

碩士學位論文

송이(Scoria)의 養分吸着 特性에 따른 養液
組成이 토마토의 收量과 品質에 미치는 영향



濟州大學校 大學院

園藝學科

金 奉 燦

1999年 12月

송이(Scoria)의 養分吸着 特性에 따른 養液
組成이 토마토의 收量과 品質에 미치는 영향

指導教授 張 田 益

金 奉 燦

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함

1999年 12月



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

金奉燦의 農學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長_____ 印

委 員_____ 印

委 員_____ 印

濟州大學校 大學院

1999年 12月

**Effects on Yield and Quality of Tomato Fruit
in the Several Composition of Nutrient Solution
by Mineral Adsorption of Scoria Medium**

Kim, Bong - Chan

(Supervised by Professor Chang, Jeun-Ik)

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF AGRICULTURE**

**DEPARTMENT OF HORTICULTURE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY**

1999. 12

目 次

Summary	1
I. 緒 言	3
II. 研究史	5
III. 材料 및 方法	9
試驗 1. 송이(Scoria)의 養分吸着 特性	9
試驗 2. 養液組成에 따른 토마토의 收量과 品質	10
IV. 結果 및 考察	16
試驗 1. 송이(Scoria)의 養分吸着 特性	16
試驗 2. 養液組成에 따른 토마토의 收量과 品質	20
V. 摘要	31
VI. 參考文獻	33

Summary

To establish a stable tomato cultivation in scoria culture, mineral adsorption characteristics from scoria medium was analysed and several nutrient solutions were investigated to select the fittest one for growing tomato plants, especially focused on yield and quality of tomato fruit.

The results were as follows ;

1. PO_4 was adsorbed by 80% of the supplied solution concentration at the beginning of the experiment. However, the adsorption rate was slowly decreased by 40% from 30days to 120 days after supply.
2. Fe, Mn, Zn, Cu, Mo and B were adsorbed at the beginning, but with the time elapsed B, Fe, Mn and Zn were released from scoria medium from the 25, 35, 40 and 95 days, respectively. Mo and Cu were adsorbed through the whole period of the experiment by 20% and 50% level.
3. In the changes of pH and EC level, the pH of 5.7 increased to 6.8 at the beginning after then slowly decreased by 4.6 at the 120 days. The EC leve of 2.3 dS/m was lowered to 2.20 dS/m, and then slowly increased by 2.45 dS/m at the 120 days.
4. Compared with new and used scoria medium, the used contained more NO_3 , H_2PO_4 and K than the new by 4.08 mM, 1.58 mM and 5.39 mM respectively. Trace element, Fe also had the same trend by $102\ \mu\text{M}$, however, the other trace elements show little changes.

5. Among the solutions or the cultivars, there were not different between growth and development of tomato plants compared on May 1. and July 6.
6. Comparing with mineral content in leaves between the solutions, the more added PO_4 , the higher leaf contained P_2O_5 but the other components were similar to between the solutions.
7. Comparing with total yields of tomato in Cheju Nongjin A solution, the marketable yield was the highest in *House Momotaro* as 4,573kg/10a and in *Maeva* as 9,760kg/10a and there were remarkable differences in marketable fruit number and yield between solutions PO_4 added and not, Yamasaki solution, in *Maeva* cv.
8. Cheju Nongjin A solution contained the highest free-sugar level for both of two cvs. and there was significant between solutions PO_4 added in *maeva*. Major organic acid content was higher in Yamasaki solution, not added PO_4 , in *House momotaro* cv.

From the above results, it is considered that there are needed to add some elements adsorbed in scoria medium for better growing tomatoes and the solution, Cheju nongjin A, which is added 100% of adsorbed components in PTG solution showed the highest quality and yield in both cultivars.

I. 緒 言

양액재배는 연작장해에 의한 토양전염성 병해의 피해를 줄이고 생력화 및 품질 좋은 농산물을 생산하기 위하여 채소류를 중심으로 계속 확대되고 있다. 우리 나라에서는 정부의 자금지원과 농민들의 의욕적인 노력의 결과로 '90년에 10ha에서 '96년에 275ha로 증가하더니 최근에 급격히 증가하여 '98년말 현재 533ha에 이르고 있다(金 等, 1999). 이 같은 양액재배 면적의 급속한 증가는 매우 고무적인 일이지만 아직도 양액재배에 필요한 장치, 배지, 양액비료, 시설방법을 비롯한 기술까지도 상당부분 그대로 수입되어 농민들의 시행착오는 물론 많은 외화가 낭비되고 있는 실정이다.

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

전세계 배지경 재배면적의 90% 정도를 점유하고 있는 암면 배지경은 사용후 폐기문제가 심각하고 수입품이므로 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 부담이 클 뿐만 아니라 농자재의 무역수지 역조면에서 큰 비중을 차지하고 있기 때문에 국내의 부존자원을 이용한 값이 저렴한 배지의 요구도가 높아져 가고 있다.

제주도에 풍부하게 매장되어 있는 천연자원인 송이(Scoria)는 화산 분출시 수증기와 가스를 함유하고 있는 마그마(Magma)의 빠른 냉각의 결과로서 형성된 입자화된 화산물질로 Scoria, 또는 Tuff라 불리며 세계 여러 곳에서 그린하우스 원예용 컨테이너배지나 관상용식물에 토양대신으로 사용되고

있으며(R. Wallach 등, 1992 ; 宋 等, 1992 ; 金, 1993), '80년대 초부터 양액 재배에 이용 가능성이 검토되기 시작하였으나 송이(Scoria)의 화학적 특성을 고려한 적정 양액에 대한 검토는 없었다.

배양액 조성을 결정하는 방법에는 여러 가지가 있지만 Sachs(1860)가 사경 재배를 연구하기 위해 최초의 수경재배 배양액을 개발하여 발표한 이후 Hoagland(1919)는 토양내에 포함되어 있는 양분의 비율을 기준으로 배양액을 고안하였으며, 이 비율을 기준으로 Arnon과 Hoagland (1940)는 순수 수경으로 토마토를 재배하여 그 양분 흡수패턴에 관한 자료를 토대로 필수 원소의 비율을 정하여 배양액을 개발하였다. 그 후 여러 양액들이 개발되었는데 근래에는 山崎가 1976년에 여러작물의 양수분 흡수패턴과 농도를 측정하여 작물별로 조성한 배양액(山崎, 1981)과, 화란의 온실작물연구소에서 개발한 PTG액 등이 많이 이용되고 있으며, 우리나라에서도 한국원시표준액을 비롯하여 최근에는 작물별로 여러 양액들이 개발되고 있다.

송이를 고품배지경 양액재배에 이용함에 있어서 흡수, 배수, 보수성 등 물리적인 특성이 우수한 것으로 보고되었지만(張 등, 1992) 재배의 안정성을 높이기 위해서는 송이가 지니고 있는 화학적 특성을 고려한 양액 개발이 필요하여 송이배지의 양분흡착 특성을 살펴보고 이에 따른 토마토 재배에 적합한 양액을 선발하고자 본 시험을 수행하였다.

II. 研究史

養液栽培를 營利的인 목적으로 처음 시도한 사람은 1929년 캘리포니아 大學의 W.G.Gerick였고, 1940년초에 오하이오 大學의 Kiplinger에 의하여 양액재배가 실용화 단계에 이르렀다. 1955년에는 국제적 無土壤栽培 연구 그룹인 IWGSC(International Working Group on Soilless Culture)가 결성되어 네덜란드에 사무국을 두게 되었고, 1976년 10월에는 스페인의 카나리아 군도에서 제4회 국제 수경재배 심포지움을 가졌는데, 영국인 Allen Cooper의 NFT시스템, 덴마크 Grodan회사가 상품화한 Rockwool경, 이탈리아의 Vertical hydroponic등이 발표되었고, 영국의 Rheinberg는 NFT수경의 근권 및 배양액중의 미생물 상태를 상세히 연구 보고하였다(趙, 1992).

固形培地の 이용 역사는 19세기 중엽 J. Sack와 Knops 등이 식물의 기초 영양생리 실험을 실시한 이래 많은 연구가 이루어져 지금까지 수많은 재료가 소개되고 物理化學的 특성이 究明되어 왔다(朴, 1996).

培地耕 재료로 가장 많이 사용되는 無機性 培地로는 岩綿(rock wool), 펄라이트(perlite, 眞珠岩)를 들수 있으며, 이밖에도 자갈, 모래, 송이 등 天然材料를 직접 사용하거나 加工한 제품이 사용되고 있다(朴, 1996 ; 李, 1997).

岩綿은 養液栽培時 pH가 높아짐에 따라 칼리는 300ppm 내외로 큰 차이가 없었으나 磷酸은 pH 6부터 38ppm이하로 낮아지다가 pH 8부터는 15ppm 이하로 급격히 낮아지고 Ca는 pH 6부터 170ppm 이하로 떨어지다가 pH 8에서는 120ppm으로 급격히 낮아지기 때문에 pH 조절이 필요하다고 하였다(安井, 1987).

Wilson에 의해 1986年頃부터 養液栽培用 培地로 사용되기 시작한 펄라이트는(徐, 1997) pH 6.9, CEC 0.5, 假比重 0.15, 孔隙率이 93.0%이며 유효수분 함량이 대개 17.6% 수준인데, pH가 높아짐에 따라 칼리는 200~320ppm 내외로 pH와는 큰 상관성이 없으나 磷酸과 칼슘은 pH 8부터 급격히 떨어진다고 하였다(安井, 1987).

