

631.585
L293A

최종보고서

송이배지 양액재배 시스템 개발

Development of Automatic Nutrient system
for "scoria" medium

연구기관

제주도농업기술원

농림부

최 종 보 고 서

1998년도 농림특정연구사업에 의하여 완료한 송이버지 양액재배
시스템 개발에 관한 연구의 최종보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

- 첨부 : 1. 최종보고서 8부
2. 최종보고서 디스켓 1매

1998. 12. 29.

주관연구기관 : 제주도농업기술원

총괄연구책임자 : 김 광 호



주관연구기관장 : 제주도농업기술원장

농 립 부 장 관 귀 하

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “송이버지 양액재배 시스템 개발”에 관한 연구
과제의 최종보고서로 제출합니다.

1998. 12. 29.

주관연구기관명 : 제주도 농업기술원

총괄연구책임자 : 김 광 호

세부과제책임자 : 김 봉 찬

세부과제책임자 : 이 신 찬

연 구 원 : 조 은 숙

연 구 원 : 김 용 덕

연 구 원 : 양 상 호

연 구 원 : 김 철 균

연 구 원 : 조 연 동

연 구 원 : 김 성 배

연 구 원 : 현 승 원

연 구 원 : 장 전 익

연 구 원 : 강 성 찬

요 약 문

I. 제목 : 송이(Scoria)배지 양액재배 시스템 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

WTO 출범에 따른 농산물 교역의 국제적 자유 경쟁 체제에 대응하기 위하여 한국농업의 체질강화 및 농가의 자생력 강화를 위해서 기술 농업, 품질농업, 수출농업을 추구하고 있으며 이러한 가운데 자본과 기술이 집약적으로 투입된 원예시설을 이용한 고품질의 농산물을 생산하여 국제 경쟁력을 갖추려는 농가들이 늘어나고 있다. 또한, 토양재배시 문제가 되고 있는 연작장해, 생산성의 감소, 그리고 품질의 저하를 줄이기 위하여 고급 원예시설의 경우 양액재배 방식을 채택하고 있으며, 그 면적은 계속 증가하고 있다.

양액재배는 미래지향적 농업생산 방식으로 기존의 토양재배에서 문제가 되었던 퇴비 만들기, 연작장해, 중작업성 등을 회피하면서 품질 및 생산성을 크게 증진시킬 수 있는 과학영농 기술로 인식되고 있다.

국내에서 운용되고 있는 양액재배 시스템별 재배면적 분포를 보면 비고형배지경이 27%로 28ha를 점유하고 있고 고형배지경은 74%로 78ha에 이르고 있어 고형배지경이 압도적으로 많은 특성을 보인다.

그러나 고형 배지경에 주로 사용되는 암면과 펄라이트의 가격이 비싸고 수입 원자재에 의존하고 있어서 부존자원을 이용한 배지개발 및 이에 적합한 시스템 개발이 필요하다.

제주 송이(Scoria)는 다공질로 구성되어 화산성 퇴적암류 및 이들의 부서진 화산사, 화산재, 그리고 화산탄이 혼합하여 이루어진 고형물로서 제주도에 약 20억톤 정도 매장되어 있다고 추정되며 값이 저렴하여

송이를 이용한 양액재배 시스템을 개발하면 양액재배의 경쟁력 향상과 배지 수입에 지출되는 외화를 절약할 수 있으며, 여러번 재사용이 가능하여 농가소득 증대에도 기여할 것이다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 제주도에 풍부하게 매장되어 있는(20억~200억 m³ 추정) 송이(Scoria)를 양액재배용 배지로 이용하여 안정적으로 작물을 재배할 수 있도록 송이의 이화학적 특성을 고려한 양액재배시스템(활용 체계 및 방법)을 개발하기 위하여 다음과 같은 연구를 수행하였다.

1. 제주 송이 양액재배 배지 이용적 특성에 관한 연구

송이 배지 양액재배 시스템을 개발하기 위하여 먼저 문헌조사를 통한 제주도의 송이 분포와 매장량을 파악하고 농업적인 이용성을 검토하였다. 그리고 송이가 지니고 있는 이화학적 특성을 분석하기 위하여 실험실 내에서 송이의 입자 크기에 따른 양이온 침출용량과 가용성 중금속 자연 함량을 분석하였고, 송이의 인산흡착계수와 양분 탈·흡착량 특성을 분석하였으며 양액재배용 배지로 이용되는(입자 크기 11mm이하) 송이의 입자 분포를 조사하고 수분 보유력 및 수분이동 특성을 분석하였다.

2. 제주송이버지 양액재배 시스템 개발

친환경적 양액재배 시스템을 개발하기 위하여 순환식 양액재배 시스템 모델 및 재배상을 설계하고 효율적인 양액 공급방법을 구명하였으며 장미 재배시 암면큐브를 대체할 수 있는 송이를 이용한 장미 삼목용 망포트 개발도 시도하였다.

그리고 작물별 적용기술개발 연구를 바탕으로 순환식 양액재배시스템 설계서를 보완하여 시스템 구성도를 제시하였다.

3. 작물별 제주송이버지 양액재배 전용 양액선발

제주송이를 이용한 양액재배의 안정성을 높이고 생산성을 향상시키기 위해 송이버지의 양분 탈·흡착 특성을 고려한 토마토, 오이, 장미의 이론적 처방액을 제시하였다.

이론적 처방액은 화란 PBG액을 기준으로 송이버지에서 흡착량이 많은 인산 성분을 위주로 보정하여 처방되었으며, 이렇게 보정된 이론적 처방액이 적절하게 처방되었는지 확인하기 위하여 송이버지 양액재배상에서 각 작물별로 화란 PBG액과 야마자끼액을 대조구로 하여 양액선발 시험을 수행하였다.

4. 제주 송이버지 양액재배 시스템의 채소(방울토마토) 적용 기술 개발

개발된 제주송이버지전용 양액재배 시스템에서 작물의 적용기술을 개발하고자 여러 가지 시험을 수행하였으며, 선체리엑스트라 품종을 공시재료로 하여 급액량 및 송이 입자 크기가 수량과 품질에 미치는 영향, 재배상의 종류 및 배지 용량에 따른 수량과 품질의 변화 그리고 양액 급액횟수 및 배지 종류에 따른 방울토마토의 생육과 수량성의 차이를 조사하여 적정 재배시스템 및 재배기술을 개발하고자 하였다.

5. 제주 송이버지 양액재배 시스템의 화훼(장미) 적용기술 개발

람바다 품종을 공시재료로 하여 장미 양액재배시 제주 송이버지의 효율성을 높이기 위해 송이 입자크기 및 급액량이 절화품질과 수량에 미치는 영향, 재배상의 종류와 배지 혼합비율이 절화품질과 수량에 미치는 영향, 계절별 양액 급여횟수의 차이가 생육과 수량에 미치는 영향을 조사하여 송이버지를 이용하는 장미 양액재배시 적합한 재배법 및 재배시스템을 개발하고자 하였다.

6. 개발된 제주 송이버지 양액재배 시스템 농가실증 재배시험

이 시험은 제주 송이를 이용한 양액재배 시스템의 성능을 농가 포장에서 직접 확인하고자 수행하였으며 방울토마토와 토마토는 제주도에서 채소 양액재배 방식 중 가장 주류를 이루고 있는 분무경식 재배농가 포장에서 수행하였고 장미 농가실증 시험은 제주송이를 배지로 이용하여 장미를 재배하는 농가에서 수행하였다.

7. 환경보존을 위한 제주 송이버지 및 양액의 재이용기술 개발

제주 송이버지 양액재배시스템의 효율을 극대화시키고 친환경적이며 순환식 양액재배 시스템을 확립시키기 위하여 배지의 재이용을 위한 소독방법을 구명하고, 송이버지가 양분을 탈·흡착하는 단점을 보완·발전시키기 위해 양액의 재이용에 관한 연구를 수행하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 제주 송이 양액재배 배지 이용적 특성에 관한 연구

1) 송이배지의 이화학적 특성

가) 입자크기를 11mm 이하로 체질하여 사용하는 공시 송이배지의 입자 분포는 2mm 이상 54%, 2.0~0.56mm 11%이며, 0.5mm 이하가 37%였다.

나) 송이크기에 따른 양이온 침출량은 송이 입자크기가 3mm인 경우 치환성 양이온 함량이 Ca 296mg/kg, Mg 72mg/kg, K 18mg/kg, Na 15mg/kg이었고 입자크기가 작을수록 치환성 양이온 함량은 높았다.

다) 송이배지의 가용성 중금속 자연함량은 송이배지의 입자크기가 작은 것이 큰 것보다 Cu, Mn, Cr, Zn 함량이 높았다.

라) 송이배지의 인산 흡수계수는 송이배지의 입자크기가 작을수록 인산흡착량이 많은 것으로 나타났으며 입자크기 3mm는 260 mg/100g이었다.

2) 송이배지의 양분 탈흡착 특성

가) 송이배지가 양액의 pH에 미치는 영향은 송이배지 입자크기가 작을수록 pH가 증가되는 경향을 보였다.

나) 송이배지의 다량원소 탈흡착 특성은 공시 양액중의 농도보다 나트륨 성분은 20%내외, 질소와 칼슘은 약10%가 증가되었으며 인산과 칼륨 및 황은 다소 감소하였는데 특히 인산은 초기에 80%가

감소하였으나 점차 30일 부터 120일까지 약 40%가 지속적으로 흡착되는 경향을 보였다.

다) 송이버지의 미량원소의 탈흡착특성은 공시 양액중의 Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B가 초기에는 모두 송이에 흡착되어 양액농도를 감소시켰으나 어느 기간이 지나면 탈착됨으로서 양액농도를 증가시켰는데 Mo와 B는 10일, Fe은 30일, Mn은 40일, Zn은 100일을 경과하면서부터였다. 그러나 Cu는 처음부터 흡착되어 20%, Mo은 35일까지는 흡수와 탈착되다가 그 이후는 50% 수준의 농도로 흡착되었다.

라) 송이버지의 배액중 pH 및 EC 변화는 pH 5.7로 조절된 양액의 초기에는 pH가 6.8로 높아졌으나 점차 낮아져 120일째는 pH 4.6이 되었으며, EC는 2.32로 조절된 양액에서 초기에는 2.2까지 떨어졌다가 점차 높아져 120일째는 2.45 ds/m되었다.

마) 송이버지 시스템상에서 120일 동안 시험 후 송이버지의 침출성 양분함량은 시험전 송이버지에 비해서 NO_3 는 4.08mM, H_2PO_4 는 1.58mM, K는 5.39mM이 더 많이 함유하고 있었다. 미량원소 중에는 Fe이 102 μM 정도 많이 함유하고 있을 뿐 기타 성분은 큰 차이가 없었다.

3) 송이버지의 수분특성

가) 양액관주시 송이버지 시스템상에서의 용적수분함량의 변화는 관주전 16%에서 관주후 최고 22%까지 변화를 보였는데 수분함량의 약 50%가 관주후 5분만에 감소 되었으며 나머지 50%인 약 6%의 용적수분 함량이 1시간 30분까지 완만한 경사를 보이며 감소하였다.

나. 제주송이버지 양액재배 시스템 개발

- 1) 기존의 양액재배방식을 개량하여 신선양액통, 배수양액통 및 혼합통을 설치하여 배액을 재사용할 수 있는 순환식 양액재배 시스템을 개발하여 배액의 재사용에 의한 경영비 절감 및 친환경 농업을 실현하였으며, 배지위에 부직포 등의 물머금수단을 깔고 점적관을 설치함으로써 송이버지의 수분보유능력을 향상시켜 송이를 단용으로 사용하는 양액재배 시스템이 가능하게 되었다.
- 2) 또한 장미 양액재배시 묘의 삼목에 암면큐브가 사용됨에 따라 이를 대체할 수 있는 망포트를 개발하였는데, 8mm 구멍이 있는 재료를 사용하여 망포트를 만든 경우 암면에 비해 생육과 수량에 있어서 큰 차이를 나타내지 않았으며 재사용이 가능하여 환경 오염 방지 및 경영비 절감이 가능하게 되었다.

다. 작물별 제주송이버지 양액재배 전용 양액선발

송이버지 양액재배의 안정성을 높이기 위하여 송이가 지니고 있는 화학적 특성을 고려한 전용양액을 개발하고자 화란 PBG액과 일본 야마자끼액을 기준으로 송이버지의 양분 탈흡착 특성에 따라 조성한 양액별 방울토마토, 토마토, 오이 양액을 선발하고자 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 방울토마토 양액선발 시험

가) 양액조성 처방별 방울토마토 껍째 품종의 생육특성은 PBG액에서 초장, 엽장, 엽폭이 가장 높았으며 엽수는 양분 흡착량 100%를 보정한 농진A액에서 가장 많았고, 줄기직경은 양분 흡착량 150%를 보정한 농진B액이 가장 높았다.

- 나) 처리별 수량특성은 야마자끼액에서 상품과중이 가장 높았으나, 상품과수와 상품수량은 농진A액에서 134.3개/주, 5,119.5kg/10a로 가장 높게 나타났다.
- 다) 과실 품질면에서는 농진A액과 농진B액에서 가용성고형물 함량이 가장 높았으며 산함량도 농진A액에서 가장 높게 나타났다.
- 라) 생육 단계별 인산 함량의 변화는 생육중기(5화방착과기)에 낮아지다가 생육후기(8화방착과기)에는 다시 상승하는 일정한 경향을 나타내었는데, 생육중기에 감소폭은 양분흡착량을 보정하지 않은 PBG액과 야마자끼액에서 가장 크게 나타났다.
- 마) 이상의 결과를 종합해 볼 때 농진A액 처리구가 10a당 상품 수량과 당·산함량에서 우수하여 다른 양액처방보다 송이버지에 적합하다고 판단되었다.

2) 토마토 양액선발 시험

- 가) 양액의 종류별 하우스도태랑의 생육특성을 4화방 착과기와 9화방 착과기에 2차례 비교하였는데 뚜렷한 경향을 찾을 수는 없었다.
- 나) 상품 수량은 농진A액이 상품과수가 많아서 가장 높았는데 야마자끼액에 비하여 30.2% 증수되었다.
- 다) 식물체 줄기의 건물율은 농진1호와 농진3호에서 높았고, 과실과 잎에서는 야마자끼액과 농진3호액에서 높게 나타났다.
- 라) 과실의 품질면에서는 양액의 종류에 따른 큰 차이를 나타내지 않았지만 농진A액에서 경도와 산도가 높게 나타났고 당도도 다소 높은 경향을 보여 농진A액에서 품질이 좋았음을 알 수 있었다.
- 마) 식물체 분석결과 T-N 및 유효인산 함량은 농진2호와 농진3호가 다소 높은 경향을 보였으며, 과실의 Ca, Fe, Cu 등의 무기물 함량은 농진1호가 높게 나타났다.

3) 오이 양액선발 시험

- 가) 배양액 종류에 따른 회수양액의 성분중 K와 PO_4 -P 농도는 대체적으로 송이의 자체흡착으로 생육초기에 저하하였다가 흡착이 완료된 정식 후 15일 전후로 높게 형성되었다가 35일 경부터 안정화가 이루어졌다.
- 나) 근권내 송이성분의 함량은 각 처리별 차이가 없었지만 농진B액에서 K함량과 PO_4 -P 함량이 많은 경향이였다.
- 다) 식물체내 무기성분 함량은 대체로 비슷한 경향이였지만 농진B액과 야마자끼액에서 무기성분함량이 높은 경향이였다.
- 라) 오이의 생육요소나 수량구성 요소에 있어서 처리간에 유의성은 없었으나 상품수량과 총수량에 있어서는 농진A액(NH_4 1.00, NO_3 11.75, PO_4 2.50, K 8.13, SO_4 1.00, Ca 2.75, Mg 1.00 mmol/ℓ이며 미량원소 Fe 22.5, Mn 20, Zn 10.0, B 25, Cu 0.93, Mo 0.63 μ mol/ℓ)에서 주당 4,021g과 4,484g으로 가장 많이 나타났고 그 다음은 농진B액으로 비슷한 경향을 보였다.

라. 제주 송이버지 양액재배 시스템의 채소(토마토) 적용 기술 개발

- 1) 제주 송이를 양액재배 배지로 이용시 송이 입자 크기는 3~11mm 혼합구가, 1일 급액량은 2ℓ구가 생육 및 수량이 우수하였다. 별도의 선별노력을 생략하고 비료비 절감을 위해서 이들 두 처리가 좋을 것으로 여겨진다.
- 2) 재배상 종류는 용기형이 생육 및 수량이 비슷하였다. 따라서 작업성, 재배조 설치비용 등 노력, 품질, 시장가격 등을 고려하여 결정하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

- 3) 양액급여횟수에 따라서는 수량과 당도가 6회 급여구와 9회 급여구 사이에 차이가 없으므로 동·하절기, 일사 등을 고려하여 이 공급 횟수 범위에서 급여하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

마. 제주 송이버지 양액재배 시스템의 화훼(장미) 적용기술 개발

- 1) 경영비 등을 고려할 때 양액의 적정 공급량은 봄·가을 600~700ml/주, 여름 800~900ml/주, 겨울 400~500ml/주가 적당하였고
- 2) 사용하는 송이의 입자 크기는 분진만을 제거한 11mm 이하의 송이를 그대로 사용하는 것이 유리할 것이다.
- 3) 재배상의 종류에 따라서는 용기형 즉 성형스티로폼 베드에 송이를 채우고 사용하는 것이 생육특성과 수량성 모두 우수하였으며
- 4) 송이와 피트모스의 혼용비율에 따른 생육특성과 수량성의 차이는 나타나지 않아서 배지로는 송이만을 단용으로 사용하는 것이 경제성 및 작업 편리성 등에서 유리하였다.
- 5) 송이단용으로 재배할 경우에 1일 양액의 급여횟수는 분시할 수록 생육이 우수하였으며 봄·가을 10회/일, 여름 12회/일, 겨울 8회/일 급여한 처리에서 생육특성 및 수량성이 우수하였다.

바. 개발된 제주 송이버지 양액재배 시스템 농가실증 재배

제주송이(scoria)를 이용한 양액재배시스템의 성능을 농가포장에서 직접 확인하고자 방울토마토, 토마토, 장미 양액재배 농가실증재배 시험을 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 방울토마토 농가실증시험

- 가) 송이배지경의 생육상황은 분무경과 비슷하였으나 지체부의 줄기 직경과 1과실의 무게가 다소 높았다.
- 나) 상품수량은 송이배지경에서 3,839kg/10a가 생산되어 분무경의 3,455kg에 비해 약 11% 증수되었다.

2) 토마토 농가실증시험

- 가) 송이배지경과 분무경에서의 생육상황은 비슷한 경향을 나타냈다.
- 나) 수량성은 분무경에 비하여 송이배지경에서 상품수확 과일수와 평균 과중이 높아서 상품수량에서도 분무경 5,229kg/10a에 비하여 송이배지경이 6,125kg/10a로 약 17% 정도 증수되었으며, 당·산 함량도 송이배지경에서 다소 높았다.

이상의 결과에서 채소 양액재배시 새로 개발된 송이배지경이 분무경에 비해 수량과 품질면에서 모두 우수하였고, 양액재배시 안정성이 있으며 비용이 절감되므로 유리한 재배시스템으로 판단되었다.

3) 장미 농가실증시험

- 가) 수고, 수폭, 엽수의 초기생육특성은 재배시스템 간에 큰 차이를 보이지 않았다.
- 나) 총수량과 상품수량 모두 암면구와 개발된 송이배지 시스템구간에 유의차를 보이지 않아서 경제성을 고려한다면 송이배지를 이용하는 양액재배를 행하는 것이 유리할 것으로 생각되었다.

바. 환경보존을 위한 제주 송이배지 및 양액의 재이용 기술 개발

- 1) 2작기 재배를 위한 1작기에 사용했던 송이배지의 재이용 소득 방법에서는 약제소득 및 증기소득이 다소 소득 효과는 있었으나

생육상황 및 품질특성, 1작기후, 소독세척후 및 2작기 정식후 송이버지 내의 균체수가 5처리 모두 비슷한 경향이었고 수량성은 무처리가 약제소독 및 증기소독보다 다소 높으나 5처리 모두 비슷한 경향이어서 경비와 노동력 절감면에서 보았을 때 무처리 방법이 가장 효과가 있을 것으로 기대된다.

- 2) 퇴수액을 양액재배용으로 재이용시에도 수량 및 품질에 차이가 없었다. 그러나 토경재배용 비료로 이용시 퇴수 100%액구에서 유의성있게 수량이 적었다. 비록 1회의 시험성적으로 좀더 깊은 연구가 필요하다고 생각되나 시험성적으로 검토해 볼 때 퇴수액의 소독이 완벽히 이루어진다면, 퇴수양액을 어느정도(10-30%) 신선양액과 혼합해서 사용하는 것이 비료비 절감과 환경오염 방지를 위해서도 바람직하다고 사료된다.

2. 활용에 대한 건의

3년간의 연구를 통하여 연간 10항목 이상의 다양한 시험들을 하면서 송이버지 전용 양액재배 시스템과 이 시스템에 적합한 작물별 재배기술을 개발하였다. 이는 제주도에 풍부하게 매장되어 있는 자원인 송이의 이용 가치를 향상시키고, 농가에서는 저비용으로 고품질의 생산물을 안정적으로 생산할 수 있는 시스템 및 재배기술을 이용할 수 있게 되어서 소득을 향상시킬 수 있으며, 환경론적으로는 친환경적인 시스템 및 재배기술이 개발되어 양액재배를 통한 환경오염을 감소시킬 수 있다는 것이다.

요즘같이 국가경제가 어려운 시기에 대부분의 양액재배 농가에서 주로 사용하고 있는 암면과 펄라이트는 값이 비쌌 뿐만 아니라 수입원 자재에 의존하고 있어서 이를 대체할 수 있는 국산배지의 개발이 더욱

절실하며, 더욱이 제주도에서는 몇몇 농가에서 송이의 물리적·화학적 특성도 고려하지 않은 상태에서 송이를 양액재배 배지로 이용하고 있는 이 시점에 결과를 내놓을 수 있어서 무척 다행으로 생각한다.

3년간 연구한 결과들을 가지고 특허출원을 하였으며, 연구항목별로 농민들이 현장에서 활용할 수 있는 부분들을 가려서 지도사업에 반영하고 송이버지에 적합한 재배기술에 관한 교육교재를 편찬하여 송이버지에서 양액재배를 시행하고 있는 농민들의 어려움을 해결하고자 한다.

한 가지 아쉬운 점이 있다면 “송이”가 보존자원으로 묶여 있어서 제주도의 반출이 어렵다는 것이다. 그렇지만 농업적 이용에 필요한 송이의 양은 그다지 많지 않으므로 현재 처한 국내 여건과 연구결과를 가지고 관계관들과 협의하여 농업적 이용을 목적으로 한 반출이 가능하도록 제주도에 건의하고자 한다.

SUMMARY

Scoria is distributed worldwide and used in several countries as a plant growing material. This material is also abundant and using in Cheju island for horticultural crop production in hydroponics.

These studies aimed to develop hydroponic-culturing-system using scoria, considering physical and chemical characteristics of scoria for stable horticultural crop cultivation.

The results of three year's studies were summerized as follows;

1. The utilizable properties of Cheju scoria medium for the use in nutrient solution culture

1) Physical and chemical properties of Scoria media

- (1) The particle sizes of scoria used in this experiment was less than 11mm in diameters and the distributed diameters of scoria were :above 2mm (53.7%), 2.0~0.56mm (10.6%) and below 0.5mm (35.7%)
- (2) The leaching amounts of exchangeable cations were 296.0, 71.7, 18.0 and 14.6mg/kg for Ca, Mg, K and Na in scoria of 3mm diameter respectively. Most those of them were increased as the particle sizes became smaller.
- (3) The amounts of available heavy metal ions, Cu, Mn, Cr and Zn, were higher in smaller ones than those of larger ones.
- (4) The smaller the particle sizes are, the higher the phosphate absorption coefficients are, and the coefficient was 260mg/100g in scorium of diameter 3mm

2) Leaching and absorption properties of the nutrient elements in the scoria medium

- (1) In the effects of scoria medium on the pH of nutrient solution, the pH was inclined sharply as the particle sizes of scoria became smaller.
- (2) The leaching and absorption characteristics of macroelements in scoria affected to the concentration of nutrient solution. The contents of N, Ca and Na in nutrient solution were increased up to ca. 10%, 10% and 20% due to the leaching properties of scoria and the those of P, K and S slightly were decreased because of the same reason. Especially, the content of P were decreased up to 80% at the beginning of the experiment but after 30days ca.40% of it were maintained to be absorbed until 120days.
- (3) This characteristics also affected to the concentration of microelements. Most kinds of microelements were absorbed by the scoria and the concentrations of them were decreased at the early However the contents of Mo, B, Fe, Mn and Zn were increased after 10, 10, 30, 40 and 100days of the beginning respectively. The content of Cu was absorbed from the beginning and ca, 20% of it was adsorbed. The content of Mo was absorbed and leached repeatedly up to 35 days and after that it was stable at the 50% level of the adsorption.
- (4) In the change of pH and EC of nutrient solution in the scoria, the pH which was adjusted to 5.7 increased to 6.8 at first and then slowly declined to 4.6 after 120 days. The EC which was

adjusted to 2.32 was changed to 2.2 at first and then was gradually increased to 2.45 dS/m after 120 days.

- (5) It was found that the scoria has contained more than exchangeable nutrients after 120 days compared with the new solution including NO_3 of 4.08mM, H_2PO_4 of 1.58mM and K of 5.39mM. The content of Fe in the used media was obtained higher of 102 μm . and no other microelements showed changes in conc.

3) Moisture characteristics of scoria medium

- (1) In the of scoria culture system, the volumetric water contents changed the range of 16.3% to 22% after drenching and the moisture content decreased by about 50% in 5 minutes after draining and the rest which corresponded to about 6% of the volumetric water contents slowly decreased showing a straight decrised line for one and half hour.

2. Developement of nutrient solution culture system

This study was conducted to develop the nutrient solutions culture system with scoria instead of rockwool as a medium.

- 1) For increasing the holding amount of water in scoria, we used a texture as a supplementary means.
- 2) In order to decrease environmental pollution, we designed the system as a recycling system.
- 3) And we made mesh-cubes that can be used for a cutting of rose in order to replace rockwool-cubes.

3. Solution development adapted to a newly developed system for tomato, cherry tomato and cucumber crops

- 1) In both cherry and common tomato trials, marketable yield, sugar and acid contents were higher in the 'Nhong-jin A solution' which is doubled phosphate than those of any other solutions. Scoria has absorbed phosphate until 120days after initiating supply(Ref. Chap.2). It is assumed that doubled 'p' con. helped the growth and development of tomato plants.
- 2) There were no differences between solutions to yield and growth and development related factors of cucumber but the relative values were highest in the 'Nhong-jin A solution.

4. Cultivation-technical-development on tomato in the newly developed hydroponic cultural system using Scoria.

- 1) For improving quality and increasing yield of tomato fruit.
The sugar content and yield were superior in the mixed plot of 3~11mm particle sizes and in 2 ℓ supplied plot a day to in any specific particle sizes and amount of supply.
These indicate that Mixture of variety sizes of scoria can save labour and material, and water and fertilizer in 2 ℓ supply.
- 2) High installed bed type showed a slightly higher yield capacity but before installation It'd be better to consider constructing cost. working condition and income etc.
- 3) There was no difference between 6 and 9times of supply a day.
Therefore before making a decision growing seasons, growth stages and light intensity *etc.* should be considered.

5. Cultivation-technical-development on rose in the newly developed hydroponic cultural system using Scoria.

This study was conducted to determine the method of the most suitable nutrient solutions culture on nutrient solutions culture system with scoria medium.

- 1) There are no differences on characteristics of growth and yield between the culture in scoria medium and the mixture medium of Scoria and peatmoss.
- 2) Container type was more suitable than bag type on growth of the rose.
- 3) The optimum amount of nutrient solutions supply was 600~700ml/plant/day on spring and autumn, 800~900ml/plant/day on summer and 400~500ml/plant/day on winter.
- 4) The optimum irrigation frequency in scoria was 10 times on spring and autumn, 12 times on summer and 8 times on winter season.

6. Comparison among the cultural systems with cherry tomato and rose in the practical trials in the house farm

- 1) Values of stem diameter and weight per fruit in scoria culture were higher than those of aeroponics and yield capacity had same trend, showing as much as 11% increment of yield in cherry tomato trial but there was a little difference in common tomato. the growth status was similar to each other. Marketable yield in scoria culture was higher compared with that of aeroponics due to

higher marketable fruit number and mean fruit weight. And sugar and acid content were slightly higher in the scoria one.

- 2) On rose plants there are no differences among the nutrient solution culture systems on growth characteristics. And total yields and yields for sales have no significant differences between Rockwool - system and the newly developed system with scoria.

7. Technical development for reuse of the used scoria and drained nutrient solution for environmental conservation.

- 1) There was no differences between pasteurizing methods, but whenever reusing of scoria and nutrient solution, these are needed to be pasteurized for secure harvest without environmental pollution
- 2) Adding drained solution in new solution didn't affect qualitywise or yieldwise but it's recommended that before using drained solution the solution firstly is pasteurized and then added it of ca. 10~30%.

여 백

CONTENTS

Chapter I. Introduction	33
Chapter II. The utilizable properties of Cheju scoria medium in nutrient solution culture	36
1. Introduction	36
2. Materials and methods	37
3. Results and discussion	39
1) Distribution and deposits	39
2) Physical and chemical properties of scoria medium	41
3) Leaching and absorption properties of the nutrient elements in scoria	43
4) Moisture characteristics of scoria	47
4. Summary	50
Chapter III. Development of nutrient solutions culture system with scoria medium	53
1. Introduction	53
2. Materials and methods	53
3. Results and discussion	54
1) The drawing of the system	54
2) The study of the method for a falling drop of nutrient solutions	59
3) The development of mesh-cube	61
4. Summary	65

Chapter IV. Solution development adapted to a newly developed system for tomato and cucumber plants	68
1. Introduction	68
2. Materials and methods	70
3. Results and discussion	76
1) Selection of exclusive nutrient solutions on cherry tomato	76
2) Selection of exclusive nutrient solutions on tomato	83
3) Selection of exclusive nutrient solutions on cucumber	92
4. Summary	99
 Chapter V. Cultivation-technical-development on tomato crops in the newly developed hydroponic cultural system using scoria	 103
1. Introduction	103
2. Materials and methods	104
3. Results and discussion	105
1) The effect of scoria sizes and amount of nutrient solutions supply on growth and yield	105
2) The effect of bed type and the rate of mixture in scoria and peatmoss on growth and yield	109
3) The effect of the irrigation frequency on growth and yield	112
4. Summary	116

Chapter VI. Cultivation-technical-development on rose crops in the newly developed hydroponic cultural system using scoria	118
1. Introduction	118
2. Materials and methods	119
3. Results and discussion	121
1) The effect of scoria sizes and amount of nutrient solutions supply on growth and yields	121
2) The effect of bed type and the rate of mixture in scoria and peatmoss on growth and yield	130
3) The effect of the irrigation frequency on growth and yield	135
4. Summary	138
 Chapter VII. Comparison between the cultural systems with common and cherry tomato and rose for the practical trials in the house farm	141
1. Introduction	141
2. Materials and methods	142
3. Results and discussion	145
1) The practical trials in the house farm with tomato	145
2) The practical trials in the house farm with cherry tomato	147
3) The practical trials in the house farm with rose	149
4. Summary	151

Chapter VII. Technical development for reuse of the used scoria and the drained nutrient solution for environmental conservation.	155
1. Introduction	155
2. Materials and methods	156
3. Results and discussion	160
1) Study on an feasible pasteurizing methods for the reuse of scoria used	160
2) Study on the reuse of old solution for recycling	165
3) Investigation on the reuse of old solution for using as a fertilizer in soil culture	167
4. Summary	171
References	174
Appendix	181

목 차

제 1 장 서 론	33
제 1 절 연구개발의 배경	33
제 2 절 연구 개발의 필요성	34
제 2 장 제주송이의 양액재배 배지이용적 특성에 관한 연구	36
제 1 절 서설	36
제 2 절 재료 및 방법	37
제 3 절 결과 및 고찰	39
1. 분포 및 매장량	39
2. 송이배지의 이화학적 특성	41
3. 제주 송이 양액재배 시스템의 양분 탈흡착 특성 구명	43
4. 제주 송이배지의 수분 특성	47
제 4 절 적요	50
제 3 장 제주 송이(Scoria)배지 양액재배시스템 개발	53
제 1 절 서 설	53
제 2 절 재료 및 방법	53
제 3 절 결과 및 고찰	54
1. 개발시스템 설계도	54
2. 양액공급 방법 구명	59
3. 암면큐브대용 송이망포트 개발	61
제 4 절 적요	65

제 4 장	작물별 제주 송이버지 양액재배 전용양액 선발	68
제 1 절	서설	68
제 2 절	재료 및 방법	70
제 3 절	결과 및 고찰	76
1.	방울토마토의 양액선발 시험	76
2.	토마토의 양액선발 시험	83
3.	오이 양액선발 시험	92
제 4 절	적요	99
제 5 장	제주 송이버지 양액재배 시스템의 채소(방울토마토)	
적용기술 개발	103
제 1 절	서설	103
제 2 절	재료 및 방법	104
제 3 절	결과 및 고찰	105
1.	급액량이 및 송이 입자크기에 따른 방울토마토	
수량과 품질	105
2.	재배상 및 배지용량에 따른 방울토마토 수량과 품질	109
3.	양액 공급횟수에 따른 방울토마토 생육 및 수량	112
제 4 절	적요	116
제 6 장	제주 송이버지 양액재배 시스템의 화훼(장미)	
적용기술 개발	118
제 1 절	서설	118
제 2 절	재료 및 방법	119
제 3 절	결과 및 고찰	121
1.	급액량과 송이입자크기가 생육과 수량에 미치는 영향	121

2. 재배상의 종류 및 송이버지 혼합비율이 장미 생육과 수량에 미치는 영향	130
3. 계절별 양액 급여 횟수의 차이가 생육과 수량성에 미치는 영향	135
제 4 절 적 요	138
제 7 장 개발된 제주송이버지 양액재배 시스템 농가실증 재배시험	141
제 1 절 서 설	141
제 2 절 재료 및 방법	142
제 3 절 결과 및 고찰	145
1. 방울토마토 농가실증 재배시험	145
2. 토마토 농가실증 재배시험	147
3. 장미 농가실증 재배시험	149
제 4 절 적 요	151
제 8 장 환경보존을 위한 제주 송이버지 및 양액의 재이용기술 개발 ..	155
제 1 절 서 설	155
제 2 절 재료 및 방법	156
제 3 절 결과 및 고찰	160
1. 사용했던 제주송이의 재이용을 위한 소독방법 구명	160
2. 사용했던 양액의 재이용에 관한 기술	165
3. 사용했던 양액의 토경재배 비료로 이용성 검토	167
제 4 절 적 요	171
참 고 문 헌	174
부 록	181

여 백

제 1 장. 서 론

제 1 절. 연구 개발의 배경

WTO 출범에 따른 농산물 교역의 국제적 자유 경쟁 체제에 대응하기 위하여 한국농업의 체질강화 및 농가의 자생력 강화를 위해서 기술 농업, 품질농업, 수출농업을 추구하고 있으며 이러한 가운데 자본과 기술이 집약적으로 투입된 원예시설을 이용한 고품질의 농산물을 생산하여 국제 경쟁력을 갖추려는 농가들이 늘어나고 있다. 또한, 토양재배시 문제가 되고 있는 연작장해, 생산성의 감소, 그리고 품질의 저하를 줄이기 위하여 고급 원예시설의 경우 양액재배방식을 채택하고 있으며, 그 면적은 계속 증가하고 있다.

초기 양액재배방식은 Looper(1997)에 의해 개발된 NFT(nutrient film technique)식이 많이 이용되었으나, 근권 온도 변화와 완충성이 떨어지는 문제점 등이 있어 점차 시설내 환경조건에 안정성이 높은 배지경재배로 대체되어가고 있다.

전세계적으로 가장 널리 사용되고 있는 암면배지재배는 1968년도에 덴마크의 Grodan사에서 개발되어 전세계 배지경면적의 90% 내외를 점유하고 있다. 그러나 최근에 Green Round 등 환경보호운동의 영향으로 사용후 폐기가 곤란하고 수입산으로 재료비 부담이 높아 1980년대 후반부터 국내에서는 펄라이트경 기술을 개발하여 농가보급을 점차 늘려가고 있다. 그러나 펄라이트 배지도 원료가 전량 외국에서 수입되어 가공·보급되고 있어서 보다 저렴하며 안정성이 높은 국내산 자재를 이용한 양액재배배지의 개발이 필요한 실정이며, 그 지역에서 나는 재료를 양액재배 배지로 이용하고자 하는 연구가 많이 이루어지고 있다.

제주송이는 다공질로 구성되어 화산성 퇴적암류 및 이들의 부서진 화산사, 화산재, 그리고 화산탄이 혼합하여 이루어진 고형물로서 제주도에 약 20억톤 정도 매장되어 있다고 추정되며, 값이 저렴하여 송이를 이용한 양액재배시스템을 개발하면 양액재배의 경쟁력 향상과 암면, 펄라이트 수입에 지출되는 외화 절약 및 여러회 재사용이 가능하여 농가의 경영비 절약에 의한 소득증대 효과를 기대할 수 있다.

제 2 절. 연구 개발의 필요성

양액재배는 미래지향적 농업생산방식으로 기존의 토양재배에서 문제가 되었던 퇴비 만들기, 연작 장애, 중작업성 등을 회피하면서 품질 및 생산성을 크게 증진시킬 수 있는 과학영농기술로 인식되고 있으며, 매년 그 면적이 증가하고 있다.

국내에서 운용되고 있는 양액재배 시스템별 재배면적 분포를 보면 비고형배지경이 27%로 28ha를 점유하고 있고 고형배지경은 74%로 78ha에 이르고 있어 고형배지경이 압도적으로 많은 특성을 보인다.

그러나 고형배지경에 주로 사용되는 암면과 펄라이트의 가격이 비싸고 수입원자재에 의존하며, 암면의 경우 사용 후 폐기가 어려워 친환경적이며 가격이 저렴한 부존자원을 이용한 배지 개발 및 이에 적합한 시스템 개발이 필요하다.

국내에서는 1990년 초부터 농가에서 손쉽게 구할 수 있고 값이 싼 부존자원의 활용연구가 활발히 이루어지기 시작하여 제주도에서 생산되는 송이(한 등, 1992; 장, 1996), 왕겨 훈탄(林 등, 1995), 톱밥(이 등, 1995, 1996), 모래(박 등, 1996), 우레탄 스펀지와 목탄 등(박 등, 1992), 유기·무기 배지재료를 이용한 배지경 연구가 활발히 이루어져 왔으나

재배 현장에서는 펄라이트의 이용이 가장 많은 실정으로 보다 저렴하며 안정성이 높은 국산 배지의 개발이 필요한 실정이다.

특히 제주에 약 20억톤 이상 매장되어 있는 송이(Scoria)는 피트모스 등을 이용하여 물리적 특성을 보완하여 실제로 채소, 화훼작물에 대하여 그 이용 가능성을 검토한 결과 품질과 수량성이 높았으며 무공해 국산 배지로 유망하였으나, 재배시스템 개발에 필요한 기술이 미흡한 실정이며 송이 자체의 수분보유력이 부족하여 송이를 단독배지로 사용하기 위해서는 전용 재배시스템 및 재배법 개발이 반드시 필요한 실정이다.

제 2 장. 제주송이의 양액재배 배지이용적 특성에 관한 연구

제 1 절. 서 설

국내에서 양액재배용 고품배지로 이용되는 압면, 펄라이트, 야자피트 등은 가격이 높아 농가 부담이 클 뿐만 아니라, 압면 등은 폐기시에도 환경적인 문제가 대두됨에 따라 제주지방에 풍부하게 매장(추정량 20억톤)되어 있는 자원으로 가볍고 통기성, 보수성, 내구성이 뛰어나며 값이 저렴한 제주송이를 이용한 양액재배용 고품배지 개발이 요구되었다.

최근 제주송이배지에 대한 양액재배 이용 가능성을 채소, 화훼작물에 대하여 검토한 결과 품질과 수량성이 높았으며, 무공해 국산배지로 유망하였으나, 제주송이는 다공질로 구성된 화산성 퇴적암류 및 이들의 부서진 화산사, 화산재 그리고 화산탄이 혼합하여 이루어진 고품물로서 인산을 흡착하는 특성이 있으며 입자가 작을 수록 흡착력이 높아 인산 흡수계수는 입자가 3mm인 경우 260mg/100g이나 되었다('96 제주도 농촌진흥원).

송이배지 내의 인산의 탈흡착 변화를 120일간 조사한 결과 초기에는 80%가 흡착되었고, 25일 이후 120일까지는 40%가 지속적으로 흡착되었다('97 제주도 농촌진흥원). 이와 같이 제주송이배지는 화산회토의 일종으로 인산흡착력이 높은 것으로 알려져 있으나 인산의 흡착 특성과 흡착인산의 결합형태 구명에 대한 연구가 미비하다.

따라서 인산흡착력이 강한 제주송이를 양액재배 배지로 이용하고자 할 경우에는 적정 양액 농도를 유지하기 위해서 양액의 성분보정 특히

인산의 보정을 해 주어야만 한다. 그러나 송이버지에서 인산을 지속적으로 보정해 주어야만 하는지 아니면 어느 시점에서 결합능력이 저하되어 보정없이 사용이 가능한지를 구명하고자 제주송이버지의 인산 흡착 특성과 인산 불용화 형태를 조사·분석하였고, 분석된 결과를 바탕으로 제주송이버지 전용 양액재배 시스템 개발로 농가의 소득향상에 기여하고자 본 시험을 수행하게 되었다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 공시송이버지

본 시험에서 물리화학적 특성을 구명하기 위하여 사용된 송이(Scoria)는 제주도 한림읍 금악지경에서 채굴된 것으로서 직경의 크기에 따라 3~11mm의 크기별로 체질하여 선별하고 수돗물로 세척하여 풍건시켜 사용하였다.

송이버지 양액의 탈흡착상은 송이버지의 양액전용시스템 개발에서 개발한 시스템의 베드상(30cm 넓이×25cm높이×120cm길이)과 같은 크기로 제작하여 사용하였고 송이버지 양액이 잘 접촉할 수 있도록 상단 부에는 부직포를 덮어 수행하였다.

이때 사용한 공시양액은 [표 2-1]과 같이 네덜란드 PBG농업연구소의 토마토 표준용액을 조제하여 EC 2.30, pH 5.7로 조절하여 사용하였으며 양액의 공급은 1일 4ℓ를 낮 8시간 동안 6회로 나누어 120일간 비순환식으로 점적관주하였으며 퇴액은 전량 회수하여 분석시료로 사용하였다.

[표 2-1] 네덜란드 토마토 양액재배 표준 용액

Macro element	Concent(mM)	Micro element	Concentration(μ m)
NH ₄	1.25	Fe	15
NO ₃	13.75	Mn	10
H ₂ PO ₄	1.25	Zn	5
SO ₄	3.75	B	30
K	8.75	Cu	0.75
Ca	4.25	Mo	0.5
Mg	2.00		

EC(ms/cm, 25°C) : 2.30

2. 공시 송이버지 및 양액분석

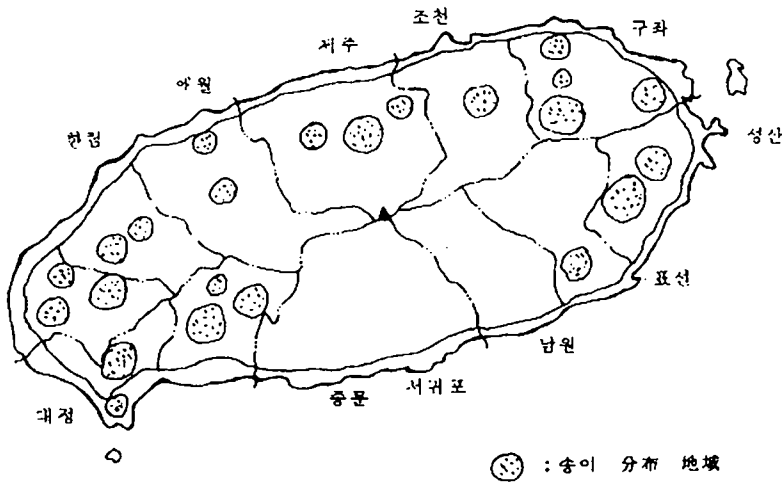
송이버지의 치환성 양이온 함량은 양이온 침출용액(NH₄OAC pH 7.0)으로 침출하여 여액을 분석시료로 사용하였고, 송이버지의 가용성 중금속 함량은 0.1N HCl로 침출하여 사용하였으며 미량원소는 TPA침출법(pH 7.3±0.05)으로 침출하여 사용하였다. 음이온 분석은 이온크로마토그래피(Dionex 500, USA)에서 분석하였으며 양이온 등 무기분석은 ICP발광분석기(ISA, JY-70C, France)로 분석하였다.

송이버지의 수분 보유력은 pF-curve determination로, 수분의 경시적 변화는 Time Domain Reflectometer 측정하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 분포 및 매장량

송이는 제주도에서 후화산활동으로 생겨난 360여개의 기생화산에서 분출된 화산쇄설물로서 분석구(Cinder Cone)를 이루고 있는데 그 분포를 보면 [그림 2-1]에서 보는 바와 같이 제주도의 전역에 흩어져 있다.



