

발 간 등 록 번 호

11-1541000-001404-01

고성능 칼슘을 이용한
친환경 유기농자재 개발

(Development of Highly Efficient Organic &
Eco-friendly Calcium Agent)

에코바이오텍(주)

농림수산식품부

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “고성능 칼슘을 이용한 친환경 유기농자재 개발”과제의 최종보고서로 제출합니다.

2012년 07월 09일

주관연구기관명: 에코바이오텍(주)

주관연구책임자: 구 자 준

세부연구책임자: 구 자 준

연구원: 이 규 현

연구원: 박 성 기

연구원: 조 현 호

연구원: 남 준 호

연구원: 김 현 수

연구원: 박 종 길

연구원: 김 복 레

연구원: 안 경 차

연구원: 문 병 우

연구원: 김 만 곤

협동연구기관명: 한국식품연구원

협동연구책임자: 이 영 철

연구원: 하 원 기

연구원: 서 옥 명

연구원: 최 정 애

연구원: 문 귀 주

연구원: 박 미 정

요 약 문

I. 제 목

고성능 칼슘을 이용한 친환경 유기농자재 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

현재 작물에 있어서의 칼슘 등 미네랄결핍 치료나 공급을 위하여, 석회나 폐화석 등 가공되지 않은 천연원료 그대로나, 화학적으로 추출한 칼슘용액 및 미네랄 분말을 사용하나 작물체내로의 흡수력 미비로 인하여, 토양 경질화의 부작용이 나타나고 투여한 양에 비교할 때 너무 적은 양의 칼슘 등 미네랄만이 작물이 흡수하여 토양에 잔류하는 많은 문제점들이 있으며, 투여량 대비 효과적인 측면에서도 지극히 비효율적인 형편이다.

천연 폐각을 화학처리를 하지 않는 공법으로 제조하는 친환경 칼슘(고활성 칼슘)과 풍화화강암에 많이 함유되어 다양한 미네랄을 액상 복합미네랄로 개발하고 양산하여, 칼슘과 미네랄들의 작물체내의 흡수율을 높여 작물 생육촉진, 수확량 증대, 칼슘 및 미네랄 부족으로 나타나는 생리장애 현상 및 병해예방이 가능한 저가의 고효성칼슘 유래 유기농자재의 소재로 개발하여 농가의 소득 증대에 기여하고자 한다.

또한, 칼슘 및 다량의 미네랄들을 효과적으로 공급할 수 있는 환경친화적인 농자재를 개발하고, 이를 농업생산 현장에 적용하기 위하여 실시하는 과채류 및 과수류 6종에서의 효능검증을 위한 현장 실증시험은, 농가들이 신규 연구개발 농자재에 대한 신뢰를 가지는데 기여할 것이고, 작물별 투여방법과 시기 등을 명확하게 제시하므로 현장사용에 아주 편리할 것이다.

이에 따라, 본 연구개발에서는 고효성칼슘 및 액상 복합미네랄의 제조방법 및 양산조건 확립과 품질규격 확보를 통하여 환경친화적인 농업용 자재 2종을 개발하여, 그 개발자재들을 실제 농업현장에서의 효능 검증을 통한 활용성 확대를 그 목적으로 한다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

- 고성능 친환경 고효성칼슘 유기농자재의 품질 균일성과 대량생산기술 개발
(조사항목 : pH, Conductivity, DO, ORP, Solubility, 여과 시 작업성 및 편이성, 수율, 고형물, 비중 등)
- 6종 작물별 필드시험에 적용할 화강암 유래 복합 활성미네랄 개발과 고효성칼슘과 복합 활성미네랄을 함유하는 2종의 친환경적인 자재를 개발
- 친환경 유기농자재 등록(관주, 엽면살포 등으로 각각의 소재를 등록)
 - 유기농자재의 안전성 및 간이 시험(토양 및 작물의 무기성분, 유해성분 등)
- 고성능 친환경 고효성칼슘 유래 유기농자재를 이용한 수박/딸기/토마토 등 과채류와 포도/배/사과 등 과수류에서의 현장 적용기술 개발 및 효과 검증
 - 개발자재 2종, 관행(염화칼슘), Control 4군으로 현장시험을 실시하여 개발자재의 처리시기와 농도 등을 결정하고 무기성분 함량, 과실품질, 생리장애, 병 발생률 등을 조사
- 비중별, 작목별 칼슘시비량 작성

Ⅳ. 연구개발 결과

1. 복합 활성미네랄 제조방법 확립과 고성능 친환경 칼슘 유기농자재의 품질 균일성과 대량생산기술 개발

1) 개발자재의 원 소재인 액상 복합 활성미네랄의 개발과 특징 및 성분

가. 복합 활성미네랄균액(한국특허: 제 0348771호, 미국특허: US 6,451,273 B2, 중국/홍콩: 특허등록 완료(“화강암으로부터 활성 무기물질액을 제조하는 방법”))의 특허는 주관기관 보유이며 이 특허 제조방법에 의하여 개발하여 제조됨

나. 국내의 풍화 화강암을 착염 형성이 쉽게 이루어지도록 처리(추출조의 압력을 2~3 kg/cm²로 높이기 위해 80℃ 미만에서 98% 식품용 에틸 알콜(C₂H₅OH)을 가한 다음, 상기 압력을 유지한 채 80~85℃에서 20~60분 교반하여 화강암으로부터 활성 금속무기물질이 다량 용존하고 있는 용액을 얻음)

다. 이 활성 무기질액은 토양, 동식물 등에 부족하기 쉬운 무기질의 공급원으로서 뿐만 아니라, 농업용수의 정화에도 아주 유용한 액상의 복합 활성미네랄임

2) 고성능 칼슘(고효성칼슘) 양산공정 개발 및 양산시설 확보와 분석방법 확립

가. 칼슘 농자재의 원료로 될 수 있는 각종 원료의 비교실험과 선별 : 폐각, 난각, 해조, 산호 등을 시험 소성을 통하여 확인한 결과, 소성칼슘의 순도나 불순물의 정

도 등을 고려할 때 폐각을 소성칼슘 원료로 정하는 것이 가장 이상적임

나. 고효성칼슘 양산조건 : 결정되어진 폐각(새꼬막)원료를 1,450℃의 온도에서 10시간을 소성하였을 때, 개발목표로 하는 산화칼슘의 순도 99.0% 이상의 고효성칼슘 개발소재를 가장 효율적으로 생산할 수 있음

다. 고효성칼슘의 품질관리 측정항목 : 1,450℃의 온도에서 10시간을 소성한 후 120,000Volt에서 60분간 전기분해하는 조건에서, Conductivity는 8,000 μ s/cm이상, pH(1g/Liter수용액)는 12.7이상, ORP는 -512mV를 나타내었으며, 이때 원료투입 대비 수율은 98.0%를 나타냄

라. 안전성 : 연구개발 대상으로 하는 품목에서의 시험결과 모든 품목에서 공인분석기관 분석성적서에 의거하여 안전성이 충분히 확인

마. 고효성칼슘 및 복합 활성미네랄을 함유하는 2종의 농자재 개발

- 개발자재 1 : 99.0% 이상의 산화칼슘 순도인 고효성칼슘 10g을 1L의 정제수에 투입하여 60rpm의 속도로 30분간 교반하여 제조한 고효성칼슘 용액

- 개발자재 2 : 액상 복합미네랄 4%용액 480cc에 고순도로 정제된 고효성칼슘 용액 520cc와 혼합 후 100rpm으로 10분간 교반 후 마이크로 필터로 필터링하여 얻어지는 용액

2. 고성능 친환경 칼슘 유기농자재를 이용한 과채류 및 과수류에서의 현장 적용기술 개발

1) 수박의 적용기술 개발 및 효과 검증

① 엽병의 Ca 함량은 무처리 및 1,000배 엽면살포에 비하여 개발자재 2의 125, 250, 500배 순으로 현저히 높았다. (최대 14% 차이)

② 개발자재 1과 2는 염화칼슘 대비 1.8%, 무처리 대비 5.1% 정도의 과중 증가가 있었으며, 경도 및 당도에는 큰 차이가 없었으며 과피 두께는 착과 후 7일 처리가 두터웠으며, 과중과 당도를 동시에 고려할 때 개발자재 2의 500배액에서 효과가 가장 우수하였다.

③ 각 군에서 생리장해 현상은 나타나지 않았으며, 탄저병 발생정도는 개발자재 1, 2가 각각 1.1-1.2의 발생정도로 1.7과 3.1인 염화칼슘 및 무처리보다 양호하였다.

④ 종합적으로 착과 14일, 21일 후 2회를 개발자재 2 500배액으로 투여함이 가장 좋은 결과를 보인다.

2) 포도의 적용기술 개발 및 효과 검증

① 개발자재들을 시기별 수체 살포한 결과, 엽병 및 수확시 과피의 칼슘함량은 개화 7일후 및 14일후 처리가 무처리 및 21일 후처리에 비하여 현저히 증가되었다.

② 유기농자재별 수채 살포한 결과, 엽병 및 수확시 과피의 칼슘함량은 무처리에 비하여 엽화칼슘 0.4%, 개발자재1 250배, 개발자재2 500배 처리가 현저하게 증가하였다.

③ 개발자재들을 농도별 수채 살포한 결과, 엽병 및 수확시 과피의 칼슘함량은 500배 및 무처리에 비하여 250배 및 125배에서 현저하게 증가되었다.

④ 개발자재 시기별 및 농도별 과실품질 및 과방의 크기, 탄저병 및 열과 발생률은 통계적 유의성을 인정할만한 큰 차이는 나타내지 않았으나, 개발자재의 효과는 인정되는 것으로 판단되며, 또한 250배액에서의 효과가 가장 우수하였다.

⑤ 개발자재 농도별 수관살포에 의한 약해발생은 육안으로 발견되지 않았다.

3) 딸기의 적용기술 개발 및 효과 검증

① 개발자재의 엽면살포 시기는 1번과 변색기, 농도는 250배, 횟수는 2회 살포가 누적수량을 증가시킬 수 있었으며 엽화칼슘 0.4%액 엽면살포보다 현저하게 나타났다. 개발자재 시기, 농도, 종류, 횟수에 따른 약해는 발견되지 않았다.

② 식물체 칼슘 증진을 위한 개발자재 엽면살포 후 엽화칼슘과 비교하였을 때 큰 차이가 없었으며 처리 시기는 1번과 착색기 및 10일 후, 처리농도는 500배, 살포횟수는 1~2회 처리에서 가장 효과적이었다.

③ 개발자재를 1번과 변색기에 1회 엽면살포 후 수확하여 상온저장을 한 결과, 개발자재는 감량비율이 13% 이하로 저장 20일 후 다른 자재에 비하여 감량을 48% 줄일 수 있었으며 부패과 발생률을 20.1%~19.7%로 경감시킬 수 있었다. 당도 및 Hunter value에는 큰 차이가 없었다.

4) 배의 적용기술 개발 및 효과 검증

① 개발자재의 수관살포 시기 및 농도를 구명하기 위하여 Ca 함량을 조사한 결과, 개발자재 수관살포 시기는 만개 후 30일, 살포농도는 125~500배로 처리할 때, 엽, 과피 및 과피직하의 Ca 함량을 증가시켰다. 자재별로는 개발자재 1, 2 및 엽화칼슘 0.4%액은 Ca 함량을 증가시켰으나, 엽화칼슘 0.4%액은 수관살포 후 엽에 흑색반점이 나타나는 약해가 발생하였다.

② 자재별 저온저장 30일후 Ca 함량은 과피에는 큰 차이가 없었으나, 과피직하 과육에는 개발자재 1, 2, 엽화칼슘 모두 증가하였다. 과실품질은 30일, 60일, 90일 저장 후 과중, 경도 및 Hunter 값에는 차이가 없었다. 당도는 저장 30일, 60일에는 자재간 차이는 없었으나 90일 후에는 개발자재 2가 증가하였다.

③ 저장 90일 후의 과피에서는 T-N, P, K, Mg, Na 함량에는 차이가 없었으나 Ca 함량은 무처리에 비하여 개발자재 2 및 엽화칼슘 처리에서 높았다. 과피직하 과육에서는 T-N, P, K, Mg 함량은 차이가 없었으나 Ca 함량은 엽화칼슘 처리구가 다

른 처리에 비하여 유의하게 높았다. Na 함량은 개발자재 2 및 염화칼슘 처리에서 높았다.

④ 바람들이과 발생률은 저장 60일 후까지 발생은 없었으나 저장 90일 후에는 무처리 및 염화칼슘 처리구는 16.7% 발생하였으나 개발자재 처리구는 전혀 발생하지 않았다. 저장 15일 후에는 개발자재 1 처리에서 발생률이 낮았다.

⑤ 부패과 발생률은 저장 30일 후 부터 발생하기 시작하였으나 개발자재는 저장 60일 후부터 발생하였다. 그러나 개발자재 2는 부패과 발생은 나타나지 않았다. 저장 150일 후에는 개발자재 1, 2 처리에서 발생률이 낮았다.

⑥ 따라서, 개발자재 1은 만개 후 30일에 500배액으로 수관살포를 하면 식물체내 칼슘량 증가로 인하여 바람들이과 발생률을 경감시킬 수 있었다.

5) 토마토의 적용기술 개발 및 효과 검증

① 시험자재 종류별 엽면살포 후 식물체 부위별 Ca의 농도는 엽신에서는 염화칼슘 0.4%, 엽병에서는 개발자재 2 500배, 과실에서는 개발자재 1 500배에서 현저하게 높았으며 수량은 무처리에 비하여 칼슘제 모두 10~21% 증가되었고 평균과중 및 과수에는 큰 차이가 없었다. 과실 경도는 전 처리 칼슘제 모두 1차 수확 시 높았으며 당도는 염화칼슘 처리는 감소되었다. 부패과 발생률은 전처리 모두 현저하게 감소되었으며 열과 발생률은 염화칼슘 엽면살포가 감소하였다. 배꼽썩음과 발생률은 개발자재 1이 다른 처리에 비하여 오히려 발생률이 높았다. 시험자재 모두 약해로 보이는 증상은 발견할 수 없었다.

② 개발자재 1의 살포 횟수(1회, 2회, 3회)에 의한 식물체 부위별 Ca농도는 엽신 및 엽병에서는 3회 엽면살포에서, 과실에서는 1회 및 2회 처리에서 현저하게 높았다. 수량은 1회, 2회, 3회 처리에서 2.1~30.7% 증가하였으며 부패과 발생률은 무처리 3.9%에 비하여 1회 처리는 2.4%, 2회 처리는 10.3%, 3회 처리는 6.9%로 나타나 살포 횟수 간 큰 차이를 인정할 수 없었다. 열과 발생률은 3회 처리가 가장 적었다. 배꼽썩음과 발생률은 무처리 1.7%에 비하여 1회 처리는 0.8%, 2회 및 3회 처리는 전혀 발생되지 않았다. 과실 경도 및 당도는 1회 및 2회 엽면살포가 높았으며 살포 횟수 모두 약해로 보이는 증상은 발견할 수 없었다. 따라서 적정 살포 횟수는 2회로 판단되었다.

③ 개발자재 1의 엽면살포 적정 농도에 의한 식물체 부위별 Ca 농도는 엽신에서 250배 처리, 엽병에서 500배 처리, 과실에서는 250배, 500배, 1,000배 처리가 다른 처리에 비하여 현저하게 높았다. 수량은 처리 농도간 차이는 없었다. 부패과 발생률은 무처리 9.1%에 비하여 500배는 0%, 1,000배는 8.7%, 250배 6.3% 발생하였으며 열과 발생률은 무처리 24.9%에 비하여 1,000배 16.8%로, 250배 33.4%, 500배 처리

는 37.2%로 나타나 1,000배 처리에서 발생률이 가장 낮았다. 배꼽썩음과 발생률은 발생이 미미하였다. Hunter a값은 1,000배 처리가 다른 처리에 비하여 낮았으며 당도는 무처리에 비하여 전 처리농도에서 1.1~2.0OBx 증가하였다. 농도별(250~1,000배) 모두 약해로 보이는 증상은 발견할 수 없었다. 따라서 적정농도는 500~1,000배로 판단되었다.

④ 개발자재 1의 엽면 살포시기에 의한 식물체 부위별 Ca 농도는 엽신에서는 1번과 및 2번과, 엽병에서는 1번과, 과실에서는 2번과 및 3번 처리 시 다른 처리보다 현저하게 높았다. 수량은 2번과 착과시 처리가 17.8% 증가하였고 과실 경도는 1, 2, 3번과에서 높았으며 당도는 1번과 및 2번과 착과 시 처리에서 높았다. 부패과 발생률은 무처리 6.9%에 비하여 1번과 착과 시 처리 1.3%, 2번과 착과 시 3.7%, 3번과 착과시 12.6%로 나타나 2번과 착과 시 처리는 발생률이 낮았다. 열과 발생률은 전 처리 모두 30.0~33.1% 나타나 차이를 인정할 수 없었다. 열과 발생률은 처리 시간 차이가 없었다. 살포시기에 의한 약해는 육안으로 관찰할 수 없었다. 따라서 적정 엽면살포 시기는 2번과 착과 시로 판단되었다.

6) 사과와 적용기술 개발 및 효과 검증

① 자재 종류별 엽면살포에서 개발자재 1은 개발자재 2 및 염화칼슘과 대등한 칼슘 증대 효과를 나타내었다. 개발자재 1의 적정 엽면살포 시기는 7월 20일 및 7월 20일, 9월 25일, 적정농도는 125배~1,000배, 적정 살포 횟수는 1~3회로 판단되었다.

② 개발자재 1의 엽면살포에 의한 약해로 보이는 증상은 발견하지 못하였다.

③ 개발자재 2 500배 처리에서 과장, Hunter값, 경도, 당도, 산함량의 큰 차이 없이 염화칼슘 처리나 Control보다 과중에서 약 5.7% 증가하였으며, 부패과 발생률은 개발자재 1의 500배 처리가 0.6%로 다른 처리(2.3-3.1%)에 비하여 현저하게 낮게 나타났다.

V. 연구성과 및 성과활용 계획

본 연구의 결과 복합 활성미네랄 및 고효성칼슘 소재 단독은 물론 두 소재를 Mix한 농자재도 효과가 탁월함이 입증되었기에 출시한 제품을 적극적으로 마케팅할 것이며, 고효성칼슘과 복합 활성미네랄을 이용한 과채류/과수류의 시비방법 등에 대한 필드실험 data 확보를 통하여 이에 대한 논문을 4건을 게재 완료하였으며 유효성 및 사용방법에 관한 특허를 4건 출원 완료하였다. 본 연구에서 개발된 모든 기술은 주관연구기관에서 생산하는 고효성 칼슘 및 복합 활성미네랄의 산업화 적용에 적극 사용하여 관련 제품의 추가개발과 생산 및 보급에 적극 활용할 계획이다.

SUMMARY

(영문 요약문)

I. Title

Development of Highly Efficient Organic & Eco-friendly Calcium Agent

II. Purpose and Necessities

Complex mineral group solution from granite and high activated calcium, which is produced from natural sources like sea shell, is very efficient solution for enhancing plant's growth and it's quality.

For the treatment and supply of mineral deficiencies such as calcium, people use unprocessed raw materials such as lime, oyster shell or chemically extracted calcium solution and mineral powder. But there are many problems such as the hardening of soil resulted from lack of absorption into the body of crops, and absorption too little amounts of calcium and mineral in comparison with administration amounts. This is very inefficient in terms of administration amounts. We will contribute to increasing farmers' income through the development high activated calcium and activated mineral group solution from weathered granite without chemical treatment which make promote crop growth, crop improvement, high resistance to all kinds of disease through calcium and mineral agents with high absorption. In addition, we will develop eco-friendly agricultural materials which can effectively provide calcium and minerals. Field trial for the verification of the efficacy in the six species fruits and vegetables will contribute to the farmers' trust about new research and development agricultural materials. It will be very convenient to the field, because of the clear instructions about administration time and method.

Accordingly, the purposes of this present study are the development of two eco-friendly agricultural materials through establish manufacturing methods, production conditions and quality standards of high activated calcium and mineral group solution, and the expanded utilization through verify the efficacy in actual agricultural field.

III. Content and Scope

- Problem solution on high activated calcium manufacturing

(pH, conductivity, DO, ORP, solubility etc.)

- Development of new natural resources of high activated calcium which has similar quality with high activated calcium from sea shell
- The 6 agents developing derived of high activated calcium
- Registered in eco-friendly agent approved by Government
- The effect of high activated calcium treatment on the tomato, apple, pear, grape etc.
- Economical efficacy of high activated calcium on crops

IV. Results

Issue 1: The development of a high activated calcium product, made with the natural ingredient (that does not contain any chemical additives) Enhancing growth of plants, increased mineral including, and reduction of gas production in food items.

1. Conditions for high activated calcium Developing : Given the numerous resources of natural raw materials available, shellfish has been proven to be the most cost effective in the following condition—when heated for 10 hours in temperatures above 1,450°C, our target goal of 99.4% or more pure calcium oxide production is met.

2. Measuring Factors of high activated calcium : Under above conditions, electrolysis for 60 minutes in 120,000Volt resulted in conductivity rates of 8,000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ and above, 12.7 and above in pH values (1g/Liter), -512mv in ORP, and 98.0% in compared transference number with insertion of raw material

3. Safety : All products that we are currently developing are thoroughly tested to ensure its safeness

4. Comparison between high activated calcium and other Chemical compounds : According to the comparative analysis on additives or cleansing with previous processing methods of chemical materials, the former showed superior results. While in terms of expenses, the processing of effective natural

doses may be similar or slightly more costly than the previous model, with the increased mistrust of chemical additives in food products by the consumer market, natural raw material, such as high activated calcium has promising hopes to rise as one of the most competitive product than any other developing products of its kind.

Issue 2: The effects of high activated calcium on improving the growth of fruit vegetables and fruit trees (tomato, apple, pear, grape etc.), Field tests

1. Applied technology development and effectiveness on watermelons

- There was weight increase of 1.8% in comparison with calcium chloride and 5.1% in comparison with control, there was not significant difference in the sugar contents, pericarp thickness was thicker treatment seven days after fruit set at the development materials 1,2, given weight increase and sugar contents at the same time the most effective treatment is 500 drainage treatment of the development material 2.
- There was the best results at the fourteen and twenty one days after fruit set, two times treatments of the development material 2.

2. Applied technology development and effectiveness on grapes

- There was significant increase the pericarp calcium contents of the petiole and harvest, seven days and fourteen days after flowering processing in comparison with control and twenty one days after flowering processing.
- Sprayed with organic material results, petiole and peel calcium content of calcium chloride, 0.4% compared with control, and development materials one 250 times, development materials two 500 times the was significantly increased.

3. Applied technology development and effectiveness on strawberries

- Development for the promotion of plant material after application of calcium chloride and there was no significant difference when compared to treatment period 1 and tinter and 10 days later, a 500-fold concentration, spray 1-2 times

the recovery was most effective in the treatment.

4. Applied technology development and effectiveness on pears

- After low temperature storage Ca content at 30 days showed no significant differences in the peel and flesh of the development materials 1, 2, and calcium chloride were both increased. Fruit quality 30, 60, and 90 days later after the overload, there was no difference in hardness values, and Hunter. On storage for 30 and 60 showed no difference in sugar content after 90 days, but increased development of two materials.
- Therefore, the development of 30 days after full bloom material when sprayed with a 500 drainage can be reduced the incidence of the pithiness.

5. Applied technology development and effectiveness on tomatoes

- After spraying the test material type, the concentration of Ca in plant calcium chloride 0.4% in the leaf blade, petiole two material in the development of a 500-fold concentration, a 500-fold concentration one material fruits of development, were markedly higher compared with control yields 10-21% increase in both calcium and average fruit weight and there was no significant difference in fruit trees. A first harvest fruit hardness were higher in all, the sugar content was reduced in the treatment of calcium chloride. Rotten fruit was significantly decreased in all treatments, the fruit cracking was reduced in the calcium chloride treatment. Blossom-end rot was increased in the development material 1. Both test materials had not caused weakened.

6. Applied technology development and effectiveness on apples

- Development of apple fruit weight materials 2,500 times than calcium chloride and control increase approximately 5.7%, The incidence of corruption in developing a 500-fold processing materials other processing 0.6% (2.3 to 3.1%) was lower than the significant.

CONTENTS
(영 문 목 차)

Cover letter	1
SUMMARY (Korean)	2
SUMMARY (English)	8
TABLE OF CONTENTS (English)	12
TABLE OF CONTENTS (Korean)	14
 Chapter 1. Summary of study	 16
 Chaper II. Present State of Research and Development at Home and Abroad	 22
Chapter III. Contents and Results	24
Part I : Establishment of manufacturing methods of the ctivated mineral group solution and development of quality, uniformity and mass production techniques of the high activated calcium .	
I. Development and the features and components of the activated mineral group solution	
II. High activated calcium manufacturing processes development and production facilitie secure analytical methods establish	
III. HAC treatment way deduction at the research food	
 Part II : Applied technology development in the fruit vegetables and fruit trees with high-performance eco-friendly calcium organic agricultural materials	
I. Applied technology development and effectiveness of watermelon	
II. Applied technology development and effectiveness of grape	
III. Applied technology development and effectiveness of strawberry	
IV. Applied technology development and effectiveness of pear	
V. Applied technology development and effectiveness of tomato	
VI. Applied technology development and effectiveness of apple	
 Chapter IV. Accomplishment and subsequent contributions	 101
Chapter V. Application of the results	103

Chapter VI. Overseas information obtained during performing this project	106
Chapter VII References	108

목 차

요 약 문	2
SUMMARY(영문요약문)	8
TABLE OF CONTENTS	12
목 차	14
제 1 장 연구개발 과제의 개요	16
제 1 절 연구의 목적	17
제 2 절 연구개발의 필요성	18
제 3 절 연구범위	20
제 2 장 국내외 기술개발 현황	22
제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과	24
제 1 절 복합 활성미네랄 제조방법 확립과 고성능 친환경 칼슘 유기농자재의 품질 균일성과 대량생산기술 개발	24
1. 개발자재의 원 소재인 액상 복합 활성미네랄의 개발과 특징 및 성분	27
2. 고성능 칼슘(고활성칼슘) 양산공정 개발 및 양산시설 확보와 분석방법 확립	27
가. 재료 및 방법	27
나. 폐각원료를 가공 처리한 고활성칼슘 함유의 고성능 칼슘 시료 개발	29
다. 고활성칼슘의 기술적 특성과 핵심기술	34
라. 개발자재의 최종개발 및 원료배합 확정	35
마. 친환경 유기농자재 등록현황	38
제 2 절 고성능 친환경 칼슘 유기농자재를 이용한 과채류 및 과수류에서의 현장 적 용기술 개발	39
1. 수박의 적용기술 개발 및 효과 검증	39
가. 재료 및 방법	39
나. 연구 결과	39
다. 연구 결과 요약	41
2. 포도의 적용기술 개발 및 효과 검증	45
가. 재료 및 방법	45

나. 연구 결과	45
다. 연구 결과 요약	49
3. 딸기의 적용기술 개발 및 효과 검증	51
가. 재료 및 방법	51
나. 연구 결과	52
다. 연구 결과 요약	62
4. 배의 적용기술 개발 및 효과 검증	63
가. 재료 및 방법	63
나. 연구 결과	64
다. 연구 결과 요약	72
5. 토마토의 적용기술 개발 및 효과 검증	74
가. 재료 및 방법	74
나. 연구 결과	75
다. 연구 결과 요약	88
6. 사과 적용기술 개발 및 효과 검증	90
가. 재료 및 방법	90
나. 연구 결과	91
다. 연구 결과 요약	100
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	101
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	103
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	106
제 7 장 참고문헌	108

제 1 장 연구개발 과제의 개요

○ 칼슘(Calcium)과 미네랄(Mineral)은 각종 생명체 구성과 활동에 필수적인 영양 성분 중 하나이다.

○ 식물에 있어 칼슘은 분열 조직의 성장 및 뿌리 발육에 중요한 요소이며, 신진대사의 결과로 생기는 유기산을 중화하는 역할뿐만 아니라 마그네슘, 칼륨 및 나트륨의 과잉흡수를 억제하는 길항작용도 한다. 칼슘 등 미네랄이 부족한 경우 여러 종류의 병에 대한 저항력이 떨어지며, 이상 현상이 나타난다. 이와 같이 칼슘 등 미네랄은 식물의 생명체 활성 유지에 중요한 역할을 하는 원소로서, 작물생산에 있어 그 중요성에 대한 인식이 크게 확대되고 있다.

○ 이 중 칼슘은, 여러 가지 대사과정을 거쳐 식물체내로 흡수되나 주로 엽면을 통하여 흡수되며, 식물체내로 빠르게 흡수되기 위해서는 칼슘이온(Ca^{2+})으로 전리되어 있어야 한다.

즉, 칼슘의 용해 속도가 빠르고 그 이온화도가 높을수록 칼슘의 흡수율과 이용률이 높으며, 따라서 칼슘의 형태에 따라 식물체내 흡수율이 크게 달라질 수 있는데, 이러한 이유로 칼슘제품 제조 기술에 있어 식물체내 흡수율 및 이용률을 높일 수 있는 기술이 핵심기술로 여겨지고 있다.

○ 현대농법에서 화학비료의 과다사용은 토양을 산성화시켜 연작장해 등의 여러 피해를 일으키고 있으며, 최근 칼슘 등의 미네랄 천연비료의 작용과 효과가, 유기농 확대와 더불어 주목을 받고 있다.

○ 작물의 생육에 있어서 반드시 필요한 원소인 특히 칼슘은, 원소가 크기 때문에 토양과 식물체내에서의 흡수와 이동이 매우 힘든 사실은 잘 알려져 있으며, 칼슘비료의 과다 시용으로 인한 토양의 물리성 및 화학성 악화로 인한 연작 장애가 발생되어 큰 문제가 대두되고 있는 실정에 있으며, 칼슘을 유효하게 시비하여 작물이 잘 이용할 수 있게 만들 수 있을 것인가에 관심이 모아지고 있고, 시설 및 노지재배작물 구분 없이 칼슘결핍장해가 아주 빈번히 발생하고 있는 실정이다.

○ 식물체내에서의 칼슘의 기능으로는, 세포막의 지속적 유지기능(선택적 이온흡수)/많은 종류의 단백질과 결합하며 세포막결합 APTases의 효소에 대한 효과/세포벽 구성성분으로 투과성. 호흡, 숙기, 노화 등 호르몬에 대한 작용 등 많은 역할을 담당하고 있으며, 칼슘은 세포의 신장과 분열에 필요한 것으로 알려져 있고 생체막에서 매우 중요한 기능을 수행하며, 과실에 있어서 호흡을 줄이고 수확기를 연장하며 저장기간의 연장/경도증진/비타민C 함량증가/저장 시 부패방지 등의 부수적인 효과도 발휘한다고 알려져 있다.

○ 이러한 중요한 역할을 담당하는 칼슘은, 토양용액 중 K의 약 10배정도의 양은

있으나 흡수율은 K나 다른 양분보다 현저히 낮으며, 주로 수동적으로 흡수되며 호 흡장해나 저온 시 흡수가 감소하며, 노화된 잎에 집적되면 생장점으로 이동되지 않으며, 분열조직의 생장이 왕성한 생장점에서 결핍증상이 잘 발생함을 볼 수 있다.

○ 식물에서의 칼슘 등 미네랄의 결핍원인은, 흡수부족이 아니라 식물체내의 분배 불균형에 의한 현상이며 칼슘 등 미네랄은 물관부를 통하여 흡수, 이동하므로 증산 작용이 많은 부위나 기관에 다량 축적되며, 물 부족이나 미흡한 물 관리가 장애 유발요인이 되며, 작물의 생장이 급속한 어린 부위에 결핍증상이 더욱 일어나기 쉽다.

○ 이에, 2차 독성을 발현하지 않으면서 토양을 보호해주며, 작물이 꼭 필요로 하는 흡수율이 높은 칼슘 등 미네랄 유기농자재의 개발은 시급하다고 할 수 있다.

제 1 절 연구의 목적

○ 연구의 최종목적 : 천연 폐각을 화학처리를 하지 않는 공법으로 제조하는 친환경 칼슘(고활성칼슘)과 풍화화강암에 많이 함유되어 다양한 미네랄을 액상 복합미네랄로 개발하고 양산하여, 칼슘과 미네랄들의 식물체내의 흡수율을 높여 작물 생육촉진, 수확량 증대, 칼슘 및 미네랄 부족으로 나타나는 생리장해 현상 및 병해예방이 가능한 저가의 고효성칼슘 유래 유기농자재의 소재로 개발하여 농가의 소득 증대에 기여하고자 한다.

