

T0020431

GOVP1200719545

최 종  
연구보고서

촉성 딸기 무농약재배 및 근권 미생물을 이용한  
왜화 방지 기술개발

Development of Prevention Dwarfing Using Rhizosphere  
Microorganism and Cultivation without Pesticides in  
Forcing Culture of Strawberry

연구기관

전라남도농업기술원

농림부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “축성 딸기 무농약재배 및 근권 미생물을 이용한 왜화 방지 기술 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007년 5월 일

주관연구기관명 : 전라남도농업기술원

총괄연구책임자 : 서 종 분

세부연구책임자 : 신 길 호

연 구 원 : 서 귀 수

김 도 익

이 진 우

김 희 곤

최 경 주

김 정 근

임 형 기

박 장 현

이 철 규

안 병 렬

협동연구기관명 : 순천대학교

협동연구책임자 : 양 원 모

연 구 원 : 박 서 기

조 경 철

조 자 룡

여 백

# 요 약 문

## I. 제 목

축성 딸기 무농약재배 및 근권 미생물을 이용한 왜화 방지 기술개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

한·미 자유무역협정(FTA) 협상 타결 이후 우리 농업환경은 농축산물의 시장개방 확대 등 급변하는 시장 환경에서 수출 농업국들과 경쟁이 불가피한 현실로 어려움이 가중되고 있어 우리 농업을 보다 더 경쟁력 있는 산업으로 정착시켜야 할 중요한 시점에 있다.

최근 들어 친환경 농업에 대한 관심이 고조되면서 기능성과 건강식품에 대한 요구도가 높아지고 있고, 친환경 농업과 안전 농산물 생산을 위한 무농약재배와 유기재배를 통하여 영농기술방법이 변해가고 있는 추세에 맞춰 생산자들은 농업현장에서 안전 농산물 생산에 박차를 가하고 있는 실정이다. 이러한 때에 딸기는 소비자들로부터 그 수요가 꾸준히 유지되고 있는 과채류로서 매우 중요한 작물의 하나로서 친환경 재배가 필수적이다.

2006년 12월을 기준으로 전국의 딸기 인증 전체 농가수는 2,426호, 면적은 1,092.8ha로서 그 중 유기재배 농가수 82호(35.3ha), 무농약재배 농가수 513호(234.8), 저농약 재배 농가수 1,831호(822.7ha)이다. 딸기 친환경 재배는 계속 증가 추세에 있어 2003년 199농가에 비해 약 12배 이상 증가하였다. 이렇게 친환경 재배면적은 매년 증가하고 있고 소비자들은 안전한 농산물을 원하고 있어 생산과 대외 경쟁력 강화를 위한 무농약재배 기술의 확립이 필요하다. 딸기는 다른 과채류에 비해 씻거나 닦기가 어려워 농약이나 토양의 오염물질로부터 식품의 안전성이 중요한 과채류로서 기술체계가 아직 정립되어 있지 않아 표준화된 재배 기술개발이 필요하다. 아울러 생식용으로 소비되고 남은 하급품 딸기에 대한 부가가치를 높일 수 있는 방안을 강구하여 농가소득을 향상시킬 수 있는 연구로 가공실태, 우수농가 발굴 등을 통한 경영개선이 필요하다. 따라서 이러한 연구를 통해 무농약 딸기재배에서 어려운 문제점들을 다소나마 해결하고자 한다. 그리고 최근 들어 딸기는 국내 소비자들 뿐만 아니라 매년 수출량이 증가하고 있어 농가 소득증대 그리고 무역수지 개선에도 크게

기여 할 수 있을 것으로 생각되고 FTA 등 농업환경의 변화에 대응하여 국가 농업 기술력에 대한 농민들의 신뢰감 회복과 자신감으로 국제 경쟁력을 갖추어 농촌사회 안정에 크게 기여할 것으로 생각된다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구개발의 최종목표는 무농약 딸기 재배기술로 품질향상과 브랜드화 및 부가가치를 증대시키고 아울러 저온기에 딸기 왜화를 방지하는데 있으며 이에 대한 세부목표는 다음과 같다.

- 1) 무농약 딸기 품질향상 기술개발 및 부가가치 향상 연구
- 2) 무농약 딸기 재배 주요 병해충 제어 기술개발
- 3) 식물 성장촉진 근권 미생물에 의한 딸기 왜화 방지 기술개발

연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위
1. 무농약 딸기 품질향상 기술개발 및 부가가치 향상 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 친환경자재와 멀칭피복 자재를 이용한 품질향상</li> <li>○ 딸기 품질향상을 위한 적정 재식밀도와 생육촉진을 위한 활성수 관수효과 구명</li> <li>○ 무농약 딸기 생산을 위한 우량묘 생산</li> <li>○ 딸기 냉동 저장을 위한 소포장재 선발</li> <li>○ 유기농재배 유형별 생산성 및 수익성 분석</li> <li>○ 딸기 부가가치 향상을 위한 잼, 셰이크용 판매실태와 경영 개선 방안</li> <li>○ 우수 산지 조직체 및 농가의 수확 후 관리 실태와 경영 효과 분석</li> </ul>
2. 무농약 딸기 재배 주요 병해충 제어 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 친환경 자재와 시설 환경조절 자재를 이용한 주요 병해 경감 기술개발</li> <li>○ 딸기 무농약재배 농가 환경 및 병 발생 조사</li> <li>○ 토양전염성 시들음병 경감 기술개발</li> <li>○ 유황 훈증처리에 의한 흰가루병 경감 기술개발</li> <li>○ 딸기 주요 병해 경감을 위한 기술 현장실증</li> <li>○ 천적을 이용한 해충밀도 경감</li> <li>○ 천적과 기피식물에 의한 충 경감</li> <li>○ 천적과 기피식물 종합 기술투입</li> </ul>
3. 식물 성장촉진 근권 미생물에 의한 딸기 왜화 방지 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 식물성장촉진 근권 미생물의 분리 및 동정</li> <li>○ 토양 유용미생물에 의한 생육촉진</li> <li>○ 토양 유용 미생물의 활용 농가 실증</li> </ul>

## IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

### 제 1 절 연구개발 결과

우리나라의 시설딸기 재배면적은 2006년 6,480ha로 2002년 7,451ha를 정점으로 감소하는 추세이며 재배면적 감소에 따른 생산량 변화는 재배기술의 향상으로 소폭 감소할 것으로 예측되고, 친환경 인증 딸기의 소비가 급격히 늘어나 친환경 재배가 확대될 것으로 전망된다. 그리고 딸기 공급량은 2007년부터 2017년까지 19~20만 톤으로 1인당 4kg내외가 될 것으로 전망된다.

최근 몇 년 동안 소비자들은 기능성과 건강식품에 대한 요구도가 높아지면서 농업 생산 환경에도 많은 변화의 바람을 타고 있다. 생산자들은 농업현장에서 안전한 먹거리를 생산하여 소비자들의 식탁에 제공하기 위해 친환경 농업의 일환으로 저농약재배, 무농약재배, 유기재배 등의 영농 기술방법에 맞춰 안전 농산물 생산에 박차를 가하고 있는 실정이다. 딸기 또한 신선 과채류 중에서도 소비자들로부터 그 수요가 꾸준히 유지되고 있는 매우 중요한 작물의 하나로서 친환경 재배가 필수적으로 매년 증가추세에 있다.

딸기 친환경 인증 전체 재배면적은 1,092.8ha(2006년 12월)로 전체 시설딸기 재배면적의 16.8%를 차지하고 있어 앞으로 소비자들의 요구 충족을 위해서는 더 많은 재배면적의 확대가 필요하다고 생각된다. 특히 딸기는 친환경 농업 중에서도 무농약재배와 유기재배가 확대 되어야 할 것이며 그렇게 하기 위해서는 좀 더 많은 연구와 노력이 필요하다고 생각된다. 따라서 본 연구에서는 그 동안 생산 현장에서 이루어졌던 딸기 친환경 재배 내용을 중심으로 체계적으로 비교 검토하고 방향을 설정하여 생산 현장에서 보다 더 안정된 생산을 하기 위해 노력한 결과 현장에서 적용할 수 있는 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

#### 1. 무농약 딸기 품질향상 기술개발 및 부가가치 향상 연구

##### 가. 친환경자재 처리 효과

친환경자재 중 키토산의 경우 엽면살포(11.8 %Brix)와 토양관주(11.3 %Brix)를 단용으로 사용하는 것이 무처리(10.4 %Brix)에 비해 높아 품질향상이 기대되었다.

#### 나. 정식 두둑 멀칭 피복 필름자재 효과

딸기 생육은 녹색필름이 다른 필름자재에 비해 생육이 좋았으며, 딸기 과실 표면의 착색도는 알루미늄필름이 다른 피복필름에 비해 좋았다. 특히 알루미늄필름은 딸기 과실 표면에 일소현상(두둑멀칭 표면에 접하는 부분이 데침 현상)이 없었고 산란광에 의해 과실 표면에 착색이 좋았다. 상대적으로 온도가 높은 흑색필름에서는 한낮의 일시적인 고온(35℃ 이상)으로 과실 표면에 일소 증상이 나타났다. 한편, 고설 수경재배에서는 하우스 내에서 멀칭 피복필름의 온도가 고온에 접하더라도 딸기 과실은 필름자재와 떨어져 공중에 매달려 있으므로 일소현상은 없었다.

#### 다. 적정 재식밀도

재배방법에서 재식밀도간의 생육의 큰 차이는 없었으나, 재식밀도는 10a 당 8,000주 보다는 12,000주에서 증수되었다. 딸기 축성재배에서 수량을 증대 시킬 수 있는 방안으로 재식밀도를 높이는 게 유리하다고 판단되었다.

#### 라. 무농약 딸기 생산을 위한 우량묘 생산

상토는 원예용 상토(용토)와 팽연화왕겨(30)+마사토(70)가 마사토 보다는 생육이 좋았고, 정식 후 본포의 생육 차이는 없었다.

#### 마. 딸기 냉동 저장을 위한 소포장재

시중에서 유통되고 있는 PET 용기와 MPF 봉투간에 딸기 냉동 저장 후 포장재에 따른 Fructose, Glucose, Sucrose의 성분 변화에 큰 차이는 없었다.

#### 바. 유기, 무농약재배 농가의 기술체계와 경영성과 분석

- 딸기의 유기재배와 무농약재배 작형은 주산지에 따라 다르나 축성재배 작형이 많다. 유기재배의 딸기 작형은 8월 하순~10월 상순에 정식하여 11월 상순~6월 상순에 수확하고, 무농약재배는 9월 상순~10월 상순에 정식하여 12월 중순~6월 중순에 수확하는 작형이나 4~5월 수확이 종료되어 관행재배에 비하여 수확 일수가 평균 55일 적었다.
- 딸기의 생산성은 축성재배 작형의 10a당 수량을 기준으로 보면 유기재배 2,255kg, 무농약재배 2,641kg으로 관행재배에 비하여 각각 73.4%, 86% 수준이었다.

- 고설식재배의 시설비는 10a당 29,389천원으로 토양관비시설 대비 196.4% 수준으로 고설식재배시 수량은 무농약 토경 관비재배 대비 72.4%가 증수되며, 경영비는 82.9%가 높았다.

#### 사. 무농약 딸기 부가가치 증대

무농약 딸기 하급품 이용 잼 가공 판매효과는 하급품을 잼으로 가공 판매시 생과 출하보다 kg당 3,703원, 4.4배의 소득제고의 효과가 있었고, 웨이크용 무농약 냉동딸기는 냉동 처리하여 7~8월 웨이크용으로 판매시 생과출하보다 kg당 3,142원, 2배의 소득제고 효과 있었다.

아. 우수 경영체의 경영성과는 지역에 따라 차이는 있으나 대개 일반재배에 비해 판매 단가는 92.5%~165.0%, 소득은 46.3%~57.0% 정도 높았다. 핵심 우수 요인으로서는 오전 중에 수확하여 신선도를 높여 공동선별 출하로 판매가격을 높일 수 있었다.

## 2. 무농약 딸기 재배 주요 병해충 제어 기술개발

### 가. 친환경 자재와 시설 환경조절을 통한 주요 병해 경감 기술개발

딸기 흰가루병 방제용 친환경자재로는 중탄산칼륨(0.5~1%)과 중탄산나트륨(0.5~1%)이 효과적이었다. 고설식 수경재배 시설 내 하루 중의 상대습도는 35~91%로 주야간 격차가 심하며, 야간에는 80% 이상의 다습한 조건을 나타내었다. 시설 내 상대습도가 90% 이상을 초과할 때 제습을 실시하였으나 상대습도가 90% 이상 지속되는 시간이 적어 제습에 따른 상대습도 차이는 1~2% 정도로 낮았고, 이로 인해 병 발생이 적어 처리 간 차이를 볼 수 없었다.

### 나. 딸기 무농약재배 농가 환경 및 병 발생 조사

함평지역에서는 흰가루병 발생이 2월 상순부터 증가하여 4월 상순까지 피해를 주고 있으며, 잿빛곰팡이병도 비슷한 경향이였다. 특히, 잿빛곰팡이병의 경우, 관행 화학적 방제 농가에 비해 방제가 어려운 것으로 나타났다. 담양지역에서는 유황훈증 등 친환경 자재의 적극적인 사용으로 흰가루병 발생은 적으나 잿빛곰팡이병은 상대적으로 방제하기가



어려 우며 2월 상순부터 4월 상순까지 피해를 주는 것으로 나타났다. 또한 시설 내 온습도 관리에 따라 병 발생이 다르며, 상대습도의 편차가 심할 경우 흰가루병 발생이 많은 것으로 나타나 친환경 재배시 환기관리가 중요한 요인임을 알 수 있었다. 토양화학성에 있어서는 토양 EC가 높았으며 보다 철저한 토양관리가 필요할 것으로 생각한다.

#### 다. 토양전염성 시들음병 경감 기술개발

토양전염성 시들음병을 방제하기 위해 쌀겨와 밀기울을 토양에 각각 1~2톤(10a) 혼합하여 토양소독을 실시한 결과, 토양 내 시들음병균 밀도가 낮아졌으며, 딸기를 정식한 후 시들음병 피해도 감소하였다. 또한 토양 내 뿌리혹선충과 뿌리썩이선충 밀도도 낮아져 토양전염성 병해를 효과적으로 방제하였다. 쌀겨나 밀기울을 토양에 처리한 시험구에서는 토양 내 산화환원 전위값이 무처리에 비해 크게 낮아져 혐기화가 일어났으며, 이산화탄소 농도가 높아졌다. 유기물을 처리한 토양소독구에서 총세균 밀도가 증가하였고, 곰팡이 밀도는 낮아져 B/F율이 높아졌다. 효모 밀도는 무처리구에 비해 토양소독구에서 높았다. 병원성 *Fusarium* sp. 밀도는 토양소독구에서 검출되지 않았으나, 무처리구에서는 일정 수준을 유지하였다. 딸기 수량은 토양소독 처리구에서 증가하였으며, 유기물 처리에 의한 염류집적은 일어나지 않았다.

#### 라. 유황 훈증처리에 의한 흰가루병 경감 기술개발

유황훈증 단독처리에 의한 흰가루병 방제효과는 처리 7일과 14일 후 각각 53%와 55%로 나타났다. 유황훈증처리와 탐시드 복합처리는 처리 7일과 14일 후 각각 58%와 61%의 방제가를 기록하였으며, 유황훈증처리와 마이코사이드 복합처리는 각각 67%와 63%의 방제가를 나타내었다.

#### 마. 천적과 기피식물을 이용한 해충밀도 경감

첼레이리응애 1회 방사시 방사 4주째부터 밀도가 올라가기 시작하였으며, 2회 방사시에 7주 이후 8주째부터 밀도 증가하였으나 3회 방사는 조사기간 동안 10마리 내외로 점박이응애 밀도를 일정수준으로 유지시킬 수 있었다. 또한 방사량도 1,000마리인 경우에는 후기에 밀도가 증가하여 밀도를 억제하지 못하였으며 3,000마리 방사하는 경우 2,000마리 방사하는 경우와 비슷한 밀도를 유지하는 것으로 보아 2,000마리 방사하는 것으로도 충분한 밀도 억제가 가능하였고 메리골드와 마늘을 간작하여도 점박이응애의 초기밀도를 억제할 수 있었다.

#### 바. 딸기 주요 병해충 경감을 위한 기술 현장실증

토양소독 처리 후 딸기 생육에 미치는 영향은 적은 것으로 나타났다. 시들음병 발생은 싹겨나 밀기울 처리구에서 감소하였다. 토양소독 후 상품수량을 조사한 결과, 싹겨소독구에서 가장 높았으며, 밀기울 처리구는 무처리구와 비슷한 결과를 나타내었다. 수확과별 과중 분포를 보면, 싹겨 처리구에서 특품과가 많이 생산된 반면, 무처리에서는 중품과 생산이 많았다. 점박이응애의 밀도는 관행의 경우 엽당 최고 11마리 정도였다. 실증 농가포장에는 2마리 수준에서 밀도가 억제되었다. 진딧물의 경우 2월 이후부터 밀도가 증가하기 시작하여 관행의 경우 엽당 3.5마리까지 증가하였다. 농가 실증포장에서는 관행포장과 마찬가지로 밀도 증가가 이루어 졌으나 발생량은 훨씬 적어 천적과 함께 식물추출물에 의해서도 밀도가 억제 된 것으로 판단되었다.

### 3. 식물 생장촉진 근권 미생물에 의한 딸기 왜화 방지 기술개발

#### 가. 식물체 왜화방지를 위한 유용 미생물 분리 동정

딸기 재배시 저온기에 식물체 왜화 방지를 위한 유용 미생물균인 위조 병원균의 길항 작용을 갖는 균주를 분리 동정하여 *Bacillus* sp.와 92.4% 정도 유사한 균주로 동정되어 *Bacillus* sp. ND197로 명명하였다.

#### 나. 토양 유용 미생물 이용효과

- 토양 중 유용미생물을 처리한 미생물상 변화에서 세균 밀도는 딸기 생육중기에 약간 증가하다가 후기에는 초기 밀도와 비슷한 수준을 보였다.
- 사상균 밀도는 지속적으로 증가하는 경향이었고, 형광성 *Pseudomonas* 밀도는 생육 후기로 갈수록 모든 처리에서 감소하는 경향을 보였다.
- 병원성 *Fusarium* 밀도는 모든 처리에서 생육 후기에 약간 증가하는 경향이었으나, 처리간 시들음병 발생의 차이는 없었다.
- 현재 시중에서 유통되고 있는 유용미생물을 이용하여 저온기 동안 토양재배, 수경재배, 용기재배를 병행하여 실시한 결과 유용미생물 관주효과는 어느 정도 있으나 수량의 차이는 없었다.

## 제 2 절 활용에 대한 건의

국내 소비자들의 안정성과 기능성에 대한 건강식품에 대한 요구도가 높아지면서 농업 생산 현장에서는 소비자의 요구에 의해 농업 생산 환경에도 많은 변화의 바람을 타고 있는 가운데 이제는 우리 농업도 ‘소비자 맞춤형 생산시대’ 라고 생각된다. 따라서 이러한 안전한 농산물을 생산하기 위해서 생산자는 물론 소비자들의 의식과 신뢰가 무엇보다도 중요하다. 딸기 친환경 재배는 2000년 초부터 매년 증가되고 있는데 저농약 재배형태가 대부분으로 현재도 저농약 재배가 전체 친환경 재배의 75.2%를 차지하고 있는 실정이다. 그래서 본 기술원에서는 저농약재배를 무농약재배로 전환하기 위해 친환경 재배 생산 현장에서 나타난 문제점들을 해결하고자 노력한 결과 친환경 재배시 알맞은 ‘설향’ 품종 선발과 적정재식 밀도, 병해충 경감 기술, 딸기 부가가치를 증대 시킬 수 있는 방법 등을 무농약재배를 포함한 친환경 재배 진입농가의 컨설팅 자료로 활용하고자 하며 아울러 본 연구 결과를 집대성하여 무농약 딸기재배를 위한 생산 관리 매뉴얼과 책자를 유인하여 생산자들에게 배부하고 생산 현장에서 그 재배기술을 적극 활용하여 애로기술을 해결하고자 다음과 같이 건의한다.

1. 연구결과 보고서를 관련기관 및 재배 생산 기술 책자를 농업인 개인 수요자에게 배부함과 동시에 현실성이 확보된 생산기술 체계를 알린다.
2. 무농약 딸기 생산과 품질향상 연구결과를 친환경 재배 관련 생산단체, 기관 등에 재배 기술 정보를 공유하고 활용한다.
3. 무농약 딸기의 부가가치 증대를 위한 경영성과 분석을 토대로 지역 이미지에 맞는 브랜드화 사업을 위해 관련 생산단체, 농협, 행정기관 등에 알려 시책사업으로 추진 활용하고자 한다.
4. 국내에서 육성한 신품종 중 ‘설향’은 흰가루병에 강해 친환경 재배에 알맞은 품종으로 생산단체에 적극 홍보하고 활용하고자 한다.

5. 무농약 생산을 위한 병해충 관리요령 등은 생산 매뉴얼과 책자를 유인하여 생산단체에게 배부하여 현장에서 적극 활용하도록 한다.
6. 연구결과를 농업인, 생산단체, 연구기관, TV, 신문 등 언론 매체를 통해 홍보하고 활용할 수 있도록 한다.
7. 한국유기농업학회 등의 관련학회에 연구결과를 발표하여 많은 연구자들에게 알린다.

### 제 3 절 현재까지 본 과제와 관련된 연구실적

#### 1. 국내외 전문 학술지

개재 연도	논 문 명	저자			학술지명	Vol. (No.)	국내외 구분	SCI 구분
		주저자	교신저자	공동저자				
2005	· 길항성 근권세균이 딸기 시설재배에서 발생하는 잿빛 곰팡이병의 생물학적제어에 미치는 영향	조정일	조자용	양승렬	한국유기농업학회지	13(2)	국내	
2005	· 딸기 시설재배에서 Arbuscular 균근균의 분포	조자용	허복구	양승렬	한국유기농업학회지	13(2)	국내	
2006	· 친환경 딸기재배 농가에서 칠레이리움애를 이용한 점박이용애 생물적 방제	김도익	신길호	서종분	한국유기농업학회지	14(3)	국내	
2006	· 유기물 첨가 토양소독이 친환경 딸기 시들음병 발생 및 토양미생물에 미치는 영향	신길호	서종분	김도익	한국생물환경조절학회	심사중	국내	
2007	· 식물생장촉진 미생물이 딸기의 생육 및 과실품질에 미치는 영향	조경철	양원모	서종분	한국생물환경조절학회지	심사중	국내	

#### 2. 학술회의

일시	장소	소속	발표자	내용
2007. 03. 5	전라남도농업기술원	독일연방농업연구센터	마틴 큐케 박사	독일 유기농업 현황과 유기농업을 위한 최적시비 전략
2007. 03. 5	전라남도농업기술원	단국대학교	손상목 교수	유기농업과 윤작
계			2	

### 3. 컨설팅자료 책자 유인 및 영농활용 건의(농촌진흥청)

년도	활용구분	제 목 명
2007	매뉴얼유인	· ‘딸기 무농약재배를 위한 생산관리 기술 매뉴얼’ 유인
2007	책자발간	· ‘딸기 무농약재배’ 책자 유인
2006	영농활용	· 딸기 친환경농가 토양병해충 경감을 위한 쌀겨 처리효과
2006	영농활용	· 딸기 무농약재배시 품종별 흰가루병 발생과 수량
2005	영농활용	· 딸기 유기, 무농약재배의 생산성과 수익성
2005	영농활용	· 무농약 딸기 하급품 이용 껌가공 판매효과
2005	영농활용	· 셰이크용 무농약 냉동딸기 가공 판매효과
	계	7 건

### 4. TV · 라디오 · 신문 등 기타 홍보

구분	년 월 일	내 용	홍 보 매 체
TV	2007. 04. 16	· 딸기밭 친환경 소독법 개발	목포MBC(07:30)
	2007. 03. 06	· 추위 속 무공해 딸기 수확	광주방송(KBC 8시뉴스)
라디오	2007. 02. 14	· 무농약 딸기 인기	CBS뉴스
신문	2007. 04. 16	· ‘무농약 딸기’ 매뉴얼 발간	광남일보
	2007. 04. 16	· 딸기 무농약 생산기술 관리 매뉴얼 발간	농민신문
	2007. 04. 14	· ‘무농약 딸기’ 매뉴얼 발간	광주매일신문
	2007. 03. 28	· 쌀겨로 토양소독 후 딸기재배	원예산업신문
	2007. 02. 22	· 딸기 국산 신품종 재배 확산	광주일보
	2007. 02. 21	· 무농약 딸기 ‘아침마루’ 인기	광남일보
	2007. 02. 21	· ‘아침마루’ 유기농 인증	원예산업신문
	2007. 02. 20	· 무농약 딸기 ‘아침마루’ 큰 인기	전남매일
	2007. 01. 17	· 전남 농기원, 제충국 제제 개발	농민신문
기타	2007. 04. 13	· FTA대응 ‘딸기 무농약 생산관리 매뉴얼 발간’	전라남도농업기술원 진흥일보
	2007. 03. 05	· 친환경 무농약 딸기 생산 박차	전라남도농업기술원 진흥일보
	2007. 02. 13	· 무농약 딸기 ‘아침마루’ 인기 폭발	농촌진흥일보 농업기술정보
	2006. 12. 08	· 친환경 딸기 수경재배 기술개발	전라남도청인터넷방송
계		16	

## 5. 인력활용/양성 성과

### 가. 인력지원 성과

지 원 총인원	지원 대상 (학위별, 취득자)				성별		지역별		
	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	대전	기타지역
3	1	-	2	-	2	1	-	-	3

### 나. 장·단기 연수지원 성과

장기 (2월 이상)		단기 (2월 미만)	
국내	국외	국내	국외
-	1	-	2

### 다. 산업기술인력 양성 성과

프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교 육 개최회수	총 교육시간	총 교육인원
딸기 친환경	딸기무농약재배교육	광주지산농협	1	3	80
딸기 무농약	딸기고설수경재배교육	전남농업기술원	2	4	30

# SUMMARY

This study was aimed to improve the quality and yield of strawberry by the biological control of pests and to prevent stunts of strawberries during micro thermal growth stages. The followings are major results from study.

## **I. Development of technique to improve the quality of non-pesticide strawberry as well as its added value**

Among environment-friendly materials, chitosan resulted in better strawberry quality on foliar application (11.8% Brix) or soil drench (11.3% Brix), than that of control (10.4% Brix). Strawberry growth and its coloration were good with green film and aluminum film, respectively. Especially, the aluminum film gave an excellent condition with sunscald (light-damaged on the surface of furrow covering materials) on the coloration by diffuse light on the fruit surface. However, the black film made a increase the temperature up to above 35°C at daytime and scorching symptom on the surface of strawberry fruit.

Planting density with 8,000 plants was higher fruit yield per 10a than that with 12,000 plants, suggesting that higher planting density was better to increase the fruit yield in forcing culture.

With respect to production of high quality seedling on non-pesticide strawberry, horticultural media and expended rice hull plus decomposed granite (30 : 70, v/v) showed the best fruit quality and growth condition among various media. However, no difference of fruit quality and growth condition after the planting.

As packaging materials for freezing storage of strawberry, PET and MPT package showed no content differences of fructose, glucose, or sucrose in strawberry fruits before and after storage.

Cropping patterns for organic and non-pesticide cultures were differing among the cultivation areas. However, forcing culture was frequently used and shorter



harvesting periods (with less than 55 days) than conventional culture. The yield of strawberry with forcing culture was 73.4% with organic culture (2,255kg/10a) or 86% with non-pesticide culture (2,641kg/10a), compared to that of conventional culture.

When non-pesticide strawberries in low quality were used for food application, the profit with strawberry application was increased 4.4 times (3,703won/kg) for a jam and increased 2 times (3,142won/kg) for frozen strawberries for a fruit shake, compared to fresh strawberry fruit. Although management performance was not same from place to place, non-pesticide strawberry resulted in 92.5%~165.0% higher sale price, 46.3%~57.0% higher income in comparison to that from conventional culture. Such a high sale price was reasoned from freshness by morning harvesting and cooperative grading for sale.

## **II. Development of methods to control of major pests on non-pesticide strawberry culture**

Potassium bicarbonate (0.5~1%) and sodium bicarbonate (0.5~1%) were efficient as environment-friendly materials for controlling of strawberry powdery mildew.

Daily relative humidity showed a big difference in day and night time with 35~91% and increased humidity with above 80% at night time in elevated hydroponics. Dehumidification on above 90% humidity was not efficient with no difference on disease outbreak between treatments. Strawberry powdery mildew and gray mold were outbreak from mid February to early April at Hampyung area. Gray mold was more difficult to control by environment-friendly materials than conventional chemicals. At Damyang area strawberry powdery mildew was controlled by sulfur fumigation but gray mold was also difficult to control by environment-friendly materials.

Because soil EC value among soil chemical property was high, absolute soil management was required. As a result of soil amendment with 1 or 2 tons per 10a of rice bran and wheat bran (1 : 1, v/v), density of fusarium wilt and soil-borne

pathogen were decreased before and after planting. In addition to, soil-borne pathogens such as *Meloidogyne* spp. and *Pratylenchus* spp. were effectively controlled. Single treatment with sulfur fumigation showed the control effects on strawberry powdery mildew with 53% for 7days or with 55% for 14 days, respectively. For the control efficiency of strawberry powdery mildew, mixed treatment of sulfur fumigation and biopesticide, Topcide<sup>®</sup> showed 58% for 7days or 61% for 14 days. Mixed treatment of sulfur fumigation and pesticide, Micocide showed 67% for 7days or 63% for 14 days. Density of predatory mite *Phytoseiulus persimilis* was increased at 4th week at one time release and at from 7th to 8th week at two times releases but was less than 10 mites at three times releases. Also density of two spotted spider mite *Tetranychus urticae* was controlled by similar ways. The released number of mites was important to control its density. The release of 1000 mites was not capable of controlling at later but that of 2000-3000 mites showed similar density.

Domestic strawberry cultivars were tested on their resistance on powdery mildew. Seolhyang cultivar showed strong resistance to powdery mildew, increasing in fruit yield. The density of *Tetranychus urticae* was maximum 11 mites per leaf at conventional treatment. The number of *Tetranychus urticae* was only two mites per leaf at environment friendly controlled field. Aphid density was increased to be 3.5 per leaf from February on conventional treatment but significantly due to natural enemy and plant extract.

### **III. Development of technique to prevent the stunt of strawberry by plant growth promoting rhizosphere microorganism**

New strain was showed antagonism on pathogen of fusarium wilt to prevent the stunt of strawberry during micro thermal growth stages. It was identified as 92.4% homology with *Bacillus* sp. and named for *Bacillus* sp. ND197.

After treating beneficial microorganism in soil, bacterial density was slightly increased but kept same as initial density on microflora condition. The density of

fungi was continuously increased and that of *Pseudomonas* spp. fluorescence bacteria was decreased at late growth stage on every treatment but no occurrence of fusarium wilt. Current beneficial microorganisms were used in soil culture, hydroponic culture, box culture and beneficial microorganisms drenching was a little effective but no increase of yield.

# CONTENTS

<b>SUMMARY</b> .....	15
<b>Chapter I . Introduction</b> .....	25
Section 1. Necessity of the study .....	25
Section 2. Objectives and scope of the study .....	27
<b>Chapter II . Present state of the technology development                     at home and abroad</b> .....	28
<b>Chapter III. Major researches and results obtained</b> .....	29
Section 1. Development of technique to improve the quality of non-pesticide strawberry as well as its added value .....	29
Summary .....	62
Section 2. Development of technique to control of major pests on non-pesticide strawberry culture .....	64
Summary .....	96
Section 3. Development of technique to prevent the stunt of strawberry by plant growth promoting rhizosphere microorganism .....	98
Summary .....	127
<b>Chapter IV. Achievement degree of objective and contribution                     degree to related field</b> .....	128

**Chapter V. Application plan of the results ..... 138**

**Chapter VI. Collected scientific and technical informations  
from overseas ..... 139**

**Chapter VII. Reference ..... 170**

# 목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요 .....	25
제 1 절	연구개발의 목적 및 필요성 .....	25
제 2 절	연구개발의 내용 및 범위 .....	27
제 2 장	국내외 기술개발 현황 .....	28
제 3 장	연구개발 수행 내용 및 결과 .....	29
제 1 절	무농약 딸기 품질향상 기술개발 및 부가가치 향상 연구 .....	29
1.	친환경 자재를 이용한 딸기 품질향상 효과 .....	29
가.	재료 및 방법 .....	29
나.	결과 및 고찰 .....	30
2.	멀칭 피복 필름자재에 따른 딸기 품질향상 효과 구명 .....	35
가.	재료 및 방법 .....	35
나.	결과 및 고찰 .....	36
3.	딸기 품질향상을 위한 적정 재식밀도 구명 .....	40
가.	재료 및 방법 .....	40
나.	결과 및 고찰 .....	41
4.	딸기 활성수 관수 효과 구명 .....	43
가.	재료 및 방법 .....	43
나.	결과 및 고찰 .....	44
5.	무농약 딸기 생산을 위한 우량묘 생산 .....	48
가.	재료 및 방법 .....	48
나.	결과 및 고찰 .....	48

6. 딸기 냉동 저장을 위한 소포장재 선발 .....	51
가. 재료 및 방법 .....	51
나. 결과 및 고찰 .....	51
7. 딸기 유기농재배 유형별 생산성 및 수익성 분석 .....	53
가. 재료 및 방법 .....	53
나. 결과 및 고찰 .....	53
8. 무농약 딸기의 부가가치 향상을 위한 껌, 웨이크용 판매실태와 경영개선 방안 .....	57
가. 재료 및 방법 .....	57
나. 결과 및 고찰 .....	57
9. 우수 산지 조직체 및 농가의 수확 후 관리실태와 경영 효과 분석 .....	59
가. 재료 및 방법 .....	59
나. 결과 및 고찰 .....	59
10. 적요 .....	62
<b>제 2 절 무농약 딸기 재배 주요 병해충 제어 기술개발 .....</b>	<b>64</b>
1. 친환경 자재와 시설 환경조절을 통한 주요 병해 경감 기술개발 .....	64
가. 재료 및 방법 .....	64
나. 결과 및 고찰 .....	64
2. 딸기 무농약재배 농가 환경 및 병 발생 조사 .....	68
가. 재료 및 방법 .....	68
나. 결과 및 고찰 .....	68
3. 토양 전염성 시들음병 경감 기술개발 .....	70
가. 재료 및 방법 .....	70
나. 결과 및 고찰 .....	72
4. 유황 훈증처리에 의한 흰가루병 경감 기술개발 .....	77
가. 재료 및 방법 .....	77
나. 결과 및 고찰 .....	77
5. 천적과 기피식물에 이용한 해충밀도 경감 .....	79
가. 재료 및 방법 .....	79
나. 결과 및 고찰 .....	79

6. 딸기 주요 병해충 경감 기술 현장실증 .....	90
가. 재료 및 방법 .....	90
나. 결과 및 고찰 .....	91
7. 적요 .....	96
<b>제 3 절 식물 생장촉진 근권 미생물에 의한 딸기 왜화 방지 기술개발 .....</b>	<b>98</b>
1. 식물 생장촉진 근권 미생물의 분리 및 동정 .....	98
가. 재료 및 방법 .....	98
나. 결과 및 고찰 .....	102
2. 토양 유용 미생물에 의한 딸기 생육촉진 효과 구명 .....	112
가. 재료 및 방법 .....	112
나. 결과 및 고찰 .....	113
3. 토양 유용 미생물 이용과 농가실증 .....	123
가. 재료 및 방법 .....	123
나. 결과 및 고찰 .....	124
4. 적요 .....	127
<b>제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....</b>	<b>128</b>
<b>제 5 장 연구개발 결과의 활용계획 .....</b>	<b>138</b>
<b>제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....</b>	<b>139</b>
<b>제 7 장 참고문헌 .....</b>	<b>170</b>



여 백

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성

### 1. 기술적 측면

국내 시설딸기는 최근 우리나라의 생산량 급증으로 세계 3위로 2005년 생산량 198,263톤, 생산액은 6,426억원(농업 총생산액의 1.8%)으로 풋고추, 오이 등 타 작목에 비해 시장가격이 안정되어 있는 가운데 재배 농가수는 16,000호 정도이다. 아울러 딸기는 소비자들의 수요가 꾸준하게 유지되고 있는 과채류로서 매우 중요한 작물의 하나이다.

우리나라의 딸기 수출은 2001년 이후 신선딸기와 냉동딸기 모두 감소 추세로 신선딸기 수출은 2001년 6,678톤(금액 1,456천불), 2003년 1,542톤(금액 261천불), 2005년 1,371톤(금액 179천불)으로 매년 감소하고 있는 추세이다. 이는 주 수출 품목(오이, 토마토 등)의 국내가격의 고가형성과 주요시장인 일본의 작황호조 등의 영향으로 실적이 저조 되어 앞으로 꾸준한 수출을 촉진하기 위해 고품질의 딸기 생산이 필수적이다.

최근 딸기 친환경 재배 인증 농가가 점차 늘어나고 있는 추세로 2006년 기준으로 재배 면적은 1,092.8ha로 재배 농가수는 2,426호이다. 재배 농가수는 2003년 199호에 비하면 219%로 대폭 증가하였다. 환경친화형 농업에 대한 관심이 고조되면서 기능성과 건강 식품에 대한 요구도가 높아지고 있고, 안전한 농산물 생산 및 대외 경쟁력 강화를 위한 무농약재배 기술의 확립이 필요하며, 농가에 적용할 시점에 있다. 특히 딸기는 다른 과채류에 비해 씻거나 닦기가 어려워 농약이나 토양의 오염물질로부터 식품의 안전성이 중요한 채소류로서 아직 재배기술 체계가 미흡하여 표준화된 재배 기술개발이 필요하다. 아울러 생식용으로 소비되고 남는 하급품 딸기에 대한 부가가치를 높일 수 있는 방안을 강구하여 농가소득을 향상시킬 수 있는 연구가 필요하며, 가공실태, 우수농가 사례 발굴 등을 통한 경영개선이 필요하다.

유기합성 농약의 연용 및 남용으로 인한 병해충방제의 문제점들이 대두되면서 생물적 방제 등 환경친화적인 병해충방제 방법들이 개발되고 있는 추세로 현재 개발되고 있는 환경친화적인 방제법들은 종합적으로 병해충을 방제하기 보다는 단편적인 경우가 많아 농가에서 직접 적용하기에는 한계가 있는 실정이다. 또한 동절기 원예작물을 재배하는 농가의 경우, 환기 등 재배환경이 매우 열악하여 병해충 발생이 많아, 농약살포가 증가하고

있으며 농약잔류 등 문제가 많고 무가온으로 시설딸기를 재배하는 농가 대부분이 시설 내 저온 및 다습조건으로 잣빛곰팡이병 등 병 발생이 심하여 병해충 방제에 어려움이 많다.

딸기는 저온성 작물로 계절적 특성에 따른 저온과 약한 광조건 하에서 재배하기 때문에 딸기의 정상 생육을 유지하면서 고품질의 딸기를 다수확 하는데 어려움이 많다. 따라서 딸기의 식물학적 특성상 불량한 지상부 및 지하부를 조절할 수 있는 토양 근권 유용미생물을 이용하여 왜화 방지에 대한 충분한 이해와 대응기술이 필요하다.

## 2. 경제·산업적 측면

딸기는 국제경쟁력이 높은 수출 농산물로 매년 수출량이 조금씩 증가하고 있고 최근 한·미 FTA 등 농업환경의 변화에 대응하기 위해서는 고품질 친환경 생산기술개발이 절실하며, 본 연구를 수행함으로써 국제경쟁력을 갖추는데 기여할 것으로 생각된다.

유기화학 농약, 화학비료의 과다 사용에 따른 경제적 피해를 직접 산출할 수는 없지만, 오염된 농작물을 섭취함으로써 야기되는 국민건강 문제 및 토양 오염, 자연생태계 파괴, 상수원 오염 등 간접적인 피해까지 감안한다면 관행농법으로 인한 부작용은 이루 말할 수 없다. 또한 소득수준 향상으로 친환경 재배 딸기 농산물에 대한 수요 증가에 대비하여 안정적인 생산 기술개발이 필요할 뿐만 아니라 하급품 딸기의 가공판매에 의한 부가가치 제고 및 소득증대 방안 정립이 필요하다.

## 3. 사회·문화적 측면

WTO 및 FTA 체결에 따른 친환경농산물에 대한 관심이 고조됨에 따라 안전농산물에 대한 수요가 늘면서 유기 자연농업 농가를 중심으로 친환경 소재를 이용한 고품질 안전 농산물을 생산하려는 농가들이 늘어나고 있다. 관행농법의 경우 유기농약, 화학비료 등의 사용으로 농업생산성을 획기적으로 향상시켰지만 이로 인한 자연생태계 파괴, 농작물 오염, 토양 황폐화 등 부작용이 심각한 상태이다.

농업환경보전 기능을 강화하기 위해 미국, EU, 일본 등 세계 주요 나라에서는 친환경 농업에 대한 투자 및 기술개발이 오래 전부터 추진되어 일정수준에 이르러 있고, 우리나라에서도 이러한 세계적 흐름에 따라 친환경 농업 육성 및 추진전략을 수립하여 농업인과 소비자가 함께하는 친환경 농업 구현을 목표로 하고 있다. 따라서 지속적이고 안전한 농산물 생산을 위한 고품질 연구와 환경 보전형 병해충 방제법 개발 지원이 시급하다고 생각된다.

## 제 2 절 연구개발 내용 및 범위

본 연구개발의 최종목표는 무농약 딸기 재배기술로 품질향상과 브랜드화 및 부가가치를 증대시키고 아울러 저온기에 딸기 왜화를 방지하는데 있으며 이에 대한 세부목표는 다음과 같다.

### 1. 무농약 딸기 품질향상 기술개발 및 부가가치 향상 연구

- 가. 친환경자재와 멀칭피복 자재를 이용한 품질향상
- 나. 딸기 품질향상을 위한 적정 재식밀도와 생육촉진을 위한 활성수 관수효과 구명
- 다. 무농약 딸기 생산을 위한 우량묘 생산과 딸기 품질향상 기술현장 실증
- 라. 딸기 냉동 저장을 위한 소포장재 선발
- 마. 유기농재배 유형별 생산성 및 수익성 분석
- 바. 딸기 부가가치 향상을 위한 잼, 웨이크용 판매실태와 경영 개선 방안
- 사. 우수산지 조직체 및 농가의 수확 후 관리 실태와 경영 효과 분석

### 2. 무농약 딸기 재배 주요 병해충 제어 기술개발

- 가. 토양전염성 시들음병 경감 기술개발
- 나. 유황 훈증처리에 의한 흰가루병 경감 기술개발
- 다. 시설환경조절 자재에 의한 주요 병해 경감 효과 구명
- 라. 딸기 무농약재배농가 환경 및 병 발생 조사
- 마. 친환경자재를 이용한 주요 병해 방제 기술개발
- 바. 딸기 문제 해충 밀도 경감 기술개발
  - 1) 식물 추출물, 경종적(간작) 방법
  - 2) 천적 방사량, 방사시기 결정 등
- 사. 딸기 주요 병충해 경감을 위한 기술 현장실증

### 3. 식물 생장촉진 근권 미생물에 의한 딸기 왜화 방지 기술개발

- 가. 식물생장촉진 근권 미생물의 분리 및 동정
- 나. 균근균의 분리 및 동정
- 다. 토양 유용 미생물에 의한 딸기 생육촉진 효과 구명
- 라. 토양 유용 미생물의 활용 농가 실증

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

우리나라 딸기 친환경 농산물 생산인증 현황('06년 12월)은 1,092.8ha에 참여 농가가 2,426호로 매년 증가 추세에 있다. 또한 친환경 농산물의 종류를 2004년 개정된 '친환경 농업육성법개정안' 심의내용에 따라 유기농산물, 무농약 농산물(무항생제 축산물), 저농약 농산물 3종류로 친환경 농산물 인증을 받을 수 있는 대상이 생산자와 수입자뿐이지만 여기에 유통업자도 추가되어 사실상 친환경 농산물의 판매시장은 앞으로 더 많이 확대 될 것으로 전망된다. 이처럼 친환경 농산물이 매년 증가추세에 있는 것은 소비자들이 안전 농산물 섭취와 건강에 대한 의식이 높아진 결과라고 생각된다. 아울러 정부에서도 친환경 농업 육성을 위하여 3단계로 나눠 친환경 농업 기초 확립단계(1996년~2000년), 친환경 농업 보급단계(2001년~2005년), 친환경 농업 정착단계(2006년~2010년)를 설정하여 농업의 환경보전 기능, 농업 부산물 등 부존자원 활용, 안전한 농산물의 공급체제 확립 등을 적극 추진하고 있다. 이러한 친환경 농업을 하기 위해서는 농약의 안전사용 기준준수, 작물별 시비 기준량 준수, 적절한 가축사료 첨가제 사용 등 화학자재 사용을 적정 수준으로 유지하여야 한다. 최근 우리 농업의 여건은 국제적으로 기후변화 협약, 생물다양성 협약 등 국제환경 협약이 체결되고 농업·환경·무역의 연계 논의가 강화됨으로써 국내 농업에 미치는 영향이 점차 커지고 있을 뿐만 아니라 한·미 FTA 협상타결에 의한 농산물 시장 개방과 세계화의 가속화에 따른 농산물 시장의 경쟁은 격화될 것이고, 중국산 등 저가의 농산물 수입이 급증할 것이다. 따라서 이에 대한 국내 시장의 보호와 일본, 미국 등 수출 시장에 대한 고품질 틈새시장 개척이 필요하다. 한편 농업 토양 환경오염은 생산성 저하로 지속적인 농업실현을 어렵게 하고, 소비자는 안전식품에 대한 인식제고로 고품질·안전 농산물 생산을 요구하고 있는 실정이다. 유럽과 일본에서도 환경보전형 농업으로 지력 향상으로 작물의 건전한 육성이 농약사용을 감소시킨다는 관점에서 출발하여 화학비료, 농약 등의 사용량을 감소시키고 있고 농자재 사용을 줄여서 건강한 흙을 만들고 합리적 작부체계를 기초로 새로운 기술을 받아들여 최적의 농업을 개발·보급하고 이러한 노력을 계속함으로써 새로운 경영방식을 확립해 나가고 있는 실정이다. 따라서 본 연구 과제 수행으로 국내외 환경변화에 대처하면서 친환경 딸기 무농약재배 실현과 다른 작목에 접목 시키면서 농가소득 증대에 크게 기여할 수 있을 것으로 전망된다.

## 제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

### 제 1 절 무농약 딸기 품질향상 기술개발 및 부가가치 향상 연구

#### 1. 친환경 자재를 이용한 딸기 품질향상 효과

##### 가. 재료 및 방법

친환경 자재(생물활성제)를 이용한 무농약 딸기 품질향상 효과 구명을 위해 장희(아끼히메)품종을 이용하여 토양재배로 표 1-1, 표 1-2와 같이 재배하여 수행하였으며, 엽장, 엽폭 등의 생육은 친환경 자재 처리 후 30일 후에 조사하였다. 또한 친환경 자재에 따라 수확 후 저장성 관계와 당도 변화에 대한 기초 자료를 조사하기 위해 겨울철 상온 온도인 5°C의 저온 저장고에 보관하면서 5일 동안 매일 조사하였다. 아울러 친환경 자재에 따른 딸기 과실 내 그 성분함량이 얼마나 흡수 되었는가를 알아보기 위해 식품의약품안전청 식품위생검사기관인 전문 분석기관(랩프런티어, 수원시 소재)에 2005년 2월 2일과 3월 7일에 수확한 딸기 과실을 2회에 걸쳐 분석의뢰 하였다.

표 1-1. 친환경 자재를 이용한 딸기 품질향상 효과 재배방법

품종	정식기	수확기	재식거리	친환경 자재	처리내용
장희	'04. 9. 3	'04. 11. 11	100×15cm (2열, 10,000주/10a)	· Ge(액상 Germanium)	· 엽면살포
		~		· Se(액상유기 Selenium)	· 토양관주+엽면살포
		'05. 2. 28		· Ch(Chitosan 올리고당 5.5%)	· 토양관주

표 1-2. 친환경 자재 사용방법

친환경 자재	사용농도	사용방법
유기셀레늄(Se)	3ppm	· 엽면살포(수확 15일전까지 20일 간격) · 관주(착과기부터 20일 간격)
게르마늄(Ge)	4ppm	· 엽면살포(착과기 이후 15일 간격) · 관주(착과기부터 15일 간격)
키토산(Ch)	1,000배	· 엽면살포(착과기 이후 15일 간격) · 관주(착과기부터 20일 간격)

## 나. 결과 및 고찰

게르마늄, 셀레늄, 키토산의 친환경 자재에 따른 딸기 생육특성은 표 1-3과 같다. 엽수는 친환경 자재에 따른 주당 평균 엽수는 평균 5.5~5.6매로 무처리 관행(5.1매)에 비해 큰 차이는 없었으며, 엽면적(cm<sup>2</sup>/주)은 셀레늄 처리구인 엽면살포와 토양관주를 병행한 것이 1,800으로 무처리 1,307에 비해 컸다. 한편 게르마늄은 토양관주, 키토산은 엽면살포가 대체로 무처리에 비해 엽 생육이 좋았다. 그리고 엽록소 함량인 엽색도, 관부크기는 친환경 자재에 따른 생육의 큰 차이는 없었다.

표 1-3. 친환경 자재 처리에 따른 딸기 생육 특성

친환경 자재	엽수 (매/주)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽면적 (cm <sup>2</sup> /주)	엽병장 (cm)	엽색도 <sup>y</sup>	관부 직경 (mm)	제 1화방		
								출뢰기 (월,일)	개화기 (월,일)	
게르마늄	엽면살포	4.9	10.3	8.1	1,204 b <sup>z</sup>	20.6	48.6 ab	13.9	10.6	10.13
	엽면살포+토양관주	5.9	10.0	7.7	1,395 ab	20.3	47.7 ab	13.8	10.6	10.13
	토양관주	5.7	10.1	8.1	1,487 ab	19.4	49.6 a	13.8	10.6	10.13
	<b>평균</b>	<b>5.5</b>	<b>10.1</b>	<b>8.0</b>	<b>1,362</b>	<b>20.1</b>	<b>48.6</b>	<b>13.8</b>		
셀레늄	엽면살포	4.9	10.5	8.3	1,379 ab	22.2	49.0 ab	13.4	10.6	10.13
	엽면살포+토양관주	5.9	11.1	8.5	1,800 a	21.5	45.5 b	13.8	10.6	10.13
	토양관주	5.6	10.5	8.5	1,469 ab	18.7	48.7 ab	13.8	10.6	10.13
	<b>평균</b>	<b>5.5</b>	<b>10.7</b>	<b>8.4</b>	<b>1,549</b>	<b>20.8</b>	<b>47.7</b>	<b>13.7</b>		
키토산	엽면살포	5.4	10.7	8.6	1,552 ab	22.0	47.7 ab	14.8	10.6	10.13
	엽면살포+토양관주	5.5	10.0	7.8	1,369 ab	21.0	48.3 ab	13.9	10.6	10.13
	토양관주	5.9	9.1	7.6	1,324 ab	18.1	49.9 a	15.0	10.6	10.13
	<b>평균</b>	<b>5.6</b>	<b>9.9</b>	<b>8.0</b>	<b>1,415</b>	<b>20.4</b>	<b>48.6</b>	<b>14.6</b>		
무처리(관행)	5.1	10.2	7.8	1,307 ab	20.0	49.9 a	14.0	10.6	10.13	

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

<sup>y</sup>SCDSV means specific color difference sensor value(SPAD 502, Minolta, Japan).

친환경 자재 처리와 관행간의 딸기 과실 특성의 차이는 없었다(표 1-4). 주당 수확과 수는 10.0~12.0개로 처리간에 차이는 없었다. 1과중의 무게는 친환경 자재인 게르마늄 엽면살포와 토양관주를 병행한 것은 13.5~13.6g, 키토산 엽면살포 13.6g과 토양관주 13.9g으로 다른 처리에 비해 무거웠다. 10a당 수량은 평균 1,344~1,367kg으로 관행 1,344kg과 비슷하여 친환경자재 처리가 수량에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

표 1-4. 친환경자재 처리에 따른 과실 및 수량 특성

친환경 자재	화경장 (cm)	수확과수 (개/주)	과중 (g/주)	상품율 (%)	상품 수량 (kg/10a)	상품 지수	
게르마늄	엽면살포	37.8	10.1	13.5	99	1,366	101
	엽면살포+토양관주	37.3	10.1	13.6	98	1,373	102
	토양관주	36.7	12.5	10.9	99	1,362	101
	<b>평균</b>	<b>37.7</b>	<b>10.0</b>	<b>12.6</b>	<b>99</b>	<b>1,367</b>	<b>101</b>
셀레늄	엽면살포	36.1	11.0	12.3	99	1,359	101
	엽면살포+토양관주	37.2	11.7	11.5	99	1,346	100
	토양관주	37.7	13.5	9.9	99	1,349	100
	<b>평균</b>	<b>37.0</b>	<b>12.0</b>	<b>11.2</b>	<b>99</b>	<b>1,351</b>	<b>100</b>
키토산	엽면살포	35.4	9.7	13.6	98	1,327	99
	엽면살포+토양관주	34.9	12.5	11.0	99	1,374	102
	토양관주	35.3	9.8	13.9	98	1,332	99
	<b>평균</b>	<b>35.2</b>	<b>10.6</b>	<b>12.8</b>	<b>98</b>	<b>1,344</b>	<b>100</b>
무처리(관행)	38.0	10.3	13.0	98	1,344	100	

※ 수확기간 : 2004. 11. 11~2005. 2. 28

친환경 자재처리에 따른 딸기의 과실 저장성을 보기 위해 겨울철 상온 온도인 5℃ 기준에 맞춰 저온 냉장고에 보관하면서 실시한 결과, 딸기 과실 표면의 물러짐 정도인 경도는 관행과 비교해 친환경 자재 처리간의 통계적 유의성은 없었으나 자재간에는 키토산과 게르마늄이 관행보다는 좋았다. 친환경 자재 처리 중 물러짐성이 강한 게르마늄의 경우 경도( $g \cdot cm^{-2}$ ,  $\varnothing 5mm$ )는 수확 당일 262.7인 것이 수확 후 1일에는 247.1로 증가하고 수확 후 2일에는 252.3으로 감소하는 경향이였다(표 1-5, 그림 1-1). 이러한 경향은 다른 친환경 자재와 무처리도 비슷한 경향으로 수확 당일보다 수확 후 1일을 경과한 것이 높은 경향을 나타냈으며, 수확 후 2일 이후부터는 감소되는 경향이였다. 이것은 딸기 과실 내 수분이 빠져나가면서 일시적으로 표피조직이 형성되어 수확 당일보다 오히려 물러짐성이 강한 것으로 판단되였다. 따라서 본 연구를 수행하면서 딸기 수확시기별로 저장기간에 따라 딸기의 과실 품질에 영향을 미친 것으로 판단되였다.

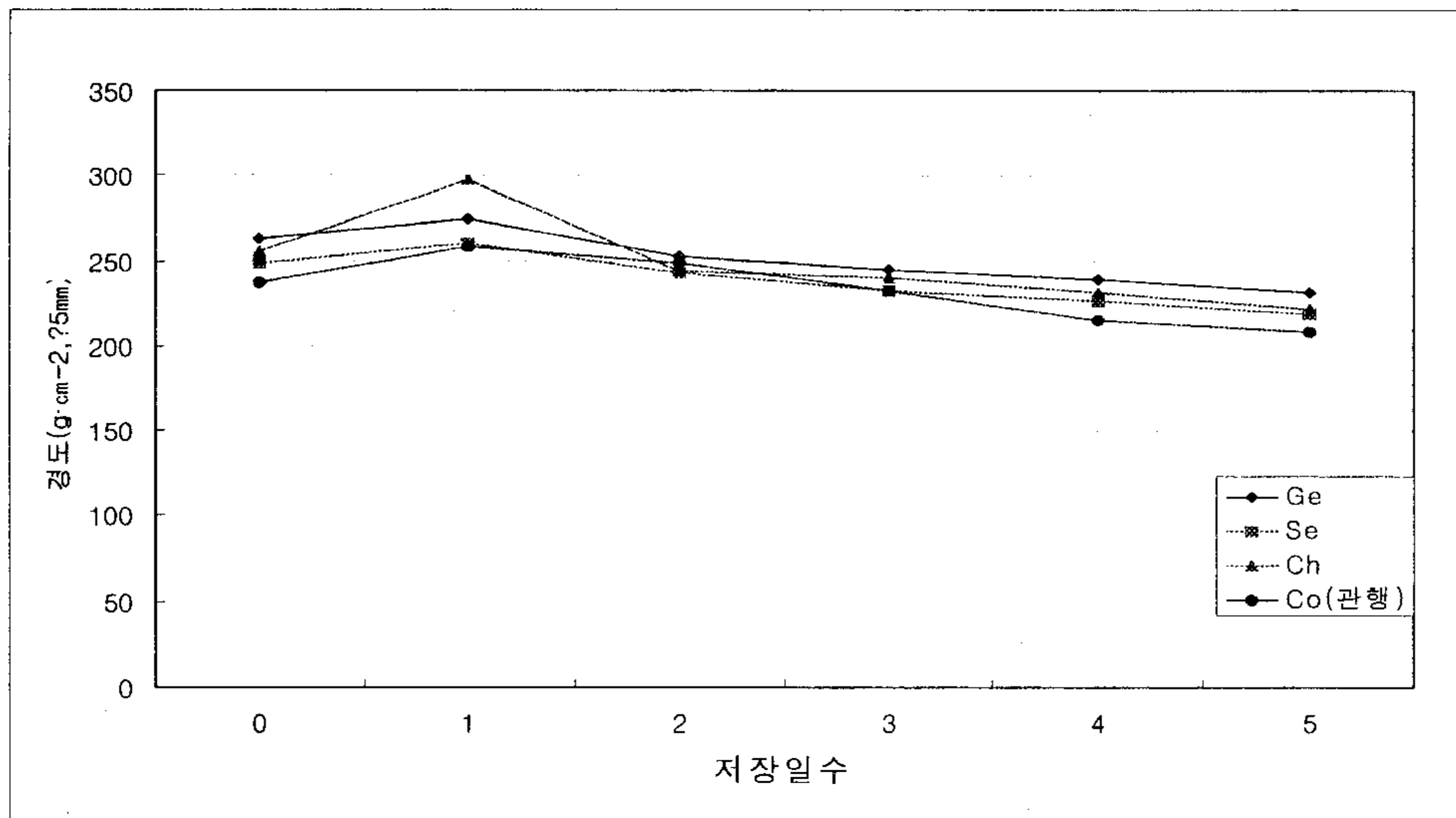


표 1-5. 친환경 자재 처리에 따른 딸기 과실의 경도 변화

(단위 :  $g \cdot cm^{-2}, \phi 5mm$ )

친환경 자재	저장일수		0(수확일)	1일	2일	3일	4일	5일
게르마늄	엽면살포		247.6	255.9	229.9	221.3	219.8	215.6
	엽면살포+토양관주		256.2	269.1	233.2	230.4	228.8	224.4
	토양관주		284.2	297.2	293.7	282.9	267.4	253.3
	<b>평균</b>		<b>262.7</b>	<b>274.1</b>	<b>252.3</b>	<b>244.9</b>	<b>238.7</b>	<b>231.1</b>
셀레늄	엽면살포		246.7	248.9	239.0	229.2	219.9	210.0
	엽면살포+토양관주		243.2	257.6	239.6	226.2	223.4	221.4
	토양관주		256.8	274.3	249.7	240.5	236.5	224.8
	<b>평균</b>		<b>248.9</b>	<b>260.3</b>	<b>242.8</b>	<b>231.9</b>	<b>226.6</b>	<b>218.8</b>
키토산	엽면살포		237.8	243.4	232.7	230.0	226.8	216.9
	엽면살포+토양관주		262.9	323.0	258.6	250.3	239.7	229.2
	토양관주		266.4	326.7	240.9	238.7	228.5	218.2
	<b>평균</b>		<b>255.7</b>	<b>297.7</b>	<b>244.1</b>	<b>239.7</b>	<b>231.7</b>	<b>221.4</b>
무처리(관행)			237.1	258.0	248.3	232.2	215.2	208.3

※ 저장기간 : 2005. 1. 24~1. 29



※ Ge(게르마늄), Se(셀레늄), Ch(키토산), Co(무처리, 관행)

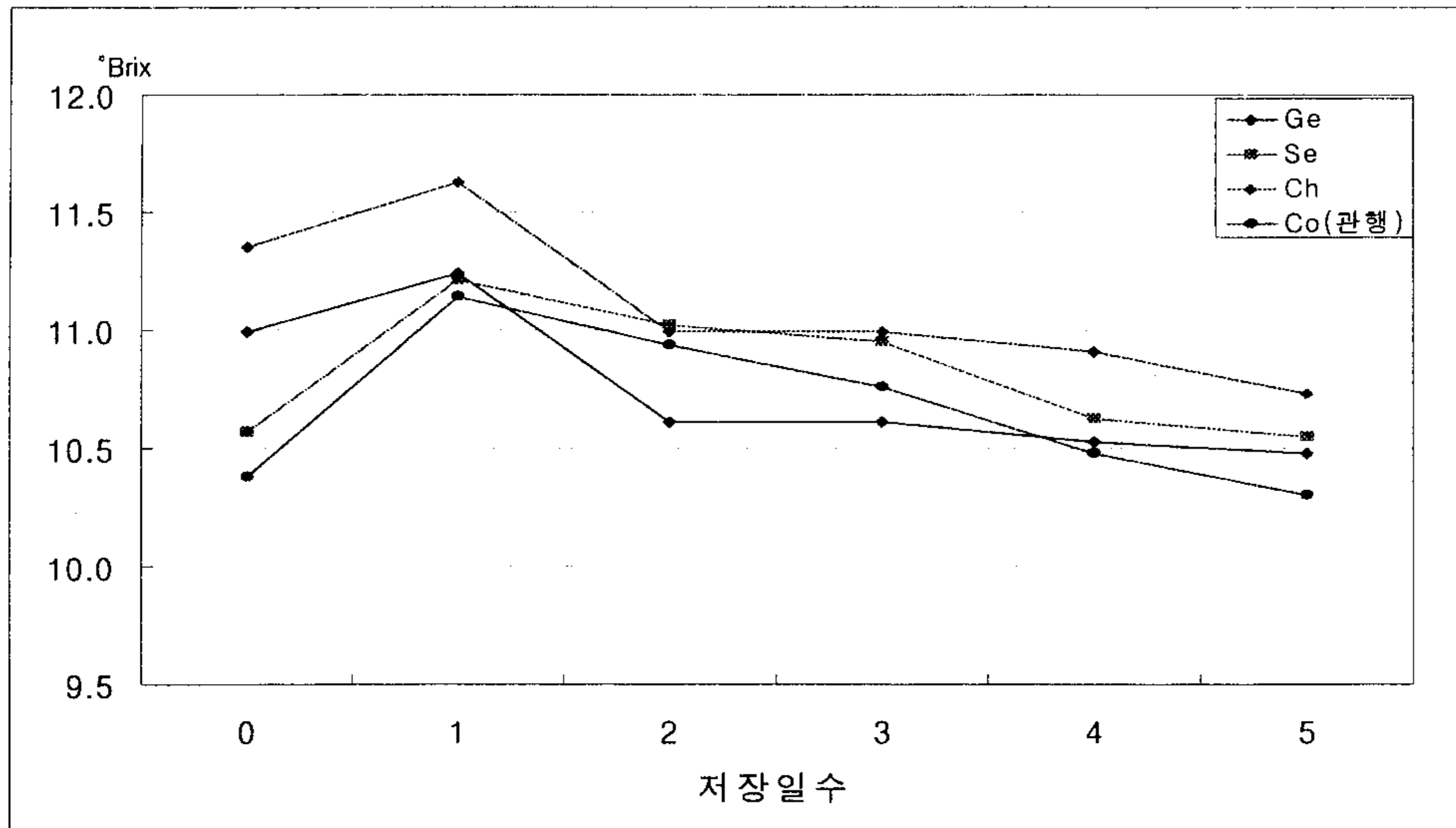
품종 : 장희, 조사기간 : '05. 1. 24~1. 29

그림 1-1. 친환경 자재 처리에 따른 딸기 과실 경도의 경시적 변화

또한 친환경 자재 처리와 저장 경과 일수에 따른 딸기 과실의 당도(가용성고형물) 변화를 보기 위해 경도 조사와 같은 조건에서 조사한 결과 친환경 자재 처리와 관행 간에 통계적 유의성은 없으나, 키토산과 셀레늄에서 관행에 비해 당도가 약간 높게 나타났다. 처리 방법에 있어서는 셀레늄의 경우는 엽면살포와 토양관주(11.4~10.3 %Brix)를 병행, 키토산의 경우 엽면살포(11.8~10.8 %Brix)와 토양관주(11.5~11.1 %Brix)를 단용으로 사용하는 것이 당도가 높았다(표 1-6). 그리고 수확 당일보다는 수확 1일후에 당도가 증가되는 경향이였다. 이것은 딸기 과실 내 수분이 빠져 나와 일시적으로 당이 축적된 것으로 판단되며 수확 후 1일을 정점으로 2일부터는 점차 감소되는 경향이였다(그림 1-2).

