 가동시간별 샘플치의 무게변화 (표준혼합비)

그림 3.1.4는 혼합시간에 따른 A, B, C점의 샘플치의 무게변화를 나타낸것으로 11개의 그래프중 대표치로서 시간이 지남에 따라 무게가 일정해져서 50초 이후 완전혼합이 이루어지고 있음을 나타내고 있다.

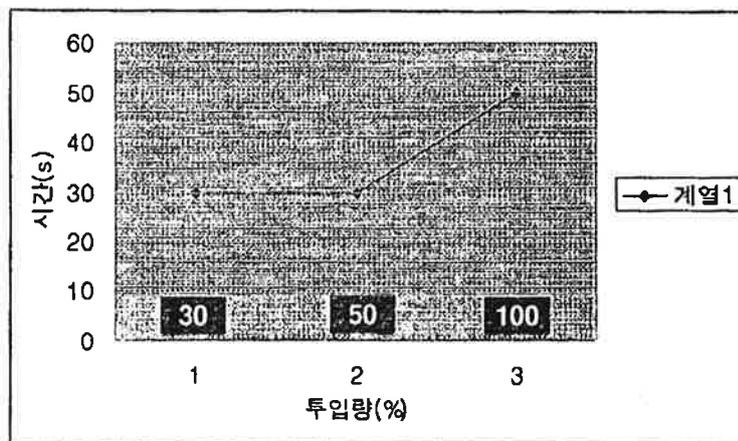


그림 3.1.5. 재료 투입량 변화에 따른 완전혼합시간변화

그림 3.1.5는 투입량의 변화에 따른 혼합시간을 나타낸 것으로서 투입량이 30%에서 50%로 증가하는 혼합시간의 변화가 없었지만 100%일때는 20초가 증가하였다. 투입량이

증가함에 따라 혼합시간이 길어지는 것으로 나타났다.

(2) 양액량에 따른 혼합시간 비교

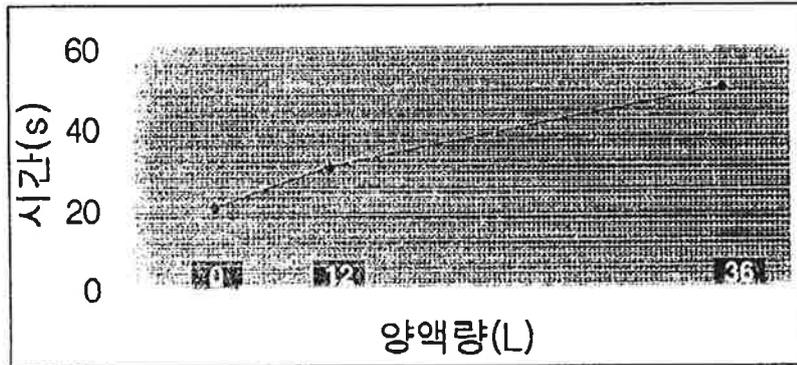


그림 3.1.6. 양액량에 따른 혼합시간 변화

그림 3.1.6은 양액량에 따른 혼합시간을 나타낸 것으로서 양액을 넣지 않았을 때 소요시간이 20초이고 120일때는 30초, 360일때는 50초로 증가하는 것으로 나타났다. 양액 투입량이 증가 할수록 혼합시간이 증가하는 것은 수분이 많을수록 혼합시간을 증가시키는 것으로 해석된다.

(3) 비중에 따른 혼합시간 비교

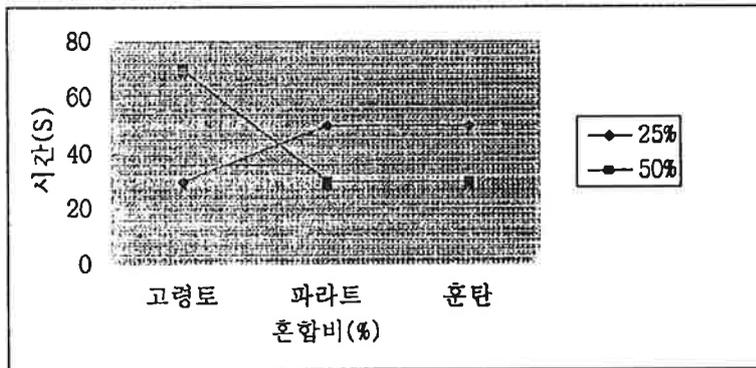


그림 3.1.7. 원재료 혼합비에 따른 완전혼합시간

그림 3.1.7은 원재료의 혼합비에 따른 혼합시간을 나타낸 것으로서 총 투입량을 일정하게 하였을 때 高령토(밀도가 크고 입자가 작은 것)는 많이 들어갈수록 소요시간이 길어지고 파라트와 혼탄(밀도가 작고 입자가 큰 것)은 많이 들어갈수록 소요시간이 짧아졌다.

(4) 회전방법에 따른 혼합시간 비교

그림 3.1.8은 혼합기 회전방법별 혼합시간을 나타낸 것으로서 일방향으로 계속 돌리는 것보다 양방향으로 돌릴 때 소요시간이 짧아졌다. 이것은 일방향으로 계속 돌리면 재료가 한쪽으로 몰리기 때문에 혼합정도가 좋지 못하기 때문으로 추측된다. 양방향으로 돌릴때

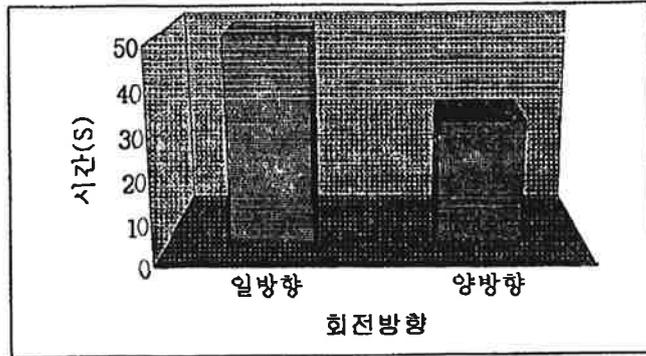


그림 3.1.8. 혼합기 회전방법별 완전혼합시간

얼마간격으로 돌리느냐가 중요한데 실험과 같이 10초 간격으로 전환한 것을 실제 공장에 적용시키는 것은 문제가 있을것으로 사료된다. 그러므로 전환시간을 늘리면서 회전방향 순서는(역·정.....정·역)회전 순으로 하는 것이 혼합물의 배출에도 도움이 될것으로 사료된다.

(5) 투입량에 따른 소요 동력 변화

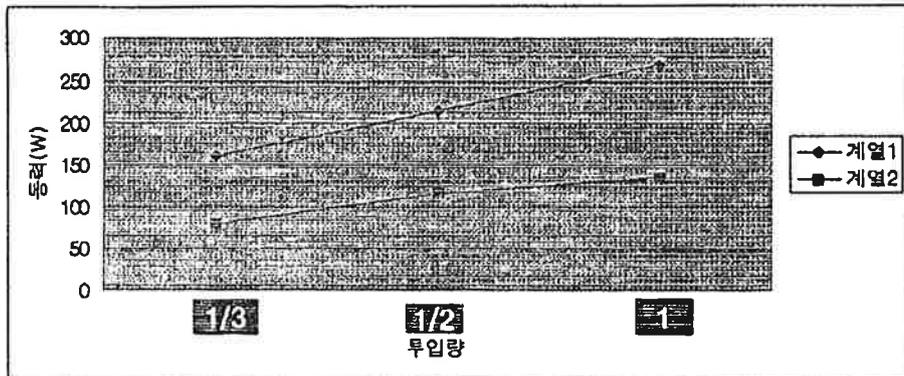


그림 3.1.9. 투입량에 따른 소요동력 변화

그림 3.1.9는 투입량에 따른 소요동력을 나타낸 것으로서 소요동력은 1000ℓ 혼합시 공회전동력을 합하여 약 2.5kw가 소요되었다 혼합시의 소요동력(270W)보다는 공회전시 소요동력(2230W)이 훨씬 큰 것으로 나타났고, 모터용량은 3kw가 적당할 것으로 판단된다.

다) 시험결과 요약

반전스크류밴드 방식 상토혼합기의 상토혼합성능 시험을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

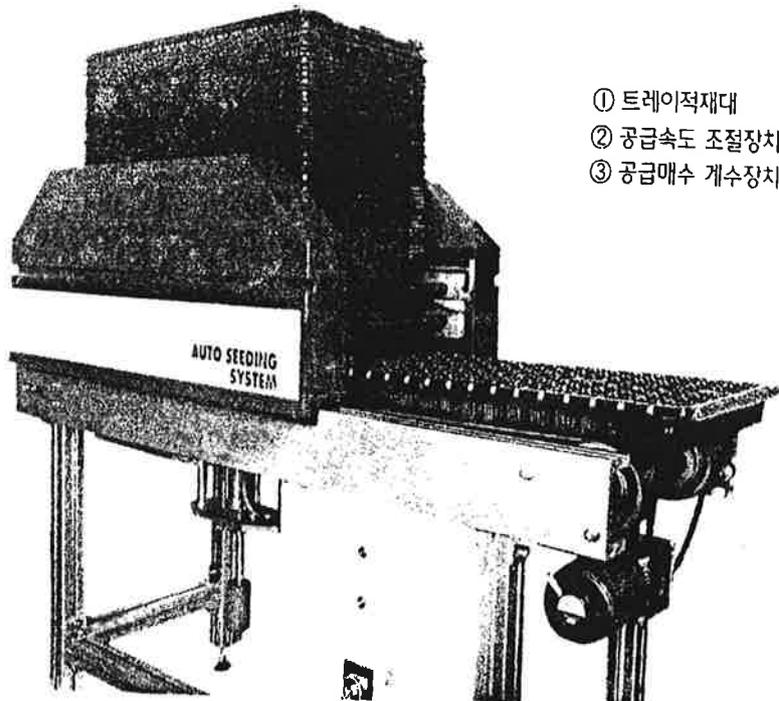
- (1) 완전혼합시간은 비중이 0.691인 고령토를 50%를 넣었을 때 최대로 나타났으며 투입량이 적고, 수분함량이 많으며, 밀도가 작고, 입자모양이 원형일수록 짧게 나타났다.
- (2) 완전혼합시간은 각재료의 투입량과 물리적 조건에 따라 최소 20초에서 최대 70초로 나타났다.

- (3) 혼합기 회전방향을 양방향으로 가동시켰을 때 완전혼합시간은 일방향운전시보다 3/5정도 짧게 나타났다.
- (4) 상토 1m<sup>3</sup>당 소요동력은 최대 270W이고, 공회전시 소요동력 2230W을 합하여 전체 2500W로 나타났다.
- (5) 순수 로타리날 방식과 반전스크류 밴드를 부착한 방식의 완전혼합 시간은 20분과 70분으로서 반전스크류밴드 방식이 월등한 성능을 보였으므로 금후의 상토혼합기는 이 방식을 채택하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

## 2. 트레이 자동공급기

트레이 자동공급기가 없는 자동파종라인에 필요한 인력으로는 라인조작 및 감시 1인, 파종 완료된 후의 트레이의 처리 1인, 트레이 공급 1인으로 도합 3인의 작업이 필요하였다.

이의 개선으로 자재의 공급 및 파종완료 트레이 처리에 1인, 전체 기계조작 및 감시 1인으로 도합 2인의 파종작업으로 하기 위해서 트레이 공급을 자동화하여야 하였다. 사진 3-4는 개발한 트레이 자동공급장치로서 트레이 적재 시에도 트레이와 트레이 사이의 간격이 일정하게 유지되므로 트레이 가장 외측의 테두리 부분의 4개소에 쇠기를 박아 트레이가 서로 분리되는 방법을 이용한 것이다.



- ① 트레이적재대
- ② 공급속도 조절장치
- ③ 공급매수 계수장치

사진 3.1.4. 상품화한 트레이 자동공급기

트레이 구동로울러의 구동속도에 따라 상차된 트레이가 이송해 오면 이송 트레이 끝단이 광전센서로 감지되고 트레이 이송이 끝나는 순간 쇄기를 작동하여 1단의 트레이 1개를 하측으로 분리시킨다. 이와 같이 연속적으로 적재된 트레이를 상토 충전장치의 전방부 이송벨트로 이송하여 주도록 설게 제작하였다.

주요 특성과 성능은 다음과 같다.

- 공압식 분리장치
- 모터의 회전속도 조절에 의한 공급속도 조절
- 공급매수 계수장치 : 점점식 카운터
- 상토 충전기 전방에 설치 가능토록 함
- 최대 공급량 : 300매 /시간
- 실패율 : ±1%이하

표 3.1.3. 트레이 자동공급기의 상품화용 사양

길이(L)	깊이(D)	높이(H)	중량(kg)	전기용량	압축공기	표준공급량
1100	500	950	140	40W	6kg /cm <sup>3</sup>	200매 /시간

### 3. 상토공급 및 충전기

상토혼합기에서 완전 혼합 후 배출된 상토를 저장호퍼에 받은 후 이를 이송시켜 벨트구동라인 위의 트레이에 상토를 충전시키는 방식은 벨트 컨베이어 방식, 비켓엘리베이트 방식, 스크레이퍼 컨베이어 방식이 있다. 본 연구에서는 혼합된 상토를 자동으로 긁어 모아 운송할 수 있고, 충전 후 여분의 상토를 받아서 재충전 가능한 스크레이퍼 컨베이어식 상토공급장치를 사용하였다. 트레이의 규격에 따라 상토 충전량이 다르므로 공급량 조절(스크레이퍼 운송 속도조절)과 트레이 진행속도 조절을 할 수 있도록 가변속 모터를 동력원으로 하였다.

#### 가. 장치 개발시 검토사항

- 상토의 물리성에 대한 적용성 검토(국내개발 상토와 관련)
- 상토의 경도, 습도, 불순물에 대한 대책
- 상토충전의 균일성 검토
- 처리능력
- 시스템과의 적용성
- 트레이 전용 또는 다목적용 여부

#### 나. 시제품 설계 제작 및 시험

##### 1) 규격(mm)

- 상토공급기 : 1060(폭)×1365(높이)×2400(길이)
- 상토충전기 : 410(폭)×1360(높이)×1885(길이)

## 2) 구동장치

- 리프트 컨베이어 220V 1Φ 0.5kW 감속기부
- 벨트 컨베이어 220V 1Φ 0.2kW DC-MOTOR
- 확산용 회전 브러쉬 220V 1Φ 0.2kW 2대
- 표면용 로라 브러쉬 220V 1Φ 0.5kW DC-MOTOR

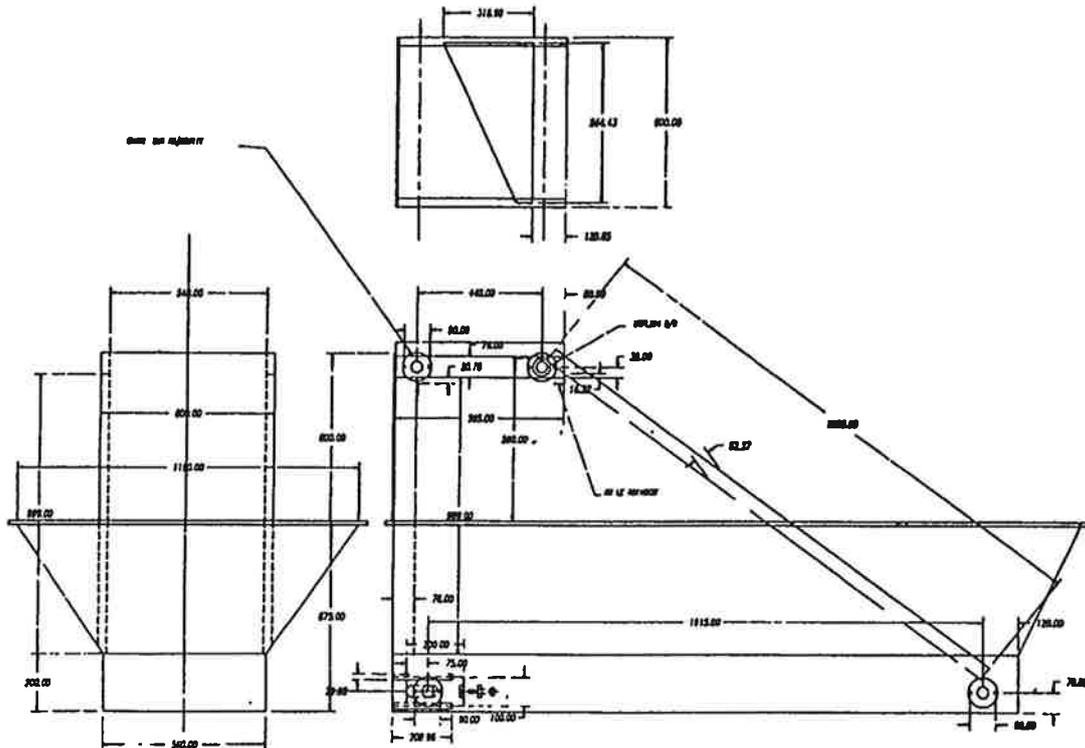


그림 3.1.10. 상토 공급 및 충전기 외형 설계치수

## 3) 작동원리

- 혼합된 상토가 상토공급기의 용기 부분에 공급되면 리프트 컨베이어에 의거 벨트 컨베이어 직상부의 호퍼로 이송
- 직상부 호퍼에서 낙하되는 상토를 확산용 회전 브러쉬 2대가 회전하면서 고르게 충전되도록 작동
- 트레이가 벨트 컨베이어의 스피트에 따라 전진하면 표면이상으로 수북히 쌓인 상토를 표면 조절용 로라 브러쉬를 통과하면서 표면과 동일한 레벨로 조정
- 여분의 상토는 아래로 떨어지고 다시 상토공급기의 용기부분에 담겨지면서 리프트 컨베이어에 실리도록 함

## 4) 운전작동

- 리프트 컨베이어 : 작업자의 수동조작으로 운전

- 벨트 컨베이어 : 작업자에 의거 조정된 속도로 자동운전
  - 확산용 회전 브러쉬 : 리프트 컨베이어와 연계작동
  - 표면용 로라 브러쉬 : 벨트 컨베이어와 연계작동
- 5) 필요시 혼합기에서 혼합된 상토를 쉽게 공급받을 수 있도록 상토공급기의 용기부분을 낮게 제작
  - 6) 충전부 진동장치 부가
  - 7) 트레이 가장자리 상토제거 브러쉬 부착
  - 8) 리프트 컨베이어를 긴급정지 할 수 있는 스위치를 공급기 반대편 위치에 설치 감안(비상 스위치)
  - 9) 작업능력 : 최대운전 600장/시간(10장/분)  
보통운전 420장/시간(7장/분)

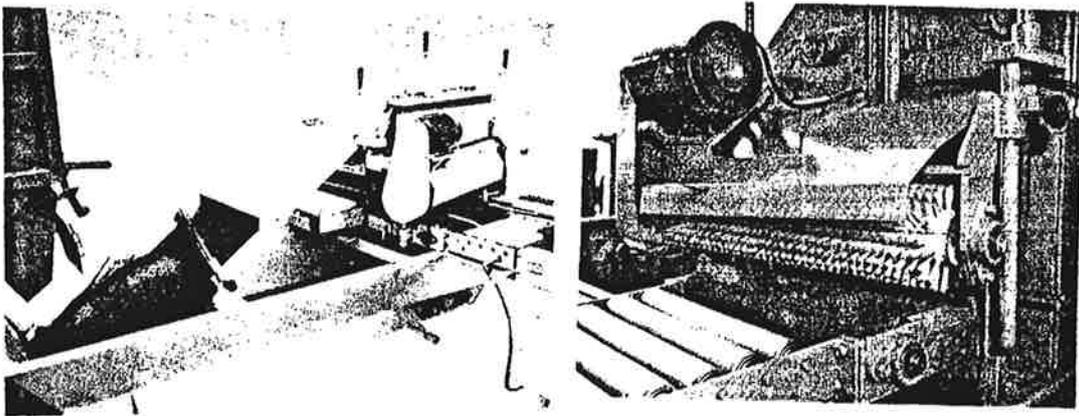


사진 3.1.5. 상토공급기 및 충전기 시작품

#### 10) 성능 검정

- 이송속도 : 0.045m/s 적정, 최대 0.089m/s
- 이송트레이수 : 303트레이/시간(적정), 최대 600트레이/시간
- 충진율(충진량/공급상토) : 0.256(적정속도 및 128공 기준)
- 균등충진(128공의 셀당무게 최대편차) :  $10.7 \pm 0.3g$

#### 다. 상품화용 시제품 개발

시작품 제작 및 성능시험시 나타난 문제점을 개량하여 시제품을 개발 완료하였다. 시작품으로부터 개량된 내용은 다음과 같다.

- 체인 스크레이퍼 컨베이어를 가변속 가능하게 하고, 자동운전으로 작동기능 부가
- 트레이 적재 상토 고르개 및 브러쉬의 높이 조절을 가능하게 하여 규격이 상이한 모든 트레이의 충전이 가능하게 함
- 트레이 공급속도 조절, 리프트 속도 조절에 의해 상토충전량을 다르게 하여 상이 규격의 모든 트레이 충전작업이 가능하게 함

- 전원 스위치를 넣고 모든 조절이 끝난 상태에서는 자동적으로 트레이 진입을 광센서로 감지하고 상토 이송리프트가 가동되면서 상토를 충전하고, 고르고, 청소하는 일련의 작업을 진행하며, 트레이가 충전위치에 없을 때는 상토 이송리프트가 정지하도록 전기 제어회로를 구성하였다.
- 화훼용 pot식 화분등에도 보조구 사용으로 충전작업이 가능토록 함

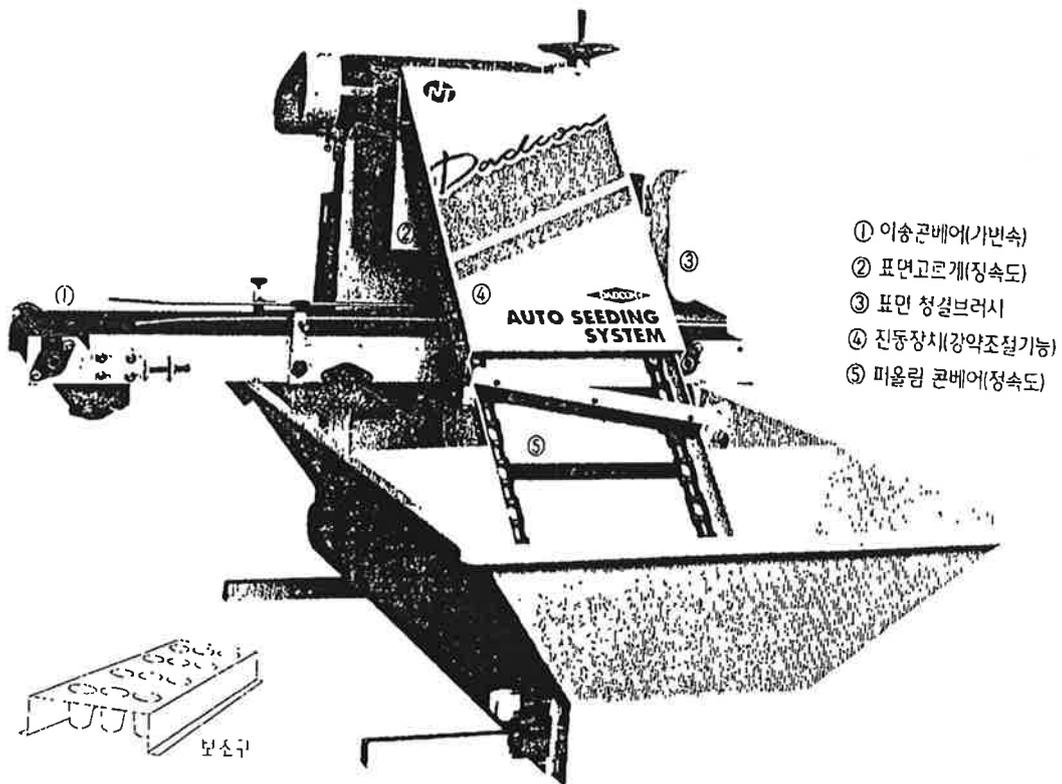


사진 3.1.6. 상품화한 상토공급 충전기

사진 3.1.6은 상품화한 상토공급 충전기를 나타내며, 다음 표는 상품화한 상토공급 충전기의 사양이다.

- 자동운전방식 : 트레이 통과시만 충전, 에너지 절감
- 작업능력 : 420장 / 시간
- 트레이 가장자리 상토제거 브러쉬 부착, 진동충격 장치(충실충전)
- 보조구 사용 : 화훼용 화분에도 충전가능

표 3.1.4. 상토공급 충전기의 상품화 사양

길이(L)	폭(D <sub>1</sub> )	깊이(D <sub>2</sub> )	폭(W)	높이(H)	중량(kg)	전기용량
1700	500	2400	460	1300	337	540W (단상 220V)

#### 4. 상토진압기

상토진압기는 트레이에 충전된 상토를 각 셀별로 파종 종자의 파종깊이만큼 눌러 종자 파종 자리를 만드는 것으로 셀의 중앙이 가장 깊이 진압하는 것이다. 본 연구에서는 전판 동력 압축식, 무동력 롤러식, 1열 동력 압축식으로 설계 제작하여 시험하였다.

##### 가. 설계 및 시작품

##### 1) 전판동력 압축식

트레이 구멍수와 크기에 맞는 돌기판을 트레이와 맞추어 충전된 상토를 눌러 진압하는 방식으로 한번 진압 행정시 1개의 트레이 공수 모두를 진압하게 한 것으로 트레이 이송 벨트상의 진압위치를 광전센서로 파악하고 공기압 실린더를 작동시켜 자동작업토록 하였다. 설계 및 시작품 제작 내용은 다음과 같다.

가) 규격(mm) : 660(폭)×1110(높이)×1500(길이)

나) 구동장치

○벨트 컨베이어 220V 1Φ 0.2kW DC-MOTOR, ON-OFF PHOTO SENSOR

○편칭 실린더 압축공기 2kg/cm<sup>2</sup>, LIMITED BY PHOTO SENSOR

다) 트레이 규격에 따라 편칭기구(HOLE MASTER)를 쉽게 바꾸어 끼울수 있는 구조로 제작

○트레이 규격에서 : 72홀, 128홀, 288홀 (280×540mm)

라) 편칭 실린더의 하향작동위치는 광전스위치에 의해 설정되므로 트레이 규격에 따라 위치 조정이 용이한 구조로 제작

마) 작업능력 : 최대운전 600장/h(10장/분)

보통운전 420장/h (7장/분)

##### 2) 무동력 롤러식

이 방식은 무동력 돌기롤러 구조로 되어 있어 컨베이어 벨트를 타고 들어오는 트레이의 셀과 같은 간격의 돌기롤러에 의해 자동으로 진압이 이루어지게 한 것이다. 진압의 정도는 롤러의 높이 조절에 의해 조정되게 하였고, 트레이의 셀수에 따라 규격 롤러로 교체하도록 하였다.

##### 3) 1열동력 압축식

이 방식은 파종기의 파종작업과 연계하여 1열씩 압축 이동하게 한 것으로 전판동력 압축식과 같은 구조이지만 작업공정제어가 파종기 제어와 동시에 이루어지므로 전체 시스템의 라인길이 축소 및 경량화에도 유리한 것으로 나타났다.

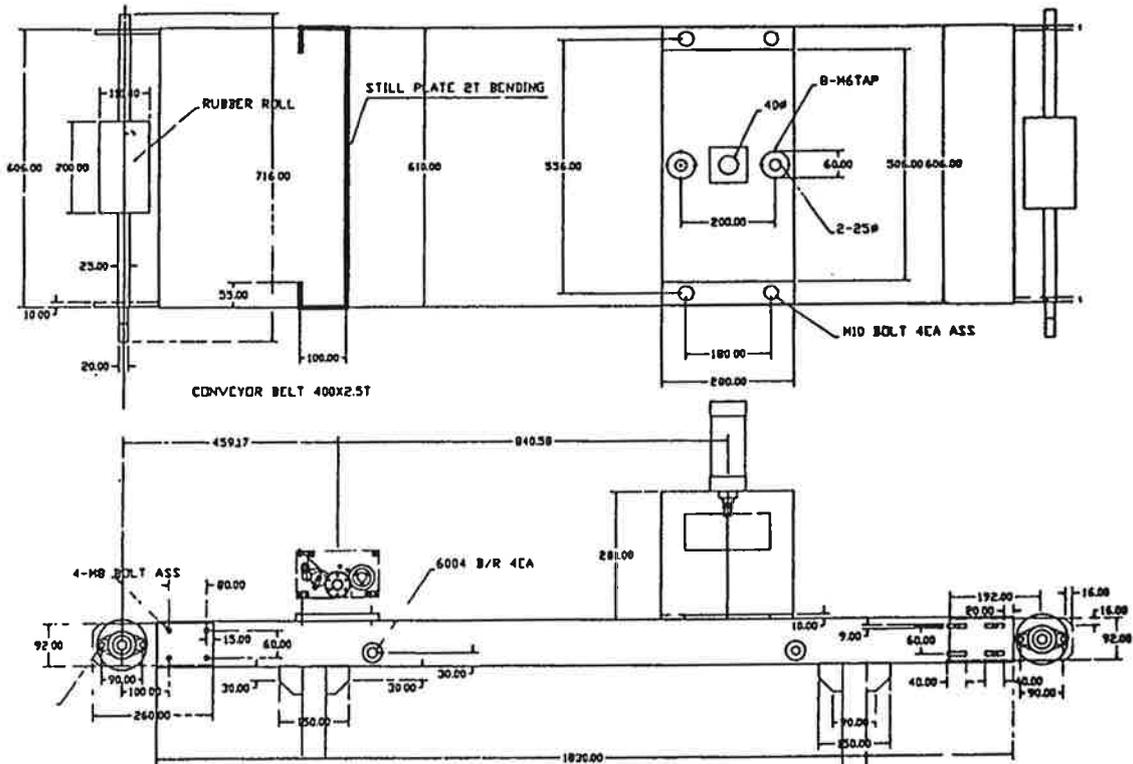
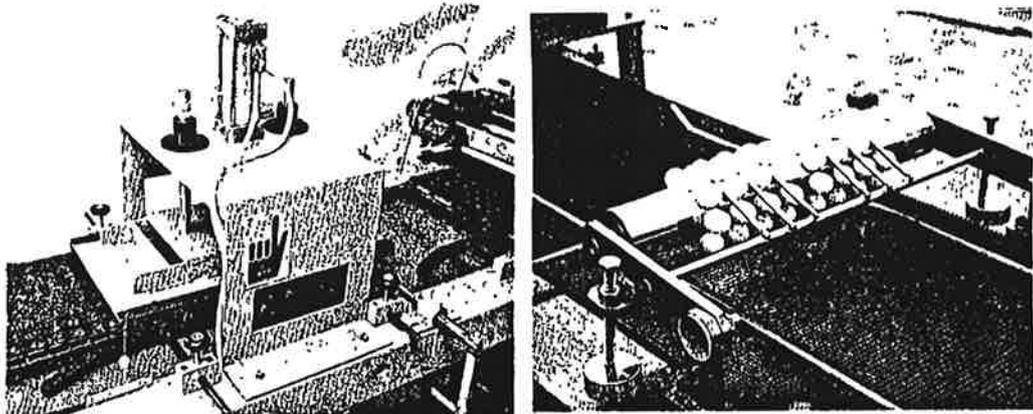


그림 3.1.11. 전판동력 압축식 진압기 및 파종기 외형 설계 치수



(1) 동력압축기

(2) 무동력 롤러식

사진 3.1.7. 진압기

#### 4) 각 방식별 비교

3개의 방식 중 문제점이 발생되지 않고, 가장 경제적인 1열동력 압축식을 시제품으로 선정하여 개발하였고 각 방식별 비교는 다음 표와 같다.

표 3.1.5 상토진압기의 방식별 비교

진압방식	전판압축식	무동력 롤러식	1열 압축식
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 작업속도 빠름</li> <li>· 파종기와 연계작업시 쉬는 시간이 김</li> <li>· 트레이 규격별 압축판 제작비 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 동력불요</li> <li>· 규격별 제작비 높음</li> <li>· 균일 압축성 저조</li> <li>· 트레이 손상 초래</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제어회로 간단</li> <li>· 설치면적 적음</li> <li>· 경제적임</li> <li>· 진압성능 양호</li> </ul>
작업능력	최대 600매 /시간 표준 420매 /시간	초대 180매 /시간 표준 150매 /시간	최대 180매 /시간 표준 150매 /시간
자동작업	· 광전센서 연계 전판단속 자동	· 트레이 요철부에 맞추어 자력 작업	· 광전센서 연계 1열 단속 자동

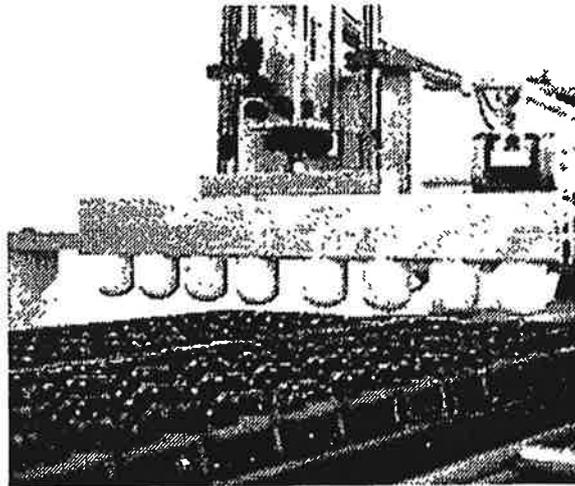


그림 3.1.12. 상품화한 1열 동력 압축식 진압기

## 5. 복토기

### 가. 시작품 설계 제작 및 성능검정

1) 규격(mm) : 615(폭)×1350(높이)×800(길이)

2) 구동장치

- 벨트 컨베이어 : 자동파종기와 연결 또는 분리구조 가능하게 함
- 토양공급용 브러시 로라 : 220V 1φ 0.1kW

3) 구동구조

- 광전스위치에 의거 트레이의 진입이 확인되면 복토기의 로라가 작동하여 브러시를 통하여 복토작업

- 복토가 로라의 작동 속도에 따라 복토량을 조절하므로 작업자가 쉽게 조절할 수 있는 구조
- 복토 후 잔량의 토양을 쉽게 수거할 수 있도록 벨트 컨베이어 하단부에 수거용 바스켓구조 도입
- 복토용 호퍼를 쉽게 탈 부착 할 수 있는 구조로 제작하여 브러시 로라 부분을 주기적으로 청소 가능

나. 성능 검정

- 1) 복토량 : 46.3g /트레이(고추)
- 2) 복토의 균일성 : 트레이 무복토 비율 3%  
복토부편차(무게/공) :  $0.362 \pm 0.004g$
- 3) 복토량 : 복토공급량(g) = 46 : 50(4g이 유실량)
- 4) 작업능률 : 303트레이 /시간

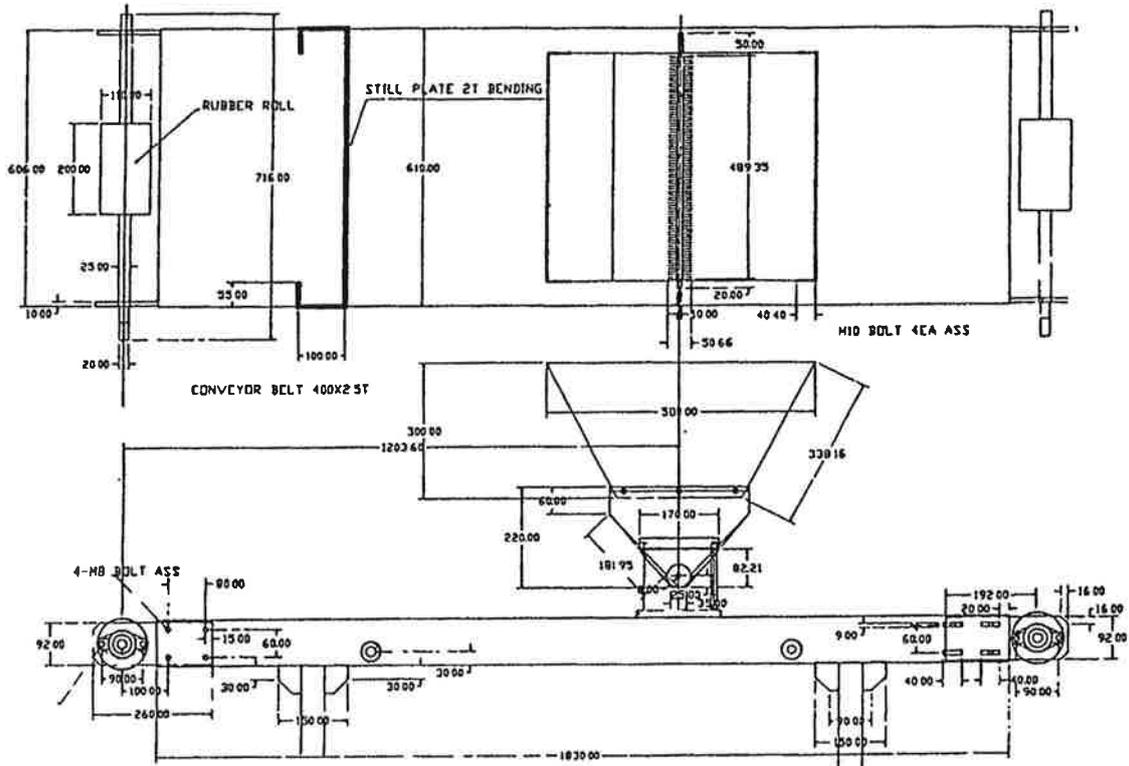


그림 3.1.13. 복토기 시작기 외형 설계 치수

다. 복토기 상품화 시제품

- 1) 광전스위치에 의한 트레이 인식 및 복토작업
- 2) 브러쉬 롤러 방식 복토기, 복토량 조절 :  
간격제어, 청소 용이 구조

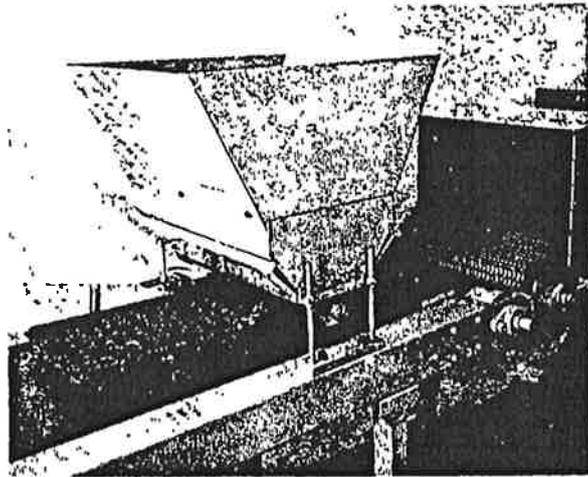
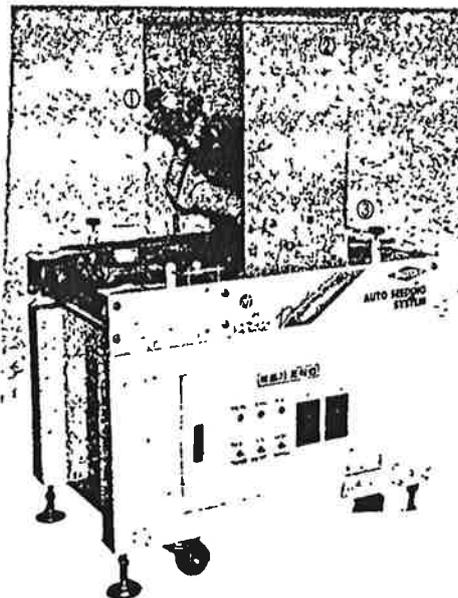


사진 3.1.8. 복토기 시작기

- 3) 파종기와 연동 또는 단독 구동형
- 4) 복토 잔량 회수 바스켓 도입
- 5) 트레이 무복토 비율 : 3%이내
- 6) 복토편차 :  $\pm 0.004g$
- 7) 작업능률 : 300트레이 /시간

표 3.1.6. 복토기의 상품화한 사양

길이(L)	깊이(D)	높이(H)	중량(kg)	전기용량	표준생산능력
870	500	1200	109	400W	200매 /시간



- ① 복토뚜껑 조절장치
- ② 복토재 호퍼
- ③ 잉여복토재 회수장치

사진 3.1.9. 복토기 상품화 시제품



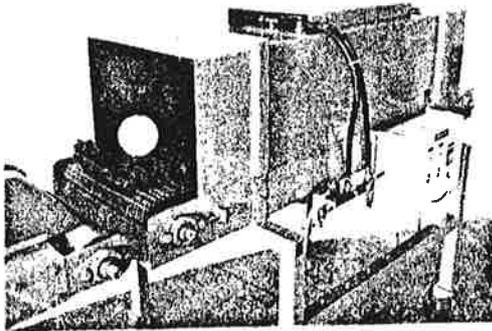


사진 3.1.10. 관수기 시제품

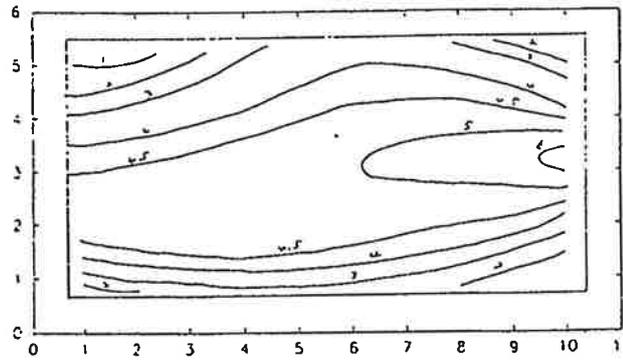


그림 3.1.15. 관수 균일성(5×10 등간격 물컵 배열의 이동시 : 우량 mm)

나. 관수기 상품화 시제품

- 1) 일정 압력 살수, 트레이 진행속도 조절(살수심 조절 가능)
- 2) 광전센서에 의한 트레이 인식 및 관수작업(자동)
- 3) 관수성능 : 노즐형 ; 셀 평균 관수량 2.57cc일 때 편차  $\pm 0.6cc$
- 4) 최대 작업능률 : 300트레이 /시간

표 3.1.7. 관수기의 상품화한 사양

길이(L)	깊이(D)	높이(H)	중량(kg)	전기용량	청수공급	표준생산능력
1100	500	900	105	80W	40ℓ /시간	200매 /시간

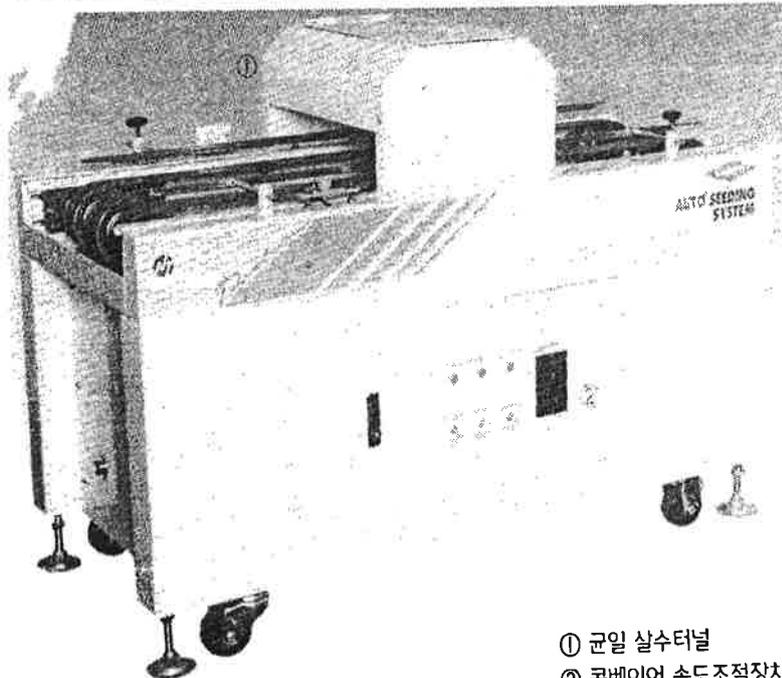


사진 3.1.11. 관수기 상품화 시제품

- ① 균일 살수터널
- ② 콘베이어 속도조절장치

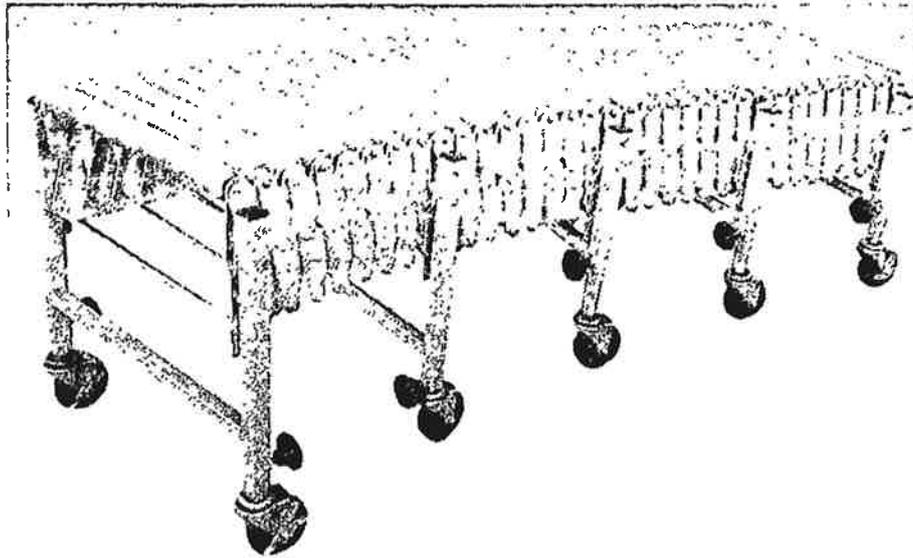


사진 3.1.12. 상품화한 트레이 이송컨베이어

#### 7. 이송컨베이어

- 파종완료 후의 트레이 적재대로 이송하는 장치
- 무동력, 이송방향, 높이, 길이 임의 설치형 : 고무바퀴지지대, 자바라 롤러식

표 3.1.8 이송컨베이어 사양

축소길이(L <sub>1</sub> )	확장길이(L <sub>2</sub> )	높이(H)	최소높이(L <sub>2</sub> )	중량(kg)	롤러 재질
2000	3500	600	450	80	P.P

#### 8. 파종기

파종기는 트레이 셀에 1립의 종자를 착지시키는 것으로 plug묘 종자 파종기 원리는 진공흡입이 있는 구멍에 종자를 흡착하여 정해진 위치에 옮겨 진공을 해제하여 낙하시키는 방식이 일반적이다. 본 연구에 이용된 진공 흡착 방식별로는 드럼형, 평판형, 노즐형으로 각 방식별로 파종기를 설계 제작하여 성능을 비교하였다.

가. 설계 및 시작품

1) 드럼형 파종기

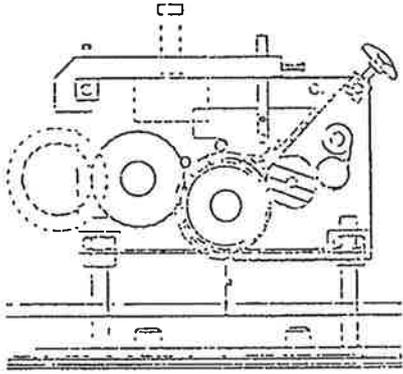


그림 3.1.16. 드럼형 측면도

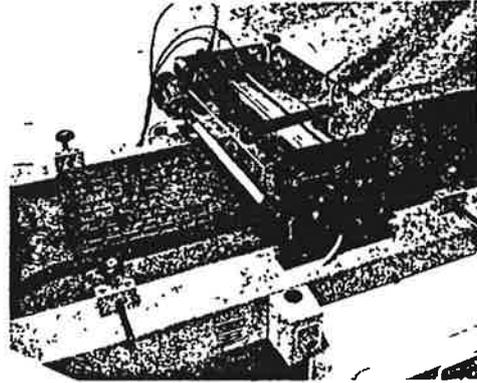


사진 3.1.13. 드럼형 파종기 시작기

가) 규격(mm) : 615(폭)×1100(높이)×1200(길이)

나) 구동장치

- 벨트 컨베이어 220W 1φ 0.2kW DC-MOTOR
- 진공 드럼 TIMING BELT
- 진공 펌프 220W 1φ 3.7kW
- 에어 콤프레사 220W 1φ 3.7kW

다) 구동방법

- 광전 스위치에 의한 트레이 진입 위치 확인으로 드럼작동
- 드럼 끝부분의 리드 스위치에 의해 카운터 센서로서 트레이를 한줄씩 전진시키면서 드럼작동
- 드럼 흡입홀에 덧붙은 종자는 콤프레사 공기로 제거

라) 종자의 크기에 따라 드럼의 규격이 달라지므로(예 0.3φmm 또는 0.5φmm) 작업성에 따라 용이하게 바꿔 끼울 수 있는 구조로 제작

2) 노즐형 파종기

가) 규격(mm) : 1500(L)×500(D)×850(H)

나) 구동장치

- 노즐 이동운동 : Air (콤프레사 6kg/cm<sup>2</sup>)
- 노즐팁 : 주사기 바늘 가공(φ0.1~0.5mm)
- 종자받이 : L형 진동판(60Hz)
- 종자흡입 압력 : 바늘끝에서 -0.8kg/cm<sup>2</sup>

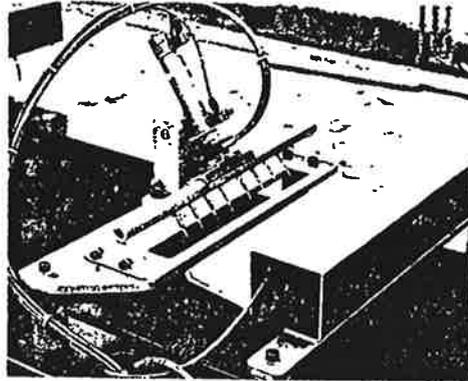


사진 3.1.14. 노즐형 파종기(모형도)

다) 구동원리와 제작방법

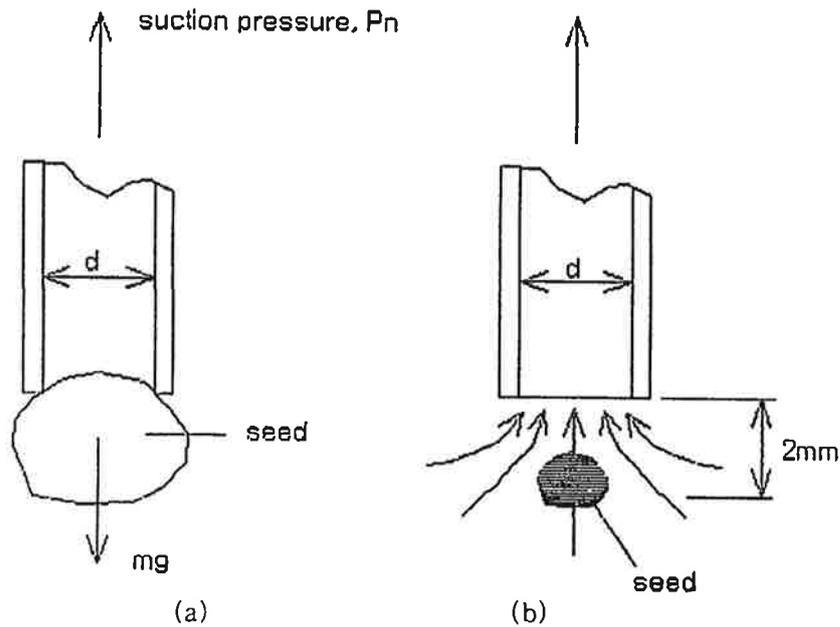


그림 3.1.17.

그림 3.1.17은 노즐 끝에 종자가 흡착되는 과정을 나타낸 것으로 그림(b)와 같이 노즐 끝에서 2mm정도 종자가 떨어져 있을 때 종자가 흡인 되도록 진공압에 의해 종자의 (부피/질량)이 클수록 잘 흡인된다. 고추, 배추, 무, 들깨, 참깨 등의 시험결과 진공압 0.3~0.5kg/cm<sup>2</sup>에서 가능하였으며, 그림(a)와 같이 종자가 노즐 끝을 메우고 있을 때 종자크기보다 노즐 구멍이 너무 작으면 종자의 중량과 작업진동의 관성력 때문에 종자가 탈락되는 경우가 생긴다. 본 연구에서는 구멍이 0.1~0.5mm까지인 주사기 바늘을 가공한 노즐을

사용하였다. 진공 펌프의 니들 끝 압력은  $0.8\text{kg/cm}^2$ 으로 고정하고 노즐에서 종자흡입시는 압을, 트레이 셀에 낙하시는 압을 가하도록 Solenoid valve를 설치하여 조작하였다.

니들(노즐)식 파종기에서의 니들의 손상없이 노즐 끝에 1립의 씨앗을 부착시키기 위하여는 니들 끝은 파종 트레이 상부 일정 높이에서 종자를 흡입시켜야 한다. 그러기 위해서는 종자를 진동시켜 니들 끝 주위로 튀어오르게 하여야 하는데 이런 작용을 하기 위하여 고안된 종자받이(Tray)와 진동원리는 그림 3.1.18과 같다.

종자받이면은 니들을 향하여 각  $\theta$ 만큼 경사지게 하고 니들과 반대쪽에 진동기(기계식 또는 전자식)를 붙여 진동케하면 진동원으로부터 거리가 멀수록 진폭이 증가하도록 진동원의 파가 전달된다.

이때 종자는 진동파의 전달에 의한 밀림(F)과 각 지점에서의 원심력(C)이 트레이면을 향하여 받으며, 또 하나의 힘은 종자의 중력이다. 이 합성력(W)은 각 힘의 크기에 따라서 작용방향이 정해지며 이 방향으로 종자가 이동을 하게 된다.

또한 C와 F는 진동원의 주파수 및 진폭이 높을수록 크므로 주파수(진동수)가 고정되었을 때는 진폭에 영향받는다. 본 연구에서 전자식 진동기로서 전류조정에 의한 진폭조정(약  $0.5\sim 1\text{mm}$ )만을 행하고, 주파수는  $60\text{Hz}$ 로 고정시켰다.

이와 같은 진동계는 외팔보와 같은 형태로서 무한자유도를 갖는 진동계이기 때문에 그 해석이 어렵다. 그러나 트레이 각 지점에서의 고유진동수보다 낮은 가진주파수 상태에서는 진동기의 진폭의 크기에 따라 종자의 운동이 결정되는 것으로 생각되며, 종자의 부피와 질량에 따라 어느정도의 진폭을 조정하여야 파종 노즐 끝에 1립만 부착하기 쉽게 되는 것으로 판단된다. 실험결과 (부피/질량)이 클수록 진폭을 크게 하여야 되는 것으로 나타났다.

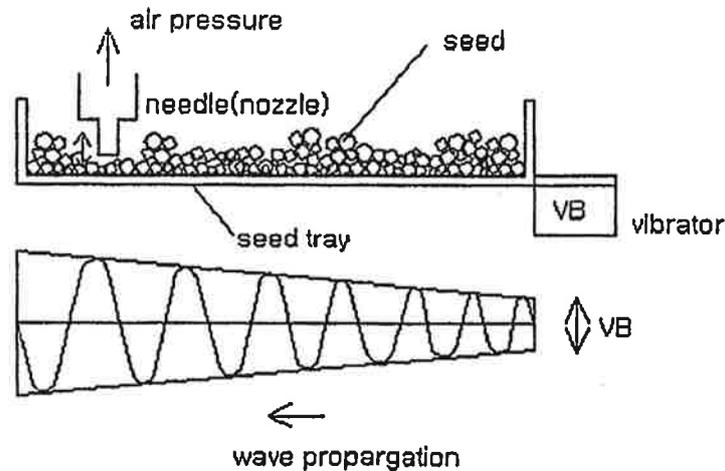


그림 3.1.18. Effect of vibration on seed and tray

### 3) 평판형 반자동 흡입식 파종기

육묘공장에는 자동라인 파종시스템을 도입하여 상토 충전부터 관수까지 일관 작업화하여

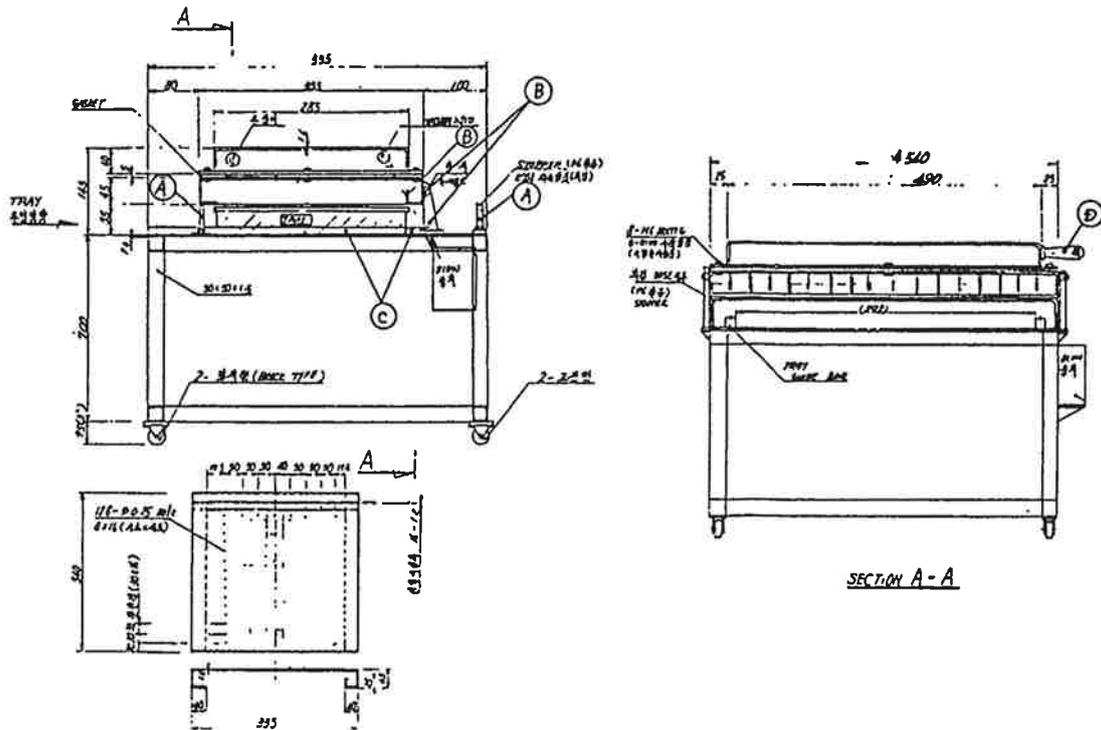


그림 3.1.19. 평판형 반자동 흡입식 파종기 설계치수

시간당 표준트레이 150매 이상을 처리할 수 있는 기종이 필요하다. 그러나 소규모 농장에서는 소량의 종자를 손쉽게 파종할 수 있어야 한다. 이를 위하여 취급이 간편하며 구조가 단순한 파종기를 개발하였다.

#### 가) 파종기의 설계구조

- 1) 알루미늄판재에 종자흡입용 구멍이 있고 아래에는 손잡이를 설치하고 손잡이 중앙에 진공펌프와 연결되는 후렉시블 호스를 설치하였다.
- 2) 판재 부분의 단면은 2중 절곡으로 흡을 만들어 파종되지 않는 여분의 종자를 외부로 떨어뜨리지 않고 보관할 수 있는 구조로 하였다.
- 3) 진공 해제용 발눌림 스위치를 두어 종자가 트레이 셀의 정위치에 가면 파종 개시의 진공해제 작동은 발눌림 스위치로 가능하게 하였다.
- 4) 트레이의 셀수에 따라 파종판을 교체하도록 하였다.
- 5) 작업이 종료되었을 때 파종판 위에 남은 종자를 보관용기로 다시 회수할 수 있는 공기 흡입식 회수 장치를 설치하였다.
- 6) 충전된 상토를 균일하게 할 수 있도록 진압용 요철판을 이용하였다. 이 수동진압기는 스프링장치 지지물위에 있어 충전된 트레이가 정위치에 왔을 때 아래로 누르면 1회 동작으로 진압시킬 수 있도록 하였다.

나) 구동방법

- (1) 상토가 충전, 진압된 트레이를 준비
- (2) 파종하고자 하는 종자를 종자흡입용 알미늄 판재에 쏟는다.
- (3) 손잡이의 스위치를 켜면 진공펌프가 작동하여 파종판의 구멍을 통하여 흡입한다.
- (4) 종자가 규정된 모든 구멍에 흡입될 수 있도록 파종판을 좌우로 두세번 흔든다.
- (5) 종자의 100% 흡입을 확인하고 대기시킨 트레이 셀과 일치시킨다.
- (6) 셀의 정위치에서 발눌림 스위치를 이용 진공압을 해제시켜 파종한다.
- (7) 이때 파종되지 않는 여분의 종자는 판재 곡부에 모이게 되므로 다음번 파종에 활용한다.

4) 파종형식별 비교

표 3.1.9. 파종기의 형식별 특성 비교

구 분	드럼형	노즐형	평판형	
특 징	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 파종속도가 빠르다</li> <li>· 트레이 규격에 상응한 드럼의 교체작업 불편</li> <li>· 드럼의 제작비 높음</li> <li>· 흡입구의 청소 불편</li> <li>· 종자특성에 따른 파종율의 변동 폭이 큼</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 파종속도가 늦다</li> <li>· 모든 종자에 대응하여 파종율이 높다(니들교체)</li> <li>· 트레이 규격에 상응한 노즐대 제작비가 낮다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자동화가 어렵다</li> <li>· 작업이 번거롭다</li> <li>· 결종확인 가능</li> <li>· 가격은 중간</li> <li>· 규격판 제작비가 높다</li> <li>· 종자특성에 따른 파종율 변동 폭이 크다</li> </ul>	
자동화 적용	중간	높음	낮음	
파종율	원형종자	80~90%	95~98%	85~90%
	장방형종자	75~83%	90~98%	60~82%
	납작형종자	60~75%	86~98%	50~74%
작업능력 (128공)	최대 420매/시간 표준 300매/시간	최대 180매/시간 표준 150매/시간	최대 150매/시간 표준 100매/시간	

노즐형 파종기가 성능, 제작가격, 제어조작성, 파종부 교체성의 면에서 가장 우수하였다. 본 연구에서는 노즐형 파종기를 상품화 시제품 개발대상으로 초점을 맞추었다.

라) 파종기 상품화 시제품 개발

- (1) 시작품(드럼형, 노즐형) 성능시험 결과 드럼형은 작업속도(300트레이/시간)가 노즐형(150트레이/시간)보다 빠르지만 고추 파종시 파종율은 72%로서 노즐형(95%)에 비해 저조하고, 드럼형은 종자형태에 따라 선택적이거나 노즐형은 가능 종자의 범위가 큰 것으로 나타났다. 따라서 상품화 시제품은 노즐형의 성능을 최대한으로 향상시킬 수 있는 조건에서 개발하였다.
- (2) 노즐형 파종기의 상품화 시제품 개발

- 진공흡입, 압축공기 배출조작
- 니들을 이용 (주사기 바늘)
- 흡입압력 조절장치 (종자별 적정압 조절)
- 광전센서에 의한 트레이 1열 감지 및 파종작업제어
- 1열 작업기와 연동작동
- 트레이 규격에 따른 노즐대 교체형
- 노즐막힘 방지 장치 : 압축공기 일시 분출 (종자 배출 직후)
- 국내 표준 트레이(10여종) 및 지피포트, 페이퍼트레이 겸용

표 3.1.10 파종기의 상품화용 시제품 사양

길이(L)	깊이(D)	높이(H)	중량(kg)	전기용량	에어용량	표준파종능력
1500	500	850	155	330W	6kg/cm <sup>2</sup>	150매/시간

(3) 외국 등에서 개발한 파종시스템의 작업능률은 128공 기준으로 180~130트레이 / 시간으로 완벽 파종작업 최적 작업속도는 150트레이 / 시간으로 조사되었다.

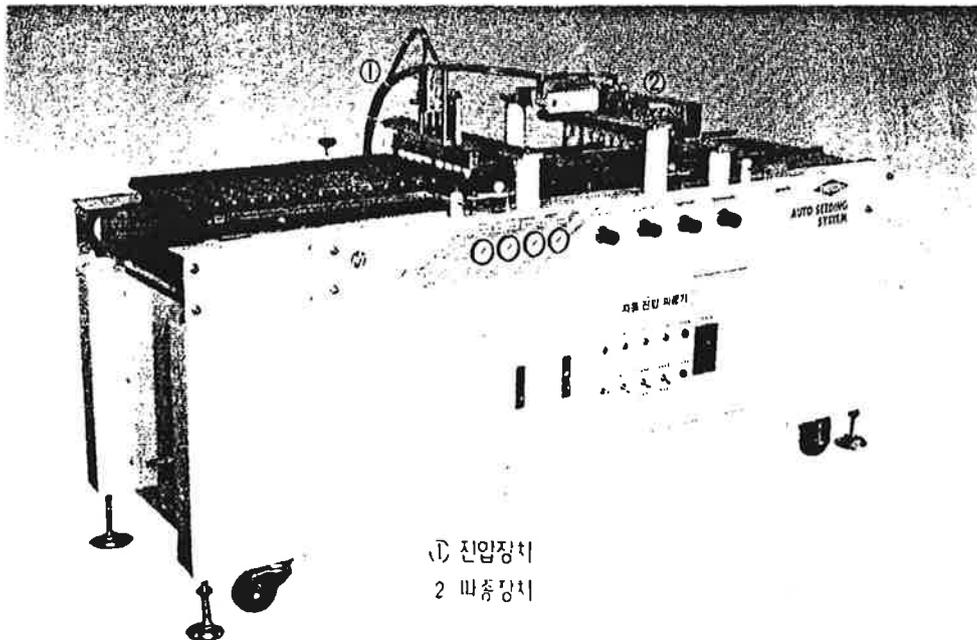


사진 3.1.15. 파종기와 상토진압기 상품화 시제품

## 제2절 묘 이송라인 개발

### 1. 검토형식

#### 가. 프러그 트레이 이동경로

파종기 → 발아실 → (순화실) → 육묘온실 → 출하

#### 나. 트레이 이송방식

- 1) 육묘베드 이송방식 : 모종 트레이를 탑재한 육묘베드가 트레이 이동경로로 이동. 다층 육묘베드 운송대차가 가능한 방식이나 장치 비용이 트레이 탑재 이동방식에 비해 많이 들어감.
- 2) 트레이 탑재 이송방식 : 다층으로 된 트레이 탑재대차를 이용하며, 인력견인이므로 제작비가 저렴.

### 2. 육묘베드 이송방식

#### 가. 베드 이동라인의 구성

육묘 베드상 이송방식의 묘 운송라인은 바닥레일, 베드적재대, 발아실 베드 자동 적재 및 출하장치, 베드운송대차, 육묘온실내 베드 종이동 레일장치로 구성하였다. 그림 3.2.1은 육묘베드 이송방식의 라인배치와 이송에 필요한 장비를 나타낸 것이다.

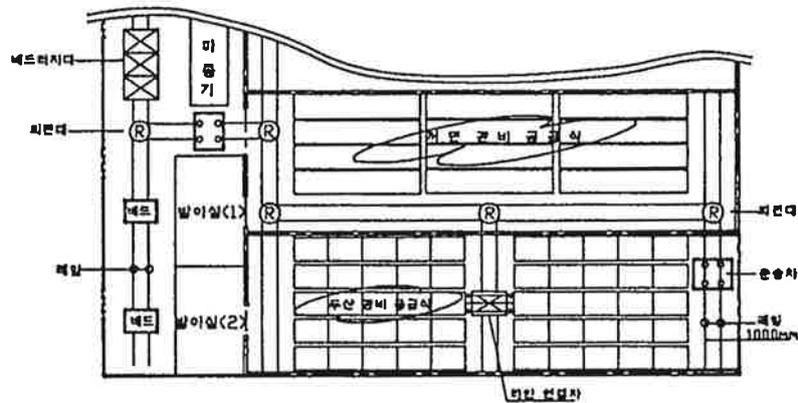


그림 3.2.1. 육묘베드 이송방식의 묘 이송라인

육묘공정의 생력 자동화를 위하여는 파종 및 발아와 관련된 시스템이 일관생산 체계를 갖추어야 함은 물론 육묘 온실내의 육묘베드 이송체계가 일관화 되어야 한다. 다음의 구성체계는 이송장치의 배치 예를 나타낸 것으로 각 부분에 필요로 하는 장치들을 두상관비와 저면관비로 구분하여 표시하였다. 그리고 이들 두가지 방식의 관비라인 배치 평면도를 제시하였다.

자동 파종기의 파종라인으로부터 파종된 트레이는 육묘베드에 순서대로 실는다. 이 육묘 베드는 베드탑재대(1층 구조)에 얹혀서 작업되고 파종완료된 트레이가 이 베드에 모두 실 리면 베드는 베드탑재대로부터 베드 운반차에 레일 구동에 의하여 실는다.

파종된 트레이가 베드 운반차에 모두 실리면 베드 운반차를 인력 또는 동력으로 바닥 안내 레일을 따라 이동시켜 발아실에 적재시켜 3-4일간 발아 기간을 지나게 된다. 평균 발 아 75%이상이 되면 운반차로 안내 레일을 따라 출고시켜 육묘실 입구로 이동한다. 이동 된 베드는 발아 후 제1단계 온실의 베드 제1이동라인부터 차례로 라인에 얹어서 밀어낸 다. 발아된 트레이는 육묘베드에 실려 제1이동라인부터 필요라인까지 제1단계 육묘실내에 배치되어 생육된다. 발아후 제1단계 생육기간이 지나면 일반 육묘온실로 운송되고 마지막 으로 육묘기간이 끝나면 출하를 위해 최종 단계인 경화실로 이송된다. 필요에 따라 발아 실에 베드탑재대를 설치하고 베드를 다층으로 탑재시켜 발아시킨 후 육묘실에 위와 같은 방법으로 이동시킨다.

육묘가 완료되면 출하를 위하여 이동라인과 라인사이에 베드운반차를 연결시켜 육묘가 완료된 베드를 다층으로 싣고 출하 대기용 베드 탑재대에 탑재대기 시키거나 직접 표준박스 에 포장하여 저온 운송트럭에 실어서 운반된다.

이상과 같이 파종된 프러그 트레이를 일정량 베드에 싣고 적절한 환경 및 재배관리를 요하는 육묘실내를 자유로이(생력화) 이동시킬 수 있고, 또한 베드를 육묘실로부터 뽑아내 는 장치를 도입하는 것은 종래의 고정식 베드를 사용해 베드위에 인력으로 옮겨 놓는 것 에 비해 매우 효과적이라 할 수 있다.

나) 육묘베드와 온실내 설치

육묘온실의 베드설치는 관비방식에 따라 저면관비와 두상관비 방식으로 나누어 생각할 수 있다. 온실의 폭 9m 표준형을 기준으로 베드의 크기를 두상관비 베드 1.5×2.2m, 저면 관비 1.5×8.0m로 하여 두가지 공히 폭 1.5m 베드를 최대 5열 배치가능 하도록 하였다. 그리고 베드의 이동성은 두상관비는 전후좌우 이동과 대차에 의해 운송이 가능하게 하였 으며, 저면관비 장치는 육묘온실의 이용면적 효율을 높일 수 있도록 좌우 이동성만 고려 하였다.(그림 3.2.2, 그림 3.2.3, 사진 3.2.1)

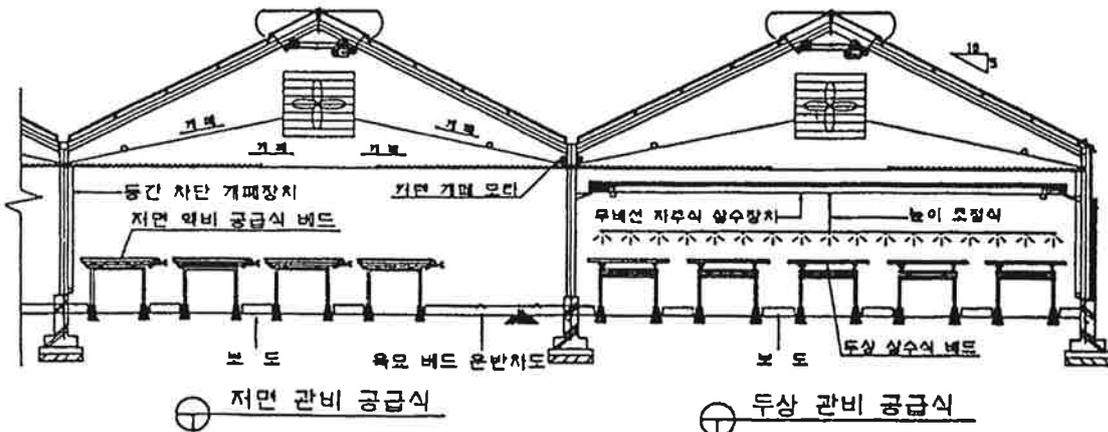


그림 3.2.2. 베드 설치도

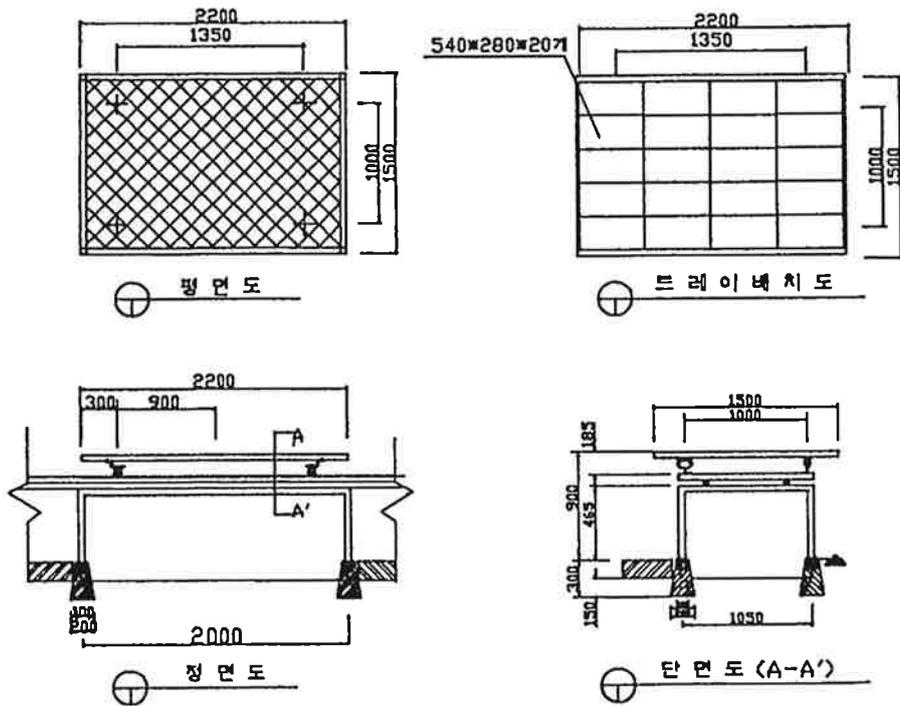
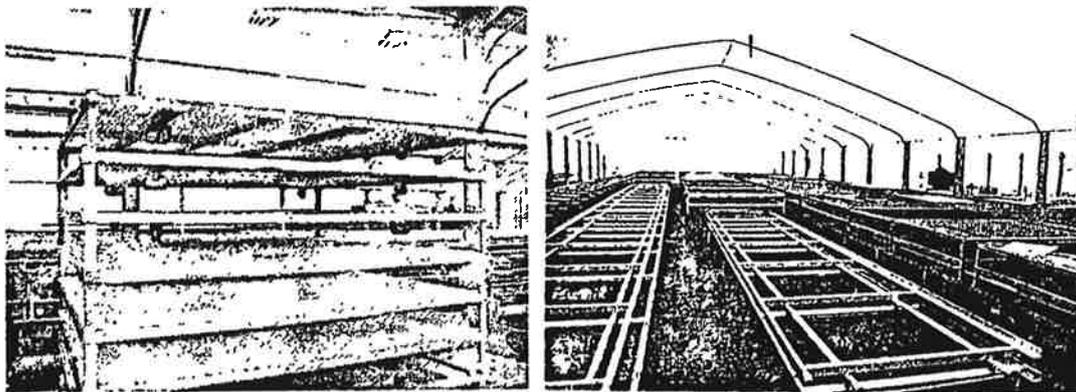


그림 3.2.3. 육묘베드 구성도



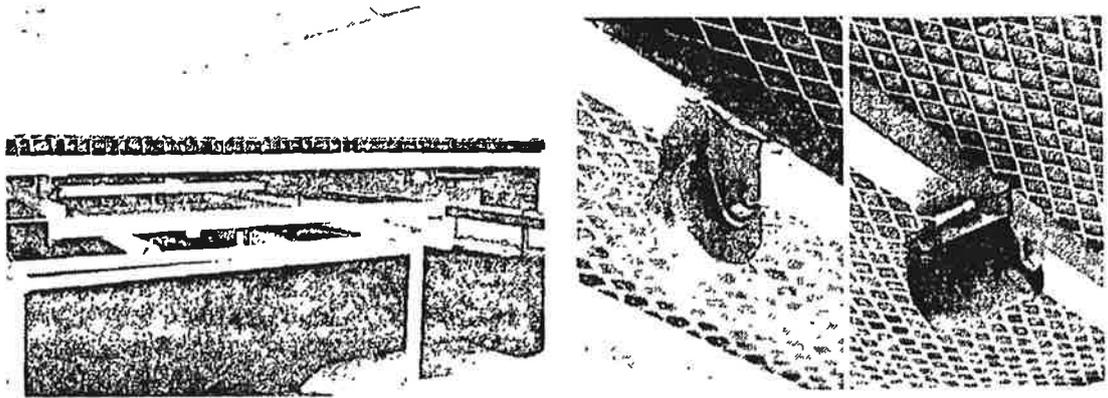
(1) 탑재된 베드 (2) 전후좌우 이송장치

사진 3.2.1. 두상관비 베드와 이송장치

다. 베드 구동부 및 라인 연결부

그림에서 언급된 두상관비용 베드는(사진 3.2.2) 철재 앵글과 철망으로 만들고 베드 밑에는 4개의 로울러가 붙어 있어서 레일을 타고 움직일 수 있게 하였다. 4개의 로울러중 2개는 평로울러를 사용하여 전후이동을 원활하게 하며 2개는 V홈 로울러를 사용해 레일의 안내 및 구동역활을 동시에 할 수 있게 하고 2조의 레일이 직선 및 평행에서 약간 어긋나 있어도 V형 구동로울러가 레일에 끼여져 있으므로 이동을 방해하는 요인이 없도록 하였다.

베드간 라인 연결차의 구성은 육묘베드 라인이 작업로 및 베드운반차 이송을 위하여 중간부위가 떨어져 있을 때 평행상에 있는 2조의 이동라인을 꿰김이 없이 연결시켜 주도록 하였다. 라인과 라인 연결시 이 연결차가 옆으로 이동되는 것을 막고 육묘베드가 안전하게 다음 라인으로 이동되도록 하기 위하여 연결차 레일 끝에 연결파이프와 밀대를 설치하여 연결차를 라인에 탈착시킬 수 있도록 구성하였다.



(1) 베드 이송라인

(2) 베드구동 로울러

사진 3.2.2. 베드 구동부

라. 육묘베드 운반차

육묘중인 트레이가 배열된 베드 또는 대기중인 베드를 베드라인으로 이동시키거나 베드라인에서 다른 장소로 이동시키고자 할 때 다층으로 적재하여 운반하기 위한 운송 대차이다.

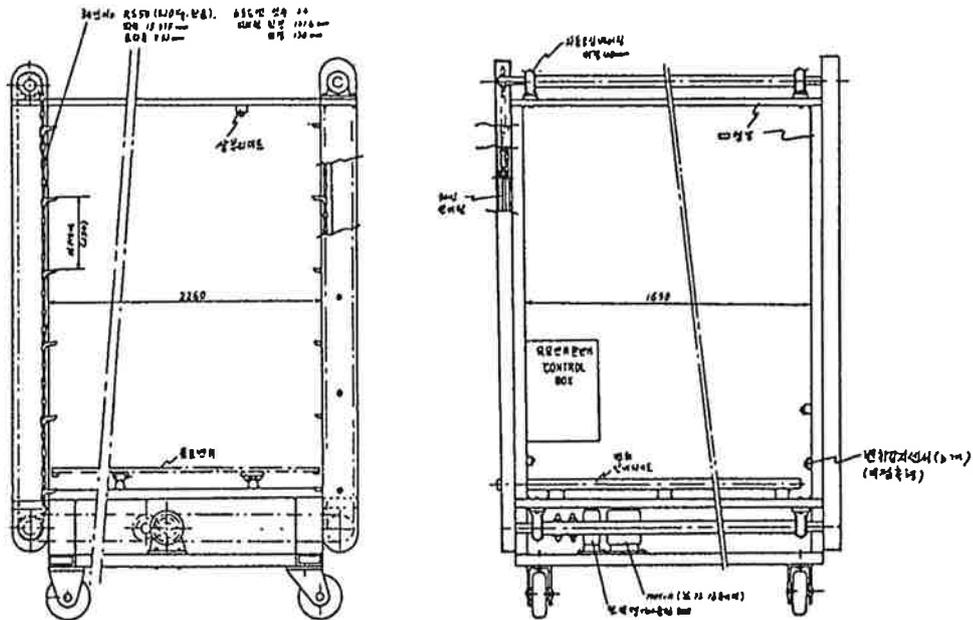


그림 3.2.4. 체인리프트 방식 육묘베드 운반차의 설계치수

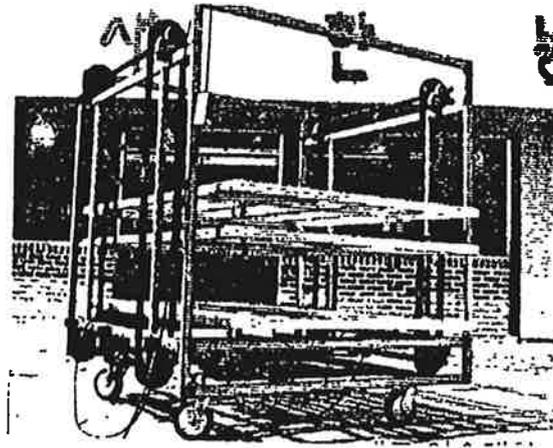


사진 3.2.3. 욕묘베드 운반차 시작기

1) 설계특성

가) 자동탑재

나) 탑재 베드수 : 5~7개

다) 인력 및 자동견인

라) 콘크리트면 및 레일 겸용

마) 파중 → 발아 → 욕묘실 → 출하작업 시 욕묘 베드 탑재 운송

2) 구조 및 작동

체인리프트 방식 운반차의 구조는 모터구동(AC 또는 밧데리 겸용)에 의해 체인리프트의 상승 또는 하강을 할 수 있도록 설계하였다. 욕묘베드를 탑재하는 방법은 베드삽입 안내 레일을 욕묘베드 이동라인의 레일에 맞추고 고정시킨후 베드를 밀어서 운반차 안으로 이동시킨다. 베드가 완전히 운반차 안으로 이동되면 ON-OFF 또는 광센서 자동감지에 의해 구동모터가 작동하여 체인리프트가 베드 1칸을 안전하게 들어 올린다. 이때 체인리프트의 러그가 베드를 받치고 올라가게 하였다.

베드 1칸이 완전히 들어 올려지면 센서에 의해 감지되고 승강이 중지된다. 다시 베드 1개를 같은 방법으로 탑재하고 계속하여 다층으로 탑재하게 된다. 탑재가 완료되면 바닥 레일을 통해 다른 장소로 이동시키고 필요한 장소에서의 베드 하역은 탑재와 반대로 이루어지도록 한다. 콘트롤 박스는 전원 ON-OFF, 승강, 하강, 완료로 작동되도록 하며 승강과 하강은 자동 및 수동으로 할 수 있도록 스위치를 붙였다.

마. 욕묘베드 탑재대

욕묘베드 적재는 욕묘공장내 여유공간이 있어야 되며 임시 저장시 베드의 탑재가 필요

할 뿐 아니라 파종작업장, 발아 및 점목활착 촉진실의 적재를 위해 필요하다. 이 탑재대는 베드 운반차의 탑재층수와 같이 제작되어 베드의 저장, 육묘된 트레이의 출아대기, 발아실 등 다용도로 이용될 수 있도록 하여야 한다.

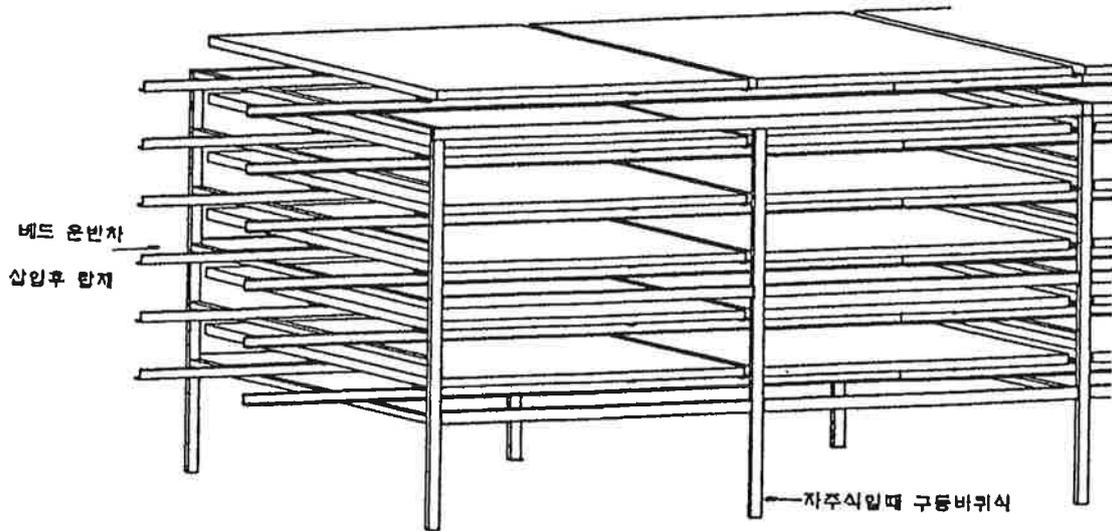


그림 3.2.5. 육묘베드 탑재대 모형

#### 다. 트레이 탑재 이송방식

트레이 탑재 이송방식은 베드운반차 이용 방식보다 1회 이송 트레이 수는 작지만 부가적 장비가 없기 때문에 시설비가 1/10로 줄어들고 생력화율은 1/5정도로서 효율이 저조한 것으로 나타났다.

이것은 트레이의 이송경로에 따라 트레이 탑재가 이동하는 것이기 때문에 탑재에의 트레이 직재, 하차에 인력의 소요가 크게되기 때문이다.

이 방식은 트레이 탑재, 고정식 육묘베드 및 육묘베드 상부 작업차로 구성하여 종래 탑재방식에서 효율을 높였다. 육묘시스템의 트레이 운반작업은 파종, 발아 및 재배관리작업에 비해 노동투하량이 적고, 시간적 여유가 많은 작업이기 때문에 전체 관리인력의 증가요인이 되지 못하므로 시설비용이 높은 베드 이송방식보다 트레이 탑재 이송방식이 보다 적합한 것으로 검토되었다.

##### 가. 트레이 탑재

파종실-발아실-온실로 교번하여 이동하기 때문에 인력으로 밀고 다닐수 있도록 바퀴를 붙여 설계 제작하였다. 견고성과 경량성, 내부식성 소재를 이용하였고 최대의 탑재구조로 하였다. 트레이 탑재의 이동경로가 최소길이가 되도록 이송복도는 온실의 중앙으로 설치하고 육묘베드 배열은 중앙복도를 향하도록 하여야 인력소모를 줄일 수 있었다.



사진 3.2.4. 상품화한 트레이 탑차

표 3.2.1. 트레이 탑차(발아실 대차) 상품화 사양

형식	길이(L)	깊이(D)	높이(H)	재질	단수	트레이수용매수	용도
01	550	1200	1800	L30×30×3T 용융아연도금	150mm 11	44	전문육묘장
02	520	900	1500	L30×30×3T	150mm 9	27	소규모 육묘장

나. 육묘베드 및 좌우 이동장치

- 육묘베드가 좌우 30cm 이동이 가능하므로 일광, 관수의 위치변경이 가능함
- 좌우단 앵글을 레일로 이용하여 트레이 운반구 이동이 용이함
- 바닥면을 돼지 방석을 이용하여 가볍고 튼튼하고 통기성이 양호함

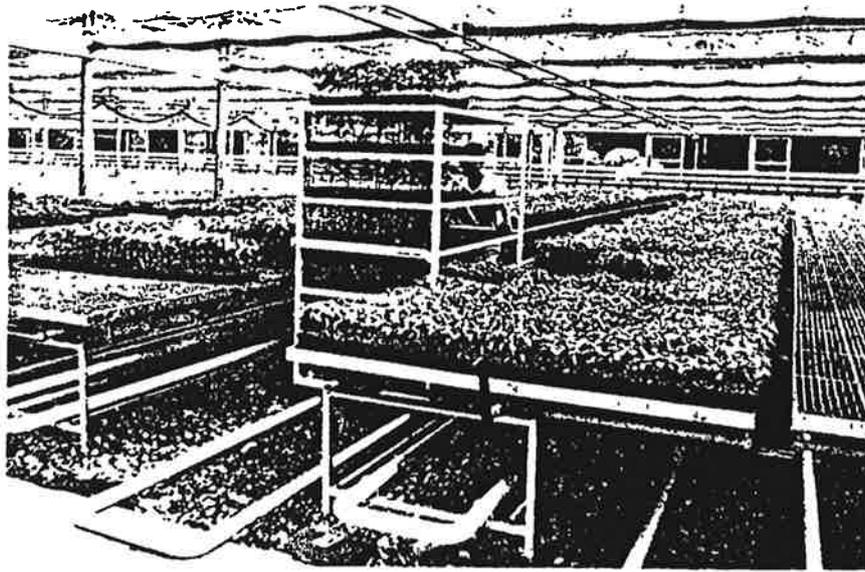


사진 3.2.5. 육묘베드 및 좌우 이동장치

표 3.2.2. 육묘베드의 규격

폭(W)	높이(H)	길이(L)	재 질	표면처리	제작방법
1720 (또는 맞춤설계)	600	맞춤설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 파이프 32A</li> <li>◦ 앵글 50×50×4t</li> <li>◦ 익스펜디드 메탈 3.2t</li> </ul>	용융아연도금	현장맞춤

다. 육묘베드상 트레이 운반작업차

- 육묘베드의 좌우측 앵글을 레일로 하여 길이 방향으로 자유롭게 이동됨
- 트레이 15매(2단용은 30매)를 탑재할 수 있으며 물류효율이 높아짐
- 트레이 운반, 보식, 가식 등 관리작업 겸용
- 육묘트레이 인력 운반시 최대 2매에 비하여 7.5배(또는 15배)의 물류효율이 증대됨

표 3.2.3 트레이 운반차의 제작사양

폭(W)	깊이(D)	높이(H)	중량(kg)	트레이 탑재수량	바닥면
1720	1500	300	30	15매	1.0t 아연도금합석
1720	1500	300+300	42	30매	1.0t 아연도금합석

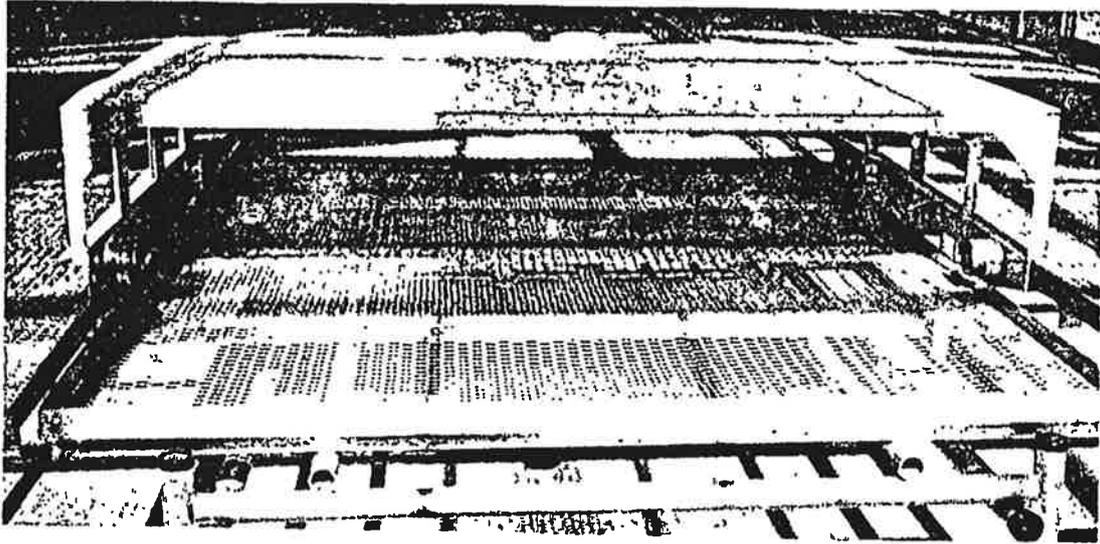


사진 3.2.6. 육묘베드상부 트레이 운반작업차

### 제 3 절 발아실의 표준규격 정립

발아실은 파종종자 발아촉진에 최적의 환경을 조성하기 위한 시설로서, 일시발아, 발아율 높임에 의해 트레이 상의 모종결주를 줄이고, 모종생산기간 단축, 우수 모종육성에의 효과가 크도록 시설하는 것이 필수적이다. 이와 같은 기능을 최대한 제고시키는 방향에서 시작품 개발과 시험을 통해 표준규격을 정립하였다.

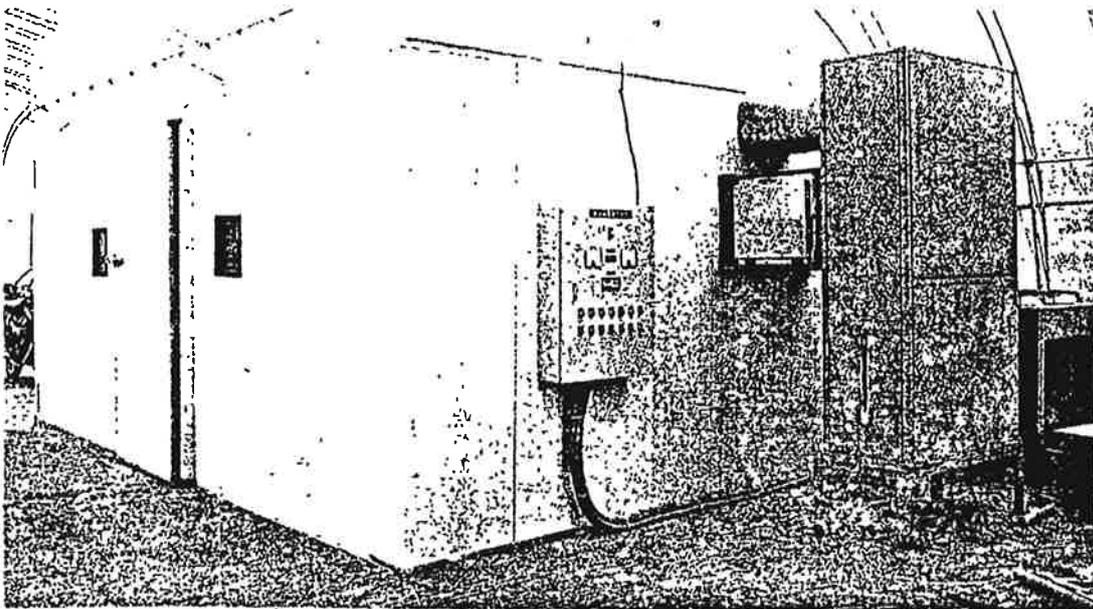


사진 3.3.1. 발아실 시작품

1. 발아실 환경조건

- 가. 온도 : 작물별 설정온도 - 약 10~30℃ 범위
- 나. 습도 : 약 90~100%
- 다. 환기 : 작목에 따라 조절. 예) 팽나무, 무더기버섯의 경우 0.5~2회/h
- 라. 광 : 작목에 따라 조절

나. 발아실의 시작품 제작

- 가. 최대수용능력 : 1회 트레이 1596매(128묘/매×1596매=203,520묘)
- 나. 온도조절범위 : 3~30℃
- 다. 사양 : 표 참조

표 3.3.1 발아실의 사양

구 분	사 양	구 분	사 양
발아실 내부크기	3600×2400mm	온도조절설비	냉방기(압축식) 10RT
벽체내부	스티로폴단열재 두께 200mm		바닥온수난방
출입문	850×1800mm, 2개소		
제어부	표시판넬 및 제어판넬 제어항목 : 온도, 습도	습도조절	분무노즐과 환풍팬 이용

3. 발아실 환경분석

◦ 발아실 환경조절을 위해 현장조사 분석

가. 온도

1) 온도측정조건

- 가) 작목 : 양배추, 128공×880트레이, 10단적재
- 나) 환경제어 설비 가동 : 온돌시설에 의한 바닥난방, 내부 25℃에 세트하여 80℃의 온수 순환
- 다) 측정점 : 온도의 측정은 발아실 상중하 각각 9점씩 총 27점(자동온도 기록계 측정)  
상대습도 및 탄산가스는 발아실 중앙점(수동측정)

2) 경시별 온도변화

발아실내의 온도는 그림 3.3.1에서 보는 바와 같이 16~26℃범위에 있었으며, 정오부근에서 발아실 외부온도의 상승과 더불어 높게 나타났다. 트레이와 트레이 틈새사이의 온도가 가장 높고, 그 다음이 공기 평균온도로 나타났으며, 상토온도는 16~22℃범위였다. 양배추의 발아단계에서의 환경조건은 다음과 같다.

표 3.3.2 양배추 발아단계의 환경조건

보고예	단 계	토양적온(°C)	상대습도(%)	소요일수
Carlson 등	발아과정	20~30		3~10
Koranski	1단계(유근돌출)	18~21	95~100	3~4
	2단계(떡잎출현)	17~18	85~90	7

3) 온도분포

발아실내의 상하높이에 따른 온도차이는 그림 3.3.1에서 보듯이 최대 약 2°C 정도로 나타났는데 이는 바닥난방을 했기 때문에 하부의 더워진 공기가 상부로 순환하기 때문으로 보이며, 만약 상부에서 난방을 하게 되면 열고임이 생겨 상하 온도편차가 커질 것으로 판단된다. 그리고 냉방을 할 때에는 상부에서 공급해야 마찬가지로의 균일 효과를 얻게 될 것이다. 또한 내부 온도분포를 알아보면 중앙부 수평면상의 08시 온도분포는 그림 3.3.2에 나타난 바와 같이 16.2~21.6°C 범위에서 좌측이 다소 높게 나타났는데 온수순환이 시작되는 시기로 보인다. 또한 이때의 중앙부 수직단면(분을 포함하지 않음)에서의 온도분포는 그림 3.3.3에 나타난 바와 같이 16.2~17.1°C 범위로서 상당히 균일하며 상부가 약간 높게 나타나 있다. 그리고 그림 3.3.4에는 14시의 중앙 수평 온도분포를 나타내고 있고 그림 3.3.5의 중앙수직 온도는 22.4~24.9°C로서 온수순환이 진행되고 있는 것으로 판단된다. 전체적으로 볼 때 온도분포는 상당히 균일한 것으로 판단된다.

4) 상대습도

발아실내에 트레이를 넣은 시점에서는 68%의 상대습도를 나타내었다가 서서히 상승하여 약 6시간 뒤에는 90%까지 상승하였다. 그러다가 서서히 하강하여 다음날 20시경에는 약 66%까지 하강하였던 바 가습장치의 가동이 필요한 것으로 판단된다.

5) 탄산가스

발아실내의 탄산가스 함유량은 약 500ppm 전후로서 측정기간 중 별로 차이가 없었으며, 이는 발아실 외에서도 같은 경향이였다.

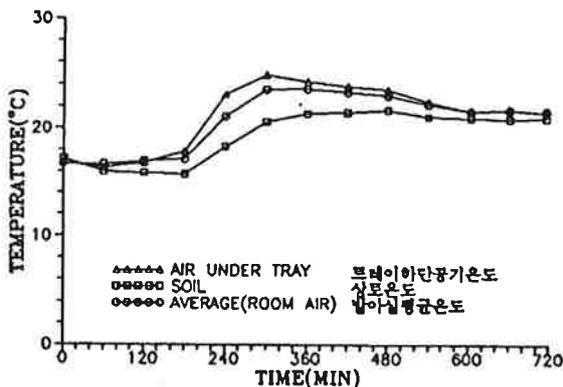


그림 3.3.1. 발아실 온도변화

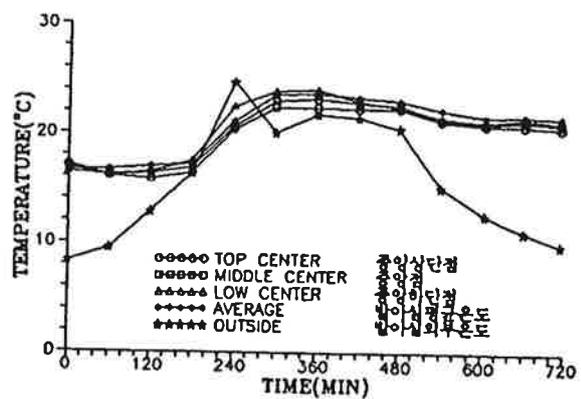


그림 3.3.2. 발아실 공기 온도변화

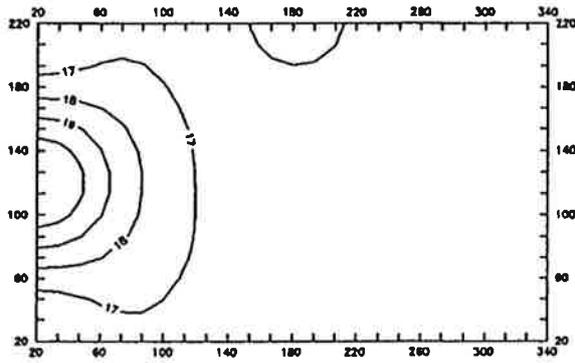


그림 3.3.3. 발아실 온도분포-중양수평

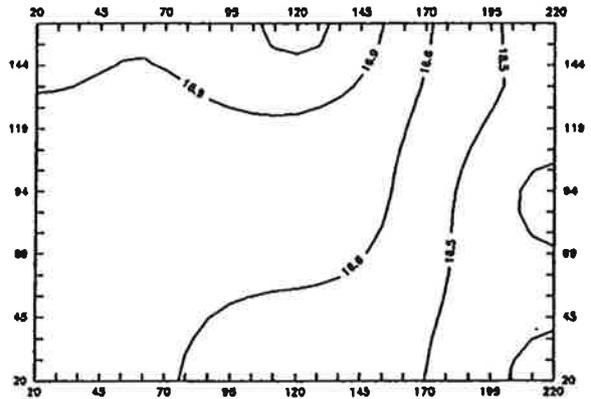


그림 3.3.4. 발아실 온도분포-중양수직

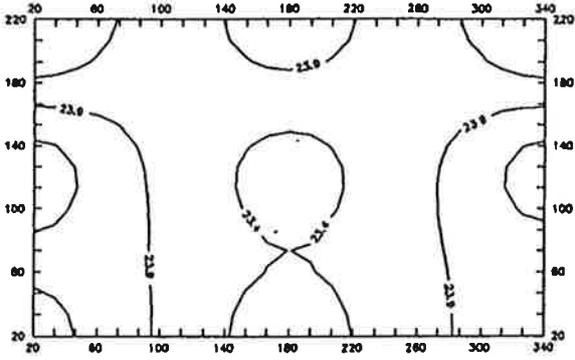


그림 3.3.5. 발아실 온도분포-중양수평

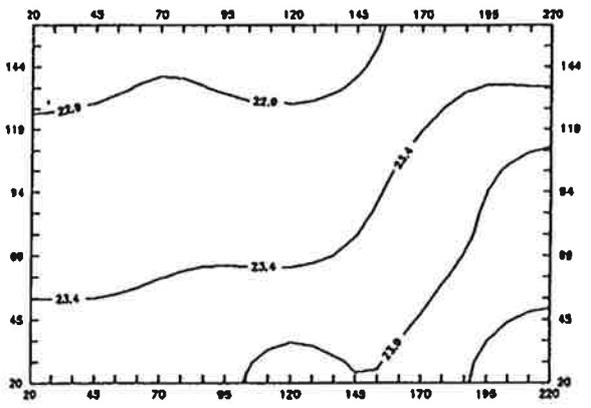


그림 3.3.6. 발아실 온도분포-중양수직

#### 4. 발아실의 냉난방 부하 산정시험

발아실의 열수지 모형과 계수값은 다음식과 같이 가정하였다.

$$Q_s = C \frac{dT_s}{dt} + \frac{1}{R} (T_s - T_o) \dots\dots\dots(3-1)$$

C : 내부 상토, 공기, 트레이 적재대 및 바닥을 포함한 열용량(kcal /℃)

R : 틈새환기와 벽체 열전달을 합한 열저항(s · ℃ /kcal)

T<sub>s</sub> : 발아실 내부온도(℃)

T<sub>o</sub> : 발아실 외부온도(℃)

Q<sub>s</sub> : 보일러로부터 발아실에 공급되는 열량(Kcal /s)

보일러 용량은 기지이지만 온수(80℃) 순환시의 전열은 바닥 방열관에 의해 이루어지므로 순환온수의 출입구 온도차 및 순환유량을 계속하지 않으면 Q<sub>s</sub>을 알기 힘들다. 본 연구에서는 실내온도를 일정온도로 상승시키고 발아실 밀폐상태에서 자연적 냉각기간의 실내외 온도를 3분간격으로 측정하여 R과 C값을 구하였다. 즉 (1)식에서 측정주기를 Δt로 할때

Q<sub>i</sub> = 0인 때의 변형식은

$$C \frac{T_i(t) - T_i(t - \Delta T)}{\Delta t} + \frac{1}{R} (T_i(t) - T_o(t)) = 0 \dots\dots\dots(3-2)$$

로 하여, 회귀분석에 의하여 C와 R의 값을 산정하였다.

5차례 반복시험을 한 결과

$$C = 131.1(\text{kcal}/^\circ\text{C})$$

$$R = 537(\text{s} \cdot ^\circ\text{C}/\text{kcal})$$

로 계산되었다. 열저항은

$$R = \frac{1}{hA} \dots\dots\dots(3-3)$$

h : 총합 열전달계수(난방부하계수)(kcal/m<sup>2</sup> · °C · s)

A : 전열면적(m<sup>2</sup>)

으로 나타 낼 수 있으므로, 실험대상 발아실의 A=32.4m<sup>2</sup>인 것을 대입하면

$$h = 0.0000575(\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{s})$$

$$= 0.207(\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h})$$

로 계산되었다.

일반온실의 h=2~4(kcal/m<sup>2</sup> · °C · h)인 것에 비하여 단열효과가 매우 높았음을 알 수 있었다.

따라서 냉난방부하 산정식은 실내의 설계온도차(T<sub>ic</sub>-T<sub>o</sub>)인 경우

$$Q_c = 0.207 \cdot A(T_{ic} - T_o) \dots\dots\dots(3-4)$$

로 되며, (T<sub>ic</sub>-T<sub>o</sub>)의 설계온도차는 발아실이 온실내 설치된 경우가 많지만, 만약의 경우를 생각하여 35°C로 잡고, 본 실험대상의 면적 A=32.4m<sup>2</sup>을 대입하고, 바닥면적(1.8×3.6m) 6.48로 하면 단위바닥면적당 냉난방부하는

$$Q_{c,u} = 36(\text{kcal}/\text{hr} \cdot \text{m}^2)$$

로 되지만, 바닥 단위면적당 열용량은 C<sub>v</sub>=131.1/6.48로서 1시간내에 실내 물체를 35°C로 올린다는 가정하에 부가적 용량이 필요하다. 이는 R과 C에 관계된 시정수를 고려해야 하지만 단순히 C<sub>v</sub>×35로 한 것의 60%로 잡으면 425(kcal/hr · m<sup>2</sup>)가 된다.

따라서 단위바닥면적당 최대난방부하는

$$Q_{c,u} = 460(\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h}) \dots\dots\dots(3-5)$$

로 산정된다. 보일러 열수송 손실 20%로 가정하면 발아실 단위바닥면적당 온수보일러 용량은 다음식과 같이 산정된다.

$$Q_{w,u} = 575(\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h}) \dots\dots\dots(3-6)$$

엑셀파이프(φ25) 바닥배관 길이는 18m로서, 관내 80°C의 온수를 계속 공급할 때 실내의 온도차는 약 67°C로서 (4)식에 의해 공급된 열량은 449(kcal/h)이고 이것은 엑셀파이프 단위 길이당 24.96(kcal/m · h)로 된다. 최대 난방부하의 열량을 모두 공급하려면 바닥면적 1m<sup>2</sup>당 18m의 막대한 배관량이 된다. 그러나 엑셀파이프 최소 배관간격을 15cm로 하

면, 바닥면적 1m<sup>2</sup>당 6.7m의 엑셀파이프 배관량이 최대이므로 엑셀파이프 배관량을 기준하여 온수 보일러용량은 1m<sup>2</sup>당

$$Q_u = 166.4(\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h}) \dots\dots\dots(3-7)$$

로 최대 한계로 계산되었다.

### 5. 가습장치와 능력

#### 가. 난방시의 가습량

습공기선도에 의하여 겨울철 실내온도 5℃인 공기의 상대습도 50%RH, 비체적은 0.8m<sup>3</sup>/kg, 절대습도 2.7g/kg인 초기상태의 발아실내 공기를 30℃로 가열하고 상대습도 100%RH의 유지를 위해서는 절대습도가 28g/kg이 된다. 이것은 초기의 실내상대습도를 100%RH로 상승시키기 위해서는 단위 실내체적당 32g의 수증기가 필요하는 것을 알 수 있다.

연속가동 중에 있어서의 가습량은 틈새환기와 응결수 낙하에 의해 제습되는 양만큼만 가습량을 필요로 한다. 난방 가동중 제습율은 1.5%/분정도로 조사되었다.

만약 초기상태에서 가습 완료시간을 10분으로 한다면 분당 수증기 필요량은 3.8g/m<sup>3</sup>·mun이 된다. 이 가습량은 연속 가동중에는 절대로 습도를 떨어 뜨릴 수 없는 량이다. 따라서 난방과정 중 가습기 용량은 가습장치의 가습량×증발율이 3.8g/m<sup>3</sup>·mun를 넘어야 한다.

#### 나. 냉방시의 가습량

여름철 35℃인 공기의 상대습도 60%RH, 비체적 0.915m<sup>3</sup>/kg, 절대습도 21.3g/kg인 초기상태의 공기를 10℃로 낮추면 상대습도는 100%RH로 되고, 26℃이하로 낮추면 상대습도 95%이상을 유지한다.

따라서 여름철 냉각시는 공기성질에 의한 상대습도의 자연증가가 있기 때문에, 응결수의 낙하와 냉방기의 열교환기에 노점이하 온도 접촉시의 습기제거를 고려할 필요가 있다. 열교환기가 증발관으로 직접 구성된 때는 일반적으로 제습율이 2.7%/min으로 조사되었다.

제습량이 가장 크게 되는 때는 35℃를 30℃로 냉방하는 때이므로 30℃, 100%RH에서 냉방기로부터 제습되는 량은 0.8g/m<sup>3</sup>·min이다.

#### 다. 가습기 용량

냉난방을 통하여 가장 많은 가습량을 요하는 것은 난방시 초기 가습량인데 가습완료시간을 10분, 20분, 30분으로 하면 수증기 필요량은 3.8, 1.9, 1.3g/m<sup>3</sup>·min이 되고, 가습기 용량은 분무 입자의 크기에 따른 증발율을 곱하여 얻을 수 있다. 일반적으로 90%이상의 증발율을 확보하고 발아실 바닥으로 물방울 낙하를 없게 하려면 분무입자의 크기가 15μm 이하여야 한다고 밝혀져 있다.

따라서 초기 가습시간을 정하여 가습기 용량을 결정하면 다음 표와 같다.

표 3.3.3. 발아실 가습기 용량

초기 가습시간	10분	20분	30분	비고
가습용량	4.2g/m <sup>3</sup> ·min	2.1g/m <sup>3</sup> ·min	1.5g/m <sup>3</sup> ·min	가습기 분무수 입자크기 15μm이하

6. 발아실 시작품 개발과 성능

종래 발아실 난방은 전기히터 온풍의 순환식 난방방식이 대부분인데 실내온도가 불균일 (특히, 상하 온도차 심함)한 문제점이 있었다. 가습장치는 입자가 굵은(25μm이상) 것이 문제가 되었고 습도를 85%RH로 유지하기가 어려웠다. 본 연구에서는 바닥 온수 배관 난방방식과 2류체 노즐에 의한 Fog 가습장치를 도입하여 시작품을 설계 시공하여 온도제어 편차 ±1.5℃, 상하편차 1.2℃, 실내 전부위 습도 95%RH이상 균일 유지를 달성하였고, 설계사양을 정립하였다.

시작품 설계도면은 2장의 표준모델 개발에 게재하였다.

7. 발아실 설계제작을 위한 표준규격화

발아실의 규모는 육묘온실의 모종을 수용할 수 있는 능력에 맞추어 계획된 표준화가 필요하며, 2장에서 논술되었다.

여기서는 발아실 및 부대설비의 표준화 자료를 표 3.3.4와 같이 정립하여, 표준규격화 설계제작의 시방서로 제시코져 한다.

표 3.3.4. 발아실 표준화 설계 사양

설비 및 장치		설 계 사 양
골 격	벽 체	스티로폴 압착판넬:두께 200mm
	규 모	온실 규모에 맞춤:천장높이:적재대높이+60cm
	출 입 문	폭 850mm, 높이 2000mm, 여닫이형 밀폐구조
난 방	온 수 보 일 러	용량:170kcal/m <sup>2</sup> ·h, 자체 온도조절기, 순환수 온도조절기
	방 열 관 배 관	∅25mm 엑셀파이프, 배관간격 150mm
	순 환 수 온 도	50~80℃, 조절가능
	난 방 부 하	0.207×A×(설계온도차)
	난 방 능 력	설계온도차 35℃(도달시간 1시간)
냉 방	냉 방 기	용량:150kcal/m <sup>2</sup> ·h, 자체 온도조절기
	냉 방 부 하	0.207×A×(설계온도차)
	제 습 율	0.8g/m <sup>3</sup> ·min 이하
	냉 방 능 력	설계온도차 25℃(도달시간 1시간)
가 습	가 습 기	미립자(15μm 이하) 분무형, 천장부 분무
	가 습 능 력	물 소비량 5g/m <sup>3</sup> ·min
계 측 · 제 어	발아실 제어반	설정:계측치 표시(온도, 습도), 단위기계의 조절기로 구성

## 제 4 절 온실의 환경 및 재배관리장치 개발

육묘온실의 환경 및 재배관리장치는 난방, 환기, 보온, 차광, 냉방, 관수(관비), 방제, 액비혼입장치 등으로 이에 관련된 기계 및 설비는 매우 많다. 이들 각 장치에 대한 연구 개발은 국내외적으로 계속 진행되고 있는 실정이며 본 연구진에 의해서도 기술개발을 계속하여 국내 실정에서는 안정된 수준까지 축적되었고, 관련 연구보고서, 논문도 많은 편이다. 연구기간동안 새로 연구개발하였거나 기존장치들의 성능향상을 위한 연구내용은 다음과 같다.

### 1. 구분환경 조절을 위한 격리온실용 차단 개폐장치

규모가 큰 다연동 육묘온실내에 용도별로 온실환경을 달리하여 작물 종류별, 생육단계별 환경실정을 달리할 수 있는 실별 차단 개폐장치를 개발하였다. 이 개폐장치는 권취식으로 각 실의 경계벽을 형성할 수 있는 단열 부직포를 상하 개폐하는 것으로서 이론 및 실험적 선행 연구들의

결과를 기초로 하여 설계제작 하였다. 이 장치는 규모에 비해 소동력 소요, 권취축의 휨방지, 권취 감속부 및 모터의 견인성능 향상을 기한 것으로 설계제작 내용 및 사양은 제2장의 표준온실설계의 측면권취개폐장치에 기술하였다.

### 2. 두상관비장치 개발

시설원예 분야에서 공정육묘, 화훼 등 고부가가치 농산물 생산의 효율성 제고를 위한 천정살수 및 관비장치의 수요가 증가하고 있다. 90년대 초기의 살수장치는 대부분 육묘공장에 설치되었고 작물이 상부에서 관수하는 기능을 가진 것에 초점을 맞추어 설치되었다. 두상관수는 1) 작물이 필요로 하는 물을 1일 필요시간대에 공급할 수 있어야 하고, 2) 살수심이 작물 전부위(전 재배면적)에 균일해야 하며, 3) 살수장치가 온실내 다른 설비(보온 시설 등)와의 설치 작동에 방해가 없어야 한다는 조건에서 보면 종래의 살수장치는 개선되어야 할 점이 많다. 조사한 바에 의하면 1)과 2) 조건을 만족하는 살수장치가 국내에서는 거의 없는데 이는 이론과 실험적 검증이 없이 농가현장에 설치되었기 때문으로 판단된다.

본 연구개발에서는 위의 3가지 조건을 만족시킬 수 있는 두상관비(살수)장치를 2기종 개발하였다.

#### 가. 물 호스 및 전선 비견인 자주식 관비장치

##### 1) 연구개발 개요

종래 방식은 급수호스와 전기 배선이 견인되면서 살수하는 방식으로 급수호스 및 배선의 견인동력이 필요하고, 호스의 겹침부분 때문에 살수 불가능 공간이 발생하며, 온실내

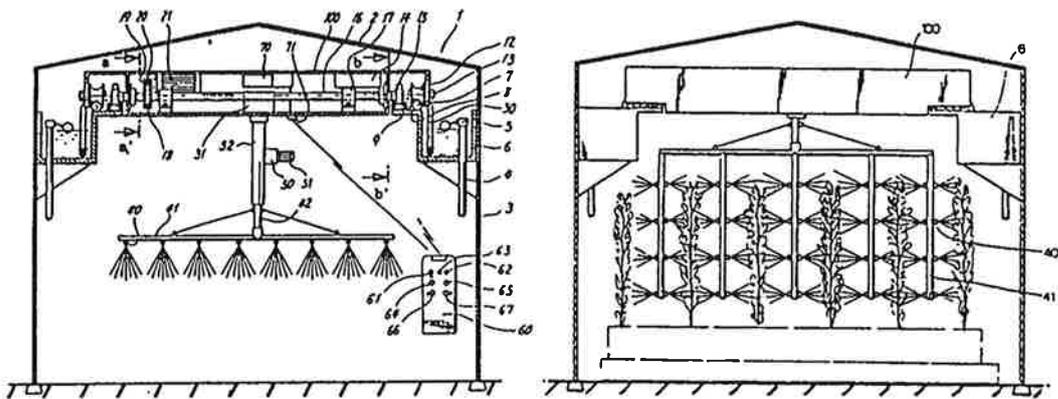
예인식 보온커튼을 설치하는데 장애가 되고 있었다.

본 연구에서는 온실의 양측 스펀지지 기둥에 레일과 물 도랑을 설치하고 크레인 형태의 빔 본체에 물펌핑 도구 및 살수노즐을 부착하여 온실의 종방향으로 주행하면서 물을 살수하는 방식의 두상관비장치를 그림 3.4.1과 같이 설계제작하였다. 물 도랑은 스텐강판으로 단면의 크기는 펌핑시 충분한 물 공급이 될 수 있도록 하였는데, 온실스팬 12m시 도랑단면은 높이 120mm, 넓이 120mm였다. 물 도랑의 물을 수위 8cm로 유지하기 위하여, 플로트 제어식 급수장치를 설치하여 수위유지가 가능하게 하였다.

빔은 270mm(높이)×50mm(폭)의 알루미늄 사각 구조재를 2중으로 겹쳐 제작하였고, 빔의 중앙으로 레일 상의 구동바퀴 축이 설치되어 바퀴 구동 시 빔 양측에서 견인토록 하여 양측의 구동 진행 저항을 줄였다.

구동 동력원은 축전지를 이용하였는데 장치의 진행속도 조절을 위하여 인버터를 설치하였다. 축전지를 이용하므로서 전원공급용 전선의 견인이 없게 되었는데 축전지는 60AH의 용량으로 자동 충전장치를 살수 완료지점에 설치하였다. 배터리와 자동 충전전원의 연결은 나이프 스위치 형태의 길이 5cm 물림방식으로 2.5cm 물림 시 살수장치 이동이 정지되도록 하였다. 동작기능은 전진, 후진, 정지, 살수 ON·OFF로 하였고, 본체 현가 현장구동 조작반과 무선 리모콘에 의하여 동작토록 하였다.

선행연구에서 연구 개발한 두상관비장치의 물 공급방식은 그림 3.4.2와 같이 수조장착식으로 5m 주행시의 살수량을 충당하는 수조를 본체 양측에 설치하였고 5m지점마다 급수관에 연결된 sol valve 작동식 급수꼭지를 이용하여 급수조에 물을 자동공급토록 하였다. 이 방식은 장치비가 많이 들고 이동동력이 증가하였다. 전선과 호스 비견인 방식은 축전지를 이용하기 때문에 충전장치의 고장이 많았으며, 양측 레일지지 크레인 방식이므로 구동축(바퀴)의 꺾이 발생하고, 물도랑 및 레일의 수평레벨 맞추기 작업의 난해 및 누수방지의 어려움 등의 문제점도 있었다.



(1) 수평 두상 관수방식

(2) 수직 관수방식

그림 3.4.1. 자주식 무호스 관비장치의 설치도와 분무방향

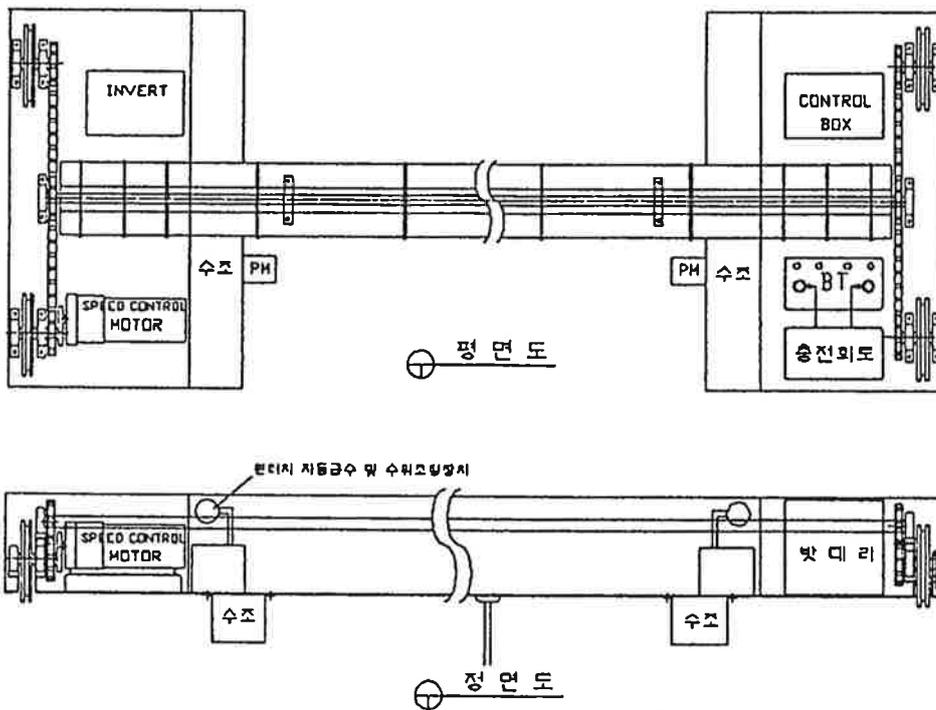


그림 3.4.2. 자주식 무호스 관비장치의 구조도

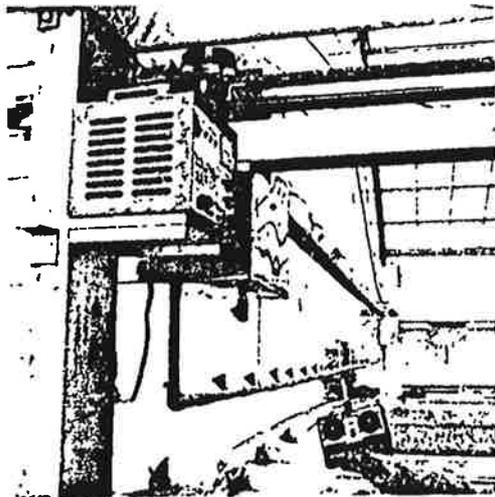


사진 3.4.1. 수조 이동식 두상관비장치

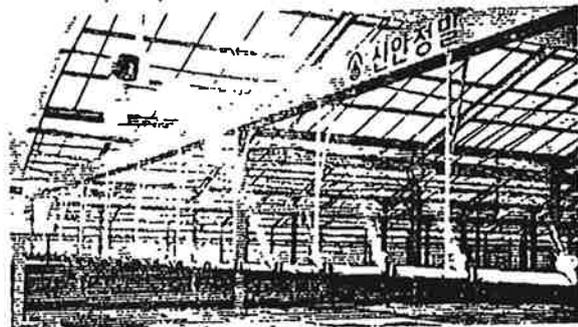


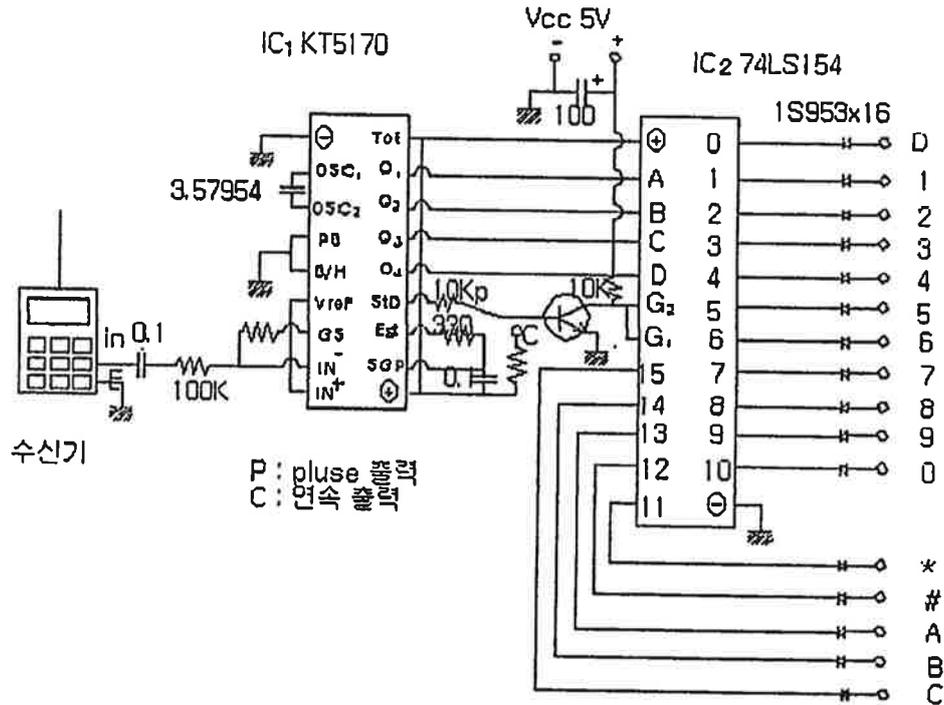
사진 3.4.2. 물도량식 두상관비장치

2) 원격(무선) 조종장치

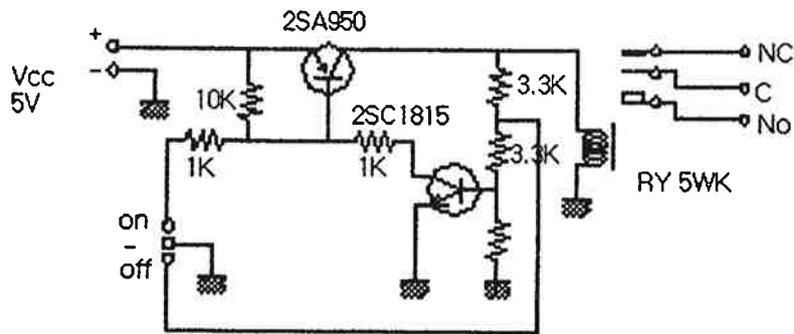
자주식 살수장치의 전진, 후진, 정지, 살수기능이 개폐되는 원격 무선동작 장치를 고안 및 제작하였다.