山崎(1981)는 數種의 작물을 供試한 후 既存 배양액 농도를 0.5~1.5배 수준으로 조정한 다음 생육기간 동안 1~2주 간격으로 n/w(養水分吸收率)을 측정하여 생육이 최고로 좋고 수광성이 뛰어난 흡수농도를 me/l로 나타내었는데, 水分은 日照, 溫度, 濕度, 養液栽培 시스템, 생육단계에 따라 변화가 있었지만 養分의 경우 作形, 生育段階에 따라서 약간의 농도변화는 있어도 組成에는 변화가 인정되지 않는 것으로 보아 작물 고유의 吸收組成이 있다고 볼 수 있으며, 陽이온과 陰이온이 거의 같은 當量으로 흡수되는데, 이 흡수 조성을 me단위로 비교하면 $\text{NO}_3^- - \text{N} \approx \text{K}^+ + \text{Ca}^{2+}$, $\text{PO}_4^{3-} - \text{P} \approx \text{Mg}^{2+}$, $\text{NO}_3^- - \text{N} : \text{PO}_4^{3-} - \text{P} = 3 \sim 4 : 1$ 정도라고 했다.

竝木(1986)에 의하면 植物의 生育이 정상적으로 이루어지기 위해서는 植物體에 각종 양분이 어느 정도의 配分率을 가지고 分布해야 하는데 植物 乾物重當 H 6, C 45, O 45, N 1.5, K 1.0, Ca 0.5, Mg 0.2, P 0.2, S 0.1, Cl 0.01, B 0.002, Fe 0.01, Mn 0.005, Zn 0.002, Cu 0.0006, Mo 0.00001% 수준이 적정하다고 하였다.

養液栽培時에는 각종 이온도 알맞는 相互 比率를 갖추어야 합리적인 흡수가 이루어 지는데 토마토 봄재배 경우의 適正給液濃度는 NO_3^- 10.20me/l, NH_4^- 1.80, Ca^{+2} 4.15, Na^+ 1.70, PO_4^{-3} 2.70, SO_4^{-2} 1.25me/l 수준이라고 하였으며, 고품배지경 재배시 單肥로 배양액을 조성할 경우 각종 성분의 양액내 pH와 EC농도는 pH는 5.0~8.0, EC 0.5 dS/m, Ca 40, Mg 15, Na 30, Cl 30, SO_4 40, HCO_3 100, Fe 0.5, Mn 0.6, Zn 0.5, B 0.1 ppm내외의 수준이라고 하였다(Satoshi 等, 1991 ; 李 等, 1995).

작물이 자라는 데 가장 중요한 요소인 N과 P, K 등 다른 성분과의 관계는 토마토는 200ppm에서 P와 K의 흡수에 영향을 미치지 않아 최고수량을 나타냈다고 하였다(Tsikalas 等, 1984, 1985).

질소의 식물체 함량은 1.5~2.0%에서 최고의 수량을 나타냈으며 특히 저온기인 봄재배에서는 1.5%수준에서 최고수량을 나타냈다고 하여 식물체내

질소성분이 계절의 영향을 받고 있음을 보고하였다(Bartkowski, 1987).

질소가 과다하여 독성이 나타나거나 缺乏이 일어나는 수준에서 다른 성분과 상호관계를 보면, 과실내에 Fe 함량은 높아졌으나 다른 성분에는 크게 영향을 미치지 않았다고 하였으며(Andreu, 1987), 오이栽培時 300ppm까지도 葉面積과 株當着果數가 增加되었다고 하였다(Sahaf, 1990).

Conde(1987)도 窒素 缺乏時 P의 吸收量은 增加되었고 Fe : Mn, NO_3^- : PO_4^{3-} , 1가 양이온 : 2가 양이온 比率를 減少 시켰다고 발표한바 있다.

N, P, K 등과 기타 성분등의 식물 체내 균형을 연구한 결과중, 토마토등 몇가지 작물재배시 NO_3 : PO_4 : SO_4 비율은 65:15:20에서 NO_3 : PO_4 는 4:1 비율에서 PO_4 :Mg는 1:1, NO_3 :K+Ca역시 1:1수준에서 가장 알맞다고 하였다(新井, 1987 ; 茅野, 1987, ; 山田 等, 1989 ; Hohjo 等, 1995 ; James 等, 1995). 또한 P와 미량요소와의 관계(Saur 等, 1995), 물에 용해된 ion의 흡수형태(Satoshi 等, 1991), 각 작물별 무기양분 요구도(高野, 1981) 등과 K/Ca율이 증가하면 배꼽썩음病果 발생 정도가 높아지고 K/Ca율이 0.5에서 2.0으로 증가될 때 Ca함량은 오히려 1/3로 감소되었다는 보고도 있다(Nonami 等, 1995 ; Nukaya 等, 1995).

제주지역에 다량으로 埋葬되어 있는 송이는 과립상의 화산 폭발물로서 다른 나라에서도 흙이나 잔디 대용 또는 채소 재배용 용토로 이용되기도 하는데, 우리나라에서는 난재배용, 벽돌 가공용 등에 일부 쓰이고 있으나, 이를 양액재배용 배지로 개발 이용하게 되면 농가소득에 기여할 것이라고 하였다.(韓 等, 1993 ; 張, 1996)

제주 송이 고품배지에 대한 置換 浸出性 양이온 함량을 시험전과 시험후로 나누어 분석한 결과 시험전 치환 침출성 양이온의 함량은 송이의 입자가 작은 것이 큰 것보다 칼슘, 마그네슘 및 칼리의 함량이 다소 높았으나, Rock wool과 비교하면 매우 높았다고 하였다. 그리고 송이 배지는 흡수, 배수와 보수성이 다른 배지에 비하여 우수하다고 하였다. 그러나 방울토마토

재배 시험에서 수량과 당도(°Brix)는 송이버섯이 다른 배지구와 차이가 없었으며(宋 等, 1992), 송이의 물리성을 분석한 결과 공극율이 70.38%로 충분한 氣相을 확보할 수 있고 含水率은 33.21%로 수분을 많이 함유하고 또한 假比重도 0.53으로 가볍다고 하였다(張 等, 1992).

吳(1994)는 방울토마토 養液栽培에서 송이培地 利用性에 관한 연구에서 방울토마토의 生育이 旺盛한 시기에 養液成分 중 多量元素를 분석한 결과 송이培地區에서 磷酸과 칼륨 濃度가 낮아졌다고 하였다.

이상의 研究結果에서 송이(Scoria)를 養液栽培用 培地로 利用함에 있어서 栽培의 안정성을 도모하기 위해서는 송이培地의 養分吸着 特性을 밝히고 그에 따른 養液組成이 필요하다고 보아 본 연구를 수행하였다.



III. 材料 및 方法

試驗 1. 송이(Scoria)의 養分吸着 特性

본 시험에서 물리화학적 특성을 구명하기 위하여 사용된 송이는 제주도 한림읍 금악지경에서 채굴된 직경 3mm에서 11mm까지의 크기별로 체질하여 선별하고 수돗물로 세척하여 풍건시켜 사용하였다.

송이의 양액 吸着床은 스티로폴 베드床(30cm 넓이×25cm높이×120cm 길이)을 사용하였고 송이배지에 양액이 골고루 스며들 수 있도록 상단부에는 부직포를 덮은 다음 그 위로 급액하였다.

이때 사용한 공시양액은 표1과 같이 화관 PTG(Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk)농업연구소의 토마토 표준용액을 조제하여 EC는 2.30 dS/m, pH는 5.7로 조절하여 사용하였으며 1일 4ℓ를 낮8시간 동안 6회로 나누어 120일 간 비순환식 점적관으로 급액하고 배액은 전량회수하여 분석시료로 사용하였다.

Table 1. PTG standard soluiton for tomato plants.

Macro element	Conc.(mM)	Micro element	Conc.(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(dS/m, 25℃) : 2.30			

송이의 치환성 양이온 함량은 양이온 침출용액(NH₄OAC pH 7.0)으로 침출하여 여액을 분석시료로 사용하였고 송이의 가용성 중금속함량은 0.1N HCl로 침출하여 여액을 분석시료로 사용하였으며, 미량원소는 TPA침출법(pH 7.3±0.05)으로 침출하여 여액을 분석시료로 사용하였다.

음이온 분석은 이온크로마토그래피(Dionex 500, USA)로 분석하였으며, 양이온 등 무기성분 분석은 ICP발광분석기(ISA, JY-70C, France)로 분석하였다.

試驗 2. 養液組成에 따른 토마토의 收量과 品質

본 시험은 시험1에서 밝혀진 송이(Scoria)의 양분흡착 특성에 따른 몇 가지 양액조성 처방에서 토마토의 수량과 품질을 검토해 봄으로써 송이배지경 양액재배의 안정성을 확립하고자 수행하였다.

시험 장소는 북제주군 애월읍 상귀리소재 제주도농업기술원 기술개발포장 제주형플라스틱하우스(폭7.5m×높이3.8m×길이36m)에서 수행하였다.

공시품종은 동양계 품종으로는 '하우스도태랑', 유럽계로는 '마에바' (Maeva) 품종을 공시하여 '97년 1월 30일 72공플러그육묘상자에 종자를 파종하였다.

약 50일간 육묘후(본엽 5~6매) 3월 23일 송이를 배지로 한 양액재배상에 양액조성별 5처리(표 2, 표 3)를 완전임의배치법 3반복으로 정식하였다.