표 1-6. 친환경자재 처리에 따른 딸기 과실의 당도 변화

친환경 자재		저장일수					
		0	1	2	3	4	5
게르마늄	엽면살포	10.8	11.6	10.8	10.5	10.5	10.5
	엽면살포+토양관주	11.3	11.4	11.0	10.8	10.8	10.6
	토양관주	10.9	10.8	10.1	10.5	10.3	10.3
	<b>평균</b>	<b>11.0</b>	<b>11.2</b>	<b>10.6</b>	<b>10.6</b>	<b>10.5</b>	<b>10.5</b>
셀레늄	엽면살포	10.8	11.3	11.1	11.0	10.6	10.7
	엽면살포+토양관주	10.9	11.4	11.2	11.1	10.6	10.3
	토양관주	10.0	10.9	10.8	10.8	10.7	10.6
	<b>평균</b>	<b>10.6</b>	<b>11.2</b>	<b>11.0</b>	<b>11.0</b>	<b>10.6</b>	<b>10.6</b>
키토산	엽면살포	11.8	11.8	11.2	11.1	11.1	10.8
	엽면살포+토양관주	10.9	11.6	10.6	10.7	10.4	10.2
	토양관주	11.3	11.5	11.2	11.1	11.2	11.2
	<b>평균</b>	<b>11.4</b>	<b>11.6</b>	<b>11.0</b>	<b>11.0</b>	<b>10.9</b>	<b>10.7</b>
무처리(관행)		10.4	11.1	10.9	10.8	10.5	10.3



※ Ge(게르마늄), Se(셀레늄), Ch(키토산), Co(무처리, 관행)

품종 : 장희, 조사기간 : '05. 1. 24~1. 29

그림 1-2. 친환경 자재 처리에 따른 딸기 과실 당도의 경시적 변화

딸기 친환경 자재 처리별 과실 내 함유 성분량을 분석하기 위해 2회(2005년 2월 2일과 3월 7일)에 수확한 딸기를 분석한 결과, 게르마늄은 1차 분석시 엽면살포(0.038mg/kg) 보다는 엽면살포와 토양관주를 병행(0.201mg/kg)하는 것이 과실 내 성분량이 많았다(표 1-7). 또한 토양관주 단용만으로도 성분량이 많았으며 3월보다는 2월에 그 성분량이 많이 검출되어 처리하는 시기에 따라 딸기 과실 내에 흡수하는 성분량이 다르다고 생각된다. 셀레늄의 경우도 게르마늄의 분석 결과와 비슷한 양상을 보여 1차 분석시 엽면살포(0.050mg/kg)보다는 엽면살포와 토양관주를 병행(0.332mg/kg)하여 사용하는 것이 과실 내 성분량이 더 많이 함유되는 경향이었다(표 1-8). 반면에 키토산의 경우는 처리 방법간에는 큰 차이는 없었으며, 1차 분석(2월 2일)의 경우 엽면살포가 0.26%로 토양관주나 엽면살포와 토양관주를 병행한 것이 0.23%로 별 차이가 없어 키토산은 단용으로 사용 것이 경제적이라 판단된다(표 1-9).

표 1-7. 게르마늄 처리에 따른 딸기 과실 내 함유 성분량

구 분	1차 분석(2월 2일)	2차 분석(3월 7일)
엽면살포	0.038mg/kg	0.031mg/kg
게르마늄 엽면살포+토양관주	0.201mg/kg	0.071mg/kg
토양관주	0.105mg/kg	0.065mg/kg
무처리(관행)	-	-

표 1-8. 셀레늄 처리에 따른 딸기 과실 내 함유 성분량

구 분	1차 분석(2월 2일)	2차 분석(3월 7일)
엽면살포	0.050mg/kg	0.007mg/kg
셀레늄 엽면살포+토양관주	0.332mg/kg	0.175mg/kg
토양관주	0.244mg/kg	0.075mg/kg
무처리(관행)	-	-

표 1-9. 키토산 처리에 따른 딸기 과실 내 함유 성분량

구 분	1차 분석(2월 2일)	2차 분석(3월 7일)
엽면살포	0.26%	0.06%
키토산 엽면살포+토양관주	0.23%	0.05%
토양관주	0.23%	0.06%
무처리(관행)	-	-

## 2. 멀칭 피복 필름자재에 따른 딸기 품질향상 효과 구명

### 가. 재료 및 방법

비닐멀칭 피복 필름자재에 따른 딸기 품질 효과 구명을 위해 장희(아끼히메)품종을 이용하여 토양재배로 표 1-10과 같이 수행하였다. 수확시의 딸기 과실 표면 온도를 조사하여

저장성과 관계를 알아보고자 수확 초기(11월 중순)에 멀칭 피복 필름자재별로 두둑 표면 온도와 과실 표면온도를 적외선 방사온도계(Testo 925, GmbH & Co)로 측정하였다. 또한 멀칭 피복 필름자재별로 지온의 변화를 알아보기 위해 수확기인 '04. 11월 16일부터 '05. 3월 7일까지 두둑의 지중 15cm 부위에서 매일 측정하였다.

표 1-10. 비닐멀칭 피복 필름자재에 따른 딸기 품질 효과 재배방법

품종명	정식기	피복기	수확기	재식거리	피복 필름자재	재 배 요 령
장희	'04. 9. 3	'04. 10. 8	'04. 11. 11 ~ '05. 2. 28	110×15cm (2열, 10,000주/10a)	· 흑색필름 · 녹색필름 · 알루미늄필름 (반사필름)	· 재배요령은 일반재배와 같음

#### 나. 결과 및 고찰

딸기 정식 두둑 멀칭 피복 필름자재에 따른 딸기 생육 특성 결과는 표 1-11과 같다. 피복필름 자재 간 생육특성은 비슷하였는데 녹색필름이 그 중에서도 엽장(10.4cm), 엽폭(8.0cm), 엽면적(1,330cm<sup>2</sup>/주) 등의 엽 생육이 다른 피복필름에 비해 좋았다.

표 1-11. 비닐멀칭 피복 필름자재에 따른 딸기 생육특성

피복필름	엽수 (매/주)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽면적 (cm <sup>2</sup> /주)	엽병장 (cm)	엽색도 <sup>z</sup>	관부 직경 (mm)	제1화방	
								출퇴기 (월,일)	개화기 (월,일)
흑색필름	5.1	10.2	7.8	1,307	20.0	49.9	14.0	10.6	10.13
녹색필름	5.0	10.4	8.0	1,330	22.6	49.5	13.8	10.6	10.13
알루미늄필름	4.9	10.2	8.0	1,279	20.8	51.5	15.7	10.6	10.13

<sup>z</sup>SCDSV means specific color difference sensor value(SPAD 502, Minolta, Japan).

딸기 화방 당 과실의 수확과수는 녹색필름(10.9개/주)이 다른 피복 필름(10.0~10.3개/주)에 비해 비교적 많았으며, 과실 표면의 착색도는 알루미늄필름이 다른 피복필름에 비해 좋았다(표 1-12). 10a당 수량은 통계적인 유의성은 인정되지 않았지만, 녹색필름(1,397kg/10a)이 다른 필름에 비해 높았다.

표 1-12. 비닐 멀칭 피복 필름자재에 따른 과실 및 수량 특성

피복필름	화경장 (cm)	수확과수 (개/주)	과중 (g/주)	가용성 고형물 (%Brix)	경도 (g · cm <sup>-2</sup> , Ø5mm)	색도			상품율 (%)	수량 10a (kg/10a)	상품 지수
						L	a	b			
흑색필름	37.8	10.3	13.0	12.4	220.0	35.5	33.6	30.9	98	1,344	100
녹색필름	37.3	10.9	12.8	12.7	193.8	36.0	38.7	28.2	98	1,397	104
알루미늄필름	36.7	10.0	13.8	11.2	211.4	37.9	38.9	30.6	98	1,381	102

※ 수확기간 : 2004. 11. 11~2005. 2. 28

딸기 두둑 멀칭 피복자재별 지온 변화를 조사한 결과는 표 1-13, 그림 1-3과 같다. 조사 기간 동안 알루미늄필름은 흑색과 녹색필름에 비해 평균 1~2℃ 정도 지온이 낮았다.

특히 녹색필름은 저온기인 1월부터 2월 중순까지 평균 지온이 13.3℃~13.9℃로 나타나 다른 피복필름 자재에 비해 평균 1.0℃~1.2℃ 높아 딸기 생육과 수량에 영향을 미친 것으로 판단되었다.

표 1-13. 피복 필름종류에 따른 지온 변화

(단위 : ℃)

피복필름	'04년						'05년								
	10월 중순	10월 하순	11월 상순	11월 중순	11월 하순	12월 상순	12월 중순	12월 하순	1월 상순	1월 중순	1월 하순	2월 상순	2월 중순	2월 하순	3월 상순
흑색필름	22.4	21.3	20.2	18.1	14.9	13.8	12.9	11.4	12.3	12.0	12.6	12.3	13.0	14.8	14.7
녹색필름	22.7	21.2	19.8	18.0	14.9	13.7	12.9	11.7	13.3	13.3	13.2	13.6	13.9	14.7	14.5
알루미늄필름	20.7	19.4	18.5	17.2	13.7	12.9	12.0	10.9	12.1	12.3	12.2	12.5	12.7	13.0	12.9

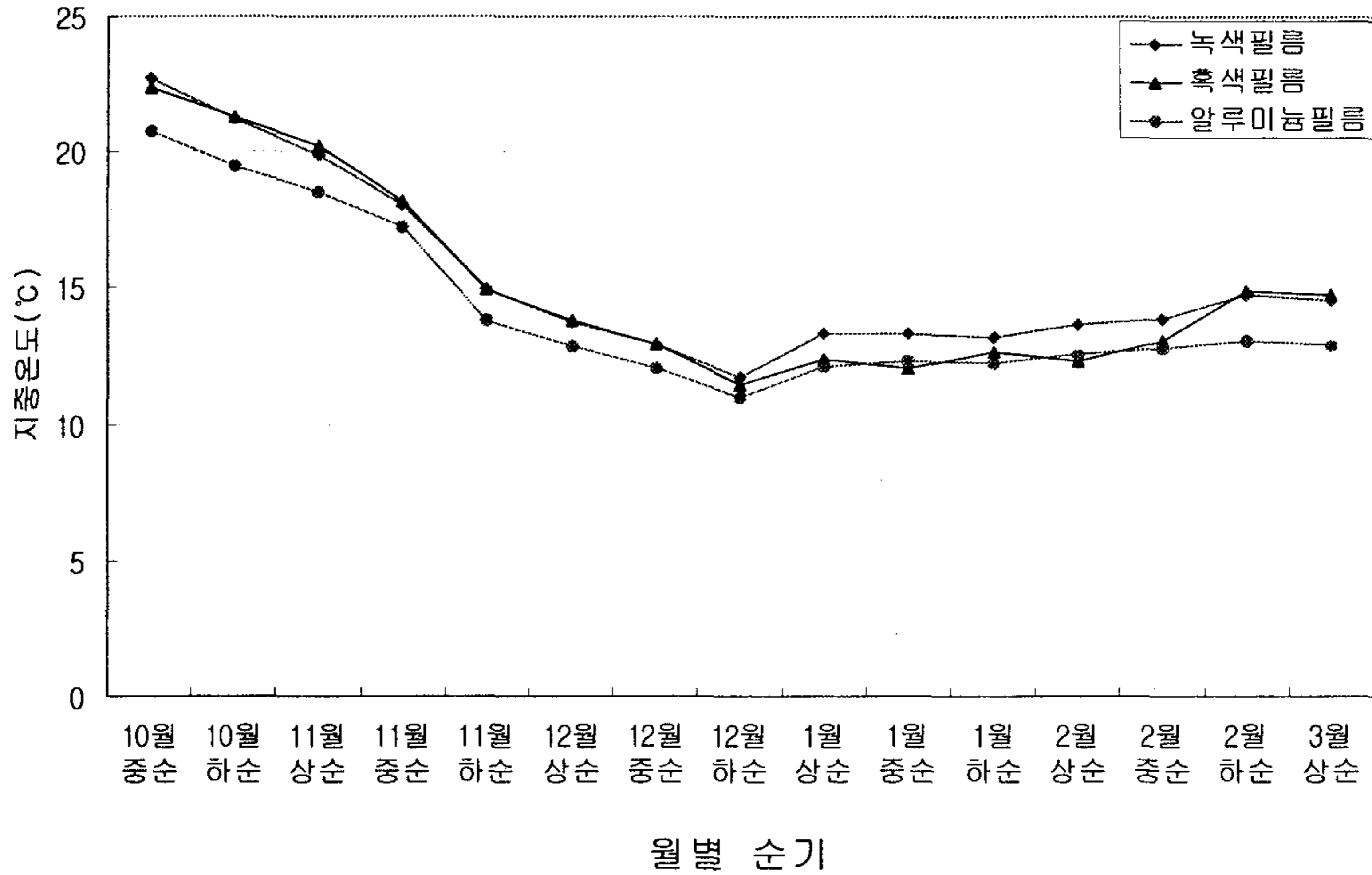
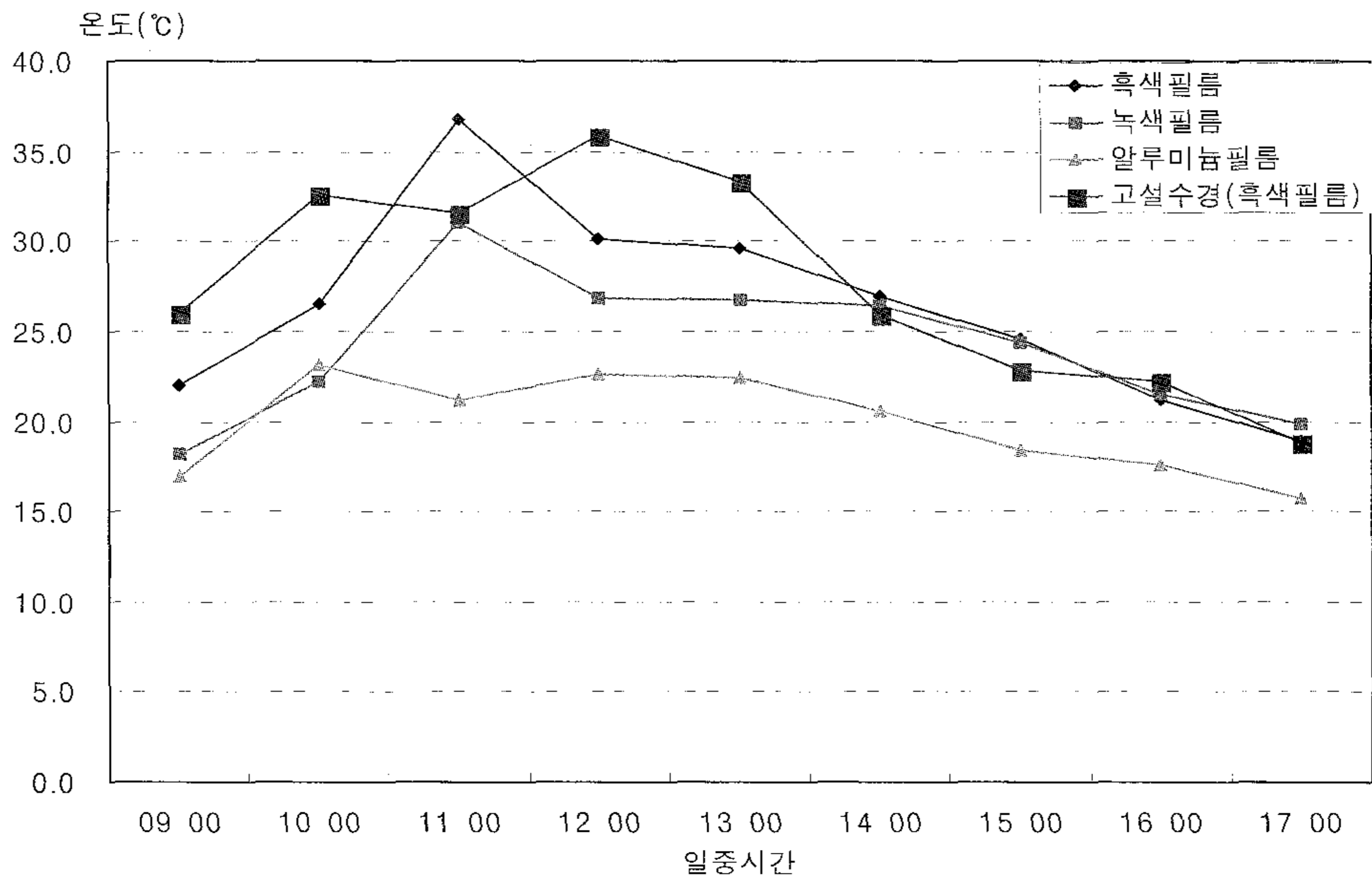


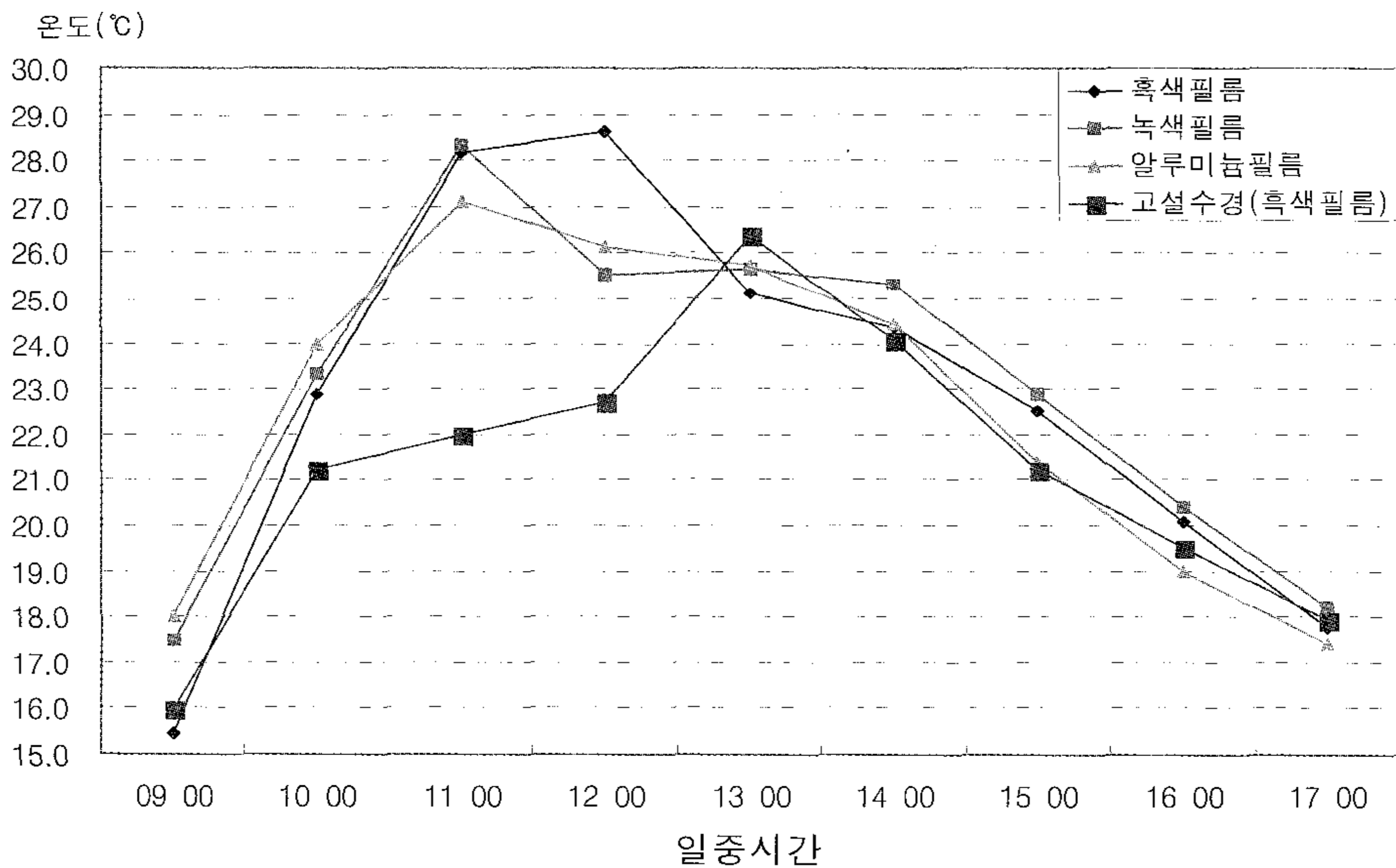
그림 1-3. 딸기 두둑 멀칭 피복필름 자재에 따른 지온의 경시적인 변화

두둑 멀칭 피복 필름자재에 따른 피복 표면온도와 딸기 과실 온도(품온)의 변화를 보기 위해 맑은 날(2005. 2. 23), 오전 09:00시부터 오후 17:00까지 1시간 간격으로 딸기 고설 수경재배의 딸기 과실 온도와 비교하면서 조사한 결과, 두둑 멀칭 표면 온도는 흑색필름이 한낮 동안 11:00시부터 14:00시까지 36.8°C ~ 26.9°C의 온도분포를 나타냈고, 알루미늄 필름은 평균 23.2°C의 온도분포를 보여 평균 3°C ~ 13°C의 온도 차이를 보였다. 고설 수경 재배에서는 하우스 내 온도가 상승하는 오전중의 온도분포와 비슷한 경향으로 31.6°C ~ 35.9°C를 나타내었다(그림 1-4). 한낮 동안(11:00부터 13:00시까지)의 딸기 성숙 과실의 과면온도는 알루미늄필름이 27.1°C ~ 25.7°C로 흑색필름 두둑에 비해 1.1°C ~ 0.6°C 낮았다(그림 1-5). 따라서 두둑 멀칭 피복 필름자재가 상대적으로 온도가 높은 흑색필름에서 딸기 과실 성숙 표면 온도까지 영향을 미치는 것으로 판단되었으며, 한낮의 일시적인 고온(35°C 이상)으로 과실 표면에 일소현상(두둑멀칭 표면에 접하는 부분이 데침 현상)이 나타났다(그림 1-6, 그림 1-7). 한편, 고설 수경재배에서는 하우스 내에서 멀칭 피복필름의 온도가 고온에 접하더라도 딸기 과실은 필름자재와 떨어져 공중에 매달려 있으므로 일소 현상은 없었다.



(조사 : 2005년 2월 23일, 맑은 날)

그림 1-4. 두둑멀칭 피복필름 자재표면 온도



(조사 : 2005년 2월 23일, 맑은 날)

그림 1-5. 두둑멀칭 피복필름 자재위의 딸기 성숙 과실 표면온도





그림 1-6. 피복필름 자재에 따른 딸기 성숙 과실 비교(수확당일)



그림 1-7. 딸기 일소과 증상

### 3. 딸기 품질향상을 위한 적정 재식밀도 구명

#### 가. 재료 및 방법

딸기 무농약재배를 위한 적정 재식밀도를 알아보기 위해 국내 육성된 신품종 ‘설향’을 이용하여 토양재배는 농가 생산포장(담양군 고서면 동운리), 고설식 수경재배(비순환식)는 농업기술원(나주시 산포면 산제리)에서 수행하였다(표 1-14).

9월 13일(축성재배) 재식밀도를 10a 당 12,000주(주간거리 12cm), 10,000주(주간거리 15cm), 8,000주(주간거리 18cm)로 각각 처리하여 정식하고 생육과 수량을 비교 조사하였다.

수경재배에서 배양액은 야마자키 딸기 전용양액(N-P-K-Ca-Mg=5.5-1.5-3.0-2.0-1.0 me/L)을 사용하였으며, 배지는 입상암면(서울암면)과 펄라이트(3호)를 혼합(v/v 8 : 2)한 것을 사용하여 재배하였다. 재배기간 동안의 배양액 관리는 전용 양액자동기기를 이용하여 양액농도(EC, dS/m)를 정식 초기부터 활착기까지는 0.6, 활착기부터 착과기까지는 0.8~1.0, 착과기와 수확시부터는 1.2로 공급하고, 생육에 따라서는 당도 향상을 위해 1.4까지도 배양액을 관리하였다. 1일 동안의 양액공급은 일일 기상환경에 따라 조절하였는데, 착과기인 11월부터 비교적 일조시간이 짧은 시기는 다음해 2월까지는 평균 1일 3~4회 정도, 3월 이후부터서는 5회 정도로 조절하여 공급하였다. 양액공급량은 착과기 이후부터는 주당 평균 80ml를 기준으로 하여 공급하였다. 그리고 양액공급 시간은 첫 공급시간은 아침 07 : 30, 최종 공급시간 15 : 00 로 1일 공급횟수에 따라 공급 시간과 간격을 달리하였다.

표 1-14. 딸기 정식시 재식밀도에 따른 재배방법

재배형태	품 종	정식기	피복기	수확기	재식밀도 (주/10a)	비 고
토양재배	설 향	'05. 9. 13	'05. 10. 18	'05. 12. 9 ~ '06. 3. 30	· 12,00 · 10,000 · 8,000	· 기타 재배관리는 친환경재배 관리에 기준
고설수경 재 배	설 향	'05. 9. 12	'05. 10. 20	'05. 12. 12 ~ '06. 3. 24	· 12,000 · 10,000 · 8,000	· 배양액 : 야마자키액 · 배지 : 입상암면 · 양액공급 : 3~5회/일 · 공급량 : 80ml/주/회

#### 나. 결과 및 고찰

딸기 친환경 재배는 주로 토양재배가 주 재배형태로 되어 있지만 딸기 수확 작업의 편리성과 약성노동 회피, 청정재배 등의 장점이 있는 수경재배 무농약재배방법 도입을 검토하고 적정 재식밀도를 구명 하고자 수행하였다. 재배방법과 재식밀도에 따른 생육 특성은 표 1-15와 같다. 딸기 재배방법에서 초기생육은 수경재배보다는 토양재배에서 생육이 좋았다. 토양재배에서 생육이 좋았던 것은 저온기 생육기 동안 지온의 영향으로 생각되어진다. 토양재배에서는 최저 지온이 12℃이하로 내려가지 않는 반면 수경재배

하우스 내의 온도를 최저 5℃(토양재배의 수막시 최저온도와 동일 조건 유지하고 베드 내 지온 확보를 위해 10℃로 지중가온)를 유지한 수경재배에서는 정식 베드가 고설형태로 되어 있어 하우스 내 온도의 영향을 받기 때문에 결국 수경재배에서는 토양재배의 근권부 온도보다 낮아 뿌리의 활력이 감소되어 생육이 떨어진 것으로 생각된다. 따라서 수경재배에서 저온기 동안 하우스 내 보온과 근권 온도(베드 내 온도)가 확보가 되지 않으면 엽 생육이 다소 감소되는 경향이였다. 한편 동일 재배방법에서 재식밀도간의 생육의 큰 차이는 없었으나, 재식밀도가 높은 12,000주/10a(주간거리 12cm)보다는 재식밀도가 낮을 수록 엽장, 엽폭, 엽면적 등의 엽 생육이 좋았다.

표 1-15. 재배방법과 재식밀도에 따른 딸기 생육 특성

재식밀도(주/10a)	엽수 (매/주)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽면적 (cm <sup>2</sup> /주)	엽병장 (cm)	엽색도 <sup>y</sup>	관부 직경 (mm)	화경장 (cm)	제 1화방		
									출퇴기 (월,일)	개화기 (월,일)	
12,000	8.2	10.9	8.5	1,046	18.3	48.1	14.3	33.4	10. 13	11. 2	
토양재배	10,000	8.3	10.9	8.6	1,106	48.3	14.4	32.9	10. 13	11. 2	
	8,000	8.3	11.0	9.0	1,182	48.0	13.3	33.1	10. 13	11. 2	
수경재배	12,000	6.4	8.8	7.8	706	12.5 b <sup>z</sup>	48.9	16.4	25.4	10. 14	11. 5
	10,000	6.6	10.2	8.1	731	14.5 a	49.3	17.2	25.3	10. 14	11. 5
	8,000	6.9	9.4	7.8	809	11.8 b	50.5	17.8	25.3	10. 14	11. 5

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

<sup>y</sup>SCDSV means specific color difference sensor value(SPAD 502, Minolta, Japan).

재배방법별 재식밀도에 따른 딸기 과실 특성은 표 1-16과 같다. 주당 수확과수는 토양재배(평균 11.0개)보다는 수경재배(평균 15.3개)에서 수량이 많았다. 수확 당일 딸기 과실 표면의 경도는 수확 시기에 따라 다소 정도의 차이는 있겠으나 수경재배보다는 토양재배에서 단단함을 나타내었다. 수량은 재식밀도가 10a 당 8,000주보다는 12,000주에서 증수되었다. 재식밀도가 높으면 상대적으로 수확과수는 적었는데 이는 재식밀도에 따른 수량 증가를 보였다. 따라서 딸기 축성재배에서 수량을 증대 시킬 수 있는 방안으로 재식밀도를 높이는 게 유리하다고 판단된다.

표 1-16. 재배방법과 재식밀도에 따른 딸기 과실 및 수량 특성

재식밀도(주/10a)	수확과수 (개/주)	과중 (g/개)	가용성고형물 (%Brix)	경도 (g·cm <sup>-2</sup> , 25mm)	상품율 (%)	상품수량 (kg/10a)	상품 지수	
	12,000	9.7	18.6	11.0	312.9	98	2,915 a <sup>z</sup>	108
토양재배	10,000	10.8	19.8	11.1	326.3	98	2,789 b	103
	8,000	12.5	20.1	11.2	320.2	99	2,694 b	100
수경재배	12,000	13.1	18.5	10.9	299.4	99	3,048 a	117
	10,000	15.4	18.9	11.0	298.2	99	2,903 a	112
	8,000	17.6	19.6	11.2	301.4	99	2,587 b	100

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

※ 수확기간 : 2005. 12. 4~2006. 3. 30

#### 4. 딸기 활성수 관수 효과 구명

##### 가. 재료 및 방법

국내에서 시판 중인 활성수기 제품(SUNPI, SY-1000)을 이용하여 딸기 생육과 과실 품질에 미치는 영향을 알아보기 위해 딸기 활착기부터 활성수기를 통해 관수하였다 (표 1-17, 그림 1-8). 시험장소는 농가포장(담양군 고서)에서 실시하였으며, 관수방법은 일반 관수방법과 동일하게 1주일에 1~2회 관수하였으며, 관수에 따른 수질분석을 하여 비교하였다.

표 1-17. 활성수를 이용한 재배방법

품 종	정식기	피복기	수확기	관수종류	비 고
설 향	'05. 9. 13	'05. 10. 18	'04. 11. 11 ~ '05. 2. 28	· 활성수(썬파이수) · 일반관수(지하수)	· 기타 재배관리는 친환경재배 관리에 기준

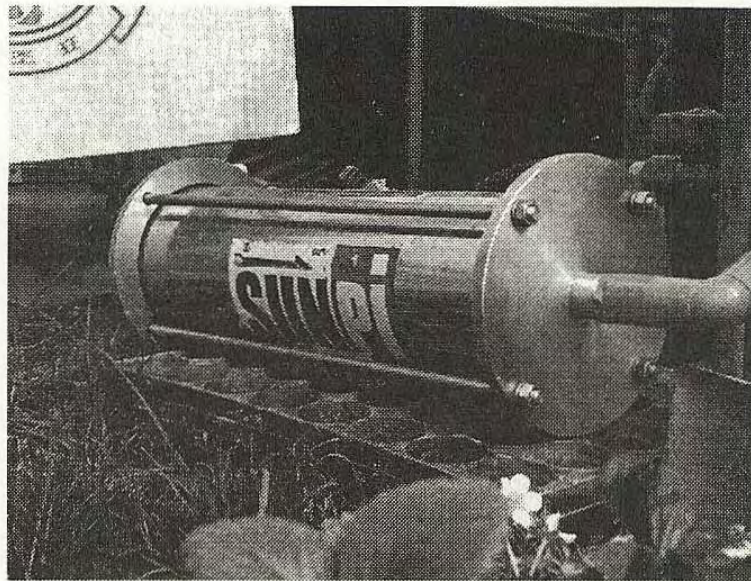


그림 1-8. 활성수기(썩파이수기)

#### 나. 결과 및 고찰

딸기재배 기간 중의 관수된 수질을 비교 분석한 결과는 표 1-18과 같다. 정식 후 30일경 부터 활성수기를 통과한 수질과 지하수의 수질을 분석한 결과, 활성수기를 통과한 물에서는 pH와 EC의 변화는 없었다. 활성수는 지하수에 비해 COD(Chemical Oxygen Demand)와 BOD(Biochemical Oxygen Demand)가 다소 높았는데 이는 활성수기를 통과 하면서 지하수에 녹아 있던 유기물이 미생물에 의하여 호기성 상태에서 분해되면서 물속에 있는 용존산소(Dissolved Oxygen)가 소모되기 때문으로 판단된다. 또한 Fe 성분도 낮았는데 활성수기를 통과하면서 철분을 여과시킨 것으로 판단되었으며, 그 외의 성분의 차이는 없었다.

표 1-18. 딸기 재배기간 중 수질분석

구 분	pH	EC (dS/m)	성분량(mg/L)											
			NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	COD	BOD	SO <sub>4</sub>	Cl	Mg	Na	Ca	Al	Fe	
'05. 12. 7	활성수	5.7	0.2	3.1	0.08	4.2	1.0	20.2	16.6	6.2	11.4	17.8	0.04	0.03
	지하수	5.8	0.2	3.2	0.04	3.1	0.8	21.4	15.6	6.2	10.6	18.0	0.08	0.05
'06. 2. 15	활성수	5.9	0.2	3.4	0.02	3.1	1.0	16.8	17.2	6.4	13.6	19.4	0.01	0.01
	지하수	5.9	0.2	3.8	0.03	0.9	0.6	20.6	18.2	6.4	13.8	18.1	0.02	0.01

생육 촉진을 위한 활성수 관수에 따른 딸기 생육 특성 결과는 표 1-19와 같다.

활성수가 지하수 관수에 비해 엽수, 엽장, 엽폭, 엽면적 등의 엽 생육과 지하부인 뿌리에서도 다소 생육이 좋았으나 유의성은 없었다.

표 1-19. 관수종류에 따른 딸기 생육 특성

구 분	엽수 (매/주)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽면적 (cm <sup>2</sup> /주)	엽병장 (cm)	엽색도 <sup>z</sup>	관부 직경 (mm)	화경장 (cm)	뿌 리		
									길이 (cm)	생체중 (g/주)	건물중 (g/주)
활성수	9.7	11.4	8.7	940	17.6	49.4	15.1	31.1	24.2	16.9	4.3
지하수	8.7	10.5	8.3	883	16.4	51.0	14.5	30.8	21.7	12.1	4.4

<sup>z</sup>SCDSV means specific color difference sensor value(SPAD 502, Minolta, Japan).

※제 1화방 출퇴기 : '05년 10월 13일, 개화기 : 11월 2일



그림 1-9. 활성수와 지하수의 딸기 생육비교

활성수와 지하수 관수의 처리에 따른 주당 평균 딸기 수확과수 5.7~5.8개, 1과중은 26.5~26.7g으로 처리간 차이가 없었고, 10a당 수량은 1,500kg내외로 처리간에 차이가 없었다(표 1-20). 과실 당도는 활성수와 지하수 관수의 차이는 없었으며 경도는 지하수에 비해 활성수에서 약간 높았으나 유의성은 없었는데 이는 수확시의 숙기 차이에 의한 것으로 판단된다. 과실의 착색을 나타내는 색도에 있어서도 지하수와 활성수 관수시 차이가 없었다. 따라서 이러한 결과 보아 저온기 생육기 동안의 생육 전반기에는 활성수가 일반 지하수와 구별성이 없었다.

표 1-20. 관수종류에 따른 과실 및 수량 특성

구 분	수확과수 (개/주)	과중 (g/개)	가용성 고형물 (%Brix)	총산 (%)	경도 ( $g \cdot cm^{-2}, \varnothing 5mm$ )	색 도			상품율 (%)	상품 수량 (kg/10a)	상품 지수
						L	a	b			
활성수	5.7	26.7	9.7	0.6	272.1	38.9	38.4	30.3	98	1,502	100
지하수	5.8	26.5	9.8	0.6	267.5	37.9	37.6	29.6	98	1,498	100

※ 수확기간 : 2005. 12. 4~2006. 2. 27

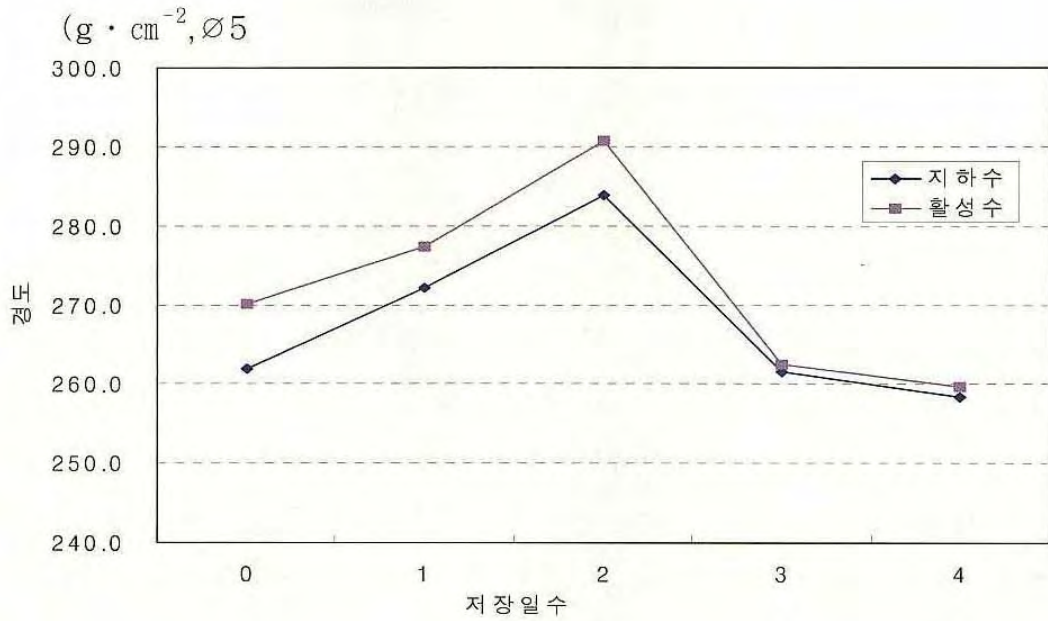
관수종류에 따른 딸기의 과실 저장성을 보기 위해 실내 상온(온도 8~10°C, 습도 40~65%)에 보관하면서 실시한 결과, 딸기 과실 표면의 물러짐 정도인 경도는 지하수와 비교해 유의성은 없었다. 한편 수확 당일보다 수확 후 2일까지는 물러짐성이 많은 경향을 나타냈으며, 수확 후 3일 이후부터는 감소되는 경향이였다(표 1-21, 그림 1-10). 한편 수확 후 3일까지는 처리간의 차이를 육안으로 판별하기에는 쉽지 않았으나, 수확 후 6일부터서는 부패 증상이 보였다(그림 1-11). 딸기 수확 후 최종 소비자까지 보통 2~3일을 감안한다면 딸기의 품질에는 영향이 없을 것으로 판단되고 이러한 결과는 겨울철 상온이 낮음에 따라 딸기 과실 내 수분이 빠져나가 수확당일보다 오히려 물러짐성이 강한 것으로 판단되었다.

표 1-21. 관수종류에 따른 저장 경과 일수에 따른 딸기 과실의 경도 변화

(단위 :  $g \cdot cm^{-2}, \varnothing 5mm$ )

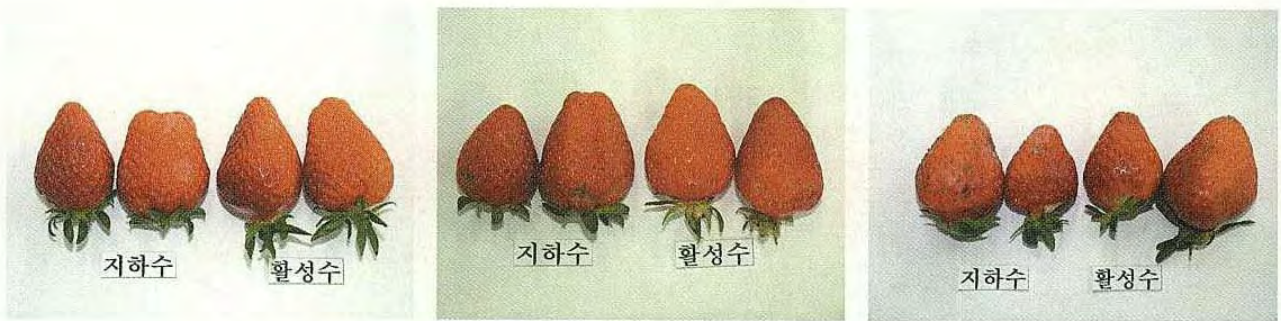
구 분	저장일수	0(수확일)	1일	2일	3일	4일
	활성수		270.1	277.4	290.7	262.6
지하수		262.0	272.2	283.8	261.5	258.3

※ 저장기간 : 2006. 2. 13~2. 17



※ 품종 : 설향, 조사기간 : '06. 2. 13~2. 17, 상온저장

그림 1-10. 관수종류에 따른 딸기 과실의 경도 변화



<수확 후 3일째>

<수확 후 6일째>

<수확 후 10일째>

※저장조건 : 실내 상온(온도 8~10℃, 습도 40~65%), 저장기간 : '06. 2. 27~3. 3

그림 1-11. 수확 후 상온저장에 따른 과실 비교



## 5. 무농약 딸기 생산을 위한 우량묘 생산

### 가. 재료 및 방법

무농약 딸기 생산을 위한 우량묘 생산을 위해서 딸기 육묘에 사용한 용토 종류별로 생육을 비교 하였다. 딸기 육묘용 용토는 시판중인 원예용 상토(홍농바이오 1호)와 마사토, 팽연화왕겨에 마사토를 혼합한 용토를 이용하였다. 시험장소는 여름철 딸기 육묘로 적합한 지형(해발 300m 이상, 순천시 외서면 금성리)에서 수행하였다(표 1-22). 시험품종은 ‘설향’을 이용, 모주는 3월 하순 정식하여 발생된 런너는 ‘T’포트 32구에 고정시켜 자묘를 채취하였다. 채취한 자묘에 대해 생육, 관부크기 등의 묘소질을 조사하였다. 그리고 용토 종류에 따라 채취한 우량묘를 정식 후 생육까지 비교하기 위해 농가 실증시험(담양군 봉산면 삼지리)을 하였다(표 1-23).

표 1-22. 딸기 육묘 용토 종류에 따른 생산 방법

품종	처리방법	모주 정식일	자묘 발생일	자묘채취일
설향	· 마사토	'06. 3. 30	'06. 5. 3	'06. 8. 30
	· 원예용상토			
	· 팽연화왕겨+마사토 혼합(50 : 50/vv)			
	· 팽연화왕겨+마사토 혼합(30 : 70/vv)			

표 1-23. 용토 종류에 따른 딸기 재배방법

시험장소	재배형태	품종	정식기	피복기	수확기	비고
담양 봉산	토양재배	설향	'06. 9. 20	'06. 10. 20	'06. 12. 18 ~ '07. 3. 30	· 기타 재배관리는 친환경재배 관리에 기준

### 나. 결과 및 고찰

무농약 딸기 생산을 위한 우량묘 생산을 위해 선행 연구결과 정식시 묘의 전체적인 생육 상황은 원예용 상토와 팽연화왕겨+마사토(30 : 70)를 혼합한 용토가 통계적인 유의성은 없었으나, 마사토 보다는 생육이 양호하였다(표 1-24, 그림 1-12). 엽장, 엽면적 등의 지상부 생육은 원예용 상토가 좋았는데, 상토 자체가 갖고 있는 보비력과 보습력이 다른

용토에 비해 좋았던 것으로 판단되었다. 따라서 이러한 묘소질이 정식 후 본포에 까지 영향을 미치는가에 대해 알아보고자 생육을 비교 관찰하였다.

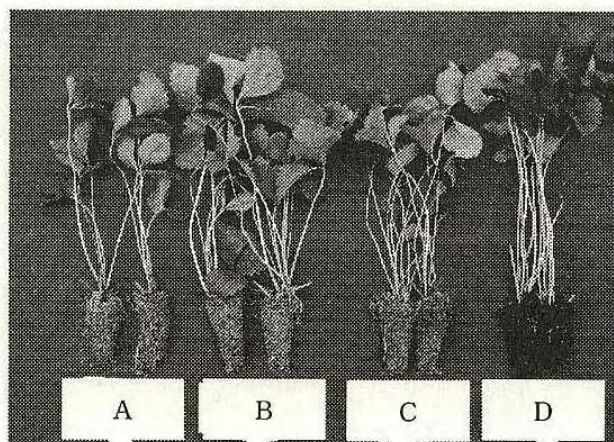
정식 본포에서 수확기 무렵의 생육을 비교해 보면 딸기 묘가 활착하는데 있어서는 본포에서 기상환경 등의 여러 가지 관여 요소가 있었겠지만 본포에서 용토 처리간에 큰 생육의 차이가 없어 정식 당시의 묘소질과는 크게 영향을 받지 않았던 것으로 판단되었다. 정식 전의 묘소질이 상대적으로 생육이 떨어졌던 마사토가 오히려 엽면적(cm<sup>2</sup>/주) 1,476으로 다른 용토에 비해 생육이 좋았다(표 1-25). 마사토에서 생육한 묘는 다른 용토에서 생육한 묘에 비해 뿌리 활력이 좋아 활착이 좋았던 것으로 생각된다. 정식 후 본포에서도 딸기의 생육 차이는 없었다.

표 1-24. 육묘 용토 종류에 따른 딸기 묘 생육 특성(선행 연구결과)

(조사 : '06년 9월 13일)

용 토	초장 (cm)	엽병장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (매)	엽색도 <sup>z</sup>	관부직경 (mm)	근장 (cm)	생체중 (g/주)	엽면적 (cm <sup>2</sup> /주)
마사토	31.5	24.8	6.7	4.9	4.2	39.2	7.0	12.4	8.6	173
원예용 상토	39.0	30.7	8.3	6.0	4.7	38.9	8.3	12.1	13.1	286
팽연화왕겨+마사토 (50 : 50)	31.7	24.3	7.4	5.8	4.6	36.6	7.5	13.4	9.2	201
팽연화왕겨+마사토 (30 : 70)	33.2	25.8	7.5	5.5	4.5	39.5	7.6	13.8	9.8	211

<sup>z</sup>SCDSV means specific color difference sensor value(SPAD 502, Minolta, Japan).



A;마사토, B;팽연화왕겨+마사토(30 : 70), C;팽연화왕겨+마사토(50 : 50), D;원예용 상토

그림 1-12. 용토 종류에 따른 딸기 묘 생육비교

표 1-25. 용토 종류에 따른 딸기 생육 특성

용 토	초장 (cm)	엽수 (매/주)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽면적 (cm <sup>2</sup> /주)	엽색도 <sup>2</sup>	관부 직경 (mm)	제 1화방	
								출퇴기 (월,일)	개화기 (월,일)
마사토	21.4	6.4	7.1	5.7	1,476	46.4	14.2	10.10	11.1
원예용 상토	22.8	7.1	7.1	5.8	1,455	44.5	15.2	10.10	10.30
팽연화왕겨+마사토 (50 : 50)	21.9	6.3	7.0	5.7	1,203	44.4	14.2	10.10	11.1
팽연화왕겨+마사토 (30 : 70)	21.3	6.0	7.3	5.6	1,174	45.0	12.4	10.10	11.1

<sup>2</sup>SCDSV means specific color difference sensor value(SPAD 502, Minolta, Japan).

조사일 : '07년 2월 27일

용토 종류에 따른 딸기 과실과 수량특성에서도 큰 차이는 없었으며 수확과수는 처리별 모두 주기적인 적과로 1화방 당 평균 수확과수를 4~5과로 조절하여 수확하였다. 그 결과 1과중의 평균 과중이 18.2~19.9g 으로 상품율이 99%로 증가하였다(표 1-26). 상품수량(10a)은 왕겨 30%에 마사토 70%를 혼합한 용토에 비해 원예용 상토가 3% 증가하였으나 통계적인 유의성은 인정되지 않았다. 연구결과 육묘 용토를 구입하는데 드는 시간과 노력, 이용효율 등을 고려한다면 손쉽고 안전하게 구할 수 있는 원예용 상토나 마사토를 이용하는 게 좋다고 판단된다.

표 1-26. 용토 종류에 따른 과실 및 수량 특성

용 토	화경장 (cm)	수확과수 (개/주)	과중 (g/주)	상품율 (%)	상품 수량 (kg/10a)	상품지수
마사토	18.3	15.0	19.6	99	2,940	101
원예용 상토	19.4	15.1	19.9	99	3,004	103
팽연화왕겨+마사토(50 : 50)	17.0	15.9	18.8	99	2,989	102
팽연화왕겨+마사토(30 : 70)	17.9	16.0	18.2	99	2,912	100

※ 수확기간 : 2006. 12. 1~2007. 3. 30

## 6. 딸기 냉동 저장을 위한 소포장재 선발

### 가. 재료 및 방법

축성재배용 ‘장희’ 품종 특성상 3월 이후 고온기에 접어들면서 딸기 과실이 물러짐이 쉽고, 또한 검붉은색으로 변해서 결국 반축성 재배 품종인 ‘육보’ 품종에 비해 딸기 상품성이 떨어지는 경향이다. 이러한 축성재배용 품종에 대한 3월 이후 가격보전을 위해 딸기 냉동 저장을 하여 부가가치 향상을 증진시키기 위해 현재 시중에 유통되고 있는 딸기 용기(PET, polyethylen terephthalate)와 봉투(MPF, micro perforated film)를 이용하여 딸기 냉동저장을 위한 가능성을 파악하고자 표 1-27과 같이 수행하였다. 수확된 딸기는 저장 전에 이물질과 꼭지를 제거한 후 포장 재질 크기에 따라 딸기를 넣어 저장고에 입고한 후 4주 후에 꺼내어 주간 실내 상온(10℃ 내외)에서 해빙시킨 후 과실 성분을 조사하였다.

표 1-27. 딸기 냉동 저장을 위한 소포장재 방법

품종명	입고일	포장재질	포장단위	냉동 저장온도	저장기간	저장형태
· 장희(아끼히메) · 육보(레드필) · 설향	'05. 3. 8	· PET 용기 · MPF 봉지	· 용기(500g, 800g) · MPF봉투(500g)	-20℃	4주	· 복층 형태

### 나. 결과 및 고찰

외기 기상온도가 상승하는 3월 이후의 딸기는 겨울철에 수확하는 과실에 비해 저장기간이 일반적으로 짧고, 품질이 다소 떨어지기 쉬우므로 후기 수확기간 동안 딸기의 부가가치 증대시키기 위해 냉동저장 후 품질의 변화를 알아보기 위해 수행하였다. 딸기 냉동 저장을 위한 포장재(용기)는 시중에서 유통되고 있는 PET 용기와 MPF 봉투를 이용하여 딸기 냉동저장을 위한 소포장재 선발을 하고자 장희 등 3품종을 PET용기별(500g, 800g)와 MPF 봉투(500g) 넣어(그림 1-13) 과실 성분을 분석하였다.



그림 1-13. 딸기 냉동 저장에 사용된 포장재 용기

딸기 냉동 저장 후 딸기 과실 성분변화는 냉동 전에 비해 품종에 따라 다소 차이는 있었으나 포장재에 따른 Fructose, Glucose, Sucrose의 성분 변화에 큰 차이는 없었다(표 1-28). 장희 품종의 경우 Sucrose 성분 변화에서 MPF 봉투 500g이 냉동 전 0.04%가 냉동 후 0.41% PET 용기의 500g 0.37%, 800g 0.39%에 비해 성분 변화가 가장 적었다. 따라서 품종, 용기재질과 크기에 있어서 큰 차이가 없었다. 다만 냉동된 딸기를 이용 할 때 문제점으로 대두된 것은 냉동 전에 딸기 과실을 세척할 때 과실 표피에 묻은 물기를 제거해야 냉동 후에 같은 용기 내에서 딸기와 서로 엉키지 않고 독립된 개체로 분리되어 있어야 이용이 편리 할 것으로 생각되어 PET 용기보다는 MPF 봉투를 이용한 것이 저장에 유리하다고 판단된다(그림 1-14).

표 1-28. 딸기 품종과 포장 용기에 따른 과실 성분 변화

장희	포장 용기종류	용기 용량	Fructose(%)		Glucose(%)		Sucrose(%)	
			냉동 전	냉동 후	냉동 전	냉동 후	냉동 전	냉동 후
장희	PET	500g	4.56	4.20	4.95	4.63	0.44	0.37
		800g	-	4.35	-	4.29	-	0.39
	MPF	500g	-	4.54	-	4.61	-	0.41
육보	PET	500g	4.37	4.31	4.94	4.60	0.26	0.20
		800g	-	4.19	-	4.64	-	0.21
	MPF	500g	-	4.28	-	4.70	-	0.24
설향	PET	500g	4.80	4.54	4.04	4.01	0.34	0.28
		800g	-	4.60	-	4.00	-	0.26
	MPF	500g	-	4.52	-	3.99	-	0.30

※ 냉동 전 : 2005년 3월 8일, 냉동 후 : 냉동 입고 후 4주

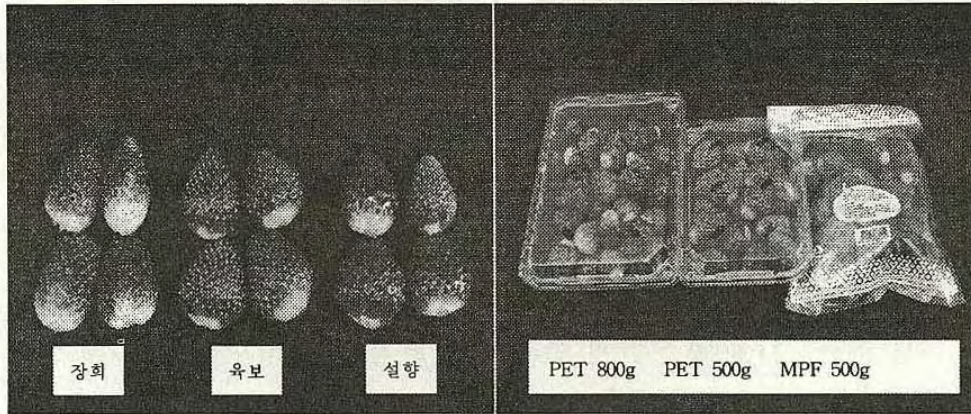


그림 1-14. 냉동 처리한 딸기 과실

## 7. 딸기 유기농재배 유형별 생산성 및 수익성 분석

### 가. 재료 및 방법

딸기 무농약재배 유형별 생산성 및 수익성 분석은 친환경 딸기재배 농가 중 유기, 무농약재배 농가를 대상으로 기술체계와 경영성과 분석, 토양, 관비재배 형태별 경영 성과를 조사 분석하였다. 조사대상은 전국의 딸기 주산지 중 친환경인증 농가가 많이 분포한 담양, 고령, 순천, 부여, 남원, 청원, 청주, 산청, 진주재배단지에서 유기 및 무농약재배 인증농가, 고설식 양액재배농가, 토양관비 재배 농가를 대상으로 설문지에 의한 면접 청취조사를 하였다.

### 나. 결과 및 고찰

#### 1) 유기, 무농약재배 농가의 기술체계와 경영성과 분석

##### 가) 유기, 무농약재배 농가의 기술체계

딸기 단지별 작부체계 실태조사 결과는 표 1-29와 같다. 딸기의 유기재배와 무농약재배 작형은 주산지에 따라 다르나 축성재배 작형이 많았으며, 반축성 재배 작형은 4월 이후 병해충 관리가 어려워 조기 수확에 유리한 축성재배로 전환되고 있는 추세이다. 유기재배의 딸기 작형은 8월 하순~10월 상순에 정식하여 11월 상순~6월 상순에 수확하고, 무농약재배는 9월 상순~10월 상순에 정식하여 12월 중순~6월 중순에 수확하는 작형이나 4~5월에 수확이 종료되어 관행재배에 비하여 수확일수가 평균 55일 적었다.

표 1-29. 딸기 유기·무농약재배 단지별 작부체계 실태

촉성재배			반촉성재배		
지역	정식	수확	지역	정식	수확
남원 덕과	9월 중순	1월 상순~4월 하순	남원 남농	10월 상순	1월 하순~5월 중순
고령 쌍림	9월 상순	12월 상순~6월 상순	청주 흥덕	9월 중순	3월 상순~6월 중순
순천 주암	8월 하순	11월 상순~5월 중순	담양 봉산	10월 상순	2월 상순~5월 중순
창원 오창	9월 상순	2월 상순~5월 상순	-	-	-
담양 고서	9월 상순	12월 상순~4월 하순	-	-	-
담양 금성	9월 중순	12월 하순~4월 상순	-	-	-

비료자재 이용실태에 있어서 유기재배 농가는 기비 재료로 계분이나 산야초에 썰겨, 깻묵, 골분 등을 혼합하여 이용하는 형태가 가장 많고 깻묵과 골분도 이용되고 있다 (표 1-30). 추비 재료는 깻묵과 미생물제제, 천연녹즙 등이 많이 이용되고 어분, 혈분, 키토산, 허용 유기농 비료 자재와 한방액비 등을 자가 조제하여 비료자재를 이용하는 경우가 많았다. 특히 무농약재배 농가는 기비로 우분을 사용하는 농가가 많으며, 원예용 복비 등 화학비료를 이용하는 지역도 있다. 추비로는 NK복비나 효소제와 칼슘비료, 설파이물, 깻묵 등 농가별로 다양한 이용 형태를 보인다.