살수장치의 기본 동작은 전진지령, 전진 개시 지연, 전진 신호, 후퇴지령, 후퇴 개시 지

연, 후퇴 신호, 전후진 모터, PUMP MOTOR의 동작으로 하였다.



(a) DTMF decoder



(b) DTMF 리시버 릴레이 컨트롤

그림 3.4.3. DTMF 수신릴레이 컨트롤 회로

DTMF(DUAL TONE MULTIPLE FREQUENCY)에 의한 방식은 TONE신호가 잡음에 강하므로 오동작의 경우가 적은 편이다. 무선 반송파(145MHz, FM)에 DTMF 신호를 ENCODING하여 해당 릴레이를 ON-OFF시켜, 각 동작을 실행시킬 수 있도록 하였다. 시중에 판매되고 있는 DTMF 무선 송수신기 1조를 구비하여 송수신케하고 수신기 출력단에 그림 3.4.3과 같은 수신내용 디코딩 회로와 릴레이 구동회로에의 설치에 의해 각 기능을 동작 가능하게 하였다.

이 방식은 온실에서 무선에 실린 DTMF 신호를 이용해 여러 분야에서 스위치 조작이 가능하고, 각종 센서의 아날로그 신호를 HEXA CODE로 변환하여 중앙 통제실로 보내고 또한 모터의 기동 등의 지령도 잡음에 강한 DUAL TONE에 실려 보낼 수 있는 것으로 판단되었다.

이 장치는 아마추어 무선 주파수 대역인 145MHz에서 시험되었다. 전계 강도가 미약하여 간이 무선국으로 등록하지 않고 시연되었으나 통제실과 살수기의 위치가 원거리인 경우 송신 출력이 높아야 하므로 전파관리국의 허가나 다른 주파수 대역의 사용이 불가피하다.

이 장치는 비닐하우스의 자동화에 무선에 의한 조작은 하우스 내에 불필요한 선로 등 미관상의 문제를 해소할 수 있고, 컴퓨터(PC)와 송수신기를 인터페이스하는 CAT (COMPUTER AIDED TRANCEIVER)를 이용하여 PC에서 직접 원거리의 모터 등을 기동시키는 방식이 가능하여, 무선 계측장치로의 활용이 가능할 것으로 사료된다.

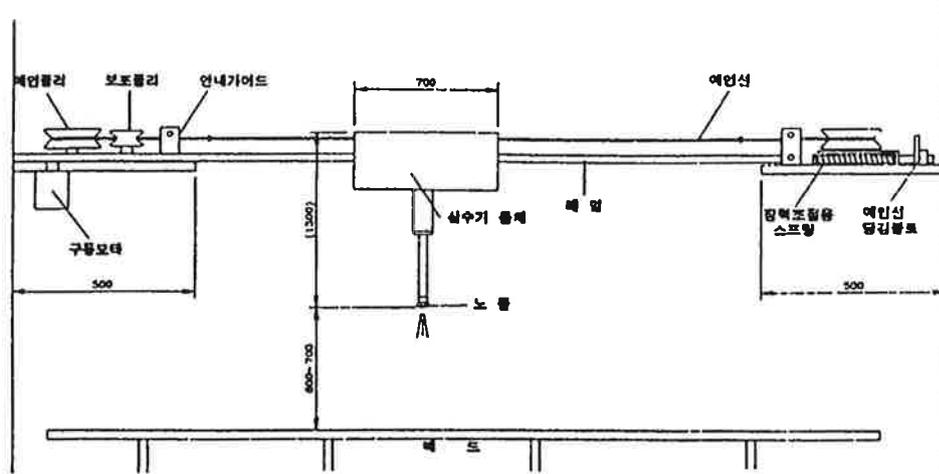
#### 나. 로프 예인식 두상관비장치 개발

물호스 및 전선 비견인 방식은 충전장치의 기술개발이 부족한 단점이 크게 작용하였고, 설치 비용면에서도 호스견인 방식보다 불리하였다. 호스견인방식은 전절에서 언급한 3가지의 문제점이 개선된다면 비견인 방식보다 기술면에서 안정적이고, 농민의 사용면에서도 편리한 것으로 판단되었다.

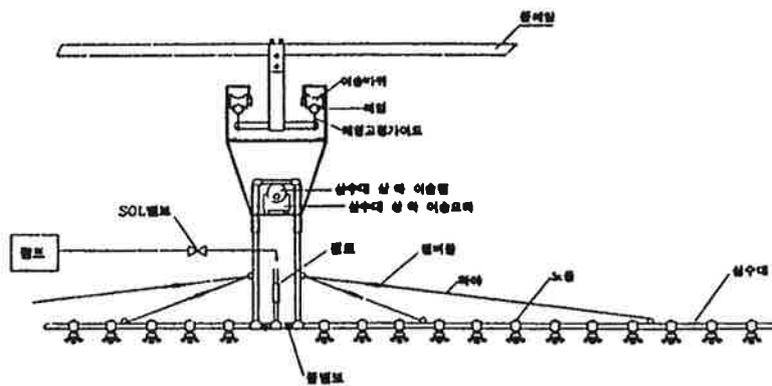
3가지의 문제점(조건)별로 개선항목을 열거하면 다음과 같다.

- 1) 작물이 필요로 하는 물을 1일 필요시간대에 공급하는 문제
  - 작물별 소요 관수량 조사 및 산정시험 결과 활용
  - 1일 필요 최적 관수시간 조사
  - 관수(펌프+배관+노즐)설비의 이론과 실험적 검정에 의한 충분한 용량의 장치선정
- 2) 관수 살수심이 작물 전부위에 균일 분포하여야 하는 문제
  - 노즐 분사각내의 살수밀도가 균일한 노즐의 선택(부채꼴 노즐)
  - 노즐의 높이와 살수분사각과 살수 균일성 시험 결과 활용으로 균일살수 방법 구명 (노즐 설치간격+노즐대 상하이동)
  - 바퀴구동 전인식의 바퀴 미끄러짐에 의한 살수속도 불균일을 로프예인식으로 개선
- 3) 살수장치가 보온설비(보온커튼)와 방해가 되지 않을 것
  - 보온장치를 Rack & Pinion방식으로 하므로써 중간 보강횡대(빔)에 현가식 살수장치 부착
- 4) 기타
  - 작물 식재부위 설정 센서설치로 작물 식재부위만 살수
    - : 온실바닥 과습방지, 병해 발생억제, 수량 및 에너지 절약
  - 노즐대 밑에 작물스트레스 막대(3중) 설치로 여름철 모종의 도장방지 및 강건묘 육성

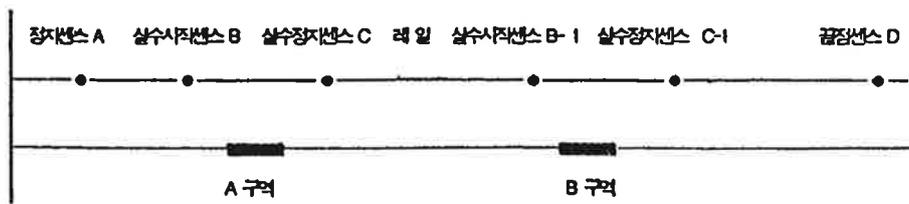
그림 3.4.4는 로프예인식 두상관비장치의 설계 개요도이며, 그림에 나타나 있지 않은 펌프장치, 압력조절기, 양액혼입부 및 제어밸브류, 필터 및 배관은 일반 관수장치와 동일한 구조로 하였다. 사진 3.4.3은 시제품화된 관비장치이다.



a) 로프에인에 의한 이동방식



b) 상하 높이 조절 및 원터치 노즐 교체



c) 작물구간 살수방법

그림 3.4.4. 로프에인식 두상관비장치



사진 3.4.3. 로프에인식 두상관비장치

본 장치의 사양과 시험 후의 구명된 성능 및 특징은 다음과 같다.

○ 사양

- 품명 : 두상살수기
- 형식 : HTSS-52(신안정밀)
- 살수량 :  $0.5 \sim 24 \ell / m^2 \cdot min$  (관수심 0.05~2.4cm)
- 분사압력 :  $2.5 kgf / cm^2$
- 동시 살수면적 : 600평
- 이송방식 : 예인이송
- 이송속도 :  $0.5m \sim 5.7m / min$  (가변)
- 상하 이송범위 : 0~50m
- 메인펌프 동력 : 7.5HP
- 보조펌프 동력 : 3HP
- 전후진 모터 : 90W
- 상하이송 모터 : 90W
- 살수기능 : 부분살수(작물면적만 살수), 1왕복살수  
전체살수(전면적 살수)

○ 특징

- P.L.C 제어방식이며 자동, 수동 및 컴퓨터로 조작이 가능하다.
- 살수 시작점과 정지점을 의미대로 설정할 수 있으며, 작물이 있는 곳만 살수를 할 수 있어서 물과 양액 낭비 및 온실과 습도를 줄일 수 있다.
- 예인 구동방식으므로 이송 중 속도변화가 없다.
- 줌 노즐대를 자동 상하강시켜 살수심을 고르게 하여 작물의 요철성장이 없다.

- 로타리식 3단 노즐이므로 살수량에 따라 노즐을 회전시켜 살수량을 0.5~24ℓ /m<sup>2</sup> · min로 조절할 수 있어서 작물 종류와 성장에 따른 살수량 조절이 가능하다.
- 이송 속도를 0.5~5.7m/min까지 가변할 수 있다.
- 조립식이므로 설치가 간단하다.

다. 두상관수장치 관련 연구 결과

- 1) 관수량
  - 가) 엽채류

이론적 관수용량을 관수면적×관수심 /운전시간으로 계산되지만 엽채류의 경우 1일 관수심 20mm정도로 실험결과가 나와 있는데 이때에는 식부면적(관수면적)을 온실상면적의 80%로 잡는다. 표 3.4.1은 엽채류의 관수량을 조사한 결과이다. 1일 최대 관수량은 5-6ℓ / 일 · 평이 가장 많은 것으로 나타났다. 관수회수는 4회, 관수시간은 1시간정도가 평균이었다.

표 3.4.1. 엽채류의 1일 최대 관수량

관수회수, 회 /1일		1일 총관수 시간, 분		1일 최대 관수량, ℓ /일 · 평	
회수	농가수	관수시간	농가수	관수량	농가수
1-2	2	30~40분	9	2-3ℓ	5
2-3	2	40~50분	14	3-4ℓ	9
3-4	42	50~60분	18	4-5ℓ	16
5-6	19	60~70분	15	5-6ℓ	24
7-8	-	70~80분	6	6-7ℓ	7
		80분 이상	1	7ℓ 이상	2

따라서 관수회수에 관계없이 관수용량은 1일 최대 관수량 /관수시간으로 0.2ℓ /분 · 평으로 표준화하여도 관수회수와 1회 관수시간 조절로서 1일 관수량을 3~8ℓ /평 · 일로 조절이 가능할 것으로 판단된다.

- 나) 과채류

과채류의 1일 관수심도 20mm정도로 실험결과가 나와 있으나 과채류는 1주당 관수량으로 계산하는 것이 보다 보편적인 방법이다. 과채류는 종류에 따라 다르지만 보통 평당 6~10주를 재식하는 것으로 조사되었다. 표 3.4.2는 과채류의 1일 최대 관수량을 조사한 것으로 관수회수 6회, 관수시간 50분, 1주당 관수량 2.5ℓ로 했을 때가 표준으로 나타났다. 따라서 관수용량은 0.4ℓ /분 · 평으로 표준화하면 1일 관수회수와 1회 관수시간 조절에 의해 1일 관수량을 2~10ℓ /평으로 조정가능할 것으로 판단된다.

표 3.4.2. 과채류의 1일 최대 관수량

1일 관수회수		1일 관수시간		1일 최대 관수량(ℓ / 주 · 일)	
회수	농가수	관수시간	농가수	관수량	농가수
1-2	4	20-30분	3	1-2ℓ / 주	12
3-4	18	30-40분	7	2-3ℓ / 주	38
5-6	52	40-50분	42	3-4ℓ / 주	29
7-8	8	50-60분	23	4-5ℓ / 주	3
		60-70분	5	5-6ℓ / 주	-
		70 이상	-		

다) 화훼

화훼 관수량은 대체로 과채류의 1.3~1.5배 정도인 것으로 조사되었다.

2) 펌프의 선정

펌프제조회사에서의 펌프사양은 시험양정(m)에서 양수량(ℓ / min), 흡상고(m), 압상고(m)를 표시하고 있어서, 펌프를 구입시에는 현장상황(관수압력, 관수량)에 맞춰 구입하기가 어렵다. 다음은 본 연구와 관련된 펌프의 사양결정을 위한 자료이다.

가) 1단 펌프

- 필요 양수량=1.3×관수용량(표 3.4.1, 3.4.2 참조)
- 펌프의 양수량 산정조건  

$$\text{펌프시험사양측 수동력} \geq \text{관수측 수동력}$$

$$(\text{시험양정} + \text{시험흡상고}) \times \text{시험양수량} \geq \text{필요양수량} \times (\text{송출양정} + \text{흡입양정} + 10 \times \text{관수압})$$
- 필요압상고  

$$\geq \frac{1}{2 \times 9.8} \left( \frac{\text{필요양수량}(\text{m}^3 / \text{sec})}{\text{펌프송출구면적}(\text{m}^2)} \right)^2 + \text{관수압}(\text{kg} / \text{cm}^2) \times 10$$

또는 간편하게  $\geq 5(\text{m}) + \text{관수압} \times 10$

나) 다단펌프

양정 18m 이상에서는 다단펌프를 사용하는데, 다단펌프에서는 (n단-1)×18(m) 양정까지는 시험양정(0.5m)에서의 양수량을 그대로 유지한다.

- n단 펌프의 회사측 시험양수량 산정조건  

$$(\text{시험양정} + \text{시험흡상고}(5 \sim 6\text{m})) \times \text{시험양수량} \geq \text{필요양수량}(\text{관수}) \times (\text{송출양정} + \text{흡입양정} + 10 \times \text{관수압} - (n-1) \times 18)$$

다) 펌프성능곡선

이론적으로 산정된 양수량은 실제의 펌프에서 개략적으로 일치하며, 대부분의 펌프들은 용도에 따라서 양정과 양수량의 특성이 존재한다. 이 특성 곡선을 이용하여 펌프를 선정하는 것이 바람직하다.

일반적으로 시설원에농가의 관수장치에 있어서 원수펌프의 흡상고는 3m이하, 송출양정은 0-4m, 관수압력은 3kg/m<sup>2</sup>이내이고, 펌프제조회사의 시험양정은 0.5m이므로 작물별 펌프

의 적정사양은 표 3.4.3과 같이 표준화 할 수 있을 것으로 판단된다.

표 3.4.3. 작물별 관수펌프의 사양

구 분	시험양정	양수량( $\ell / \text{min} \cdot \text{평}$ )	압상고(m)	
			지상관비	두상관비
엽 채	0.5m	1.9	15	40
과 채	0.5m	3.8	15	40
화 훼	0.5m	5.0	15	40

3) 살수균일도 분석

그림 3.4.5는 원추형 분사노즐에 의한 두상살수시의 관수심 변화관계를 나타낸 것으로, 이 노즐형은 어떠한 배치(노즐간 거리, 관수면 높이)에서도 관수심의 균일화는 힘들다.

그림 3.4.6은 부채꼴 분사형 노즐에 의한 두상살수시의 관수심 변화관계를 나타낸 것으로 각 노즐분사각의 접촉점 높이에 관수면을 설치하였을 때가 가장 균일한 관수심을 보이며, 관수면1보다 2배의 거리에 관수면(관수면3)을 설치할 경우 양끝 노즐부는 정상 관수부위보다 관수심이 1/2정도인 것이 문제점이지만 이 부분은 유실(무효)살수로 고려할 경우 정상 관수부의 균일관수정도가 가장 좋게 나타난다.

살수(관비)장치의 균일 살수 조건은 다음과 같다.

- (1) 노즐의 분사각내의 어떤 지점에서도 관수량이 동일한 분사 노즐일 것
- (2) 각 노즐 분사각의 일치점에 관수면이 존재하도록 할 것

위 조건을 부합시키려면

- (1) 부채꼴 분사노즐이면서 살수 분포가 균일한 노즐 선택
- (2) 작물이 자라면서 관수면이 변화되므로 노즐의 상하이동이 가능하도록 하고,
- (3) 모종의 요철성장이 없도록 육묘베드를 좌우로 이동시킬 수 있게 할 것.

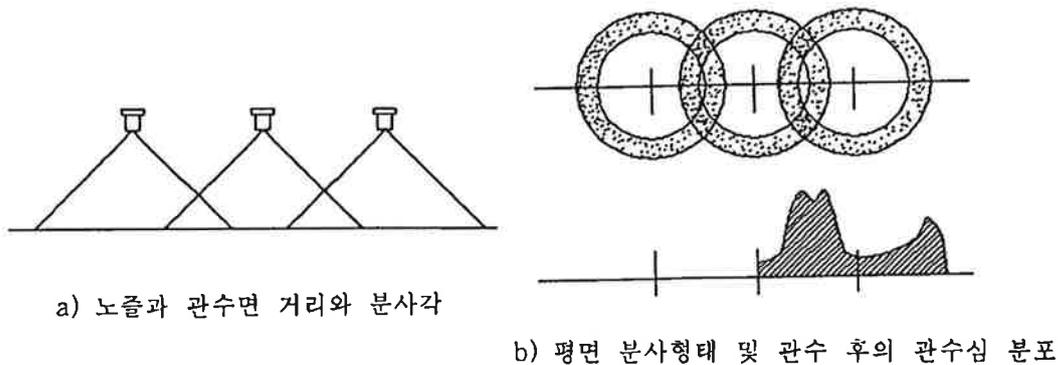


그림 3.4.5. 원추형 분사노즐과 관수균일도

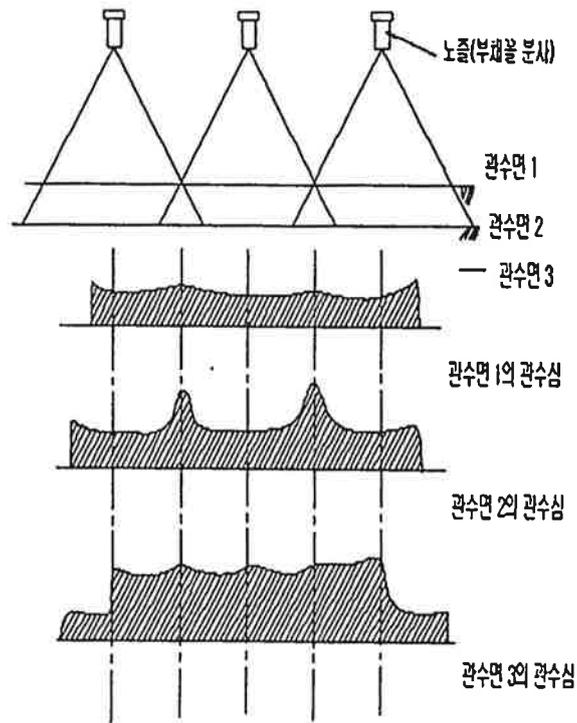


그림 3.4.6. 부채꼴 분사노즐과 관수 균일도

#### 4) 두상관비장치 견인동력 분석

그림 3.4.7은 두상살수장치의 호스견인 시의 호스의 처짐에 따른 견인력을 구하기 위한 역학적 관계를 나타낸 것이다. 호스의 탄성에 따라 연속 매달음 시 처짐형태가 다르므로

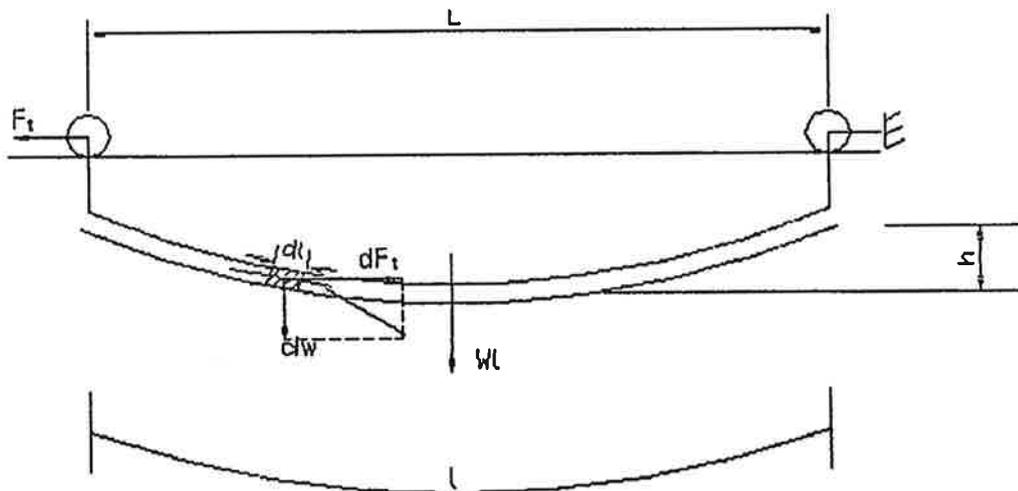


그림 3.4.7. 견인 호스의 견인력(장력)의 역학관계

이론적으로 구명하기는 어려움이 있기 때문에 본 연구에서는 호스를 현가한 양단 지점의 거리  $L$ 과 호스길이  $l$ 의 비( $l/L$ )에 따른 힘  $F_l$ 를 측정하는 시험으로부터 호스의 장력에 따른 견인력  $F_l = K \frac{W_l}{2}$ 로서 정의하고  $K$ 값을 구해 본 결과 표 3.4.4와 같이 나타났다.

본 연구에서 개발한 두상살수장치의 구동동력 계산은 다음과 같다.

우선 전체 견인력은

$$F = F_l + F_f \dots\dots\dots (3-8)$$

$F_l$  : 호스 처짐에 따른 수평인장력,  $F_l = K \frac{W_l}{2}$

$F_f$  : 물이 들어 있는 전체 호스 무게 + 살수장치 본체 무게( $W_b$ )를 견인하는데 필요한 인장력,  $F_f = \mu W_b$ ,  $\mu = 0.01$

이다.

전체 견인동력은 다음식과 같이 구하였다.

$$P = \frac{F \cdot V \cdot f}{102} \dots\dots\dots (3-9)$$

$V$  : 살수장치 최대 주행속도(m/s)

$f$  : 견인장치의 구조에 따른 계수, (바퀴구동 3, 로프견인 5, 벨트견인 6)

이다.

본 연구에서의 두상살수장치는 본체 무게 21kg, 80m 행정의 호스 길이 105m, 호스사양 (외경 34.5mm, 내경 25mm, 무게 550g/m, PVC)에 의해 물이 들어있는 호스 1m당 무게 1.05kg이었다. 또한  $l/L$ 는 1.3,  $K=1.5$ ,  $l=3m$ 로 하였다. 최대 주행속도는 7m/min으로 하였다.

표 3.4.4. 호스 무게에 대한 장력( $F_l$ )의 실험결과(계수  $K$ 의 값)

$l/L$	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0
$K$	-	1.832	1.201	1.021	0.883	0.531	0.472	0.384	0.103	0.082	0.043

- 호스 장력  $F_l = 3 \times 1.05 \times 1.5 / 2 = 2.36kg$

- 호스 견인력  $= 1.05 \times 80 \times 1.3 \times 0.01 = 1.1kg$

- 본체 견인력  $= 21 \times 0.01 = 0.021kg$

- 전체 견인력  $= 3.48kg$

- 최대 견인동력  $= 3.48 \times 7 / (60 \times 102) = 0.04[kW]$

- 로우프덴션 견인계수 5를 고려한 장치 소요동력  $= 0.02[kW]$

- 감속기·모터 효율(40%)을 고려한 모터동력  $= 0.05[kW]$

○ 최대 주행속도 10m/min, 주행거리 100m인 두상관비장치의 모터 소용동력은 90[W] 정도이므로

○ 일반적 설계시 100m 주행거리를 갖는 두상관비장치의 소용동력은 90[W]이면 충분하다.

### 3. 양액혼입장치 개발

양액공급장치를 설치방식별로 분류하면 다음과 같다.

- (1) 연속혼합공급방식(continual type):pH, EC 측정에 의한 자동제어, 4000평 이하, 혼합 탱크 1ton.
- (2) 혼합조 공급식(batch type):pH, EC 측정에 의한 자동제어, 소형(1500평 이하), 대형, 정밀혼합, 대형 혼합 탱크
- (3) 복합식:연속혼합방식+혼합조 공급식

이들 혼합방식들은 각각 장단점을 가지고 있어서 식물의 특성과 재배방법에 따라 선정되고 있다. 우리나라에서 이용되고 있는 방식은 연속 혼합공급방식으로 구조간단, 설치비용 저렴, 취급용이의 장점으로 널리 보급되고 있다.

이 방식은 재배블록별로 각각 다른 pH, EC 값을 설정 할 수 있고, 비교적 넓은 평수까지 이용 가능하다는 장점이 있으나 자동화시스템 고장시 pH, EC의 수동 공급조작이 어려운 단점을 가지고 있다.

따라서 혼합물의 정밀성을 올리고, 위의 단점을 개선한다면 한국형에는 가장 적합한 방식으로 생각된다.

표 3.4.5.는 양액공급장치의 혼합원리별 종류의 개요를 나타낸 것이다.

표 3.4.5. 혼합원리별 분류

종 류	장 치 개 요	비 고
정량식(인력)	원액계량용기+혼합조+살수장치	소면적용
정량식(기계)	원액계량기(정량)+대형혼합조(pH, EC 센서)+살수장치+제어기	구조복잡, 설비면적 大 정밀계량
비율식(정량펌프식)	원액정량펌프+소형혼합조+살수장치 +pH, EC 센서+제어기	구조복잡, 설비면적 大 정밀계량, 자동
비율식(벤추리관식)	살수장치+벤추리식 혼합장치(농도제어)	구조간단, 설비면적 小 정밀계량, 자동, 관비장치
비율식(유량계식)	원액펌프+유량조절식 유량계+소형혼합조 +살수장치+전기조작반	구조간단, 취급용이 한국형으로 보급예정 (시작품 개발완료)

기존방식의 문제점은 원액의 공급관의 막힘 등에 의한 A, B액의 불균일 공급, 자동혼합 공급방식이므로 실혼합비(배액)를 알 수 없고 자동장치 고장 시 양액공급 기능이 인력으로 대처하여야 하는 것으로 조사되었다. 또한 대형 혼합조방식은 설치공간이 넓고 비용이 많이 드는 관계로 기피하는 실태이었다.

따라서 우리 나라에 보급하여야 할 양액공급기는 크게 2종류가 바람직하며, 양액회수·재

사용 방식에는 EC, pH 계측에 의한 자동혼입 공급방식과 사용양액을 회수하지 않는 온실의 관비장치용으로 혼합배액을 조절하여 혼입하고 혼합배율(양액 혼입량)을 직접확인 할 수 있는 장치가 바람직할 것으로 판단된다.

그림 3.4.8은 관비장치용으로 개발한 양액공급장치의 개요도이며, 표 3.4.6은 설계제작한 시작품 사양이다.

그림 3.4.8의 개발품은 원수, 양액의 혼합전에 유량을 계측 및 조절할 수 있도록 수직관형 유량계를 부착하여 원수와 양액의 혼합배액을 조절 할 수 있도록 한 것으로 초기에 조정 한 후에는 미세조정에 의한 단계적 조정이 가능하고 타이머 설치에 의한 연속적인 자동 관수 및 양액혼합공급이 가능하게 설계하였다. 성능시험 결과 혼합을 변화는 2.1%로 나타났다. 1200평 온실의 경우 관수용량이 너무 크기 때문에 4블록으로 나누어 관수라인을 배관하고 1블록씩 관수+양액공급을 실시토록 하는 것이 장치규모를 작게 할 수 있어서 경제적이다. 본 개발품은 300평 규모의 관수용량을 기준으로 사양을 표 3.4.6과 같이 결정하여, 1200평까지 사용할 수 있게 설계 하였다. 작물도 엽채류(필요관수량 60ℓ/min), 과채류(120ℓ/min), 화훼(180ℓ/min) 모두 적용가능하게 하였다. 이 방식은 EC, pH 센서에 의한 자동 혼합이 가능하고, 유량조절에 의한 수동조작도 가능하며, 자동 혼합시 양액의 혼합비율을 눈으로 확인 가능하여 관비장치로 이용 시 원수펌프 전방의 배관에 양액을 혼입하도록 하면 장치비율 대폭 줄일 수 있을 것으로 판단되었고, 이 방식에 의한 액비 혼입장치의 시작품을 설계제작한 외형은 사진 3.4.4와 같다.

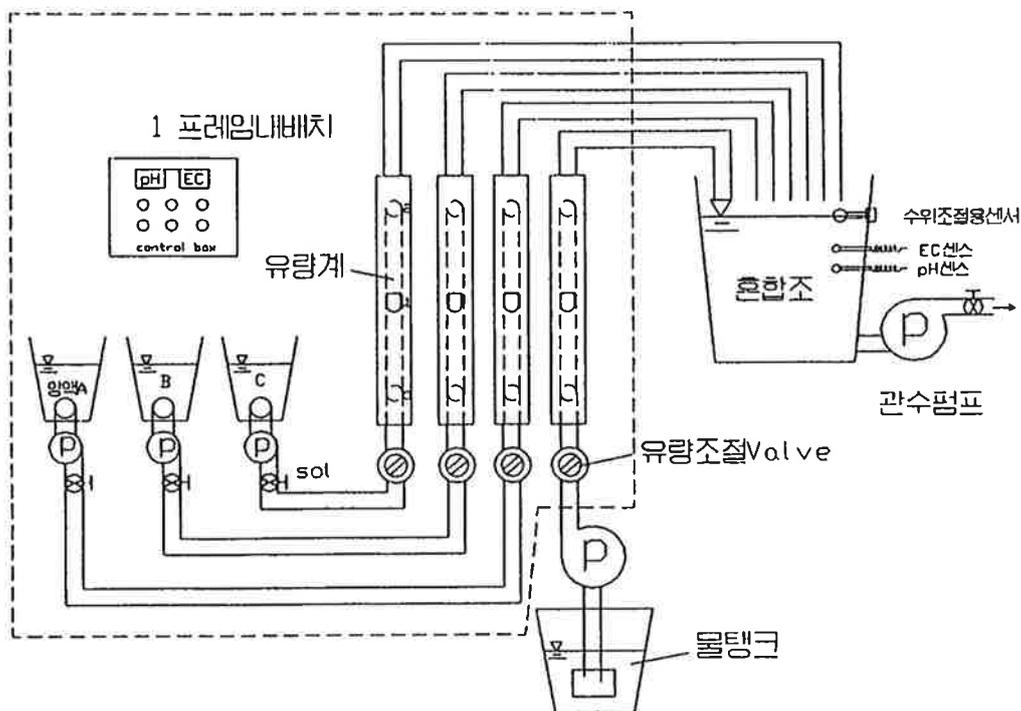


그림 3.4.8. 유량조절식 양액공급기 시작품 원리도

표 3.4.6. 양액공급기 시작품 사양

구 분		사 양
원 수 펌 프		양수량 : 180 ℓ /min, 압력 2.0kg /m <sup>2</sup> 압상고 : 30m
양 액 펌 프		양수량 : 2 ℓ /min 압상고 : 6m
혼합조 및 원액탱크		혼합조 : 1ton 또는 없음 원액탱크 : 200 ℓ
유량계	원 수	40~250 ℓ /min
	양 액	0.2~1.2 ℓ /min
혼합배액 조절범위		600~100배액
부 담 면 적		300~1,200평 /1대
작 동 제 어		양액혼합 : 반자동, 양액공급 : 자동, 컴퓨터 연결 가능

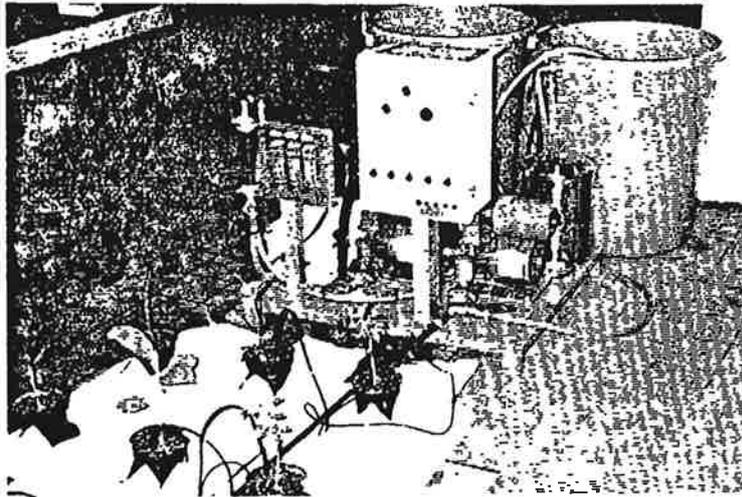


사진 3.4.4. 유량 조절식 양액공급기 시작품

#### 4. 냉방장치

여름철 고온기의 온실의 냉방은 차광(50%), 지붕살수(스프링쿨러), 증발냉각에 의하여 수행되고 있다. 표 3.4.7은 온실의 냉방장치 설치현황을 조사한 결과이다.

온실냉방의 가장 효과적인 방법은 Fog 분무식 증발냉각법으로 조사시점에서 농가 대부분이 Fog장치를 도입 설치한 것으로 응답하였지만 실제로 분무입자가 30 $\mu$ m이상되는 하이미스트 장치로 작동되는 현실이었다.

표 3.4.7. 온실의 냉방장치 설치현황

장 치	차 광	지붕살수	증 발 냉 각		없음	조 사 농가수	
			하이미스트	Fog			
비닐온실	농가수	27	16	84	12	61	167
	문제점	-자동개폐기 -설비곤란	-수막시설	-입자굵음 (30 $\mu$ m이상) -온실과습	-노즐막힘	-	-
유리온실	농가수	41	27	32	7	-	43
	문제점	-차광자재 내구성	-스프링쿨러 입자 굵음 -온실내 비산 유입	-입자굵음 (30 $\mu$ m이상) -노즐막힘 -작물습해	-노즐막힘 -수압부족 (40kg/cm <sup>2</sup> 이하)	-	-

이는 고압노즐 분무식의 경우 수압이 70kg/cm<sup>2</sup>이상에서 Fog 입자화(25 $\mu$ m 이하)가 가능한데 우리나라의 고압펌프(고압 분무기용)는 최대 45kg/cm<sup>2</sup>의 것을 사용하기 때문인 것으로 조사되었다.

가. 이론 및 실험결과 문헌과 현장조사의 종합

- 1) 여름철 냉방설비는 지붕살수의 효과가 낮으므로 차광(50%)과 실내 증발냉각에 의한 것으로 장치의 간편화가 필요하다.
- 2) 증발냉각은 Fog 분무에 의한 것이 가장 좋으며 다음과 같은 설비규정에 의한 것이 타당하다.

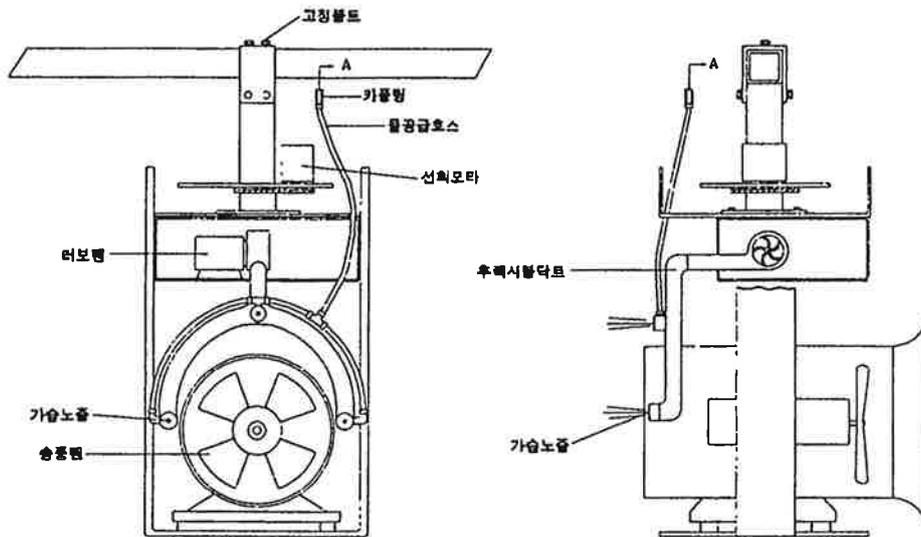


그림 3.4.9. 냉각팬 시작기의 외관도

여름철 외기온과 2~3℃차를 유지하기 위한 Fog 분무량은 환기율 40일 때 25mℓ / 분·평으로 조사되었다. 무풍시 환기율이 25회이하로 떨어질 수 있으므로 공기 유동 팬의 설치에 의해 환기율을 높이는 것이 좋으므로 Fog & Fan 시스템 설치가 바람직하다.

Fog 입자는 25μm이하인 것이 가습피해가 없으며 15μm이하의 송풍 분무일 때는 작물보다 50~100cm위에 분무할 수 있으므로 효율적인 것으로 판단된다.

노즐막힘이 없는 장치의 개발이 필요하며, 작동방법은 상대습도 80%에서 작동 95%에서 정지하는 것이 에너지 절감면에서 가장 바람직하다.

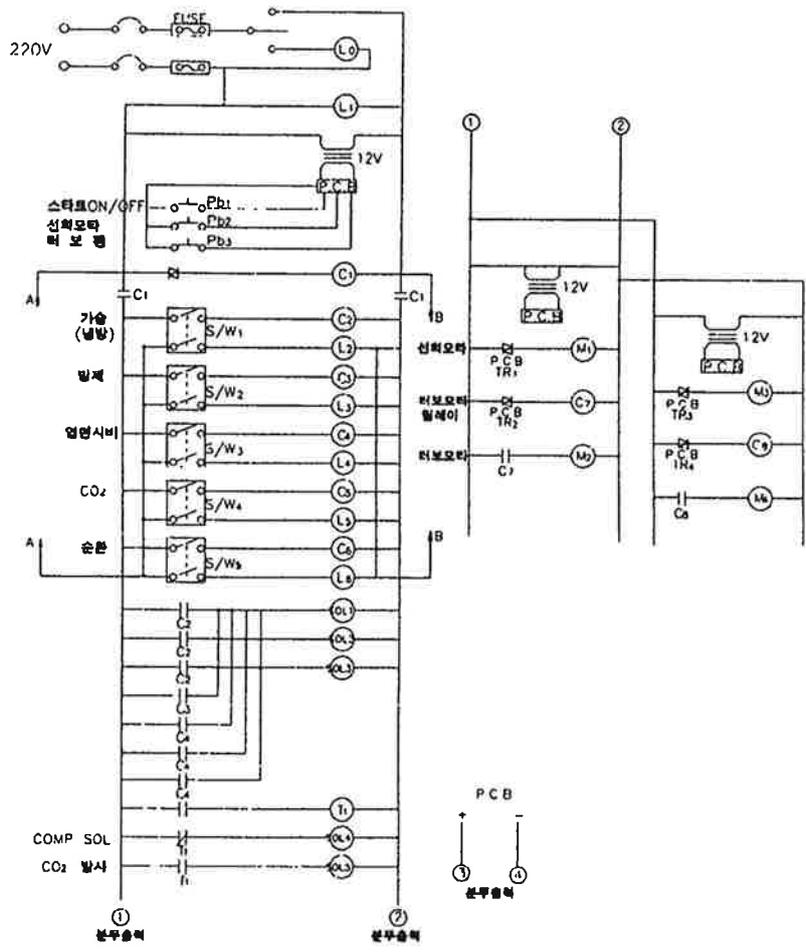


그림 3.4.10. 냉각팬의 제어회로도

#### 나. 냉방팬의 개발

분무입자 조절( $15\sim 25\mu\text{m}$ )이 가능한 터보팬식 2류체 노즐 Fog 분사방식의 냉방팬의 개발을 시도하였다. 이 팬은 증발냉각, 방제, 공기순환, 액비시비 및  $\text{CO}_2$ 공급의 5가지 기능을 가지도록 설계제작하여 시험 중에 있다.

본 장치의 설계사양 및 특징은 제2장의 표준화 연구에 실었다.

그림 3.4.9는 냉각팬 시작기의 외관도이며, 그림 3.4.10은 제어회로이다. 에어컴프레셔 방식의 고압 2류체 노즐은 압축 공기량이 작기 때문에 노즐의 약액 구멍이 작고, 공기 분출구도 작다. 이 노즐로 분사되는 입자는  $15\mu\text{m}$ 이하로 증발냉각 효과는 클 것으로 예상되지만 노즐 1개당 최대 분무량이 분당 100cc로서 1노즐 1개당 1HP의 소요동력이 필요하며 온실의 냉방장치로 이용시 평당 40,000원정도의 높은 비용이 소요되는 것으로 판단됐다.

본 냉각팬의 분무장치는 공기압축기 대신에 터보팬을 이용하므로써 공기압  $1\sim 1.2\text{kg/cm}$ 으로 다량의 공기를 발생시킬 수 있기 때문에 노즐의 약액공과 기공의 단면적을 크게 하여도 분무 입자는  $15\mu\text{m}$ 이하로 유지 시킬 수 있었다. 공기량을 줄이면 분무 입자는 크게 되므로 엽면시비의 경우  $25\mu\text{m}$  입자로서 작업이 가능한 것으로 판단되었다.

본 시작기는 분무수량 400cc/min의 노즐을 3개 부착하여 총 1200cc/min의 Fog 입자를 발생시키고 송출팬에 의하여 온실 내부로 분무 입자를 송풍하므로써 각 기능의 작업이 가능하다. 온실 냉각시는 50만원소요 냉각팬 1대당 최대 50평까지 가능하게 하였으므로 시설비용은 평당 10,000원으로 매우낮은 것으로 판단되었다.

### 5. 초미립자 방제장치 개발

#### 가. 선행연구 요약

본 연구는 1994년도 부터 선행연구가 진행되었고 당해 연구 개발기간 동안에는 구조 디자인 및 기능 향상을 위한 연구를 수행하여 상품화 개발에 주력하였다. 선행 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

##### 1) 초미립자 방제의 필요성

농작물의 상품가치를 높이고 수량을 증대시키기 위해서는 농약에 의한 병충해의 방제를 피할 수 없다. 그러나 농약은 본질적으로 독성을 지니므로 살포방법에 따라 인체의 피해나 방제효과가 많이 다르다. 시설재배는 주년재배로서 연속적인 방제작업에 의해 농약의 과다사용에 의한 농약중독, 병충해의 내약성 증가 토양환경 오염등의 문제점을 안고 있다. 이 문제점을 해결하기 위한 방안으로는 약액의 미립자화에 의한 소량살포법을 이용하는 것이 필요하다.

현재 우리나라에의 농약살포는 인력, 동력분무기, 고온연무기, Mist용 분무기 등으로서 일반 분무기류는 분무입경이 크고 다량 살포방법이며, 미립살포인 고온연무기는 적용농약에 제한을 받는 등 두 종류 모두 약제 살포시 작업자가 직접 살포하기 때문에 인체에 피해를 주게 된다. 특히 시설재배용 온실은 밀폐공간이므로 인체의 피해가 막대하여 농민들의 무인 자동 살포의 요구가 증가하고 있다. 방제작업은 악성노동과 인체피해, 연간 작업시간이 길기때문에 노동력 절감과 방제효과 제고를 위한 새로운 방제기의 개발이 절실히 요구된다.

이상의 문제점을 개선할 수 있는 방제기는 상온연무기로서 고속의 공기기류에 약액 공급구를 노출시켜 베르누이의 법칙에 의해 약액 분출구의 부압으로 약액을 고속 기기류속에 분출시켜 미립화 할 수 있는 무인화 장치이다.

## 2) 2류체 노즐의 미립화 시험결과

- 2류체 노즐의 기공을 통한 공기분출 속도는 공기압 증가에 따라 증가하지만 어떤 압력 이상 증가시켜도 음속이상의 속도증가는 일어나지 않는다.
- 공기가 고압측 공기실 압력  $P_1$ 으로부터 노즐의 기공을 통해 저압  $P_2$ 로 분출될 때 분출 공기속도가 최대(음속)로 되는 저압  $P_2$ 를 임계압이라 하며,  $P_2=0.528P_1$  일 때이다.
- 2류체 노즐 분사 대상측이 대기압( $1.033\text{kg/cm}^2$ )이므로 음속으로 유출되는 압축공기압은 대기압을 0상태로 볼 때  $0.95\text{kg/cm}^2$ 이상일 때이다.
- 2류체 노즐의 고압측 공간이 가공크기에 비해 무한 공간이 아니므로 압축공기압이  $0.95\text{kg/cm}^2$ 이상으로 증가하면 사실상의 유출 공기속도는 완만하게 증가할 것이 예상된다.

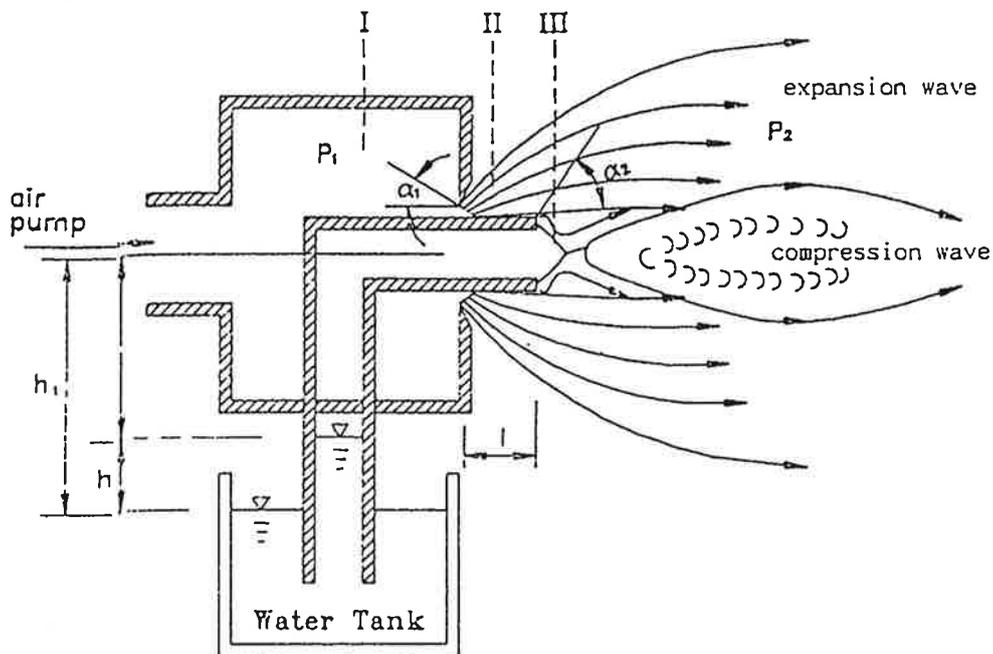
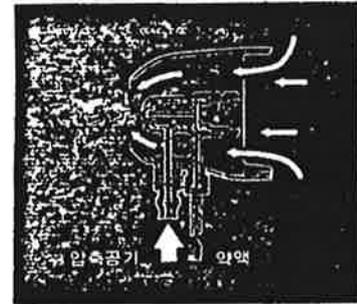
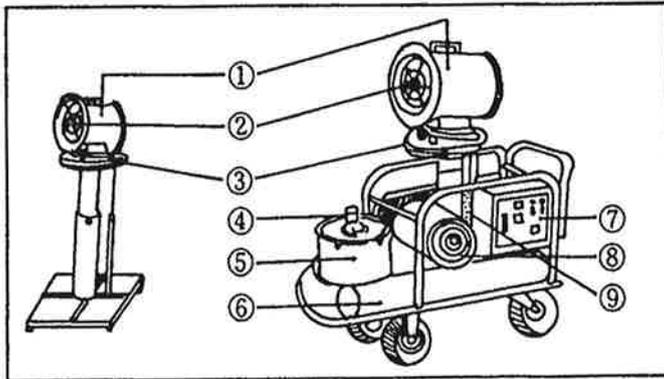


그림 3.4.11. 2류체 노즐의 구조와 분사원리

o2류체 노즐에 가하는 공기압력 1.5~2kg/cm<sup>2</sup>의 범위가 미립화율 및 에너지 소요 면에서 적합한 것으로 나타났다.

### 3) 상온연무방제기 제작과 사양

시험을 위하여 제작한 상온연무방제기의 구성도는 그림 3.4.12, 제작 시제품은 사진 3.4.5 와 같고 이 방제기를 이용하여 분무립 분포 시험 온실내 방제시험을 실시하였다.



분무부노즐모식도

- ① 송풍기(Fan), ② 분두(airatomizing), ③ 분두선회장치, ④ 회석모터, ⑤ 약제 탱크
- ⑥ 보조탱크(Air), ⑦ 제어기(Controller), ⑧ 원동기(Motor), ⑨ 공기압축기(Comperssor)

그림 3.4.12. 무인 초미립 상온방제기의 구성도

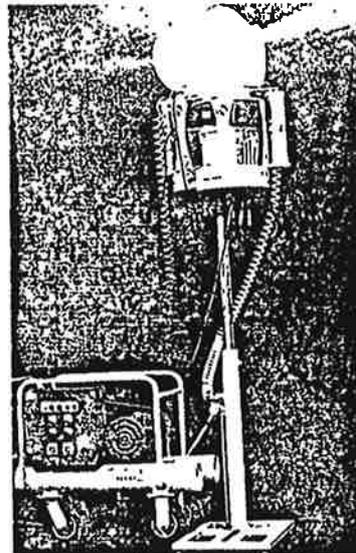
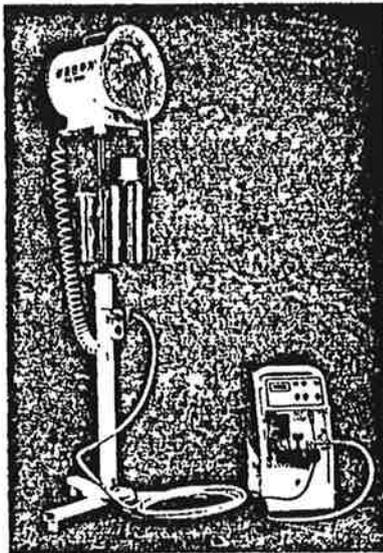


사진 3.4.5. 무인 초미립 상온방제기

#### 가) 시험성적

##### (1)분무입경(현미경 분석)

- 평균입경 5μm에서 50μm까지 조절

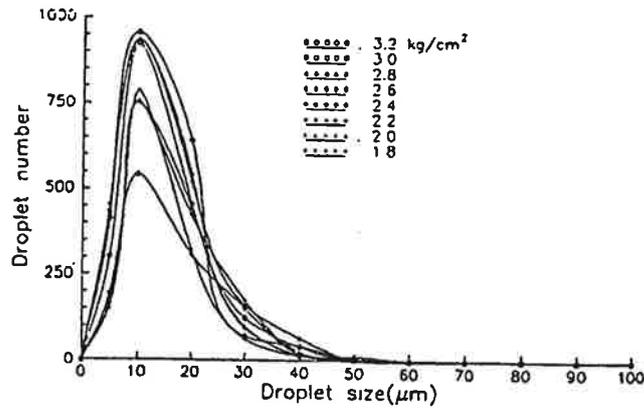


그림 3.4.13. 분무립의 입경분포

-평균입경 12 $\mu$ m일때 입경분포는 50 $\mu$ m 이내로서 평균입경보다 작은 쪽은 급하강 하며 큰 쪽은 완만한 경사곡선을 이루는 비정규 분포

(2) 온실내 균일 살포성능

-약액 부착량 조사는 3 $\times$ 5cm의 슬라이드 글라스를 온실내 30개소에 상하, 전후, 좌우로 바닥에서 5cm, 50cm, 100cm 매달아 분무한 후 시간별로 조사하고, 부착량 조사는 일정량 증류수로 씻어서 흡광 광도계로서 용액의 착색정도로 비교 분석하였다.

-적색으로 착색된 물 18ℓ를 90평 하우스에 평균입경 10 $\mu$ m로서 종방향 2대 노즐로 살포한 결과 실내 부유입자의 95% 부착시간은 3시간이었고 약액분포 상태는 노즐 앞 5m 부근에서 다른 지점보다 55%이상 부착하였고 그외 지점의 부착

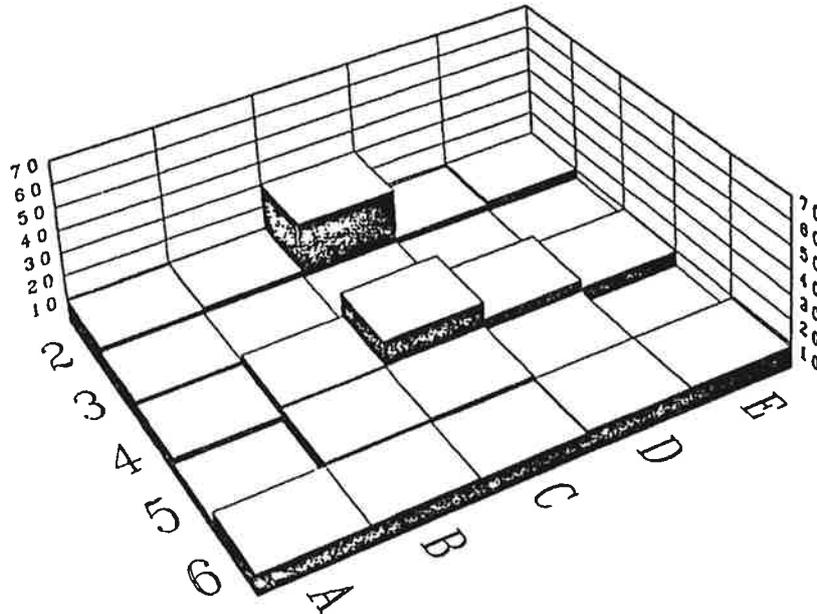


그림 3.4.14. 하우스내 부착 밀도

량 오차는 5%미만으로 나타났다.

-하우스의 구조에 따라 분무송풍 방향을 가변시킬 수 있는 장치를 이용한다면 균일 살포 성능은 더욱 향상 될 것으로 판단된다.

(3) 방제효과 시험

800평 온실내에 상온연무방제기를 설치하여 방제약액 코시도(250g)+모니타(500mℓ)+물 10ℓ 희석액으로 방제시설을 실시하고, 동력분무기에 의한 방제와 비교한 결과는 다음과 같다.

-동력분무기에 의한 온실내 방제는 부분적 방제로서 이동성이 강한 해충의 박멸은 어려울 것으로 판단된다.

-상온연무기에 의한 방제는 온실내 전역방제로서 이동성이 강한 해충의 박멸뿐만 아니라 모든 해충박멸에 효과적이고 사용약제도 소량이므로 환경오염도 적은 것으로 나타났다.

-상온연무기에 의한 방제효과를 제고시키기 위하여는 해충의 태변화에 대응한 방제주기(7일) 및 회수(3회)를 정하여 방제하여야 하며, 이동성이 강한 해충의 경우는 대상 온실뿐만 아니라 전역방제를 실시하고, 동일 농약에 의한 연속방제는 피하고 특성이 다른 종류의 농약을 교번으로 살포하여 해충의 내성에 대비하여야 할 것으로 판단된다.

나. 상품화 무인상온연무방제기 시제품 개발

1) 노즐의 자동청소 장치 개발

일반적으로 사용하는 상온연무기용 2류체 노즐은 수화제나 영양제 같은 혼탁 고점도 약액을 살포할 경우 노즐이 쉽게 막혀버려서 자주 분사를 중지하고 노즐을 분리분해하여 세척하여야 하는 불편함이 있었다. 그림 3.4.15는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 고안 제작 및 시험한 노즐의 단면도이다.

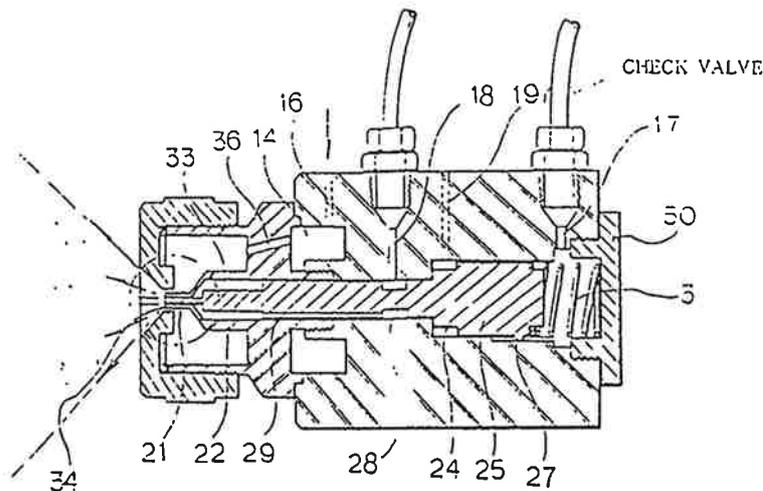


그림 3.4.15. 새로 고안 제작한 노즐의 단면도

이 노즐은 일정시간 약액이 분사된후 세척을 위하여 정상 약액분사후 노즐의 막힘이 예상되는 시각에 약액의 공급을 막고 고압공기를 약액공으로 분출시켜 노즐의 중간에 위치하고 있는 노즐봉이 뒤로 후진하며, 약액분사공으로부터 노즐봉의 선단부가 빠져나와 순간적으로 약액분사공을 확장시켜주므로 고압공기 분출에 의해 어떠한 이물질도 배출이 될 수 있으며, 고압공기의 공급을 중단하면 스프링의 힘으로 노즐봉이 원위치로 전진하여 정상적으로 약액을 분무하며 이와 같이 반복된 동작에 의해 약액통의 약이 전부 분사된 후는 고압의 세척수압 분출시켜 노즐을 세척하여 방제작업을 완료시킴으로서 노즐내부 및 약액공급 호스내에 이물질과 약액이 전혀 남지 않도록 한다. 따라서 다음의 방제작업시까지 노즐의 분해소제가 전혀 필요없게 고압 제작하였다.

그림 3.4.16은 출막힘방지장치 작동설명을 위한 그림이다. 정상적인 약액살포는 공기압기로 부터의 공기가 공기관(6)을 통해 노즐(1)을 통과할 때 부압에 의해 약액탱크(4)의 약액이 노즐로 흡입되어 분사되므로서 이루어진다.

약액살포 도중에 공기에 의한 자동노즐청소는 솔레노이드 밸브(3)가 작동해 고압의 공기가 노즐봉을 후퇴시켜 확장된 약액분출구로 고속 분출하면서 이루어진다. 약액살포가 끝나고 노즐을 세척하는 것은 솔레노이드 밸브(2)와 (7)을 열때 세척용 물탱크에 고압의 공기

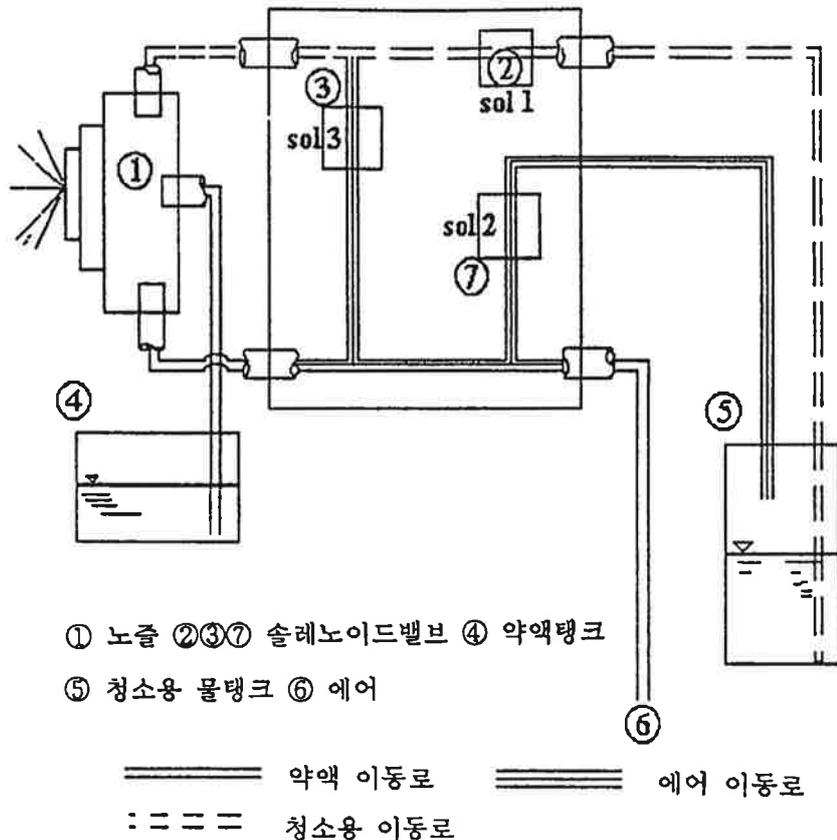


그림 3.4.16. 노즐자동청소장치 작동도

가 유입되어 세척용 물이 노즐을 통해 분사되면서 이루어지도록 고안 제작하였다.

2) 분두부 선회상하조절장치 개발

그림 3.4.17은 본체로부터 압축공기와 전원을 공급받고 제어조작되는 분두부선회는 분두부선회각도조절나사(④) 뒤편에 리드릴레이를 붙이고 분두부(①, ②, ③)쪽에 막대자석을 붙여서 조정된 각도만큼 분두부가 왕복선회하도록 하였다. 이 동작의 제어회로는 그림 3.4.18의 제어회로도에서 제일하단부에 나타낸 것과 같다.

분두부 상하조절은 지주(⑥)를 실린더로 하고 내부에 분두부지지 스텐레스 파이프를 피스톤용으로 삽입하여 3방향 공기압 전환밸브(⑦)에 의해 이루어지면 분두부 상승조작은 밸브를 열어 고압공기를 지주의 하단부로 보내어 분두부가 상승케하고 밸브를 닫으면 분두부가 상승된 높이를 유지하고 분두부 하강조작은 전환밸브를 누출쪽으로 전환하여 실린더 내에 유입된 공기를 분두부의 중력압에 의해 밖으로 배출시켜 분두부가 하강하게 되도록 하였다.

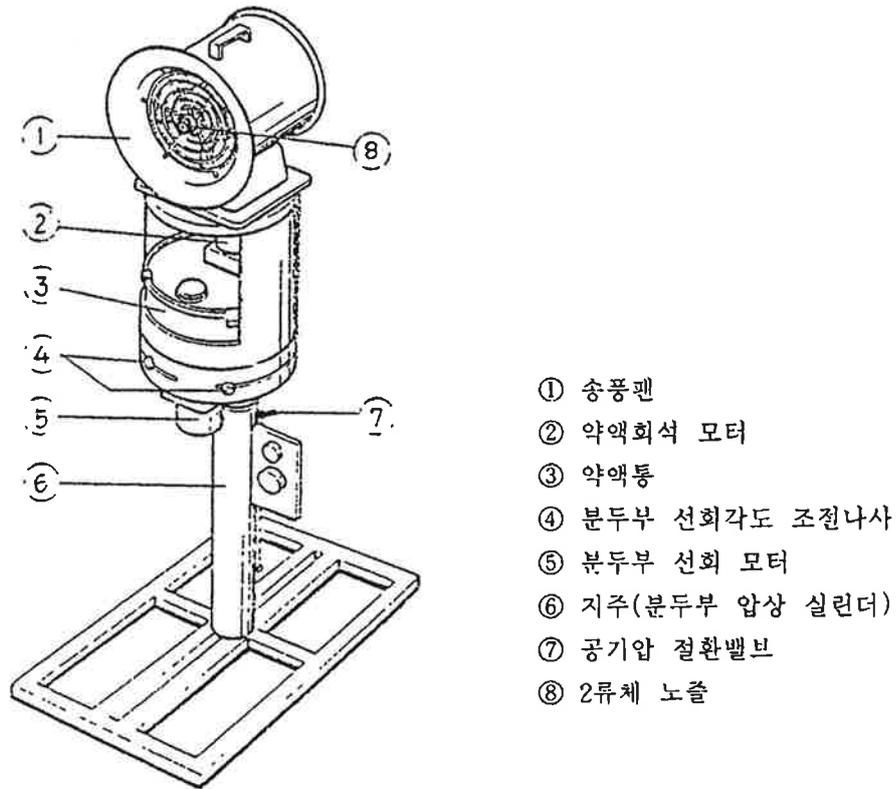


그림 3.4.17. 분두부 상하조절 및 선회장치 설명도

3) 작동조작 및 무인방제 제어회로 개발

가) 시퀀스회로 개발

그림 3.4.18은 상운연부기 작동조작과 무인자동방제를 위하여 고안제작한 회로도이다.

단독동작 기능은 다음과 같다.

(1) 공기압축기 ON-OFF(PB1, PB2)

공기압축기는 약액분무, 노즐청소, 노즐물세척 및 분두부 상하조절시 ON상태로 동작하고 있어야 한다.

(2) 약액회석 모터 ON-OFF(PB1, PB2)

공기압축기와 동시 동작되나, 필요에 따라 수동전환 스위치에 의해서도 동작되도록 하였다.

(3) 송풍모터 ON-OFF(PB3, PB4)

자동시 공기압축기와 연동하여 작동되며, 수동전환 스위치에 의해서도 동작되도록 하였다.

(4) 분두부 선회모터 ON-OFF(SW1)

자동방제와 연동되어 작동되며, 수동시는 푸시보턴에 의하여 ON-OFF 되도록 하였다.

(5) 노즐 청소기능(PB7, PB8)

공기압축기 동작상태에서 푸시보턴 PB7을 누르고 있을 동안은 압축공기에 의한 노즐 내부의 청소를 실시하고, PB8을 누르면 물청소를 하도록 하였다.

나) 작동조작

그림 3.4.19는 그림 3.4.18을 이용한 무인방제 조작 및 무인작동 내용을 요약한 순서도이다.

자동방제 가동은 전원 ON, 공기압축기 ON, 송풍팬 ON에 의해 시작되며, 자동방제 가동전에 방제기 설치 및 기계작동 점검 등을 확인하고 방제시간을 설정하도록 하였다. 위험 등 필요에 의해 자동방제 중지는 전원을 OFF하면, 타이머 리셋과 동시에 작업이 중지 되도록 하였다.

자동방제 작업중 수행 내용은 다음과 같다.

(1) 농약살포

설정된 살포시간 동안 농약을 살포하고 자동으로 중지된다. 이때 농약회석, 송풍 및 분두부 선회도 동시가동한다.

(2) 노즐청소(노즐 막힘 방지)

노즐청소는 농약살포시간동안에는 고압공기에 의한 청소를 실시한다. 농약이 노즐에 잔류되지 않는 청소주기는 10분간격에 3초청소로 나타났다. 농약살포시간이 종료되면 1분간 물청소를 실시하여 노즐내부를 완전소제하고 장기보관이 가능하도록 하였다.

(3) 약액통내의 농약침전방지

농약회석모터축에 붙은 회전날개에 의해 침전방지

(4) 온실내 균일 살포

2류체 노즐에서 분두된 농약입자를 선회 송풍하여 온실전역에 수송 및 부유 확산시킨다.

(5) 작업완료

농약 살포, 노즐 청소, 및 회석은 살포 설정시간이 경과되면 모두 중지되며, 선회 송풍은 이보다 30분 후에 종료된다.

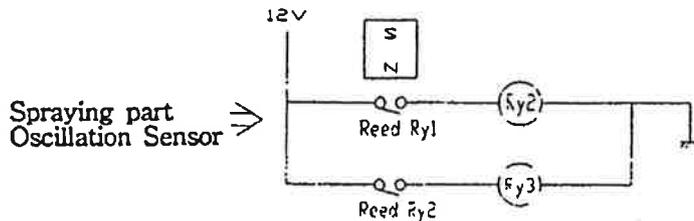
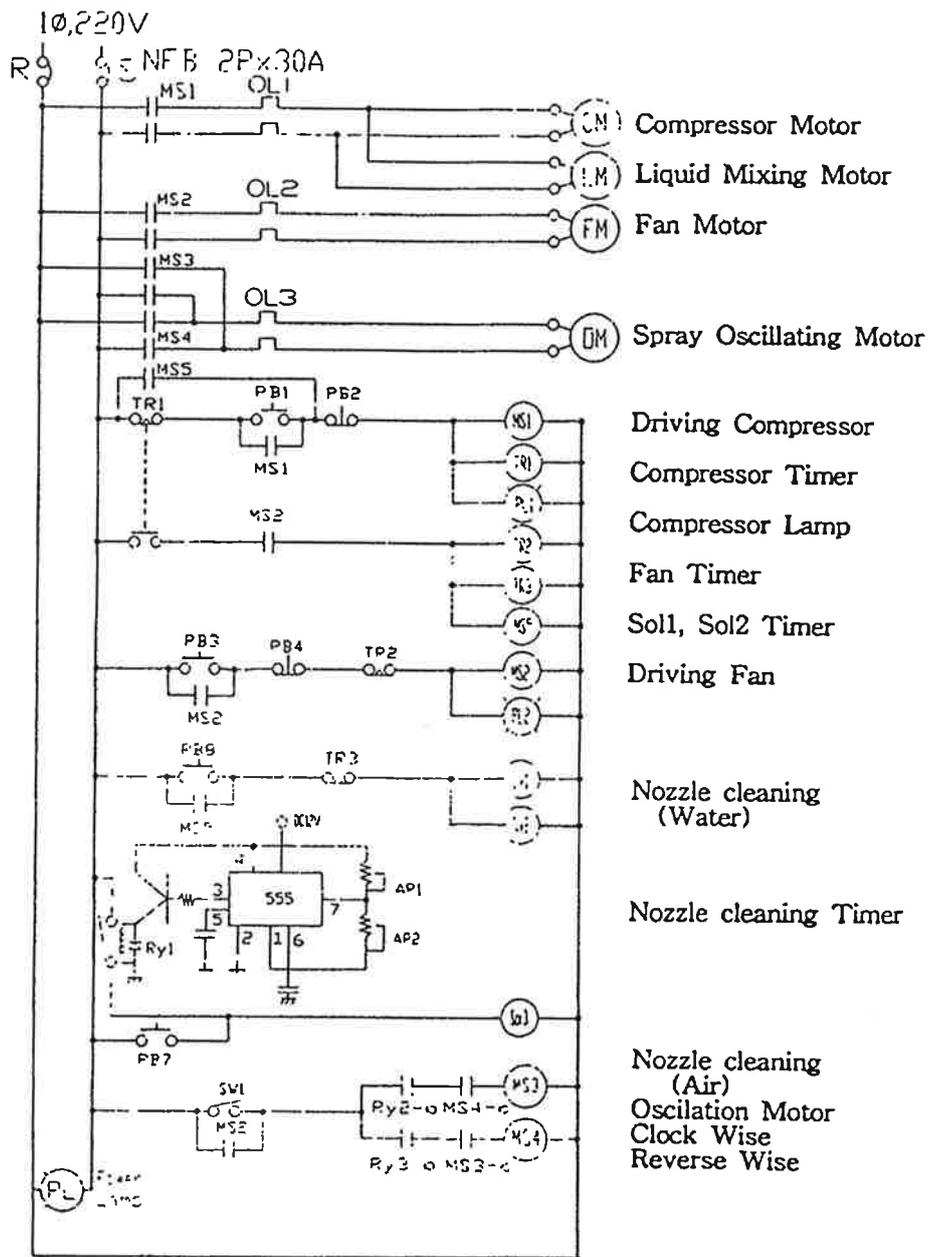


그림 3.4.18. 상온연무기 작동조작 및 무인방제제어회로

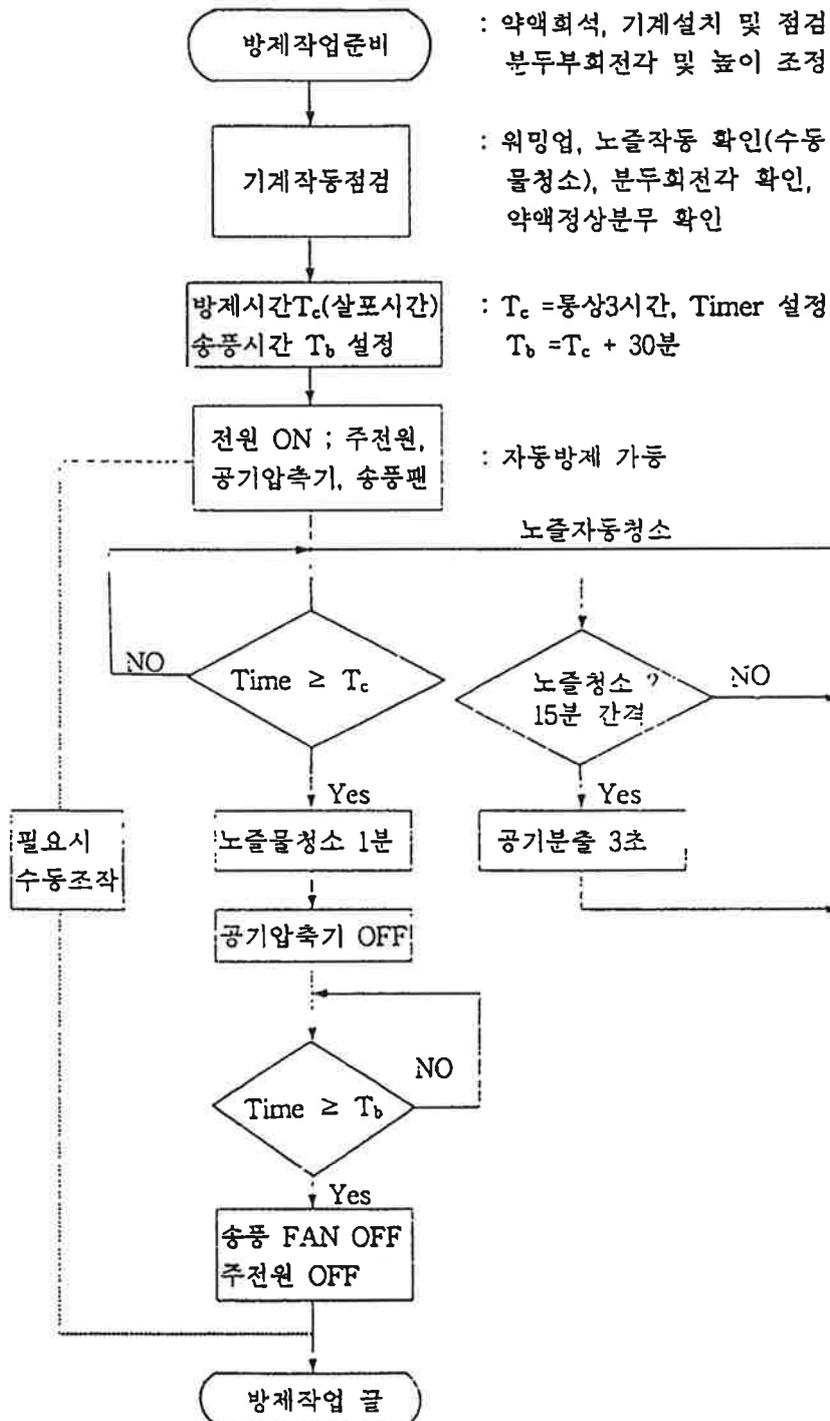


그림 3.4.19. 상온연무방제기 자동방제작업 순서도

다) 마이크로 프로세서 제어회로 개발

시퀀스회로는 부피가 크고 조작이 아날로그식이기 때문에 사용자가 초기설정 및 동작상태의 확인이 어렵다. 따라서 그림 3.4.18과 기능이 동일한 마이크로 프로세서 제어회로를 개발하였다. 사용한 마이크로 프로세서는 PIC16xx시리즈로서 처리용량에 맞는 칩의 형태를 선정하였다. 그림 3.4.20은 마이크로 프로세서를 이용한 디지털 조작반을 나타낸 것이다. 이 제어반은 본체에 부착되는 것으로 여러대의 분두(4대까지)를 통합제어토록 하였다. 그림 3.4.21은 분두선회 및 송풍, 청소, 약액분출을 제어하고, 여러대 설치된 분두의 동일각도 유지를 위하여 개발한 회로이다.

라) 상품화 시제품 개발

사진 3.4.6은 상품화 시제품으로 외관 디자인 고안과 종래 기계의 기능보안(디지털 제어회로 부착)을 중점적으로 수행하여 개발하였다. 개발 기종은 크게 2종류로서 단독행(분두부 1, 본체 1)과 다분두형으로 하였다.

표 3.4.8은 대상온실의 면적에 따라서 기종을 구분한 상품화 제원이다.

표 3.4.8. 무인 상온연무 방제기 시제품 제원

형 식	MNA-1	MNA-2	MNA-2T	MNA-3T	MNA-5T
원 동 기	2HP	2HP	2HP	3HP	5HP
공 기 압 축 기	13.0C.F.M 36P.S.I	13.0C.F.M 36P.S.I	13.0C.F.M 36P.S.I	16.0C.F.M 36P.S.I	26.5C.F.M 36P.S.I
정 격 전 압	220V (단상, 삼상)	220V (단상, 삼상)	220V (단상, 삼상)	220V · 380V (단상, 삼상)	220V · 380V (삼상)
사 용 압 력	2~3kg/cm <sup>2</sup>	2~3kg/cm <sup>2</sup>	2~3kg/cm <sup>2</sup>	2~3kg/cm <sup>2</sup>	2~3kg/cm <sup>2</sup>
기 본 사 양	본체1 분두부1(2)	본체1 분두부1(2)	본체1 분두부1(2)	본체1 분두부2(3)	본체1 분두부3(5)
분두부회전유무	×	×	○	○	○
최 대 전 용 면 적	600평 (2,000m <sup>2</sup> )	800평 (2,600m <sup>2</sup> )	1,000평 (3,300m <sup>2</sup> )	2,000평 (6,600m <sup>2</sup> )	4,000평 (13,000m <sup>2</sup> )

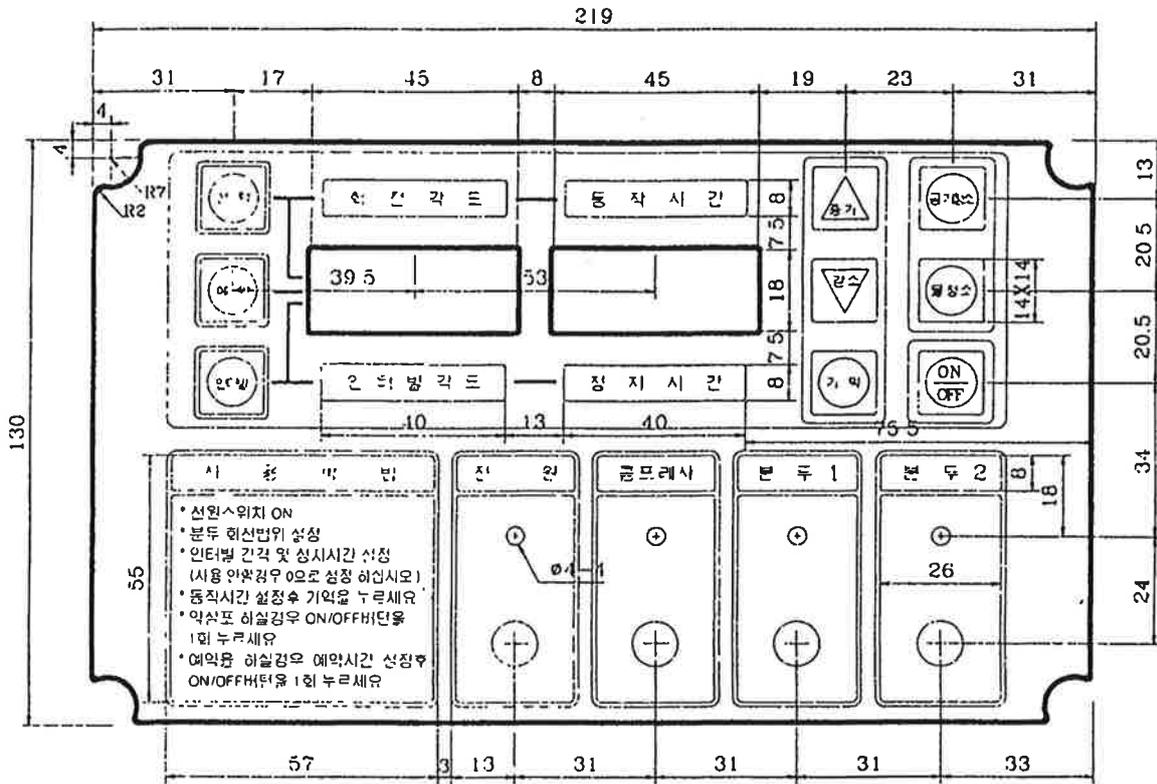


그림 3.4.20. 디지털 조작반



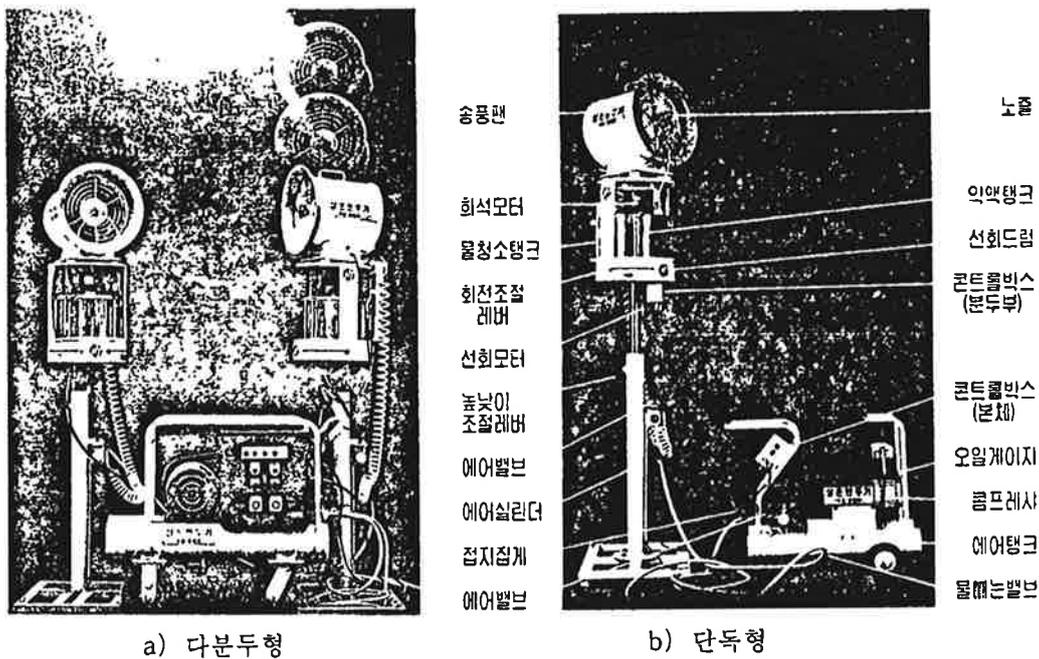


사진 3.4.6. 무인 상온연무 방제기 상품화 시제품

## 제 5 절 복합환경 제어장치 개발

온실의 환경제어는 각 환경요인의 상호작용 때문에 복합환경제어가 바람직하다. 복합환경제어의 선행연구는 1992년도부터 시작하였는데 당해 연구 이전까지는 하드웨어 개발에 주력하였다. 당해 연구기간 동안에는 지금까지의 선행연구의 결과를 종합하여 하드웨어적으로 안정된 장치의 상품화 개발과 소프트웨어의 개발에 주력을 하였다.

하드웨어적으로 각 센서의 정밀성 향상과 내구성 향상, 인터페이스 카드와 전용 콘트롤러의 안정화 및 상품화 모델 개발, 현장 제어반의 전기배선 최적화로 개발, 그리고 컴퓨터의 서지, 잡음, 전자파 충격방지 기술 개발에 중점을 두었다.

소프트웨어 개발에는 현장농가가 사용하기 편하고 복합환경의 모든 기능을 에리없이 수행할 수 있는 메뉴 및 조작 프로그램 개발과 환경 설정치에 각 환경을 제어하는 최신 제어기법의 개발과 도입(P, PID, Fuzzy)에 중점을 두었다.

각 장치의 개발과 제어기법 개발의 내용은 너무나 방대하여 본 보고서에서는 이에 대한 결과만 요약하여 게재하였다. 상품화한 모델은 ECS시스템으로 명명하여 참여기업과 공동으로 상품화 개발을 하였다.

### 1. 복합환경제어장치 하드웨어 개발

#### 가. 장치의 전체구성

그림 3.5.1은 온실용 복합환경제어장치의 구성도를 나타낸 것으로 각 온실별 제어용 마

이컴은 각개 온실의 환경제어를 단독수행할 수 있도록 하였고, 온실 관리실 PC와 통신에 의해 연결되도록 하여 관리실 PC에서 환경설정, 가동, 중지 등 모든 기능을 통괄 할 수 있도록 하였다.

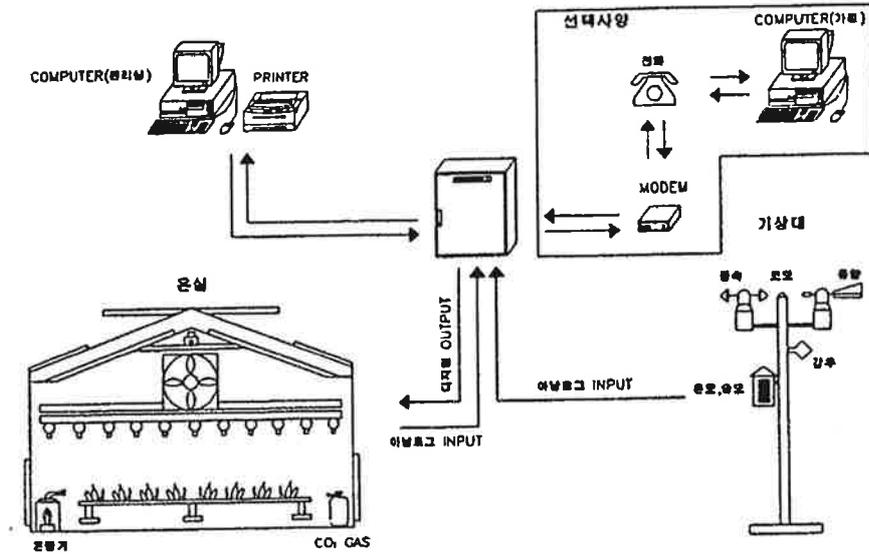


그림 3.5.1. 복합환경제어장치 전체 구성도

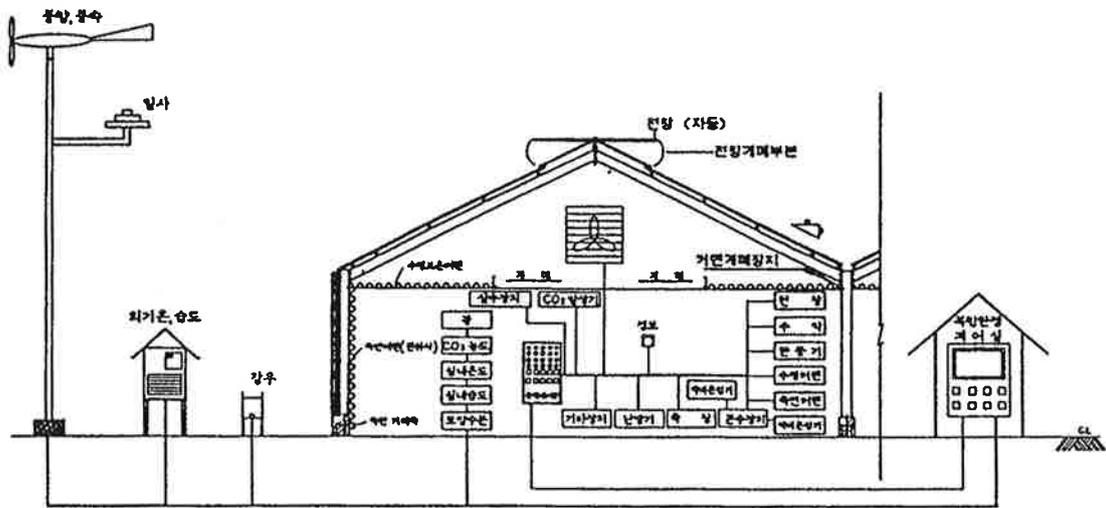


그림 3.5.2. 복합환경제어장치 기능도

나. 환경계측 및 센서 개발

지금까지 선행연구 결과를 분석하고 당해 연구기간 동안에 센서의 성능향상을 기하고 온실환경계측에 가장 적합하다고 판단되어, 농가현장의 복합환경제어장치에 부착하여 시험하여 개발 완료한 센서는 표 3.5.1과 같다.

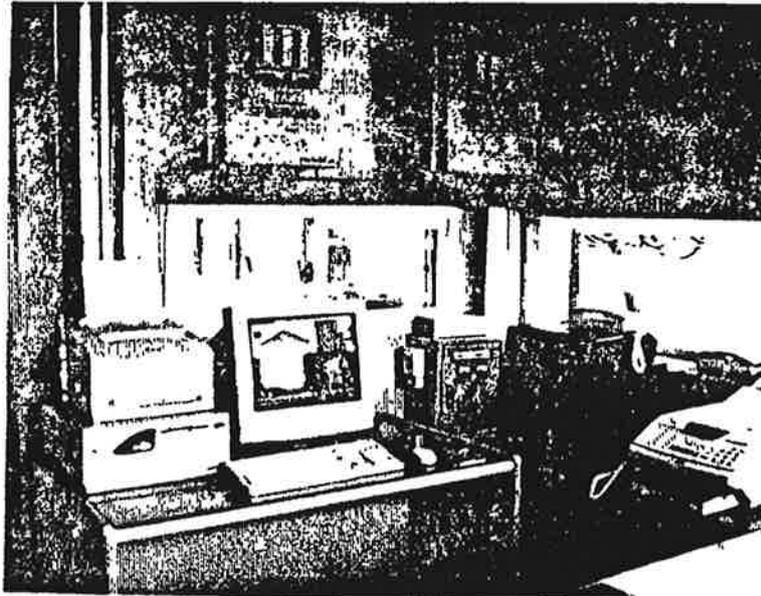


사진 3.5.1. 복합환경제어장치 설치상황

표 3.5.1. 개발 및 상품화한 온실 환경계측용 센서

품 명	규 격 및 사 양
온·습도 센서	측정범위 : $-30^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ , 5~95%RH 측정요소 : Pt-100 $\Omega$ , 건습구방식 측정오차 : $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ , $\pm 5\% \text{RH}$ 출력신호 : 4~20mA 미니백엽상(steel, 백색분체도장)내에 장착되어 주위의 복사열에 의한 측정오차를 최소화하고 대류에 의한 공기의 통풍이 원활함.
일사 센서	측정범위 : $0 \sim 1500 \text{W/m}^2$ 측정요소 : Photo silicon diode 측정오차 : $\pm 30 \text{W/m}^2$ 출력신호 : 4~20mA
풍향 센서	측정범위 : $0 \sim 360^{\circ}$ 측정요소 : 비집촉식 Potentio meter(k $\Omega$ ) 출력신호 : 4~20mA
풍속 센서	측정범위 : 5m/s~45m/s 측정요소 : Photo coupler(0~500Hz pluse 발생) 측정오차 : $\pm 0.6 \text{m/s}$ 출력신호 : 4~20mA

<계속>

품 명	규 격 및 사 양
감우 센서	빗살무늬 전극판(전면 금도금) 전기분해 방지회로 내장 출력신호 : 4~20mA
CO <sub>2</sub> 센서	측정범위 : 0~3000ppm 측정요소 : Tube 흡입식 출력신호 : 4~20mA
pH 센서	측정범위 : 0.1~14.0pH 출력신호 : 4~20mA
EC 센서	측정범위 : 0.1~5.0mS /cm 출력신호 : 4~20mA

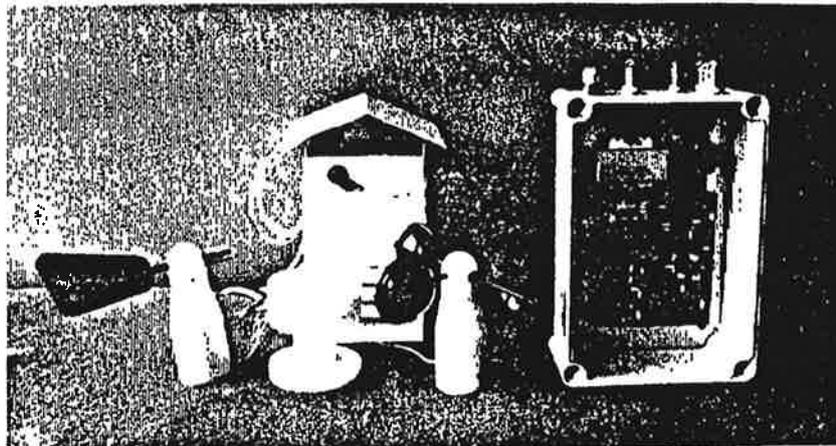


사진 3.5.2. 상품화 센서와 제어용 컴퓨터 시제품

다. 전용컨트롤러와 관리실 모니터용 컴퓨터

1) 컨트롤러

개발에 이용된 현장 온실 각개동 컨트롤러의 사양과 관리실 PC 모니터링용 컴퓨터 사양은 표 3.5.2, 3.5.3와 같다.

표 3.5.2. 온실전용 컨트롤러(ECS-COM)

구 분	규 격 및 사 양
CPU	intel 80486DX-66 (32bit CPU)
Memory	4Mb DRAM
ROM /RAM disk	512Kb battery support, 약 1년 자동제어용 소프트웨어 내장 Setup data 저장

<계속>

구 분	규 격 및 사 양
A/D	분해능 : 12bit resolution 최대 32 channel single-ended bipolar : ±5V unipolar : 0~10V accuracy : ±1LSB
Digital Out	최대 32 channel 이중 isolation
입출력 결선	Terminal block에 의한 스크류 트라이버로 간단히 연결
크 기	400W×500H×200D, 15kg steel plate로 견고하게 차폐
통 신	RS-485통신 port 2개 Monitor jack Keyboard jack

표 3.5.3. 모니터링 컴퓨터 시스템

컴 퓨 터	CPU : Pentium 100 Memory : 8Mb DRAM FDD : 3. 5" / 5. 25" 2 Serial port, 1 paralell port 103KS 표준자판 1280×1024 Video 보드, VRAM-2Mb IBM mouse
모 니 터	17" Color Monitor 혹은 14" Color Monitor 1280×1024 해상도
프 린 터	A4 size Laser printer /Inkjet printer 5ppm 인지속도

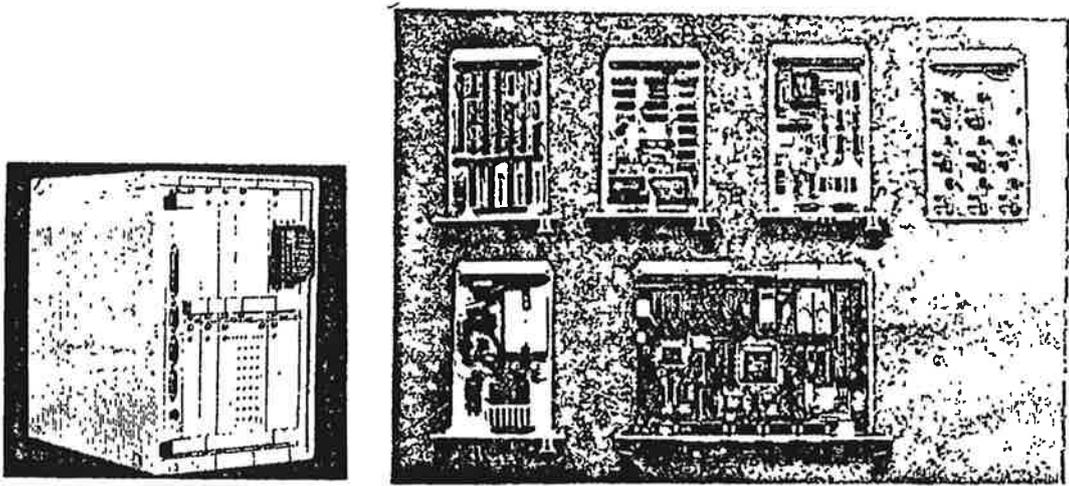


사진 3.5.3. 컨트롤러와 내장용 카드

2) 현장제어반 계통도

컴퓨터의 DO보드로부터 출력된 릴레이보드를 거쳐 전자접촉기를 구동하고, 전자접촉기에 연결된 모터나 기타 작동기를 직접 구동하도록 함으로써 써어지 및 잡음에 강하고, 컴퓨터의 전자파 써어지잡음을 제거 시키도록 구성하였다.(그림 3.5.3)

DO보드와 릴레이보드는 각각 절연(isolated photo coupler 사용)시키므로써 각종 작동기 동작시 순간적으로 발생될 수 있는 써어지 전압으로부터 컴퓨터를 보호할 수 있도록 구성하여 컨트롤러의 안전을 최대한으로 강구하였고, 또한 기본적으로 전자접촉기와 같이 구성되는 전기회로 상에는 과전류 차단기 및 누전차단기 등을 삽입하여 작동기나 모터의 소손 방지를 위한 대비책을 강구하였다.

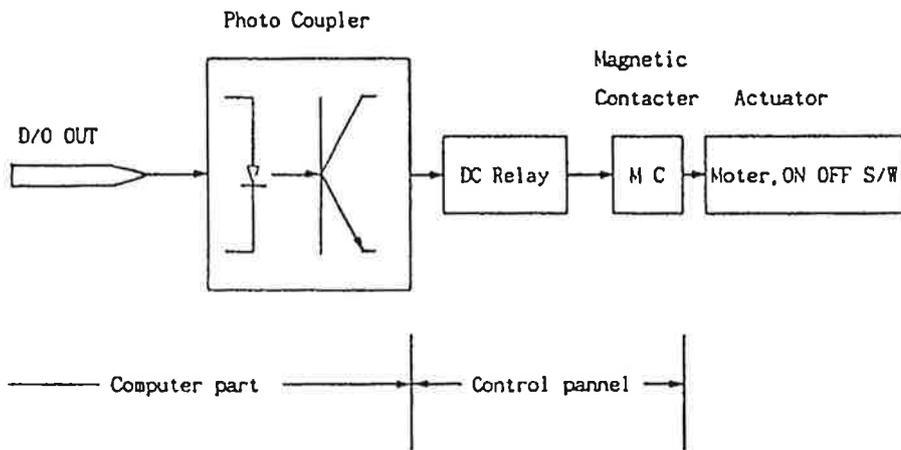


그림 3.5.3. 현장제어반 계통도

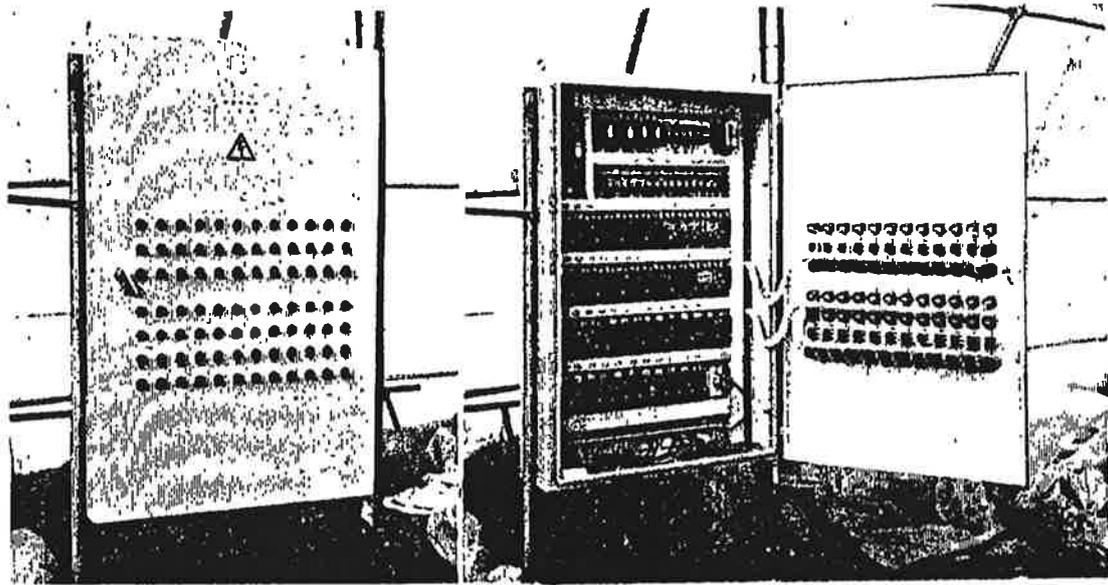


사진 3.5.4. 현장제어반 설치상황

## 2. 복합환경제어장치 소프트웨어 개발

ECS2000 System에 포함된 소프트웨어는 다음과 같이 세종류로 나누어 개발하였다.

### 가. 온실전용 컨트롤러용 (ROM Version)

온실전용 컨트롤러에 내장되어 있는 프로그램으로 ROM에 저장하도록 하여 지워지거나 바이러스에 의한 파괴 위험이 없게 하였다. 주요기능으로 온실의 환경계측, 자동환경 조절, 컨트롤러 간 통신기능을 갖추고 있어 ECS2000 System의 가장 중요한 소프트웨어이다.

또한 모니터링 컴퓨터로 부터 직접 제어명령(수동제작)을 전송받아 원격제어 기능이 포함되어 있고, 온실전용 컴퓨터에서의 계측제어 결과를 모니터링 컴퓨터로 전송하는 기능을 갖추었다.

### 나. 모니터링 컴퓨터용 (Disk Version)

이 소프트웨어는 사용자들이 직접 사용하는 소프트웨어로써 일반 PC나 NoteBook PC에 탑재하여 사용할 수 있다. ECS2000 System의 모든 기능은 이 소프트웨어로써 이용할 수 있고, 특별한 기능으로는 PC통신과 같은 기능이 포함되어 있기 때문에 별도의 프로그램이나 장치의 도움없이 하이텔이나 천리안, 나우누리과 같은 PC통신망에 직접 연결할 수 있게 하였다.

### 다. 리모트 컴퓨터용 (Disk Version)

원거리에서 Modem을 이용하여 온실의 현재상태를 모니터링할 수 있는 통신기능과 모니터링 컴퓨터에 저장되어 있는 계측제어 데이터를 다운로드 할 수 있는 파일 단위 전송기능이 포함된다.

1) 현장 가동용 소프트웨어 개발

표 3.5.4 소프트웨어 단축기·일람표

F10		POP-UP 메뉴
Alt + H		하우스 변경
Alt + D		현재일자 변경
Alt + T		현재시각 변경
Alt + P		통신 포트 설정
Alt + L		PC통신
Alt + X		ECS 신호
Alt + C		변화량 설정
Alt + M		제어계측기 환경 설정
Alt + R		보조환경 설정
Ctrl + N		하우스 번호 변경
Ctrl + A		하우스 자동제어 환경 설정
Ctrl + D		하우스 기록자료관리
Ctrl + T		하우스 변화량 설정
Ctrl + L		양액환경 설정
Ctrl + M		작동기 환경 설정
Ctrl + I		내부 계측기 환경 설정
Ctrl + O		외부 계측기 환경 설정

위의 단축키는 그림 3.5.4에서 이용되는 핫키이므로 POP-UP메뉴를 이용하지 않고 손쉽게 그 기능을 수행하고자 할 때 사용되는 키이다.

물론 핫키를 사용하지 않고 POP-UP메뉴에서 필요한 기능의 메뉴를 찾아 선택하여도 된다.

모니터링 컴퓨터의 스위치를 켜면(Switch ON) Auto.bat 파일에 의해 자동적으로 진행되며 그림 3.5.5의 상태로 된다. 자동적으로 진행되는 과정에서 자체 진단 기능과 시스템 운전 필요로 하는 모든 준비 작업을 행하며 시스템 중 부분적인 문제가 있거나 통신장애가 발생하면 ECS2000 System은 가동을 중단하게 된다.

가) 자동제어

그림 3.5.5는 자동제어 상태의 그림이다. 그러므로 모니터링 컴퓨터의 스위치를 켜게 되면 항상 자동제어 기능으로 시작하게 되는 것이다.

자동제어 기능의 모든 기능은 POP-UP메뉴 방식에 의하여 그림 3.5.5에서 직접 수행할 수 있다. 그림 3.5.4은 자동제어 소프트웨어의 모든 기능을 체계적으로 도식화 하였다. (Menu Tree)

그림 3.5.5는 모니터링 컴퓨터의 스위치를 켜면 자동적으로 실행되는 그림으로써 자동제어 상태이다. 그림에서 보듯이 이 그림 하나로 온실 내의 환경과 제어상태, 계측상태, 환경의 변화과정, 자동/수동 선택 패널 등 모든 내용을 일목요연하게 나타내고 있다.

그림의 좌측상단부터 살펴보면, 현재의 일자와 시각이 나타나 있고, 바로 아래에는 그림 내용과 관계되는 하우스의 번호가 표시되어 있는데, 이 번호는 사용자가 POP-UP메뉴에서 변경할 수 있도록 하였다.

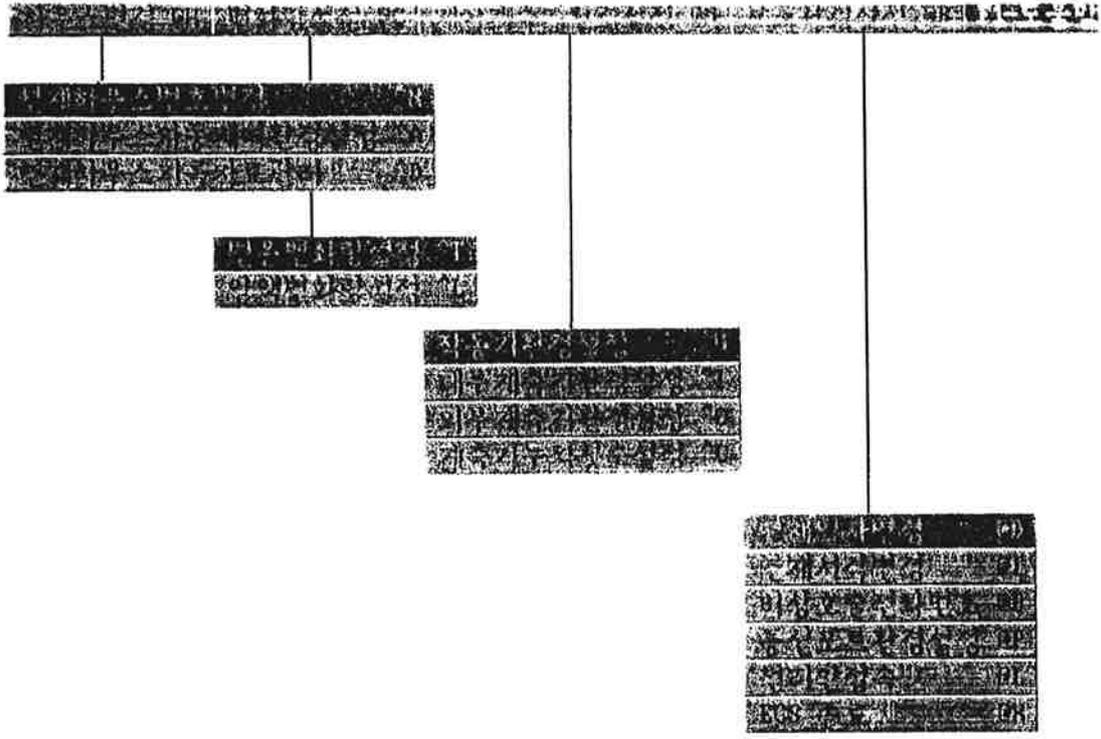


그림 3.5.4. ECS2000소프트웨어의 메뉴체계

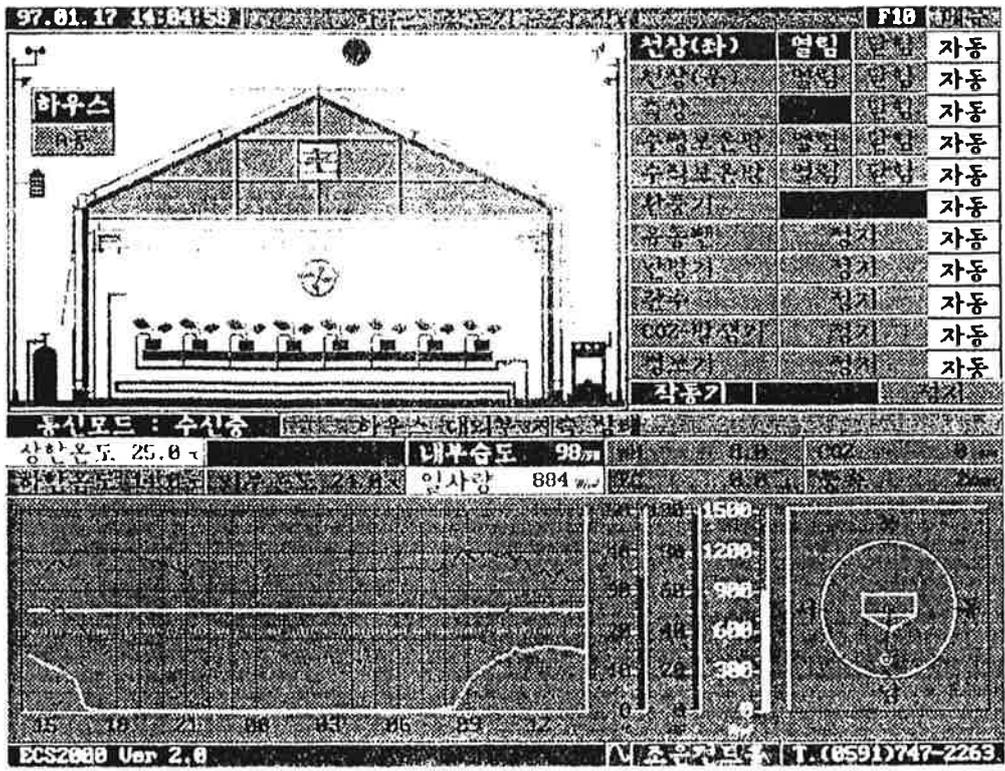


그림 3.5.5. 사중 제어 화면

이 그림 내에서 모든 기능이 수행될 수 있으며, 수동조작도 가능하고, 보조기능도 POP-UP메뉴(F10키 누름)를 이용하여 직접수행 할 수 있다. 단지 보조기능(자동제어 기능의 모든 기능)을 수행하고 있을 때, 모니터링 컴퓨터에서는 자동제어 기능을 수행하지 않지만 온실전용컨트롤러에서는 단독으로 자동제어 기능을 수행한다.

나) 수동제어기능

ECS2000 System은 MCC Panel에서 스위치를 직접 조작하는 방법과 동일한 수동제어 기능을 갖추고 있다. 그림 3.5.5에서 보는 바와 같이 우측상단에 준비되어 있는 조작패널을 마우스나 키보드로서 선택하여 온실내부의 작동기를 직접 조작할 수 있다. 여기서 주의 할 것은 조작패널의 맨 우측에 있는 블록의 표시가 수동으로 나타나 있는 작동기만 수동조작이 가능하다. 그러므로 수동으로 조작하고자 하는 작동기가 있으면 조작패널 상의 맨 우측블록(기능버튼)에 표시된 내용을 수동으로 바꾸고, 열림/닫힘 혹은 가동/정지 버튼을 눌러야 한다.

마우스를 이용한다면 커서를 원하는 버튼 위에 옮겨 놓고 클릭을 하면 버튼의 색이 반전되거나 버튼의 표시내용이 바뀌게 된다.

키보드를 이용하는 경우에는 먼저  화살표를 이용하여 버튼을 선택한 다음 **Enter** 키를 누르면 된다.

물론 키보드나 마우스를 이용하여 수동조작을 행하고 있는 동안에는 기능버튼이 자동으로 표시된 작동기는 컴퓨터에 의하여 자동적으로 조절되고 있다.

다) 기타기능

기타기능은 위의 자동 수동기능과 마찬가지로 핫키나 단추키를 이용하여 선택하여 가동시킬 수 있으며 개발된 소프트웨어 화면만 열기하면 그림 3.5.6~그림 3.5.25와 같다.

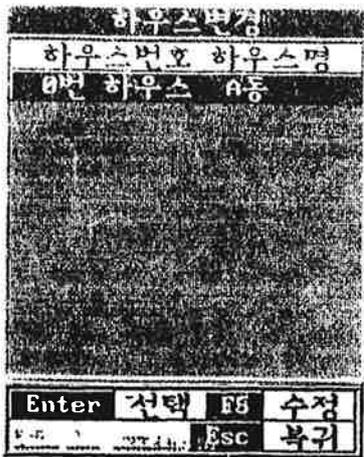


그림 3.5.6. 온실선택화면

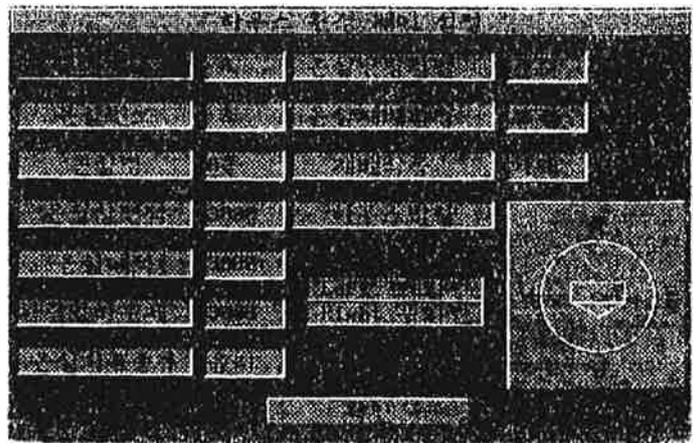


그림 3.5.7. 온실 환경 설정 화면

차량입김인사형	100	온도 허용 오차	1.0	외기인입 동작형	2
차량입김인사형	100	연비제어차원치	0	인입 설정 Coil	10
방포화 인차형	200	연비제어2차원치	0	군경인방광온도	25.0
차량방제어온도	90.0	제어중속	15	군경인방요차	5.0
차량방단회량	20	단계중속	20	공급회수온도차	5.0
냉매 제어 온도	10.0	CO2 목표치	0	인방광가용시간	600
공급회수 온도	40.0	CO2 허용오차	0	외로 저장 수기	100
급회수 온도	10.0	제어중속	0	확인	

그림 3.5.8. 온실환경제어설정화면

일시	계산	비율	온도	습도	CO2	외기	인입	출입	냉매	제어
97.01.01 00:00	25.0	20.0	14.2	72	2.3	0	남동	0	0	
97.01.01 00:20	25.0	20.0	14.3	73	-2.5	0	동	1	0	
97.01.01 00:40	25.0	20.0	14.2	72	-2.1	0	남동	2	0	
97.01.01 01:00	25.0	20.0	14.2	69	-2.2	0	남동	0	0	
97.01.01 01:20	25.0	20.0	14.1	76	-2.0	0	동	3	0	
97.01.01 01:40	25.0	20.0	14.0	73	-2.3	0	남동	0	0	
97.01.01 02:00	25.0	20.0	14.1	70	-2.0	0	남동	0	0	
97.01.01 02:20	25.0	20.0	14.0	74	-1.8	0	남동	0	0	
97.01.01 02:40	25.0	20.0	14.0	73	-2.5	0	북	0	0	
97.01.01 03:00	25.0	20.0	14.0	74	-2.5	0	남동	0	0	
97.01.01 03:20	25.0	20.0	14.0	73	-2.4	0	남	2	0	
97.01.01 03:40	25.0	20.0	14.0	73	-2.4	0	남동	0	0	
97.01.01 04:00	25.0	20.0	14.0	75	-2.2	0	남동	0	0	
97.01.01 04:20	25.0	20.0	14.0	69	-2.4	0	남동	0	0	
97.01.01 04:40	25.0	20.0	13.9	66	-2.5	0	동	1	0	
97.01.01 05:00	25.0	20.0	13.6	61	-2.3	0	북	0	0	
97.01.01 05:20	25.0	20.0	13.7	62	-2.0	0	북	0	0	
97.01.01 05:40	25.0	20.0	13.7	62	-2.0	0	북	0	0	
97.01.01 06:00	25.0	20.0	13.7	62	-1.9	0	북	0	0	
97.01.01 06:20	25.0	20.0	13.6	63	-2.0	0	남동	0	0	
97.01.01 06:40	25.0	20.0	13.5	74	-1.9	0	동	5	0	
97.01.01 07:00	25.0	20.0	13.9	75	-1.7	0	동	3	0	
97.01.01 07:20	25.0	20.0	13.8	77	-1.9	0	동	1	0	
97.01.01 07:40	25.0	20.0	13.1	79	-1.0	0	남동	4	0	

F1	삭기	F7	렉스프중력	F8	그리릭중력	F9	하우스변경	F10	카도파일변경
Ctrl+P	프린트환경	PgUp, PgDn	위,아래	페이지이동	Esc	탈출			

그림 3.5.9. 자료관리화면

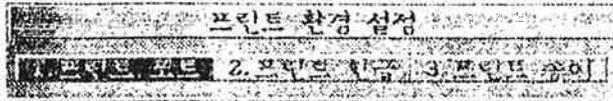


그림 3.5.10. 프린트 설정 화면

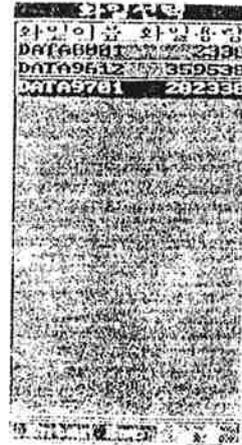


그림 3.5.11. 자료선택화면

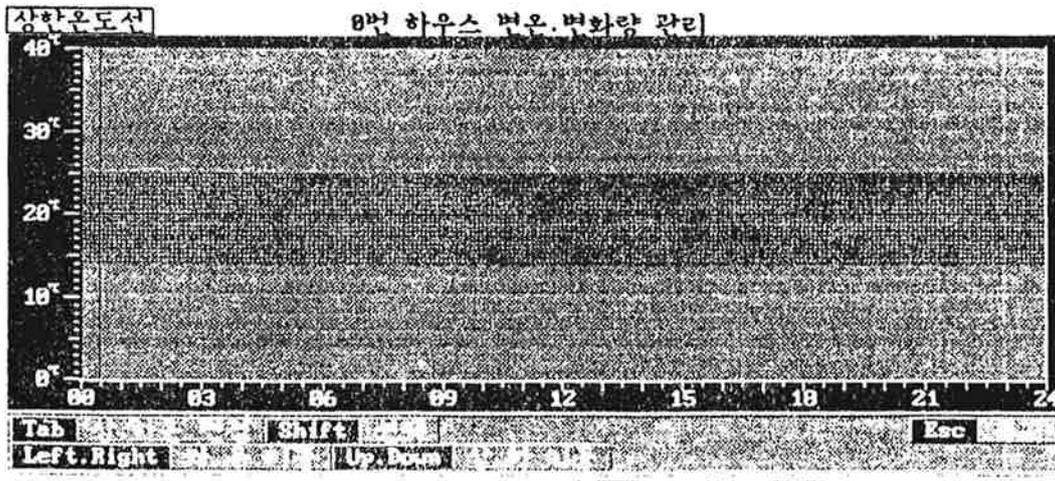


그림 3.5.12. 온실변온변화량설정화면

## 2) 환경제어방법

상품화 시제품의 각 환경의 설정에 의한 자동제어 방법을 요약하면 다음과 같다.

### 가) 온도제어

작물의 생장에 필요한 최적의 온도는 일사량에 따라 다르므로 보통 적산일사량에 대한 확고한 연구 결과가 없는 상태여서, 농민과 연구자의 경험에 의해 1일 동안의 온도 설정치를 입력할 수 있도록 프로그램하고 있는 경우가 대부분이다. 온도 제어용 작동기는 난방기, 환기창, 환기팬에 의하여 온실 내외의 환경조건에 따라 선택하여 제어한다. DIF계획에 의한 생육제어방식의 온도실정이 향후 고려될 것으로 보이며, 포그분무냉방시는 상대습도 80%기준으로 작동하여 95%에서 정지토록한다. 환기 냉방시는 위험풍속에 따라 풍상측



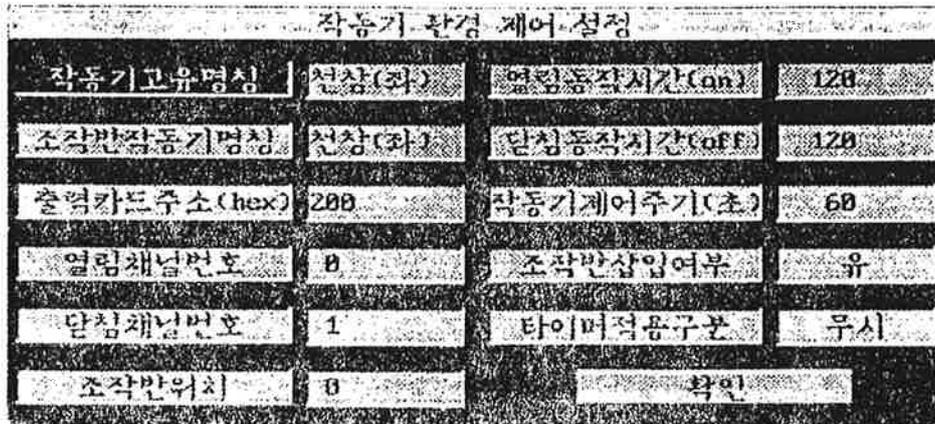


그림 3.5.16. 작동기 환경 설정 화면



그림 3.5.17. 타이머 설정 화면



그림 3.5.18. 내부 계측기 관리 화면

의 창문을 닫아야한다. 난방제어는 PID제어에 근거한 Fuzzy제어로서 열풍기는 PWM방식 채용, 온수보일러는 3WAY Valve 개도제어에 의한 급수온도제어로 행하고, 환기 냉방제어는 외기온과 설정 온도차에 의한 비례 또는 PID제어로서 외기 풍속 5m/s에 대하여 100% 창문열음 또는 7.5℃씩 높임.

#### 나) 습도제어

습도제어 방법은 공기조화법을 이용함이 타당하지만 냉방기가 없는 온실에서는 타당한 방법이 아니므로 과습상태를 작물별로 입력하여 온실내의 습도가 이 범위를 넘으면 환기

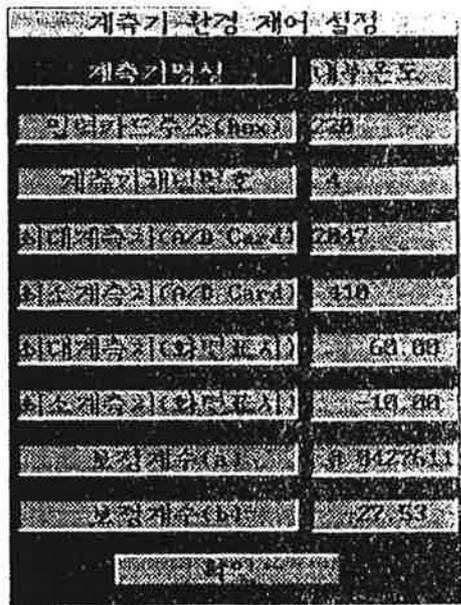


그림 3.5.19. 계측기 환경 설정 화면



그림 3.5.20. 계측기 누적 횟수 설정 화면



그림 3.5.21. 일자 변경 화면



그림 3.5.22. 시각 변경 화면

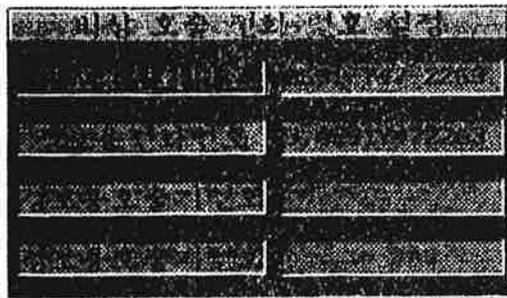


그림 3.5.23. 비상 호출 전화번호 설정 화면

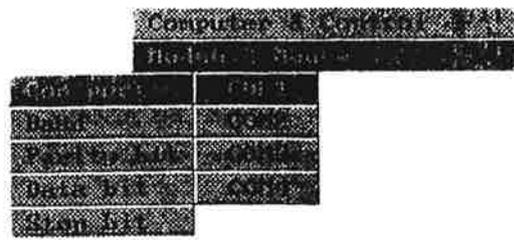


그림 3.5.24. 통신 포트 설정 화면

에 의한 습도제어할 행하는 것이 일반적인 방법이다. 일반적으로 앞의 표면결로 현상이 일어나지 않는 최대습도가 한계치로 설정된다. 온도 증속적이므로 배기시스템을 이용하여 환기하며, 창문이 10%이상 열린상태에서는 환기하지 않는다.

#### 다) 순환팬제어

순환팬은 작물의 호흡 상태를 좋게 하고, 내병성, 내습성을 증가시키기 위하여 온실내의 공기를 유동시키는데 사용된다. 작물에 따라 간헐적으로 순환팬으로 작동시키도록 프로그

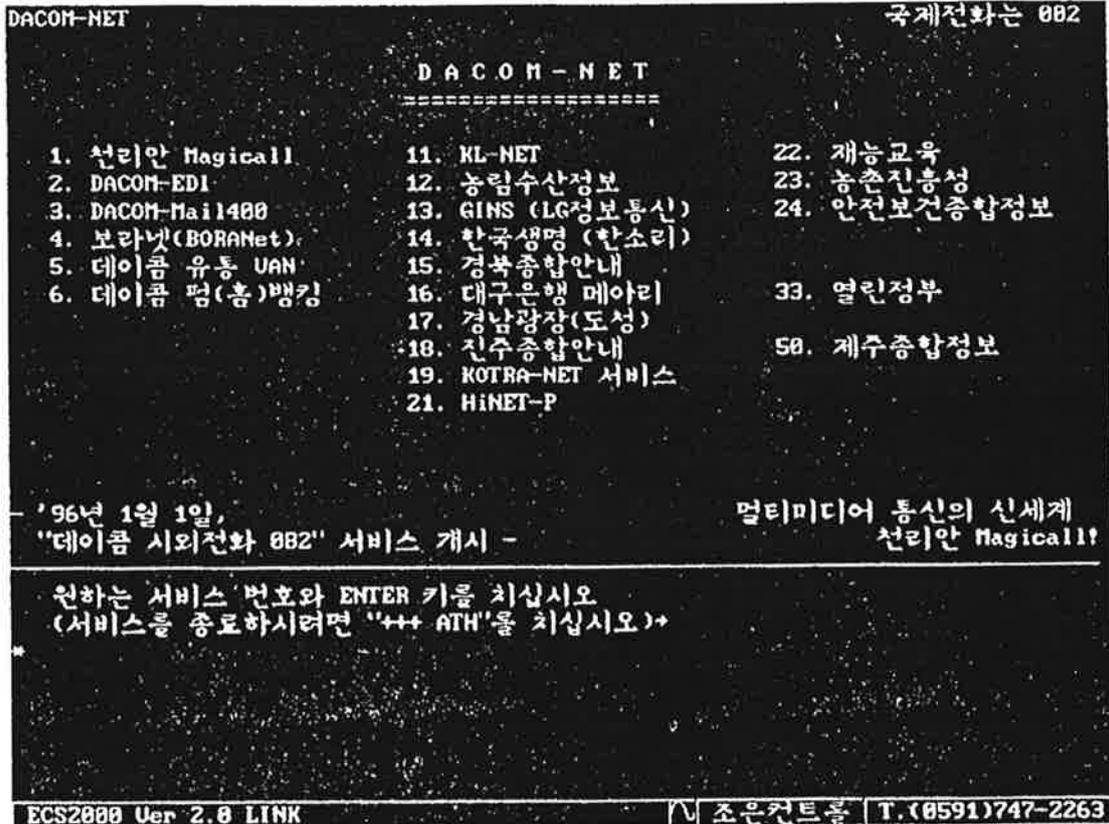


그림 3.5.25. 천리안 연결 화면

랩하고 있다. 적정풍속은 작물부위에서 0.2~0.3m/s가 좋다.