- 칼슘제품 중에서 산화칼슘은 수용화 시키기가 극히 어려운 물질로 알려져 있으나, 폐각(새꼬막)에서 추출하는 천연물질인 고효성칼슘(High Activated Calcium) 분말은 비교적 물에 잘 녹아서 이 용액을 활용하면 천연물 칼슘 유기농자재 소재로서 적용할 수 있으며, 시험재배결과 타 칼슘제에 비하여 유의하게 우수한 효과를 얻을 수 있었으며, 응용물질을 양산할 수 있는 생산기술의 확립과 각종 작물에 대한 필드에서의 적용실험이 필요하며, 작물별 특성에 맞는 투여량 및 적정농도와 적정투여시기를 탐색해내는 연구가 조속히 이뤄져야 할 것이다.

- 천연자원인 국내 폐각류를 이용하여 친환경소재인 고효성칼슘의 양산 및 용도개발과 작물재배에 있어서의 효과 구명을 통하여 세계화할 수 있는 칼슘비료소재로 개발해 나가기 위하여, 양산화에 필요한 기술개발과 작물별로 필요한 시기에 적정량을 투여하는 실증시험은 필수적이라 판단된다.

- 천연폐각(새꼬막)을 고온소성하고 전기분해하여 제조하는 고효성칼슘은 작물에의 칼슘보급원으로 탁월한 효과를 가지는데, 수용액 상태에서 Ca^{++} 이온과 OH기의 작용과 강한 pH로 작물의 성장 촉진/수확량 증대/세균증식 억제/산성화 토양개량 등

의 효과를 나타내는 것이 예비실험 결과 검증되었다.

- 또한, 칼슘 단독 작용의 미비함을 보완하기 위하여, 주관기관이 특허를 확보하고 있는 풍화 화강암 유래의 복합 미네랄 용액을 시험제조하여 고효성칼슘의 성능을 더욱 제고하는 제제개발을 수행하고자 한다.

- 이에, 고효성칼슘 양산공정개발과 복합 미네랄 용액개발 및 과수류와 과채류 6종 작물에의 실증시험을 통하여 효과를 입증하고, B2B제품과 소비자제품을 개발하고자 한다.

○ 고성능 친환경 칼슘 유기농자재의 품질 균일성과 대량생산기술 개발

- 제조상 장애요인과 문제점 해결(Purity, pH, Conductivity, DO, ORP, Solubility, 정제기술, 안전성, 수율 등)

- 친환경 칼슘의 품질 균일성과 대량생산을 위한 제조 공정도 작성

- 유기농자재의 안전성 확보

- 친환경 유기농자재 등록(토양시용, 엽면살포, 미네랄 등)

○ 6종 작물별 필드시험에 적용할 화강암 유래 복합 활성미네랄 개발과 고효성칼슘과 복합 활성미네랄을 함유하는 2종의 친환경적인 자재를 개발

○ 고성능 친환경 칼슘 유기농자재를 이용한 과수류(사과, 배, 포도)에서의 현장 적용 기술 개발

- 사과의 적용기술 개발 및 효과 검증

- 배의 적용기술 개발 및 효과 검증

- 포도의 적용기술 및 효과 검증

- 비종별, 과수류별 칼슘시비량 작성

○ 고성능 친환경 칼슘 유기농자재를 이용한 과채류(딸기, 수박, 토마토)에서의 현장 적용 기술 개발

- 딸기의 적용기술 개발 및 효과 검증

- 수박의 적용기술 개발 및 효과 검증

- 토마토의 적용기술 개발 및 효과 검증

- 비종별, 과채류별 칼슘시비량 작성

제 2 절 연구개발의 필요성

○ 현재 작물에 있어서의 칼슘 등 미네랄결핍 치료나 공급을 위하여, 석회나 패화석 등 가공되지 않은 천연원료 그대로나, 화학적으로 추출한 칼슘용액 및 미네랄 분말

을 사용하나 작물체내로의 흡수력 미비로 인하여, 토양 경질화의 부작용이 나타나고 투여한 양에 비교할 때 너무 적은 양의 칼슘 등 미네랄만이 작물이 흡수하여 토양에 잔류하는 많은 문제점들이 있으며, 투여량 대비 효과적인 측면에서도 지극히 비효율적인 형편이다.

○ 화학적 합성물이 아니면서 성장촉진/수확량증대/균 증식억제효과를 강력히 발휘하고, 국내에 원료가 풍부하여 양산이 가능하면서 안전한 천연 칼슘제 개발이 요구된다.

○ 이에, 국내산 천연패각을 이용하여 초고온 소성과 전기분해를 통해서, 불순물과 중금속이 전부 제거된 고도로 활성화된 천연물유래의 산화칼슘이면서, Ca와 O의 결합력을 극도로 약화시켜 Ca와 O를 이온상태로 존재하게 하여, 성장촉진/수확량증대/균 증식억제에 탁월한 효과를 나타내는 고효성칼슘 개발의 필요성은 상당하다.

○ 패각유래의 이온화된 고효성칼슘을 이용하여 예비시험을 한 결과, 각종 작물의 성장촉진/수확량증대는 물론 품질향상과 균 증식억제에 효과가 탁월함을 증명하였고, 수확 농산물의 맛이 향상되면서 처리 농산물의 유통기한을 늘릴 수 있다는 결과를 도출하였다.

○ 0.1% 농도의 고효성칼슘 용액에서 *Colon bacillus*, *O-157*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* 등의 생균들이나 일반적 식물균들도 거의 10분 이내에 사멸됨을 공인기관에서 확인하였다.

○ 고효성칼슘은 감균력 실험에 있어서 유의적인 효과를 발휘하여, 각종 농산물 유통 시 유해균 증식과 가스발생을 예방하고 억제하는 것이 입증되었다.

○ 외국에서의 고효성칼슘 이용 및 연구현황: 전 세계적으로, 특허물질인 고효성칼슘과 관련하여 연구한 기관이나 단체가 많지는 않으나, 일본 감귤재배농장에서 Lab 및 Field Test로 HAC 분말을 물에 1,000~2,000배 희석 첨가하여 감귤의 재배 중과 수확 후에 처리한 결과, 성장촉진/수확량증대는 물론 곰팡이 등 잡균억제와 가스발생억제로 저장성이 증대됨을 확인하였고, 유통기간증대에도 매우 유의한 결과를 얻었다.

○ 주관기관은 고효성칼슘 및 복합 활성미네랄의 제법특허를 보유하고 있으며, 이 물질의 용도개발을 통하여 작물재배 농가들에게 안전성과 경제성을 확보해 주며, 원천 기술 확보와 적용기술 개발로 국가경쟁력 제고할 수 있을 것이다.

○ 기술적/산업적 필요성

- 무독성의 고효성칼슘과 복합 활성미네랄을 각종 농작물 성장촉진과 수확량증대에 적용하고 칼슘과 미량 미네랄의 농산물로의 전이를 규명하며, 고효성칼슘 유래의 환경친화적인 칼슘비료 개발이 가능

- 각종 농작물의 생장에 있어서, 활성화된 칼슘이온의 전이와 토양환경 등에 고효성칼슘이 미치는 영향을 각종 작물의 생장을 통하여 연구하여 효과를 검증
- 고효성칼슘이 농산물의 생산량을 증대시키는 효과를 검증하고, 더욱 발전된 고성능 천연물 칼슘 유기농자재 개발이 가능
- 작물별 효과검증을 통하여 농업 발전에 크게 기여
- 생체내의 미량원소인 칼슘이온과 각종 필수 미네랄들이 작물체에 전이되는 정도를 조사하여 미네랄의 전이에 대한 기초연구가 가능
- 국내농가의 소득 증대와 신선농산물 수출 증대로 국가경쟁력 향상

제 3 절 연구범위

- 고성능 친환경 고효성칼슘 유기농자재의 품질 균일성과 대량생산기술 개발
 - 제조상 장애요인과 문제점 해결 : 원료의 종류, 크기, 반응조건, 여과조건 등 (조사항목 : pH, Conductivity, DO, ORP, Solubility, 여과 시 작업성 및 편이성, 수율, 고형물, 비중 등)
 - 친환경 고효성칼슘의 품질 균일성과 대량생산을 위한 제조 공정도 작성(수율, QC 기준 설정, 기존 생산 방법과 차이점 등)
 - 고효성칼슘과 복합 활성미네랄을 함유하는 농업용 자재개발 연구
 - 유기농자재의 안전성 및 간이 시험(토양 및 작물의 무기성분, 유해성분 등)
- 작물별 현장 적용기술에 사용할 고효성칼슘을 함유하는 자재 2종을 개발하고 필드시험에 적용
- 친환경 유기농자재 등록(관주, 엽면살포 등으로 각각의 소재를 등록)
- 고성능 친환경 고효성칼슘 유기농자재를 이용한 수박에서의 현장 적용기술 개발 및 효과 검증
 - 품종 : 수박(농우 스피드)
 - 유기농자재 : 개발 자재, 관행(염화칼슘), 무처리
 - 처리내용 : 처리 시기, 농도
 - 조사항목 : 식물체의 무기성분 함량, 과실품질, 생리장해, 병 발생률
- 고성능 친환경 고효성칼슘 유기농자재를 이용한 포도에서의 현장 적용기술 개발 및 효과 검증
 - 품종 : 포도(캠벨얼리)

- 유기농자재 : 개발 자재, 관행(염화칼슘), 무처리
- 처리내용 : 처리 시기, 농도
- 조사항목 : 식물체의 무기성분 함량, Ca/Mg비, 과실품질, 생리장해, 병 발생률
- 고성능 친환경 고효성칼슘 유기농자재를 이용한 딸기에서의 현장 적용기술 개발 및 효과 검증
- 품종 : 딸기(장희)
- 유기농자재 : 개발 자재, 관행(염화칼슘), 무처리
- 처리내용 : 처리 시기, 농도
- 조사항목 : 식물체의 무기성분 함량, 과실품질, 생리장해, 병 발생률
- 고성능 친환경 고효성칼슘 유기농자재를 이용한 배에서의 현장 적용기술 개발 및 효과 검증
- 품종 : 배(신고)
- 유기농자재 : 개발 자재, 관행(염화칼슘), 무처리
- 처리내용 : 처리 시기, 농도
- 조사항목 : 식물체의 무기성분 함량, 과실품질, 생리장해, 병 발생률
- 고성능 친환경 고효성칼슘 유기농자재를 이용한 토마토에서의 현장 적용기술 개발 및 효과 검증
- 품종 : 토마토(하우스 도태랑)
- 유기농자재 : 개발 자재, 관행(염화칼슘), 무처리
- 처리내용 : 처리 시기, 농도
- 조사항목 : 식물체의 무기성분 함량, 과실품질, 생리장해, 병 발생률
- 고성능 친환경 고효성칼슘 유기농자재를 이용한 사과에서의 현장 적용기술 개발 및 효과 검증
- 품종 : 사과(후지)
- 유기농자재 : 개발 자재, 관행(염화칼슘), 무처리
- 처리내용 : 처리 시기, 농도
- 조사항목 : 식물체의 무기성분 함량, 과실품질, 생리장해, 병 발생률
- 비종별, 작목별 칼슘시비량 작성

제 2 장 국내외 기술개발 현황

[국내]

○ 고효성칼슘의 국내·외 기술 현황

- 새로운 특허물질로써 현재는 유일하게 당사에서만 양산 가능함
 - 국내에서 폐각류를 사용하여 산화칼슘을 제조하는 회사들은 많으나 고 순도의 산화칼슘(98% 이상)을 제조하는 회사도 드물며 이온화된 산화칼슘을 생산하는 기술력은 없으며, 품질이 저급하여 전량을 토양비료로만 만들어 사용하고 있는 현실(농림수산식품부, 지식경제부 홈페이지 참조)임
 - 칼슘제품 중에서 산화칼슘은 수용화시키기가 극히 어려운 물질로 알려져 있으나, 자연계에서 추출하는 고효성칼슘은 비교적 물에 잘 녹으며, 이 용액을 활용하면 각종 수확 농산물 처리소재로서의 적용범위가 대단히 넓다고 할 수 있음
 - 또한, 응용물질을 양산할 수 있는 생산기술과 각종 작물에 대한 필드에서의 적용 실험이 필요하며, 작물별 특성에 맞는 적정농도와 시비방법을 탐색해내는 연구가 조속히 이루어져야 될 것임
 - 고도로 활성화된 칼슘만이 나타내는 특이적인 효과를 바탕으로, 무독성으로 안전하게 사용할 수 있는 친환경 칼슘 유기농자재로 개발이 된다면, 이의 수요는 가히 폭발적이라 할 수 있을 것임
 - 원료 등이 매우 저렴하며 높은 부가가치를 창출할 수 있음
- 고효성칼슘과 그 용액의 제조에 관한 사항 : 국내·외를 막론하고 동일한 물질은 현재까지는 존재하지 않는 것으로 조사되어 있고, 분말상태의 물질은 순도에서 매우 차이가 나는 제품들이 상용화되어 있으나, 이온화가 되어있는 정도가 떨어져 효과나 기능면에서 큰 차이를 보임

[국외]

- 가장 개발이 활발한 일본의 폐각 소성 산화칼슘 순도 98.0%이상의 제품이 국내로 많이 수입되고 있는 실정이나, 고효성칼슘과 같은 산화칼슘의 순도가 99%이상이 되는 제품은 거의 없고 이온화된 산화칼슘이 아니며, 이온화 정도의 차이와 전도도/체내흡수력/pH 등에서도 현격한 차이가 나는 제품만 개발되어 시판되고 있음

[연구현황과 이용현황]

○ 일본에서의 활성칼슘 이용현황

- 현재, 일본에서는 기존의 고 순도 산화칼슘을 분말 그대로 혹은 용액에 희석하여 작물에 칼슘보급제로 사용하거나, 건강기능성식품 원료로 사용하며, 국내의 다수 제

약회사와 건강보조식품회사도 이를 수입해서 사용 중임

- 전 세계적으로, 한국 특허물질인 고효성칼슘과 관련하여 연구한 기관이나 단체는 많지 않으나, 일본 감귤농장에서 Feel good test로 고효성칼슘 용액을 10~20배 희석 첨가하여 감귤의 수확 후 처리에 사용한 결과, 곰팡이 등 잡균 억제와 저장성증대에 유의적 효과를 얻었고, 유통기간증대에 매우 효과적인 결과를 얻었음

- 앞으로, 작물재배용 칼슘 및 농산물 처리에 있어서 Ca^{++} 이온과 미네랄이 작물내부와 조직체 및 세포 등에 어떠한 영향을 발휘하는 것인가에 대한 세부적이고 광범위한 연구개발이 반드시 필요하다고 판단되고, 고효성칼슘에 의한 작물내부의 칼슘공급 및 수확 농산물 처리방법은 국내는 물론 선진국에서도 각광을 받을 수 있는 아이템이라고 확신할 수 있음

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1절 복합 활성미네랄 제조방법 확립과 고성능 친환경 칼슘 유기농자재의 품질 균일성과 대량생산기술 개발

가. 개발자재의 원 소재인 액상 복합 활성미네랄의 개발과 특징 및 성분

○ 복합 활성미네랄균액(한국특허: 제 0348771호, 미국특허: US 6,451,273 B2, 중국/홍콩: 특허등록 완료(“화강암으로부터 활성 무기물질액을 제조하는 방법”))의 특허는 주관기관 보유이며 이 특허 제조방법에 의하여 개발하여 제조됨

○ 국내의 풍화 화강암을 착염 형성이 쉽게 이루어지도록 처리(추출조의 압력을 2~3 kg/cm²로 높이기 위해 80℃ 미만에서 98% 식품용 에틸 알콜(C₂H₅OH)을 가한 다음, 상기 압력을 유지한 채 80~85℃에서 20~60분 교반하여 화강암으로부터 활성 금속 무기물질이 다량 용존하고 있는 용액을 얻음)

○ 이 활성 무기질액은 토양, 동식물 등에 부족하기 쉬운 무기질의 공급원으로서 뿐만 아니라, 농업용수의 정화에도 아주 유용한 액상의 복합 활성미네랄임

[복합 활성무기물질(활성미네랄)의 조성비 : 원액]

(단위 : ppm)

성분	함량	성분	함량	성분	함량	성분	함량
Li	3	P	125	Mn	61	Zn	12
Na	59	K	3,113	Fe	10,384	Sr	1
Mg	12,232	Ca	294	Co	10	Zr	0.4
Al	7,369	Ti	1,829	Ni	95	Ba	0.7
Si	9	V	17	Cu	52	Nd	0.8

(ICP 분석법에 의한. 한국화학시험연구원 성분분석 결과)

1. 시료 제조 순서

- 1) 풍화된 화강암의 미분말을 상온의 상태에서 외부 회사에 의뢰하여 추출조에 투입 : 충청남도 광천에서 채취한 원석인 화강암 괴석(성분 분석치는 하기의 분석표 참조)을, 주관기관의 분쇄기로 분쇄하여 평균 입도 98Mesh의 분말로 가공하여 외부 회사에 100kg을 제공
- 2) 암모니아 수용액을 가하여 교반 : 20kg의 20% NH₄OH를 가한 다음 추출조의 덮개를 덮고 모터를 40~50 rpm으로 작동시켜 상온에서 15분간 교반
- 3) 묽은 황산 수용액을 가함 : 덮개를 열어 상기 교반 처리된 혼합물에 120kg의 잔류 독성물질을 제거한 25% 황산 수용액을 가함

- 4) 80℃ 미만에서 98% 식품용 에틸 알콜(C₂H₅OH)을 첨가 : 가열 자켓의 온도를 80℃ 미만으로 조절하여 6.5kg의 식품용 에틸 알콜(98%)을 가하고, 추출조의 덮개를 다시 덮어 완전히 밀폐시킴
- 5) 추출조의 압력을 3kg/cm²로 높여 착염 형성이 쉽게 이루어지도록 함 : 모터를 작동시켜 40~50 rpm의 회전 속도로 교반하면서 가열 자켓의 온도를 조절하여 85℃로 승온함
- 6) 상기 압력을 유지한 채 85℃에서 160분간 교반 : 압력계를 조절하여 압력이 3kg/cm²로 유지된 상태로 160분간 계속 교반하여 반응시킴
- 7) 활성미네랄 용액 생성

2. 분석표 등

- 1) 활성미네랄 용액 성분 분석표(5배 희석액, ppm) : Li 0.69, Na 15.3, Mg 686, Al 1,925, Si 8.75, P 43, K 382, Ca 99.5, Ti 133, V 0.14, Mn 34.4, Fe 1,926, Co 0.75, Ni 0.55, Cu 0.85, Zn 1.56, Ge 0.1, Rb 2.77 등 (ICP 분석법에 의함. 한국화학시험연구원 분석치)
- 2) 원석인 화강암의 성분 분석 및 함량(%) : Li₂O: 0.01, Na₂O: 1.92, MgO: 12.5, Al₂O₃: 9.46, SiO₂: 49.4, P₂O₅: 0.40, K₂O: 2.05, CaO: 10.4, TiO₂: 1.30, MnO₂: 0.17, NiO: 0.09, Fe₂O₃: 8.09, CuO: 0.03, V₂O₅: 0.01, ZnO₂: 0.02, SrO: 0.04, ZrO₂: 0.01, La₂O₃: 0.01, Co₂O₃: 0.01, Nd₂O₅: 0.03 (습식기기 분석에 의함, 요업기술원 분석치)
- 3) 원료 입자의 크기 : 화강암의 미분말은 평균 입도가 90~100 Mesh 범위 내에 있는 원료를 사용함

3. 사용 원료의 Spec

- 암모니아 수용액 : 농도가 약 20%인 시판 수용액 사용
- 황산 : 잔류 독성물질을 제거한 활성이 높은 25%의 농도를 사용

4. 상기 시험 시료제조에 의한 반응식

- 1) 반응식 1 : $2\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^- + \text{H}^+$
 - 2) 반응식 2 : $4\text{MO} + 4\text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons 2\text{M}(\text{OH})_2 + \text{M}_2(\text{NH}_4)_4(\text{OH})_4$ (M은 2가 무기금속 이온임)
- (1) 상기의 반응식에서 암모니아수에 의한 처리는 무기금속 이온이 원료 중에 존재할 수 있는 센 장의 리간드 (strong filed ligand), 즉 Co, CN, NO₂ 등과 결합하는 것을 방지하기 위하여 필요하며, 센 장의 리간드와 결합하여 형성되는 무기금속 착

염은 매우 안정하여 반응성이 매우 낮기 때문에 촉매제로서의 역할은 기대하기 힘들

(2) 따라서, 본 연구의 시험시료 제조에 있어서는 무기 금속이온이 약한 장의 리간드 (weak field ligand)인 H_2O , NH_3 , OH^- 및 SO_4 등과의 착염 형태로 포획되도록 처리함

(3) 황산이 가해지면 금속 이온은 정염(正鹽), 산성염 또는 염기성염 형태의 일반적인 황산염 이외에, 암모니아 이온과 더불어 배위 화합물 생성 이론에 비추어 다음 화학 분자식들로 나타낼 수 있는 여러 형태의 착염을 형성하는 것으로 추론되어지나, 본 기술개발에 있어서는 어떤 염의 형태로 존재하는지는 중요하지 않음

3) 반응식 3 : 황산에 의한 반응식

- $Mam[Mbn(SO_3)_x(SO_4)_y]z$
- $Mam[(SO_3)_x(SO_4)_y]z$
- $[Mam(SO_3)_x](SO_4)_yMbn(SO_4)_y$
- $Mam[Mbn(NH_3)_x(SO_4)_y]z$
- $Mam[(NH_3)_x(SO_4)]z$
- $Mam[Mbn(H_2O)_x(SO_4)_y]z$
- $Mam[(SO_3)_x(NH_3)_y]SO_4$

등과 같이 나타내어지며, 여기에서 Ma : 무기금속(착) 이온, m : Ma 무기금속 이온 수, Mb : 다른 무기금속 이온, n : Mb금속 이온 수, x,y : 리간드 또는 착이온 수, z : (자유)음이온 수상기 착염에 해당하는 것들로서 이들 중 중요한 것으로서는 다음과 같은 것들을 들 수 있음

- $Al_2[Fe(SO_3)_4(SO_4)_2]_2$
- $Fe_2[(SO_3)_4(SO_4)_2]_2$
- $Al_2[(SO_3)_4(SO_4)]_3$
- $Al_2(SO_4)_3$
- $Al_2[(Fe(NH_3)_4(SO_4)_2]_2$
- $Fe_2[(NH_3)_4(SO_4)_2]_2$
- $Mg[((Fe(H_2O)_4(SO_4)_2]_2$
- $Fe[(SO_4)_2(NH_3)_4]SO_4$

등이 있으며, 상기 착염들은 원자흡광 광도법(AA), ICP 분광도법(Inductively Coupled Plasma Spectro-photometry) 등으로 쉽게 분석할 수 있으며, 황산이온 등의 음이온들도 이온 크로마토그래피법으로 역시 쉽게 분석할 수 있음

5. 저장

- 반응이 완결되면, 냉각기를 통하여 에틸 알콜을 회수하여 재사용하고, 추출조의 내부 압력이 상압으로 떨어지면 교반기를 계속 가동시키면서 생성된 생산물(액상+고상)을 이송장치를 통하여 내산 탱크에 이송함

6. Quality Control

- 여기에서 생성된 생산물을 필터 프레스에 통과시키고 고액분리를 하여 무기금속이온이 다량 용존하고 있는 깨끗한 복합 활성미네랄균액을 얻었으며, 이와 같이 하여 얻은 복합 활성미네랄균액 중의 총염의 농도는 일반 굴절계를 사용하여 표준염용액의 농도와 비교 측정함으로써 간단하게 측정할 수 있는데, 이 방법에 의한 측정 결과 본 개발제품의 총염의 농도는 평균 약 40%이며, 현재의 기기분석으로 분석 가능한 각각의 활성미네랄 이온들의 총 합계는 약 2.6%인 것이 확인되었음

7. 양산 계획

- 상기와 같이 외부 회사에 설비되어 있는 제조장치를 임차하여 복합 활성미네랄용액의 시험 제조를 완료하면서, 이론적으로 정립되어 있던 양산상의 조건을 확립해 나갈 수 있었으며, 본 기술개발 사업을 통하여 확립된 양산조건을 바탕으로, 주관기관의 자체 제조시설을 설비하고 난 후부터는 제조원가를 대폭 낮출 수 있을 것임

나. 고성능 칼슘(고활성칼슘) 양산공정 개발 및 양산시설 확보와 분석방법 확립

- 고활성칼슘의 제조방법 : 특허 제 0270228호(“산화칼슘의 제조방법”)로 주관기관이 보유하고 있으며 이 특허공법에 의거하여 본 기술개발에서 양산공정 등을 확정하고 양산설비를 확충 완료함

나-1. 재료 및 방법

- 고활성칼슘 분말 개발
 - 공시재료 : 폐각 분말(폐각, 난각, 해조, 산호석 등에서 선발)
 - 소성방법 : 전기분해법, 연소법 등을 면밀히 검토하여 가장 적절한 전기분해법을 채택
 - 조사내용 : 고활성칼슘의 수율, 칼슘함량 분석, 미네랄 및 유해물질 분석, pH 및 Conductivity/DO/ORP 및 Solubility 조사, 제조공정도 작성, 제조원가 분석 등

○ 고효성칼슘 용액 개발과 산업화 기술개발

- 공시재료: 패각 분말(전남 여수 앞 바다의 청정해역에서 채취하여 물로 깨끗이 세척하여 건조한 새꼬막 껍질)
- 제조방법: 전기분해법(주관기관의 특허 기술)
- 조사내용: 활성칼슘의 수율, 칼슘함량 분석, 미네랄 및 유해물질 분석, pH 등 측정가능 항목, 제조공정도 작성, 제조원가 분석 등
- 순수수 제조: 주관기관이 본 기술개발을 통하여 확보하고 있는 RO Filter기를 가동하여 다른 이온이 함유되지 않은 순수한 물 제조
- 1차 공시시료: 순도 99%이상 고효성칼슘 분말 2g을 1L 순수수에 투입 교반 후 3회 Filtering한 시료
- 고효성칼슘 용액의 대량생산을 위한 제조 공정도 모니터링

○ 조사 및 분석방법

- pH: 알칼리도를 나타내는 수치로, 주관기관 보유의 디지털식 pH측정기로 측정 후 필요에 따라 외부기관에서 측정한 수치를 사용
- Conductivity(전도도, $\mu\text{s}/\text{cm}$, ms/cm): 단위 면적당 전기가 통할 수 있는 힘을 말하며, 이 수치가 높을수록 칼슘이온의 양이 많은 것으로 측정되며, 주관기관 보유의 전도도 측정기로 측정
- DO: 용액 속에 존재하고 있는 용존산소의 양을 수치로 표시
- ORP: 액상에서 나타나는 산화환원전위, 산화환원전위(oxidation reduction potential)의 약자이며, 어떤 물질이 전자를 잃고 산화되거나 또는 전자를 받고 환원되려는 경향의 강도를 나타내는 것으로, 이 수치가 높을수록 용액이 탁하다고 판단하며, 또한 ORP가 낮을수록 물 Cluster가 작다고 할 수 있음
- Solubility(용해도)(mg/Liter): 순수수 제조기에서 제조된 다른 성분이 일절 함유되지 않은 순수한 물 1Liter에, 선발된 시료가 녹는 정도를 표시(주관기관에서 액상 고효성칼슘을 제조해 나가면서 직접 측정)
- 수율(Yield): 원료 투입량 대비 칼슘의 함량과 불순물을 제외한 고효성칼슘(산화칼슘)의 제조량
- 순도(Purity): 제조된 산화칼슘의 순도(100% 기준), 화학연구원 등 외부기관에서 분석시료의 순도를 측정
- 전압: 전기의 압력으로, 주관기관이 본 기술개발을 통하여 고안하여 제작한 고전압 발생기를 이용하여, 고전압을 발생시켜 선발된 시료를 전기분해하는 과정을 거

친 후 시험시료인 고효성칼슘 분말원료와 고효성칼슘 용액을 제조

- 수산기(OH⁻)의 작용 검증과 고효성칼슘과의 반응여부 확인 후 시험시료로 확정

나-2. 폐각원료를 가공 처리한 고효성칼슘 함유의 고성능 칼슘 시료 개발

1) 칼슘 함량

1)-1. 폐각원료를 가공 처리한 산화칼슘의 함량분석

[표 1-1: 소성시간과 온도에 따른 폐각유래 칼슘의 함량분석 : 시험료]

(단위: %)

	6시간	8시간	10시간	12시간
900℃	67	69	72	74
1,100℃	78	82	84	85
1,200℃	80	85	90	92
1,300℃	90	92	94	95
1,350℃	96	98	99이상	99이상
1,400℃	96	98	99이상	99이상

* 폐각원료인 경우, 1,350℃이상의 온도에서 10시간 이상을 소성하여야만, 본 연구에서 원하고 있는 산화칼슘 순도 99%이상의 소재가 만들어 짐

[표 1-2: 소성시간과 온도에 따른 폐각유래 칼슘의 칼슘함량 분석 : 대형로]

(단위: %)

	6시간	8시간	10시간	12시간
900℃	65	71	78	82
1,100℃	82	84	87	85
1,300℃	85	89	92	90
1,400℃	91	93	96	92
1,450℃	94	97	99.4	99.0
1,500℃	94	97	99.2	98.7

* 폐각원료인 경우, 1,450℃이상의 온도에서 10시간 이상을 소성하여야만, 본 연구에서 원하고 있는 산화칼슘 순도 99% 이상의 소재가 만들어 짐

* 최종적으로 제조된 활성칼슘에서 칼슘 함량이 떨어지는 경우는 불순물이 잔류하게 되기에, 상기조건을 최적의 조건으로 선택함

* 소성온도가 높아짐에 따라 활성칼슘의 제조원가가 기하급수적으로 상승하므로, 적절한 조건을 찾아나가는 것이 중요함

* 900~1,400℃의 범위에서 12시간을 소성한 경우, 활성칼슘이 얻어지는 것보다 탄화되는 원료의 양이 많아짐을 알 수 있었음

* 1,450℃와 1,500℃에서도 12시간을 소성하였을 때, 순도가 오히려 떨어지는 것을 알 수 있었고 이는 경제적인 면이나 품질을 고려할 때, 소성온도와 시간을 1,450℃에서 10시간으로 하는 조건으로 Fix

1)-2. 소성원료 종류별 칼슘의 순도

[표 1-3: 소성 원료와 소성 온도에 따른 산화칼슘의 순도]

(단위: %)

	폐각	난각	해조	산호석
800℃	70	82	77	80
900℃	72	88	79	82
1,000℃	82	91	83	84
1,100℃	84	-	88	92
1,200℃	90	-	93	94
1,250℃	92	-	96	96
1,300℃	94	-	96	96
1,350℃	99이상	-	96	96
1,400℃	99이상	-	96	96

* 각 원료별로 원료 고유의 성분에 의하여, 난각의 경우는 계란 고유의 구린내가 나며 1,000℃ 이상에서 소성하였을 때 녹는 현상이 있음

* 각 원료의 특성을 고려하여 산화칼슘의 순도를 높여서 불순물이 없는 상태의 고풍성칼슘 분말 및 액상소재를 개발하고자 할 때, 폐각원료를 사용하는 것이 가장 바람직하다는 실험결과를 도출함

* 소성시간은 표1에서 검증된 10시간을 기준으로 설정함

2) 칼슘 종류별 순도 등 항목

2)-1. 순도, 전도도, pH 등 전기분해 공정에 투입한 활성칼슘 용액 시료의 항목별 수치

[표 2-1: 각 조건의 고풍성칼슘의 비교항목 조사 : 시험용]

소성온도	산화칼슘의 순도 (%)	전도도 (Conductivity, $\mu\text{s}/\text{cm}$)	pH (1g/Liter수용액)	수율 (%)
800℃	70	500	11.0	55
900℃	72	830	11.3	61
1,000℃	82	1,540	11.7	72
1,100℃	84	2,870	12.0	75
1,200℃	90	4,750	12.2	80
1,250℃	92	5,970	12.3	86
1,300℃	94	6,650	12.5	89
1,350℃	99이상	7,210	12.7	96
1,400℃	99이상	7,280	12.7	97

* 900℃ 이상에서 소성한 폐각원료에 한하여, 100,000Volt의 전압으로 전기분해 처리함

* 표에서 나타내는 바와 같이 1,350℃ 이상에서 10시간 이상을 소성하여 제조된 고풍성칼슘의 원료를 물에 용해했을 때의 경우가 가장 바람직한 조건임