표 1-30. 단지별 비료자재 이용실태

지역	기비 재료	추비 재료
남원 남농	계분, 톱밥, 썰겨	썰겨, 계겍질, 깻묵, 혈분, 어분, 효소제
담양 고서	우분, 계분, 톱밥, 왕겨, 골분	깻묵, 키토산, 혈분, 흑설탕, CPK, 생력효소, 맥반석효소
담양 금성	원예용복비, 우분, 폐화석, 썰겨, 쌀맛나비료	NK복비, 생명효소, 흑설탕, 목초액
담양 봉산	폐버섯 배지, 계분, 썰겨	마나리+썩액비, 깻묵, 칼슘제
고령 쌍림	우분, 다시마가루, 썰겨, 산야초	다시마가루, 깻묵, 칼슘제, 설파이물, 바닷물
청주 흥덕	나무겍질, 깻묵, 썰겨	썰겨, 깻묵, 혈분, 골분, 당밀, 목초액, 흙나라유기비료

병해충방제 자재 이용실태 조사 결과 딸기 유기, 무농약재배 농가에서 이용하고 있는 해충 방제 재료로는 진딧물의 경우 담배훈연이 많고, 소주, 목초액, 현미식초, 시판용 (상품명 표기 생략) 잎xx, 깔xx, 초xxx, 환xxx, 생xxx 등의 자재가 이용되고 있다. 응애는 발생시 발병 엽을 제거하거나 칠레이리응애를 이용하여 방제하는 경우가 많고, 흰가루병과 곰팡이병 등의 병해방제 재료로서 목초액과 현미식초, 유황, 마늘유 등이 이용되고 시판용 균xxx, 잎xx, 뉴xxx, 흰xx, 환xxx 등 수종의 제품들이 이용되고 있다.

#### 나) 유기, 무농약재배 농가의 경영성과

유기, 무농약재배 딸기의 생산성은 축성재배 작형의 10a당 수량을 기준으로 보면 유기재배 2,255kg, 무농약재배 2,641kg으로 관행재배에 비하여 각각 73.4%, 86% 수준이다 (표 1-31). 판매단가는 일반재배 딸기보다 유기딸기가 190.1%, 무농약 딸기가 145.6% 수준으로 나타났다. 10a당 소득은 유기재배 11,095천원, 무농약재배가 8,471천원으로 관행재배와 비교하면 각각 151.4%, 115.6% 정도의 수준으로 나타났다. 관행재배에 비해 수확 일수가 약 50일 정도 짧고, 수량이 14~27% 낮으나 유기, 무농약재배 딸기 수요의 급증으로 판매가격이 46~90%정도 높기 때문이다. 경영비는 관행재배보다 24~38%가 높은 것으로 나타났다. 1kg 당 생산비는 유기재배 3,439원, 무농약재배 3,227원으로 관행재배와 비교하여 각각 171.1%, 160.5%수준으로 나타났다.

표 1-31. 딸기 유기, 무농약재배의 생산성과 수익성

(단위 : kg, 천원, 시간/10a)

구 분	유기재배 (A)	무농약재배 (B)	관 행(축성) (C)	대 비	
				A/C	B/C
수 량	2,255	2,641	3,072	73.4	86.0
단 가(원)	7,220	5,387	3,701	190.1	145.6
조 수 입	16,252	14,228	11,504	141.3	123.7
경 영 비	5,161	5,757	4,178	123.5	137.8
소 득	11,095	8,471	7,327	151.4	115.6
노동투하시간	939	1,053	531	176.8	198.3
수 확 일 수	96	103	152	63.2	67.8
kg당 생산비	3,439	3,227	2,010	171.1	160.5



2) 토양, 관비재배 형태별 경영성과 분석

딸기의 토양관비재배는 타 작물에 비하여 힘들고 작업여건도 불리하여 작업환경이 개선된 고설식 양액재배(수경재배)가 보급되고 있다. 양액재배는 주로 경남 산청과 진주 등 주산지를 중심으로 급속히 면적이 증가하는 추세이다. 무농약 인증이 가능한 고설식 재배의 경제성을 검토하고자 고설식 재배농가의 시설형태와 경영성과를 무농약 토양 관비 재배 농가의 경영성과와 비교하였다(표 1-32). 우리나라 농가의 고설식 재배시설은 플라스틱 베드보다 설치비용이 저렴한 천막지 비닐 베드나 스티로폼에 팽연화왕겨+코코피트 또는 피트모스를 배지로 이용하는 농가가 대부분이다. 고설식재배의 시설비는 10a당 29,389천원으로 토양관비시설 대비 196.4% 수준이다. 고설식 수경재배시 수량은 무농약 토양관비재배 대비 72.4%가 증수되며, 경영비는 82.9%가 높다. 소득은 82.9% 수준이나 무농약인증 출하시 판매단가를 높일 수 있으므로 수익성은 높아질 것으로 전망된다. kg당 생산비는 4.4%가 절감되며, 노동력은 28.6%의 절감과 작업편리성이 좋은 장점이 있다.

표 1-32. 고설식 양액재배와 토양관비재배의 경영성과 비교

구 분	고설식 양액재배 (A)	무농약 토양관비재배 (B)	대비 (A/B)
작 형	측 성	측 성	-
시설투자비(천원/10a)	29,398	14,970	196.4%
시설형태	-베드 : 고설식 스티로폼(고형베드 또는 천막지 비닐베드) -배지 : 팽연화왕겨+코코피트(피트모스)	- 토양관비	-
수량(kg/10a)	4,552	2,641	172.4
조수입(천원/10a)	17,551	14,228	123.4
경영비(천원/10a)	10,530	5,757	182.9
소득(천원/10a)	7,021	8,471	82.9
kg당 생산비(원/kg)	3,086	3,227	95.6
10a당 노동투과시간(시간/10a)	752	1,053	71.4

## 8. 무농약 딸기의 부가가치 향상을 위한 잼, 셰이크용 판매 실태와 경영개선 방안

### 가. 재료 및 방법

무농약 딸기의 부가가치 향상 연구를 위하여 무농약 딸기 생산 단지 중에서 하급품을 이용하여 잼과 냉동딸기를 가공 판매하고 있는 전남 담양, 전북 남원, 경북 고령지역의 생산자(농가)가공 사례를 중심으로 방문 조사 분석하였다.

### 나. 결과 및 고찰

#### 1) 무농약 딸기 하급품 이용 잼 가공 판매효과

무농약 딸기 하급품 이용 잼 가공 판매효과를 조사 분석한 결과는 잼 가공 시설비는 1ha 처리기준 대당 300만원부터 1천만원 수준이며, 처리능력의 경우 300만원대 시설은 1일 생산능력이 200kg용량 기준 10시간 소요되며, 1천만원대 시설은 동일 용량기준 1.5시간 소요되었다. 1ha기준 잼 판매용 하급품(10g 미만/과)은 무농약 기준 총 생산량의 25% 수준이고, 10g미만의 하급품은 딸기 잼 수집상에게 kg당 850원에 판매되고 있는 실정이었다. 그러나 하급 품을 잼으로 가공 판매시 생과출하보다 kg당 3,703원, 4.4배의 소득 제고의 효과가 있었다(표 1-33).

표 1-33. 무농약 딸기 하급품 이용 잼 가공 판매효과

손실항목	이익항목
○ 감소되는 수입	○ 증가되는 수입
- 생 딸기 : 850원/kg	- 잼 딸기 : 6,501원/kg
○ 증가되는 비용	○ 감소되는 비용
- 비용 : 1,948원/kg (잼용기 417원, 스티커 50원, 인건비 1516원, 저장창고 고정비 5원, 가공기계 시설고정비 580원, 전기료 20원, 설탕 360원)	
소계 : 2,798원/kg	소계 : 6,501원/kg
이익항목 6,501 - 손실항목 2,798=3,703원/kg	
*1ha 재배규모 가공시 28,624천원 소득제고 효과	

2) 하급품 이용 웨이크용 무농약 냉동딸기 가공 판매효과

하급품 이용 웨이크용 무농약 냉동딸기 가공 판매효과에 있어서는 딸기 냉동시설비가 6.5평용 기준 13,000천원이고, 5월 이후 가격하락시 과중이 10~14g용 중품과를 이용하며, 가공 이용량은 총생산량의 2.3%였다(표 1-34). 딸기 평균 1과중의 무게가 10~14g의 중품과는 5월 도매시장 수취가격 기준 1,500원이었고, 냉동 처리하여 7~8월 웨이크용으로 판매시 생과출하보다 kg당 3,142원, 2배의 소득제고 효과가 있었다.

표 1-34. 하급품 이용 웨이크용 무농약 냉동딸기 가공 판매효과

손실항목	이익항목
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 감소되는 수입</li> <li>- 생과딸기 : 1,500원/kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 증가되는 수입</li> <li>- 냉동딸기 5,625원/kg</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 증가되는 비용</li> <li>- 비용 : 1,083원/kg</li> <li>(냉동시설고정비 325원, 포장재100원, 인건비 272원, 전기료 386원)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 감소되는 비용</li> <li>- 포장상자 100원</li> </ul>
<p>소계 : 2,583원/kg</p>	<p>소계 : 5,725원</p>
<p>이익항목 5,725원 - 손실항목 2,583원 = 3,142원/kg</p> <p>* 1ha 재배규모 냉동처리 판매시 5,279천원 소득제고 효과</p>	



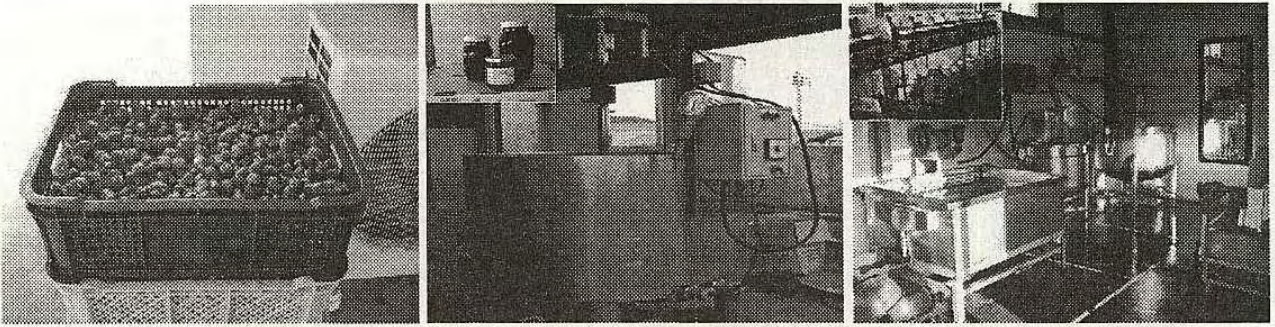
【 웨이크용 딸기 】



【 저온저장고 저장 】



【 포장판매 】



【일반농가의 껌용딸기 판매】 【농가단위 소규모 딸기잼 가공 판매】 【소규모 공장형 딸기잼 가공판매】

## 9. 우수 산지 조직체 및 농가의 수확 후 관리실태와 경영 효과 분석

### 가. 재료 및 방법

우수산지 조직체와 농가의 조사는 유기, 무농약 인증 농가 또는 법인체 중 소득이 높고 수확 후 관리가 조사 지역 중 우수한 경영체를 사례 중심으로 방문조사 분석하였다.

### 나. 결과 및 고찰

#### 1) 우수 산지 조직체 및 농가의 수확 후 관리 핵심 기술

- 박상오 : 전남 담양군 봉산면에서 63호의 친환경딸기 재배농가를 리더하면서 2002년부터 무농약인증(인증번호 15-06-3-16, 2007년 유기인증으로 전환)을 받아 생산하고 있다. 생산시설은 폭 6.5미터의 파이프 온실에 측창 자동제어에 의한 환기관리 시설과 2중 비닐과 수막 보온 시설을 갖추고 있다. 두둑 높이를 관행보다 20cm정도 높게 조성하여 작업을 편리하게 하고 병 발생을 줄이고 있다. 등급간 판매가격 폭이 크고 대과를 선호하는 시장 선호에 맞추어 적과작업을 통한 23g 이상의 특품과 비율을 70%이상 수확하여 출하함으로써 출하시기와 관계없이 높은 판매가격을 형성하고 있다. 작부체계는 육보와 설향 품종을 안배하여 10월 중순에 정식하여 1월 하순부터 5월 중순까지 생산하는 반축성 형태이다(표 1-35). 수확 후 핵심 관리 기술로는 신선도 유지를 위하여 기온이 낮은 새벽(오전3시~9시)에 수확하여 공동선별장에 오전 10시까지 운송을 하고, 공동 선별장에서는

기형과, 병과, 상해과 등을 엄격히 선별 출하하고 있다. 신선도 유지를 위하여 오전 12시까지 수확하여 선별장으로 집하하고 있다. 브랜드명은 아침마루 썬미나리 딸기로 아침에 수확 출하 하는 신선함과 안전성을 소비자에게 강조하고 있다.

- 미라클 딸기작목반 : 전북 남원시 덕과면을 중심으로 무농약이상 농가 11호(무농약 8호, 유기 3호)가 공동기술과 공동판매 시설, 1차 가공시설을 갖추고 부가가치를 높이고 있다. 생산시설은 폭 6미터의 파이프 온실에 보온은 2중 비닐과 수막시설로 하고 있다. 작부체계는 축성 품종인 장희와 반축성 육보, 도치오토메를 안배하여 12월부터 5월까지 생산물량을 갖추고 있다. 핵심 유통관리 기술로는 공동선별장을 운영하여 엄격한 선별로 소비자 신뢰도를 높이고 있으며, 신선도 유지를 위하여 오전 12시까지 수확하여 선별장으로 집하하고 있다. 10g이하의 소과는 꼭지를 절단하여 설탕과 혼합하여 냉동 보관하여 껌 가공업체에 출하하고 4월이후 중품과(10~14g)는 냉동하여 웨이크용으로 여름에 출하함으로써 부가가치를 높이고 있다.



【 담양 봉산농협 공동선별장(박상오) 】



【 미라클 딸기작목반 】

표 1-35. 우수 산지 조직체 및 농가의 수확 후 관리 기술

구 분	박상오(담양)	미라클 딸기작목반(남원)
친환경인증	○ 무농약인증('07유기인증)	○ 무농약인증 : 8호 ○ 유기인증 : 3호('07유기인증)
규 모	0.5ha	6.6ha
생산시설	○ 2중비닐+수막보온 ○ 측창 자동환기 시설	○ 2중 비닐+수막보온
재배품종	○ 육보, 설향	○ 육보, 도치오토메, 장희
작부체계	○ 10월중순 정식/1월하순~5월중순 수확	○ 장희 : 9월중순 정식/12월상순~4월하순 수확 ○ 육보, 도치오토메 : 10월상순 정식/1월하순~5월 중순 수확
생산관리	○ 두둑 높이를 20cm 높임 ○ 적과작업으로 특품과 생산을 제고(70%)	○ 축성, 반축성 품종 안배 ○ 발효퇴비 조제 이용(계분+톱밥+수피)
선 별	○ 농협 공동선별장 이용(63호)	○ 법인 공동선별장 운영
수 집	○ 오전 10시까지 공동선별장 집하	○ 오전 12시까지 공동선별장 집하
유 통 관 리	등급구분 ○ 특품(23g이상), 상품(14~23g)	○ 대과(15g이상), 소과(10~15g)
가격결정	○ 월 1회 조정(13,000~8,000원/kg)	○ 15일간격 조정(9,000~5,400원/kg)
출 하 처	○ 양재 하나로마트	○ 생과 : 한국생협, 껌 가공업체
브 랜 드	○ 아침마루, 쪽미나리 딸기로 신선함과 안전성 강조	○ 미라클

2) 우수 산지 조직체 및 농가의 경영 효과

우수 경영체의 경영성과를 분석한 결과 미라클 딸기작목반의 10a당 수량은 3,050kg으로 2006년 일반재배의 전남 평균수량 2,871kg에 비하여 6.2%가 높고, 판매단가는 92.5%가 높으며, 소득은 10,156천원으로 일반재배보다 46.3%가 높았다. 담양의 박상오 농가는 특품과 생산을 향상으로 수확량은 일반재배 보다 24% 낮으나(표 1-36), 판매단가가 2.6 배 높아 조수입이 일반재배 대비 56.2% 높게 나타났으며, 소득은 10,922천원으로 일반재배보다 57.4%가 높게 나타났다.

표 1-36. 우수 산지 조직체 및 농가의 경영 성과 분석

구 분	박상오 (담양)	미라클 딸기작목반 (남원)	일반재배 (전남 반축성 평균)
수량(kg/10a)	2,180	3,050	2,871
단가(원/kg)	14g이상특, 상품과 : 10,000원/kg	12g이상 상품과 : 7,250, 껌용 : 1,300	3,767
경영성과 (천원/10a)			
조수입	16,895	16,409	10,814
경영비	5,973	6,253	3,874
소 득	10,922	10,156	6,940

## 10. 적 요

무농약 딸기 품질향상 기술개발 및 부가가치 향상에 관한 주요 연구결과는 다음과 같다.

- 가. 친환경 자재 중 키토산의 경우 엽면살포(11.8 %Brix)와 토양관주(11.3 %Brix)를 단용으로 사용하는 것이 무처리(10.4 %Brix)에 비해 높아 품질향상이 기대되었다.
- 나. 정식 두둑 멀칭 피복 필름은 녹색필름이 다른 필름자재에 비해 생육이 좋았으며, 딸기 과실 표면의 착색도는 알루미늄필름이 다른 피복필름에 비해 좋았다. 특히 알루미늄필름은 딸기 과실 표면에 일소현상(두둑멀칭 표면에 접하는 부분이 데침 현상)이 없었고 산란광에 의해 과실 표면에 착색이 좋았다.
- 다. 적정 재식밀도는 10a 당 8,000주 보다는 12,000주에서 증수되었다. 딸기 축성재배에서 수량을 증대 시킬 수 있는 방안으로 재식밀도를 높이는 게 유리하다고 판단되었다.
- 라. 무농약 딸기 생산을 위한 우량묘 생산에서 상토는 원예용 상토와 팽연화왕겨(30)+마사토(70)가 마사토 보다는 생육이 좋았고, 정식 후 본포의 생육 차이는 없었다.
- 마. 딸기 냉동 저장을 위한 소포장재는 PET 용기와 MPF 봉투간에 딸기 냉동 저장 후 포장재에 따른 Fructose, Glucose, Sucrose의 성분 변화에 큰 차이는 없었다.
- 바. 딸기의 유기재배와 무농약재배 작형은 주산지에 따라 다르나 축성재배 작형이 많았고, 관행재배에 비하여 수확 일수가 평균 55일 적었다.
- 사. 딸기의 생산성은 축성재배 작형의 10a당 수량을 기준으로 보면 유기재배 2,255kg, 무농약재배 2,641kg으로 관행재배에 비하여 각각 73.4%, 86% 수준이었다.
- 아. 무농약 딸기 하급품 이용 잼 가공 판매효과는 하급품을 잼으로 가공 판매시 생과 출하보다 kg당 3,703원, 4.4배의 소득제고의 효과가 있었고, 셰이크용 무농약 냉동

딸기는 냉동 처리하여 7~8월 웨이크용으로 판매시 생과출하보다 kg당 3,142원, 2배의 소득제고 효과가 있었다.

자. 우수 경영체의 경영성과는 지역에 따라 차이는 있으나 대개 일반재배에 비해 판매 단가는 92.5%~165.0%, 소득은 46.3%~57.0% 정도 높았다. 핵심 우수 요인으로는 오전 중에 수확하여 신선도를 높여 공동선별 출하로 판매가격을 높일 수 있었다.



## 제 2 절 무농약 딸기 재배 주요 병해충 제어 기술개발

### 1. 친환경 자재와 시설 환경조절을 통한 주요 병해 경감 기술개발

#### 가. 재료 및 방법

전남농업기술원 비닐하우스에 딸기 '장희(아끼히메)' 품종을 처리구당 4m<sup>2</sup> 난괴법 3반복으로 시험구를 배치하여 2003년 9월 2일 정식하고 고설식 수경재배방식으로 관리하였다. 친환경자재인 리보플라빈 혼합물(photodynamic action; Riboflavin 26.6  $\mu$ M, D, L-methionine 1 mM, copper sulfate pentahydrate, CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 1 mM, Tween 20 0.03%)과 중탄산나트륨 0.5, 1.0와 1.5%, 중탄산칼륨 0.5, 1.0와 1.5%를 흰가루병 (*Sphaerotheca aphansis*)에 감염된 딸기에 분무기로 3회 엽면 살포하고 각각 3일, 5일, 7일후 이병과율을 조사하였다. 이병과율(%)은 감염된 과실/조사 과실×100로 계산하였다. 시험은 무처리구와 물 살포구를 두어 친환경자재 처리구와 비교하였다.

전남농업기술원(나주시 산포) 비닐하우스에 딸기 '사치노카'와 '장희' 품종을 정식하고 고설식 수경재배방식으로 관리하였다. 하우스내 습도를 조절하기 위하여 '제습팬'(주, 신안그린테크)을 설치하여 시설 내 상대습도가 90% 이상일 때 제습기를 가동하였다. 제습처리구와 비교하기 위하여 대조구 하우스를 두고 흰가루병과 잿빛곰팡이병 발생율을 조사하였다. 시설 내 미기상은 CR10X(켄벨사, U.S.A)를 이용하여 온도와 습도 등을 조사하였다. 흰가루병과 잿빛곰팡이병 발생률은 2004년 12월 20일 부터 2005년 2월까지 10일 간격으로 이병과율을 조사하였다. 토양에 딸기 '설향(논산3호)', '대홍', '여봉', '얼리'와 '장희' 품종을 2003년 9월 3일 정식하고 흰가루병과 잿빛곰팡이병 발병율을 조사하였다.

#### 나. 결과 및 고찰

딸기 흰가루병 방제에 효과가 있는 친환경자재를 선별하기 위한 시험결과는 그림 2-1에서 보는 바와 같이 무처리구 발병율은 76~90%로 높은 발병을 보인 반면에 친환경자재 처리구의 발병율은 19~59% 였으며, 중탄산나트륨(Sodium Bicarbonate, SB)과 중탄산칼륨(Potassium Bicarbonate, PB) 1.5% 농도 처리에서 약해를 유발하였다.

중탄산나트륨을 0.5~1.5% 농도로 딸기 잎과 과일에 5월18일, 21일 및 24일 3회 연속 살포하여 각각 3일, 3일, 7일 후 흰가루병 발생율을 조사한 결과, 0.5% 중탄산나트륨

처리에서는 34~55%, 1% 처리구에서는 36~45% 의 이병과율을 보였으며, 1.5% 처리구에서는 19~35% 로 흰가루병 방제효과가 높았으나 잎 가장자리가 타들어가는 약해를 유발하였다.

중탄산칼륨의 경우, 0.5% 중탄산칼륨 처리에서는 25~54%, 1% 중탄산칼륨 처리에서는 15~45%의 이병과율을 보였으며, 1.5% 중탄산칼륨 처리에서는 26~37%로 흰가루병 방제효과가 높았으나 중탄산나트륨과 비슷하게 잎 가장자리가 타들어가는 약해를 유발하였다.

리보플라빈 혼합물(photodynamic action, PD)을 살포한 결과, 이병과율이 40~59%로 대조구나 물처리구(71~87%)에 비해 높은 경향이였다.

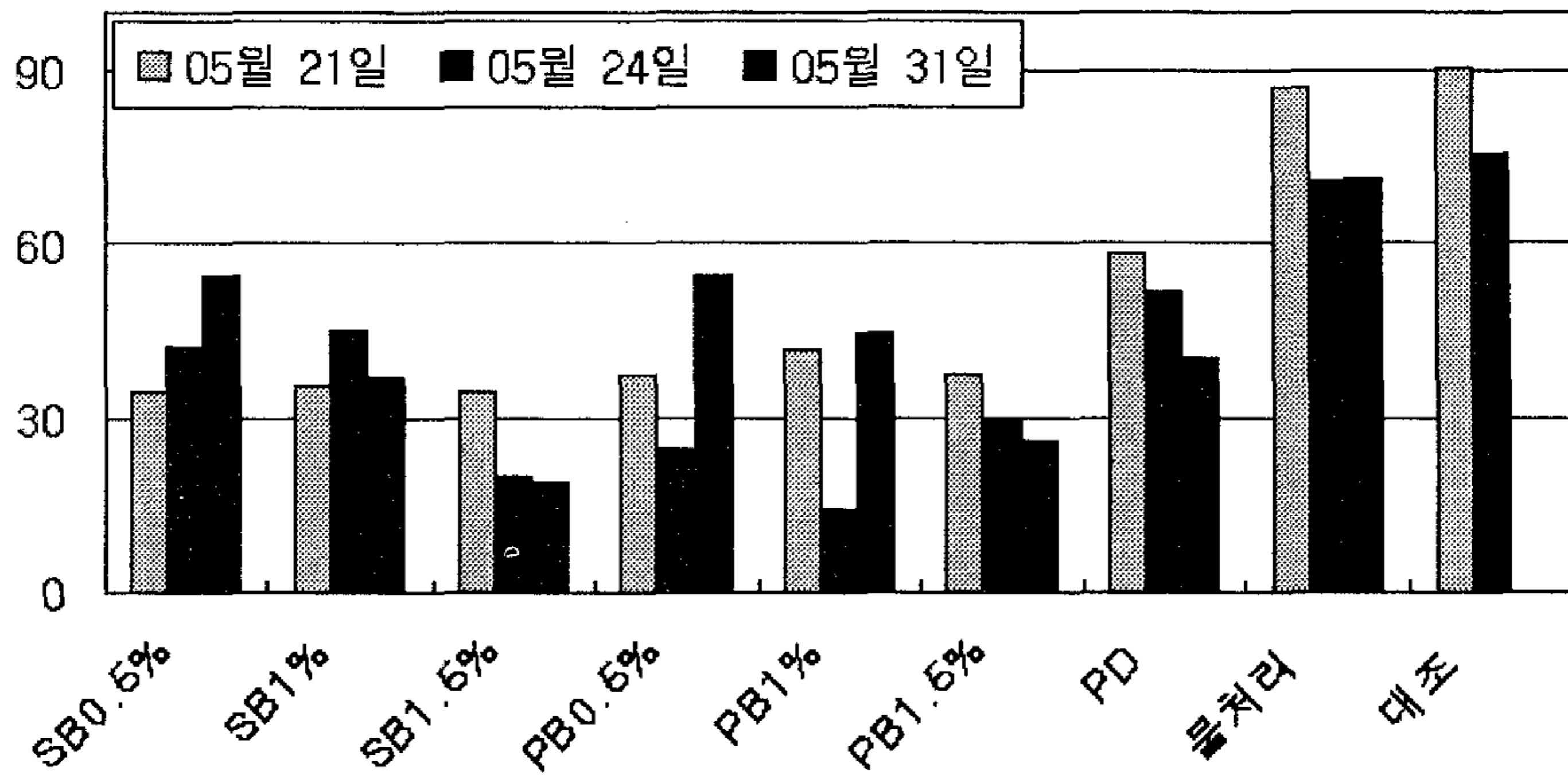


그림 2-1. 친환경자재 처리가 기간별 딸기 흰가루병 발생에 미치는 영향

축성딸기 재배 시 저온관리로 인해 야간에 시설 내 상대습도가 높아져 다습조건에서 많이 발생하는 잿빛곰팡이병과 주야간 온도차가 크고 건조한 조건에서 발생하는 흰가루병이 문제가 되고 있다. 고설식 수경재배 시설 내 일중 상대습도 변화를 보면 35~91%로 주야간 격차가 심하며, 야간에는 80% 이상의 다습한 조건을 나타내었다. 시설 내 상대습도가 90% 이상을 초과할 때 제습을 실시하였으나 상대습도가 90% 이상 지속되는 시간이 적어 제습에 따른 처리간의 상대습도 차이는 1~2% 정도로 낮았다(그림 2-2). 따라서 병 발생이 적었으며 시설환경 조절에 의한 처리 간 차이는 구명하기 어려웠다.

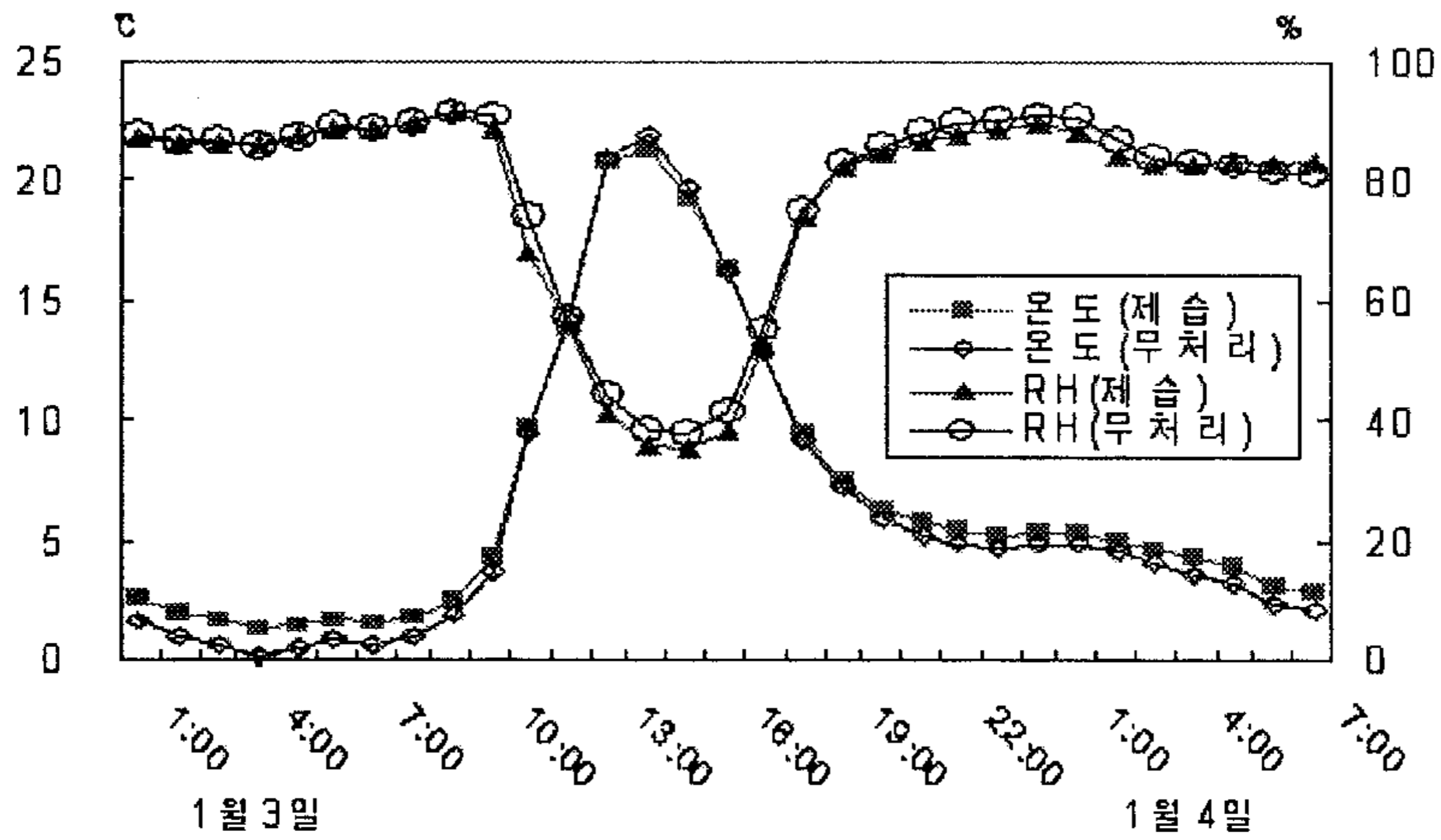


그림 2-2. 제습처리에 따른 시설 내 기온과 상대습도의 경시적 변화

시설 내 제습처리에 따른 딸기 ‘사치노카’ 품종의 병 발생을 조사한 결과, 앞에서는 제습 처리구에서 이병엽율이 낮았고, 과실에서도 제습 처리구에서 이병과율이 낮은 경향을 보였으나, 처리 간 큰 차이는 없었다(그림 2-3). 딸기 ‘장희(아끼히메)’ 품종의 경우에는 제습처리와 무처리구 모두 이병엽율이 1% 미만으로 낮아 처리에 따른 병 발생의 차이를 보이지 않았다(그림 2-4).

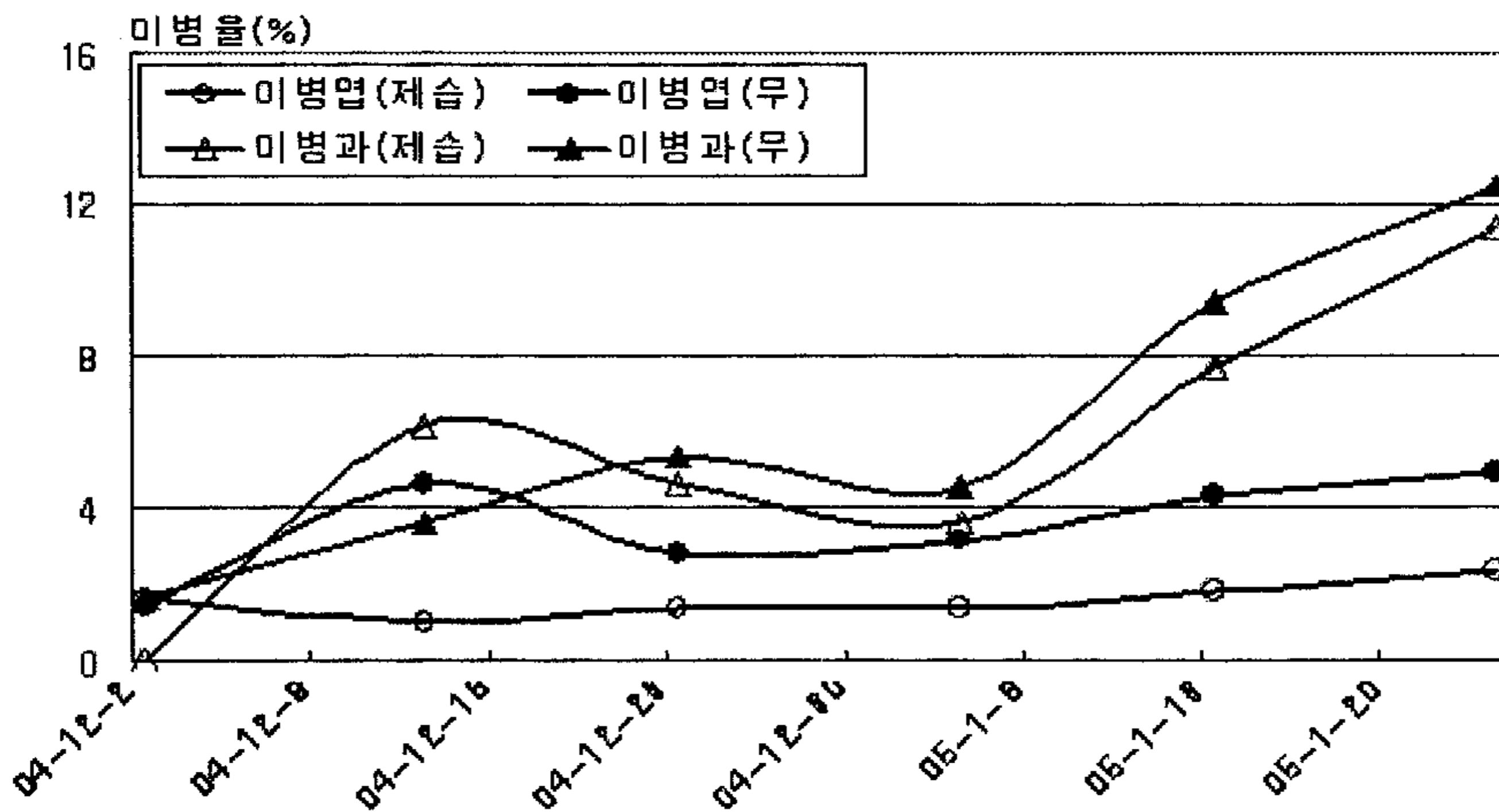


그림 2-3. 제습처리가 딸기 ‘사치노카’ 품종의 흰가루병 발생에 미치는 영향

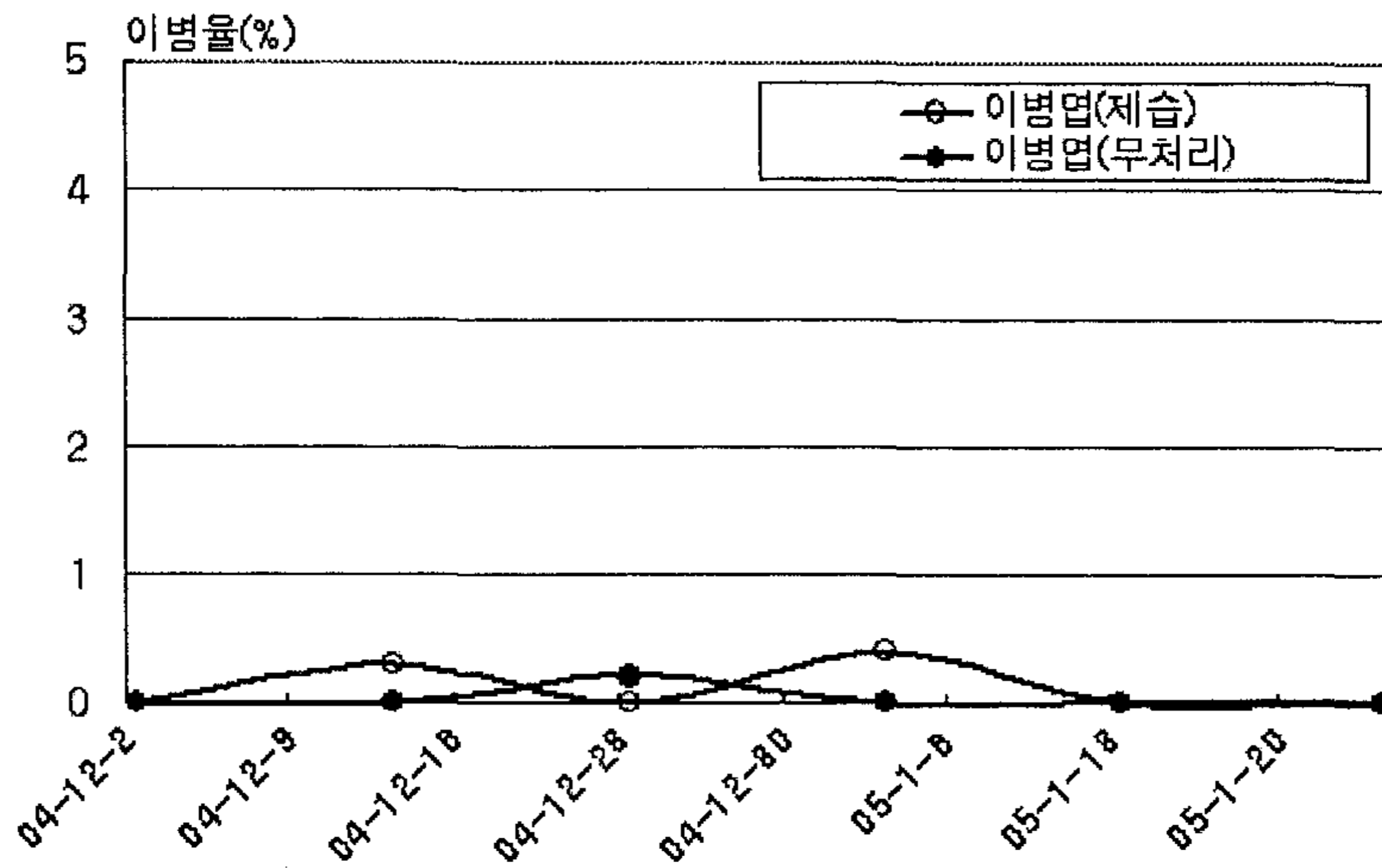


그림 2-4. 제습처리가 딸기 '장희' 품종의 흰가루병 발생에 미치는 영향

토양에서 재배된 '설향(논산3호)' 등 5 품종의 흰가루병 발생을 변화를 보면, '설향'과 '대홍' 품종이 다른 품종에 비해 흰가루병에 강한 것으로 조사되었으며, '장희' 품종은 흰가루병 발생과가 많았다(그림 2-5).

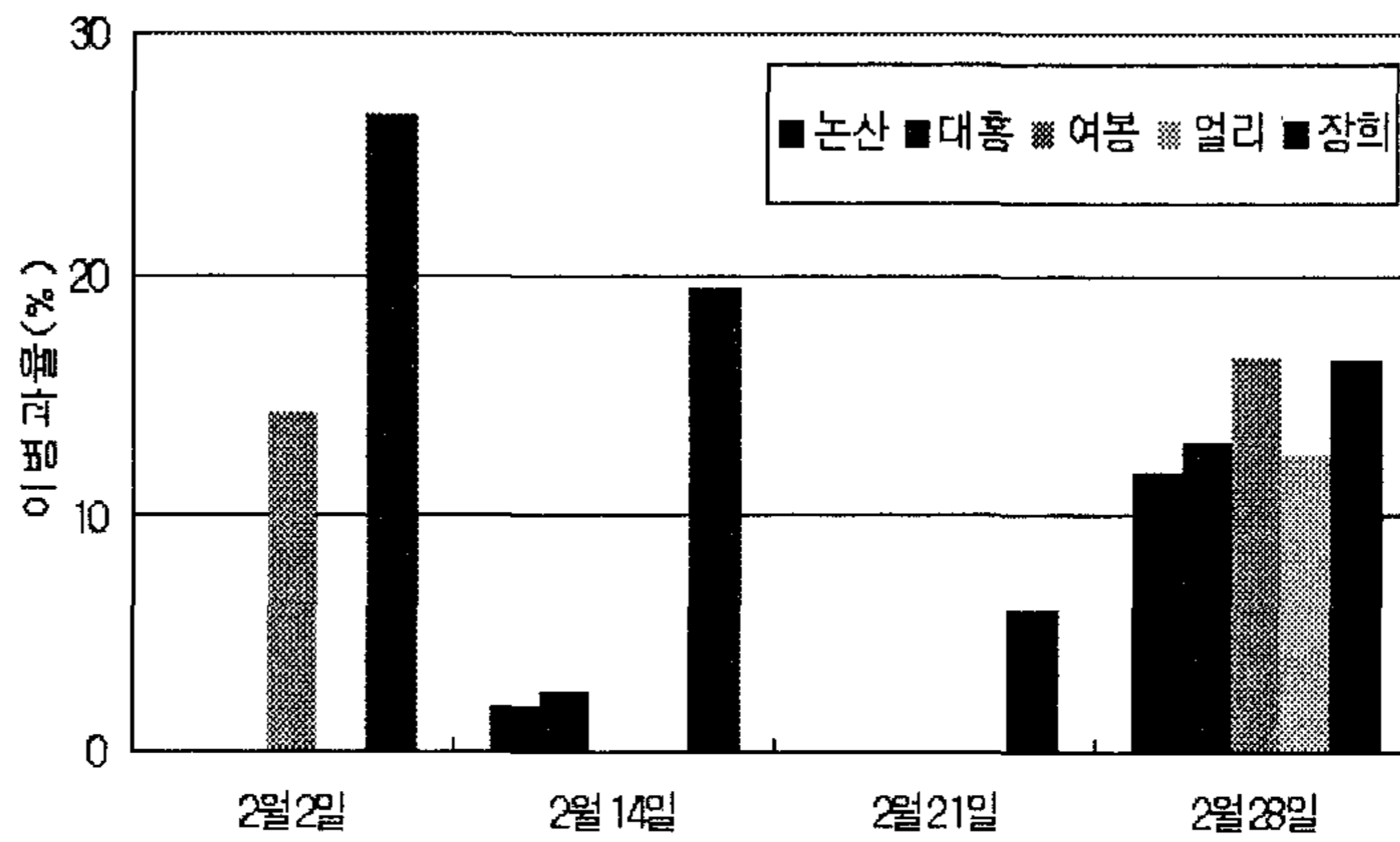


그림 2-5. 토양재배에서 딸기 품종별 흰가루병 발병을 변화

## 2. 딸기 무농약재배 농가 환경 및 병 발생 조사

### 가. 재료 및 방법

전남 딸기 재배 주산단지인 담양과 함평 지역을 선정하여 무농약재배 농가와 관행 화학방제 농가를 대상으로 딸기가 생산되는 12월 하순부터 4월 하순까지 시설하우스에서 발생하는 병들을 10일 간격으로 조사하였다. 시설하우스에서 3곳을 선정하여 지점 당 100주를 대상으로 흰가루병과 잿빛곰팡이병 이병과율을 조사하였다. 담양과 함평지역 딸기농가의 시설하우스에 온습도기록장치(Thermo Recorder TR-72S)를 설치하여 온도와 습도를 측정하였다. 토양분석은 토양화학분석법(농업기술연구소, 1988)에 의하여 분석하였다.

### 나. 결과 및 고찰

평균기온은 1월 상순부터 4월 하순까지 담양 무농약재배 농가가 14.9℃로 관행농가보다 높게 관리하였으며, 함평지역은 10.8~11.5℃로 담양에 비해 3~4℃ 낮은 분포를 보였다(그림 2-6). 평균 상대습도의 경우, 함평 관행농가에서는 83%로 무농약재배 농가보다 2% 이상 높았으며 상대습도의 편차도 커서 흰가루병 발생에 유리한 조건을 나타내었다. 담양지역에서는 무농약재배 농가의 평균 상대습도가 83%로 관행 농가에 비해 2% 정도 높았으나 상대습도의 편차는 낮았다.

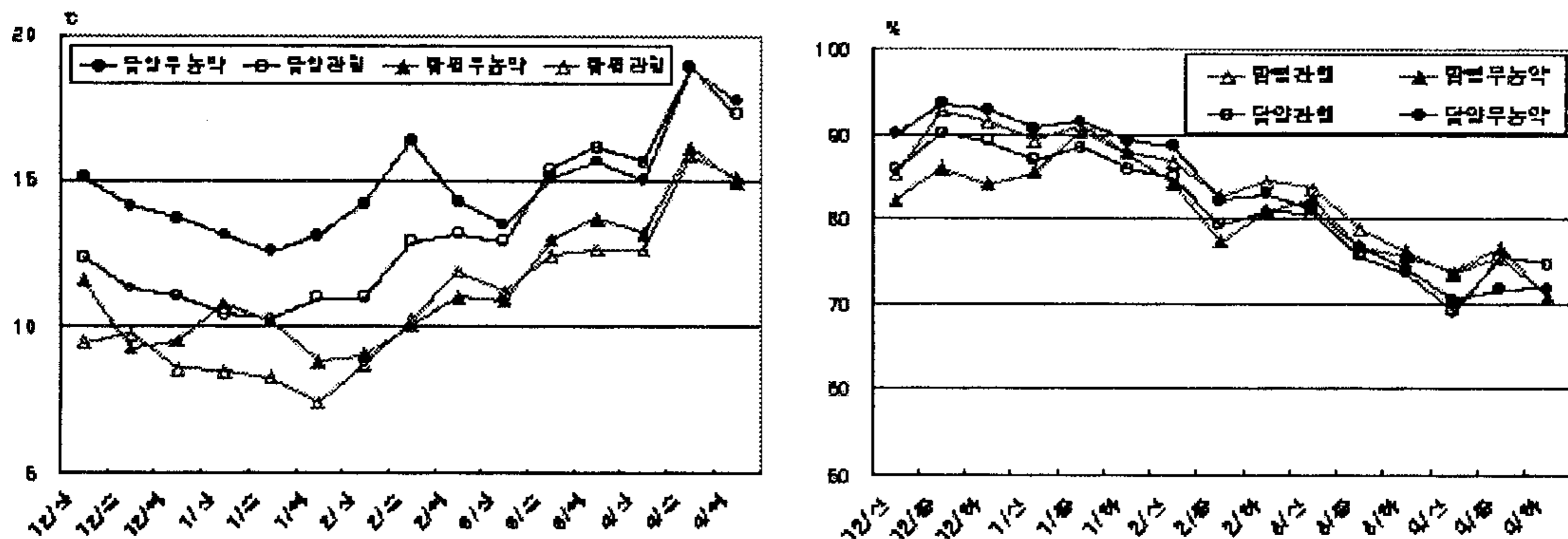


그림 2-6. 담양과 함평지역 친환경재배 농가 시설 내 평균기온(A)과 평균상대습도(B) 변화

두 지역 모두 1월보다 3월과 4월로 갈수록 상대습도의 편차가 커졌으며, 관행농가와 무농약재배 농가의 상대습도 편차는 적은 경향을 보였다(그림 2-6 A, B).

지역별 흰가루병과 잣빛곰팡이병 발병율을 보면, 함평 관행농가에서는 1월 중순부터 흰가루병 이병과율이 2~3% 정도 보이다가 점차 증가하여 3월 하순에 병 발생이 가장 심한 반면, 무농약재배 농가는 2월 중순에 6% 정도의 이병과율을 보이다가 감소하는 경향을 나타냈다. 잣빛곰팡이병의 경우 관행농가에서는 병 발생이 거의 없었으나 무농약재배 농가 포장에서는 2%의 이병과율을 보여 상대적으로 잣빛곰팡이병이 많이 발생하는 것으로 나타났다(그림 2-7).

담양 관행농가에서는 2월 중순경 흰가루병 이병과율이 2% 미만으로 발생하였을 뿐 생육기간 내내 병이 발생하지 않았으며, 무농약재배 농가에서도 같은 경향을 나타내었다. 담양지역과 함평지역 무농약재배 농가에서 사용되고 있는 친환경자재를 조사한 결과, 함평지역에서는 미생물제재와 식물추출물 등을 주로 살포하였으며, 담양지역에서도 미생물제재, 식물추출물 등을 주로 사용하였고, 함평지역과 다른 점은 유황 훈증으로 흰가루병 방제를 하는 것이었다. 잣빛곰팡이병의 경우 관행농가에서는 2월 상순부터 병이 발생하기 시작하여 3월 중순에는 3% 이상의 이병과율을 보였다. 무농약재배 농가 포장에서도 병 발생은 같은 경향이었으나 이병과율이 1% 미만으로 낮게 발생하였다(그림 2-8). 두 지역 모두 3월 중하순으로 갈수록 병 발생이 심했으며 병 방제도 어려운 것으로 나타났다.

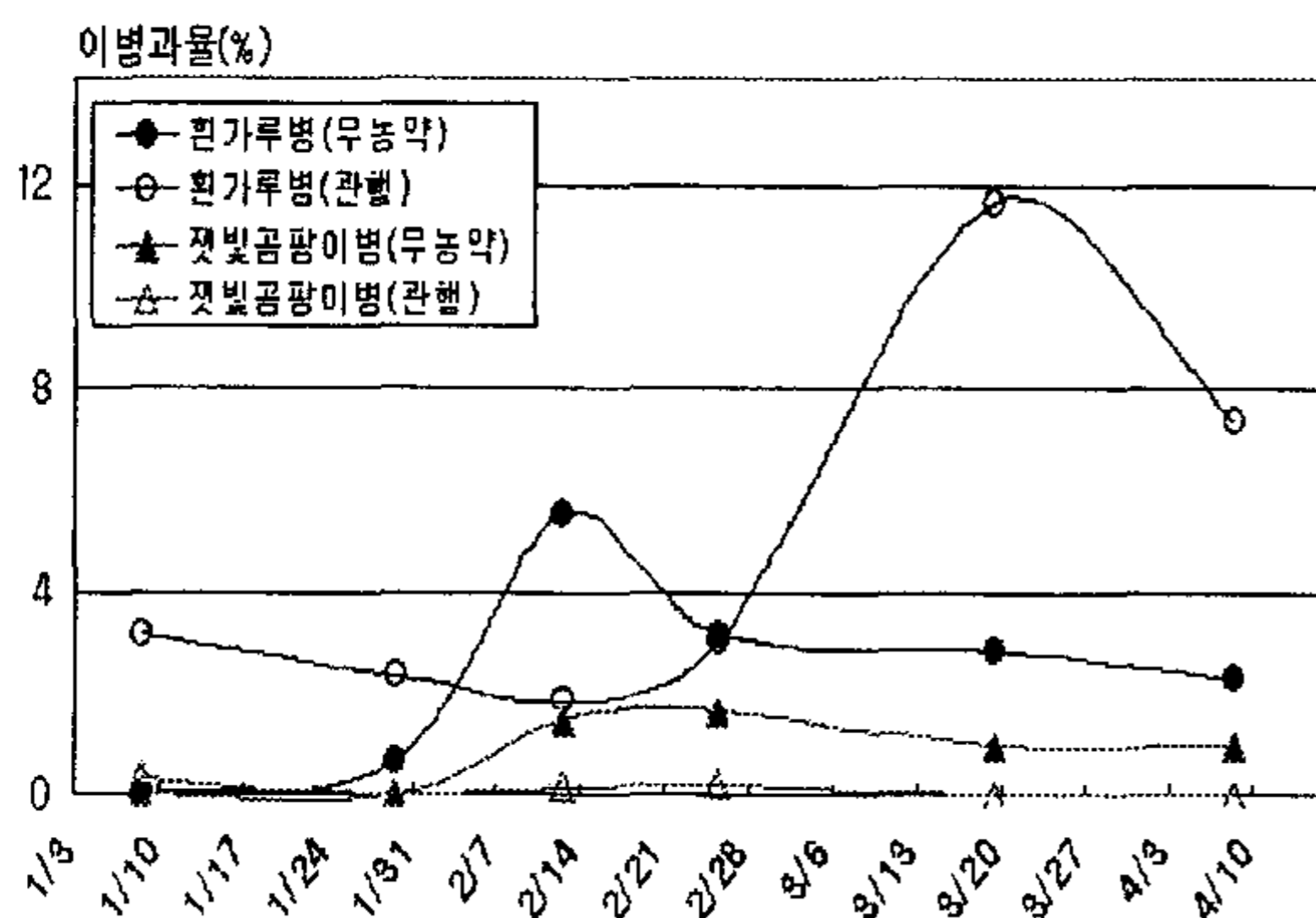


그림 2-7. 함평지역에서 딸기 흰가루병과 잣빛곰팡이병 발병율 변화

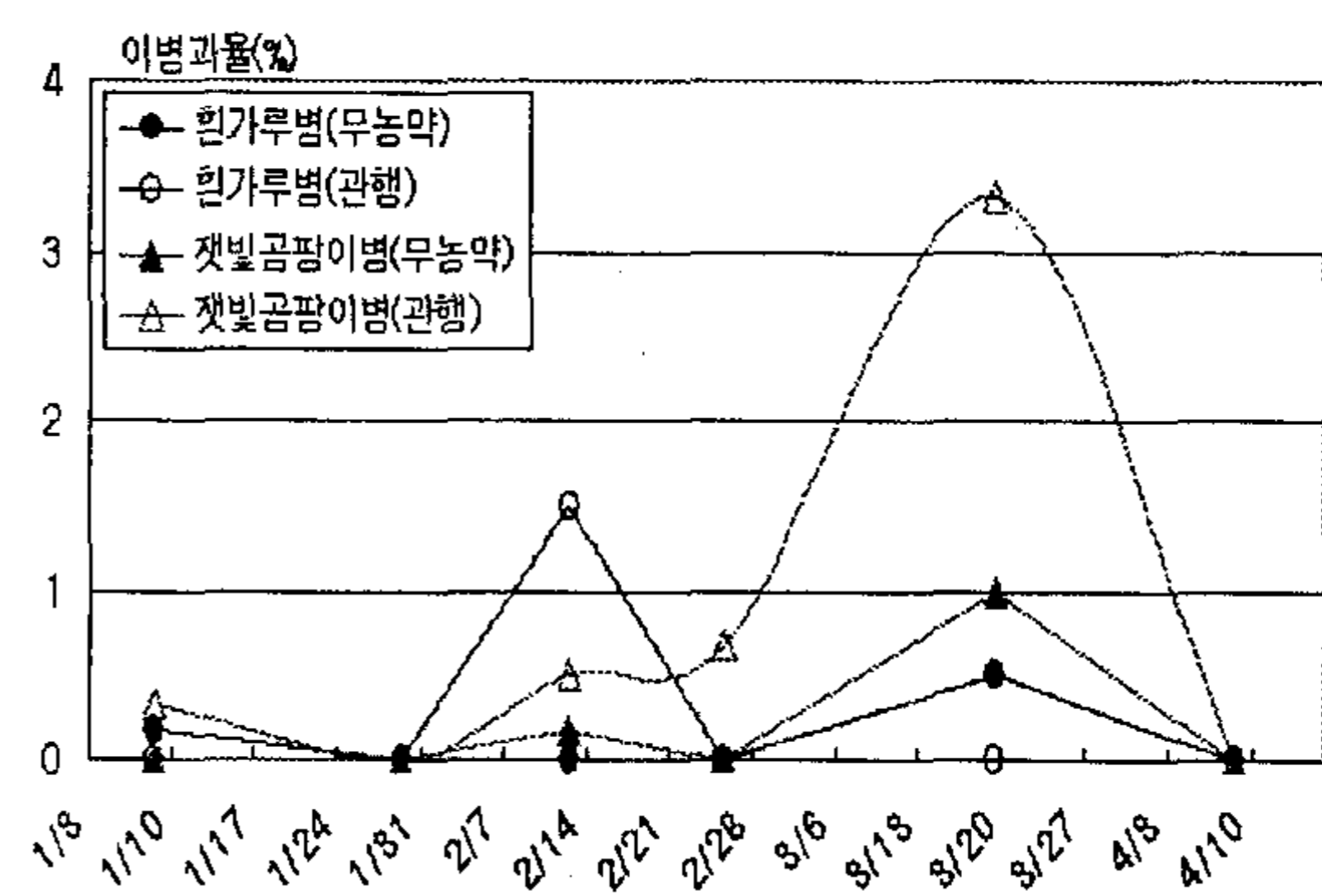


그림 2-8. 담양지역에서 딸기 흰가루병과 잣빛곰팡이병 발병율 변화

표 2-1. 딸기 재배지역의 토양화학성 변화

조사지역	조사일	pH (1 : 5)	OM (g/kg)	Ava. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	CEC (cmol <sup>+</sup> /kg)	Ex.cation (cmol <sup>+</sup> /kg)			EC	석회소요량 (kg/10a)
						K	Ca	Mg		
	적정범위	6.0-6.5	2.0-3	350-450	10-15	0.7-0.8	5-6	1.5-2	2 이하	
함평 무농약	1/8	4.4	-	558	15.0	0.8	6.5	1.3	3.5	195
	2/25	5.0	4.9	610	14.0	0.6	6.5	1.2	2.5	390
	4/9	4.5	4.4	535	15.6	0.8	6.4	1.2	2.4	650
함평 관행	1/8	5.5	-	1018	13.4	1.0	5.9	2.7	2.9	130
	2/25	5.8	4.0	1119	13.0	1.2	6.0	2.7	2.9	65
	4/9	5.1	3.5	1001	14.7	1.2	4.8	2.7	2.6	260
담양 무농약	1/8	7.0	-	1508	19.0	4.5	10.2	4.3	4.0	0
	2/25	6.4	5.1	1259	17.1	1.9	10.1	3.1	3.3	0
	4/9	6.3	4.7	1223	18.9	3.3	8.9	3.9	3.4	0
담양 관행	1/8	5.3	-	296	14.0	0.8	6.6	2.4	1.2	195
	2/25	5.8	1.9	432	14.0	0.7	7.3	2.0	0.8	260
	4/9	5.3	2.0	349	14.1	0.8	5.8	2.2	0.8	390

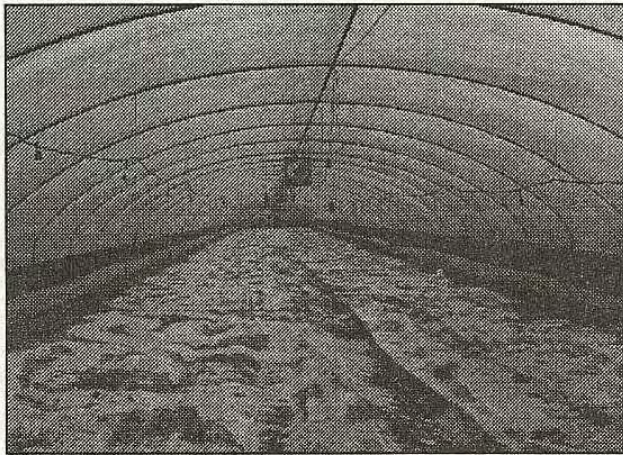
딸기 재배지역의 토양화학성 변화를 보면(표 2-1), 함평 관행농가의 pH는 5.1~5.8로 무농약재배 농가 보다는 높았으나 시설 토양이 산성화 되는 경향이었으며, 관행농가의 유효인산 함량은 권장량의 2배를 초과하는 수준이었다. 토양 EC는 2.4~3.5 범위였다. 담양지역의 pH는 5.3~7.0로 무농약재배 농가의 경우 적정하였으나 관행농가에서는 산성화 되는 경향이었으며, 유효인산함량은 오히려 무농약재배 농가에서 권장량을 3배 이상 초과하는 경우도 있었다.

### 3. 토양 전염성 시들음병 경감 기술개발

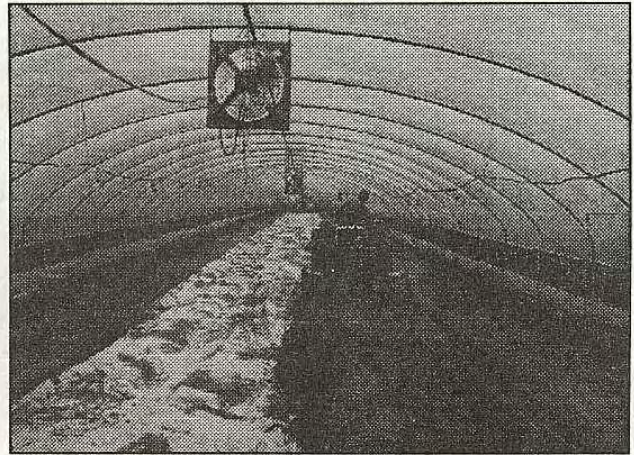
#### 가. 재료 및 방법

딸기와 수박을 주로 재배하여 토양병해가 많이 발생한 전남 담양군에 위치한 무농약 딸기재배농가 단동하우스에서 시험을 수행하였다(그림 2-9). 딸기를 재배하기 전 멜론을

재배한 토양을 경운한 후 쌀겨, 밀기울을 각각 10a 당 1톤과 2톤씩 토양에 골고루 살포한 후 트랙터로 2회 이상 경운하여 잘 혼합하고 관수튜브를 70cm 간격으로 설치하였다. 하우스 2중피복 비닐을 이용하여 토양표면을 멀칭한 후 토양이 충분히 잠길 때까지 관수를 실시하였다. 토양에 멀칭한 비닐은 토양발효처리가 끝나는 8월 중순까지 30일간을 피복하였다.