라) 관수제어

관수제어는 센서에 의해 토양수분이 관수시점 이하로 되면 관수를 시작하여 토양수분이 관수정지시점 이상이 될 때까지 관수를 행하고 그 이외는 무관수상태로 제어토록 한다. 그러나 현재까지 개발된 토양수분 센서는 경시변화와 오차가 심하여 시간종속제어를 실시하고 있다. 관수시간대는 작물에 충격이 없는 오전 10~11시경으로 하며 물 온도에 가깝도록 유지하는 것이 좋다.

마) CO<sub>2</sub>제어

CO<sub>2</sub>제어는 공기중 CO<sub>2</sub>함량계측 센서에 의하는 것이 바람직하지만 CO<sub>2</sub>센서는 그 기능에 비하여 고가이어서, 일반적으로 경험에 의한 시간제어로서 CO<sub>2</sub>를 사용하는 방법을 이용하고 있는데 시용시점은 아침시간에서 조도가 5000Lux이상일 때부터 일정시간 시용한다(1000~1500ppm). 환기창이 10%이상 열린상태에서는 시용량의 훼손이 많은 점을 고려하고, 온도설정은 무시용시보다 3℃정도 높게한다.

바) 보온커튼 제어

보온커튼은 야간의 실내온도 보온을 위하여 사용하는 것으로, 대체로 태양광이 5000Lux 이하일 때 닫지만, 시간종속 제어로서 아침과 오후 시간을 정하여 개폐하기도 한다. 외기

온이 너무 낮아 보온의 필요가 있을 때는 낮동안에는 커튼을 닫는다.

#### 사) 수막제어

수막은 온실지붕에서 물을 분사하여 물의 막을 만들고 온실을 덮어서 보온효과를 올리는데 사용된다. 일반적으로 저녁 시간의 일사량 및 외부온도가 일정치 이하이면 수막을 가동시키고, 아침시간에는 일사량 및 시간이 일정치 이상이면 수막을 정지시키도록 프로그램하며, 보온커튼과 거의 동일조건이다. 수막가동시 측·천창은 밀폐상태로 하여야 한다.

#### 아) 이상기후의 제어

시설원예에 있어서 강풍, 강우, 강설 등의 이상기후시는 시설의 파손과 작물피해가 따르기 때문에 이들 이상기후에 대비한 위험방지 프로그램이 필요하다. 강풍시는 모든 창문 밀폐후 환기팬을 작동시키고, 강우시는 천창을 닫으며, 강설시는 내부보온커튼을 열고 열풍기와 제설용 히터를 작동시킨다.

#### 자) 양액재배 제어

최근 양액재배가 주목되고, 환경제어 장치에 양액재배 제어가 삽입되는 추세에 있다. 이 제어는 양액공급(관수)과 양액조절 기능으로 대별된다. 양액공급 장치는 양액 순환식일 경우 양액을 순환시키는 순환펌프의 운전간격으로 제어한다.

암면재배에서는 관수량이 문제가 되기 때문에 일사량에 따라서 관수량을 변화시키는 제어를 실시한다.

양액조정은 pH와 EC을 센서로서 계속하여, 산·알카리, 액비의 추가량을 결정하여 혼입장치(정량 펌프, 비율식 혼입기)에 의하여 제어토록 하고 있다. 양액조성(N, P, K 등)에 대한 제어는 센서가 비싸고 사용수명이 짧기 때문에 ON-line제어는 어려운 실정이다.

#### 차) 경보시스템

경보는 온실내의 작물의 안정을 보장하고 센서 및 기기류의 고장과 예방 진단을 실시하는 것으로 농장주의 물적 손해를 최대한으로 줄여주는 방법으로 매우 중요한 것이다. 경보는 사이렌음과 경광등을 이용하며, 화면에서도 경보내용이 기록되게 하였는데 경보의 동기는 다음과 내용과 같다.

- (1) 온실내의 온도가 극한으로 상승, 하강할 때
- (2) 센서가 항상 같은 출력을 내거나, 포화 출력을 낼 때
- (3) 센서가 단선되어 0출력이나 불안정 출력을 낼 때
- (4) 작동기(제어기)의 작동 상태에 따라서 환경의 변화가 없을 때(작동기 진단)
- (5) 정전이 되었을 때
- (6) 컴퓨터가 off되었을 때이다

### 3. 상품화 시제품의 가동성능

상품화 시제품(ECS2000)을 능가 온실에 설치하여 가동성능을 조사한 결과는 표 3.5.5와 같다.

표 3.5.5. 상품화한 복합환경제어 시스템의 가동성능

기능	계측요소	기구	제어 방식	가동성능
환기 (냉방)	실온, 옥외일사량, 기온, 풍향, 풍속, 강우, 강설, 습도	천창, 측창, 개폐모터 또는 환기팬	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦기상환경에 따라서 환기창 개도의 상하한을 변경함</li> <li>◦PWM방식 PID, Fuzzy</li> <li>◦습도, CO<sub>2</sub> 농도 고려</li> </ul>	◦정상구간 ±1.2℃
보온	실온, 실외일사량, 기온	보온커튼, 개폐모터	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦on-off 제어</li> <li>◦일사조건, 외기온에 따른 제어</li> </ul>	◦정상가동
난방	실온, 옥외일사량, 외기온, 바람(풍속)	난방기(온풍, 온수)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦일사량에 의한 설정치의 변경</li> <li>◦옥외기상조건에 의한 시간적 변화 예측제어, PID, Fuzzy</li> </ul>	◦정상구간 ±0.8℃
탄산가스 시용	탄산가스농도, 옥외일사량	탄산가스 발생기	◦시간종속 제어	◦ ±250ppm
관수 (시비)	적산일사량, 시각	관수용 펌프	◦시간종속 on-off	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦정상가동</li> <li>◦관수기 자체 자동에 의존</li> </ul>
차광	옥외일사량, 실온	차광용 커튼, 개폐용 모터	◦옥외일사량의 대소에 따른 차광커튼의 개폐	◦정상가동
세무냉방	일사량, 실온(실내 습도)	세무발생 펌프	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦하절기 고온시</li> <li>◦설정온도 이상에서 습도 종속 또는 타이머</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦Fog 장치도 동일</li> <li>◦정상가동</li> </ul>
약제	시각	산포, 펌프	◦시기, 산포시간 입력	◦정상가동
양액공급	양액조수위, 양액 온도, pH, EC	양액순환펌프, 시비장치, Heater	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦양액 공급기 자체 제어 기 이용</li> <li>◦양액 공급이 통신포트 제어</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦모니터링</li> <li>◦정상가동</li> </ul>

## 제 4 장 공정묘 생산기술 개발

공정묘(플러그묘)의 주년 건전묘 생산을 위하여는 생육단계별 관리, 생육조절, 병해충방제, 묘생산 후 관리, 정식후의 묘생육등 여러분야의 검토가 필요하며 우리의 기후조건과 육묘생산시스템에서의 상토개발, 액비의 조성, 주요작물들의 재배기술 확립등이 필요하다.

본장에서는 이상의 문제점들을 해결할 수 있는 공정묘 생산의 재배기술적인 측면에서의 자료분석 결과와 자재개발 및 재배기술체계 정립을 위한 시험결과들을 기술하고자 하였다.

### 제 1 절 공정묘 생산과 보급을 위한 육묘관리 및 재배기술

#### 1. 공정묘의 생육단계, 종자 및 발아

##### 가. 공정묘의 생육단계 구분

공정묘는 생장과 발달과정에 따라 다음의 네가지 단계로 나눌 수 있다. 제1단계는 종피로부터 유근이 돌출되는 단계로 다량의 산소와 다량의 수분이 요구되므로 이 시기에는 관수를 하되 상토가 지나치게 과습해 종자의 산소 요구도를 불충족시키지 않도록 주의할 필요가 있다. 주로 복토를 하고 발아실내의 상대습도를 높여 종자 주위의 수분손실을 억제시키는 방법이 널리 쓰이고 있다. 균일하고 조속한 발아를 위해서 복토는 버미큘라이트나 펄라라이트와 같이 수분을 많이 흡수하지 않는 물질로 하여 산소의 공급이 원활하게 하고 발아실내의 상대습도를 포화 상태에 가깝게 유지시켜서 종자로 부터의 수분손실을 최대한 억제시켜 주어야 한다. 우리나라의 대부분의 공정묘 생산온실에서는 아직도 제1단계에 최적한 환경을 조절할 수 있는 장치의 미설치 또는 부적절한 이용으로 인한 발아율의 저하 및 불균일한 발아가 많다. 제2단계에서는 뿌리가 토양속으로 들어가고 줄기와 떡잎이 출현한다. 뿌리의 산소 요구도가 증가하므로 관수량을 감소시킬 필요가 있다. 이 시기에도 포그를 이용하거나 다른 방법을 이용하여 상토로부터의 수분손실을 억제시켜 주는 것이 좋으나 불균일한 발아의 원인이 배지내의 수분부족때문이라는 판단하에 배지에 지나치게 과습하도록 관수하여 상황을 더 악화 시키는 경우도 종종 있다. 제3단계는 본엽이 출현하여 발달되는 본격적인 성장시기다. 그리고 제4단계에서는 묘종이 수송, 이식 및 저장에 적합한 크기에 도달한다. 그리고 작물마다 최적한 발아온도등은 실험을 통해 많이 밝혀져 있다<표4.1.1>.

공정묘 생산에서 가장 중요하고 결정적인 단계는 제1단계와 제2단계인데 이 기간 동안의 수분, 산소, 온도 및 광 조건이 공정묘 생산의 승패를 크게 좌우한다. 참고로 미국의 Koranski(1989) 박사가 추천하는 고추에 있어서의 단계별 적정환경은 아래의 <표 4.1.2>와 같다.

표 4.1.1. 주요 채소류의 종자 무게당 입수, 발아환경 및 발아 소요일수

채소종류	10g당 입수	발아광조건	발아토양적온범위	발아최적온도	발아소요일수
가지	-	-	24 - 32	30.0	-
고추	1,500	명 또는 암	18.5-35	30.0	6-14
당근	-	-	7.5-29.5	27.0	-
멜론	300	명 또는 암	24 - 35	32.0	3-10
상치	8,800	명	5 - 27	24.0	5-7
수박	100	명 또는 암	21 - 35	35.0	4-14
시금치	-	-	7 - 24	21.0	-
양배추	-	-	7 - 35	29.5	-
양파	3,000	명 또는 암	10 - 35	24.0	6-10
오이	350	명 또는 암	11 - 35	35.0	3-7
토마토	3,300	명 또는 암	16 - 30	30.0	5-14
파슬리	-	-	10 - 30	24.0	-
호박	-	-	21 - 35	35.0	-

표 4.1.2. 양배추, 고추 및 토마토의 단계별 환경관리 (Koranski, 1989)

단계	복토	온도(℃)	상대습도(%)	소요일수	시비(ppm)	총소요주수
1	유	21-24	90-95	5-7		
2	무	21-24	80-85	7-10	무	
3		18-21		10	100, 1회/주	
4		16-17		7		4-5

제1, 2단계에서 상토가 지나치게 습하거나 저온하에서는 모잘록병의 발생이 조장된다.

나. 종자와 발아 : 종자발아의 조건 [양질의 종자, 수분, 산소, 온도 (광)]

- 1) 평판 좋은 회사로부터 종자를 구입하고 값싼 종자에 현혹되지 말것.
- 2) 프라이밍(priming) 등의 특수 처리가 된 종자들은 일반적으로 값은 비싸지만 투자 가치가 높음.
- 3) 많은 종자는 프라이밍 처리를 하면 발아 속도와 발아 균일도가 크게 향상됨.
- 4) 발아하는 종자의 수분흡수는 수시간내에 종결됨(필요이상의 관수 억제).
- 5) 발아시 수분 스트레스는 주로 흡수후에 일어나며, 느리고 불균일한 발아 유발.
- 6) 상토의 건조와 고EC 및 낮은 공중 상대습도가 수분 스트레스의 주요인임.
- 7) 종자의 저장과 보관은 2-4℃에서 원래 포장지내에서 하는 것이 가장 안전함.
- 8) 종자를 오래 보관하는 것은 좋지 않으므로 필요한 양을 제철에 사서 쓰고, 장기간 저장되었던 종자는 발아율 시험을 해야함<표 4.1.3>.

표 4.1.3. 몇가지 채소 증자가 적절한 환경하에 보관되었을때 발아력을 유지하는 최대 기간

채소의 종류	발아력 유지기간(년)	채소의 종류	발아력 유지기간(년)
가 지	5	고 추	3
당 근	3	무	4
멜 론	5	상 치	5
수 박	5	시 금 치	4
양 파	1	양 배 추	4
오 이	5	토 마 토	3
파 슬 리	2	호 박	4

## 2. 공정묘의 생육에 영향을 주는 환경요인

공정묘의 생육에 영향을 주는 생물적(biotic) 및 비생물적(abiotic) 환경요인들은 아래와 같이 요약할 수 있다. 이들 중에 배지의 물리성과 같은것은 한번 사용되면 육묘 전기간 동안 전혀 바꿀수 없는 것들인 반면 시비나 관수와 같은 요소들은 재배기간 중에 변경의 여지가 충분히 있다. 육묘농가, 특히 초보자는 쉽게 바꿀수 없는 부분들에 대하여는 최선의 것들을 선택할 수 있도록 세심한 주의를 기울여야 한다.

### 가. 지상부 환경

- 1) 온도 : 최저, 최고, 평균, 주야간 차(DIF)
- 2) 광 : 파장, 일장/야장, 광합성유효방사(PAR), 광조사방향
- 3) 가스 : 이산화탄소, 산소, 수증기(수분포텐셜), 유해가스(에틸렌등), 바람의 유무

### 나. 지하부(상토내) 환경

- 1) 물리적 환경 : 온도, 수분 및 삼투포텐셜, 가스와 액체의 확산도, 전단응력, 견고도와 치밀한 정도, 상토의 구성물질, 상토(셀)의 부피
- 2) 화학적 환경
  - 무기영양 : 농도, 유용도와 고갈속도, 용해도, 이온들간의 상대적인 비율
  - 유기물질의 구성과 공급정도, 첨가약제
  - pH
  - 산소, 이산화탄소와 기타 가스
  - 이온 확산도와 고갈 속도
  - 식물분비물

### 다. 공정묘용 트레이

육묘용 플러그 트레이는 모양, 크기, 트레이 하부에 있는 배수구 및 상표면에 있는 통기구의 구멍의 크기와 균일성, 그리고 재질, 형태, 내구성, 운반성, 가격, 공급의 안정성 및 자동정식기에의 적응가능성, 모양, 색깔, 크기, 깊이, 두께, 가스·수분투과성, 광·열 전도성, 재사용 횟수 등 여러 가지를 검토해야 한다.

라. 트레이내의 상토, 공기 및 수분함량 등에 영향을 주는 요인들

-트레이 공수별 셀의 부피, 셀의 크기와 묘생산속도 등은 2장 3절 육묘용 트레이 규격과 생육에 기술함

마. 생물적 요인 : 종자의 질, 인접식물, 잡초나 이끼류 등의 경쟁식물, 병원균 과 오염 미생물, 공생(유용)생물, 식물분비물(효소 등)

바. 재배방식 : 관수, 병충해 방제, 환경조절 등

### 3. 상토

가. 상토의 배자특성

-공정묘 생산용 상토의 배지별 특성은 2장 2절 육묘용 상토에 기술함

나. 상토의 선택시 고려사항

- |                    |                               |
|--------------------|-------------------------------|
| 1) 재료의 유용도         | 2) 물리·화학적(통기성, 흡습성, EC, 산도 등) |
| 3) 균일성             | 4) 유독성물질 함유여부                 |
| 5) 염류집적정도          | 6)사용의 편리함                     |
| 7) 안정된 묘생산의 반복 가능성 |                               |

다. 상토의 소독

1) 화학적 소독법

가) 장점 : 매우 효과적, 모든 생물체(잡초종자, 곰팡이, 세균, 선충류)를 죽임

나) 단점 : 가격, 인체와 식물에 유독, 처리후 통기시간 김, 잔류약제에 민감한 식물, 천적과 길항균으로 사멸시킴

다) 사용약제 : 클로로피크린, 포름알데히드, 메칠브로마이드, 에칠다이브로마이드

2) 증기소독법

가) 장점 : 저렴, 인체에 무독성, 처리시간 짧고 효과적, 처리후 즉시 사용가능

나) 단점

(1) 일부 병원성 미생물 생존 → 재오염된 미생물의 급속 증식

(2)  $\text{NH}_4^+$  : 암모니아화 미생물은 생존하나 질산화 미생물은 사멸되므로, 황산칼슘(석고나 과인산)을 첨가하면 감소

(3) Mn독성: 석회를 첨가하면 감소

(4) 가용성염(P, K, Mn, Zn, Cu, B등) 증가, 석고와 과인산은 안전, 소독후 비료 첨가

(5) 보수력의 감소

(6) 증기발생기 필요

다) 방법 : 소요열량은 상토의 조직과 수분함량에 따라 상이, 수분함량이 많아지면 소모 열량 증가, 제일 낮은 곳의 온도가 83℃에 도달후 30분간 더 소독

라. 상토의 pH 조절

- 1) pH =  $-\log[H^+]$
- 2) pH는 무기영양의 유용도와 미생물의 활동에 영향, 최적 토양 pH는 5.8-7.0
- 3) 토양 pH 높이기 : 석회석( $CaCO_3$ ,  $CaCO_3$ 와  $MgCO_3$ 가 혼합된 돌로마이트등) 첨가
- 4) 토양 pH 낮추기 : 황(S), 황산알루미늄, 황산철 등 첨가
- 5) 상토 다루는 방식 : 상토채우는 량과 유효수분 공급량

마. 상토(토실이)담기의 사용방법

-[토실이]상토는 본 연구시험에서 개발한 상토임

- 1) 상토담기-포트나 플러그 트레이에 담을때 절대로 눌러지 말고 상토를 걷어내는 정도로만 다질 것(가장 이상적인 상토담기는 상토충진기를 이용하여 균일한 충전과 작업의 생력화 를 기하는 것임)

(예) 10kg(90ℓ)포대 기준

-25공 연결 포트(26cm×26cm)의 경우는 50개 정도 담을것

-128공 표준 플러그 트레이(54cm×28cm)의 경우는 28개 정도 담을 것

- 2) 파종-상토충진 후 파종부를 적절히 답압시킨 후 파종할 경우는 따로 복토를 할 필요없이 관비 함. 상토 충전후 평면상에 파종할 경우는 균일한 복토를 실시한 후 관비하거나 관비후 균일한 복토를 실시한다.
- 3) 파종후 관비-파종후 적정농도로 희석된 액비를 관비할 때 포트 또는 트레이 밑으로 약간 스며 나올때까지 행한다. 이때 관비에 의해 상토의 자연적 다짐이 다소 일어남.
- 4) 복토-복토가 필요할 경우 상토 또는 버미큘라이트로 종자가 보이지 않을 정도로 복토 한다. 복토할때도 상토의 다짐이 크게 일어나지 않도록 주의하여야 한다(자동복 토기를 이용하면 편리하고 균일한 복토가 가능함).
- 5) 관비-반드시 적정농도로 희석된 액비로 할 것.
- 6) 발아-발아적온을 유지하여야 하며 특히 공중상대습도를 포화상태로 높여 상토 수분손실을 최대한 줄여야 한다.
- 7) 발아후-종자의유근이 돌출되어 발아가 되면 가급적 빨리 자연광을 쬐도록 하고 공기 중 상대습도를 높게 유지시키는 반면 상토가 지나치게 과습하지 않도록 관수를 제한하여야 한다.
- 8) 일반관리-육묘온도는 15-20℃로 관리하여 저온감응에 의한 화아분화를 막아야 한다. 특히 저온기 육묘시 12℃이하가 되지 않도록 보온에 힘써야 한다.
  - 육묘기간중 진딧물에 의한 바이러스 감염에 예방에 만전을 기하여야 한다.
  - 육묘기간은 25-30일로서, 본잎이 5-6매 일 때 정식하는 것이 묘의 활착에 좋다.

#### 4. 관수와 시비

##### 가. 관수법의 종류

채소류의 공정묘 생산을 위해서는 수동식으로 부터 컴퓨터가 장착된 첨단장치까지 다양한 형태의 관수방법이 이용되고 있다. Lucas(1991)와 Moore(1995)가 소개한 온실내에서의 플러그묘를 위한 몇가지 관수방법을 정리하면 다음과 같다.

##### 1) 수동식 관수

관수호스와 그 끝에 부착된 살수장치를 이용하는 방법으로서 가장 단순하고 저렴하며 다방면으로 이용할 수 있는 융통성이 가장 뛰어난 방법이나 이용자 측면에서 보면 관수에 관한 최고도의 지식이 요구되는 기술이다. 여러가지 채소류의 플러그묘를 재배하는 소형 온실의 경우 이 방법을 이용하면 관수자가 각 플러그 트레이마다 적당량의 물을 공급할 수 있다. 그러나 불행히도 수동식 관수법은 플러그 셀마다 동일량의 수분을 공급하는 것이 불가능하다. 그러므로 플러그묘의 종류에 따른 적정량의 수분을 차등적으로 공급할 수는 있으나 동일한 종류의 플러그묘가 재배되는 플러그트레이 내부의 셀과 셀간에는 수분의 균일한 공급이 불가능하다. 플러그묘 대량생산온실에서는 많은 노동력이 필요하므로 비효율적이고 비경제적인 방법이다.

##### 2) 고정식 살수 노즐이나 스프링클러

수동식 관수법의 단점인 불균일한 관수의 문제점을 해소하기 위한 가장 경제적인 관수법은 살수 노즐이나 스프링클러를 고정식으로 설치하는 것이다. 이 시스템은 대면적에 비교적 균일한 관수를 할 수 있고 솔레노이드 밸브와 타이머 또는 환경조절 컴퓨터를 이용하여 관수를 자동화할 수도 있다. 그러나 아주 균일한 관수는 기대할 수 없는 단점이 있다. 노즐이 완벽하게 제작되고 사용자가 자주 청소를 해주며 노즐이 일정한 간격으로 배치되었을 때에만 균일한 관수가 가능하기 때문이다. 이러한 문제점 때문에 이 방법은 수분공급량과 균일도가 묘종의 생육조절에 결정적인 영향을 주지 않는 단계인 생육의 초기에 미스팅과 습도 조절에 주로 이용된다. 수동식 관수방법에 비하면 관수에 소요되는 노동력이 상당히 감소되며 대면적 관수에 매우 효과적일 뿐만아니라 설치와 운전비용도 적게 든다. 작물별로 관수량을 다양화할 필요가 있을시에는 구역을 설정하여 이용할 수 있는데 설치비 등이 다소 증가된다.

##### 3) 이동식 붐(boom, 자주식 두상살수) 또는 조리개 스프레이어(sprayer)

현재 플러그 육묘온실에서 가장 널리 이용되는 관수방법으로서 스프링클러를 거꾸로 뒤집어 길다란 수평대에 매달아 놓은 형태이다. 노즐이 달린 수평대는 온실의 한 끝에서 반대편 끝까지 운동을 하는 장치(cart)에 부착되는데 이 카트는 온실 바닥에 놓이거나 천장의 구조물에 매달린다.

노즐간의 적당한 간격과 식물체로부터의 높이조절이 균일한 살수를 위해 매우 중요하며 반드시 붐 스프레이용 노즐을 사용해야 한다. 항속 운동을 하면서 살수하므로 노즐의 완벽성 요구도는 고정식 살수방법 보다 다소 감소하다. 스위치나 기타 장치를 부착하여 물

의 공급을 조절하거나 붓의 이동속도 조절을 통한 지역별 차등관수가 가능하다.

#### 4) 로봇 붓 스프레이어

이동식 붓 살수장치가 환경조절 컴퓨터와 연결되거나 마이크로 프로세서(microprocessor)를 장착하면 관수 로봇이 되는데 이는 인간이 가진 신축성 및 융통성과 기체가 가진 균일성을 동시에 가지면서 제어가 가능한 정확한 관수를 할 수 있는 방법이다. 관수장치와 연결된 컴퓨터 시스템은 재배되는 묘종에 대한 정확한 정보를 가지고 있어서 스스로 무엇을 해야 하는지를 알고 있어야 한다. 그래서 관수량과 관수시간을 알고 필요에 따라서는 시간(환경조건)과 공간적(재배되는 묘의 종류나 생육단계)으로 관수하지 않고 건너 뛰기도 해야 한다. 환경조절 시스템의 환경계측 센스들이 이 로봇에 관수해야 할 시각을 알려 줄 뿐만아니라 수압이 낮거나 정전되는 시기 및 로봇의 운동에 방해가 되는 물체의 존재 등도 알려 주어야 한다.

#### 5) 저면(Ebb and Flow) 관개

이 방법은 순환식 관개법의 일종으로서(환경오염 감소) 여러가지 관수방법 중에서 가장 균일한 관수를 할 수 있다고 알려져 있다. 특히 관개수가 플러그 트레이의 하부에 뚫려 있는 구멍을 통해 들어와서 모세관현상에 의하여 상토내로 스며 들므로 잎은 항상 건조한 상태로 유지되어 병해 발생이 감소되는 장점이 있다. 이 방법에서도 재배베드를 몇개의 지역으로 구분하여 차등관수를 할 수 있으나 일단 한번 설치하고 나면 변경이 어렵다. 이 방법을 이용하려면 적절한 훈련을 받아야 하는데 특히 근권의 수분조절이 까다로와 뿌리의 생육조절이 어렵고 플러그트레이의 재질로는 스티로폼이 주로 이용된다. 아직도 더 보완해야 할 기술적인 부분들이 있고 현재에는 널리 이용되지 않으나 장래에 매우 인기있는 관수방법이 될 것이라고 생각된다. 저면관개용 시설은 베드를 설치하고 그 베드에 관개수를 퍼 올렸다가 빼내는 방법과 온실바닥 전체에 관개수가 들어 왔다가 빠져 나가게 하는 방법이 있다.

#### 나. 관수 시스템에 따른 고추묘의 생장 비교

대부분의 공정육묘온실에서 채소묘의 생산은 두상관수(overhead irrigation)방식에 의해 이루어지며, 이로 인해 이식묘가 지나치게 도장하여 정식후 바람과 고온등의 급작스런 환경요인의 변화에 의해 심한 스트레스를 받아 활착이 더더지고 고사율이 증가하는 요인이 되기도 한다. 그러나 부근(flotation)방식이나 저면관비(ebb and flow)방식을 이용할 경우 피망고추(bell pepper)에서는 지나친 도장을 막고 병의 발생도 다소 줄일 수 있어서 양질의 공정묘를 육성할 수 있는 것으로 보고되었다(Leskovar and Cantliffe, 1993). 또한 토마토에서는 부근방식으로 육묘시 적당한 수분 스트레스와 뿌리의 전정을 통해 묘를 경화시킬 경우 측근발생이 증가되고 지상부와 지하부의 비율(S:R율)이 감소되었다(Leskovar 등, 1994).

온실의 관수 시스템이 매운 고추묘(품종명 TAM-Mild Jalapeno-1)의 뿌리신장, 뿌리형태, 지상부 생장 및 수분상태를 어떻게 변화시키는지에 관한 연구보고가 있다(Leskovar and Heineman, 1994).

묘종은 가로세로 2.5cm, 깊이 7.2cm, 부피 18ml의 트레이판에서 48일간 육성되었는데 실험에 사용된 관수 시스템은 1) 부근(flotation), 2) 28일 동안 부근한 다음 14일 동안 두상관개(overhead), 3) 부근과 두상관수를 번갈아 실시한 방식 및 4) 두상관개의 4처리였다. 부근(1)과 부근 두상(3)의 방식에 의한 육묘시 묘종은 파종후 20-41일사이에 길이가 균일한 측근의 증가를 유지시켰다. (2)와 (4)의 방식으로 육성된 고추묘는 파종후 31일째 부터 측근의 신장이 더 이상 증가하지 않았지만 두상관수(4)의 경우에는 저부의 뿌리수와 길이가 약 33% 증가해 나머지 육묘기간 동안 총뿌리생장이 다른 처리수준으로 회복되었다. 이식 41일후 두상관수방식(4)으로 육성된 묘는 지상부와 지하부의 비율(S:R=5)과 지상부의 수분포텐셜이 부근방식(1)에 의해 육성된 묘종보다 더 높게 유지되었다. 부근방식(1)에 의해 생산된 묘는 두상방식이나 두상방식과 부근방식의 혼합에 의해 생산된 묘종보다 증산작용과 광합성율이 더 낮았다. 이상의 결과에서 저면관개방식의 하나인 부근관개법을 이용할때 이식 고추묘의 S:R율을 낮추고 경화를 촉진시킴을 알 수 있다.

다. 용수의 수질과 수질분석

용수의 수질분석결과는 다음의 표들에 나타난 기준에 의하여 수질을 판정하고 용수내에 함유된 소량의 이온들의 함량은 양액의 조제시 계산에서 무시해도 좋으나 수질분석의 결과 용수내에 다량의 특정이온이 함유되어 있으면 그 양을 제하고 계산해야 한다.

양액재배 용수내의 화학성분의 함량과 그것을 알아내는 것은 매우 중요하다. 자주 문제 시되는 것의 하나가 용수내에 염류가 과다하게 함유되어 있는 것인데, 이는 특히 해수가 침투되어 들어 오는 해변가의 온실이나 염류가 집적된 토양에서 자주 발생한다. 용수내의 중탄산나트륨(NaHCO<sub>3</sub>)이나 염화나트륨(NaCl)의 함량이 높으면 식물에 장애를 발생시킬 수 있다. (표 4.1.4, 표 4.1.5, 표 4.1.6 참조)

라. 수질분석의 필요성과 분석결과의 이용

- 1) 수질분석은 그 물이 플러그 재배용으로 적절한지를 알려주고, 물속에 이미 녹아 있는 무기이온의 양도 알려 주며 특정 기기류(노즐등)의 사용가부를 판정해 준다.
- 2) 특정 이온의 과잉공급은 타이온의 흡수를 방해하므로 양분의 균형은 매우 중요하다.

표 4.1.4. EC와 이온 함유량을 기초로 한 수질의 분류

급 수	전기전도도 (mmhos /cm)	이온농도 (ppm)			비 고
		Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
1	<0.5	<30	<50	<100	우량수
2	0.5-1.0	30-60	50-100	100-200	사용에 신중 기할 것
3	1.0-1.5	60-90	200-300	200-300	내성있는 작물에 사용
4	>1.5	>90	>150	>300	사용불가

표 4.1.5 관개수의 적정 및 최대허용 이온 농도 (Hanan등, 1978)

이온	이온 농도 (meq/l)	
	희망 적정 농도	최대 허용 농도
암모니움 (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	1-2	-
중탄산이온 (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0	6.0
칼슘 (Ca <sup>2+</sup> )	5-6	10.0
탄산염 (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	0	0
염소 (Cl <sup>-</sup> )	0	2.0
마그네슘 (Mg <sup>2+</sup> )	2.0	4.0
질산태질소 (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	10-12	12.0
인 (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	1	2.0
칼륨 (K <sup>+</sup> )	4-6	8.0
나트륨 (Na <sup>+</sup> )	0	2.0
황 (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	1	10.0

표 4.1.6. 용수의 수질구분을 위한 지침 (Nelson, 1991)

구분	장애 정도		
	장애 없음	약한 장애	심각한 장애
염류농도			
EC(mmho/cm) 또는 총 용해 고형물(mg/l)	0.75이하	0.75-3.0	3.0이상
민감한 작물에 대한 특정이온의 독성 뿌리롤 통한 흡수:			
염소(Cl, meq/l)	2이하	2-10	10이상
염소(Cl, mg/l)	70이하	70-345	345이상
붕소(B, mg/l)	1.0	1.0-2.0	2.0-10.0
잎을 통한 흡수(살수관개시):			
나트륨(Na, meq/l)	3.0이하	3이상	-
나트륨(Na, mg/l)	70이하	70	-
염소(Cl, meq/l)	3.0이하	3이상	-
염소(Cl, mg/l)	100이하	100	-
기타			
중탄산염(meq/l)	1.5이하	1.5-8.5	8.5이상
중탄산염(mg/l)	40이하	40-520	520이상

- 3) 매주 EC, pH 등의 중요한 영양 지표들을 조사하여 그래프를 그리고 항상 알맞은 상태를 유지하도록 조절하여야 한다(표 4.1.7, 표 4.1.8). 예를 들어 EC값이 지나치게 올라가면 비료를 타지 않은 물로 관수해서 잉여분의 염을 유출시킨다.
- 4) 아무 비료나 있다고 쓰지 말고 최적의 비료를 선택하여 사용할 수 있게 해준다.
- 5) 생육단계별로 시비량 조절(표 4.1.7).
- 6) 시비에 대한 기록(시비량, 비료 종류 등)은 이후의 문제해결의 열쇠로 이용 가능.

표 4.1.7. 여러작물에 공용으로 이용할 수 있는 권장 시비기준 (Sawaya, 1991)

생육단계	단계지속시간	시 비 기 준
1	3-5일	35 ppm KNO <sub>3</sub> 1회 35 ppm KNO <sub>3</sub> 2회
2	>5일	80 ppm N, 10 ppm P, 80 ppm K 20 ppm Ca, 10 ppm Mg, 주당 최소 2회
3		60 ppm N, 20 ppm P, 160 ppm K 80 ppm Ca, 40 ppm Mg, 주당 2회 또는 매 2회 관수시마다
4		60 ppm N, 20 ppm P, 160 ppm K 80 ppm Ca, 40 ppm Mg, 주당 2회 또는 매 2회 관수시마다

마. 수질분석 결과에 의거한 양액 조절

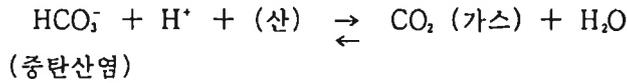
액비조제용으로 사용되는 용수는 종종 식물에 영양분인 염류와 미네랄을 함유하고 있다. 사실, 순수한 물은 종류에 의하지 않으면 쉽게 얻을 수 없다. 수질 분석에 의해 존재하는 염류와 미네랄의 농도를 알 수 있다. 최적농도로 pH와 영양분의 조절은 meq/l의 사용에 의해 정확하게 행해질 수 있다. 균형적인 pH와 영양분은 생산성을 높이고, 특히 불활성 배지의 이용에 필수적이다.

다량원소는 수질분석에 따라 반드시 조절되어야 한다. 미량원소에 대한 조절은 용수가 충분한 양을 함유하고 있기 때문에 필요하지 않을 수도 있다. 또한 상품화된 비료도 오염물질로 많은량의 미량원소를 지니고 있다. 다량원소가 meq/l의 농도에 의해 정해지는 반면, 미량원소는 일반적으로 ppm 또는 분자의 농도에 의해 정해진다.

표 4.1.8. 수질분석에 따른 양액조정과 양액조성의 예

구 분	이온 농도(meq/l)										합계(meq/l)
	H	Ca	Mg	K	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Cl	HCO <sub>3</sub>	
이 온	-	6	1	6	2	12	2	1	-	-	34.0
요 구 량	-	2.2	1.5	1.7	0.6	0.6	2.5	0.1	0.7	2.1	12
첨 가 량	2.1	3.8	0	5.0	1.4	11.4	0	0.9	0	0	24.6
합 계	2.1	6.0	1.5	6.7	2.0	12	2.5	1.0	0.7	2.1	36.6
	18.3					18.3					

바. 알칼리성 물의 pH 조절 : 황산, 인산 또는 질산 이용  
 탄산염과 중탄산염은 양액속에 요구되는 음이온의 종류에 따라 동량의(meq/l) 인산, 황산 또는 질산을 첨가하여 중화시킬 수 있다. 예를 들면 물이 충분한  $SO_4^{2-}$  을 함유하고 있다면 질산 또는 인산을 사용하면 된다.



사. 양액의 조제

1) 단위의 환산

가) 무게단위의 환산

$$1\text{kg} = 1,000\text{ g} = 1,000,000\text{ mg} = 1,000,000,000\text{ }\mu\text{g}$$

나) 부피단위의 환산

$$1\text{ l} = 1,000\text{ ml} = 1,000\text{ m}^3 = 1,000,000\text{ }\mu\text{l} = 0.001\text{ m}^3$$

4°C에서 순수한 물의 경우 1 ml = 1 l 으로 간주 가능

2) 배양액농도

가) ppm : 용액 100만 단위 (무게나 부피) 중에 들어있는 염의 량

$$\text{ppm (w/v)} = 1\text{ mg/l}, 100\text{ppm (w/v)} = 100\text{ mg/l}$$

물 1 l 에 용질 1 mg 을 녹이면 1 ppm 이므로

$$1\text{ mg/l} = 1\text{ ppm 이고}, 1\text{ l} = 1,000\text{ ml} = 1,000\text{ g} = 1,000,000\text{ mg 이므로}$$

$$1\text{ g/l} = 1,000\text{ ppm 이다.}$$

나) Equivalent weight (eq) : 당량 (분자량/가수)

1 eq = 용액 1,000 ml 속에 용질이 1당량 들어 있는 것

3) 식물생육의 필수원소 <표 4.1.9, 표 4.1.10, 표 4.1.11>

가) 그 원소가 없이는 식물의 생활환(종자부터 차세대종자까지)을 완성치 못함.

나) 체내 필수화합물의 구성성분

다) 결핍증상

표 4.1.9 필수원소와 식물의 이용형태, 원자량 및 식물체내 함량 (Salisbury and Ross, 1992)

원 소	원소기호	식물의 이용형태	원자량	건식물체내 함량
a. 다량원소				
질 소	N	$NO_3^-$ , $NH_4^+$	14	4.0 %
인 산	P	$PO_4^{3-}$ , $HPO_4^{2-}$ , $H_2PO_4^-$	31	0.5 %
칼 륜	K	$K^+$	39.1	4.0 %
마그네슘	Mg	$Mg_2^+$	24.3	0.5 %
황	S	$SO_4^{2-}$	32.1	0.5 %
칼슘	Ca	$Ca_2^+$	40.1	1.0 %

<계속>

원 소	원소기호	식물의 이용형태	원자량	건식물체내 함량
b. 미량원소				
철	Fe	Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>	55.9	200 ppm
망간	Mn	Mn <sup>2+</sup>	55	200 ppm
아연	Zn	Zn <sup>2+</sup>	65.4	30 ppm
구리	Cu	Cu <sup>2+</sup>	63.5	10 ppm
붕소	B	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	10.8	60 ppm
몰리브덴	Mo	MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	96	2 ppm
염소	Cl	Cl <sup>-</sup>	35.5	3000 ppm
니켈	Ni	Ni <sup>2+</sup>	58.7	?
c. 시비하지 않는 다량원소				
탄소	C	CO <sub>2</sub>	12	40 %
수소	H	H <sub>2</sub> O	1	6 %
산소	O	O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O	16	40 %

\* 식물의 이용형태중 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, Fe<sup>2+</sup> 등이 주된 이용형태임.

표 4.1.10. 대표적인 비료의 당량과 용해도

비료의 종류	화학식	분자량	당량	pH에의 영향	용해도 (ℓ당 g, °C)
염화암모니움	NH <sub>4</sub> Cl	53.5	53.5	산성	297 ( 0 )
질산암모니움	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	80.05	80.05	산성	1,183 ( 0 )
일인산암모니움	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	115.04	115.04	산성	227 ( 0 )
이인산암모니움	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	132.07	66.0	산성	575 ( 0 )
황산암모니움	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	132.15	66.1	강산성	706 ( 0 )
황산칼슘(석고)	CaSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	172.18	86.09	중성	2.41 ( 0 )
질산칼슘	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	236.16	118.1	알칼리성	2,660 ( 0 )
질산마그네슘	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	256.4	128.2	중성	1,250 ( 0 )
황산마그네슘	MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	246.5	123.25	중성	710 (20)
인산	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98.0	98.0	강산성	5,480 ( 0 )
질산카리	KNO <sub>3</sub>	101.1	101.1	알칼리성	133 ( 0 )
일인산카리	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	120.1	120.1	알칼리성	330 (25)
이인산카리	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	174.2	87.1	알칼리성	1,670 (20)
황산카리	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	174.26	87.13	중성	120 (25)

표 4.1.11 주요 채소류에서 재배용으로 권장되는 양액의 이온 농도

이 온	오이	토마토	고추	가지	멜론
다량원소(meq / ℓ)					
Ca <sup>2+</sup>	7.0	7.5	7.5	6.0	8.0
Mg <sup>2+</sup>	2.0	2.0	2.5	3.0	2.0
K <sup>+</sup>	5.5	7.0	6.0	6.0	5.0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.5	0.5	-	0.5	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	11.75	10.5	12.25	12.0	12.25
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2.0	5.0	1.25	2.0	2.0
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1.25	1.5	1.25	1.5	1.25
미량원소(μmol / ℓ)					
Fe <sup>2+</sup>	10	10	10	10	10
Mn <sup>2+</sup>	10	10	10	10	10
Zn <sup>2+</sup>	4	4	4	4	4
B	20	20	25	20	20
Cu <sup>2+</sup>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Mo	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

아. 배양액 조제 사례

1) 토마토의 양액재배용 양액조성 예

토마토재배에 최적한 다량원소의 영양분 농도는 <표 4.1.12>와 같고 토마토용 각 비료의 소요량을 <표 4.1.13>과 같이 구할 수 있다.

표 4.1.12. 토마토고추 양액 재배용으로 권장되는 양액의 이온 농도

이 온	이 온 농 도 (meq / ℓ)						
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
권장농도	7.5	2.0	7.0	0.5	10.5	5.0	1.5

표 4.1.13 위 표의 이온농도를 만족시키는 비료의 종류와 소요량의 예

비 료	화 학 식	당 량	공 급 필요 량	ℓ 당 비료 소요 량(mg)	ℓ 당 200배 액용 비료소요 량(g)
질 산 칼 습	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	118	7.5	885	177
황 산 마그네 습	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	123	2.5	246	49.2
질 산 칼 륜	KNO <sub>3</sub>	101	3.05	303	60.6
황 산 칼 륜	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	87	3.0	261	52.2
인 산 칼 륜	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	120	1.0	102	24.0
일인산암모늄	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	115	1.25	57.5	11.5

각 이온의 농도를 만족시키는 조성은 여러 개가 나올 수 있다. 위 <표 4.1.13>과 같은 결과를 얻기 위한 계산을 예로 들어 설명하면 다음과 같다.

가장 먼저 고려할 이온은  $\text{Ca}^{2+}$ 인데, 이는  $\text{SO}_4^{2-}$ 와 결합시는 용해되기가 매우 어려운 화합물로서 즉시 침전되기 때문이다. 그래서 전량(7.5 meq/ℓ)의  $\text{Ca}^{2+}$ 를 이러한 문제가 없는  $\text{NO}_3^-$ 와 결합된  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 로 7.5 meq/ℓ을 공급한다.  $\text{Mg}^{2+}$ 는 2.5 meq/ℓ가 필요하므로 2.5 meq/ℓ  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 를 쓰면  $\text{Mg}^{2+}$ 이온이 필요량만큼 공급된다. 이때 음이온과 양이온의 균형을 맞추기 위해  $\text{SO}_4^{2-}$ 가 1.25 meq/ℓ가 더 첨가되었다.  $\text{Ca}^{2+}$ 와 결합시키고 남은 4.75 meq/ℓ의  $\text{NO}_3^-$ 를 공급하기 위해  $\text{K}^+$ 와 결합된 4.75 meq/ℓ의  $\text{KNO}_3$ 를 공급한다. 그리고  $\text{KNO}_3$ 로 공급되고 남은 1.25 meq/ℓ의  $\text{NO}_3^-$ 는 1.25 meq/ℓ의  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 와 결합된  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  1.25 meq/ℓ로 공급하여  $\text{NO}_3^-$ 는 남은 양이 전부 사용된다. 이로써 <표 4.1.12>에 나타난 이온들이 필요량 만큼 모두 공급되게 된다. 그 결과가 <표 4.1.13>의 넷째 칸에 나타난 공급필요량(meq/ℓ)이다.

그런데 각 비료마다 당량이 다르므로(<표 4.1.13>의 셋째 칸) 공급필요량(meq/ℓ)과 당량을 곱해주면 ℓ당 비료소요량(mg)이 <표 4.1.13>의 다섯째 칸처럼 나타난다. 여기에 다시 1:200 액비희석기 사용을 가정하고 200배 농축용액을 만들기 위해서 아래와 같이 각 비료의 소요량에 200을 곱해주면 <표 4.1.13>의 여섯째 칸의 ℓ당 200배액용 비료소요량(g)이 나온다.

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	$885 \text{ mg/ℓ} \times 200 = 177.0 \text{ g/ℓ}$
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$246 \text{ mg/ℓ} \times 200 = 49.2 \text{ g/ℓ}$
$\text{KNO}_3$	$303 \text{ mg/ℓ} \times 200 = 60.6 \text{ g/ℓ}$
$\text{K}_2\text{SO}_4$	$261 \text{ mg/ℓ} \times 200 = 52.2 \text{ g/ℓ}$
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	$120 \text{ mg/ℓ} \times 200 = 24.0 \text{ g/ℓ}$
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	$57.5 \text{ mg/ℓ} \times 200 = 11.5 \text{ g/ℓ}$

$\text{Ca}^{2+}$ 와  $\text{SO}_4^{2-}$  또는  $\text{Ca}^{2+}$ 와  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 가 농축된 상태로 섞이면 침전이 일어나 이들 이온들의 이용이 불가함으로  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 를 다른 비료와는 따로 제2번 양액통에서 녹여야 한다. 위의 계산은 1ℓ를 기준으로 한 것이므로, 예를 들어 실질적으로 500ℓ의 양액통에 녹여야 하는 경우라면, 다시 각 비료의 소요량을 500배로 증가되므로 아래와 같은 계산이 나온다.

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	$177.0 \text{ g/ℓ} \times 500 = 88,500 \text{ g/500ℓ} = 88.50 \text{ kg/500ℓ}$
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$49.2 \text{ g/ℓ} \times 500 = 24,600 \text{ g/500ℓ} = 24.6 \text{ kg/500ℓ}$
$\text{KNO}_3$	$60.6 \text{ g/ℓ} \times 500 = 30,300 \text{ g/500ℓ} = 30.3 \text{ kg/500ℓ}$
$\text{K}_2\text{SO}_4$	$52.2 \text{ g/ℓ} \times 500 = 26,100 \text{ g/500ℓ} = 26.1 \text{ kg/500ℓ}$
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	$24.0 \text{ g/ℓ} \times 500 = 12,000 \text{ g/500ℓ} = 12.0 \text{ kg/500ℓ}$
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	$11.5 \text{ g/ℓ} \times 500 = 5,750 \text{ g/500ℓ} = 5.75 \text{ kg/500ℓ}$

토마토의 200배 농축양액 1,000ℓ 조제시 채소 종류별 권장 이온농도를 공급하기 위한 경우와 같은 계산방식을 이용하여 오이, 고추, 가지 및 메론 재배용 권장이온농도를 공급

하기 위해 필요한 비료염의 농도를 계산할 수 있다. 희석비율이란 어떤 단위양의 농축용액과 물이 섞여 최종농도를 만드는 농축용액 대 물의 양의 비율을 말한다. 예를 들면, 물 19리터와 결합한 1리터의 농축용액은 1:20의 희석배율이 되는 것이며, 물 149리터와 결합한 1리터의 농축용액을 1:150의 희석비율을 갖는 것이다.

액비혼입기로는 희석비율을 다양하게 조절할 수 있다. 1:100이하의 희석비율에서는 충분한 양의 농축액비를 담을 수 있는 비교적 커다란 용기를 사용해야 한다. 그리고 1:300의 희석비율에 있어서는 용액에 비료를 녹이기 어렵거나 용해되더라도 쉽게 침전되므로 이 희석비율을 이용한다는

것은 어렵다.

2) 시비량의 조절

가) 유비상토

- 나) 무비상토 - (1) 양액농도
- (2) 관주회수
- (3) 생육기간중의 총공급량

자. 예상 비료 대금 산정

위의 예에서 이용한 토마토의 경우 소요되리라 예상되는 비료대금은 아래오 같이 구할 수 있다. 위의 첫째 표의 결과치에 각 비료의 kg당 가격을 곱하게 되면 200배 농축양액 1,000ℓ 당 필요한 비료의 가격을 얻을 수 있다.

표 4.1.14. 토마토 재배용 200배 농축양액 1,000ℓ당 필요한 비료의 가격 계산의 예

Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	계
177.0 × 1,600	49.2 × 500	60.6 × 700	52.2 × 850	24.0 × 1,800	11.5 × 1,800	458,490
= 283,200원	= 24,600원	= 42,420원	= 44,370원	= 43,200원	= 20,700원	

<참고> 비료의 단가를 변동될 수 있음.

총 비료염의 ℓ당 가격은 위의 결과치에서 알 수 있듯이 비료의 합계가 458,490원이며 이 가격은 양액 200,000ℓ에 해당되는 값이므로 토마토용 양액 ℓ당 소요되는 비료염의 가격은 2,29245원이 된다. 그러므로 위의 결과치를 바탕으로 토마토 묘주당 1일 평균 100 ml의 양액을 사용하고 600평 온실의 경우 토마토의 재식주수가 평당 평균 2,000주고 년 6차례 육묘한다고 가정할 경우 연간 들어가는 비료의 가격은 365 × 0.1ℓ / 주 · 일 × 2,000주 × 2.29245원 = 167,348.85원이 들게 된다.

차. 액비(예 : 양실이)의 사용방법(배추육묘의 경우)

- [양실이]액비는 본 연구시험에서 주로 이용한 조성 비료임

1) 희석방법

농축된 액비이므로 반드시 물로 150배 희석후 사용한다. 희석방법은 필요한 양을 결정하고(포트수 × 포트당 부피 × 0.6) 이를 적정 용기에 물 90%를 채운후 물거름 1, 2, 3호를 하

나뭇 차례대로 잘 저어 가면서 희석한다. 이때 물거름 각호마다 총소요량의 150분의 1에 해당하는 양을 첨가하고 잘 희석시킨 후에 잔여 8%의 물을 추가하여 도합 100%가 되도록 채운 다음 재희석후 사용한다.

〈희석량의 예〉

- 25공 연결 포트(26cm×26cm)의 경우 총부피 1.8ℓ×0.6은 1.08ℓ의 관비량의 필요
- 128구트레이(54cm×25cm)의 3.2ℓ×0.6은 1.92ℓ의 관비량의 필요

2) 관비방법

관비시기는 파종시, 발아직후, 육묘기간중 매 3회 관수시 마다 1회, 본포정식 또는 가식 직전 등으로 하며 상토의 건조상태 및 묘의 생육상황을 고려하여 관비회수를 적절히 조절하여야 한다. 관비량은 반드시 포트나 트레이 바닥에 물이 스며 나올때까지 흠뻑 주어야 한다.

3) 이용범위

양실이 액비는 일반상토, 농가제조상토, 토양 등을 이용한 육묘시에도 동일농도로 사용할 수 있으나 기비상토의 경우는 기비량에 따라 시용량을 조정해야 한다.

카. CO<sub>2</sub> 시비〈표 4.1.15〉

- 1) CO<sub>2</sub>의 흡수에 영향을 주는 요인 : 품종, 일사량, 풍속, 수분상태, 공중 CO<sub>2</sub> 농도, 기공 등의 CO<sub>2</sub> 확산 방해, 식물의 역사, 엽령, 온도
- 2) 온실내 CO<sub>2</sub> 농도의 일중 변화 : 한낮의 광합성 제한요인
- 3) CO<sub>2</sub> 시비 : 창문 열기, 유기물부식, 화학제(압축 CO<sub>2</sub>, 드라이아이스, 액화 CO<sub>2</sub>) 연료의 연소
- 4) 시비시간과 양 : 명기시간 중 계속, 1,000-1,500 ppm
- 5) CO<sub>2</sub> 시비와 문제점 : 에틸렌, 이산화황, 수증기

표 4.1.15. 몇가지 채소류에 있어서의 CO<sub>2</sub>(1,000-1,500 ppm)시비 효과 (Mortensen, 1987)

식물 종류	식물체의 건물중과 생체중	수 량
양배추	++++	-
고 추	-	++(+)
호 박	-	++(+)
오 이	+++(+)	++(+)
상 치	+++	-
토마토	+++(+)	++(+)
가 지	-	++++

-, 데이터 없음 / +, 10-20% / ++, 20-30% / +++, 30-50% / +++++, >50%.

5. 생육조절

공정묘의 생산과 이용이 점차 확산되면서 이의 효과적인 생산재배와 이용에 대한 현장

에로 사항이 급증하고 있어 몇가지 생육조절법을 소개하고 각각의 특징과 문제점을 살펴 보고자 한다. 먼저 묘령에 따른 플러그묘의 생육차이를 살펴보면, 육묘일수가 광명토마토 (육묘일수: 50, 40, 30일)와 청홍고추묘(육묘일수: 75, 60, 45일)의 생육에 미치는 영향에 대하여 조사한 결과(정, 1995b)는 다음과 같다. 토마토의 경우 육묘기간이 길어질수록 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 엽수, 엽면적 및 총엽록소함량이 유의성 있게 컸다. 고추의 경우 육묘기간이 길어질수록 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장 및 엽수가 유의성있게 컸으나, 총엽록소함량과 pH는 유의성 있게 작았다.

공정묘의 생육조절법에는 상토내 수분과 양분의 조절을 통한 방법, 성장조절제를 이용한 방법, 접촉 또는 진동 등의 물리적 자극에 의한 방법, 주야간의 온도 조절을 통한 방법(DIF) 및 광을 이용한 방법 등이 있다. 위에 열거한 각각의 방법마다 특징이 있어서 적용할 작물과 재배시기, 온실의 여건 등에 따라 최선의 방법을 채택하여야 한다. 특히 환경을 중시하는 현대와 미래의 농업에서는 환경오염의 염려가 없는 DIF법, 광의 조절 또는 간단한 물리적 방법의 이용이 요구되고 그 이용도 확산되리라 본다.

가. 주야간의 온도 조절을 통한 절간장의 조절(표 4.1.16, 표 4.1.17, 그림 4.1.1, 그림 4.1.2)

- 1) 무공해(성장조절제 사용의 문제점 완화)
- 2) 처리가 간단 : 일출시의 2-3시간 저온처리가 절간신장억제에 가장 효과적 (McCann, 1991)

표 4.1.16 낮과 밤의 기온차(DIF)에 대한 몇가지 플러그묘의 절간장 반응 (Erwin and Heins, 1993)

식물종류	DIF처리에 대한 반응정도*	식물종류	DIF처리에 대한 반응정도*
브로콜리	3	양배추	3
멜론	3	꽃양배추	3
오이	1-2	가지	3
상치	-	케일	-
양파	-	고추	0-1
무우	-	호박	2
토마토	2	수박	3
베고니아	1	다알리아	3
제라늄	2	거베라	1
임페이션스	2	아프리카나 매리골드	1
프렌치 매리골드	0	뉴기니 임페이션스	1
팬지	2	페튜니아	1-2
셀비어	2-3	스넵드래곤	1
버베나	1-2	일일초	1-2

\*: 0-무반응, 3-가장민감한 반응.

- 3) 상업적인 대형 플러그묘 생산 온실에서 실용화 됨 (McCann, 1991: Miller, 1989)
  - 가) 음의 DIF는 플러그묘의 절간장을 감소시킴
  - 나) DIF가 너무 크지 않으면 엽의 황화 방지가능
  - 다) 저농도의 성장제처리와 병행하면 최선의 생육조절법
- 4) 야간의 온도 상승 → 상대습도 감소 → 병발생 감소
- 5) 묘에 스트레스를 주지 않아도 되고 시비와 관수도 정상으로 해 건전묘 육성 가능
- 6) 주야의 온도차이를 이용할 수 없는 경우도 있음: 고온기 냉방비용 과다
- 7) 묘질(건물중 감소)과 후기생육에 다소 문제가 있을 수 있음
- 8) 야온을 높여 초장신장을 억제할 경우 야간의 온도상승으로 인한 상대습도의 감소로 인해 병발생 감소효과

표 4.1.17 낮과 밤의 기온차(DIF)에 대한 몇가지 플러그묘의 절간장(mm) 반응 (Erwin & Heins, 1990)

식물의 종류	DIF (주간-야간) 온도		
	+	0	-
토 마 토	5.6	3.8	1.8
수 박	5.1	3.6	0.5
호 박	9.1	8.4	6.6
사탕수수	5.6	3.8	1.8
콩	4.8	4.1	3.6

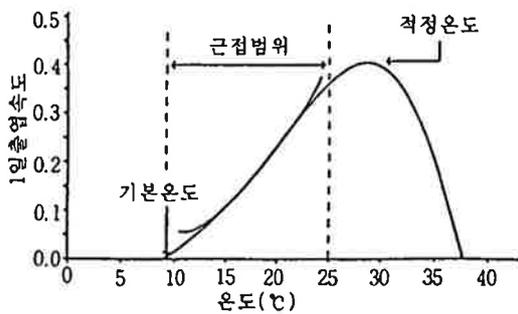


그림 4.1.1. 온도에 대한 식물의 전형적인 반응(Erwin and Heins, 1993)

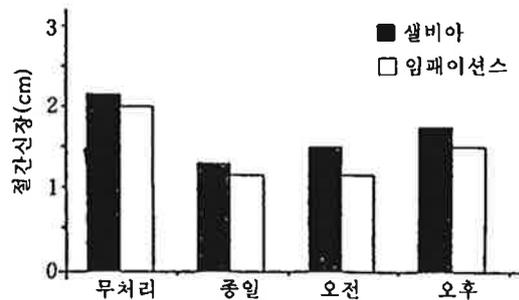


그림 4.1.2. 일중의 처리시간에 따른 저온처리의 효과(Erwin and Heins, 1993)

나. 접촉 또는 진동 등의 물리적 자극에 의한 생육억제 <표 4.1.18, 표 4.1.19>

- 1) 무공해 (성장조절제 사용의 문제점 완화)
- 2) 주야의 온도차이를 이용할 수 없는 경우에도 가능
- 3) 후기생육에 문제 적음

- 4) 고밀도 재배에서도 효과 (Liptay, 1985)
- 5) 지상부의 상처 및 병해충의 확산 가능성 (Latimer, 1990, 1991)
- 6) 간단한 처리법의 개발이 과제: 막대기의 이동, 재배벤치의 진동 등은 실현 가능
- 7) 가지 등의 일부 작물에는 효과 적음 (Latimer, 1990, 1991)
- 8) 피만고추의 경우에는 처리효과는 다소 있으나 처리효과에 비하여 식물체가 받는 상처가 너무 지나치다는 보고가 있음(Latimer, 1994)

표 4.1.18. 몇가지 채소류묘의 떡잎 단계부터 쓸어주기에 대한 초장 반응 (Baden & Latimer, 1992)

종 류	품 종	초 장 (cm)	
		무 처 리	쓸어준 구
토 마 토	Sunny	20.4	9.6*
가 지	Black Beauty	14.6	9.2*
오 이	Suyo Long	23.0	16.0*
호 박	Dixie	9.6	8.0*
양 배 추	Conquest	5.6	5.0*

\* :  $p < 0.05$  수준에서 대조구와 유의차 있음.

다. 상토내 수분과 양분조절을 통한 생육억제

- 1) 무공해 (생장조절제 사용의 문제점 완화)
- 2) 처리가 비교적 쉽고 지금까지 가장 보편적으로 사용되어 왔음
- 3) 관수량과 영양공급의 감소로 생육을 억제시킴
- 4) 묘에 직접적인 스트레스를 가함
- 5) 묘질과 후기생육 및 수량에 다소 문제

표 4.1.19. 발아후 2주일 동안 자란 토마토를 그 후 5주일간 쓸어주면서 재배했을 때의 대조구 대비 생육 비교(n=30) (Latimer & Thomas, 1991)

조 사 항 목	무처리 (대조구)	대조구 대비	
		쓸어준 구	변화율 (%)
줄기 길이 (cm)	13.6	8.5	-37
엽면적 (cm <sup>2</sup> )	42	29	-31
엽건물중 (mg)	142	116	-18
엽병건물중 (mg)	23	16	-30
줄기건물중 (mg)	71	50	-29
지상부건물중 (mg)	235	182	-23
비엽중 (mg · cm <sup>2</sup> )	3.4	4.0	18

라. 성장조절제를 이용한 초장의 조절

이 방법은 초화류의 초장조절에 널리 이용되어 왔으나 작물의 종류와 처리시의 환경(온도, 광 등)에 따라 같은 식물이라도 반응이 일정치 않으며 이식후 성장조절효과의 지속가능성이 첨예한 관심거리이다.

- 1) Cycocel (2-chloroethyl trimethyl ammonium chloride, 성장억제제) : 2,500 ppm을 엽면살포 또는 관주 (종자번식 제라늄에 특히 효과적)
- 2) B-9 (Succinic acid, 2,2-dimethyl hydrazide, 성장억제제) : 2,500-5,000 ppm 엽면 살포, 효과 장기 지속성 없음, 30℃ 이상에서는 효과 적음 (Gilbertz, 1990)
- 3) A-Rest ( $\gamma$ -cyclopropyl- $\gamma$ -(p-methoxyphenyl)-5-pyrimidinmethanol) : 많은 작물에 효과, 엽면 살포 또는 관주
- 4) Paclobutrazol (Bonzi) : 강력, 30 ppm씩 두번 살포, 줄기살포가 효과적이므로 생육의 초기에 사용함이 효과적 (Gilbertz, 1990), 잎의 소형화 (Lieberth, 1990)
- 5) Ethepon (ethylene)
- 6) Uniconazole (Sumagic, 지베렐린억제제) : 강력, 5-25 ppm (Davis, 1991), 잎의 소형화 (Lieberth, 1990)
- 7) 이식후 성장조절효과의 지속가능성이 첨예한 관심거리

마. 광을 이용한 생육조절 (Erwin, 1992)

- 1) 광량의 증가는 줄기신장을 억제하고 가지치기를 늘림
- 2) 광질은 줄기신장, 가지치기, 엽색등에 영향
- 3) Far-red광(밀식된 조건하에서 혼합)은 줄기의 신장을 촉진하고 가지치기를 억제
- 4) 명기의 끝에 식물이 받은 광질이 매우 중요  
가) Far-red : 신장촉진      나) Red : 신장억제
- 5) 줄기 신장의 약 60%는 밤에 일어나고 나머지 약 40%는 아침에 일어나므로 이 시간 동안의 광질은 매우 중요하므로 보광시 고려 (백열등은 Red광이 낮고 Far-red 광이 높음)
- 6) 광주성 : 일반적으로 명기가 길어지면 줄기 신장 증가 (특히 장일 식물에서)

바. 짧고 촘촘한 공정묘 육성을 위한 제언(Erwin, 1992)

- 1) 고풍도(최고  $1,000 \mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )하 재배, 고풍도의 공기 고온화 방지에 주의
- 2) 주야간 항온(20℃ 정도)을 유지하고 해뜰 때 2~3시간 동안은 5~6℃가 낮게 유지
- 3) 지나친 밀식을 금하고 플러그묘 위에 다른 식물을 재배하지 말 것
- 4) 명기의 끝에 반드시 자연광, 고압나트륨 등 또는 형광등 이용(백열등은 사용 금지)

6. 공정육묘법을 이용한 특수묘의 생산

가. 공정묘를 이용한 접목묘 생산

시설원예가 활발하게 되고 그 시설의 이용이 주년화함에 따라서 과채류에서는 연작장해

대책과 작물에 강건성을 부여하기 위한 접목묘의 이용이 확대되어 왔다. 근년은 비가림 피복재배 조차도 시설이용성, 작업성 향상의 필요성이나 재배면적의 확대에 따른 적지의 확보가 어렵기 때문에 접목묘를 이용하는 예가 증가해가는 실정이다.

접목묘는 아주 옛날부터 사용되어온 기술로서 수박, 가지는 벌써 약 60년, 오이는 약 30년, 토마토는 약 15년전 부터 실용적으로 쓰여지고 있고, 오랜 경험축적으로 작물종류마다 혹은 작업자의 기술수준에 따라 쓰여지는 방법이 대체로 결정되어 왔다<표 4.1.20>. 이들의 방법에는 각각의 장단점이 있지만 대체로 접목의 조작은 물론 그 후의 활착촉진을 위한 관리에 경험을 요하고, 세심한 신경을 쓰지 않으면 안되고, 또 많은 노력이 필요해 접목묘의 생산은 결코 쉬운 일이 아니다.

표 4.1.20. 접목방법의 작업별 보급도 (일본야채시험장)

접목방법	수박	오이	온실멜론	하우스멜론	노지멜론	가지	토마토
1	삽 접 (47.5%)	호 접 (86.4%)	호 접 (93.7%)	호 접 (61.7%)	호 접 (59.0%)	할 접 (76.1%)	호 접 (59.3%)
2	단근삽접 (36.3%)	삽 접 ( 7.0%)	기 타 ( 6.3%)	삽 접 (31.9%)	삽 접 (37.4%)	삽 접 (22.7%)	삽 접 (24.9%)
3	호 접 ( 9.0%)	단근삽접 ( 5.7%)		단근삽접 ( 6.3%)	기 타 ( 3.6%)	기 타 ( 1.2%)	할 접 (13.8%)
4	할 접 ( 6.8%)	기 타 ( 0.9%)		기 타 ( 0.1%)			기 타 ( 2.0%)

현재 접목묘를 대량으로 생산·판매하고 있는 전문업자가 있기는 하나 유통량은 수요에 대부족인 상황이다. 따라서 이용되고 있는 묘는 거의 재배농가가 자가생산하고 있는 실정이다. 자가 묘생산이 재배자의 고령화와 규모확대에 따른 노동력 부족등의 영향을 크게 받아 최근에는 구입묘를 희망하는 경향이 강해지고 있다. 이제 접목묘는 높은 수요에 비하여 공급량은 극히 적고 그 위에 공급감소도 되지 않을까 하는 절박한 상황에 놓여 있다. 따라서 이에 대응하는 수단으로 능율이 좋은 접목묘 생산방식의 조속한 개발이 절실히 요구되어 왔다.

이미 관행의 할접, 삽접, 호접의 부분적인 개량과 평접, 경접 등의 새로운 접목방법, 혹은 지지구의 개량, 순간접착제의 이용, 로봇접목등의 기계이용에 대해 왕성한 기술개발이 진행되고 있다. 최근에는 공정육묘 방식에 의해 접목묘를 생산하는 연구가 활발히 진행되어 접목묘의 생산효율을 높이고 있다.

관행의 접목법의 작업능율은 접합조작 만을 가지고 보아도 경험자는 묘 1본당 32~65초, 1일 연속작업을 하는 경우에는 400~500본이 보통이다. 여기에 비해 공정육묘 방식을 이용한 접목묘의 생산 방법은 초심자라도 1본당 평균 24초, 1일당 1,000~1,200본 정도 작업할 수 있으며 익숙해 지면 1본당 15초 정도로 단축시킬 수 있다<표 4.1.21>. 이외에 관행법에

서는 접목후 7~10일간 적절한 환경관리가 필요하며 묘의 운반, 이식에도 많은 노력이 필요하다. 그러나 트레이를 최적 환경을 줄 수 있는 활착촉진실을 이용할 경우 대단히 용이하다. 그리고 계절에 관계없이 95% 이상의 높은 활착율을 얻을 수 있으며 접합부의 유합이 극히 좋고, 자근도 거의 발생하지 않으며 생육, 수량도 실행법에 비해 우수한 것으로 나타나고 있다.

표 4.1.21 Tray 종류와 접목 공정별 토마토묘 튜브접목시의 작업시간 (초/본)

작업공정	Tray 종류		
	51 cell tray	72 cell tray	96 cell tray
대목절단	2.8	3.2	3.6
튜브부착	3.3	3.8	4.6
접수절단	3.4	3.4	3.4
접합	5.7	6.5	7.5
작업총소요시간	15.2	16.9	19.1

1) 접목방법별 작업능률과 효과

표 4.1.22. 접목방법별 작업능률 및 활착율

접목방법	채묘+접목(초)	식부(초)	채묘+접목+식부(초)	활착율(%)
호접	54.5	18.6	73.1	95
삽접	45.8	20.0	65.8	90
할접	44.0	19.1	63.1	98
경사호접 30°	24.6	-	24.6	82

튜브(또는 링) 접목의 도입과 운용의 요점은 유표시에 접을 하며 접목활착촉진장치의 설치가 필요하다. 본장치의 이용회수에 의해 묘의 생산비가 결정되므로 가능한 한 많은 횟수를 이용할 필요가 있다. 장치의 이용율이 비용에 크게 관계하기 때문에 재배 농가 각자가 어느 정도의 산지 규모를 가지는 영농법인, 작목반 등의 공동이용, 묘 생산전문농가, 묘 기업 등에서 일관체제로 이용되어야 한다고 생각되고 있다. 접목활착 촉진장치내에 제어되어야할 환경조건은 표 4.1.23.과 같고 본 연구에서 설계된 공정육묘 표준온실설계도서에 포함되어 있다.

표 4.1.23. 환경활착촉진실내의 환경조건

환경요인	지표치	실측치	비고
온도 (°C)	28	28±0.5	선택
습도 (RH, %)	90	87~95	
광 (klux)	5.0	4.8~5.2	
탄산가스 (ppm)	600	580~620	
풍속 (cm/초)	50	36~50	

## 2) 접목묘의 생산과 접목활착성

접목묘를 공정묘의 범주내에 포함시켜 권장하여야 할지에 대해서는 논란이 있으리라 본다. 왜냐하면 접목묘는 비록 규격화된 용기내에서 육성되었다고 하여도 그 용기들이 지나치게 크며 접목하는 과정이 숙련된 노동력이 집중적으로 필요하므로 정식의 기계화등 일련의 작업을 공정화하는데 상당한 장애를 초래할 문제점들이 있기 때문이다.

박과 과채류는 최근 집산지를 중심으로 접목묘의 생산과 이용이 매우 활발하다. 이들은 덩굴쪄김병 등의 병에 대해 저항성이 있는 것(호박, 박)과 저항성이 없는 것(오이, 수박, 멜론, 김치 오이, 수세미 오이 등)이 있다. 저항성이 없는 박과 식물은 연작재배가 불가능하므로 재배단지 조성이나 연작을 위해서는 내병성 대목을 이용한 접목묘의 이용이 필요하다. 그러나 여러가지 대목이 우수한 특성을 가지고 있음에도 불구하고 지금까지는 순수히 인력에 의해서 접목을 한뒤 조절이 되지 않는 불량한 환경하에서 활착을 시켜왔기 때문에 시간과 노동력이 집중적으로 필요하므로 노동력의 감소와 활착률의 증진을 위한 획기적인 기술의 개발이 긴급히 요구되고 있다.

## 3) 접목방법

과채류의 접목은 수박의 덩굴쪄김병 예방을 위해 시작되어 근년에는 토양전염성 병의 예방외에도 저온신장성, 초세강화, 재배기간의 연장 등을 위해서 이용되며 대상작물도 오이, 멜론, 때로는 토마토, 가지 등에도 확대되고 있다.

대목은 내병성, 저온신장성, 내습성 등의 특성을 지니면서 동시에 친화성이 높아야 한다. 수박의 경우 대목으로 박을 주로 이용하였으나 탄저병에 약하고 급성 시들음병이 나타나는 등의 문제가 있어 근래에는 호박대목을 많이 이용하고 있다. 호박도 품종과 계통에 따라서 친화성과 내병성 및 환경적응성에 차이가 있어 대목전용 품종이 육성되어야 한다.

접목방법에는 활접, 삼접, 호접 등이 있다. 활접은 접수의 윗줄을 1 cm 남짓하게 잘라 자엽 바로 밑에서부터 자엽이 붙어 있는 양쪽을 썬기모양으로 깎고, 대목은 생장점을 제거한 뒤 자엽 사이를 쪼개되 줄기 직경의 2/3 가량을 1 cm 정도 세로로 쪼개고 접수를 밀어 넣은 다음 비닐테이프를 감거나 클립으로 집는다. 삼접에서는 대목의 생장점을 제거하고 옆으로 비스듬히 구멍을 뚫은 다음 썬기모양으로 깎은 접수를 삽입한다. 호접은 대목의 윗줄을 위에서 아래로, 접수는 반대로 잘라 서로 끼우고 클립으로 집어 놓는다. 호접은 대목과 수박을 뽑아서 접을 붙인 다음 분에 심는 들접과 대목과 수박을 나란히 파종하여 뽑지 않고 그대로 하는 제자리접이 있다.

플러그 트레이상에서 과채류 접목을 하기 위하여는 개발하고자 하는 경사호접법은 다음과 같은 관행의 접목방법과 다른 차이점이 있다. 1) 유묘시에 호접을 행하고, 2) 대목과 접수의 자엽 마디를 상호 약 30° 내외 경사지게 절단 접합하며, 3) 대목과 접수의 접합부 지지력을 위하여 원형의 독특한 지지구를 이용한다. 관행 접목법의 작업능률은 묘 1본당 32~65초, 1일 연속작업을 하는 경우에는 400~500본이 보통이다. 이것에 비해 경사맞접은 1본당 평균 24초, 1일당 1000~1200본 정도 작업할 수 있으며 익숙해지면 1본당 15초 정도로 단축시킬 수 있다.

표 4.1.24. 접목용으로 널리 사용되는 트레이의 규격

종 류	Tray의 크기	Cell의 직경	Cell당 용량
51 공 트레이	30 cm × 51 cm	47 mm	67 ml
73 공 트레이	30 cm × 51 cm	39 mm	47 ml

4) 활착환경

광의 유무, 온도, 습도 및 풍속 등이 영향을 미침

나. 축성재배를 위한 춘화처리된 다년생식물의 플러그묘 생산

다년생식물에 대한 수요는 계속 증가하고 있으나 생산방식의개량은 미진한 상태에 있다. 고품질의 작물을 생산해 내기 위해서는 시간적 투자와 위험부담을 안고 있기 때문이다. 춘화처리된 다년생식물 플러그묘는 그러한 위험부담을 줄여 주어 장래 유망한 플러그 작목이 될듯하다.

다년생 화훼식물을 생산하기 위해서는 1년의 시간이 필요하다. 비록 이러한 다년생 식물을 생산할 수 있는 공간과 저온처리 시설이 갖추어져 있다고 해도 장기적으로 볼 때 잡초와 병해충 방제의 어려움, 장기간 재배중 식물손실의 잠재성 및 균일한 상품 생산의 어려움 등과 함께 시간과 자본에 있어서의 큰 투자를 요하게 되어 온실에 다년생 작물이 많아 질수록 드는 비용은 더 커지게 된다.

다년생식물 생산자가 춘화처리된 플러그묘를 구입하게 되면 개화에 필요한 저온처리와 강건한 생육특성을 지닌 다년생식물을 얻기 위해 대부분 하게되는 저온처리를 할 필요가 없어 일반관리하에서 6-8주일 이내에 판매할 수 있는 식물이 된다. 미국 Ball Seed사의 다년생식물 전문가인 Janice Dunn은 다년생식물 재배시 춘화처리된 묘를 사용해야 하는 세가지 이유를 들고 있다. 첫째, 많은 다년생식물은 춘화처리 하지 않으면 컹해에 개화하지 않기 때문에 장기적으로 볼때 소비자들이 당년에 개화하지 않는 식물을 사지 않을 것에 대한 대책이다. 왜냐하면 춘화처리된 다년생 식물의 플러그묘는 이 문제를 해결해 주기 때문이다. 둘째로는 종자를 발아시켜 생산한 다년생식물의 플러그묘는 연약하나 춘화처리를 하면 식물내 탄수화물의 저장량을 증가시켜 더 많은 가지와 더 무성한 식물을 얻을 수 있기 때문이다. 그리고 마지막으로 다년생식물 생산자는 춘화처리된 플러그묘를 이용함으로써 겨울내기의 위험성을 없앨 수 있기 때문이다. 특히 춘화처리중에 병해충이나 쥐등에 의한 피해를 감안하여야 하므로 춘화처리된 묘종을 사서 완제품으로 재배하여 판매함이 유리하다.

묘를 춘화처리하는데에는 최소한의 -4℃~2℃하에서 6주일의 기간이 필요하다. 춘화처리를 하기전에 묘는 뿌리의 발달이 충분하여야 하므로 플러그 트레이에서 춘화처리하려면 발아후 적어도 8주일이 필요하다.

7. 고온기 재배를 위한 온실 냉방법 비교

묘종의 주년공급의 필요성이 증가하고 있으나 아직 우리의 공정육묘 기술은 시설의 불

완전과 여름고온기에 온도관리 기술의 부족으로 본궤도에 오르지 못하고 있다. 그 근본원인은 냉방장치의 미비에 있다. 단순히 측창과 천창만을 갖춘 온실에서 여름농사를 짓는다는 것은 거의 불가능에 가깝다고 본다. 창을 모두 열어도 고온기의 온실내 온도는 외기보다 11℃정도 높다(Nelson, 1991). 지나친 고온으로 인해 줄기가 연약하고 개화기가 지연되거나 개화가 되지 않는 경우가 발생한다.

그러나 우리나라에는 아직 실제적인 보급이 되지 않았지만 서양에서 고온기의 냉방을 목적으로 사용하는 증기기화식(증발식) 냉방법은 온실내 기온을 외기보다 14℃ 이상 더 낮게 떨어뜨릴 수 있을 정도로 매우 효과적이다(Nelson, 1991). 물론 증기기화식 냉방법의 효과는 공기중의 상대습도에 의해서 좌우되어서 건조한 지역일수록 그 효과가 뛰어나지만 장마철과 같이 상대습도가 매우 높은 때에도 효과가 있다. 증기기화식 냉방법은 일반적으로 크게 팬과 패드쿨링식(fan-and-pad evaporative cooling system)과 쿨링포그식(fog evaporative cooling system)의 두 방식이 있는데 이들 방식을 비교하고자 한다.

#### 가. 팬과 패드 쿨링식

- 1) 1954년 이후 지금까지 사용되어 옴
- 2) 온실의 반대되는 양쪽끝 벽면에 fan과 pad설치
- 3) pad를 통해서 물을 흘려 내리고 반대편에서 fan으로 공기를 빼내면 pad를 통과하는 공기가 물로 부터 기화열을 빼앗아 온도가 내려가 온실의 기온을 강하시킴
- 4) 습구온도보다 1.7℃정도까지 강하 가능
- 5) fan을 이용하여 온실 바닥 1 m<sup>2</sup>당 분당 2.5 m<sup>3</sup>의 공기를 이동시키고 모든 창이나 틈은 밀폐시켜야 함
- 6) fan과 pad사이의 거리가 30-60 m가 최적 (이때 4℃의 온도차 발생)
- 7) 저온의 공기가 통과하는 높이는 낮을수록 유리하므로 연동온실의 경우 물받이틀 이용하거나(fan과 pad의 설치방향) 바람의 높이를 낮추는 장치 필요
- 8) pad 재료로는 여러가지가 있으나 대부분 값이 비싸고, fan과 pad의 시설비와 fan 및 물공급 펌프 등에 소모되는 전기량이 과다하므로 유지비가 높음
- 9) 우리나라에는 시설의 폭 제한성, 측창도입 불가, 시설비 과다 등으로 현실성이 약함.

#### 나. 쿨링 포그식

- 1) 1980년 이후 사용되어 옴
- 2) 고압 펌프와 fog nozzle을 이용하여 평균입자의 직경이 10 m정도인 fog화된 수분이 공기중에 부유하면서 기화열을 앗아 가는 원리를 이용
- 3) fog입자의 직경이 40 μm 이하일 경우 물의 증발속도는 같은 양의 컵에 든 물의 증발속도보다 40,000배 정도 빠르므로 거의 100%의 기화 효율이 있음
- 4) 습구온도와 동일한 온도까지 강하 가능
- 5) fog는 기화되므로 식물체와 작업자에게 축적되지 않아 병발생이 억제됨
- 6) fan 없이 측창 및 천창과의 조합으로 사용 가능
- 7) 수질이 매우 중요함 : 모래, 중탄산염, 철분등이 많은 물은 처리하지 않고 사용하면 노즐이 막힘

- 8) 노즐은 고압하에서 사용되므로 고압에 견디는 재료(스텐레스등)를 사용하여야 함
- 9) 발아나 삼목시 mist의 대응으로 사용이 가능할 뿐만 아니라 노즐후면부에 팬을 부착할 경우는 유동팬활용, 농약의 무인살포, 액화 CO<sub>2</sub>의 공급 등 범용성이 크고 또한 유지비가 적게 듦
- 10) 우리나라 농가보급형 공정육묘 표준은실설계서에 도입함.

## 8. 병해충발생 특성

공정묘생산 시설내의 병충해 관리는 품종의 다양성때문에 상당히 큰 관심거리가 되고 있다. 각 재배 식물의 감수성과 증상을 이해하고 매일 관찰과 예찰을 통해 관리해야 한다 (Koranski and Kessler, 1991). 환경조절과 건전한 묘 육성 등의 방법을 통한 발병의 예방과 조기진단 및 처리가 가장 좋은 방제법이다. 잘 정돈되고 항상 청결을 유지하는 온실은 장기적으로 볼때 병충해 방제에 큰 잇점이 있다. 아래에 기술된 전반적이고 일반적인 사항들을 참고로 하여 생산비의 큰 부분을 이 부분에 허비하지 않고 또한 작업자와 소비자의 건강도 지킬 수 있어야 하겠다.

### 가. 병의 식별

#### 1) 세균병

- 가) 병원균 : *Xanthomonas*, *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Corynebacterium*, *Agrobacterium* 등
- 나) 발병에 유리한 조건 : 다습, 상처, 고온, 영양부족, 통기(산소)부족
- 다) 증상 : 썩음, 반점, 위축, 시들음, 마름, 궤양

#### 2) 곰팡이병

- 가) 병원균 : *Fusarium*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Botrytis*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Thielaviopsis* 등 다양
- 나) 발병에 유리한 조건 : 다습, 고온, 통기(산소)부족, 자유수
- 다) 증상 : 다양

#### 3) 바이러스병

- 가) 병원균 : 여러가지 바이러스(CMV, TMV, TuMV 등)
- 나) 발병에 유리한 조건 : 민감한 식물, 곤충(진딧물, 삽주벌레등)이 매개
- 다) 증상 : 모자익, 윤회, 왜소

### 나. 플러그묘에 주요한 병

- 1) 모잘록병(Damping-off) : *Rhizoctonia*, *Pythium* 및 *Phytophthora*
- 2) Sclerotinia crown rot : *Sclerotinia sclerotiorum*
- 3) Botrytis crown rot : *Botrytis cinerea*
- 4) 흰가루병(Powdery mildew) : *Oidium*
- 5) 흑부병(Black root rot) : *Thielaviopsis*
- 6) 녹병(Rust diseases) : *Puccinia*

### 다. 플러그묘에 중요한 곤충과 응애

- 1) 진딧물
- 2) 개미
- 3) Whiteflies

- 4) 나방            5) 응애(Two-spotted mites)    6) 삼주벌레 (Thrips)

라. 병발생에 영향을 주는 요인들

- 1) 민감한 식물(묘)                    2) 병원균  
3) 환경 : 습도(공기, 상토, 식물표면)와 온도(고온)

마. 병방제법

- 1) 병발생억제 : 청결한 식물재료(종자소독)와 작업도구 및 생산체계(연장, 관수호스, 환경, 곤충차단시설, 병원균제거), 토양소독, 적정환경 유지(온도, 습도, 영양, 수분, 대기, 광)  
2) 병의 방제 : 저항성품종, 생물적 방제, 화학적(약제의 엽면 살포나 토양 관주), IPM

9. 묘종 생산 후의 관리

가. 생산계획 수립과 사전준비의 중요성

표 4.1.25. 플러그묘 생산을 위한 행동 계획서의 예

계 획 서			
묘 종류 : 풋고추 (2품종) 계획서번호 : 공정묘 10-1 생산 목표 : 2만본		계획수립일 : 1997. 8. 10. 계획수립자 : 홍 길 등 파종예정일 : 1997년 제41주 묘종생산 완료 예정일 : 제48주 총육묘주일수 : 7 주	
해야할 일과 순서	책 임 자	종결일	종결여부
1. 종자와 트레이판 주문 20,000×100/80(발아율 80%)÷2품종=각 품종 12,500종자 12,500÷128구/판×2품종=195.3 또는 196개의 트레이	재배담당자	제30주	
2. 꼬리표와 상토주문	재배담당자	제30주	
3. 상토의 pH 측정	재배담당자	제41주	
4. 상토채우기	파종담당자	제41주	
5. 파종	파종담당자	제41주	
6. 살균제처리(관수)	파종담당자	제41주	
7. 트레이판덮기(PE)	파종담당자	제41주	
8. 발아실로 운반	파종담당자	제41주	
9. 발아완료 (20-24℃, 2주)	파종담당자	제43주	
10. 발아2단계온실(주야16℃)로 이동	파종담당자	제43주	
11. 100 ppm 20-20-20로 시비	재배담당자	매주	
12. 병충해 발생 관찰	재배담당자	매일	
13. 약제살포	재배담당자	필요시 매주	
14. 토양 pH와 EC 측정	재배담당자	매주	
15. 판매와 선적	판매담당자	제48주	

나. 묘종의 저장

- 1) 생산계획의 착오, 시간과 공간 및 장비의 이용 극대화, 기상변화(장마기 등), 양질 묘의 주년 공급의 요구 등으로 묘의 저장 필요성 증가
- 2) 저온에서 저장하되 소량의 광도 유지가 필수적
- 3) 최장 저장기간, 최적 저장환경은 식물종별로 차이가 있음 <표 4.1.26, 표 4.1.27, 표 4.1.28>

표 4.1.26. 주요작물의 최적저장온도와 최장저장기간

작 물	최적저장온도(℃)	최대저장가능기간(주수)	
		암흑시	광조사(55lux)시
일 일 초	10	5	6
토 마 토	7.5	3	3
달 리 아	5	2	5
팬 지	2.5	6	6

표 4.1.27. 팬지의 저장온도와 조도조건에따른 최대 저장기간(주수) (Lange등, 1991a, b)

조도 (foot candle)	저장온도 ℃	0	2.5	5	7.5	10
0		16	16	14	10	6
5		16	16	16	16	10
25		16	16	16	16	16
50		16	16	16	16	6

표 4.1.28. 화훼류 삽수의 저장온도와 가능기간(Rudnicki 등, 1991)

작 물	저장온도(℃)	저장가능기간(주수)
○국화		
-미발근	-0.5	5~6
-발근	-0.5~1.6	3~6
○카네이션		
-발근, 미발근	-0.5~0	20~24
○포인세티아		
-미발근	12~13	2
-발근	5	1
○열대성초본		
-미발근	15~18	1
○목본·상록수		
-미발근	0~2	20~24

- 4) 저장된 묘의 관리는 저장되지 않았던 묘의 관리와는 상이함 (순화의 필요성 등)
- 5) 저장 전, 중 및 후의 관리방법, 묘령, 품종, 묘의 생리적 상태 등에 따라 결과 상이
- 6) 플러그묘의 저장은 상당한 이용가치가 인정되나 식물별 시험이 필요함

다. 수송전후의 처리와 유념사항

- 1) 포장용기의 표기 : 생물체, 호흡, 도착 즉시 포장열개와 관수
- 2) 수송전의 예냉은 수송후의 묘질의 유지에 매우 효과적임
- 3) 과일과 채소의 예냉처럼 플러그묘의 수송전 예냉도 필수적임
- 4) 예냉시설이 없으면 묘종을 그늘로 옮겨서 식힌후 포장할 것(한낮에 온실내에서 포장금지)
- 5) 정식지에서의 묘질과 이후의 생육은 종자의 유전적 조성 및 파종부터 수송까지의 각단계에서의 관리와 취급에 따라 상이 <표 4.1.29>

표 4.1.29. 수송중에 공정묘의 지구력을 증진시키는 방법(Armitage, 1993)

방 법	중요도*	비 고
생산전 단계 - 파종시기	3	늦게 파종할수록 소매상에서의 식물에 대한 스트레스 증가됨
- 셀의 크기	5	늦게 파종할수록 큰 셀을 사용할 것
- 상토	2	배수와 통기성이 좋아 생육이 양호한 묘를 생산할 것
- 상토(토양)	3	약 10%정도의 토양 배합시 지구력 증가됨
육묘 기간 중 - 생장조절제	4	고온하에서 줄기가 과다하게 신장되고 품질이 급속히 감퇴됨
수송전 처리 - 재배온도	4	화훼류의 경우 꽃눈이 보이면 온도를 3-5℃ 내릴 것
- 시비량	5	화훼류의 경우 꽃눈이 보이면 시비량을 50%로 감소
- 관수량	5	화훼류의 경우 꽃눈이 보이면 관수횟수를 줄일 것
- 수송직전	5	죽은 잎과 죽은 꽃을 모두 제거하고 충분히 관수할 것

\* 번호가 1에서 5로 갈수록 중요도 증가.

10. 정식 후의 생육

가. 묘령과 정식후의 생육

우리나라는 아직도 공정묘 보급이 초기단계이고 사용 농민들이 아직도 관행의 묘종 크기를 고집하고 있어서 지나칠 정도로 자란 묘를 수송용 박스에 구부려서 포장하고 있으면서도 그것이 유발하는 문제점(스트레스등)에는 관심이 적다. 공정묘 선진국에서도 초기에는 그러한 농민의 요구가 있었으나 차후 어린 묘도 동등한 생육과 수량을 보인다고 증명되고 부터는 그 관습이 바뀌어 지금은 포장박스에 알맞은 크기로 자란 묘를 유통시키고 있다. 특히 공정묘 정식기의 개발이 짧은 묘에 기준을 두고 이루어지고 있으므로 하루 빨

리 옛관습을 버리고 생력화가 가능한 공정묘의 장점을 최대한 이용하도록 노력하여야 할 것이다. 호박의 예를보면 묘령이 28 또는 35일 일때 10, 14, 또는 21일 일때보다 포장에 정식 후 건물증과 엽면적의 증가가 더 낮았다. 묘령이 오래된 식물이 일찍 개화하였으나, 조기생산량을 늘리지는 않았다<표 4.1.30>.

표 4.1.30. 호박('Dixie'와 'Senator')공정묘의 묘령이 정식후 건물증 및 엽면적에 미치는 영향(NeSmith, 1993)

묘령	정식후 10일		정식후 20일		정식후 30일	
	Dixie	Senator	Dixie	Senator	Dixie	Senator
지상부 건물증 (식물체당 g)						
직파	0.0	0.0	0.9	1.1	10.6	15.7
10일	0.8	0.9	5.3	7.8	29.5	48.0
20일	1.6	1.8	4.5	9.0	18.8	65.9
30일	2.4	2.8	6.6	11.3	16.0	54.6
식물체당 엽면적 (cm <sup>2</sup> )						
직파	0	0	161	225	1790	2508
10일	112	162	990	1239	4969	6655
20일	218	262	891	1350	3239	9694
30일	238	361	1155	1895	2309	8379

토마토의 최적 이식령은 많이 연구되었다(Cantliffe and Stoffella, 1991; Cooper and Morelock, 1983; Leskovar, Cantliffe and Stoffella, 1991; Liptay, 1987; Vavrina, 1991; Vavrina and Orzolek, 1993; Weston and Zandstra, 1986; Weston and Zandstra, 1989) 정식에 최적한 토마토 이식묘의 연령을 결정하기 위해 이식령이 정식후의 생육과 수량에 미치는 영향에 대한 연구는 30년 이상이나 계속되어 왔다. 실험에 사용된 토마토는 연령이 2주 내지 15주된 이식묘였고, 묘의 육성에 사용된 용기는 나무, 스타이로폼 또는 플라스틱 상자, 피트모스를 이용한 용기 등이었으며 여러가지 배양토와 시비방법이 이용되었다. 그 결과는 연구가 시작된 수십년전의 연구초기에는 7주 정도된 토마토묘가 정식에 최적하다는 것이었고, 최근 약 30년간의 연구들에서는 이식묘의 연령을 낮추는데 관심이 모아졌다. 대부분의 연구는 1년에 종결되는 형태였으나 몇몇 연구의 결과는 해를 두고 거듭한 결과 같은 품종을 사용해도 시험결과가 해마다 달라진다는 사실을 보고했다. 다시말하면 연구한 연도에 따라 정식에 최적한 이식묘의 연령이 다소 변동되었다는 결과가 있었다. 그러나 지난 60년간의 연구들을 종합해보면 여러가지 요인에 의하여 결과가 다소 차이가 있을수는 있지만 토마토 정식묘의 연령이 2주 내지 13주일때 묘령에 따른 정식후의 수량에 뚜렷한 차이가 나타나지 않는다는 사실이다.

나. 플러그셀의 크기와 이식묘의 연령이 정식후의 생장에 미치는 영향 (Csizinszky & Schuster, 1988; Csizinszky & Schuster, 1993; Dufault & Waters, Jr., 1985; Kratky, Wang & Kubojori, 1982; Whitwell & Crofts, 1972)

채소류 이식묘의 재배셀 크기는 식물의 생장, 초기 및 총수량 그리고 생산가격에 영향을 미친다는 연구결과는 있으나 재배작물, 재배지역 및 연구자에 따라 결과에 다소 차이가 있다. Dufault와 Waters(1985)는 브로콜리(broccoli)와 꽃양배추(cauliflower)의 수량은 이식묘 재배 용기의 셀 크기에 영향을 받지 않았다고 보고하였다. 그러나 플로리다에서의 양배추(White, 1980)와 하와이에서의 배추(Kratky등, 1982)의 수량이 이식묘 재배 용기의 셀 크기가 커질수록 증가하였다고 보고하였다. 영국에서의 연구결과(Whitwell and Crofts, 1972)는 셀의 크기가 클때 꽃양배추의 초기수량이 증가하였지만 총수량은 감소하였다고 보고하였다.

양배추의 경우 이식묘의 배양용기 크기가 초기생육과 상품성이 있는 총수량에 영향을 미쳤다. 실험에 사용된 용기의 셀이 큰 것이 직경 38 mm, 깊이 70 mm, 부피 33.7 ml이고 작은 것이 직경 21 mm, 깊이 55 mm, 부피 7.5 ml인데 큰 셀에서는 이식묘의 생산비가 작은 셀에서보다 약 2배 정도로 높다. 이식 28일 후의 엽면적은 825 cm<sup>2</sup>(큰 셀)와 612 cm<sup>2</sup>(작은 셀)로서 상당한 차이가 있었다. 가을과 겨울의 수확대상 중에서 상품성이 있는 총수량도 ha당 41.3톤(큰 셀)과 38.3톤(작은 셀)으로 차이가 있었다. 이듬해 봄의 수확에서는 상품성이 있는 수확량의 비율, 초기수량 및 총수량, 그리고 상품의 평균 생체중도 용기가 큰 것이 유리하다고 보고하였다.

다. 육묘시의 질소시비와 정식후의 생육(Liptay & Nicholls, 1993; Liptay 등, 1992)

- 1) 정식후의 토마토 뿌리생장은 육묘시의 질소시비량(50-350 mg/l내에서)에 비례적으로 증가
- 2) 플러그판내에서의 토마토묘 생장은 질소수준이 200 ppm이 될때까지 증가
- 3) 포장에서의 생존율, 생육 및 초기수량등을 최대화하는데는 육묘시 100-200 ppm의 질소시용이 가장 효과적
- 4) 포장에 정식후 생존율은 줄기의 강도와 관계가 있었고 줄기의 강도는 질소시용량의 증가에 비례

라. 정식기

- 1) 기계정식의 생력효과는 관행포트 인력 정식작업에 비해 고추와 배추 공히 50-60%의 생력효과가 있었다.
- 2) 기계화 정식에 알맞는 묘의 소질중 고추는 초장이 30 cm 이상에서는 정식이 불가능했고, 배추는 생육일수가 25일이 경과한 묘는 정식율과 활착율이 다소 낮았다.
- 3) 기계정식 후 고추의 생육은 45일 묘가 30일 묘보다, 128구의 것이 다른 것 보다 기계화 정식에 적합했다.
- 4) 기계 정식시 정식기의 안정된 속도는 최고 14.35 m/min, 적정 깊이정식은 2.1 cm, 그리고 적정각도는 30°이하에서 정식시 묘 생존율과 식물 생육이 가장 양호하였다.

## 제 2 절 공정육묘용 상토 및 액비개발 시험

공정육묘용 상토 및 액비를 개발하기 위하여 상토선발 및 액비시용효과 시험을 실시하였고 몇가지 공정육묘작물을 대상으로 기존 상토의 종류별 비교시험을 실시하였다.

### 1. 상토 및 액비개발을 위한 재원과 시용방법

#### 가. 상토 및 액비의 종류와 재원

##### 1) 상토

○용도별 구분	-트레이 육묘용 상토(과채용, 접목용, 엽근채용)/일반포트 육묘용 상토/베드양액재배용 배지/푸대(Bag) 재배용 배지/딸기 육묘 재배용 배지 등
○재원의 종류	-피트모스/코이어/펠라이트/버미큘라이트/입상암면/입상스티로폼/왕겨분/훈탄/산적토/목초산/유기활성효소
○비종의 구분	-무비상토/액비혼합 상토/지속성 기비상토

##### 2) 액비

○용도	-공정육묘상토 전용
○재원	-다량원소 : $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ / $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ / $\text{KH}_2\text{PO}_4$ / $\text{K}_2\text{SO}_4$ / $\text{NH}_4\text{NO}_3$ / $\text{KNO}_3$ -미량원소 : $\text{H}_3\text{BO}_3$ / $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ / Fe-EDTA / $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ / $\text{H}_2\text{MoO}_4$ / $\text{Na}_2\text{MoO}_4$ / $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ -기타 유기물 : 목초산/식물 활성효소
○제품	-원액 500배액 A, B (또는 C)액

#### 나. 상토와 액비의 주요 특성

##### 1) 개발동기

- 상토(배지)의 물리성, 화학성, 생물적 특성을 최적화하고 규격화, 정량화 함.
- 우리의 재배 작물과 재배 방식 그리고 환경에 적합한 제품생산 공급.
- 상토(특히 트레이 육묘용)와 액비의 수입 의존성을 최소화함.
- 균질한 소재를 이용함으로써 지속적인 품질 유지를 꾀함.
- 우리 상토의 표준 관리 기술 개발과 교육 지도에 의한 농가보급
- 공급의 안정성과 저렴한 가격
- 상토의 상품명을 「토실이」라 명명함

2) 상토와 액비의 주요 특성

<p>○상토 (토실이)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-안정된 pH(6. 5내외)와 EC적정성 유지</li> <li>-국산자재의 최대화 및 재료의 균일성</li> <li>-완전분해성 천연물질 및 양질의 유기물 이용</li> <li>-보수력과 통기성 및 양분 보지력 양호 등 안정된 물리·화학적 성 유지</li> <li>-토양 및 무토양 본포 정식시 뿌리 활착적응성 양호</li> </ul>
<p>○액비 (양실이)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-필수원소(미량원소 포함)를 모두 함유한 균형적인 액비</li> <li>-유기식물활성효소 첨가로 묘생육, 내병성 등에 효과</li> <li>-[토실이] 상토와 상호보완성을 위한 실증 시험 실시</li> <li>-용수의 수질분석 결과에 따라 농가별 적정 양액생산</li> <li>-배지경 양액재배(자루재배 포함) 전용 액비생산(일반 토경재배 이용가능)</li> <li>-액비의 상품명을 [양실이]라 명명함</li> </ul>

다. 기비상토의 개발 방향

무토양 상토를 이용한 원예작물 육묘시 시비방법은 1) 파종 또는 이식전 시비하는 기비 방식과 2) 파종 또는 이식 후 시비와 관수를 병행하는 관비방법으로 구분할 수 있다.

관비방법은 비료성분이 토양으로 부터의 용탈, 관비에 따른 노동력 및 비료비용의 증가 그리고 토양의 염류집적 등이 문제가 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 기비방법의 도입이 필요하다. 그러나 기비방법에서도 무토양 상토가 갖는 낮은 완충력 때문에 식물체가 무기원소의 결핍증이나 독성을 보일때 일어날 수 있는 장애발생 요인을 해결하여야 하는 등의 소지가 있다. 이상의 두가지 시비방법을 비교하면 다음과 같다.

1) 시비 및 관수병행 방법(관비방법)

현재 원예작물 재배시 일반적으로 사용되는 시비방법으로서 매 관수시 일정농도의 액비를 물에 용해시켜 시비와 관수를 동시에 성취하는 시비와 관수병행 방법(fertigation 시스템)이다.

이러한 관비동시 시스템에서는 Hoagland 비료 용액을 특정 작물의 생리 및 생육 특성에 맞게 병행시켜 N과 K가 50-100ppm(플러그 재배시) 또는 150-200ppm(포트재배시)으로 농도를 조절하여 매 관수시 시비하거나, 농도를 3배 가량 높여 1주일에 1회씩 시비하고 있다. 그러나 이러한 시스템은 매회 비료 용액을 물에 용해시켜 이용해야 하기 때문에 노동력이 증가하는 문제점을 안고 있다. 또한 매 관수시 배양토를 포화시킬 수 있는 양보다 40-50%정도 과잉의 비료 용액을 시비하기 때문에 잉여의 비료용액이 플러그 트레이나 포트 밖으로 흘러내린다. 따라서 사용되는 물과 비료량이 증가되기 때문에 에너지 손실 및 비료구입 비용의 증가를 초래하게 된다. 또한 용기 밖으로 흘러내린 잉여의 비료용액이 그래도 토양에 집적되므로써 심각한 토양오염의 원인이 기도한다.

2) 기비방법 (유비상토)

앞의 관비시스템에서 발생하는 문제점들을 극복하기 위하여 최근 기비방법을 시도하고

있다. 기비방법에 의한 시비는 식물생장에 필요한 필수원소를 포함하고 있는 여러 종류의 비료를 상토에 일정비율로 혼합한 후 포트나 플러그 트레이에 넣고 파종하거나 이식하는 방법이며 관비 시스템에서 발생하는 문제점을 상당 부분 해소할 수 있는 장점을 갖고 있다.

만약, 한 종류의 비료가 작물이 필요로 하는 12가지 원소 (대량원소 : N, P, K, Ca, Mg 및 S, 미량원소 : Fe, Mn, Zn, Cu, B, 및 Mo)를 모두 포함하도록 조제될 수 있다면 관비시 발생하는 제반 문제점들을 방지할 수 있다. 그러나 아직까지 국내외에서 이러한 비료를 조제하지 못하고 있으며, 관비 시스템에서 제한적으로 추가 이용되고 있다. 한편 현재 우리나라에서는 원예작물의 기비용으로 생산되는 비료의 종류가 작물의 생리적인 특성에 따라 조절할 수 있을 만큼 다양하지 못하며, 이와 관련된 연구 또한 많지 않을 것이 현실이다. 그러나 우리는 육묘상토에 필요한 원소가 모두 포함된 유비상토의 개발과 또한 비료가 장기간 지속될 수 있는 완효성 비종의 선택 등의 연구가 수행되어야 하며, 이러한 연구개발의 결과는 육묘용 기비방법을 실현시킬 수 있을 것이다.

## 2. 공정육묘용 상토 선발 시험 (고추)

가. 목적 : 우리나라에 적합한 채소 공정육묘 전용 상토 개발을 위하여 훈탄 외 6종의 자재를 이용하여 고추 plug 육묘 시험을 실시함.

나. 시험재료 및 방법 .

### 1) 상토 재료

- 재료 : 피트모스, 펄라이트, 버미큘라이트, 입상암면, 왕겨, 훈탄, 산적토(7종을 이용)
- 상토처리 조합 : 단독 및 상호조합 총 94종 시험구 처리

### 2) 공시작물 및 조사항목

- 공시작물 : 고추
- 조사항목 : 작물생육 - 발아율, 초장, 엽수, 생체중, 건물중 상토 - 시험전후의 EC 및 pH 변화

### 3) 시험설계 및 관리

- 시험설계 : 시험구 배치는 완전임의법 3반복 처리 반복당 128구 트레이 1개씩 처리
- 일반관리 : 액비 및 환경조절은 진주영농조합의 기존 일반관리에 준함.

다. 시험성적

상토선발시험의 94개 처리구 중에서 고추 공정묘의 발아율 및 생육 등이 양호하고, 상토의 pH와 EC가 안정한 6개의 처리구를 선발하였다. 6개 처리구의 내용과 고추 공정묘의 발아율, 생육정도, 그리고 파종전후의 상토 pH와 EC를 비교한 결과 그내용을 살펴보면 다음과 같다.

1) 상토 선발시험에서 선정된 6개의 처리구 내용

표 4.2.1. 선발된 6개 처리구의 혼합비율

선발된 시험구	상토 소재와 혼합비율(%)						
1. 처리 No. 33	-	왕겨 33	+	버미 <sup>x</sup> 33	+ 피트 <sup>y</sup> 33	+ -	-
2. 처리 No. 52	-	왕겨 25	+	버미 25	+ 피트 25	+ 산적토 25	-
3. 처리 No. 53	암면 <sup>w</sup> 25	+ 왕겨 25	-	+ 피트 25	+ 산적토 25	-	-
4. 처리 No. 58	암면 20	+ 왕겨 20	+ 버미 20	-	+ 산적토 20	+ 펄라 <sup>z</sup> 20	-
5. 처리 No. 59	암면 20	+ 왕겨 20	+ 버미 20	+ 피트 20	+ 산적토 20	-	-
6. 처리 No. 94	-	-	+ 버미 1	+ 피트 74	-	+ 펄라 25	-

주) <sup>w</sup> 입상암면, <sup>x</sup> 버미큐라이트, <sup>y</sup> 피트모스, <sup>z</sup> 펄라이트

2) 상토종류별 고추묘의 생육비교

표 4.2.1과 같이 선발된 6개 처리구에서 생육된 고추 공정묘의 발아율과 생육 상태를 살펴보면 다음과 같다.

표 4.2.2. 선발된 상토 종류별 고추 공정묘의 발아율과 생장량

처리구번호	발아율(%)	초장(cm)	엽수(개)	생체중(mg/주)	건물중(mg/주)
No. 33	86.60	7.94	5.66	227	33
No. 52	83.07	8.03	5.26	211	33
No. 53	94.50	9.00	5.63	248	41
No. 58	91.40	8.92	5.86	286	39
No. 59	88.00	8.46	5.86	247	40
No. 94	89.30	8.86	5.86	283	40

위의 6개 처리구는 94종의 선발시험구중에서 고추의 발아 및 생육이 비교적 양호하였다. 특히 No. 53과 No. 58은 발아율이 각각 91, 94%로 좋았고 초장, 엽수, 생체중, 건물중 등의 생육상태가 가장 양호하여 금후 토실이 상토 개발의 재원과 혼합비율의 기초 자료로 삼았다.

3) 처리 상토의 고추 파종 전후 EC와 pH변화

표 4.2.1에 선발된 6종의 처리구에서 고추 파종 전후 EC와 pH 변화정도를 보면 표 4.2.3과 같다.

선발된 6개 처리구는 여타 88개 처리구에 비하여 파종 전후의 pH가 비교적 안정되어 있었다. 상토 pH의 범위는 파종전에 6.12-6.85이었고, 파종 후는 5.77-6.96로서 적정 pH범위에 있었으며 파종전에 비하여 파종 후에 그 범위가 다소 넓어졌다. 특히 No. 53, 58 그리고 94 처리구가 파종전보다 다소 높아지는 경향을 보였다.

상토의 EC는 파종전 0.12-1.43mS/cm 범위에서 파종후 0.31-1.93mS/cm로 다소 높아졌다. 특히 No. 52, 53, 58 그리고 59처리구가 파종 후 높아지는 정도 큰 결과를 보였다.

표 4.2.3. 선발된 상토의 고추 파종 전후 pH와 EC의 비교

처리구번호	파 종 전		파 종 후	
	pH	EC(mS · cm <sup>-1</sup> )	pH	EC(mS · cm <sup>-1</sup> )
No. 33	6.55	0.18	5.90	0.11
No. 52	6.79	0.17	6.67	0.71
No. 53	6.28	0.12	6.38	0.76
No. 58	6.85	0.21	6.96	0.83
No. 59	6.74	0.19	6.58	0.83
No. 94	6.12	1.43	5.77	1.93

라. 결과요약

우리나라 채소 공정육묘 전용 상토 개발을 위하여 혼탄 외 6종의 자재를 이용하여 고추 plug 육묘시험을 실시하였던바 다음의 결과를 얻었다.

상토 선발 시험의 94개 처리구중 암면, 왕겨, 버미큐라이트, 피트모스, 산적토, 퍼라이트 등이 혼합된 6개의 시험구가 선발되었다.

선발된 상토의 고추 육묘 시험결과 특히, No. 53과 No. 58시험구가 발아율, 초장, 엽수, 생체중, 건물중 등 조사 형질에서 양호하였다. 선발상토의 pH와 EC농도는 비교적 안정하였으나 No. 94는 pH가 낮고 EC가 높은 경향이였다.

3. 공정육묘용 상토 선발과 액비시용효과(고추, 토마토, 배추)

가. 목적 : 공정육묘 전용상토 선발과 몇가지 물거름의 시용효과를 보기 위하여 우리나라 주요 채소류를 공시하여 묘 생육시험을 실시함.

나. 시험재료 및 방법

1) 상토 재료

-액비 재료 : 양실이 100%, 양실이 50%, 국내산 액비, 일본산 액비 (4종)

-상토처리 조합 :

○ 1차 선발 상토 6종 × 액비 4종 = 총 24종의 시험구 처리

○ 2차 선발 상토 6종 × 액비 4종 = 총 24종의 시험구 처리

\* 선발 상토의 구성은 앞시험 2의 시험구 상토조합과 동일

2) 공시작물 및 조사항목

-공시작물 : 고추, 토마토, 배추 (3종)

-조사항목 : 상토의 pH 및 EC농도, 발아율, 초장, 엽수, 생체중, 건물중, 프리그 묘 성형도 등 8개 형질

○ 프리그 성형도 조사방법은 50cm높이에서 떨어뜨릴 때 많이 부서지는 것은 0.5~1.5, 보통인 것은 1.5~2.5, 적게 부서지는 것은 2.5~3.0 등급으로 조사함.

3) 시험설계 및 관리

- 시험설계 : 128구 트레이 3반복, 완전임의 배치법, 성적분석은 SAS 통계 분석 프로그램 이용
- 일반관리 : 환경조절은 진주영농조합의 기존 일반 관리에 준함.

다. 시험성적

1) 고추 육묘 시험

몇가지 양액을 이용하여 고추 육묘시 생육상태를 비교분석한 바 다음과 같다.

표 4.2.4. 고추 육묘에서 양액 종류별 생육 비교 (조사일은 육묘 일 후)

양액 종류	발아율(%)	초장(cm)	엽수(개)	생체중(mg/주)	건물중(mg/주)
양실이 물거름 100%	70.45	15.34	6.13	1012.34	83.17
양실이 물거름 50%	78.10	15.44	6.20	938.50	79.16
국내산 액비	74.00	13.53	5.62	817.34	67.88
일본산 액비	81.21	10.32	5.04	535.51	50.97
F-test	4.65*	20.21**	14.61**	25.60**	22.52**
LSD값(5%)	6.43	1.57	0.42	122.22	8.96
LSD값(1%)	8.77	2.14	0.57	166.69	12.22

주) 공시상토는 토질이 상토를 공히 사용하였음.

위 표에서 보면 발아율은 일본산 액비가 81.21%로 가장 높고 처리간에 5% 유의차를 보였다. 액비간의 발아율 차이는 액비 성분간의 차이에서 다소 있을 수 있으나 이보다는 발아환경차에 기인한 것으로 사료되었다.

그리고 초장, 엽수, 생체중 및 건물중은 모든 처리구에서 1%의 높은 유의차를 보였으며 그중 양실이 물거름 100%와 50%처리구에서 가장 생육이 양호하였다. 특히 양실이 물거름 100% 시험구에서는 생체중과 건물중이 각각 1012.34mg/주, 83.17mg/주로 나타나 가장 낮은 일본산 액비에 비하여 생체중은 1.9배, 건물중은 1.7배 증가하였다.

표 4.2.5. 상토 및 양액 종류별 고추 육묘시 상토의 EC와 pH 변화 정도

선발 상토	양액 종류 (EC : mS/cm)							
	양실이 물거름 100%		양실이 물거름 50%		국내산 액비		일본산 액비	
	EC	pH	EC	pH	EC	pH	EC	pH
No. 33 상토*	0.50	4.15	0.17	4.52	0.16	4.49	0.32	6.71
No. 52 상토	0.75	5.76	0.45	5.68	0.28	5.53	0.46	7.27
No. 53 상토	0.18	6.01	0.26	5.49	0.15	4.37	0.90	7.67
No. 58 상토	0.25	5.92	0.50	5.77	0.34	5.75	0.65	7.21
No. 59 상토	0.48	6.39	0.22	6.46	0.16	6.38	0.63	7.11
No. 94 상토	0.32	4.95	0.14	4.92	0.14	4.74	0.56	7.30

주) 상토의 처리번호는 토질이 상토 선발시험에서 선정된 재료

상토 선발 시험에서 선택된 6종은 상토에 고추를 육묘하면서 몇가지 액비를 관비하였을 때 상토내 EC와 pH의 상태를 조사하였다(표 4.2.8 참고).

EC정도는 상토 종류에 따라 0.14~0.90mS/cm로 범위의 폭이 넓었으며 상토종류에 따른 경향은 일정하지 않았다. 그 중 양실이 물거름은 0.14~0.75mS/cm 범위에 있었고, 국내산 액비도 비슷한 경향을 보였다. 그러나 일본산 액비는 0.32~0.90 mS/cm로 농도가 높았다.

pH정도는 전처리구에서 4.15~7.67의 범위를 보였으며 특히 상토 No. 33 처리구에서 pH 4.15~6.71로서 가장 낮게 나타났고 또한 일본산 액비 시용구에서 pH 6.71~7.67로 높은 수치를 보였다. 그리고 일부 처리구에서는 pH 5.0 이하의 값을 나타내고 있어 육묘시 상토 및 시용 액비에 따라 육묘중 상토의 pH 변화가 일어나고 있으므로 주기적인 pH 측정과 조정이 필요한 것으로 판단되었다.

표 4.2.6. 고추의 토실이 상토 육묘시 액비 종류별 플러그 성형도 조사

상토종류	양 액 종 류			
	양실이 물거름 100%	양실이 물거름 50%	국내산 액비	일본산 액비
토실이 A	1.50	2.22	2.00	1.22
토실이 B	1.44	1.88	2.00	1.22
토실이 C	2.88	2.11	2.22	1.77
토실이 D	1.88	2.33	2.55	1.55
토실이 E	1.22	1.66	1.44	1.00
토실이 F	2.22	1.44	1.66	1.44
평 균	1.86	1.95	1.98	1.37

양액 종류별 유의성 검정 - F-test : 0.53 ns, LSD값(5%) : 0.51

주) 공시상토는 토실이 시험에서 2차로 선발된 시험구임.

몇가지 상토와 액비 처리에 따라 고추 공정육묘의 플러그 성형상태를 조사한 바 표 4.2.6과 같다. 성형도가 가장 높은 처리구는 토실이 상토 C의 양실이 물거름 100% 시용구에서 2.88이었으며, 가장 낮은 처리구는 1.00으로 상토 E의 일본산 액비 처리구였다.

이들 성적의 양액 종류별 평균값을 비교하면 국내산 액비 시용구가 1.98로 가장 높고 다음은 양실이 물거름 50%, 100% 시용구 순이었으며 가장 낮은 성형도를 보인 시용구는 1.37로서 일본산 액비 시용구였다. 그리고 이들 양액별 처리간 유의차 검정 결과 유의차는 볼 수 없었다.

2) 토마토 육묘 시험

몇가지 양액을 이용하여 토마토 육묘시 생육상태를 비교분석한 바 다음과 같다.

표 4.2.7. 토마토 육묘에서 양액 종류별 생육 비교

양액 종류	발아율(%)	초장(cm)	엽수(개)	생체중(mg/주)	건물중(mg/주)
1. 양실이 물거름 100%	84.76	23.46	4.76	1684.28	95.56
2. 양실이 물거름 50%	82.12	22.80	4.36	1559.39	86.50
3. 국내산 액비	78.73	21.72	4.71	1447.44	74.92
4. 일본산 액비	74.83	13.73	4.01	2167.33	51.51
F-test	0.86 <sup>ns</sup>	21.15 <sup>**</sup>	3.14 <sup>*</sup>	0.25 <sup>ns</sup>	7.68 <sup>**</sup>
LSD값(5%)	13.66	2.90	0.60	1881.76	20.28
LSD값(1%)	18.63	3.96	0.82	2566.45	27.66

주) 공시상토는 토실이 상토를 공히 사용하였음.

위 표에서 보면 발아율은 양실이 물거름이 82.1~84.3%로 가장 높게 나타나나 처리간에 유의성은 없었다. 그리고 생육상태와 관련되는 초장, 엽수 그리고 건물중은 양실이 물거름 100% 처리구가 좋았으며 초장과 건물중에서는 1%의 유의성을 보였고 엽수에서는 5%의 유의성을 나타내었다. 그러나 생체중은 일본산 액비에서 가장 높게 나타나나 처리간 유의차는 볼 수 없었다.

표 4.2.8. 상토 및 양액 종류별 토마토 육묘시 상토의 EC와 pH 변화 정도

선발 상토	양액 종류 (EC : mS/cm)							
	양실이 물거름 100%		양실이 물거름 50%		국내산 액비		일본산 액비	
	EC	pH	EC	pH	EC	pH	EC	pH
No. 33 상토*	0.16	5.09	0.26	4.48	0.26	4.15	0.44	6.47
No. 52 상토	0.34	6.50	0.16	6.55	0.17	6.25	0.65	6.67
No. 53 상토	0.24	6.12	0.18	6.69	0.34	6.29	0.65	6.15
No. 58 상토	0.12	7.00	0.17	6.63	0.24	6.06	0.55	6.66
No. 59 상토	0.32	7.41	0.11	5.37	0.10	7.00	0.65	6.63
No. 94 상토	0.30	6.47	0.14	6.53	0.08	6.18	0.35	6.74

주) 상토의 처리번호는 토실이 상토 선발시험에서 선정된 재료

상토 선발시험에서 선택된 6종의 상토에 토마토를 육묘하면서 공시 액비를 사용하였을 때 상토내 EC와 pH 변화를 조사한 바(표 4.2.8 참조) EC는 0.08~0.65 mS/cm 범위에 있었으며 공시액비에서 가장 높은 EC를 유지하고 있는 것도 일본산 액비로서 0.35~0.65 mS/cm 범위에 있었다. 그리고 상토별 차이는 일정한 경향은 없으나 EC가 낮은 처리구는 상토 No. 33 처리구였으며 높은 값은 No. 59 처리구였다. 따라서 상토의 종류 및 액

비의 선택이 육묘 중 EC 농도에 큰 차가 있음을 확인하였다.

pH정도는 4.15부터 7.41까지 나타나고 있었다. 특히 양실이 물거름 시용구에서는 pH 0이상인 처리구가 있었으며, 국내산 액비의 경우에는 pH 4.15로 가장 낮은 처리구가 있었다. 비교적 안정된 pH를 유지하는 처리구는 일본산 액비 시용구로서 처리상토 간의 pH가 6.15~6.74 범위 내에 있었다.

육묘중 상토내 pH 범위는 작물의 생육과 밀접한 관련성을 가지므로 수시로 산도 검정을 실시하여 안정된 pH가 유지될 수 있도록 유의하여야 할 것으로 사료되었다.

표 4.2.9. 토마토의 토실이 상토 육묘시 액비 종류별 플러그 성형도 조사

상토 종류	양 액 종 류			
	양실이 물거름 100%	양실이 물거름 50%	국내산 액비	일본산 액비
토실이 A	2.00	2.22	1.77	2.66
토실이 B	1.11	1.11	1.22	1.11
토실이 C	2.33	2.11	2.88	1.88
토실이 D	2.77	2.66	3.00	1.77
토실이 E	1.33	1.22	1.11	1.00
토실이 F	1.11	1.22	2.11	1.55
평 균	1.78	1.76	2.02	1.67
양액 종류별 유의성 검정 - F-test : 0.39 ns, LSD값(5%) : 0.84				

주) 공시상토는 토실이 시험에서 2차로 선발된 시험구임.

토마토 공정육묘시 플러그 성형 상태를 몇가지 상토 및 액비에 따라 조사한 바 표 4.2.9과 같다. 성형도가 가장 높은 시험구는 토실이 상토D의 국내산 액비 시용구로서 3.00이 있으며 가장 낮은 처리구는 1.00으로 상토 E의 일본산 액비 시용구였다.

양액 종류별 성형도를 비교하여 보면 국내산 액비가 2.02로 가장 높고 다음은 양실이 물거름 100%, 50%로서 성형값이 각각 1.78, 1.76이었다. 그리고 가장 낮은 것은 일본산 액비로서 성형도 1.67을 보였다. 그리고 이들 양액별 유의성 정도는 처리간에 차이를 보이지 않았다.

### 3) 배추 육묘 시험

몇가지 양액을 이용하여 배추 육묘시 생육상태를 비교분석한 바 표 4.2.10과 같다.

표 4.2.10에서 보면 발아율은 양실이 물거름 100% 시용구에서 87.62%로 가장 높았다. 그러나 처리간 유의성은 볼 수 없었다. 그리고 초장, 엽수, 건물중도 양실이 물거름 100% 시용구에서 가장 생육이 양호하였으며 특히 초장과 엽수에서는 1%의 높은 유의성을 나타내었다. 생체중에서는 양실이 물거름 50% 시용구에서 생육이 양호하였으며 처리간 유의차는 5%를 보였다.

표 4.2.10. 배추 육묘에서 양액 종류별 생육 비교

양액 종류	발아율(%)	초장(cm)	엽수(개)	생체중(mg/주)	건물중(mg/주)
1.양실이 물거름 100%	87.62	14.04	4.93	3223.39	146.40
2.양실이 물거름 50%	84.43	13.89	4.85	3347.39	131.95
3.국내산 액비	82.72	13.87	4.79	3089.78	115.39
4.일본산 액비	84.47	12.24	4.83	2672.39	119.51
F-test	1.01 <sup>ns</sup>	11.10 <sup>**</sup>	7.78 <sup>**</sup>	3.57 <sup>*</sup>	0.85 <sup>ns</sup>
LSD값(5%)	6.01	0.76	0.11	458.20	44.58
LSD값(1%)	8.19	1.03	0.16	624.92	60.80

주) 공시상토는 토실이 상토를 공히 사용하였음.

이상 배추 육묘시 토실이 상토를 이용할 때 양실이 물거름 100% 또는 50%를 사용할 경우 생육이 가장 좋은 것을 알 수 있었다.

라. 결과요약

공정육묘 전용상토 선발과 몇가지 물거름의 시용효과를 본바 다음의 결과를 얻었다.

고추 육묘 시험에서 양실이 물거름 100%와 50% 처리구가 초장, 엽수, 생체중 및 건물중에서 가장 생육이 양호하였고 1%의 높은 유의차를 보였다. 선발된 상토 6종과 양액종류별 pH와 EC 농도변화는 상토 및 액비 종류에 따라 차이가 많았다. 토실이 상토 6종에 대한 고추 육묘후 프러그 성형도 조사결과 토실이 C와 D 상토에 양실이 물거름을 사용한 구에서 성형도가 높게 나타나 프러그 형성력이 가장 좋았다.

토마토 육묘시험에서는 양실이 물거름 100% 사용구에서 발아율, 초장, 엽수, 건물중의 결과가 양호하였고 발아율을 제외한 모든 구에서 5% 이상의 유효차를 보였다. 성형도 결과는 토실이 D상토에 국내산액비를 사용한 구에서 가장 높았다.

배추 육묘 시험에서 양실이 물거름 시용구가 양호하였으며 특히 발아율, 초장, 엽수, 건물중은 양실이 물거름 100% 시용구가, 생체중은 양실이물거름 50% 시용구가 가장 좋았다.

4. 토실이 상토와 국내외 몇가지 상토의 고추 육묘 비교 시험

가. 목적 : 코이어 혼합 토실이 상토와 국내외 몇가지 기존 상토와의 고추 육묘비교 시험을 실시함.

나. 시험재료 및 방법

- 1) 상토재료 : 토실이 A(코이어 40%, 무비상토), 토 실이 B(코이어 50%, 무비상토), 일본산 A(피트모스, 유비상토), 일본산 B(피트모스, 유비상토), 일본산 C(피트모스, 유비상토), 미국산 피트모스(무비상토), 국내산(코이어, 유비상토) 이상 7종

- 2) 양액관리 : 토실이 물거름(목초산 혼합액) 사용
- 3) 공시작물 : 고추(녹광)
- 4) 조사항목 : 유묘 출현율, 초장, 엽수, 엽면적, 엽록소 함량, 생체중, 건물중, 상토의 pH와 EC농도
- 5) 일반관리 :
  - 시험설계 : 128공트레이 3반복, 완전임의배치법
  - 일반관리 : 진주영농조합법인 공정육묘 온실의 일반관리에 준함.

다. 시험결과

시판되고 있는 몇가지 국내의 공정육묘 전용 상토의 고추묘 생산 비교시험을 실시한바 다음과 같다.

표 4.2.11. 상토 종류별 고추 유묘 출현율 비교

상 토 종 류	유묘 출현율 (파종 10일, %)
토실이 A(무비)	89.1±2.76
토실이 B(무비)	98.4±4.38
일본산 A(유비)	81.3±3.25
일본산 B(지속형유비)	79.6±11.10
일본산 C(유비)	89.1±3.32
미국산(무비)	94.5±6.08
국내산(유비)	89.1±1.63

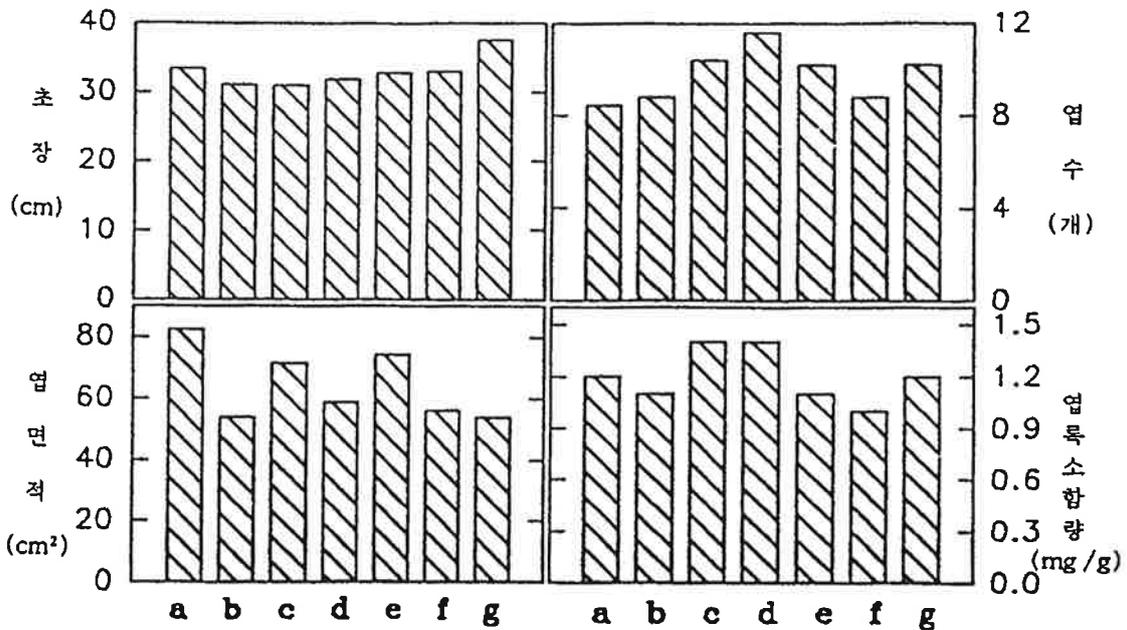
상토 종류별 고추 육묘출현율을 비교한바 표 4.2.11과 같이 토실이B 상토가 98.4%로 가장 높았고 그 다음은 미국산 상토가 94.5%였다. 일본산B와 A상토는 각각 79.6%, 81.3%로 가장 낮았다.