송이배지 양액재배상의 배지량은 토마토 1주당 6.5~7.0 l로 하여 90cm×30cm 간격으로 정식하였으며 양액공급방법은 양액조성별 성분함량 및 비율을 일정하게 유지하기 위하여 비순환식 점적급액방법으로 공급하였다.

처리별 양액조성은 山崎액을 기준으로 제주농진1호액(기준양액대비 PO₄-P는 100%, K은 25% 증가), 제주농진2호액(기준양액대비 PO₄-P는 150%, K은 37.5% 증가), 제주농진3호액(기준양액대비 PO₄-P는 100%, K은 25% 증가, Mn, Zn은 100%, Fe은 50%, Cu, Mo는 25% 증가) 3수준과

金 等(1997)이 송이의 양분흡착 특성을 고려한 방울토마토 양액선발 시험에서 화란 PTG액을 기준으로 보정하여 선발한 제주농진A액(화란PTG액 대비 PO₄-P 100%, K 25% 증가)을 조성하였다.(표 2, 표 3)

Table 2. Macro elements in the various standard nutrient solutions used for the experiment.

Nutrient solution	NH ₄	NO ₃	PO ₄	SO ₄	K	Ca	Mg
	mmol/ℓ						
T1 ²⁾	1.32	12.70	1.32	1.50	5.99	3.50	1.5
T2	1.32	12.70	2.64	1.50	7.49	3.50	1.5
T3	1.32	12.70	3.30	1.50	8.24	3.50	1.5
T4	1.32	12.70	2.64	1.50	7.49	3.50	1.5
T5	1.25	13.75	2.50	3.75	10.57	4.25	2.0

²⁾T1 : Yamasaki(Control), T2 : Cheju nongjin No.1, T3 : Cheju nongjin No.2, T4 : Cheju nongjin No.3, T5 : Cheju nongjin A



Table 3. Micro elements in the various standard nutrient solutions used for the experiment.

Nutrient solution	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
	μ mol/ℓ					
T1 ²⁾	19.4	37.2	3.7	0.31	0.16	0.05
T2	19.4	37.2	3.7	0.31	0.16	0.05
T3	19.4	37.2	3.7	0.31	0.16	0.05
T4	19.4	55.5	7.4	0.62	0.20	0.06
T5	30.0	22.5	2.0	10.0	0.93	0.63

²⁾See the table 2.

생육 및 수량조사는 농사시험연구 조사기준(농촌진흥청, 1995년)에 의거 반복당 5주씩 생육특성을 조사하였고 6월5일부터 7월18일(8화방)까지 수확하여 수량성을 조사하였고, 품질에 가장 큰 영향을 미치는 유리당, 유기산을 동시에 분석하였다.

식물체 무기성분 분석은 4화방 착화기인 5월1일과 9화방 착화기인 7월6일 2회 시료를 채취하여 분석했는데, 식물체 전체를 열풍건조 후 부위별로 微細하게 磨碎하여 깔고루 섞은 다음 각 0.5g씩을 취한후 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 분해시키고 Whatman No. 6 여과지로 여과해서 사용하였다. 질소는 Kjeldahl법(농촌진흥청 농업기술연구소 토양화학분석법, 1988)으로 측정하였고, 다른 무기성분 분석은 ICP발광분석기(ISA, JY-70C, France)로 분석하였다.

유리당 및 유기산 분석은 토마토를 착즙한 다음 원심분리하여 C18 Sep-Pak cartridges(millipore)를 통과시킨 후 $0.45\mu m$ membrane filter(millipore)로 정밀 여과한 토마토즙액에 초순수 증류수로 희석한 다음 HPLC(waters 510, USA)를 사용하여, 유기산은 UV detector(waters 486), 유리당은 RI detector(Differential refractometer, waters 410)로 분석하였다.

또한, 유기산 및 유리당의 표준 시약은 Sigma 제품을 이용하여, 각각의 표준물질에 대한 크로마토그램의 검량선을 가지고 시료값을 환산하였으며, 3회 분석한 후 평균하여 측정값으로 하였다. HPLC 분석 운영조건 및 표준물질의 농도와 Retention tim은 표 4, 5로 나타내었고, 각각의 크로마토그램은 그림 1~4와 같다.

Table 4. HPLC conditions for analysis of organic acids and free sugars.

Parameter	Organic acids	Free Sugars
Column	Alltech IOA-1000 (300×7.8mm)	Supelco LC-NH ₂ (25×4.6mm, 5 μ m)
Mobile phase	0.01N H ₂ SO ₄	CH ₃ CN : waters = 80 : 20
Detector	UV 210nm(waters 486)	RI(waters 410)
Injection volume	20 μ l	20 μ l
Flow rate	0.4ml/min	1.5ml/min
Column temperature	ambient(20~22°C)	35°C

Table 5. Concentration and Retention time of organic acids and free sugars in HPLC analysis.

Compound		Concentration	Retention time
Organic Acids	oxalic	0.5 ppm	11.20
	citric	50 ppm	13.88
	tartaric	70 ppm	14.98
	malic	25 ppm	16.83
	succinic	25 ppm	21.65
	formic	25 ppm	23.54
	glutaric	50 ppm	27.26
	fumalic	0.2 ppm	31.10
Free sugars	fructose	2500 ppm	6.38
	glucose	2500 ppm	7.84

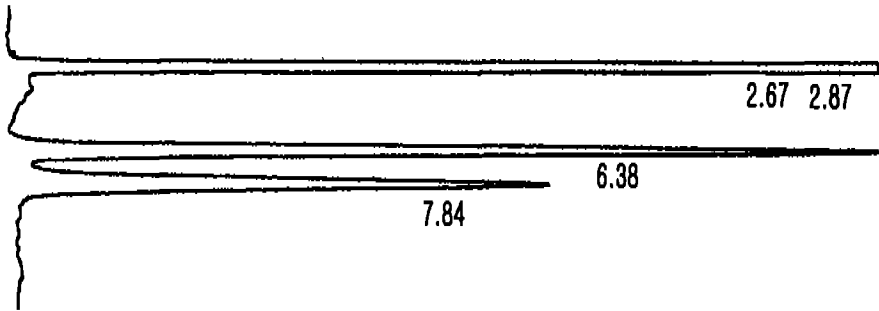


Fig. 1. HPLC chromatogram of standard free sugars mixture.

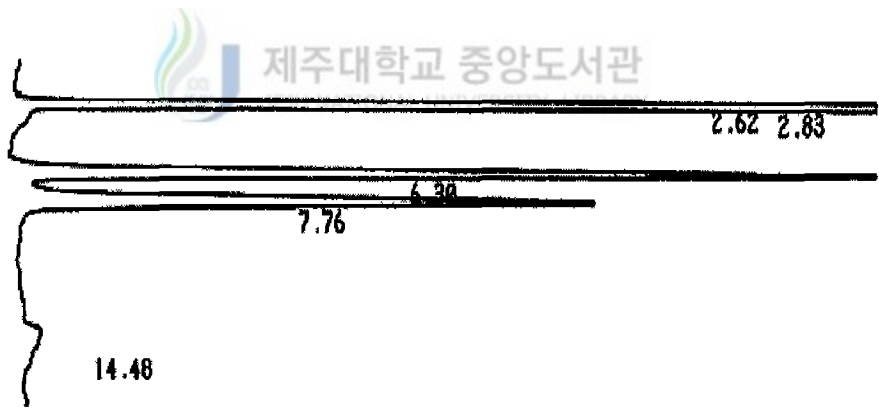


Fig. 2. HPLC chromatogram of free sugars in cv. *House momotaro*.

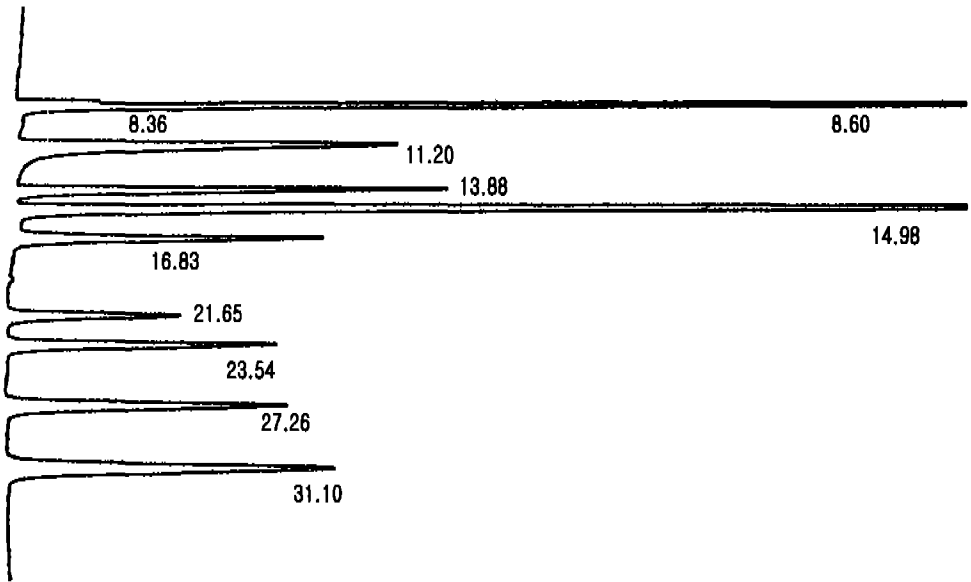


Fig. 3. HPLC chromatogram of standard organic acid mixture.