[표 2-2: 각 조건의 고풍성칼슘의 비교항목 조사 : 양산용]

소성온도	산화칼슘의 순도 (%)	전도도 (Conductivity, $\mu\text{s}/\text{cm}$)	pH (1g/Liter수용액)	수율 (%)
800℃	68	520	11.2	60
900℃	75	850	11.4	63
1,000℃	78	1,560	11.8	75
1,100℃	85	2,850	12.1	78

1,200℃	90	4,800	12.3	82
1,250℃	93	5,950	12.4	87
1,300℃	94	6,700	12.5	90
1,350℃	96	7,200	12.5	95
1,400℃	98	7,300	12.6	96
1,450℃	99.4	8,000	12.7	98
1,500℃	99.2	7,800	12.6	97

- * 고효성칼슘 분말을 120,000Volt에서 1시간 동안 전기분해하여, 전기분해한 분말 1g을 1리터의 순수수에 용해
- * 수율은 원료 투입중량 대비 50%의 가득률을 100%로 보았을 때의 비율
- * 표에서 나타내는 바와 같이 1,450℃에서 10시간 소성하여 제조된 고효성칼슘의 원료를 물에 용해했을 때의 경우가 가장 바람직한 조건임

2)-3. 칼슘의 용해도

2)-3-1. 용해도 측정

[표 3-1: 선발된 고효성칼슘 원료함량에 따른 용해도 : 소형로]

산화칼슘의 순도(%)	용해도(mg/순수수 1Liter)
95.7	850
97.6	940
98.5	1,030
99.6	1,230

- * 산화칼슘의 경우, 순도가 낮을 경우 식물체에 독성을 발현하고 토양에 칼슘이외에 회분 등의 잔존물이 퇴적되어 토양경질화를 유발하는 요인이 되므로, 순도를 최대한으로 높이는 것이 가장 큰 관건임
- * 1,350℃에서 10시간 이상을 소성하여 제조된 고효성칼슘의 원료를, 1리터의 물에 용해했을 때 전부 용해되는 사실을 시험적으로 검증하였음
- * 이에, 투명한 상태의 작물체에 시비할 개발 자재의 주요원료인 고효성칼슘 용액의 제조에는, 1리터의 순수수에 1.2g의 고효성칼슘 분말을 용해한 용액을 기본용액으로 1차 확정함

[표 3-2: 선발된 고효성칼슘 종류별 원료함량에 따른 용해도 : 대형로]

산화칼슘의 순도(%)	용해도(mg/순수수 1Liter)
95.2(주관기관에서 개발한 고효성칼슘)	870
97.5(주관기관에서 개발한 고효성칼슘)	950
98.4(주관기관에서 개발한 고효성칼슘)	1,020
99.4(주관기관에서 개발한 고효성칼슘)	1,200

- * 산화칼슘의 경우, 순도가 95%이상의 제품만이 용해하여 고순도의 고효성칼슘 용액으로 제조할 수 있기에, 95% 이상 순도의 고효성칼슘만을 측정대상으로 함

2)-3-2. 용해도 측정(기준제품 대비)

[표 4: 선발된 칼슘 종류별 원료함량에 따른 용해도]

산화칼슘의 순도(%)	용해도(mg/순수수 1Liter)
92.2(국내산 패각 산화칼슘)	580

96.5(미국산 패각 산화칼슘)	860
98.5(일본 Surfcer사의 패각(가리비)산화칼슘)	920
99.4(주관기관의 고효성칼슘, 1,450℃소성)	1,208
99.2(주관기관의 고효성칼슘, 1,500℃소성)	1,140

* 1,450℃에서 10시간 이상을 소성하여 제조된 고효성칼슘이 용해도가 가장 높음

* 이에, 투명한 상태의 고효성칼슘 용액의 제조에는, 1리터의 순수수에 2g의 고효성칼슘 분말을 용해하여 3차례 Filtering한 용액으로 확정

2)-4. 타사의 천연 소성칼슘과의 항목 비교 연구

2)-4-1. CD/ORP 등 비교

[표 5: 일본산 이온화칼슘 용액 및 고효성칼슘 희석액의 pH/CD/ORP 등]

[고활성칼슘과의 항목비교]					
1. 실험장소: 주관기관의 기업부설연구소					
2. 시료 및 시험방법 : 액상 고효성칼슘(분말 HAC 0.1%용액)과 일본산 칼슘용액의 pH/CD/ORP 측정					
시료	항목	pH	CD(전도도)	ORP(m Volt)	비교
일본제품		12.08	4.48 mS/cm	28	Sample 원액(용액상태)
일본제품		12.22	5.87 mS/cm	-219	일본산 이온화칼슘 분말을 (1g/1L)용해
고활성칼슘 용액		12.82	8.28 mS/cm	-512	활성칼슘 Powder(1g/1L)
10배액		11.78	1.21 mS/cm	227	원액을 10배로 희석
50배액		10.85	265.2 μ S/cm	689	원액을 50배로 희석
100배액		10.73	147.6 μ S/cm	890	원액을 100배로 희석
500배액		9.45	18.7 μ S/cm	1,487	원액을 500배로 희석
1000배액		8.52	12.5 μ S/cm	1,765	원액을 1,000배로 희석
정제수		7.00	5.5 μ S/cm	2,420	RO정수기에서 제조한 물
* 일본산 수입제품 등은 수치상의 차이 외에도 분말 및 액상의 성상에 관련하여서도 주관기관의 고효성칼슘과는 많은 차이가 있음 (탁도에서 많은 차이가 나며(일본산: 탁함, 고효성칼슘: 맑고 투명) 환원정도(이온화된 Cz이온의 함량, 액상의 막 형성)도 느낌)					

2)-4-2. 분말 첨가량에 따른 pH/전도도 등 비교

- 실험방법: 첨가 후 즉시/30분 후 측정

[표 6: 고효성칼슘과 일본제 천연 가리비칼슘 투입량에 따른 pH/전도도 비교 연구]

1	정제수	pH	7.12	
		전도도	3.05 μ s	
			일본 소성칼슘 (CaO 98.5%이상)	고활성칼슘 (CaO 99.0%이상)
2	산화칼슘1g/정제수1L	pH	11.61	12.71
		전도도 (ms/cm)	2.65	8.24
3	산화칼슘2g/정제수1L	pH	11.98	12.82
		전도도 (ms/cm)	5.28	9.52
4	산화칼슘3g/정제수1L	pH	12.11	12.83
		전도도 (ms/cm)	7.88	9.78
5	산화칼슘4g/정제수1L	pH	12.15	12.84
		전도도 (ms/cm)	8.76	10.08

[실험 결과]

1. pH: 초기 pH는 큰 차이가 나지 않았으나, 시간경과에 따른 용해도 차이로 인한 pH값의 차이가 확대됨
2. 전도도: 작은 양을 투여할 때는 차이가 많이 나나, 첨가량이 증가할수록 차이가 축소

2)-4-3. 온도에 의한 pH변화

[표 7: 고활성칼슘 용액의 온도별 pH변화]

측정방법: 활성칼슘 용액의 온도를 올리면서 pH측정		
No	온도(°C)	pH 값
1	20	12.7
2	30	12.5
3	40	12.2
4	50	11.9
5	60	11.7
6	75	11.6

* 연구결과: 온도가 상승하면 pH값은 하강함

2)-4-4. 활성칼슘과 타사 소성 폐각칼슘의 전도도 비교 연구

<p>- 실험장소 : 주관기관의 부설연구소</p> <p>- 실험시료</p> <p style="padding-left: 40px;">A : 폐각 원료(탄산칼슘) --- 원료로 되는 폐각 탄산칼슘</p> <p style="padding-left: 40px;">B : 폐각원료 소성분 산화칼슘(CaO 함량 95%이상)</p> <p style="padding-left: 40px;">C : KANTO CHEMICAL CO.,INC. 산화칼슘(CaO 함량 98.5%이상)</p> <p style="padding-left: 40px;">D : SAMCHUN 산화칼슘(소성CaO 함량 98.5%이상)</p> <p style="padding-left: 40px;">E : 주관기관의 고활성칼슘(CaO 함량 99%이상)</p> <p>- 시료 준비/방법 : 각 시료(A, B, C, D, E)를 정제수 1리터에 1g씩 희석하여 전도도를 측정</p>
--

[표 8: 연구 결과]

	A	B	C	D	E
0.1%(1g/1L)	27.8 $\mu\text{s/cm}$	1.27 $\mu\text{s/cm}$	1.83 ms/cm	2.68 ms/cm	8.22 ms/cm
0.2%(2g/1L)	41.8 $\mu\text{s/cm}$	2.63 ms/cm	3.83 ms/cm	5.66 ms/cm	9.56 ms/cm
0.3%(3g/1L)	46.1 $\mu\text{s/cm}$	4.02 ms/cm	5.14 ms/cm	7.77 ms/cm	9.88 ms/cm
0.4%(4g/1L)	49.2 $\mu\text{s/cm}$	5.19 ms/cm	7.02 ms/cm	8.85 ms/cm	10.08 ms/cm
0.5%(5g/1L)	53.1 $\mu\text{s/cm}$	6.39 ms/cm	8.30 ms/cm	9.15 ms/cm	10.12 ms/cm

* 고효성칼슘 용액의 전도도가 타 제품보다 월등히 전도도가 높음

3) 고효성칼슘의 제조공정

시설 및 제품사진						
처리공정	원료선별	고온소성	전기분해	분말HAC	액상제조	Filtering

다. 고효성칼슘의 기술적 특성과 핵심기술

[고온전기분해방식에 의한 고효성칼슘의 제조법과 특징]

- 폐각류를 고온(1,300~2,000 °C)에서 고전압(70,000Volt 이상)의 전기를 통전하여 전기분해해서 생산하는 산화칼슘이기에, 제품의 순도가 대단히 높고 독성이 전무하며, 분자 간 결합력(Ca와 O의 결합)을 약화시켜 생체 내 활성도와 용해도가 탁월함 (특허획득)
- 소성시간이 짧아 생산성이 매우 높으며, 기준량 사용 시 기존의 산화칼슘이 나타내는 독성이 전혀 발현되지 않으며, 고 순도/고 활성화를 실현(화학적인 처리함이 없이 CaO 순도 99%이상을 유지)
- 활성칼슘은 반응속도가 매우 빠르며(기존제품의 3배 이상), 높은 Conductivity를 나타내고(기존의 약 20배), 물의 Cluster를 작게 만들어 생체 내에서의 흡수율이 매우 높고 추출물의 유효성분 함량을 극대화해 줌

[표 9: 고효성칼슘의 제조법 (제3세대 제조공법)]







제조 방식	공법의 개요
제 1 세대 (직접소성 방식)	건조된 폐각류를 800~1,200 °C로 직접 소성, 분말로 만든 후 급랭시켜 포장 소성의 먼지와 그을음이 혼입되어 백색도가 떨어지고, 식용으로 사용할 수 없음
제 2 세대 (간접소성 방식)	폐각류를 담은 내열성 용기를 로 속에 넣어 예정된 온도까지 예열한 후, 본소(本燒)온도에서 5분~10분간 간접 소성하는 방법, 이물질의 혼입은 방지할 수 있지만,

	순도가 낮고, 소성시간이 길며 물에 대한 용해성이 떨어짐
제 3 세대 (고온전기분해)	패각을 고온(1,300~2,000 °C), 고전압(70,000 Volt 이상)으로 소성/전기분해하는 방법, 순도가 매우 높고, 분자간의 결합력을 약화시켜 활성도와 용해도가 높음

[표 10: CaO의 특성 비교(고활성칼슘제법 vs 기존제법)]

항 목	활성칼슘 제법	기존 제법
pH(1g/Liter수용액)	12.7이상	12.2이하
전도도(Conductivity)	7.20ms/cm(기존의 약 18배)	430μs/cm ~ 3.0ms/cm이하
반응속도(g/hr)	4.375(기존의 약 3배)	1.485
용 해 성	거의 완전히 용해	CaO 분말이 수용액에 존재 >>> 심각한 사용 제한

[주관기관의 연구개발 장비]

					
고속 균질기	특수 소성로	전기분해장치	고전압발생기	액상 저장탱크	소성로도가니

라. 개발자재의 최종개발 및 원료배합 확정

[시험 시료 개발결과 1]

고활성칼슘 분말 10g 용액	액상 복합 Mineral 4% 용액	pH	비고
500cc	500cc	9.9	침전이 아주 많음
330cc	670cc	3.7	1/2 침전
250cc	750cc	2.7	1/5 침전
100cc	900cc	2.4	1/10 침전
50cc	950cc	2.1	침전이 거의 없음

* 전체 시료 양을 각각 1L씩 제조할 때, 투입한 원료의 양

* 고활성칼슘: 상기 “나”에 명기된 개발방법에 의거하여 제조된 CaO 함량 99% 이상의 이온화된 고성능 칼슘 분말

* 복합 미네랄: 상기의 “다”에 명기된 풍화화강암 유래의 액상 복합 미네랄

[시험 시료 개발결과 2]

고활성칼슘 분말	액상 복합 Mineral 4% 용액	정제수	pH	비고(침전된 칼슘 양)
1g	500cc	500cc	2.4	920mg
0.7g	500cc	500cc	2.2	580mg
0.5g	500cc	500cc	2.1	285mg

0.3g	500cc	500cc	1.8	0
0.1g	500cc	500cc	1.3	0

- * 전체 시료 양을 각각 1L씩 제조할 때, 투입한 원료의 양
- * 고효성칼슘: 상기 “나”에 명기된 개발방법에 의거하여 제조된 CaO 함량 99% 이상의 이온화된 고성능 칼슘 분말
- * 복합 미네랄: 상기의 “다”에 명기된 풍화화강암 유래의 액상 복합 미네랄

[시험 시료 개발결과 3]

고활성칼슘 분말 10g 용액	액상 복합 Mineral 4% 용액	pH	침전물 비율(%)
500cc	500cc	9.9	75%
330cc	670cc	3.7	55%
250cc	750cc	2.7	34%
100cc	900cc	2.4	28%
50cc	950cc	2.1	5%

- * 전체 시료 양을 각각 1L씩 제조할 때, 투입한 원료의 양
- * 고효성칼슘: 상기 “나”에 명기된 개발방법에 의거하여 제조된 CaO 함량 99% 이상의 이온화된 고성능 칼슘 분말
- * 복합 미네랄: 상기의 “다”에 명기된 풍화화강암 유래의 액상 복합 미네랄

[시험 시료 개발결과 4]

고활성칼슘 분말	액상 복합 Mineral 4% 용액	정제수	pH	비고(침전된 칼슘 등)
1g	500cc	500cc	2.4	930mg
0.7g	500cc	500cc	2.2	600mg
0.5g	500cc	500cc	2.1	305mg
0.3g	500cc	500cc	2.0	50mg
0.2g	500cc	500cc	1.8	0mg
0.1g	500cc	500cc	1.3	0mg

- * 전체 시료 양을 각각 1L씩 제조할 때, 투입한 원료의 양
- * 고효성칼슘: 상기 “나”에 명기된 개발방법에 의거하여 제조된 CaO 함량 99% 이상의 이온화된 고성능 칼슘 분말
- * 복합 미네랄: 상기의 “다”에 명기된 풍화화강암 유래의 액상 복합 미네랄

[시험 시료 개발결과 5]

고활성칼슘 용액 투입량	액상 복합 Mineral 4% 용액 투입량	pH	칼슘 등 침전된 이온의 총량
900cc	100cc	10.2	420mg
800cc	200cc	7.8	325mg
700cc	300cc	2.5	126mg
600cc	400cc	2.1	45mg
520cc	480cc	1.8	0mg

* 전체 시료 양을 각각 1L씩 제조할 때, 투입한 원료의 양

* 고효성칼슘 용액: 상기 “나”에 명기된 개발방법에 의거하여 제조된 CaO 함량 99% 이상의 이온화된 고효성칼슘 분말 2g을 1Liter의 순수수에 용해 후 60rpm으로 1시간 교반 후 마이크로 필터기에서 3회 Filtering한 용액(칼슘이온 1,200ppm 함량)

* 복합 미네랄: 상기의 “다”에 명기된 풍화화강암 유래의 액상 복합 미네랄

○ 작물 적용시험에 사용할 개발자재 2의 원료배합 비율 확정(1차)

- 상기의 제조시험 결과, 작물의 칼슘과 미량 미네랄의 흡수율을 극대화하기 위하여, 작물이 흡수하기 어렵고 약해발생 가능성이 있는 분말침전을 발생시키지 않는 범위에서 고효성칼슘 분말 및 복합 미네랄을 가장 많은 양을 투입하면서 각 재료의 투입량을 선정

- 시험시료 제조: 물 500cc에 고효성칼슘 분말 0.3g을 투입하여 잘 교반한 후 액상 복합 Mineral 4%용액 500cc와 서서히 혼합하여 교반기로 교반 후 마이크로 필터로 Filtering

- 작물에 대한 투여량: 엽면시비 또는 관주로 개발 자재를 100~1,000배로 희석 사용

- 1차년 현장 적용시험: 포도 250배액 기준, 수박 500배액 기준(엽면시비)(본 연구에서는 주로 개발자재 2를 중심으로 적용시험 효과를 분석하였음)

○ 작물 적용시험에 사용할 개발자재 2의 제조방법 확정 및 농도기준 설정(2차)

- 상기의 제조시험 결과, 작물의 칼슘과 미량 미네랄의 흡수율을 극대화하기 위하여, 작물이 흡수하기 어렵고 약해발생 가능성이 있는 분말침전을 발생시키지 않는 범위에서 고효성칼슘 용액 및 액상 복합 미네랄을 가장 많은 양을 투입하면서 각 재료의 투입량을 선정

- 시험시료 제조: 물 1,000cc에 99% 이상 순도의 고효성칼슘 분말 2g을 투입하여 용해 후 60rpm으로 1시간을 잘 교반한 후 Micro Filter기에서 3회 Filtering하여 얻어진 고효성칼슘 용액 520cc에 액상 복합 Mineral 4%용액 480cc와 동량씩 서서히 혼합하여 100rpm의 속도로 교반 후 마이크로 필터로 Filtering한 자재를 최종개발 자재로 확정

○ 개발자재 1의 제조: 99.0% 이상의 산화칼슘 순도인 고효성칼슘 10g을 1L의 정제수에 투입하여 60rpm의 속도로 30분간 교반하여 제조한 고효성칼슘 용액

○ 개발자재 2의 제조: 액상 복합미네랄 4%용액 480cc에 고순도로 정제된 고효성칼슘 용액 520cc와 혼합 후 100rpm으로 10분간 교반 후 마이크로 필터로 필터링하여 얻어지는 용액

○ 작물에 대한 투여량: 엽면살포 또는 수관살포로 개발 자재를 125~1,000배로 희석

사용

○ 2차년, 3차년 현장 적용시험: 딸기, 토마토는 250배/500배/1,000배액 엽면살포, 배, 사과는 125배/250배/500배/1,000배액 수관살포(본 연구에서는 주로 개발자재 2를 중심으로 적용시험 효과를 분석하였음)

마. 친환경 유기농자재 등록현황

목록등록번호	자재종류	자재명	목록공시 일자
11-유기-2-382	작물생육용 자재	패화석+광물질추출액	2011. 1. 16
11-유기-3-488	토양개량 및 작물생육용 자재	소성패화석	2011. 1. 16

○ 상기 친환경 유기농자재 등록증빙과 유효 및 유해성분 분석성적서

2010년도 3분기 친환경유기농자재 목록공시 신규 및 변경 신청자재 검토·평가 결과
[적합, 90업체, 127종]

구분	목록등록번호	자재종류	자재명	업체명	등록기간(2010)	등록·평가결과
신규	11-유기-2-382	작물생육용 자재	패화석+광물질추출액	이씨씨씨씨	2011.1.16 - 2013.1.15	적합
신규	11-유기-3-488	토양개량 및 작물생육용 자재	소성패화석	이씨씨씨씨	2011.1.16 - 2013.1.15	적합



제 2 절 고성능 친환경 칼슘 유기농자재를 이용한 과채류 및 과수류에서의 현장 적용기술 개발

1. 수박의 적용기술 개발 및 효과 검증

<재료 및 방법>

□ 1차 시험

- 시험장소 : 경기 이천 모가
- 품종 : 꿀나라수박/ FR 501
- 유기농자재 : 개발자재 2, 무처리
- 처리농도 : 0, 1,000배, 500배, 250배, 125배
- 처리시기 : 2009년 6월 24일, 7월 8일 2회 엽면 살포
- 재배조건 : 노지멀칭재배, 정식 6월 6일(40일 육묘), 관행재배
- 조사항목 : 식물체의 무기성분 함량, 과실품질, 생리장해, 병 발생률

□ 2차 시험

- 시험장소 : 경남 의령 지정 수박재배지
- 품종 : 스피드수박(농우바이오)
- 유기농자재 : 개발자재 1 500배, 개발자재 2 500배, 염화칼슘 250배, 무처리
- 처리시기 : 2010년 3월 20일, 4월 2일 2회 엽면살포
- 재배조건 : 하우스멀칭재배, 정식 1월 28일(45일 육묘), 관행재배
- 조사항목 : 식물체의 무기성분 함량, 과실품질, 생리장해, 병 발생률

<연구 결과>

□ 1차 시험

(표 1) 개발자재 2의 무기성분 함량

	T-N	W-P ₂ O ₅	W-K ₂ O	W-MgO	W-CaO	W-MnO	W-B ₂ O ₃	W-Cu	W-Fe	W-Mo	W-Zn	W-S
함 량 (mg/kg)	200	42	560	580	420	22	27	2	920	trace	17	4300

(표 2) 개발자재 2의 유해성분 함량

	비소	니켈	크롬	티탄	아질산	아황산	카드뮴
함 량 (mg/kg)	trace	0.4	2.3	445	trace	trace	0.1

*trace: 흔적

(표 3) 시험 포장의 화학성

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cations(cmol/kg)				T-N (%)	Fe	Zn	Mn	Cu
				K	Ca	Mg	Na					
5.0	0.46	1.31	176	0.51	2.18	0.85	0.07	0.09	21.3	3.6	30.2	1.09
*6.0~ 6.5	2이하	2.0~ 3.0	350~ 450	0.70~ 0.80	5.0~ 6.0	1.5~ 2.0	-	-	-	-	-	

*농과원 기준치

(표 4) 개발자재 2의 농도별 식물체 약해에 미치는 영향

회석배수	약해 정도(0~5)	
	잎	과실
0	0	0
1,000	0	0
500	0	0
250	0	0
125	0	0

*0(무)~5(심함)

(표 5) 개발자재 2의 농도별 엽병의 무기성분 함량

회석배수	T-N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)
0	0.58a	6,818a	179a	184b	105a	20a
1,000	0.54a	6,445a	185a	187b	99a	26a
500	0.50a	6,498a	184a	193a	99a	26a
250	0.52a	6,658a	160b	207a	110a	21a
125	0.56a	6,977a	173a	213a	111a	22a

*DMRT, 5%

(표 6) 개발자재 2의 농도별 수확 시 과실품질, 생리장해 및 병해 발생률

회석배수	과중 (kg/ea)	당도 (°Bx)	생리장해발생률 (%)	탄저병발생염률 (%)
0	8.4a	8.6a	0	98.0a
1,000	8.6a	8.7a	0	99.2a
500	8.8a	9.5a	0	43.9b
250	9.0a	9.3a	0	89.4a
125	8.7a	9.0a	0	90.2a

*0(무)~5(심함), **DMRT, 5%



(그림 1). 개발자재 2의 농도별 엽면 살포가 탄저병발생에 미치는 영향



(그림 2) 칼슘 과면 살포 시 부위별 칼슘 흡수 경로

<연구 결과 요약>

□ 1차 시험

① 개발자재 2는 ‘꿀나라수박’ 수박에서 농도별 약해로 보이는 증상은 발견하지 못하였다.

② 엽병의 무기성분 함량은 T-N, P, K, Mg 및 Na는 무처리와 비교하여 농도간 차이는 없었으나, Ca 함량은 무처리 및 1,000배 엽면살포에 비하여 125, 250, 500배 순으로 현저히 높았다.

③ 과중 및 당도에는 통계적 유의성을 인정할만한 큰 차이는 나타내지 않았으나, 개발자재 2의 효과는 인정되는 것으로 판단되며, 또한 500배액에서의 효과가 가장 우수하였다.

④ 생리장해 현상은 나타나지 않았으나, 탄저병 발생은 농도간 무처리와 비슷하게 발생되었으나, 개발자재 2 500배액은 43.9%로 효과가 가장 좋았다.

□ 2차 시험

(표 7) 처리 시기별 개발자재 2의 엽면시비에 따른 수확 시 과실품질

처리 시기	과중 (kg/ea)	경도(kg)		당도(°Bx)		과피두께(mm)	
		A	B	과피직하	중앙부	A	B
1차 수확(2010년 4월 13일)							
착과 후 7일	525ab	11.0a	9.9a	10.1a	12.2a	14.5a	12.1a
착과 후 14일	564a	10.4a	11.4a	10.1a	12.3a	15.6a	12.8a

착과 후 21일	547a	10.6a	11.1a	9.8a	12.6a	14.1a	10.8a
무 처 리	507b	10.9a	10.0a	11.1a	12.5a	13.5a	12.2a
2차 수확(2010년 4월 18일)							
착과 후 7일	543a	10.7a	10.6a	10.7a	11.9a	17.6a	11.6a
착과 후 14일	538a	9.2a	10.6a	10.4a	12.6a	15.0b	10.5a
착과 후 21일	521a	9.3a	11.5a	10.4a	12.5a	15.0b	10.6a
무 처 리	529a	11.5a	11.0a	10.6a	12.4a	14.1b	10.4a

*처리 농도 : 개발자재 2 : 500배

(표 8) 칼슘염별 엽면시비에 따른 수확 시 과실품질

처리 시기	과중 (kg/ea)	경도(kg)		당도(°Bx)		과피두께(mm)	
		A	B	과피직하	중앙부	A	B
1차 수확(2010년 4월 13일)							
개발자재 1	531a	10.3a	11.1a	10.1a	11.9a	14.6a	12.7a
개발자재 2	530a	10.0a	9.3a	10.8a	11.4a	14.4a	11.5a
엽화칼슘 250배	504b	10.8a	11.1a	10.5a	12.6a	13.9a	13.3a
무 처 리	469c	10.4a	9.7a	10.7a	12.1a	14.5a	12.2a
1차 수확(2010년 4월 18일)							
개발자재 1	486a	10.1a	11.1a	10.4a	12.6a	15.0a	10.5a
개발자재 2	485a	10.8a	8.3a	10.7a	11.9a	15.5a	11.4a
엽화칼슘 250배	495a	11.4a	13.0a	10.0a	12.1a	14.8a	10.9a
무 처 리	499a	11.5a	11.0a	10.6a	12.4a	14.1a	10.4a

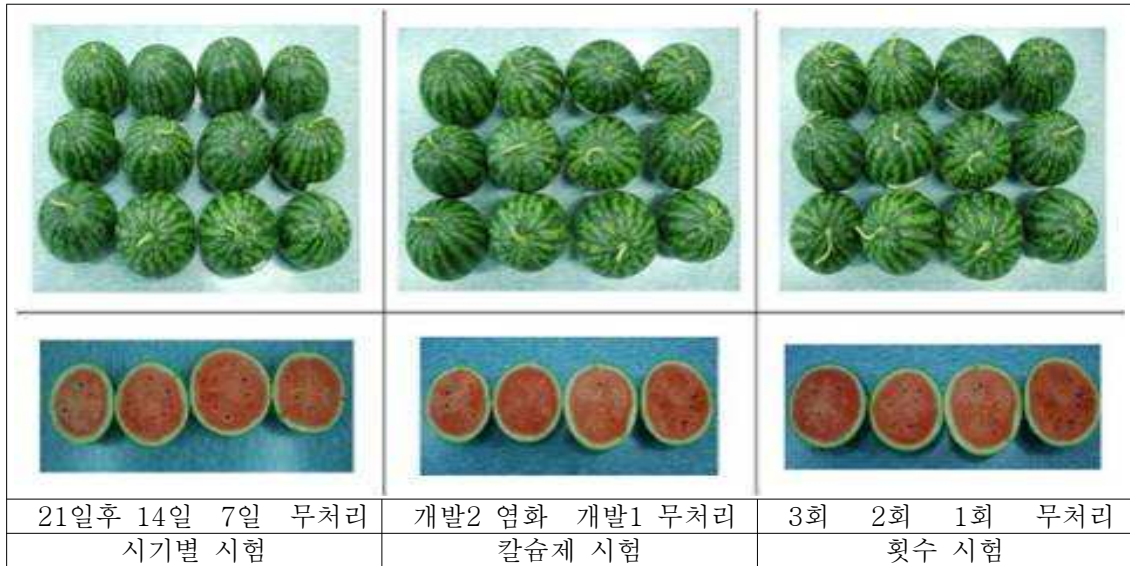
*처리 농도 : 개발자재 : 500배 **처리시기 : 착과 후 14일

(표 9) 살포 횟수별 개발자재 2의 엽면시비에 따른 수확 시 과실품질

살포 횟수	과중 (kg/ea)	경도(kg)		당도(°Bx)		과피두께(mm)	
		A	B	과피직하	중앙부	A	B
1차 수확(2010년 4월 13일)							
1회 살포	482a	10.3a	11.1a	10.2a	12.2a	14.3a	11.8a
2회 살포	499a	11.2a	12.2a	10.7a	11.6a	12.1a	11.2a
3회 살포	468a	10.9a	11.3a	10.0a	11.9a	15.1a	12.9a
무 처 리	469a	10.4a	9.7a	10.7a	12.1a	14.5a	12.2a
1차 수확(2010년 4월 18일)							
1회 살포	483a	10.2a	10.6a	10.4a	12.6a	14.1a	10.6a
2회 살포	495a	11.8a	12.4a	10.5a	12.5a	14.7a	11.4a
3회 살포	471a	10.5a	11.0a	10.5a	12.6a	14.7a	9.8a
무 처 리	499a	11.5a	11.0a	10.6a	12.4a	14.1a	10.4a

*처리 농도 : 개발자재 2 : 500배, **처리시기 : 착과 후 14일

**DMRT 5%



(그림 3) 개발자재 2의 엽면 살포에 따른 수확시 과실 상태

(표 10) 개발자재 엽면 살포에 따른 수확시 탄저병 발생 정도 및 생리장해 발생률

처 리	탄저병 발생정도 (0~10)	생리장해과 (%)
시 기		
착과 후 7일	2.4a	0
착과 후 14일	0.6b	0
착과 후 21일	0.8b	0
무 처 리	3.3a	0
칼슘 엽		
개발자재 1	1.1b	0
개발자재 2	1.2b	0
염화칼슘 250배	1.7b	0
무 처 리	3.1a	0
살포 횃수		
1회 살포	1.0b	0
2회 살포	1.9b	0
3회 살포	1.7b	0
무 처 리	3.5a	0

*처리 농도 : 개발자재 : 500배, **처리시기 : 착과 후 14일

**DMRT 5%



(그림 4) 개발자재 2의 처리 시기별 엽면시비에 따른 수확 시 탄저병 발생 상태(개발자재 2 500배 1회 살포)



(그림 5) 칼슘염별 엽면시비에 따른 수확 시 탄저병 발생 상태(착과 14일 후 1회 살포)



(그림 6) 살포횟수 개발자재 2의 엽면시비에 따른 수확 시 탄저병 발생 상태(착과 14일 후 살포)

<연구 결과 요약>

□ 2차 시험

① ‘스피드수박’에서 개발 칼슘을 시기별 엽면살포한 결과, 과중은 무처리에 비하여 착과 14일 후 및 21일 처리에서 증가했으나 경도 및 당도에는 큰 차이가 없었다. 과피 두께는 착과 후 7일 처리가 두터웠다.

② 칼슘 종류별 엽면살포한 결과 과중은 무처리에 비하여 개발자재 1, 2 500배 처리에서 증가하였고 그 다음은 염화칼슘 250배 처리였다. 그러나 경도, 당도 및 과피 두께에는 차이가 없었다.

③ 살포횟수별 엽면살포한 결과 1회, 2회 3회 처리에서 처리간 차이가 없었다.

④ 탄저병 발생은 무처리에 비하여 착과 14일 및 21일, 개발자재 1, 2 500배 처리 및 염화칼슘 250배 처리, 살포횟수 1회, 2회 및 3회 처리 모두 현저하게 발생이 적었다. 생리장해과는 전처리 모두 발생되지 않아 처리간 차이를 볼 수 없었다.

