

최 종
연구보고서

농가보급형 인칼균배양기제조기술 보완 및
원예작물재배 이용기술
Foliar Application of Inkalgyn for Horticultural
Crop Cultivation and Design Practices for
Improved Farm Incubator

주관연구기관
한국인칼균연구소(주)
협동연구기관
대구대학교

농 립 부

제 출 문

농림부장관 귀하

본 보고서를 “농가보급형 인칼균배양기 제조기술 보완 및 원예작물재배 이용기술” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007년 5월 23일

주관연구기관명 : 한국인칼균연구소(주)
총괄·세부연구책임자 : 신 제 성
세부연구책임자 : 정 재 환
협동연구기관명 : 대 구 대 학 교
협동연구책임자 : 유 관 식
연 구 원 : 민 태 기
연 구 원 : 조 재 욱
연 구 원 : 하 현 태
연 구 원 : 박 진 숙
연 구 원 : Md. Belal Hossain
연 구 원 : 최 성 택
연 구 원 : 송 광 식
연 구 보 조 원 : 조성찬, 임종용, 남신우,
양승광, 김종집, 김규태, 오상진, 강락원

요 약 문

I. 제 목

농가보급형 인칼균배양기 제조기술 보완 및 원예작물재배 이용기술

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

인칼균배양기의 세라믹 배양조의 원료배합, 성형 및 건조기술 등 제조기술을 개선하여 안전하게 농가에서 편리하게 사용할 수 있는 안정된 세라믹 배양조가 장착된 인칼균 배양기를 제조하여 농가보급을 확대하여 흡수 이용률이 저조한 인산과 칼슘성분을 환경친화적(식용원료)인 원료를 이용하여 작물의 흡수 이용률이 획기적으로 증대되는 인칼균(인산, 칼슘과 효모균)을 제조하여 작물의 생육상태에 따라서 엽면시비 함으로서 토양에는 비료의 과다시비를 방지하고 작물에게는 양분의 균형을 유도하여 저비용으로 고품질의 농산물을 생산하는 친환경농업기술을 농가에 보급하여 농업인에게는 고품질 먹거리 생산과 농업환경오염을 방지할 수 있는 새로운 농작물재배기술을 개발하여 농가에 확대 보급하고자 한다.

2. 연구개발의 필요성

친환경농업에서 비료의 적정시비를 통하여 농업환경오염 감소와 고품질농산물의 생산은 우리농가에서 해결해야할 과제이다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 작물의 영양균형을 위한 적정 시비기술은 필수요소라 할 수 있다.

국내에서는 주로 토양시비를 위주로 농작물재배가 이루어지고 있으며 엽면시비기술은 대부분 미량원소의 보충수단으로만 이용되고 있다. 농작물 재배 시 관행적인 비료의 과다사용은 생산비용의 낭비와 작물에 흡수 이용되지 못한 성분으로 농업환경의 오염이 엄청난 사회적 문제로 부각되고 있다. 효과적인 친환경영농을 위하여는 지금까지 관행화되어진 토양시비방법 외에 농작물의 흡수 이용률이 높고 토양의 시비량을 줄이면서 토양축적을 방지하고 토양에 과다 축적된 비료성분으로 오염된 농업환경을 개선할 수 있는 친환경 엽면시비기술과 농자재를 개발하여 효과적으로 관리하여 과다시비 방지와 농작물영양균형을 유도하는 친환경농업기술을 농가에 보급하여야 한다.

III. 연구개발 내용 및 범위

가)농가 보급형 인칼균 배양기 개발

- 1) 세라믹 배양조의 원자재 선별: 최적의 배양조 제조에 필요한 내열소지 탐색
- 페트라이트소지
- 2) 세라믹 배양조의 제조기술보완을 통한 불량률 감소: 실제 제조 시 배양조의

- 뒤틀림과 변형에 따른 불량발생을 감소를 통한 생산수율 향상
- 3) 배양조의 안정성과 내구성 검증: 배양조의 재질에 따른 인칼균 제조 시험
 - 세라믹 배양조와 스테인레스 재질 배양조를 이용한 인칼균 제조 비교

나) 인칼균의 원예작물 재배이용기술

1) 엽면 흡수기작 구명

- ① 인칼균의 엽면시비시 작물의 엽면 흡수양상조사
 - 적정 엽면시비시기, 엽면시비물질의 흡수 부위(잎의 앞, 뒷면)
- ② 작물에 의한 인칼균과 인산칼슘의 엽면시비시 인산과 칼슘의 흡수양상과 체내이동 조사
 - 인칼균의 ^{32}P 와 ^{45}Ca , 인산칼슘의 ^{32}P 와 ^{45}Ca 의 흡수부위별 Activity

2) 원예작물의 엽면시비효과구명

- ① 채소류재배 시 인칼균의 엽면시비효과
 - 김장채소 - 배추, 무우
 - 쌈 채소 - 얼갈이 배추, 열무, 적겨자, 청겨자
- ② 과채류재배 시 인칼균의 엽면시비효과
 - 토마토, 고추
- ③ 과수재배 시 인칼균의 엽면시비효과
 - 후지계열3품종과 홍로1품종, 복숭아(일천백봉), 단감(부유)

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 농가 보급형 인칼균 배양기 개발

- 가) 세라믹 배양조의 원자재 선별: 최적의 배양조 제조에 필요한 내열소지로 페트라이트소지 선정
- 나) 세라믹 배양조의 제조기술 보완을 통한 불량률 감소: 실제 제조 시 배양조의 뒤틀림과 변형에 따른 불량발생률이 1%이하로 낮아졌고 세라믹배양조의 대량생산체제가 갖추어져 생산수율이 향상되었다.
- 다) 배양조의 안정성과 내구성 검증: 배양조의 재질에 따른 인칼균제조 시험
 - 세라믹 배양조와 스테인레스 재질 배양조를 이용한 인칼균 제조 시 세라믹 배양조에서 우수한 안정성이 입증되었다.

2. 인칼균의 원예작물 재배이용기술

가) 엽면시비기작구명

- ^{32}P 로 표지한 인칼균의 적정 엽면시비시기 및 엽면시비물질의 흡수
- ^{32}P 와 ^{45}Ca 로 표지한 인산칼슘과 인칼균의 엽면시비물질의 흡수기작(칼슘, 인산)

나) 원예작물의 엽면시비효과구명

1) 채소류재배 시 인칼균의 엽면시비효과

김장채소(무우, 배추)와 쌈채소(열무, 얼갈이배추, 적겨자, 청겨자)의 엽면시비효과

2) 과채류재배 시 인칼균의 엽면시비효과

토마토와 고추의 엽면시비효과

3) 과수재배 시 인칼균의 엽면시비효과

사과(후지계열3품종과 홍로1품종), 복숭아(일천백봉), 단감(부유)의 엽면시비효과

Summary

I. Title of Research Project

Foliar Application of Inkalgyun for Horticultural Crop Cultivation and Design Practices for Improved Farm Incubator

II. Target and Importance of the Project

Foliar fertilization entails the application via spraying of nutrients to plant leaves and stems and their absorption at those site. Used in both conventional and alternative production systems, it is a viable means of enhancing crop nutrition. Foliar feeding has been used as a means of supplying supplemental doses of minor and major nutrients, plant hormones, stimulants, and other beneficial substances.

Observed effects of foliar fertilization have included yield increases, resistance to diseases and insect pests, improved drought tolerance, and enhance crop quality. The response of foliar feeding is dependent on the plant species, fertilizer form, concentration, and frequency of application, as well as the stage of plant growth. Foliar applications are often timed to coincide with specific vegetative or fruiting stages of growth, and the fertilizer formula is adjusted accordingly. Applications may also be used to aid plants in recovery from transplant shock, hail damage, or the results of other weather extremes. In terms of nutrients absorption, Foliar fertilization can be from 20 to 30 times as efficient as soil application, as reviewed somewhere in the texts. However, this efficiency is not always achieved in actual practice.

Phosphate and calcium fertilizer are abundant elements in Korean soils but most of the plants cultivated in Korea may meet malnutrients or physiological disorder from these elements mainly due to the soils and moisture fluctuation. Farmers often use foliar feeding these elements as a monocalcium phosphate. Some farmers often use also increased foliar feeding these elements as a monocalcium phosphate with yeasts by means of Inkalgyun. Judging what foliar materials, concentration, and frequency to apply and at what plant stage to spray them appears to be as much art as science. This experiments is aimed to identify the response of foliar feeding of Inkalgyun to plant species and the mechanism of absorption and movement in plant as well as the design criteria for improved farm incubator to make Inkalgyun.

III. Result of the Project

Farm incubator has a problems of malfunction during operation for incubating yeasts mainly due to the distortion of the ceramic jug. The quality of ceramic jug was dependant on the composition, clay mineral characteristic, moisture and origination of silt and clay and consolidating temperature. During the consolidation of the ceramic jug several factors were considered by means of temperature, moisture content and mixing ratio of clay and spraying of cover glaze quality. By adjusting several factors favourable ceramic jug was obtained as shown in the text somewhere.

Phosphate is the principal element involved in plant energy processes. Calcium was the ounce considered important only for cell-wall structure and to play a role in mediating stress response during injury, recovery from injury, and acclimation to stress. Foliar uptake of calcium and phosphate requires either the penetration of the leaf cuticle or the passage of stomata. whereas the process governing cuticular uptake have been studied extensively, only little is known about stomatal uptake. As stomata are protected against infiltration of aqueous solution cuticular penetration was generally believed to be the only uptake pathway. It has recently been demonstrated that ionic solutes are able to penetrate stomata. Pre-illumination of the leaves(evening application of foliar spraying) had a pronounced and significant effect on the uptake rates. Salts were believed to penetrate cuticles by diffusing in aqueous pores. In that case cations and anions penetrate in equivalent amount, because electrical neutrality must be maintained. Rate of penetration spraying in the evening to take advantage of high humidity during the night were greatly affected by the humidity over cuticle.

Absorption and translocation mechanism of labeled Ca and P in plants was demonstrated for vegetable crops and fruit trees. Uptake of Ca from Inkalgyun increased with increasing time and with relative humidity(evening) and was particularly higher(about 200%) than monocalcium phosphate. Uptake of P from Inkalgyun increased with increasing time and with relative humidity(evening) and was particularly higher(abou 130%) than monocalcium phosphate. Translocation of P from foliar absorbed moved to untreated leaves, fruit and root rapidly but translocation of Ca moved to untreated leaves and fruit rapidly and to root.

The effects and efficiency of foliar application of monocalcium phosphate and monocalcium phosphate with yeasts(Inkalgyun) were evaluated and compared to the several vegetable crops and fruit trees by means of crop quality, yield increase, next

year flower buds formation, recovery from the stress to temperature, cold injury, disease and insect pests and post harvest preservation.

Contents

Chapter 1 Introduction -----	10
Section 1 Purpose -----	10
Section 2 Necessity -----	11
Section 3 Scope -----	13
Chapter 2 Present status -----	15
Chapter 3 Results and Discussion -----	17
Section 1 Development of farm incubator design -----	17
Section 2 Foliar application of Inkalgyun to fruit and vegetable crops -----	35
Chapter 4 Objective attainments and contribution -----	149
Chapter 5 Application Plan -----	151
Chapter 6 Scientific information from Outside -----	153
Chapter 7 References -----	154

목 차

제 출 문 -----	1
요 약 문 -----	2
목 차 -----	9
제 1 장 연구개발과제의 개요 -----	10
제 1 절 연구개발의 목적 -----	10
제 2 절 연구개발의 필요성 -----	11
제 3 절 연구개발의 목표 및 내용 -----	13
제 2 장 국내외 기술개발 현황 -----	15
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 -----	17
제 1 절 농가보급형 인칼균배양기 개발 -----	17
1-1 세라믹 배양조의 원자재 선별 -----	17
1-2 세라믹 배양조의 제조기술보완을 통한 불량률 감소 -----	22
1-3 배양조의 안정성 검증 -----	33
제 2 절 인칼균의 원예작물 재배이용기술 -----	35
2-1 엽면시비기작 구명 -----	35
2-2 원예작물의 엽면시비 효과 구명 -----	80
2-2-1 채소류재배 시 인칼균의 엽면시비 효과 -----	80
2-2-2 과채류재배 시 인칼균의 엽면시비 효과 -----	105
2-2-3 과수재배 시 인칼균의 엽면시비효과 -----	112
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 -----	149
제 5 장 연구개발결과의 활용계획 -----	151
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학 기술정보 -----	153
제 7 장 참고문헌 -----	154

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

농작물 재배는 주로 토양시비를 기본으로 하고 있지만 기상조건이나 토양환경이 작물재배에 부적합할 때는 작물은 생육의 장애를 받는다. 작물의 생육장애가 기상조건이나 불량한 토양환경으로부터 유래된다면 작물의 생육은 때로는 다량원소의 부족한 흡수에 원인이 있지만, 미량원소의 흡수부족에도 원인이 있다고 생각된다. 우리나라의 경우, 엽면시비는 대부분 미량원소의 보충수단으로만 이용되어져 왔다. 농작물 재배시 관행적인 비료의 과다사용은 생산비용의 낭비와 작물에 흡수 이용되지 못한 성분으로 농업환경의 오염이 사회적 문제로 부각되고 있다. 지금까지 관행화되어진 토양시비방법으로 토양에 염류가 과다 축적된 농업환경을 개선할 수 있는 효과적인 친 환경농업을 위해서는 작물의 시비량을 추천 시비량 이하로 줄이면서 작물생육에 문제가 되는 부족성분에 대하여 보통 토양 시비량의 1/20 ~ 1/30정도만으로 엽면시비하게 되면 작물의 생육을 정상으로 유도할 수 있으며 토양의 양분 축적을 방지할 수 있다고 생각된다.

인산은 식물 성장에 필수적인 무기영양원으로 작물생산을 위하여 꼭 필요한 요소이다. 우리나라에서 사용되는 인산질 비료는 용성인비, 과린산석회와 용과린이 주를 이루고 있다. 우리나라 토양은 철과 알루미늄이 많아 토양에 시용된 인산이 작물에 흡수 이용되는 비율은 인산질 비료의 종류에 따라서 다르지만 장기적으로 관찰할 경우 고작 10 ~ 20% 미만으로 나머지 인산질 성분은 식물이 이용하지 못하고 대부분은 토양에 강하게 흡착되어 매년 사용되는 인산의 많은 양이 토양에 축적되어 환경을 오염시키는 원인으로도 작용하며 경제적 손실 또한 대단히 크다. 토양에 존재하는 인산의 경우 식물이 이용할 수 있는 인산을 유효인산이라고 한다. 그러나 토양조건에 따라서 인산이 토양과 결합되어진 상태에 따라서 식물이 흡수 이용할 수 있는 유효인산의 양이 다르기 때문에 유효인산함량을 측정하는 방법은 토양과 결합된 인산을 추출하는 용액, 추출하는 시간에 따라서 여러 가지 방법이 사용되고 있어 토양의 인산함량을 실제의 식물생육과 연관하여 계량할 수 있는 일관적인 유효인산함량을 측정하기는 어렵다고 할 수 있다. 또한 작물을 재배할 때에 토양에는 실제로 많은 양의 인산이 있으나 작물이 흡수 이용하기에는 어려운 형태로 토양에 남아 있어, 작물의 안정적인 생산을 위하여 인산의 시비는 매년 이루어져 엽류집적의 주된 요인이 되고 있다. 인산은 토양에서 빗물이나 관개수를 따라서 거의 용탈되지 않는 것으로 인식되고 있으나, 하천이나 댐 수질의 부영양화에 매우 심각한 영향을 주는 것으로도 알려져 있다. 이를 해결하기 위하여 토양미생물을 연구하는 많은 학자들에 의하여 특수미생물을 배양하여 토양에 축적된 인산을 재이용할 수 있는 방안에 대한 연구가 수 없이 많이 진행되고 있으나 실제 포장에서의

인산의 재이용은 아직도 쉽지 않은 실정이다.

한편 Ca는 인산과 함께 작물생육에 필수 다량원소로서 많은 양을 시비하여 시설재배지에서는 염류집적으로 작용하고 노지 토양에서는 부족되는 Ca를 보충하기위하여 정부에서는 개량제로 석회질비료를 4년 주기로 무상 공급해 주고 있다. 우리나라의 경작토양은 오랜 동안의 토양개량사업으로 인하여 대부분의 토양에는 Ca가 충분히 들어 있으며 식물생육에 가장 적당한 토양은 5 ~ 6 cmol/kg 라고 인식되고 있다. 그러나 토양용액에 들어있는 Ca의 용해도는 온도에 따라서 변화되며, 토양수분이 부족 할 경우 실제로 식물이 이용할 수 있는 Ca의 양은 제한을 받아, 토양에는 충분한 양의 Ca가 있어도 식물은 Ca 부족에 의한 생리장애를 받는 경우가 종종 목격된다.

본 연구과제에서는 엽면시비로 사용하는 흡수이용효율이 우수한 인산과 칼슘에 미생물을 혼합 배양할 수 있는 배양기를 개발하여 농가에서 간편하게 자가제조하여 사용함으로써 이들 성분의 토양축적을 예방하며 작물의 영양균형을 유지할 수 있는 수용성인산칼슘의 제조 및 이용방법을 개발하여 작물재배에 이용하는 친환경적 고품질농작물을 생산하는 작물재배기술을 확립하여 농가에 보급하고자 한다.

제 2 절 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

본 연구과제는 엽면시비 시 작물에 의한 인산칼슘의 흡수이용 효율을 증가시켜 토양에는 친환경적인 시비만을 하여 농업환경의 오염을 줄이고 작물이 필요로 할 때만 극히 적은양의 비료를 엽면시비를 통하여 보충해 줌으로서 건실한 농작물을 재배하는 지속가능한 농업을 시행하여 최종적으로 누구나 안심하고 먹을 수 있는 먹거리의 생산기술을 개발하여 보급하고자 한다.

현재 시중에서 유통되고 있는 엽면시비용 수용성 인산칼슘($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$)의 용해도는 1.8%로 알려져 있으나 실제로 농가에서 엽면시비를 하려고 시도하면 1,000배 용액에서도 인산칼슘은 뿌연 상태로 물에 용해되어 있지 않다가 시간이 경과되면 용기 아래로 침전되어 엽면시비의 효과를 기대하기에는 여러 가지 의구심을 떨쳐 버릴 수 없다. 외국의 연구결과를 보면 엽면시비효율은 인산의 경우 토양시비의 20배, 칼슘은 토양시비의 35~40배 정도로 알려져 있다. 인칼균 배양기는 농작물 재배 시 흔히 발생하는 질소의 과다흡수에 의한 생장 불균형, 연작장애, 저·고온장애 및 동상해 발생 시 이들 생리장애 현상을 조절하기 위하여 작물에 의한 흡수 이용률을 높은 인산과 칼슘 및 미생물을 혼합하여 제조한 수용성 인산칼슘인 인칼균을 제조하는 첨단 영농기기이다.

나. 경제·산업적 측면

농작물재배 시 농가에서는 관행적으로 시행하는 비료시비량은 작물에 의한 비료의 낮은 이용률과 단위면적당 생산성 증대를 위하여 추천시비량보다 과다시비가 이루어져 온 것이 현실이다. 특히 농작물의 생산은 농가수입으로 직결되기 때문에 농업인들이 농업현장에서 시행하는 비료의 오남용은 친환경농업을 실천하는데 대단한 어려움으로 자리 잡고 있어 농업환경을 피폐화하는 큰 원인으로 작용하고 있다. 친환경농업을 시행함에 있어 전체적인 조건은 작물의 생산보다는 토양의 친환경적 유지능력에 주안점을 두기 때문에 지금까지 농작물의 생산성에 경제적 가치를 누려온 농업인들에겐 더더욱 어려운 일이라고 생각된다. 이러한 농업환경의 피폐화로부터 농업환경을 구제하는 친환경농업을 실천하기 위해서는 우선 농업인들에겐 작물의 생산성을 유지하면서 토양환경을 친환경적으로 유지하는 농업기술이 개발되어야 한다고 생각된다. 본 연구과제는 관행농업에서 작물에 의한 흡수이용이 가장 문제가 되는 인산과 칼슘성분의 흡수율을 높이는 작물의 엽면시비기술을 연구·보급하여 각종농자재의 오남용으로 인한 경제적 손실과 환경오염의 피해를 최소화하면서 고품질의 농산물을 생산하여 농가경제의 활성화에 기여하고자 한다.

다. 사회·문화적 측면

근래에 친환경 고품질농산물에 대한 사회적 관심 증대와 농업환경오염을 최소화하여 지속 가능한 농업을 유지하고자 하는 활동들이 주류를 이루어가고 있다. 특히 깨끗하고 안전한 먹거리와 다음 세대를 위한 환경보전 등 농업부문에서 개선되고 지켜져 함께 살아가는 세상 가꾸기가 시대의 흐름으로 받아들여지고 있다.

이에 작물에 의한 흡수 이용률이 높게 개발된 인산과 칼슘비료를 엽면시비기술로 작물의 건전생육을 유도함으로써 토양에 시용한 비료성분의 효율성도 증대시키는 것이 비료의 오남용에 따른 환경오염의 방지와 비료의 경제적인 시용을 통한 생산비용의 절감 그리고 소비자의 구미에 맞는 고품질 먹거리를 생산하는 환경친화적인 농업기술이 농가에서 앞당겨 이루어질 것으로 본다.

제 3 절 연구개발의 목표 및 내용

인칼균 배양기의 세라믹 배양조 제조기술을 개선하여 안전하고 편리하게 사용할 수 있는 안정된 세라믹 배양조가 장착된 인칼균 배양기를 제조하여 농가에 보급함으로써 농가에서는 작물에 의한 흡수이용률이 낮은 인산과 칼슘성분을 식용으로 사용하는 인산과 탄산칼슘을 원료로 사용하여 수용성의 인산칼슘을 자가제조하여 작물의 흡수이용률이 획기적으로 증대되도록 발효된 효모균을 혼합하여 엽면시비용 인칼균을 제조하여 토양에는 비료의 과다시비를 방지하고 작물의 영양균형을 유도하여 저비용으로 고품질의 농산물을 생산하는 농업기술의 보급으로 농업환경의 오염을 방지할 수 있는 새로운 친환경 농작물재배기술을 개발하여 농가에 확대 보급하고자 한다.

1. 연구개발 목표와 내용

농작물재배에 있어 인산과 칼슘은 비료성분 중 다량원소이지만 다른 성분에 비하여 토양 조건이나 기후조건에 따라서 흡수이용률이 낮아 농작물재배에서 문제점으로 지적되고 있어 일반적인 경우 토양에 다량원소들을 골고루 시용한다하여도 작물의 생육은 질소과다에 의한 웃자람이나 내병성저하 등이 흔히 목격되고 있다. 특히 인산의 경우 토양에 의한 양분축적은 토양환경의 오염을 유발하지만 정작 작물은 흡수이용하기 어려워 생육장해를 유발하고 있는 경우가 있어 토양시비에 의한 인산질 성분의 시비량을 줄이고 효율성이 높은 엽면시비를 통하여 적절한 양분관리를 하면 농작물재배는 정상적으로 재배가 가능하며 토양환경은 양분축적이 거의 없는 친환경 토양관리를 할 수 있는 좋은 방안이라고 여겨진다.

또한 국내 농업의 현실은 대내외적으로 외국농산물의 수입개방 등 각종 어려움에 속에서 농작물 생산비용의 절감과 우수한 농산물의 안정적인 생산은 우리나라 농업이 해결해야하는 최우선 과제이기도 하다. 일선 농가에서는 인칼균배양기로 제조한 엽면시비용 인칼균은 환경친화적인 원료(식품첨가용)를 사용하여 농가에서 자가제조하여 저렴한 비용으로 농가에서 엽면시비를 하여 농작물재배 시 작물에 의한 흡수효과가 매우 높아 과질소 등에 의한 재배 농작물의 영양불균형이 해소되어 내병성이 증대되므로 농약사용량이 감소되는 등 안전한 먹거리 생산에 많이 이용하고 있다.

본 연구과제는 토양에서의 흡수이용효율이 낮은 인산과 칼슘을 엽면시비로 보충하기 위하여 미생물을 배양한 후 수용성 인산칼슘을 혼합하기 위하여 사용되는 인칼균 배양기의 미생물 배양조 제조기술을 개선하여 농가에서 안전하고 편리하게 사용할 수 있는 개선된 인칼균 배양기를 농가에 보급한다. 또한 본 연구과제에서는 인산과 칼슘의 흡수 이용률을 높이기 위하여 인칼균을 제조하여 이를 원예작물재배기간에 작물의 생육을 돕도록 수시로 엽면시비를 하여 재배한 후 작물의 엽면시비효과 및 엽면시비 후 인산과 칼슘의 흡수기작을 구명하고자 시험을 실시하였다.

2. 연차별 연구개발 목표와 내용

본 연구과제는 효모균을 안정하게 배양할 수 있는 세라믹배양조 제조기술개발과 자가제조한 인칼균의 엽면시비효과 규명시험으로 연차별 시험은 다음과 같다.

1) 세라믹 배양조 제조기술개발

1년차 연구: 세라믹배양조의 원자재 선별

2년차 연구: 세라믹배양조의 제조기술 보완(성형, 건조, 소성조건 구명)

3년차 연구: 세라믹배양조의 대량생산체제 구축

2) 인칼균의 원예작물재배이용 기술 연구

1년차 연구: 원예작물의 인칼균 엽면시비 효과구명

- 엽채류, 사과, 복숭아

2년차 연구: 인칼균의 엽면흡수 기작구명

원예작물의 인칼균 엽면시비효과 구명

- 과채류, 사과, 복숭아, 단감

3년차 연구: 인산칼슘과 인칼균에 함유된 인산과 칼슘의 엽면흡수 기작과 식물체내에서의 양분이동 구명

원예작물의 인칼균 엽면시비효과 및 엽면시비 기술의 농가이전

- 과채류, 단감

제 2 장 국내외 기술개발 현황

1. 국내·외 관련기술의 현황

2000년 초기까지 우리농업은 생산량을 증대하기 위하여 다량의 비료를 토양에 시비하여 왔으나 2001년 친환경농업 육성법이 제정된 이후로는 비료의 사용량이 다소는 감소되는 추세이다. 그러나 아직까지도 비료의 사용량은 적정시비량을 초과하여 많은 양의 비료성분이 작물에 흡수 이용되지 못하고 유실되거나 토양에 고정되고 축적되어 토양과 수질의 오염을 유발하고 있다. 특히 인산성분은 낮은 흡수 이용률로 인하여 토양에 많이 고정되어 문제점은 매우 심각한 수준이다. 칼슘의 경우에도 온도에 대한 용해도 차이와 토양수분정도에 따라 토양에는 충분한 칼슘이 존재하여도 식물은 칼슘흡수 부족으로 인한 생리장해를 나타내는 경우가 있다. 이럴 경우 일부의 농가에서는 인산과 칼슘의 보충수단으로 수용성 인산칼슘제(용해도 1.8%)를 엽면시비를 하고 있지만 수용성인산칼슘이라도 실제로 물에 용해되는 양이 너무 적어 이들의 엽면시비에 대하여 가시적인 효과를 보지 못하고 있는 실정이다. 이와 관련하여 일부 외국의 수입제품에서는 수용성인산 또는 칼슘에 전착제와 입계습도를 낮추는 물질들을 섞어서 엽면시비하여 시비된 물질이 식물체 잎에 오래도록 부착되어 인산과 칼슘의 흡수를 증대시킨다는 제품들이 출시되고 있으나 가격이 너무 높아 일부 농업인들이 구매하여 사용하기에는 특수한 경우를 제외하고는 사용을 못하고 있는 실정이다. 국내에서는 수용성 인산·칼슘제 제조연구는 시작 단계에 있으며, 시중에 유통되고 있는 대부분의 수용성 인산·칼슘은 외국에서 수입된 것으로 실제 엽면시비 시에는 수용액상태로 만들기 어렵다. 특히 수용성 인산·칼슘제와 유용 미생물을 혼합하여 만든 인칼균제는 상품화할 수 없을 뿐만 아니라, 농가에서 자가 생산할 수 있는 세라믹배양조가 장착된 인칼균배양기는 국내에서 유일하게 제조되는 미생물과 수용성 인산칼슘의 복합제조 장치이다. 그러나 세라믹배양조의 제조과정이 어렵고(불량률50%정도) 안정적으로 인칼균을 대량생산할 수 있는 인칼균 배양조의 제조기술은 초보 단계에 있어왔다.

2. 앞으로의 전망

현재까지 사용되어지고 있는 인산칼슘제제의 경우 흡수이용 효율 면에서 인칼균에 비하여 매우 낮아 경제성이 뒤떨어지는데 이는 수용성인산칼슘의 제조기술에 좌우된다고 볼 수 있다. 인칼균에 대한 인산칼슘의 최적의 수용액화기술은 농작물에 시비시 뛰어난 흡수이용이 가능하여 농작물의 과질소에 의한 웃자람을 억제하고 작물을 튼튼하게 성장시켜 각종 병충해로부터 내병성을 유지시켜준다.

인칼균에 함유된 수용성 인산칼슘의 적절한 엽면시비로 작물의 영양균형을 유지시켜주어 보다 손쉽게 작물의 인산과 칼슘함량을 조절하는 시비기술은 토양시비와 병행하여 최적의 작물재배환경을 조성하게 되며 일반농가에서 모두가 사용하는 농업기술의 기반으로 자리매

김 될 것으로 전망된다.

3. 기술도입의 타당성 및 현재의 위치

본 연구과제의 연구내용은 산업화를 시작하여 성장기를 견고 있는 기술로서 국내외를 막론하고 최고의 수용성 인산칼슘제 제조기술로서 농가보급형 인칼균 배양기의 세라믹 배양조의 제조기술을 보완하여 일선농가에서 인칼균제조하여 사용하는 시비기술은 토양시비와 함께 꼭 발전되어야 할 기술로 평가 된다.

현재까지는 작물에 의한 흡수이용을 고려하지 않고 수용성 인산칼슘제에 대한 엽면시비가 농가에서 사용되어져 왔다. 일반 관행농법에서는 토양시비에 의한 농작물재배의 한계가 있어 농가에서는 대체 시비기술이 필요하며 이는 흡수이용률이 우수한 인칼균을 엽면에 시비하여 작물이 건실하게 생육시키는 시비기술이야말로 보다 손쉬운 친환경농업기술의 실천 방안으로 생각한다.

본 연구에서는 농작물 재배 시 일선 여러 독농가에서 엽면시비로 사용하고 있는 인칼균을 이용하여 엽면시비물질의 흡수기작과 최적시비시기·농도의 한계를 확립하여 일선 농가에서 현장적용기술로 발전시켰으며 국내·외를 통틀어 인칼균의 엽면시비에 대한 체계적인 연구로 파악된다.

제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과

제 1 절 농가보급형 인칼균배양기의 제조기술보완

1-1 세라믹 배양조의 원자재 선별

1. 서론

본 연구를 통하여 개발하고자 하는 세라믹용기는 농업용 비료와 미생물의 배양에 적합한 원자재의 선별을 통하여 안정된 세라믹 배양조를 만드는데 주안점을 두고 있다. 주요 사항으로 배양기를 농가가 직접 인칼균을 제조할 수 있도록 내열특성과 내충격성이 우수한 세라믹 배양조 제조방법에 관한 것으로, 이는 세라믹 원재료를 공급하는 고려도토의 열적성질이 우수한 리튬장석인 petalite($\text{Li}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 8\text{SiO}_2$)(고려도토의 특허사항)과 딱배기의 소지로 사용하는 산청토를 가지고 함수량에 따른 배양조의 내열, 방수, 유약의 특성, 소성온도 등을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

가) 공시재료

- 내열고려도토의 제조방법(특허사항임)

열적성질이 우수한 리튬장석인 petalite($\text{Li}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 8\text{SiO}_2$)를 중량비로 50 ~ 60%에 점토 30 ~ 40%, 카오린 5 ~ 10%, 벤토나이트 1 ~ 5%를 배합하고 분쇄하여 입경이 최종입도가 $44\mu\text{m}$ 이상 15 ~ 20%, $44 \sim 20\mu\text{m}$ 30 ~ 35% 그리고 $20\mu\text{m}$ 이하가 45 ~ 55%가 되도록 분쇄하고, 이를 18메쉬의 체를 사용하여 걸러서 슬립을 배출시킨 후, 24시간 동안 숙성시키고, 미세철의 혼입방지를 위하여 3회 이상의 탈철공정을 거치면서 최종 10메쉬의 체에 통과시킴

- 내열 유약

페타라이트소지와 같은 열팽창계수를 지닌 유약을 선별하여 최적시유두께를 시유하여 소성

나) 시험방법

세라믹 배양조의 원자재는 안정성이 뛰어나고 내열성이 우수하여야 하며 제조시 표면이 균

일하고 방수기능을 갖추고 있어야 하므로 기존의 내열자기로 사용되는 원료를 대상으로 시험을 실시하였다.

도자기의 재료 중 표면균일성이 우수한 산청토와 페타라이트의 성분의 광물학적 구성(X-ray 회절분석)과 특성을 알아보았고 산청토와 산청토+페타라이트, 페타라이트를 혼합하여 재질의 특성을 검토하였고, 내열성 측정을 위하여 똑배기의 소지로 사용되는 황토소지와 대표적인 내열소지인 페타라이트를 이용하여 가열과 급랭을 반복하여 도자기의 내열 특성을 비교분석하였다.

내열특성을 비교하기 위하여 가장 많이 사용되고 있는 용기류 중 똑배기의 원료인 황토소지와 내열소지인 페타라이트소지의 시편을 제작하여 내열성을 비교하였고 시편의 제작시 유약을 동시에 시험하여 안정적인 유약의 종류와 시유두께를 파악하였다.

안정적인 유약의 종류를 알아보기 위하여 유약을 소성한 후 물을 뿌려 흡습량을 통하여 적절한 유약의 상태를 파악하였다.

3. 결과 및 고찰

가) 세라믹 배양조의 원자재선별

[표. 1] 세라믹 원자재의 입경별 분포 (%)

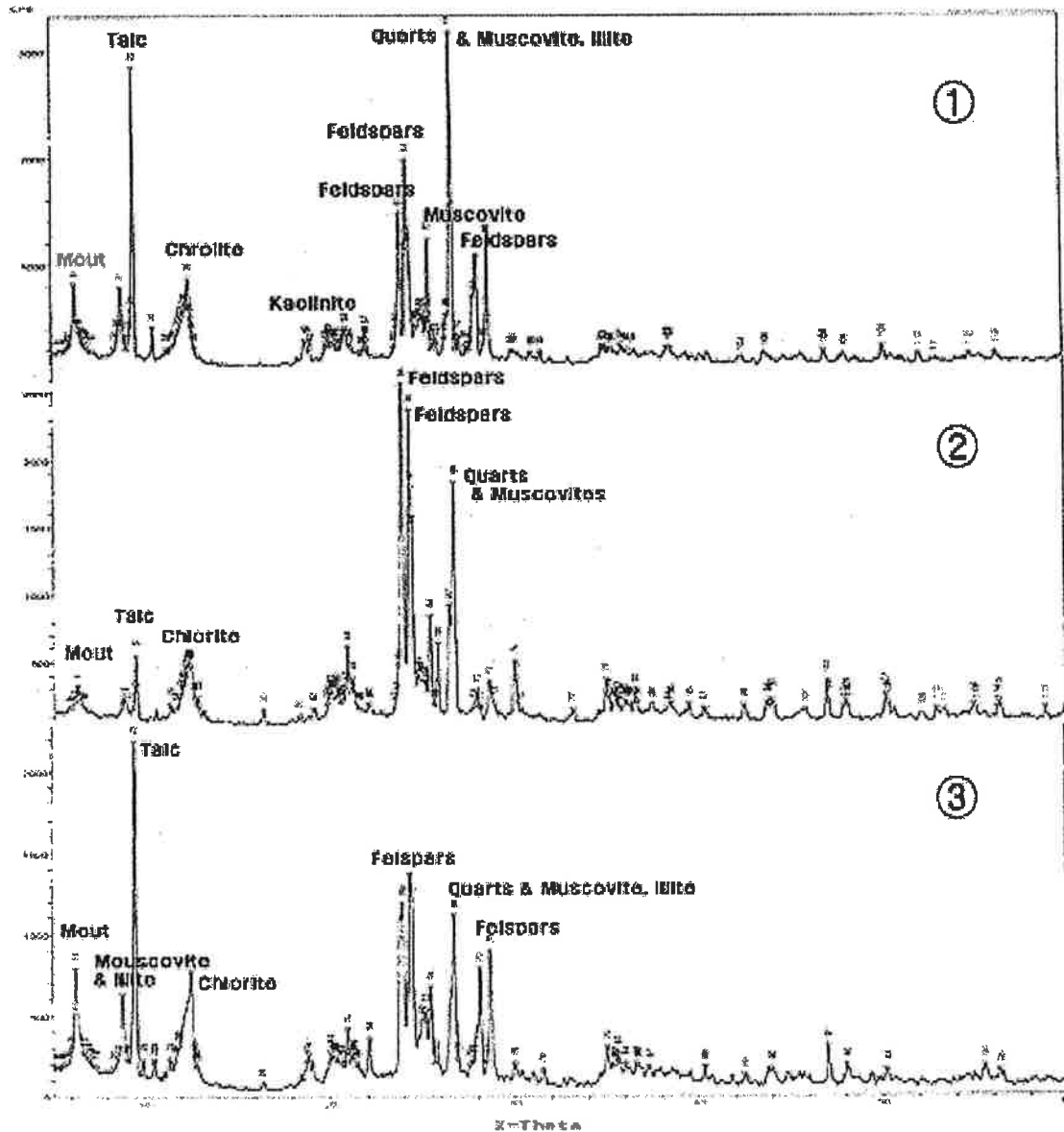
입 경	0.002mm이하(점토)	0.002-0.05mm(미사)	0.05-2.0mm(모래)
① 광주요	45.4	41.6	13.0
② 혼합원료	46.6	46.6	6.8
③ 고려도토	48.4	48.4	3.2

- * ① 광주요: 산청토 주원료
- ② 혼합원료: 산청토+페타라이트 주원료
- ③ 고려도토: 페타라이트 주원료

세라믹 원재료별 입경분포는 점토가 45.4 - 48.4%, 미사가 41.6 - 48.4%, 모래가 3.2 - 13%로 ①번 시료에서 점토함량이 제일 적고 모래함량이 많아 세라믹 원재료가 분쇄정도가 제일 거칠고, ③번 시료는 점토가 48.4%이고 모래가 3.2%로 제일 적어 세라믹의 분쇄정도가 제일 좋았다. 그러나 세라믹의 재질은 모래와 미사 및 점토의 함량비로서 세라믹 성형, 건조 및 소성 시에 표면상태와 재질의 안정도에서 약간씩 차이가 나는 것으로 생각된다.

세라믹 원자재의 점토광물학적 구성과 특성을 보기위하여 X-ray 회절검사를 실시하였다. 그림에

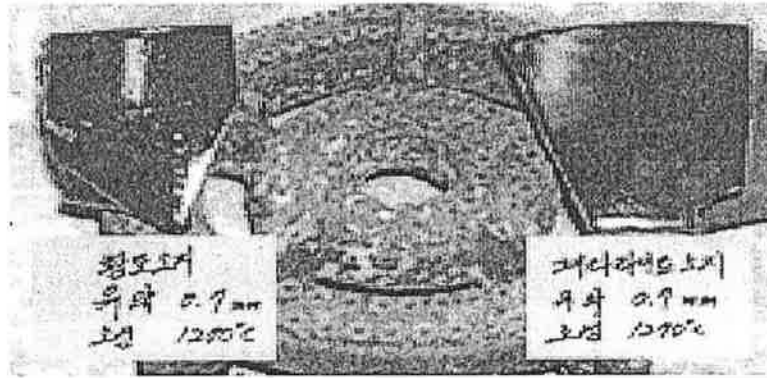
서 보듯 원재료 ①은 활석, 석영, 흑운모와 일라이트 등이 주 광물로 이루어 졌으며 그 외에 약간의 장석과 몬트모리로나이트, 카오리나이트가 조금씩 섞여있으며 원재료 ②는 장석과 석영 및 흑운모가 주광물이며 그 외에 약간의 활석과 크로라이트 및 몬트모리로나이트가 함유되어 있고, 원재료 ③은 패타라이트를 주로 사용한 원재료로 활석이 주 광물로 분석되었고 그 외에 석영, 장석, 흑운모, 몬트모리로나이트, 크로라이트 등이 함유되어 있다.



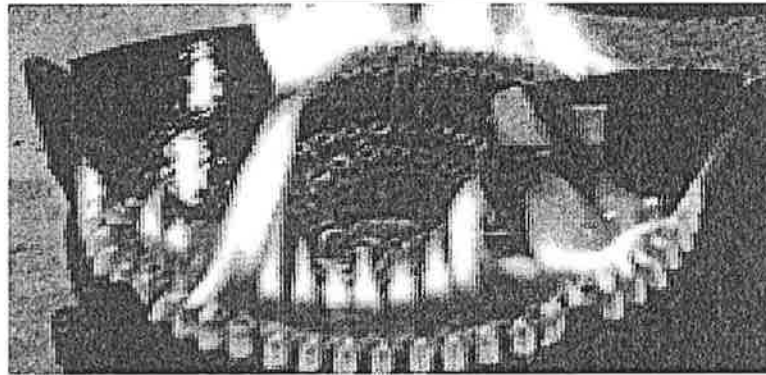
[그림. 1] 세라믹 원자재의 X-ray 회절분석에 의한 광물구성

나) 세라믹 원자재의 내열성 조사

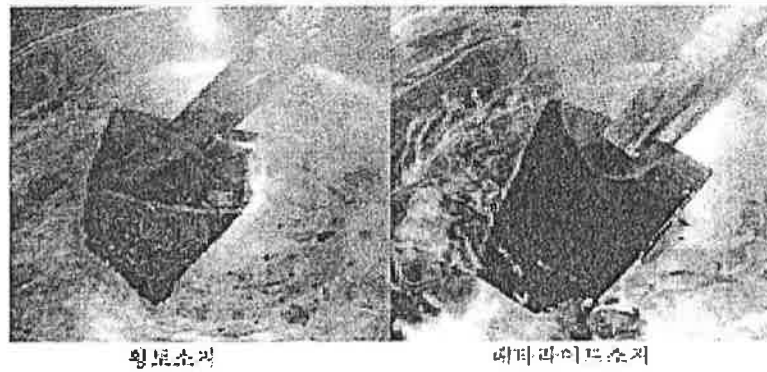
①
내열성시험



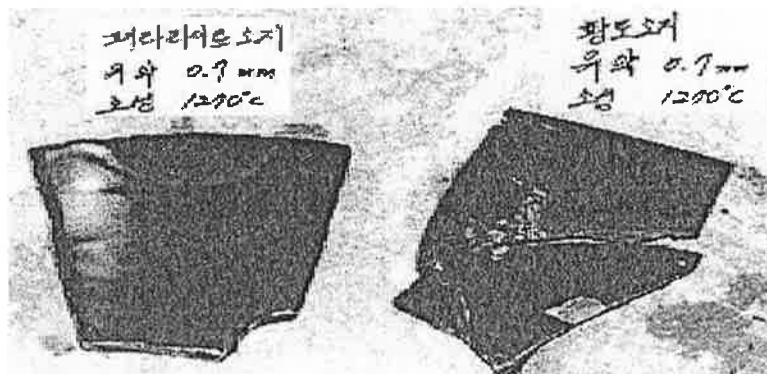
② 가열



③ 급냉각



④ 냉각 후
균열발생으로
파손된 모습



[그림. 2] 원료별 시편 내열성 시험사진

세라믹 원자재의 내열성 조사는 원자재를 이용하여 배양조를 성형한 후 이의 시편을 1270℃까지 소성한 후 사진에서 보듯 gas burner로 세라믹이 붉게 달을 정도로 재 가열 한 후 갑자기 냉수에 급랭하여 세라믹 시편의 파손 및 균열현상을 조사하였다. [그림 2]에서 보듯 고려도토에서 제공한 페타라이트를 주원료로 한 세라믹 원재료에서는 균열현상을 볼 수가 없어 세라믹 원재료로서는 우수성이 인정되었다.

1-2 세라믹 배양조의 제조기술 보완을 통한 불량률 감소

1. 서론

세라믹의 제조공정은 현재까지 항아리형 도자기와 접시형 등으로 용기의 크기와 사용상 편의를 위하여 제조공정이 개발되어 왔다. 인칼균배양기에 장착된 세라믹배양조는 항아리형 도자기로 액체는 세라믹의 공극을 통하여 이동하지는 않지만 공기의 확산이 가능한(소위 숨쉬는 기능) 기능을 보유해야 하고 여기에 뛰어난 내열성을 겸비하여 제품의 수명과 안정성을 최대화 시켜야 한다.

인칼균배양기에 필요한 배양조는 크기와 기능면에서 항아리(장독)와 같이 미생물배양에 양호한 조건을 갖추어 안정적인 기능을 수행하여야 하므로 페타라이트를 주원료로 하는 내열소지를 이용하게 되었다. 일반적으로 대형일수록 점토의 함량을 높여 가공성을 용이하게 하고 있지만 본 배양조의 특성상 내열소지를 사용하므로 성형이 매우 까다롭고 배양조에 장착되는 부품으로 일정한 규격으로 제작되어야 하므로 작업공정의 세밀화가 필요하였다. 일반적인 도자기제품의 규격에 비하면 매우 까다로우므로 불량률이 높아질 수밖에 없었다. 도자기의 성형방법은 여러 가지가 있으나 가장 정확한 규격으로 제조가 가능한 성형틀을 이용하는 방법으로 성형을 하고 건조 후 정형공정을 통하여 정확한 규격으로 제조하여 1차 소성공정을 통하여 완벽한 배양조의 틀을 형성하고 유약을 시유하여 내부적으로 통기성을 유지시키고 외부적으로 방수기능을 최대화하여 제품의 성능을 향상 시켜야 한다.

2. 재료 및 방법

가) 공시재료

세라믹배양조의 원자재로 페타라이트 소지를 선정하여 성형, 건조, 정형, 1차소성과 2차소성을 거쳐 배양조의 완성에 이르는 전 공정을 시험 하였다.

본 연구를 통하여 개발하고자 하는 세라믹용기는 농업용 비료와 미생물의 배양에 적합한 원자재의 선별을 통하여 안정된 세라믹 배양조를 만드는데 주안점을 두고 있다. 주요 사항으로는 배양조의 내열특성과 내 충격성, 제조재현성이 우수한 세라믹 제조방법에 관한 것으로, 이는 세라믹 원재료를 공급하는 고려도토의 열적성질이 우수한 리튬장석인 petalite($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2$)(고려도토의 특허사항)를 가지고 함수량에 따른 배양조의 내열, 방수, 유약의 특성, 소성온도 등을 조사하였다.

나) 세라믹 배양조 제조 방법

배양조의 실제제조공정: 성형공정→ 건조공정→ 정형공정→ 초벌(1차소성)구이→ 유약 시유

→ 제벌(2차소성)구이(전 공정은 도요회사의 시설 이용)

1) 성형공정 : 소지의 함수율 조정

배양조제조시 불량률은 대부분 소지의 함수율에 따라서 좌우되나 함수율 증가는 제조시간 단축, 함수율 감소는 작업시간 연장

2) 소성공정 : 분판의 온도에 따른 수축 팽창조사, 누수발생 조사

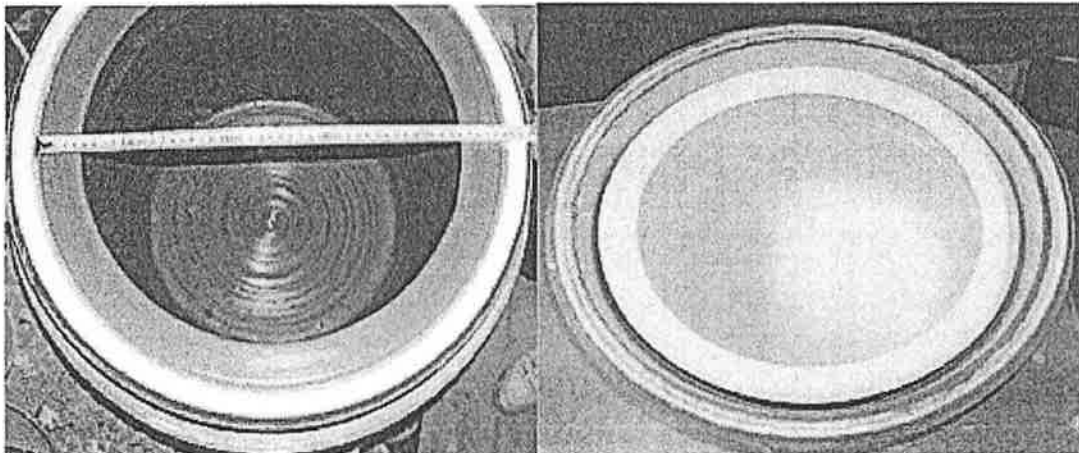
3) 유약시유 : 유약시유 두께조절

4) 2차소성 : 온도 조절로 최적온도 설정

3. 결과 및 고찰

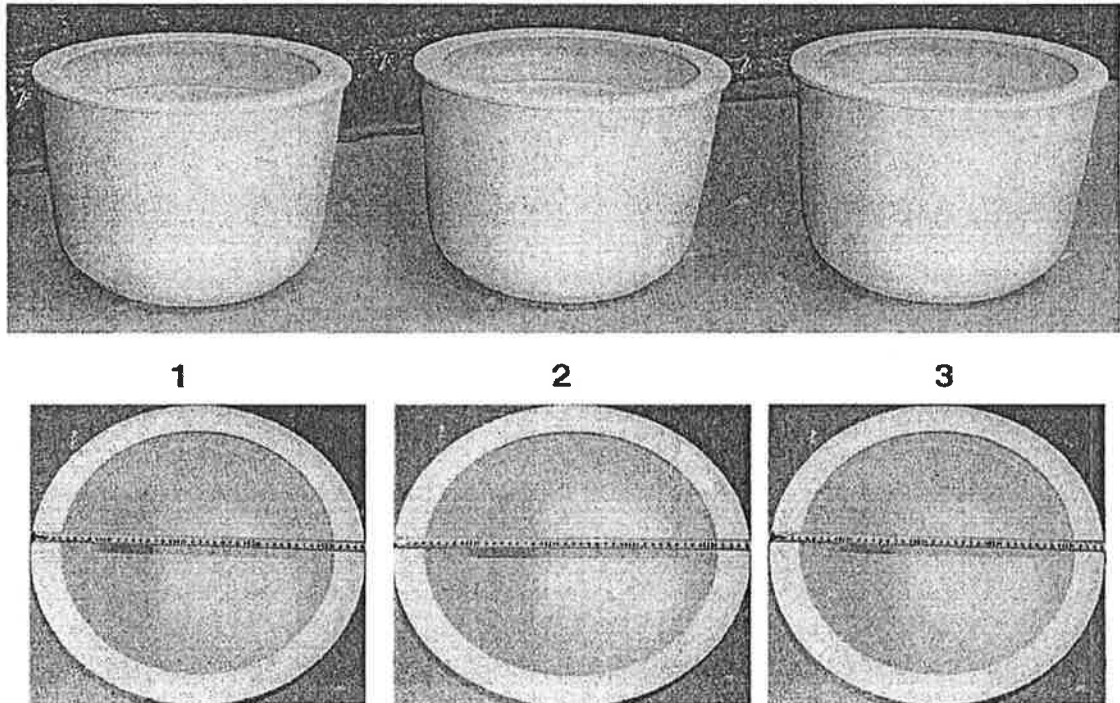
가) 세라믹 배양조의 제조과정

세라믹 배양조의 제조과정은 임선된 세라믹 원재료를 토련과정을 거쳐 성형을 한 후 건조하여 성형과정 중 잘못된 부분을 정형하여 건조한 다음 1차 소성을 한다. 그다음 방수 처리접 유약을 처리한 후 2차 소성을 하여 세라믹 배양조를 완성한다.



[그림. 3] 세라믹 배양조의 성형과정(왼쪽)과 1차 건조과정(오른쪽)

나) 세라믹 배양조의 소성



* 토양수분함량 : 1번 29.9%(26.1~34.0) 2번 26.1%(23.8~28.9) 3번 23.8%(20.6~26.6)
 [그림.4] 토양수분 함량에 따른 1차소성 후 세라믹 배양조의 모습

배양조의 소성에는 세라믹 원재료의 함수량에 따라서 수축률이 변하는데 함수량이 많으면 토련과정은 쉬우나 배양조의 수축률이 크다. 토련과정에서 원재료의 함수율이 적으면 수축률은 감소하나 토련과정이 힘들어 세라믹 원재료의 함수율은 토련과정과 소성 후 배양조의 수축률을 결정하는데 대단히 중요하며 원재료의 최적 함수율은 평균 23.8%로 나타났다.

소성과정은 2단계로 초벌구이와 재벌구이로 나누어지는데 적정 온도와 시간이 최적의 소성결과를 가져온다. 1차 소성과정에서 소성온도는 970℃~980℃가 가장 적당한 온도이며, 이보다 온도가 낮으면 소성은 정상으로 나타나나 누수의 위험이 있으며, 온도가 높으면 성형이 비정상이 된다.



수분투과성 시험
- 불꽃기전 상태 -



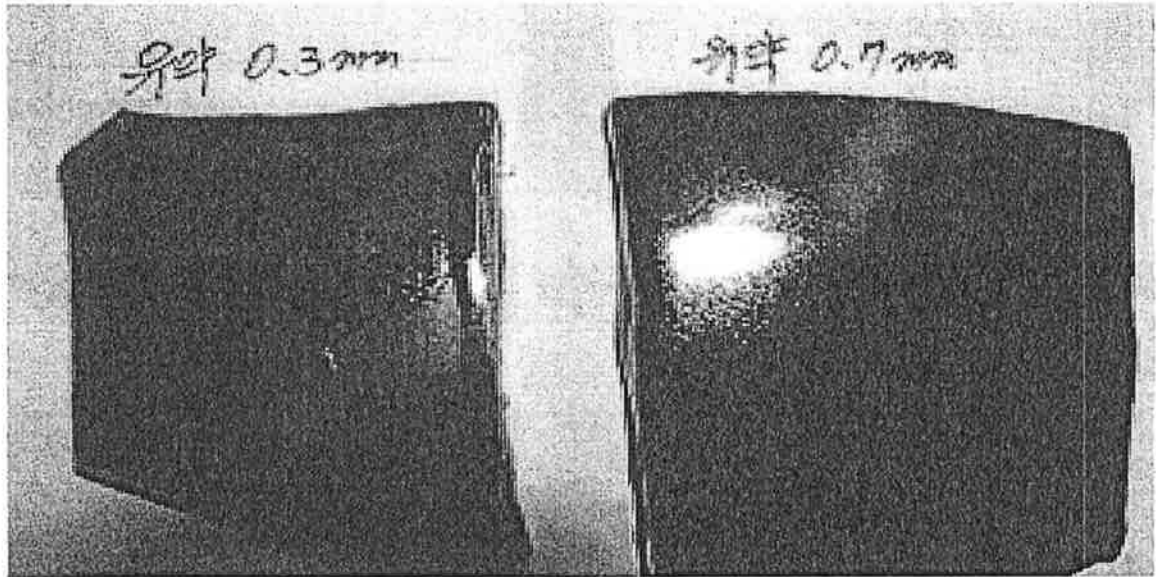
60분 경과후 유약처리
되지않은 배양조의 물흐
른상태

[그림.5] 세라믹 원재료의 함수율에 따른 누수현상

유약이 처리되지 않은 상태의 배양조의 수분 유출상태 30분후부터 배어 나오기 시작하여 60분 후부터는 흥진하게 흘러나왔다.