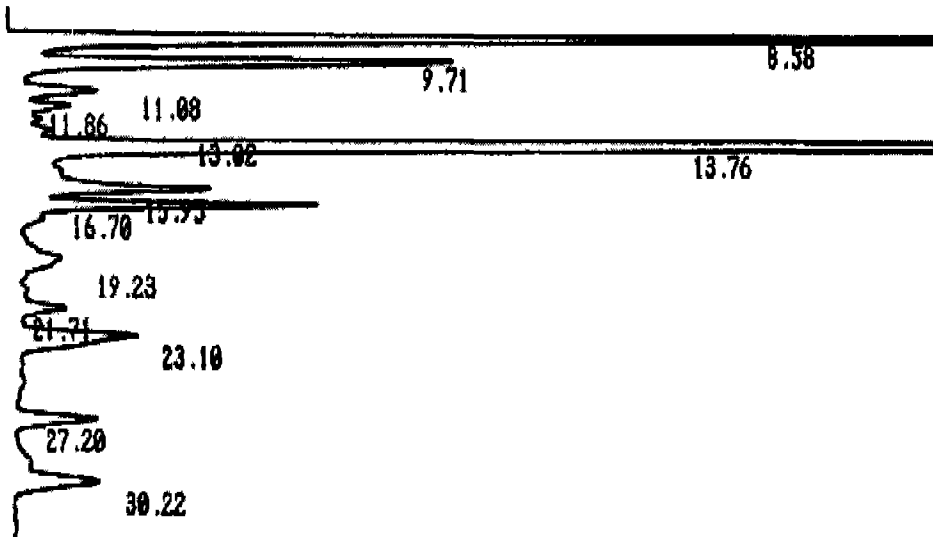


Fig. 4. HPLC chromatogram of organic acid in cv. *House momotaro*.

IV. 結果 및 考察

試驗 1. 송이(Scoria)의 養分吸着 特性

공시 양액을 송이배지에 급액한 후 배액되는 성분들을 비교하여보면 그림5에서 보는 바와 같이 Na는 처음에는 급액량의 2배인 100% 증가되어 배액의 농도를 높였으나 그후 점차 낮아져 급액 5일째부터는 20% 내외의 증가량만을 보였으며, NO₃도 약 10% 내외의 증가를 보였다. 그러나 PO₄와 K는 오히려 송이배지에 흡착되어 감소하였는데, K는 처음에 약 40% 가까이 감소하였으나 점차 높아져서 20일후 부터는 안정되었지만, PO₄는 처음에는 80%까지 감소되다가 30일째까지는 점차 높아졌지만 30일 이후 120일 까지도 약40%가 지속적으로 흡착되는 경향을 보였다.

화산회토의 점토는 대부분 Al(OH)₃, 또는 Fe(OH)₃의 기본단위가 불규칙하고 약하게 결합되어 있는 무정형 점토광물(allophane)이어서 인산의 고정능력이 높다고 하였는데(金, 1974 : 康, 1987 : 任 등, 1999), 송이(Scoria) 역시 화산회토 토양과 母材가 같은 火山 碎屑物이기 때문에 인산의 고정능력이 높아서 흡착량이 많은 것으로 생각된다.

燐은 에너지 생화학 반응과 밀접한 관계가 있어서, 많은 식물체의 酵素代謝는 磷酸作用에 의존하고 있고, 또한 磷酸은 생물 遺傳物質인 核酸의 주요 성분이며, 細胞分裂 및 分生組織의 發育에 매우 중요한 관계가 있으므로 植物 生長 및 生殖에 없어서는 안되는 多量元素 중의 하나라고 하였다(康, 1987 : Young, 1993). 따라서 송이를 循環式 養液栽培用 培地로 이용할 때는 磷酸의 補正이 필요한 것으로 사료되었다.

양액중의 미량원소인 Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B는 그림6에서 보는 바와 같이 모두 초기에는 송이培地에 吸着되어 養液濃度를 減少시켰으나 어느정도 기간이 경과되면 脫離되어 養液濃度를 증가시킨 반면, B는 25일, Fe은 35일, Mn은 40일, Zn은 95일이 경과하면서부터 脫離됨으로써 양액의 농도를 증가시켰다.

그러나 Cu와 Mo은 처음부터 계속 吸着되었는데, Cu는 10일 까지는 吸着

량이 급격히 줄어들다가 10일후 부터는 지속적으로 20% 내외가 吸着되었으며, Mo은 35일까지는 吸收와 脫離가 계속되다가 그 이후는 50% 수준의 농도로 吸着되었다.

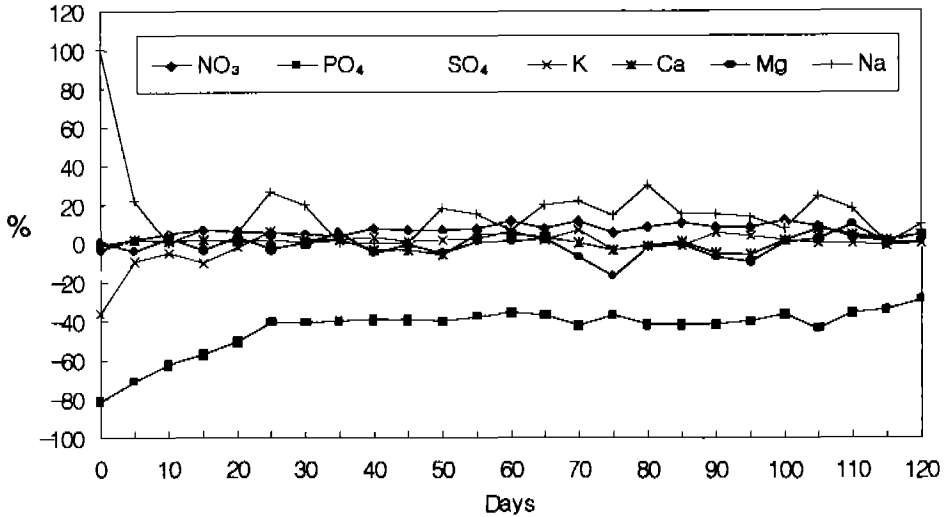


Fig. 5. Adsorption of some macro elements and Na in scoria material over time

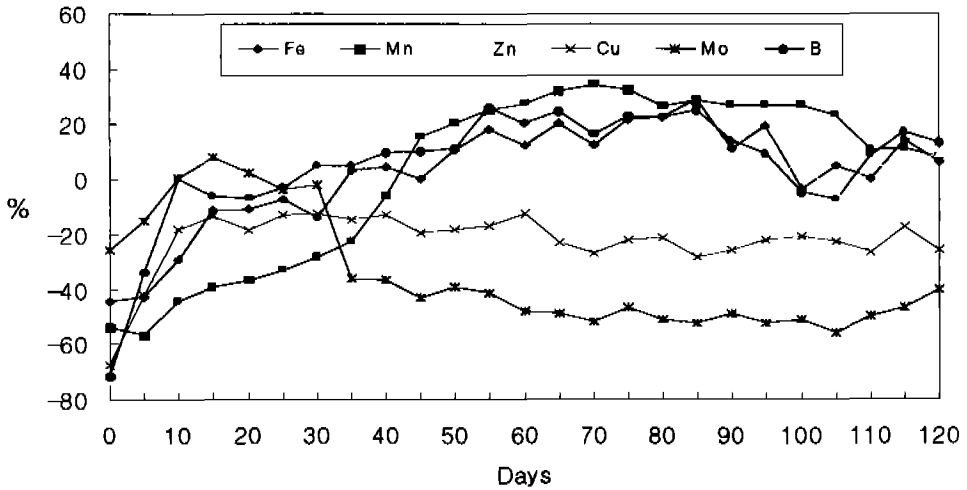


Fig. 6. Adsorption of some micro elements in scoria material over time

송이배지에서 배액되는 양액의 pH 및 EC 변화는 그림7에서 보는 바와 같이 pH 5.7로 조절된 양액의 초기에는 pH가 6.8로 높아 졌다가 점차 낮아져 120일째는 pH 4.6이 되었다. 山崎(1981)는 pH변화의 主要原因은 陽이온과 陰이온의 吸收 均衡의 差異라고 하였으며, 養液의 pH를 낮추는데 인산(H_3PO_4), 질산(HNO_3), 황산(H_2SO_4) 등이 사용되므로(朴 等, 1991) 송이배지에서의 pH 低下는 陰이온인 磷酸의 지속적인 吸着이 主된 原因으로 생각 되었으며, EC는 2.30 dS/m로 조절된 양액에서 초기에는 EC가 2.20 dS/m 까지 떨어졌다가 점차 높아져 120일째는 2.45 dS/m이 되었는데 마찬가지로 磷酸 等の 지속적인 吸着에 의한 鹽類 集積에 기인하는 것으로 생각되었다.

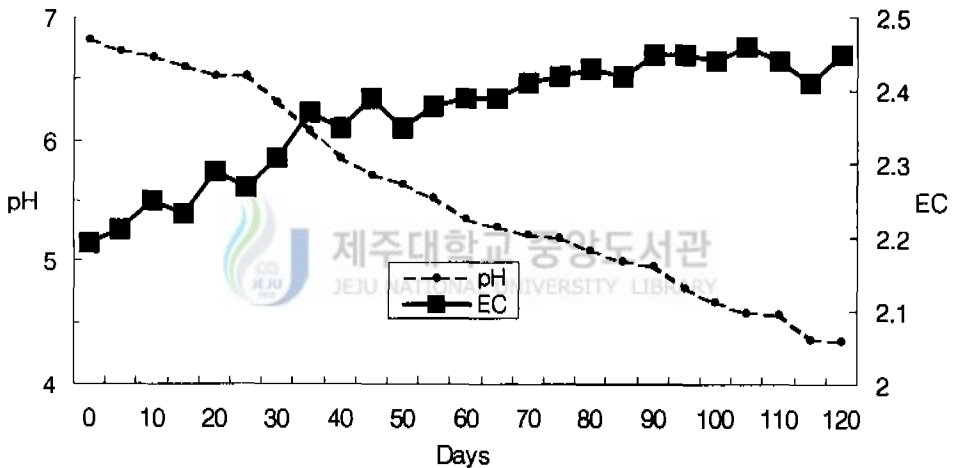


Fig 7. Changes of pH and EC in scoria materials.