2. 포도의 적용기술 개발 및 효과 검증

<재료 및 방법>

- 시험장소 : 경기도 화성 송산
- 품종 : 포도(캠벨얼리)
- 유기농자재 : 개발자재 1, 개발자재 2, 관행(염화칼슘), 무처리
- 처리내용 : 처리 시기, 농도
- 조사항목 : 식물체의 무기성분 함량, Ca/Mg비, 과실품질, 생리장해, 병 발생률

<연구결과>

(표 1) 시험포장의 토양 화학성

pH (1:5)	EC (dS/cm)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cations(cmol/kg)					T-N	Fe	Zn	Mn	Cu
				K	Ca	Mg	Na	CEC					
7.7	1.05	9.5	228	0.52	6.42	3.20	0.32	8.66	0.06	120.4	8.1	132	1.78
6.0~ 6.5	-	2.5~ 3.5	200~ 300	0.3~ 0.6	5.0~ 6.0	1.5~ 2.0	-	10~ 15	-	-	-	-	-

*농과원 기준치

(표 2) 시기별 개발자재 2의 수체살포가 엽병의 무기성분함량에 미치는 영향

처리 시기	T-N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
개화 7일 후	0.58a	0.506b	2.769b	1.762a	0.730a
14일 후	0.55a	0.497b	2.902b	1.719a	0.703a
21일 후	0.57a	0.615ab	2.819b	1.501b	0.775a
무 처리	0.59a	0.703a	3.374a	1.537b	0.654a

*농도 : 250배, **DMRT, 5%

(표 3) 시기별 개발자재 2의 수체살포가 수확시 과피의 무기성분함량에 미치는 영향

처리 시기	T-N (%)	P (%)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
개화 7일 후	0.50a	0.106a	240a	6.5a	8.54a
14일 후	0.46a	0.096a	230a	6.5a	7.81a
21일 후	0.46a	0.099a	234a	5.4ab	7.74a
무 처리	0.48a	0.107a	224a	4.9b	6.84a

*농도 : 250배, **DMRT, 5%

(표 4) 시기별 개발자재 2의 수체살포가 수확시 과실품질에 미치는 영향

처리 시기	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	Hunter 값		
				L	a	b
개화 7일 후	16.0a	0.39a	41.0a	27.86a	1.05a	3.80a
14일 후	16.5a	0.43a	38.4a	28.01a	1.90a	3.24a
21일 후	16.6a	0.39a	42.6a	28.10a	1.68a	4.05a
무 처리	16.8a	0.39a	43.1a	28.21a	1.38a	2.50a

*농도 : 250배, **DMRT, 5%

(표 5) 시기별 개발자재 2의 수체살포가 과실 크기, 탄저병 및 열과 발생률에 미치는 영향

처리 시기	과중 (g)	과장 (cm)	과폭 (cm)	과립수 (ea)	과립중 (g)	발생률(%)	
						탄저병	열과
개화 7일 후	451a	16.6a	10.5a	81a	5.6a	0	1.2
14일 후	430a	16.4a	10.4a	78a	5.5a	0	1.3
21일 후	447a	16.0a	10.2a	82a	5.5a	0	0
무 처리	420a	16.2a	9.8a	72a	5.8a	0	1.4

*농도 : 250배, **DMRT, 5%



7일 후 14일 후 21일 후 무처리

(그림 1) 시기별 개발자재 수관 살포에 의한 수확시 과방

(표 6) 유기 농자재별 수체살포가 엽병의 무기성분 함량에 미치는 영향

유기농자재 종류	T-N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
염화칼슘 250배	0.61a	0.772a	2.980b	1.712b	0.651a
개발자재 1 250배	0.56a	0.681a	2.711b	1.740b	0.610a
개발자재 2 500배	0.59a	0.681a	2.416b	1.848a	0.787a
무 처리	0.59a	0.703a	3.374a	1.537c	0.654a

*처리시기 : 개화 14일 후, DMRT, 5%

(표 7) 유기 농자재별 수체살포가 수확시 과피의 무기성분 함량에 미치는 영향

유기농자재 종류	T-N	P	K	Ca	Mg
----------	-----	---	---	----	----

	(%)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
염화칼슘 250배	0.68a	0.131a	309a	5.67a	7.44a
개발자재 1 250배	0.61a	0.124a	288a	6.39a	8.08a
개발자재 2 500배	0.72a	0.133a	319a	6.36a	7.80a
무 처 리	0.49b	0.108b	236a	4.90b	7.05a

*처리시기 : 개화 14일 후, DMRT, 5%

(표 8) 유기 농자재별 수체살포가 수확시 과실품질에 미치는 영향

유기농자재 종류	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	Hunter 값		
				L	a	b
염화칼슘 250배	16.0a	0.34a	47.1a	26.15a	1.01a	0.34a
개발자재 1 250배	16.8a	0.35a	48.0a	25.06a	0.85a	0.35a
개발자재 2 500배	16.3a	0.34a	47.9a	24.88a	0.79a	0.34a
무 처 리	16.8a	0.39a	43.1a	25.24a	1.03a	0.50a

*처리시기 : 개화 14일 후, DMRT, 5%

(표 9) 유기 농자재별 수체살포가 과실 크기, 탄저병 및 열과 발생률에 미치는 영향

유기농자재 종류	과중 (g)	과장 (cm)	과폭 (cm)	과립수 (ea)	과립중 (g)	발생률(%)	
						탄저병	열과
염화칼슘 250배	430a	17.5a	12.4a	77a	5.6a	1.3	2.6
개발자재 1 250배	435a	17.1a	12.1a	80a	5.4a	1.3	1.3
개발자재 2 500배	421a	17.5a	11.5a	76a	5.5a	0	1.3
무 처 리	420a	16.2a	9.8a	72a	5.8a	0	1.4

*처리시기 : 개화 14일 후, DMRT, 5%



염화칼슘 개발자재 1 개발자재 2 무처리

(그림 2) 유기 농자재별 수체살포에 의한 수확시 과방

(표 10) 개발자재 2의 농도별 수체살포가 엽병의 무기성분 함량에 미치는 영향

칼슘 농도 (배)	T-N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
500	0.58a	0.637a	2.657b	1.579b	0.844a
250	0.59a	0.663a	2.400b	1.740a	0.802a

125	0.57a	0.663a	2.723b	1.622a	0.745a
무 처 리	0.59a	0.703a	3.374a	1.537b	0.654b

*처리시기 : 개화 14일 후, DMRT, 5%

(표 11) 개발자재2 농도별 수체살포가 수확시 과피의 무기성분 함량에 미치는 영향

칼슘 농도 (배)	T-N (%)	P (%)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
500	0.63a	0.118a	291a	5.9a	8.39a
250	0.62a	0.116a	275a	6.1a	8.49a
125	0.55a	0.116a	277a	5.6a	7.60a
무 처 리	0.50a	0.109a	248a	4.8b	7.26a

*처리시기 : 개화 14일 후, DMRT, 5%

(표 12) 개발자재2 농도별 수체살포가 수확시 과실품질에 미치는 영향

칼슘 농도 (배)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	Hunter 값		
				L	a	b
500	16.7a	0.38a	44.0a	24.72a	1.41a	2.31a
250	16.3a	0.37a	44.1a	25.79a	0.52a	1.32a
125	16.7a	0.30a	55.7b	25.76a	1.39a	1.95a
무 처 리	16.8a	0.39a	43.1a	25.24a	1.03a	0.50a

*처리시기 : 개화 14일 후, DMRT, 5%

(표 13) 개발자재2 농도별 수체살포가 수확시 과실 크기, 탄저병 및 열과 발생률에 미치는 영향

칼슘 농도 (배)	과중 (g)	과장 (cm)	과폭 (cm)	과립수 (ea)	과립중 (g)	발생률(%)	
						탄저병	열과
500	446a	17.1a	11.7a	88a	5.1a	0	1.1
250	462a	18.3a	11.6a	82a	5.6a	2.4	2.4
125	424a	17.2a	11.2a	73a	5.8a	2.7	2.7
무 처 리	420a	16.2a	9.8a	72a	5.8a	0	1.4

*처리시기 : 개화 14일 후, DMRT, 5%



500배 250배 125배 무처리 (희석배수)

(그림 3) 개발자재 2의 농도별 수체살포에 의한 수확 시 과방

(표 14) 농도별 수체살포에 의한 약해발생에 미치는 영향

살포 농도(배)	잎	과실
500	0	0
250	0	0
125	0	0
무 처 리	0	0

*처리시기 : 개화 14일 후

<연구결과 요약>

- ① 개발자재들을 시기별 수체 살포한 결과, 엽병 및 수확시 과피의 칼슘함량은 개화 7일후 및 14일후 처리가 무처리 및 21일 후처리에 비하여 현저히 증가되었다.
- ② 유기농자재별 수체 살포한 결과, 엽병 및 수확시 과피의 칼슘함량은 무처리에 비하여 염화칼슘 250배, 개발자재1 250배, 개발자재2 500배 처리가 현저하게 증가하였다.
- ③ 개발자재를 농도별 수체 살포한 결과, 엽병 및 수확시 과피의 칼슘함량은 500배 및 무처리에 비하여 250배 및 125배에서 현저하게 증가되었다.
- ④ 개발자재 시기별 및 농도별 과실품질 및 과방의 크기, 탄저병 및 열과 발생율은 통계적 유의성을 인정할만한 큰 차이는 나타내지 않았으나, 개발자재의 효과는 인정되는 것으로 판단되며, 또한 250배액에서의 효과가 가장 우수하였다.
- ⑤ 개발자재 농도별 수관살포에 의한 약해발생은 육안으로 발견하지 못하였다.

2-1. 비종별, 작목별 칼슘시비량 작성

<재료 및 방법>

- 시험장소 : 한국농수산대학 과수과 포장
- 품종 : 포도(캠벨얼리) 1년생
- 석회량 : 400kg/ 10a, 200kg/ 10a, 100kg/ 10a, 무처리
- 재배 방법 : 상자재배
- 조사항목 : 생장량, 부위별 무기성분 함량, Ca/Mg비, 과실품질, 생리장해, 병 발생률

<연구결과>

(표 1) 시험포트 토양의 토양 화학성

pH (1:5)	EC (dS/cm)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cations(cmol/kg)					T-N	Fe	Zn	Mn	Cu
				K	Ca	Mg	Na	CEC					
-mg/kg-													

7.3	0.12	0.01	14	0.07	5.11	0.73	0.14	5.06	30.0	166.2	5.1	22.4	0.17
-----	------	------	----	------	------	------	------	------	------	-------	-----	------	------

(표 2) 상자내 석회비료 처리가 1년생 포도의 엽병의 무기성분 함량

석회량 (kg/10a)	T-N (%)	P (%)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
400	0.76a	0.836a	245a	159b	57a
200	0.78a	0.671b	242a	168b	50a
100	0.71a	0.724b	203a	193a	58a
무 처리	0.81a	0.740b	230a	170b	50a

*DMRT, 5%.

(표 3) 상자내 석회비료 처리가 1년생 포도나무의 성장량

석회량 (kg/10a)	묘목의 무게 (g/주)	근중(g)		신초중(g)		신초장 (cm)	마디수 (ea)	경경 (mm)
		생체중	건물중	생체중	건물중			
400	36.0a	185a	112a	123b	90a	380b	47.0ab	9.0a
200	26.0a	128b	113a	92c	87a	310b	42.0b	7.7b
100	31.3a	144ab	104a	122b	76b	302b	48.7ab	7.8b
무 처리	34.7a	162a	80b	170a	65b	568a	54.3a	8.3ab

*DMRT, 5%.

<연구결과 요약>

① 석회비료 시용량별 엽병의 무기성분 함량은 T-N, K, Mg의 함량은 큰 차이가 없으나, P함량은 400kg/10a처리가 다른 처리에 비하여 현저히 많이 증가되었다. Ca 함량은 100kg/10a 처리가 현저하게 증가하였다.

② 석회비료 처리에 의한 근중의 건물중은 처리구가 무처리에 비하여 현저하게 증가되었으나 신초중은 400kg/10a 및 200g/10a 처리에서 많이 증가되었다. 신초장은 오히려 석회비료 처리구에 비하여 오히려 길었다. 마디수는 200g/10a구가 현저히 적었다. 경경은 400kg/ 10a 처리구가 높았다.

3. 딸기의 적용기술 개발 및 효과 검증

<재료 및 방법>

- 시험장소 : 충남 연산 딸기재배지
- 품종 : 딸기 '설향'(국립원예특작과학원 육성품종)
- 정식시기 : 2010년 9월 10일
- 처리시기 : 2010년 1번과 변색기(시기1), 1번과 변색 10일후(시기2)
- 처리농도 : 개발자재 2 250배, 500배, 1,000배, 무처리
- 처리자재 : 개발자재 1, 개발자재 2, 염화칼슘 250배, 무처리
- 살포횟수 및 방법 : 2010년 12월 5일(1차), 12월 15일(2차) 엽면살포
- 재배방법 : 하우스 무가운 토경재배, 비닐멀칭재배, 관행재배
- 시험구배치 : 완전임의배치법 3반복(반복당 30주)
- 수확일 : 12월 15일, 12월 25일, 12월 29일(3회)
- 조사항목 : 과실 품질, 식물체의 무기성분 함량, 주당 수량, 생리장해, 병 발생률, 약해 등

(표. 1) 개발자재 2의 무기성분 함량

	T-N	W*-P ₂ O ₅	W-K ₂ O	W-MgO	W-CaO	W-MnO	W-B ₂ O ₃	W-Cu	W-Fe	W-Mo	W-Zn	W-S
함량 (mg/kg)	200	42	560	580	420	22	27	2	920	trace	17	4300

*수용성

(표 2) 개발자재 2의 유해성분 함량

	비소	니켈	크롬	티탄	아질산	아황산	카드뮴
함량 (mg/kg)	trace	0.4	2.3	445	trace	trace	0.1

*trace: 흔적



<시험 포장 전경>

(표 3) 시험 포장의 화학성

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cations(cmol/kg)				T-N (%)
				K	Ca	Mg	Na	
7.1	1.89	28.6	538	1.14	10.23	2.85	0.20	0.20
*6.0~ 6.5	2이하	20~ 30	350~ 450	0.70~ 0.80	5.0~ 6.0	1.5~ 2.0	-	-

*농과원 기준치(딸기, 시설재배)

<연구결과>

<시험 1> 개발자재 시기별 엽면살포에 따른 과실 품질 및 식물체의 무기성분 함량
(표 4). 딸기 ‘설향’에서 개발자재 2의 시기별 엽면살포에 따른 수확시 과실품질

처리 시기	과중 (g/개)	과수 (ea/10주)	누적수량 (g/10주)	당도 (°Bx)	엽록소 (SPAN)	Hunter		
						L	a	b
<i>12월 15일(1차)</i>								
1번과 변색기	38	5	190	9.4	43.6	34.33	33.71	15.07
10일 후	38	6	228	8.4	45.6	35.08	33.47	15.09
무 처 리	34	6	204	8.7	44.2	32.45	33.24	13.36
<i>12월 25일(2차)</i>								
1번과 변색기	24	10	430	11.1	48.5	35.07	37.10	14.95
10일 후	24	11	492	10.7	48.5	36.09	38.93	15.73
무 처 리	22	8	380	10.2	46.7	32.77	37.71	13.43
<i>12월 29일(3차)</i>								
1번과 변색기	23	15	775a	7.8	-	36.91	34.56	16.64
10일 후	23	10	722b	7.7	-	35.99	35.66	16.00
무 처 리	23	15	725b	8.4	-	32.52	37.03	13.09

*살포농도 : 500배, **DMRT, 5%.

◦ 개발자재 시기별 엽면살포한 결과, 과중, 과수, 당도, 엽록소 함량에는 큰 차이가 없었으나, 누적수량은 1번과 변색기에 엽면살포 1회 살포구가 현저하게 증가하였다.



무처리 시기1 시기2 무처리 시기1 시기2 무처리 시기1 시기2
<1차 수확> <2차 수확> <3차 수확>

(그림 1). 개발자재 2의 시기별 엽면살포에 따른 수확시 과실(시기1: 1번과 변색기, 시기2: 변색기 10일 후)

(표 5). 딸기 ‘설향’에서 개발자재 2의 시기별 엽면살포에 따른 엽병 및 과실의 무기 성분 함량

처리 시기	T-N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	K/Ca
<i>엽</i>						
1번과 변색기	2.82a	0.47a	2.34a	1.12a	0.44a	2.09b
10일 후	2.91a	0.46a	2.15a	0.91a	0.37a	2.36a
무 처 리	2.77a	0.45a	2.40a	1.23a	0.48a	1.95b
<i>엽 병</i>						
1번과 변색기	0.66a	0.43a	3.57a	1.12a	0.38a	3.19b
10일 후	0.63a	0.44a	3.69a	1.07a	0.35a	3.45a
무 처 리	0.60a	0.40a	3.50a	1.11a	0.37a	3.15b
<i>과 실(1차 수확)</i>						
1번과 변색기	1.08a	0.62a	1.91a	0.112b	0.116a	17.05a
10일 후	1.14a	0.64a	1.99a	0.135a	0.135a	14.74b
무 처 리	1.18a	0.64a	2.07a	0.109b	0.122a	18.99a
<i>과 실(2차 수확)</i>						
1번과 변색기	1.12a	0.64a	1.85a	0.126a	0.123a	14.68a
10일 후	1.01a	0.59a	1.89a	0.131a	0.121a	14.43a
무 처 리	1.01a	0.61a	1.74a	0.112b	0.117a	15.54a

*살포농도 : 500배, **DMRT, 5%.

◦ 개발자재 2의 시기별 엽면살포한 후 부위별 무기성분 함량을 조사한 결과, 엽 및 엽병에서 T-N, P, K, Ca, Mg 함량에서는 큰 차이가 없었으나 K/Ca 비는 무처리에 비하여 1번과 변색기 10일 후 처리에서 높았으나 1번과 변색기 처리에는 차이가 없었다. 1차 수확한 과실에서는 T-N, P, K, Mg 함량에서는 큰 차이가 없었으나 Ca 함량은 1번과 변색기 10일 후 처리에서 다른 처리에 비하여 현저하게 증가하였으나 K/Ca 비는 오히려 낮았다. 2차 수확에서는 1번과 변색기 및 10일 후 처리가 무처리에 비하여 증가하였다.



<엽>

<꽃 및 과실>

(그림 2). 개발자재 2의 시기별 엽면살포 후 엽, 꽃 및 과실(상: 무처리, 중: 시기1, 하: 시기2)

◦ 개발자재 2의 시기별 엽면살포에 의한 약해로 보이는 증상은 발견하지 못하였다.

<시험 2> 개발자재 농도별 엽면살포에 따른 과실 품질 및 식물체의 무기성분 함량 (표 6). 딸기 ‘설향’에서 개발자재 2의 농도별 엽면살포에 따른 수확시 과실품질

처리 농도 (배)	과중 (g)	과수 (ea/10)	누적수량 (g/10주)	당도 (oBx)	엽록소 (SPAN)	Hunter		
						L	a	b
12월 15일(1차)								
250	42.0	3	126b	8.8	44.2	33.89	33.32	14.64
500	27.0	5	135b	8.5	47.2	34.30	32.90	14.93
1,000	37.0	5	185a	7.3	46.3	33.89	33.31	14.40
무처리	35.0	5	175a	8.2	45.5	34.77	34.25	15.23
12월 25일(2차)								
250	24.7	7	299b	10.3	45.9	35.15	37.06	15.59
500	26.5	10	400a	10.6	45.1	34.83	36.47	15.04
1,000	25.2	12	487a	10.5	46.5	35.86	37.64	16.65
무처리	24.2	11	441a	10.0	47.5	34.75	37.37	14.83
12월 29일(3차)								
250	24.5	19	765a	8.6	-	35.15	37.59	15.59
500	23.5	10	635b	9.0	-	34.25	34.81	14.92
1,000	23.3	8	673b	8.7	-	32.73	33.13	13.26
무처리	23.7	9	654b	9.3	-	34.18	34.15	14.87

*살포시기 : 1번과 변색기 엽면살포, **DMRT, 5%.

◦ 개발자재 2를 농도별 1번과 변색기에 엽면살포한 결과, 과중 및 과수에서 250배 처리구는 1차 수확시 과중은 다른 농도에 비하여 증가하였으나 과수는 적었다. 그러나 3차 수확시에는 과수가 많았다. 누적수량은 250배 처리구가 다른 농도에 비하여 현저히 증가하였다. 당도, 엽록소 함량 및 과피색에는 영향을 주지 못하였다.



무처리 1,000 500 250 무처리 1,000 500 250 무처리 1,000 500 250
<1차 수확> <2차 수확> <3차 수확>

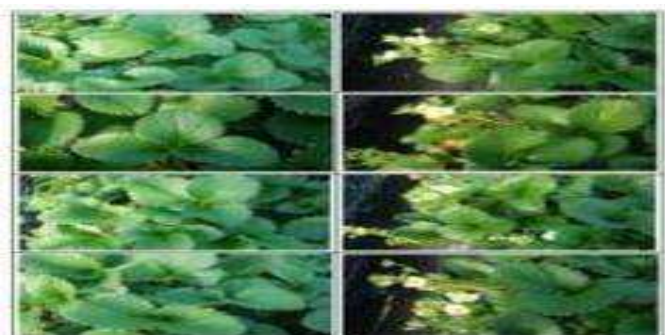
(그림 3). 개발자재 농도별 엽면살포 후 수확시 과실

(표 7). 딸기 ‘설향’에서 개발자재 2의 농도별 엽면살포 후 엽병 및 과실의 무기성분 함량

처리 농도	T-N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	K/Ca
<i>엽</i>						
250	2.86a	0.47a	2.29a	1.011c	0.38a	2.26a
500	2.83a	0.42a	2.28a	1.325a	0.46a	1.72b
1,000	2.83a	0.42a	2.18a	1.237b	0.44a	1.76b
무처리	2.79a	0.42a	2.28a	1.038c	0.39a	2.20a
<i>엽 병</i>						
250	0.67a	0.17a	3.50a	1.299a	0.43a	2.69b
500	0.71a	0.16a	3.44a	1.271a	0.42a	2.71b
1,000	0.62a	0.18a	3.43a	1.094b	0.35a	3.14a
무처리	0.78a	0.19a	3.50a	0.960c	0.32a	3.65a
<i>과 실(1차 수확)</i>						
250	1.21a	0.64a	1.99a	0.102b	0.12a	19.50a
500	1.09a	0.63a	1.90a	0.116a	0.12a	16.38b
1,000	1.26a	0.66a	2.20a	0.120a	0.13a	18.33a
무처리	1.24a	0.67a	2.10a	0.110b	0.13a	19.09a
<i>과 실(2차 수확)</i>						
250	1.09a	0.59a	1.72a	0.108b	0.12a	15.93a
500	1.08a	0.61a	1.76a	0.116b	0.12a	15.17a
1,000	1.13a	0.63a	1.93a	0.124a	0.12a	15.57a
무처리	1.07a	0.65a	1.76a	0.115b	0.11a	15.30a

*살포시기 : 1번과 변색기 엽면살포, **DMRT, 5%.

◦ 개발자재 2를 농도별로 처리한 결과 엽, 엽병 및 과실의 T-N, P, K, Mg 함량에는 큰 차이가 없었으나 Ca 함량은 무처리구에 비하여 500 및 1,000배 처리구에서, 엽병에서는 250, 500 및 1,000배 처리구에서, 과실에서 1차 수확과는 500 및 1,000배 처리구에서, 2차 수확과에서는 1,000배 처리구에서 유의하게 증가하였다. K/Ca 비는 엽병에서 무처리에 비하여 500 및 1,000배가 낮았으며 엽병에서는 250 및 500배가, 1차 수확한 과실은 500배 처리가 현저하게 낮았다. 그러나 2차 수확한 과실에는 농도간 차이가 나타나지 않았다.



<엽>

<꽃 및 과실>

(그림 4). 개발자재 2의 농도별 엽면살포 후 엽, 꽃 및 과실

(상: 무처리, 중: 1,000배, 중하: 500배 하: 250배)

◦ 개발자재 2의 농도별 엽면살포에 의한 약해로 보이는 증상은 발견하지 못하였다.

<시험 3> 개발자재별 엽면살포에 따른 과실 품질 및 식물체의 무기성분 함량

(표 8). 딸기 ‘설향’에서 개발자재별 엽면살포에 따른 수확시 과실품질

자재 종류	과중 (g)	과수 (ea/10)	누적수량 (g/10주)	당도 (°Bx)	엽록소 (SPAN)	Hunter		
						L	a	b
<i>12월 15일(1차)</i>								
개발자재 1 500배	36	4	144b	8.5	46.3	33.95	33.51	15.13
개발자재 2 500배	35	7	245a	8.4	42.4	33.79	33.80	14.39
엽화칼슘 250배	28	6	168b	9.2	45.8	36.41	31.92	16.02
Control	31	6	186b	9.7	45.6	33.09	35.02	13.87
<i>12월 25일(2차)</i>								
개발자재 1 500배	20.8	10	352b	9.5	47.3	35.16	37.37	15.59
개발자재 2 500배	21.6	12	504a	9.5	45.9	36.09	38.93	15.73
엽화칼슘 250배	21.4	8	339b	8.7	46.4	34.48	35.75	14.67
Control	22.5	7	344b	9.6	45.4	38.16	37.27	17.15
<i>12월 29일(3차)</i>								
개발자재 1 500배	24.3	15	717a	9.9	-	34.73	36.87	15.93
개발자재 2 500배	22.0	14	812a	9.3	-	32.62	34.62	13.36
엽화칼슘 250배	23.3	9	549b	8.5	-	33.45	36.31	14.41
Control	24.5	12	639b	9.3	-	37.31	35.08	16.77

*살포시기 : 1번과 2번씩 엽면살포, **DMRT, 5%.



무처리 개발1 개발2 엽화칼슘 무처리 개발1 개발2 엽화칼슘 무처리 개발1 개발2 엽화칼슘
 <1차 수확> <2차 수확> <3차 수확>

(그림 5) 개발자재별 엽면살포에 따른 수확시 과실

◦ 개발자재별 1번과 변색기에 엽면살포한 후 수확시 과실품질을 조사한 결과, 누적 수량은 무처리 및 엽화칼슘에 비하여 개발자재 1, 2가 현저하게 증가하였다. 그러나 과중, 당도, 엽록소 함량 및 과피색에는 영향을 주지 못하였다.

(표 9). 딸기 ‘설향’에서 개발자재 종류별 엽면살포에 따른 엽병 및 과실의 무기성분 함량

처리 농도	T-N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	K/Ca
엽						
개발자재 1 500배	2.65a	0.42a	2.32a	1.142b	0.42a	2.03b
개발자재 2 500배	2.76a	0.38a	2.47a	1.291a	0.45a	1.91b
엽화칼슘 250배	2.84a	0.45a	2.36a	1.204a	0.43a	1.96b
Control	2.76a	0.46a	2.33a	1.111b	0.41a	2.10a
엽 병						
개발자재 1 500배	0.66a	0.38a	3.80a	1.158b	0.37a	3.28a
개발자재 2 500배	0.72a	0.33a	4.00a	1.281a	0.40a	3.12b
엽화칼슘 250배	0.69a	0.45a	3.69a	1.095b	0.36a	3.37a
Control	0.67a	0.46a	3.50a	1.128b	0.36a	3.10b
과 실(1차 수확)						
개발자재 1 500배	1.14a	0.66a	2.03a	0.107b	0.12a	18.97a
개발자재 2 500배	1.11a	0.65a	1.97a	0.119a	0.12a	16.56b
엽화칼슘 250배	1.11a	0.64a	2.01a	0.108b	0.12a	18.61a
Control	1.12a	0.64a	2.01a	0.107b	0.12a	18.79a
과 실(2차 수확)						
개발자재 1 500배	1.01a	0.60a	1.87a	0.133a	0.14a	14.06b
개발자재 2 500배	1.03a	0.60a	1.86a	0.119b	0.12a	15.63b
엽화칼슘 250배	1.02a	0.56a	1.89a	0.127a	0.13a	14.88b
Control	1.03a	0.61a	1.85a	0.112b	0.12a	16.52a

*살포시기 : 1번과 변색기 엽면살포, **DMRT, 5%.

◦ 개발자재별 처리하여 무기성분 함량을 조사한 결과는 엽, 엽병 및 과실의 T-N, P, K, Mg 함량에는 큰 차이가 없었으나 엽의 Ca 함량은 무처리구에 비하여 개발자재 2 및 엽화칼슘 처리가 증가하였으며 엽병에서는 개발자재 2에서, 과실에서는 1차 수확 시에는 개발자재 2, 2차 수확 시에는 개발자재 1 및 엽화칼슘이 현저하게 증가하였다. K/Ca 비는 엽 및 2차 수확한 과실에서 무처리에 비하여 낮았으며 엽병에서는 개발자재 1 및 엽화칼슘 처리가 높았다. 1차 수확한 과실은 개발자재 2가 낮았다.

무 처 리	28	5	140b	9.4	45.8	36.76	34.80	16.53
12월 25일(2차)								
2회 살포	24.4	12	491a	9.6	51.1	34.78	37.29	14.74
1회 살포	23.8	12	436b	1.01	49.1	36.62	36.23	16.01
무 처 리	24.4	12	433b	10.0	47.2	35.34	37.26	15.78
12월 29일(3차)								
2회 살포	26.0	12	803a	9.5	-	34.16	36.46	15.14
1회 살포	24.3	11	703b	8.7	-	34.41	35.62	14.63
무 처 리	23.9	10	672b	9.3	-	38.63	38.03	18.10

*살포시기 : 1번과 변색기 엽면살포(1회), 10일 후(2회) **살포농도 : 500배, **DMRT, 5%.

◦ 개발자재 2를 살포횟수를 달리하여 엽면살포한 결과, 누적 수량은 무처리 및 1회 살포구에 비하여 2회 살포구가 현저하게 증가하였다. 그러나 과중, 과수, 당도, 엽록소 함량 및 과피색에는 큰 영향을 주지 못하였다.



무처리 1회살포 2회살포 무처리 1회살포 2회살포 무처리 1회살포 2회살포
 <1차 수확> <2차 수확> <3차 수확>

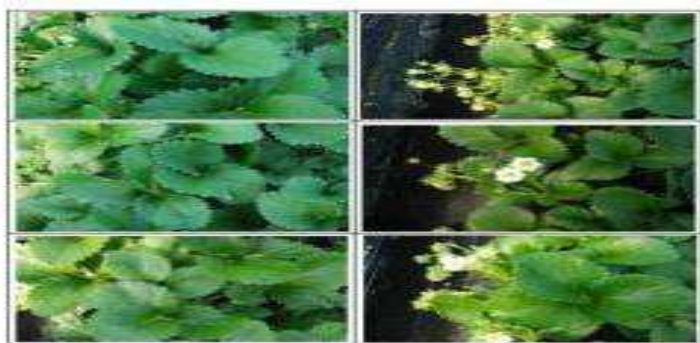
(그림 7). 개발자재 2의 엽면살포 횟수에 따른 수확시 과실

(표 12). 딸기 ‘설향’에서 개발자재 2의 엽면살포 횟수에 따른 엽병 및 과실의 무기 성분 함량

살포 횟수	T-N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	K/Ca
엽						
2회 살포	2.88a	0.41a	2.20a	1.075a	0.41a	2.05a
1회 살포	2.87a	0.48a	2.43a	1.009a	0.37a	2.41a
무 처 리	2.82a	0.49a	2.44a	1.071a	0.46a	2.28a
엽 병						
2회 살포	0.71a	0.18a	3.67a	1.282a	0.41a	2.86b
1회 살포	0.68a	0.19a	3.63a	1.092b	0.34a	3.32a
무 처 리	0.65a	0.17a	3.56a	1.081b	0.36a	3.29a
과 실(1차 수확)						
2회 살포	1.25a	0.62a	1.93a	0.115a	0.12a	16.78a
1회 살포	1.18a	0.68a	1.86a	0.115a	0.12a	16.17a
무 처 리	1.21a	0.64a	2.03a	0.120a	0.13a	16.92a
과 실(2차 수확)						
2회 살포	1.14a	0.64a	1.99aa	0.115a	0.12a	17.30a
1회 살포	1.10a	0.62a	1.91a	0.112a	0.12a	17.05a
무 처 리	1.18a	0.64a	2.07a	0.109b	0.12a	18.99a

*살포시기 : 1번과 변색기 엽면살포(1회), 10일 후(2회) **살포농도 : 500배, **DMRT, 5%.