다) 유약의 두께 결정

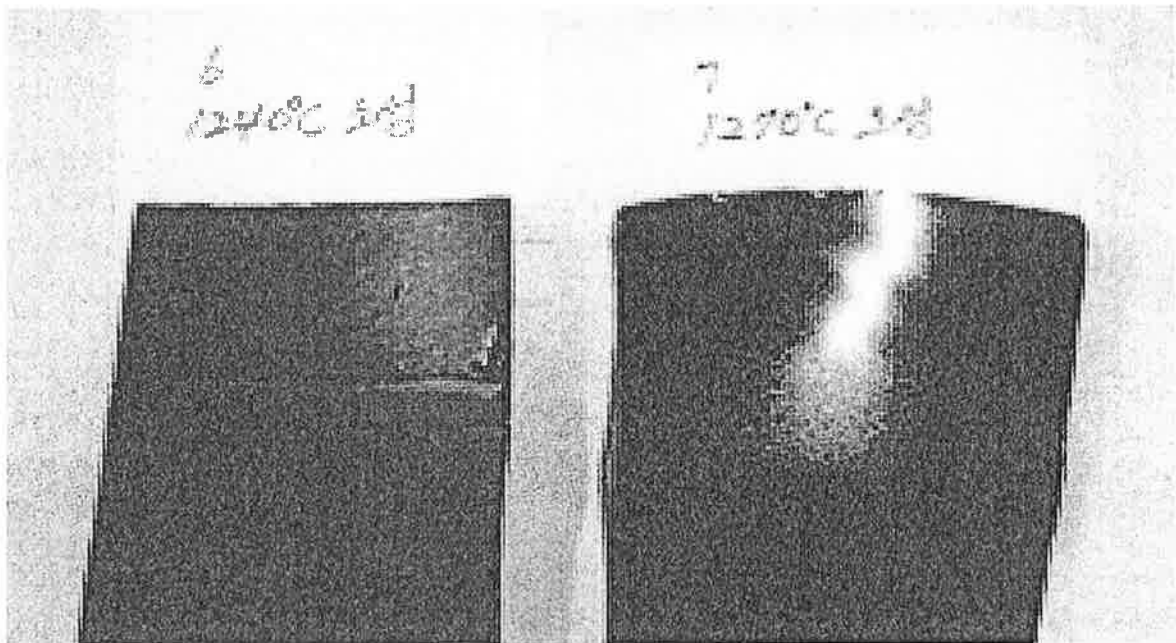
배양조의 필수 조건은 방수기능과 통기성을 고루 갖추어야 하므로 세라믹 배양조의 내측 바닥면과 외측부분의 유약처리두께를 조절하여 방수기능과 통기성이 이루어지도록 고안하였다. 이 과정에서 배양조와 유약의 접착친화력을 높이기 위하여 유약만을 유리질화 시키는 정확한 온도조절기술이 필요



[그림. 6] 유약의 최적시유 현황(유약의 시유 두께는 0.7mm가 방수기능의 구현과 경제적인 면에서 가장 우수)

라) 제조공정별 최적소성온도 시험

방수기능을 적절하게 발현하기 위한 유약의 적정소성온도는 1270℃가 적정한 것으로 판단



[그림. 7] 유약의 소성

마) 세라믹 배양조의 제조

배양조의 세부제조공정 중 유약의 소결온도, 입도를 매우 작게한 유약으로 유리질화를 유도하는 기술개발 총 6회의 제조시험으로 현재 50%였던 불량 발생이 10%대로 낮아졌으며 3차 년도에는 가마내부의 온도조절 기술 보완으로 2%이내의 불량률 예상

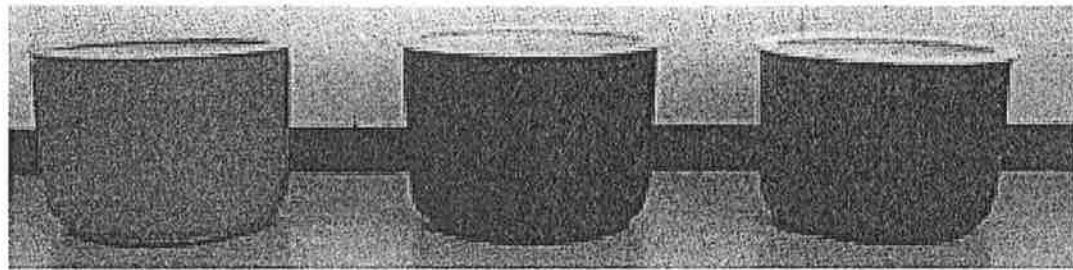
[표. 2] 배양조 제조시험

시험일	초 별		재 별		불량 발생수	비 고
	시간/온도	문제점	시간/온도	문제점		
05.07.03	15Hr /900℃	가온(7Hr)시간의 조절불량으로 파손제품과 유약시유 시 균열발생	15Hr /1250℃	소성시간이 짧고 온도가 낮아 유약의 유리화 미비로 방수기능 저하	18	초·재별온도 증가 요구
05.08.25	20Hr /930℃	가온(9Hr)시간이 짧아 파손불량 발생, 소성온도가 낮아 유약 시유 시 균열발생	18Hr /1250℃	유약의 유리화가 약함	8	초·재별온도 증가 요구
05.09.20	20Hr /960℃	가온(10Hr)시간 짧음, 유약시유 시 균열 없음	20Hr /1270℃	배양조 적정조건, 유약의 유리화 약함	5	재별온도 증가 요구
05.11.19	20Hr /970℃	가온(13Hr)파손없으나 미세한 균열 있음, 유약시유 시 균열 없음	21Hr /1270℃	배양조 적정,유약 균열	1	균일온도유지필요
06.01.16	20Hr /980℃	가온(15Hr)속도 적정함, 균열 없음	22Hr /1270℃	배양조 적정,유약 적정	0	소성적절
06.02.27	20Hr /970℃	온도적절, 가온(15Hr)	22Hr /1290℃	배양조 유리화 발생, 유약녹아내림, 고온에 따른 변형	5	소성온도높음

* 제조시험 시 1가마에 배양조 18개를 동시 제조할 수 있는 대형가마임

**매 시험 시마다 불량 발생 양상을 파악하여 최적온도를 파악함

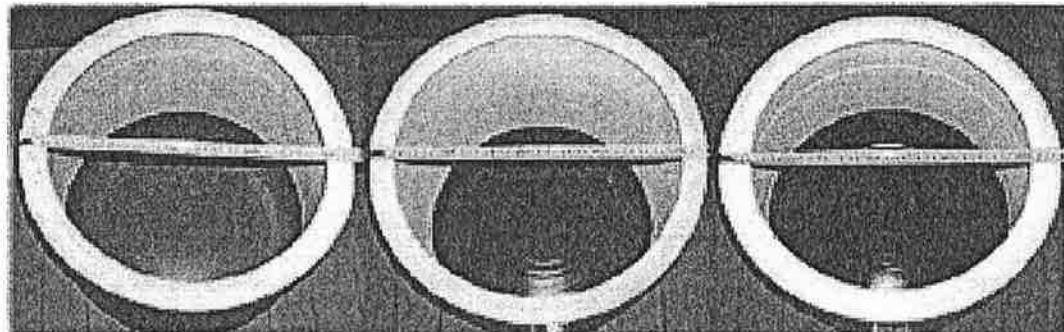
***가마내의 온도균일성은 버너의 근접지역과 외측지역간에 10℃정도 발생됨



1

2

3

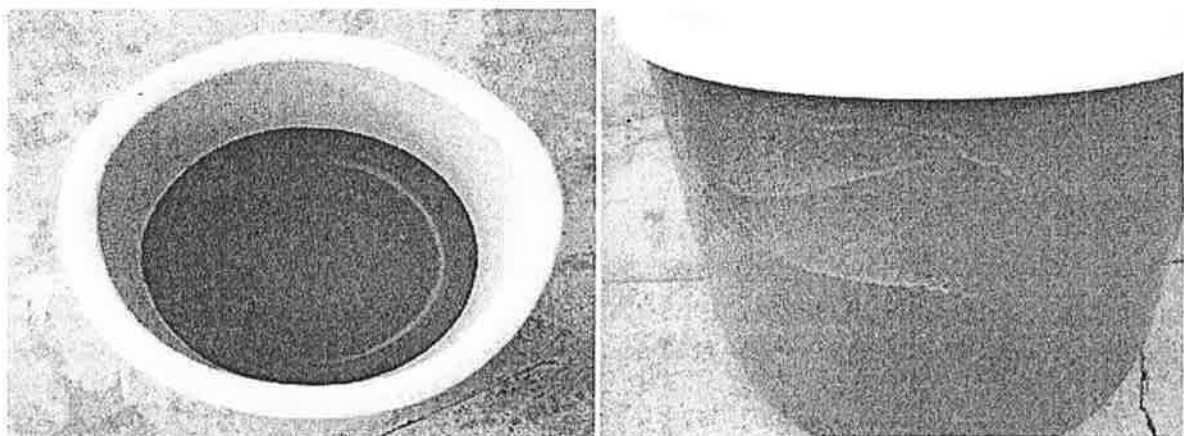


1번 변형발생

2번 수축발생

3번의 정상제품

[그림.8] 제조된 세라믹 배양조의 제품 비교

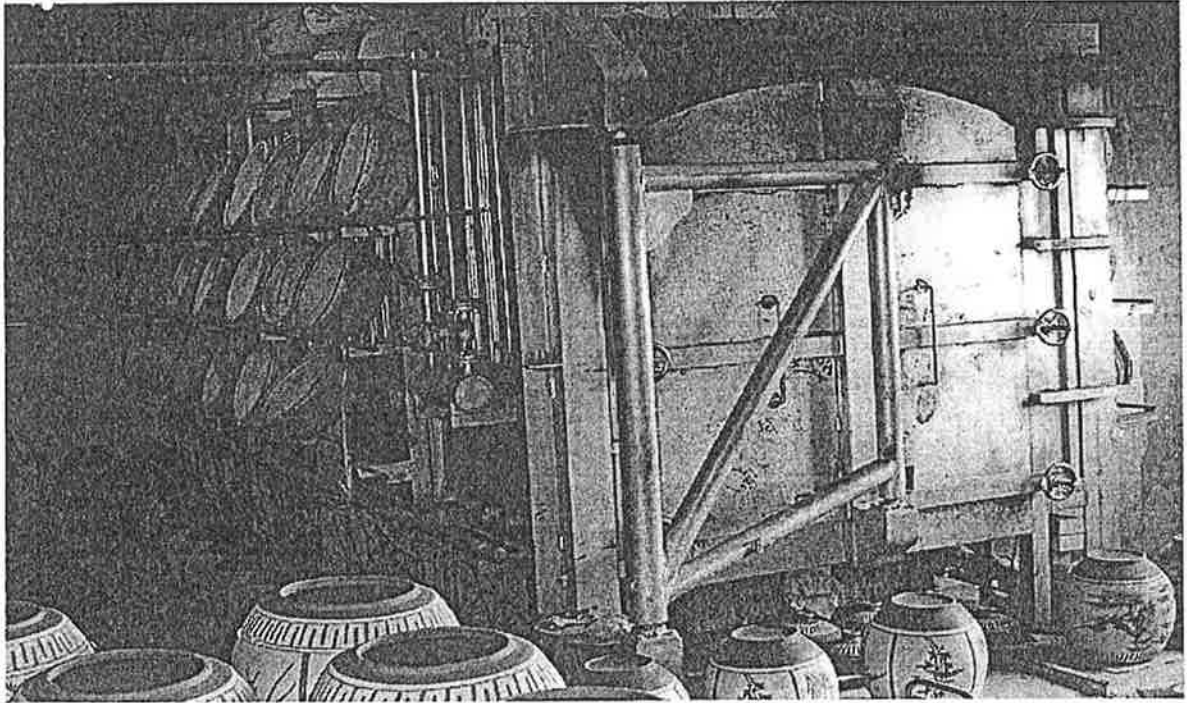


[그림. 9] 배양조의 고온소성에 의한 불량발생(고온소성에 의한 배양조의 변형과 흘러내린 유약으로 불량 발생)

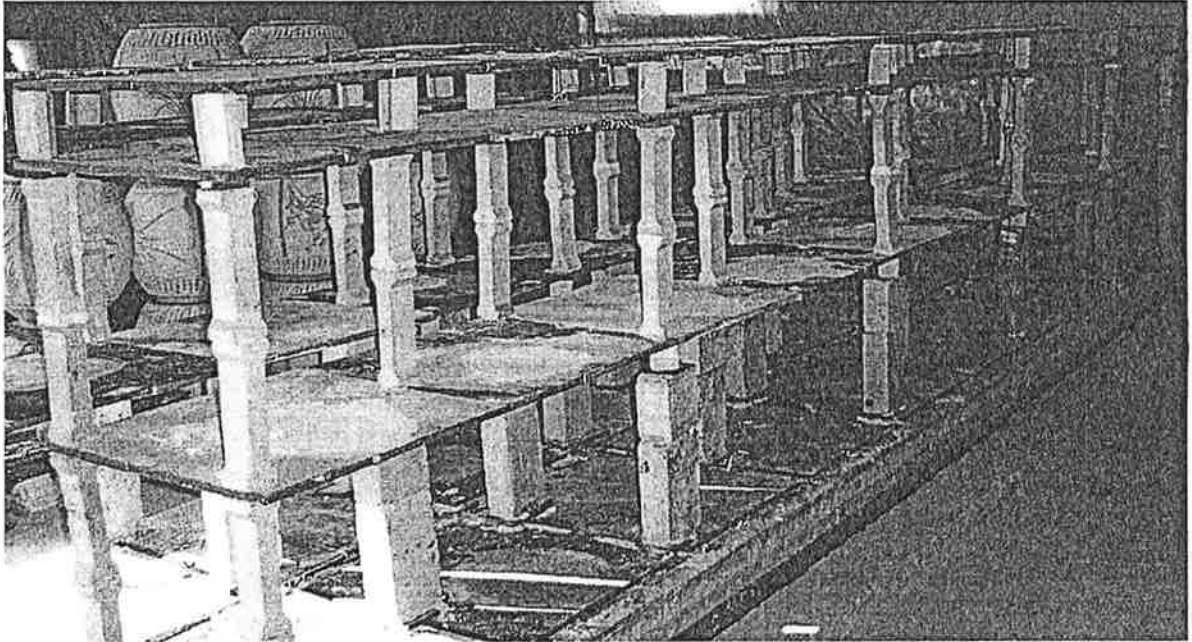
배양조의 1차 소성 적정온도(세라믹 재질의 유리질 화 방지): 970~980℃,
 세벌구이 최적온도(세라믹 재질과 유약의 친화도, 누수방지 및 통기성 유도): 1270℃
 1차 소성(파손과 균열을 방지) · 2차 소성(배양조의 유리화 방지하고 유약만 유리화)온도 도달
 속도: 15시간

바) 대형가마를 입차하여 최적의 제조기술 확립

소형가마의 원천제조기술을 이용하여 대형가마내부의 균일한 내부온도조절을 통한 최적소성 조건을 완성하여 제조기술의 기반을 마련한다. 대형가마를 이용하여 생산량을 증대시켜 생산비 절감과 안정적인 생산량을 기대할 수 있게 되었다.

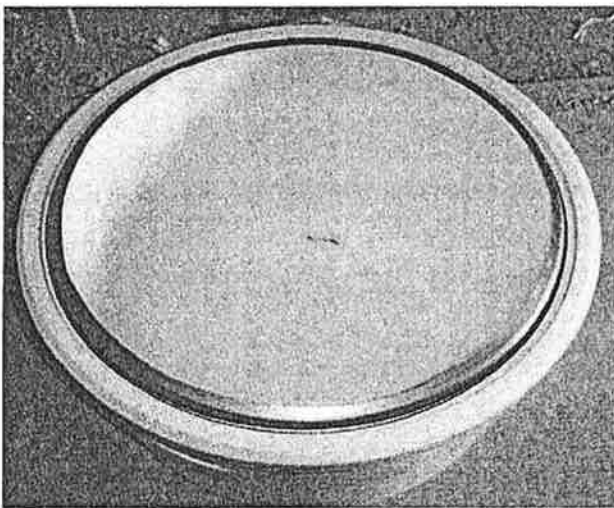


[그림. 10] 대형 제조가마 전경



[그림. 11] 도자기 소성용 분판

도자기 소성시 가마내부에 도자기를 넣어 쌓아올리기 위한 틀로서 배양조 끼리 맞닿아 불량
이 발생하는 문제점을 해소할 수 있다.



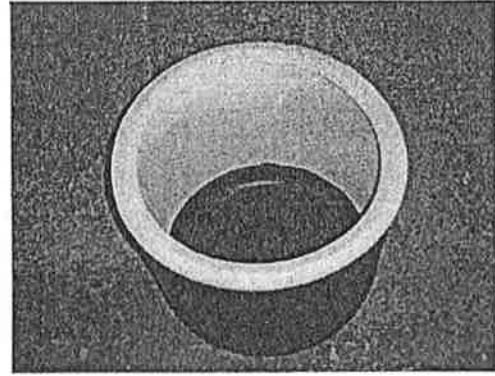
[그림. 12] 성형틀과 배양조 빈형측정기

형틀을 이용하여 도자기 성형 시 1차 소성에서 외경450mm 정도의 1차 소성품을 제조하고
건조 후 재소성의 공정을 기치는 초벌구이와 제벌구이를 하게 되는데 성형에서 도자기의 뒤
틀림이나 표면의 가공정도가 결정되므로 매우 중요한 배양조 제조기구라고 할 수 있다.



온도조절 미숙에 의한 균열·파손

[그림. 13] 대형가마 1차 제조시험(06.10.02)



정상제품

2차 제조시험(06.10.20)

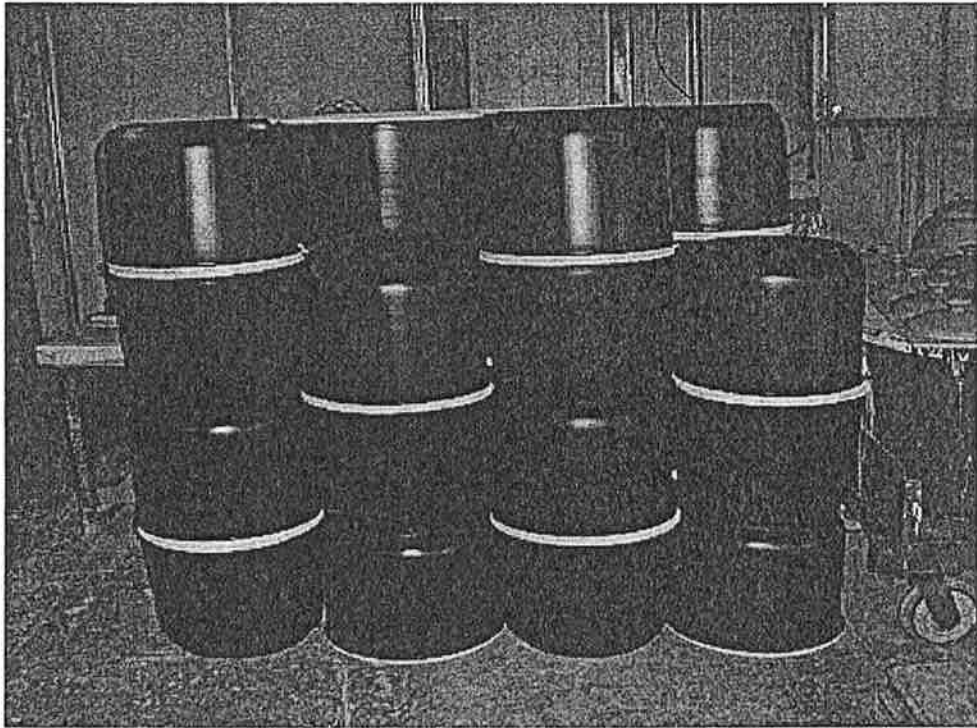
- 대형가마내부의 온도편차와 온도조절의 미흡으로 1차제조시 파손불량제품의 발생(45.7%)이 많았으며 3차제조시부터 불량 발생률(8.6%)이 현저히 낮아졌다.
향후 제조공정의 규격화를 통하여 상시 불량률을 1%이하로 줄여 제품의 안정적인 생산이 가능해졌다.

[표. 3] 대량생산제조시험

제조시험	양품(EA)	불량(EA)	불량률(%)	비고
1차	35	21	60	성형기술과 소성온도가 적절하지 않아 파손불량이 많이 발생됨
2차	35	17	48.6	
3차	35	3	8.6	
4차	35	0	0	최적의 소성조건으로 불량률1%를 실현가능

도자기 제조기술을 연구한 초기 가마 생산량의 2배에 해당하는 초대형 가마를 이용한 제조시험을 통하여 가마내부의 가온 및 강온 속도조절과 1차, 2차 소성시의 적정온도에 대한 기초자료가 연구되어 가마의 면적이 커진 상태에서는 내부의 균일한 온도조절이 관건이었으나 모든 부분이 해소되어 배양조의 대량생산이 가능해지게 되었다.

업면시비용 인산칼슘의 제조와 미생물의 배양용기로서 세라믹 재질을 원료로 사용한 세라믹 배양조를 만들어 사용하였으나 세라믹 배양조의 불량률이 약 50%정도로 많아 내열성, 강도 및 제조재현성이 높은 안정된 인칼슘 배양조의 제조기술 개발이 필요하게 되어 세라믹 재질의 내열성, 강도 및 안정성을 향상시키는 실험을 수행하였다. 이로서 현재 최종 세라믹 원료의 배합율과 불량률 최소화를 위한 원료 배합 시 함수율 및 소성온도 대하여 실험을 하여 1년차 시험에 이어 2, 3년차 시험을 통하여 최종목표에 도달하도록 하였다.



[그림. 14] 4차 제조시험에서 불량률이 현저히 감소 (06.12.11)

1-3 세라믹 배양조 안정성 검증

1. 서론

세라믹 배양조의 우수성은 국내에서 일상생활에 많이 적용되어 있으며 특히 장독대나 김장독 등의 예를 보면 미생물제조공정에서 매우 우수한 효과를 발휘하는 것으로 평가되고 있다.

여기에 기인하여 인칼균의 제조에 가장 안정적인 기능을 발휘하는 재질로서 미생물배양조에 최적의 조건을 제공한다. 하지만 제조공정과 비용이 큰 부담으로 작용하여 기타의 재질을 이용한 적용가능성을 살펴보게 되었다.

2. 재료 및 방법

가. 시험방법

본 연구에서는 일반적으로 많이 사용되는 스테인레스 재질의 배양조를 제작하여 세라믹용기와 비교시험을 통하여 최적의 배양조를 선별하고자 시험하였으며 기존의 인칼균배양기의 재질이 스테인레스로 제작되어 사용되다가 차후에 세라믹으로 재질이 변경된 상황이었으며 미생물배양조의 최적재질로 세라믹이 우선시 되고 있고 인칼균의 제조시에는 배양조의 안정성이 우선시 되므로 용해비교시험을 통하여 가시적인 효과를 파악하였다.

나. 공시재료

인칼균1,000배액 제조시험

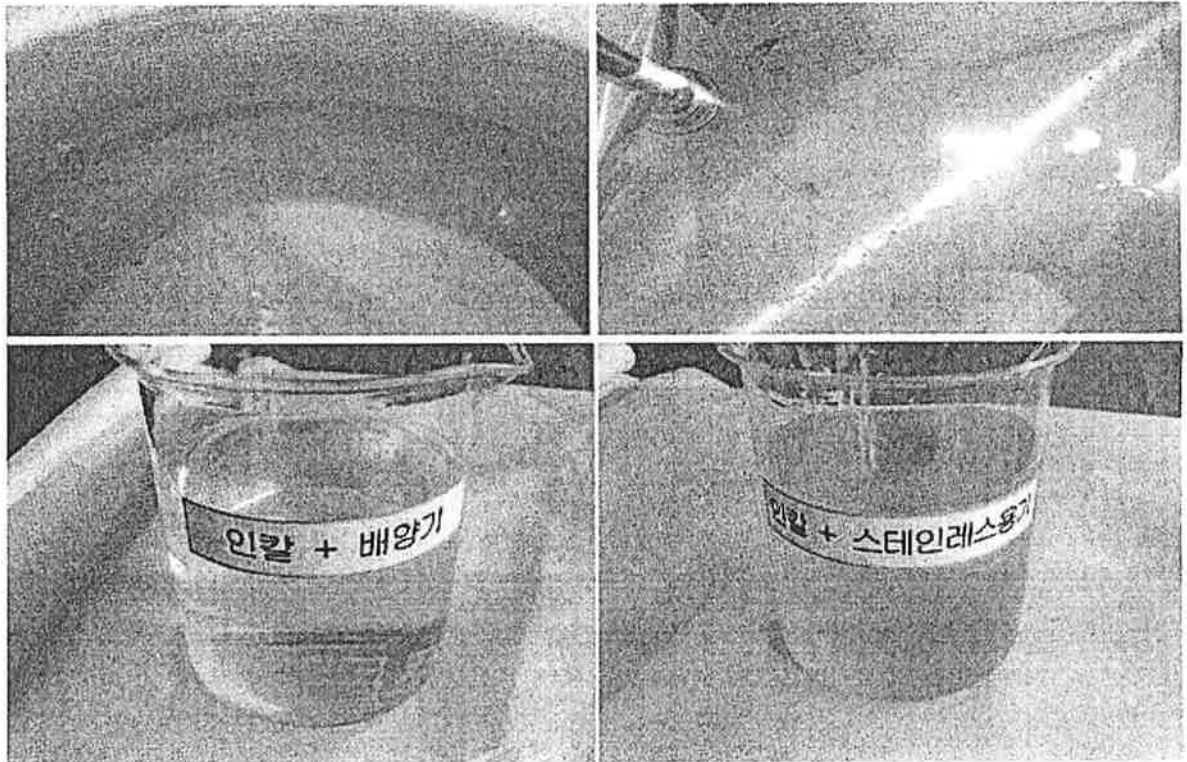
세라믹배양조와 스테인레스 배양조에서 동일조건으로 제조

3. 결과 및 내용

세라믹 배양조와 금속배양조(스테인레스)의 비교

- 수용성 인산칼슘의 제조 비교

세라믹재질 배양조와 스테인레스 재질 배양조를 이용하여 엽면시비용 인산칼슘 제조시험을 하였으며 스테인레스 재질 용기의 경우 불순물 같은 이물질의 혼입현상이 사진에서 보는 바와 같이 시각적으로 나타나 인칼균 제조에 대하여는 세라믹 재질의 배양조가 스테인레스 재질 배양조 보다 안정성이 좋은 것으로 판단



[그림. 15] 세라믹 배양조와 스테인레스 배양조의 인산칼슘제조 비교

제 2 절 인칼균을 이용한 원예작물재배 이용기술

2-1 엽면시비 흡수기작 구명

1. 서론

엽면시비(foliar fertilization or foliar feeding)란 양분을 흡수하는 부분인 잎이나 줄기에 식물의 영양상태를 강화하기 위하여 식물양분을 분무형태로 식물체에 공급하여 주는 것이다. 식물의 양분흡수는 수생식물의 경우 잎이 중요한 무기질 양분을 흡수하는 기구이나 일반작물의 경우는 뿌리가 중요한 무기질 양분의 흡수기구이다. 그러나 뿌리가 아닌 식물체의 다른 부분에서 흡수할 때는 식물세포의 표피에서 양분을 흡수할 때 표피세포의 표면세포벽에 의해 양분흡수가 제한을 받는다. 엽면시비는 토양조건이 불량할 경우나 특수목적의 경우에 시행된다. 토양조건이 불량(pH가 높거나 낮음, 과습, 저온)할 때는 뿌리에서 양분의 흡수가 곤란할 하여 식물은 생육장애를 받는다. 이 경우 일시적으로 식물체에 직접 양분을 공급하면 식물은 정상적으로 회복되며, 식물은 토양으로부터 양분흡수를 증가시킨다. 엽면시비를 하면 식물은 토양으로부터 양분흡수량이 증대된다. 이러한 원인은 엽면시비로 건강이 회복된 식물체의 뿌리로부터 근권토양으로 당분이나 다른 분비물을 분비한다. 근권에서는 이러한 분비물들이 유용미생물의 활력을 자극하여 양분이나 병 유발 미생물의 생육억제, 생화학적 물질 분비, 비타민들과 식물생육에 유용한 물질들을 분비하여 토양을 건전하게 해준다.

그러나 작물을 재배할 때는 건전한 토양시비를 하여야 하며, 엽면시비가 토양시비의 대체수단이 되어서는 곤란하다. 그러나 근래에는 환경 불량의 경우 외에 특수 목적으로 엽면시비를 하는 경우가 많다. 엽면시비 시기는 비료형태를 조절하여 특정한 영양생장 또는 과일 비대기, 이식 장애, 우박장애, 극한기상 조건 후에 시행하며, 가장효과적인 시기는 왕성한 생육으로 식물체가 양분의 스트레스를 받을 때, 또는 영양생장에서 생식생장으로 전환하는 시기라고 볼 수 있다.

일반적으로 시행되고 있는 엽면시비물질은 다량원소, 미량원소, 식물 hormon, 성장 조정제 및 기타 유익한 물질들이나 우리나라에서는 제 4종 복합비료에서 엽면시비용 복합비료를 규정하고 있다. 엽면시비용 제 4종 복합비료는 질소전량, 수용성인산, 수용성가리 중 2종이상의 합계량이 10%이상이어야 하며 각성분별 보증성분 함량은 1.0%이상이어야 하며, 수용성 고토, 망간, 붕소, 철, 몰리브덴, 아연 및 구리 중 2종 이상을 보증하여야 하며 기타 상세한 내용은 비료관리법에 기술되어 있다. 엽면시비용 물질 중에서 문제가 되는 것은 시비물질의 낮은 침투율, 식물체 잎의 소수성표면으로부터의 유실, 빗물에 의한 유실, 시비물질의 급속한 건조, 식물체 조직에서 제한된 이동과 엽류포텐살에 의한 잎의 손상(necrosis or burning) 등이라고 할 수 있다. EU에서는 엽면시비물질은 작물에 효과적으로 흡수되어야 하며 특히 사

람, 가축 및 환경에 무해하여야 하며 이를 벗어나면 법에 의하여 제재를 받는다.

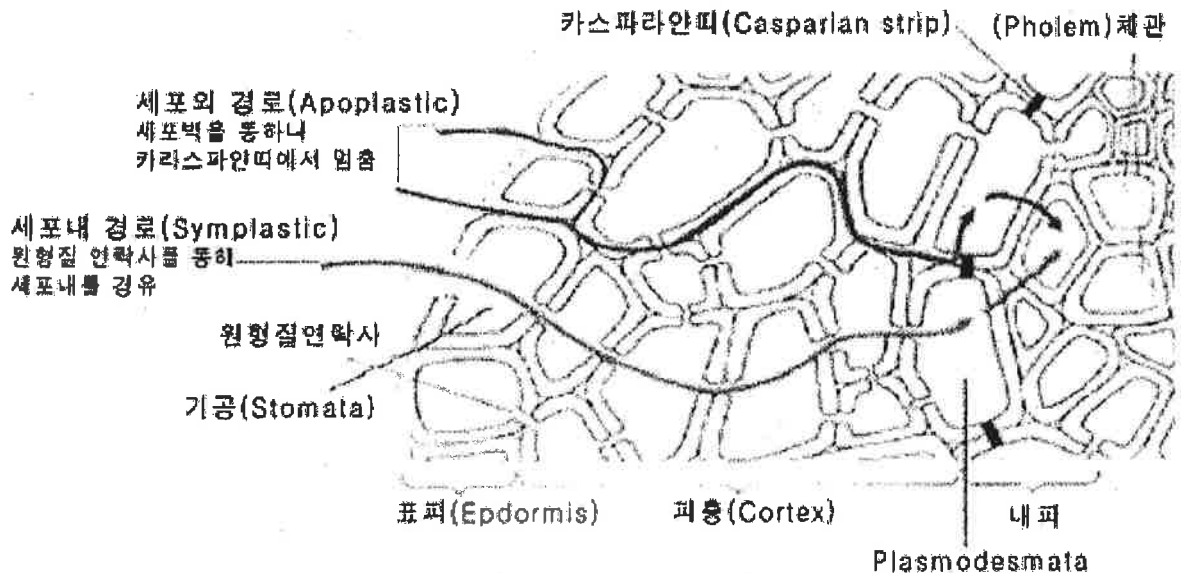
인칼균이란 어느 특정균의 이름이 아니라 인산과 칼슘 및 효모균을 혼합하여 제조한 수용성 인산칼슘(발명특허 제 0306290 호, 균주를 혼합한 인산칼슘 비료의 제조방법 및 장치)을 인칼균이라고 하였다. 현재 농가현장에서는 각종 농자재를 이용하여 작물재배에 엽면시비를 시행하고 있지만 구체적인 시비방법과 효과에 대한 연구는 시행되지 않고 있는 실정이다. 인칼균의 원예작물 재배이용기술 시험에서는 수용성 인산칼슘을 만든 후 효모균을 혼합하여 사용하는 용액의 희석배수에 따른 용액의 염류 포텐셜을 측정하여 염류농도에 따른 작물의 생육과 작물별로 건전생육을 위한 최적의 시비농도와 엽면시비효과를 구명하였으며, 동위원소 ^{32}P 로 표시한 인칼균(수용성 인산칼슘과 효모균)을 이용하여 적정 엽면시비시기와 엽면시비 물질의 흡수량, 동위원소 ^{32}P 또는 ^{45}Ca 로 표시한 각각의 수용성 인산칼슘과 인칼균을 이용하여 작물별로 인산과 칼슘의 엽면 흡수량상을 구명하였다.

2. 문헌 review

1) 엽면시비양분의 흡수경로

엽면시비양분의 흡수경로는 세포내 이동(symplastic path way)과 세포외 이동(apoplastic path way)으로 구분할 수 있다.

가) 세포내 이동기작(symplastic path way mechanism)

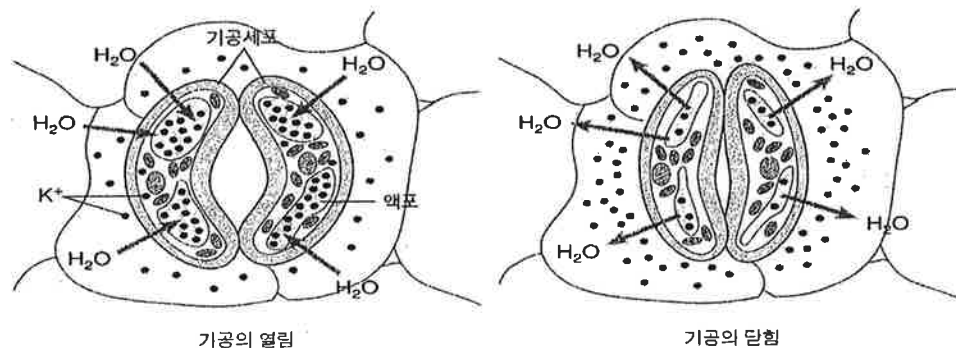


[그림. 16] 엽면시비 시 시비양분의 세포내 이동경로

식물의 양분이동은 뿌리에서 잎으로 일방통행(one way movement)으로 이루어진다. 관다발조직계(vascular tissue system)에는 물관(xylem)과 체관(phloem)의 물질전도 조직이 있다. 물관은 물과 무기질 양분의 이동통로이며, 광합성산물을 저장한다. 체관은 주로 광합성산물의 이동경로이다. 그러나 엽면시비로 흡수된 물질의 세포내 이동은 해면조직(spongy mesophyll)에 있는 기공(stomata)을 통해서 흡수(Burkhaedt와 Eichert, 2001)하여 직접 원형질막으로 침투하여 세포질(cytosol)로 이동한다. 양분이 일단 세포질에 들어간 양분은 견고한 세포와 세포벽을 연결하는 세포질 통로(cytoplasmic channel)인 plasmodesmata를 통하여 체관(phloem)으로 연결된 다른 세포에 이동하여 양분이 식물체에 골고루 이동된다. 기공에 있는 원형질막은 양분흡수기작이 잘 되어 있고, 이동구조가 잘 되어 있다.

엽면시비를 하면 식물체의 잎에서는 엽록소의 생산이 증가하고 광 조건에서 광합성이 증가하면서 다량의 물이 필요하여 물을 흡수하게 된다. 식물체는 대기로부터의 물의 증발산 요구량이 증대되고, 다량의 물이 증·발산되면 식물체의 잎은 염류농도 증가하여 염류 포텐셜이 낮아져 식물세포는 삼투압 증가하면서 많은 물을 흡수하게 되어 이 때 물에 의해 비료 성분도 함께 이동한다. 여기서는 일단 양분요구가 있으면 온도에 관계없이 양분을 잘 흡수한다. Robert C. Dixon는 엽면시비는 효율(질소의 경우 토양의 7 ~ 8배)이 높으며, 환경부담(지하수 오염)을 줄인다고 하였다.

공변세포(stomata)의 크기는 대략 10~ 20 μm 로서, 공변세포(stomata)의 수는 좁이 많은 식물(succulent, Cam species) 2,000/cm², 일반작물(most annual crops)은 10,000~ 20,000/cm², 나무(certain tree, Acer monatum)는 80,000/cm²이상이다.



[그림. 17] 기공(stomata)의 개폐 모양

기공흡수를 조절하는 요인(2002, T. Eichert, J. Burkhaedt and H.E. Goldbach)은 물질의 물리화학적 특성과 전하, 분자량과 표피에서의 용해도에 따라 다르나, 엽면시비양분이 수용성이어야 한다. 그러나

기공흡수를 조절하는 요인은

- (1) 상대습도가 높을수록 증대, 특히 조해점 이상에서 더 높다. 상대습도가 낮고 식물이 물 부족 스트레스를 받으면 기공이 닫혀서 침투가 적다.
- (2) 빛이 존재하여야 한다. Pre-illumination에서 빛이 없는 조건보다 1.5 ~ 30배 흡수량이 증대된다.
- (3) 농도가 높을수록 흡수량은 증가된다. 그러나 흡수율은 증발산량의 감소하여 줄어든다.

[표. 4] CaCl₂의 엽면흡수 (Schlegel와 Schönherr, 2002) RH : 100%

조건	기공이 앞 뒷면		기공이 앞, 뒷면	
	사과	배	콩	옥수수
초기 빛 조건	27%	60%	4 ~ 28%	37~42%
빛 없는 조건	14%	69%		
3시간 지난후	80%	98%		

* 기공이 없는 사과나 배의 앞면에서는 너무 느림

나). 세포외이동(apoplastic pathway mechanism)

세포와 세포사이로 이동하는 경로를 말한다. 대부분 엽면 살포는 저녁에 이루어지나 이때는 습도가 높아서 살포 용액의 증발이 적어지고 대부분의 기공이 닫혀있다. 따라서 양분은 기공으로 들어갈 수 없어서 각피(cuticle)로 들어가야 한다. 각피(cuticle과 cutinized layer)의 기능은 주로 증산에 의한 수분과잉손실 방지, 빗물에 의한 유·무기염류의 용탈 방지, 온도조절과 외형적 특성유지 및 병해충으로부터 식물체를 보호한다. 각피는 소수성이기 때문에 친수성 염류에 대하여 방어벽 역할을 한다. 각피가 물에 의해서 부풀(swelling)면 cutin에 있는 극성물질이 많은 물을 흡수하여 용액상태로 되면 확산(diffusion)에 의해서 수화된 이온(hydrated ion)이 들어간다. 각피로 들어간 양분은 세포벽 사이의 공간으로 들어가 세포질로 이동한다. 그러나 염류가 있을 통해서 체관(xylem)으로 이동할 때는 방수장벽이 뿌리내피의 Casparian band처럼 세포외 이동이 되도록 행동해야 되는데 이때 기상조건(습도)이 관계된다. 세포외 이동에는 2가지 방법이 가정되어 있다.

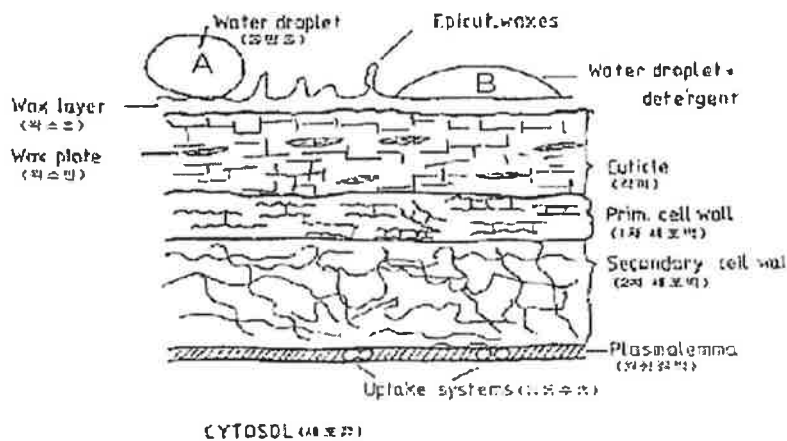
(1) 이동단백질(Transport protein)에 의한 흡수가정

세포질막(cytoplasmic membrane)에 있는 인지질 이중층(phospholipid double layer)에 있는 이동단백질(transport proteins)과 결합한 액체공극(aqueous pores)을 통하여 이동(Taiz와 Zeiger, 1998)한다. 액체공극(aqueous pores)의 형성은 큐틴의 극성 그룹이 수화되어 친수성공극(hydrophilic pores)이 된다(hydration of polar groups(-COOH,-OH and ester groups) of cutin). 액체공극(aqueous pores)의 크기는 0.45nm(보통 1 nm이하)로 포도당(glucose)분자의 크기와 비슷하며, 요소(urea)분자의 크기는 0.44nm로 쉽게 흡수

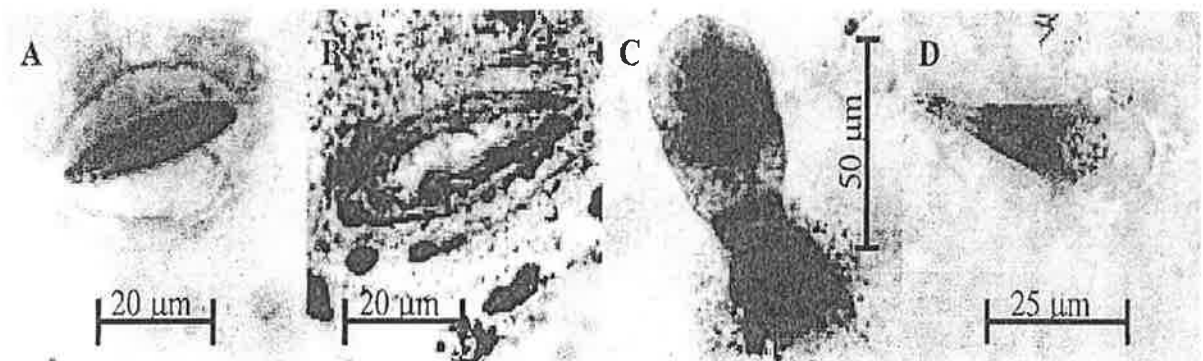
(Schoner,1976)된다. 액체공극(aqueous pores)의 분포는 10^{10} pores/cm²(Schöner,1976)로, 액체공극의 수는 pH에 따라 다르고, pH가 증가하면 액체 공극이 크게 증가된다. 그러나 각피에는 이동단백질(transport protein)이 없다.

엽면시비 물질이 액체공극(aqueous pores)으로 침투되는 조건은

- (가) 분자량의 크기가 충분히 작아야 하며,
- (나) 대기의 상대습도가 높을수록 침투속도가 빠르며,
- (다) 시비 물질의 조해성이 대기의 습도보다 낮고,
- (라) 양이온과 음이온이 당량으로 존재하여 함께 침투된다.



- * (A) : 물방울과 식물표피 접촉 시 물분자가 표면장력이 낮은 경우
 - (B) : 전착제의 사용에 의하여 표면장력이 높아져 표피에 잘 흡착되어 있는 경우
- [그림. 18] 엽면시비물질의 표면장력에 의한 접촉현상



[그림. 19] Photomicrographs of leaf surfaces showing black silver precipitates in cuticular ledges of a pear stoma(A) in cuticle and chloroplasts of a broad bean stoma(B), in a glandular trichome of broad bean(C) and in a tapered trichome of corn(D).(B shows a large cluster of aqueous pores in cuticle)

(2) 확산(diffusion)에 의한 흡수가정

확산에 의해 흡수하는 힘은 엽면시비물질과 세포질사이에 농도차이가 있어야 하며, 습도가 높아야 한다. 각피의 경우, cutin에 있는 극성물질이 많은 물을 흡수하여 부풀어 오른다. 이 때 용액상태로 되면 확산(diffusion)에 의해서 수화된 이온(hydrated ion)이 들어가기 때문에 각피는 이러한 염류가 들어가는 데 방어벽(barrier)이 되지 않는다(Knoche, 1994 외). 세포벽사이의 공간은 대부분이 공기와 일부의 물로 채워져 있는데 양분의 이동은 이 물을 통하여 이루어지며 이물은 세포벽과 단단히 결합되어 확산에 이용될 수 있는 물이 적어서 확산에 의한 이동은 많은 제약을 받는다. 각피 또는 표피(cuticle surface)에는 반투막(lipid membrane)이 있으며 이는 cutin과 waxes로 구성되어 있으며 물은 투과시키지만 염류는 투과하지 못하여 삼투압에 의한 막압이 생긴다. 확산에 의한 흡수는 젊은 잎보다는 잎이 넓고 부분적으로 각피(cuticle)가 손상되어 갈라진 틈으로 양분의 확산이 쉬운 늙은 잎에서 효과적이다. 물관이동성 양분(phloem mobile nutrients)인 N, P, K, Mg, Mo, Zn, (B)은 주로 늙은 잎을 통하여 흡수되며 N는 아미노산 N으로 되어 물관을 통하여 먼 곳까지 이동하며, K는 쉽게 어디든 이동한다. 물관이동이 어려운 양분(less phloem mobile nutrients)인 Ca, S, Mn, Cu 은 주로 젊은 잎을 통하여 흡수된다. Ca는 세포질에서 농도가 워낙 낮아서 세포내 이동이 되지 못하고 세포외 이동을 한다(no symplastic path way, but apoplastic path way), 그러나 역할은 미약하다. Ca는 물관을 통하여 윗방향으로만 이동(acropetal direction)하여 줄기와 잎으로 먼 곳까지 이동한다.

2) 토양시비와 비교한 엽면시비의 성분별 시비효율

작물을 재배할 때 기본적인 것은 토양시비를 원칙으로 하여 작물뿌리로부터 양분의 흡수를 기본으로 해야 한다. 그러나 환경요인의 불량과 특수목적으로 엽면시비할 때 NUTRIENT TECHNOLOGIES TECH-FLO[®] FLOWABLE FOLIAR NUTRIENTS에서 발표한 엽면시비성분의 효율은 표 5에서 보는바와 같다. N의 경우 양분의 흡수이용율은 토양시비와 비교하여 10 ~ 15배, P의 경우 20배, K의 경우 27배, Ca는 무려 35 ~ 40배의 시비효과를 얻을 수 있다. 이럴 경우 부족한 비료성분은 적절한 엽면시비를 통하여 보충하게 되면 부족성분의 토양시비량을 획기적으로 줄이면서 작물에게는 동등이상의 흡수효과를 내는 엽면시비를 통하여 경제적인 비용 절감과 환경오염방지 효과를 동시에 얻을 수 있으며 작물은 균형생장을 할 수 있을 것으로 생각된다. 엽면시비 시 작물에 의한 성분별 흡수속도는 N, K, Ca와 Mg성분은 비교적 빠르게 흡수되나 P, S, Zn, Mn, Fe, Mo등은 비교적 흡수속도가 느리다.

(라) 엽면시비의 최적 온도는 22℃로 주위의 온도가 27℃ 이하여야 한다. 온도가 높으면 식물체는 수분증발을 막기 위하여 기공이 폐쇄되어 주로 저녁(오후 5시 이후)이나 이른 새벽(7 ~ 10시), 바람이 가장 약할 때가 좋다.

(마) 엽면시비 시 노즐은 물방울이 최대한 작게 안개처럼(노즐압력조절)하고 식물체에 고르게 분포하도록 한다.

(바) 기상은 습할 때 양분흡수가 증가한다. 잎의 이슬은 엽면시비효과를 증대시킨다.

(사) 엽면시비용 물질의 상호작용을 주의 깊게 관찰(노즐 막힘)

(아) 양액제조용 물은 되도록 깨끗해야 노즐의 막힘을 방지하고, 오염된 물은 병 발생을 유도할 수 있으며, 수돗물에 들어있는 Cl은 유용, 유해 미생물을 모두 죽이기 때문에 1일 정도 통에다 방치한 후 사용하는 것이 좋다.

기타 계면활성제를 이용하여 잎의 표면 장력을 줄여 엽면시비물질이 식물체에 넓고 고르게 분포하도록 하여 시비물질의 흡수를 증가(Bukovac 등, 2002)시키거나, 정전기적 스프레이어(Electrostatic sprayer)를 사용하여 엽면시비물질이 잎에 쉽게 부착되도록 하며, 초음파 발생기(Sonic Bloom)를 이용하여 엽면시비물질의 흡수를 증대시키기도 한다. 때로는 노동력을 절감시키기 위하여 농약도 함께 사용하기도 하나 세심한 주의가 필요하여 되도록 여러 가지를 섞어서 사용하지 않는 것이 좋다.

4) 엽면시비를 이용한 작물관리 기술 예

토양조건이 불량(pH, 과습, 저온)할 경우는 식물은 뿌리에서 양분의 흡수가 곤란하게 된다. 엽면시비는 식물체에 직접적으로 양분을 공급하여, 토양으로부터의 양분흡수를 증가시키며, 식물로부터 당분이나 다른 분비물을 뿌리로부터 근권토양으로 분비하여 근권의 미생물 활동을 증가시켜 양분의 유효도 증가, 병 억제 생화학 물질, 비타민 및 기타 유익한 물질을 증가시킨다. 경제적 효과는 일반작물 보다는 원예작물(고품질로 고가)에서 더 효과적이다. 그러나 엽면시비의 전제조건은 건전한 토양시비가 우선이며, 토양시비의 대체수단으로는 안되며 영양의 보충수단으로 이용하여야 한다.

엽면시비 계획은 작물의 재배목적에 따라서 이루어져야하며, 작물의 개화, 과일 수, 과일 크기, 영양생장 증가 등 기타 식물의 특성과 목적에 따라 다르다. 그러나 시비시기와 시비량 조절은 대단히 중요하여 잘못하면 역효과와 더불어 경비를 낭비한다. 엽면시비 계획은 작물의 개화기, 과일 수, 과일크기, 영양 성장량 기타 식물의 특성에 따라 다르나

(가) 영양생장증가 및 과일크기 증대를 위해서는 일반적으로

K, NO₃, Ca와 Cl → 영양생장증가 → 과일크기

NH₄, P₂O₅, S, Mn → 열매수, 종자

[표. 6] 비료의 엽면시비효과(Falivene, 2002)

비 료	시 기	효 과
요 소	겨울-개화전	수량증대, 과일크기유지, 당·산도증가
	개화기	수량증대, 과일크기유지
	수확전	과일크기 증대
인 산	겨울-개화전	수량증대, 과일크기유지, 당·산도증가
	봄, 여름	수량증대, 과일크기유지

(나) 생리장해 극복 및 병해충 예방

식물의 영양상태가 균형 잡힌 건전한 식물은 병해충에 저항성이 있으나, 토양에 과량의 수용성 질소를 시비할 경우는 식물 세포내에 질소와 수분이 많아 세포용액을 빠는 진딧물이나 메뚜기 등이 증가한다. 이 경우 인산과 미량원소를 엽면시비하면 식물체는 병에 대한 저항성이 증대된다. 그러나 엽면시비가 다른 방법보다도 경제적인가를 고려할 것이며, 성공적인 엽면시비방법이어야 한다. Cooke, L과 G. Little(2002)는 인산과 가리의 엽면시비로 감자의 엽고병(*Phytophthora infestans*)을, 인산의 엽면시비로 역병균(사상균)의 생육을 억제하여 발병을 예방하였으며, Brown 등(2002)은 Ca의 엽면시비로 사과 부패병 방지, Conwart 등(2002)은 Ca과 Cu의 엽면시비로 사과의 과일이 단단해지며 표피 갈라지는 것 방지, Falivene(2002)은 수확전후 Ca엽면시비로 사과 수확 후 부패 방지하였다.

(다) 기후순화 또는 온도적응(Acclimation)와 동상해 예방 및 치료(Repair)

나쁜 환경조건에서는 뿌리로부터의 정상적인 양분흡수가 저해되고 탄수화물이 유실되는 등 식물체는 환경저해로부터 유도되어 나오는 양분부족현상을 일으킨다. 식물체가 동해를 받으면 잎이 늦게 나와 봄에 정상적 생육을 돕는 조절기작의 저해로 생육발달이 붕괴되고 탈수현상이 일어난다. 이럴 때 적절한 엽면시비는 동해를 예방하고, 동해로부터 회복되며, 한발장해로부터 보호(Technical bulletin 8)하여 식물의 여러가지 스트레스를 막아주거나 경감시킨다. 특히 결실기, 개화기의 생식작용 장애에 대한 생리적, 환경적 및 기계적 스트레스를 막아주거나 완화시킨다. 식물체의 탈수현상은 동상해로 세포내 물이 이동하여 세포간극에서 얼음으로 되어 기계적 장애와 세포벽 붕괴로 괴사되는 경우와 가뭄으로 탈수되어 세포간극이 공기로 채워진다. Zn, Mn, P₂O₅, K와 Ca는 동상해 회복과 가뭄장해로부터 생육을 돕는 원소로 알려져 있다.

Zn : auxin형성의 전구물질인 tryptophane을 생산하는 조효소(co-enzyme)로서 auxin 수준조절

에 관여하는 원소이다. 나무는 초봄에 auxin 생성하여 짙은 부풀고 auxin이 이동하여 뿌리신장을 돕고 체관(phloem) 과 물관(xylem)을 분화시킨다. 그러나 동상해 받은 나무에서는 auxin의 기능이 붕괴된다.

[표. 7] Zn의 목면(目眠)시비(Dormant Spray Application)시기 : 싹이 트기 전 봄 또는 수확 후

구 분	목 적	물 질	양/acre	희석양/100ga
동면기 (目眠)	Zn 유지	ZnSO ₄ 36%Zn	6 - 12 lb	1.5 - 3 lb
		ZnSO ₄ 10 - 12%Zn	2 - 4 ga	0.5 - 1 ga
	Zn 결핍	ZnSO ₄ 36%Zn	40 lb	10 lb
		ZnSO ₄ 10 - 12%Zn	12 ga	3 ga

(Washington State Univ.)