상토종류별 고추묘생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여 초장, 엽수, 엽면적 그리고 엽록소 함량 정도를 알아본바 그림 4.2.1과 같다.

초장은 국내산 상토가 35cm 이상으로 가장 많이 자랐으며 다음은 토실이 A상토로서 33cm 정도였다. 엽수는 일본산 상토가 양호하였으며 특히 일본산 B상토가 1.2배 가까이 발생되어 가장 많았다. 최대엽의 엽면적 정도는 토실이 A 상토가 80cm<sup>2</sup>로 가장 넓고 다음은 일본산 C와 A로서 72cm내외의 엽면적을 보였다. 그리고 엽록소 함량정도는 일본산 A와 B가 1.4mg/g으로 가장 많았고 다음은 국내산과 토실이A 상토가 1.2mg/g으로 엽록소 함량이 많았다.

이상의 결과에서 조사형질에 따라 상토별 성적이 일정한 경향을 보이지 않았다. 즉 초장은 국내산 상토가 길었으며, 엽수는 일본산B 상토가, 최대 엽면적은 토실이A 상토가, 엽록소 함량은 일본산 A와 B 상토가 양호한 결과를 보여 조사된 형질에 따라 각각 달랐다. 이는 상토의 소재가 다른 이유도 있을 수 있으나 공시된 기존 시판상토내 함유되어 있는 비료함량의 차이에서 원인을 찾아야 할것으로 사료되었다.

따라서 상토의 선정과 육묘중 액비 관리가 묘생산에 중요한 요인임을 알 수 있고 특히 개별 육묘장에서 지속적으로 안정된 육묘를 하기 위하여는 동일한 양질의 상토를 계속 이용함으로써 재배기술 축적은 물론 재배상에서 일어날 수 있는 불명의 생리장해를 미연에 예방할 수 있을 것이다.



a : 토실이A, b : 토실이B, c : 일본산A, d : 일본산B, e : 일본산C, f : 미국산, g : 국내산

그림 4.2.1. 고추묘의 초장, 엽수, 엽면적 및 엽록소 함량 변화(파종후 45일묘 조사)

고추묘의 생육정도를 알 수 있는 생체중과 건물중을 비교한 바 표 4.2.12와 같다.

표 4.2.12. 고추 지상부 및 지하부의 변화

상 토 종 류	생체중(g/주)			건물중(g/5주)		
	지상부	지하부	계	지상부	지하부	계
토실이 A(무비)	2.4	0.8	3.2	1.33	0.29	1.62
토실이 B(무비)	2.4	0.8	3.2	1.21	0.24	1.45
일본산 A(유비)	2.7	0.8	3.5	1.62	0.46	2.08
일본산 B(지속형, 유비)	3.3	1.0	4.3	2.16	0.40	2.56
일본산 C(유비)	3.2	1.1	4.3	1.75	0.49	2.24
미국산(무비)	2.5	0.6	3.1	1.42	0.28	1.70
국내산(유비)	3.6	0.8	4.4	1.69	0.36	2.05

앞의 표에서 볼 수 있는 바와 같이 생체중과 건물중 모두 일본산 B 상토와 C 상토에서 모두 증가되었다. 가장 낮은 상토는 무비상토인 토실이 A, B 그리고 미국산 상토 등 3종으로서 건물중이 1.45-1.70g/주였다.

이상의 결과에서 고추묘의 생장은 상토내 비종과 함량 그리고 액비관리가 크게 영향을 알 수 있었다.

즉, 상토내 영양이 함유되어 있지 않은 무토양 무비상토일 경우는 양액관리에 대한 세심한 주의가 필요하였다.

이들상토의 파종 전후 pH와 EC 변화정도를 표 4.2.13에서 보면 pH는 파종전에 5.25-6.20으로 모두 안정되어 있었으며 파종 후 45일 후 pH는 파종전 pH 값에 대한 증감차는 다소 다르나 5.89-6.24에서 안전하였다.

표 4.2.13. 고추묘 재배 상토의 종류별 고추 pH와 EC 변화

상 토 종 류	pH		EC(mS/cm)	
	파종 전	파종후 45일	파종 전	파종후 45일
토실이 A(무비)	6.20	5.91	0.20	0.05
토실이 B(무비)	5.94	5.89	0.41	0.09
일본산 A(유비)	5.88	6.27	0.14	0.08
일본산 B(지속형, 유비)	5.25	6.10	0.32	0.13
일본산 C(유비)	6.20	6.04	0.40	0.08
미국산(무비)	6.59	6.24	0.22	0.09
국내산(무비)	6.07	5.98	0.31	0.14

#### 다. 결과요약

토실이 상토(2종)와 시판되고 있는 몇가지 국내외 공정육묘 전용 상토에 대하여 고추묘 생산 비교 시험을 실시한바 결과는 다음과 같다.

고추의 유묘출현율은 토실이 B 상토(코이어 50% 혼용구)에서 98.4% 가장 높은 출묘율을 보였다. 고추묘의 생육조사에서 초장은 국내산 상토가, 엽수는 일본산 B 상토가, 엽면적은 토실이 A 상토가, 엽록소는 일본산 A와 B 상토가 가장 많았다. 이상의 결과에서 조사 형질에 따라 상토별 효과가 일정하지 않았다.

그리고 생체중과 건물중 증가 정도는 유비상토인 일본산 B 상토와 C 상토가 증가되었으며 가장 낮은 상토는 무비상토인 토실이 A, B 그리고 미국산 상토 등 3종이었다. 이상의 결과를 종합하면 상토내 비종과 비료의 함량 그리고 육묘기의 액비관리가 묘 생육에 크게 영향을 알 수 있었고, 무비상토를 이용할 경우 적절한 양액관리가 필요하였다.

#### 5. 토실이 상토와 국내외 몇가지 상토의 배추 육묘 비교시험

가. 목적 : 코이어 혼합 토실이 상토와 국내외 몇가지 기존 상토와의 배추 육묘비교 시험을 실시함.

나. 시험재료 및 방법

- 1) 상토재료 : 토실이 A(코이어 40%, 무비상토), 토 실이 B(코이어 50%, 무비상토), 일본산 A(피트모스, 유비상토), 일본산 B(피트모스, 유비상토), 일본산 C(피트모스, 유비상토), 미국산 피트모스(무비상토), 국내산(코이어, 유비상토) 이상 7종
- 2) 양액관리 : 토실이 물거름(목초산 혼합액) 사용
- 3) 공시작물 : 배추(고냉지 여름 배추)
- 4) 조사항목 : 유묘 출현율, 엽수, 엽장, 엽폭, 엽면적, 엽록소 함량, 생체중, 건물중, 상토의 pH와 EC농도
- 5) 일반관리 :
  - 시험설계 : 128공트레이 3반복, 완전임의배치법
  - 일반관리 : 진주영농조합법인 공정육묘 온실의 일반관리에 준함.

다. 시험결과

국내외에서 생산되고 있는 원예육묘용의 몇가지 상토를 대상으로 배추육묘를 실시하였던 바 다음의 결과를 얻었다.

상토 종류별 배추 유묘출현율을 표 4.2.14에서 보면 일본산A 상토가 81.3%로 가장 낮고 그외 상토는 95% 이상의 높은 출묘율을 보였다. 특히 토실이A와 일본산B 상토는 99.2%의 최대 출묘율을 나타내었다.

표 4.2.14. 상토 종류별 배추 유묘 출현율 비교

상 토 종 류	유묘 출현율 (파종 4일 후, %)
토실이 A(무비)	99.2±1.06
토실이 B(무비)	97.7±0.50
일본산 A(유비)	81.3±3.25
일본산 B(유비)	99.2±1.13
일본산 C(지속형 유비)	97.7±1.06
미국산(무비)	95.3±2.76
국내산(유비)	98.4±0.01

상토 종류별 배추묘 생육에 미치는 영향을 보기 위하여 몇가지 엽생장정도를 조사한바 다음 그림 4.2.2와 같다.

배추묘의 엽수는 처리간에 큰 차를 보이지 않았다. 그중 엽수가 가장 많은 처리구는 일본산A와 C상토가 약 8매의 엽수를 가졌다. 엽장은 미국산 상토와 토실이B상토에서 약 18cm로 가장 넓었고, 일본산C와 토실이A가 15cm 내외로 가장 짧았다. 그리고 엽폭은 국내산 상토에서 6cm로 가장 넓고, 토실이A상토가 5cm로 가장 좁았다. 엽면적 정도는 일본산A 상토가 190cm<sup>2</sup>로 가장 넓었고, 토실이A와 일본산B가 120cm<sup>2</sup>로 가장 작았다.

이상의 결과에서 처리간에 뚜렷한 경향은 없었으나 일본산A 상토와 국내산 상토에서

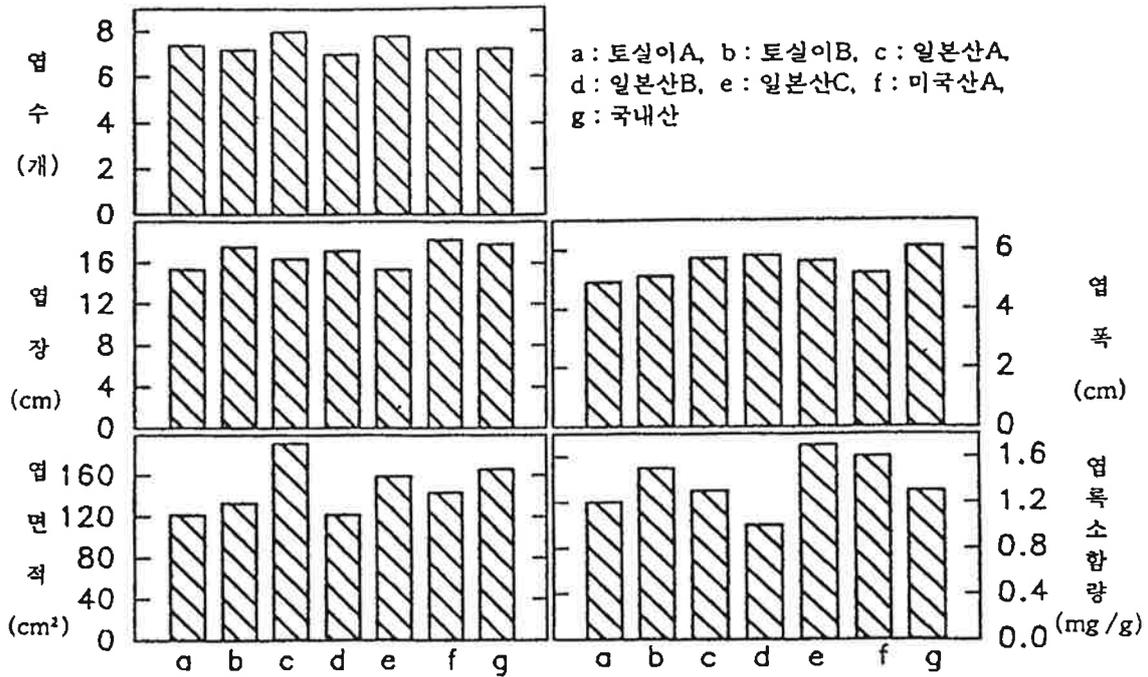


그림 4.2.2. 배추묘 생육에 미치는 몇가지 상토효과(파종후 32일묘)

비교적 양호한 배추엽생장을 보이고 있었다. 이는 상토의 조성과 상토내 양분의 유무, 그리고 조사과정에서 일어날 수 있는 오차가 영향하였을 것으로 사료된다.

엽록소함량은 일본산C 상토가 1.6mg/g 이상으로 가장 많았고 다음은 미국산 상토, 토실이B 상토 순이었다. 그리고 가장 낮은 함량을 가진 상토는 일본산B 상토로 1.0mg/g 정도였다.

배추묘의 성장과 관련된 생체중과 건물중을 비교한바 표 4.2.15와 같다.

표 4.2.15. 배추 묘의 생체중 및 건물중

상 토 종 류	생체중(g/주)	건물중(g/5주 )
토실이 A(무비)	7.5±0.21	2.28
토실이 B(무비)	9.0±1.03	2.12
일본산 A(유비)	10.4±0.67	3.11
일본산 B(지속형 유지)	7.9±0.62	1.57
일본산 C(유비)	8.2±1.17	1.93
미국산(무비)	9.9±0.71	2.29
국내산(유비)	10.5±0.49	2.77

배추묘의 생체중은 국내산 상토가 10.5g/주로서 가장 높고, 다음은 일본산A 상토로 10.4g/주이었다. 그리고 가장 낮은 상토는 토실이A 상토로 7.5g/주였다. 건물중은 일본산A 상

토가 3.11g/5주로 가장 높았으며, 가장 낮은 상토는 일본산B로 1.57g/5주였다.

이상의 결과에서 대체로 유비상토는 생육이 양호하고 무비성 상토는 다소 부진한 경향을 보이는 것 같다. 이는 상토내 비료함량차에 따라 육묘종의 비배관리가 달라야 함을 암시하였다.

배추 파종전후의 상토 pH와 EC 변화 정도를 표 4.2.16에서 보면 상토 종류에 따라 파종전후 pH 변화 양상이 동일하지 않았다. 그러나 공시상토 대부분이 pH 5.25-6.31 범위에 있어 안정하였다. 그리고 EC 정도는 파종전 농도보다 파종 후 32일의 농도가 매우 낮았고, 파종 전은 0.14-0.41mS/cm 범위에 있었으나 32일 육묘 후 상토내 EC는 0.06-0.11mS/cm로 매우 감소하였다. 이는 육묘중 액비 관리에서 연유된 결과로 보였다.

표 4.2.16. 배추묘 재배 상토의 파종 전후 pH와 EC 변화

상 토 종 류	pH		EC(mS/cm)	
	파종 전	파종후 32일	파종 전	파종후 32일
토실이 A(무비)	6.20	5.84	0.20	0.10
토실이 B(무비)	5.94	5.85	0.41	0.07
일본산 A(유비)	5.88	6.21	0.14	0.07
일본산 B(지속형 유비)	5.25	6.01	0.32	0.06
일본산 C(유비)	6.20	6.06	0.40	0.11
미국산(무비)	6.59	6.31	0.22	0.08
국내산(유비)	6.07	5.92	0.32	0.10

#### 라. 결과요약

토실이 상토(2종)와 시판되고 있는 몇가지 국내의 공정육묘 전용 상토에 대하여 배추묘 생산비교 시험을 실시한바 결과를 요약하면 다음과 같다.

배추의 육묘출현율은 토실이 A상토와 일본산 B상토에서 99.2%의 높은 출묘율을 보였다. 엽생장 정도에서 엽수, 엽장, 엽폭, 엽면적, 엽록소 함량 등의 각형질에 따라 일정한 결과를 보이지 않았으나 대체로 유비상토가 생육이 양호한 경향이였다.

배추묘의 생체중과 건물중 증가량에서 생체중은 국내산 상토가, 건물중은 일본산 A상토가 가장 높게 나타나고 있어 역시 유비상토에서 높았다. 이는 상토내 비료함량 차에 따라 육묘종의 비배관리가 달라야함을 암시하였다.

#### 6. 토실이 상토의 「코이어」 도입 시험

가. 목적 : 공정육묘용 상토에 코이어 도입 여부를 구명하고 혼합비율 결정의 기초 자료로 삼고자 함.

나. 시험재료 및 방법

1) 상토재료

표 4.2.17. 상토 재료별 시험구

시 험 구	기 본 소 재 60%
1. 피트모스 40%	왕겨분, 훈탄, 산적토, 펄라이트
2. 피트모스 20% + 코이어 20%	왕겨분, 훈탄, 산적토, 펄라이트
3. 코이어 40%	왕겨분, 훈탄, 산적토, 펄라이트

주) 시험구 트레이는 72공 원형 트레이를 이용

2) 공시작물 및 조사항목

-공시작물 : 고추(금탑)

-과 종 일 : 1996.2.27

-조사항목 : 작물생육-유묘 출현율, 초장, 엽수, 생체중, 건물중

상토-상토의 파종전 pH 및 EC와 육묘 60일 후의 pH 및 EC를 조사

3) 시험 설계 및 일반 관리

-시험설계 : 시험구 배치는 완전임의 배치법 3반복

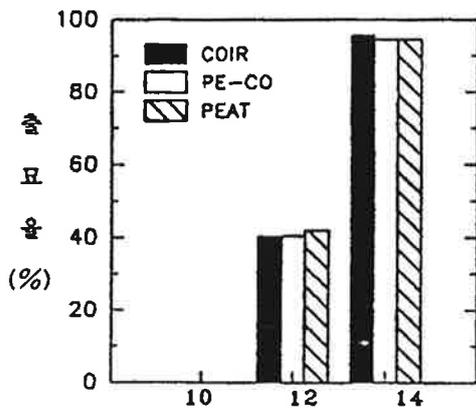
-액비관리 : 양실이 물거름의 표준용액을 사용

-일반관리 : 진주영농조합 육묘장의 일반관리에 준함.

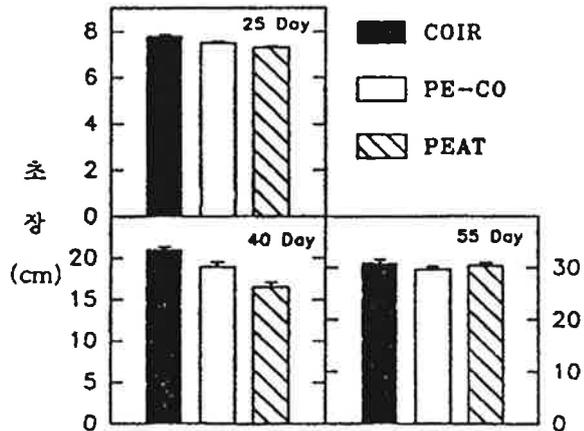
다. 시험성적

1) 코이어 혼합상토의 고추 유묘출현율

공정육묘에 이용되고 있는 상토는 물리, 화학적 특성이 균일하고 가벼워야 한다. 현재 대부분의 상토가 피트모스와 펄라이트, 버미큘라이트등과 같이 팽창된 광물질을 적정 비율로 혼합한 인공배양토가 이용되고 있다. 본 시험에서는 코이어를 혼합하여 토실이 인공배양토로서의 개발가능성을 검토하고자 하였으며, 이를 위해 현재 국내 공정묘 생산능가에서 가장 많이 재배되고 있는 고추묘 생육에 미치는 효과를 검증하였다.



파종후 일수  
그림 4.2.3. 고추 묘의 유묘출현율



상토처리별  
그림 4.2.4. 고추 묘의 초장 변화

유묘출현율은 모든 처리구 공히 파종후 12일째 40%전후, 14일째는 95% 이상을 보였고, 그 중 코이어 40% 혼합구가 다소 높았다(그림 4.2.3).

코이어 및 피트모스를 혼합한 3가지 상토를 이용하여 고추를 파종한 후 12일 및 14일에 각각 유묘출현율은 조사한바 결과를 다음 그림 4.2.3과 같다.

## 2) 코이어 혼합상토가 고추 생육에 미치는 영향

공시상토를 이용하여 고추 공정묘를 재배하여 초장, 엽수, 생체중 및 건물중을 생육단계 별로 조사한 바 그 결과는 다음과 같다.

초장은 파종후 25일, 40일, 55일 조사에서 모두 코이어 처리구에서 가장 크게 자랐으며 다음은 피트모스와 코이어를 각각 20%씩 혼합한 처리구에서 높았다. 그리고, 처리 구간별 차이는 40일째 크게 나타났다(그림 4.2.4).

엽수의 파종후 경과일수에 따른 성적은 25일째와 40일째에는 처리간 성적이 비슷하였으나, 55일째에는 코이어 40% 처리구에서 가장 많은 것으로 나타났다(그림 4.2.5).

주당 생체중은 파종후 경과일수에 따른 경향이 일정하지 않아 25일째는 코이어 처리구가 많았고, 40일째는 피트모스와 코이어 혼합처리가 많았다. 그리고, 육묘 후기인 55일째는 처리간에 큰 차를 보이지 않았으나, 코이어 혼합구가 37.7g 으로 다소 많았고 다음은 피트모스 혼합구가 35.4g으로 다소 많았다(그림 4.2.6).

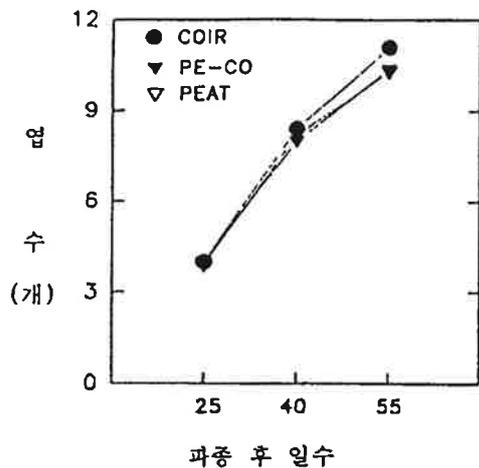


그림 4.2.5. 고추 묘의 엽수 변화

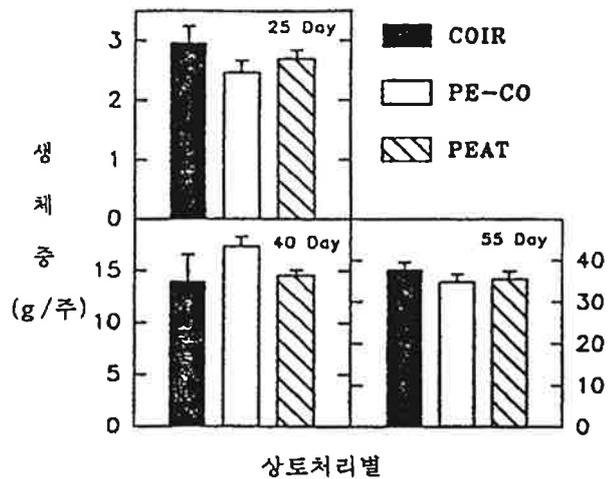


그림 4.2.6. 고추 묘의 생체중 변화

주당 건물중을 비교하여 보면(그림 4.2.7) 생체중과 비슷한 경향으로 파종후 25일째와 55일째는 코이어 처리구가 가장 많았고, 다음은 피트 처리구가 많았다. 그러나, 파종후 40일째는 피트모스 단독, 피트모스와 코이어 혼합, 코이어 단독으로 처리한 순으로 높아 생체중의 결과와 일치하지는 않았다. 이는 파종후 40일째 관비 관리에 따른 차이 또는 조사 오차로 보이나, 명확한 원인을 알 수 없었다.

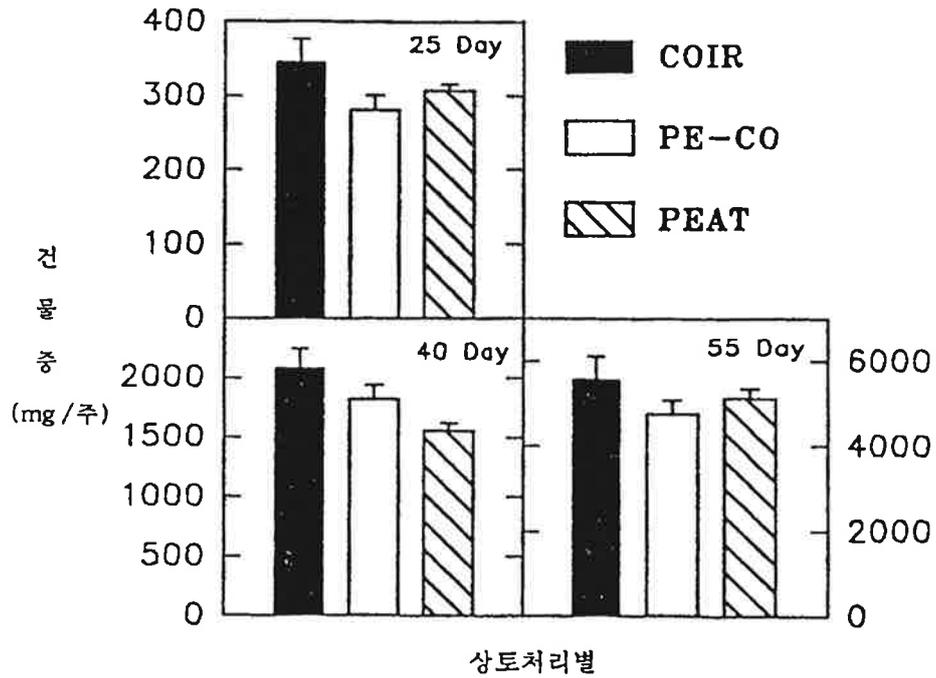


그림 4.2.7. 고추 묘의 건물중 변화

3) 상토별 파종 전후의 pH 및 EC 조사 비교

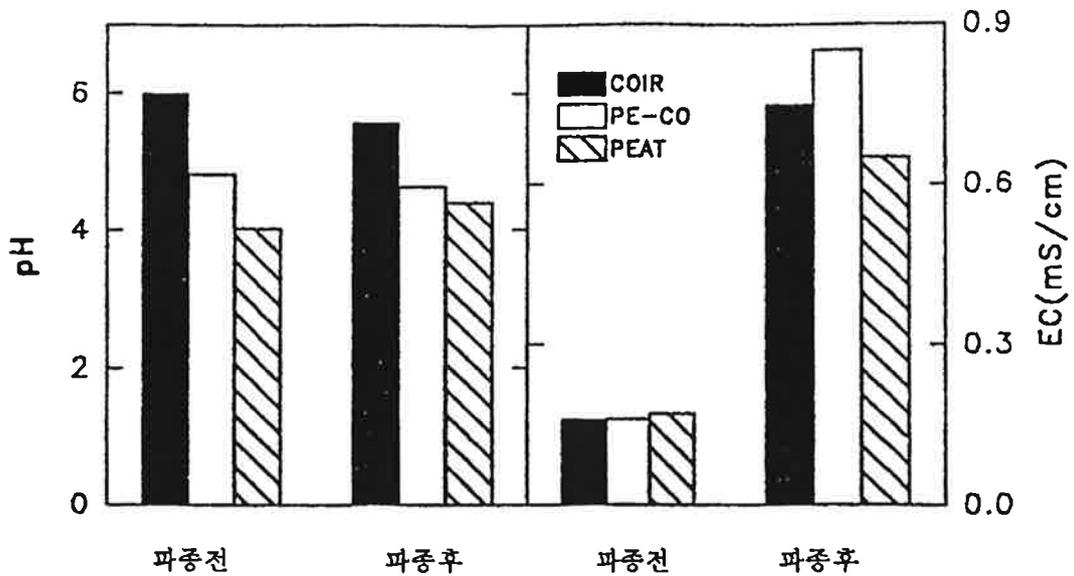


그림 4.2.8. 상토별 파종전후의 pH와 EC 변화

처리 상토의 pH와 EC 변화정도를 조사하여 본 바(그림 4.2.8) 산도는 파종전 코이어 혼합구가 pH 6.0으로 처리구중 가장 높았고, 피트모스와 코이어 혼합구는 pH 4.8이었고,

피트모스는 pH 4.0으로 가장 낮았다. 이는 초기생육에 다소 영향을 미쳤을 것으로 사료되었다. 파종 55일후의 산도 변화 정도는 코이어 처리구는 pH 5.58로 다소 낮아진 반면, 피트모스 처리구는 pH 4.39로 다소 높아지는 경향을 보였다.

염류 농도는 파종전 모든 상토가 0.16 mS/cm로서 매우 낮았다. 이는 공시된 시료가 모두 무비성 상토로서 무기영양의 공급은 전량 액비 시용에 의존하여야 함을 의미한다. 55일간 관비에 의해 육묘한 후 상토내 염 농도를 조사한바 모든 상토가 0.66-0.86 mS/cm 범위내 있었고, 그 중 피트와 코이어 혼합 처리구에서 0.86 mS/m 로 가장 높고, 피트 처리구는 0.66 mS/cm로 가장 낮았으며, 묘 생육이 가장 양호하였던 코이어 40%를 혼합한 구에서는 0.75 mS/cm로 그 중간에 있었다.

라. 결과요약

공정육묘용 상토에 코이어 도입 여부를 검정하기 위하여 고추 프리그육묘 시험을 실시한바 결과는 다음과 같다.

혼합비율별 육묘 출현율은 코이어 40% 혼합구가 가장 높았다. 초장, 엽수, 생체중, 및 건물중 등의 생육에 미치는 효과를 보면 육묘 후 55일 성적에서 코이어 40% 혼합구가 초장, 엽수, 생체중 및 건물중 등 모든 조사항목에서 비교적 높게 나타나 피트모스 40% 또는 피트모스와 코이어 각 20% 혼합구보다 좋은 것으로 사료되었다. pH와 EC농도 변화는 모든 처리구가 비교적 안전되어 있었으나 코이어 40% 혼합구가 파종 후 pH5.58이고 EC 농도가 0.75mS/cm에 있었다.

7. 공정육묘용 상토의 코이어 혼합비율과 목초산 혼합액비가 고추육묘에 미치는 효과 상호 비교 시험

가. 목적 : 토질이 상토의 개선을 위하여 코이어 혼용 비율과 양실이 물거름에 목초산 도입 유무 효과를 상호 비교하고자 고추 육묘시험을 실시함.

나. 시험재료 및 방법

1) 상토재료

표 4.2.18. 코이어 혼합비율 시험구

시 험 구	기타 혼합 소재				
	혼탄	왕겨	산적토	펄라이트	버미큘라이트
1. 코이어 30%	15	5	10	10	30
2. 코이어a 50%	15	-	15	20	-
3. 코이어b 50%	25	5	10	10	-
4. 코이어 60%	15	5	10	10	-
5. 피트모스 30%	15	5	10	10	30
6. 피트모스 50%	25	5	10	10	-

주) 시험구 트레이는 128공 트레이 사용.

2) 양액재료

- 양실이 물거름에 목초산 혼합유무 시험구(2처리)  
(목초산 혼합구는 물거름 원액 5ℓ 당 100mℓ의 목초산 원액을 첨가함)

3) 공시작물 및 조사항목

- 공시작물 : 고추(녹광)
- 조사항목 : 상토의 pH와 EC 농도, 유묘출현율, 초장, 엽수, 생체중, 건물중, 엽록소 함량

4) 시험 설계

- 시험설계 : 시험구 배치는 완전임의 배치법 3반복
- 일반관리 : 진주영농조합 공정육묘장의 일반관리에 준함.

다. 시험성적

토실이 상토에 코이어 혼용과 양실이 물거름에 목초산을 도입할 경우 고추공정묘의 생육에 미치는 효과를 검토하기 위하여 몇가지 상호조합 비교 시험을 실시한바 그 결과는 다음과 같다.

표 4.2.19. 상토별 비중 및 파종 전 · 후의 pH 및 EC(mS/cm) 변화

시 험 구	파 종 전			파종후 56일째			
	비중	pH	EC	물거름 단독		물거름 + 목초산	
				pH	EC	pH	EC
1. 코이어 30%	19.6	5.90	0.44	6.89	0.34	6.93	0.31
2. 코이어a 50%	33.0	5.43	0.36	6.87	0.28	6.78	0.17
3. 코이어b 50%	22.5	5.73	0.55	6.87	0.32	6.79	0.44
4. 코이어 60%	20.7	5.72	0.44	6.87	0.40	6.81	0.30
5. 피트모스 30%	27.1	4.84	0.16	6.79	0.24	6.69	0.20
6. 피트모스 50%	23.1	4.33	1.16	6.61	0.22	6.57	0.19

주) 목초산 혼합구는 물거름 원액 5ℓ 당 100mℓ 첨가하여 사용함

공시상토의 비중, pH 및 EC의 변화정도를 표 4.2.19에서 살펴보면 상토의 비중은 19.6-33.0 범위에 있었고 특히 비중이 높은 코이어a 50% 시험구는 산적토가 혼합되고 왕겨가 제외된 조합이었다. 이들 시험구의 pH를 보면 파종 전의 경우 코이어 혼합구는 pH 5.43-5.90였으나 피트모스 혼합구는 pH 4.33, 4.84로 낮았다. 그리고 파종 후 56일째 pH 변화 정도는 물거름 단독시용과 목초산 혼합시용 간에 뚜렷한 경향이 없었으며 pH 6.57-6.93의 범위내에 있었다.

EC정도는 파종전에서 코이어 혼합구는 0.36-0.55mS/cm 범위에 있었으나 피트모스 30% 혼합구는 0.16mS/cm, 50% 혼합구는 1.16mS/cm 그 차가 많았다. 이는 피트모스 혼합비와 버미클라이트의 첨가 유무가 영향하였을 것으로 보였다. 파종 56일 후 EC 변화 정도

는 0.19-0.44mS/cm범위로서 대부분 낮아지는 경향이 있으며 목초산을 첨가한 물거름에서 그 경향이 더욱 뚜렷하였고 피트모스 혼합구가 EC농도가 낮은 경향이였다.

표 4.2.20. 상토 및 물거름별 고추의 유묘출현율 비교

시 험 구	유 묘 출 현 율 (%)	
	물거름 단독	물거름+목초산
1. 코이어 30%	80.1±2.01	93.5±5.10
2. 코이어a 50%	85.6±1.23	94.4±1.59
3. 코이어b 50%	80.1±1.83	78.7±5.17
4. 코이어 60%	88.0±2.60	82.9±4.85
5. 피트모스 30%	81.9±1.59	82.0±6.07
6. 피트모스 50%	84.7±2.14	74.5±1.68

고추의 유묘출현율을 보면(표 4.2.20) 물거름 단독 사용구에는 상토별 차이가 크지않아 80.1-88.0% 범위에 있었고 목초산 혼합구에서는 피트모스 50% 처리구가 74.5%의 출묘율을 보여 가장 낮았으며, 코이어 a 50% 처리구가 94.4%의 출묘율로 가장 높았다.

상토 및 물거름 종류별 고추묘의 초장 및 엽수 성장 정도를 파종 후 56묘에서 조사한바 그 결과를 다음 그림 4.2.9과 4.2.10에서 볼 수 있다.

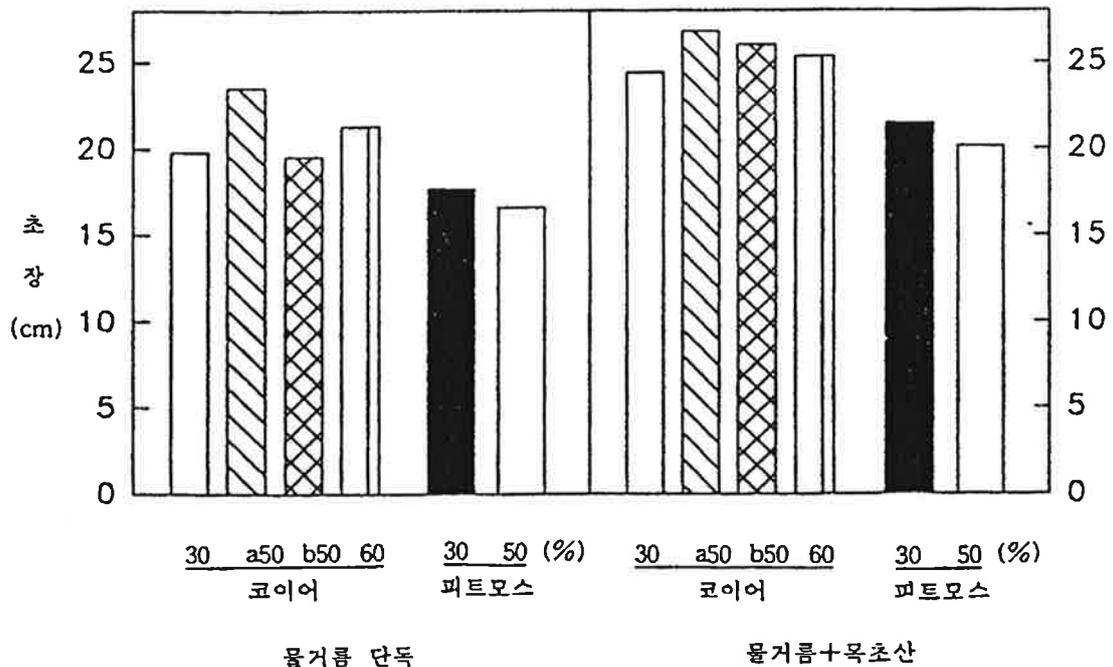


그림 4.2.9. 고추묘의 초장 신장성 변화

그림 4.2.9에서 고추묘의 초장 신장정도를 보면 물거름 단독처리구보다는 목초산 혼합처리가 양호하였으며 피트모스 혼합구보다는 코이어 혼합구가 비교적 양호하였다. 특히 코이어 a 50% 처리구에 목초산을 혼합한 물거름 시용구에서 25cm 이상으로 가장 좋았다.

고추묘의 엽수증가를 비교한바(그림 4.2.10 참조) 피트모스 혼합구 보다는 코이어 혼합구에서 엽수증가가 양호한 경향이었으며, 물거름의 목초산 혼합유무에 따른 엽수증가 경향은 뚜렷하지 않았다. 그러나 엽수증가가 가장 많은 시험구는 물거름 단독의 코이어 30%와 a 50% 처리구 그리고 물거름과 목초산 혼합의 코이어 a 50% 처리구가 엽수 약 12매로서 가장 좋았다.

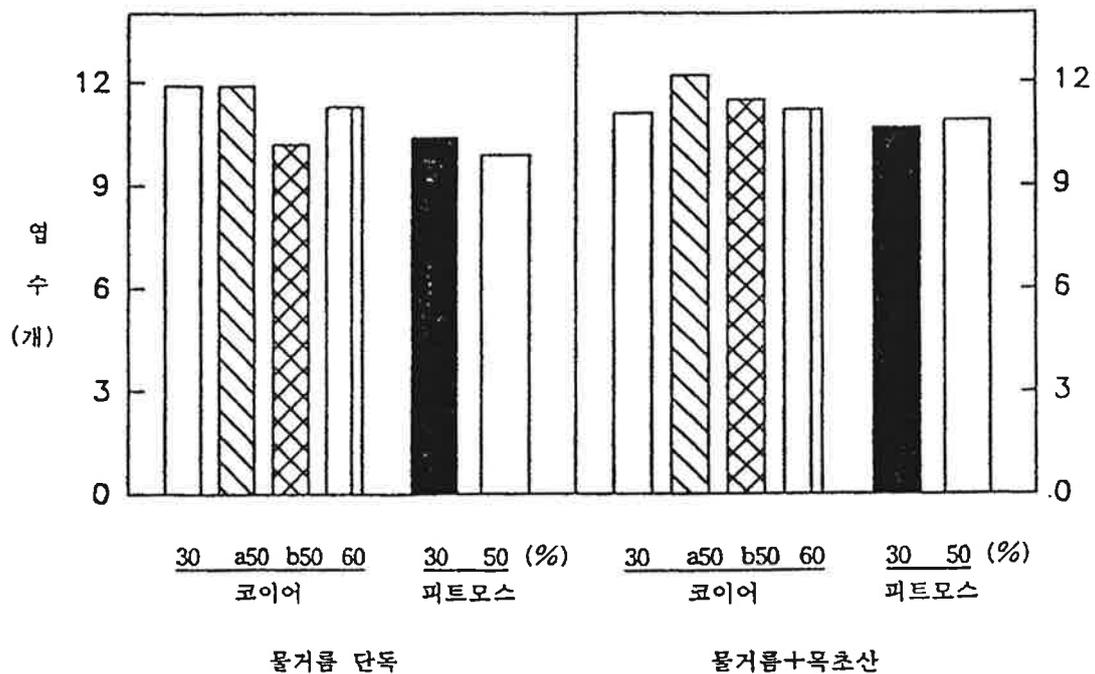


그림 4.2.10. 고추묘의 엽수 증가비교

고추묘의 생육정도를 알 수 있는 생체중과 건물중을 56일묘에서 조사하여 상호비교한바 표 4.2.21와 4.2.22에서 볼 수 있다.

생체중 조사결과(표 4.2.21) 상토에서는 코이어 혼합구가 물거름 처리에서는 목초산 혼합구가 비교적 양호하였다. 처리별 성적을 살펴보면 다음과 같다.

물거름 단독처리에서는 코이어 a 50%가 생체중 3.98g/주(지상부 2.57, 지하부 1.41g/주)로서 가장 무거웠고 가장 가벼운 처리구는 피트모스 50% 처리구로서 2.10g/주의 성적을 보였다. 목초산 처리 시험에서는 모든 상토에서 물거름 단독처리에 비해 생체중이 증가되었으며 특히 코이어 a 50% 상토에서는 4.98g/주(지상부 3.48, 지하부 1.5g/주)로서 전처리구 중에서 가장 무거웠다. 그리고 지하부중이 가장 무거운 시험구는 코이어 60% 시용구로서 1.95g/주의 성적을 보였다. 이상의 결과에서 코이어 50%내외의 혼합상토에서, 양

표 4.2.21. 고추묘의 생체중 비교

시 험 구	물거름 단독 (g/주)			물거름+목초산 (g/주)		
	지상부	지하부	합계	지상부	지하부	합계
1. 코이어 30%	2.16	1.18	3.34	3.14	1.80	4.94
2. 코이어a 50%	2.57	1.41	3.98	3.48	1.50	4.98
3. 코이어b 50%	1.87	0.88	2.75	3.08	1.70	4.78
4. 코이어 60%	2.18	1.00	3.18	2.92	1.95	4.87
5. 피트모스 30%	1.60	0.92	2.52	2.57	1.64	4.21
6. 피트모스 50%	1.29	0.81	2.10	2.47	1.28	3.75

표 4.2.22. 고추묘의 건물중 비교

시 험 구	물거름 단독 (g/5주)			물거름+목초산 (g/5주)		
	지상부	지하부	합계	지상부	지하부	합계
1. 코이어 30%	1.45	1.27	2.72	1.87	1.02	2.89
2. 코이어a 50%	1.57	1.43	3.00	2.09	1.05	3.14
3. 코이어b 50%	1.26	0.93	2.19	1.77	0.91	2.68
4. 코이어 60%	1.44	1.15	2.59	1.73	0.91	2.64
5. 피트모스 30%	1.22	0.99	2.21	1.52	0.99	2.51
6. 피트모스 50%	1.00	1.09	2.09	1.37	0.66	2.03

실이 물거름에 목초산을 혼합하여 시용하였을 때 고추묘 생체중이 증가함을 알 수 있었다.

고추묘의 건물중 비교(표 4.2.22)에서도 생체중과 비슷한 결과를 보여 상토의 경우 코이어a 50% 시험구가 모두 높았으며 물거름 시용구에서는 목초산을 혼합한 경우가 가장 양호하였다. 즉 코이어a 50% 상토에 목초산을 혼합한 물거름을 시용할 경우가 건물중 3.14g/주(지상부 2.09, 지하부 1.05g/주)로서 가장 양호한 결과를 보였다.

고추묘의 생육 56일째 엽내 엽록소 함량을 분석한바 그림 4.2.11과 같다. 상토의 코이어 및 피트모스 혼합비율과, 물거름의 목초산 유무별 고추묘의 연비 엽록소 함량차는 일정한 경향이 없었다. 코이어b 50%에 물거름 단독처리와 피트모스 50%에 목초산 혼합처리구가 1.75mg/g 내외로 가장 작았으며, 코이어a 50%에 물거름 단독처리와 코이어b 50%에 목초산 혼합구에서 3.0mg/g으로 엽록소 함량이 가장 높게 나타났다.

라. 결과요약

토질이 상토 개선을 위해 코이어 혼용비율과 양실이 물거름의 목초산 혼합유무에 대한 상호 비교효과를 알고자 고추를 대상으로 시험한 결과 다음의 성적을 얻었다.

공시상토의 pH는 코이어 혼합상토보다 피트모스 혼합상토가 낮아 pH 4.33-4.84 범위에 있었고, 육묘 56일 후 조사에서 물거름의 목초산 혼합유무별 차는 크게 다르지 않았으며 상토별 차이도 pH 6.57-6.93 범위내에서 뚜렷하지 않았다. EC농도는 피트모스 50% 혼합상토가 사용전 EC 1.16mS/cm였으며, 육묘 56일후 농도는 처리간에 차가 뚜렷하지 않았다.

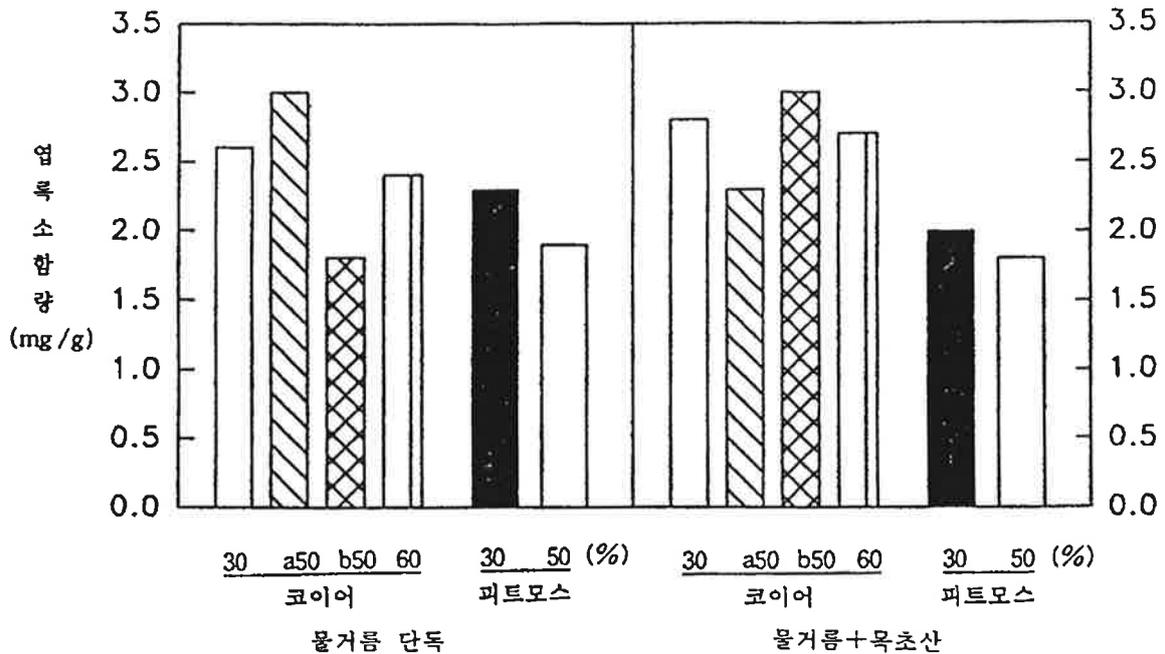


그림 4.2.11. 고추묘의 엽록소 함량 변화

고추의 유묘출현율은 코이어a 50%상토에 목초산 혼합 물거름 시용구에서 94.4%으로 가장 높았다. 초장과 엽수와 신장 정도에서도 코이어a 50% 상토에 목초산 혼합 물거름 시용구에서 가장 양호하였다.

고추묘의 생체중과 건물중 증가량도 코이어 혼합과 목초산 혼합이 동시에 처리된 시험구에서 양호하였으며, 특히 50% 혼합된 코이어a 상토에 목초산이 혼합된 물거름 처리구에서 가장 좋았다.

#### 8. 공정육묘용 상토의 코이어 혼합비율과 목초산 혼합액비가 배추 육묘에 미치는 효과 상호비교 시험

가. 목적 : 토질이 상토의 개선을 위하여 코이어 혼용 비율과 양실이 물거름에 목초산 도입 유무 효과를 상호 비교하고자 배추 육묘 시험을 실시함.

나. 시험재료 및 방법

1) 상토재료

-시험구의 코이어 혼합비율은 앞 시험 7의 상토재료와 동일함

2) 양액재료

-양실이 물거름에 목초산 혼합유무 시험구(2처리)

(목초산 혼합구는 물거름 원액 5ℓ당 100ml의 목초산 원액을 첨가함)

3) 공시작물 및 조사항목

-공시작물 : 배추(품종 : 노랑봄배추)

-조사항목 : 상토의 pH와 EC 농도, 유묘출현율, 엽장, 엽수, 엽록소 함량, 지상부 생체중 및 건물중

4) 시험 설계

-시험설계 : 시험구 배치는 완전임의 배치법 3반복

-일반관리 : 진주영농조합 공정육묘장의 일반관리에 준함.

다. 시험성적

배추 시험에서 공시된 상토의 비중과 pH 및 EC는 아래 표 4.2.23에서 보는 바와 같다. 파종 후 30일째 pH 및 EC의 변화를 보면 pH의 경우 목초산 혼용구보다 물거름 단독시용구에서 pH가 비교적 높았고 또한 피트모스 상토보다는 코이어 상토가 높은 경향을 보였다.

표 4.2.23. 상토별 비중 및 파종전·후 pH 및 EC 변화

시 험 구	파 종 전			파종후 30일째			
	비중	pH	EC	물거름 단독		물거름 + 목초산	
				pH	EC	pH	EC
1. 코이어 30%	0.196	5.90	0.44	6.32	0.18	6.26	0.12
2. 코이어a 50%	0.330	5.43	0.36	6.14	0.15	5.94	0.14
3. 코이어b 50%	0.225	5.73	0.55	6.09	0.15	5.98	0.10
4. 코이어 60%	0.207	5.72	0.44	6.06	0.18	5.83	0.21
5. 피트모스 30%	0.271	4.84	0.16	5.75	0.10	5.68	0.12
6. 피트모스 50%	0.231	4.33	1.16	5.18	0.05	5.04	0.06

주) 목초산 혼합구는 물거름 원액 50당 100ml첨가하여 사용함

표 4.2.24. 상토 및 물거름별 배추의 유묘출현율 비교

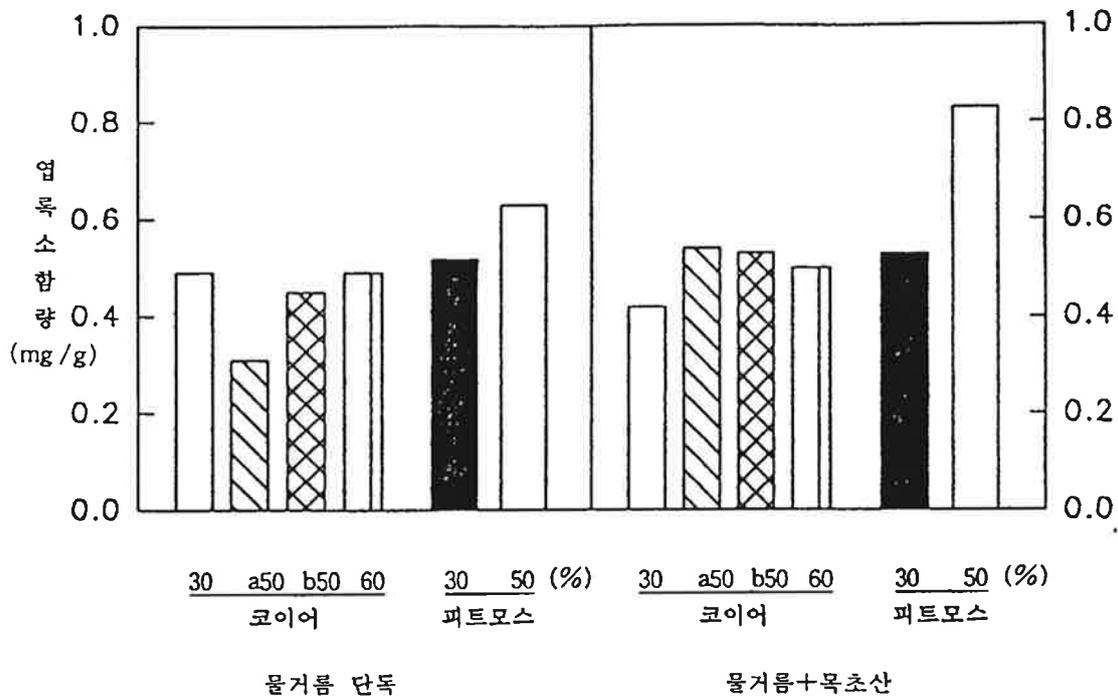
시 험 구	유묘출현율 (파종후 30일째, %)	
	물거름 단독	물거름+목초산
1. 코이어 30%	93.5±1.20	97.2±1.40
2. 코이어a 50%	93.0±2.77	95.8±1.59
3. 코이어b 50%	91.7±3.68	93.0±1.37
4. 코이어 60%	96.7±0.47	95.4±1.20
5. 피트모스 30%	92.6±0.90	96.7±1.23
6. 피트모스 50%	91.2±0.82	91.7±2.12

유묘출현율(표 4.2.24)은 대부분의 처리에서 양호하였으며 목초산 혼용구가 95%이상의 출현율을 보인 시용구가 많았고 그중 코이어 30%상토처리구에서 97.2%의 가장 높은 출현율을 보였다.

배추묘의 엽생장정도를 보기 위해 파종 후 30일째 엽수와 엽장을 조사한바 결과는 그림



배추엽의 엽록소 함량 정도를 조사한바 그림 4.2.14와 같다. 코이어 상토보다는 피트모스 혼용상토가 엽록소 함량이 많았으며, 물거름 단독 처리구보다 목초산 혼용처리구에서 많은 경향을 보였다. 특히 피트모스 50% 시험구에서 가장 많았으며 목초산을 혼용한 물거름을 사용할 경우 0.8mg/g 높은 엽록소를 나타내고 있었다.



배추 30일묘의 지상부 생체중과 건물중을 상토 및 물거름처리별로 조사한바 표 4.2.25와 같다. 일반적으로 코이어 상토와 목초산 혼용 물거름에서 높은 생체중량을 보였고 특히 코이어a 50%와 b 50% 상토에 목초산 혼용구는 2.9g/주로 가장 무거웠으며 피트모스 50% 시용구는 2.0g/주로 가장 가벼웠다.

표 4.2.25. 배추묘의 지상부 생체중 및 건물중

시 험 구	생체중(g/주)		건물중(g/5주)	
	물거름 단독	물거름+목초산	물거름 단독	물거름+목초산
1. 코이어 30%	2.1	2.7	0.64	0.53
2. 코이어a 50%	2.3	2.9	0.68	0.83
3. 코이어b 50%	1.9	2.9	0.49	0.66
4. 코이어 60%	2.3	2.6	0.66	0.57
5. 피트모스 30%	1.6	2.1	0.51	0.57
6. 피트모스 50%	1.8	2.0	0.49	0.45

주) 파종후 30일째 조사

이러한 경향은 건물중 조사결과에서도 비슷한 코이어a 50% 상토에 목초산 혼용처리한구에서 0.83g/주로 가장 좋았다.

#### 라. 결과요약

토실이 상토 개선을 위해 코이어 혼합비율과 양실이 물거름의 목초산 혼용유무에 효과에 대한 상호 비교시험을 배추 묘를 대상으로 실시한 바 다음의 성적을 얻었다.

배추의 상토 및 물거름 종류별 유묘출현율은 모든 처리구에서 양호하였으며 특히 코이어 30% 혼용상토에 목초산 혼용 양실이 물거름 시용구가 97.2%의 높은 출묘율을 보였다. 엽생장 정도에서 엽수는 처리간에 큰 차이가 없이 30일묘에서 4.5-5.5매 범위에 있었다. 엽장은 코이어 혼합상토에 목초산 혼용물거름 시용구가 좋았으며, 가장 효과적인 시험구는 코이어a 50% 상토에 목초산 시용구였다. 배추의 지상부 생체중과 건물중 증가 정도는 코이어a 50% 상토에 목초산 혼용구가 가장 좋은 결과를 보여 토실이 상토는 왕겨를 제외한 코이어 50% 혼용상토로 하고, 물거름은 양실이 액비에 목초산을 혼용하는 것이 좋은 것으로 사료되었다.

### 9. 배추 공정육묘용 기비성 상토 개발 시험

#### 가. 재료 및 방법

##### 1) 상토 및 기비조합

-상토 : A-기존 토실이 1호, A+상토는 기존 토실이 2호

B-코이어 50%, 질석 10%, 펄라이트, 훈탄, 지오라이트 등 40%

B-코이어 40%, 질석 20%, 펄라이트, 훈탄, 지오라이트 등 40%

-기비 : 0, 15, 30, 60, 90, 120, 152ppm을 각각 혼합

주) 상토와 기비의 상호조합으로 22개 시험구가 처리되었음

##### 2) 공시작물 및 방법

-공시작물 : 신가락 배추 (중앙종묘)

-파종일 : '97.6.25

-파종트레이 : 128공, 200공 트레이

-조사일 : 중간조사-'97. 7. 7

최종조사-'97. 7. 14

-조사항목 : 유묘출현율, 엽수, 엽장, 엽폭, 뿌리상태, 생체중, 건물중

-관비관리 : 중간조사 전까지 무액비 관수하고 그 이후 2회 양실이물거름 관비함

##### 3) 시험설계 및 일반관리

-시험설계 : 시험구 배치는 완전임의 배치법 3반복

-일반관리 : 용현 농협 육묘장의 일반관리에 준함.

나. 시험성적

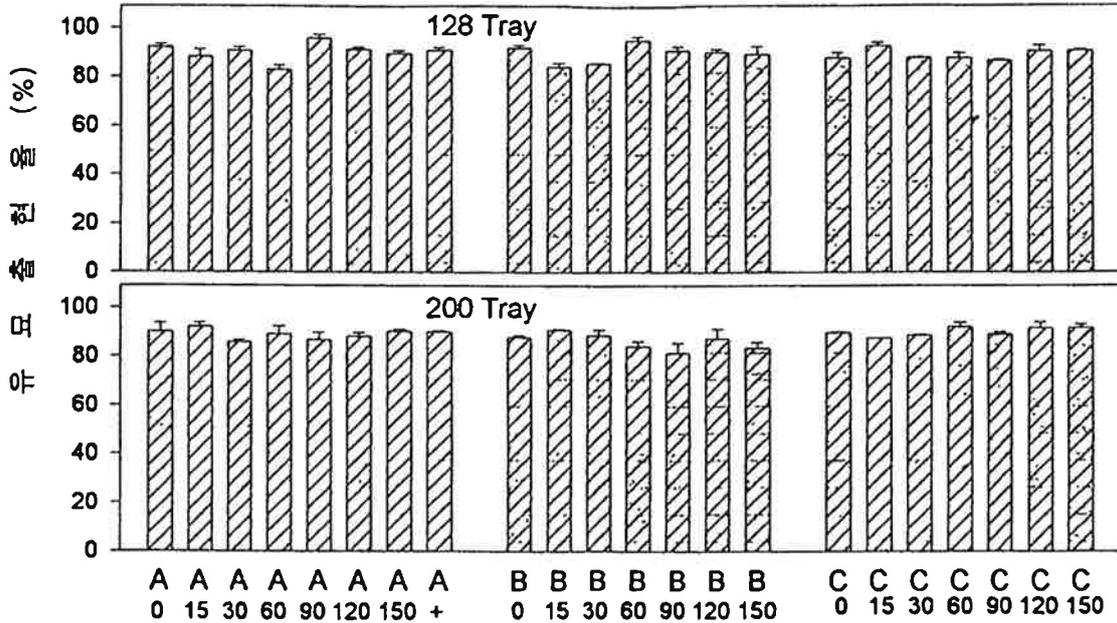


그림 4.2.15. 상토 처리구 및 트레이 공수별 배추 프러그묘의 유묘출현율 비교 (파종 후 8일째 조사)

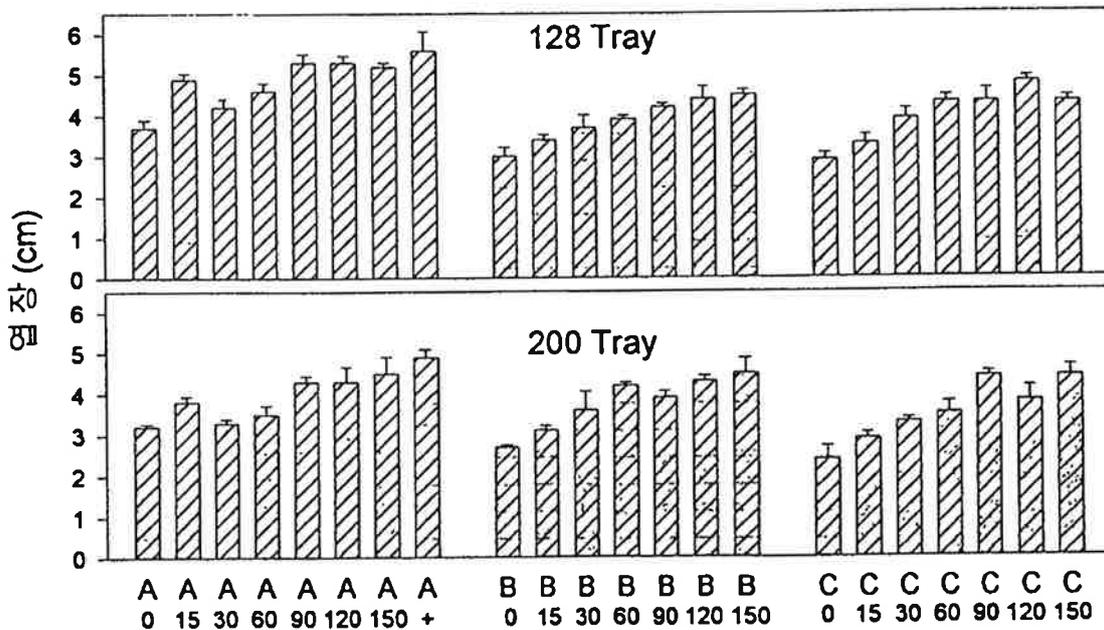


그림 4.2.16. 상토 처리구 및 트레이 공수별 배추 프러그묘의 초기 엽장 생육 비교 (파종 후 12일째 조사)

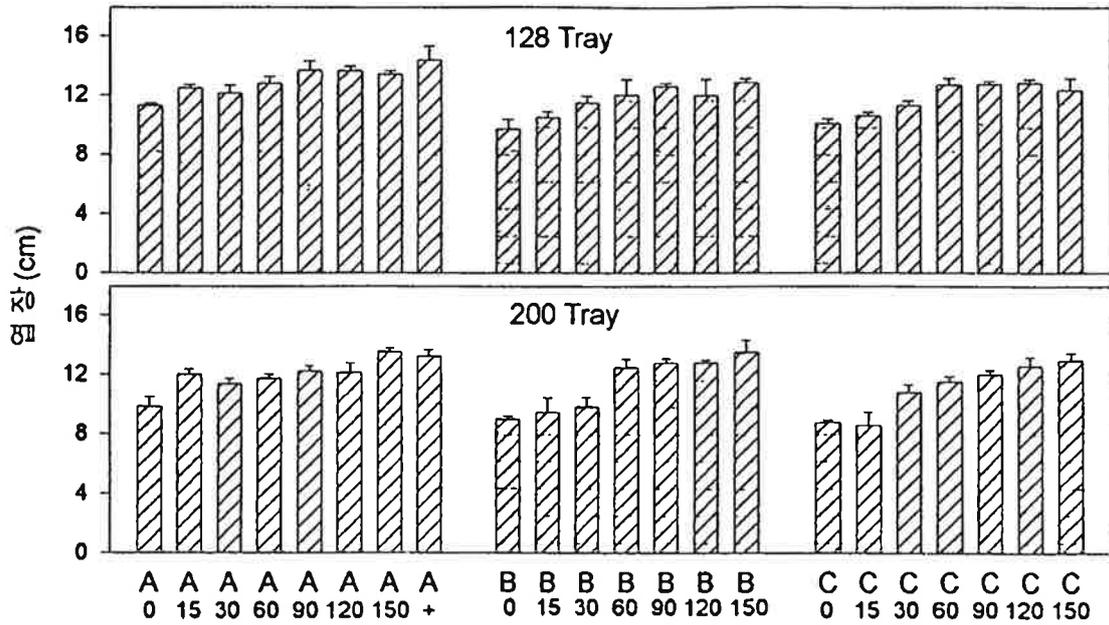


그림 4.2.17. 상토 처리구 및 트레이 공수별 배추 프러그묘의 엽장 생육 비교 (파종 후 19일째 조사)

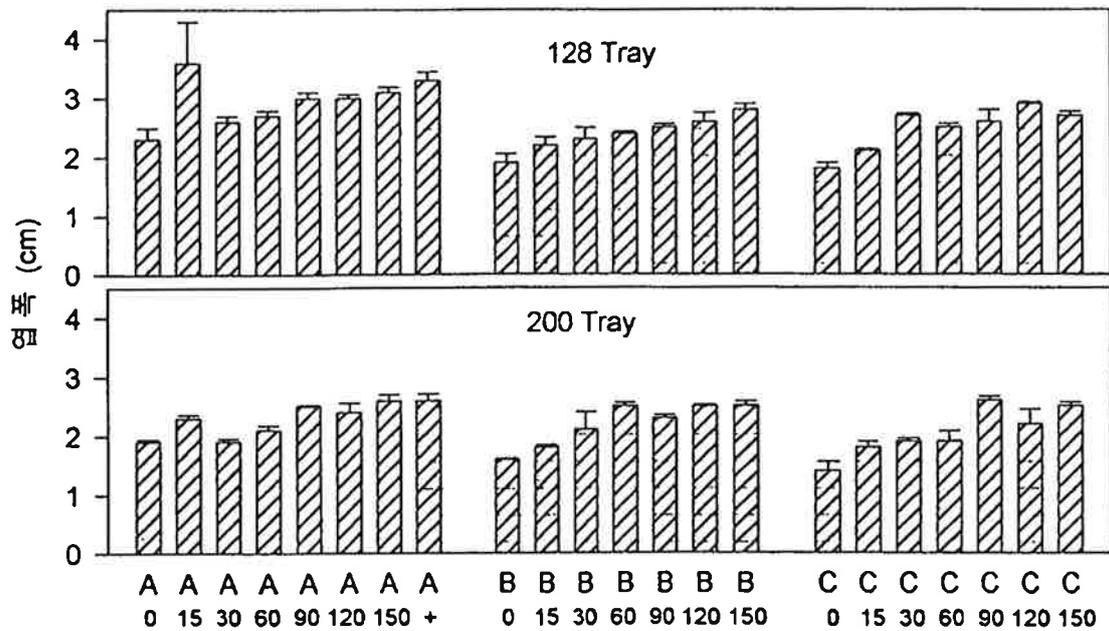


그림 4.2.18. 상토 처리구 및 트레이 공수별 배추 프러그묘의 초기 엽폭 생육 비교 (파종 후 12일째 조사)

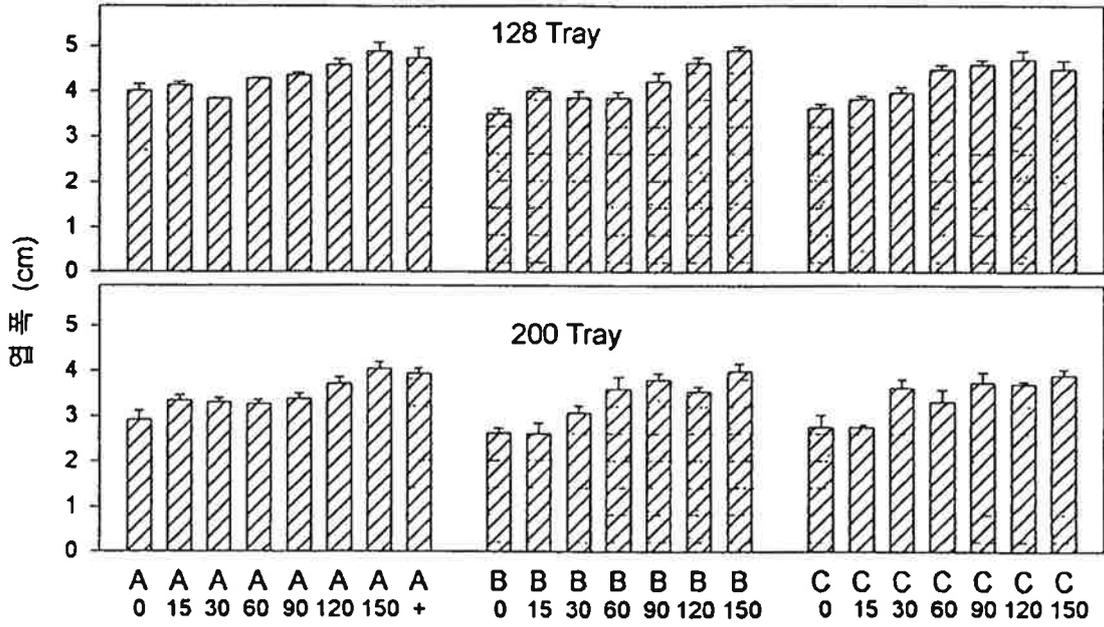


그림 4.2.19. 상토 처리구 및 트레이 공수별 배추 프러그묘의 엽폭 생육 비교 (파종 후 19일째 조사)

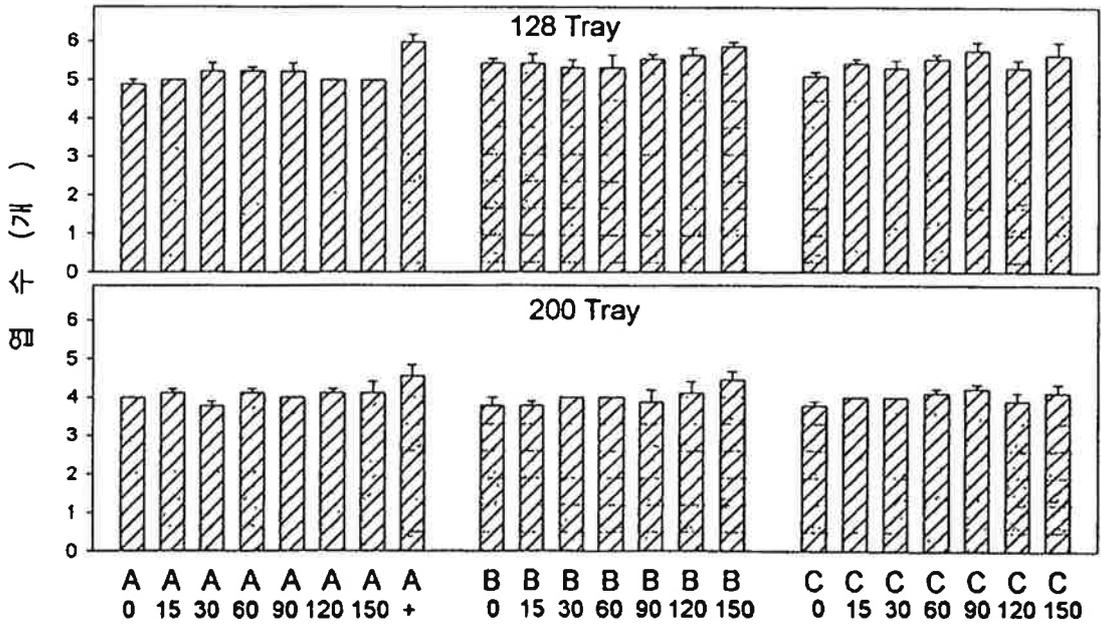


그림 4.2.20. 상토 처리구 및 트레이 공수별 배추 프러그묘의 엽수 생육 비교 (파종 후 19일째 조사)

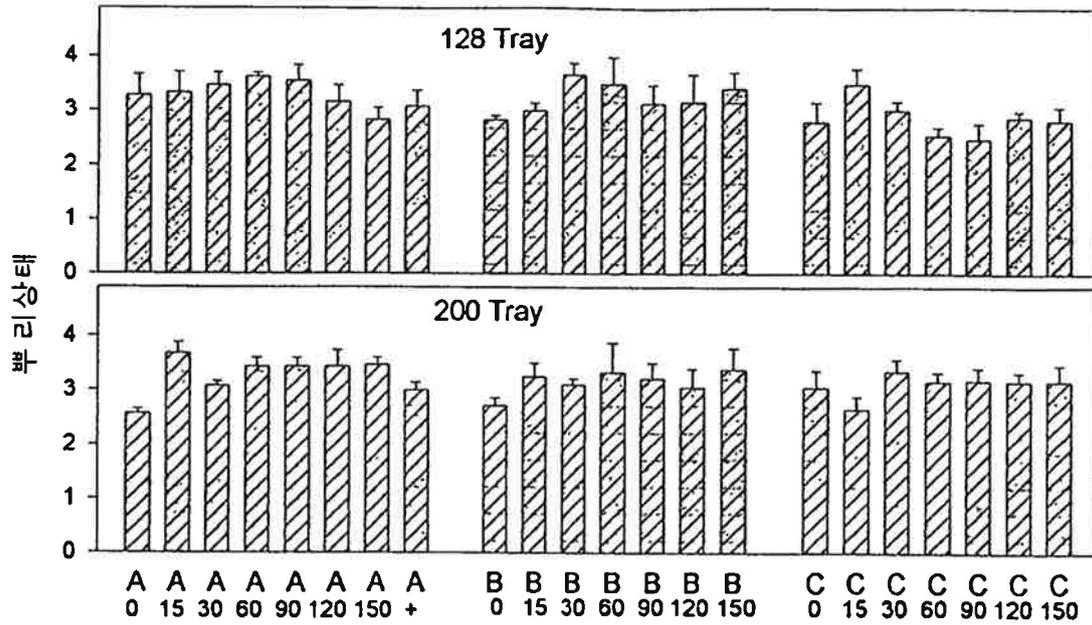


그림 4.2.21. 상토 처리구 및 트레이 공수별 배추 프러그묘의 뿌리상태 생육 비교  
 (파종 후 19일째 조사 1: 뿌리가 없거나, 아주 적은 것, 2: 뿌리가 빈약한 것, 3: 뿌리가 많은 것, 4: 뿌리가 아주 많은 것)

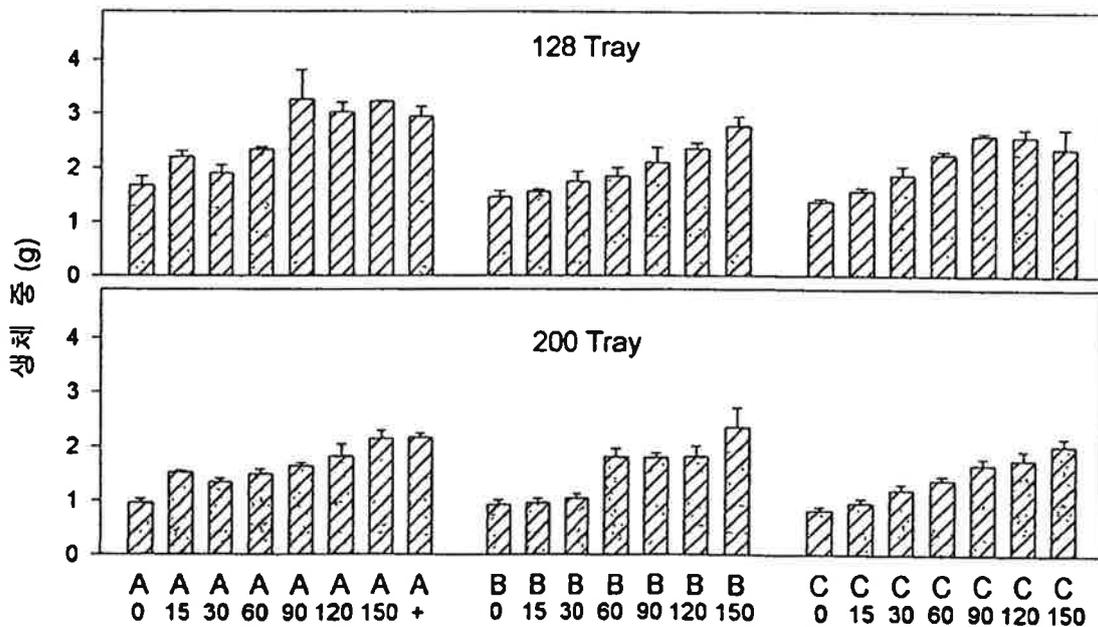


그림 4.2.22. 상토 처리구 및 트레이 공수별 배추 프러그묘의 생체중 비교  
 (파종 후 19일째 조사)

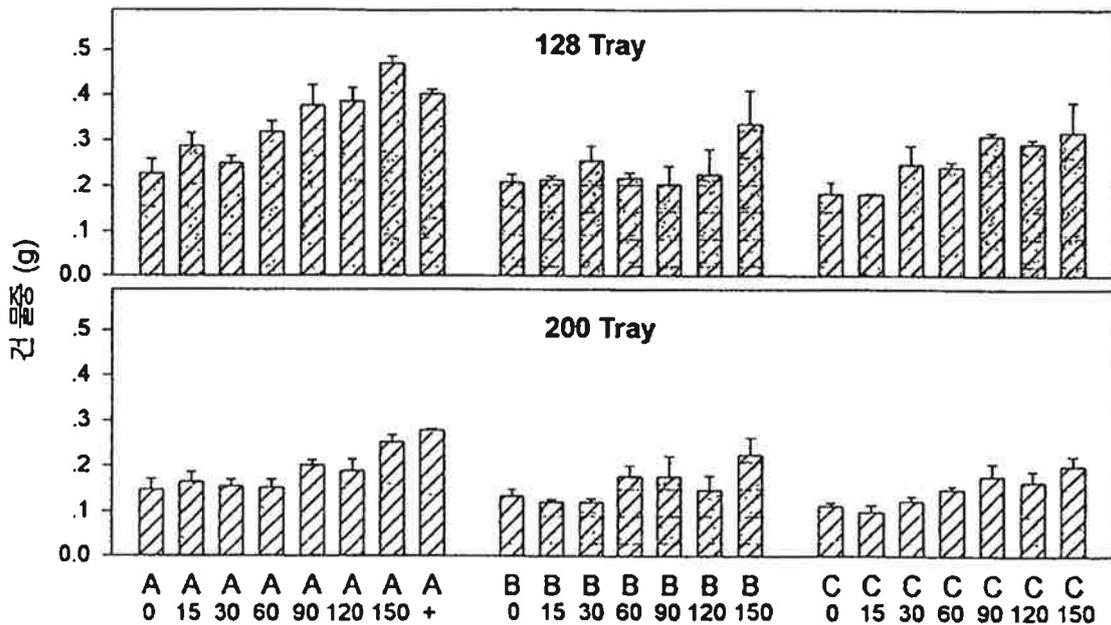


그림 4.2.23. 상토 처리구 및 트레이 공수별 배추 프러그묘의 건물중 비교 (파종 후 19일째 조사)

#### 다. 시험결과 요약

배추프러그묘 육성을 위해 몇 가지 토실이와 기비 함량별 조합상토의 육묘시험을 실시한바 결과를 요약하면 다음과 같다.

육묘출현율과 (그림 4.2.15)은 트레이 공수나 시험구간에 일정한 경향이 없어 크게 영향하지 않음을 알았다. 배추엽장(그림 4.2.16, 그림 4.2.17)과 엽폭(그림 4.2.18, 4.2.19)을 파종후 12일과 19일에 각각 조사한바 대체로 A상토가 가장 좋았으며 반면에 C상토가 가장 나쁘고 B상토가 그 중간이었다. 상토별 기비함량에서는 물거름 양실이 함량이 많은 시험구에서 배추 엽생장이 많은 경향이었고 또한 기존 유비토실이 2호(A+상토)에서도 양호하였다. 특히 이러한 경향은 기비량에만 의존한 12일까지 조사성적에서 뚜렷하였고(그림 4.2.16, 그림 4.2.18) 그후 2회 관비한 19일 조사성적에서는 다소 둔화하였으나 경향은 동일하였다(그림 4.2.17, 4.2.19). 그리고 트레이 공수별 차이에서는 200공보다 128공 트레이에서 생육이 모두 양호하였다.

엽수(그림 4.2.20)는 대체로 상토 C, B, A순으로 좋았고 기비 함량이 높은 처리구에서 양호한 경향이거나 분명하지 않았다. 그러나 A+ 상토에서는 전처리구 중에서 가장 배추엽수 증가가 많았다. 트레이 공수별 차이는 128공에서 양호하였다.

지하부의 뿌리상태(그림 4.2.21)를 조사한바 지상부 생육 즉, 엽수, 엽장, 엽폭 등의 성적과 일치하지 않았다. 대체로 기비함량이 많은 시험보다는 60PPm, 90PPm인 중간의 기비 함량구가 높은 경향이었고 트레이 공수에서도 큰 차이가 없었으며 C상토에서는 오히려

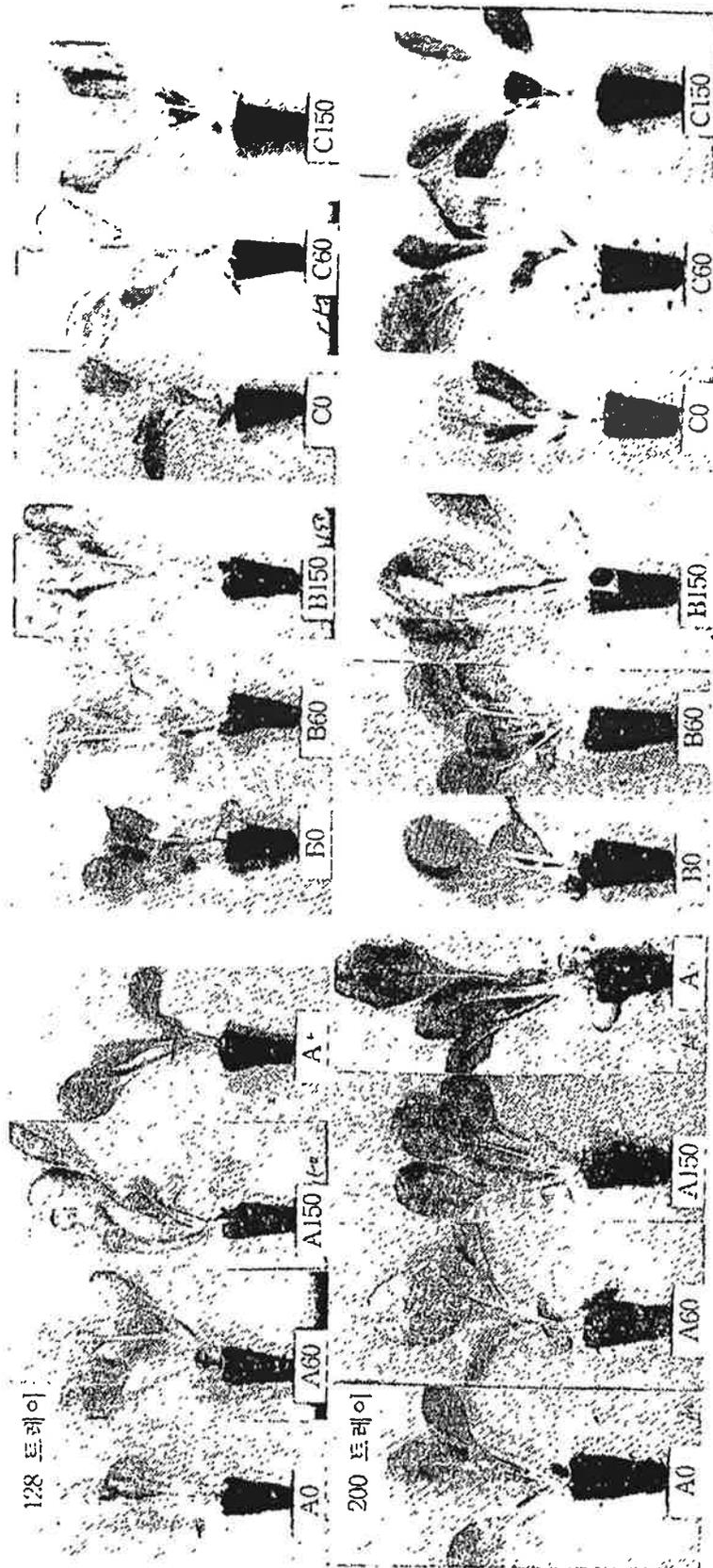


사진 4.2.1. 상토 및 기비 함량, 그리고 트레이 공수별 배추 프러그묘의 생육상태 (파종 후 19일째 조사)

128공보다 200공트레이에서 약호한 경향을 보였다. 이는 지상부 생육이 좋은 기비함량구 및 트레이 공수에서는 지하부 생육이 다소 지연됨을 추측할 수 있었다.

생체중(그림 4.2.22.)과 건물중(그림 4.2.23.)의 비교에서는 엽생장과 비슷한 경향을 보였다. 이는 지하부중보다는 지상부중이 생체중과 건물중에 미치는 영향이 크므로 당연한 결과로 사료되었다.

이상의 성적에서 조사된 일반적 경향을 앞의 <사진 4.2.1>에서 볼 수 있다.

### 제 3 절 공정묘에 양액의 농도와 DIF가 생육에 미치는 영향, 그리고 작부체계 계획

#### 1. 양액의 질소농도, $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 비율 및 최초 사용시기에 따른 접목 수박(*Citrullus vulgaris* SCHRAD) 공정묘의 생육

##### 가. 결과요약

질소비료의 농도와  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  비율 및 양액의 최초 사용시기가 수박 접목묘의 생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실험을 실시하였다. 토실이 상토를 채운 50구 플러그 트레이에서 '파트너' 박대목에 '황토' 수박을 편집목하여 5일간 활착시킨 접목묘를 고설베드상에 완전입의배치 3반복, 반복당 20개의 식물체를 배치하였다. 질소농도를 8.0, 16.0 및 24.0  $\text{meq} \cdot \ell^{-1}$ ,  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 의 농도비를 0:100, 15:85 및 30:70으로 조정하여 액비를 조절하여 접목하기 1일전 또는 접목활착 직후부터 매관수시 마다 사용하였다. 접목후 27일째에 식물체의 생육 및 상토의 pH와 EC를 측정하였다.

초장은 질소농도가 16  $\text{meq} \cdot \ell^{-1}$ 일때 가장 길었고  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 의 비율이 높아질수록 길어졌다. 엽면적은 접목전에 시비한 경우보다 접목활착후 시비한 경우에 컸고 질소농도가 높아질수록 컸으며, 24  $\text{meq} \cdot \ell^{-1}$ 의 질소를  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 의 비율이 30:70으로 사용시 가장 컸다. 신초와 식물체의 건물중은 접목활착후 시비시에 접목전 시비시 보다 컸고, 질소농도가 증가할수록 컸다. 뿌리의 건물중은 접목활착후 시비시에 접목전 시비시 보다 더 컸고, 질소농도와  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 비율이 증가할수록 컸다. 마디수는 질소농도가 16  $\text{meq} \cdot \ell^{-1}$ 일때 가장 많았다. 엽록소 농도는 질소농도가 증가함에 따라 급격히 증가하였다. % 건물중은 접목활착후 시비시에 접목전 시비시 보다 더 컸고 식물의 생육이 가장 양호했던 질소농도 16  $\text{meq} \cdot \ell^{-1}$  처리구에서 현저히 낮았다. 접목활착후 양액사용시에 배지의 pH가 더 낮았고 질소농도가 증가할수록 배지의 pH가 높아졌다. 질소를 전량  $\text{NO}_3$ 로 사용한 배지의 pH가  $\text{NH}_4$ 를 혼용한 배지 pH보다 높았다. 배지의 EC는 접목활착후 양액사용시에 다소 높았고 질소농도가 증가할수록 높아졌다. 전반적인 생육과 묘소질면에서 질소농도가 16  $\text{meq} \cdot \ell^{-1}$ ,  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  농도비가 15%:85%인 처리가 가장 우수하였고 접목이전 양액사용의 잇점은 없었다.

##### 나. 실험목적

수박(*Citrullus vulgaris* SCHRAD)은 1995년도 국내 재배면적이 4만 5천 ha정도로 원예농

업에서 중요한 위치를 차지하고 있으며 특히 남부지방의 주요 시설재배 과채류로서 공정묘의 수요가 큰 작물이다. 수박은 시설재배와 노지재배에서 공히 덩굴쪄짐병 등의 토양전염성 병의 예방, 저온신장성과 초세의 강화 및 재배기간의 연장을 목적으로 저항성 대목을 이용한 접목육묘가 성행하고 있다.

토마토 등 과채류의 육묘시 질소비료의 과다가 정식후 과일의 수량에 미치는 영향은 이미 잘 알려진 사실이다. 질소는 비료 중에서 소요량이 가장 많고 다른 비료에 비해 작물생육에 더 큰 영향을 미친다. 질소가 풍부하면 줄기와 뿌리 등 식물체의 영양생장은 왕성한 반면 생식생장은 오히려 지연되고 수량이 감소된다. 또한 질소가 지나치게 많으면 줄기와 잎만 무성하게 되고 뿌리는 신장이 억제되며 식물체가 연약하게 되어 병충해에 대한 저항성이 약해진다. 반대로 질소가 부족하면 하엽에 황화현상이 나타나고 식물전체가 잘 자라지 못하며 과일이 현저히 작아진다.

수박에 있어서 질소는 수량을 증가시키고 품질을 향상시키는데 중요한 비료지만, 과용하면 일조나 강우조건과 관련하여 경엽이 웃자라고 지나치게 무성하여 낙과하며 품질이 떨어지므로 초기에는 적게 시비하고 점차 초세와 흡비성을 감안하여 증시해야 한다. 그러나 질소가 부족하면 경엽의 신장이 나빠지고 과실의 비대도 나빠져 수량이 적어진다.

대부분 원예작물의 생육은 질소비료의 농도 뿐만아니라 질소비료의 종류, 특히  $\text{NH}_4$ 와  $\text{NO}_3$  비율에 의하여 크게 좌우된다고 알려져 있다. 특히 딸기, 토마토는 물론 오이 등의 박과 채소류의 생육과 수량 및 각종 공정묘의 생육은 적정량의  $\text{NH}_4$ 을  $\text{NO}_3$ 와 혼용하여 사용할때 증진된다고 알려져 있다.

최근에는 공정육묘 기술이 원예작물의 묘생산에도 도입되고 있는데, 공정육묘기술은 접목묘 생산에서도 많은 발전을 거듭하였으며 접목활착실의 이용 및 상토의 개발로 상당한 진전을 보이고 있다. 그러나 현재 이미 개발되어 시판되고 있는 상토와 액비가 다양하지만 수박육묘 전용 액비로 개발된 액비는 국내에 없는 실정이다. 따라서 본 실험은 수박 접목묘 생산전용 액비를 개발하기 위해 질소비료의 적정농도와  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  적정비율을 조사하고 육묘시 양액의 최초 사용시기가 접목묘의 생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시되었다.

#### 다. 재료 및 방법

1996년 5월 18일에 대목으로 사용한 '파트너' 박 종자는  $40^\circ\text{C}$  정도의 미지근한 물에 24시간 동안 담갔다가 건져 신문지에 깔아 음지에서 풍건시킨후 진주영농조합법인 공정육묘장의 발아실( $27\text{-}28^\circ\text{C}$ , 99% RH)에서 48시간 최아시킨후 토실이 상토(신안정밀주식회사, pH 5.10, EC 0.12 mmhos·cm<sup>-1</sup>, 1:5희석법)를 채운 50구(주식회사 범농) 플러그 트레이에 손으로 파종하였다. 접수인 '황토' 수박의 종자는 1996년 5월 21일에 파종기로 파종하고 진주영농조합법인 공정육묘장 발아실( $27\text{-}28^\circ\text{C}$ , 99% RH)에서 발아시켰다. 1996년 5월 28일에 진주영농조합법인 플러그육묘장에서 편접목법을 이용하여 '황토'수박을 '파트너' 박대목에 접목하고 진주영농조합법인 공정육묘장의 터널형 활착촉진장치(신안정밀주식회사)내에서 5일간 활착시킨 접목묘를 경상대학교 원예학과 온실로 옮겨 철제(expanded metal) 고설베

드 상에서 재배하였다. 실험구는 완전임의 배치법 3반복으로 배치되었고 반복당 20식물체를 두었다.

본 실험에 사용된 9가지 양액의 조성은 (표 4.3.1)과 같다. 질소 농도를 8.0, 16.0 및 24.0 meq · ℓ<sup>-1</sup>로 하고 NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub>의 농도비를 0:100, 15:85 및 30:70으로 설정하였다. 질소농도에 따라 인산을 제외한 다른 다량원소들의 상호간 비율이 거의 일정하게 유지하면서 농도를 조정하여 다량원소의 총농도를 30.0, 38.0 또는 53.0 meq · ℓ<sup>-1</sup>로 조정하였다. 미량원소는 모든 처리에 공통으로 1.2 mg · ℓ<sup>-1</sup> H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 0.12 mg · ℓ<sup>-1</sup> CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O, 4.0 mg · ℓ<sup>-1</sup> Fe-EDTA, 2.2 mg · ℓ<sup>-1</sup> MnSO<sub>4</sub> · 4H<sub>2</sub>O, 0.08 mg · ℓ<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>, 및 1.2 mg · ℓ<sup>-1</sup> ZnSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O의 농도로 공급하였다. 액비는 100ℓ 플라스틱 용기에 조제하여 매관수시 마다 관주하였는데 접목전처리의 경우에는 접목하기 1일 전(1996년 5월 27일)부터, 그리고 접목후처리의 경우에는 접목확차 직후(1996년 6월 3일)부터 사용하였다.

접목후 27일째인 6월 24일에 초장, 마디수, 생체중, 건물중, 엽면적 및 총엽록소 농도를 측정하였다. 생체중과 건물중을 이용하여 건물율을 산출하였다. 총엽록소 농도는 각 실험구에서 식물체의 잎을 채취하여 80%(v/v) 아세톤으로 추출하고 분광광도계(Uvikon 922, Kotron Instruments, Italy)를 이용하여 파장 645 nm와 663 nm에서 흡광도를 측정해, 다음과 같은 식을 이용해 산출하였다.

$$\text{총엽록소농도}(\mu\text{g} \cdot \text{gfw}^{-1}) = 20.29A_{645} + 8.02A_{663} \times \frac{\text{아세톤양}(m\ell)}{\text{생체중}(g)}$$

식물시료 채취후 처리마다 상토 시료를 3개씩 채취하여 1:5 희석법을 이용하여 pH와 전기전도도(EC)를 측정하였다. 상토를 72℃의 건조기에서 24시간 동안 건조시킨후 20 ml의 건조시료를 채취하여 증류수 100 ml과 혼합하여 24시간 동안 상온에서 분당 80회

표 4.3.1. 실험에 사용된 양액의 질소농도, NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> 비율 및 다량원소의 농도

Solution Number	N Conc. (meq · ℓ <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> Ratio	Concentration (meq · ℓ <sup>-1</sup> ) of Macroelements								
			K	Ca	Mg	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Total	
1	8.0	0.0: 8.0	4.7	6.3	4.0	0.0	8.0	1.5	5.5	30.0	
2	8.0	1.2: 6.8	4.4	5.8	3.6	1.2	6.8	1.5	6.7	30.0	
3	8.0	2.4: 5.6	4.0	5.3	3.3	2.4	5.6	1.5	7.9	30.0	
4	16.0	0.0:16.0	6.0	8.0	5.0	0.0	16.0	1.5	1.5	38.0	
5	16.0	2.4:13.6	5.2	7.0	4.4	2.4	13.6	1.5	3.9	38.0	
6	16.0	4.8:11.2	4.5	6.0	3.7	4.8	11.2	1.5	6.3	38.0	
7	24.0	0.0:24.0	8.4	11.1	7.0	0.0	24.0	1.5	1.0	53.0	
8	24.0	3.6:20.4	7.3	9.6	6.0	3.6	20.4	1.5	4.6	53.0	
9	24.0	7.2:16.8	6.1	8.1	5.1	7.2	16.8	1.5	8.2	53.0	

모든 양액의 미량원소 농도는 동일하였고 각 용액마다 mg · ℓ<sup>-1</sup>로 1.2 H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 0.12 CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O, 4.0 Fe-EDTA, 2.2 MnSO<sub>4</sub> · 4H<sub>2</sub>O, 0.08 H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>, 및 1.2 ZnSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O를 첨가하였다.

씩 진탕하는 진탕기(KMC-1205S, Vision Scientific Co., Ltd.)상에서 추출하여 kimwipes (S-150, 유한킴벌리) 3장을 통해 2회 여과시킨 다음 여과지(Advantec #2, Toyo, Tokyo) 1장을 통해 여과시킨 용액의 pH(Delta 320, Mettler-Toledo Ltd., England)와 EC (CM-53, Takemura Electric Works Ltd., Tokyo)를 측정하였다.

#### 라. 결과 및 고찰

##### 1) 초장

초장은 양액의 최초사용시기에 의해 영향을 받지 않았으나 질소의 농도가  $16 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$  일때 가장 길었고  $8 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$  일때 가장 짧았다(그림 4.3.1.a). 또한  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 의 비율이 높아질수록 초장이 유의성 있게 길어졌다.  $8 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$ 의 질소비료를  $\text{NO}_3$ 만으로 공급한 경우 초장이 현저히 짧았으나  $\text{NH}_4$ 를 15% 첨가함에 따라 초장이 현저히 길어져 타처리와 초장과 비슷하였다.  $24 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$ 의 질소를 사용한 처리에서 초장이 지나치게 짧아진 이유는 알 수가 없다.

##### 2) 엽면적

엽면적은 접목전에 시비한 경우보다 접목활착후 시비한 경우에 유의성 있게 커졌고 질소비료의 농도가 높아질수록 유의성 있게 커졌다(그림 4.3.1b). 특히 접목전에  $8 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$ 의 질소를 처리한 경우에 엽면적 감소가 현저하였고, 접목후 시비시에도  $8 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$ 의 질소 중 30%를  $\text{NH}_4$ 으로 공급한 경우에는 엽면적이 현저히 작았다.  $24 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$ 의 질소를  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 의 비율이 30:70으로 사용시 엽면적이 가장 커졌다.

##### 3) 건물중

신초의 건물중은 접목활착후 시비시에 접목전 시비시 보다 유의성 있게 증가하였고, 특히 질소의 농도가 증가할수록 신초의 건물중 증가가 현저하였다(그림 4.3.1c). 뿌리의 건물중은 처리에 따른 반응이 뚜렷하였다. 뿌리의 건물중은 접목 활착후 시비시에 접목전 시비시 보다 유의성 있게 증가하였고, 질소의 농도가 증가할수록, 그리고  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 의 비율이 증가할수록 유의성 있게 증가하였다(그림 4.3.1d). 식물체의 총건물중도 신초의 건물중과 같은 경향을 보였다(그림 4.3.1e).

##### 4) 마디수

마디수는 양액의 최초 사용시기와  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  비율에 의해서 영향을 받지 않았으나  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 비율이 증가함에 따라 다소 증가하는 경향을 보였다(표 4.3.2). 마디수는 질소의 농도가  $16 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$ 일때 가장 많았고  $24 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$ 일때 가장 적었다.

##### 5) 엽록소 농도

엽의 엽록소 농도는 양액의 최초 사용시기와  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  비율에 의해서 영향을 받지 않았다(표 4.3.2). 그러나 질소비료의 농도가 증가함에 따라 엽록소 농도가 유의성 있게 급격히 증가하였다.

##### 6) % 건물중

식물체의 % 건물중은  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 비율에 의해서 영향을 받지 않았으나 접목활착후 시비시에 접목전 시비시 보다 유의성 있게 증가하였다(표 4.3.2). 식물의 전반적인 생육이 가장

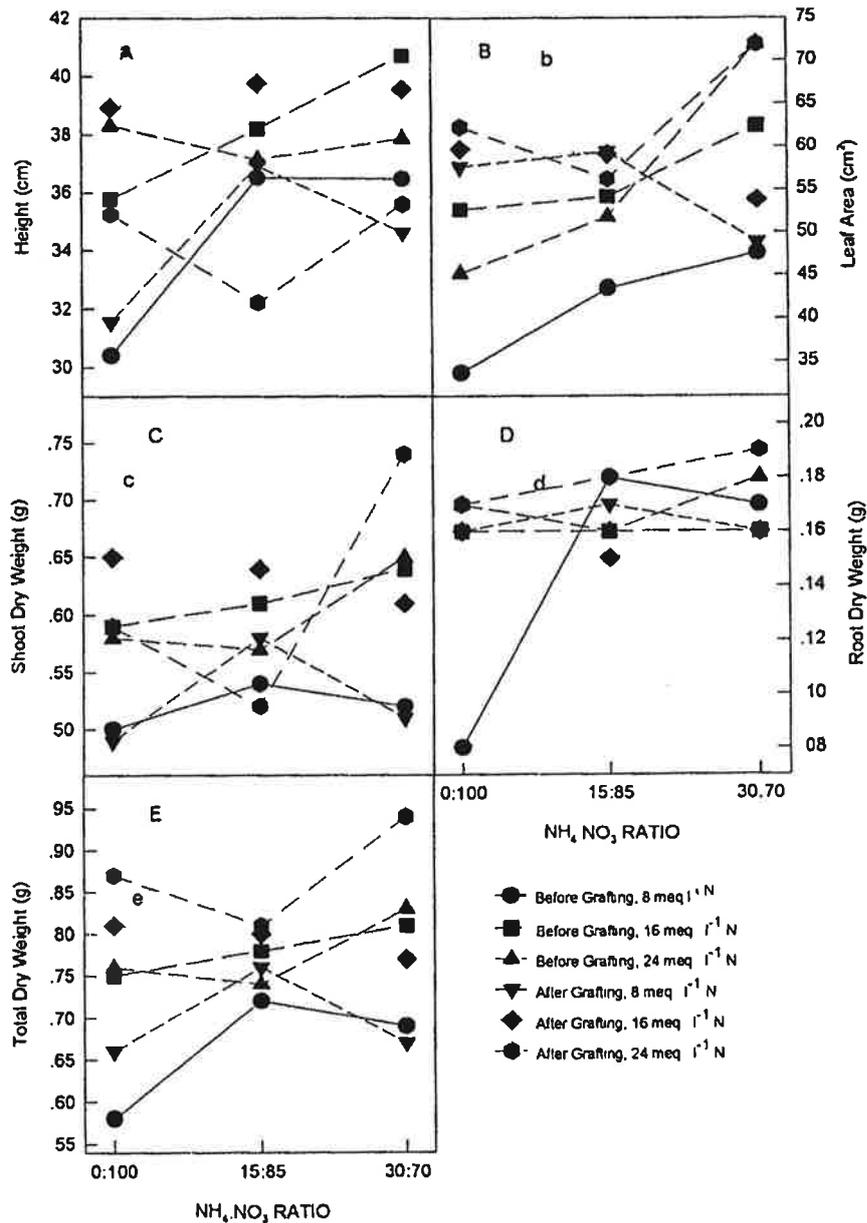


그림 4.3.1. 양액의 초기 시용시기와 양액내 질소농도 및  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  비율이 수박 공정묘의 초장, 엽면적, 건물중에 미치는 영향

양호했던 처리구인 질소농도 16 meq  $\cdot$   $\text{l}^{-1}$ 에서 현저히 낮았다.

#### 7) 배지의 pH

실험종료후의 배지 pH는 양액의 최초시용시기, 질소농도 및  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 비율에 의해서 영향을 받았다(표 4.3.2). 접목전 양액시용시 보다 접목활착후 양액시용시에 배지의 pH가 유의성 있게 더 낮았고 질소의 농도가 증가할수록 배지의 pH가 유의성 있게 높아졌다. 질

표 4.3.2. 양액의 초기 시용시기와 양액내 질소농도 및 NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> 비율이 수박 공정묘의 마디수, 총엽록소 농도, 건물율 및 배지의 pH와 EC에 미치는 영향<sup>a</sup>

양액시용 시기	질소농도 (meq · ℓ <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> 비율	마디수	총엽록소 농도 (μg · g fw <sup>-1</sup> )	건물율 (%)	배지의 pH	배지의 EC (mmho · cm <sup>-1</sup> )
접목전	8	0:100	4.57	160.25	6.13	5.40	0.10
		15:85	4.67	176.56	6.73	5.20	0.11
		30:70	5.59	214.44	6.65	5.26	0.09
	16	0:100	4.74	213.57	6.31	5.45	0.13
		15:85	4.89	248.68	6.10	5.41	0.12
		30:70	4.85	266.80	6.13	5.34	0.12
	24	0:100	4.10	320.91	6.57	5.43	0.17
		15:85	4.62	272.60	6.17	5.39	0.18
		30:70	4.33	237.64	6.62	5.46	0.16
평균	8	0:100	3.88	221.62	7.18	5.35	0.09
		15:85	4.53	191.24	6.92	5.26	0.11
		30:70	4.55	225.63	6.97	5.11	0.11
	16	0:100	5.20	182.28	6.32	5.33	0.13
		15:85	5.23	218.79	6.55	5.18	0.18
		30:70	5.22	214.03	6.82	5.32	0.14
	16	0:100	4.55	255.42	7.13	5.26	0.23
		15:85	3.88	272.22	7.28	5.33	0.14
		30:70	4.49	260.38	7.00	5.28	0.18
평균	양액시용 시기(A)	접목전	4.71	234.61	6.38	5.36	0.13
		접목후	4.62	226.85	6.91	5.26	0.14
		LSD <sub>0.05</sub>	0.27	30.12	0.16	0.03	0.01
	질소농도 (B)	8	4.63	198.29	6.76	5.26	0.10
		16	5.02	224.02	6.37	5.33	0.13
		24	4.33	269.86	6.79	5.35	0.17
	NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> 비율(C)	LSD <sub>0.05</sub>	0.33	36.89	0.20	0.04	0.02
		0 : 100	4.51	225.68	6.60	5.36	0.14
		15 : 85	4.64	230.03	6.62	5.29	0.14
LSD <sub>0.05</sub>	30 : 70	4.84	236.49	6.70	5.29	0.13	
	LSD <sub>0.05</sub>	0.33	36.89	0.20	0.04	0.02	
	LSD <sub>0.05</sub>	0.33	36.89	0.20	0.04	0.02	
A	ns	ns	**	**	*		
B	**	**	**	**	**		
C	ns	ns	ns	**	ns		
A×B	*	ns	ns	ns	ns		
A×C	ns	ns	ns	ns	ns		
B×C	ns	ns	ns	**	*		
A×B×C	ns	ns	**	**	**		
LSD <sub>0.05</sub>	0.80	90.35	0.48	0.10	0.04		

z \*\*, \*: 각각 1%, 5%에서 유의성있음; ns: 유의성없음.

소를 전량  $\text{NO}_3$ 로 시용한 배지의 pH가  $\text{NH}_4$ 를 혼용한 처리의 배지 pH보다 유의성 있게 높았는데, 이는  $\text{NH}_4$ 가 배지의 pH를 낮추는 반면  $\text{NO}_3$ 는 배지의 pH를 높이는<sup>5)</sup>데 기인한 것으로 사료된다.

#### 8) 배지의 전기전도도(EC)

배지의 EC는 접목전 양액시용시 보다 접목활착후 양액시용시에 유의성 있게 다소 높았고 질소의 농도가 증가할수록 유의성 있게 높아졌으나  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 비율에 의해서는 영향을 받지 않았다(표 4.3.2). 배지의 EC가  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 비율에 의해서는 영향을 받지 않은 것은 총질소비료의 30% 정도까지는  $\text{NH}_4$ 으로 공급해도 전반적인 이온의 흡수량과 흡수속도에는 차이가 없었음을 나타낸다. 사용전의 토질이 상토의 pH는 5.10였고 EC는  $0.12 \text{ mmho} \cdot \text{cm}^{-1}$ 이었던 점을 감안할때 상토의 pH는 육묘후 다소 높아졌으나 EC는  $24 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$  질소처리를 제외하고는 대부분의 처리에서 원래의 수준이나 그 이하의 수준으로 유지되었다. 그러므로  $24 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$  질소처리에서는 다소간의 무기양분이 상토에 누적되었고,  $8 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$  질소처리에서는 원래 상토내의 무기이온 농도 보다 오히려 낮아졌다. 이에 반해  $16 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$  질소처리에서는 무기양분의 허비없이 원래 상토의 EC수준으로 무기양분이 유지되어 좋은 묘를 생산하는데 매우 경제적인 수준의 시비가 이루어졌다고 볼 수 있다.

위에서 언급되었던 9가지 처리는 질소의 농도도 상이하었지만 총이온의 농도도 상이하었는데 그것은 질소의 농도와  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 비율에 의해 조정된 것이므로 이 실험의 결과에서 언급한 대로 질소의 농도에 의해서만 야기된 효과라고 단정할 수가 없다. 이 실험의 결과를 살펴보면 수박 플러그묘의 생육도 타작물의 경우와 마찬가지로 질소의 농도와  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 비율에 의해 크게 좌우됨을 알 수 있다. 전반적인 생육과 묘소질면에서 볼때 질소의 농도가  $16 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$ 전후이고  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 의 농도비율이 15%:85% 전후인 것이 가장 우수하였고 접목이전에 양액을 시용할때의 잇점은 없었다.

## 2. 양액의 질소농도, $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 비율 및 최초 사용시기에 따른 고추 공정묘의 생육

### 가. 결과요약

고추는 한국에서 가장 많이 재배하는 채소이며 전국 공정육묘온실의 주요작물이다. 그렇지만 고추묘 증가를 위해 특별히 개발된 액비는 없다. 본 연구는 양액의 이온농도와  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  비율이 고추 플러그묘의 생육에 미치는 효과를 실험하고 고추 플러그묘를 위한 양액의 개발을 위해 수행되었다.

녹광고추 종자를 1996년 9월 4일 토질이 상토를 채운 72구 플러그 트레이에 파종하였다. 이 트레이를 온도  $25^\circ\text{C}$ 와 상대습도 99%로 유지되는 발아실에서 3일간 발아시킨후 이들을 3반복 완전임의 배치로 온실 벤치로 옮겼다. 고추묘를 측면과 지붕이 통풍이 되는 플라스틱 온실에서 생육시켰고 총이온농도 19.0, 25.0, 그리고 31.0 meq/l 3수준과  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  비율 0:100, 15:85, 그리고 30:70 3수준으로 총 9개의 다른 양액을 관주하였다. 모든 용액의 인( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ )의 수준은 1.5 meq/l로 고정하고 다른 양분은 총이온농도에 따

라 보정되었다. 46일후 식물체의 생육과 1:5 회석법에 의해 배지의 pH와 EC를 측정하였다.

식물체의 초장과 엽수는 총이온농도가 낮을수록 줄어들었지만  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  비율에 의해서는 영향을 받지 않았다. 경경은 총이온농도가 19 meq/l인 처리구에서 유의성 있게 감소하였다. 엽면적은 총이온농도가 감소할수록, 그리고  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  비율이 증가할수록 감소하였다. 엽의 생체중과 건물중은 총이온농도가 19 meq/l인 처리구와  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  비율이 30:70인 처리구에서 유의성 있게 줄어들었다.

총이온농도가 19 meq/l에서 자란 묘는 가장 낮은 엽록소함량을 가졌기에 고추묘에는 바람직하지 못한 농도로 간주된다. 배지의 pH는  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  비율에 의해 영향을 받지 않았지만 총이온농도가 19 meq/l일때 가장 낮았다. 배지의 EC는  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  비율이 0:100인 처리구에서 감소하였고 총이온농도가 31 meq/l인 처리구에서 증가하였다. 녹광 고추 플러그묘는 총이온농도가 25 meq/l, 그리고  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  비율이 30:70 정도로 재배하는 것이 적정할 것으로 사료된다.

#### 나. 서연

고추는 한국에서 가장 방대하게 재배되는 채소작물이며, 건조시켜 가루로 만들거나 신선상태와 같은 다양한 형태로 소비되어 진다. 고추의 생산과 소비는 꾸준한 증가 추세에 있으며, 대부분의 이식된 고추작물은 약 3억본으로 추정되며 1997년 92,198 ha에 생육되었다. 고추 묘종의 생산은 고추의 안정적 공급을 위해 매우 중요하다. 전통적으로 고추육묘는 묘종의 영속적 이식이 행해지기전에 파종후 약 75일간 재배되어진다. 이것은 노동집약적이며 시간이 소요된다.

공정육묘생산기술은 1992년 처음으로 소개되었다. 비록 공정육묘 재배자들에 의해 공급되어진 묘종들은 여전히 전반적인 원예산업에 작은 부분이지만 각기 바닥면적당 0.5 ha의 약 60개의 상업적 공정육묘생산 온실이 있다. 대부분의 공정육묘재배는 고추, 수박, 토마토, 오이, 배추나 상치와 같은 채소작물이다. 다양한 육묘생산가운데 고추 육묘는 한국에서 주요 공정육묘시설재배 생산 품목이다. 이런 시설원예재배지에선 액비를 공급한다. 하지만, 아직 고추육묘재배를 위한 특별하게 발전, 연구된 액비는 없는 실정이다.

토마토와 같은 과실채소재배에서 육묘단계 기간동안에 질소영양의 공급이 중요하다는 것은 잘 알려져 있는 사실이다. 육묘단계에서 지나치게 많은 질소공급은 재생장으로 발전하여 시간을 단축시키거나 경우에 따라서는 과실수확 저하효과를 야기시킬수 있다. 하지만, 질소결핍은 노화된 잎에 백화현상을 야기시키며 과실크기를 감소시킨다고 알려져 있다.  $\text{NH}_4^+$ 와  $\text{NO}_3^-$ 는 높은 수준의 식물체 생산을 위한 두가지 주요 질소 공급원이다. 뿌리 부근에서 걸러진 질산염은 지표의 수질오염원이 된다. 식물종마다 매우 다양하게  $\text{NH}_4^+$ 와  $\text{NO}_3^-$ 에 반응한다(Haynes and Goh, 1978). 많은 식물체들은  $\text{NH}_4^+$ 보다  $\text{NO}_3^-$ 에 더 양호하게 생육한다고 보고되었다(Davis et al., 1986; Green and Holley, 1973). 반면에 많은 연구가들은(예, Gaffney et al., 1982)  $\text{NH}_4^+$ 는 식물에 생육부진과 독성증상을 야기한다고 입증되어졌다. 몇가지 보고에서 유해한 식물반응들은  $\text{NH}_4^+$ 흡수로 인해 배지의 pH를 낮추는 결과를 야기하거나, 이런 결과로 수소이온을 방출하게되는  $\text{NH}_4^+$ 양분의 간접적 효과

라는 이론이 제안되어 졌다(i. e. Bloom, 1988). 몇가지 종에서  $\text{NH}_4^+$ 와  $\text{NO}_3^-$ 의 결합은 수확량을 증가시키며 최적의  $\text{NH}_4^+$ 와  $\text{NO}_3^-$ 의 비율 또한 종에 따라 다양하게 변한다(Cox and Reisenauer, 1973; Jeong and Lee, 1992).

본연구는 양액에서 이온농도와  $\text{NH}_4^+$ 와  $\text{NO}_3^-$ 의 비율이 고추공정묘의 생육에 미치는 영향을 실시하였고, 고추 공정육묘를 위한 적정양액규명과 질소의 최소량과 질소의 질산염형태 규명을 위해 실험이 실시되었다.

#### 다. 재료 및 방법

녹광고추 중자를 1996년 9월 4일 토실이 상토(신안정밀주식회사, pH 5.10, EC 0.12 mmhos · cm<sup>-1</sup>, 1:5희석법)를 채운 72구(주식회사 범농) 플러그 트레이에 손으로 파종하고 진주영농조합법인 공정육묘장 발아실(27-28℃, 99% RH)에서 3일간 발아시켰다. 고추묘를 측면과 지붕이 통풍이 되는 플라스틱 온실에서 생육시켰고 실험구는 완전임의 배치법 3반복으로 배치되었다.

본 실험에 사용된 9가지 양액의 조성은 표 4.2.2.1과 같다. 질소 농도를 6.0, 9.0 및 0 meq · l<sup>-1</sup>로 하고  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ 의 농도비를 0:100, 15:85 및 30:70으로 설정하였다. 질소농도에 따라 인산을 제외한 다른 다량원소들의 상호간 비율이 거의 일정하게 유지하면서 농도를 조정하여 다량원소의 총농도를 19.0, 25.0 또는 31.0 meq · l<sup>-1</sup>로 조정하였다. 미량원소는 모든 처리에 공통으로 1.2 mg · l<sup>-1</sup> H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 0.12 mg · l<sup>-1</sup> CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O, 4.0 mg · l<sup>-1</sup> Fe-EDTA, 2.2 mg · l<sup>-1</sup> MnSO<sub>4</sub> · 4H<sub>2</sub>O, 0.08 mg · l<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>, 및 1.2 mg · l<sup>-1</sup> ZnSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O의 농도로 공급하였다. 액비는 100 l 플라스틱 용기에 조제하여 매관수시 마다 관주하였다.

46일째에 초장, 마디수, 생체중, 건물중, 엽면적 및 총엽록소 농도를 측정하였다. 생체중과 건물중을 이용하여 건물율을 산출하였다. 총엽록소 농도는 각 실험구에서 식물체의 잎을 채취하여 80%(v/v) 아세톤으로 추출하고 분광광도계(Uvikon 922, Kotron Instruments, Italy)를 이용하여 파장 645 nm와 663 nm에서 흡광도를 측정해, 다음과 같은 식을 이용해 산출하였다.

$$\text{총엽록소농도}(\mu\text{g} \cdot \text{g fw}^{-1}) = 20.29A_{645} + 8.02A_{663} \times \frac{\text{아세톤양}(m\ell)}{\text{생체중}(g)}$$

식물시료 채취후 처리마다 상토 시료를 3개씩 채취하여 1:5 희석법을 이용하여 pH와 전기전도도(EC)를 측정하였다. 상토를 72℃의 건조기에서 24시간 동안 건조시킨후 20 ml의 건조시료를 채취하여 증류수 100 ml과 혼합하여 24시간 동안 상온에서 분당 80회씩 진탕하는 진탕기(KMC-1205S, Vision Scientific Co., Ltd.)상에서 추출하여 kimwipes(S-150, 유한킴벌리) 3장을 통해 2회 여과시킨 다음 여과지(Advantec #2, Toyo, Tokyo) 1장을 통해 여과시킨 용액의 pH(Delta 320, Mettler-Toledo Ltd., England)와 EC(CM-53, Takemura Electric Works Ltd., Tokyo)를 측정하였다.

표 4.3.3. 실험에 사용된 양액의 질소농도, NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> 비율 및 다량원소의 농도

Solution Number	N Conc. (meq · ℓ <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> Ratio	Concentration (meq · ℓ <sup>-1</sup> ) of Macroelements							
			K	Ca	Mg	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Total
1	6.0	0.0 : 6.0	3.6	4.0	1.9	0.0	6.00	1.5	2.0	19.0
2	6.0	0.9 : 5.1	3.3	3.6	1.7	0.9	5.10	1.5	2.9	19.0
3	6.0	1.8 : 4.2	2.9	3.2	1.6	1.8	4.20	1.5	3.8	19.0
4	9.0	0.0 : 9.0	4.8	5.3	2.4	0.0	9.00	1.5	2.0	25.0
5	9.0	1.35 : 7.65	4.3	4.7	2.15	1.35	7.65	1.5	3.35	25.0
6	9.0	2.7 : 6.3	3.8	4.1	1.9	2.70	6.30	1.5	4.7	25.0
7	12.0	0.0 : 12.0	6.0	6.5	3.0	0.0	12.0	1.5	2.0	31.0
8	12.0	1.8 : 10.2	5.3	5.7	2.7	1.80	10.20	1.5	3.8	31.0
9	12.0	3.6 : 8.4	4.6	5.0	2.3	3.60	8.40	1.5	5.6	31.0

모든 용액의 미량원소 농도는 동일하였고 각 용액마다 mg · ℓ<sup>-1</sup>로 1.2 H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 0.12 CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O, 4.0 Fe-EDTA, 2.2 MnSO<sub>4</sub> · 4H<sub>2</sub>O, 0.08 H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> 및 1.2 ZnSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O를 첨가하였다.

#### 라. 결과

##### 1) 묘의 생육

총이온 농도가 증가할수록 초장과 엽수는 증가하였다. NH<sub>4</sub><sup>+</sup>가 30% 공급되었을 때 초장과 엽수가 조금씩 감소하는 경향을 보였지만 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>비율에 의한 유의성은 인정되지 않았다(그림 4.3.2과 표 4.3.3). 경경은 총이온 농도가 19 meq · ℓ<sup>-1</sup>일 때 유의성있게 감소되었지만 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>비율에 의한 효과는 없었다(표 4.3.3).

엽면적은 총이온 농도와 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>비율, 그리고 그들간의 상호작용에 의한 효과가 인정되었다. 엽면적은 총이온 농도가 증가할수록 현저하게 증가되었고, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>비율이 증가될수록 특히 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>가 30%일때 많은 감소를 보였다(그림 4.3.2a). 엽면적은 총이온 농도가 31 meq · ℓ<sup>-1</sup>일때에는 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>비율에 의해 좌우된다. 총이온 농도가 낮은 처리구와 비교해 보면 엽면적은 엽수의 증가에 비해 상대적으로 많이 증가하였는데 이것은 엽개개의 크기가 컸기 때문이다. 총이온 농도가 19 또는 25 meq · ℓ<sup>-1</sup>일 때 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>의 농도가 0% 그리고 15% 일때의 엽면적은 비슷하였다.

엽록소 농도는 총이온 농도 그리고 총이온 농도와 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>비율에 의한 상호작용에 의한 효과는 인정되었지만 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>비율에 의한 효과는 없었다. 총이온 농도가 19 meq · ℓ<sup>-1</sup>에서 자란 묘는 총엽록소 농도가 감소되었다(그림 4.3.2b). 총이온 농도가 31 meq · ℓ<sup>-1</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>비율이 30:70인 처리구에서 총엽록소 농도는 유의성 있게 감소하였다. 이 처리구에서는 약간의 암모늄 독소증상이 관찰되었고 이것은 엽록소 농도의 감소 원인일 것이다. 총이온 농도가 25 meq · ℓ<sup>-1</sup>이고 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>비율이 15:85일 때 엽록소 농도의 감소 원인은 명백하지 않았다. 총이온 농도가 19 meq · ℓ<sup>-1</sup>일 때 약간의 황화현상이 나타났다. 총이온 농도가 19 meq · ℓ<sup>-1</sup>일 때 총엽록소 농도는 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>비율이

30:70일 때 가장 높았고 이것은 질소가 충분하지 않을때는 질소의 형태는 문제되지 않았다.

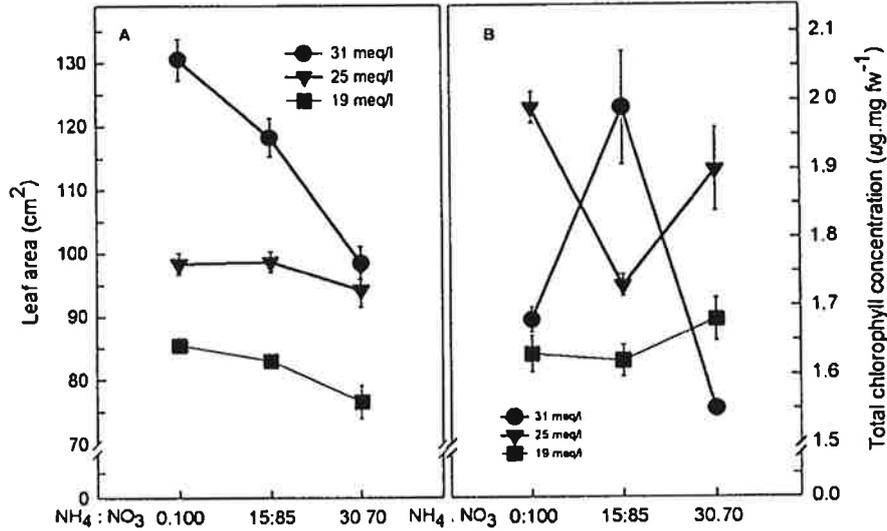


그림 4.3.2. 고추 공정묘의 엽면적(a)과 총엽록소 농도(b)

표 4.3.4. 양액내 총이온 농도와 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>비율이 고추 공정묘의 초장, 엽수, 경경, T/R 건물비, 건물율 및 배지의 pH와 EC에 미치는 영향<sup>a</sup>

NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> :NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 비율 (A)	총이온 농도 (meq·ℓ <sup>-1</sup> )(B)	초장 (mm)	엽수	경경 (mm)	T/R	건물율 (%)	배지	
							pH	EC (mS/cm)
0:100	19.0	257	10.6	2.6	4.2	11.6	6.89	0.17
	25.0	269	10.9	2.8	4.7	10.9	6.89	0.15
	31.0	271	11.4	2.6	3.8	10.9	6.60	0.22
15:85	19.0	258	10.9	2.6	3.8	11.6	6.72	0.15
	25.0	262	10.9	2.8	5.4	12.6	6.75	0.22
	31.0	273	11.4	2.9	4.2	11.3	6.53	0.24
30:70	19.0	239	10.4	2.6	3.5	11.4	6.77	0.24
	25.0	261	11.2	2.9	4.0	11.3	6.73	0.17
	31.0	267	10.6	2.7	3.8	10.5	6.74	0.19
A		ns	ns	ns	*	*	ns	*
B		*	*	*	**	ns	*	**
A×B		ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
LSD <sub>0.05</sub>		2.1	0.6	0.3	0.8	1.0	0.2	0.03

z \*\*, \*: 1%, 5%에서 유의성 있음; ns: 유의성 없음.

앞과 묘 전체의 생체중과 건물중은 총이온 농도와  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ 비율에 의한 효과가 인정되었다. 그러나 줄기와 뿌리의 생체중과 건물중은 처리에 의한 효과가 없었다. 특히 잎의 생체중과 건물중은 총이온 농도  $19 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$ 와  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ 비율이 30:70인 처리구에서 유의성 있게 작았다(그림 4.3.3와 4.3.4). T/R건물비는 총이온 농도와  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ 비율에 의한 효과가 인정되었다. T/R건물비는 총이온 농도가  $19 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$ 일 때  $\text{NH}_4^+$ 비율이 증가할수록 감소하는 것을 제외하고는 총이온 농도가  $25 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$ 일 때, 그리고  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ 비율이 30:70일 때 가장 높았다. 건물율은  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ 비율에 의한 영향은 인정되었지만 총이온 농도에 의한 효과는 나타나지 않았다(표 4.3.3).  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ 비율이 15:85 처리구에서 가장 높았다.