[그림 2-1] 제주도 송이의 분포도

[표 2-2]는 360여 기생화산에서 뺏어내어 분석구(Cinder Cone)를 이루고 있는 송이층으로 이루어진 산봉우리들의 매장량을 지역별로 추정한 것이며 이 밖에 밝혀지지 않은 송이형성층이 더 많이 있을 것으로 생각된다.

[표 2-2] 제주도 송이의 매장량

(단위 : 1,000m³)

지역	매장량	지역	매장량
제주시 연동 거문오름	1,356	조천읍 와신리 당오름	2,093
" 오등동 삼이악오름	12,246	구좌읍 월랑동 달랑시 오름	2,493
" 봉개동 지그리오름	942	" 덕천리 덕천리 오름	942
애월읍 곱지리 과오름	506	" 김녕리 묘산오름	1,648
" 원리 예달봉	2,532	" 체오름	2,026
한림읍 문수동 개구리오름	706	" 대천동 민오름	10,362
" 상대리 망오름	1,356	" 송당목장	2,532
한경면 저지리 저지오름	4,605	" 종달리 지미봉	5,086
" 판포리 판포오름	633	성산읍 삼달리 본지오름	1,017
" 고산리 당산봉	2,355	" 신산리 독자봉	3,537
대정읍 가시악	2,172	표선면 토산리 토산봉	3,546
" 송악산	942	" 성읍리 남산봉	8,591
안덕면 마전동 원수악	942	수악봉	942
" 서광리 광해악	2,373	소동산	1,695
" 상천리	3,391	돔배오름	1,017

제주도의 송이 매장량 추정치는 많게는 200억톤에서 적게는 수억톤으로 이야기되며, 이 표에서 밝혀진 것을 보면 약 1억400만톤임을 알 수 있다.

송이의 농업적 이용은 오래전부터 난애호가들이 분에 넣어 배지로 사용해 왔으며, 비교적 근래에 이르러 양액재배에 대한 시험연구와 생산 현장에 이용되기 시작하였고 딸기, 방울토마토, 장미 등에 대한 시험연구가 수행되었거나 진행 중에 있으며 본 과제를 수행하면서 본격적으로 다양한 시험연구를 진행하였다. 이 밖에도 동양란, 양란(심비디움) 재배시

육묘 및 용토로 이용되며, 축산 분야에서도 축분발효용(뜸밥대체), 첨가 사료(송이분말), 축산 오수정화 처리시설 등에 이용되고 있다.

2. 송이버지의 이화학적 특성

가. 송이버지의 입자 분포

공시 송이버지는 입자크기를 11mm 이하로 체질하여 사용한 것으로 입자크기가 2mm 이상은 53.7%, 2.0~0.56mm는 10.6%, 0.5mm 이하는 35.7%였다.

[표 2-3] 혼합 송이버지의 입자 분포

입자 크기	농가 보급 송이 %	혼합송이(11mm이하) %
71 ~ '106	11.38	10.58
160 ~ 250 μ m	10.16	14.60
315 ~ 500 μ m	9.82	10.51
560 μ m ~ 1mm이하	12.26	5.13
560 μ m ~ 2mm이하	18.83	5.45
2mm이하	37.54	53.73

나. 양액의 pH가 송이 배지 조성에 미치는 영향

방울토마토 공시양액의 pH를 4~6으로 조절한 후 사용중인 송이버지 50g에 양액 250ml를 가해서 30분 진탕 후 여액을 분석한 결과, 송이 입자크기가 작을 수록 pH가 증가되는 경향을 보였으며, PO₄와 K함량은 낮아졌는데 특히 인산성분의 감소 정도가 컸다.

다. 송이크기에 따른 양이온 침출량

송이배지 입자크기가 3mm인 경우 치환성 양이온 함량은 Ca가 296mg/kg, Mg가 71.7mg/kg, K가 18mg/kg, Na가 14.6mg/kg이었으며 송이배지는 입자이 작을수록 치환성 양이온 함량은 높았다.

라. 송이의 가용성 중금속 자연함량

공시재료 50g에 0.1N - HCl 250ml가 하여 30분간 진탕후 여액을 분석한 결과 가용성 중금속 자연함량은 송이의 입자크기가 작은 것이 큰 것보다 Cu, Mn, Cr, Zn 함량이 높았으며 우리나라 평균 원예재배지의 가용성 중금속 자연함량(Cd 0.13ppm, Cu 3.78ppm, Zn 16.23ppm) 보다 낮았다

마. 송이배지의 인산흡착 특성

송이의 인산 흡수계수는 송이배지의 입자크기가 작을 수록 인산흡수량이 많은 것으로 나타났으며 송이 입자크기가 3mm인 경우는 260 mg/100g으로 육지부 토양의 인산흡수계수의 1/3정도 되었다.

[표2-3] 치환 침출법에 의한 다량 양분 조성 변화

(단위 : %)

성분 \ 시간	NO ₃	PO ₄	SO ₄	K	Ca	Mg
10 분	3.77	-30.53	- 2.81	-10.73	5.87	0.94
30 분	0.13	-39.69	- 6.65	-13.44	7.62	2.36
1 시간	0.00	-49.62	- 6.90	-15.14	8.93	2.36
2 시간	1.30	-64.89	- 6.14	-17.19	9.30	3.77
4 시간	1.43	-68.70	-10.23	-19.08	10.43	6.13
6 시간	0.26	-74.05	- 7.16	-21.01	11.74	6.13
24시간	0.53	-81.20	- 5.21	-25.60	12.76	6.13

공시 재료인 송이 입자의 크기를 3~11mm(혼합)으로 선정하고 초기 인산 농도를 50~600ppm 범위로 달리하여 송이 100g당 인산용액 200ml를 가하고 접촉하는 시간을 달리한 후 여액을 분석한 결과 인산용액과 접촉시간이 짧을수록 낮았으며 24시간이 가장 높았다.

[표2-4] 치환 침출법에 의한 미량 양분 조성 변화

(단위 : %)

성분 \ 시간	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	B
10 분	31.82	-42.45	-41.75	-23.73	-40.96	-3.92	-22.50
30 분	31.82	-43.04	-49.50	-39.15	-32.05	-11.76	- 8.94
1 시간	50.00	-43.10	-52.88	-51.12	-22.17	-13.73	4.89
2 시간	63.64	-45.43	-55.07	-62.07	-21.69	-13.73	5.10
4 시간	63.64	-48.74	-58.85	-66.33	-20.78	-17.65	6.93
6 시간	63.64	-50.87	-62.13	-67.14	-20.10	-29.41	7.22
24시간	88.23	-50.90	-78.60	-75.30	-20.00	-30.12	10.56

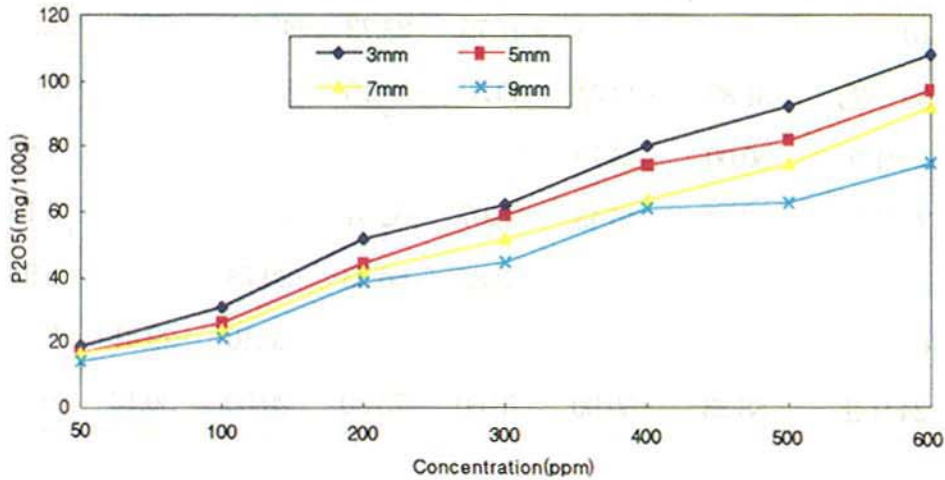
3. 제주송이 배지 양액재배 시스템의 양분 탈흡착특성 규명

가. 양액배지에서 다량원소의 탈흡착특성

공시 양액중에 들어 있는 농도보다 나트륨 성분은 20%내외, 질소와 칼슘은 약10%가 증가되었으며 인산과 칼륨 및 황은 다소 감소하였는데 특히 인산은 초기에 80%가 감소하였으나 30일~120일까지는 약 40%가 지속적으로 흡착되는 경향을 보였다.

나. 송이버지에서 미량원소의 탈흡착특성

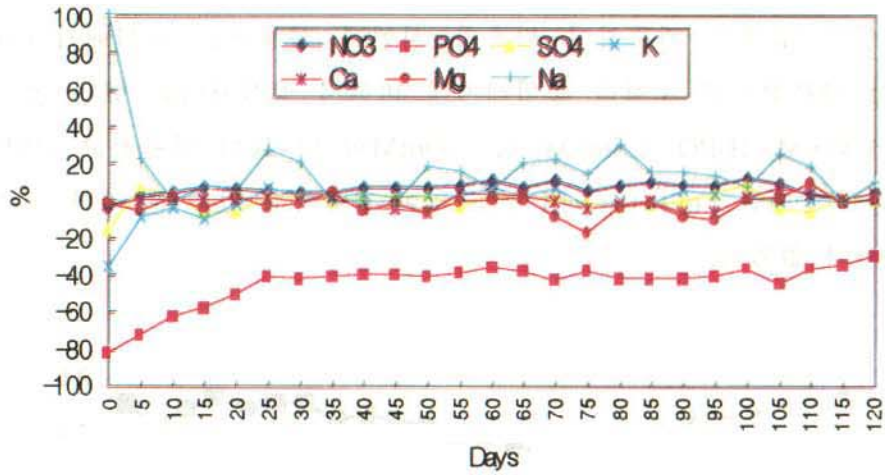
양액중의 미량원소인 Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B 모두가 초기에는 송이버지에 흡착되어 양액농도를 감소시켰으나 어느기간이 지나면 탈리되어 양액농도를 증가시켰는데 Mo와 B는 10일, Fe은 30일, Mn은 40일, Zn은 100일이 경과하면서 부터였다. 그러나 Cu는 처음부터 흡착되어 10일 후 부터는 20%정도가 꾸준히 흡착되었으며 Mo도 35일까지는 흡수와 탈리를 반복하다가 그 이후는 50% 수준의 농도로 꾸준히 흡착되었다.



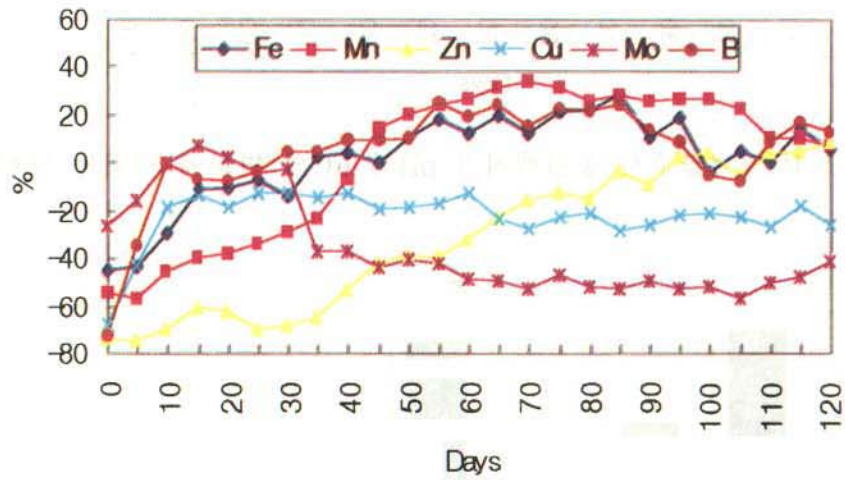
[그림 2-1] 송이버지의 입자크기별 인산흡착 특성

다. 송이버지에서 퇴양액중 pH 및 EC 변화

송이버지의 pH 및 EC 변화를 보면 pH 5.7로 조절된 양액에서 초기에는 pH가 6.8로 높아 졌다가 점차 낮아져 120일 후에는 pH 4.6이 되었으며, EC는 2.32로 조절된 양액에서 초기에 EC 2.20까지 떨어졌다가 120일 후에는 2.45 ds/m로 점차 높아지는 경향이였다.



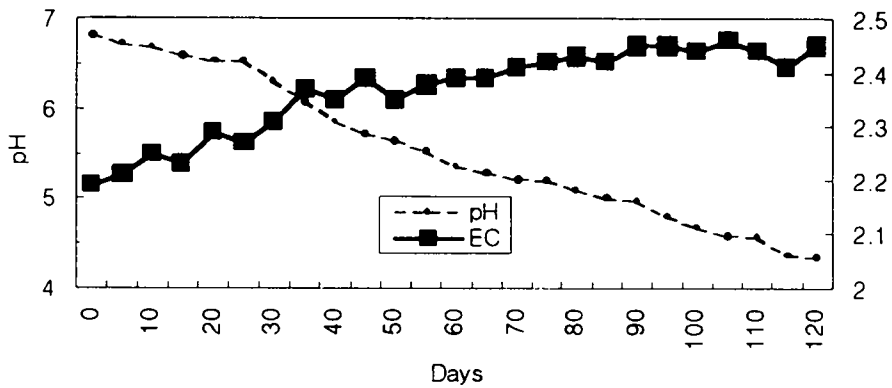
[그림 2-2] 양액 관주시 송이버지가 다량 양액농도의 변화에 미치는 영향



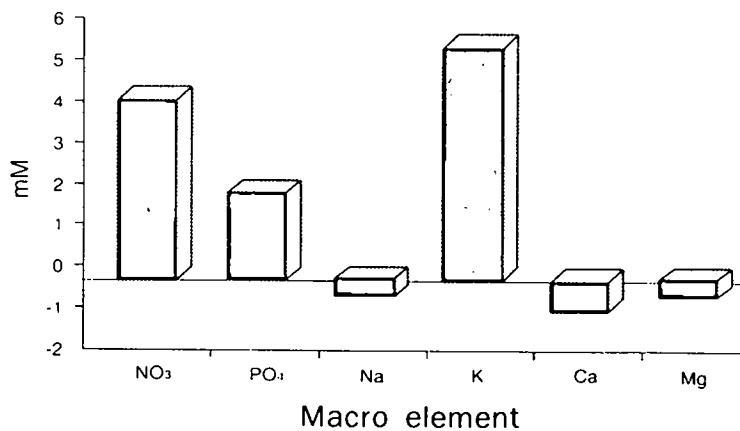
[그림 2-3] 양액관주시 송이버지가 미량 양액농도의 변화에 미치는 영향

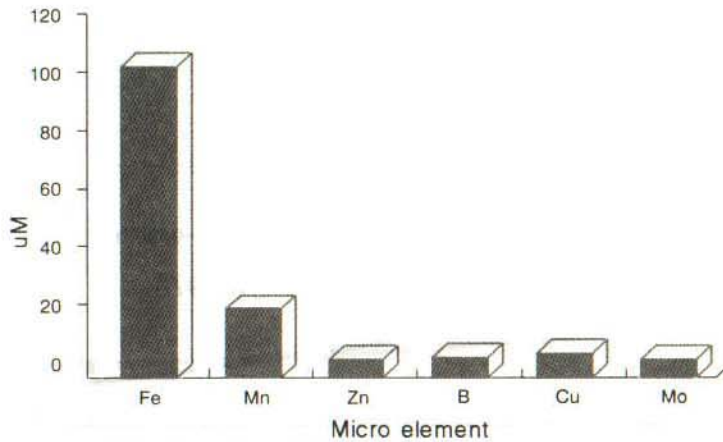
라. 시험후의 송이버지의 침출성 양분함량

120일간 양액을 관주하여 탈흡착 시험에 사용했던 송이버지에서 침출성 양분함량은 무처리 송이버지에 비해서 양액처리를 했던 송이는 NO_3 4.08mM, H_2PO_4 1.58mM, K 5.39mM이 더 많이 함유하고 있었다. 미량원소 중에는 Fe이 $102\mu\text{M}$ 정도 많이 함유하고 있을 뿐 기타 성분은 큰 차이가 없었다.



[그림 2-4] 양액관주시 송이버지가 pH와 EC의 변화에 미치는 영향

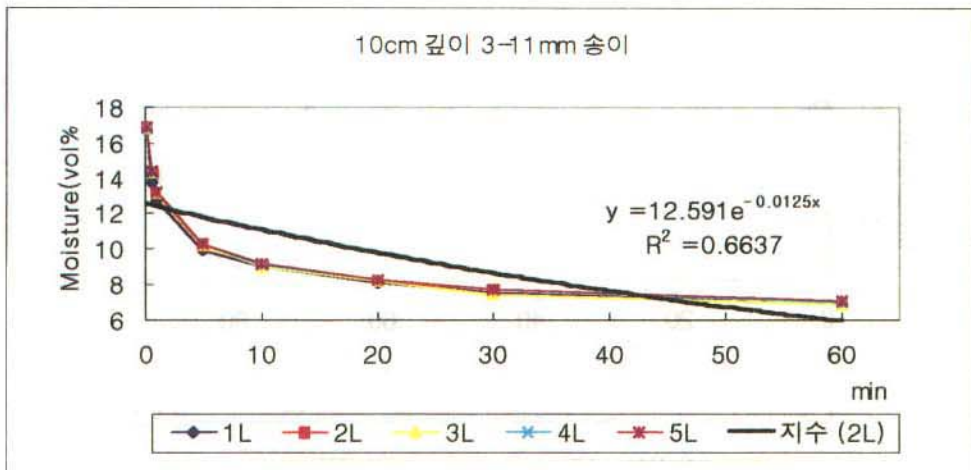




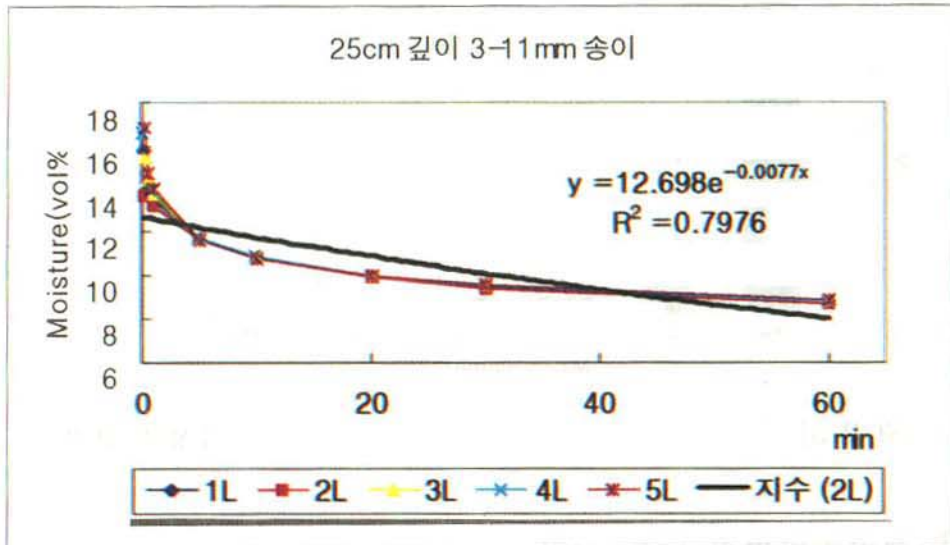
[그림 2-5] 시험후 120일 송이버지에서 추출성 무기성분 함량

3. 제주송이버지 수분 특성

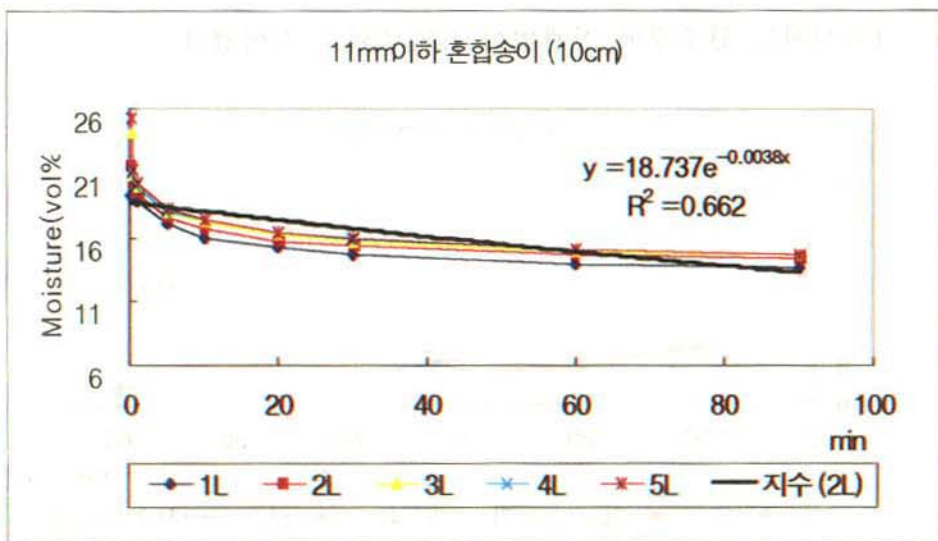
양액 관주시 송이버지에서 수분 보유량과 수분의 변화를 보면 [그림 2-6]과 같이 1ℓ에서부터 5ℓ까지 관주량을 늘려주면 초기 송이버지의 수분함량은 19~25%로 달라지나 점차 감소하여 관주후 1시간 30분 경과시에는 관주량에 상관없이 15%내외로 적어졌다.



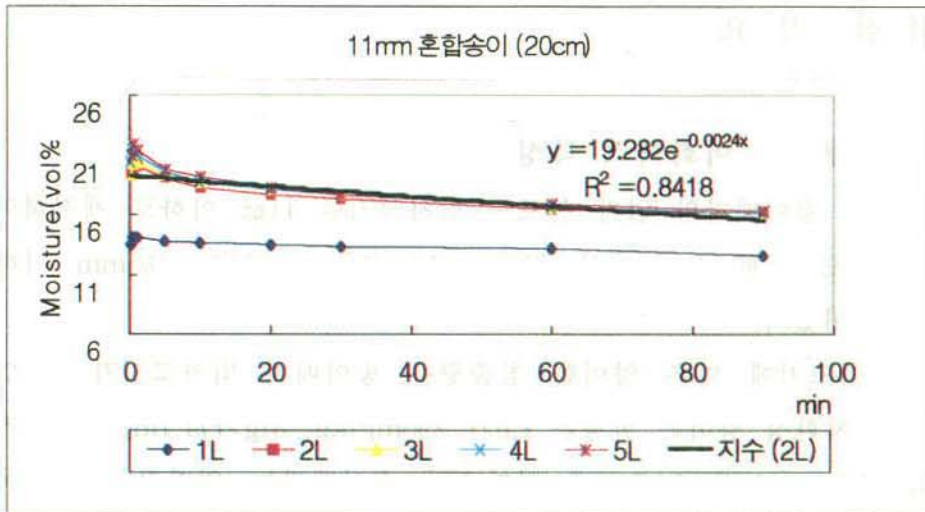
[그림 2-6-1]송이버지의 깊이 10cm에서 수분의 경시적 변화



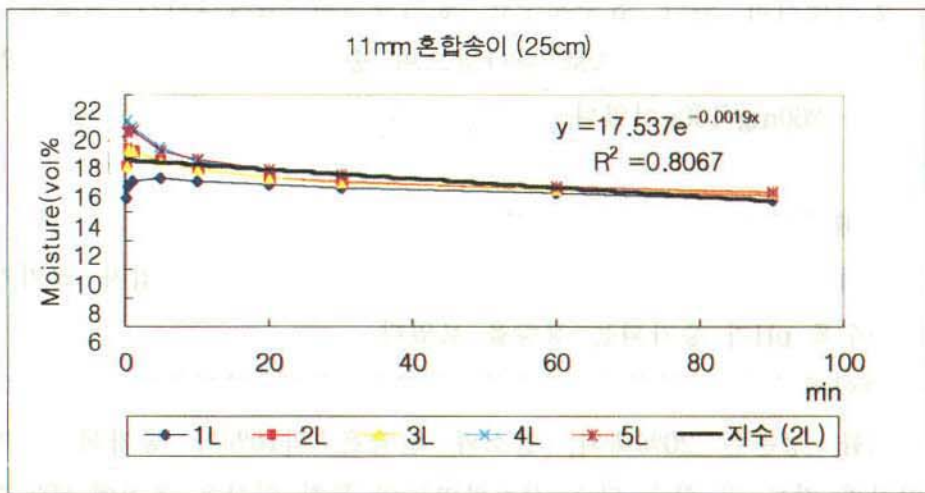
[그림 2-6-2] 송이배지의 깊이 25cm에서 수분의 경시적 변화



[그림 2-7-1]송이배지 깊이10cm에서 수분의 경시적 변화



[그림 2-7-2] 송이버섯의 깊이 20cm에서 수분의 경시적 변화



[그림 2-7-3] 송이버섯의 25cm 에서의 수분의 경시적 변화

제 4 절 적 요

1. 송이배지의 이화학적 특성

- 가. 공시 송이배지의 입자 분포는 입자크기를 11mm 이하로 체질하여 사용하였을 때, 2mm 이상 53.7%, 2.0~0.56mm 10.6%, 0.5mm 이하 35.7%이었다.
- 나. 송이크기에 따른 양이온 침출량은 송이배지 입자크기가 3mm인 경우 치환성 양이온 함량은 Ca가 296mg/kg, Mg가 71.7mg/kg, K가 18mg/kg, Na가 14.6mg/kg이었으며 송이배지는 입자크기가 작을수록 치환성 양이온 함량이 높았다.
- 다. 송이배지의 가용성 중금속 자연함량은 송이배지의 입자크기가 작은 것이 큰 것보다 Cu, Mn, Cr, Zn 함량이 높았다.
- 라. 송이배지의 인산 흡수계수는 송이배지의 입자크기가 작을수록 인산흡착량이 많은 것으로 나타났으며 송이배지 입자크기가 3mm인 경우는 260mg/100g이었다.

2. 송이배지의 양분 탈흡착 특성

- 가. 송이배지가 양액의 pH에 미치는 영향은 송이배지 입자 크기가 작을수록 pH가 증가되는 경향을 보였다.
- 나. 송이배지의 다량원소 탈흡착 특성은 공시 양액중의 농도보다 나트륨 성분은 20%내외, 질소와 칼슘은 약10%가 증가되었으며 인산과 칼륨 및 황은 다소 감소하였는데 특히 인산은 초기에 80%가 감소하였고 점차 감소량이 적어져 30~120일에는 약 40%가 지속적으로 흡착되는 경향을 보였다.

다. 송이버지의 미량원소의 탈흡착특성은 공시 양액중의 Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B 모두 초기에는 송이버지에 흡착되어 양액농도를 감소시켰으나 어느 기간이 지나면 탈리됨으로써 양액농도를 증가시켰는데 Mo와 B는 10일, Fe은 30일, Mn은 40일, Zn은 100일을 경과 하면서부터였다. 그러나 Cu는 초기부터 꾸준히 20%가 흡착되었으며, Mo은 35일까지는 흡수와 탈리를 반복하다가 그 이후에는 50% 수준으로 꾸준히 흡착되었다.

라. 배액중 pH 및 EC변화는 송이버지의 공급하는 양액의 pH를 5.7로 조절한 초기에는 pH6.8로 높아졌다가 점차 낮아져 120일째는 pH4.6이 되었으며, EC는 2.32로 조절된 양액에서 초기에는 2.20까지 떨어졌다가 점차 높아지는 경향이였다.

마. 송이버지 시스템상에서 120일간 시험한 후의 송이버지의 침출성 양분함량은 시험전 송이버지에 비해서 NO_3 는 4.08mM, H_2PO_4 는 1.58mM, K는 5.39mM이 더 많이 함유하고 있었다. 미량원소 중에는 Fe이 102 μM 정도 많이 함유하고 있을 뿐 기타 성분은 큰 차이가 없었다.

3. 송이버지의 수분특성

가. 양액관주시 송이버지 시스템 상에서의 용적수분함량의 변화는 관주 전 16.3%에서 관주 후 최고 22%까지 변화를 보였는데 수분함량의 약 50%가 관주후 5분만에 감소되었으며 나머지 50%인 약6%의 용적수분함량은 1시간 30분까지 완만한 경사를 보이며 감소하였다.



▲ 제주송이에서 양분탈흡착 특성 조사 광경

제 3 장 제주 송이버지 양액재배시스템 개발

제 1 절 서 설

1990년대 초부터 부존자원을 이용한 양액재배 배지 연구가 이루어지기 시작하면서 제주도에서는 화산석인 송이를 활용하는 방안이 연구되었다. 그러나 현재 대부분의 양액재배시스템이 암면배지에 적합하게 설계되어 있어서 수분흡착 특성 및 수분확산 형태가 다른 송이를 배지로 사용하기에는 어려움이 있으며, 송이버지를 전용으로 사용하여 재배 능력 향상 및 사용 효율을 높일 수 있는 시스템 개발이 필요하게 됨에 따라 본 연구에서는 기본 양액재배시스템 중 베드형 및 공급장치에 중점을 두어 수분의 수평 이동력이 불리한 송이버지에 적합한 양액재배 시스템을 개발하게 되었다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 전용 시스템 개발

송이버지 전용 양액재배 시스템 설치를 위하여 정량펌프, 공급펌프, FRP물통, 양액자동제어반, pH·EC센서, 타이머를 사용하였고, 전용 베드 제작을 위해 스티로폼 성형틀, 부직포, 급액관, 난방파이프, 비닐, 여과망(한랭망사)을 이용하였으며, 폐액을 재사용하기 위하여 살균기와 여과기를 사용하였다.

2. 양액 공급 방법 구명

본 시험은 공급장치로써 점적핀, 점적관, 땀방울관을 사용하여 송이, 펄라이트, 압면배지에 90분 간격으로 10분 공급을 10회 실시하였다.

실험 베드는 P.V.C판을 이용하여 20×20×800cm의 2조식으로 직접 제작하였으며, 배지 윗면에 두께 1mm, 폭 15cm의 두꺼운 부직포를 덮었다.

3. 압면 큐브 대응 송이 망포트 개발

본 시험을 1997년 2월부터 1998년 10월까지 제주도 농업기술원 자동화 유리온실에서 수행되었다. 등황색의 중소형 계통인 '람바다(충장미)' 품종을 공시하였으며, 2월에 삼목하여 4월에 정식하였다.

삼목용 포트는 압의 규격을 2, 4, 6, 8mm인 스텐망을 사용하여 7.5×7.5×7cm규격으로 직접 제작하였고, 대조구로는 압면 큐브(7.5×7.5×7cm)를 사용하였다.

배양액은 일본 애지현 처방액을 사용하였고, 재배시스템은 제주 송이 배지 전용 양액재배시스템 용기형을 사용하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 개발 시스템 설계도

현재 우리나라에서 사용하고 있는 대부분의 시스템은 송이의 물리적 특성 및 작물의 근권 환경을 고려하지 않았고, 또한 제주도에서 송이 배지에 이용되고 있는 시스템은 베드 하부에 구멍을 뚫어서 여분의 양액이 모두 시설 바닥으로 흘러내리게 제작되었기 때문에 양·수분 관리 및 작물재배에 불리하게 작용한다.

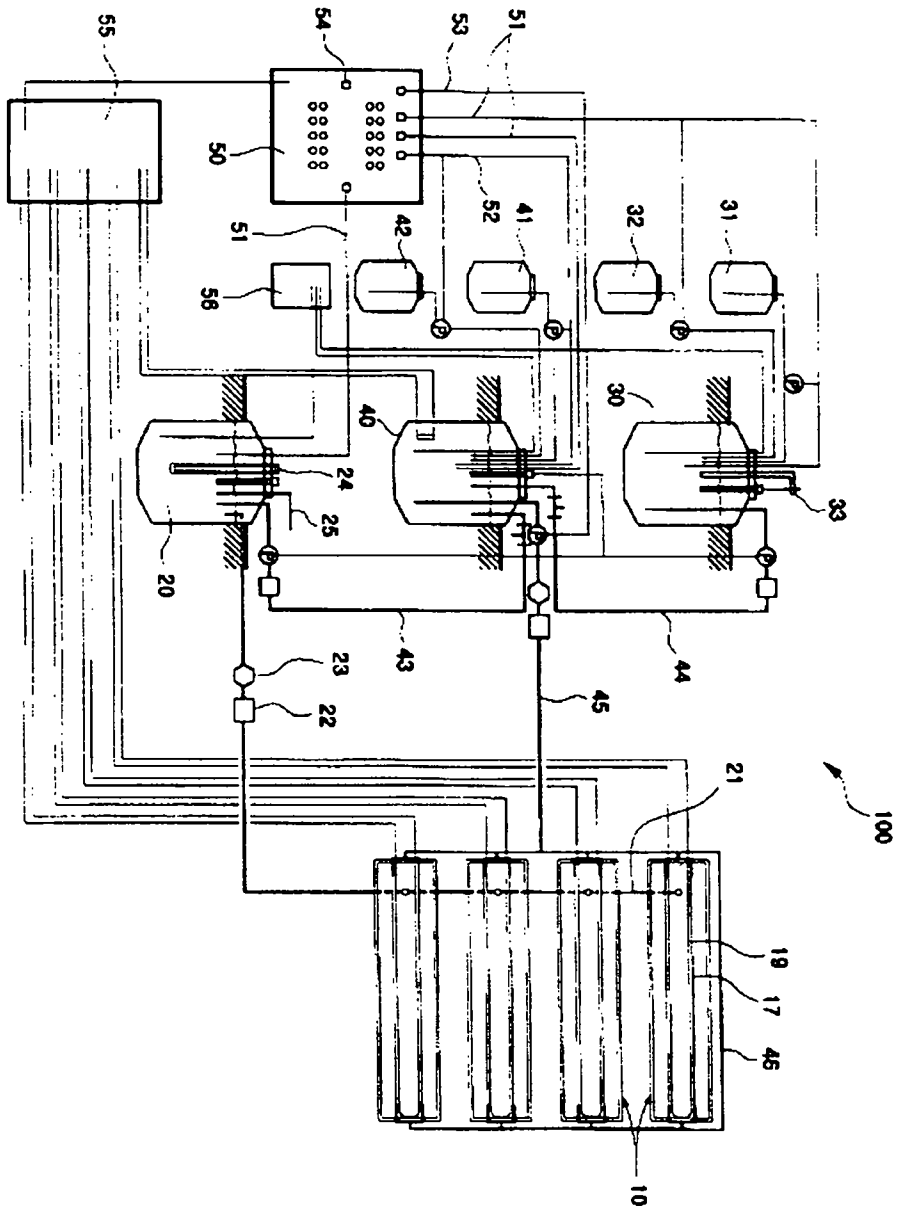
본 연구에서는 복합제어반을 제외한 전 부분을 시중에서 판매되고 있는 자재를 사용하여 농가에서 자가 제작할 수 있도록 설계하였으며, 암면에 비해 수분의 확산 능력 및 수분보유력이 현저히 낮은 송이를 양액재배배지로 이용함에 있어서 수분의 이용 효율을 높이는데 초점을 맞추어서 제작하였다.

개발된 시스템의 전체 구성도는 [그림 3-1]에서 보여지며, [그림 3-2]와 [그림 3-3]에서 베드 내의 상세면을 보여준다.

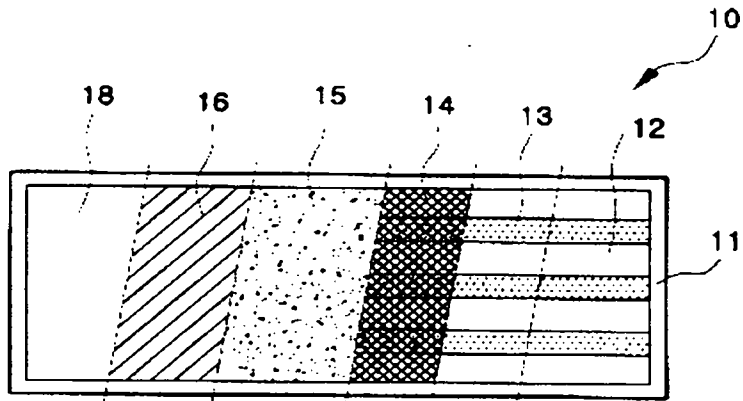
도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명은 아래와 같다.

10 : 베드상	11 : 스티로폼 베드	12 : 비닐
13 : 배수턱	14 : 여과망	15 : 송이배지
16 : 부직포	17 : 급액관	18 : 비닐
19 : 난방파이프	20 : 배액 집수통	21 : 배액라인
22 : 여과기	23 : 유량계	24 : 살균기(자외선)
25 : 배출라인	30 : 신선양액 탱크	31, 32 : 농축액 탱크
33 : 급수라인	40 : 양액혼합 탱크	41, 42 : 산,알칼리 탱크
43 : 폐액 공급라인	44 : 신선양액 공급라인	45 : 급액라인
46 : 양액 공급라인	50 : 복합 제어반	51,52 : EC, pH 센서
53 : 타이머	54 : 액온계	55 : 보일러
56 : 에어펌프		

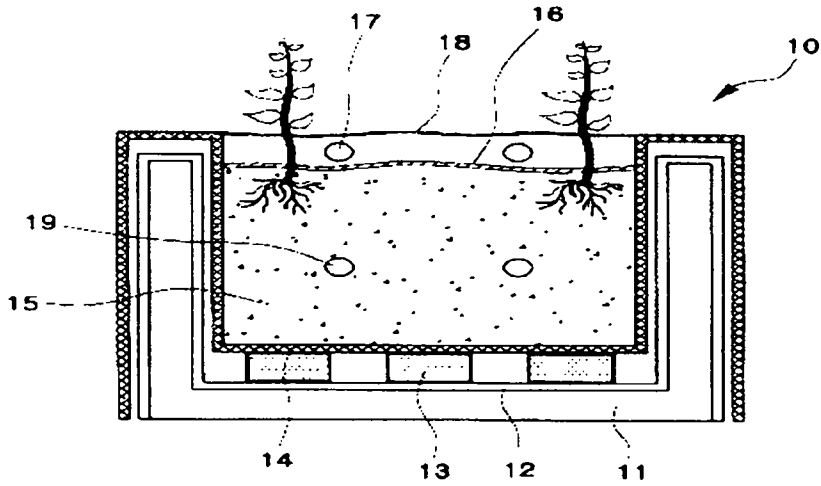
본 연구에서 개발된 시스템은 순환식 시스템으로써 배액 집수통에는 살균기가 설치되고, 신선양액 탱크에는 급수라인과 복수개의 이온액 탱크가 연결되며, 양액혼합 탱크에는 산 탱크와 알칼리 탱크가 연결된다. 그리고 양액의 농도, pH, 온도, 급액량 등을 감지하고 제어하기 위한 복합제어반이 포함된다.



[그림 3-1] 양액재배 시스템 구성도



[그림 3-2] 송이버지 베드상의 다단 절개 평면도



[그림 3-3] 송이버지 베드상의 종단면도

베드설치는 스티로폼 성형베드에 송이를 채우고 그 위에 부직포를 덮은 후 급액관을 설치하여 양액을 공급하며, 배수로와 배액라인을 통하여 배출되는 양액을 배액 집수통에 모아 저장하고, 물과 농축액을 신선양액 탱크에서 혼합한 후 다시 배액과 신선양액을 혼합탱크에서 일정비율로 혼합하여 공급한다.

[그림 3-2]와 [그림 3-3]에서 보는 바와 같이 베드상은 직육면체 형태이며, 비닐을 덮어 베드를 감싸고 비닐이 덮힌 베드 내부 바닥에 배수턱을 설치한다. 배수턱 위에는 한냉망사와 같은 여과망을 깔아 송이 배지를 채울 수 있도록 하고 베드 내부에 송이배지를 채운 후에는 부직포를 덮는다. 송이배지 내부에는 난방파이프가 지나가도록 설치하며, 부직포 위에 급액관을 설치한다

베드상의 한쪽 끝부분에는 배액라인을 연결하고, 도면에 도시되지는 않았지만 각각의 베드상은 배액라인 쪽이 약간 밑으로 기울어지게 형성된다. 따라서 배수로를 따라 흘러내리는 양액은 배액라인 쪽으로 모이면서 배출된다. 배액라인은 배액 집수통과 연결되어 있으며, 배액라인에는 여과기와 유량계가 설치되고, 이 여과기와 유량계는 급액라인 쪽에도 설치된다. 배액 집수통에는 배액을 살균하기 위하여 자외선 램프와 같은 살균기가 설치되는데, 배액 집수통 안으로 들어오는 배액라인은 가급적 살균기에 근접하도록 하는 것이 바람직하다. 이 밖에도 배액 집수통에는 수위센서 및 배출라인이 설치되며, EC센서와 에어 펌프를 설치한다.

한편 새로운 양액은 신선양액 탱크에서 만들어지며, 신선양액 탱크에는 급수라인과 여러개의 농축액 탱크가 연결되어 있다. 농축액들은 각각의 정량펌프에 의해 신선양액 탱크로 공급되며, 이 펌프들에는 EC센서가 연결되어 있어서 농도를 조절한다. 급수라인에는 액량조절용 밸브가 달려 있고 신선양액 탱크에 설치된 수위센서와 연결된다.

신선양액과 배액은 각각의 탱크에 저장되어 있다가 공급라인을 따라 양액혼합 탱크로 공급되고 혼합된다. 혼합율의 설정을 위해 신선양액 공급라인의 직경을 배액 공급라인의 직경보다 크게 설치하며, 각각의 공급라인에 설치된 펌프는 양액혼합 탱크의 수위센서와 연결되며 액량 조절용 밸브를 설치한다.

양액혼합 탱크에서 배액과 혼합된 양액은 급액라인을 통하여 베드상으로 공급되며, 급액라인은 각각의 베드상으로 양액을 분배하는 양액 공급라인과 연결되고 이 양액 공급라인은 각 베드상의 급액관 양쪽으로 연결된다. 급액관을 통하여 베드상에 공급된 양액 중의 일부는 다시 배수로를 통하여 배출되고, 배액라인을 따라 배액 집수통에 다시 모이게 된다.

이상과 같이 배액을 회수하여 신선양액과 혼합한 후 다시 양액으로 공급하는 순환식 시스템은 양액의 소모량을 절감할 수 있어 경제적이며, 친환경농업의 실현에도 기여할 것이다.

2. 양액 공급 방법 구명

제주 송이를 양액재배배지로 이용할 경우에 압면과 가장 다른 점은 수분 보유능력의 차이이다. [표 3-1]에서 살펴보면 송이버지에 압면배지와 같은 방법으로 점적핀을 이용하여 양액을 공급하였을 경우, 배지 내의 함수량은 압면배지가 $2.68 \pm 0.36 \ell$, 송이버지에서는 $0.40 \pm 0.19 \ell$ 로 각각 공급량의 8.1%와 1.3%를 나타내었다. 송이버지에서 압면배지에 비해 함수율이 월등히 나쁜 것은 배지 특정상 수분의 수평이동이 불량하여 수직 이동에 의한 배수가 많이 이루어지기 때문인 것으로 생각된다.

이에 비해 현재 펄라이트 배지에서 많이 사용되는 급액방법 및 점적관을 이용하여 시험한 결과를 보면 암면배지에서는 점적편을 이용하여 급액하였을 경우와 큰 차이를 나타내지 않는데 비해 송이 배지에서는 $32.95 \pm 1.97 \ell$ 를 급액하였을 경우 $31.92 \pm 0.9 \ell$ 가 배수되어 배지 내 남아 있는 수분량은 $1.03 \pm 0.63 \ell$ 로 공급액의 3.1%를 나타내었다.

[표 3-1] 암면과 송이 배지에서 함수율 비교

급액방법	배지	급액량(ℓ)	배액량(ℓ)	배지의 함수율(%)
마이크로노즐 (관 행)	암면	32.96 ± 0.74	30.28 ± 0.74	$2.68 \pm 0.36(8.1)$
	송이	31.37 ± 1.08	30.97 ± 1.08	$0.40 \pm 0.19(1.3)$
점 적 관	암면	33.87 ± 2.97	30.57 ± 2.95	$3.30 \pm 0.80(8.8)$
	송이	32.95 ± 1.97	31.92 ± 0.90	$1.03 \pm 0.63(3.1)$

※ 배액량 : 공급 후 70분까지 측정

이와 같이 송이배지에서 점적편과 점적관에 따라 함수율의 차이를 보이는 것은 점적관의 경우 물방울이 점적관의 표면을 따라서 흘러가며 송이를 적시게 되는 경우가 생겨 수분 공급의 표면적이 확대되는 효과에 의한 것으로 생각된다.

이 점에 착안하여 송이배지의 수분함수율을 높이기 위하여 송이배지 위에 부직포를 깔고 점적관을 사용하여 급액한 결과는 [표 3-2]와 같다.

급액면적을 넓혀줌으로써 수분의 확산 능력이 부족한 송이 배지의 단점을 보완하기 위해 송이 배지 위에 부직포를 깔았을 경우 급액량에 대한 함수율은 8.0%로써 암면 배지에 점적편을 사용하여 급액한 처리와 차이가 없어서 송이 배지를 사용하여 양액재배를 할 경우에 적합하리라고 생각된다.