Mn : 동상해 받은 나무의 회복을 증진하여 초기생육을 조장

P₂O₅ : 에너지 대사에 주원소(ATP)로서 건조하거나 뿌리의 흡수기능 저하 시 엽면시비로 P를 보강

K : 뿌리 발달에 관여, 식물의 삼투압조절기능, 기공세포의 개폐에 관여하여 동해회복과 한발장해 회복에 중요

Ca : 세포벽 구성 물질로 다량원소인 동시에 식물대사 조절과 생장에 결정적 역할, 스트레스에 대한 기후적응, 상해로부터 회복, 상해 받은 동안 받는 스트레스 완화시킨다. Ca⁺⁺은 세포 손상 시 잃은 양분을 되돌리는 역할을 하는 원형질막 효소(plasma membrane enzyme)인 ATPase의 활성화가 되어 동해로부터 회복에 필요하며, 가뭄이 되면 탈수되는데 가뭄저항에 중요한 역할

(라) 동해예방(Technical bulletin 4)

토마토, 담배의 시들음병(*Pseudomonas syringae*), 밀의 줄기마름병(*Erwinia herbicola*)같은 세균(bacteria)은 얼음을 형성하는 응결핵으로 작용, 이러한 미생물들이 식물에 있으면 없을 때 보다 식물체 조직에서 높은 온도에서 얼음결정을 생성하여 세포가 동결되므로 부피가 팽창하여 세포는 파괴되어 괴사하게 된다. 이 때 Cu가 함유된 살균제 또는 미량원소 혼합물, 항생제, 항 증산제, 개면활성제를 엽면시비하면 식물체는 점차적으로 온도가 낮아지는 추위에 대한 적응성을 증대시키면서 얼어서 늘어나고, 상한조직을 재빨리 고쳐서 식물의 생육을 회복하고 얼음을 만드는 세균을 제거한다. 또한 온도가 내려가는 동안 싹눈에 auxin선구물질 집적시켜 점차적으로 auxin을 증가 시킨다. 식물생장조절제(high gibberellin)는 동결저항에 영향을 주는 중요한 역할을 하며, 여기에는 P₂O₅, K, Ca, Cu(살균제 역할) 등의 양분이 중요한 역할을 한다. 과수의 경우에는 이듬해에 비개화수가 줄면서 수량이 증대된다.

(마) 활성산소(Reactive Oxygen Species)에 의한 스트레스 감소

활성산소(Reactive Oxygen Species)는 세포를 상하게 하거나 또는 죽인다. 이러한 활성산소들은 식물체가 여러 가지 조건 즉 높은 온도, 낮은 온도, 가뭄, 자외선, 오염된 공기(오존, SO₂)에 노출되거나, 제초제, 중금속, 상처, 병원체, 노화(senescence)시 생성(Bray 등, 2000)되며 B와 N, P, K의 엽면시비로 식물체에 ascorbic acid(항산화제)가 증가하여 스트레스 감소

3. 재료 및 방법

1) 인칼균의 엽면시비시 인산의 흡수양상조사

2차년도에는 인칼균의 엽면시비시 인산의 흡수양상을 조사하기 위하여 동위원소 Orthophosphate [³²P] aqueous solution (H₃PO₄ 37 MBq ml⁻¹ (1 mCi) Amersham biosciences) 1 ml를 인칼균 500배액 24 ml와 혼합, 25배로 희석하여 1ml가 40 μCi가 되도록 하여 작물별로 깨끗이 씻은 잎의 앞면(공변세포가 적거나(채소) 없는(나무) 부위)과 뒷면(공변세포가 많이 분포한 부위)을 구분하여 붓을 이용하여 엽면에 바르는 방법으로 시비하였다. 엽면시비는 주간(공변세포가 열려있는 시간)과 야간(공변세포가 닫혀있는 시간)에 실시한 후 각각 일정 시간 단위로 면도칼을 사용하여 절단하였다. 절단한 잎에 흡수되지 않은 ³²P는 0.2% 세척액과 3% hydrochloric acid로 세척한 후 20분 동안 흐르는 물로 표면을 깨끗이 씻은 후 물기는 건조 수건으로 제거하고 80℃에서 24시간 건조하였다. 이 잎을 고밀도 박막을 사용하여 밀봉한 후 cassette내에 넣고, X-ray film RX100 (Fujifilm, 2005)을 위에 덮고 cassette을 닫은 후 영하 80℃에서 12시간을 쪼인 후 ³²P에서 방출되는 β선의 강도에 따른 감광을 현상하였다 (Luttge, U. 1972).

2) 인산칼슘과 인칼균의 엽면시비시 인산과 칼슘의 흡수양상과 체내에서의 이동조사

3차년도에는 인산칼슘과 인칼균의 엽면시비시 각각의 인산과 칼슘의 흡수양상을 비교하기 위하여 동위원소 Orthophosphate [³²P] aqueous solution (H₃PO₄ 37 MBq ml⁻¹ (1 mCi))과 ⁴⁵CaCl₂(37 MBq ml⁻¹ (1 mCi) Amersham biosciences) 1 ml를 각각 인산칼슘 1,000배액 9 ml와 혼합하여 10배로 희석하여 이중 각각의 5ml씩을 각각 인산칼슘과 인칼균과 혼합하여 5μCi ml⁻¹가 되도록 하여 작물별로 깨끗이 씻은 잎의 앞면(공변세포가 적거나(채소) 없는(나무) 부위)과 뒷면(공변세포가 많이 분포한 부위)을 구분하여 붓을 이용하여 엽면에 바르는 방법으로 처리 하였다. 엽면시비는 주간(공변세포가 열려있는 시간)과 야간(공변세포가 닫혀있는 시간)에 실시한 후 각각 일정시간 단위로 면도칼을 사용하여 절단하였다. 절단한 잎에 흡수되지 않은 ³²P과 ⁴⁵Ca는 0.2% 세척액과 3% hydrochloric acid로 세척한 후 20분 동안 흐르는 물로 표면을 깨끗이 씻은 후 물기는 건조 수건으로 제거하고 80℃에서 24시간 건조

하였다. 인칼균과 인산칼슘에 들어 있는 동위원소 ^{32}P 과 ^{45}Ca Activity 측정은 Bio-imaging Analyzer(Model BAs-500, Fuji film, Tokyo)로 조직에 함유된 각각의 ^{32}P 과 ^{45}Ca 에서 방출되는 β 선의 강도를 computer에 의해서 color image로 변환시켜 천연색사진으로 판독하였다.

3) ^{32}P 과 ^{45}Ca 의 Activity 측정

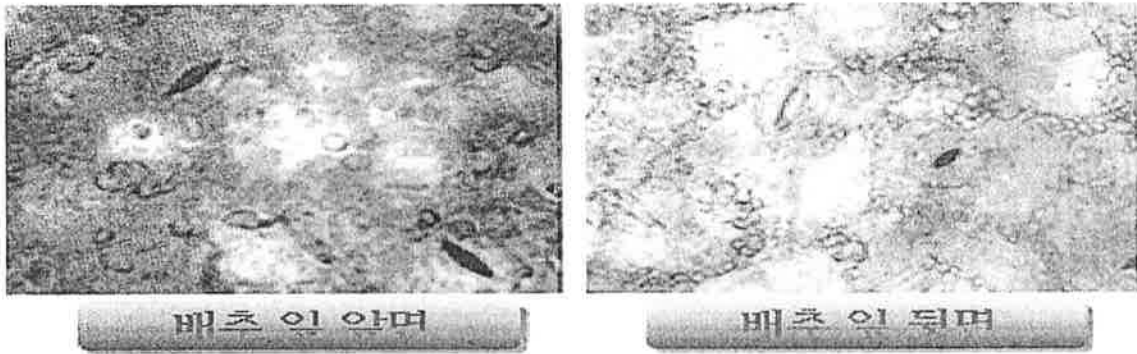
Bio-imaging Analyzer로 ^{32}P 또는 ^{45}Ca Activity를 측정한 후 고밀도 박막을 제거한 잎을 유리 접시 하에서 잘게 부순 후 전량을 달아 도가니에 넣고 전기로에서 완전 회화시켰다. 회화된 재를 1N-HCl로 녹인 후 전열판 위에서 수분을 증발시키고 2 ml 증류수로 녹인 액과 cocktail액 (Ready organic, Beckman)을 1:4의 비율로 혼합하고, LSC전용 10 ml vial에 넣었다. 이 vial을 liquid scintillation counter (LSC, Model 6000, Beckman, 계수 효율 95%)로 방사선량을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

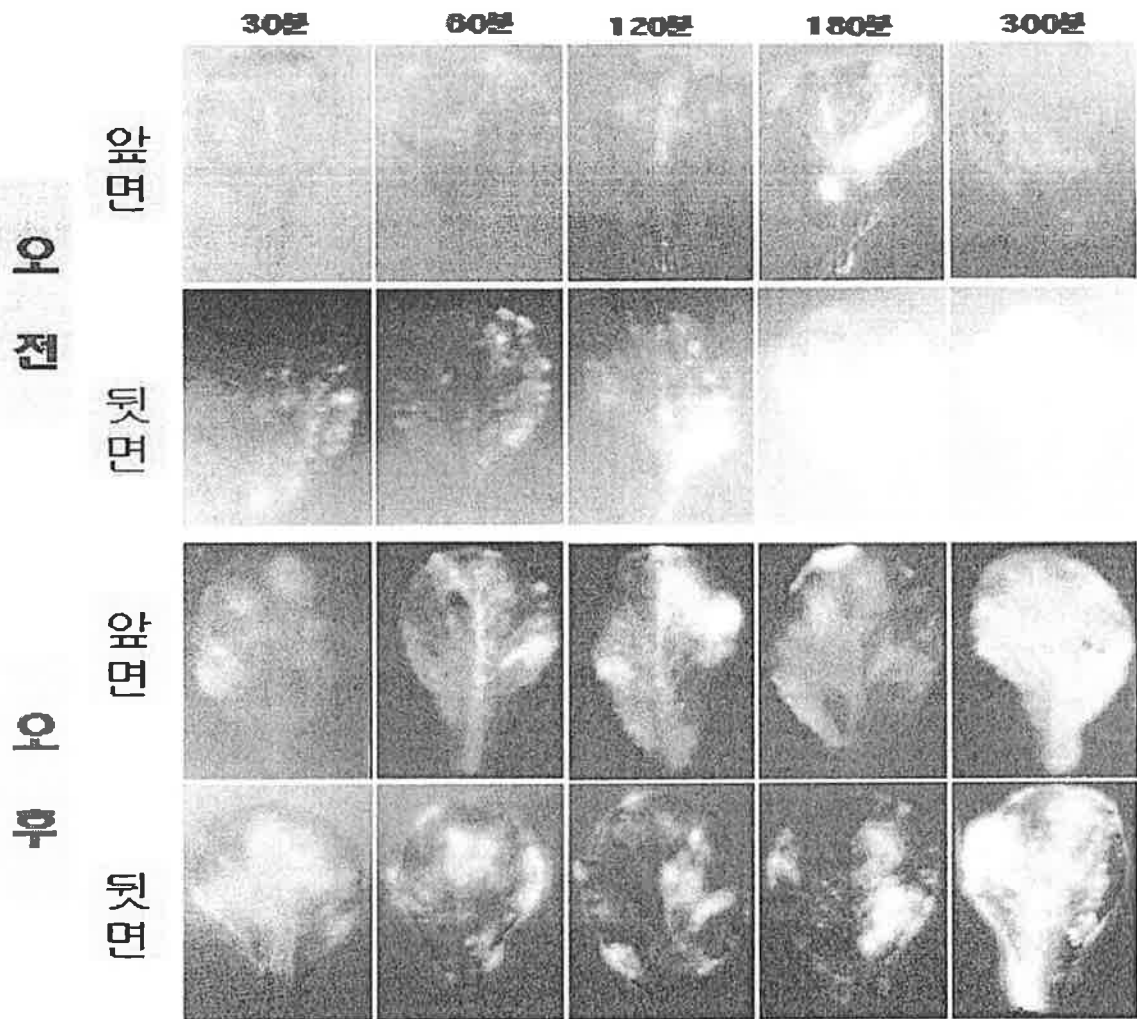
1) 인칼균의 엽면시비시 인산의 흡수량상조사

가) 배추에서 인산의 엽면흡수 양상

시비물질의 엽면흡수는 주로 공변세포로 흡수하는 것으로 알려져 있다. 배추 잎의 공변세포는 그림 20의 현미경 사진에서 보는 바와 같이 잎의 앞면과 뒷면에 고루 분포되어 있지만, 뒷면에 더 많이 분포되어 있다. 배추에서 인칼균의 엽면 흡수량상을 보기위하여 공변세포가 열려있는 주간과 공변세포가 닫혀있는 야간에 엽면시비한 후, 작물에 흡수된 인칼균의 ^{32}P 에서 방출되는 β 선의 방출에 의한 film의 감광현상을 autoradiograph한 결과는 그림 21과 ^{32}P 의 activity를 liquid scintillation counter로 측정한 결과는 표 8에서 보는 바와 같다. 공변세포가 열려있는 오전과 공변세포가 닫혀있는 오후에 배추 잎의 앞면과 뒷면에 엽면시비한 후 시간별로 잎에 흡수한 β 선의 강도는 시간에 따라서 증가하는 경향이었으며, 동화작용이 왕성한 오전에는 잎의 앞면보다는 뒷면에서 흡수량상의 강도가 크게 나타났으며, 이는 오후에도 같은 양상을 나타냈다. 공변세포가 열려있는 오전과 공변세포가 닫혀있는 오후에 엽면시비 한 결과는 오전보다는 오후에 엽면시비한 처리에서 흡수강도가 높게 나타났다. 이러한 결과는 엽면시비물질의 흡수가 주로 공변세포를 통하여 흡수한다는 이제까지의 결과와는 대조적인 결과로 엽면시비 한 물질이 공변세포를 통하여 흡수하는 세포내 흡수도 중요하지만 공변세포가 아닌 식물세포의 다른 조직에서도 많은 량의 엽면시비물질이 더 많이 흡수하는 결과라고 생각된다.



[그림. 20] 배추 잎의 공변세포 현미경사진



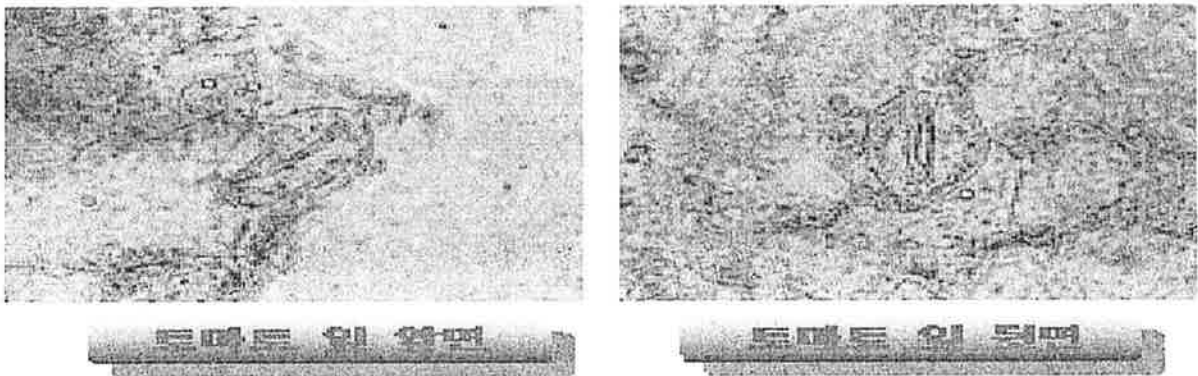
* 인갈균의 흡수양상 : 잎의 부위 - 잎 뒷면 > 잎 앞면
 엽면시비시기 - 오후 > 오전

[그림. 21] 배추 잎의 ³²P를 이용한 인산칼슘의 흡수

[표 8] 배추에서 ^{32}P 를 이용한 인산칼슘 흡수량(CPM/g)

엽면시비시기	시비부위	처리시간				
		30분	60분	120분	180분	300분
오전	앞면	0.36	1.18	3.98	6.14	2.06
	뒷면	1.98	2.34	2.48	13.50	11.10
오후	앞면	2.34	3.68	5.49	14.71	20.02
	뒷면	3.81	5.05	5.45	17.98	43.36

나) 토마토에서의 인산의 엽면흡수 양상

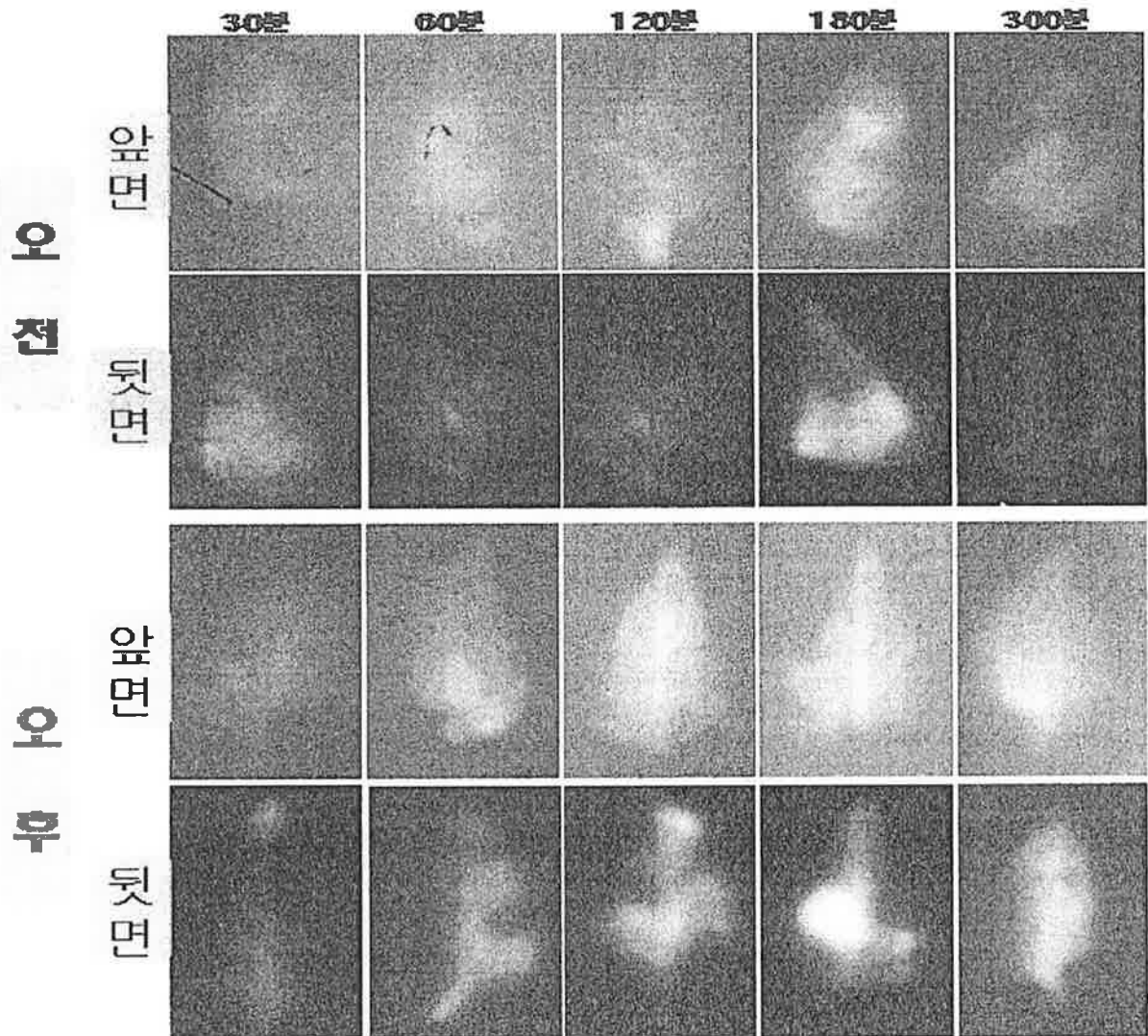


기공(공변세포)분포: 잎의 뒷면 > 잎의 앞면
[그림. 22] 토마토 잎의 공변세포 현미경사진

토마토 잎의 공변세포는 그림 22의 현미경 사진에서 보는 바와 같이 잎의 앞면과 뒷면에 고루 분포되어 있지만, 뒷면에 더 많이 분포되어 있다. 토마토에서 인칼슘의 엽면 흡수양상을 보기 위하여 공변세포가 열려있는 주간과 공변세포가 닫혀있는 야간에 엽면시비한 후, 인칼슘의 ^{32}P 에서 방출되는 β 선의 노출에 의한 film의 감광현상을 autoradiograph한 결과는 그림 23과 ^{32}P 의 activity를 liquid scintillation counter로 측정한 결과는 표 9에서 보는 바와 같다. 공변세포가 열려있는 오전과 공변세포가 닫혀있는 오후에 토마토 잎의 앞면과 뒷면에 엽면시비한 후 시간별로 잎에 흡수한 β 선의 강도는 시간에 따라서 증가하는 경향이 있으며, 동화작용이 왕성한 오전에는 엽면시비 후 30분에서는 잎의 앞면에서 뒷면보다는 50%에서 더 흡수되었으나 시간이 300분 경과하여도 흡수양상의 강도가 증가 없이 거의 같은 수준으로 유지되었으나 뒷면에서는 시간이 경과함에 따라서 흡수양상의 강도가 증가되어 180분 후에는 앞면보다 2배정도, 300분 후에는 5배정도 더 많이 흡수하였다.

공변세포가 닫혀있는 오후에는 잎의 앞면보다는 뒷면에서 더 많이 흡수하였으며 잎의 앞면과 뒷면 모두 시간이 경과함에 따라서 흡수양상도 증가되는 경향이였다. 공변세포가 열

려있는 오전과 공변세포가 닫혀있는 오후에 엽면시비 한 결과는 잎의 앞면에서는 큰 변화가 없었으나 잎의 뒷면에서는 오전 오후에도 차이가 없이 비슷한 양상으로 시간이 경과함에 따라서 흡수강도가 증가하였다. 이러한 결과는 엽면시비 물질의 흡수가 주로 잎의 앞면에서는 공변세포가 열려있을 때는 공변세포를 통한 시비물질의 흡수가 많지만 잎의 뒷면에서는 공변세포보다는 잎의 다른 조직에서 주로 흡수하는 것으로 생각된다.



* 인칼슘의 흡수량상 : 잎의 부위 - 잎 뒷면 > 잎 앞면

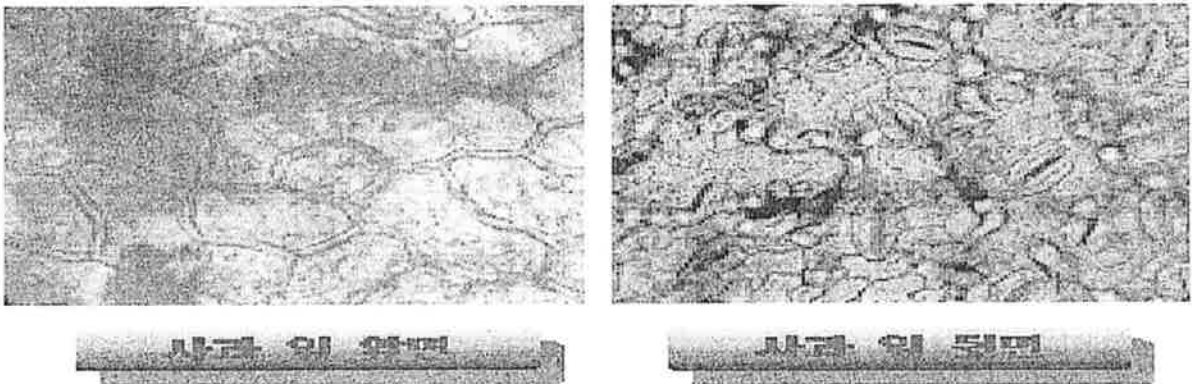
엽면시비시기 - 오후 > 오전

[그림. 23] 토마토 잎의 ³²P를 이용한 인산칼슘의 흡수

[표. 9] 토마토에서 ^{32}P 를 이용한 인산칼슘 흡수량(CPM/g)

엽면시비시기	시비부위	처리시간				
		30분	60분	120분	180분	300분
오전	앞면	12.54	12.38	12.05	12.26	12.56
	뒷면	8.54	14.63	20.86	24.45	60.82
오후	앞면	4.50	5.10	7.87	11.12	16.84
	뒷면	8.30	19.10	30.51	36.38	62.76

다) 사과에서의 인산의 엽면흡수 양상조사



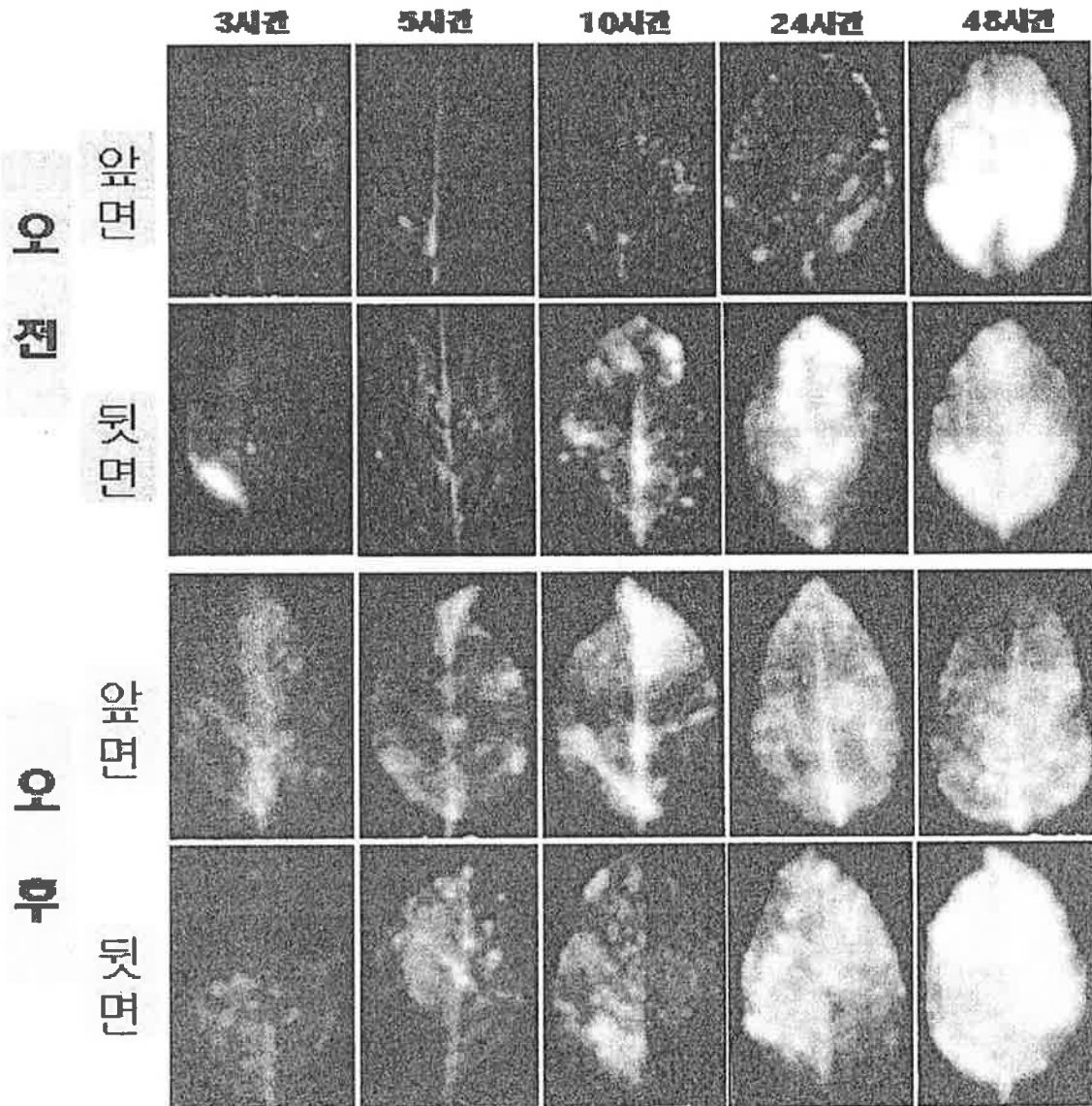
[그림. 24] 사과잎의 공변세포 현미경사진

[표. 10] 사과에서 ^{32}P 를 이용한 인산칼슘 흡수량(CPM/g)

엽면시비시기	시비부위	처리시간				
		3시간	5시간	10시간	24시간	48시간
오전	앞면	0.84	1.51	1.65	1.68	1.78
	뒷면	2.12	2.71	2.68	11.15	14.90
오후	앞면	3.60	6.63	7.42	8.56	8.08
	뒷면	2.15	1.73	7.83	6.07	15.40

그림 24의 현미경 사진에서 보는 바와 같이 사과 잎의 공변세포는 채소류와 달리 잎의 앞면에는 없고 뒷면에만 고루 분포되어 있다. 사과에서 인칼슘의 엽면 흡수양상을 보기 위하여 공변세포가 열려있는 주간과 공변세포가 닫혀있는 야간에 엽면시비한 후, 인칼슘의 ^{32}P 에서 방출되는 β 선의 노출에 의한 film의 감광현상을 autoradiograph한 결과는 그림 25와 ^{32}P 의 activity를 liquid scintillation counter로 측정된 결과는 표 10에서 보는 바와 같다. 공변세포가 열려있는 오전과 공변세포가 닫혀있는 오후에 사과 잎의 앞면과 뒷면에 엽면시비한 후 시간별로 잎에 흡수한 β 선의 강도는 시간에 따라서 증가하는 경향이었으나 채소보다는 흡수속도가 상당히 느린 것을 볼 수 있다. 동화작용이 왕성한 오전에는 엽면시비 3시간 후에는 잎의 앞면에서는 미미한 실정이나 공변세포가 열려있는 뒷면에서의 흡수는 상당한 정

도로 많이 흡수되었다. 이때에는 시비물질이 공변세포를 통하여 상당량이 흡수되는 것으로 생각된다.



* 인칼슘의 흡수양상 : 잎의 부위 - 잎 뒷면 > 잎 앞면

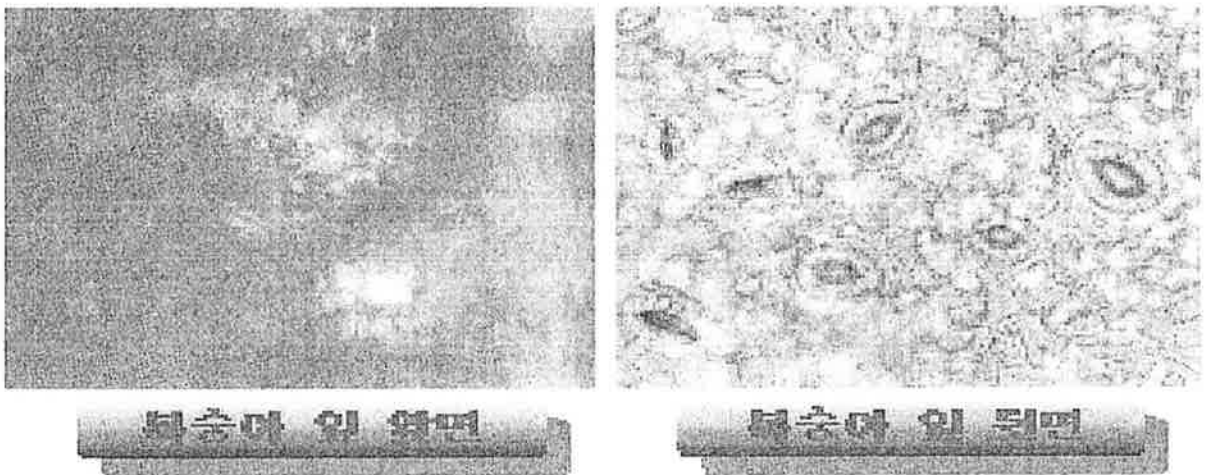
엽면시비시기 - 오후 > 오전

[그림. 25] 사과 잎의 ^{32}P 를 이용한 인산칼슘의 흡수 측정

오전과 오후에 엽면시비 한 결과는 잎의 앞면에서는 오전보다 오후에 흡수양상의 강도가 더 많이 나타났다. 그러나 잎의 뒷면은 오전과 오후 거의 비슷한 양상을 나타냈다. 이러한 결과로 볼 때 잎의 앞면에서의 흡수는 저녁에 흡수가 증가하는 것으로 볼 때 엽면시비는

대기의 습도가 높을 때 흡수량이 증가하는 것으로 생각된다. 또한 잎 뒷면에서의 오전과 오후의 흡수량상을 볼 때 공변세포보다는 잎의 다른 부위에서의 흡수가 상당량에 이르는 것으로 생각된다. 이러한 결과는 엽면시비 물질의 흡수가 주로 잎의 뒷면에서는 공변세포가 열려있을 때는 공변세포를 통한 시비물질의 흡수가 많지만 잎의 공변세포가 닫혀있는 저녁에서의 흡수는 잎의 공변세포가 없는 앞면과 마찬가지로 잎의 다른 조직에서 주로 흡수하는 것으로 생각된다.

라) 복숭아에서의 인산의 엽면흡수 양상조사

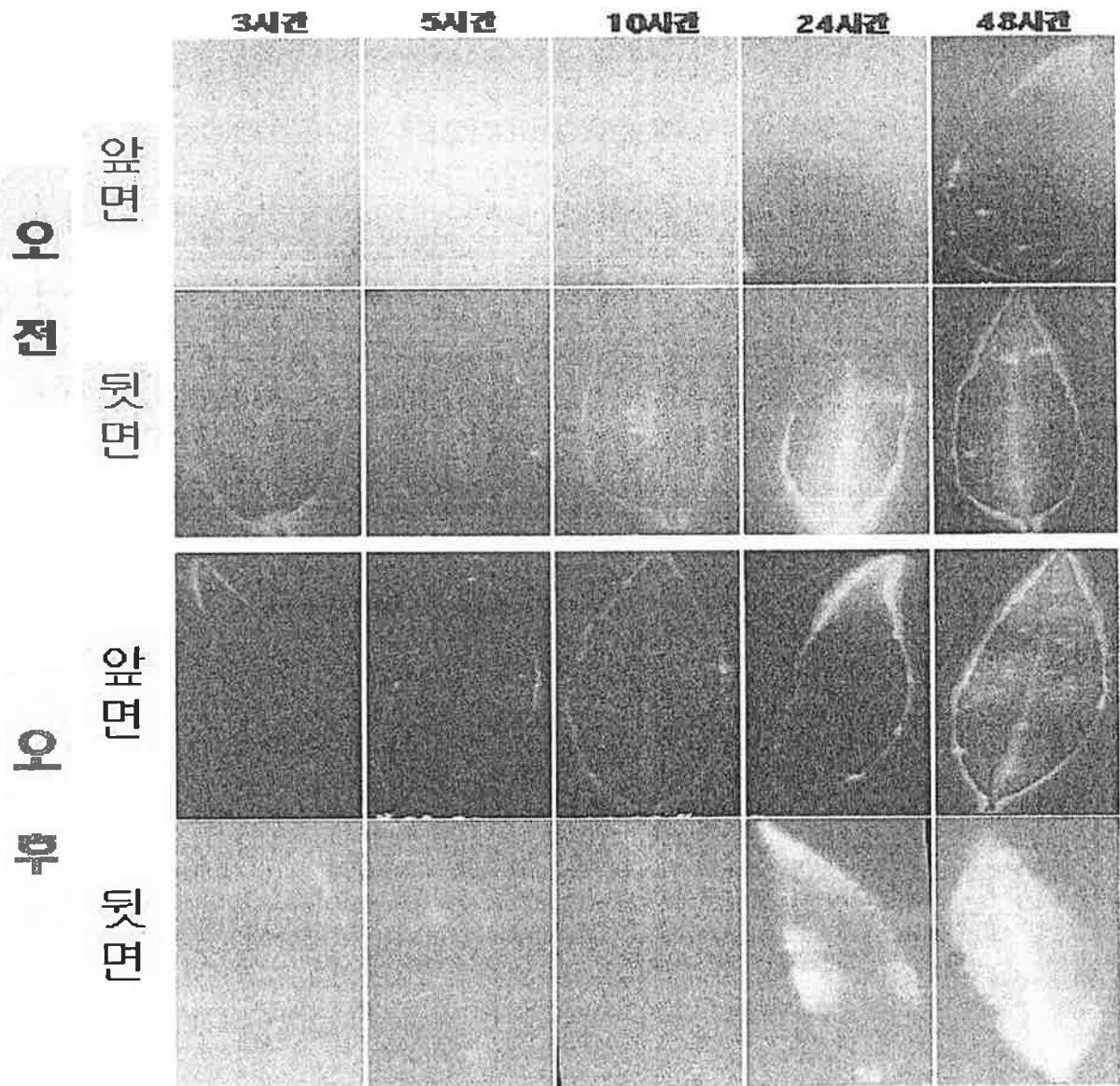


* 기공(공변세포)분포 현황: 잎의 뒷면에만 분포
[그림. 26] 복숭아 잎의 공변세포 현미경사진

그림. 26의 현미경 사진에서 보는 바와 같이 복숭아 잎의 공변세포는 채소류와 달리 잎의 앞면에는 없고 뒷면에만 고루 분포되어 있다. 복숭아에서 인칼슘의 엽면 흡수량상을 보기 위하여 공변세포가 열려있는 주간과 공변세포가 닫혀있는 야간에 엽면시비한 후, 인칼슘의 ^{32}P 에서 방출되는 β 선의 노출에 의한 film의 감광현상을 autoradiograph한 결과는 그림 27과 ^{32}P 의 activity를 liquid scintillation counter로 측정된 결과 표 11에서 보는 바와 같다.

[표. 11] 복숭아 앞에서 ^{32}P 를 이용한 인산칼슘 흡수량(CPM/g)

엽면시비시기	시비부위	처리시간				
		3시간	5시간	10시간	24시간	48시간
오전	앞면	0.15	0.45	0.60	0.84	1.39
	뒷면	1.65	3.32	1.40	6.77	7.38
오후	앞면	1.02	1.26	1.39	4.02	4.86
	뒷면	0.95	1.05	1.83	4.27	6.71



* 인칼슘의 흡수양상 : 잎의 부위 - 잎 뒷면 > 잎 앞면

엽면시비시기 - 오후 > 오전

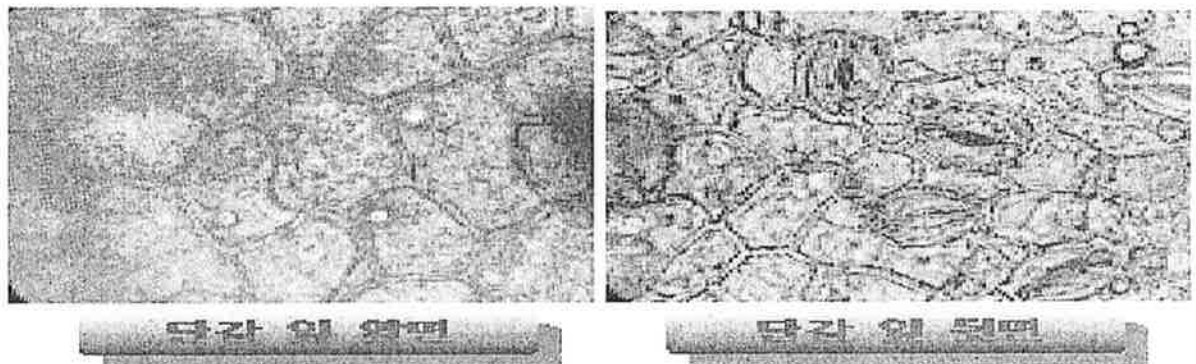
[그림. 27] 복숭아 잎의 ^{32}P 를 이용한 인산칼슘의 흡수 측정

공변세포가 열려있는 오전과 공변세포가 닫혀있는 오후에 복숭아 잎의 앞면과 뒷면에 엽면시비한 후 시간별로 잎에 흡수한 β 선의 강도는 시간에 따라서 증가하는 경향이었으나 채소보다는 흡수속도가 상당히 느린 것을 볼 수 있다. 동화작용이 왕성한 오전에는 엽면시

비 3시간 후에는 공변세포가 없는 잎의 앞면에서는 미미한 실정이나 공변세포가 열려있는 뒷면에서의 흡수는 상당한 정도로 많이 흡수되었다. 오전과 오후에 엽면시비 한 결과는 잎의 앞면에서는 오전보다 오후에 흡수량상의 강도가 더 많이 나타났다. 그러나 잎의 뒷면은 오전이 오후보다 약간 많은 것을 볼 수 있으나 48시간 후에는 오전 오후 거의 비슷한 양상을 나타냈다.

이러한 결과로 볼 때 잎의 앞면에서의 흡수는 저녁에 흡수가 증가하는 것으로 볼 때 엽면시비는 대기의 습도가 높을 때 흡수량이 증가하는 것으로 생각된다. 또한 잎 뒷면에서의 오전과 오후의 흡수량상에 의하면 공변세포의 역할도 상당부분 인정할 수 있으나 잎의 다른 부위에서의 흡수도 상당량에 이르는 것으로 생각된다. 이러한 결과는 엽면시비 물질의 흡수가 주로 잎의 뒷면에서는 공변세포가 열려있을 때는 공변세포를 통한 시비물질의 흡수가 많지만 잎의 공변세포가 없는 앞면이나 공변세포가 닫혀있는 뒷면에서의 흡수는 잎의 다른 조직에서 주로 흡수하는 것으로 생각된다.

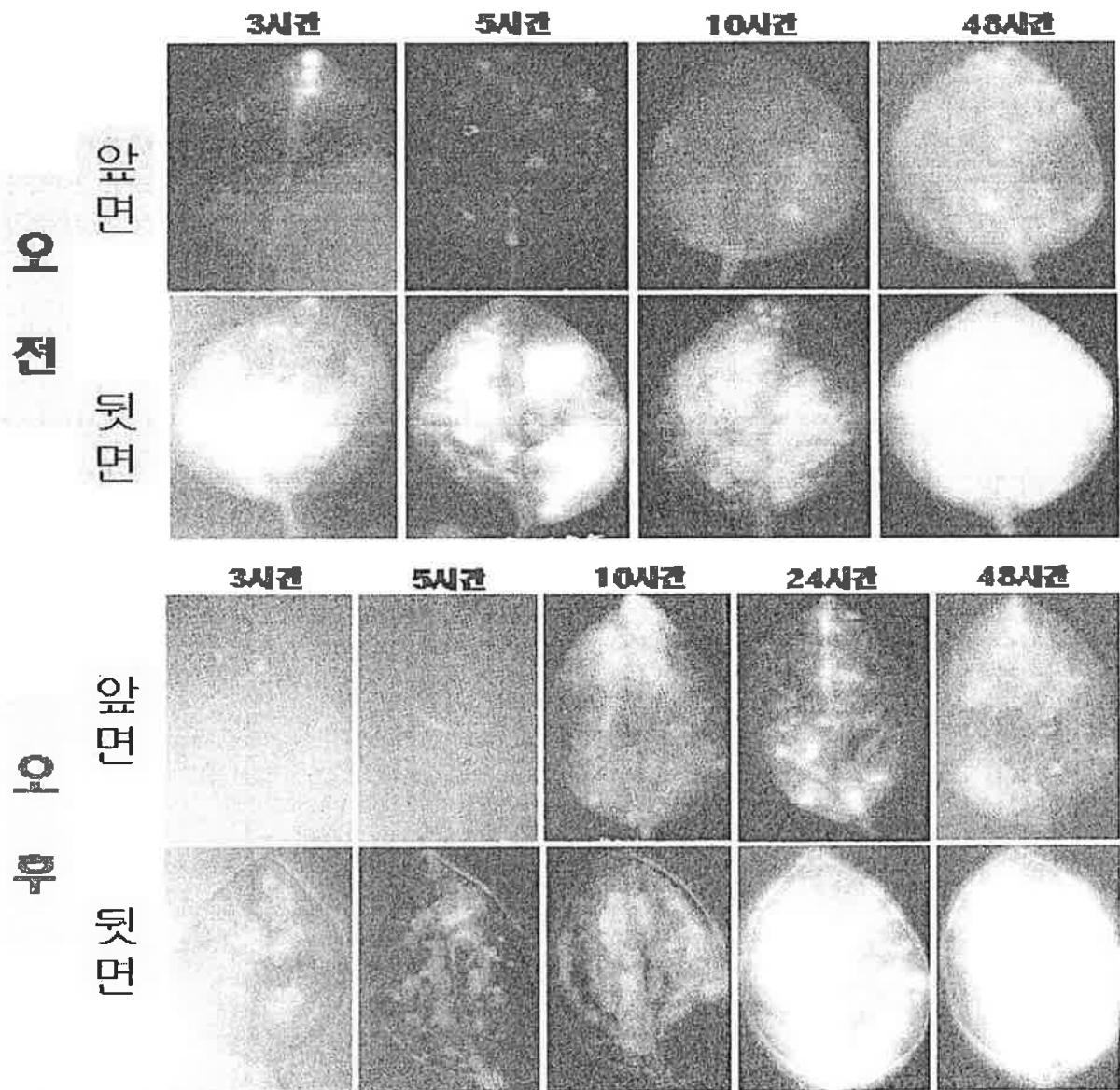
마) 단감에서의 인산의 엽면흡수 양상조사



[그림. 28] 단감 잎의 공변세포 현미경사진

[표. 12] 단감 잎에서 ³²P를 이용한 인산칼슘 흡수량(CPM/g)

엽면시비시기	시비부위	처리시간				
		3시간	5시간	10시간	24시간	48시간
오전	앞면	0.23	0.42	0.74	-	1.58
	뒷면	2.78	2.80	2.87	-	10.87
오후	앞면	0.23	0.27	1.13	1.27	1.37
	뒷면	1.39	1.71	1.43	8.32	11.74



* 인칼균의 흡수양상 : 앞의 부위 - 앞 뒷면 > 앞 앞면
 엽면시비시기 - 오후 > 오전

[그림. 29] 단감 잎의 ³²P를 이용한 인산칼슘의 흡수 측정

그림. 28의 현미경 사진에서 보는 바와 같이 단감 잎의 공변세포는 나무종류라서 채소류와 달리 잎의 앞면에는 없고 뒷면에만 고루 분포되어 있다. 단감에서 인칼균의 엽면 흡수 양상을 보기 위하여 공변세포가 열려있는 주간과 공변세포가 닫혀있는 야간에 엽면시비한

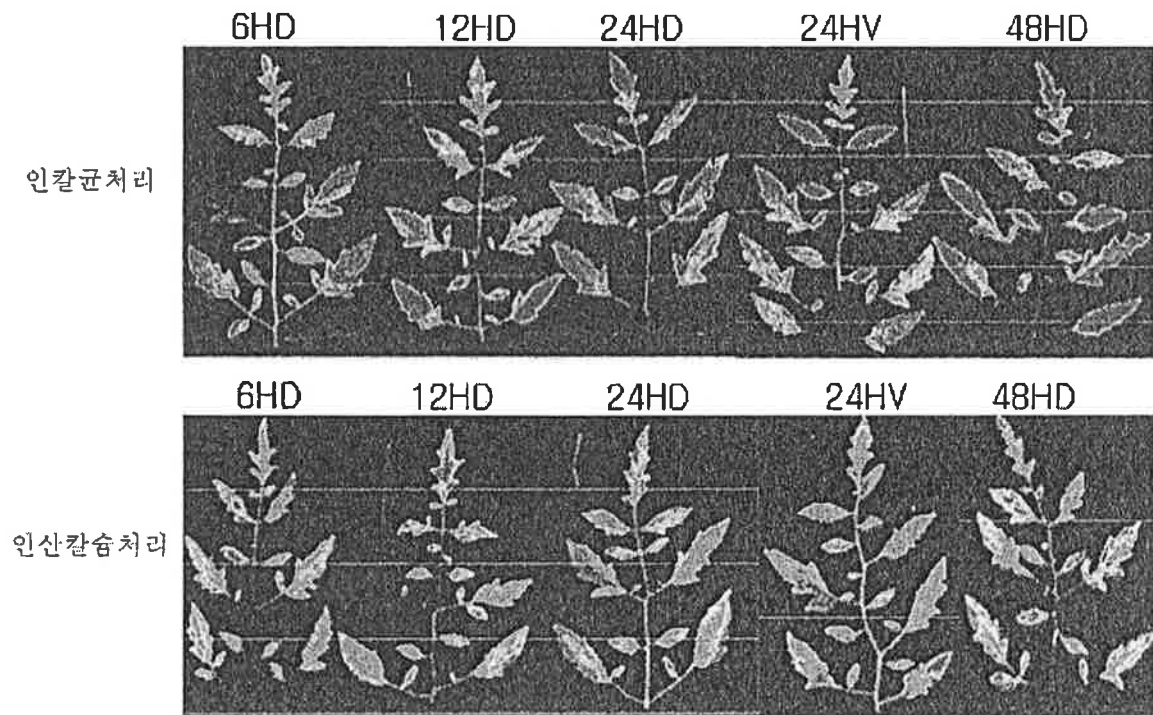
후, 인칼균의 ^{32}P 에서 방출되는 β 선의 노출에 의한 film의 감광현상을 autoradiograph한 결과는 그림 29와 ^{32}P 의 activity를 측정한 결과는 표 12에서 보는 바와 같다. 단감에서 엽면 시비처리 24시간은 자료의 실수로 사용할 수가 없었다. 공변세포가 열려있는 오전과 공변 세포가 닫혀있는 오후에 단감 잎의 앞면과 뒷면에 엽면시비한 후 시간별로 잎에 흡수한 β 선의 강도는 시간에 따라서 증가하는 경향이었으나 채소보다는 흡수속도가 상당히 느린 것을 볼 수 있다. 동화작용이 왕성한 오전에는 엽면시비 3시간 후에는 공변세포가 없는 잎의 앞면에서는 미미한 실정이나 공변세포가 열려있는 뒷면에서의 흡수는 상당한 정도로 많이 흡수되었다.

오전과 오후에 엽면시비 한 결과는 잎의 앞면에서는 오전과 오후에 흡수량상의 강도가 비슷하게 나타났다. 그러나 잎의 뒷면은 오전에는 엽면시비 후 3시간은 더 많았으나 시간이 지남에 따라서는 오전 오후별로 차이가 줄면서 시비 후 48시간 후에는 오전 오후 거의 비슷한 양상을 나타냈다. 이러한 결과로 볼 때 잎의 앞면에서의 흡수는 저녁에 흡수가 증가하는 것으로 볼 때 엽면시비는 대기의 습도가 높을 때 흡수량이 증가하는 것으로 생각된다. 또한 잎 뒷면에서의 오전과 오후의 흡수량상을 볼 때 공변세포의 역할도 상당부분 인정할 수 있으나 잎의 다른 부위에서의 흡수도 상당량에 이르는 것으로 생각된다. 이러한 결과는 엽면시비 물질의 흡수가 주로 잎의 뒷면에서는 공변세포가 열려있을 때는 공변세포를 통한 시비물질의 흡수가 많지만 잎의 공변세포가 없는 앞면이나 공변세포가 닫혀있는 뒷면에서의 흡수는 잎의 다른 조직에서 주로 흡수하는 것으로 생각된다.

2) 인산칼슘과 인칼균의 엽면시비 시 인산과 칼슘의 흡수양상과 체내에서의 이동조사

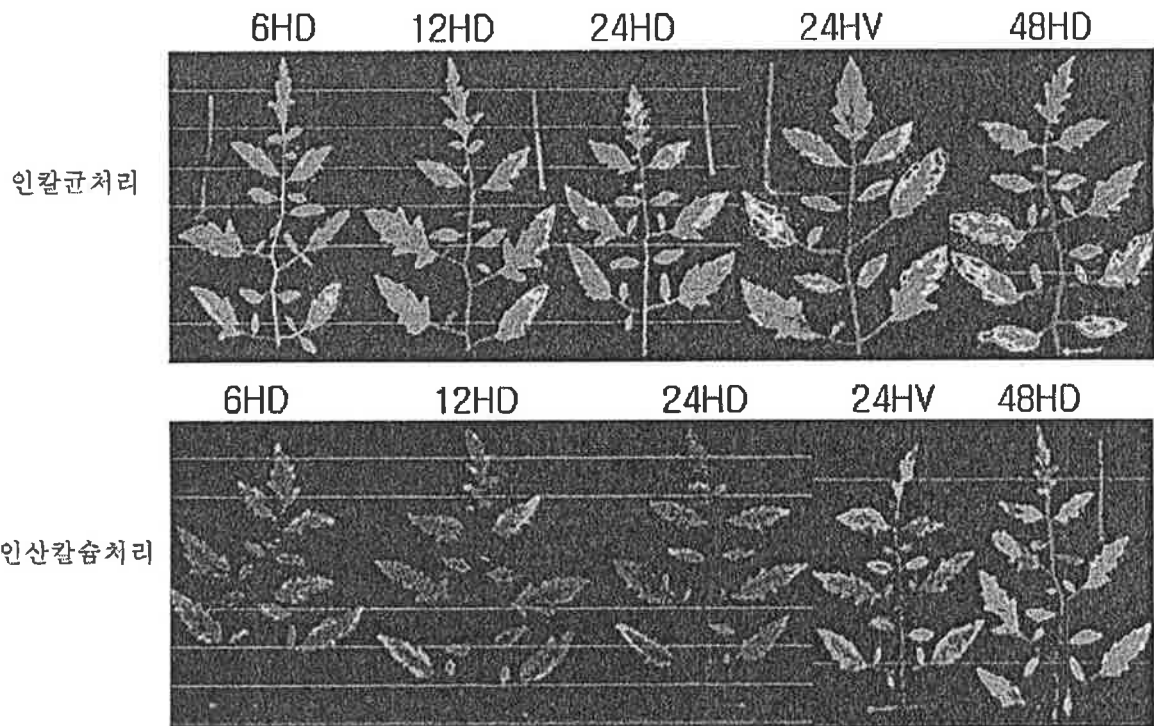
가) 토마토에서 인산과 칼슘의 흡수양상과 체내에서의 이동

(1) 인칼균($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$ +효모)과 인산칼슘($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$) 엽면시비 후 토마토에 의한 Ca와 P의 엽면흡수



[그림. 30] 인칼균과 인산칼슘 엽면시비 시 시간별 토마토 잎의 ^{45}Ca 흡수(H:시간, D:잎의 뒷면, V:잎의 앞면)

토마토에서의 ^{45}Ca 으로 표지한 인칼균($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$)과 인산칼슘($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$)의 Ca의 흡수양상은 공변세포가 달리는 저녁에 잎의 뒷면에 엽면시비한 후 ^{45}Ca Activity를 Bio-imaging Analyzer(Model BAs-500, Fuji film, Tokyo)로 조직에 함유된 ^{45}Ca 에서 방출되는 β 선의 강도를 computer에 의해서 color image로 변환시켜 천연색사진으로 관독한 결과는 그림 30과 ^{45}Ca 의 activity를 LSC로 측정된 결과는 표 13에서 보는 바와 같다. Ca의 흡수는 시간이 지남에 따라서 증가하는 경향이었으며, 인칼균의 Ca이 인산칼슘의 Ca보다 60%이상 더 많이 흡수하는 경향이였다. 엽면시비 후 24시간에서 Ca의 흡수는 잎의 앞면보다는 뒷면에서 60%이상 증가하였다.