1. 쌀겨 토양살포



2. 로터리작업



3. 비닐멀칭 및 관수



4. 이랑 고르기

그림 2-9. 쌀겨 등 유기물을 이용한 토양발효처리 순서

토양발효처리가 끝난 후 비닐을 벗기고 환기를 실시하였다. 딸기는 9월 14일 정식하였고, 시비는 쌀겨나 밀기울을 처리한 시험구는 기비를 하지 않았고, 유기물을 처리하지 않은 무처리구는 '왕중왕' 100kg(N-P-K-유기물; 4-2-1-70%)을 기비로 처리하였다. 딸기 생육 중에는 유기물 처리구와 무처리구 모두, 수시로 친환경자재를 토양관주 하였다. 겨울철



온도유지를 위해 12월 상순부터 수막시설을 가동하여 보온을 하였다.

토양의 화학성 분석은 토양화학분석법(RDA, 1988)에 준하여, pH와 전기전도도는 풍건한 토양을 증류수와 1:5로 혼합하여 30분간 진탕한 현탁액을 측정하였다.

토양미생물 밀도는 토양 희석 평판법으로 조사하였다. 미생물 밀도는 세균은 Nutrient Agar 배지에서, 진균은 Rose bengal 배지에서, *Fusarium* spp. 균들은 Komada 배지에서 분리하여 조사하였다. 산화환원전위차는 산화환원전위센서를 토양 10cm 깊이에 설치하고 1시간 간격으로 산화환원전위를 측정하였다.

딸기 시들음병을 조사하기 위해 토양소독처리구와 무처리구 하우스에 이랑(100cm)을 만들고 재식거리를 주간 20cm, 조간 15cm로 하여 2줄로 10,000주(10a)를 정식하였다. 재배품종은 국내에서 육성한 설향 품종을 난괴법 3반복으로 처리하였다. 시들음병 발생주를 조사하기 위해 정식 30일 후 포장에서 시들음증상을 보이는 묘를 채취하여 병원균을 분리하였고, 시들음병 선택배지(Komada 배지)에서 자란 병원균을 광학현미경으로 관찰한 후 시들음병 여부를 판단하였다.

#### 나. 결과 및 고찰

토양에 쌀겨와 밀기울을 각각 1톤(10a기준) 처리하여 토양발효 처리하는 과정에서 토양 내 최고기온은 그림 2-10과 같다. 일중 최고기온을 보면, 무처리구가 유기물 처리구 보다 높았으며 깊이별 온도변화를 보면, 10cm 깊이의 온도가 20cm 보다 높은 경향이였다. 무처리구 10cm 깊이에서 40℃를 약간 넘은 것을 제외하고는 나머지 처리에서는 낮은 온도를 유지하였다(그림 2-10. A). 시험기간 중 토양 내 최고기온은 대체로 일중 최고기온과 같은 경향을 보였다(그림 2-10. B). 쌀겨나 밀기울을 처리한 후 평균온도는 26~37℃ 수준을 유지하였으며 투입된 유기물 종류별 온도차이는 크지 않았다. 따라서 온도에 의한 토양 병해충 경감은 적은 것으로 생각되었다. 쌀겨와 밀기울을 각각 1~2톤(10a기준)씩 처리하여 토양발효처리하는 과정에서 토양 환원화 정도를 조사하기 위하여 멀칭 내부 토양 표면의 산소와 이산화탄소 농도를 측정한 결과는 그림 2-11과 같다. 멀칭 내부 토양표면의 산소농도를 측정한 결과 무처리구인 단순 멀칭구에서 처리 15일 후 산소농도는 약 19.9%로 대기산소 농도인 20.9%와 큰 차이를 보이지 않았으나, 쌀겨 1톤과 2톤 처리구 산소농도는 0.1%로 조사되었으며, 밀기울 1톤과 2톤 처리구에서도 0.2와 0.3%의 낮은 농도를 나타내었다(그림 2-11. A). 이산화탄소의 경우 처리 7일 후 관행구는 1.2%를 보인 반면, 쌀겨 1톤과 2톤 처리구는 각각 24.8과 30%였으며, 밀기울처리구의 농도는 각각

24.3, 27.5%를 보여 토양 환원화에 두 처리 모두 효과가 있으며 유기물 투입이 많을수록 효과가 있는 것으로 나타났다(그림 2-11. B).

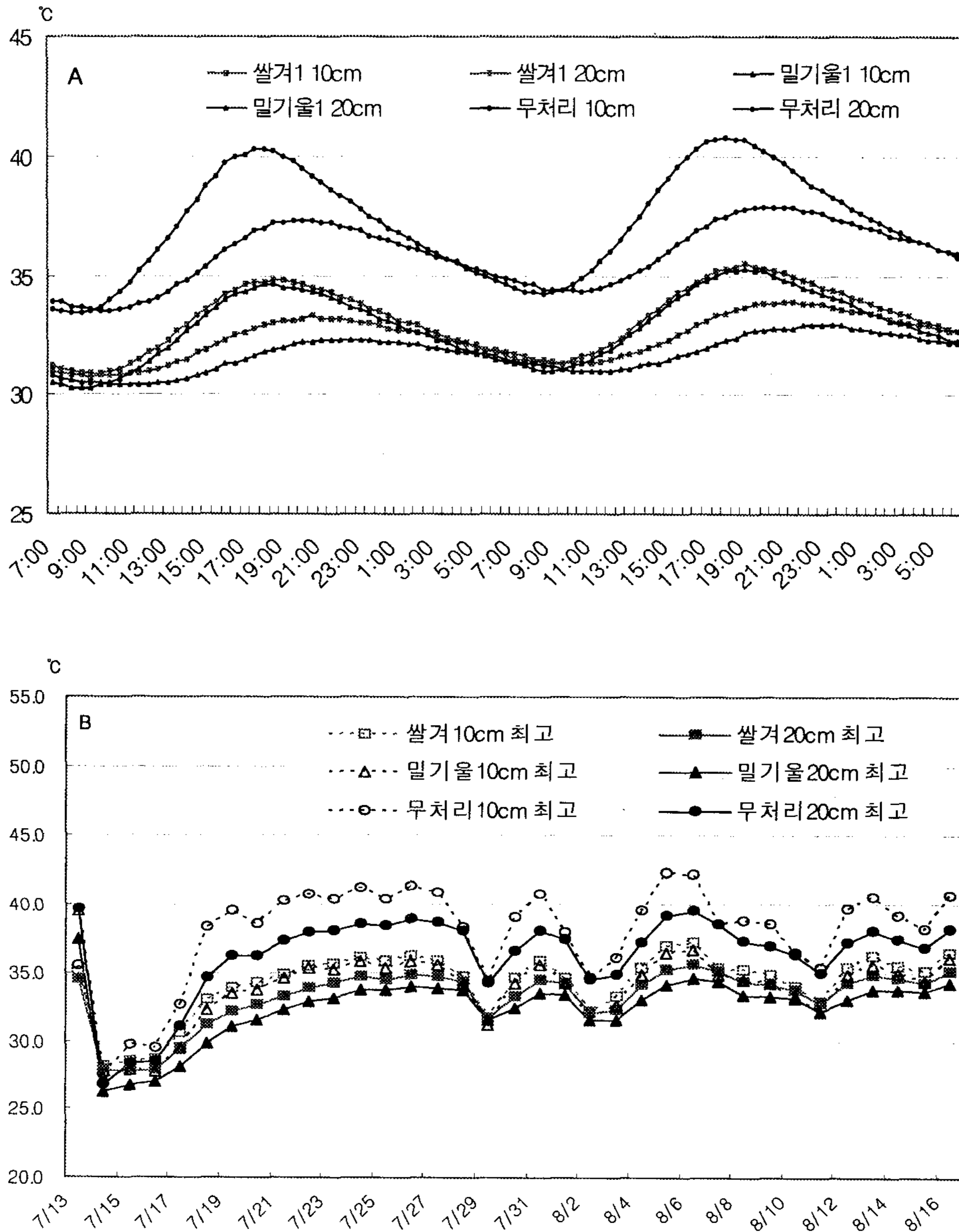


그림 2-10. 토양 발효처리 시 유기물 종류와 투입량에 따른 토양 내 일일 최고기온(A)과 시험기간 중 최고기온(B)변화

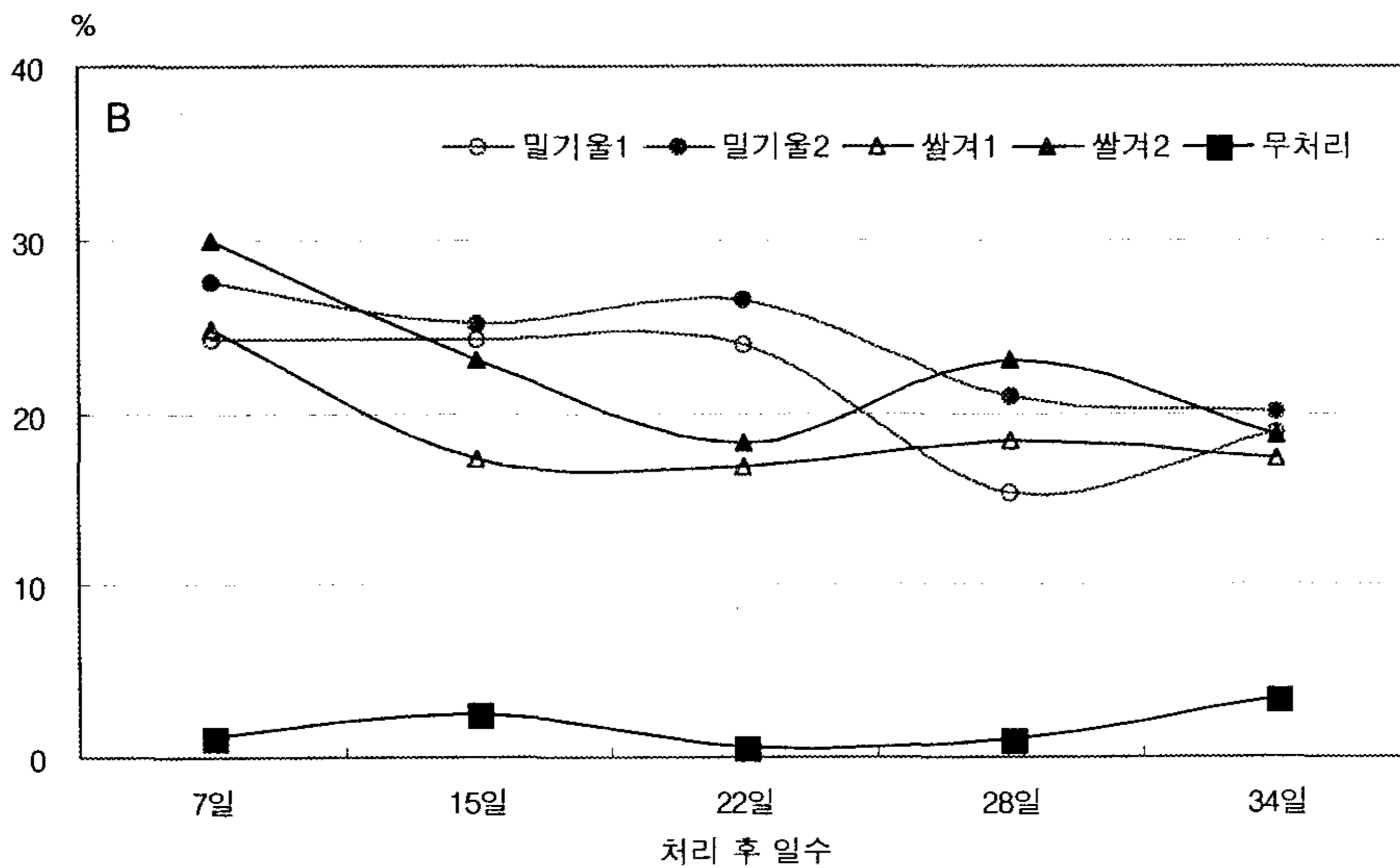
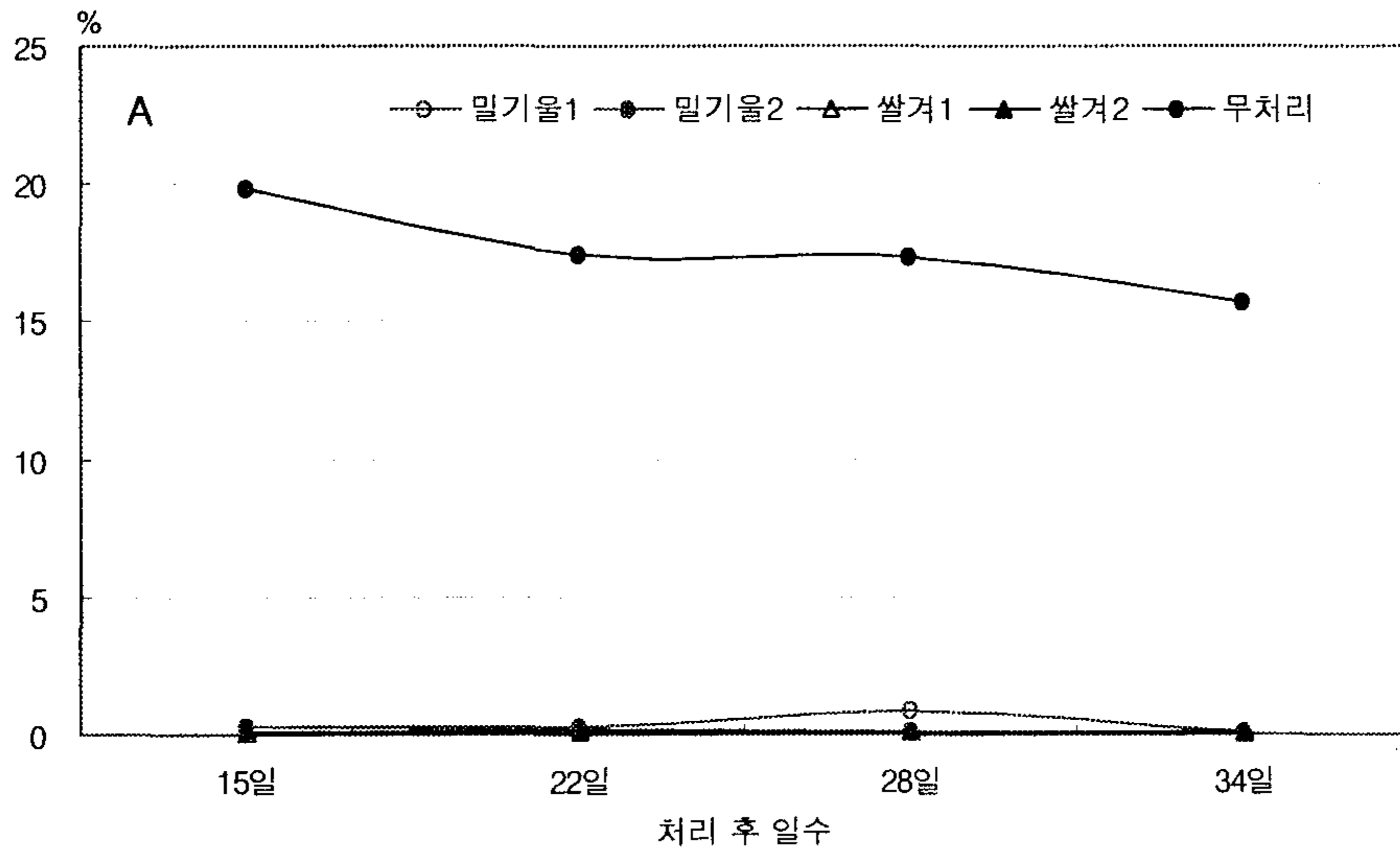


그림 2-11. 토양발효처리 시 유기물자재 별 산소(A)와 이산화탄소(B) 농도 변화

토양에 쌀겨와 밀기울을 각각 2톤(10a기준)씩 처리한 후 세균, 곰팡이 및 효모 밀도를 조사하였다(그림 2-12). 세균은 쌀겨와 밀기울처리 모두 처리 전에 비해 밀도가 높아졌으며 30일 후에 처리 전 밀도와 비슷하게 되었다. 무처리구에서 세균밀도는 약간 감소하는 경향을 보였다. 토양에서 효모의 밀도도 세균과 같은 경향을 보였다. 그러나 곰팡이는 처리 후 밀도가 급격히 낮아졌으며 30일 후에도 밀도가 낮았다. 이것은 토양이

혐기상태로 변하면서 토양 내 미생물 밀도가 변화되는 것을 의미한다. 즉, 쌀겨 등 유기물을 토양에 처리하면 토양이 혐기상태로 변하면서 효모나 세균 등 식물체에 유익한 미생물이 증가하였다. 쌀겨와 밀기울을 각각 1~2톤(10a기준) 처리한 후 토양전염성 병원균밀도를 조사한 결과, 시들음병 등 병원성 곰팡이 밀도는 감소하였다(그림 2-13).

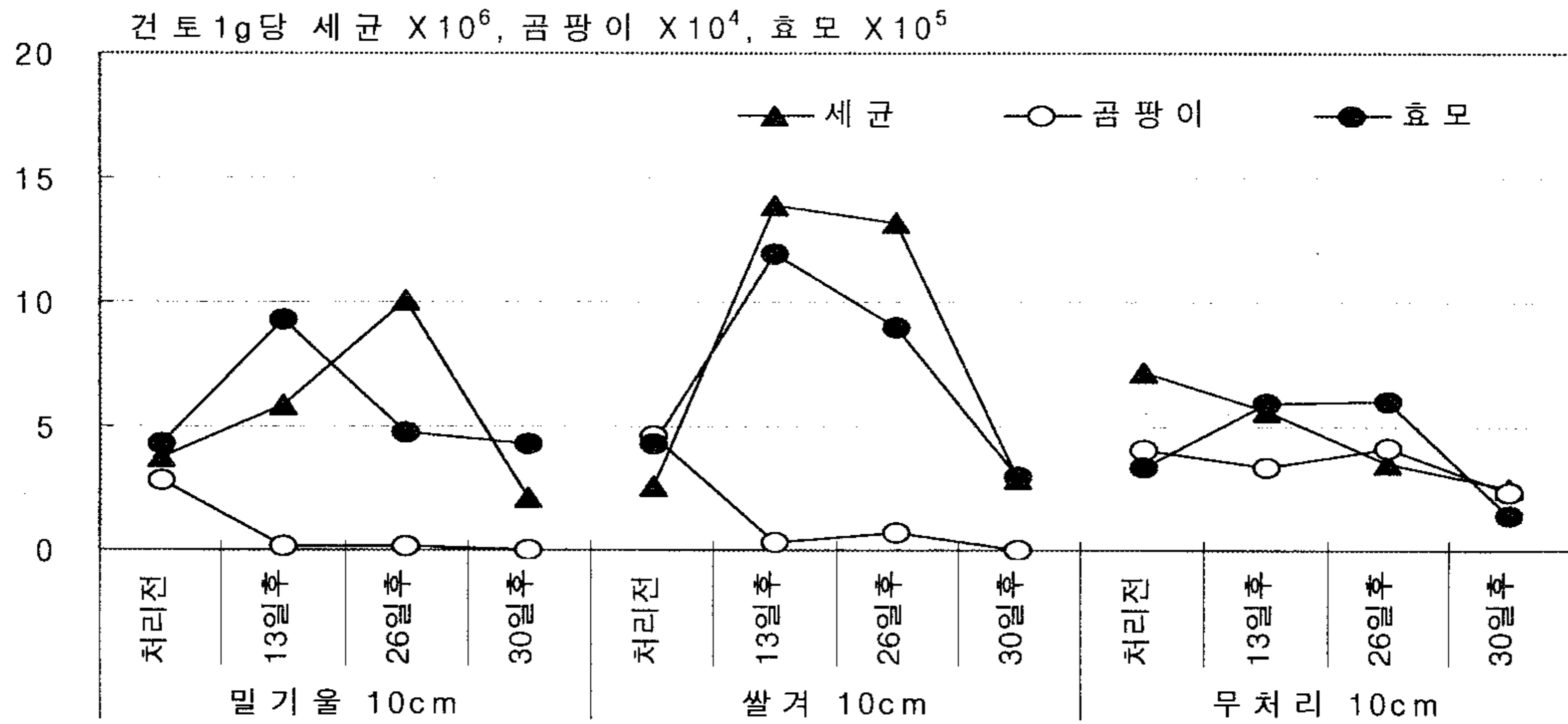


그림 2-12. 토양발효처리에 이용된 유기물 종류별 토양미생물상 변화

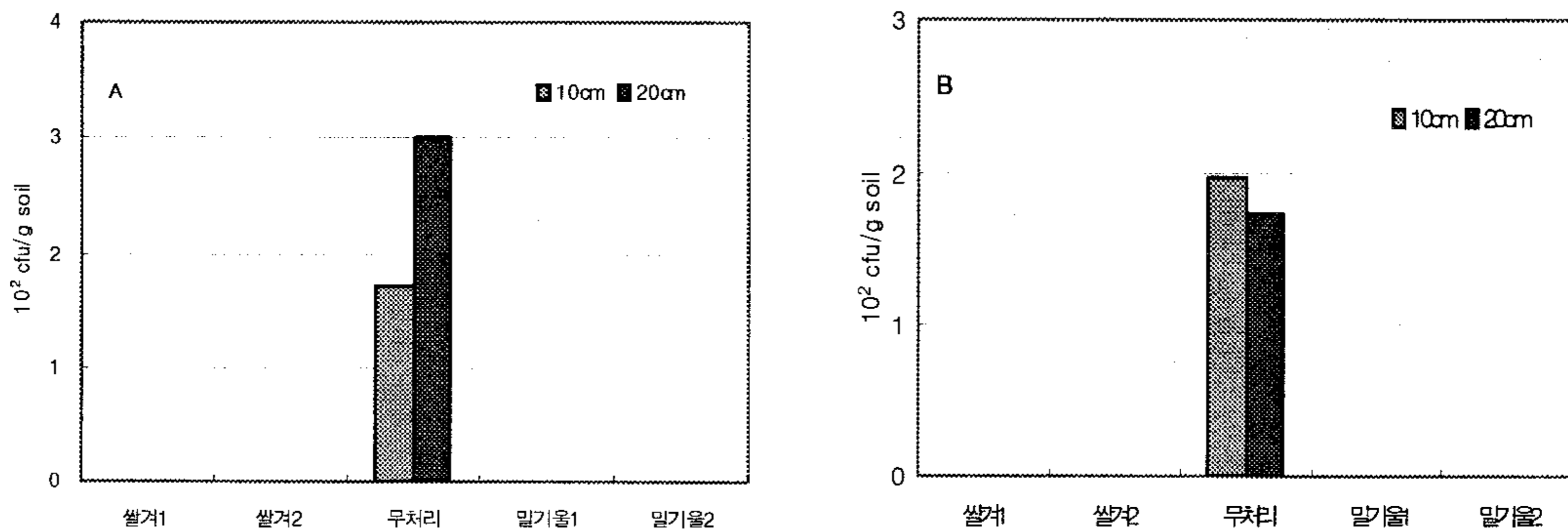


그림 2-13. 토양발효처리 후 토양 내 시들음병원균(A)과 역병원균(B)의 밀도

토양발효처리 전 후 토양선충 밀도를 조사한 결과(표 2-2), 토양소독 전에 비해 처리 30일 후 뿌리썩이선충과 뿌리혹선충은 발견되지 않았으나, 무처리구에서는 처리 전후 모두 이들 선충이 일정 수준으로 조사되었다. 이것은 쌀겨 등 유기물을 토양에 살포하는

토양소독 방법이 딸기를 친환경적으로 재배하려는 농가에게 토양 선충 피해를 예방할 수 있는 하나의 방법이 될 수 있음을 나타낸다.

토양을 환원상태로 소독하고 딸기를 정식하여 재배한 후 생육을 조사한 결과(표 2-3), 유기물 처리가 엽수, 엽장, 관부크기 등 생육에 미치는 영향은 적은 것으로 나타났다. 토양환원소독 후 유기물 처리별 시들음병 발생은 무처리구에서 가장 많았으며, 쌀겨 처리구에서 가장 적었다. 밀기울 처리구에서도 1톤 보다 2톤을 처리한 경우 시들음병 발생 주율이 낮았다.

표 2-2. 토양발효처리 전 후 토양선충 밀도 변화

처 리 (톤/10a)	토양 깊이 (cm)	뿌리썩이선충		뿌리혹선충		부식성, 기타	총 선충수
		처리 전	30일 후	처리 전	30일 후	30일 후	30일 후
쌀 겨 2	10	20	0	20	0	30	30
	20	20	0	20	0	20	20
밀기울 2	10	30	0	10	0	20	20
	20	20	0	20	0	10	10
무처리 2	10	100	130	20	40	720	890
	20	70	160	20	20	3,290	3,470

※ 토양 300g당 밀도

표 2-3. 토양발효처리 후 딸기 생육과 시들음병 발생 상황

(조사일 : '05. 1. 17)

처 리 (톤/10a)	엽수 (매/주)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	엽색도 <sup>z</sup>	관부크기 (mm)	시들음병 (발병주율)
무처리	7.3	10.2	9.5	14.8	50.3	16.4	6.7 a <sup>y</sup>
밀기울 1	6.9	9.0	8.3	12.5	50.1	14.5	2.3 b
밀기울 2	7.2	9.5	8.7	14.4	49.4	15.6	1.3 b
쌀 겨 1	7.3	9.6	9.1	15.2	51.3	16.0	0.7 b
쌀 겨 2	6.8	9.6	8.8	15.1	51.4	16.5	0.7 b

<sup>z</sup>SCDSV means specific color difference sensor value(SPAD 502, Minolta, Japan).

<sup>y</sup>In a column, means followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

토양발효처리 후 토양화학성 변화를 보면, 무처리에 비해 질산태 질소 함량, 양이온 등이 증가하였고, 토양 전기전도도(EC) 증가하는 경향을 보였다(표 2-4).

표 2-4. 토양발효처리 후 토양 화학성 변화

처리내용 (톤/10a)	pH (1 : 5)	EC dS/m	OM g/kg	NO <sub>3</sub> -N mg/kg	CEC cmol <sup>+</sup> /kg	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg	Ex.(cmol <sup>+</sup> /kg)		
							K	Ca	Mg
무처리	7.1	0.6	54.9	16	13.7	1,025	3.0	7.9	2.7
밀기울 1	7.1	0.7	52.7	24	14.8	1,095	3.4	8.4	3.0
밀기울 2	7.1	1.4	54.7	36	17.4	1,085	4.3	9.7	3.4
쌀 겨 1	7.0	0.7	56.1	20	14.6	1,091	3.4	8.2	3.0
쌀 겨 2	7.0	1.5	58.1	35	15.4	1,140	3.3	8.7	3.5

#### 4. 유황 훈증처리에 의한 흰가루병 경감 기술개발

##### 가. 재료 및 방법

딸기 흰가루병을 방제하기 위하여 전남 나주시 남평읍에 위치한 친환경재배 농가에서 시험을 수행하였다. 유황 훈증을 위해 매일 18:00시부터 20:00까지 2시간 동안 훈증기로 훈증을 실시하였고 생물농약(탑시드와 마이코사이드)을 혼용 살포하여 그 효과를 조사하였다. 방제가는 발병과율을 조사하여 환산하였다.

##### 나. 결과 및 고찰

딸기 흰가루병을 친환경적으로 방제하는 방법 중의 하나가 하우스 내에 유황을 훈증하는 것이다. 유황 훈증을 흰가루병이 발생하는 시기부터 실시하였고 생물농약을 주기적으로 살포하여 흰가루병 방제효과를 조사하였다.



그림 2-14. 유황 훈증처리에 의한 딸기 흰가루병 방제

하우스에 유황 훈증기를 설치하여 훈증을 실시하였다(그림 2-14). 처리 후 흰가루병 발생율을 조사한 결과(그림 2-15), 처리 후 7일과 14일에 각각 53%와 55%의 방제효과를 보였다.

유황훈증처리와 함께 생물농약(탐시드)을 처리한 경우, 흰가루병 방제효과는 처리 7일과 14일 후 각각 58%와 61%를 나타내었으며, 유황훈증처리와 생물농약(마이코사이드) 복합처리는 각각 67%와 63%로 이들 처리 가운데 가장 높은 방제효과를 나타내었다. 이 실험을 통해 유황훈증처리는 흰가루병을 방제하는데 유용한 보조수단으로 활용할 수 있으며, 이와 함께 생물농약을 주기적으로 살포하면 어느 정도의 효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

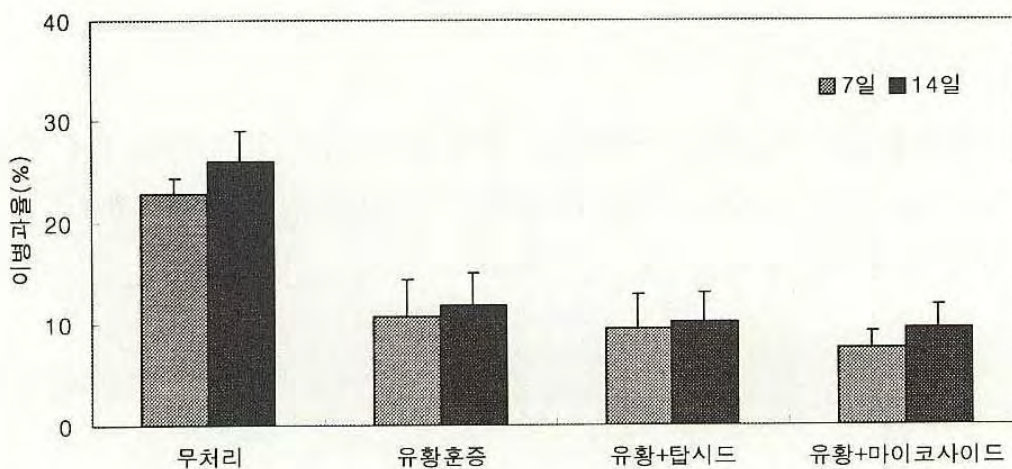


그림 2-15. 딸기 흰가루병에 대한 유황훈증과 생물농약처리 효과

## 5. 천적과 기피식물을 이용한 해충밀도 경감

### 가. 재료 및 방법

천적인 칠레이리응애를 생산하기 위해 2003년부터 유리온실(9×3.2m)에 수경베드(8×0.27m) 3개를 제작하여 강낭콩을 심었다. 점박이응애를 강낭콩 잎에 접종하여 놓은 후 밀도가 증식하기 시작한 12월 하순에 칠레이리응애를 엽당 1마리 정도 되게 2,000마리를 방사하였다. 방사 후에 습도를 70%이상 되게 온실을 관리하였으며 2월 상순부터 증식된 칠레이리응애를 사용하였다. 딸기 재배지에 1주당 1마리의 밀도로 점박이응애를 접종하였으며, 천적인 칠레이리응애 방사는 1~3회 하였으며 방사량은 300평당 1,000마리, 2,000마리, 3,000마리씩 방사하여 점박이응애의 밀도 변화를 조사하였다. 또한 보성 및 함평에 농가를 선정하여 농가 평가를 실시하였다. 밀도조사는 2004년 1월 9일부터 방사구와 무방사구를 대상으로 1주 간격으로 100엽씩 채취하여 실험실 내의 해부현미경(30×) 하에서 발생하고 있는 점박이응애와 칠레이리응애의 수를 조사하였다.

### 나. 결과 및 고찰

점박이응애를 효과적으로 방제하기 위해서는 칠레이리응애 1회 방사시 방사 4주째부터 밀도가 올라가기 시작하였으며(그림 2-16), 2회 방사시에 7주 이후 8주째부터 밀도 증가가 이루어졌다. 그러나 3회 방사는 조사기간 동안 10마리 내외로 점박이응애 밀도를 일정 수준으로 유지시킬 수 있었다. 또한 방사량도 1,000마리인 경우에는 후기에 밀도가 증가하여 밀도를 억제하지 못하였으며 3,000마리 방사하는 경우 2,000마리 방사하는 경우와 비슷한 밀도를 유지하는 것으로 보아 2,000마리 방사하는 것으로도 충분한 밀도 억제가 가능하였다(그림 2-17).



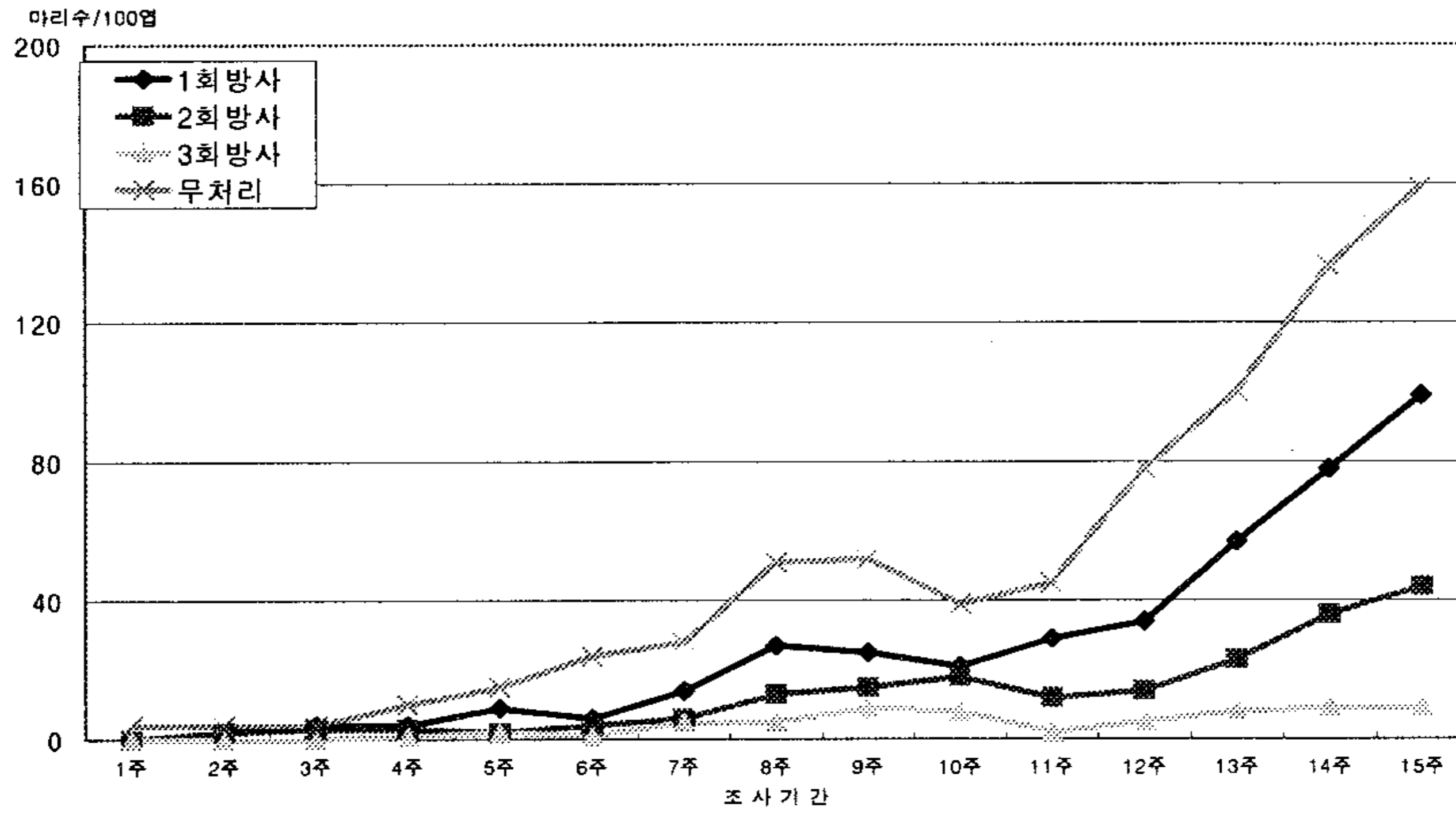


그림 2-16. 점박이용애 방제를 위한 칠레이리용애의 방사횟수

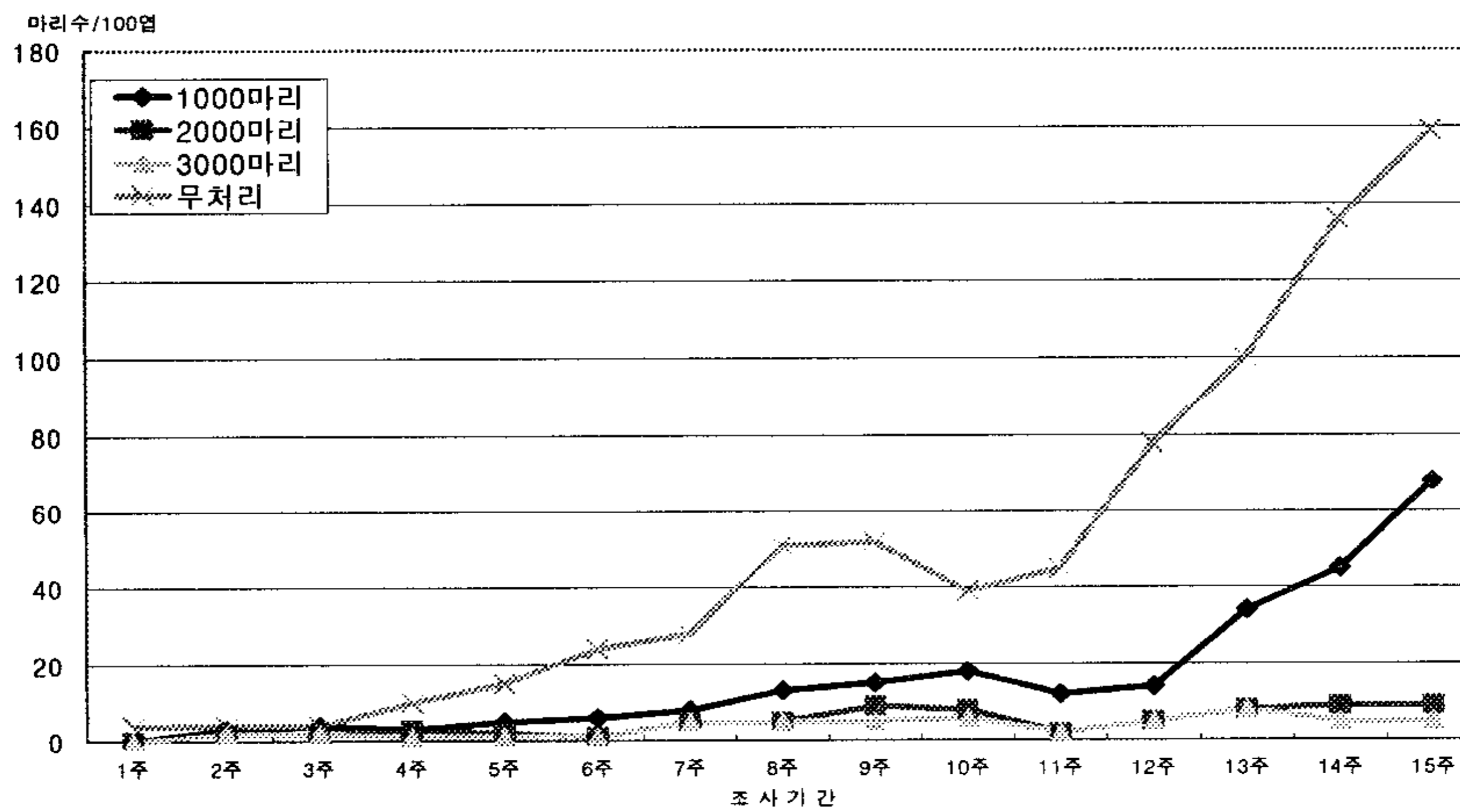


그림 2-17. 점박이용애 방제를 위한 칠레이리용애 방사량

보성지역 농가의 경우 점박이용애는 2월 하순부터 발생하기 시작하였으며(그림 2-18) 3월 상순에 방사구의 점박이용애 밀도가 상승함에 따라 같이 상승하여 3월 하순에 칠레이리용애의 밀도가 10엽당 50마리까지 증가하였으며 이후 점박이용애의 밀도와 함께 떨어져서 일정한 수준을 유지하였다.

점박이용애의 발생엽율을 보면 방사구에서는 높지 않았으나 무방사구에서는 초기

발생이 확인된 이후 계속 상승하여 10.5~75.5%까지 올라갔다. 특히 보성 1농가의 경우 지속적인 밀도 증가가 이루어져 5월에는 수확을 거의 할 수 없었다(표 2-5). 또한 천적 방사구의 발생엽율도 3%로 높았는데 이시기에 천적을 방사하여도 3월 23일에는 20.5%까지 발생엽율이 올라가므로 초기에 정확한 예찰을 통하여 천적을 방사하여야 할 것이며 최소 3% 이내일 때 천적의 투입이 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

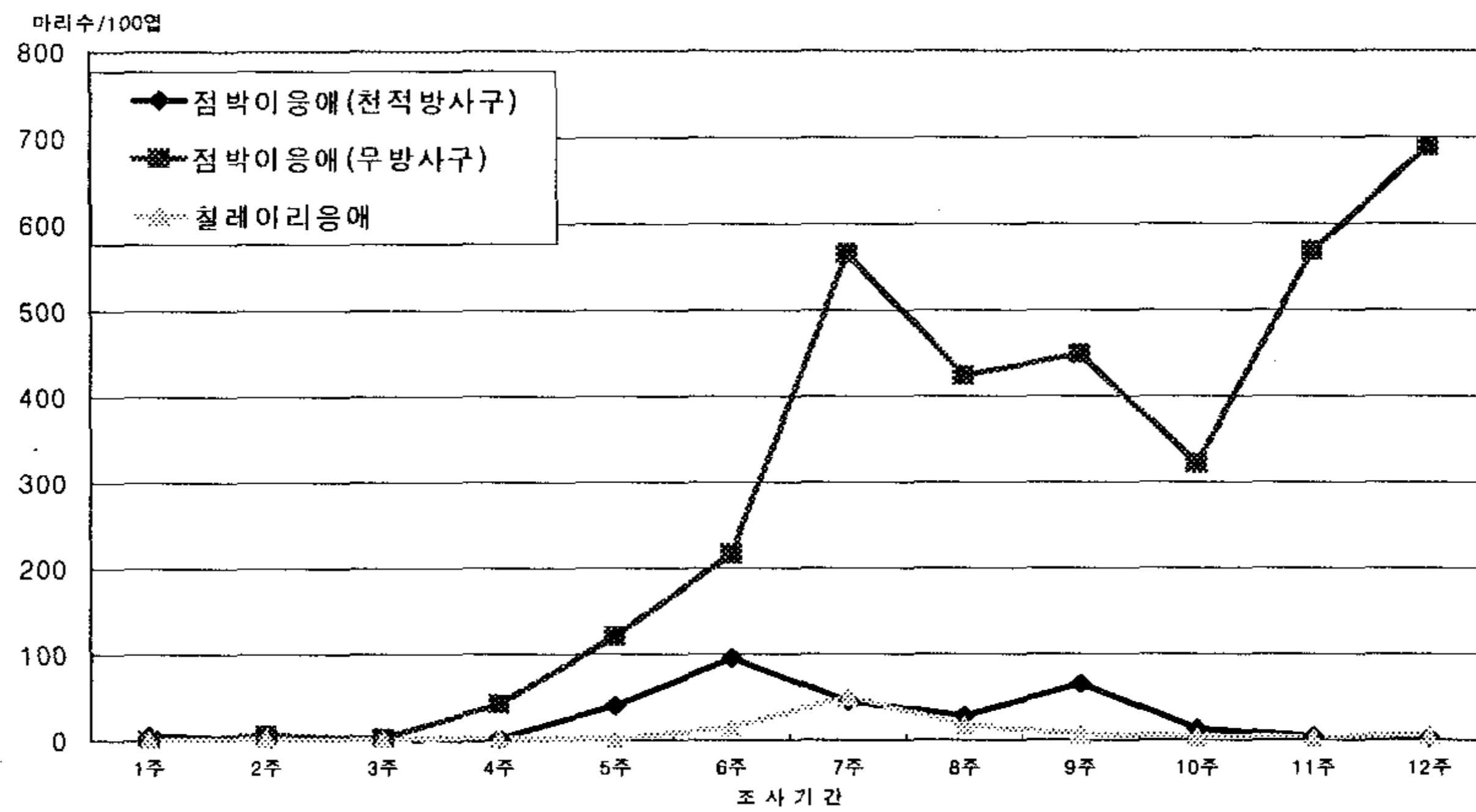


그림 2-18. 보성지역 딸기농가에서 점박이응애와 칠레이리응애의 밀도 변화(품종 : 육보)

표 2-5. 지역별 점박이응애 발생엽율

(단위 : %)

조사일	합평		보성1		보성2	
	천적방사구	무방사구	천적방사구	무방사구	천적방사구	무방사구
2월 10일	0	0	3.0	0	0	0
2월 17일	0	0	4.0	3.5	0	0.5
2월 23일	0	0	1.0	5.5	0.5	0
3월 2일	0	1.0	1.0	12.0	0.5	13.5
3월 9일	0	0.5	12.0	16.5	0	2.5
3월 16일	0	0	5.0	22.5	0	4.5
3월 23일	1.5	0	20.5	29.5	2.5	0
3월 29일	1.0	0	5.5	58.0	1.5	3.5
4월 6일	4.5	10.5	15.5	59.5	0	2.0
4월 13일	0	6.0	10.0	55.0	0	6.5
4월 20일	2.5	23.5	3.6	68.5	0	6.8
4월 27일	1.5	45.0	2.5	75.5	0	10.5

나주지역 고설식 수경재배 시스템에서 딸기 점박이용애를 천적만으로 방제하기는 쉽지 않았다(그림 2-19). 2월 상순부터 발생하기 시작한 점박이용애는 3월 하순부터 밀도가 급격히 증가하였다. 따라서 고설식 수경재배에서는 천적을 더 빠른 시기에 방사해야 할 것으로 생각된다. 한편, 담양의 토경재배에서는 4월 상순까지 점박이용애 밀도가 50엽당 20마리 이하로 아주 낮게 유지 되어 천적 방사 효과가 높았으며, 4월 상순 이후부터 식물추출물을 살포 하여 밀도를 낮게 유지할 수 있었다(그림 2-20). 관행 농가에서는 4월 상순 이후에 점박이용애 밀도가 급격히 증가하여 무농약재배 농가와 대조를 보였다:

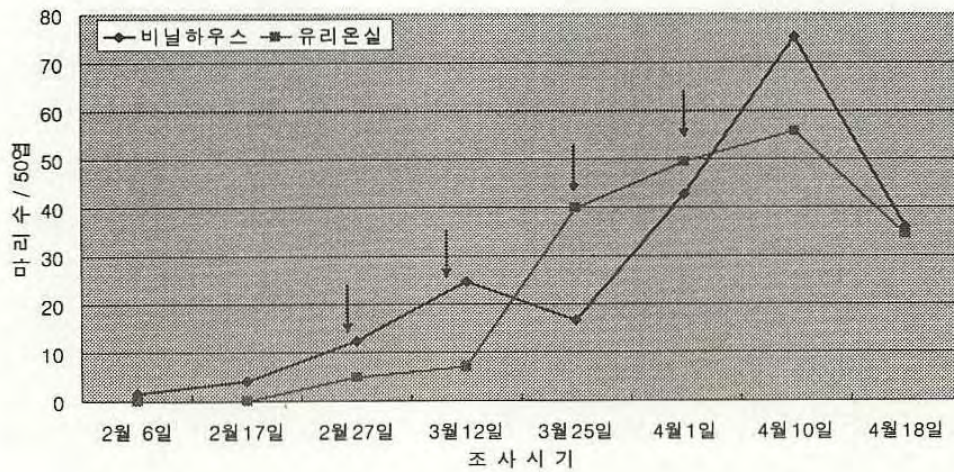


그림 2-19. 나주지역 고설재배 딸기 점박이용애 발생 변화

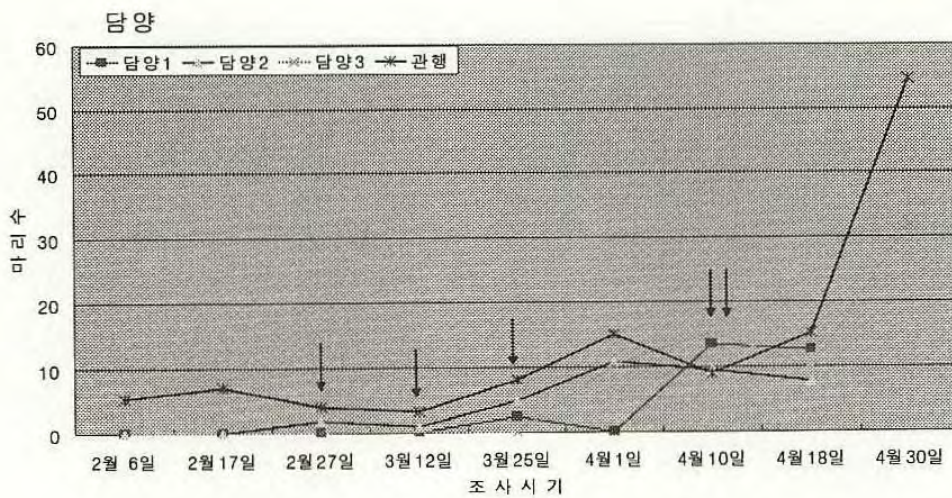


그림 2-20. 담양지역 딸기 점박이용애 발생 변화

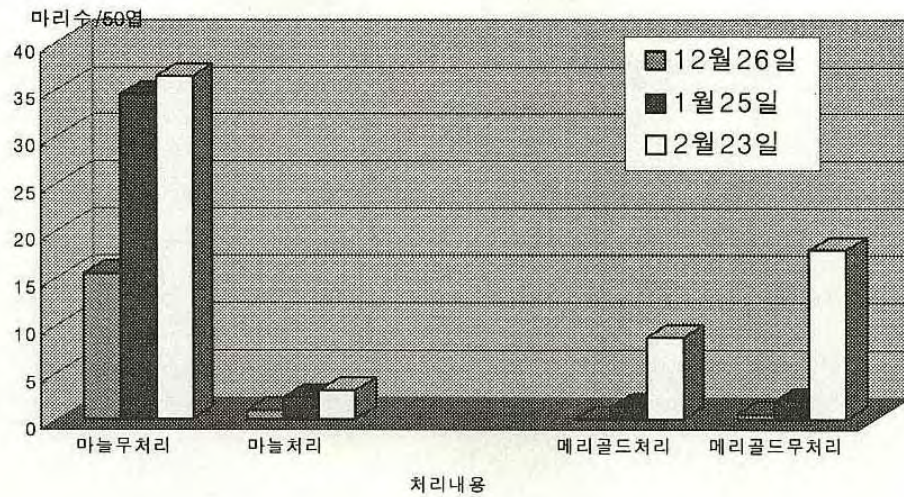


그림 2-21. 메리골드와 마늘을 간작하였을 때 딸기점박이용애 밀도 변화

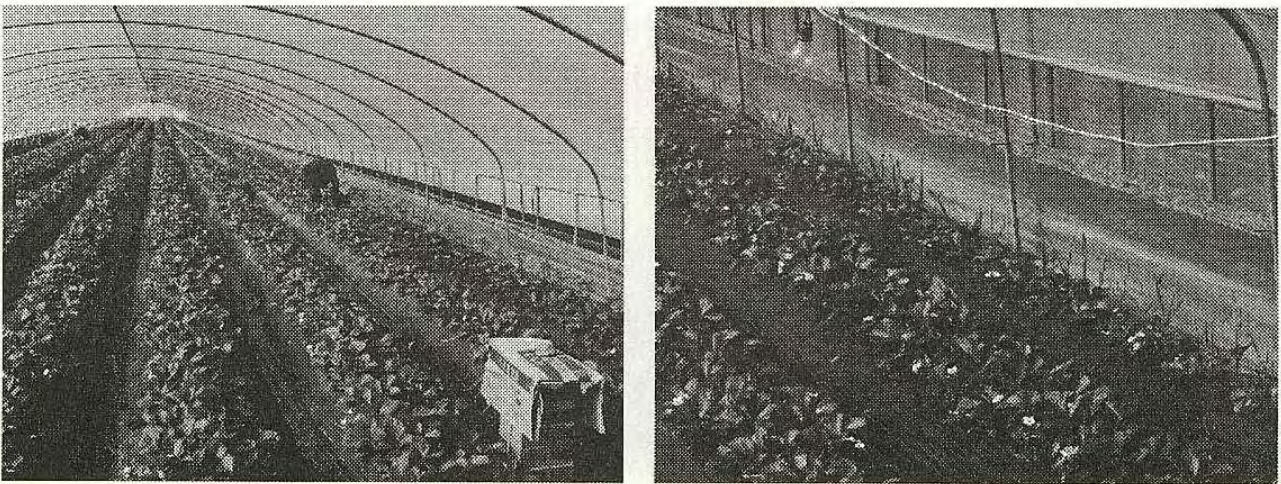


그림 2-22. 메리골드와 마늘 간작(좌;메리골드, 우;마늘)

점박이용애의 밀도를 낮추기 위해 마늘과 메리골드를 간작하였을 때 점박이용애의 밀도변화를 보면 마늘 무처리와 메리골드 무처리는 처리구보다 점박이용애 밀도가 높았으며 특히 마늘 무처리에서는 밀도가 급격히 증가하였다(그림 2-21, 그림 2-22). 마늘과 메리골드를 딸기와 간작함으로써 점박이용애의 초기 밀도를 억제할 수 있을 것으로 판단되었다.

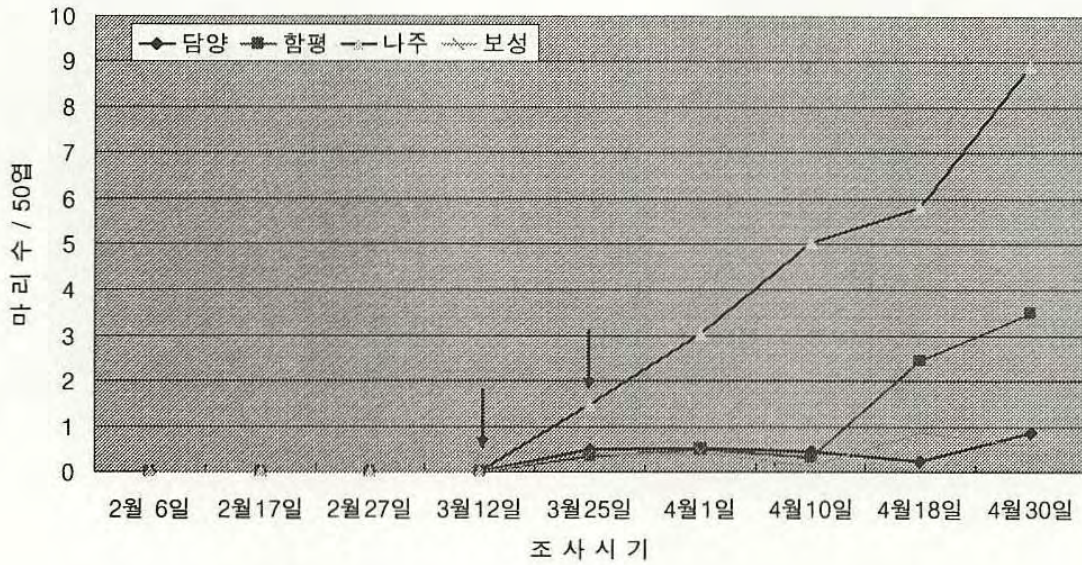


그림 2-23. 지역별 딸기 진딧물류 발생 변화

진딧물 발생은 3월 중순 이후부터 증가하기 시작하였으며 나주지역의 고설식 수경재배 시스템에서는 천적을 방사하여도 진딧물 밀도가 계속 증가하여 방제에 어려움이 있었다(그림 2-23). 따라서 고설재배에 적합한 천적 방사량과 방사시기의 구명이 필요할 것으로 생각된다. 토경재배에서는 2회의 천적방사로 해충 밀도를 낮게 유지시킬 수 있었다. 친환경재배 농가에서 사용하고 있는 해충 방제 겸 비료대체 자재의 비료성분은 생선 아미노산이 0.55%의 질소성분이 있어 가장 높았으며 그 외의 자재들의 비료 효과는 낮았다(표 2-6).

표 2-6. 딸기 재배농가 자가 제조 농자재의 주요 비료성분

구분	%					mg/g						
	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	B	Al	Mn	Fe	Cu	Zn	As
당귀	0.20	0.29	0.02	0.03	0.05	2.01	2.42	13.37	5.01	0.37	2.79	1.48
생강	0.60	0.16	0.02	0.01	0.03	0.91	1.93	28.31	3.18	0.31	1.43	1.51
마늘	0.17	0.32	0.02	0.04	0.03	1.25	2.34	2.95	4.97	0.07	1.51	1.27
생선	0.55	0.55	0.02	0.11	0.08	4.26	1.22	1.26	9.28	0.46	7.90	1.34
감초	0.12	0.20	0.17	0.05	0.07	1.72	1.10	2.51	25.77	0.59	2.86	1.73
계피	0.11	0.30	0.14	0.05	0.03	0.96	1.26	10.83	5.23	0.31	2.02	1.87

이들 자재에 대한 해충 방제 효과를 살펴보면 마늘을 발효시킨 자재가 복숭아 흑진딧물에 대해 5일째에 밀도가 약간 떨어졌으나 나머지 자재들은 밀도가 증가하였다(표 2-7). 그러나 점박이용애에서는 제충국, 어성초, 계피가 40% 이상 밀도가 떨어졌는데, 이들 자재를 1회만 살포한 점을 고려한다면 이들 자재를 이용하여 체계적인 방제가 이루어진다면 친환경 해충 방제제로서 역할을 충분히 할 수 있을 것으로 판단된다.

표 2-7. 친환경농가 자가 제조액의 살충효과

자재종류	복숭아 흑진딧물 생충율(%)			점박이용애 생충율(%)		
	1일후	3일후	5일후	1일후	3일후	5일후
매죽나무열매	118.4	139.5	121.1	100.0	93.5	93.5
어성초	100.0	165.4	226.9	66.7	66.7	53.3
제충국	126.7	143.3	143.3	88.5	73.1	46.2
계 피	113.5	134.8	136.0	93.3	80.0	60.0
생 강	113.9	211.1	213.9	88.2	88.2	88.2
마 늘	90.5	90.5	95.2	100.0	89.5	126.3
당 귀	122.4	285.7	344.9	76.9	76.9	61.5
감 초	93.9	181.8	230.3	93.3	95.6	102.2
마늘+고추	113.8	153.8	157.5	96.8	92.5	86.0

딸기 포트에 식물추출물을 살포하였을 때 제충국을 압축한 것과 용매 추출한 것을 혼합하였을 때 목화진딧물은 100%의 높은 살충율을 나타내었으며 이들을 농가 포장에서 살포한 경우 역시 높은 살충효과를 볼 수 있었다(표 2-8, 2-9, 2-10). 추후 이들 추출물에 대한 효과적인 방제 체계 개발로 딸기 해충에 대한 무농약재배가 가능할 것으로 판단된다.

표 2-8. 딸기묘에서 식물추출물의 목화진딧물 방제효과

추출물 종류	처리전 마리수	생충율(%)		
		1일후	3일후	5일후
멀구슬+담배잎	143	58.0	52.4	63.6
무화과+담배잎	53	26.4	20.8	24.5
질경이+방가지뚱	155	56.8	52.9	54.8
질경이+방가지뚱+계피오일	72	83.3	81.9	122.2
왕갯썩부쟁이+강아지풀	206	61.2	57.8	68.9
왕갯썩부쟁이+강아지풀+계피오일	188	46.3	46.3	57.4
계피오일+계면활성제	68	73.5	80.9	89.7
제충국 (압축+용매)	76	9.2	3.9	0.0
멀구슬+제충국	89	52.8	50.6	60.7

표 2-9. 딸기 농가포장에서 목화진딧물 방제 효과(처리 3일후)

추출물 종류 및 희석배수	처리전밀도(마리)	생충수(마리)	생충율(%)
제충국 (압축+용매) (500배)	80	40	50.0
멀구슬+제충국 (500배)	87	65	74.7
멀구슬 : 담배잎(100배)	120	60	50.0
제충국 : 담배잎(100배)	100	80	80.0
제충국(60%농축)(100배)	72	88	122.2

표 2-10. 친환경농자재의 목화진딧물 포장 방제 효과

자재 종류	살충율(%)		
	1일후	3일후	5일후
벌레리아	29.1	19.6	10.8
바이오초	46.5	36.8	23.8
버그 팜	51.1	48.0	40.5
크 린 업	165.2	134.6	85.3
웅 삼 이	76.8	67.9	45.1
비 비 엠	147.1	122.4	95.3

시중에 시판되고 있는 복합비료나 미량비료로 등록된 친환경 자재 중에서 벌레리아가 목화진딧물에 가장 효과가 우수하여 비료와 해충 방제를 동시에 할 수 있을 것으로

보인다. 그러나 이들 자재에 대한 검증은 더욱 신중을 기해야 할 것이다.