[표 3-2] 급액방법에 따른 배액량의 차이

배 지	급액방법	급액량	배액량	합수율
암 면	점적관	32.96±0.67	30.28±0.74	2.68±0.36(8.1)
송 이	점적관	32.95±1.97	31.92±0.90	1.03±0.63(3.1)
	부직포+점적관	32.28±2.08	30.61±0.55	2.67±0.66(8.0)

3. 암면큐브 대응 송이망פות트 개발

가. 초기생육특성

초장, 엽수, 생체중을 조사한 초기 생육특성에 있어서는 처리간에 일정한 경향을 보이지 않았다. 초장은 망פות트의 규격 0.8mm에서 111cm로 가장 컸으며, 망פות트의 규격이 작아질수록 초장도 작아지는 경향이었고, 대비구인 암면에서는 71cm로 0.8mm 규격의 망פות트 처리보다는 작았으나, 그 외 규격의 망פות트 처리구보다는 길었다. 엽수는 대비구인 암면구에서 148매/주로 가장 많았으며 0.8mm 규격의 망פות트 처리에서 143매/주로 암면구와 큰 차이를 나타내지 않았다. 생체중 또한 암면구에서 190g으로 가장 무거웠으며, 개발된 망פות트에서는 0.8mm 규격에서 140g으로 가장 무거웠고, 0.2mm 규격에서 10g으로 가장 가벼웠다.

0.2mm 규격의 망פות트 처리에서는 초장, 엽수, 생체중이 각각 27cm, 12매/주, 10g으로 생육이 매우 저조하였는데, 이것은 신장된 뿌리가 망פות트 밖의 배지로 뻗지 못하고 또한 망פות트 밖으로 신장한 뿌리도 비대하지 못하는 등의 뿌리 발육의 저해에 기인한 것으로 생각된다

[표 3-3] 초기생육특성

꽃 트 규 격	초 장	엽 수	생 체 중
	cm	매/주	g
0.2 mm	27 a	12 a	10 a
0.4 mm	56 b	134 b	105 b
0.6 mm	54 b	115 c	140 c
0.8 mm	111 c	143 b	100 b
압 면	71 b	148 b	190 d

나. 근권부 발달

각 처리에 대한 삼목묘의 활착율은 0.6mm 망פות트 처리에서 94%로 가장 높았으나, 0.8mm 망פות트 처리구 90%, 압면구 91%로 큰 차이를 나타내지는 않았다. 그러나 0.2mm 처리구와 0.4mm 처리구는 각각 50%와 58%로 활착율이 아주 낮았다.

근직경은 압면구에서 6.3mm로 가장 굵었으며, 0.8mm와 0.4mm 규격의 망פות트 처리구 3.5mm, 0.6mm 규격의 망פות트 처리구 3.2mm 순이었다. 뿌리 수는 직경이 2mm가 넘는 근을 측정 한 것으로써 0.6mm와 0.8mm 규격의 망פות트 처리구에서 5개로 가장 많았고, 압면구 4개, 0.4mm구 2개 순이었다.

이와 같이 근권부의 발달이 매우 다르게 나타나는 것은 망פות트의 규격에 의해서 근신장 및 근의 비대가 저해되기 때문이라고 생각된다.

다. 수량성

총수량은 압면구에서 35,800본/10a로 가장 높았으나 8mm 망פות트 처리구(35,520본/10a)와 유의한 차를 보이지 않았으며, 6mm 망פות트(32,400본/10a), 4mm 망פות트(31,000본/10a) 순이었고, 2mm 망פות트 처리구는 정상적인 수확이 불가능했다.

[표 3-4] 근권부의 변화

망포트규격	활착율	근직경	뿌리수
	%	mm	개/주
0.2 mm	50	-	0
0.4 mm	58	3.5	5
0.6 mm	94	3.2	5
0.8 mm	90	3.5	2
암면	91	6.3	4

[표 3-5] 총수량 및 상품수량, 상품율의 변화

망포트규격	총수량	50cm이상	상품율
	본/10a	본/10a	%
4 mm	31,000	18,900	61.0
6 mm	32,400	22,000	67.9
8 mm	35,520	23,754	66.9
암면	35,800	28,400	79.3
L.S.D.(5%)	2,333	1,518	-

商品으로 가능한 화경장 50cm 이상 수량성은 각 처리구 모두 유의한 차이를 나타냈으며, 암면구에서 28,400본/10a로 가장 수량성이 높았고, 망포트 처리구에서는 18,900~23,754본/10a로 망포트 규격이 작아질수록 수량성도 낮아졌다.

등급별 수량성을 살펴 보면 화경장 70cm 이상의 고품질 생산수량은 8mm 망포트 처리구에서 7,000본/10a로 가장 많아 대비구인 암면처리구

보다 1,320본/10a 많았으며, 6mm 망쫏트 처리구는 암면구와 같은 5,680본/10a이었고, 4mm 망쫏트 처리구에서 2,700본/10a로 가장 낮았다. 그러나 上品인 화경장 60cm 이상 수량은 대비구인 암면처리구에서 가장 높아서 14,768본/10a이었으며, 망쫏트 처리구에서는 망쫏트의 규격이 작아질수록 수량성이 낮아지는 경향이었다. 商品으로 가능한 화경장 50cm 이상의 수량 또한 대비구인 암면처리구에서 28,400본/10a로 가장 우수하였으며, 망쫏트의 규격이 작아질수록 수량성도 낮아지는 경향이었다. 그러나 화경장 40cm 이상 수확량을 보면 대비구인 암면처리구와 망쫏트 0.8mm 처리구간에 558본/10a로 큰 차이를 나타내지 않았으며, 재배적인 보완이 좀더 이루어진다면 송이배지를 이용한 양액재배시 재사용이 가능한 망쫏트를 사용하여 삼목을 실시하는 것이 경제적으로도 유리할 것이며, 암면을 대체할 수 있어 친환경농업의 실현에도 매우 유리할 것으로 생각되었다.

[표 3-6] 등급별 수량성의 변화

망쫏트규격	70cm이상	60cm이상	50cm이상	40cm이상
	본/10a	본/10a	%	%
4 mm	2,700	6,900	18,900	28,200
6 mm	5,680	11,000	22,000	31,000
8 mm	7,000	10,878	23,754	33,522
암 면	5,680	14,768	28,400	34,080
L.S.D.(5%)	550	694	1,518	2,445

제 4 절 적 요

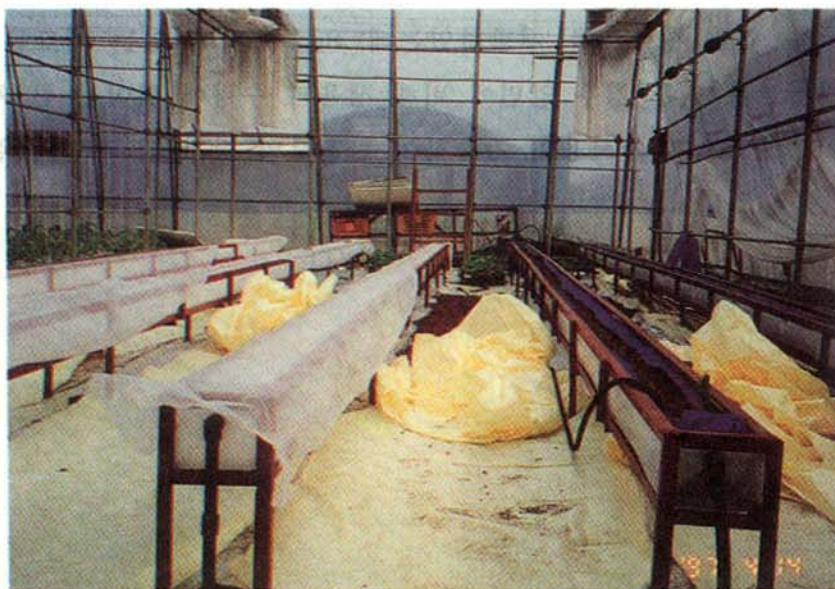
기존에 주로 사용하는 양액재배 배지인 암면이 폐기가 어려울 뿐만 아니라 가격도 비싸서 제주 송이(Scoria)를 양액재배 배지로써 이용하는 송이배지 전용 양액재배시스템을 개발하고자 본 연구를 실시한 결과

기존의 양액재배방식을 개량하여 신선양액통, 배수양액통 및 혼합통을 설치하여 배액을 재사용할 수 있는 순환식 양액재배 시스템을 개발함으로써, 배액의 재사용에 의한 경영비 절감 및 친환경농업을 실현하였으며, 배지위에 부직포 등의 물머금수단을 깔고 점적관을 설치함으로써 송이배지의 수분보유능력을 향상시켜 송이만을 단용으로 사용하는 양액재배 시스템이 가능하게 되었다.

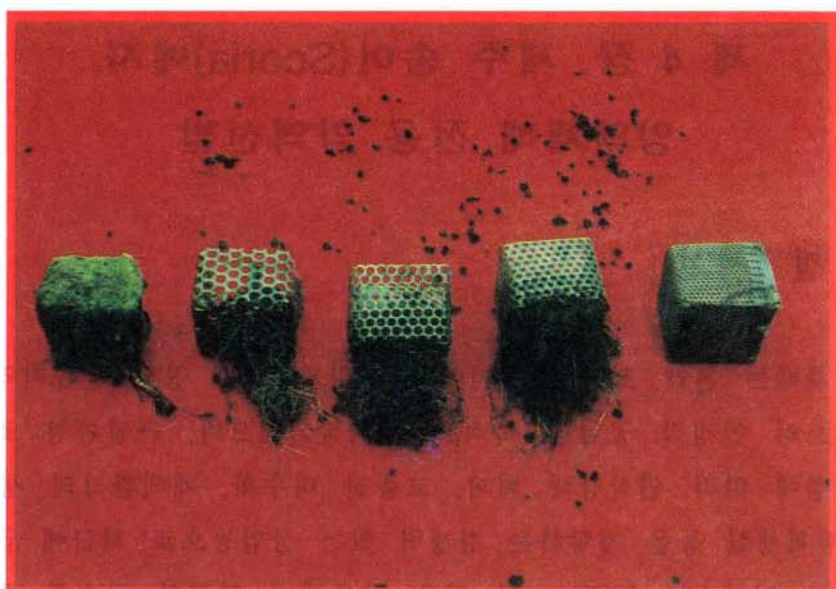
또한 장미 양액재배시 묘의 삼목에 암면큐브가 사용됨에 따라 이를 대체할 수 있는 망꽂트를 개발하였는데, 8mm 구멍이 있는 재료를 사용하여 망꽂트를 만든 경우 암면에 비해 생육과 수량에 있어서 큰 차이를 나타내지 않았으며 재사용이 가능하여 환경오염 방지 및 경영비 절감이 가능하게 되었다.



▲ 재배상의 형태 : 자루형



▲ 재배상의 형태 : 용기형



▲ 장미 삽목용 망꽂트 뿌리발달 상태
(왼쪽부터 압면, 8, 6, 4, 2mm)



▲ 망꽂트에 삽목한 묘를 정식한 상태

제 4 장. 제주 송이(Scoria)배지 양액재배 전용 양액선발

제 1 절 서설

양액재배는 본래 오염된 지역이나 사막과 같은 경작 불능지역에서 청정채소의 안정적 공급을 목적으로 시작되었으나, 근권환경 조절이 가능해짐에 따라 연작장해 회피, 고품질 다수확, 재배관리의 생력화, 주년 계획생산 등을 지향하는 경쟁력 있는 상업농으로 최근에 급격히 확대되고 있다.(池, 1995) 이 같은 양액재배 면적의 급속한 증가는 매우 고무적인 일이지만 우리나라에서는 아직도 양액재배에 필요한 장치, 배지, 양액비료, 시설방법을 비롯한 기술까지도 상당부분 그대로 수입되어 농민들의 시행착오는 물론 많은 외화가 낭비되고 있는 실정이다.

전세계 배지경 재배면적의 90% 정도를 점유하고 있는 암면 배지경은 사용 후 폐기문제가 심각하고 수입재료의 이용으로 재료비 부담이 높아, 1980년대 후반부터 국내에서는 펄라이트(perlite)경 기술을 개발하여 농가 재배가 확대되고 있다(朴, 1996 : 金, 1997). 그렇지만 펄라이트배지 역시 원료가 외국에서 수입되어 농가의 재료비 부담도 크고 농자재의 무역수지 역조면에서 큰 비중을 차지하고 있어서, 국내의 부존자원을 이용하는 값이 저렴한 배지의 요구도가 높아져 가고 있다.

양액재배에 이용될 수 있는 배지의 구비조건으로는 가격이 저렴하고 취급이 용이하며 작물생육에 적합한 물리화학적 특성을 구비하여야 하는데, 현재 국내에서 이용이 검토되고 있는 천연유기 배지로는 왕겨 혼탄(林 等, 1995), 잘게자른 볏집, 톱밥(李 等, 1995, 1996), 바크, 목탄

(朴 等, 1992)등이 있으나 재료의 소질이 균일하고 안정적인 공급이라는 측면에서 볼 때 왕겨, 훈탄 정도가 유망시되고 있다.

제주도에 풍부하게 매장되어 있는 천연자원인 송이(Scoria)를 양액 재배에 이용하기 위한 연구는 '80년대 초부터 시작되어 이용가능성은 검토되었으나 실용화 단계까지는 접근하지 못하였는데 '95년부터 송이 배지 양액재배 시스템 개발에 착수하면서 여러 농가들이 이용하기 시작하였다.

배양액 조성을 결정하는 방법에는 여러 가지가 있지만 Sachs(1860)가 사경재배를 연구하기 위해 최초의 수경재배 배양액을 개발하여 발표한 이후 Hoagland(1919)는 토양내에 포함되어 있는 양분의 비율을 기준으로 배양액을 고안하였으며, 이 비율을 기준으로 Arnan과 Hoagland (1940)는 순 수수경으로 토마토를 재배하여 그 양분 흡수패턴에 관한 자료를 토대로 필수원소의 비율을 정하여 배양액을 개발하였다. 그 후 여러 양액들이 개발되었으나 근래에는 야마자끼(1976)가 여러작물의 양수분 흡수패턴과 농도를 측정하여 작물별로 조성한 배양액과, 화란의 온실 작물연구소에서 개발한 PBG액(Sonneveld와 Straner, 1992) 등이 많이 이용되고 있으며, 우리나라에서도 한국원시표준액을 비롯하여 최근에는 작물별로 여러 양액들이 개발되고 있다.

송이배지 양액재배의 안정성을 높이기 위해서는 송이가 지니고 있는 물리적 특성을 고려한 시스템 개발과 더불어 화학적 특성을 고려한 전용양액 개발이 필요하여 송이배지의 양분 탈흡착 특성에 따른 방울토마토, 토마토, 오이 양액을 선발하고자 화란 PBG액과 야마자끼액을 기준으로 본 시험을 수행하였다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 방울토마토 양액선발 시험

본 시험은 제주송이버지 양액재배 시스템에 적합한 방울토마토 양액을 선발하고자 북제주군 애월읍 상귀리소재 제주도농업기술원 기술개발 포장 플라스틱하우스(폭 5.5m×높이 3.0m×길이 30cm×2연동)에서 방울 토마토 때때품종을 공시하여 '97년 8월 6일부터 12월 29일까지 수행하였다.

'97년 8월 6일 72공플러그육묘상자에 종자를 파종하여 약 25일간 육묘후(본엽 5~6매) 9월 1일 송이버지 양액재배상에 양액조성별 5처리(표 4-1, 표 4-2)를 완전임의배치법 3반복으로 시험구를 배치하여 정식 하였다.

처리별 양액조성은 제2장에서 밝혀진 송이버지의 양분 탈흡착특성에 의해 화란 PBG액($\text{NO}_3\text{-N}$ 11.75, $\text{NH}_4\text{-N}$ 1.0, $\text{PO}_4\text{-P}$ 1.25, K 6.50, Ca 2.75, Mg 1.0m mol/l)을 기준으로 하여, 농진 A액(기준양액대비 다량원소 중 $\text{PO}_4\text{-P}$ 는 100%, K은 25% 증가, 미량원소 중 Mn, Zn은 100%, Fe은 50 Mo는 25% 증가), 농진 B액(기준양액대비 다량원소 중 $\text{PO}_4\text{-P}$ 는 150%, K은 37.5% 증가, 미량원소 중 Mn, Zn은 150%, Fe은 75%, Cu, Mo는 37.5% 증가), 농진 C액(기준양액대비 다량원소 중 $\text{PO}_4\text{-P}$ 는 50%, K은 12.5% 증가, 미량원소 중 Mn, Zn은 50%, Fe은 25%, Cu, Mo는 12.5% 증가) 3수준과 야마자끼 토마토 양액조성을 이용하였다(표4-1, 표4-2).

송이버지 양액재배상의 배지량은 주당 6.5~7.0 l로 하여 90cm×30cm 간격으로 정식하였으며 양액공급방법은 양액조성별(5처리) 성분함량 및 비율을 일정하게 유지하기 위하여 비순환식(홀려버림식) 점적급액방법으로 공급하였다.

[표 4-1] 방울토마토 양액선발시험 다량양액 조성표

조성액	성분	NH ₄	NO ₃	PO ₄	SO ₄	K	Ca	Mg
	mM							
1) P B G 액		1.80	13.75	1.25	3.75	8.75	4.25	2.0
2)제주농진A액		1.25	13.75	2.50	3.75	10.57	4.25	2.0
3)제주농진B액		1.86	13.75	3.13	3.75	10.57	4.25	2.0
4)제주농진C액		1.25	14.39	1.88	3.75	10.57	4.25	2.0
5)야마자끼액		1.32	12.70	1.32	1.50	5.99	3.50	1.5

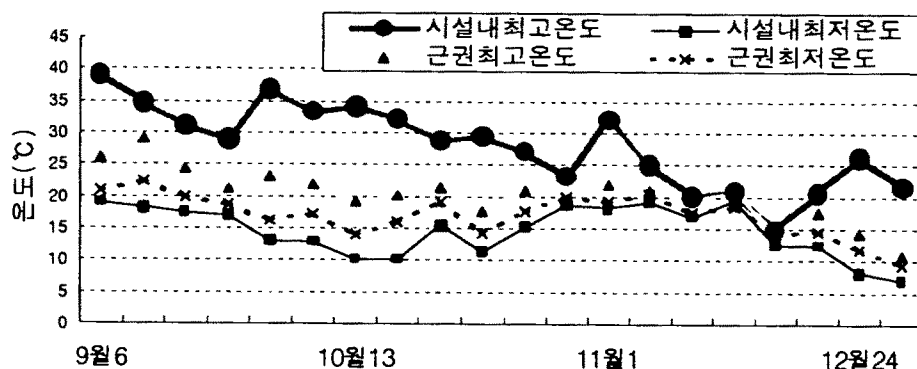
[표 4-2] 방울토마토 양액선발시험 미량양액 조성표

조성액	성분	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
	uM						
1) P B G 액		30.0	15.0	10.0	5.0	0.75	0.50
2)제주농진A액		30.0	30.0	20.0	10.0	0.93	0.63
3)제주농진B액		30.0	37.5	25.0	12.5	1.02	0.70
4)제주농진C액		30.0	22.5	15.0	7.5	0.84	0.57
5)야마자끼액		19.4	37.2	3.7	0.3	0.16	0.05

1일 급액량 및 급액횟수는 생육단계에 따라 1ℓ(생육초기) ~ 2.5ℓ(생육최성기)정도를 10~12회에 나누어 급액하였는데, 생육상태 및 기상조건에 따른 배액량이 30%정도 되도록 급액량을 조절하였다.

생육 및 수량조사는 농사시험연구 조사기준(농촌진흥청, 1995년)에 의거 반복당 5주씩(처리별 15주) 생육특성, 수량성, 품질(당도, 산도)을 조사하였는데, 수확은 11월5일부터 12월29일(8화방)까지 하여 수량성을

산출하였으며 당도는 굴절당도계로 조사하였고 산도는 0.1N NaOH로 적정하여 구연산으로 환산하였다.



[그림 4-1] 시설내의 기온과 근권온도의 변화

시설내의 기온 변화와 근권온도의 변화를 보면 [그림 4-1]에서 보는 바와 같이 기온의 변화는 외온의 영향으로 생육 후반기로 갈수록 감소 폭이 컸으나 근권온도의 변화는 적었다. 정식 후 10월 중순까지 시설내의 최고온도를 30℃이하로 관리하기 위하여 플라스틱하우스의 천창과 측창을 모두 개방하고 한낮에(11시~오후3시) 미스트시설을 이용하여 물을 뿌렸으나 시설 높이가 낮아서 한낮의 온도를 낮추는데 어려움이 있었다. 결실기의 최저온도는 8℃이상 유지되도록 온수보일러를 가동하였다.

2. 토마토 양액 선발 시험

본 시험은 제주송이를 이용한 토마토 양액재배시 재배의 안정성을 높이기 위한 송이버지 전용 양액을 선발하고자 북제주군 애월읍 상귀리 소재 제주도농업기술원 기술개발포장 제주형플라스틱하우스(폭7.5m×높

이 3.8m×길이 36cm×3연동)에서 토마토 하우스도태랑품종을 공시하여 '97년 1월 30일부터 7월 21일까지 1항의 “방울토마토 양액선발 시험”과 같은 방법으로 수행하였다.

처리별 양액조성은 야마자끼액을 기준으로 농진1호액(기준양액대비 PO₄-P는 100%, K은 25% 증가), 농진2호액(기준양액대비 PO₄-P는 150%, K은 37.5% 증가), 농진3호액(기준양액대비 PO₄-P는 100%, K은 25% 증가, Mn, Zn은 100%, Fe은 50%, Cu, Mo는 25% 증가) 3수준과 1항의 “방울토마토 양액 선발시험”에서 선발된 제주농진A액을 조성하여 사용하였다.(표 4-3, 표 4-4)

[표 4-3] 토마토 양액선발시험 다량양액 조성표

성분 조성액	NH ₄	NO ₃	PO ₄	SO ₄	K	Ca	Mg
	m mol/ℓ						
1)제주농진A	1.25	13.75	2.50	3.75	10.57	4.25	2.0
2)야마자끼	1.32	13.00	1.32	1.50	6.55	3.50	1.5
3)제주농진1호	1.32	13.00	2.64	1.50	7.87	3.50	1.5
4)제주농진2호	1.32	13.00	3.30	1.50	8.53	3.50	1.5
5)제주농진3호	1.32	13.00	2.64	1.50	7.87	3.50	1.5

[표 4-4] 토마토 양액선발시험 미량양액 조성표

성분 조성액	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
	μ mol/ℓ					
1)제주농진A	30.0	30	2.0	10.0	0.93	0.63
2)야마자끼	19.4	37	3.7	0.31	0.16	0.05
3)제주농진1호	19.4	37	3.7	0.31	0.16	0.05
4)제주농진2호	19.4	37	3.7	0.31	0.16	0.05
5)제주농진3호	19.4	74	3.7	0.31	0.20	0.06

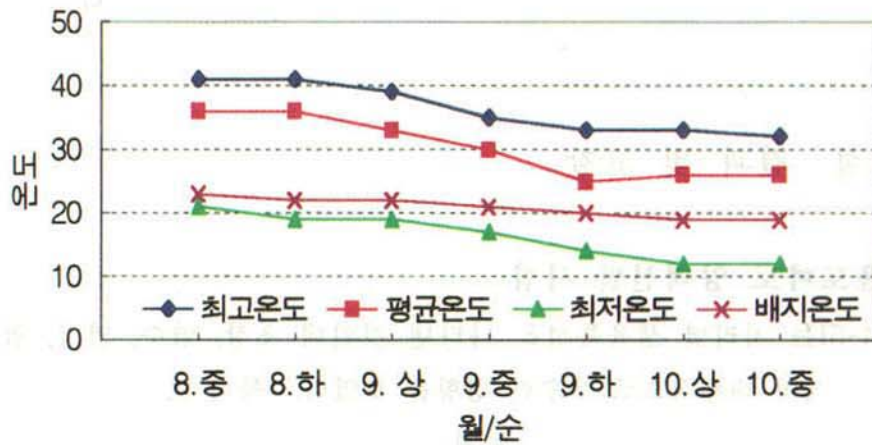
생육 및 수량조사는 농사시험연구 조사기준(농촌진흥청, 1995년)에 의거 반복당 5주씩(처리별 15주) 생육특성, 수량성, 품질(당도, 산도)를 조사하고 식물체분석을 하였는데, 6월5일부터 7월18일(8화방)까지 수확하여 수량성을 산출하였으며, 당도는 굴절당도계로 조사하였고, 산도는 0.1N NaOH로 적정하여 구연산으로 환산하였다.

식물체 무기성분 분석은 열풍건조 후 곱게 갈아서 0.5g씩을 취하고 진한 H_2SO_4 7ml를 가한 다음 분해 촉진제($K_2SO_4 : CuSO_4 = 9 : 1$ w/w)를 5g 가한 후 $360^\circ C$ 에서 2시간 정도 분해하고 여과해서 분석용 시료로 사용하였다. 질소는 농업과학기술원 표준분석법(Kjeldahl법)으로 측정하였고, 다른 무기성분 분석은 ICP발광분석기(ISA, JY-70C, France)로 분석하였다.

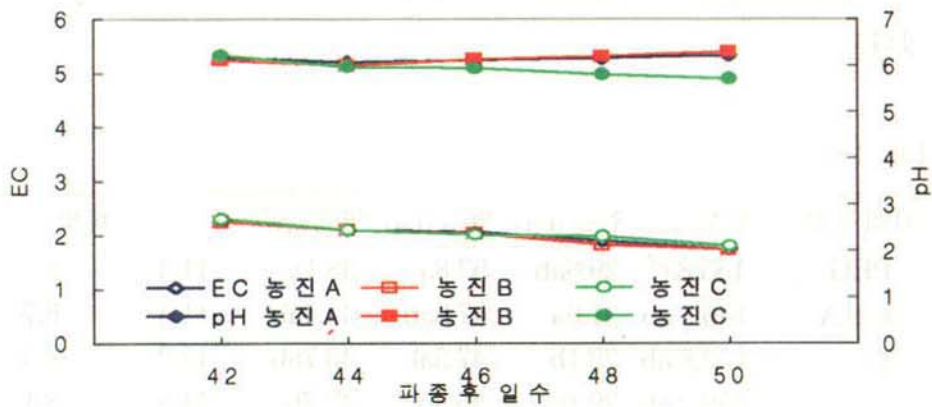
3. 오이 양액선발 시험

제주 송이 배지를 이용한 오이 순환식 고품배지에 적합한 배양액을 개발하기 위하여 화란 PTG액(NO_3-N 11.75, NH_4-N 1.0, PO_4-P 1.25, K 6.50, Ca 2.75, Mg 1.0m mol/l)을 기준으로하여 송이배지의 양분 탈흡착특성을 조사한 결과 다량원소에서는 PO_4 와 K가 미량원소에서는 Fe, Mn, Zn, Cu, Mo이 흡착 정도가 커서 조정대상 양액으로 하였으며 그외 성분은 탈흡착 정도가 적어 표준 양액수준으로하여 양액을 조성한 농진 Ador(기준양액대비 다량원소 중 PO_4-P 는 100%, K은 25% 증가, 미량원소 중 Mn, Zn은 100%, Fe은 50 Mo는 25% 증가), 농진 B액(기준양액대비 다량원소 중 PO_4-P 는 150%, K은 37.5% 증가, 미량원소 중 Mn, Zn은 150%, Fe은 75%, Cu, Mo는 37.5% 증가), 농진 C액(기준양액대비 다량원소 중 PO_4-P 는 50%, K은 12.5% 증가, 미량원소 중 Mn, Zn은 50%, Fe은 25%, Cu, Mo는 12.5% 증가)으로 기준양액에 각각 1/2

배액, 1배액, 3/2배액, 3수준과 야마자끼 오이양액을 조성하였으며 억제 작용으로 여름삼척 오이를 재배한후 회수양액의 PO₄, K의 변화와 생육 및 수량을 측정하였으며 기본 배양액 조성과의 비교하여 적합성을 검증하였다.



[그림 4-2] 시설내 환경변화



[그림 4-3] 배양액 농도에 따른 양액 EC 와 pH의 변화

시설내 환경의 변화와 양액 EC, pH 변화를 보면 [그림 4-2]와 [그림 4-3]에서 보는 바와 같다. 오이 생육기간 동안의 하우스 환경 변화를 보면 8월에서 9월 중순까지 하우스내 평균 온도가 오이 적정 생육온도 (24~26℃)보다 높았으나 그 이후에는 안정적이었고 근권내 배지온도는 냉각장치에 의한 배지냉각으로 오이 생육에 적합한 환경이었다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 방울토마토 양액선발 시험

[표 4-5]는 처리별 생육특성을 나타낸 것인데 초장, 엽수, 엽장, 엽폭 등은 PBG액이 대체적으로 우수한 경향을 보였다. 특히 초장은 PBG액이 가장 높았으며 농진A, 농진B, 농진C액 처리구는 비슷한 경향이었고 야마자끼액 처리구가 가장 낮았다. 엽수는 농진A가 가장 많았으며 농진B, C액 처리구와 야마자끼액 처리구에서는 유의성이 없었다. 그러나 줄기직경은 농진B가 가장 높았고 농진A와 PBG액 처리구에서 가장 낮았다.

[표 4-5] 처리별 생육특성

처리구분	초장(cm)	엽수(ea)	엽장(cm)	엽폭(cm)	경경(mm)	화방수(ea)
PBG	155.8a ^p	29.6ab	53.8a	48.1a	11.4	8.1
농진A	146.2 ab	31.0a	47.8ab	44.4ab	11.4	8.7
농진B	152.8 ab	28.1b	47.5ab	43.7ab	12.2	8.3
농진C	150.2 ab	29.1b	45.8b	42.7b	11.8	8.1
야마자끼	142.4 b	28.7b	43.3b	40.0b	12.0	8.3

^pMean separation within column by DMRT at 5% levels.

[표 4-6]은 처리별 수량특성을 나타낸 것이다. 상품과중은 야마자끼액 처리구가 가장 높았으며 나머지 처리구에서는 서로 유의차가 인정되지 않았다. 그러나 상품과수에서는 농진A액 처리구가 높게 나타났고 야마자끼액에서 가장 낮았다. 10a당 총수량, 상품수량에서도 농진A액 처리구가 가장 높게 나타났고 나머지 처리구에서는 유의차가 인정되지 않았다.

[표 4-6] 처리별 수량특성

처리구분	상품과중 (g/개)	상품과수 (개/주)	수 량 (M/T/10a)			수량지수
			총수량 (A)	상품수량 (B)	B/A (%)	
PBG 액	12.1 b [♪]	118.4 abc	4,528.0b	4,268.9b	94.3	100.0
농진A액	12.1 b	134.3 a	5,119.5a	4,840.2a	94.6	113.4
농진B액	11.1 c	129.6 ab	4,548.0b	4,324.4b	95.1	101.3
농진C액	12.4 b	115.8 bc	4,519.2b	4,310.6b	95.4	101.0
야마자끼액	13.4 a	106.4 c	4,445.0b	4,271.7b	96.1	100.1

[♪]Mean separation within column by DMRT at 5% levels.

토마토 품질면에서는 농진A액 처리구와 농진B액 처리구에서 당도가 각각 9.1 °Brix였고 산함량이 각각 0.76(%)와 0.73(%)로 아주 높았으며 다른 처리구에서는 유의성이 인정되지 않았지만 대체로 품질이 아주 우수하였음을 알수 있었다.(표 4-7)

위의 결과를 종합해볼 때 농진A 처리구에서가 10a당 총수량과 상품수량 그리고 당·산함량에서 우수하여 다른 양액보다 송이버지에 적합하다고 판단되었다.

[표 4-7] 처리별 품질특성

처리구분	가용성 고형물(° Bx) (A)	산도 (B)	당산비(A/B)
PBG액	8.6 b ¹⁾	0.67 c	12.8
농진A액	9.1 a	0.76 a	12.0
농진B액	9.1 a	0.73 ab	12.5
농진C액	8.5 b	0.74 ab	11.5
야마자끼액	8.5 b	0.70 bc	12.1

¹⁾Mean separation within column by DMRT at 5% levels.

생육단계별 인산함량의 변화는 모든 처리구에서 정식묘 보다 생육초기(50일묘)에 증가 하였다가 생육중기(5화방착과기)에는 다시 낮아지다가 생육후기(8화방착과기)에는 다시 상승하는 일정한 경향을 나타내었다.(표 4-8)

생육초기에 잎과 뿌리에서의 인산수준은 PBG액처리구와 농진B에서 높았으나 뿌리에서는 농진C와 농진B에서가 높게 나타났다. 생육중기에 감소폭은 PBG액에서 가장 크게 나타났다.

[표 4-9]에서 [표 4-11]까지는 방울토마토의 생육단계별 무기성분의 변화를 측정 한 것이다. 생육단계별 무기성분 함량을 비교해 볼 때 대체적으로 총 질소성분의 함량변화는 생육 중반기인 5화방착화기에 증가하다가 생육 후반기에는 적정 수준으로 감소하는 경향이었고 인산함량은 생육후반기까지 지속적인 증가를 보였다.(’95. 과채류 양액재배 기술) 생육 중반기의 질소 상태는 서 등의 적정치와 비교해볼 때 대체적으로 질소 과잉 상태였으나 생육후반기에는 적정수준으로 안정되는 결과를 보였다.

방울토마토 잎에서의 인산의 경우는 생육 중반기에 PBG액 처리구와 야마자끼액 처리구에서 0.53%로 가장 낮았으며 생육 후반기에 증가하는 경향이었으며 PBG액의 경우 뿌리에서는 감소하다가 후기에 크게 증가함을 보였다.(표 4-13, 표 4-14)

[표 4-8] 양액조성에 따른 토마토 생육기간중 식물체 부위별 인산 함량의 변화(%)

구 분	PBG액	농진A액	농진B액	농진C액	야마자끼액
- 잎 -					
정식 묘(25일묘)	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
생육초기(50일묘)	0.78	0.71	0.77	0.75	0.71
생육중기(5화방착과)	0.53	0.63	0.65	0.66	0.53
생육후기(8화방착과)	1.38	1.84	1.00	1.19	1.18
- 줄 기 -					
정식 묘(25일묘)	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
생육초기(50일묘)	0.90	0.83	0.85	0.77	0.83
생육중기(5화방착과)	0.74	0.79	0.82	0.77	0.69
생육후기(8화방착과)	1.85	2.29	1.90	1.74	2.07
- 뿌 리 -					
정식 묘(25일묘)	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
생육초기(50일묘)	0.54	0.62	0.65	0.68	0.61
생육중기(5화방착과)	0.31	0.39	0.44	0.39	0.37
생육후기(8화방착과)	3.06	2.79	2.77	2.83	2.49

[표 4-9] 정식기에 방울토마토의 다량 무기성분 함량

구 분	T-N(%)	P ₂ O ₅ (%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%)
줄 기	1.90	0.34	4.1	1.00	0.30
잎	4.00	0.29	3.4	2.02	0.74
뿌 리	1.86	0.33	2.2	0.80	0.73

[표 4-10] 정식기에 방울토마토의 미량 무기성분 함량

구 분	Na(ppm)	Zn(ppm)	B(ppm)	Cu(ppm)	Fe(ppm)	Mn(ppm)
줄 기	3.49	85.0	14.0	4.0	128	17.0
잎	2.40	30.0	130	9.0	370	63.5
뿌 리	5.02	22.8	73.0	11.0	336	73.5

[표 4-11] 양액처리별 줄기의 다량 무기성분 함량

착 화 기	양액종류	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
5화방착화기	PBG액	3.68	0.74	4.32	0.70	0.20
	농진A액	3.69	0.79	4.10	0.82	0.21
	농진B액	3.90	0.82	4.58	0.85	0.23
	농진C액	4.02	0.78	4.21	0.65	0.20
	야마자끼액	4.03	0.70	3.82	0.84	0.22
8화방착화기	PBG액	2.16	1.85	1.91	1.13	0.43
	농진A액	2.19	2.29	2.13	1.23	0.42
	농진B액	2.15	1.90	1.26	1.00	0.54
	농진C액	2.10	1.74	2.08	1.43	0.31
	야마자끼액	2.17	2.07	5.21	1.35	0.34

[표 4-12] 양액처리별 줄기의 미량 무기성분 함량

작 화 기	양액종류	Na (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
5화방착화기	PBG액	420	104	9	10	63	73
	농진A액	539	116	8	11	131	80
	농진B액	475	141	14	18	246	108
	농진C액	387	61	15	9	85	27
	야마자끼액	392	64	11	11	79	53
8화방착화기	PBG액	1830	165	24	36	7590	192
	농진A액	2280	288	21	42	4020	375
	농진B액	2640	160	27	23	11900	382
	농진C액	1190	164	17	23	8710	218
	야마자끼액	1310	92	18	32	5880	163

[표 4-13] 양액처리별 엽내 다량 무기성분 함량

작 화 기	양액종류	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
5화방착화기	PBG액	6.03	0.53	5.29	1.55	0.42
	농진A액	5.46	0.63	5.82	2.01	0.42
	농진B액	6.04	0.65	5.22	2.00	0.40
	농진C액	6.24	0.66	4.95	1.15	0.41
	야마자끼액	5.54	0.53	4.24	0.84	0.50
8화방착화기	PBG액	3.69	1.38	9.04	3.39	0.39
	농진A액	3.56	1.84	7.09	3.10	0.41
	농진B액	3.44	1.00	6.88	2.86	0.26
	농진C액	3.10	1.19	7.27	3.89	0.35
	야마자끼액	3.25	1.18	6.87	3.40	0.42

[표 4-14] 양액처리별 엽내 미량 무기성분 함량

착 화 기	양액종류	Na (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
5화방착화기	PBG액	574	53	44	12	142	138
	농진A액	591	52	35	13	635	232
	농진B액	607	44	38	12	157	215
	농진C액	513	27	31	22	137	122
	야마자끼액	464	41	42	80	155	122
8화방착화기	PBG액	711	65	62	10.2	172	328
	농진A액	555	121	54	12.1	174	554
	농진B액	640	98	50	7.7	453	430
	농진C액	683	73	59	11.0	260	405
	야마자끼액	619	133	59	38.2	228	258

[표 4-15] 양액처리별 뿌리의 다량 무기성분 함량

착 화 기	양액종류	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
5화방착화기	PBG액	1.95	0.31	0.82	0.42	0.16
	농진A액	1.67	0.39	1.02	0.41	0.17
	농진B액	1.92	0.45	1.04	0.45	0.12
	농진C액	2.09	0.39	1.20	0.61	0.18
	야마자끼액	2.22	0.37	1.12	0.42	0.16
8화방착화기	PBG액	1.71	3.06	6.25	1.24	0.13
	농진A액	1.74	2.79	5.22	1.44	0.14
	농진B액	1.20	2.77	6.36	1.48	0.13
	농진C액	1.96	2.83	6.37	1.00	0.11
	야마자끼액	2.37	2.49	5.21	1.60	0.14

[표 4-16] 양액처리별 뿌리의 미량 무기성분 함량

착 화 기	양액종류	Na (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
5화방착화기	PBG액	532	92	9	7	1510	69
	농진A액	744	145	11	12	2615	150
	농진B액	616	100	2	6	1285	127
	농진C액	612	55	5	4	1000	77
	야마자끼액	619	45	2	8	1500	64
8화방착화기	PBG액	775	204	16.4	12.3	70.1	72.2
	농진A액	638	210	19.5	14.7	143	102
	농진B액	840	182	21.5	12.1	103	141
	농진C액	738	141	13.5	11.4	276	102
	야마자끼액	840	177	25.4	13.1	185	82.3

2. 토마토 양액선발 시험

이 시험은 양액의 종류를 야마자끼, 농진1호, 농진2호, 농진3호, 농진 A로 하여 재배시험을 실시하였다. 생육특성 조사는 4화방 착과기와 9화방 착과기의 처리간 생육을 비교하였는데 [표 4-17]은 1998년 5월 1일에 실시한 생육조사의 결과이다. 초장, 엽수, 1화방 착화절위, 화방수 에서는 유의차가 없었으며 엽장은 농진A와 농진2호가 각각 42.1cm와 42.8cm로 가장 높게 나타났고 농진1호가 가장 낮았다. 엽폭은 농진2호가 가장 높게 나타났으며 줄기직경은 야마자끼, 농진2호, 농진3호가 높았다. 엽록소 함량에서도 유의성이 인정되었는데, 농진3호가 다소 높은 경향을 나타내었다.

[표 4-18]은 7월 6일의 생육조사 결과이다. 초장에서는 5월 1일 생육 조사때와 같이 유의성이 인정되지 않았으며, 엽폭, 절간장, 화방수 등에서 유의성이 인정되지 않았다. 엽수와 줄기직경에서는 농진3호에서가

가장 높았고, 엽장은 농진A에서 가장 높게 나타났는데, 5월 1일 조사와 비교해도 뚜렷한 경향을 찾을 수는 없었다.

[표 4-17] 양액의 종류가 하우스도태랑의 생육에 미치는 영향(5월 1일)

구 분	초장 (cm)	엽수 (ea)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	1화방착 화절위 (마디)	화방수 (ea)	경경 (mm)	엽록소함량 (mg/100cm ²)
야마자끼	100a ¹⁾	22.0a	41.0ab	38.6bc	11.7a	4a	11.6a	50.2ab
농진1호	98a	21.5a	39.2b	37.1c	11.9a	4a	10.9ab	48.3b
농진2호	122a	21.7a	42.8a	42.0a	11.7a	4a	11.8a	49.6ab
농진3호	97a	21.6a	39.6b	41.1ab	11.8a	4a	11.3a	51.5a
농진A	102a	21.5a	42.1a	40.5ab	12.0a	4a	10.3b	48.6b

¹⁾Mean separation within column by DMRT at 5% levels.

[표 4-18] 양액의 종류가 하우스도태랑의 생육에 미치는 영향(7월6일)

구 분	초장 (cm)	엽수 (ea)	경경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	절간장 (cm)	화방수 (ea)
야마자끼	249.3a ¹⁾	37.7ab	11.5ab	34.9ab	34.7a	21.9a	9.0a
농진1호	255.2a	37.2b	11.4b	34.5ab	36.1a	23.0a	9.2a
농진2호	246.4a	39.3ab	11.0ab	32.9b	37.4a	21.5a	9.0a
농진3호	246.5a	40.0a	12.4b	31.7b	37.9a	21.1a	9.1a
농진A	223.5a	38.3ab	11.3ab	37.1a	35.4a	22.9a	8.9a

¹⁾Mean separation within column by DMRT at 5% levels.

[표 4-19]는 각 양액 처리구에서 수확한 과실의 수와 상품과수, 그리고 소과수, 창문과수, 기형과수, Ca결핍과수, 열과수 등을 조사한 결과이다. 상품과수에서는 농진A처리구와 농진1호 처리구에서 높게 나타났으며, 소과수에서는 농진3호와 농진2호에서 가장 적었고, 창문과수와 기형과수에서는 유의성이 인정되지 않았다. Ca결핍과수와 열과수는 농진A에서 가장 높게 나타나, 수량이 많은데 비하여 상품화율이 다소 떨어지는 경향을 보였다. 농진1호는 상품 과실수는 농진A 보다 다소 떨어지나 소과수, Ca결핍과수, 열과수 등이 상대적으로 낮아 상품화율이 높게 나타났다.

[표 4-20]에서는 양액의 종류별 수량 특성을 비교하였는데, 평균과중은 유의성이 인정되지 않았지만 야마자끼액은 평균과중과 1주당 상품과수가 낮아서 상품수량이 가장 낮았다. 농진1, 2, 3호액은 상품수량이 서로 비슷한 경향을 보였으며, 농진A액은 상품과수가 많아서 상품수량이 가장 높았는데, 야마자끼액에 비하여 30.2% 증수되었다.

[표 4-19] 양액의 종류가 하우스도태랑의 수량성에 미치는 영향

구 분	(개/주)						
	총과실	상품과	소과	창문과	기형과	Ca결핍과	열과
야마자끼	21.4b ¹⁾	12.0b	6.5a	0.2a	1.1a	0.1b	1.7ab
농진1호	21.1b	13.5ab	4.5bc	0.5a	1.3a	0.1b	0.9b
농진2호	20.0b	11.7b	3.9c	0.5a	1.8a	0.2b	2.3ab
농진3호	18.4b	12.1b	2.9c	0.5a	1.6a	0.1b	1.2b
농진 A	25.1a	14.3a	5.8ab	0.8a	0.9a	0.4a	3.2a

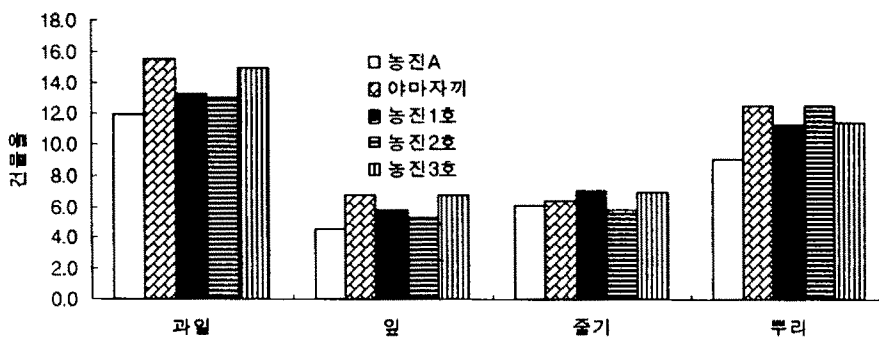
¹⁾Mean separation within column by DMRT at 5% levels.