◦ 개발자재 2를 살포횟수를 달리하여 엽면살포한 후 무기성분 함량을 조사한 결과, 엽 및 1차 수확한 과실에서 T-N, P, K, Ca, Mg 함량 및 K/Ca 비율에는 차이가 없었으나, 엽병에서 Ca 함량은 무처리 및 1회 살포구에 비하여 2회 살포구가 현저하게 증가하였다. 또한, 2차 수확한 과실에서는 1회 및 2회 살포 모두 증가하였다. 엽병의 K/Ca 비율은 2회 살포가 낮았다.



<엽>

<꽃 및 과실>

(그림 8). 개발자재 2의 횟수별 엽면살포 후 엽, 꽃 및 과실
(상: 무처리, 중: 1회 살포, 하: 2회 살포)

◦ 개발자재 2의 1회 및 2회 엽면살포에 의한 약해로 보이는 증상은 발견하지 못하였다.

<시험 5> 개발자재 엽면살포에 따른 수확 후 저장성에 미치는 영향

(표 13). 개발자재별 엽면살포에 따른 수확 후 상온 저장시 감량에 미치는 영향

자재 종류	과실무게(g/과)				
	수확시	6일 후	9일 후	14일 후	20일 후
개발자재 1 500배	27.4	27.4	27.4	26.2	24.1(3.3b)
개발자재 2 500배	24.0	24.0	24.0	23.5	20.9(3.1b)
엽화칼슘 250배	28.8	28.8	28.8	26.7	23.9(4.9ab)
Control	26.6	25.9	25.6	25.3	20.3(6.3a)

*살포시기 : 1번과 변색기

**수확일 : 12월 25일, 상온저장 : 온도 5.8~10.1℃, 상대습도 : 24~31%.

***DMRT, 5%.

◦ 1번과 변색기에 개발자재별 엽면살포한 결과, 무처리에 비하여 처리자재 모두 9일까지는 감량이 없었으나 수확 후 14일부터 차이가 시작되어 20일 후에는 개발자재는 감량되는 비율이 13% 이하로 현저히 적게 감량되었다.

(표 14). 개발자재별 엽면살포에 따른 수확 후 상온저장시 부패과 발생에 미치는 영

향

자재 종류	부패과 발생률(%)				
	수확시	6일 후	9일 후	14일 후	20일 후
개발자재 1 500배	0	0	20.0b	40.8b	73.1b
개발자재 2 500배	0	0	24.0b	43.2b	72.7b
염화칼슘 250배	0	0	30.3ab	53.9a	100a
Control	0	0	45.5a	60.7a	92.8a

*살포시기 : 1번과 번색기

**수확일 : 12월 25일, 상온저장 : 온도 5.8~10.1℃, 상대습도 : 24~31%.

***DMRT, 5%.

◦ 부패과 발생은 수확 후 9일째부터 발생하기 시작하여 무처리에 비하여 개발자재 1, 2 모두 20일 후까지 현저하게 발생률이 적었다. 그러나 염화칼슘 처리는 무처리와 비슷한 결과를 나타내었다.

(표 15). 개발자재별 엽면살포에 따른 수확 후 상온저장 시 당도에 미치는 영향

자재 종류	당도(°Bx)				
	수확시	6일 후	9일 후	14일 후	20일 후
개발자재 1 500배	9.7	10.3	10.8	11.2	11.9
개발자재 2 500배	9.5	10.7	10.7	11.1	11.9
염화칼슘 250배	9.6	10.4	10.8	10.9	-
Control	9.3	10.3	10.8	11.0	11.5

*살포시기 : 1번과 번색기

**수확일 : 12월 25일, 상온저장 : 온도 5.8~10.1℃, 상대습도 : 24~31%.

***DMRT, 5%.

◦ 개발자재 처리별 수확 후 14일까지 당도의 변화에는 큰 영향이 없었다.

(표 16). 개발자재별 엽면살포에 따른 수확 후 상온저장시 Hunter a 값에 미치는 영향

자재 종류	Hunter value a				
	수확시	6일 후	9일 후	14일 후	20일 후
개발자재 1 500배	36.87	37.14	36.29	35.57	33.64
개발자재 2 500배	34.62	36.70	33.94	32.16	30.27
염화칼슘 250배	36.31	36.72	36.17	35.23	-
Control	36.08	36.46	34.47	34.31	34.63

*살포시기 : 1번과 번색기

**수확일 : 12월 25일, 상온저장 : 온도 5.8~10.1℃, 상대습도 : 24~31%.

***DMRT, 5%.

◦ 개발자재 처리별 수확 후 Hunter 값 a는 상온저장 14일까지 처리 간 큰 차이가

없었다.

<연구결과 요약>

◦ 개발자재의 엽면살포 시기는 1번과 변색기, 농도는 250배, 횟수는 2회 살포가 누적수량을 증가시킬 수 있었으며 엽화칼슘 250배액 엽면살포보다 현저하게 나타났다. 과중, 당도, 엽록소 함량 및 Hunter value에는 큰 영향을 미치지 못하였다. 생리장해 및 부패과는 전처리 모두 발생하지 않아 조사를 할 수 없었다.

◦ 개발자재 시기, 농도, 종류, 횟수에 따른 약해는 발견하지 못하였다.

◦ 식물체 칼슘 증진을 위한 개발자재 엽면살포 후 엽화칼슘과 비교하였을 때 큰 차이가 없었으며 처리 시기는 1번과 착색기 및 10일 후, 처리농도는 500배, 살포회수는 1~2회 처리에서 가장 효과적이었다.

◦ 개발자재를 1번과 변색기에 1회 엽면살포 후 수확하여 상온저장을 한 결과, 개발자재는 감량비율이 13% 이하로 저장 20일 후 다른 자재에 비하여 감량을 48% 줄일 수 있었으며 부패과 발생률을 20.1%~19.7%로 경감시킬 수 있었다. 당도 및 Hunter value에는 큰 차이가 없었다.

4. 배의 적용기술 개발 및 효과 검증

<재료 및 방법>

- 시험장소 : 경기도 화성시 송산면 배 재배 농가
- 품종 : '신고' 성목
- 처리시기 시험
 - 처리시기 : 2010년 만개기, 만개 후 30일, 과대 후 20일(7/20), 무처리
 - 처리 농도 : 개발자재 2 (500배)
 - 처리방법 : S.S. 호스노즐 수관살포
 - 시험구배치 : 난괴법 4처리 4반복
- 처리농도 시험
 - 처리농도 : 개발자재 2, 125배, 250배, 500배, 1,000배, 무처리
 - 처리시기 : 만개 후 30일
 - 처리방법 : S.S. 호스노즐 수관살포
 - 시험구배치 : 난괴법 5처리 4반복
- 처리자재 시험
 - 처리자재 : 개발자재 1, 개발자재 2, 염화칼슘 250배, 무처리
 - 처리시기 : 만개 후 30일
 - 처리방법 : S.S. 호스노즐 수관살포
 - 시험구배치 : 난괴법 4처리 4반복
- 자재별 저장 저장시험
 - 처리자재 : 개발자재 1, 개발자재 2, 염화칼슘 250배, 무처리
 - 처리시기 : 만개 후 30일
 - 처리방법 : S.S. 호스노즐 수관살포
 - 시험구배치 : 난괴법 4처리 4반복
 - 저장조건 : 온도(0~1℃), 상대습도(RH : 85~90%)
 - 조사시기 : 수확시, 저장 1개월, 저장 2개월, 저장 3개월
- 조사항목 : 과실품질(경도, 당도, Hunter 값), 식물체의 무기성분 함량(T-N, P, K, Ca, Mg), 생리장해, 병 발생률, 약해 등

(표 1) 개발자재 2의 무기성분 함량

구 분	T-N	W*-P ₂ O ₅	W-K ₂ O	W-MgO	W-CaO	W-MnO	W-B ₂ O ₃	W-Cu	W-Fe	W-Mo	W-Zn	W-S
함 량 (mg/kg)	200	42	560	580	420	22	27	2	920	trace	17	4300

*수용성

(표 2) 개발자재 2의 유해성분 함량

구 분	비소	니켈	크롬	티탄	아질산	아황산	카드뮴
함 량 (mg/kg)	trace	0.4	2.3	445	trace	trace	0.1

*trace: 흔적



<시험 포장 전경>

(표 3) 시험 포장의 화학성

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cations(cmol/kg)				T-N (%)
				K	Ca	Mg	Na	
6.7	0.34	1.30	41	0.17	6.51	1.76	0.12	1.30
*6.0~ 6.5	-	2.5~ 3.5	200~ 300	0.30~ 0.60	5.0~ 6.0	1.5~ 2.0	-	-

*농과원 기준치(배)

<연구결과>

<시험 1> 개발자재 수관살포에 의한 배 ‘신고’에서 무기성분 함량에 미치는 영향

(표 4). 개발자재 2의 시기별 수관살포에 의한 식물체의 수확 시 무기성분 함량

처리 시기	T-N (%)	P (mg/kg)	K (%)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)
<i>엽</i>						
만 개 기	1.69	1,264	1.931b	12,597b	2,432a	191a
만개 후 30일	1.75	1,297	1.895b	14,131a	2,077a	147a
패대 후 20일	1.69	1,249	1.899b	13,189b	1,723b	253a
무 처 리	1.71	1,199	2.523a	10,334c	1,391b	156a
<i>과 피</i>						
만 개 기	0.438	574	0.889a	449b	1,168	57a
만개 30일 후	0.518	517	0.846a	512a	1,105	58a
패대 20일 후	0.508	531	0.873a	460b	1,082	60a
무 처 리	0.599	596	0.824a	419b	1,059	64a
<i>과피 직하과육(0~10mm)</i>						
만 개 기	0.356	838a	0.104b	223b	563	90a

만개 30일 후	0.281	614b	0.091b	287a	580	85a
폐대 20일 후	0.340	695b	0.107b	199b	650	101a
무 처 리	0.244	890a	0.189a	222b	582	63a

*개발자재 수관살포 농도: 500배, **DMRT, 5%.

◦ 적정 수관살포 시기를 구명하기 위하여 시기별로 개발자재 2를 수관살포한 후 부위별 무기성분 함량을 조사한 결과, T-N 함량은 엽, 과피 및 과피직하 과육 모두 차이가 없었으며, P 함량은 엽과 과피에는 차이가 없었으나, 과피직하 과육에서는 만개 30일 후 및 폐대 20일 후에 비하여 무처리 및 만개기 처리구가 현저하게 증가하였다. K 함량은 엽 및 과피직하 과육 조직에서 무처리에 비하여 함량이 감소하였으나 과피에서는 처리간 차이가 없었다. Ca 함량은 엽에서는 무처리에 비하여 전 시기 모두 증가하였으며 만개 30일 후 처리가 유의하게 증가하였다. 과피 및 과피직하 과육조직에서는 다른 처리시기에 비하여 만개 30일 후 처리가 현저히 증가하였다. 그러나 폐대 20일 후 수관살포는 과피와 과피직하 과육에서 무처리와 큰 차이가 없었다. Mg 함량은 엽에서 만개기 및 만개 30일 후 처리가 폐대 20일 후 및 무처리에 비하여 증가하였다. 과피 및 과피직하 과육에서는 큰 차이가 없었다. Na 함량은 처리시기 간 전처리 모두 차이가 없었다.

(표 5). 개발자재 2의 농도별 수관살포에 의한 식물체의 수확 시 무기성분 함량

처리 농도 (배)	T-N (%)	P (mg/kg)	K (%)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)
엽						
125	1.69	1,125	1.730b	18,322a	2,921a	23b
250	1.81	1,125	1.812ab	12,697b	2,534a	39b
500	1.55	1,126	2.104a	12,931b	1,708ab	55b
1,000	1.67	1,129	1.926ab	11,656c	2,145a	107a
무처리	1.71	1,199	2.522a	10,334c	1,391b	156a
과 피						
125	0.479	567	0.779b	604a	1,154a	77a
250	0.525	531	0.834a	529b	1,205a	81a
500	0.536	524	0.836a	525b	1,145a	57a
1,000	0.526	574	0.834a	512b	1,204a	69a
무처리	0.599	596	0.824a	419c	1,059b	64a
과피 직하과육(0~10mm)						
125	0.192	811b	0.107a	254a	604a	158a
250	0.250	811b	0.109a	268a	582a	172a
500	0.300	799ab	0.101a	265a	570a	106a
1,000	0.265	753b	0.098b	214b	568a	106a

무처리	0.244	890a	0.189a	212b	582a	63b
-----	-------	------	--------	------	------	-----

*수관살포 시기: 만개 30일 후, **DMRT, 5%.

◦ 개발자재 2의 적정농도를 구명하기 위하여 농도별로 만개 30일 후에 수관살포한 결과를 보면 T-N 함량은 처리 농도 및 식물체 부위별 차이가 없었으며 P 함량은 엽 및 과피에서는 처리 농도간 차이가 없었으나, 무처리에 비하여 개발자재 전처리 농도에서 낮았다. K 함량은 엽 및 과피에서 125배 처리에서 현저히 낮았으며 과피 직하 과육에서 1,000배 처리가 가장 낮은 함량을 보였다. Ca 함량은 엽에서 125배 처리가 가장 많은 증가를 하였으며 그 다음 250배, 500배 처리 순이었다. 과피에서는 무처리에 비하여 처리 농도 전부 현저한 증가를 보였으며 희석 농도가 높을수록 Ca 함량은 적게 증가하였다. 과피직하 과육은 125배, 250배, 500배에서 증가하였으나 1,000배는 무처리와 큰 차이가 없었다. Mg 함량은 엽 및 과피 모두 무처리에 비하여 높았으며 과피직하 과육은 차이가 없었다. Na 함량은 엽에서 무처리 및 1,000배에 비하여 전 농도 모두 낮았으며 과피직하 과육에서는 무처리에 비하여 오히려 증가하였다. 그러나, 과피에서는 큰 차이가 없었다.

(표 6). 개발자재 종류별 수관살포에 의한 식물체의 수확 시 무기성분 함량

자재 종류 및 농도	T-N (%)	P (mg/kg)	K (%)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)
<i>엽</i>						
개발자재 1 500배	1.69	1,264	1.931b	12,597b	2,432a	191a
개발자재 2 500배	1.70	1,213	1.642c	20,352a	3,073a	29b
엽화칼슘 250배	1.72	1,217	1.884b	16,316b	2,237a	20b
Control	1.71	1,199	2.523a	10,334c	1,391b	156a
<i>과 피</i>						
개발자재 1 500배	0.438	574	0.889a	489a	1,168b	57a
개발자재 2 500배	0.498	560	0.881a	567a	1,291b	54a
엽화칼슘 250배	0.455	531	0.806a	535a	1,278b	65a
Control	0.599	596	0.824a	419b	1,059a	64a
<i>과피 직하과육(0~10mm)</i>						
개발자재 1 500배	0.356	838b	0.104b	263a	563a	90b
개발자재 2 500배	0.265	750b	0.983b	277a	574a	75b
엽화칼슘 250배	0.276	742b	0.106b	316a	598a	142a
Control	0.244	890a	0.189a	222b	582a	63b

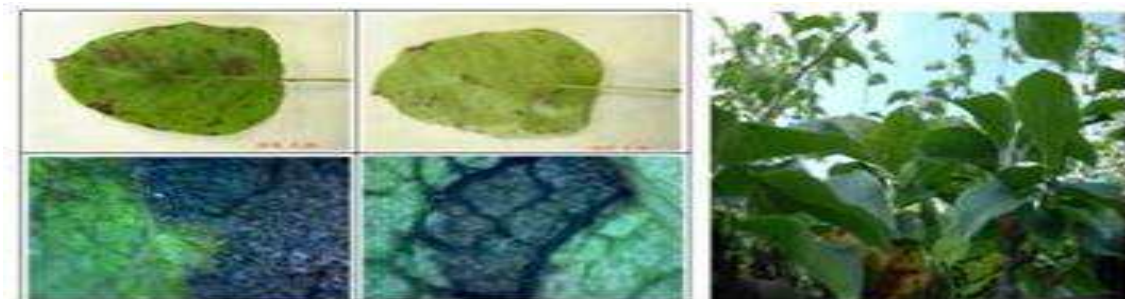
*수관살포 시기: 만개 30일 후, ** DMRT, 5%.

◦ 개발자재와 염화칼슘과의 무기성분 함량을 비교 분석한 결과는 T-N 함량은 엽, 과피, 과피직하 과육부위에서 차이는 없었다. P 함량은 엽과 과피에서는 차이가 없었으나 처리 자재 모두 무처리보다 증가량이 적었다. K 함량은 엽과 과피직하 과육에서 무처리에 비하여 적었으며 과피에서는 차이를 인정할 수 없었다. Ca 함량은 무처리에 비하여 처리 자재 모두 엽, 과, 과피 직하 과육에 현저하게 증가하였다. 개발자재와 염화칼슘 250배액 수관살포와 비교할 때 엽, 과피, 과육직하 부위에서는 큰 차이가 없었다.

(표 7) 자재별 수관살포 20일 후 약해발생 정도

처리 약제 및 농도	엽 0(무)~5(심)	과실 0(무)~5(심)
개발자재 1 500배	0	0
개발자재 2 500배	0	0
염화칼슘 250배	3.8	0
Control	0	0

*만개 30일후 1회 처리



<엽 약해 증상(6/28, 하: 실체현미경 60배)>

<40일 경과 후>

<그림 1> 배 ‘신고’에서 염화칼슘 0.4% 엽면살포에 의한 약해

◦ 개발자재 수관살포에 의한 약해를 조사한 결과, 개발자재에서는 약해로 보이는 증상은 나타나지 않았으나, 염화칼슘 250배액 수관살포는 처리 10일부터 나타나기 시작하여 20일 후에는 3.8 정도의 약해를 보였으며 약해가 발생한 부위는 흑갈색으로 괴사하는 증상이 보였다. 그러나 약해 발생 후 40일에는 약해를 받은 잎이 거의 회복되었다. 이러한 결과는 수관살포 당시 고온다습 조건으로 인하여 나타난 결과로 생각된다.

<시험 2> 배 ‘신고’에서 개발자재 2의 수관살포에 의한 과실품질에 미치는 영향

(표 8). 개발자재 2의 시기별 수관살포에 의한 수확 시 과실품질

처리 시기	과중 (g)	경도(kg)			당도 (°Bx)	Hunter value		
		A	B	평균		L	a	b
만 개 기	808a	1.93	2.12	2.02a	11.7a	55.70a	5.45a	22.75a
만개 후 30일	893a	2.17	1.98	2.08a	11.9a	55.82a	5.59a	22.39a
쾌대 후 20일	838a	2.01	2.13	2.07a	11.8a	54.75a	6.03a	22.68a
무 처 리	828a	1.86	1.96	1.91a	11.9a	55.42a	3.94a	23.06a

*농도: 500배, **수확일 : 2010년 10월 21일 ***DMRT, 5%.



무처리 만개기 만개 30일 후 쾌대 20일 후

(그림 2) 개발자재 2의 시기별 수관살포에 의한 수확시 과실

◦ 개발자재 2 500배액을 시기별로 수관살포하여 수확시 과실 품질을 조사한 결과 과중, 당도 및 Hunter 값에는 큰 차이가 없었다.

(표 9). 개발자재 농도별 수관살포에 의한 수확시 과실품질

처리 농도 (배)	과중 (g)	경도(kg)			당도 (°Bx)	Hunter value		
		A	B	평균		L	a	b
125	853a	2.15	1.94	2.04ab	12.0a	54.75a	4.89a	22.82a
250	827a	2.09	2.23	2.16a	12.3a	55.43a	5.26a	23.00a
500	855a	2.28	2.27	2.27a	12.2a	55.56a	6.21a	23.25a
1,000	803a	2.04	1.84	1.94b	12.1a	55.43a	5.39a	22.94a
무처리	828a	1.86	1.96	1.91b	11.9a	55.42a	3.94a	23.06a

*살포시기: 만개 30일 후, **DMRT, 5%.



무처리 1,000배 500배 250배 125배

(그림 3) 개발자재 2 시기별 수관살포에 의한 수확시 과실

◦ 개발자재 2 농도별 만개 후 30일에 수관 살포한 결과 과중, 당도 및 Hunter 값에는 차이가 없었으나, 과피를 제거한 과육의 경도는 무처리에 비하여 250배 및 500배 처리에서 무처리, 1,000배 처리에 비하여 훨씬 높았다.

(표 10). 개발자재 종류별 수관살포에 의한 수확시 과실품질

처리 약제 및 농도	과중 (g)	경도(kg)			당도 (°Bx)	Hunter value		
		A	B	평균		L	a	b
개발자재 1 500배	855a	2.28	2.27	2.27a	12.2a	55.56a	6.21a	23.25a
개발자재 2 500배	826a	2.43	2.39	2.41a	12.2a	55.35a	4.53a	20.58a
염화칼슘 250배	824a	2.04	2.22	2.13a	11.9a	55.86a	5.50a	23.08a
Control	828a	1.86	1.96	1.91b	11.9a	55.42a	3.94a	23.06a

*살포시기: 만개 30일 후, **DMRT, 5%.



무처리 개발자재 1 염화칼슘 0.4 개발자재 2

(그림 4) 개발자재 제제별 수관살포에 의한 수확시 과실

◦ 개발자재 제제별 만개 후 30일에 수관 살포한 결과 과중, 당도 및 Hunter 값에는 차이가 없었으나, 과피를 제거한 과육의 경도는 무처리에 비하여 전 농도 모두 현저하게 높게 나타났다. 개발자재와 염화칼슘 간에는 큰 차이를 인정할 수 없었다.

<시험 3> 배 ‘신고’에서 개발자재 수관살포에 의한 저온저장 후 과실의 무기성분 함량 및 과실품질에 미치는 영향

(표 11) 자재별 수관살포에 의한 저온저장 30일 및 90일 후 과실의 무기성분 함량

자재 종류 및 농도	T-N (%)	P (mg/kg)	K (%)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)
저장 30일 후 과피						
개발자재 1 500배	0.588a	498a	0.915a	602a	1,247a	62a
개발자재 2 500배	0.606a	538a	0.923a	646a	1,246a	50a
염화칼슘 250배	0.625a	515a	0.912a	671a	1,276a	79a
Control	0.592a	509a	0.820b	603a	1,230a	65a
저장 30일 후 과피 직하과육(0~10mm)						
개발자재 1 500배	0.212a	651b	0.886ab	243a	505b	102b
개발자재 2 500배	0.197a	870a	0.812b	259a	459b	116b
염화칼슘 250배	0.217a	758ab	0.976ab	235a	550b	171a
Control	0.277a	753ab	1.033a	192b	609a	83b
저장 90일 후 과피						
개발자재 1 500배	0.649a	567a	0.974a	465b	1,116a	41a
개발자재 2 500배	0.661a	582a	0.991a	493a	1,185a	76a
염화칼슘 250배	0.624a	553a	1.016a	530a	1,214a	43a
Control	0.615a	538a	0.964a	477b	1,257a	30a
저장 90일 후 과피 직하과육 (0~10mm)						
개발자재 1 500배	0.240a	842a	0.968a	106b	489a	68b
개발자재 2 500배	0.229a	916a	1.007a	115b	447a	140a
염화칼슘 250배	0.233a	931a	1.011a	148a	506a	115a
Control	0.233a	814a	0.940a	111b	461a	72b

*저장조건(온도:0~1℃, 상대습도(RH) 85~90%), **DMRT, 5%

◦ 개발자재 제제별 만개 후 30일에 수관 살포한 다음 저장 30일 후 무기성분 함량을 조사한 결과, T-N 함량은 자재의 종류 간 과피 및 과피 직하 과육에는 차이가 없었다. P 함량은 과피에는 차이가 없었으나 과피직하 과육에는 개발자재 1 500배 처리가 가장 적었다. K 함량은 과피에서 무처리에 비하여 전처리 모두 많았으며 과피 직하 과육에서 개발자재 2는 가장 적은 함량을 나타내었다. Ca 함량은 과피에서는 차이가 없었으나 과피 직하 과육에서는 전처리 모두 무처리에 비하여 많았다.

◦ 저장 90일 후의 과피에서는 T-N, P, K, Mg, Na 함량에는 차이가 없었으나 Ca 함량은 무처리에 비하여 개발자재 2 및 염화칼슘 처리에서 높았다. 과피 직하 과육에서는 T-N, P, K, Mg 함량은 차이가 없었으나 Ca 함량은 염화칼슘 처리구가 다른 처리에 비하여 유의하게 높았다. Na 함량은 개발자재 2 및 염화칼슘 처리에서 높았다.

(표 12) 개발자재 수관살포에 의한 저온저장 후 과실품질

처리 약제 및 농도	과중 (g)	경도(kg)			당도 (°Bx)	Hunter value		
		A	B	평균		L	a	b
<i>저장 30일 후</i>								
개발자재 1 500배	784a	1.76	1.75	1.75a	12.3a	55.42a	7.13a	23.75a
개발자재 2 500배	759a	1.92	1.87	1.90a	12.3a	56.32a	6.42a	23.55a
엽화칼슘 250배	769a	1.64	1.74	1.69a	11.9a	56.19a	7.12a	23.55a
Control	764a	1.96	1.84	1.90a	11.9a	56.78a	7.53a	23.96a
<i>저장 60일 후</i>								
개발자재 1 500배	784a	2.32	2.33	2.33a	12.7a	55.21a	7.15a	22.63a
개발자재 2 500배	732a	2.61	2.46	2.54a	12.7a	55.18a	7.13a	22.95a
엽화칼슘 250배	749a	2.68	2.51	2.60a	12.7a	55.48a	7.58a	23.13a
Control	730a	2.16	2.09	2.13a	12.7a	56.15a	7.30a	23.42a
<i>저장 90일 후</i>								
개발자재 1 500배	787a	2.10	2.11	2.11a	12.4ab	54.44a	8.10a	22.89a
개발자재 2 500배	716a	2.20	2.17	2.19a	13.1a	54.61a	6.64a	22.67a
엽화칼슘 250배	716a	2.04	1.94	1.99a	12.2ab	55.12a	7.26a	23.28a
Control	703a	2.17	2.04	2.11a	11.9b	55.53a	6.06a	23.29a
<i>저장 120일 후</i>								
개발자재 1 500배	742a	2.21	2.16	2.19a	13.4a	53.68a	8.12a	22.61a
개발자재 2 500배	729a	2.29	2.23	2.26a	13.4a	54.51a	7.90a	22.97a
엽화칼슘 250배	719a	2.29	2.23	2.26a	13.7a	53.98a	7.94a	22.59a
Control	732a	2.40	2.43	2.42a	13.3a	54.86a	7.99a	22.97a
<i>저장 150일 후</i>								
개발자재 1 500배	758a	2.15	2.23	2.19a	13.3a	53.73	8.28	22.50
개발자재 2 500배	749a	1.98	2.06	2.02a	13.7a	54.70	7.45	22.86
엽화칼슘 250배	710a	2.21	2.30	2.25a	13.0a	53.97	8.22	22.78
Control	755a	2.06	2.17	2.12a	12.8a	53.04	8.30	22.28

*저장조건(온도:0~1℃, 상대습도(RH) 85~90%), **DMRT, 5%



무처리 개발자재 1 엽화칼슘 0.4 개발자재 2

(그림 5) 개발자재별 수관살포 후 저온저장 90일 경과한 과실

◦ 개발자재 제제별 만개 후 30일에 수관 살포한 다음 저장기간 동안 과실품질을 조사한 결과, 저장 30일 및 60일 후에는 큰 차이를 발견할 수 없었으나, 저장 90일 후 개발자재 2는 무처리에 비하여 당도를 증가시켰으나 자재 간에는 차이가 없었다.

(표 13) 개발자재 수관살포에 의한 저온저장 후 바람들이과 및 부패과 발생률

자재 종류 및 농도	수확시	저장 30일 후	저장 60일 후	저장 90일 후	저장 120일 후	저장 150일 후
<i>바람들이과 발생률(%)</i>						
개발자재 1 500배	0	0	0	0	11.1b	12.5b
개발자재 2 500배	0	0	0	0	5.6c	27.3a
염화칼슘 250배	0	0	0	16.7	27.8a	37.5a
Control	0	0	0	16.7	11.1b	21.4ab
<i>부패과 발생률(%)</i>						
개발자재 1 500배	0	0	5.6	12.5	27.8a	6.3b
개발자재 2 500배	0	0	0	0	38.9a	9.1b
염화칼슘 250배	0	9.1	4.2	16.7	11.1b	31.3a
Control	0	3.0	5.6	16.7	27.8a	21.4a

*저장조건(온도:0~1℃, 상대습도(RH) 85~90%), **DMRT, 5%

◦ 개발자재 제제별 만개 후 30일에 수관 살포한 다음 저장기간 동안 바람들이과 및 부패과율을 조사한 결과, 바람들이과 발생률은 저장 60일 후까지 발생은 없었으나 저장 90일 후에는 무처리 및 염화칼슘 처리구는 16.7% 발생하였으나 개발자재 처리구는 전혀 발생하지 않았다. 저장 120일 후에는 다른 처리에 비하여 개발자재 2 처리는 유의하게 발생률이 낮았으며 저장 150일 후에는 개발자재 1이 가장 낮았다.

부패과 발생률은 저장 30일 후부터 발생하기 시작하였으나 개발자재는 저장 60일 후부터 발생하였다. 그러나 개발자재 2는 부패과 발생은 나타나지 않았다. 저장 120일 후에는 염화칼슘 처리는 다른 처리에 비하여 현저하게 발생률이 낮았으며 저장 150일 후에는 개발자재 1 및 2 처리가 가장 낮았다.

<연구결과 요약>

◦ 개발자재의 수관살포 시기 및 농도를 구명하기 위하여 Ca 함량을 조사한 결과, 개발자재 수관살포 시기는 만개 후 30일, 살포농도는 125~500배로 처리할 때, 엽, 과피 및 과피직하의 Ca 함량을 증가시켰다. 자재별로는 개발자재 1, 2 및 염화칼슘 0.4%액은 Ca 함량을 증가시켰으나, 염화칼슘 250배액은 수관살포 후 엽에 흑색반점이 나타나는 약해가 발생하였다.

◦ 자재별 저온저장 30일후 Ca 함량은 과피에는 큰 차이가 없었으나, 과피직하 과육에는 개발자재 1, 2, 염화칼슘 모두 증가하였다. 과실품질은 30일, 60일, 90일 저장 후 과중, 경도 및 Hunter 값에는 차이가 없었다. 당도는 저장 30일, 60일에는 자재간 차이는 없었으나 90일 후에는 개발자재 2가 증가하였다.

◦ 저장 90일 후의 과피에서는 T-N, P, K, Mg, Na 함량에는 차이가 없었으나 Ca 함량은 무처리에 비하여 개발자재 2 및 염화칼슘 처리에서 높았다. 과피 직하 과육에서는 T-N, P, K, Mg 함량은 차이가 없었으나 Ca 함량은 염화칼슘 처리구가 다

른 처리에 비하여 유의하게 높았다. Na 함량은 개발자재 2 및 염화칼슘 처리에서 높았다.

◦ 바람들이과 발생률은 저장 60일 후까지 발생은 없었으나 저장 90일 후에는 무처리 및 염화칼슘 처리구는 16.7% 발생하였으나 개발자재 처리구는 전혀 발생하지 않았다. 저장 15일 후에는 개발자재 1 처리에서 발생률이 낮았다.

◦ 부패과 발생률은 저장 30일 후 부터 발생하기 시작하였으나 개발자재는 저장 60일 후부터 발생하였다. 그러나 개발자재 2는 부패과 발생은 나타나지 않았다. 저장 150일 후에는 개발자재 1, 2 처리에서 발생률이 낮았다.

◦ 따라서, 개발자재 1은 만개 후 30일에 500배액으로 수관살포를 하면 식물체내 칼슘량 증가로 인하여 바람들이과 발생률을 경감시킬 수 있었다.