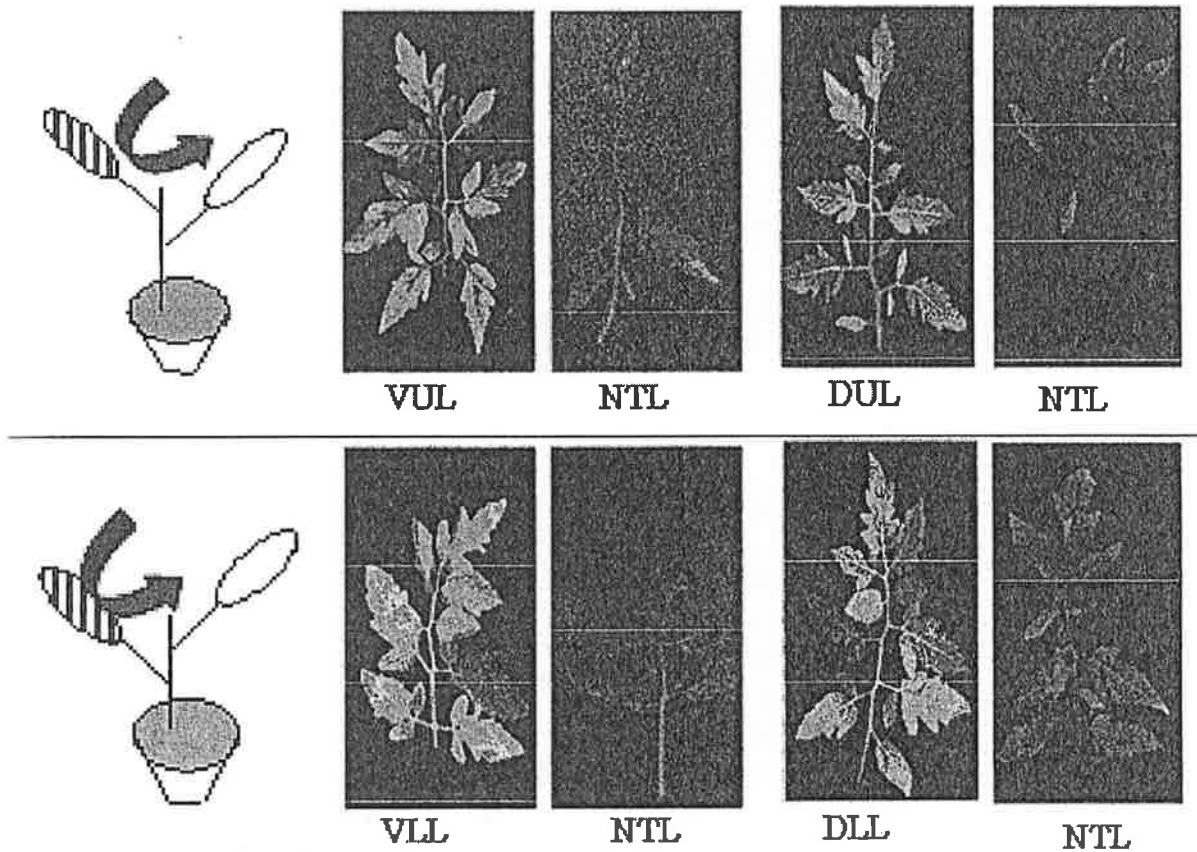
[그림. 31] 인칼균과 인산칼슘 엽면시비 시 시간별 토마토 잎의 ^{32}P 흡수(H:시간, D:잎의 뒷면, V:잎의 앞면)

[표. 13] 인칼균과 인산칼슘 엽면시비 시 시간별 토마토 잎의 ^{45}Ca 와 ^{32}P 의 흡수량 ($\mu\text{Ci/g DW}$)

처리	시간	6H		12H		24H		48H	
		Dosal	Ventral	Dosal	Ventral	Dosal	Ventral	Dosal	Ventral
^{45}Ca	인 칼 균	0.741	1.436	1.606	0.913	1.585			
	인산칼슘	0.394	0.536	0.706	0.613	0.907			
^{32}P	인 칼 균	0.283	0.412	1.383	0.715	2.070			
	인산칼슘	0.147	0.230	0.481	0.320	0.789			

토마토에서의 ^{32}P 로 표지한 인칼균 $\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$ 와 인산칼슘 $\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$ 에서의 ^{32}P 의 흡수 양상은 공변세포가 닫히는 저녁에 잎의 뒷면에 엽면시비 한 결과는 그림 31과 ^{32}P 의 activity를 LSC로 측정된 결과는 표 13에서 보는 바와 같다. P의 흡수는 시간이 지남에 따라서 증가하는 경향이였으며, 인칼균의 P가 인산칼슘의 P보다 2배 이상 많이 흡수하는 경향이 었다. 엽면시비 후 24시간에서 P의 흡수는 잎의 앞면보다는 뒷면에서 Ca보다도 더 많이 증 기하였다. 이는 Ca의 흡수차이보다 P의 흡수차이가 다 많았다.

(2) 인칼슘($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$ +효모)과 인산칼슘($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$)
 엽면시비 후 토마토에 의한 Ca의 엽면흡수와 흡수양분의 이동(48시간)



[그림. 32] 토마토 잎의 앞면(VUL)과 뒷면(DUL), 아랫잎의 앞면(VLL)과 뒷면(DLL)에 인칼슘 엽면시비 시 ^{45}Ca 흡수

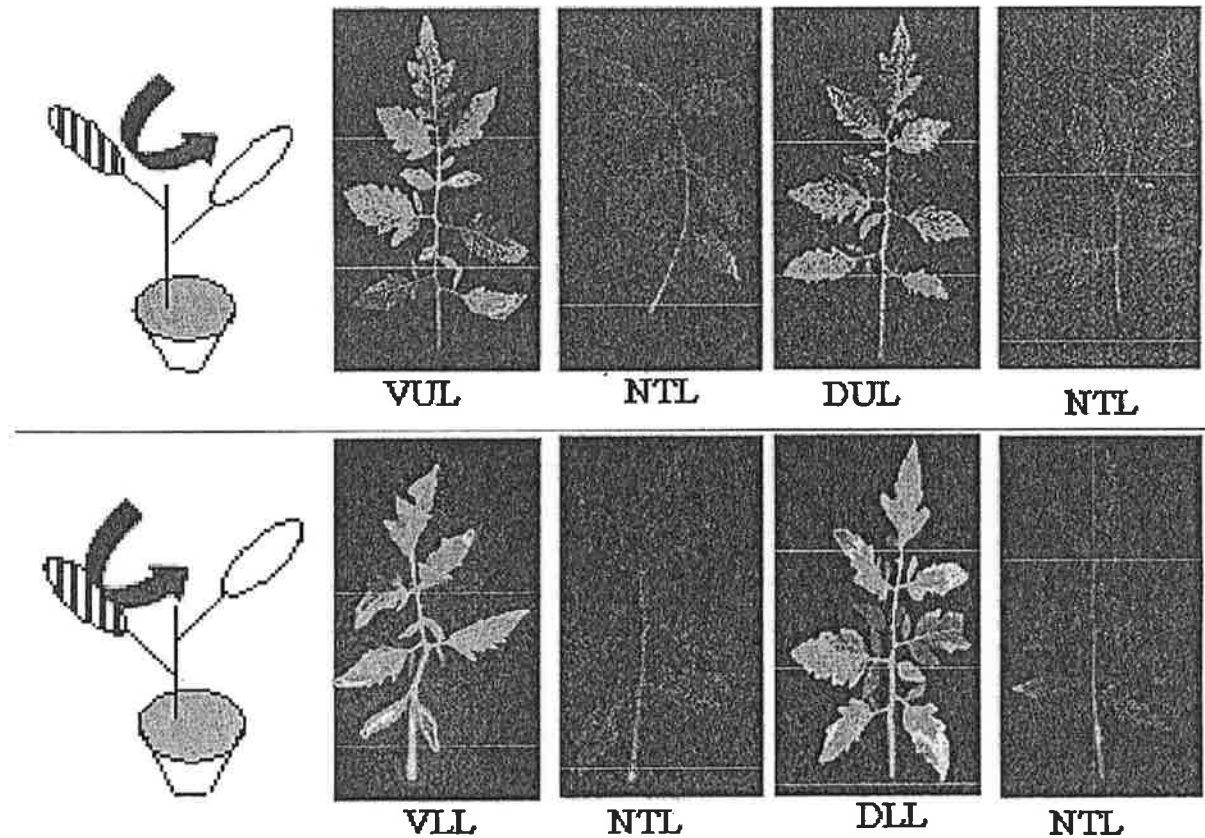
[표. 14] 토마토 잎의 앞면(VUL)과 뒷면(DUL), 아랫잎의 앞면(VLL)과 뒷면(DLL)에 인칼슘과 인산칼슘 엽면시비 시 ^{45}Ca 흡수량($\mu\text{Ci} / \text{g DW}$)

인칼	VUL	0.635	NTL	0.003	VLL	0.733	NTL	0.004
슘	DUL	0.789	NTL	0.003	DLL	1.086	NTL	0.005
인산	VUL	0.579	NTL	0.003	VLL	0.698	NTL	0.003
칼슘	DUL	0.559	NTL	0.003	DLL	0.703	NTL	0.004

* NTL : 엽면시비하지 않은 잎

토마토를 2개의 잎만 남기고 잎에서 엽면시비한 후 아랫잎으로의 흡수성분 이동을 보기 위하여 공변세포가 닫히는 저녁에 잎의 앞면(VUL)과 뒷면(DUL)에 각각 인칼슘을 엽면시비하여 48시간 후에 ^{45}Ca 로 표지한 엽면시비결과는 그림 32와 같으며, Ca가 잎의 뒷면에서 흡

수한 양은 잎의 앞면에서 흡수한 것보다도 많이 나왔으며, 아랫잎으로 이동된 Ca의 양은 비슷하게 나왔다(표 14).



[그림. 33] 토마토 윗잎의 앞면(VUL)과 뒷면(DUL), 아랫잎의 앞면(VLL)과 뒷면(DLL)에 인산칼슘 엽면시비 시 ^{45}Ca 흡수

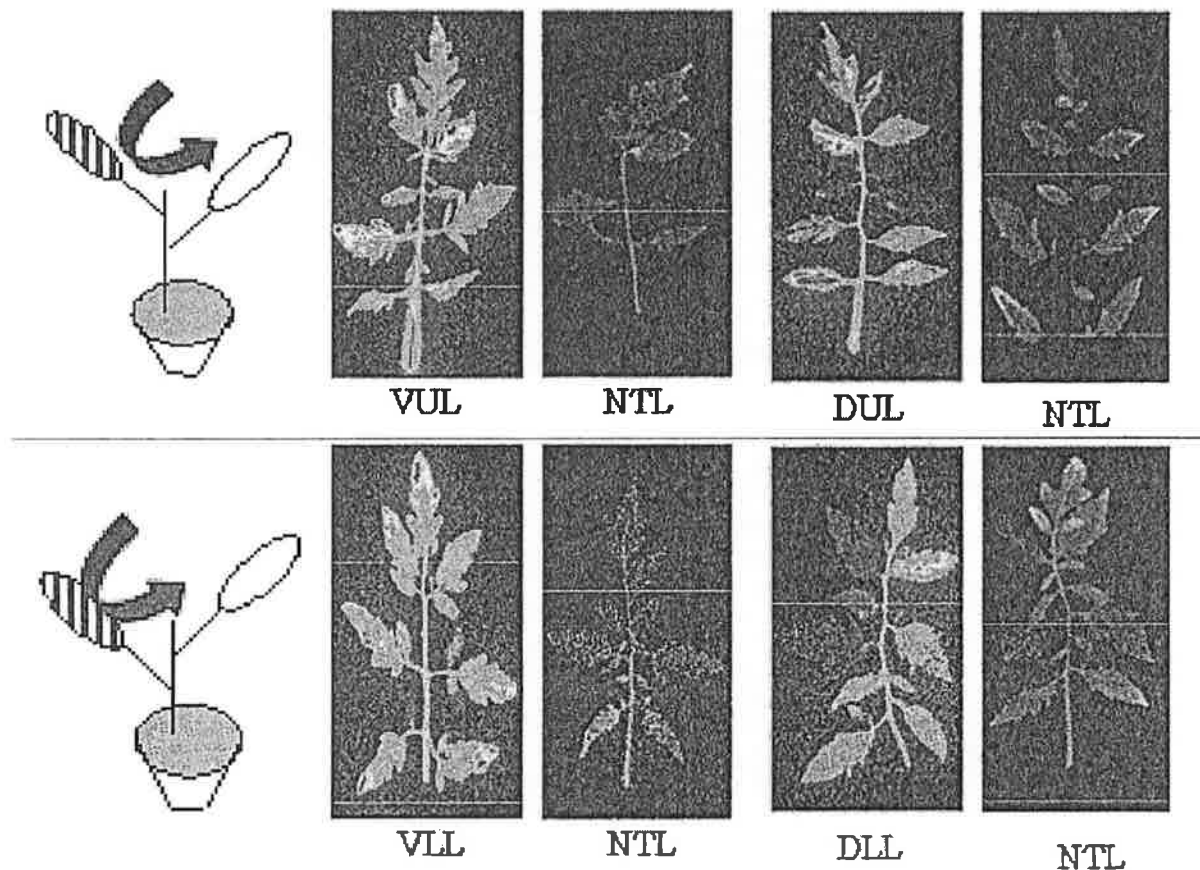
또한 토마토를 2개의 잎만 남기고 공변세포가 닫히는 저녁에 윗 잎에서 인산칼슘을 엽면시비한 후 아랫 잎으로 흡수성분의 이동을 보기 위하여 잎의 앞면과 뒷면에 각각 엽면시비한 후 48시간 후에 ^{45}Ca 로 표지한 엽면시비결과는 그림 33과 같으며, Ca가 잎의 뒷면에서 흡수한 양은 잎의 앞면에서 흡수한 것보다도 많이 나왔으나 인칼균 엽면시비보다는 적게 흡수하였다. 윗잎으로 이동된 Ca의 양은 잎 뒷면에 엽면시비 한 처리구에서 더 많이 나왔다(표 14).

토마토를 2개의 잎만 남기고 공변세포가 닫히는 저녁에 인칼균을 아랫 잎에서 엽면시비한 후 윗잎으로(그림 32) 흡수성분의 이동을 보기 위하여 잎의 앞면(VLL)과 뒷면(DLL)에 각각 엽면시비 48시간 후 ^{45}Ca 로 표지한 엽면시비결과는 Ca가 잎의 뒷면이 잎의 앞면에서 흡수

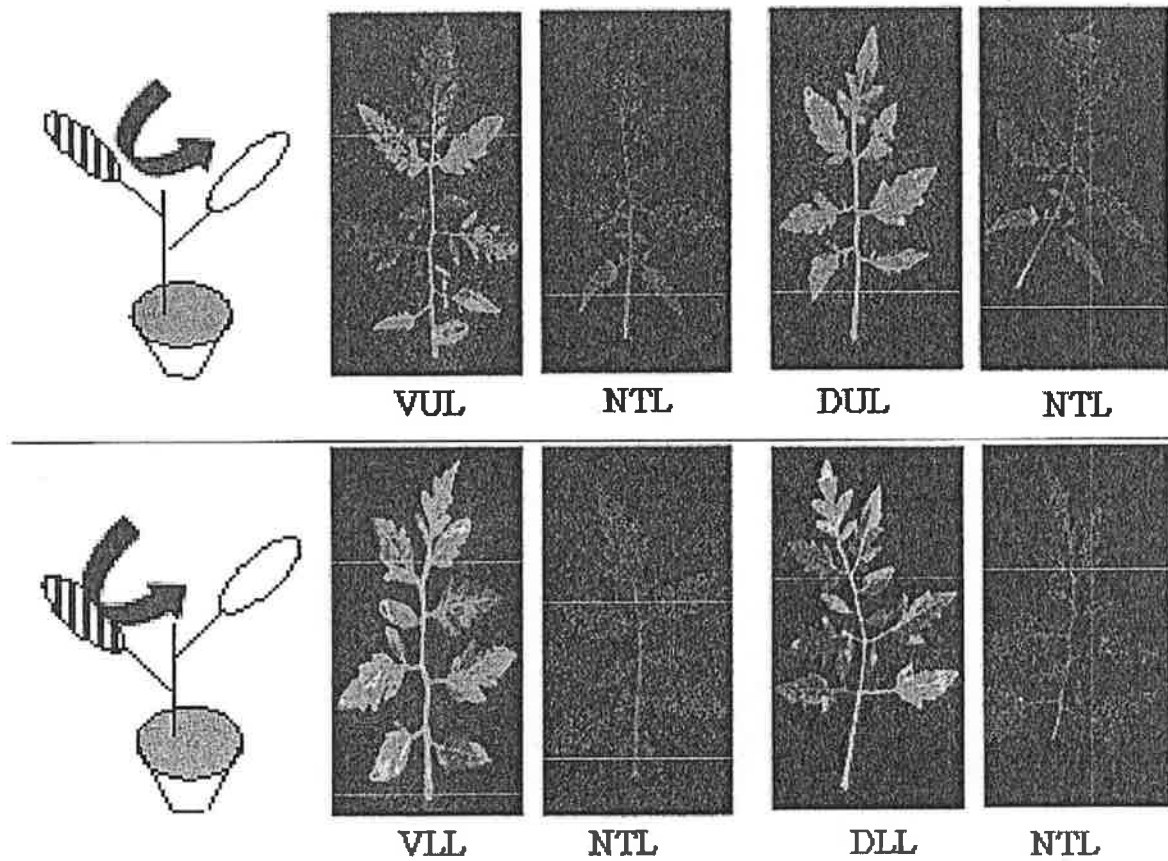
한 것보다도 많이 나왔으며, 윗잎으로 이동된 Ca의 양은 잎 뒷면에 엽면시비한 처리구에서 더 많이 나왔다. 이는 Ca의 엽면 흡수량이 많고 Ca의 이동이 잎의 하부보다는 상부로의 이동이 활발한 것으로 생각된다(표 14).

또한 토마토를 2개의 잎만 남기고 공변세포가 닫히는 저녁에 인산칼슘을 아랫잎에서 엽면시비 한 후 윗잎으로(그림 33)의 이동을 보기 위하여 잎의 앞면과 뒷면에 각각 엽면시비 48시간 후 ^{45}Ca 로 표지한 엽면시비결과는 Ca가 잎의 뒷면이 잎의 앞면에서 흡수한 것보다도 많이 나왔으나, 인칼균 보다는 적게 흡수하였다. 윗잎으로 이동된 Ca의 양은 잎 뒷면에 엽면시비 한 처리구에서 더 많이 나왔다. 이는 Ca의 엽면 흡수량이 많고 Ca의 이동이 잎의 하부보다는 상부로의 이동이 활발한 것으로 생각된다(표 14).

(3) 인칼균($\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$ +효모)과 인산칼슘($\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$)엽면시비 후 토마토에 대한 P의 엽면흡수와 흡수성분의 이동(48시간)



[그림. 34] 토마토 윗잎의 앞면(VUL)과 뒷면(DUL), 아랫 잎의 앞면(VLL)과 뒷면(DLL)에 인칼균 엽면시비 시 ^{32}P 흡수



[그림. 35] 토마토 윗잎의 앞면(VUL)과 뒷면(DUL), 아랫잎의 앞면(VLL)과 뒷면(DLL)에 인산칼슘 엽면시비 시 ³²P흡수

[표. 15] 토마토 윗잎의 앞면(VUL)과 뒷면(DUL), 아랫잎의 앞면(VLL)과 뒷면(DLL)에 인칼슘과 인산칼슘 엽면시비 시 ³²P흡수량 (μCi /g DW)

인칼	VUL	0.857	NTL	0.004	VLL	0.906	NTL	0.006
균	DUL	0.890	NTL	0.005	DLL	1.168	NTL	0.007
인산	VUL	0.475	NTL	0.004	VLL	0.959	NTL	0.005
칼슘	DUL	0.619	NTL	0.004	DLL	0.983	NTL	0.006

* NTL : 엽면시비하지 않은 잎

토마토를 2개의 잎만 남기고 윗 잎에서 엽면시비한 후 아랫잎(그림 34)으로의 흡수성분 이동을 보기 위하여 공변세포가 달리는 저녁에 잎의 앞면(VUL)과 뒷면(DUL)에 각각 인칼슘을 엽면시비하여 48시간 후에 ³²P로 표지한 엽면시비결과는 P가 잎의 뒷면에서 흡수한 양은 잎의 앞면에서 흡수한 것 보다도 많게 나왔으며, 아랫잎으로 이동된 P의 양은 잎 뒷면에 엽면시비 한 처리에서 많게 나왔다(표 15).

또한 토마토를 2개의 잎만 남기고 공변세포가 닫히는 저녁에 윗 잎에서 인산칼슘을 엽면 시비한 후 아랫 잎으로(그림 35) 흡수성분의 이동을 보기 위하여 잎의 앞면과 뒷면에 각각 엽면시비한 후 48시간 후에 ^{32}P 로 표지한 엽면시비결과는 P가 잎의 뒷면에서 흡수한 양은 잎의 앞면에서 흡수한 것보다도 많게 나왔으나 인칼균 엽면시비보다는 적게 흡수하였다. 윗 잎으로 이동된 P의 양은 잎의 앞면이나 뒷면에서 비슷하였다(표 15).

토마토를 2개의 잎만 남기고 공변세포가 닫히는 저녁에 인칼균을 아랫 잎에서 엽면시비 후 윗잎으로(그림 34) 흡수성분의 이동을 보기 위하여 잎의 앞면(VLL)과 뒷면(DLL)에 각각 엽면시비 48시간 후 ^{32}P 로 표지한 엽면시비결과는 P의 흡수량은 잎의 뒷면이 잎의 앞면에서 흡수한 것 보다도 많게 나왔으며, 윗잎으로 이동된 P의 양은 잎 뒷면에 엽면시비한 처리구에서 더 많이 나왔다. 이는 P의 엽면 흡수량이 많고 P의 이동이 잎의 하부보다는 상부로의 이동이 활발한 것으로 생각된다(표 15).

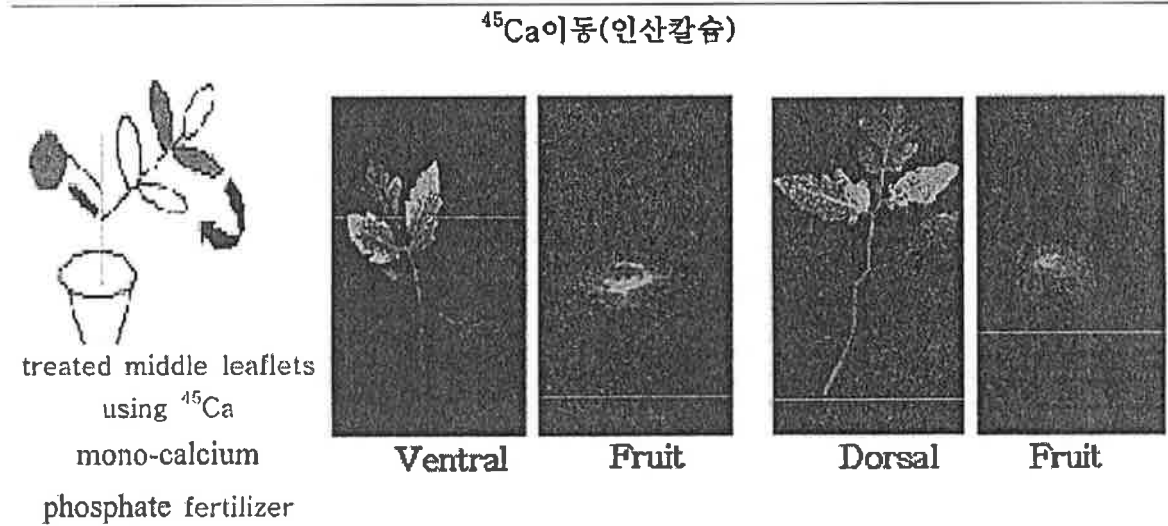
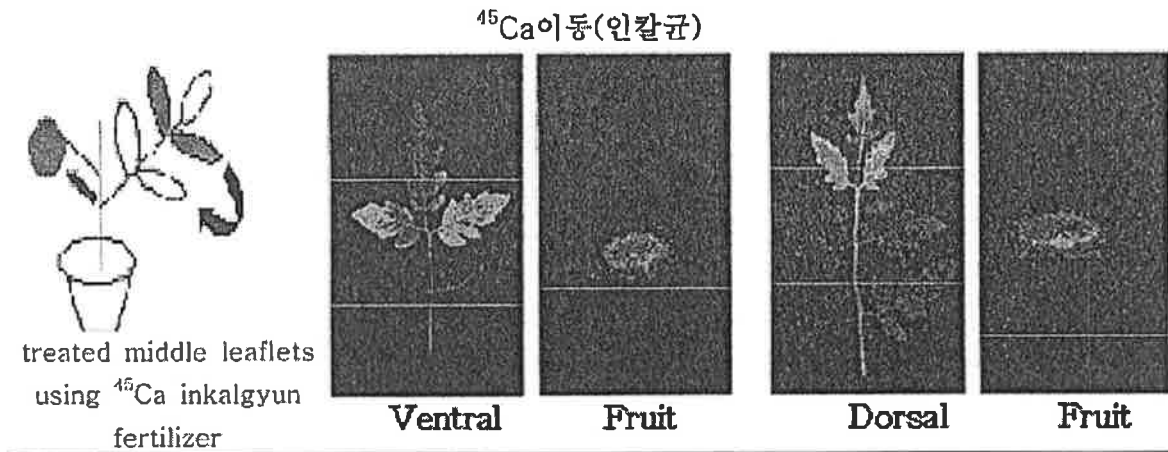
또한 토마토를 2개의 잎만 남기고 공변세포가 닫히는 저녁에 인산칼슘을 아랫 잎에서 엽면시비 한 후 윗잎으로(그림 35)의 이동을 보기 위하여 잎의 앞면과 뒷면에 각각 엽면시비 48시간 후 ^{32}P 로 표지한 엽면시비결과는 P의 흡수가 잎의 뒷면이 잎의 앞면에서 흡수한 것 보다도 약간 많게 흡수하였다. 윗잎으로 이동된 P의 양은 잎 뒷면에 엽면시비한 처리구에서 더 많이 나왔다. 이는 P의 엽면 흡수량이 많고 P의 이동이 잎의 하부보다는 상부로의 이동이 활발한 것으로 생각된다(표 15).

(4) 인칼균($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$ 효모)과 인산칼슘($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$)에 대한 시간별 토마토의 엽면흡수

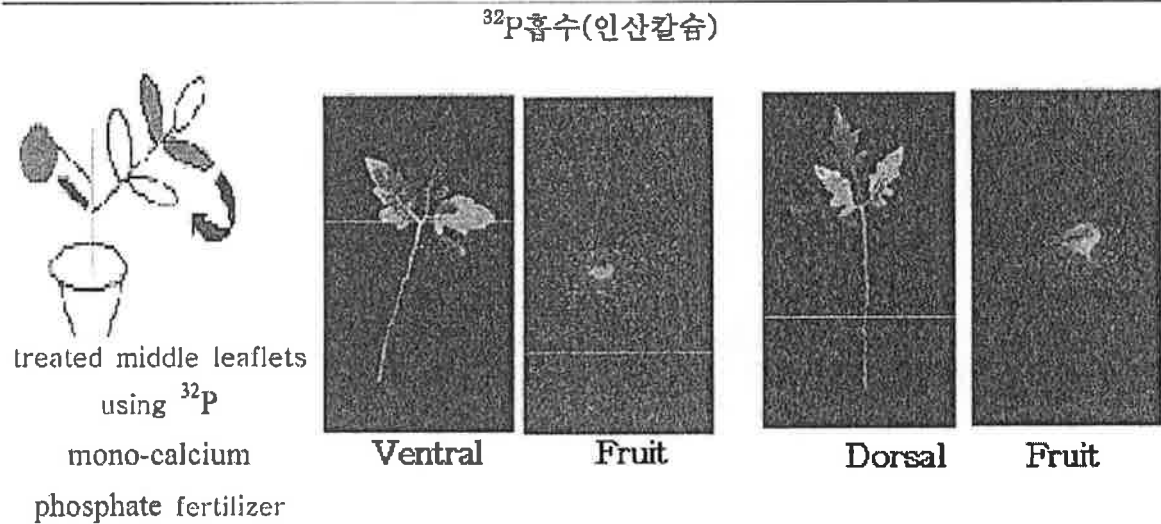
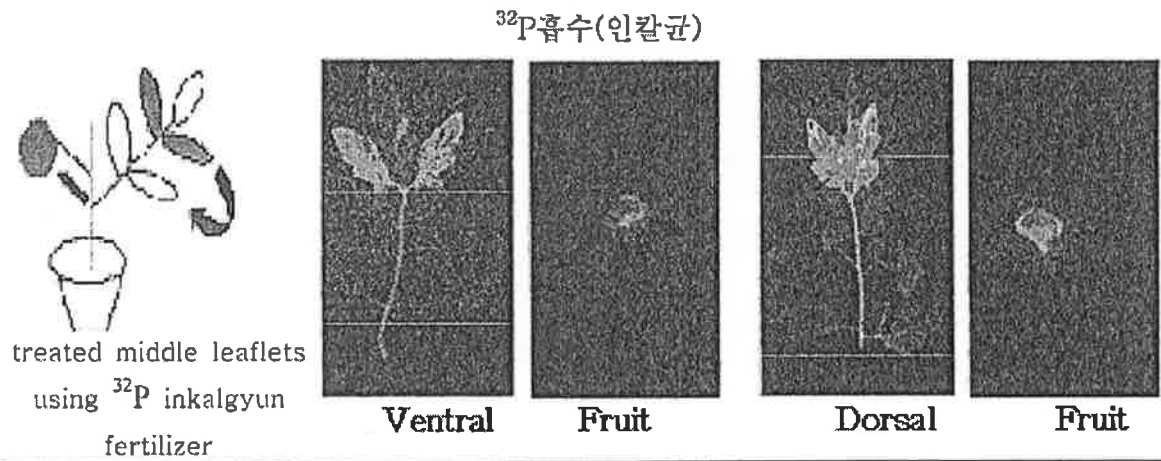
[표. 16] 토마토 중간 잎의 앞면과 뒷면에 인칼균과 인산칼슘을 엽면시비 후 토마토 열매로의 ^{45}Ca 과 ^{32}P 의 이동량($\mu\text{Ci} / \text{g DW}$)

성분	구분	처리부위	Dosal	NTL	Fruit
^{45}Ca	인칼균	Ventral	0.971	0.043	0.002
		Dosal	1.452	0.064	0.003
	인산칼슘	Ventral	0.946	0.014	0.002
		Dosal	1.096	0.027	0.003
^{32}P	인칼균	Ventral	0.928	0.034	0.032
		Dosal	1.352	0.076	0.056
	인산칼슘	Ventral	0.720	0.021	0.022
		Dosal	1.052	0.068	0.050

* NTL : 엽면시비하지 않은 잎



[그림. 36] 토마토 중간 잎의 앞면과 뒷면에 인칼슘과 인산칼슘을 엮면시비 후 토마토 열매로의 ^{45}Ca 이동



[그림. 37] 토마토 중간 잎의 앞면과 뒷면에 인칼균과 인산칼슘을 엽면시비 후 토마토 열매로의 ^{32}P 이동

토마토를 중간 2개의 잎에만 엽면시비한 후 토마토의 열매(그림 36)로의 흡수성분 이동을 보기 위하여 공변세포가 닫히는 저녁에 잎의 앞면과 뒷면에 각각 인칼균을 엽면시비하여 48시간 후에 ^{45}Ca 로 표지한 엽면시비결과는 Ca가 잎의 뒷면에서 흡수한 양은 잎의 앞면에서 흡수한 것보다도 많게 나왔으며, 토마토를 얇게 잘라서 ^{45}Ca 에서 방출되는 β 선의 강도를 computer에 의해서 color image로 변환시켜 천연색사진으로 판독한 결과는 그림 36과 표 16에서 보는바와 같이 토마토 열매로 이동되었다.

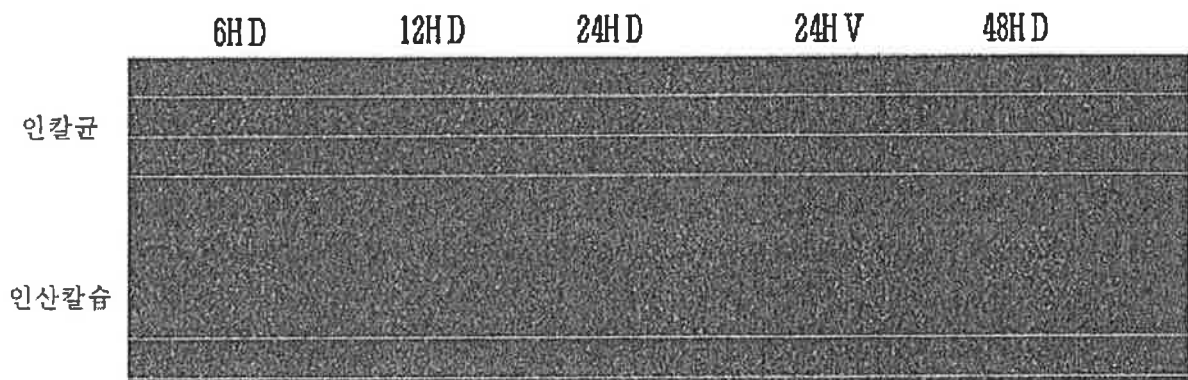
또한 토마토를 2개의 잎에만 공변세포가 닫히는 저녁에 인산칼슘을 엽면시비한 후 토마토 열매로 흡수한 성분의 이동을 보기 위하여 잎의 앞면과 뒷면에 각각 엽면시비한 후 48시간 후에 ^{45}Ca 로 표지한 엽면시비결과는 Ca가 잎의 뒷면에서 흡수한 양은 잎의 앞면에서 흡수한 것보다도 많게 나왔으나 인칼균 엽면시비보다는 적게 흡수하였다. 토마토를 얇게 잘라

서 ^{45}Ca 에서 방출되는 β 선의 강도를 computer에 의해서 color image로 변환시켜 천연색사진으로 판독한 결과는 그림과 같이 토마토 열매로 이동되었다(표 16).

토마토를 2개의 잎에만 엽면시비한 후 토마토(그림 37)열매로 이동한 현상을 보기 위하여 공변세포가 닫히는 저녁에 잎의 앞면과 뒷면에 각각 인칼균을 엽면시비 하여 48시간 후에 ^{32}P 로 표지한 엽면시비결과는 P가 잎의 뒷면에서 흡수한 양은 잎의 앞면에서 흡수한 것보다도 많게 나왔으며, 토마토를 얇게 잘라서 ^{32}P 에서 방출되는 β 선의 강도를 computer에 의해서 color image로 변환시켜 천연색사진으로 판독한 결과는 그림 37과 표 16에서 보는바와 같이 토마토 열매로 이동되었다.

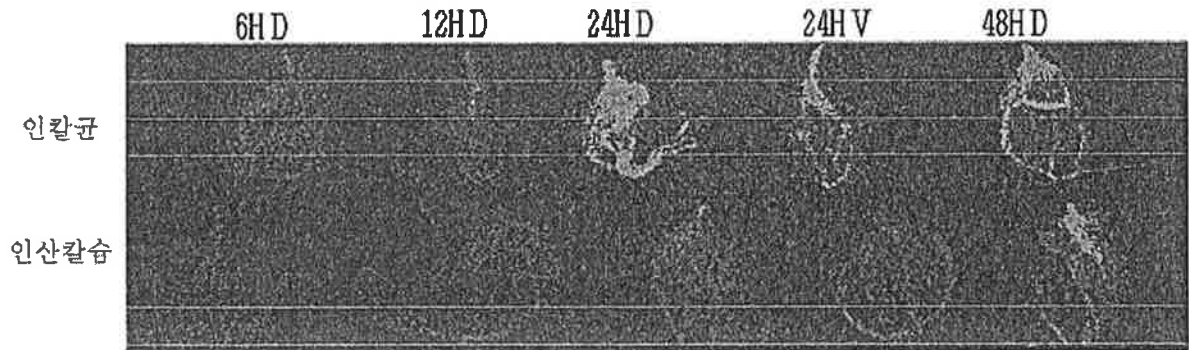
또한 토마토를 2개의 잎에만 엽면시비한 후 토마토(그림 36)열매로 이동한 현상을 보기 위하여 공변세포가 닫히는 저녁에 잎의 앞면과 뒷면에 각각 인산칼슘을 엽면시비하여 48시간 후에 ^{32}P 로 표지한 엽면시비결과는 P가 잎의 뒷면에서 흡수한 양은 잎의 앞면에서 흡수한 것보다도 많게 나왔으나 인칼균 보다는 적게 흡수되었다. 토마토를 얇게 잘라서 ^{32}P 에서 방출되는 β 선의 강도를 computer에 의해서 color image로 변환시켜 천연색사진으로 판독한 결과는 그림과 같이 토마토 열매로 이동되었다(표 16).

(5) 인칼균($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$ +효모)과 인산칼슘($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$)에 대한 시간별 토마토의 엽면흡수 성분의 뿌리로의 이동
 ^{45}Ca 이동량



[그림. 38] 토마토 중간 잎의 앞면과 뒷면에 인칼균과 인산칼슘을 엽면시비 후 시간경과에 따른 토마토 뿌리로의 ^{45}Ca 이동(H 시간, D 잎의 뒷면, V 잎의 앞면)

³²P이동량



[그림. 39] 토마토 중간 잎의 앞면과 뒷면에 인칼균과 인산칼슘을 엽면시비 후 시간경과에 따른 토마토 뿌리로의 ³²P이동(H 시간, D 잎의 뒷면, V 잎의 앞면)

[표. 17] 토마토 중간 잎의 앞면과 뒷면에 인칼균과 인산칼슘을 엽면시비 후 시간경과에 따른 토마토 뿌리로의 ⁴⁵Ca와 ³²P 이동량 (μCi /g DW)

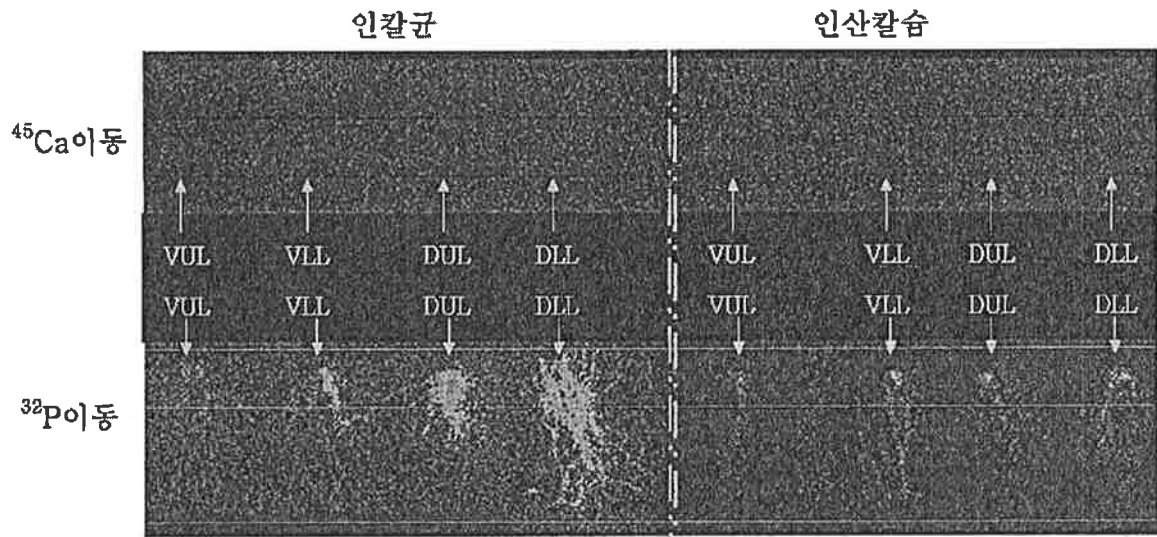
처리	시간	6H	12H	24H		48H
	잎부위	Dosal	Dosal	Dosal	Ventral	Dosal
⁴⁵ Ca	인 칼 균	-	-	-	-	-
	인산칼슘	-	-	-	-	-
³² P	인 칼 균	0.005	0.011	0.041	0.036	0.043
	인산칼슘	0.002	0.006	0.010	0.014	0.027

토마토를 2개의 잎에만 엽면시비한 후 흡수성분의 이동을 보기 위하여 공변세포가 달리는 저녁에 잎의 앞면과 뒷면에 각각 인칼균과 인산칼슘을 엽면시비 하여 시간별로 토마토의 뿌리로의 이동을 보기 위하여 ⁴⁵Ca로 표지한 엽면시비 결과(그림 38) 뿌리로 이동한 ⁴⁵Ca에서 방출되는 β선의 강도를 computer에 의해서 color image로 변환시켜 천연색사진으로 판독한 결과는 그림과 같이 Ca는 이동되지 않은 것으로 생각된다(표 17).

또한 토마토를 2개의 잎에만 엽면시비한 후 토마토(그림 39)뿌리로 이동한 현상을 보기 위하여 공변세포가 달리는 저녁에 잎의 앞면과 뒷면, 윗잎과 아랫잎에 각각 인칼균과 인산칼슘을 엽면시비한 후 시간별로 ³²P로 표지한 엽면시비결과를 뿌리로 이동된 ³²P에서 방출되는 β선의 강도를 computer에 의해서 color image로 변환시켜 천연색사진으로 판독한 결과는 그림과 같이 시간이 경과함에 따라서 증가하는 경향이있으며, 잎의 앞면보다는 뒷면에서, 윗잎보다는 아랫잎에서 많았으며, 인산칼슘보다는 인칼균엽면 시비처리구에서 약 2배 정도 많이 이동되었다(표 17).

또한 토마토를 2개의 잎에만 엽면시비한 후 토마토(그림 40)뿌리로 이동한 현상을 보기 위하여 공변세포가 달리는 저녁에 잎의 앞면과 뒷면, 윗잎과 아랫잎에 각각 인칼균과 인산

칼슘을 엽면시비 48시간 후 ^{32}P 로 표지한 엽면시비결과를 뿌리로 이동된 ^{32}P 에서 방출되는 β 선의 강도를 computer에 의해서 color image로 변환시켜 천연색사진으로 판독한 결과는 그림과 같이 잎의 앞면보다는 뒷면, 뒷잎보다는 아랫잎에서 많았으며, 인산칼슘보다는 인칼슘 엽면 시비처리구에서 많이 이동되었다.



[그림. 40] 토마토 중간 잎의 앞면과 뒷면에 인칼슘과 인산칼슘을 엽면시비 후 토마토 뿌리로의 ^{45}Ca 과 ^{32}P 이동비교(48시간)

나) 인칼슘($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$ +효모)과 인산칼슘($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$) 엽면시비 후 사과에 의한 Ca와 P의 엽면흡수 양상

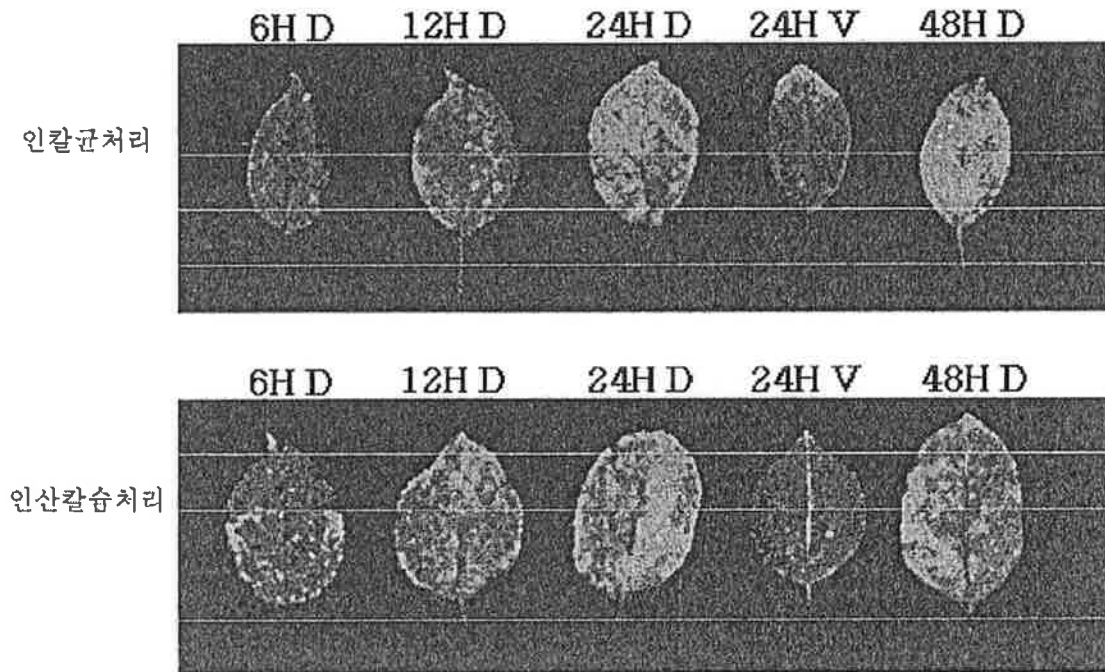
[표. 18] 인칼슘과 인산칼슘을 사과 잎에 엽면시비한 후 시간경과에 따른 ^{45}Ca 와 ^{32}P 의 엽면흡수량 ($\mu\text{Ci} / \text{g DW}$)

처리	시간	6H	12H	24H		48H
	앞부위	Dosal	Dosal	Dosal	Ventral	Dosal
^{45}Ca	인 칼 규	0.858	1.401	1.674	0.551	1.983
	인산칼슘	0.338	0.734	1.493	0.537	1.901
^{32}P	인 칼 규	0.978	1.663	1.735	0.682	2.095
	인산칼슘	0.784	1.265	1.459	0.257	1.641

사과나무에서 ^{45}Ca 으로 표지한 인칼슘($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$)과 인산칼슘($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$)의 Ca의 흡수양상은 공변세포가 닫히는 저녁에 잎의 뒷면에 엽면시비한 후 ^{45}Ca Activity를 Bio-imaging Analyzer(Model BAs-500, Fuji film, Tokyo)로 조직에 함유된 ^{45}Ca 에서 방출되는 β 선의 강도를 computer에 의해서 color image로 변환시켜 천연색사진으로 판독한 결과는 [그림 41]과 ^{45}Ca 의 activity를 측정할 결과는 [표 18]에서 보는 바와 같다. Ca의 흡수

는 시간이 지남에 따라서 증가하는 경향이였으며, 인칼균의 Ca이 인산칼슘의 Ca보다 처음에는 많이 흡수하였으나 48시간 후에는 비슷한 양상을 보였다. 이는 엽면흡수 후에 체내의 다른 부위로 이동한 것으로 생각된다. 엽면시비 24시간 후에 앞 뒷면에서의 흡수는 앞면에서의 흡수보다 3배 이상 많았다.

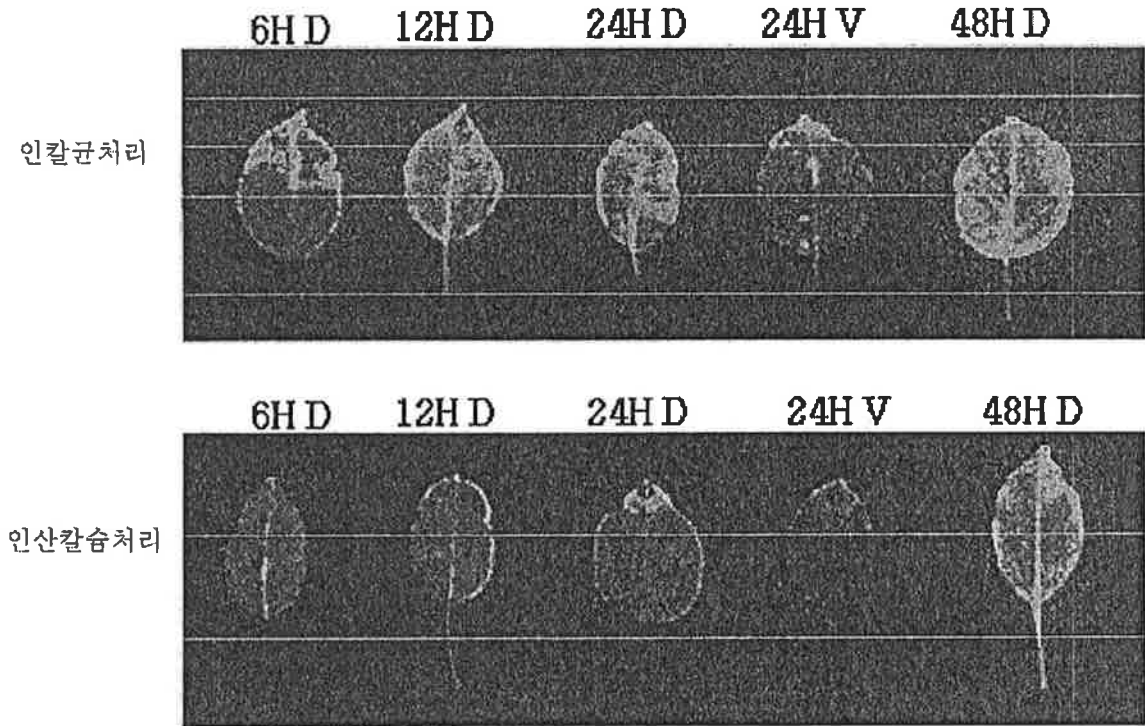
⁴⁵Ca 흡수



[그림. 41] 사과 잎의 앞면과 뒷면에 인칼균과 인산칼슘을 엽면시비 후 시간경과에 따른 ⁴⁵Ca 흡수비교(H:시간, D:잎의 뒷면, V:잎의 앞면)

사과나무에서 ³²P로 표지한 인칼균($Ca(H_2^{32}PO_4)_2$)과 인산칼슘($Ca(H_2^{32}PO_4)_2$)의 P의 흡수량상은 공변세포가 달리는 저녁에 잎의 뒷면에 엽면시비한 후 ⁴⁵Ca Activity를 Bio-imaging Analyzer(Model BAs-500, Fuji film, Tokyo)로 조직에 함유된 ³²P에서 방출되는 β선의 강도를 computer에 의해서 color image로 변환시켜 천연색사진으로 판독한 결과는 [그림 42]와 ³²P의 activity를 측정된 결과는 [표 18]에서 보는 바와 같다. P의 흡수는 시간이 지남에 따라서 증가하는 경향이였으며, 인칼균의 P가 인산칼슘의 P보다 많이 흡수하였다. 엽면시비 24시간 후에 앞 뒷면에서의 흡수는 앞면에서의 흡수보다 2배이상 많았다.

³²P 흡수



[그림. 42] 사과 잎의 앞면과 뒷면에 인칼균과 인산칼슘을 엽면시비 후 시간경과에 따른 ³²P 흡수비교(H:시간, D:잎의 뒷면, V:잎의 앞면)

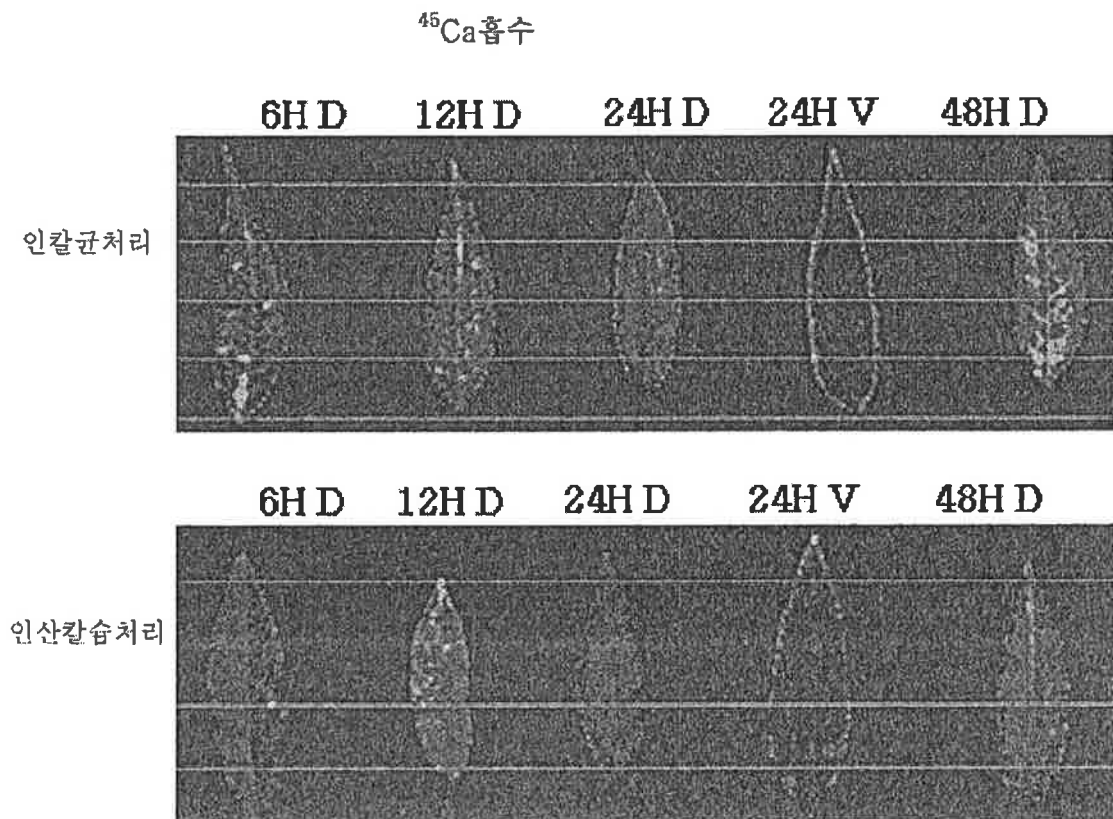
다) 인칼균(⁴⁵Ca(H₂PO₄)₂, Ca(H₂³²PO₄)₂+효모)과 인산칼슘(⁴⁵Ca(H₂PO₄)₂, Ca(H₂³²PO₄)₂) 엽면시비 후 복숭아에 의한 Ca와 P의 엽면흡수양상

[표. 19] 복숭아 잎의 앞면과 뒷면에 인칼균과 인산칼슘을 엽면시비 후 시간경과에 따른 ⁴⁵Ca와 ³²P 흡수량(H:시간, D:잎의 뒷면, V:잎의 앞면)(μ Ci / g DW)

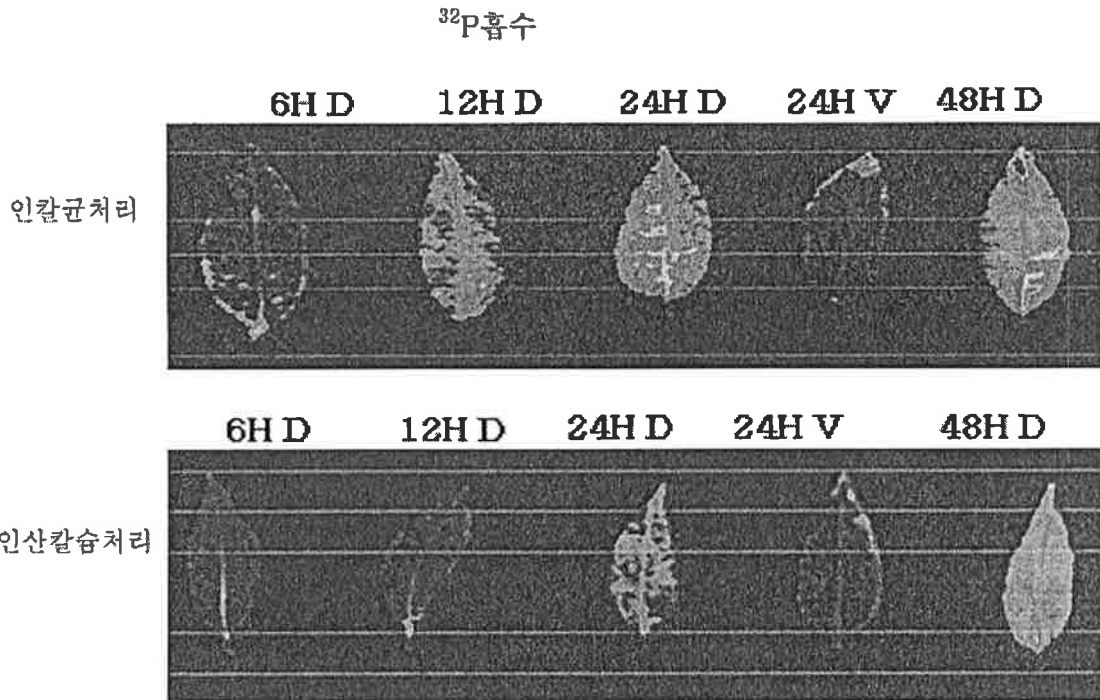
처리	시간	6H	12H	24H		48H
	앞부위	Dosal	Dosal	Dosal	Ventral	Dosal
⁴⁵ Ca	인 칼 균	0.344	0.369	0.551	0.142	0.719
	인산칼슘	0.264	0.573	0.301	0.117	0.512
³² P	인 칼 균	0.400	1.036	1.882	0.270	1.782
	인산칼슘	0.355	0.678	1.283	0.177	1.813

복숭아나무에서 ⁴⁵Ca으로 표지한 인칼균(⁴⁵Ca(H₂PO₄)₂)과 인산칼슘(⁴⁵Ca(H₂PO₄)₂)의 Ca의 흡수양상은 공변세포가 달히는 저녁에 잎의 뒷면에 엽면시비한 후 ⁴⁵Ca Activity를

Bio-imaging Analyzer(Model BAs-500, Fuji film, Tokyo)로 조직에 함유된 ^{45}Ca 에서 방출되는 β 선의 강도를 computer에 의해서 color image로 변환시켜 천연색사진으로 판독한 결과는 [그림 43]과 ^{45}Ca 의 activity를 측정한 결과는 [표 19]에서 보는 바와 같다. Ca의 흡수는 시간이 지남에 따라서 증가하는 경향이였으며, 인칼균의 Ca이 인산칼슘의 Ca보다 많이 흡수하였으며, 엽면시비 24시간 후에 잎 뒷면에서의 흡수는 앞면에서의 흡수보다 3배 이상 많았다.