[표 4-13] 처리별 수량특성

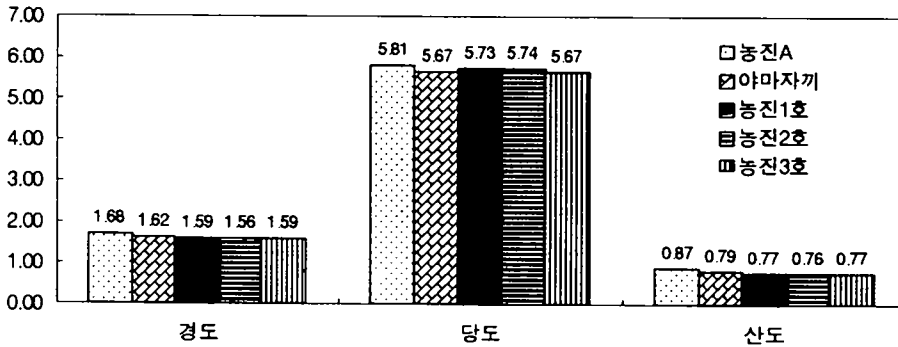
처리구분	평균과중 (g/개)	상품과수 (개/주)	상품수량 (kg/10a)	수량지수 (%)
야마자끼액	97.6 a	12.0 b	3,512.6 c	100.0
농진1호액	101.2 a	13.5 ab	4,087.6 ab	116.4
농진2호액	112.2 a	11.7 b	3,938.8 bc	112.1
농진3호액	112.3 a	12.1 b	4,072.6 b	115.9
농진 A 액	106.5 a	14.3 a	4,572.9 a	130.2

¹⁾ Mean separation within column by DMRT at 5% levels.

[그림 4-4]는 양액 처리구별 과일, 잎, 줄기, 뿌리의 건물율을 나타낸 것이다. 과일의 건물율은 야마자끼액과 농진 3호액이 가장 높게 나타났으며, 농진 A액 처리구에서가 가장 낮게 나타났다. 잎의 건물율은 과실의 건물율과 유사한 경향을 나타냈으며, 줄기의 건물율은 농진1호와 농진3호에서가 높은 경향을 나타냈다. 뿌리의 건물율은 야마자끼액과 농진2호 처리구에서 다소 높은 경향을 보였다.



[그림 4-4]양액의 종류가 하우스도태랑의 건물율에 미치는 영향.



[그림 4-5] 양액의 종류가 하우스도태랑의 품질에 미치는 영향.

[그림 4-5]는 과실의 품질을 조사한 결과이다. 경도와 산도는 농진 A 처리구에서 높게 나타났으며, 당도는 서로 유의성이 인정되지 않았다. 그러나 농진A는 경도, 당도, 산도에서 다소 높은 경향성을 보여 농진A 구에서 수확한 과실 품질이 다소 우수함을 알 수 있었다.

양액 처리구별 식물체의 영양상태를 알아보기 위하여 98년 5월 1일과 7월 15일에 시료를 채취하여 분석한 결과를 [표 4-21] ~ [표 4-25]에 나타내었다. 농진2호와 농진3호가 T-N에서 다소 높은 경향을 보였으며, 야마자끼는 가장 낮은 경향을 나타내었다. 유효 인산의 함량에서도 농진2호와 농진3호가 다소 높은 경향을 보였으며, 야마자끼는 가장 낮게 나타났다. K은 농진A와 농진 3호가 줄기, 잎, 뿌리 모두에서 다소 높은 경향이었으며 야마자끼액 처리구는 다소 낮은 경향을 보여주었다. 잎에서의 Mg 함량을 조사한 결과, 농진3호에서 다른 처리구에서 보다 높은 경향을 보였는데 이것은 [표 4-17]의 생육조사 결과의 엽록소 함량이 농진3호에서 가장 높게 나타난 결과와 밀접한 관계가 있는 것으로 생각되어진다. 7월 6일의 식물체 분석 결과에서는 농진A와 농진3호에서 총 질소함량이 가장 높았고, 농진2호에서가 다음으로 높아

5월1일의 분석 결과와 큰 차이가 없었다. Mg의 경우는 뿌리를 제외하고 5월 1일의 분석결과 보다 증가하는 경향을 보였으며, Zn의 경우에도 줄기와 잎에서 5월 1일의 분석결과 보다 아주 높은 수준을 나타내어 생육 후반으로 갈수록 흡수율이 증가한다고 판단되어진다.

B의 경우도 Zn의 경우와 유사하게 생육 후반으로 갈수록 흡수율이 증가하는 경향을 나타냈으나 Fe의 경우는 생육 후반으로 갈수록 감소하는 반대 경향을 나타내었다.

과실의 경우에서 총 질소 함량은 농진A가 가장 높았고 야마자끼, 농진 1호, 농진2호순으로 비슷했으며 농진3호는 가장 낮게 나타났다. 또한 과실내의 무기물 함량에서 농진1호가 Ca, Fe, Cu등이 높았다(표 4-26).

[표 4-20] 양액처리별 줄기의 다량 무기성분 함량 변화

조사시기	양액종류	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
5월 1일	농진A액	1.98	1.53	3.60	0.91	0.27
	야마자끼액	1.68	1.10	3.20	0.81	0.24
	농진1액	1.72	1.50	3.90	0.78	0.24
	농진2액	2.26	1.46	3.31	0.90	0.26
	농진3액	2.02	1.54	3.49	0.77	0.26
7월 6일	농진A액	1.86	1.36	3.34	0.66	0.17
	야마자끼액	1.63	1.24	2.71	0.78	0.19
	농진1액	1.90	1.56	2.58	0.63	0.16
	농진2액	1.85	1.38	2.70	0.58	0.15
	농진3액	1.98	1.54	2.77	0.84	0.17

[표 4-21] 양액처리별 줄기의 미량 무기성분 함량 변화

조사시기	양액종류	Na (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
5월 1일	농진A액	0.04	4.16	17.8	4.5	127	40.6
	야마자끼액	0.04	4.40	18.2	3.1	85	31.0
	농진1액	0.05	4.74	14.6	3.3	72	23.8
	농진2액	0.04	4.82	20.5	3.8	70	29.5
	농진3액	0.03	3.75	20.6	3.9	841	33.8
7월 6일	농진A액	0.04	102	12.2	7.3	83	40.5
	야마자끼액	0.05	156	25.5	5.8	132	27.8
	농진1액	0.04	90	23.6	6.5	77	31.1
	농진2액	0.05	107	35.9	6.1	63	33.2
	농진3액	0.03	85	29.9	7.3	86	47.6

[표 4-22] 양액처리별 엽내 다량 무기성분 함량 변화

조사시기	양액종류	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
5월 1일	농진A액	3.65	1.51	2.85	2.37	0.47
	야마자끼액	3.39	0.94	2.45	2.16	0.42
	농진1액	3.45	1.51	2.41	2.39	0.45
	농진2액	4.10	1.66	2.59	1.89	0.41
	농진3액	3.91	1.42	3.26	2.51	0.58
7월 6일	농진A액	3.36	1.32	3.50	3.05	0.64
	야마자끼액	3.30	1.34	3.21	3.02	0.66
	농진1액	2.97	1.76	3.11	2.37	0.76
	농진2액	3.20	1.59	2.82	2.54	0.57
	농진3액	3.77	1.80	2.99	2.55	0.57

[표 4-23] 양액처리별 엽내 미량 무기성분 함량 변화

조사시기	양액종류	Na (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
5월 1일	농진A액	0.06	5.61	27.4	5.0	488	71.3
	야마자끼액	0.06	6.36	26.1	4.0	536	58.0
	농진1액	0.07	6.83	27.3	3.6	822	63.2
	농진2액	0.06	5.90	26.9	4.0	513	62.0
	농진3액	0.05	5.37	27.0	3.5	248	72.2
7월 6일	농진A액	0.17	35.4	47.9	7.8	453	102.0
	야마자끼액	0.19	2.86	39.7	5.0	197	70.0
	농진1액	0.14	37.1	44.2	5.8	562	85.0
	농진2액	0.16	45.4	41.1	6.2	273	114.0
	농진3액	0.16	45.4	41.1	6.2	273	114.0

[표 4-24] 양액처리별 뿌리의 다량 무기성분 함량 변화

조사시기	양액종류	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
5월 1일	농진A액	1.82	1.05	2.18	1.12	0.35
	야마자끼액	1.58	0.72	1.90	1.16	0.36
	농진1액	1.77	1.35	2.56	1.30	0.42
	농진2액	2.53	1.68	2.40	1.13	0.40
	농진3액	2.20	1.30	2.92	1.24	0.34
7월 6일	농진A액	2.36	1.40	2.22	1.53	0.32
	야마자끼액	1.83	0.67	1.62	1.46	0.33
	농진1액	1.67	1.12	1.49	1.57	0.23
	농진2액	2.22	1.77	2.26	1.24	0.21
	농진3액	2.36	1.78	2.03	1.30	0.2

[표 4-25] 양액처리별 뿌리의 미량 무기성분 함량 변화

조사시기	양액종류	Na (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
5월 1일	농진A액	0.23	22.7	14.1	15.5	6920	125
	야마자끼액	0.04	38.7	17.3	12.6	12900	185
	농진1액	0.04	43.4	13.6	11.6	8110	122
	농진2액	0.03	32.4	16.6	15.4	15800	209
	농진3액	0.22	22.0	18.9	9.6	10900	158
7월 6일	농진A액	0.26	225	29.2	12.8	3660	137
	야마자끼액	0.41	126	6.6	10.2	3710	99
	농진1액	0.28	192	23.0	11.6	1780	53
	농진2액	0.61	133	19.3	8.0	1340	48
	농진3액	0.12	109	20.7	10.3	1300	104

[표 4-26] 양액처리별 과실의 무기성분 함량

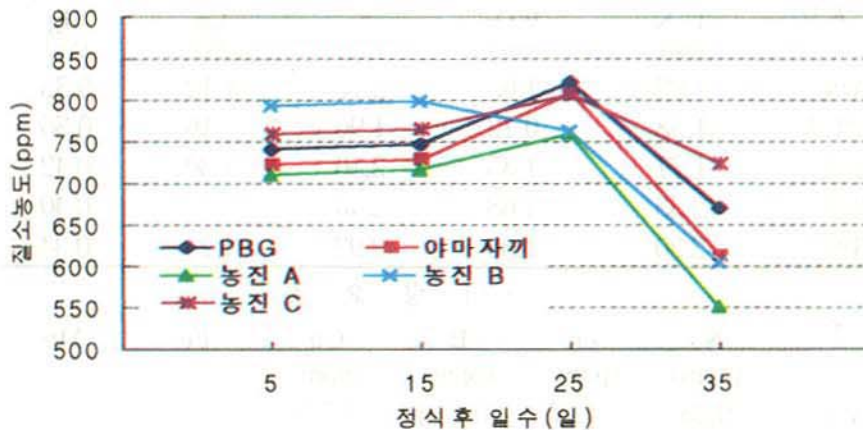
양액의 종류	- 다 량 요 소 -				
	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
농진A액	1.82	1.05	2.18	1.12	0.35
야마자끼액	1.58	0.72	1.90	1.16	0.36
농진1액	1.77	1.35	2.56	1.30	0.42
농진2액	2.53	1.68	2.40	1.13	0.40
농진3액	2.20	1.30	2.92	1.24	0.34

양액의 종류	- 미 량 요 소 -					
	Na (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
농진A액	0.23	22.7	14.1	15.5	6920	125
야마자끼액	0.04	38.7	17.3	12.6	12900	185
농진1액	0.28	192.0	23.0	11.6	1780	53
농진2액	0.61	133.0	19.3	8.0	1340	48
농진3액	0.12	109.0	20.7	10.3	1300	104

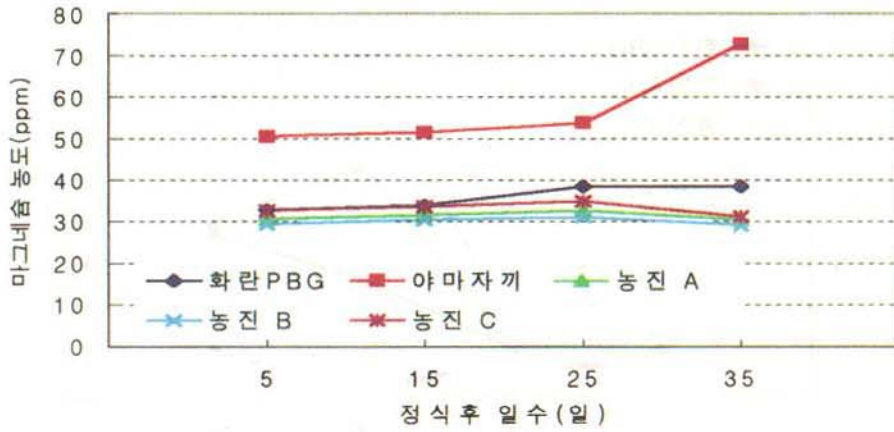
3.오이 양액선발 시험

송이버지를 이용한 오이 순환식 양액재배에서 배양액 종류별 배수양액내의 질소와 칼슘함량은 처리간 비슷한 경향을 보였으며, Mg 함량은 야마자끼액에서 높게 진행되었다. PO_4 -P과 K농도의 변화를 보면 우선 K농도에 있어서는 처리별 양상이 비슷한 경향이었으나 생육이 진전됨에 따라 증가하다가 어느 시점에서 감소하여 일정한 수준이 유지 안정화되었는데 이는 초기 양액공급시 송이버지에 흡착으로 농도가 감소하였다가 흡착이 완료되어 농도의 증가를 초래하였지만 식물체가 정상 성장을 할수록 농도의 안정화가 이루어졌다.

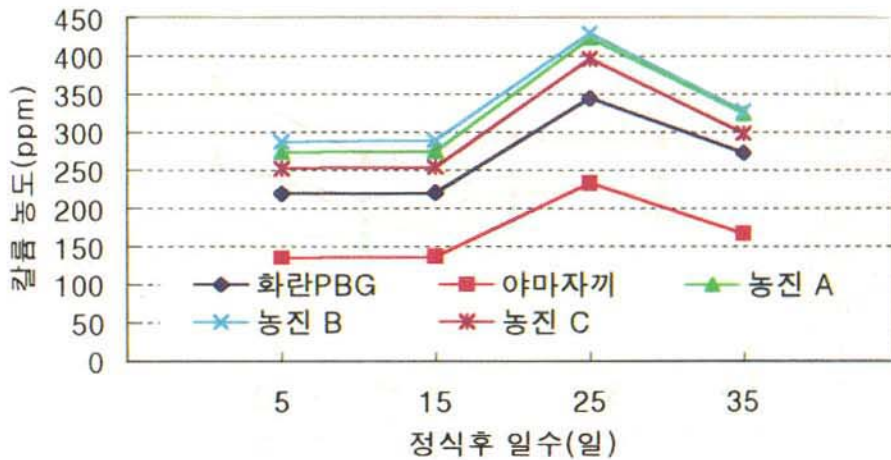
PO_4 -P 농도의 변화를 보면 농진 B액과 농진 A액에서는 정식 15일 후 급속히 증가하였다가 감소하여 안정화가 되었지만 농진 B액에서는 PO_4 -P함량이 다른 처리에서보다 높게 나타났으며 농진 C액에서는 꾸준한 증가를 보였으며 다른액에서는 약간 감소하다가 증가하는 경향이였다.



[그림 4-6] 배양액 종류별 양액내 질소 성분의 변화



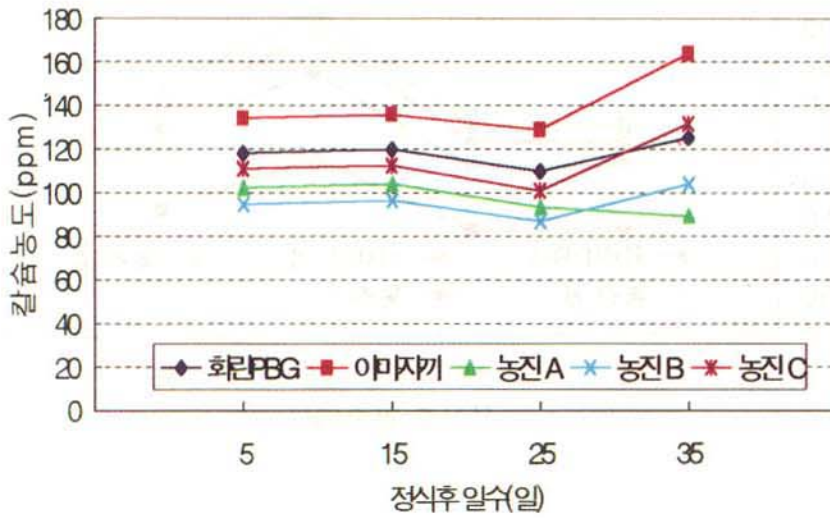
[그림 4-7] 배양액 종류별 양액내 마그네슘 성분의 변화



[그림 4-8] 배양액 종류별 양액내 칼슘 성분의 변화



[그림 4-9] 배양액 종류별 양액내 인 성분의 변화



[그림 4-10] 배양액 종류별 양액내 칼슘 성분의 변화

배양액 종류별 근권내 배지에 흡착된 성분을 분석하였으며 각 처리별 무기성분의 함량을 보면(표 4-27) 유효인산 함량은 농진 B액과 A액 순으로 높게 나타났으나 야마자끼액에서는 낮게 나타났다. 또한 수용성 이온인 NO₃, SO₄ 와 치환성 양이온인 Ca, Mg 함량은 각 처리간에 비슷하게 검출되었고 야마자끼액에서 Mg이 많은 경향이었으며 K는 농진 B액에서 다른 처리보다 많이 검출되었다.

한편 미량원소의 함량은 대체적으로 야마자끼액에서 적은 경향이었으나 처리간 비슷한 경향을 나타내었으며 특히 Mn, Zn 검출량은 농진B액에서 많았다.

한편 미량원소의 함량은 대체적으로 야마자끼액에서 적은 경향이었으나 처리간 비슷한 경향을 나타내었으며 특히 Mn, Zn 검출량은 농진B액에서 많았다.

[표 4-27] 배양액종류별 근권내 송이(배지)성분분석 - 다량요소

구 분	NO ₃ (mM)	PO ₄ (mM)	SO ₄ (mM)	K (mM)	Ca (mM)	Mg (mM)
화란PBG	4.16	1.24	0.60	7.93	7.86	1.92
농진A	3.61	3.34	0.56	8.11	7.48	1.82
농진B	3.74	4.19	0.35	9.72	7.36	1.85
농진C	3.77	1.68	0.54	8.95	7.73	2.14
야마자끼	3.15	0.97	0.86	4.58	6.67	2.54

조사시기 : 정식 후 45일

NO₃, SO₄ : 수용성 이온 PO₄ : 유효인산 K, Ca, Mg : 치환성 양이온

[표 4-28] 배양액종류별 근권내 송이(배지)성분분석 - 미량요소

구 분	Na (mM)	B (μ M)	Cl (mM)	Fe (μ M)	Mn (μ M)	Zn (μ M)	Cu (μ M)	Mo (μ M)
화란PBG	1.37	43.51	0.32	48.83	18.39	53.97	1.73	0.31
농진A	1.21	37.03	0.33	52.77	27.50	68.50	2.04	0.52
농진B	0.98	27.78	0.28	54.20	45.17	78.44	2.36	0.62
농진C	1.12	31.48	0.27	61.36	21.67	48.16	2.51	0.42
야마자끼	0.87	26.85	0.23	60.82	10.93	38.99	1.10	0.21

조사시기 : 정식 후 45일

Cl : 수용성 이온 Na : 치환성 양이온

오이의 생육 및 무기성분의 변화를 보면 [표 4-30], [표 4-31]과 같다. 정식후 45일후 배양액 종류에 따른 초장은 화란 PBG액에서 가장 높았으나 정식후 하우스 환경이 고온으로 인해 오이의 절성성이 떨어졌으며 절성성은 농진 B액과 농진 A액에서 높게 나타났으며 농진 C액에서 가장 낮았다.

[표 4-29] 배양액 종류에 따른 오이의 생육에 미치는 영향

(정식후 45일)

배양액종류	초장 (cm)	경경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (mm)	엽수 (장)	절성성 (%)
화란PBG 배양액	349a	11.3	28.1	33.4	33	25.7b
야마자끼 "	291b	11.7	27.1	32.1	33	25.3b
농진 A "	306b	12.3	28.4	32.8	32	27.7a
농진 B "	301b	12.0	28.7	31.7	32	28.0a
농진 C "	312b	12.0	26.3	31.6	32	22.7c

[표 4-30] 배양액에 따른 오이 식물체내의 무기성분 함량(정식후 45)

배양액종류	무기성분 함량(%)					미량요소(ppm)				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
- 뿌리 -										
화란PBG액	3.1	0.9	2.6	0.5	0.3	356	47	79	11	7
야마자끼액	3.1	0.7	2.2	0.7	0.4	566	65	104	14	9
농진 A 액	3.1	1.2	3.1	0.4	0.3	328	26	91	11	7
농진 B 액	3.2	1.1	2.5	0.6	0.3	394	150	112	20	9
농진 C 액	3.2	1.0	2.3	0.6	0.4	326	95	124	22	7
- 줄 기 -										
화란PBG액	3.8	1.3	4.9	1.0	0.2	39	18	50	5	3
야마자끼액	3.9	1.0	4.5	1.2	0.3	106	17	40	7	5
농진 A 액	3.8	1.4	5.4	1.1	0.2	58	32	53	9	4
농진 B 액	4.4	1.5	5.5	1.1	0.2	178	74	63	10	5
농진 C 액	3.8	1.3	5.0	1.1	0.2	85	21	43	10	3
- 잎 -										
화란PBG액	6.2	1.1	2.6	3.0	0.5	146	79	60	8	6
야마자끼액	5.2	0.9	1.8	4.0	0.5	166	56	61	7	7
농진 A 액	5.3	1.1	3.4	2.3	0.5	100	94	67	10	6
농진 B 액	5.3	1.0	3.1	2.0	0.4	274	164	63	10	7
농진 C 액	5.1	1.2	3.2	2.7	0.5	115	73	44	10	7

또한 오이의 생육요소에 있어서는 농진 C액에서 낮은 경향이었으나 각 처리별 경경, 엽장, 엽폭, 엽수와 절성성에 있어서는 차이를 보이지 않았다.

[표 4-30]에서 오이 식물체의 뿌리, 줄기, 엽내 무기성분 함량을 보면 뿌리, 줄기와 엽내 무기성분함량은 비슷한 경향을 나타내었고, 엽무기성분 중 엽내 적정 인산함량 수준인 0.2~1.0%수준(中村과 渡部, 1989; De KREIJ 등, 1990; Jones 등, 1991)과 비슷한 경향을 나타냈다.

미량요소에 있어서도 각 처리간에 비슷한 경향이었지만 야마자끼액과 농진 B액에서 미량요소 함량이 많았으며, 특히 Mo함량에 있어서는 엽내 적정수준인 0.5~5 ppm보다 높아 불안정한 생육을 보였으며, 화란 PBG액과 농진 A액에서 적정수준과 비슷한 경향이었다.

[표 4-31]에서는 오이의 수량요소로서 배양액 종류별 과장, 과경, 평균과중 등을 나타내었다. 각 처리별 과장, 과경, 평균과중은 처리간 유의차는 없었지만 상품수량과 총수량에 있어서는 농진 A액과 농진 B액에서 가장 높았고 그외 처리간에는 비슷한 경향이었다.

[표 4-31] 배양액 종류에 따른 오이의 수량에 미치는 영향

(정식후 65일)

배양액 종류	과장 (cm)	과경 (mm)	평균과중 (g)	상품수량 (g/주)	비상품수량 (g/주)	총수량 (g/주)
화란PBG액	33.8	40.0	261	2,614bc	750	3,364c
야마자끼액	34.7	38.0	263	2,638bc	760	3,398c
농진 A 액	33.9	39.3	268	3,484a	537	4,021a
농진 B 액	33.8	39.2	264	3,168b	652	3,820b
농진 C 액	32.5	39.9	262	2,712bc	745	3,457bc

제 4 절 적 요

송이버지 양액재배의 안정성을 높이기 위하여 송이가 지니고 있는 화학적 특성을 고려한 전용양액을 개발하고자 화란 PBG액과 일본 야마자끼액을 기준으로 송이버지의 양분 탈흡착 특성에 따라 조성한 양액별 방울토마토, 토마토, 오이 양액을 선발하고자 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 방울토마토 양액선발 시험

- 가. 양액조성 처방별 방울토마토 껍째 품종의 생육특성은 PBG액에서 초장, 엽장, 엽폭이 가장 높았으며 엽수는 양분 흡착량 100%를 보정한 농진A액에서 가장 많았고, 줄기직경은 양분 흡착량 150%를 보정한 농진B액이 가장 높았다.
- 나. 처리별 수량특성은 야마자끼액에서 상품과중이 가장 높았으나, 상품과수와 상품수량은 농진A액에서 134.3개/주, 5,119.5kg/10a로 가장 높게 나타났다.
- 다. 과실 품질면에서는 농진A액과 농진B액에서 가용성고형물함량이 가장 높았으며 산함량도 농진A액에서 가장 높게 나타났다.
- 라. 생육 단계별 인산 함량의 변화는 생육중기(5화방착과기)에 낮아지다가 생육후기(8화방착과기)에는 다시 상승하는 일정한 경향을 나타내었는데, 생육중기에 감소폭은 양분흡착량을 보정하지 않은 PBG과 야마자끼액에서 가장 크게 나타났다.
- 마. 이상의 결과를 종합해 볼 때 농진A액 처리구가 10a당 상품수량과 당·산함량에서 우수하여 다른 양액처방 보다 송이버지에 적합하다고 판단되었다.

2. 토마토 양액선발 시험

- 가. 양액의 종류별 하우스도태랑의 생육특성을 4화방 착과기와 9화방 착과기에 2차례 비교하였는데 뚜렷한 경향을 찾을 수는 없었다.
- 나. 상품 수량은 농진A액이 상품과수가 많아서 가장 높았는데 야마자끼액에 비하여 30.2% 증수되었다.
- 다. 식물체 줄기의 건물율은 농진1호와 농진3호에서 높았고, 과실과 잎에서는 야마자끼액과 농진3호액에서 높게 나타났다.
- 라. 과실의 품질면에서는 양액의 종류에 따른 큰 차이를 나타내지 않았지만 농진A액에서 경도와 산도가 높게 나타났고 당도도 다소 높은 경향을 보여 농진A액에서 품질이 좋았음을 알 수 있었다.
- 마. 식물체 분석결과 T-N 및 유효인산 함량은 농진2호와 농진3호가 다소 높은 경향을 보였으며, 과실의 Ca, Fe, Cu 등의 무기물함량은 농진1호가 높게 나타났다.

3. 오이 양액선발 시험

- 가. 배양액 종류에 따른 회수양액의 성분중 K와 PO_4 -P 농도에서는 대체적으로 생육초기에 송이자체 흡착으로 농도가 저하하였다가 흡착이 완료된 정식 후 15일 전후로 높게 형성되었다가 35일 경부터 안정화가 이루어 졌다.
- 나. 근권내 송이성분의 함량은 각처리별차이가 없었지만 농진B액에서 K함량과 PO_4 -P 함량이 많은 경향이였다.
- 다. 식물체내 무기성분 함량은 대체로 비슷한 경향이였지만 농진B액과 야마자끼액에서 무기성분함량이 높은 경향이였다.

라. 오이의 생육요소나 수량구성 요소에 있어서 처리간에 유의성은 없었으나 상품수량과 총수량에 있어서는 농진A액(NH_4 1.00, NO_3 11.75, PO_4 2.50, K 8.13, SO_4 1.00, Ca 2.75, Mg 1.00 m mol/ℓ)이며 미량원소 Fe 22.5, Mn 20, Zn 10.0, B 25, Cu 0.93, Mo 0.63 μ mol/ℓ)에서 주당 4,021g과 4,484g으로 가장 많이 나타났고 그다음은 농진B액으로 비슷한 경향을 보였다.



▲ 토마토 양액선발 시험 전경



▲ 양액 조성에 따른 하우스도태랑의 뿌리발달 비교

제 5 장. 제주 송이(Scoria)배지 양액재배 시스템의 채소(방울토마토) 적용기술개발

제 1 절. 서 언

양액재배는 크게 작물체를 지지하며 양액을 보류 후 천천히 공급해 주도록 고행매체를 이용하는 고행배지경과 고행배지의 매개없이 순수한 영양액만으로 작물을 생산하는 순수경 두 가지로 대별된다.

우리 나라에서 양액재배면적은 '96년 말 현재 275.1ha(1997, 한국양액재배연구회)로서 이 중 80%이상이 고행배지경이다.

이 고행배지의 대부분은 수입에 의존하는 경우가 많아 값싼 고행배지 개발이 필요하다.

제주도는 매장량이 풍부한(200억 톤 추정) 화산암인 송이(Scoria)가 있어 이를 고행배지경으로 이용하려는 시도들이 있었다(1992, 농촌진흥청; 1993, 제주대학교 석사학위 논문).

송이는 다공질 매체로서 입자가 2mm 이상인 것은 가비중이 1.0이하로 비교적 가벼우며 수분보유력도 어느 정도 있는 편이다(1992, R. Wallach; 1993, 제주대학교 석사학위 논문). 또한 송이의 물리, 화학적 성질을 밝히는 것이 이 과제중 하나이다. 그러나 송이는 채굴당시 다양한 크기의 입자로 구성되어 있으므로 양액재배에 이용시 이들 입자 크기에 따른 수분보유력, 삼상비율등이 달라질 수 있어 양액급여방법, 급여량, 재배법들이 달라질 수 있다.

따라서 본 시험은 송이 입자 크기나 이들 입자크기의 혼합비율 등에 따른 양액재배의 배지 이용시 방울토마토에서 그 특성발현에 관하여 알아보려고 수행하였다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 급액량 및 송이 입자 크기에 따른 방울토마토 수량과 품질

1996년 2월 26일 방울토마토 품종인 선체리 엑스트라를 72공 플러그 트레이에 파종하여 본엽 4~5매 엽기인 4월10일에 양액재배조에 재식 거리 90×35cm로 정식하였다. 공시양액은 야마자키액으로 EC 및 pH 관리는 재배단계별 4시기(육묘,유묘,착과,수확)로 나누어 변화를 주었다.

급액량은 1일1주당 1, 2, 3L 3처리로 하였고, 송이 입자 크기는 3-5, 6-8, 9-11, 3~11mm 및 암면등 5처리로 하였다.

시험구 배치는 분할구 배치법 3반복으로 하였다. 조사주수는 반복당 13주로 하였으며 주요조사항목은 생육특성 수량성 및 당·산등을 조사 하였다.

2. 재배상 및 배지용량에 따른 방울토마토 수량과 품질

재배방법 및 환경은 1항과 같았으며 재배상은 성형스티로폼을 이용하여 내부에 송이를 채운 형태(이하 용기형이라 함)와 송이의 운송을 용이하게 하기 위하여 파풍망을 이용하여 자루를 만들고 내부에 송이를 채운 형태(이하 자루형이라 함) 2종류로 하여 여기에 각각 배지량을 주당 2, 4 그리고 6L 3처리로 하였다.

3. 양액급여횟수가 방울토마토 생육 및 수량에 미치는 영향

본 시험은 송이 입자크기를 3, 5, 7, 9mm, 3~9mm, 그리고 펄라이트 등 6처리로하며, 방울토마토인 Suncherry extra를 재배하였다. 공시양액은 야마자키액으로 하였으며 1일 급액량은 생육전단계(정식후 25일간)에는 주당 0.5L 생육중간기(그후 25일간)에는 주당 1.0L 이후의 수확 종료(5단 적심)까지는 주당 1.5L의 양액을 공급하였다.

1일 공급횟수는 3, 6, 그리고 9회로 하였고 오전 7시부터 오후 5시 까지 공급횟수 처리만큼 나누어 공급하였으며 야간에는 공급치 않았다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 급액량 및 송이 입자 크기에 따른 방울토마토 수량과 품질 가. 생육 상황

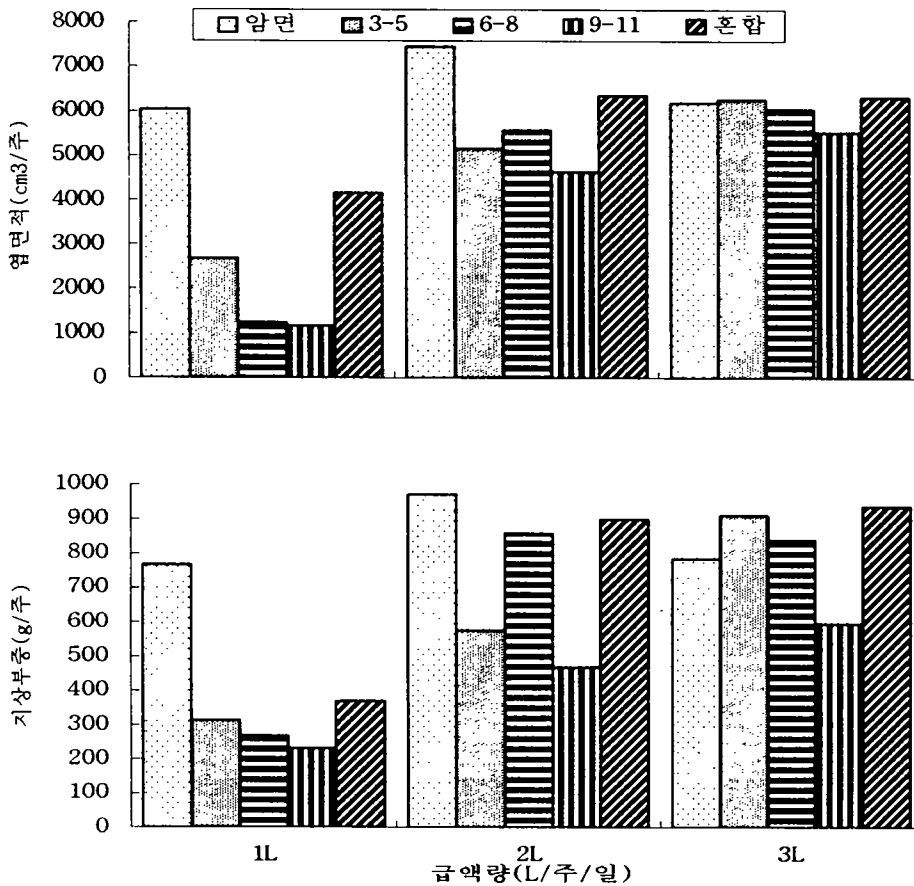
[그림 5-1]은 파종 후 60일의 생육상황을 나타낸 것이다. 급액량이 증가할수록 엽면적이 넓고 생체중이 무거웠다. 특히 암면의 2ℓ 급액 시 가장 좋았다. 배지종류에 따른 생육은 암면배지가 송이배지보다 양호하였으나, 급액량이 많을 경우(3ℓ 급액시) 생육에 큰 차이가 없었다. 송이 입자 크기에 따른 생육은 3~11mm처리구가 급액량이 2~3ℓ 수준일 경우 암면구와 비슷한 경향이다.

일반적으로 토마토의 1일 흡수량은 저온과 과고온일때를 제외하고 2ℓ 정도로 알려져있으며(1998. 한국양액재배연구회), 송이는 배수가 잘되기 때문에 생육초기부터 2~3ℓ 사이에 생육차이가 없었던 것으로 생각된다.

나. 수량성 및 품질

[표 5-1]의 수량성을 살펴보면 암면구의 경우 급액량이 증가할수록 수량이 다소 감소하는 경향이었으나, 송이는 급액량이 증가할수록 수량도 증가하였다. 특히 송이 입자 크기가 3~11mm 2ℓ 급액구에서 암면보다 수량이 다소 증가하였다.

[그림 5-2]는 수확시기에 따른 당도의 변화로서 급액량이 많을수록 당도는 낮아지는 경향이였다. 배지 입자 크기에 따른 변화는 1~2ℓ 급액구에서는 9~11mm구와 혼합구, 3ℓ 구에서는 송이입자 3~11mm가 당도가 높은 경향이였다.



[그림 1] 급액량 및 송이입자크기에 따른 엽면적과 지상부중

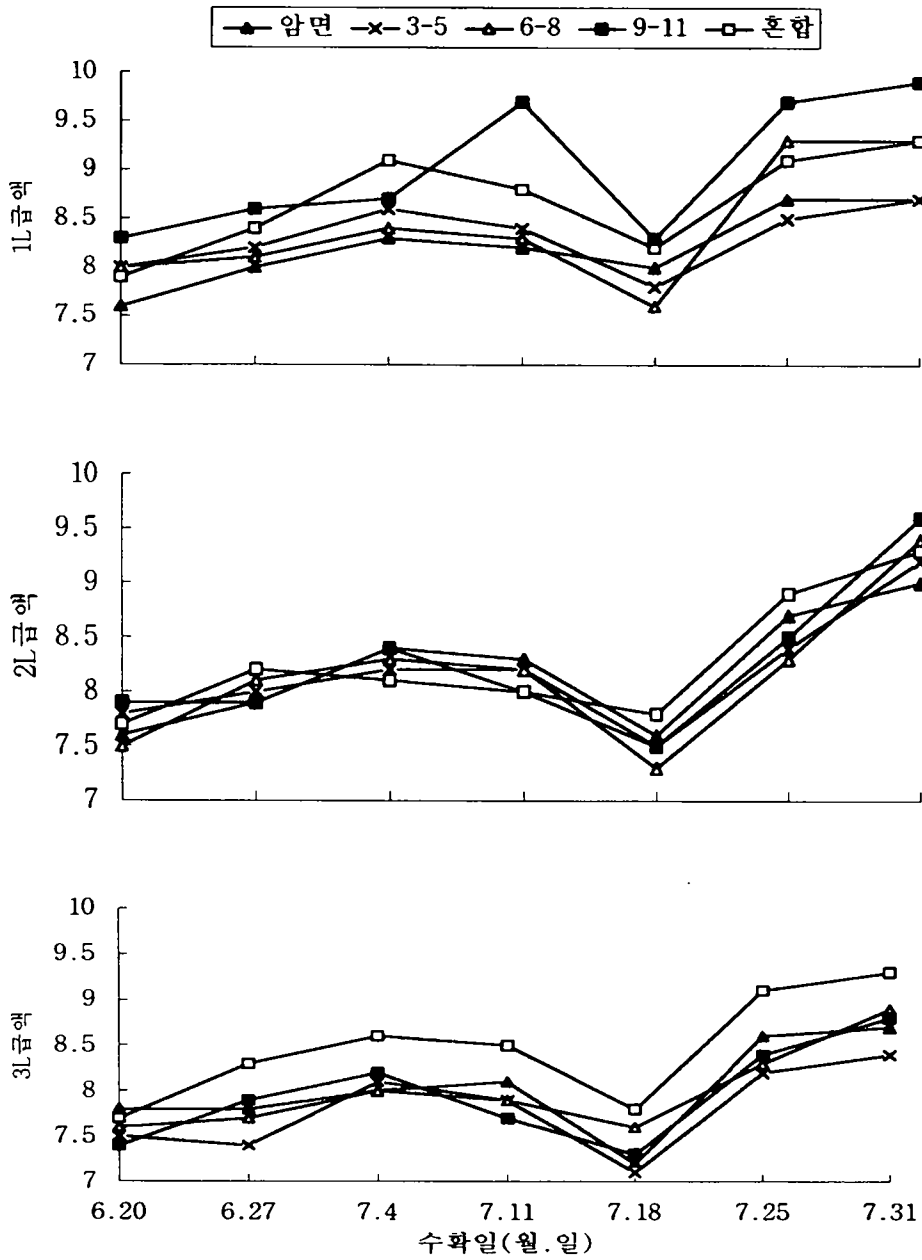
[그림 5-1] 급액량 및 송이입자크기에 따른 엽면적과 지상부중

[표 5-1] 급액량과 송이 입자 크기에 따른 방울토마토 수량성

급액량	입자 크기	총수량	상품수량	상품율	1과중
		kg/10a	kg/10a	%	g
1ℓ/주	암면(대비)	3,798a ♪	3,368a	89	12.0
	3 ~ 5mm	2,264e	1,665f	74	9.6
	6 ~ 8mm	2,385e	1,891f	79	9.2
	9 ~ 11mm	2,228e	1,832f	82	9.6
	혼합(3~11mm)	2,883d	2,384e	83	12.4
	평균	2,712	2,228	82	10.6
2ℓ/주	암면(대비)	3,574b	3,110bc	87	16.2
	3 ~ 5mm	3,032cd	2,457de	81	11.0
	6 ~ 8mm	3,587b	3,026c	84	12.3
	9 ~ 11mm	3,220c	2,674de	83	13.1
	혼합(3~11mm)	3,771a	3,290a	87	12.4
	평균	3,417	2,891	84	13.0
3ℓ/주	암면(대비)	3,456b	3,151b	91	13.4
	3 ~ 5mm	3,168cd	2,757d	87	11.4
	6 ~ 8mm	3,561b	3,145b	88	12.9
	9 ~ 11mm	3,110cd	2,850d	92	11.9
	혼합(3~11mm)	3,511b	3,184b	91	12.7
	평균	3,361	3,017	89	12.5

♪. DART 5%

※ 수량은 1화방~6화방의 수확치임



[그림 5-2] 급액량 및 송이 입자 크기에 따른 당도의 경시적 변화

당도를 높이기 위하여 수분공급량을 조절 하거나 수분흡수를 저하시키기 위해 양액의 EC농도를 높이려는 연구들이 수행되었다(1989. Masaharu 등; 1997. 7th International Symposium on Vegetable Quality). 수분공급은 과도 또는 과소 모두 식물체에 불리하므로 적정관리가 필요하다.

이상의 결과는 송이를 크기별로 구분할 필요없이 3~11mm크기의 송이를 자연상태의 혼합된 채로 사용하는 것이 노동력도 적게 들고, 수량 및 당도증가를 위해 효과적이라고 생각된다.

2. 재배상 및 배지용량에 따른 방울토마토 수량과 품질

가. 파종 60일 후 생육상황

[그림 5-3]에서 보는바와 같이 용기형(높은베드)재배가 자루형 재배에 비해 생육상황이 양호하였다. 배지용량에 따른 방울토마토의 생육은 대체로 배지용량이 많을수록 엽면적이 넓고 생체중이 무거웠다.

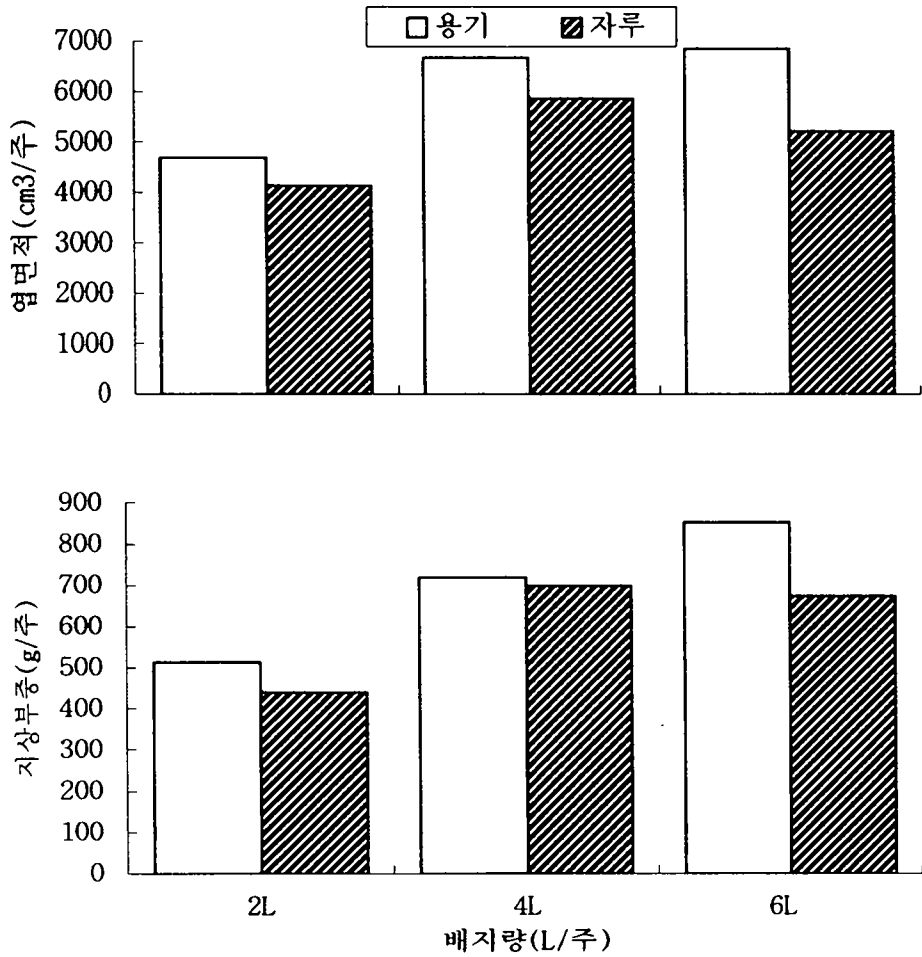
나. 수량 및 품질

[표 5-2]은 재배상 및 배지용량에 따른 수량성을 나타낸 것으로 용기형(높은베드)과 자루형 재배간에 차이가 근소했다. 배지용량이 증가할수록 수량도 증가하여, 6ℓ구가 가장 수량이 높았다. 상품율은 재배상의 종류와 관계없이 유사하였다.