5. 토마토의 적용기술 개발 및 효과 검증

<재료 및 방법>

- 본 시험은 경기도 화성시 정남면 소재 토마토 하우스 재배농가에서 실시하였으며, 품종은 하우스 도태량 품종을 45일 육묘한 것을 시중에서 구입하여 이용하였다. 시험구 면적은 200m² 단동 비닐하우스에서 재식거리 100 x 25cm로 정식하여 시험을 수행하였다. 재배 포장의 토양 화학성은 표 1과 같다. 시험구 배치는 반복당 10주로 하여 난괴법 3반복으로 실시하였다. 시험 기간은 2011년 6월 1일부터 9월 30일까지 실시하였으며 일반 관리는 관행재배에 준하였다.
- 시험에 사용된 시험자재 및 농도는 개발자재 1(고활성칼슘) 500배, 개발자재 2(고활성칼슘+복합미네랄) 500배, 염화칼슘 2수염 250배(덕산사)를 2번과 착과 시 1회 엽면살포하였다. 개발자재 1 500배액의 적정 살포회수를 구명하기 위하여 1회(1번과 착과 시), 2회(1, 2번과 착과 시), 3회(1, 2, 3번과 착과 시)를 엽면살포하였다. 적정 농도를 구명하기 위하여 개발자재 2 250배, 500배, 1000배 액을 2번과 착과 시 엽면살포하였다.
- 개발자재 1 500배액의 적정 엽면살포 시기를 구명하기 위하여 1번과, 2번과, 3번과 착과 시 각각 1회를 살포하였다. 무기성분 분석용 시료 채취는 칼슘제 종류, 살포회수, 농도, 살포시기별로 엽신, 엽병 및 과실로 구분하여 8월 18일에 실시하였다.
- 채취한 시료는 빙초산 0.3% 용액으로 세척하여 Dry oven 70~80℃에서 7~10일간 건조한 후 20mesh 체로 분쇄하여 분석용 시료로 하였다. T-N은 시료 500mg에 진한 H₂SO₄ 12mL을 첨가하고 분해촉진제(K₂SO₄ + CuSO₄) 2알을 넣어 360℃에서 1시간 분해한 후 Kjelttec auto 1035 analyzer(Kjelttec system)로 측정하였다.
- K, Ca, Mg 및 Na는 시료 500mg에 ternary 용액(HNO₃ : H₂SO₄ : HClO₄ = 10 : 1: 4 v/v 비)을 10mL 넣고 220℃에서 1시간 동안 분해한 후, 원자흡광분광광도계(AA-6710)로 분석하였다. P는 시료를 ternary 용액으로 분해한 후 vanadate법으로 발색시킨 후 비색계(uv/vis Spectrophotometer, Gilford 260)로 측정하였다.
- 당도는 굴절 당도계(Atago, N1형)로 측정하였다. 과실 경도는 과실 경도계(universal UN 형)로 측정하였다.
- 산 함량은 과즙 10mL에 증류수 40mL을 가한 용액을 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.1이 될 때까지 적정한 후 그량을 능금산으로 환산하여 나타내었다.
- 색도는 색차계(Minolta chromameter CR-200, Japan)를 이용하여 과립의 중앙부 2지점에서 측정하여 Hunter L, a, b 값으로 나타내었다.
- 부패과, 열과 및 배꼽썩음과 발생률은 수확 시에 발생 과수를 조사하여 총 과실

수로 나누어 표시하였다.

<표 1> 시험 포장의 화학성

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cations(cmol/kg)				T-N (%)	NO ₃ -N (mg/kg)
				K	Ca	Mg	Na		
5.16	1.28	21.4	1,132	0.77	5.04	2.23	0.19	0.18	51.86
*6.0~ 6.5	2이하	25.0~ 35.0	400~ 500	0.70~ 0.99	5.0~ 6.0	1.5~ 2.0	-	-	-

*농과원 기준치



<시험 포장 전경>

<시험결과>

<표 2> 토마토 ‘하우스도태랑’에서 자재 종류별 엽면살포에 의한 과실의 무기성분 농도

칼슘제 종류	T-N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%, mL · kg ⁻¹)
<i>엽신</i>						
개발자재 1 500배	2.80a	0.456b	2.29a	2.98b	0.55b	0.16a
개발자재 2 500배	2.87a	0.471b	2.53a	3.56b	0.64b	0.09a
엽화칼슘 250배	2.84a	0.617a	2.29a	4.41a	0.82a	0.13a
Control	2.77a	0.487b	2.70a	3.58b	0.74a	0.10a
<i>엽병</i>						
개발자재 1 500배	3.36a	0.412b	3.88b	1.81b	0.93a	0.21a
개발자재 2 500배	3.43a	0.503a	3.96b	2.37a	1.31a	0.16a
엽화칼슘 250배	3.40a	0.461b	4.41a	1.99b	1.16a	0.12a
Control	3.33a	0.457b	4.39a	1.79b	1.13a	0.16a
<i>과실</i>						
개발자재 1 500배	0.039a	0.472a	4.58a	0.261a	0.148b	510a
개발자재 2 500배	0.039a	0.500a	4.95a	0.238ab	0.208a	380b
엽화칼슘 250배	0.040a	0.503a	4.55a	0.232ab	0.196a	345b
Control	0.039a	0.496a	4.28a	0.226b	0.196a	424a

*엽면살포 : 2번과 착과 시 각 1회 살포, 시료 채취 : 8월 18일

**DMRT. 5% 수준

◦ 시험자재 종류별 2번과 착과시 1회 살포하여 8월 18일 식물체의 무기성분 농도를 분석한 결과 (표 2), 엽신, 엽병 및 과실의 T-N 농도는 개발자재 1, 개발자재 2 500배 및 염화칼슘 250배액 처리구는 무처리구와 비교하여 볼 때 큰 차이를 인정할 수 없었다. P 농도는 염화칼슘 250배액 처리가 엽신에서, 엽병에서는 개발자재 2 500배 다른 처리에 비하여 높았으나 과실의 농도에서는 차이가 없었다. K 농도는 엽신에는 처리간 차이가 없었으나 엽병에서는 염화칼슘 250배액 및 무처리에 비하여 개발자재 1 및 개발자재 2 처리는 낮았다. 과실에서는 무처리에 비하여 칼슘제 처리구가 높은 농도를 보였으나 통계적인 유의성은 없었다. Ca 농도는 엽신에서는 염화칼슘 250배액 처리, 엽병에서는 개발자재 2 처리, 과실에서는 개발자재 1이 무처리에 비하여 높은 농도를 보였다. Mg 농도는 엽신에서 개발자재 1 및 2 처리가 낮았으나 엽병에서는 처리간 차이가 없었다. 과실에서는 개발자재 1 500배 처리가 가장 낮은 농도를 보였다. Na 농도는 엽신 및 엽병 부위에서는 처리간 차이가 없었으나, 과실에서는 개발자재 2 및 염화칼슘 처리가 무처리 및 개발자재 1 처리에 비하여 현저하게 낮았다.

<표 3> 토마토 ‘하우스도태랑’에서 자재 종류별 엽면살포에 의한 수량 및 열과 발생률

칼슘제 종류	수량 (kg/10주)	과수 (개/10주)	평균과중 (g)	부패과 (%)	열과 (%)	배꼽썩음과 (%)
8월 5일 수확과						
개발자재 1 500배	0.89b	4	128.0	0	50.0	0
개발자재 2 500배	1.04a	10	104.2	10.0	10.0	0
염화칼슘 250배	0.22b	1	221.0	0.0	0.0	0
Control	0.38b	2	188.6	50.0	0.0	0
8월 13일 수확과						
개발자재 1 500배	2.35a	38	61.8	0	36.3	0
개발자재 2 500배	1.88b	30	62.6	0	43.3	6.7
염화칼슘 250배	1.58b	29	49.4	3.5	31.0	10.4
Control	1.85b	32	57.8	0	53.1	6.3
8월 18일 수확과						
개발자재 1 500배	2.78a	14	197	7.1	14.3	0
개발자재 2 500배	1.02b	8	128	0	25.0	0
염화칼슘 250배	2.99a	15	199	13.3	13.3	0
Control	1.57b	7	224	0	28.6	0
8월 25일 수확과						
개발자재 1 500배	0.60b	5	119	0	40.0	40.0
개발자재 2 500배	2.36a	18	131	5.6	22.2	0
염화칼슘 250배	1.37b	13	105	7.7	15.4	7.7
Control	1.75b	18	97	22.2	5.6	0
9월 1일 수확과						
개발자재 1 500배	0.34a	3	112	25.0	25.0	0
개발자재 2 500배	0.88a	5	172	0	60.0	0
염화칼슘 250배	0.36a	4	91	20.0	40.0	0

Control	0.39a	3	130	33.3	33.3	0
---------	-------	---	-----	------	------	---

*엽면살포 : 2번과 착과시 각 1회 살포

**DMRT. 5% 수준

◦ 자재 종류별 처리 후 수량 및 부패과, 열과 및 배꼽썩음과 발생률을 조사한 결과 (표 3, 4), 수량은 무처리에 비하여 칼슘제 처리 모두 10~21% 증가하였으며 주당 과수 및 과중에는 큰 유의성이 없었다. 부패과 발생률은 무처리 21.1%에 비하여 개발자재 1 6.42%, 개발자재 2는 3.12%, 염화칼슘은 8.9%로 칼슘제 엽면살포에 의하여 부패과 발생률을 줄일 수 있었다. 열과 발생률은 무처리에 24.1%에 비하여 염화칼슘 19.9%, 개발자재 1 33.1%, 개발자재 2 32.1% 순이었다. 배꼽썩음과 발생률은 무처리와 칼슘제 처리간 차이를 인정할 수 없었다.

<표 4> 토마토 ‘하우스도태랑’에서 자재 종류별 엽면살포에 의한 누적 수량

칼슘제 종류	수량 (kg/10주)	과수 (개/10주)	평균과중 (g)	수량지수
개발자재 1 500배	6.96a	64	108	117
개발자재 2 500배	7.18a	71	101	121
염화칼슘 250배	6.52a	62	105	110
Control	5.94b	62	95.8	100

*엽면살포 : 2번과 착과시 각 1회 살포

**DMRT. 5% 수준

<표 5> 토마토 ‘하우스도태랑’에서 자재 종류별 엽면살포에 의한 과실 품질

칼슘제 종류	Hunter 값			경도 (kg)	당도 (OBx)	산 함량 (%)
	L	a	b			
8월 5일 수확과						
개발자재 1 500배	38.82b	20.65a	11.74	-	5.6a	0.57
개발자재 2 500배	36.38b	20.54a	10.56	-	4.7ab	0.45
염화칼슘 250배	45.61a	12.22b	14.22	-	4.5b	0.51
Control	45.14a	8.97b	13.45	-	5.2a	0.53
8월 13일 수확과						
개발자재 1 500배	35.9	20.8	10.8	1.19a	4.8	0.42
개발자재 2 500배	38.3	20.0	11.7	1.35a	4.4	0.43
염화칼슘 250배	36.2	21.8	10.8	1.24a	4.7	0.39
Control	35.3	19.4	10.0	1.11b	4.1	0.32
8월 18일 수확과						
개발자재 1 500배	37.3b	20.9	10.5	1.27a	4.6	0.33
개발자재 2 500배	42.5a	16.5	13.2	1.13a	4.5	0.32
염화칼슘 250배	36.5b	23.3	11.1	1.12a	4.5	0.41
Control	36.9b	18.4	10.6	1.33a	4.6	0.42
8월 25일 수확과						
개발자재 1 500배	36.2	22.1	11.1	-	5.1	0.38
개발자재 2 500배	36.8	21.1	11.1	-	4.6	0.43
염화칼슘 250배	35.7	22.7	10.7	-	4.9	0.46

Control	33.7	20.0	9.5	-	4.7	0.42
9월 1일 수확과						
개발자재 1 500배	37.7	19.0	10.7	1.28a	4.5	0.44
개발자재 2 500배	37.0	22.6	11.2	1.31a	4.7	0.42
염화칼슘 250배	34.2	20.1	9.7	1.52a	4.4	0.31
Control	35.8	24.6	11.3	1.38a	4.9	0.42

*엽면살포 : 2번과 착과시 각 1회 살포

**DMRT. 5% 수준

◦ 자재 종류별 처리에 의한 과피색의 Hunter L값(명도)은 8월 5일 수확시 염화칼슘 및 무처리에 비하여 개발자재 1 및 개발자재 2 처리는 낮았으나, a값(적색도)은 이들 처리구 높았으며 b값은 큰 차이는 없었다. (표 5, 그림 1) 과실의 경도는 자재별 처리구 모두 무처리에 비하여 증가하였다. 당도는 다른 처리에 비하여 염화칼슘 처리가 낮았다. 산 함량은 큰 차이가 없었다.



무처리 염화칼슘 개발자재2 개발자재1

<그림 1> 칼슘제 처리별 수확 시 과피색 *엽면살포 : 2번과 착과시 각 1회 살포

<표 6> 토마토 ‘하우스도태랑’에서 개발자재1 엽면살포 횟수별 과실의 무기성분의 농도

살포 횟수	T-N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (% ppm)
<i>엽신</i>						
1회	2.66a	0.699a	3.11a	4.293b	0.806b	0.078b
2회	2.70a	0.696a	3.40a	4.214b	0.783c	0.099b
3회	2.73a	0.525ab	2.55b	4.965a	0.981a	0.184a
무처리	2.63a	0.482b	3.44a	4.662b	0.852b	0.054b
<i>엽병</i>						
1회	3.22a	0.582a	3.98c	2.000b	1.074a	0.089b
2회	3.26a	0.468b	5.27a	2.299b	0.978a	0.095b
3회	3.29a	0.414b	3.83c	2.509a	1.350a	0.185a
무처리	3.19a	0.546a	4.82a	2.226b	1.278a	0.061b
<i>과실</i>						
1회	0.378a	0.535a	4.51a	0.248a	0.196a	0.034b
2회	0.382a	0.511a	4.74a	0.250a	0.196a	0.034b
3회	0.385a	0.507a	4.12a	0.214b	0.184a	0.039b
무처리	0.375a	0.520a	4.16a	0.224b	0.184a	0.024a

*개발자재 1 농도 및 엽면살포 시기 : 500배, 1, 2, 3번과 착과 시 각 1회 살포

**DMRT, 5% 수준

◦ 자재 종류별 시험에서 선발된 개발자재 1의 엽면살포 적정 살포 횟수를 구명하기 위하여 1번과 착과시 1회, 2회(1, 2번과), 3회(1, 2, 3번과)를 처리한 후 부위별 무기성분 농도는 다음과 같다(표 6). T-N 농도는 엽, 엽신 및 과실에서 살포 횟수 간 차이는 없었다. P 농도는 엽신에서 1회 및 2회 처리가 높았으며, 엽병에서는 2회 및 3회 처리에 낮았으나 과실은 처리간 차이는 없었다. K 농도는 엽신에서는 3회 처리 엽병에서는 1회 및 3회 처리에서 다른 처리에 비하여 낮았다. 그러나 과실에서는 처리간 차이가 없었다. Ca 농도는 엽신 및 엽병에서 3회 처리가 현저하게 높았으며 과실에서는 1회 및 2회 처리가 다른 처리에 비하여 높았다. Mg 농도는 엽신에서 3회 처리가 무처리 및 1회 처리에 비하여 현저히 높았으나, 2회 처리는 오히려 낮았다. 그러나 엽병 및 과실에는 차이가 없었다. Na 농도는 엽신 및 엽병에서 3회 처리가 높았으나, 과실에서는 1, 2, 3회 처리 모두 무처리에 비해 유의하게 높았다. 살포에 회수에 따라 일정한 경향을 볼 수 없었으나 과실로의 칼슘 축적은 1, 2회 처리 모두 많이 되었다. 살포 횟수에 따른 약해로 보이는 증상은 발견할 수 없었다.

<표 7> 토마토 ‘하우스도태랑’에서 개발자재1 엽면살포 횟수별 수량 및 열과발생률

살포 횟수	수량 (kg/10주)	과수 (개/10주)	평균과중 (g)	부패과 (%)	열과 (%)	배꼽썩음과 (%)
8월 5일 수확과						
1회	1.28a	7	182.2a	0	12.5	0
2회	0.30b	3	98.7b	0	25.0	0
3회	0.22b	2	111.6b	0	0	0
무처리	1.50a	6	175.1a	14.2	28.6	0
8월 13일 수확과						
1회	1.49b	25	59.6a	12.0	32.0b	4.0
2회	2.20a	32	68.8a	6.3	53.1a	0
3회	2.36a	37	63.8a	2.7	48.3a	0
무처리	1.73b	38	45.5b	5.3	52.5a	0
8월 18일 수확과						
1회	1.26b	6	210a	0	66.7	0
2회	3.15a	14	225a	0	14.3	0
3회	2.83a	15	203a	6.7	0	0
무처리	1.19b	12	99b	0	33.3	8.3
8월 25일 수확과						
1회	2.83a	19	149b	0	15.8b	0
2회	2.12a	13	163a	7.7	30.8a	0
3회	2.12a	15	141b	0	26.7a	0
무처리	1.89b	13	145b	0	7.7b	0
9월 1일 수확과						
1회	0.46b	4	123b	0	20.0	0
2회	1.60a	10	160a	37.5	25.0	0
3회	0.46b	4	115b	25.0	25.0	0
무처리	0.86b	6	143b	0	0	0

*개발자재 1 농도 및 엽면살포 시기 : 500배, 1, 2, 3번과 착과 시 각 1회 살포

**DMRT, 5% 수준

<표 8> 토마토 ‘하우스도태랑’에서 개발자재 1 엽면살포 횟수별 누적 수량

살포 횟수	수량 (kg/10주)	과수 (개/10주)	평균과중 (g)	수량지수
1회	7.32b	61	120a	102.1
2회	9.37a	72	130a	130.7
3회	7.99b	73	110a	111.4
무처리	7.17b	75	96b	100.0

*개발자재 1의 농도 및 엽면살포 시기 : 500배, 1, 2, 3번과 착과 시 각 1회 살포

**DMRT, 5% 수준

◦ 개발자재 1 엽면살포 횟수별 수량 및 열과 발생률을 조사한 결과를 보면(표 7, 8), 수량은 2회 처리가 다른 처리에 비하여 현저하게 많았다. 평균 과중은 무처리에 비하여 전 처리 모두 증가하였으며 수량지수는 2.1~30.7% 증가하였다. 부패과 발생률은 무처리 3.9%에 비하여 1회 처리는 2.4%, 2회 처리는 10.3%, 3회 처리는 6.9%로 나타나 살포 횟수 간 큰 차이를 인정할 수 없었다. 열과 발생률은 3회 처리가 가장 적었다. 배꼽썩음과 발생률은 무처리 1.7%에 비하여 1회 처리는 0.8%, 2회 및 3회 처리는 전혀 발생되지 않았다.

<표 9> 토마토 ‘하우스도태랑’에서 개발자재 1 엽면살포 횟수별 과실 품질

살포 횟수	Hunter 값			경도 (kg)	당도 (OBx)	산함량 (%)
	L	a	b			
8월 5일 수확과						
1회	40.1a	20.0a	12.5a	-	5.0a	0.51a
2회	41.7a	13.2b	11.9a	-	5.1a	0.54a
3회	39.8a	18.2a	12.0a	-	4.8ab	0.45a
무처리	37.4a	21.2a	11.1a	-	4.4b	0.45a
8월 13일 수확과						
1회	38.0a	20.5a	11.0a	1.19a	4.5a	0.44a
2회	38.5a	22.5a	11.7a	1.21a	4.8a	0.39a
3회	36.3a	22.3a	10.5a	1.16a	4.6a	0.45a
무처리	37.4a	20.0a	10.8a	1.18a	4.5a	0.42a
8월 18일 수확과						
1회	38.8a	20.1a	11.6a	1.17a	4.6a	0.43a
2회	38.2a	22.2a	12.2a	1.17a	4.5a	0.43a
3회	37.2a	23.1a	11.4a	1.08b	4.7a	0.40a
무처리	35.4a	21.6a	10.7a	1.09b	5.1a	0.36a
8월 25일 수확과						
1회	35.2a	22.7a	10.5a	-	4.8a	0.42a
2회	35.8a	22.6a	10.7a	-	4.9a	0.43a
3회	36.3a	21.0a	10.8a	-	5.0a	0.43a
무처리	35.7a	22.8a	11.0a	-	4.8a	0.41a

9월 1일 수확과						
1회	36.5a	23.1a	10.7a	1.45a	5.1a	0.31a
2회	37.4a	22.1a	11.0a	1.58a	5.1a	0.42a
3회	34.8a	19.6a	9.6b	1.53a	4.9a	0.44a
무처리	35.5a	21.7a	9.9b	1.39b	5.1a	0.43a

*개발자재 1의 농도 및 엽면살포 시기 : 500배, 1, 2, 3번과 착과 시 각 1회 살포

**DMRT, 5% 수준

◦ 개발자재 1의 횃수별 엽면살포한 후 과실 품질을 조사한 결과(표 9, 그림 2), 8월 5일 수확한 과실의 Hunter a값은 2회 처리에서 다른 처리에 비하여 낮았으며 당도는 1회 및 2회 처리가 높았다. 8월 13일 및 8월 25일 수확과는 과실품질의 차이가 없었다. 8월 18일 수확과에서는 1회 및 2회 처리가 다른 처리에 비하여 과실 경도는 높았으며 9월 1일 수확과는 무처리에 비하여 전 처리에서 높았다. 따라서 개발자재 1의 살포 횃수는 2회 엽면살포가 적당한 것으로 판단되었다.



무처리 1회 2회 3회

<그림 2> 개발자재 1 엽면살포 횃수별 수확 시 과피색

*농도 : 500배

<표 10> 토마토 ‘하우스도태랑’에서 개발자재 1의 엽면살포 농도별 과실의 무기성분 농도

농도 (배)	T-N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%, ppm)
엽신						
250	2.52a	0.699a	2.57b	5.10a	0.85a	0.15b
500	2.56a	0.596b	2.83b	4.77b	0.84a	0.14b
1,000	2.59a	0.525b	3.26a	3.81b	0.77c	0.13b
무처리	2.49a	0.482c	2.65b	4.46b	0.93b	0.33a
엽병						

250	3.08a	0.606a	3.51b	2.04b	1.10b	0.15b
500	3.12a	0.552a	4.53a	2.65a	1.36a	0.09b
1,000	3.15a	0.439b	4.81a	2.06b	0.95b	0.14b
무처리	3.05a	0.320b	3.54b	2.21b	1.04b	0.27a
<i>과실</i>						
250	0.036a	0.552a	4.52a	0.236a	0.208a	402a
500	0.037a	0.518a	4.00a	0.220a	0.148b	355b
1,000	0.037a	0.498a	4.46a	0.235a	0.196a	365b
무처리	0.036a	0.531a	4.02a	0.170b	0.196a	333b

*개발자재 1의 엽면살포 시기 및 횟수 : 2번과 착과 시 1회 살포

**DMRT, 5% 수준

◦ 개발자재 1 엽면살포 적정 농도를 구명하기 위하여 2번과 착과시 1회 농도별로 처리한 후 식물체 부위별 무기성분 농도를 분석한 결과(표 10), T-N 농도는 엽신, 엽병 및 과실 모두 농도별 차이가 없었다. P 농도는 엽신에서는 무처리에 비하여 전 농도에서 높았으며 엽병에서는 1,000배 및 무처리에 비하여 500배 및 250배는 그 농도가 높았으나 과실에는 처리간 큰 차이가 없었다. K 농도는 엽신에서 1,000배 처리가 다른 처리에 비하여 높았으며 엽병에서는 500배 및 1000배 처리가 다른 처리에 비하여 높았으나 과실에서는 처리간 큰 차이가 없었다. Ca 농도는 엽신에서 250배 처리, 엽병에서 500배 처리, 과실에서는 250배, 500배, 1,000배 처리가 다른 처리에 비하여 현저하게 높았다. Mg 농도는 엽신에서 250배 및 500배, 엽병에서 500배, 과실에서 250배, 1,000배 및 무처리에서 높았다. Na 농도는 무처리에 비하여 엽신 및 엽병에서 현저하게 낮았으나 과실에서는 250배가 높았다.

<표 11> 토마토 ‘하우스도태랑’에서 개발자재 1의 엽면살포 농도별 수량 및 열과 발생률

농도	수량 (kg/10주)	과수 (개/10주)	평균과중 (g)	부패과 (%)	열과 (%)	배꼽썩음과 (%)
8월 5일 수확과						
250	0.81	5	141.7	0	20.0	0
500	0.89	4	128.0	0	50.0	0
1,000	0.38	3	127.5	0	33.3	0
무처리	0.07	1	65.8	0	0	0
8월 13일 수확과						
250	2.24	36	62.2	0	72.2	8.3
500	2.06	13	153.5	0	63.2	0
1,000	2.79	33	84.6	0	18.2	0
무처리	2.27	23	93.7	0	39.1	0
8월 18일 수확과						
250	1.26	8	157	12.5	37.5	0

500	3.08	14	220	0	28.6	0
1,000	1.70	10	170	10.0	20.0	0
무처리	2.33	16	146	0	9.5	0
8월 25일 수확과						
250	1.52	10	152	10.0	10.0	10.0
500	1.21	9	134	0	11.1	0
1,000	2.40	16	150	0	12.5	0
무처리	1.29	9	143	22.2	22.2	0
9월 1일 수확과						
250	1.46	11	133	9.1	27.3	0
500	0.32	3	114	0	33.3	33.3
1,000	0.46	3	153	33.3	0	0
무처리	1.15	10	115	23.1	53.9	0

*개발자재 1의 엽면살포 시기 및 횟수 : 2번과 착과 시 1회 살포

**DMRT, 5% 수준

<표 12> 토마토 ‘하우스도태랑’에서 개발자재 1의 엽면살포 농도별 누적 수량

농도	수량 (kg/10주)	과수 (개/10주)	평균과중 (g)	수량지수
250	7.29a	70	104	103
500	7.56a	43	176	106
1,000	7.73a	65	119	109
무처리	7.11a	58	125	100

*개발자재 1의 엽면살포 시기 및 횟수 : 2번과 착과 시 1회 살포

**DMRT, 5% 수준

◦ 개발자재 1의 농도별 엽면살포 후 수량 및 열과 발생률을 조사한 결과(표 11, 12), 수량은 처리 농도간 차이는 없으나 수량 지수에서는 무처리에 비하여 전 처리 농도에서 3~9% 증수할 수 있었다. 부패과 발생률은 무처리 9.1%에 비하여 500배는 0%, 1,000배는 8.7%, 250배 6.3% 발생하였다. 열과 발생률은 무처리 24.9%에 비하여 1,000배 16.8%로, 250배 33.4%, 500배 처리는 37.2%로 나타나 1,000배 처리에서 발생률이 가장 낮았다. 배꼽썩음과 발생률은 발생이 미미하였으나 1,000배 및 무처리 0%에 비하여 250배 및 500배 처리에서 1.7%~0.7%를 나타내었다.

<표 13> 토마토 ‘하우스도태랑’에서 개발자재 1의 엽면살포 농도별 과실 품질

농도 (배)	Hunter 값			경도 (kg)	당도 (OBx)	산 함량 (%)
	L	a	b			
8월 5일 수확과						
250	37.55a	19.92a	11.32a	-	4.8a	0.52a

500	38.82a	20.65a	11.74a	-	5.6a	0.57a
1,000	38.02a	16.68b	9.71a	-	4.7a	0.54a
무처리	38.11a	20.04a	10.89a	-	3.6b	0.50a
8월 13일 수확과						
250	37.2a	22.7a	11.4a	1.12a	4.7a	0.38a
500	36.0a	24.0a	11.0a	1.00a	4.7a	0.35a
1,000	35.2a	21.8a	10.0a	1.26a	4.7a	0.38a
무처리	35.0a	20.8a	10.2a	1.33a	4.6a	0.41a
8월 18일 수확과						
250	36.2a	20.6a	8.3b	1.09a	4.7a	0.42a
500	38.0a	21.0a	12.0a	1.09a	4.8a	0.39a
1,000	37.9a	19.4a	11.3a	1.13a	4.7a	0.40a
무처리	37.4a	21.4a	11.0a	1.18a	4.6a	0.37a
8월 25일 수확과						
250	34.9a	21.8a	10.2a	-	4.7a	0.35a
500	37.0a	20.0a	11.0a	-	4.7a	0.47a
1,000	36.6a	21.6a	11.2a	-	4.9a	0.37a
무처리	36.1a	20.2a	10.6a	-	4.4a	0.39a
9월 1일 수확과						
250	35.9a	22.6a	11.3a	1.66a	5.1a	0.50a
500	39.0a	20.0a	11.0a	1.43a	5.1a	0.51a
1,000	36.7a	21.5a	11.0a	1.49a	4.9a	0.48a
무처리	35.6a	20.8a	10.6a	1.31a	4.9a	0.41a

*개발자재 1의 엽면살포 시기 및 횟수 : 2번과 착과 시 1회 살포

**DMRT, 5% 수준



무처리 1,000배 500배 250배

<그림 3> 개발자재 1의 엽면살포 농도별 수확 시 과피색

*처리시기 및 살포 횟수 : 2번과 착과 시 1회

◦ 개발자재 1의 농도별 엽면살포 후 과실 품질에 미치는 영향을 조사한 결과를 보면(표 13, 그림 3), 8월 5일 수확과에서 Hunter a값은 1,000배 처리가 다른 처리에 비하여 낮았으며 당도는 무처리에 비하여 전 처리농도에서 1.1~2.0OBx 증가하였다. 8월 18일 수확과에서는 250배 처리에서 다른 처리에 비하여 Hunter b값이 낮았다. 그러나 8월 13일, 8월 25일, 9월 1일 수확과에서는 Hunter L, a, b값, 경도, 당도, 산 함량에는 처리간 차이가 없었다. 따라서 개발자재 1 엽면살포 적정 농도는 500배 및 1,000배로 생각되었다.

<표 14> 토마토 ‘하우스도태랑’에서 개발자재 1의 엽면살포 시기별 과실의 무기성분 농도

살포 시기	T-N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (% ppm)
<i>엽신</i>						
1번과 착과시	2.38a	0.634a	2.82b	4.059a	0.841a	0.101a
2번과 착과시	2.42a	0.645a	3.61a	3.903a	0.806a	0.082a
3번과 착과시	2.45a	0.487b	3.89a	3.664b	0.655b	0.103a
무처리	2.35a	0.466b	3.70a	3.637b	0.748b	0.137a
<i>엽병</i>						
1번과 착과시	2.94a	0.563a	4.97b	1.988a	1.098a	0.126a
2번과 착과시	2.98a	0.628a	4.49b	1.878b	0.954a	0.129a
3번과 착과시	3.01a	0.460b	5.53a	1.855b	0.750b	0.105a
무처리	2.91a	0.477b	5.62a	1.828b	0.846b	0.153a
<i>과실</i>						
1번과 착과시	0.035a	0.546a	4.36a	0.150b	0.200a	349a
2번과 착과시	0.035a	0.487b	4.08a	0.206a	0.172b	248b
3번과 착과시	0.036a	0.451b	4.09a	0.208a	0.172b	316a
무처리	0.035a	0.464b	4.19a	0.187b	0.188b	389a

*개발자재 1의 농도 및 살포횟수 : 500배 1회 엽면살포, 시료채취 : 8월 15일

**DMRT, 5% 수준

◦ 개발자재 1의 엽면 살포시기를 구명하기 위하여 500배를 1회 1번과, 2번과, 3번과 착과시 처리하여 식물체 부위별 무기성분 농도를 조사한 결과(표 14)는 다음과 같다. T-N 농도는 처리 시기 간 엽병, 엽신 및 과실에서 큰 차이는 없었다. P농도는 엽신 및 엽병에서 1번과 및 2번과 착과 시 처리가 무처리 및 3번과 착과 시 처리보다 유의하게 높았으며 과실에서는 1번과 착과 시 처리가 다른 처리보다 높았다. K 농도는 엽신에서는 1번과 착과시 엽병에서는 1번과 및 2번과 착과시 처리가 다른 처리에 비하여 낮았으나 과실에서는 차이가 없었다. Ca 농도는 엽신에서는 1번과 및 2번과, 엽병에서는 1번과, 과실에서는 2번과 및 3번 처리 시 다른 처리보다

현저하게 높았다. Mg 농도는 엽신 및 엽병에서 1번과 및 2번과 착과시 처리가 다른 처리가 보다 높았으며 과실에서는 1번과 착과 시 처리는 현저하게 농도가 높게 나타났다. Na 농도는 엽신 및 엽병에서는 차이가 없었으나 과실에서는 2번과 착과 시 처리는 낮았다.