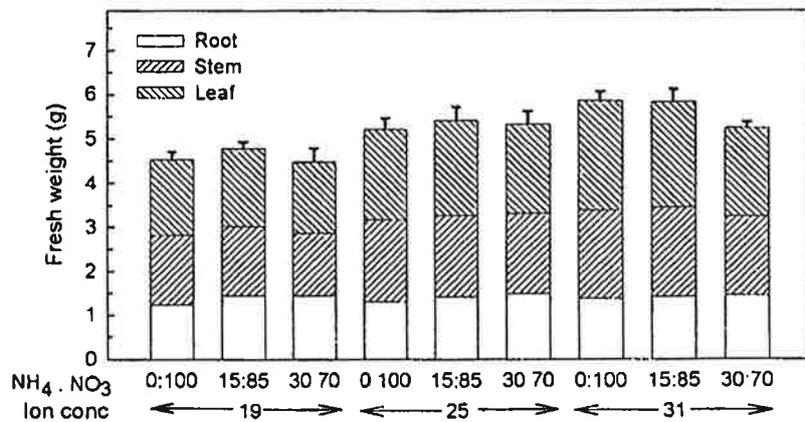


그림 4.3.3. 양액내 총이온 농도와  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ 비율이 고추 공정묘의 생체중에 미치는 영향

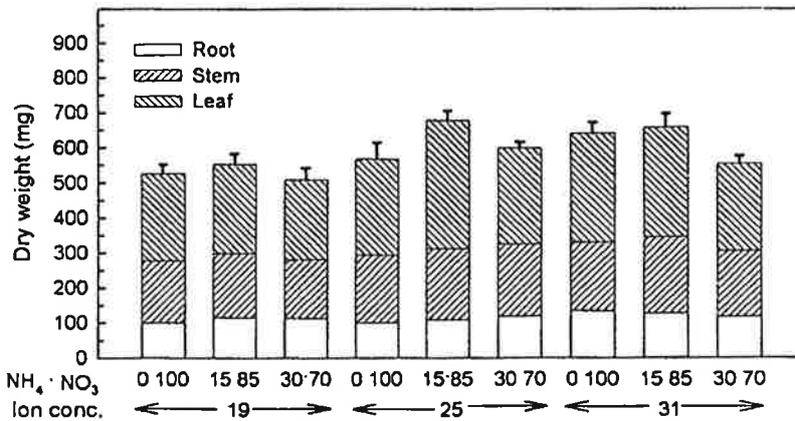


그림 4.3.4. 양액내 총이온 농도와  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ 비율이 고추 공정묘의 건물중에 미치는 영향

## 2) 배지의 pH와 EC

배지의 pH는  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ 비율에 의해 영향을 받지 않았지만 총이온 농도가  $31 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$ 일 때 가장 낮았다(표 4.3.3). 총이온 농도가  $31 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$ 인 처리구를 제외하고는 배지

의 pH는  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ 비율이 증가할수록 감소하는 경향이 있었다.  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ 비율이 증가할수록 배지의 pH가 낮아지는 것은  $\text{NH}_4^+$ 의 흡수와 함께  $\text{H}^+$ 가 흡수되기 때문이라고 생각되고 이것은 다른 연구에서 보고된 바 있다(Bloom, 1988; Haynes and Goh, 1978).

배지의 EC는  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ 비율, 총이온 농도 그리고 그들간의 상호작용에 의한 효과가 인정되었다(표 4.3.3). 총이온 농도가  $31 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$ 일 때 가장 높았으며 총이온 농도가 19, 25  $\text{meq} \cdot \ell^{-1}$ 일 때  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ 비율이 15:85처리구에서 감소하였다. 총이온 농도가 31  $\text{meq} \cdot \ell^{-1}$ 일 때  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ 비율이 30:70에서 EC가 가장 낮았는데 성장량과는 일치하지 않았다.

본 실험의 결과로 부터 녹광 고추 플러그묘는 총이온 농도가  $25 \text{ meq} \cdot \ell^{-1}$ , 그리고  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  비율이 30:70 정도로 재배하는 것이 적정할 것으로 사료된다.

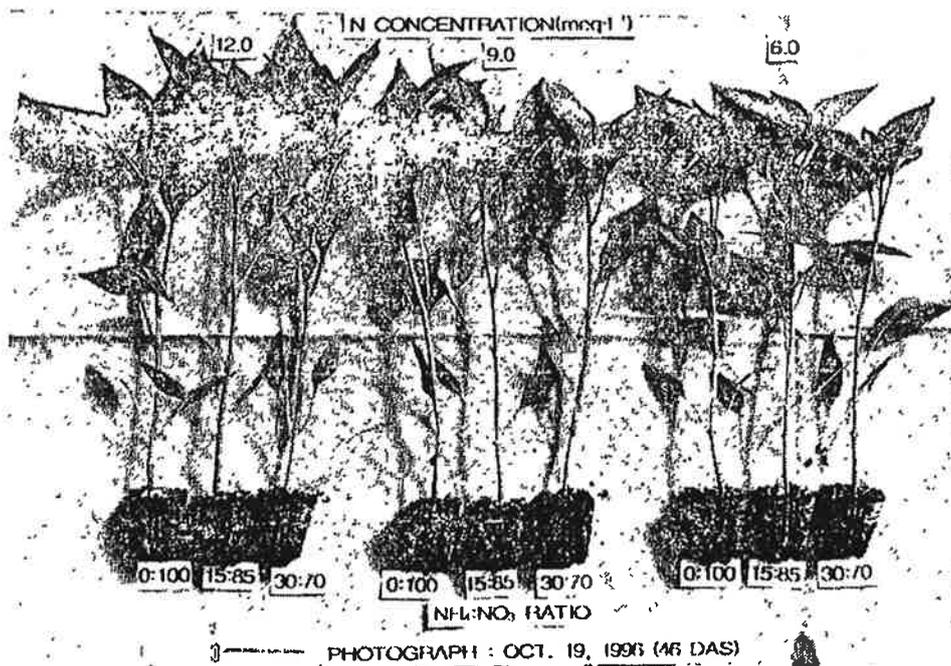


사진 4.3.1. 양액내 총이온 농도와  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ 비율이 고추 공정묘 생육에 미치는 영향

### 3. 주야간온도차(DIF)가 고추 및 토마토 플러그묘의 생육에 미치는 영향

#### 가. 서언

최근 고추와 토마토의 플러그 육묘가 급격히 증가하면서 재래식 육묘법은 점차 감소추세에 있다. 적은 용적내에서 성장시키는 플러그 육묘는 환경에 지배받는 것이 크기 때문에 적합한 환경요인, 즉 주야간 온도 조건에 대한 연구가 절실히 요구된다.

관행 육묘에서는 일정한 온도범위 내에서 야간온도를 저해시키면서 기온보다 지온을 높이는 것이 좋은 결과를 얻을수 있다고 보고되었다. 플러그 육묘에서는 최적환경의 유지를

통한 고품질묘의 생산이 요구되는데 야간온도를 생육한계 온도까지 저하시키는 것은 자칫 저온장해를 받아 화아분화 및 정식후 생육에 까지 영향을 미칠수 있다. 고추는 절간신장이 용이하게 일어나는 작물로서 플러그육묘와 같이 고밀도 육묘 시스템에서는 도장의 우려가 높다. 노지재배에서 묘가 강건하지 않으면 활착이 순조롭지 않으며 하우스 재배의 경우 도장한 연약한 묘는 정식후 개화결실에 악영향을 미쳐 생육 후반까지 초세가 왕성해지는 경우가 있다. 따라서 육묘시 도장하지 않을 강건한 묘를 생산할 필요가 있다.

정상적인 생육조건에서 주온과 야온이 고추묘의 생육에 미치는 영향은 야온보다는 주온이 더욱 크게 영향을 미친다고 하였다. 이와 유사한 실험결과가 화훼류에서도 보고되었는데 백합의 주야온도에 의한 초장 조절에서 주야간의 온도편차(difference between day temperature and night temperature:DIF)에 의해 초장조절이 가능하다고 하였으며, 특히 -DIF day temperature조건에서 초장이 억제되었다고 하였다. 몇몇 연구자들은 오이, 고추, 토마토와 같은 채소류에서도 DIF처리에 잘 반응한다고 보고하였다.

본 실험은 플러그육묘에 있어서 주야간 온도 조건이 고추와 토마토 육묘 생육에 미치는 영향을 알아보기 위해서 실시하였다.

#### 나. 재료 및 방법

본 실험에 사용된 재료는 '녹광' (홍농종묘) 고추종자를 1996년 9월 16일에 '토마토'(다끼종묘) 토마토 종자를 9월 30일에 72구 plug tray에 파종기를 이용해 파종한 후 질석으로 복토를 하고 관수하였다. 육묘용 배지로는 토실이 상토(공정육묘전용 상토)를 이용하였고 발아실에서 최아시켜 육묘베드로 옮겨 재배하였다.

10월 23일에 주야간 온도를 조절할수 있는 배양실에 넣어 11월 11일 까지 실험을 실시하였다. 실험기간중 온실작물용 액비를 매일 1회 관주하고 명기 12시간 암기 12시간을 주고 명기동안에는  $140 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 광강도  $1000 \text{ mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ 의  $\text{CO}_2$ 를 공급하였다. 파종8주후 식물체의 생체중, 건물중, 엽수, 엽면적, 초장, 경장, 경경 및 총엽록소 함량을 측정하였다. 생체중과 건물중을 이용하여 건물율을 산출하였다. 총엽록소 농도는 각 실험구에서 식물체의 잎을 채취하여 80%(v/v) 아세톤으로 추출하고 분광광도계(Uvikon 922, Kotron Instruments, Italy)를 이용하여 파장 645 nm와 663 nm에서 흡광도를 측정해, 다음과 같은 식을 이용해 산출하였다.

$$\text{총엽록소농도}(\mu\text{g} \cdot \text{g fw}^{-1}) = 20.29A_{645} + 8.02A_{663} \times \frac{\text{아세톤양}(\text{mL})}{\text{생체중}(\text{g})}$$

처리구는 표 4.3.5.에 나타내었다.

표 4.3.5. 실험에 사용된 DIF와 명기 및 암기의 온도

처리구	명기 (°C)	암기 (°C)
+ DIF	25	17
0 DIF	21	21
변온 DIF	17(2h)25(10h)	17(10h)25(2h)

다. 실험 결과

1) 고추

초장은 거의 비슷한 수준은 보이나 변온 DIF에서 조금 긴 것으로 나타났다. T/R율은 온도처리에 따른 뿌리 생체중의 변화는 없는 것으로 보아 이러한 차이는 지상부의 변화에 기인되는 것으로 판단되며 야간온도가 높을수록 지상부의 생육이 빈약함을 알 수 있다. 엽록소 함량은 변온 DIF에서 높게 나타났고, DIF에서 엽록소 함량이 적어 황화 현상이 두드러 졌다(표 4.3.6). 생체중과 건물중은 +DIF에서 변온 DIF에서 비슷한 양상을 보이고 있고 0DIF일 때 생체중과 건물중의 차이가 너무 심하게 나타나는데 이것은 실험 과정 중 지하부에 물이 너무 많이 들어있었거나 지하부가 얇고 길게 자란 것이 많기 때문이었다(그림 4.3.5). 엽면적에 대한 주야 온도차 처리의 영향은 변온 DIF처리구에서 높게 나타났으며, 주간온도가 낮고 야간온도가 높은 처리구에서 높게 나타났으며 주간온도가 낮고 야간온도가 높은 처리구에서 낮게 나타났다(표 4.3.6). 경경도 변온 DIF에서 가장 높았고 +DIF에서 낮게 나타났다.

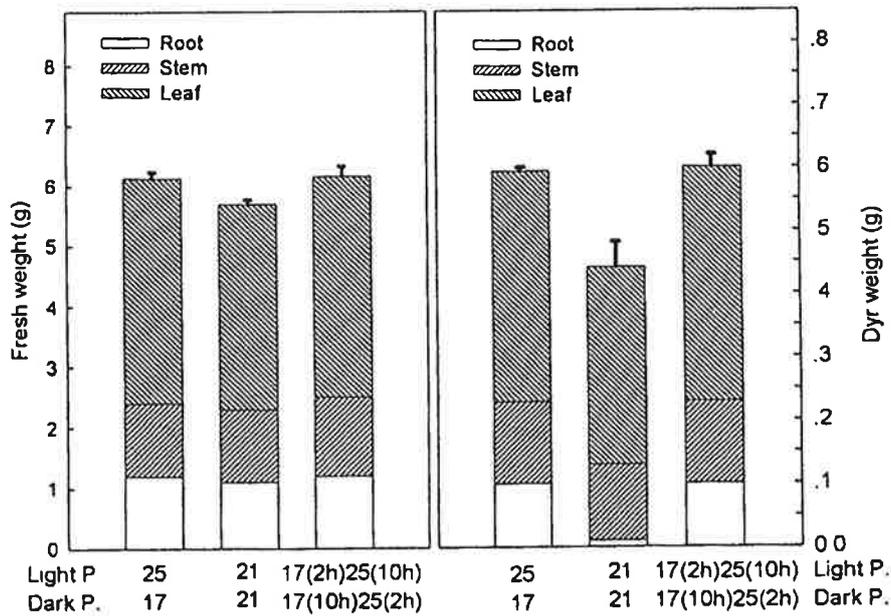


그림 4.3.5. 주야간 온도차가 고추 플러그묘의 생체중과 건물중에 미치는 영향

표 4.3.6. 주야간 온도차가 고추 플러그묘의 생육에 미치는 영향

	초장 (cm)	경장 (cm)	경경 (cm)	엽수	엽면적 (cm <sup>2</sup> )	T/R비	건물율	총엽록소 함량 (μg · mgfw <sup>-1</sup> )
+ DIF	22.9	13.9	0.27	15.7	141.1	4.98	9.57	2.53
0 DIF	21.9	13.8	0.30	17.0	126.7	4.64	9.09	2.07
변온 DIF	23.1	14.0	0.32	17.0	147.3	4.93	9.65	2.54
F-test	ns	ns	**	ns	*	ns	ns	ns

\*\* , \* : 각각 1%, 5%에서 유의성있음; ns: 유의성없음.

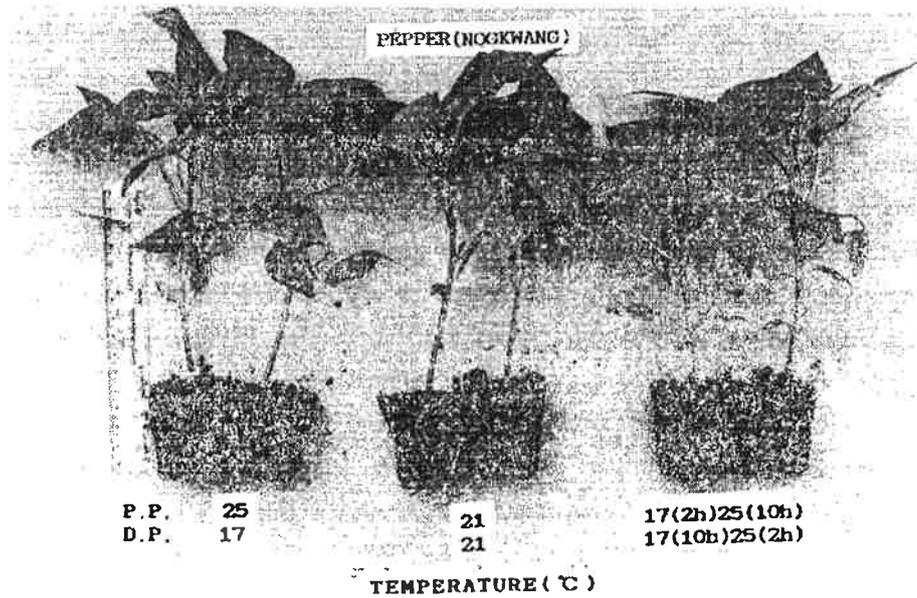


사진 4.3.2. 주야간 온도차가 고추 플러그묘의 생육에 미치는 영향

2) 토마토

생체중과 건물중은 변온 DIF에서 높게 나타났으며 지하부 생체중과 건물중은 +DIF에서 유의성 있게 높았다(그림 4.3.7). 초장과 경장은 고추와 마찬가지로 0DIF보다 변온 DIF

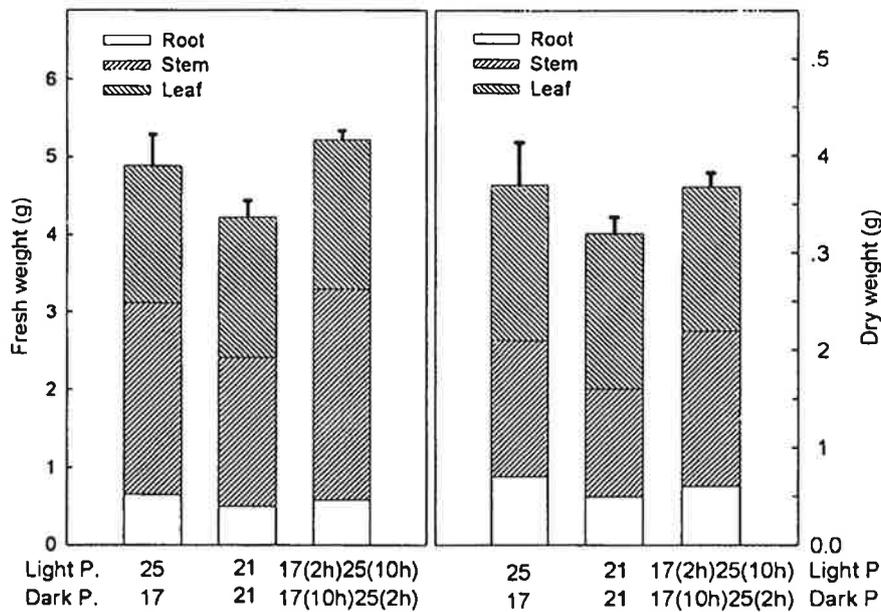


그림 4.3.7. 주야간 온도차가 토마토 플러그묘의 생체중과 건물중에 미치는 영향

에서 유의성 있게 길었다. 변온DIF에서 경경과 T/R 건물비가 유의성 있게 높았으나 엽록소 농도가 가장 낮았으나 그 유의성은 인정되지 않았다(표 4.3.7).

표 4.3.7. 주야간 온도차가 토마토 플러그묘의 생육에 미치는 영향<sup>a</sup>

	초장 (cm)	경장 (cm)	경경 (cm)	엽수	엽면적 (cm <sup>2</sup> )	T/R비	건물율	총엽록소 함량 ( $\mu\text{g} \cdot \text{mg fw}^{-1}$ )
+ DIF	30.9	19.3	0.30	43.3	124.2	4.49	7.11	2.05
0 DIF	24.8	14.4	0.28	42.0	112.5	5.21	7.24	2.14
변온 DIF	31.9	20.4	0.35	43.3	119.0	5.77	7.56	1.41
F-test	**	**	**	ns	ns	*	ns	ns

<sup>a</sup> \*\*, \*: 각각 1%, 5%에서 유의성있음; ns: 유의성없음.

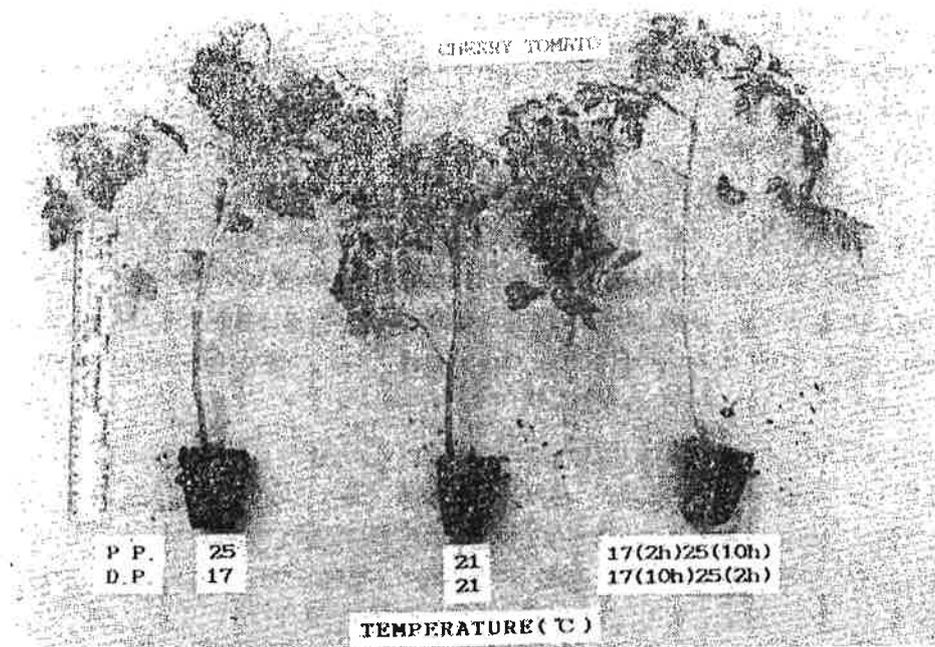


사진 4.3.3. 주야간 온도차가 토마토 플러그묘의 생육에 미치는 영향

#### 4. 공정묘의 연중생산을 위한 작부체계 모형과 작부체계별 생산 계획도

##### 가. 고추(육묘시기 기준)

###### 1) 현재의 주요 작형

2월말-3월초 : 노지 재배용, 경남 합천, 거창, 산청, 하동 등(60일묘)

5월초-6월말 : 억제하우스용, 전남 나주, 화순 등

6월말-7월중순 : 축성하우스용, 경남 밀양

7월말-10월말 : 축성하우스용, 경남 창녕, 진주, 전남 일부지역 및 기타 대부분 지역

2) 현재의 작형으로도 공정육묘장은 풀가동이 가능하며 재배농가에서는 주로 1년 내내 재배하는 작형을 가지고 있다.

3) 개발이 필요한 또는 수요가 있는 작형

7월 정식(5월 파종) 작형의 개발이 요구된다. 여름의 태풍이나 자연재해에 대한 불안감에서 비롯되는 고정관념으로 인하여 단경기의 재배를 꺼리고 있다. 난방비와 인력 수급의 문제점이 없으므로 매우 매력있는 작형이 될 것이다.

노지고추의 주산지는 주로 산간지역이고 이 지역에서는 9월에 서리가 오면 신선 홍고추의 생산이 중단되므로 기존 작형의 하우스 홍고추의 출하 개시기까지의 공급이 절대적으로 부족한 실정으므로 이 작형의 개발이 더욱 필요하다.

나. 수박(정식시기 기준)

1) 현재의 주요 작형

12월-2월 : 축성하우스용, 오이나 호박 후작으로, 경남 합천, 창녕, 진주, 함안

3월-4월 : 하우스용, 집중 정식기, 경남 수박재배지역 전역, 딸기나 호박 후작용 또는 빈하우스 재배용, 현재의 문제작형임, 재배의 집중으로 수박가격의 폭락을 자초함

5월-6월 : 노지 재배용, 경남 함양, 거창, 산청, 전북 고창, 정읍 등

8월 : 하우스용, 경남 합천, 의령, 함안, 11월-12월 출하용으로 경쟁력이 매우 높은 작형임, 연료비가 전혀 필요없고 인력 수급이 매우 용이한 작형임

9월-11월 : 하우스용, 특정 지역에 집중되는 것은 없이 전국적으로 판매 됨

2) 현재 고추의 작형과 서로 관련을 지어 재배되고 있고 재배농가에서는 주로 4개월간 재배하는 작형을 가지고 있다.

3) 개발이 필요한 또는 수요가 있는 작형

현재 생산의 일시적 과잉이 문제시 되고 있다. 3월이후 정식하는 작형은 항상 시세가 불안하고 년중의 최저 시세이므로 3월-4월 정식작형의 회피하는 것이 바람직하다. 3월-4월 정식 작형시는 수박대신 양상치 등의 양채류 정식이 권장된다. 이 기간동안의 대체작형으로는 배추도 불안한 간작이라고 생각된다.

재배 농가의 소득이 가장 큰 작형은 10월-12월 출하 작형이다. 이때는 고가를 형성하고, 주로 제례의식이나 행사용 등으로 이용되며 이 시기의 과잉 생산될 경우 소비가 적으므로 가격의 폭락이 우려된다.

기존의 인기품종이었던 대과종에서 복수박이나 귀공자 등의 소과종으로의 소비 기호변화가 일어나고 있어 이러한 작형의 개발이 요구된다.

다. 오이(정식시기 기준)

1) 현재의 주요 작형

1월-3월 : 하우스용 접목묘로서 봄오이 작형, 경남 함양, 산청, 거창, 창녕, 함안, 전남 구례, 순천 등

4월-5월 : 거의 심지 않음, 강원도 산간지역에 일부 재배되는 작형

7월-8월 : 하우스 재배 전지역에서 소량씩 이용

9월 : 전라남도 오이 특산지역

10월-12월 : 진주, 전라남도 해변지역(보성, 여천, 고흥, 해남, 벌교)

2) 현재 경남지역에서는 3개월 재배후 수확하는 간작 중심이고 전라 및 충청 지역에서는 6개월 재배작형을 가지고 있다.

3) 개발이 필요한 또는 수요가 있는 작형

현재로서는 공정육묘장의 인기 작형이나 전 육묘실을 이용하기가 곤란한 작물이다.

라. 토마토(정식기 기준)

1) 현재의 주요 작형

12월-2월 : 연동온실의 오이 후작용, 특정 지역은 없음, 70% 정도가 전라도와 충청도 일부지역이고 이 지역들의 주 생산(정식)시기는 9월임, 일반 토마토는 경남 고성, 함안, 진주, 김해

3월-4월 : 거의 없음

5월 : 노지 고랭지 재배, 강원도, 경남 거창, 전북 무주 등

7월 : 억제하우스용, 경남 김해, 창녕 등, 고소득 작형으로 10월-11월 출하용으로 여름 고온으로 재배가 매우 어려움

8월-9월 : 하우스용, 충남 부여, 논산, 김제, 김천 등

10월-11월 : 하우스 재배용

2) 현재의 재배농가에서는 주로 1년 내내 재배하는 작형을 가지고 있다.

3) 개발이 필요한 또는 수요가 있는 작형

8월-9월 출하 작형의 확대가 매우 바람직하고 요구되고 있다. 그러나 여름 고온으로 육묘가 매우 어려워 확대가 일어나고 있지 않고 고랭지 육묘시도 어려움이 있다. 경남지역의 일반 공정육묘장에서 육묘시 제1화방 착과가 8마디가 아닌 13마디에서 착과하는데 이는 고온, 특히 야간의 고온과 포화점 이상의 광도와 관련이 있는 것으로 추정되고 있지만 정확한 연구결과가 없다. 현재의 국내의 농한기인 여름에 차광작업을 해야하는 노동력의 필요로 육묘 및 재배농가에서 회피하고 있다. 육묘시 야온이 18℃이하시, 건조로 수분 스트레스 받을시, 또는 차광막이나 페인트 등으로 차광시에 정상적으로 착과시키는 농가도(예, 경남 창녕군 남지의 강인규씨) 있다. 여름 재배용 토마토 품종의 육묘 작형의 개발도 필요하다.

## 제 4 절 플러그 접목묘 재배생산 시험

### 1. 과채류의 접목묘 생산을 위한 종합적 재검토

가. 서론

우리나라 현 농업여건을 선진국과 비교해 볼 때 토지중심의 노동집약적인 방법에서 탈

피하여 자본집약적이고 첨단기술을 도입한 기업적인 산업 형태로 탈바꿈 해야 할 시점에 와 있다.

정부는 첨단 기술을 집약시킨 시설농업의 현대화 사업에 역점을 두고 기술농업의 제3혁명이라 할 수 있는 식물공장형 라인 시스템을 육묘사업에 적용시켜 양질의 묘를 실수요자에게 공급하여야 할 것이다.

묘 농사가 반농사라는 말이 있는 것처럼 농업생산 전반에 걸쳐 지대한 영향을 미치는 것이 양질의 생산에 있다. 즉 묘의 질은 채소의 수량과 품질에 결정적 영향을 미치는데, 오랫동안 작물을 재배해 온 주산지에서도 각 농가마다 대목의 선택, 접목방법 및 육묘과정의 관리기술 즉 묘의 생산양식에 큰 차이가 있는데, 이는 농가의 생산성 제고를 위해서도 일원화 시켜야 될 것이다. 특히 시설원예는 작부체계가 다양하고 고정화, 주년화 함에 따라 연작장애가 심하게 발생하는데 이를 극복하기 위해 1970년대부터 시설재배에 양액재배와 접목재배를 도입하여 내병성 강화, 수량증가, 품질향상 등 안정적 재배방법을 지속적으로 개발시켰다. 과채류의 접목재배는 수박의 만할병 피해를 경감시킬 목적으로 시작되었는데 최근에는 참외, 멜론, 오이 토마토, 가지 등 작물의 시설재배 면적이 확대되어 연작재배가 보편화 됨에 따라 대부분 연작재배지역 특히 시설내 재배에서 필수적인 재배기술로 대두되고 있다. 접목재배는 대목의 왕성한 뿌리 활동으로 토양 전염성 병의 경감외에 저온신장성, 초세의 강화, 흡비력 향상, 내건, 내한성 등의 목적으로 실시되고 있다.

현재 농가에서 실행하고 있는 수박, 오이, 멜론 등의 접목방법은 대부분 삼접, 호접 등 40년 전부터 행하여 온 방법으로 활착율이 약 80~85% 정도로 낮고 많은 노력이 소요되어 접목묘 생산에 어려움을 겪고 있는 실정이다.

#### 나. 접목방법의 이론적 배경

과채류의 접목재배는 박과 채소류의 덩굴쪄짐병 및 탄저병, 역병 등 토양전염성 병해를 회피하기 위한 수단으로 실용화 되었으며, 내병성 강화의 목적 외에도 시설재배에서의 저온신장성의 증대, 대목의 왕성한 발육에 의한 흡비력 향상, 수량증대 등의 목적으로 최근에는 박과 채소 뿐만 아니라 가지과 작물에게까지 확대 보급이 이루어지고 있다.

최근에는 접목능율과 활착율의 향상을 위해서 대목의 자엽을 일부 또는 완전 제거하여 기계화 할려고 하는 노력이 뚜렷하며, 생육의 촉진 및 과실의 품질향상을 위하여 단근삼목접목(단근삼접)방법을 사용하고 있으며, 접목부의 지지를 위한 재료도 집게형크립에서 튜브형바이오 크립, 핀, 링 등으로 발전하고 있으나 최근에는 지지구를 사용하지않는 방법으로 검토되고 있다.

과채류의 접목시 선택하는 대목은 사용하는 목적이 뚜렷해야 하며, 맹목적으로 선택해서는 안된다. 재배할려고 하는 품종과의 친화력, 계절적인 작형에 적합한 온도의 적응성, 지역의 특수한 병에 따른 내병성 대목의 도입 등이 필요하게 되었으며, 대목 각각의 특성을 이해하고 사용할 필요가 있다고 지적하고 하고 있다. 예를 들면 수박의 경우 많이 사용하고 있는 4종류의 대목 특성을 조사한 결과, 수량성 착과성 과실비대성 모두가 양호한 박계통의 대목이 우수하고, 다음으로 과실비대는 약간 떨어지지만 착과성이 좋은 동아계통의 대목이 수량이 높다고 하였으며, 호박은 착과성이 좋고, 공대는 과실의 비대가 나빠지고

수량 또한 떨어지며, 과실의 형상은 박이 우수하고 다음으로 동아, 공대이며 호박은 현저하게 떨어진다고 하였다. 육질면에서 보면 동아, 공대가 가장 연하고 호박이 가장 단단하며 박은 중간 정도였다. 이들 결과에 의해 종래의 호박을 대신하는 대목으로서는 박이 가장 바람직하고 다음으로 동아, 공대이며 호박은 가장 사용하기 어려운 대목이라 하였고, 수박 및 Oriental melon의 만할병 방제를 위해서 신토좌, 흑종, 참박 등을 이용하여 접목한 후, 친화성 및 내병성을 검토하였다.

近藤은 참외는 수박에 비하여 유묘의 배축이 가늘고 연약하여 접목조작이 어려울 뿐만 아니라 접목 직후의 적온범위도 좁아서 접목재배가 힘들고 대목용 호박으로는 백국좌, 신토좌 등이 사용되고 있으나, 백국좌는 왜화주를 발생시켜 감수의 원인이 되기는 하지만 심부과의 발생이 적고 결실이 안정되는 특징이 있으며, net형 노지메론은 저온기에는 저온신장성이 강한 신토좌 호박이 생산성이 높고 고온기 대목으로는冬瓜나 健脚이 효과적이라 하였다.

田中은 배축의 유관속은 6개, 박이나 호박은 8~10개이다. 배축의 길이는 제 1본엽 전개 시기까지의 고온, 다습, 차광, 밀파 등으로 가늘어 지지않도록 세심한 주의를 요하며 생육단계의 진전에 따라 수차례에 걸쳐 중주유관속이나 부분적인 유관속이 발전하여 왕성한 생육을 한다고 하였으며, 또한 접목활착구조는 매우 복잡하여 얼마간의 과정이 연속적으로 진행하고, 최종적으로 대목과 수목이 모두 성장할 수 있는 조건이 필요하며, 접착부의 사부와 목부가 연결되어 점차 발전해서 양,수분의 교류가 활발하게 되어 활착된다고 하였다.

畠田은 접목 후의 활착과정을 접목 상처면의 유합, 양수분의 교류, 접수와 대목의 정상적인 성장 등 세 과정으로 구분하였고, 박대목에 수박을 접목하여 조직부의 해부 조사를 한 결과 접목 후 3일부터 유합이 일어나고, 4일부터 세포가 완전히 비대하여 6~7일에 완전 활착하며, 접합부는 세포막의 비후부분이 많고, 또한 접목 후 접수와 대목에 유세포가 분열 3일부터 유상조직이 형성되며 7일에는 대목과 접수의 형성층 둘레가 연결되어지는 것을 관찰하였으며, 활착단계를 접착기, 유착기, 융착기, 활착기의 4단계로 분류하고 세포조직의 활동 내지는 유합과정을 다음과 같이 표현하였다. 접착면의 세포벽 후화, 세포후막벽의 박화에 의한 해소, 섬교유착, 대접조직과 세포혼입, 조직의 방사극성의 전환, 유관속 연결줄기의 분화형성, 일부 연사의 융착, 사부와 목부의 연결색분화, 유관속계의 연결완료, 정상적인 생육으로 발달하고 접목에서 대목과 접수가 유관속 또는 형성층이 꼭 접착하는 것은 아니라고 하였다.

安田은 접목 직후 4~5일간 다습조건에서 관리하면 성장점에 물방울이 고여 이상묘(순몇이묘)의 발생이 많다고 하였다. 金光은 접수의 육묘시 동화작용이 좋지못한 조건에서 관리하게 되면 이상묘(도장묘)의 발생이 많으므로 채광에 특별히 유의하여야 한다고 하였다.

온도는 접목 후 3~4일간은 대목과 접수의 유합을 촉진시키기 위해 주간에는 약간 고온 상태인 28~32℃, 야간은 22~25℃로 하고, 습도는 100% 가까운 상태로 유지하여야 하며, 광도 역시 3~4일간은 위조 방지를 위해 접목상을 밀폐한 상태에서 32℃를 넘지 않도록 검은 한냉사 등으로 차광하고 그 후는 아침 저녁으로 광선을 많이 받게 하여 광합성을 활발하게 하고 유합이 촉진되도록 관리하는 것이 매우 중요하다고 강조하고 있다.

板木, 表등은 접목묘의 활착을 촉진시키기 위해서는 온도는 27~30℃, 습도는 80~100%RH이며 적당한 일사와 탄산가스 등도 관여한다고 하였고, 박과 채소의 접목방법에는 삼접, 호접, 활접의 3종류가 주축이 되나 최근 우리나라의 수박접목에는 삼접과 단근삼접 또는 단근맞접이 주가 되며 농가에 따라서는 간혹 호접이 사용되기도 한다.

信岡은 접목의 활착촉진을 위해서는 습도를 높게 유지해 주는 것이 중요하다고 하였다. 그러나 습도가 과포화 상태로 되면 식물체에 결로가 일어나 접합면에 병원균이 쉽게 침입하기 때문에 저면급수 매트를 이용하여 간이 순화장치를 개발 이용하는 것이 좋다고 하였다.

John은 접목활착 조건에서 온도, 습도는 물질대사 활동을 조절하여 접목 접합부의 건조를 방지하며, 또한 접목 후 절단면의 세포벽과 세포입자의 괴사물질층을 형성하여 유합되는데 유합세포 형태는 대목과 접수의 슈베린층 아래의 유관속층이며, 그들 세포가 유합, 연결된다고 하였다.

Seung은 접목활착과정을 조직학적으로 관찰한 결과 대목과 접수의 절단면에 괴저현상이 일어나고 그 아랫 부분에 새로운 세포 조직이 생성되는 것을 Callus라 부르며, 세포의 유연조직이 생성되어 Callus내의 세포는 새로운 형성층으로 분화해가며 대목과 접수 사이에 유관속을 연결하며, 새로운 형성층을 생성하여 사관부와 목질부 세포로 된다고 하였고, 활착을 촉진시키기 위해서는 온도를 높여 세포의 분열을 빠르게 하여 성장을 촉진시켜야 하고, Callus내의 세포막 건조를 막기 위해 습도를 높게 유지한다고 하였다.

石津, 田中은 수박 접목시 대목의 파종이 빠르거나 접목이 늦어지면 호박이나 참박대목에서는 배축이 단단하게 되고 배축내의 공동이 크게 되어 접목 후의 활착율이 현저하게 저하된다고 하였다. 반대로 대목의 파종이 너무 늦으면 삼접을 할 경우 대목의 배축이 파열되고 冬瓜계통의 대목은 배축이 가늘어서 접목이 어렵다고 하였다. 이와 같이 접목을 행할 경우에 파종이 빠르거나 늦어지면 접목 조작이나 활착면에 큰 영향이 나타나므로 대목의 종류나 접목방법에 따라서 적기에 파종하는 것이 중요하다고 하였다.

#### 다. 접목활착 상태의 조직학적 관찰

##### 1) 접목활착

대목에 수박의 접수를 부착시킨 후 시간이 경과함에 따라 접목부의 조직을 횡절하여 관찰하면 유합을 위해서 callus가 발생하는 부위나 발달의 속도는 대목의 종류, 묘령, 활착 환경, 개체, 접목자의 숙련도 등에 따라 약간의 차이는 있지만 조직학적인 상태를 해부관찰해 본 결과는 사진 4.4.1과 같다.

접목 48시간이 경과(①)된 조직의 횡단면을 보면 절단조직의 표면이 괴사하는 형태로 나타났고, 종단면(⑤)은 세포가 허물 허물한 형태로 나타났으며 접합은 잘 나타나지 않으나 괴저현상에 의해서 전분이 집적되어 사진상 흑색으로 관찰되었고, 접목 72(②)시간이 경과한 후에는 절단면의 괴저 부분이 더 확대되어 상당 부분이 괴사된것으로 나타났다. 접목 96시간이 경과(③)되었을 경우에는 새로운 세포가 형성되어 유합상태를 나타내었으며, 괴저에 의한 전분입자의 수가 현저하게 감소하고 부분적으로는 완전하게 된 조직이 관찰되었다. 접목 120시간이 경과(④)한 조직에서는 세포가 완전히 비대하여 유합된 것이

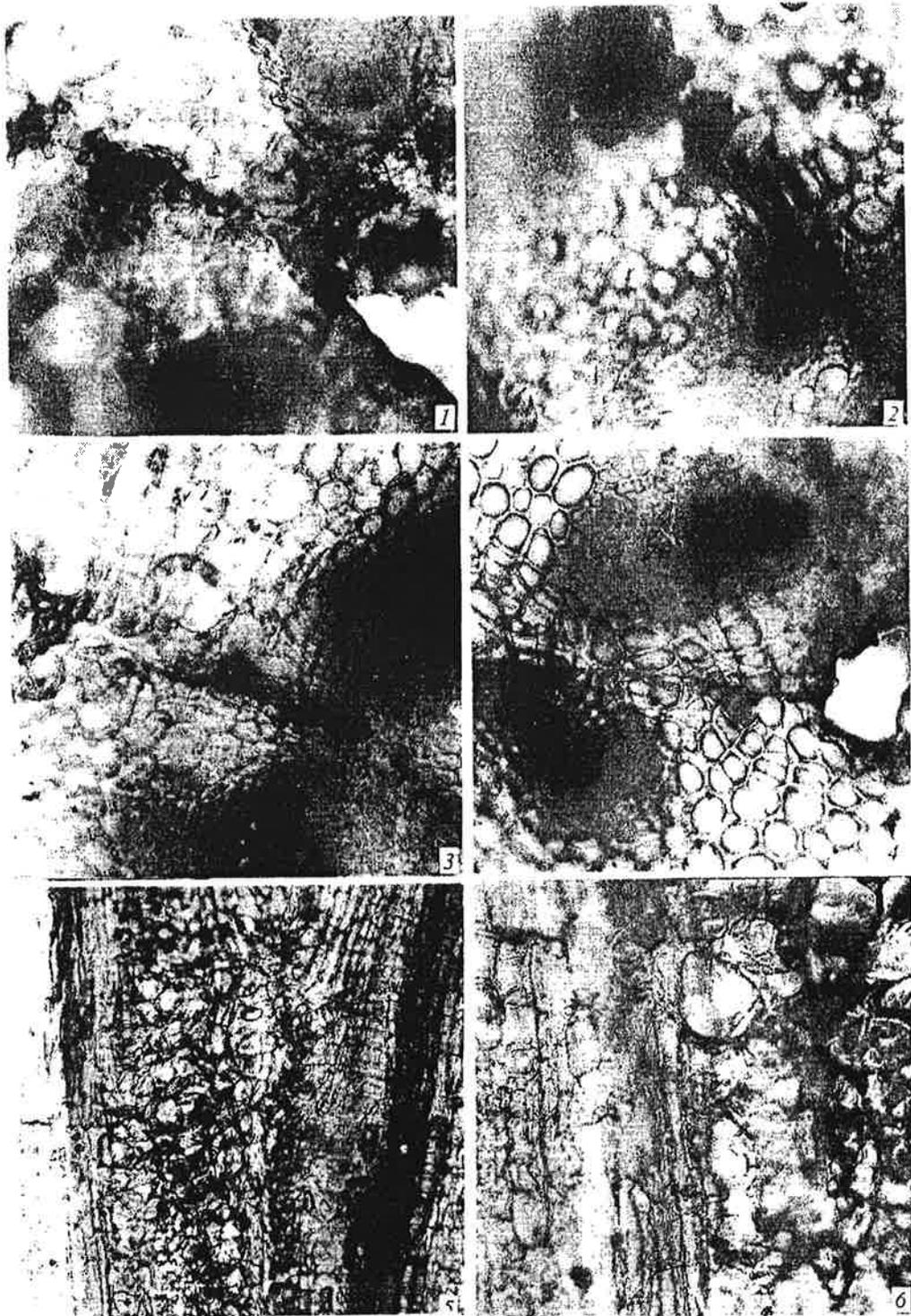


사진 4.4.1. 수박접목후의 경과시간에 따른 유합과정을 현미경으로 촬영한 상태  
 1. 48 시간 경과후의 상태 / 2. 72 시간 경과후의 상태  
 3. 96 시간 경과후의 상태 / 4. 120시간 경과후의 상태 (1~4: 횡단면의 상태)  
 5. 48 시간 경과후의 상태 / 6. 120 시간 경과후의 상태(5~6: 종단면의 상태)

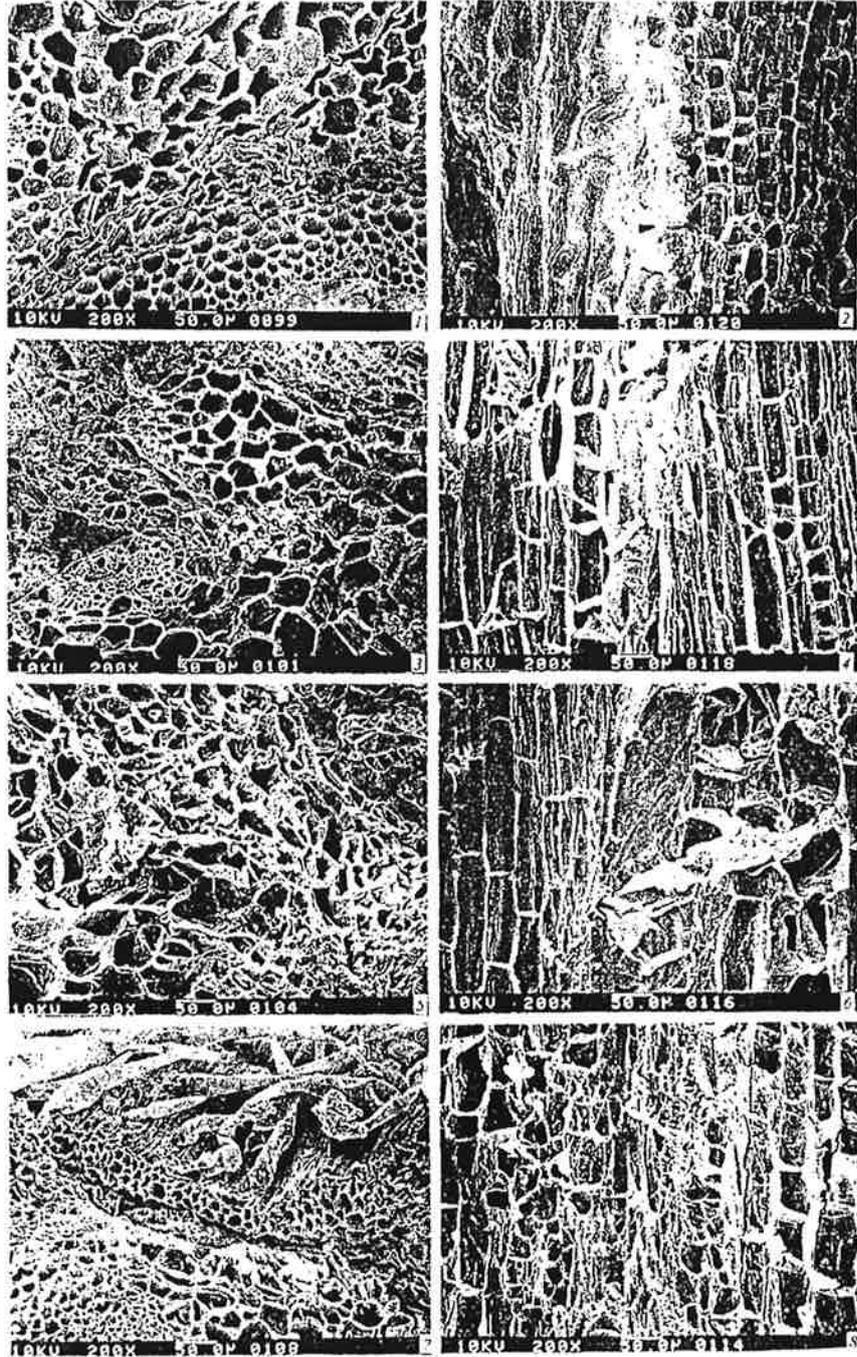


사진 4.4.2. 수박접목후의 경과시간에 따른 유합과정을 전자현미경으로 촬영한 상태  
 1. 48 시간 경과후의 상태 / 2. 48 시간 경과후의 상태 / 3. 72 시간 경과후의 상태  
 4. 72 시간 경과후의 상태 / 5. 96 시간 경과후의 상태 / 6. 96 시간 경과  
 7. 120 시간 경과후의 상태 / 8. 120 시간 경과후의 상태  
 (1, 3, 5, 7: 횡단면의 상태, 2, 4, 6, 8: 종단면의 상태)

관찰되었으며 괴저조직의 전분입자 소진을 확인할 수 있었다.

한편 종단면으로 절단하여 유합상태(㉔)를 관찰해 본 결과 대목과 접수의 경계면이 뚜렷해지며 괴저된 조직이 없이 완전한 유합 상태로 관찰되었다. 近藤)는 접목과 동시에 절단면 조직이 합해지기 시작하여 접목 후 24시간이 경과하면 유착기(adhesive stage)로 대목과 접수가 유합하여, 양 수분이 전류하게 되는데 접목 후 대개 3~4일이 경과한다고 하였으며 이 시기를 융착기(fusion stage)라 하였고, 그 후 활착의 최종단계를 활착기(graft union stage)라 칭하며 관리상태에 따라 이 단계를 완료하는데 접목 후 8~10일이 소요된다고 하였다.

사진 4.4.2는 유합과정을 전자현미경으로 관찰했는데 접목 48시간이 경과(㉑)한 횡단면은 세포가 찌그러져 있음을 볼 수 있으며 종단면(㉒)은 허물 허물한 상태를 나타내었다. 그러나, 광학 현미경에서 관찰되었던 괴저조직의 흑색 입자는 고정, 탈수, 코팅하는 과정에서 소진되어 사진상에는 나타나지 않았다. 접목 72시간이 경과한 횡단면(㉓)의 세포는 절단된 부분에 유세포의 발달이 보이며 부분적으로는 유합상태를 보이나 아직은 부분적으로 떨어져 있는 부분이 많음을 알 수 있었고, 종단면(㉔)은 양 세포의 면에서 새로운 세포가 발달하는 것이 관찰되며, 접목 96시간이 경과된 횡단면(㉕)의 세포는 많은 부분에서 복구가 이루어졌음이 확인되었으며, 종단면(㉖)의 세포도 주변이 깨끗한 느낌을 줄 정도로 유합과정에 있음을 알 수 있다. 접목 120시간이 경과한 후의 횡단면(㉗)은 접목부분이 겹질 쪽에 있었으므로 절단되어 부착된 내부에서 새로운 세포가 발달하여 생장함을 볼 수 있고, 종단면(㉘)에서는 접합부분에서 유합이 일어나는 것을 확인할 수가 있었다. 倉田)는 접목 후 활착과정에 대해서 접목 후 3일부터 유합이 일어나고 4일부터 세포가 비대하여 6~7일에는 완전 활착하고 접착부분은 비후해지는 부분이 많아지며, 접목 후 접수와 대목에 유세포가 분열된 3일부터 유상조직이 형성되며 7일에는 대목과 접수의 형성층 둘레가 연결되는 것을 관찰하였다고 하였는데 이는 본 실험의 결과와 유사하였다.

#### 라. 접목후의 관리

접목용 대목이나 접수를 파종할때 사용하는 용기는 작물의 종류나 품종에 따라 다소 차이가 있지만 대개 128구~200구를 사용하고 있다. 또한 접목시 묘의 크기나 배축의 굵기, 업수, 접목의 위치, 접수와 비교한 대목의 육묘기간, 접수의 육묘기간, 접목후의 시간경과와 유합정도에 따른 온도와 습도, 광도와 풍속의 관리는 획일적으로 말하기는 곤란하지만 대체로 계절이나 접목의 방법, 관리방법에 따라 다르지만 보통 다음과 같은 방법으로 하는 것이 무난할것으로 판단된다.

표 4.4.1. 가지접목의 준비와 접목후 관리

파종 트레이	128~200구
접목시 묘의 크기	줄기의 굵기 : 1.8~2.3mm 접수 : 고온기는 본엽이 2매 전후, 저온기 2.5매전후
접목의 위치	배축(대목 : 지제부에서 약 4cm, 접수 : 자엽의 밑으로 약 1cm

<계속>

접수와 비교한 대목의 육묘기간	같거나 1일정도 더 육묘한다.
접수의 접목시까지 육묘일수	11~2월에는 27일 전후, 3~4, 9~10월은 22~25일, 5~8월에는 17~21일 정도 육묘하면 된다.
접목후의 육묘관리	접목이 완료된 후에는 트레이에 저면관수한다. 온도는 25~28℃, 습도는 93~95%(시들지 않도록 3일간) 3일째 저녁때 부터는 순화하고, 5일째는 일반 관리한다. 관리온도가 지나치게 높으면 3일정도에서 부정근이 발생한다.

표 4.4.2. 토마토 접목의 준비와 접목후 관리

파종 트레이	128~200구(128구가 가장 좋음)
접목시 묘의 크기	줄기의 굵기 : 2~2.5mm 접수 : 본엽이 2.5매 전후
접목의 위치	떡잎과 제 1본엽사이에서 절단 또는 절간이 웃자랐을 경우에는 대목과 접수의 줄기의 굵기가 비슷한 위치에서 절단하고 절간이 짧은 경우는 접목이 불가능하다.
접수와 비교한 대목의 육묘기간	11~2월의 경우는 4~5일, 3~4월의 경우는 2~3일 5~8월의 경우는 1~2일정도 더 육묘한다.
접수의 접목시까지 육묘일수	11~2월에는 35~40일, 3~4, 9~10월 30일 전후 5~8월에는 25일 정도 육묘하면 된다.
접목후의 육묘관리	접목이 완료된 후에는 트레이에 저면관수한다. 온도는 25~28℃, 습도는 93~95%(시들지 않도록 4일간) 4일째 저녁때 부터 순화하고, 6일째는 일반관리한다.

표 4.4.3. 오이접목의 준비와 접목후 관리

파종 트레이	128구 또는 평상에도 파종이 가능함		
접목시 묘의 크기	접수 : 제1본엽의 크기가 쌀알~콩알크기일때 대목 : 편엽접→제 1본엽의 크기가 콩알정도~1cm정도 쌍엽접→본엽 1매		
접목의 위치	접수 : 자엽에서 1cm 밑에서 절단(편엽은 약간 경사지게, 쌍엽은 평평하게 자른다) 대목 : 편엽접→대목의 속잎과 자엽 한잎을 제거 쌍엽접→대목의 속잎을 도려낸다(대목은 단근을 원칙으로 한다).		
접수와 비교한 대목의 육묘기간		편엽접	쌍엽접
	11~2월	+1일	+3~4일
	3~4월, 9~10월	±0일	+2~3일
	5~8월	+0~1일	+2일

<계속>

접수의 접목시까지 육묘일수	11~2월 3~4, 9~10월 3~8월	12~13일 10~12일 8~10일
접목후의 육묘관리	충분히 관수한 72구의 트레이에 삼목한다. 온도는 28℃, 습도는 98%(시들지 않도록) 4일간 관리하고, 그 후 는 온도 25~28℃, 습도 93%(시들지 않는 습도) 1일간, 5일째부터 순화하며, 7일째 부터는 일반관리(5일째부터 온습도가 높으면 부 정근이 발생)한다.	

표 4.4.4. 수박접목의 준비와 접목후 관리

파종 트레이	128구 또는 육묘상자, 평상 등에도 파종이 가능함		
접목시 묘의 크기	접수 : 제 1본엽의 크기가 쌀알~콩알크기일때 대목 : 편엽접→제 1본엽의 크기가 콩알정도~1cm정도 크기 쌍엽접→본엽 1매		
접목의 위치	접수 : 자엽기부 1cm 밑에서 절단(편엽은 평평하게, 쌍엽은 비스듬 하게 자른다) 대목 : 편엽접→대목의 속잎과 자엽 한잎을 제거 쌍엽접→대목의 속잎을 도려낸다(대목은 단근을 원칙으로 한다).		
접수와 비교한 대목 육묘기간		편엽접	쌍엽접
	11~2월	-1일	+4~5일
	3~4월, 9~10월	-1~2일	+4일
	5~8월	-2~3일	+3~4일
접수의 접목시까지 육묘일수	11~2월 3~4, 9~10월 3~8월	15일 13일 10~13일	
접목후의 육묘관리	충분히 관수한 72구의 트레이에 삼목한다. 온도는 28℃, 습도는 98%(시들지 않도록) 4일간 관리하고, 그 후 는 온도 25~28℃, 습도 93%(시들지 않는 습도) 1일간, 5일째부터 순화하며, 7일째 부터는 일반 관리한다.		

마. 접목묘 생산의 문제점

박과채소에서는 접목묘의 재배가 일반화 내지는 보편화되고 가지과 채소에서도 일본과  
같이 수요가 증가됨에 따라 접목묘 재배시 발생하는 위조증상, 자근발생, 왜화현상 등 여  
러 가지 장애를 당하는 경우가 많은데 이러한 장애현상을 단순하게 생각해서는 안된다.

1) 식물의 친화성

접목활착후 대목과 접수와의 접합능력을 친화성 또는 화합성이라 한다. 접목의 기술이  
미미할때에는 접목기술의 숙련도에 따라서 친화성이 좌우되었으나 현재는 접목기술의 발달

로 거의 100%에 가깝게 활착하고 있으나 접목활착후 시간의 경과에 따라 왜화, 황화증상, 급성위조증상 등을 일으키는 경우가 있다.

대목의 친화성이란 ①저온신장성 ②심근성 ③흡비성 ④내건성 ⑤품질성 등을 들 수 있는데 이러한 사항이 대목을 선택하는데 있어서 가장 중요한 일이다.

## 2) 위조증상(시들휘상)

접목묘에서 흔히 일어나는 현상이며 우리나라 각지에서 발생하고 있다. 첫 증상은 맑은 날 첫잎이 시들휘었다가 비가오거나 흐리거나, 아침 저녁으로 회복이 되고 이러한 현상이 반복되는 과정에서 고사하게 되는, 소위 덩굴쪼김병과 같이 뿌리에 이상이 있던지 아니면 접합부분의 물질병목현상일 경우도 있다. 대개 정식 1개월쯤에서 나타나며 영양소모나 수분의 손실이 많은 시기 즉 착과 전후 또는 과일 비대기에 발생한다.

일반적으로 배수불량한 땅이나 대묘를 정식한 경우에 많이 발생하지만 때로는 연작지에서 많이 발생하고 기계화한 논토양에서 간혹 발생되는 경우가 있다.

원인은 세가지가 있는데 ①세균성에 의한 경우와 ②생리적인 장애 물리적인 장애로 생각되며, ①, ②의 경우는 접목불친화와 접목기술의 문제로 생각할 수 있으며, 의경우는 배수불량으로 생각할 수 있다.

### ㉠ 친화성이 결여된 경우

㉡ 접목기술의 미흡으로 유합조직의 발달이 미흡하여 접목활착후 기부의 도관이 폐쇄되어 뿌리로 부터의 수분흡수와 잎 줄기로 부터의 수분 증산의 균형이 맞지 않을때(물질이동의 병목현상)

㉢ 세균성 위조의 경우는 접목시 절단면의 오염에 의해 접착불량의 부분에 잡균이 오염되어 발병하는 경우도 있다.

위와 같은 위조의 방지방법으로

가) 대목의 선택을 신중히 하여야 한다(호박계통의 대목).

나) 접목시 완전한 유합을 위하여 절단면을 고르게 한다.

다) 접목시 환경을 청결히 하고 깨끗한 물(오존수 또는 증류수)을 사용한다.

라) 유묘를 사용하고 운반에 주의한다.

마) 높은이랑을 만들어 뿌리의 발달을 도모한다.

## 3) 자근의 발생

접수와 대목의 접합부분에 접수에서 발근하여 어린줄기의 도관부에 까지 신장되어 있는 상태를 말하며, 대개 덩굴쪼김병으로 나타난다.

## 4) 대목의 부패현상

대목의 배축이 연부(허물허물)되어서 넘어지거나 떡잎이 갈변하는 현상이 나타난다. 이것은 주로 잘록병, 역병, 탄저병 등에 의해 일어난다. 대개 병에 감염된 흙을 사용하거나 접목시 오염된 물, 손에 의해서 접목된 경우, 활착촉진실내의 저온다습조건에서 많이 발생하며 야간의 다습시에 발생이 심하다.

## 5) 왜화현상

정식 후 덩굴이 30-40cm로 자랐을 경우에 나타난다. 잎이 안쪽으로 말리며 황색으로 변

하는데 뿌리의 발달이 거의 없고 갈변하여 고사하게 된다.

접목불친화성에 기인하며 대목의 유관속이 퇴화하여 양,수분의 흡수기능이 상실되기 때문이다. 어릴때는 정상발육을 하다가 차츰 양,수분의 양을 많이 필요로 하는 시기에 잘 발생한다. 대책으로

- 가) 대목의 계통과 품종의 특성을 잘 이해하고 선택한다.
- 나) 접목시 절단면의 유착이 잘 되도록 한다.
- 다) 접목시 깨끗한 환경을 유지할 수 있도록 한다.
- 라) 노화묘를 피하고 운반이나 이식시에 상처나지 않도록 주의해야 한다.

바. 접목묘 생산기술 개발

#### 1) 접목활착 환경

온도가 높을 때 온도를 낮추기 위해 차광을 강하게 하면 연약하고 도장된 묘가 되므로 가능한한 광을 많이 받을 수 있도록 하여야 하는데 핀접목일 경우에는 삼수가 조금이라도 시들면 안되므로 차광을 하고 과습상태로 유지하므로, 이러한 환경조건에서는 연약하고 도장묘가 될 수밖에 없다. 꽃이삼목접은 약간시들어도 분무해서 사용하면 되고 또 습도조절이 가능하므로 건묘육성이 가능한 접목방법이다.

가) 육묘초기의 습관

- (1) 토마토는 끝까지 그 습관이 지속된다.
- (2) 오이는 그 습관이 재배환경에 따라 바뀐다.
- (3) 타작물에 대한 검토가 필요하다.

나) 도장묘가 문제가 된다.

- (1) 직사각형의 묘, 즉 절간이 길고 줄기의 굵기가 작은묘를 통칭하여 도장묘라 하는데 특별한 객관적인 기준은 없으나 보편적으로 개인적인 판단기준에 따르나 대개 초보자나 공직자가 관리하는 경우에 많이 발생하며 다습하거나 야간온도가 높을 때 많이 발생한다.
- (2) 정상적인 육묘를 위해서는 트레이일 경우 50~72구가 정상적인 것 같으나 작물의 종류, 육묘기간에 따라 고려해야 할 문제이다. 특히나 육묘기간의 결정은 소비자의 취향에 맞추어 적기에 출하하여야 하는데 그것을 결정하는 문제가 성패를 좌우하는 요인이 된다.
- (3) 50~72구트레이나 6cm폭드에 약간의 흙을 섞어넣는 것이 본포에서 활착이 빠르며(친화성의 조장-정식지의 산흙을 넣어서 익숙할 수 있도록 적용시키는 결과로 해석), 상토단용으로 육묘를 하게되면 뿌리의 노화가 촉진되는 경향이다.

#### 2) 접목의 요점

- 가) 대목, 접수공히접목 2일전에 수분을 억제하고, 온도를 낮추어야 한다.
- 나) 도관의 결합과 상하면의 원활한 유합조직의 발달을 촉진하기 위해 접수의 절단면을 길게 하여 그림 4.4.1과 같이 대목의 윗부분(①)과 아랫부분(②)에 각각 1mm의 여유가 생기도록 한다.

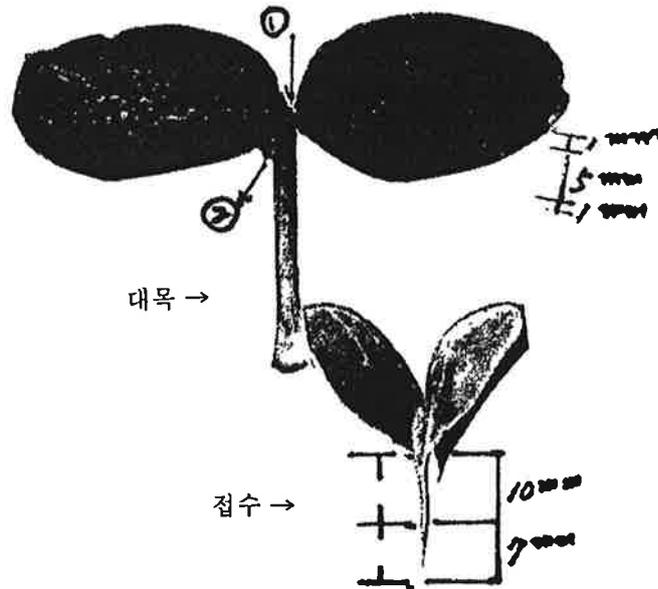


그림 4.4.1. 대목과 접수의 형태

다) 주의점

(1) 접수의 형성

접수는 그림과 같이 7mm 길이로 면이 바르게 자르고(바르게 자르기 위해선 중지를 사용)시들지 않도록 해야하며 청결한 장소에서 작업을 한다.(그림 4.4.2)

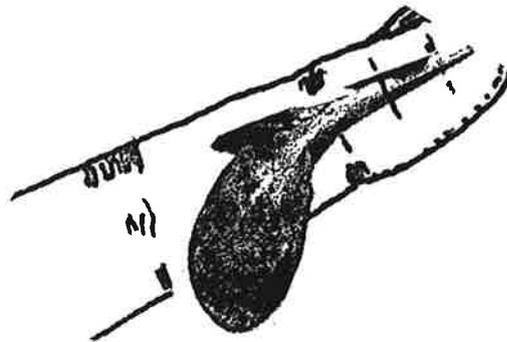


그림 4.4.2. 접수의 절단방법

(2) 대목의 처리

대목은 그림 4.4.3과 같은 칼을 사용하여 본엽이 나오는 방향의 떡잎(자엽)쪽으로 칼을 질 대목 줄기의 자엽기부 5mm 밑에 구멍이 나도록 정교하게 찌른다.

(3) 대목에 접수의 삽입

접수를 대목에 삽입하는데 잘려진 부분이 대목의 안쪽으로 행하게하며 대목줄기 밑면의 구멍으로 접수가 약 1mm 정도 보이게 삽입하고 대목의 위면에도 접수의 잘려진 부분이 약 1mm 정도 남도록하여 위, 아래부분에 유합조직이 발달하여 견고하게 유합(유착)되도록 하여야 하며, 삽입할 때 도관의 연결(발달:4개이상)이 접목의 성패를 좌우하며, 접수는 대목과 수직 수직이 되게 하여야 하며 접목부위는 둥글고 통통하게 된것이 정상이다.



그림 4.4.3. 접목칼의 모양

3) 접목방법에 따른 접목부위의 형태(그림 4.4.4)

- 가) 튜브나 크립을 사용했을 경우 접목부위가 홀쭉하게 되므로 사용하지 않는 것이 좋다.
- 나) 핀을 상용했을 경우 도장묘가 될 우려가 높으며 특히 토마토는 대묘로 생산하여야 하므로 관리, 운반, 정식, 기타 작업관리시 접목부위가 부러지기 쉽다.

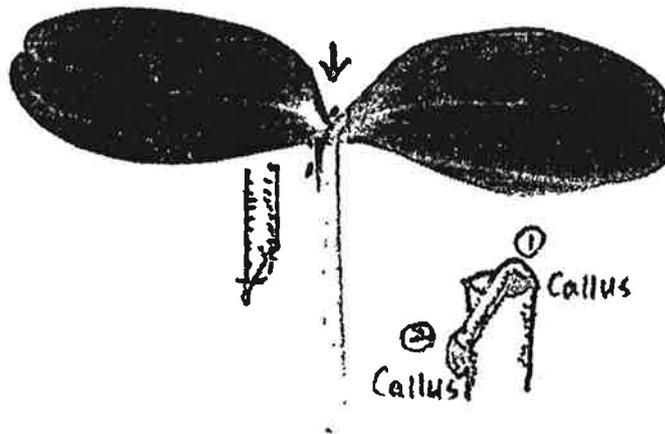


그림 4.4.4. 접목후의 형태

다) 삽접(꽃이접)

계절에 관계없이 좋은 방법으로 판단되지만 최고의 방법은 아니므로 각자 많은 연구, 검토가 필요하며, 어떤 경우라도 지지구를 사용하지 않는 방법으로 연구 검토되어야 할 것이다.

라) 배축의 굵기

대목 및 접수의 종자를 파종 후 8일에 묘의 초장 및 자엽의 크기를 조사한 결과 접수

의 평균초장은 7.8cm, 자엽장은 3.0cm, 자엽 1cm이하 절단면의 굵기는 1.18~1.77이었고 평균치는  $1.50 \pm 0.08$ 이며 배축의 굵기범위분포는 표 4.4.5와 같다.

표 4.4.5. 수박 '달고나'의 접목적기 접수의 자엽 1cm 밑부분의 배축의 굵기정도

접수의 굵기	1.18~1.35mm	1.36~1.56mm	1.57~1.77mm
비율(%)*	17.1	60.7	22.2

\* 1,000개체를 조사 분류함

한편 대목은 FR-단토스를 파종하여 접목적기에 1,000개체 조사한 결과 초장은 7.12cm, 자엽장은 3.94cm, 대목배축의 굵기는 2.50~3.55cm였고, 평균배축의 굵기는  $2.9 \pm 0.15$ 였다.

#### 4) 실제 접목묘의 유합부 관찰

각 접목방법별 접목부위의 형태를 살펴보면 ① 대목의 자엽 2매에 삼접, 짜개접 ② 자엽 1매에 크립 맞접과 편접 ③ 대목 무자엽에 크립과 편접 ④ 대목 자엽 2매에 배축옆에 삼입하는 등 구분하여 접목을 실시한 결과는 사진 4.4.3과 같다.

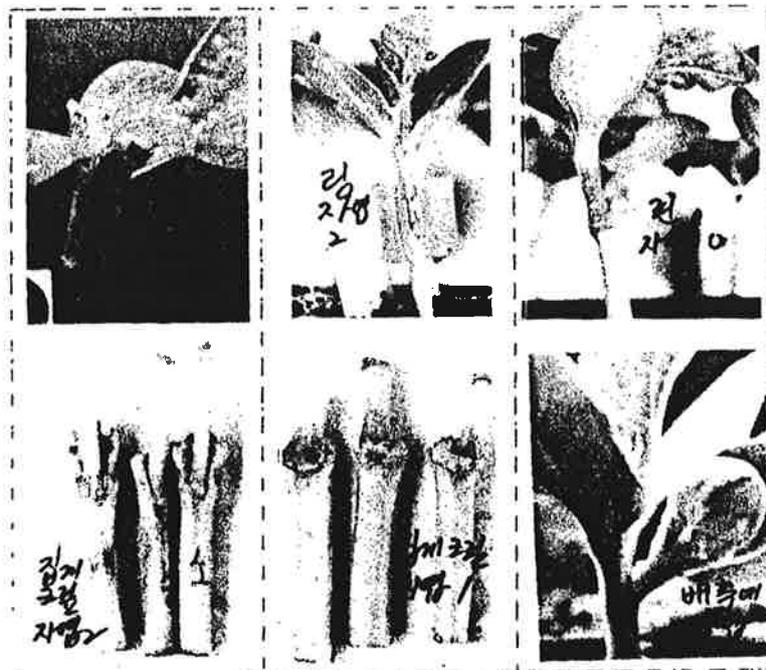


사진 4.4.3. 접목방법별 접목부위의 형태

사진 4.4.4는 맞접과 짜개접의 접목묘를 각각 대, 중, 소로 3구분하여 선별한 것이고 사진 4.4.5와 사진 4.4.6은 이들 접목방법에 따른 묘크기별 접목유합부를 절단하여 유합정도를 관찰한 것이다. 사진 4.4.5와 같이 대목의 자엽을 1매제거하고 맞접을한후 크립으로 고정하고 삼목을 하여 활착시킨 묘를 일반관리한 후, 한 트레이에 대, 중, 소묘로 3등분하여 임의로 접목부위를

절단하여 유합면을 촬영한 결과 접목유합면이 클수록 대묘로 되고 접목유합면이 작을수록 소묘로 나타났다(표 4.4.4).

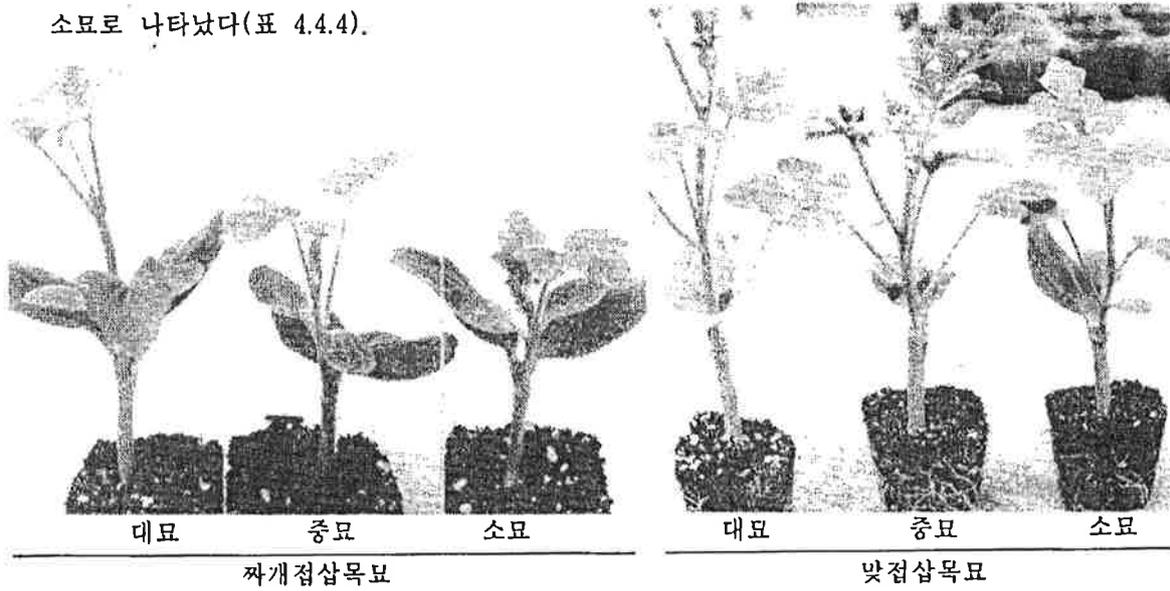


사진 4.4.4. 접목방법별 육묘과정의 상태

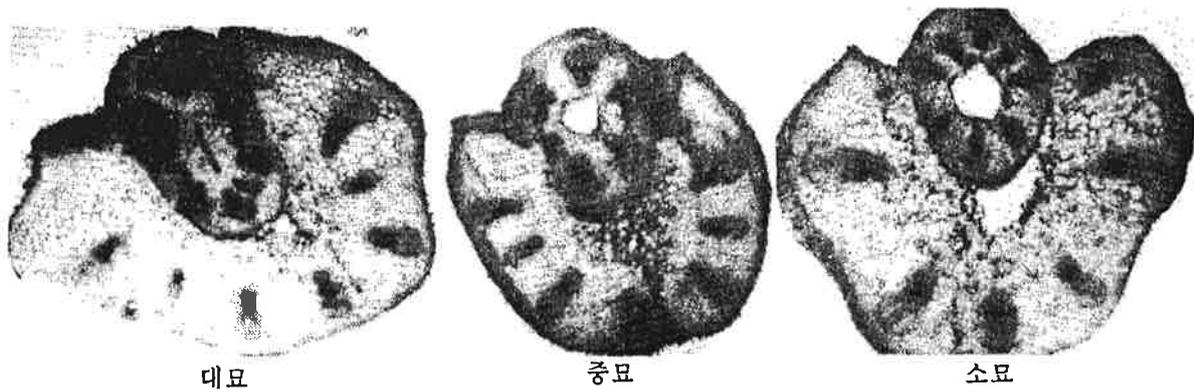


사진 4.4.5. 맞접의 접목유합부 단면



사진 4.4.6. 짜개접의 접목유합부 단면

여기에서 근본적인 문제로 볼 때 수박의 배축의 굵기와 직접적으로 관계가 있을 것으로 생각되며, 동일한 종자를 발아시켰다고 할지라도 발아후의 관리환경이나 방법이 크게 좌우할 것으로 추찰된다. 일반적인 종자를 관행방법에 의해 발아시킨 후 대목의 자엽을 그대로 둔채 짜개접을 한후 크립으로 고정하고 삼목을 하여 활착시킨 묘를 일반 관리한 후, 한 트레이에서 대, 중, 소묘로 3등분하여 임의로 접목부위를 절단하여 그 단면을 촬영한 결과 상단 사진 4.4.6과 같이 유합면이 클수록 대묘로 되고 유합면이 작을수록 소묘로 맞접과 같은 결과로 나타났다(사진 4.4.4). 접목묘의 유합면적이 넓어질려면 접수의 크기가 근본적인 문제로 볼 때, 수박의 발아시 배축의 굵기와 직접적으로 관계가 있을 것으로 생각되며, 동일한 종자를 발아시켰을 경우라도 발아후의 관리환경이 크게 좌우될 것으로 생각이 된다.

한편 포장에 정식되어 수확을 완료한 같은 절의 포기를 과일 중량별로 구분하여 접목부의 상태를 촬영한 결과 사진 4.4.7과 같으며 착과된 주는 절수 및 과중에 관계없이 크기가 거의 비슷한 경향이였으나 착과되지 않은 주의 접목부의 굵기는 착과주의 굵기에 비해 4배정도로 나타났다.

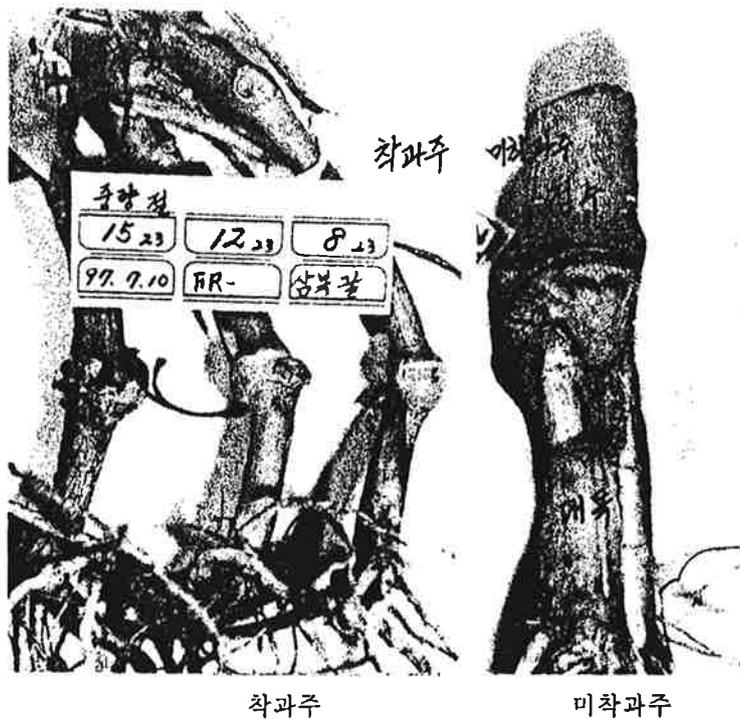


사진 4.4.7. 수확당시 접목부와 뿌리의 형태(대목: FR-, 품종: 삼복 꿀)

또한 수확직전 절위별로 과중을 측정, 수확직후 접목부 바로위의 동일절의 착과주를 중량별로 수거하여 도관의 발달과정을 검경한 결과 과일이 클수록 도관의 발달이 양호하였고 과일이 작을수록 도관의 발달이 불량한 것으로 나타났는데 그 결과는 사진 4.4.8과 같

으며, 면밀한 검토가 요망된다.



도관 미발달(과중 8g)

도관발달(과중 15g)

사진 4.4.8. 수확당시 접목부 바로위의 도관형태(대목 FR- 품종 삼복 골)

#### 사. 과채류 접목묘의 수요전망

##### 1) 높아지는 접목묘의 수요

경제수준과 생활수준이 향상됨으로 인하여 고품질의 과채류 소비가 촉진되고 주년화 됨에 따라 재배작형도 다양화되므로 연작장해가 발생하고 이에 대한 대책의 일환으로 접목묘의 이용이 확대되고 있다. 또 근년에는 비가림 피복재배 조차도 시설자재의 강도, 작업성의 향상에 대한 필요성이나 재배면적의 확대에 따른 적지의 확보난 때문에도 접목묘를 이용하는 예가 증가해 가는 실정이다.

현재 우리나라에서도 접목묘의 이용이 수박이나 오이에서 점차 토마토나 가지, 멜론에 까지 확대되고 있는 실정이며, 개별육묘에서 공정육묘쪽의 인식이 날로 증가해 가고 있다. 묘의 소질 또한 균일하고 집약적인 관리에 의해 생산되므로 가격 또한 저렴한 편이며 계획성있는 작형을 실현할 수 있는 잇점이 있으므로 농민의 호응이 날로 확대되어 많은 수요가 발생할 것으로 예측된다.

##### 2) 공급부족의 현상

현재 농가에서 사용하고 있는 접목묘는 자급묘, 일부 주요 주산단지내의 독농가에 의해 생산 유통되고 있으나 그 생산 방법이 각 농가의 관행적인 방법이기 때문에 품질면에서 떨어지며 또한 수요를 충족시키지 못하고 있는 실정이다. 이에 부응하여 일부 지역에서는 최근 들어 식물공장형 라인 시스템인 육묘공장에서 접목묘를 대량생산공급하고 있는 실정 이지만 공급량이 지역에 편중되어 수요량을 충족시키지 못하고 있는 실정이다. 따라서 육묘공장에서는 라인시스템을 잘 활용하여 인력과 노력이 대폭절감되고 품질이 우수한 양질

의 묘를 생산할 수 있는 새로운 접목방법의 개발과 육묘환경의 개선이 절실히 요청되며, 소비자가 원하는 우량묘를 생산 공급하여 수량과 품질이 우수한 생산품을 생산하는데 도움을 주어야 할 것이다. 이에 본 연구는 접목묘 만으로서 만족할 것이 아니라 현지포장에서 생산은 물론 수량과 품질에 미치는 영향을 접목방법이나 활착 또는 유합의 정도가 수량, 품질에 미치는 영향을 구명할 기초자료를 얻는데 목적을 두었다.

## 2. 수박 편 접목에서 접수량과 절단경사별 활착비교와 접목활착실 이용효과 시험

### 가. 목적

채소류의 수량과 품질에 결정적 영향을 미치는 것이 묘의 소질이다. 연작장해 대책을 위해 시작한 과채류의 접목육묘는 수박의 덩굴쪼김병 예방으로부터 시작되었으나, 근년에는 토양전염성 병의 예방외에도 저온 신장성, 초세강화, 재배기간의 연장등을 위해서 이용되고 있다. 현재 농가에서 이용하고있는 수박의 접목묘는 40여년 전부터 이용되어온 오랜 경험적 기술로서 작물의 종류마다, 혹은 작업자의 기술수준에 따라 서로 다르다. 이들의 방법은 각각 장단점을 가지고 있으나, 대체로 접목의 조작은 물론 그 후의 활착촉진을 위한 환경관리에 많은 노력이 필요해 접목묘 생산에 어려움을 겪고 있다. 본 연구는 접목시 노동력을 절감시킬수 있는 편 접목을 도입할 때 접수량과 절단방법별 활착차이와 접목활착촉진장치의 효과를 보고자 하였다.

### 나. 시험재료 및 방법

#### 1) 재료 및 방법

공시재료 수박접목용 접수는 복수박을 사용하였고, 대목은 FR-톱(서울종묘)을 사용하였다. 접목용기는 사각 25공 포트를 사용하였다. 접수는 묘령이 14일, 16일된 묘를, 대목 묘령은 8일된 묘를 각각 사용하였다. 접목시 절단방법은 수평 절단과 경사로 절단한 두 방법으로 하였고, 모든 접은 편을 이용한 단근삽접으로 하였다. 접목 직후 환경조절을 위하여 이용한 접목활착실은 신안정밀에서 제작한 활착촉진기와 본과제의 능가보급형 표준공정 육묘온실 설계서에 포함된 연질필름 2중 터널내 초미립자 가습장치가 설치된 활착촉진실을 각각 이용하였다. 조사항목은 고사율, 엽생육과 생체 중 및 건물중을 측정하였다.

#### 2) 접목활착촉진장치

##### 가) 활착 촉진 장치의 특성

표 4.4.6. 접목 활착촉진장치의 제어환경 범위 및 특징

용 도	환경제어 범위
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 과채류 접목 활착 촉진실</li> <li>○ 종자 발아 및 초기 육묘실</li> <li>○ 화훼류 삽목 활착 촉진실</li> <li>○ 조직배양묘 순화 촉진실</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 온도 20~30℃ 설정 ±1℃ 제어</li> <li>○ 습도 : 95~80% RH 설정 ±3% 제어</li> <li>○ 광 : 자연광 이용, 커튼 차광 조절</li> <li>○ 포그분사 풍속 : 0.2~0.3m/sec 풍속 유지</li> </ul>

<계속>

특	징
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초미립자의 포그 노즐로 고속 분사하므로 활착실내 최적 습도 및 풍속이 유지되며 결로에 의한 과습피해가 없다.</li> <li>○ 차광, 단열효과가 있는 필름을 사용하여 광 및 온도조절이 용이하게 하고 사계절 양질의 묘 생산이 가능하게 한다.</li> <li>○ 컨트롤 박스에 의해 온·습도를 조절하고 사용목적에 따라 최적 환경을 제어할 수 있다.</li> </ul>	

나) 공정육묘온실장용 접목 활착장치 모형

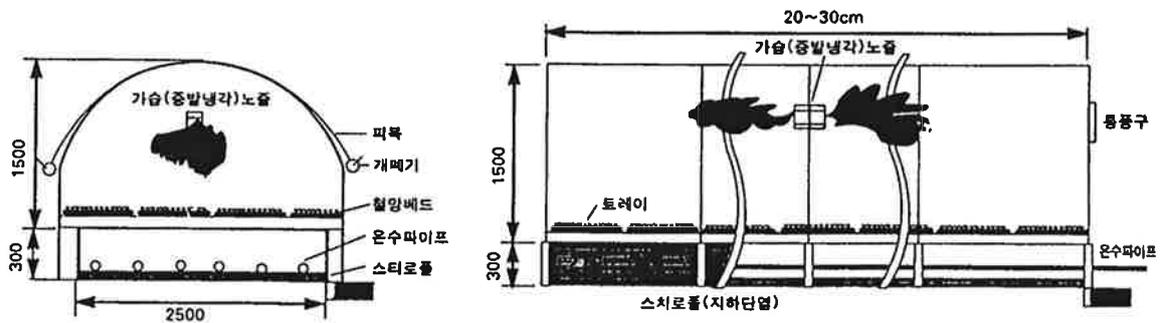


그림 4.4.5. 터널형 접목 활착촉진장치의 구성도

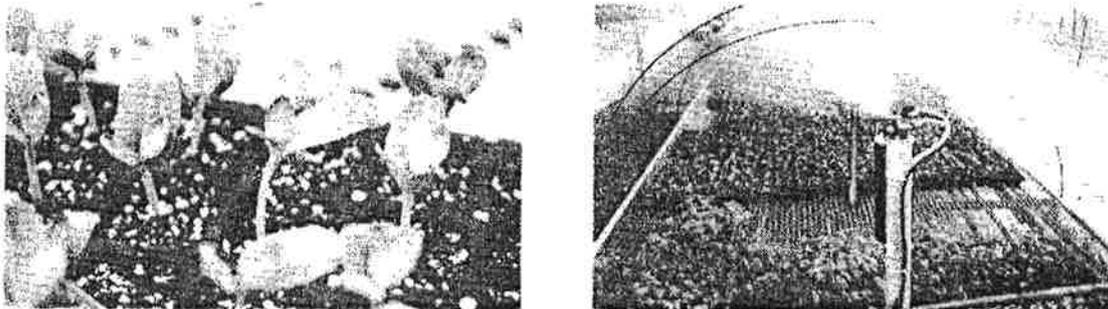


사진 4.4.9. 접목활착실내의 수박묘와 가습분사 모습

다) 작물별 접목활착 및 순화환경조건 설정 예

작 물	온 도		습 도	
	주 간	야 간	활착(일수)	순화(일수)
수박, 오이, 참외	25~28℃	18~20℃	93~98%(4일)	85%(1일)
토 마 토	25℃ 전후	18~20℃	93~95%(3일)	85%(1일)
가 지	25~28℃	18~20℃	93~98%(4일)	85%(1일)
화훼·조식배양	20~25℃	18~20℃	93~98%(6일)	85%(7일)

다. 시험결과

1) 수박 편 접목시 몇가지 처리 조건별 접목후 시들횰도의 변화

수박 접수의 룰령에 따른 시들횰 정도를 본 바(표 4.4.7 참조) 접수령에 관계없이 접목 6일 후는 시들횰현상 없이 완전활착한 룰가 93.8%로 동일하였으나, 약간 시들횰현상은 룰령 14일 룰가 3.8%이고, 16일 룰는 2.5%였으며, 고사룰는 각각 2.5%, 1.3%로 나타났따. 또한 시들횰현상이 가장 많은 접목 후 2일째 성적에서도 14일룰는 55.0%가 시들지 않았으나 16일룰는 60.0%가 시들지 않았다. 이상의 결과에서 접수령 16일룰가 활착이 다소 좋은 경향이었다.

표 4.4.7. 수박 편 접목시 접수령별 시들횰도의 경시적 변화(시들횰율, %)

시들횰 정도	접수령 14일룰				접수령 16일룰			
	접목 후 일수				접목 후 일수			
	0	2	4	6	0	2	4	6
시들지 않음	87.5	55.0	80.0	93.8	91.3	60.0	83.8	93.8
약간 시들횰	8.8	33.8	12.5	3.8	5.0	33.8	15.0	2.5
중간 시들횰	2.5	8.8	5.0	0	2.5	5.0	0	2.5
많이 시들횰	0	0	0	0	0	0	0	0
대부분 시들횰	0	0	0	0	0	0	0	0
고사	1.3	2.5	2.5	2.5	1.3	1.3	1.3	1.3

표 4.4.8. 수박 편 접목시 절단방법별 시들횰도의 경시적 변화 (시들횰율, %)

시들횰 정도	수평절단				경사절단			
	접목 후 일수				접목 후 일수			
	0	2	4	6	0	2	4	6
시들지 않음	85.0	56.3	82.5	92.5	93.7	58.8	81.3	95.0
약간 시들횰	7.5	30.0	13.8	3.8	6.3	37.5	13.8	2.5
중간 시들횰	5.0	11.3	1.3	1.3	0	2.5	3.8	1.3
많이 시들횰	0	0	0	0	0	0	0	0
대부분 시들횰	0	0	0	0	0	0	0	0
고사	2.5	2.5	2.5	2.5	0	1.3	1.3	1.3

접목시 절단 방법에 따른 시들횰 정도를 본 바(표 4.4.8 참조) 접목 6일 후 수평절단은 92.5%가 시들지 않았으나, 경사절단은 95.0%가 시들지 않고 활착하여 양호하였다.

고사율 또한 수평절단은 2.5%이나 경사절단은 1.3%로 다소 낮았다. 특히 시들횰현상이 가장 많이 일어나는 접목 후 2일째의 중간정도 시들횰율은 수평절단이 11.3%로 높았으나 경사절단은 2.5%로 매우 낮았다. 이상의 결과에서 절단방법별 접목룰 활착율은 경사절단 방법이 양호한 것으로 판단되었다.

접목 후 활착환경조건별 시듬정도를 살펴본 바(표 4.4.9 참조) 접목 6일 후 활착정도는 다단식 활착촉진기는 95.0%가 시들지 않았으나 평면배열식 터널형 가습실은 92.5%로 활착율이 낮았다. 반면에 고사율은 터널형이 1.3%였으나 활착촉진기는 2.5%로 다소 높았으며 또한 접목 2일 후의 시듬정도는 활착촉진기가 터널형에 비하여 높은 편이었다. 이러한 결과에서 완전활착율은 활착촉진 전문장치로 개발된 촉진기가 양호하나, 다단배열에 의한 환경불균형이 특정부위의 시듬현상 유발 또는 고사율 증가를 가져온 것으로 사료되었다. 따라서 촉진기는 온도 및 습도 균일화를 위한 강제순환장치의 도입이 필요하였다.

표 4.4.9. 수박 핀 접목시 활착실 형태별 시듬정도의 경시적 변화 (시듬율, %)

시듬 정도	촉진기				터널형			
	접목 후 일수				접목 후 일수			
	0	2	4	6	0	2	4	6
시들지 않음	95.0	43.8	87.5	95.0	83.8	71.3	76.3	92.5
약간 시듬	2.5	41.3	8.8	2.5	11.3	26.3	18.8	3.8
중간 시듬	0	12.5	0	0	5.0	1.3	3.8	2.5
많이 시듬	0	0	0	0	0	0	0	0
대부분 시듬	0	0	0	0	0	0	0	0
고사	2.5	2.5	2.5	2.5	0	1.3	1.3	1.3

2) 수박 핀 접목시 몇가지 시험 조합별 처리가 엽생육에 미치는 영향

수박 핀 접목 단근 삼접시에 묘령, 절단방법, 접목후 활착환경조건별 상호조합 처리를 실시하여 엽생육에 미치는 영향을 조사한바, 그 결과는 표 4.4.10과 같다.

엽수발생 정도를 보면 접목후 경과일수에 관계없이 14일묘를 경사절단하여 핀접목하고 그후 터널형 활착장치에서 처리한 시험구가 가장 엽수가 많았다. 그리고 처리별 평균값을 비교하면 묘령은 14일묘가 많았고, 절단방법은 경사절단 방법이 좋았으며, 활착실은 촉진기형태가 유리하였다.

엽장은 접목후 경과일수에 따라 처리조합간 차이가 일정하지 않았으며 처리방법별 효과도 뚜렷한 경향이 없었으나 시험구간에 엽장의 신장정도는 매우 크게 나타났다.

엽폭 성적도 처리조합간에는 뚜렷한 경향이 없었으나 처리별 평균값에서는 14일묘, 수평절단, 터널형 처리에서 각각 높은 경향을 보였다.

이들 처리조합별 엽생육정도를 접목 20일후 성묘시에 조사한바 표 4.4.11에서 보는 바와 같다. 엽수는 처리간에 유의성을 볼 수 없었으며, 엽장과 엽폭에서 5%의 유의차가 인정되어 엽장은 14일묘·수평절단·터널형에서 5.99cm로 가장 좋았고, 엽폭은 14일묘·경사절단·터널형이 6.04cm 가장 좋았다. 처리별 평균값을 보면 엽장, 엽폭 모두 묘령은 14일묘가, 절단방법은 경사절단이, 활착실은 터널형의 환경조건이 좋았던 것으로 나타났다.

표 4.4.10. 수박 핀 접목시 몇가지 처리 조합이 엽생육에 미치는 영향.

처리 조합 접수령 / 절단방법 / 활착실		엽수(개)		엽장(cm)		엽폭(cm)	
		접목 후 일수		접목 후 일수		접목 후 일수	
		10일	15일	10일	15일	10일	15일
14일묘 / 수평 / 축진기		1.7±0.00	2.8±0.17	2.5±0.48	2.9±0.05	1.7±0.07	2.5±0.44
	터널형	1.5±0.17	3.0±0.00	2.8±0.19	4.3±0.08	1.7±0.00	4.2±0.09
경사 / 축진기		1.5±0.15	3.2±0.50	2.6±0.15	2.7±0.32	1.7±0.05	2.5±0.18
	터널형	1.8±0.17	3.3±0.00	2.8±0.27	3.3±1.00	1.7±0.05	3.2±1.05
16일묘 / 수평 / 축진기		1.2±0.07	2.5±0.50	2.3±0.22	2.9±0.42	1.6±0.04	2.4±0.30
	터널형	1.2±0.17	2.2±0.17	3.1±0.09	3.7±0.49	1.8±0.04	4.1±0.52
경사 / 축진기		1.5±0.17	2.5±0.50	2.3±0.22	2.6±0.06	1.5±0.04	2.6±0.14
	터널형	1.2±0.17	1.8±0.17	2.9±0.04	3.2±1.05	1.6±0.13	3.4±0.99
(평균)	묘령-14일묘	1.63	3.08	2.80	3.18	1.70	3.10
	16일묘	1.28	2.25	2.88	2.88	1.63	3.13
	절단방법-수평	1.40	2.63	2.93	3.20	1.70	3.30
	경사	1.50	2.70	2.75	2.85	1.63	2.93
	활착실-축진기	1.48	2.75	2.43	2.78	1.63	2.50
	터널형	1.43	2.58	2.90	3.63	1.70	2.88

표 4.4.11. 수박 핀 접목시 몇가지 처리조합이 접목 20일 후의 엽생육에 미치는 효과

처리 조합 접수령 / 절단방법 / 활착실		엽수(개)	엽장(cm)	엽폭(cm)
14일묘 / 수평 / 축진기		3.84 a*	4.09 bc	3.75 c
	터널형	4.01 a	5.99 a	5.69 b
경사 / 축진기		3.67 a	4.12 bc	3.77 c
	터널형	3.67 a	5.72 a	6.04 a
16일묘 / 수평 / 축진기		3.51 a	3.49 c	3.89 c
	터널형	3.51 a	5.26 ab	5.22 abc
경사 / 축진기		3.67 a	4.39 bc	4.16 bc
	터널형	3.84 a	5.06 ab	4.72 abc
(평균)	묘령-14일묘	3.798	4.980	4.813
	16일묘	3.633	4.550	4.498
	절단방법-수평	3.718	4.708	4.638
	경사	3.713	4.823	4.673
	활착실-축진기	3.673	4.023	3.893
	터널형	3.758	5.508	5.418

\* Duncan 다중검정 5% 유의차

3) 수박 편 접목시 몇가지 시험 조합별 처리가 생육에 미치는 영향  
 몇가지 처리 조합별 뿌리 신장정도와 생체중 및 건물중의 변화정도를 그림 4.4.6, 4.4.7  
 에서 보면 다음과 같다.

뿌리 신장 정도 (그림 4.4.6 참조)은 14일묘·수평절단·터널형 활착장치 처리구에서 가  
 장 좋았으나 처리별 경향은 일정하지 않았다.

지상부와 지하부의 생체중과 건물중 증가 정도(그림 4.4.7 참조)는 조사형질별 효과가  
 처리 조합간에 분명하지 않았으며, 처리간 성적도 일정하지 않았다. 즉, 접수 묘령, 절단  
 방법, 활착실 종류 등에 따라 지상부 및 지하부 생육차가 서로 달랐다.

이상의 결과에서 수박 편 접목 단근 삼접시 접수령, 절단방법, 활착실 환경 등의 차보다  
 대목과 접수의 건강상태, 접목시의 완성도 등 다른 요인이 더 크게 작용하는 것으로 사료  
 되었다.

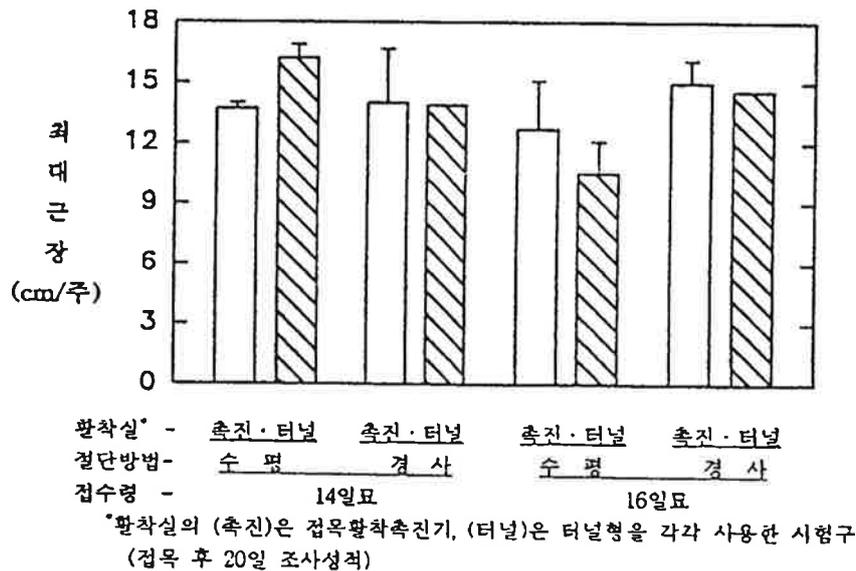


그림 4.4.6. 수박편 접목시 몇가지 처리조합이 근장에 미치는 영향

라. 결과 요약

수박 편접목 단근삼접시 접수령, 절단 방법, 활착기의 환경 등 몇가지 시험 조건별 접목  
 활착 편 접목묘 생육에 미치는 영향을 조사한 바 다음의 결과를 얻었다.

수박접수의 묘령은 14일묘보다 16일묘가 활착이 좋았으며, 접수의 절단 방법은 수평절단  
 보다 경사절단이 활착율이 좋았다. 또한 시든정도는 접목 2일째에 가장 많았다. 접목 후  
 환경조건별 차이에서는 터널형보다 활착촉진기가 완전 활착율이 높았으나, 오히려 고사율  
 과 접목초기의 시든율은 활착기가 더 많았다. 이는 다단식 적재 방법인 활착기의 온습도  
 불균일이 영향을 준 것으로 사료되었다.

엽 성장 정도는 처리조합별, 접목 후 경과일수에 따라 일정한 경향은 없었으나 접목 20

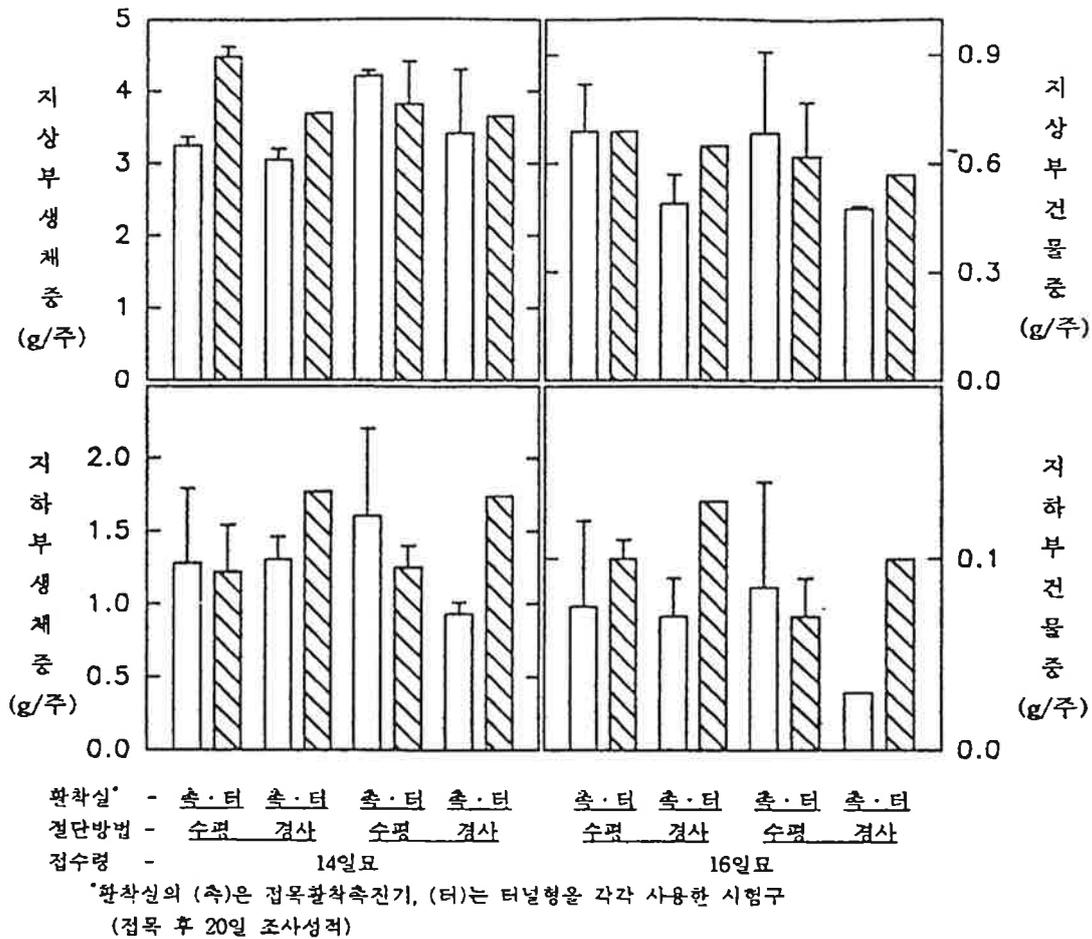


그림 4.4.7. 수박핀 접목시 몇가지 처리조합이 생체중 및 건물중에 미치는 영향

일 후의 성묘시 성적을 보면 엽수는 처리간 차가 뚜렷하지 않았고, 엽수와 엽장은 5%의 유의성이 인정되었다. 그리고 처리간 비교에서 묘령은 14일묘가 좋았으며, 절단방법은 경사절단이 효과적이었고, 활착실은 터널형 활착축진 장치가 엽장, 엽폭 신장이 모두 양호하였다.

뿌리의 신장정도와 지상부 및 지하부 생체중과 건물중 증가 정도를 조사한바 처리조합간 또는 처리별 성적이 뚜렷하지 않았다. 이는 묘령, 절단방법, 활착 환경조건보다 그의 요인인 대목, 접수의 건강상태, 접목장소의 환경조건, 접목작업의 완성도 등이 크게 작용된 것으로 판단되었다.

### 3. 상토의 코이어 혼합비율과 목초산 혼합액비가 수박 접목 육묘의 생육에 미치는 효과

가. 목적 : 토질이 상토의 개선을 위하여 코이어 혼용 비율과 양실이 물거름에 목초

산 도입 유무 효과를 상호 비교하고자 수박 접목 육묘 시험을 실시함.

나. 시험재료 및 방법

1) 상토재료

표 4.4.12. 코이어 혼합비율 시험구

시 험 구	기타 혼합 소재				
	훈탄	왕겨	산직토	펄라이트	버미큘라이트
1. 코이어 30%	15	5	10	10	30
2. 코이어a 50%	15	—	15	20	—
3. 코이어b 50%	25	5	10	10	—
4. 코이어 60%	15	5	10	10	—
5. 피트모스 30%	15	5	10	10	30
6. 피트모스 50%	25	5	10	10	—

주) 시험구 트레이는 128공 트레이 사용.

2) 양액재료

-양실이 물거름액비에 목초산 혼합유무 시험구(2처리)

(목초산 혼합구는 물거름 원액 5ℓ당 100mℓ의 목초산 원액을 첨가함)

3) 공시작물 및 조사항목

-공시작물 : 수박(금천)

-조사항목 : 상토의 pH와 EC 농도, 유묘출현율, 초장, 엽수, 생체중, 건물중, 엽록소 함량

4) 시험 설계

-시험설계 : 시험구 배치는 완전임의 배치법 3반복

-일반관리 : 진주영농조합 공정육묘장의 일반관리에 준함.

다. 시험성적

수박접목묘 재배를 위한 상토에 코이어 도입과 물거름에 목초산 혼용효과를 보기 위하여 몇가지 실험을 실시한바 그 결과는 다음과 같다.

공시상토의 비중과 pH 및 EC의 변화정도를 파종전후로 비교한 바 표 4.4.13와 같다. 상토의 비중은 코이어a 50% 상토가 0.330로 가장 무거웠고 코이어 30% 상토가 0.196으로 가장 낮았다.

시험구의 pH는 파종전의 경우 코이어 혼합구에서는 pH 5.43-5.90 범위에 있었으나 피트모스 혼합구에서는 pH 4.33, 4.84로 낮았다. 이들 상토가 수박접목 후 15일째에는 모든 처리구가 상승하였으며 특히 물거름에 목초산을 혼합하였을 때 더 높아지는 경향을 보였다. 상토별 성적을 보면 가장 높은 상토가 코이어 30%로 물거름 단독은 pH 6.40, 목초산 혼용은 pH 6.63이었으며 가장 낮은 상토는 피트모스 30% 시험구로서 물거름 단독은 pH 5.43, 목초산 혼용구는 pH 5.59였다.

표 4.4.13. 상토별 비중 및 점목전·후 pH 및 EC(mS/cm) 변화

시 험 구	파종전			점목후 15일째			
	비중	pH	EC	물거름 단독		물거름+목초산	
				pH	EC	pH	EC
1. 코이어 30%	0.196	5.90	0.44	6.40	0.14	6.63	0.17
2. 코이어a 50%	0.330	5.43	0.36	6.08	0.12	6.14	0.14
3. 코이어b 50%	0.225	5.73	0.55	6.13	0.12	6.37	0.19
4. 코이어 60%	0.207	5.72	0.44	6.10	0.18	6.19	0.18
5. 피트모스 30%	0.271	4.84	0.16	5.43	0.12	5.59	0.10
6. 피트모스 50%	6.16	0.18	6.20	0.15	0.231	4.33	1.16

주) 목초산 혼합구는 물거름 원액 5ℓ 당 100ml 첨가하여 사용함

EC농도의 변화를 보면 파종전 상토의 경우 코이어 혼합구는 0.36-0.55mS/cm 범위에 있었으나 피트모스는 30% 혼합구가 0.16mS/cm, 50% 혼합구가 1.16mS/cm로 차이가 컸다.

점목 15일 후 상토의 EC는 물거름의 목초산 혼용 유무에 관계없이 대부분의 처리구가 0.1-0.2mS/cm 범위내 있었다.

수박점목묘의 초장 신장 정도를 점목 후 15일째 조사한바 상토 및 물거름별 성적은 다음 그림 4.4.8과 같다.

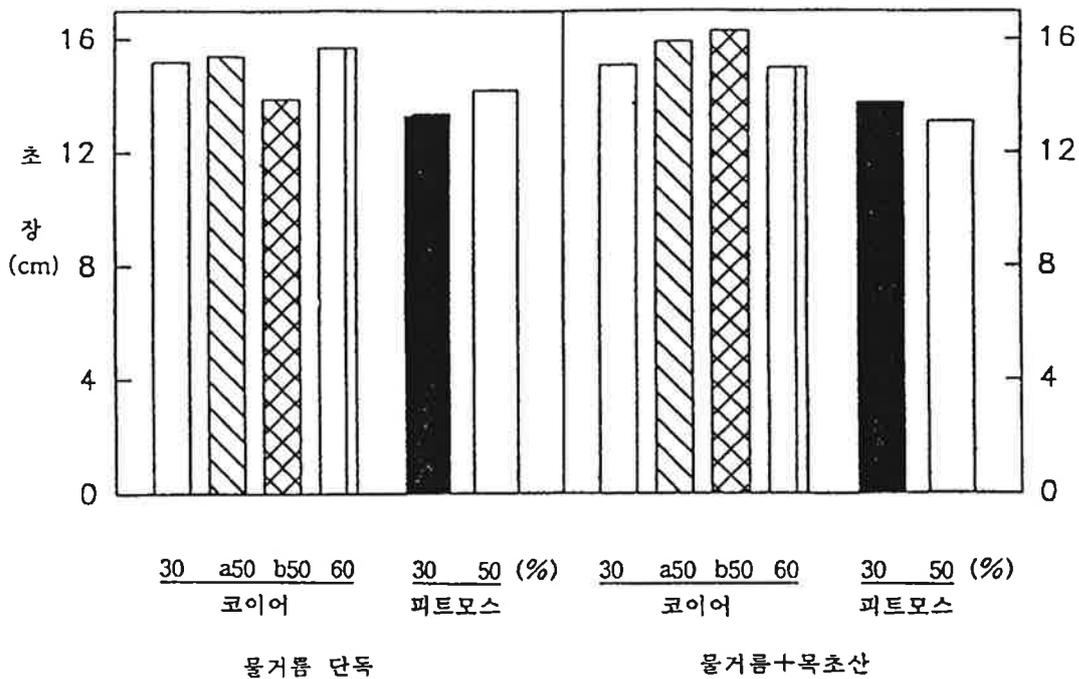


그림 4.4.8. 수박점목묘의 초장변화

수박접목묘의 초장 성장량은 물거름 단독 처리구보다는 목초산 혼용구에서 많았으며 상토별 영향으로 피트모스 혼용구보다 코이어 혼용구가 양호하였다. 가장 초장신장이 많았던 처리구는 코이어b 50% 상토에 목초산 물거름을 시용한 경우가 약 16cm로 가장 좋았다.

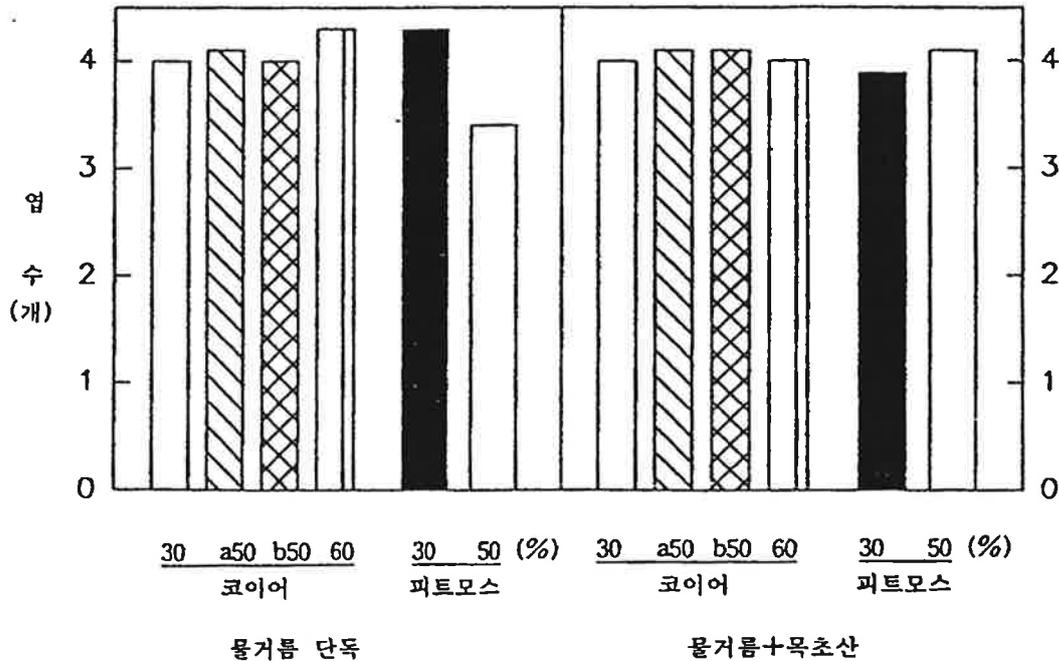


그림 4.4.9. 수박 접목묘의 엽수 변화

수박접목묘의 엽수증가 정도를 그림 4.4.9에서 보면 물거름 단독 처리구가 목초산 혼용구보다 엽수가 많은 경향이었으며 상토별 성적은 상토 소재의 혼용 비율에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다. 즉, 가장 엽수가 많은 시험구는 피트모스 30%에 물거름 단독처리구가 4매 이상이었고, 가장 적은 시험구는 피트모스 50% 상토에 물거름 단독처리한 시험구로서 3.3매 정도였다. 이와같은 엽수증가 경향은 다른 여타 형질 조사결과와 다른 결과를 보였다.

수박접목묘의 생육상태를 알 수 있는 생체중과 건물중 정도를 지상부와 지하부로 구분하여 조사한 바 그 결과를 표 4.4.14과 표 4.4.15에서 볼 수 있다.

생체중 조사결과를 표 4.4.14에서 보면 물거름에 목초산 혼용 유무에 관계없이 코이어a 50% 상토처리구에서 지상부, 지하부 공히 양호하였다. 가장 생체중량이 낮은 처리구는 피트모스 50% 처리구였다. 건물중 비교 표 4.4.15에서도 생체중 성적과 동일하였다.

이상 수박접목묘의 성적결과를 보면 가장 양호한 시험구는 코이어a 50% 혼용구에 목초산을 추가한 물거름을 시용한 처리구에서 생육이 양호함을 알았다.

#### 라. 결과요약

토질이 상토 개선을 위해 코이어 혼용비율과 양실이 물거름의 목초산 혼합유무에 대한

표 4.4.14. 수박묘의 생체중 비교

사 험 구	물거름 단독 (g/주)			물거름+목초산 (g/주)		
	지상부	지하부	합계	지상부	지하부	합계
1. 코이어 30%	8.4	2.5	10.9	8.5	1.8	10.3
2. 코이어a 50%	9.3	3.0	12.3	9.9	3.1	13.0
3. 코이어b 50%	7.3	2.6	9.9	9.4	3.0	12.4
4. 코이어 60%	9.3	3.0	12.3	9.2	2.7	11.9
5. 피트모스 30%	7.6	2.1	9.8	7.5	2.0	9.5
6. 피트모스 50%	2.5	0.5	3.0	7.0	1.7	8.7

주) 접목후 15일째 조사

표 4.4.15. 수박묘의 건물중 비교

시 험 구	물거름 단독 (g/5주)			물거름 + 목초산 (g/5주)		
	지상부	지하부	합계	지상부	지하부	합계
1. 코이어 30%	0.29	0.25	0.54	0.37	0.20	0.57
2. 코이어a 50%	0.31	0.28	0.59	0.42	0.21	0.63
3. 코이어b 50%	0.25	0.19	0.44	0.35	0.18	0.53
4. 코이어 60%	0.29	0.25	0.54	0.35	0.18	0.53
5. 피트모스 30%	0.24	0.20	0.44	0.30	0.26	0.56
6. 피트모스 50%	0.20	0.22	0.42	0.27	0.17	0.44

상토 비교 효과를 알고자 수박 접목묘 생산 시험을 실시한 결과 다음의 성적을 얻었다.

공시상토의 pH와 EC농도는 전처리구가 안정한 상태였으나 피트모스 혼합구가 pH와 EC농도가 다소 낮은 경향이였다.

수박접목묘의 초장 신장량은 코이어b 50% 혼용상토에 목초산 물거름 시용구에서 가장 많았으며, 엽수 증가정도는 처리간에 뚜렷한 경향이 없었다. 접목묘의 생체중과 건물중 증가 정도는 코이어 상토에 목초산을 혼합한 물거름을 시용할 경우 좋았으며 가장 효과적인 시험구는 코이어a 50% 혼용구에 목초산 혼용시용구였다.

이상 수박접목 육묘시 토질이 상토는 왕겨를 혼용하지 않은 코이어a 50% 상토를 사용하고 액비는 목초산을 혼용한 양실이 물거름을 사용할 경우 양호한 생육을 기대할 수 있었다.

4. 수박 접목용 기비성 상토 개발 시험

가. 재료 및 방법

1) 상토 재료

표 4.4.16. 기비성 상토 재료별 시험구

시 험 구	기비용 양실이 혼합 정도
1. 토실이 A0	무비 토실이 1호
2. 토실이 A+	유비 토실이 2호
3. B30	기비성 양실이 30ppm 혼합
4. B60	60ppm
5. B90	90ppm
6. C30	30ppm
7. C60	60ppm
8. C90	90ppm

주) 토실이 B : 코이어 50%, 질석 10%, 펄라이트, 훈탄, 지오라이트 등 40%  
 토실이 C : 코이어 40%, 질석 20%, 펄라이트, 훈탄, 지오라이트 등 40%  
 주) 본 시험구 상토는 접수 및 대목과 접목묘 육성용으로 공히 사용하였습.

2) 공시작물 및 방법

- 공시작물 : 수박대목 - Nantoseed 박  
 수박접수 - 달고나 (서울종묘)
- 파종일 : 대목 - '97. 6. 26 (32공, 128공 트레이)  
 접수 - '97. 6. 30 (200공 트레이)
- 접목일 : '97. 7. 10.
- 접목 : 유근 합접 (32공 트레이 대목묘에 접목함)
- 조사항목 : 대 목 - 유묘출현율, 초장, 경직경  
 접 수 - 유묘출현율  
 접목묘 - 접목 활착율, 엽수, 엽장, 엽폭, 절간장, 생체중, 건물중, 뿌리 상태
- 관비관리 : 파종 및 접목 각 7일 후 주 2회 양실이 물거름 관비함

3) 시험설계 및 일반관리

- 시험설계 : 시험구 배치는 완전임의 배치법 3반복
- 일반관리 : 용현 농협 육묘장의 일반관리에 준함.

나. 시험성적

1) 상토별 수박대목 및 접수의 생육비교

표 4.4.17. 상토 및 기비 함량별 수박 대목 및 접수의 생육비교 (파종 후 11일째 조사)

상토	수박 대목 (32공)			수박 대목(128공)			수박접수(200공)
	유묘출현율 (%)	초장 (cm)	경직경 (cm)	유묘출현율 (%)	초장 (cm)	경직경 (cm)	유묘출현율 (%)
A0	85.9±2.00	4.5±0.23	3.1±0.12	92.7±1.56	5.8±0.78	2.6±0.16	93.3±1.48
A+	88.3±3.46	4.8±0.27	3.1±0.04	88.0±2.54	8.1±1.14	2.9±0.2	92.7±0.44
B30	80.5±1.51	5.4±0.14	2.7±0.06	91.9±3.32	7.6±0.66	2.5±0.08	94.3±0.88
B60	82.8±7.91	5.4±0.05	3.0±0.09	85.9±4.97	8.1±0.55	2.5±0.21	90.7±1.33
B90	84.4±2.85	5.3±0.13	3.1±0.17	93.8±0.00	6.1±0.38	2.5±0.05	95.0±1.53
C30	87.5±5.26	5.1±0.19	3.1±0.02	94.7±1.83	7.7±0.61	3.0±0.15	93.0±1.53
C60	87.5±7.34	5.0±0.25	3.2±0.25	95.3±0.77	7.1±0.40	2.9±0.10	93.7±0.17
C90	68.2±13.3	5.3±0.17	3.0±0.09	91.2±2.48	9.3±0.43	2.9±0.02	93.3±11.42

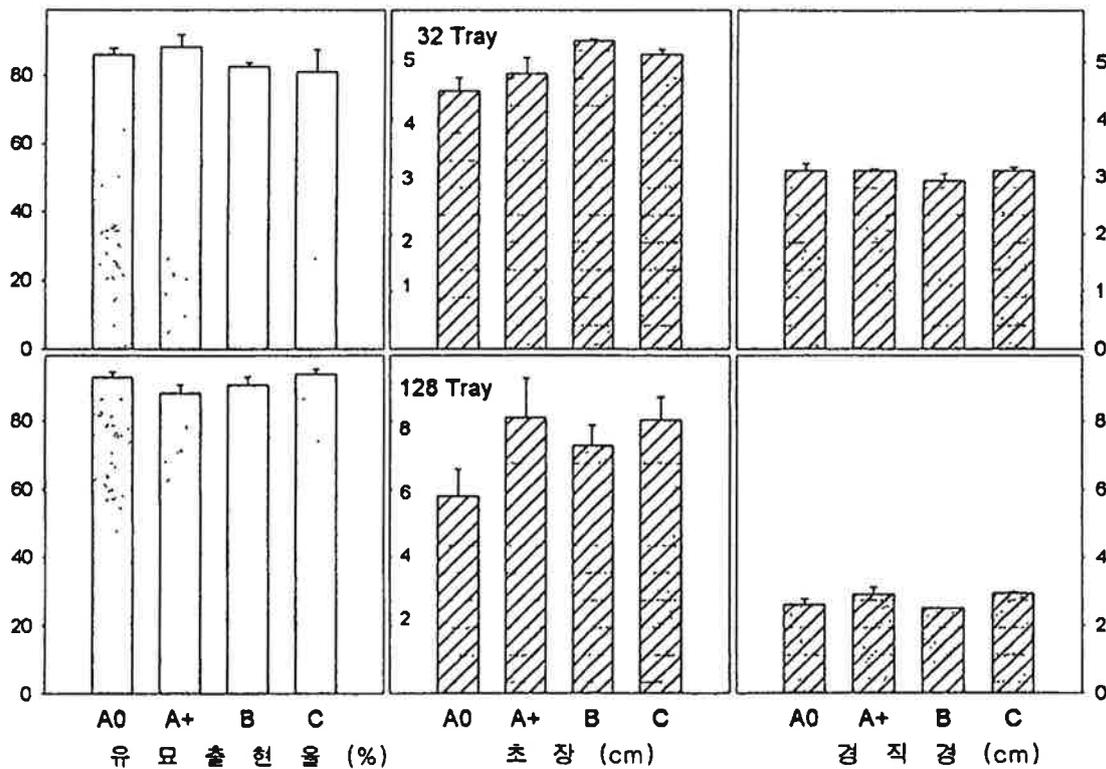


그림 4.4.10. 상토 및 트레이 공수별 수박대목의 생육비교 (파종 후 11일째 조사).