[그림 5-4]는 배지용량 및 재배상에 따른 당도의 변화를 나타낸 것이다. 4ℓ구에서 당도가 가장 높았고, 6ℓ구는 오히려 당도가 낮았다.

4ℓ구에서 당도가 높게 나타났다. 생육도 4ℓ구와 6ℓ가 유사하였는데 수량은 6ℓ구가 많았다. 송이 배지는 배수가 잘되어 6ℓ구에서도 과습의 영향은 없었던 것으로 생각된다. 배지용량에 따른수량 차이는

뿌리가 제한된 컨테이너에서 재배된 식물체 생육이 근권이 넓은 컨테이너보다 작았으며 과실수도 약간 작았다.



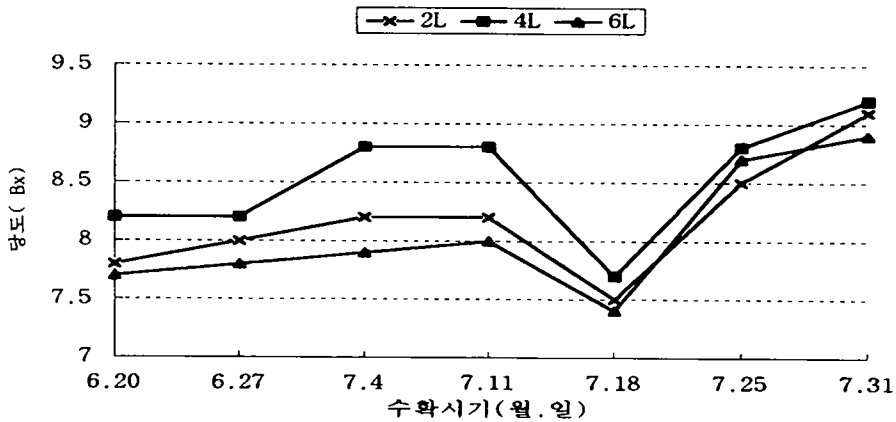
[그림 5-3] 재배상 및 배지용량에 따른 엽면적과 지상부생체중

[표 5-2] 재배상 및 배지용량에 따른 방울토마토 수량성

재배상	배지용량	총 수 량	상품수량	상품율	1과중
		kg/10a	kg/10a	%	g/과
용기형 (높은베드)	2 l	3,510c ♪	3,028c	86	12.8
	4 l	3,524c	3,149b	89	13.5
	6 l	3,953a	3,296a	83	12.5
	평균	3,662	3,158	86	12.9
자루형	2 l	3,568c	3,026c	85	12.4
	4 l	3,558c	3,148b	89	13.8
	6 l	3,735b	3,244a	87	12.6
	평균	3,620	3,139	86	12.9

♪ DMRT 5%

※ 수량은 1화방~6화방의 수확치임.



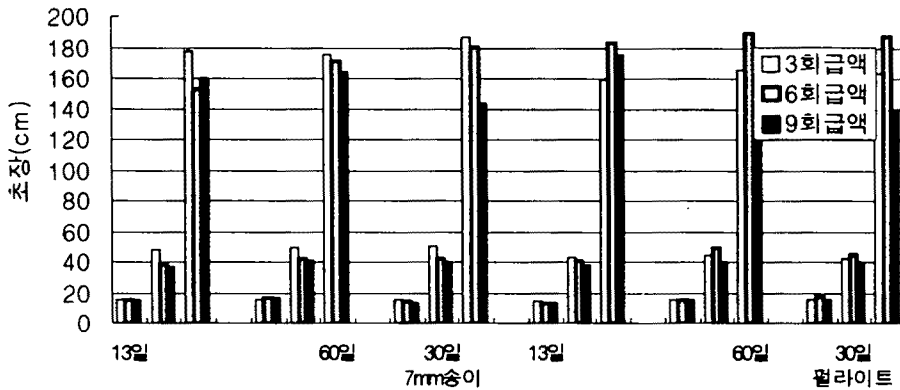
[그림 5-4] 배지용량 및 재배상의 종류에 따른 당도의 경시적 변화

그러나 순동화율에서는 차이가 없었다(1987. Miriam S. Ruff등). 배지량이 많이 소요되는 것은 농가 경영적으로 불리 하므로 수량과 품질저하가 없는 주당 최소배지량이 어느 정도인지에 관한 좀더 깊은 연구가 필요하다.

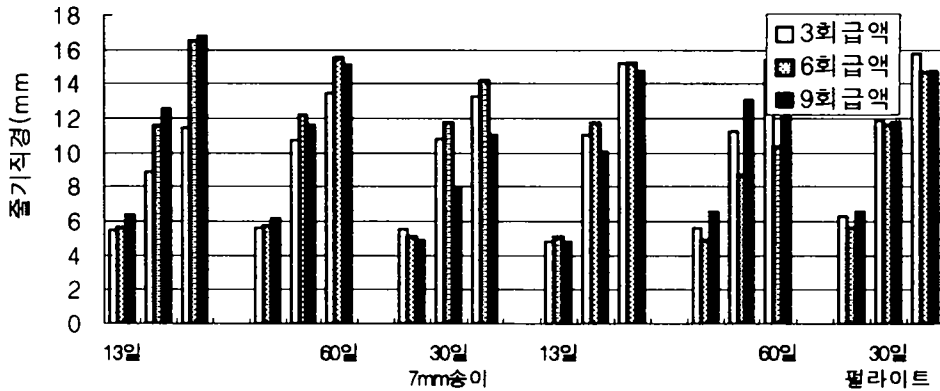
3. 양액공급횟수에 따른 방울토마토 생육 및 수량

가. 생육 상황

초장의 신장상태를 그림 1에서 비교하여 보면 배지 또는 양액 급액 횟수에 따른 차이는 인정되지 않았으며 시간의 경과에 따라서 1일 급액 횟수가 3회와 6회에서 신장량이 커지고 있음을 볼 때 9회까지 나누어 급액할 필요는 없었다고 사료된다.



[그림 5-5] 급액횟수와 배지종류에 따른 초장변화



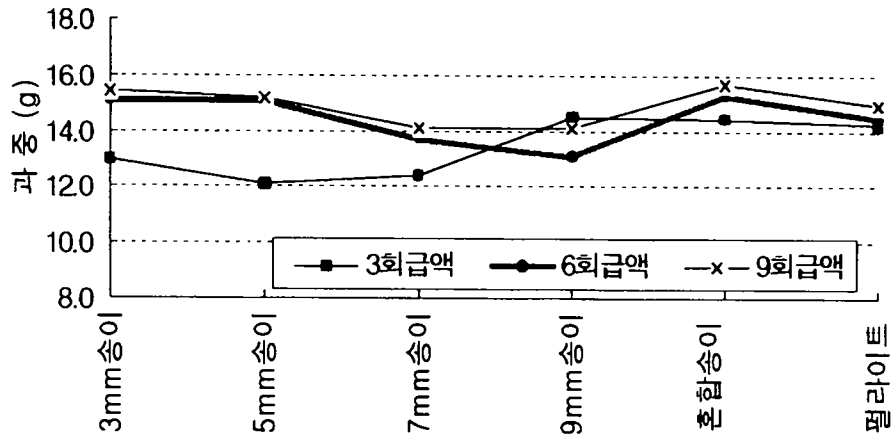
[그림 5-6] 급액횟수와 배지종류에 따른 줄기직경 변화
(13일, 30일 및 60일은 정식후 경과일수)

나. 수량성과 품질

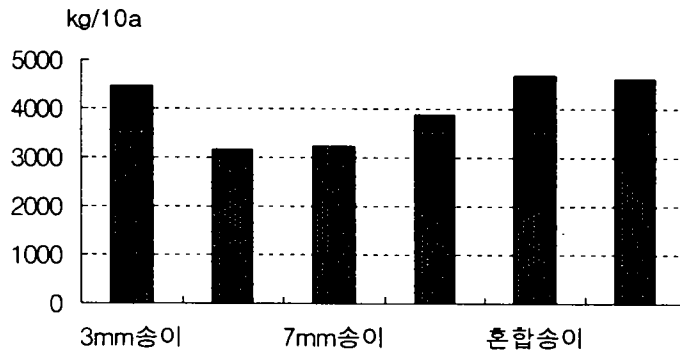
방울토마토 1과의 무게는 [그림 5-7]에서 나타냈는데 13~15g 범위로 적당하였고 대체로 6회와 9회 급액구에서 무거운 편이었다. 9회 급액에서 과중이 약간 무거운 편이나 큰차이가 없었다. 과중은 품종과 성숙일수(1992, Joseph M.등) 개화수 등에 영향을 받기 쉽다.

10a당 수확량을 [그림 5-8]와 [그림 5-9]에 나타냈다. 배지별로는 송이 3mm구와 혼합송이구, 그리고 펠라이트구에서 다수를 보였고, 양액공급 횟수에 의한 수량에서는 6회구가 다수를 나타내고 있다.

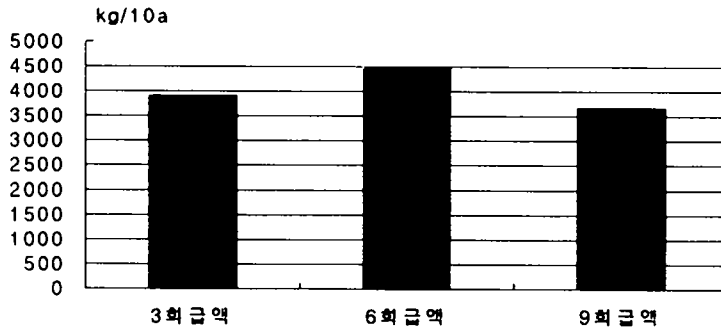
굴절 당도계로 측정된 당함량(°Brix)을 [그림 5-10]과 [그림 5-10]에서 보면 6에서 8°Brix 범위를 나타내고 있는데 상위 화방으로 갈수록 당도가 높아지고 있다. 이는 방울토마토의 특성이나 일조 등 환경적 영향이라 사료되며, 배지나 양액공급 횟수에 의한 것은 아니라고 생각된다.



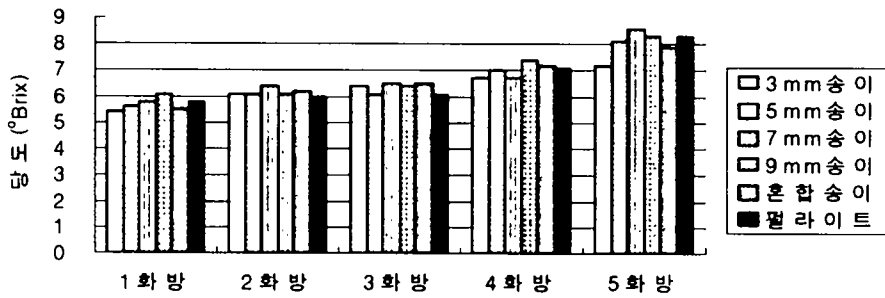
[그림 5-7]. 급액횟수에 따른 배지종류별 방울토마토 "suncherry extra"의 평균과중 (조사과수 : 20果)



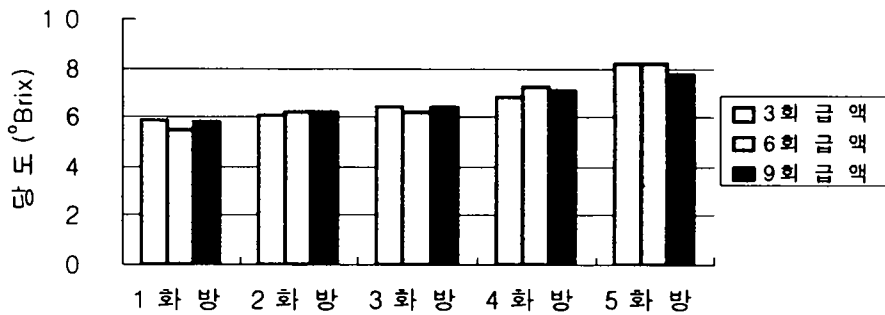
[그림 5-8] 배지종류별 10a당 총수량 (조사주수 : 60株)



[그림 5-9] 급액횟수별 10a당 총수량(조사주수 : 60株)



[그림 5-10] 배지종류에 따른 화방별 당도(1화방당 조사과수:10개)



[그림 5-11] 급액횟수에 따른 화방별 당도(1화방당 조사과수:10개)

제 4 절 적 요

제주 송이를 이용한 양액재배 배지로 이용시 송이 입자 크기는 3~11mm 혼합구가, 1일 급액량은 2ℓ 구가 생육 및 수량이 우수하였다. 별도의 선별노력을 생략하고 비료비 절감을 위해서 이들 두 처리가 좋을 것으로 여겨진다.

재배상 종류는 용기형이 생육 및 수량이 비슷하였다. 따라서 작업성 재배조 설치비용 등 노력, 품질, 시장가격 등을 고려하여 결정하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

양액급여 횟수로는 수량과 당도는 6회급액구와 9회 급액구 사이에 차이가 없으므로 동·하절기, 일사 등을 고려하여 이 공급횟수 범위에서 급액하는 것이 좋을 것으로 생각된다.



▲ 방울토마토 정식 직후의 모습



▲ 금액량 차이에 따른 생육 비교

제 6 장. 제주 송이버지 양액재배 시스템의 화훼(장미) 적용기술개발

제 1 절. 서 설

장미는 세계 3대 절화의 하나로 고대 이집트 시대부터 지금까지 재배되어 왔으며, 국제 교역량의 증가와 함께 수요가 계속 늘어나고 있어 화훼산업에서 장미가 차지하는 비중이 날로 증대되는 것은 세계적인 추세이다. 우리 나라에서도 경제의 고도 성장과 국민의 생활수준 향상 및 수입개방화에 대응한 농업의 구조적 변화의 필요성이 대두되어 토지 중심의 농업에서 자본과 기술 집약형 농업으로 전환되면서 농업 현대화를 통한 국제 경쟁력과 농가 소득 향상을 위한 수출 유망 대체작목으로 장미의 재배면적이 급속하게 신장되었다.

우리 나라에서 절화 장미 재배는 '70년대 초 부산 대련동의 6농가에서 10,000여평으로 출발하여 '97년 679.3ha로 '85년 41.9ha에 비해 약 16.2배 증가하였다. 장미 양액재배는 '91년 연암축산원예전문대학에서 암면 재배에 성공한 후 보급되기 시작하였고, 고품질 절화의 생산 및 안정적인 주년 생산으로 합리적, 과학적이며 쾌적하고 여유 있는 농작업 환경과 전업 경영 체제를 요구하고 있는 현실에서 토양재배시 발생하는 여러 가지 문제점의 해소와 절화 품질 향상을 위한 생력재배의 방법으로 기대되고 있으며, 제주의 경우 재배농가의 95%는 양액재배 시스템을 이용한 재배를 하고 있다.

장미 양액재배 면적의 증가는 다음의 특징에서 기인한다.

- ° 연작 피해와 토양전염성 병해충 및 물리·화학적 변화의 회피

- 경영적 효율을 높이기 위한 밀식재배와 유희지의 활용
- 시비, 관수의 일체화로 생육이 균일한 절화의 생산과 노동력 분산
- 초기 생육 왕성으로 절화 시기 앞당김
- 근권부 환경의 인위적 조절로 상육 촉진과 품질 향상으로 소득 증대
- 주년 생산과 제초, 퇴비 사용, 정지·전정 생략으로 노동력의 절감
- 재배시설 자동화와 재배상 재배로 악성 노동 해소

암면은 토양과 같이 완충력이 적고 장미 1주당 1일 1리터 미만의 배양액을 공급하여 재배하므로 배지 내 pH, EC, 온도, 수분 관리에 세심한 주의와 관리가 필요하며, 재배 중 문제 발생시 효율적 대처를 위해 작물의 생리적, 화학적 지식과 배양액 관리 능력을 갖춰야 하고 무엇보다 양액재배는 물을 이용한 재배법으로 양질 급수원의 안정적 확보가 필수적이다.

그러나, 암면의 경우는 자체가 갖는 이화학적 특성이 작물에 매우 유용하지만 사용 후 폐기시 처리 문제가 크게 대두되면서 그 대체 배지의 개발에 많은 연구가 집중되고 있으며, 본 연구는 암면 대체 배지로서 송이를 사용할 경우에 생육과 수량을 적정화하고 안정화할 수 있도록 배지의 특성에 따른 급액 관리방법과 이용방법을 체계화하기 위하여 수행하였다.

제 2 절. 재료 및 방법

1. 급액량과 송이 입자 크기가 장미 생육과 수량에 미치는 영향

본 시험은 제주도 농업기술원 기술개발포장 내의 유리온실에서 수행되었다. 'Lambada' 품종을 공시하여 '96년 4월이 정식하였으며, 일본 애지현 원예시험장 양액처방을 사용하여 아칭재배법으로 재배하였다.

재배시설은 제주 송이 전용 시스템 中 용기형 베드를 이용하였고, 시험처리를 분할구 배치법으로 하여 주구 처리는 급액량을, 세구 처리는 송이의 입자 크기를 두어 시험하였다. 공시 배지로써 사용된 제주 송이는 입자 크기별로 3mm, 5mm, 7mm, 9mm로 구분하여 사용하였다. 입자 크기별 배지는 철망체를 직접 제작하여 조제하였으며, 대비구로써 압면 배지를 사용하였다. 급액량은 표준급액량으로 봄·가을 600~700ml/주/일, 겨울 400~500ml/주/일, 여름 800~900ml/주/일을 급액하였으며 표준량의 1.5배량과 0.5배량을 처리하였다.

배양액 급액은 압면 배지는 점적편으로 송이 배지는 점적관을 이용하였다.

주요 조사항목으로는 화경장, 화수장, 절화경경, 절화중의 생육특성과 등급별 수량성을 조사하였다. 7~8월은 하절기 휴면을 실시하였으며, 절화생산은 '96. 11~'98. 5월까지 이루어졌다.

2. 재배상 종류와 송이 배지 혼합비율이 장미 생육과 수량에 미치는 영향

본 시험은 'Lambada' 품종을 공시하여 제주도 농업기술원 기술개발 포장 내의 유리온실에서 수행하였다.

용기형과 자루형 재배상을 사용하여, 공시 배지로 송이에 피트모스를 혼합하여 송이에 대한 피트머스의 혼합비율을 25%, 50%, 75%로 증가시켜 처리하였으며, 송이 단용구를 대조구로 설정하였다.

기타 관리는 1항의 시험과 동일하게 수행하였다.

3. 계절별 양액 급여 횟수의 차이가 장미 생육과 수량에 미치는 영향

본 시험은 제주도 농업기술원 기술개발포장 유리온실에서 제주 송이 전용 양액재배 시스템 용기형을 사용하여 수행하였다. Rambada 품종을 '97년 4월 정식하였고, 급여 횟수를 각각 봄·가을 6회, 여름 8회, 겨울 4회, 8·10·6회, 10·12·8회 처리하였다.

기타 관리는 1항의 시험과 동일하게 수행하였으며, 절화생산은 '97. 11~'98. 6월까지 이루어졌다.

제 3 절. 결과 및 고찰

1. 급여량과 송이입자크기가 장미 생육과 수량에 미치는 영향 가. 생육특성

급여량과 배지로 사용된 송이의 입자크기에 따른 람바다 품종의 절화 품질 차이는 [표 6-1]~[표 6-4]에서 보는 바와 같다.

절화의 등급 및 품질을 나타내는 절화장과 화수장 그리고 절화의 수명에 많은 영향을 미치는 절화중과 절화경경 모두 급여량에 따라서는 유의한 차이를 나타냈으나, 송이입자크기에 따라서는 유의한 차이를 나타내지 않았으며, 이는 김 등(1997)이 펄라이트 배지에서 장미 양액 재배시 입자크기에 따라서 절화경경의 크기가 달랐다는 보고와는 달랐으나 국화 '수방력' 품종의 양액재배시 펄라이트 입자크기에 따라서 생육특성에는 큰 차이가 없었다는 보고(김 등, 1998)와는 비슷한 경향을 보였다. 생육특성은 대비구인 암면구에 비해서도 유의한 차이를 보이지 않아서 제주산 송이배지를 이용하는 양액재배시 송이단용만으로도 충분히 가능성을 보여주었으며, 입자크기간에 차이를 보이지 않아서 입자크기

별로 선별하지 말고 혼합된 송이배지를 사용하는 것이 노동력 절감 등의 잇점도 있어서 좋을 것으로 생각된다.

[표 6-1] 절화장의 변화

(단위 : cm)

급액량	입자크기				암 면	평 균
	3mm	5mm	7mm	9mm		
표 준	72.6	69.3	70.0	67.7	68.4	69.6
표준 0.5배	63.5	65.3	63.3	65.9	63.5	64.3
표준 1.5배	68.3	71.5	71.0	69.9	71.3	70.4
평 균	68.1	68.7	68.1	67.8	67.7	-
L.S.D(5%) ¹⁾						1.7

1) 급액량 평균간 비교 L.S.D 값

절화장은 급액량이 많아질수록 길어졌으며, 표준 급액구에서 69.6cm, 표준의 1.5배 급액구에서 70.4cm로 표준 급액구와 표준의 1.5배 급액구 사이에는 큰 차이를 나타내지 않았다. 배지에 따라서는 일정한 경향을 나타내지 않았으며, 암면배지에서 67.7cm였고, 송이배지에서는 입자크기에 관계없이 모두 암면배지보다 0.1~1.0cm 길었다.

절화중도 급액량이 많아질수록 무거워지는 경향을 보였으며, 표준의 0.5배 급액구에서 33.9g으로 가장 가벼웠고, 표준 급액구 35.7g, 표준의 1.5배 급액구 37.6g 순이었다. 배지에 따라서는 암면배지구가 34.7g으로 가장 가벼웠으나 유의한 차이를 나타내지는 않았다.

[표 6-2] 절화중의 변화

(단위 : g)

급액량	입자크기				암 면	평 균
	3mm	5mm	7mm	9mm		
표 준	37.7	35.8	35.6	35.4	34.1	35.7
표준 0.5배	35.2	35.4	32.7	34.3	31.9	33.9
표준 1.5배	35.9	37.9	37.9	38.1	38.2	37.6
평 균	36.3	36.4	35.4	35.9	34.7	-
L.S.D(5%) ¹⁾						1.9

1) 급액량 평균간 비교 L.S.D 값

절화경경은 표준 급액구와 표준의 0.5배 급액구에서는 모두 5.9mm로 차이를 나타내지 않았으나, 표준의 1.5배 급액구에서는 6.2mm로 가장 두꺼웠다. 송이의 입자에 따라서도 큰 차이를 나타내지 않아서 5.9~6.1mm였으며, 암면배지에서도 6.0mm로 송이배지와 차이를 보이지 않았다. 그러나 급액량과 송이입자과의 상호작용에 따라서는 유의한 차이를 나타냈으며, 암면배지를 사용하여 표준의 1.5배량을 급액하였을 때 절화경경은 6.6mm로 가장 두꺼웠다.

화수장은 표준의 0.5배 급액구에서 10.3cm로 가장 짧았고, 표준 급액구와 표준의 1.5배 급액구에서 10.9cm로 같았다. 송이의 입자크기에 따라서는 입자크기 7mm 배지에서 10.9mm로 가장 길었으나 다른 처리와 큰 차이를 나타내지 않아서 모두 10.5~10.9mm였고, 암면에서도 10.8mm로 송이배지와 차이를 보이지 않았다.

[표 6-3] 절화경경의 변화

(단위 : mm)

급액량 \ 입자크기	3mm	5mm	7mm	9mm	암 면	평균
	표 준	6.1	6.1	5.9	5.9	5.7
표준 0.5배	6.2	5.9	5.7	5.8	5.7	5.9
표준 1.5배	6.0	6.1	6.2	6.3	6.6	6.2
평균	6.1	6.0	5.9	6.0	6.0	-
L.S.D(5%) ¹⁾						0.2
L.S.D(5%) ²⁾						0.4
L.S.D(5%) ³⁾						0.4

- 1) 급액량 평균간 비교 L.S.D 값
- 2) 동일 급액량 내 송이입자크기의 평균간 비교 L.S.D.값
- 3) 동일 입자크기내 또는 다른 입자크기내 급액량의 평균간 비교 L.S.D.값

나. 수량특성

급액량과 송이입자크기에 따르는 수량성은 총수량과 등급별 수량 모두 유의한 차이를 나타냈으며, 급액량과 송이입자크기의 상호작용에 따라서도 유의한 차이를 나타내었다. 이는 김 등(1998)이 국화 '수방력' 품종에서 양액재배시 펄라이트 입자크기에 따라서 수량성에 차이가 없었다는 보고와는 다른 경향을 나타내었으며, 김 등(1997)이 장미 양액재배시 펄라이트경 재배에서 50~60cm 정도의 상품을 비교하면 펄라이트 입자가 작은 처리에서 수량성이 높아서 암면구와 비슷하였다는 보고와는 같은 경향이였다. 이와 같이 입자가 작은 처리에서 수량성이 높은 경향을 나타내는 것은 배지내에서 양액의 보습 능력이 지속적이기 때문에 양분 공급이 원활이 이루어진 것에 기인하는 것으로 생각된다.

[표 6-4] 화수장의 변화

(단위 : cm)

급액량	입자크기	3mm	5mm	7mm	9mm	암면	평균
	표준		10.7	10.7	11.6	10.7	11.0
표준 0.5배		10.3	10.4	10.1	10.1	10.4	10.3
표준 1.5배		10.7	11.0	11.1	10.8	10.9	10.9
평균		10.6	10.7	10.9	10.5	10.8	-
L.S.D(5%) ¹⁾							0.2

1) 급액량 평균간 비교 L.S.D 값

급액량에 따라서 총수량은 유의하게 변화하였으며, 표준의 1.5배 급액구에서 220,301본/10a, 표준 급액구에서 217,060본/10a, 표준의 0.5배 급액구에서 191,978본/10a으로 급액량이 적어질수록 수량성도 낮아졌다. 배지에 따라서는 암면배지에서 221,585본/10a로 수량성이 가장 높았으며, 송이입자에 따라서는 5mm 입자크기 처리에서 211,584본/10a으로 가장 수량성이 높았고 암면배지에 비해서는 10,001본/10a이 적었다. 송이배지내에서는 입자크기 9mm에서 204,681본/10a로 가장 수량성이 낮았고, 9mm, 7mm, 3mm, 5mm 순으로 수량성이 낮았다.

가장 높은 가격을 받을 수 있으며, 일본 수출이 가능한 화경장이 70cm 이상 되는 수량의 차이를 살펴보면 [표 6-6]과 같다. 급액량에 따라서는 표준 급액구와 표준의 1.5배 급액구에서 각각 74,955본과 74,830본/10a으로 유의한 차이를 나타내지 않았으며, 표준의 0.5배 급액구에서 가장 낮은 43,345본/10a를 나타내었다. 송이입자에 따라서는 3mm, 5mm, 7mm 처리구에서 유의한 차이를 나타내지 않았으며, 각각 64,524본/10a,

65,106본/10a, 64,620본/10a로 암면배지구(71,028본/10a)와는 5,922~6,504본/10a의 유의한 차이를 나타내었다. 급액량과 배지간의 상호작용에 의해서도 유의한 차이를 나타내었는데, 표준의 1.5배 급액시 암면배지구에서 87,560본/10a로 가장 수량성이 높았고, 표준 급액시 암면배지구 78,678본/10a, 표준의 1.5배 급액시 송이입자 7mm 배지구 77,301본/10a, 표준 급액시 송이입자 5mm 배지구 77,172본/10a 순이었다.

[표 6-5] 총수량의 변화 (본/10a)

급액량	입자크기						평균
	3mm	5mm	7mm	9mm	암면		
표준	214,112	219,470	216,846	217,894	216,978	217,060	
표준 0.5배	199,183	187,146	188,057	191,400	194,106	191,978	
표준 1.5배	218,477	228,137	215,945	204,750	253,673	220,301	
평균	210,590	211,584	206,949	204,681	221,585	-	
L.S.D(5%) ¹⁾						4,793	
L.S.D(5%) ²⁾						6,188	
L.S.D(5%) ³⁾						10,703	
L.S.D(5%) ⁴⁾						12,817	

- 1) 급액량 평균간 비교 L.S.D 값
- 2) 입자크기 평균간 비교 L.S.D 값
- 3) 동일 급액량 내 송이입자크기의 평균간 비교 L.S.D 값
- 4) 동일 입자크기내 또는 다른 입자크기내 급액량의 평균간 비교 L.S.D 값

화경장 60cm 이상 되는 수량성의 차이도 화경장 70cm 이상 되는 수량성과 같이 표준 급액구와 표준의 1.5배 급액구에서 유의한 차이를 나타내지 않았으며, 표준 급액구 135,701본/10a, 표준의 1.5배 급액구

134,569본/10a, 표준의 0.5배 급액구 91,801본/10a 순이었다. 배지에 따라서는 암면배지에서 129,384본/10a으로 가장 높았고 송이배지에서는 5mm, 3mm, 7mm, 9mm 순이었으며, 암면배지와는 4,964~20,012본/10a의 차이를 나타내었다. 급액량과 배지간의 상호작용에 따르는 차이를 살펴 보면, 표준의 1.5배 급액시 암면처리구에서 159,399본/10a로 가장 수량성이 높았으며, 표준의 1.5배 급액시 송이입자 5mm 처리구(141,795본/10a), 표준급액시 송이입자 5mm 처리구(139,830본/10a), 표준급액시 송이입자 7mm 처리구(138,069본/10a), 표준급액시 암면처리구(136,338본/10a) 순이었다.

[표 6-6] 70cm 이상 수량성의 변화

(본/10a)

급액량	입자크기						평균
	3mm	5mm	7mm	9mm	암면		
표준	73,875	77,172	75,969	69,085	78,678	74,955	
표준 0.5배	47,385	42,593	40,590	39,312	46,848	43,345	
표준 1.5배	72,312	75,555	77,301	61,425	87,560	74,830	
평균	64,524	65,106	64,620	56,607	71,028	-	
L.S.D(5%) ¹⁾						2,554	
L.S.D(5%) ²⁾						3,297	
L.S.D(5%) ³⁾						5,701	
L.S.D(5%) ⁴⁾						5,390	

[표 6-7] 60cm 이상 수량성의 변화

(본/10a)

급액량	입자크기	3mm	5mm	7mm	9mm	암면	평균
	표준		135,733	139,830	138,069	128,535	136,338
표준 0.5배		97,695	91,635	89,019	88,242	92,415	91,801
표준 1.5배		130,088	141,795	130,221	111,345	159,399	134,569
평균		121,172	124,420	119,103	109,374	129,384	-
L.S.D(5%) ¹⁾							2,253
L.S.D(5%) ²⁾							2,909
L.S.D(5%) ³⁾							5,022
L.S.D(5%) ⁴⁾							5,390

3등급 이상으로 판매가 가능한 화경장 50cm 이상이 되는 수량성의 차이를 보면 [표 6-8]과 같다. 급액량에 따른 차이는 70cm 이상, 60cm 이상 되는 수량성과 같이 표준 급액구와 표준의 1.5배 급액구에서는 각각 185,440본/10a와 186,580본/10a로 유의한 차이를 나타내지 않았으며, 양액에 들어가는 경제적인 부분을 고려한다면 실제 송이를 이용한 재배 시에는 표준량을 급액하는 것이 가장 유리할 것으로 생각된다. 송이 입자크기에 따라서는 165,164~177,577본/10a으로 입자크기가 커질수록 수량이 적어지는 경향이었으며, 암면처리구에서 182,228본/10a로 가장 많았다. 재배상 가장 유리한 표준급액구에서 송이입자에 따른 차이를 보면 5mm 처리구에서 190,313본/10a로 가장 많아 다른 처리와는 유의성이 인정되었으며, 3mm(187,468본/10a), 9mm(186,458본/10a), 7mm(182,106본/10a), 암면(180,857본/10a) 배지구 순이었고 서로간에 유의성은 인정되지 않았다.

[표 6-8] 50cm 이상 수량성의 변화

(본/10a)

입자크기 급액량	입자크기					
	3mm	5mm	7mm	9mm	암면	평균
표준	187,468	190,313	182,106	186,458	180,857	185,440
표준 0.5배	160,552	145,243	151,721	146,600	152,198	151,263
표준 1.5배	184,712	192,302	179,820	162,435	213,630	186,580
평균	177,577	175,953	171,216	165,164	182,228	-
L.S.D(5%) ¹⁾						3,500
L.S.D(5%) ²⁾						4,518
L.S.D(5%) ³⁾						7,814
L.S.D(5%) ⁴⁾						7,136

총수량에 대한 50cm 이상 商品의 비율을 보면 표준급액구에서 85.4%로 가장 높았으며, 표준의 1.5배 급액구 83.8%, 표준의 0.5배 급액구 78.8% 순이었다. 송이입자크기에 따라서는 입자크기가 커질수록 商品率이 낮아지는 경향을 보였으며 84.2~82.0% 였다.

[표 6-9] 상품율(50cm 이상)의 변화

(%)

입자크기 급액량	입자크기					
	3mm	5mm	7mm	9mm	암면	평균
표준	87.6	86.7	84.0	85.6	83.4	85.4
표준 0.5배	80.6	77.6	80.7	79.3	78.4	78.8
표준 1.5배	84.5	84.3	83.3	82.5	84.2	83.8
평균	84.2	82.9	82.7	82.5	82.0	-

2. 재배상의 종류 및 송이버지 혼합비율이 장미 생육과 수량에 미치는 영향

가. 생육특성

재배상의 형태 및 송이와 피트모스의 혼용비율에 따른 절화장, 절화중, 절화경경, 화수장의 생육특성은 모두 처리간에 유의성을 나타내지 않아서 김 등(1995)이 소니아 품종을 사용한 양액재배시 송이에 피트모스를 혼용한 처리구에서 생육특성이 가장 우수하였고, 송이단용구에서 가장 낮았다는 보고와는 다른 경향을 보였다. 본 연구에서 송이단용처리구와 송이에 피트모스를 혼용한 처리구간에 생육특성이 유의한 차이를 보이지 않은 것은 개발된 시스템의 양액공급 방법이 송이의 수분보유력을 향상시켜 주는 결과를 가져와서 보습재의 역할을 하는 피트모스를 혼용하지 않아도 같은 효과를 낸 것으로 생각된다.

절화장은 용기형에서 73.3cm로 자루형에 비해 1.3cm 길었으며, 송이와 피트모스 혼용비율 1:1 처리에서 72.9cm로 가장 길어서 김 등(1996)이 롯데로제를 이용한 장미 양액재배 시험에서 송이와 피트모스 1:1 혼합구에서 절화장이 가장 길었다는 보고와 같은 경향이였다. 또한 송이 비율이 높아질수록 절화장이 짧아지는 경향을 보여 김 등(1995), 김 등(1996)의 보고와 같은 경향이였다.

절화중은 용기형에서 39.2g으로 자루형에 비해 0.8g 무거웠으며, 송이의 혼용량이 많아질수록 무거워지는 경향을 나타내었고 송이단용구에서 39.6g으로 가장 무거웠다. 이 등(1998)은 국화 양액재배시 펄라이트에 코코피트를 많이 혼용할수록 엽생체중과 경생체중이 높게 나타났다고 보고하였고 김 등(1996)은 장미에서 송이와 피트모스를 1:1로 혼합한 처리구에서 절화중이 가장 높았다고 보고하여 본 연구결과와는 다르게 나타나는데, 이는 본 연구의 재배에 사용된 시스템 및 재배방법이 송이 배지의 부족한 수분보유력을 보완한 결과에 기인한다고 생각한다.

[표 6-10] 절화장과 절화중의 변화

구 분 베드형태 혼용비율	절 화 장 (cm)			절 화 중 (g)		
	자 루	용 기	평 균	자 루	용 기	평 균
100 : 0	73.0	71.7	72.4	40.3	38.8	39.6
75 : 25	71.6	73.3	72.5	38.1	39.3	38.7
50 : 50	71.9	73.9	72.9	37.7	40.0	38.9
25 : 75	71.3	74.1	72.7	36.9	38.5	37.7
평 균	72.0	73.3	-	38.3	39.2	-
L.S.D(5%)	N.S			N.S		

[표 6-11] 절화경경과 화수장의 변화

구 분 베드형태 혼용비율	절 화 경 경 (mm)			화 수 장 (cm)		
	자 루	용 기	평 균	자 루	용 기	평 균
100 : 0	6.6	6.4	6.5	10.8	10.4	10.6
75 : 25	6.5	6.6	6.6	10.7	10.9	10.8
50 : 50	6.5	6.7	6.6	10.6	10.9	10.8
25 : 75	6.5	6.7	6.6	10.8	10.9	10.9
평 균	6.5	6.6	-	10.7	10.8	-
L.S.D(5%)	N.S			N.S		

절화경경과 화수장은 용기형에서 약간 우수하였으며, 절화경경은 혼용비율에 따라서 거의 차이를 보이지 않았다. 화수장은 혼용비율에 따라서는 송이혼용량이 많아질수록 짧아지는 경향을 보여 송이단용구에서 10.6cm로 가장 짧았고, 송이 : 피트모스가 25:75 처리구에서 10.9cm로 가장 길었다.

나. 수량특성

재배상의 형태에 따라서 총수량 및 등급별 수량성은 모두 유의한 차이를 보였으나, 송이와 피트모스의 혼용비율에 따라서는 유의한 차이를 나타내지 않아서 김 등(1996), 김 등(1995)이 장미 양액재배시 송이단용구보다는 송이에 피트모스를 1:1로 혼합한 처리구에서 수량성이 가장 높았다는 보고와는 다른 경향을 나타내었다.

총수량은 용기형에서 234,554본/10a로 자루형에 비해 34,007본/10a가 많았으며, 이것은 근권의 발달 정도에 기인한 것으로 생각된다. 즉, 자루형의 경우 배지량은 용기형과 같지만 근권이 발달할 수 있는 범위가 용기형에 비해 작고, 배지가 자루에 의해 압축되어 있어서 용기형에 비해 뿌리 발달이 불리했을 것으로 생각된다. 송이와 피트모스의 혼용비율에 따라서는 50:50 비율로 혼용한 처리에서 224,264본/10a로 가장 수량성이 많고 송이혼용량이 많아질수록 수량은 떨어지는 경향이었으나 유의성은 인정되지 않았다.

화경장이 70cm 이상이 되는 1등급 수량에 있어서는 재배상의 형태와 송이와 피트모스 혼용비율에 대해서 모두 유의한 차이가 인정되지는 않았다. 그러나 용기형에서 83,045본/10a로 자루형의 74,669본/10a보다 8,376본/10a가 많았으며, 송이와 피트모스의 혼용비율에 있어서는 50:50 혼용처리구에서 82,518본/10a로 수량성이 가장 높았고, 25:75(81,286본/10a), 75:25(81,105본/10a), 송이 100%(70,518) 처리구 순이었다.

화경장이 60cm 이상 되는 上等品 收量은 용기형에서 143,433본/10a로 자루형의 126,351본/10a에 비해 유의한 차이를 나타내었으며, 배지혼용비율에 따라서는 유의성을 나타내지 않았다.

[표 6-12] 총수량과 화경장 70cm 이상 수량의 변화

구 분 베드형태 혼용비율	총 수 량(본/10a)			70cm 이상 수량(본/10a)		
	자 루	용 기	평 균	자 루	용 기	평 균
100 : 0	195,055	223,556	209,306	73,605	67,430	70,518
75 : 25	203,025	235,359	219,191	73,626	88,585	81,105
50 : 50	204,733	243,797	224,264	74,500	90,536	82,518
25 : 75	199,374	235,504	217,439	76,944	85,628	81,286
평 균	200,547	234,554b	-	74,669	83,045	-
L.S.D(5%) ¹⁾	27,000			N.S		

1) 베드형태 평균간 비교 L.S.D. 값

[표 6-13] 화경장 60cm 이상 및 50cm 이상 수량의 변화

구 분 베드형태 혼용비율	60 cm 이상 수량(본/10a)			50cm 이상 수량(본/10a)		
	자 루	용 기	평 균	자 루	용 기	평 균
100 : 0	120,491	134,315	127,403	161,474	183,942	172,708
75 : 25	130,772	152,162	141,467	167,641	197,710	182,676
50 : 50	127,218	154,444	140,831	174,792	205,108	189,950
25 : 75	126,924	132,810	129,867	153,445	194,627	174,036
평 균	126,351	143,433	-	164,338	195,347	-
L.S.D(5%) ¹⁾	14,057			29,000		

1) 베드형태 평균간 비교 L.S.D. 값

화경장이 50cm 이상이 되는 商品 수량성도 용기형에서 195,347본/10a로 자루형의 164,338본/10a에 비해 30,009본/10a가 많았으며, 5% 수준에서 유의성이 인정되었다. 배지혼용비율에 따라서는 50:50 비율의 혼용에서 189,950본/10a로 가장 수량성이 높아서 김 등(1995)이 소니아 품종을 이용한 양액재배시 송이와 피트모스를 1:1로 혼용한 처리구에서 50cm 이상 수량성이 가장 높았다는 보고와 일치하였으며, 75:25(182,676본/10a), 25:75(174,036본/10a), 송이 100%(172,708본/10a) 순으로 수량성이 높았다. 그러나 배지혼합 처리간에 유의성은 인정되지 않아서 배지의 가격 및 작업의 편의성을 고려할 때 송이를 단독으로 사용하여 양액재배를 하여도 무방할 것으로 생각되었다.

총수량에 대한 화경장 50cm 이상되는 商品의 비율 또한 용기형에서 83%로 자루형에 비해 1% 높았으며, 배지혼합비율에 있어서도 송이와 피트모스를 50:50 비율로 혼합한 처리에서 85%로 가장 높았다.

[표 6-14] 화경장 40cm 이상 수량 및 商品率의 변화

구 분	40cm 이상 수량(본/10a)			상품율(50cm 이상, %)		
	자 루	용 기	평 균	자 루	용 기	평 균
베드형태 혼용비율						
100 : 0	187,148	215,497	201,323	83	82	83
75 : 25	194,067	227,244	210,656	83	84	84
50 : 50	198,306	239,063	218,684	85	84	85
25 : 75	193,726	208,535	201,130	77	83	80
평 균	193,312	222,585b	-	82	83	
L.S.D(5%) ¹⁾	27,005			-		

1) 베드형태 평균간 비교 L.S.D. 값

3. 계절별 양액의 급액횟수의 차이가 장미 생육과 수량에 미치는 영향

가. 생육특성

계절에 따라서 양액의 급액횟수를 다르게 주었을 때, 장미의 등급 설정에 가장 중요한 절화장은 처리간에 유의성이 인정되었으며 봄·가을 10회, 여름 12회, 겨울 8회의 급액횟수 처리구에서 63.4cm로 가장 길었고, 봄·가을 6회, 여름 8회, 겨울 4회 급액횟수 처리구에서 59.8cm로 가장 짧아서 양액의 급액횟수를 증가할수록 절화장이 길어지는 경향이 있었다. 이는 이 등(1997)이 레드산드라 품종을 이용한 펄라이트경 양액 재배시 하루 700cc의 양액을 16회로 분시한 처리에서 12회나 20회로 분시한 처리에 비해 화경장이 길었다고 보고한 것과는 다른 경향이었으며, 지 등(1998)이 국화의 펄라이트 양액재배시 1일 관수 횟수를 자주 할수록 초장이 길어졌다는 보고와는 같은 경향을 보였고, 황 등(1996)도 국화에서 양액공급횟수를 12회로 했을 때 생육특성이 우수하였다고 하였다. 이는 같은 양을 여러 회에 나누어 공급할 때 관수횟수가 적은 것은 배수량이 상대적으로 많아지게 되어 양분의 이용효율이 떨어지게 되고, 또한 송이는 자연토양에 비해 보수력이 낮기 때문에 배지내 수분 이용율은 관수가 불충분하거나 잦지 않으면 낮동안 매우 변동이 심하게 되어 식물이 스트레스를 받게 되는데 기인한다고 생각된다.

화수장은 처리간에 유의성이 인정되지는 않았으나 8.2~8.7cm로 급액 횟수가 많아질수록 길어지는 경향이였다.

장미의 절화수명에 영향을 미치는 절화중과 절화경경도 처리에 따라 유의한 차이를 나타내지는 않았으며, 봄·가을 8회, 여름 10회, 겨울 6회 급액횟수 처리구에서 각각 29.9g과 5.1mm로 가장 우수하였고 봄·가을 10회, 여름 12회, 겨울 8회 처리구, 봄·가을 6회, 여름 8회, 겨울 4회 처리구 순이었다

[표 6-15] 절화의 생육특성의 변화

급 액 횃 수	절화장	절화중	절화경경	화수장
	cm	g	mm	cm
봄·가을:여름:겨울 = 6:8:4회	59.8	26.9	4.9	8.2
봄·가을:여름:겨울 = 8:10:6회	63.4	29.9	5.1	8.6
봄·가을:여름:겨울 = 10:12:8회	62.9	28.9	5.0	8.7
L. S. D (5%)	2.9	N.S	N.S	N.S

절화엽수와 엽장 엽폭 모두 처리간에 유의차가 인정되지는 않았으며 절화엽수는 봄·가을 8회, 여름 10회, 겨울 6회 급액구에서 13.8매/주로 가장 많았다. 엽장과 엽폭은 각각 13.0cm와 10.4cm로 봄·가을 10회, 여름 12회, 겨울 8회 급액구에서 우수하였고 급액횃수가 증가할수록 우수한 경향이어서 이 등(1997)이 시클라멘 양액재배에서 관수횃수가 증가할수록 엽수가 증가하고 생육이 우수하였다는 보고와 유사한 경향이였다.