<표 15> 토마토 ‘하우스도태랑’에서 개발자재 1의 엽면살포 시기별 수량 및 열과 발생률

농도	수량 (kg/10주)	과수 (개/10주)	평균과중 (g)	부패과 (%)	열과 (%)	배꼽썩음과 (%)
8월 5일 수확과						
1번과 착과시	0.17	2	85.1	0	0	0
2번과 착과시	0.89	4	128.0	0	50.0	0
3번과 착과시	0	0	-	0	0	0
무처리	0.58	4	144.1	0	0	0
8월 13일 수확과						
1번과 착과시	2.50	16	156.3	6.3	68.8	0
2번과 착과시	2.82	27	104.4	3.7	14.3	0
3번과 착과시	2.22	10	222.0	0	50.0	0
무처리	1.87	25	74.8	0	68.0	0
8월 18일 수확과						
1번과 착과시	1.88	8	235	0	0	12.5
2번과 착과시	2.73	14	195	7.1	21.4	0
3번과 착과시	1.11	5	222	20.0	60.0	0
무처리	1.82	10	182	0	30.0	0
8월 25일 수확과						
1번과 착과시	1.57	12	131	0	16.7	0
2번과 착과시	1.66	13	128	7.7	0	0
3번과 착과시	1.83	13	141	23.1	0	0
무처리	2.01	17	118	5.9	23.5	0
9월 1일 수확과						
1번과 착과시	0.73	5	145	0	80.0	0
2번과 착과시	0.39	3	131	0	66.7	0
3번과 착과시	1.51	10	151	20.0	50.0	0
무처리	0.93	7	133	28.6	28.6	0

*개발자재 1의 농도 및 살포 횟수 : 500배 1회 엽면살포

**DMRT, 5% 수준

<표 16> 토마토 ‘하우스도태랑’에서 개발자재 1의 엽면살포 시기별 누적 수량

농도	수량 (kg/10주)	과수 (개/10주)	평균과중 (g)	수량 지수
1번과 착과시	6.85b	43	153	95.0
2번과 착과시	8.49a	61	139	117.8
3번과 착과시	6.67b	38	176	92.5
무처리	7.21b	63	114	100.0

*개발자재 1의 농도 및 살포 횟수 : 500배 1회 엽면살포

**DMRT, 5% 수준

◦ 개발자재 1의 엽면살포 적정 시기를 구명하기 위하여 수량 및 열과 발생율을 조사한 결과(표 15, 16)를 보면 무처리에 비하여 2번과 착과시 처리가 다른 처리에 비하여 주당 수량이 증가하였다. 수량 지수는 2번과 착과 시 처리가 17.8% 증수 되었다. 부패과 발생률은 무처리 6.9%에 비하여 1번과 착과 시 처리 1.3%, 2번과 착과 시 3.7%, 3번과 착과시 12.6%로 나타나 2번과 착과 시 처리는 발생률이 낮았다. 열과 발생률은 전 처리 모두 30.0~33.1% 나타나 차이를 인정할 수 없었다. 열과 발생률은 처리 시기 간 차이가 없었다.

<표 17> 토마토 ‘하우스도태랑’에서 개발자재 1의 엽면살포 시기별 과실 품질

살포 시기	Hunter 값			경도 (kg)	당 도 (OBx)	산 함량 (%)
	L	a	b			
8월 5일 수확과						
1번과 착과시	41.98a	13.30b	12.15a	-	4.9ab	0.49a
2번과 착과시	38.82a	20.65a	11.74a	-	5.6a	0.57a
무처리	44.03a	12.30b	12.12a	-	4.4b	0.49a
8월 13일 수확과						
1번과 착과시	37.1a	20.3a	11.5a	1.48a	5.3a	0.45a
2번과 착과시	37.6a	19.2a	11.8a	1.21b	5.2a	0.46a
3번과 착과시	37.1a	20.3a	11.5a	1.48a	5.3a	0.45a
무처리	37.5a	21.9a	11.7a	1.19b	4.7a	0.39a
8월 18일 수확과						
1번과 착과시	36.3a	21.2a	11.1a	1.19a	5.0a	0.42a
2번과 착과시	37.6a	19.7a	11.3a	1.18a	4.9a	0.41a
3번과 착과시	35.1a	22.5a	10.5a	1.29a	5.2a	0.41a
무처리	36.4a	20.5a	10.8a	0.81b	4.9a	0.43a
8월 25일 수확과						
1번과 착과시	35.9a	23.4a	10.9a	-	4.9a	0.42a
2번과 착과시	35.5a	22.6a	10.3a	-	4.9a	0.43a
3번과 착과시	36.0a	22.9a	11.2a	-	5.1a	0.42a
무처리	35.8a	21.8a	10.4a	-	5.0a	0.40a
9월 1일 수확과						
1번과 착과시	35.1a	22.7a	10.2b	1.14b	5.1a	0.43a
2번과 착과시	35.6a	25.7a	10.5b	1.45a	5.3a	0.42a
3번과 착과시	37.2a	20.7a	11.4a	1.23ab	5.4a	0.43a

무처리	34.2a	22.2a	9.7b	1.23ab	5.3a	0.43a
-----	-------	-------	------	--------	------	-------

*개발자재 1의 농도 및 살포 횟수 : 500배 1회 엽면살포

**DMRT, 5% 수준

◦ 개발자재 1의 엽면살포 시기별 과실 품질에 미치는 영향을 보면(표 17), 8월 5일 수확과에서 2번과 착과시 처리는 다른 처리에 비하여 Hunter a값 및 당도가 높았다. 8월 13일 수확과에서는 과실 경도가 1번과 및 3번과 처리에서 높았으며 8월 18일 수확과는 무처리에 비하여 처리시기에 관계없이 전 처리 모두 현저하게 높았다. 8월 25일 수확과에서는 큰 차이가 없었다. 9월 1일 수확과에서는 3번과 처리에서 Hunter b값이 높았으나 과실 경도는 1번과 착과 시 엽면살포 처리에서 낮았다. 따라서 개발자재 1의 엽면살포 시기는 2번과 착과 시 처리가 가장 우수하였다.



<그림 4> 개발자재 1의 엽면살포 시기별 수확 시 과피색

*처리농도 살포 횟수 : 500배, 1회 엽면살포



<토마토 배꼽썩음과 증상>



<토마토 열과 증상>

<시험 결과 요약>

1. 시험자재 종류별 엽면살포 후 식물체 부위별 Ca의 농도는 엽신에서는 엽화칼슘 250배, 엽병에서는 개발자재 2 500배, 과실에서는 개발자재 1 500배에서 현저하게 높았으며 수량은 무처리에 비하여 칼슘제 모두 10~21% 증가되었고 평균과중 및 과수에는 큰 차이가 없었다. 과실 경도는 전 처리 칼슘제 모두 1차 수확 시 높았으며 당도는 엽화칼슘 처리는 감소되었다. 부패과 발생률은 전처리 모두 현저하게 감

소되었으며 열과 발생률은 엽화칼슘 엽면살포가 감소하였다. 배꼽썩음과 발생률은 개발자재 1이 다른 처리에 비하여 오히려 발생률이 높았다. 시험자재 모두 약해로 보이는 증상은 발견할 수 없었다.

2. 개발자재 1의 살포 횟수(1회, 2회, 3회)에 의한 식물체 부위별 Ca농도는 엽신 및 엽병에서는 3회 엽면살포에서, 과실에서는 1회 및 2회 처리에서 현저하게 높았다. 수량은 1회, 2회, 3회 처리에서 2.1~30.7% 증가하였으며 부패과 발생률은 무처리 3.9%에 비하여 1회 처리는 2.4%, 2회 처리는 10.3%, 3회 처리는 6.9%로 나타나 살포 횟수 간 큰 차이를 인정할 수 없었다. 열과 발생률은 3회 처리가 가장 적었다. 배꼽썩음과 발생률은 무처리 1.7%에 비하여 1회 처리는 0.8%, 2회 및 3회 처리는 전혀 발생되지 않았다. 과실 경도 및 당도는 1회 및 2회 엽면살포가 높았으며 살포 횟수 모두 약해로 보이는 증상은 발견할 수 없었다. 따라서 적정 살포 횟수는 2회로 판단되었다.

3. 개발자재 1의 엽면살포 적정 농도에 의한 식물체 부위별 Ca 농도는 엽신에서 250배 처리, 엽병에서 500배 처리, 과실에서는 250배, 500배, 1,000배 처리가 다른 처리에 비하여 현저하게 높았다. 수량은 처리 농도간 차이는 없었다. 부패과 발생률은 무처리 9.1%에 비하여 500배는 0%, 1,000배는 8.7%, 250배 6.3% 발생하였으며 열과 발생률은 무처리 24.9%에 비하여 1,000배 16.8%로, 250배 33.4%, 500배 처리는 37.2%로 나타나 1,000배 처리에서 발생률이 가장 낮았다. 배꼽썩음과 발생률은 발생이 미미하였다. Hunter a값은 1,000배 처리가 다른 처리에 비하여 낮았으며 당도는 무처리에 비하여 전 처리농도에서 1.1~2.00Bx 증가하였다. 농도별(250~1,000배) 모두 약해로 보이는 증상은 발견할 수 없었다. 따라서 적정농도는 500~1,000배로 판단되었다.

4. 개발자재 1의 엽면 살포시기에 의한 식물체 부위별 Ca 농도는 엽신에서는 1번과 및 2번과, 엽병에서는 1번과, 과실에서는 2번과 및 3번 처리 시 다른 처리보다 현저하게 높았다. 수량은 2번과 착과시 처리가 17.8% 증가하였고 과실 경도는 1, 2, 3번과에서 높았으며 당도는 1번과 및 2번과 착과 시 처리에서 높았다. 부패과 발생률은 무처리 6.9%에 비하여 1번과 착과 시 처리 1.3%, 2번과 착과 시 3.7%, 3번과 착과시 12.6%로 나타나 2번과 착과 시 처리는 발생률이 낮았다. 열과 발생률은 전 처리 모두 30.0~33.1% 나타나 차이를 인정할 수 없었다. 열과 발생률은 처리 시간 차이가 없었다. 살포시기에 의한 약해는 육안으로 관찰할 수 없었다. 따라서 적정 엽면살포 시기는 2번과 착과 시로 판단되었다.

6. 사과와 배의 적용기술 개발 및 효과 검증

<재료 및 방법>

- 본 시험은 경남 거창군 거창읍 동변 소재 사과 재배농가에서 실시하였으며, 품종은 후지/ M9 7년생을 이용하였다. 재식거리는 3.5m x 1.5m로 300주/ 10a 재식되어 있는 곳에서 시험을 수행하였다. 재배 포장의 토양 화학성은 <표 1>과 같다. 시험구 배치는 반복당 4주로 하여 난괴법 3반복으로 실시하였다. 시험 기간은 2011년 3월 1일부터 12월 31일까지 실시하였으며 일반 관리는 관행재배에 준하였다.
- 자재별 효과를 구명하기 위하여 개발자재 1(고활성칼슘) 500배, 개발자재 2(고활성칼슘+복합미네랄) 500배, 염화칼슘 2수염 250배(덕산사)를 9월 25일 각 1회 엽면살포 하였다. 엽면살포 시기를 구명하기 위하여 개발자재 1 500배를 7월 20일(1회), 7월20일, 9월 25일(2회), 7월20일, 9월 25일, 10월 15일(3회)를 각각 엽면살포하였다. 살포 농도를 구명하기 위하여 개발자재 1의 125배, 250배, 500배, 1,000배를 9월 25일 각각 엽면살포하였다.
- 또한 개발자재 1 500배액의 적정 살포 횟수를 구명하기 위하여 1회(9월 25일), 2회(9월 25일, 10월 5일), 3회(9월 25일, 10월 5일, 10월 15일)를 각각 엽면살포하여 수행하였다. 처리에 따른 식물체 부위별 무기성분 농도를 조사하기 위하여 엽 분석용 시료 채취는 10월 23일, 과실 분석용 시료 채취는 11월 7일 수확한 과실을 과피와 과피 직하 과육(1~20mm부위)을 구분하여 준비하였다.
- 채취한 시료는 빙초산 0.3% 용액으로 세척하여 Dry oven 70~80℃에서 7~10일간 건조한 후 20mesh 체로 분쇄하여 분석용 시료로 하였다. T-N은 시료 500mg에 진한 H₂SO₄ 12mL을 첨가하고 분해촉진제(K₂SO₄ + CuSO₄) 2알을 넣어 360℃에서 1시간 분해한 후 Kjeltac auto 1035 analyzer(Kjeltac system)로 측정하였다.
- K, Ca, Mg 및 Na는 시료 500mg에 ternary 용액(HNO₃ : H₂SO₄ : HClO₄ = 10 : 1: 4 v/v 비)을 10mL 넣고 220℃에서 1시간 동안 분해한 후, 원자흡광분광광도계(AA-6710)로 분석하였다. P는 시료를 ternary 용액으로 분해한 후 vanadate법으로 발색시킨 후 비색계(uv/vis Spectrophotometer, Gilford 260)로 측정하였다.
- 당도는 굴절 당도계(Atago, N1형)로 측정하였다. 과실 경도는 과실 경도계(universal UN 형)로 측정하였다.
- 산 함량은 과즙 10mL에 증류수 40mL을 가한 용액을 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.1이 될 때까지 적정한 후 그 량을 능금산으로 환산하였다.
- 색도는 색차계(Minolta chromameter CR-200, Japan)를 이용하여 과실의 중앙부 2지점에서 측정하여 Hunter L, a, b 값으로 나타내었다.

- 열과, 동녹, 부패과 및 고두병 발생률은 수확 시에 발생 과수를 조사하여 총 과수로 나누어 표시하였다.

<표 1> 시험 포장의 화학성

구 분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cations(cmol/kg)				T-N (%)	NO ₃ -N (mg/kg)
					K	Ca	Mg	Na		
표토로 부터 10cm	6.13	0.65	53.1	1,169	0.99	16.32	2.97	0.10	0.41	12.31
20~30cm	5.99	0.24	10.4	83	0.47	2.83	1.53	0.09	0.03	2.14
농과원 기준치	*6.0~ 6.5	-	25.0~ 35.0	200~ 300	0.30~0.6	5.0~ 6.0	1.5~ 2.0	-	-	-



<시험 포장 전경>

<시험결과>

<표 2> 사과 후지 품종에서 자재 종류별 수체살포에 의한 식물체의 무기성분 농도

칼슘제 종류	T-N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (ppm)
<i>엽</i>						
개발자재 1 500배	1.69b	1.356b	1.186b	1.9148a	0.3795a	61a
개발자재 2 500배	1.69b	1.320b	1.451a	2.1097a	0.3873a	73a
엽화칼슘 250배	1.71a	1.378b	1.473a	2.1259a	0.3968a	80a
Control	1.60b	1.407a	1.240b	1.6374b	0.3143a	63a
<i>과 피</i>						
개발자재 1 500배	0.24b	0.389a	0.525a	0.1131a	0.0929a	68a
개발자재 2 500배	0.28b	0.344a	0.514a	0.1025a	0.0813a	26a
엽화칼슘 250배	0.30b	0.304b	0.535a	0.1031a	0.0900a	48a
Control	0.33a	0.304b	0.531a	0.0952b	0.929a	41a

과 육						
개발자재 1 500배	0.07a	0.538a	0.705ab	0.0384a	0.0271a	56a
개발자재 2 500배	0.09a	0.559a	0.699b	0.0383a	0.0271a	72a
염화칼슘 250배	0.09a	0.538a	0.823a	0.0423a	0.0203a	42a
Control	0.08a	0.552a	0.737ab	0.0323b	0.0290a	38a

*살포시기 및 횟수: 9월 25일 1회, 수확시기 : 11월 7일

**DMRT, 5% 수준

◦ 자재 종류별 1회 엽면살포 후 식물체 부위별 무기성분 농도를 조사한 결과를 보면(표 2), T-N 농도는 엽에서 염화칼슘 250배 처리는 다른 처리보다 높았으며 과피에서는 무처리에 비하여 칼슘제 모두 현저하게 낮았으나 과피 직하 과육에서는 차이가 없었다. P 농도는 엽에서 무처리에 비하여 칼슘제 전 처리 모두 현저하게 낮았으나 과피에서는 염화칼슘 250배 및 무처리에 비하여 개발자재 1 및 개발자재 2 500배 처리는 높았다. 과피직하의 과육은 처리간 큰 차이는 없었다. K 농도는 엽에서 무처리 및 개발자재 1 500배에 비하여 개발자재 2 500배 및 염화칼슘 250배가 높았으나 과피에서는 처리 간 차이는 없었다. 과피 직하 과육에서는 개발자재 2 500배가 다른 처리에 비하여 가장 낮았다. Ca 농도는 엽, 과피 및 과피 직하 과육에서 무처리에 비하여 전처리 모두 현저하게 높았다. Mg 및 Na의 농도는 칼슘제 종류 및 식물체 부위별 큰 차이가 없었다. 이러한 결과는 개발자재 1 500배는 개발자재 2 500배 및 염화칼슘 250배에 비하여 칼슘 농도 증가 효과가 있었다.

<표 3> 사과 후지 품종에서 자재 종류별 수체살포에 의한 수확 시 과실 품질

칼슘제 종류	과장 (mm)	과폭 (mm)	과중 (g)	Hunter 값			경도(kg)		당도 (°Bx)	산함량 (%)
				L	a	b	A	B		
개발자재 1 500배	80.1a	90.3a	305a	43.80a	14.59b	16.05a	2.31b	2.31a	16.0a	0.26a
개발자재 2 500배	79.1a	93.0a	325a	45.13a	17.06b	15.38a	2.53a	2.31a	16.7a	0.25a
염화칼슘 250배	79.1a	88.0a	307a	45.71a	21.38a	15.93a	2.49a	2.31a	16.6a	0.25a
Control	77.3a	87.5a	299a	40.36b	23.44a	13.08b	2.46a	2.33a	16.7a	0.24a

*살포시기 및 횟수: 9월 25일 1회, 수확시기 : 11월 7일

**DMRT, 5% 수준

◦ 자재 종류별 엽면살포에 의한 과장, 과폭, 과중, 경도 B, 당도 및 산 함량은 처리간 차이는 없었으나 Hunter a값(적색도) 개발자재 1 및 개발자재 2 500배는 낮게 나타났으며 b값은 무처리에 비하여 전처리가 모두 높았다. 과실 경도 A부위는 개발

자재 2는 다른 처리에 비하여 낮았다(표 3, 그림 1).

<표 4> 사과 후지 품종에서 자재 종류별 수체살포에 의한 수확 시 생리장해과 및 부패과 발생률

칼슘제 종류	열과(%)	동녹(%)	고두병(%)	부패과(%)
개발자재 1 500배	14.3a	7.1a	0	0.6b
개발자재 2 500배	11.2a	3.0a	0	3.0a
염화칼슘 250배	10.3a	3.6a	0	2.3a
Control	10.4a	2.2a	0	2.6a

*살포시기 및 횟수: 9월 25일 1회, 수확시기 : 11월 7일

**DMRT, 5% 수준



Control 개발자재1 개발자재2 염화칼슘
500배 500배 250배

<그림 1> 사과 후지 품종에서 칼슘제 종류별 수체살포에 의한 수확 시 과실

*살포시기 및 횟수: 9월 25일 1회, 수확시기 : 11월 7일

◦ 칼슘제 종류별 엽면살포 후 수확 시 열과, 동녹 및 고두병 발생률은 처리 간 차이는 없었으며 고두병은 발생이 되지 않아 조사를 할 수 없었다. 부패과 발생률은 개발자재 1 500배 처리가 다른 처리에 비하여 현저하게 낮게 나타났다. 또한 칼슘제 종류별 약해로 보이는 증상은 발견할 수 없었다.

따라서, 개발자재 1은 개발자재 2 및 염화칼슘과 대등한 칼슘 증대 효과를 보였다.

<표 5> 사과 후지 품종에서 개발자재 1 수체살포 시기별 식물체의 무기성분 농도

살포시기 (월/일)	T-N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (ppm)
<i>엽</i>						
7/20	1.77a	1.370a	1.111b	1.7990a	0.375a	78a
7/20, 9/25	1.71a	1.284b	1.098c	1.6567b	0.451a	61a
9/25, 10/15	1.65b	1.291b	1.075c	1.6126b	0.390a	61a
Control	1.60b	1.407a	1.240a	1.6374b	0.314b	63a
<i>과 피</i>						
7/20	0.29b	0.333a	0.514a	0.1004a	0.901a	50a
7/20, 9/25	0.25b	0.276b	0.455b	0.1023a	0.871a	45a
9/25, 10/15	0.26b	0.304a	0.522a	0.0870b	0.842a	51a
Control	0.33a	0.304a	0.531a	0.0952b	0.929a	41a
<i>과 육</i>						
7/20	0.09a	0.437b	0.687b	0.0281a	0.0261a	50a
7/20, 9/25	0.08a	0.437b	0.693b	0.0323a	0.0261a	52a
9/25, 10/15	0.07a	0.488b	0.646b	0.0277a	0.0203a	78a
Control	0.08a	0.552a	0.737a	0.0323a	0.0290a	38a

*농도 및 횟수 : 개발자재 1 500배 1회 엽면살포

**DMRT. 5% 수준

◦ 개발자재 1 500배의 엽면살포 시기를 구명하기 위하여 7월 20일 1회, 7월 20일, 9월 25일 2회, 9월 25일, 10월 15일 2회 처리한 후 식물체의 무기성분 농도를 조사한 결과(표 5), 엽의 T-N 농도는 무처리 및 9월 25일, 10월 15일 2회 처리에 비하여 7월 20일 1회 및 7월 20일, 9월 25일 2회 처리가 현저하게 높았다. 과피에서는 무처리에 비하여 전 처리 시기 모두 낮았으나 과피 직하 과육에서는 차이가 없었다. P 농도는 엽에서는 7월 20일, 9월 25일 2회 및 9월 25, 10월 15일 2회 처리에서 낮았으며 과피에서는 7월 20일, 9월 25일 2회 낮았다. 과피 직하 과육에서는 무처리에 비하여 전처리 모두 현저하게 낮게 나타났다. K 농도는 엽 및 과피 직하 과육에서 무처리에 비하여 전 처리 모두 낮았다. 과피에서는 7월 20일, 9월 25일 2회 처리가 다른 처리에 비하여 낮게 나타났다. Ca 농도는 엽에서는 7월 20일 1회 처리, 과피에서는 7월 20일 1회 처리 및 7월 20일, 9월 25일 2회에서 현저하게 높았다. 그러나 과피 직하 과육에서는 큰 차이는 없었다. Mg 농도는 엽에서 무처리에 비하여 전 처리 모두 높았으나 과피 및 과육에서는 큰 차이가 없었다. Na 농도는 엽, 과피, 과피 직하 과육에서 차이를 인정할 수 없었다.

<표 6> 사과 후지 품종에서 개발자재 1의 수체살포 시기별 수확 시 과실 품질

살포시기 (월/일)	과중 (g)	Hunter 값			과장 (mm)	과폭 (mm)	경도(kg)		당도 (°Bx)	산 함량 (%)
		L	a	b			A	B		
7/20	292a	38.3a	24.2a	12.1b	75.7a	84.4a	2.31a	2.24a	16.7a	0.24a
7/20, 9/25	281a	41.3a	23.6a	14.0a	77.3a	86.0a	2.31a	2.36a	16.0a	0.25a
9/25, 10/15	324a	43.3a	20.3a	15.1a	79.1a	88.9a	2.22a	2.39a	16.6a	0.24a
Control	299a	40.4a	23.4a	13.1a	77.3a	87.5a	2.46a	2.33a	16.7a	0.24a

*농도 및 횟수 : 개발자재 1 500배 1회 엽면살포.

**DMRT, 5% 수준

◦ 개발자재 1의 엽면살포 시기별 수확 시 과실 품질에 미치는 영향을 조사한 결과(표 6), 과중, Hunter L, a값, 경도, 과장, 과폭, 산함량에는 차이가 없었으나 Hunter b는 7월 20일 1회 처리가 무처리 및 다른 처리에 비하여 현저히 낮게 나타났다.

<표 7> 사과 후지 품종에서 개발자재 1의 수체살포 시기별 수확 시 생리장해과 및 부패과 발생률

살포시기 (월/일)	열과 (%)	동녹 (%)	고두병 (%)	부패과 (%)
7/20	14.1a	2.5b	0	1.3b
7/20, 9/25	21.2a	3.6b	0	3.9b
9/25, 10/15	20.0a	7.0a	0	4.6a
Control	10.4a	2.2b	0	2.6b

*수확시기 및 살포농도 : 2011년 11월 7일, 500배.

**DMRT, 5% 수준

◦ 개발자재 1 엽면살포 시기별 수확 시 생리장해과 및 부패과 발생률을 조사한 결과(표 7), 동녹 및 부패과 발생률은 9월 25일 및 10월 15일 2회 처리가 7.0%, 4.6%로 무처리 및 다른 처리에 비하여 증가하였다. 그러나 열과 및 고두병 발생에는 차이가 없었다. 또한 Aca 엽면살포 시기별 약해로 보이는 증상은 발견하지 못하였다.

따라서 개발자재 1의 적정 엽면살포 시기는 7월 20일 및 7월 20일, 9월 25일로 판단되었다.



Control 7/20 7/20, 9/25 9/25, 10/15

<그림 2> 사과 후지 품종에서 개발자재 1의 수체살포 시기별 수확 시 과실

*수확시기 및 살포농도 : 2011년 11월 7일, 500배

<표 8> 사과 후지 품종에서 개발자재 1 수체살포 농도별 식물체의 무기성분 농도

살포 농도 (배)	T-N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (ppm)
엽						
125	1.78a	1.327c	1.035c	1.8067b	0.3524b	58a
250	1.63b	1.392b	1.270b	1.8134b	0.3556b	52a
500	1.73a	1.552a	1.252b	1.8821b	0.3555b	67a
1,000	1.70a	1.617a	1.341a	2.2261a	0.4379a	65a
Control	1.60b	1.407b	1.240b	1.6374c	0.3140b	63a
과 피						
125	0.38a	0.312a	0.503b	0.1057a	0.900a	53a
250	0.31a	0.326a	0.615a	0.0813b	0.813a	45a
500	0.32a	0.363a	0.554a	0.0798b	0.842a	61a
1,000	0.30a	0.341a	0.562a	0.0903b	0.842a	59a
Control	0.33a	0.304a	0.531b	0.0952b	0.929a	41a
과 육						
125	0.09a	0.616a	0.819a	0.0438a	0.0261a	76a
250	0.08a	0.615a	0.896a	0.0331b	0.0261a	51a
500	0.08a	0.679a	0.830a	0.0346b	0.0290a	74a
1,000	0.08a	0.700a	0.860a	0.0346b	0.0261a	40a
Control	0.08a	0.552b	0.737b	0.0323b	0.0290a	38a

*시기 : 개발자재 1을 9월 25일 엽면살포 1회.

**DMRT. 5% 수준

◦ 개발자재 1의 농도별 엽면살포 한 후 식물체 부위별 무기성분 농도를 조사한 결과(표 8), 엽에서 T-N 농도는 무처리에 비하여 1,000배, 500배 및 125배 처리에서 높았으나 과피 및 과피 직하 과육에서는 차이가 없었다. P 농도는 엽에서 500, 1,000배 처리에서 다른 처리에 비하여 높았다. 과피에서는 농도 간 큰 차이는 없었으나, 과피 직하 과육에서는 무처리에 비하여 전농도 모두 현저하게 높았다. K 농도는 엽에서 1,000배 처리가 다른 처리에 비하여 가장 높게 나타났으며 과피에서는 250, 500, 1,000배에서 현저하게 높았다. 과피 직하의 과육에서는 무처리보다 전 농도 모두 높았다. Ca 농도는 엽에서 무처리에 비하여 개발자재 1의 처리 농도 모두 현저하게 높게 나타났으며 과피에서는 125배, 과피 직하 과육에서도 125배 처리가 다른 처리에 비하여 현저히 높았다. Mg 농도는 엽에서 1,000배 처리가 가장 높았으나 과피 및 과피 직하 과육에서는 큰 차이가 없었다. Na 농도는 엽, 과피 및 과피 직하 과육 모두 차이는 없었다. 또한 처리 농도에 따른 약해는 발생되지 않았다.

<표 9> 사과 후지 품종에서 개발자재 1 수체살포 농도별 수확 시 과실 품질

살포 농도 (배)	과중 (g)	Hunter 값			과장 (mm)	과폭 (mm)	경도(kg)		당도 (°Bx)	산 함량 (%)
		L	a	b			A	B		
125	375a	38.0a	22.1a	11.0a	73.4a	86.7a	2.47a	2.24a	15.8b	0.22a
250	306b	41.8a	23.2a	13.7a	78.1a	89.5a	2.57a	2.58a	17.1a	0.27a
500	308b	40.1a	24.1a	12.6a	78.9a	87.9a	2.15a	2.51a	16.9a	0.25a
1,000	295b	42.6a	22.2a	14.0a	76.9a	86.5a	2.67a	2.56a	16.1ab	0.23a
Control	299b	40.4a	23.4a	13.1a	77.3a	87.5a	2.46a	2.33a	16.7a	0.24a

*시기 : 개발자재 1를 9월 25일 엽면살포 1회, 수확일 : 11월 7일

**DMRT. 5% 수준

◦ 개발자재 1 농도별 엽면 살포 후 과실 품질에 미치는 영향을 조사한 결과(표 9, 그림 3), 과중에서는 125배 처리가 다른 처리에 비하여 증가하였으며 Hunter L, a, b값, 과장, 과폭, 과실 경도, 산 함량에는 큰 차이가 없었다. 또한 당도는 다른 처리에 비하여 125배 처리가 감소하였다.

<표 10> 사과 후지 품종에서 개발자재 1 수체살포 농도별 수확 시 생리장해과 및 부패과 발생률

살포 농도 (배)	열과 (%)	동녹 (%)	고두병 (%)	부패과 (%)
125	9.3a	4.0b	0	1.4a
250	9.6a	8.6a	0	1.0a
500	3.2b	3.2b	0	1.1a

1,000	7.9ab	1.0b	0	2.9a
Control	10.4a	2.2b	0	2.6a

*시기 : 개발자재 1을 7월 20일 엽면살포 1회, 수확일 : 11월 7일

**DMRT. 5% 수준



Control 1,000배 500배 250배 125배

<그림 3> 사과 후지 품종에서 개발자재 1 수체살포 농도별 수확 시 과실

*시기 : 개발자재 1을 7월 20일 엽면살포, 수확일 : 11월 7일

◦ 개발자재 1 농도별 엽면 살포 후 수확 시 생리장해과 및 부패과 발생률을 보면 (표 10), 열과 발생률은 무처리 및 다른 농도 처리에 비하여 3.2%로 현저하게 감소하였으며, 동녹 발생률은 다른 처리에 비하여 250배 처리는 8.6%로 증가하였다. 그러나 고두병 및 부패과 발생률은 큰 차이가 없었다. 따라서, 개발자재 2의 적정농도는 125배~1,000배로 판단되었다.

<표 11> 사과 후지 품종에서 개발자재 1 수체살포 횟수별 식물체의 무기성분 농도

살포 횟수	T-N (%)	P (%)	K (%)	Ca (ppm)	Mg (%)	Na (ppm)
<i>엽</i>						
1회	1.77a	1.305ab	1.527a	2.3221a	0.4760a	72a
2회	1.68b	1.240b	1.283b	2.1384a	0.4887a	93a
3회	1.66b	1.262b	1.385ab	2.0580a	0.4857a	68a
Control	1.60b	1.407a	1.240b	1.6374b	0.3140b	63a
<i>과 피</i>						
1회	0.31a	0.283a	0.499a	0.1038a	0.900a	46a
2회	0.29a	0.315a	0.495a	0.0971b	0.871a	39a
3회	0.30a	0.261a	0.538a	0.0896b	0.871a	77a
Control	0.33a	0.304a	0.531a	0.0952b	0.929a	41a
<i>과 육</i>						
1회	0.07a	0.467b	0.762a	0.0377ab	0.0290a	55a
2회	0.07a	0.615a	0.765a	0.0400a	0.0203a	61a

3회	0.08a	0.467b	0.768a	0.0392a	0.0232a	78a
Control	0.08a	0.552b	0.737a	0.0323b	0.0290a	38a

*살포횟수 : 1회(9/25), 2회(9/25, 10/5), 3회(9/25, 10/5, 10/15), 살포 농도 : 개발자재 1 500배

**DMRT, 5% 수준

◦ 개발자재 1의 엽면살포 횟수별 식물체의 무기성분 농도를 조사한 결과(표 11), 엽에서 T-N 농도는 1회 처리가 다른 처리에 비하여 높았으나 과피 및 과피 직하의 과육은 큰 차이는 없었다. P 농도는 엽에서 무처리에 비하여 2회 및 3회 처리가 낮았으며 과피에서는 차이는 없었으며 과피 직하의 과육에서는 2회 처리가 다른 처리보다 높았다. K 농도는 엽에서 1회 처리가 다른 처리에 비하여 높았으나 과피 및 과피 직하의 과육에서는 차이가 없었다. Ca 농도는 엽에서 1회, 2회 및 3회 모두 무처리에 비하여 높았으며 과피에서는 1회 처리가 다른 처리에 비하여 높았으며 과피 직하의 과육에서는 무처리에 비하여 2회 및 3회 처리가 높았다. Mg 농도는 무처리에 비하여 전 살포횟수 모두 높았으나 과피 및 과피 직하의 과육에서는 큰 차이는 없었다. Na 농도는 엽, 과피 및 과피 직하의 과육에서 차이가 없었다.