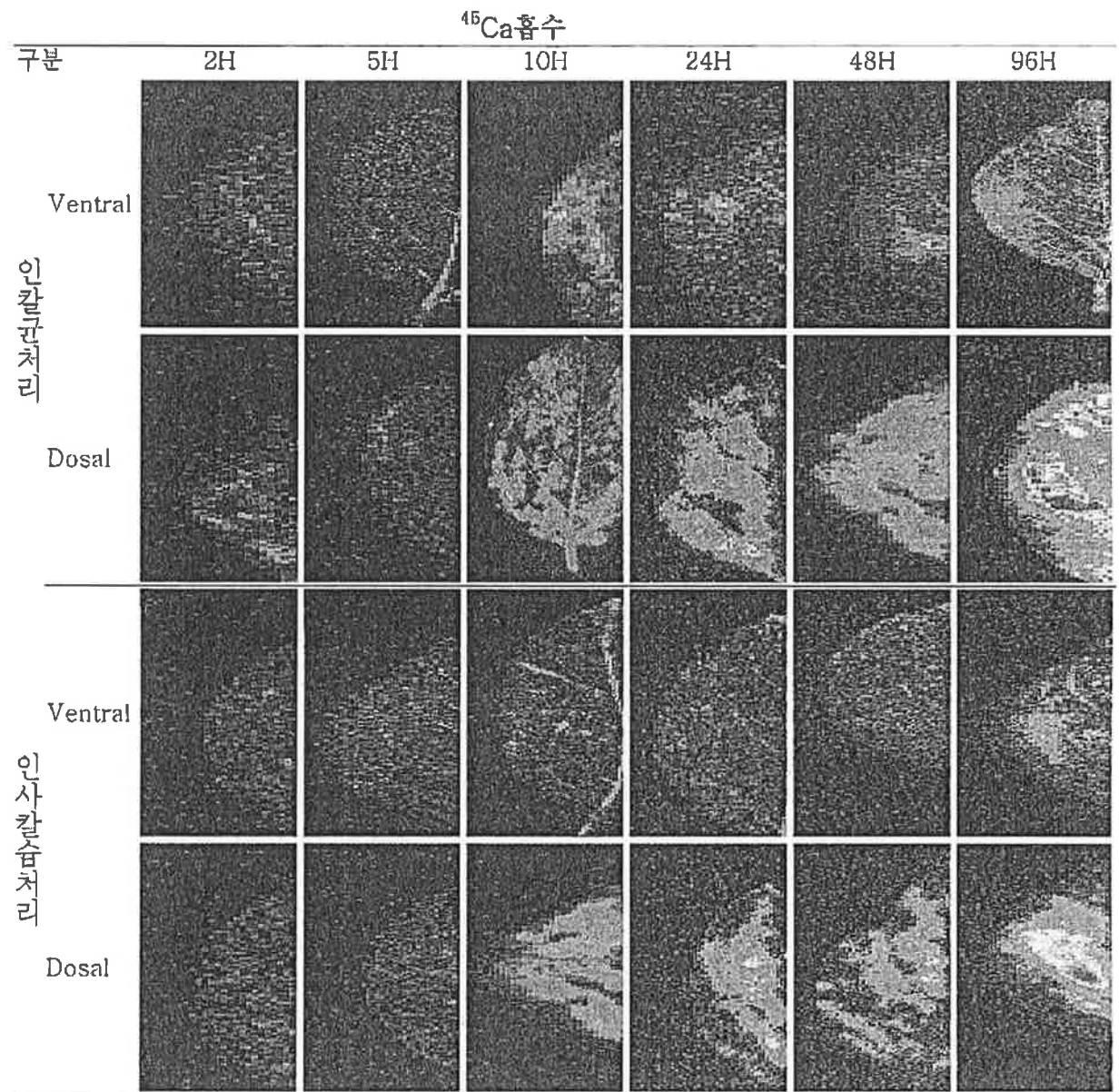
[그림. 43] 복숭아 잎의 앞면과 뒷면에 인칼균과 인산칼슘을 엽면시비 후 시간경과에 따른 ^{45}Ca 흡수비교(H:시간, D:잎의 뒷면, V:잎의 앞면)



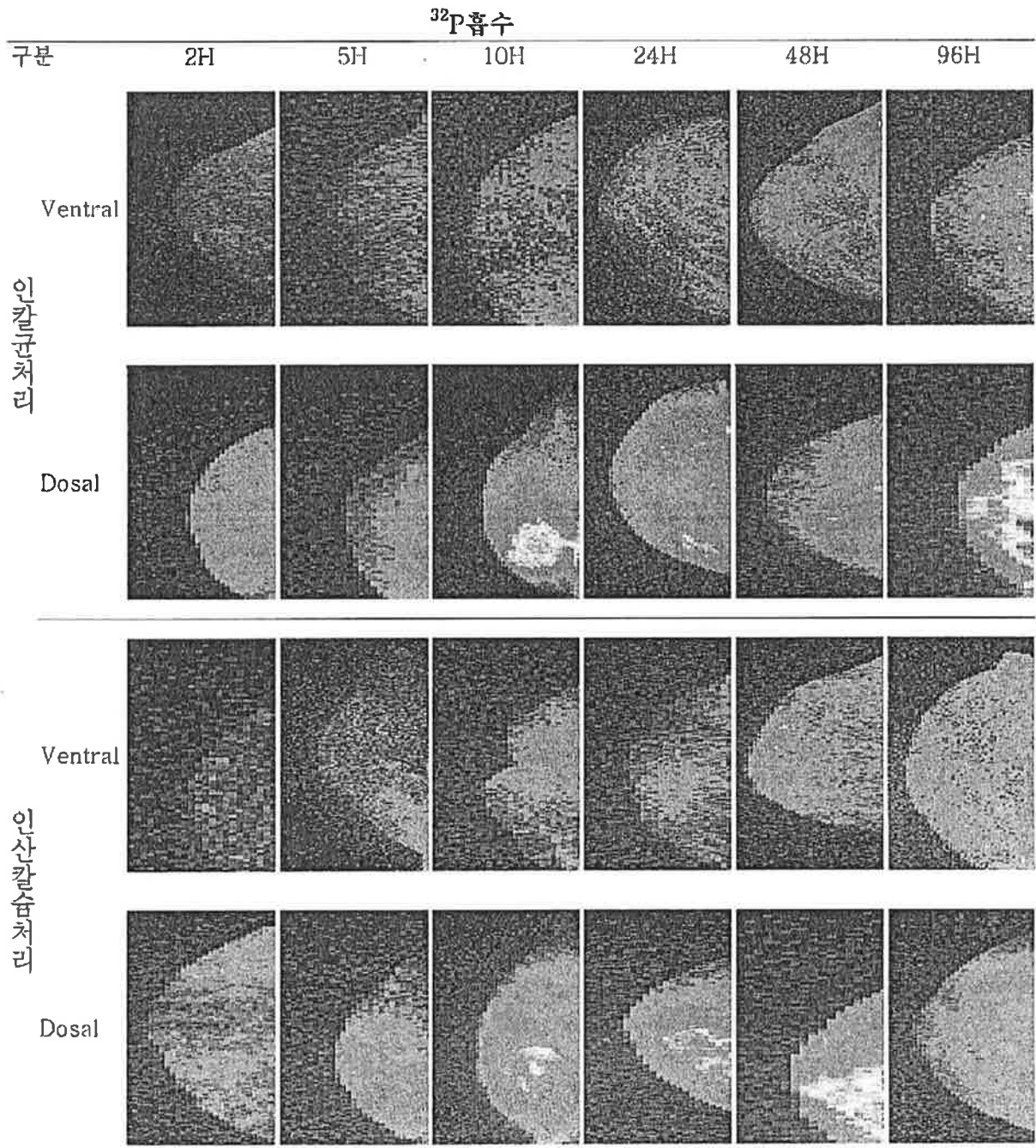
[그림. 44] 복숭아 잎의 앞면과 뒷면에 인칼균과 인산칼슘을 엽면시비 후 시간경과에 따른 ^{32}P 흡수비교(H:시간, D:잎의 뒷면, V:잎의 앞면)

복숭아나무에서 ^{32}P 로 표지한 인칼균($\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$)과 인산칼슘($\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$)의 P의 흡수양상은 공변세포가 닫히는 저녁에 잎의 뒷면에 엽면시비한 후 ^{32}P Activity를 Bio-imaging Analyzer(Model BAS-500, Fuji film, Tokyo)로 조직에 함유된 ^{32}P 에서 방출되는 β 선의 강도를 computer에 의해서 color image로 변환시켜 천연색사진으로 판독한 결과는 [그림 44]와 ^{32}P 의 activity를 측정된 결과는 [표 21]에서 보는 바와 같다. P의 흡수는 시간이 지남에 따라서 증가하는 경향이였으며, 엽면시비 후 처음에는 인칼균의 P가 인산칼슘의 P보다 많이 흡수하였으나 48시간 후에는 비슷한 양상을 보였다. 이는 아마도 흡수된 P가 체내의 다른 부위로 이동한 것으로 생각된다. 엽면시비 24시간 후에 잎 뒷면에서의 흡수는 앞면에서의 흡수보다 7배 이상 많았다.

라) 인칼균($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$ +효모)과 인산칼슘($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$) 엽면시비 후 단감에 의한 Ca와 P의 엽면흡수양상과 체내이동



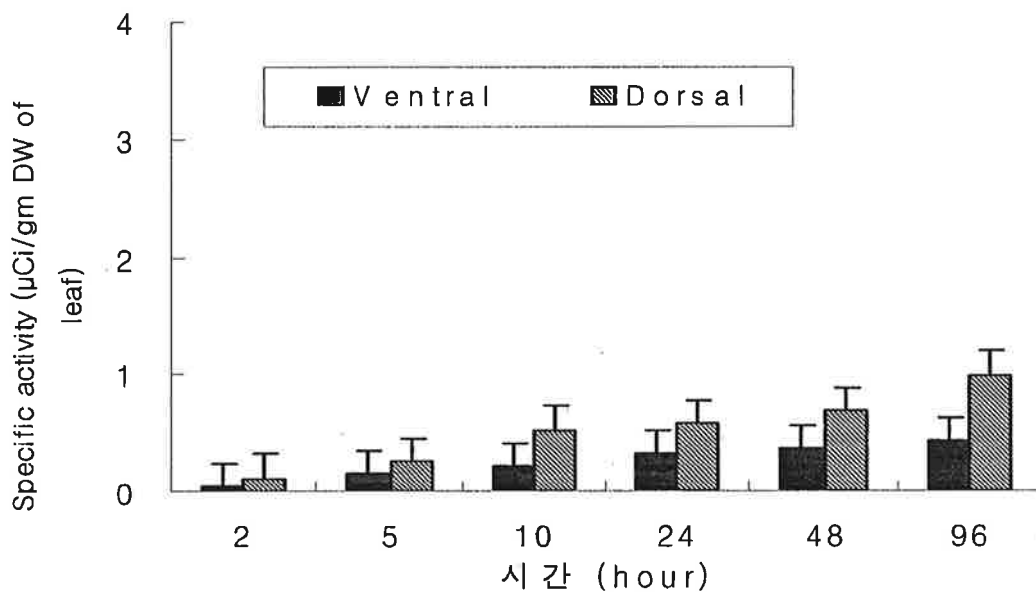
[그림. 45] ^{45}Ca 로 표지한 인칼균과 인산칼슘을 단감잎의 앞면과 뒷면에 엮면시비한 후 시간에 따른 Ca의 흡수량 변화



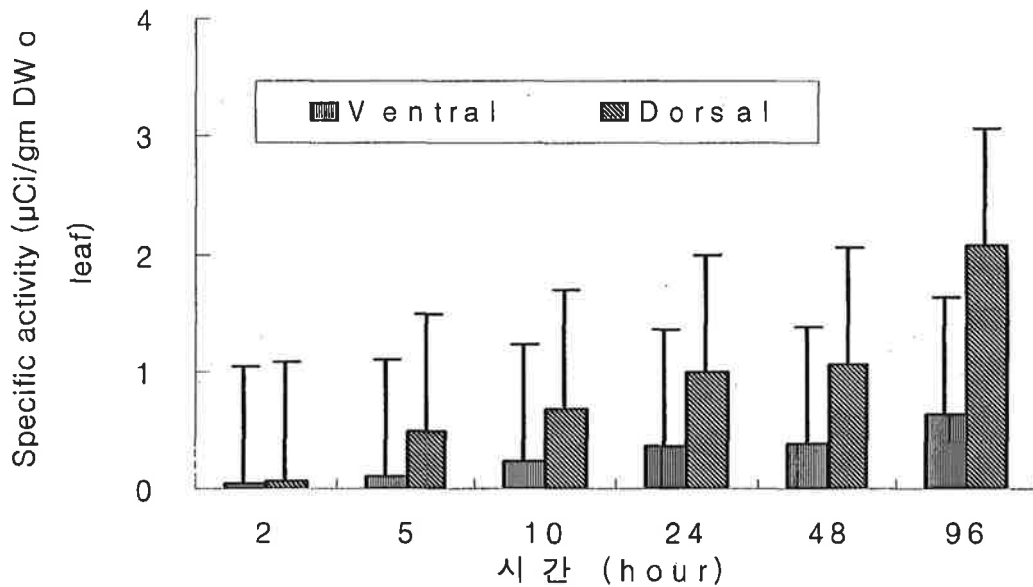
[그림. 46] ^{32}P 로 표지한 인칼균과 인산칼슘을 단갑잎의 앞면과 뒷면에 엮면시비한 후 시간에 따른 Ca의 흡수량 변화

[표. 20] 단감 잎의 앞면과 뒷면에 인칼슘과 인산칼슘을 엮면시비 후 시간경과에 따른 ^{45}Ca 와 ^{32}P 흡수량(H 시간, D 잎의 뒷면, V 잎의 앞면)($\mu\text{Ci} / 1\text{g DW}$)

처리	시간	6H	12H	24H		48H
	잎부위	Dosal	Dosal	Dosal	Ventral	Dosal
^{45}Ca	인 칼 규	0.491	0.684	0.988	0.352	1.063
	인산칼슘	0.132	0.520	0.572	0.315	0.685
^{32}P	인 칼 규	0.751	0.833	1.666	0.671	2.239
	인산칼슘	0.596	0.854	1.278	0.541	1.472



[그림 47] 인산칼슘을 잎의 앞면(ventral surface)과 뒷면(dorsal surface)에 엮면시비 후 시간별 Ca 흡수결과(^{45}Ca absorption to time after treatment of monocalcium phosphate on ventural and dorsal leaf surfaces of sweet persimmon)

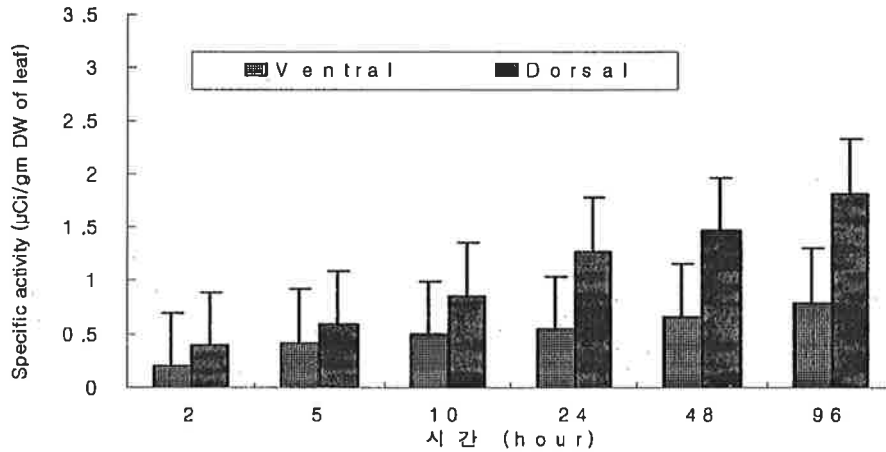


[그림 48] 인칼균을 잎의 앞면(ventral surface)과 뒷면(dorsal surface)에 엽면시비 후 시간별 Ca 흡수결과(^{45}Ca absorption to time after treatment of incalgyun on ventral and dorsal leaf surface of sweet persimmon)

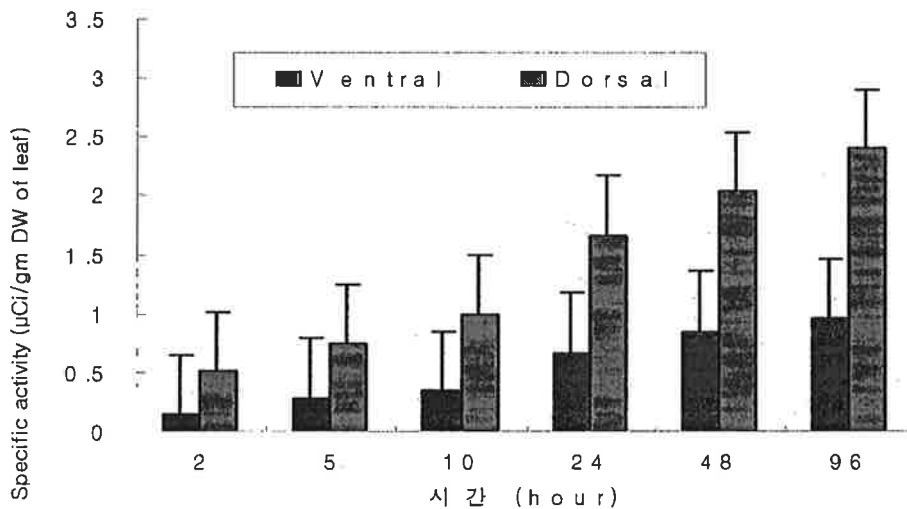
단감나무에서 ^{45}Ca 로 표지한 인칼균($\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$)과 인산칼슘($\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$)의 Ca의 흡수양상은 공변세포가 닫히는 저녁에 잎의 뒷면에 엽면시비한 후 잎에 흡수된 ^{45}Ca Activity를 Bio-imaging Analyzer(Model BAS-500, Fuji film, Tokyo)로 조직에 함유된 ^{45}Ca 에서 방출되는 β 선의 강도를 computer에 의해서 color image로 변환시켜 천연색사진으로 판독한 결과는 그림 45와 ^{45}Ca 의 activity를 측정된 결과는 표 20에서 보는 바와 같다. Ca의 흡수는 시간이 지남에 따라서 증가하는 경향이였으며, 인칼균과 인산칼슘의 흡수차이는 시간이 경과하면서 더 많았다. 엽면시비 6시간 후에 잎 뒷면에서의 흡수는 앞면에서의 흡수보다 3배 이상 많았으나 시간이 경과함에 따라서 흡수량 차이는 적게 나타났다.

단감나무에서 ^{32}P 로 표지한 인칼균($\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$)과 인산칼슘($\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$)의 P의 흡수양상은 공변세포가 닫히는 저녁에 잎의 뒷면에 엽면시비한 후 P Activity를 Bio-imaging Analyzer(Model BAS-500, Fuji film, Tokyo)로 조직에 함유된 ^{32}P 에서 방출되는 β 선의 강도를 computer에 의해서 color image로 변환시켜 천연색사진으로 판독한 결과는 [그림 46]과 ^{32}P 의 activity를 측정된 결과는 [표 20]에서 보는 바와 같다. P의 흡수는 시간이 지남에 따라서 증가하는 경향이였으며, 인칼균과 인산칼슘의 흡수차이는 시간이 경과하면서 더 많았다. 또한 인칼균과 인산칼슘을 엽면시비 24시간 후에 잎 뒷면에서의 흡수는 앞면에서의 흡수보다 2배 이상 많았다.

[그림 47]과 [그림 48]은 인칼균과 인산칼슘을 잎의 앞면과 뒷면에 엽면시비한 결과(3반복 평균)를 나타낸 것으로 Ca의 흡수는 잎의 뒷면에서 잎의 앞면에 엽면시비한 처리보다 많이 흡수하였으며 인산칼슘보다는 인칼균에서 더 많이 흡수하였다.

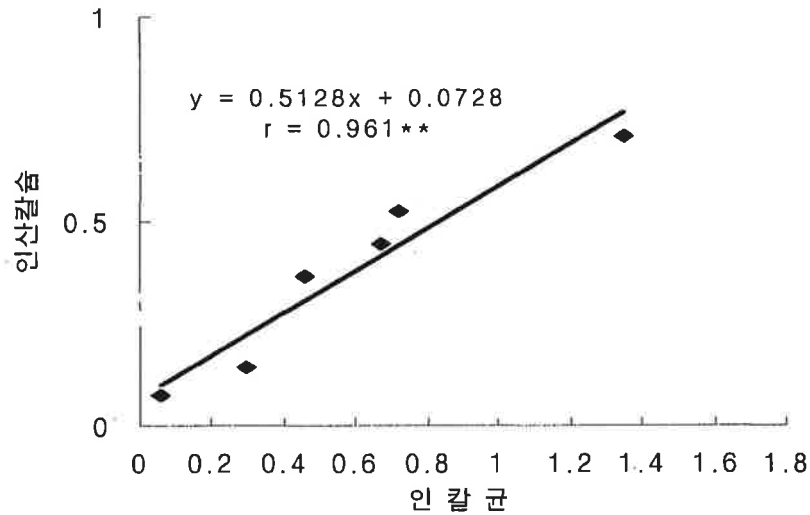


[그림 49] 인산칼슘을 잎의 앞면(ventral surface)과 뒷면(dorsal surface)에 엽면시비 후 시간별 P 흡수결과(³²P absorption to time after treatment of monocalcium phosphate on dorsal and ventural leaf surface of sweet persimmon)

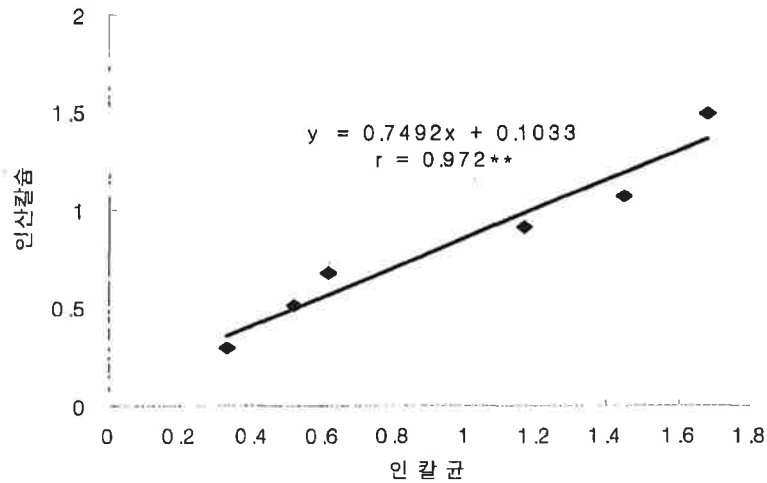


[그림 50] 인칼균을 잎의 앞면(ventral surface)과 뒷면(dorsal surface)에 엽면시비 후 시간별 P 흡수결과(³²P absorption to time after treatment of Incalgyun on ventural and dorsal leaf surface of sweet persimmon)

그림 49와 50은 인칼균과 인산칼슘을 잎의 앞면과 뒷면에 엽면시비한 결과(3반복 평균)를 나타낸 것으로 P의 흡수는 잎의 뒷면에서 잎의 앞면에 엽면시비한 처리보다 많이 흡수하였으며 인산칼슘보다는 인칼균에서 더 많이 흡수하였다.

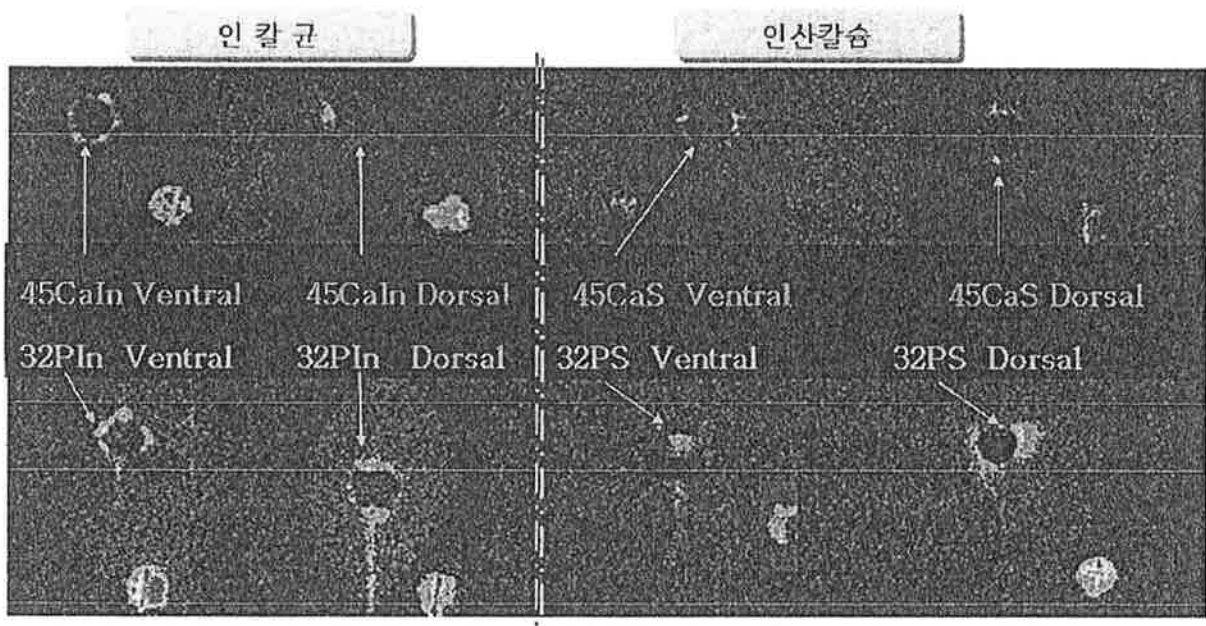


[그림 51] 엽면시비 후 인칼균과 인산칼슘의 시간별 Ca 흡수관계(Relationship between ^{45}Ca absorption from the Inkalgun and monocalcium phosphate)



[그림 52] 엽면시비 후 인칼균과 인산칼슘의 시간별 P 흡수관계(Relationship between ^{32}P absorption from the Inkalgun and monocalcium phosphate)

그림 51과 52는 인칼균과 인산칼슘을 엽면시비한 결과(3반복 평균)를 잎에 흡수된 성분함량을 인칼균과 인산칼슘의 상관관계를 나타낸 것으로 Ca의 흡수는 상관계수로 볼 때 인산칼슘보다 인칼균에서 약 2배의 흡수량 차이를 볼 수 있으며, P의 흡수는 상관계수로 볼 때 인산칼슘보다 인칼균에서 약 30% 흡수량 차이를 알 수 있다.



[그림. 53] 인칼균과 인산칼슘에 대한 단감의 엽면흡수와 이동

단감나무에서 ^{45}Ca 으로 표지한 인칼균($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$)과 인산칼슘($^{45}\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$)의 Ca의 흡수 후 이동양상은 공변세포가 달히는 저녁에 잎의 앞 뒷면에 지름이 14mm인 원형(면적 1.54cm^2)으로 엽면시비한 후 24시간 후에 시비부분을 제거한 후 ^{45}Ca Activity를 Bio-imaging Analyzer(Model BAs-500, Fuji film, Tokyo)로 조직에 함유된 ^{45}Ca 에서 방출되는 β 선의 강도를 computer에 의해서 color image로 변환시켜 천연색사진으로 판독한 결과는 그림 53에서 보는 바와 같다. Ca의 흡수는 앞의 뒷면이 앞면보다 뚜렷한 양상을 보이며 원형이 제거된 주위에 퍼져나가는 양상은 인산칼슘보다는 인칼균에서 더 뚜렷하게 이동되는 양상이었으며 잎의 앞면에 시비한 것보다는 잎 뒷면에 시비한 처리에서 더 뚜렷하게 나타났다.

단감나무에서 ^{32}P 로 표지한 인칼균($\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$)과 인산칼슘($\text{Ca}(\text{H}_2^{32}\text{PO}_4)_2$)의 P의 흡수 후 이동양상은 공변세포가 달히는 저녁에 잎의 앞, 뒷면에 지름이 14mm인 원형(면적 1.54cm^2)으로 엽면시비한 후 24시간 후에 시비부분을 제거한 후 ^{32}P Activity를 Bio-imaging Analyzer(Model BAs-500, Fuji film, Tokyo)로 조직에 함유된 ^{32}P 에서 방출되는 β 선의 강도를 computer에 의해서 color image로 변환시켜 천연색사진으로 판독한 결과 P의 흡수는 앞

의 뒷면이 앞면보다 뚜렷한 양상을 보이며 원형이 제거된 주위에 퍼져나가는 양상은 인산칼슘보다는 인칼슘에서 더 뚜렷하게 이동되는 양상이었으며 앞의 앞면에 시비한 것보다는 앞 뒷면에 시비한 처리에서 더 뚜렷하게 나타났으며, Ca보다는 P에서 더 많이 이동되는 것을 볼 수 있다.

2-2 원예작물의 엽면시비 효과 구명

2-2-1 채소류재배 시 인칼슘의 엽면시비 효과

1. 서론

농작물을 재배하기 위하여는 적당량의 비료를 토양에 시비를 하는 것은 기본이다. 그러나 재배환경이나 시비성분의 작물이용도, 작물의 종류 및 생육특성에 따라 작물의 비료요구량은 차이가 있어 웰빙시대에 요구되는 고품질의 농산물을 생산하는 것은 많은 기술이 필요하다.

엽면시비는 토양조건이 불량할 경우나 특수목적의 경우에 시행된다. 토양조건이 불량할 때는 뿌리에서 양분의 흡수가 곤란하여 식물은 생육장애를 받는다. 이 경우 일시적으로 식물체에 직접 양분을 공급하면 식물은 정상적으로 회복되며, 식물은 토양으로부터 양분흡수를 증가시킨다. 근래에는 특수 목적으로 고품질의 농산물을 생산하기 위하여 엽면시비를 하는 경우가 많다. 엽면시비 시기는 비료형태를 조절하여 특정한 영양생장 또는 과일 비대기, 이식 장애, 우박장애, 극한기상 조건 후에 시행하며, 가장효과적인 시기는 왕성한 생육으로 식물체가 양분의 스트레스를 받을 때, 또는 영양생장에서 생식생장으로 전환하는 시기라고 볼 수 있다.

여러 가지 비료성분 중에도 인산과 칼슘은 다량원소에 속하지만 이들 성분이 토양에 많이 존재한다고 하여도 식물이 이용하는 데에는 많은 제약이 따른다. 그리고 이와 관련된 각종 농자재들이 수없이 만들어져 사용되고 있지만 사용하고 있는 농가에서는 실질적인 효과를 보지 못하여 농비와 노동력의 낭비로 여겨지는 경우가 대부분이다. 근래에 여러 농가에서는 인산칼슘에 효모균을 배양하여 인산, 칼슘 과 효모균이 배합된 인칼슘을 작물에 엽면시비를 시행하고 있는 실정이나 정확한 결과는 검증하지 못하고 있는 실정이다.

본시험에서는 수용성 인산칼슘에 효모균을 섞어서 인칼슘을 만든 후 사용하는 용액의 농도에 따른 작물의 생육과 건전생육을 위한 최적의 시비농도와 엽면시비효과를 구명하기 위하여 채소류는 열무(신광) 3작, 얼갈이 배추(삼복)3작, 청겨자(아시아곶술)2작, 적겨자(아시아 적겨자)2작 및 김장채소: 배추(가락배추), 무우(경자무우)1작에 대하여 과채류는 토마토, 과

수로는 사과, 복숭아, 단감, 무처리(엽면살포 안함)를 대조구로 하여 용액의 희석배율에 따른 작물의 생육사항을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

가) 연구개요

본 시험은 인칼균의 엽면시비효과를 구명하기 위하여 경기도 남양주시 퇴계원면 퇴계원 3리 192-3번지 농가의 비닐하우스에서 인칼균의 농도별 엽면시비처리구를 무처리구와 비교하였다.

나) 연구수행 방법 및 재배개요

시험장소: 경기도 남양주시 퇴계원면 시설재배농장

작 물: 열갈이배추(삼복), 열무(신광), 청겨자(아시아곶슬), 적겨자(아시아적겨자)
배추, 무우

재배방법: 비닐하우스시설재배

시 비 량: 부산물비료(계분)- 과수원예용비료(400kg/218.79m²)

엽면시비방법

- 인칼균 엽면시비농도: 무처리, 2,000배액, 1,500배액, 임의처리구(1,500배 와 2,000배액 교호처리)
- 엽면시비간격: 7 - 10일 간격

재배기간

- 1차재배 : 2004.05.15 - 2004.06.26
- 2차재배 : 2004.07.07 - 2004.08.17
- 3차재배 : 2004.09.04 - 2004.10.04
- 김장채소: 2004.08.18 - 2004.11.20

3. 결과 및 고찰

가) 엽면시비용 인산칼슘과 인칼균의 제조

인칼균은 인산과 탄산칼슘을 3:1로 혼합하여 수용성 인산칼슘을 만든 후 따로 30℃에서 40시간, 25℃에서 3일간 배양한 효모균 20g을 혼합하여 제조하였다.

[표 21] 희석배수에 따른 인산칼슘과 인칼균 구성성분 및 특성

구 분	희석배수	인산용액85%(g)	탄산칼슘(g)	효모(cc)	pH	포텐셜(MPa)
수용성 인산칼슘	500	40	13.4	-	3.03	-0.70
	1,000	20	6.7	-	3.05	-0.54
	1,500	15	5.0	-	3.08	-0.44
	2,000	10	3.3	-	3.20	-0.48
인 칼 균	500	40	13.4	20	3.03	-0.77
	1,000	20	6.7	20	3.05	-0.54
	1,500	15	5.0	20	3.09	-0.49
	2,000	10	3.3	20	3.17	-0.48

* Dewpoint Potentia Meter(Decagon제품)으로 측정

인칼균(액상인산칼슘)을 엽면시비 할 때 가장 주의할 사항은 엽면시비에 의한 효과보다는 염류 포텐셜에 의한 염류장해 피해가 더 중요하다. 특히 엽면시비할 시기는 저녁 일몰 때 하는 이유도 시비용액의 건조 탈수에 의한 포텐셜의 증가 때문이므로 희석배수별 염류포텐셜을 실측한 자료는 [표. 21]와 같다. 동일한 희석배수에서는 인칼균과 인산칼슘의 염류포텐셜에 차이는 거의 없다. 엽면시비시 염류의 농도에 대응하는 작물의 반응은 작물의 내염특성에 따라 다르다고 볼 수 있으나 최소한 1,000배액 이상으로 사용해야 할 것으로 생각된다.

나) 토양의 물리화학적 특성

[표 22] 시험 전 토양의 화학성 : 열무, 열갈이배추, 청겨자, 적겨자 파종전

구분	pH (1:5)	유기물 (%)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	EC (1:5,mS/cm)	CEC	Ca	Mg	K	Na
1차	5.1	5.1	0.29	2171	2.6	14.9	8.0	1.1	0.6	0.4
2차	5.1	5.2	0.30	2198	1.5	14.9	6.6	0.9	0.5	0.3
3차	5.3	5.1	0.32	2575	1.5	15.9	7.1	1.0	0.9	0.3

1차: 시험전 토양, 2차: 1차 시험 후 및 2차 시험전 토양, 3차: 2차 시험 후 및 3차 시험전 토양

본 시험재배 포장은 경기도 남양주시 퇴계원면 퇴계원리 성원농장으로 30여 년간 시설재배만 하던 토양으로 시설재배지의 일반적인 토양특성 즉 비료과용에 의해 유기물, 질소, 인산 및 칼슘이 과다 집적된 토양으로 유기물 함량이 많고 CEC가 높으며 전기전도도가 높았던 토양이기 때문에 특별히 3요소비료를 주지 않았고 인칼균만 엽면시비 하였다. 3기작 동안 토양의 이화학적 변화는 [표 22]에서 보는 바와 같이 유기물, 질소, 유효인산의 함량변화가 거의 없었고 토양의 비옥도가 대단히 높은 토양이나 치환성 염기가 적어 토양은 산성을 나타내므로 작물재배시 필요한 염기만 보충하여 토양의 pH만 교정이 필요한 토양이었다.

다) 채소류재배 시 인칼균의 엽면시비효과

(1) 열갈이 배추의 엽면시비효과

열갈이 배추는 3차에 걸쳐서 재배시험을 수행하였으며 1차 재배는 2004년 6월03일에 파종하여 32일간 재배하여 7월05일에 수확하였으며 2차 재배는 7월20일 파종하여 29일간 재배하여 8월18일 수확하였고 3차 재배는 9월04일 파종하여 31일간 재배하여 10월05일 수확하였다.

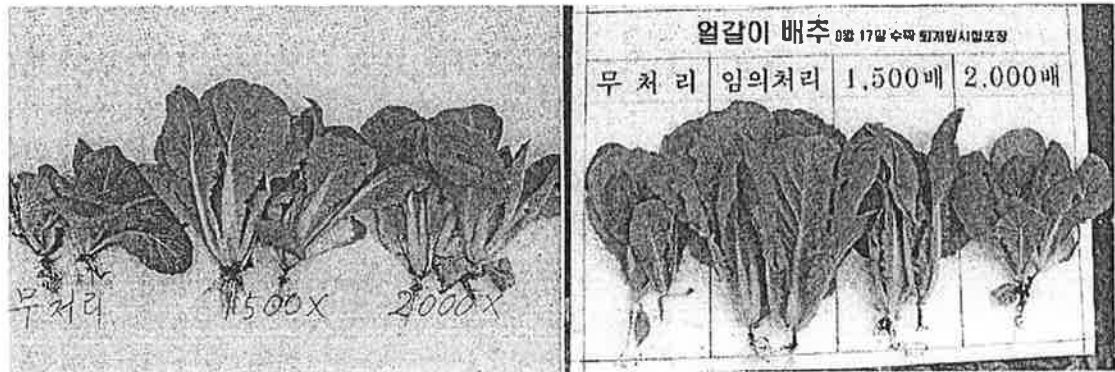
열갈이 배추의 수량은 1차 재배시[표. 23와 그림 54참조] 엽면살포를 하지 않은 무처리구에 비하여 인칼균을 엽면처리한 재배구에서 높았으며 특히 인칼균 1,500배액 엽면살포 처리구에서 무처리구에 비하여 40% 증수되어 제일 높았으며 인칼균 엽면시비의 효과도 통계적으로 유의성이 인정되었다.

열갈이 배추의 엽록소 함량은 1차 재배시[표. 24] 인칼균 2,000배액 엽면살포 처리구에서 제일 많았으며 그다음이 무처리구, 1,500배액 엽면살포 처리구의 순이었으며, 엽록소 함량과 엽면살포 처리간에는 인칼균 2,000배액 엽면시비처리와 1,500배액과는 유의성이 있는 차이가 인정되지만 엽면시비를 하지 않은 구와는 차이가 인정되지 않아 엽록소 함량은 각개작물의 생육상태에 따라 달라진 것으로 보인다.

[표. 23] 열갈이 배추 수량(1차 재배) 2004년 07월 05일, 10주 평균

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리		
	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게
	cm		(g/개)	cm		(g/개)	cm		(g/개)
1	9.27	16.53	66.37	12.26	28.95	87.98	13.42	28.59	107.06
2	10.31	20.49	74.74	12.20	28.86	81.55	12.90	27.26	95.81
3	9.22	19.36	68.81	11.87	27.38	82.62	12.37	29.43	90.97
평균	9.60	18.79	69.97	12.11**	28.40**	84.05*	12.90**	28.43**	97.95**

* 5% 유의수준 ** 1% 유의수준



[그림. 54] 열갈이 배추 1차(좌)재배시험과 2차(우)재배시험 생육비교사진

[표. 24] 열갈이 배추의 엽록소 함량(mg/l)

2004년 07월 05일

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리		
	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b
1	13.13	7.39	4.04	11.53	6.13	3.27	9.00	4.23	2.66
2	9.58	4.73	2.77	12.24	6.81	3.55	9.32	4.52	2.70
3	12.54	7.02	3.67	14.93	8.91	4.35	13.25	7.66	3.79
평균	11.75ab	6.38	3.49	12.90a	7.28	3.72	10.52b	5.47	3.05

5% level by DNMRT.

[표. 25] 열갈이 배추의 식물체분석 성분(%)

2004년 07월 05일

반복	무처리				2000배액 처리				1500배액 처리			
	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P
1	2.02	7.60	0.54	1.61	1.97	8.10	0.56	1.36	2.43	7.74	0.61	1.64
2	1.84	7.41	0.57	1.66	1.95	8.21	0.54	1.48	2.27	7.22	0.57	1.30
3	2.26	7.72	0.52	1.35	2.27	7.60	0.51	1.56	2.21	7.83	0.56	1.54
평균	2.04ns	7.58ns	0.54b	1.54ns	2.06	7.97	0.54ab	1.47	2.30	7.60	0.58a	1.49

5% level by DNMRT.

표 25는 인칼균을 엽면시비한 열갈이 배추의 수확 후 식물체를 성분 분석한 결과로 식물체의 Mg외에는 P와 Ca의 함량에서는 유의성 있는 차이가 인정되지 않지만 P는 엽면시비 처리한 구에서 오히려 P의 함량이 무처리구에 비하여 감소하는 경향이었으나, Ca의 함량은 엽면시비한 처리구에서 엽면시비물질의 처리 농도에 따라서 증가하는 경향으로 식물체내에

서 이들 성분의 이동속도에 관여하는 것으로 생각된다. 따라서 이들 원소의 정확한 흡수기작과 체내에서의 이동현상을 검토하기 위하여 2년차에는 ^{32}P 의 흡수기작연구, 3년차에는 ^{32}P 와 ^{45}Ca 의 흡수와 식물체내에서의 이동현상을 구명하게 되었다.

[표. 26] 열갈이 배추 수량(2차 재배) 2004년 08월 18일, 10주 평균

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리			임의 처리		
	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게
	cm	cm	(g/개)	cm	cm	(g/개)	cm	cm	(g/개)	cm	cm	(g/개)
1	9.15	21.51	32.27	12.35	28.30	59.57	13.04	30.63	77.14	14.06	30.45	87.45
2	10.01	24.18	33.25	10.52	22.88	33.78	12.99	30.06	69.27	14.33	31.91	89.67
3	11.49	23.63	35.34	12.17	26.56	62.01	12.15	26.43	68.24	13.55	27.47	66.41
평균	10.22	23.11	33.62	11.68	25.91	51.79	12.73*	29.04*	71.55**	13.98**	29.94*	81.18**

* 5% 유의수준 ** 1% 유의수준

[표. 27] 열갈이 배추의 엽록소 함량(mg/l) 2004년 08월 18일

	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리			임의 처리		
	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b
1	6.78	4.52	2.01	9.67	5.98	3.35	5.83	3.79	1.83	5.42	3.63	1.59
2	7.05	4.64	2.14	6.68	4.49	1.94	5.51	3.65	1.66	5.42	3.64	1.57
3	8.09	5.30	2.49	6.64	4.38	2.01	8.36	5.42	2.63	6.07	3.80	2.06
평균	7.31	4.82	2.21	7.66	4.95	2.43	6.57	4.29	2.04	5.64*	3.69*	1.74

* 5% 유의수준 ** 1% 유의수준

[표. 28] 열갈이 배추의 식물체분 성분함량(%) 2004년 08월 18일

반복	무처리				2000배액 처리				1500배액 처리				임의 처리			
	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P
1	1.57	8.54	0.52	1.40	1.70	6.96	0.49	1.30	1.61	7.38	0.48	1.46	1.70	8.30	0.49	1.42
2	1.59	5.96	0.47	1.33	1.60	5.64	0.52	1.22	1.40	8.09	0.50	1.53	1.57	8.54	0.53	1.40
3	1.06	3.31	0.45	1.33	1.85	4.45	0.45	1.29	1.36	7.09	0.48	1.25	1.42	6.29	0.45	1.20
평균	1.41	5.94	0.48	1.35	1.72	5.68	0.49	1.27	1.46	7.52	0.49	1.41	1.56	7.71	0.49	1.34
	ns	ns	ns	ns												

5% level by DNMR.

열갈이 배추의 수량은 2차 재배시[표. 26과 그림 54참조] 엽면살포를 하지 않은 무처리구에 비하여 인칼균을 엽면처리한 재배구에서 높았으며 특히 인칼균 1,500배액과 1,500배액과

2,000배액을 처리하는 임의처리에서는 무처리구에 비하여 통계적으로 유의성 있는 수량의 차이가 인정되지만, 2,000배액을 엽면시비한 처리구에서는 수량은 증가하였으나 통계적으로 유의성이 인정되지는 않았다.

인칼균을 일같이 배추에 엽면시비하여 작물을 2차로 재배한 후 식물체의 성분을 분석한 결과(표 28)과 인산의 함량은 1차 재배와 마찬가지로 엽면시비 처리한 구에서 오히려 인산의 함량이 무처리구에 비하여 감소하는 경향이었으나, 칼슘의 함량은 엽면시비한 처리구에서 엽면시비물질의 처리 농도에 따라서 증가하는 경향으로, 통계적으로 유의성이 인정되지는 않지만 식물체내에서 이들 성분의 이동속도에 관여하는 것으로 생각된다.

일같이 배추의 엽록소 함량은 2차 재배시[표. 27] 인칼균 2,000배액 엽면살포 처리구에서 제일 많았으며 그다음이 1,500배액 처리구, 무처리구, 임의처리구 순으로, 엽록소 함량과 엽면살포 처리간에는 엽면시비 임의처리외에는 유의성이 인정되지 않아 엽록소 함량은 각개작물의 생육상태에 따라 달라진 것으로 보인다.

3차 재배시 일같이 배추의 수량[표. 29]는 엽면살포를 하지 않은 무처리구에 비하여 인칼균을 엽면처리한 재배구에서 높았으며 2차 재배시와도 같은 효과가 인정되어 인칼균 1,500 - 2,000배액 임의처리 엽면살포 처리구에서 무처리구에 비하여 70% 정도 증수되었으며 그다음이 1,500배액 처리구 2,000배액 처리구 순으로, 인칼균 엽면시비의 효과도 통계적으로 고도의 유의성이 인정되었다.

일같이 배추의 엽록소 함량은 2차 재배시[표. 30] 인칼균 2,000배액 엽면살포 처리구에서 제일 많았으며 그다음이 1,500배액 처리구, 무처리구, 임의처리구 순으로, 엽록소 함량과 엽면살포 처리간에는 임의처리외에는 유의성이 인정되지 않아 1차 2차 3차 재배시 엽록소 함량 변화에서 알 수 있듯이 각개작물의 생육상태에 따라 달라지는 것으로 보인다.

[표. 29] 일같이 배추 수량(3차 재배) 2004년 10월 05일, 10주 평균

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리			임의 처리		
	엽폭 cm	엽길이 cm	무게 (g/개)	엽폭 cm	엽길이 cm	무게 (g/개)	엽폭 cm	엽길이 cm	무게 (g/개)	엽폭 cm	엽길이 cm	무게 (g/개)
1반복	12.64	24.28	116.39	13.76	28.34	140.74	13.98	28.08	154.10	15.14	29.42	164.94
2반복	12.76	27.78	116.53	13.34	26.80	139.59	15.12	29.70	139.49	15.62	30.34	212.37
3반복	11.82	23.92	129.86	13.76	27.10	130.50	14.06	25.82	161.78	17.58	28.64	239.52
평균	12.41	25.33	120.93	13.62*	27.41	136.94*	14.39*	27.87	151.79*	16.11**	29.47*	205.61*

* 5% 유의수준 ** 1% 유의수준

[표. 30] 열갈이 배추의 엽록소 함량(mg/l)

2004년 10월 05일

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리			임의 처리		
	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b
1	17.11	12.26	4.77	19.08	13.63	4.92	19.99	12.35	5.22	20.51	14.33	5.5
2	18.06	13.01	3.80	19.27	13.20	4.85	20.37	15.29	5.91	19.77	14.11	5.47
3	19.52	12.84	4.45	20.92	14.05	5.03	18.94	13.08	4.97	19.17	13.72	4.98
평균	18.23	12.70	4.34	19.76	13.63	4.93	19.77	13.57	5.37	19.82	14.05**	5.32*

* 5% 유의수준 ** 1% 유의수준

[표. 31] 열갈이 배추의 식물체분석 성분함량(%)

2004년 10월 05일

반복	무처리				2000배액 처리				1500배액 처리				임의 처리			
	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P
1	1.92	7.63	0.62	1.40	1.27	7.56	0.41	1.43	1.05	0.76	0.63	1.41	1.63	8.55	0.50	1.60
2	1.66	7.86	0.57	1.59	1.36	8.15	0.36	1.60	1.29	7.76	0.75	1.55	1.58	7.90	0.48	1.54
3	1.99	8.76	0.60	1.69	1.92	7.31	0.54	1.59	1.42	8.05	0.72	1.22	1.52	7.58	0.58	1.22
평균	1.86	8.08	0.60	1.56	1.52	7.67	0.44	1.54	1.25	5.52	0.70	1.39	1.58	8.01	0.52	1.45
	a	ns	ab	ns	ab		c		b		a		ab		bc	

5% level by DNMRT.

인칼균을 열갈이 배추에 엽면시비하여 작물을 3차 재배한 후 식물체의 성분을 분석하여 통계적 처리를 한 결과는 표 31과 같다. 인산의 함량은 1, 2차 재배와 마찬가지로 엽면시비 처리한 구에서 오히려 인산의 함량이 무처리구에 비하여 감소하는 경향이었으나, 칼슘의 함량은 엽면시비한 처리구에서 엽면시비물질의 처리 농도에 따라서 증가하는 경향으로 식물체내에서 이들 성분의 이동속도에 관여하는 것으로 생각된다.

(2) 열무의 엽면시비효과

[표. 32] 열무 수량(1차 제베)

2004년 07월 05일, 10주 평균

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리		
	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게
	cm		(g/개)	cm		(g/개)	cm		(g/개)
1반복	6.72	21.34	35.90	10.37	38.54	78.99	9.19	35.18	86.89
2반복	6.77	19.92	45.85	9.50	36.32	91.77	10.49	35.43	82.65
3반복	6.51	20.90	51.24	9.35	33.11	79.23	9.14	36.35	101.09
평균	6.67	20.72	44.33	9.74**	35.99**	83.33**	9.61**	35.65**	90.21**

* 5% 유의수준 ** 1% 유의수준



[그림. 55] 열무 1차(좌)제베시험과 2차(우)제베시험 생육비교사진

[표. 33] 열무의 엽록소 함량(mg/l)

2004년 07월 05일

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리		
	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b
1	9.78	4.85	2.87	16.74	10.11	5.14	12.09	6.59	3.63
2	13.50	7.90	3.79	14.11	8.28	4.10	13.97	8.00	4.26
3	13.08	7.38	3.91	15.09	9.01	4.43	14.09	8.16	4.21
평균	12.12ns	6.71	3.52	15.31	9.13	4.56	13.38	7.58	4.03

5% level by DNMRT.

열무의 수량은 1차 제베시[표. 32] 엽면살포를 하지 않은 무처리구에 비하여 인칼균을 엽면 처리한 제베구에서 높았으며 특히 인칼균 1,500배액 엽면살포 처리구에서 무처리구에 비하여 103% 증수되어 제일 높았으며 인칼균 엽면시비의 효과도 통계적으로 유의성이 인정되었다.

열무의 엽록소 함량은 1차 제베시[표. 33] 인칼균 2,000배액 엽면살포 처리구에서 제일 많았으며 그다음이 1,500배액 엽면살포처리구, 무처리의 순이었으며, 엽록소 함량과 엽면살포 치

리간에는 유의성이 인정되지 않아 엽록소 함량은 각개작물의 생육상태에 따라 달라진 것으로 보인다.