[표 6-16] 엽특성의 변화

급 액 횃 수	절화엽수	엽 장	엽 폭
	매/주	cm	cm
봄·가을:여름:겨울 = 6:8:4회	13.4	12.5	10.1
봄·가을:여름:겨울 = 8:10:6회	13.5	12.9	10.2
봄·가을:여름:겨울 = 10:12:8회	13.8	13.0	10.4
L. S. D (5%)	N.S	N.S	N.S

나. 수량성.

계절별 급액횟수에 따르는 총수량 및 등급별 수량성은 모두 유의한 차이를 나타내고 있으며, 급액횟수를 증가할수록 수량성도 높아지는 경향이었으며, 김 등(1998)이 국화 '수방력' 품종을 사용한 양액재배시 공급횟수를 증가시킬수록 수량성이 높아졌다는 보고와도 일치하였다.

총수량은 봄·가을 10회, 여름 12회, 겨울 8회 급액한 구에서 115,533 본/10a로 수량성이 가장 높았으며 봄·가을 8회, 여름 10회, 겨울 6회 급액구, 봄·가을 6회, 여름 8회, 겨울 4회 급액구 순으로 수량성이 낮아졌다. 이것은 배지로 사용된 송이의 물리적 특성에 기인하는 것으로서, 송이는 양액재배 배지로 주로 이용되는 암면에 비해 수분의 수직 이동이 많이 이루어지고 수분함유량이 암면배지에 비해 현저하게 낮아서 1회 공급시 많은 량의 양액을 공급해도 대부분이 배출되어 근권에는 충분한 량의 수분이 존재하지 않게 된다. 그러나 양액의 공급을 여러 회로 나누어 1회 공급량을 줄여 주었을 경우 배액량은 줄어들게 되고, 근권에 보유하는 수분의 양은 비슷하게 되나 자주 공급하기 때문에 식물이 이용할 수 있는 수분의 양은 증가하게 되어, 수량성이 증가하는 원인이 되었다고 생각한다.

[표 6-17] 총수량·商品收量·商品率의 변화

급 액 횟 수	총수량	50cm이상	상품율(%)
봄·가을:여름:겨울 = 6:8:4회	77,133	56,000	72.6
봄·가을:여름:겨울 = 8:10:6회	96,200	67,200	69.9
봄·가을:여름:겨울 = 10:12:8회	115,533	86,200	74.6
L.S.D(5%)	13,466	13,452	-

화경장이 50cm 이상 되는 商品 수량도 급액횟수를 나누어 줄수록 증가하여 봄·가을 10회, 여름 12회, 겨울 8회 급액구에서 86,200본/10a로 가장 수량성이 높았고, 봄·가을 8회, 여름 10회, 겨울 6회 급액구 67,200본/10a, 봄·가을 6회, 여름 8회, 겨울 4회 급액구 56,000본/10a 순이었다. 商品率 또한 봄·가을 10회, 여름 12회, 겨울 8회 급액구에서 74.6%로 가장 우수하였다.

[표 6-18] 등급별 수량성의 변화

급 액 횟 수	70cm이상	60cm이상	50cm이상	40cm이상
봄·가을:여름:겨울 = 6:8:4회	8,333	27,200	56,000	72,200
봄·가을:여름:겨울 = 8:10:6회	13,933	39,800	67,200	90,267
봄·가을:여름:겨울 = 10:12:8회	14,600	47,000	86,200	108,200
L.S.D(5%)	3,520	3,527	13,452	11,287

제 4 절 적 요

개발된 송이배지 전용 시스템에서 장미의 적정 양액재배법을 설정하고자 시험을 실시한 결과

1. 경영비 등을 고려할 때 양액의 적정 공급량은 봄·가을 600~700ml/주, 여름 800~900ml/주, 겨울 400~500ml/주가 적당하였고
2. 사용하는 송이의 입자 크기는 분진만을 제거한 10mm 이하의 송이를 그대로 사용하는 것이 유리할 것이다.
3. 재배상의 종류에 따라서는 용기형 즉 성형스티로폼 베드에 송이를 채우고 사용하는 것이 생육과 수량성 모두 우수하였으며

4. 송이와 피트모스의 혼용비율에 따른 생육과 수량성의 차이는 나타나지 않아서 배지로는 송이만을 단용으로 사용하는 것이 경제성 및 작업편의성 등에서 유리하였다.
5. 송이단용으로 재배할 경우에 1일 양액의 급액횟수는 분시할수록 생육이 우수하였으며 봄·가을 10회/일, 여름 12회/일, 겨울 8회/일 급액한 처리에서 생육특성 및 수량성이 우수하였다.



▲ 송이배지에서의 장미 생육상황(1)



▲ 송이배지에서의 장미 생육상황(2)

제 7 장. 개발된 제주 송이버지 양액재배 시스템 농가실증 재배시험

제 1 절 서 설

우리나라의 양액재배 면적은 '93년에 22.6ha에서 '96년에 275.1ha로 최근에 급격히 늘고 있으며 이중에 고품배지경 면적이 226ha로 82%를 차지하고 있다.

작물별로 보면 과채류와 화훼류의 양액재배가 주종을 이루고 있는데, 이러한 면적 증가에 반하여 양액재배에 필요한 양액재배 장치, 배지, 시설방법을 비롯한 양액까지도 외국으로부터 그대로 수입되어 농민들의 시행착오는 물론 많은 외화가 낭비되고 있는 실정이다.

다행히 최근에 원예연구소에서 원예작물의 한국형 양액, 배지 및 관리 자동화 시스템이 개발되었고(金 等, 1998), 서울시립대에서 토마토 순환식 고품 배지경 양액이 개발(崔, 1997)되는 등 한국형 양액재배 기술을 정착시키고자 여러 대학과 관련연구기관에서 수입대체배지 및 그에 따른 재배 시스템과 배양액을 개발하고 있다.

양액재배 방식으로는 Cooper(1977)에 의하여 개발된 NFT(薄膜水耕)식이 보급되면서 급격히 확산되어, NFT, DFT(湛液水耕), 噴霧耕 등의 純粹水耕에 의한 葉菜類나 딸기재배 등에서 실용화 되었지만(金 等, 1970; 山崎, 1981; 伊東 等, 1986; 李 等, 1994; 朴 等, 1996), 근권온도 변화와 완충성이 떨어지는 문제점 등이 있어 이 보다 시설 내 환경조건에 안정성이 높은 배지경 재배기술 개발로 점차 대체되어가고 있는데, 제주도에서는 아직까지도 많은 농가들이 분무경에 의한 토마토 양액재배를 하고 있다.

전세계 배지경 재배면적의 90% 정도를 점유하고 있는 암면배지경은 사용 후 폐기 문제가 심각하고 수입재료의 이용으로 재료비 부담이 높아, 1980년대 후반부터 국내에서는 펄라이트(perlite)경 기술이 개발되어 농가 재배가 확대되고 있다.

그렇지만 펄라이트 역시 원료를 외국에서 수입하고 있어서 농가의 재료비 부담도 크고 농자재의 무역수지 역조면에서 큰 비중을 차지하고 있어서, 국내의 부존자원을 이용한 값이 저렴한 배지의 요구도가 높아지고 있다.

따라서 본 시험은 제주 송이(scoria)를 이용한 양액재배 시스템의 성능을 농가포장에서 직접 확인하고자 수행하였는데, 방울토마토 및 토마토 농가실증재배 시험은 제주도에서 채소 양액재배 방식 중 가장 주류를 이루고 있는 분무경식 재배농가 포장에서 수행하였고, 장미 양액재배 농가실증재배 시험은 제주 송이(scoria)를 배지로 이용하여 재배하는 농가에서 수행하였다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 방울토마토 농가실증재배 시험

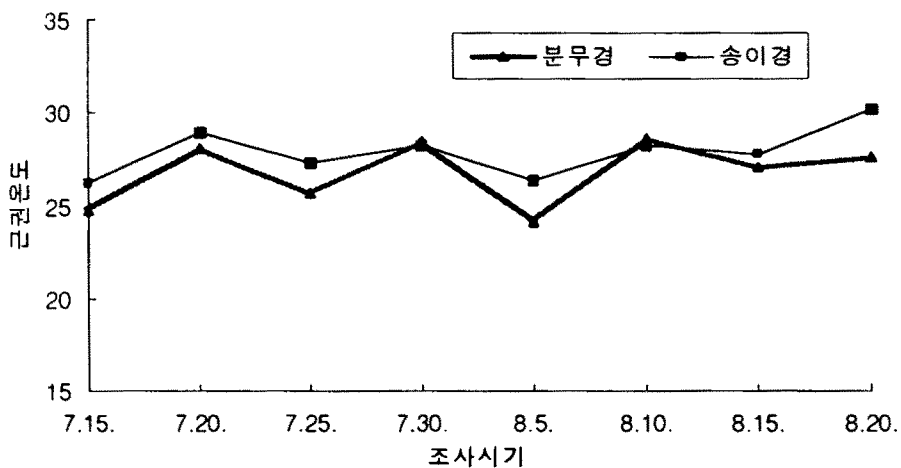
본 시험은 방울토마토 양액재배시 송이배지 양액재배 시스템의 성능을 농가포장에서 직접 확인하고자 1996년 6월부터 10월까지 제주시 도두동에 있는 전근범씨 농가의 플라스틱하우스에서 방울토마토 배배 품종을 공시하여 수행하였다.

'96년 5월 20일 제주시농업기술센터 공정육묘장에서 72공 플러그 육묘상자에 파종하여 28일간 육묘 후 6월 17일 농가포장에 송이배지 양액재배상과 분무경식 양액재배상 2처리를 완전임의배치법 3반복으로 시험구를 배치하여 정식하였다.

송이버지 양액재배상은 농가포장에 설치되어있는 분무경 베드상을 개조하여 송이버지를 1주당 6.5~7.0ℓ 채우고 부직포를 피복한 후 점적급액라인을 설치한 다음 그 위에 반사필름을 피복하여 90×30cm 간격으로 정식하였다.

양액공급은 송이버지 양액재배상에는 농진A액(화란 PTG액의 송이버지 흡착량을 100% 보정한 양액)을 가지고 순환식 점적급액방법으로 생육단계에 따라 하루에 1ℓ(생육초기)~2.5ℓ(생육최성기)정도를 10~12회에 나누어 생육상태 및 기상조건에 따른 배액량이 30% 정도되도록 급액량을 조절하여 급액하였으며, 분무경식 양액재배상에는 야마자끼 토마토액을 순환식으로 5분씩 30분 간격으로 분무급액 하였다.

[그림 7-1]은 분무경 및 송이버지경 양액재배시 베드상의 근권온도의 변화를 나타냈다. 방울토마토 생육기간중 시설내의 온도가 가장 높게 올라가는 오후 3시경에 베드상내의 근권온도를 조사하였는데, 분무경에 비하여 송이버지 양액재배 시스템에서 비교적 높은 온도 분포를 보이고 있으며, 분무경의 경우 온도 변화가 심함을 알 수 있었다.



[그림 7-1] 분무경 및 송이경 재배시 근권온도의 변화

생육 및 수량조사는 농사시험연구 조사기준(농촌진흥청, 1995년)에 의거 반복당 5주씩(처리별 15주) 생육특성, 수량성, 품질(당도, 산도)을 조사하였는데, 당도는 굴절당도계로 조사하였고 산도는 0.1N NaOH로 적정하여 구연산으로 환산하였다.

2. 토마토 농가실증재배 시험

본 시험은 토마토 양액재배시 송이버지양액재배 시스템의 성능을 농가포장에서 직접 확인하고자 '98년 3월부터 7월까지 1항의 방울토마토 농가실증시험과 같은 방법으로 제주시 도두동 오세만씨 농가의 플라스틱 하우스에서 토마토 하우스도태량을 공시하여 수행하였다.

송이버지 양액재배상에 공급한 양액은 제주농진1호액(야마자끼 토마토액의 송이버지 흡착량을 100% 보정한 양액)을 순환식 점적급액 방법으로 급액하였으며 분무경식 양액재배상에는 1항의 방울토마토 농가실증시험과 동일한 양액을 동일한 방법으로 급액하였다.

3. 장미 농가실증 시험

본 연구는 제주도 남제주군 표선면에 있는 김성근씨 농가에서 수행하였다. 1998년 2월에 기존 시험구에서 수확한 람바다 품종을 삽목하여 4월에 정식하였으며, 11월까지의 생육 및 수량성을 조사하였다.

공시시스템은 본 연구에서 개발된 시스템(송이버지+부직포+점적관)과 대비구로써 암면배지 시스템(점적핀으로 양액 공급), 관행구로써 흙송이버지(3mm 이하의 입자가 주로 분포하는 것)에 점적관을 사용하여 양액을 공급하는 시스템을 사용하였고, 급액횟수는 송이버지에서는 봄·가을 10회, 여름 12회, 겨울 8회 급액하였으며, 암면배지 시스템은 봄·가을 6회, 여름 8회, 겨울 4회 급액하였다.

재식거리는 폭이 30cm인 스티로폼 용기에 주간을 15cm로 하여 2조식으로 정식하였다.

조사형질은 농촌진흥청 조사기준에 의거하여 초기생육특성으로써 수고, 수폭, 주당엽수를 조사하였고, 9월과 11월 2차례 등급별 수량특성을 조사하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 방울토마토 농가실증재배 시험

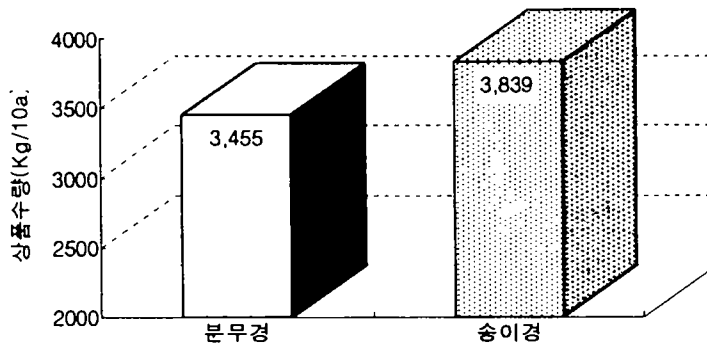
송이배지경 양액재배 시스템과 분무경 양액재배 시스템에서의 방울토마토 꺾꽂이의 생육을 표 7-1에서 비교하였는데, 줄기길기와 엽수, 그리고 수확 과실수는 처리간에 비슷했으나 분무경에서 줄기길이가 다소 가늘었으며 유의차는 없었지만 대체로 송이배지경이 분무경보다 양호한 생육을 보였다. 과실의 무게는 분무경에서 다소 높아서 증수 요인으로 작용했다.

[표 7-1] 제주송이배지 양액재배 시스템과 분무경의 생육비교

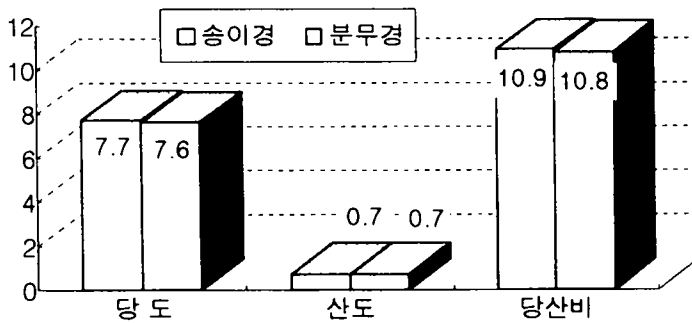
처리	경장 (cm)	엽수 (매)	지제부 경경(mm)	절간장 (cm)	착과절위 (절/1화방)	수확과실수 (개/주)	과실중 (g/개)
송이경	187.2	29.7	12.4	15.2	7.3	121.9	11.5
분무경	186.3	30.1	10.5	14.7	6.3	124.9	10.1
	N.S	N.S	*	N.S	N.S	N.S	*

※ LSD 5%

분무경과 송이배지경 두 처리간의 상품수량을 [그림 7-2]에서 비교하였는데, 송이배지경에서 3,839kg/10a가 생산되어 분무경에 비해서 11% 많이 생산되었다. 그리고 처리간에 과실의 가용성고형물 함량과 산도를 [그림 7-3]에서 비교하였는데 처리간에 차이가 없었다. 따라서 방울토마토 양액재배시 안정성과 수량성이 높고 경영비가 적게 드는 제주송이배지 양액재배 시스템이 유리한 재배방법이라고 판단된다.



[그림 7-2] 분무경과 송이배지경에서의 상품수량 비교



[그림 7-3] 분무경과 송이배지경에서 생산된 과실의 품질특성 비교

2. 토마토 농가설증제배 시험

[표 7-2]는 하우스 도태량을 송이배지경과 분무경에서 재배한 생육상태를 비교한 것이다. 초장은 송이배지경에서 보다 분무경에서 다소 높은 경향이었으나, 줄기직경이 가늘었으며, 엽장과 엽수 절간장은 두 처리간에 비슷한 경향을 보였고, 엽폭은 배지경에서 더 높게 나타났다.

[표 7-2] 송이배지경과 분무경이 하우스도태량의 생육에 미치는 영향

구 분	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	경경 (mm)	절간장 (cm)	마디수 (ea)
배지경	141.4	42.4	45.1	25.7	14.3	19.8	9.0
분무경	146.6	42.8	41.8	26.4	12.7	19.7	10.0

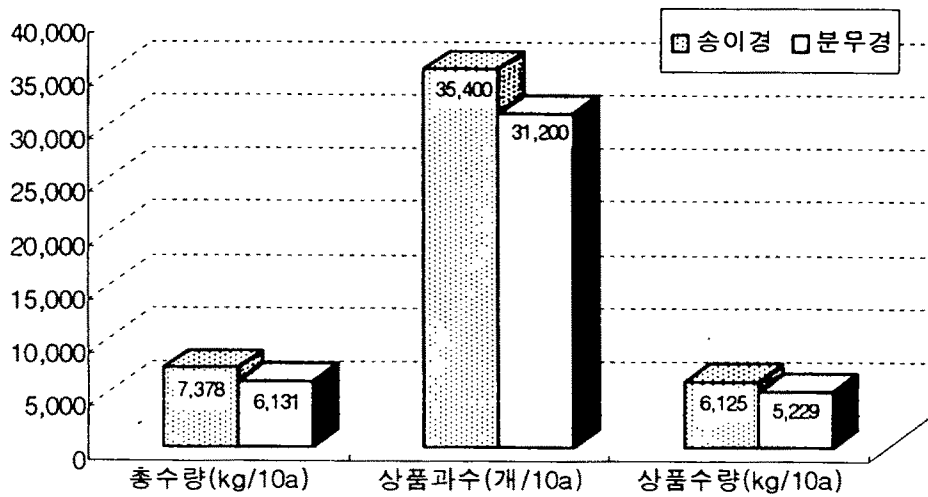
[그림 7-4]와 [그림 7-5]는 생산량과 관계되는 10a당 과실 총수량, 상품과수, 상품수량, 그리고 상품율과 평균과중을 나타낸 것이다.

[그림 7-4]에서 과실 총수량과 상품과수, 상품수량 모두 송이배지경에서 분무경에 비해 높은 경향을 보였으며, 과실 1개당 평균 과중도 송이배지경에서 높음을 알 수 있었다(그림 7-5).

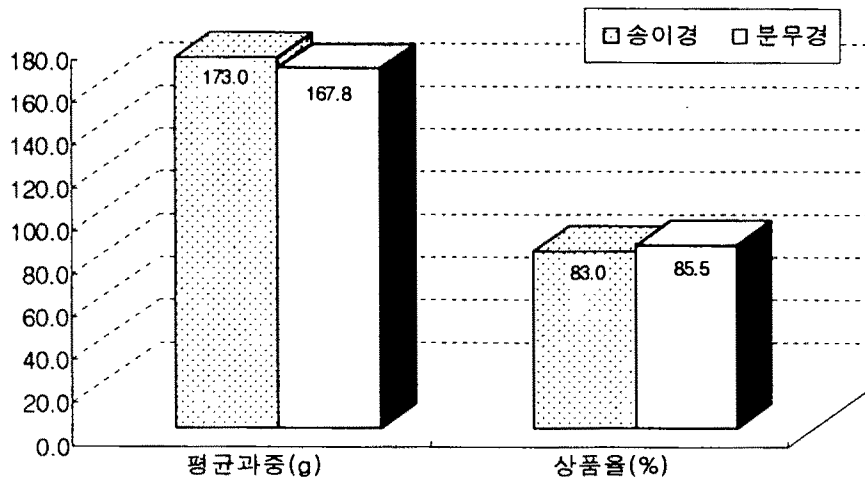
상품율에서는 분무경이 송이배지경 보다 다소 높은 경향을 보였으나 분무경은 송이배지경에 비해 총수량과 상품수량이 낮아 다수확 측면에서 볼 때 송이배지경이 분무경보다 우수한 것으로 판단되었다.

[그림 7-6]은 과실의 품질을 비교한 것인데 경도·당도·산함량 모두에서 송이배지경이 분무경 보다 높은 경향을 보였다.

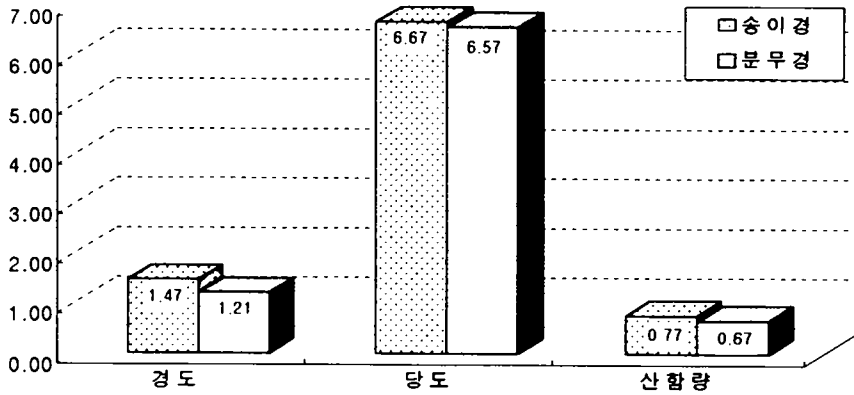
이상의 결과를 종합해보면 송이배지경이 분무경에 비해 식물체의 생장특성과, 수량면에서, 그리고 과실의 품질면에서 모두 우수한 것으로 나타났다.



[그림 7-4] 송이배지경과 분무경에서 하우스도태랑의 수량 비교



[그림 7-5] 송이배지경과 분무경에서 하우스도태랑의 과실의 무게와 상품율 비교



[그림 7-6] 송이배지경과 분무경에서 과신품질 비교

3. 장미 농가실증시험

1) 초기생육특성

각 시스템에 따르는 초기생육특성은 대비구인 암면구에서 가장 우수하게 나타났는데, 이는 송이배지의 물리적 특성에 기인하여 초기의 활착과 뿌리 발달이 늦게 이루어졌기 때문이라고 생각된다.

수고는 암면배지 시스템에서 54.9cm로 가장 높았으며 이는 수분의 흡수가 원활하게 이루어져 절간 신장이 길어졌기 때문이라고 생각되며, 개발된 시스템 39.7cm, 농가관행 시스템 37.3cm 순이었다. 수폭은 시스템간에 큰 차이를 보이지 않았으며, 21.1~21.8cm로 암면배지 시스템, 개발된 시스템, 농가관행 시스템 순이었다. 엽수는 암면배지 시스템과 개발된 시스템에서 모두 34.7매/주로 같았으며 처리간에 유의한 차이를 보이지는 않았다.

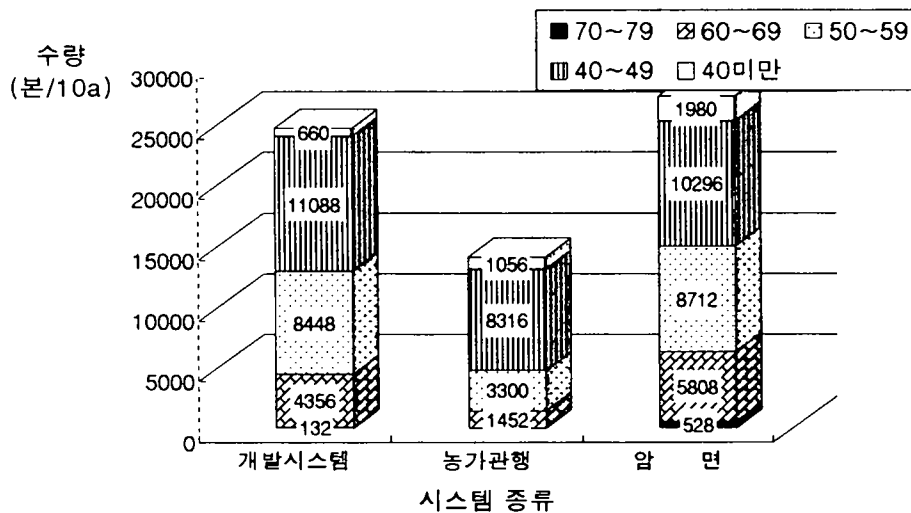
농가관행 시스템에서 초기생육이 가장 부진한 것은 배지로 사용된 흙송이의 수분보유량이 너무 많고 근권내 기상의 비율이 적어서 뿌리의 생리 장애 및 뿌리신장을 저해했기 때문으로 생각된다.

[표 7-3] 초기 생육특성의 변화

재배시스템	수 고 cm	수 폭 cm	엽 수 매/주
암면 + 점적관	54.9	21.8	34.7
송이 + 부직포 + 점적관 (개발)	39.7	21.3	34.7
송이 + 점적관 (농가사용)	37.3	21.1	32.5
L. S. D (5%)	3.8	N.S	N.S

2) 수량특성

재배시스템에 따르는 총수량은 암면배지 시스템에서 27,324본/10a로 가장 많았으나 개발된 시스템에서 24,684본/10a로 큰 차이를 나타내지 않았다.



[그림 7-6] 시스템에 따른 등급별 수량성의 분포

화경장 70cm 이상, 60cm 이상, 50cm 이상 수량성 모두 암면배지 시스템에서 가장 우수하였으나 개발된 시스템과 유의한 차이를 나타내지는 않아서 배지가격과 시스템 제작의 용이성 및 폐액의 재사용에 따르는 환경오염방지 등의 잇점을 고려하면 송이배지를 이용한 개발된 시스템을 사용하여 양액재배를 하는 것이 경제성 및 친환경농업 실현에 매우 유리할 것으로 생각되었다.

제 4 절. 적 요

제주송이(scoria)를 이용한 양액재배시스템의 성능을 농가포장에서 직접 확인하고자 방울토마토, 토마토, 장미 양액재배 농가실증재배 시험을 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 방울토마토 농가실증시험

송이배지경의 생육상황은 분무경에 비해 유의하게 생육의 진전은 없었으나 지제부의 줄기직경과 1과실의 무게가 다소 높았으며, 상품수량은 송이배지경에서 3,839kg/10a가 생산되어 분무경의 3,455kg에 비해 약 11% 증수되었다.

2. 토마토 농가실증시험

송이배지경과 분무경에서의 생육상황은 비슷한 경향을 나타냈으며, 수량성은 분무경에 비하여 송이배지경에서 상품수확 과일수와 평균과중이 높아서 상품수량에서도 분무경 5,229kg/10a에 비하여 송이배지경이 6,125kg/10a로 약 17% 정도 증수되었으며, 당·산함량에서도 송이배지경에서 다소 높았다.

이상의 결과를 종합해 보면 송이버지경이 분무경에 비해 수량과 품질면에서 모두 우수하였고, 양액재배시 안정성이 있으며 비용이 절감되므로 유리한 재배 시스템으로 판단된다.

3. 장미 농가실증시험

수고, 수폭, 엽수의 초기생육특성은 재배시스템 간에 큰 차이를 보이지 않았으며, 총수량과 상품수량 모두 압면구와 개발된 송이버지 시스템구 간에 유의차를 보이지 않아서 경제성을 고려한다면 송이버지를 이용하는 양액재배를 행하는 것이 유리할 것으로 생각되었다.



▲ 장미 농가실증시험 농가관행 처리구



▲ 장미 농가실증시험 베드 설치 장면

제 8 장 환경보존을 위한 제주 송이버섯 및 양액의 재이용기술 개발

제 1 절 서설

최근 양액재배면적은 증가 일로에 있어 '96년 말 현재 전국적으로 275.1ha로서 이 중 고품배지경 면적이 226ha('97, 한국양액재배연구회)로 약 80%를 점하고 있다. 고품배지로서 락울이나 펄라이트 등이 많이 사용되고 있으나, 락울은 사용 후 폐기 처분이 곤란할 수 있어 환경오염이 적고 주위에서 손쉽게 얻을 수 있는 재료를 고품배지로 사용하고 자하는 연구들이 행하여졌으며, 이런 시도들 중 하나가 송이의 이용이다. ('92, 농촌진흥청; 1993, 제주대학교 석사학위논문).

송이는 화산의 분출과 수증기와 가스를 함유하고 있는 마그마의 빠른 냉각의 결과로서 형성된 입자화된 화산물질로 Scoria, 또는 Tuff라 불리며 세계 여러 곳에서 그린하우스 원예용 컨테이너배지나 노지 포장의 관상용식물에 토양대신으로 사용되고 있으며, 수분 특성을 포함하여 물리·화학적 연구들이 행해졌다(1992, R. Wallach 등; 1992, 농촌진흥청; 1993, 제주대학교 석사학위논문).

양액재배에서는 수매전염하는 병이 발생시 일시에 피해가 확산될 우려가 있어, 양액, 장치 및 배지 소독방법은 여러 가지 개발되고 있다(1997, 양액재배연구회). 고품배지 재이용에 관한 연구로서 암면 슬라브를 증기소독 처리하면 2~3회 정도 재사용이 가능하고 새로 갱신할 때에 비하여 40~50%의 경비를 절감시킬 수 있으며, 암면을 100℃ 온도로 10분간 지속시킨 처리구는 바이러스 완전방제가 가능하였으며('96, 양액재배연구회) 퇴수액 역시 네델란드에서 행한 시험성적은

TMV는 97℃ 10초간에 완전살균, 95℃ 10~30초간 처리 역시 효과가 있다 하였으며(1996, 과학원에), 뿌리혹 선충은 53℃ 10분에 사멸되며, 대부분의 병원균은 60℃ 10분에 사멸된다(1995, 신고 식물병리학). 또한 펄라이트를 염류세척과 열소독을 실시할 경우 5년 이상 사용할 수 있다('96, '97, 한국양액재배연구회)는 보고들이 있다.

또한 고품배지경 재배시 많은 농가들이 개방식 시스템을 채택함으로써 퇴수액을 흘려버리는 경우가 많아 최근 관심의 대상이 되고 있는 친환경 농업과도 거리가 있어, 송이뿐만 아니라, 배수된 퇴수액을 재이용하게 된다면 농가의 경영비 절감 차원에서 바람직하다고 여겨진다. 순환식은 물의 64%, N과 K비료를 각기 44, 50%를 줄일 수 있으며, 이미 선진국에서는 순환식 방식으로 전환되고 있으며, 양액재배 선진국인 네델란드에서도 2000년대 이후에는 법으로 개방식이 규제되므로(1997, 서울시립대 석사학위논문) 퇴수액의 재이용에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

따라서 본 시험에서는 제주 송이 재이용 방법과 퇴수액의 재이용을 구명하여 환경보존 및 농가의 소득 향상에 기여코자 수행하였다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 사용했던 제주송이의 재이용을 위한 소독방법 구명

본 시험에 사용된 송이배지는 제주도 한림읍 금악 지경에서 채굴된 직경 3~11mm의 크기로 선별된 양액재배에 1차 방울토마토재배에 사용했던 송이를 수돗물에 세척하여 풍건시킨 후 양액재배 용기형 베드 [15(높이)×20(넓이)×1,200 cm(길이)]에 채워 넣고 상단부에 부직포를 덮어 재배하였다.

[표 8-1] 송이버지 재이용에 사용된 양액의 화학적 조성

다 량 원 소	농도 (mM)	미 량 원 소	농도 (μ m)
NH ₄	1.25	Fe	15
NO ₃	13.75	Mn	10
H ₂ PO ₄	1.25	Zn	5
SO ₄	3.75	B	30
K	8.75	Cu	0.75
Ca	4.25	Mo	0.5
Mg	2.00		

EC(mS/cm, 25℃) : 2.30, pH : 5.7

처리내용은 천일건조소독(30일), 증기소독(토양증기소독기, 100℃ 15분), 태양열소독(비닐피복, 30일), 약제소독(뱃사미드, 30일, 100g/송이 360kg), 무처리(베드 내 방치, 30일) 등 5처리 소독방법으로 하였으며, 소독 후 수돗물로 세척하여 사용하였다.

소독 세척한 송이를 양액재배 용기형 시스템에 채워 넣고 방울토마토(미니케를)묘를 정식(재식거리 110×30cm)하여 상단부에 부직포를 덮어 네덜란드 PBG 농업연구소의 토마토 표준양액(표 1)을 관주(2ℓ/주/1일)하면서 2~7월 동안 재배 시험하였다.

주요 조사항목은 송이버지 성분변화, 방울토마토 생육특성 및 과실 특성(당, 산), 주요 병해 이병율(송이버지 중의 균체수, 양액 중의 균체수)를 조사하였다.

2. 송이버지 양액재배에 사용했던 양액의 재이용에 관한 연구

양액재배에 사용했던 양액의 재이용에 관해 시험코자 뽕배 방울토마토 품종을 공시하여 북제주군 애월읍 소재 제주도 기술개발포장에서 1998년 1월 30일 파종, 3월 18일 정식하여, 7월 7일까지 수행하였다.

[표 8-2] 시험에 사용된 양액 표준조성표

성분	다량원소(mM)							미량원소(μ M)					
	NH ₄	NO ₃	PO ₄	SO ₄	K	Ca	Mg	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
표준양액	1.25	13.75	2.50	3.75	10.57	4.25	2.00	30	30	20	10	0.93	0.63

양액조성은 [표 8-2]와 같으며, 이를 표준액인 신선액으로 하였고, EC는 각 생육기별로 달리하여, 생육일수가 길어질수록 높게 관리하였다 (그림 8-1).

pH는 별도로 조절하지 않고 재배하였다. 처리는 아래와 같다. 퇴수액은 농진액으로 송이버지에 일반 토마토와 방울토마토 30여 품종을 재배, 이 곳에서 배수된 액을 1톤들이 FRP탱크에 수집한 후 양수용 모터로 시간비율에 의해 각 처리별 탱크로 보낸 후 공급하였다. 처리는 개화기경인 4월 16일부터 실시하였다.

재배는 넓이가 20cm, 높이 15cm, 길이 12m인 재배조에 11cm 높이로 송이를 채워 주당 배지량이 7ℓ 정도가 되게 하였다. 재식거리는 110×30cm 간격으로 재식하였으며 생육조사는 반복당 5주씩 3반복으로 하였다.

과실 수확 소요일수는 5월 1일 많은 라벨을 부착한 후 첫 수확일까지의 일수로 하였다. 품질 조사로서, 당도는 완숙된 과실은 수확 후 -70℃ 초저온 냉동고에 저장 후 굴절당도계로 조사하였고, 산도는 적정산으로, 과실 pH는 HORIBA사의 모델 M-7로 측정하였다.

[표 8-3] 양액재배 재이용시 처리내용

처 리	내 용
T1	신선액 100%
T2	신선액 90% + 퇴수액 10%
T3	신선액 70% + 퇴수액 30%
T4	신선액 50% + 퇴수액 50%
T5	퇴수액 100%

3. 송이버지 양액재배에 사용했던 양액을 토경재배용 비료로서의 이용가능성 검토

제 2 항과 처리 내용과 재식거리를 제외하고 모든 경종방법은 동일하며, 처리 내용은 다음과 같다.

조정액은 인산칼륨 1mM를 퇴수액에 보충하였으며, 토경은 기비로 퇴비, Ca, P을 각각 2톤, 150, 16kg/10a를 전량 주었으며, N과 K는 각각 24, 24kg/10a를 5회 분시 하였다.

각 처리간 재배는 물통 홈모양의 재배조에 90×50cm 재식거리로 하였으며, 주당 상토량은 10ℓ가 되게하였다.

[표 8-4] 토양비료로 재이용시 처리내용

처 리	내 용
T1	신선액 100%
T2	퇴수액 100%
T3	조정액 (인산칼륨 1mM보충)
T4	토 경

제 3 절 결과 및 고찰

1. 사용했던 제주송이의 제이용을 위한 소독방법 구명

가. 송이버지 성분변화

송이버지 성분변화는 침출성 양이온인 경우 1작기 후의 송이와 소독 후 및 소독세척 후 송이의 성분함량은 비슷하였고, 침출성 인산과 미량 원소는 소독 후 및 소독세척 후가 증가하였다.

NO₃와 SO₄는 소독세척 후가 1작기 후 송이보다 낮았고, PO₄는 1작기 후의 송이보다 증가하였다. 정식 후부터는 소독처리에 관계없이 침출성 양이온, 인산, 미량원소 및 수용성 음이온 성분함량은 모두 증가하는 경향이였다.

생육상황은 5처리 모두 비슷하였으나 수량성은 천일건조(6,805kg/10a), 태양열 소독(6,636kg/10a) 및 무처리(6,612kg/10a)가 증기소독(6,538kg/10a) 및 약제소독(6,464kg/10a)보다 다소 높은 경향이였다.

송이버지 중의 균체수는 5처리 모두 작기 전 9.0×10^5 , 1작기 후 7.0×10^7 이었으나 소독 후에는 9.0×10^7 , 태양열소독 1.3×10^7 , 천일소독 1.0×10^7 , 약제소독 5.0×10^6 및 증기소독 8.0×10^5 으로 나타나 약제소독과 증기소독은 소독효과가 다소 있는 것으로 나타났으며 소독세척 후부터 정식 72일째까지는 5처리 모두 $10^6 \sim 10^7$ 으로 비슷하였다.

과실 당도는 무처리(7.9), 증기 소독(7.7) 및 태양열 소독(7.6)이 천일 소독(7.4) 및 약제소독(7.4)보다 높은 경향이였고 산도는 무처리 (0.65), 천일소독(0.61) 및 약제소독(0.60)이 증기소독(0.59) 및 태양열소독(0.58)보다 높았으나 당산비는 무처리(12.2), 천일소독(12.1) 및 약제소독(12.3)이 증기소독(13.1) 및 태양열소독(13.1)보다 낮았다.

[표 8-5] 재배전·후 재배일수 경과에 따른 침출성 이온과 침출성 인산 비교

구 분	침출성양이온			침출성인산	수용성음이온		
	K	Ca	Mg	PO ₄	NO ₃	PO ₄	SO ₄
	mmol/ℓ			mmol/ℓ	mmol/ℓ		
1작기 전	0.75	3.72	1.14	0.44	0.27	-	0.43
1작기 후	2.84	4.04	1.89	1.14	1.59	-	0.45
소 독 후	천일소독	3.76	4.89	1.85	1.65	2.77	- 0.33
	증기소독	3.43	4.26	1.79	1.26	0.85	0.11 0.23
	태양열소독	3.43	3.02	1.74	3.03	0.55	0.31 0.22
	약제소독	4.14	3.82	2.26	2.23	3.54	0.20 0.46
	무 처 리	4.04	3.39	2.20	2.73	2.65	0.19 0.16
소 독 세 척 후	천일소독	2.84	4.19	2.17	2.06	0.54	0.22 0.17
	증기소독	3.55	4.69	1.85	1.17	0.28	0.13 0.11
	태양열소독	2.51	3.02	1.88	2.76	0.22	0.30 0.15
	약제소독	2.69	4.02	2.10	2.04	0.25	0.23 0.16
	무 처 리	2.56	3.44	2.22	2.73	0.30	0.30 0.12
정 식 20 일 째	천일소독	8.03	7.06	2.13	3.65	3.37	0.47 2.06
	증기소독	6.98	6.59	1.72	3.52	5.22	0.46 1.63
	태양열소독	8.03	6.19	1.85	4.40	5.06	0.51 1.69
	약제소독	8.77	7.06	2.03	3.75	5.35	0.50 1.49
	무 처 리	7.95	6.41	1.85	4.47	4.89	0.55 1.32
정 식 41 일 째	천일소독	11.9	7.16	2.18	4.58	8.75	0.69 2.37
	증기소독	10.5	6.29	1.83	3.92	8.75	0.55 2.69
	태양열소독	12.4	6.99	2.16	5.37	9.78	0.82 2.55
	약제소독	12.8	7.76	2.28	4.20	7.81	0.57 2.45
	무 처 리	12.2	6.26	1.86	4.90	9.55	0.68 2.43
정 식 72 일 째	천일소독	10.0	7.21	2.22	4.41	7.85	0.58 2.05
	증기소독	8.82	6.19	1.77	3.92	6.29	0.57 1.61
	태양열소독	7.83	6.04	1.87	4.95	5.82	0.64 1.73
	약제소독	7.65	5.81	1.72	4.23	6.68	0.61 1.88
	무 처 리	8.39	5.74	1.80	4.80	6.43	0.62 1.63

♪ 정식 20, 41, 72일째 : 1작기후 송이 소독세척후 2작기 정식 20, 41, 72일째

[표 8-6] 재배전·후 재배일수 경과에 따른 침출성 미량원소 비교

구 분		침출성미량원소				
		Fe	Cu	Zn	Mn	B
		$\mu \text{ mol/ l}$				
1작기 전		116	1.16	16.2	14.6	2.46
1작기 후		138	1.86	49.1	43.1	11.9
소 독	천 일 소 독	165	2.01	53.2	51.9	16.8
	증 기 소 독	143	1.40	65.2	49.9	3.81
	태 양 열 소 독	170	3.35	119	45.5	7.45
	약 제 소 독	10	1.79	101	82.1	7.54
	무 처 리	165	2.52	128	50.8	9.99
소 독 세 척 후	천 일 소 독	202	2.82	124	57.3	10.6
	증 기 소 독	96.5	1.75	67.9	38.2	4.91
	태 양 열 소 독	170	2.97	110	54.8	16.8
	약 제 소 독	141	2.33	100	93.6	13.0
	무 처 리	145	2.77	159	36.0	9.23
정 식 20 일 째	천 일 소 독	120	4.27	153	56.4	25.9
	증 기 소 독	90.1	3.46	182	48.4	18.7
	태 양 열 소 독	123	4.55	200	61.0	10.9
	약 제 소 독	117	3.78	185	53.9	11.9
	무 처 리	152	7.52	321	63.9	18.3
정 식 41 일 째	천 일 소 독	91.5	3.27	130	69.7	8.89
	증 기 소 독	103	2.74	139	50.8	9.99
	태 양 열 소 독	114	3.86	159	84.6	18.9
	약 제 소 독	137	2.93	120	46.2	15.1
	무 처 리	122	4.27	165	59.7	17.8
정 식 72 일 째	천 일 소 독	140	3.37	132	65.2	20.2
	증 기 소 독	129	2.91	132	49.9	12.3
	태 양 열 소 독	117	3.86	144	71.2	10.2
	약 제 소 독	111	2.93	120	46.2	15.1
	무 처 리	141	3.68	147	57.9	13.8

♪ 정식 20, 41, 72일째 : 1작기후 송이 소독세척후 2작기 정식 20, 41, 72일째

나. 생육상황 및 수량성

[표 8-7] 소독방법에 따른 생육비교

구	분	천 일 건 조	증 기 소 독	태양열 소 독	약 제 소 독	무처리
육묘 35일 플러그 묘	초장(cm)	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1
	엽수(매/주)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	지상부중(g/주)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
2작기 정식 20일째 (2화방 출현기)	초장(cm)	51.0	52.0	52.0	51.0	51.0
	엽수(매/주)	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
	지상부중(g/주)	80.7	80.5	82.4	88.8	82.6
2작기 정식 45일 (6화방 출현기)	초장(cm)	123.0	111.0	118.0	118.0	113.0
	엽수(매/주)	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
	지상부중(g/주)	939.4	951.0	981.1	961.6	964.3
	과실중(g/개)	15.4	16.2	15.9	14.9	15.2
	총수량(kg/10a)	6,805	6,538	6,464	6,636	6,612

★ 총수량(kg/10a) : 5화방까지의 수량임.

다. 과실특성(당, 산)

[표 8-8] 소독방법에 따른 당·산 비교

구	분	가용성고형물 ° Birx	산도 %	당산비
천 일 건 조		7.4	0.61	12.1
증 기 소 독		7.7	0.59	13.1
태양열 소 독		7.6	0.58	13.1
약 제 소 독		7.4	0.60	12.3
무 처 리		7.9	0.65	12.2

라. 송이버지 및 양액중의 미생물수

1) 송이버지 중의 균체수

[표 8-9] 재배일수 경과에 따른 송이버지 내 균체수 비교

(단위 : 균체수/g)

구 분	천 일 건 조	증 기 소 독	태양열 소 독	약 제 소 독	무처리
1작기전	9.0×10^9	9.0×10^9	9.0×10^9	9.0×10^9	9.0×10^9
1작기후	7.0×10^7	7.0×10^7	7.0×10^7	7.0×10^7	7.0×10^7
소독후	1.0×10^7	8.0×10^5	1.3×10^7	5.0×10^6	9.0×10^7
소독세척후	1.0×10^7	7.5×10^7	9.0×10^7	2.0×10^7	1.5×10^7
정식20일째	8.0×10^7	1.1×10^7	5.0×10^6	2.0×10^6	4.0×10^6
정식41일째	1.4×10^7	4.0×10^6	2.0×10^6	2.5×10^6	2.0×10^6
정식72일째	8.0×10^6	6.0×10^6	1.3×10^6	2.0×10^6	6.0×10^6

2) 양액중의 균체수

양액 중의 균체수는 정식 6, 20, 41일째 모두 공급액에서는 10¹으로 비슷하였으나 배출액은 10²~10³으로 다소 높았다.