표 2-11. 지역별 병해충 방제 약제 살포 횟수

지 역		해충방제			병해방제(친환경자재)		비 고
		친환경자재	천 적		흰가루병	잣빛곰팡이병	
			응애	진딧물			
나주	무농약	7	4	2	15	4	
담양	무농약	7	5	1	10	3	
	관 행	3	-	-	5	5	살균2, 살충3
함평	무농약	6	5	2	17	5	
	관 행	4	-	-	5	2	살균5, 살충3
보성	무농약	4	3	1	16	6	
	관 행	2	-	-	4	5	살균6, 살충4

지역별 병해충 약제 살포횟수를 보면 무농약재배 농가에서 천적이나 친환경 자재를 더 많이 이용하여 친환경 자재는 4~7회, 천적인 칠레이리응애는 3~5회, 진딧물은 1~2회 방사하였다(표 2-11). 그러나 관행은 살충제와 살균제를 2~3회 이상 사용하기 때문에 안전 딸기 생산에는 문제가 있었다. 병해 방제는 무농약재배 농가는 친환경 자재만 사용하였지만 관행에서는 살균제를 혼용하여 사용하고 있는 실정이었다.

딸기 재배 농가의 농약잔류 현황을 보면 무농약재배 농가는 농약이 검출 되지 않아서 안심하고 먹을 수 있는 딸기였으나 관행재배에서는 함평에서 Azoxystrobin이 약간 검출되었다(표 2-12).

표 2-12. 딸기재배 농가의 농약 잔류 분석

농 약 명	관 행 재 배		친 환 경 재 배		MRL (mg/kg)
	함평	담양	함평	담양	
Azoxystrobin	0.01~0.039	ND	ND	ND	(1)*
Bitertanol	ND	ND	ND	ND	1
Fenarimol	ND	ND	ND	ND	1
Fludioxonil	ND	0.12	ND	ND	1
Iprodion	ND	0.22	ND	ND	10



친환경자재+미생물+천적살포 방제방법이 관행처리 농가대비 점박이응애 36.5%, 흰가루병 46.7%, 잿빛곰팡이병 25.0%로 감소하여 무농약재배가 가능 하였다(표 2-13).

표 2-13. 친환경자재, 미생물 및 천적살포에 의한 딸기 병해충 방제효과

구 분		친환경자재+미생물+ 천적살포 방제(A)	관행농가(B)	A/B(%)
해충	점박이응애	2.7마리/잎	7.4마리/잎	36.5
병해 (이병과율,%)	흰가루병	0.7	1.5	46.7
	잿빛곰팡이병	1.2	4.8	25.0

전남지역의 축성딸기 무농약재배를 위해 병해 방제는 흰가루병 8~12회, 잿빛곰팡이병 2~3회 친환경 자재를 사용함으로써 방제할 수 있었으며, 해충방제는 점박이응애를 대상으로 칠레이리응애 3회 방사와 식물추출물 등 2회 살포로 진딧물 방제는 콜레마니진디벌 1~2회 방사로 무농약재배가 가능하였다(그림 2-24).

### 딸기 축성 재배시 친환경 병해충관리

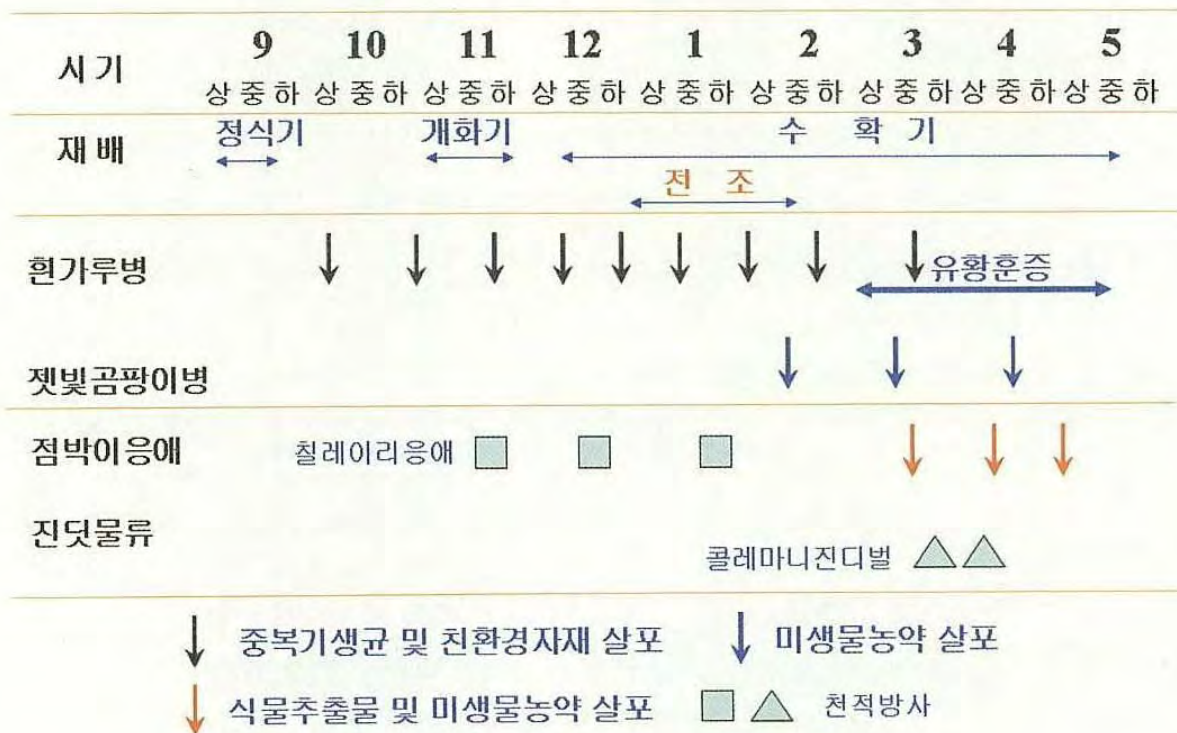


그림 2-24. 전남지역 딸기 무농약 병해충 방제

이러한 딸기 무농약재배의 경제성 분석 결과 친환경재배 농가의 딸기 수량은 관행 농가의 92.9%, 소득은 86.7%로 감소되었지만 딸기 무농약 인증시 단가를 5,300원 받을 경우 소득은 오히려 관행재배보다도 32%의 증가가 기대된다(표 2-14).

표 2-14. 무농약재배와 관행재배의 경제성분석

(단위 : kg, 원/10a)

방제방법	수량	조수입	경영비	소득	소득율(%)
미생물+천적살포	2,848	11,676	5,124	6,552	56.1
관행	3,066	12,570	5,011	7,559	60.1

○ 산출근거

- 딸기 가격은 전남지역 '04~'05년의 평균가격 적용(4,100원/kg)
- 경영비 : 농약처리 가격만 차이 남
  - 관행(살균제 2~3회, 살충제 3~4회 살포) : 86,534원/10a
  - 친환경자재, 미생물농약 및 천적 비용 : 200,000/10a
  - 흰가루병 : 친환경자재 9회×13,000원=117,000원
  - 갯빛곰팡이병 1회×13,000원=13,000원
  - 응애 4회×13,000원=52,000원, 진딧물 1.5회×13,000원=18,000원

## 6. 딸기 주요 병해충 경감을 위한 기술 현장실증

### 가. 재료 및 방법

토양 발효처리를 위해 쌀겨, 밀기울을 각각 10a 당 1톤과 2톤씩 토양에 골고루 살포한 후 트랙터로 2회 이상 경운하여 잘 혼합하고 관수튜브를 70cm 간격으로 설치하였다. 하우스 2중피복 비닐을 이용하여 토양표면을 멀칭한 후 토양이 충분히 잠길 때까지 관수를 실시하였다. 토양에 멀칭한 비닐은 토양소독이 끝나는 8월 중순까지 30일간을 피복하였다. 토양발효처리가 끝난 후 비닐을 벗기고 환기를 실시하였다. 딸기는 '06년 9월 14일 정식하였고, 시비는 쌀겨나 밀기울을 처리한 시험구는 기비를 하지 않았고, 유기물을 처리하지 않은 무처리구는 '왕중왕' 100kg(N-P-K-유기물;4-2-1-70%)을 기비로 처리하였다. 딸기 생육 중에는 유기물처리구와 무처리구 모두, 수시로 친환경자재를 토양 관주 하였다. 겨울철 온도유지를 위해 12월 상순부터 수막시설을 가동하여 보온을 하였다.

딸기 재배품종별 흰가루병에 대한 저항성을 조사하기 위해 전남농업기술원 단동 하우스 수경재배 시설에서 시험을 수행하였다. 친환경적으로 육묘한 '설향', '매향', '조홍', '육보', '장희' 품종을 10a 당 10,000주(주간거리 15cm)로 하여 수경재배 베드에 2005년 9월 14일 정식하였다. 딸기 재배용 배지는 입상암면(서울암면)과 펄라이트(3호)를 혼합(v/v,8:2)하여 사용하였다. 배양액은 야마자키 딸기 전용양액(N-P-K-Ca-Mg=5.5-1.5-3.0-2.0-1.0 me/L)을 사용하였으며, 재배기간 동안의 배양액 관리는 전용 양액자동기기를 이용하여 양액농도(EC, dS/m)를 정식 초기부터 활착기까지는 0.6, 활착기부터 착과기까지는 0.8~1.0, 착과기와 수확기에는 1.2로 공급하고, 생육에 따라서는 당도 향상을 위해 1.4까지도 배양액을 관리하였다. 1일 동안의 양액공급은 일일 기상환경에 따라 조절하였는데, 착과기인 11월부터 비교적 일조시간이 짧은 시기는 다음해 2월까지의 평균 1일 3~4회 정도, 3월 이후에는 5회 정도 공급하였다. 양액 공급량은 착과기 이후부터는 주당 평균 80ml를 기준으로 하였으며, 양액 공급 시간은 아침 07:30에 시작하여 15:00 까지 1일 공급횟수에 따라 공급시간 간격을 달리하였다. 품종시험의 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다.

시설 내 미기상은 데이터로거(Watch Dog Data Logger, Model 450, Spectrum Tech. Inc.)를 이용하여 기상자료를 수집하였다. 병 발생 조사는 12월 4일부터 10일 간격으로 잎과 과실의 발병과율을 조사하였다. 수량 조사는 첫 수확을 12월 4일에 시작하여 6~10일 간격으로 조사하였으며 수확한 과실 수와 과중을 조사하여 수량을 계산하였으며, 당도

계를 이용하여 수확한 과실의 당도를 조사하였다. 통계분석은 SAS프로그램을 이용하여 분석하였다.

딸기 해충 밀도 경감을 위한 현장실증은 전남 담양군 금성면 대성리 포장에서 실시하였는데 품종은 육보였다. 대상해충은 점박이응애와 진딧물로서 이들 해충 방제에 투입된 자재는 식물추출물과 천적 등이었다. 점박이응애를 대상으로 천적인 칠레이리응애를 2006년 2월 23일과 4월 5일에 200평(1동) 규모의 하우스에 2,000마리씩 방사하였으며, 진딧물은 4월 1일에 콜레마니진디벌을 방사하였으며 12월 12일에 벅커플랜트인 보리를 200평에 2개소에 심어 놓았다. 점박이응애의 밀도가 높은 3월에는 고삼 추출물과 멀구슬 추출물을 2회 살포하여 밀도를 낮춘 후 천적을 재 방사하였다. 관행방제구와 실증방제구의 해충 밀도 조사를 위해 각 구당 100엽씩 딸기 엽을 채취하여 실험실의 해부현미경 하에서 조사하였다.

#### 나. 결과 및 고찰

쌀겨와 밀기울을 이용한 토양발효처리 후 12월 하순부터 수확을 시작하여 이듬해 3월 상순까지 74일 동안 21회 딸기를 수확한 결과(표 2-15), 상품수량은 쌀겨 소독구에서 가장 높았으며, 밀기울 처리구는 무처리구와 비슷한 결과를 나타내었다. 수확과별 과중 분포를 보면, 쌀겨 처리구에서 특품과가 많이 생산된 반면, 무처리에서는 중품과 이하 생산이 유기물 처리구에 비해 많은 경향을 보였다.

표 2-15. 토양 발효처리 농가실증 후 처리별 상품수량

처 리 (톤/10a)	상품수량 (kg/10a)	수량지수	1과중 분포(%)		
			특품과	상품과	중품과
쌀 겨 2	1,850	107	47.8	30.1	22.1
밀기울 2	1,725	98	43.6	32.5	23.9
무처리	1,760	100	42.3	31.4	26.3

\* 수확기간 : 06. 12. 21~07. 3 .6, 수확횟수 : 21회

\*\* PET포장(2kg 기준)으로 출하시 특품과(과중 200g 이상), 상품과(100g 이상), 중품과(80g 이상)

국내외에서 주로 재배되고 있는 딸기 5품종에 대해 2006년 흰가루병에 대한 피해정도와 생육 그리고 수량을 조사하였다.

국내 육성품종인 설향과 매향, 그리고, 조홍, 일본에서 육성된 장희, 육보 품종을 고설식 수경방식으로 재배하였다. 품종별 흰가루병 저항성 시험을 수행하는 동안 병 방제용 약제를 전혀 사용하지 않았으며 주기적으로 노화된 잎을 제거하였고, 수확기에는 1주일 간격으로 성숙과를 수확하였다.

각 품종의 생육시기별 딸기 흰가루병 발생을 보면, 1월에서 2월로 갈수록 흰가루병 발생이 많아지는 경향이였다(그림 2-25, 그림 2-26). 품종별 흰가루병 발생율을 보면, 설향 품종은 2월 중하순에 발병과가 약간 발생한 것을 제외하면 전 생육기간 동안 거의 발생하지 않았다. 장희 품종은 높은 발병과율을 보였으며 생육이 진행됨에 따라 병이 심하게 발생하였다. 또한, 장희 품종은 잎에서도 병이 발생하였다. 조홍 품종도 초기에는 발병과율이 적었으나 점차 많아지는 경향이였다. 육보 품종은 낮은 발병과율을 나타내었으나 후기로 갈수록 증가하는 패턴을 보였다.

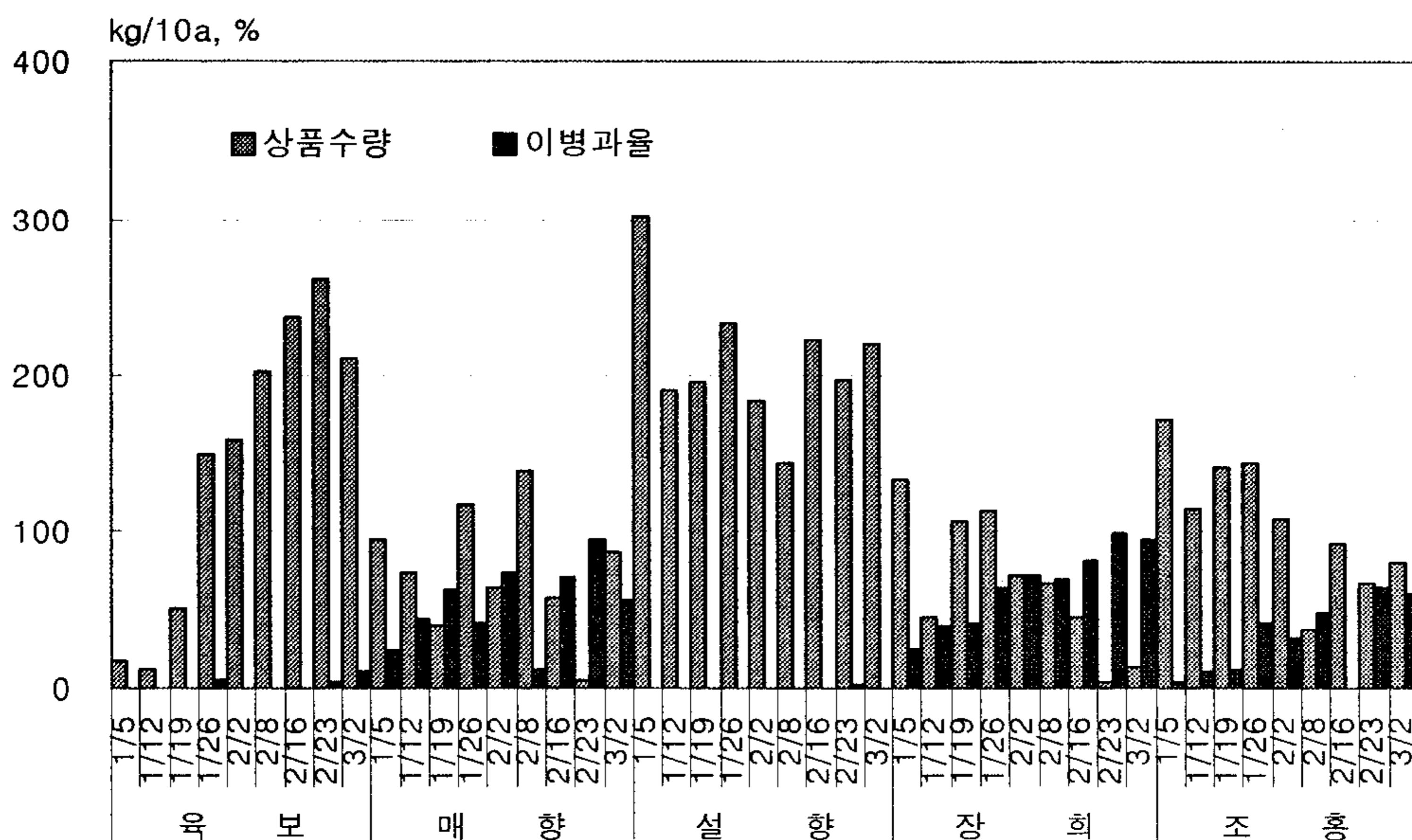


그림 2-25. 딸기 품종별 상품수량과 흰가루병 발생율

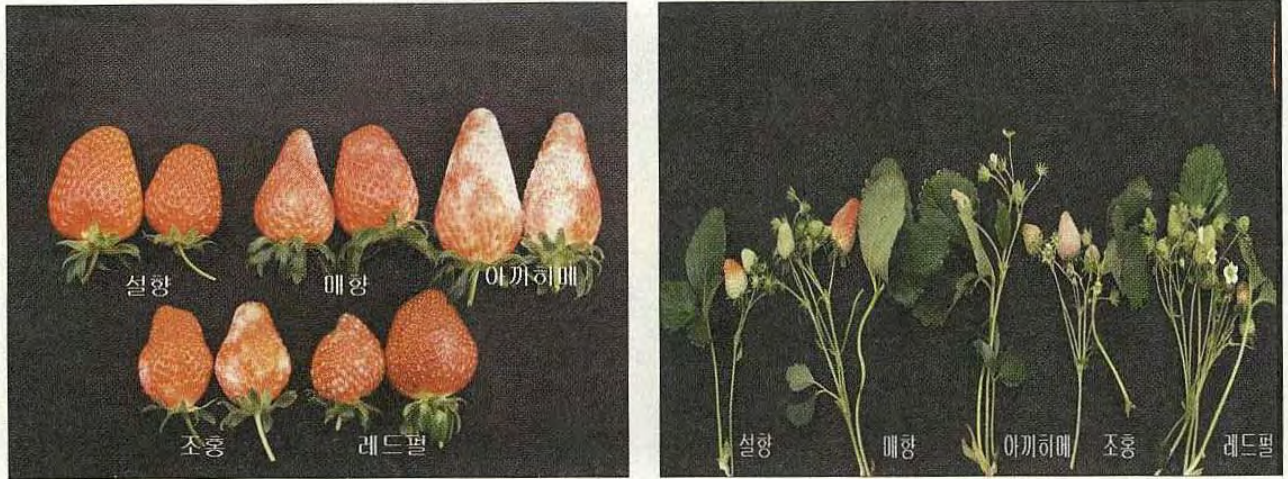


그림 2-26. 딸기 품종별 흰가루병 발생정도(좌; 과실, 우; 잎과 줄기)

품종별 생육상황을 보면, 설향과 육보 품종은 엽수, 엽장, 엽폭 등 생육특성이 비슷한 경향을 보였다. 매향과 장희 품종도 생육특성이 비슷하였다(표 2-16). 상품수량을 보면 설향 품종이 가장 많았으며, 육보, 조홍, 매향, 장희 순이었다. 설향 품종의 상품수량이 많았던 것은 흰가루병 발생과가 거의 없었기 때문으로 판단되며, 육보는 반촉성 재배용 품종으로 후기 수량이 증가하는 경향이였다(표 2-17).

이러한 결과를 통해, 딸기를 친환경적인 방법으로 재배하는 농가에서는 설향 등 흰가루병에 저항성을 보이는 품종을 선택하여 정식한다면, 병해에 의한 피해를 최소화 할 수 있으며, 소득향상에도 도움이 될 것으로 생각된다.

표 2-16. 딸기 품종별 생육상황

(조사일 : '07. 1. 10)

처리	엽수 (매/주)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	엽색도 <sup>y</sup>	관부크기 (mm)
설향	8.2	9.7	7.7	12.4	49.6	18.8
육보	8.6	9.3	8.1	11.2	52.2	18.3
매향	7.3	10.3	6.3	14.3	54.0	17.9
장희	7.3	10.2	7.4	13.3	54.5	17.4
조홍	6.9	7.6	6.4	9.5	54.0	17.5

표 2-17. 딸기 품종별 흰가루병 발생과율 및 상품수량

품종	총과수 (개/주)	1과중 (g)	가용성고형물 (%Brix)	수량* (kg/10a)	발병과율** (%)	상품수량 (kg/10a)
설향	9.8	16.1	9.7	1,895	0.3	1,890
육보	7.2	20.4	10.0	1,346	2.3	1,299
매향	7.9	15.7	10.6	1,443	53.0	677
장희	11.5	14.6	10.7	1,980	65.0	601
조홍	8.9	12.9	10.2	1,418	30.1	956

\* 수확기간 : '06. 1. 5~3. 2

\*\* 친환경자재 처리 : 칠레이리응애(점박이응애), 진디벌(진딧물)

\*\*\* 재식주수 12,000주(10a)

점박이응애의 밀도는 관행의 경우 엽당 최고 11마리 정도였다. 실증 농가포장에는 2마리 수준에서 밀도가 억제되어 적절한 방제 인자의 투입에 의해 밀도를 조절할 수 있었다. 진딧물의 경우 초기에는 밀도가 형성되지 않았으나 2월 이후부터 밀도가 증가하기 시작하여 관행의 경우 엽당 3.5마리까지 증가하였다. 농가 실증포장에서는 관행포장과 마찬가지로 밀도 증가가 이루어 졌으나 발생량은 훨씬 적어 천적과 함께 식물추출물에 의해서도 밀도가 억제 된 것으로 판단되었다. 따라서 점박이응애의 초기 밀도가 높을 때 천적을 방사하면 밀도 억제 효과가 낮으므로 발생 초기에 천적을 방사하는 예찰이 필요 하였으며 밀도억제가 어려울 때에 친환경 자재를 병행 사용함으로써 효과적인 해충방제가 이루어 질것으로 판단되었다(그림 2-27, 그림 2-28).

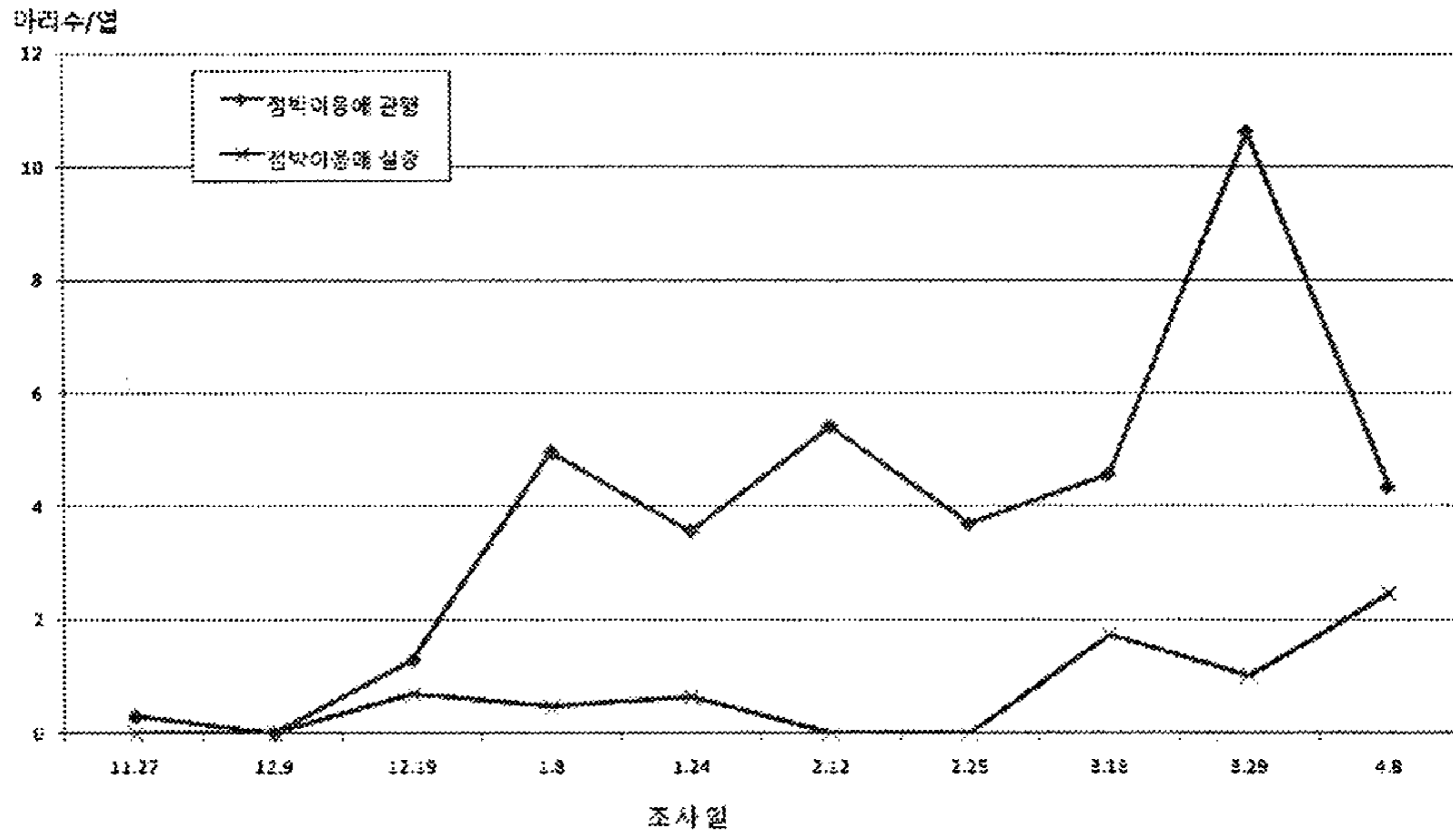


그림 2-27. 농가포장 실증에서 점박이용애 밀도 변화

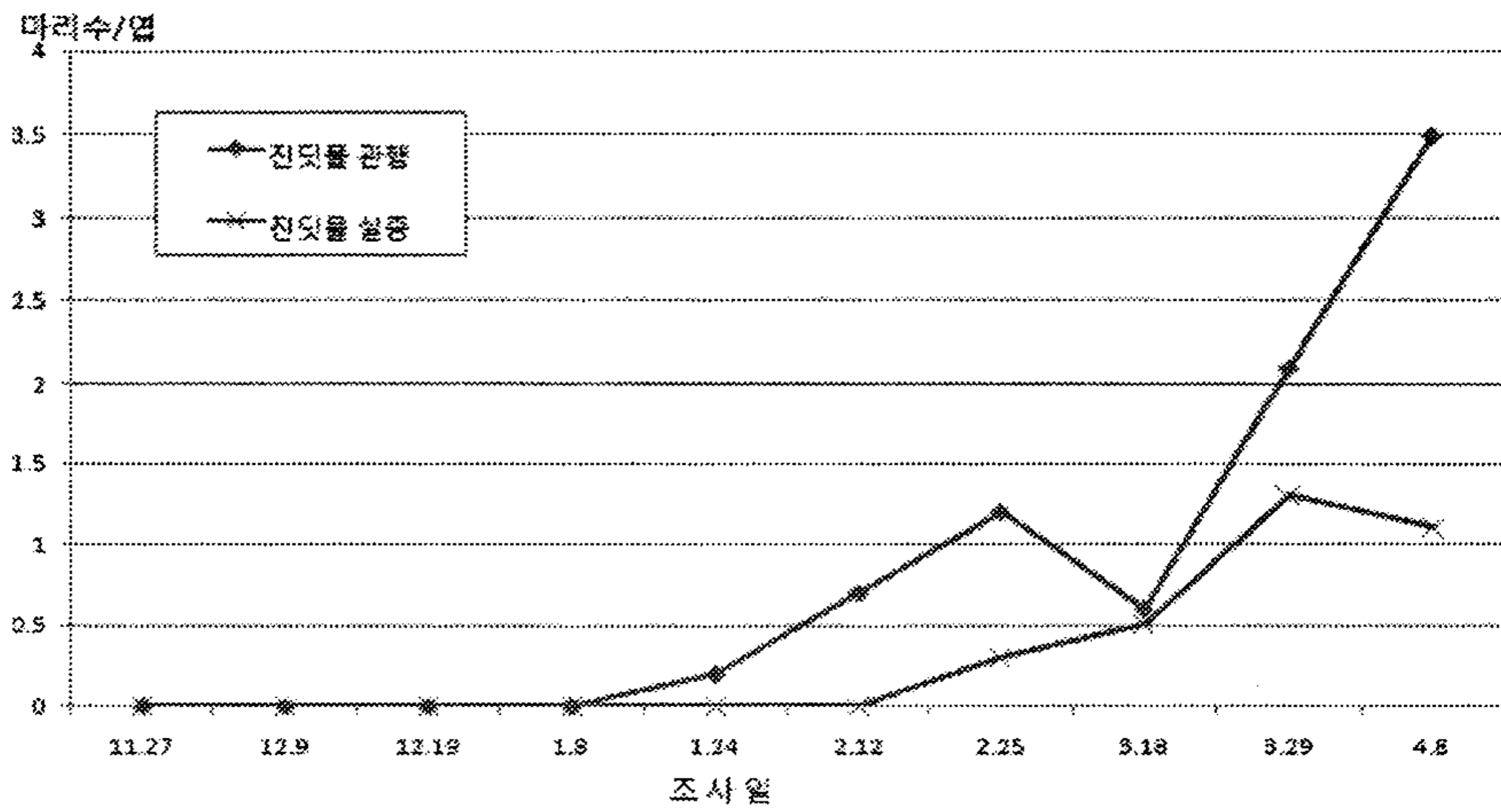


그림 2-28. 농가실증 포장에서 진딧물의 밀도변화



## 7. 적 요

무농약 딸기재배 주요 병해충 제어 기술개발에 관한 주요 연구결과는 다음과 같다.

- 가. 딸기 흰가루병 방제용 친환경자재로는 중탄산칼륨(0.5~1%)과 중탄산나트륨(0.5~1%)이 효과적이었다. 고설식 수경재배 시설 내 일중 상대습도는 35~91%로 주야간 격차가 심하며, 야간에는 80% 이상의 다습한 조건을 나타내었다. 시설 내 상대습도가 90% 이상을 초과할 때 제습을 실시하였으나 상대습도가 90% 이상 지속되는 시간이 적어 제습에 따른 상대습도 차이는 1~2% 정도로 낮았고, 이로 인해 병 발생이 적어 처리 간 차이를 볼 수 없었다.
- 나. 함평지역에서는 흰가루병 발생이 2월 상순부터 증가하여 4월 상순까지 피해를 주고 있으며, 잣빛곰팡이병도 비슷한 경향이었다. 특히, 잣빛곰팡이병의 경우, 관행 화학적 방제 농가에 비해 방제가 어려운 것으로 나타났다. 담양지역에서는 유황훈증 등 친환경자재의 적극적인 사용으로 흰가루병 발생은 적으나 잣빛곰팡이병은 상대적으로 방제하기 어려우며 2월 상순부터 4월 상순까지 피해를 주는 것으로 나타났다.
- 다. 토양전염성 시들음병을 방제하기 위해 쌀겨와 밀기울을 토양에 각각 1~2톤(10a) 혼합한 토양발효 처리가 토양 내 시들음병균 밀도가 낮아졌으며, 딸기를 정식한 후 시들음병 피해도 감소하였다. 또한 토양 내 뿌리혹선충과 뿌리썩이선충 밀도도 낮아져 토양전염성 병을 효과적으로 방제하였다.
- 라. 유황 훈증 단독처리에 의한 흰가루병 방제효과는 처리 7일과 14일 후 각각 53%와 55%로 나타났다. 유황훈증처리와 탐시드 복합처리는 처리 7일과 14일 후 각각 58%와 61%의 방제가를 기록하였으며, 유황훈증처리와 마이코사이드 복합처리는 각각 67%와 63%의 방제가를 나타내었다.
- 마. 칠레이리응애 1회 방사시 방사 4주째부터 밀도가 올라가기 시작하였으며, 2회 방사시에 7주 이후 8주째부터 밀도가 증가하였으나 3회 방사는 조사기간 동안 10마리 내외로 점박이응애 밀도를 일정수준으로 유지시킬 수 있었다. 또한 방사량도 1,000

마리인 경우에는 후기에 밀도가 증가하여 밀도억제를 못하였으며 3,000마리 방사하는 경우 2,000마리 방사하는 경우와 비슷한 밀도를 유지하는 것으로 보아 2,000마리 방사하는 것으로도 충분한 밀도 억제가 가능하였다.

바. 국내외에서 재배되고 있는 딸기 품종의 흰가루병 저항성 평가에서는 국내에서 육성된 설향 품종이 저항성을 보였으며, 흰가루병 피해가 적어 수량도 증가하였다. 점박이용애의 밀도는 관행의 경우 엽당 최고 11마리 정도였다. 실증 농가포장에는 2마리 수준에서 밀도가 억제되었다. 진딧물의 경우 2월 이후부터 밀도가 증가하기 시작하여 관행의 경우 엽당 3.5마리까지 증가하였다.

### 제 3 절 식물 성장촉진 근권 미생물에 의한 딸기 왜화 방지 기술개발 (협동연구과제)

#### 1. 식물 성장촉진 근권 미생물의 분리 및 동정(위조 병원균의 분리)

##### 가. 재료 및 방법

##### 1) 식물 성장촉진 근권 미생물의 분리 및 동정(위조 병원균의 분리)

딸기의 위조병 증상을 발생시키는 병반을 수집하여 병환부에서 병원균 포자를 분리하여 공시하였다. 위조병을 발생시키는 병원균을 딸기 병반에서 분리하기 위하여 장흥과 담양 지역을 중심으로 딸기 시설재배 단지를 현지 답사하면서 병징 및 표징별로 병반을 채집하여 위조 병원균을 분리하였다. 또한, 원예연구소와 농업과학기술원으로부터 위조 병원균(萎黃病, *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl f. sp. *fragariae* Winks & Williams)을 분양 받아 본 실험실에서 분리한 병원균과 비교 검토하였다. 채집된 병반은 위조 병원균의 분리를 위하여 20℃, 상대습도 90% 이상의 항온 항습실에서 3일간 습실 처리한 후 이병 조직을 70% ethanol 및 5% sodium hypochlorite(NaOCl)로서 표면을 살균하고, 병원균 선택용 배지[potato dextrose agar (PDA) medium + streptomycin 200 $\mu$ l/ml, pH 3.0]에 병반조직을 올려놓고 25℃ 항온배양기에서 2~3일간 배양하여 형성된 균총(colony)에서 그림 3-1과 같이 병원균을 분리하였다.

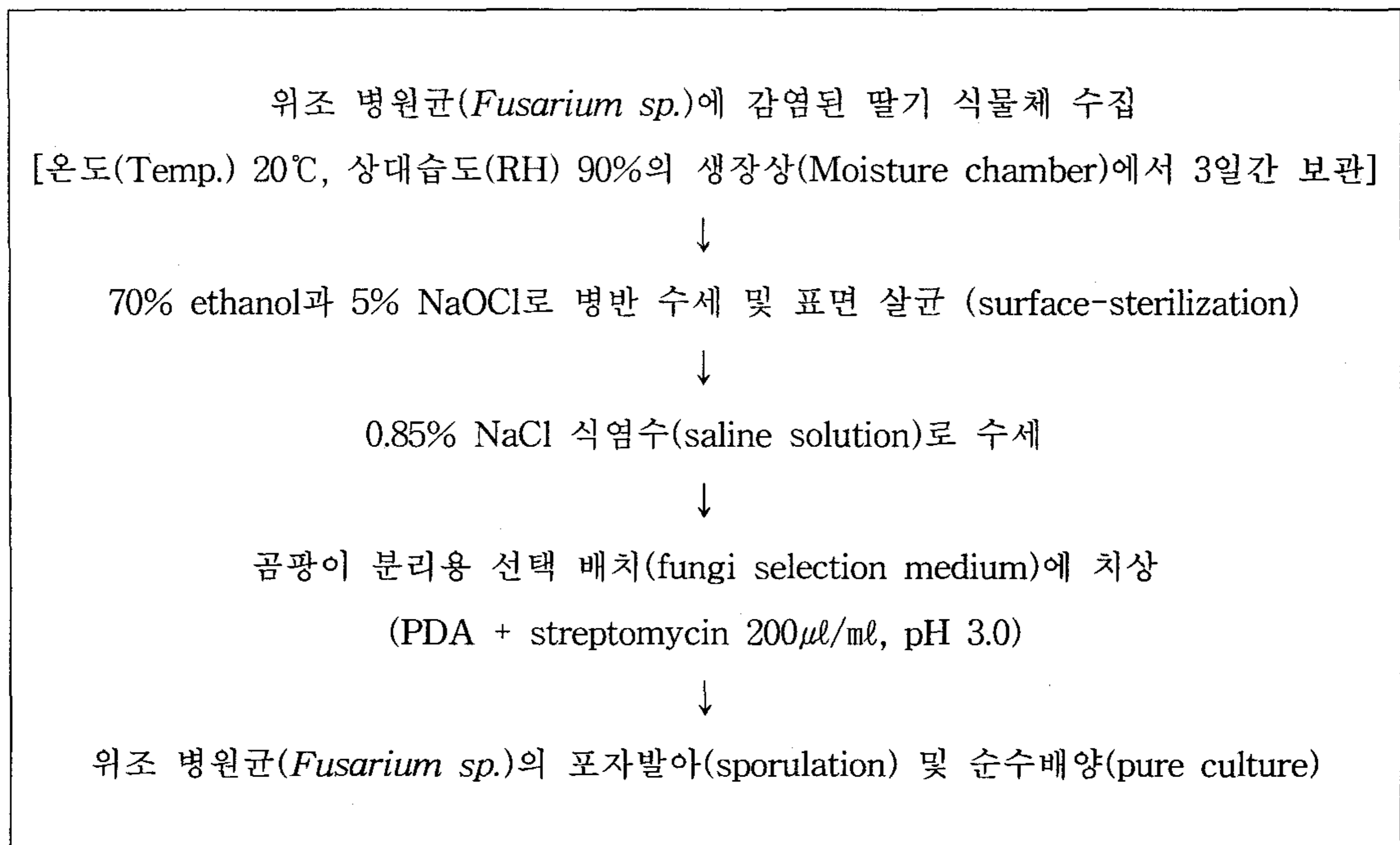


그림 3-1. 딸기 시설재배에서 발생하는 위조 병원균(*Fusarium oxysporum*)의 분리 방법

## 2) 유용 미생물 분리

딸기 위조 병원균에 대하여 항균작용을 갖는 유용미생물을 PGPR로 활용할 수 있도록 자연계로부터 분리하기 위하여 살균수로 조제한 희석액을 희석평판법에 의하여 plate count agar(PCA) 배지에 도말하였다. 25℃에서 48시간 배양한 후 나타난 colony를 실체 현미경하에서 검경하여 미생물을 분리하였다. 또한, 시설재배 토양으로부터 미생물 분리를 위하여 지표로부터 5~20cm의 토양을 채취하고 희석평판법 및 토양평판법을 이용하여 단일균주를 분리하였다. 길항미생물의 분리방법은 채취한 시료를 tris-HCl buffer solution(pH 7.5) 100ml에 넣고 진탕배양을 10분 정도 실시한 후 배지내에 들어있는 미생물을 생리식염수(0.85%, NaCl)로 희석하여 영양한천배지 [nutrient agar (NA) plate]에 희석하고, 농도별로 도말하였다. NA plates는 30℃ 항온배양기(incubator, SW-901)에서 24~36시간 정도 배양한 후 균주를 분리하여 사면배지에 보관하였다. 분리된 미생물은 영양한천배지에 접종하고 단일 colony를 형성시켜 딸기의 위조 병원균에 감염된 부위에서 분리한 병원균과의 길항력 실험에 사용하였다.

### 3) 병원균과 길항균의 대치배양과 길항균 선발

병원성 사상균의 생육에 유리한 감자한천(PDA) 배지상에서 위조 병원균에 대한 길항균의 선발 실험을 실시하였으며, 위조 병원균의 생장에 양호한 온도범위인 25°C 정도에서 배양하여 병원성 사상균의 생육에 적합한 환경에서 길항력이 우수한 세균성 균주를 분리하였다.

길항균의 선발방법은 감자한천배지에 위조 병원균의 균총을 접종 후 4일간 배양하여 길항균 100종을 접종하고 7일 정도 배양시켜 길항력을 관찰하였다. 길항균 선발을 위한 대치배양은 PDA plate 중앙에 1곰팡이를 접종하고 길항균 4종류를 찍어 실험한 후 7일 정도 배양하여 저지대(inhibition zone)를 형성하는 균주를 길항균으로 선발하였다. 성장 저지율은 PDA 평판배지에서 병원균과 7일간 대치배양 후 병원균 균총(colony)의 직경을 측정하여 무처리구와 비교하여 다음과 같은 백분율로 나타내었다.

$$\text{길항력(zone of inhibition) (\%)} = \frac{NT^* - T^*}{NT} \times 100$$

\* 길항균의 접종하지 않은 처리구 : NT [colony diameter of no treatment (mm)]

\*\* 길항균을 접종한 처리구 : T [colony diameter of treatment (mm)]

### 4) 길항미생물 동정

Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Microbiological Method, The Procaryotes 등의 방법에 의하여 미생물의 형태적 성질, 배양적 특성 및 생리 생화학적 성질 등을 검토하여 길항미생물을 동정하였다 (Krieg와 Holt, 1984).

### 5) 배양액 한천배지에 위조 병원균 접종에 의한 위조 병원균 억제 효과

SD + B + P 배지에서 3일 동안 배양한 길항균 배양액을 10,000rpm에서 8분 동안 원심 분리하여 길항균의 cell을 제거한 후 열처리한 방법으로 조제한 배지는 배양액에 맞는 PDA와 혼합하여 121°C에서 15분간 멸균하였고, filter 처리하여 조제한 배지는 전체 배양액에 맞는 PDA(4배 농축)와 1/4의 배양 상징액을 멸균한 후 0.45µm membrane filter로 여과한 3/4의 배양 상징액을 혼합하여 조제하였다. 조제된 배양액 배지를 plate에 부어 굳힌 다음 곰팡이를 접종하여 25°C incubator 안에서 7일간 배양시켜 실험한 결과를 PDA에 접종한 대조구와 비교하였다.

#### 6) 위조 병원균 접종 후 길항균 배양액 살포에 의한 위조 병원균의 억제 효과

길항균은 SD + B + P 배지에서 3일간 배양하여 배양액을 10,000rpm에서 8분 동안 원심 분리하여 cell을 제거한 후, 열처리 방법으로 한 배양 상징액은 121℃, 1.2기압에서 15분간 멸균하였고, filter 처리 방법으로 한 배양 상징액은 0.45 $\mu$ m membrane filter로 여과하여 곰팡이 접종 후 8시간 정도 배양하여 1ml씩 살포하였다. 배양 상징액이 살포된 곰팡이를 7일간 25℃ incubator 안에서 배양시켜 실험한 결과를 무처리한 대조구와 비교하였다.

#### 7) 열처리한 길항균 배양액의 위조 병원균의 억제효과

SD + B + P 배지에서 3일간 배양한 길항균 배양액을 10,000rpm에서 8분 동안 원심분리 하여 cell을 제거한 후 열처리한 방법으로 조제한 배지는 배양액에 맞는 PDA와 혼합하여 121℃에서 15분간 멸균하였고, filter 처리하여 조제한 배지는 전체 배양액에 맞는 PDA(4배 농축)와 1/4의 배양 상징액을 멸균한 후 0.45 $\mu$ m membrane filter로 여과한 3/4의 배양 상징액을 혼합하여 조제하였다. 조제된 배양액 배지를 plate에 부어 굳힌 다음 곰팡이를 접종하여 25℃ incubator 안에서 7일간 배양시켜 실험한 결과를 PDA에 접종한 대조구와 비교하였다.

#### 8) 균근균의 포자 분리

그림 3-1과 같이 토양 중에서 균근균의 포자를 분리하기 위하여 딸기를 재배하는 각 지역의 농가별로 채취한 토양을 polyethylene bag에 넣어 4℃에 보관하면서 포자분리 실험에 사용하였으며, 총 34개의 토양시료를 포자분리에 사용하였다.

토양은 균일하게 혼합한 후 토양시료 30g을 수돗물에 현탁하여 1차 사별한 후 mesh 별로 500 $\mu$ m, 354 $\mu$ m, 250 $\mu$ m, 106 $\mu$ m 및 45 $\mu$ m 등으로 사별하였다. 사별된 잔사는 50% glycerol 용액에 현탁한 후 원심분리 (2,000rpm, 5분)하여 토양과 포자를 분리하여 4℃에 보관하면서 실체현미경(Zeiss, Stemi 2000-C)하에서 균근균을 조사하였다. 수집된 균근균 포자는 2차 감염을 막기 위해 2% Chloramin T 용액으로 10분간 표면살균하고 100ppm Gentamycin과 200ppm의 Streptomycin액으로 15분간 재차 살균한 후 멸균수로 세척 하였다.

## 9) 딸기 뿌리의 균근 감염 특성

딸기 뿌리에 분포하는 균근균 감염을 조사하기 위하여 Phillips와 Hayman(1970)의 방법으로 딸기 뿌리 재료를 염색하였다. 염색방법은 FAA 용액에 저장된 딸기 뿌리를 약 1cm 길이로 자른 후 10% KOH액으로 90℃의 온도에서 뿌리의 상태에 따라 20~30분간 처리하여 수돗물로 3~4회 행구어 낸 후 alkaline hydrogen peroxide 액으로 표백시키고, 다시 HCl로 산성화한 후, 0.1% Chlorazol black E 염색액(Brundrett 등, 1984)으로 염색하여 과학현미경(Olympus, PM-20)하에서 감염양상을 조사하였다.

## 10) 균근균의 동정

Morton과 Benny(1990)의 Glomales 종 분류기준, INVAM Species guide(1990) 및 ETI - Windows version of Arbuscular Mycorrhizal Fungi(1995) 등을 참조하여 동정하였다.

## 나. 결과 및 고찰

### 1) 식물생장촉진 근권미생물의 분리 및 동정

#### 가) 자연계로부터 미생물의 분리

딸기 시설재배에서 발생하는 위조 병원균에 대해 길항작용을 갖는 유용미생물을 분리하기 위하여 구례지역을 중심으로 한 전남지방의 시설원예 토양에서 수집된 시료를 처리하여 2,200여종의 단일균주를 분리하였다. 분리된 미생물들은 영양한천(nutrient agar, NA medium) 배지에 접종하여 균총(colony)을 형성시킨 후 냉장보관하면서 위조 병원균과의 항균작용 실험을 하였다.

#### 나) 위조 병원균 분리 및 수집

전남 장흥과 담양 등의 전남지방 딸기 시설재배 농가를 현지 답사하면서 위조 병원균의 병징 및 표징별로 병반을 채집하여 위조병을 발생시키는 위조 병원균(*Fusarium oxysporum*)을 분리하였다. 분리된 위조 병원균을 딸기에 다시 접종한 결과 딸기에서 발생하는 위조 병원균과 동일한 병징을 보여 길항균과의 대치배양 및 길항균 선발에 공시 위조 병원균으로 사용하였다.

다) 위조 병원균에 대한 길항미생물 선발

그림 3-2는 구례 등 전남지방의 시설원예 농가 토양에서 분리한 단일 균주 2,200여종 가운데 딸기의 위조 병원균에 대하여 길항작용을 갖는 유효 미생물을 선발하는 과정이다. 시설원예 토양에서 분리한 2,200여종의 미생물 가운데 딸기의 위조 병원균에 대하여 항균작용을 갖는 미생물들을 선발하여 다시 위조 병원균과 대치배양을 하여 길항미생물을 선발한 결과는 그림 3-3에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 ND184이 길항력이 가장 우수한 균주로 조사되었으며, ND197, ND163, ND167, ND180, ND175, ND192 및 ND201 등의 순서로 위조 병원균에 대하여 항균작용이 우수한 것으로 조사되었다 (그림 3-3).

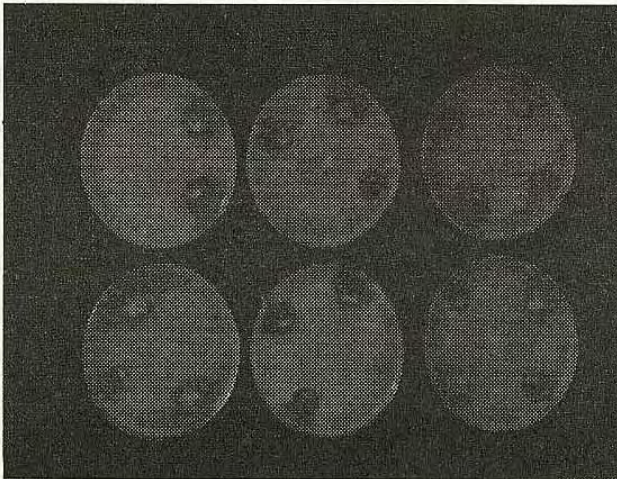


그림 3-2. 딸기 시설재배시 발생하는 위조 병원균 (fusarium wilt, *Fusarium oxysporum*)에 대하여 항균작용을 갖는 길항미생물의 선발

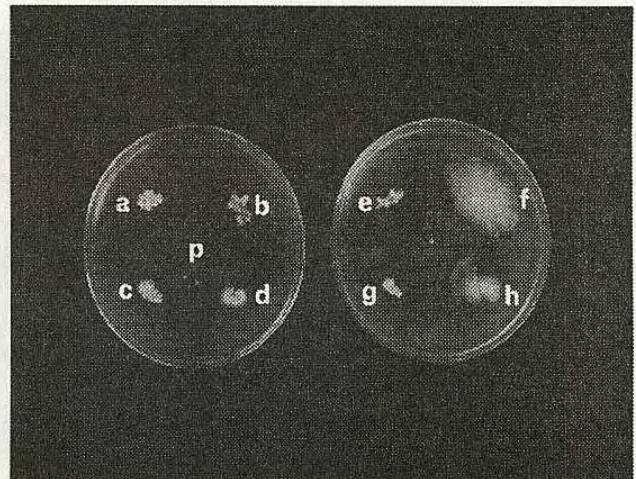


그림 3-3. 딸기 시설재배에서 발생하는 위조 병원균 (fusarium wilt, *Fusarium oxysporum*)에 대하여 항균작용을 갖는 근권세균(antifungal bacterial strains)을 감자한천배지(potato dextrose agar, PDA)상에서 병원균과 대치배양(28℃, 7일간)한 후 선발한 균주 사진. (a : ND163, b : ND167, c : ND175, d : ND180, e : ND184, f : ND192, g : ND197, h : ND201, p : *Fusarium oxysporum*)



표 3-1. 딸기 시설재배에서 발생하는 위조 병원균(*Fusarium wilt, Fusarium oxysporum*)에 대하여 항균작용을 갖는 길항성 근권 세균을 감자 한천 배지상에서 28℃의 조건으로 병원균과 7일간 대치배양 한 후 조사된 길항력 [Inhibition zone\*(%)]

길항성 균주	딸기 위조 병원균( <i>Fusarium oxysporum</i> )에 대한 항균작용
ND163	53.1%
ND167	52.5%
ND175	51.3%
ND180	52.4%
ND184	53.4%
ND192	48.4%
ND197	53.9%
ND201	47.1%

$$\text{길항력(zone of inhibition) (\%)} = \frac{\text{NT}^* - \text{T}^*}{\text{NT}} \times 100$$

\* 길항균의 접종하지 않은 처리구 : NT [colony diameter of no treatment (mm)]

\*\* 길항균을 접종한 처리구 : T [colony diameter of treatment (mm)]

딸기에서 발생하는 위조 병원균에서는 항균작용이 가장 우수한 ND197의 미생물이 53.9%로 조사되었다(표 3-1). 그 다음으로는 ND184(53.4%), ND163(53.1%), ND167(52.5%), ND180(52.4%), ND175(51.3%), ND192(48.4%) 및 ND201(47.1%) 등의 순서로 길항력이 우수하였다. 기내에서 선발된 길항균이 포장에서 동일한 항균작용을 갖도록 하는 다양한 실험이 향후 수행되어야 할 것으로 생각되며, 본 길항균이 분비하는 다양한 항균물질과 더불어 2차 대사산물에 대한 더 많은 연구가 필요하다고 생각된다.

#### 4) 길항균 동정

시설재배지에서 분리하여 딸기의 위조 병원균에 대하여 길항력을 갖는 균주인 ND197을 동정하기 위하여 미생물 균주의 형태적 특성, 배양적 특성 및 생리생화학적 성질 등을 검토한 결과는 표 3-2와 3-3과 같다. 이러한 결과를 기초로 하여 길항성 세균의 동정을 실시한 결과 *Bacillus* sp.와 92.4% 정도 유사한 균주로 동정되어 *Bacillus* sp. ND197로 명명하였다.

표 3-2. 길항성 세균 ND197의 형태 및 생화학적 특성

특 성	균 주	공시 균주 <i>Bacillus subtilis</i>	길항성 세균 ND197
Cell diameter > 1.0 $\mu$ m		<sup>z</sup> -	-
Spores round		-	-
Endospore		+	+
Gram stain		+	+
Form		rod	rod
Sporangium swollen		-	d(-)
Parasporal crystals		-	-
Catalase		+	+
Voges-Proskauer test		+	+
pH in V-P broth			
< 6		d(+/-)	d(+/-)
> 7		-	-
Acids from			
D-Glucose		+	+
L-Arabinose		+	+
D-Xylose		+	+
D-Mannitol		+	-
Gas from glucose		-	-
Hydrolysis of			
Casein		+	+
Gelatin		+	-
Starch		+	+

<sup>z</sup>-, 90% or more are negative; +, 90% or more are positive; d, 11~89% are positive

*Bacillus* sp. ND197은 약간의 운동성을 갖는 호기성 단간균(직경>1.0 $\mu$ m)으로 4 $^{\circ}$ C와 42 $^{\circ}$ C에서 생육하지 않고 포자를 형성하는 Gram 양성균으로 젤라틴 액화능은 음성이나 starch 분해능은 없었으며, catalase가 양성, citrate는 양성, nitrate reduction은 양성, indole 검사는 음성이었다. Methyl red 반응은 음성, VP 반응은 약하게 나타났으며, H<sub>2</sub>S 형성은 K/A 이었고, 당 분해능은 포도당, xylose는 양성이나 mannitol arabinose는 음성으로 나타났다. 이러한 결과를 토대로 Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Microbiological Method 등에 기술된 분류기준에 따라 ND197 균주는 *Bacillus* sp. 균주 또는 *Bacillus* sp.와 90.7% 정도 유연균인 것으로 추정되었다(Krieg와 Holt, 1984)

표 3-3. 길항성 세균 ND197의 형태 및 생화학적 특성

특 성	균 주	공시 균주 <i>Bacillus subtilis</i>	길항성 세균 ND197
Utilization of			
Citrate		+ <sup>z</sup>	+
Propionate		-	-
Degradation of tyrosine		-	+
Deamination of phenylalanine		-	-
Egg-yolk lecithinase		-	-
Formation of			
Indole		-	-
Dihydroxyacetone		ND	+
NaCl and KCl required		-	-
Allantoin or urate required		-	-
Growth at pH			
6.8, nutrient broth		+	+
5.7		+	+
Growth in NaCl			
2%		+	+
5%		+	+
7%		+	+
10%		ND	+
Growth at			
5°C		-	-
10°C		d	d
30°C		+	+
40°C		+	+
50°C		d	d
55°C		-	-
65°C		-	-
Growth with lysozyme present		d	d

<sup>z</sup> 90% or more are negative; +, 90% or more are positive; d, 11~89% are positive;

ND, no data available

### 5) 길항균 살포에 의한 위조 병원균의 생장억제 효과

길항균 *Bacillus* sp. ND197을 SD + B + P 배지에 3일간 배양하여 형성된 배양액을 원심 분리하여 균체를 제거하고, 열처리 방법으로 조제한 배지를 배양액에 맞는 PDA와 혼합한 후 멸균하여 병원균을 접종한 결과, 딸기 위조 병원균에 대한 항균작용이 있는 것으로 관찰되었다(그림 3-4C). 또한, filter 처리하여 조제한 배지는 전체 배양액에 맞는 PDA(4배 농축)와 1/4의 배양 상징액을 멸균한 후 0.45 $\mu$ m membrane filter로 여과한 3/4의 배양 상징액을 혼합하여 조제한 후 조제한 배양액을 plate에 부어 굳힌 다음 곰팡이를 접종하여 25 $^{\circ}$ C incubator 안에서 7일간 배양시켜 실험한 결과(그림 3-4A)를 PDA에 접종한 대조구(그림 3-4B)와 비교하여 관찰한 결과 딸기 위조 병원균에 대한 생장 저지율이 현저히 증가하는 것으로 나타났다(그림 3-4).

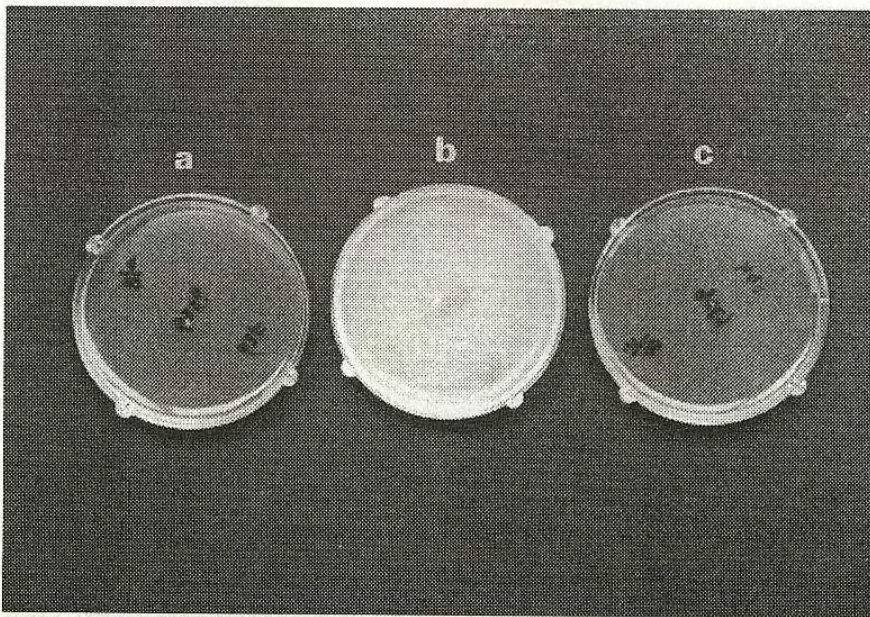


그림 3-4. 딸기 시설재배에서 발생하는 위조 병원균에 대하여 항균작용을 갖는 길항성 세균의 위조 병원균에 대한 생장억제작용.

위조 병원균을 분리한 후 감자한천배지에 접종하여 24시간 정도 배양하고 길항성 근권 세균 *Bacillus* sp. ND197을 접종하여 항균작용을 측정하는 사진.

길항성 근권세균의 배양액은 0.45 $\mu$ m membrane filter로 여과하여 사용하였고, 3/4 현탁액과 감자한천배지를 혼합하여 멸균한 후 항균작용 시험을 수행하였음.

[A : 0.45 $\mu$ m membrane filter로 여과시킨 균주 배양액 처리구, B : 대조구 (*Fusarium oxysporum*), C : 길항균 배양액을 열처리하여 멸균시켜 처리한 시험구]

또한, 딸기에서 발생하는 위조 병원균을 접종 후 *Bacillus* sp. ND197 균주의 배양액 살포에 의한 항균작용을 관찰한 결과는 그림 3-5와 같다. 길항균 *Bacillus* sp. ND197을 SD+B+P 배지에서 3일간 배양하여 배양액을 원심분리하여 균체는 제거하고 열처리 방법으로 배양액을 멸균하였다.

배양 상징액은 filter로 여과하여 딸기 위조 병원균을 접종한 후 8시간 정도 배양하여 1ml씩 살포하여 처리하였으며, 열처리한 배양상징액이 살포된 곰팡이를 7일간 25℃ incubator 안에서 배양시켜 실험한 결과를 무처리한 대조구와 비교하여 관찰한 결과, 대조구에 비하여 filter 처리한 시험구와 열처리 배양액 살포 처리구에서 현저하게 위조 병원균에 대한 생장억제 작용이 있었다. 위조 병원균에 대한 생장억제작용을 보면 filter 처리한 *Bacillus* sp. ND197의 배양액 살포 처리구>*Bacillus* sp. ND197의 열처리한 배양액 살포 처리구>대조구 등의 순이었다.