그림8은 120일간 養液을 灌注하여 養分吸着 特性 시험에 사용했던 송이배지에서의 浸出性 養分含量은 사용하기 전 송이배지에 비해서 NO_3 는 4.08 mM, H_2PO_4 는 1.58 mM, K는 5.39 mM이 더 많이 함유하고 있었으며 미량원소 중에는 Fe이 $102\mu M$ 로 가장 많이 함유하고 있을 뿐 기타 성분 들은 큰 차이가 없었다. 이 사실과 Appelt와 Schalscha(1970)가 Chile의 火山灰土壤에 關한 연구에서 加한 인산의 대부분은 初期에는 Al-P로 存在하나

시간이 경과함에 따라 Fe-P로 移行된다는 報告로 미루어 볼 때 송이배지에서
 서의 인산의 흡착은 Fe과 주로 결합되어 흡착됨으로서 인산의 불용화를 초
 래하는 것으로 추정되었다.

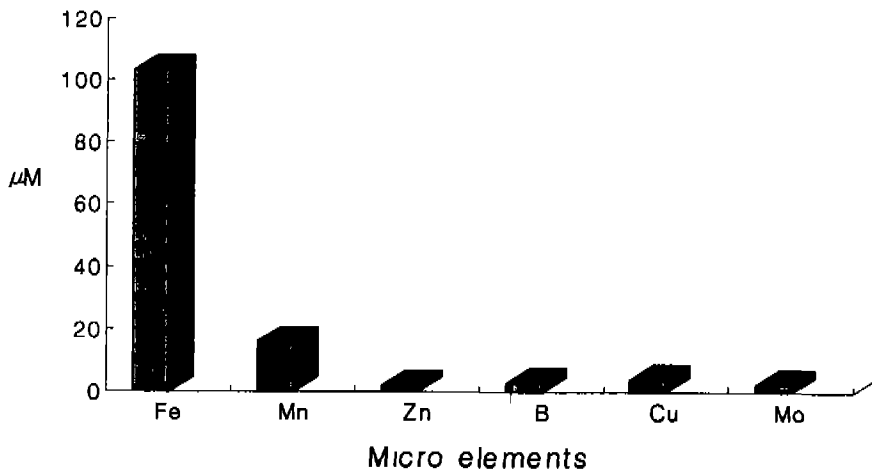
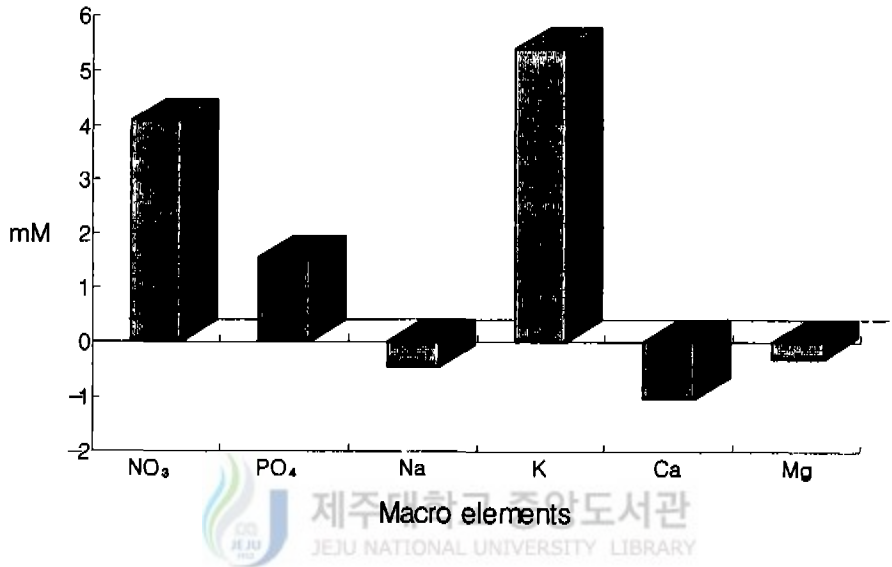


Fig. 8. Extractive mineral contents in scoria material at 120 days after treated.

試驗 2. 養液組成에 따른 토마토의 收量과 品質

양액조성에 따른 생육특성은 4화방 착화기인 5월 1일과 9화방 착화기인 7월 6일에 '하우스도태랑' 품종과 '마에바' 품종의 생육을 처리간에 비교하여 표6 ~ 표9에 나타내었다. 4화방 착화기의 '하우스도태랑' 생육은 초장, 엽수, 1화방 착화절위에서는 유의차가 없었는데, 엽장은 제주농진A와 제주농진2호가 각각 42.1cm와 42.8cm로 가장 높게 나타났고 제주농진1호가 가장 낮았으며 옆폭은 농진2호가 42.0cm로 가장 높게 나타났다. 이는 박 등(1996)이 수출토마토 양액재배 품질향상 시험에서 '도태랑' 품종을 가지고 필라이트와 피트모스 혼합배지에서 가장 우수한 성적을 낸 야마자키 표준액처리의 엽장 38.9cm, 옆폭 42.6cm와 비슷한 생육을 보이고 있어서 본 시험의 토마토 생육이 정상적으로 자랐음을 알 수 있었다. 줄기직경은 야마자키, 제주농진2호, 제주농진3호가 제주농진1호 및 제주농진A액 보다 비교적 높게 나타났고, 엽록소 함량에서도 제주농진3호가 다소 높은 경향을 나타내었다. 그렇지만 인산성분 보정에 의한 양액조성 처리간에 뚜렷한 경향을 찾을수는 없었으며, 4화방 착화기의 '마에바' 생육에서도 양액조성 차이에 따른 생육의 차이가 없었다.

생육 후기인 9화방 착화기의 생육상황을 보면 '하우스도태랑' 품종은 흡착되는 인산성분과 미량요소까지 보정한 제주농진3호 처리에서 엽수(40매)와 줄기직경(12.4mm)이 높았고, 엽장은 제주농진A액에서 37.1cm로 가장 높았다. 한편 '마에바' 품종에서는 제주농진1호가 초장(250.7cm)과 절간장(23.8cm)이 가장 높았고 줄기직경은 제주농진A액에서 13.1mm로 가장 높았는데, 처리간 품종간에 양액조성에 따른 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다.

그렇지만 金(1987)은 토마토의 施肥 수준을 2배, 3배로 높였을 때 施肥 수준이 높아짐에 따라 생육이 低下되는 경향을 보였다고 보고하였는데, 이상의 생육 결과로 볼 때 양액 조성에 따른 생육의 차이는 없었지만, 송이배지에서는 많은 양의 磷酸을 吸着하기 때문에 2.5배까지 給液하여도 정상적인 생육이 이루어짐을 알 수 있었다.

Table 6. Comparison with the growth of *House momotaro* cv. by the various solutions treated (May. 1).

Nutrient solutions	Plant height (cm)	No. of Leaf (ea)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	1st truss set node	Stem dia. (mm)	Chlorophyll content (mg/100cm ²)
T1 ^{z)}	100a ^{y)}	22.0a	41.0ab	38.6bc	11.7a	11.6a	50.2ab
T2	98a	21.5a	39.2b	37.1c	11.9a	10.9ab	48.3b
T3	122a	21.7a	42.8a	42.0a	11.7a	11.8a	49.6ab
T4	97a	21.6a	39.6b	41.1ab	11.8a	11.3a	51.5a
T5	102a	21.5a	42.1a	40.5ab	12.0a	10.3b	48.6b

^{z)}See the table 2.

^{y)}Mean separation within column by DMRT at 5% levels.



Table 7. Comparison with the growth of *Maeva* cv. by the various solutions treated (May. 1).

Nutrient solutions	Plant height (cm)	No. of Leaf (ea)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	1st truss set node	Stem dia. (mm)	Chlorophyll content (mg/100cm ²)
T1 ^{z)}	86.7ab ^{y)}	19.9a	43.6a	44.8a	10.1a	10.8b	46.9c
T2	92.3a	20.1a	43.7a	45.5a	10.2a	10.7b	49.5a
T3	86.8ab	20.1a	42.8a	44.1a	9.7a	11.4ab	48.9ab
T4	81.7b	19.6a	40.6a	43.5a	9.7a	11.1b	47.3bc
T5	85.8ab	19.7a	43.6a	44.9a	9.9a	12.1a	50.5a

^{z)}See the table 2.

^{y)}Mean separation within column by DMRT at 5% levels.

Table 8. Comparison with the growth of *House momotaro* cv. by the various solutions treated (July 6).

Nutrient Solutions	Plant height (cm)	No. of Leaf (ea)	Stem dia. (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Internode length (cm)
T1 ²⁾	249.3a ^{y)}	37.7ab	11.5ab	34.9ab	34.7a	21.9a
T2	255.2a	37.2b	11.4ab	34.5ab	36.1a	23.0a
T3	246.4a	39.3ab	11.0b	32.9b	37.4a	21.5a
T4	246.5a	40.0a	12.4a	31.7b	37.9a	21.1a
T5	247.3a	38.3ab	11.3ab	37.1a	35.4a	22.9a

²⁾See the table 2.