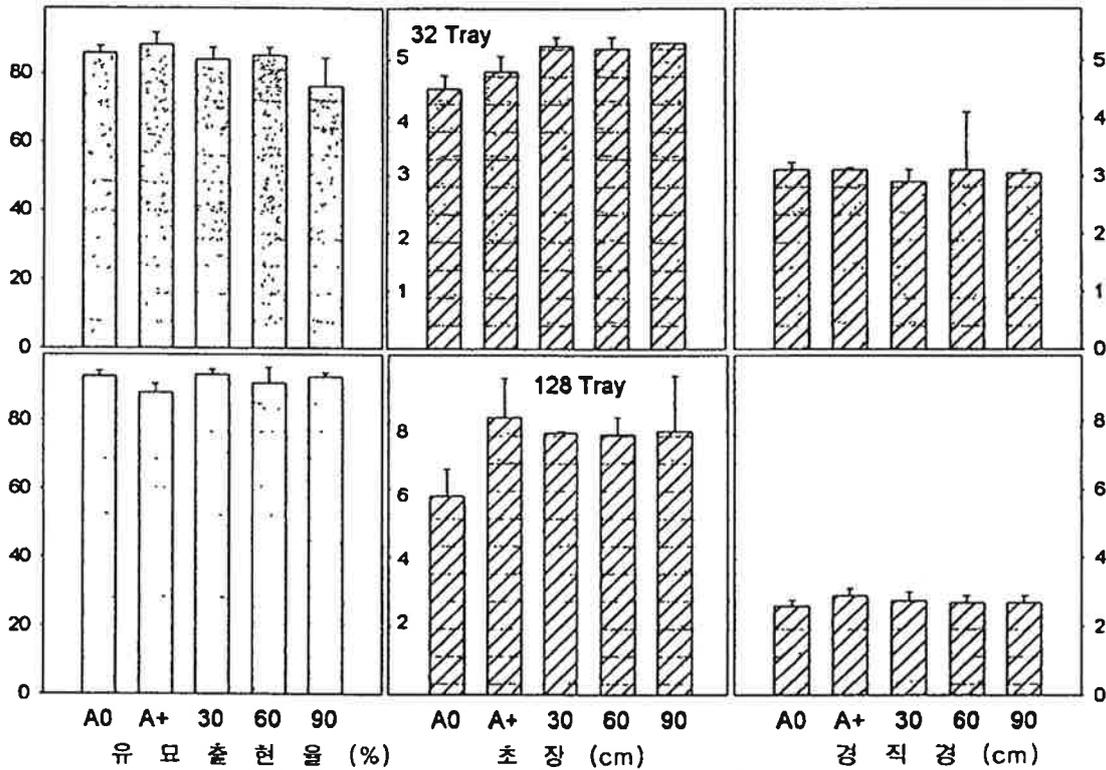


그림 4.4.11. 상토의 기비함량 및 트레이 공수별 수박대목의 생육비교 (파종후 11일째 조사)

2) 상토별 수박접목묘의 생육비교

표 4.4.18. 상토 및 기비 함량별 수박접목묘의 생육비교 (접목 후 12일째 조사)

상토	활착율 (%)	엽수 (개)	최대엽장 (cm)	최대엽폭 (cm)	절간장 (cm)	생체중 (g)	건물중 (g)	뿌리상태*
A0	96.09±2.34	4.79±0.18	11.63±0.51	4.38±0.27	2.27±0.10	3.03±0.22	0.57±0.08	3.25±0.25
A+	93.75±0.00	4.17±0.10	12.63±0.40	4.90±0.28	2.19±0.18	4.38±0.06	0.82±0.08	3.71±0.17
B30	89.84±2.67	4.38±0.14	11.00±0.34	4.15±0.14	2.13±0.21	3.05±0.15	0.64±0.11	3.92±0.08
B60	92.70±4.17	4.45±0.40	13.05±0.43	5.33±0.05	2.22±0.31	3.40±0.16	0.55±0.09	3.61±0.20
B90	94.53±2.34	4.33±0.24	12.23±0.21	4.91±0.26	2.04±0.27	4.02±0.17	0.67±0.08	3.83±0.17
C30	92.97±2.34	4.75±0.16	11.17±0.34	4.27±0.23	2.02±0.11	3.01±0.11	0.52±0.05	3.17±0.17
C60	92.19±3.72	4.67±0.24	10.11±2.04	4.10±0.18	2.46±0.61	3.21±0.21	0.60±0.08	4.00±0.00
C90	85.94±10.94	5.00±0.00	15.50±1.00	6.30±0.30	2.13±0.13	4.63±0.31	0.78±0.12	4.00±0.00

\* 뿌리상태-1 : 뿌리가 없거나, 아주 적은 것, 2 : 뿌리가 빈약한 것, 3 : 뿌리가 많은 것, 4 : 뿌리가 아주 많은 것

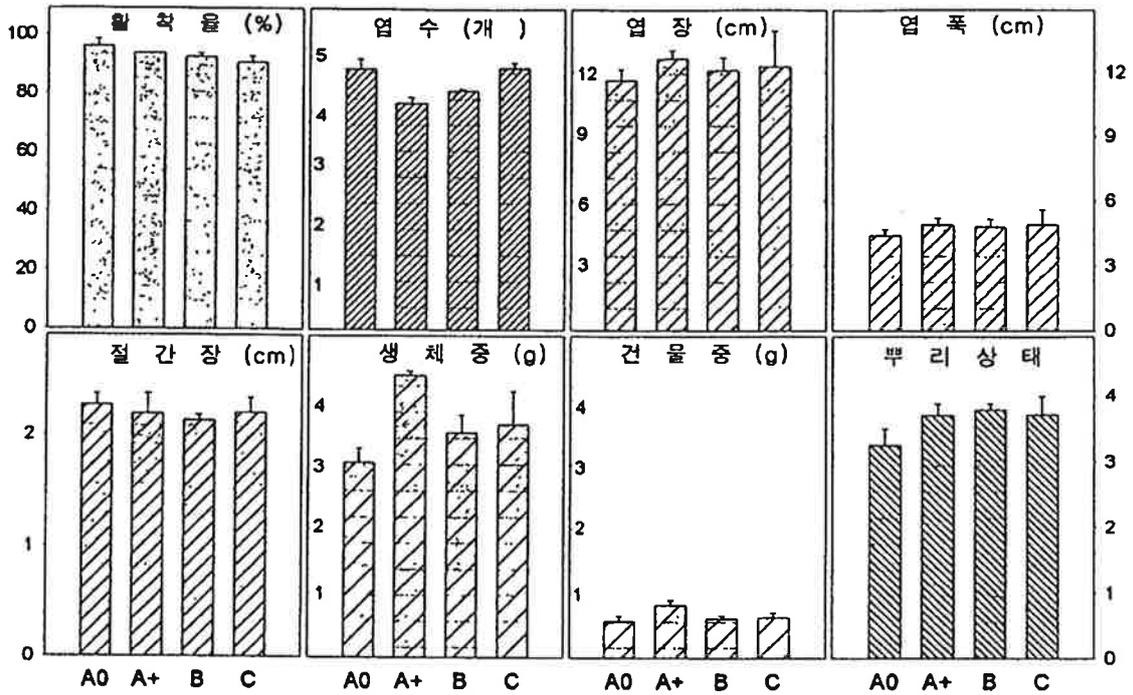


그림 4.4.12. 상토별 수박접목묘의 생육비교 (접목 후 12일째 조사)

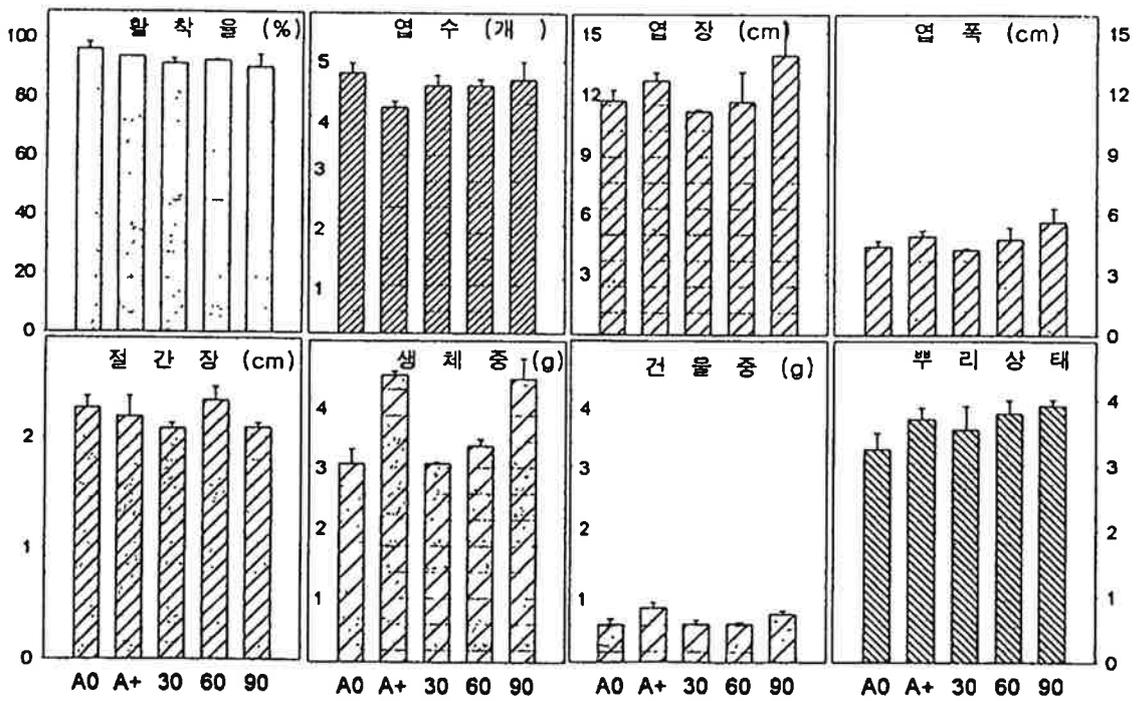


그림 4.4.13. 상토의 기비함량별 수박접목묘의 생육비교 (접목 후 12일째 조사)

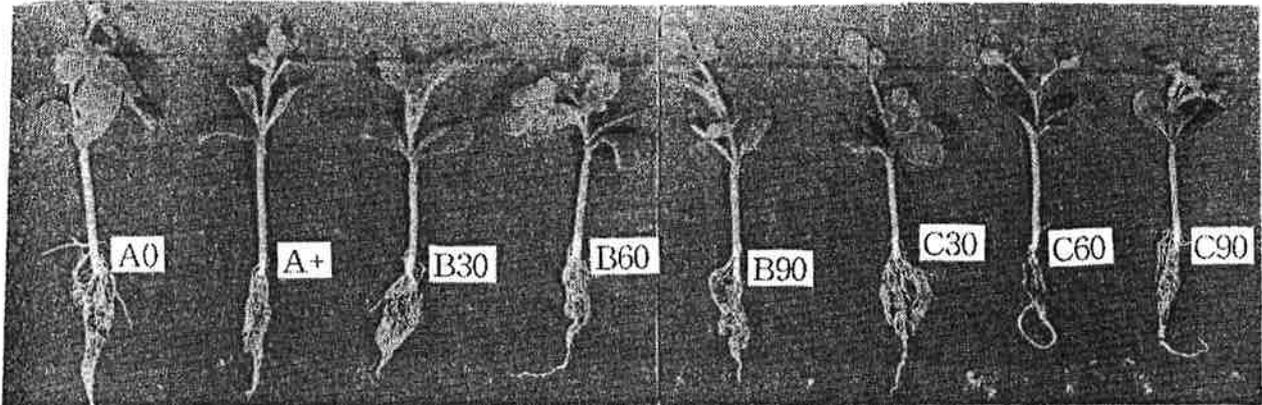


사진 4.4.10. 상토별 물거름 기비구의 수박접목묘의 생육상태 (접목 후 12일째 조사)

다. 시험결과 요약

수박 접목묘 생산을 위한 육묘용 상토 및 기비함량별 묘생육 정도를 트레이 공수별로 조사한바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 수박의 대목 및 접수의 생육비교

표 4.4.16에서 상토 및 트레이 공수별 대목과 접수의 생육정도를 나타내었다. 대목과 접수의 유묘출현율은 뚜렷한 경향이 없었으나 대목의 32공 트레이 파종구에서 다소 낮은 경향이었고 특히 C 90 시험구에서 출현율이 32.5%로 극히 낮았다. 이는 실험오차로 사료되었다. 각형질의 상토별 성적(그림 4.4.10.)과 기비함량별 성적(그림 4.4.11.)을 비교하여 보면 유비성 상토가 다소 좋은 경향을 보였고 상토 종류별 차이는 뚜렷하지 않았다.

2) 수박접목묘의 생육비교

표 4.4.17에서 상토와 비료함량별 각 형질의 성적을 볼 수 있다. 접목 활착율은 무비성 상토인 A0에서 96.09%로 높았으나 기비함량별 경향은 일정하지 않았다. 그외 각 형질의 성적을 상토종류 및 기비함량별로 산출하여 그림 4.4.12.와 4.4.13에서 보면 엽수, 엽장, 엽폭에서는 C상토와 90PPm의 양실이 혼합구에서 다소 좋았으나 그 경향이 분명하지 않았고, 절간장에서도 일정한 경향을 볼 수 없었다. 생체중과 건물중에서는 상토의 경우 A+와 C상토에서, 기비함량의경우는 유비토실이 2호(A+)와 양실이 90 PPm 혼합구에서 가장 좋았다. 그리고 지하부의 뿌리상태에서는 유비성 상토에서 양호한 경향을 보였고 특히 90PPm 혼합구에서 가장 좋았다.

이상의 수박묘의 상토별 물거름 기비구의 접목묘 생육상태는 사진 4.4.10.에서 볼 수 있다.

5. 오이 접목용 기비성 상토 개발 시험

가. 재료 및 방법

1) 상토 재료

- 앞 실험4의 수박접목용 상토와 동일함.
- 접목 후 접목묘 육성에 공시되었음.

2) 공시작물 및 방법

- 공시작물 : 오이대목-내병호박 (중양종묘)  
오이접수-장석삼척 (농우종묘)

-접 목 일 : '97. 7. 9.

-접 목 : 유근 합접

-상토가식 : 대목을 일반 상토에 육성하여 접목 후 시험구 상토에 가식함.

-조사항목 : 접목 활착율, 엽수, 엽장, 엽폭, 생체중, 건물중, 뿌리상토

-관비관리 : 접목 7일 후 3회 양실이 물거름 관비함.

3) 시험설계 및 일반관리

-시험설계 : 시험구 배치는 완전임의 배치법 3반복

-일반관리 : 용현 농협 육묘장의 일반관리에 준함.

나. 시험성적

표 4.4.19. 상토 및 기비 함량별 오이 접목묘의 생육비교 (접목 후 19일째 조사)

상토	활착율 (%)	엽수 (개)	최대엽장 (cm)	최대엽폭 (cm)	생체중 (g)	건물중 (g)	뿌리상태*
A0	94.79± 1.92	2.83±0.21	8.88±0.58	4.33±0.09	2.03±0.05	0.22±0.03	3.50±0.22
A+	82.81±11.80	3.63±0.24	12.89±1.44	5.49±0.35	2.63±0.27	0.26±0.05	2.88±0.24
B30	90.63± 1.40	3.08±0.15	9.09±0.74	5.23±0.55	1.98±0.19	0.22±0.02	3.75±0.17
B90	85.42± 4.17	3.50±0.29	11.60±0.09	5.82±0.45	2.44±0.29	0.23±0.07	2.83±0.44
B150	90.00± 3.75	3.70±0.20	15.44±0.85	6.41±0.68	3.14±0.48	0.28±0.07	3.50±0.16
C30	79.17± 8.33	3.58±0.15	10.59±0.56	5.73±0.35	2.41±0.19	0.31±0.05	3.42±0.24
C90	95.83± 1.32	3.75±0.28	12.76±1.07	5.72±0.36	2.48±0.22	0.26±0.04	2.83±0.21
C150	89.58± 3.84	4.08±0.20	15.68±0.35	6.64±0.33	3.26±0.19	0.32±0.04	2.92±0.35

\* 뿌리상태-1 : 뿌리가 없거나, 아주 적은 것, 2 : 뿌리가 빈약한 것,  
3 : 뿌리가 많은 것, 4 : 뿌리가 아주 많은 것

다. 시험결과 요약

오이 접목묘 생산을 위하여 몇가지 상토별 접목후 생육상태를 조사한바 형질별 결과를 표 4.4.19에서 볼 수 있다. 접목활착율은 79~95%로서 시험구에 따라 큰 차이를 보이나 상토 종류나 기비량에 따라 경향은 일정치 않다.

상토종류나 기비량에 따른 형질별 성적을 보면 (그림 4.4.14.)에서는 뿌리상태의 경우 A0와 B상토에서 양호한 반면 그외 형질에서는 A+상토와 C상토에서 비교적 좋은 결과를 보였다. 기비함량(그림 4.4.15.)에서는 A+(유비성 토질이 2호)와 기비 150PPm 혼합구에서 대분 형질이 양호한 반면 지하부 뿌리상태는 A0상토와 30PPm 기비포함구에서 좋은 경향을 나타내었다. 이상의성적에서 지하부가 양호한 시험구가 지상부 생육이 불량한 경향을 나타내고 있어 적정상토를 선발할 경우는 지하부와 지상부가 고루 생육될 수 있는 기

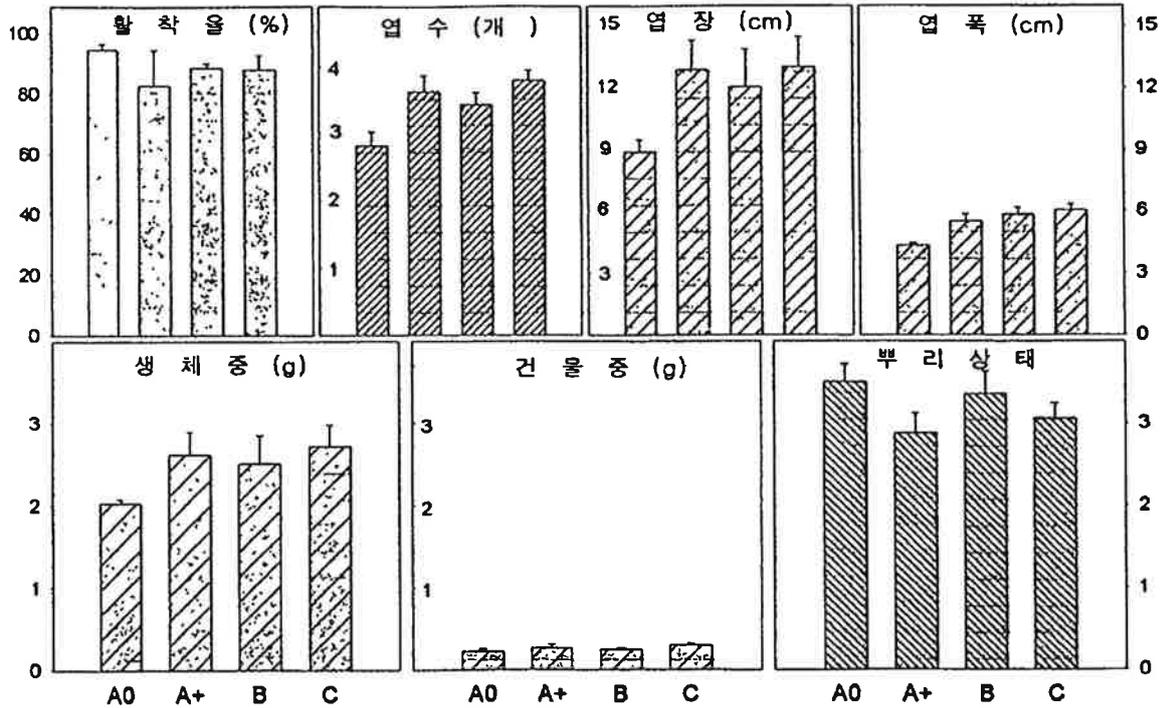


그림 4.4.14. 상토별 오이접목묘의 생육비교 (접목 후 19일째 조사)

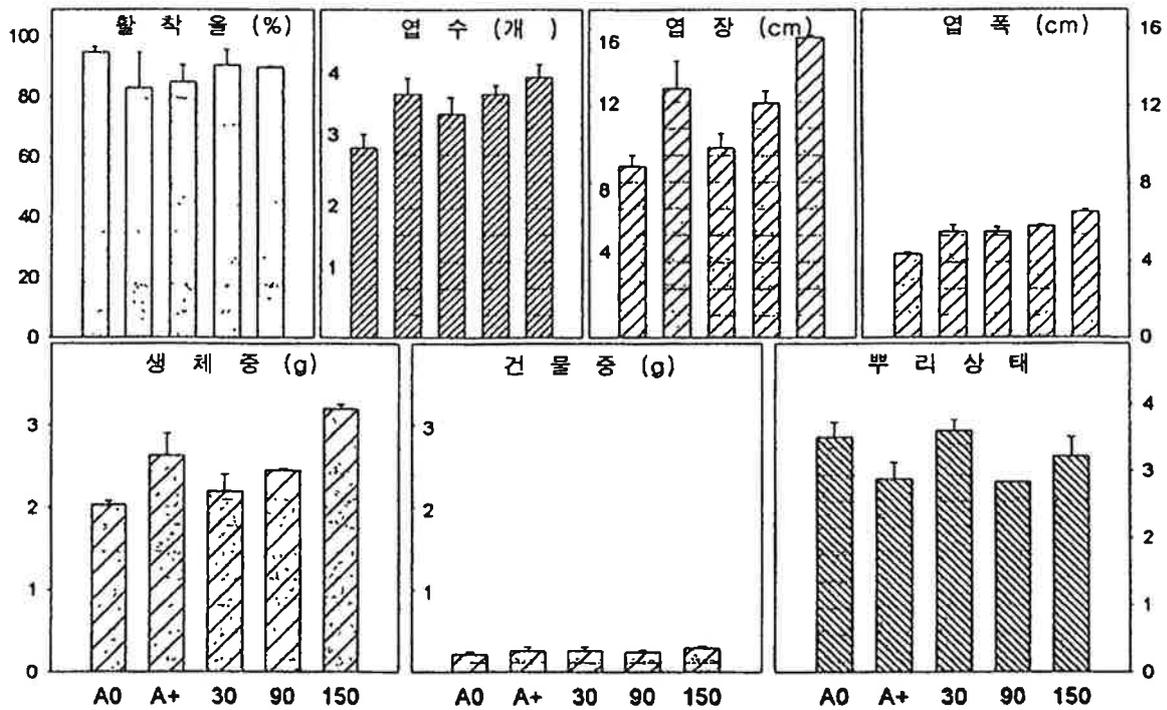


그림 4.4.15. 상토의 기비함량별 오이접목묘의 생육비교 (접목 후 19일째 조사)

비농도에서 선발되어야 할 것으로 판단되었다.

이상 실험에서 얻어진 각 처리별 시험구상태를 <사진 4.4.11>으로 나타내었다.

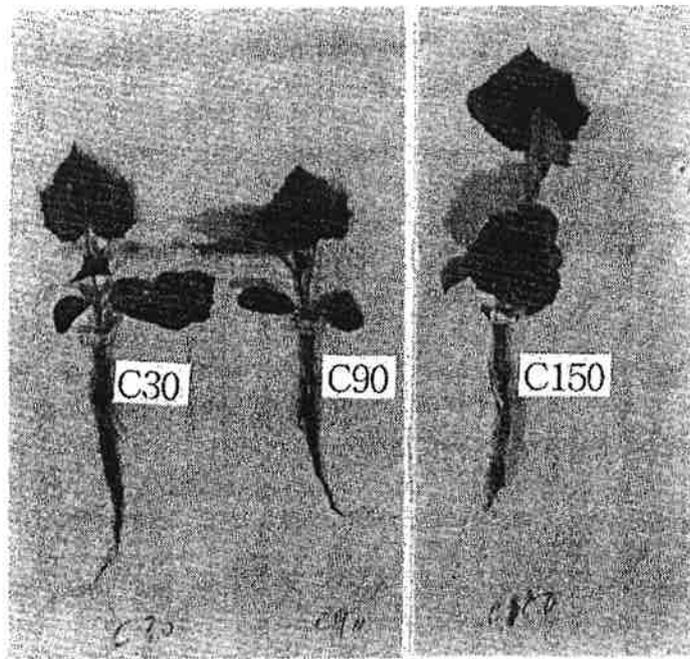
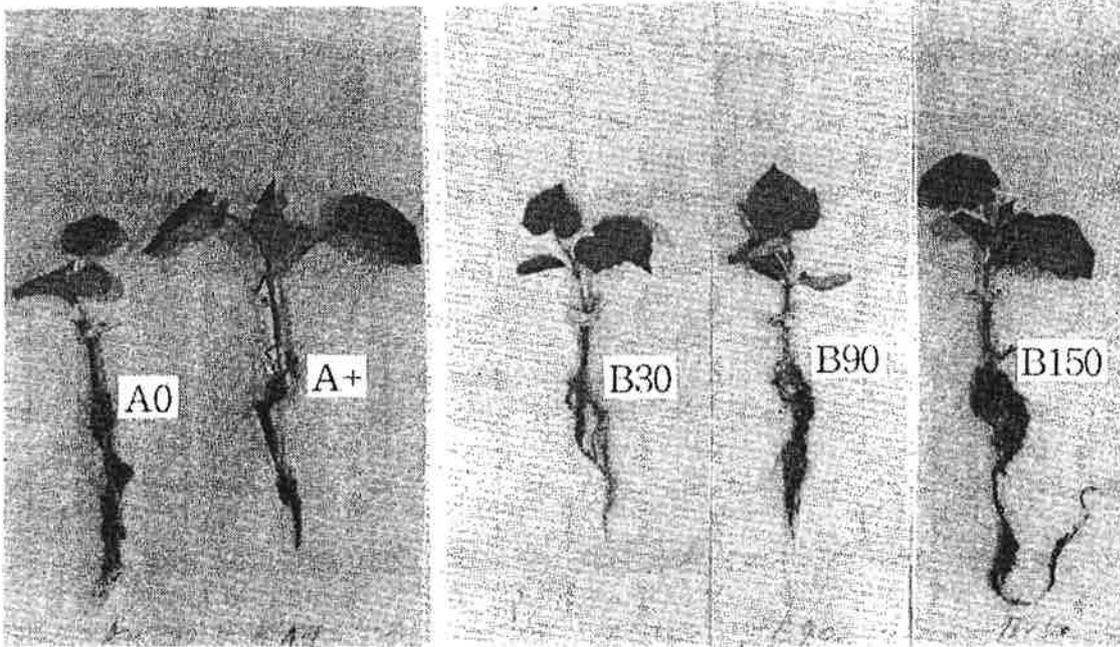


사진 4.4.11. 오이접목묘의 상토 및 기비함량별 묘 양육상태(접목후 19일째 조사)

## 제 5 절 공정묘 육성에 식물활성물질 이용효과 시험

### 1. 몇가지 채소 종자에 키토메이트G 침지 처리효과 시험

가. 목적 : 키토메이트 G 처리가 몇가지 채소종자 발아에 미치는 영향을 규명코져 함  
 나. 시험재료 및 방법

1) 시험재료

- 가) 공시 작물 : (1) 고추(품종명 : 금탑, 청홍)
- (2) 수박(품종명 : 박·대목, 달고나)
- (3) 미니 토마토(품종명 : 뽕뽕, 영무자)
- (4) 배추(품종명 : 노랑 봄배추, 엇갈이 배추)

나) 공시약제 성분 : Chitosan 2.5%, 아세트산 2%, 물 95.5%

2) 시험방법

- 가) 시험구 : 키토메이트 100배, 1,000배, 10,000배, 무처리 (4처리구)
- 나) 처리조건 : 시험구는 Petridish당 100립 3반복, 침지 1시간 후 건조하여 25℃ 항온기에서 발아 시험
- 다) 조사항목 : pH 변화, EC 변화, 50% 발아시점, 발아율

다. 시험 성적

표 4.5.1. 키토메이트 G 용액의 종자 침지 후 pH 변화

키토메이트 처리농도	침지 전 pH	고추		수박		미니 토마토		배추	
		금탑	청홍	박 (대목)	달고나	뽕뽕	영무자	노랑 봄배추	엇갈이 배추
대조구 (중류수)	6.24	5.84	5.93	5.84	4.98	6.65	6.26	6.18	6.27
100배액	6.21	6.22	6.21	6.08	5.53	6.39	6.41	6.28	6.31
1,000배액	6.86	6.57	6.57	6.04	5.56	6.81	6.75	6.67	6.73
10,000배액	6.77	6.45	6.45	5.93	5.38	6.75	6.80	6.63	6.70

표 4.5.2. 키토메이트 G 용액의 종자 침지 후 EC(mS/ cm) 변화

키토메이트 처리농도	침지 전 EC	고추		수박		미니 토마토		배추	
		금탑	청홍	박 (대목)	달고나	뽕뽕	영무자	노랑 봄배추	엇갈이 배추
대조구 (중류수)	0.00	0.02	0.07	0.48	0.08	0.03	0.03	0.02	0.02
100배액	0.10	0.14	0.14	0.50	0.16	0.12	0.14	0.12	0.12
1,000배액	0.10	0.14	0.12	0.50	0.15	0.10	0.12	0.11	0.10
10,000배액	0.05	0.12	0.10	0.48	0.11	0.08	0.08	0.08	0.06

표 4.5.3 키토메이트 G 용액의 종자 침지 후 50% 발아 시점비교(시간)

키토메이트 처리구	고추		수박		미니 토마토		배추	
	금탑	청홍	박 (대목)	달고나	빼빼	영무자	노랑 봄배추	엇같이 배추
대조구 (증류수)	132 ± 0.00	132 ± 12.00	60 ± 0.00	36 ± 0.00	96 ± 6.92	52 ± 4.00	12 ± 0.00	12 ± 0.00
100배액	160 ± 10.58	108 ± 13.85	76 ± 8.00	40 ± 4.00	76 ± 8.00	44 ± 4.00	12 ± 0.00	12 ± 0.00
1000배액	132 ± 0.00	148 ± 10.58	52 ± 4.00	52 ± 1.00	80 ± 8.00	52 ± 4.00	20 ± 4.00	12 ± 0.00
10000배액	140 ± 4.00	128 ± 8.00	64 ± 28.00	44 ± 4.00	80 ± 4.00	56 ± 4.00	12 ± 0.00	12 ± 0.00

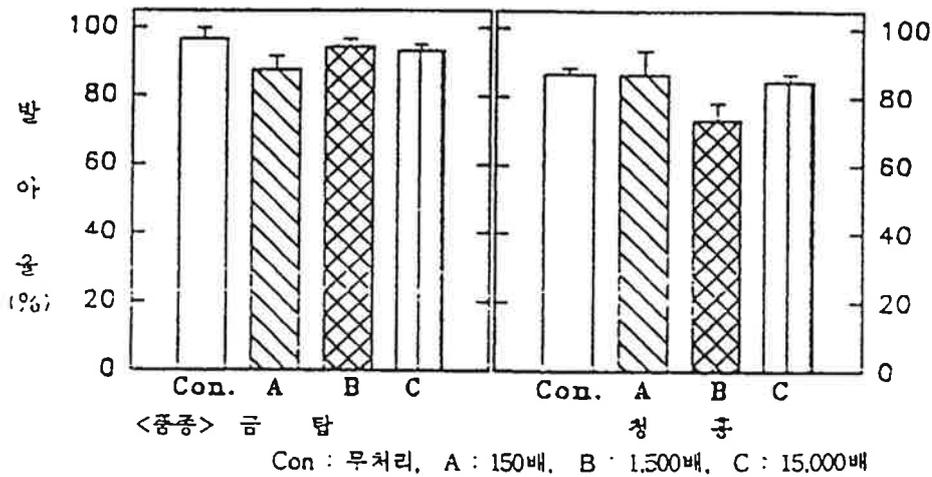


그림 4.5.1. 키토메이트 처리가 고추종자발아율에 미치는 영향

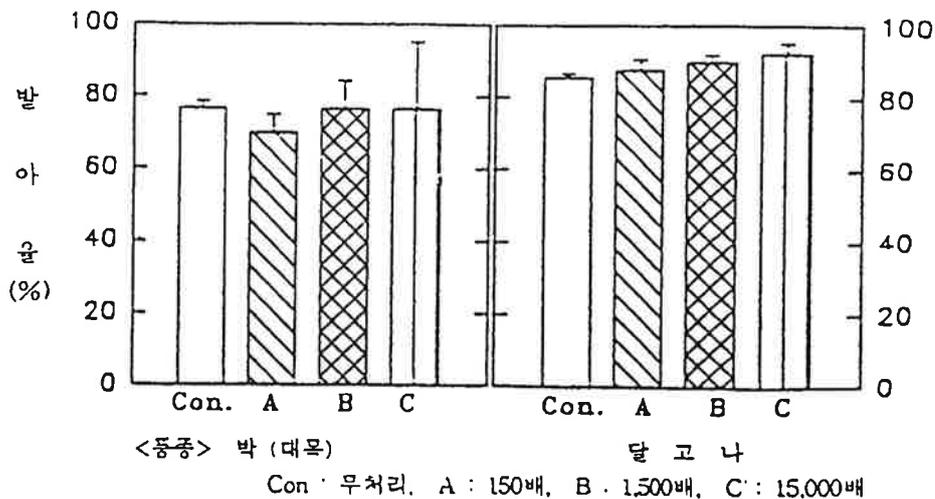


그림 4.5.2. 키토메이트 처리가 수박 종자 발아율에 미치는 영향

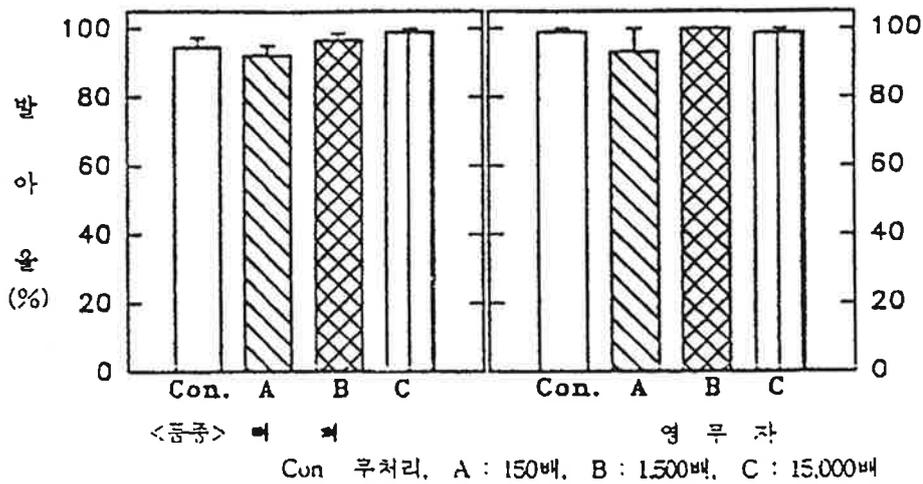


그림 4.5.3. 키토메이트 처리가 미니 토마토 종자 발아율에 미치는 영향

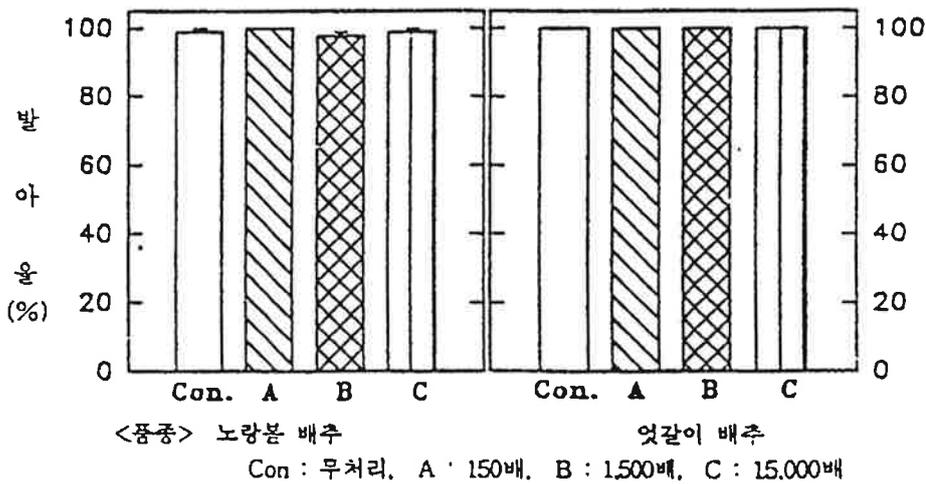


그림 4.5.4. 키토메이트 처리가 배추 종자 발아율에 미치는 영향

#### 다. 실험결과

1) 몇가지 채소종자 발아에 미치는 키토메이트 G 농도별 전처리 영향을 보기위해 실험을 실시한바 다음의 결과를 얻었다.

먼저 키토메이트 농도 및 종자 종류별 용액 침지후 pH와 EC농도 변화를 살펴본바 (표 4.5.1-4.5.2 참조) 대조구의 침지전 pH는 6.24였으며 키토메이트 G 농도별 pH는 100배액이 pH 6.21로 가장 낮고 1,000배액이 pH 6.86으로 낮았다. 종자 침지후 pH 변화율 대체로 종자침지전과 용액무처리구보다 공히 높아지는 경향이였다.

품종별로 보면 수박의 달고나가 무처리 pH 4.98부터 1,000배액 pH 5.56범위에 있어 낮은 편이였고 미티토마토의 베베가 pH 6.39-6.81로 가장 높은 품종이였다.

EC 농도변화는 종자침지전 용액 EC는 0.05-0.10mS/cm범위였고 종자침지후 EC농

도는 품종에 따라 대부분 큰 변화없이 0.06-0.15mS/cm 범위에 있었으나 수박의 대목 밖에서는 0.48-0.50mS/cm로 다소 높게 변하였다. 이러한 경향은 키토메이트 G 처리용액 농도 간에도 비슷하였으며 또한 무처리구에서도 그 경향이 일정하였으나 EC농도는 처리구에 비하여 다소 낮았다.

이상의 결과에서 키토메이트 G의 종자 침지시 pH 및 EC농도가 발아에 미치는 억제 영향은 없을 것으로 사료되었다.

2) 키토메이트 G 용액침지후 50% 발아시간을 공시 품종별로 조사한바(표 4.5.3참조) 대부분의 품종들이 무처리 대조구에 비하여 발아 6%에 소요되는 시간이 길었으나 미티토마토의 뽀뽀 품종은 모든 처리구가 16-20시간 단축되었으며 수박의 박대목과 미니토마토 영무자의 경우 처리 용액 농도에 따라 단축되는 경우가 없었다.

3) 공시 품종별 발아율을 조사한바(그림 4.5.의 1, 2, 3, 4 참조) 고추의 경우 품종 금담과 청홍 모두 무처리에 비하여 발아율이 낮았으며, 수박의 박대목은 무처리에 비하여 비슷하거나 낮아진 반면 품줄 달고나는 용액 침지 처리구가 발아율이 높아졌고 용액 희석 비율이 높을 수록 발아율이 더욱 높아졌다.

토마토의 경우는 품종간 또는 침지 용액 농도간에 일정한 경향이 없이 두품종 모두 100배액 처리구는 무처리구에 비해 낮았으나 그외 처리구는 비슷하거나 다소 빨라지는 경향을 보였다. 배추는 대부분의 시험구가 100% 발아율을 보여 품종간, 농도간에 변화를 볼 수 없었다.

이상의 결과에서 키토메이트 G의 종자침지후 발아에 미치는 영향은 일정한 경향을 찾아 볼 수 없었으며 발아 이후 묘 생육에 미치는 영향을 조사비교하여야 할것으로 사료되었다.

#### 마. 결과요약

몇가지 채소류 품종에 대한 키토메이트 G 종자 전처리 효과를 본바 pH와 EC 농도 변화를 공시 품종별, 용액 침지 농도별에 따라 일정한 경향이 없었으며 그 농도는 발아를 억제시킬 수 있는 범위는 아니었다.

키토메이트 G가 초기 발아 속도에 미치는 영향을 조사한바, 미니토마토 뽀뽀 품종은 무처리에 비하여 용액 처리구가 50% 발아 시점이 단축되었으나 그외 품종들은 대부분 초기 발아 속도가 다소 늦어지는 경향이였다.

공시 품종별 발아율은 수박의 달고나 품종의 경우 처리구가 무처리에 비하여 발아율이 높고 용액 희석 비율이 높을 수록 발아율이 더욱 높아졌으나 그외 품종에서는 용액농도간에 일정한 경향을 찾아볼 수 없었다.

## 2. 고추 plug육묘에 키토메이트 G 시용이 생육에 미치는 효과

가. 목적 : 키토메이트 G 처리가 고추 plug묘의 생육에 미치는 영향을 규명코져 함

나. 시험재료 및 방법

1) 시험재료

- 가) 공시작 물 : 고추 (품종 : 녹광, 홍농종묘)
- 나) 공시상토 및 tray : plug 전용상토(토실이), 128공 tray
- 다) 공시처리제 성분 : Chitosan 2.5%, 아세트산 2%, 물 95.5%

2) 시험방법

가) 시험 구분

(1) 엽면 살포 시험

처 리	처 리 농 도	처 리 방 법	비 고
엽면살포	공시액 400배액 800배액 1600배액	본엽 전개 후 5일 간격 3회	표준 tray 당 약 1.6ℓ
무 처 리	지하수		

(2) 상토 관주 시험

처 리	처 리 농 도	처 리 방 법	비 고
상토관주	공시액 200 배액 400 배액	파종 직후 상토에 1회관주	표준 tray 당 약 1.6ℓ
무 처 리	지하수		

나) 시험구 배치 : 완전임의배치 3반복

(1) 경중개요

공시재료	파종	육묘일수	조사일	처리당 주수	총시험 주수
고추	96. 5. 21	51일	6/22, 7/12	128주×3반복	2,304주

- \* 관비는 공정묘 생산 온실의 관행방법에 준함
- \* 기타 재배 및 환경조절은 일반관리에 준함

다) 조사항목 : 초장, 엽수, 엽면적, 엽록소 함량, 생체중, 건물중 (6항목)

라) 시험장소 : 진주영농조합법인 공정육묘온실

다. 시험성적

1) 키토மை트 G가 고추묘의 초장 및 엽생장에 미치는 영향

표 4.5.4. 초장 및 엽생장의 변화

처 리	조사일 6/22		조사일 7/12				
	초장 (cm)	엽수 (개)	초장 (cm)	엽수 (개)	엽면적 (cm <sup>2</sup> )	엽록소함량 (mg/g)	
무처리	16.4	5.9±0.18	29.8	9.8±0.37	41.0±3.79	1.9	
엽면살포	400배	17.4**	6.2±0.13	35.9**	10.2±0.37	48.7±2.67	2.0
	800배	17.8**	6.3±0.15	32.7**	10.8±0.49	54.3±4.06	1.6
	1,600배	17.1*	6.4±0.16	35.9**	11.0±0.32	61.0±7.00	1.8

<계속>

처 리	조사일 6/22		조사일 7/12			
	초장 (cm)	엽수 (개)	초장 (cm)	엽수 (개)	엽면적 (cm <sup>2</sup> )	엽록소함량 (mg/g)
LSD(P=0.05)	0.75	ns	1.65	ns	ns	
LSD(P=0.01)	1.00	ns	2.27	ns	ns	
무처리	16.4	5.9±0.18	29.8	9.8±0.37	41.0±3.79	1.9
상토관주 200배	17.1*	6.3±0.15	31.1	10.0±0.45	43.7±1.45	1.5
400배	16.3	5.9±0.23	32.6*	9.6±0.24	38.6±1.20	1.3
LSD(P=0.05)	0.53	ns	1.53	ns	ns	
LSD(P=0.01)	0.71	ns	2.14	ns	ns	

<무처리와 각 처리간의 유의성 검정 : \* : 5%, \*\* : 1% 유의차>

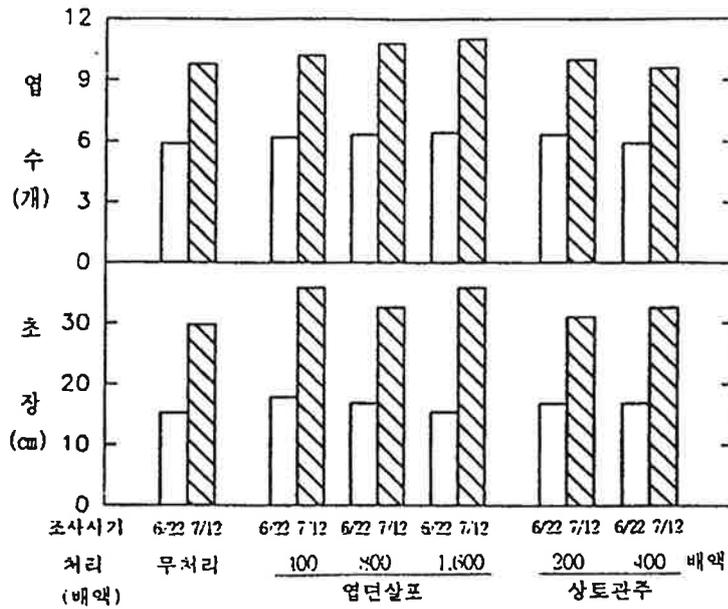


그림 4.5.5. 초장과 엽수의 변화

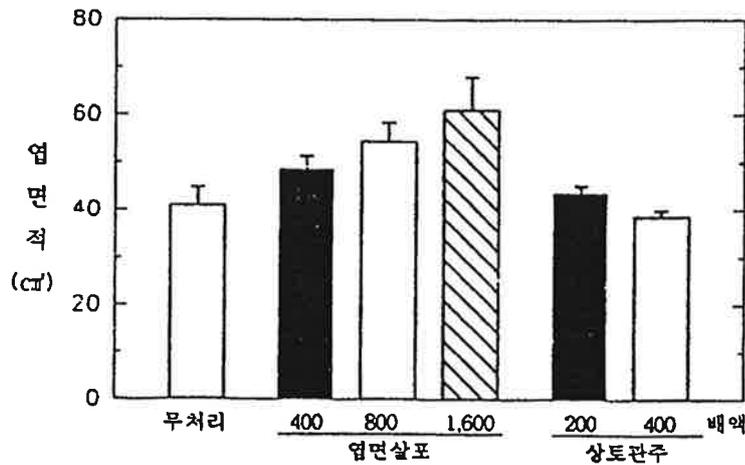


그림 4.5.6. 엽면적에 미치는 영향

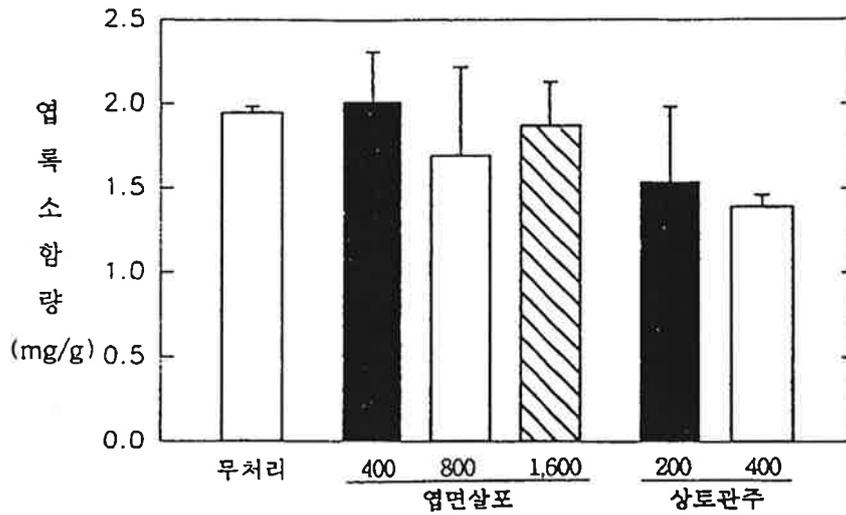


그림 4.5.7. 엽록소 함량에 미치는 영향(조사일 96. 7. 12)

2) 키토메이트 G가 고추묘의 생체중 및 건물중에 미치는 영향

표 4.5.5. 지상부 및 지하부의 변화

처 리	지상부생체중 (g/1주)	지상부건물중 (g/5주)	지하부생체중 (mg/1주)	지하부건물중 (mg/5주)
무처리(지하수)	2.43	1.72	768	400
엽면살포 400배	2.70	1.62	978	470
800배	2.90*	1.93	1092*	600
1,600배	3.20**	1.98	1158**	600
LSD(P=0.05)	0.49		280	
LSD(P=0.01)	0.67		390	
무처리(지하수)	2.43±0.14	1.72	768	400
상토관주 200배	2.40±0.09	1.45	986	490
400배	2.50±0.07	1.53	1128**	500
LSD(P=0.05)	ns		250	
LSD(P=0.01)	ns		340	

<무처리와 각 처리간의 유의성 검정 : \* : 5%, \*\* : 1% 유의차>  
조사일 : 96. 7. 12

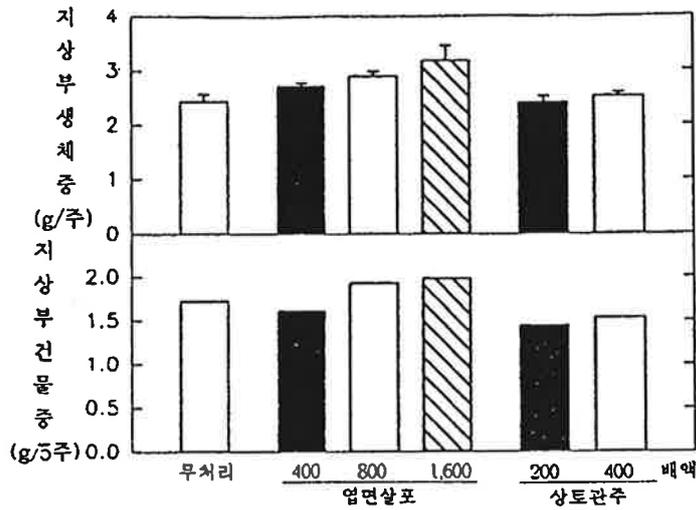


그림 4.5.8. 지상부 생육에 미치는 영향(조사일 96. 7. 12)

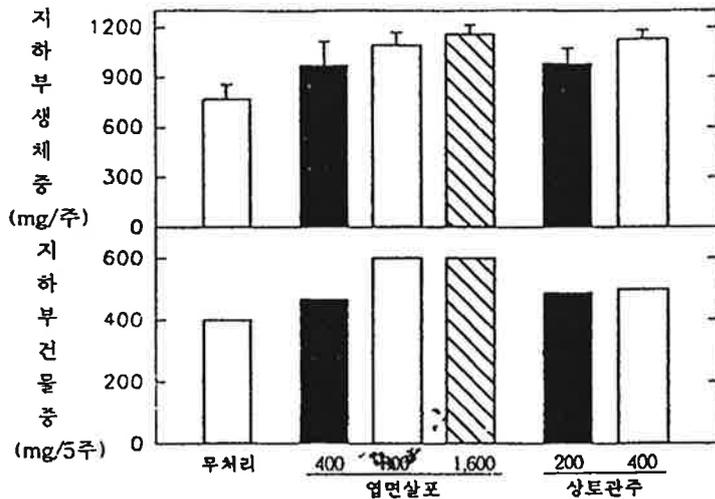


그림 4.5.9. 지하부 생육에 미치는 영향(조사일 96. 7. 12)

라. 시험결과

- 1) 초장은 무처리에 비하여 공시액 처리구에서 신장이 많았다. 상토관주에 비하여 엽면살포에서 효과적이었으며 초기 생육보다 육묘최종일인 51일(7/12 조사)묘에서 뚜렷하였다. 특히 엽면살포의 모든 처리구에서 1%의 높은 유의차를 보여 초장신장이 좋았고, 토양관주 400배액 처리구에서 5%의 유의성을 인정할 수 있었다. (표 4.5.4, 그림 4.5.5 참조).
- 2) 엽수는 대부분의 공시액 처리에서 매수가 증가되었다. 상토관주보다는 엽면살포에서 효과적이었으며, 육묘일수별 차는 없어 육묘기간에 균등한 생육효과를 보임을 알 수 있었다. 엽수가 가장 증가된 처리구는 엽면살포 1,600배액에서 11매로 나타나

무처리 9.8매에 비하여 1.2매가 증가되었다. 그러나 처리간에 유의성은 인정되지 않았다(표 4.5.4, 그림 4.5.5 참조).

- 3) 최대엽의 엽면적정도는 처리간에 유의차를 볼 수 없었으나 상토관주 처리보다 엽면살포가 엽면적 값이 높았으며 특히 엽면살포 1,600배액처리에서는 엽면적이 61.0cm<sup>2</sup>로서 무처리 41.0cm<sup>2</sup>보다 넓어 엽면적 증가가 매우 높았다(표 4.5.4, 그림 4.5.6 참조).
- 4) 엽내 엽록소 함량은 엽면살포 400배액 처리구가 2.0mg/g으로 무처리 1.9mg/g 보다 다소 높고 그의 공시액처리구는 무처리에 비하여 모두 낮아 키토메이트G의 처리효과를 볼 수 없었다(표 4.5.4, 그림 4.5.7).
- 5) 지상부생육정도를 보기 위해 지상부의 생체중과 건물중을 조사한 바 엽면살포 처리는 효과적이었으나 상토관주효과는 뚜렷하지 않았다. 특히 엽면살포시 1,600배액 처리구에서는 생체중 3.20g/주, 건물중 1.98g/5주로서 무처리 2.43g/주, 1.72g/5주에 비하여 크게 증가하였다. 특히 생체중에서는 엽면살포 1,600배액 처리구에서 1%의 유의성이 있었고, 800배액 처리구에서는 5%의 유의성이 각각 인정되었다(표 4.5.5, 그림 4.5.8 참조).
- 6) 지하부 생체중과 건물중을 조사한 바 모든 처리구에서 뿌리의 신장효과를 볼 수 있었고 특히 엽면살포시 그 효과가 분명하였다. 즉 무처리구의 생체중은 728mg/주, 건물중은 400mg/5주인데 비하여 상토관주 400배액처리구는 각각 1128mg/주, 500mg/5주로서 1%의 높은 유의차를 보였으며, 엽면살포 1,600배액 처리구 또한 각각 1158mg/주, 600mg/5주로서 1%의 높은 유의차를 보였고, 800배액 처리구의 생체중에서도 5%의 유의차를 보여 키토메이트 처리가 무처리에 비하여 지하부 생육효과가 큼을 알 수 있었다(표 4.5.5, 그림 4.5.9 참조).

#### 마. 결과요약

키토메이트 G처리가 고추묘 생육에 미치는 영향은 상토관주보다 엽면살포시 그 효과가 분명하였다. 특히 1,600배액 4회 엽면살포시 초장, 엽수, 엽면적 등의 신장과 지상부 생체중 및 건물중의 증가에 가장 효과적으로 영향을 미쳤다. 또한 우량묘 조건과 관계가 많은 지하부 생육의 생체중과 건물중에서 엽면살포 1,600배액 처리구는 무처리에 비하여 1.5배의 성장효과를 보였으며 1%의 높은 유의성을 인정할 수 있었다.

### 3. 배추 plug육묘에 키토메이트 G 사용이 생육에 미치는 효과

가. 목적 : 키토메이트 G 처리가 배추 plug묘의 생육에 미치는 영향을 규명코져 함

나. 시험재료 및 방법

#### 1) 시험재료

가) 공시작물 : 배추 (품종 : 고랭지여름 배추, 중앙종묘)

나) 공시상토 및 tray : plug 전용상토(토실이), 128공 tray

다) 공시처리제 성분 : Chitosan 2.5%, 아세트산 2%, 물 95.5%

2) 시험방법

가) 시험 구분

- 엽면살포시험 및 상토관주시험 방법은 앞 실험2의 고추프러그육묘시험과 동일함

나) 시험구 배치 : 완전임의배치 3반복

다) 경종개요

공시재료	파종	육묘일수	조사일	처리당 주수	총시험 주수
배추	96. 5. 21	44일	6/22, 7/5	128주 × 3반복	2,304주

\* 관비는 공정묘 생산 온실의 관행방법에 준함

\* 기타 재배 및 환경조절은 일반관리에 준함

라) 조사항목 : 엽수, 엽장, 엽폭, 엽면적, 엽록소함량, 생체중, 건물중, 유충피해정도 (8개형질)

마) 시험장소 : 진주영농조합법인 공정육묘온실

나. 시험성적

1) 키토메이트 G가 배추묘의 엽생장에 미치는 영향

표 4.5.6. 엽생장에 미치는 영향

처 리	조사일 6/22			조사일 7/05			엽면적 (cm <sup>2</sup> )	엽록소 함량 (mg/g)
	엽수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)		
무처리	5.2±0.13	13.5	4.3±0.12	5.4	14.9±0.34	4.4±0.08	104.7	0.32
엽면살포 400배	6.1±0.23	12.8	4.5±0.14	6.6	15.4±0.76	4.7±0.21	115.7	0.57
800배	7.1±0.23	15.4**	4.4±0.19	7.8**	16.8±0.52	4.5±0.19	137.7	0.56
1,600배	7.2±0.20	14.5	4.1±0.11	7.8**	15.8±1.17	4.5±0.14	161.0*	0.41
LSD(P=0.05)	ns	1.29	ns	1.25	ns	ns	39.76	
LSD(P=0.01)	ns	1.73	ns	1.73	ns	ns	57.85	
무처리	5.2±0.13	13.5	4.3±0.12	5.4	14.9±0.34	4.4±0.08	104.7±11.02	0.32
상토관주 200배	7.3±0.16	15.9**	4.6±0.14	8.4**	16.8±1.00	4.6±0.27	161.7±21.49	0.74
400배	7.4±0.15	14.9**	4.4±0.11	7.0**	15.8±0.75	4.5±0.10	122.0± 9.54	0.45
LSD(P=0.05)	ns	0.98	ns	1.01	ns	ns	ns	
LSD(P=0.01)	ns	1.33	ns	1.41	ns	ns	ns	

<무처리와 각 처리간의 유의성 검정 : \* : 5%, \*\* : 1% 유의차>

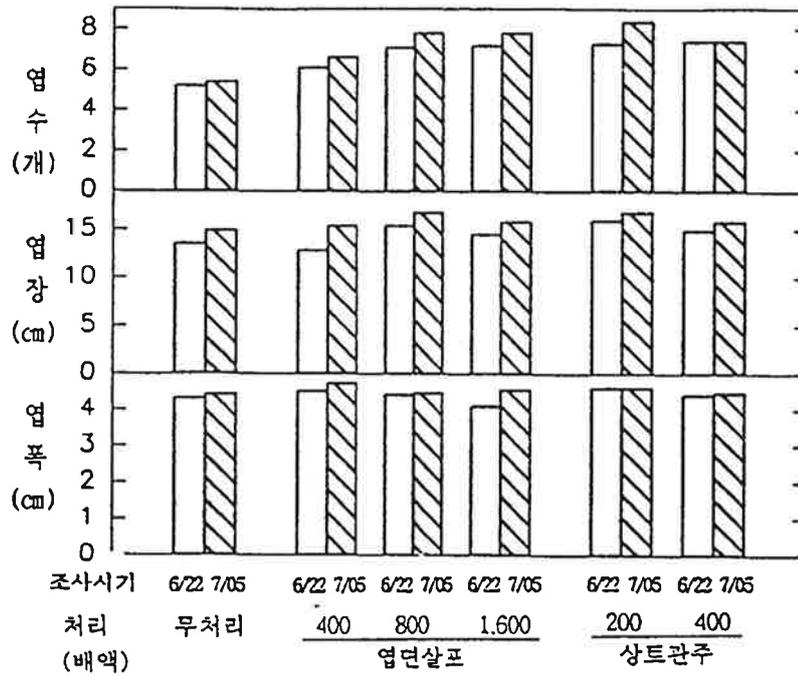


그림 4.5.10. 엽생장에 미치는 영향

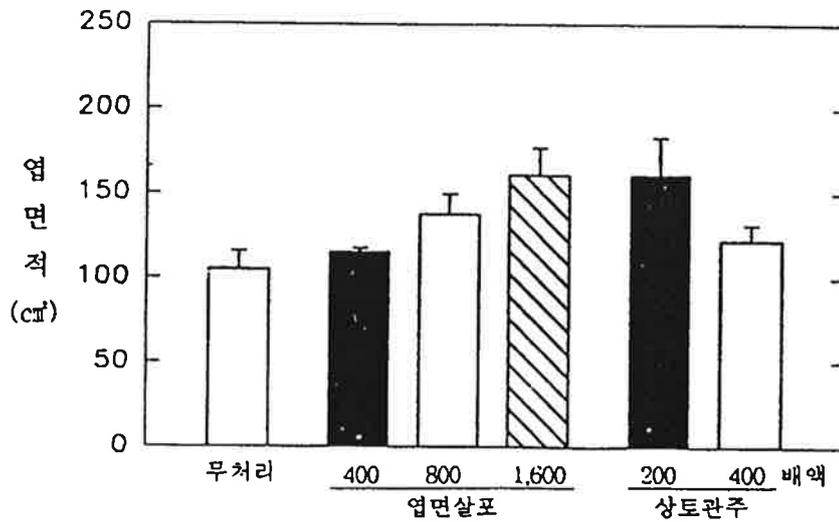


그림 4.5.11. 엽면적에 미치는 영향

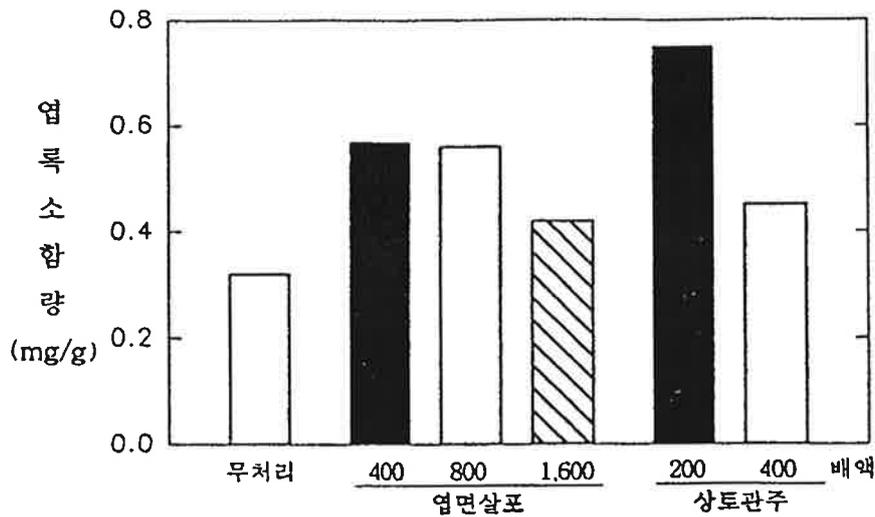


그림 4.5.12. 엽록소 함량변화에 미치는 영향

2) 키토메이트가 배추묘의 생육 및 배추흰나비 유충 피해정도에 미치는 영향

표 4.5.7. 생육 및 배추흰나비 유충 피해정도에 미치는 효과

처 리	생체중(g/1주)	건물중(g/5주)	<sup>2</sup> 유충에 의한 피해 정도
무처리(지하수)	5.8±0.51	1.32	2.6
엽면살포 400배	7.3±0.37	1.96	0.8**
800배	7.3±1.67	2.06	1.2**
1,600배	7.7±0.92	2.28	1.5*
SD(P=0.05)	ns		0.71
LSD(P=0.01)	ns		0.95
무처리(지하수)	5.8	1.32	2.6
상토관주 200배	8.4**	2.76	0.4**
400배	6.1	2.37	0.8**
LSD(P=0.05)	1.54		0.62
LSD(P=0.01)	2.16		0.84

<무처리와 각 처리간의 유의성 검정 : \* : 5%, \*\* : 1% 유의차>

<sup>2</sup>배추흰나비 유충 피해정도<조사일:96. 7. 5>: 0점(피해없음), 1점(1-4부위 피해), 2점(5-9부위 피해), 3점(10부위 이상 피해)

라. 시험결과

1) 배추의 엽성장 정도를 보기 위하여 엽수와 최대엽의 엽장과 엽폭을 조사한 바 공시액 처리효과를 볼 수 있었다. 대체로 처리효과 정도는 육묘초기생육과 성묘생육간에 차이가 없었으며 또한 엽면살포와 상토관주간에도 큰 차이를 볼 수 없어 육

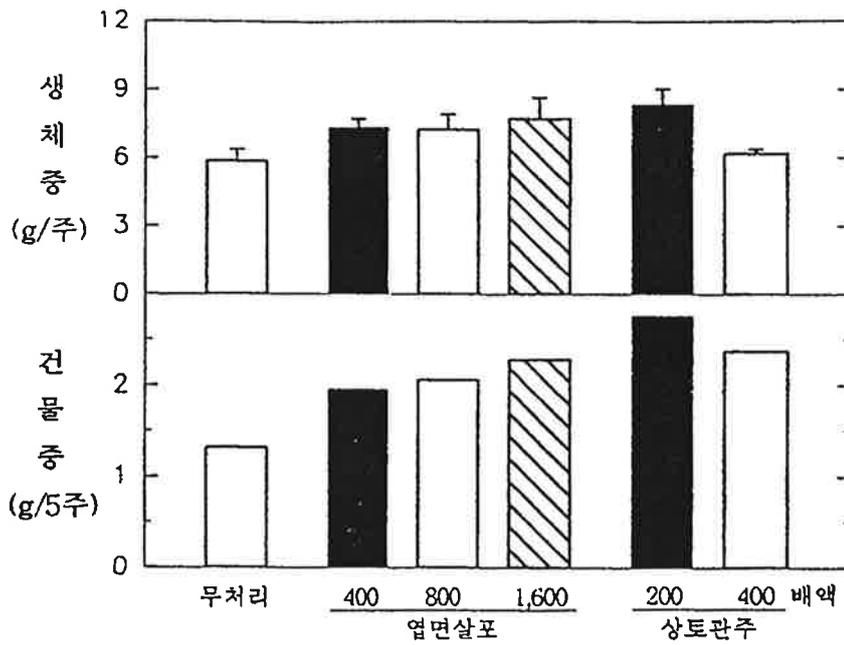
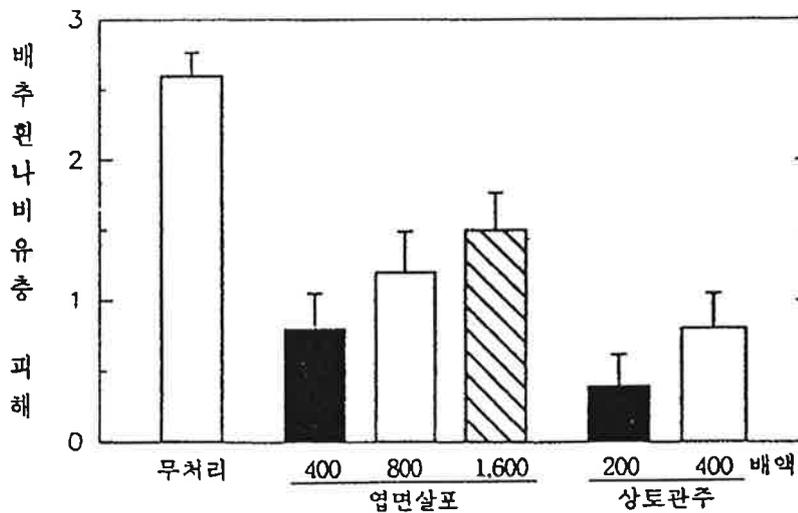


그림 4.5.13. 중량에 미치는 영향(조사일 : 96. 7. 05)



피해정도 : 0점(피해없음), 1점(1-4부위 피해),  
2점(5-9부위 피해), 3점(10부위 이상 피해)

그림 4.5.14. 배추흰나비 유충 피해정도에 미치는 영향(조사일 : 96. 7. 05)

묘기간과 처리방법에 관계없이 비슷한 효과가 있는 것으로 사료되었다. 조사항목별 성적을 무처리와 비교하여 보면 엽수에서 31일묘(6/22조사)의 모든 처리구에서는 유의차가 없었으나 44일 육묘시(7/5일 조사)는 무처리가 5.4매인데 반하여 엽면살포 800배, 1,600배액에서 7.8매였고 상토관주 200배액, 400배액에서는

각각 8.4매, 7.0매로 엽수증가가 크게 나타나 무처리와 1%의 높은 유의차를 인정할 수 있었다.

최대엽 크기의 경우 초기 생육에서는 처리구간에 따라 유의성을 인정할 수 있었으나, 44일묘의 경우는 무처리가 엽장 14.9cm, 엽폭 4.4cm인데 비하여 엽면살포 800배액처리는 각각 16.8cm, 4.5cm였고, 상토관주 200배액은 각각 16.8cm, 4.6cm로 약간 증가하였지만 유의차는 인정할 수는 없었다. 이상의 결과에서 엽면살포 800배액과 상토관주 200배액처리시 엽수, 엽장, 엽폭의 신장에 효과적임을 알 수 있었다(표 4.5.6, 그림 4.5.10 참조).

- 2) 엽면적 정도는 무처리에 비하여 처리효과가 뚜렷하였으며 특히 엽면살포처리 1,600배액에서 161.0cm<sup>2</sup>로서 무처리 104.7cm<sup>2</sup>에 비하여 5%의 높은 유의성을 보였다. 그리고 상토관주는 200배액에서 161.7cm<sup>2</sup>으로 무처리에 비하여 1.5배 증가되었다(표 4.5.6, 그림 4.5.11 참조).
- 3) 엽록소는 모든 공시액 처리구에서 함량이 높게 나타났으며 특히 상토관주 200배액 처리구에서는 0.75mg/g으로 무처리 0.32mg/g에 비하여 2배의 함량증가를 보였다. 그리고 엽면살포 400배, 800배액 처리구에서도 0.56mg/g내외의 높은 함량을 보였다(표 4.5.6, 그림 4.5.12 참조).
- 4) 배추의 포괄적인 신장정도를 알 수 있는 생체중과 건물중의 조사 결과 전 처리구에서 생육효과가 있었으며 엽면살포 효과보다는 상토관주 효과가 뚜렷하였다. 엽면살포처리에서는 1,600배액 시험구가 생체중 7.7g/주, 건물중 2.28 g/5주로서 무처리 5.8g/주, 1.32g/5주에 비하여 증가하였으며 또한 상토관주 200배액에서는 생체중 8.4g/주, 건물중 2.76g/5주로서 무처리에 비하여 각각 1.4배, 2.1배의 성장효과를 나타내어 생체중에서는 1%의 높은 유의성이 인정되었다(표 4.5.7, 그림 4.5.13 참조).
- 5) 배추흰나비(*Pteris rapae crucivora* B.) 유충 피해정도는 무처리구에서 2.6으로서 5~9부위 피해를 보인 반면 모든 공시액 처리구에서는 1.5이하의 낮은 피해경향을 보여 무처리에 비하여 높은 유의성 차를 나타내었다. 특히 엽면살포 400배액과 800배액처리와 상토관주 200배액과 400배액 처리구에서는 0.4~1.2를 나타내어 피해가 없거나 일부 피해 흔적을 나타내는 정도로서 키토메이트 G가 배추의 배추흰나비 유충의 예방 또는 방제에 효과가 높은 것으로 사료되었으며 처리간에도 1%의 높은 유의성을 보였다(표 4.5.7, 그림 4.5.14 참조).

#### 마. 결과요약

배추묘의 엽성장정도에서 엽면살포 800배액과 상토관주 200배액 처리시 효과적이었다. 특히 엽수 증가는 상토관주 200배액 처리시 엽수가 8.4매로 무처리 5.4매에 비하여 3매가 더 발생되어 가장 좋았다. 엽장과 엽폭은 모두 무처리에 비하여 좋은 성장효과를 보였고, 엽면적은 엽면살포 1,600배액 처리구에서 5%의 유의성을 볼 수 있었다. 특히 엽록소함량은 0.74mg/g으로 무처리 0.32mg/g보다 2배의 함량증가를 나타내었다. 엽면살포를 한 처

리구에서는 1,600배액에서 대부분의 성적이 좋았다.

그리고 배추의 중량 증가정도에서도 상토관주가 효과적이었고 특히 200배액의 상토관주에서는 생체중과 건물중이 각각 1.4배, 2.1배의 높은 성장효과를 보여 5%의 유의차를 인정할 수 있었다.

배추흰나비 유충 피해에서 무처리는 평균 5-9부위의 피해를 보였으나 처리구에서는 0-4부위의 피해를 보였고 특히 엽면살포 400배액과 800배액 상토관주 200배액 및 400배액 처리에는 피해가 없거나 일부 피해흔적이 남아 있을뿐 피해경감 효과가 뚜렷하여 무처리에 비하여 1%의 높은 유의차를 인정할 수 있었다. 따라서 키토메이트 G가 배추묘 생장에 뚜렷한 효과를 보일뿐 아니라 배추흰나비 유충피해의 예방 및 방제에도 효과적임을 알 수 있었다.

#### 4. 몇가지 채소종자에 식물활성효소 Aika의 침지 처리효과시험

가. 목적 : Aika 처리가 몇가지 채소종자 발아에 미치는 영향을 규명코져 함

나. 시험재료 및 방법

1) 시험재료

- 가) 공시 작물 : (1) 고추 (품종명 : 금담, 청홍)
- (2) 수박 (품종명 : 박·대목, 달고나)
- (3) 미니 토마토 (품종명 : 빼빼, 영무자)
- (4) 배추 (품종명 : 노랑 봄배추, 엇갈이 배추)

나) 공시약제 및 성분 : Aika 효소비료(에너지 260kcal, 수분 33.2g/100g, 단백질 1.9g/100g, 지질 0.2g/100g, 탄수화물 62.7g/100g, 회분 2.0g/100g)

2) 시험방법

가) 시험 구 : Aika 150배, 1,500배, 15,000배, 무처리 (4처리구)

나) 처리조건 : 침지 1시간 후 건조하여 시험구는 Petridish 당 100립 3반복 25℃ 항온기에서 발아시험

다) 조사항목 : pH 변화, EC 변화, 50% 발아시점, 발아율 (4항목)

다. 시험 성적

표 4.5.8. Aika 용액의 종자 침지 후 pH 변화

Aika 처리농도	침지 전 pH	고추		수박		미니 토마토		배추	
		금담	청홍	박 (대목)	달고나	빼빼	영무자	노랑 봄배추	엇갈이 배추
대조구 (증류수)	6.24	5.84	5.93	5.84	4.98	6.65	6.26	6.18	6.27

<계속>

Aika 처리농도	침지 전 pH	고추		수박		미니 토마토		배추	
		금탑	청홍	박 (대목)	달고나	베베	영무자	노랑 봄배추	엇갈이 배추
150배액	4.97	5.09	5.02	5.29	4.71	5.25	5.32	5.23	5.14
1,500배액	6.54	6.26	6.27	5.86	5.42	6.38	6.43	6.36	6.28
15,000배액	6.68	6.44	6.50	5.94	5.58	6.56	6.70	6.51	6.57

표 4.5.9. Aika 용액의 증자 침지 후 EC(mS/cm) 변화

Aika 처리농도	침지 전 EC	고추		수박		미니 토마토		배추	
		금탑	청홍	박 (대목)	달고나	베베	영무자	노랑 봄배추	엇갈이 배추
대조구 (증류수)	0.00	0.02	0.07	0.48	0.08	0.03	0.03	0.02	0.02
150배액	0.30	0.42	0.28	0.80	0.42	0.38	0.38	0.34	0.38
1,500배액	0.14	0.18	0.20	0.55	0.20	0.16	0.16	0.14	0.16
15,000배액	0.12	0.80	0.16	0.55	0.16	0.12	0.14	0.14	0.12

표 4.5.10. Aika 용액의 증자 침지 후 증자의 50% 발아 시점(시간)

Aika 처리농도	고추		수박		미니 토마토		배추	
	금탑	청홍	박 (대목)	달고나	베베	영무자	노랑 봄배추	엇갈이 배추
대조구 (증류수)	132±0.00	132±12.00	60± 0.00	36±0.00	96±6.92	52±4.00	12±0.00	12±0.00
150배액	156±0.00	144± 6.92	44± 4.00	36±0.00	76±4.00	56±4.00	20±4.00	12±0.00
1,500배액	152±4.00	144± 6.92	36± 0.00	72±0.00	80±4.00	52±4.00	12±0.00	12±0.00
15,000배액	144±0.00	148±17.43	52±10.58	44±8.00	84±6.92	60±0.00	16±4.00	12±0.00

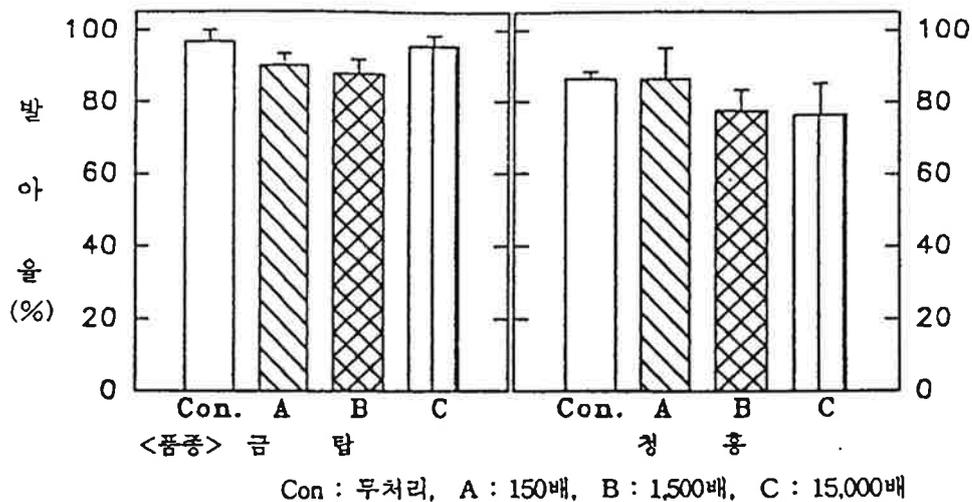


그림 4.5.15. Aika처리에 따른 고추 종자의 발아율

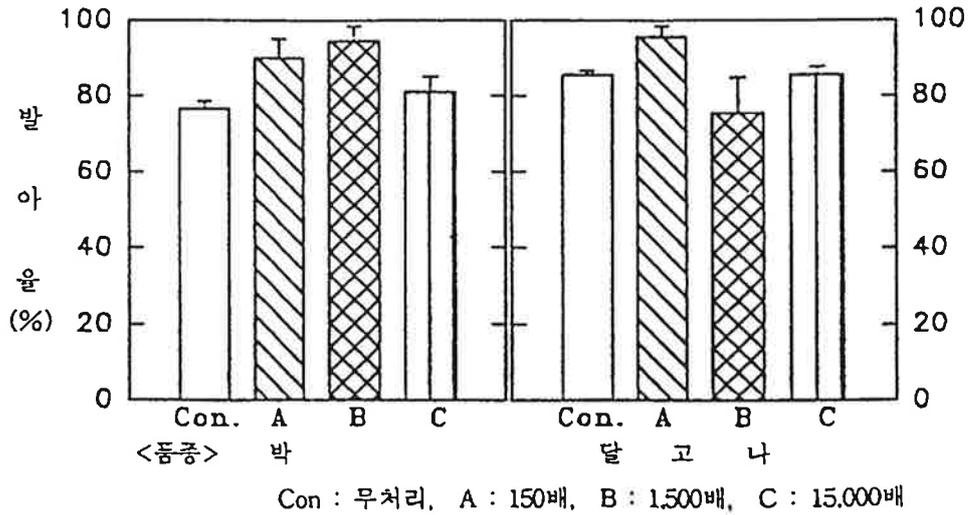


그림 4.5.16. Aika처리에 따른 수박 종자의 발아율

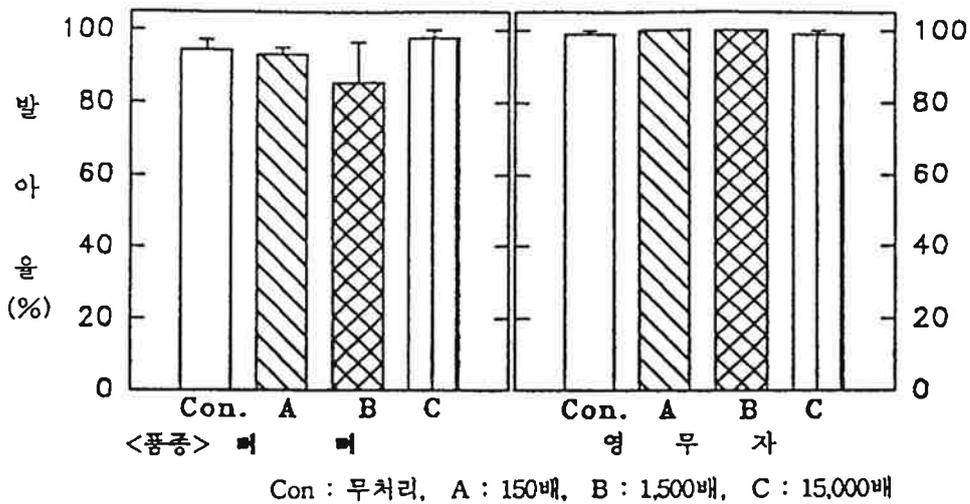


그림 4.5.17. Aika처리에 따른 미니 토마토 종자의 발아율

라. 시험결과

1) 몇가지 채소 종자 발아에 미치는 아이카 농도별 전처리 영향을 보기 위해 다음의 실험을 실시하였다.

먼저 아이카 농도 및 종자 종류별 침지후 pH와 EC 농도 변화를 살펴본 바(표 4.5.8, 4.5.9 참조) 대조구의 침지전 pH는 6.24였으며 아이카 농도별 pH는 150배액이 pH

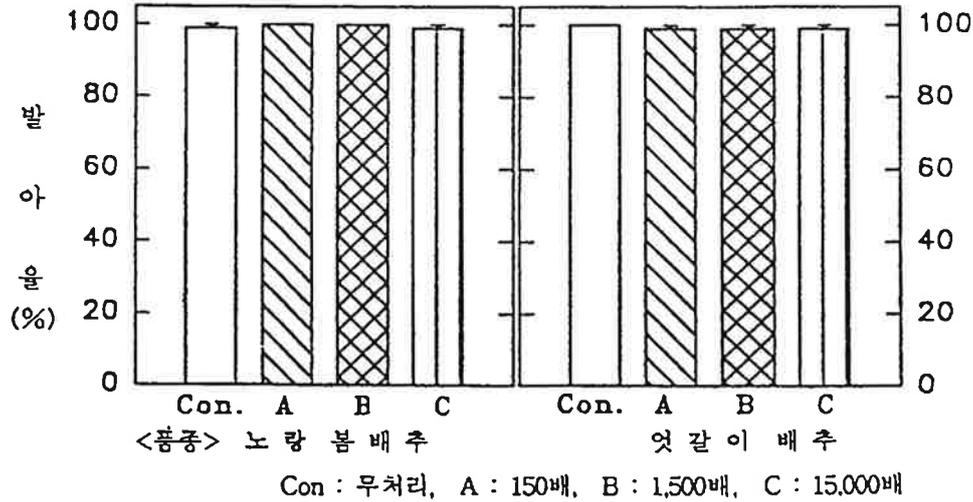


그림 4.5.18. Aika처리에 따른 배추 종자의 발아율

4.97로 가장 낮고, 1,500배액에서 pH 6.68로 높았다. 종자침지후 pH 변화는 아이카 회석배율이 높을수록 pH가 높았고, 품종별 비교에서는 수박의 달고나가 가장 낮고, 미니토마토 영무자가 가장 높았다.

EC 농도에서 종자침지 전의 경우는 아이카 회석비율이 낮을수록 EC농도가 높아 150배액에서 0.3mS/cm였다. 종자 침지후의 EC농도변화는 수박의 박대목에서 비교적 높았고, 특히 150배액 처리의 경우 0.8mS/cm로서 가장 높았고, 고추의 금탑에서는 15,000배 처리구에서도 0.8mS/cm로 높았다. 그외 품종간에는 일정한 경향이 없이 EC 0.12-0.42 mS/cm 범위에 있었다.

이상의 결과에서 종자발아 억제에 미치는 pH 및 EC 농도의 영향은 없을 것으로 사료되었다.

- 2) 아이카 용액침지후 50% 발아시간을 공시 품종별로 조사한 바(표 4.5.10참조) 처리간에 일정한 경향이 없었다. 고추는 대조구에 비하여 소요시간이 길었으며, 수박과 미니토마토의 경우는 아이카 처리가 다소 빨라지는 시험구가 있었으며, 배추의 경우는 처리유무에 관계없이 비슷하였다.
- 3) 공시 품종별 발아율을 조사한 바(그림 4.5.의 15, 16, 17, 18 참조) 고추의 경우 품종 금탑과 청홍 모두 무처리보다 발아율이 낮았고, 수박의 경우는 대목인 박에서는 아이카 처리구가 발아율을 향상 시켰으며 특히 1,500배, 150배액에서 그 효과가 높았다. 품종 달고나에서는 150배에서 발아율이 향상되었으며 그외 처리구는 무처리에 비하여 비슷하거나 낮았다.

토마토의 경우 품종 빼빼는 무처리에 비해 15,000배 처리구가 다소 높았고, 영무자

품종은 모든 시험구가 비슷하여 아이카 처리 효과를 볼 수 없었다. 배추에서는 노랑봄배추, 엇갈이 배추 공히 모든 시험구에서 발아율이 높았고 무처리와 아이카 처리구간에도 차가 없었다.

#### 마. 결과요약

몇가지 채소류의 아이카 종자 전처리 효과를 보기 위해 실험을 실시하였던 바 pH와 EC농도변화는 종자별, 아이카 침지 농도별에 따라 일정한 경향이 없었으며 그 농도는 발아에 악 영향을 미치는 범위가 아니었다.

아이카 처리시 품종별 발아에 미치는 영향은 일정하지 않아 고추는 처리효과가 없었으며, 수박은 박대목과 달고나 공히 150배액 침지구에서 무처리보다 발아율이 향상되었다. 토마토는 품종에 따라 비슷하거나 다소 낮아지는 경향을 보였으며, 배추에서는 모든 시험구에서 높은 발아율을 보여 아이카 처리 효과가 분명하지 않았다.

### 5. 플러그 배추묘의 여름 노지재배시 식물활성효소 Aika 처리가 생육에 미치는 영향

#### 가. 목적

배추는 서늘한 기후를 좋아하는 저온성 채소로서 품종에 따라 차이는 있으나 대체로 발육최대온도가 20℃전후이고, 결구최적온도는 15-16℃로서 결구기에 접어들면 내고온성이 더욱 약해지는 엽채류이다. 따라서, 여름 재배는 주로 5-6월에 파종하여 8-9월에 수확하는 고랭지 재배를 주로 하고 있다.

본 연구는 이와 같은 배추를 여름 고온기에 평지에서 재배하고자 연질 필름하우스의 후작으로 입식하여 그 가능성을 검토하고자 하였다. 이때 내서성과 내병충성에 도움을 줄 수 있는 식물활성효소를 처리하여 그 효과를 구명하였다.

#### 나. 시험재료 및 방법

본 실험은 경남 함안군 군북면 시설원에 재배지역의 수박재배 하우스 후작으로 재배기간은 1996년 7월 상순부터 9월 중순까지로 하였다. 공시재료는 하북배추(농우종묘)를 사용하고 파종은 1996년 7월 5일에, 정식은 7월 26일에 하였다.

정식포는 단동연질필름하우스로서 약 50%차광과 양측면 필름을 제거시켜 비가림 조건이 될 수 있도록 하였으나, 혹서기인 8월의 주간 최고온도 45℃까지 상승하였다. 재식거리는 주당 40cm로 하였다.

처리효소는 식물활성효소 Aika를 사용하되 종자 전처리는 150, 1,500, 15,000배로 희석한 용액에 각각 1시간 침지후 건조시켜 파종하였고, 정식후 엽면살포는 종자 전처리 1,500 및 15,000배 시험구를 선택하여 희석비율 0배, 5,000배, 10,000배, 15,000배를 재조합하여 시험구를 정하였으며, 처리는 2일 연속 살포하되 2주간격으로 8주간 총 16회 살포하였다.

조사항목은 종자 전처리 효과를 위해 파종후 6일째의 출묘율을 조사하고 15일째 생육상태를 조사하였으며, 정식후 생육조사는 엽생육, 생체중, 건물중 및 엽록소 함량을 정식후 96년 8월 6일과 8월 26일에 각각 조사하였다.

다. 시험성적

표 4.5.11. 배추 증자의 Aika 침지 전처리 농도별 엽생장(파종 15일 후 조사)

종자 전처리 (침지 농도)	엽 수(개)	엽 장(cm)	엽 폭(cm)
증류수	4.0±0.00	6.1±0.21	3.3±0.16
150배액	4.0±0.00	5.3±0.48	3.2±0.17
1,500배액	4.0±0.00	7.2±0.41	3.9±0.19
15,000배액	4.0±0.00	5.3±0.22	3.3±0.17

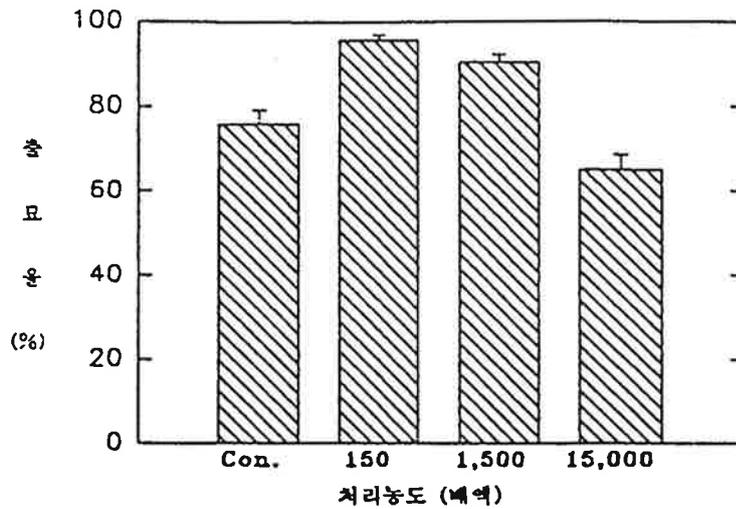


그림 4.5.19. 아이카의 처리농도별 유묘출현율(파종 6일 후)

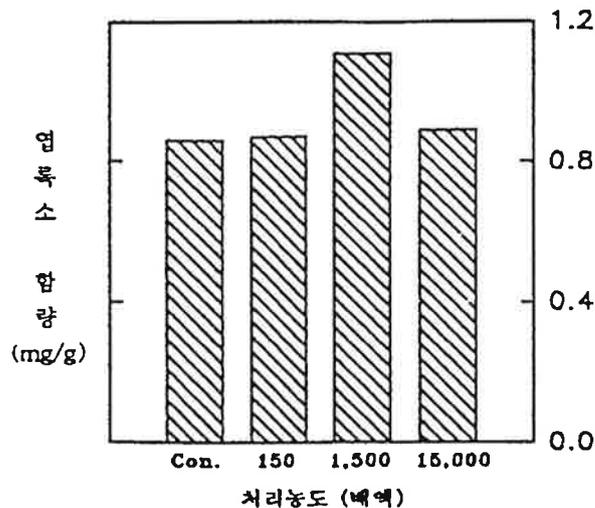


그림 4.5.20. 배추증자의 아이카침지 전처리농도별 엽록소 함량(파종 15일 후)

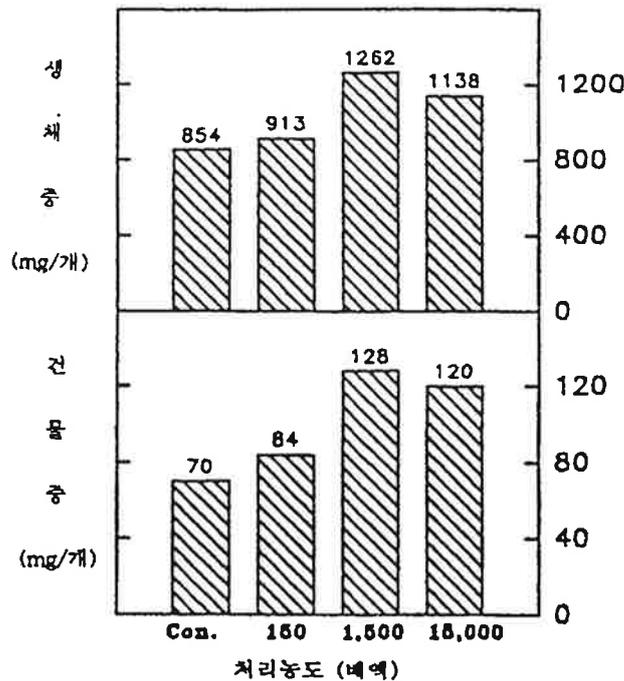


그림 4.5.21. 배추종자의 Aika 침지 전 처리농도별 생체중 및 건물중 비교(파종 15일후조사)

표 4.5.12. Aika 처리농도별 배추 엽생장에 미치는 영향.

종자처리→엽면살포 처리농도	정식 11일 후			정식 31일 후		
	엽수(개)	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽수(개)	엽장(cm)	엽폭(cm)
H <sub>2</sub> O → H <sub>2</sub> O	고사함			고사함		
H <sub>2</sub> O → 10,000	9.3±0.66	13.4±1.58	6.2±1.46	23.0±0.00	36.0±3.00	24.0±1.00
1,500 → 5,000	12.3±1.33	15.9±0.91	8.0±0.86	25.0±2.00	43.5±0.50	23.5±0.50
1,500 → 10,000	15.7±0.66	26.8±0.21	13.0±0.43	27.8±0.25	49.0±2.00	36.0±1.00
1,500 → 15,000	13.0±1.73	16.9±1.51	7.1±1.36	26.0±1.00	49.0±2.00	31.5±2.50
150 → 5,000	11.7±0.88	14.8±0.70	7.7±0.20	22.0±0.80	34.0±1.00	28.5±4.50

라. 시험결과

1) 아이카 종자 침지 처리가 발아 및 묘생육에 미치는 영향

가) 아이카의 종자 전처리 침지효과를 파종후 6일에 조사한 바(그림 4.5.19 참조) 150배로 희석한 처리구에서 유묘출현율이 96.6%로 가장 높았다. 파종후 15일째 발아된 유묘의 생육정도(표 4.5.11 참조)에서 엽수는 침지농도에 관계없이 4매가 발생되었으나, 최대엽장과 엽폭은 1,500배 침지한 처리구에서 가장 높고 1500배 침지구는 물에 침지한 대조구에 비하여 다소 낮았다.

나) 배추종자 침지시 파종 후 15일째 발아묘의 엽록소 함량 비교 (그림 4.5.20 참조)는 1,500배 침지구가 1.1mg/g 이상으로 가장 많았고, 그외 무처리 및 150배, 1,500배

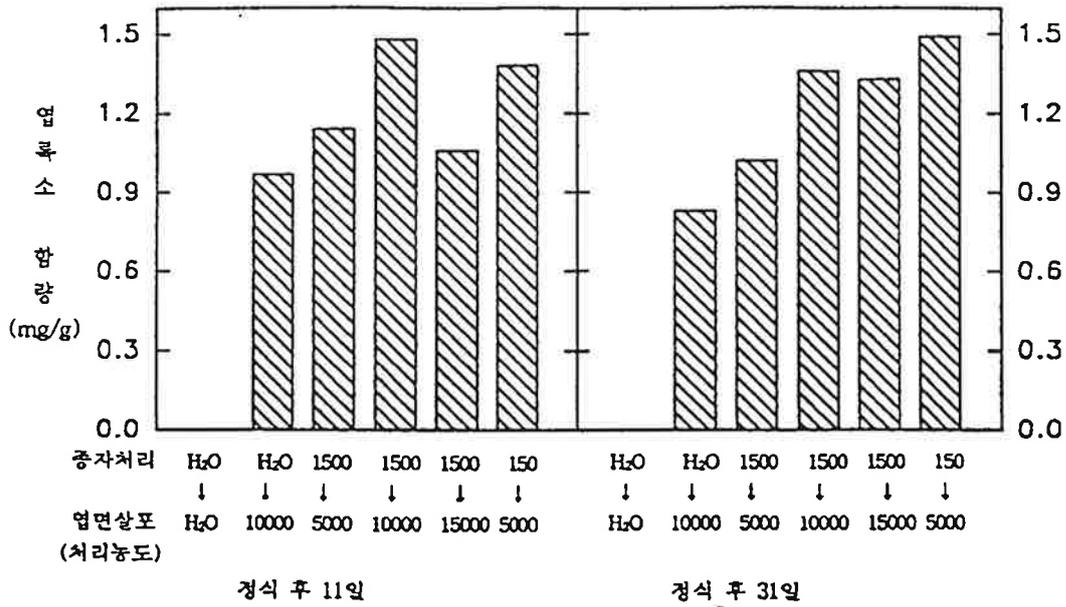


그림 4.5.22. 아이카의 처리농도별 배추 엽내 엽록소 함량

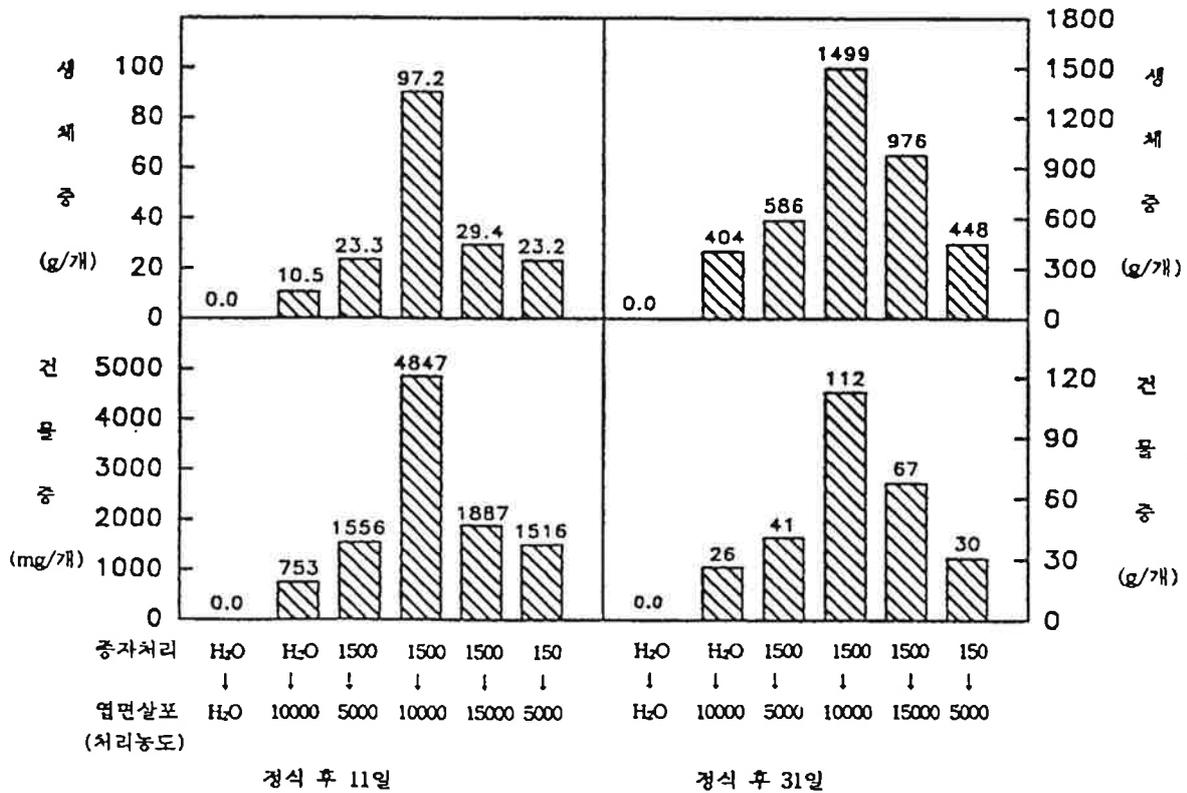


그림 4.5.23. 아이카의 처리농도별 생체중 및 건물중 비교

처리는 0.9mg/g이하로 낮았다.

다) 아이카에 종자 침지후 파종 15일째 조사된 묘의 생체중과 건물중 비교(그림 4.5.21 참조)에서 아이카 처리구가 무처리에 비하여 모두 성장량이 많았으며, 그중 가장 효과적인 처리구는 1,500배액 침지구였다. 그 성적을 비교하여 보면 건물중은 무처리시 854mg/개이었고, 1,500배액 처리구는 1,262mg/개로 1.48배 증가되었으며, 건물중에서는 무처리가 70mg/개이고, 1,500배액 처리구는 128mg/개로 1.83배 증가되었다.

2) 아이카 종자 침지와 엽면살포가 정식후 생육에 미치는 영향

라) 종자전처리와 엽면살포 조합 시험에서 무처리인 H<sub>2</sub>O → H<sub>2</sub>O 처리구는 정식 직후 고사하였고 종자침지 무처리에 엽면살포 10,000배액 시용구는 생존하였으나 엽생장정도가 가장 낮았으며 엽수, 엽장, 엽폭의 성장효과가 가장 좋은 시험구는 종자 전처리 1,500배액에 10,000배액 엽면살포 처리구였다. 이러한 결과는 정식 11일 후 조사와 31일후 조사 공히 동일하였다(표 4.5.12).

마) 엽록소 함량 변화 (그림 4.5.22 참조)는 종자침지 1,500배액에 10,000배액 엽면살포가 가장 좋았으며 그 다음은 1,500배 침지와 5,000배 엽면살포 시험구였다. 조사시기별 엽록소 함량 변화는 큰차를 보이지 않았다.

바) 배추 생산성과 관련된 생체중과 건물중의 생육시기별 아이카 처리효과를 비교한 바 그림 4.5.23에서 보는 바와 같다.

생체중은 대조구인 종자처리와 엽면살포 공히 무처리한 구에서는 정식후 고사하였으며, 종자 무처리에 10,000배 엽면살포구는 생육초기 (정식 11일후)와 수확기 (정식 31일후)에 각각 10.5, 404g/개로 가장 낮았으며, 가장 중량이 많은 시험구는 종자 1,500배 침 지구에 10,000배액 엽면살포를 동시에 행한 시험구로서 생육초기 97.2g/개, 수확기 1,499g/개로서 각각 9.26배, 3.71배의 성장효과를 보였다. 이러한 결과는 건물중의 경우에도 비슷한 경향을 보여 아이카 종자침지와 엽면살포를 동시에 실시할 경우 여름 배추 생장에 매우 효과적임을 알 수 있었다.

이상의 결과에서 평지 고온기에 배추 재배를 하고자 할때 일반재배 방법으로는 재배가 불가능한, 반면 아이카 효소 비료를 사용할 경우 내서성이 증대되어 재배가 가능하였다. 특히 종자침지 1,500배액에 엽면살포 10,000배액을 시용할 경우 생육 및 수량이 양호함을 알 수 있었다.

마. 결과요약

여름 노지 배추 재배시 아이카 처리의 육묘 효과를 보기 위하여 먼저 종자 침지 효과를 시험한바 1,500배액 침지 시험구가 유묘출현율, 엽생장, 엽록소 함량, 생체중 및 건물중 등 모든 조사 형질에서 효과적이었다.

그리고 종자 침지와 엽면살포 조합이 정식후 생육에 미치는 영향을 본바 침지와 살포 모두 처리하지 않은 대조구에서는 정식후 전부 고사하여 고온기 평지 배추 재배가 불가능함을 알 수 있었으며, 종자 무처리에 엽면살포만 10,000배액을 살포한 시험구는 대부분의

조사형질에서 가장 낮은 성적을 보였다. 가장 효과적인 시험구는 종자침저 1,500배액에 엽면살포 10,000배 시험구로서 엽생장, 엽록소함량, 생체중 및 건물중 등 모든 형질에서 효과를 보였다. 특히 본처리 구가 생체중에서 가장 낮은 처리구에 비하여 수확기 수량이 3.71배 증가되었다.

#### 6. 노화된 프러그 배추묘의 생육에 미치는 식물활성효소 Aika처리 효과

가. 목적 : 식물활성효소인 Aika가 노지재배 배추 노화묘 생육에 미치는 영향을 규명코저 함.

나. 시험재료 및 방법

##### 1) 시험재료

가) 공시 작물 : 배추(불암 3호, 홍농종묘)

60일 육묘하여 노령화 된 묘를 사용

정식일 : 96년 9월 16일

나) 공시약제 및 성분 : Aika 효소비료 (에너지 260kcal, 수분 33.2g/100g, 단백질 1.9g/100g, 지질 0.2g/100g, 탄수화물 62.7g/100g, 회분 2.0g/100g)

##### 2) 시험방법

가) 시험구 : Aika 엽면살포 5,000배, 10,000배, 20,000배, 무처리 (4처리구)

나) 시험구 배치 : 처리구당 80주 3반복, 완전임의배치

다) 시비조건 : 기비는 정식 전 퇴비를 300평에 2톤 시비하였음

추비는 정식 후 12일째, 36일째 각각 복합비료(N-P-K: 25-20-25)를 평당 0.4kg 시비하였음

라) 처리조건 : 1주 1회 엽면 살포, 총 10회 살포처리

마) 조사항목 : 엽수, 엽장, 엽폭, 중록장, 중록폭, 중록두께, 중록중, 해충 피해 정도, 엽록소 함량, 생체중 (10개 항목) · 중록 조사는 최대엽 줄기의 백색부분을 조사함.

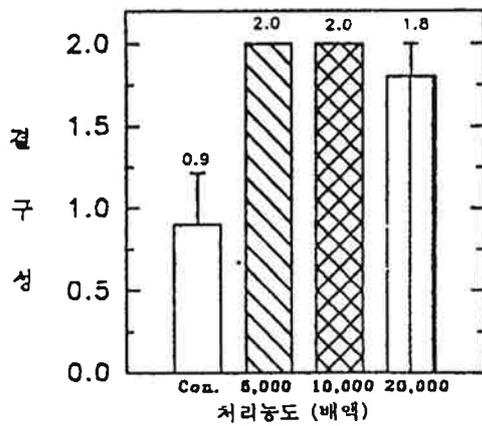
바) 시험장소 : 경상대학교 농과대학 부속농장

사) 기타관리 : 일반관리 기준에 준함

다. 시험 성적

표 4.5.13. Aika 엽면살포가 배추의 엽생장의 경시적 변화에 미치는 영향

항 목	처 리 농 도	정식 후 25일	정식 후 52일	정식 후 78일
엽 수 (개)	무 처 리	15.73±0.54	—	67.00±2.00
	5,000배액	13.93±0.18	—	74.50±0.50
	10,000배액	15.80±0.39	—	72.50±0.50
	20,000배액	19.47±0.81	—	70.50±1.50
엽 장 (cm)	무 처 리	24.62±0.56	35.87±0.36	39.50±2.00
	5,000배액	25.77±0.47	34.75±0.78	42.00±1.00
	10,000배액	25.60±0.76	35.47±0.79	40.10±0.10
	20,000배액	25.47±0.78	35.97±0.60	39.00±2.00
엽 폭 (cm)	무 처 리	18.81±0.77	26.30±0.55	29.00±1.50
	5,000배액	18.70±0.40	26.93±0.89	31.45±2.55
	10,000배액	18.80±0.42	27.23±1.05	25.95±1.55
	20,000배액	21.63±0.63	27.30±0.59	25.20±4.00



<결구성> 0점 (숙이 거의 차지 않음).  
1점 (숙이 다 차지 않음)  
2점 (숙이 거의 다 참)

그림 4.5.24. 아이카 엽면살포가 배추 결구성에 미치는 영향(정식 78일 후 조사)

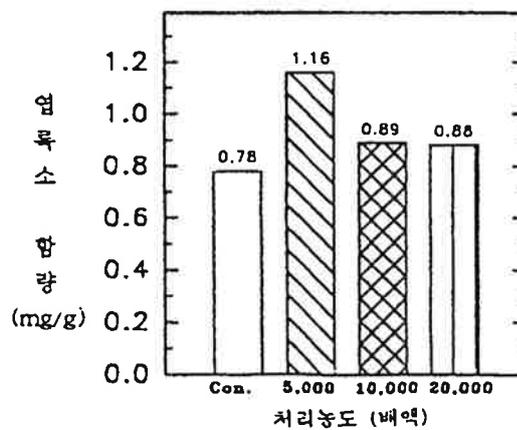


그림 4.5.25. 엽면살포시 배추의 엽록소함량 비교

표 4.5.14. Aika 엽면살포가 배추 최대엽의 증류 생성에 미치는 영향(정식 78일 후 조사)

처리농도	증류장 (cm)	증류폭 (cm)	증류두께 (mm)	증류중 (g/엽)
무 처리	37.50±0.50	6.65±0.45	7.65±0.15	46.25±6.05
5,000배액	39.50±0.50	6.65±0.35	11.05±0.45	49.93±1.92
10,000배액	37.00±0.00	7.20±0.00	11.45±1.05	56.00±0.36
20,000배액	36.25±3.75	7.55±0.05	10.30±0.00	41.81±1.01

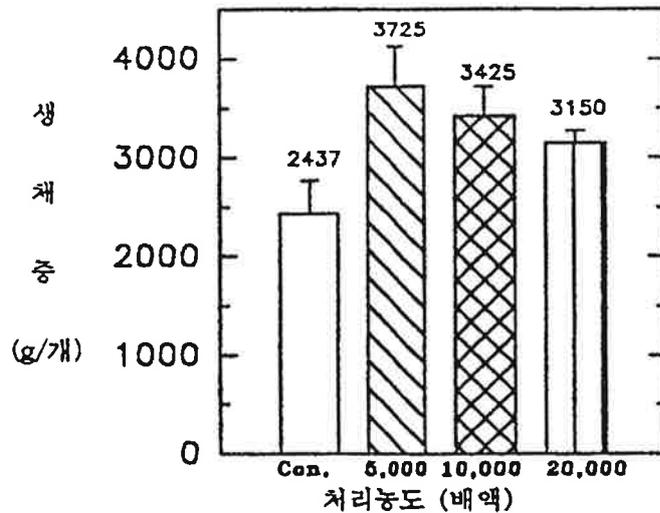
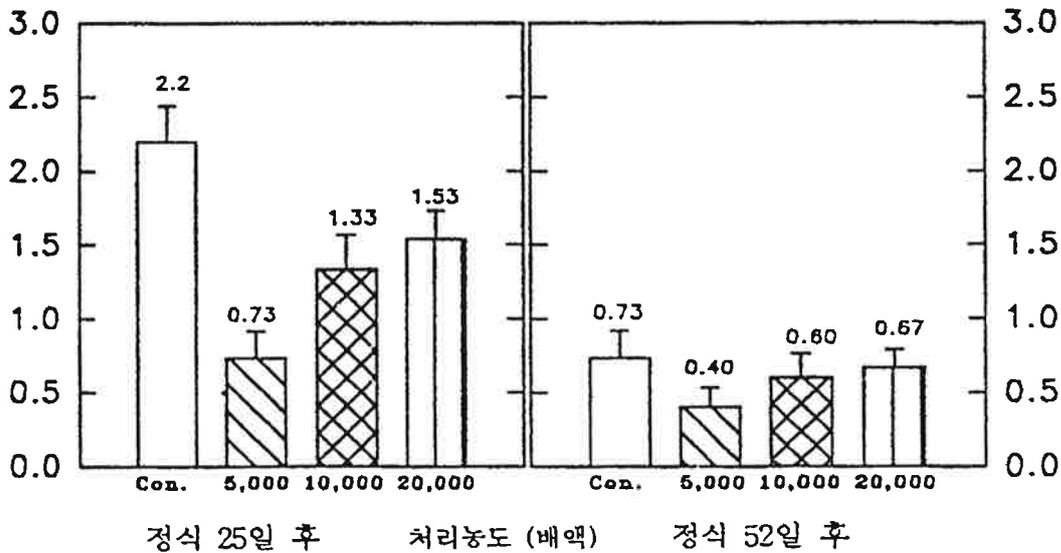


그림 4.5.26. 아이카 엽면살포가 배추의 지상부 생체중에 미치는 영향



< 피해정도 > 0점(피해없음), 1점(1-4부위 피해),  
2점(5-9부위 피해), 3점(10부위 이상 피해)

그림 4.5.27. 아이카 엽면살포시 배추청벌레 피해정도 비교

라. 시험결과

- 1) 아이카 농도별 엽면살포가 배추의 엽생장에 미치는 영향을 보기위해 생육시기별 경시적 변화를 조사한바 표 4.5.13과 같다.  
엽수는 정식 25일후 조사에서 무처리는 15.77매였으나 20,000배액 처리에서 19.47매로 증가되었다. 그러나 5,000배액에서는 13.93매로 무처리에 비해 매수가 작았다. 그리고 수확기인 정식후 78일후에는 모든 처리구가 무처리 67.0매보다 많았고 특히 5,000배액 처리에서는 74.5매로 약 7매가 증가되어 가장 많았다.  
엽크기인 엽장과 엽폭 신장 정도를 최대 엽에서 조사한바 생육시기별 아이카 처리 농도 효과는 일정한 경향을 보이지 않았으며 수확기인 정식 78일후에는 5,000배액 엽면살포구가 무처리에 비하여 신장효과가 있었다. 즉, 엽장은 무처리 39.5cm보다 2.5cm가 큰 42.0cm였으며, 엽폭은 무처리 29.0cm에 비하여 2.45cm가 큰 31.45cm 이었다.
- 2) 아이카의 엽면살포가 배추 여름노지 재배시 품질에 관계하는 결구성에 미치는 영향을 조사한 바(그림 4.5.24 참조) 무처리는 지수 0.9로서 배추 속이 차지 않은 상태였으나 그외 모든 처리구는 지수 1.8-2.0으로 완전 결구에 가까웠다. 특히 5,000배액과 10,000배액에서는 공히 2.0으로서 완전히 결구되었다.  
이상의 결과에서 배추 여름 노지 재배시 아이카 엽면살포가 결구성에 크게 영향을 알 수 있었다.
- 3) 엽록소 함량 비교(그림 4.5.25 참조)는 무처리는 0.78mg/g으로 가장 낮았고 10,000배, 20,000배액 처리는 각각 0.89, 0.88mg/g으로 다소 높았으나, 5,000배액 처리구에서는 1.16mg/g으로 엽록소 함량 증가가 크게 향상되었다.
- 4) 수확기 최대엽의 증류생성 정도를 조사한바 (표 4.5.14 참조) 대체로 약제처리구가 증류생장이 많은 경향이었고 특히, 증류 두께의 증가가 무처리에 비하여 뚜렷하였다. 그리고 증류두께는 10,000배 엽면살포시 무처리에 비하여 다소 증가되었다. 이는 배추 잎의 신장정도와 관련되는 것으로 사료되었다.
- 5) 배추 생산성과 관련되는 지상부 생체중에 미치는 아이카 엽면살포 효과를 그림 4.5.26에서 보면 무처리구는 2,437g/개 었으나, 5,000배액 살포구는 3,725g/개로 가장 무거웠고 다음은 10,000배액, 20,000배액으로 각각 3,425, 3,050g/개 이었다. 약제 살포 효과가 가장 높은 5,000배 처리구는 무처리에 비하여 생체중이 1.53배 증가되었다.
- 6) 배추 흰벌레의 피해 정도를 조사한바 (그림 4.5.27 참조) 생육 중후기보다 생육초기에 피해가 심하였으며 특히 무처리구에서 그 경향이 뚜렷하였다. 정식 25일후의 생육초기 성적을 보면 무처리의 경우 지수 2.2로서 개체당 5-9부위가 가해진 것에 비하여 처리구는 0.73-1.53 범위에 있었으며 특히 5,000배액 처리구에서는 지수 0.73으로서 거의 배추 흰벌레의 피해가 없었다. 그리고 정식 52일후 조사에서는 무처리가 지수 0.73으로 크게 경감되었으나 처리구 0.40-0.67범위에 비하여는 경감 정도가 낮았다.

마. 결과요약

여름 노지 배추 재배시 60일 육묘된 노화묘를 사용할 경우 아이카 농도별 엽면살포 효과를 조사한바 엽생장 정도는 처리간에 뚜렷한 경향은 없었으나 5,000배액 살포시 수확기의 엽수, 엽장, 엽폭이 다소 증가되었다.

결구성 정도는 무처리의 경우 반정도 결구하였으나 아이카 처리구는 모두 완전 결구에 가까워 여름노지 배추의 결구성에 크게 효과적임을 알 수 있었다.

엽록소는 5,000배 엽면살포시 함량 증가가 가장 많았으며 중록 생성은 10,000배 살포시 다소 증가되는 경향을 보였다.

배추생산성과 관련된 지상부 생체중은 아이카 5,000배 살포구가 3,725g/개로서 무처리에 비하여 1.53배 수량 증가를 보였다.

배추흰벌레 피해정도는 생육초기에서 아이카 처리효과가 뚜렷하여 무처리는 개체당 5-9 부위가 가해되었으나 5,000배액 엽면살포시는 거의 피해를 찾아볼 수 없었다.

이상의 결과에서 여름 노지 배추 재배시 특히 노화묘를 정식하였을 경우 아이카 엽면살포는 생산성과 관련한 생체중이 증가되고 품질을 향상시키는 결구성이 증대되었으며, 그리고 배추흰벌레 피해경감 등에 효과적임을 확인할 수 있었고 살포농도는 5,000배액이 가장 유효함을 알 수 있었다.

7. 수박접목시 하이아토닉 처리가 활착 및 생육에 미치는 효과

가. 목적 : 하이아토닉의 침지가 수박접목시 접목활착 및 생육에 미치는 효과를 구명코져 함.

나. 시험장소 : 진주시 초전동 초전육묘장 온실

다. 시험재료 및 방법

- 1) 교시품종 : 수박(품종 : 금천, 농우종묘)  
대목(품종 : 참박, 중앙종묘)
- 2) 시험용기 : 육묘용 표준 트레이 50공
- 3) 공시상토 : 무병상토(토실이, 신안그로제품)
- 4) 하이아토닉처리

- 가) 성분함량
- (1) 올소니트로페놀 나트륨 0.01%
  - (2) 파라니트로페놀 나트륨 0.015%
  - (3) 5-니트로카콜 나트륨 0.005%
  - (4) 수분 99.97%

- 나) 처리 : (1) 접수처리 : 100배액 1시간, 절단면처리  
(2) 대목처리 : 100배, 200배, 400배액을 대목단근후 각각 10분, 30분, 60분 침지, 무처리  
(3) 삽 식 : 각 시험구별로 처리후 단근 접목 삽식  
- 접목시 자엽 1배를 제거함.

- 5) 시험구 : 구당 50개채 3반복, 완전임의 배치.
- 6) 조사항목 : 활착율, 초장, 엽수, 엽장, 엽폭, 생체중, 건물중.
- 7) 시험장소 : 진주시 초전동 초전육묘장은실
- 8) 기타관리 : 환경관리, 양액공급 등은 진주초전육묘장의 일반관리에 준함.
- 9) 시험기간 : 1997.2 27 -1997.4.10.

다. 시험성적

- 1) 하이아트닉 처리가 수박 접목시 활착에 미치는 영향.

표 4.5.15. 하이아트닉의 처리 방법이 접목 활착에 미치는 영향 (접목 6일 후 조사).

처리방법	대조구 (무처리)	접수 처리농도(배)		대목 처리농도(배)			대목 처리시간(분)		
		무처리	100	100	200	400	10	30	60
활착율(%)	100.000	99.78	99.60	100.000	100.000	99.000	100.000	99.67	99.33

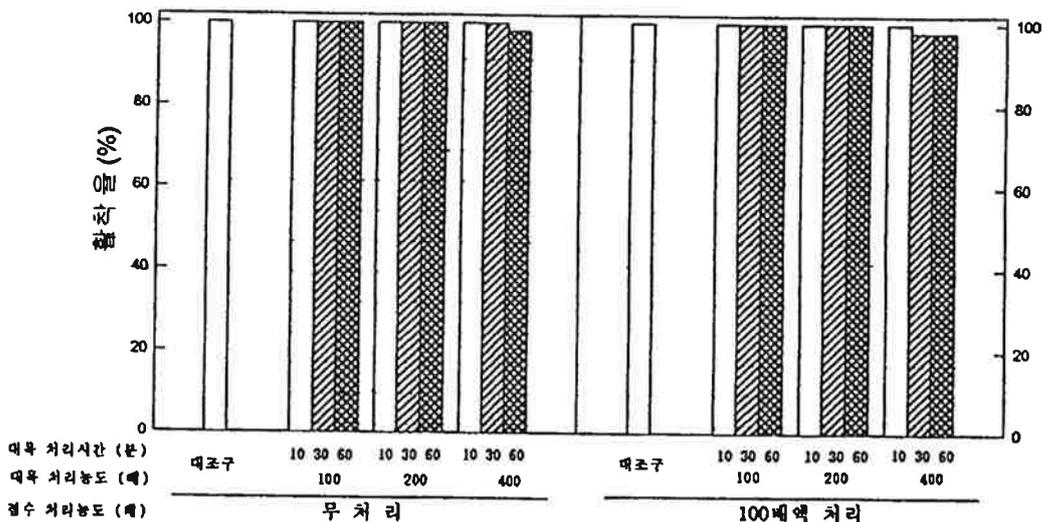


그림 4.5.28. 하이아트닉 처리의 몇가지 시험조합이 접목활착에 미치는 영향 (접목 6일 조사)

<결과> 수박 접목묘의 활착율은 하이아트닉 처리별 평균성적(표4.5.15)에서 대부분 99%이상의 활착율을 보였고, 처리조합별 성적(그림 4.5.28)에서도 100%에 근접된 성적을 보여 대조구간의 차를 찾아 볼수 없었다.

2) 하이아토닉 처리가 수박 접목묘의 초장 및 엽생장에 미치는 영향.

표 4.5.16. 하이아토닉의 처리방법이 초장 및 엽생장에 미치는 영향(접목 20일 후 조사).

처리방법	대조구	접수 처리농도(배)			대목 처리농도(배)			대목 처리시간(분)		
	(무처리)	무처리	100	100	200	400	10	30	60	
초장(cm)	10.28	10.61	10.84	10.79	10.71	10.64	10.47	10.71	10.96	
엽수(매)	4.13	4.17	4.21	4.24	4.12	4.22	4.18	4.25	4.15	
엽장(cm)	4.20	4.83	3.89	3.76	4.02	3.79	3.81	3.83	3.94	
엽폭(cm)	3.32	3.53	3.42	3.48	3.52	3.41	3.48	3.45	3.48	

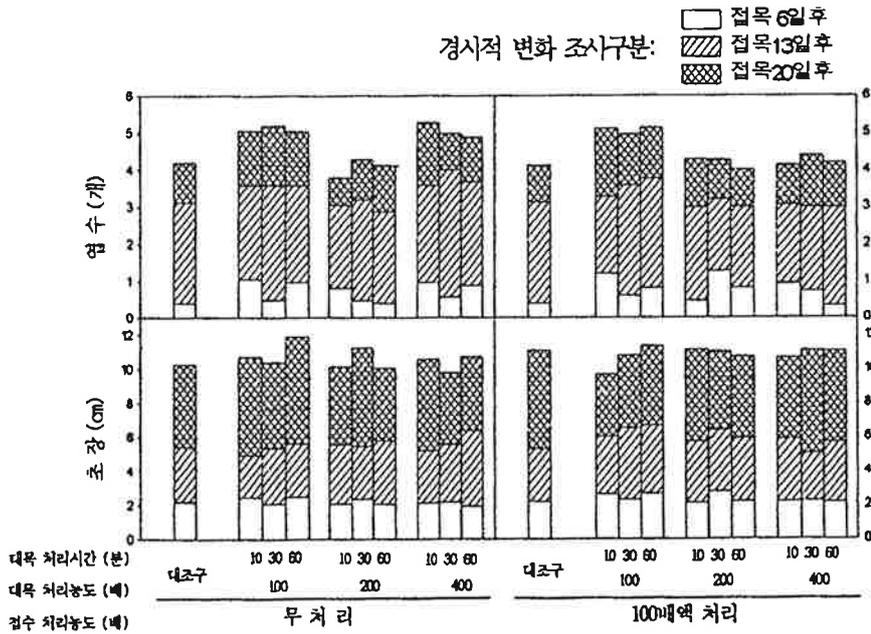


그림 4.5.29. 하이아토닉 처리의 몇가지 시험조합이 초장 및 엽생장에 미치는 경시적 변화.

〈결과〉 수박접목묘의 초장(표4.5.16, 그림4.5.29)에서는 대부분의 시험구에서 신장하는 경향이였다. 엽생장정도에서 엽수(그림4.5.29)는 접수 무처리에 대목 100배액, 400배액의 시험구에서, 그리고 접수 100배액에 대목 100배액 시험구에서 엽수 증가가 뚜렷하였다. 엽장과 엽폭(그림 4.5.30)에서는 접수 무처리구에서 엽폭증가가 크고, 접수 100배액 처리구에서 엽장 증가율이 큰 경향을 보였다. 수박접목묘의 하이아토닉 처리 효과시험의 생육상태를 보면 다음 사진 4.5.1과 같다.

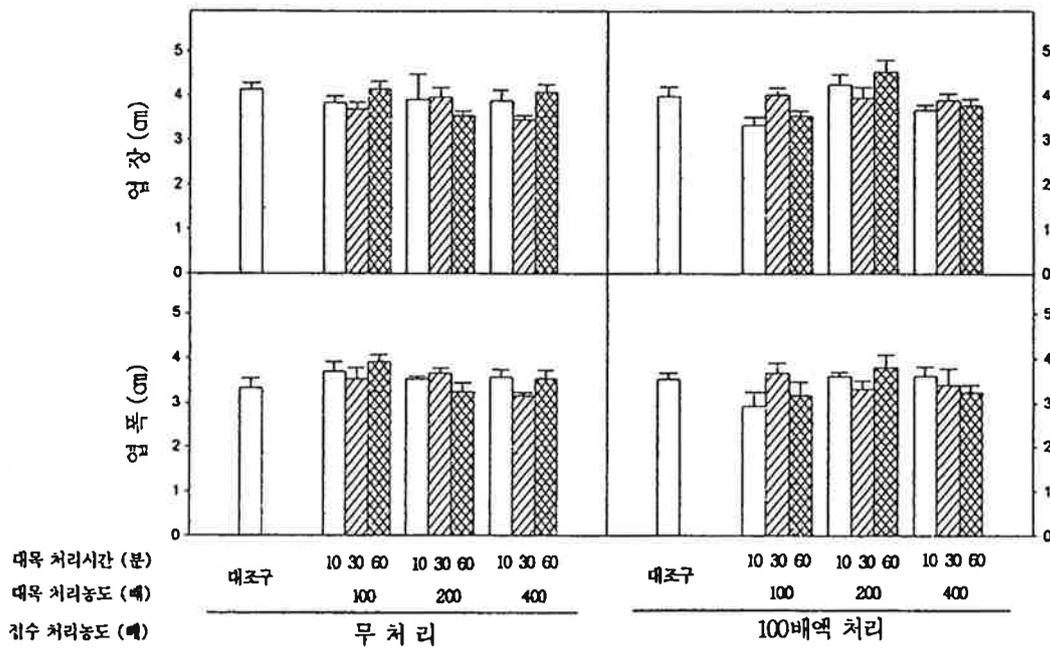


그림 4.5.30. 하이아트닉 처리의 몇가지 시험조합이 엽생장에 미치는 영향 (접목 20일 후 조사).

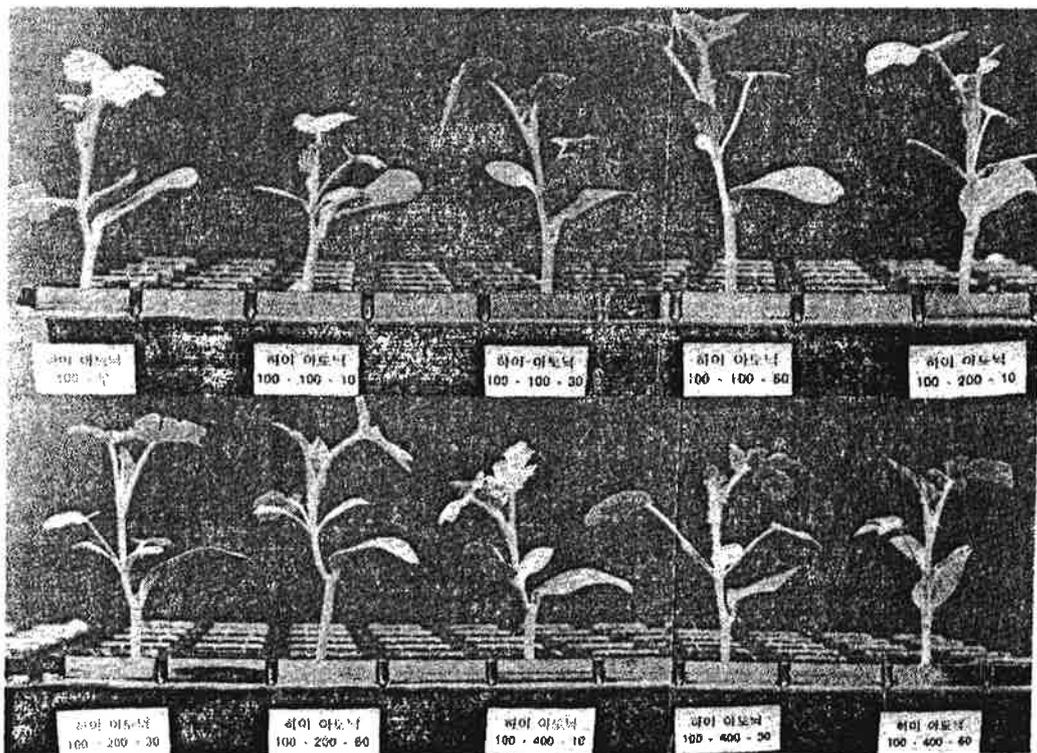


사진 4.5.1. 하이아트닉 처리구별 수박점목모 생육상태

3) 하이아토닉 처리가 수박 접목묘의 생체중 및 건물중에 미치는 영향.

표 4.5.17. 하이아토닉의 처리방법이 생체중 및 건물중에 미치는 영향(접목 20일 후 조사).

처리방법		대조구 (무처리)	접수 처리농도(배)			대목 처리농도(배)			대목 처리시간(분)		
			무처리	100	200	400	100	200	400	10	30
생체중 (mg/주)	지상부	2237	2517	2492	2540	2522	2448	2377	2553	2579	
	지하부	790	1316	1071	1240	1269	1100	1221	1209	1179	
	계	3027	3833	3563	3780	3791	3548	3598	3762	3758	
건물중 (mg/3주)	지상부	464	552	583	577	564	566	544	558	606	
	지하부	105	162	122	148	154	123	145	140	139	
	계	569	714	705	725	718	689	689	398	745	

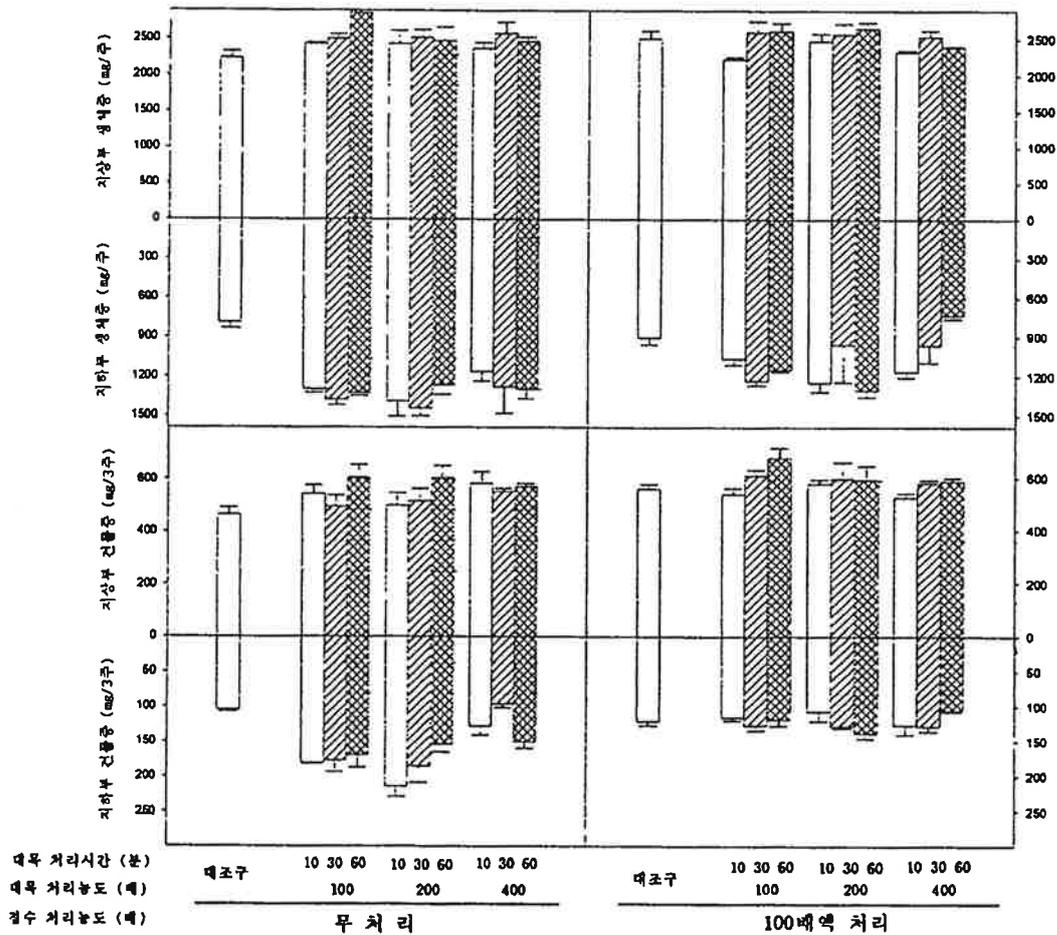


그림 4.5.31. 하이아토닉 처리의 몇가지 시험조합이 생체중 및 건물중에 미치는 영향 (접목 20일 후 주사).