<표 12> 사과 후지 품종에서 개발자재 1 수체살포 횟수별 수확 시 과실 품질

살포 횟수	과중 (g)	Hunter 값			과장 (mm)	과폭 (mm)	경도(kg)		당도 (°Bx)	산함량 (%)
		L	a	b			A	B		
1회	316b	43.1a	17.6b	14.5a	78.0a	88.7a	2.48a	2.40a	15.8a	0.23a
2회	307b	42.4a	19.4b	13.4a	78.2a	88.5a	2.19a	2.27a	15.8a	0.22a
3회	334a	44.0a	17.5b	15.0a	80.6a	88.4a	2.44a	2.43a	16.5a	0.26a
Control	299b	40.4a	23.4a	13.1a	77.3a	87.5a	2.46a	2.33a	16.7a	0.24a

*살포횟수 : 1회(9/25), 2회(9/25, 10/5), 3회(9/25, 10/5, 10/15), 살포 농도 : 개발자재 1 500배

**DMRT, 5% 수준

◦ 개발자재 1의 횟수별 엽면살포 후 수확 시 과실 품질을 조사한 결과(표 12. 그림 4), 과중에서 3회 처리가 무처리 및 다른 처리에 비하여 증가하였다. Hunter 값, 과장, 과폭, 경도, 당도, 및 산 함량에서는 큰 차이가 없었다.

<표 13> 사과 후지 품종에서 개발자재 1 수체살포 횟수별 수확 시 생리장해과 및 부패과 발생률

살포횟수	열과 (%)	동녹 (%)	고두병 (%)	부패과 (%)
1회	12.7a	9.0a	0	0
2회	11.0a	4.8b	0	0

3회	10.3a	3.6b	0	2.3
Control	10.4a	2.2b	0	2.6

*살포횟수 : 1회(9/25), 2회(9/25, 10/5), 3회(9/25, 10/5, 10/15), 살포 농도 : 개발자재 1 500배

**DMRT, 5% 수준



Control 1회 2회 3회

<그림 4> 사과 후지 품종에서 개발자재 1 수체살포 횟수별 수확 시 과실

*살포횟수 : 1회(9/25), 2회(9/25, 10/5), 3회(9/25, 10/5, 10/15), 살포 농도 : 개발자재 2 500배

◦ 개발자재 1 엽면살포 후 생리장해과 및 부패과 발생률을 조사한 결과(표 12), 열과에서는 횟수 간 큰 차이는 없었으며 동녹 발생률은 1회 처리에서 다른 처리에 비하여 높았다. 고두병은 전혀 발생되지 않아 관찰할 수 없었으며 부패과 발생률은 1회 및 2회 처리에 무처리 및 3회 처리에 비하여 낮았다. 따라서 개발자재 1의 적정 살포 횟수는 1~3회로 판단되었다.

<시험결과 요약>

- 자재 종류별 엽면살포에서 개발자재 1은 개발자재 2 및 염화칼슘과 대등한 칼슘 증대 효과를 나타내었다. 개발자재 1의 적정 엽면살포 시기는 7월 20일 및 7월 20일, 9월 25일, 적정농도는 125배~1,000배, 적정 살포 횟수는 1~3회로 판단되었다.
- 개발자재 1의 엽면살포에 의한 약해로 보이는 증상은 발견하지 못하였다.

제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

구분	연도	세부연구개발 목표	달성도	관련분야의 기술 발전 기여도
1차년도	2019	○ 고성능 친환경 칼슘 유기농자재의 품질 균일성과 대량생산기술 개발	100%	<ul style="list-style-type: none"> - 고순도 칼슘 제조를 위한 다양한 천연원료 연구개발과 품질균일성 확보 - 고효성칼슘의 안전성 검토 및 양산의 장애요인과 문제점 해결 완료 - 1차 개발된 고효성칼슘의 pH, Conductivity, DO, ORP, Solubility, 작업성 및 편이성, 수율, 고품질, 비중 등 비교연구 - 제조환경의 변화(온도, 시간, 전압 등)에 따른 고효성칼슘의 제조기술 확보 - 풍화화강암 유래 복합 활성미네랄을 추출하기 위한 효율적 제조방법 원천기술 확보
		○ 고성능 친환경 칼슘 유기농자재를 이용한 수박에서의 장 적용기술 개발	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수박의 적용기술 개발 및 효과 검증 완료 - 품종 : 수박(농우 스피드) - 유기농자재 : 개발자재, 관행(염화칼슘), 무처리 - 처리내용 : 처리 시기, 농도 등 확정 - 조사항목 : 식물체의 무기성분 함량, 과실품질, 생리장해, 병 발생률 등
		○ 고성능 친환경 칼슘 유기농자재를 이용한 포도에서의 장 적용기술 개발	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 포도의 적용기술 개발 및 효과 검증 완료 - 품종 : 포도(캠벨얼리) - 유기농자재 : 개발자재, 관행(염화칼슘), 무처리 - 처리내용 : 처리 시기, 농도 등 확정 - 조사항목 : 식물체의 무기성분 함량, Ca/Mg비, 과실품질, 생리장해, 병 발생률 등 ○ 비중별, 작목별 칼슘시비량 작성
2차년도	2020	○ 고성능 친환경 칼슘 유기농자재의 품질 균일성과 대량생산기술 개발	100%	<ul style="list-style-type: none"> - 2차 개발된 고효성칼슘의 pH와 ORP, DO 등 비교연구 완료 - 대량생산 제조환경의 변화(온도, 시간, 전압 등)에 따른 QC방법 설정과 활성미네랄 추출기술 향상 - 고효성칼슘 양산기술 확정 및 양산조건 구축 시작 - 연구개발 완료한 기술에 대한 특허출원 - 친환경 칼슘의 품질 균일성과 대량생산을 위한 제조 공정도 작성 및 시험시료 2차 개발 완료
		○ 고성능 친환경 칼슘 유기농자재를 이용한 딸기에서의 장 적용기술 개발	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 딸기의 적용기술 개발 및 효과 검증 - 품종 : 딸기(장희) - 유기농자재 : 개발자재, 관행(염화칼슘), 무처리 - 처리내용 : 처리 시기, 농도 등 확정 - 조사항목 : 식물체의 무기성분 함량, 과실품질, 생리장해, 병 발생률 등 ○ 개발기술의 특허출원 및 논문게재 완료
		○ 고성능 친환경 칼슘 유기농자재를 이용한 딸기/배에서의 현장 적용기술 개발	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 배의 적용기술 개발 및 효과 검증 - 품종 : 배(신고) - 유기농자재 : 개발자재, 관행(염화칼슘), 무처리 - 처리내용 : 처리 시기, 농도 등 확정 - 조사항목 : 식물체의 무기성분 함량, 과실품질, 생리장해, 병 발생률 등 조사완료 ○ 비중별, 작목별 칼슘시비량 작성 완료

구분	연도	세부연구개발 목표	달성도	관련분야의 기술 발전 기여도
3 차 년 도	2 0 1 1	○ 고성능 친환경 칼슘 유기농자재의 품질 균일성과 대량생산기술 개발	100%	<ul style="list-style-type: none"> - 3차 개발된 고효성칼슘의 pH와 산화·환원 전위력(ORP) 등 연구개발 완료 - 고전압 전기분해장치의 제작기술 확보 및 신규 제작 - QC에 관련한 매뉴얼제작 활성미네랄 추출 - 고효성칼슘 양산시설 완비와 확고한 가격경쟁력 확보 - 연구개발 완료한 기술에 대한 특허출원 - 유기농자재 등록 - 특허출원 및 전문 전시회 참가로 개발기술 홍보 - 개발자재 2종의 레시피 완성
		○ 고성능 친환경 칼슘 유기농자재를 이용한 토마토에서의 현장 적용기술 개발	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 토마토의 적용기술 개발 및 효과 검증 - 품종 : 토마토(하우스 도대량) - 유기농자재 : 개발자재, 관행(염화칼슘), 무처리 - 처리내용 : 처리 시기, 농도 등 확정 - 조사항목 : 식물체의 무기성분 함량, 과실품질, 생리장애, 병 발생률 등 조사완료
		○ 고성능 친환경 칼슘 유기농자재를 이용한 사과에서의 현장 적용기술 개발	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사과의 적용기술 개발 및 효과 검증 - 품종 : 사과(후지) - 유기농자재 : 개발자재, 관행(염화칼슘), 무처리 - 처리내용 : 처리 시기, 농도 등 확정 - 조사항목 : 식물체의 무기성분 함량, 과실품질, 생리장애, 병 발생률 등 조사완료 ○ 비종별, 작목별 칼슘시비량 작성 완료
최 종	-	○ 고성능 친환경 칼슘 유기농자재의 품질 균일성과 대량생산기술 개발 및 과채류에서의 현장 적용기술 개발	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조상 장애요인과 문제점 해결 ○ 친환경 고효성칼슘 및 활성미네랄의 품질 균일성과 대량생산을 위한 제조 공정도 작성 완료 - 수율, QC 기준 설정, 기존 생산 방법과 차이점 등 ○ 유기농자재의 안전성 및 간이 시험(처리 : 개발자재 2종, 조사항목 : 무기성분, 유해성분, 농약의 제거능) ○ 친환경 유기농자재 2종 등록(토양시용, 염면살포, 미네랄 등) 완료 ○ 딸기의 적용기술 개발 및 효과 검증 완료 ○ 수박의 적용기술 개발 및 효과 검증 완료 ○ 토마토의 적용기술 개발 및 효과 검증 완료 ○ 비종별, 과수류별 칼슘시비량 작성 완료
		○ 고성능 친환경 칼슘 유기농자재를 이용한 과수류에서의 현장 적용기술 개발	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사과의 적용기술 개발 및 효과 검증 완료 ○ 배의 적용기술 개발 및 효과 검증 완료 ○ 포도의 적용기술 개발 및 효과 검증 완료 ○ 비종별, 과수류별 칼슘시비량 작성 완료
		○ 특허	100%	<ul style="list-style-type: none"> - 고효성칼슘과 활성미네랄 적용 조성물 및 각 작물에 적용하는 방법 특허출원 완료
		○ 논문과 홍보	100%	<ul style="list-style-type: none"> - 2종의 개발자재와 그 자재를 이용한 과채류/과수류의 재배방법에 대한 특허출원을 통한 권리확보 - 국내 및 두바이/일본 등의 전문 전시회를 통한 기술과 제품의 홍보 실시 - 국내외 협력사 및 연구기관들과의 공동연구 추진

제5장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

1. 실용화·산업화 계획(기술실시 등)

- 기술실시는 주관기관이 직접 본 개발기술을 활용할 것임
- 고효성칼슘과 복합 활성미네랄을 이용한 개발자재의 현장에서의 적용시험도 성공리에 완료되었기에, 본 연구개발을 통하여 효과가 확인된 작물부터 비즈니스의 영역을 확장시켜 갈 예정이며, 식품관련 시장과도 연계성이 있는 국내 APC 및 농산물유통회사 등과 연계하여 시장접목을 해 나갈 예정으로 있음
- 국내의 비료시장은 향후 화학비료 사용량이 10년 내에 1/2이하로 줄어들 것으로 전망되고 있고, 유기농 확대에 따라 더욱 가속화될 것이며, 아주 안전한 친환경 제품인 고효성칼슘은 상대적으로 월등하게 우월한 지위에 있다고 볼 수 있음
 - 이번 연구를 통하여 개발된 “고성능 친환경 칼슘 유기농자재”의 전국적인 마케팅을 통하여 생산자는 적기에 적정량의 칼슘비료를 사용할 수 있고 칼슘의 과다시비에 따른 연작장해를 해소하는 소중한 기회를 가질 뿐 아니라, 토양을 보호하여 후손에도 기름진 토양을 물려줄 수 있는, 크나큰 경제적 손실을 방지할 수 있는 계기가 될 것임
- 마케팅 목표 : HAC를 업체/과채/과수의 선도농가를 중심으로 실증시험 및 마케팅을 동시에 해 나가면, 기술개발 완료시점인 현재부터 2년 이내에 5%이상의 시장 점유가 가능할 것이며, 3차년도는 10%이상, 5차년도부터는 20%이상을 점유할 것으로 기대되며, 수입품을 포함한 칼슘 및 미네랄 농자재 중 No.1 제품으로 성장할 수 있을 것으로 열심히 활동할 것임
- 유통기간확대와 저장성증대 시장 : 고효성칼슘은 농자재만이 아니라 신선농산물 유통업체를 대상으로 하여 광범위하게 사용될 수 있는 물질이므로, 농작물재배에 대한 시장개척과 아울러 시장 확보를 해 나갈 것이며, 대형유통회사와 대형마트를 중심으로 하는 마케팅을 전개할 계획임
- 해외시장 개척 : 2차 년도에는 국내 사용농가 확대와 동시에, 신선농산물의 거대 시장인 일본/중국 등 아시아권을 중심으로 활발한 마케팅을 펼치고, 3차년도부터는 HAC를 선진 Market인 구미각국으로의 수출을 적극 Push할 계획임
- 일반 영농인 대상의 고효성칼슘 및 친환경농자재, 비료 등으로 개발완료하고 출시하였기에 더욱 적극적인 마케팅을 전개해 나갈 것임 : 잡지광고, 전문지 광고를 통한 농민과 농업단체 등 소비자들에게 제품의 인지도를 제고(100g의 고효성칼슘 분말을 100g~150g씩 소포장하는 분말제품과, 복합 활성미네랄 용액과 고효성칼슘 용액을 섞어서 개발한 제품이 바로 작물에 부족한 미네랄을 충분히 채워줄 수 있기에 소포장을 소비자들이 100g일 경우 1Ton의 물에 직접 희석하여 사용하는 제품을

개발 완료하였고, 액상제품도 3종류를 개발 완료함

- 농업과 식품 및 유기농 관련 국제전시회에 부스 전시하여 신선 농산물 및 식품 안전에 아주 민감한 세계인들의 건강유지에 일조할 수 있도록 해외 마케팅 전개
- 영농조합법인, 농협, 대형 거래선, 정부 및 지자체 보조사업 등에 적극 참여
 - 농진청의 친환경 유기농자재 등록이 완료된 제품을 중심으로 참여 예정

2. 교육·지도·홍보 등 기술 확산 계획 등

- 본 연구를 통하여 2012년 12월에 중동 두바이에서 개최된 “중동 유기농식품 전시회”에 부스전시를 성황리에 마쳤음
- 연속 6회 째 부스전시하고 있는 킨텍스 개최의 “서울국제식품대전”과 일본 동경에서 개최되는 “IFIA 2012” 등에서 부스를 전시하고 농업용 자재와 식품용 소재로 사용될 수 있는 세계적인 소재가 될 수 있도록 적극적으로 홍보할 예정임
- 2012년 초부터 인도네시아와 두바이 그리고 일본과 사우디아라비아 등지 세계 여러 국가들의 바이어들이 고효성칼슘으로 현지 적용시험을 전개하고 있기에, 이 시험을 확대하여 국제적인 고효성칼슘 연구회를 구성하여 천연물 유래 신소재의 파워를 교육, 지도와 아울러 홍보를 해 나가며 국내에서 축적된 기술을 세계적으로 확산시켜 나갈 계획임
- 복합 활성미네랄은 농업용 자재로 아주 유용할 뿐 아니라, 수생생물들이 그대로 살아있는 채 더러워진 물을 정화하는 효과가 탁월하므로, 양식장 정화로도 진출예정

3. 특허, 논문 등 지식재산권 확보계획 등

- 본 연구를 통하여 ‘친환경 유기 농자재의 제조 방법 및 이를 이용한 딸기 재배방법’을 비롯한 특허출원 4건을 완료하여 목표달성을 100% 하였으며, 논문실적으로는 ‘수박에서 칼슘제 엽면살포가 과실의 칼슘농도, 과실품질 및 탄저병 발생에 미치는 영향’ 등으로 학술논문 4건을 게재완료 하였음
- 본 연구개발이 끝난 현 시점에서, 필요한 경우 특허, 논문 등의 지식재산권을 확보해 나갈 예정임

4. 추가연구, 타 연구에 활용 계획 등

- 최근 전 세계의 온난화 등 이상기후가 상시화되고 있기에, 우리나라에서도 작물에 비취는 일조량이 절대 부족한 형편임
- 본 연구개발 과제에서 제법이 확립된 “복합 활성미네랄”은 작물의 광합성을 대폭 늘려주는 작용을 하기에 이 제제를 활용한 농자재 개발 가능성은 무궁무진함

- 우리나라에 국한되지 않고, 농업을 영위하는 전 세계의 토양이 원시토양에 많이 있었던 미네랄을 거의 상실하고 있는 형편이기도 함
- 일조량이 제한적이고 이상기온으로 냉해, 열해 등을 받는 작물들이 생산량을 늘릴 수 있는 방법은 충분한 미네랄을 섭취하는 것으로 알려져 있는데, 이는 식물만이 아니라 동물과 사람에게서도 동일한 원리임
- 고효성칼슘은 물 Cluster를 작게 만들어 물을 아주 맛있게 만들어 주는 작용을 수행하는데, 이는 칼슘이온이 물이 응집되어 있는 것을 분자상으로 쪼개주는 역할을 하기 때문임
- 이런 원리를 이용하여, 고효성칼슘이 함유된 프리미엄 미네랄워터 개발에도 사용되어 질 수 있음
- 미네랄워터만이 아니라 조향/조미기술이 가미된다면, 청량음료로의 개발도 아주 유력할 것이라고 예상함

제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보

[특허 현황]

○ 국내에서 소성칼슘을 제조하는 기술이나 화학적으로 정제하는 기술에 대한 특허 신청은 자주 발견되고 있으며, 칼슘의 중요성이나 사용처의 다양화를 도모하고자 많은 연구개발들이 수행되려 하고 있다.

○ 국내 주요 특허기술

- 특허 제10-2004-0007133호는 섭취가 가능한 고농축 칼슘수용액의 제조방법 및 이를 원료로 한 칼슘이온음료에 관한 것이다. 직접섭취가 가능하고 칼슘의 체내흡수율이 높은 고농축의 칼슘수용액 제공을 목적으로 독성제거를 위한 800℃~1300℃까지의 멸균단계, 잔류 독성이 소멸된 순수한 산화칼슘을 분쇄하는 단계, 산화칼슘 분말과 물 비율을 맞추어 혼합하는 단계, 이온칼슘(Ca²⁺)으로 전환하기 위한 고주파를 주사단계, 양(+)/극판과 음(-)/극판으로 구성되는 전해조장치 설치단계, 양(+)/극판과 음(-) 극판사이의 가해지는 전압을 조절하여 pH 농도가 중성을 띠도록 함으로써 직접 섭취가 가능한 칼슘수용액을 제조하는 단계를 포함하고 있다.

- 특허 제10-2005-0003749호는 특허 제10-2004-0007133호의 개량특허로서 기존 특허의 제조공정 과정에 아세트산을 첨가하는 단계를 추가함으로써 칼슘수용액 제조공정 및 칼슘수용액의 중성화 공정을 간소화하는 것을 특징으로 한다.

○ 해외 특허동향 : 미국은 1977년에 출원이 시작되어 1995년부터 2003년까지 활발한 특허활동을 보이다가 최근 감소하는 경향을 나타내고 있다. 일본은 증가율은 낮으나 꾸준한 출원이 이어지고 있다. 주요 출원인으로는 Zengen가 최다 출원하였으며 다음 순으로, Epitopix, Guign, UBE 등이 있다.

○ 해외 주요 특허기술

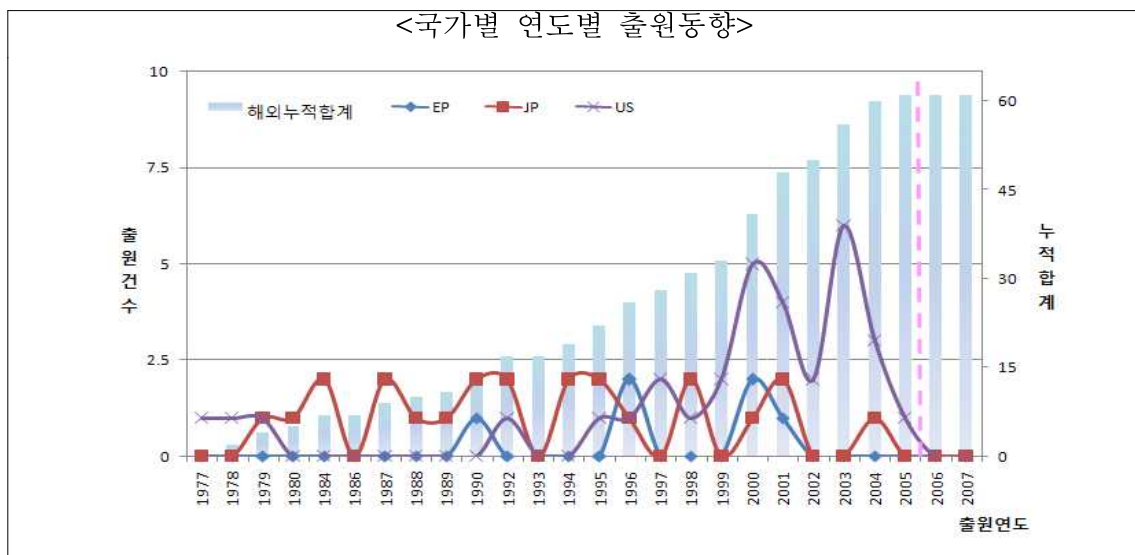
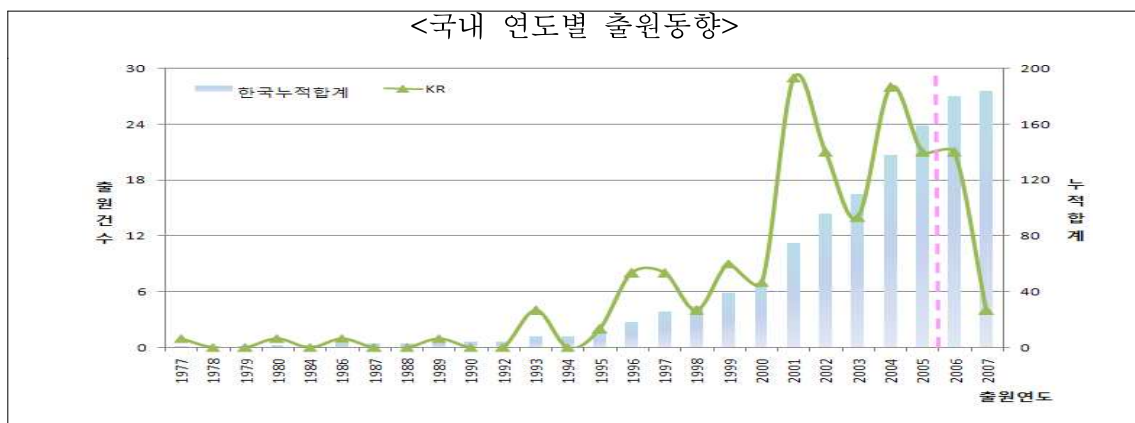
- 주요 특허를 살펴보면, 일본 특허 제1994-300216호 “천연 폐각으로부터 건강음용 칼슘분말을 제조하는 방법”은 순도가 높은 건강 음용제를 위한 칼슘분말 제공을 목적으로 한다. 각종 폐각을 900~1400℃에서 약 30분간 소성, 냉각 후 수중 방치, 석회유 조제, 탄산가스 유입, 침강성 탄산칼슘 건조단계에 관한 내용을 포함하고 있다. 일본 특허 제1997-219713호 “폐각류를 이용한 살균제, 향균제의 제조법”은 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 칼륨, 철, 아연 등의 금속원소를 이온화하여 향균제 및 살균제 제조에 활용할 수 있는 기술이다. 폐각류를 10mm 전후로 파쇄하고, 350℃에서 30분, 500℃에서 15분, 850℃~1200℃에서 60분 동안 가열 소성한 후, 분체를 전기로에 투입하는 것을 특징으로 한다.

- 이와 같이 대부분의 특허는 폐각을 고온 가열하여 칼슘함유물을 획득하는 방법에

관한 것으로 전기분해방법을 적용한 사례는 없으며, 용해도, 전도도, 반응속도에 있어 본 기술개발의 기술과 동일한 구성을 포함하는 특허는 검색되지 않았다.

○ 세계적으로 활성칼슘과 관련되어 출원된 특허는 1977년 최초 출원을 시작으로 꾸준한 성장을 보이고 있으며, 한국이 전체의 약 75%를 차지하며 기술개발을 선도하고 있다. 2006년 이후 출원율의 감소경향은 공개제도에 따른 미공개 특허의 영향으로 실제 출원 건수보다 적게 조사되기 때문인 것으로 사료된다.

○ 국내는 전체 특허 출원수의 약 75%를 차지하며 패각류로부터 추출하는 천연칼슘 분야의 기술 개발을 선도하고 있으며, 1995년을 기점으로 꾸준한 성장을 보이고 있다.



제7장 참고문헌

1. 문병우, 임재욱, 신건철, 김영식. 1995. 고추의 무기성분 함량, 생장 및 배꼽썩음병에 미치는 칼슘화합물과 CaCO_3 의 영향. 한국원예학회지 36:304-308.
2. Antonio, C., F. T> Bingham, and C. K. Labanaski. 1979. Blossom-end rot of tomato fruit as by osmotic potential and phosphorous concentration of nutrient solution media. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104:236-239.
3. 신건철, 김몽섭, 김정호, 김성봉, 이한찬, 문병우. 1992. 엽면시비용 석회비료 칼슘화합물 처리가 사과 고두병, 과실 품질 및 무기성분 함량에 미치는 영향. 농시논문집 12:63-70.
4. 문병우, 최종승, 김기홍. 1999. 굴 껍질로부터 추출한 칼슘화합물 처리가 사과의 생리장해와 병 발생 및 과실품질에 미치는 영향. 한국원예학회지 40:41-44.
5. 박세원. 1992. 正常 토마토의 rin 토마토植物에 있어서 Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ 吸收 및 果實細胞壁에서의 蓄積. 한국원예학회 논문발표 요지 10:184-185.
6. 박세원. 1999. 칼슘이 원예산물의 세포벽대사 및 숙성에 미치는 영향. 원예과학기술지 17:377-380.
7. 김병근, 최종명, 김태일. 2009. 영양진단 자료로서 칼슘 시비농도에 대한 두 딸기 품종의 결핍증상 발현, 생장반응 및 무기원소 흡수 비교. 원예과학기술지 27:102-109.
8. 김대현, 변재균, 최철, 최동근, 강인규. 2008. 엽화칼슘, Prohexadione-Ca 및 칼슘도포봉지에 의한 '감홍' 사과의 고두병 감소. 원예과학기술지 26:367-371.
9. 이창희, 남윤경. 2011. 액상 칼슘 화합물 엽면살포에 의한 스탠다드 국화 '백마'의 줄기 경도 강화. 원예과학기술지 29:298-305.
10. 안영직, 최종승, 문병우. 2009. 배 '신고' 과실에 칼슘코팅봉지 씌우기와 과실의 생리적 변화. 원예과학기술지 27:540-546.
11. 김익열, 장태현, 이용세. 2005. 엽화칼슘 엽면 살포가 '부유'와 '서촌조생'의 잎과 과실의 칼슘 함량 및 과실 저장력에 미치는 효과. 원예과학기술지 23:293-300.
12. 이영철, 문병우, 김영호. 2005. 석회비료 과면살포에 따른 '캠벨얼리' 과피의 무기성분 함량 및 과실 품질에 미치는 영향. 한국농수산대학 현장농업연구지 7:81-89.
13. 임열재, 최종승, 김성봉. 1989. 패대한 사과나무에서 패대용 봉지의 종류와 CaCl_2 살포가 과실의 calcium 함량에 미치는 영향. 한국원예학회지 30:194-199.
14. 문병우. 1999. 원예작물에 있어서 액상석회비료의 효과. 원예과학기술지 17:381-385.
15. Moon, B.W., J.S. Choi, and M.S. Kang. 2003a. Effects of vine-spray of liquid

calcium fertilizer on calcium contents and quality in stored grape fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44:345-348.

16. 문병우, 윤민상, 안영직, 이재창. 2003b. 칼슘이 함유된 봉지의 껍대가 배 ‘신고’ 과실의 칼슘함량과 품질에 미치는 영향. 한국원예학회지 44:349-352.

17. Poovaiah, B.W., G.M., and A.S.N. Reddy. 1988. Calcium and fruit softening: physiology and biochemistry. Hort. Rev. 10:107-152.

18. 최진호, 최장전, 이중섭, 문병우, 최철, 남기웅, 엄문일. 2008. 칼슘이 코팅된 봉지 껍대가 ‘추황배’ 과실의 칼슘 함량, 과점 발달 및 과실 품질에 미치는 영향. 생물환경조절학회지 17:312-318.

19. Glenn, G.M. and B. W. Poovaiah. 1985. Cuticular permeability to calcium compounds in ‘Golden Delicious’ apple fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110:192-195.

20. 문병우, 강인규. 2007. 굴 껍데기에서 개미산으로 추출한 칼슘화합물과 활성제의 수관살포가 사과 ‘후지’ 과실의 칼슘농도, 과피 형태 및 품질에 미치는 영향. 생물환경조절학회지 16:21-26.

21. Moon, B.W., W.L. Lu, and J.S. Choi. 2002. Relationship of physiological disorder occurrence and mineral nutrients of ‘Jingfen’ pear fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:47-50.

22. Lee, Y.C., B.W. Moon, G.C. Song, and J.M. Park. 2005. Effects of soil application of natural oyster shell on mineral nutrient of leaves and fruit quality in ‘Campbell Early’ grapevine. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 23:198-203.

23. Moon, B.W., J.S. Choi, and M.S. Kang. 2003. Effects of vine-spray of liquid calcium fertilizer on calcium contents and quality in stored grape fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44:345-348.

24. 이영철, 문병우, 김영호. 2005. 석회비료 과면살포에 따른 ‘캠벨얼리’ 과피의 무기 성분 함량 및 과실 품질에 미치는 영향. 한국농수산대학 현장농업연구지 7:81-89.

25. 이영철, 문병우, 송기철, 박진면. 2005. 자연 및 가공 패화석의 토양 시용이 토양의 물리 화학성과 포도나무의 수체생장에 미치는 영향. 원예과학기술지 23:192-197.

26. Moon, B.W., J.S. Choi, and M.Y. Park. 1998. Effects of calcium compounds extracted from oyster shell on the calcium content in apple fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:454-459.

27. Moon, B.W., I.K. Kang, Y.C. Lee, and J.S. Choi. 2002. Effects of tree-spray of liquid calcium compounds on the mineral nutrients, blossom-end browning

- and quality of non-astringent persimmon fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:54-57.
28. Moon, B.W., J.S. Choi, and K.H. Kim. 1999. Effects of calcium compounds extracted from oyster shell on the occurrence of physiological disorder, pathogenic decay and quality in apple fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:41-44.
29. Moon, B.W., W.L. Lu, and J.S. Choi. 2002. Relationship of physiological disorder occurrence and mineral nutrients of 'Jingfen' pear fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:47-50.
30. Moon, B.W., M.S. Yun, Y.J. An, and J.C. Lee. 2003. Effects bagging with calcium treated paper bag on calcium contents and quality in 'Niitaka' pear fruit. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44:349-352.
31. 김몽섭, 고광출. 2004. 사과 고두병 발생과 무기성분, 품종 및 대목과의 관계. 원예과학기술지 22:43-49.
32. 최종승, 이경욱, 최종명, 안영직, 서정학. 2000. 계란껍질에서 추출한 액상칼슘화합물의 사과나무에 대한 수관살포 효과. 한국원예학회지 41:503-506.
33. 최종승, 이재창. 1992. 사과의 果實 發育期間中 果實內 칼슘의 蓄積樣相. 한국원예학회지 33:156-160.
34. 임열재, 최종승, 김성봉. 1989. 한발기간중 CaCl₂ 살포가 수체생육, 과실 비대 및 과실과 엽내 Calcium 함량에 미치는 영향. 한국원예학회지 30:108-115.
35. 임열재, 최종승, 김성봉. 1989. 과대한 사과나무에서 과대용 붓지 종류와 CaCl₂ 살포가 과실의 Calcium 함량에 미치는 영향. 한국원예학회지 30:194-199.

주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.