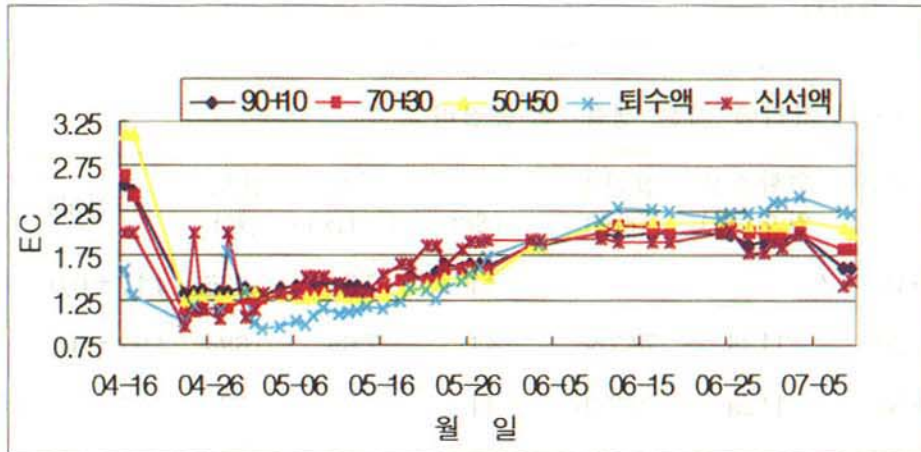
[표 8-10] 재배일수 경과에 따른 양액 내 균체수 비교

(단위 : 균체수/ml)

구 분	천 일 건 조	증 기 소 독	태양열 소 독	약 제 소 독	무처리
2작기 공급액	1.5×10^1	1.5×10^1	1.5×10^1	1.5×10^1	1.5×10^1
정식6일째 배출액	6.0×10^2	1.8×10^2	2.0×10^3	5.5×10^2	2.5×10^2
2작기 공급액	6.0×10^1	6.0×10^1	6.0×10^1	6.0×10^1	6.0×10^1
정식20일째 배출액	1.0×10^2	1.0×10^2	2.6×10^2	6.0×10^1	5.0×10^1
2작기 공급액	7.5×10^1	7.5×10^1	7.5×10^1	7.5×10^1	7.5×10^1
정식41일째 배출액	5.0×10^2	1.5×10^3	5.0×10^3	2.5×10^3	5.8×10^2

2. 송이버지 양액재배에 사용했던 양액의 재이용에 관한 연구

농진 A액으로 송이버지에서 토마토 양액재배를 하면서 배수된 퇴수액의 각 처리와 공급된 신선액의 재배기간 중 EC 변화추이는 [그림 8-1]과 같다.



[그림 8-1] 재배기간 중 각 처리별 EC농도 변화 추이

재배기간 중 EC변화는 수확초기인 5월 말까지는 신선액의 농도가 배액(처리)보다 높았으나 6월 상순부터 신선액이 퇴수액보다 낮아졌다. 山崎는 N/W이론에 의거하여 토마토의 봄-여름재배시 EC 1.1mS/cm을 제시했으며(198, 農業および園藝), 유럽PTG액은 EC 2.3mS/cm(1997, 양액재배연구회)로 높으며, 김 등(1997, 양액재배연구회)은 춘추재배시 모모타로의 EC 1.5~2.0 mS/cm, 서광과 뽕뽕은 EC 1.5 mS/cm, 동계재배시 하우스모모타로는 EC 1.5 mS/cm, 뽕뽕은 EC 2.5 mS/cm농도로 관리가 적당하다고 고찰한 바, 적정 EC농도는 품종 및 기후 조건에 따라 다를 것으로 생각되며, 이 시험의 경우 퇴수액은 30여 품종을

재배하고 있는 배지의 퇴수액을 재이용하여 껌뻌를 시험한 것으로써 EC 1.7 mS/cm부근에서 양액 농도가 균형을 이루고 있다고 생각된다.

각 처리별 생육 및 품질에 미치는 영향은 [표 8-11]과 같다.

수량성을 보면(표 8-12) 상품수 상품중 소과수등은 모든처리에서 유의성이 없었으나 열과는 처리간 유의성은 인정되었으나 그 차이가 크지는 않았다.

[표 8-11] 처리에 따른 생육 및 품질비교

구분 처리	수확소요 일수(일)	절간장 (cm)	과실수확 (일)	당도 (° Bx)	산도 (%)	과실pH
90+10	113a	82.4a	44	7.5a	0.63a	4.17±0.058
70+30	113a	78.7bc	44	7.6a	0.68a	4.22±0.029
50+50	112a	79.7ab	44	7.8a	0.72a	4.20±0.000
퇴수100%	112a	76.5c	44	7.2a	0.69a	4.18±0.029
신선100%	113a	82.7a	44	6.6a	0.70a	4.18±0.076

[표 8-12] 양액재배시 처리에 따른 수량성 비교

구분 처리	상품수 (개/주)	상품중 (g/주)	소과수 (개/주)	소과중 (g/주)	열과수 (개/주)	열과중 (g/주)
90+10	124.9a	1212.1a	51.1a	157.2ab	7.5ab	31.9ab
70+30	135.0a	1255.8a	43.5ab	147.6ab	5.1b	20.1b
50+50	133.2a	1163.5a	53.9a	168.2a	4.5b	18.8b
퇴수100%	153.8a	1318.9a	58.3a	172.4a	6.7ab	20.2b
신선100%	124.2a	1236.0a	34.9ab	108.6b	9.7a	39.3a

수확후기인 6월 29일 각 처리별 공급액과 배액의 성분분석은 [표 8-13]와 같다. 모든 다량원소가 배수액에서 높았으나 인산만은 배수액이 낮게 나타났다.

송이배지에서 지속적으로 양액을 120일간 공급시에도 퇴수액의 인산 함량이 낮아졌음(제2장참조)을 볼 때 인산은 지속적으로 고정된다고 여겨진다.

3. 송이배지 양액재배에 사용했던 양액을 토경재배용 비료로서의 이용 가능성 검토

양액재배 재이용에서 이용된 퇴수액과 신선액등으로 처리를 하였으며 관행 토경재배와 비교하였다.

[그림 8-2]에서와 같이 EC변화량은 양액재배 재이용에서와 같은 경향으로 6월 상순이후 신선액이 퇴수액의 각 처리보다 EC가 낮아졌다.

파종후 수확까지의 수확소요일수는 신선 100%구가 112일이 소요되어 다른처리구보다 2-3일 빨랐으며, 절간장은 처리간 유의성이 없었고, 개화 후 수확까지의 소요일수는 모든 처리구에서 44일이 소요되었다. 당도와 산도는 유의성이 없었다.

그러나, 양액재배와 토경재배를 비교해볼때 당도는 0.3 ° Bx, 과실내 pH는 0.05정도 높았다.

충실도에 있어 토경과는 확연히 구별되어 산미가 적고 단맛이 강하여 품질 평가가 높다고 하였다. 또한 과실 내 pH는 액포 내 유기산과 그들의 염에 의해 결정되어 액포내 pH를 반영하며 세포내 pH는 크게 변하지는 않지만 토양조건 식물영양 단기간의 용액의 수송을 반영하며 전세포수준에서 대사와 관련이 있는데(1979. Ann. Rev. Plant Physiology) 토마토를 깨물었을때 단맛을 느끼기 전에 신맛을 느끼게

되는데 이신맛은 젤리속에는 과육보다 40% 이상의 산을 갖고 있기 때문이라 했는데(1988. New Scientist) 양액재배한 과실이 당도가 높고, pH가 높은 것은 산이 적기때문이라 여겨진다.

[표 8-13] 공급액과 배수액의 다량원소 비교

(단위 : mM)

시료	성분							
	No ₃	Po ₄	So ₄	K	Ca	Mg	EC	pH
신선공급	9.41	1.47	1.98	6.95	2.99	1.39	1.96	5.73
신선배액	10.40	1.42	2.30	7.49	3.32	1.63	2.07	4.71
퇴수공급	11.01	1.80	3.23	7.05	4.11	2.21	2.20	5.40
퇴수배액	13.14	0.83	4.28	7.95	4.96	2.72	2.46	5.70
50+50공급	10.61	1.03	2.94	6.98	3.74	1.92	2.11	4.88
50+50배수	11.06	0.96	3.23	7.08	4.29	2.10	2.17	4.85
70+30공급	9.94	1.20	2.67	7.05	3.56	1.71	2.00	4.92
70+30배수	12.04	0.94	4.06	7.52	5.11	2.58	2.45	5.08
90+10공급	9.64	1.28	2.47	7.11	3.34	1.63	2.00	4.42
90+10배수	13.79	1.06	5.52	9.28	5.78	2.92	2.78	5.65

수량성은 [표 8-15]에서 처럼 상품갯수와 상품중이 퇴수 100%구에서 유의하게 다른 처리구보다 낮았으며 소과수와 소과중은 유의성이 인정되지 않았다.



[그림 8-2] 재배기간 중 각 처리별 EC농도 변화 추이

[표 8-14] 처리에 따른 생육 및 품질 비교

구분 처리	수확 소요일수	절간장 (cm)	과실수확 (일)	당도 (° Bx)	산도(%)	과실pH
신선100%	112b	74.5a	44	7.0a	0.58a	4.15±0.050
퇴수100%	115a	74.5a	44	7.1a	0.64a	4.18±0.029
조정액	115a	71.3a	44	6.8a	0.63a	4.17±0.058
토경	114a	75.3a	44	7.1a	0.66a	4.07±0.058

景山 등(1988. J.Japan.Soc. Hort. Sci.) 토경과 양액재배 토마토를 비교해보면 잎의 넓이, 두께, 과실, 직경, 뿌리 발달, 광합성을 등에서 양액재배가 양호하다고 하였는데, 주당수량이 토경이 양액재배보다 많았던 것은 재식거리가 각기 110×30, Ca.90×50cm로 토경이 넓었기 때문이라 생각되며, 퇴수 100%구에서 수량성이 낮아 양액재배와 경향이 달랐던 것은 원인은 잘 알수 없으나 양액재배와 토경재배의 또다른 특성이라 여겨지며, 이들에 대한 좀더 깊은 연구가 필요하다고 생각된다.

[표 8-15] 토경재배시 처리에 따른 수량성 비교

구분 처리	상품수 (개/주)	상품중 (g/주)	소과수 (개/주)	소과중 (g/주)	열과수 (개/주)	열과중 (g/주)
신선100%	143.9ab	1395.2ab	41.6a	140.0a	3.5ab	13.7a
퇴수100%	116.5b	1117.9b	46.6a	135.5a	2.9ab	13.0a
조정액	160.9a	1572.6a	56.9a	182.7a	1.2b	5.6a
토경	151.7a	1502.7a	63.1a	192.0a	5.3a	20.0a

[표 8-16] 시험전후 토양 시료 분석 결과

구분 처리	pH	EC (dS/m)	Mg (mol/kg)	Ca (mol/kg)	Na (mol/kg)	K (mol/kg)	P ppm
토경	7.15	2.26	2.03	7.56	0.58	1.10	358.61
신선	6.55	1.45	2.61	5.41	0.19	0.99	335.71
퇴수	6.47	2.76	2.54	5.81	0.25	1.24	295.87
조정액	6.52	1.71	2.33	5.44	0.17	1.71	602.27
시험전	6.99	2.04	2.59	5.31	0.09	0.41	208.84

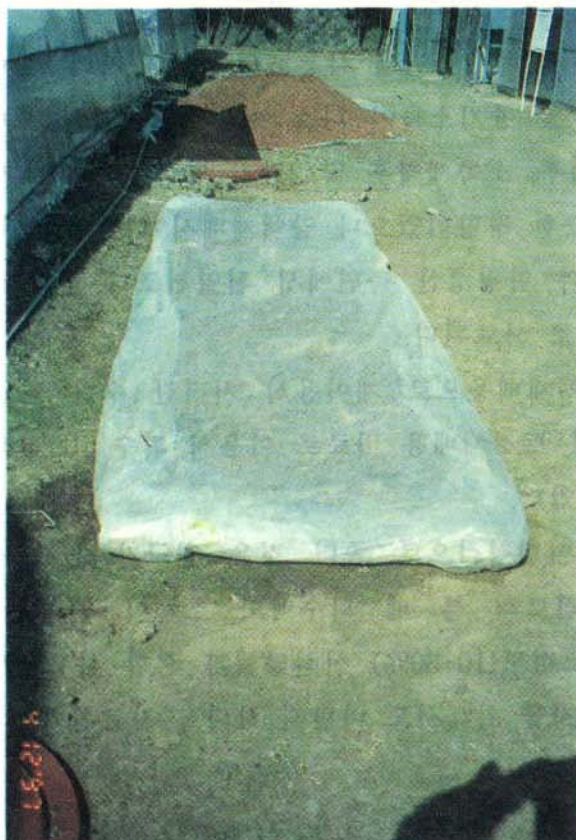
시험 전 토양과 시험구 토양분석치 비교는 칼륨 인산 칼슘 나트륨 등은 시험 전보다 시험종료 후 토양에서 높게 나타났으나 마그네슘도 비슷하거나 약간 낮은 것으로 나타났다. 조정액에서 시험 후 토양에서 인산과 칼륨함량이 높게 나타났는데 이는 퇴수액 공급시 인산칼륨 (KH₂PO₄) 1mM을 첨가했기 때문이라 여겨지며 토경재배용 비료로서 재이용시 어느 시점까지 인산을 추가해야 하는가에 관한 검토는 추후 이루어져야 할 것으로 사료된다.

제 4 절 적 요

2작기 재배를 위한 1작기에 사용했던 송이버지의 재이용 소독방법에서는 약제소독 및 증기소독이 다소 소독효과는 있었으나 생육상황 및 품질특성, 1작기후, 소독세척후 및 2작기 정식후 송이버지내의 균체수가 5처리 모두 비슷한 경향이었으나 양액재배시에는 병의 확산속도가 빠르므로 환경보존과 안정생산 측면에서 천일건조나 증기소독을 실시하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

퇴수액을 양액재배용으로 재이용시 처리간 수량 및 품질에 차이가 없었다. 그러나 토경재배용 비료로 이용시 퇴수 100%액구에서 유의성 있게 수량이 적었다.

비록 1회의 시험성적으로 좀더 깊은 연구가 필요하다고 생각되나 시험성적으로 검토해 볼 때 퇴수액의 소독이 완벽히 이루어진다면, 퇴수양액을 어느정도(10-30%) 신선양액과 혼합 사용해도 비료비 절감과 환경오염 방지를 위해서도 바람직 하다고 사료된다.



▲ 사용했던 송이 약제 소독 광경



▲ 송이 증기소독 광경



▲ 송이 재이용 토마토 재배 광경

참 고 문 헌

- Ammerlaan. J. C. J. 1993. Environment-conscious production system in Dutch glasshouse horticulture. Paper at ISHS International Symposium on new cultivation system in glasshouse. Caqliari. Italy.
- Arnon, D. J. and D. R. Hoagland. 1940. Crop production in artificial culture solutions and in soils with special reference to factors influencing yields and absorption of inorganic nutrients. Soil Sci. 60 : 463 ~ 485.
- 제주도 농촌진흥원. 1992. 과채류 양액재배 실용화 연구. 농촌진흥청. pp.1-61
- 제주도 농촌진흥원. 1992. 과채류 양액재배 실용화 연구. 농촌진흥청. pp.1-61
- 제주도농촌진흥원. 1996. 송이버지 양액재배 시스템개발 및 시설농업 세미나. 제주도농촌진흥원. pp.73-101
- 최근영. 토마토의 순환식 고품배지 재배에 적합한 배양액 개발. 1997. 서울시립대학교.
- 지은영, 오욱, 김선화, 김기선. 1998. 국화의 펄라이트 양액재배시 양액 농도 및 관주주기가 생육과 절화품질에 미치는 영향. 원예과학기술지 16(1) : 37-39
- Cho, Ja-Yong. Park Soon-Gi.Chung, Soon-Ju. 1997. Effects of NaCl in Nutrient Solution after Transplanting on the Growth and Fruit Quality of Aeroponically Grown Tomato Plants. 7th International Symposium on Vegetable Quality. pp288-289.

- 조재봉. 1987. 잔골재를 제주도 송이로 대체한 콘크리트의 실험적 연구.
조선대학교 산업대학원. pp.1-27
- 崔垠嬰. 1997. 토마토의 循環式 固形培地 栽培에 適合한 培養液 開發.
서울시립대학교 대학원 碩士學位論文.
- Cooper, A. W. and E. B. Dunbnoiff. 1973. Plant adjustment to
osmotic stress in balanced mineral media. *Can. J. Bot.* 51 : 763 ~773.
- F. Andrew Smith. 1979. INTRACELLULAR pH AND ITS
REGULATION. *Ann. Rew. Plant physiology.* pp289-311.
- Graeme Hobson. 1988. How the tomato lost its taste. *New Scientist* 29
September. pp47-50.
- 한국시설원예연구회. 1996. 원예용 배지의 특성과 활용에 관한 심포지엄.
3-19, 59-75.
- Ing. C. Sonneveld. N. Straver. 1994. Nutrient solution for vegetables
and flowers grown in water or substrates. *Proefsation voor
tuinbouw onder glas te Naaldwijk.* pp.22-23
- Joseph M. Kemble, Randolph G. Gardner. 1992. Inheritance of
Shortened Fruit Maturation in the Cherry Tomato Cornell 871213-1
and Its Relation to Fruit Size and Other Components of Earliness.
J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(4) : 646-650.
- 강형식, 김정선, 조은숙, 성문석, 고태신, 정순경. 1998. 거베라 양액재배시
수량 및 품질에 미치는 고품배지의 종류간 비교. *원예과학기술지*
16(1) : 114
- Karlovich와 Fonteno. 1986) Karlovich. T.T. and W.C. fonteno. 1986.
Efect of soil moisture tension and soil water content on the
growth of chrysanthemum in 3 container media. *J. Amer. Soc.
Hort. Sci.* 111(2):191-195

- 건설부국립건설연구소. 1979. 제주송이의 공학적 특성 연구보고서. 건설부 pp.1-40
- 김보영. 1987. 제주도 송이를 이용한 경량암벽의 역학적특성에 관한 연구. 단국대학교 대학원. pp.1-43
- 김정부, 강달순, 송근우, 신원교. 1997. 펄라이트배지를 이용한 절화장미 아칭양액재배 시스템 개발 - 1. 펄라이트 배지 규격 선발. 한국원예학회 발표요지집 15(1) : 381-382.
- 김정부, 강달순, 송근우, 신원교. 1997. 펄라이트배지를 이용한 절화장미 아칭양액재배 시스템 개발 - 2. 펄라이트 용토를 이용한 장미삽목묘 대량 생산과 정식후 생육반응. 한국원예학회 발표요지집 15(1) : 383-384.
- 김정부, 강달순, 송근우, 신원교. 1997. 펄라이트배지를 이용한 절화장미 아칭양액재배 시스템 개발 - 3. 장미 아칭재배용 펄라이트 베드 개발. 한국원예학회 발표요지집 15(1) : 385-386.
- 김상무. 1985. 제주도 화산재(송이)를 콘크리트용 골재로 사용하기 위한 실험적 연구. 한양대학교 산업대학원. pp.1-48
- 김선화, 오욱, 장윤아, 심명선, 김기선. 1998. 순환식 양액재배에 있어서 관주주기와 펄라이트배지의 입자크기가 국화 '수방력'의 생육 및 개화에 미치는 영향. 원예과학기술지 16(1) : 115
- 김영철. 1997. 원예작물의 한국형 양액, 배지 및 관리 자동화 시스템 개발 - 果菜類 培地耕 養液栽培 專用 培養液 開發. 농촌진흥청 대형공동 연구사업 보고서.
- 김영철, 김광용. 1998. 고온기 토마토 고품배지경시 품종별 배양액 적정 농도 관리요령. 한국양액재배 연구회, pp31-39

- 김용덕, 신길호, 강성근. 1993. 송이경 및 水耕이 방울토마토 收量에 미치는 影響. 제주농진보 : 237-241.
- 김용덕. 1993. 송이배지경에서 養液供給方法이 딸기의 收量과 品質에 미치는 影響. 濟州大學校 大學院 碩士學位論文. pp.18-19.
- 이민규외 1. 1996. 제주 송이를 이용한 중금속 흡착에 관한 연구. 한국 환경과학회지 제5권 (2호). pp.195-201
- 이상순. 1994. 액경과 송이경 배지에서 몇가지 방울토마토의 생육특성 및 과실생산. 제주대학교 대학원. pp.1-44
- 임선욱. 1987. 식물영양·비료학. 일신사. 187-195
- 이용범. 1994. 固形培地耕을 利用한 果菜類 栽培. 한국생물생산시설환경 학회지 3(1) : 115-116.
- 이용범. 1997. 양액재배용 배지. 한국양액재배연구회 제2권 제1호. p.14-28
- 이용범, 노미영. 1996. 오이 고품배지 재배. 한국양액재배연구회 창간호. p.76-88.
- 이용호, 이재욱, 권지선. 1994. 修整N.F.T에 의한 高溫期 토마토栽培效果. 농시논문(원예편) 36(1) : 383-387.
- 이원근, 신동기, 이정, 우인식, 허일범. 1997. 장미 양액공급횟수, 용토선발 및 증비효과 구명. 한국원예학회 발표요지집 15(1) : 407-408.
- 임상철. 1996. 양액재배 시설 및 자재의 소득방법. 한국양액재배 연구회, pp31-81.
- Masaharu Masuda, Takeshi Takiguchi, Sachiko Matsubara. 1989. Yield and Quality of Tomato Fruits, and Changes of mineral Concentration in Different Strengths of Nutrient Solution. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 58(3) : 641-648.

- 架田正治, 瀧口武, 松原辛子. 1989. 培養液濃度がトマトの數量と品質および
養液成分の濃度變化及ぼす影響. 日園學雜 58(3) : 641-648.
- Miriam S. Ruff, Donald T. Krizek, Roman M. Mirecki. 1987. Restricted
Root Zone Volume : Influence on Growth and Development of
Tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(5) : 763-769.
- 나우현. 1997. 한국의 양액재배현황과 문제점. 한국양액재배 연구회.
pp.1-15.
- 나우현. 1997. 한국의 양액재배현황과 문제점. 한국양액재배 연구회.
pp10-15.
- 남윤일. 1997. 양액재배 시스템 구성 및설치. 한국양액재배 연구회.
pp31-81.
- 太田勝巳, 伊藤憲弘, 細本高志, 東村英幸. 1991. 水耕ミニトマトの果實品質
及び收量に及ぼす培養液濃度と鹽類處理の影響. 日園學雜 60(1) :
89-95.
- 太田勝巳, 伊藤憲弘. 1987. 水耕栽培におけるミニトマトの開花及び果實特性
の品種間差異. 日園學要旨 1987(秋) : 314-315.
- 오대민. 1994. 방울토마토 양액재배에서 송이버지 이용성에 관한 연구.
제주대학교 대학원. pp.1-38
- 박권우, 이용범, 배공명. 1990. 養液栽培方法이 토마토의 根圈環境에
미치는 影響. 한국환경농학지 9(1) : 53-59.
- 박상근, 김광용, 이응호. 1990. 夏節期 養液栽培時 地下水를 利用한 液溫
降下 效果. 농시논문 32(3) : 12-15.
- 박상근, 김광용. 1991. 水耕栽培. 五星出版社, pp.242-369.
- 박상근. 1996. 양액재배시 배출되는 배양액의 열처리 소독. 과학원예.
- 박종성 등. 신고 식물병리학. 향문사. p216.

- R. Wallach, F. F. da Silva and Y. Chen. 1992. Hydraulic Characteristics of Tuff(Scoria) used as a Container Medium, J. Amer. Soc. Hort. 117(3) : 415-421
- Riviere. L.M. and H. Nicolas. 1987. Conduite de l'irrigation des cultures hor sol sur substrats. Contraintes liees au choix du milieu. Milieux poreux et transferts hydriques. Bul. G.F.H.N. 22:47-68
- 농촌진흥청 농업기술연구소. 1988. 토양화학분석법. pp.1-38
- 농촌진흥청. 1983. 농사시험연구조사기준. pp.174-180.
- 농촌진흥청. 1992. 과채류 양액재배 실용화 연구. 농촌진흥청.
- 佐藤紀男. 1986. 토마토의側枝利用二本栽培. 農耕と園藝 41(9) : 92-93.
- 서범석. 1997. 토마토 양액재배 기술. 한국양액재배 연구회, pp190-199.
- 徐範錫, 鄭淳柱, 梁元模, 姜宗求. 1995. 과채류 양액재배기술. 호남은실작물 연구소
- 송창훈, 한원탁, 김용덕, 강성근. 1992. 果菜類養液栽培實用化研究. 제주 농진보 : 319-372.
- 손성수, 오준상, 이정은, 서정근, 이규민. 1995. 절화백합 양액재배시 용토 및 양액공급기간이 생육 및 개화에 미치는 영향. 한국원예학회 발표 요지집 13(2) : 250-251
- Sonneveld. C. 1993. Hydroponic growing in closed systems to safeguar the environment. Australia Hydroponic Conference-Hydroponic and The Environment. Monash University Melbourne Australia Feb. pp21-36. In 최근영. 토마토의 순환식 고품배지 재배에 적합한 배양액 개발. 1997. 서울시립대학교.

- Sonneveld. C., N. Straver. 1992. Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrate. p. 22-23
- 玉田未規雄. 1990. ミニトマトのRW栽培"誠和"方式で栽培してみた. ハイトロポニク(日本) 3(2) : 92-94.
- 山崎肯哉. 1982. 養液栽培全編. 博友社. 東京.
- 山崎肯哉. 1981. 養液栽培(水耕)における培養液管理. 農業および園藝 56(4) : 73-77.
- 山崎肯哉. 1981. 養液栽培(水耕)における培養液管理. 農業および園藝 56(4) : 563-568.
- 山崎肯哉. 1981. 水耕栽培法に関する諸問題(2). 水耕液の組成-特にその変遷をめぐって. 農業および園藝 56(11) : 1391~ 1398.
- 篠原温. 1986. 養液栽培野菜の品質と栽培技術による改善. 農業および園藝 61(1) : 219-222.
- Urban. L., R. Brun, and P. Pyrha. 1994. Water relations fo leaves of 'Sonia' rose plants grown in soilless greenhouse conditions. HortScience 29(6):627-630
- 윤경일. 1993. 화산재(송이)의 보온 단열 성능에 관한 실험적 연구. 제주지방 공업시험소. pp.131-141

부 록

1. 특허 출원문 - “송이버지 전용 순환식 양액재배 시스템 및 양액재배 방법“
2. 특허 출원문 - “송이버지 전용 양액 조성“

여 백



윤동열 합동 특허 법률사무소
International Patent & Law Firm

DONG-YOL YOON
SUNNY LEE

MAIL ADDRESS
KANGNAM P. O. BOX 1863
SEOUL, 135-618, KOREA

주소 : 서울 강남구 역삼동 648-23 대흥빌딩 802호
전화 : 567-1107~8, 567-7210~1
FAX : 558-1150, 569-3549

수 신 : 제주도농업기술원 농업환경과 귀중
참 조 : 농산물이용담당 김 봉 찬 님

1998년 12월 21일

제 목 : 특허출원의 건
1998년 특허출원 제 56758호
"송이배지 전용 순환식 양액재배
시스템 및 양액재배 방법"

안녕하십니까?

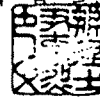
귀사에서 의뢰하신 상기 건을 1998년 12월 21일자로 출원완료하였기에 통보드립니다.

특허청에 제출한 출원서 사본 및 출원번호통지서를 동봉하오니 업무에 참고하시기 바랍니다. 동봉된 출원서를 검토하시고 의문점이나 정정해야할 사항이 있으면 연락주시기 바랍니다.

본건 출원에 대한 추후진행 사항이 접수되는 대로 다시 통지드리겠습니다.

안녕히 계십시오.

윤 동 열 합 동 특 허 법 률 사 무 소
번 리 사 윤 동 열



동봉물 : 1. 출원서 사본 2통
2. 출원번호통지서 1통

건 결	원 장	김/MA	결	총괄책임	가/MA
접수일시	98. 12. 26	289/1	과 장	김/MA	
리리과					

【서류명】 특허출원서

【수신처】 특허청장 귀하

【원서번호】 1

【제출일자】 1998.12.21

【발명의 국문명칭】 송이배지 전용 순환식 양액재배 시스템 및 양액재배 방법

【발명의 영문명칭】 System and method of circulation type nutrient solution culture with scoria medium

【출원인】

【국문명칭】 제주도농업기술원

【영문명칭】 Cheju Provincial Agricultural Technology Administration

【대표자】 한동휴

【출원인구분】 각급 시험 연구기관

【전화번호】 064-741-6551

【우편번호】 690-170

【주소】 제주도 제주시 연동 313-80

【국적】 KR

【대리인】

【성명】 윤동열

【대리인코드】 H027

【전화번호】 02-567-1107

【우편번호】 135-080

【주소】 서울특별시 강남구 역삼동 648-23 대흥빌딩 802호

【대리인】

【성명】 이선희

【대리인코드】 H409

【전화번호】 02-567-1107

【우편번호】 135-080

【주소】 서울특별시 강남구 역삼동 648-23 대흥빌딩 802호

【발명자】

【국문성명】 김광호

【영문성명】 KIM, Kwang Ho

【우편번호】 690-029

【주소】 제주도 제주시 도남동 73-6 청양수맨션 501호

【국적】 KR

【발명자】

【국문성명】 김봉찬

【영문성명】 KIM, Bong Chan

【우편번호】 690-042

【주소】 제주도 제주시 용담2동 356-1 한라아파트 208호

【국적】 KR

【발명자】

【국문성명】 조은숙

【영문성명】 CHO, Eun Sook

【우편번호】 690-170

【주소】 제주도 제주시 연동 312-22

【국적】 KR

【발명자】

【국문성명】 김철균

【영문성명】 KIM, Cheol Gyoum

【우편번호】 690-041

【주소】 제주도 제주시 용담1동 2-3

【국적】 KR

【발명자】

【국문성명】 조연동

【영문성명】 CHO, Youn Dong

【우편번호】 690-031

【주소】 제주도 제주시 삼도1동 512-6

【국적】 KR

【발명자】

【국문성명】 장전익

【영문성명】 CHANG, Jeun Ik

【우편번호】 690-122

【주소】 제주도 제주시 아라2동 1468-7

【국적】 KR

【발명자】

【국문성명】 강성찬

【영문성명】 KANG, Seong Chan

【우편번호】 690-170

【주소】 제주도 제주시 연동 309

【국적】 KR

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다.

대리인 윤동열 (인)

대리인 이선희 (인)

【심사청구】 특허법 제60조의 규정에 의하여 위와 같이 출원심사를 청구합니다

대리인 윤동열 (인)

대리인 이선희 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20 면	29,000 원
【가산출원료】	0 면	0 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	8 항	365,000 원
【합계】		394,000 원

- 【첨부서류】 1. 요약서, 명세서(및 도면) 각 1통
 2. 출원서 부분, 요약서, 명세서(및 도면)을 포함하는 FD부분 1통
 3. 위임장(및 동 번역문)

관인생략

출원번호통지서



받는사람

1 3 5 0 8 0

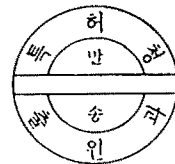
(대리인) 윤동열

주 소 서울특별시 강남구 역삼동 648-23(대흥빌딩 802호) 윤동열합동특허법률사무소

출원일자: 1998.12.21. 심사청구(유) 공개신청(무) (원서기호: 1)

출원번호: 1998년 특허출원 제 56758 호

출원인: 제주도농업기술원



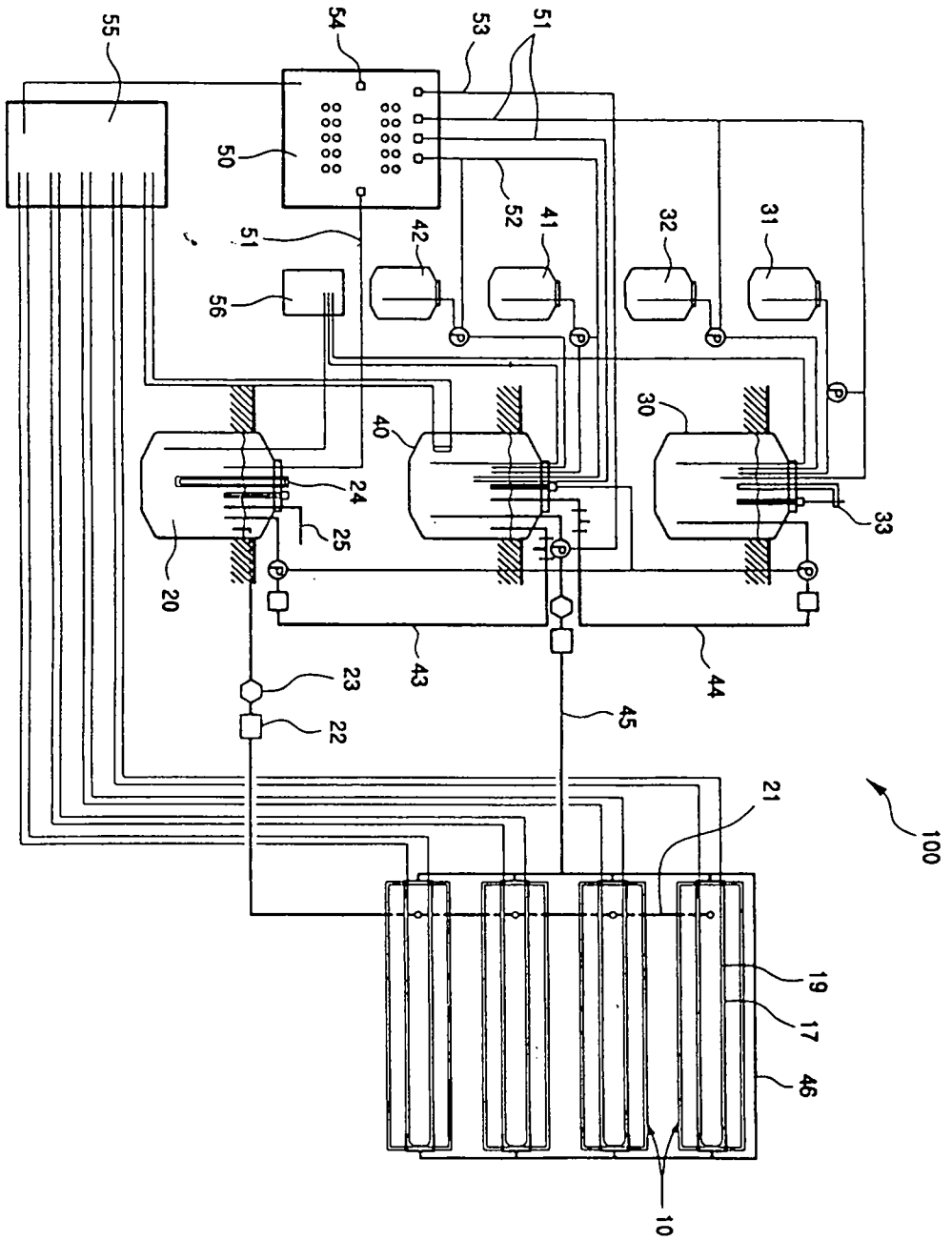
특 허 칭 장

【요약서】

【요약】

본 발명은 송이버지 전용 순환식 양액재배 시스템과 방법에 관한 것으로서, 종래의 암면배지를 이용한 비순환식 양액재배 시스템의 문제점을 해결하기 위한 것이다. 본 발명에 따른 양액재배 시스템과 방법은, 송이버지가 채워진 베드상 위에 물머금수단을 덮고 급액관을 설치하여 양액을 공급하며, 배수로와 배액라인을 통하여 배출되는 양액을 배액 집수통에 모아 저장하고, 물과 이온액을 신선양액 탱크에서 혼합한 후, 배액과 신선양액을 양액혼합 탱크에서 일정비율로 혼합하고 급액라인을 통하여 다시 베드상에 공급하는 구성을 갖는다. 또한, 배액 집수통에는 살균기가 설치되고, 신선양액 탱크에는 급수라인과 복수개의 이온액 탱크가 연결되며, 양액혼합 탱크에는 산 탱크와 알칼리 탱크가 연결된다. 양액의 농도, pH, 온도, 급액량 등은 복합 제어판에 의하여 제어되고, 급액라인은 베드상의 급액관 양쪽으로 연결된다. 특히, 송이버지의 입경은 12mm 이하인 것이 바람직하며, 양액혼합 비율은 배액 20-40%과 신선양액 60-80%가 바람직하다. 본 발명은 값싸고 환경친화적인 송이버지 배지로 이용하기 때문에, 종래의 암면배지를 이용한 양액재배에 비해 생산비 절감, 수입대체 효과, 자원의 효율적 활용, 환경오염 방지 등의 이점이 있으며, 한번 사용된 양액을 회수하여 재사용하는 순환식 시스템이므로 양액 소비량을 줄이고 버려지는 폐액의 양을 최소화할 수 있다. 아울러, 본 발명의 순환식 시스템은 그 구조가 간단하고 시설비가 저렴하며 설치가 용이하기 때문에, 양액재배 농가에서 쉽게 설치하고 유지하고 보수할 수 있는 농가 보급형이다.

【대표도】



【명세서】

【발명의 명칭】

송이배지 전용 순환식 양액재배 시스템 및 양액재배 방법 (System And Method Of Circulation Type Nutrient Solution Culture With Scoria Medium)

【도면의 간단한 설명】

도 1a와 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 송이배지 전용 순환식 양액재배 시스템을 나타내는 구성도로서, 도 1a는 전체 시스템 중의 한 부분을, 도 1b는 전체 시스템 중의 나머지 부분을 나타낸다.

도 2는 도 1b에 도시된 송이배지 베드상의 다단 절개 평면도이다.

도 3은 도 1b에 도시된 송이배지 베드상의 종단면도이다.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

100: 양액재배 시스템	10: 베드상
11: 단열재(스티로폼) 베드	12: 비닐
13: 배수턱(스티로폼)	14: 여과망(한냉망사)
15: 송이배지	16: 물머금수단(부직포)
17: 급액관(점적호스)	18: 흑백색 비닐
19: 난방파이프	20: 배액 집수통
21: 배액라인	22: 여과기
23: 유량계	24: 살균기(자외선 램프)
25: 배출라인	30: 신선양액 탱크

- | | |
|----------------|-------------|
| 31, 32: 이온액 탱크 | 33: 급수라인 |
| 40: 양액혼합 탱크 | 41: 산 탱크 |
| 42: 알칼리 탱크 | 43: 배액 공급라인 |
| 44: 신선양액 공급라인 | 45: 급액라인 |
| 46: 양액 공급라인 | 50: 복합 제어판 |
| 51: EC센서 | 52: pH센서 |
| 53: 타이머 | 54: 액온계 |
| 55: 보일러 | 56: 에어펌프 |

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

본 발명은 양액재배 시스템과 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 값싸고 환경친화형인 송이를 배지로 이용하고 배양액을 재활용함으로써 시설비가 저렴하고 설치가 용이하며 농가에서 쉽게 유지 및 보수할 수 있는 송이배지 전용 순환식 양액재배 시스템 및 양액재배 방법에 관한 것이다.

양액재배란 흙을 사용하지 않고 식물의 생육에 필요한 양분을 모두 함유한 배양액(nutrient solution; 양액)으로 작물을 재배하는 과학적인 영농기술로서, 농경불능의 황무지나 한냉지, 사막 등 토양에 구애됨이 없이 어디서나 농작물을 재배할 수 있고, 연작 장애, 특히 토양 병해를 근절할 수 있어서 높은 생산성과 고품질화를 이룩하고 노동생산성을 높일 수 있는 영농방식이다.

이러한 양액재배는 1980년대 이전까지 순환식 수경재배 시스템이 주류를 이루었으나, 최근에는 암면을 중심으로 한 각종 배지경에 대한 관심이 고조되고 있다. 고품배지경의 재배 면적은 유럽에서 이미 전체 양액재배 면적의 90% 이상을 차지하고 있고, 아시아에서도 50% 이상을 점유하고 있다. 국내에서의 고품배지경은 일반 수경재배에 비해 비순환식 시스템을 채택하고 있는 점이 특징인데, 이 비순환식 양액재배 시스템은 장치의 간이화, 시설비 절감, 병원균 전파 방지 등의 장점을 가지고 있기 때문에, 특히 병해 대책을 충분히 확립하지 않은 재배 농가에게 매력적인 시스템이다.

그러나, 암면재배를 비롯한 각종 배지경 시스템은 다양한 배지 내 수분 제어를 가능하게 하고 배양액 손실을 가급적 줄일 수 있는 급액 방법이나 장치의 개선이 필요하며, 배양액의 처리에도 신중을 기해야 한다. 배양액 그 자체는 위험한 물질이 아니지만 무질서한 폐액 처리는 토양 염류집적 및 하천 부영양화의 원인이 되기 때문이다. 이처럼 비순환식 고품배지경 시스템에서는 공급되는 배양액 중 일부가 폐액으로 토양에 배출되지만, 순환식 시스템으로 전환한다면 폐액을 버리지 않고 재이용할 수 있기 때문에 환경보전적 측면에서 보다 바람직할 것이다. 아울러, 고품배지경에서 배지(media)로 주로 사용되는 암면과 펄라이트는 주로 수입에 의존하고 있으며, 그 가격이 비쌀 뿐만 아니라 환경오염을 유발하는 문제점이 있다.

이에, 부존자원을 이용한 배지 개발 및 이에 적합한 시스템 개발이 필요한바, 제주도에 널리 분포되어 있는 송이를 양액재배용 배지로 사용하는 방안이 검토

되고 있다. 송이(Scoria)는 제주도내 약 360여 개의 기생화산에서 분출된 다공성 화산쇄설물로서, 통기성, 보수성, 내구성이 뛰어나고, 제주 지역에 약 200억톤 가량 매장된 것으로 추정될 만큼 매장량이 매우 풍부하다.

특히, 제주 송이는 3.3m³당 1만~2만원 정도로 수입 압면의 8만~10만원에 비해 훨씬 값이 싸고, 중금속 등 공해물질의 흡착성이 있어 자정기능이 좋을 뿐만 아니라, 공해가 없고 재생이 가능하다는 여러가지 장점들을 지니고 있다. 따라서, 송이를 양액재배용 배지제품으로 활용한다면, 생산비 절감과 수입대체 효과를 거둘 수 있을 뿐만 아니라, 자원의 효율적인 활용과 환경오염 방지라는 부대효과도 거둘 수 있을 것이다. 또한, 송이배지를 이용한 양액재배 방법은 여러 농작물 재배 시험에서 기존의 압면배지 방법에 비해 오히려 우수한 생산량을 보임으로써, 각종 작물의 양액재배 경쟁력을 확보하는데도 크게 기여할 것으로 기대된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

따라서, 본 발명의 목적은 값싸고 환경친화형인 송이배지를 이용한 양액재배 시스템과 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 다른 목적은 사용하고 난 배양액을 회수하여 재사용할 수 있는 순환식 양액재배 시스템과 방법을 제공하고자 하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 시설비가 저렴하고 설치가 용이하며 농가에서 쉽게 유지 및 보수할 수 있는 농가 보급형 양액재배 시스템과 방법을 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 송이배지가 채워진 베드상 위에 물머금수단을 덮고 급액관을 설치하여 양액을 공급하며, 배수로와 배액라인을 통하여 배출되는 양액을 배액 집수통에 모아 저장하고, 물과 이온액을 신선양액 탱크에서 혼합한 후, 배액과 신선양액을 양액혼합 탱크에서 일정비율로 혼합하고 급액라인을 통하여 다시 베드상에 공급하는 송이배지 전용 순환식 양액재배 시스템과 그 양액재배 방법을 제공한다.

본 발명에 따른 순환식 양액재배 시스템의 배액 집수통에는 살균기가 설치되고, 신선양액 탱크에는 급수라인과 복수개의 이온액 탱크가 연결되며, 양액혼합 탱크에는 산 탱크와 알칼리 탱크가 연결된다. 그리고, 양액의 농도, pH, 온도, 급액량 등을 감지하고 제어하기 위한 복합 제어판이 더 포함된다. 특히, 본 발명에 따른 순환식 양액재배 시스템에 사용되는 송이배지의 입경은 12mm 이하인 것이 바람직하며, 급액라인은 균일한 양액 공급을 위하여 베드상의 급액관 양쪽으로 연결되는 것이 특징이다. 또한, 급액관으로는 점적관, 마이크로노즐, 뿔방울관 중의 어느 하나를 사용할 수 있으며, 양액혼합 비율은 배액 20~40%과 신선양액 60~80%가 바람직하다.