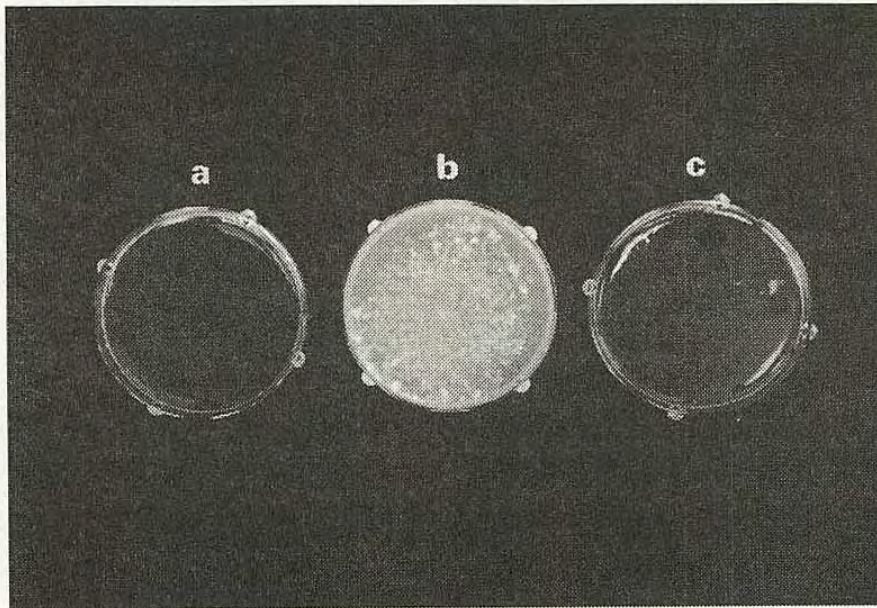


그림 3-5. 길항성 세균(*Bacillus* sp. ND197)을 SD+B+P 배지로 배양한 후 그 배양액을 0.45 $\mu$ m membrane filter로 여과시킨 것과 고온 멸균처리(121℃, 15min) 시킨 후 균주 배양액의 처리가 딸기 시설재배에서 발생하는 위조 병원균의 생장억제에 대하여 미치는 영향을 감자 한천 배지상에서 실시하여 24시간 후에 측정된 결과 사진. [A : 길항성 근권 세균의 균주 배양액을 0.45 $\mu$ m membrane filter로 여과한 후 처리, B : 대조구(*Fusarium oxysporum*), C : 길항성 근권 세균의 균주 배양액을 고온에서 멸균하여 처리]

## 6) 열처리한 길항균 배양액의 위조 병원균 생장억제효과

위조 병원균(*fusarium wilt*)에 대하여 항균작용이 우수한 길항균 *Bacillus* sp. ND197이 생산하는 항균물질이 내열성인지의 여부를 확인하기 위하여 열처리 방법으로 길항균의 배양액을 처리하여 위조 병원균과의 길항력을 실험한 결과는 그림 3-6과 같다.

길항균의 열처리는 SD + B + P 배지에서 3일간 배양시킨 *Bacillus* sp. ND197 균주의 배양액을 10,000rpm으로 원심분리하여 균체를 제거하고, 상정액을 열처리하였다. 조제된 배양액 배지를 plate에 부어 굳힌 다음 딸기에서 분리한 위조 병원균 *Fusarium oxysporum*을 접종하여 대조구와 비교한 결과 약 26% 정도의 항균작용을 보여 주어 길항균이 분비하는 물질이 어느 정도 내열성이 있는 것으로 관찰되었다(그림 3-6A, C).

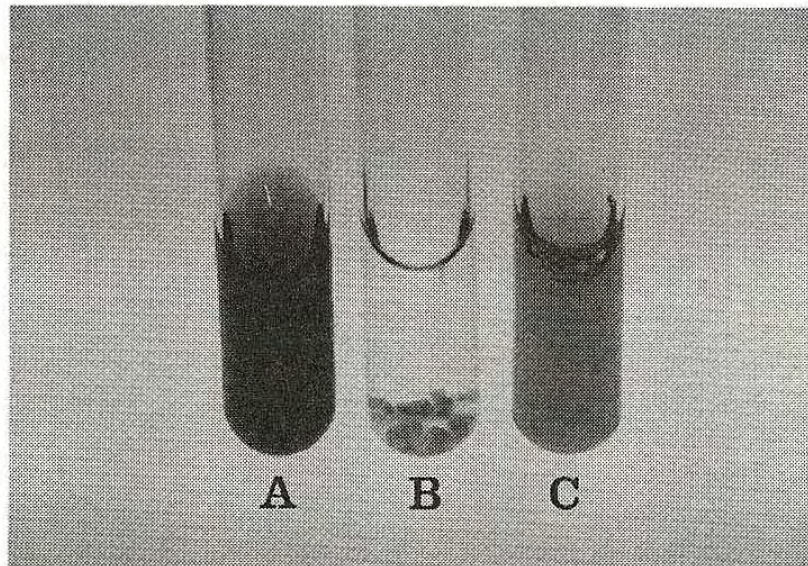


그림 3-6. 딸기 시설재배에서 발생하는 위조 병원균에 대하여 길항작용을 갖는 근권세균의 고온멸균된 배양액 처리가 위조 병원균의 생장억제에 미치는 영향을 측정한 사진.

### 나. 균근균의 분리 및 동정

#### 1) 균근균 포자 분리

그림 3-7, 그림 3-8은 장흥과 담양지역을 중심으로 딸기 시설재배 토양에서 균근균의 포자를 분리하여 현미경으로 관찰한 균근균 포자분리이다. 일반적으로 균근균은 식물에 기생하여 공생(symbiosis)하면서 기주식물에 감염하여 상호간에 협생관계를 유지하면서 기주식물에게 양·수분 흡수 촉진, 내한발성, 내병해충성 등의 혜택을 주는 것으로 보고

되고 있다.

딸기에서 관찰된 균근균의 종류로는 그림 3-7, 그림 3-8과 같으며, Morton과 Benny(1990)의 Glomales 중 분류기준, INVAM Species guide(1990) 및 ETI - Windows version of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (1995) 등을 참조하여 동정한 결과 *Acaulospora* sp.(A), *Glomus* sp.(B), *Gigaspora* sp.(C) 등과 같은 다양한 종류의 균근균이 분포하고 있는 것으로 확인되었다. 또한, 딸기 뿌리를 채취하여 뿌리 내부의 균근균의 감염을 확인한 결과(그림 3-9), 시설재배한 딸기의 뿌리 내부에서 균근균의 균사와 vesicle이 다수 관찰되었다.

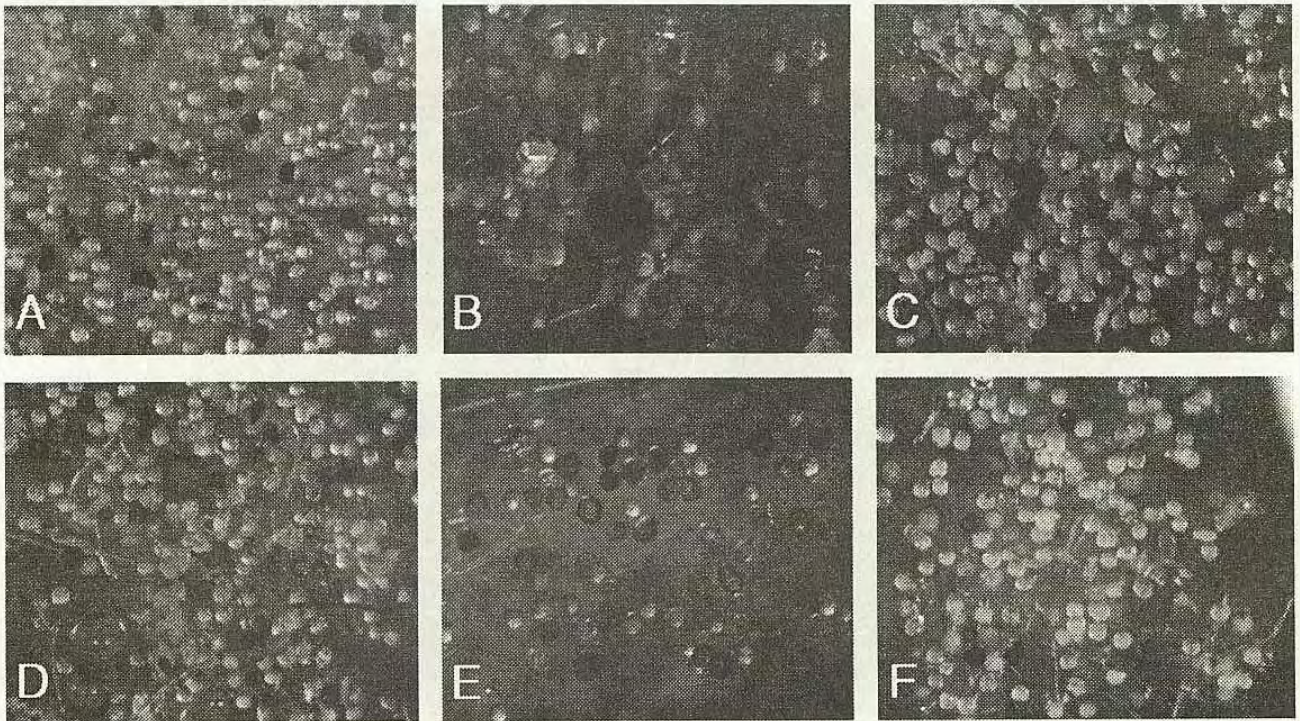


그림 3-7. 전남 장흥과 담양지역의 딸기 시설재배 토양에서 분리한 내생 균근균의 포자 사진  
(A : *Acaulospora* sp., B : *Glomus* sp., C : *Gigaspora* sp. D : 균근균의 균사,  
E : *Gigaspora* sp. 포자, F : *Glomus* sp. 포자)

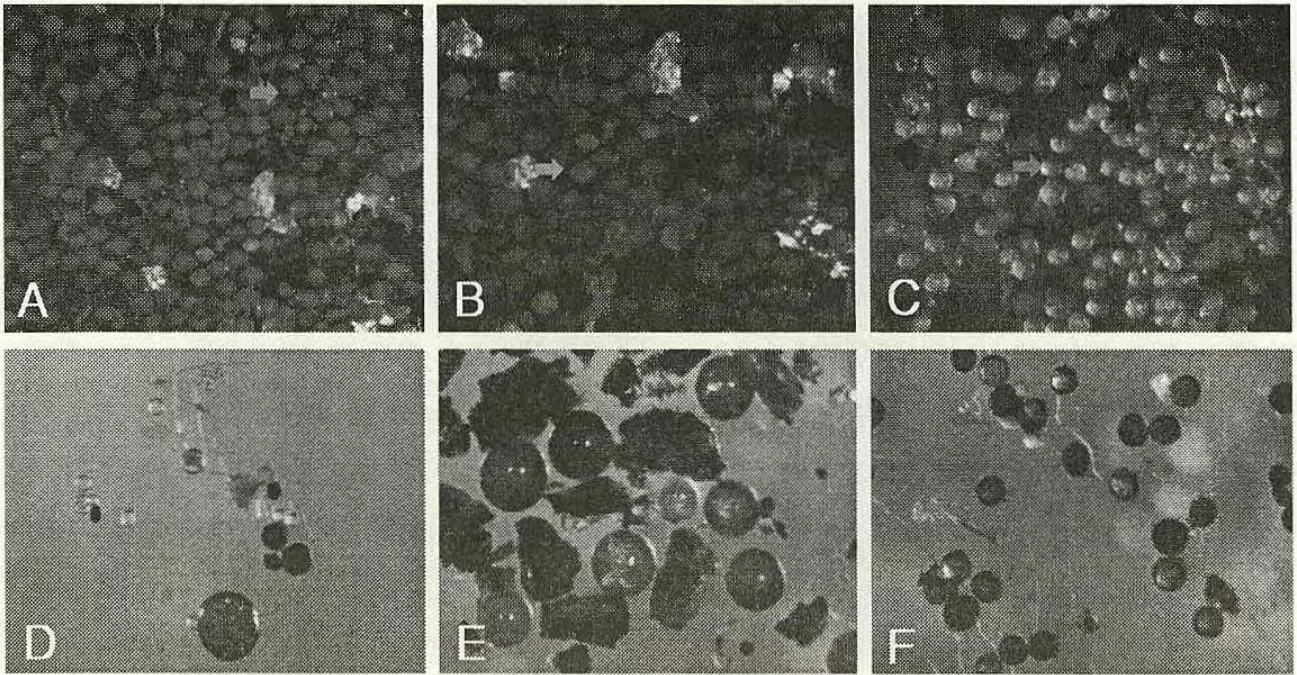


그림 3-8. 전남 장흥과 담양지역의 딸기 시설재배 토양에서 분리한 내생 균근균의 포자 사진 (A와 B : *Glomus* sp. 포자, C : *Acaulospora* sp. 포자, D : 균근균의 균사, E : *Gigaspora* sp. 포자, F : *Glomus* sp. 포자)

## 2) 균근균 감염

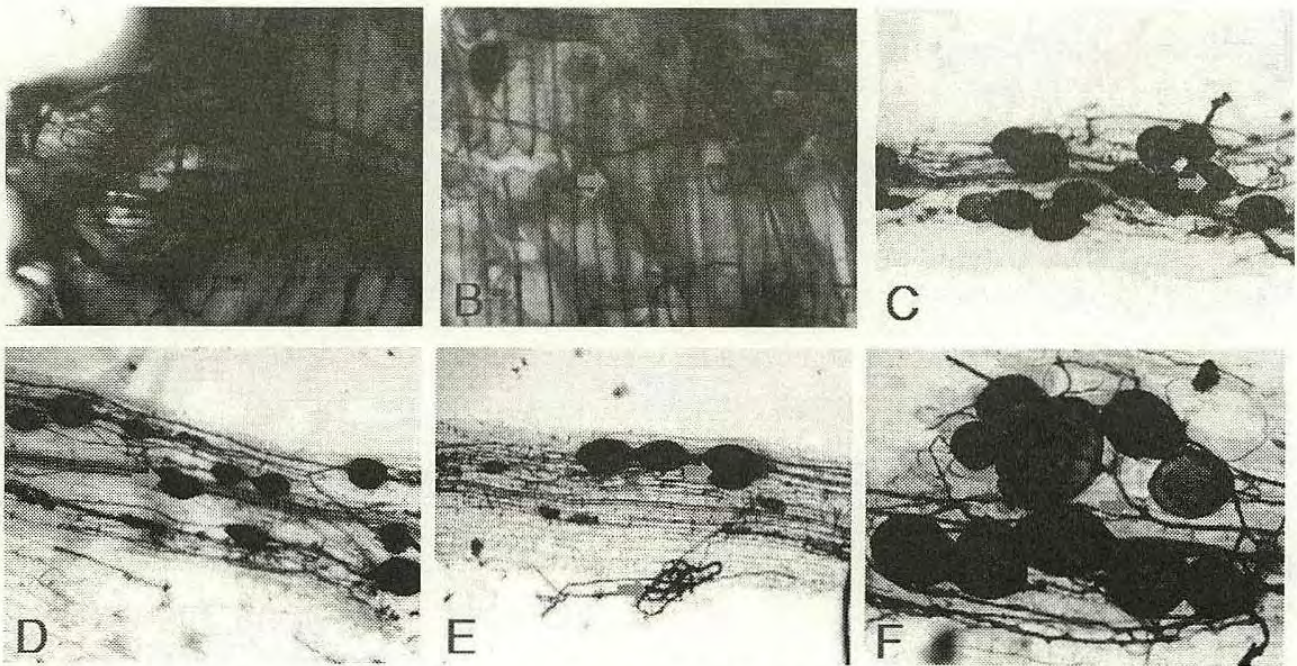


그림 3-9. 전남 장흥과 담양지역의 시설재배 딸기의 뿌리에서 발생한 내생 균근균의 분포 사진 (A와 B : 뿌리내부에 형성된 균근균 균사, C와 D : vesicles, E와 F : 뿌리 내부에 형성된 원형 모양의 vesicles와 뿌리내외부에 형성된 균사체)



## 2. 토양 유용미생물에 의한 딸기 생육촉진 효과 구명

### 가. 재료 및 방법

겨울철 토양 유용미생물을 이용한 딸기 생육을 알아보기 위해 국내 육성된 신품종 ‘설향’을 이용하여 농가 생산포장(담양군 고서면 동운리)과 수경재배(비순환식), 용기재배를 병행하여 농업기술원(나주시 산포면 산제리)에서 수행하였다(표 3-4).

토양재배와 수경재배는 9월 13일(축성재배) 재식밀도를 10a 당 10,000주(주간거리 15cm)로 하여 정식하였고 용기재배는 플라워박스에(64cm×22cm×16cm)각각 정식하고 생육과 수량을 비교 조사하였다. 유용미생물 처리 시기는 정식 후 40일부터(1화방 개화기, 11월 21일) 15일 간격으로 각 처리에 따라 관주(10ml/주/회)와 엽면살포를 각각 7회씩 처리하였다(표 3-5).

표 3-4. 딸기 정식시 재식밀도에 따른 재배방법

재배형태	품종	정식기	피복기	수확기	유용미생물	비 고
토양재배	설향	'05. 9. 13	'05. 10. 18	'05. 12. 9 ~ '06. 3. 28	· 엑스텐 · 오시스 · 오파가드 · 오파스피드	· 기타 재배관리는 친환경재배 관리에 기준
수경재배	설향	'05. 9. 13	'05. 10. 18	'05. 12. 12 ~ '06. 2. 27	· 엑스텐 · 오시스 · 오파가드 · 오파스피드	· 수경재배관리에 준하고 관주와 엽면살포로 구분하여 처리
용기재배	설향	'05. 9. 13	'05. 10. 18	'05. 12. 21 ~ '06. 2. 27	· 엑스텐 · 오시스 · 오파가드 · 오파스피드	· 관주와 엽면살포로 구분하여 처리

표 3-5. 딸기에 사용한 유용미생물 처리방법

종 류	보증성분량	희석배수	사 용 방 법	사용간격
· 엑스텐	Bacillus vallismortis EXTN-1( $5 \times 10^7$ cfu/ml)	· 2,000배액	· 물 20ℓ에 10ml 넣고 잘 흔들어서 토양관주	· 15일간격 관주
· 오시스	Pseudomonas Chlororaphis O6( $8 \times 10^6$ cfu/ml)	· 1,000배액	· 물 20ℓ에 20ml 넣고 잘 흔들어서 토양관주	· 15일간격 관주
· 오팜가드	Pseudomonas spp. O6 ( $8 \times 10^6$ cfu/ml 이상)	· 400배액	· 물 20ℓ에 50ml(튜브 1개)와 흑설탕 200g을 넣고 잘 흔들어 3일후에 토양관주 (1일 3회정도 물통을 흔들어준다)	· 15일간격 관주
· 오팜스피드	Enterobacter spp. CIO6 ( $8 \times 10^6$ cfu/ml 이상)	· 400배액	· 물 20ℓ에 50ml(튜브 1개)와 흑설탕 200g을 넣고 잘 흔들어 3일후에 토양관주 (1일 3회정도 물통을 흔들어준다)	· 15일간격 관주

나. 결과 및 고찰

1) 토양재배에서 유용 미생물에 따른 딸기 생육 촉진 효과 구명

유용 미생물을 처리한 결과의 딸기 생육 특성은 표 3-6과 같다. 토양 미생물 처리간의 생육의 차이는 있었지만 무처리에 비해 차이는 인정되지 않았다. 1주당 평균 엽수는 토양 미생물을 처리한 오팜가드, 오시스, 엑스텐이 9.0~9.3매로 무처리 8.7매에 비해 많았다.

엽면적( $\text{cm}^2/\text{주}$ )은 오팜가드 처리가 1,225로 다른 처리에 비해 컸다. 뿌리에서 유용미생물 처리는 무처리에 비해 큰 생육의 차이는 없었다(그림 3-10).

표 3-6. 토양재배에서 유용 미생물에 따른 딸기 생육 특성

구 분 미생물	엽 수 (매/주)	엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)	엽면적 ( $\text{cm}^2/\text{주}$ )	엽병장 (cm)	엽색도 <sup>y</sup>	관부직경 (mm)	화경장 (cm)	뿌 리		
									길이 (cm)	생체중 (g/주)	건물중 (g/주)
엑스텐	9.0	10.5	8.3	1,210 a <sup>z</sup>	16.3	48.2	14.3 ab	29.4	25.0	11.2	3.7
오시스	9.2	10.9	8.9	1,176 ab	17.1	48.7	15.8 a	34.1	23.2	14.0	4.8
오팜가드	9.3	11.5	9.0	1,225 a	15.4	49.1	13.4 b	30.0	25.7	12.3	4.4
오팜스피드	8.7	10.7	9.0	1,091 b	16.0	49.4	14.1 ab	30.8	25.7	11.5	4.0
무처리	8.7	10.9	8.6	1,106 b	16.0	48.8	13.7 ab	32.8	24.2	10.9	4.3

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

<sup>y</sup>SCDSV means specific color difference sensor value(SPAD 502, Minolta, Japan).

※ 제 1화방 출퇴기 : '05년 10월 13일, 개화기 : 11월 2일

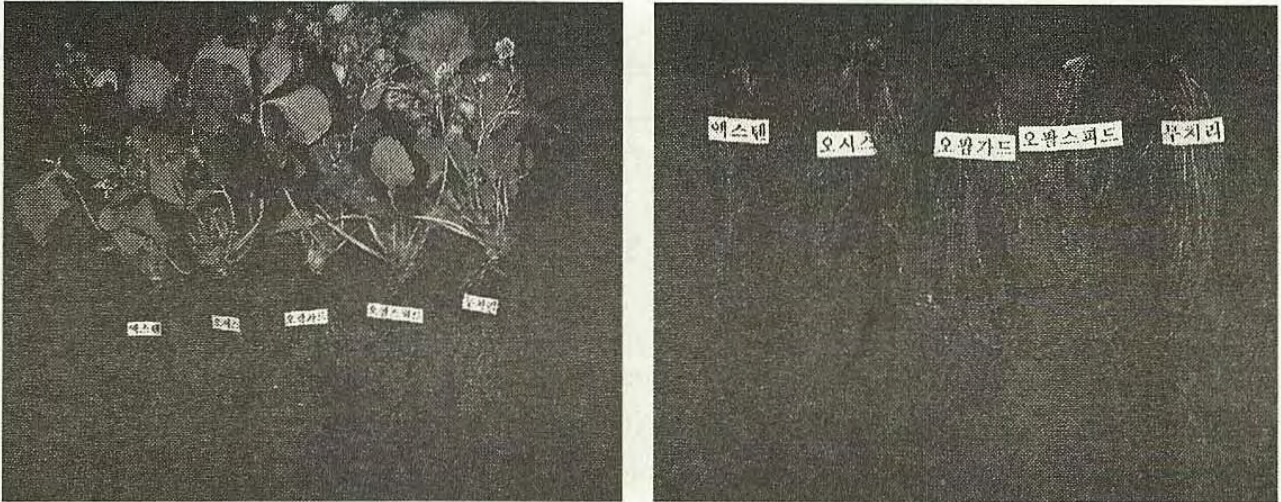


그림 3-10. 토양재배에서 유용 미생물처리에 따른 딸기 생육비교

토양재배에서 미생물 처리에 따른 과실 및 수량 특성은 표 3-7과 같다. 주당 수확과수는 토양 미생물 처리가 11.5~10.9개로 무처리 10.8개에 비해 많았지만 큰 차이는 없었다. 딸기 1과중의 무게는 엑스텐, 오팜가드에서 20.1g으로 다른 처리에 비해 무거웠으며, 과실의 경도( $g \cdot cm^{-2}$ ,  $\varnothing 5mm$ )도 300.3~314.1로 다른 처리에 비해 컸다. 수량에서도 유의성은 없었지만 무처리에 비해 3% 증수되었다. 따라서 하우스 내 저온기에 토양 미생물 관주가 딸기 엽 생육과 수량과의 유연관계는 좀 더 검토가 필요하다고 판단된다.

표 3-7. 토양재배에서 유용 미생물에 따른 딸기 과실 및 수량 특성

미생물	구 분 수확과수 (개/주)	과 중 (g/개)	가용성 고형물 (%Brix)	총 산 (%)	경 도 ( $g \cdot cm^{-2}$ , $\varnothing 5mm$ )	색 도			상품율 (%)	상품수량 (kg/10a)	상품 지수
						L	a	b			
엑스텐	11.5	20.1	11.2	1.2	314.1	43.0	38.8	31.6	98	2,891	103
오시스	11.0	19.6	12.2	1.2	288.0	39.8	42.7	32.6	98	2,804	100
오팜가드	11.1	20.1	9.5	1.3	300.3	46.2	38.0	32.0	98	2,876	103
오팜스피드	10.9	19.9	11.0	1.3	273.4	40.3	38.7	30.9	98	2,795	100
무처리	10.8	19.8	11.1	1.2	207.8	41.3	41.5	31.4	98	2,789	100

※ 수확기간 : 2005. 12. 4 ~ 2006. 3. 28

처리한 유용 미생물의 밀도를 살펴보기 위해 토양재배와 수경재배, 용기(플라워박스, 64cm × 22cm × 16cm)에 처리한 유용 미생물을 각 처리방법별로 뿌리부분의 흙과 배지의 미생물 밀도를 조사하였다.

유용미생물 *Bacillus Vallismortis*(EXTN-1)  $5 \times 10^7$ cfu/ml, *Pseudomonas chlororaphis* O6(O-sis)  $8 \times 10^6$ cfu/ml, *Pseudomonas* spp. O6(오팜가드)  $8 \times 10^6$ cfu/ml, *Enterobacter* spp. C1036(오팜스피드)  $8 \times 10^6$ cfu/ml을 토양 및 수경재배 배지에 처리한 후 2005년 12월 25일, 2006년 1월 27일, 그리고 2월 28일 토양과 배지를 각각 100g씩 채취하여 그 중 10g을 멸균수 90ml에 희석하여 30분간 진탕하였다. 이 시료들을 희석 평판법에 준하여 희석한 후 희석액 0.1ml를 각 선택배지에 도말하고, 배양기에서 세균은 26°C 1~2일간, 곰팡이는 26°C 4~5일간 배양한 후 미생물 밀도를 조사하였다. 세균수는 Nutrient Agar, 사상균수는 Rose bengal 한천배지, 형광성 *Pseudomonas*는 King's B 배지, 그리고 *Fusarium* sp. 밀도는 Komada 배지에서 토양 1g당 균수로 환산하여 조사하였다.

토양재배 시설하우스에서 유용미생물을 처리한 후 배지 내 미생물상 변화를 보면(그림 3-11) 세균 밀도는 오시스와 오팜스피드 처리의 경우, 생육중기에 약간 증가하다가 후기에는 초기 밀도와 비슷한 수준을 보였으며, 엑스텐에서는 증가하는 경향을 보여 후기로 갈수록 감소하는 오팜스피드와 반대 경향을 나타내었다(그림 3-11. A). 사상균 밀도는 오팜가드와 오시스의 경우 지속적으로 증가하는 경향을 보인 반면, 나머지 처리에서는 생육 중기에 감소하다가 후기에는 초기 밀도와 비슷한 수준을 유지하였다(그림 3-11. B). 형광성 *Pseudomonas* 밀도는 생육 후기로 갈수록 모든 처리에서 감소하는 경향을 보였다(그림 3-11. C). 병원성 *Fusarium* 밀도는 모든 처리에서 생육 후기에 약간 증가하는 경향이었으나, 처리간 시들음병 발생의 차이는 없었다(그림 3-11. D).

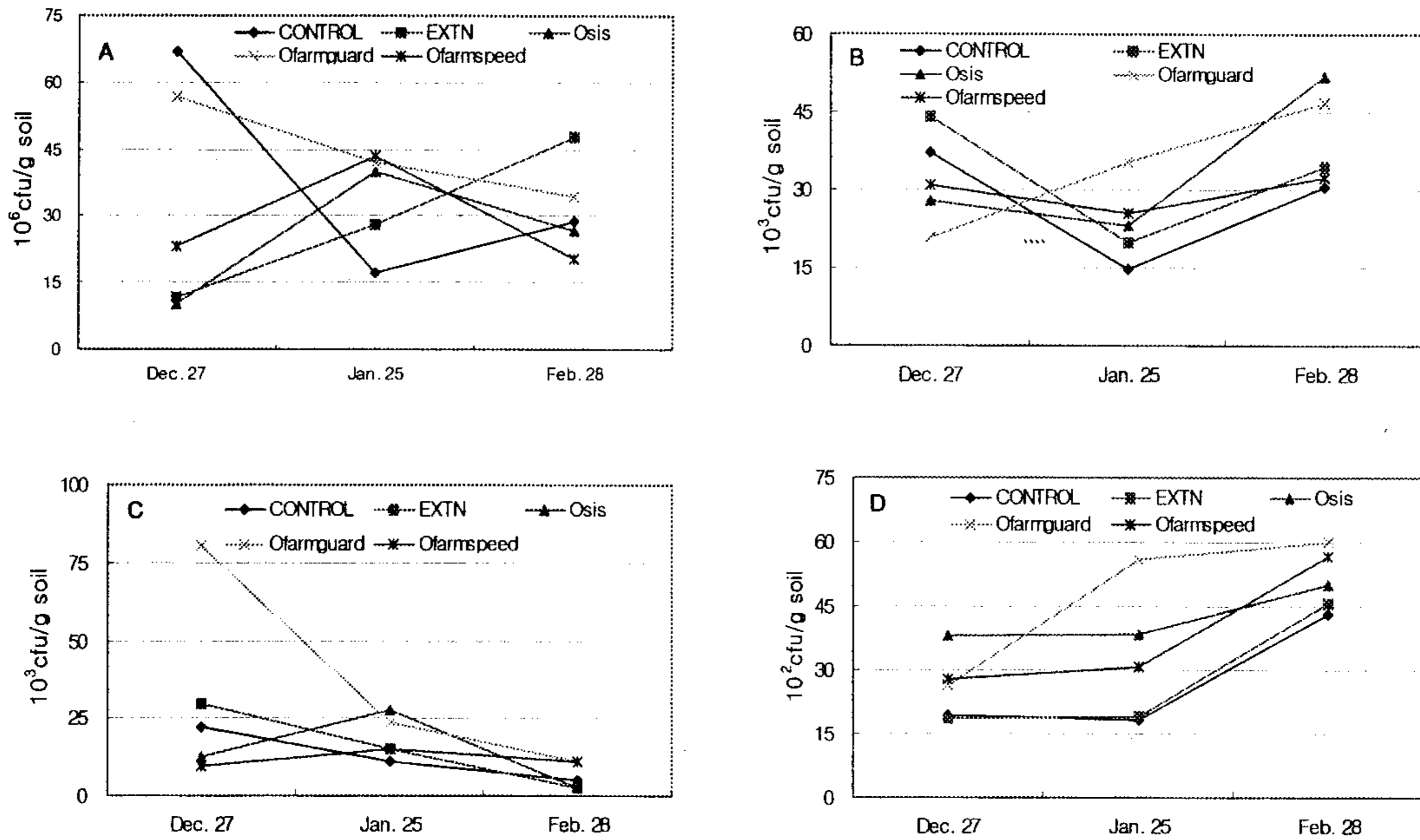


그림 3-11. 토양재배에서 유용미생물 처리에 따른 세균(A), 곰팡이(B),  
형광성 *Pseudomonas*(C), *Fusarium* sp.(D) 밀도 변화

## 2) 수경재배에서 유용 미생물에 따른 딸기 생육 촉진 효과 구명

수경재배에서 유용 미생물 처리방법에 따른 딸기 생육 특성은 표 3-8과 같다. 미생물 처리에서는 주당 평균 엽수는 6.0~6.4매로 무처리 6.6매에 비해 적었으나, 엽장, 엽폭이 무처리에 비해 큰 차이를 보이지 않아 엽면적도 비슷하였다. 뿌리 지체부에 미생물을 토양 재배에서와 동일한 시기에 관주(100ml/주/회)한 결과 뿌리의 생체중에서는 오파스피드 관주처리가 27.1g으로 무처리나 다른 미생물 처리의 16.1~21.6g에 비해 컸다(그림 3-12). 유용 미생물의 경제성을 검토하기 위해 관주시기와 같은 방법으로 15일 간격으로 엽면 살포를 실시한 결과 무처리에 비해 미생물 처리간 생육의 차이는 없었다. 한편, 저온기 하우스 내에서 딸기 식물체 뿌리 지체부에 관주시 수경재배보다는 토양재배에서 유의성은 없었지만 엽 생육이 좋았다. 수경재배에서 엽 생육이 토양재배에 비해 떨어진 이유는 수경재배 특성상 뿌리부분이 고설(공중)상태에서 뿌리 지체부분이 하우스 내의 환경 특히 야간의 온도에 영향을 받기 때문에 이라고 생각되며 수경재배에서의 엽면살포 효과가 없었던 것은 유용 미생물이 햇볕에 노출되어 자외선에 의해 미생물의 활성이 떨어진 것으로 추론되어 앞으로 좀 더 연구가 필요하다고 판단된다.

표 3-8. 수경재배에서 유용미생물에 따른 딸기 생육 특성

미생물	구 분	엽 수 (매/주)	엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)	엽면적 (cm <sup>2</sup> /주)	엽병장 (cm)	엽색도 <sup>z</sup>	관부직경 (mm)	화경장 (cm)	뿌 리		
										길 이 (cm)	생체중 (g/주)	건물중 (g/주)
관 주	엑스텐	6.2	10.1	8.1	809	15.6	50.1	17.1	26.8	31.9	19.7 b <sup>y</sup>	3.6
	오시스	6.4	9.9	8.4	798	14.3	48.4	16.3	26.0	28.2	20.5 b	3.9
	오팜가드	6.0	9.9	8.2	786	12.2	50.0	18.1	24.6	22.9	21.6 b	4.6
	오팜스피드	6.2	10.6	8.7	776	13.2	48.9	17.6	25.8	31.0	27.1 a	5.4
	무처리	6.6	10.2	8.1	731	14.5	49.3	17.2	25.3	19.1	16.1 b	3.2
엽 면 살 포	엑스텐	6.9	10.7	8.8	888	15.1	50.1	18.0	27.1	-	-	-
	오시스	7.9	10.0	8.2	708	13.1	49.4	18.4	26.0	-	-	-
	오팜가드	7.6	9.9	8.2	755	12.2	50.2	17.5	26.4	-	-	-
	오팜스피드	7.2	10.7	8.2	879	13.7	49.1	18.5	27.3	-	-	-
	무처리	6.6	10.2	8.1	731	14.5	49.3	17.2	25.3	-	-	-

<sup>z</sup>SCDSV means specific color difference sensor value(SPAD 502, Minolta, Japan).

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5%.

※ 제 1화방 출퇴기 : '05년 10월 13일, 개화기 : 11월 5일

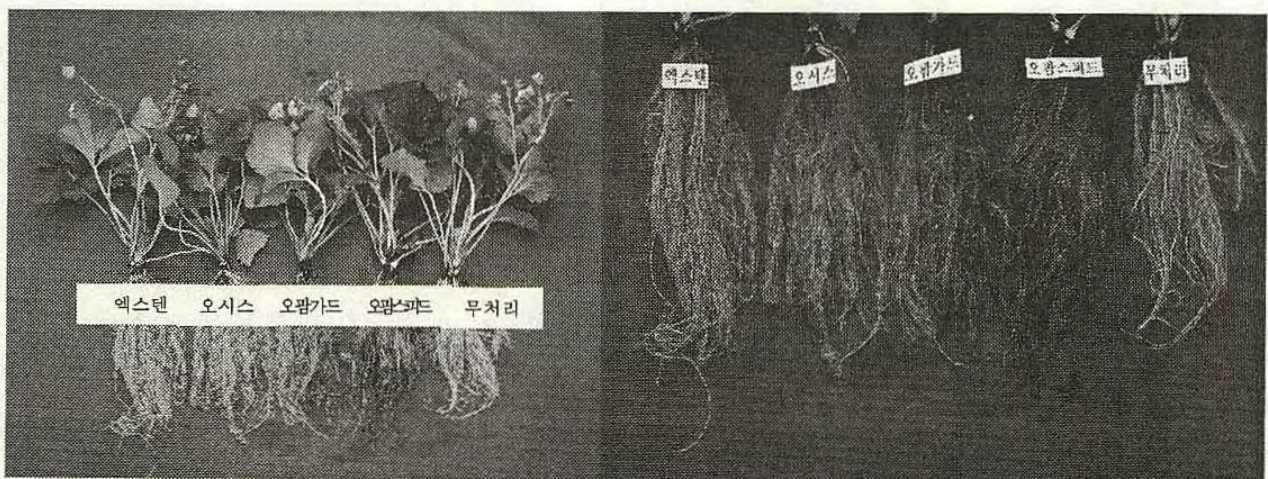


그림 3-12. 수경재배에서 유용 미생물처리에 따른 생육비교

수경재배에서 유용 미생물 처리에 따른 과실 및 수량 특성은 표 3-9와 같다. 과실 1과중이 19.5~20.6g으로 무처리 18.9g에 비해 별 차이는 없었다. 관주와 엽면살포에서 처리방법에

따른 차이는 있었지만 미생물에 의한 처리는 수경재배에서도 토양재배에서와 같이 미생물 처리와 무처리에 비해 큰 차이는 없었다. 따라서 유용 미생물이 딸기 과실에는 영향을 주지 않는 것으로 판단된다. 이러한 결과는 본 시험에서 재배에 사용된 배지가 펠라이트와 입상암면을 혼합(1 : 1, v : v)한 무기배지로 그 결과가 미흡한 것으로 생각되며, 앞으로 유기배지와 배지 내 근권 온도에 접근하여 좀 더 연구 검토가 필요하다고 판단된다.

표 3-9. 수경재배에서 유용 미생물에 따른 과실 및 수량 특성

미생물	구 분	수확과수 (개/주)	과중 (g/개)	가용성 고형물 (%Brix)	총산 (%)	경도 (g · cm <sup>-2</sup> , Ø5mm)	색 도			상품율 (%)	상품수량 (kg/10a)	상품 지수
							L	a	b			
관 주	엑스텐	15.2	20.0	11.0	0.7	329.7	39.4	42.0	31.9	99	3,030	104
	오시스	14.2	20.6	11.2	0.7	365.4	42.8	40.6	32.5	99	2,913	100
	오팜가드	15.0	19.7	12.0	0.8	366.3	41.2	39.3	29.2	99	2,950	101
	오팜스피드	14.9	19.5	11.1	0.6	344.1	41.4	41.1	33.4	99	2,912	100
	무처리	15.4	18.9	11.0	0.6	298.2	40.5	39.0	31.3	99	2,903	100
엽 면 살 포	엑스텐	8.0	20.5	11.8	0.7	419.3	42.1	38.0	30.0	99	1,632	96
	오시스	8.0	22.9	10.2	0.7	404.4	42.4	40.2	32.9	99	1,840	109
	오팜가드	9.1	20.3	11.7	0.7	437.9	38.9	40.9	30.7	99	1,843	109
	오팜스피드	8.4	20.7	10.3	0.6	448.9	42.9	39.4	30.9	99	1,737	102
	무처리	8.8	19.3	11.3	0.6	360.5	40.5	39.0	31.3	99	1,693	100

※ 수확기간 : 관주처리 2005. 12. 4~2006. 3. 30, 엽면살포 2005. 12. 4~2006. 2. 27

고설식 수경재배 시스템에서 유용미생물을 처리한 후 배지 내 미생물상 변화를 보면 (그림 3-13) 오팜가드와 오시스는 세균 밀도가 후기로 갈수록 감소하였으며, 엑스텐과 오팜스피드는 증가하는 경향을 보였다(그림 3-13, A). 사상균 밀도는 모든 처리에서 생육 중기에 증가하다가 후기로 갈수록 감소하는 경향을 보였다(그림 3-13, B). 형광성 *Pseudomonas* 밀도는 오팜가드 처리에서 뚜렷하게 증가하였으며, 엑스텐과 오팜스피드는 완만하게 증가하였다(그림 3-13, C).

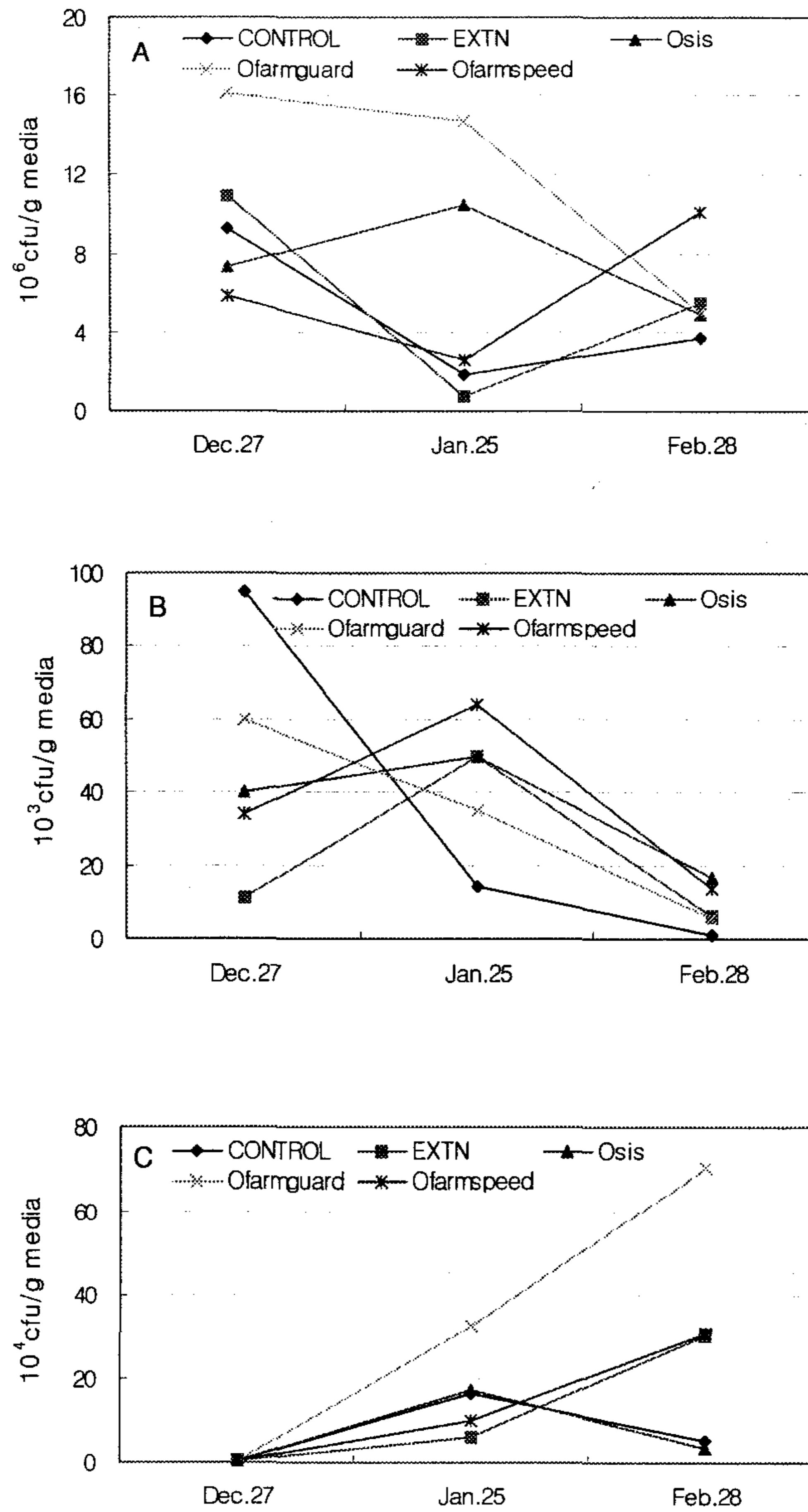


그림 3-13. 수경채배에서 유용미생물 처리에 따른 세균(A), 곰팡이(B) 형광성 *Pseudomonas*(C) 밀도 변화



3) 용기재배에서 유용 미생물에 따른 딸기 생육 촉진 효과 구명

용기(플라워박스, 64cm×22cm×16cm)형태로 생육기 동안 수경재배에 사용한 양액을 사용하였으며 유용 미생물 관주(110ml/주/회)는 토양재배와 수경재배에서 관주한 시기에 처리하였으며 그 결과는 표 3-10과 같다. 미생물 관주에서는 엽면적(cm<sup>2</sup>/주)이 666~509으로 무처리 476에 비해 다소 컸으나 전체적인 엽 생육은 토양재배 및 수경재배와 비슷한 경향이였으며, 관부크기에 있어서는 오팜스피드의 미생물 처리가 16.9mm로 무처리 11.6mm에 비해 상대적으로 컸다. 뿌리의 생육에 있어서도 유의성은 없었다(그림 3-14).

표 3-10. 용기재배에서 유용 미생물에 따른 딸기 생육 특성

미생물	구 분	엽 수 (매/주)	엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)	엽면적 (cm <sup>2</sup> /주)	엽병장 (cm)	엽색도 <sup>y</sup>	관부직경 (mm)	화경장 (cm)	뿌 리		
										길이 (cm)	생체중 (g/주)	건물중 (g/주)
관 주	엑스텐	5.3	8.4	7.3	666	11.5	47.6	13.9 ab <sup>z</sup>	24.8	30.8	25.6	3.5
	오시스	6.7	9.2	7.5	507	11.2	49.3	14.5 ab	23.0	27.8	24.4	3.0
	오팜가드	5.8	8.1	7.1	509	12.0	48.9	15.8 a	24.4	23.9	23.8	2.2
	오팜스피드	6.0	7.6	6.7	663	11.8	49.7	16.9 a	24.3	29.2	29.1	4.3
	무처리	6.3	7.5	7.0	476	10.2	45.2	11.6 b	19.8	28.0	23.2	4.0
엽 면 살 포	엑스텐	7.0	8.5	7.3	558	11.5	47.3	15.2	23.8	-	-	-
	오시스	6.4	8.4	7.1	518	10.2	48.1	14.8	23.4	-	-	-
	오팜가드	7.0	8.3	6.8	611	10.8	48.6	14.2	24.6	-	-	-
	오팜스피드	6.1	8.2	6.9	540	9.6	47.6	14.9	24.5	-	-	-
	무처리	6.3	7.5	7.0	476	10.2	45.2	11.6	19.8	-	-	-

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

<sup>y</sup>SCDSV means specific color difference sensor value(SPAD 502, Minolta, Japan).

※ 제 1화방 출퇴기 : '05년 10월 15일, 개화기 : 11월 5일

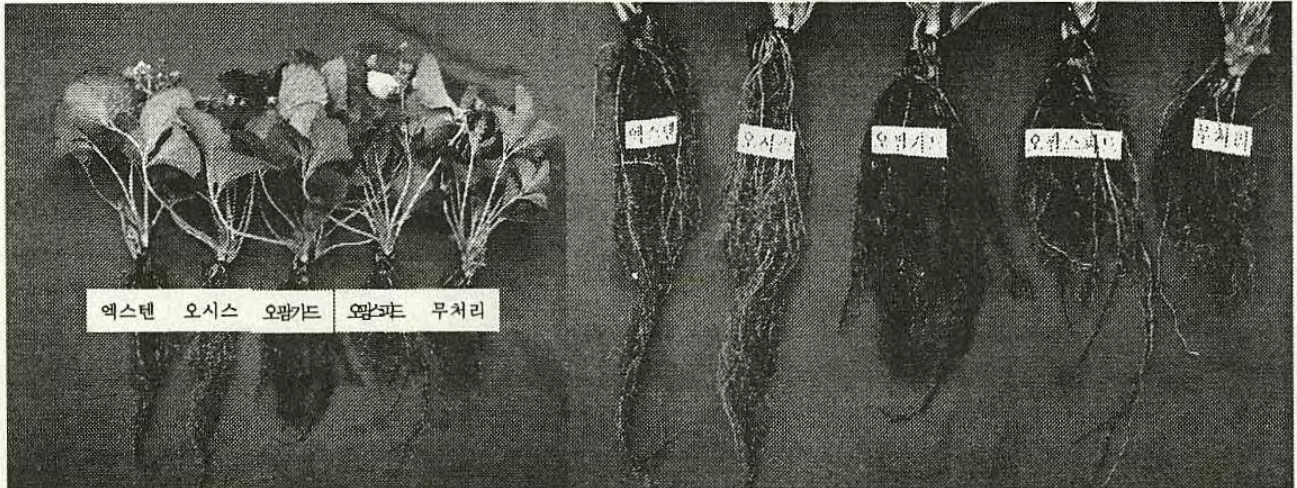


그림 3-14. 용기재배에서 유용 미생물처리에 따른 생육비교

용기재배에서 유용 미생물 처리에 따른 과실 및 수량 특성은 표 3-11과 같다. 수확과수는 관주에서 8.2~9.5개, 엽면살포 8.6~9.8개로 엽면살포가 0.3개 많았는데 수량까지는 영향을 주지 않았다. 따라서 용기재배에서도 수경재배에서와 같이 미생물 처리에 의한 딸기의 과실 특성은 무처리에 비해 차이는 없었으며 수량에도 영향이 없었다.

표 3-11. 용기재배에서 유용 미생물에 따른 과실 및 수량 특성

미생물	구 분	수확과수 (개/주)	과 중 (g/개)	가용성 고형물 (%Brix)	총 산 (%)	경도 (g·cm <sup>-2</sup> , Ø5mm)	색 도			상품율 (%)	수 량 (g/주)	상품 지수
							L	a	b			
관 주	엑스텐	8.5	16.5	10.7	0.7	338.7	38.3	41.8	32.8	99	141	100
	오시스	8.8	16.2	11.3	0.7	345.2	41.8	40.3	33.5	99	141	100
	오팜가드	9.5	16.6	11.8	0.7	365.1	42.5	39.4	30.2	99	157	111
	오팜스피드	8.2	17.5	11.1	0.6	354.2	42.3	40.3	32.5	99	143	101
	무처리	9.5	14.9	11.4	0.7	350.2	41.8	39.6	32.8	99	141	100
엽 면 살 포	엑스텐	9.8	9.8	10.9	0.7	408.1	42.5	39.8	30.4	99	150	106
	오시스	8.6	8.6	10.4	0.6	384.3	42.4	40.9	32.5	99	141	100
	오팜가드	9.3	10.3	11.8	0.7	421.3	39.8	41.2	30.9	99	147	104
	오팜스피드	8.9	8.9	11.3	0.6	418.6	41.8	39.9	30.9	99	142	100
	무처리	9.5	14.9	11.4	0.7	350.2	41.8	39.6	32.8	99	141	100

※ 수확기간 : 2005. 12. 21 ~ 2006. 2. 27

용기재배에서 유용 미생물을 처리한 후 배지 내 미생물상 변화를 보면(그림 3-15) 세균 밀도는 모든 처리에서 생육 후기로 갈수록 감소하였으며(그림 3-15, A), 사상균 밀도는 무처리에서 증가하였으나, 유용미생물 처리에서는 감소하는 경향이였다(그림 3-15, B). 형광성 *Pseudomonas* 밀도는 오파스피드 처리에서 생육후기로 갈수록 뚜렷하게 증가하였으나, 그 밖의 처리는 생육중기에 약간 증가한 후 초기 밀도와 차이를 보이지 않았다(그림 3-15, C).

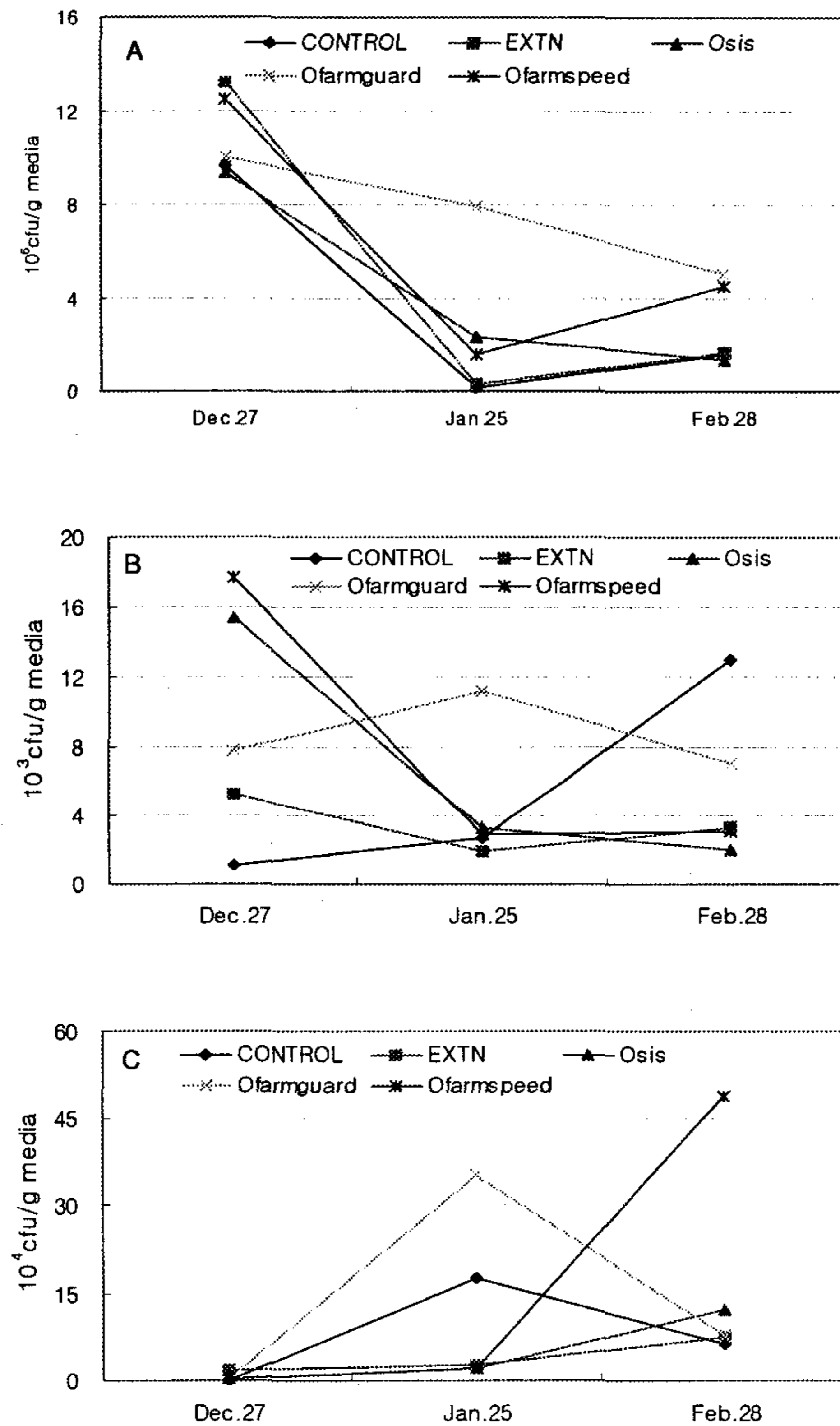


그림 3-15. 용기재배에서 유용미생물 처리에 따른 세균(A), 곰팡이(B), 형광성 *Pseudomonas*(C) 밀도 변화

### 3. 토양 유용 미생물 이용과 농가 실증

#### 가. 재료 및 방법

1차년도와 2차년도에서 얻어진 연구결과를 중심으로 농가실증 연구를 통해 현장적용 여부를 파악하고자 국내에서 육성된 신품종 ‘설향’을 이용하여 딸기 무농약 인증 농가 생산포장(담양군 고서면 주산리)에서 수행하였다.

정식은 9월 20일(축성재배) 재식밀도를 10a 당 10,000주(주간거리 15cm)로 정식하여 생육과 수량을 비교 조사하였다(표 3-12). 처리내용은 친환경 자재 ‘키토산’ 엽면살포와 유용 미생물 ‘오팜가드’ 관주, ‘유기칼슘’ 엽면살포와 유용미생물 ‘엑스텐’ 관주로 병행하여 수행하였고, 정식 후 55일경부터 3주간격으로 5회 관주하였으며, 사용방법은 표 3-13과 같다. 유용미생물 *Bacillus Vallismortis*(EXTN-1)  $5 \times 10^7$ cfu/ml, *Pseudomonas* spp. O6(오팜가드)  $8 \times 10^6$ cfu/ml를 딸기 토양재배 시설하우스 토양에 오팜가드, 엑스텐을 5회 토양관주한 후 2006년 11월 30일, 12월 26일, 2007년 1월 26일, 그리고 2월 23일 표토로부터 10cm 부위의 토양을 채취하여 토양미생물 분석시료로 사용하였다. 채취한 생토 10g을 멸균수 90ml에 희석하여 30분간 진탕하였다. 이 시료들을 희석평판법에 준하여 희석한 후 희석액 0.1ml을 각 선택배지에 도말하고, 배양기에서 세균은 26°C 1~2일간, 곰팡이는 26°C 4~5일간 배양한 후 미생물 밀도를 조사하였다. 세균수는 Nutrient Agar, 곰팡이수는 Rose bengal 한천배지, 방선균은 Humic acid-Vitamin agar 배지에 치상하고 28°C 항온기에서 7~14일간 배지에서 균수를 조사하였다. 그리고 처리방법에 따라 딸기 과실의 경도 등의 품질과 성분 함유량이 얼마나 흡수 되었는가를 알아보기 위해 식품의약품안전청 식품위생검사기관인 전문 분석기관(랩프런티어, 수원시 소재)에 분석의뢰 하였다.

표 3-12. 딸기 유용미생물과 친환경 자재 이용 재배방법

재배형태	품 종	정식기	수확기	처리시기	처리방법	비 고	
토양재배	설 향	'06. 9. 20	~	'06. 12. 9	'06. 11. 17	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 오팜가드 관주</li> <li>+ 키토산 엽면살포</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 기타 재배관리는 친환경 재배 관리에 기준</li> </ul>
				'07. 3. 30	'07. 2. 23		

표 3-13. 딸기에 사용한 유용미생물과 친환경 자재 사용방법

종 류	보증 성분량 및 함유성분	희석배수	사 용 방 법	사 용 간 격
· 오팜가드	Pseudomonas spp. O6 ( $8 \times 10^6$ cfu/ml 이상)	· 400배액	· 물 20ℓ에 50ml(튜브 1개)와 흑설탕 200g을 넣고 잘 흔들어 3일후에 토양관주(1일 3회정도 물통을 흔들어준다)	· 15일 간격 관주
· 키 토 산	키토산 1.9%(Green chito)	· 1,000배액	· 물 20ℓ에 20ml를 넣고 잘 흔들어서 엽에 살포	· 15일 간격 엽면살포
· 엑 스 텐	Bacillus vallismortis EXTN-1( $5 \times 10^7$ cfu/ml)	· 2,000배액	· 물 20ℓ에 10ml를 넣고 잘 흔들어서 토양 관주	· 15일 간격 관주
· 유기칼슘	Chelate calcium 25.5% (Platinum)	· 1,000배액	· 물 20ℓ에 20ml를 넣고 잘 흔들어서 엽에 살포	· 15일 간격 엽면살포

나. 결과 및 고찰

토양재배에서 유용미생물 ‘오팜가드’와 친환경 자재 ‘키토산’을 병행하여 사용한 것이 무처리에 비해 딸기의 생육에 어느 정도는 영향을 미치는 것으로 나타났다(표 3-14). 엽수는 오팜가드와 키토산을 병행(7.7매/주)한 것이 타 처리에 비해 0.3매 정도 많았으며, 엽면적( $\text{cm}^2/\text{주}$ )도 오팜가드와 키토산을 병행한 것이 무처리 1,840에 비해 2,091~1,845로 다소 컸지만 엽 생육은 무처리와 비교해서 차이는 없었다. 따라서 저온기에 유용미생물을 이용해서 엽 등 지상부의 생육을 촉진시키는 데는 재배하는 품종과 처리하는 시기에 따라 다소의 차이는 있겠으나 기대한 만큼의 큰 효과는 없는 것으로 판단된다. 그리고 딸기재배에서 저온기에 지상부의 엽 생육을 촉진시키는 데는 전조재배의 효과가 더 클 것으로 생각된다.

표 3-14. 유용 미생물과 친환경자재 처리에 따른 딸기 생육 특성

구 분 <sup>2</sup>	엽 수 (매/주)	엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)	엽면적 ( $\text{cm}^2/\text{주}$ )	엽병장 (cm)	엽색도 <sup>3</sup>	관부직경 (mm)	화경장 (cm)
오팜가드+키토산	7.7	8.1	7.2	2,091	17.2	48.7	14.1	24.5
엑스텐+유기칼슘	7.4	8.3	6.6	1,845	16.4	48.2	14.0	27.7
무처리	7.4	9.0	7.3	1,840	16.0	48.9	14.6	24.9

<sup>2</sup>오팜가드 관주와 키토산 엽면살포를 병행, 엑스텐 관주와 유기칼슘 엽면살포를 병행

<sup>3</sup>SCDSV means specific color difference sensor value(SPAD 502, Minolta, Japan).

\* 조사일 : 2007년 2월 27일

유용 미생물과 친환경자재 처리에 따른 딸기 수확과수(개/주)는 무처리 17.1에 비해 17.4~17.5로 평균 0.3~0.4개 많았다(표 3-15). 당도도 무처리(8.8 %Brix)에 비해 키토산을 엽면살포하고 오팜가드를 관주(9.1 %Brix)한 것이 높았다. 경도( $g \cdot cm^{-2}$ ,  $\varnothing 5mm$ )는 유기칼슘을 엽면살포하고 엑스텐을 관주(192.3)하는 것이 무처리(147.9)에 비해 높았다. 수량에서는 처리 간에 큰 차이는 없었다. 이상의 연구결과로 유용 미생물과 친환경 자재가 생육과 수량에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단되며 다만 친환경 자재를 엽면살포한 키토산과 유기칼슘은 딸기 과실의 당도와 경도에 영향을 미쳐 딸기 친환경 재배에서 딸기 품질을 높이는 것으로 판단된다. 친환경 자재인 키토산을 엽면살포로 사용할 경우 딸기 과실의 당도가 높은 것은 1차년도 제1세부과제에서 수행하였던 연구결과와 유사한 결과를 보였다.

한편, 수경재배의 경우 친환경 자재 처리에 의한 딸기 과실 내 함유량은 살포시기에 따라 다소 차이는 있겠으나 키토산의 경우 과실 내에 0.04%를 함유하고 있었으며, 유기칼슘은 99.15mg/kg이 함유되었다(표 3-16).