^{y)}Mean separation within column by DMRT at 5% levels.



Table 9. Comparison with the growth of *Maevea* cv. by the various solutions treated (July 6).

Nutrient Solutions	Plant height (cm)	No. of Leaf (ea)	Stem dia. (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Internode length (cm)
T1 ²⁾	242.6ab ^{y)}	34.9a	10.9c	38.4a	44.4a	22.5b
T2	250.7a	36.0a	11.2bc	37.2a	44.5a	23.8a
T3	239.6bc	37.0a	11.9b	38.9a	45.7a	21.8b
T4	231.8c	35.6a	11.4bc	40.7a	44.1a	21.2bc
T5	236.0bc	34.4a	13.1a	39.5a	43.4a	20.3c

²⁾See the table 2.

^{y)}Mean separation within column by DMRT at 5% levels.

양액 처리별 식물체의 영양상태를 알아보기 위하여 4화방 착화기인 5월 1일과 9화방 착화기인 7월 6일에 시료를 채취하여 잎의 성분을 분석한 결과를 표10과 표11에 나타내었고, 9화방 착화기의 과실 성분분석 결과를 표12와 표13에 나타내었는데, 잎에서의 P_2O_5 함량은 두 품종 모두 흡착되는 인산성분을 보정한 처리에서 높은 경향이였다.

박 등(1996)이 수출토마토 양액재배 품질향상 시험에서 '도태랑' 품종의 엽내 P_2O_5 함량은 야마자키 표준액 처리에서 1.87% 였다고 보고하였는데, 본 시험에서는 인산 성분을 100% 보정한 제주농진3호 처리에서 1.84%로 비슷한 성적을 보였다.

4화방 착화기의 Mg 함량이 '하우스도태랑' 품종은 제주농진3호 처리에서 가장 높게 나타났으며(표10), '마에바' 품종은 제주농진A 처리에서 가장 높게 나타나서(표11), 표6과 표7의 생육조사 결과 엽록소 함량이 가장 높게 나타났던 처리와 일치하고 있는데, 이는 엽록소의 구조상 Mg이 엽록소분자의 중앙에 자리잡고 있다는 보고(康 等, 1987)와 밀접한 관계가 있음을 보여줬다.

표12와 표13의 과실 성분분석 결과는 품종간 양액조성 처리간에 어떠한 경향도 찾을수 없었다.

Table 10. Comparison with some macro ionic concentration in leaf between May 1 and July 6 of *House momotaro* cv. by the various solutions treated.

Date of observation	Nutrient solutions	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
May 1	T1 ²⁾	3.39	0.94	2.45	2.16	0.42
	T2	3.45	1.52	2.41	2.39	0.45
	T3	4.10	1.66	2.59	1.89	0.41
	T4	3.91	1.84	3.26	2.51	0.58
	T5	3.65	1.51	2.85	2.37	0.47
July 6	T1 ²⁾	3.30	1.34	3.21	3.02	0.66
	T2	2.97	1.76	3.11	2.37	0.76
	T3	3.20	1.59	3.82	2.54	0.57
	T4	3.77	1.80	2.99	2.55	0.57
	T5	3.36	1.33	3.50	3.05	0.64

²⁾See the table 2.

Table 11. Comparison with some macro ionic concentration in leaf between May 1 and July 6 of *Maeva* cv. by the various solutions treated.

Date of observation	Nutrient solutions	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
May 1	T1 ²⁾	4.35	1.34	2.80	2.50	0.46
	T2	4.41	1.98	2.75	2.82	0.50
	T3	4.55	2.18	2.62	2.80	0.47
	T4	3.61	1.36	2.44	2.26	0.45
	T5	4.45	1.71	3.03	2.32	0.53
July 6	T1 ²⁾	3.54	1.51	4.90	1.78	0.23
	T2	3.35	1.65	3.73	2.36	0.26
	T3	3.33	1.65	3.02	2.03	0.41
	T4	3.21	1.31	3.28	2.58	0.47
	T5	3.57	1.64	4.48	1.67	0.25

²⁾See the table 2.

Table 12. Comparison with macro and micro ionic concentration in fruit of *House momotaro* cv. by the various solutions treated(July 6).

Nutrient solutions	Macro elements				
	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
T1 ²⁾	1.82	1.03	2.70	0.13	0.10
T2	1.80	1.25	2.58	0.15	0.10
T3	1.84	1.19	2.87	0.07	0.11
T4	1.73	1.10	2.78	0.08	0.11
T5	1.93	1.00	2.85	0.05	0.11

Nutrient solutions	Micro elements				
	Zn (ppm)	B (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
T1 ²⁾	24.3	15.8	5.4	68.2	8.5
T2	24.6	21.6	6.1	87.3	8.9
T3	22.1	22.7	4.9	52.5	8.5
T4	20.7	11.5	5.8	70.1	10.2
T5	23.2	39.5	6.0	59.2	9.2

²⁾See the table 2.

Table 13. Comparison with macro and micro ionic concentration in fruit of *Maeva* cv. by the various solutions treated(July 6).

Nutrient solutions	Macro elements				
	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
T1 ²⁾	1.69	1.12	3.35	0.09	0.09
T2	1.88	1.20	3.12	0.09	0.09
T3	1.79	1.13	2.80	0.09	0.09
T4	1.90	1.07	2.99	0.09	0.09
T5	1.87	1.31	3.33	0.08	0.10

Nutrient solutions	Micro elements				
	Zn (ppm)	B (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
T1 ²⁾	20.2	20.6	3.8	53.1	13.7
T2	20.7	30.9	4.6	53.5	14.9
T3	20.4	41.5	3.3	131.0	10.8
T4	21.7	33.4	3.3	62.6	12.5
T5	22.3	46.8	5.2	63.1	20.7

²⁾See the table 2.

양액 조성별 수량성은 '하우스도태랑'과 '마에바' 두 품종 모두 제주농진 A액의 상품수량이 각각 4,573kg/10a, 9,760kg/10a로 가장 높았고, 인산 흡착량을 보정하지않은 山崎액과 보정한 다른 처리간에 수량 차이가 뚜렷하였는데, 이는 식물체의 중요한 에너지原으로서 전 생육기에 걸쳐 꾸준히 필요로 하는 磷酸 성분을 충분히 공급함으로써 상품수량이 많았던 것으로 풀이되며, 磷酸濃度 증가에 따라 델라웨어 포도 3년생에서 착립율이 증가되었다는 小林(1958)의 보고와도 일치하는 경향이였다.

각 양액 처리별 수확한 과실의 수와 상품과수, 그리고 소과수, 창문과수, 기형과수, Ca결핍과수, 열과수 등을 조사한 결과를 보면 상품과수에서는 제주농진A 처리구와 제주농진1호 처리구에서 높게 나타났으며, 소과수에서는 '하우스도태랑'의 제주농진3호와 제주농진2호 처리구 그리고 '마에바'의 제주농진A 처리구에서 가장 적었고, 기형과수에서는 별다른 차이를 나타내지 않았다. '하우스도태랑'의 Ca결핍과수와 열과수는 제주농진A에서 가장 많이 나타나서 상품화율이 다소 떨어지는 경향을 보였는데, 이는 표12의 果實內 Ca함량이 제주농진A에서 가장 낮았던 결과와 일치하고 있다. 제주농진A가 Ca성분 급액량이 가장 많았음에도 Ca缺乏果가 더 많아지는 원인은 차후 규명해야할 중요한 사항이라 생각되었다.

대체로 제주농진1, 2, 3호액은 상품수량이 서로 비슷한 경향을 보였으며, Fe과 Mn을 제외한 모든 성분 급액량이 가장 많았던 제주농진A액에서 상품수량이 가장 높았는데, 山崎액에 비하여 30% 증수되었다.

Table 14. Comparison with yield capacity of *House momotaro* cv. by the various solutions treated.

(ea/plant)

Nutrient solutions	Total	Marketable fruit	Small fruit	Malformed fruit	Blossom end rot	Cracked fruit
T1 ^{z)}	21.4b ^{y)}	12.0b	6.5a	1.1a	0.1b	1.7ab
T2	21.1b	13.5ab	4.5bc	1.3a	0.1b	0.9b
T3	20.0b	11.7b	3.9c	1.8a	0.2b	2.3ab
T4	18.4b	12.1b	2.9c	1.6a	0.1b	1.2b
T5	25.1a	14.3a	5.8ab	0.9a	0.4a	3.2a

^{z)}See the table 2.

^{y)}Mean separation within column by DMRT at 5% levels.



Table 15. Comparison of yield components of *House momotaro* cv. by the various solutions treated.

Nutrient solutions	Mean fruit wt.(g)	Marketable fruit No.	Marketable fruit wt.(kg/10a)	Index
T1 ^{z)}	97.6 a ^{y)}	12.0 b	3,513 c	100
T2	101.2 a	13.5 ab	4,088 ab	116
T3	112.2 a	11.7 b	3,939 bc	112
T4	112.3 a	12.1 b	4,073 b	116
T5	106.5 a	14.3 a	4,573 a	130

^{z)}See the table 2.

^{y)}Mean separation within column by DMRT at 5% levels.

Table 16. Comparison with yield capacity of *Maeva* cv. by the various solutions treated.