이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다.

도 1a와 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 송이배지 전용 순환식 양액재배 시스템(100)을 나타내는 구성도로서, 도 1a는 전체 시스템 중의 한 부분을, 도 1b는 전체 시스템 중의 나머지 부분을 나타낸다. 그리고, 도 2는 도 1b에 도시된 송

이베지 베드상(10)의 다단 절개 평면도이며, 도 3은 종단면도이다.

도 2와 도 3에 나타난 바와 같이, 베드상(10)은 직육면체 형태이며 그 상부가 개방된 단열재 베드(11)로 외형을 이룬다. 예를 들어, 스티로폼과 같은 단열재를 베드(11)의 재료로 사용할 수 있으며, 비닐(12)을 덮어 베드(11)를 감싼다. 비닐(12)이 덮인 베드(11)의 내부 바닥에는 여러개의 배수턱(13)을 배치하는데, 이 배수턱(13) 역시 베드(11)와 마찬가지로 스티로폼 등의 단열재가 사용된다. 배수턱(13) 사이에는 충분한 공간을 둠으로써 양액이 흘러나갈 수 있는 배수로를 확보한다. 배수턱(13) 위에는 한냉망사와 같은 여과망(14)을 깔아 송이배지(15)를 채울 수 있도록 하며, 베드(11) 내부에 송이배지(15)를 채운 후에는 물머금수단(16)을 덮는다. 송이배지(15) 내부에는 난방파이프(19)가 관통하여 지나가도록 설치하며, 물머금수단(16) 위에 급액관(17)을 설치한다. 최종적으로 베드상(10)의 최상부에는 안쪽면이 하얀색이고 바깥면이 검은색인 흑백색 비닐(18)을 덮는다.

송이배지(15)는 입경이 12㎜ 이하인 것들을 골고루 섞어서 사용하는 것이 바람직하며, 아래에 나타난 표 1의 실험결과에서 이를 확인할 수 있다. 또한, 송이배지(15)는 기존의 암면배지에 비해 수분의 확산 능력 및 수분 보유력이 낮기 때문에, 수분 이용 효율을 높이기 위하여 물머금수단(16)을 사용한다. 물머금수단(16)은 예를 들어 부직포와 같은 천이 사용될 수 있으나 특별한 재질로 한정되지 않으며, 송이배지(15)로 공급되는 양액이 골고루 퍼질 수 있도록 수분함유력이 우수한 것이면 충분하다. 급액관(17)으로는 점적관이나 마이크로노즐, 땀방울관 등이 모두 사용가능하며, 각각의 급액관(17)에 대하여 물머금수단(16)을 사용하는 경우와

사용하지 않는 경우의 송이버지 함수량 차이를 아래의 표 2에 실었다.

【표 1】

송이입경 크기에 따른 방울토마토 수량성 (급액량이 주당 2ℓ일 때)

입경크기 (㎜)	총수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)	상품율 (%)	1과중 (g)
암면(대비)	3,574	3,110	87	16.2
3-5	3,032	2,457	81	11.0
6-8	3,587	3,026	84	12.3
9-11	3,220	2,674	83	13.1
혼합(12이하)	3,771	3,290	87	12.4

【표 2】

송이버지에서 급액방법에 따른 함수량 (작물 미재배 상태, 단위는 ℓ)

급액방법	10분간 급액 중		급액부터 80분까지 배액량	배지의 함수량
	급액량	배액량		
마이크로노즐	31.37±1.06 (100%)	21.86±0.65 (69.7)	30.97±1.08 (98.7)	0.40±0.19 (1.3)
점적관	32.95±1.97 (100%)	22.43±1.29 (68.1)	31.92±0.90 (96.9)	1.03±0.63 (3.1)
땀방울관	30.64±2.08 (100%)	15.35±1.19 (50.1)	29.68±2.03 (96.9)	0.96±0.35 (3.1)
물머금수단+ 마이크로노즐	32.39±0.41 (100%)	14.90±0.87 (46.0)	29.94±0.88 (92.4)	2.45±0.46 (7.6)
물머금수단+ 점적관	33.28±2.08 (100%)	14.55±0.40 (43.7)	30.61±0.55 (92.0)	2.67±0.66 (8.0)
물머금수단+ 땀방울관	32.84±0.36 (100%)	14.73±0.17 (44.9)	30.15±0.33 (91.8)	2.69±0.11 (8.2)

이상 설명한 송이버지 베드상(10)은 본 발명의 양액제배 시스템(100)에 여러 개가 포함될 수 있으며, 본 실시예에서는 도 1b의 구성도에 도시된 바와 같이 4개의 베드상(10)이 포함된 경우를 예로 들었다. 본 발명의 특징 중의 하나는, 도 1b에서 알 수 있듯이, 각각의 베드상(10)에 양액을 공급하는 양액 공급라인(46)이 베드상(10)에 설치된 급액관(17)의 양쪽으로 연결된다는 점이다. 따라서, 급액관(17)을 통한 양액 공급이 보다 원활하고 균일하게 이루어질 수 있다.

이하에서는 도 1a와 도 1b를 참조하여, 본 발명에 따른 순환식 양액제배 시스템(100)과 양액제배 방법의 실시예를 설명하겠다.

베드상(10)의 한쪽 끝부분에는 배액라인(21)이 연결되어 있다. 그리고 도면에 도시되지는 않았지만 각각의 베드상(10)은 배액라인(21) 쪽이 약간 밑으로 기울어지게 형성된다. 따라서, 배수로를 따라 흘러내리는 양액은 배액라인(21) 쪽으로 모이면서 배출된다. 배액라인(21)은 배액 집수통(20)과 연결되어 있으며, 배액라인(21)을 통하여 배출되는 양액들은 이 배액 집수통(20)에 저장된다. 배액라인(21)에는 여과기(22)와 유량계(23)가 설치되는데, 배액 속의 찌꺼기들은 여과기(22)에 의하여 걸러지고, 배액의 유량은 유량계(23)에 표시된다. 이 여과기와 유량계는 도 1a에 도시된 급액라인(45) 쪽에도 형성된다. 배액 집수통(20)에는 배액을 살균하기 위하여 자외선 램프와 같은 살균기(24)가 설치되는데, 배액 집수통(20) 안으로 들어오는 배액라인(21)은 가급적 살균기(24)에 근접하도록 하는 것이 바람직하다. 이 밖에도 배액 집수통(20)에는 수위센서 및 배출라인(25)이 형성되며, 뒤에서 설명할 EC센서(51) 및 에어펌프(56)와도 연결된다.

한편, 새로운 양액은 신선양액 탱크(30)에서 만들어진다. 신선양액 탱크(30)는 급수라인(33)과 여러 개의 이온액 탱크(31, 32)에 연결되어 있고, 물과 이온액을 혼합하여 신선양액을 만든다. 서로 다른 성분 이온액들은 각각 A액 탱크(31)와 B액 탱크(32)에 담겨 있다가, 각각의 공급펌프에 의하여 신선양액 탱크(30)로 공급된다. 이 펌프들에는 EC센서(51)가 연결되어 있어서 이온액들의 공급량을 조절할 수 있다. 급수라인(33)에는 액량조절용 밸브가 달려있고 신선양액 탱크(30)에 설치된 수위센서와 연결된다.

신선양액과 배액은 각각의 탱크(30, 20)에 저장되어 있다가 공급라인(44, 43)을 따라 양액혼합 탱크(40)로 공급되고 혼합된다. 이 때 신선양액과 배액의 비율은 80:20, 70:30, 60:40 등과 같이 일정비율을 유지한다. 즉, 양액혼합 탱크에서 혼합되는 전체 배양액에 대한 배액의 비율은 20-40%, 신선양액의 비율은 60-80%이다. 따라서, 신선양액 공급라인(44)의 직경은 배액 공급라인(43)의 직경보다 크다. 각각의 공급라인(43, 44)에 설치된 펌프는 양액혼합 탱크(40)의 수위센서와 연결되며 액량조절용 밸브가 달려있다. 한편, 양액혼합 탱크(40)에는 EC센서(51) 외에 pH센서(52)가 연결되며, 양액의 pH를 조절하기 위하여 산 탱크(41)와 알칼리 탱크(42)가 연결되어 있다.

양액혼합 탱크(40)에서 배액과 혼합된 양액은 급액라인(45)을 통하여 베드상(10)으로 공급된다. 급액라인(45)은 각각의 베드상(10)으로 양액을 분배하는 양액 공급라인(46)과 연결되며, 이 양액 공급라인(46)은 각 베드상(10)의 급액관(17) 양쪽으로 연결된다. 급액관(17)을 통하여 베드상(10)에 공급된 양액 중의 일부는 다

시 배수로를 통하여 배출되고, 배액라인(21)을 따라 배액 집수통(20)에 모이게 될 것이다.

이상과 같이, 사용된 양액 중의 일부를 회수하여 신선양액과 혼합한 후 다시 양액으로 공급하는 순환식 시스템은, 회수하여 사용하는 배액의 양만큼 양액의 소모량을 절감할 수 있다. 배액 속에 함유된 성분 이온의 농도는 배액 집수통(20)에 연결된 EC센서(51)를 통하여 측정하고, 그 농도에 따라 신선양액과의 혼합비율을 조절한다. 그리고, 배액이 혼합된 양액의 pH는 pH센서(52)로 측정하고, 필요한 산 탱크(41) 또는 알칼리 탱크(42)를 열어 pH를 조절한다.

이와 같이 양액의 농도와 pH를 제어하거나, 또는 양액의 온도와 급액량을 제어하는 기능을 담당하는 것이 복합 제어판(50)이다. 따라서, 복합 제어판(50)에는 EC센서(51)와 pH센서(52) 외에 타이머(53)와 액온계(54) 등이 장착된다. 타이머(53)는 급액라인(45)의 공급펌프에 연결되어서 급액라인(45)을 통한 양액의 급액량을 조절할 수 있도록 한다. 또한, 액온계(54)는 양액혼합 탱크 내의 양액의 온도를 표시하며, 복합 제어판(50)과 양액혼합 탱크(40) 사이에 연결된 보일러(55)에 의하여 양액의 온도를 조절한다. 이 보일러(55)는 베드상(10)에 설치된 각각의 난방파이프(19)에도 연결되어 있다. 한편, 에어펌프(56)는 배액 집수통(20)과 신선양액 탱크(30)와 양액혼합 탱크(40)에 각각 저장된 배액, 신선양액, 혼합 양액을 교반하는 기능을 한다.

【발명의 효과】

지금까지 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 양액재배 시스템과 방법은 값싸

고 환경친화형인 송이를 배지로 이용하기 때문에, 종래의 암면배지를 이용한 양액 재배와 비교하여 생산비가 절감되고 수입대체 효과를 거두며, 자원의 효율적 활용과 환경오염 방지의 이점이 있다. 더구나, 순환식 시스템에 의하여 한번 사용된 양액을 회수하여 재사용하기 때문에, 양액 소비량이 줄어들고 버려지는 폐액의 양도 최소화할 수 있다. 결국, 생산비는 더욱 절감되고 환경오염 방지 효과 또한 극대화된다. 아울러, 본 발명의 순환식 양액재배 시스템은 그 구조가 간단하고 시설비가 저렴하고 설치가 용이하다. 따라서, 양액재배 농가에서 쉽게 설치하고 유지하고 보수할 수 있기 때문에, 농가 보급형으로 적당하다.

이상, 본 명세서와 도면에 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 개시하였으나, 이는 단지 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 본 발명을 재현하고 실시할 수 있도록 구체화한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예 외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은 자명한 일일 것이다. 본 발명의 범위는 다음의 특허청구범위에 나타난다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

상부가 개방된 직육면체의 단열재 베드와, 상기 베드의 내부 바닥에 배수로를 형성하기 위하여 배치되는 복수개의 배수덕과, 상기 배수덕 위에 깔리는 여과망과, 상기 여과망 위에서 상기 베드 내부를 채우는 송이배지와, 상기 송이배지 위에 덮이는 물머금수단과, 상기 물머금수단 위에 설치되어 상기 송이배지로 양액을 공급하는 급액관을 포함하는 베드상과;

상기 베드상의 배수로 및 상기 배수로에 연결된 배액라인을 통하여 배출되는 배액을 모아 저장하고, 상기 배액을 살균하기 위한 살균수단을 구비하는 배액 집수통과;

급수라인 및 복수개의 이온액 탱크와 연결되며, 상기 급수라인으로부터 공급되는 물과 상기 이온액 탱크로부터 공급되는 이온액을 혼합하는 신선양액 탱크와;

상기 배액 집수통으로부터 배액 공급라인을 통하여 일정량의 배액을 공급받고, 상기 신선양액 탱크로부터 신선양액 공급라인을 통하여 일정량의 신선양액을 공급받아 일정비율로 혼합하며, 양액의 pH를 조절하기 위한 산 탱크와 알칼리 탱크에 연결되어 있는 양액혼합 탱크와;

상기 양액혼합 탱크로부터 상기 베드상의 급액관까지 연결되어 상기 송이배지에 양액을 공급하기 위한 급액라인; 및

상기 양액혼합 탱크 내의 양액 농도와 pH와 온도 및 상기 급액라인을 통한 급액량을 감지하고 제어하는 복합 제어판을 포함하는 송이배지 전용 순환식 양액제

배 시스템.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 양액재배 시스템은 상기 복합 제어판과 상기 양액혼합 탱크에 연결된 보일러를 더 포함하며, 상기 보일러는 상기 베드상의 송이배지 내부를 관통하는 난방파이프에 연결되는 것을 특징으로 하는 송이배지 전용 순환식 양액재배 시스템.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서, 상기 양액재배 시스템은 에어펌프를 더 포함하며, 상기 에어펌프는 상기 배액 집수통과 상기 신선양액 탱크와 상기 양액혼합 탱크 내부에 각각 연결되어 각각의 배액과 신선양액과 혼합된 양액을 교반하는 것을 특징으로 하는 송이배지 전용 순환식 양액재배 시스템.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서, 상기 송이배지의 입경은 12mm 이하인 것을 특징으로 하는 송이배지 전용 순환식 양액재배 시스템.

【청구항 5】

제 1 항에 있어서, 상기 급액라인은 상기 베드상의 급액관 양쪽으로 연결되는 것을 특징으로 하는 송이배지 전용 순환식 양액재배 시스템.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서, 상기 급액관은 점적관, 마이크로노즐, 땀방울관 중의 어느 하나인 것을 특징으로 하는 송이배지 전용 순환식 양액재배 시스템.

【청구항 7】

(a) 단열재 베드의 내부 바닥에 배수로를 형성하기 위하여 복수개의 배수턱을 배치하고, 상기 배수턱 위에 여과망을 깔아 송이배지를 채우며, 상기 송이배지 위에 물머금수단을 덮고 급액관을 설치하여 베드상을 형성한 후, 상기 송이배지에 식물을 심어 상기 급액관을 통하여 양액을 공급하는 단계와;

(b) 상기 베드상에 공급된 양액이 상기 배수로 및 상기 배수로에 연결된 배액라인을 통하여 배출되고, 살균수단에 의하여 살균되면서 배액 집수통에 모여서 저장되는 단계와;

(c) 급수라인을 통하여 신선양액 탱크에 물이 공급되고, 복수개의 이온액 탱크를 통하여 상기 신선양액 탱크에 각각의 이온액들이 공급된 후, 상기 물과 이온액들이 혼합되는 단계와;

(d) 상기 배액 집수통에 저장된 배액이 배액 공급라인을 통하여 양액혼합 탱크에 일정량 공급되고, 상기 신선양액 탱크에서 혼합된 신선양액이 신선양액 공급라인을 통하여 상기 양액혼합 탱크에 일정량 공급되어, 일정비율로 혼합되는 단계; 및

(e) 상기 양액혼합 탱크에 저장된 양액이 급액라인을 통하여 상기 베드상의 급액관으로 공급되는 단계를 포함하고,

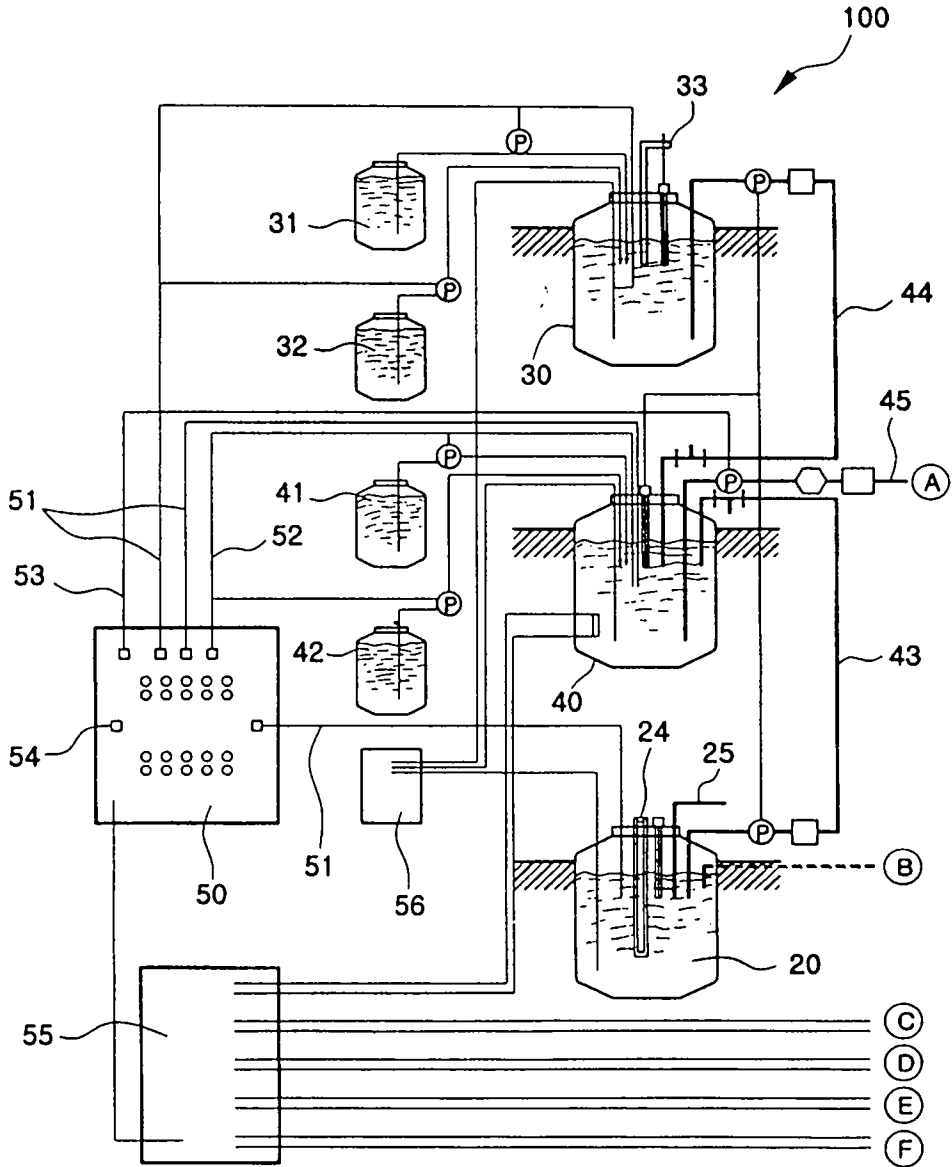
상기 (e) 단계의 급액관으로부터 상기 송이배지에 공급되는 양액은 다시 상기 (b) 단계로 순환되는 것을 특징으로 하는 송이배지 전용 순환식 양액재배 방법.

【청구항 8】

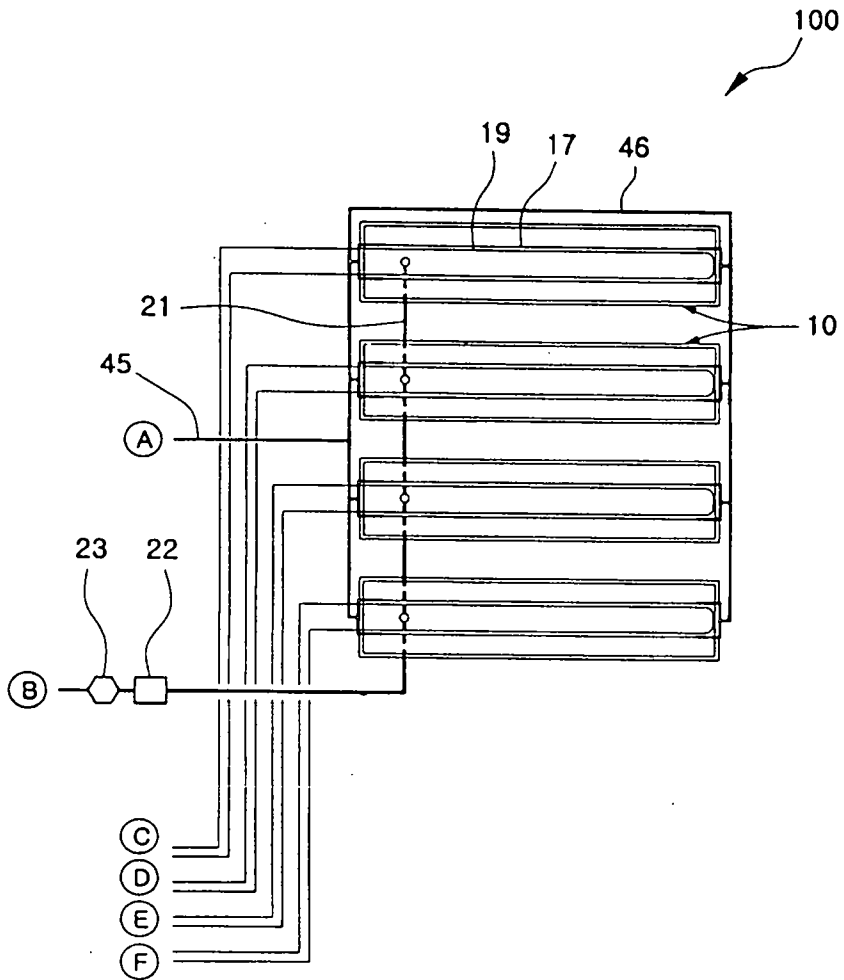
제 7 항에 있어서, 상기 (d) 단계는 상기 배액이 20~40%, 상기 신선양액이 60~80%의 비율로 상기 양액혼합 탱크에 공급되어 혼합되는 단계인 것을 특징으로 하는 송이버지 전용 순환식 양액재배 방법.

【도면】

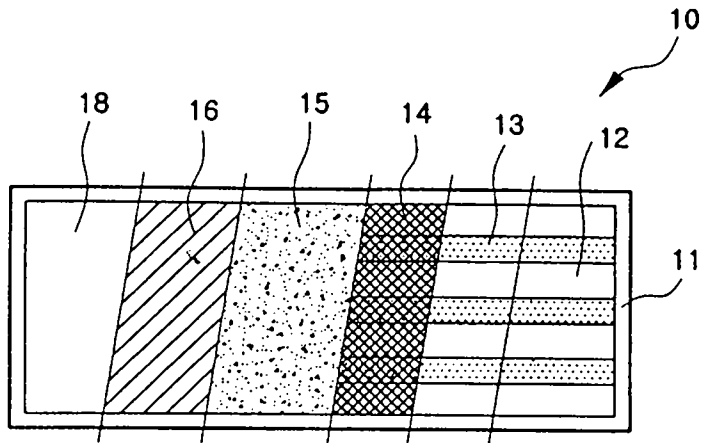
【도 1a】



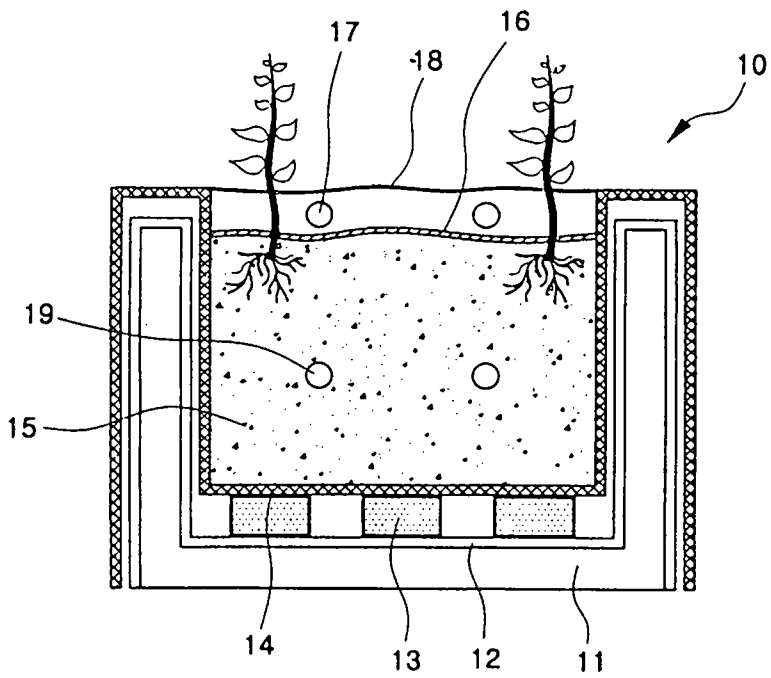
【도 1b】



【도 2】



【도 3】



여 백



운동열 합동 특허 법률사무소
International Patent & Law Firm

DONG-YOL YOON
SUNNY LEE

MAIL ADDRESS
KANGNAM P. O. BOX 1863
SEOUL, 135-618, KOREA

주소 : 서울 강남구 역삼동 648-23 대흥빌딩 802호
전화 : 567-1107~8, 567-7210~1
FAX : 558-1150, 569-3549

수 신 : 제주도농업기술원 농업환경과 귀중
참 조 : 농산물이용담당 김 봉 찬 님

1998년 12월 21일

제 목 : 특허출원의 건
1998년 특허출원 제 56759호
"송이배지 전용 양액 조성물"

안녕하십니까?

귀사에서 의뢰하신 상기 건을 1998년 12월 21일자로 출원완료하였기에 통보드립니다.

특허청에 제출한 출원서 사본 및 출원번호통지서를 동봉하오니 업무에 참고하시기 바랍니다. 동봉된 출원서를 검토하시고 의문점이나 정정해야할 사항이 있으면 연락주시기 바랍니다.

본건 출원에 대한 추후진행 사항이 접수되는 대로 다시 통지드리겠습니다.

안녕히 계십시오.

운동열 합동 특허 법률사무소
변리사 운동열



동봉물 : 1. 출원서 사본 2통
2. 출원번호통지서 1통

인	결	98. 12. 26	288	결	총괄책임	김봉찬
접수일			번호	제출	과장	김봉찬
				공관		

【서류명】 특허출원서

【수신처】 특허청장 귀하

【원서번호】 2

【제출일자】 1998.12.21

【발명의 국문명칭】 송이배지 전용 양액 조성물

【발명의 영문명칭】 A composition of nutrient solution for scoria medium

【출원인】

【국문명칭】 제주도농업기술원

【영문명칭】 Cheju Provincial Agricultural Technology Administration

【대표자】 한동휴

【출원인구분】 각급 시험 연구기관

【전화번호】 064-741-6551

【우편번호】 690-170

【주소】 제주도 제주시 연동 313-80

【국적】 KR

【대리인】

【성명】 윤동열

【대리인코드】 H027

【전화번호】 02-567-1107

【우편번호】 135-080

【주소】 서울특별시 강남구 역삼동 648-23 대흥빌딩 802호

【대리인】

【성명】 이선희

【대리인코드】 H409

【전화번호】 02-567-1107

【우편번호】 135-080

【주소】 서울특별시 강남구 역삼동 648-23 대충빌딩 802호

【발명자】

【국문성명】 김광호

【영문성명】 KIM, Kwang Ho

【우편번호】 690-029

【주소】 제주도 제주시 도남동 73-6 청양수맨션 501호

【국적】 KR

【발명자】

【국문성명】 이신찬

【영문성명】 LEE, Shin Chan

【우편번호】 690-012

【주소】 제주도 제주시 일도2동 113-1

【국적】 KR

【발명자】

【국문성명】 김봉찬

【영문성명】 KIM, Bong Chan

【우편번호】 690-042

【주소】 제주도 제주시 용담2동 356-1 한라아파트 208호

【국적】 KR

【발명자】

【국문성명】 양상호

【영문성명】 YANG, Sang Ho

【우편번호】 690-029

【주소】 제주도 제주시 도남동 917

【국적】 KR

【발명자】

【국문성명】 김용덕

【영문성명】 KIM, Yong Duk

【우편번호】 690-170

【주소】 제주도 제주시 연동 292-100

【국적】 KR

【발명자】

【국문성명】 김성배

【영문성명】 KIM, Seong Bae

【우편번호】 690-022

【주소】 제주도 제주시 이도2동 1045-2

【국적】 KR

【발명자】

【국문성명】 현승원

【영문성명】 HYUN, Seung Weon

【우편번호】 690-022

【주소】 제주도 제주시 이도2동 888 이도아파트 106동 204호

【국적】 KR

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다.

대리인 윤동열 (인)

대리인 이선희 (인)

【심사청구】 특허법 제60조의 규정에 의하여 위와 같이 출원심사를 청구합니다

대리인 윤동열 (인)

대리인

이선희 (인)

【수수료】

【기본출원료】	11 면	29,000 원
【가산출원료】	0 면	0 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	1 항	141,000 원
【합계】		170,000 원

- 【첨부서류】 1. 요약서, 명세서(및 도면) 각 1통
 2. 출원서 부분, 요약서, 명세서(및 도면)을 포함하는 FD부분 1통
 3. 위임장(및 등 번역문)

관인생략

출원번호통지서



1 3 5 0 8 0

받는사람

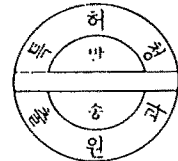
(대리인) 운동열

주소 서울특별시 강남구 역삼동 648-23(대우빌딩 802호) 운
 상철합동특허법률사무소

출원일자: 1998.12.21. 심사청구(유) 공개신청(무) (원서기호: 2)

출원번호: 1998년 특허출원 제 56759 호

출원인: 제주도농업기술원



특 허 청 장

【요약서】

【요약】

본 발명은 송이(Scoria)를 이용하여 농산물을 양액재배하는데 있어서 생산량을 증수시키고, 우수한 품질을 갖는 작물을 재배하기 위한 송이배지 전용 양액 조성물에 관한 것으로, 인산을 1.88~3.13mM의 양으로 함유함을 특징으로 한다.

【대표도】

도 1

【명세서】

【발명의 명칭】

송이배지 전용 양액 조성물

【도면의 간단한 설명】

도 1은 송이배지에 대한 양액조성물 중 다량원소의 탈흡착 특성을 나타낸 결과이다.

도 2는 송이배지에 대한 양액조성물 중 미량원소의 탈흡착 특성을 나타낸 결과이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

본 발명은 송이(Scoria)를 이용하여 농산물을 양액재배하는데 있어서, 생산량을 증수시키고, 우수한 품질의 작물을 재배하기 위한 송이배지 전용 양액 조성물에 관한 것이다.

송이는 제주도에서 후화산활동으로 생겨난 360여개의 기생화산에서 분출된 화산쇄설물로서, 제주지역에 매장량만도 1억 400만~200억톤정도에 이르는 것으로 추정되고 있다.

따라서, 천연자원인 송이를 이용하는 방법에 대하여 연구를 하게 되었고, 그 예로서, 난재배용 배지, 양한(심비디움) 재배시 육묘 및 용토, 축분발효용 사료에서 톱밥대체제, 첨가사료(송이분말), 축산오수정화 처리시설 등에 송이를 이용하고

있다.

특히, 최근에는 송이가 통기성, 보수성, 내구성이 뛰어나며, 값이 저렴하므로, 제주도를 중심으로 양액재배용 배지로서 이를 이용하여, 종래 양액 배지인 암면의 사용으로 인한 환경오염의 문제점 및 수입품이므로 생산비가 고가인 문제점을 해결하고자 하는 시도들이 이루어지고 있다.

【발명이 이루고자하는 기술적 과제】

그러나, 양액재배에 있어서, 작물의 생산성과 품질을 높이기 위해서는 배지의 특성을 파악하여 배지에 적합한 배양액을 선정하여야 하나, 송이를 양액재배용 배지로 이용하는 경우에 있어서는 송이의 특성에 대한 연구없이, 일반적으로 사용되고 있는 양액조성물을 그대로 사용하고 있는 것이 현실이다.

따라서, 송이전용 양액조성물을 개발하여 생산량을 증수시키고, 품질을 향상시키고자 여러가지 시험을 하던 중, 본 발명자들은 송이배지가 공시 양액 조성물에 대한 흡착력이 암면과는 상이하다는 것을 발견하고, 본 발명을 완성하게 되었다.

즉, 본 발명의 목적은 송이를 이용하여 양액재배를 하는데 있어서, 생산량을 증수시킬 수 있고, 우수한 품질의 작물을 재배할 수 있는 송이(Scoria)배지 전용 양액 조성물을 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 송이배지 전용 양액 조성물은 인산을 1.88~3.13mM의 양으로 함유함을 특징으로 한다.

이하, 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다.

본 발명의 송이버지 전용 양액 조성물은 송이 배지에 대한 공시 양액 조성물의 탈흡착 특성을 조사하는 것에 의해 달성되었다. 즉, 공시 양액 조성물은 나트륨(Na), 질소(NO_3), 칼륨(K), 인산(PO_4), 칼슘(Ca), 황산(SO_4)과 같은 다량원소와 철(Fe), 망간(Mn), 아연(Zn), 구리(Cu), 몰리브덴(Mo) 및 붕소(B)와 같은 미량원소로 이루어져 있으므로, 송이에 대한 이들 원소의 탈흡착 특성을 조사하여 본 발명의 송이버지 전용 양액 조성물을 조성하였다.

본 발명의 송이버지 전용 양액 조성물은 양액재배가 가능한 모든 작물의 재배에 사용될 수 있지만, 특히 오이, 토마토, 고추, 피망과 같은 과채류, 장미, 거베라와 같은 절화류의 재배에 사용될 수 있다.

이하, 실시예 및 시험예를 들어 본 발명을 보다 구체적으로 설명하지만, 본 발명이 이들예로만 한정되는 것은 아니다.

[시험예 1] 공시 양액의 송이버지에 대한 탈흡착 특성 측정

공시 양액의 송이버지에 대한 탈흡착 특성을 규명하기 위하여 제주도 한림읍 금악지경에서 채굴된 직경 3~11mm까지의 크기별로 체질하여 선별한 송이를 세척하여 풍건한 후, 양액 재배용 시스템 배드상에 넣고, 하기 표 1의 네덜란드 PBG농업연구소의 표준용액을 제조하여 EC(ms/cm, 25°C)는 2.30, pH는 5.7는 조절하여, 1일에 4ℓ씩 낮 6시간 동안 6회로 나누어 120일 동안 비순환식으로 송이버지 시스템상에 점적관으로 관주하였다.

【표 1】

	처리농도												
	(nmol/ℓ)							(μmol/ℓ)					
	NH ₄	NO ₃	PO ₄	K	SO ₄	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
네덜란드 PBG 토마토 양액	1.25	13.75	1.25	8.75	3.75	4.25	2.0	15.0	10	5	30	0.75	0.50

그 다음, 퇴액을 전량회수하고, 이를 양이온 침출용액(NH₄OAC, pH 7.0)으로 침출한 후, 여액을 분석하였다. 가용성 중금속 함량 또한 0.1N HCl로 침출하여 여액을 분석하였다. 또한, 미량원소는 TPA침출법(pH 7.3±0.05)으로 침출하여 여액을 분석하였다. 분석은 양이온의 경우 ICP발광분석기(ISA, JY-70C, France)로 분석하였고, 음이온의 경우 이온크로마토그래피(Dionex 500, USA)를 사용하여 분석하였다. 그 결과는 다량원소는 도 1에 나타내었고, 미량원소는 도 2에 나타내었다.

도 1로부터, 측정기간 동안 송이버지류:통과한 여액의 나트륨 성분은 20% 내외로, 질소와 칼슘 성분은 약 10%가 증가됨을 알 수 있다. 그러나, 인산, 칼륨 및 황산은 다소 감소하였는데, 특히 인산은 최초 측정시에는 80%가 감소하였으나, 30일부터 120일까지는 약 40%가 지속적으로 감소되었다. 따라서, 송이는 공시의 양액 조성중 인산성분에 대한 흡착율이 매우 높음을 알 수 있다.

도 2로부터, 철, 망간, 아연, 구리, 몰리브덴 및 붕소는 초기에는 송이버지에 흡착되어 양액농도를 감소시켰으나, 어느 기간이 지나면 탈착됨으로서 양액농도를 증가시킨다는 것을 알 수 있다. 그러나, 구리는 처음부터 흡착되어 120일이 경과한 후에는 20%수준으로 흡착되어 있으며, 몰리브덴은 35일까지는 흡수와 탈착되다가 그 이후는 50%수준의 농도로 흡착되었다.

[시험예 2]

상기 시험예 1에서 120일간 네덜란드 PBG농업연구소의 표준용액을 관주하여 탈흡착 시험에 사용했던 송이버지에서 침출성 양분 함량을 시험예 1과 동일한 방법으로 측정된 결과, 무처리 송이버지에 비해서 양액처리를 했던 송이는 NO₃ 4.08mM, H₂PO₄ 1.58mM, K 5.39mM이 더 함유되어 있었고, 미량원소 중에는 Fe 102μm이 더 함유되어 있었다.

상기 시험예 1과 2로부터, 본 발명자들은 송이버지가 인산을 특히 많이 흡착한다는 특성을 이용하여, 하기 표 2 내지 4에 나타낸 바와 같이, 인산의 함량을 증가시킨 방울토마토, 오이, 장미를 양액 재배하기 위한 양액 조성물 A, B, C액을 처방하였다. 한편, 표 2 내지 4에서 칼륨의 함량이 공시양액과 비교하여 변화되는 것은, 양액중 인산함량의 증가로 인하여 양액의 pH가 감소되는 것을 보정하기 위한 것이다.

【표 2】

방울토마토의 양액 조성

배지 종류	처리농도												
	(mmol/ℓ)							(μmol/ℓ)					
	NH ₄	NO ₃	PO ₄	K	SO ₄	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
1) 네덜란드 PBG 토마토 양액	1.25	13.75	1.25	8.75	3.75	4.25	2.0	15.0	10	5	30	0.75	0.50
2) A 액	1.25	13.75	2.50	10.57	3.75	4.25	2.0	15.0	10	5	30	0.75	0.50
3) B 액	1.25	13.75	1.88	9.89	3.75	4.25	2.0	15.0	10	5	30	0.75	0.50
4) C 액	1.25	13.75	3.13	11.97	3.75	4.25	2.0	15.0	10	5	30	0.75	0.50

【표 3】

오이의 양액 조성

배지 종류	처리농도												
	(mmol/ℓ)							(μmol/ℓ)					
	NH ₄	NO ₃	PO ₄	K	SO ₄	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
1) 네덜란드 PBG 오이 양액	1.00	11.75	1.25	6.50	1.00	2.75	1.00	15.0	10	5	25	0.75	0.50
2) A 액	1.00	11.75	2.50	8.13	1.00	2.75	1.00	15.0	10	5	25	0.75	0.50
3) B 액	1.00	11.75	3.13	8.90	1.00	2.75	1.00	15.0	10	5	25	0.75	0.50
4) C 액	1.00	11.75	1.88	7.32	1.00	2.75	1.00	15.0	10	5	25	0.75	0.50

【표 4】

장미의 양액 조성

배지 종류	처리농도												
	(mmol/ℓ)							(μmol/ℓ)					
	NH ₄	NO ₃	PO ₄	K	SO ₄	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
1) 네덜란드 PBG 장미 양액	1.50	11.00	1.25	4.50	1.25	3.25	1.125	25.0	5	3.5	20	0.75	0.50
2) A 액	1.50	11.00	2.50	5.62	1.25	3.25	1.125	25.0	5	3.5	20	0.75	0.50
3) B 액	1.50	11.00	3.13	6.18	1.25	3.25	1.125	25.0	5	3.5	20	0.75	0.50
4) C 액	1.50	11.00	1.88	5.06	1.25	3.25	1.125	25.0	5	3.5	20	0.75	0.50

[실시예 1]

72공 플러그 육묘상자에 종자를 파종하여 약 25일간 육묘후(본엽 5~6매), 송이버지 양액재배상에 상기 표 2의 양액 조성물 A, B, C, 공시 양액인 네덜란드 PBG 방울토마토 양액 및 야마자끼액 양액 조성별로 5처리를 완전 임의배치법 3반복으로 시험구를 배치하여 정식하였다. 송이버지 양액재배상의 배지량은 주당 6.5~7.0ℓ로 하여 90cm×30cm 간격으로 정식하였으며, 양액 공급방법은 비순환식(흘러버림식) 점적급액방법으로 공급하였다. 1일 급액량 및 급액횟수는 생육단계에 따라

1주당 1ℓ(생육초기)~2.5ℓ(생육최성기)정도를 10~12회 나누어 급액하였는데, 생육상태 및 기상조건에 따른 배액량이 30%정도 되도록 급액량을 조절하였다. 이상에서와 같은 방법으로 양액재배한 방울토마토의 생육 및 수량은 농사시험연구 조사기준(농촌진흥청, 1995년)에 의거 반복당 5주씩(처리별 15주) 생육특성, 수량성, 품질(당도, 산도)을 조사하여 표 5에 나타내었는데, 수량은 55일동안 수확한 수량성을 산출한 값이고, 당도는 굴절당도계로 조사한 값이며, 산도는 0.1N NaOH로 적정하여 구연산으로 환산한 값이다.

【표 5】

처리구분	상품과중 (g/개)	상품과수 (개/주)	수량(M/T/10a)			수량 지수	가용성 고형물 (*Bx, A)	산도 (B)	당산비 (A/B)
			총수량 (A)	상품수량 (B)	B/A (%)				
PGB 액	12.1 b ^c	118.4 abc	4,528.0 b	4,268.9 b	94.3	100.0	8.6 b ^c	0.67 c	12.8
A 액	12.1 b	134.3 a	5,119.5 a	4,840.2 a	94.6	113.4	9.1 a	0.76 a	12.0
B 액	11.1 c	129.6 ab	4,548.0 b	4,324.4 b	95.1	101.3	9.1 a	0.73 ab	12.5
C 액	12.4 b	115.8 bc	4,519.2 b	4,310.6 b	95.4	101.0	8.5 b	0.74 ab	11.5
야마자끼 액	13.4 a	106.4 c	4,445.0 b	4,271.7 b	96.1	100.1	8.5 b	0.70 bc	12.1

야마자끼 액; NH₄(1.32mM), NO₃(12.70mM), PO₄(1.32mM), SO₄(1.50mM), K(5.99mM), Ca(3.5mM), Mg(1.5mM), B(19.42μM), Fe(37.2μM), Mn(3.7μM), Zn(0.31μM), Cu(0.16μM), Mo(0.55μM)

표 5로부터, 처리별 상품수량은 인산의 함량을 100% 증가시킨(2.5mM의 양으로 함유하는) A액에서 가장 높으며, 그 이외의 처리에서는 큰 차이를 나타내지 않는다는 것을 알 수 있다. 그러나, 상품과중에 있어서는 야마자끼 처방액에서 가장 무거웠다. 한편, 가용성 고형물 함량과 산도에 있어서는, 가용성 고형물 함량은 A액과 B액에서 가장 높았으며, 산도는 A액에서 가장 높았고, PBG액에서 가장 낮게

나타났다. 이로부터, 공시양액보다, 인산의 함량을 증가시킨 본 발명의 양액이 수량 및 품질면에서 우수하다는 것을 알 수 있다.

【발명의 효과】

이상에서 설명한 바와 같이, 송이를 배지로 하여 작물을 양액재배하는 경우 공시양액의 인산함량보다 인산을 0.5~1.5배 더 함유하는 경우 생산량을 증수시킬 수 있고, 품질 또한 우수한 작물을 재배할 수 있다.

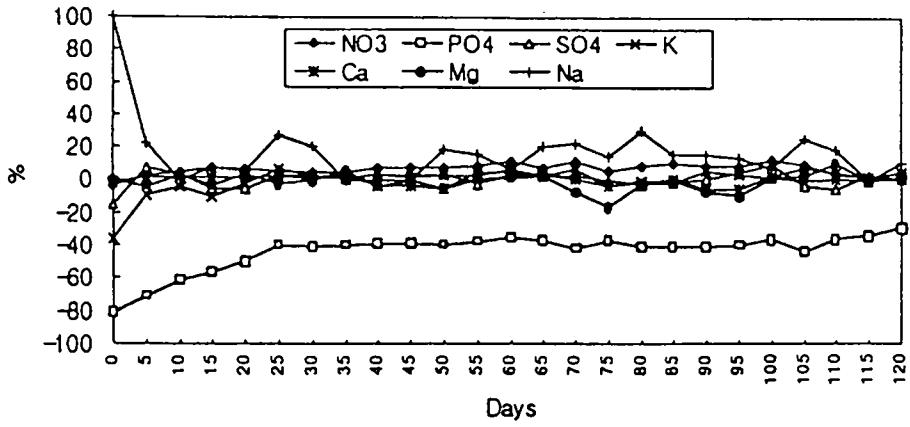
【특허청구범위】

【청구항 1】

송이버지를 이용하여 작물을 양액재배하는데 있어서, 인산을 1.88~3.13mM의 양으로 함유함을 특징으로 하는 송이버지 전용 양액 조성물.

【도면】

【도 1】



【도 2】