표 3-15. 유용 미생물과 친환경자재 처리에 따른 딸기 과실 및 수량 특성

구 분 <sup>2</sup>	수확과수 (개/주)	과중 (g/개)	가용성 고형물 (%Brix)	총산 (%)	경도 ( $g \cdot cm^{-2}$ , $\varnothing 5mm$ )	색 도			상품율 (%)	상품수량 (kg/10a)	상품 지수
						L	a	b			
오팜가드+ 키토산	17.5	18.2	9.1	0.7	179.9	35.0	37.7	25.1	98	3,185	102
엑스텐+ 유기칼슘	17.4	18.0	9.0	0.7	192.3	40.5	39.8	29.5	98	3,132	101
무처리	17.1	18.1	8.8	0.6	147.9	38.8	40.5	26.6	97	3,095	100

<sup>2</sup>오팜가드 관주와 키토산 엽면살포를 병행, 엑스텐 관주와 유기칼슘 엽면살포를 병행

※ 수확기간 : 2005. 12. 4~2006. 3. 30

표 3-16. 친환경 자재에 의한 딸기 과실 내 성분 함유량

구 분	분석결과	비 고
키 토 산	0.04 %	수경재배 과실('07. 1. 9)
유기칼슘	99.15 mg/kg	"
무 처 리	-	-

토양재배 시설하우스에서 유용미생물을 처리한 후 토양 내 미생물상 변화를 보면(그림 3-16) 세균 밀도는 무처리에 비해 오팜가드와 엑스텐 처리구에서 높았으나(그림 3-16 A),

곰팡이 밀도는 엑스텐 처리구에서 약간 높았고 그 밖의 처리구는 비슷한 경향을 보였다(그림 3-16 B). 방선균 밀도는 처리구들 간에 큰 차이를 보이지 않았다(그림 3-16 C). 토양건전성 지표인 B/F율(Bacteria/Fungi ratio)을 보면, 처리들 간에 차이는 없으나 엑스텐 처리구에서 약간 높은 경향을 보였다(그림 3-16 D). A/F율(Actinomycetes/Fungi ratio)에서도 처리간에 차이를 보이지 않았으나 시간이 지남에 따라 높아지는 경향을 보였다(그림 3-16 E).

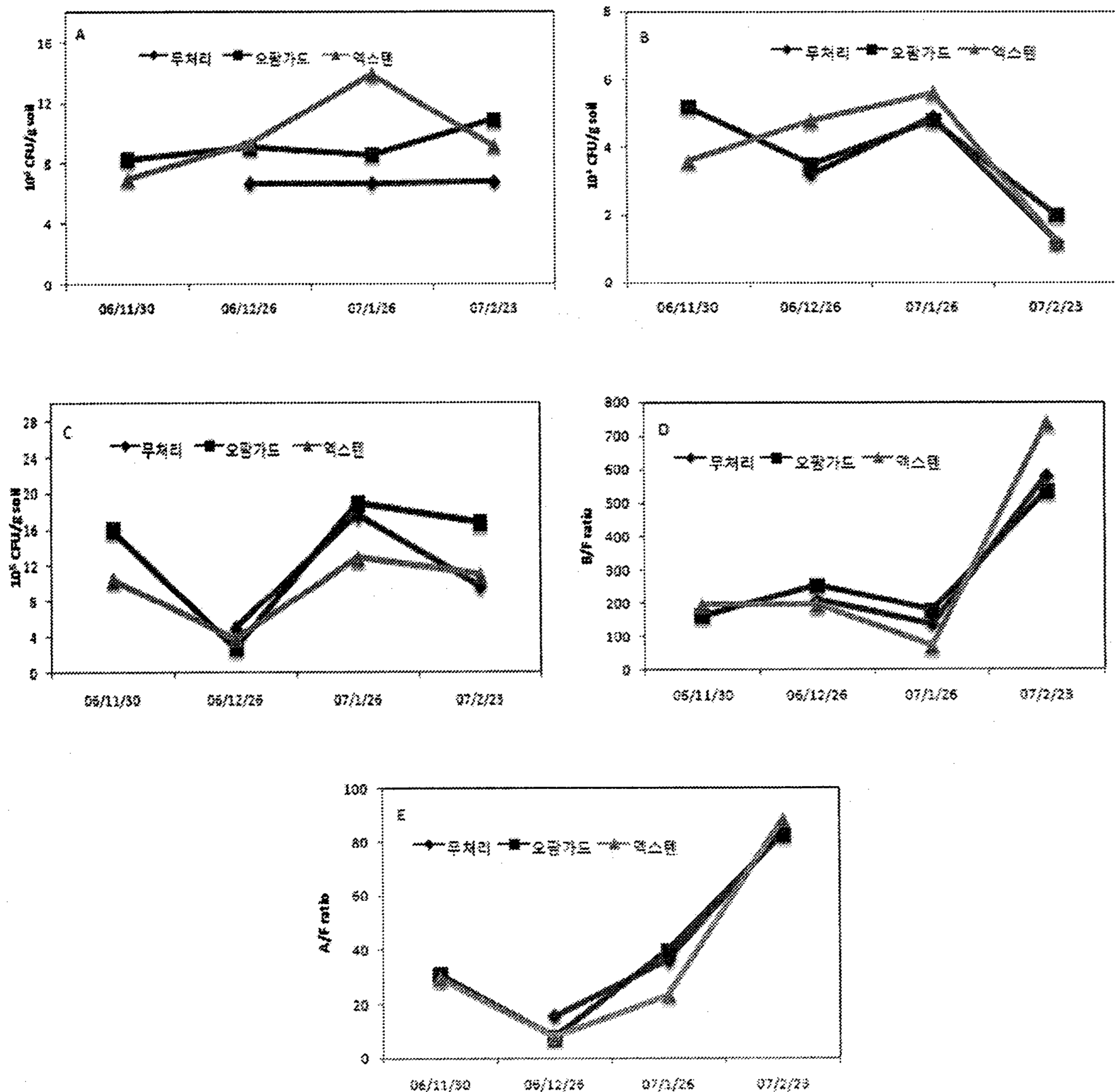


그림 3-16. 토양재배에서 친환경자재 처리에 따른 세균(A), 곰팡이(B), Actionmycetes(C), B/F율(D), A/F율 변화(E)

#### 4. 적요

식물 성장촉진 근권 미생물에 의한 딸기 왜화방지 기술개발에 관한 주요 연구결과는 다음과 같다.

가. 딸기 재배시 저온기에 식물체 왜화 방지를 위한 유용 미생물균인 위조 병원균의 길항작용을 갖는 균주를 분리 동정하여 *Bacillus* sp.와 92.4% 정도 유사한 균주로 동정되어 *Bacillus* sp. ND197로 명명하였다.

나. 토양 중 유용미생물을 처리한 미생물상 변화에서 세균 밀도는 딸기 생육중기에 약간 증가하다가 후기에는 초기 밀도와 비슷한 수준을 보였다.

다. 곰팡이 밀도는 지속적으로 증가하는 경향이었고, 형광성 *Pseudomonas* 밀도는 생육 후기로 갈수록 모든 처리에서 감소하는 경향을 보였다.

라. 병원성 *Fusarium* 밀도는 모든 처리에서 생육 후기에 약간 증가하는 경향이었으나, 처리간 시들음병 발생의 차이는 없었다.

마. 딸기재배시 저온기 동안 유용미생물을 이용한 토양 미생물 관주 효과는 어느 정도 있으나 수량 차이는 없었다.



## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

딸기는 과채류 친환경 농산물 중 가장 비중이 높은 작목으로 전국의 딸기 인증 전체 농가수는 2007년을 기준으로 2,426호, 면적은 1,092.8ha이다. 그 중 유기재배 농가수 82호(35.3ha), 무농약재배 농가수 513호(234.8), 저농약 재배 1,831호(822.7ha)로 매년 증가 추세에 있다. 따라서 본 연구 개발의 목표는 딸기 무농약재배 기술로 품질향상과 부가가치를 증대시키고 아울러 토양 유용 미생물을 이용해 저온기에 딸기 왜화를 방지하는데 있다.

### 1. 무농약 딸기 품질향상 기술개발 및 부가가치 향상 연구

딸기 친환경 재배시 친환경 자재 처리에 의해 딸기 품질을 향상시키고 안정 생산 할 수 있는 재배기술을 확립하고자 현재 시중에서 유통되고 있는 친환경 자재 중 게르마늄, 셀레늄, 키토산의 활용도를 높이고 아울러 딸기 두둑 멀칭피복 자재와 안정생산 할 수 있는 우량묘 생산 방법, 적정 재식밀도를 구명하고 수확 후기에 생산된 수확물을 이용하여 부가가치를 증대시키고자 현재 딸기 무농약재배에서 사용하고 있는 친환경자재를 처리한 결과 키토산의 경우 엽면살포(11.8 Brix)와 토양관주(11.3 Brix)를 단용으로 사용하는 게 무처리(10.4 Brix)에 비해 높아 품질향상이 기대된다.

딸기 정식 두둑 멀칭 피복 필름자재에 따른 딸기 생육 특성 결과는 피복필름 자재 간 생육특성은 비슷하였는데, 녹색필름이 다른 필름자재에 비해 생육이 좋았으며, 딸기 과실 표면의 착색도는 알루미늄필름이 다른 피복필름에 비해 좋았다. 특히 알루미늄필름은 딸기 과실 표면에 일소현상(두둑멀칭 표면에 접하는 부분이 데침 현상)이 없었고 산란광에 의해 과실 표면에 착색이 좋았다. 상대적으로 온도가 높은 흑색필름에서는 한낮의 일시적인 고온(35℃ 이상)으로 과실 표면에 일소 증상이 나타났다. 한편, 고설 수경재배에서는 하우스 내에서 멀칭 피복필름의 온도가 고온에 접하더라도 딸기 과실은 필름자재와 떨어져 공중에 매달려 있으므로 일소현상은 없어 품질향상이 기대된다.

딸기 재배방법에서 재식밀도간의 생육의 큰 차이는 없었으나, 재식밀도가 높은 12,000주/10a(주간거리 12cm)보다는 재식밀도가 낮을수록 엽장, 엽폭, 엽면적 등의 엽 생육이 좋았고, 수량은 재식밀도가 10a 당 8,000주보다는 12,000주에서 증수되었다. 딸기 축성재배에서 수량을 증대시킬 수 있는 방안으로 재식밀도를 높이는게 유리하다고 판단된다.

무농약 딸기 생산을 위한 우량묘 생산을 위해 상토는 원예용 상토, 팽연화왕겨 + 마사토 (30 : 70, v : v)가 마사토 보다는 생육이 양호하였는데, 정식 본포에서 수확기 무렵의 생육은 용토 처리간에 큰 생육의 차이가 없어 정식 당시의 묘소질과는 크게 영향을 받지 않았다.

딸기 냉동 저장을 위한 소포장재는 현재 시중에서 유통되고 있는 PET 용기와 MPF 봉투간에 딸기 냉동 저장 후 포장재에 따른 Fructose, Glucose, Sucrose의 성분 변화에 큰 차이는 없었다.

딸기의 유기재배와 무농약재배 작형은 주산지에 따라 다르나 축성재배 작형이 많으며, 반축성재배 작형은 4월 이후 병해충관리가 어려워 조기 수확에 유리한 축성재배로 전환되고 있는 추세이다. 유기재배의 딸기 작형은 8월 하순~10월 상순에 정식하여 11월 상순~6월 상순에 수확하고, 무농약재배는 9월 상순~10월 상순에 정식하여 12월 중순~6월 중순에 수확하는 작형이나 4~5월 수확이 종료되어 관행재배에 비하여 수확 일수가 평균 55일 적다.

유기, 무농약재배 딸기의 생산성은 축성재배 작형의 10a당 수량을 기준으로 보면 유기재배 2,255kg, 무농약재배 2,641kg으로 관행재배에 비하여 각각 73.4%, 86% 수준이다. 고설식재배의 시설비는 10a당 29,389천원으로 토양관비시설 대비 196.4% 수준이다. 고설식재배시 수량은 무농약 토경관비재배 대비 72.4%가 증수되며, 경영비는 82.9%가 높다. 소득은 82.9% 수준이나 무농약 인증 출하시 판매단가를 높일 수 있으므로 수익성은 높아질 것으로 전망된다. kg당 생산비는 4.4%가 절감되며, 노동력은 28.6%의 절감과 작업 편리성이 좋은 장점이 있다.

무농약 딸기 하급품 이용 잼 가공 판매효과는 잼 가공 시설비는 1ha 처리기준 대당 300만원부터 1천만원 수준이며, 처리능력의 경우 300만원대 시설은 1일 생산능력이 200kg 용량 기준 10시간 소요되며, 1천만원대 시설은 동일 용량기준 1.5시간 소요되었다. 1ha기준 잼 판매용 하급품(10g 미만/과)은 무농약 재배 기준 총 생산량의 25%수준이고, 10g미만의 하급품은 딸기잼 수집상에게 kg당 850원에 판매되고 있는 실정이나 하급 품을 잼으로 가공 판매시 생과출하보다 kg당 3,703원, 4.4배의 소득제고의 효과가 있었다.

하급품 이용 웨이크용 무농약 냉동딸기 가공 판매효과는 딸기 냉동시설비가 6.5평용 기준 13,000천원이고, 5월 이후 가격하락시 과중이 10~14g용 중품과를 이용하며, 가공 이용량은 총생산량의 2.3%였다. 딸기 평균 1과중의 무게가 10~14g의 중품과는 5월 도매 시장 수취가격 기준 1,500원이었고, 냉동 처리하여 7~8월 웨이크용으로 판매시 생과출하보다 kg당 3,142원으로 2배의 소득제고 효과가 있었다.

우수 경영체의 경영성과는 지역에 따라 차이는 있으나 대개 일반재배에 비해 판매단가는 92.5%~165.0%, 소득은 46.3%~57.0% 정도 높았다. 핵심 우수 요인으로서는 오전 중에 수확하여 신선도를 높이고 공동선별 출하로 판매가격을 높일 수 있었다.

## 2. 무농약 딸기 재배 주요 병해충 제어 기술개발

딸기 흰가루병을 제어할 수 있는 친환경자재를 선별하기 위하여 시험한 결과, 중탄산 칼륨 0.5~1% 농도와 중탄산나트륨 0.5~1% 농도에서 흰가루병 방제가 가능한 것으로 나타났다. 이들 무기염류에 첨가제를 추가하여 약효를 증진 시키는 기술을 접목할 경우 무농약재배 농가에 딸기 흰가루병 방제의 대안을 제시할 수 있을 것으로 생각한다.

축성 딸기 재배시 저온관리로 인해 시설 내에 상대습도가 높아져 잿빛곰팡이병 발생이 많고, 주야간 온도차와 상대습도 편차가 커 흰가루병이 문제로 대두되고 있다. 특히 잿빛곰팡이병은 상대습도가 높을 때 발생이 심하므로 친환경 무농약재배 농가의 경우 제습을 통해 어느 정도 예방이 가능할 것으로 생각한다. 본 시험에서 제습처리가 흰가루병 경감에는 효과가 적지만, 현재 수행중인 잿빛곰팡이병에는 상당한 효과가 있을 것으로 생각한다. 또한 무농약재배시 품종 선택은 중요한 요소의 하나로 현재까지 친환경 재배를 위한 품종 선별은 거의 이루어지지 않고 있다. 따라서 토양재배에서 국내에서 육성된 '설향(논산3호)' 등 5품종의 흰가루병에 대한 발병율을 조사한 결과, '설향(논산3호)' 품종이 흰가루병에 강한 것으로 나타났다.

무농약재배 농가의 시설 환경과 병 발생율을 조사한 결과, 함평지역에서는 흰가루병 발생이 2월 상순부터 증가하여 4월 상순까지 피해를 주고 있으며, 잿빛곰팡이병도 비슷한 경향이였다. 특히, 잿빛곰팡이병의 경우, 관행 화학적 방제 농가에 비해 방제가 어려운 것으로 나타났다. 담양지역에서는 유황훈증 등 친환경자재의 적극적인 사용으로 흰가루병 발생은 적으나 잿빛곰팡이병은 상대적으로 방제하기 어려우며 2월 상순부터 4월 상순까지 피해를 주는 것으로 나타났다. 또한 시설 내 온습도 관리에 따라 병 발생이 다르며, 상대습도의 편차가 심할 경우 흰가루병 발생이 많은 것으로 나타나 친환경 재배시 환기관리가 중요한 요인임을 알 수 있었다. 그 밖에 토양화학성에 있어서도 적정 pH와 EC관리를 통해 건전한 토양을 조성할 필요가 있을 것으로 생각한다. 이러한 무농약재배 농가의 시설환경 실태와 병 발생 패턴을 이용하여 앞으로 무농약재배 농가의 병 방제 매뉴얼 작성에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다. 토양전염성 시들음병을 방제하기 위해 쌀겨와 밀기울을 토양에 각각 1~2톤(10a) 혼합한 토양발효 처리가 토양 내 시들음병균 밀도가 낮아졌으며,

딸기를 정식한 후 시들음병 피해도 감소하였다. 또한 토양 내 뿌리혹선충과 뿌리썩이선충 밀도도 낮아져 토양전염성 병을 효과적으로 방제하였다. 딸기에 발생하는 해충으로 점박이용애의 피해가 가장 심하며 그 외 선충의 피해가 심한 편이다. 점박이용애를 효과적으로 방제하기 위한 시험결과, 칠레이리응애 1회 방사시 방사 4주째부터 밀도가 올라가기 시작하였으며, 2회 방사시에 7주 이후 8주째부터 밀도 증가하였으나 3회 방사는 조사기간 동안 10마리 내외로 점박이용애 밀도를 일정수준으로 유지시킬 수 있었다. 또한 방사량도 1,000마리인 경우에는 후기에 밀도가 증가하여 밀도억제를 못하였으며 3,000마리 방사하는 경우 2,000마리 방사하는 경우와 비슷한 밀도를 유지하는 것으로 보아 2,000마리 방사하는 것으로도 충분한 밀도 억제가 가능하였다. 점박이용애의 발생엽율을 보면 방사구에서는 높지 않았으나, 무방사구에서는 초기 발생이 확인된 이후 계속 상승하여 10.5~75.5%까지 올라갔다. 특히 보성 1농가의 경우 지속적인 밀도 증가가 이루어져 5월에는 수확을 거의 할 수 없었다. 또한 천적방사구의 발생엽율도 3%로 높았는데 이시기에 천적을 방사하여도 3월 23일에는 20.5%까지 발생엽율이 올라가므로 초기에 정확한 예찰을 통하여 천적을 방사하여야 할 것이며 최소 3% 이내일 때 천적의 투입이 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

### 3. 식물 생장촉진 근권 미생물에 의한 딸기 왜화 방지 기술개발

딸기 재배시 저온기에 식물체 왜화 방지를 위한 유용 미생물균인 위조 병원균의 길항 작용을 갖는 균주를 분리 동정하여 *Bacillus* sp.와 92.4% 정도 유사한 균주로 동정되어 *Bacillus* sp. ND197로 명명하였다.

토양 중 유용미생물을 처리한 미생물상 변화에서 세균 밀도는 딸기 생육중기에 약간 증가하다가 후기에는 초기 밀도와 비슷한 수준을 보였다. 사상균 밀도는 지속적으로 증가하는 경향이었고, 형광성 *Pseudomonas* 밀도는 생육 후기로 갈수록 모든 처리에서 감소하는 경향을 보였다. 병원성 *Fusarium* 밀도는 모든 처리에서 생육 후기에 약간 증가하는 경향이었으나, 처리간 시들음병 발생의 차이는 없었다.

현재 시중에서 유통되고 있는 유용미생물을 이용하여 저온기 동안 토양재배, 수경재배, 용기재배를 병행하여 실시한 결과 유용미생물 관주효과는 어느 정도 있으나 수량의 차이는 없었다.

## <영농활용기술 실천 우수농가 사례>

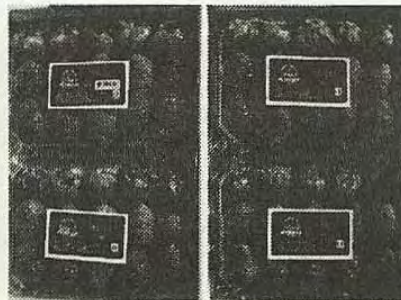
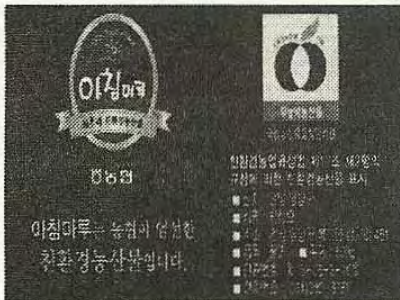
본 연구과제의 딸기 무농약재배 활용기술을 실천하여 안정적인 생산과 판로 확보로 농가소득을 올리고 있는 농가 사례임

### ★ 쪽·미나리로 발효시켜 만든 '아침마루' 무농약 딸기 ★



전남 담양군 봉산면 삼지리, 박상오 농가는 5년 전부터 무농약 딸기 농산물을 인증(번호15-06-3-16) 받아 재배하여 2007년 3월에는 유기농산물을 인증(15-06-1-6)받았다.

재배면적은 1,500평에서 연간 출하량은 15톤(2,500kg/10a) 정도 생산하고 있으며, 서울 양재동 하나로 마트와 유명마트, 학교 급식 등에 판매하고 있다.

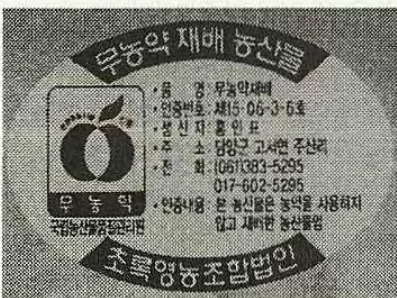


### ★ '키토산' 무농약 딸기 ★



전남 담양군 고서면 주산리, 홍인표 농가는 6년 전부터 무농약 딸기 농산물을 인증(번호15-06-3-6) 받아 재배하고 있다.

친환경인증 재배면적은 딸기, 양파 등 20여 품목으로 2,500평(딸기 1,000평)으로 친환경 전문매장과 학교 급식용으로 납품하고 있다.



## <딸기 무농약 생산기술 농가현장 사연회 개최>

### □ 개 요

- 일 시 : 2007. 3. 2(금) 15:00 ~ 17:00
- 장 소 : 담양 봉산 (박상오 농가), 담양 금성 (정덕선 농가)
- 참석대상 : 20명 (농업인, 딸기 재배 연구원)
- 내 용
  - 신선 딸기 고품질 생산을 위한 무농약재배기술 조기 전파
  - 딸기 무농약재배기술 종합 매뉴얼 작성 및 기술지원
  - 무농약 딸기 생산 홍보(KBC-TV, 광주방송)



【 현장 설명회 】

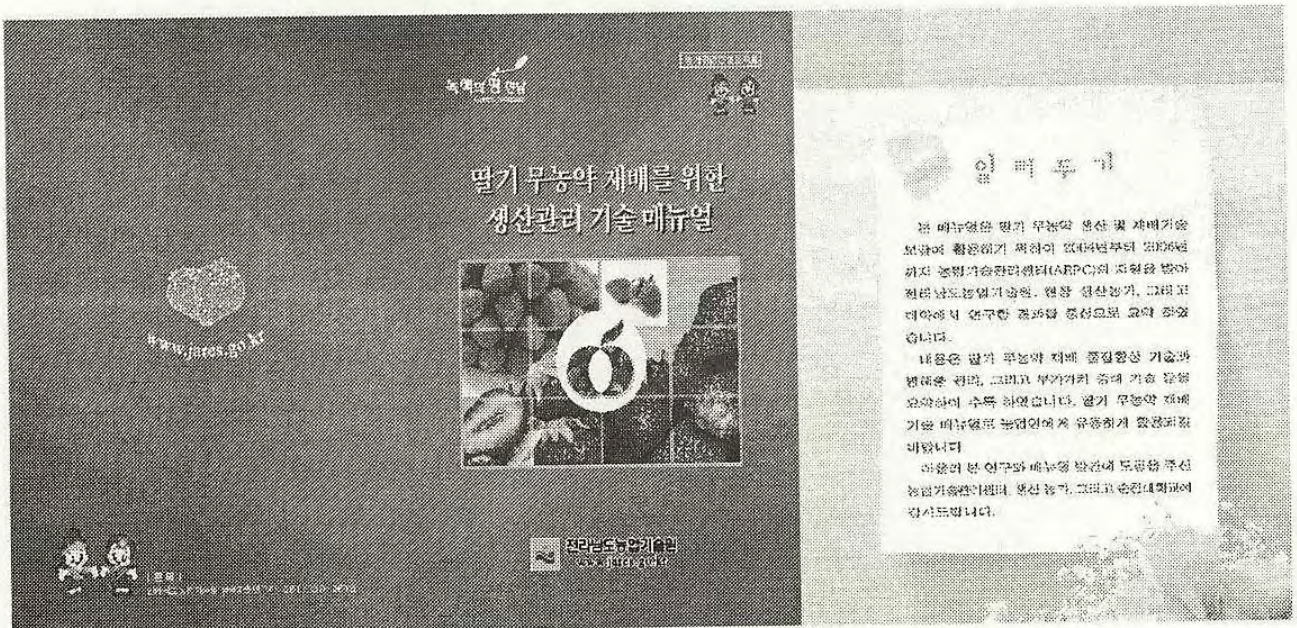


【 현장 촬영 】

<무농약재배를 위한 딸기 안정생산의 길잡이> 책자 발간



<딸기 무농약재배를 위한 생산관리 기술 매뉴얼> 발간







4. 친환경 물기를 이용한 복귀기지 공사

1) 양질의 유기질비료 사용량 경제의 장단점 비교

비료	유기질비료	무기질비료
비료 사용량	1.5배	0.5배
비료 가격	1.5배	0.5배
비료 효과	1.5배	0.5배

2) 양질의 유기질비료 사용량 경제의 장단점 비교

3) 양질의 유기질비료 사용량 경제의 장단점 비교

4) 양질의 유기질비료 사용량 경제의 장단점 비교

5. 양질비료를 이용한 방법

1) 비료가 풍부한 양질의 양질비료를 사용한다.

2) 양질의 양질비료를 사용한다.

3) 양질의 양질비료를 사용한다.

4) 양질의 양질비료를 사용한다.

6. 양질비료를 이용한 방법

1) 양질의 양질비료를 사용한다.

2) 양질의 양질비료를 사용한다.

3) 양질의 양질비료를 사용한다.

4) 양질의 양질비료를 사용한다.

7. 양질비료를 이용한 방법

1) 양질의 양질비료를 사용한다.

2) 양질의 양질비료를 사용한다.

3) 양질의 양질비료를 사용한다.

4) 양질의 양질비료를 사용한다.

8. 양질비료를 이용한 방법

1) 양질의 양질비료를 사용한다.

2) 양질의 양질비료를 사용한다.

3) 양질의 양질비료를 사용한다.

4) 양질의 양질비료를 사용한다.

9. 양질비료를 이용한 방법

1) 양질의 양질비료를 사용한다.

2) 양질의 양질비료를 사용한다.

3) 양질의 양질비료를 사용한다.

4) 양질의 양질비료를 사용한다.

종류	작물명	시판시기	비고
과일	감(10월~12월) 포도(9월~11월) 사과(10월~12월)	10월~12월	1. 감(10월~12월) 2. 포도(9월~11월) 3. 사과(10월~12월)
채소	배추(10월~12월) 무(10월~12월) 고추(10월~12월)	10월~12월	1. 배추(10월~12월) 2. 무(10월~12월) 3. 고추(10월~12월)
축산물	돼지고기(10월~12월) 닭고기(10월~12월) 소고기(10월~12월)	10월~12월	1. 돼지고기(10월~12월) 2. 닭고기(10월~12월) 3. 소고기(10월~12월)
수산	생선(10월~12월) 해산물(10월~12월)	10월~12월	1. 생선(10월~12월) 2. 해산물(10월~12월)
양돈	돈(10월~12월)	10월~12월	1. 돈(10월~12월)
양계	닭(10월~12월)	10월~12월	1. 닭(10월~12월)

### 신한강 인공기린 지정 현황

2017년 12월 31일 현재 지정 현황

구분	지정구분	지정면적(㎡)	지정비율(%)	지정면적(㎡)	지정비율(%)	비고
과목	과목	1,234,567	100%	1,234,567	100%	과목 지정 완료
	과목	1,234,567	100%	1,234,567	100%	과목 지정 완료
구분	구분	1,234,567	100%	1,234,567	100%	구분 지정 완료
	구분	1,234,567	100%	1,234,567	100%	구분 지정 완료
면적	면적	1,234,567	100%	1,234,567	100%	면적 지정 완료
	면적	1,234,567	100%	1,234,567	100%	면적 지정 완료
비율	비율	1,234,567	100%	1,234,567	100%	비율 지정 완료
	비율	1,234,567	100%	1,234,567	100%	비율 지정 완료

구분	지정구분	지정면적(㎡)	지정비율(%)	지정면적(㎡)	지정비율(%)	비고
과목	과목	1,234,567	100%	1,234,567	100%	과목 지정 완료
	과목	1,234,567	100%	1,234,567	100%	과목 지정 완료
구분	구분	1,234,567	100%	1,234,567	100%	구분 지정 완료
	구분	1,234,567	100%	1,234,567	100%	구분 지정 완료
면적	면적	1,234,567	100%	1,234,567	100%	면적 지정 완료
	면적	1,234,567	100%	1,234,567	100%	면적 지정 완료
비율	비율	1,234,567	100%	1,234,567	100%	비율 지정 완료
	비율	1,234,567	100%	1,234,567	100%	비율 지정 완료

### 신한강 인공기린 지정 현황

2017년 12월 31일 현재 지정 현황

구분	지정구분	지정면적(㎡)	지정비율(%)	지정면적(㎡)	지정비율(%)	비고
과목	과목	1,234,567	100%	1,234,567	100%	과목 지정 완료
	과목	1,234,567	100%	1,234,567	100%	과목 지정 완료
구분	구분	1,234,567	100%	1,234,567	100%	구분 지정 완료
	구분	1,234,567	100%	1,234,567	100%	구분 지정 완료
면적	면적	1,234,567	100%	1,234,567	100%	면적 지정 완료
	면적	1,234,567	100%	1,234,567	100%	면적 지정 완료
비율	비율	1,234,567	100%	1,234,567	100%	비율 지정 완료
	비율	1,234,567	100%	1,234,567	100%	비율 지정 완료

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

축성 딸기 무농약재배 및 근권 미생물을 이용한 왜화 방지 기술개발 연구과제에 대한 결과의 활용계획은 다음과 같다.

1. 무농약 딸기 품질향상 기술개발에 대한 친환경 자재 사용방법, 두둑 멀칭피복 자재 선택 요령, 적정 재식밀도, 무농약재배를 위한 우량묘 생산 방법 등은 재배 매뉴얼과 책자를 유인하여 친환경 재배 농가 기술지원 영농자료로 활용하고자 한다.
2. 딸기 부가가치 향상은 생산 농가의 유기농재배 유형별 생산성 및 수익성 분석을 통해 친환경 재배 농가 경영을 개선시키고 아울러 부가가치 향상을 위한 껌, 셰이크용 판매 실태 파악과 우수산지 조직체 및 농가의 수확 후 관리 실태와 경영 효과 분석으로 재배 농가에 대한 경영 컨설팅 자료로 활용하고자 한다.
3. 무농약 딸기 재배 주요 병해 제어 기술인 토양 환원처리에 의한 시들음병, 유황 훈증 처리에 의한 흰가루병 경감, 시설환경 조절 자재에 의한 주요 병해 경감 효과, 친환경 자재를 이용한 주요 병해 방제 효과를 친환경 재배농가에 널리 홍보하고 교육 교재 유인과 함께 영농자료로 활용하고자 한다.
4. 딸기 문제 해충 밀도를 경감시키는 식물 추출물, 경종적(간작) 방법, 천적 방사량, 방사 시기 결정에 대한 연구결과를 무농약재배 등의 친환경 재배농가에게 현장 접목시켜 조기에 정착 될 수 있도록 기술지원하고, 아울러 딸기 친환경 재배단지에서 천적사업의 효율성 증대를 위해 매뉴얼 등의 책자를 유인 배부하여 영농자료로 활용하고자 한다.
5. 토양 유용미생물 관주효과에 대한 연구결과를 토대로 현재 시중에서 판매되고 있는 토양 미생물제제의 효능과 올바른 사용법을 재배자에게 알리고자 한다.

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

### □ 정보수집내용

- 일본 동경 지역을 중심으로 친환경 농업에 대한 정보 수집을 위해 연구 기관, 대학, 딸기 생산농가 방문
- 친환경 자재를 이용한 유럽의 유기농업 현황 파악
- 생물적 방제를 이용한 해충 방제 기술 습득으로 친환경농업 선진화

### 일 본

#### 1. 출장개요

##### 가. 목 적

최근 일본의 딸기재배에 대한 기술 정보 수집과 원예작물의 유통, 육종 정보 수집으로 금후 우리도의 친환경농업의 연구발전과 수출 경쟁력 제고에 원예 산업이 한층 더 발전 할 수 있는 계기를 마련하고자 함.

나. 출장기간 : 2005. 2. 21 ~ 2. 26(5박 6일)

다. 대상국가 : 일본

라. 방문장소 : 지바대학, 지바현 딸기 수경재배 농가, 지바현 종합연구센터, 농공대학, 유통업체, 동경 근교 딸기 및 시설채소 농가

마. 출 장 자 : 전라남도농업기술원 생물자원연구과 서 중 분

##### 바. 주요내용

- 딸기재배 농가 방문 견학
  - 무농약 고설식 재배(치바현, 지바농업시험장), 딸기 토경재배(동경인근)
- 대학방문(지바대학, 농공대학)
  - 최근 연구 동향 파악과 자료 수집
- 식물생산 농업기술에 대한 자료수집
- 딸기 등 채소류 포장 유통 관련 정보 자료수집

## 사. 기대효과

- 딸기 재배기술 도입으로 친환경 농업연구 발전에 기여
- 채소류 유통 정보 수집으로 부가가치 체계화 연구
- 농업기술 정보 및 각종 기초자료 수집 이용

## 2. 출장수행 사항

### 가. 딸기 재배기술·육종 분야

#### □ 지바현농업총합연구센터(안내자 : 마치다 타케시 연구원)

##### ○ 연구센터 개요 : 3연구소, 4부, 2과, 25연구실(총 312명, 연구직 127명)

- 총무과, 검사 업무과, 기획조정부(기획정보, 경영조사), 생산기술부(채소, 과수, 화훼, 수도, 생산공학), 생산환경부(환경기능, 토양환경, 병리, 응용곤충), 생물공학부(유전자공학, 식물공학, 미생물공학), 북부종합원예연구소(전작원예, 사질야채, 동부야채), 난지원예연구소(과수, 야채멜론, 화훼, 환경), 육종연구소(전작물, 땅콩, 채소화훼, 과수, 수도육종)

##### ○ 주요 수행 내용

- 딸기 육종 연구
  - 사치노카 육종 : 병에 강하고, 당도가 높으며 향이 좋음
- 비용 절감형 왕겨이용 고설식 재배 연구
  - 왕겨이용 고설재배 연구 : 고설재배의 높은 설치비용으로 실천농가가 적어(5% 정도) 비용절감용 시설재배 기술개발
  - 왕겨배지는 싸고 후기 생육은 좋으나 초기에 발수성이 높고 보습성이 낮은 단점이 있으며, 비닐 슬라브는 중간에 물고임 현상이 있어 보완 연구 필요
  - 비용절감을 위하여 순환식이 필요하나 결핍현상 발생
  - 배액을 20~30%로 급액하고, 광합성이 많은 오전에 4회, 오후에 1회(비용절감 위해 오전 배액수거 양액 이용), EC는 1.3~1.4로 관리
  - 왕겨는 매년 새 왕겨로 사용해야 좋음
  - 비용절감 효과 : 피트모스 시설 대비 50 ~ 60%절감(피트모스 450만엔/10a, 왕겨시설 200만엔), 스티로폼 슬라브 + 피트모스배지 재배는 지중가온이 필요하나 비닐 슬라브 + 왕겨배지는 난방이 필요 없음



【부직포를 이용한 딸기묘 생산】



【딸기고설재배】



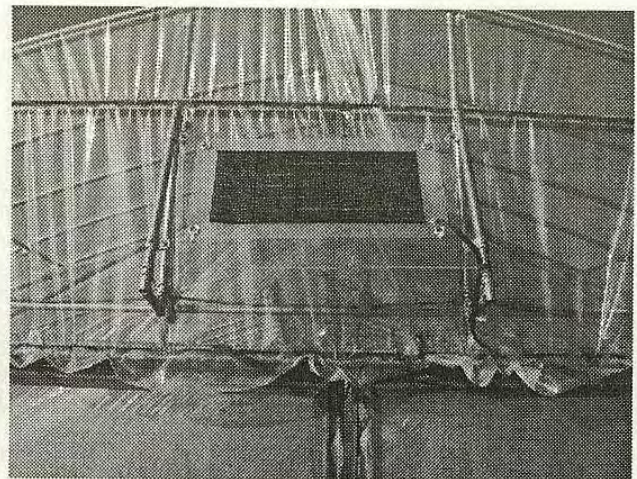
【왕겨배지 이용】

- 토경재배 초기 수량증수 시험

- 일사량, 온도, 질소 조절로 품종간 특성과 2화방 조기 착과 시험
- 현재의 딸기 착과는 1화방과 2화방간 엽수확보 기술 부족으로 초기 수확량이 낮음
- 1화방 분화이후 질소비료 수준을 낮추어 엽수를 3 ~ 4개 확보
- 기비 20kg(6엽 확보), 추비 10kg(3 ~ 4엽)
- 엽 전개 빠르도록 10월 분화시작 후부터 1일 15시간 일장 확보위해 전조
- 전조효과는 아끼히메 품종이 빠르고, 도치오토메 중간, 여홍은 적음



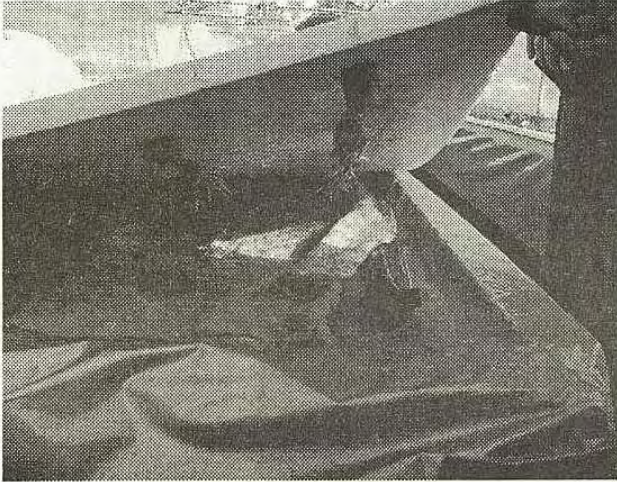
【딸기 생리 시험포장】



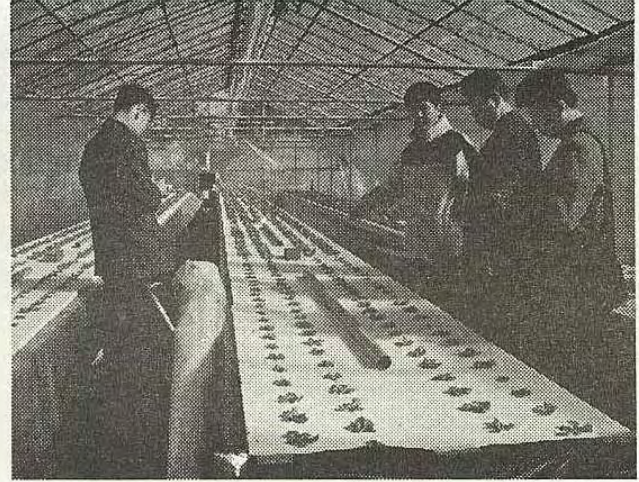
【태양열이용 하우스개폐기 이용】

□ 지바대학 원예학부(안내자 : 이범선 유학생, 시노하라 교수)

- 딸기 육종 모본 육묘포장 및 신개발 딸기 전용 스티로폼 양액베드로 재배
- 부직포이용 수경재배
- 배지 내에 부직포를 이용 측면 관수호수로 양액 분사호스 재배시 종전의 순환식 양액 재배시설의 양액 끝부분의 불균형 성장 해소

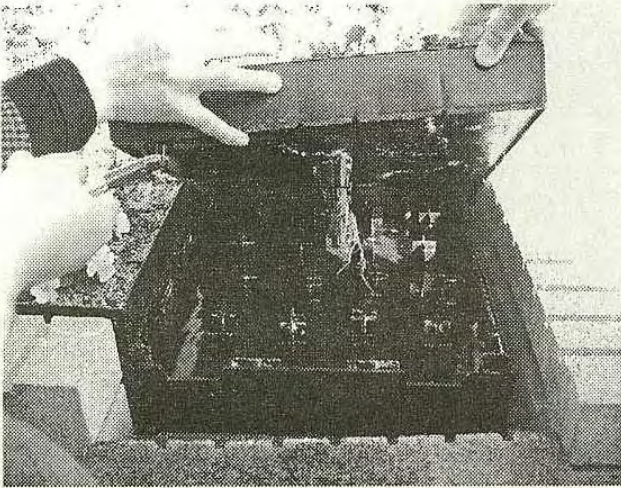


【배지내 부직포】

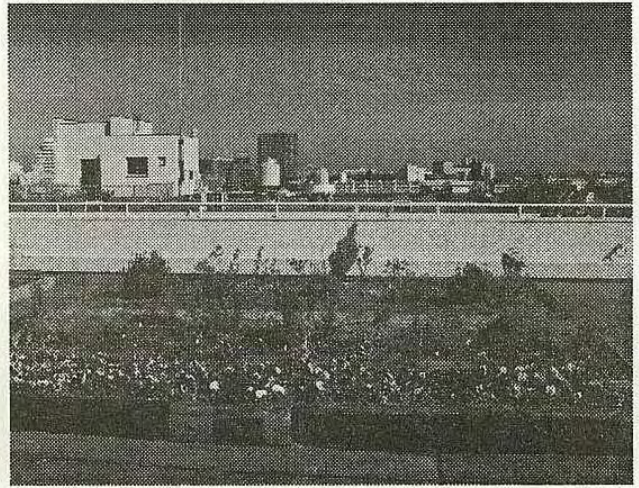


【부직포를 이용한 엽채류 생산】

- 무 슬라브 포트 양액 시설 재배 : 저단밀식 양액재배 토마토 등 단기 수확 과채류 재배의 경영비 절감, 노력절감, 작형 조절에 유리
- 토마토 : 저단과 고단 재배시 경제성 비교 시험, 토마토 순환식 NFT 방식
  - 포트로 육묘하여 점적으로 관수하면서 밑 부분은 방근 시트를 처리하여 순환하면 배지 비용 절감 효과
  - pH, EC 농도 조절하여 공급
- 딸기번식 : 종자번식으로 시험 수행중
- 시금치 : 요오드(I)시험, 토양 관비재배 시험(초산태 질소 성분 함량)
  - 중국에는 일부 토양에 요오드 성분이 부족 하는데 인위적으로 요오드를 처리하여 성분 분석
  - 양액농도, 정식시기별, 급액방법별, 일사제어방법, 타이머제어방법
- 싹 채소(baby leaf) NFT 재배 시설 : POT CUP 이용
- 폐쇄형 육묘시스템 운영
- 옥상가든 연구 : 화종별로 수분, 토양변화 조사
  - 세면위에 블록을 설치하여 흙을 넣은 것과 트레이에 정식한 것과 비교 하면서 옥상의 표면온도와 실내의 온도의 차이를 조사(옥상의 복사열 차단 효과)



【 옥상 가든 수분량 조사 】



【 옥상가든 화중시험 】

□ 일본농공대학(안내자 : 김희택 유학생, 히라다 교수)

- 농학부 대학원(연합농학연구과, 생물생산화전공실험실)
- 식물 유전공학 기법을 이용한 연구 : 무·배추 키메라를 이용한 연구
- 형질전환을 이용한 담배 연구 수행
- 단백질 분석 : DNA, RNA
- 실험기자재 벤치마킹 : PCR 분석기기 등

□ 太田딸기 농원(지바현, 太田 裕 士, 오다히로시 농가)

- 재배면적 : 600평, 재배경력 4년
- 재배시설 : 고설식, 코코피트 베지이용, 비순환식, 지중가온 15도유지, 자동센서 부착 컴퓨터 자동제어 양액급여, 경유 난방
- 재식방법 : 주간 간격 20cm에 2줄심기, 폭 1.1m
- 품    종 : 아끼히메(직판용은 당도가 높은 품종이 유리하여 선택)
- 판    매 : 직판가격 350~400g에 700~1,000엔, 당도 11~12°Brix 정도임
- 작형 및 생산량 : 9월 상순 정식, 12~5월 수확(4~5회방 수확가능), 수량 5톤/10a,
- EC 관리는 0.8 dS/m, pH는 6.0
- 주당 엽수관리는 8엽이 적정
- 흰가루병 방제 : 훈연제, 박하 추출물을 이용한 항공 방향제 사용  
4월 이후 응애, 진딧물 방제가 어려움





【 딸기 고설재배 전경 】



【 양액공급 수분센서 】



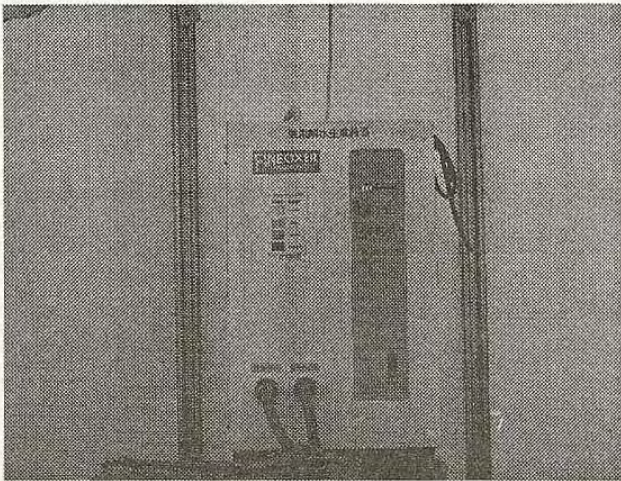
【 딸기 농가직판장 】



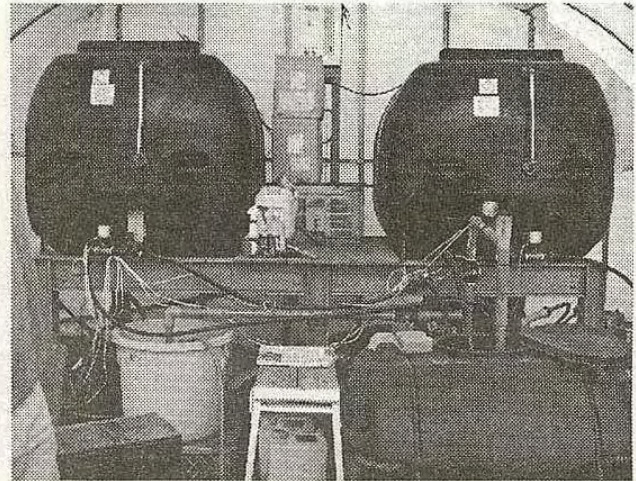
【 딸기 소포장판매 】

- 關口 딸기 농원(東京都 東大泉 小金井市, 關口, 세기구찌 농가 동경 딸기 생산자연협회 선도농가)
  - 재배면적 : 800평
  - 재배시설 : 토경, 이랑높이 50cm, 경유 난방, CO<sub>2</sub> 발생기 이용, 지중가온, 천장 자동 살수 시설(방제, 고온기 살수), 2중비닐, 천창환기시설
  - 작형 및 생산량 : 9월 상순 정식 1~6월 수확, 수량 5톤/10a
  - 품    종 : 도치오토메(슈퍼와 계약판매 하므로 과가 단단한 품종 선택)
  - 시    비 : 줄기 이용 청초액 제조 시용(제조기 10만엔)으로 화학비료 줄임
  - 방    제 : 전해수 이용
    - FINEOXER(사)의 니소시끼 전해수 시설 이용 : 종전의 일본의 전해수 기기는 염분 분해가 안 되므로 pH 조정이 어려워서 농가가 사용을 회피 했으나 최신 제품은 염분 분해 가능함

- 산성수는 주 3회, 1회 2분 살포하고, 반드시 30분 후에 알카리 전해수를 살포하여 중화 시켜야 방제 효과와 생리 장애 발생 안함
- 전해수 이용시 흰가루병 1/3정도 감소 효과
- 장희는 탄저병 피해가 심하여 수확 포기 상태임(토양 소독, 묘관리 부실)
- 질소 시비는 RQ flex(휴대용 질산태 질소 측정기)로 엽내 질소 성분함량이 500ppm 이하가 될 때 시비



【 전해수기 】



【 전해수 탱크 】

#### 나. 딸기 유통·부가가치 증진 분야

##### □ 대형 할인점의 딸기 판매(JUSCO, 사이타마현 도다시 소재)

- 주 무휴 운영되는 대형 매장으로 일본 전체 대도시에 268개 체인점을 갖추고 있으며 딸기는 식료품 전문매장에서 2~4월 선도 과채류로 입구쪽에 매장이 배치되어 있고 전국의 유명 주산지의 딸기가 품종별로 전시 판매되고 있음
- 무농약(특별재배) 딸기 소매가격 → 품종별로 가격이 형성됨
  - 도치오토메 품종 : 후쿠오카, 도치키, 이바라키산 대과 10개입 1봉지 598엔, 중과 20개입 1상자 398엔
  - 아마오우(甘王)품종 : 후쿠오카산 대과 4개입 1봉지 398엔, 중과 12개입 1봉지 598엔
    - 아마오우 품종이 대과이고 당도가 높음
    - (동경 소비자 선호도가 높아 타 품종 보다 고가격 형성함)
  - 도요노카 품종 : 나가사키산 1봉지 498엔
  - 베니훗베(紅ほっぺ) : 시즈오카산 1봉지 598엔

- 냉동딸기 판매 : 미국 수입산 300g 1봉지 298엔
- 포장상자 : 겉포장은 200g용 2봉지입 종이 상자와 500g용 종이 상자가 많고, 소포장은 산지에 따라 중량은 다르나 대부분 200g용 투명 플라스틱 용기사용
- 채소가격
  - 청피망(북해도산) 1봉(6개입) 198엔, 가지(구마모토산) 1봉(5개입) 248엔, 피망(이바라키산) 1개 28엔, 아스파라가스 1속 99엔, 양상추 1개 150엔, 사라다용 채소 398엔, 브로콜리(중국산) 1개 99엔, 브로콜리(아이지산) 1개 198엔, 오이 3개 99엔, 대파(지바산) 1속 99엔, 토마토(아이지산) 1봉(3개입) 498엔, 구마모토산 398엔, 파프리카(한국산) 1개 198엔, 색깔별 반쪽씩 3종류 1봉에 198엔, 싹채소(지바산) 1개 98엔, 메밀싹(사이타마산) 1봉 98엔, 미즈바 1봉 99엔, 허브 15종 198엔



【 딸기 판매 진열대 】



【 딸기 소포장 】



【 냉동딸기 】

□ 소형 슈퍼마켓, 청과점의 딸기판매(동경 시내)

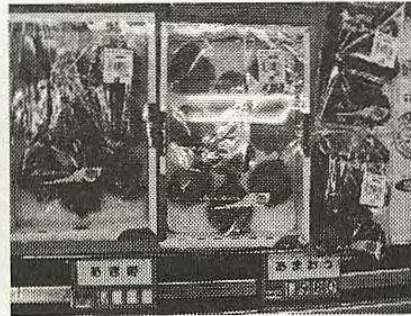
○ 東武스토아

- 품종별 전시 판매

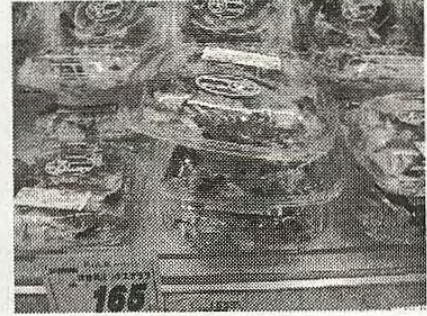
- 아마오우 980엔/200g, 사지노카 580엔, 도치오토메 480엔, 도요노카 480엔, 장희 480엔, 아스가레비 550엔



【 슈퍼마켓 】



【 딸기 품종별 판매 】



【 신선편의식품 판매 】

○ 百果 청과점

- 판매가격 : 아마오우 750~900엔/200g, 도치오토메 600엔
- 생딸기 대나무꼬지 판매
  - 거리에서 쉽게 먹을 수 있도록 대꼬지에 4개씩 끼워서 200엔에 판매

○ LAWSON 편의점

- 딸기 가공제품
  - 딸기잼(350g들이 플라스틱 용기에 포장 판매), 딸기포키(딸기사용 모찌), 포키(딸기과육 50%함유 빼빼로 형태 과자), 딸기초콜렛(5종), 딸기카라멜, 딸기크런키, 완숙딸기 함유 초콜렛
- 판매가격 : 딸기잼(350g) 145엔, 크런키(이찌고&밀크) 158엔, 모리나가 이찌고 420엔, 초코스틱(메이지 스트로베리) 124엔, 밀크초코 이찌고 100엔, 이찌고밀키 137엔, 초코 이찌고 32엔, 푸치이찌고밀키 30엔, 초코카쿠키리 이찌고 32엔, 메이지쿠키 인아포르포켓또 128엔, 메이지아포르 190엔, 오리티칸쥬쿠이찌고 210엔, 메이지아포르 70엔



□ 농장직판장 운영 사례

○ 농장 앞 직판장 설치 운영(太田딸기 농원)

- 전화주문 및 방문자에게 주로 판매
- 판매가격 : 400g 상자당 700~1000엔
- 품질관리 : 당도 11~12 °Bx, 완숙과 수확



【 딸기 농원 】



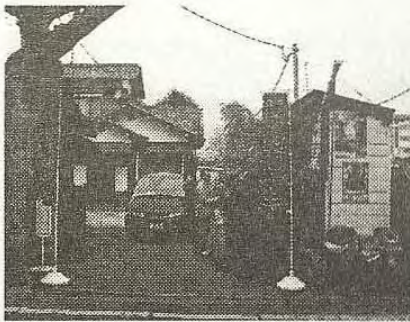
【 딸기 소포장 판매 】



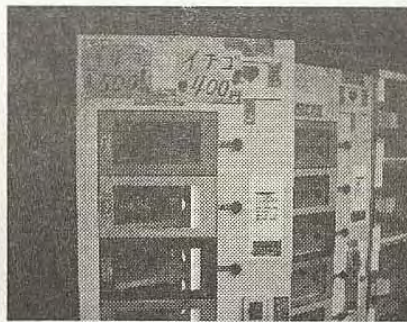
【 주말농원 이용 】

○ 동전 자동 투입 판매대 직판장 운영(關口딸기 농원)

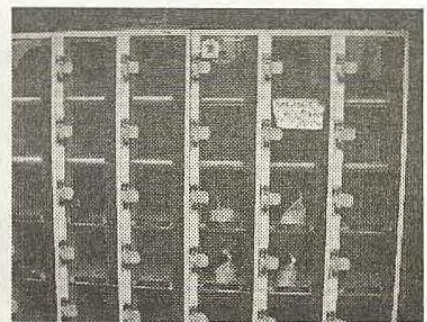
- 집 입구에 동전 자동 투입 판매대 설치 직판장 운영
- 판매가격 : 10개입 상자당 500엔



【 직판장 입구 】



【 딸기 자동판매대 】



【 각종 야채자동판매대 】

□ 부가가치 증진 사례

○ 소비자 수확 및 먹기 체험장 운영(太田딸기 농원)

- 3월 중순~4월 하순, 휴일과 월, 금요일
- 30분간 먹고 싶은 대로 따서 먹기
- 요금 : 중학생이상 대인 1,300엔, 초등학생 800엔, 3세이상 유치원생 300엔

○ “전자렌지를 이용한 딸기 잼 만들기” “딸기 무스 만들기”교육전단 만들어 소비자에게 홍보 후 과숙과, 소과 판매(太田딸기 농원)

- “전자렌지를 이용한 딸기잼 만들기” : 딸기 꼭지 제거후, 뚜껑이 없는 렌지용 그릇에 딸기 500g, 설탕 150g, 레몬 주스 1숟갈, 사라다유 약간을 넣고 30~35분 가열함. 도중에 3~4회 저어주면 완성됨.

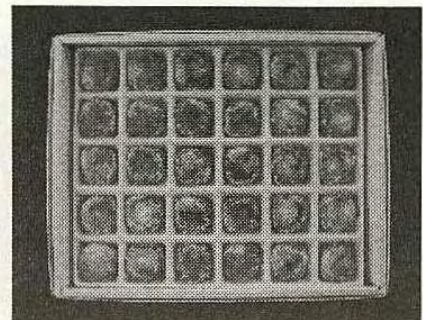
- “딸기 무스 만들기” : 딸기원액 180cc, 설탕 1숟갈, 레몬주스 1숟갈, 젤라틴 작은 숟갈 1, 생크림 50cc, 계란 흰자 1개
- 흰계란을 거품이 나게 저은 다음 제라틴을 넣고 다시 저은 후 딸기원액을 섞어 8분 뒤에 생크림을 넣으면 완성됨



【 딸기 무스 】



【 딸기잼 】



【 딸기떡 】

#### 다. 동경 근교농업 견학

□ 동경 東小金井市 도시 근교(안내자 : 타가하시 킨잇찌 씨)

##### ○ 오꾸보 농가

- 코마스나(소송채)를 연 8기작 재배, 다기작 엽채류가 고소득
- 하우스 50평×7동
- 토마토 재배포장 소독 : 1하~3상순에 빛사미드 소독처리
- 집 입구 노변에 무인 직판장 설치 운영

##### ○ 다카하시 造園

- 동경은 자연녹지를 보전하면서 도시개발
- 폐목, 고목을 유기비료로 제조하여 이용(시험중)
- 동경 시내 가로수를 하나미즈 수종으로 교체중임
- 지바대학과 농민이 미국에 연수하여 조경수종 연구 활성화 됨
- 인기 수종 : 네트로빈, 코니카, 준베리

#### 라. 쌀소비 촉진 홍보관(동경긴자 고메 갤러리)

- 위 치 : 긴자역에서 A3번 출구에서 도보로 5분 거리
- 개관시간 : 11:00~19:00

- 쌀을 이용해 만든 아이스크림, 주먹밥, 건강식품 등을 판매
- 쌀 소비 촉진을 위해 만든 홍보관으로 일본 전역의 쌀 생산지와 품종, 영양학 등에 대해 자세히 소개 되었음.
- 쌀을 주 원료로 한 기능성 화장품 등의 독특한 제품도 판매되고 있음.

### 3. 자료수집

#### 논문, 전문도서

- 지바현총합시험장 정보지
- 지바대학, 농공대학 연구 논문 6부.
- 전문도서 : 친환경 농법 천혜녹즙 만드는 요령 등 4종

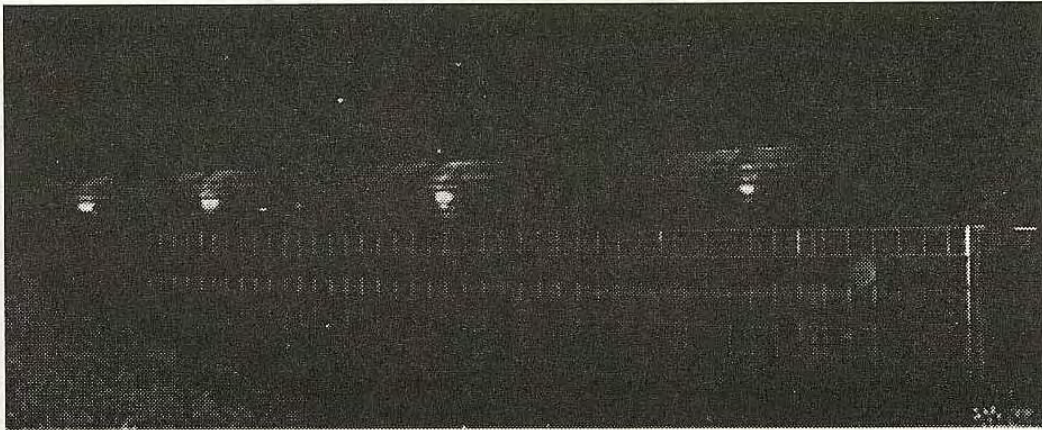
#### 딸기 가공제품

- 냉동딸기, 딸기잼, 딸기초콜렛 등 6종

## ▣ 광을 이용한 해충방제 기술(일본 고치현)

### 1. 황색형광등(防蛾燈)을 이용한 해충방제

- ☞ 야간에 노지 채소포장과 하우스에 황색의 밝은 빛은 야행성의 해충에 대해서 기피 효과와 행동을 억제하는 효과가 있어 농약의 절감을 위해 황색형광등(방아등)을 설치하여 이용함



【 시설내 황색형광등 】

- ☞ 해충을 회피하는 이유는?

#### 가. 원 리

야행성의 해충(주로 아류(蛾類)의 성충)에 황색계의 광을 비추면 복안이 명반응으로 주간으로 착각하여 해충의 행동이 억제 된다. 해충은 명반응을 일으키기 때문에 기피 효과가 있다. 또한 교미, 산란행동도 억제되고, 야아류 등에는 1 lux이상의 광에 반응한다.

- 나. 효과가 있는 해충 : 나방류(夜蛾類), 노린재류 등

- ☞ 이용되고 있는 작물은?