Nutrient solutions	(ea/plant)					
	Total	Marketable fruit	Small fruit	Malformed fruit	Blossom end rot	Cracked fruit
T1 ^{z)}	25.5b ^{y)}	18.1c	4.3ab	1.2a	0.2a	1.3a
T2	28.9ab	21.7ab	4.0ab	1.6a	0.2a	1.2a
T3	28.2ab	21.4ab	3.9ab	0.8a	0.0a	1.8a
T4	27.9ab	19.3bc	5.1a	1.2a	0.1a	2.1a
T5	29.5a	23.8a	3.3b	1.6a	0.1a	0.6a

^{z)}See the table 2.

^{y)}Mean separation within column by DMRT at 5% levels.

Table 17. Comparison of yield components of *Maeva* cv. by the various solutions treated.

Nutrient solutions	Mean fruit wt.(g)	Marketable fruit no.	Marketable fruit wt.(kg/10a)	Index
T1 ^{z)}	146.9 a ^{y)}	18.1 c	7,928 c	100
T2	127.3 a	21.7 ab	8,233 bc	104
T3	141.7 a	21.4 ab	9,079 ab	115
T4	147.0 a	19.3 bc	8,503 bc	107
T5	135.8 a	23.8 a	9,687 a	122

^{z)}See the table 2 for explanations of solutions

^{y)}Mean separation within column by DMRT at 5% levels.

토마토의 주요 유리당은 그림1, 2와 같이 fructose와 glucose가 대부분을 차지하고 있었으며 sucrose도 미량 함유하고 있었다. 주요 유기산은 그림3, 4와 같이 citric, malic, succinic, formic acid 등 다양하였는데 대표적인 유기산은 citric acid와 malic acid인 것으로 나타나 徐(1995)가 보고한 토마토의 당류는 주로 포도당(glucose)과 과당(fructose)이며 자당(sucrose)은 건물중의 1% 정도이고, 주된 유기산은 구연산(citric acid)과 사과산(malic acid)이며 건물의 13%를 차지한다는 내용과도 일치하였다.

과실의 품질면에서는 유리당 함량이 '하우스도태랑'과 '마에바' 두 품종 모두 농진A액에서 가장 높은 경향을 보이고 있는데, '하우스도태랑'에서는 유의차가 인정되지 않았으나 '마에바' 품종에서는 인산성분 보정에 따른 유의차가 인정되었고(표 18), 유기산 함량은 '하우스도태랑' 품종에서는 인산 금액량이 가장 적었던 山崎液에서 주요 유기산 모두 높아서 任等(1999)이 磷酸은 가지와 잎의 生長을 충실하게 하고 果實의 단맛을 높이고 신맛을 적게 하여 품질을 양호하게 한다는 내용과도 일치되는 경향을 보였지만 '마에바' 품종에서는 뚜렷한 경향을 찾을수 없었다. 그리고 품종간에는 '하우스도태랑'이 '마에바' 보다 유리당, 유기산 모두 높은 경향을 나타내었다(표 18, 19).

Table 18. Fructose and glucose content in cv. *House momotaro* and *Maeva* treated.

(g/100g/Fw)

Nutrient solutions	<i>House momotaro</i>		<i>Maeva</i>	
	Fructose	Glucose	Fructose	Glucose
T1 ^{z)}	1.70a ^{y)}	1.34a	1.28c	1.08c
T2	1.74a	1.45a	1.33bc	1.16bc
T3	1.78a	1.44a	1.50a	1.34ab
T4	1.71a	1.42a	1.39b	1.21bc
T5	1.78a	1.53a	1.59a	1.46a

^{z)}See the table 2.

^{y)}Mean separation within column by DMRT at 5% levels.

Table 19. Organic acids content in cv. *House momotaro* and *Maeva* treated.

(mg/100g/Fw)

Nutrient solutions	<i>House momotaro</i>				<i>Maeva</i>			
	Citric	Malic	Succinic	Formic	Citric	Malic	Succinic	Formic
T1 ^{z)}	705.6a ^{y)}	86.8ab	36.4a	85.8a	509.2ab	76.1ab	29.0a	34.0b
T2	665.6a	69.9b	37.4a	80.5ab	449.7b	63.0b	17.7b	40.0ab
T3	591.0b	76.1ab	24.3b	79.1ab	540.7ab	93.4a	25.6ab	40.3ab
T4	615.1b	94.0a	26.7ab	73.8ab	491.7ab	63.7b	21.2ab	33.6b
T5	530.9c	82.3ab	27.2ab	65.1b	584.3a	63.8b	19.8ab	49.7a

^{z)}See the table 2.

^{y)}Mean separation within column by DMRT at 5% levels.

V. 摘要

송이(Scoria)배지경 양액재배시 안정성을 높이기 위하여 송이의 양분흡착 특성을 구명하고, 이에 알맞은 토마토양액을 선별하고자 몇가지 양액조성에 따른 토마토 '하우스도태랑'과 '마에바' 두 품종의 수량과 품질을 검토한 결과는 다음과 같다.

- 1) 송이배지의 다량원소 탈흡착 특성중 인산은 처음에 80%를 흡착하였으나 점차 낮아져 급액 후 30일째 부터 120일까지도 약 40%가 지속적으로 흡착되는 경향을 보였다.
- 2) 미량원소의 탈흡착특성은 Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B 모두 초기에는 송이에 흡착되어 양액농도를 감소시켰으나, B는 25일, Fe은 35일, Mn은 40일, Zn은 95일이 경과하면서부터 탈리됨으로써 양액의 농도를 증가시켰다.
그러나 Cu는 처음부터 흡착되어 20%, Mo은 35일 이후 부터는 50% 이상의 농도로 흡착되었다.
- 3) 송이배지에서 배액중 pH 와 EC의 변화는 pH 5.7로 조절된 양액이 초기에는 pH 6.8로 높아졌다가 점차 낮아져 120일째는 pH 4.6이 되었으며, EC는 2.30 dS/m로 조절된 양액이 초기에는 2.20 dS/m까지 떨어졌다가 점차 높아져 120일째는 2.45 dS/m이 되었다.
- 4) 송이배지에서 120일 동안 양분탈흡착 시험 후 송이배지의 침출성 양분함량은 시험전 송이배지에 비해서 NO_3 는 4.08 mM, H_2PO_4 는 1.58 mM, K는 5.39 mM이 더 함유되어 있었다. 미량원소는 Fe이 102 μM 정도 많이 함유하고 있을 뿐 기타 성분은 큰 차이가 없었다.
- 5) 양액의 종류별 '하우스도태랑'과 '마에바' 품종의 생육특성을 4화방 착과기인 5월 1일과 9화방 착과기인 7월 6일에 2차례 비교하였는데 뚜렷한 경향을 찾을 수는 없었다.
- 6) 양액 처리별 엽내 무기성분 함량은 인산의 경우 시용량을 증가시킨 처리에서 비교적 높게 나타났으나, 다른 성분들은 차이가 없었다.

7) 양액 조성별 상품수량은 제주농진A액에서 ‘하우스도태랑’이 4,573kg/10a, ‘마에바’가 9,760kg/10a로 두 품종 모두 가장 높았으며, ‘마에바’ 품종에서는 인산 흡착량을 보정하지않은 야마자끼액과 보정한 다른 처리간에 상품과수 및 수량 차이가 뚜렷하였다.

8) 과실의 품질면에서도 유리당 함량은 ‘하우스도태랑’과 ‘마에바’ 두 품종 모두 농진A액에서 가장 높았고, ‘마에바’ 품종에서는 인산 성분 보정에 따른 차이가 인정되었으며, 유기산 함량은 ‘하우스도태랑’ 품종에서 인산 급액량이 가장 적었던 야마자끼액에서 주요 유기산 모두 높았다.

이상의 결과로 볼 때 송이(Scoria)를 토마토 양액재배용 배지로 이용할 때 송이의 양분흡착 특성을 고려하여 흡착되는 성분량을 보정한 양액조성이 필요하다고 판단되었으며, 그 중에서도 특히 화란 PTG액을 가지고 흡착되는 성분 100%를 보정하여 조성한 제주농진A에서 두 품종 모두 수량과 품질이 가장 높았다.



VI. 參考文獻

Andreu, F. J. L., R. M. Esteban, G. J. Lopez and J. G. Collado. 1987. Incidence of nutrition in acidity and mineral content of tomato fruits. *Agrochimica* 31(1/2) : 27~32.

Appelt, H., E. B. Schalscha. 1970. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34 : 599~602.

新井和夫. 1987. 養液栽培で發生しやすい生理障害. *農業および園藝* 62(1) : 97~100.

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.

Bartkowski, K. 1987. Effect of several levels of mineral fertilization on the yield of different greenhouse tomato cultivars in containertray culture. *Biuletynwazywniczny* 30 : 111~125.

張田益. 1996. 濟州 송이培地の 特性과 活用方案. 園藝用 培地の 特性과 活用に 關한 심포지엄. 韓國施設園藝研究會 : 79~98.

張田益, 朴庸奉. 1992. 固形培地 송이를 利用한 방울토마토 養液栽培 技術開發에 關한 研究. 濟州大 亞熱帶農業研究 9 : 59~77.

茅野充男. 1987. 養液栽培における作物の養分吸収特性. *農業および園藝* 62(1) : 91~96.

趙自容. 1992. 토마토 수경재배에 있어서 養液內 適正 酸素濃度 究明에 關한 研究. 順天大 大學院 碩士學位論文.

崔垠瓊. 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.