〈결과〉 수박접목묘의 생체중과 건물중 성적을 보면(표4.5.17, 그림4.5.31) 대체로 지상부 중보다 지하부중 증가가 뚜렷하였다. 이는 하이아토닉 처리가 수박접목묘의 뿌리 발생에 효과적임을 알 수 있다. 특히 생체중의 모든 처리구와 건물중의 접수 무처리구에서 이러한 경향이 뚜렷하였다.

4) 하이아토닉이 작물의 화학성 변화 및 작물생육에 미치는 피해 정도.

〈결과〉 본 실험에 사용한 하이아토닉은 재료 및 방법에서 기술된 바와 같이 기존 성분들과 그 함량정도가 토양의 화학성에 크게 영향하지 않을 것으로 사료되며 또한 시험방법에서 토양관주가 아닌 식물체에 직접 처리하므로 하이아토닉이 시험전후의 토양 화학성 변화의 주요 요인이 될 수 없었을 것으로 판단된다. 그리고 시험과정중에 하이아토닉이 작물생육에 직접적인 피해를 주고 있는 증상은 관찰되지 않았다.

라. 결과요약

1) 수박접목묘 활착율은 모든 실험구에서 100%였다.

2) 수박묘의 초장에서 하이아토닉 처리효과가 모든 시험구에서 높았으며, 엽수, 엽폭, 엽장 등 엽신장정도는 처리 방법과 농도에 따라 그 효과가 뚜렷하지 않았다.

3) 수박 접목묘의 생체중과 건물중에서는 지상부보다 지하부 증가정도가 뚜렷하여 하이아토닉처리가 뿌리 발생에 효과적임을 확인할 수 있었다.

4) 하이아토닉을 작물에 침지 처리하므로 토양의 화학성 변화에는 영향하지 않았을 것으로 사료되며 또한 작물생육 과정에서 피해 증상은 관찰되지 않았다.

8. 삼목활착실을 이용한 장미 락을 삼목시 하이아토닉 처리가 발근 및 생육에 미치는 효과

가. 목적 : 하이아토닉 처리가 장미락을 삼목시 발근, 활착 및 생육에 미치는 효과를 구명코저 함.

나. 시험재료 및 방법

1) 교시품종 : 카디날

2) 시험용기 : 표준 락울 규브

3) 삼목관수 조건 : 삼목활착전용 터널내(공정육묘온실의 접목활착실의 조건과 동일함)에서의 습도는 98%내외 (15 $\mu$ 의 초미립자 가습장치)의 환경조건이 유지되었으며 삼목전기간 관수하지 않았음.

4) 하이아토닉처리

가) 성분함량 (1) 올소니트로페놀 나트륨 0.01%

(2) 파라니트로페놀 나트륨 0.015%

(3) 5-니트로카콜 나트륨 0.005%

(4) 수분 99.97%

나) 삼수처리 : 삼수절단후 100배, 200배, 400배액을 1시간, 2시간, 4시간 각각 침지한 후 삼목함.

-삼수 길이는 7cm내외가 되도록 함.

- 5) 시 험 구 : 구당 20개체 3반복, 완전임의 배치.
- 6) 조사항목 : 활착율, 신초발생, 신초장, 뿌리발생
- 7) 시험장소 : 접목 활착촉진실(하동군북천 화훼영농조합법인온실)
- 8) 기타관리 : 삼수채취, 삼상관리등은 일반관리에 준함.
- 9) 시험기간 : 1997. 4. 1.-5. 10.

다. 시험성적

- 1) 하이아토닉 처리가 장미 삼목시 활착에 미치는 영향

장미 락울 삼목시 활착율 증대와 건전 삼목묘 생산을 위해 하이아토닉처리 효과와 삼목 활착전용 터널형 포그 초미립자 가습장치 효과를 보기 위해 실험을 실시하였다. 다음 사진 4.5.2는 시험포장의 현장모습이다.

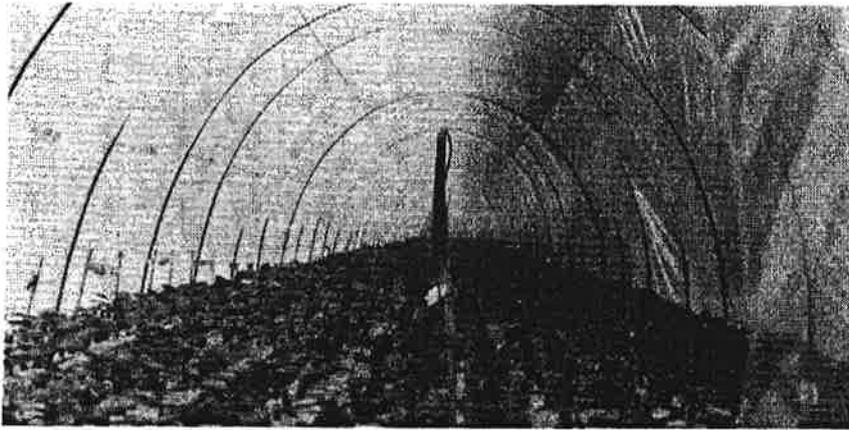


사진 4.5.2. 초미립자가습장치가 있는 삼목활착촉진전용 터널하우스

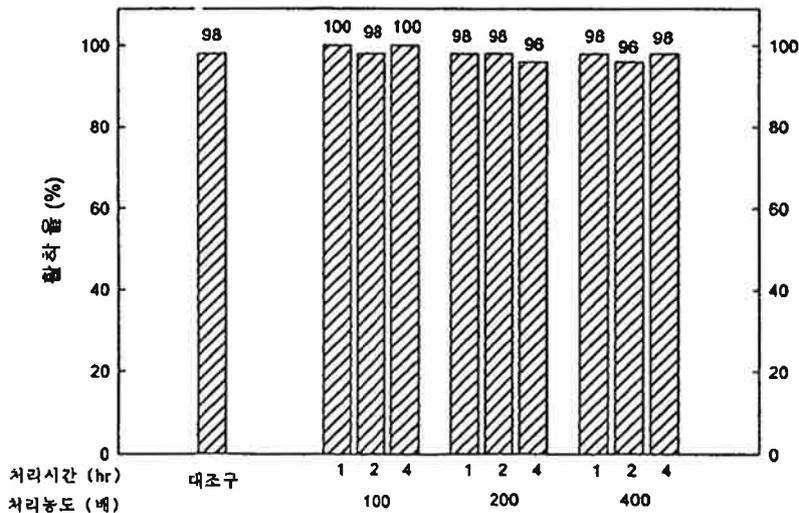


그림 4.5.32. 하이아토닉 처리의 몇가지 시험조합이 삼수의 활착에 미치는 영향 (삼목 25일 후 조사)

〈결과〉 장미삼목에 하이아토닉 처리농도와 처리시간이 발근 활착효과에 미치는 영향은 모든 시험구에서 98%이상의 활착성적을 보였다.

2) 하이아토닉 처리가 장미 삼목시 신초 발생 및 신초장에 미치는 영향

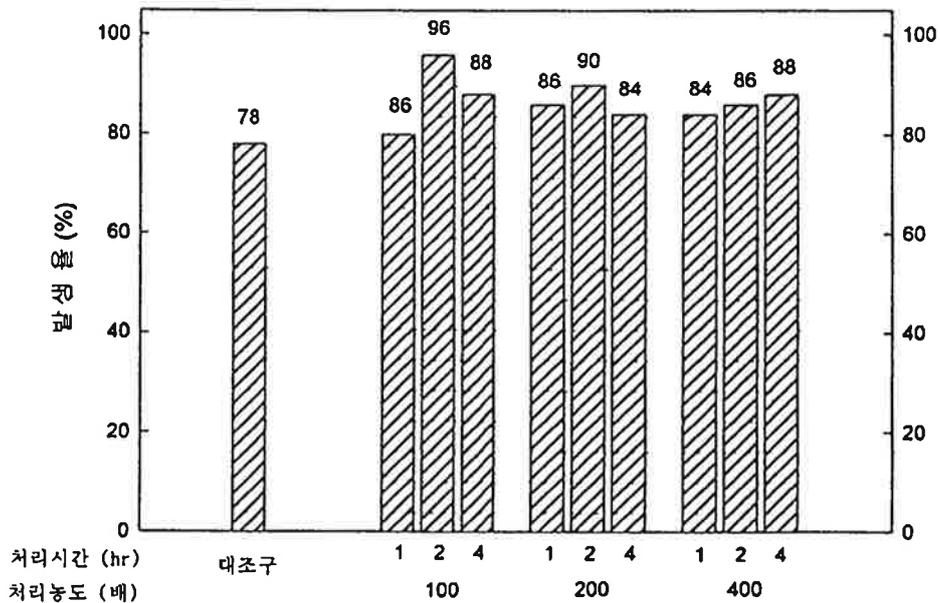


그림 4.5.33. 하이아토닉 처리의 몇가지 시험조합이 신초 발생에 미치는 영향 (삼목 17일 후 조사)

표 4.5.18. 하이아토닉의 처리 방법이 신초장에 미치는 영향 (삼목 17일 후 조사)

(단위 : mm/개체)

침지시간	대조구 (무처리)	처리농도 (배액)			평균
		100	200	400	
무처리	11.60±1.75	-	-	-	-
1시간	-	16.20±1.90	12.00±1.87	13.70±2.42	13.97
2시간	-	5.90±0.61	10.30±2.48	11.80±1.98	9.33
4시간	-	12.00±2.25	15.10±2.15	11.30±2.08	12.80
평균	-	11.37	12.47	12.27	12.03

〈결과〉 신초발생정도(그림 4.5.33)와 신초장(표 4.5.18)에 미치는 영향을 조사한바, 무처리구가 78%인데 비하여 처리구는 모두 86%이상이었고, 특히 100배액과 200배액을 2시간 침지한 구에서 각각 96%, 90%의 높은 신초 발생율을 보였다.

신초장은 처리구간에 차이가 많았으며, 무처리구가 11.60mm인데 반해서 100배액 1시간 처리구가 16.20mm로 가장 좋았다. 그 다음은 200배액 4시간 처리구가 15.10mm였다. 반면에 100배액에 2시간 처리구도 5.90mm로 가장 작았다.

장미 락울 삼목시 하이아토닉처리 시험구의 생육상태를 다음 사진 4.5.3에서 볼 수 있다.

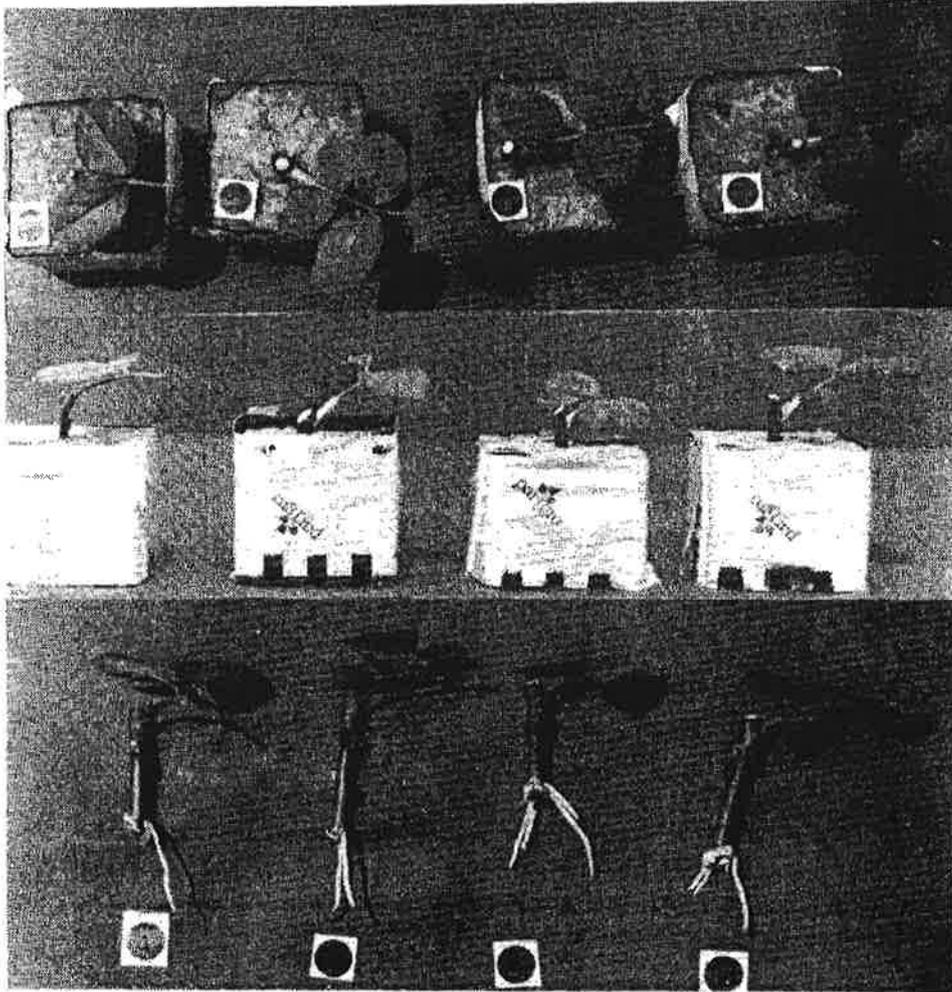


사진 4.5.3. 하이아토닉 시험구의 락울삼목장미의 생육상태

3) 하이아토닉 처리가 삼수의 뿌리 상태에 미치는 영향.

표 4.5.19. 하이아토닉의 처리방법이 뿌리 상태에 미치는 영향

침지시간	대조구 (무처리)	처리농도 (배액)			평균
		100	200	400	
무처리	4.22±0.29	-	-	-	-
1시간	-	4.22±0.19	4.44±0.29	3.33±0.00	4.00
2시간	-	5.56±0.29	4.78±0.91	5.00±0.51	5.11
4시간	-	5.56±0.44	5.56±0.44	4.56±0.99	5.23
평균	-	5.11	4.93	4.30	4.78

〈비고〉 발근 조사는 정식 직전인 삼목 25일 후에 실시하였고, 발근상태는 다음과 같이 7단계로 나누어 계량화 하였다.

- 0점 - 발생없음,                    1점 - callus 절반발생,                    2점 - 전체 callus 발생,  
3점 - 뿌리 1개 발생,                4점 - 뿌리 2~4개 발생,                5점 - 뿌리 4개 이상 발생  
6점 - 뿌리가 락을 규브외로 도출된 상태

〈결과〉 하이아토닉 처리가 장미삼목시 뿌리 발생에 미치는 영향을 보면 대부분의 처리구가 무처리구 4.22에 비해서 높았으며, 특히 100배액과 4시간 처리구 조합에서는 뿌리 발생상태가 5이상을 나타내고 있어 가장 양호하였다.

4) 장미락울 삼목시 하이아토닉이 락울의 화학성 변화 및 작물에 미치는 피해 정도

〈결과〉 본 실험에 사용한 하이아토닉은 재료 및 방법에서 제시한 바와같이 그 성분과 농도가 락울의 화학성에 영향을 주지 않는 것으로 사료되며 또한 시험방법이 관주가 아닌 삼수처리이므로 시험전후의 락울 화학성 변화에 영향하지 않을 것으로 판단된다. 그리고 시험 과정에서 하이아토닉이 장미생육에 미치는 피해 증상은 관찰되지 않았다.

라. 결과요약

- 1) 하이아토닉이 장미 삼목시 활착율에 미치는 효과는 전시험구에 98%이상으로 높았고 처리구간에는 그 차가 없었다.
- 2) 신초발생은 무처리구에 비해서 모든 처리구가 많았으며, 신초장은 100배액 1시간 처리구와 200배액 2시간 처리가 가장 좋았다.
- 3) 뿌리발생에 미치는 영향에서 모든 처리구가 대조구에 비해서 많았으며 특히 100배액과 4시간 처리구조합에서 양호한 경향이였다.
- 4) 장미 삼목 시험을 위해 배지는 락울을 이용하였고, 또한 삼수에 하이아토닉을 처리하였으므로 지하부의 화학성 변화에는 영향을 주지 않았을 것으로 사료되며, 삼수의 생육과정에서 하이아토닉 처리에 의한 작물생육 피해 증상은 관찰되지 않았다.

## 9. 수박단근 편집목에서 식물활력소 Menedael의 처리효과 시험

가. 목적 : 식물활력소 Menedael의 침지 처리가 수박 단근 편집목시 접목활착 및 생육에 미치는 효과를 구명코져 함.

나. 시험재료 및 방법

- 1) 공시품종 : 수박 (품종 : 금천, 농우종묘)  
                  대목 (품종 : 참박, 중앙종묘)
- 2) 시험용기 : 육묘용 표준트레이 50공
- 3) 공시상토 : 무비성 상토 (토실이, 신안그로 제품)
- 4) 메네델 처리

가) 메네델 성분함량 - 초산성 및 아초산성 질소 3.2 mg / ℓ  
                          - 염소이온 34 mg / ℓ

- 과망간산 칼슘 소비량 53 mg / ℓ
- 철 60 mg / ℓ
- 망간 0.39 mg / ℓ
- 칼슘, 마그네슘(경도) 1mg / ℓ 이하
- 중발산 잔유물 190 mg / ℓ
- pH 3.8
- 기타 미량원소 기준치 이하

나) 접수처리 : 100배액 1시간, 접수 절단면 침지 후 접목

다) 대목처리 : 50배, 100배, 200배액을 각각 10분, 30분, 60분, 대목 단근후 절단면 침지후 접목 삼식

-접목시 자엽 1매를 제거함.

5) 시험구 : 구당 50개체 3반복, 완전임의 배치

6) 조사항목 : 활착율, 초장, 엽수, 엽장, 엽폭, 생체중, 건물중

7) 시험장소 : 진주영농조합법인 공정육묘온실

8) 기타관리

-환경관리, 양액공급 등은 진주영농조합의 육묘장 일반관리에 준함

다. 시험성적

1) 메네델 처리가 수박 접목의 활착에 미치는 영향

표 4.5.20. 메네델의 처리방법이접목활착에미치는 영향(접목 6일 후 조사)

처리방법	대조구 (무처리)	접수 처리농도(배)		대목 처리농도(배)			대목 처리시간(분)		
		무처리	100	50	100	200	10	30	60
활착율(%)	70.00	96.89	67.99	88.33	85.98	69.33	83.33	89.98	70.33

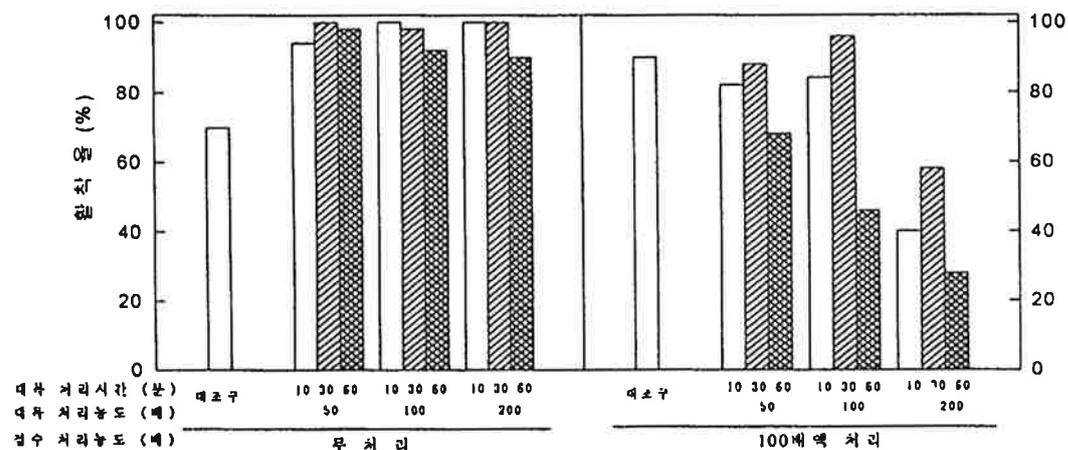


그림 4.5.34. 메네델 처리의 몇가지 시험조합이 접목활착에 미치는 영향

수박단근 편삽접시 식물활력소 Menedael을 접수 및 대목에 각각 처리하여 접목의 활착율에 미치는 영향을 접목 6일후에 조사한바 그 성적은 다음과 같다.

메네델의 몇가지 처리 방법별 활착에 미치는 효과를 표 4.5.20에서 보면 무처리한 대조구(70%)에 비하여 접수 100배액 처리 (67.99%), 대목 200배액 처리 (69.33%), 대목 60분 처리 (70.33%)구에서 비슷하거나 오히려 활착율이 낮았으며 그의 처리구에서는 양호하였다. 그중 대목에 50배액 처리구가 88.33%로 높았고, 대목처리 시간은 30분이 89.98%로 가장 좋았다.

이들 처리조합 상호간의 활착율 정도를 비교한바 (그림 4.5.34) 대체로 접수에는 침지하지 않은 시험 처리구에서 효과적인 시험조합이 많았으며, 반면에 접수에 100배액을 1시간 침지한 조합에서는 대목 100배액에 30분 침지한 시험구가 96%로 다소 높은 경향을 보였으나 그 효과는 크지 않았다. 접수 무처리 시험조합에서의 효과를 보면 대부분의 시험구에서 양호하였으며 특히 30분 침지의 50배, 200배액 처리구와 10분 침지한 100배, 200배액 처리구에서는 모두 100%의 활착효과를 보였다.

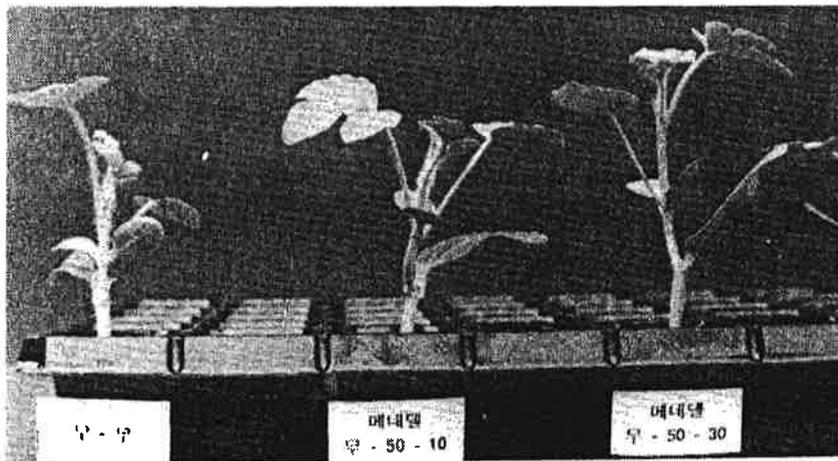


사진 4.5.4. 메네델 무처리와 대목 처리구의 생육 비교

2) 메네델 처리가 수박 접목묘의 초장 및 엽생장에 미치는 영향

표 4.5.21. 메네델의 처리방법이초장 및 엽생장에 미치는 영향(접목 20일 후 조사)

처리방법	대조구 (무처리)	접수 처리농도(배)		대목 처리농도(배)			대목 처리시간(분)		
		무처리	100	50	100	200	10	30	60
초장(cm)	10.56	4.43	8.63	9.42	9.70	9.44	9.92	10.55	8.09
엽수(매)	4.87	4.66	4.21	4.25	4.59	4.51	4.45	4.59	4.31
엽장(cm)	4.56	4.23	3.34	3.96	3.66	3.70	3.79	4.20	3.31
엽폭(cm)	3.87	3.59	3.03	3.37	3.26	3.24	3.35	3.67	2.85



초장 및 엽생장 정도를 접목 후 경과일수별로 조사하여 형질별로 비교하여 보면 다음과 같다.

접목 20일 후의 처리방법별 성적을 표 4.5.21에서 보면 초장, 엽수, 엽장, 엽폭 등 모든 형질에서 대조구에 비하여 낮았다.

초장과 엽수의 처리 조합간 성적을 접목 후 경과일수별로 비교하여 보면(그림 4.5.35) 초장의 경우 무처리는 접목후 6일은 1.84cm, 13일 후는 5.39cm, 20일 후는 10.56cm로서 대부분의 시험구에 비하여 생장이 좋은 경향을 보여 메네델 처리효과가 낮았다. 그러나 접수 무처리구중에서 대목처리 200배액의 10분, 30분 침지구와 100배액의 10분 침지, 50배액의 30분 침지구 보다는 다소 낮았다. 가장 초장 생장이 좋았던 처리구는 200배액을 30분 침지한 구로서 접목후 6일은 1.74cm, 13일 후는 5.84cm, 20일 후는 12.44cm로 나타나 무처리에 비하여 메네델 처리효과가 다소 높게 나타났다.

엽수는 접목후 20일 조사에서 접수 무처리구의 대목 50배액 10분 침지구와 대목 200배액 30분 침지구에서 엽수5매로서 무처리인 대조구의 4.87매보다 다소 높게 나타나는 경향이였다.

그리고 엽장과 엽폭의 성장정도를 처리조합간에 비교한 바(그림 4.5.36) 대조구(엽폭 3.87cm, 엽장 4.87cm)에 비하여 접수무처리에 대목 200배액 10분과 30분 침지구에서 각각 엽폭 4.13, 4.09cm, 엽장 4.96, 4.87cm로 나타나 메네델이 엽장 성장에 다소 효과적임을 추정할 수 있었다.

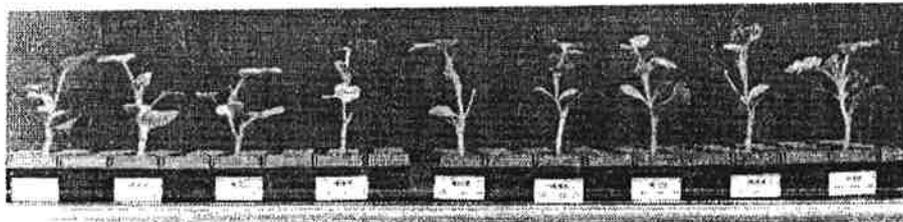


사진 4.5.5. 메네델 처리 시험구의 생육비교

### 3) 메네델 처리가 수박접목묘의 생체중과 건물중에 미치는 영향

표 4.5.22. 메네델의 처리방법이 생체중 및 건물중에 미치는 영향(접목 20일 후 조사)

처리방법	대조구 (무처리)	접수 처리농도(배)			대목 처리농도(배)			대목 처리시간(분)		
		무처리	100	50	100	200	10	30	60	
생체중 (mg/주)	지상부	2165	2173	2077	2150	2152	2086	2175	2339	1973
	지하부	598	587	543	582	579	541	560	624	517
	계	2793	2760	2620	2732	2731	2627	2735	2963	2390
건물중 (mg/주)	지상부	457	503	482	403	511	446	533	493	434
	지하부	96	94	89	95	91	88	91	107	77
	계	553	597	571	498	602	534	624	600	511

수박접목시 메네델 처리 방법이 지상부 및 지하부의 생체중과 건물중에 미치는 영향을 조사한바 표 4.5.22과 같다. 생체중은 대조구 2,793mg/주에 비하여 대목 처리 30분 구에서 2,963mg/주로 다소 높았고, 그외 처리방법은 낮은 경향이였다. 지상부와 지하부 중 차 또한 경향이 비슷하였다. 건물중은 대조구 553mg/3주에 비하여 대목처리농도 100배액에서 602mg/3주와 대목처리 시간 10분구에서 624mg/3주로 나타나 건물중 증가가 가장 높았다. 지상부와 지하부의 증가 정도는 지하부보다 지상부에서 증량 증가가 더욱 뚜렷하였다.

이들 생체중과 건물중의 지상부 및 지하부 증량 증가 정도를 처리조합간에 비교한 바 그림 4.5.37와 같다. 대체로 접수 무처리 구에서 양호한 경향이였으며 지상부보다 지하부 생장에서 메네델 처리 시험 효과가 좋은 경향을 보였다. 생체중에서 지상부 및 지하부가 모두 증가된 시험구는 접수 무처리에 대목 200배 30분 침지구 었으며, 건물중에서는 지상부와 지하부 생장효과가 처리조합간에 동일하지 않았으며 생체중 증가 정도와도 다소상이 하였다. 즉, 지상부 건물중은 접수 100배 처리에 대목 100배액 30분 침지구에서 좋았고, 지하부는 접수 무처리에 대목 50배액 30분 침지구와 접수 100배액에 대목 100배액 30분 침지구가 양호하였다.

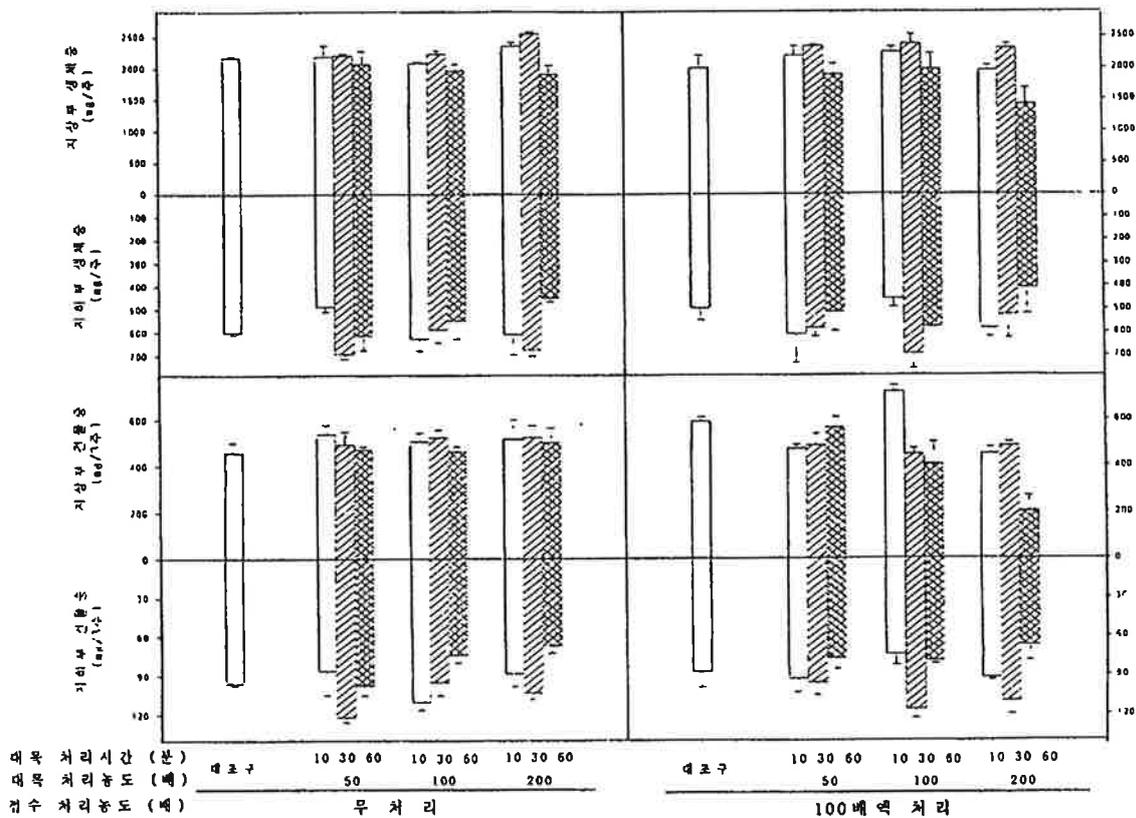


그림 4.5.37. 메네델 처리의 몇가지 시험조합이 생체중 및 건물중에 미치는 영향 (접목 20일 후 조사)

#### 라. 결과요약

식물 활력소 Menedael을 수박핀 단근 삼접시 침지 처리한바 생육효과를 보면 다음과 같다.

- 1) 활착율 효과를 보면 접수처리의 경우 무처리에 비하여 오히려 활착율이 낮았다. 특히 접수 무처리에 대목 50배액 30분 침지구, 100배액 10분 침지구 그리고 200배액 10분, 30분 침지구 등 4처리구에서는 100%의 높은 활착율을 보여 무처리 70%에 비해 효과적이었다.
- 2) 초장 및 엽생장 정도에서는 메네델 처리효과가 분명하지 않았으나 접수 무처리의 대목 200배액 10분 침지 및 30분 침지구에서 초장, 엽수, 엽장, 엽폭 등이 무처리구에 비하여 다소 양호하였다.
- 3) 생체중과 건물중 증가정도에서 메네델 처리효과가 분명하지 않았으나 대체로 지상부 증가보다는 지하부 생육 증가에 많은 영향을 미쳤고, 처리조합 중에 생체중은 접수무처리에 대목 200배액 30분 침지구에서 그리고 건물중에서는 접수 무처리에 대목 50배액 30분 침지구에서 각각 대조구보다 양호한 경향을 보였다.

#### 10. 삼목활착실을 이용한 장미 락울 삼목에서 식물활력소 Menedael의 처리효과 시험

가. 목적 : 식물활력소 Menedael의 침지가 장미 락울 삼목시 활착 및 생육에 미치는 영향을 구명코져 함.

나. 시험재료 및 방법

- 1) 공시품종 : 카디날
- 2) 시험용기 : 표준 락울 규-브
- 3) 삼목상 조건 : 삼목활착전용 베드, 필름 터널 피복, 습도 98%내외(15 $\mu$ 의 포그 살포), 삼목전기간 관수하지 않음

4) 메네델 처리

가) 메네델 성분함량-초산성 및 아초산성 질소 3. 2 mg / l

-염소이온 34 mg / l

-과망간산 칼슘 소비량 53 mg / l

-철 60 mg / l

-망간 0.39 mg / l

-칼슘, 마그네슘(경도) 1mg / l 이하

-중발산 잔유물 190 mg / l

-pH 3.8

-기타 미량원소 기준치 이하

나) 삼수처리 : 삼수전단 후 용액 50배, 100배, 200배액을 각각 1시간, 2시간, 4시간 침지

-삼수는 길이 7cm 내외가 되도록 함.

5) 시 험 구 : 구당 20개체 3반복, 완전임의 배치

6) 조사항목 : 활착율, 신초발생, 신초장, 뿌리발생

7) 시험장소 : 하동군 북천 화훼영농조합법인 삼목활착실

8) 기타관리

-삼수의 채취, 기타 삼상관리 등은 북천화훼영농조합의 일반관리에 준함.

다. 시험성적

1) 메네델 처리가 장미삼목시 활착에 미치는 영향

장미 락울 삼목시 식물활력소 메네델 침지 조건이 활착에 미치는 효과를 삼목 25일 후 에 조사한바 다음과 같다.

아래 사진 4.5.6은 삼목활착 전용 터널실내의 포그 가습장치와 락울 삼목 시험 모습이다.

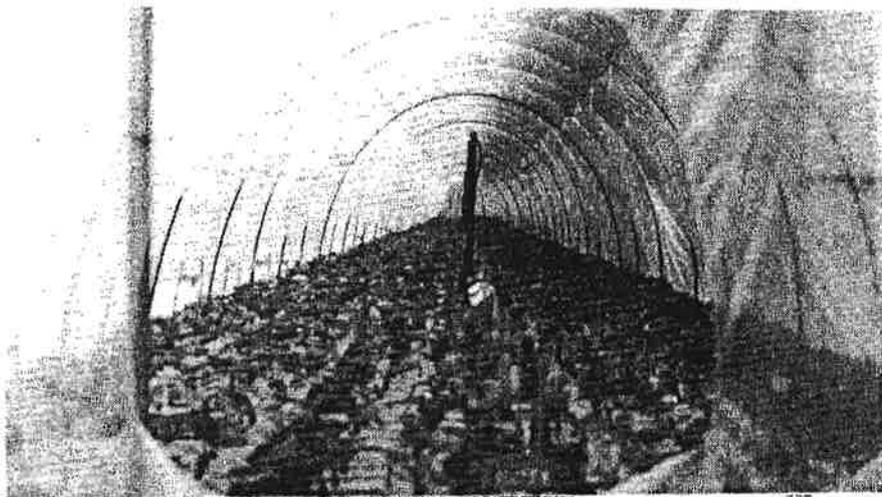


사진 4.5.6. 포그가습 장치가 있는 삼목 활착 전용 터널 하우스

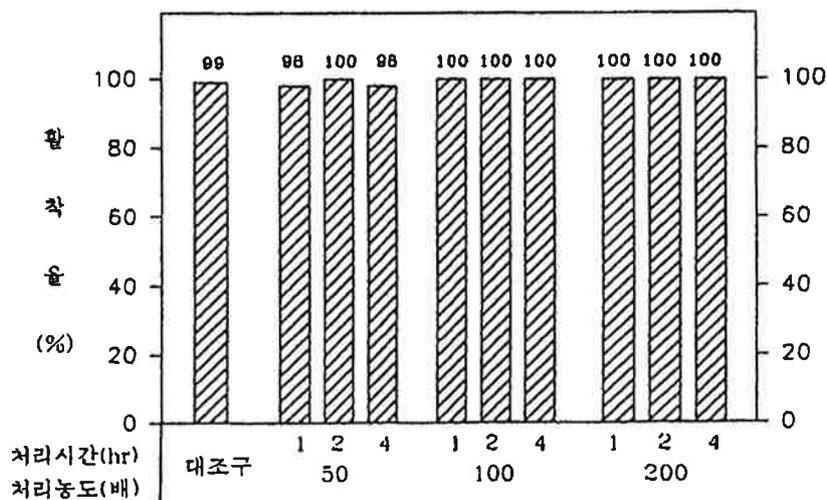


그림 4.5.38. 메네델 처리 농도 및 침지시간이 장미 삼목활착에 미치는 효과

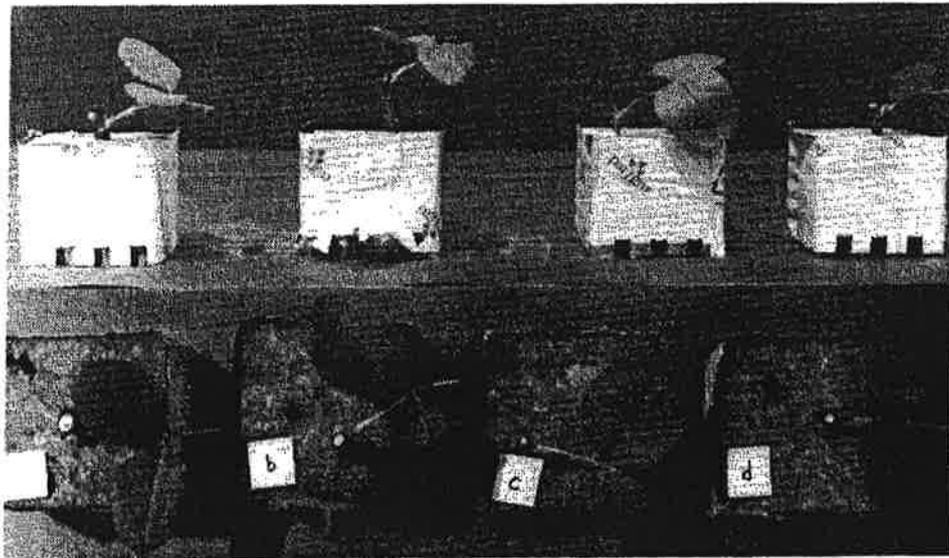
활착율은 삼수가 고사되지 않고 신초 발생과 발근이 시작된 개체로 하였다. 그림 4.5.38에서 활착율의 성적을 보면 무처리를 포함한 전처리구가 98% 이상의 높은 활착율을 보였다. 특히 100배, 200배액 침지구는 침지 시간에 관계없이 전시험구에서 100%의 활착율을 보였다. 그러나 대조구와 50배액의 1시간 및 4시간 침지구에서는 각 99%, 98%의 활착 성적으로 다소 낮은 경향을 보이거나 이를 양액에 의한 영향으로 보기는 어려웠다.

2) 메네델 처리가 삼수의 신초발생에 미치는 영향

식물활력소 메네델 처리가 신초발생과 신초생장에 미치는 효과를 본바 다음과 같다.

신초발생은 3mm 이상 신초가 신장되어 육안으로 확인될 수 있는 것을 합산하여 산출하였다. 그림 4.5.39를 보면 활착실내에서 삼목 17일 후의 신초발생정도는 메네델 무처리의 경우 78% 였으며 메네델 50배액 4시간 침지구는 66%로 무처리에 비하여 낮았으나 그외 시험구는 82-90% 범위에 있어 메네델 침지가 효과적으로 활용됨을 알 수 있었다. 특히 50배액과 200배액의 2시간 침지구가 90%의 신초발생율을 보여 가장 좋았고 100배액과 200배액에서는 침지 시간에 관계없이 고른 신초발생 성적을 보였다.

다음의 사진 4.5.7에서 장미 락을 시험구의 삼목상태를 볼 수 있다.



무처리                      50배액                      100배액                      200배액

사진 4.5.7 장미 락을 삼목의 시험구

표 4.5.23.에서 삼목 17일후 신초신장 정도를 메네델 농도와 침지시간별로 비교하여 보면 무처리가 16.60mm 인데 비하여 모든 처리구의 평균이 16.11mm로 낮게 나타났으며 양액침지 방법에서는 처리농도 200배액이 16.64mm였고, 침지시간은 4시간 침지가 17.06mm로 다소 높으나 그 차는 미미하였다. 시험구별 성적을 보면 200배액 1시간 침지구에서 18.00mm로 가장 높게 나타나 무처리구에 비하여 신초생장이 양호하였다. 이상의 결과에서 삼목활착실 환경 조건이 양호한 시설내에서는 메네델 처리효과가 뚜렷하지 않음을 알 수 있었다.

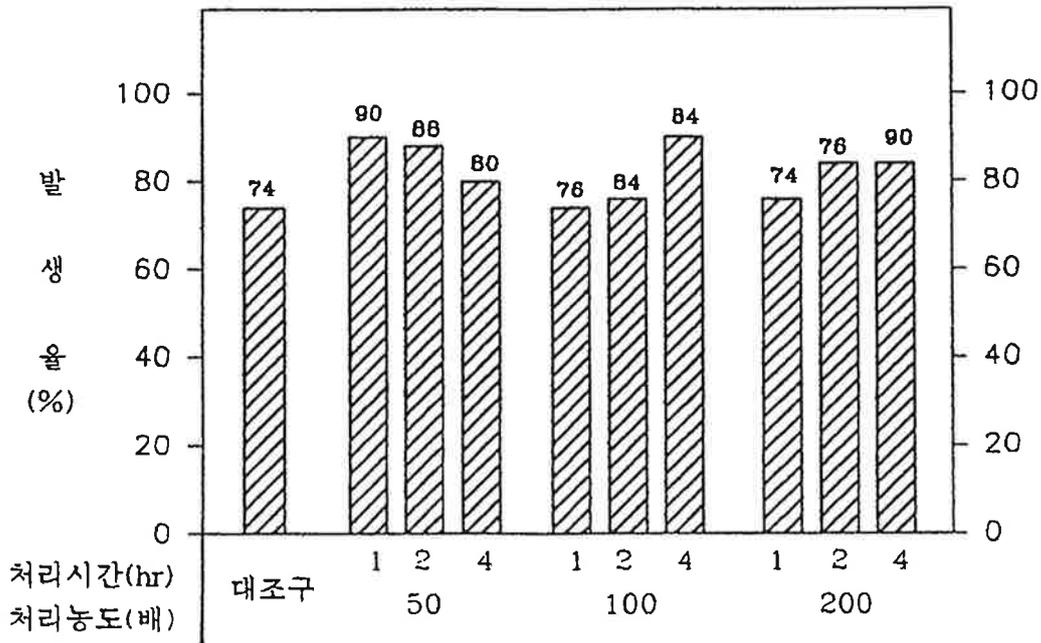


그림 4.5.39. 메네델 처리 조합별 삼목 17일 후 신초발생에 미치는 효과

표 4.5.23. 메네델 침지가 장미삼목시 신초의 신장에 미치는 영향 (단위 : mm/개체)

침지시간	대조구 (무처리)	처리농도 (배액)			평균
		50	100	200	
무처리	16.60±1.75	-	-	-	
1시간	-	15.14±1.12	17.11±2.40	18.00±2.54	16.75
2시간	-	12.80±0.86	16.14±1.97	14.60±1.44	14.51
4시간	-	17.30±1.98	16.56±2.37	17.33±2.33	17.06
평균	16.60	15.08	16.60	16.64	16.11

<비고> 장미 삼상은 활착전용 터널내에서 실시하였으며 신초장의 조사는 삼목후 17일에 5mm 이상 신초가 신장된 개체 만을 계속 산출하였음.

3) 메네델 처리가 장미삼목시 뿌리 발생에 미치는 영향

표 4.5.24. 메네델 침지가 장미삼목시 뿌리 발생에 미치는 효과

침지시간	대조구 (무처리)	처리농도 (배액)			평균
		50	100	200	
무처리	3.82±0.29	-	-	-	
1시간	-	5.44±0.11	4.56±0.99	4.00±0.84	4.67
2시간	-	4.55±0.78	3.78±0.62	3.78±0.78	3.74
4시간	-	4.67±0.67	5.00±0.69	4.33±0.70	4.67
평균	3.82	4.89	4.45	4.04	4.36

<비고> 삼목은 활착전용 터널내에서 실시하였고 발근 조사는 정식직전인 접목 25일후에 실시하였다.

-발근상태는 다음과 같이 7단계로 나누어 점수화하였다.

0점-발생없음,            1점-callus 절반 발생,            2점-전체 calluse 발생,  
3점-뿌리 1개 발생,        4점-뿌리 2~4개 발생,            5점-뿌리 4개 이상 발생,  
6점-뿌리가 락울 규브 외로 도출된 상태

표 4.5.24.에서 메네델 침지가 장미 삼목시 뿌리 발생에 미치는 효과를 살펴보면 대부분의 처리구가 대조구 3.82점에 비하여 높게 나타나는 경향을 보였고 처리구 평균 값이 4.36 점으로 뿌리 발생량이 많은 것으로 판단되었다. 처리 농도에서는 50배액이 4.89로 가장 좋았고 침지시간은 1시간과 4시간이 모두 4.67로 좋았다.

각 시험구에서 뿌리 발생에 가장 효과적인 처리는 50배액에 1시간 침지한 것이 5.44로 뿌리 발생량이 가장 많았던 것으로 사료되었다.

다음 사진 4.5.8.은 삼목 25일후의 각처리구간 뿌리 발생 상태를 나타낸 것이다.



무처리            50배액            100배액            200배액  
사진 4.5.8. 장미락울 삼목시 메네델 처리에 대한 뿌리 발생상태

#### 라. 결과요약

장미 락울 삼목시 식물 활력소 Menedael을 삼목 활착 전용 터널내에서 약액농도 및 침지시간별 처리효과를 비교한바 다음의 결과를 얻었다.

- 1) 메네델 100배액 및 200배액에서는 침지 시간에 관계없이 100% 완전 활착율을 나타내었다. 그러나 대조구와 그외 몇시험구가 98% 이상의 높은 성적을 보여 이러한 결과를 메네델에 의한 영향으로 보기는 어려웠다.
- 2) 신초 발생은 무처리가 78% 였으나 그외 시험구는 82~90%로 다소 높았고 신초신장은 무처리가 16.60mm인데 비하여 200배액 1시간 침지구가 18.00mm로서 다소 높았다.

그러나 다수의 시험구에서 무처리에 비하여 비슷하거나 오히려 신장정도가 낮은 경향을 볼 수 있어 메네델 처리가 양호한 환경조건인 활착실내에서는 뚜렷한 결과를 확인할 수 없었다.

3) 뿌리 발생 정도는 무처리에 비하여 메네델을 침지한 모든 시험구에서 양호하였으며 특히 50배액 1시간 침지구가 가장 효과적이었다.

이상의 결과에서 활착율, 신초발생 등에는 메네델 침지 효과가 분명하지 않았으나 지하부 생육과 관련된 뿌리 발생에는 뚜렷한 효과를 확인할 수 있었다.

## 제 6 절 고추 공정묘의 생장조절기술

채소농사를 짓기 위해서는 반드시 육묘라는 작업과정을 거쳐야만 한다. 그런데 작물의 종류가 많고 품종이 다양하게 분화되어 있을 뿐만 아니라 육묘최적환경의 요구도가 각기 다르기 때문에 양질의 규격 묘를 생산한다는 것은 결코 쉬운 일이 아니며 농가의 경험이나 기술 수준에 따라 천차만별의 소질이 다른 묘를 자가 생산하여 근래까지 이용해 왔다.

그러나, 90년대 초반에 플러그묘 생산기술과 생산시스템의 도입으로 묘생산만 전업으로 하는 법인체나 독농가가 생겨나 소위 육묘공장을 운영하면서 전국적으로 25ha 정도에서 연간 5억주 정도의 양질 규격 묘를 생산하여 농민들에게 값싸게 공급하고 있다. 이로 인해 농민들은 악성노동에서 벗어날 수 있고 생산비 절감과 고품질 생산을 위한 가장 기본적인 문제 해결에 접근하는 계기를 마련하게 되었다고 해도 과언이 아니다.

그러나 아직까지 농민들로부터의 주문과 생산자의 생산계획 및 유통체계가 확립되어 있지 않을 뿐만 아니라 플러그묘의 특성을 잘 몰라 생산자 입장에서는 불량묘 생산비율을 최소화하는 문제와 재배자 입장에서는 양질의 묘 선택을 위한 최선의 구입 방법 등으로 혼란을 야기시키고 있는 실정이다.

따라서 생산자 입장에서는 육묘 효율 향상을 위한 생장 조절 기술이 필요하고, 농민입장에서는 믿고 구입할 수 있는 작물별 묘 소질의 규격화로 피해를 최소화 시킬 수 있는 방안 등이 요구되고 있어 앞으로 이에 대한 연구가 활기차게 이루어져야 할 것이다. 본 고에서는 고추 플러그묘의 생장조절에 관한 시험 결과를 요약하므로써 공정육묘 온실 도입농가에 도움을 주고자 한다.

### 1. 플러그묘의 생장조절 필요성

채소작물의 양질 다수확을 위해서는 소질이 좋은 규격 묘를 만들어 심는데서부터 시작된다. 왜냐하면 채소 작물은 파종 후 자엽이 전개되고 본엽이 나오기 시작되면 대부분의 작물은 영양생장과 생식생장을 동시에 진행시키기 陔문이며 이 기간동안 두생장의 균형이 깨지면 정식 후 sink와 source size의 관계가 무질서하게 되어 번무, 도장, 기형과, 소립과, 낙과, 낙화, 노화촉진, 병충해 저항성약화 등 생리적 피해를 발생시키는 주된 요인이 되기도 한다.

따라서 채소 묘는 적시에 파종하여 일정기간동안 키운 적령의 묘를 구입하여 정식하여야만 식물자체가 지닌 고유의 균형 잡힌 생장과 생산 능력을 발휘시킬 수 있다. 그러나

플러그묘 생산 시스템은 육묘효율을 증대시키기 위해 좁은 면적에서 작은 용기(plug tray)에 소량의 배양토를 넣고 밀집시켜 집약적으로 관리하는 것이기 때문에 일반 육묘에 비해 광선, 온도, CO<sub>2</sub> 농도, 풍속, 습도, 수분, 영양 등의 환경요인에 민감하게 반응하므로 규격묘 생산을 위해 정밀제어를 행하게 된다. 따라서 성장속도가 빠른 대신 지하부의 근밀집도(Root Density)가 높아 일정한 기간을 지나면 쉽게 노화되는 특성을 갖고 있기 때문에 뿌리의 활력이 높은 시기를 택해 반드시 정식하여야 하는데 그 시기가 관행 육묘에 비해 소요되는 기간이 극히 짧다. 즉, 고추는 45~50일, 토마토는 30~35일, 오이는 18~20일 정도이므로 어린 묘를 심지 않으면 안된다.

어린 묘를 심게 되면 재배법을 달리하지 않는 한 강한 뿌리 활력 때문에 쉽게 번무하게 되고 정식후 첫수확까지의 수확소요일수가 길어져 조기 수량이 적게 나오며, 시설 축성작형에서는 난방기간이 길어지는 결과를 가져와 경영상 불합리하다.

이러한 단점을 보완하기 위해 128~200공 트레이를 사용해 육묘 효율을 향상시켜야만 경영상 유리한데도 소비자의 요구도가 50~72공 트레이와 같은 큰 셀에서 장기간 육묘한 대묘쪽으로 변하고 있어 이에 대응하려면 생산자 입장에서는 생산비가 증대되고 소비자 입장에서 고가의 묘를 구입하지 않으면 안된다.

따라서 생산자와 소비자의 양측입장을 고려할 때 저원가 고품질의 묘를 생산하고 공급 받을 수 있는 합리적인 기술개발이 요망되는 것은 당연한 것이다. 따라서 경제적인 묘 성장 조절 기술이야말로 양측의 불합리한 점을 타개할 수 있는 중요한 필수기술이라 할 수 있을 것이다.

## 2. 플러그묘의 성장조절 기술

묘의 성장을 억제하거나 지연시키면서 양질이면서 적합한 크기로 조정한다는 것은 아주 어려운 기술 중에 하나이다. 왜냐하면 생육상태를 양호하게 키우게 되면 도장 또는 번무되기 쉽기 때문이다. 성장을 억제 또는 지연시키려고 고농도의 성장조절제, 마이너스 DIF 처리, 비료 양분의 과부족, 건조 및 저온처리 등의 기술을 도입하여 설령 초장을 상당히 억제시켰다 하더라도 정식후 정상적으로 회복되는데 많은 시간이 소요되거나 재생장 속도가 늦어져 위축되어 버리면 재배자의 입장에서는 경영상 막대한 손해를 보기 때문이다. 따라서 이러한 성장조절로 인한 부작용이 극히 적고 처리비용이 낮은 방법을 선택하는 것이 중요하므로 몇가지 실용적인 기술에 대하여 설명하면 다음과 같다.

### 가. 약제(성장조절제)에 의한 성장 억제

고추 플러그묘에 대한 생육 억제 및 지연을 위해 사용할 수 있는 성장조절제는 CCC, Ancymidol, Mepiquat Chloride, Uniconazole 등이 있는데 이런 약제를 이용하여 128공 플러그 트레이에 파종 후 35일묘(초장 8.7cm, 경경 1.48cm, 전개엽수 4.0매, 엽면적 4.4cm<sup>2</sup>/주)에 농도별로 단 1회처리 후 약 25일 경에 성장억제 효과를 조사한 결과는 <표 4.6.1>과 같다.

표 4.6.1. 생장조절제 종류와 처리 농도별 고추묘 생장억제효과

생장조절제종류 및 처리농도(ppm)	초장 (cm)	경경 (cm)	엽수 (매)	엽면적 (cm <sup>2</sup> /주)	건물중 (g/주)	1화방개화 소요일수	광합성속도 (mg/CO <sub>2</sub> /dm <sup>2</sup> /hr)	
CCC	10	20.6	2.49	9.7	18.7	0.289	89	19.49
	50	19.1	2.37	9.2	19.5	0.231	93	18.69
	100	19.4	2.35	9.6	19.4	0.238	89	19.83
	500	18.5	2.38	9.7	18.0	0.252	89	25.87
Ancymidol	0.05	20.4	2.46	9.7	20.7	0.269	88	32.27
	0.1	19.9	2.32	9.5	19.5	0.248	91	19.73
	0.5	19.8	2.35	9.1	17.9	0.231	91	28.27
	1.0	20.8	2.46	9.7	19.0	0.257	91	24.51
Mepiquat	1	25.4	2.73	10.1	32.5	0.300	88	14.33
	50	23.4	2.42	10.1	26.2	0.296	88	21.63
	200	21.6	2.32	9.4	21.3	0.242	88	26.61
	800	16.3	2.28	9.1	15.3	0.212	88	19.85
Uniconazol	0.05	21.1	2.96	9.9	22.7	0.281	89	17.84
	0.1	19.4	3.02	10.2	20.3	0.252	91	24.73
	1.0	21.0	2.86	9.9	20.7	0.251	91	28.27
	5.0	13.0	2.76	10.5	17.0	0.246	88	24.51
무처리		25.7	2.83	10.2	33.2	0.302	87	23.35

<표 4.6.1.>에서 보는 바와 같이 생장조절제중 MC 800ppm과 Uniconazole 5ppm에서 초장 억제 및 엽면적 감소 효과가 가장 컸고 일반적으로 처리농도가 높을수록 그 영향은 크게 되었으며 CCC와 Ancymidol은 뚜렷한 경향을 나타내지 못했다. 그리고 건물중은 모든 생장조절제에서 처리농도를 높게 할수록 낮아졌으나 경경, 전개엽수 및 광합성속도는 크게 영향을 받지 않아 공시 약제중 MC와 Uniconazole 이용이 바람직하였다.

따라서 MC와 Uniconazole 두약제에 대해서만 농도별 시험을 재수행하여 묘의생장 억제 효과 정식후 회복정도 그리고 수량성을 조사한 결과는 <표 4.6.2>와 같다.

표 4.6.2. 생장조절제 처리에 의한 플러그묘의 생장억제, 정식후 회복정도 및 수량성에 미치는 영향

생장조절제 종류와 농도 (ppm)	정식시			정식후 9일			수량성		
	초장 (cm)	엽면적 (cm <sup>2</sup> /주)	건물중 (g/주)	초장 (cm)	엽면적 (cm <sup>2</sup> /주)	건물중 (g/주)	수량 (kg/10a)	지수	
MC	500	25.9	27.7	0.46	8.6	3,879	93.7	210	102
	800	24.8	22.9	0.43	81.9	3,611	105.3	226	110
	1500	22.3	26.3	0.44	80.3	3,767	108.7	264	129
Uniconazole	5	18.0	19.0	0.29	81.8	2,158	74.3	197	96
	10	14.0	16.4	0.37	81.8	2,382	83.1	194	95
	50	10.3	13.1	0.31	59.1	1,623	57.1	98	48
무처리		29.9	32.9	0.62	81.9	3,379	100.4	205	100

상기의 <표 4.6.2>에서와 같이 MC처리구보다는 Uniconazole처리구에서 초장억제효과가 크게 나타나 Uniconazole 50ppm 처리구에서는 무처리대비 19cm 이상 초장억제효과를 인정할 수 있었으나 정식후 회복이 늦고 수량성이 떨어져 실용적인 측면에서 볼 때 MC 1500ppm 처리나 Uniconazole 5~10ppm 정도가 고추 묘의 생장억제에 효과적인 것으로 판단되었다.

이상의 결과로 보아 고추 묘의 생장억제를 위해 생장조절제와같은 약제를 이용하여 효과를 높이려면 최적의 약제를 선택하여 최적의 농도로 사용하는 일과 정확하게 끌고루 살포하는 방법이 뒤따라야 할 것이며 품종간 처리시의 관리온도, 수분조건 등 환경요인의 차이에 의해서도 그 효과가 다르게 나타날 것으로 예상되므로 생산자 입장에서는 사전에 소규모 예비 시험을 수행한 후 실용화시키는 것이 안정생산에 도움이 될 것으로 판단된다.

이렇게 생산된 묘는 최적의 환경에서 육묘한 연약한 플러그묘에 비해 강건하게 되며 거칠게 취급하거나 불량환경하에서 운송을 하더라도 상당한 내성을 가지게 될 뿐만 아니라 묘를 구입후 정지 작업 등 정식준비가 늦어져 그대로 방치해 놓더라도 상당기간 노화나 도장을 예방할 수 있고 정식 후 연약묘에 비해 적응력이 높아져 불량조건하에서도 양질의 고추를 생산할 수 있게 된다.

#### 나. DIF 처리에 의한 플러그묘의 생장조절

낮온도와 암온도의 차이가 식물체의 줄기신장에 미치는 영향에 대해서는 지금까지 많은 보고가 되어 있는데 내용을 요약하면 성숙된 식물의 초장은 일중온도(Day Temperature)가 높아짐에 따라 증가하고 야간온도(Night Temperature)가 증가함에 따라 감소한다는 것이다.

DT와 NT보다도 특히 중요한 것은 DT와 NT의 상관관계로서 일중온도로부터 야간온도를 뺀 격차를 나타내는 DIF라는 용어가 생기게 되었고 일중온도가 야간온도보다 낮으면 DIF는 마이너스(-)가 되고 반대로 일중온도가 야간온도보다 높게 되면 DIF는 플러스(+)로 된다. DIF가 -에서 +로 증가하게 되면 식물체는 신장되어 초장이 길어지게 된다.

이와 같은 결과는 주로 화훼작물(백합, 국화, 포인세티아 등)에서 많이 검토되었으나 채소작물에서는 연구한 결과가 별로 없는 실정이다. 2년간의 고추 플러그묘의 시험결과를 보면 <표 4.6.3>과 같다. 시험결과 생육억제 효과를 인정할 수 있었지만 에너지 비용이 너무 많이 소요되기 때문에 공정육묘와 같은 대면적에서의 실용화는 경영적 타산이 어렵다고

표 4.6.3. 주야온도차(DIF) 처리에 의한 고추묘의 생육억제 효과

주야온도 (DIF)	초장 (cm)	경경 (mm)	전개엽수 (매/주)	엽면적 (cm <sup>2</sup> /주)	건물중 (g/주)	제1번화 개화소요일수
25/18℃ (+7)	28.3	2.39	15.0	68.0	0.50	88
18/25 (-7)	24.0	2.30	16.0	64.3	0.42	90
23/27 (-4)	24.7	2.63	14.9	65.3	0.43	89
23/23 (0)	26.3	2.66	15.1	65.7	0.48	90

판단되었다. 그러나 앞으로 성에너지 기술이 지속적으로 개발이 되어진다면 실용적 가능성은 배제할 수 없기 때문에 앞으로 계속적으로 작물별로 가장 경제적인 처리방법을 찾아볼 필요가 있다.

상기의 성적은 거성고추를 128공 플러그 트레이에 파종하여 본엽이 5~6매 전개시 약 2주간 처리한 후 정식시(파종후 60일) 조사한 성적으로 관행구 +7 DIF에 비해 -DIF 처리구에서 초장을 약 4.3cm 정도 억제시킬 수 있었다. 그러나 처리하는 품종이나 시기, DIF의 정도, 처리기간에 따라 그 효과는 다르게 반응하리라 생각되므로 다음과 같은 점에 주의할 필요가 있다.

- 1) 무리한 마이너스 DIF 처리는 삼간다. 마이너스 DIF 처리시 주의해야할 점중의 하나는 작물에 따라  $-2\sim-6^{\circ}\text{C}$  이상의 차이를 주게 되는 경우 잎에 심각한 백화현상과 같은 생리장해를 유발하여 잎의 광합성량을 감퇴시킬 뿐만 아니라 묘의 생육을 심하게 지연시킬 수 있어 주의를 요한다.
- 2) 처리시기가 어릴 때일수록 생육지연효과는 크게 나타나는데 오이와 같은 육묘일수가 짧은 작물에 대해서는  $-2^{\circ}\text{C}$  이상의 DIF처리와 3주간 이상은 삼가하여야 한다.
- 3) 온도를 DIF 제로(0)로부터 -DIF로 변경처리하는 경우보다도 +DIF로부터 DIF 제로로 변경처리하는 경우가 초장 억제 효과가 크고 백화현상에 의한 생장지연초래가 적으므로 이러한 처리방법에 대해서도 유의할 필요가 있다.
- 4) 생장조절제에 의한 생장억제효과는 플러그묘의 이식후에도 그 효과가 지속되므로 정식후 회복속도가 늦은 단점이 있지만 DIF처리에 의한 초장억제효과는 그 영향이 적다. 왜냐하면 생장억제 정도가 심하게 되면 -DIF처리에서 +DIF처리로 전환시키면 줄기의 신장은 빠른 속도로 신장될 수 있기 때문이다.

따라서 성에너지적인 차원만 해결할 수 있으면 다른 생육억제 기술보다 매우 이점이 많은 처리방법이므로 앞으로의 실용화에 관심이 높다고 할 수 있다.

#### 다. 시비량 조절에 의한 생장조절

플러그묘 육묘시 묘소질에 가장 영향을 미치는 무기성분은 질소(N)와 인산(P) 성분이다. 질소성분은 무기태의 초산태( $\text{NO}_3^- \text{N}$ )나 암모니아태( $\text{NH}_4^- \text{N}$ )로 뿌리에 흡수되어 엽신에서 아미노산, 단백질을 만들어 생명을 유지하는데 필요한 각종 화합물을 합성할 뿐만 아니라 엽록소, 효소, 호르몬, 핵산과 같은 중요한 활동을 하는 화합물에 함유되어 있기 때문에 작물생육에는 필수적인 요소이다. 이와 같은 질소성분이 부족하게 되면 생육이 저해되고 생산성이 떨어지지만 과잉으로 되면 작물체는 연약, 번무하거나 도복되기 쉽고 병에 대한 저항성이 떨어져 강건한 생육을 할 수 없게 된다. 그러나 인산은 생명활동에는 크게 관계하지 않는 요소이지만 주로 무기태( $\text{H}_2\text{P}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^-$ )로 흡수되어 세포핵의 단백질 구성물질로 사용될 뿐만 아니라 새로 나오는 생장점이나 뿌리의 선단 등 활동이 심한 조직에 다량 함유되어 있으면서 작물체의 신장, 개화, 결실 그리고 병해 저항성 등에 주로 영향하는 요소로서 특히 육묘기와 같은 어린 식물의 경우 근모세포의 분열을 촉진시키는데 관계를 함으로서 이 성분이 부족하게 되면 묘의 생육을 저해시키고 뿌리의 밀집도가

떨어져 플러그묘 생산시 강건한 묘로 키우기 힘들기 때문에 작물의 종류에 따라 다르지만 상토 1ℓ 당 800~1,500mg 정도로 많은 양을 요구하게 된다.

따라서 플러그 육묘시 액비로 살포 또는 관주하여 묘를 키울 경우 생육단계별로 인산 농도를 조절하거나 단비함으로써 묘의 생장을 어느 정도 억제할 수 있으리라 사료된다. 이러한 전제하에 고추 플러그묘에 대해 원시표준양액(N-P-K-Ca-Mg=15-3-6-8-4 me/ℓ) 0.5단위로 4단계(I 단계: 파종후 15일, II 단계: 파종후 16~30일, III 단계: 파종후 16~45일, IV 단계: 파종후 46~60일)로 구분하여 인산농도만을 조절 또는 단비처리하여 시험을 수행한 결과 <표 4.6.4>와 같이 상당한 초장억제효과가 있었다.

표 4.6.4. 인산시비조절에 의한 고추 플러그묘 생육억제 효과

생육시기별인산 시비농도(me/ℓ)	초장 (cm)	경경 (mm)	엽수 (개/주)	엽면적 (cm <sup>2</sup> /주)	건물중 (g/주)	T/R율	뿌리밀집도 (g/100cc)
I - II - III - IV							
1.5-0 -0 -0	12.1	1.85	8.1	8.13	0.154	1.86	0.300
1.5-0 -0 -0.5	14.6	2.00	9.9	18.28	0.184	3.01	0.260
1.5-0 -0.5-0	24.9	2.53	11.4	32.42	0.640	5.40	0.556
1.5-0 -0.5-0.5	28.7	2.55	12.7	48.90	0.487	3.90	0.556
1.5-0.5-0 -0	18.1	2.32	10.5	16.41	0.294	2.67	0.444
1.5-0.5-0 -0.5	26.8	2.66	11.9	37.40	0.737	4.03	0.811
1.5-0.5-0.5-0	33.0	2.63	12.7	43.49	0.612	4.16	0.569
1.5-0.5-0.5-0.5	35.3	2.81	13.2	56.86	0.625	3.99	0.696
1.5-1.5-1.5-1.5 (관 행)	41.1	3.24	15.1	74.27	1.014	3.89	1.152

상기 표에서 보는 바와 같이 인산시비량을 결제하거나 농도를 낮출수록 초장뿐만 아니라 모든 생장이 억제 또는 지연되는 결과를 가져왔다. 이는 가장 경제적으로 고추묘의 생장을 조절할 수 있는 방법으로 사료되었으며 60일 동안 키운 128공 플러그묘를 5월 10일 포장에 심어 회복속도 및 수량성에 미치는 영향을 조사해 본 결과는 <표 4.6.5>와 같다.

모든 처리구의 묘에서 억제정도에 큰 영향 없이 회복정도가 양호하였다. 그중 수량성도 좋고 생육억제효과도 좋은 처리구는 제2단계에만 인산시비를 결제시키고 제3, 4단계에서는 0.5me/ℓ 이하의 저농도로 관리한 구가 우수하였다. 앞으로 기계화 정식시에 적합한 묘인 초장 30cm 이하의 묘를 생산할 수 있을 것으로 사료되었고 또한 노지 고추재배시 45일 플러그묘를 심을 경우 조기 수량이 떨어지고 번무하는 결점을 보완할 수 있을 것으로 보여 그 실용 가능성이 높았다.

표 4.6.5. 인산시비조절에 의한 생장억제 고추묘의 정식후 생육 및 수량에 미치는 영향

조사일 : '96년 9월 4일

생육시기별인산 시비농도(me / ℓ)	초장 (cm)	경경 (mm)	엽면적 (cm <sup>2</sup> / 주)	1과중 (g / 주)	주당수량 (g / 주)	10a당수량 (kg / 10a)	뿌리밀집도 (g / 100cc)
I - II - III - IV							
1.5-0 -0 -0	81.3	13.0	3,537	8.0	240.0	222.0	95
1.5-0 -0 -0.5	82.8	13.9	4,442	7.8	253.7	234.9	104
1.5-0 -0.5-0	83.9	12.4	3,331	7.7	258.8	239.7	106
1.5-0 -0.5-0.5	84.5	11.5	5,431	8.9	318.1	294.5	131
1.5-0.5-0 -0	88.1	12.8	4,698	8.0	224.6	208.0	92
1.5-0.5-0 -0.5	82.2	12.7	4,748	6.8	207.1	191.8	85
1.5-0.5-0.5-0	86.1	12.3	4,671	8.0	265.6	246.0	109
1.5-0.5-0.5-0.5	87.1	13.0	4,620	8.0	330.3	305.8	136
1.5-1.5-1.5-1.5	80.3	11.3	4,293	7.6	231.3	225.2	100

### 3. 결론

이상과 같이 고추 플러그묘에 대한 생장 억제 또는 지연기술을 크게 세가지로 구분하여 시험을 수행하였지만 실제로 농가나 육묘공장에서 값싸고, 안전하게 사용할 수 있는 기술은 인산시비 농도 조절에 의한 생장억제 기술이라고 할 수 있다. 생장조절제에 의한 처리는 처리시기, 농도 처리기간, 처리횟수, 관리온·습도와 작물과 품종 등의 차이에 의해 그 효과 측정이 극히 변동적이고 정식후 회복속도가 늦다는 어려운 점이 있으며 마이너스 DIF에 의한 것도 계절간에 차이가 심하고 많은 에너지가 소요된다는 점과 별도의 DIF 조절 시설이 있어야 한다는 등 경제적인 어려움이 뒤따르기 때문이다.

그리고 야냉육묘, 건조, 풍속 등의 환경조절로 식물체에 연속, 반복적인 스트레스를 줌으로써 생장을 조절할 수도 있지만 모두가 많은 투자비를 요구하게 된다. 따라서 인산이나 질소 시비수준을 생육 단계별로 조절하면서 환경요인이나 적정농도의 생장조절제 처리 기술을 부가적으로 복합처리한다면 그 효과는 더욱 클 것으로 판단되며 묘의 화아분화 특성에도 큰 영향을 끼치지 않으면서 양질의 강건한 묘를 생산, 유통할 수 있을 것으로 사료된다. 특히 앞으로 보급될 기계화 정식에 잘 적용되는 고품질의 묘생산이 가능하리라 생각된다.

## 제 7 절 공정육묘의 육묘농가 적응실험

1. 육묘일수, 육묘방법, 관개방법 그리고 육묘배지 및 양액과 양액농도가 공정묘 생산에 미치는 영향

가. 실험조건

본 실험은 진주영농조합법인 플러그육묘장(진주시 초전동 518-1, TEL: (0591) 52-2939)에서 실시하였다.

공시작물로는 토마토(*Lycopersicum esculentum* MILL. 품종: 광명)와 고추 (*Capsicum annuum* L. 품종: 청홍)를 사용하였다.

고추는 8월 29일, 9월 13일에, 그리고 토마토는 9월 2일, 9월 12일, 9월 22일에 공정육묘용 plug tray(제조원: 서명화학; 종류: 128, 72구; 판매원: 한국원예자재센타)에 파종기(모델명: ASS-1; 상호명: 공정육묘용 자동파종system; 구성: 상토혼합기, 상토충전기, 진압기, 노즐식파종기, 복토기 그리고 관수기; 연구개발: 대한시설원에 연구조합; 제조판매: 대동기전)를 이용해 파종한후 질석(상호명: 온양질석; 특성: 통기성, 보수력 그리고 보비력이 우수하고, 냉해, 고사를 방지할 수 있고, 식물병해를 예방하고, 토양산성화 방지 및 교정작용이 가능함; 성분: 규산 48.8%, 철분 14.4%, 알루미늄 13.6%, 마그네슘 9.57%, 칼슘 3.77%, 칼륨 3.17%, 기타 6.69%; pH: 7.00; 수분흡수도: 70-80%)으로 복토를 하고 관수하였다.

육묘용 배지로는 토실이상토(제조원: 신안정밀; 판매원: 풀무원)를 이용하였다. 파종후 2일 동안 기온 27-30℃, 상대습도 90%로 제어된 발아실에서 최아시켜 육묘베드로 옮겨 재배되었다. 육묘베드는 지상 75 cm의 높이에 설치된 가로 200 cm × 세로 170 cm의 망식 철제(expandad metal)였다. 관수는 가을철에 동력 분무기를 이용한 수동식 두상관수방식을 채택하고 식물체 및 배지로 부터의 수분증발이 적어 묘의 상태를 관찰하면서 매일 오전 11시경에 1회 실시하였다. 보식은 추가로 파종한 plug묘로 파종한후 15-20일 사이에 실시하였다.

파종후 10일째부터 3일 간격으로 토실이액비(제조원: 신안정밀; 판매원: 풀무원)를 500 배액으로 희석하여 시비하였다. 병충해 방제로 토마토는 육묘 중기(본엽 4~5매 출현기)에 세균성 검은무늬병이 발생하여 9월 27일에 아그렙토(부라 마이신)과 코사이드(쿠퍼수화제)를 각각 2 g/l의 농도와 2.5 g/l의 농도로 살포하고, 고추는 육묘 중기(본엽 6~7매 출현기)에 토마토와 같이 세균성 검은무늬병이 발생하여 9월 27일과 10월 17일에 아그렙토(부라 마이신)과 코사이드(쿠퍼수화제)를 각각 2 g/l의 농도와 2.5 g/l의 농도로 살포하였다.

생육조사는 육묘일수의 마지막날에 식물체의 생체중, 건물중, 엽수, 엽면적, 초장 및 최대근장을 측정하였다. 생체중과 건물중을 이용해 건물율을, 지상부, 지하부의 생체중을 이용해 지상부:지하부의 생체중비(이하, T/R 건물비)를 산출하였다.

나. 토마토, 고추의 육묘일수 시험

1) 재료 및 방법

실험구는 육묘일수와 tray cell수를 처리조건으로 하고 육묘일수의 경우는 3수준(50, 40, 30일), 그리고 tray cell수는 2수준(72, 128구)으로 하여 총 6처리구(TP50-72, TP50-128, TP40-72, TP40-128, TP30-72 및 TP30-128구)로 설정하였다.(표 4.7.1.) 그 밖의 조건은 상술한 본 실험에 공통조건에 의해 실시하였다.

표 4.7.1. 실험구

처리기호	육묘일수	tray cell 수
P50-72	50	72
P50-128	50	128
P40-72	40	72
P40-128	40	128
P30-72	30	72
P30-128	30	128

2) 시험

가) 토마토

사진 4.7.1.에 육묘중의 토마토묘의 생육상황을 나타내고 있다. 육묘기간 및 tray cell수가 토마토묘의 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 최대근장, 엽수, 엽면적 및 총 엽록소 함량에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.2.에 나타내었다.

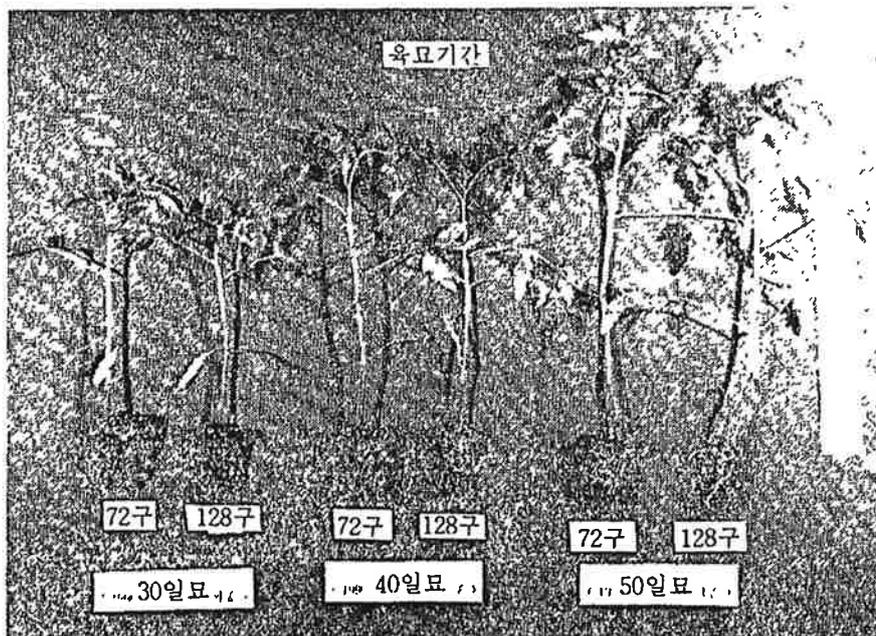


사진 4.7.1. 육묘기간과 tray cell수가 토마토묘의 생장에 미치는 영향

육묘기간이 길어질수록 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 엽수, 엽면적 및 총엽록소함량이 유의성있게 컸다.

tray cell수가 128구보다 72구에서 생체중, 건물중, 건물율, 초장, 최대근장, 엽수 및 엽면적이 유의성있게 컸으나 T/R 건물비, 총엽록소함량은 유의성있게 작았다.

표 4.7.2. 육묘기간 및 tray cell수가 토마토묘의 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 최대근장, 엽수, 엽면적, 총엽록소함량, 그리고 배지 EC 및 pH에 미치는 영향

조사항목 처리구분	생체중 (g/plant)	건물중 (g/plant)	건물율 (%)	T/R 건물비	초장 (cm)	최대근장 (cm)	엽수	엽면적 (cm <sup>2</sup> )	총엽록소 함량 ( $\mu\text{g}\cdot\text{mg}$ $\text{FW}^{-1}$ )	EC ( $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	pH	
육묘기간 (A)	50일	6.49	0.54	8.26	6.42	36.80	12.50	7.84	81.83	29.09	0.19	6.55
	40일	4.09	0.31	7.67	5.62	28.78	12.44	6.94	52.80	35.57	0.18	6.63
	30일	2.66	0.16	5.98	3.90	26.45	12.60	6.43	33.55	64.09	0.17	6.73
Tray cell수(B)	72구	5.36	0.41	7.34	5.36	29.39	13.23	6.62	65.98	46.85	0.17	6.64
	128구	3.46	0.26	7.27	5.26	31.96	11.79	7.52	43.13	38.98	0.19	6.63
F 검정	A	**	**	**	*	**	**	**	ns	**	ns	**
	B	**	**	ns	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns
	A×B	**	**	ns	ns	**	**	**	*	ns	ns	ns
LSD <sub>0.05</sub>	0.34	0.03	0.80	1.34	0.92	5.46	0.29	2.45	13.59	0.03	0.08	

z \*\*, \*: 각각 1%, 5%에서 유의성있음; ns: 유의성없음.

#### 나) 고추

실험구는 육묘일수와 tray cell수를 처리조건으로 하고 육묘일수의 경우는 3수준(50, 40, 30일), 그리고 tray cell수는 2수준(72, 128구)으로 하여 총 6처리구(P50-72, P50-128, P40-72, P40-128, P30-72 및 P30-128구)로 설정하였다(표 4.7.3.).

표 4.7.3. 실험구

처리기호	육묘일수	tray cell 수
P75-72	75	72
P75-128	75	128
P60-72	60	72
P60-128	60	128
P45-72	45	72
P45-128	45	128

사진 4.7.2에 육묘중의 고추묘의 생육상황을 나타내고 있다. 육묘기간 및 tray cell수가 고추묘의 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 최대근장, 엽수, 엽면적 및 총엽록소함량에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.4에 나타내었다.

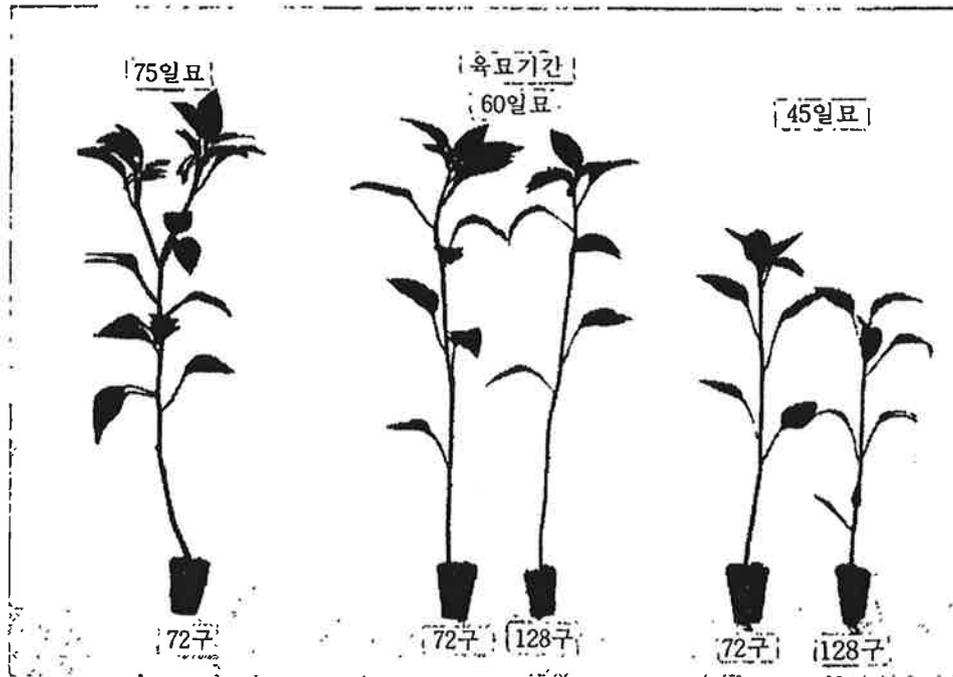


사진 4.7.2. 육묘기간과 tray cell수가 고추묘의 생장에 미치는 영향

육묘기간이 길어질수록 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장 및 엽수가 유의성있게 컸으나, 총엽록소함량과 pH는 유의성있게 작았다.

tray cell수가 128구보다 72구에서 생체중, 건물중, 건물율, 최대근장 및 총엽록소함량이 유의성있게 컸으나 초장과 엽수는 유의성있게 작았다.

표 4.7.4. 육묘기간 및 tray cell수가 고추묘의 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 최대근장, 엽수, 엽면적, 총엽록소함량, 그리고 배지 EC 및 pH에 미치는 영향

조사항목 처리구분	생체중 (g/plant)	건물중 (g/plant)	건물율 (%)	T/R 건물비	초장 (cm)	최대근장 (cm)	엽수	엽면적 (cm <sup>2</sup> )	총엽록소 함량 ( $\mu\text{g}\cdot\text{mg}$ $\text{FW}^{-1}$ )	EC (mS· cm <sup>-1</sup> )	pH	
												75일
육묘기간 (A)	75일	6.43	0.87	13.60	4.63	36.75	12.25	15.38	89.88	89.56	0.31	6.66
	60일	4.22	0.57	13.17	3.99	30.50	13.38	11.38	65.75	73.61	0.24	6.18
	45일	3.69	0.34	9.04	3.21	20.13	13.75	8.75	42.63	53.71	0.30	6.21
Tray cell수(B)	72구	5.60	0.72	12.54	3.58	31.17	15.58	13.25	77.50	69.10	0.24	6.63
	128구	3.95	0.46	11.33	4.30	27.08	10.67	10.42	54.67	75.48		
F 검정	A	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	*	ns
	B	**	**	**	**	**	**	**	**	*	ns	ns
	A×B	**	ns	**	ns	**	ns	**	**	*	ns	ns
LSD <sub>0.05</sub>	0.87	0.15	0.50	0.71	1.63	3.32	0.96	5.61	8.91	0.09	1.20	

<sup>z</sup> \*\*, \*: 각각 1%, 5%에서 유의성있음; ns: 유의성없음.

다. 토마토와 고추의 관행과 공정육묘 방법 비교시험

1) 자료 및 방법

공시작물, 파종방법, 발아실의 환경조건, 보식, 양액시비 그리고 병충해 방제는 실험 1과 동일하다. 공정육묘용 배지는 실험 1과 동일한 것을 사용하였고, 관행육묘용 배지는 일반 농가에서 사용하는 육묘용 상토(부피비로 발흙 5: 우분 3: 모래 1: 한약재 1)를 이용하였다. 공정육묘용 plug tray에는 실험 1과 동일한 방법으로, 그리고 관행의 16공 연결pot에는 손으로 파종하였다. 보식은 파종후 15-20일 사이에 공정육묘의 경우에는 추가로 파종한 plug묘로, 그리고 관행 16공의 경우에는 관행 16공묘로 실시하였다.

실험구는 육묘방법과 tray cell수를 처리조건으로 하고 육묘방법은 2수준(관행, 공정), 그리고 관행육묘는 16공 연결pot를 사용하고 공정육묘는 tray cell수를 2수준(72, 128구)으로 하여 총 3처리구(M16, P72 및 P128구)를 설정하였다(표 4.7.5.).

표 4.7.5. 실험구

처 리 기 호	육 묘 방 법	tray cell 수
M16	관행	16
P72	공정	72
P128	공정	128

2) 시험결과

가) 토마토

사진 4.7.3.에 육묘중의 토마토묘의 생육상황을 나타내고 있다. 육묘방법이 토마토묘의 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 최대근장, 엽수, 엽면적 및 총엽록소 함량에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.6.에 나타내었다.

표 4.7.6. 육묘방법이 토마토묘의 생체중, 건물중, 건물율, T/ R 건물비, 초장, 최대근장, 엽수, 엽면적, 총엽록소함량, 그리고 배지 EC 및 pH에 미치는 영향

조사항목 처리구분	생체중 (g/plant)	건물중 (g/plant)	건물율 (%)	T/R비	초장 (cm)	최대근장 (cm)	엽수	엽면적 (cm <sup>2</sup> )	총엽록소 함량 ( $\mu$ g.mg FW <sup>-1</sup> )	EC (mS. cm <sup>-1</sup> )	pH
16공	12.28a	1.56a	12.48a	6.44a	38.23a	17.63a	8.08a	186.26a	41.40a	0.64a	6.90a
72구	4.14b	0.67b	13.56a	5.06ab	34.33b	16.32a	7.03b	58.73b	49.72a	0.21b	6.62ab
128구	2.93b	0.27b	8.97a	2.83b	26.32c	10.53a	6.58b	34.61c	38.15a	0.20b	6.52b

<sup>z</sup> 동일영소문자가 붙은 처리구간에는 Duncan의 범위검정에 의해 P=0. 05수준에서 유의차가 없음.

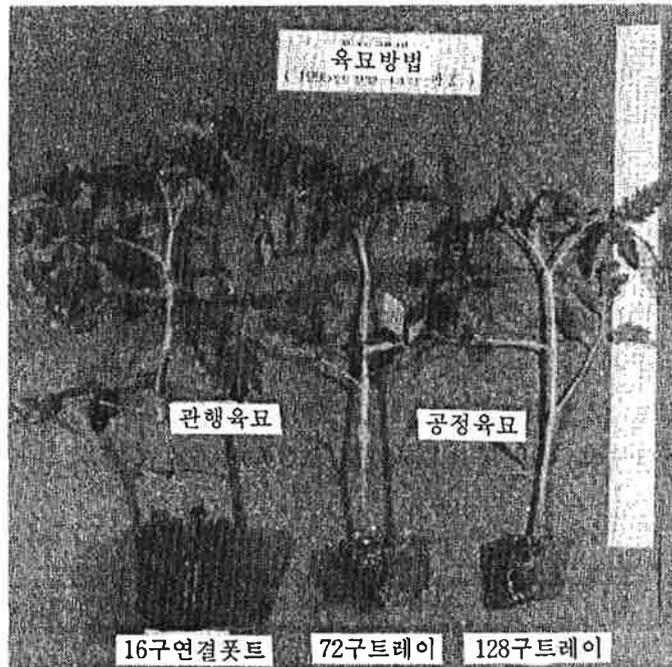


사진 4.7.3. 육묘방법이 토마토묘의 생장에 미치는 영향

관행육묘가 공정육묘에서보다 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 최대근장, 엽수 및 엽면적에 영향을 미쳤으나 생체중, 건물중, 초장 및 엽수에서만 유의성있게 컸다.

나) 고추

사진 4.7.4.에 육묘중의 고추묘의 생육상황을 나타내고 있다. 육묘기간 및 tray cell수가 고추묘의 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 최대근장, 엽수, 엽면적 및 총엽록소 함량에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.7.에 나타내었다.

표 4.7.7. 육묘방법이 고추묘의 생체중, 건물중, 건물율, T/ R 건물비, 초장, 최대근장, 엽수, 엽면적, 총엽록소함량, 그리고 배지 EC 및 pH에 미치는 영향

조사항목 처리구분	생체중 (g/plant)	건물중 (g/plant)	건물율 (%)	T/R비	초장 (cm)	최대근장 (cm)	엽수	엽면적 (cm <sup>2</sup> )	총엽록소 함량 ( $\mu$ g.mg FW <sup>-1</sup> )	EC (mS, cm <sup>-1</sup> )	pH
16공	11.73a	1.59a	13.45a	4.88a	33.76a	11.01ab	18.01a	188.01a	61.77b	-	-
72구	6.32b	0.77b	12.08ab	2.62a	30.01a	15.76a	14.76a	14.76a	65.15b	-	-
128구	4.31c	0.40b	9.17b	3.84a	26.26a	10.01b	10.26b	10.26b	78.86a	-	-

\* 동일영소문자가 붙은 처리구간에는 Duncan의 범위검정에 의해 P=0.05수준에서 유의차가 없음.

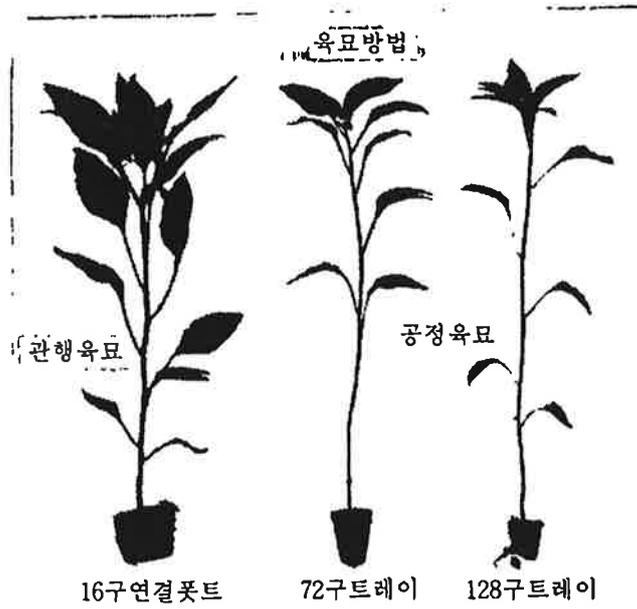


사진 4.7.4. 육묘방법이 고추묘의 생장에 미치는 영향

관행육묘가 공정육묘에서보다 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 엽수, 엽면적 및 총엽록소 함량에 영향을 미쳤으나 생체중과 건물중에서만 유의성있게 컸다.

라. 토마토, 고추의 관수방법 비교시험

1) 재료 및 방법

공시작물, 배지, 파종방법, 발아실의 환경조건, 보식, 양액시비 그리고 병충해 방제는 실험 1과 동일하다.

두상 관개식 베드는 실험 1과 동일하고 저면 관수식 베드는 상판에 높이 10 cm의 테두리를 설치하여 비닐을 깔고 좌측에 배수구를 2개 뚫어 저면관개 실험구를 설치하여(가로 200 cm × 세로 170 cm), 저면에 수도기계 육묘판을 뒤집어 깔아 수평과 통기를 원활하게 하였다. 저면관개 실험구시는 충분한 관수(약 5분간)가 된후 배수 하였다.

실험구는 관개방법과 tray cell수를 처리조건으로 하고 관개방법의 경우는 2수준(두상, 저면), 그리고 tray cell수는 2수준(72, 128구)으로 하여 총 4처리구(IU72, IU128, IB72 및 IB128구)를 설정하였다. 생육조사는 실험 1과 동일하였다.

표 4.7.8. 실험구

처 리 기 호	관 개 방 법	tray cell수
IU72	두상	72
IU128	두상	128
IB72	저면	72
IB128	저면	128

2) 시험결과

가) 토마토

사진 4.7.5.에 육묘중의 토마토묘의 생육상황을 나타내고 있다. 관개방법 및 tray cell수

가 토마토묘의 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 최대근장, 엽수, 엽 면적 및 총엽록소 함량에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.9.에 나타내었다.

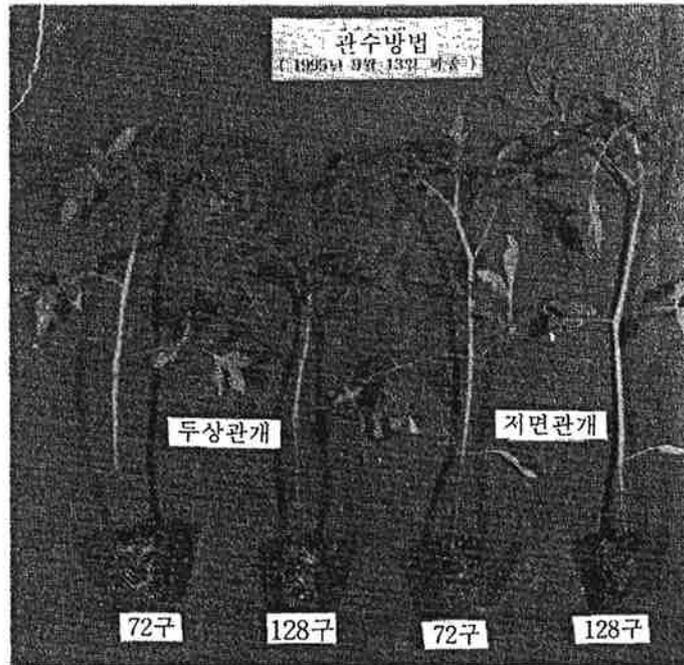


사진 4.7.5. 관개방법과 tray cell수가 토마토묘의 생장에 미치는 영향

저면관개보다 두상관개에서 총엽록소함량이, 그리고 두상관개보다 저면관개에서 T/R 건물비, 초장, 엽수가 유의성있게 컸다. tray cell수가 128구보다 72구처리에서 생체중, 건물중, 건물율, 초장, 최대근장, 엽수, 엽면적 및 배지의 pH가 유의성있게 컸다.

표 4.7.9. 관개방법 및 tray cell수가 토마토묘의 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 최대근장, 엽수, 엽면적, 총엽록소함량, 그리고 배지 EC 및 pH에 미치는 영향

조사항목		생체중 (g/plant)	건물중 (g/plant)	건물율 (%)	T/R 건물비	초장 (cm)	최대근장 (cm)	엽수	엽면적 (cm <sup>2</sup> )	총엽록소 함량 ( $\mu\text{g}\cdot\text{mg}$ $\text{FW}^{-1}$ )	EC ( $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	pH
처리구분												
관개방법 (A)	두상	5.23	0.40	7.62	5.53	27.25	13.78	6.48	66.01	64.71	0.15	6.63
	저면	4.88	0.37	7.46	7.45	36.34	13.44	7.31	65.53	52.50	0.17	6.59
Tray cell수(B)	72구	6.07	0.48	7.82	6.34	35.11	15.08	7.88	78.41	54.63	0.15	6.66
	128구	4.04	0.29	7.26	6.64	28.48	12.14	5.91	53.13	62.58	0.17	6.57
F 검정	A	ns	ns	ns	*	**	ns	**	ns	*	ns	ns
	B	**	**	**	ns	**	**	**	**	ns	ns	*
	A×B	ns	ns	ns	ns	**	ns	**	ns	**	ns	ns
LSD <sub>0.05</sub>		0.71	0.06	0.49	2.11	1.32	1.59	0.52	10.48	15.00	0.04	0.10

<sup>z</sup> \*\*, \* : 각각 1%, 5%에서 유의성있음; ns: 유의성없음.

나) 고추

사진 4.7.6.에 육묘중의 고추묘의 생육상황을 나타내고 있다. 관개방법 및 tray cell수가 고추묘의 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 최대근장, 엽수, 엽면적 및 총엽록소 함량에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.10.에 나타내었다.

표 4.7.10. 관개방법 및 tray cell수가 고추묘의 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 최대근장, 엽수, 엽면적, 총엽록소함량, 그리고 배지 EC 및 pH에 미치는 영향

조사항목 처리구분	생체중 (g/plant)	건물중 (g/plant)	건물율 (%)	T/R 건물비	초장 (cm)	최대근장 (cm)	엽수	엽면적 (cm <sup>2</sup> )	총엽록소 함량 ( $\mu\text{g}\cdot\text{mg}$ $\text{FW}^{-1}$ )	EC ( $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	pH
관개방법 <sup>1</sup> 두상 (A) 저면	5.69 5.05	0.71 0.62	12.44 12.11	3.78 4.08	30.88 36.63	14.13 15.88	13.38 14.75	69.63 70.75	69.11 68.60	0.28 0.33	6.70 6.66
Tray cell수(B) 72구 128구	6.82 3.92	0.88 0.46	12.76 11.78	3.86 4.00	35.75 31.75	16.38 13.63	16.00 12.13	89.88 50.50	67.73 69.98	0.29 0.32	6.63 6.73
F 검정 A	**	*	ns	**	**	ns	**	ns	ns	ns	ns
B	**	**	**	ns	**	*	**	**	ns	ns	ns
A×B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
LSD <sub>0.05</sub>	0.50	0.09	0.71	0.29	1.41	2.97	1.14	7.12	6.07	0.08	0.23

<sup>2</sup> \*\*, \*: 각각 1%, 5%에서 유의성있음; ns: 유의성없음.

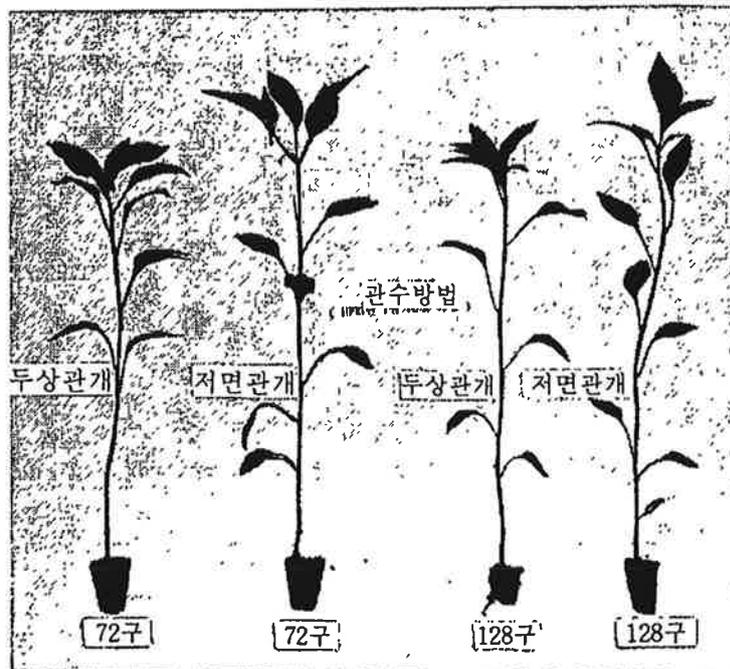


사진 4.7.6. 관개방법과 tray cell수가 고추묘의 생장에 미치는 영향

저면관개보다 두상관개에서 생체중과 건물중이, 그리고 두상관개보다 저면관개에서 T/R 건물비, 초장, 엽수가 유의성있게 컸다. tray cell수가 128구보다 72구처리에서 생체중, 건물중, 건물율, 초장, 최대근장, 엽수 및 엽면적이 유의성있게 컸다.

마. 토마토, 고추의 육묘배지 및 양액과 양액농도실험

1) 재료 및 방법

공시작물, 실험장소, 파종방법, 발아실의 환경조건, 육묘베드, 관수방법 및 보식은 실험 1과 동일하였다.

양액시비는 파종후 10일째 되는 날부터 3일 간격으로 국산양액농도 1.0과 수입양액농도 1.0의 경우에는 각각 토실이와 다키액비를 500배로 희석하여(토실이: 1.1 ml/l, 다키: 1.8 ml/l) 그리고 국산양액농도 0.5와 수입양액농도 0.5의 경우에는 각각 1,000배로 희석하여(토실이: 0.55 ml/l, 다키: 0.9 ml/l) 실시하였다.

실험구는 배지의 종류와 액비의 종류, 그리고 그 농도를 처리조건으로 하고 배지종류 2수준(국산, 수입), 액비종류 2수준(국산, 수입), 그리고 액비농도 2수준(0.5, 1.0)으로 하여 총 8구(TT0.5, TT1.0, TD0.5, TD1.0, BD0.5, BD1.0, BT0.5 및 BT1.0구)를 설정하였다(표 4.7.11.).

표 4.7.11. 실험구

처 리 기 호	상토의 종류	액비의 종류	액비의 농도
TT0.5	국산	국산	0.5
TT1.0	국산	국산	1.0
TD0.5	국산	수입	0.5
TD1.0	국산	수입	1.0
BT0.5	수입	국산	0.5
BT1.0	수입	국산	1.0
BD0.5	수입	수입	0.5
BD1.0	수입	수입	1.0

2) 시험결과

가) 토마토

사진 4.7.7.에 육묘중의 토마토묘의 생육상황을 나타내고 있다. 배지 및 양액의 종류와 양액농도가 토마토묘의 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 최대근장, 엽수, 엽면적 및 총엽록소 함량에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.12.에 나타내었다.

국산배지보다 수입배지에서 생체중, 건물중, T/R 건물비, 엽수, 엽면적, 그리고 배지의 EC 및 pH가, 그리고 수입배지보다 국산배지에서 최대근장이 유의성있게 컸다. 국산양액보다 수입양액에서 생체중이, 그리고 수입양액보다 국산양액에서 최대근장이 유의성있게 컸다. 양액농도가 높은것보다 낮은것에서 건물율과 최대근장이 유의성있게 컸다.

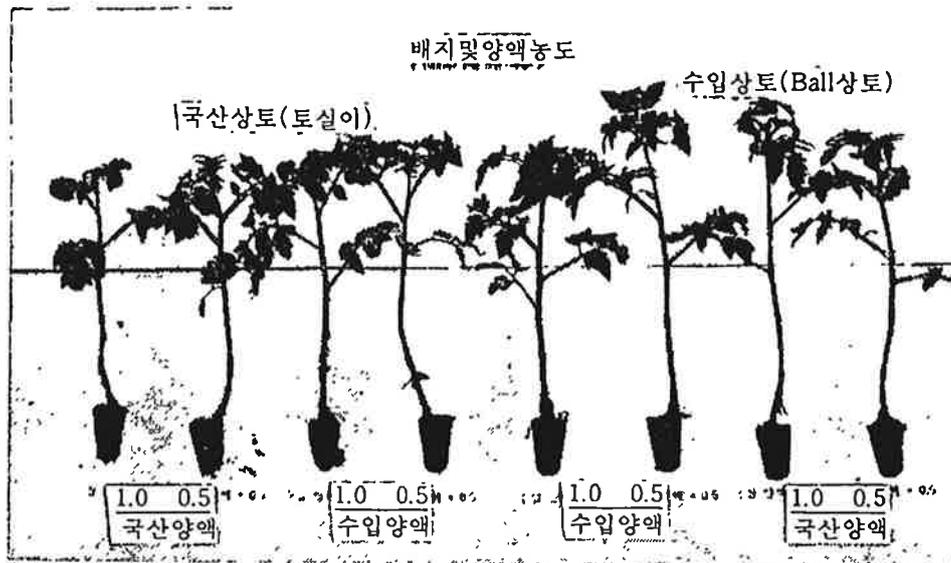


사진 4.7.7. 배지 및 양액의 종류와 양액농도가 토마토묘의 생장에 미치는 영향

표 4.7.12. 배지와 양액의 종류, 그리고 그 농도가 토마토묘의 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 최대근장, 엽수, 엽면적, 총엽록소함량, 그리고 배지 EC 및 pH에 미치는 영향

조사항목 처리구분	배지		양액									
	생체중 (g/plant)	건물중 (g/plant)	건물율 (%)	T/R 건물비	초장 (cm)	최대 근장 (cm)	엽수	엽면적 (cm <sup>2</sup> )	총엽록소 함량 ( $\mu\text{g}\cdot\text{mg}$ $\text{FW}^{-1}$ )	EC ( $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	pH	
상토(A)	국산	3.46	0.25	7.09	6.50	28.22	9.61	6.27	48.96	61.64	0.21	6.52
	수입	3.90	0.29	7.32	7.80	29.06	8.65	6.91	65.54	55.17	0.28	6.82
양액(B)	국산	3.54	0.28	7.77	7.21	28.90	10.19	6.53	56.01	64.57	0.24	6.69
	수입	3.82	0.26	6.63	7.28	28.37	8.08	6.62	58.49	52.24	0.25	6.65
농도(C)	0.5	3.58	0.28	7.67	6.89	28.66	9.86	6.60	56.59	57.95	0.23	6.66
	1.0	3.77	0.26	6.74	7.61	28.61	8.41	6.56	57.90	58.85	0.25	6.68
F 검정	A	**	**	ns	**	ns	*	**	**	ns	**	**
	B	*	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	*	ns	ns
	C	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
	A×B	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	**
	A×C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns
	B×C	**	*	ns	ns	ns	*		**	**	*	ns
	A×B×C	*	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	*	ns
LSD <sub>0.05</sub>	0.43	0.04	0.89	1.75	2.00	1.46	0.38	9.66	19.40	0.06	0.11	

<sup>z</sup> \*\*, \*: 각각 1%, 5%에서 유의성있음; ns: 유의성없음.

나) 고추

사진 4.7.8.에 육묘중의 고추묘의 생육상황을 나타내고 있다. 배지 및 양액의 종류와 양액농도가 고추묘의 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 최대근장, 엽수, 엽면적 및 총엽록소 함량에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.13.에 나타내었다.

표 4.7.13. 배지와 양액의 종류, 그리고 그 농도가 고추묘의 생체중, 건물중, 건물율, T/R 건물비, 초장, 최대근장, 엽수, 엽면적, 총엽록소함량, 그리고 배지 EC 및 pH에 미치는 영향

조사항목 처리구분		생체중 (g/plant)	건물중 (g/plant)	건물율 (%)	T/R 건물비	초장 (cm)	최대 근장 (cm)	엽수	엽면적 (cm <sup>2</sup> )	총엽록소 함량 ( $\mu\text{g}\cdot\text{mg}$ $\text{FW}^{-1}$ )	EC ( $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	pH
상토(A)	국산	3.41	0.48	11.69	4.50	30.44	10.81	10.25	60.06	62.32	0.26	6.83
	수입	3.91	0.50	12.74	4.93	29.31	8.88	10.69	65.25	84.67	0.31	6.92
양액(B)	국산	3.85	0.47	12.19	3.96	30.81	10.75	10.19	54.74	58.76	0.29	6.98
	수입	4.20	0.53	12.29	5.47	28.94	8.94	10.75	72.56	88.22	0.29	6.77
농도(C)	0.5	3.83	0.49	12.61	4.29	29.00	10.50	10.25	58.13	70.80	0.26	6.98
	1.0	4.21	0.50	11.87	5.41	30.75	9.19	10.69	69.19	76.19	0.31	6.77
F 검정	A	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	**	**	ns
	B	*	*	ns	**	*	**	*	**	**	ns	**
	C	*	ns	**	**	*	**	ns	**	ns	**	**
	A×B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	*
	A×C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	B×C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	*	**
	A×B×C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
LSD <sub>0.05</sub>		0.57	0.09	0.97	1.03	3.02	1.64	0.91	0.84	21.3	0.05	0.20

<sup>2</sup> \*\*, \*: 각각 1%, 5%에서 유의성있음; ns: 유의성없음.

국산배지보다 수입배지에서 건물율, 총엽록소함량 및 배지의 EC가, 그리고 수입배지보다 국산배지에서 최대근장이 유의성있게 컸다. 국산양액보다 수입양액에서 생체중, 건물중, T/R 건물비, 엽수, 엽면적, 총엽록소 함량 및 배지의 pH가 유의성있게 컸다. 양액농도가 높은것보다 낮은것에서 건물율, 초장, 최대근장 및 배지의 pH가 유의성있게 컸다.

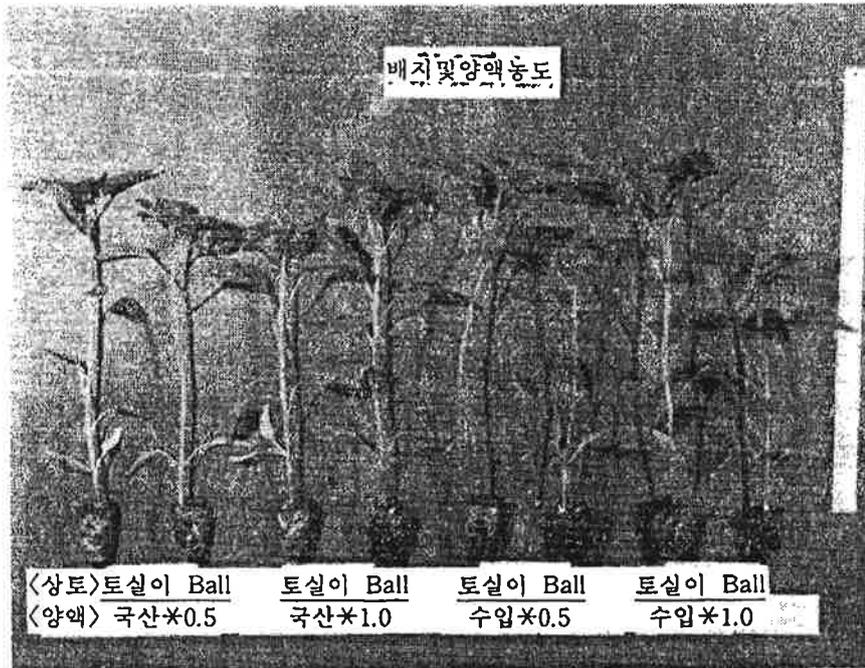


사진 4.7.8. 배지 및 양액의 종류와 양액농도가 고추묘의 생장에 미치는 영향

#### 바. 종합결과

- 1) 공정묘의 생장은 tray cell수가 72구에서 육묘기간이 길어질수록 양호했으나 육안으로 육묘기간이 40일인 묘가 건실하게 보였다. 따라서 단위면적당의 총생체중 생산량과 베드의 공간활용을 위해서는 일반적으로 육묘시 사용하는 128구의 사용과 함께 40일의 육묘기간 및 그 보다 짧은 육묘기간의 책정도 가능하리라 생각된다. 그리고 육묘기간을 길게 하는것 보다 오히려 저장을 통한 출하시기의 조절이 필요하리라 생각된다.
- 2) 관행육묘방법에서 공정육묘방법보다 묘의 생장이 좋았던 것은 1개체당의 배자량이 많았고, 그 결과 배지내의 양수분함량도 증가하고 재식밀도가 낮았기 때문으로 사료된다. 그러나, 관행육묘방법은 1개체당의 묘가 건실한 반면, 공정육묘방법은 단위면적당 생산본수의 증가 및 육묘기간의 단축이란 잇점이 있어 관행육묘시에 선호하는 대묘보다 공정육묘에 의한 소묘의 대량생산이 묘의 생산비와 수익성을 비교해볼 때 더 효과적이라고 생각된다.
- 3) 저면관개시보다 두상관개시에 공정묘의 생장이 좋았던 이유는 엽면시비 및 엽면관수시에 양수분이 묘의 생장에 안정적으로 기여했기 때문으로 사료된다. 그리고 40일 공정묘의 tray cell수가 128구인 경우에 생산묘수는 증가되나 72구보다 생육이 더디므로 목적하는 생산본수와 묘 소질에 따라 cell크기의 조정이 필요하리라 생각된다.
- 4) 수입배지 및 수입양액에서 생체중이 컸지만 국산배지 및 국산양액에서는 최대근장

이 컸다. 그리고 양액의 농도가 높은 것이 최대근장이 컸다. 이러한 결과는 육묘시에 사용되는 배지 및 양액의 국산화의 가능성을 제시하였다. 본 실험에서는 공시작물로 토마토와 고추에만 적용을 하였지만 다른 작물에서의 배지 및 액비의 종류 그리고 액비농도의 최적화를 위한 실험이 실시되어야 할 것으로 생각 되어진다.

## 2. 공정묘의 정식후 초기생육에 미치는 농가 적용시험

### 가. 농가적용시험 참여농가

#### 1) 육묘실험에 필요한 시설을 제공한 농가

- 진주영농조합법인(김진일), 주소: 진주시 초전동 518-1, 전화: (0591) 52-2939

#### 2) 공정묘의 정식후 생육조사실험 대상농가

가) 시설고추 - 정정호 농가, 진주시 사봉면 무촌리 701번지, 전화: (0591) 54-687

- 손두권 농가, 진주시 사봉면 무촌리 708번지, 전화: (0591) 56-0039

- 배용대 농가, 진주시 사봉면 무촌리 133-5번지, 전화: (0591) 54-6556

- 정의도 농가, 진주시 금곡면 송곡리 519-1번지, 전화: (0591) 54-2060

나) 시설토마토 - 남인회 농가, 진주시 진성면 대사리 392-1번지, 전화: (0591) 54-0414

- 정진식 농가, 진주시 진성면 온수리 222번지, 전화: (0591) 54-0628

#### 나. 육묘일수별, 육묘방법별, 관개방법별, 육묘배지 및 양액별 공정묘 정식후의 초기생육비교

육묘일수, 육묘방법, 관개방법 그리고 육묘배지 및 양액과 양액농도에 따른 공정묘 생산에 미치는 영향에 대한 육묘실험후 재배실험을 실시하여 그 중 토마토 1농가와 고추 2농가를 선발하여 초장, 엽수 및 꽃수에 대한 초기생육조사를 실시하였다.

##### 1) 토마토(농가명 : 남인회)

10월 20일에 정식하고, 11월 23일에 생육조사를 실시하였다.

##### 가) 육묘기간실험

육묘기간 및 tray cell수가 토마토의 초기생장에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.14.에 나타냈다. 육묘기간이 길었던 것일수록 초장, 엽수 및 꽃수는 유의성있게 컸다. tray cell수가 128구보다 72구에서 유의성있게 길었으나 엽수 및 꽃수에서는 유의성이 인정되지 않았다. 육묘기간 및 tray cell수의 상호작용에 의한 초장, 엽수 및 꽃수에 미치는 영향은 작았다.

##### 나) 육묘방법실험

육묘방법이 토마토의 초기생장에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.15.에 나타냈다. 관행육묘한 것이 공정육묘한 것보다 꽃수가 유의성있게 많았다.

##### 다) 관개방법실험

관개방법 및 tray cell수가 토마토의 초기생장에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.16.에 나타냈다. 저면관개에서보다 두상관개에서 초장과 꽃수가, 그리고 두상관개에서보다 저면관개

에서 엽수가 큰 경향이 보였으나 유의성은 없었다. 관개방법 및 tray cell수의 상호작용에 의한 초장, 엽수 및 꽃수에 미치는 영향은 작았다.

라) 육묘배지 및 양액과 양액농도실험

육묘배지 및 양액과 양액농도가 토마토의 초기생장에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.17.에 나타내었다. 국산배지에서보다 수입배지에서 초장, 엽수 및 꽃수에 영향을 주었으나 유의성은 인정되지 않았다. 수입양액에서보다 국산양액에서 꽃수가 유의성있게 많았다. 양액농도가 낮은 것보다 높은 것에서 초장, 엽수 및 꽃수가 증가하였으나 유의성은 없었다.

2) 고추(농가명 : 배용대)

10월 31일에 정식하고, 11월 19일에 생육조사를 실시하였다.

가) 육묘기간(75일묘는 정식시기의 차이로 인해 조사 되지않았다.)

육묘기간 및 tray cell수가 고추의 초기생장에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.14.에 나타냈다. 육묘기간이 길수록 초장, 엽수 및 꽃수는 유의성있게 컸다. 그리고 tray cell수가 128구에서보다 72구에서 초장, 엽수 및 꽃수가 유의성있게 컸다.

나) 육묘방법

육묘방법이 고추의 초기생장에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.15.에 나타내었다. 관행육묘가 공정육묘에서보다 초장, 엽수 및 꽃수가 유의성있게 컸다.

다) 관개방법

관개방법 및 tray cell수가 고추의 초기생장에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.16.에 나타내었다. 두상관개에서보다 저면관개에서 초장이 유의성있게 길었고, tray cell수가 128구에서보다 72구에서 초장, 엽수 및 꽃수가 유의성있게 컸다.

라) 육묘배지 및 양액과 양액농도

육묘배지 및 양액과 양액농도가 고추의 초기생장에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.17.에 나타내었다. 국산배지에서보다 수입배지에서 엽수 및 꽃수에 영향을 주어 유의성있게 컸다. 수입양액에서보다 국산양액에서 초장이, 국산양액에서보다 수입양액에서 엽수 및 꽃수가 유의성있게 많았다. 양액농도가 낮은 것에서 보다 높은것에서 꽃수를 제외한 초장과 엽수가 증가하였으나 유의성은 없었다.

3) 고추(농가명 : 정정호)

11월 3일에 정식하고, 11월 23일에 생육조사를 실시하였다.

가) 육묘기간

육묘기간 및 tray cell수가 고추의 초기생장에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.14.에 나타내었다. 육묘기간이 길수록 초장, 엽수 및 꽃수는 유의성있게 컸다. 그리고 tray cell수가 128구에서보다 72구에서 초장, 엽수 및 꽃수가 유의성있게 컸다.

나) 육묘방법

육묘방법이 고추의 초기생장에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.15.에 나타내었다. 관행육묘가 공정육묘에서보다 초장, 엽수 및 꽃수가 유의성있게 컸다.

다) 관개방법

관개방법 및 tray cell수가 고추의 초기생장에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.16.에 나타

내었다. 두상관개에서보다 저면관개에서 초장이 유의성있게 길었고, tray cell수가 128구에 서보다 72구에서 초장, 엽수 및 꽃수가 유의성있게 컸다.

라) 육묘배지 및 양액과 양액농도

육묘배지 및 양액과 양액농도가 고추의 초기생장에 미치는 영향에 대하여 표 4.7.17.에나 타내었다. 국산배지에서보다 수입배지에서 초장, 엽수 및 꽃수에 영향을 주었으나 유의성 은 인정되지 않았다. 수입양액에서보다 국산양액에서 꽃수가 유의성있게 많았다. 양액농도 가 낮은 것보다 높은 것에서 초장, 엽수 및 꽃수가 증가하였으나 유의성은 없었다.

표 4.7.14. 육묘기간이 고추 및 토마토의 초기생육에 미치는 영향

조사항목		재 배 농 가								
		배용대			정정호			남인회		
		초장	엽수	꽃수	초장	엽수	꽃수	초장	엽수	꽃수
육묘기간 (A)	75(50)	-	-	-	-	-	-	44.83	9.55	1.53
	60(40)	40.43	29.05	11.68	37.36	21.30	9.45	44.65	9.20	1.40
	45(30)	32.50	20.45	5.33	30.45	16.95	4.98	36.15	8.40	1.23
Tray cell수(B)	72구	38.00	28.43	10.83	34.34	21.25	8.48	42.77	8.95	1.45
	128구	34.93	21.08	6.18	33.48	17.00	5.95	40.99	9.15	1.32
F검정	A	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	B	**	**	**	ns	**	**	**	ns	ns
	A×B	**	**	**	*	**	*	ns	ns	ns
LSD <sub>0.05</sub>		1.77	3.90	1.31	3.05	1.69	1.52	4.22	0.70	0.21

<sup>z</sup> \*\*, \*: 각각 1%, 5%에서 유의성있음; ns: 유의성없음.  
( )의 숫자는 토마토의 육묘기간을 의미함, -는 data가 없음.

표 4.7.15. 육묘방법이 고추 및 토마토의 초기생육에 미치는 영향

조사항목		재 배 농 가								
		배용대			정정호			남인회		
		초장	엽수	꽃수	초장	엽수	꽃수	초장	엽수	꽃수
16공		51.56a	72.06a	36.66a	46.33a	47.81a	33.76a	70.95a	12.66a	2.61a
72구		44.77b	43.76b	19.16b	43.53a	29.81b	5.31b	61.81ab	12.41a	2.01b
128구		39.51c	27.56c	10.26c	33.76b	21.31b	8.76c	54.56a	11.81a	1.26c

<sup>z</sup> 동일영소문자가 붙은 처리구간에는 Duncan의 범위검정에 의해 P=0.05수준에서 유의차 가 없음.

표 4.7.16. 관개방법이 고추 및 토마토의 초기생육에 미치는 영향<sup>z</sup>

조사항목		재 배 농 가								
		배용대			정정호			남인회		
		초장	엽수	꽃수	초장	엽수	꽃수	초장	엽수	꽃수
관개방법 (A)	두상	41.88	37.28	14.78	40.15	28.75	11.55	58.18	11.25	1.78
	저면	47.39	37.00	15.75	43.35	29.93	11.73	60.15	11.10	1.90
Tray cell수(B)	72구	46.01	43.43	18.18	44.24	34.85	15.15	59.10	10.98	1.83
	128구	43.25	30.85	12.35	39.26	23.83	8.13	59.23	11.38	1.85
F검정	A	**	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
	B	**	**	**	**	**	**	ns	ns	ns
	A×B	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
LSD <sub>0.05</sub>		1.29	4.64	1.56	1.97	4.10	2.22	4.51	0.87	0.25

<sup>z</sup> \*\*, \* : 각각 1%, 5%에서 유의성있음; ns: 유의성없음.

표 4.7.17. 배지 및 양액의 종류 그리고 그 농도가 고추 및 토마토의 초기생육에 미치는 영향<sup>z</sup>

조사항목		재 배 농 가								
		배용대			정정호			남인회		
		초장	엽수	꽃수	초장	엽수	꽃수	초장	엽수	꽃수
상토(A)	국산	41.76	32.58	12.83	34.43	21.11	7.05	58.21	12.98	1.99
	수입	40.76	37.14	15.39	33.43	22.71	8.15	59.19	12.99	2.01
액비(B)	국산	41.93	33.16	13.29	34.43	20.50	6.90	58.14	13.19	2.06
	수입	40.59	36.55	14.93	33.42	23.33	8.30	59.26	12.78	1.94
농도(C)	0.5	41.76	35.08	14.09	34.36	21.95	7.75	58.19	12.89	1.99
	1.0	40.76	34.64	14.13	33.49	21.88	7.45	59.21	13.08	2.01
F검정	A	ns	**	**	*	**	**	ns	ns	-
	B	*	**	**	*	**	**	ns	**	-
	C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
	A×B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
	A×C	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
	B×C	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	**	-
	A×B×C	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	-
LSD <sub>0.05</sub>		2.18	4.13	2.78	1.85	1.88	1.35	7.62	0.54	-

<sup>z</sup> \*\*, \* : 각각 1%, 5%에서 유의성있음; ns: 유의성없음, -는 data가 없음.

## 제 5 장 공정육묘사업의 경제성분석과 경영계획수립

시설원예작물의 육묘는 양질묘의 주년 안전확보 및 육묘능을 향상을 위하여 산업형 공장형태의 대규모 생산 및 상품화단계로 발전할 것으로 전망된다. 공정육묘농장은 대부분 유리온실 혹은 경질재온실을 이용하고 있다. 공정육묘농장을 설치 운영하기 위해서는 막대한 시설투자비가 소요되며, 이에 따른 시설장비의 감가상각비, 유지수선비 등의 시설장비에 대한 고정비의 부담이 크게 증가할 것으로 예상된다. 따라서 투자의 경제성 및 효율성 분석이 중시되고, 투자의 경제성 효율성분석에 의한 투자계획의 수립이 요청되고 있는 실정이다. 제1절에서는 경영체의 계속성 유지와 경영의 성장 발전을 위한 수익성 안정성을 분석하기 위하여 본과제에서 설계된 농가보급형 표준온실 중 양지붕 유리온실 3G형과 지붕형 경질재 온실 2P형의 시설 형태별 투자의 경제성 및 효율성을 계측하고자 한다.

한편 투자 및 경영규모가 확대되고 있는 공정육묘농장은 경영체의 계속성 유지와 경영의 성장 발전을 위한 경영계획을 수립하여 수익성 및 안정성을 확보하여야 할 것이다. 경영계획의 목적은 수익을 올릴 수 있는 경영계획을 세우는 것이며, 그리고 농장에서 실제 작업의 가능성을 타진하는 것이다. 먼저 재배계획을 세우고, 그것을 기초로 작목별 수입과 지출을 산출하고, 경영전반의 수지계획을 세운다. 따라서 기본적으로 작업계획을 세워보고, 계획의 실천 가능 여부에 대한 타진을 하는 것이다. 농업경영체의 영농계획서의 작성은 자신의 경영전략계획이 될 수 있고, 경영주가 실제로 이용할 수 있는 실천적인 계획서가 될 것이다. 제2절에서는 공정육묘농장의 경영계획서 작성 사례를 소개하고자 한다.

### 제 1 절 공정육묘사업의 경제성분석

#### 1. 서 론

우리 나라의 공정육묘산업은 육묘온실을 비롯한 시설·장비가 미비되거나 부적합한데다 농가의 육묘기술수준이 낮은 상태에 머물러 있기 때문에 아직은 규격화된 양질묘를 저렴한 비용으로 대량생산·공급할 수 있는 체제를 갖추지 못하고 있다.

더우기 공정육묘농가의 대부분은 경영마인드가 결여되어 막대한 시설자금이 투입되는 하나의 사업체를 운영하면서도 정확한 기록없이 주먹구구식 경영에 의존하고 있는가 하면, 일부 농가에서는 육묘사업의 수익성이나 경영능력을 도외시한 무리한 사업착수로 인하여 운영에 많은 어려움을 겪고 있다. 이러한 실정임에도 불구하고 지금까지 공정육묘사업에 대한 경제성분석은 물론 투자사업의 효율성을 높일 수 있는 체계적인 연구가 전혀 이루어지지 못하고 있다.

하나의 공정육묘장을 설치하는데에는 막대한 투자가 소요되고, 한 번 투자된 자본의 타용도전용이나 타지역이전은 매우 비신축적이다. 따라서 새로운 공정육묘장을 설치하는 문제에 대한 최종결정을 내리기 전에 수익성과 투자효율에 영향을 미치는 모든 요인들에 대

한 정밀연구가 선행될 필요가 있다.