[표. 34] 열무의 식물체 성분함량(%)

2004년 07월 05일

반복	무처리				2000배액 처리				1500배액 처리			
	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P
1	2.87	7.42	0.74	2.15	1.98	8.06	0.56	1.93	2.37	7.74	0.54	1.75
2	3.36	6.66	0.73	1.76	2.13	7.62	0.58	1.77	2.59	7.85	0.59	1.69
3	2.45	6.99	0.60	2.16	2.38	7.55	0.56	1.85	2.22	7.85	0.60	2.00
평균	2.89a	7.02b	0.69a	2.02ns	2.16b	7.74a	0.57b	1.85	2.39ab	7.81a	0.58ab	1.81

인칼균을 열무에 엽면시비하여 작물을 재배한 후 식물체의 성분을 통계처리한 결과는 표 34와 같다. 인산과 칼슘의 함량은 엽면시비 처리한 구에서 오히려 무처리구에 비하여 감소하는 경향으로 엽갈이 배추와는 인산의 함량이 약간 다르게 나타났다.

[표. 35] 열무 수량(2차 재배)

2004년 08월 18일, 10주 평균

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리			임의 처리		
	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게
	cm	cm	(g/개)	cm	cm	(g/개)	cm	cm	(g/개)	cm	cm	(g/개)
1	7.90	27.60	41.64	8.12	28.70	40.29	9.41	32.01	42.01	11.02	37.57	76.53
2	7.68	27.42	38.92	8.99	30.66	43.13	10.46	33.68	56.80	9.21	32.71	44.30
3	8.81	29.25	42.97	9.53	30.27	43.41	10.27	33.32	50.75	9.91	32.65	53.28
평균	8.13	28.09	41.18	8.88	29.88	42.28	10.05*	33.00**	49.85	10.05*	34.31*	58.04

* 5% 유의수준 ** 1% 유의수준

[표. 36] 열무의 엽록소 함량(mg/l)

2004년 08월 18일

	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리			임의 처리		
	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b
1	8.23	5.52	2.40	7.69	5.11	2.29	7.95	5.02	2.64	7.30	4.85	2.18
2	6.56	4.40	1.91	8.35	5.60	2.43	8.23	5.15	2.80	6.03	3.79	2.03
3	7.56	4.70	2.60	8.25	5.18	2.78	7.32	4.48	2.58	8.09	5.08	2.72
평균	7.45ns	4.87	2.30	8.10	5.30	2.50	7.8	4.88	2.67	7.14	4.57	2.31

5% level by DNMRT.

열무의 수량은 2차 재배시[표. 35]에는 엽갈이 배추재배시험과 마찬가지로 작물의 생육상태에 따라서 인칼균의 엽면살포처리에 희석배수 1,500배액과 2,000배액의 교차처리의 필요성이 인정되어 임의 처리구를 두었다. 엽면살포를 하지 않은 무처리구에 비하여 인칼균을 엽면처리한

재배구에서 높았으며 특히 인칼균 1,500 - 2,000배액 임의처리 엽면살포 처리구에서 무처리구에 비하여 증수되었으며 그다음은 1,500배액 처리구 2,000배액 처리구 순으로, 인칼균 엽면시비의 효과도 통계적으로 유의성이 인정되었다.

[표. 37] 열무의 식물체 성분함량(%)

2004년 08월 18일

반복	무처리				2000배액 처리				1500배액 처리				임의 처리			
	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P
1	0.70	4.28	0.68	1.58	0.58	4.64	0.70	1.49	2.72	8.30	0.68	1.40	0.67	3.43	0.73	1.75
2	2.44	7.96	0.77	1.68	0.66	5.97	0.63	1.41	2.58	8.44	0.67	0.98	3.21	5.23	0.78	1.92
3	3.11	7.41	0.73	1.61	2.49	7.52	0.62	1.49	2.43	6.34	0.80	1.57	2.50	6.67	0.64	1.40
평균	2.08	6.55	0.73	1.62	1.24	6.04	0.65	1.46	2.58	7.69	0.72	1.32	2.13	5.11	0.72	1.69
	ns	ns	ns	ns												

5% level by DNMRT.

열무의 엽록소 함량은 2차 재배시[표. 36] 인칼균 2,000배액 엽면살포 처리구에서 제일 많았으며 그다음은 1,500배액 처리구, 임의처리구, 무처리구 순으로, 엽록소 함량과 엽면살포 처리간에는 유의성이 인정되지 않아 엽록소 함량은 각개작물의 생육상태에 따라 달라진 것으로 보인다.

인칼균을 열무에 엽면시비하여 작물을 재배한 후 식물체의 성분을 통계처리한 결과는 표 37과 같다. 인산과 칼슘의 함량은 1차 시험에서와 같이 엽면시비 처리한 구에서 오히려 무처리구에 비하여 감소하는 경향으로 열갈이 배추와는 인산의 함량이 약간 다르게 나타났다.

[표. 38] 열무 수량(3차 재배)

2004년 10월 05일, 10주 평균

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리			임의 처리		
	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게
	cm	cm	(g/개)	cm	cm	(g/개)	cm	cm	(g/개)	cm	cm	(g/개)
1	9.66	36.50	112.93	9.62	38.94	134.07	10.28	41.04	127.61	10.06	43.70	117.39
2	10.14	37.80	174.24	10.86	44.94	179.96	10.96	45.52	187.23	11.08	47.10	139.38
3	8.02	31.09	50.47	9.84	40.08	186.18	8.90	42.62	136.69	10.62	46.08	172.68
평균	9.27	35.13	112.55	10.11	41.32	166.74	10.05	43.06*	150.51	10.59	45.63*	143.15

* 5% 유의수준 ** 1% 유의수준

3차 재배시 열무의 수량[표. 38]은 엽면살포를 하지 않은 무처리구에 비하여 인칼균을 엽면 처리한 재배구에서 높았으며 2차 재배시와는 다르게 효과가 인정되어 인칼균 2,000배액 처리구에서 제일 높았으며, 그다음은 1,500배 처리구, 1,500 - 2,000배액 임의처리 순이었으며, 인칼균 엽면시비의 효과도 통계적으로 유의성이 인정되었으나 열갈이 배추와는 약간 다르게

인정되었다.

열무의 엽록소 함량은 3차 재배시[표. 39] 인칼균 1,500배액 엽면살포 처리구에서 제일 많았으며 그다음은 임의처리구, 무처리구, 2,000배액 처리구 순으로, 엽록소 함량과 엽면살포 처리간에는 엽면살포액 1,500배액을 제외하면 유의성이 인정되지 않고 1차 2차 3차 재배시 엽록소 함량 변화에서 알 수 있듯이 각개작물의 생육상태에 따라 달라지는 것으로 보인다.

[표. 39] 열무의 엽록소 함량(mg/l)

2004년 10월 05일

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리			임의 처리		
	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b
1	18.65	15.25	5.70	20.89	15.16	5.58	21.88	14.29	5.27	18.80	12.67	4.43
2	19.53	10.94	4.02	19.12	14.34	5.16	22.41	16.15	6.17	22.41	13.65	5.11
3	19.96	15.56	6.46	19.02	12.67	4.55	21.18	16.07	5.31	22.09	16.59	7.06
평균	19.38	13.92	5.39	19.68	14.06	5.10	21.82**	15.50	5.58	21.10	14.30	5.53

* 5% 유의수준 ** 1% 유의수준

[표. 40] 열무의 식물체 성분함량(%)

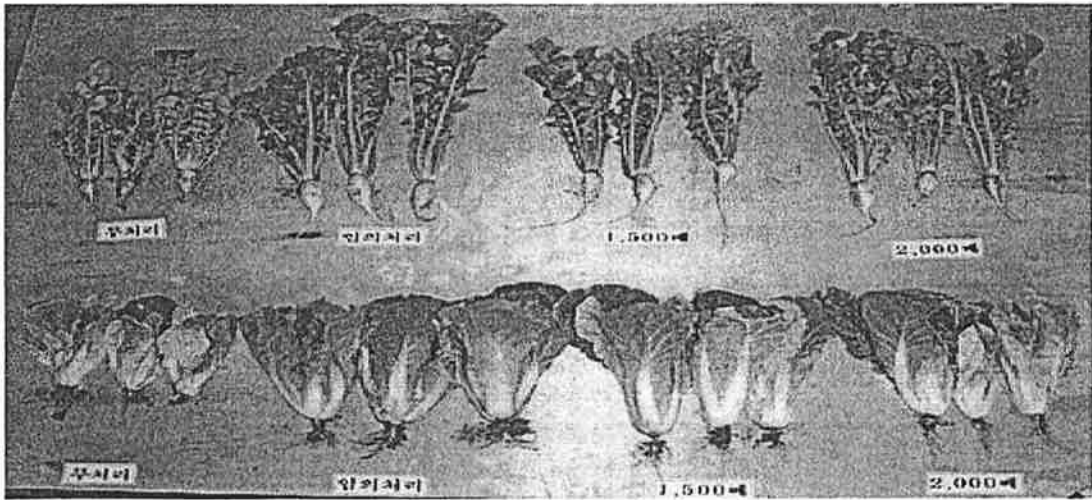
2004년 10월 05일

반복	무처리				2000배액 처리				1500배액 처리				임의 처리			
	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P
1	1.65	9.13	0.36	1.50	1.74	8.71	0.48	1.68	1.91	9.13	0.52	1.70	2.33	8.92	0.44	1.62
2	2.18	7.86	0.43	1.57	2.44	10.18	0.38	1.70	2.09	8.75	0.47	1.46	2.36	9.95	0.45	1.62
3	2.31	8.02	0.46	1.80	2.82	10.83	0.38	1.38	2.21	9.59	0.37	1.59	1.98	9.51	0.49	1.53
평균	2.05	8.34	0.42	1.62	2.33	9.91	0.41	1.59	2.07	9.16	0.45	1.58	2.22	9.46	0.46	1.59
	ns	ns	ns	ns												

인칼균을 열무에 엽면살포하여 작물을 재배한 후 식물체의 성분은 표 40과 같다. 인산과 칼슘의 함량은 1, 2차 시험과는 달리 엽면살포 처리한 구에서 오히려 무처리구에 보다 증가하는 경향이였다.

(1) 열갈이 배추와 열무의 저장 중 품질변화

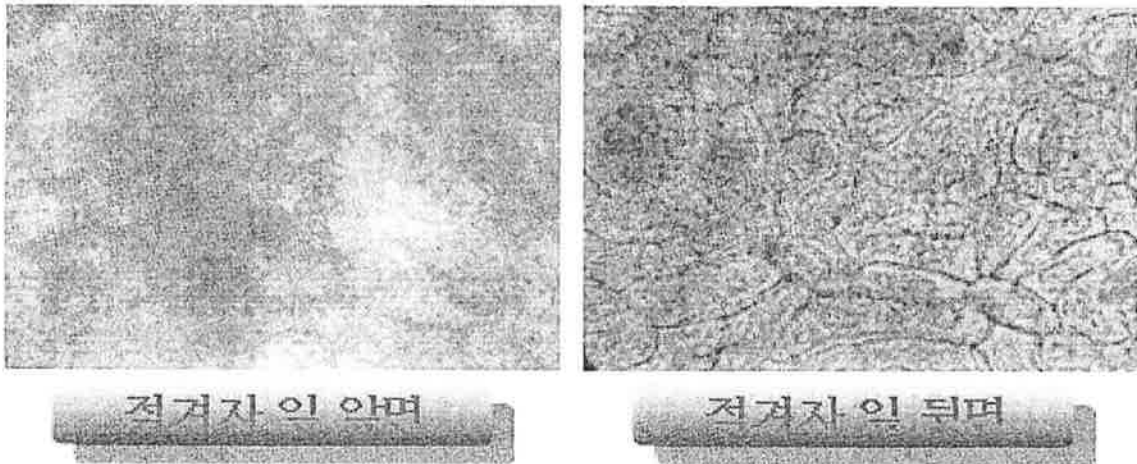
열갈이 배추와 열무를 수확한 2004년 10월 4일부터 10월 8일 까지 5일간 상온 저장한 결과는 사진에서 보듯 무처리 구에서는 딱잎이 누렇게 황변이 되었고, 인칼균을 희석배수 1,500 - 2,000배액 엽면살포 임의처리 구에서는 저장기간 동안 품질변화가 적었으며 처리농도에 따라서 무 처리구에 비하여 품질변화가 적었다.



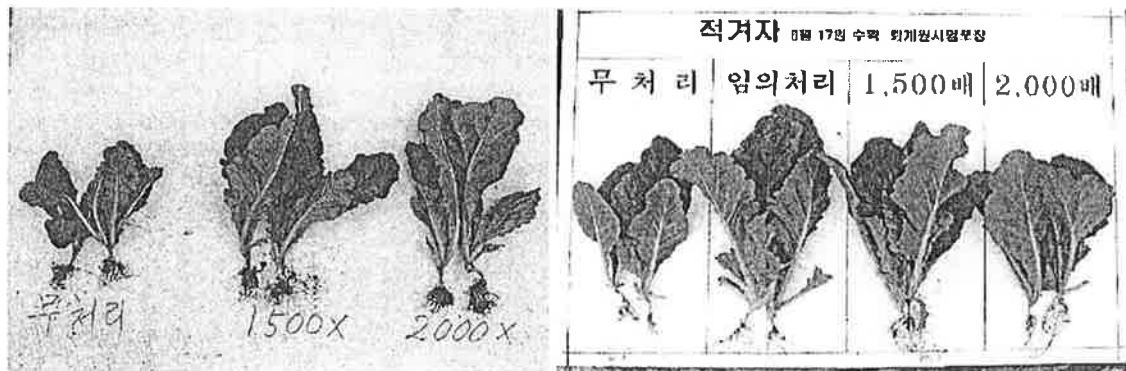
[그림. 56] 3차 시험- 저장성비교사진-10월4일 수확 10월8일 촬영, 수확5일경과 후 사진

(3) 적겨자의 엽면시비효과

엽면시비물질의 흡수통로라고 인정되는 공변세포의 분포(그림 57)는 잎의 앞면과 뒷면에 고루 분포하였다. 인칼균의 엽면시비결과는 적겨자의 경우 수량은 1차 재배시[표. 41] 엽면살포를 하지 않은 무처리구에 비하여 엽면시비한 재배구에서 높았으며 특히 인칼균 2,000배액 엽면시비 처리구에서 엽면시비 무처리구에 비하여 70% 증수되어 제일 높았으며 인칼균 엽면시비의 효과도 통계적으로 유의성이 인정되었다.



* 기공(공변세포)분포 현황: 잎의 뒷면에만 분포
[그림. 57] 적겨자 잎의 공변세포 현미경사진



[그림. 58] 적겨자 1차(좌)재배시험과 2차(우)재배시험 생육비교사진

적겨자 엽록소 함량은 1차 재배시[표. 42] 인칼균 2,000배액 엽면살포 처리구에서 제일 많았으며 그다음이 1,500배액 엽면살포처리구, 무처리의 순이었으며, 엽록소 함량과 엽면살포 처리간에는 유의성이 5% 범위내에서 인정되며 많아 엽록소 함량은 각개작물의 생육상태에 따라 달라진 것으로 보인다.

[표. 41] 적겨자 수량(1차 재배)

2004년 07월 05일, 10주 평균

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리		
	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게
	cm		(g/개)	cm		(g/개)	cm		(g/개)
1	8.98	18.32	18.36	11.62	25.77	26.69	11.28	24.55	21.92
2	7.85	20.40	15.35	13.28	28.75	33.25	12.78	25.79	26.07
3	8.39	18.63	19.68	12.64	29.64	30.92	13.88	30.70	30.74
평균	8.41	19.12	17.80	12.51**	28.05**	30.29**	12.65**	27.01*	26.24*

* 5% 유의수준 ** 1% 유의수준

[표. 42] 적겨자의 엽록소 함량(mg/l)

2004년 07월 05일

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리		
	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b
1	13.58	7.83	3.98	19.01	12.04	5.63	15.44	9.25	4.57
2	13.77	7.87	4.17	15.87	9.65	4.62	15.50	9.41	4.45
3	10.96	5.75	3.24	16.66	10.33	4.78	16.17	9.91	4.67
평균	12.77	7.15	3.80	17.18*	10.67*	5.01*	15.70*	9.52*	4.56

* 5% 유의수준 ** 1% 유의수준

인칼균을 적겨자에 엽면시비하여 작물을 재배한 후 식물체의 인산의 함량[표 43]은 엽면시비 처리한 구에서 오히려 무처리구에 비하여 유의성 있게 감소하는 경향이나 칼슘의 함량은 엽면시비한 처리구에서 통계적으로 유의성은 없으나 높게 나타나는 경향이였다.

[표. 43] 적겨자의 식물체 성분함량(%)

2004년 07월 05일

반복	무처리				2000배액 처리				1500배액 처리			
	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P
1	1.64	6.51	0.46	1.60	1.71	6.78	0.44	1.35	1.82	6.62	0.49	1.38
2	1.65	6.40	0.45	1.57	1.79	6.35	0.53	1.38	1.84	7.29	0.43	1.39
3	1.82	5.94	0.47	1.53	1.96	7.06	0.45	1.16	1.68	6.94	0.47	1.22
평균	1.70ns	6.28ns	0.46ns	1.57a	1.82	6.73	0.47	1.30b	1.78	6.95	0.46	1.33b

5% level by DNMRT.

적겨자 수량은 2차 재배시[표. 44]에는 열같이 베타제배시험과 마찬가지로 작물의 생육상태에 따라서 인칼균의 엽면 살포처리에 희석배수 1,500배액과 2,000배액의 교차처리의 필요성이 인정되어 1,500배액과 2,000배액의 교차 처리하는 임의처리구를 두었다. 엽면 살포를 하지 않은 무처리구에 비하여 인칼균을 엽면시비한 재배구에서 높았으며 특히 인칼균 1,500 - 2,000배액

임의처리 엽면 살포 처리구에서 무처리구에 비하여 110% 증수되었으며 그다음이 1,500배액 처리구, 2,000배액 처리구 순으로, 인칼균 엽면시비의 효과도 통계적으로 유의성이 인정되었다.

적겨자의 엽록소 함량은 2차 재배시[표. 45] 무처리구에서 제일 많았으며 그다음이 2,000배액 처리구, 1,500배액 처리구, 임의처리구 순으로, 엽록소 함량과 엽면살포 처리간에는 임의처리 외에는 유의성이 인정되지 않아 엽록소 함량은 각개작물의 생육상태에 따라 달라진 것으로 보인다.

[표. 44] 적겨자 수량(2차 재배)

2004년 08월 18일, 10주 평균

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리			임의 처리		
	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게
	cm		(g/개)	cm		(g/개)	cm		(g/개)	cm		(g/개)
1반복	7.48	15.82	11.46	9.61	21.60	17.82	12.65	28.98	25.69	11.56	26.01	23.18
2반복	7.27	16.12	10.92	10.79	24.16	21.80	12.86	30.00	28.77	13.37	32.36	35.03
3반복	8.96	22.08	18.38	11.93	27.97	29.12	12.50	28.09	24.22	12.29	31.46	27.54
평균	7.90	18.01	13.59	10.78*	24.58	22.91	12.67**	29.02**	26.23*	12.41**	29.94*	28.58*

* 5% 유의수준 ** 1% 유의수준

[표. 45] 적겨자의 엽록소 함량(mg/l)

2004년 08월 18일

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리			임의 처리		
	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b
1	9.29	6.14	2.81	8.99	6.00	2.66	7.60	5.12	2.19	7.20	4.87	2.06
2	9.40	6.15	2.90	10.22	6.86	2.97	8.34	5.62	2.40	8.28	5.37	2.61
3	8.65	5.79	2.53	7.55	5.07	2.19	9.21	6.13	2.73	8.27	5.55	2.41
평균	9.11	6.03	2.75	8.92	5.98	2.61	8.38	5.62	2.44	7.92*	5.26*	2.36

* 5% 유의수준 ** 1% 유의수준

[표. 46] 적겨자의 식물체 성분함량(%)

2004년 08월 18일

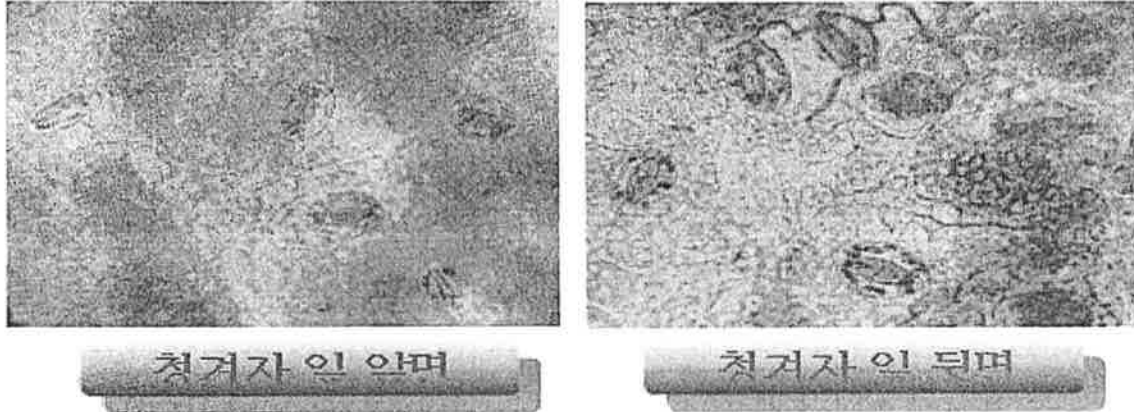
반복	무처리				2000배액 처리				1500배액 처리				임의 처리			
	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P
1	1.21	3.24	0.39	1.70	1.10	5.72	0.40	1.69	1.23	4.02	0.36	1.82	1.08	5.92	0.38	0.11
2	0.65	3.96	0.46	0.09	1.30	4.22	0.44	0.17	1.01	3.81	0.37	1.62	0.39	4.71	0.38	1.78
3	1.15	4.05	0.40	0.15	0.85	4.22	0.34	1.75	0.31	4.76	0.35	1.83	0.37	4.26	0.34	1.72
평균	1.00ns	3.75ns	0.42a	0.65ns	1.08	4.72	0.3ab	1.20	0.85	4.20	0.36b	1.76	0.61	4.96	0.37b	1.20

5% level by DNMRT.

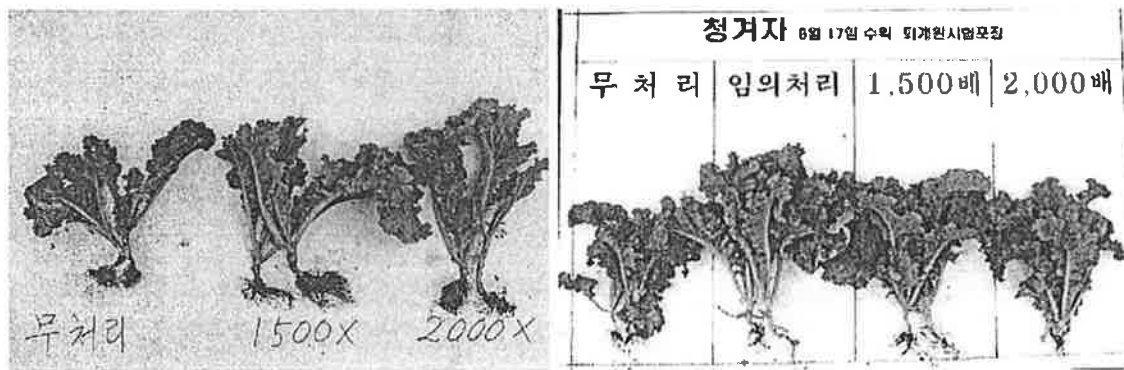
인칼균을 적겨자에 엽면시비하여 작물을 2차 재배한 후 식물체의 성분을 분석한 결과는 표 46과 같으며, 인산과 칼슘의 함량은 통계적으로 유의성 있는 차이는 없으나, 인산의 함량은 엽면시비한 처리구에서 인산의 함량이 무처리구에 비하여 증가하는 경향이었으나, 칼슘의

함량은 엽면시비한 처리구에서 엽면시비물질의 처리 농도에 따라서 감소하는 경향으로 식물의 종류와 재배시기에 따라서 흡수성분의 이동이 차이가 있는 것으로, 또한 식물체내에서 이들 성분의 이동속도에 관여하는 것으로 생각된다.

(4) 청겨자의 엽면시비효과



* 기공(공변세포)분포 현황: 앞의 뒷면에만 분포
[그림. 59] 청겨자 잎의 공변세포 현미경사진



[그림. 60] 청겨자 1차(좌)재배시험과 2차(우)재배시험 생육비교사진

엽면시비물질의 흡수통로라고 인정되는 공변세포의 분포는 앞의 앞면과 뒷면에 고루 분포하였다(그림 59). 엽면시비결과는 청겨자의 경우 수량은 1차 재배시[표. 47] 엽면살포를 하지 않은 무처리구에 비하여 인칼균을 엽면처리한 재배구에서 높았으며 특히 인칼균 1,500배액 엽면살포 처리구에서 무처리구에 비하여 통계적으로 유의성 있게 증수되었으며 인칼균 2,000배액 처리구와 무처리구는 생육의 차이를 볼 수 없었으며 통계적으로도 유의성이 인정되지 않았다.

청겨자의 엽록소 함량은 1차 재배시[표. 48] 인칼균 1,500배액 엽면살포 처리구에서 제일 많았으며 그다음이 무처리구, 2,000배액 엽면살포 처리구 순이었으며, 엽록소 함량과 엽면살포 처리간에는 유의성이 인정되지 않아 엽록소 함량은 각계작물의 생육상태에 따라 달라진 것으로 보인다.

[표. 47] 청겨자 수량(1차 재배)

2004년 07월 05일, 10주 평균

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리		
	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게	엽폭	엽길이	무게
	cm		(g/개)	cm		(g/개)	cm		(g/개)
1	7.12	16.78	15.54	9.15	19.53	16.33	8.36	21.29	18.58
2	8.94	15.12	15.29	7.52	19.53	16.34	8.20	19.08	17.27
3	7.09	16.71	16.54	8.81	21.31	15.16	8.51	19.71	18.95
평균	7.72ns	16.20b	15.79b	8.49	20.12a	15.94b	8.36	20.03a	18.27a

5% level by DNMRT.

[표. 48] 청겨자의 엽록소 함량(mg/l)

2004년 07월 05일

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리		
	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b
1	17.72	10.85	5.46	18.43	11.43	5.63	13.57	7.70	4.12
2	16.39	9.89	4.98	14.04	8.03	4.31	18.90	11.79	5.78
3	15.13	8.83	4.70	14.30	8.19	4.43	18.33	11.29	5.69
평균	16.41ns	9.86	5.05	15.59	9.22	4.79	16.93	10.26	5.20

5% level by DNMRT.

[표. 49] 청겨자의 식물체 성분함량(%)

2004년 07월 05일

반복	무처리				2000배액 처리				1500배액 처리			
	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P
1	2.00	6.35	0.45	1.44	1.75	7.13	0.47	1.30	2.03	7.50	0.39	1.08
2	1.87	5.85	0.47	1.37	1.97	6.66	0.47	1.29	1.64	6.72	0.53	1.46
3	2.32	6.41	0.44	1.26	2.23	6.13	4.10	1.48	1.75	7.45	0.46	1.45
평균	2.06ns	6.20b	0.45a	1.36ns	1.98	6.64ab	1.68 a	1.36	1.81	7.22a	0.46a	1.33

5% level by DNMRT.

인칼균을 청겨자에 엽면시비하여 작물을 1차 재배한 후 식물체의 성분중 인산과 칼슘의 함량은 통계적으로 유의성이 인정되지 않지만, 인산의 함량[표 49]은 엽면시비 처리한 구나 무처리구 모두 비슷한 경향이었으나, 칼슘의 함량은 엽면시비한 처리구에서 감소하는 경향이었으며, 반복간의 차이가 크게 나타났다.

청겨자 수량은 2차 재배시[표. 50]에는 일같이 배추재배시험과 마찬가지로 작물의 생육상태에 따라서 인칼균의 엽면살포처리에 희석배수 1,500배액과 2,000배액의 교차처리의 필요성이 인정되어 임의 처리구를 두었다. 엽면살포를 하지 않은 무처리구에 비하여 인칼균을 엽면처리한 재배구에서 높았으며 특히 인칼균 1,500배액 엽면살포 처리구에서 제일 높았으며 무처리구에 비하여 120% 증수되었으며 그다음에 1,500 - 2,000배액 임의처리구, 2,000배액 처리구 순으로, 인칼균 엽면시비의 효과도 통계적으로 고도의 유의성이 인정되었다.

[표. 50] 청겨자 수량(2차 재배)

2004년 08월 18일, 10주 평균

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리			임의 처리		
	엽폭 엽길이		무게	엽폭 엽길이		무게	엽폭 엽길이		무게	엽폭 엽길이		무게
	cm		(g/개)	cm		(g/개)	cm		(g/개)	cm		(g/개)
1	7.43	17.90	17.49	9.50	21.69	25.89	10.14	24.86	36.96	9.14	20.72	27.20
2	8.84	18.57	14.89	9.43	24.60	30.43	8.41	19.47	20.53	9.63	22.10	38.90
3	7.31	16.80	11.65	8.45	22.79	29.26	10.44	26.83	39.79	8.65	22.12	27.09
평균	7.86	17.76	14.68	9.13	23.03	28.53	9.66*	23.72**	32.43**	9.14*	21.65*	31.06**

* 5% 유의수준 ** 1% 유의수준

[표. 51] 청겨자의 엽록소 함량(mg/l)

2004년 08월 18일

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리			임의 처리		
	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b
1	6.76	4.13	2.39	7.41	4.58	2.56	6.26	3.91	2.14	6.55	4.07	2.24
2	6.50	4.03	2.24	4.88	3.01	1.70	6.79	4.20	2.35	6.03	3.77	2.04
3	7.51	4.60	2.66	6.37	3.96	2.19	5.05	3.12	1.75	6.87	4.26	2.37
평균	6.92ns	4.25	2.43	6.22ns	3.85	2.15	6.03ns	3.74	2.08	6.48ns	4.03	2.22

5% level by DNMRT.

[표. 52] 청겨자의 식물체 성분함량(%)

2004년 08월 18일

반복	무처리				2000배액 처리				1500배액 처리				임의 처리			
	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P
1	2.24	6.09	0.75	2.06	2.02	5.80	0.52	1.85	2.06	6.13	0.49	1.73	2.38	6.20	0.58	2.03
2	1.86	6.24	0.64	1.42	2.12	6.56	0.70	1.98	2.19	6.16	0.66	1.86	2.94	5.85	0.71	2.08
3	1.88	5.81	0.55	1.52	1.88	5.67	0.49	1.69	1.52	6.37	0.52	1.96	2.05	5.92	0.63	1.71
평균	1.99	6.05	0.65	1.67	2.01	6.01	0.57	1.84	1.92	6.22	0.56	1.85	2.46	5.99	0.64	1.94
	ab	ns	ns	ns	ab				b				a			

5% level by DNMRT.

청겨자의 엽록소 함량은 2차 재배시[표. 51] 무처리구에서 제일 많았으며 그다음이 임의처리구, 2,000배액 처리구, 1,500배액 처리구 순으로, 엽록소 함량과 엽면살포 처리간에는 유의성이 인정되지 않아 엽록소 함량은 각개작물의 생육상태에 따라 달라진 것으로 보인다.

인칼슘을 청겨자에 엽면시비하여 작물을 2차 재배한 후 식물체의 성분을 분석한 결과 칼슘 함량에서만 인칼슘 1,500배액과 임의처리에서만 통계적으로 인정되었으며, 인산과 칼슘의 함량[표 52]은 엽면시비 처리한 구에서 높게 나타났으며, 반복간의 차이가 처리간의 차이보다 크게 나타났다.

(5) 김장채소의 엽면시비효과

[표 53] 김장배추(가락배추,중양)의 생육과 수량

2004년 11월 20일, 5개 평균

반복	무처리				2,000배액 처리				1,500배액 처리				임의 처리			
	생체중 (kg)	구중 (kg)	구장 (cm)	구폭 (cm)	생체중 (kg)	구중 (kg)	구장 (cm)	구폭 (cm)	생체중 (kg)	구중 (kg)	구장 (cm)	구폭 (cm)	생체중 (kg)	구중 (kg)	구장 (cm)	구폭 (cm)
1	3.21	2.04	28.3	18.8	2.72	2.01	27.3	15.4	2.75	2.04	28.0	15.6	3.74	2.75	27.9	17.5
2	2.22	1.48	27.2	17.2	3.05	2.23	27.9	15.7	3.26	2.45	27.6	16.7	3.17	2.27	26.4	16.5
3	2.06	1.09	26.5	15.3	2.93	2.17	29.3	15.1	3.75	2.78	30.3	16.9	2.46	1.69	23.1	14.7
평균	2.50	1.54	27.3	17.1	2.90	2.14	28.2	15.4	3.25	2.42*	28.6	16.4	3.12	2.24	25.8	16.2

* 5% 유의수준 ** 1% 유의수준

김장배추 수량[표. 53]은 엽면살포를 하지 않은 무처리구에 비하여 인칼균을 엽면처리한 재배구에서 높았으며 특히 인칼균 1,500배액 엽면살포 처리구에서 제일 높았으며 무처리구에 비하여 30% 증수되었으며 그 다음이 1,500 - 2,000배액 임의처리구, 2,000배액 처리구순으로, 인칼균 엽면시비의 효과가 인정되었다.

[표. 54] 김장배추의 엽록소 함량(mg/l)

2004년 11월 20일

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리			임의 처리		
	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b
1	8.99	6.01	2.64	6.16	4.14	1.79	9.09	6.01	2.74	8.53	5.63	2.58
2	17.05	11.09	5.33	15.86	10.60	4.67	18.63	12.34	5.60	19.80	12.92	6.15
평균	13.02ab	8.55	3.99	11.01b	7.37	3.23	13.86ab	9.18	4.17	14.17a	9.275	4.365

5% level by DNMRT.

김장배추의 엽록소 함량[표. 54]은 임의처리구에서 제일 많았으며 그다음이 1,500배액 처리구, 무처리구, 2,000배액 처리구 순으로, 엽록소 함량과 엽면살포 처리간에는 엽면시비용액 2,000배와 임의처리간에만 유의성이 인정되고 그 외의 처리간에는 유의성이 인정되지 않아 엽록소 함량은 각개작물의 생육상태에 따라 달라진 것으로 보인다.

인칼균을 김장배추에 엽면시비하여 작물을 1차 재배한 후 식물체의 인산과 칼슘의 함량[표 55]은 통계적으로 유의성이 인정되지 않고, 일정한 경향이 없으며, 반복간의 차이가 처리간의 차이보다 크게 나타나서 유의성을 볼 수 없었다.

[표. 55] 김장배추의 식물체 성분함량(%)

2004년 11월 20일

반복	무처리				2000배액 처리				1500배액 처리				임의 처리			
	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P
1	0.77	3.65	0.76	1.26	0.87	6.19	1.27	2.22	0.76	5.77	1.32	2.37	0.93	4.45	1.13	2.17
2	0.75	5.23	0.99	1.15	0.76	6.12	1.00	2.02	1.31	5.58	1.64	2.75	0.53	3.68	0.77	1.72
3	0.85	4.91	0.93	1.75	0.83	6.01	1.13	2.12	0.76	5.01	1.16	1.70	0.79	4.01	0.94	1.74
4	0.84	5.80	1.11	2.30	0.68	5.14	1.05	1.99	0.70	4.47	1.05	1.92	0.57	4.97	0.96	1.80
5	0.73	4.56	0.90	1.94	0.99	6.02	1.19	2.23	1.01	5.02	1.23	2.03	0.86	4.28	1.08	1.80
평균	0.79	4.83	0.94	1.68	0.83	5.90	1.13	2.12	0.91	5.17	1.28	2.15	0.74	4.28	0.98	1.85
	ns	b	b	ns		a	ab		ab	a			b	b		

5% level by DNMRT.

[표 56] 김장무우(경자무우, 흥농)의 생육과 수량

2004년 11월 20일, 5개 평균

반복	무처리				2,000배액 처리				1,500배액 처리				임의 처리			
	생체중 (kg)	근중 (kg)	근장 (cm)	근폭 (cm)	생체중 (kg)	근중 (kg)	근장 (cm)	근폭 (cm)	생체중 (kg)	근중 (kg)	근장 (cm)	근폭 (cm)	생체중 (kg)	근중 (kg)	근장 (cm)	근폭 (cm)
1	0.78	0.53	13.8	8.4	1.43	1.02	18.3	8.9	0.69	0.49	14.4	7.0	0.94	0.64	12.9	8.6
2	0.74	0.51	12.8	8.2	1.23	0.95	18.4	8.6	0.60	0.38	13.1	6.8	0.96	0.65	13.3	8.3
3	0.76	0.50	10.9	8.6	1.42	1.12	19.9	8.9	0.66	0.44	13.0	6.7	0.84	0.55	12.0	8.4
평균	0.76	0.51	12.5	8.4	1.36**	1.03**	18.9**	8.8*	0.65**	0.44*	13.5	6.9**	0.91**	0.61*	12.7	8.4

* 5% 유의수준 ** 1% 유의수준

김장무우 수량[표. 56]은 엽면살포를 하지않은 무처리구에 비하여 인칼균을 엽면처리한 재배구에서 높았으며 특히 인칼균 2,000배액 엽면살포 처리구에서 제일 높았으며 그다음이 임의 처리구, 무처리구, 1,500 배액 처리구 순으로, 인칼균 엽면시비의 효과가 인정되었다. 그러나 배추에서와 다른 양상은 작물의 특성이나 아니면 시험오차로 생각된다.

[표. 57] 김장무우의 엽록소 함량(mg/l)

2004년 08월 18일

반복	무처리			2000배액 처리			1500배액 처리			임의 처리		
	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b	Total	엽록a	엽록b
1	6.13	10.81	4.72	9.55	6.49	2.70	10.41	7.11	2.90	8.38	5.66	2.40
2	27.85	18.01	8.82	28.99	18.54	9.40	30.03	19.05	9.90	21.61	14.53	6.26
평균	16.99ns	14.41	6.77	19.27	12.52	6.05	20.22	13.08	6.4	15.00	10.10	4.33

5% level by DNMRT.

김장무우의 엽록소 함량[표. 57]은 1,500배액 엽면시비 처리구에서 제일 많았으며 그 다음이 2,000배액 처리구, 무처리구, 임의처리구 순으로, 엽록소 함량과 엽면살포 처리간에는 유의성이 인정되지 않아 엽록소 함량은 각개작물의 생육상태에 따라 달라진 것으로 보인다.

[표. 58] 김장무우의 식물체 성분함량(%)

2004년 11월 20일

반복	무처리(잎)				2000배액 처리(잎)				1500배액 처리(잎)				임의 처리(잎)			
	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P
1	1.54	5.43	0.92	1.31	2.35	4.06	1.21	1.22	1.52	4.32	1.23	1.90	2.77	5.83	1.27	1.32
2	1.57	6.48	1.08	1.53	1.89	4.57	1.19	1.48	1.06	4.64	0.83	1.46	2.08	4.72	1.31	1.49
3	1.98	6.93	1.20	1.79	1.70	5.16	0.83	1.25	1.30	4.13	1.07	1.44	1.62	5.22	0.91	1.45
평균	1.70	6.28	1.07	1.54	1.98	4.60	1.08	1.32	1.29	4.36	1.04	1.60	2.16	5.26	1.16	1.42
	ab	a	ns	ns	ab	b	ns	ns	b	b	ns	ns	a	ab	ns	ns

반복	무처리(근)				2000배액 처리(근)				1500배액 처리(근)				임의 처리(근)			
	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P	Ca	K	Mg	P
1	0.49	5.83	0.20	1.25	0.73	7.13	0.24	1.65	0.67	6.34	0.24	1.51	0.63	6.36	0.19	1.33
2	0.48	5.16	0.19	1.71	0.93	7.68	0.26	1.59	0.54	6.00	0.20	1.33	0.79	6.67	0.23	1.83
3	0.77	8.25	0.26	1.67	0.53	7.00	0.14	1.22	0.54	5.70	0.21	1.43	0.61	7.13	0.19	1.45
평균	0.58	6.41	0.22	1.54	0.73	7.27	0.21	1.49	0.58	6.01	0.22	1.42	0.68	6.72	0.20	1.54
	ns	ns	ns	ns												

5% level by DNMR.

인칼슘을 김장무우에 엽면시비하여 작물을 1차 재배한 후 무우 잎과 무우의 성분중 인산과 칼슘의 함량[표 58]은 일정한 경향이 없으며, 반복간의 차이가 처리간의 차이보다 크게 나타나서 유의성을 볼 수 없었다. 무의 잎에서만 엽면시비용액 1,500배액과 임의처리에서만 통계적으로 유의성있는 차이가 인정되었다.

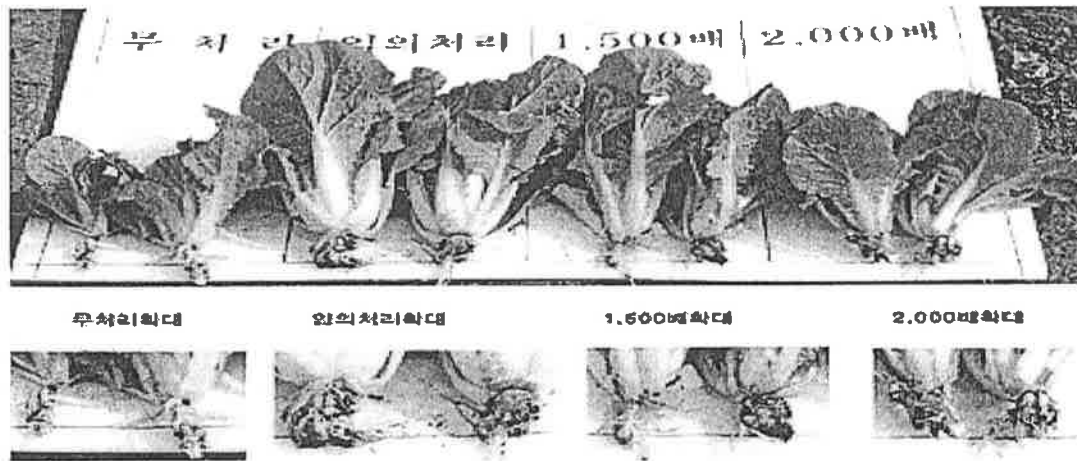
(6) 김장 배추와 무우의 수확 시 품질

김장채소의 경우 인칼슘을 엽면시비 처리한 구에서는 소비자나 생산자의 입장에서 볼 때 아작아작하는 소위 씹는 맛이 있으며 품질에서 차이가 난다고는 하나 측정할 방법이 없어 복숭아의 경도를 측정하는 경도계(모델 Ta-Xt 2)로 무우의 잎과 뿌리 및 배추에서 측정한 결과를 [표. 59]에 나타냈다. 인칼슘을 엽면시비한 처리구에서 미세하나마 경도의 차이가 무우의 잎과 뿌리(무우와 김장배추에서 증가하여 통계적으로 유의한 차이는 없으나 조직이 단단함을 알 수 있었다.

처리구분	무처리	2000배	1500배	임의처리
무우잎	1577.2	1967.7	1687.2	1597.3
무우	3512.4	3532.1	3567.9	3625.7
배추잎	1060.7	1013.7	1083.2	1123.7

(7) 기타 효과

· 배추의 무사마귀병 : 시험포장의 위치는 경기도 남양주시 퇴계원면으로서 무농약재배지에서 시험하였으며 일반적인 경우 얼갈이배추는 2작기 이후는 배추무사마귀병(학명:Plasmodiophora brassicae, 영명:Club root, 곰팡이 일종)에 의하여 작물뿌리의 활력이 감소되어 작물을 재배할 수 없으나, 본 포장에서도 사진에서 보는 바와 같이 3차 재배시 무사마귀병이 만연하였다. 인칼균의 엽면시비는 뿌리의 활력감소로 인하여 흡수하지 못한 이질성분을 엽면시비로 식물의 생장이 증대되어 엽면살포 처리구에서는 무처리구에 비하여 얼갈이 배추의 생육이 왕성하여 정상적인 수확을 할 수 있었다.[그림 61 참조].



[그림. 61] 배추의 뿌리에 무사마귀병 현상

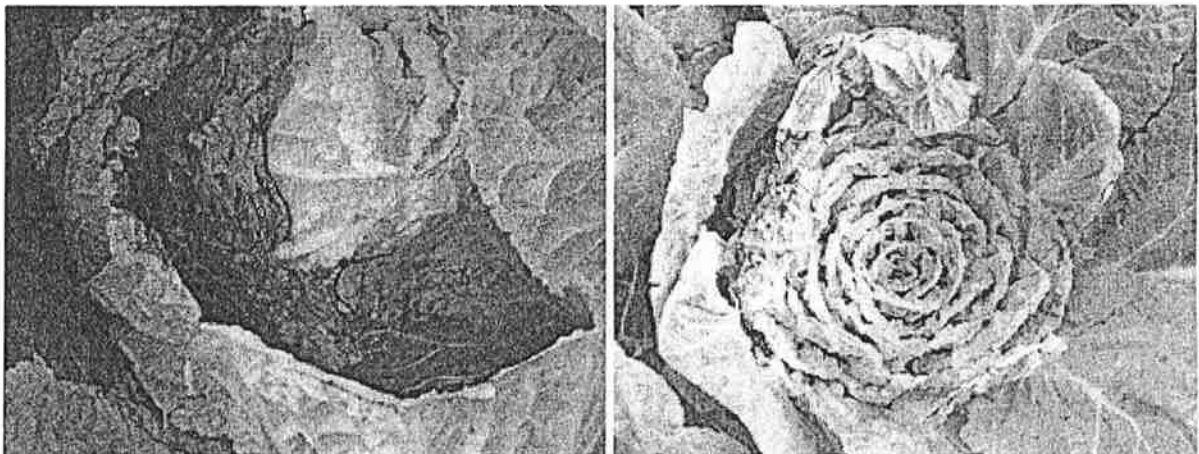


[그림. 62] 인칼균 엽면시비 무처리구에서 열무의 검은무늬병 현상

· 열무의 검은무늬병과 탄저병 : 2004년 10월 4일 열무 수확시 인칼균을 엽면시비 하지 않은

처리구에서 포장에 전반적으로 검은 점이 많아 병원균에 의한 것인지 영양부족에 의한 생리 장애인지를 알기위하여 반점을 동정하여 본 결과 흑반병균(학명: *Alternaria brassicae* Sacc. 영명: Black spot)이 이병되었으며, 탄저병(학명: *Colletotrichum higginsianum* Sacc. 영명: Anthracnose)균은 동정되었다. 흑반병은 가을철 비온 후 또는 공기전염으로 이병되며, 탄저병은 주로 공기로 전염되는 것으로 인칼균을 엽면시비 처리농도에 관계없이 엽면시비 처리한 구에서는 발생하지 않아 인칼균의 엽면시비는 흑반병과 탄저병에 저항성을 높이는 것으로 생각되며, 무처리구에서의 흑반병과 탄저병은 열무로서의 상품 가치를 인정할 수 없게 하였다 (그림 62 참조).

· 배추의 텃번 : 본 포장에서 재배한 김장배추는 일반 엽채류 채소보다는 생육기간이 길기 때문에 토양의 특성[표. 22]에서 보는바와 같이 유기물, 질소, 인산은 충분하였으나 비교적 염기가 적어 산성을 나타내기 때문에 칼슘부족으로 텃번(Tipburn, 그림 63)현상이 나타나 생육은 어느 정도 이루어지나 엽면시비를 하지 않은 무처리 구에서는 텃번현상이 나타나 채소의 품질로 볼 때는 생육이 불량하였다.



[그림. 63] 인칼균 무처리구에서 배추의 텃번현상

2-2-2 과채류재배 시 인칼균의 엽면시비 효과

1. 서론

본 연구과제의 과채류 재배시험작목으로 수요기반이 확충되어 많은 농가에서 재배되고 있는 방울토마토와 고추를 선정하여 시험하였으며 엽채류와 더불어 시설하우스에서 재배되는 작물로 시설재배지의 고수익화 욕구에 따른 생산량증대의 필요성이 커 각종농자재의 사용이 빈번하여 재배지토양의 오염도가 높아 개선방안이 시급히 필요한 실정이다. 토마토와 고추 같은 작물은 생리적으로 영양생장과 생식생장이 한 작기 중에 계속적으로 반복되는 작물로서 영양관리가 어려워 높은 재배기술력이 필요하며 이러한 과채류의 재배에 있어 적절한 양분관리방법으로 작물의 성장과 수정 그리고 수확이 동시에 이루어지므로 이에 맞는 적절한 시비기술의 습득은 농가에서 반드시 갖추어져야할 사항이다. 특히 과채류의 생리특성을 조절하여 양분균형을 유지하기 위한 시비방법의 개선이 고품질의 과채류생산에 중요한 과제로서 본 연구의 주요목적이 엽면시비에 의한 인산과 칼슘성분의 흡수이용증대이므로 지금까지 과채류재배에서 가장 큰 문제가 되어온 인산과 칼슘의 이용도 향상에 관한 연구는 과채류재배기술 발전에 있어 중요한 전환기가 될 것으로 생각된다.

과채류의 엽면시비효과를 알기위하여 방울토마토(로알1402)와 고추(포청천)에 대하여 조사하였으며, 작물별 시험구마다 무처리(엽면살포 안함)를 대조구로 하여 용액의 희석배율에 따른 작물의 생육사항을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

가) 연구개요

본 시험은 인칼균과 시중에서 판매되는 엽면시비용 인산칼슘의 엽면시비효과를 구명하기 위하여 인산과 칼슘함량이 특별히 적은 토양(대구대 시험포장)에 인산과 칼슘을 엽면시비만으로 공급하도록 엽면시비 시간과 방법을 달리하여 토마토와 고추작물에 대한 인산칼슘의 엽면시비효과를 비교하였다.

나) 토마토 재배개요

- 엽면시비물질: 인칼균, 인산칼슘(서풍)
- 시비농도: 1,000배액
- 엽면시비방법: 무처리, 아침시비, 아침시비 후 저녁세척, 저녁시비, 저녁시비 후 아침세척,

- 엽면시비간격: 2005.04.08일부터 2일 간격으로 30회(대구대 시험농장),

시험장소: 대구대학교 생명환경대학 부속농장.
 재배방법: Pot 재배
 시 비 량: 퇴비2,500kg/10a, 질소40kg, 염화칼리40kg
 파 종: 2005. 04. 20
 정 식: 2005. 06. 10(Pot)
 수 확: 2005. 08. 19

다) 고추재배개요

- 엽면시비물질: 인칼균, 인산칼슘
 - 시비농도: 1,000배 용액
 - 엽면시비방법: 무처리, 아침시비, 아침시비 후 저녁세척, 저녁시비, 저녁시비 후 아침세척,
 - 엽면시비간격: 2005. 10. 04 부터 2일 간격으로 22회

시험장소: 대구대학교 생명환경대학 부속농장
 시험방법: Pot 재배시험
 품 종: 포청천(신젠타)
 시 비 량: 퇴비2800, 요소 45, 용과린 88, 염화가리 33, 석회 83kg/10a
 (퇴비230, 요소 3.7, 용과린 7.3, 염화가리 2.7, 석회 6.9g/pot)
 파 종: 2005. 08. 01
 정 식: 2005. 09. 16
 수 확: 2005. 11. 16

3. 결과 및 고찰

1) 토마토의 엽면시비효과

(1) 토양분석

[표. 60] 재배시험토양의 화학성

구분	pH (1:5)	유기물 (%)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	EC (1:5,mS/cm)	CEC	Ca	Mg	K	Na
							(cmol/kg)			
평균	5.1	7.1	0.06	27.0	0.17	10.4	1.69	0.50	0.50	0.06

토양은 대구대학교 야산에서 채취한 토양으로 이화학성은 강산성으로 질소, 유기물, 유효 인

산의 함량이 적은 토양으로 칼슘과 인산의 시비효과를 보기에 좋은 토양으로 생각된다.

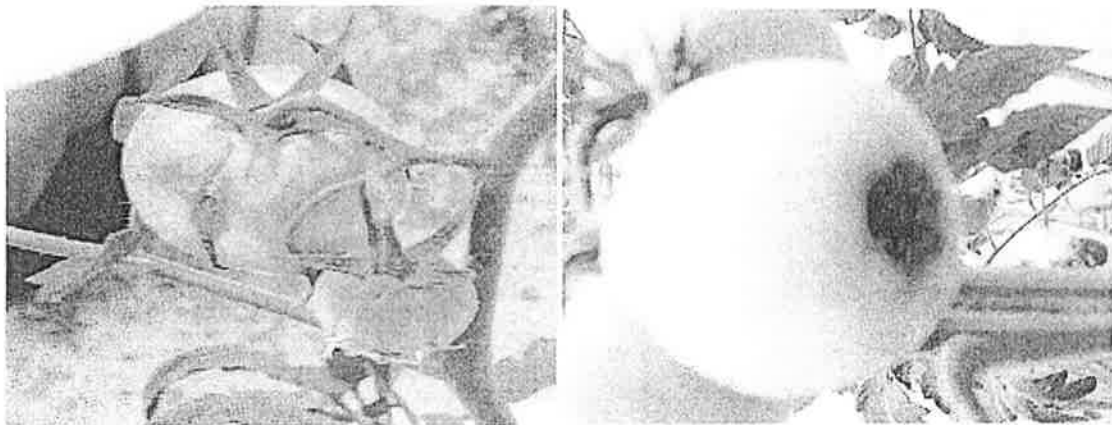
(2) 수량 조사

[표. 61] 인산칼슘과 인칼균 엽면시비 처리구에서의 토마토생육과 수량

처리	엽면시비	경장	경경	최대 입장	최대 입폭	마딧 수	엽록소	총수 량	상품 과	총생산량
		cm	mm	cm	cm	cm		개/주		kg/주
인산칼슘	무처리	120.00e	9.00c	21.00d	17.00e	12.0e	45.70c	6	1	66.7
	아침엽면시비	128.00d	9.60b	26.00b	18.50d	14.2d	49.60a	9	4	323.6
	저녁엽면시비	143.00b	8.40e	28.00a	20.50c	15.9b	45.30d	10	4	323.2
인칼균	무처리	118.00e	9.04d	21.00e	12.00d	13.1e	43.50c	9	2	136.6
	아침엽면시비	121.00d	9.00c	22.50c	15.00c	13.4d	46.40a	14	10	665.0
	저녁엽면시비	126.00c	9.70e	23.00b	18.00b	14.0c	45.00b	9	8	683.2

5% level by DNMR.

인산칼슘을 엽면시비할 경우[표 61] 토마토의 생육은 경장, 최대입장, 입폭 및 마딧수는 저녁에 엽면시비, 경경과 엽록소 함량은 아침엽면시비 처리구에서, 인칼균을 엽면시비 할 경우는 경장, 경경, 최대입장, 입폭 및 마딧수는 저녁에 엽면시비, 엽록소 함량은 아침엽면시비 처리구에서 좋은 것으로 나타났다. 토마토의 수량이나 열매수는 인칼균엽면시비가 인산칼슘을 엽면시비처리보다 열매수는 큰 차이가 없으나 인칼균의 경우 상품과와 총생산량에서 인산칼슘보다 2배이상 많았다.