가. 시설재배 : 가지, 토마토, 피망, 고추, 딸기, 화훼류 등

나. 노지재배 : 상추, 옥수수, 생강, 토란 등



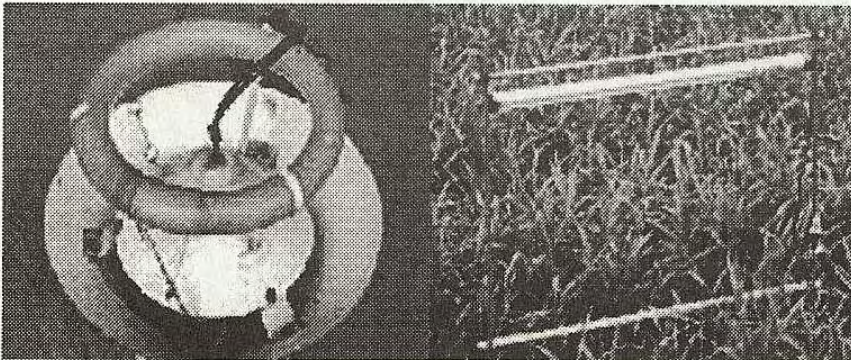
☞ 어떤 기종(機種)이 있는가?

가. 형광등형(螢光燈型)

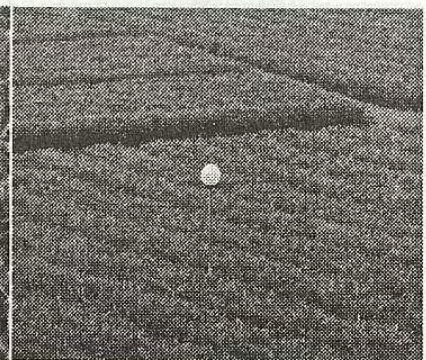
원형과 직관형이 있으며 노지, 시설내에서의 사용이 가능하고 측면과 천창환기부에 설치한다. 1개 등의 효과 범위는 1~2a 정도이다.

나. 나트륨램프형

주로 노지에서 사용이 대상인데 1개 등의 효과면적은 10~20a 정도이며 광범위의 높이는 2~5m, 1개의 등을 비취도 밝다.



【 형광등형 】



【 나트륨램프형 】

☞ 설치에 필요한 비용은?

가. 형광등형 : 가격 40,000~160,000원 정도

나. 나트륨램프형 : 가격 80,000원 정도

다. 기 타 : 배선, 콘센트, 광센서, 타이머 등으로 전기료는 10a당 1개월에 5,600~8,000원(700~1,000엔)소요된다.

☞ 설치에 있어서 주의점은?

가. 광에 유인된 해충도 있기 때문에 피해가 증대하는 염려도 있다.

갑충류(풍뎅이), 진드기류 등

나. 광에 의한 주변에의 영향을 고려해야 한다.

벼, 콩, 국화 등의 광에 민감한 작물이 있으므로 주의해야 한다.

다. 주변 주민의 배려도 필요하다.

## 2. UV(近紫外線) 컷트 필름(Cut Film)을 이용한 해충방제

### ☞ 해충에 대한 방제효과

진딧물류의 해충은 파장 약 380nm이하의 광(근자외선)하에서 행동한다. 근자외선 컷트 필름을 사용하게 되면 해충에는 하우스 내부가 보이지 않게 된다. 이 때문에 비행, 이동, 분산과 행동이 정상적으로 이루어지지 않게 되고 작물의 피해가 회피된다. 곤충에 보이는 광은 약 300~600nm의 종류가 많다.

### ☞ 병해에 대한 방제효과

사상균(곰팡이)중에는 근자외선이 없으면 포자가 정상적으로 자라지 않는 것이 있다. 근자외선 컷트 필름을 펼쳐서 병원균의 포자형성을 저해하고 작물의 피해가 회피되는 경우가 있다.

## ▣ 일본 현별 유기인정건수 일람

구 분	제조업자	생산관리자 (행정(行程)관리자)	소매업자	수입업자	합 계	농가호수
北海道(홋카이도)	30	226	49	2	307	331
青森(아오모리)	11	19	5	0	35	126
岩手(이와테)	7	15	1	0	23	68
宮城(미야기)	11	47	9	1	68	143
秋田(아키타)	10	41	5	0	56	139
山形(야마가타)	14	52	6	0	72	187
福島(후쿠시마)	5	48	5	0	58	90
茨城(이바라키)	17	79	21	1	118	117
栃木(토치기)	11	30	13	1	55	55
群馬(군마)	30	39	7	0	76	170
埼玉(사이타마)	35	13	38	4	90	43
千葉(치바)	28	30	21	2	81	157
東京(도쿄)	15	2	53	84	154	4
神奈川(가나가와)	20	12	38	8	78	52
新潟(니가타)	13	120	26	1	160	265
富山(후쿠야마)	5	17	7	1	30	22
石川(이시가와)	9	49	12	0	70	104
福井(후쿠이)	5	27	4	0	36	47
山梨(야마나시)	5	18	2	1	26	25
長野(나가노)	24	28	2	0	54	70
岐阜(기후)	23	19	7	2	51	81
静岡(시즈오카)	90	56	27	0	173	172
愛知(아이치)	60	22	33	4	119	55
三重(미에)	29	49	8	1	87	222
滋賀(시가)	7	25	6	0	38	64
京都(쿄토)	48	19	19	1	87	35
大阪(오오사카)	41	10	63	8	122	44
兵庫(효고)	55	98	52	7	212	126
奈良(나라)	15	26	11	2	54	80
和歌山(와카야마)	30	27	8	0	65	100
鳥取(도토리)	2	8	3	0	13	19

구 분	제조업자	생산관리자 (행정(行程)관리자)	소매업자	수입업자	합 계	농가호수
島根(시마네)	16	26	2	0	44	50
岡山(오카야마)	10	59	13	1	83	246
廣島(히로시마)	21	35	13	2	71	58
山口(야마구찌)	2	1	3	0	6	1
德島(토구시마)	13	35	1	0	49	52
香川(카가와)	11	7	4	1	23	15
愛媛(에히메)	9	65	10	0	84	78
高知(고치)	9	16	2	1	28	88
福岡(후쿠오카)	45	29	28	0	102	42
佐賀(사가)	19	48	6	0	73	48
長崎(나가사키)	6	17	3	0	26	63
熊本(쿠마모토)	26	183	22	0	231	250
大分(오이타)	15	32	2	1	50	40
宮崎(미야자키)	21	49	6	0	76	105
鹿兒島(가고시마)	57	175	16	0	248	219
沖繩(오키나와)	9	60	4	0	73	68
計	994	2,108	696	137	3,935	4,636
外 國	620	772	177		1,569	
合 計	<b>1,614</b>	<b>2,880</b>	<b>873</b>	<b>137</b>	<b>5,504</b>	

'05. 12월, 농림수산성 자료에 의함

※ 농가호수는 보고에 의한 것을 숫자로 누적해서 올렸기 때문에 인정건수보다 적은 경우도 있음

## 유 럽

### 1. 일정 및 장소

가. 일 정 : 2005. 5. 21 ~ 7. 22(63일)

나. 대상국 : 독일

- 본대학교 유기농업연구소
- 독일 연방 생물방제 연구소(Berlin, Darmstadt)
- 본대학교 식물보호연구소 곤충학과
- 식물보호사무소(Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen)
- 신젠타 본사 및 곤충사육실(스위스)
- Boku 대학 곤충학과 (오스트리아)

2. 출장자 : 전라남도농업기술원 친환경연구소 김도익

### 3. 수행내용

- 독일 생물 방제 센타에서 천적이용 기술과 농민 인식 조사
- 유기농업연구소에서 축산과 토양을 살리는 방법과 친환경 농자재 이용 현황 조사
- 작물보호연구소 및 생물방제 연구소의 천적사용 기술 습득
- 유럽 농가와 친환경 연구기관 방문으로 친환경 농업 선진국인
- 유럽의 친환경농업 정책 및 실태 벤치마킹

### 4. 연수를 함으로써 얻는 효과

- 유럽의 생태농업을 파악하여 전남 지역에 맞는 토양과 자연환경을 보전하면서 고품질 농산물을 생산하는 모델 개발
- 천적과 친환경 자재를 효율적으로 사용하는 방법 개발

### 5. 독일의 유기 재배

#### 가. 토양관리

유기농업에서는 비료 공급원으로서 화학비료 사용을 허용하지 않고, 병해충 방제를 위해 합성농약 사용을 허락하지 않기 때문에, 효율적 윤작체계가 잡초, 병해충 제어와 토양

비옥도 유지에 필수적이며 작물 생산을 위해 요구되는 질소는 생축분 또는 완숙퇴비 사용, 두과 녹비작물 재배를 통해 공급되고 있다. 녹비작물의 토양 혼입은 얇게 이루어져야 하며, 충분한 량의 작물 잔재가 토양 유실을 방지하기 위해 토양 표면에 남겨져야 한다. 두과 종자에는 근류균을 접종하여야 질소고정이 보다 효과적이며 토양비옥도 증가에도 도움이 되므로 반드시 파종전에 종실에 근류균을 접종하고 있다.

녹비는 토양 비옥도와 토양구조 개선에 여러 가지 장점을 가지고 있으며, 녹비작물로 헤어리베치, 알팔파, 자운영을 이용하면, 60~95kg/ha의 질소를 토양에 환원시킬 수 있으나, 두과 녹비를 사료로 이용하면, 10~20kg/ha의 질소만을 토양에 환원한다. 알팔파와 같은 심근성 작물은 심토까지 뿌리가 발달하여 타작물이 흡수 이용할 수 없는 심토의 영양분을 흡수 이용하고, 녹비작물의 뿌리는 썩어 토양 전층에 유기물을 제공하고, 토양의 통기성을 개선시키며 토양층 내부의 배수 통로를 제공한다. 두과 녹비작물로 동부, 화이퍼클로버, 루핀, 레드클로버 등이, 비두과 녹비작물에는 유채, 귀리, 메밀, 조, 수수, 진주조, 수단그래스 등이 많이 재배되고 있다.

#### 나. 해충방제

화학적 살충제가 유기농산물 품질인증에서는 허용되지 않기 때문에 농작물에 피해를 주는 해충의 관리는 우선 예방적이어야 한다. Pest와 Predator사이의 적정 균형을 통해 생태원리에 근거한 효과적인 해충관리가 이루어지고 있다. 각종 녹비작물과 다양한 고등 개화식물의 혼식에 의해 predator의 거주지와 먹이를 제공하고 과원 근처에 우리나라 그 밖의 동물들의 거주지를 설치함으로써 Predator의 균형을 유지한다. 또한 *Bacillus thuringiensis*, BT와 같은 antagonist, 페로몬을 이용한 교란효과 등이 해충예방에 이용되고 있으나 포도 재배자들은 BT를 선호한다. 독일 작물보호연구소에서는 녹강균(*Metarhizium*)과 백강균(*Beauveria*)를 이용한 시험을 하고 있었는데 여러 가지 isolate를 보유하고 있었다. 또한 진딧물 방제에 *Orius simillis*를 이용하며 나방류를 방제하기 위해서 BT와 Abamectin를 conjugation시켜 새로운 형질의 BT를 만들어 이용하기도 하였다. *Orius simillis*는 부화율이 60-70%이며 1령약충은 1-2마리, 3령은 10마리 정도의 진딧물을 섭식하며 산란전기간은 3일, 산란기간은 20일이며 산란후기간은 없고 100여개의 알을 산란하는 생물적 특성을 가진 종이였다.

#### 다. 병해관리

녹비작물의 혼식, 뿌리밀도 증가, 포도의 영양분 균형은 chlorosis, stemdieback, virusbotrytis와 같은 fungus disease계통의 포도병을 감소시킨다. 유기포도재배에서 가장

큰 문제점 중의 하나는 vinifera 품종이다. 이 품종은 downy and powdery mildew에 매우 민감하다. 이 사실은 유기포도재배에 있어서 내병성 품종의 올바른 선택이 무엇보다 중요함을 알려주었다 (유기포도의 90%이상이 vinifera 품종으로 재식되었다). 그 결과 유기포도 재배자들은 여름동안 내내 병해 방제를 위해 바빴다. 병해충 발생 예찰을 위해 기상자료가 기본적으로 사용되게 되었으나 downy mildew의 초기 감염일을 확실하게 판단할 수 없었다. 이러한 문제점과는 별개의 또다른 문제점은 병해관리를 위한 방법의 다양성, 고노동력, 기계의 투입, 열간 토양의 압축(compaction)을 들수 있다. 현재 포도 재배자들은 생물학적 방제, 자연물질을 이용한 vinifera 품종의 저항성 유기, fungal antagonist의 활용과 같은 주제들이 연구자들에 의해 빠른 시일내에 밝혀지길 바라고 있다. 그러나 이러한 모든 방법들은 단,중기적인 해결책이며 장기적(최종적)인 해결책은 저항성 품종의 개발임이 강조되고 있다. ECOVIN에서는 이러한 품종 재배가 기본수칙으로 추천되고 있으며, 여러해 동안 이러한 품종들의 재배가 장려되고 있다. 또한 state breeding station에서 이러한 품종 개발이 강화되고 있다.

#### 라. 잡초제어

독일 유기농업에서는 열처리에 의한 잡초방제(thermic weed control)와 물리적 방법(physical method)에 의한 잡초제어가 허용되어 있다. 기초적인 잡초관리 원칙은 유기농업 체계의 통합적 부분으로 자리잡고 있다. 이에는 잡초제어에 효과적인 윤작의 작목과 형태 선택, 계획적 경운 등을 포함하는 여러 가지 경종적 방법이 동원된다. 유기포도 재배에서도 윤작, 계획적 경운 등을 통해 잡초관리가 이루어지고 있다.

### 6. 방문지별 주요내용

#### 가. 유기농업연구소 IOL (Institute of organic agriculture)

유기농업연구소에서는 최적의 양분관리, 잡초방제, 농산물 품질 관리에 중점을 두고 있으며 주요 연구 내용으로

- Options and stratages for water catchment area
- minimising NO<sub>3</sub>-N losses by brassica catch crops
- undersown crops in potatoes to minise NO<sub>3</sub>-N losses
- nitrogen sufficiency of cereals
- reduced primary tillage : effects on root and shoot growth, nutrient uptake and yield of cereals

- potatoes : optimising yield performance and tuber quality as a function of precrop, amount and split dose of farm yard manure
- potatoes/cauliflower : optimising yield performance and tuber quality
- indicators to assessing environmental impacts of agriculture
- indicators of livestock biodiversity
- strategies of weed control in organic farming

Bonn 대학에서 15km 떨어진 곳에 위치하고 있으며 평균기온은 9.5℃, 연평균강수량은 700~750mm이다. 토양은 sandy soil이며 1985년부터 현재까지 어떠한 농약이나 비료를 사용하지 않고 지속적으로 관리해온 포장이다. 포장크기는 1.3ha로 각 지점별로 윤작을 하는데 winter rye → grass/red clover → potato → winter wheat → faba beans → spring wheat 순으로 재배하고 있다. 소는 2종류 60마리 정도 사육하는데 경사를 7-10° 되게 유지하여 변이 자동으로 내려가도록 조치하여 유기 축산을 유지하고 있었다.

#### 나. IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements)

IFOAM은 세계 유기농업운동을 대표하는 기구로서 주요 기능은 국제 유기농업운동을 coordinate하는 것이다. 구성원은 지역이나 분야에 따라 구성되며 주요 목표 및 활동은 다음과 같다. 1) 유기농업에 대한 신뢰성 있는 정보의 제공과 관련 정보가 세계적으로 활용될수 있도록 지원 2) 회담, 교환업무, 간행물 등을 통한 지식의 교환 3) UN이나 FAO와 같은 국제기구의 국제정책을 만들기 위한 모임에서 유기농업운동 대표 4) 유기 생산물의 국제인증품질보증 규약 작성 5) IFOAM basic standards, Accreditation Criteria for Certifying Programmes의 제작, 유지, 보완 6) 생산자, 농민, 소비자, 식품산업, 무역, 사회 등 유기산업 관련 의제 선택등이다.

#### 다. SOEL (Stiftung Oekologie & Landbau; 독일유기농업재단)

독일유기농업재단, 즉 SOEL은 1961년에 발족되었으며 유기농업 기술정보 발간사업과 관련한 많은 활동을 전개하고 있는 비영리 연구기관이다. SOEL은 생태보존과 유기농업에 관한 다양한 기사를 다루는 Ecology & Agriculture라는 학술잡지를 발행하고 있는데, 이는 독일어권지역에서 유일한 유기농업잡지로서 IFOAM, FiBL과 공동으로 발행하고 있는 잡지이다. 또한 유기농업과 관련한 다양한 주제의 특집과 문고류 서적을 출판하고 있으며 유기농법 농촌지도 책자인 Advisor's Bulletin도 발간하고 있다. SEOL 홈페이지에서는 정부의 위탁사업비를 받아 유기농가와 일반 소비자를 위한 유기농업 최신기술 동향과 각종 정보를 제공하고 있다.



#### 라. 작물보호연구소 곤충학과

Prof. Dr. Dr. h.c. Cetin Sengonca가 주임교수로 있으며 주요 연구는

- Development of biological control methods :
    - against thrips in the production of leek and onion
    - against lepidopteran pests in the production of cabbage
    - against aphids in the production of peas
    - against scale insects on urban trees
  - Development of mechanical release methods for beneficial insects
  - Behavioural reactions of beneficial insects to olfactometric stimuli resulting from their prey and host insects as well as their host plants
  - Integrated plant protection
  - Effects of pesticide mixtures on beneficial arthropods
  - Exposition of horticultural workers to pesticides during their manual activities
- 등으로 특히 바이오 사이드(biocide) 연구가 인상적이었다.

곤충학과에서 사육하고 있는 해충과 천적으로는 Citrus Whitefly(*Aleurotuberculatus takahashi*), *Eretmocerus longipes*, 담배가루이 (*Bemisia tabaci*), *Cameraria ohridella*, 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*), *Dicyphus tamaninii*, *Typhlodromus pyri*, *Chrysoperla carnea*, 오이총채벌레(*Thrips palmi*), 무당벌레(*Serangium parcesetosum*) 등 이었다.

#### 마. 작물보호사무소 (Pflanzenschutzdienst Nordrhein-Westfalen)

Dr. Bohmer가 소장이며 주요 업무는 병, 해충 예찰, 약제등록시험, 약제사용방법등 주로 지도사업에 관련된 업무를 관장하고 있었다. 독일에서는 가정에서도 농약을 살포하려면 반드시 허가 받은 자가 살포해야하며 농약 판매상에서 상의를 받아야 사용할 수 있다. 또한 이곳에서는 농기계를 2년마다 점검하여 이상이 없는 경우에 확인스티커를 붙여준다. 겨울에 우리나라와 또같이 영농교육을 실시하며 예찰정보는 매일아침 전화를 통해서 받을 수도 있으며 인터넷 홈페이지를 통해 받기도하며(<http://www.isip.de>), 핸드폰을 통해서도 정보를 얻을 수 있다. 예찰용 끈끈이트랩은 붉은색은 과수원의 수피를 갉아먹는 해충예찰용으로, 오렌지색은 cattle fly, 노랑색은 거의 모든 벌레 예찰용이다. 흰색은 apple worm용이다. 농민들이 병징이 이상하여 병 동정만 의뢰를 요구하는 경우 40유로의 비용을 본인이 부담하여야 한다.

#### 바. BBA(The federal biological research center for agriculture and forestry)

생물방제연구소는 1898년에 설립되어 있으며, 7개 지부로 되어 있다. 본부는 Brunswick에 있으며 Berlin-Dahlem은 두 번째로 큰 조직이다. BBA는 2년전부터 Federal ministry of consumer protection, Food and Agriculture(BMVEL)이라는 조직도 만들어서 소비자 중심의 농업연구를 수행하고 있다. BBA는 Plant Protection Act(1937)와 Gene Technology Act, Consumer protection Act(2002)에 따라 업무를 수행하고 있으며 작물보호연구에 관련된 여러 분야의 일을 맡고 있다. 저장해충에 대한 연구에서 60종의 beetle, 10종의 나방류, 10종의 응애를 사육하고 있었다. GMO 작물에 대한 인식은 병해충 종합관리 차원에서 사용하여야 한다는 생각을 가지고 있으며, 옥수수과 토마토 시험을 수행하고, linoline을 함유한 감자를 만들어 인체에 있는 세균이 살수 있도록 하는 시험을 수행하고 있었다. 종자소독은 hot water, humid hot air, electron machine과 생물적 소독방법에 대한 비교 연구를 수행하고 있었다.

또한 종자를 coating하여 소독하는 방법을 이용하는데 국내에서 mustar나 고추 기타 방법을 이용하여 coating 함으로써 유기농업에 이용할 수 있을 것으로 판단되었다.

Darmstadt에 있는 생물방제연구소에서는 백강균과 녹강균을 이용한 해충 생물적 방제와 식물추출물을 이용한 병해방제 업무를 수행하고 있었다. 이들 천적은 천적회사와 긴밀한 관계를 맺어 공동으로 상품화하고 있었다.

#### 사. 신젠타(syngenta)

세계 제 1의 농약 생산회사인 신젠타는 최근 병해충 종합관리 방향으로 제품을 생산하고 있으며 천적생산도 병행하고 있다. 영국에 본부를 두고 천적을 생산하고 있는데 홈페이지는 <http://www.syngenta-bioline.co.uk>와 <http://www.syngenta-agro.net>이다. 농민들이 알아보기 쉽게 천적 생산 제품을 색으로 구분하여 붉은색은 응애천적, 보라색 총채벌레, 갈색 잎굴파리, 파랑 온실가루이, 녹색 진딧물, 노랑색 마일스응애 q장제용 천적이 들어 있다. 곤충 사육을 위한 인공 사료 조성표를 흔쾌히 보내주어 시험사업에 많은 도움이 되었다.

#### 아. 천적회사 (Katz biotech, AMW)

Katz는 10종의 천적을 생산하는 회사로서 주로 칠레이리응애, 온실가루이좀벌을 생산하고 있었다. 온실가루이를 사육하는 담배는 흰가루병에 저항성인 품종을 사용하여 인상적이었다.

AMW는 Trichogramma를 생산하는 회사로서 다른 천적은 생산하지 않았다. 주로 사과와 plum에 나방 방제를 위해 사용하는데 5월부터 9월까지 판매하고 그 이외에는 천적을 생산하여 장기 저장하여 놓았다.

#### 자. 친환경자재 생산회사 Neudorff

Neudorff는 1854년에 설립되었으며 주로 잔디와 가든에서 사용하는 친환경자재를 생산하는 회사로서, 독일에서 12%의 농약시장을 점유하고 있다. 민달팽이를 방제하기 위한 Ferramol 1% iron phosphate가 들어 있는데 달팽이들이 입제를 먹고 죽는 기작을 가지고 있다. 이것은 철분이 부족한 사람이 먹을 수도 있는 것으로 1-2회만 살포하면 달팽이를 방제할 수 있는 제품이다. Pyrol은 제충국 추출물로서 0.5%의 pyrethrin을 함유하는데 모든 곤충의 성충, 유충, 알을 죽일 수 있다. 제충국에는 cinerin 1, 2가 7.3%, 11.7%, jasmolin 1, 2가 4.0%, 4.0%, pythrin 1, 2가 38%, 35% 들어 있는데 독일에서는 재배하지 않고 Kenya의 2000미터 이상의 고온지대에서 재배한 경우 살충율이 가장 높다고 하는데 진딧물은 84%, 점박이용애 성충과 알 92%, 93%, mealy bug 와 scale은 97%, 92%, 총채벌레는 100%, 온실가루이는 91%의 높은 살충효과를 보였다.

#### 차. 천적회사 (Katz biotech, AMW)

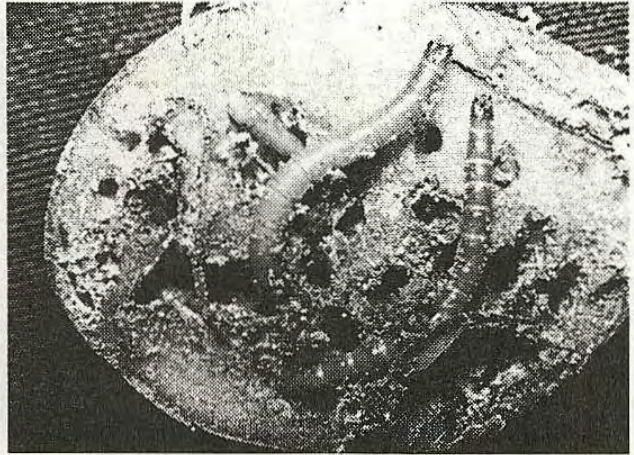
Katz는 10종의 천적을 생산하는 회사로서 주로 칠레이리응애, 온실가루이좀벌을 생산하고 있었다. 온실가루이를 사육하는 담배는 흰가루병에 저항성인 품종을 사용하여 인상적이었다.

AMW는 Trichogramma를 생산하는 회사로서 다른 천적은 생산하지 않았다. 주로 사과와 plum에 나방 방제를 위해 사용하는데 5월부터 9월까지 판매하고 그 이외에는 천적을 생산하여 장기 저장하여 놓았다.

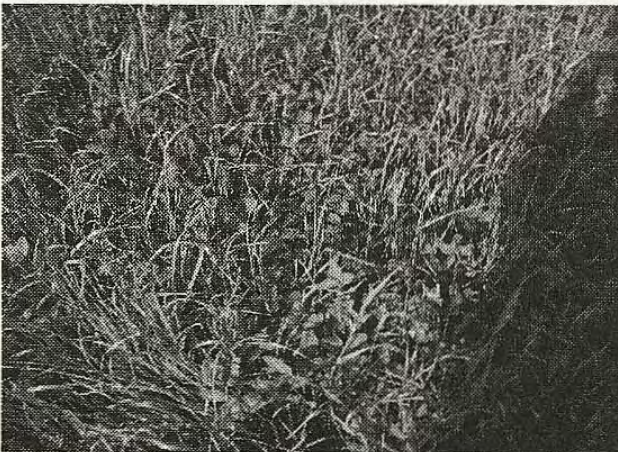
(1) 유기농업연구소



【 IOL, ISO FAR 현판 】



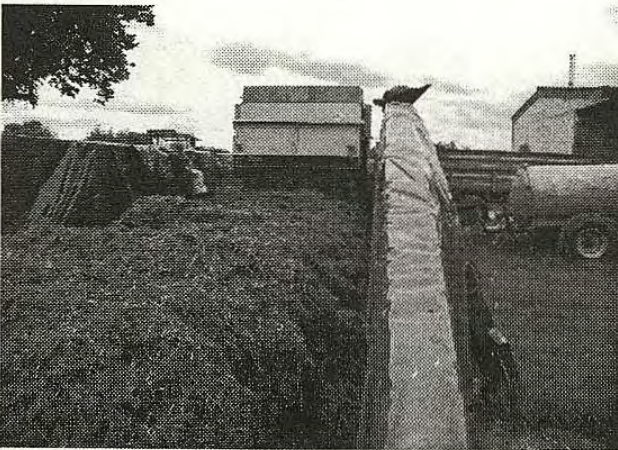
【 방아벌레에 의한 감자 피해 】



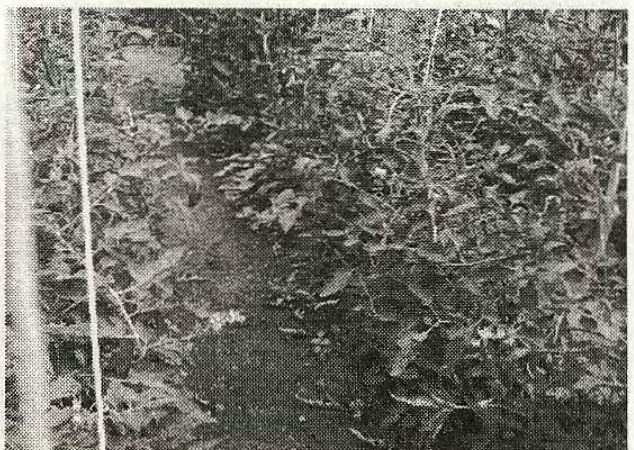
【 질소공급을 위한 두과작물 재배 】



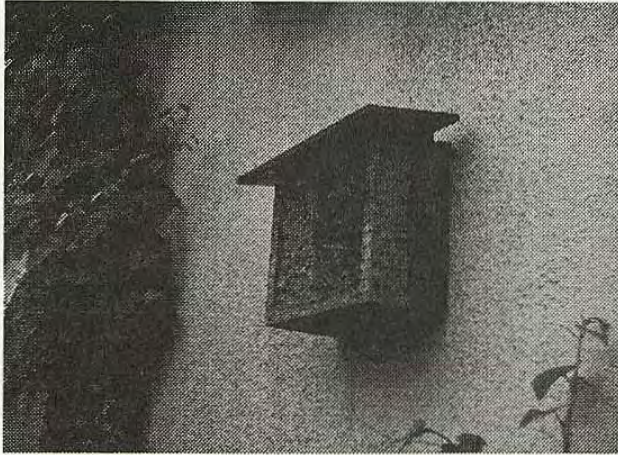
【 방아벌레 성페로몬 설치 】



【 자가퇴비 제조 】



【 유기농 토마토 재배 】

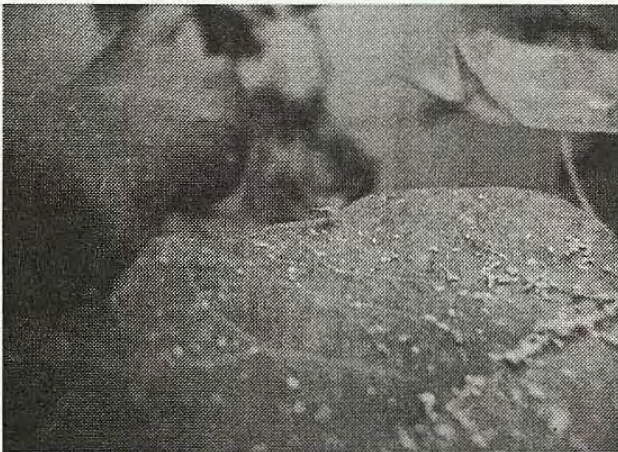


【 화분용 벌 유인 】

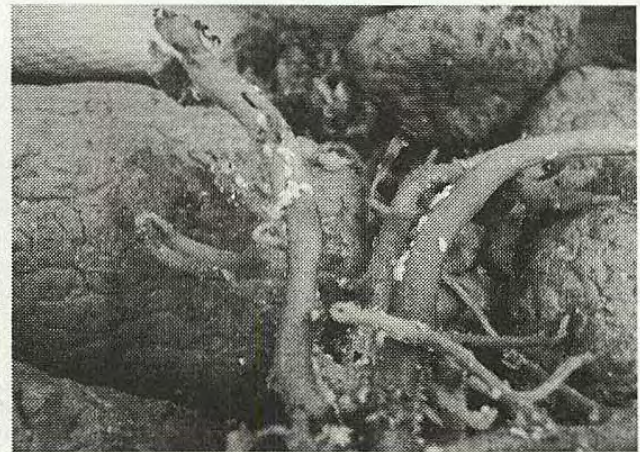


【 작물 간작 시험 】

(2) 곤충학과

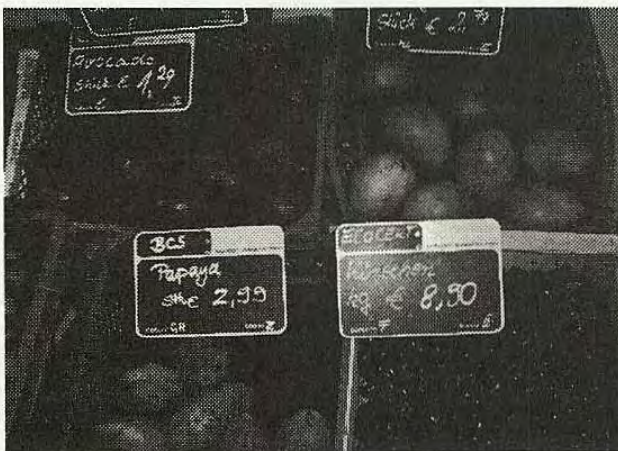


【 온실가루이 천적 】



【 감자 기생 진딧물 】

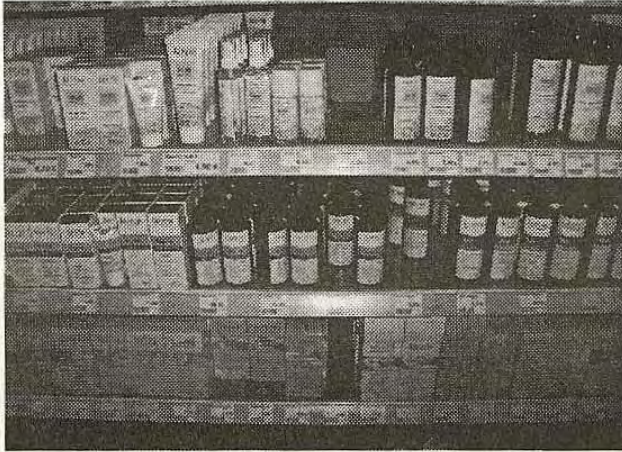
(3) 유기농 supermarket



【 유기농 채소 】



【 유기농 상추 】



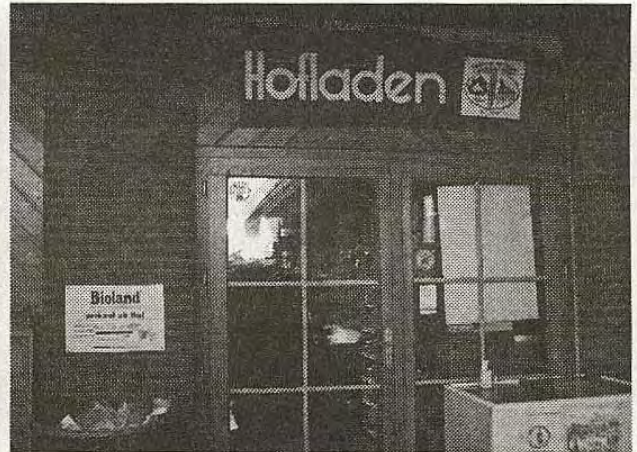
【 유기농 화장품 】



【 유기농 쥬스 】



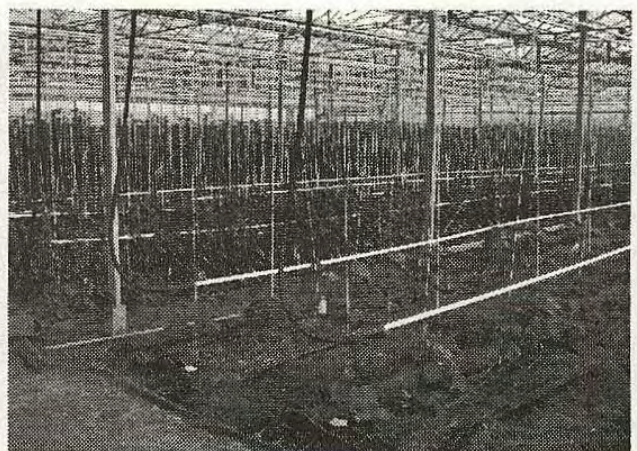
【 유기농 와인 】



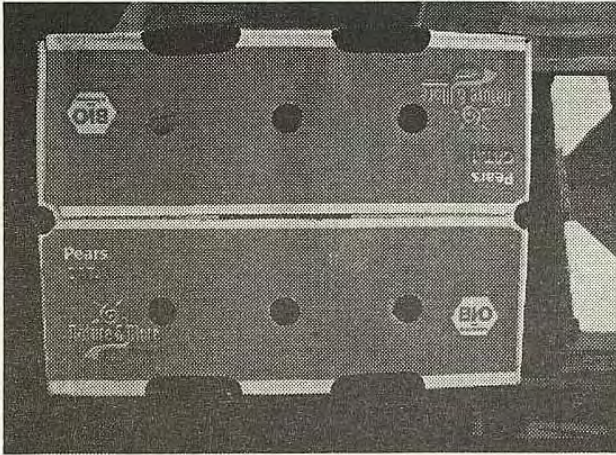
【 유기농협회 Bioland 농가 상점 】



【 유기농 상추 재배(Bioland) 】



【 유기농 시설재배(Bioland) 】

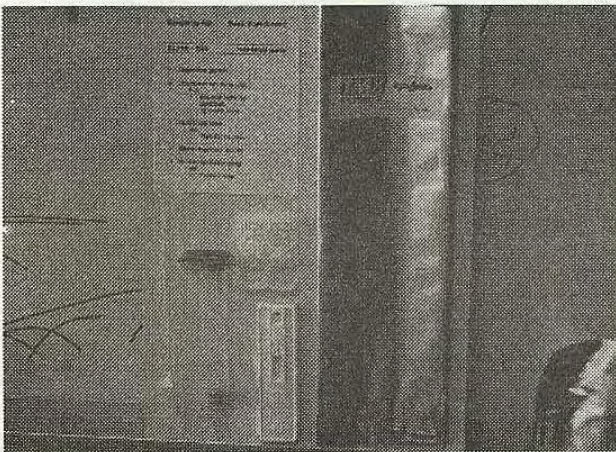


【 유기인증 마크 】

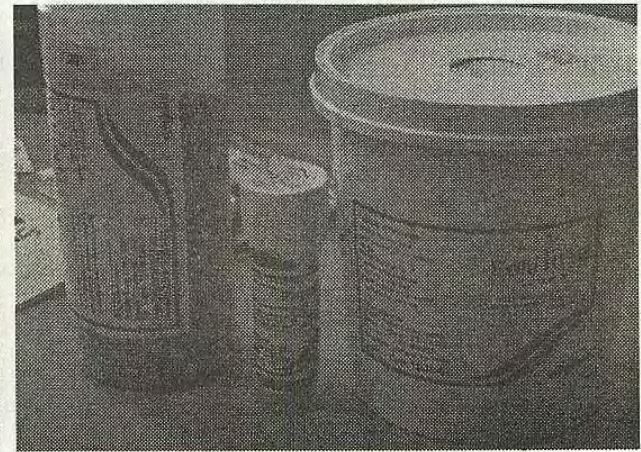


【 천적방사후 정착 】

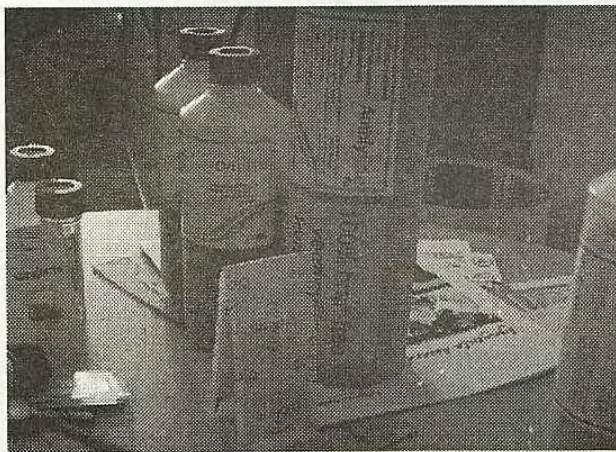
(4) 신젠타



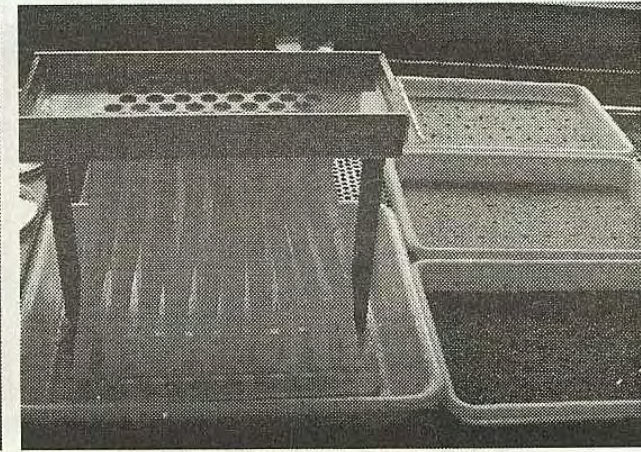
【 바이러스 진단 키트 】



【 응애 천적 제품 】



【 총채벌레 천적 제품 】

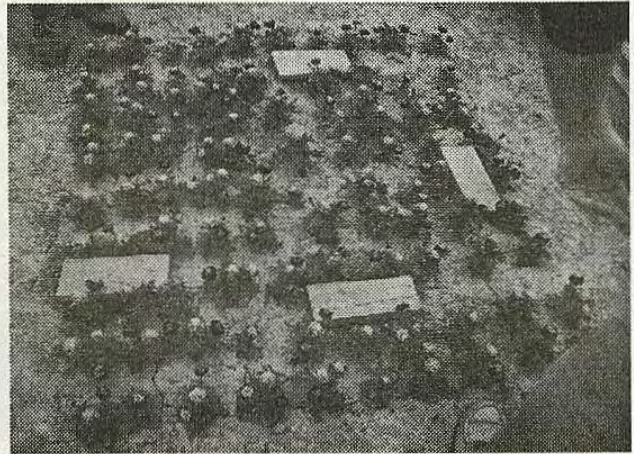


【 시험용 균일 종자 파종기 】

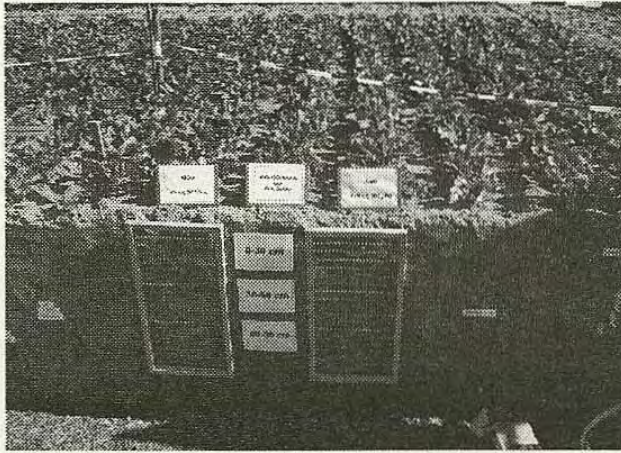
(5) 식물보호사무소



【선충 밀도 조사】



【달팽이 약제 방제 시험】



【토양비옥도 설명】



【field day 전경】

(6) 천적 및 친환경 자재회사

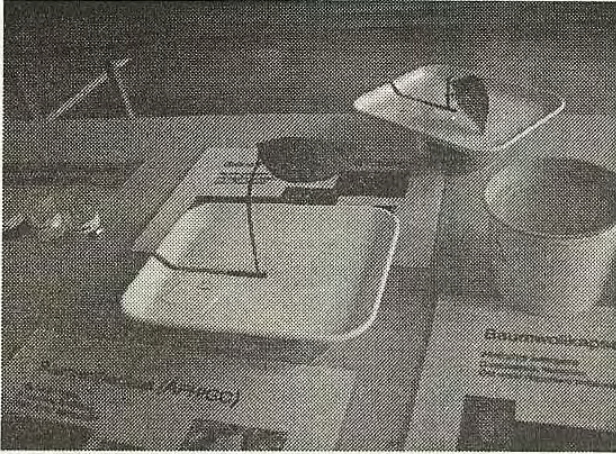


【온실가루이 약제 시험방법】



【총채벌레 약제 시험법】



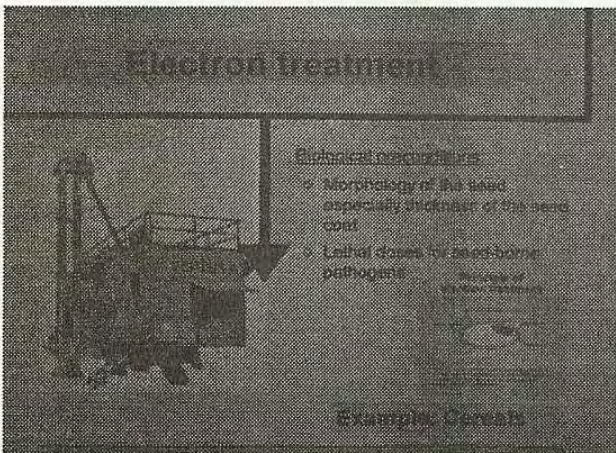


【진딧물 약제 시험 방법】

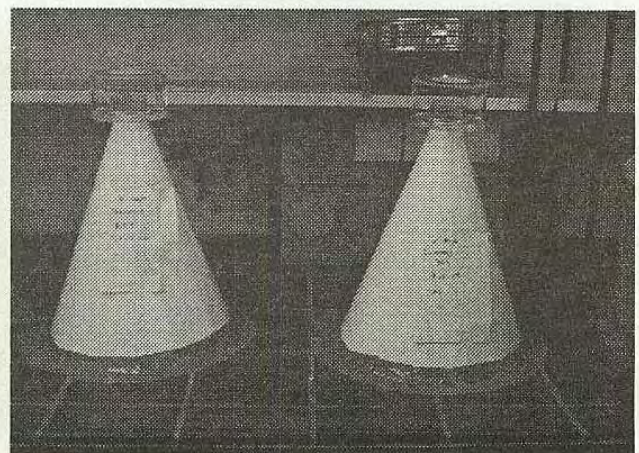


【진딧물 대량 사육】

(7) 생물방제 연구소



【종자 물리적 소독】



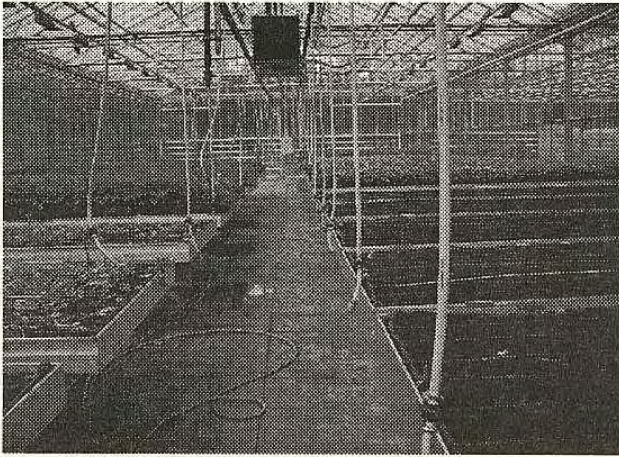
【기생 천적 채집】



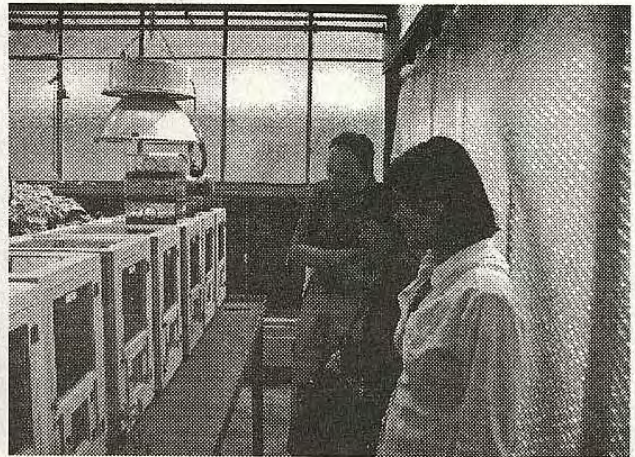
【온실가루이 천적 채집】



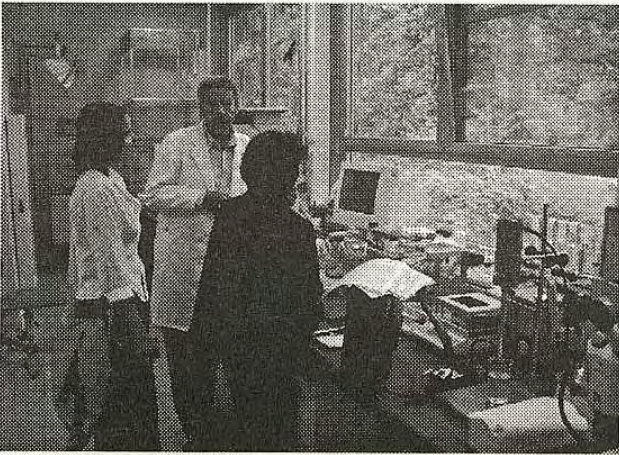
【온실가루이 사육용 병저항성 담배】



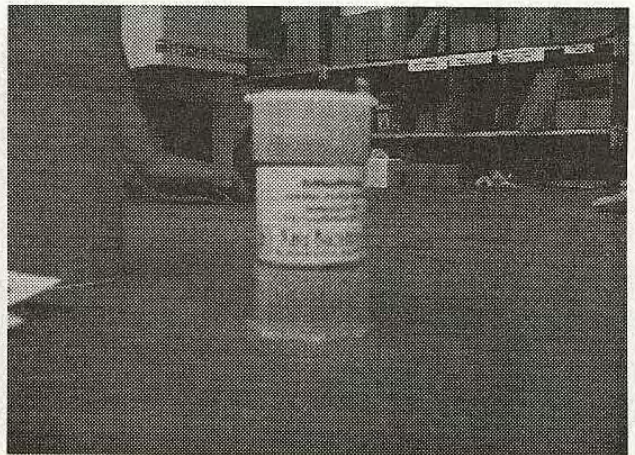
【응애 천적 사육】



【총채벌레 천적 사육】



【병원 미생물 이용 해충 방제】



【천적 제품】

## 제 7 장 참고문헌

1. Bilderback, T.E., W.C. Fonteno, and D.R. Johnson. 1982. Physical properties of media composed of peanut hulls, pine bark, and peatmoss and their effect on azalea growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107 : 552-525.
2. Bilderback, T.E. and W.C. Fonteno. 1993. Improving nutrient and moisture retention in pine bark substrates with rockwool and compost combinations. *Acta Hort.* 342 : 265-272.
3. Böhme, M. 1995. Effect of closed systems in substrate culture for vegetable production in greenhouses. *Acta Hort.* 396 : 45-54.
4. Bunt, A.C. 1983. Physical properties of mixtures of peat and minerals of different particle size and bulk density for potting substrates. *Acta Hort.* 150 : 143-153.
5. 堀江正治, 靜野一夫, 武内 安. 1981. 오존による水處理技術. 産業用水調査會. 東京. pp. 333-338.
6. Chellemi D. O., Olson S. M., Mitchell D. J., Secker I., and Mcsorley R. Adaptation of soil solarization to the integrated management of soilborne pests of tomato under humid conditions. *Phytopathology* 87(3) : 250-258.
7. Choi, E.Y., Y.B. Lee, and J.Y. Kim. 2001. Determination of total integrated solar radiation range for the optimal absorption by cucumber plant in different substrates. *J. Kor. Soc. Hor. Sci.* 42(3) : 271-274.
8. Choi, J.M., H.J. Chung, S.B. Key, and C.Y. Song. 1999. Improved physical properties in rice hull, saw dust and wood chip by milling and blending with recycled rockwool. *J. Kor. Soc. Hor. Sci.* 40(6) : 775-760.

9. Chung, S.J., S.G. Park, B.S. Seo, and S.J. Chung. 2002. Strawberry cultivation in greenhouse. Chonnam Nat'l Univ. Publishing, Korea.
10. E. Fallik, O. Ziv, S. Grinberg, S. Alkalai and J. D.Klein. 1997. Bicarbonate solutions control powdery mildew(*Leveillula taurica*) on sweet red pepper and reduce the development of postharvest fruit rotting. *Phytoparasitica* 25(1) : 41-43.
11. 伏原 筆(1991) イチゴのとよのかで発生する奇形果(假桴：長型果)の外観上の特徴及び発生 状態州農業研究. 53, 187.
12. G. Kuepper, R. Thomas and R. Earles. 2001. Use of baking soda as a fungicide. [http : //www.attra.ncat.org](http://www.attra.ncat.org)
13. Hattori, Y. and K. Takeshima. 1976. Use of ricehullbase medium in carnation cultivation. *Agriculture and Horticulture* 51 : 1277-1280.
14. Harris., D.C. and J.R. Yang. 1996. The relationship between the amount of *Verticillium dahliae* in soil and the incidence of strawberry wilt as a basis for disease risk prediction. *Plant Pathology* 45 : 106-114.
15. Hoitink, H. A. 1988. Basis for the control of soilborne plant pathogens with compost. *Ann. Rev. Phytopathol.* 24 : 93-114.
16. Hollis J. P, Rodriguez-Kabana R. 1966. Rapid kill of nematodes in flooded soil. *Phytopathology* 56 : 1015-1019.
17. Homma Y., Y. Arimoto and T. Misato. 1984. Effect of soybean lecithin on developmental stages of cucumber powdery mildew fungus(*Sphaerotheaca fuliginea*). *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 50 : 31-38.

18. Homma Y., Y. Arimoto, K. Tomono and M.kawai. 1985. Analytical studies on biological activity of copper compound. Proc. of the Bordeaux Mixture Centenary Meeting Vol. 2 : 215-218.
19. Horst, R. K., Kawamoto, S. O., and Porter, L. L. 1992. Effect of sodium bicarbonate and oils on the control of powdery mildew and black spot of roses. Plant Dis. 76 : 237-251.
20. Hwand, I.T. 2002. Plant growth and flower production in response to substrates and nutrient solutions, and development of recycling system using rice hulls in hydroponics of *Dendranthema grandiflorum*(Ramat.) Kitamura cv. Chungwoon, Ph D Diss., Cheonnam Univ., Cheonnam.
21. Ido Seginer, Igor Zlochin. 1997. Night-time greenhouse humidity control with a cooled wetness sensor. Agricultural and Forest Meteorology 85 : 269-277.
22. Itaki, T., K. Sasaki, and Y. Udagawa. 1995. Practical technics for hydroponics. Nougyoudenkyou. Tokyo. p.93-101.
23. Jeong, B.R. 2000. Current status and perspective of horticultural medium reuse. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 18(6) : 876-883.
24. Jun, H.J., J.G. Hwang, I.G. Kim, M.J. Son, K.M. Lee, and Y. Udagawa. 2006. Effect of double layered substances on the growth, yield and fruit quality of strawberry in elevated hydroponic system. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 24(2) : 157-161.
25. Kartz T. K., DevayJ. E., and Elmore C. L. 1993. Solarization is an effective soil disinfestation technique for strawberry production. HortScience 28(2) : 104-106.

26. Katan, J. 2000. Physical and cultural methods for the management of soil-borne pathogens. *Crop Prot.* 19 : 725-731.
27. Katan, J., A. Greengerger, H. Laon, and A. Grinstein. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soilborne pathogens. *Phytopathology* 66 : 683-688.
28. 木村雅行(1984) 農業技術體系野菜編 3. イチゴ基礎編. 生育のステージと生理・生態 : 99 イチゴ25. 木村裕恒・大内良實(1971)イチゴの地温管理に関する研究. 埼玉園試所2 : 12-20.
29. 駒田旦. 1992. 病害防除の新戦略. 全國農村教育協會.
30. Kurze, S., R. Dahl, H. Bahl, and G. Berg. 2001. Biological control of fungal strawberry diseases by *Serratia plymuthica* HRO-C48. *Plant Diseases* 85 : 529-534.
31. Kwang-Soo Kim. 2000. Development of models to estimate leaf wetness duration combining empirical methodology and physical concepts. Iowa State University.
32. 이용환, 이상계, 김승환, 신재훈, 최두희, 이윤정, 김한명. 2006. 국내 유기농 재배지 유기물 시용실태 및 토양의 화학적 특성. *한국유기농업학회지* 14(1) : 55-67.
33. Mass, J.L., G.J. Galletta, and G.D. Stoner. 1991. Ellagic acid, anticarcinogen in fruits, especially in strawberries. *Hort Science* 26(1) : 10-14.
34. Maas, J.L., 1998. *Compendium of strawberry diseases*. APS Press, St. Paul, MN.
35. Martin, F.N. and C.T. Bull. 2002. Biological approaches for control root pathogens of strawberry. *Phytopathology* 92 : 1356-1362.

36. Martin, F.N. 2003. Development of alternative strategies for management of soil-borne pathogens currently controlled with methyl bromide. *Annual Review of Phytopathology* 41 : 325-350.
37. M.Ivanovic and M.Mijatovic. 2002. Effect of sodium bicarbonate on *Alternaria solani* in tomato. *Acta Hort.* 579 : 535-539.
38. 木村雅行(1988)イチゴの性状と基本生態. 野菜園藝大百科. pp. 21-18.
39. Nakazawa, Y., Uchida, K. 1998. First record of cleistothecial stage of powdery mildew fungus on strawberry in Japan. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 64 : 121-124.
40. 新本正義・宮田善雄・正子 .1978. 水耕栽培 system における植物疫病の物理的防除法とくに疫病および青枯病に対する紫外線ならびにオゾン処理効果. *日植病報* 44 : 405.
41. 日本施設園藝協會編(1996) 養液栽培の手引き. 誠文堂新光社. pp.284-285.
42. Palmer, C. L., Horst, R. K. and Langhans, R. W. 1997. Use of bicarbonates to inhibit in vitro colony growth of *Botrytis cinerea*. *Plant Disease* 81 : 1432-1438.
43. Park, K. J., Byen, J. S., Lee, I. H. and Park, H. S. 2001. Influence of soil flooding with organic matters amendment at various temperatures on changes of microbial populations in ginseng-replanting field soils. *Res. Plant Dis.* 7(1) : 25-30.
44. Pinkerton, J.N., K.L. Ivors, P.W. Reeser, P.R. Bristow, and G.E. Windom. 2002. The use of soil solarization for the management of soilborne plant pathogens in strawberry and red raspberry production. *Plant Diseases* 86 : 645-651.
45. Shaw, D.V., W.D. Gubler, and J. Hansen. 1997. Field resistance of California strawberries to *Verticillium dahliae*. *Horticultural Science* 32 : 711-713.

46. 신현동. 2000. 흰가루병균과. 농업과학기술원 pp 215-220.
47. 紫田 推・池内康雄・川村戊十二(1968)そ菜に對するポリエチレンマルチンクに關する報)イチゴに對するマルチングの時期と 施肥量. 兵庫農試研報 16 : 87-88.
48. Shinmura. A. 2002. Studies on the ecology and control of welsh onion rot caused by *Fusarium redolens*. Abs. Ann. Meeting of the Phytopathological Society of Japan, Osaka, In : J. Gen. Plant pathol. 68 : 265.
49. Smilanick, J. L., Margosan, D. A., Mlikota, J., and Michael, I. F. 1999. Control of citrus green mold by carbonate and bicarbonate salts and influence of commercial postharvest practices on their efficacy. *Plant Disease* 83 : 139-145.
50. Sohn, B.K., J.H. Hong, and K.J. Park. 1996. Comparative studies on static windows and aerated static pile composting of the mixture of cattle manure and rice hulls. *J. Kor. Soc. Soil. Sci. Fert.* 29 : 403-410.
51. 손상목, 김영호, 한도희. 1996. 관행농법, 시설재배 및 유기농법 재배지 토양의 화학적특성과 배추, 상추 NO<sub>3</sub>-집적량 차이. *한국유기농업학회지* 5(1) : 149-165.
52. Spotts, R. A., and Peters, B. B. 1982. Use of surfactants with chlorine to improve pear decay control. *Plant Disease*. 66 : 725-727.
53. 田島幹也・小林廷子・岡安 正(1996). 養液栽培方式によるイチゴの低コスト立本型採苗装置の開発. *關東東海農業新技術* 12 : 125-129.
54. 竹内常雄(1996). イチゴ省力生産の家能性と經濟性の展望. *農業技術* 51 : 306-311.
55. Tezuka, N., and Makino, T. 1991. Biological control of *Fusarium* wilt of strawberry by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* isolated from strawberry. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 57 : 506-511.



56. Udagawa, Y., C. Dogi, and H. Aoki. 1988. Studies on the practical use of nutrient film technique in Japan.(3) Concentration of nutrient solution and quality of strawberry seedling. Bull. Chiba. Agr. Exp. Stn. 29 : 37-47.
57. 上野善知(1962). イチゴの和成と栄養液生長に関する研究 (第3報)補助光の強さと花芽分化. 園學雄. 31. 223-226.
58. 上野善知(1965). イチゴの化性とえちに関する研究(第4報)苗齡及び葉數の相違が花芽分化に及ぼす影響. 園學雄. 34. 212-222.
59. V.A.Bourbos, M.T.Skoudridakis, E.Barbopoulou. 1999. Sodium bicarbonate for the control of *Erisiphe polygoni* in greenhouse tomato. Acta Hort. 487 : 275-278.
60. Whipps, J.M. 1997. Ecological considerations involved in commercial development of biological control agents for soil-borne diseases. In Modern Soil Microbiology. eds., J.D. Van Elsas, J.T. Trevors, and E.M.H. Wellington. Marcel Dekker, Inc. New York. pp.525-545.
61. 山下文秋. 1995. 生産技術の現状と将来展望・養液栽培技術. 農林水産省野菜・茶業試験場・課題別研究会・促成イチゴの生産・流通の現状と今後の研究方向 : 66-71.
62. Yamazaki, K. 1982. Management of pH in nutrient solution in hydroponics. Agriculture and Horticulture 57(2) : 327-331.
63. Yossen, V., Zumelzu, G., Kobayashin, K. and Gasoni, L. 2005. Soil reductive sterilization, an alternative to methyl bromide in Cordoba, Argentinian. 67-174.
64. Yunis H., Y. and Mahrer Y..1990. Effects of air temperature, relative humidity and canopy wetness on gray mold of cucumbers in unheated greenhouses. Phytoparasitica 18(3) : 203-215.

65. Ziv, O., and Zitter, T. A. 1992. Effects of bicarbonates and film-forming polymers on cucurbit foliar diseases. *Plant Disease* 76 : 513-517.
66. Ziv, O., Hagiladi, A. 1993. Controlling powdery mildew in euonymus with polymer coatings and bicarbonate solutions. *Hortscience* 28(2) : 124-126.
67. 肉戸良洋・能倉裕史・新井知夫. 1990. イチゴの花芽分化及び果實肥大に関する研究(第1報) 花芽分化及び果實肥大にぼす暗黒低温処理及び夜冷短日処理の津議。野菜茶試験報, C1. 45-61.