본 연구는 이러한 문제의식을 갖고 공정육묘산업 현대화사업추진과 개별 육묘농가의 투자결정 및 경영합리화에 도움을 줄 수 있는 유용한 정보를 제공하기 위하여 수행되었다. 이 연구에서는 표준공정육묘온실의 시설투자액을 산출하고 사업수익과 비용을 추정하여 공정육묘사업의 경제성과 투자효율을 분석하였다. 분석대상 육묘온실은 본 과제에서 설계된 4가지 유형의 표준공정육묘온실중에서 양지붕형 유리온실(3G형)과 지붕형 경질피복제온실(2P형)을 기준으로 하였다.

공정육묘장의 시설투자액과 비용은 경제공학적 접근방법에 의해 추정하였다. 이 방법은 물리적관계로 표시되는 생산함수에 그 기초를 두고 있다. 즉, 공정육묘장의 육묘과정을 공정별로 세분하고, 각 공정별로 이용가능한 모든 기술적 지식에 기초하여 표준육묘장을 설계하고 이들 시설물에 대한 투입-산출관계를 결정한다. 그리고 표준육묘장의 투입-산출관련 자료를 계획기간중의 요소가격을 적용하여 비용-산출관련자료로 전환하여 투자액과 비용을 추정한다.

이러한 경제공학적 방법에 의해 공정육묘장의 투자액과 비용을 추정하기 위하여 본 과제 연구에 참여한 기술진에 의해 연구·개발된 공정육묘온실의 표준모델을 비롯하여 공정육묘 자동화시스템, 공정육묘 재배기술 및 작부체계 등에 관한 연구결과를 기초자료로 활용하였다. 또한 비용추정에 필요한 관련자료를 수집하기 위하여 현재 운영중에있는 원예작물 공정육묘장을 대상으로 시설규모 및 투자액, 육묘기술, 운영비용 등에 대한 정밀조사를 실시하는 한편, 농촌진흥원, 농촌지도소, 종묘회사 등에서 공정육묘사업에 참여하고 있는 전문가들로부터 육묘관련자료를 수집·활용하였다.

## 2. 공정육묘사업의 경제성 분석

### 가. 공정육묘농장의 시설규모와 투자액

#### 1) 표준온실의 시설규모

일반적으로 투자사업의 적정규모를 산출하는데에는 운영주체의 수익성보다는 전체산업의 경제적 효율성이라는 측면에서 접근하는 것이 바람직하다. 이러한 접근방법에서 보편적으로 구체화된 목적함수는 규모와 관련되는 총비용을 최소화하는 시설규모를 결정하는 것이다.

그러나 여기서는 전체육묘산업의 경제적 효율성을 추구하는 측면보다는 공정육묘농장의 운영주체가 될 생산자조직이나 개별농가의 입장에서 육묘사업을 위한 자금동원능력과 이용가능한 자체노동력, 육묘사업의 수익성과 기대소득, 그리고 현재 운영되고 있는 공정육묘농장의 시설규모 등을 종합적으로 고려하여 결정하였다.

이와 같이 결정된 공정육묘농장의 시설규모는 소규모 영농조합법인(조합원 5-7인 규모)에 의해 운영될 경우 약 1,500평 규모의 유리온실이 적정하고 개별농가 또는 생산자조직 단위에 의해 운영될 경우는 약 1,000평 규모의 경질재온실이 적합한 것으로 분석되었다.

이러한 기준하에서 본 연구진에 의해 설계된 공정육묘농장 표준온실의 시설규모를 보면 (표 5.1.1)과 같이 양지붕형 유리온실(3G형)이 4,914m<sup>2</sup>(1,487평)이고 지붕형 경질재온실(2P형)이 3,304m<sup>2</sup>(1,000평)인 것으로 나타났다. 이들 육묘농장은 육묘온실과 부속실로 구성되어 있으며 유리온실의 경우 육묘온실면적이 4,347m<sup>2</sup>로 전체시설면적의 88.5%를 차지하고 있고, 경질재온실의 경우는 육묘온실면적이 2,980m<sup>2</sup>로 90.2%를 차지하고 있으며 육묘온실내에는 접목묘 생산을 위한 접목활착축진실이 각각 포함되어 있다. 부속실은 작업실을 비롯한 기계실, 발아실, 접목실, 제어실, 사무실 등으로 구성되어 있다.

표 5.1.1. 공정육묘농장 표준온실의 시설면적

(단위 : m<sup>2</sup>)

구 분	유리온실(3G형) (1,500평형)	경질재온실(2P형) (1,000평형)
육 묘 온 실 (접목활착실 포함)	4,347.0	2,980.0
부 속 실	567.0	324.0
(발 아 실)	( 26.8)	( 27.0)
(접 목 실)	( 26.8)	( 27.0)
(작 업 실)	( 278.8)	( 135.7)
(저온저장실)	( 26.8)	( - )
(기 계 실)	( 162.0)	( 108.0)
(제 어 실)	( 13.8)	( 7.0)
(사 무 실)	( 13.8)	( 13.3)
(기 타) <sup>1)</sup>	( 18.2)	( 6.0)
계	4,914.0 (1,487평)	3,304.0 (1,000평)

주 : 1) 보일러실, 화장실 포함.

## 2) 시설투자액

표준공정육묘농장을 설치하는데 소요되는 시설투자액은 1997년 현재 표준요소가격을 적용하여 산출하였으며 온실유형별로 대지, 건물, 내부설비, 전기설비, 수송차량 및 사무집기 등으로 구분하여 추정하였다. 유리온실(3G형)과 경질재온실(2P형)의 총투자액과 건물면적 평당 투자액이 (표 5.1.2.)와 (표 5.1.3.)에 각각 제시되어 있다.

유리온실의 경우를 보면 시설투자액이 모두 1,360백만원정도 소요되는 것으로 추정되었으며, 이중에서 육묘온실과 부속실을 포함하는 건물신축비가 450백만원으로 총투자액의 33%를 차지하였고, 육묘베드설비를 비롯한 개폐설비, 난방설비, 관비설비, 접목활착설비, 자동과종시스템 등의 내부설비 투자액은 693백만원으로 전체투자액의 51%에 달하였다. 한

표 5.1.2. 공정육묘농장의 유리온실(3G형) 시설규모 및 투자액

구 분	규 모	투 자 액		건물면적 평당 투자액(천원)
		금액(천원)	구성비	
○대 지	5,950m <sup>2</sup>	126,000	9.3	84.79
○건 물	4,914m <sup>2</sup>	449,823	33.1	302.71
- 육묘온실	4,347m <sup>2</sup>			
- 부 속 실	567m <sup>2</sup>			
○내 부 설 비		692,895	50.9	466.28
- 육묘베드설비	3,168m <sup>2</sup>	72,365	5.3	48.70
- 개폐설비		86,684	6.4	58.33
(창호개폐)		(26,810)		
(커튼개폐)		(59,874)		
- 환기·냉방설비		20,336	1.5	13.68
(환 기 팬)	(7대)	(1,549)		
(쿨 링 팬)	(28대)	(18,787)		
- 난방설비		331,549	24.4	223.12
(온수난방기)	(2대)	(74,010)		
(난방배관)		(257,539)		
- 관비설비		47,240	3.5	31.79
(두상관비장치)	(6대)	(38,650)	2.5	23.15
(액비혼입공급기)	(1 set)	(8,590)		
- 접목활착설비		34,399		
(접목작업실)		(9,565)	1.0	8.92
(베드및 활착장치)		(24,834)	1.5	14.25
- 발아실 설비		13,254	4.3	39.42
- 저온저장실 설비	-	21,179	0.5	4.92
- 자동파종시스템		58,572		
- 기타 설비	1 set	7,317		
○전기설비		74,457	5.5	50.10
- 온실동력선		43,942	3.2	29.57
- 복합환경제어장치		30,515	2.3	20.53
○수송차량(저온탑차)	2.5톤	14,030	1.0	9.44
○사무집기		2,400	0.2	1.62
계		1,359,605	100.0	914.94

표 5.1.3. 공정육묘농장의 경질재온실(2P형) 시설규모 및 투자액

구 분	규 모	투 자 액		건물면적 평당 투자액(천원)
		금액(천원)	구성비	
○대 지	3,967m <sup>2</sup>	84,000	9.9	84.08
○건 물	3,304m <sup>2</sup>	198,500	23.3	198.70
-육묘온실	2,980m <sup>2</sup>			
-부 속 실	324m <sup>2</sup>			
○내 부 설 비		488,630	57.4	489.12
-육묘베드설비	2,109m <sup>2</sup>	46,414	5.5	46.46
-개폐설비		55,631	6.5	55.69
(창호개폐)		(15,568)		
(커튼개폐)		(40,063)		
-환기·냉방설비		11,508	1.4	11.52
(환기팬)	(4대)	(877)		
(쿨링팬)	(16대)	(10,631)		
-난방설비		238,192	28.0	238.43
(온수난방기)	(2대)	(60,656)		
(난방배관)		(177,536)		
-관비설비		27,544	3.2	27.57
(두상관비장치)	(3대)	(19,075)		
(액비혼입공급기)	(1set)	(8,469)		
-접목활착설비		34,959	4.1	34.99
(접목작업실)		(9,471)		
(베드및 활착장치)		(25,488)		
-발아실 설비		13,125	1.5	13.14
-저온저장실 설비	-	-	-	-
-자동파종시스템	1set	58,002	6.8	58.06
-기타 설비		3,255	0.4	3.26
○전기설비		63,357	7.4	63.42
-온실동력선		34,128	4.0	34.16
-복합환경제어장치		29,229	3.4	29.26
○수송차량(저온탑차)	2.5톤	14,030	1.7	14.05
○사무집기		2,400	0.3	2.40
계		850,917	100.0	851.77

편 경질재온실의 경우는 총투자액이 851백만원이며, 이중에서 건물신축비가 199백만으로 총투자액의 23%를 차지하였고, 내부설비 투자액은 전체투자액의 57%에 해당하는 489백만원인 것으로 추정되었다.

공정육묘농장의 시설투자액을 온실유형별로 비교해 보면 유리온실의 경우 건물면적 평당 투자액이 915천원인데 비하여 경질재온실의 경우는 852천원으로 유리온실에 비해 약 7%정도 적게 소요된 것으로 추정되었다. 시설종류별로 보면 육묘온실의 평당 신축비는 유리온실이 경질재온실보다 약 1.52배정도 더 많이 소요되는 것으로 나타났으나 내부설비를 비롯한 전기설비, 수송차량, 사무집기, 대지구입비 등에 대한 투자액은 온실유형에 관계없이 거의 같은 수준을 유지한 것으로 분석되었다.

이와 같이 경질재온실의 경우 유리온실에 비해 단위면적당 온실신축비가 훨씬 적게 소요됨에도 불구하고 전체 투자액이 거의 비슷한 수준을 나타내고 있는데, 이는 경질재온실(1,000평형)의 시설면적이 유리온실(1,500평형)에 비해 훨씬 작은데도 육묘공정의 자동화 및 생력화를 위한 내부 시설투자액은 온실유형 또는 온실규모에 관계없이 거의 같은 수준을 유지하고 있기 때문이다. 따라서 경질재온실의 시설규모를 유리온실과 같은 1,500평수준으로 확대한다면 규모의 경제성으로 인해 경질재온실의 단위면적당 시설투자액은 상당히 줄어들 수 있을 것으로 판단된다.

### 3. 육묘사업의 수익과 비용 추정

#### 가. 사업수익

##### 1) 작목선정 및 작부유형

공정육묘농장에서는 다양한 작목을 대상으로 묘를 생산하고 있다. 공정육묘농장의 경영주는 개별작목을 단위로 한 경제성과 투자효율에 대하여 그 성과를 향상시키고자 노력하지만, 궁극적으로는 공정육묘농장에서 생산하는 다양한 작목을 결합하였을 경우의 경영성과와 투자효율에 보다 더 큰 관심을 가지고 있을 것이다.

공정육묘농장의 경영 효율성을 극대화하기 위해서는 작목선정 및 작부체계의 선택이 가장 중요하다. 공정육묘농장의 육묘대상작목 및 작부체계는 경남지역 공정육묘농장에서 육묘비중 및 가장 일반적인 작부체계를 대상으로 선정하였다. 공정육묘농장의 육묘대상작목은 공정육묘농장에서 육묘비중이 상대적으로 높은 작목을 대상으로 수박, 가지, 오이, 토마토 고추, 참외, 배추 등 7개의 작목을 선정하였다.

공정육묘농장의 묘 생산체계는 일반적으로 두가지의 요인에 의하여 구분되고 있다. 하나는 수요자(작물 재배농가)의 주문에 의한 주문생산으로서 주문량을 우선으로 총생산가능량에서 먼저 주문생산량을 생산하고, 온실에 생산가능한 여유가 있으면 주문량에 대하여 일정비율을 추가로 생산하는 작부체계를 수립하는 경우이다. 둘째는 공정육묘농장의 경영주가 과거의 판매경험으로 미루어 수요를 예측하여 묘 생산계획과 작부체계를 수립하는 경우이다.

공정육묘농장의 작부체계는 3가지 작부유형을 선정하였다(표 5.1.4. 참조). 본고에서 선정한 3가지 작부유형은 공정육묘농장이 주년생산체계로 운영되고 있고, 시설원에 농가의 수요가 많은 작목을 중심으로 육묘하고 있기 때문에 묘의 판매가격이 상대적으로 높은 접목묘를 중심으로 형성되어 있다.

표 5.1.4. 공정육묘농장의 작부유형

구 분	작 기	준비기간(일)	육묘기간(일)	육묘시기
작형 I	1기작-수박	10	30	1. 1- 2.10
	2기작-수박	10	30	2.11- 3.20
	3기작-수박	10	30	3.21- 4.30
	4기작-수박	10	30	5. 1- 6.10
	5기작-가지	10	50	6.11- 8.10
	6기작-고추	10	50	8.11- 9.30
	7기작-토마토	10	60	10. 1-12.10
작형 II	1기작-수박	10	30	1. 1- 2.10
	2기작-수박	10	30	2.11- 3.20
	3기작-고추	10	50	3.21- 5.20
	4기작-고추	10	50	5.21- 7.20
	5기작-토마토	10	60	7.21- 9.30
	6기작-오이	10	40	10. 1-11.20
	7기작-오이	10	40	11.21-12.30
작형 III	1기작-수박	10	30	1. 1- 2.10
	2기작-수박	10	30	2.11- 3.20
	3기작-고추	10	50	3.21- 5.20
	4기작-고추	10	50	5.21- 7.20
	5기작-배추	10	25	7.21- 8.25
	6기작-배추	10	25	8.26- 9.30
	7기작-참외	10	40	10. 1-11.20
	8기작-참외	10	40	11.21-12.30

## 2) 공정육묘농장의 사업수입

### 가) 묘 생산능력 추정

공정육묘농장의 묘 생산능력은 육묘베드의 설치면적에 의하여 결정된다. 공정육묘농장의 육묘베드는 2가지로 구분할 수 있는데, 하나는 온실에서 묘를 키우는 육묘베드이고, 다른 하나는 접목묘의 경우 접목기간중에 접목묘를 접목하는 육묘베드이다.

공정육묘농장의 육묘베드 설치면적은 (표 5.1.5.)에서 보는 바와같이 3G형 유리온실은 3,174m<sup>2</sup> 로서 약 2만2백여개의 육묘트레이를 설치할 수 있으며, 2P형 경질재온실은 2,114m<sup>2</sup> 로서 약 1만3천7백개의 육묘트레이를 설치할 수 있다.

표 5.1.5. 공정육묘농장의 육묘베드 면적 및 육묘트레이 갯수

구 분	유리온실(3G형)	경질재온실(2P형)
육묘베드면적	3,174㎡	2,114㎡
- 육묘베드면적	2,834㎡	1,699㎡
- 접목실 베드면적	340㎡	415㎡
설치가능한 육묘트레이갯수	20,756개	13,756개
- 육묘트레이	18,668개	11,200개
- 접목실트레이	2,088개	2,556개

나) 묘 생산능력

공정육묘농장의 1작기당 묘 생산량은 재배가능 트레이수에 트레이 공수를 곱하여 산출한다. 그리고 연간 묘 생산량은 해당작목의 1작기당 묘 생산량에 연간 생산가능작기수를 곱하여 산출한다.

공정육묘농장의 온실유형별 작목별 1작기당 묘 생산량 및 연간 생산량은 (표 5.1.6.)에서 보는 바와 같다. 작목별 트레이의 공수는 수박은 32공, 가지, 오이, 참외는 50공, 토마토는 72공, 고추, 배추는 128공이며, 연간 생산가능 작기는 토마토는 5기작, 가지, 고추는 6기작, 오이, 참외는 8기작, 수박은 10기작, 배추는 12기작이 가능하다.

표 5.1.6. 공정육묘농장의 작목별 묘 연간생산량

작목	1작기 생산량(주)		연간생산 가능작기수	연간생산량(주)	
	유리온실	경질재온실		유리온실	경질재온실
수박	662,400	438,400	10	6,624,000	4,384,000
가지	1,035,000	685,000	6	6,210,000	4,110,000
오이	1,035,000	685,000	8	8,280,000	5,480,000
토마토	1,490,400	986,400	5	7,452,000	4,932,000
고추	2,649,600	1,753,600	6	15,897,600	10,521,600
참외	1,035,000	685,000	8	8,280,000	5,480,000
배추	2,649,600	1,753,600	12	31,795,200	21,043,200

다) 묘 연간판매수입

공정육묘농장의 연간판매수입은 연간 묘 생산량에 1주당 가격을 곱하여 산출한다. 묘 1주당 가격은 공정육묘농장의 평균판매가격이다. 공정육묘농장에서 생산한 묘의 가격은 공정육묘농장협회의 협정가격에 기준하여 설정되고 있으며, 대농가 공급가격은 대체적으로 협정가격을 준수하고 있었다. 묘의 공정육묘농장의 온실유형별, 작목별 연간 묘 판매수입은 (표 5.1.7)과 같다.

표 5.1.7. 공정육묘농장의 연간 묘 판매수입

작목	연간 생산량(주)		1주당가격 (원)	연간판매액(천원)	
	유리온실	경질재온실		유리온실	경질재온실
수박	6,624,000	4,384,000	350	2,318,400	1,534,400
가지	6,210,000	4,110,000	400	2,484,000	1,644,000
오이	8,280,000	5,480,000	360	2,980,800	1,972,800
토마토	7,452,000	4,932,000	350	2,608,200	1,726,200
고추	15,897,600	10,521,600	70	1,112,832	736,512
참외	8,280,000	5,480,000	200	1,656,000	1,096,000
배추	31,795,200	21,043,200	30	953,856	631,296

주 : 가격은 공정육묘농장의 평균판매가격임.

라) 공정육묘농장의 연간 사업수입

공정육묘농장의 연간 묘 판매수입은 어떤 유형의 작형을 선택하는가에 따라서 다르다. 공정육묘농장의 육묘 작형은 (표 5.1.4.)에서 본바와 같이 3가지의 작형을 선정하고, 작형별로 육묘율을 가정한 연간판매수입을 산출하였다.

공정육묘농장의 온실유형별, 작형별 연간 묘 판매수입은(표 5.1.8.)(표 5.1.9.)와 같다. 유리온실의 연간판매수입은 작형Ⅰ 및 작형Ⅱ는 약21억원이며, 작형Ⅲ은 약14억원이다. 그리고 경질재온실의 연간 묘 판매수입은 작형Ⅰ 및 작형Ⅱ는 약14억원이며, 작형Ⅲ은 약10억원이다.

표 5.1.8. 공정육묘농장의 작형별 연간 묘 판매수입(3G형 유리온실)

구 분	작형별 연간 묘 판매수입(천원)			
	육묘율100%	육묘율90%	육묘율80%	육묘율70%
작형Ⅰ	2,048,472	1,843,625	1,638,778	1,433,930
작형Ⅱ	2,101,464	1,891,318	1,681,171	1,471,025
작형Ⅲ	1,407,600	1,266,840	1,126,080	985,320

표 5.1.9. 공정육묘농장의 작형별 연간 묘 판매수입(2P형 경질재온실)

구 분	작형별 연간 묘 판매수입(천원)			
	육묘율100%	육묘율90%	육묘율80%	육묘율70%
작형Ⅰ	1,355,752	1,220,177	1,084,602	949,026
작형Ⅱ	1,390,824	1,251,741	1,112,659	973,577
작형Ⅲ	931,600	838,440	745,280	652,120

나. 사업비용

1) 연간 총사업비용

공정육묘농장의 온실유형별, 작형별 연간 사업비용은 (표 5.1.10.)(표 5.1.11.)과 같다. 총 사업비에서 차지하는 비목별 구성비는 종자비가 약30%로 가장 크고, 인건비의 구성비가 약19%로서 다음을 차지하였다. 그리고 자본이자, 상토비 등이 약10%를 차지하였다.

2) 공정육묘 1주당 평균생산비

공정육묘농장은 주년생산체제로 운영되므로 공정육묘 1주당 평균생산비는 계절에 따라서 차이가 있다. 육묘의 계절구분은 겨울은 흑한기인 12,1,2월 기간이며, 봄, 가을은 3,4월, 10,11월 기간이고, 여름은 5-9월 기간이다.

공정육묘 1주당 온실유형별, 작목별 평균생산비는 (표 5.1.12.)와 같다. 평균생산비가 가장 높은 작목은 수박으로서 175원(겨울)이었으며, 배추는 20원이었다. 평균생산비의 계절간 차이는 작목간에 차이가 있으며, 집묘묘의 경우는 겨울과 여름간에 1주당 약5-8원의 차이를 보였다.

표 5.1.10. 공정육묘농장의 연간 사업비용(3G형 유리온실)

단위:천원

비 목	작형 I	작형 II	작형 III
묘생산비			
인건비	204,557	202,239	108,095
감가상각비	98,733	98,733	98,733
자본이자	108,112	108,258	105,608
(토지자본이자)	(15,750)	(15,750)	(15,750)
(고정자본이자)	(84,712)	(84,712)	(84,712)
(유동자본이자)	(7,650)	(7,796)	(5,146)
종자비	325,197	308,430	215,777
비료비	8,860	9,481	9,149
상토비	103,252	94,640	70,587
육묘트레이	43,470	43,470	49,680
연료비	12,213	18,175	18,175
전기료	3,850	4,099	3,974
시설물유지비	22,874	24,530	23,722
판매·관리비			
포장비	86,940	86,940	99,360
운송비	25,358	25,358	28,980
일반관리비	8,901	9,522	9,191
합 계	1,052,315	1,033,914	841,071

표 5.1.11. 공정육묘농장의 연간 총생산비(2P형 경질재온실)

단위:천원

비 목	작형 I	작형 II	작형 III
묘생산비			
인건비	143,055	142,069	79,487
감가상각비	60,628	60,628	60,628
자본이자	68,233	68,332	66,570
(토지자본이자)	(10,500)	(10,500)	(10,500)
(고정자본이자)	(52,628)	(52,628)	(52,628)
(유동자본이자)	(5,105)	(5,204)	(3,442)
종자비	215,227	204,130	142,809
비료비	5,864	6,275	6,055
상토비	68,336	62,636	46,717
육묘트레이	28,770	28,770	32,880
연료비	7,371	10,960	10,960
전기료	2,302	2,466	2,384
시설물유지비	14,330	15,344	14,851
판매·관리비			
포장비	57,540	57,540	65,760
운송비	16,783	16,783	19,180
일반관리비	4,398	4,727	4,576
합 계	680,659	552,857	

표 5.1.12. 공정육묘 1주당 평균생산비

단위:원

구 분	수박	가지	오이	토마토	고추	참외	배추
유리온실							
겨울	175	132	126	166	37	85	20
봄,가을	170	126	121	161	35	81	19
여름	168	125	120	160	35	79	19
경질재온실							
겨울	174	131	125	165	37	88	20
봄,가을	169	126	121	161	35	84	19
여름	168	124	120	160	35	83	19

주 : 수박, 가지, 오이, 토마토는 집목묘 임

3) 생산비 산출근거

가) 공정육묘농장의 온실 및 설비

공정묘의 생산비는 고정비용과 변동비용으로 구성된다. 고정비용은 공정육묘온실의 감가상각비와 온실 대지 및 온실 설비의 자본이자를 들 수 있다. 공정묘의 생산비 산출에 기초자료로 이용한 온실의 대지 및 설비의 감가상각비 및 자본이자는 (표 5.1.13.)(표 5.1.14)와 같다.

표 5.1.13. 공정육묘농장의 감가상각비 및 자본이자(3C형 유리온실)

	투자액(천원)	내구년수	감가상각비	자본이자
○대 지	126,000			15,750
○건 물	449,823	20년	21,367	30,925
- 육묘온실	322,995			
- 부 속 실	126,828			
○내 부 설 비				
- 육묘베드설비	72,365	10년	6,875	4,975
- 개폐설비	86,684			
(창호개폐)	(26,810)	20년	1,273	1,843
(커튼개폐)	(59,874)	10년	5,688	4,116
- 환기·냉방설비	20,336	8년	2,415	1,398
(환기팬)	(1,549)			
(쿨링팬)	(18,787)			
- 난방설비	331,549	8년	39,371	22,794
(온수난방기)	(74,010)			
(난방배관)	(257,539)			
- 관비설비	47,240	10년	4,488	3,248
(두상관비장치)	(38,650)			
(액비혼입공급기)	(8,590)			
- 접목활착설비	34,399			
(접목작업실)	(9,565)	20년	455	658
(베드 및 활착장치)	(24,834)	10년	2,359	1,707
- 발아실 설비	13,254	20년	630	911
- 저온저장실 설비	21,179	20년	1,006	1,456
- 자동파종시스템	58,572	10년	5,564	4,027
- 기타설비	7,317	10년	695	503
○전기설비				
- 온실동력선	43,942	20년	2,087	3,021
- 복합환경제어장치	30,515	10년	2,899	2,098
○수송차량(저온탑차)	14,030	10년	1,333	877
○사무집기	2,400	10년	228	155
계	1,359,605	-	98,733	100,462

감가상각비 산출의 기초가 되는 온실설비의 내구년수는 농촌진흥청의 경제성분석기준을 참고로 하였다. 자본이자의 이자율은 연12.5%로 하였다.

표 5.1.14. 공정육묘농장의 감가상각비 및 자본이자(2P형 경질재온실)

	투자액(천원)	내구년수	감가상각비	자본이자
○대 지	84,000			10,500
○건 물	198,500	20년	9,429	13,647
- 육묘온실	97,596			
- 부 속 실	100,904			
○내 부 설 비				
- 육묘베드설비	46,414	10년	4,409	3,191
- 개폐설비	55,631			
(창호개폐)	(15,586)	20년	740	1,071
(커튼개폐)	(40,063)	10년	3,806	2,754
- 환기·냉방설비	11,508	8년	1,367	791
(환기팬)	(877)			
(쿨링팬)	(10,631)			
- 난방설비	238,192	8년	22,628	16,376
(온수난방기)	(60,656)			
(난방배관)	(177,536)			
- 관비설비	27,544	10년	2,617	1,894
(두상관비장치)	(19,075)			
(액비혼입공급기)	(8,469)			
- 접목활착설비	34,959			
(접목작업실)	(9,471)	20년	450	651
(베드 및 활착장치)	(25,488)	10년	2,421	1,752
- 발아실 설비	13,125	20년	623	902
- 저온저장실 설비	-			
- 자동과중시스템	58,002	10년	5,510	3,988
- 기타설비	3,255	10년	309	224
○전기설비				2,346
- 온실동력선	34,128	20년	1,621	2,009
- 복합환경제어장치	29,229	10년	2,777	
○수송차량(저온탑차)	14,030	10년	1,333	877
○사무집기	2,400	10년	228	155
계	850,917	-	60,628	63,128

나) 연간운영비용

공정육묘농장의 주요 운영비 항목은 (표 5.1.15.)에서 보는 바와 같다. 종자비(표 5.1.16., 표 5.1.17. 참조), 상토비(표 5.1.16., 표 5.1.18. 참조), 트레이 비용 등은 시장에서 거래되는 평균도매가격이며, 비료비, 연료비(표 5.1.19. 참조), 전기요금 등은 공정육묘농장에서 투입된 평균비용을 기초자료로 이용하였다. 그리고 온실의 유지에 관련되는 시설유지비는 고정자본액의 2%로 가정하였다.

판매비용에 해당하는 포장비, 운송비는 포장박스 가격과 운송비용을 적용하였다. 그리고 일반관리비에 해당하는 통신비, 홍보비, 정보비 등은 연간 평균사용액을 기준으로 하였다.

인건비 산출에서 노동력은 관리책임자, 관리기술자, 작업인부 등 상용노동력과 접목작업인부 및 일용작업인부 등 일용노동력으로 구분하고, 인건비는 노동력별로 월간보수 및 1일 임금을 기준으로 산출하였다. 작업인부의 노임은 현장에서 지급되는 노임으로 기준하였다. 고용노동력의 평균노임은 1일 25,000원 이었다(표 5.1.20. 참조).

표 5.1.15. 주요 운영비용 산출기초 자료

구 분	3G형 유리온실		2P형 경질재온실	
	단위금액	산출근거	단위금액	산출근거
종자비	원 / 개	대표품종(20ml / 1봉지)	원 / 개	대표품종(20ml / 1봉지)
상토비	98원 / ℓ	혼합상토(토실이)	98원 / ℓ	혼합상토(토실이)
트레이	300원 / 개	표준트레이	300원 / 개	표준트레이
비료비	138원 / 트레이	1회작 90일관비기준	138원 / 트레이	1회작 90일관비기준
연료비	원 / 트레이	11-4월 6개월, 총연료비 약29,000천원	원 / 트레이	11-4월 6개월, 총연료비 약17,400천원
전기료	원 / 트레이	340천원 / 월	원 / 트레이	204천원 / 월
시 설 유지비	원 / 트레이	고정자본액의 2%	원 / 트레이	고정자본액의 2%
인건비	원 / 트레이	관리책임자:월1,500천원 관리기술자:월1,200천원 상용:750천원 / 월*5인, 일용:25천원 / 일	원 / 트레이	관리책임자:월1,500천원 관리기술자:월1,200천원 상용:750천원 / 월*3인, 일용:25천원 / 일
포장비	600원 / 트레이	규격포장:1천원 / 개, 1box 에 2tray, 인건비포함	원 / 트레이	규격포장:1천원 / 개, 1box 에 2tray, 인건비포함
운송비	175원 / 트레이	35천원 / 트럭:200트레이 / 트럭	원 / 트레이	35천원 / 트럭:200트레이 / 트럭
통신비	원 / 트레이	20만원 / 월, 전화, 팩스	원 / 트레이	10만원 / 월, 전화, 팩스
홍보비	원 / 트레이	30만원 / 월, 광고유인물	원 / 트레이	15만원 / 월, 광고유인물
정보비	원 / 트레이	30만원 / 월, 회의, 출장, 자료구입	원 / 트레이	15만원 / 월, 회의, 출장, 자료구입

표 5.1.16. 작목별 육묘일수 및 묘 판매가격

작 목	평 균 육묘일수	트레이 공 수	개 당 종자비	트레이당 상 토 량	묘판매가격 (원/본)
수 박(접목)	30일	32공	60원	8.2ℓ	350원
가 지(접목)	50	50	27	7.6	400
오 이(접목)	40	50	31	8.4	360
토마토(접목)	60	72	75	7.4	350
고 추	50	128	10	3.0	70
참 외	40	50	30	3.2	200
배 추	25	128	4	3.0	30

주 : 접목묘의 종자비는 대목과 접순 종자값의 합계이며, 접목활착율 90%, 접목크립 재료비를 포함한 가격임. 접목묘의 육묘일수에는 대목 및 접순의 육묘기간이 포함됨.

표 5.1.17. 작목별 종자비

작 목 명	고 추				작 목 명	박			
품 종 명	녹광	청옥	금탑	평균가격	품 종 명	가치도끼	단토스		평균가격
단 가(원)	10,000	10,000	10,000	10원/개	단 가	35,000	15,000		10원개
용 량(粒)	1,000	1,000	1,000		용 량(粒)	2,500	1,100		
작 목 명	오 이				작 목 명	참 외			
품 종 명	삼동청장	계울타리		평균가격	품 종 명	황금	금싸라기		평균가격
단 가	6,000	14,000		25원/개	단 가(원)	12,000	13,000		30원/개
용 량(粒)	400	400			용 량(粒)	200	500		
작 목 명	배 추				작 목 명	가 지			
품 종 명	고냉지	신가락	셋노란	평균가격	품 종 명	장작가지	신혹산호		평균가격
단 가	6,000	5,000	8,000	4원/개	단 가	15,000	7,000		15원/개
용 량(粒)	4,000	4,000	4,000		용 량(粒)	1,000	1,000		
작 목 명	수 박				작 목 명	토 마 토			
품 종 명	달고나	빛나	대상	평균가격	품 종 명	서광	베베		평균가격
단 가	10,000	13,000	9,000	50원/개	단 가(원)	45,000	48,000		60원/개
용 량(粒)	200	200	230		용 량(粒)	700	700		

표 5.1.18. 상토의 종류별 평균가격

종 류	피트모스	파라그린	질석	토실이(혼합상토)
단 가(원)	13,000	9,500	2,300	4,500
용 량(ℓ / 1 포)	1포(107ℓ):3.8㎡	1포(100ℓ)	1포(120ℓ)	1포(45ℓ)
평 균 가 격	98원 / ℓ			

표 5.1.19. 공정육묘농장의 연료사용량(경유)

구 분	유 리 온 실		경 질 재 온 실	
	사용량(ℓ)	금액(천원)	사용량(ℓ)	금액(천원)
10-11월	13,600	3,944	8,100	2,366
12월	26,500	7,685	15,900	4,611
1월	31,400	9,106	18,840	5,464
2월	19,000	5,510	11,400	3,306
3-4월	9,500	2,755	5,700	1,653
합 계	100,000	29,000	60,000	17,400

표 5.1.20. 인건비의 산출기준

구 분	인원	월보수(천원)	근무기간	연간인건비(천원)	비 고
상용노동력인건비					
관 리 책 임 자	1	1,500	12개월	18,000	총괄
관 리 기 술 자	1	1,200	12	14,400	작업 및 재배관리
작 업 인 부	1	750	12	9,000	작업관리
일용노동력인건비					
접목작업인부	인건비	25천원/일	1일접목작업량:1,000본/1인		접목작업
작 업 인 부	인건비	25천원/일			작업관리

#### 4. 육묘사업의 수익성분석

공정육묘농장 온실형태별 경영성과는 (표 5.1.21., 표 5.1.22.)에서 보는 바와 같다. 경영성과분석에서 연간사업수익은 작형별 연간 묘 판매수입이며, 총투자액은 공정육묘농장의 표준온실설계에서 얻은 결과를 정리하였다. 본절에서 공정육묘농장의 경영성과는 작형에 따라 구분하였다.

경영성과분석에 이용된 자료의 구체적인 내용은 다음과 같다. 토지자본은 조사지역의 평균지가를 이용하고, 고정자본액은 표준설계자료를 이용하였으며, 유동자본액은 연간사업비용에서 감가상각비 및 자본이자를 뺀 것이다. 그리고 묘의 육묘 성공율은 100%로 가정하였다. 그리고 감가상각비의 산출에서 시설, 설비의 잔존가액은 취득가격의 5%로 가정하였다. 고정자본이자 및 토지자본이자액은 이자율 12.5%로 계산하고 인건비는 조사지역의 평균인건비를 적용하였다.

순수익율은 연간사업순수익의 연간사업수익에 대한 비율이며, 부가가치율은 연간사업순수익과 인건비 합계의 연간사업수익에 대한 비율이다. 총자본수익율은 연간사업순수익과 자본이자 합계의 총투자자본액에 대한 비율이며, 자본회전율은 연간사업수익의 총투자자본에 대한 구성비이다.

공정육묘농장의 순수익율은 작형에 따라 차이가 있으나, 약40%-50% 수준으로 경영성과가 높은 것으로 판단된다. (표 5.1.21., 표 5.1.22.)의 내용에서 특히 투자효율의 관점에서 중시해야 할 항목은 총자본 수익율이다. 총자본 수익율이란 대지, 시설 및 설비자본, 유동자본에 대한 자본수익율이다. 작형별 총자본수익율은 33-50%로서 현재의 경제조건하에서 본고의 경제성 판단기준으로 하고 있는 현행의 금리수준 보다 높은 것으로 나타나 공정육묘를 위한 투자는 경제성이 있는 것으로 나타났다.

육묘율 100%, 묘의 가격이 현재가격을 유지하는 경우 공정육묘의 총자본수익율은 경제성이 있는 것으로 나타났다. 그러나 공정육묘농장의 육묘율은 농장의 기술수준과 품종에 따라 차이가 많은 것으로 나타나고 있으며, 아직도 불안정한 실정이다. 그리고 묘의 가격은 향후 공정육묘장의 보급확대와 공정육묘기술의 일반화로 하락할 것으로 예측되고 있어, 공정육묘농장의 총자본 수익률은 현재수준 이하로 낮아질 것으로 예상된다.

표 5.1.21. 공정육묘농장의 경영성과 분석(3G형 유리온실)

(단위 : 천원)

구 분	작형 I	작형 II	작형 III
총투자자본액(A)	2,205,076	2,186,487	1,996,296
토지자본	126,000	126,000	126,000
고정자본	1,233,605	1,233,605	1,233,605
유동자본	845,471	826,882	636,691
연간 사업수익(B)	2,048,472	2,101,464	1,407,600
묘 판매수익	2,048,472	2,101,464	1,407,600
기타수익	-	-	-
연간 사업비용(C)	1,052,315	1,033,874	841,031
묘 생산비	931,117	912,054	703,500
(인건비)(d)	204,557	202,239	108,095
(감가상각비)	98,733	98,733	98,733
(자본이자)(e)	108,112	108,258	105,608
(종자비)	325,197	308,430	215,777
(상토비)	103,252	94,640	70,587
(연료비)	12,213	18,175	18,175
(기타비용)	79,053	81,579	86,526
판매·관리비	121,199	121,820	137,531
연간 사업순수익(D=B-C)	996,157	1,067,590	566,569
경영효율성 지표			
순수익율(%) (E=(D/B))	48.6	50.5	40.3
부가가치율(%) (F=(D+d)/B)	58.6	60.2	47.9
총자본수익율(%) (G=(D+e)/A)	50.1	53.0	33.7
자본회전율(H=B/A)	0.93	0.95	0.71

표 5.1.22. 공정육묘농장의 경영성과 분석(2P형 경질재온실)

(단위 : 천원)

구 분	작형 I	작형 II	작형 III
총투자본액(A)	1,414,891	1,402,616	1,276,576
토지자본	84,000	84,000	84,000
고정자본	766,917	766,917	766,917
유동자본	563,974	551,699	425,659
연간 사업수익(B)	1,355,752	1,390,824	931,600
묘 판매수익	1,355,752	1,390,824	931,600
기타수익	-	-	-
연간 사업비용(C)	692,835	680,659	552,857
묘 생산비	614,065	601,610	463,342
(인건비)(d)	143,055	142,069	79,487
(감가상각비)	60,628	60,628	60,628
(자본이자)(e)	68,233	68,332	66,570
(종자비)	215,227	204,130	142,809
(상토비)	68,336	62,636	46,717
(연료비)	7,371	10,960	10,960
(기타비용)	51,265	52,855	56,170
판매·관리비	78,720	79,049	89,516
연간 사업순수익(D=B-C)	662,917	710,165	378,743
경영효율성 지표			
순수익율(%) $(E=D/B)$	48.9	51.1	40.7
부가가치율(%) $(F=(D+d)/B)$	59.4	61.3	49.2
총자본수익율(%) $(G=(D+e)/A)$	51.7	55.5	34.9
자본회전율 $(H=B/A)$	0.96	0.99	0.73

5. 맺는말

시설원예작물의 육묘는 양질묘의 주년 안전 확보 및 육묘능을 향상을 위하여 산업형 공장형태의 대규모 생산 및 상품화단계로 발전할 것으로 전망된다. 공정육묘농장에 도입되어야 할 보급형 표준온실을 본 과제에서 설계하였고 설계된 형태는 3G형 유리온실과 2P형 경질판온실이였다. 본고에서는 이들 두가지 형태의 육묘온실을 기준으로 경제성 분석을 실시하였다. 이와같은 공정육묘농장을 설치·운영하기 위해서는 막대한 시설투자비가 소요되

며, 이에 따른 시설장비의 감가상각비, 유지수선비등의 시설장비에 대한 고정비의 부담이 크게 증가할 것으로 예상된다. 따라서 투자의 경제성 및 효율성분석이 중시되고, 투자의 경제성·효율성분석에 의한 투자계획의 수립이 요청되고 있는 실정이다. 본고에서는 경영체의 계속성 유지와 경영의 성장·발전을 위한 경영의 수익성·안전성을 분석하기 위하여 온실형태별 경영성과를 분석하였다.

공정육묘농장 3G형 유리온실의 평당 투자비용은 표준유리실의 규모를 1,500평형으로 할 경우에 914천원 이었다. 2F형 경질재온실의 평당 평균투자액은 표준온실의 규모를 1,000평형으로 하였을 경우에 평당 851천원 이었다. 공정육묘농장의 온실은 대부분 유리온실을 이용하고 있으나 투자비용의 측면에서는 경질판온실의 투자액은 상대적으로 낮은 수준이었다.

온실형태별 경영성과분석에서 공정육묘농장의 경영성과지표는 순수익율 및 총자본수익율이다. 공정육묘농장 표준온실의 순수익율은 약40-50% 수준으로 경영성과가 높은 것으로 판단된다. 작형별 총자본수익율은 33-49%로서 현재의 경제조건하에서 본고의 경제성 판단기준으로 하고 있는 현행의 금리수준 보다 높은 것으로 나타나 공정육묘를 위한 투자는 경제성이 있는 것으로 나타났다.

최근 공정육묘농장의 온실은 의욕적인 경영규모 확대 및 작업의 성력화 등과 관련하여 대규모화 하고, 온실내부의 설비는 완전자동화의 방향으로 발전하고 있다. 그러나 공정육묘농장이 시설이나 설비를 도입하는 경우에는 상당한 규모의 자본투자를 필요로 하고, 현재도 시설의 유형에 따라서는 과잉투자의 여부에 대하여 논란이 계속되고 있다. 따라서 경영 경제성측면에서 공정육묘경영의 적정투자에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 제 2 절 공정육묘농장의 경영계획수립의 실제

### 1. 머리말

농장의 경영계획과 분석은 자신의 농장을 합리적으로 운영하기 위한 작업이다. 세무서에서 하라고 하니까 부기를 쓰고, 농촌진흥청에서 하라고 하니까 영농계획서를 작성하고 있는 농업경영이 적지 않는데 이것은 바람직하지 않다. 누군가 시켜서 하는 것은 자신의 경영전략계획이 될 수 없고, 경영주가 실제로 이용할 수 있는 실천적인 계획서가 못된다. 본절에서 소개하는 경영계획은 경영을 변화시키는 전략계획서이고, 농장에서 그대로 사용할 수 있는 실천계획서이다. 특별히 어려운 시뮬레이션 수법이나 최첨단의 농학을 구사한 계획서가 아니지만, 오랫동안 현장에서 이용된 임상 농학이 그 배경이며, 대단히 실천적이 계획서라고 할 수 있다.

경영계획이란 영농계획서이며 현금출납장과 결산서에서 작성되는 것이다. 그러나 결산서는 그다지 중요하지 않다. 왜냐하면 영농계획서는 가능한한 이익이 많이 발생하도록 작성하지만, 결산서는 세금과 관계가 있으므로 가능한한 이익이 적게 발생하도록 작성하기 때문이다. 이익을 최소한으로 억제해서 나온 숫자를 기본으로 영농계획서를 작성하면 이익이

발생하는 영농전략을 세울 수가 없다.

경영계획서 작성의 목적은 수익을 올릴 수 있는 경영계획을 세우는 것이며, 그리고 현장에서 실제 작업의 가능성을 타진하는 것이다. 먼저 재배계획을 세우고, 그것을 기초로 작목별 수입과 지출을 산출하고, 경영전반의 수지계획을 세운다. 따라서 기본적으로 작업계획을 세워보고, 계획의 실천 가능 여부에 대한 타진을 하는 것이다. 이하에서 경영계획의 구체적 내용에 대하여 설명하고자 한다.

## 2. 기본계획의 수립

### 가. 재배계획의 수립

#### 1) 묘종의 재배체계에 백발백중이란 없다

공정육묘농장의 묘종 재배체계는 먼저 경영내부에서 중점작물의 성과를 최대로 올리기 위해 기술적으로 상대적으로 우위에 있는 작목과 기타 작목을 조합한다. 묘종을 생산하는 재배계획에서 가장 중요한 것은 백발백중을 노리는 것 보다 성공의 확률을 높이는 것이다. 농장경영을 하면서 미래에 발생할지도 모르는 모든 일을 예측하는 것은 사실상 불가능하다. 재배체계를 수립할 때 「재배계획이 백발백중하지 않으면 안된다」고 생각해 버리면, 숨이 막혀서 계획을 세울 수가 없다. 따라서 중요한 것은 전체로서 경영이 성공할 것인가, 아니면 실패할 것인가에 관심을 가져야 할 것이다. 오히려 미래에 어떠한 사건이 발생할지 알 수 없기 때문에 복수의 작목을 선택하여 위험을 분산시켜야 한다. 결과적으로 경영체의 경제성을 확보할 수 있는 재배체계를 세운다는 생각이 더욱 중요하다.

#### 2) 묘종의 재배계획은 3단계로 수립한다

첫째, 먼저 경영주는 농장의 기간작목을 선정한다. 묘종의 재배계획 수립에서 가장 중요한 것은 어떤 작목을 기간작목으로 결정하는가 하는 것이다. 우선 기간작목은 자신이 경영하는 온실의 환경에 알맞고, 기술에도 자신이 있는 작목을 재배체계에서 기간작목으로 결정한다. 그리고 기간작목을 효과적으로 재배할 수 있도록 재배계획을 세운다. 예를들면 3개년의 재배체계라고 해도 모든 작목을 기계적으로 3년간 로테이션할 필요는 없다. 엄격한 로테이션보다는 기간작목이 최대한 힘을 발휘하는 것이 중요하다. 야구로 말한다면 3번, 4번 선수가 적시 안타를 때릴 수 있도록 다른 선수의 순서를 결정하는 것과 같다. 1번, 2번 선수가 실수를 하더라도 3번, 4번 선수가 점수를 얻어버리면 그만이다. 선수 전원이 히트를 치지 않아도, 경우에 따라서는 희생플라이를 깔끔하게 처리하는 것도 하나의 방법이 되는 것이다. 다시 말하지만 중요한 것은 기간작목을 최대한으로 살리는 것이다.

둘째, 기간작목이 선정되면 다음으로 기간작목의 수익성이 보장될 수 없는 경우를 생각하여 수익성을 보완할 수 있는 작목을 선정한다.

셋째, 기타작목을 결정한다. 마지막으로 기간작목 이외의 작목을 결정한다. 가능하면 노동력이 적게 투입되고 확실한 수익을 기대할 수 있는 작목을 선택하며, 때로는 단기적으로 고수익을 올릴 수 있는 작목을 선택하는 것도 좋다.

3) 재배계획의 사례

본절에서는 채소 묘종을 생산하는 공정육묘농장의 재배계획에 대한 사례를 소개하고자 한다.

- 가) 기간작물 : 공정육묘농장의 기간작물은 경영주의 영농기술수준이 상대적으로 높은 작목을 선정한다. 서부경남 지역 공정육묘농장의 육묘기술은 고추, 오이, 토마토, 수박 등이 높은 것으로 조사되어 있다. 공정육묘농장은 일반적으로 계약재배를 하는 경우가 많으며, 묘종의 수요자는 금년의 묘종으로 생산이 순조로우면 차년도에도 같은 농장에서 묘종을 구입하는 사례가 많으며, 따라서 묘종의 생육상태는 공정육묘농장의 차년도 재배계획을 수립하는데 중대한 영향을 미친다. 특히 기간작물의 묘종에 병이 발생하지 않도록, 최고의 품질로 출하할 수 있도록 재배계획을 치밀하게 세워야 한다.
- 나) 수익성 보완작물 : 경영주의 영농기술수준은 기간작물에 비하여 상대적으로 떨어지지만 수익성이 다소 보장되는 작목을 선택한다. 수익성 보완작물은 경영 첫해에는 결정하기 어렵지만, 영농의 기록이 축적되면 쉽게 결정할 수 있다.
- 다) 기타 작물 : 나머지 작물은 하나의 상품으로 길러 두는 것으로 노력과 경비가 적게 들고 많지는 않으나 확실한 수익이 기대되는 작목이다. 기간작목이라 하더라도 기간작물의 수명도 짧아지고 있기 때문에 2군 선수의 양성은 더욱 중요하다.

표 5.2.1. 공정육묘농장의 재배계획표 작성 사례

구 분	A 구역	B 구역	C 구역
기 간 작 목			
수익성보완작목			
기 타 작 목			

- 재배계획표의 작성방법 -

상기의 표와 같이 온실을 몇 개의 구역으로 구분하여 작목별로 재배계획표를 작성한다. 기간작물의 재배계획에서 변경이 생기면, 수정하거나 보완하면서 새로운 재배계획표를 작성한다. 공정육묘농장에 컴퓨터를 이용한다면 컴퓨터를 이용한 농장경영관리도 가능할 것이다.

나. 육묘상 배치계획도의 작성

육묘상의 배치계획도란 공정육묘 온실에서 기간별로 재배할 작목, 품종, 육묘상의 면적을 기입해 둔 그림으로, 그것을 매년 작성하여 보면 정말 다양한 내용을 파악할 수 있다. 예를들면 처음에는 2개 뿐이었던 육묘구역이 다음에는 3개 구역으로 나누어지기도 하며, 재배규모의 확대과정을 파악할 수도 있다. 또한 농장의 중점작목이 기간에 따라 변화하기도 하며, 시험적으로 신규작목을 도입했던 사례 및 특정 작목에 대한 재배면적의 변화 등이 일목요연하게 파악된다. 육묘상의 배치계획도는 그 농장의 걸어온 길을 비추어 주는

거울과도 같은 것이다. 금년의 육묘시기에 계획하였던 배치계획도는 다음 계획을 세울 때 과거의 움직임을 뒤돌아 볼 수 있는 자료로서 대단히 유용하게 활용할 수 있다. 그리고 현재까지 경영하여 왔던 과거 몇 년간 농장의 작목·품종에 관한 기록을 후계자에게 전해 주는 자료가 된다.

#### - 육묘상 배치계획도의 작성방법 -

온실 내부의 육묘상의 위치에 대한 지도를 그려 실측면적과 거리 등을 기입한다. 컴퓨터를 이용하는 경우는 종이에 그린 재배계획도를 스캐너로 읽어낸다. 재배계획도는 한 장에 크게 표시해 두는 방법도 있으며, 몇년분을 일람 표시하여 두는 방법도 있다.

다. 묘종의 평균단가 및 평균 출하량의 예측

##### 1) 자신의 경영자료를 기본으로 엄격하게 평가한다

농장의 수입계획을 세울 때는 누구든지 판매단가나 단위면적당 출하량을 높은 수치로 계획하고 싶어한다. 그러나 판매단가나 단위면적당 출하량은 희망한다고 이루어지는 것이 아니므로 과거 자신의 경영실적을 냉정하게 파악하여 평가하여야 한다. 과거 자신의 경영 실적에 없었던 것을 경영계획의 기초자료로 이용해서는 안된다. 예를 들어 육묘의 결주율이 과거에는 5%정도 이었는데, 금년에는 3%로 계산한다면 판매시에 역시 5%의 결주율이나의 실력인가 하고 실망할 수 밖에 없다. 판매단가도 마찬가지로 과거의 실적은 품질의 좋고 나쁨을 포함하여 자신의 실력을 나타낸다. 당연히 근거없이 높은 평가를 할 사람은 없겠으나, 「만약 잘 될 것이다」라고 판단한다면 그 근거를 한번 더 냉정하게 직시하는 것이 좋다. 다소 자신이 있어도 엄격하게 평가하는 것이 바람직하다.

수입계획 수립에 사용하는 자료로서 인근 지역이나 시장의 평균가격을 이용하는 것은 의미가 없다. 경영주 자신의 실력이 반영되었던 자신의 판매가격을 이용하여야 한다. 또한 1년간의 판매가격에 대한 자료는 가격이 때때로 높았다가 낮았다 하는 경우도 적지 않으므로, 가능하면 3~5년정도의 평균으로 평가할 필요가 있다. 자신의 농장에서 판매한 묘종의 판매단가 추이를 작목마다 꺾은선 그래프로 나타내어 보면 경향을 쉽게 파악할 수 있다. 예를 들어 고추나 수박의 묘종은 1년 간격으로 판매가격이 좋았다던가, 오이 묘종은 3년에 1회만 가격이 높았다던가 등 대체적인 경향을 파악할 수 있다.

##### 2) 가격변동의 배경을 파악하여 예측의 정밀도를 높인다.

판매단가의 예측에 대한 정밀도를 높이기 위해서는 판매단가 뿐만이 아니라 그 해의 기상을 메모해 둘 필요가 있다. 가뭄이나 홍수, 태풍의 피해 등은 반드시 메모해 두지 않으면 안된다. 그것은 자신이 묘종을 판매한 지역뿐만 아니고, 한국, 경우에 따라서는 세계의 기상정보도 중요하다. 예를 들어 진주는 저온이고, 전국적으로 고온이 계속되면 묘종의 시장가격은 당연히 전국의 기후에 영향을 받게 된다.

사람의 마음은 누구나 높은 가격으로 팔고 싶어한다. 하지만 그것은 무리이고, 높은 가격을 지나치게 쫓아도 경영의 리듬이 조화를 잃게 될 수도 있다. 판매단가의 예측은 확률이고, 어디까지 평균치로서 평가할 수 밖에 없다. 사회의 여러가지 사건이나 경기의 움직임 등을 메모해 두는 것도 좋다. 경기의 움직임도 시황에 영향을 미친다. 더구나 외국에서

의 농산물의 수입량도 시황에 영향을 미치는 요인이다.

3~5년정도의 평균 판매단가를 기초로 하여 기상이나 사회의 여러가지 사건, 생활관습의 큰 흐름도 파악해 가면서 최종판단을 한다. 현재 판매가격이 수준이상으로 높으므로 안심하고 농사를 지을 것인가, 아니면 판매가격이 낮으므로 내년을 기약하며 농사를 지을 것인가? 이런 정도의 판단은 경영자의 성격에 의존하지만, 어느 쪽이든지 경영주 자신이 판단하여야 한다. 이러한 판단은 경영자가 어려워하는 측면이기도 하고, 또한 즐거워하는 측면이기도 할 것이다.

표 5.2.2. 5년간 평균 판매단가 및 출하량의 예측방법(사례)

<판매단가>

단위 : 원 /트레이

번호	작목명	1년째	2년째	3년째	4년째	5년째	평균판매 단 가	예측단가	평균수입 (트레이당)

<평균출하량>

번호	작목명	1년째	2년째	3년째	4년째	5년째	평균출하량	예측출하량

- 평균단가 및 평균 출하량의 예측방법 -

작목별 과거의 판매단가와 단위면적당 출하량의 자료는 결산자료를 이용하여 기록한다. 각 작목에 대한 금번 작기의 단위면적당 출하량, 판매단가, 사건 등을 기입한다. 그리고 3~5년 정도의 평균단가와 평균 출하량을 예측한다.

본 작업은 컴퓨터를 이용하면 다양한 방법으로 평균수입 및 단가를 산출할 수 있다. 첫 작기에는 작목명 내지 과거 3~5년간의 판매단가를 입력한다. 다음 작기부터는 자동적으로 3~5년 평균단가가 계산된다. 그리고 3~5년 평균단가를 참고하여, 금번 작기의 단가를 설정한다. 이렇게 산출된 평균단가를 수입계획에 반영한다. 단가의 움직임은 선그래프로서 표시할 수 있다.

라. 수입계획의 수립

1) 수입계획의 수립에서 평균단가를 조작해서는 안된다.

작목별 평균단가와 재배 트레이수에서 수입을 계산한다. 여기서 평균단가를 마음대로 조작해서는 안된다. 만약에 수입이 상대적으로 적다면 작목을 변경하거나, 작목별 재배 트레이수를 변경하여야 할 것이다. 예를 들어 고추묘종이나 오이묘종이 중점작목이지만, 시장의 상황이 변화하면 경영 전체에서의 재배면적 비율을 조정하여야 한다.

평균단가를 상향 조정하면 경영의 수입은 증가될 수 있지만, 산출근거에 의하여 추정한 평균단가를 수입이 적다고 하여 간단히 조정해서는 안된다. 평균단가를 조정하더라도 대개의 경우 수입을 실현시키는 것은 어려운 경우가 많다.

2) 평균단가는 5년간 평균보다 낮게 평가한다

평균단가는 5년 평균단가보다도 낮게 설정하도록 한다. 이것이 계획수립을 위한 여유이다. 예를 들면 고추묘종의 5년 평균단가는 80원이나 실체는 70원에, 오이는 100원이나 90원으로 설정하여 둔다. 가을배추의 평균단가는 20원이나 엄격하게 보고 15원으로 설정하여 둔다. 그러나 실제로는 가을배추의 묘종 가격은 크게 높아져, 500만원으로 예상했던 판매액은 1,000만원 가까이 증가될 수도 있으며, 다음해에는 값이 하락할 수도 있다.

그렇다면 계획수립방법이 잘못된 것일까? 그렇지 않다. 가격 폭등은 몇년에 한번 나타나는 경우가 있으나 그것은 결과가 그런 것이고 정확하게 예측한다는 것은 어려운 일이다. 따라서 평균단가는 어디까지나 엄격하게 평가하지 않으면 안된다. 경영주 자신의 노력만으로 개선이 어려운 일은 다소 엄격하게 평가하고, 자신의 노력으로 가능한 것은 대책의 방편으로 삼아야 할 것이다.

표 5.2.3. 수입계획표의 작성사례

번호	작목명	트레이 수	트레이당 본 수	본당 단가	트레이당 수 입	총 본수	총수입

- 수입계획의 수립방법 -

작목별 재배 트레이 수, 트레이당 본수, 본당 가격을 기입한다. 트레이당 수입, 총 본수, 총수입을 계산한다. 컴퓨터 프로그램을 이용하면, 재배계획에서 등록한 작목과 5년간 평균 단가에서 입력한 트레이당 본수와 단가가 표시된다. 작목별 재배 트레이수를 입력하면 총 본수, 총수입이 계산된다.

마. 수지(收支)계획의 수립

1) 수지계획표의 작성

태양과 온실과 사람이 삼위일체가 되어 가꾸어 온 공정육묘농장의 경영은 몇개월 후에 어떤 결과가 나타날 것인가를 수지계획표 한장으로 예측할 수 있다. 본격적인 경영계획은 여기서 부터 시작된다. 수지계획표를 작성해 보면 기대했던 작목의 수입이 실망을 안겨주기도 하고, 기대하지 않았던 작목의 수입이 크게 늘어나기도 하는 등 여러 가지 결과가 나타난다. 수지계산의 결과가 적자로 나타나는 경우도 있다. 「경영수지의 시산이 적자가 되는데도 불구하고 어떻게 되겠지」라고 생각하는 경영주가 있으나, 필자의 경험으로는 현실에서는 시산 이상으로 적자의 폭이 커지는 경우가 많았다.

수지계획표의 시산결과를 보고 「이럴바엔 경영계획을 수립하지 않는게 나을 것 같다」고 투덜거리는 경영주도 있을 것이다. 그러나 결과를 직시하므로써 비로소 대책을 마련할 수 있다. 이것은 일보전진이다. 진짜 경영전략은 이런 냉엄한 수치없이는 나오지 않는다. 경영계획이란 어떤 결과가 나와도 굴하지 않고 앞을 보고 나아가는 것이다.

2) 수지계획표에서 적자가 발생하는 경우의 대책

수지계획표의 시산결과에서 이 정도의 적자라면 비용을 감소시켜 흑자로 전환하는 방법은 없을까, 또 수입을 증가시키는 방법은 없을까를 생각한다. 그러나 반복하건데 확실한 이유없이 평균단가나 수량을 조작해서는 안된다. 만약 적자의 폭이 지나치게 크면 딱 잘라놓는 대책이 필요하다. 예를 들어 현재 재배하고 있는 작목의 어느 정도를 시험재배하고 있는 작목 등과 바꾸어 시산하여 본다. 시산결과가 현재 재배하고 있는 작목보다 좋으면 딱 잘라 바꾸어 구체화하여 본다. 이렇게 하는데는 용기와 배짱이 있어야 한다. 안될 때는 사전에 미리 확실하게 수정하는 것이 중요하다.

표 5.2.4. 수지계획표의 작성사례

<전체 경영수지>

번호	작목명	재 배 트레이수	총지출	총판매수입	순수입	트레이당 지 출	트레이당 판매수입	트레이당 순 수 입
합계								

<계속>

<지출 내역>

번호	작목명	재배 트레이수	종자비	비료비	농구비	농약비	상토비	트레이비	수선비	동력광열비	복후생비
합계											

보험료	감가상각비	운임	고용노임	지급이자	차량유지비	포장재료비	업무비	조세공과금	일반관리비	잡비	지출합계
합계											

- 수지계획표의 작성방법 -

작목별 재배 트레이수, 종자비(실비), 비료비(실비), 조세공과금(작목별 배분)등의 각각의 비용과 수입을 전기한다. 여기서 순수입을 계산한다. 그리고 이것을 재배트레이수로 나누어 트레이당 비용과 수입을 계산한다.

3. 지출계획의 수립

가. 종자비

1) 품종결정은 시야를 넓혀서 결정해야

공정육묘 농장에서 재배작목의 품종을 결정하는 것은 경영주 혼자만으로 결정하기 어려운 측면도 있다. 종묘의 품질은 품종과 밀접한 관계가 있다. 따라서 품종의 선택은 광역적인 수요형성이 어떻게 진행될 것인가, 수요자나 묘종시장의 경향은 어떨까라는 점 등을 고려하는 넓은 시야를 가지고 결정하여야 한다. 그리고 종자는 단순히 「값싼 것을 사용하면 좋다」라는 생각은 좋지 않다. 종자는 단가보다도 품종에 대해 자신의 농장에서 생육·품질을 보장할 수 있는 기술을 보유하고 있는가가 보다 더 중요하다.

표 5.2.5. 종자비의 작성 사례

작목명	품종명	묘종수요량 (주문량) 트레이수	트레이당 종자량	필요 종자량	단가 (원/천립)	총비용	트레이당 종자비	주문량
고추	금탑							
고추	금탑							
오이	삼동청장							
호박	맛애호박							

## 2) 종자비의 산출방법

공정육묘농장의 경영에서 종자비는 총재료비중에서 차지하는 비중이 큰 항목이다. 먼저 필요한 종자량의 산출은 각 작목별로 이용하는 육묘 트레이당 주수(株數)에서 재배하고자 하는 트레이 수를 곱하면 총종자량이 계산된다. 여기서 농장에서 보유하고 있는 재고량이 있으면, 그것은 차감하고 주문량을 산출하도록 하고, 주문량에 단가를 곱하여 종자비를 산출한다.

### - 종자비의 가장 방법 -

작목별로 재배 트레이수를 트레이당 주수로 나누면 총 수요 주수가 나오고, 발아율을 곱하면 종자수가 나온다. 총 필요종자량에 단가를 곱하면 금액이 나오고, 합하여 트레이당의 금액도 산출된다. 여기서 산출된 결과는 기본계획의 수지계획에 종자비로 반영된다

#### 나. 비료비

##### 1) 단비를 이용하여 비용을 절감한다

비료는 성분1kg당 단가를 기준으로 선택하며, 단비를 배합하여 비용절감을 시도하도록 한다. 시비에 따르는 낭비를 제거하기 위해서는 단비의 이용밖에 없다고 본다. 최근에는 손쉽게 배합할 수 있는 비료배합기계가 있으므로 공동으로 기계를 구입한다면 부담도 적을 것이다. 단비를 사용함으로써 비료비를 절약할 수 있으며, 비용절감으로 인한 소득이 발생하게 된다.

시비설계를 하기 전에, 각 비료의 성분 1kg당 단가를 계산한다. 각 비료의 1kg당 가격과 성분량에서 각 성분1kg당 가격을 산출한다. 이 성분1kg당 단가에 의해 어떤 비료가 실제로 가장 이득이 되는가를 판단할 수 있다.

한편, 비료비를 절약하는 방법으로 비료의 구입시기를 앞당기는 것도 효과가 있다. 다음해에 사용할 비료를 금년 7~10월경까지 구입하는 것이다. 즉 농협의 비료재고 감소에 협력하는 까닭에 1포대당 수십원은 싸게 구입할 수 있을 것이다. 단 비료의 구입시기를 앞당기기 위해서는 그해의 여름무렵부터 다음해의 경영계획을 수립할 필요가 있다. 경영계획의 수립은 금년의 실적과 내년의 계획을 동시에 진행시키는 것이라고 할 수 있다.

##### 2) 비용절감 시비설계의 방법

본절에서는 비용절감 시비설계의 방법을 소개하고자 한다. 첫째, 트레이당 필요한 비료 성분량을 계산한다. 즉 작목별 트레이당 시비량을 성분량에서 산출한다. 첫째는 자신의 데이터가 없으므로 농촌진흥청의 표준 시비량을 이용하고, 2년째부터는 작목의 특징을 고려하여 시비량을 결정한다. 둘째, 삼요소를 결정한다. 먼저 인산 필요량에서 유안의 양을 결정하고, 그것에 포함된 질소량을 구한다. 다음으로 부족한 질소량은 단가가 싼 요소로 보충하도록 설계한다. 요소는 분해되는데 다소 시간이 걸리나 유안은 조기에 효력이 나타나므로 보완하면 문제가 없을 것이다. 셋째, 기타비료의 양을 결정한다.

완성된 배합비료는 10kg씩 포대에 묶어 온기가 들어가지 않도록 입구를 봉해둔다. 10kg 단위로 나누어 두면 살포할 때 편리하다. 단 소량으로 나누어진 것은 정확하게 해 두지 않으면 엄격하게 시비설계한 의미가 없어지게 된다.

표 5.2.6. 비료비의 기장 사례

<성분 1kg당 단가>

번호	비료명	용량	단가/포	성분1kg당 단가								성분함유율(%)						
				kg단가	N	P	K	Mg	B	Ca	Cu	N	인산	카리	Mg	B	Ca	Cu

<시비설계>

목 표 시 비 량 (트레이당)						
N	P	K	Mg	B	Ca	Cu

번호	비료명	트레이당 시비량	트레이당 금액	실 제 시 비 량 (트레이당)							
				N	P	K	Mg	B	Ca	Cu	
	계										

표 5.2.7. 비료비 집계액의 기장 사례

(단위 : kg)

작 목 명	트레이 갯 수	유안	요소	초안								
포 대 합 계												
금 액 합 계												
재 고 (포)												
주 문 (포)												

- 비료비의 기장 방법 -

먼저 비료의 성분 단가를 기입한다. 농장에 시비한 비료의 명칭, 1포대 단가, 성분량 등을 해당란에 기입한다. 단가는 매년 변화하므로 매년 기입해야 한다. 그리고 중량 1kg당 가, 성분1kg단가를 기입한다.

다음으로 시비 설계 내용을 기입한다. 작목별로 트레이당 성분량, 비료명을 전기한다. 각 비료는 기비, 추비로 나누고 그것에 성분율을 곱해 성분별 시비량을 계산한다. 모든 비료를 집계하여 성분량과 비교한다. 과부족이 있으면 기비, 추비의 양을 가감한다.

마지막으로 비료비를 집계한다. 각 작목에 대해 비료의 종류별로 시비량을 기입하여 전체의 시비량과 금액을 계산한다. 그리고 각각 트레이당 시비량도 계산한다. 비료비의 계산 결과는 기본계획의 수지계획에서 비료비로서 반영된다.

#### 다.농약비

1) 병해충에 약제저항성을 갖지 않게 한다.

병해충에 약제저항성을 갖지 않게 하려면, 농약살포작업에는 특히 경영계획이 필요하다. 최근에는 환경농업, 그린농업 등을 부르짖고 있으나, 현실적으로는 농약비가 몇 년전 보다 크게 증가하고 있는 실정이다. 농약의 약효가 약해지기도 하고, 병해충에 약제저항성이 나타나는 등의 이유로 사용량이 증가되고 있는 실정이다. 효과가 빠르면서도 약제저항성이 생기지 않는 농약을 바라는 것이 경영주의 절실한 마음이다.

농약은 단순히 가격이 싸다고 좋은 것이 아니다. 병해충의 종류에 따라서는 비싸지만 효과가 있는 농약으로 완전히 방제되지 않으면 문제를 심각하게 만드는 수가 있다. 현재의 병해충방제에서 가장 중요한 것은 같은 농약의 연속적인 사용에 의하여 병해충에 약제저항성을 가지지 않도록 하는 것이다. 가령 효과가 좋고 값싼 살충제가 있다고 해도 연속적인 사용으로 저항성이 있는 병해충이 생겨나면 살포회수가 늘어나고, 결국에는 비용이 증가하고 만다.

농약의 지속적인 사용을 피하기 위해서는 농약에 대한 정보를 폭 넓게 수집하고, 사용할 수 있는 농약의 효용과 가격을 기록해 둘 필요가 있다. 작목별로 해충과 병균별로 다섯 종류 이상의 농약을 기록하여 두고, 4, 5종류의 농약을 로테이션 계획을 짜서 살포하도록 한다.

2) 농약살포작업에는 특히 경영계획이 중요하다.

농약의 살포작업은 다른 농작업이상으로 적기작업과 작업의 안전성·정확성이 요구된다. 더우기 여름날 바쁜 시기에 기계작업을 하는 경우에는 그것에 집중하지 않으면 안된다. 따라서 농약살포작업에 대해서는 특히, 사전에 경영계획을 하여 갈무리나 섬세한 작업순서를 정해두는 것이 중요하다. 작업이 시작되면 정해진 일은 확실하게 실행할 수 있도록 집중하여야 한다. 그래서 계획대로 살포되었는가 혹은 변경되었는가를 메모해 두고, 그것은 다음 방제시에 활용하도록 한다. 농약살포의 결과는 기억에 따르는 것 뿐만 아니라 메모하여 두었다가 다음작업에 이용하는 것이 중요하다. 농약의 살포작업과 같이 연간 반복하는 작업에서는 이번의 작업과 다음의 작업사이에 도상농업을 할 수도 있다.

또한 농약살포작업 횟수를 미리 산출하여 계획대로 실천하는 것도 중요하다. 먼저 농약 살포회수는 농약살포를 출하 8일전까지라고 하면 파종하고서 출하 8일전까지의 살포기간을 살포간격으로 나누어 산출한다. 그리고 농약살포 1회의 농약 병수를 산출한다. 작목별로 1회 살포시 트레이당 필요농약량에 총트레이수를 곱하여 농약 1병의 용량으로 나눈다.

마지막으로 농약의 필요 주문 병수를 계산한다. 농약살포 기간전체, 전작목의 농약 병수를 가산하여, 농약별 필요 병수에 재고 병수를 뺀 것을 주문 병수로 한다.

표 5.2.8. 농약비의 기장애

〈작목별 명세〉

번호	농약명	고추(트레이수:800)		오이(트레이수:500)		수박(트레이수:500)			
		사용순서	농약병수	사용순서	농약병수	사용순서	농약병수	사용순서	농약병수
총 금액									
트레이당금액									

〈농약비 집계표〉

번호	농약명	구분	살포량	용량/병	단가	1회경비	사용병수	금액	재고량	재고금액	주문량

- 농약비의 기장애방법 -

농약별 트레이당 살포량, 용량, 대상, 단가를 전기한다. 작목별, 농약별 살포순서와 살포량을 기입한다. 농약별로 모든 작목의 사용량 합계와 합계금액을 산출하고, 여기에 재고를 차감하여 주문량을 계산한다. 여기서의 계산결과는 기본계획의 수지계획에 농약 비로서 반영된다.

라. 상토 및 트레이비

공정육묘농장에서 상토 및 트레이 등의 자재비는 확실하게 파악되지 않는 경우가 많다. 특히 공정육묘하우스와 같이 다양한 작목에 여러가지 자재를 이용하는 경우는 이들 경비를 작목별로 구별하여 계산해 내는 것은 성가신 일이다. 그러나 그렇게 하지 않으면 농장 경영에 도움이 되는 특별한 자료는 얻어지지 않는다.

상토 및 트레이 등은 다양한 종류와 규격의 제품이 생산되고 있으므로 이용목적, 작목의 종류, 작형 등에 알맞게 선택할 필요가 있다. 특히 트레이와 같은 자재는 육묘상의 폭이나 재배양식에 알맞은 규격(사이즈, 형 등)으로 선택할 필요가 있다. 만약 자신의 농장에 알맞은 자재가 없으면 제조업체에 주문하는 정도의 마음가짐이 필요하다. 혼자서 주문할 정도의 구매량이 되지 않을 경우에는 여러농장이 단체로 주문하거나 또는 농협을 이용하여 단체로 모아서 주문하여도 좋을 것이다.

공정육묘농장에서 이용하는 트레이의 경우는 판매농가로부터 대부분 회수하지 않는 경우가 많으나, 만약 회수하는 경우에 트레이비용은 2년간 사용한다면 그해에는 1/2을 계상하도록 한다.

표 5.2.9. 상토비의 기장 사례

번호	상토 작목명	상토명:			상토명:			상토명:			합계금액	100 트레이당
		단가	수량	금액	단가	수량	금액	단가	수량	금액		
합계금액												

표 5.2.10. 육묘 트레이비의 기장 사례

번호	작목명	트레이종류:			트레이종류:			트레이종류:			합계금액
		단가	수량	금액	단가	수량	금액	단가	수량	금액	
합계금액											

- 상토 및 트레이비의 기장방법 -

작목별, 트레이당 상토량에 대한 필요 상토량을 기입한다. 상토 및 트레이의 종류, 규격, 단가 등을 기록한다. 작목별로 상토 및 트레이의 필요 수량만 기입하여도 금액이 계산된다. 여기서의 계산결과는 기본계획의 수치계획에 제자재비로서 반영된다.

마. 감가상각비

1) 감가상각비에는 경영자의 사고방식이 표현된다.

감가상각비를 정확하게 계상하는 일은 금후의 시설투자 계획을 세우거나 그 한도를 파악할때 뿐만 아니라 절세를 위해서도 대단히 중요한 일이다. A농장 경영주는 다음과 같은 경영사례를 필자에게 소개한 바가 있다. A농장의 경영주는 신규 취농후 4년간은 트랙터를 구입하지 않고 임경에 의존하였다. 그후 여유가 다소 생겨 중고기계를 구입하고, 고도성장기에 들어 겨우 경영이 궤도에 올랐을 때 새 트랙터를 구입하였다. 최근 또다시 저성장시대가 도래되어 금후는 고도성장기에 구입한 농기계를 어떻게 하면 오랫동안 사용할 수 있을까를 생각하고 있다. 그러나 그렇다고 하여 모든 경영주가 이러한 경영방식을 채택하는 것이 반드시 좋다고는 생각지 않는다. 예를들면 30마력의 트랙터로도 가능한데 왜 50마력

이 필요한가라고 지적을 하는 경영주도 흔히 있다. 그러나 농기계의 힘으로 시간을 카버하고 싶은 때도 있다. 트랙터를 2대씩 두고 있는 것은 불필요한 것이 아닌가 라고 말하는 경영주도 있다. 그러나 1대라도 부속기계의 장착과 조정에 시간이 걸리고, 능률이 대단히 떨어지는 경우도 있다. 또 중요한 농기계가 고장이 나면 작업이 완전히 멈추어 버리는 일도 있다. 단순한 계산에서는 불필요하게 보여도 현장의 작업에서 보아 의미가 있으면 그것은 경영에 있어 필요한 것이다. 내용년수가 지난 농기계를 그대로 보유하면서 보조적으로 사용하는 일도 있다. 잔존가액이 5% 인데도 10년도 넘게 사용한 것도 있다. 내용년수가 지난 농기계도 인력을 커버할 수 있으면 중고시장에 내는 것보다 가지고 있는 쪽이 좋다고 생각한다. 감가상각자산대장에서 없애버리면, 수리비용도 계상할수 없게 된다. 이러한 것은 외부의 의견에 따르기 보다 경영주 자신의 생각을 명확하게 실천해야 할 것이다.

## 2) 공정육묘농장의 감가상각비 산출기준

감가상각비의 산출도 트레이당으로 생각하는 것이 좋다. 공정육묘농장의 감가상각비 기준은 1,500평 유리온실의 경우 트레이당 500원 정도로 산출되고 있으나, 최근 투자비의 증가로 감가상각비도 증가할 것으로 예상된다. 감가상각비가 트레이당 500원이라면 다른 작목과 비교하면 많은 것으로 느껴지지만, 공정육묘는 기계화 성력화 투자의 비중이 크고, 기계나 시설의 상각비가 많은 것이 특징이다.

감가상각비의 증가는 경영비의 증가로 이어지지만, 확실하게 성력화로 연결될 수 있는 투자는 적극적으로 해야 할 것이다. 만약 현실의 농장경영에서 감가상각비가 일정 기준보다 적은 경우는 그 차액을 차후에 필요한 투자를 위해 저축해 두어야 할 것이다. 그렇지 않으면 경영은 축소되고 말것이다.

## 3) 내용년수를 연장하면 수입이 증가한다

필요한 투자는 행하면서 실제의 감가상각비를 낮게 억제하는 데는 기계·시설을 장기간 이용하면 좋다. 기계·시설은 사용자의 사용방법(능력)에 따라서 그 내용년수가 크게 변한다. 예를들어 트랙터의 법정내용년수가 8년지만, 15~20년을 이용할 수도 있다. 오래지니기 위해서는 오일교환등 점검과 정비를 착실하게 해두어야 한다. 특히 한겨울의 온도가 차가운 한랭한 지역에서는 부동액의 부족에 의한 동결에 세심한 주의를 기울여야 할 것이다. 그러나 실제로는 기계나 차량이 많아지면 넘버마저 생각나지 않는 일도 생길수 있다. 트랙터 등의 주요기계에는 점검표를 붙여두는 방법을 이용하면 좋다. 이 점검표에는 엔진오일의 교환일이나 냉각수의 보충일과 그때의 메타수치, 차량검사일 등을 기록한다. 이렇게 한 점검표는 운전수가 바뀌어도 누가 보아도 금방 알수 있도록 해 두는 것이 중요하다.

## 4) 감가상각비(정액법)의 산출방법

감가상각비의 계산방법에는 정액법과 정율법이 있으나, 농업의 경우는 정액법으로도 충분하다. 감가상각비의 산출기초가 되는 금액은 취득금액이다. 자산의 취득과 관련한 비용이 있으면 취득금액에 가산한다. 감가상각 기초액에서 잔존가액(취득가액×잔존율<10%>)을 빼고 내용년수로 나누면 1년간의 상각비가 산출된다. 금년에 구입한 경우에는 월별 계산을

한다. 그리고 할증상각이 있으면 가산한다. 마지막으로 사업전용비율을 곱하면 경비에 산입하는 감가상각비가 산출된다.

$$\circ \text{감가상각비} = (\text{상각기초액} - \text{잔존가액}) \pm \text{내용년수} \times (\text{본년월수} \pm 12)$$

$$\circ \text{경비산입액} = \text{감가상각비} \times \text{사업전용비율}$$

예를 들어 건물을 1995년에 50,000,000원에 건축하고, 그 내용년수는 20년으로 하면, 잔존가액은 5,000,000원이 된다. 상각비는 건축금액에서 잔존가액을 차감한 뒤 내용년수 20년으로 나누면 2,250,000원이 된다. 금년에 건축한 자산이 아니므로 기간은 12개월, 사업전용비율은 40%로 하면 금년의 필요경비에 산입한 상각비는 2,250,000원의 40%인 900,000원이 된다. 그리고 작년의 감가상각잔고(기수상각액)에서 금년의 상각비를 빼면 금년의 감가상각잔고가 된다.

한편, 감가상각에는 특별상각이 있다. 특별상각이란 「조세감면특별조치법」에서 정책수행을 위한 필요한 조치로서 다수의 자산에 대하여 특별상각을 인정하고 있다. 이러한 법률은 시한입법이 많으므로 적용기간을 확인할 필요가 있다.

그밖에도 농장경영개선계획을 실시하는 농가를 대상으로 한 할증상각도 있고, 보통상각비의 20%까지 할증할 수 있는 제도도 있다. 이 제도는 복잡하여 여기서는 상세하게 다루지 않으므로 농협 등의 전문가에게 문의하면 좋겠다.

표 5.2.11. 감가상각비 기장 사례

번호	자산명칭	분류	취득일	취득금액	내용년수	월수	기수금액	보통상각	상각합계	사용비율	경비산입	기말잔고
	합계											

#### - 감가상각비의 기장방법 -

상각자산의 명칭, 취득일, 취득금액, 상각년수, 사용월수, 할증상각, 사업율 등을 기입한다. 과거에 구입한 상각자산은 전년의 숫자를 전기한다. 금년에 구입한 상각자산은 금액이나 상각년수를 조사하여 추가한다. 본년도의 상각가격, 잔존가액을 계산한다.

#### 바. 출하경비

##### 1) 공정육묘농장의 부대비용

공정육묘농장의 출하비용은 총비용에서 차지하는 비율이 상당히 높은 편이다. 출하경비에는 운임, 포장재료비 등이 포함된다. 묘종은 일반적으로 출하자가 운송하여 주는 것이 관행으로 조사되고 있다. 공정육묘농장의 경우 수요자가 먼곳에 있는 경우라면 운임이 더 많아진다. 현실적으로 출하비용을 정확하게 파악하는 경영주는 의외로 적은 것 같다. 비료비나 농약비 등은 신경을 쓰고 있지만 출하경비는 세밀하게 검토하지 않는 경우가 많았다.

이것은 출하비용은 「묘종을 출하하기 위해서는 반드시 필요한 금액이므로 출하비용을 파악한다 하더라도 간단하게 절감할 수 없다」라는 생각때문이겠지만, 출하비용을 계획단계에서 확실하게 파악해 두는 것은 실제수령액을 증가시키는 판매전략으로서 빼놓을 수 없는 것이다.

2) 출하경비의 산출방법

운입은 작목별, 출하장소별 상자당 운입에 출하량을 곱하고, 냉장차 등의 시설이용료는 상자당 이용료에 출하량을 곱하여 산출한다. 포장비는 상자당 포장비에 출하량을 곱하여 산출한다. 그리고 포장자재에도 신경을 쓰지 않으면 안된다. 포장상자는 운반중에 묘종이 상하지 않도록 튼튼해야 하며, 자재선택, 주문의 방법·시기 등을 연구하여 적극적으로 비용절감을 시도하도록 한다.

표 5.2.12 출하경비의 기장사례

<운입>

번호	작목명	총 육묘 트레이수	출하량 (트레이)	출하처	출하비율 (%)	트레이당 운입	운입합계	기타경비	출하경비합계
	합계								

<포장비>

작 목 명	출하상자수량	단 가	합 계

- 출하경비의 기장방법 -

작목별로 출하량에 대하여 운입, 포장비 등을 계산하여 기입한다. 그리고 작목별, 출하장소별로 운입료 등을 기록한다.

사. 고용노임

1) 고용노동력의 예측

고용노임은 그해에 지불한 노임을 합계하면 되지만, 그 수치만으로는 경영계획을 세우기에는 불충분하다. 특히 공정육묘농장과 같이 작목의 종류나 생산량이 해마다 변하는 경우에는 작목별, 트레이당 노동시간, 필요인원수 등의 기초수치를 파악하여 사전에 예측을 하

는 것이 중요하다. 그렇지 않으면 다급하게 임시고용을 하여야 하고, 그 결과 고용노임이 증대하기도 한다. 고용노동력의 예측을 하지 않으면, 다급하게 고용을 하여도 말길 일이 부족하기도 하고, 나아가 고용노동력이 확보되지 않는 경우도 발생한다.

2) 고용노임의 산출방법

먼저 작목별 트레이당 작업 인원수를 정한다. 그러기 위해서는 작목마다 작업별 노동시간을 파악하여 둘 필요가 있다. 자료가 없는 초년도에는 농촌진흥청의 표준적인 수치를 사용하면 좋을 것이다. 트레이당 작업 인원수가 정해지면 그것에 트레이를 곱하여 총인원수를 계산한다. 그것을 모든 작목에 대해 집계한 경영전체의 총고용노동력수를 계산해 낸다. 그래서 고용노임 단가에 고용노동인원수를 곱하면 고용 노임이 산출된다.

- 각 작목의 작업인원수 = 각 작목의 트레이당 인원수 × 트레이수
- 총작업인원수 = 각 작목의 인원수 모두를 합산한다.
- 각 작목의 고용노동노임 = 고용노임단가 × 각 작목의 고용인원

표 5.2.13. 고용노임 기장사례

번호	작목명	총 육묘 트레이수	트레이당 작업인원	총인원	고용노동	자가노동	고용노임	트레이당 고용노임
	합계							

- 고용노임 기장방법 -

작목별 트레이수와 표준 작업인원수를 기입하고 곱하여 총인원수를 계산한다.

아. 기타경비

이상에서는 공정육묘농장의 주요 투입비용을 알아 보았으나 그밖에도 조세공과금, 보험료, 복리후생비, 농구비, 수선비, 동력광열비(연료 및 전기), 차입자금의 지급이자, 차량유지비, 업무비, 관리비(통신비, 홍보비), 잡비 등이 있다. 이들 경비는 경영전체에 관련된 것이므로 총액을 연간 총 재배트레이 수로 나누어 트레이당 금액을 산출하고 작목별 생산 트레이수에 대해 배분한다. 경우에 따라서 총액이 크게 변하지 않았다면 전년의 트레이당의 금액을 그대로 이용해도 무방할 것이다.

- 차량유지비 : 자동차세, 책임보험 및 임의보험금 등을 합계하여 산출한다.
- 업무비, 관리비 : 계획단계에서는 해당하는 경비만을 엄밀하게 계상하게 한다. 결산에서는 절세에 도움이 되는 비용 항목이다.
- 보험료 : 상해, 화재보험 등은 트레이비율로 계산한다.
- 피복비·복리후생비 : 계획단계에서는 그다지 중요시 하고 있지 않은 비용항목이나 결산에서는 절세대책에 이용될 수 있는 비용항목이다.

- 수선비 : 고장이 발생해서 수리하는 것 보다, 계획적으로 수선을 하여 고장횟수를 줄이는 방법으로 유지관리를 하는 것이 비용을 절감할 수 있다.

표 5.2.14. 기타경비의 기장사례

구 분	항 목	금 액	합 계
1. 조세공과금	1. 재산세		
	2. 자동차세		
2. 관리비	1. 전화요금		
	2. 우편요금		
합 계			

- 기타경비의 기장방법 -

조세공과금, 보험료, 차량비 등을 해당란에 기입한다. 여기서의 계산결과는 작목별 트레 이 비율로 배분되어 기본계획의 수지계획에 반영된다.

4. 작업계획의 수립

가. 출하·파종계획의 수립방법

지금까지는 주로 공정육묘농장의 수입과 지출에 대해 살펴보았으나 이것 만으로는 경영 계획으로 볼 수 없다. 지금까지 수립한 계획의 실사가능여부를 파악하기 위해서는 작업계 획이 또 하나의 단계로서 필요하다.

작업계획에서는 먼저 각 작목에 대해 출하시기를 설정하고 파종일을 결정한다. 출하계획 을 기초로 하여 각 작업의 실시시기를 결정한다. 그리고 1주간 마다의 작업이 전체로서 무리없이 가능한가를 검토한다. 무리가 있으면 출하시기의 설정에 되돌아가 조정한다. 이 것이 작업계획의 커다란 순서이다. 작업의 진행방법도 미리 경영계획을 세워둠으로서 작업 을 예측할 수 있고 미래를 내다보며 작업을 할 수 있다. 첫째, 작목별 출하일을 정한다. 전년의 출하실적을 평가하여 어느 시기에 출하가 많았던가를 검토한다. 이때 작업형태나 가격 등을 파악하고 출하시기에 겹치는 다른 작업(방제등)을 고려하여 무리없는 계획을 세우도록 한다.

둘째, 출하일에서 역산하여 파종일을 결정한다. 과거의 실적을 참고로 하여 작목별 육묘 일수를 산정한다. 그리고 각 묘종의 출하예정일에서 육묘일수를 차감하여 파종일을 산정한다.

셋째, 작업에 무리가 있으면 조정한다. 이러한 방법으로 출하일을 산정하여도 그대로 작 업이 되지 않을수도 있다. 작업력에서 1주간 단위로 작업시간을 집계하여 실사가능여부를 확인한다. 만약 작업일정에 무리가 있으면 출하일을 변경한다.

표 5.2.15. 출하·파종계획의 기장방법 사례

순번	작 목 명	품 종 명	묘 종 수 (트레이수)	파 종 일	육묘일수	출하예정일	주문자
1	여름배추		120	97.05.20	40	97.06.30	홍길동
1	여름배추		200	97.05.27	40	97.07.07	박기수
1	여름배추		200	97.06.17	40	97.08.07	
1	가을배추		200	97.07.01	40	97.08.10	
1	가을배추		100	97.07.08	40	97.08.17	
2	가을배추		100	97.07.10	40	97.08.20	
2	가을배추		440	97.07.31	40	97.09.10	
2	가을배추		700	97.08.10	40	97.09.20	

- 출하 파종계획의 기장방법 -

작목별 출하일, 트레이수, 육묘일수, 주문자, 품종, 출하일 등을 기입한다. 작목별로 파종일, 출하일을 계산한다.

나. 파종계획표의 작성

출하·파종계획에서 작목별로 산출한 파종일을 실제로 파종작업을 할 때 이용하기 쉽도록 전 작목에 대해 날짜순으로 늘어 놓은 것이 파종계획표이다. 파종계획표를 보면 언제 어떤 작목의 파종을 언제까지 해야하는가를 일목요연하게 알 수 있다. 파종시기에는 여러 날 걸려 계속하여 파종을 하므로 파종계획표가 없으면 잊어버리거나 늦어지는 위험성이 있다. 파종계획표에는 내용이 틀려도 기입 누락이 있어서는 안된다.

파종계획서는 복사하여 작업 담당자에게 주거나 온실의 게시판에 붙여두어 누구라도 파종일을 체크할 수 있게 하여 작업의 누락이나 지연을 방지하고, 작업준비에도 소홀함이 없도록 해야한다. 그리고 파종전에는 상토의 준비가 필요하며, 포트나 트레이의 준비 및 소독 등을 해 두어야 한다. 이러한 작업을 민첩하게 수행하는데는 앞으로의 작업을 읽어 나가지 않으면 안된다.

- 파종계획표의 기장방법 -

출하·파종계획표를 파종일 순서로 연결하여 표를 만든다. 각 작목의 출하단위별로 파종일, 트레이수, 하우스 위치, 출하일 등을 표시한다. 파종일순, 출하일순별로 각 작목 순으로 늘어놓아 표시한다.

다. 육묘계획의 수립

농가에 판매하기 위해 필요한 우량종묘를 최소한의 하우스면적을 이용하여 확보하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 작목별로 육묘에 필요한 하우스면적과 육묘일수에서 그 각각의 작목이 어느 정도의 면적, 어디부터 어디까지 하우스를 점유할까를 파악하고, 하우스내

의 로테이션 계획을 수립할 필요가 있다. 육묘상의 면적이나 육묘기간을 정확하게 잡아 로테이션을 잘 짚다면 하우스의 효율성을 제고시킬 수 있으며, 최소한의 하우스 면적을 이용하는 것은 곧 비용절감으로 이어진다.

1회의 출하 트레이수와 발아율에서 주문자가 요청한 묘종수를 산출한다. 이를 위해서는 발아율을 정확하게 예측하지 않으면 주문자가 주문한 묘종의 숫자가 모자라는 일이 생기고 만다.

$$\circ \text{육묘주수} = \text{트레이당 재식밀도} \times \text{발아율} \times \text{트레이수}$$

$$\circ \text{육묘상 면적} = \text{육묘주수} \div \text{트레이 수} \div \text{1평당 트레이수}$$

작목별로 육묘상의 필요면적이 산출되면 그것을 하우스 면적으로 나누어 중복되거나 비어 있지 않도록 조정한다. 그리고 작업의 편의를 위하여 하우스내의 통로는 충분히 취한다.

표 5.2.16. 육묘계획표의 기장사례

번호	작목명	순위	트레이 공 수	트레이수	트레이 묘상면적	평 당 트레이수	비 고

- 육묘계획 수립의 기장방법 -

각 작목별로 트레이의 공수, 형상, 치수를 기입한다. 그리고 필요한 트레이의 수와 하우스를 점유할 평수를 계산한다. 작목별 종묘비 계산에서 산출한 주수도 트레이 공수, 하우스 평당의 트레이수로 부터 육묘에 필요한 하우스면적을 계산한다.

라. 작업 필요 인원표의 작성

작업계획을 세우기 위해서는 작목별, 작업별 소요노동시간이나 필요인원수를 파악할 필요가 있다. 필요인원수는 작업별 트레이당 노동시간을 1일 노동시간에서 나누면 산출된다.

작업별 노동시간을 파악하기 위해서는 수첩(메모지)에 누가 어떤 작업을 몇시간 했는가를 기록해 두고, 작목별, 작업별 작업일지 등을 이용하여 집계한다. 이동시간 등과 같이 어느 작업에도 포함시키기 어려운 것은, 지금부터 행하는 작업에 포함하는 것으로 하여 기타 시간은 가능한 적게 한다. 1년간의 조사에서는 그다지 정확한 자료가 얻어지지 않으므로 수년간은 계속할 필요가 있다. 이것은 대단히 끈기가 필요하고, 작업자의 협력도 필요하지만, 정확한 수치가 파악되면 이 자료는 활용도가 크다. 고용노임의 산출이나 다음에 언급할 작업력의 계획에도 작업필요인원수가 빠져서는 안된다.

작목별, 작업별 노동시간은 작업의 성력화·기계화를 진행시키기 위한 적절한 판단자료가 된다. 공정육묘에 있어서도 이를 유용하게 활용하여 대상작업을 기계화하면 그 효과는 크다. 작업의 성력화·기계화는 경영자로서 도전을 계속해 나가지 않으면 안될 과제이다.

표 5.2.17 작업 필요인원표의 기장사례

No	작 목 명	작업순서	작 업 명	필요시간
1	고 추	1	하우스정리	0.3
1	고 추	2	파종준비	0.3
1	고 추	3	비료배합	0.4
1	고 추	4	파종	0.1
1	고 추	5	관수	0.1
1	고 추	6	묘관리	1.0
1	고 추	7	방제	0.4
1	고 추	8	출하	25.0
2	가을배추	1	하우스정리	0.3
2	가을배추	2	파종준비	0.3

- 작업필요 인원표의 작성방법 -

각 작목의 작업별 트레이당 작업인원수를 조사하여 기입한다. 작목별, 작업별로 필요인원수를 기입한다. 작업시간을 조사해 두고 가능한한 새로운 자료를 기입한다.

마. 작업력의 작성

작업력은 1주간을 계획의 기본단위로 하여 작성하면 편리하다. 파종일은 날짜를 기록해두지 않으면 안되지만 그밖의 작업은 주간단위의 계획으로 무방할 것이다.

작업력은 횡축을 1주간으로 나누어 작목마다 작업의 종류와 그것에 필요한 노동력을 기입하여 1주간 단위로 필요인원을 집계하여 각주의 필요인원수와 1일의 필요인원수를 산출한다. 그래서 그 주의 작업의 실현 가능성을 검토한다. 기계적으로 집계하여도 작업

표 5.2.18 작업력의 기장사례

작 물	작목명	순	면적	97.06.23		97.06.30		97.07.07		97.07.14		97.07.21		97.07.28		97.08.04	
				작업명 26	인원	작업명 27	인원	작업명 28	인원	작업명 29	인원	작업명 30	인원	작업명 31	인원	작업명 32	인원
1	고추	1	12	파종	0.1		0.0		0.0		0.0		0.0		3.8		0.0
1	고추	2	20	관리	0.5	방제	0.1		0.0		0.0		0.0		0.0		6.3
1	고추	3	20		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0
1	고추	4	20		0.5		0.0		0.0	0.5	방제	0.1		0.0		0.0	
1	고추	5	20		0.0		0.0	파종	0.5		0.0		0.0		0.5		0.0
1	고추	6	10		0.0		0.0		0.0	파종	0.3		0.0		0.0		0.3
2	가을배추	1	100		0.0		0.0	파종	2.5		0.0		0.0		0.0		2.5
2	가을배추	2	70		0.0		0.0		0.0		0.0	파종	1.8		0.0		1.8
2	가을배추	3	44		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		1.1

이 과도한 주와 과소한 주가 나타나는 수가 많다.

1주간 정도의 작업이 과다이면 전후주의 작업을 다소 줄이는 방법으로 조정한다. 과다상태가 2, 3주간 계속되면 어느 작목의 고용을 늘리거나 적극적으로 기계화를 진행시키거나 바꾸어서 해보겠다는 생각도 필요하다. 거꾸로 과소한 주가 계속되면 육묘기간이 짧은 작물을 추가하는 방법도 고려해야 할 것이다. 경영규모의 확대에는 하우스 면적을 확대하는 것 뿐만 아니라 한가한 시기에 작업을 추가하여 소득을 증대시키는 것도 포함된다.

- 작업력의 작성방법 -

작목별·파종 순서별로 1주간 단위로 작업내용과 작업인원수를 기입한다. 주마다 인원수를 집계하여 작업의 가능성을 검토한다. 출하예정일, 파종일 등을 변경하는 경우에는 출하·파종계획에서 예정일을 수정한다.

## 참 고 문 헌

1. 강호중, 구우서, 박중춘. 1997. 집목정도가 수박묘 소질 및 수량에 미치는 효과. 한국 원예협회 영남지부 가을 논문발표 요약집. p. 16.
2. 金光勇, 朴相根, 林相喆, 鄭胃鎬. 1984. 培地의 種類에 따른 育苗日數가 고추의 苗素質과 收量에 미치는 影響, 農年報告26-1(원예) : 24-31.
3. 김광용, 박상근, 이용호. 1989. 양액재배시  $\text{NO}_3 : \text{NH}_4$ 의 비율이 몇가지 과채류의 생육에 미치는 영향. 1.  $\text{NO}_3 : \text{NH}_4$ 의 비율이 딸기의 생육, 무기물함량 및 수량에 미치는 영향. 농시논문집(원예편) 31(3) : 6-17.
4. 김명규, 문성동, 박중춘, 정병룡, 정한택. 1994. 무인상온연무방제기 개발에 관한 기초연구, 경상대학교 농어촌개발연구 제12호 : pp 121-184.
5. 김성태, 이승규, 김용환, 나우정, 민영봉, 김영복, 박중춘, 최동열. 1992. 농용시설의 커튼개폐장치에 관한 실험적 연구, 경상대학교 논문집 31(1) : 153-165.
6. 농림수산부. 1996. '95 채소생산실적.
7. 農村振興廳 : 工程育苗技術教材, 1993, 農村振興廳
8. 농촌진흥청. 1992. 원예작물 일관생산체계를 위한 공정육묘시스템개발. P 93-109.
9. 大韓施設園藝技術研究會, 1994, 工程育苗溫室의 自動化 시스템 開發, 慶尙大學 附設 施設園藝研究所
10. 민영봉, 문성동, 김진영. 1994. 온실의 자동화 설비 구조특성, 경상대학교 시설원예 연구창간호, pp 131-150.
11. 민영봉, 박중춘. 1991. 하우스 환경제어시스템, 시설원예연구 4(2) : 15-30.
12. 민영봉, 박중춘, 이상욱, 정태상. 1994. 온실의 복역환경제어시스템의 구성, 경상대학교 시설원예연구 창간호, pp 151-166. 32(2) : 139-145.
13. 민영봉, 박중춘, 정한택, 오택한, 이상욱. 1997. 공정육묘장의 자동화를 위한 신개발 시설장비. 용현농협육묘장 완공세미나 자료집. 35-76.
14. 민영봉, 정병룡, 박중춘, 김광용. 1994. 공정묘자동정식기 적용성 검토, 경상대 시설원예연구(1) : 203-212.
15. 민영봉, 정병룡, 박중춘, 문성동, 정한택. 1994. 공정묘자동정식기 개발(I)-반자동정식기의 효율성 분석-, 경상대 시설원예 연구(1) : 213-224
16. 민영봉, 정태상, 김성태. 1993. 그린하우스 온도제어 시뮬레이션, 경상대학교 논문집 32(2) : 139-145.
17. 박봉식, 이형정, 김시론, 오상석, 손영걸, 박중춘. 1996. 프러그 육묘용 상토의 코이어 혼합비율과 물거름에 목초산 혼합여부가 고추육묘에 미치는 효과 상호비교 시험. 경상대 시설원예연구보고 1 : 33-41.
18. 박상근. 1994. 공정육묘 시스템의 도입 필요성과 전망. 공정육묘 온실의 자동화시스템 개발 심포지움, 경상대학교 시설원예연구소보. 1 : 1-12.

19. 박용봉, 장전익. 台木の 種類가 Oriental melon의 收量 및 蔓割病 防除에 미치는 影響. 제주대학교 논문집. pp. 41-45.
20. 박중춘. 1994. 공정묘 생산 온실의 모델설정과 자동화 시스템. 공정육묘 온실의 자동화시스템 개발 심포지움, 경상대학교 시설원예연구소보. 1 : 31-54.
21. 박중춘. 1994. 공정육묘온실의 자동화시스템개발. 경상대 시설원예연구소. pp. 331.
22. 박중춘. 1997. 원예용 상토의 개발 방향과 토실이의 특성. 신안그로 창사기념 심포지움, 워크샵. 신안그로 1-26.
23. 박중춘, 민영봉 외. 1994. 공정육묘온실의 자동화시스템 개발(심포지움. 워크샵), 경상대학교 시설원예연구소. 대한시설원예기술연구회.
24. 박중춘, 민영봉, 서원명, 김영복, 이상욱, 강호중, 정병룡, 정태상. 1994. 시설원예 자동화를 위한 농가보급형 컴퓨터 환경조절 시스템 개발 및 농가실증 시험, 경상대학교 농어촌개발연구 제 12호 : pp 1-119.
25. 박중춘, 민영봉, 이상욱 등. 1994. 시설원예 자동화를 위한 농가보급형 컴퓨터 환경조절 시스템 개발 및 농가실증시험. 농어촌개발. 12 : 1-119.
26. 박중춘, 민영봉, 장점수, 정영경. 1997. 한국형 공정육묘장의 표준 시설장비와 플러그묘의 생산. 용현농협육묘장 완공세미나 자료집. 1-34.
27. 박중춘, 민영봉, 정태상. 1993. 비닐하우스 자동 환기제어용 권취식 창문개폐기 동력, 경상대학교 논문집 32(2) : 155-164.
28. 박중춘, 민영봉, 정한택 등. 1994. 무인 상온 연무방제기 개발에 관한 기초연구, 농어촌개발. 12 : 121-184.
29. 박중춘, 정병룡, 민영봉, 서원명 등. 1994. 시설원예 현대화하우스 모델 설정 및 재배 효과에 관한 연구, 농진청보고서. pp. 440.
30. 박중춘, 정병룡, 손영걸, 정한택, 장점수. 1997. 육묘용상토 「토실이」와 물거름 「양실이」 개발 및 육묘효과 시험. 용현농협육묘장 완공세미나 자료집. 93-146.
31. 배태열, 배태석, 권순석. 1992. 부채형 공간내의 자연대류에 관한 수치해석적 연구. 空氣調和, 冷凍工學 論文集 4(1) : 11~19.
32. 서원명, 민영봉, 박중춘. 1994. 온실의 냉방관리를 위한 기화냉각 시스템 도입, 경상대학교 시설원예연구 창간호, pp 173-178.
33. 서원명, 민영봉, 윤용철. 1990. Microcomputer 를 利用한 Green House 의 溫度 制御 System, 농업기계학회지 15(2) : 134-142.
34. 서원명, 박중춘, 민영봉, 박상근, 양원모. 1993. 농가보급형 현대화 온실의 구조해석 및 재배환경조절 표준모형 개발, 1992년도 한국학술진흥재단 대학부설연구소 지원 중간보고서.
35. 손영걸, 박봉식, 김시론, 임동희, 김진일, 박중춘. 1996. 토실이 상토의 코이어 도입 시험. 경상대 시설원예연구보고 1 : 26-32.
36. 손영걸, 박봉식, 김시론, 임동희, 박중춘. 1996. 고추프러그 육묘에 있어서 상토 혼합비율이 생육에 미치는 효과. 한국원예학회 발표요지 14(2) : 250-251.

37. 손영걸, 박봉식, 김시론, 임동희, 박중춘. 1996. 수박 핀 접목에서 접수령과 절단경사별 처리가 가습 활착실 차이에 따른 효과. 한국원예학회 발표요지 14(2) : 266-267.
38. 손영걸, 박봉식, 김시론, 임동희, 박중춘. 1996. 수박핀 접목에서 접수령과 절단경사별 활착비교와 가습활착실 이용 효과 분석. 경상대 시설원예연구 용역보고 1 : 56-64.
39. 손영걸, 박봉식, 박언정, 김시론, 임동희, 이형정, 오상석, 박중춘. 1996. 프러그 육묘용 상토의 코이어 혼합비율과 물거름에 목초산 혼합여부가 배추육묘에 미치는 효과 상호비교 시험. 경상대 시설원예연구보고 1 : 49-55.
40. 손영걸, 박봉식, 박언정, 김시론, 임동희, 이형정, 오상석, 박중춘. 1996. 프러그 육묘용 상토의 코이어 혼합비율과 물거름에 목초산 혼합여부가 수박접목 육묘에 미치는 효과 상호비교 시험. 경상대 시설원예연구보고 1 : 42-48.
41. 손영걸, 박봉식, 오상석, 김시론, 박중춘. 1997. 수박 단근핀 접목에서 작물활력소 Menedael의 처리효과 시험(I). 경상대 시설원예연구소 연구보고. pp. 7.
42. 손영걸, 박봉식, 오상석, 김시론, 박중춘. 1997. 수박 단근핀 접목에서 작물활력소 Menedael의 처리효과 시험(II). 경상대 시설원예연구소 연구보고. pp. 7.
43. 손영걸, 박봉식, 임동희, 김시론, 김진일, 박중춘. 1996. 토실이 상토와 국내외 몇가지 상토의 고추 육묘 비교시험. 경상대 시설원예연구보고 1 : 14-19.
44. 손영걸, 박봉식, 임동희, 김시론, 김진일, 박중춘. 1996. 토실이 상토와 국내외 몇가지 상토의 배추 육묘 비교시험. 경상대 시설원예연구보고 1 : 20-25.
45. 이병일, 문원. 1991. 원예학 I. 한국방송통신대학.
46. 이영만, 박중춘. 1997. 공정육묘온실의 경영계획과 분석 프로그램. -용현농협육묘장의 경영자산분석. 용현농협육묘장 완공세미나 자료집. 147-166.
47. 이용호, 김광용, 박상근. 1991. 양액재배시  $\text{NO}_3 : \text{NH}_4$ 의 비율이 몇가지 과채류의 생육에 미치는 영향. 2.  $\text{NO}_3$ 과  $\text{NH}_4$ 의 비율이 토마토의 생육, 무기물함량 및 수량에 미치는 영향. 농시논문집(원예편) 33(1) : 1-6.
48. 이용호, 박상근, 김광용, 유근배. 1993. 양액재배시  $\text{NO}_3 : \text{NH}_4$ 의 비율이 오이의 생육 및 수량에 미치는 영향. 농시논문집 35(2) : 390-395.
49. 정병룡. 1993. 플러그(Plug)묘의 관리. 원예작물의 공정육묘기술 및 시스템개발에 관한 심포지엄. 경상남도농촌진흥원. p. 85-110.
50. 정병룡. 1994. 공정(플러그)육묘의 이론과 실제. 과채류 품질향상과 신기술 개발. 낙동채소연구회·부산원예시험장. p. 22-51.
51. 정병룡. 1996. 공정(플러그)육묘. 첨단 유리온실 운영 및 재배기술 교육교재. 농어촌진흥공사. p. 465-562.
52. 정병룡, 손영걸, 박언정, 김진일, 박중춘. 1996. 공정육묘용 상토선발시험. 경상대 시설원예연구보고. 1 : 1-5.
53. 정병룡, 손영걸, 박언정, 이형정, 김진일, 박중춘. 1996. 공정육묘용 상토선발과 물거름 시용 효과 시험. 경상대 시설원예연구보고 1 : 6-13.

54. 정태상, 민영봉, 서원명. 1993. 그린하우스 온도제어계 파라미터 식별, 경상대학교 논문집 32(2) : 147-153.
55. 주경노, 정성근, 김진영. 1989. 채소이식작업의 생력화 연구, 농업기계화 연구소 시험 보고서.
56. 표현구, 최정일, 이경희. 1990. 菜蔬園藝名論. 郷文社. pp. 79-89.
57. 韓國農業機械學會誌. 1992. 農業機械化와 施設自動化의 發展方向, '92 懇談會.
58. 한국농자재산업협회, 1992. '92 시설원에 기술전 자료집.
59. 홍진태, 김진영, 주경노. 1985. 경운기용 채소이식기 제작시험 농업기계화 연구소 시험 보고서.
60. 片山 徹. 1983. 應用カルマンフィルタ. 朝倉書店. 東京.
61. 板木利隆, 1989. 電氣利用 野菜の育苗と栽培, 農業電化協會. PP. 181.
62. 板木利隆. 1991. 現行接ぎ木技術とその普及實態. 農業電化. 46(8) : 6-9.
63. 板木利隆. 1991. 野菜接ぎ木苗生産の現状と技術開發の動向. 農業電化. 46(7) : 8-12.
64. 兎澤 邵, 1993. 生産システムの概要と仕様, 花の成型苗生産と利用 22-28, 誠文堂新光社
65. 倉田久男. 農業技術大系 野菜編(4) 生育のステーツと生理 生態. 農山漁村文化協會. pp. 19-42.
66. 中馬 豊. 1963. ロ-ラポンプの耐用性に關する研究(第5報). 日農機誌 25(3) : 175~177.
67. 中馬 豊. 1963. ロ-ラポンプの耐用性に關する研究(第6報). 日農機誌 25(3) : 178~184.
68. 日本農業機械學會. 1985. 農業機械の新技术開發調査研究事業報告書.
69. 日本施設園藝協會. 1987. 施設園藝ハンドブック. 日本農民新聞社 : 178-203.
70. 日本施設園藝協會. 1991. 園藝用育苗資材, 裝置利用の手引. PP. 168
71. 日本施設園藝協會. 1991. 園藝用育苗培地利用の手引. PP. 139.
72. 日本植物工場學會. 1993. 地球環境問題と植物工場, SHITA REPORT NO. 5, PP. 41.
73. 安藤敏夫. 1993. 花の成型苗 生産と利用. pp. 149 誠文堂 新光社.
74. 神山利一. 1985. つる割病, 急性萎ちよう症に強度の抵牲をもつスイカ台コウガオれんし. 農耕と園藝. pp. 53.
75. 石津祐志. 1985. スイカとメロン 《上手な接ぎ木育苗のポイント》新知識. pp. 25-28.
76. 山田 進, 1992. 播種機の種類と関連機材, 野菜の成型苗利用と生産システム 18-27, 誠文堂新光社.
77. 武長 孝, ほか. 1978. 微量, 少量散布機に關する研究. 日農機誌 40(2) : 169~177.
78. 苗生産システム 國際シンポジウム 實行案員會. 1991. フラック苗生産の現況と展望その 2.3回講演會.
79. 苗生産システム 國際シンポジウム 實行案員會. 1992. フラック苗生産の現況と展望その 2.4回講演會.
80. 藤井信一郎. 1984. スイカ葉身白枯症の發生と防止對策①. 農業および園藝. pp. 110-111.
81. 藤井信一郎. 1985. スイカ葉身白枯症の發生と防止對策. 農業および園藝. 60(8) : 72-76.

82. 藤木徳實. 1973. 噴頭の改良および大型化に関する研究(第2報). 日農機誌 35(2) : 184~190.
83. 渡部一郎, 板木利降. 1990. : 野菜の育苗と栽培, 農業電算化協會
84. 内海修一. 1974. 施設園藝-環境と作物の生理. 博友社. 東京.
85. 金光剛助. 1984. スイカのハウス栽培技術. 農耕と園藝. pp. 82-84.
86. 近藤雄次. 1974. 果菜類のつぎ木栽培技術[Ⅱ]. 農業および園藝. 49(4) : 65-70.
87. 堀部和雄, 白井清恒. 1982. 散水ノズルの水滴径に影響する因子について. 日農機誌 44(1) : 37~44.
88. 橋本 康. 1987. 植物環境制御入門. オ-ム社. 東京.
89. 高橋安人. 1985. デジタル制御. 岩波書店. 東京.
90. 高 正基. 1987. 植物工場入門. オ-ム社. 東京.
91. Armitage, A. M. 1993. Bedding plants : Prolonging shelf life-Postproduction care and handling. Ball Publishing. Batavia, Illinois. 71p.
92. Baden, S. A. and J. G. Latimer. 1992. An effective system for brushing vegetable transplants for height control. HortTechnology 2(3) : 412-414.
93. Bloom, A. J., 1988.  $\text{NH}_4^+$  and  $\text{NO}_3^-$  as N sources for plant growth. ISI Atlas of Science : Animal and Plant Sciences 55-59.
94. BOA, W., 1984. The Design and Performance of an Automatic Transplants. The British Society for Res. Agric. Engng.
95. Bode, L. E. and R. C. Derksen. 1986. Droplet Size Comparisons from Rotary Atomizers. Trans. ASAE 29(5) : 1204~1207.
96. Bowman, D. C., R. Y. Evans and L. L. Dodge. 1994. Growth of chrysanthemum with ground automobile tires used as a container soil amendment. HortScience 29(7) : 774-776.
97. Brantley, B. B., G. F. Warren. 1960. Effect of nitrogen on flowering and quality in the watermelon. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75 : 644-649.
98. Cadogan, B. L., et. al. 1986. Spray Deposits and Drop Size Spectra from a High Wing Monoplane Fitted with Rotary Atomizers. Trans. ASAE. 29(2) : 402~406.
99. Carlson, W. H., M. P. Kaczperski and E. M. Rowley. 1992. Bedding Plants. pp. 511-550. In R. A. Larson(ed.) Introduction to floriculture. 2nd ed. Academic Press, New York.
100. Conrad, R. 1992. Economize plug production with treated seed. GrowerTalks Dec. 1992 : 23-29.
101. Cooper, P. E. and T. E. Morelock. 1983. Effect of transplant age on earliness, total yield and fruit weight of tomato. Ark. Farm Res. 32 : 6.

102. Cox, W. J., and Reisenauer, H. M., 1973. Growth and ion uptake by wheat supplied N as  $\text{NO}_3^-$ , or  $\text{NH}_4^+$ , or both. *Plant Soil* 38 : 363-380.
103. Cresswell, G. C. 1992. Coir dust-A viable alternative to peat? p. 1-5. In : Proc. Austral. Potting Mix Manufacturers Conf., Sydney.
104. Csizinszky, A. A. and D. J. Schuster. 1988. Impact of insecticide schedule, N and K rates and transplant container size on cauliflower yield. *Applied Agr. Res.* 3 : 12-16.
105. Csizinszky, A. A. and D. J. Schuster. 1993. Impact of insecticide schedule, N and K rates, and transplant container size on cabbage yield. *HortScience* 28(4) : 299-302.
106. Davis, J. M., Loescher, W. H., Hammond, M. W., and Thornton, R. E., 1986. Response of potatoes to N form and to change in N form at tuber initiation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111 : 70-72.
107. Davis, T. D. 1991. Post-production performance of uniconazole-treated zinnia and marigold plugs. *HortTechnology* Oct. /Dec. 1991 : 49-51.
108. Dorr, S. G. 1989. The right Way to Use Nozzle. *Power Farming Melbourne* : 18~19.
109. Dufault, R. J. and L. Waters, Jr. 1985. Container size influences broccoli and cauliflower transplant growth but not yield. *HortScience* 20 : 682-684.
110. Dukes, J. C., et. al. 1990. Effects of Pressure and Flow Rate on Cythion Droplet Size Produced by Three Different Ground ULV Aerosol Generators. *J. of the American Mosquito Control Association* 6(2) : 279~282.
111. Erwin, J. 1992. Building a better plug. *GrowerTalks* Oct. 1992 : 91-97.
112. Erwin, J. E., R. D. Heins, W. H. Carlson and J. Biernbaum, 1989. Do cool days/warm night work with plugs? You Bet!. *GrowerTalks* Mar. 1989 : 46-52.
113. Erwin, J. and R. Heins. 1990. Don't use B-Nine on your vegetable plugs- it's illegal. Try temperature for height control. *GrowerTalks on Plugs* pp. 99-100.
114. Erwin, J. and R. Heins. 1993. Temperature effects on bedding-plant growth. *Minnesota Commercial Flower Growers Association Bulletin*, 42(3) : 1-18.
115. Fang, W., Ting, K. C. and Giacomelli, G. A. 1992. 'Computer software development for greenhouse design and management', The 4th International Conference on Computers in Agricultural Extension Programs, January 28-31, Lake Buena Vista, FL.
116. Fang, W., Ting, K. C., and Giacomelli, G. A. 1991. 'Engineering economics of SCARA robot-based plug transplanting workcell', ASAE Paper No. 917026.
117. Fonteno, W. C. 1988. Know your media : The air, water and container connection. *GrowerTalks on Plugs* pp. 90-92.

118. Gaffney, J. M., Lindstrom, R. S., Mcdaniel, A. R., and Lewis, A. J., 1982. Effect of  $\text{NH}_4^+$  and  $\text{NO}_3^-$  N on growth of poinsettia. HortScience 17 : 603-604.
119. Gilbertz, D. A. 1990. Growth retardant mixing made easy. Greenhouse Grower. Feb. 1990 : 66-69.
120. Gordon, I. 1988. Fogging Systems for Propagation. International Plant Propagators Society : 84~86.
121. Green, J. L., and Holley, W., 1973. Effects fo the  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  ratio on net photosynthesis of carnation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99 : 420-424.
122. Hamrick, D. 1989. The 3¢ bedding plant plug. GrowerTalks Dec. 1989 : 44, 46.
123. Hanan, J. J., W. D. Holley and K. L. Goldsberry. 1978. Greenhouse management. Springer-Verlag, New York. 530pp.
124. Handreck, K. A. 1993. Properties of coir dust, and its use in the formulation of soilless potting media. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 24 : 349-363.
125. Hashimoto Y., et. al. 1993. The Computerized Greenhouse. Academic Press Inc., NY.
126. Haynes, R. J., and Goh, K. M., 1978.  $\text{NH}_4^+$  and  $\text{NO}_3^-$  nutrition of plants. Biol. Review. 53 : 465-510.
127. Heins, R., J. Erwin, R. Berghage, M. Karlsson, J. Biernbaum and W. Carlson. 1988. Use of temperature to control plant height. Greenhouse Grower Aug. 1988 : 32-35.
128. Heins, R., W. Carlson and N. Lange. 1991. Plug into storage. Greenhouse Grower's Plug Guide Fall 1991 : 72-73.
129. Heins, R., and W. Carlson. 1994. Plug storage. Greenhouse Grower. 19p.
130. Jeong, B. R., and Lee, C. W., 1992. Ammonium and nitrate nutrition of 11 bedding plant species. Acta Horticulturae 319 : 505-510.
131. Jeong, B. R., and Lee, E. J., 1996. Growth of plug seedling of grafted watermelon (*Citrullus vulgaris* SCHRAD) as affected by N concentration and : ratio of nutrient solution, and time of first fertigation. J. Inst. Agr. Util., Gyeongsang national University. 30-1 : 35-42.
132. Jeong, Byoung Ryong. 1990. Ammonium and nitrate nutrition of selected bedding plants. Ph. D. Dissertation, Colorado State University, Fort Collins, CO.
133. John E. Preece and Paul E. Read. 1993. The Biology of Horticulture. John Wiley.
134. Karlovich, P. 1992. Specialty seeds : Evaluate pros and cons to see if they're for you. Greenhouse Manager Dec. 1992 : 56, 58.
135. Karlovich, P., M. Khademi and D. Koranski. 1989. Water relations of seed germination : Your key to successful plug growing. GrowerTalks Dec. 1989 : 48-52.

136. Kobayashi, G. 1992. 'Cell transplant system and growing medium' (in Japanese), in Present State and Perspective of Plug Transplant Production, Organizing Committee of Intern. Sympos. on Transplant Production Systems, Chiba, pp. 12-23.
137. Koranski, D. 1989. How to grow 32 plug crops. *GrowerTalks* Dec. 1989. Supplement.
138. Koranski, D. and R. Kessler. 1991. Pest management for plugs. *GrowerTalks*, Aug. 1991 : 125.
139. Koranski, D., P. Karlovich and A. Al-Hernaid. 1989. The latest research on holding and shipping plugs. *GrowerTalks* Dec. 1989 : 72-79.
140. Kratky, B., J. K. Wang and K. Kubojori. 1982. Effects of container cell size, transplanting age, and plant spacing on Chinese cabbage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107 : 345-347.
141. Lange, N., R. Heins and W. Carlson. 1991a. Store plugs at low temperatures. *Greenhouse Grower*, Jan. 1991 : 23-28.
142. Lange, N., R. Heins and W. Carlson. 1991b. Another look at storing plugs. *Greenhouse Grower*, Feb. 1991 : 18-24.
143. Latimer, J. G. 1990. Give transplants the brush for height control. with a broom or piece of cardboard. *Greenhouse Grower* Apr. 1990 : 54-55.
144. Latimer, J. G. 1991. Brushing can control transplant height. *American Vegetable Grower* Mar. 1991 : 98-103.
145. Latimer, J. G. and P. A. Thomas. 1991. Application of brushing for growth control of tomato transplants in a commercial setting. *HortTechnology* Oct. /Dec. 1991 : 109-110.
146. Leskovar, D. I. and D. J. Cantliffe. 1992. Pepper seedling growth response to drought stress and exogenous abscisic acid. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117 : 389-393.
147. Leskovar, D. I. and D. J. Cantliffe. 1993. Comparison of plant establishment method, transplant, or direct-seeding, on growth and yield of bell pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118 : 17-22.
148. Leskovar, D. I. and R. R. Heineman. 1994. Greenhouse irrigation systems affect growth of 'TAM-Mild Jalapeno-1' pepper seedlings. *HortScience* 29(12) : 1470-1474.
149. Leskovar, D. I., D. J. Cantliffe, and P. J. Stoffella. 1991. Growth and yield of tomato plants response to age of transplants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116 : 416-420.

150. Leskovar, D. I., D. J. Cantliffe, and P. J. Stoffella. 1994. Transplant production systems influence growth and yield of fresh market tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119 : 662-668.
151. Lieberth, J. A. 1990. Set the stage for quality plugs. *Greenhouse Grower* Jan. 1990 : 26-27.
152. Liptay A. and S. Nicholls. 1993. Nitrogen supply during greenhouse transplant production affects subsequent tomato root growth in the field. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(3) : 339-342.
153. Liptay, A. 1985. Reduction of spindliness of tomato transplants grown at high density. *Can. J. plant Sci.* 65 : 797-801.
154. Liptay, A. 1987. Field survival and establishment of tomato transplants of various age and size. *Acta Hort.* 220 : 203-209.
155. Liptay, A., S. Nicholls and P. Sikkema. 1992. Optimal mineral nutrition of tomato transplants in the greenhouse for maximum performance in the field. *Acta Horticulturae* 319 : 489-492.
156. Lorenz, O. A. and D. N. Maynard. 1988. *Knott's handbook of vegetable growers*, 3rd Edition. John Wiley & Sons, Inc., New York.
157. Lucas, G. H. 1991. Which way to water? Quality plug production depends on balancing watering options. *Greenhouse Grower's Plug Guide*, Fall 1991 : 34-39.
158. McAvoy, R. J. 1988. Plug production for bedding plants. *Connecticut Greenhouse Newsletter*, 147 : 1-3.
159. McCann, K. R. 1991. Four Star Greenhouse's Tom Smith and Gary Vollmer are. Clicking with DIF. *Greenhouse Grower* Jun. 1991 : 14-16.
160. Meerow, A. W. 1994. Growth of two subtropical ornamentals using coir(coconut mesocarp pith) as a peat substitute. *HortScience* 29(12) : 1484-1486.
161. Mel Sawaya, 1991. 'Charge plugs with good nutrition', *Greenhouse Grower's Plug Guide* /Fall. 1991. p. 41-42.
162. Miller, R. 1989. High-tech plug growing success at Four Star Greenhouse. *GrowerTalks* Dec. 1989 : 20-24.
163. Min, Young Bong, 1994. Control of Greenhouse Ventilation Cooling System Using A Model Reference Adaptive Control, *Proceedings of the 6th International Seminar SUBSEC*, Nov. 17, 1994. Shimane Univ. in Japan : pp. 9-26.
164. Moden, W. L., Garthe, J. W., Pitkin, F. H. 1977. A Mechanically Fed Containerized Seedling Transplants *TRANSACTION of the ASAE*.
165. Mortensen, L. M. 1987. Review : CO<sub>2</sub> enrichment in greenhouses. *Crop responses*. *Scientia Horticulturae* 33 : 1-25.
166. NeSmith, D. S. 1993. Transplant age influences summer squash growth and yield. *HortScience* 28(6) : 618-620.

167. Nelson, P. V. 1991. Greenhouse Operation and Management. 4th Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 612p.
168. Peppler, K. Z. 1990. Plug vs. Direct-seeding. Greenhouse Manager, Feb. 1990 : 47-51.
169. Salisbury, F. B. and C. W. Ross. 1992. Plant Physiology 4th Edition. Wadsworth Publishing Company, Belmont, California.
170. Sawaya, M. 1991. Charge plugs with good nutrition. Greenhouse Grower's Plug Guide, Fall 1991 : 41-44.
171. Styer, R. C. and S. Laffe. 1989. How to get your germination rates on the rise. GrowerTalks Dec. 1989 : 55-60.
172. Suggs, C. W. 1979. Development of Transplanter with Multiple Loading Stations TRANSACTION of the ASAE.
173. Swiader, J. M., G. W. Ware and J. P. McCollum. 1992. Producing vegetable crops. 4th Edition. Interstate Publishers, Inc., Danville, Illinois. and Song, Inc. pp. 336-339.
174. Tsukada, M. 1990. N K plug system (in Japanese), in T. Ito(ed.), Transplant Production Technique in Vegetables, Ass'n Agric. Improv. Fund, Tokyo, pp. 1-47.
175. Vavrina, C. S. 1991. Effect of transplant age on tomato production. Proc. Fla. State Hort. Soc. 104 : 225-226.
176. Vavrina, C. S. and M. D. Orzolek. 1993. Tomato transplant age : A review. HortTechnology 3(3) : 313-316.
177. Vavrina, C. S. and W. Summerhill. 1992. Florida vegetable transplant producers surveys, 1989-1990. HortTechnology 2(4) : 480-483.
178. Waters, W. E., V. F. Mettles. 1961. The influence of hydrated lime and nitrogen on the yield, quality and chemical composition of the Charleston watermelon. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 77 : 503-507.
179. Weston, L. A. and B. H. Zandstra. 1986. Effect of root container size and location of production on growth and yield of tomato transplants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111 : 498-501.
180. Weston, L. A. and B. H. Zandstra. 1989. Transplant age and N and P nutrition effects on growth and yield of tomatoes. HortScience 24(1) : 88-90.
181. Whitwell, J. D. and J. Crofts. 1972. Studies on the size of cauliflower transplants in relation to field performance with particular reference to date of maturity and length of cutting season. Expt. Hort. 23 : 34-42.
182. Williamson, R. E., Kretchman, D. W., Cundiff, J. S. 1976. Design and Performance of a Mechanical Harvester for Vegetable Transplants. TRANSACTION of the ASAE.