열과가 발생되어 상품성이 없어진 토마토
[그림. 64] 토마토의 열과와 배꼽썩음병 사진

배꼽썩음병이 발생한 토마토

인산칼슘을 엽면시비할 경우 배꼽썩음병과 열과[표 62, 그림 64참조]가 많았다. 수확 과실의 과수, 과중, 횡경, 종경, 상품과, 이상과, 당도, 유기산 함량을 측정하였다. 당도는 Brix 당도계

(Atago PR-201, Japan)로 측정하였고, 유기산 함량은 과실 10 g을 분쇄기에서 완전 분쇄하고, 증류수 50 ml를 가해 혼합하여 No.2 여지로 여과하여 250 ml volumetric flask에 정량하였다. 이 여액 20 ml를 취해 phenolphthalein 지시약을 몇 방울 가하고, 0.1N-NaOH로 측정하였다. 엽면시비방법별 수량은 일반적으로 원예작물의 경우 개체면적이 처리보다 크기 때문에 큰 뜻은 인정할 수 없으나, 인칼균엽면시비는 공변세포가 열리는 아침에 엽면시비 하는 것 보다는 저녁에 엽면시비 하는 처리에서 당도가 높았으며 인산칼슘을 엽면시비할 때는 아침에 엽면시비하는 처리에서 당도가 높았다. 산도는 인칼균이나 인산칼슘을 저녁에 엽면시비하는 처리에서 낮았다.

표. 62] 토마토 과일의 품질

처리구분	엽면시비	수량(개)			당도(°BRIX)	산도(%)
		배꼽썩음병	열과	상품과		
인산칼슘	무처리	2	1	1	4.91	0.37
	아침시비	0	4	4	5.27	0.45
	저녁시비	0	4	4	5.18	0.43
인칼균	무처리	2	2	2	4.91	0.37
	아침시비	0	0	10	5.34	0.45
	저녁시비	0	0	8	5.68	0.43

(3) 엽면시비방법에 따른 토마토와 토마토 잎의 양분함량(수확 시)

[표. 63] 인칼균과 인산칼슘의 엽면시비방법에 따른 잎 양분함량(수확시)

부위	엽면시비방법	N P Ca K							
		%							
		I*	S	I	S	I	S	I	S
잎	무처리	2.17	2.18	0.31	0.55	0.97	0.97	1.09	1.49
	아침엽면시비	1.46	1.84	0.64	0.77	1.00	1.51	1.22	1.13
	저녁엽면시비	1.58	1.66	0.74	0.69	1.39	1.18	1.50	1.04
토마토열매	무처리	2.00	2.04	0.64	0.43	1.24	1.23	2.35	2.64
	아침엽면시비	2.23	1.68	0.65	0.47	0.61	1.35	2.48	2.33
	저녁엽면시비	2.26	1.97	0.71	0.53	0.66	1.19	2.55	2.46

* I = 인칼균, S = 인산칼슘(서풍)

인산칼슘을 엽면시비 할 경우 식물체의 인산과 칼슘의 함량은 통계적으로 유의한 차이는 볼 수 없으나 아침에 엽면시비 한 잎에서 증가하였으며, 인칼균의 엽면시비 할 경우 식물체의 인산과 칼슘의 함량은 저녁에 엽면시비 한 잎에서 증가하였으며, 인칼균을 엽면시비 한 처리구가 인산칼슘 처리보다 높게 나왔다. 인칼균을 엽면시비 할 경우 토마토의 인산과 칼슘의 함량은 통계적으로 유의한 차이는 볼 수 없으나 저녁 엽면시비 한 잎에서 증가하였으며, 인산칼슘을 엽면시비 한 경우는 인산은 저녁에 칼슘은 아침에 엽면시비 한 처리에서 증가하였다.

(4) 엽면시비기술농가 이전 재배 포장에서의 토마토 생육

[표. 64] 토마토 과일의 품질(2006년)

처리구분	수확량(kg)	수량지수	배꼽썩음병(kg)	기형과(kg)	잎곰팡이병(%)	상품과
무처리	1,136	100.0	56.8	113.6	35	965.6(100.0)
인산칼슘	1,487	130.9	7.4	104.1	15	1,375.5(142.5)
인칼균	1,524	134.2	4.6	45.7	13	1,473.7(152.6)

표 64는 토마토를 재배하는 농가에 인칼균을 엽면시비하는 기술을 이전하는 포장에서 인산칼슘과 인칼균을 엽면시비하면서 엽면시비를 하지 않는 무처리와 단순비교를 한 결과를 나타낸 것이다. 무처리에 비하여 인산칼슘을 엽면시비할 경우 수량은 31%, 상품과는 43%가 증수하였으나 인칼균을 엽면시비할 경우는 수량은 34%, 상품과는 53% 수량이 증가하였다. 배꼽썩음병, 기형과 및 잎 곰팡이 이병률도 엽면시비 함으로써 줄일 수 있었으며 인산칼슘보다는 인칼균을 엽면시비하는 처리에서 더 효과적이었다. 이러한 결과는 인산칼슘과 인칼균의 엽면흡수율의 차이에서 오는 것으로 생각된다.

2) 고추의 엽면시비효과

(1) 토양의 화학적 성질

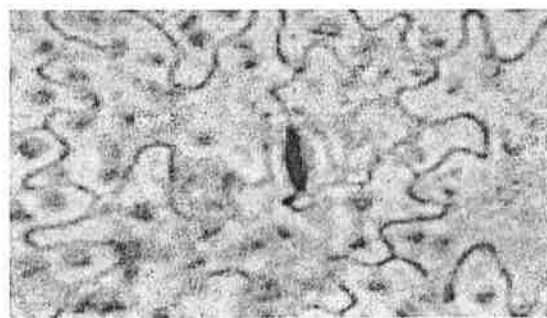
본 시험재배에서 사용된 토양은 대구대학교 야산에서 채취한 토양으로 이화학성은 [표. 65]에서 보는 것과 같이 강산성으로 질소, 유기물, 유효 인산의 함량이 적은 토양으로 인산과 칼슘은 엽면시비만으로 공급하였다.

[표. 65] 제배시험토양의 화학성

구분	pH (1:5)	유기물 (%)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	EC (1:5, mS/cm)	CEC	Ca	Mg	K	Na
						(cmol/kg)				
평균	5.1	7.1	0.06	27.0	0.17	10.4	1.69	0.50	0.50	0.06



고추 잎 앞면



고추 잎 뒷면

[그림. 65] 고추 잎의 공변세포 현미경사진(엽면흡수의 주요 흡수기구인 고추잎의 공변세포는 잎의 앞면과 뒷면에 고루 분포)

(2) 생육량 조사

[표. 66] 고추 1차식물체 생육조사

제품명	처리구분	시비횟수	초장(cm)	경경(mm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	수(개/주)	광합성
	무처리		39.9	0.4	12.9	4.6	16	40.2
인산칼슘	아침처리	22회	40.0	0.5	13.4	5.3	13	37.2
	저녁처리	22회	43.2	0.4	12.8	4.9	17	39.1
인칼슘	아침처리	22회	38.7	0.4	15.3	5.3	15	43.2
	저녁처리	22회	39.7	0.4	14.3	4.7	15	39.9

인산칼슘을 엽면시비 할 경우[표 66] 고추의 1차 생육조사 결과는 초장, 엽수와 엽록소 함량은 저녁에 엽면시비, 경경, 엽장과 엽폭은 아침엽면시비 처리구에서, 인칼균을 엽면시비 할 경우 고추의 생육은 초장 과 경경은 저녁에 엽면시비, 엽장, 엽폭 및 광합성은 아침엽면시비 처리구에서 좋은 것으로 나타났다.,

[표. 67] 고추 2차식물체 생육조사

제품명	처리구분	시비횟수	초장(cm)	경경(mm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	수(개/m ²)	광합성
	무처리		39.9	0.49	12.1	4.7	21	41.5
인산칼슘	아침처리	22회	39.1	0.58	10.4	4.3	20	34.3
	저녁처리	22회	42.5	0.57	10.6	4.1	26	43.8
인칼균	아침처리	22회	38.2	0.48	11.0	4.0	27	44.2
	저녁처리	22회	39.1	0.47	13.0	4.2	21	37.8

인산칼슘을 엽면시비할 경우[표 67] 고추의 2차 생육조사 결과는 초장, 엽장과 엽수 및 광합성은 저녁에 엽면시비, 경경과 엽폭은 아침엽면시비 처리구에서, 인칼균을 엽면시비할 경우 고추의 생육은 초장, 엽장과 엽폭은 저녁에 엽면시비, 경경, 엽수 및 광합성은 아침엽면시비 처리구에서 좋은 것으로 나타났다.,

(3) 인산칼슘과 인칼균의 엽면시비에 따른 식물체 중량비교

인산칼슘과 인칼균을 엽면시비한 후 작물의 생체중량과 건조중량을 비교하여 작물의 건전생육상태를 비교한 결과[표. 68]에서 생고추의 무게는 인산칼슘 엽면시비처리에서, 전체중량은 인칼균을 엽면시비한 처리에서 더 많게 나타났으며, 생체중은 아침에 엽면시비한 처리구에서 많게 나타났다.

[표. 68] 엽면시비 처리별 수확시 수량(g/주)

제품	처리구분	생체중량	건체중량
	무처리	5.37	2.93
인산칼슘	아침시비	10.46	2.95
	저녁시비	7.62	3.99
인칼균	아침시비	10.42	4.76
	저녁시비	8.02	4.18

2-2-3 과수류재배 시 인칼균의 엽면시비 효과

1. 서론

본 연구과제에서 과수의 생산성 향상을 위한 엽면시비기술의 개발과 현장적용시험을 실시하였다. 근래에 들어와서 생활수준이 높아지고 과수의 수요가 많아지면서 고품질 친환경농산물의 수요가 급증하고 있다. 하지만 과수의 경우 품종에 따른 차이는 있지만 과수류의 대부분이 작물의 생육기간이 길어 친환경농업으로 작물을 재배하기에 많은 어려움이 따른다. 이는 작물의 지속적인 양분관리가 어렵기 때문에 발생하는 문제점이며 토양시비에 의한 작물재배시 발생하는 과질소가 가장 큰 원인으로 볼 수 있다. 모든 작물이 마찬가지로 과수의 과질소는 다년생인 수목의 영구적인 손상을 가져올 수 있고 영양생장의 과다는 각종 병충해를 발생시킨다. 이처럼 토양시비시에는 비료성분의 특성상 어느 특정성분의 과다현상을 유발하게 되는데 강우시에 작물의 옷자람이 가중되어 과일의 성장보다 작물의 생장이 과다하여 과일의 품질을 저하시키기도 하므로 속효성 인산칼슘질 비료의 필요성이 절실히 요구되고 있다. 이에 대한 해결책으로 엽면시비는 효율성이 토양시비보다 20 - 30배 이상 높기 때문에 특정 비료의 부족성분에 대하여는 아주 적은 양으로 엽면시비를 하면 토양의 오염현상도 줄이며, 양분의 부족현상을 해결할 수 있으리라고 생각된다. 인칼균은 식물에 의한 흡수율이 높아 농가에서는 많이 사용하고 있으나 실제적인 검정은 이루어지지 않았다. 이들 성분의 엽면시비를 통하여, 과수 재배시 인산과 칼슘은 과수의 꽃눈 분화와 수정, 서리피해 경감, 영양생장억제, 과일 품질의 향상에 높은 효과는 다른 주곡작물보다 경제적인 효과가 크기 때문에 사과(후지계열3품종, 홍로1 품종)와 복숭아(일천백봉, 스미골드), 단감(부유)에 대하여 작물재배시험을 통하여 정확한 엽면시비효과를 규명하고 이러한 시비기술을 농가에 기술이전을 실시하였다. 작물별로 무처리구와 인칼균 1,000배액처리구, 2,000배액처리구, 1,000배액과 2,000배액을 식물의 생육상태에 따라서 교차 처리하는 임의처리구를 통하여 희석배율에 따른 작물의 생육을 비교조사 하였다.

2. 재료 및 방법

1) 사과(후지계열3품종과 홍로1품종)

(1) 연구개요

본 시험은 엽면시비효과를 구명하기 위하여 의성군농업기술센터의 사과재배포장에서 2004년과 2005년에 걸쳐 재배시험을 실시하였고, 2006년도에는 엽면시비기술의 농가이전을 위하여 경남 함양의 농가포장에서 재배시험을 하였다.

(2) 연구수행 방법

- 시비량: 비료성분 과다로 인한 무시용, 단순 퇴비만 시비
- 엽면시비물질: 인칼균
- 엽면시비방법: 무처리, 2,000배액, 1,000배액, 임의처리(생육상태에 따라 1,000배와 2,000배)
- 엽면시비간격: 1차년도 2004.06.16부터 7~15일 간격으로 14회
2차년도 2005.04.27부터 7~20일 간격으로 10회
- 재배시험포장 : 의성군농업기술센터 사과재배시험포장

연구 포장 주소 : 경북 의성군 의성읍 원당리3-9번지

연구 포장 면적 : 각 품종별 3주

연구 포장 품목 : 1. 후 지(각 시험구별 3주) 5년생

2. 로알후지(각 시험구별 3주) 5년생

9. 홍 로(각 시험구별 3주) 5년생

10. 라쿠라쿠후지(각 시험구별 3주) 5년생

- 시비기술이전농가: 경남 함양군 농가

연구포장 주소 : 경남 함양군 함양읍 난평리139

연구포장 면적 : 3,000평

재배품목 : 사과(후지-무처리구, 인칼균처리구) 2006년도재배 시비기술이전시험포장

2) 복숭아(일천백봉)

(1) 연구개요

본 시험은 복숭아의 엽면시비효과를 구명하기 위하여 청도복숭아시험장의 복숭아재배포장에서 2004년과 2005년에 걸쳐 재배시험을 실시하였고, 2006년도에는 엽면시비기술의 농가이전을 위하여 경북 포항의 농가포장에서 재배시험을 하였다.

(2) 연구수행 방법

- 엽면시비물질: 인칼균

- 시비농도: 무처리, 2,000배액, 1,000배액, 1,000배액과 2,000배액 교차처리하는 임의처리구를 설치하여 7~10일 간격으로 살포

재배시험포장: 청도복숭아시험장

연구 포장 주소 : 경북 청도군 이서면 구라리 787번지

연구 포장 면적 : 각 품종별 4주

연구 포장 품목 : 일천백봉

연구 포장 퇴비시용

퇴비시용 : 무시용

1차년도 출하일 : 2004. 07. 08

2차년도 출하일 : 2005. 07. 12

(3) 시비기술이전농가: 경북 포항시 임종용 농가

연구 포장 주소 : 경북 포항시 북구 기계면 인비리255

연구 포장 면적 : 5,800평

재배품목 : 복숭아(스미폴드- 무처리구, 인칼균처리구) 2006년도 재배기술이전시험포장

출하일 : 2006. 09. 22

3) 단감(부유)

(1) 연구개요

본 시험은 단감의 엽면시비효과를 구명하기 위하여 경남 창녕군의 단감재배포장에서 2005년과 2006년에 걸쳐 재배시험을 실시하였고, 2006년도에는 엽면시비기술의 농가이전을 겸하여 재배시험을 실시하였다.

(2) 연구수행 방법

재배시험포장: 경남 창녕군 부곡면 농가

연구 포장 주소 : 경남 창녕군 부곡면 구산리 신기농장

연구 포장 면적 : 각 처리별 4주

인칼균 엽면시비처리: 무처리, 목면무처리, 2,000배, 3,000배, 2,000배, 3,000배액 교차 처리하는 임의처리구

연구 포장 품목 : 부유(만생종)

연구 포장 퇴비시용

퇴비시용 : 1차- 자가제조퇴비 주당18kg시용(총 25주시험), 복합비료11-10-10 주당2.4kg

2차- 자가제조퇴비 주당18kg시용(총 25주시험), 추비3회(NK, 요소)

1차년도 출하일 : 2005. 11. 08

2차년도 출하일 : 2006. 11. 06

3. 결과 및 고찰

1) 사과(후지계열3품종과 홍로1품종)의 엽면시비효과

(1) 토양의 이화학성

사과재배 포장은 경상북도 의성군 농업기술센터 전시포장으로 [표 69]에서 보는 바와 같이 토양 시료 45점의 평균으로 볼 때 토양특성은 일반적으로 지점간 변이가 있으나 평균 pH가 7.0이면서 유기물, 질소가 많고 치환성 염기가 풍부하여 토양의 비옥도가 높아 수년 전부터 무비재배로 질 소과잉에 의한 과수의 수세조절이 어려운 포장에서 인칼균의 엽면시비에 의한 과수의 수세조절과 사과의 생육에 미치는 영향을 보기위하여 수확기가 추석 전에 이루어지는 홍로와 후지계통의 라 쿠라쿠후지, 로알후지, 일반후지 3개 품종을 무처리, 인칼균1,000배 용액, 2,000배 용액의 엽면살포 3처리에 1처리 1주당 3반복으로 하였다. 본 시험포장은 사과의 개화기가 4월 19일이었고 결실이 완료한 시기가 4월 25일이었으므로 작물의 생육초기에 엽면시비를 할 수가 없었고, 본시험이 시작된 2004년 6월 15일부터 수확기 까지 홍로의 경우 10회, 후지의 경우 14회 엽면 시비하였다.

[표 69] 사과시험포장의 토양화학성

구분	pH (1:5)	유기물 (%)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	EC (1:5,mS/cm)	CEC	Ca	Mg	K	Na
							(cmol/kg)			
최 대	7.4	3.7	0.23	492	1.0	16.0	11.7	1.8	1.8	0.7
최 소	6.5	1.2	0.12	68	0.5	11.6	8.2	1.2	0.2	0.2
평 균	7.0	2.5	0.18	345	0.8	13.9	9.9	1.5	0.7	0.4

(45점 평균)

(2) 영양생장

[표 71] 사과의 품종별 신초 성장조사(3반복 평균)

단위: cm

품종	처리	1번가지			평균
		1차(6월15일)	2차(7월20일)	3차(12월10일)	
홍로	무처리	21.72	23.04	21.90	22.22 a
	2,000배	17.86	19.73	21.24	19.61 b
	1,000배	17.79	18.01	17.51	17.77 b
후지	무처리	23.38	31.27	32.88	29.18 a
	2,000배	23.07	25.16	26.41	24.88 ab
	1,000배	20.94	23.79	23.91	22.88 b
로얄후지	무처리	22.46	24.94	27.37	24.92 a
	2,000배	20.77	24.17	28.03	24.32 a
	1,000배	20.37	24.52	25.71	23.53 a
라쿠라쿠후지	무처리	18.02	21.01	22.89	24.99 a
	2,000배	19.86	25.48	29.63	24.80 a
	1,000배	19.34	25.31	29.76	20.64 a

5% level by DNMRT.



* 인칼균의 엽면시비 처리구의 안정된 생육상태가 임의처리구에서 신초발생이 거의 보이지 않고 있다.

[그림.67] 생육중기의 후지(05년07월12일)

(3) 해거리

해거리 발생빈도는 전년도의 영양의 관리에 따라 달라지는데 금년도 시험은 2년차 시험으로 인칼균의 엽면시비 처리구별로 전년도에 과일이 달린 가지의 꽃눈발생 결과로 비교하였

다. 홍로의 경우 꽃눈발생[표 72는 임의처리 > 1,000배액 > 2,000배액 > 무처리순으로 인칼균의 엽면시비는 과수의 해거리를 예방할 수 있었다. 후지의 경우[표 73]은 1,000배액 > 2,000배액 > 임의처리 > 무처리순, 로알후지[표 74]는 임의처리 > 2,000배액 > 1,000배액 > 무처리, 라쿠라쿠후지[표 75]는 임의처리 > 2,000배액 > 1,000배액 > 무처리순이었다. 그러나 홍로와 후지는 표에서 보는 바와 같이 통계적으로 유의성 있는 차이가 인정되었으나 로알후지와 라쿠라쿠후지는 신초생장에서 보듯 통계적으로 엽면시비 방법별로 유의성 있는 차이가 인정되지 않았다.

[표. 72] 홍로의 엽면시비방법별 꽃눈발생 비교 단위: EA

반복	무처리	2,000배	1,000배	임의처리
1	312	270	360	407
2	253	346	382	398
3	290	280	375	380
평균	285.0b	298.7b	372.3a	395.0a

5% level by DNMRT.

[표. 73] 후지의 엽면시비방법별 꽃눈발생 비교 단위: EA

반복	무처리	2,000배	1,000배	임의처리
1	488	628	670	473
2	211	491	604	462
3	376	589	488	533
평균	358.3b	569.3a	587.3a	489.3ab

5% level by DNMRT. * 해거리예방: 1,000배액 > 2,000배액 > 임의처리 > 무처리

[표. 74] 로알후지의 엽면시비방법별 꽃눈발생 비교 단위: EA

반복	무처리	2,000배	1,000배	임의처리
1	374	389	358	766
2	287	493	360	571
3	302	551	406	375
평균	321 _{ns}	478	375	571

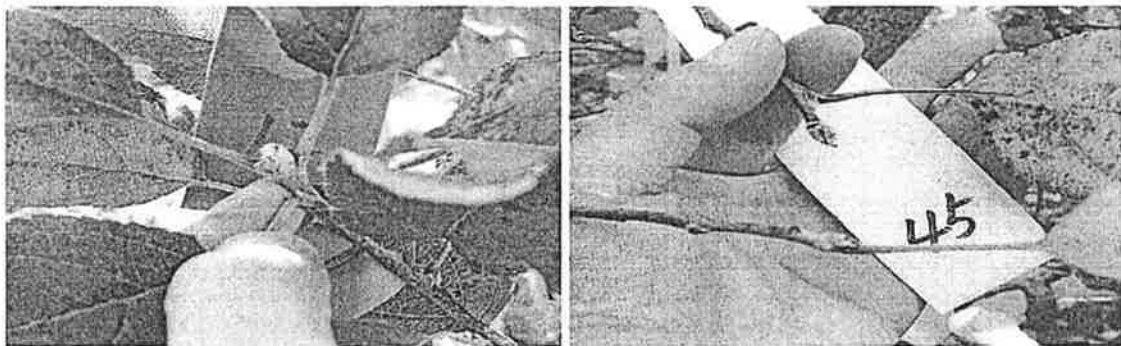
5% level by DNMRT. * 해거리예방: 임의처리 > 2,000배액 > 1,000배액 > 무처리

[표. 75] 라쿠라쿠후지의 엽면시비방법별 꽃눈발생 비교

단위: EA

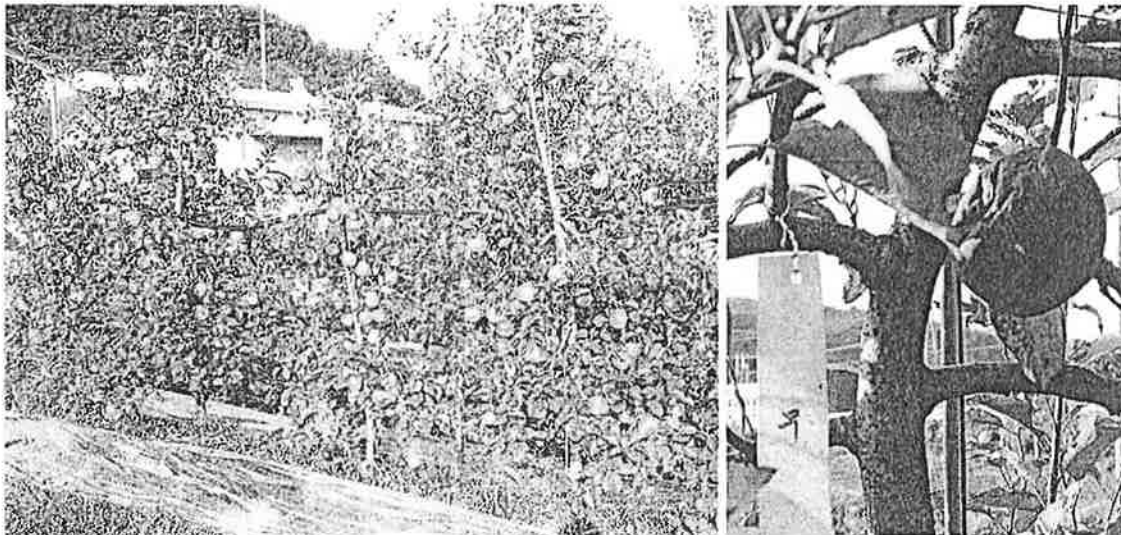
반복	무처리	2,000배	1,000배	임의처리
1	476	579	541	508
2	531	481	486	611
3	489	562	512	559
평균	499ns	541	513	559

5% level by DN MRT. * 헤거리예방: 임의처리 > 2,000배 > 1,000배 > 무처리



* 인칼균처리구의 차년도 꽃눈이 튼튼하게 발생됨 * 무처리구의 꽃눈은 다소 약해보임
[그림. 68] 꽃눈발생 사진비교(05년 11월 07일)

(4) 병해충



수확 전 인칼균처리구

무처리구 탄저병 발생

[그림. 69] 후지품종의 수확직전 정상생육과 탄저병 걸린 사과(05년 11월 07일)

현재 1·2차년도 의성군농업기술센터 시험포장의 시험에서 농약사용을 일반 농가와 같이 예비방제 형식으로 살포하고 있어 다른 대조 시험은 이루어지지 않았으나 무처리구의 일부

과수에서 탄저병(표 76)의 발생되어 인칼균 엽면시비 처리구에서 탄저병에 대한 저항성증대 요인으로 생각된다.

[표. 76] 탄저병발생량 조사

2005년11월07일

엽면시비방법	탄저발생량	총평균	탄저발생율
무처리	19	6.33	2.95
2000배	5	1.67	0.67
1000배	2	0.67	0.40
임의처리	1	0.33	0.13

* 탄저병 저항성: 임의처리 > 1,000배 > 2,000배 > 무처리

(5) 사과 수량

[표 77] 홍로의 수량(1년차 시험)

1차 수확 2004.08.25, 2차 수확 2004.09.01

반복	무처리			2,000배액 처리			1,000배액 처리		
	총수량 (kg/주)	총과수/ 주	평균과중 (g/개)	총수량 (kg/주)	총과수/ 주	평균과중 (g/개)	총수량 (kg/주)	총과수/ 주	평균과중 (g/개)
1	15.3	58	263.4	7.5	45	210.3	11.4	54	210.8
2	7.41	26	285.0	9.2	29	317.8	32.7	119	274.4
3	11.2	44	253.6	13.7	47	291.2	19.4	63	307.1
평균	11.3	42.7	267.3ns	10.1	40.3	273.1	21.2	78.7	264.1

5% level by DNMRT.

[표. 78] 홍로의 수량(2년차 시험)

2005년 09월 02일

반복	무처리	2,000배액 처리	1,000배액 처리	임의처리
	평균과중(g/개)	평균과중(g/개)	평균과중(g/개)	평균과중(g/개)
1	252.8	291.8	273.3	262.0
2	264.0	257.7	310.5	285.3
3	262.8	282.8	265.0	272.7
평균	259.8ns	277.4	282.9	273.3

5% level by DNMRT.

사과의 수량은 홍로의 경우 엽면시비 방법간에는 반복간의 차이가 처리간의 차이보다 크기 때문에 통계적으로 유의성 있는 차이가 인정되지 않았으나, 인칼균의 엽면시비로 수량이 증

가되는 경향이였다. 홍로의 과일성분도 인산과 칼슘을 엽면시비 하였기 때문에 과일성분 중 인산과 칼슘의 함량을 비교하였으나, 인칼균의 칼슘과 인산이 흡수가 잘되었지만 오히려 칼슘함량은 엽면시비처리구에서 유의성 있게 감소하는 경향이였다.

[표. 79]홍로의 과일 성분함량(%)

2004년 09월 01일

반복	무처리					2000배액 처리					1000배액 처리				
	Ca	K	Mg	T-N	P	Ca	K	Mg	T-N	P	Ca	K	Mg	T-N	P
1	0.14	1.39	0.05	0.56	0.46	0.15	1.22	0.04	0.34	0.40	0.07	1.00	0.03	0.28	0.25
2	0.12	1.44	0.05	0.45	0.44	0.06	1.31	0.04	0.34	0.38	0.07	1.05	0.04	0.34	0.31
3	0.14	1.25	0.05	0.34	0.32	0.07	1.24	0.04	0.34	0.36	0.06	1.02	0.04	0.34	0.33
평균	0.13	1.36	0.05	0.45	0.41	0.09	1.26	0.04	0.34	0.38	0.07	1.02	0.04	0.32	0.30
	a	a	a	ns	ns	ab	a	b			b	b	b		

5% level by DNMRT. * 반복간 변이가 처리간 변이보다 크기 때문에 일정경향을 볼 수 없었다.

[표 80] 후지의 수량(1차년도)

2004년 11월 20일

반복	무처리			2,000배액 처리			1,000배액 처리		
	총수량 (kg/주)	총과수/주	평균과중 (g/개)	총수량 (kg/주)	총과수/주	평균과중 (g/개)	총수량 (kg/주)	총과수/주	평균과중 (g/개)
1	14.8	59	250.3	15.8	60	263.6	14.2	69	205.2
2	6.5	27	240.7	13.9	57	242.9	25.9	103	251.6
3	19.4	73	265.1	19.3	71	271.8	18	74	243.5
평균	13.6	53.0	252.0ns	16.3	62.7	259.4	19.4	82.0	233.4

5% level by DNMRT.

[표. 81] 후지수량(2차년도)

2005년 11월 07일

반복	무처리		2,000배액 처리		1,000배액 처리		임의처리	
	총수량 (kg/주)	총과수/주	총수량 (kg/주)	총과수/주	총수량 (kg/주)	총과수/주	총수량 (kg/주)	총과수/주
1	28.1	77	36.7	102	35.7	105	30.7	99
2	31.3	127	25.0	98	29.9	88	33.5	108
3	31.8	108	36.1	117	19.7	58	37.6	121
평균	29.4ns	104.0ns	35.2	105.6	28.4	83.7	33.9	109.3

5% level by DNMRT. * 2,000배액 엽면시비처리구에서 수량이 제일 많고 다음으로 임의처리, 1,000배용액, 무처리 순임

[표 82] 로알후지 수량(1차년도)

2004년 11월 20일

반복	무처리			2,000배액 처리			1,000배액 처리		
	총수량 (kg/주)	총과수 /주	평균과중 (g/개)	총수량 (kg/주)	총과수 /주	평균과중 (g/개)	총수량 (kg/주)	총과수/ 주	평균과중 (g/개)
1	6.0	23	262.6	9.6	38	251.8	10.6	44	240.6
2	8.3	30	275.2	11.9	51	233.7	11.5	50	230.0
3	12.9	51	253.9	8.1	31	262.1	11.8	50	235.6
평균	9.1	34.7	263.9ns	9.9	40.0	249.2	11.3	48.0	235.4

5% level by DNMRT.

[표. 83] 로알후지 수량(2차년도)

2005년 11월 07일

반복	무처리		2,000배액 처리		1,000배액 처리		임의처리	
	총수량 (kg/주)	총과수/주	총수량 (kg/주)	총과수/주	총수량 (kg/주)	총과수/주	총수량 (kg/주)	총과수/주
1	20.72	66	28.5	87	15.9	47	20.3	57
2	33.29	106	29.5	90	8.5	25	26.3	74
3	8.48	27	22.3	68	14.6	43	26.0	73
평균	20.83ns	66.33ns	26.8	81.67	13.00	38.3	24.2	68

5% level by DNMRT. * 1,000배액 엽면시비처리구에서 수량이 제일 많고 다음으로 2,000배용액, 임의처리, 무처리 순임

[표 84] 라쿠라쿠후지 수량(1차년도)

2004년 11월 20일

반복	무처리			2,000배액 처리			1,000배액 처리		
	총수량 (kg/주)	총과수/ 주	평균과중 (g/개)	총수량 (kg/주)	총과수/ 주	평균과중 (g/개)	총수량 (kg/주)	총과수/ 주	평균과중 (g/개)
1	17.9	74	242.0	21.6	83	260.7	30.9	117	264.0
2	31.1	123	252.6	22.8	94	242.1	35.9	126	285.0
3	30.1	118	254.9	27.1	94	288.5	7.2	27	266.5
평균	26.37	105.00	249.83ns	23.83	90.33	263.77	24.67	90.00	271.83

5% level by DNMRT.

[표. 85] 라쿠라쿠후지 수량(2차 년도)

2005년 11월 07일

반복	무처리		2,000배액 처리		1,000배액 처리		임의처리	
	총수량 (kg/주)	총과수/ 주	총수량 (kg/주)	총과수/ 주	총수량 (kg/주)	총과수/ 주	총수량 (kg/주)	총과수/주
1	20.8	65	25.7	73	15.0	45	20.4	55
2	18.9	59	9.9	28	15.3	46	34.0	92
3	1.3	4	28.9	82	14.0	42	22.9	62
평균	13.7ns	42.7ns	21.5	61	14.8	44.3	25.8	69.7

5% level by DNMR. * 임의처리 엽면시비처리구에서 수량이 제일 많고 다음으로 2,000배용액, 1,000배용액, 무처리 순임

사과의 수량은 통계적으로 유의성있는 차이는 없었다.

2년차 시험에서는 1년차의 시험과는 달리 사과의 생육초기부터 엽면시비를 시행하였다. 사과의 수량은 수확기가 제일 빠른 홍로(표 78)는 엽면시비 무처리에서 평균과중 259.8g에 비하여 1,000배액 엽면시비처리구에서 282.9g으로 수량이 제일 많고 다음으로 임의처리, 2,000배 용액 277.4g, 1,000배액과 2,000배액을 교차 처리한 임의처리에서 273.3g 이었다. 일반후지(표 81)는 엽면시비 무처리에서 29.4kg/주에 비하여 2,000배액 엽면시비는 35.2kg/주, 임의처리 33.9kg/주, 1,000배액 엽면시비처리에서 28.4kg/주로 인칼균엽면시비로 증수하였다. 로얄후지(표 83)의 경우 엽면시비 무처리구 20.8kg/주에 비하여 인칼균엽면시비 2,000배액 처리구에서 26.8kg/주로 제일 많았으며 다음으로 임의처리 24.2kg/주 이었으나 엽면시비 1,000배액에서는 수량이 감소하는 특이한 경우가 발생하였다. 라쿠라쿠후지(표 85)의 경우는 무처리구에서 13.7kg/주에 비하여 인칼균 엽면시비 1,000배액과 2,000배액을 교차로 엽면시비하는 처리구에서 25.8kg/주로 제일 많았으며 다음으로 2,000배액에서 21.5kg/주 이었으나 엽면시비 1,000배액에서는 14.8kg/주로 수량이 약간만 증가하여 로얄후지와 라쿠라쿠후지에서 엽면시비용액 1,000배는 엽면시비하는 데에 있어서 농도가 높아 용액의 염류장해가 있는 것으로 생각된다.

6) 사과의 품질

[표 86] 홍로 품질(1년차)

2004년 09월 02일, 5개 평균

반복	무처리			2,000배액 처리			1,000배액 처리		
	경도 (kg/φ8mm)	당도 (oBx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	당도 (oBx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	당도 (oBx)	산도 (%)
1	3.54	14.0	0.24	3.65	14.0	0.21	3.52	14.5	0.14
2	3.73	13.8	0.23	3.41	15.0	0.22	3.59	13.9	0.18
3	3.70	13.7	0.23	3.52	14.7	0.21	3.61	14.8	0.20
평균	3.66	13.8	0.23	3.53	14.6*	0.21**	3.57	14.4	0.17**

* 5% 유의성, **1% 유의성

홍로의 경우 인칼균의 엽면시비 처리농도에 따라서 농도가 증가할수록 경도와 산도는 감소하였으며 당도는 증가하였다.

[표. 87] 홍로 품질(2년차)

2005년 09월 02일, 5개 평균

반복	무처리			2,000배액 처리			1,000배액 처리			임의처리		
	경도 (kg/φ8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)
1반복	3.72	13.43	0.30	3.4	13.13	0.27	3.67	13.8	0.27	3.78	14.47	0.32
2반복	3.67	14	0.28	3.55	12.7	0.26	3.57	13.83	0.25	3.77	14.4	0.28
3반복	3.73	13.5	0.29	3.73	13.13	0.26	3.62	13.53	0.26	3.75	13.9	0.32
평균	3.71	13.64	0.29	3.56	12.99	0.26	3.62	13.72	0.26	3.77	14.26	0.31
	a	a	a	ab	ab	a	ab	b	b	b	c	b

5% level by DNMR. * 인칼균의 엽면시비 처리농도에 따라서 농도가 증가할수록 경도와 산도는 감소, 당도는 증가

[표 88] 후지사과의 평균품질(1년차)

2004년 11월 20일

품종	무처리				2,000배액 처리				1,000배액 처리			
	경도 (kg/φ8mm)	밀도 (g/ml)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	밀도 (g/ml)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	밀도 (g/ml)	당도 (°Bx)	산도 (%)
후지	3.36	0.817	14.8	0.35	3.33	0.814	15.38	0.37	3.59	0.857	15.2	0.37
로알 후지	3.18	0.817	15.16	0.44	3.33	0.851	14.56	0.36	3.34	0.855	14.44	0.38*
리쿠리쿠 후지	3.03	0.825	14.82	0.35	3.37	0.834	14.96	0.38	3.36	0.848	14.86	0.35*

* 5% 유의성.

[표. 89] 후지의 품질(1년차)

2004년 11월 20일

1차 반복	무처리				2,000배액 처리				1,000배액 처리			
	경도 (kg/φ8mm)	밀도 (g/ml)	당도 (oBx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	밀도 (g/ml)	당도 (oBx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	밀도 (g/ml)	당도 (oBx)	산도 (%)
1	3.35	0.813	14.30	0.30	3.45	0.827	15.20	0.38	3.55	0.859	15.10	0.41
2	3.25	0.825	14.80	0.32	3.10	0.799	16.40	0.37	3.70	0.855	15.50	0.37
3	3.15	0.828	14.50	0.37	3.35	0.822	15.50	0.36	3.20	0.866	14.20	0.34
4	3.60	0.803	14.80	0.39	3.45	0.803	14.60	0.35	3.70	0.861	15.80	0.37
5	3.45	0.815	15.80	0.35	3.30	0.820	15.20	0.38	3.80	0.845	15.40	0.38
평균	3.36	0.817	14.84	0.35	3.33	0.814	15.38	0.37	3.59	0.857	15.2	0.37

[표. 90] 로얄후지의 품질(1년차)

2004년 11월 20일

1차 반복	무처리				2,000배액 처리				1,000배액 처리			
	경도 (kg/φ8mm)	밀도 (g/ml)	당도 (oBx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	밀도 (g/ml)	당도 (oBx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	밀도 (g/ml)	당도 (oBx)	산도 (%)
1	3.20	0.849	15.50	0.43	3.45	0.830	14.40	0.37	3.40	0.872	13.70	0.35
2	2.95	0.756	15.40	0.51	3.25	0.863	14.40	0.30	3.35	0.859	14.70	0.33
3	3.25	0.863	14.80	0.45	3.40	0.849	14.90	0.37	3.50	0.842	14.60	0.41
4	3.15	0.840	15.40	0.40	3.25	0.852	14.60	0.40	3.25	0.866	15.20	0.40
5	3.35	0.778	14.70	0.38	3.30	0.863	14.50	0.37	3.20	0.835	14.00	0.38
평균	3.18	0.817	15.16	0.44	3.33	0.851	14.56	0.36	3.34	0.855	14.44	0.38*

* 5% 유의수준

[표. 91] 라쿠라쿠후지의 품질(1년차)

2004년 11월 20일

1차 반복	무처리				2,000배액 처리				1,000배액 처리			
	경도 (kg/φ8mm)	밀도 (g/ml)	당도 (oBx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	밀도 (g/ml)	당도 (oBx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	밀도 (g/ml)	당도 (oBx)	산도 (%)
1	3.30	0.826	16.00	0.33	3.65	0.836	15.40	0.36	3.30	0.846	13.80	0.29
2	2.85	0.837	15.30	0.38	3.40	0.813	15.10	0.42	3.05	0.868	14.50	0.33
3	2.95	0.810	15.40	0.36	3.50	0.838	14.40	0.34	3.60	0.846	13.50	0.36
4	3.15	0.824	13.30	0.32	3.20	0.836	15.00	0.36	3.40	0.847	16.00	0.40
5	2.90	0.825	14.10	0.34	3.10	0.848	14.90	0.39	3.45	0.834	16.50	0.39
평균	3.03	0.825	14.82	0.35	3.37	0.834	14.96	0.38	3.36	0.848	14.86	0.35*

* 5% 유의수준

[표. 92] 후지의 품질(2년차)

2005년 11월 10일

반복	무처리			2,000배액 처리			1,000배액 처리			임의처리		
	경도 (kg/φ8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)
1반복	4.07	14.0	0.32	5.54	13.2	0.29	4.37	14.1	0.32	8.01	16.4	0.32
2반복	3.46	15.7	0.39	2.36	12.7	0.31	4.97	14.3	0.32	4.00	13.0	0.23
3반복	3.91	14.9	0.33	4.16	14.2	0.32	4.34	14.0	0.29	5.41	14.1	0.28
4반복	3.52	13.8	0.32	4.22	14.6	0.41	4.54	13.5	0.30	4.53	13.8	0.27
5반복	4.55	14.0	0.35	4.08	14.9	0.40	5.83	14.8	0.34	4.39	14.5	0.31
평균	3.90	14.5	0.34	4.07	13.9	0.34	4.81	14.1	0.31b	5.27	14.36	0.28
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b

5% level by DNMRT. * 인칼균의 엽면시비 처리농도에 따라서 농도가 증가할수록 당도와 산도는 비슷, 경도는 증가

[표. 93] 로얄후지의 품질(2년차)

2005년 11월 10일

반복	무처리			2,000배액 처리			1,000배액 처리			임의처리		
	경도 (kg/φ8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)
1반복	2.76	13.6	0.21	2.67	15.1	0.35	4.79	15.3	0.41	3.70	13.9	0.32
2반복	3.66	14.8	0.35	3.90	13.6	0.24	3.63	14.2	0.30	2.94	13.8	0.27
3반복	2.87	11.2	0.27	3.95	14.3	0.31	2.76	14.2	0.30	4.55	14.7	0.34
4반복	3.92	14.5	0.31	3.59	14.5	0.35	4.35	12.4	0.25	4.89	15.3	0.37
5반복	5.34	11.7	0.26	3.96	13.3	0.26	3.87	14.9	0.36	4.48	13.7	0.30
평균	3.71	13.16	0.28	3.61	14.16	0.30	3.88	14.20	0.33	4.11	14.28	0.32
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

5% level by DNMRT. * 인칼균의 엽면시비 처리농도에 따라서 농도가 증가할수록 당도, 산도, 경도 증가

[표. 94] 로얄후지의 품질(2년차)

2005년 11월 10일

반복	무처리			2,000배액 처리			1,000배액 처리			임의처리		
	경도 (kg/φ8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/φ8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)
1반복	3.07	14.0	0.39	4.33	16.0	0.47	4.28	13.1	0.23	3.87	15.6	0.38
2반복	2.65	12.7	0.27	3.16	15.1	0.33	3.61	15.1	0.38	3.93	13.5	0.24
3반복	3.95	14.8	0.36	3.58	14.0	0.27	3.97	17.1	0.51	4.22	14.7	0.29
4반복	3.06	14.0	0.35	4.97	13.9	0.30	3.69	15.5	0.29	5.21	15.8	0.33
5반복	3.62	12.1	0.28	4.02	14.0	0.32	3.79	16.0	0.36	4.40	14.4	0.26
평균	3.27	13.52	0.33	4.01	14.60	0.34	3.87	15.36	0.35	4.33	14.80	0.30
	a	a	a	a	ab	a	ba	ab	a	b	b	a

5% level by DNMRT. * 인칼균의 엽면시비 처리농도에 따라서 당도와 경도는 증가

일반후지의 경우는 인칼균의 엽면시비 처리농도에 따라서 농도가 증가할수록 산도와 당도는 증가하였으며 특히 사과와 밀도와 경도는 1,000배액 엽면처리구에서 증가하였다. 로알후지는 엽면시비 처리농도에 따라서 농도가 증가할수록 산도와 당도가 약간 감소하였으나 밀도와 경도는 약간 증가하였고, 라쿠라쿠후지는 엽면시비 처리농도에 따라서 산도와 당도는 거의 차이가 없으나 밀도와 경도에서 약간 증가하여 사과 품종에 따라서 인칼균의 엽면시비효과가 다르게 나타났다.

(7) 사과의 저장성

[표. 95] 후지의 품질변화(1차년)

2004년 11월 ~ 2005년 04월, 3개 평균

조사기간	무처리			2,000배액 처리			1,000배액 처리		
	경도 (kg/cm^2)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/cm^2)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/cm^2)	당도 (°Bx)	산도 (%)
2004.11.06	3.36	14.8	0.35	3.33	15.4	0.37	3.59	15.2	0.37
2005.01.06	3.53	14.6	0.35	3.47	15.2	0.42	3.44	15.0	0.38
2005.02.02	3.56	13.9	0.35	3.50	15.0	0.35	3.68	15.3	0.36
2005.02.22	3.53	14.8	0.32	3.53	14.8	0.33	3.63	14.1	0.30
2005.04.11	3.40	14.6	0.35	3.30	14.4	0.33	3.60	14.8	0.34
2005.04.20	3.40	14.2	0.32	3.30	14.9	0.34	3.60	14.6	0.30

* 인칼균의 엽면시비는 저장중 품질변화에 차이가 없으며, 수확 시 품질향상효과를 그대로 유지

[표. 96] 로알후지의 품질변화(1차년)

2004년 11월 ~ 2005년 04월, 3개 평균

조사기간	무처리			2,000배액 처리			1,000배액 처리		
	경도 (kg/cm^2)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/cm^2)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/cm^2)	당도 (°Bx)	산도 (%)
2004.11.06	3.18	15.2	0.44	3.33	14.6	0.36	3.34	14.4	0.38*
2005.01.06	3.36	14.7	0.37	3.38	14.5	0.40	3.41	14.3	0.38
2005.02.02	3.51	14.9	0.31	3.53	15.1	0.39	3.57	14.3	0.38
2005.02.22	3.63	14.3	0.28	3.47	14.8	0.35	3.63	14.5	0.28
2005.04.11	3.31	14.2	0.28	3.21	14.4	0.32	3.48	14.5	0.35
2005.04.20	3.24	14.6	0.25	3.34	14.5	0.30	3.43	14.2	0.32

* 인칼균의 엽면시비는 저장중 품질변화에 차이가 없으나 무처리에서 산도의 감소가 큼

사과의 저장성은 사과를 6개월 동안 저온 저장하는 과정에서 품질의 변화를 관찰하였다. 후지는 1차년도 수확된 사과에서는 인칼균 1,000배 엽면시비용액에서 경도, 당도와 산도 변화가 적었다. 로알후지는 1차년도 수확된 사과에서는 인칼균 1,000배와 2,000배액 엽면시비용액에서 경도, 당도와 산도 변화가 적었다. 라쿠라쿠후지는 1차년도 수확된 사과에서는 인칼

균 1,000배 엽면시비용액에서 경도, 당도와 산도 변화가 적었다.

[표. 97] 라쿠라쿠후지의 품질변화(1차년) 2004년 11월~2005년 04월, 3개 평균

조사기간	무처리			2,000배액 처리			1,000배액 처리		
	경도 (kg/∅8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/∅8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/∅8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)
2004.11.06	3.03	14.8	0.35	3.37	15.0	0.38	3.36	14.9	0.35*
2005.01.06	3.25	14.1	0.35	3.26	14.5	0.34	3.22	14.5	0.36
2005.02.02	3.38	14.0	0.32	3.51	14.2	0.33	3.35	14.6	0.33
2005.02.22	3.20	14.8	0.29	3.83	14.9	0.32	3.50	14.6	0.29
2005.04.11	3.08	14.1	0.26	3.43	14.6	0.31	3.38	14.6	0.30
2005.04.20	3.25	14.2	0.25	3.22	14.2	0.24	3.53	14.2	0.28

* 인칼균의 엽면시비는 저장중 품질변화에 차이가 없으나 무처리에서 산도의 감소가 큼

2차년도 수확된 후지사과에서는 인칼균 1,000배와 1,000배와 2,000배액을 교차로 엽면시비하는 임의처리구에서 경도, 당도와 산도 변화가 적었다. 로얄후지의 경도는 무처리와 인칼균 1,000배처리에서 경도가 높았으며, 엽면시비처리구에서 당도가 높았다. 라쿠라쿠후지는 엽면시비처리에서는 무처리와 비교하여 품질이 좋지 않았다.

[표. 98] 후지의 품질변화(2차년) 2005년 11월~2006년 04월, 3개 평균

조사기간	무처리			2,000배액 처리			1,000배액 처리			임의처리		
	경도 (kg/∅8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/∅8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/∅8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/∅8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)
05.11.10	3.90	14.48	0.34	4.07	13.92	0.34	4.81	14.14	0.31	5.27	14.36	0.28
05.12.22	3.43	13.35	0.46	3.68	15.55	0.55	3.53	14.85	0.51	3.53	14.85	0.56
06.01.23	3.53	15.00	0.53	3.50	14.60	0.44	3.48	15.30	0.41	3.60	14.50	0.47
06.02.21	3.38	14.55	0.38	3.38	14.95	0.37	3.23	14.05	0.36	3.30	15.00	0.40
06.03.29	3.60	15.20	0.37	3.00	12.85	0.30	3.38	13.60	0.32	3.65	14.10	0.33
06.04.26	3.10	14.6	0.31	3.15	15.0	0.32	3.23	13.6	0.28	3.18	14.5	0.31

* 인칼균의 엽면시비는 저장 중 품질변화에 차이가 없으나 엽면시비구에서 품질 좋음

[표. 99] 로알후지의 품질변화(2차년)

2005년 11월~2006년 04월, 3개 평균

조사기간	무처리			2,000배액 처리			1,000배액 처리			임의처리		
	경도 (kg/Ø 8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/Ø 8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/Ø 8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/Ø 8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)
05.11.10	3.71	13.16	0.28	3.61	14.16	0.30	3.88	14.20	0.33	4.11	14.28	0.32
05.12.22	3.78	13.35	0.44	3.33	14.65	0.43	3.43	13.15	0.40	3.58	15.55	0.60
06.01.23	3.50	14.00	0.43	3.18	14.05	0.37	3.45	14.40	0.46	3.44	14.70	0.44
06.02.21	3.38	14.45	0.38	3.25	13.80	0.27	3.30	14.60	0.40	3.70	15.20	0.34
06.03.29	3.13	14.25	0.33	3.20	14.05	0.27	3.25	14.75	0.33	3.63	14.85	0.35
06.04.26	3.35	14.8	0.35	3.13	15.0	0.24	3.63	15.9	0.41	2.98	15.2	0.36

* 인칼균의 임의처리 엽면시비구에서 품질 약간 좋음

[표. 100] 라쿠라쿠후지의 품질변화(2차년)

2005년 11월~2006년 04월, 3개 평균

조사기간	무처리			2,000배액 처리			1,000배액 처리			임의처리		
	경도 (kg/Ø 8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/Ø 8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/Ø 8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/Ø 8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)
05.11.10	3.27	13.52	0.33	4.01	14.60	0.34	3.87	15.36	0.35	4.33	14.80	0.30
05.12.22	3.50	14.30	0.53	3.75	15.50	0.54	3.63	16.10	0.54	3.63	14.95	0.49
06.01.23	3.40	13.20	0.43	3.34	14.15	0.47	3.60	14.85	0.44	3.60	15.05	0.43
06.02.21	3.38	15.10	0.36	3.18	15.75	0.45	3.23	14.55	0.38	3.55	15.00	0.35
06.03.29	3.28	13.15	0.26	3.70	15.65	0.36	3.35	13.65	0.30	3.35	14.90	0.39
06.04.26	3.45	15.9	0.34	3.28	15.4	0.34	2.75	13.6	0.23	3.20	15.2	0.33

* 인칼균의 임의처리 엽면시비구에서 품질 약간 좋음

홍로는 추석 전에 수확해야하는 조생종 품종으로 수확 후 상온저장에서 2주 간격으로 품질변화를 조사하였다. 인칼균을 엽면시비를 하지 않은 무처리구에서는 4개의 과일에서 부패현상이 보였으나 인칼균을 엽면시비를 한 처리구에서는 1,000배액과 2,000배액을 교차하여 엽면시비를 실시한 처리구에서 1개의 부패과 외에는 정상적인 모습이였다.

[표 101] 홍로의 상온보관 중 품질변화

(2개 평균)

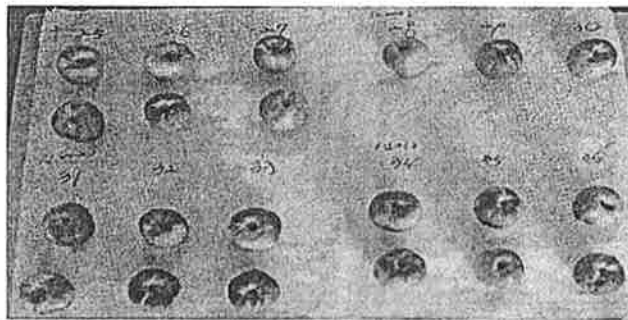
조사기간	무처리			2,000배액 처리			1,000배액 처리		
	경도 (kg/Ø8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/Ø8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/Ø8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)
04.09.02	3.66	13.8	0.23	3.53	14.6	0.21	3.57	14.4	0.17
04.09.14	2.98	13.9	0.18	3.13	14.4	0.14	3.10	14.7	0.13
04.10.07	2.97	14.0	0.17	3.09	15.2	0.15	3.15	14.9	0.13
04.10.16	3.03	13.7	0.18	2.86	13.4	0.16	2.97	15.1	0.12
평균	3.16	13.9	0.19	3.15	14.4	0.17	3.20	14.8	0.14

[표. 102] 홍로의 상온저장 중 과일의 변화

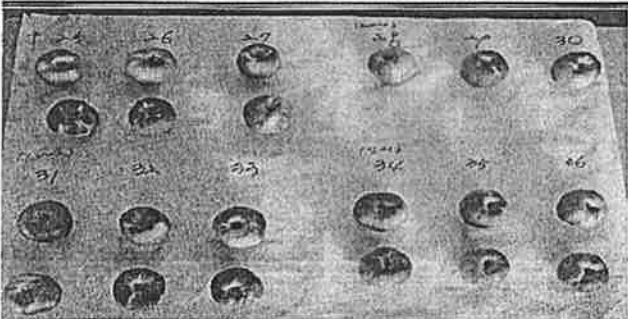
2005년 08월31일수확

일차	무처리	임의처리	1,000배	2,000배
09/01	변화없음	변화없음	변화없음	변화없음
09/03	변화없음	변화없음	변화없음	변화없음
09/05	부패성점찍힘(1개)	변화없음	변화없음	변화없음
09/07	1개 부패(1/7)	점찍힘	변화없음	변화없음
09/13	2개 부패	1개 부패진행	변화없음	변화없음
09/17	4개부패진행시작	1개 부패진행	변화없음	변화없음
09/20	4개부패진행	1개 부패	변화없음	변화없음

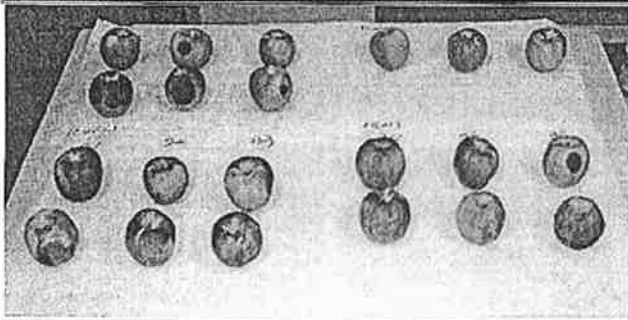
* 인갈균의 엽면시비구에서 부패과가 거의 없음



2005년 09월 05일
무처리구 25번 시험구의 앞줄에 부패성 부위가 생기기 시작함.