Conde, M. P. S. 1987. The response of maize(*Zea mays*), lettuce(*Lactuca sativa*), tomato(*Lycopersicum esculentum*) and marrow(*Cucurbita pepo*) in a nutrient solution lacking in nitrogen. *Agrochemica* 31(1/2) : 143~151.

Cooper, A. W. and E. B. Dunbnoiff. 1973. Plant adjustment to osmotic stress in balanced mineral media. *Can. J. Bot.* 51 : 763 ~773.

韓元琢, 金容德, 姜聖根, 文禎洙, 宋昌訓, 朴庸奉. 1993. 果菜類 養液栽培 實用化 研究. I 養液栽培의 培地種類가 딸기 品質 및 收量에 미치는 影響. 農業科學論文集 35(2) : 401~417.

Hoagland. D. R. 1917. The effect of hydrogen and hydroxyl ion concentration on the growth of barley seedlings. *Soil Sci.* 3 : 547.

Hohjo, M., C. Kuwata, K. Yoshikawa and T. Ito. 1995. Effects of nitrogen from nutrient concentration and Ca concentration on the growth yield and fruit quality in NFT-Tomato plants. *Acta Hort.* 396 : 145~152.

James, D. W., C. J. Hurst and T. A. Tindall. 1995. Alfalfa cultivar response to phosphorus and potassium deficiency elemental composition of the herbage. *Journal of Plant Nutrition* 18(11) : 2447~2467.

康榮燾, 申榮五. 1987. 植物營養學. 아카데미서적. pp.5, 265~280, 324.

金滢玉. 1974. 濟州道 柑橘園 土壤의 磷酸形態 및 吸着에 關한 研究. 한국 농화학회지 17(3) : 1~15.

金光浩, 金奉燦, 李信燦 외 9인. 1998. 송이버지 양액재배 시스템 개발. 농림 특정연구사업 최종보고서. pp76~77.

金永奉. 1987. 過多施肥 및 地溫이 토마토의 生育 및 收量에 미치는 影響. 慶尙大學校 大學院 碩士學位論文.

金永哲. 1997. 園藝作物의 韓國形 養液, 培地 및 管理 自動化 시스템 開發 - 果菜類 培地耕 養液栽培 專用 培養液 開發. 농촌진흥청 대형공동 연구사업 보고서. pp17~35.

김영철, 김광용. 1998. 고온기 토마토 고품배지경시 품종별 배양액 적정 농도 관리요령. 한국양액재배 연구회. pp31~39.

金永哲, 金光勇. 1999. 低原價 果菜類 培地耕 養液栽培 技術. 韓國養液栽培 研究會 3(2) : 40~68.

金用德. 1993. 송이버지경에서 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.

小林 章. 1958. 果樹의 榮養生理. 朝倉書店. p.50.

李龍範. 1997. 養液栽培用 培地. 韓國養液栽培研究會 2(1) : 14~28.

李龍範, 裴種響. 1995. 培養液造成方法. 韓國養液栽培研究會 1(1) : 106~120.

李龍範, 盧美英. 1995. 固形培地를 利用한 오이, 토마토 養液栽培技術. 韓國養液栽培研究會 1(1) : 29~61.

任明淳, 辛建哲, 朴鎮勉. 1999. 果樹園 土壤管理의 肥料. 세명문화사. pp.123~125.

竝木降和. 1986. 培養液組成의 理論と實際. 農業および園藝 61(1) : 197~201.

Nonami, H., T. Fukuyama, M. Yamamoto, L. Yang and Y. Hashimoto. 1995. Blossom-end rot of tomato plants may not be directly caused by calcium deficiency. Acta Hort. 396 : 107~114.

농촌진흥청. 1995. 농사시험연구조사기준. pp.301~347.

농촌진흥청 농업기술연구소. 1988. 토양화학분석법. pp.1~38.

Nukaya A., K. Goto, H. Jang, A. Kano and Ohkawa. 1995. Effect of K/Ca ratio in the nutrient solution on incidence of blossom-end rot and gold specks of tomato fruit grown in rockwool. Acta Hort. 396 : 123~130.

吳大民. 1994. 망울토마토 養液栽培에서 송이배지 利用性에 관한 研究. 濟州大學校 大學院. 碩士學位論文.

朴漢永. 1996. 韓國養液栽培의 發展過程. 韓國養液栽培研究會誌 1(1) : 14~18.

朴權瑀. 1996. 園藝用 培地利用의 國內外 現況과 展望. 園藝用培地の 特性과 活用に 關한 심포지엄. 韓國施設園藝研究會 : 3~20.

朴權瑀, 李龍範, 裴公英. 1990. 養液栽培方法이 토마토의 根圈環境에 미치는 影響. 한국환경농학지 9(1) : 53~59.

朴尙根, 金光勇. 1991. 水耕栽培. 五星出版社. PP.132~138.

박성옥, 이상우, 서명훈, 이용범. 1996. 수출 토마토 양액재배 품질향상 시험. 경기도농촌진흥원 시험연구 보고서. pp343~360.

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.

Sachs. Von. J. 1860. Berichte über die physiologische Thätigkeit an der Versuchsstation in Tharandt. I.T. Vegetationsversuchemit Ausschluss des Bodens über die Nährstoffe und sonstigen Ernährungsbedingungen on Mais, Bohnen und anderen Pflanzen. Landw. Vers Stat. 2 : 219.

Sahaf, F. M. and B. S. Khafagi. 1990. Influence of nitrogen, phosphorus and potasium concentration on growth and yield of cucumber (*Cucumis sativas* L.) in sand culture. Annals of Agricultural Science Cairo. 35(1) : 383~391.

Satoshi Terabayashi et al. 1991. Variations in diurnal uptake of water and nutrients grown hydroponically. 園藝學會雜誌. 60(3) : 547~553.

Saur, E., C. Brechet, C. Lambrot and P. Masson. 1995. Micronutrient composition of P-fertilization in maritime pine. *Trees-Structure and Function* 10(1) : 52~54.

徐範錫. 1995. 토마토 양액재배 기술과 실제(2). *溫室産業* (5), pp67~72.

徐範錫. 1997. 토마토 양액재배 기술. *韓國養液栽培硏究會*. pp190~199.

徐範錫. 1997. 天然有機培地를 利用한 固形培地耕, *韓國養液栽培硏究會 '97 春季 심포지움 資料*. : pp51~66.

徐範錫, 鄭淳柱, 梁元模, 姜宗求. 1995. 과채류 양액재배기술. *호남은실작물 연구소*.

宋昌訓, 張田益, 等 12인. 1992. 果菜類養液栽培實用化硏究. *농촌진흥청 특정 연구보고서*.



高野太吉. 1981. 養液栽培の現況と問題點. *農業および園藝*. 56(7) : 919~925.

Tsikalas, P. E. and V. I. Manios. 1984. Tomato nutrition on growth bags in greenhouse. II. Effects on nutrient elements content of tomato leaves. *Proceedings of 3rd Conference on protected vegetables and flowers* : 14~15.

Tsikalas, P. E. and V. I. Manios. 1985. Nutrition of tomatoes in growing-bags in greenhouse. II. Effects on the content of nutrient elements in tomato leaves. *Georgike-Ereuna*. 9(2) : 291~299.

山田芳夫, 佐藤照美. 1989. NFT方式によるイチゴの水耕栽培. 農業および園藝. 64(9) : 1057~1064.

山崎肯哉. 1981. 養液栽培の現状と問題点(1). 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, 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.

山崎肯哉. 1982. 養液栽培全編. 博友社. 東京.

安井秀夫. 1987. 各種養液栽培方式の物性比較. 農業および園藝 62(1) : 101~106.

Yong, C. C. 1993 Soil and Feertilizer(5th Edition). P. W. Inc, Taichung pp.71~94.



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

謝 辭

本 論文이 이루어지기까지 많은 배려 속에 指導와 激勵을 다 하여 주신 張田益 教授님께 진심으로 감사드리오며, 바쁘신 가운데도 세심하게 論文을 바로 잡아주신 朴庸奉 教授님, 康勳 教授님께 깊은 感謝를 드립니다. 그리고 대학원 강의와 많은 조언을 하여주신 韓海龍 教授님, 白子勳 教授님, 文斗吉 教授님, 평소 애정과 관심 속에 항상 따뜻한 격려를 하여주신 蘇寅燮 教授님께도 깊은 感謝를 드립니다.

또한 本 研究를 위해 많은 助言과 與件을 마련해 주신 濟州道農業技術院 한동휴 원장님, 김영휘 원장님, 현승원 과장님, 김영철 과장님 그리고 감귤시험장 정순경 장장님께도 감사 드리며, 농림특정연구과제 총괄연구책임자로 깊은 관심속에 많은 도움을 주셨던 김광호 국장님께 특별히 감사드립니다.

本 研究의 養分脫吸着 및 養液 分析에 많은 도움을 주신 이신찬 계장님, 김양록 선생, 그리고 양영택 연구사를 비롯한 농산물이용계 同僚 職員들에게도 感謝드리며, 論文 作成을 도와준 김용덕 연구사님께도 感謝드립니다.

지금까지 늘 걱정과 염려속에 보살펴 주신 어머니 그리고 장모님, 저 자신보다도 나를 더 사랑하여 주는 아내 李珍日과 사랑하는 孝珠, 大建이 그리고 동생 경희, 정희, 맹찬이 이 외에도 저를 아껴 주신 모든 분들과 이 작은 結實의 기쁨을 함께 나누고 하늘나라에 계신 아버님께 小著를 올립니다.