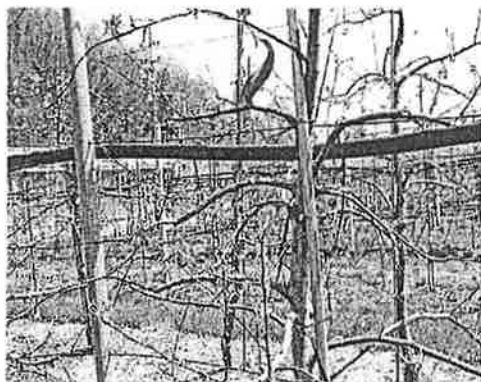
2005년 09월 07일
무처리구의 부패성 부위의 확장이 확장
연함
인칼균 임의처리구도 36번 뒷줄에서 작은 부패부위가 발생.



2005년 9월 20일
무처리구의 부패과가 현저하게 높아
짐(4개 부패)

[그림. 70] 홍로 상온보관 시험사진

(8) 인칼균의 엽면시비기술이용 농가재배



* 사과재배 농가포장의 꽃눈의 발생이 비교적 균일하였다.

[그림. 70]인칼균처리 시험포장 꽃피기 직전(05년 04월 18일)



인칼균처리구 정상생육

무처리구 일소현상

무처리구 탄저병

[그림. 71] 농가사과재배 포장 생육현황(2006. 11. 22)

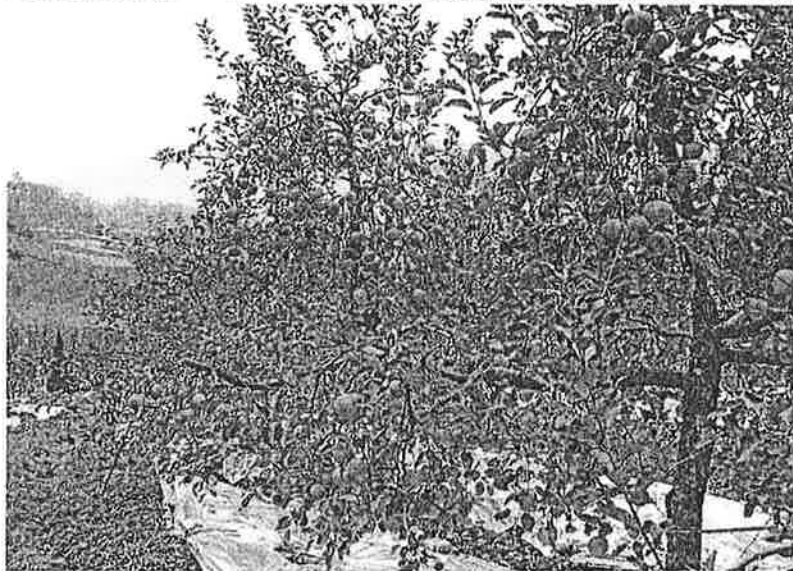
일반사과재배농가에서 실시한 인칼균의 재배현황은 그림 70, 71과 72에서 보는 바와 같다. 인칼균을 엽면시비 한 사과와 엽면시비를 하지 않은 무처리에서의 사과 생육은 표 104에서 보는 바와 같이 총수량, 사과개체수와 탄저병 이병과 에서는 통계적으로 유의성 있게 수량의 차이가 인정되지만, 일소과 개체수에 대하여는 통계적으로 유의성있는 차이가 인정되지 않았다.

2년차 시험 후 인칼균 엽면시비 기술이전 농가에서 실시한 인칼균 엽면시비처리구와 엽면시비를 하지 않은 일반농가에서 관행으로 재배하는 처리구에의 사과 수량은 표 104에서 보는 바와 같이 엽면시비를 실시한 재배에서 11.6%의 수량이 증가하였고, 탄저병 이병과와 일소과(그림 70)도 감소하였다. 수확한 사과의 품질은 표 108에서 보는 바와 같이 사과 20개를 조사한 결과 엽면시비를 실시하지 않은 처리구에서는 착색도와 산도에서 높게 나왔으며, 인칼균을 엽면시비한 처리에서 평균과중, 당도와 경도에서 높게 나타나났다.

무처리구



인칼균처리구



[그림. 72] 함양사과재배포장 과원전경(2006. 11. 22)

[표. 104] 인칼균의 엽면시비기술이용 농가재배사과의 생육과 수량 2006년 11월 22일

구분		1	2	3	4	5	합계	평균
무처리구	총수량(개/주)	158	121	140	136	137	692	138.4a
	총중량(kg/주)	45.1	33.6	38.2	38	40.1	195	39a
	탄저병(개/주)	6	2	10	7	12	37	7.4a
	일소과(개/주)	10	1	6	3	8	28	5.6a
인칼균처리구	총수량(개/주)	164	141	165	152	148	770	154b
	총중량(kg/주)	52.3	39.7	54.2	50.1	46.3	242.6	48.52b
	탄저병(개/주)	3	3	5	1	7	19	3.8b
	일소과(개/주)	2	5	2	4	7	20	4.0a

5% level by DNMRT.

[표. 105] 인칼균의 엽면시비기술이용 농가재배사과의 특성(3년차) 2006년 11월 23일

번호	무처리구				인칼균처리구			
	착색 (hunter value)	경도 (kg/Ø8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	착색 (hunter value)	경도 (kg/Ø8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)
1	16.07	3.14	14.6	0.36	17.17	3.58	16.5	0.42
2	19.63	3.21	13.6	0.35	15.74	3.44	15.4	0.29
3	14.25	3.14	13.4	0.29	18.77	3.84	15.5	0.29
4	19.97	3.96	13.2	0.29	18.89	3.46	16.4	0.36
5	14.43	3.66	14.0	0.41	17.86	3.79	16.5	0.30
6	18.91	3.36	13.6	0.33	21.80	3.54	17.5	0.41
7	16.10	3.09	14.4	0.46	16.53	3.51	16.4	0.36
8	19.57	3.31	15.4	0.40	20.94	3.16	14.5	0.38
9	16.21	3.08	13.0	0.35	12.96	3.19	16.2	0.35
10	20.11	3.24	13.9	0.43	20.48	3.68	16.0	0.37
11	21.68	3.16	15.0	0.42	16.83	3.41	16.3	0.34
12	15.36	3.20	14.9	0.44	21.86	4.16	15.9	0.37
13	16.22	3.04	14.9	0.46	4.85	4.06	16.4	0.42
14	15.86	3.04	13.1	0.43	17.17	3.54	14.6	0.32
15	14.30	3.07	10.4	0.27	21.72	3.78	16.7	0.35
16	24.37	3.28	14.4	0.47	15.28	3.22	15.8	0.34
17	19.11	3.25	12.5	0.38	13.71	3.34	16.9	0.44
18	19.40	3.19	14.5	0.46	19.12	3.35	16.9	0.42
19	15.38	2.90	14.1	0.38	17.88	3.45	17.1	0.36
20	17.85	2.92	13.2	0.28	13.20	3.72	16.2	0.37
평균	17.74a	3.21a	13.8a	0.38a	17.14a	3.56b	16.19b	0.36a

5% level by DNMRT. * 인칼균의 엽면시비 처리구의 경도와 당도는 증가, 산도는 감소.

인칼균을 엽면시비한 사과와 엽면시비를 하지 않은 무처리에서의 사과의 특성은 표 105에서 보는 바와 같이 착색과 산도에서는 무처리구에서 경도와 당도에서는 인칼균을 엽면시비한 처리에서 통계적으로 유의성있는 차이를 보였다.

2) 복숭아재배 시 엽면시비효과

인칼균의 엽면 시용이 복숭아의 생육에 미치는 영향을 구명하여 인산과 칼슘의 토양 사용량을 줄이면 서 작물생육시기별로 부족되는 양을 엽면시비로 보충함으로써 작물의 생산과 품질을 높여 농가소득을 높이면서 토양의 환경부하를 줄이는 친환경적인 작물재배기술을 개발하고자 한다. 인칼균의 희석배수에 따른 작물의 종합적인 생육과 수량반응에 미치는 효과를 찾아내어 복숭아 재배 시 인칼균의 종합적인 엽면시비효과를 확립하고자 한다. 1차년도와 2차년도의 복숭아재배시험은 시험시작 시기가 늦어 생육후기에 엽면시비를 시행하여 기간이 너무 짧아 인칼균의 엽면시비효과에 대하여 의문이 제기되었으나 2차년도의 재배시험은 생육초기부터 엽면시비를 시행하여 인칼균의 시비횟수는 목면시비 1회와 복숭아 생육기간 중 7회를 실시하였다.

(1) 토양의 물리화학적 특성

[표 106]복숭아재배포장의 토양특성 23점 평균

구분	pH (1:5)	유기물 (%)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	EC (1:5,mS/cm)	CEC	Ca	Mg (cmol/kg)	K	Na
최 대	7.7	2.8	0.16	337	0.9	25.6	16.4	8.4	1.0	0.2
최 소	6.2	0.9	0.06	70	0.4	11.8	5.1	1.7	0.1	0.1
평 균	7.1	1.8	0.12	195	0.5	21.4	12.6	6.3	0.5	0.1

복숭아재배 포장은 경상북도 청도군 이서면 구라리 경상북도 농업기술원 청도 복숭아 시험장포장으로 [표 106]서 보는 바와 같이 토양시료 23점의 평균으로 볼 때 토양특성은 일반적으로 지점간 변이가 있으나 복숭아 포장으로 개원한지 얼마 안 되어 평균 pH가 7.1이면서 유기물, 질소 및 유효인산이 적어 일반적인 토양의 비옥도가 아주 낮은 토양이나 치환성 염기는 풍부한 토양이었다.

(2) 복숭아의 수량

[표 107] 복숭아(일천백봉)의 수량(1년차) 2004년 07월 08일, 10개 평균

구 분	종 경 (mm)	횡 경 (mm)	과 중 (g)
무처리	62.83	70.45	169.9
입의처리	64.84	74.03	195.6
1,000배	63.06	70.97	175.0
2,000배	63.10	71.27	178.2

본 시험포장은 복숭아의 개화기가 4월 5일이었고 결실이 완료한 시기가 4월 12일이었으므로 작물의 생육초기에는 엽면시비를 할 수가 없었고, 주당 1처리인 4처리 3반복으로 복숭아의 생육 후기인 2004년 6월 15일부터 7월 8일 수확기까지 1주일 간격으로 총5회 엽면 살포하여 평균 중경, 횡경 및 과중만 측정하였다.

인칼균의 엽면시비만으로도 생육후기인 복숭아 비대기에서도 복숭아의 평균 과중이 크게 증가하였으며 특히 생육상태에 따라 인칼균용액 1,000 - 2,000배액을 교차 처리한 임의처리에 서 가장 좋게 나타났으나 시험 2차년도에서는 복숭아의 생육초기부터 엽면시비를 하였다.

표 108은 복숭아의 엽면시비처리 2년차 시험으로 복숭아의 수량조사에서는 반복간의 차이가 너무 커서 엽면시비 처리간의 유의성은 없었지만 인칼균 처리구의 전체 수량 면에서 증수되었다.

[표. 108] 복숭아의 수량(2년차)

2005년 07월 12일

반복	무처리		2,000배액 처리		1,000배액 처리		임의처리	
	총수량 (kg)	총과수	총수량 (kg)	총과수	총수량 (kg)	총과수	총수량 (kg)	총과수
1반복	3.0	14	16.8	76	18.4	90	21.5	103
2반복	19.7	92	19.9	90	21.9	107	13.1	63
3반복	18.6	87	16.4	74	18.6	91	21.1	101
4반복	17.3	81	29.6	134	19.8	97	19.2	92
5반복	26.3	123	23.6	107	19.4	95	28.2	135
6반복	-	-	22.6	102	21.4	105	22.5	108
평균	17.0a	79.4a	21.5a	97.2a	23.9a	97.5a	20.9a	100.3a

5% level by DNMRT.

[표. 109]복숭아의 과일 성분(%)(1년차)

2004년 07월 08일

처리	Ca	K	Mg	T-N	P
무처리	0.08	0.50	0.02	2.02	0.33
2000배	0.08	0.52	0.02	2.02	0.24
1000배	0.08	0.51	0.03	1.74	0.29
임의처리	0.07	0.46	0.02	1.96	0.19

(3) 복숭아 과일성분

복숭아의 과일성분은 1년차의 경우 수확 완료 전 4주부터 매주 1회 총 4회 인칼균의 엽면시용에 따른 수확시 품질차이는 과중, 경도, 당도, 산도 등 전반적인 면에서 임의 처리구에서 제일 좋았으며 엽면시용의 효과가 인정되었고 2차년도에 시험에서는 수확전날 폭우가 내려 충실한 과일일수록 복숭아가 많이 낙과되어 나무에 달려있는 수량조사에서는 약간의 차이가 있으나 인칼균 엽면시비 처리구에서 당도와 착색에서 높게 나왔으며, 산도는 낮아 비교적 우수한 품질의 복숭아 생산이 가능하였으며 시비기술의 농가이전 재배농장에서도 높은 품질로 인정되어 인칼균재배에 따른 복숭아 품질의 향상에 높은 기여를 하는 것으로 평가되었다.

[표 110] 복숭아(일천백봉) 품질(1년차)

2004년 07월 08일

구 분	과 중 (g)	경 도 (kg/Ø5mm)	당 도 (brix, °)	산 도 (%)	색 상		
					L	a	b
무처리	169.86	731.7	8.67	0.51	61.8	18.9	26.2
임의처리	195.62	746.5	10.90	0.17	62.3	20.0	25.1
1000배	174.95	474.2	9.77	0.23	66.9	11.1	28.3
2000배	178.15	719.6	9.17	0.19	61.3	20.4	24.7

*과중·색상-10반복평균, 당도·산도-3반복 평균

[표. 111] 복숭아(일천백봉) 품질(2년차)

2005년 07월 12일

	중경(mm)	횡경(mm)	과중(g)	경도(kg/ Ø5mm)	당도(brix')	산도(%)	착색 (적색도)
무처리	68.58	74.81	214.14	7.93	9.27	0.21	6.95
임의처리	69.39	76.23	220.92	7.81	9.85	0.08	12.90
1000배	68.96	74.55	204.21	4.63	9.04	0.12	8.66
2000배	68.53	74.58	208.62	7.84	10.39	0.11	5.61

* 인칼균의 엽면시비구에서 평균과중, 경도, 산도, 당도 증가로 품질향상



인칼균처리구



무처리구

[그림. 73] 진딧물발생사진(2005년 07월 12일)

(4) 병해충

[표. 112] 복숭아 가지에서 발생한 진딧물 성충수(2년차)

2005년 07월 12일

반복	무처리	2000배	입의처리	1000배
1	191	62	53	
2	223	52	36	
3	175	196	66	
4	380	32	78	
5	346	23	9	발생량 매우적음
6	225	33	49	
7	250	27	54	
8	140	45	18	
9	296	49	44	
10	264	133	47	
평균	249a	65.2b	45.4b	-

5% level by DNMRT. * 인칼균에 의한 진딧물발생 제어효과가 무처리에 비하여 매우 높음

표 112는 복숭아 가지에 발생한 진딧물을 조사한 결과로 인칼균의 엽면시비로 복숭아의 진딧물 발생은 엽면시비를 하지 않은 무처리에 비하여 1/4이하로 줄어들어 인칼균에 의한 진딧물 발생 제어효과가 무처리에 비하여 매우 높았다.

(5) 폭우 후 엽면시비처리별 복숭아의 열과와 낙과 조사

[표. 113] 총수량에 대한 열과와 낙과율(2년차)

2005년 07월 13일

반복	무처리			1,000배			2,000배			입의처리		
	총수량	열과	낙과	총수량	열과	낙과	총수량	열과	낙과	총수량	열과	낙과
1	14	1	4	90	19	5	76	26	4	103	15	5
2	92	11	1	107	30	1	90	31	2	63	17	0
3	87	3	0	91	12	0	74	13	0	101	16	0
4	81	10	6	97	6	0	13	20	1	92	7	3
5	123	11	0	95	14	3	107	24	3	135	5	4
6	-	-	-	105	38	4.00	102	20	2	108	21	0
평균(EA)	79.4a	7.2a	2.2a	97.5a	19.8ab	2.2a	97.2a	22.3bc	2.0a	100.3a	13.5c	2.0a
발생율(%)		9.1	0.6		20.3	0.4		23.0	0.3		13.5	0.3

5% level by DNMR T.

[표. 113]은 복숭아 수확전날 폭우로 인하여 낙과된 복숭아를 조사한 결과이다. 복숭아가 충실할수록 낙과와 열과가 많이 생겨 엽면시비를 하지 않은 복숭아의 열과와 낙과율은 각각 9.1, 0.6%에 비하여 엽면시비를 처리한 복숭아에서는 각각 1,000배액 20.3, 0.4, 2,000배액 23.0, 0.3, 1,000배액과 2,000배액을 교차로 엽면시비한 입의 처리에서는 13.5, 0.3%로 인칼균 엽면시비로 과일의 충실도가 좋을수록 낙과나 열과가 증가하였다.

(6) 엽면시비기술 농가이전 재배시험

[표. 114] 복숭아 품질 특성조사

2006. 09. 25

처리별 No	중경 (cm)	횡경 (cm)	과중 (g)	경도 (kg/5mmØ)	당도 (°Bx)	산도 (%)	색상(hunter value)			비고	
							L	a	b		
1	71.3	87.2	294.6	0.20	12.5	0.35	84.75	-5.70	32.27		
2	75.8	93.1	338.7	0.33	12.0	0.46	79.07	2.57	23.56		
3	67.9	77.0	228.9	0.06	10.1	0.67	80.36	2.28	28.52		
4	76.2	84.4	351.0	0.03	12.0	0.61	82.90	6.09	35.52		
5	76.7	90.4	318.1	0.34	11.8	0.50	80.63	-4.35	28.53		
무처리	6	71.6	84.8	264.8	0.30	11.3	0.57	79.63	3.99	25.26	
7	70.9	81.7	293.3	0.19	12.4	0.47	81.37	4.45	30.76		
8	70.7	82.6	304.3	0.24	12.2	0.49	82.65	2.61	30.70		
9	75.0	86.9	308.4	0.26	12.7	0.34	84.01	-5.28	31.85		
10	70.2	86.6	290.3	0.33	11.7	0.41	84.31	4.32	30.37		
11	72.0	88.7	301.2	0.19	11.2	0.38	79.17	3.78	27.66		
평균	72.5a	85.8a	299.4a	0.22a	11.8a	0.48a	81.90	1.34	29.49		
1	68.8	92.6	360.0	0.05	11.8	0.39	78.96	7.42	28.45		
2	78.6	93.7	369.8	0.16	11.8	0.27	72.66	10.62	18.69		
3	88.3	104.8	500.7	0.11	12.3	0.30	83.06	-0.32	32.88		
4	74.9	93.5	368.4	0.22	12.4	0.22	79.92	-1.91	30.03		
5	75.5	87.1	365.7	0.15	12.3	0.25	81.30	0.26	32.02		
인칼균	6	73.9	91.8	348.7	0.22	12.6	0.27	82.69	2.63	31.07	
7	78.9	87.7	347.6	0.22	13.1	0.30	83.07	2.71	31.66		
8	78.2	90.4	418.9	0.17	12.7	0.28	76.83	9.95	26.31		
9	82.2	93.2	449.8	0.18	12.9	0.34	82.21	-3.01	30.58		
10	75.8	86.9	377.8	0.18	12.8	0.31	74.71	8.99	20.58		
11	75.4	94.8	378.6	0.20	12.9	0.37	83.08	0.41	31.29		
평균	77.3b	92.4b	388.9b	0.17a	12.5b	0.31a	79.59	3.43	28.51		

5% level by DNMRT.

[표. 114]는 엽면시비기술 농가이전 재배시험(3년차 시험)에서 농가에서 인칼균 1,000배액 엽면시비처리와 엽면시비를 하지 않은 무처리구에서 복숭아의 특성을 비교한 것이다. 표에서 보는 바와 같이 인칼균을 엽면시비한 처리에서는 복숭아의 중경, 횡경, 과중 및 당도가 무처리에 비하여 높게 나타났으며, 경도와 산도에서는 낮게 나타났다. 복숭아의 품질에서는 음미하는 사람에 따라서 차이는 있겠으나 인칼균을 엽면시비한 복숭아에서 일반적으로 고품질 복숭아를 생산할 수 있다고 생각된다.

3) 단감(부유)재배 시 최적엽면시비기술 확립 및 엽면시비효과 구명

본 시험은 인칼균의 엽면 시용이 단감의 생육에 미치는 영향을 구명하여 인산과 칼슘의 토양 시용량을 줄이면서 작물생육시기별로 부족되는 양을 엽면시비로 보충함으로써 작물의 생산과 품질을 높여 농가소득을 높이면서 토양의 환경부하를 줄이는 친환경적인 작물재배기술을 개발하고자 한다. 인칼균의 희석배수에 따른 작물의 생육, 수량반응에 미치는 효과를 찾아내어 단감 재배시 인칼균의 최적 엽면시비농도를 찾아내고, 작물의 영양관리상태에 따라서 병충해의 발생양상을 조사하여 인칼균의 종합적인 엽면시비효과를 확립하고자 한다.

(1) 단감 수량조사

[표. 115] 단감 생산량 조사 1년차:2005년 11월 08일, 2년차:2006년 11월 06일

처리 구분	반복	수량(개/주)		총생산량(kg/주)		불량과				
		05년	06년	05년	06년	각지벌레(개)		탄저병(개)		홍시
						05년	06년	05년	06년	06년
무처리	1	85	126	19.5	30.2	14	6	3	2	1
	2	115	131	26.4	32.4	2	8	6	0	9
	3	97	99	22.2	25.9	5	4	1	1	12
	4	120	201	27.5	49.2	12	7	6	0	8
	5	109	240	25.0	57.7	23	3	4	1	16
평균		105d	159ns	24.1c	39.1b	11	5.6	4.0	0.8	9.2
목면 무처리	6	215	223	55.3	60.8	2	10	0	1	8
	7	175	230	45.0	55.9	8	3	1	0	7
	8	169	188	43.5	46.7	4	4	2	2	9
	9	149	160	38.3	37.2	2	6	1	0	11
	10	106	141	27.3	31.7	5	4	3	0	7
평균		163bc	188	41.9ab	46.5b	4.2	5.4	1.4	0.6	8.4
3000배	11	131	302	34.9	86.5	0	1	0	0	6
	12	260	282	69.3	80.8	1	1	0	1	3
	13	102	320	27.2	85.6	0	2	1	0	6
	14	115	226	30.6	60.9	0	5	0	2	7
	15	90	293	24.0	81.0	2	3	1	1	4
평균		140cd	285	37.2bc	79.0a	0.6	2.4	0.4	0.8	5.2
2000배	16	195	242	48.2	60.8	1	3	0	0	6
	17	290	268	71.7	72.6	3	0	0	1	4
	18	195	358	48.2	93.5	2	2	1	0	5
	19	191	210	47.2	54.1	0	5	1	1	3
	20	235	376	59.2	98.4	1	4	0	0	11
평균		221a	291	54.6a	75.9a	1.4	2.8	0.4	0.4	5.8
임의 처리	21	152	252	41.7	72.8	0	0	0	0	1
	22	198	264	54.3	73.2	0	0	0	1	4
	23	210	331	57.6	90.6	0	1	0	3	0
	24	220	314	60.4	84.2	1	2	0	0	0
	25	215	311	59.0	86.0	0	0	2	0	2
평균		199ab	294	54.6a	81.4a	0.2	0.6	0.4	0.8	1.4

5% level by DNMRT.

[표. 115]는 2005년도와 2006년도에 걸친 단감의 수량조사와 통계적인 처리결과를 나타낸 것이다. 단감의 주당 총 수량(kg)과 생산 수량(개)은 표에서 보는 바와 같이 통계적으로 인칼균 엽면시비처리와 무처리간에는 유의성이 인정되었으며, 무처리에서 해충과 탄저병의 이병과가 많이 생산되어 인산과 칼슘의 엽면시비는 병해충에도 저항성을 나타내는 것으로 생각된다.

(2) 단감 품질

단감은 연구과제의 2차 년도부터 재배시험 되었고 인칼균의 적용에 따른 품질의 향상이 뛰어났으며 특히 경도, 당도, 산도가 적절하였으며 상품과의 생산수율이 높아졌다. 특히 경도와 당도가 2차년과 3차 년도에 모두 높았으며 산도는 상대적으로 낮아 단감의 맛과 저장성에 좋을 것으로 생각된다.

[표. 116] 감(부유)(1년차)

2005년 11월 10일

구분	중경(mm)	횡경(mm)	과중(g)	경도(kg/Ø5mm)	당도(brix°)	산도(%)	총수량(kg)	불량과수	
								각지벌레	탄저병
무처리	58.5	81.7	227.3	1.52	12.6	0.017	120.6	56	20
목면무처리	60.7	84.8	251.3	1.39	12.6	0.024	209.3	21	7
3000배	62.6	83.6	260.1	1.53	13.4	0.026	186.0	3	2
2000배	60.7	81.8	246.5	1.72	13.5	0.020	273.6	7	2
임의처리	62.3	80.6	272.3	2.32	14.0	0.018	273.1	1	2

* 인칼균의 엽면시비구에서 평균과중, 경도, 산도, 당도 증가로 품질향상

* 인칼균의 엽면시비구에서 해충 및 탄저병 급격히 감소

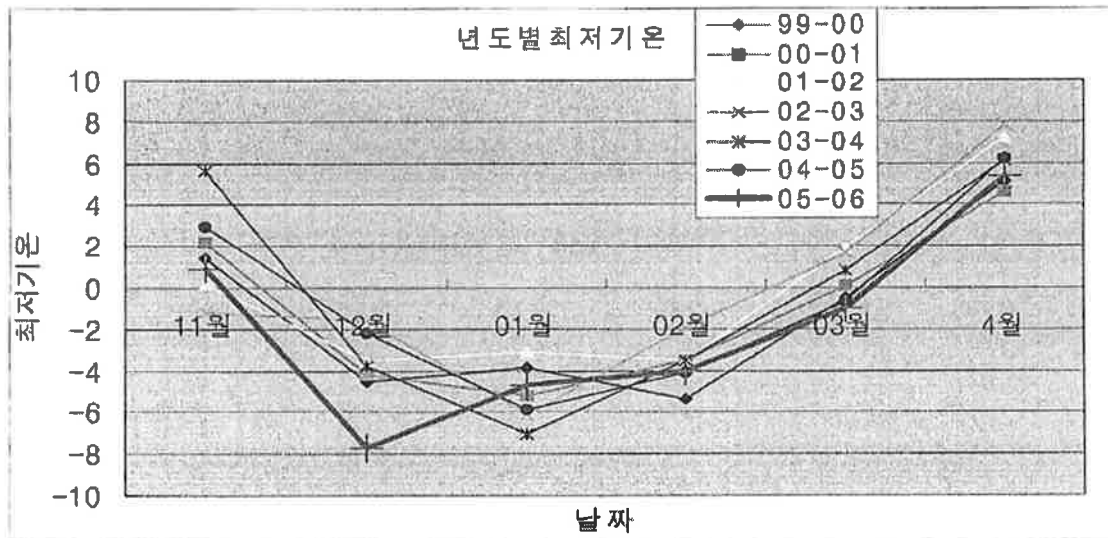
[표. 117] 감(부유)(2년차)

2006년 11월 06일

구분	중경(mm)	횡경(mm)	과중(g)	경도(kg/Ø5mm)	당도(brix°)	산도(%)	총수량(kg)	불량과수		
								탄저병	각지벌레	홍시
무처리	57.71	82.67	232.05	2.06	14.51	0.08	195.4	28	4	46
목면무처리	58.05	82.43	239.94	1.81	13.09	0.04	232.3	27	3	42
3000배	62.09	85.50	275.39	1.99	14.68	0.03	394.8	12	4	26
2000배	61.25	84.69	267.77	2.44	15.27	0.03	379.4	14	2	29
임의처리	60.41	84.67	280.75	2.28	15.07	0.02	406.8	3	4	7

* 인칼균 엽면시비 처리구에서 품질향상과 수확량 증대

(3) 단감의 동해피해현황조사



* 06년 12월의 최저기온(-7.7℃)이 가장 낮아 단감의 동해가 극심한 것으로 판단됨.
 [그림. 74] 99년~06년도 최저기온

[표. 118] 엽면시비방법별 동해피해 현황 2006년 04월 26일

처리구분	나무별 피해발생 가지(반복)				
	1	2	3	4	5
무처리구	16	20	12	22	18
목면무처리구	12	7	15	11	10
2,000배처리구	3	0	4	2	7
3,000배처리구	4	1	0	2	5
임의처리구	0	2	1	0	3

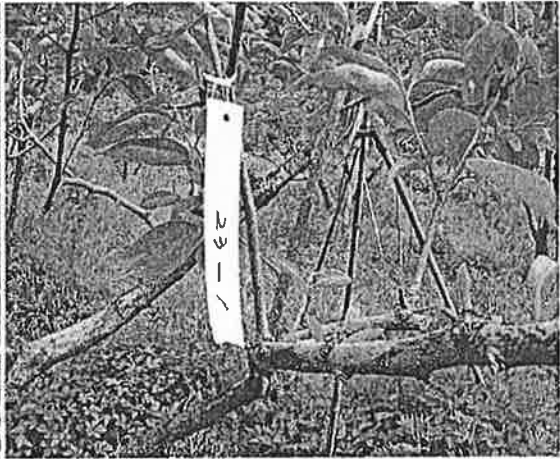
엽면시비에 따른 동해경감시험은 기상조건을 임의로 처리할 수 가 없어서 연구대상에서 제외되었으나 우연히 12월과 3월에 이상저온 현상이 나타나 단감에서는 동해에 의한 고사목이 많이 관찰되어 인칼균의 목면시비에 따른 단감의 생육현상을 인칼균을 목면시비(dormant application)시비하지 않은 주위의 농장과 비교 조사한 결과 인칼균을 목면시비한 처리에서는 고사목은 없으며, 일부 고사된 가지만 볼 수 있었으나 엽면시비를 하지 않은 일반농가에서는 [표 104]과 [그림 66]에서 보는바와 같이 동해피해가 현저히 높았고 같은 지역의 동일조건에서 상대적으로 인칼균처리구에서 동해의 영향을 적게 받은 것으로 파악되었다.



* 동해를 받지 않은 가지(새싹이 나옴)
[그림. 75] 동해발생 비교(06.04.26촬영)



* 동해를 받은 가지(새싹이 나오지 않음)



[그림. 76] 단감재배시험 포장의 초기생육상태 (2005년 05월 10일)

(4) 해거리예방

- 목면시비에 의한 꽃눈 비대효과

인칼균을 이용한 단감의 1차년도 재배시험에서 목면시비 처리된 농장의 단감의 꽃눈 비대효과를 보여주고 있다. 그림 77에서 보는 촬영된 가지는 비슷한 굵기와 비슷한 각도에 있는 가지를 비교하였다.

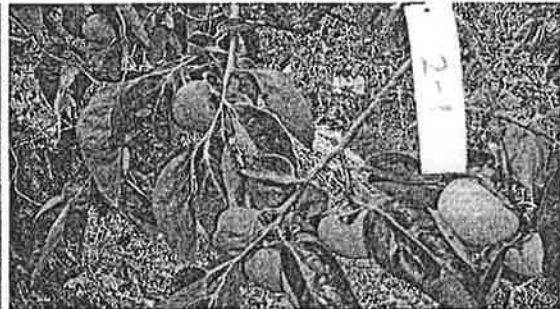
해거리 발생빈도는 전년도의 영양의 관리에 따라 달라지는데 인칼균의 엽면시비 처리구별로 전년도 과일이 달린 가지의 꽃눈발생 결과로 비교한 결과 [표. 119]에서 보는바와 같이

(5) 단감(부유)병충해 발생현황

인칼균치리구



인칼균무치리구



무치리구의 탄저병 발생



무치리구의 각지벌레 발생



무치리구의 흰가루병

* 정상생육

* 병충해 발생현황

[그림. 78] 병해충발생 사진(2005년 11월 08일)

- 단감제베시힘포장에서 병충해 발생은 매우 적었으나 무치리구를 위주로 탄저병과 가루각지벌레가 발견되었다(그림 78).

(6) 단감의 인칼균살포에 의한 후기 수세비교

- 과수의 수세가 수확후기까지 지속되면 과일의 수확기까지의 효과적인 과비대와 수체의 양분조절효과를 높여 차년도 결실에 좋은 영향을 미치는 것으로 평가되고 있으며 인칼균처리 포장에서 확연한 효과를 나타내고 있다.

무처리



인칼균처리



[그림. 79] 후기생육의 활성화(촬영:2006년11월23일)

(7) 엽면시비기술 농가이전 재배시험 재배개요

현재까지 일반적인 과수재배기술은 주로 토양시비에 의한 재배기술이 주를 이루었고 엽면 살포에 의한 과수재배기술은 심도 있는 연구개발 없이 농가의 자체적인 시험재배에 의한 기술로 사용되어 온 것이 현실이다. 이에 인산칼슘의 수용액화 기술의 개발과 이 수용성 인산칼슘에 미생물을 첨가하여 인칼균의 제조기술이 완성되어 농가에 보급하게 되어 보다 과학적인 검증이 실시하게 되었다.

인칼균을 이용한 과수재배시험의 결과와 동위원소(^{32}P , ^{45}Ca)를 이용한 과수의 엽면시비물질과 시비시기에 대한 흡수기작과 시비방법이 밝혀져 이를 토대로 농가의 과수재배 포장에서 현장적용시험을 실시하였으며 농작물재배의 현장적용기술을 구체적으로 파악하고 개선하여 농가에 보급시키고자 실시하였으며 본 기술의 농가이전을 통하여 인칼균에 대한 효과적인 엽면시비기술이 농가에 보급되어 농작물재배기술의 발전을 가져오고 이를 토대로 농가에서는 보다 경제적인 재배기술이 상용화 되어 이용함으로써 농산물의 국제경쟁력 제고에 일익을 담당할 것으로 기대된다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

본 연구과제에서 달성하고자 하는 목표는 농가보급형 인칼균배양기의 세라믹 배양조의 제조상 재현성 확보를 통하여 안정된 인칼균배양기를 제조할 수 있는 기술확보와 인칼균배양기를 이용하여 인칼균을 제조하여 이를 작물에 엽면시비 함으로써 보다 많은 농가에서 친환경농업을 실천하여 고품질의 친환경농산물을 생산하는데 있다.

비료성분 중 인산성분의 불용화와 칼슘의 흡수저하는 농작물재배에서 커다란 문제점으로 지적되고 있으며 이것은 현재의 인산칼슘제제의 수용성으로의 용해되는 비율은 약1.8% 정도 밖에 되지 않아 인산칼슘성분을 농작물이 흡수 이용하는데 제한이 많다. 현행농업현장에서는 작물의 과질소에 의한 작물의 이상생육으로 고품질의 작물생산에는 문제가 많은 것 또한 현실이다. 일반적인 인산칼슘제제는 농업현장에서 작물에 엽면시비 하여도 큰 효과를 보지 못하였다. 하지만 인칼균은 수용성 인산칼슘제에 유용미생물을 첨가하여 작물에 엽면시비 할 경우 시험결과에서 보는바와 같이 칼슘은 일반인산칼슘의 2배 인산은 25% 더 잘 흡수되고, 농가에서 직접 제조하여 사용하므로 비용의 절감을 함께 얻을 수 있는 신농업기술로서 관행적인 토양시비기술과 함께 엽면시비기술을 농가에 보급하여 보다 효율적인 작물재배가 가능해지고 농업환경의 오염도 줄일 수 있는 기술로 평가된다.

본 연구과제의 제1세부과제는 농가보급형 인칼균배양기 세라믹 배양조의 제조기술을 보완하여 인칼균제조에 핵심인 수용성인산칼슘의 제조와 유용미생물을 동시에 제조할 수 있는 안전한 세라믹 배양조를 제조하였다. 또한 세라믹 원자재의 내열성 검증을 통하여 페타라이트소지를 주원료로하는 세라믹 배양조의 재현성 제조기술을 개선하였다. 선정된 원자재의 가공상의 특성으로 인하여 불량 발생률이 높았으나 제조기술의 보완을 통하여 불량발생률이 1%이하로 낮아졌고 여기에 대량생산체제를 구축하여 보다 안정적인 생산이 가능해져 인칼균배양기 제조기술의 상용화를 이룰 수 있었다.

제2세부과제는 인칼균을 이용한 원예작물재배이용기술에서는 원예작물재배 시 인칼균의 흡수이용기작을 구명하였으며, 특히 동위원소인 ^{32}P , ^{45}Ca 를 이용하여 인칼균의 흡수이용 기작과 체내에서의 이동성이 밝혀졌고 이를 토대로 엽면시비 시기와 엽면시비물질의 흡수이용 기작이 구명되어 엽면시비방법, 엽면시비시기, 엽면시비물질의 흡수양상을 알 수 있었다. 인칼균의 엽면시비를 통하여 원예작물의 인산과 칼슘성분의 효율적인 흡수기능은 엽면시비 한 농작물의 수량, 품질, 재해, 병해충, 동해 및 식미 등 실질적인 효과를 과학적으로 확인할 수 있었다.

전체적으로 인칼균은 작물에 흡수이용이 뛰어난 수용성 인산칼슘제제로서 농작물재배시 엽면시비에 의한 높은 인산칼슘 이용효과를 발휘하여 고품질의 농산물 생산이 가능하였으며 농작물의 병충해 발생을 감소시켜 농약사용량을 줄이고 비료의 적절한 시비를 유도하여 과

다시비를 방지하여 농업환경의 개선 할 수 있는 친환경농업의 유용한 기술로 평가되었다.

그간의 농림기술 과제 연구를 수행하면서 2명의 석사학위와 1명의 박사학위(예정)과정에 성과를 간략히 요약하면 다음과 같다

- 1) 인산칼슘의 엽면시비가 토마토생육에 미치는 영향. 대구대학교 농학석사학위 논문.
2005 김종집
 - 2) Showing the picture of ^{45}Ca and ^{32}P labeled fertilizers middle leaf applied on tomato leaf. 대구대학교 농학박사학위논문. 2007 Md. Beral. hossain
- * 본 연구과제에 의한 인력양성 실적

박사, 석사과정 및 학부과정

김종집(석사졸업), 김규태(석사졸업), Md. beral. hossain(박사졸업예정)

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

연구성과	활용계획
농가보급형 인칼균배양기제조기술보완	세라믹 배양조의 최적원자재 선별 및 제조조건 확립하여 안정된 세라믹 배양조의 재현성 확보
인칼균을 이용한 원예작물재배이용기술	인칼균의 엽면시비물질의 흡수기작 구명 및 흡수율이 높은 칼슘과 인산의 엽면시비물질과 기술을 확립하여 원예작물재배시 고품질 원예작물생산과 친환경농업에서도 작물의 수량을 높일 수 있는 농업기술을 일선 농업현장에 이용하여 농가수입 증대

본 연구과제에서 개발하고자 하는 과제결과는 중요한 연구결과가 도출될 때마다 그 결과를 국내의 우수한 전문 잡지에 투고하여 그 결과를 널리 홍보하는 한편 핵심기술력은 특허출원을 통하여 지식을 등록하고 농가에 기술을 이전할 수 있도록 교육계획을 수립하며 본 연구의 집행이 실질적인 농업기술발전을 창출할 수 있도록 모든 참여연구원이 농가의 확대보급에 노력한다.

1) 예상되는 활용분야 및 활용방안

농가는 농작물재배현장으로서 지금까지는 토양시비위주로 농작물을 재배하였지만 시비효율이 우수한 인칼균의 엽면시비기술을 병행 사용 시 과질소의 방지와 병충해 발생의 감소 등 높은 엽면시비효과를 기대할 수 있으며 또한 농가의 자가 제조에 의한 사용으로 농자재의 경제적인 사용이 가능해진다. 또한 인칼균의 엽면시비는 친환경 농업을 실천하면서도 작물의 영양균형을 유지하여 고품질 농산물생산의 주요기술로 사용되어질 계획이다.

2) 현장보급방안, 산업화계획 방안, 추가기술개발 방안, 기술이전 방안

본 연구과제의 결과가 성공적으로 이루어질 경우 농업현장에서의 친환경농업의 활성화와 고품질농산물의 생산에 높은 효과를 발휘하여 지금까지 많은 비료를 사용하여 몇 가지 성분이 토양에 과량의 사어로 존재하며 또한 오염된 농업환경의 개선을 앞당길 수 있을 것으로 예상된다. 현재 상용화된 제품은 본사에서 산업화하여 정부지원대상농기계로 선정되어 국내의 전체농가에 대한 보급을 추진하여 엽면시비기술의 농가이전을 통한 고품질 친환경농업기술을 보급할 계획이다. 기술이전 방안으로는 전국의 기술센터와 지자체, 작목반을 중심으로 한 엽면시비기술 특강을 통하여 기술에 대한 홍보와 보급의 확대를 계획하고 있다.

또한 본 엽면시비기술에 필요한 부수적인 농업기술을 탐구하고 개발하여 더욱 완벽한 시비 기술체계로 이어나갈 계획이다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학 기술정보

비료의 시비기술은 근래까지 토양시비만이 작물을 재배할 수 있는 유일한 시비기술로 알려져 왔으며 엽면시비기술에 대한 본격적인 연구는 오랜 기간이 아니었다. 작물재배시 시비는 근본적으로 토양시비를 근간으로 일부 부족성분 보충이나, 작물의 생리를 조절하는 물질에 대하여 미국과 유럽에서는 심층적인 연구로 엽면시비시 시비물질에 대한 엽면시비효율의 우수성이 밝혀지면서 각종 비료성분의 효과적인 엽면시비를 통하여 특히 원예작물재배에 이용하는 경우가 늘어나고 있다. 외국에서의 엽면시비기술에 대하여는 이 보고서 앞 부분에 연구 review로 언급하였다. 특히 비료의 성분별 토양시비(Carl Spiva, A&L Lab. Modesto, California)와 엽면시비(S.W.Wittwer Michigan State Univ.)의 효율에 관한 연구에서 각 성분별 흡수효율을 살펴보면 질소의 경우 토양시비에 비하여 엽면시비가 10~15배 높고, 인산은 20배, 가리는 27배, 칼슘은 35~40배, 마그네슘은 28배, 황은 5~7배, 아연 12배, 망간 20~25배, 철 25~100배, 붕소 30배의 효과를 발휘하는 것으로 나타났으며 아주 적은 량의 엽면시비가 작물재배에 효과적이라는 결과를 확인 할 수 있었다. 또한 원예작물 재배시 엽면시비의 목적은 주로 영양생장증가, 과일크기증대 및 수확 후 고품질 유지 목적과 식물의 영양균형 유지를 통한 병해충의 예방을 위한 엽면시비시행뿐 아니라, 기후순화와 동상해예방을 위한 엽면시비의 새로운 방법으로 목면시비(目眠施肥, Dormant Spray)방법이 연구되었고 또한 오염된 공기로부터 유래되는 각종 스트레스를 완화시키기 위하여 엽면시비를 실시하기도 하는 등 농업현장에서 유용하게 사용될 수 있는 유용한 엽면시비기술의 연구실적을 확인하였다. 그러나 아무리 엽면시비 방법이 좋다고 하여도 토양시비를 간과해서는 안되며, 엽면시비를 시행할 때는 분명한 목적으로 실시하여야 하며, 잘못된 엽면시비는 오히려 작물의 생육을 방해할 수도 있다는 것을 명심하여야 할 것으로 생각된다. 특히나 겨울과 여름에 온도편차가 심한 우리나라의 경우는 여러 가지 물질을 혼합하여 엽면시비하는 것은 조심해야 할 것으로 생각된다.

제 7 장 참고문헌

- 1) A Foliar Nutrient Program for Freeze Protection. Technical Bulletin No.8
- 2) Aichner M, Stimpfi E. 2002. Seasonal Pattern and Interpretation of Mineral Nutrient Concentrations in Apple Leaves. ISHS Acta Horticulturae594:377-382
- 3) Autio Wesley R. Bramlage William J. Foliar Calcium Sprays For Apples. Department of Plant & Soil Sciences.
- 4) Brown G. S, Kitchener A. E, McGlasson W. B, Barnes S. 30 May 1996. The effects of copper and calcium foliar sprays on cherry and apple fruit quality. Scientia Horticulturae 67(1996):219-227
- 5) Bukovac M.J, Cooper J.A, Whitmoyer R.E, Brazee R.D, 2002. Spray application plays a determining role in performance of systemic compounds approved to the foliage of fruit plants. Proc IS on Foliar Nutrition Eds. M tagliavini et al. Acta Hort. 594. 65-75
- 6) Carlos Alcarsz-Lopez, Maria Botia, Carlos F Alcarsz, Fernando Riquelme. 20 May 2004. Effect of forliar sprays maintaining calcium, magnesium and titanium on peach(*Prunus persica L*)fruit quality. Journal of the Science of Food and Agriculture. 84-9: 949-954
- 7) Chapagain B. P, Wiesman Z, 2 December 2003. Effect of Nutri-Vant-Peak foliar spray on plant development, yield, and fruit quality in greenhouse tomatoes. Science Direct-Scientia Horticulturae.
- 8) Chelates <http://www.foliarfert.com/pags/Chelates.htm>
- 9) Ciavatta C, Benedetti A. 2002. Foliar Fertilizers: Legislative Aspects in Europe. International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants; ISHS Acta Horticulturae594:269-276
- 10) Conway W. S Sams C. E, Hickey K. D Pre-and Postharvest Calcium Treatment of Apple Fruit and Its Effect on Quality. ISHS Acta Horticulture594
- 11) Datta, N. P, Vyas, K. K 03 Jun 2001, UPTAKE AND UTILIZATION OF

PHOSPHORUS BY MAIZE FROM FOLIAR SPRAYS. Energy Citation Database.

- 12) David Storev. What Do Organic Farmers Do About Foliar Feed?
Organicmattersorg.com
- 13) Dixon Robert C. Foliar Fertilization Improves Nutrient Use Efficiency. Fertilizer Technology 40:22-23
- 14) Doroshenko T, Alyoshin E. Influence of Foliar Nutrition with Macroelements on Apple Tree Genenerative Acticity: Physiological Aspects. ISHS Acta Horticulturae 594:641-646
- 15) Efficiency of Utilization of Fertilizer Sprays <http://www.foliarfert.com/pags/Efficiency of Utilization of Fertilizer Sprays.htm>
- 16) Eichert T, bbBurkhardt J, Goldbach H. E. 2002. Some Factors Controlling Stomatal Uptake.
International Symposium on Foliar Nutritionof Perennial Fruit Plants;ISHS Acta Horticulturae594:85-90
- 17) Ernani P. R, Amarante C. V. T, Dias J, Bessegato A. A, Prehavest Calcium Sprays Improve Fruit Quality of "GALA" Apples in Southern Brazil. ISHS Acta Horticulturae594
- 18) Foliar Fertilizer is a Particularly Usefull Technique
<http://www.foliarfert.com/pags/foliartechnique.htm>
- 19) Foliar Nutrient Programs For Freeze Recovery and Drought Resistance in Fruit Trees. Technical Bulletin No.4
- 20) Frank Peryea, Kathleen Willemsen. 2 May 2000. Nutrient Sprays. Washington State University: Tree Fruit Research & Extension Center.
- 21) George Kuepper. March 2003. Foliar Fertilization. ATTRA-National Sustainable Agriculture Information
- 22) Gray Gascho. 1992. Lste-Season Foliar Sprays Boost Soybean Yields. Fertilizer

Technology

- 23) Guy Witney. 20 August 1996. Soil versus Foliar Fertilizer Application. Washington State University: Tree Fruit Research & Extension Center.
- 24) How are Nutrients Transported?
http://www.foliarfert.com/pags/How_are_Nutrients_Transported.htm
- 25) Hudina M, Stampar F. Effect of Phosphorus and Potassium Foliar Fertilization on Fruit Quality of Pears. ISHS Acta Horticulturae 594
- 26) Humus <http://www.foliarfert.com/pags/Humus.htm>
- 27) Humic Acid <http://www.foliarfert.com/pags/HumicAcid.htm>
- 28) Humic Substances: http://www.foliarfert.com/pags/Humic_Substances.htm
- 29) Ian Ferguson, Richaed Volz, Allan Woolf. 18 August 1998. Preharvest factors affecting physiological disorders of fruit. Postharvest Biology and Technology. 15:255-262
- 30) Introduction to Foliar Fertilizers. <http://www.foliarfert.com/pags/introduction.htm>
- 31) James L. Gibson, Brian E. Whipker. July 2000. Ornamental Cabbage and Kale Growth Control with B-Nine, Bonzi and Sumagic. Foliar Sprays. Department of Horticultural Science Horticultural Research Series NO.142:1-3
- 32) Kahu K. Effect of Preharvest Foliar Applied calcium on Postharvest Quality and Storability of Apples in Estonia. ISHS Acta Horticulture594,
- 33) Khan M. M. A, Samiulah, Afaq S. H, Afridi R. M, May 2000. Response of Black Nightshade(*Solanum nigrum* L.) to Phosphorus Application. Journal of Agronomy and Crop Science. 184-3: 157
- 34) Maria Serrano, Domingo Martinez-Romero, Salvador Castillo, Fabian Guillen, Daniel Valero. 21 Jun 2004. Effect of pre-harvest sprays containing calcium, magnesium and titanium on the quality of peaches and nectarines at harvest and during postharvest storage. Journal of the Science of Food and Agriculture. 84-11:1270-1276

- 35) McNall L. R, 1998. Factors Affecting Fruit Russet. TECH-FLO[®]FLOWABLE FOLIAR NUTRIENTS. Nutrient Technologies.
- 36) Mengel K. 2002. Alternative or Complementary Role of Foliar Supply in Mineral Nutrition. International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants; ISHS Acta Horticulturae 594:33-47
- 37) Mineral Nutrition of higher Plants-Uptake and release of Mineral Elements by Leaves and Other Aerial Plant Parts. 122-130
- 38) Most Common Reasons For Failure
http://www.foliarfert.com/pags/Reasons_For_Failure.htm
- 39) Natale W, Coutinho E. L. M, Banzatto D. A, Boarrto A. E. Phosphorus Foliar Fertilization un Guava Trees. ISHS Acta Horticulturae 594
- 40) Pasini L, Ragni L, Rombola A. D, Berardinelli A, Guarnieri A, Marangoni B. 22 April 2004 Influence of the Fertilisation System on the Mechanical Damage of apples. Biosystems Engineering(2004). 88:441-452
- 41) Phosphorus in physiologie. 414-421
- 42) Porro D, Dorigatti C, Ramponi M. Can Foliar Application Modify Nutritional Status and Improve Fruit Quality Resul on Applr in Northeastern Italy. ISHS Acta Horticulturae 594
- 43) Refractometer <http://www.foliarfert.com/pags/Refractometer.htm>
- 44) Room Singh, Ranjit singh. March 1981. Effect of nutrient sprays on granulation and fruit quality of 'Dancy tangerine' mandarin. Scientia Horticulture. 14-3:235-244
- 45) Schonherr J. 2002. Foliar Nutrition Using Inorganic Salts: Laws of Cuticular Penetration. International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants; ISHS Acta Horticulturae 594:77-84
- 46) Seaweed <http://www.foliarfert.com/pags/Seaweed.htm>

- 47) Silvan Wittner, Seno T.C . FOLIAR FERTILIZING—SECRETS OF SUCCESS. Foliar Fertilizing
- 48) Simonne E. H, Hochmuth G. J Jun, 1995. Soil and Fertilizer Management for Vegetable Production in Florida.
- 49) Some Advantages of Foliar Nutrients. Technical Bulletin No.7
- 50) Some Myths About Foliar Fertilizer?
http://www.foliarfert.com/pags/Some_Myths_About_Foliar_Fertilizer.htm
- 51) STARLITE SYSTEMS. CO Foliar Sprays, growing mediums & Seasonal. webpage catalogue
- 52) Steven Falivene. 7 February 2002. Foliar sprays to increase fruit size and yield in Californian citrus. webpage
- 53) Steven Falivene. 7 February 2002. District Horticulturist. Foliar sprays to increase fruit size and yield in californian citrus. State of New South Wales, Department of Primary Industries
- 54) Tagliavini M, Drahorad W, Toselli M, Bertschinger L, Brown P, Neilsen M, Thalheimer M. 31 November 2002. International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants. ISHS Acta Horticulturaea 594
- 55) TECH-FLO[®]FLOWABLE FOLIAR NUTRIENTS. THE EFFECTS OF CALCIUM CHLORIDE SPRAYS ON FRUIT QUALITY. NUTRIENT TECHNOLOGES
- 56) TECH-FLO[®]FLOWABLE FOLIAR NUTRIENTS. CALCIUM PRODUCTS FROM NUTRIENT TECHNOLOGIES. NUTRIENT TECHNOLOGES
- 57) TECH-FLO[®]FLOWABLE FOLIAR NUTRIENTS. PROGRAM GOALS FOR FRUIT. NUTRIENT TECHNOLOGES
- 58) The Efficiency pf Foliar Nutrient Prioducts. Technical Bulletin No.12

- 59) Thomas K. Schlegel, Jorg Schonherr. 18 Dec 2002. Stage of development affects penetration of calcium chloride into apple fruits. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 165-6: 738-745
- 60) Tosi L, Malusa M. Phosphatefoliar Fertilisation as a Source of Phosphite Residues. *ISHS Acta Horticulturae*594
- 61) Veberic R, Stamper F, Vodnik D 2002. Influence of the Foliar Application of Phosphorus and Potassium on the Photosynthetic Intensity in Apple Tree(*Malus domestica* Borkh.). *ISHS Acta Horticulture*594, 165-170
- 62) What is Fertiliser? http://www.foliarfert.com/pags/What_is_fertiliser.htm
- 63) What is Foliar Fertilizer? http://www.foliarfert.com/pags/What_is_Foliar_Fertilizer
- 64) Where Have all the Minerals Gone?
http://www.foliarfert.com/pags/Where_Have_all_the_Minerals-Gone.htm
- 65) Wojcik P, Szwonek E. The Efficiency of Different Foliar-Applied Calcium materials in improving apple quality. *ISHS Acta Horticulture* 594,
- 66) ZhengHua Li, Hiroshi Gemma, Shuichi Iwahori. 20 september 2001. Stimulation of 'Fuji' apple skin color by ethephon and phosphorus-calcium mixed compounds in relation to flavonoid synthesis. *Scientia Horticulturae*(2002) 94:193-199